



UNIUNEA EUROPEANĂ



Instrumente Structurale
2014-2020

RADONUL ȘI CALITATEA AERULUI INTERIOR ÎN PROGRAMELE DE EFICIENTIZARE ENERGETICĂ A CLĂDIRILOR – DE LA REZULTATE ALE CERCETĂRII LA IMPLEMENTARE

CSI Dr. Ing. Alexandra CUCOȘ

UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI – UBB
Facultatea de Știința și Ingineria Mediului – FȘIM
Centrul pentru Cercetări Aplicate de Mediu - CERAM
Laboratorul de Încercări Radon "Constantin Cosma" - LiRaCC

Programul Operațional Competitivitate 2014-2020, Axa prioritară POC-A1-A1.1.4-E-2015

Titlul Proiectului: *Sisteme inteligente privind siguranța populației prin controlul și reducerea expunerii la radon corelate cu optimizarea eficienței energetice a locuințelor din aglomerări urbane importante din România - SMART-RAD-EN*

Nr. contract: 22/01.09.2016, **cod proiect:** ID P_37_229, **cod MySmis:** 103427

Beneficiar: Universitatea „Babeș-Bolyai” din Cluj-Napoca

Proiect cofinanțat din Fondul European de Dezvoltare Regională prin Programul Operațional Competitivitate 2014-2020



CONTEXTUL LEGISLATIV: Expunerea populației la radon în clădiri

INTERNATIONAL RADON PROJECT (WHO, 2005 - 2009)

Studii pe cohorte mari – cancer pulmonar

S. Darby et al., *British Medical Journal*, 330, 2006: Analizand asamblat 13 studii epidemiologice europene (7.150 cazuri + 14.400 martori)

Riscul relativ: 16% per 100 Bq/m³

- ✓ Timpul petrecut de oameni în clădiri: - **90%**
- ✓ Surse de radon în interior:
 - **Solul** 80%- sub/ din jurul clădirii
 - **Materialele de construcție:** cărămidă, țiglă, zgură, beton, fosfogips, materiale fundație
 - **Factorul Antropic**

Efecte asupra sănătății: cancer pulmonar

- ✓ sinergism “fumat + radon”

!!! Cantitatea de radiație pt o concentrație de radon în aerul interior de 300 Bq/m³ este echivalentă cu aproximativ 150 de radiografii pulmonare într-un an / Limita rec. = 4 radiografii/ an

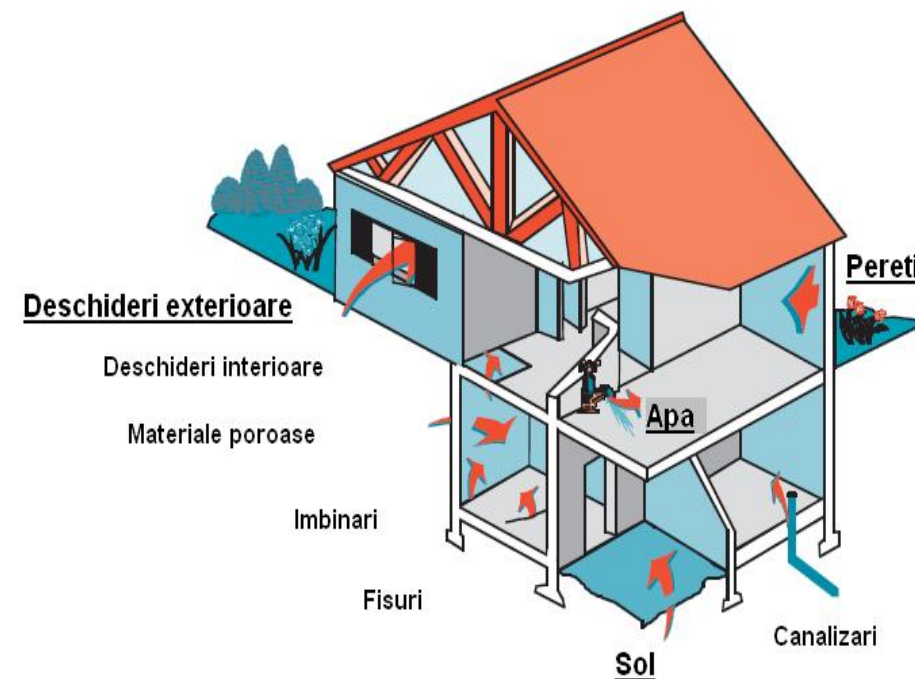
(Sursa <https://www.reca.ca/wp-content/uploads/2019/02/radon-figures.pdf>, EPA)



Gaz Nobil
alfa radioactiv

$T_{1/2} = 3.82$ zile

Emite alfa (5.49 MeV)



Sursa: IARC

CADRUL LEGAL:

- ✓ **Directiva CE 2013/59/ EURATOM - Radon**
- ✓ Directiva CE 2012/27 de Eficiența Energetică + actualizări
- ✓ **Standardele internaționale specifice măsurării și controlului radonului EU-BSS și seria ISO/FDIS 11665 – incepand cu 2012**
- ✓ CEN standard EN 16798-1:2019 **Energy performance of buildings - Ventilation for buildings - Part 1: Indoor environmental input parametersaddressing indoor air quality**, thermal environment, lighting and acoustics
- ✓ HG 526/25.07.2018 Planul Național de Acțiune la Radon (PNAR)
- ✓ Ordinul președintelui CNCAN nr.185/2019 – Metodologia

