

## „Low-Energy Room”

### Szerző:

Borbély Zalán Zoltán  
Debreceni Fazekas Mihály Gimnázium

Lupó Patrik  
Medgyessy Ferenc Gimnázium,  
Művészeti Szakgimnázium és Technikum

Első szerző e-mail címe:  
zalanborbely@gmail.com

### Lektorok:

Újvári Balázs (PhD)  
Debreceni Egyetem

Szabóné Balogh Ágota (Ph.D.)  
Gál Ferenc Egyetem

...és további két anonim lektor

### Absztrakt

Napjainkban sok szó esik arról, hogyan takarékoskodjunk a vízzel, árammal, ne pazaroljunk, mert nem tudjuk, hogy meddig lehet még bírni ezt a mértéktelen fogyasztást megszorítások nélkül. Sajnos nem igazán látható, hogy a zöld szervezetek által indított kampányoknak nagy hatása lenne az általunk ismert emberekre. Lehet, hogy mindenki tudja, hogy belátóan, sőt beosztóan kellene élnünk az energiáinkkal, mégsem tapasztalható, hogy tömegesen eszerint viselkednénk. Mi valóban tenni szeretnénk valamit az energiapazarlás ellen, ezért arra gondoltunk, hogy használjuk ki az okos eszközöket! Teremtünk a fogyasztók számára kellemes környezetet, vagyis oldjuk meg számukra ezt a problémát anélkül, hogy nekik ez erőfeszítésükbe telne. Gondoskodjunk róluk anélkül, hogy ez számukra bármilyen nehézséggel járna. Ötletünkkel a 31. Ifjúsági Tudományos és Innovációs Tehetségkutató Versenyen dicséretben részesültünk. Az ötlet megvalósításáról szól az alábbi tanulmány.

**Kulcsszavak:** STEM, szenzorok, környezetvédelem

**Diszciplinák:** informatika, fizika, biológia

### Abstract

Nowadays, there is a lot of talk about how to conserve water and electricity, not to waste it, because we don't know how long this excessive consumption can be sustained without restrictions. Unfortunately, it is not really visible that the campaigns launched by green organizations would have a great impact on the people we know. It may be that everyone knows that we should use our energies with insight and even allocation, yet it

is not observed that we behave accordingly en masse. We really want to do something against energy waste, so we thought of using smart devices! Let's create a pleasant environment for consumers, that is solve this problem for them without it costing them any effort. Let's take care of them without causing them any difficulty. We were praised for our idea at the 31st Youth Scientific and Innovation Talent Search Competition. The following study is about the implementation of the idea.

**Keywords:** STEM, sensors, environmental protection

**Disciplines:** IT, physics, biology

Borbély Zalán Zoltán és Lupó Patrik (2022): „Low-Energy Room”. *Mesterséges intelligencia – interdiszciplináris folyóirat, IV. évf. 2022/2. szám.* 57-67. doi: [10.35406/MI.2022.2.57](https://doi.org/10.35406/MI.2022.2.57)

Hogyan lehetne energiatakarékosabbá tenni egy-egy helyiség megvilágítását? A Debreceni Egyetem Fizikai Innovációs Kutatóműhelyében (v.ö.: Borbélyné Bacsó Viktória, 2020) tevékenykedve kezdtünk gondolkodni e probléma saját eszközökkel történő megoldásán. Mivel egy korábbi projekt keretében (vö: Borbélyné, Szabó, Farkas, Ujvári 2021.) itt ismerkedtünk meg a szenzoros mérés alapjaival, ezért kézenfekvő volt az ötlet, hogy készítünk egy olyan szenzoros berendezést, amely segít az ötlet megvalósításában.

Tervünk egy olyan eszköz létrehozása volt, amely tartalmaz páratartalom mérő, hőmérséklet és szén-dioxidmérő szenzort és folyamatosan monitorozza a szoba levegőjének állapotát. Az adatokat felhőbe gyűjtjük és megfigyeljük, hogy milyen értékeket kapunk, amikor senki sem tartózkodik a szobában, illetve mennyivel változnak az adatok, amikor egy vagy több személy használja a levegőt. Adataink alapján eldönthető, hogy tartózkodik-e valaki a szobában. Amennyiben nem,

