

ACTE ALE ORGANELOR DE SPECIALITATE ALE ADMINISTRAȚIEI PUBLICE CENTRALE

MINISTERUL DEZVOLTĂRII, LUCRĂRILOR PUBLICE ȘI ADMINISTRAȚIEI

ORDIN

pentru aprobarea reglementării tehnice „Ghid privind metodele de prevenire și control al pătrunderii radonului în clădirile noi, indicativ RTC 7-2022”*)

În conformitate cu prevederile art. 10 din Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare, ale art. 2 din Regulamentul privind activitatea de reglementare în construcții și categoriile de cheltuieli aferente, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 203/2003, cu modificările și completările ulterioare, ale art. 5 pct. 31) din Hotărârea Guvernului nr. 477/2020 privind organizarea și funcționarea Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației, cu modificările și completările ulterioare, precum și ale Hotărârii Guvernului nr. 1.016/2004 privind măsurile pentru organizarea și realizarea schimbului de informații în domeniul standardelor și reglementărilor tehnice, precum și al regulilor referitoare la serviciile societății informaționale între România și statele membre ale Uniunii Europene, precum și Comisia Europeană, cu modificările și completările ulterioare,

având în vedere Procesul-verbal de avizare nr. 2 din 25.11.2022 al Comitetului tehnic de specialitate D, G — Igienă, sănătate, mediu înconjurător și utilizarea sustenabilă a resurselor naturale pentru construcții în toate domeniile, respectiv pentru toate instalațiile în toate specialitățile, Procesul-verbal de avizare nr. 2 din 25.11.2022 al Comitetului tehnic de specialitate E — Economie de energie și izolare termică pentru domeniul construcții civile, respectiv pentru instalații în toate specialitățile, precum și Procesul-verbal de avizare nr. 7 din 14.06.2023 al Comitetului tehnic de coordonare generală al Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației, precum și faptul că reglementarea tehnică a fost adoptată cu respectarea procedurii de notificare prevăzute de Directiva (UE) 2015/1535 a Parlamentului European și a Consiliului din 9 septembrie 2015 referitoare la procedura de furnizare de informații în domeniul reglementărilor tehnice și al normelor privind serviciile societății informaționale, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, seria L, nr. 241 din 17.09.2015,

în temeiul art. 12 alin. (6) din Hotărârea Guvernului nr. 477/2020 privind organizarea și funcționarea Ministerului Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației, cu modificările și completările ulterioare,

ministrul dezvoltării, lucrărilor publice și administrației emite prezentul ordin.

Art. 1. — Se aprobă reglementarea tehnică „Ghid privind metodele de prevenire și control al pătrunderii radonului în clădirile noi, indicativ RTC 7-2022”, prevăzută în anexa care face parte integrantă din prezentul ordin.

Art. 2. — Prezentul ordin se publică în Monitorul Oficial al României, Partea I, și intră în vigoare în 30 de zile de la data publicării.

Art. 3. — Măsurile de protecție la radon, prevăzute în cadrul reglementării tehnice sus-menționate, se aplică la proiectarea și execuția clădirilor noi, diferențiat pe niveluri de protecție stabilite în funcție de valoarea măsurată a indicelui de radon pe amplasament, în conformitate cu prevederile Ordinului președintelui Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare nr. 153/2023 privind aprobarea Metodologiei pentru determinarea concentrației de radon în aerul din interiorul clădirilor și de la locurile de muncă.

Art. 4. — Prezentul ordin nu se aplică clădirilor noi:

a) ale căror lucrări sunt în curs de execuție la data intrării în vigoare a prezentului ordin;

b) pentru ale căror proiecte tehnice/studii de fezabilitate au fost inițiate procedurile de achiziție publică până la data intrării în vigoare a prezentului ordin, prin transmiterea spre publicare a anunțului de participare/emiterea invitației de participare, respectiv ale căror proiecte tehnice/studii de fezabilitate au fost recepționate de investitor/beneficiar ori au fost depuse spre aprobare/avizare;

c) ale căror proiecte tehnice sunt elaborate în baza studiilor de fezabilitate menționate la lit. b);

d) ale căror proiecte tehnice/studii de fezabilitate necesită actualizare, în conformitate cu actele normative în vigoare, dacă au fost elaborate și recepționate de investitor/beneficiar până la data intrării în vigoare a prezentului ordin, ori sunt depuse spre reaprobare/reavizare.

p. Ministrul dezvoltării, lucrărilor publice și administrației,

Marin Țole,
secretar de stat

București, 13 octombrie 2023.
Nr. 2.223.

*) Ordinul nr. 2.223/2023 a fost publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 973 din 26 octombrie 2023 și este reprodus și în acest număr bis.

Anexă

**GHID PRIVIND METODELE DE PREVENIRE ȘI CONTROL AL
PĂTRUNDERII RADONULUI ÎN CLĂDIRILE NOI
INDICATIV RTC 7-2022**

CUPRINS

Definiții

Abrevieri și acronime

Clasificarea nivelurilor de protecție la radon

Eficiența măsurilor din cadrul nivelurilor de protecție la radon

1. ASPECTE GENERALE

1.1. Obiect și domeniul de aplicare

1.2. Prezentarea generală a radonului și a surselor de radon într-o clădire

1.3. Acte normative referitoare la radon

1.4. Normative, standarde, alte acte legislative naționale și internaționale relaționate cu radon

2. CRITERIILE DE ALEGERE A NIVELULUI DE PROTECȚIE LA RADON

3. CERINȚELE TEHNICE PENTRU PROTECȚIA LA RADON A CLĂDIRILOR NOI

3.1. Clădiri rezidențiale

3.1.1. NIVELUL 1 - protecția de bază împotriva radonului

3.1.2. NIVELUL 2 - sistem de depresurizare pasivă a solului (DPS)

3.1.3. NIVELUL 3 - sistem de depresurizare activă a solului (DAS)

3.2. Clădiri publice, administrative, civile cu activități socio-culturale sau economice

4. ETICHETAREA, CONTROLUL ȘI VERIFICAREA EFICIENȚEI MĂSURILOR DE PROTECȚIE LA RADON

4.1. Etichetarea

Etichetă pentru membrana împotriva gazului din sol

Etichetă pentru conducte

Etichetă pentru rezervoare

Etichetă pentru ventilator

Etichetă pentru sistemul de monitorizare presiune în DAS

4.2. Controlul, verificarea eficienței și durabilitatea măsurilor de protecție la radon

4.3. Instrucțiuni și recomandări de mentenanță

5. PROTECȚIA LA RADON A CLĂDIRILOR NOI CA URMARE A UTILIZĂRII MATERIALELOR DE CONSTRUCȚIE ȘI A APEI

6. INSPECȚIA

7. RECEPȚIA LUCRĂRILOR**8. REFERINȚE**

**ANEXA A - DETERMINAREA PERMEABILITĂȚII LA GAZE A TERENURILOR DE
FUNDARE PENTRU CONSTRUCȚII**

ANEXA B - TESTUL DE COMUNICARE

ANEXA C - DISPOZITIVE DE TESTARE RADON

ANEXA D - FIȘA DE INFORMAȚII

ANEXA E - LISTA DE VERIFICARE

Definiții

Definițiile termenilor specifici utilizați în prezentul ghid sunt:

Bq/m³: unitate în Sistemul Internațional pentru concentrația de activitate a elementelor radioactive în volumul de aer. Un becquerel (Bq) corespunde unei dezintegrări pe secundă. Unitatea de măsură în Statele Unite ale Americii este picocurie pe litru (pCi/l). 1 pCi/l = 37 Bq/m³.

Cartografierea clădirilor: reprezentarea spațială a rezultatelor măsurătorilor care prezintă distribuția datelor concentrației activității de radon în diferitele spații ale clădirii, pentru a identifica acele zone în care concentrația activității radonului este cea mai mare.

Coloană de ventilare a unui sistem de depresurizare pasivă: conductă verticală care trece prin interiorul clădirii, de la zona de sub placa de fundare până în exterior, la nivelul acoperișului, folosindu-se de efectul de tiraj termic pentru realizarea depresurizării și evacuării radonului, fără utilizarea unui ventilator.

Concentrație de radon: concentrația de activitate a radonului, cu unitatea de măsură Bq/m³.

Concentrație de radon din sol (CRn): numărul de dezintegrări radioactive ale radonului (²²²Rn) per secundă, într-un m³ de gaz din sol.

Condiții de lucru normale: pe o bază anuală, timpul de lucru este limitat la 8 ore zilnic, 40 de ore săptămânal. O săptămână de lucru este de luni până sâmbătă cel mult. Lucrul nu se execută noaptea (între orele 20:00 și 6:00 dimineața) și nici în zilele de sărbătoare.

