



MEZŐGAZDASÁGI TERÜLET MELLETT LÉTESÜLT LAKÓÉPÜLETEKBEN KELETKEZŐ SZENNYEZŐANYAGOK KOMFORTRA GYAKOROLT HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA

FEKTI LÁSZLÓ RICHARD¹ - GÉCZI GÁBOR²

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gödöllő

¹MVM Paksi Atomerőmű Zrt. ²Műszaki Tudományi Doktori Iskola,

ÖSSZEFOGLALÁS

Lakóépületekben, zárt terekben ott, ahol életünk döntő részét (80-90%-át) töltjük, sokféle szennyezőanyag fordul elő és kimutatott tény, hogy rendkívül sok esetben a szennyezőanyag értékei az előírt határértékek felett vannak. A koncentráció bizonyos anyagoknál (mint CO², radon) különösen akkor magas, ha nincs megfelelően betervezett, kivitelezett szellőztető berendezés. A pandémiás helyzet óta egészségtudatosabban élünk és jobban odafigyelünk a belső – külső levegő minőségére. Abelső terek levegőjének minősége új értelmet kapott, amit komplexen kell kezelni, ami jelen helyzetben az emberek nézetébe felértékelődött. Méréseim folytatásával céloim meghatározni az optimális légcsereszámot figyelembe véve a szellőztető berendezéssel rendelkező, szellőztető berendezés nélküli lakóépületeket a két különböző lakókörnyezetben más-más tulajdonságok mellett.

Keywords: radonkoncentráció, levegő minőség, beltér, szennyezőanyagok

BEVEZETÉS

A világ bármely részén is tartózkodunk éppen, a külső és belső terek levegője mindig tartalmaz adott mennyiségű és minőségű szennyezőanyagot. A leginkább jellemző szennyezőanyagforrás a szén-dioxid, de természetesen e gázon kívül egyéb szilárd, illetve gáz halmazállapotú szennyezőanyagok is megtalálhatók a levegőben (pl. radon, azbeszt,

dohányfüst stb.). Mégis, a szén-dioxid az egyik leginkább vizsgált, meghatározó szennyezőanyag típus. Mindez nem véletlen, hiszen az emberi tartózkodás egyik következménye az életlani folyamatok eredményeként kilélegzett szén-dioxid.

Kutatásunk során különböző helyszíneken, mezőgazdasági terület mellett és városias környezetben épület lakóépületek komfortjára összpontosul. Vizsgáljuk, miként változnak a szennyezőanyag koncentráció értékei egy mezőgazdasági terület közelében, szemben egy városias környezetben fekvő lakóépület esetében.

IRODALMI ÁTTEKINTÉS

Jelen tanulmány célja, hogy bemutassuk, hogy a szakirodalmi áttekintést követően rendkívül sok kutatás foglalkozik a belső levegő minőségével, sokan kutatják a különböző szennyezőanyagok forrásait, okait, megengedett koncentrációjukat, viszont semmilyen mutatószám nincs arra vonatkozóan, hogy a radon és a toron mekkora szellőztetéssel lehet a belső térből eltávolítani, úgy, hogy különösebb veszélyt ne jelentsen az ember egészségére. Maximálisan megengedett koncentráció értéke Magyarországon 300 Bq/m^3 értéknél lett meghúzva a 487/2015. (XII. 30.) Korm. rendelet szerint, szabványok szabályozzák és ajánlásokat is kapunk, de arra vonatkozóan, hogy mekkora légcserével lehet eltávolítani a belső térből, arra semmilyen mutatószám nincs.

A leginkább jellemző szennyezőanyag a gáz halmazállapotú szén-dioxid (CO_2), de ezen kívül más gáz, illetve szilárd szennyezőanyagok is jelen vannak körülöttünk, mint pl. radon (^{222}Rn), formaldehid (CH_2O), valamint dohányfüst, építő és burkoló anyagok kipárolgási termékei, vírusok stb.