akkor az intelligens villanykapcsolónak „üzen” a berendezés, hogy kapcsolja le a világítást. Így elérhető, hogy ne órákon át világítson fölöslegesen egy kiürült szobában a lámpa, hanem néhány percen belül megszakítjuk az áramkört. Elképzelhető, hogy van már ilyen berendezés üzleti fogalomban (tudomásunk szerint nincs, de ha van, biztosan meglehetősen magas áron). A mi eszközünk azonban bármely család vagy érdeklődő tanuló által, olcsón elérhető eszközökből házilag összerakható. Így a környezettudatos cselekvés mellett az alkotás örömét is megadjuk azok számára, akiknek számít az energiafogyasztásuk. Ezt követően pedig nincs más tennivaló, kimehetünk a szobából, mert néhány percen belül a lámpa lekapcsol.

#### **Az eszköz összeállítása**

A célunk az volt, hogy mérni tudjuk a hőmérséklet, páratartalom és szén-dioxid szintet a helyiségben, ezért ennek megfelelően választottuk ki a lehető legegyszerűbb és legolcsóbb

eszközt. Mivel azok számára is szerettünk volna ötletet adni, akik ugyan még nem ismerik, de szeretnék megismerni a szenzoros mérések világát, ezért úgy döntöttünk, hogy a megvalósításhoz az Arduino platformot választjuk.

Az Arduino Uno kártya (1. ábra) normál USB csatlakozóval van felszerelve, és ezzel egyszerűen csatlakoztathatjuk az alap-lapot a számítógéphez.

1. ábra: Arduino uno mikrokontroller. Forrás: Net1

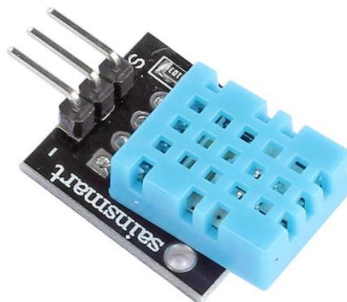


A kártyára szerelt ATMEGA328 mikrokontroller elegendő memóriát és hardverforrást tartalmaz számos vezérlőalkalmazás végrehajtásához. Ez az eszköz nem túl drága, könnyű a kezelhetősége és sokféle probléma megoldására lehet felhasználni a bővítmények széles skálája miatt. Az alkalmazáskészítéshez használt szoftver (Arduino IDE) is egyszerűen alkalmazható, ugyanakkor rugalmas, sok lehetőséget kínál a kezdő és haladóbb felhasználók számára is, ezen felül futtatható MacOS, Windows és Linux operációs rend-

szereken is. Mi Windows és Linux operációs rendszer alatt egyaránt használtuk.

Kiválasztottuk a DHT11 digitális hőmérséklet- és páratartalom-érzékelő szenzort (2. ábra), amely kapacitív páratartalom-érzékelőt és termisztort használ a környező levegő mérésére, és digitális jelet ad ki a kimeneten (nincs szükség analóg bemeneti pinre). Meglehetősen egyszerű a használata, de körültekintést igényel az időzítés, hogy a megfelelő adatokat kapjuk. Az eszköz alkalmas a 20-80% -os páratartalom méréshez, 5% -os pontossággal, illetve 0-50 ° C-os hőmérséklet-méréshez  $\pm 2$  ° C pontossággal.

2. ábra: DHT11 digitális hőmérséklet- és páratartalom-érzékelő szenzor. Forrás: Net2



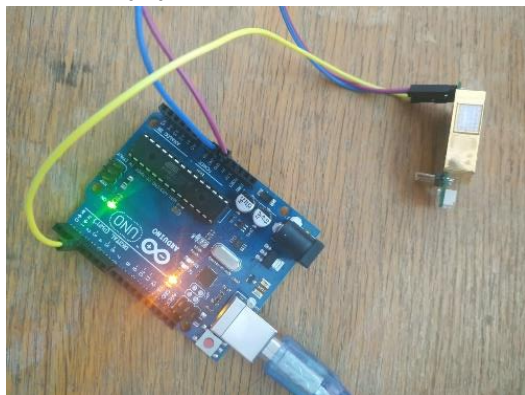
Felhasználtuk még a MHZ19B levegő CO<sub>2</sub>-szint érzékelő modult (3. ábra), amelynek mérési tartománya: 0-2000ppm / 0-5000ppm, 0~5% térfogatszázalék. Kb. 3 perces bemelegedési ideje kicsi hosszúnak bizonyult, de használatának egyszerűsége kárpótol a várakozásért.