Depresurizare: presiune negativă produsă într-o zonă, în raport cu o altă zonă. În timpul sezonului rece, etajele inferioare ale unei clădiri suferă depresurizare din cauza efectului de tiraj termic. Presiunea aerului care predomină afară, în sol, este adesea mai mare decât cea din subsol, determinând ca gazele din sol să fie atrase în clădire.

Depresurizare activă a solului (DAS): set de sisteme de reducere a concentrației de radon care implică depresurizarea solului folosind un ventilator, incluzând, dar fără a se limita la, varianta sa cea mai răspândită cunoscută sub numele de depresurizare a solului sub placă, precum și alte metode conexe, cum ar fi depresurizare a solului de sub membrană, depresurizare a peretelui blocului și depresurizare a conductelor de drenaj. Depresurizarea solului cu ajutorul unui ventilator face posibilă îndepărtarea gazelor subterane încărcate cu radon și eliminarea acestuia în aerul exterior, înainte de a pătrunde în clădire. DAS este considerată cea mai eficientă modalitate de a reduce concentrațiile mari de radon într-o clădire, *reducerea putând ajunge la peste 90%*.

Tiraj termic: mișcarea verticală a aerului determinată de diferența de densitate dintre aerul din interior și cel exterior, ceea ce crește flotabilitatea aerului din interior în raport cu cea a aerului exterior. Această diferență este cauzată de diferențele de temperatură între mediul interior și cel exterior. Forțele ascendente care alimentează efectul de tiraj termic cresc odată cu înălțimea clădirii și diferența de temperatură. În climatele reci, efectul de tiraj termic tinde să atragă aerul în partea de jos a clădirilor și afară, în partea de sus.

Gaz din sol: un amestec de gaze din porii solului.

Indice de radon al locului de clădire (IR): un indice care dă informații asupra nivelului de risc de radon eliberat din sol, roca de bază sau materialul de construcție.

Infiltrație: trecerea neintenționată a aerului exterior sau a gazelor din sol într-o clădire.

Loc de muncă: orice loc sau activitate care se desfășoară în interiorul sau în afara unei unități sau într-un spațiu închis sau deschis. Un loc de muncă la subteran este acel loc de muncă în care activitatea se desfășoară sub nivelul solului. În contextul actual, în care scopul este de a realiza o analiză de risc privind expunerea la radon, se iau în considerare numai locurile de muncă din încăperi închise în care este probabil să se acumuleze radon.

Manometru: dispozitiv pentru măsurarea diferenței de presiune.

Metodă pasivă de măsurare a radonului: metodă de măsurare a concentrației de radon, care funcționează prin difuzia gazului, fără pompe de aspirare, în interiorul unei incinte de plastic care găzduiește detectorul de radon. În majoritatea țărilor europene, inclusiv România, detectorul este de tipul CR-39, realizat din alildiglicol, un material sensibil la particulele alfa rezultate din dezintegrarea elementelor radioactive din seria uraniului.

Permeabilitate la gaze (k): parametrul care caracterizează potențialul radonului și a altor gaze de a migra prin pământ.

Poliolenă: orice polimer derivat dintr-o olefină utilizată ca monomer. De exemplu, polietilena este poliolefina rezultată din polimerizarea unei olefine, etilena. Polipropilena este un alt derivat dintr-o olefină, propilena.

Principiul ALARA (As low as reasonably achievable): luarea tuturor măsurilor și acțiunilor posibile pentru a se asigura optimizarea radioprotecției, astfel încât toate expunerile să fie menținute la cel mai scăzut nivel rezonabil posibil, luând în considerare factorii economici și sociali.

Punct de aspirație: punctul de legătură între colectorul de gaz subteran și conducta sistemului de nivel 2 sau 3 descris în acest ghid.

Radon: Elementul chimic, sub formă gazoasă, cu numărul de ordine 86 din tabelul periodic al elementelor. În contextul expunerii organismului uman la radiații ionizante, de interes sunt oricare dintre izotopii radioactivi radon-222, radon-220 și radon-219 care fac parte din seriile de dezintegrare ale uraniului-238, toriului-232 și uraniului-235, proveniți din dezintegrarea elementului părinte, radiul-226, radiu-224 și radiu-223. Datorită valorilor mici ale izotopilor radioactivi radon-220 și radon-219 față de radon-222, în contextul prezentei metodologii, prin radon se înțelege izotopul radioactiv radon-222.

Rată de exalație: cantitatea de radon care ajunge la interfața dintre mediu și atmosferă pe unitatea de suprafață și pe unitatea de timp; se exprimă în Bq/m²/s.

Sezon rece - perioada în care clădirea este încălzită (octombrie-aprilie).

Timpul mediu petrecut la locul de muncă: 800 de ore, condiții normale de muncă, cel puțin 5 luni pe an.

Unitate Administrativ Teritorială: forma de organizare a teritoriului României, sub aspect administrativ, în comune, orașe, municipii, municipiul București, sectoarele municipiului București, județe.

Abrevieri și acronime

CARIA	Concentrația de activitate de radon în interior, anuală
CNCAN	Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare
DAS	Depresurizare activă a solului cu ajutorul unui ventilator
DPS	Depresurizare pasivă a solului, pe baza efectului de tiraj termic

Clasificarea nivelurilor de protecție la radon

Prezenta reglementare tehnică se aplică clădirilor noi, în scopul asigurării protecției la radon și face referire la măsurile care trebuie implementate pentru a se asigura o expunere la radon cât mai redusă a utilizatorilor clădirii respective.

Ghidul descrie cele trei niveluri de protecție la radon.

Nivelul 1, nivelul de bază necesar pentru reducerea riscului de infiltrare a radonului, implementat obligatoriu la execuția clădirilor noi, asigură, de asemenea, posibilitatea îmbunătățirii ulterioare a performanței sistemului prin aplicarea măsurilor prevăzute de Nivelul 2 sau Nivelul 3 de protecție la radon.

NIVELUL 1 - protecția de bază la radon

Nivelul 1 oferă o conexiune de pornire pentru un sistem de reducere a concentrației de radon și permite etanșarea punctelor de intrare a gazelor subterane. Etanșarea se face prin aplicarea unei bariere împotriva gazului din sol (de exemplu, membrană din poliolefină). Acest lucru se realizează și pentru creșterea etanșeității împotriva umezelii. Deși nu este un sistem complet de reducere a concentrației de radon, acest nivel de protecție facilitează transformarea sistemului într-un sistem complet, dacă este necesar. Măsurile de nivel 1 de protecție la radon trebuie să fie proiectate și aplicate în conformitate cu capitolele 3 și 4 din prezentul ghid.

NIVELUL 2 - sistem de depresurizare pasivă a solului (DPS)

Nivelul 2 include toate caracteristicile nivelului 1 de protecție la radon, propunând, în plus, o extensie a conexiunii inițiale, pentru a crea un sistem de depresurizare pasivă a solului. În acest sistem, coloana traversează interiorul clădirii de jos în sus înainte de a se realiza evacuarea în exterior. Măsurile de nivel 2 de protecție la radon trebuie să fie proiectate și aplicate în conformitate cu capitolele 3 și 4 din prezentul ghid.

Dacă aerul din coloana de ventilare a unui sistem de depresurizare a solului este mai cald decât aerul exterior, forțele ascendente prezente în coloană vor provoca o depresiune a stratului permeabil la gaze. Acest fenomen corespunde unui sistem de depresurizare pasivă (fără ventilator) care poate fi transformat într-un sistem de depresurizare activă (cu ventilator) a solului, dacă este necesar. Secțiunea de coloană care trece prin zona de șarpantă trebuie să fie izolată pentru a menține mișcarea aerului datorată efectului de tiraj termic și trebuie să fie, de asemenea, proiectată cu o joncțiune pentru a facilita conversia la un sistem de nivel 3 (activare de către un ventilator), dacă este necesar. În general, DPS are ca rezultat reduceri mai mari ale concentrației de radon decât nivelul 1 de protecție la radon.

NIVELUL 3 - sistem de depresurizare activă a solului (DAS)

Nivelul 3 include toate caracteristicile nivelurilor 1 și 2 de protecție la radon, plus un ventilator care permite obținerea unui sistem de depresurizare activă a solului (DAS). Ventilatorul aspiră aer prin coloana de ventilare pentru a crea un vid în stratul permeabil la gaz. În general, DAS are ca rezultat reduceri mai mari ale concentrației de radon decât DPS. Măsurile de protecție la radon de nivel 3 trebuie să fie proiectate și aplicate în conformitate cu capitolele 3 și 4 din prezentul ghid.

Eficiența măsurilor din cadrul nivelurilor de protecție la radon

Nivelul 1 va oferi o reducere a concentrației de radon cuprinsă între 20 - 30%. Un sistem de nivel 2 va reduce de obicei concentrațiile de radon cu 50% și necesită doar un mic cost incremental față de sistemul de bază (Nivel 1). Nivelul 3 este cel mai eficient sistem de reducere a radonului, care reduce adesea concentrația de radon dintr-o clădire cu mai mult de 90%, dar necesită un ventilator cu funcționare continuă. Costul incremental al nivelului 3 față de nivelul 2, pentru o construcție nouă, este aproximativ costul unui ventilator, plus costurile de instalare și cele anuale de electricitate.