Csáki 2010-ben kísérletekkel igazolta, hogy lakások légterében a benttartózkodók számától függően a kezdeti 500 ppm CO_2 érték néhány óra alatt meghaladja a 2500 ppm koncentrációt (Csáki I. 2009). Herceg 2008-as kutatásai során megállapította, hogy a személyek közérzete romlik és koncentrálóképesége hanyatlak, mikor 2-3 órát töltenek olyan zárt térben, ahol a levegő CO_2 koncentrációja 3000 ppm , vagy magasabb (Herzeg L. 2008).

Rovira et al., 2016-ban Katalóniában, Spanyolországban kiválasztott véletlenszerűen 10 lakóépületet, beltéri és kültéri levegőminták gyűjtésére. Megállapították, hogy a házakban a található formaldehid koncentráció meghaladták a küszöb értéket, így a rákkeltő kockázatok sem voltak elfogadhatók [J. Rovira et al 2016) A radon egy szintelen,

szagtalan, természetes előfordulású radioaktív nemesgáz. Magas olvadás- és forráspont jellemzi, a legnehezebb nemesgáz. Oldhatósága a hőmérséklet növekedésével csökken, hideg vízben jobban oldódik. A periódusos rendszer 86. eleme, tömegszáma 200 és 226 között változhat. Mindegyik izotópja radioaktív, összesen 27 izotópja van (Cothorn. C.R.1987)

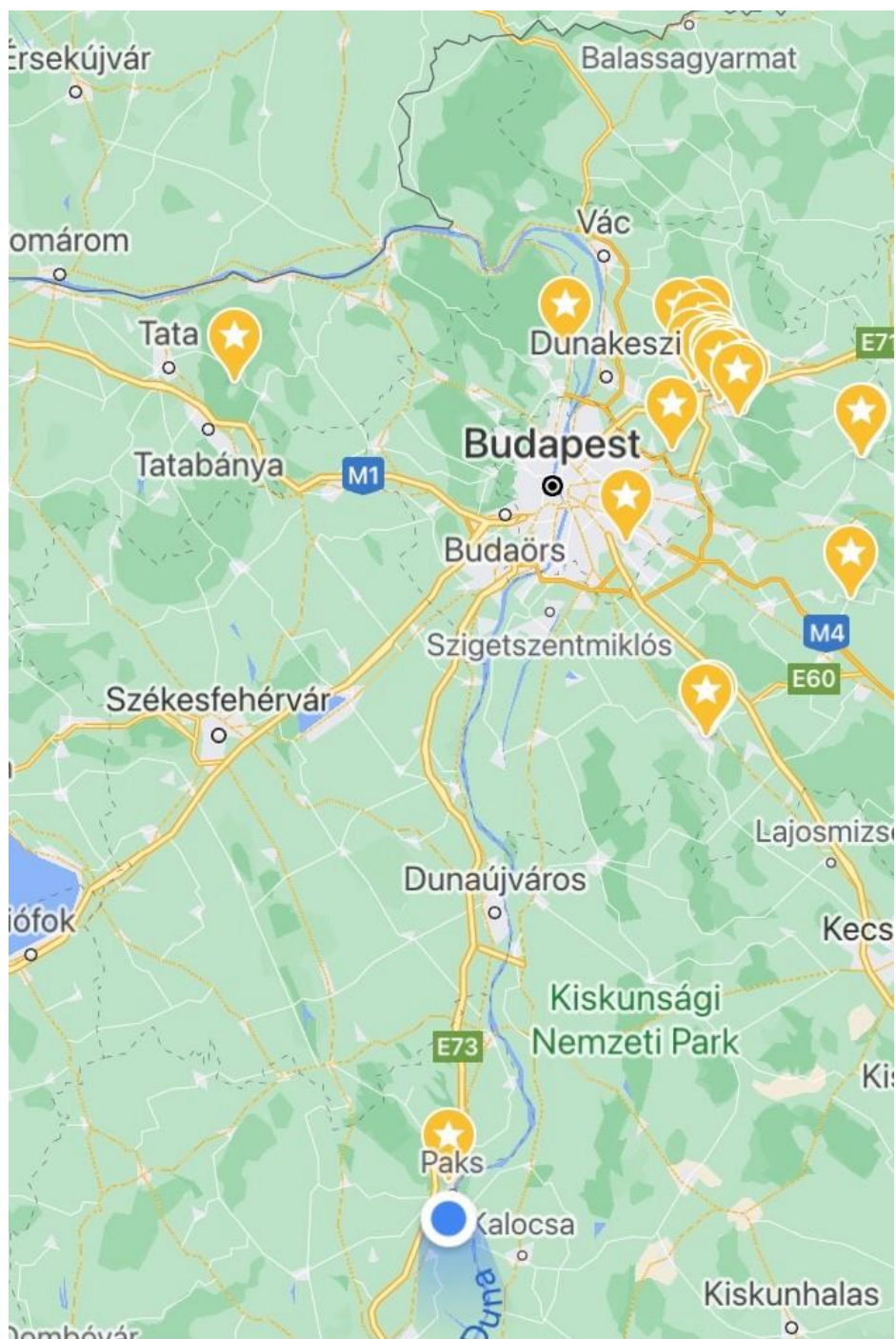
Minden talaj, talajvíz és építőanyag tartalmaz radont. Vannak bizonyos esetek, amikor a radon nagy mennyiségben be tud jutni a lakóépületekbe, mely súlyos egészségügyi kockázatot jelenthet. Nagy többségben a lakóépületekbe kialakult radon koncentráció a talajból, valamint az építőanyagokból származik, kisebb százalékban a nyílásokon keresztül a talaj mélyebb rétegeiből és üregeiből diffundál be. Az utóbbi években egyre nagyobb figyelmet kapott az egészségügyi kockázata, mert alfa bomló, így belélegezve a tüdő sejtjeit pusztítja, ronsolja, ezzel rákos elváltozást okoz. A beltéri radon koncentráció kialakulása függ az épület alatti talaj tulajdonságaitól, épülethatároló szerkezet anyagától, lakók szokásaitól, szellőztetés gyakoriságától is.

