

Dunaújváros

A Dunaújvárosi Egyetem online folyóirata 2020. VIII. évfolyam IV. szám

Műszaki-, Informatikai és Társadalomtudományok

SZAKÁCS BALÁZS

Biztonságtudatos informatikai
eszközhasználat 2. rész



KÖVÁRI ATTILA-DUKÁN PÉTER
Költséghatékony okosotthon-
megoldás



MIHALOVICSNÉ KOLLÁR ANITA
-VÁRALJAI MARIANN
Az elektronikus környezetben
végzett hallgatói tevékenységek
sikerességének összevetése



GAMBÁR KATALIN
Példa a hőmérséklet fogalmá-
nak általánosítására



Dunakavics

A Dunaújvárosi Egyetem online folyóirata 2020. VIII. évfolyam IV. szám

Műszaki-, Informatikai és Társadalomtudományok

MEGJELENIK ÉVENTE 12 ALKALOMMAL

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

András István, Bacsa-Bán Anetta, Balázs László, Nagy András

Nagy Bálint, Németh István, Rajcsányi-Molnár Mónika.

Felelős szerkesztő Németh István

Tördelés Duma Attila

Szerkesztőség és a kiadó címe 2400 Dunaújváros, Táncsics M. u. 1/a.

Kiadja DUE Press, a Dunaújvárosi Egyetem kiadója

Felelős kiadó Dr. habil András István, rektor



A lap megjelenését támogatta a Nemzeti Kulturális Alap

TÁMOP-4.2.3-12/1/KONV-2012-0051

„Tudományos eredmények elismerése és disszeminációja
a Dunaújvárosi Főiskolán”.

<http://dunakavics.due.hu>

ISSN 2064-5007

Tartalom

SZAKÁCS BALÁZS

Biztonságtudatos informatikai eszközhasználat 2.rész

5

KÖVÁRI ATTILA-DUKÁN PÉTER

Költséghatékony okosotthon-megoldás

29

MIHALOVICSNÉ KOLLÁR ANITA-VÁRALJAI MARIANN

***Az elektronikus környezetben végzett hallgatói tevékenységek
sikerességének összevetése a különböző munkaformák szempontjából***

45

GAMBÁR KATALIN

Példa a hőmérséklet fogalmának általánosítására

59

Galéria

67

(Németh István fotói)



Biztonság-tudatos informatikai eszközhasználat 2. rész

(a márciusi számban megjelent írás folytatása)

Összefoglalás: Célom naprakész felmérés készítése egy esztergomi gimnázium nappali tagozatos tanulóinak IKT eszközhasználati szokásairól, melynek segítségével tervezhetővé válik a biztonság tudatos eszközhasználat kialakítása a jövőben. A mindennapok részévé vált napjainkban az informatika, az eszközei, a használatuk a hírekben naponta hallunk a kibertérben végrehajtott negatív tevékenységekről. A tanárok a diákokkal és egymással is a különböző szociális hálókön tartják a kapcsolatot, valamint Magyarországon is alkalmazásra került az európai általános adatvédelmi rendelet (GDPR). A diákok egész nap „online” vannak, mindent megosztanak, véleményeznek, ennek ellenére az ismereteik az internet technológia valamit a biztonság területén felületes. A kutatás során választ kaphatunk arra, hogy a diákok ismereteit szükséges-e bővíteni, vagy tudatosan használják az eszközöket ismereteikkel összhangban.

Kulcsszavak: Informatikai biztonság, középiskola, tudatosság, kutatás.

Abstract: My goal with this research was to design and conduct an up-to-date cyber security awareness survey at one of Esztergom's high-school. The results of this survey will highlight the students everyday behavior regarding security and privacy related issues, and based on this outcomes we can tailor generation-specific education materials in the future. As IT became part of our everyday life, we hear cyber security related news (like data breaches, malware and hacker attacks) day-by-day. Students and teacher stay connected through various social platforms, and the European General Data Protection Regulation (GDPR) was approved in Hungary. These reasons inspired my to conduct my research. Students are "online" all day, they comment and share everything, but even so they have superficial knowledge about IT systems and the security-privacy related topics. I will answer to the question whether student need to broaden their knowledge or do they use their gadgets in accordance with their knowledge.

Keywords: IT Security, high school, awareness, privacy.

* Dunaújvárosi Egyetem,
Mérnökstanár levelező hallgató
E-mail: leveldettinek@gmail.
com

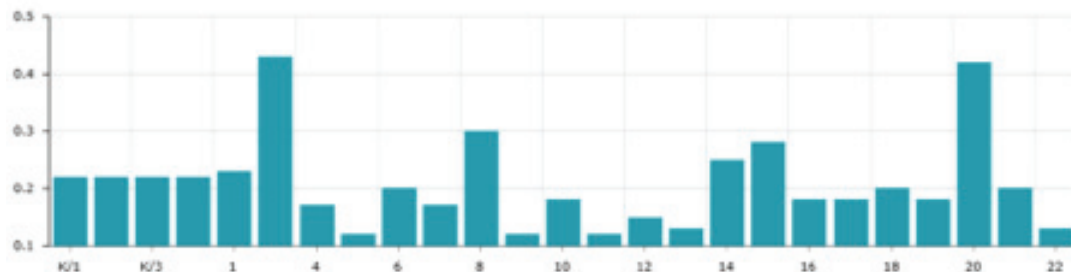
Kutatási eredmények elemzése

A kérdőív elkészítése során törekedtem az online kérdőív által rendelkezésre álló 25 kérdés optimális kihasználására, így biztosítva kutatást, ami a költségek minimalizálása érdekében számomra fontos feltétel volt. Öt kérdéscsoportot alakítottam ki, mivel meglátásom szerint így átfogóbb képet kaphattam a vizsgált kérdésekben. A tesztlapot 106 fő töltötte ki, átlagosan 5:24 perc alatt.

A leghosszabb idő 13,3 perc volt. A kitöltés alatt a kérdésekkel töltött idő a **2. ábrán** szemléltetve, minimum: 0.12 perc, átlagosan 0.21 perc, a leghosszabb 0.43 perc.

Az összes kitöltés megoszlása a kitöltési felületen közvetlenül az online oldalon 73 fő (68,87%), Facebookon keresztül 29 fő (27,36%), Messengeren keresztül 2 fő (1,89%) valamint Google és android.gm felületen 1–1 fő (0,94–0,94%).

2. ábra. Kérdéseknél töltött átlagos idő.



Forrás: www.online-kerdoiv.com

A kitöltés alatt más kitöltéssel kapcsolatos adatok nem kerültek rögzítésre, tárolásra, mentésre. A kitöltéseknél ugrások tapasztalhatók, kampányszerűek, ez annak köszönhető, hogy ha két napig nem történt kitöltés, akkor megkerestem az igazgató-helyetttest. Az online kitöltés linkjét ezen kívül a tanítványaimnak is elküldtem, akik az osztálytársaiknak is továbbadták.

3. ábra Kitöltések eloszlása.

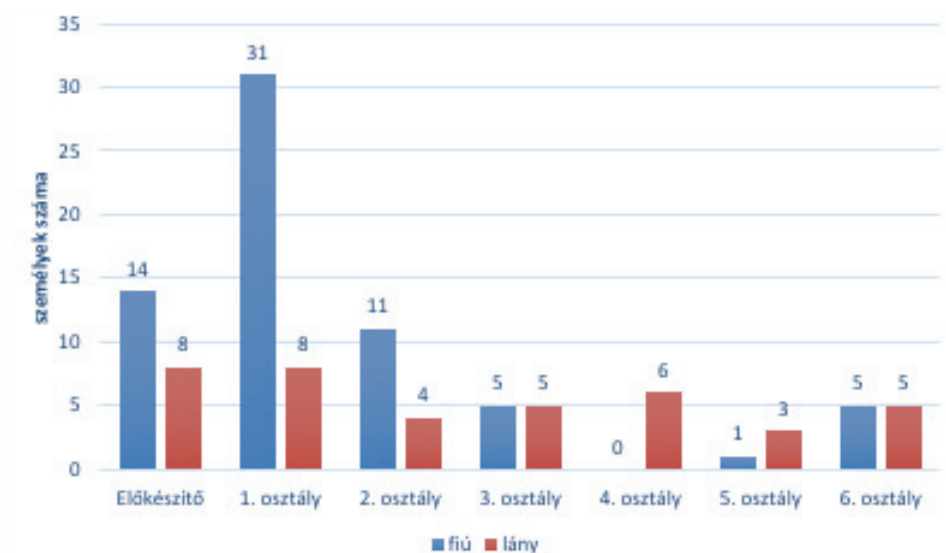


Forrás: www.online-kerdoiv.com

Összességében a kitöltések száma megítélésem szerint elfogadható, így az elemzést elkezdtem. A fiúk és lányok megoszlása nem közel egyforma. A negyedik és ötödik évfolyamból a tervezett 10 százalékot nem érték el, az alapsokaság arányaiban így nem került pontos megjelenítésre a mintában.

Az eredményeket az is torzíthatja, hogy az ötödik évfolyamban csak lányok töltötték ki.

4. ábra. A válaszadók nemek és osztályok szerinti csoportosítása.



Forrás: saját ábra

A kérdéscsoportok

Általános információk: A vizsgált egyedek nemét, évfolyamát és informatikai oktatását, valamint a napi átlagos internet-használatát felmérő kérdéseket tartalmazta a kérdőív.

A kiberbiztonság oktatására vonatkozó kérdések: Itt információkat gyűjtök a felmérésben résztvevők biztonsági képzettségéről, az esetleges igényéről, valamint az informatikai rendszer használatának szokásairól.

Saját tulajdonú mobil eszközök védelme: Ebben a részben a diákok saját mobil eszközeinek a védelmét, és azon belüli alkalmazás-használatot vizsgálom, mivel ez az az eszközcsoport, ami folyamatos online elérhetőséget biztosít a felhasználóknak.

Saját tulajdonú asztali eszközök: Megfigyelésem szerint az asztali gépeknek, valamint a laptopoknak nagy szerepe van a diákok IKT-eszköz-használatában, mivel ezek nem presztízs eszközök (nem hordozzák magukkal az iskolába), viszont a házi feladatok, beadandók elkészítésében kiemelt szerepük van.

Iskolai eszközök használata: Ezt a területet azért vettem be a felmérésbe, mivel sok diák a mobilinternet adatforgalom-csökkentését az iskolai eszközök magáncélra történő használatával éri el. Az adatok adatbá-

zisba rendezésénél az adattáblákat összesítettem, mivel a kérdésekre a válasz (igen vagy nem) két külön oszlopban jelent meg. Ezért ezeket összevonva egy egységes adatbázist szerkesztettem.

Ezt követően az adatokat besoroltam a mérési szintek szerint, majd az adott mérési szintekhez tartozó elemzéseket határoztam meg. A mérési szintek meghatározásánál a következő szempontokat vettem figyelembe:

- Nominális mérési szintű a változó akkor, ha az értékeivel nem lehet matematikai műveleteket végrehajtani, nem állítható sorrendbe, a számértéknek nincs mértékegysége, csak a megkülönböztetést szolgálja.
- Ordinalis mérési szintű a változó, ha a nominális adaton kívül van sorrendje, ez meghatározható, de nincs értéke.
- Intervallum-mérési szintű a változó, ha értéke szám, aminek az értéke is értelmezett, két érték között a távolság meghatározható, van mértékegysége, kezdőpontja viszonylagos.

Az adatok normalitását a Kolmogorov–Smirnov-tesztel, és a Shapiro–Wilk-próbával teszteltem. A próba nullhipotézise, hogy a változó nem normál eloszlású, ezért az adatok szignifikánsan különböznek (a szignifikancia szint alapján) így a változó nem normál eloszlású. Az eredmények alapján, mivel a legalább 30 mintának megfelelt a vizsgált egyedszám 106, valamint a szig. érték $0,000 < 0,05$ a nullhipotézist elvetjük, azaz a minta normál eloszlású (5. ábra).

5. ábra. A normalitás teszt kimenete.

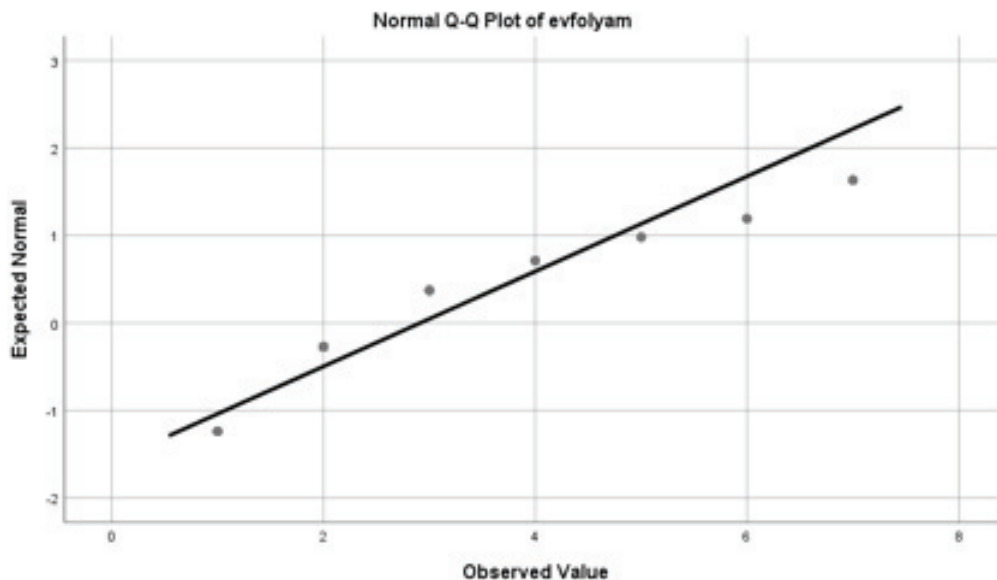
Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
évfolyam	,266	106	,000	,828	106	,000

a. Lilliefors Significance Correction

Forrás: saját ábra

Az elemzést grafikai módszerrel is megismétltem, lefuttattam a grafikai megjelenítést is. Az eredményt a 6. ábra szemlélteti.

6. ábra. A normalitás teszt grafikai képe.



Forrás: saját ábra

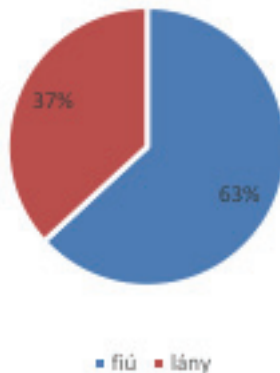
Itt is az látható, hogy aszimmetrikus eloszlású az átlagvonálhoz képest, nagyon kiugró értékek nélkül. A normalitás vizsgálat eredménye alapján a további elemzés megkezdhető. A további értékek normalitás vizsgálata a mellékletekben található.

Általános információk

VÁLASZADÓK NEME

A válaszadók 63,2 % fiú volt, míg 36,8 % lány. Ez az évfolyamokon belül nem egységesen oszlott el, mivel az évfolyamok megoszlása a fiúknál 0–38,415% a lányoknál 4,70588–38,415% között változott. A felmérésben érintettek nemek szerinti eloszlását a 7. ábra szemlélteti.

7. ábra. A felmérésre kerültek nemek szerinti megoszlása.



Forrás: saját ábra

A teljes sokaságra vetítve 24,36% töltött ki kérdőívet, és küldte el leadásra, amely az általam elvárt 10% fölött van. Arányaiban 15,4023% fiú és 8,96% lány válaszolt.

ÉVFOLYAMELOSZLÁS

A válaszadók évfolyamok közötti eloszlása szerint 3,8–36,8 % között változik, míg az évfolyamlétszámok arányában 8,1–76,92% között változik. A legjobban reprezentált a VI. évfolyam, ahol néhány fő kivételével mindenki kitöltötte, habár ebben nagy szerepe volt, hogy kevesen vannak, és őket tanítottam Hálózatok II. tantárgyra. Itt még meghatározható a Medián 2,00 (I. évfolyam), a leggyakoribb érték 2, 00 (I. évfolyam), a terjedelem 6,00 a minimum 1,00 (Előkészítő) és a maximum 7,00 (VI. évfolyam) értékek. Ezekből következik, hogy a legtöbb kitöltő a I. évfolyamban folytatja tanulmányait.

INFORMATIKAI TANULMÁNYOK

A válaszadók 38,36% emelt óraszámban tanul informatikát. 68,64% pedig heti 1 órában. A felmérésben meglátásom szerint emelt informatikai óraszámnak számolták a szakkört (robotika) és a fakultációt is.

ÁTLAGOS INFORMATIKAI ESZKÖZ HASZNÁLAT

A megkérdezettek átlagosan 2,8019 (0–4 órás intervallum) interneteznek saját bevallásuk szerint, olyan személy nem volt, aki nem használ internetet. A medián 3,00 (5–8 óra), a leggyakoribb érték 2,00 (0–4 óra) a szórás pedig 0,80970 ami szerint az értékek ennyivel térnek el az átlagtól. Az átlagtól a négyzetes eltérés száma 0,656, a csúcsossága -0,194, vagyis a normálishoz képest az eloszlás laposabb, valamint a ferdeség 0,708, azaz az eloszlás jobbra ferde.

A kiberbiztonság oktatása

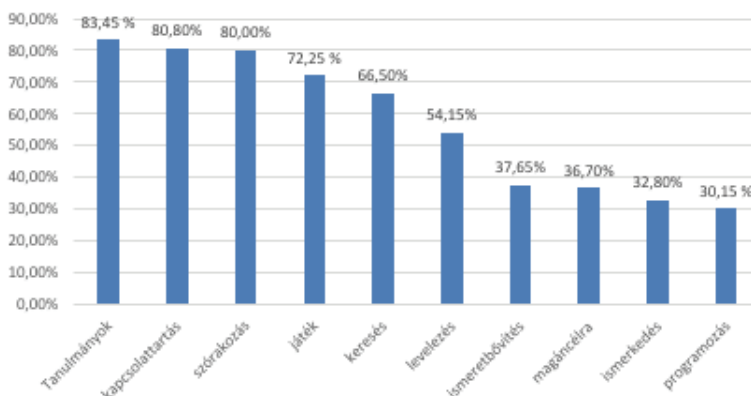
SZERVEZETT IT BIZTONSÁGI OKTATÁS

A válaszadók kisebb része kapott IT biztonsági oktatást 40 fő (37,7%), ami az elemszám megközelítőleg harmadát jelenti. A leggyakoribb válasz a nem volt 66 egyén (62,3%).

INFORMATIKAI RENDSZEREK, SZOLGÁLTATÁSOK FELHASZNÁLÁSA

A kérdést felbontottam nominális mérési szintre, így megállapítható, hogy a vizsgált egyedek milyen célból használják az informatikai rendszereket. A 67 fő fiú és a 39 lány használati szokásait a 8. ábra. A kitöltések alapján megállapítható, hogy a lányoknál a programozás kapta a legkevesebb jelölést (6 fő, 15,38462%), és a kapcsolattartás a fő használati cél (37 fő, 94,87179%), addig a fiúk esetén a legkevesebb jelölést szerezte meg az ismerkedés (24 fő, 34,78261%), a maximum érték pedig a játék (59 fő, 85,50725%).