1. ASPECTE GENERALE

1.1. Obiect și domeniul de aplicare

Prezenta reglementare oferă instrumente, metode și tehnici care se implementează pe durata construcției și/sau după terminarea acesteia, pentru minimizarea infiltrației radonului în clădirile noi înainte de ocupare, și oferă cadrul necesar pregătirii pentru implementarea viitoare a măsurilor de reducere a expunerii la radon după ocupare, dacă se consideră necesar.

Prezenta reglementare se aplică în cazul pătrunderii radonului din sol și/sau din materialele de construcție și apă, în clădirile noi. Reglementarea se aplică pentru clădirile noi:

- rezidențiale;
- publice, administrative și/sau care adăpostesc activități social-culturale (unități de învățământ, clădiri în care funcționează unități sanitare de ocrotire a sănătății, clădiri care deserveșc servicii publice de asistență socială, sedii administrative ale autorităților publice, clădiri de cult, clădiri care adăpostesc activități artistice, sau activități sportive etc.);
- civile care adăpostesc activități economice.

În conformitate cu Ordinul președintelui CNCAN nr. 153/2023, concentrația de radon se determină indiferent de zona de prioritate, pentru următoarele situații:

- a) Locuri de muncă din subteran și parter, cum ar fi: stații de metrou, centre de relaxare, cariere, mine, grote, peșteri, saline, instalații de tratare a apei, extracții materii prime, ciupercării, depozite, arhive, biblioteci, laboratoare;
- b) Clădiri cu acces public;
- c) Clădiri publice care găzduiesc un public mai larg decât utilizatorii săi direcți, cum ar fi: primării, prefecturi, sedii de poliție, unități școlare, creșe, grădinițe, unități sanitare, cluburi sportive, teatre, cinematografe etc.

Potrivit Ordinului președintelui CNCAN nr. 153/2023, depășirea nivelului de referință atrage evaluarea locului de muncă care trebuie să includă măsurile de control pentru identificarea surselor de creștere a concentrației de radon și măsurile de remediere care trebuie implementate în vederea reducerii concentrației de radon sub nivelul de referință la valori cât mai mici posibil. De obicei, este mai puțin costisitor să se aplice măsuri preventive (etapa de construcție) decât corective (după ce clădirea este ocupată) împotriva radonului.

Prezenta reglementare oferă instrumentele necesare pentru a se asigura menținerea la niveluri acceptabile a riscului expunerii la radon.

Toate clădirile necesită măsuri de protecție împotriva pătrunderii radonului din sol. Dacă aceste clădiri includ părți nelocuibile (garaje, ateliere etc.), care sunt conectate cu partea locuibilă, protecția este necesar să se aplice și acestora. Garajelor de sine stătătoare, magaziiilor, încăperilor tehnice și atelierelor nu trebuie să li se aplice măsuri de protecție împotriva radonului, deoarece nu servesc pentru o ședere îndelungată a persoanelor.

Cerințele tehnice necesare pentru determinarea măsurilor de protecție împotriva pătrunderii radonului, pentru clădirile noi, se stabilesc pe baza nivelului de referință a concentrației de radon conform indicatorului „concentrația de activitate de radon în interior, anuală” (CARIA), exprimată în Bq/m³. Nivelul național de referință privind expunerea la radon în clădirile rezidențiale, de locuit sau care prezintă spații destinate locurilor de muncă în România este stabilit în conformitate cu art. 67 din Normele privind cerințele de securitate radiologică pentru surse naturale de radiații. Orice valoare a indicatorului tehnic „concentrația de activitate de radon în interior, anuală” (CARIA) în clădiri, care este mai mare decât valoarea stabilită pentru nivelul de referință, va fi considerată inacceptabilă, iar clădirea va fi evaluată pentru luarea măsurilor tehnice de protecție a sănătății și siguranței utilizatorilor.

Verificarea clădirii din perspectiva protecției împotriva radonului se poate face doar prin măsurarea concentrației de radon. Măsurarea concentrației de radon se efectuează de către laboratoare specializate care dețin un certificat de desemnare eliberat de Comisia Națională pentru Controlul Activităților Nucleare (CNCAN) pentru această activitate. Măsurătorile se efectuează respectând cerințele prevăzute de legislația în vigoare, concentrația de radon în clădiri suferind modificări pe parcursul anului și pe parcursul unei zile pe măsură ce condițiile meteorologice, de ventilare și modul de utilizare se modifică. Prin urmare, măsurarea concentrației radonului se realizează pentru o perioadă mai lungă de timp (minim 3 luni, prin metoda pasivă) și, dacă este posibil, în condiții normale de utilizare. Dacă se dovedește că concentrația de radon în încăperile monitorizate este sub nivelul de referință, protecția împotriva radonului este considerată funcțională. Pentru evaluarea fiabilității măsurii aplicate pe termen lung, se recomandă efectuarea de măsurători cu o periodicitate de 10 ani sau ori de câte ori apar modificări structurale sau ale fluxului de aer ca urmare a unor modificări induse de unitățile de încălzire/ventilare.

1.2. Prezentarea generală a radonului și a surselor de radon într-o clădire

Uraniu este un element radioactiv, natural, prezent în toate tipurile de roci și soluri. Dezintegrarea radioactivă a uraniului produce radium, care la rândul său se dezintegrează în radon, un gaz radioactiv, incolor și inodor. Deoarece radonul este un gaz, acesta se poate deplasa cu ușurință prin roca de bază, sol și apele subterane, putând ajunge în aerul exterior sau pătrunde în clădiri. Radonul care se deplasează din sol în aerul exterior este diluat rapid la concentrații scăzute și, în general, nu reprezintă o problemă pentru sănătatea umană. Cu toate acestea, în interiorul unei clădiri, radonul se poate acumula la un nivel ridicat și poate deveni o problemă de sănătate pe termen lung. Pentru majoritatea persoanelor, radonul este responsabil pentru aproximativ jumătate din doza anuală efectivă datorată radiațiilor ionizante.

Expunerea cronică la niveluri ridicate de radon din aerul din interiorul clădirilor conduce la un risc crescut de a dezvolta cancer pulmonar. Riscul de a dezvolta cancer pulmonar depinde de nivelul de radon și de cât timp o persoană este expusă la acel nivel.

Presiunea aerului din interiorul clădirii este de obicei mai mică decât în solul din jurul fundației. Această diferență în presiune (cunoscută și ca efect de tiraj termic) atrage aerul și alte gaze, inclusiv radonul, din terenul de fundare în interiorul clădirii. Radonul poate pătrunde într-o clădire prin intermediul deschiderilor existente la contactul dintre clădire și terenul de fundare: fisuri în fundație, pereți și placă pe sol, rosturi de construcție, goluri în jurul instalațiilor de apă sau electricitate, ferestre, drenuri, bazine sau cavități din interiorul pereților. Nivelul de radon acumulat în interiorul clădirilor depinde de o serie de factori ce variază în funcție de geologia locală (conținutul de uraniu și permeabilitatea la gaze a terenului de fundare a clădirilor), existența crăpăturilor în pardoseli (subsoluri sau fundații neizolate corespunzător pentru protecție la infiltrații cu radon), exalarea radonului din materialele de construcții, tipul de ventilare a aerului din interiorul clădirii, etanșeitatea la aer a clădirii etc. Deși, în majoritatea cazurilor, radonul din terenul de fundare este sursa principală a radonului din clădiri, posibilele căi de intrare a radonului în clădiri, în funcție de sursă, sunt:

1. Solul de sub clădire

- Goluri în pereții aflați în contact direct cu solul
- Pardoseli (porozitate, fisuri și îmbinări)
- Pereții subsolului în contact cu solul
- Spații în jurul conductelor

B. Materialul de construcție

- Exalația din materialele de construcție

C. Aerul din exteriorul clădirii

- Infiltrații la nivelul geamurilor/ușilor
- Infiltrații prin sistemul de ventilare al clădirii

D. Apa folosită în clădire

- Degazificarea apei

1.3. Acte normative referitoare la radon

Directiva 2013/59/Euratom a Consiliului din 5 decembrie 2013 de stabilire a normelor de securitate de bază privind protecția împotriva pericolelor prezentate de expunerea la radiațiile ionizante și de abrogare a Directivelor 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom și 2003/122/Euratom, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene L 13/1 din 17.1.2014;

Legea nr. 111/1996 privind desfășurarea în siguranță, reglementarea, autorizarea și controlul activităților nucleare, cu modificările și completările ulterioare;