**Dovezi științifice - Riscurile de sănătate publică -
Radonul și Calitatea Aerului din Interiorul Clădirilor**



IAEA

International Atomic Energy Agency

Official Journal
of the European Union

L 13



English edition: Legislation

Volume 57
17 January 2014

Contents

II - Non-legislative acts

DIRECTIVES

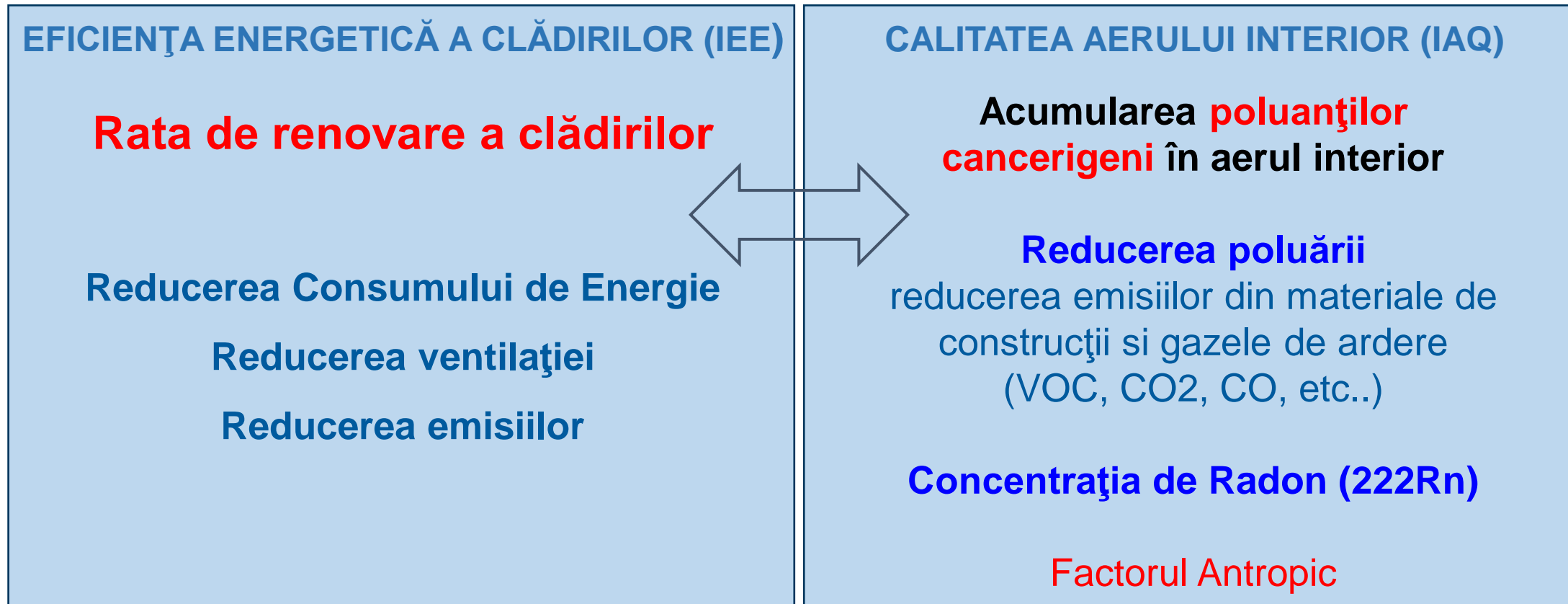
• Council Directive 2013/59/Euratom of 5 December 2013 laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom

**WHO HANDBOOK ON
INDOOR RADON**

A PUBLIC HEALTH PERSPECTIVE



Nevoia de “armonizare” - programele de performanță energetică (IEE) cu programele de sănătate publică (IAQ/ CAI)



Provocare: *Strategia Națională de Dezvoltare Durabilă a României 2030, Pactul Verde European*

Infrastructura



Instrumente Structurale
2014-2020

Laboratorul de Încercări Radon "Constantin Cosma"- LiRaCC

Certificat CNCAN No. LI 04_LiRaCC_UBB/2018 (NSR 08 – ISO 17025, ISO 11665)

RESURSE:

- ✓ Logistică complexă - măsurare a radonului în probe din factorii de mediu (aer, apă, sol)
- ✓ Servicii către comunitate: adoptarea standardelor europene în practica curentă - proceduri de încercare
- ✓ Implementarea și menținerea Sistemului de Management al Calității



RESURSA UMANA: INTERDISCIPLINARA



Echipă cu experiență în cercetarea radonului și IAQ

19 ani

25 cercetători

(metrologie, cartare, remediere, efecte biologice, comunicare etc.)



Know how

(CERCETARE, DIDACTICĂ, MANAGEMENT)



Experiența în cercetare – rezultate remarcabile



Realizările LiRaCC : 19 ani

- 4 premii
- 4 cărți
- 4 brevete și un model de utilitate
- peste 70 comunicări și lecții invitate la conferințe internaționale
- peste 200 de lucrări științifice
- 80 articole indexate ISI și un număr mare de citări internaționale
- 20 proiecte de cercetare finalizate: 1 proiect SEE în derulare, 1 program internațional în evaluare
- proiectul **SMART_RAD_EN**:

2016 – 2020 – MODEL DE BUNE PRACTICI



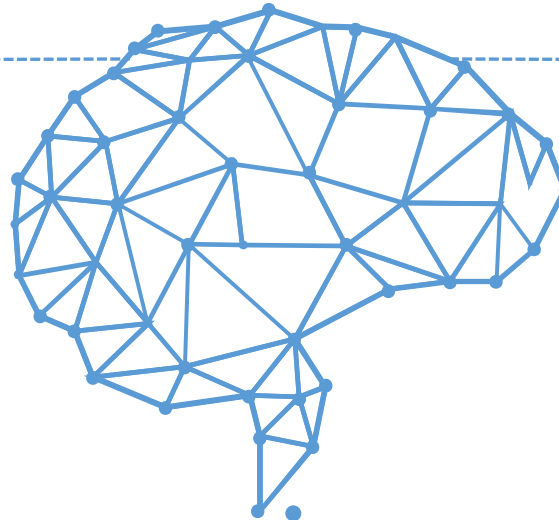


CERCETAREA - Echipa LiRaCC



VIZIUNE

Proiecte de cercetare implementate cu succes într-o arie extrem de vastă – cercetare fundamentală până la transfer tehnologic, echipa-preocuparea de a dezvolta, transfera și implementa soluții integrate capabile să monitorizeze și să controleze expunerea la radon și alți poluanți de interior.



MISIUNE

Tinând cont de faptul că până la 90% din timp îl petrecem în interior, scopul urmărit de echipa noastră este crearea unui mediu sănătos prin realizarea măsurătorilor de screening pentru evaluarea inițială a calității aerului de interior, de diagnosticare pentru evidențierea surselor de poluanți și de remediere pentru ameliorarea și menținerea unei calități optime a aerului de interior. Pe scurt, Respiră Curat!