A radon legfontosabb izotópjai az Rn-219, Rn-220 és a Rn-222., tömegszáma 200 és 226 között változik. A 27 izotópja közül az összes radioaktív. Az Rn-222 az U-238 bomlási sorában található, felezési ideje elég hosszú, hogy kilépen a szilárd közegből, építőanyagokból és a lakótérbe jusson.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A kutatás első lépéseként összegezve lett, hogy hány féle szennyezőanyag vizsgálatával foglalkozunk a kutatás során. Fontosnak tartottuk, hogy minél több, minél nagyobb adathalmaz álljon rendelkezésre, továbbá azt, hogy kutatás többoldalról legyen végezve. Mérés során vizsgáljuk a radon és szén-dioxid koncentrációt, valamint meghatározzuk a páratartalom és a hőmérséklet értékeket. Első lépésben meghatároztuk a helyszíneket, ahol a méréseket lefolytattuk. Az épületek fel lettek mérve, úgy, hogy a felmérés adatai táblázatba lettek foglalva. Többek között tartalmazza az építés idejét, az épület funkcióját, lokációját, a lakók számát, nyílászárók anyagát, építőanyagok típusait, szellőztetés gyakoriságát, valamint rendelkezik-e épületgépészeti rendszerrel megvalósított gépi szellőztetéssel vagy sem. Anyag és módszert tekintve egy időben 2 különböző mérés lett elindítva.