Hotărârea Guvernului nr. 526/2018 pentru aprobarea Planului național de acțiune la radon, publicată în Monitorul Oficial al României, Partea I, Nr. 645/25.VII.2018;

Ordinul președintelui Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare nr. 316/2018 pentru aprobarea Normelor privind cerințele de securitate radiologică pentru

surse naturale de radiații, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 1048/11.12.2018;

Ordinul președintelui Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare nr. 153/2023 privind aprobarea Metodologiei pentru determinarea concentrației de radon în aerul din interiorul clădirilor și de la locurile de muncă, publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 729 din 08 august 2023;

Ordinul președintelui Comisiei Naționale pentru Controlul Activităților Nucleare nr. 237/2019 pentru aprobarea Normelor privind procedura de desemnare a laboratoarelor pentru domeniul nuclear, publicat în Monitorul Oficial al României Partea I, nr. 798/02.10.2019;

1.4. Normative, standarde, alte acte legislative naționale și internaționale relaționate cu radon

Hotărârea Guvernului nr. 1.218/2006 privind stabilirea cerințelor minime de securitate și sănătate în muncă pentru asigurarea protecției lucrătorilor împotriva riscurilor legate de prezența agenților chimici, cu modificările și completările ulterioare;

Ordinul ministrului muncii și protecției sociale nr. 508/20.11.2002 și Ordinul ministrului sănătății și familiei nr. 933/25.11.2002 privind aprobarea normelor generale de protecție a muncii;

Normativ privind igiena compoziției aerului în spații cu diverse destinații, în funcție de activitățile desfășurate în regim de iarnă-vară, indicativ NP 008-1997, aprobat prin O.M.L.P.A.T. nr. 6/N/22.01.1997, publicat în Buletinul Construcțiilor nr.10/1997;

Hotărârea Guvernului nr. 1034/2022 pentru aprobarea Strategiei naționale de renovare pe termen lung pentru sprijinirea renovării parcului național de clădiri rezidențiale și nerezidențiale, atât publice, cât și private, și transformarea sa treptată într-un parc imobiliar cu un nivel ridicat de eficiență energetică și decarbonat până în 2050, cu modificările și completările ulterioare;

Regulamentul (UE) nr. 305/2011 al Parlamentului European și al Consiliului din 9 martie 2011 de stabilire a unor condiții armonizate pentru comercializarea produselor pentru construcții și de abrogare a Directivei 89/106/CEE, publicat în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene nr. L 88/5 din 4.4.2011;

Hotărârea Guvernului nr. 668/2017 privind stabilirea condițiilor pentru comercializarea produselor pentru construcții;

Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare;

Ordinul ministrului sănătății nr. 381/2004 privind aprobarea Normelor sanitare de bază pentru desfășurarea în siguranță a activităților nucleare, cu modificările și completările ulterioare.

Ordinul ministrului sănătății nr. 119/2014 pentru aprobarea Normelor de igienă și sănătate publică privind mediul de viață al populației, cu modificările și completările ulterioare;

Ordinul ministrului sănătății nr. 752/2018 pentru aprobarea Normelor privind cerințele de bază de securitate radiologică;

Directiva 2010/31/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 19 mai 2010 privind performanța energetică a clădirilor (reformare) publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene L 153/13 din 18.6.2010.

Standarde române de referință

Se utilizează cele mai recente ediții ale standardelor române de referință, împreună cu, după caz, anexele naționale, amendamentele și eratele publicate de către organismul național de standardizare.

SR 13329:1996 Calitatea aerului. Depuneri atmosferice. Prelevare și pregătire a probelor în vederea determinării conținutului radioactiv;

STAS 12031-84 Apă. Determinarea conținutului de radon 222;

STAS 12052-82 Aer. Determinarea conținutului de descendenți de viață scurtă ai radonului 222;

STAS 12198-84 Aer. Determinarea conținutului de descendenți de viață scurtă ai toronului (radon 220).

SR EN ISO 16641:2016 Măsurarea radioactivității mediului - Aer - radon 220: Metodă de măsură integrată pentru determinarea concentrației medii de activitate utilizând detectori pasivi de urme nucleare în stare solidă;

SR EN ISO 13164-1:2020 Calitatea apei. Radon-222. Partea 1: Principii generale;

SR EN ISO 13164-3:2020 Calitatea apei. Radon-222. Partea 3: Metoda de încercare utilizând emanometria;

SR EN ISO 13164-4:2020 Calitatea apei. Radon-222. Partea 4: Metoda de încercare utilizând numărarea scintilațiilor în mediu lichid cu două faze;

SR ISO 11665-4 :2022 este Măsurarea radioactivității în mediu. Aer: Radon-222. Partea 4: Metoda de măsurare integrată pentru determinarea activității medii utilizând prelevarea pasivă și măsurarea întârziată

2. CRITERIILE DE ALEGERE A NIVELULUI DE PROTECȚIE LA RADON

Clădirile ale căror spații interioare locuite/utilizate sunt separate de terenul de fundare printr-un strat de aer complet ventilat (cu libera circulație a fluxurilor de aer), conform Fig. 1.a, se consideră protejate împotriva radonului. Prin urmare, pentru această categorie de clădiri nu se aplică niciun nivel de protecție la radon.

Circulația aerului prin gurile de ventilare din pereții de fundare a spațiilor goale, conform Fig. 1.b sau în pereții demisolurilor tehnice nu se consideră ca fiind ventilare completă în sensul menționat anterior și acestea se supun fluxului de acțiuni descris de ghidul de față.

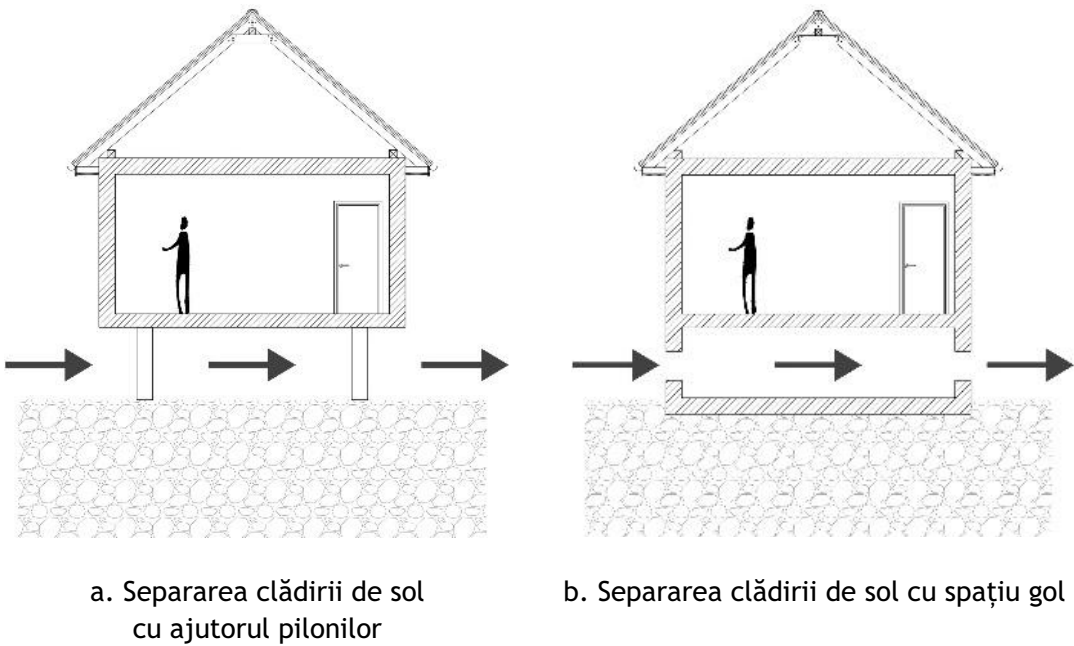


Fig. 1. Tipul clădirilor din perspectiva separării de terenul de fundare - schema de principiu

Compartimentarea interioară a clădirilor trebuie să fie proiectată astfel încât să nu contribuie la scăderea presiunii în subsolul neîncălzit al clădirii, acolo unde este posibilă prezența radonului. În spațiile tehnice situate în subsol, unde, din motive tehnologice sau de altă natură, este necesară depresurizarea, se va asigura fluxul necesar de aer proaspăt, în conformitate cu cerințele din regulamentul de exploatare.