PROIECTUL SMART_RAD_EN



Screening

Laboratorul nostru este autorizat CNCAN pentru efectuarea **măsurătorilor de screening prin metoda pasivă** în vederea determinării concentrației anuale de radon. **Screening pentru alți poluanți principali de interior**



Diagnosticare - măsurători de control

În momentul de față suntem **singurul laborator din țară cu experiență avansată** în efectuarea măsurătorilor de radon pentru diagnosticare în cazul clădirilor existente. În plus, această metodă reprezintă singura opțiune pentru evaluarea potențialului de radon și a riscului din sol pentru clădirile NOI.



Remediere

Ca urmare a proiectelor de cercetare, echipa noastră a efectuat în România în premieră **implementarea remedierii împotriva radonului la 31 de clădiri expuse la concentrații ridicate.**

PROIECTUL SMART_RAD_EN



OBIECTIVUL GENERAL

Îmbunătățirea calității aerului interior prin dezvoltarea în premieră a unor sisteme inteligente integrate pentru monitorizarea, controlul și reducerea expunerii la radon și la alți poluanți casnici aerieni

APLICARE - 5 aglomerări urbane din România :

București, Cluj-Napoca, Iași, Sibiu și Timișoara

48 luni (2016 – 2020)

Total buget: 8. 925. 250 lei

Consolidarea unui pol de cercetare interdisciplinar internațional: Universitatea Babeș-Bolyai - Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca - Universitatea Tehnică de Construcții din București – Universitatea Cantabria din Spania

OBIECTIVUL 1



Dezvoltarea unor Hărți integrate de risc - privind poluarea aerului de interior în relație cu consumul de energie

2016-2017: RADON SCREENING - Monitorizare pasivă cu durată de 1 an a concentrațiilor de radon **1000 de case eficiente energetic** din București, Cluj-Napoca, Iași, Sibiu și Timișoara

REZULTATE:

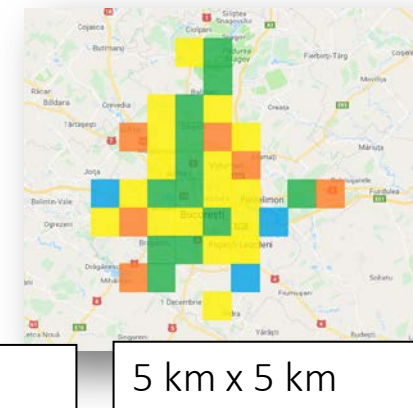
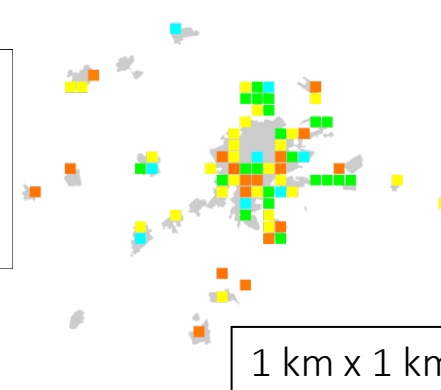
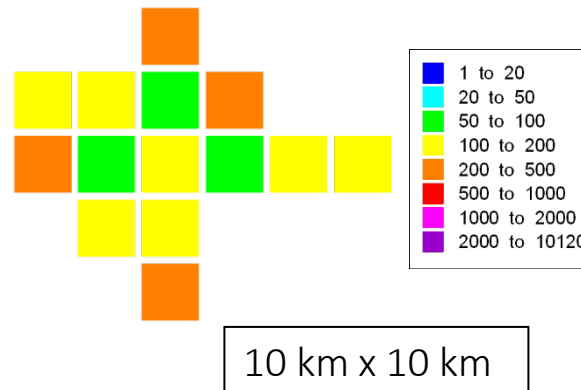
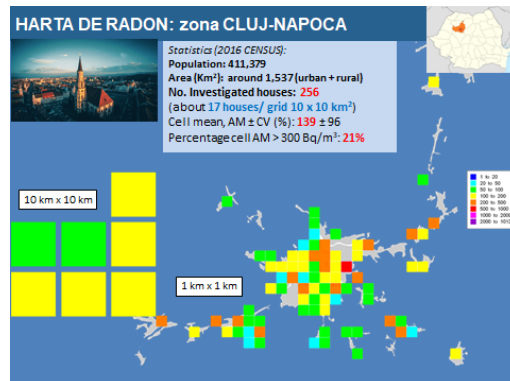
în 24% din case concentrația de radon > 300 Bq/m³,

în 72% din case concentrația de radon > 100 Bq/m³ rec. de OMS ca nivel fără risc

Articole științifice relevante

Articolul "*The path from geology to indoor radon*" Autori Florică, Ș., Burghel, B-D., Bican-Brișan, N., Begy, R., Codrea, V., Cucuș, A., Catalina, T., Dicu, T., Dobrei, G., Istrate, A., Lupulescu, A., Moldovan, M., Niță, D., Papp, B., Pap, I., Szacsvai, K., Tenter, A., Sferle, T., Sainz, C. (2020), publicat în **Environmental Geochemistry and Health**, DOI 10.1007/s10653-019-00496-z, (IF=3,252).

Articolul "*Residential, soil and water radon surveys in north-western part of Romania*" Autori Cucuș (Dinu) A., Papp B., Dicu T., Moldovan M., Burghel B.D., Moraru I., Tenter A., Cosma C., (2017), **Journal of Environmental Radioactivity**, 166 (2), pp. 412-416. (IF= 2,310).