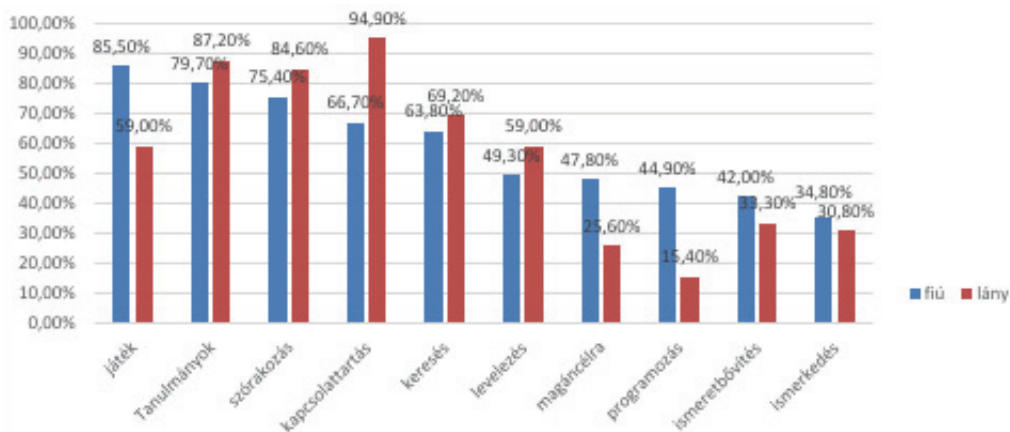
8. ábra. Használati célok százalékos eloszlása.



Forrás: saját ábra

A válaszok százalékos eloszlása a 9. ábrán kerül bemutatásra. Nem volt olyan személy, aki a lehetőségek közül nem jelölt be választ, a válaszok számának nemenkénti eloszlását a 10. ábra szemlélteti.

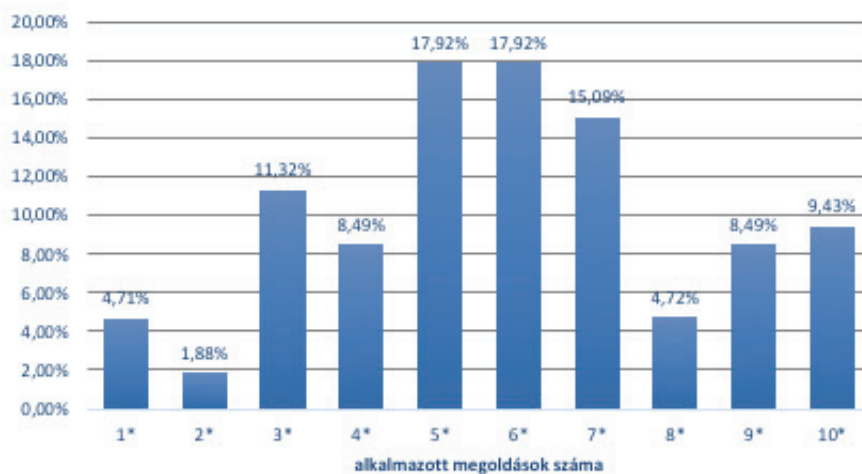
9. ábra. Használati célok nemenkénti eloszlása.



Forrás: saját ábra

Az egyéb megjegyzéshez egy fő odaírta, hogy nincs. Ezt az eredményt az adatbázisban nulla értéknek vettem, így ebben az oszlopban nem volt értékelhető adat. Az elemzés folyamán megállapításra került, hogy a fiúk minimum 1 célból használnak IKT-eszközöket, (4fő, tanulmányok (2), magáncél (1), szórakozás (1)). Maximum 10 célból pedig 10 fő. A lányok esetén 1 személy csak tanulmányokra használja, míg a legtöbb cél a 9, amely két személynél szerepel, ekkor a programozás marad ki. Ezek alapján látható, hogy a vizsgált személyeknek a mindennapok részét képezi az informatikai eszközök használata.

10. ábra. A személyenként használt megoldások eloszlása.



Forrás: saját ábra

ÖNKÉNTES INFORMATIKAI TUDATOSSÁG KÉPZÉS

A kérdésre a válaszok közül az igen 65 jelölést kapott (61,3%) a nem pedig 41-et (38,7%). A válaszok alapján fiúk közül (fiúk: 45 fő; 69,23077% | lányok: 20 fő 51,28205%) többen vennének részt szervezett oktatáson.

Saját tulajdonú mobil eszközök védelme (telefon, tablet...)

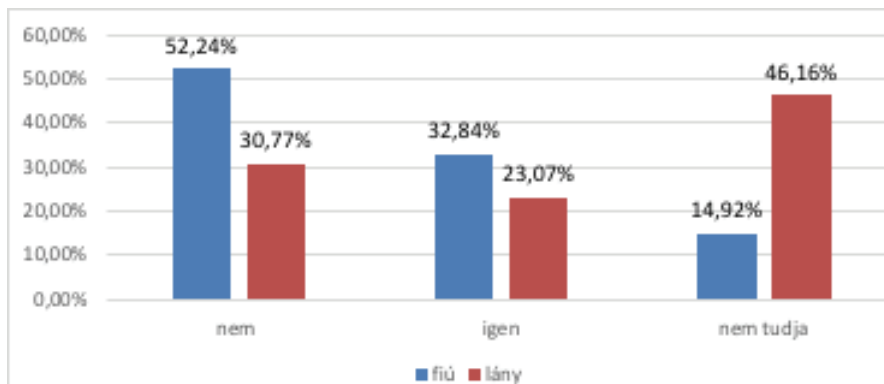
MOBIL ESZKÖZÖK VÉDELME

Erre a kérdésre a válaszolók közül ketten a nem választ adták (1,9%), míg a többség szerint szükséges a mobil eszközök védelme (98,1%). A két nemmel válaszoló személy megoszlása a nemek között 1–1, a fiú Előkészítőbe jár, a lány III. évfolyamra. Közöttük a használati célokban nincs szignifikáns eltérés, a védelem tekintetében a fiú 4 típust sorolt fel (képernyőzár, arcfelismerés, ujjlenyomat-scenner, PIN-kód) valamint nem találkozott fenyegetéssel. A lány 6 jelölést tett a mobil védelemhez (képernyőzár, automatikus frissítés, ujjlenyomat-scenner, biztonsági mentés, PIN-kód, valamint a biztonságos forrásból programok), és találkozott már biztonsági incidenssel (vírussal, zsaroló vírussal és bullying-el).

FELHŐSZOLGÁLTATÁSOK HASZNÁLATA

A kérdés megosztotta a válaszadókat, 31 fő (29,24%) ment adatokat, 47 fő (44,34%) nem használ felhőszolgáltatásokat, és további 28 fő (26,42%) nem tudja.

11. ábra. Felhőszolgáltatások használata magánélet mentésére.



Forrás: saját ábra

Ez aggasztó, mivel így a kérdezettek megközelítőleg negyede nem rendelkezik információval adatai tárolási helyéről. A fiúk és lányok közötti eloszlást a 11. ábra szemlélteti. A fiúk 32,83% míg a lányok 23,07% használja a szolgáltatást, a fiúk 52,23% és a lányok 30,76% nem, valamint nem tudja a fiúk közül 14,92% és a lányok közül 46,15%.

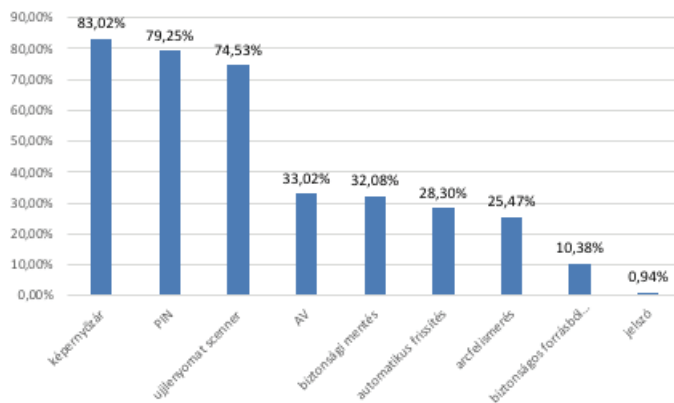
INTERNETES ALKALMAZÁSOK HASZNÁLATA

Erre a kérdésre a többség nemmel válaszolt (76 fő, 71,7%) míg igennel 30 fő válaszolt (28,3%). A nemek közötti megoszlás szerint a fiúk közül 17 fő beszámol az eseményekről (25,37%), valamint a lányok közül 13 fő válaszolt igennel,(33,33%). Ez az eredmény arra enged következtetni, hogy a fiúk és lányok között nincs nagy eltérés az internetes alkalmazásokon történő megosztás tekintetében.

ESZKÖZÖK VÉDELME

A védelmi eszközök meghatározásakor a legelterjedtebbeket vettem alapul, amiket kiegészítettem egy egyéb lehetőséggel. Ezt a lehetőséget kihasználva egy fő jelezte, hogy jelszót használ. A statisztikai elemzésben ez a válasz csak nála szerepelt (más nem adott értékelhető megjegyzést). A vizsgálat szerint a mobilvédelem megoszlását a használt típus szerint a 12. ábra szemlélteti.

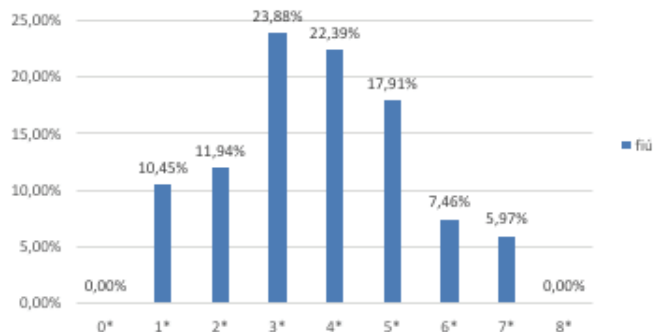
12. ábra. A mobilvédelmek használata.



Forrás: saját ábra

A nemek szerinti megoszlás a 13. és 14. ábrán került szemléltetésre, amelyeken megfigyelhető, hogy a lányoknál és a fiúknál is a leggyakoribb a 3 védelem használata, (átlagosan 3,68 és 3,61).

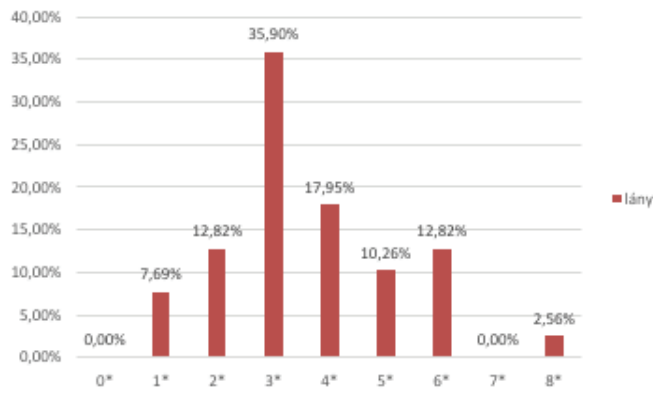
13. ábra. Fiúk közötti százalékos megoszlása a védelemnek.



Forrás: saját ábra

Védelem nélkül a megkérdezettek nem használnak mobil eszközt, viszont a felsorolt összes lehetőséggel csak 1 lány élt.

14. ábra. Lányok közötti százalékos megoszlása a védelemnek.



Forrás: saját ábra

EGYÉB „OKOS” ESZKÖZ HASZNÁLATA

A válaszadók 73,6% -a (78 fő) használ még okos eszközt a mindennapokban, 26,4% (28 fő) nem használ. A nemek szerinti eloszlás alapján a fiúk közül 46 fő (68,65%), míg a lányoknál 32 fő (82,05%) válaszolt a kérdésre igennel. Ezek alapján a lányok csoportja nagyobb valószínűséggel használ informatikai eszközt kiegészítőként.

Saját tulajdonú asztali eszközök (laptop, PC)

AZ OTTHONI ESZKÖZÉN TÁROLT SZEMÉLYES ADATOK

Erre a kérdésre a diákok közül 35-en válaszoltak igennel (33%), míg 71 fő nemmel (67%). A lányok közül 7 fő (17,94%) tárol szenzitív anyagot az otthoni rendszerén, a fiúk közül viszont 28 fő (41,79%). Ezek alapján a fiúk nagyobb arányban tárolnak érzékeny anyagot a saját felhasználású eszközökön.

ADATVESZTÉS BIZTONSÁGI INCIDENS MIATT

A kérdésre beérkezett válaszok alapján a incidensben adatvesztéssel a kitöltők 21,7%-a (23fő) szembesült, a többi 83 fő (78,3%) nem tapasztalt ilyen eseményt. A vizsgálatot kiterjesztve a nemekre, az eredmény szerint a fiúk 19,40%-a (13fő) és a lányok 25,64%-a (10 fő volt érintett, míg 54 diák (80,6%) és 29 diáklány (74,35%) nem.

ESZKÖZÖK JOGOSULTSÁGA

A rendszergazda jogokkal a saját eszközeit 49 fiú (73,13%) és 25 lány (64,10%) használja. Ez elég magas érték, azt jelenti, hogy az eszközöket gyári beállításokkal, adminisztrátorként használják. Egy esetleges támadás esetén az eszközbe történő behatolás után azonnal teljes jogkörhöz juthatnak a hackerek. A 106 vizsgált egyedből 74 használja a berendezését az ajánlásokkal ellenkezve (69,8%), míg 32 fő (30,2%) az ajánlások szerint nem rendszergazda fiókkal.

AUTOMATIKUS BEJELENTKEZÉS

A válaszadók 61,3% igen, és 38,7% nem. A nemek közötti eloszlás alapján a fiúk 58,2% (39fő) és a lányok 66,66% 26 fő használja az automatikus bejelentkezést. Ez az illetéktelen hozzáférés veszélyét hordozza magában, mivel ha az eszköz bármilyen szintű azonosítás nélkül bárki számára biztosítja a hozzáférést, akkor az azon tárolt adatok nincsenek biztonságban.

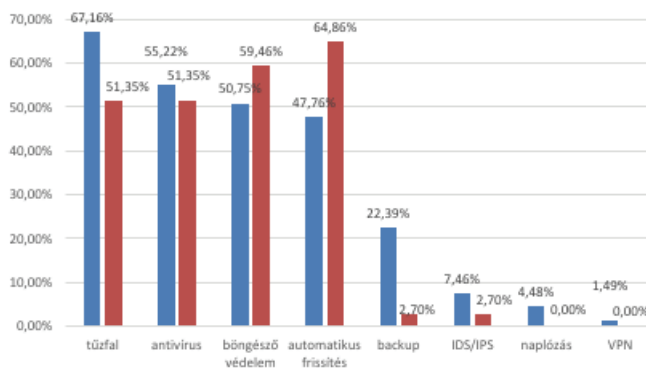
FELHASZNÁLÓNÉV–JELSZÓ PÁROS AZ ESZKÖZÖKÖN (FALON, BILLENTYŰZETEN, MONITORON...)

Erre a kérdésre a válaszok szerint 15,1% (16 fő) igen, 3,8% (4 fő) nem használ felhasználónév–jelszó párost a személyi számítógépén, valamint 81,1% nem tünteti fel a belépési adatokat. Nemenként vizsgálva a fiúk közül 10,4% (7 fő) felírja, és 4,4%(3fő) nem használ jelszót miközben 85,2% (57fő) az elfogadott sztenderdek szerint jár el. A lányoknál több mint a duplája 23,0% (9 fő) felírja a berendezésre a belépési adatokat, viszont feleannyi, mint fiú 2,5% (1 fő) nem használ ilyen megoldást, és 74% (29 fő) nem jelzi sehol azokat.

BIZTONSÁGI SZOFTVEREK/SZOLGÁLTATÁSOK HASZNÁLATA

Az eredmények elemzése alapján, a személyi számítógépeken használt védelem kérdésére egy fő a „semmit se” választ adta, valamint egy fő használ VPN-t.

15. ábra. A PC védelmek százalékos diagramja.



Forrás: saját ábra

[17] Virtual
Private Net-
work

A nemek szerint alkalmazott százalékos védelem-eloszlást a 15. ábra szemlélteti. A vizsgált egyedek közül 1 fiú nem használ informatikai eszközén védelmet.

A megkérdezettek általában tűzfalat, antivírus (AV) programot, automatikus frissítést és böngészővédelmet részesítik előnyben. A szakértelmet követelő védelmi megoldásokat elenyészően használnak. A felmérésre került lányok a naplózást és a VPN [17] alkalmazását teljesen mellőzik. Az adatok alapján a fiúk és a lányok is legalább 1 és maximum 6 védelem-fajtát használnak. Az átlag 2,42 azaz legalább két védelmet jelent. Míg a tűzfal (fiú: 67,14%; lány: 51,35%) és az AV-programok (fiú: 55,22%; lány: 51,35%) a fiúknál jobban elterjed. A lányoknál viszont a böngészővédelem (fiú: 50,75%; lány: 59,46%) valamint az automatikus frissítések (fiú: 47,761%; lány: 64,86%). Mivel ezek a gyári beállítások, külön telepítést, finomhangolást nem követelnek, az adatok alapján az asztali eszközök védelmével a felhasználók nagyobb része nem foglalkozik.

Iskolai eszközök használata (laptop, PC)

ISKOLAI SZABÁLYOK AZ INFORMATIKAI RENDSZEREK HASZNÁLATÁRA

A válaszok elemzése alapján nincs szignifikáns eltérés a nemek között ebben a kérdésben, mivel a fiúk 73,12% és a lányok 66,66 % szerint van szabályozott a kérdés, viszont az esetek megközelítőleg harmadában, 29,3% a válasz negatív volt. A nemleges válaszokat vizsgálva a nincs szabályzat 6,6% választ kapott (7 fő), akik nemenként eloszlásban 5 fiú és 2 lány. A teljes felmérésre vetítve nemenként 7,46% és 5,12%. A nem tudja a teljes felmérésen vizsgálva 21,7%, amiben a nemek között nincs nagy eltérés (fiúk 19,4%; lányok 25,64%).

AZ INFORMATIKAI SZABÁLYZAT ELÉRHETŐSÉGE

Az elemzés alapján a fiúk közül 39 fő (58,2%) a lányok közül 10 fő (25,64%) szerint elérhető mindenki számára, ez mindösszesen 49 fő, a vizsgált egyedekre vonatkoztatva 46,22%. A nemleges válaszok a fiúk esetén 5 fő (7,46%) és a lányoknál 6 fő (15,38%) összesen 11 fő (10,37%). A nem tudja lehetőség viszonylag sok jelölést kapott, 44 darabot (41,5%), ami a fiúk közül 23 fő (34,32%) és a lányok esetében 21 fő (53,84%), összesen 44 fő (41,5%).