3. ábra: MHZ19B levegő CO<sub>2</sub>-szint érzékelő modul. Forrás: Net3



Az összeállított berendezés kezdetben csak hőmérséklet-páratartalom mérőként funkcionált, majd kiegészítve a szén-dioxid szenzorral, már három értéket mérhettük egyszerre (4. ábra).

4. ábra: berendezésünk CO<sub>2</sub>-mérővel kiegészítve. Forrás: a Szerzők



### Mérések tapasztalatai

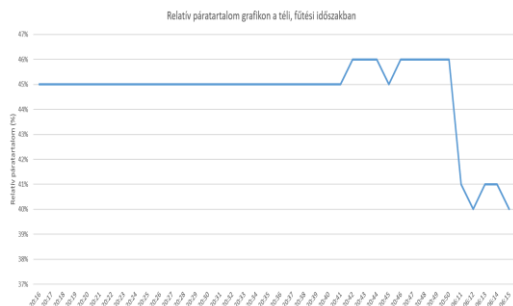
Miután összeállítottuk az eszközt, mérni kezdtünk vele. Több helyen és időben végeztünk méréseket. Otthonunkban, iskolánkban,

az egyetemi műhelyszobában. Mértünk kisebb szobában és nagyobb helyiségben. Figyeltük a három kiválasztott környezeti paraméter alakulását. A méréseket télen kezdtük. Sajnos hamar kiderült, hogy a hőmérséklet és páratartalom adatok számunkra nem olyan markánsak, hogy jól alátámasztható következtetéseket tudjunk belőlük levonni, amelyek egyértelműen előre vihettek volna minket kitűzött célunk irányába. Megállapítottuk, hogy amennyiben téli időszakban vagyunk, akkor a szoba fűtése olyannyira állandó hőmérsékletet biztosít, hogy ehhez viszonyítva a szobában tartózkodók által termelt hő nem számottevő, a hőmérsékletnövekedés/csökkenés olyan minimális, hogy nem szemléltethető látványosan, nem hozható egyértelmű összefüggésbe a bent tartózkodás vagy távozás tényével. A kapott hőmérsékleti görbe télen követte a fűtőtest működését (5. ábra). Sajnos a páratartalommal sem volt sokkal több sikerünk, hasonló volt a tapasztalatunk, a görbe túlnyomó részt egyenes volt, minimális volt az ingadozás, kivéve, szellőztetések alkalmával (6. ábra).

5. ábra: Mért hőmérsékleti adatok. Forrás: a Szerzők



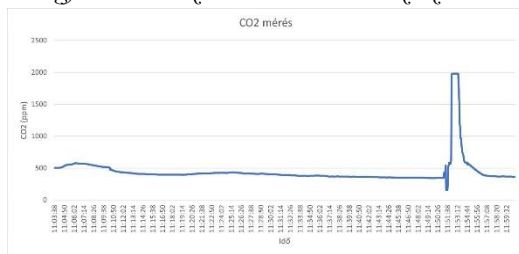
6. ábra: Mért páratartalom adatok. Forrás: a Szerzők



A szén-dioxid grafikon már sokkal látványosabb volt. Ebben az esetben szépen látszott, hogy amikor személyek voltak bent a helyiségben, a gáz szintje emelkedett, amikor senki sem volt bent, akkor a CO<sub>2</sub> szint visszaállt egy adott értékre. Minden esetben meghatároztuk, hogy mennyi ez az érték adott méretű helyiségre vonatkoztatva. Néhány jellemző helyiségben mért értékek:

- 12 m<sup>2</sup>-es, (műanyag nyílászárós) szoba esetén az alapérték 372 ppm volt (7. ábra).

7. ábra: Szén-dioxid szint alakulása, ha egy ember van egy 12 m<sup>2</sup>-es szobában. Forrás: a Szerzők



- Az egyetemi kutatóműhely 25 m<sup>2</sup>-es, (réggebbi típusú, fa nyílászárós) szobájában 352

ppm. A műhelyszobában változtattuk a létszámot: voltunk ketten, hárman és öten is egyszerre a helyiségben. A görbén látható, hogy amikor hárman és öten voltunk, kiugróan magas értéket mutatott, majd amikor csökkent a létszám, csökkent a szén-dioxid szint is. A grafikon szépen követte a létszám-változást (8. ábra).