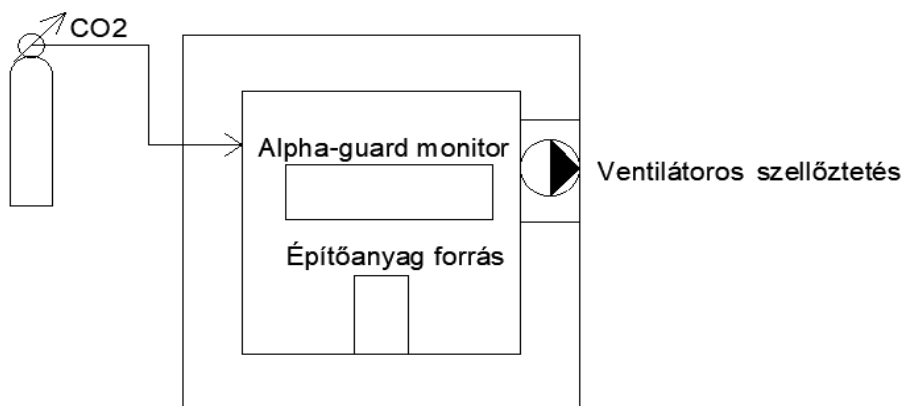
Elsősorban 26 helyszín lett kijelölve elsősorban Pest megyében, Gödöllő régiójában. A 26 helyszín (*1. ábra*) esetében vannak lakóépületek 1960-1980-as évekből, 2000-2020 között épült lakóépületek. Funkciójukat tekintve mindegyik családi ház. A mérésben résztvevő lakóépületek közül van olyan, ami műanyag, illetve fa nyílászáróval kivitelezett épület, téglá, ytong építőanyaggal épült ház, szigetelt – szigeteletlen, mesterségesen szellőztetett, természetesen szellőztetett lakóépület. Ezekben a helyszíneken egyedidőben nyomdetektorok helyeztünk ki és megkezdődött a radon szennyezőanyag koncentráció mérését. A nyomdetektorokban található töltött részecske ionizációt okoz, ami kölcsönhatásba lép az elektronokkal és energiát közöl. Ennek révén kémiai reakciók is végbe mennek és az alfa-részecske útja mentén az aktív komponensek feldúsulása figyelhető meg, nyomokat hagyva. A nyomok nagy felbontású mikroszkópok segítségével láthatóak, de a nyomok annyira picik, hogy azokat maratni szükséges. A nyomdetektorokat negyedévente cseréltük, a mérést 1 évig végeztük. A mérőeszközök cseréjénél ügyelni kell a mérőeszköz helyes csomagolására, hiszen alufóliába szükséges rakni a nyomdetektort, hogy azt hermetikusan zárjuk, ne zavarja meg a mérést. Fontos megjegyezni, hogy a mérőeszközök rendkívül drágák, több helyszínen egy időben való kihelyezésük pedig rendkívül költséges lenne, de a nyomdetektoros mérési módszer alkalmazásával ezek az akadályok könnyen leküzdhetők. Úgy választottuk ki a lakóépületeket, hogy az előre meghatározott 2 osztályba ugyanannyi mérési pont kerüljön. Egyik osztályt az újonnan épület, városias környezetben épület modernebb lakóházak, míg a másik csoportot a régebben épült, falusias, mezőgazdasági területek, szántók mellett létesült lakóépületek alkotják.



I.ábra: 26 Mérés helyszín városias – vidéki környezetben.