A SZABÁLYZÓ EGYÉRTELMŰSÉGE

A szabályzóval kapcsolatos kérdésre az összes vizsgált személy közül 41 fő (38,67%) válaszolt igennel, a nemek közti eloszlás fiúk 28 fő (41,79%), lányok 13 fő (33,33%). Nemleges választ 12 fő adott (11,32%), 9 fiú (13,43%) és 3 lány (7,69%). A nem tudom választ 52 fő (49,05%) jelölte be, 29 fiú (43,28%) és 23 lány (58,97%).

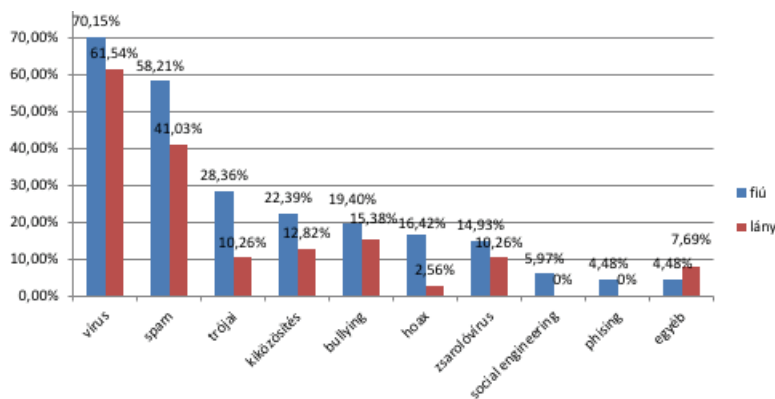
ISKOLAI INFORMATIKAI BIZTONSÁGI INCIDENS

A beérkezett válaszok alapján az összes válaszadó közül 41 fő (38,67%) megítélése szerint történt biztonsági incidens az iskolában, míg 65 fő (61,33%) szerint nem. A nemek eloszlása alapján a fiúk közül 22 fő (32,83%), míg a lányok közül 19 fő (78,71%) állítása szerint történt rendkívüli esemény. Mivel mindenki válaszolt, így a fiúknál 45 fő (67,16%) és a lányoknál 20 fő (51,28%) nyilatkozott nemlegesen.

FENYEGETÉSEK A TANULMÁNYA SORÁN

A fenyegetés-felmérés kérdései között a legismertebb és napjainkban legelterjedtebb incidens típusokat mértem fel (17. ábra), azzal a lehetőséggel, hogy ha a felmérésben érintett tapasztalt egyéb módszert, akkor azt is megadhatja.

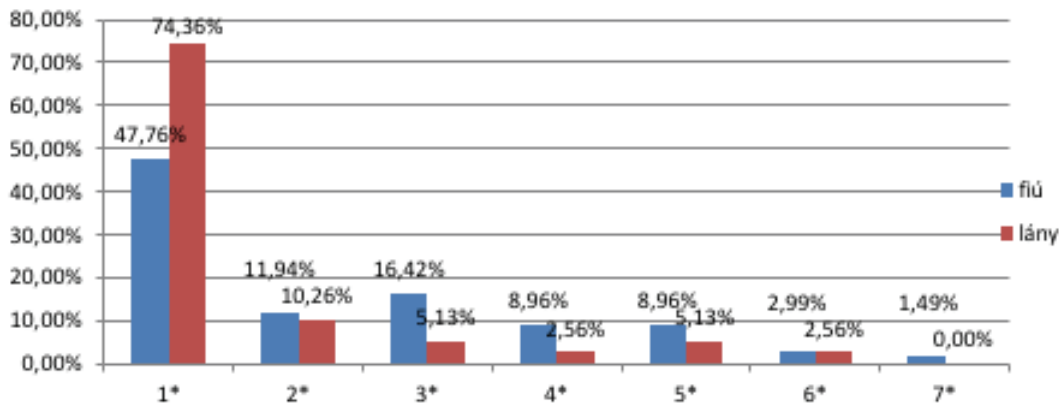
17. ábra. A tapasztalt fenyegetések típus eloszlása.



Forrás: saját ábra

Ezzel a lehetőséggel hat személy élt, a válaszok a következők voltak: „Nem tudom, szerintem nem”, „Nem tudom”, illetve „nem találkoztam velük” a lányoknál, a fiúknál pedig: „nem”; „nem” és „Tisztában vagyok mindegyik fogalmával, de nem „dőltem be” / estem áldozatául egyiknek sem.” voltak.

18. ábra. Az esetek típuseloszlása személyenként.



Forrás: saját ábra

Az adatok kiemezése szerint hat olyan diák jár az iskolába, a felmérésre került egyének közül, aki nem találkozott valamilyen fenyegetéssel. A 18. ábra bemutatja az esetek eloszlását nemenként. A legtöbben 61 fő (57,54%) egy típusú fenyegetéssel találkozott. Nyolc és kilenc és tíz fajtával senki sem találkozott, ellenben a nemtől függetlenek az események. Kétszeres incidens 12 főnél történt (11,32%) ahol a nemek aránya 8 fiú és 4 lány. Háromszoros esemény 13 fő, 11 fiú és 2 lány. Négyeszer jelölést adott 6 fiú és 1 lány, ötször 6 fiú és 2 lány. Hatszoros esemény ismeretéről 2 fiú és 1 lány számolt be, míg hétszeres eseményben 1 fiú volt érintve.

ADATOK BIZTONSÁGA

A felmérésben érintett egyének közül 2 fő (1,89%) jelölte a legalacsonyabb értéket, akik közül mindkettő fiú volt (2,99%), a felmérés teljes létszámának 1,89 százaléka. A második értékre a válaszadók közül 5 fő (4,72%) értékelte a biztonságot. A nemek közötti megoszlása a kérdésnek 2 fiú (2,99%) és 3 lány (7,69%).

A középső értéket 31 tanuló választotta, ami 29,25%. A nemek közötti eloszlás fiúk 14 (20,9% és a lányok 17 fő (43,59%) A négyes értéket 38 (38,85%) válaszadó jelölte be, akik közül 34 volt fiú (50,75%) és 4 lány (10,26%). A legmagasabb értéket, ami szerint teljesen biztonságban érzi az adatait 30 fő (28,30%) jelölte be, a nemek közül 15 fiú (22,39%) és 15 lány (38,46%).

ISKOLAI ESZKÖZÖK MAGÁNCÉLÚ HASZNÁLATA

A beérkezett válaszok közül 23 személy (21,69%) használja magáncélra az iskolai eszközöket, és 83 fő (78,31%) pedig nem. A nemek szempontjából vizsgálva 13 fiú (19,04%) és 10 lány (25,64%) használja magáncélra az iskola eszközparkját.

Statisztikai elemzések

Az F-próbát az SPSS-felületén, mint az egyszempontos varianciaanalízis az évfolyam (V0102) és a biztonságérzet (V0506) között végeztem el. Az adatok szerint a Levene-próba eredménye nem szignifikáns $F(106)=0,692$; és a szignifikancia-szint $p=0,656$, tehát a szórás egyezés feltétele ($p>0,05$) teljesül a mintán. Az elvégzett számítás szerint megállapítható, hogy a biztonság érzetének átlaga sem különbözik szignifikánsan a különböző évfolyamok alapján képzett csoportokban ($F(106)=1,602$, $p=0,155$). A tesztek eredményét ellenőriztem post-hoc Dunnett's T3 tesztel. Az eredmények nem mutattak szórás egyezést a vizsgált adatokon. Az adatokon lefuttattam a Friedman-tesztet is az évfolyam és biztonság érzésének ordinális és intervallum értékeire, az eredmény szerint nincs nagy eltérés az eredmények között. A Man-Whitney-teszt alapján a fiúk nagyobb biztonságban érzik az adataikat átlagértékük 58,69, míg a lányoké 44,59.

A T-próba képes két egymástól független csoport és egy legalább intervallum-változót vizsgálni átlag tekintetében. A próba nullhipotézise, hogy az átlagok megegyeznek a két csoportban. További előfeltétel, a normál eloszlás (viszont robusztus erre nézve, így az eloszlás esetén elégséges a nem túl nagy eltérés, valamint a szórás egyezés, amit a Levene-féle F-próbával ellenőrizhetünk. Az SPSS-program segítségével a fiúkat és a lányokat vizsgáltam, mint két független csoportot, valamint az intervallum-változóként az átlagosan online töltött időt. Az eredmények szerint a kétpróbas T-próba alapján megállapítható, hogy a két csoport átlaga nem különbözik egymástól szignifikánsan ($t(104)=1,064$, $p=0,290$). A fiúk és a lányok átlaga is a 0-4 intervallumba esik, amely a 2,00 értékkel szerepel az adatbázisban (átlag(fiú)=2,8657, átlag(lány)=2,6923). A szórások pedig 0,8395 és 0,76619.

A következő vizsgálatom a fiúk és lányok és a tanulmányaik alatt tapasztalt fenyegetéseket vizsgáltam. Intervallum-változóként a fenyegetések típusaival történt találkozásokat vettem. Az eredmények szerint

a két csoport átlaga nem különbözik szignifikánsan egymástól ($t(103)=2,045$, $p=0,043$). A fiúk átlagosan 2,2537 típusú fenyegetéssel találkoztak, a lányok pedig 1,5789-el. Szórás (fiú)=1,72630 valamint a szórás (lány)= 1,42623. Végül vizsgáltam az adataik biztonságban érzését is.

Tehát a két vizsgált csoport nem különbözik szignifikánsan egymástól, $t(103)=2,079$ $p=0,40$. A fiúk és a lányok átlaga is a 3–4 közötti intervallumba esett (3,8657; 3,5000), a szórások pedig 0,90278 és 0,79695.

Ezek alapján megállapítható, hogy a válaszadó lányok és fiúk között nincs látványos eltérés a tapasztalt fenyegetések, az eszközhasználat intervalluma és a biztonságérzet között.

Végrehajtásra került még korreláció-vizsgálat is a Person-féle lineáris korrelációs együttható meghatározása a lineáris változókon. Az alábbi képlet segítségével (9 ábra):

19. ábra. A korreláció kiszámítása.

$$r_{xy} = \frac{C_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}, \text{ ahol a kovariancia : } C_{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = \frac{\sum d_x d_y}{n} = \frac{\sum xy}{n} - \bar{x}\bar{y}$$

ahol: σ_x és σ_y a változók szórásai.

Forrás: Ács Pongrácz Gyakorlati adatelemzés

A korreláció annál erősebb, ha a szám mennél közelebb van az abszolút érték egyhez. (a szám -1 és 1 között változik). Ha az érték „0” akkor nincs összefüggés a két változó között. A végrehajtott elemzések alapján alacsonyabb a korreláció az évfolyam és az informatikai eszközök célja, valamint az évfolyam és a PC-védelem, valamint a fenyegetéssel történt találkozások típuszáma között.

A kutatás eredménye

A kutatás alapján a hipotézisek értékelése a következő:

1. A mai gimnazisták biztonság tudatosan használják informatikai eszközeiket.

Vizsgálataim alapján, a diákok szükségesnek találják a mobil eszközök védelmét (98,1%), 47 fő nem ment adatot felhőszolgáltatásba, (44,34%) 71,7% nem menti a magánéletét az internetes alkalmazásokba. Az érintettek védik a mobil eszközeiket, nem adott választ olyan személy, aki nem használ semmilyen védelmet. A legtöbben 3 különböző védelmet használnak. A többség nem tárol szenzitív adatot a PC-n (67%). Adatvesztést csak a válaszadók ötöde (21,7%) tapasztalt.

A tanulók többsége (81,1%) nem tünteti fel a jelszót az eszközein, valamint egy fő kivételével nem használnak a személyi számítógépen védelmet. Az iskolában használt eszközökön a 70,7% ismeri az iskolai szabályzatot, viszont csak 46,22% szerint elérhető bárkinek. A felmérésre kerültek közül 41 fő véleménye szerint az iskolai szabályzó pontosan meghatározza a szabályokat, valamint 78,31% nem használ iskolai eszközöket magáncélra. Az eszközöket a többség (69,8%) rendszergazda jogokkal használja, ami az ajánlásokkal nem egyezik. Az automata bejelentkezést, mint kényelmi szolgáltatás 61,3% használ.

Összességében a felmérésben részt vett iskola tanulói valamennyire biztonságtudatosan használják az eszközeiket.

2. A gimnáziumi diákok között nemek szerint vizsgálva az IKT biztonságtudatos használatban nincs releváns eltérés.

A hipotézist a felmérésben kapott adatokat összevetve vizsgáltam. Az eredményeket összehasonlítva, sorszám alapján a nemeket megkülönböztetve, az események, védelmi megoldások és incidensek gyakorisága szerint nincs eltérés a nemek között, a vizsgált minták alapján.

Az eredmények szerint nincs releváns eltérés a nemek között a biztonságtudatos használatban.

3. A középiskolában az általam vizsgált csoportok az informatikai adataik biztonságáról gondoskodnak. A hipotézis vizsgálata alapján a felmért tanulók közül 61,33% nem észlelt még adatvesztést, valamint az eszközökön néhány kivételtől eltekintve (1 fő) használnak védelmet, átlagosan több mint kétfélét.

Az adatok elemzése alapján gondoskodnak az adataik biztonságáról, így a hipotézist elfogadhatónak tekintem.

4. A felmérésre kerülő középiskolai tanulók átlagosan naponta legalább 4 órát online vannak.

Az adatok elemzése alapján a megkérdezettek átlagosan 2,8019 (0–4 órás intervallum) interneteznek saját bevallásuk szerint, olyan személy nem volt, aki nem használ internetet. A medián 3,00 (5–8 óra), a leggyakoribb érték 2,00 (0–4 óra) a szórás pedig 0,80970. A célok alapján megállapítottam, hogy a vizsgált személyek mindennapjainak szerves részei az IKT-eszközök, valamint a kiegészítők (73,6%). Ennek eredményét módosítja, hogy a diákok egy része (21,69%) az iskolai eszközöket magáncélra is használja.

Az okos eszközök használatát is figyelembe véve **a vizsgált egyedek esetében a hipotézisemet elfogadom.**

Összegzés

Az elemzés végrehajtása IBM SPSS^{®18} segítségével készítettem, az adattáblák feldolgozásánál a jövőbeni kutatásokhoz sok tapasztalattal gazdagabb lettem. Megítélésem szerint az első kutatásom – habár sok akadállyal szembesültem – a jövőbeni kutatásaimhoz rengeteg tanulsággal szolgál. A táblázatok egy részét az SPSS adatait felhasználva újrarajzoltam Microsoft Office táblázatkezelővel, mivel annak a kezelését jobban ismerem. Az eredményeket az iskolaigazgatónak továbbítom, mivel az eredményei segíthetnek a biztonságtudatos nevelésben, a tanári értekezleten vitaindító felvetésnek megfelelő. A következő félévben az eredményeket az oktatásban felhasználom, amivel a pedagógusi gyakorlatom támogathatom.

Ez a kutatás a maga hibáival egyetemben alapját szolgáltathatja egy későbbi, a város iskoláiban végrehajtható nagyobb volumenű kutatásnak. Az elemzések alapján nagyobb számban szükséges intervallum kérdéseket feltenni, mivel azok szemléletesebben feldolgozhatóbbak, mint a zárt két vagy három választási lehetőséget biztosító. A másik tanulság, hogy az utómunkát segíti, ha az elemzés tábláit rögtön kezelhető formátumba lehet rendezni, ezzel több órányi munka megspórolható. A hibáimat megértve, a következő kutatásom gördülékenyebb lesz, valamint az SPSS kezelésének elsajátítása sem fogja gátolni a munkámat. A mintavétel és -eloszlás tekintetében az általam választott megoldás nem volt sikeres, így a felmérés eredményei nem szolgáltatnak képet a teljes tanulói sokaságra, viszont meglátásom szerint jó kiindulópontot biztosít, a téma megvitatására.

Irodalomjegyzék

- [1] Andrew S. Tanenbaum (2004): *Számítógép-hálózatok*. Budapest: Panem Könyvkiadó.
- [2] Bábosik István–Mezei Gyula (1994): *Neveléstan*. Budapest: Telosz.
- [3] Em Griffin (2003): *Bevezetés a kommunikációelméletbe*. Budapest: Harmat.
- [4] Erdősi Péter Máté–Solymos Ákos (2008): *IT biztonság közérthetően*. Budapest: NJSZT.
- [5] Kontra József (2011): *A pedagógiai kutatások módszertana*. Kaposvár: Kaposvári Egyetem.
- [6] Muha L. (2004): *Fogalmak és definíciók. Az informatikai biztonság kézikönyve*. Budapest: Verlag Dashöfer.
- [7] Rita L. Atkinson (1999): *Pszichológia*. Budapest: Osiris.
- [8] Sik Zoltán Nándor: Elektronikus információbiztonság és közigazgatás előadás
- [9] Szádecky Tamás (2014): *Információbiztonsági szabványok*. Budapest: Nemzeti Közszerzői Egyetem.
- [10] Vitál Attila (2006): *Kutatásmódszertan kézikönyv és példatár*. Nyíregyháza: Krúdy.
- [11] Zrinszky László (2002): *Nevelélmélet*. Budapest: Műszaki.
- [12] 1139/2013.(III.21) Kormány határozat
- [13] 1536/2016.(X.13) Kormány határozat

- [14] ISO 27001
- [15] 60/2013. (IX.30) HM utasítás
- [16] www.bottyan.eu/k-kozzeteteli-lista/ ALAPADATOK_2019.09.23 letöltve 2019.11.21 12:30
- [17] www.budaib.hu/eloadas.html letöltve 2019.11.23 11:15
- [18] www.fbi.gov/investigate/cyber letöltve 2019.11.24 12:57
- [19] www.infoter.eu/video/informaciobiztonsag_inteju_sik_zoltan_nandor letöltve 2019.11.24 12:35
- [20] www.itu.int/dms_pub/opb/str/D-STR-SECU-2015-PDF-E.pdf letöltve 2019.11.22 13:20
- [21] www.nki.gov.hu letöltve 2019.11.24 13:12
- [22] www.online-kerdoiv.com letöltve 2019.12.02 04:12
- [23] www.spamcop.net/spamgraph.shtml?spamstats letöltve 2019.11.27.13:07.



Költséghatékony okosotthon-megoldás

Összefoglalás: Az IoT eszközök elterjedésével az okosotthon megoldások is egyre nagyobb teret kapnak. Az igazi okosotthonok nem csak kényelmesen távolról vezérelhetőek, hanem önállóan irányítják az ingatlant a maximális energia megtakarításra, a kényelemre és a biztonságra törekedve. Számos gyártó kínál okosotthon rendszereket, de ezek mellett megjelentek olcsó megoldást kínáló rendszerelemek is mind szoftver-, mind hardver tekintetében. Írásunk is egy olyan megoldást mutat be, amely költséghatékony kialakítása ellenére megfelel az okosotthonoktól elvárható funkcionalitásnak.

Kulcsszavak: Okosotthon, beágyazott rendszerek, otthon automatizálási rendszer.

Abstract: With the spread of IoT devices, smart home solutions are becoming more and more widespread. Real smart homes are not only conveniently remotely controlled, they also control the property independently for maximum energy savings, comfort and security. Many manufacturers offer smart home systems, but in addition to that, low-cost system components appeared in both software and hardware. The article also presents a solution that, despite its cost-effective design, meets the functionality expected of smart homes.