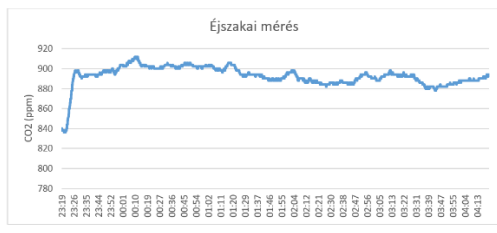
8. ábra: Szén-dioxid szint alakulása, 2, 3 és 5 ember egy 25 m<sup>2</sup>-es egyetemi műhelyszobában. Forrás: a Szerzők



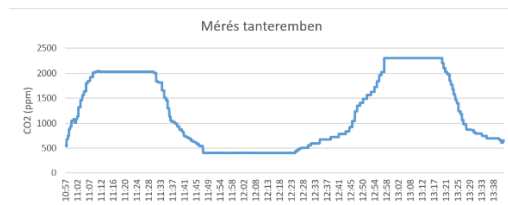
- Éjszaka is mértünk, mégpedig azért, hogy lássunk egy kontrollt arra vonatkozóan, hogy amennyiben nincs mozgás a szobában, egy személy folyamatosan bent tartózkodik, a szén-dioxid szint valóban változatlan (és a nappali értékekhez viszonyítva meglehetősen magas, adott éjszakán 900 ppm körüli érték – 9. ábra).

- Osztályteremben is mértünk. Ez volt a legnagyobb helyiség: 40 m<sup>2</sup>-es, 28, illetve 32 tanulóval. Mint, ahogyan a 10. ábrán is látható a becsengetés után elkezdett emelkedni a szén-dioxid szint, majd egy maximum értéket elérve (2036 ppm) állandósult az óra végéig. Kicsengetéskor csökkenni kezdett az érték, de

9. ábra: Szén-dioxid szint alakulása éjszaka egy ember esetén 12 m<sup>2</sup>-es szobában. Forrás: a Szerzők



10. ábra: Szén-dioxid szint 40 m<sup>2</sup>-es tanteremben 28 fő, majd 32 fő jelenlétében. Forrás: a Szerzők



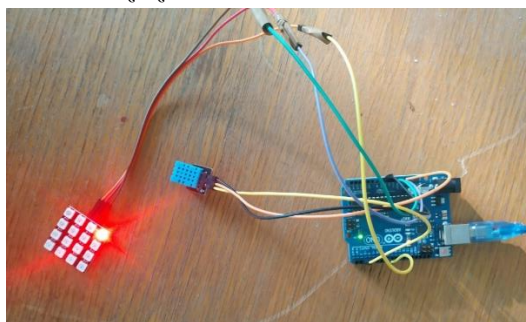
nem volt elég a 10 perces szünet, sokkal tovább tartott, amíg lecsökkent a tanóra előtti, sőt attól is kisebb értékre (402 ppm). Egy tanóra kimaradt, addig a terem üres volt, majd a következő tanórán ismét emelkedni kezdett a gáz szintje. Mivel többen voltak a második órán, magasabb értéken állt meg a maximuma (2300 ppm), majd kicsengetéskor újra csökkent. Viszont nem tudott teljesen az óra előtti értékre csökkenni, mert most nem volt üres a terem, és a következő osztály innen (612 ppm) kezdete újra növelni a szén-dioxid szintet.

A kapott értékeket táblázatba foglaltuk a mérési körülmények változása megmutatkozik a referencia értékek változásában is.

**Okosodó eszköz:  
villanykapcsolás „demó”**

Mérőeszközünket kiegészítettük egy 4x4-es led panellel (11. ábra). Ezzel demonstráltuk a lámpát, amelyet le kell kapcsolni, amennyiben a környezeti paraméterek, egy bizonyos érték alá csökkennek.