Hărțile de risc la radon, realizate la nivel național și internațional, sunt folosite în principal pentru a facilita identificarea clădirilor existente cu niveluri ridicate de radon, nu pentru a proiecta măsuri preventive împotriva radonului în clădirile noi. Studiile efectuate în țările europene cu privire la gradul de fiabilitate a hărților de risc existente în aplicarea măsurilor preventive împotriva radonului în clădirile noi au indicat o valoare scăzută (sub 30%) tocmai în zonele cu risc ridicat. Concluzia studiilor este că hărțile de risc de radon cu măsurători de radon în clădirile rezidențiale existente nu pot fi recomandate pentru estimarea concentrației de radon în clădirea care urmează a fi construită. Ca atare, se impune determinarea indicelui de radon (IR) pe amplasamentul viitoarei construcții. Indicele de radon este stabilit ca urmare a măsurării concentrației de activitate de radon din gazul prelevat din sol, respectiv a permeabilității la gaze a solului, conform

Tabel 1. Concentrația de radon în gazul prelevat din sol și permeabilitatea la gaze a solului la 80 cm adâncime pe locul de construcție se măsoară în conformitate cu art. 32 din Ordinul președintelui CNCAN nr. 153/2023.

Tabel 1. Indicele de radon (IR) pe amplasament

INDICE RADON	Concentrația de activitate de radon în sol - C_s (kBq/m ³)		
RIDICAT	$C_s \geq 100$	$C_s \geq 70$	$C_s \geq 30$
MEDIU	$30 \leq C_s < 100$	$20 \leq C_s < 70$	$10 \leq C_s < 30$
SCĂZUT	$C_s < 30$	$C_s < 20$	$C_s < 10$
Permeabilitatea la gaze a solului	Scăzută	Medie	Ridicată

Indicele de radon al amplasamentului se definește ca fiind ridicat, mediu sau scăzut în funcție de valoarea concentrației de activitate de radon în sol în limitele în care se încadrează, respectiv permeabilitatea la gaze a solului, conform

Tabel 1. Indicatorul "permeabilitatea la gaze a solului" se determină printr-o evaluare de specialitate în conformitate cu *Anexa A - Determinarea permeabilității la gaze a terenurilor de fundare pentru construcții*. În funcție de indicele de radon al amplasamentului construcției, clădirile noi se clasifică în:

1. clădiri situate pe amplasamente cu indice de radon ridicat;
2. clădiri situate pe amplasamente cu indice de radon mediu;
3. clădiri situate pe amplasamente cu indice de radon scăzut.

Măsurătorile de radon care permit estimarea CARIA sunt efectuate după ocuparea clădirii, de preferință în primul sezon rece, și presupun măsurători prin metoda pasivă, pentru cel puțin 3 luni.

Pentru clădirile care vor fi construite pe amplasamente cu un indice de radon scăzut se aplică nivelul 1 de protecție la radon. Pentru cele care vor fi construite pe amplasamente cu un indice de radon mediu se aplică nivelul 2 de protecție la radon, iar pentru clădirile care urmează a fi construite pe amplasamente cu un indice de radon ridicat se aplică nivelul 3 de protecție la radon.

În situația în care, prin proiectare, se stabilește aplicarea nivelului 3 de protecție la radon, nu mai este necesară determinarea indicelui de radon pe amplasament, dar se va impune efectuarea măsurătorii de radon pentru estimarea CARIA, după ocuparea clădirii.

Soluțiile de proiectare prin care se implementează măsurile de protecție a clădirilor la radon sunt cuprinse în proiectul tehnic pentru execuția clădirii, în funcție de tipul de măsuri. Cerințele privind soluțiile proiectate pentru implementarea măsurilor de protecție a clădirilor la radon, se vor menționa la nivelul temei de proiectare. Aspectele tehnice, tehnologia și detaliile de implementare a măsurilor se vor detalia în proiectul tehnic. Proiectul tehnic va conține părțile scrise și desenate cu soluțiile de protecție, inclusiv lista specificațiilor tehnice ale materialelor și elementelor utilizate în construcții pentru implementarea măsurilor de protecție la radon.

În cazurile în care clădirea va fi situată pe, sau în apropierea unui depozit de deșeuri sau a unui zăcămint de cărbune, pot fi necesare măsuri de protecție suplimentare pentru infiltrațiile la alte gaze, precum metanul. Măsurile de protecție privind expunerea la metan le depășesc pe cele necesare pentru radon, deci, acolo unde este prezent atât metanul, cât și radonul, trebuie aplicate mai întâi măsurile protective la metan. O prioritizare similară se va aplica și în cazul zonelor în care se știe că pânza de apă freatică este situată la un nivel ridicat sau nivelul acesteia fluctuează și există riscul ca elementele destinate protecției la radon (colectoarele de radon) să fie inundate și, prin urmare, ineficiente.

Materialele de construcții destinate utilizării în clădiri, în cadrul implementării măsurilor de protecție împotriva radonului, trebuie să respecte specificațiile tehnice armonizate în cadrul domeniului de aplicare al Regulamentului (UE) nr. 305/2011 al Parlamentului European și al Consiliului din 9 martie 2011 de stabilire a unor condiții armonizate pentru comercializarea produselor pentru construcții și de abrogare a Directivei 89/106/CEE și al Hotărârii Guvernului nr. 668/2017 privind stabilirea condițiilor pentru comercializarea produselor pentru construcții și al Legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare.

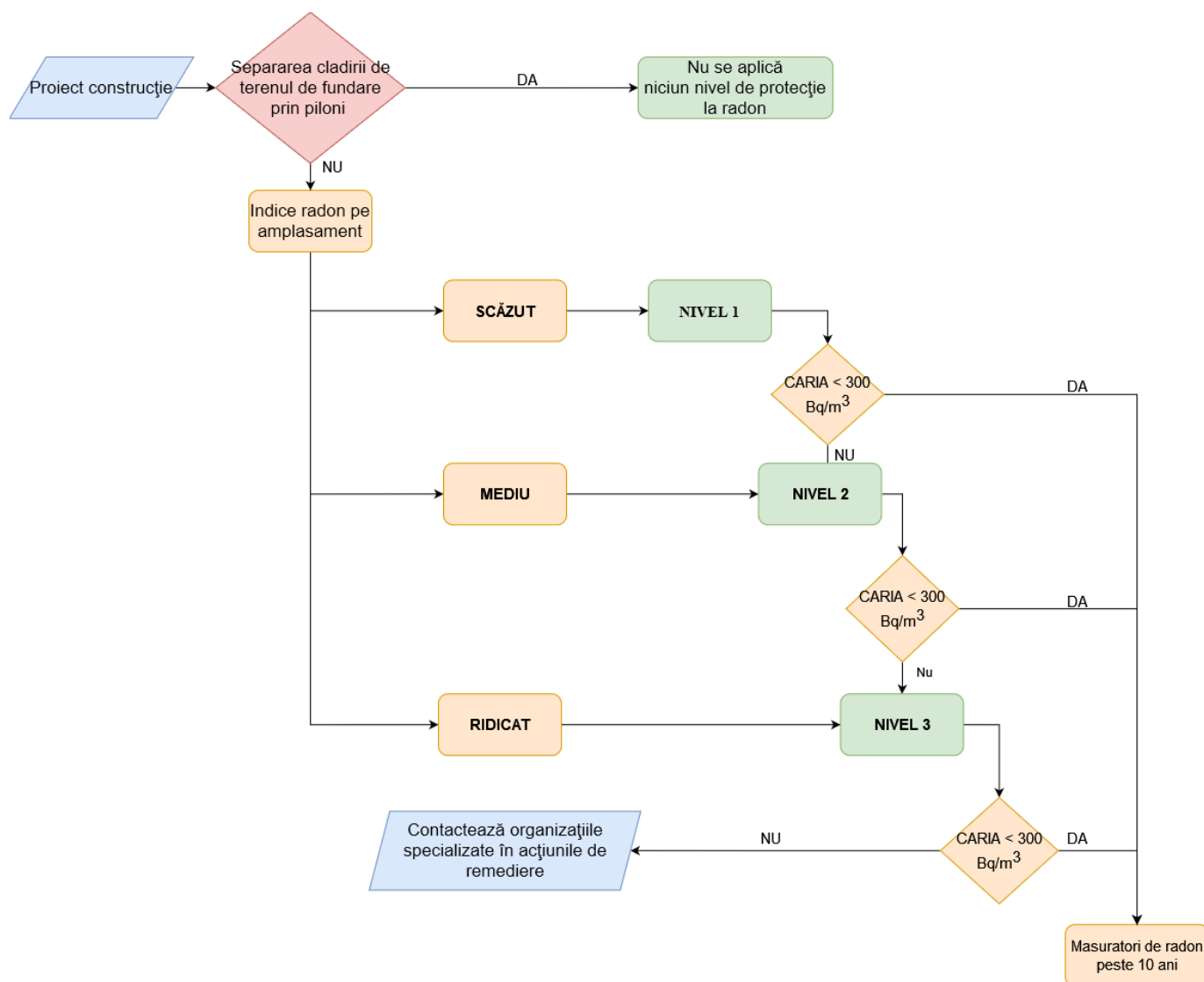


Fig. 2. Metodologia pentru alegerea nivelului de protecție la radon în funcție de indicele de radon pe amplasament și CARIA după implementarea măsurii

Controlul în execuția lucrărilor de construcții și instalații aferente implementării măsurilor de prevenire a pătrunderii radonului în clădirile noi se efectuează în conformitate cu legislația în vigoare privind calitatea în construcții.