Figure 1: 26 Measuring areas in cities - agricultural atmosphere

Második mérési módszer esetében építve lett egy szigetelt zárt doboz (2. *ábra*), fokozatmentesen szabályozható légcserével rendelkező, szigetelt kísérleti tér, amely segítségével szimulálni lehet zárt terekben kialakuló helyzeteket. Ebben az esetben a kialakított kísérleti teret a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Épületgépészet és Környezettechnika laboratóriumában helyeztük el, ahol az épületben kialakuló radonkoncentráció napi átlaga 6 Bq/m^3 a maximális értéke 12 Bq/m^3 . Ez a háttérsugárzás, a szellőztetés esetén nem befolyásolta a kísérleti térben kialakuló értékeket. A szigetelt térben a radonforrásokat (építőanyagokat) folyamatos cseréjével pontosan meghatározható, hogy az adott típusú szennyezőanyag forrás, hogyan befolyásolja a radonkoncentráció szintjét a belső terekben. A doboz egyik oldalán kialakításra került egy légbevezető nyílás, másik oldalán létesült egy ventilátoros szellőzés, ahol a távozó légmennyiség mérhető, ebből pedig a légcsereszám meghatározható. A kísérletek során a radonkoncentrációt AlphaGuard Pq 2000 Pro berendezéssel mértük (3. *ábra*), 0,56 literes aktív térfogatú ionizációs kamra detektorral. A kísérleti tér külső és belső hőmérsékletét, páratartalmát Almemo 2590-4S mérő és adatgyűjtő segítségével határoztuk meg. A kísérleti térben elhelyezésre került városias környezetből, illetve vidéki, mezőgazdasági területek mellől származó építőanyag. Fontos megjegyezni, hogy a mérőeszközök rendkívül drágák, több helyszínen egy időben való kihelyezésük pedig rendkívül költséges lenne, de a nyomdetektoros mérési módszer alkalmazásával ezek az akadályok könnyen leküzdhetők. Kutatási célom az optimális légcsereszám megtalálása fókuszálva radonkoncentrációra.



2.ábra: Kísérleti doboz
Figure 2: Measuring Box



3.ábra: Radonkoncentráció mérése AlphaGuarddal a kísérleti dobozban
Figure 3: Measuring radonconcentration with Alphaguard in Measuring Box

Második mérési módszer esetében a potenciális radonforrásokat, mint a beton, téglá, ytong, kohósalak helyeztük el a kísérleti dobozba. Minden forrás esetében 1 kg-ot helyeztünk el, majd a mérést folyamatosan rögzítettük 24 órán keresztül.

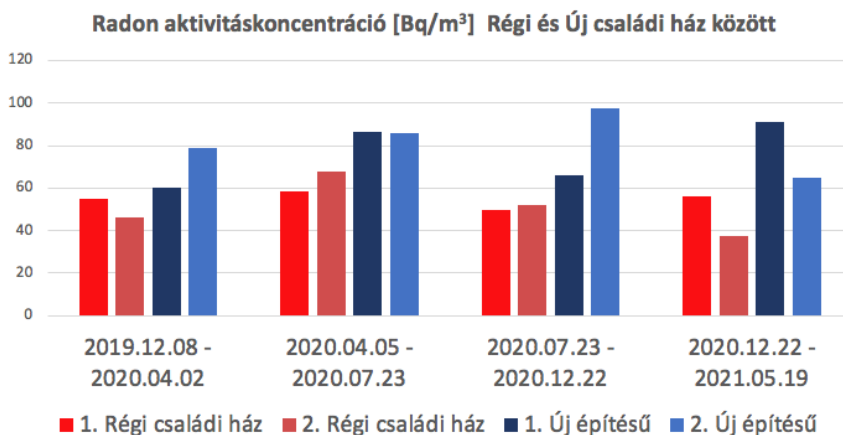
EREDMÉNYEK

Nyomdetektoros mérési eredmények közül 2 darab régi családi ház és 2 darab új építésű családi házat emeltem ki. A régi családi házak 1959-ben és 1976-ban épületek, az új családi házak 2015-ben és 2019-ben épültek (4. ábra). Az eredmények eltérőek voltak: vidéken a radonkoncentráció 51 és 55 Bq/ m³ (5. ábra) között alakult, míg városias környezetben ehhez képest magasabb, 76 és 82 Bq/ m³ (5. ábra) között alakult. Az eltérő eredmények kialakulásában közrejátszott, hogy az új építésű családi házak jobban zártak, szigeteltek, kisebb a filtrációs veszteségük, ezáltal szellőztetésük is kevésbé megoldott. Nyílászárók anyagait tekintve mind a 4 családi ház műanyag nyílászáróval ellátott. Az eredmények esetében figyelembe kell venni, hogy átéltünk egy pandémiás időszakot. Szemmel látható, hogy az eredmények viszonylag alacsonyak figyelembe véve a magyarországi 300 Bq/m³ vonatkoztatási szintet, hiszen pandémiás időszakban sokan home office-ra kényszerültek, a vírus okozta időszakban otthon töltötték idejük nagy részét, így változott az emberek napi rutinja, ami hatására sokkal többször szellőztettek.