11. ábra: LED panellel kiegészített mérőeszköz. Forrás: a Szerzők

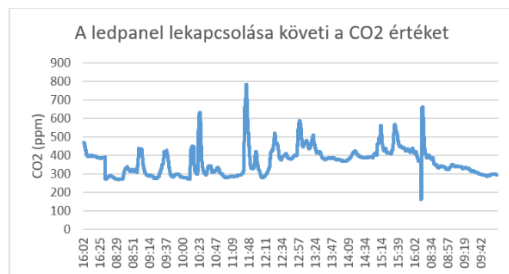


Amikor egy újabb helyiségben kezdtünk vizsgálgódn, mindig feltérképeztük a referencia értéket, amely azt jelezte, hogy senki sem tartózkodott a helyiségben. Ehhez a „kimért” értékhez igazítottuk programunk futását.

Programunkba „kézzel” beírva ezt az értéket, egy feltételes utasítás részeként vezéreltük a LED panel lekapcsolását. Ezt követően, amennyiben méréseink során kiment mindenki a szobából, és elérte az eszköz az adott referencia értéket, akkor lekapcsolt a világítás. Amikor nem voltunk bent a szobában, akkor nem láthattuk, hogy lekapcsol-e a lámpa. Ezért nem mentünk ki, de elkezdünk szellőztetni és figyeltük a LED viselkedését. Az elgondolás és a program jól működött: adott

szén-dioxid érték alatt kikapcsolt a lámpánk (12. ábra). A grafikonon látható egy meredek esési szakasz is. Ez abból adódhatott, hogy ablakot nyitottunk. Ez felhívta a figyelmünket arra, hogy nem csak akkor mehet le a szén-dioxid szint, amikor kimegyünk a szobából, hanem szellőztetés során is, ami szintén maga után vonhatja a lámpa lekapcsolását. Ez viszont nem okozott gondot, mert megnéztük, hogy hány ppm visszaesést jelent az ablaknyitás. Azt tapasztaltuk, hogy amennyiben ablakot nyitunk, az hozzávetőleg 120-150 ppm körüli zuhanást jelent a pillanatnyi értékhez viszonyítva. A programot eszerint változtattunk, hogy amikor ezt tapasztaljuk, biztos, hogy kinyitottak egy ablakot, így ebben az esetben ne kapcsoljon le a lámpa. Ehhez csak annyit kellett figyelniünk, hogy két egymás követő érték nem több-e, mint 120 ppm.

12. ábra: LED panel lekapcsolása feltétel alapján.  
Forrás: a Szerzők



### Finomodó eszköz: 3D váz

Mérőberendezésünket sokat hoztuk-vittük, mert számos helyen végeztünk méréseket. E-közben gyakran kilazult egy-egy csatlakozó, és

minden mérést egy kis reparálással kellett kezdenünk. Egy alkalommal az egyik vezetékre tettünk egy nehezebb tárgyat a táskában, a vezeték megtört és mivel nem volt nálunk pótzeték, aznapra a mérést nem állt módunkban elvégezni. Ez nem kis bosszúságot okozott, mert minden napnak meg volt a maga feladata. Ettől kezdve már mindenféle pótzetékkel indultunk el otthonról. És ezzel párhuzamosan felmerült bennünk az igény arra, hogy a kilógó, szétterülő és emiatt sérülékeny berendezést továbbfelesszük, kompaktabbá tegyük. Ezért úgy gondoltuk, hogy létrehozunk számára egy dobozt, amely nem csak szebb formát ad neki, de biztonságosabban szállíthatóvá teszi. Bár a berendezés az év során eléggé hozzáánk nőtt, és teljesen megszoktuk, de nem biztos, hogy minden szem számára „elviselhető látvány” egy olyan villódzó kütyü, amelyből számos vezeték „lóg” minden irányban. Ezért mindenképpen szeretnénk volna esztétikusabb külsőt kölcsönözni a mérőberendezés számára. A dobozt megterveztük és 3D nyomtatóval kinyomtattuk. Ebben segítségünkre volt Szabó Dániel Dénes (vő: Szabó és Pírint, 2020) villamosmérnök hallgató, aki már nagy gyakorlattal rendelkezik ezen a téren és megtanította nekünk, hogyan lehet megtervezni a dobozt (13. ábra).