Harta de radon



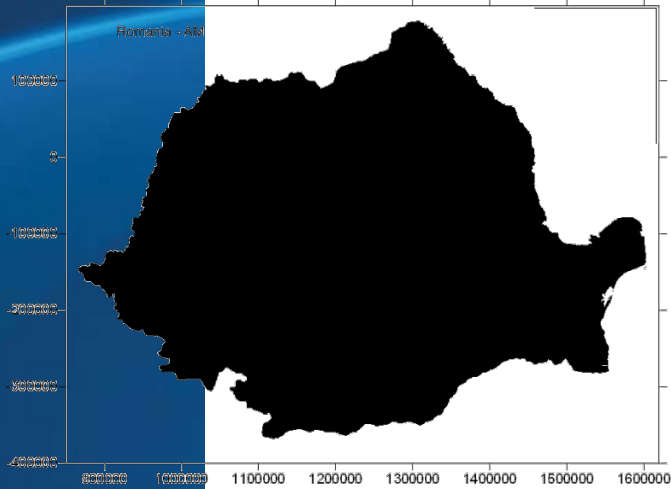
UNIUNEA EUROPEANĂ



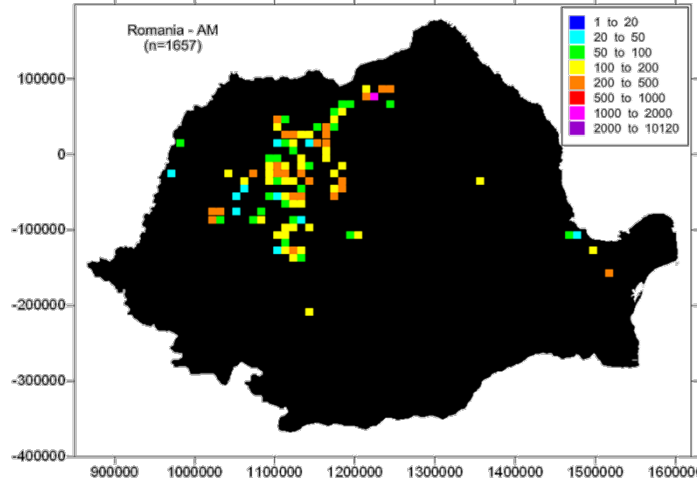
GVERNUL ROMÂNIEI



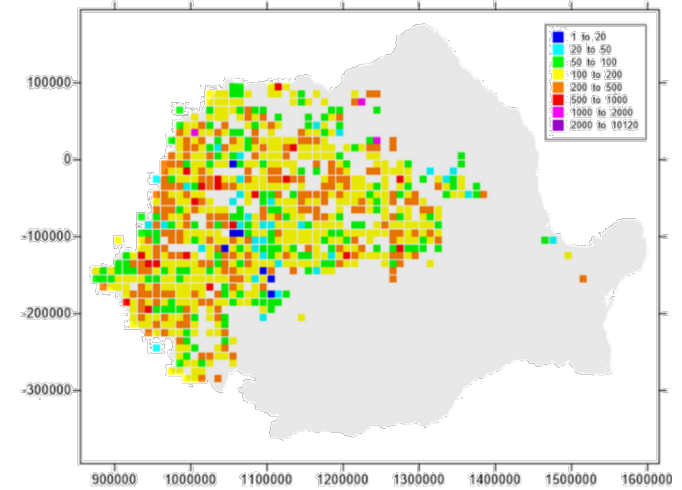
Instrumente Structurale
2014-2020



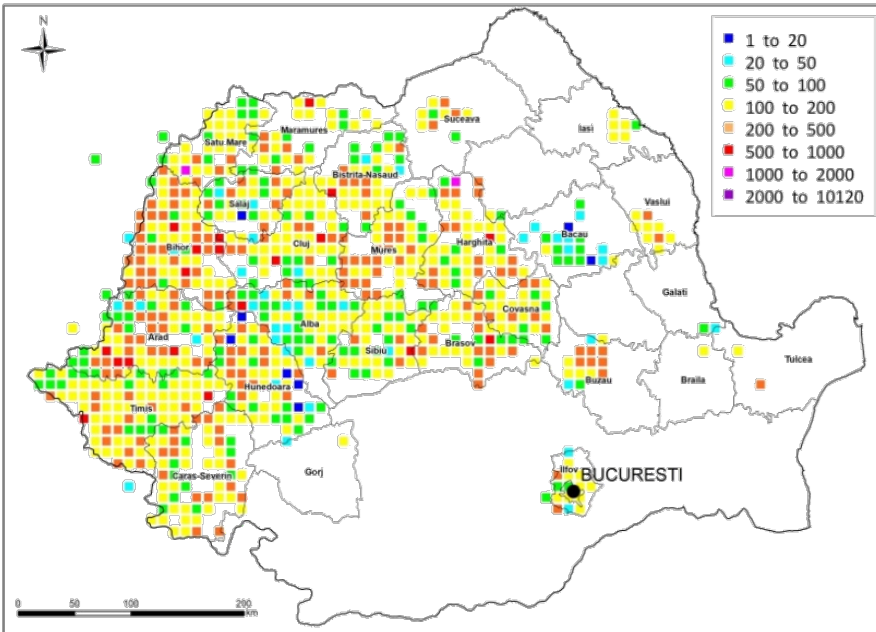
2005



2011



2017



2019

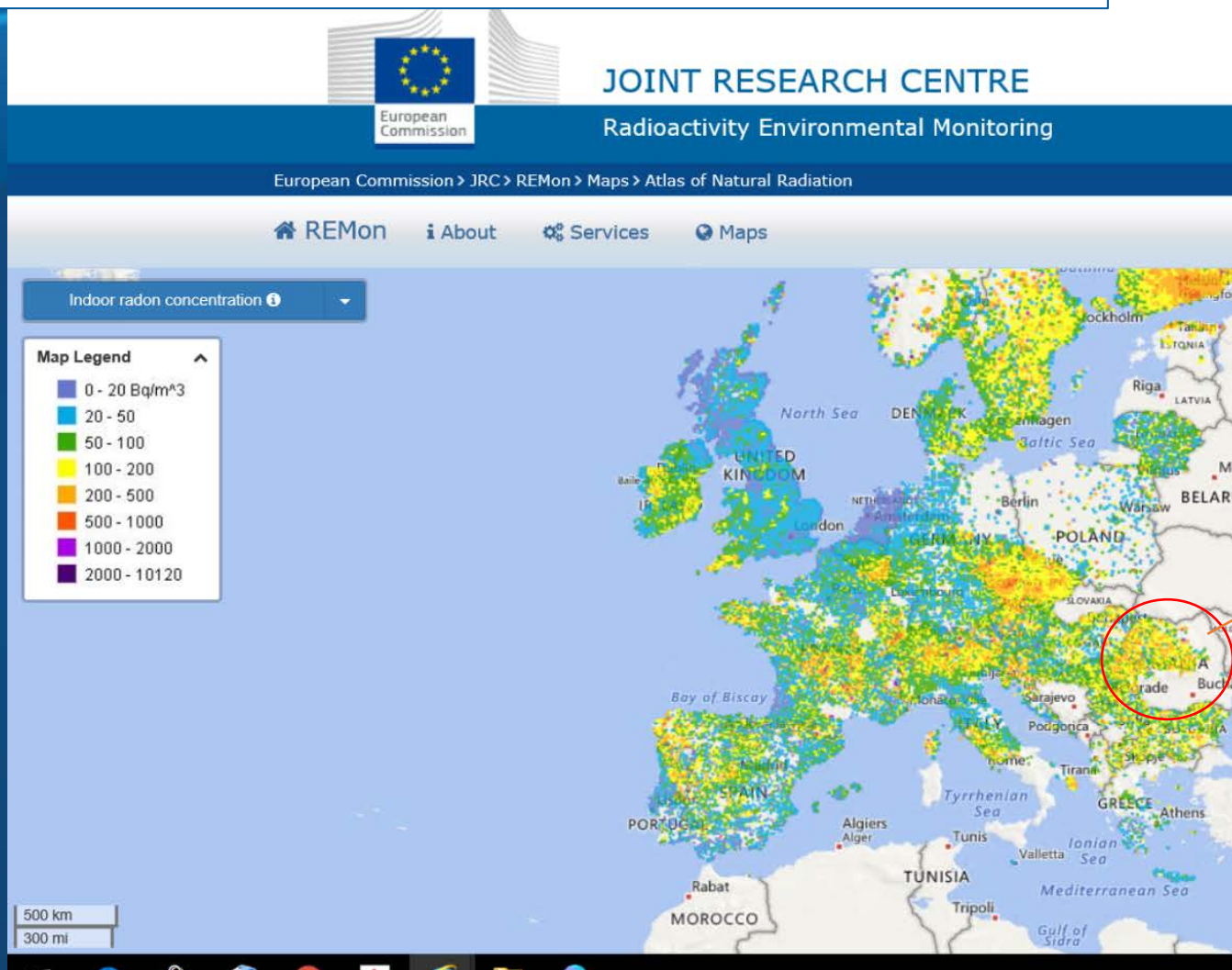
Statistica: 9000 măsurători - 6374 case
Caroiajul JRC CE (10 x 10 km²): **878**
(aprox. **44%** din nr. total de celule pt. Romania)

Metodologia aplicată:

- 5 echipe si 2 campanii/ an de teren
- Nr. măsurători per celula: Min.3 - Max. 426 cf densitate populatie
- Locuințe, la nivelul parterului
- Detectori de urme CR-39, durata 3-6 luni

Rezultate: în 10% din case concentrația de radon > 300 Bq/m³
! 15 zone de prioritate mare

Atlasul European de Radon



Appendices

Appendix 3 - List of national competent authorities

List of the national competent authorities that provided input indoor radon data for the maps displayed in Plate 6 and Plate 7:

Country	National competent authorities
Albania	Institute of Applied Nuclear Physics
Austria	University of Vienna
Azerbaijan	Azerbaijan National Academy of Science
Belarus	Joint Institute for Power and Nuclear Research 'Sosny' of the National Academy of Sciences of Belarus
Belgium	Agence fédérale de contrôle nucléaire
Bulgaria	National Centre of Radiobiology and Radiation Protection
Croatia	University of Osijek
Czech Republic	Czech Geological Survey
Cyprus	Ministry of Labour, Welfare and Social Insurance
Denmark	Danish Health Authority
Estonia	Environmental Board
Finland	Radiation and Nuclear Safety Authority
France	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
Germany	Bundesamt für Strahlenschutz
Greece	Greek Atomic Energy Commission
Hungary	National FJC Research Institute for Radiobiology and Radiohygiene, University of Pannonia, and Rad Lander Labor
Iceland	Icelandic Radiation Safety Authority
Ireland	Environmental Protection Agency