Proiectul tehnic trebuie să cuprindă măsurile de prevenire a pătrunderii radonului în clădirile noi, inclusiv cerințele privind performanțele principale ale materialelor de construcție pentru implementarea acestor măsuri, precum și instrucțiuni privind funcționarea sistemelor tehnice.

Pentru obiectivele de investiții realizate din fonduri publice soluția de proiectare pentru protecția la radon se va elabora din faza de studiu de fezabilitate, fiind estimate atât categoriile de lucrări necesare a fi realizate pentru implementarea soluției, cât și costurile aferente.

3. CERINȚELE TEHNICE PENTRU PROTECȚIA LA RADON A CLĂDIRILOR NOI

3.1. Clădiri rezidențiale

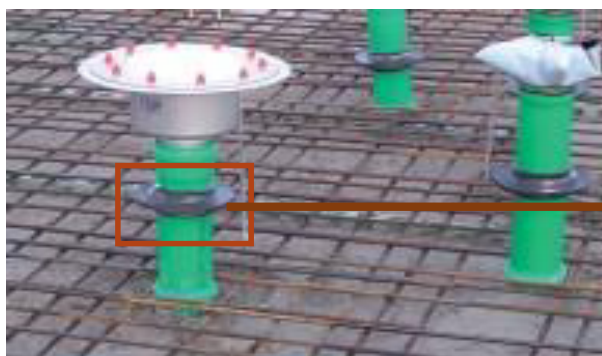
Protecția clădirilor împotriva pătrunderii radonului se realizează în scopul de a preveni depășirea nivelului de referință și asigurarea unei concentrații de radon cât mai scăzute posibil în interiorul clădirii.

3.1.1. NIVELUL 1 - protecția de bază împotriva radonului

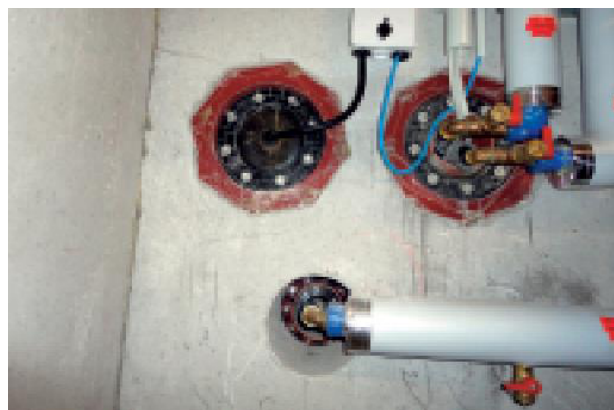
Regiunea sub infrastructura clădirii

Un strat de material permeabil la gaze trebuie așezat sub toate plăcile de beton pe sol amplasate în interiorul amprentei clădirii. Acest strat permeabil la gaze trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

- tuburile și conductele verticale pot trece prin stratul permeabil la gaze;
- pentru conductele care traversează elementele structurale din beton turnat monolit și care sunt în contact cu solul, etanșarea suplimentară poate fi asigurată cu ajutorul tolelor cauciucate cu inserții metalice fixate cu ajutorul unor coliere (Fig. 3.a);
- pentru conductele care traversează elementele structurale din beton prefabricat sau din beton monolit și care sunt în contact cu solul, etanșarea suplimentară poate fi asigurată cu ajutorul pieselor de trecere cauciucate cu guler, lipite sau fixate cu plăci de presiune pe peretele suport (Fig. 3.b);
- accesul spre golurile tehnice care găzduiesc apometre, vane sau regulatoare de presiune, conținute în elementele structurale din beton prefabricat sau din beton monolit și care sunt în contact cu solul, poate fi etanșat suplimentar cu ajutorul garniturilor perimetrale cauciucate (Fig. 3.c)



a. trecerea unei conducte de scurgere printr-o placă de fundație



b. sistem etanș de conducte



c. deschidere în placa de fundație sigilată etanș

Fig. 3. Exemple de măsuri aplicate pentru reducerea infiltrațiilor de radon din sol ca urmare a creșterii gradului de etanșeitate

Dacă stratul permeabil la gaze este format din pietriș sau agregat de carieră, grosimea lui trebuie să fie de cel puțin 100 mm. Acest strat permeabil nu trebuie să conțină mai mult de 10% material cu granulație mai mică de 4 mm, iar separarea lui de terenul de fundare e recomandat să fie făcută cu un material geotextil.

Dacă la proiectarea clădirii au fost utilizate panouri de ventilare ca înlocuitor pentru agregate, aceste panouri trebuie așezate direct pe terenul de fundare sau pe umpluturi compactate, conform specificațiilor din proiectul tehnic. Panourile trebuie să asigure curgerea gazelor din sol spre punctul de aspirație al sistemului având o suprafață de goluri comunicante mai mare sau egală cu cea a agregatului pe care îl înlocuiesc.

Colectorul de gaz subteran și punctele de aspirație

Un colector de gaz subteran trebuie să fie format dintr-un strat permeabil la gaze (pietriș) și un sistem de colectare (conductă pentru a colecta gazele din sol și a le direcționa către punctul de aspirație). Conducta utilizată pentru colectorul subteran de gaz trebuie să îndeplinească specificațiile capitolului *Tuburi și racorduri*.

Fiecare punct de aspirație trebuie să conțină o conductă separată care traversează etanș elementul structural despărțitor până la cel puțin 150 mm deasupra plăcii. Capătul superior al conductei verticale, neperforată, de la punctul de aspirație poate fi amplasat în camera tehnică și trebuie să fie închis cu un dop etanș la gaze, pentru a preveni infiltrarea în clădire a radonului prezent sub placă. Această prelungire trebuie să poarte o etichetă care să indice clar că va fi folosit pentru un viitor sistem de protecție la radon, în conformitate cu precizările din capitolul 4.

Un singur punct de aspirație poate fi suficient pentru o placă cu suprafața de până la 300 m². Cu toate acestea, numărul de puncte de aspirație aferente unei clădiri trebuie stabilit în funcție de suprafața reală și geometria regiunii de sub placă.

Fiecare clădire trebuie să aibă cel puțin un punct de aspirație care să deservească colectorul de gaz subteran. Un colector de gaz subteran poate prezenta un punct de aspirație pentru fiecare regiune sub placă (cu alte cuvinte, pentru fiecare spațiu de distribuție a aerului) sau poate fi conectat cu un alt colector de gaz subteran deservit de unul sau mai multe puncte de aspirare. Conceptul ales trebuie să creeze depresurizare eficientă sub placă. Fig. 4 exemplifică o soluție propusă în acest sens. Conducta neperforată a sistemului de atenuare

a radonului, așezată orizontal sub placă și reprezentată în Fig. 4, are o lungime variabilă. Acest lucru permite ca secțiunea verticală să fie plasată în diferite locuri deasupra plăcii. Racordul conductei neperforate de sub placă trebuie să fie situat în apropierea centrului plăcii.

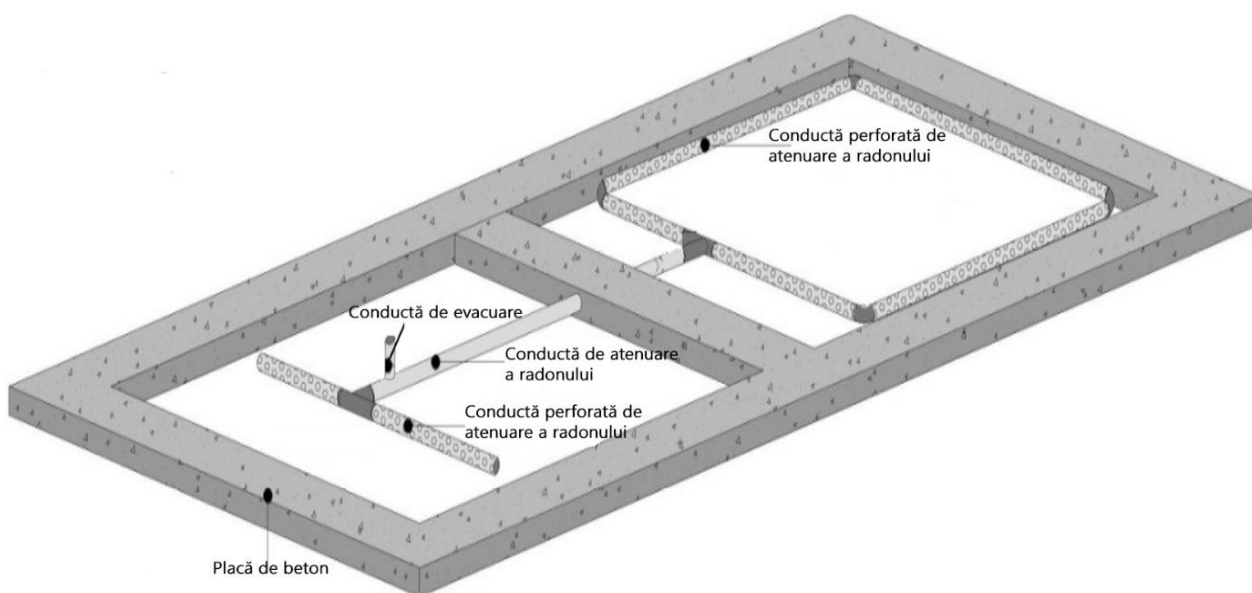


Fig. 4. Posibilă legătură a două sisteme colectoare - schema de principiu

Colectorul de gaz din sol, precum și tot solul expus trebuie să fie acoperite cu o membrană rezistentă la difuzia gazelor din sol, care, la rândul ei, este acoperită cu placa de beton.