A kis tároló aljába éppen beleilleszkedik az Arduino Uno, ha esetleg cserélni kellene másik kártyára, akkor újra kellene tervezni és nyomtatni. A doboz tetejére ragasztottuk a szenzorokat, oldalára a led panelt. Így mindennek helye van és mivel minden rögzítve van, a vezetékek sem tudnak elmozdulni, a csatlakozások sem lazulhatnak ki. A doboz ol-

13. ábra: Tervezni tanulunk. Forrás: a Szerzők



15. ábra: Csatlakozók. Forrás: a Szerzők



16. ábra: Dobozba zárva. Forrás: a Szerzők



dalán hagyott nyíláson keresztül lehet a kártyára csatlakozni, amennyiben számítógéphez szeretnénk csatlakoztatni. Az aljára, pedig egy kis reklámként, rákerült a projektünk elnevezése (14-17. ábrák).

14. ábra: 3D vász. Forrás: a szerzők)



17. ábra: Működés közben. Forrás: a Szerzők





### Tapasztalatok

A szén-dioxid szint nyomon követése minden esetben sikeresnek bizonyult.

A legtöbb esetben sikerült meghatározni azt a referencia értéket, amely esetén szinte biztosan állíthatjuk, hogy senki sem tartózkodik a helyiségben. Azonostottunk néhány mérési eredményt (függő változót) befolyásoló független változót: a) Nem volt mindegy, hogy milyen méretű helyiségben helyeztük el a mérőberendezést. b) Az is számított, hogy a helyiségben milyen nyílászárók voltak. c) Az sem volt közömbös, hogy a mérő eszközt hová helyeztük el a szobában. Ezek egyaránt befolyásolták a mérési eredményeket. Kategóriánként tíz mérést végezve kerestük azt az átlagos értéket, amely adott helyiség esetén jellemezte számunkra a szoba üres állapotát a nyílászárók zárt állapota mellett (1. táblázat).

*1. táblázat: Különböző helyiségek átlagos ppm értékei. Forrás: a szerzők*

<b>12 m<sup>2</sup>-es szoba, műanyag nyílászárók</b>	<b>25 m<sup>2</sup>-es szoba, fa nyílászárók</b>	<b>40 m<sup>2</sup>-es tanterem műanyag nyílászárók, 28 tanuló távozása után 5 perccel</b>
372 ppm	352 ppm	464 ppm

Az 1. táblázatból is látható, hogy nem tudunk egy konkrét referencia értéket megjelölni, amely egyértelműen és univerzálisan megadja, hogy mikor nem tartózkodnak a helyiségben. Ez az előbbi felsorolásból is láthatóan több körülménytől is függ. Ezért az eszköz használata előtt minden esetben el kell

végezni a referencia vizsgálatot. Vagyis mérések sorozatának kell megelőznie a berendezés használatát. Amennyiben sikerül meghatározni az adott lakás helyiségeire vonatkozóan ezeket az értékeket, megkezdődhet az eszköz használata, amely azt követően már nagy biztonsággal megállapítja, hogy üres-e a helyiség. Ez a folyamat nem megy azonnal, mert szükséges néhány perc, amíg a műszer valóban leereagálja a bent tartózkodók számában történt változást. És szükséges ahhoz is néhány perc, hogy megnézzük, beállt-e egy hosszabb távon állandó, alacsonyabb érték, amely jelezheti a távozást.

Az elhelyezésre vonatkozóan azt tapasztaltuk, hogy az a jó, ha a helyiség közepén helyeztük el a berendezést, ahol minden irányból éri a levegő és nagyjából azonos távolságban fogják körbe a szobában jelen lévő személyek. Amennyiben egy ember él a szobában, akkor arra a helyre érdemes tenni, ahol napközben a leggyakrabban tartózkodik.

### Felmerülő kérdések

Többen is kérdezték, hogy miért „időzünk” szenzoros méréssel. Sokkal egyszerűbb volna a mozgásérzékelő. Mi azért nem mozgásérzékelőben gondolkodtunk, mert egy szobában zavaró lehet, ha lekapcsol a világítás, amikor bent vagyunk, de nem mozgunk. Illetve tapasztalatunk szerint az alap (egyszerűbb) mozgásérzékelők kisebb hatótávolságban érzékelnek és egyszerre többet is el kell helyezni belőlük, amennyiben nagyobb helyiségről van szó, illetve össze kell hangolni működésüket. Természetesen a speciálisabb hőkamerás és radaros mozgásérzékelők tökéletesebben

megfelelhetnek a célnak, mint a mi berendezésünk, de ezek már néhány árkategóriával drágábbak is.