Italy	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Latvia	Radiation Safety Centre of State Environmental Service of Latvia
Lithuania	Radiation Protection Centre
Luxembourg	Ministry of Health
Malta	Ministry for Energy and Health
Netherlands	National Institute for Public Health and the Environment
North Macedonia	Institute of Public Health
Norway	Norwegian Radiation and Nuclear Safety Authority
Poland	Wroclaw University of Science and Technology
Romania	Babeş-Bolyai University
Serbia	Serbian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency
Slovenia	Jozef Stefan Institute
Spain	Consejo de Seguridad Nuclear
Sweden	National Board of Housing, Building and Planning
Switzerland	Bundesamt für Gesundheit
United Kingdom	British Geological Survey and Public Health England

European Commission, Joint Research Centre – JRC

<https://remon.jrc.ec.europa.eu/About/Atlas-of-Natural-Radiation/Digital-Atlas/Indoor-radon-AM/Indoor-radon-concentration>

EUROPEAN ATLAS OF
NATURAL RADIATION

First Edition

OBIECTIVUL 2



Dezvoltarea sistemului prototip inteligent ICA pentru monitorizarea calității aerului interior (senzori de Radon, CO₂, CO, VOC, temperatură, presiune, umiditate) cu transmitere la distanță a datelor

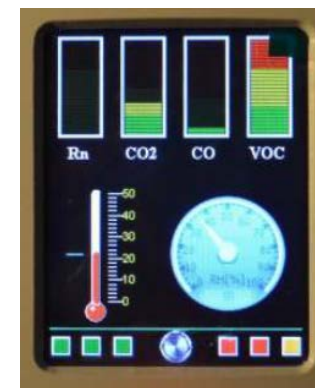
2017 - 2018: Sistemul inovativ ICA

- Testare, certificare la SURO Rep. Cehă, validare la CSTB Franța și brevetare
- Implementarea la **100 de case cu expunere ridicată la radon (CRn > 300 Bq/m³)**

Articole științifice relevante

Articolul *“Evaluation of indoor air pollutants in 100 retrofit residential buildings from Romania during cold season”* Autori M.S. Beldean-Galea, T. Dicu* **corresponding author**, A. Cucuș, B.D. Burghel, T. Catalina, M. Botoș, A. Țenter, K. Szacsvai, A. Lupulescu, I. Pap, G. Dobrei, M. Moldovan, A. Tunyagi, Ș. Florică, V. Pănescu, C. Sainz (2020), publicat în *Journal of Cleaner Production*, 7 September 2020, 124098, doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124098; (IF = 7,246).