Keywords: Smart home, embedded systems, home automation system.

* *Dunaiújvárosi Egyetem,
Műszaki Intézet*
E-mail: kovari@uniduna.hu

** *ADMAXON Kft.,*
E-mail: dukan@admaxon.
com

[1] Muhibul Haque Bhuyan (2015): *History of Electronics, 1st Bangladesh Electronics Olympiad 2015*. Tech Valley Solutions Limited. Pp. 21–29.

[2] James Gerhart (1999): *Home Automation And Wiring*. McGraw-Hill.

Bevezető

Bár az elektromosságot már a 17. században felfedezték, mégis csak a 19. században kezdtek aktívan foglalkozni vele. Mindezek mellett a háztartásokban csupán a 20. század elején jelent meg, így széles körű használata is ekkorra tehető. Természetesen az elektromosság használata még nem jelentette az elektronika megjelenését, ugyanis az elektronika csupán a világháborúk eredményeképp lett egyre fejlettebb. A modern elektronika kezdetének John Bardeen, William Brattain és William Shockley 1947-es felfedezését, a tranzisztorok korának beköszönttét tekintik, amiért 1956-ban meg is kapták a Nobel-díjat. Meg kell említenünk a FET-tranzisztorok feltalálóját az Osztrák–Magyar Monarchia fizikusát, Julius Edgar Lilienfeld-et, aki nem publikálta az eredményét, és az ipar is figyelmen kívül hagyta, ezért 1934-ben egy német fizikus szabadalmaztatta találmányát. [1]

Ezután felgyorsult a fejlődés az elektronika területén, így az első integrált áramkör, valamint a MOSFET feltalálása után megjelentek a mikroprocesszorok, és a tranzisztorok száma minden második évben (ha éppen nem évente) megduplázódott bennük. 1968-ban Gordon Moore és Robert Noyce létrehozták az Intel vállalatot, hogy mikroelektronika területén alkossanak benne, mígnem 1971-ben kiadták a 4004-es processzort, amely 2300 tranzisztort tartalmazott egyetlen IC-ben. Az ezután megjelenő processzorok sorozata juttatta el a mikroelektronikát a kutató laboratóriumokból a háztartásokba. [1]

Az 1950-es évek vége felé kezdett az elektronika egyre népszerűbb lenni az iparban, ahol egyre gyakrabban alkalmazták automatizálási célokra. 1959-ben a Texaco cég megépítette az első automatizált, digitális elektronikai vezérlésű olajfinomítóját. A '60-as évek végén, '70-es évek elején a gyártások automatizálásának köszönhetően az integrált áramkörök ára is jelentősen csökkent, így elérhetővé vált az automatizálás a háztartásokban is. 1975-ben kifejlesztették az első otthonautomatizálási szabványt az X10-et, amely az elektromos hálózatot használta jelátvitelre, ahol rövid rádiófrekvenciás jelekkel továbbított digitális adatokat. Ez a hálózat a mai napig használatban van egyes helyeken. [2]

A '90-es évektől pedig a mikroelektronika terjedésével már nem csak ipari szakemberek, hanem a jó műszaki érzékkel rendelkező emberek számára is egyre átláthatóbbá, könnyebben beüzemelhetővé váltak az otthonautomatizálási rendszerek. Az okosotthon-technológiák egyik előfutáraként szokták tekinteni az 1996-ban kifej-

lesztett „taps kapcsolót”, amely hangvezérlést tett lehetővé a lakásokban. 1998-ban pedig az Egyesült Királyságban nyitottak meg egy házat „Millenium House” néven, amely példaként szolgált az otthonautomatizálásra a számítógép-vezérelt fűtési körével, biztonsági monitorozásával, automatizált világításával és kertjével. [3]

A 21. század elején – részben a kínai elektronikai gyártás megerősödésének köszönhetően, részben az internet és az internetes vásárlás elterjedése miatt – elárasztották a világot az olcsó, programozható mikrovezérlők, valamint különféle miniaturizált szenzorok, amelyek eredményezték a szenzorhálózatok és az Internet of Things (IoT) megjelenését. Li és szerzőtársai szerint három generációjuk létezik az okosotthonoknak: [4]

1. Vezetéknélküli technológia és proxy-szerveres megközelítés: Az ilyen rendszerekben valamilyen vezetéknélküli technológiát (pl. WiFi vagy Bluetooth) használva kommunikálnak a szenzorok és az aktuátorok egy központi eszközzel, amely proxy-szerverként közvetít köztük és az internet között.
2. Mesterséges intelligencia által vezérelt elektromos eszközök: A hagyományos otthonautomatizálási rendszerek „felokosítása” felhőtechnológiát használó mesterséges intelligenciát alkalmazó ágensekkel.
3. Emberekkel interakcióba lépő robottársak: A jelenlegi trend a kiszolgáló robotok integrálása az otthonautomatizálási rendszerekbe. Amellett, hogy biztosítják az otthonautomatizálási rendszerek könnyebb, gyorsabb kezelését, lehetővé teszik az interneten lévő információk, kommunikáció egyszerűbb elérését is.

Az otthonautomatizálások alapeleme jelenleg egy központiszerver-alkalmazás, amely egyrészt adatgyűjtőként, másrészt szabályzóként, harmadrészt vezérlő és monitorozó felületként szolgál. Ezt az alkalmazást otthonautomatizálási platformoknak vagy okosotthon szervereknek nevezzük. Manapság rengeteg ilyen szoftver létezik különböző hardverekre és operációs rendszerekre. Jellemzően az ingyenes változatok az elterjedtebbek. Ahhoz, hogy egy költséghatékony okosotthon-megoldást valósítsunk meg, első lépésként ezt a központi elemet kell meghatároznunk. Nyomozásunk célja, hogy az egyik legnépszerűbb, könnyen kezelhető, ingyenes megoldást válasszuk.

Egy közelmúltban végzett biztonsági elemzés a Shodan-keresőmotor használatával próbálta felmérni az ilyen típusú alkalmazások elterjedtségét. Ahogy az alábbi ábrán is látszik, jelentős különbség mutatkozik a különböző fantázianevű okosotthon szerverek között.

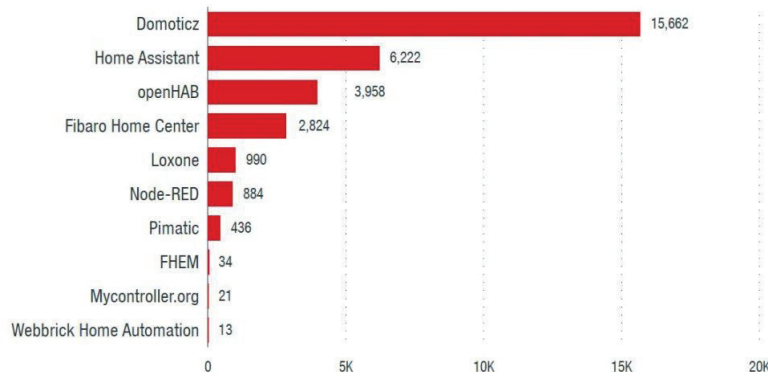
[3] Somfy (2018. 03. 07.): *A quick history of home automation*. (URL: <https://www.somfy.com.au/Blog/Post/2018-03-07-a-quick-history-of-home-automation>)

[4] Rita Yi Man Li (2016): Sustainable Smart Home and Home Automation: Big Data Analytics Approach. *International Journal of Smart Home*. Vol. 10. No. 8. Pp. 177–198.

[5] Trend Micro (2019. 02. 22.): *Cybersecurity Risks in Complex IoT Environments – Threats to Smart Homes, Buildings and Other Structures* (URL: https://documents.trendmicro.com/assets/white_papers/wp-cybersecurity-risks-in-complex-iot-environments.pdf)

[6] Smart Home Blog (2018. 03. 15.): *OpenHab vs Home Assistant vs Domoticz – Best Open Source Home Automation* (URL: <https://www.smarthomeblog.net/category/home-automation-ideas/>)

1. ábra. Okosotthon szerverek elterjedtsége (Shodan-keresőmotorral, 2019-ben.) [5]



Mivel az ingyenes változatokra koncentráltunk, ezért az első három szoftvert vetjük jobban szemügyre kutatásunk során. Összehasonlításunkban a különböző szempontoknak más és más súlyuk volt a kiválasztási rendszerünkben.

Először a *Domoticz* nevű alkalmazásról gyűjtöttük össze a fontosabb adatokat. A C++ nyelven írt programnak 2012-ben publikálták az első változatát. Valójában egy webszerver, amely HTML5-ös interfészen kezelhető. Moduljai viszont Lua nyelven írt szkriptek. [6]

Minden elterjedtebb operációs rendszerre lefordították, és GPLv3-as licenz biztosítja az ingyenes elérhetőségét. Felülete könnyen átlátható, és látványosan egyszerűsített. Egyedüli hátránya, hogy csak az elterjedtebb, szabványosabb eszközöket támogatja. A *Home Assistant* szoftver első változata 2013-ban jelent meg. Python nyelven írt (már a 3-as verziót használja) kódja Apache 2.0 licenst használ, és YAML konfigurációs fájlokra épül. [6] Tud minden fontosabb, szükségesebb funkciót, amit egy okosotthon szoftvernek tudnia kell, de igazán semmiben sem kiemelkedő.

Végül az *openHAB* szoftvert vizsgáltuk meg, amely a legkorábbi a három közül a 2010-es megjelenésével. Az akkoriban legnépszerűbb Java nyelven fejlesztették emiatt és egy speciálisabb licenst, az EPLv1-et használja. Talán pont a korának köszönhetően a legszéleskörűbb eszköztámogatással rendelkezik, ugyanakkor nagyon nehezen volt kezelhető a 2017-es új kiadásáig, amely újabb felhasználói felületeivel valamelyest egyszerűsített rajta, de még mindig nem éri el a konkurens alkalmazások egyszerűségét. [6]

Az alábbi táblázatban látható egy összefoglalás az említett lényegesebb paramétereiről, amelyek alapján a választásunk végül a *Domoticz* otthonautomatizálási rendszerre esett.

1. táblázat: A legnépszerűbb ingyenes otthonautomatizálási rendszerek összehasonlítása.

	Domoticz	Home Assistant	openHAB
Megjelenés éve	2012	2013	2010
Programnyelv	C++	Python 3	Java
Licensz típusa	GPLv3	Apache 2.0	EPLv1
Képességek	++	++	+++
Kezelhetőség	+++	++	+

[7] Domoticz (2015. 02.): *Domoticz – Open Source Home Automation System* (URL: <https://www.domoticz.com/DomoticzManual.pdf>)

Domomticz otthonautomatizálási rendszer

A Domoticz otthonautomatizálási rendszer kifejlesztésekor az volt a cél, hogy egy általános központi vezérlő felületet nyújtson a különböző típusú szenzorokból való adatgyűjtéshez, és a különböző eszközök vezérléséhez. Emiatt használni lehet akár világításkapcsolókhoz, ajtónyitás-érzékelőkhöz, csengőkhöz, biztonsági eszközökhöz, időjárás-érzékelőkhöz (pl. UV-, eső-, szélmérők), hőmérséklet-érzékeléshez, vagy akár milyen analóg vagy digitális bemenő jel feldolgozásához.

Az alkalmazás egyaránt telepíthető Unix/Linux alapú vagy Windows-os rendszerekre, és a minimális hardverkövetelménye csupán 256 MB RAM, és 200 MB háttértár, valamint egy böngésző (1280x1024-es felbontás javasolt). [7] Mivel elsősorban Raspberry Pi-re készült, ezért vannak olyan hardver-komponensek, amelyek csak arra csatlakoztatva használhatóak, de nagyon széles körű a támogatása. Telepítésének legegyszerűbb módja, ha valaki letölti az elkészített SD kártya képfájlt, és kiírja azt egy SD kártyára. De ezek mellett lehetőség van mind Unix/Linux környezetben, mind Windows-os környezetben telepítő futtatásával telepíteni. Frissítéskor nem javasolt az eltávolítás utáni telepítés, mivel ez esetben elveszne a teljes adatbázisa, így inkább felül kell írni az újratelepítéssel a régebbi fájlokat.

[7] Domoticz (2015. 02.): *Domoticz – Open Source Home Automation System* (URL: <https://www.domoticz.com/DomoticzManual.pdf>)

Maga az alkalmazás egy webszerverként üzemel a 8080-as TCP porton, így a felületét böngészőből lehet elérni. Az ablak tetején egy navigációs sor látszódik, és minden egyes ablaka általában 10 másodpercenként frissül (leszámítva az eszközöknél a hardverbeállításokat). Ugyanakkor az alkalmazás indításakor több paramétert is felül lehet bírálni (mint a portszámok, naplózás részletessége, adatbázisfájl elérési útvonala stb.). Amennyiben SSL-támogatással fordított változatot telepítünk, úgy akár SSL portszámot és tanúsítványt is konfigurálhatunk a rendszerhez a nagyobb biztonság érdekében.

2. ábra. A Domoticz menüsora.



A rendszer beüzemeléséhez első lépésként mindig a felhasználásra kerülő hardvereszközöket kell bekonfigurálni, hogy kommunikálni tudjon velük a Domoticz. Az USB-n elérhetőkkel általában egyszerűbb a dolgunk, mivel magától felismeri őket, de a hálózaton elérhetőknél is csupán a hálózati címüket, valamint a használni kívánt kommunikációs portjukat kell megadnunk.

3. ábra. Eszköz hozzáadása a Domoticzhoz. [7]

A Domoticz-cal lehetőség van a szenzorok másokkal megosztására is, persze ehhez már külön felhasználók létrehozása szükséges.

Ha viszont mi szeretnénk csatlakozni egy másik alkalmazás (azaz szerver) által megosztott szenzorokhoz, akkor erre a Domoticz Remote Server opcióval van lehe-

tőségünk a távoli eszköz címének, portjának (alapból TCP 6641-es), és az ott lévő felhasználó nevünk és jelszavunk megadásával.

4. ábra. Domoticz Remote Server. [7]



The image shows a configuration window for a Domoticz Remote Server. The background is dark with a grid pattern. The form has white labels and input fields. The fields are: 'Enabled' with a checked checkbox, 'Name' with the text 'RemoteDomoticz', 'Type' with a dropdown menu showing 'Domoticz - Remote Server', 'Remote Address' with the IP '188.199.200.201', 'Port' with the number '6641', 'Username' with the text 'username', and 'Password' with a masked field of dots.

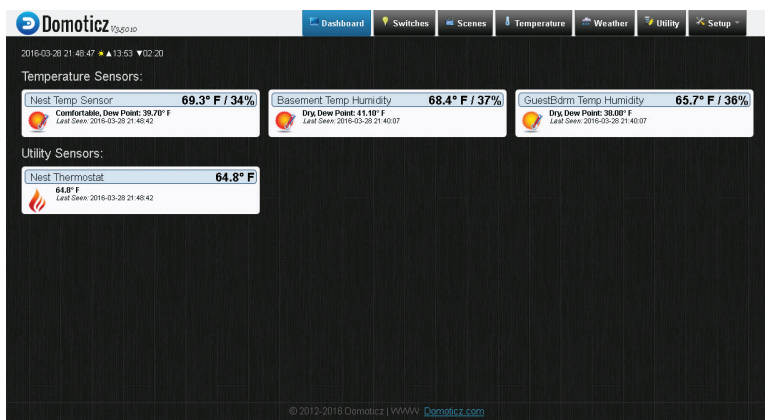
Enabled:	☒
Name:	RemoteDomoticz
Type:	Domoticz - Remote Server
Remote Address:	188.199.200.201
Port:	6641
Username:	username
Password:	••••••••

Ahhoz, hogy olyan funkciókat mint a világítás éjszakai automatikus kapcsolása (fényérzékelő nélkül) tudjunk használni, szükséges az alkalmazás-beállításoknál az órának és különböző paramétereinek a konfigurálása, mint például a pontos földrajzi pozíció. Így a pozícióból meghatározható, hogy mikor sötétedik be, és mikor kel fel a nap.

A szenzoroktól bejövő jelekhez határértékek is rendelhetők, és az átlépésük esetén értesítés generálható. Értesítésekhez konfigurálni lehet az e-mail szerver- és fiókbeállításait, ahol a hagyományos SMTP mellett a TLS- és SSL-alapú változatokat is használhatjuk. iPhone és iPad esetében a Prowl-rendszer, míg Androidos eszközök esetében az NMA-rendszer biztosítja ezt a szolgáltatást, amihez az alkalmazás generálja az API-kulcsot. Az előzmények alapértelmezetten rögzítésre kerülnek bizonyos ideig, de ezt is állítani lehet a webes felületen.

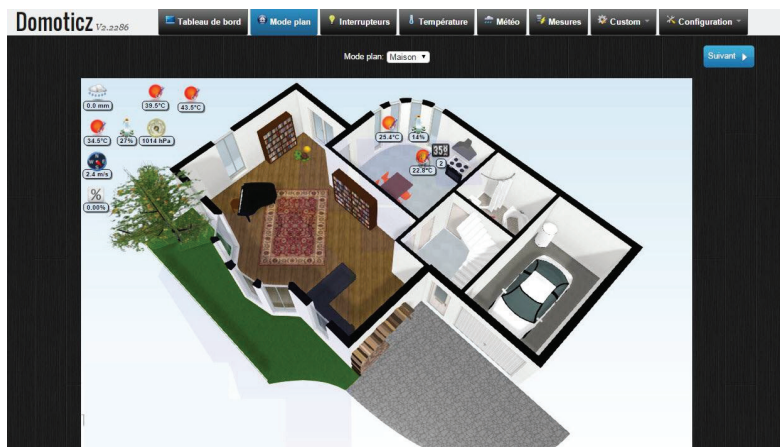
Raspberry Pi esetében ezen a webes felületen keresztül is lehet frissíteni a Domoticz-rendszert, amelyenél azt is kiválaszthatjuk, hogy csak a kiforrott változatok jelenjenek meg, vagy már a béta állapotúak is.

5. ábra. A főképernyő (Dashboard).



Az indításkor látható nyitóoldal (Dashboard) három különböző megjelenítési módot támogat (negyedik a mobil eszközökön látható felület): Normal, Compact, Floorplan. Normal nézetben az összes információt a hagyományos módon látjuk, míg Compact módban csupán a főbb paramétereket. Floorplan módban egy képet háttérként használva tudjuk elhelyezni a különböző szenzorokat.

6. ábra. Szenzorok elhelyezése háttérképen.



A különböző eszközöknek más-más beállításaik vannak, de ezek mindig az adott modulban vannak fejlesztve, így nem részletezzük. Általában az eszközöknél megjelennek a főbb jellemzők, ami alapján azonosítani tudjuk a szenzorainkat, aktuátorainkat.

A hőmérsékletek fülön például lehet a hőmérsékletmérőhöz páratartalom-mérőt is csatlakoztatni, amely esetben mindkettő értékét láthatjuk. Tipikus gombok itt a kedvenceket jelölő csillag, a naplót (mérési előzményeket) megjelenítő Log gomb vagy a szerkesztés (Edit) gomb, ahol a főbb paramétereit állíthatjuk.