Radon aktivitáskoncentráció [Bq/m ³]						Épület adatok													
	Period-1	Period-2	Period-3	Period-4	Átlag	Vizsgálat helyszíne	Helyiségben tartózkodók száma	Épület funkciója	Építési idő	Felújítás/átalakítás volt-e?	Szintek száma	Pince van-e az épület alatt?	Teljes épület alatt van aljzat?	Főfalak építőanyaga	Salak van-e beépítve a házban?	Nyílászárók anyaga	Külső szigetelés van-e?	Detektor pozíciója	Szellőztetés gyakorisága
B.ZS.	55	59	50	56	55	2300 Dabas Zlinszki köz 5.	2	családi ház	1976	Nem	Földszint + emelet	Nem	Igen	Tégla, Ytong	Nem	Műanyag	Van	Nappali	Naponta, központi szellőztetés nincs
B.G.	46	68	52	38	51	2100 Gödöllő St. János u. 42. fsz/2	1	családi ház	1959	Nem	Földszintes	nem	Igen	panel (beton szendvics)	Nem	Műanyag	belső oldali hőszigetelés	konyha-étkező	24h központi hővisszanyerős
O.A.	60	87	66	91	76	2100 Gödöllő Kertész köz	0	családi ház	2015	Nem	Földszintes	Részben alapincézett	Igen	Tégla, Ytong	Nem	Műanyag	van	nappali	Ritkábban, központi szellőztetés nincs
CS.Z.	79	86	97	65	82	Szada Panoráma u.	3	családi ház	2019	Nem	Földszintes	nem	Igen	Tégla	Nem	Műanyag	Van	Nappali	24h központi hővisszanyerős

4.ábra: Eredmények városias és vidéki környezetben

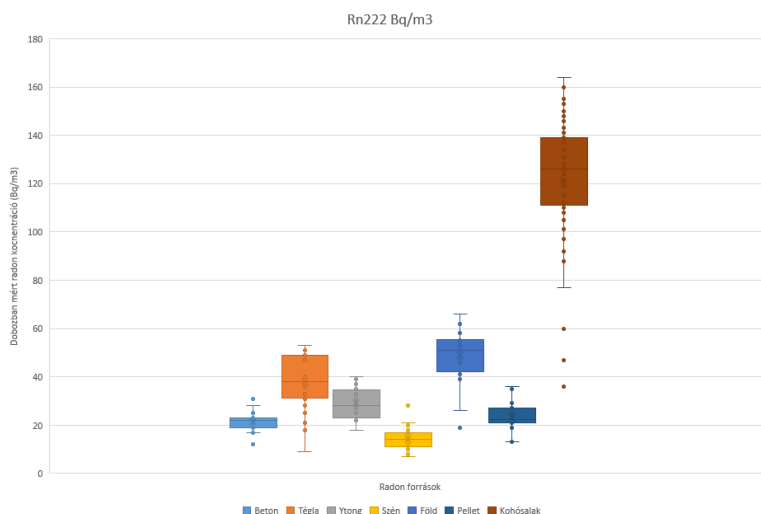
Figure 4: Results In city areas – agricultural atmosphere



5.ábra: Diagramok városias és vidéki környezetben

Figure 5: Diagrams in city areas – agricultural atmosphere

Ezeket az eredményeket egy szórásdiagramon ábráztuk (6. ábra). Szellőztetést tekintve három alapvető esetben vizsgáltuk a kialakuló koncentrációkat: 1. mesterséges szellőztetés, ventilátor segítségével, 2. természetes légáram, nyitott szellőzőnyílásokkal, illetve 3. nem szellőztetett tér, zárt szellőző nyílásokkal. Mesterséges szellőztetés mellett a radonkoncentráció legalacsonyabb értéke 8 Bq/m³ volt, maximális érték 59 Bq/m³.