Articolul *“An Innovative System for Monitoring Radon and Indoor Air Quality”*, Autori A. Tunyagi, T. Dicu, A. Cucuș, B.D. Burghel, G. Dobrei, A. Lupulescu, M. Moldovan, D. Niță, B. Papp, I. Pap, K. Szacsvai, A. Țenter, M.S. Beldean-Galea, M. Anton, Ș. Grecu, L. Cioloca, R. Milos, M.L. Botos, C.G. Chiorean, T. Catalina, M.A. Istrate, C. Sainz (2019), publicat în *Romanian Journal of Physics*, Vol. 64/2019, Number 11-12 (IF=1,460).



OBIECTIVUL 2



Evaluarea detaliată a calitatii aerului interior (radon, CO₂, CO, VOC) și confort termic (temperatură, umiditate) și eficiența energetică

2018: DIAGNOSTICARE – 100 de case cu expunere ridicată la radon (CR_n > 300 Bq/m³)

REZULTATE:

- în 52% din case concentrația de radon >400 Bq/m³
- pt. 95% din clădiri concentrația de formaldehidă > 50 μg/m³, rec. în UE
- în 10% din clădiri sunt concentrații ridicate de acetaldehidă

Articole științifice relevante

Articolul “*Evaluation of indoor air pollutants in 100 retrofit residential buildings from Romania during cold season*” Autori M.S. Beldean-Galea, T. Dicu* **corresponding author**, A. Cucoș, B.D. Burghel, T. Catalina, M. Botoș, A. Țenter, K. Szacsvai, A. Lupulescu, I. Pap, G. Dobrei, M. Moldovan, A. Tunyagi, Ș. Florică, V. Pănescu, C. Sainz (2020), publicat în **Journal of Cleaner Production**, 7 September 2020, 124098, doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124098; (IF = 7,246).

Articolul “*An Innovative System for Monitoring Radon and Indoor Air Quality*”, Autori A. Tunyagi, T. Dicu, A. Cucoș, B.D. Burghel, G. Dobrei, A. Lupulescu, M. Moldovan, D. Niță, B. Papp, I. Pap, K. Szacsvai, A. Țenter, M.S. Beldean-Galea, M. Anton, Ș. Grecu, L. Cioloca, R. Milos, M.L. Botos, C.G. Chiorean, T. Catalina, M.A. Istrate, C. Sainz (2019), publicat în **Romanian Journal of Physics**, Vol. 64/2019, Number 11-12 (IF=1,460).



OBIECTIVUL 3



Dezvoltarea de soluții eficiente energetic pentru controlul și reducerea expunerii la radon, integrarea cu sistemul prototip

(1) dezvoltarea și brevetarea unui model numeric avansat de predicție pt economisirea energiei

(2) integrarea cu aparatul ICA pentru controlul și comanda remedierii

2019: soluții implementate la **10 case cu expunere ridicată la radon** ($CR_n > 300 \text{ Bq/m}^3$)

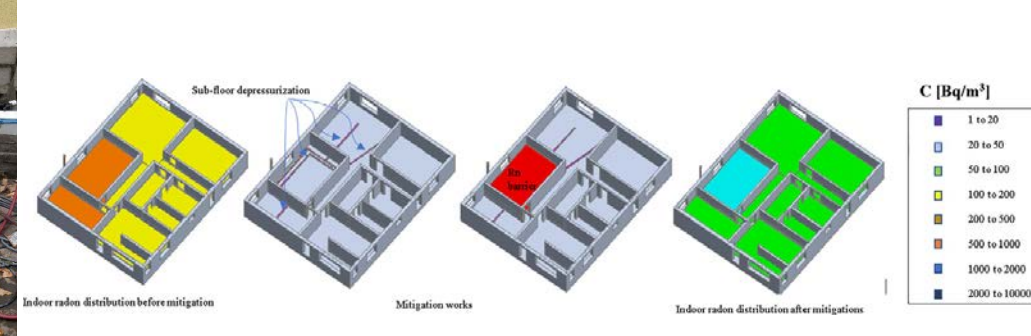
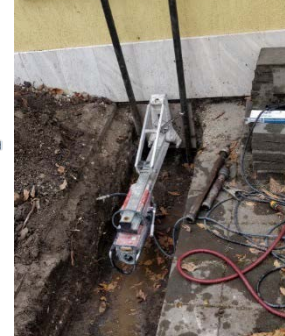
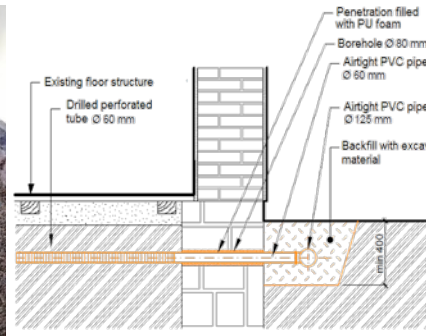
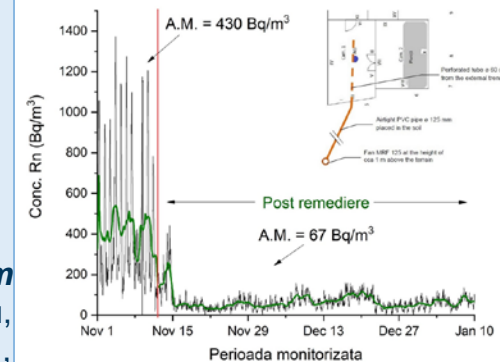
2019 – 2020: Follow-up - controlul eficienței remedierii

REZULTATE:

- **Eficiența de 98% la radon + optimizare calitate aer interior**
- **Reducere radon de la 1200 Bq/m^3 la $< 50 \text{ Bq/m}^3$**

Articole științifice relevante

Articolul **“Comprehensive survey on radon mitigation and indoor air quality in energy efficient buildings from Romania”** Autori B.D. Burghele, M. Botoș, S. Beldean-Galea, **A. Cucuș*** corresponding author, T. Catalina, T. Dicu, G. Dobrei, Ș. Florică, A. Istrate, A. Lupulescu, M. Moldovan, D. Niță, B. Papp, I. Pap, K. Szacsvai, C. Sainz, A. Tunyagi, A. Țenter (2020), publicat în jurnalul **Science of The Total Environment**, Article number 141858, PII S0048-9697(20)35387-0, DOI 10.1016/j.scitotenv.2020.141858; Year 2020 (IF = 6,551).