Az értesítések (Notifications) gomb nem minden eszköznél jelenik meg, de ahol lehetséges az érték változása, ott határértékek adhatóak meg, amelyek átlépésekor értesítés generálódik.

7. ábra. Mérési előzmények (Log gomb).



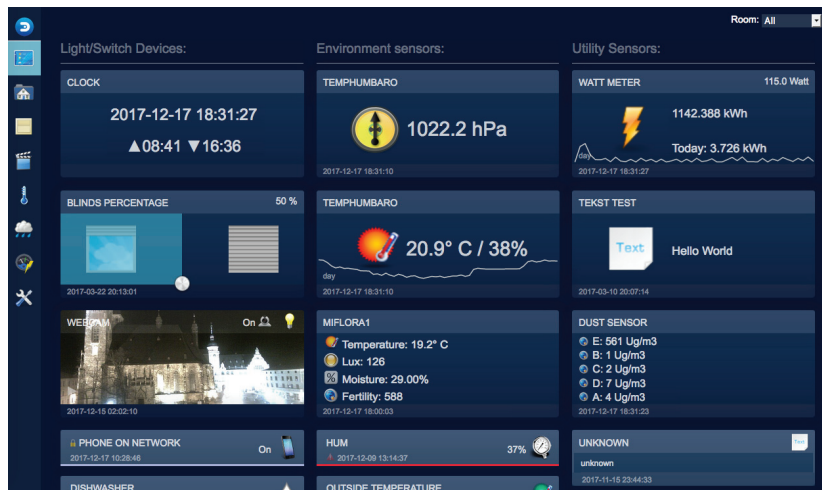
Az időjárás fülön a széllel, esővel, UV-sugárzással kapcsolatos szenzorok, valamint a barométerek láthatóak. A Utility fülön pedig minden egyéb szenzorfajta megtalálható (pl. energia, gáz, feszültség, levegőminőség stb.).

A lámpák/kapcsolók fülön a lámpákon és kapcsolókon túl ajtócsengők, szirénák, biztonsági szenzorok is kezelhetőek. Jellemzően ezeket a legbonyolultabb beállítani.

[8] Hobbytronics PK (2018. 06. 16.): *Domoticz Tasmota - Control Sonoff without Internet* (URL: <https://blog.hobbytronics.pk/control-sonoff-wit-hout-internet/>)

[9] MálnaSuli (2018. 11. 15.): *Hardveres óra (RTC) a Raspberry-hez* (URL: <http://www.malnasuli.hu/alapok/hardveres-ora-rtc-a-raspberry-hez/>)

8. ábra. Compact módban az összes szenzortípus látható.



Költséghatékony szerver-megoldás

Az előzőekben láthattuk, hogy az ingyenes Domoticz otthon-automatizálási webes alkalmazás számos operációs rendszert támogat és kis erőforrásigénye lehetővé teszi, hogy kis teljesítményű szerveren is problémamentesen futtatható legyen, mint például a Raspberry Pi. Az okosotthon-rendszer távvezérlését célszerű WiFi vezeték nélküli kapcsolat segítségével megoldani, amit már számos költséghatékony eszköz támogat, többek között a Sonoff-eszközcsalád. Ebben az esetben a szerverfunkciók megvalósítása céljából célszerű a Raspberry Pi termékcsalád Zero W beépített WiFi vezérlőt tartalmazó mikroszámítógépének választása (9. ábra). A mikroszámítógép operációs rendszere microSD kártyán helyezhető el. A rendszer úgy is kialakítható, hogy nem csatlakozik az internethez, mely nagyobb biztonságot jelent a rendszer számára [8]. Azonban ebben az esetben a Raspberry Pi egységhez külső valósídejű órát kell illeszteni (például DS3231), mivel az tápfeszültség-kimaradás idejére belső órát nem tartalmaz (amennyiben internethez kapcsolódik ez nem szükséges, mert szinkronizálni tudja az órát). A külső óra általában I2C kommunikációt alkalmaz és a Raspberry Pi GPIO kimeneteihez csatlakoztatható [9].

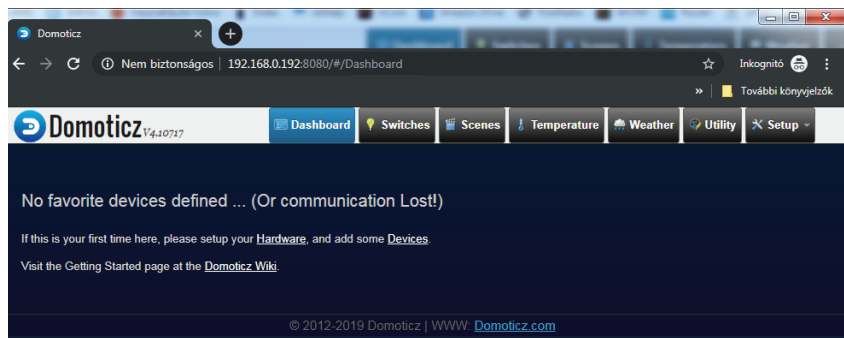
9. ábra. Raspberry Pi Zero W és Valósidejű óra modul.



A Raspberry Pi szerver számára előkészített Raspbian Lite Linux disztribúció a Raspberry weboldaláról letölthető [10]. A szerver számára grafikus felület nem szükséges, hisz a Domoticz weboldalának eléréséhez csak webszerverre van szükség. A Raspbian Lite rendszert tartalmazó képfájl microSD kártyára írása az Etcher szoftver segítségével egyszerűen megvalósítható [11].

Az otthonautomatizálási rendszer MQTT-protokollon [12] tart kapcsolatot a hozzá illesztett eszközökkel, amely kapcsolat kialakításához egy MQTT-broker telepítése is szükségessé válik a szerveren. Természetesen a Domoticz szoftvert is telepíteni kell a szerveren [13]. Sikeres telepítés után a 10. ábrán látható felület jelenik meg. A felület nyelve magyarra is változtatható.

10. ábra. Domoticz kezdőképernyője.



[10] Raspberry Pi Foundation (2019. 09. 05.): Downloads (URL: <https://www.raspberrypi.org/downloads/>)

[11] Balena (2019. 09. 05.): balenaEtcher (URL: <https://www.balena.io/etcher/>)

[12] MQTT.org (2019. 09. 06): MQTT.org Home Page (URL: <http://mqtt.org>)

[13] Domoticz (2019. 09. 04.): Domoticz Wiki – Raspberry Pi (URL: https://www.domoticz.com/wiki/Raspberry_Pi)

[14] SONOFF (2019. 09. 06.): *SONOFF Home Page* (URL: <https://sonoff.tech>)

[15] SONOFF (2019. 09. 06.): *SONOFF TH10/TH16 Wi-Fi Smart Switch* (URL: <https://sonoff.tech/product/wifi-diy-smart-switches/th10-th16>)

[16] SONOFF (2019. 09. 06.): *SONOFF eWeLink* (URL: <https://sonoff.tech/ewelink>)

[17] GitHub/arendst (2019. 09. 09.): *Sonoff-Tasmota Wiki* (URL: <https://github.com/arendst/Sonoff-Tasmota/wiki>)

[18] GitHub/espressif (2019. 09. 09.): *esptool* (URL: <https://github.com/espressif/esptool/releases>)

Költséghatékony érzékelő, vezérlőmegoldás

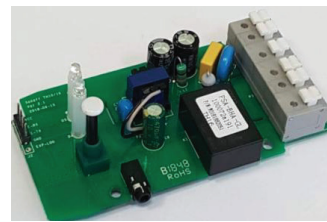
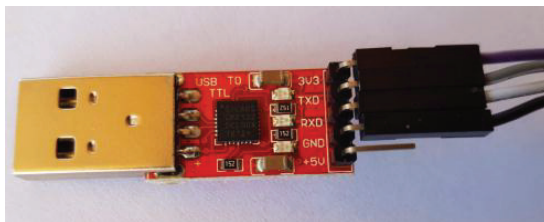
Az utóbbi időben megjelentek olyan olcsón beszerezhető okosotthon automatizálási rendszerekhez illeszthető eszközök, melyek WiFi-kapcsolaton képesek kommunikálni, valamint mind a vezérlő, mind pedig az érzékelő szerepét betöltik. A Sonoff termékcsalád is ebbe a kategóriába sorolható [14], a Sonoff TH10/TH16 [15] okos kapcsolóhoz külső hőmérsékletérzékelő is illeszthető (11. ábra). A Sonoff egységek vezérléséhez a gyártó által készített mobil alkalmazás, az eWeLink szükséges [16].

11. ábra. Sonoff TH10/TH16 okos kapcsoló.



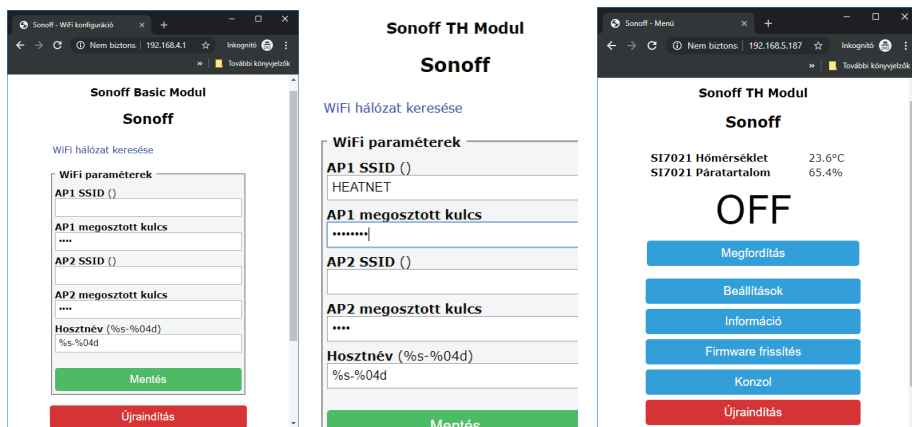
Ez a megoldás közvetlenül nem teszi lehetővé az alternatív okosotthon megoldásokhoz való illesztését, azonban a Sonoff-egységek firmware-e lecserélhető olyan megoldásra, amely ezt az illeszthetőséget biztosítja, ilyen például a TASMOTA [17]. A firmware cseréhez meg kell bontani az egység házát és a belső csatlakozó kivezetésekhez USB-UART átalakítóval csatlakozva (12. ábra) például az Esptool-szoftver segítségével feltölthető [18] (megjegyzés: SonOTA segítségével ez az egység házának megbontása nélkül is megoldható, ezt nem próbáltuk).

12. ábra. USB-UART átalakító és Sonoff-egység.



A firmware feltöltése után az eszközt újra kell indítani és kapcsolódni hozzá WiFi-kapcsolaton, így a konfigurálása webes felületen keresztül megoldható (13. ábra). A Raspberry Pi szervert célszerű Access Point-ként konfigurálni, így a kapcsolódó külső eszközök ezen keresztül tudnak kommunikálni a szerverrel, nincs szükség külön Router beüzemelésére.

13. ábra. Sonoff TASMOTA WiFi konfigurálása.



Szintén a webes felületen keresztül konfigurálható a külső hőmérsékletérzékelő [19] (14. ábra), amennyiben az a Sonoff-egységhez csatlakoztatva van (például Si7021), valamint az MQTT-bróker elérésének beállításai. Az MQTT-bróker beállításait a Domoticz felületén is meg kell adni.

A Domoticz felületén a kapcsolók és érzékelők virtuális eszközként kell létrehozni, és az eszköz webes konfigurációs felületén a Domoticz-alkalmazáson belüli Idx-azonosítóval párosítani a virtuális eszközt a valós eszközzel (15. ábra). A Domoticz webes felületének megjelenése a képernyőhöz optimalizált, így mobil eszközön is megfelelően jelenik meg.

[19] ITEAD (2019. 09. 09.): *Sonoff TH10/TH16: Temperature and Humidity Monitoring WiFi Smart Switch* (URL: <https://www.itead.cc/sonoff-th.html>)

14. ábra. Sonoff TASMOTA hőmérsékletérzékelő, MQTT konfigurálása.

Sonoff TH Modul

Sonoff

Modul paraméterek

Alkalmazott modul (Sonoff Basic)

Sonoff TH (4)

GPIO1 Soros KI

Nincs (0)

GPIO3 Soros BE

Nincs (0)

GPIO4

Nincs (0)

GPIO14 Szensor

SI7021 (3)

Mentés

Beállítások

Sonoff TH Modul

Sonoff

SI7021 Hőmérséklet

23.7°C

SI7021 Páratartalom

65.6%

ON

Megfordítás

Beállítások

Információ

Firmware frissítés

Konzol

Újraindítás

Sonoff TH Modul

Sonoff

MQTT paraméterek

Hoszt ()

192.168.5.1

Port (1883)

1883

Kliens (DVES_52C17D)

DVES_%06X

Felhasználó (DVES_USER)

pi

Jelszó

Topic = %topic% (sonoff)

DVES_52C17D

Teljes topic (%prefix%/%topic%/)

%prefix%/%topic%/%

Mentés

15. ábra. Virtuális és valós eszköz párosítása.

Domoticz

192.168.5.1:8080/#/Devices

Domoticz V4.10717

Kezelőfelület

Kapcsolók

Események

Hőmérséklet

Időjárás

Vegyes

Beállítás

Használt

Minden eszköz

Nem haszn.

Felfrissítés

Search

Idx	Hardver	ID	Unit	Név	Típus	Altípus	Adat	Ell	Frissítés
1	RPI	0000044D	1	RPI_CPU_Usage	General	Percentage	1%	-	2019-05-26 21:41:05
2	RPI	0001	1	RPI_Internal Temperature	Temp	LaCrosse TX3	46.5 C	-	2019-05-26 21:40:05
3	RPI	0000044C	1	RPI_Memory Usage	General	Percentage	8.22%	-	2019-05-26 21:40:15
4	RPI	000000DC	1	RPI_Process Usage	General	Custom Sensor	16.31 MB	-	2019-05-26 21:40:15
5	RPI	0000044E	1	RPI_HDD /boot	General	Percentage	50.97%	-	2019-05-26 21:38:25
6	RPI	0000044F	1	RPI_HDD /	General	Percentage	4.06%	-	2019-05-26 21:38:25
7	HEAT1	00014057	1	HEAT1	Light/Switch	Switch	Off	-	2019-05-26 21:29:03
8	TEMP1+HUM1	14058	1	TEMP1+HUM1	Temp + Humidity	THGN 122/123/132, THGR 122/228/238/268	0.0 C, 50 %	-	2019-05-26 21:38:36

Showing 1 to 8 of 8 entries

First Previous 1 Next Last

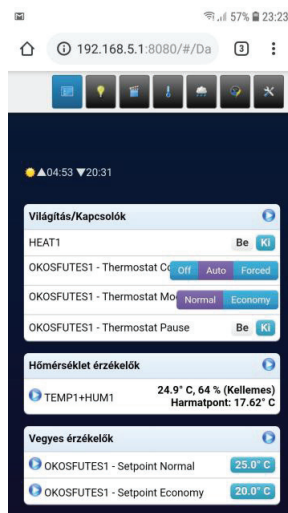
© 2012-2019 Domoticz | WWW.Domoticz.com

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying '192.168.5.187/dm?'. The page title is 'Sonoff TH Modul' and the main heading is 'Sonoff'. Below this, there is a section titled 'Domoticz paraméterek' (Domoticz parameters). This section contains a list of sensors and their corresponding indices, each with a text input field for configuration. The parameters are: Idx 1 (value: 7), Key idx 1 (value: 0), Szenzor idx 1 (Hőmérséklet, value: 0), Szenzor idx 2 (Hőmérséklet, páratartalom, value: 8), Szenzor idx 3 (Hőmérséklet, páratartalom, value: 0), Szenzor idx 4 (Teljesítmény, energia, value: 0), Szenzor idx 5 (Fényerő, value: 0), Szenzor idx 6 (Szám/PM1, value: 0), Szenzor idx 7 (Feszültség/PM2.5, value: 0), Szenzor idx 8 (Áram/PM10, value: 0), Szenzor idx 9 (Légminőség, value: 0), and Frissítési időzítő (0) (value: 0). At the bottom of the form is a green button labeled 'Mentés' (Save).

Domoticz paraméterek	Value
Idx 1	7
Key idx 1	0
Szenzor idx 1 Hőmérséklet	0
Szenzor idx 2 Hőmérséklet, páratartalom	8
Szenzor idx 3 Hőmérséklet, páratartalom	0
Szenzor idx 4 Teljesítmény, energia	0
Szenzor idx 5 Fényerő	0
Szenzor idx 6 Szám/PM1	0
Szenzor idx 7 Feszültség/PM2.5	0
Szenzor idx 8 Áram/PM10	0
Szenzor idx 9 Légminőség	0
Frissítési időzítő (0)	0

Mentés

16. ábra. Domoticz kezelőfelülete mobil eszközön.



Összefoglalás

Az eddigi tapasztalataink alapján a Domoticz/Raspberry Pi és Sonoff/TASMOTA segítségével felépített otthonautomatizálási rendszer megfelelően működik, könnyen konfigurálható lehetőséget biztosít azok számára, akik ilyen költséghatékony rendszer kialakítását tűzték ki célul. Azonban az eddigi használat során úgy gondoljuk, hogy a Domoticz kezelőfelületét lehetne még könnyebben kezelhetővé tenni, valamint az eszközök konfigurálása is egyszerűsíthető lenne, ennek ellenére jelen kialakításában is megfelelő alternatívát biztosít a drágább megoldásokkal szemben.

Köszönetnyilvánítás

A munkát az EFOP-3.6.2-16-2017-00018 „Termeljünk együtt a Természettel az Agrárerdészet mint új kiterjesztési lehetőség” program támogatta.

Az elektronikus környezetben végzett hallgatói tevékenységek sikerességének összevetése a különböző munkaformák szempontjából

Összefoglalás: A hatékonyság, a sikeresség, az eredményesség napjaink társadalmában az egyén által végzett tevékenységek minőségének egyfajta mutatóiként jelennek meg. Ezek a felnőttek esetében a munka, fiatal felnőttek esetében pedig az oktatás világában kerülnek leginkább előtérbe, mint értékfogalmak. A felsőoktatásban a hallgatói sikeresség támogatása érdekében változatos diszruptív innovatív technológiák és pedagógiai módszerek alkalmazásával valósul meg az információszerzés, -feldolgozás és tudásgenerálás. Számos munkaforma segíti a hallgatót, amelyek közül az egyéni és a csapatban végzett ún. teammunka a legelterjedtebb. Tudományos kutatások szerint a felsőoktatásban jelen lévő modern technológia iránt elkötelezett Y-generáció egyik jellemző tulajdonsága, hogy munkavégzésük során inkább kedvelik a teammunkát és szívesebben kollaborálnak, mintsem egyénileg dolgozzanak. A kérdés az, hogy a kedvelt csapatmunka munkaformában hatékonyabbak és sikeresebbek-e az egyének, vagy az egyénileg végzett munkának jobb a minősége? Kutatásunkkal sikeresség–minőség kérdéskörre fókuszálva keressük a választ a különböző munkaformákban végzett hallgatói tevékenységeket vizsgálva.