Conducta perforată sau riflată, folosită ca și colector de gaz din sol, înglobată în stratul de pietriș, trebuie să aibă o lungime mai mare sau egală cu 3 m pentru fiecare 50 m² de amprentă la sol a clădirii și se recomandă ca distanța drenurilor paralele să fie de cel puțin 2 m. Conducta trebuie instalată conform uneia dintre configurațiile prezentate în Fig. 4, în partea din dreapta fiind reprezentată configurația circuit închis cu plasarea conductei perforate la o distanță de 0,5 m de fiecare perete, în partea din stânga configurația în forma de T cu plasarea conductei perforate într-o configurație deschisă.

În cazul în care o buclă de conductă este utilizată cu rol de colector de gaz din sol, un racord în T va fi folosit ca punct de aspirație. Bucla de conductă (așa cum se arată în Fig. 4) va consta dintr-o conductă perforată. Se va realiza un test de comunicare după turnarea plăcii pentru a confirma că punctul de aspirație selectat este funcțional. Mai multe informații despre testarea comunicațiilor sunt prezentate în *Anexa B - Testul de comunicare*. Pentru un colector de gaz din sol cu panouri de ventilare sub plăci, conducta va fi instalată conform prevederilor producătorului.

Membrana împotriva gazelor din sol

Materialul utilizat ca barieră împotriva gazelor din sol, instalat sub placa de beton pe sol, trebuie să fie din polietilenă de cel puțin 0,25 mm grosime sau poliolefină echivalentă și să fie rezistentă la difuzia gazelor și la perforare. Membrana împotriva gazelor din sol trebuie să separe complet colectorul de gaz din sol de clădire și să fie amplasată într-o manieră care minimizează pătrunderea gazelor din sol în structură.

Orice ruptură, perforație sau alte deficiențe într-o astfel de membrană trebuie etanșate înainte ca betonul să fie turnat. Membrana împotriva gazelor din sol trebuie extinsă de-a lungul marginilor plăcii până deasupra plăcii de beton și va fi etanșată și fixată de peretele

fundației, cu un material de etanșare corespunzător, înainte de turnarea plăcii de beton (Fig. 5). Pentru reducerea riscului de perforare a membranei împotriva gazelor din sol se recomandă încadrarea ei între două straturi de material geotextil.

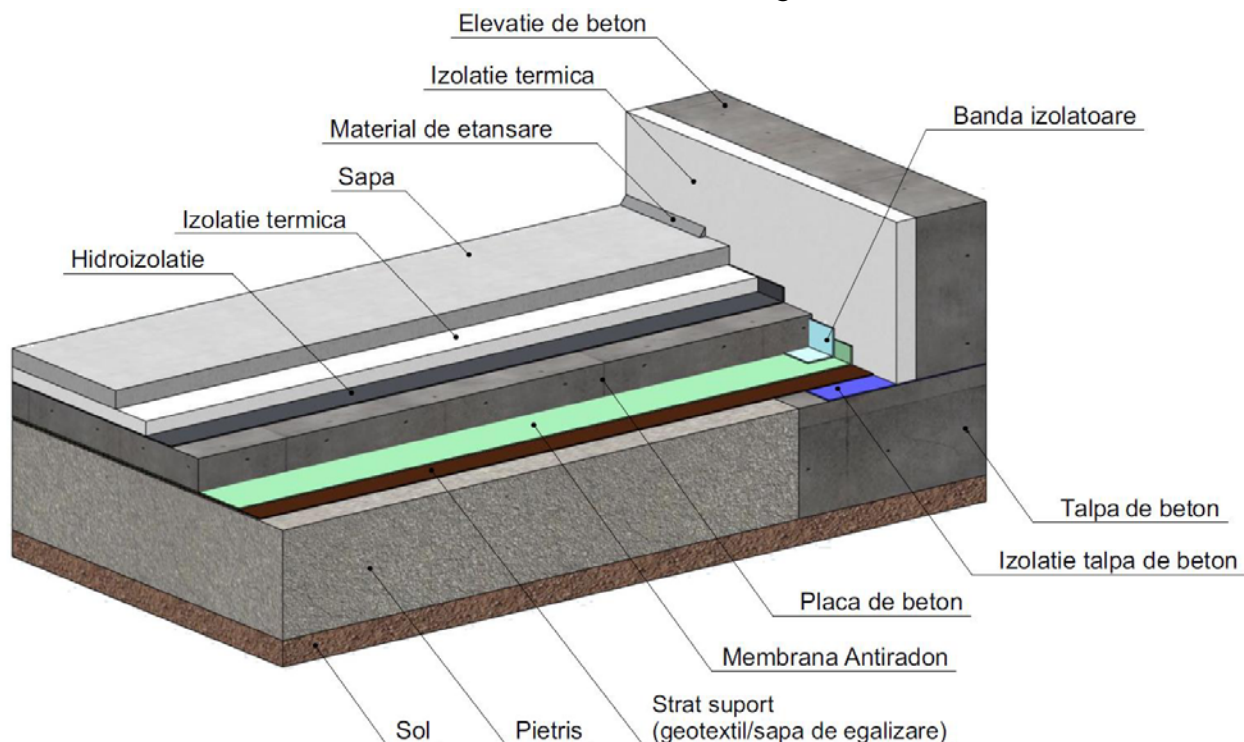


Fig. 5. Etanșarea la nivelul peretelui fundației a membranei împotriva gazelor din sol - schema de principiu

În cazul în care izolația este extinsă între perete și placa de beton, membrana împotriva gazelor din sol trebuie instalată sub izolație, etanșată și fixată de stratul suport cu o bandă izolatoare specifică acestui scop (Fig. 6).

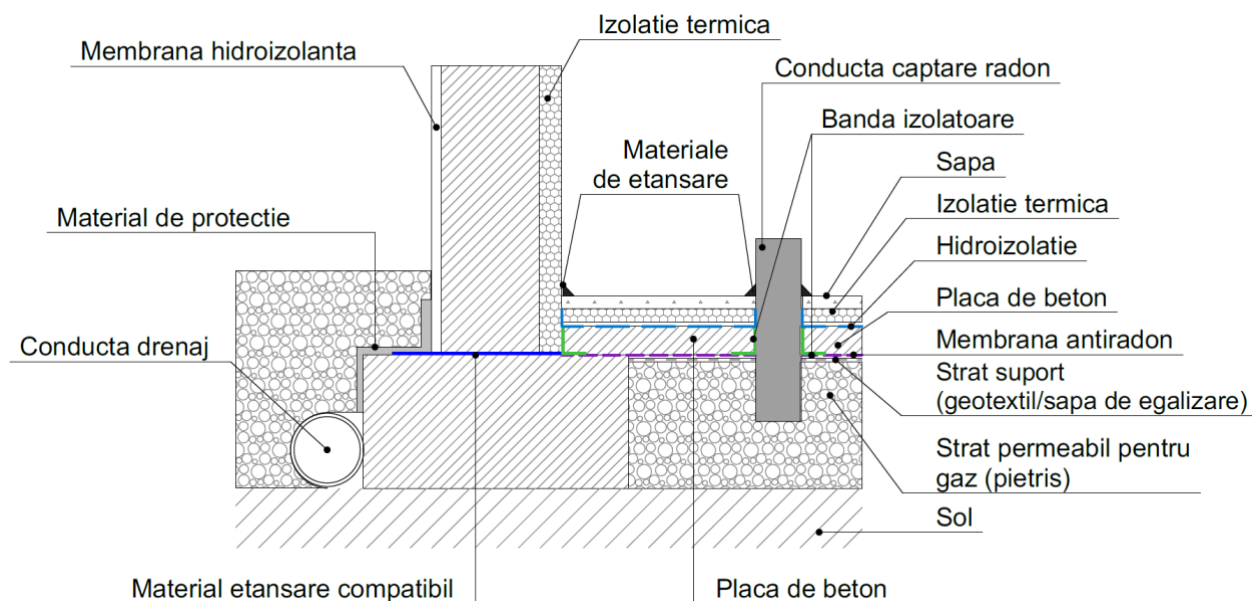


Fig. 6. Etanșarea orizontală a membranei împotriva gazelor din sol când izolația este între perete și placă - Schema de principiu

Acolo unde fundația este din beton sau zidărie și unde placa se întâlnește cu o altă placă sau cu peretele, membrana împotriva gazelor din sol va fi complet etanșată cu un material de etanșare compatibil și care aderă la substraturile pe care se aplică. Golurile din membrana împotriva gazelor din sol, destinate trecerii instalațiilor sanitare și utilităților prin structură, trebuie etanșate folosind materiale compatibile. Acolo unde există un tip de izolație sub placa de beton și nu îndeplinește cerințele specifice și de etanșeitate pentru o barieră de gaz din sol, membrana împotriva gazelor din sol va fi instalată deasupra plăcii de beton existente. Toate îmbinările din membrana împotriva gazelor din sol trebuie să fie suprapuse pe o lățime de minim 300 mm și îmbinate folosind un material de etanșare.