OBIECTIVUL 4



Transferul Tehnologic - 2020:

2020 - Constituirea primului spin-off al Universității Babeș-Bolyai www.radoncontrol.ro

2020 - Constituie Asociația profesioniștilor în Radon din România – ARaR



- ✓ **Transferul rezultatelor științifice** catre mediul academic, autorități, comunitate
- ✓ **Exploatarea rezultatelor** prin **parteneriatul Universitatea Babeș-Bolyai - Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca - Universitatea Tehnică de Construcții din București** si pregătirea unor specialiști în domeniul interdisciplinar al proiectului
- ✓ **Consolidarea unor parteneriate strategice la nivel internațional**
Universitatea Cantabria din Spania; JRC-European Commission; ISS – Institutul Superior de Sanatate Publica din Italia, CSTB din Franta, ERA European Radon Association; Institutul Metrologic SURO si Universitatea Tehnica din Rep. Ceha; Institutul Metrologic BfS din Germania



Recunoașterea SMART-RAD-EN ca proiect de succes prin acordarea **premiului SMART HEALTH 2019** înmănat echipei noastre de către **Asociația Română pentru Smart City** în cadrul Galei Smart City Industry Awards 2019, ediția 4-a, categoria Smart Living.

REZULTATE

- ✓ **Hărțile integrate de risc** și **Baza de date** radon + IAQ + IEE pt. **1,000 case** din București, Cluj-Napoca, Iași, Sibiu și Timișoara
- ✓ **Aplicația SMARTRADON** - interactivă online cu inventarul complet de date experimentale <https://www.smartradon.ro/>

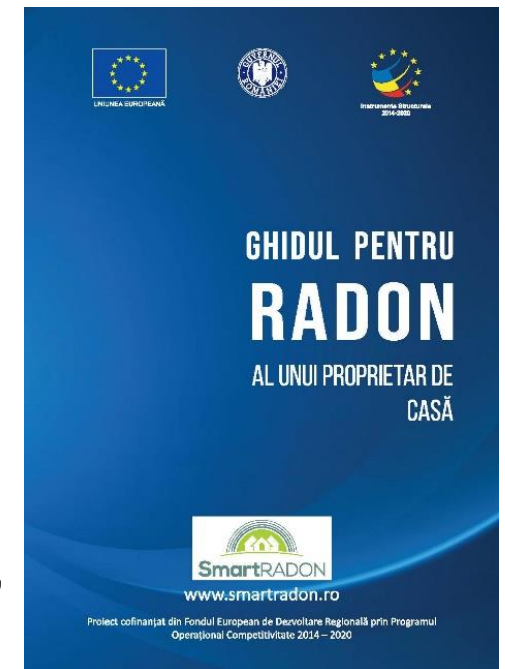
Dezvoltare tehnologică:

- ✓ **Prototipul ICA** pt. monitorizarea în timp real a calității aerului interior (Radon, CO, CO₂, VOC, T, P, RH) cu transmitere la distanță a datelor - **100 case cu risc de radon**
- ✓ **Soluții complete integrate pentru monitorizarea continuă, controlul și remedierea radonului** + poluanți aer interior - **10 case cu risc de radon**
- ✓ Realizarea de **Ghiduri, Protocol, Manual de bune practici** - Program de Radon România

Indicatori Științifici: 27 publicații, 15 articole ISI; 3 cereri de brevete; 13 conferințe internaționale

IMPACTUL CIVIC - SOCIAL:

- ✓ **Contribuții directe la creșterea calității vieții** pt. beneficiari
- ✓ Capitalul uman – **Echipa proiectului SMART_RAD_EN** interdisciplinară
- ✓ **Integrarea în programele europene internaționale**



BUNE PRACTICI : Directiva CE 2013/59/Euratom 2013

✓ **Planul Național de Acțiune la Radon – PNAR - CNCAN**

- UBB este partener de dialog
- Proiectul SMART_RAD_EN – Model prin Ghiduri pentru norme



HG 526/25.07.2018 – PNAR si **Ordinul nr. 185/22.07.2019** privind Metodologia pentru determinarea concentrației de radon în aerul din interiorul clădirilor și de la locurile de muncă

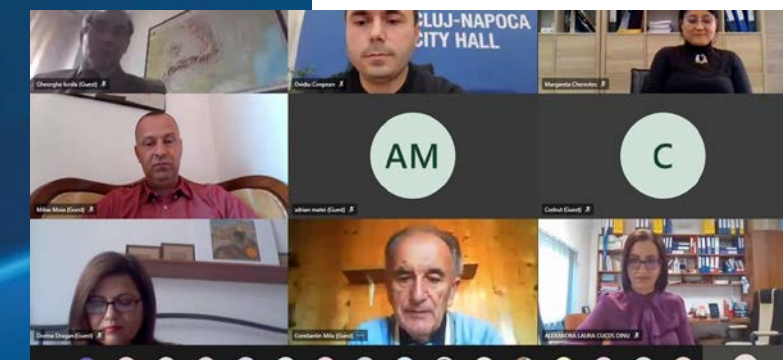
Nivelul de referință pentru concentrația anuală de radon în aerul interior în clădiri rezidențiale și publice din Romania de 300 Bq/m³

!!! Obligativitatea de a monitoriza toate locurile de muncă clădirile publice și locuri de muncă