6.ábra: Radonkoncentráció alakulása a kísérleti dobozban (különböző építőanyagok)

Figure 6: Radonconcentration in measuring box (different type of building material)

Természetes szellőztetés esetében megindult a radon dúsulás a kísérleti dobozban. Nem szellőztetett tér esetében a radonkoncentráció legalacsonyabb értéke 50 Bq/m^3 körül alakult, csúcserőke 122 Bq/m^3 értéket ért el. A kutatási eredmények alapján megállapítható, hogy mesterséges szellőztetés nélkül a radonkoncentráció kétszeresésére is feldúsul rövid idő leforgása alatt, nagyon kis mennyiségű radonforrás mellett.

ÖSSZEFOGLALÁS

Lakóépületekben, zárt terekben ott, ahol életünk döntő részét (80-90%-át) töltjük, sokféle szennyezőanyag fordul elő és kimutatott tény, hogy rendkívül sok esetben a szennyezőanyag értékei az előírt határértékek felett vannak. A koncentráció bizonyos anyagoknál (mint CO_2 , radon) különösen akkor magas, ha nincs megfelelően betervezett, kivitelezett szellőztető berendezés. A pandémiás helyzet óta egészségtudatosabban élünk és jobban odafigyelünk a belső – külső levegő minőségére. A belső terek levegőjének minősége új értelmet kapott, amit komplexen kell kezelni, ami jelen helyzetben az emberek nézetébe felértékelődött. Méréseim folytatásával célom meghatározni az optimális légcsereszámot figyelembe véve a szellőztető berendezéssel rendelkező, szellőztető berendezés nélküli lakóépületeket a két különböző lakókörnyezetben más-más tulajdonságok mellett.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF POLLUTANTS IN RESIDENTIAL BUILDINGS NEAR AGRICULTURAL LAND ON COMFORT

LASZLO RICHARD FEKTI ¹- GABOR GECZI ²,

Hungarian University of Agriculture and Life Sciences, Szent István Campus, Gödöllő

¹MVM Nuclear Power Plant Ltd, ²Doctoral Schools of Mechanical Engineering

SUMMARY

No matter where we are in the world, the air in the outside and inside always contains a certain amount and quality of pollutants. The most common source of pollutants is carbon-dioxide, but of course, in addition to this gas, other solid or gaseous pollutants are

also found in the air (eg. radon, tobacco smoke etc.) This is not a coincidence, as one of the consequences of human stay is the carbon-dioxide exhaled as a result of physiological processes. My research topic focuses on the comfort of residential buildings located in different locations, next to agricultural land. I study how the values of pollutant concentrations change near an agricultural area as opposed to a residential building in an argienvironment.

Keywords: Radonconcentration, air quality, indoor, air pollutants

IRODALOM

Csáki I. (2009): Szennyező anyagok a belső környezet levegőjében,1. Alpok-Adria Passzívház Konferencia, Pécs, 2009.

Cothorn, C.R., Smith, J.E. (1987) Environmental radon. Environmental Science Research, Series Volume 35, Springer Press, New York.

European Environment Agency 2019a. Air quality in Europe: 2019 report. LU: Publications Office. Available at: <https://data.europa.eu/doi/10.2800/822355>

European Environment Agency 2019b. Hungary - Air pollution country fact sheet — European Environment Agency. Available at: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/country-fact-sheets/2019-country-fact-sheets/hungary>

Herczeg L. (2008): A széndioxid koncentráció hatása az ember közérzetére és az irodai munka teljesítményére Doktori értekezés, Budapest 2008

J. Rovira, N. Roig, M. Nadal, M. Schumacher, J. L. Domingo (2016): Human health risk of formaldehyde indoor levels: An issue of concern 2016

A szerző levélcíme – Address of the author:

Fekti László Richard

Magyar Agrár és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Gödöllő

e-mail cím: laszlo.richard.fekti@gmail.com