Kérdéses lehet az is, hogy miként csökken le a szén-dioxid szint a szobában, ha kimegy mindenki, de nem szellőztetünk. Ehhez a termodinamikai egyensúlyt lehetne hasonlítani. Ha egy rendszerben hőmérséklet különbség van, akkor ez egy idő után megszűnik és beáll egy közös, közbülső hőmérséklet. Persze nem teljesen ugyanerről van szó, de amikor kimegyünk a szobából, a belső ajtók nyílásain keresztül a szén-dioxid eloszlik a lakás levegőjében és az adott szobában csökkenni fog a szintje, illetve mivel az ablakok sem zárnak teljesen légmentesen, abból az irányból is várható kiegyenlítődés.

### Terveink

Úgy gondoljuk, hogy létrehozott eszközünkkel jó közelítéssel meg tudjuk adni, hogy mikor tartózkodik valaki adott helyiségben, és mikor nem, mikor kell lekapcsolni a helyiség világítását. A világítás lekapcsolását is modellezni tudjuk a LED-panellel. Nagy lépést jelentene a wifi-s kommunikáció kialakítása a helyiség lámpa kapcsolójával. Ehhez azonban másik mikrokontrollerre lenne szükség. Ennek megvalósítása folyamatban van. Ezt követően a következő lépés lehetne a háztartási okos eszközökre is kiterjeszteni a hatótávolságát. Ezen képesség birtokában valóban rengeteget lehetne spórolni az áramszámlával. A másik irány, amely méréseink során eszünkbe jutott, hogy nagyon egyszerűen megvalósítható, hogy a LED – panel világításának színét megváltoztassuk, amikor a szén-dioxid

szint elér egy bizonyos, már az egészségre káros értéket. Ekkor elkezdd más színnel világítani, és az energiatakarékosság mellé felsozhat az egészségvédelmi funkció is.

Mindkét fejlesztési irányt izgalmasnak tartjuk és a jövőben dolgozunk megvalósításukon, hogy egyszer valóban kiérdemeljük a Low (és esetleg a Safe) Energy Room jelzöt.

### Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetünket kifejezni a kutatóműhelyben munkánkat segítő mentoroknak: Borbélyné Bacsó Viktóriának (vö: Borbélyné 2022.), Ujvári Balázsnak, Elek-Korcsmáros Bertának, valamint Szabó Dániel Dénesnek!

### Irodalom

- Borbélyné Bacsó Viktória (2020): FizikaiInnovációs Kutatóműhely – Középiszolás diákok kutatómunkája Debrecenben. *OxIPO – interdiszciplináris tudományos folyóirat*, 2020/1, 85–87. doi:[10.35405/OXIPO.2020.1.85](https://doi.org/10.35405/OXIPO.2020.1.85)
- Borbélyné Bacsó Viktória (2022): STEM középiskolai tehetséggondozó innovatív műhely. *OxIPO – interdiszciplináris tudományos folyóirat*, 2022/2. 83-88. DOI [10.35405/OXIPO.2022.2.83](https://doi.org/10.35405/OXIPO.2022.2.83)
- Borbélyné Bacsó Viktória, Szabó Dániel Dénes, Farkas Máté János és Ujvári Balázs (2021): Erdötűzek dinamikájának vizsgálata a Medgyessy Ferenc Gimnáziumban. *Mesterséges intelligencia – interdiszciplináris folyóirat*, III. évf. 2021/1.

szám. 107-110. doi:  
[10.35406/MI.2021.1.107](https://doi.org/10.35406/MI.2021.1.107)

Net1: *Arduino uno mikrokontroller*. Letöltés:  
2022.11.11. URL:  
<https://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>

Net2: *DHT11*. Letöltés: 2022.11.11. URL:  
[https://www.hestore.hu/prod\\_10041274.html](https://www.hestore.hu/prod_10041274.html)

Net3: *MHZ19B levegő CO2-szint érzékelő modul*. Letöltés: 2022.11.11. URL:

[https://www.hestore.hu/prod\\_10038169.html](https://www.hestore.hu/prod_10038169.html)

Szabó Dániel Dénes és Pirint Róbert Olivér  
(2020): Felhőben az egészségünk.  
*Mesterséges intelligencia – interdiszciplináris folyóirat*, II. évf. 2020/2. szám. 73-86. doi:  
[10.35406/MI.2020.2.73](https://doi.org/10.35406/MI.2020.2.73)