- ✓ **Suportul tehnic legislativ:** Simpozionul internațional „FIRST EAST EUROPEAN RADON SYMPOSIUM-FERAS 2012” Cluj-Napoca; Seminarul internațional IAEA ian 2017 Cluj-Napoca, Parteneriatul cu JRC EC 2011-2020 pentru Atlasul European de Radon, Membrii fondatori la constituire ERA 2015
- ✓ **Programul internațional de certificare Green Buildings/ Homes - *Green Buildings Council în România*** ia în considerare începând cu **luna iulie 2020** gestionarea poluării cu radon ca cerință obligatorie
- ✓ **Studiul de cercetare PILOT pentru Primăria municipiului Cluj-Napoca** în unitățile de învățământ preuniversitar din Municipiul Cluj-Napoca - **creșe, grădinițe, școli, licee**

Comunicarea Riscului

manieră pozitivă – 30 de apariții în campanii de presă



NEVOIA DE INTEGRARE



Directiva CE 2013/59/Euratom 2013 – Radon – Valul de Renovare

Programele de Eficiență Energetică a clădirilor – sănătoase și de calitate

Necesitatea de a introduce în programele privind economisirea energiei măsuri pentru monitorizarea concentrației de radon și remediere (unde este cazul)

- **Aplicarea unor lucrări de remediere a radonului în timpul programelor de reabilitare a clădirilor și de eficientizare energetică implică costuri minime, comparativ cu situația în care lucrările de remediere se realizează după reabilitarea clădirilor**

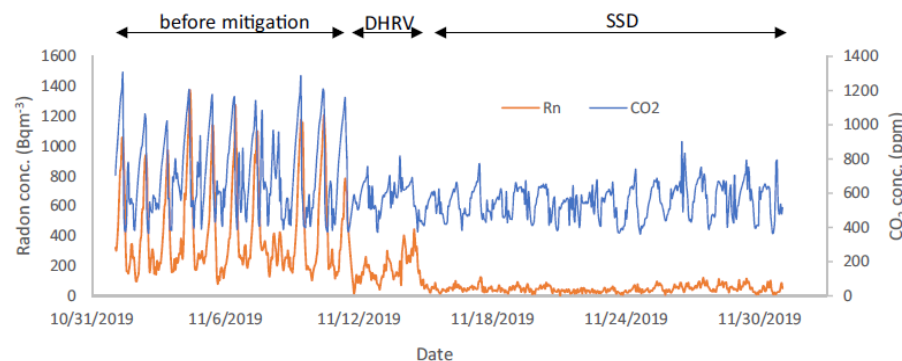


Fig. 4. Impact of different mitigation measures on indoor air quality in house B7.

ICA

01 Precizia măsurătorilor

Aparatul a fost dezvoltat în jurul unor senzori precizi și exacti, aspect confirmat și prin verificarea metrologică efectuată în cadrul unui institut metrologic din Rep. Cehă.

02 Analiza complexă

Dispozitivul conține un set de 7 senzori, fiind capabil de analiza complexă a calității aerului din interior.

03 Monitorizarea în timp real

Datele pot fi vizualizate online prin intermediul browserului sau aplicației dedicate telefoanelor mobile, în timp real, utilizând o infrastructură dezvoltată de echipa proiectului.

04 Cuplarea la sistemul de remediere

Dispozitivul poate controla un sistem de remediere al calității aerului, care va funcționa după un set de reguli editabile de utilizator.





Multumiri!

Laboratorul de încercări Radon „Constantin Cosma” - LiRaCC

UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI

Facultatea de Știința și Ingineria Mediului

Str. Fântânele Nr. 30, 400294 Cluj-Napoca, România

<https://www.smartradon.ro/>

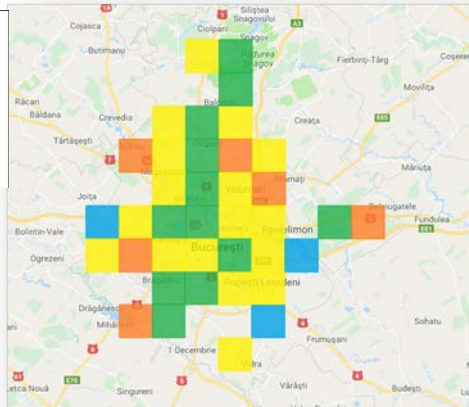
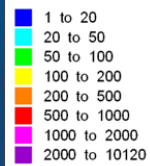
<https://enviro.ubbcluj.ro/cercetare/laboratoare-de-cercetare/laborator-de-radon/>

<https://radoncontrol.ro/>

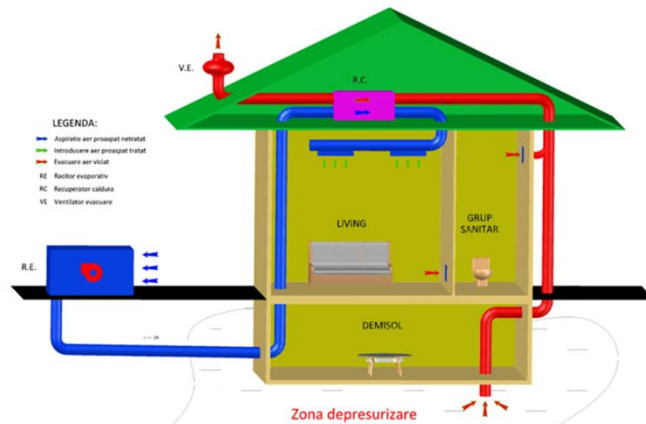
E-mail: dinualexandra2007@gmail.com

alexandra.dinu@ubbcluj.ro

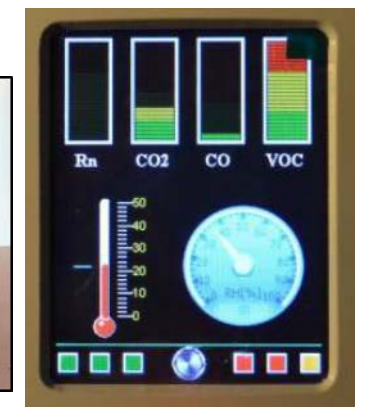
Mobil:



1000 case beneficiare



10 case beneficiare



100 case beneficiare