Kulcsszavak: Hallgatói sikeresség; munkaformák; diszruptív technológiák.

Abstract: Efficiency, success, and effectiveness appear as indicators of quality of the individual's activities in today's society. As the most important value concepts, these come into view in work for adults and in education for youngsters. In order to support students' success in higher education, a variety of disruptive innovative technologies and pedagogical methods are applied to obtain, process, and generate knowledge. Numerous forms of work assist the student, of which individual work and teamwork are the most common. According to scientific research, one of the characteristics of Generation Y in higher education – who is extremely committed to modern technology – is

*Dunaiújvárosi Egyetem,
Informatikai Intézet
E-mail: mkollar@uniduna.hu

**Dunaiújvárosi Egyetem,
Informatikai Intézet
E-mail: varaljai@uniduna.hu

[1] Bozsó R.–Váraljai M. (2013): „A felsőoktatás minőségi szempontjai hallgatói szemmel, tanulási környezetek, körülmények hallgatói megítélése”. In: III. Trefort Ágoston Szakmai Tanárképzési Konferencia. Budapest: Óbudai Egyetem Trefort Ágoston Mérnök-pedagógiai Központja.

that they prefer working in teams and collaborating rather than working individually. The question is that are individuals more efficient and successful in the favored teamwork, or is the quality of individual work better? In our research we look for the answer by focusing on the question of success and quality, while investigating student activities in different forms of work

Keywords: Student success; forms of work; disruptive technologies.

Bevezető

Egy ország versenyképessége, gazdasági fejlődése nagymértékben függ az oktatás, képzés minőségétől, ami szoros összefüggésben van a társadalom tagjainak kompetenciájával. [1] Az oktatás területén folytatott nemzetközi kutatások eredményei szerint a minőség három alappillére a hatékonyság, az eredményesség és a méltányosság. Az oktatás minőségének javítása és az eredményesség növelése érdekében az oktatáspolitikai feladata az oktatás és képzés fejlesztésének fő irányait kijelölni és e célok eléréséhez szükséges eszközöket és módszereket meghatározni.

Elméleti háttér, témához kapcsolódó információk

A MINŐSÉGI OKTATÁS ALAPPILLÉREI

A hatékonyság, a sikeresség, az eredményesség napjaink társadalmában az egyén által végzett tevékenységek minőségének egyfajta mutatóiként jelennek meg. Ezek a felnőttek esetében a munka, fiatal felnőttek esetében pedig az oktatás világában kerülnek leginkább előtérbe, mint értékfogalmak. Egy gazdaság fejlődése függ a nyereségtől. Nyereségről akkor beszélhetünk, ha az elért eredmény kedvező, azaz az árbevétel és a ráfordítás különbsége pozitív. Az elért eredményeket és a kitűzött célokat összevetve pedig képet kaphatunk az eredményességről. Más megközelítésből azonban az eredményesség (gazdaságosság) három mutatóval jellemezhető: termelékenység, hatékonyság és jövedelmezőképeség.

A hatékonyság fogalma rugalmasan kezelendő. Egyes tudományterületek szerint a hatékonyság a gazdálkodás eredményessége, más szempontból a tevékenység sikerességének egyik mérőszáma. Bár a konkrét fogalom meghatározásban vannak árnyalatnyi különbségek, az alapképlet azonban megegyezik, azaz a hatékonyság az eredmény és a ráfordítás

viszonyaként értelmezhető. [2] Bár a hatékonyság, eredményesség és sikeresség fogalmak értelmezésekor a határok elmosódnak, a közöttük feltárható összefüggés egyértelmű. Általánosan értelmezve a sikeresség minden területen a minőségen alapszik. Nemzetközi kutatások alapján a hatékonyság, az eredményesség és a méltányosság a minőség három alappillére az oktatási szférában. Lannert 2004-ben az egyik tanulmányában úgy ír a hatékonyságról, hogy gyakran költséghatékonyság értelemben jelenik meg, az olcsóság szinonimájaként. Ám az eredményes oktatás nem olcsó, így a hatékonyság és az eredményesség nem tekinthető egymással szimbiózisban lévőnek. Ráadásul csak akkor beszélhetünk jó minőségű oktatásról, ha az eredményes. [3] Egy későbbi (2018) tanulmány ismételtén rámutat arra, hogy az iskolákra és iskoláztatásra fordított beruházások mértékének növelése jelentős javulást eredményezett a tanulók tanulási eredményeiben. [4] Ugyanakkor rámutat arra a tényre is, miszerint a 21. században, az információs-kommunikációs forradalom korában, túl a 4. ipari forradalmon, több más szektorhoz hasonlóan, így az oktatás területén is, a hatékonyság nem feltétlenül jelenti a beruházások mértékének emelését és a költségek növekedését. A mai modern társadalmakban jellemző az innováció domináns jelenléte és szinte minden szektorban megfigyelhető, hogy az innovatív eszközök és módszerek bevonásával a hatékonyság növelhető. Az oktatás minőségének javítása és az eredményesség növelése érdekében az oktatáspolitikai feladata az oktatás és képzés fejlesztésének fő irányait kijelölni és e célok eléréséhez szükséges eszközöket és módszereket meghatározni. Az OECD által 2017-ben kiadott innovatív tanulási környezet kézikönyv egy hosszútávú projekt eredményeit foglalja össze, többek között „jól használható módszertant kínáljon az önértékelésre, a saját környezetben használt innovatív eszközök vizsgálatára, hatékonyságának mérésére és az oktatási folyamatban alkalmazott innovatív módszerek eredményességének értékelésére.” [4]

INNOVATÍV ESZKÖZÖK ÉS MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA A MINŐSÉG JEGYÉBEN

A sikerek eléréséhez, a tanulási folyamat eredményességéhez az innovatív eszközök és módszerek alkalmazása aktívan hozzájárul. Mindezek támogatása, fejlesztése, kiterjesztése a virtuális térbe és „tömegesítése” a tanulási folyamat során a tanulásirányításban fontos tényezője az oktatói munkának és az oktatási intézménynek. A felsőoktatásban a hallgatói sikeresség támogatása érdekében változatos diszruptív innovatív technológiák és pedagógiai módszerek alkalmazásával valósul meg az információszerzés, -feldolgozás és tudásgenerálás.

[2] Nábrádi, A.–Pető, K.–Szabó, E.–Barth, V.–Bartha, A. (2009): „Efficiency indicators in different dimension,” APSTRACT - Applied Studies. In: *Agribusiness And Commerce*. 1. kötet Pp. 7–22.

[3] Lannert, J. (2004): „Hatékonyság, eredményesség és méltányosság”. In: *Új Pedagógiai Szemle*. Budapest.

[4] Jánosy, O. (2018): „Útmutató a hatékony tanulási környezet kialakításához”. *Educatio*. Pp. 347–351.

[5] Radnóti, K. (2006): „Milyen oktatási és értékelési módszereket alkalmaznak a pedagógusok a mai magyar iskolában?” In: *Hidak a tantárgyak között*. Budapest: Országos Köznevelési Intézet. Pp. 131–167.

[6] Ollé, J. (2018): „Oktatás-szervezés: a tevékenységközpontú digitális tananyag strukturális és módszertani sajátosságai,” *Iskolakultúra és környezetpedagógia*. Pp. 59–69.

[7] Tóth-Mózer S.–Lévai, D. (2011): „Az oktatási és nevelési folyamat kiterjesztése online közösségi felületekre”. *Hungarian Educational Research Journal*. kötet 1. szám 1.

[8] Robinson, K.–Aaronica, L. (2018): *Kreatív iskolák. Az oktatás alulról szerveződő forradalmi átalakítása*. Budapest: HVG.

[9] Váraljai, M. (2016): „Establish innovative learning environment by virtual lab concept: An exploratory research in higher education”. In: 7th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfo-Com), Wroclaw, Poland.

[10] Tempus Közalapítvány: „Tanulási környezetek”. 10. 05. 2019. [Online]. Available: <https://tka.hu/celcsoport/6479/tanulasi-kornyezetek>. [Hozzáférés dátuma: 10. 08. 2019].

[11] Nagy, B.–Váraljai, M. (2019): „A survey in issues of disruptive technologies to broaden learning for the future students”. 10th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications.

[12] Barrett, P.–Zhang, Y.–Davies, F.–Barrett, L. (2015): „Clever Classrooms – Summary report of the HEAD Project”. Manchester: University of Salford.

Az oktatás területén a hatékonyság, az eredményesség és a sikeresség elérésére tett törekvések több szempontú összetett rendszerében a tanulási környezet kialakításának éppen olyan fontos szerep jut, mint a megfelelő oktatási módszer, tanulásszervezési és tanulástámogatási mód, stratégia vagy éppen a tanulást segítő eszközzrendszer megválasztásának. [5] Számos korábbi kutatásunk foglalkozott a tanulási környezet vizsgálatával, az innovatív tanulási környezet kialakítása a tanulás eredményessé tételének érdekében. [6, 7, 8, 9, 10]

Az oktatás területére begyűrűző technológiai változások olyan körülményeket generálnak, amely során a „kreatív rombolás” utat tör magának. Jellemzően e folyamat eredményének tekinthető az oktatás technológiájának változása, a modernizációval összhangban az újabb és újabb technológiák és módszerek beépítése az oktatási folyamatba. A hagyományos, jól bevált szokásokkal szakító, modern eszközöket alkalmazó innovatív módszerek ösztönzőleg hatnak az oktatási folyamat résztvevőire, ezáltal elősegítetik a humán tőke, azaz a képességek, készségek felhalmozódását. [11, 12]

ALKALMAZOTT MUNKAFORMÁK A HATÉKONY TANULÁSI KÖRNYEZETBEN

Jelen tanulmányunk a tanulásszervezés szempontjából végzett kutatásunk eredményeit mutatja be a különböző munkaformákra fókuszálva, a tanulás sikerességének érdekében. A hatékony tanulásszervezési mód a konstruktivista pedagógia egyik legjelentősebb sajátossága. A hagyományosnak aposztrofált frontális osztálymunka során a tanár aktív ismeretátadó, a tanuló passzív ismeretbefogadó, nagyon kevés interakciós lehetőséggel. Eltérően vele a hatékony tanulási környezetben megszűnnek a klasszikus átadó, befogadó szerepkörök, a tanuló aktívvá válik, megnő az interakciók mennyisége és immár a tanuló is lehet információforrás, ismeretátadó.

Ebben a tanulási környezetben a tanulók egymással, változatos munkaformákban együttműködhetnek, segíthetik egymás munkáját változatos módszerekkel és eszközökkel. Az alkalmazott munkaforma megválasztásakor leginkább azonban az adott oktatási célt kell figyelembe venni, hiszen minden munkaforma más és más előnyökkel és hátrányokkal rendelkezik, más és más terület fejlesztését segíti elő.

A hagyományos mód egyik fajtája a frontális osztálymunka, melynek előnye, hogy egy információforrás képes nagy befogadótömeg számára egyidőben és egy helyen átadni információt. A tanári magyarázat így segíti a megértést, fejleszti a figyelmet és koncentrációt. Jellemzően valami új ismeret, általános érvényű definíciók, törvényszerűségek, tények közlésére kiválóan alkalmas.

Természetesen e munkaforma az innovatív tanulási környezetbe hatékonyan átültethető videokonferencia, webcast, vagy akár virtuális előadás formájában. A hely ebben az értelemben az elektronikus környezet, a virtuális tér. A hagyományos tanulásszervezési mód másik fajtája az egyéni tanulói munka.

Előnye, hogy lehetővé teszi a tanuló egyén tulajdonságainak jobb, mélyebb megismerését és lehetővé teszi az egyedi bánásmódot, emellett fejleszti a lényegkiemelő képességet és önállóságra nevel. [13]

A hatékony tanulási módok közé tartozik viszont a párosmunka, csoportos munka (ami lehet feladatmegoldás vagy kísérlet) és a projektfeladatok köré szerveződő teammunka. Mindegyik munkaforma előnye, hogy kooperációra ösztönöz, fejleszti a segítőkészséget, a toleranciát és a konfliktuskezelést. A vitahelyzetek és a feladatmegosztás lehetősége azonban az előnyt hátránnyá alakíthatják, a viták elfajulhatnak, mert nem képesek a tanulók megfelelő összhangban dolgozni és konszenzusra jutni, a figyelem elkalandozhat, a felelősségtudat gyengülhet. [5, 14]

Mégis számos munkaforma segíti a hallgatót, amelyek közül az egyéni és a csapatban végzett ún. teammunka kezd egyre inkább elterjedni, éppen ezért e két munkaforma megfigyelése állt vizsgálatunk középpontjában.

Tudományos kutatások szerint a felsőoktatásban jelen lévő modern technológia iránt rettentően elkötelezett Y-generáció egyik jellemző tulajdonsága, hogy munkavégzésük során inkább kedvelik a teammunkát és szívesebben kollaborálnak, mintsem egyénileg dolgoznak. [15]

Kutatásunkban a figyelmünk az alkalmazható munkaformákban folyó tanulói tevékenységekre irányult azzal a konkrét megfigyelési céllal, amellyel feltárjuk, hogy vajon a kedvelt csapatmunka munkaformában hatékonyabbak és sikeresebbek-e az egyének, vagy az egyénileg végzett munkának jobb a minősége?

[5] Radnóti K. (2006): „Milyen oktatási és értékelési módszereket alkalmaznak a pedagógusok a mai magyar iskolában?,” In: *Hidak a tantárgyak között*. Budapest: Országos Köznevelési Intézet. Pp. 131–167.

[13] Merényi, Á.–Szabó, V.–Takács, A. (2006): *101 ideas for innovative teachers*. Budapest: Jedlik Oktatási Stúdió.

[14] Algashaam, N. M. (2015): „Team-work vs. Individual Responsibility”. *International Journal of Scientific and Engineering Research*. %1. kötet6, %1. szám10. Pp. 286–288.

[15] Sántha J.–Polonyi T. (2017): „A digitális bennszülöttek és az iskola”. Debrecen: Debreceni Egyetemi Kiadó.

Kutatásunkkal sikeresség – minőség kérdéskörre fókuszálva keressük a választ a különböző munkaformákban végzett hallgatói tevékenységeket vizsgálva.

Célok, módszer

Kutatási módszerünk az empirikus kutatások egy közkedvelt formáját választottuk, a kérdőívet. A tudományos megközelítés szerint a vizsgálódásunk alappopulációjaként szolgáló tanulói közösség a felsőoktatásban aktív hallgatói státusszal rendelkező hallgatók egy csoportja volt, akik már teljes mértékben „beszélnek” a jelen kori információs társadalom nyelvét, így kikérdezésükre a legmegfelelőbb eszköznek az elektronikus kérdőív bizonyult.

A mintavételezés során a véletlen mintavételezés módszerét alkalmaztuk, mivel a teljes hallgatói populáció kikérdezésére sem időnk, sem lehetőségünk nem volt. A kérdőív kitöltésére az önkitöltős módszert alkalmaztuk, amelynek nagy előnye, hogy nincs kérdezőbiztosi torzítás.

A beérkezett válaszok számszerű adatait Microsoft irodai programsomag Excel táblázatkezelő programjával dolgoztuk fel. A nyitott kérdésekre adott válaszok esetén tartalomelemzést végeztünk.

Vizsgálatok, téma kifejtése

Négy olyan tantárgy esetében figyeltük meg a tanulói tevékenységeket, amely két különböző munkaforma alkalmazását igényelte. Az *Informatika* és az *Internettechnológia* tantárgyak tematikája úgy van kialakítva, hogy az egyéni tanulói munkát teszi lehetővé, inkább követel meg önállóságot és önfegyelmet, teszi lehetővé az önirányítást, semmint igényelné a kooperációt, kollaborációt. A *Projektvezetés és gyakorlat* című tantárgy tananyagának feldolgozása alapvetően a teammunkát preferálja, mint alkalmazott módszer, hiszen esetében a tanulók egy maguk által kiválasztott feladat hosszú távú megoldása, egy előre meghatározott cél elérése érdekében teameket alkotva kooperációban végeznek tevékenységeket pontosan megtervezve specifikus követelményrendszernek megfelelően. A *Vállalatirányítási rendszerek* tantárgy pedig egyrészt az önálló tananyagfeldolgozáson, másrészt pedig teamben elkészített projektfeladat véghezvitelével segíti a frontálisan átadott ismeretek gyakorlatban való alkalmazását és elsajátítását.

Eredmények

Vizsgálatunk három területre fókuszált: alapstatisztikai, eszközhasználati és team-munkával kapcsolatos kérdések elemzése által vontunk le következtetéseket.

Alapstatisztikai kérdéscsoport

2019 nyarán a korábban említett négy tantárgy hallgatói közül véletlen mintavételezéssel 58 embert kérdeztünk meg. Tekintettel arra, hogy a tantárgyak közül három az informatikai szakmacsoport tantervében szerepel, ahol a férfiak felülreprezentáltak, így nem meglepő, hogy a válaszadók 70%-át teszik ki.

Az alaphalmaz szakmacsoport szerinti összetételében is az informatikusoké volt a legnagyobb hányad: 43% informatikai, harmada műszaki, 14% gazdasági képzés hallgatója, a többi pedagógus, vagy társadalomtudományi szakos. A vizsgált minta háromnegyede alapképzéses, 20%-a felsőoktatási szakképzéses és elenyésző a mesterképzéses hallgatók aránya. Munkarend tekintetében a megoszlás a levelezősök felé tolódott el, a válaszadók kétharmada levelezős és egyharmada nappalis képzésre jár. Az első- és másodévesek válaszai domináltak, a vizsgált mintában 70% az arányuk.

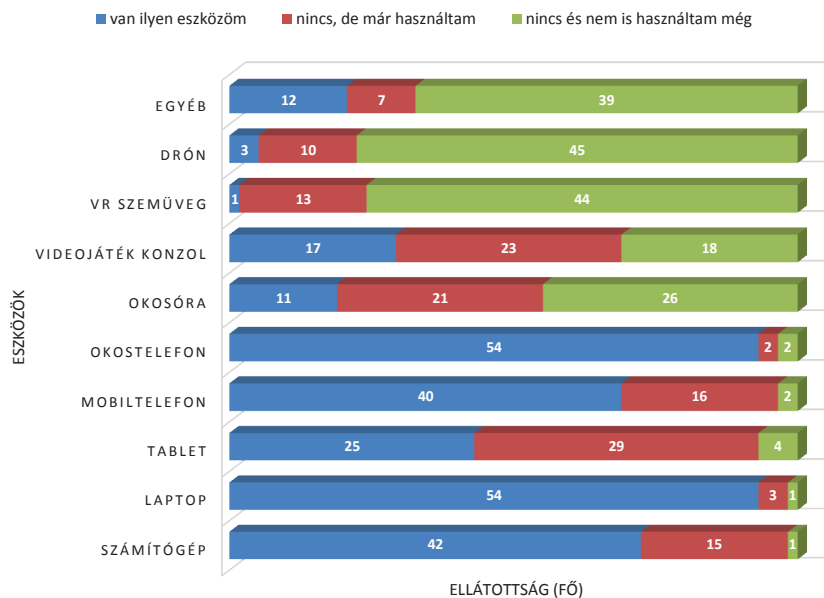
Eszközhasználati kérdéscsoport

Ebben a kérdéscsoportban arra voltunk kíváncsiak, hogy az innovatív technológiák mennyire jellemzőek a hallgatók eszközhasználatában, milyen gyakorisággal jelennek meg a mindennapjaikban, különösen a tanulási folyamataikban.

Az Y- és Z-generáció számára már természetes közeg a digitális világ [16], ezért nem meglepő, hogy a megkérdezettek szinte mindegyike rendelkezik számítógéppel, vagy laptoppal (93%). Manapság az okostelefonok birtoklása is megszokott ebben a korcsoportban, ez visszaköszött a válaszokban is, 93 % adott igenlő választ. A napjainkban még jóval kevésbé elterjedt okosórát (19%), videójáték-konzolt (29%), drónt (5%), VR-szemüveget (2%, vagyis 1 fő) ennél kevesebben tulajdonolnak. (1. ábra)

[16] Besenyei, L.: „A generációváltás forradalma”. *Opus et Educatio*. 3. 4. szám. P. 374.

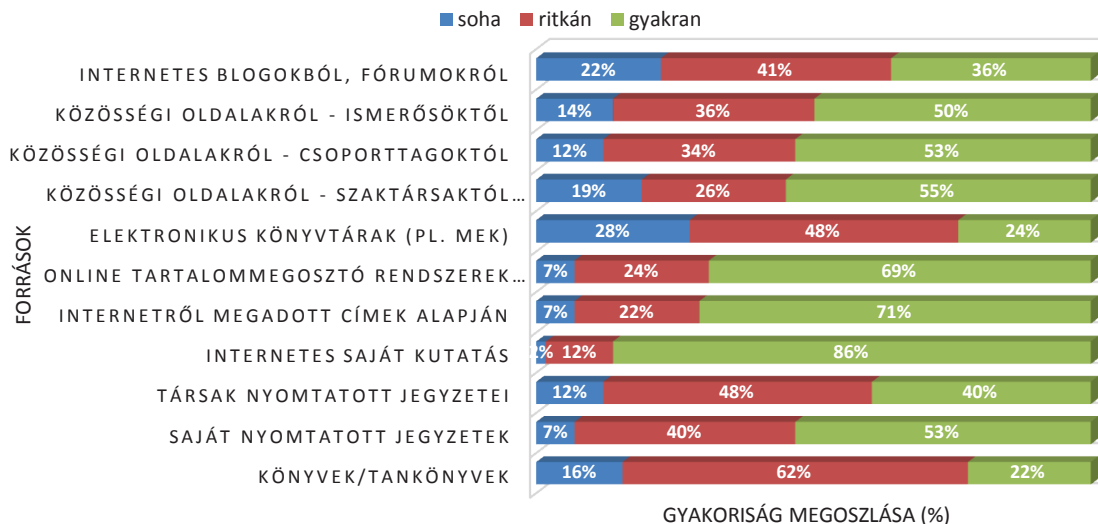
1. ábra. Innovatív eszközellátottság.



Forrás: saját szerkesztés.

Megvizsgáltuk ebben a kérdéscsoportban azt is, hogy a hallgatók honnan szereznek tudomást a tananyagról, hogyan készülnek fel a számonkérésekre. A tankönyvek és elektronikus könyvtárak használata alig jellemző (a hallgatók kb. 20–25%-a választotta a „gyakran” opciót). Saját nyomtatott jegyzetet, illetve a közösségi oldalakat ismeretszerzésre a vizsgált minta kb. fele használja – mindez jól mutatja, hogy a közösségi média igenis meghatározza a rendelkezésre álló ismeretanyagot és az online térben található kapcsolataik befolyásolják, jó esetben segítik a tanulást, megvalósítva a kooperációt. Blogokról, fórumokról, illetve társak által nyomtatott jegyzetekből egy kicsit kevesebben tesznek szert ismeretekre (35–40%). Ezeknél jóval népszerűbbek az interneten saját maguk által kutatott (86%), vagy mások által megadott címek (71%), online tartalommegosztó oldalak (69%), ami azt mutatja, hogy szívesebben nyúlnak a világhálón található anyagokhoz felkészülésük során, mint a hagyományos könyv/tankönyvhöz. (2. ábra) A digitális tananyagok fontosságát mutatja az a tény is, hogy ugyan még 60%-uk a szöveges tartalmat jelölte meg leginkább jellemző forrásként, azonban 34%-uk már a videós állományokat keresi legszívesebben.

2. ábra. Információszerzés forrása és gyakorisága.



Forrás: saját szerkesztés.

Teammunkával kapcsolatos kérdéscsoport

E csoport kérdéseivel azt igyekeztünk feltárni, hogy a hallgatók hogyan viszonyulnak két kiválasztott, mérőben eltérő munkaformához. Az egyén szintjén, személyes vélemények alapján, sajátos nézőpontokból tudtunk a kérdéskörre tekinteni, ahol először arra kerestük a választ, hogy a teammunka hasznosságát illetően – visszatekintve korábbi tanulói élményekre – a tanulók a tananyag elsajátítása során mennyire tartották volna hasznosnak az adott tárgy feldolgozása esetében a teammunkát. Egy másik kérdéscsoporttal árnyaltabb képet kaptunk a tanulók szubjektív véleményeiről, a munkaformák által kiváltott érzéseiről és a kollaborációhoz való hozzáállásukról.

A megkérdezett hallgatók csak 16%-a jelezte, hogy semmilyen kollaborációt igénylő munkaformában sem dolgozott/tanult eddig, tehát levonhatjuk azt a következtetést, hogy általában van valamilyen tapasztalatuk a társas (vagyis team-, csoport-, vagy páros) munkával kapcsolatban. Tovább árnyalja a képet, hogy az együttműködés magasabb szintjét képviselő teammunkában 59%-uk vett már részt, vagyis az ezzel kapcsolatos véleményük valódi élményeken alapul, megalapozott.

A vizsgált mintában *Informatikát* 78, *Informatikai projektvezetést* 48, *Internet technológiát* 36 és *Vállalatirányítási rendszereket* 19%-uk vette fel. Az Informatika elsajátításánál a team-munka hasznosságát az 1-től 5-ig terjedő skálán átlagosan 3,1-re értékelték a válaszadók. Tekintettel arra, hogy ezen tantárgy elsajátítása során csak egyéni tananyagfeldolgozás van, elgondolkodtató, hogy kell-e esetleg valamiféle közös munkát bevezetni, módosítani a korábban bevett gyakorlaton. A teammunkát preferáló *Projektvetés és gyakorlat* tárgy esetében a 4,1-es átlag is mutatja, hogy helyes az irány. Az önállóságot igénylő Internet technológiáknál a megkérdezettek szintén a jelenlegi munkaforma mellett döntöttek az átlagosan 1,7-es válaszukkal. A Vállalatirányítási rendszerek esetében is, ahol az önállóan feldolgozandó tananyag gyakorlatban való alkalmazását kooperálás, kollaborálás segítségével kell szintetizálni, a válaszok 3,8-as átlaga egyelőre nem indokol bármiféle újragondolást. (1. táblázat)

1. táblázat. Különböző tantárgyak esetében mennyire hasznos a teammunka.

Tárgynév	Teammunka hasznosságának átlaga
Informatika	3,1
Projektvezetés és gyakorlat	4,1
Internet technológiák	1,7
Vállalatirányítási rendszerek	3,8

Eredmények értékelése, következtetések

Az alapstatisztikai kérdéscsoporton belül rákérdeztünk a felvételi pontszámra és arra, hogy rendelkezik-e informatikai érettségivel a kérdezett személy, mert a személyes motiváció a sikeresség és hatékonyság növelésében fontos tényező. A válaszadók több mint 50%-a érettségizett informatikából (közép, vagy emelt szinten, illetve tett szakmai informatikai érettségi vizsgát), viszont a felvételi eredményre felük nem emlékezett, ezért az erre a kérdésre adott válasz erősen torzítja az elemzést, így sajnos ezen a területen nem tudunk levonni következtetéseket.

Az eszközhasználati kérdéscsoportban a kutatásunk egyik célja az volt, hogy összevegyük az eszközhasználatot és a gyakoriságot, ezáltal vizsgálva a diszruptív innovatív technológia elterjedését. Megállapítottuk, hogy a vizsgált mintában mind a számítógéppel rendelkezőknek, mind a laptopot birtoklóknak 74%-a naponta legalább egyszer használja az eszközét és szinte ugyanilyen eredményt kaptunk az okosóra

tulajdonosoktól is (72%). Ugyanez a gyakori igénybevétel az okostelefonosokra még inkább jellemző (96 %). A kevésbé elterjedt eszközöket ritkábban használják tulajdonosaik: játékkonzolt csak 12 %-uk használ naponta, drónt még hetente is csak 33%-uk.

Megleő eredményt is kaptunk ebben a kérdéskörben: a VR-szemüveggel rendelkező hallgató minden nap használja azt.

Az ismeretszerzés forrása kérdéskörben adott válaszok elemzésekor is már láthatóvá vált, hogy a felsőoktatásban résztvevő hallgatók csoportja igényli a társakkal való együttműködést, a közös munkát, hiszen a tanuláshoz szükséges információkat a válaszadók több mint 50%-a közösségi oldalakat felkeresve gyakran szaktársaktól (55%), más csoporttagoktól (53%), ismerősöktől (50%) és különböző fórumokon keresztül, adott esetben idegenektől (36%) szerzi be.

Teammunkával kapcsolatos kérdéscsoport kérdéseire adott válaszok elemzésekor szintén érdekes eredményt kaptunk a korábbi megállapításaink fényében, ha az eredményességet is vizsgálatba vontuk. Példaként megnéztük, hogy a 2017/18/2. félévben az említett tárgyak közül kettő esetében milyen érdemjegyek születtek. Az Informatika tantárgyi átlaga 4,06 volt (a kétféle tagozaton elhanyagolható különbséggel), ami igen jó eredmény.

Tehát úgy tűnik, a hagyományos, egyéni tananyagfeldolgozás is teljesen megfelelő módszer. A Projektvezetés tantárgy kapcsán is igen magas átlag született (4,22), viszont itt a levelező tagozatos hallgatók még jobban teljesítettek, átlaguk 4,58 volt. A kutatás a különbség okaira nem tért ki, azonban feltételezzük, hogy valószínűleg nem csak a levelezősök motiváltsága, hanem a közös munkában való nagyobb gyakorlatuk is lehet a siker oka.

A hallgatók a teammunka előnyeiről és hátrányairól alkotott véleményét is vizsgáltuk kutatásunk során. Különböző kijelentések igazságtartalmát kellett egy 1-től 5-ig terjedő skálán megjelölniük. Az alábbi eredmények születtek a különböző állításokra a csoportban végzendő tevékenységekkel kapcsolatban:

Lehetséges előnyök:

- Kellemesebb a légkör csapatban, mint egyedül: 3,6.
- Egyszerűbb, gyorsabb problémamegoldás: 4,0.
- Könnyebb és gyorsabb információszerzés: 3,5.
- Nagyobb teljesítmény: 3,8.
- Kollektív tudást többre értékeli, mint az egyénileg megszerezhető: 3,0.
- Csapatban aktívabb, mint egyedül: 3,4.

Mindezek alapján a gyorsabb információszerzés és problémamegoldás és a nagyobb teljesítmény miatt mindenképpen előnyösebb lehet a többedmagukkal végzett tevékenység a válaszadók szerint.

Érdekes eredményt hozott a csoporton belüli és az egyénileg végzett tevékenységre való hajlandóság vizsgálata. A kollaborálás esetén szinte alig könnyebb rávenni a munkára a válaszadókat, mint az önálló munkánál (3,3 illetve 3,1). Mivel mindkettő hármaskörű érték, kérdés, hogy korábban megfogalmazott (és a válaszokban többé-kevésbé egyértelműen visszaköszönő) pozitív jellemzők miért nem hoztak nagyobb értéket az együttműködés motivációja esetén. Talán mégsem annyira meggyőző a teammunka hatásossága? Esetleg feladattól, környezettől és csapattagoktól függ a siker az együtt munkálkodás során? Esetleg más okok („hátrányok”) miatt nem egyértelműen tökéletes megoldás minden esetben?

Lehetséges hátrányok:

- Fontos, hogy ne kelljen alkalmazkodni másokhoz: 2,9.
- Jobban el tud mélyülni, ha egyedül van: 3,6.
- Az egyéni tevékenységgel szerzett ismeret mélyebb: 3,4.
- Inkább gépekkel, tárgyakkal dolgozik, semmint emberekkel: 2,9.
- Szereti maga szervezni a tevékenységeit: 3,9.
- Az egyéni munka előnye, hogy konfliktusmentes: 3,6.
- Eredményesebb a munkavégzés, ha nem kell másokra várni, másokkal vitatkozni: 3,6.

Tehát mindezek alapján levonhatjuk azt a következtetést, hogy az önállóságra való igény, a másoktól való minél kevésbé függés és a konfliktusok elkerülése miatt van létjogosultsága az egyéni feladatmegoldásos munkaformának. A hallgatók válaszaiból világosan látszik, hogy nekünk, oktatóknak is nyitni kell az innovatív, diszruptív technológiák irányába ahhoz, hogy lépést tudjunk tartani az igényekkel, olyan formában kell az ismereteket átadni, ami az Y- és Z-generáció által kedvelt digitalizált világban hozzáférhető és feldolgozható. Az pedig egyértelmű, hogy alapvetően szeretnek kollaborálni, kooperálni egymással, ez azonban nem jelenti azt, hogy ez az egyedüli „csodafegyver”, a minden helyzetben tökéletes megoldás. Az adott szituációban a tantárgynál és a szereplők esetében is kell jól megválasztani a megfelelő munkaformát.

Összefoglalás

A tanulás sikerességét sok tényező befolyásolja. Függ a személyes kompetenciáktól, a feldolgozandó téma jellegétől, a tanulási környezettől, a rendelkezésre álló eszközellátottságtól és az alkalmazható módszertani repertoártól és még sorolhatnánk. A sikeres kimenet akkor biztosított leginkább, ha a befolyásoló tényezők közötti prioritás az elérendő célnak megfelelően kerül kialakításra. A hagyományos szemléletmódtól való eltérés ajtót nyit a lehetőségek széles tárházára mind a kézzel fogható valós környezetben, mind a virtuális térben, azonban egészséges önismeret és megfelelő előzetes tudás birtokában lehet maximálisan kihasználni.

A jelenkori tanulói társadalom jellemzői, mint például az autonómiát és rugalmasságot biztosító tapasztalati, élményszerű tanulás igénye, a digitális kommunikáció, a virtualitás iránti nyitottság, az azonnali információ rendelkezésre állása és az állandó online kapcsolati igény, a könnyen feldolgozható kisebb tanegységek előnyben részesítése és legfőképpen a társas tevékenységek, az együttműködés, kollaboráció preferálása a közösségi tér, közösségi vagyoni, közösségi élmény és a kollektív tudás kialakítása felé tereli az egyéni tanulási folyamatot is. [17] A tanulók jobban kedvelik azokat a tantárgyakat, ahol csapatban dolgozhatnak, azaz az autokrata irányítás helyett egyenrangú döntési pozícióban helyezkednek el, mégis a felelősség megosztott. Mindezen túl azonban megkapják az általuk vágyott autonómiát, hiszen egyénileg végzik a szerepkörükhöz illeszkedő és kompetenciáiknak leginkább megfelelő feladatokat. [18]

Figyelembe véve a tanulók különböző személyiségét, egy team tagjaként, akár extrovertált, akár introvertált az egyén, képes az önmegvalósításra és a kibontakozásra. Az extrovertált energiát nyer a társas interakciókból egy kooperatív, együttműködő, egymást támogató környezetben. A többiek véleményét összevetve a sajátjával képes problémák megoldására mindemellett munkájának hatékonyságára is jó hatással van a csapatszellem. A felelősség megosztása felszabadítóan hathat, így az esetleges kudarcból való félelem minimálisra csökken, így sokkal impulzívabbá válik az egyén a problémamegoldás során. [19]

A teamen belüli személyiségjegyeknek megfelelő szerepkörökben lehetővé váló egyéni munka az introvertált személyiségeknek kedvez az elmélyülésben. Mivel kompetenciáiknak megfelelő feladatfelosztásban dolgoznak, a tanulók egyéni időbeosztásuk szerint járhatják saját útjukat a team által meghatározott cél elérése érdekében.

A teamen belüli egyéni munkavégzés során megvan a lehetőség a produktív munkára, amely saját idő- és energiabeosztással vezet a sikeres rész-munka befejezéséhez, ezáltal boldogságérzést jelent az egyén számára. Az, hogy nem kell alkalmazkodnia másokhoz növelheti a munkája hatékonyságát, ugyanakkor tudatában van annak a ténynek, hogy számíthat a teamtagok segítségére, ha problémába ütközik vagy olyan döntési helyzetbe kerül, amely kimenete számára bizonytalanság érzését kelti. [20]

[17] Kirschner, P.– De Bruyckere, P.(2017): „The myths of the digital native and the multitasker”. *Teaching and Teacher Education*. %1. kötet 67. Pp. 135–142.

[18] Mustafa, G.–Glavee-Geo R.–Rice, P. M. (2017): „Teamwork orientation and personal learning: The role of individual cultural values and value congruence”. *SA Journal of Industrial Psychology*.

[19] Tarricone, P.–Luca, J. (2002): „Successful teamwork: A case study”. In: Higher Education Research and Development Society of Australia – Annual Conference, Perth, Western Australia.

[20] Hanasyasha, J. (2016): „Testing the Effects of Employee Empowerment, Teamwork, and Employee Training on Employee Productivity in Higher Education Sector,” In: *International Journal of Learning and Development*. Macrothink Institute, Inc.



Példa a hőmérséklet fogalmának általánosítására

Összefoglalás: Ebben a cikkben szeretnénk megmutatni hogyan lehetséges – természetes módon – a klasszikus térelmélet keretein belül bevezetni a dinamikai hőmérsékletet, mint termodinamikai változót. Bevezettünk egy olyan skalárteret (potenciáletteret), amely dinamikus módon generálja a hőmérsékletet, mint térmennyiséget. Ezen potenciál segítségével képesek leszünk leírni a korai univerzum termikus viselkedését az univerzum leírására ismert inflációs kozmológiai modellhez kapcsolódva. Megmutatjuk, hogy a modellben az inflaton tér lebomlik a bevezetett potenciáltérbe. A folyamat dinamikája változik, egy dinamikai fázisátalakulás jelenik meg: az energia terjedésének disszipatív és nem-disszipatív formái között. Jelen leírás összhangban van a már ismert kozmológiai modellek eredményeivel.

Kulcsszavak: Dinamikai hőmérséklet; Lorentz-invariancia; inflaton tér.

Abstract: In the present paper we would like to show how to introduce – in a natural way – the dynamic temperature as a thermodynamic variable within the framework of classical theory. Such a scalar field (potential field) is suggested that generates the temperature in a dynamic way. By the help of this potential we are able to describe the thermal behavior of the early universe connected to a known cosmological model. It is pointed out that the inflaton field decays into the introduced potential field. The dynamics of process changes, a dynamic phase transition appears: between the dissipative and non-dissipative forms of energy propagation. The presented study is in line with the results of known cosmological models.

Keywords: Dynamic temperature; Lorentz invariance; inflaton field.

*Óbudai Egyetem, Kandó
Kálmán Villamosmérnöki
Kar,
E-mail: gambar.katalin@
kvk.uni-obuda.hu

- [1] Gambár, K.–Márkus. F. (1994): *Phys. Rev. E* 50 P. 1227.
- [2] Gambár, K.–Márkus. F. (2005): *Phys. Rev. E* 71. Pp. 066–117.
- [3] Márkus, F. (2005): Hamiltonian formulation as a basis of quantized thermal processes. In: Sieniutycz S.–Farkas H. (Eds.): *Variational and Extremum Principles in Macroscopic Systems*. Pp. 267–291. Oxford: Elsevier.
- [4] Gambár, K.–Márkus, F. (2008): *Phys. Lett. A* 361 P. 283.
- [5] Gambár, K.–Márkus, F. (2008): Példa a hőmérséklet fogalmának általánosítására. *Rep. Math. Phys.* 62 P. 219.
- [6] Márkus, F. (2011): Can a Lorentz invariant equation describe thermal energy propagation problems? In: Vikhrenko, V. S. (Ed.): *Heat Conduction – Basic Research*. Pp. 155–176. Rijeka: InTech.
- [7] Coleman, S.–Weinberg, E. (1973): *Phys. Rev. D* 7 P. 1888.
- [8] Salam, A.–Strathdee, J. (1974): *Phys. Rev. D* 9. P. 1129.
- [9] Frère, J.-M.–Nicoletopoulos. P. (1975): *Phys. Rev. D* 11. P. 2332.
- [10] Frishman, Y.–Römer, H.–Yankielowicz. S. (1975): *Phys. Rev. D* 11. P. 3040.
- [11] Guth. A. H. (1981): *Phys. Rev. D* 23 P. 347.

Bevezető

A gyorsan változó termikus folyamatok nem írhatók le a lokális egyensúly hipotézisére (sztatikus egyenletek) alapozva. Ezért a Lorentz-invariáns, dinamikus hőmérséklet bevezetése szükségesé vált. A Lagrange-formalizmus megfelelő matematikai alapokat teremt az egyszerű termikus folyamatok egy relativisztikusan invariáns leíráshoz [1–6]. A bevezetés után nyilvánvaló elvárás, hogy ezt a termikus skalárteret csatoljuk más fizikai terekkel. Ily módon a termikus viselkedés természetes módon jelenik meg a különböző fizikai folyamatokban. Ez a cikk egy példa ennek bemutatására: a kozmológiai inflaton tér és a termikus potenciáltér csatolására az univerzum kezdeti rövid időszakára [7–23]. Mindkét modellt a dinamikus hőmérséklet (DT) modellt és a Linde-féle inflációs modellt azonos matematikai keretben kell leírni, amelyet a Hamilton–Lagrange-formalizmus tud biztosítani.

A következő fejezetben röviden vázoljuk a termikus hőmérséklet bevezetését és matematikai hátterét. Majd bemutatjuk a Linde-modell leírását, ezután megmutatjuk az inflaton és a termikus tér kölcsönhatásának csatolását. A kapott mozgásegyenletek megoldásait mutatjuk meg (optimális paraméterezést választva) végül.

Termikus folyamatok Lorentz-invariáns leírása

Ahhoz, hogy ellentmondások nélkül egy teret tudjunk csatolni az inflaton térhez, a csatolandó térnek Lorentz-invariánsnak kell lennie. Ezért szükségszerű, hogy a disszipatív (termikus) energiatérjedést Lorentz-invariánsan tudjunk leírni [4, 5] függetlenül a konkrét esetektől. A leírás alapja, hogy a megfelelő Lagrange-sűrűségfüggvényt megadjuk

$$L_w = \frac{1}{2c^4} \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \right)^2 + \frac{1}{2} (\Delta \varphi)^2 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \Delta \varphi - \frac{1}{2} \frac{c^4 c_v^4}{16\lambda^4} \varphi^2, \quad (1)$$

ahol φ a termikus skalár potenciál, c a vákuumbeli fénysebesség, ν_c az állandó térfogat melletti fajhő és λ a hővezetési együttható. A Hamilton-elv alkalmazása után, megkapjuk a mozgásegyenletet

$$\frac{1}{c^4} \frac{\partial^4 \varphi}{\partial t^4} + \Delta \varphi - \frac{2}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \Delta \varphi - \frac{c^4 \nu_c^4}{16 \lambda^4} \varphi = 0. \quad (2)$$

Legyen a dinamikai hőmérséklet definíciója:

$$T = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - \Delta \varphi + \frac{c^2 \nu_c^2}{4 \lambda^2} \varphi. \quad (3)$$

A hőmérséklet időbeli változása megadható a (2) és (3) egyenletek alapján

$$(4) \quad \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 T}{\partial t^2} - \Delta T - \frac{c^2 \nu_c^2}{4 \lambda^2} T = 0.$$

Ez az egyenlet egy Klein–Gordon-típusú egyenlet „negatív tömeg” együtthatóval (harmadik tag az egyenletben). Használva azt az egyszerűsítést, hogy $c=1$; $\hbar=1$ („természetes egység”), és bevezetünk egy „tömeg”-et a termikus térben

$$M_0 = \frac{\hbar \nu_c}{2 \lambda}, \quad (5)$$

a Lagrange-sűrűségfüggvény alakja

$$L_w = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \right)^2 + \frac{1}{2} (\Delta \varphi)^2 - \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \Delta \varphi - \frac{1}{2} M_0^4 \varphi^2. \quad (6)$$

[12] Linde, A. (1982): *Phys. Lett.* B 108 P. 389.

[13] Albrecht, A.–Steinhardt, P. J. (1982): *Phys. Rev. Lett.* 48. P. 1220.

[14] Kolb, E. W.–Turner, M. S. (1990): *The Early Universe Addison-Wesley*. Massachusetts: Reading.

[15] Linde, A. (1994): *Phys. Rev. D* 49. P. 748.

[16] Kofman, L.–Linde, A.–Starobinsky, A. A. (1997): *Phys. Rev. D* 56. P. 3258.

[17] Felder, G.–Kofman, L.–Linde, A. (1999): *Phys. Rev. D* 60. P. 103505.

[18] Liddle, A. R.–Lyth, D. H. (2000): *Cosmological Inflation and Large-Scale Structure*. Cambridge.: Cambridge Univ. Press.

[19] Felder, G.–Kofman, L.–Linde, A. (2001): *Phys. Rev. D* 64. P. 123517.

[20] Felder, G.–Frolov, A.–Kofman, L.–Linde, A. (2002): *Phys. Rev. D* 66. P. 023507.

[21] Desroche, M.–Felder, G. N.–Kratichvil, J. M.–Linde, A. (2005): *Phys. Rev. D* 71. P. 103516.

[22] Hoyle, F.–Burbidge, G.–Narlikar, J. V. (2005): *A Different Approach to Cosmology*. Cambridge.: Cambridge Univ. Press.

[23] Podolsky, D.–Felder, G. N.–Kofman, L.–Peloso, M. (2006): *Phys. Rev. D* 73. P. 023501.

Az Einstein-egyenletek és a mozgásegyenletek a Friedman–Robertson–Walker- (FRW) metrikában

A Friedman-egyenletekhez tartozó Lagrange-függvény L_{FRW} , és a tér metrikája $\tilde{g}$, így a hatás

$$S = \int d^4x \sqrt{-\tilde{g}} L_{FRW} . \quad (7)$$

A Linde-féle inflációs modellben a Lagrange-függvény [7-23]

$$L_{FRW} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \phi}{\partial t} \right)^2 - \frac{1}{2a^2} (\nabla \phi)^2 - V(\phi) , \quad (8)$$

ahol ϕ az inflaton tér, $a(t)$ a tér metrikájához tartozik, az univerzum normált sugarát jelenti az n idő függvényében. Ebben a modellben g a Friedman–Robertson–Walker (FRW) metrikus tenzor, amelynek determinánsa:

$$\sqrt{-\tilde{g}} = a^3 , \quad (9)$$

ahol

$$a = \frac{R(t)}{R_0} . \quad (10)$$

Az inflaton tér mozgásegyenlete a variációs technikát alkalmazva

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial t^2} - \frac{1}{a^2} \Delta \phi + 3H \frac{\partial \phi}{\partial t} = - \frac{\delta V(\phi)}{\delta \phi} . \quad (11)$$

Itt H a Hubble-paraméter

$$H = \frac{\dot{a}}{a} = \frac{1}{a} \frac{da}{dt} . \quad (12)$$

A különböző modellek abban térnek el egymástól, hogy miként választják meg a csatolt terek potenciálját. A hibrid inflációs modell (Andrei Linde), amely széles körben elfogadott modell

$$V(\sigma, \phi) = \frac{1}{2} m^2 \phi^2 + \frac{1}{2} g^2 \phi^2 \sigma^2 + \frac{1}{4\lambda} (M^2 - \lambda \sigma^2)^2 . \quad (13)$$

Az első tag az inflaton térhez tartozik m tömeggel; σ a Higgs-tér, a második tag csatolja az inflaton és a Higgs-teret; a harmadik tag generálja a Higgs-mechanizmust. M a Higgs-bozon tömege (az LHC-kísérlet alapján $M = 125.3 \pm 0.6 \text{ GeV}/c^2$). A Hamilton-sűrűségfüggvény (energiasűrűség-függvény) ezek után könnyen származtatható

$$\tilde{H} = \rho_\phi = \left(\frac{1}{2} \left(\frac{\partial \phi}{\partial t} \right)^2 + \frac{1}{2a^2} (\nabla \phi)^2 + V(\phi) \right). \quad (14)$$

A továbbiakhoz szükséges kiszámolni FRW-metrikában az Einstein-egyenletet

$$\left(\frac{\dot{a}}{a} \right)^2 = \frac{8\pi G}{3} \rho, \quad (15)$$

ahol ρ a tömegsűrűség, G a gravitációs konstans. Továbbá hasznos bevezetni a Planck-tömeget

$$M_{Pl} = \sqrt{\frac{\hbar c}{8\pi G}},$$

$\hbar$ a Planck-konstans per 2π . Ezek után a Friedman-egyenlet, amely a sík univerzumhoz tartozik

$$H^2 = \frac{1}{3M_{Pl}^2} \rho_\phi \quad (16)$$

ahol ρ_ϕ az energiasűrűséget jelenti. Feltételezve, hogy csak egy homogén univerzum létezik, amelyben időben végbemenő események zajlanak, a mozgásegyenletek az alábbira egyszerűsödnek:

$$\frac{d^2 \phi_0}{dt^2} + 3H \frac{d\phi_0}{dt} = - \frac{\delta V(\phi_0)}{\delta \phi_0}, \quad (17)$$

$$H^2 = \frac{1}{3M_{Pl}^2} \left(\frac{1}{2} \left(\frac{\partial \phi_0}{\partial t} \right)^2 + V(\phi_0) \right). \quad (18)$$

Nyilvánvaló, hogy a termodinamika hiányzik a leírásból.

[26] Sandoval-Vilalbalzo, A.–García-Colín, L. S. (2000): *Physica A* 286 P. 307.

[27] Frei Zsolt–Patkós András (2005): *Inflációs kozmológia*. Budapest: Typotex.

A termikus potenciáltér és a skalártér kölcsönhatása

A két folyamat együttes leírását a terek Lagrange-sűrűségfüggvényének csatolásával érhetjük el.

$$L_w = \left(\frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \right)^2 + \frac{1}{2a^4} (\Delta \varphi)^2 - \frac{1}{a^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \Delta \varphi - \frac{1}{2} M_0^4 \varphi^2 \right) + \left(\frac{1}{2} \left(\frac{\partial \phi}{\partial t} \right)^2 - \frac{1}{2a^2} (\nabla \phi)^2 - V(\phi, \varphi) \right). \quad (19)$$

Eközben figyelembe vesszük, hogy a $V(\phi, \varphi)$ potenciál már a termikus tértől is függ. Az elmélet elvárásainak megfelelően a legegyszerűbb választás:

$$V(\phi, \varphi) = \frac{1}{2} m^2 \phi^2 + \frac{1}{2} g_0^2 \phi^2 \varphi^2. \quad (20)$$

Az első tag az inflaton tér, hasonlóan, ahogy a (13) egyenletben van, a második tag a két tér csatolása (inflaton tér és termikus tér). Mivel a disszipáció és a hőmérséklet része a leírásnak, így a *Termodinamika II.* főtétele természetes módon tartalmazza. Alkalmazva a variációszámítást, a megfelelő mozgásegyenleteket, melyek a homogen termikus-inflaton térre vonatkoznak, származtathatók

$$\frac{d^2 \phi_0}{dt^2} + 3H \frac{d\phi_0}{dt} = -(m^2 + g_0^2 \varphi_0^2) \phi_0, \quad (21)$$

$$\frac{d^4 \varphi_0}{dt^4} + 6H \frac{d^3 \varphi_0}{dt^3} = (M_0^2 + g_0^2 \phi_0^2) \varphi_0, \quad (22)$$

$$H^2 = \frac{1}{3M_{Pl}^2} \left[\frac{1}{2} \left(\frac{\partial^2 \varphi_0}{\partial t^2} \right)^2 - \frac{\partial \varphi_0}{\partial t} \frac{\partial^3 \varphi_0}{\partial t^3} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial \phi_0}{\partial t} \right)^2 + \frac{1}{2} M_0^4 \varphi_0^2 + \frac{1}{2} m^2 \phi_0^2 + \frac{1}{2} g_0^2 \phi_0^2 \varphi_0^2 \right]. \quad (23)$$

A dinamikai hőmérséklet:
$$T = \frac{d^2 \varphi_0}{dt^2} + M_0^2 \varphi_0. \quad (24)$$

A csatolt differenciálegyenletek tartalmazzák mind a disszipatív, mind a nem-disszipatív energiaterjedést egyszerre [4, 6, 24, 25]. Úgy tűnik, hogy az inflaton tér kiterjedése, miközben hűl, sikeresen leírható ebben az általunk javasolt modellben, és a későbbi újra melegedő szakasz is. Így teljesül az általánosan elfogadott elv, hogy, a disszipatív folyamatoknak nélkülözhetetlen szerepe van a korai univerzum evolúciójában [26, 27].

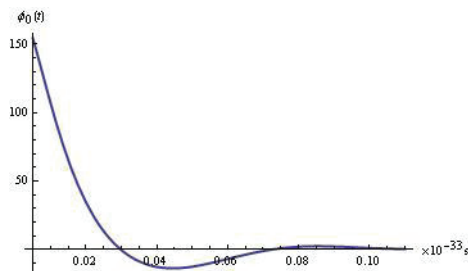
Eredmények és diszkusszió

Az előzőekben megmutattuk, hogyan lehet csatolni az inflaton teret (ϕ) és a disszipatív–nem-disszipatív energiaterjedés generátorteret (ϕ), kiszélesítve ezzel a Linde-féle inflációs modellt a korai univerzumra. A fenti egyenleteket Linde javaslatára a következő paraméterekkel, numerikusan megoldjuk:

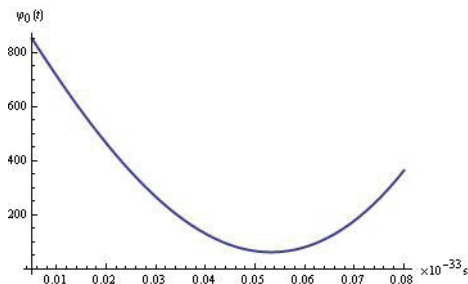
$m = 80\text{ GeV}$, $M_0 = 52.2\text{ GeV}$, és $g_0 = 0.120\text{ GeV}$.

Az eredmények azt mutatják, hogy az energiasűrűség a ϕ inflaton tartományból átváltozik (1. ábra) a termikus tartományba (2. ábra). Annak ellenére, hogy energiaátalakulás van ϕ termikus tér is csökken, mivel a lehűléses tágulás sokkal gyorsabb. Ennek a következménye lesz, hogy az inflaton tér oszcillálni kezd (1. ábra), és ugyanekkor kiszámolt termikus tér (2. ábra) és a hőmérséklet (3. ábra) növekedni kezd az energiaátalakulás miatt. A számolt és ábrázolt normált univerzum-sugár (4. ábra), az energiasűrűség (5. ábra) és a nyomás (6. ábra) ugyancsak egyeznek az irodalomból ismertekkel.

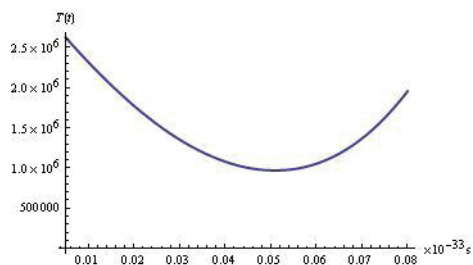
1. ábra. Az inflaton tér időfüggése, csökkenés, majd kezdődő oszcilláció.



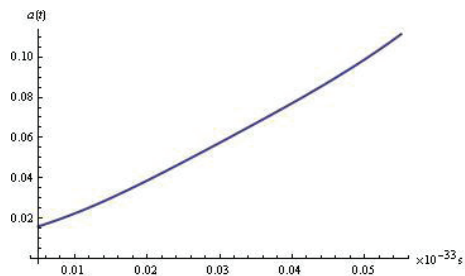
2. ábra. A termikus tér változása az idő függvényében.



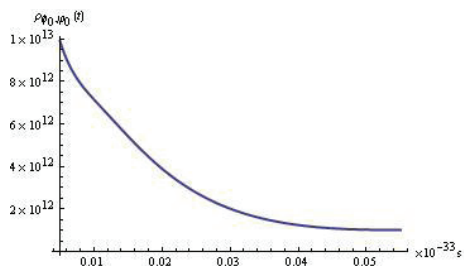
3. ábra. A hőmérséklet változása az idő függvényében.



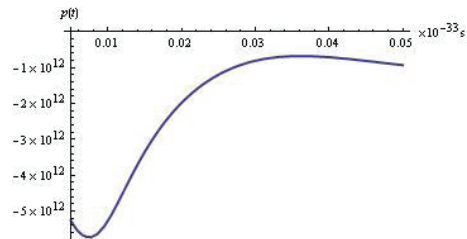
4. ábra. A táguló univerzum normált sugara az idő függvényében.



5. ábra. Az univerzum csökkenő energiasűrűsége



6. ábra. A nyomás időfüggése.



Galéria

Németh István fotói (Szentpétervár-épületek)