Tuburi și racorduri

Cerințele minime pentru conductele utilizate în construirea de colectoare de gaze și puncte de aspirare sunt prezentate în cele ce urmează.

Conductele trebuie să aibă un diametru interior nominal mai mare sau egal cu 100 mm.

Porțiunile orizontale ale conductelor trebuie reduse la minimum. Se recomandă utilizarea fittingurilor de 22,5° pentru a menține mișcarea datorată efectului de tiraj termic.

Acolo unde sunt necesare conducte orizontale, acestea trebuie pozate în conformitate cu cerințele aplicabile ale normativelor de proiectare de instalații sanitare, de canalizare și ventilare, cu respectarea distanțelor de siguranță. Țevile trebuie așezate pentru a minimiza expunerea la frig și trebuie izolate atunci când sunt utilizate în spații neîncălzite.

Conductele orizontale subterane și supraterane trebuie să fie așezate cu o pantă de cel puțin 1% pentru a permite descărcarea apei provenite din condens în sol, în conformitate cu prevederile din Tabel 2.

Tabel 2. Panta recomandată în funcție de debit

Diametru nominal (mm)	Debit (L/s)	Panta recomandată
100	10	1:100
100	25	1:50
100	50	1:30

Adezivii, lianții, amorsele și materialele pentru conductele selectate trebuie să îndeplinească cerințele legislației în vigoare și recomandările producătorului privind condițiile de utilizare. Conductele, fittingurile, grundurile și adezivii folosiți pentru același colector de gaz și punct de aspirație trebuie să fie compatibile din punct de vedere al domeniului de utilizare, a durabilității, să nu interacționeze chimic, fizic/mecanic unele cu altele în sensul reducerii proprietăților specifice ale unora; de obicei producătorul indică domeniul de utilizare și limitările acestuia (de exemplu, un grund sau un adeziv este compatibil cu conducte/fittinguri realizate dintr-un anumit tip de material).

Etanșarea punctelor de trecere în placă și pereții fundației

Toate traversările prin placă, inclusiv deschiderile de acces, vor fi proiectate și instalate pentru a preveni pătrunderea gazelor din sol. Materialele polimerice sau cauciucate pot fi

utilizate pentru a asigura o etanșare în cazul componentelor cum ar fi stâlpi, coloane sau conductele care străbat placa (Fig. 3).

3.1.2. NIVELUL 2 - sistem de depresurizare pasivă a solului (DPS)

Construcția unui coloane pentru sistemul de depresurizare pasivă a solului necesită respectarea prevederilor la punctul 3.1.1. *NIVELUL 1 - protecția de bază împotriva radonului*, în plus față de cerințele de la punctul 3.1.2. *NIVELUL 2 - sistem de depresurizare pasivă a solului (DPS)*. Sistemul, așa cum este descris la 3.1.1. *NIVELUL 1 - protecția de bază împotriva radonului*, trebuie extins pe verticală, cu evacuarea în siguranță în aerul de exterior.

Secțiunea sistemului pasiv care trece printr-un spațiu neclimatizat trebuie izolată termic cu materiale termoizolante adecvate pentru a menține efectul de tiraj termic și pentru a minimiza condensul pe interiorul conductei.

Conductele și fittingurile trebuie să fie conforme cu cerințele din secțiunea *Tuburi și racorduri*. Întreaga porțiune preasamblată a DPS care urmează să fie instalată în interiorul clădirii trebuie testată pentru etanșeitate. DPS se va termina în exterior. Gura de evacuare (coșul) pentru sistemul de reducere a concentrației de radon trebuie instalat într-o astfel de poziție pentru a preveni acumularea de gheață sau căderea periculoasă de gheață pe alei.

Extremitatea exterioară a conductei DPS trebuie să fie îndreptată vertical și să respecte distanțele menționate în Tabel 3.

Tabel 3. Distanțe minime de siguranță ale coșului sistemului pasiv pentru evacuarea pe acoperiș

Localizare	Distanța minimă (m)
Distanță verticală deasupra coamei acoperișului în punctul de penetrare	0,3
Distanță verticală deasupra ferestrelor sau ușilor	0,6
Distanță verticală deasupra admisiei mecanice de alimentare cu aer (admisia aerului)	0,9
Distanță orizontală față de ferestre, uși sau admisie mecanică a aerului	3
Spațiul liber orizontal de la un perete vertical care se extinde deasupra acoperișului	3

Pentru posibilitatea instalării unui ventilator de depresurizare activă a solului (DAS) cu radon în conformitate cu cerințele de la 3.1.3. *NIVELUL 3 - sistem de depresurizare activă a solului (DAS)* se va asigura spațiul necesar montării acestuia. În cazul în care se impune instalarea DAS, se va instala o priză electrică în pod sau mansardă.

3.1.3. NIVELUL 3 - sistem de depresurizare activă a solului (DAS)

Construcția unui sistem activ de depresurizare (DAS) necesită respectarea prevederilor de la 3.1.1. NIVELUL 1 - protecția de bază împotriva radonului, precum și a celor de la 3.1.2. NIVELUL 2 - sistem de depresurizare pasivă a solului (DPS), în plus față de cele prevăzute la 3.1.3. NIVELUL 3 - sistem de depresurizare activă a solului (DAS). Nivelul 3 include instalarea unui sistem de depresurizare activă a solului (DAS) care utilizează conductele instalate la nivelul 2 și, suplimentar, include instalarea unui ventilator, așa cum este cerut în secțiunea de față. Sistemul, ca urmare a funcționării ventilatorului, va conduce la realizarea unei diferențe de presiune care va extrage radonul de sub clădire și îl va evacua în exterior pentru a reduce nivelurile concentrațiilor de radon din interior. Majoritatea ventilatoarelor active de depresurizare a solului utilizate în prezent sunt de tip centrifugal în linie, dar alte configurații de ventilatoare pot fi posibile. Ventilatoarele trebuie să fie proiectate și dimensionate pentru funcționarea continuă. Montarea ventilatorului se va face astfel încât să se asigure etanșeitatea instalației. De asemenea, se va utiliza un ventilator care îndeplinește criteriile pentru utilizare în interior (nivelul de zgomot).

Ventilatoarele trebuie instalate conform instrucțiunilor producătorului și trebuie să asigure un drenaj optim al condensului. Ventilatoarele sunt instalate în mod obișnuit pe conducte verticale și, dacă drenajul condensului nu este asigurat de ventilator, este necesară efectuarea unui by-pass de condens care să devieze condensul din conducta de evacuare în vederea protejării ventilatorului. Ventilatorul trebuie conectat la conducte conform instrucțiunilor producătorului. Vor fi folosite cuplaje flexibile pentru a se asigura etanșarea corespunzătoare și amortizarea vibrațiilor. Cablajul și componentele electrice trebuie să respecte normele electrice aplicabile.

Este necesară instalarea unui indicator de performanță a sistemului pentru a monitoriza performanța ventilatorului, amplasat în interior, într-un loc observabil de către utilizatorii clădirii. Indicatorul de performanță al sistemului poate fi reprezentat și de un manometru cu tub în U.

Supradimensionarea ventilatoarelor crește în mod inutil consumul și riscul de depresurizare a clădirii care poate duce la un risc crescut de tiraj termic înapoi al aparatelor cu ardere cu tiraj termic natural.

La instalarea ventilatorului trebuie să fie verificate fiecare conexiune, îmbinare a ventilatorului și componentă a sistemului supusă influenței induse de ventilator. De asemenea, trebuie să se etanșeze orice scurgere detectată în conformitate cu recomandarea oferită de producătorul componentei.

După finalizarea testului de scurgere, se va aplica o etichetă pe ventilatorul de radon. Eticheta trebuie să conțină următoarele informații: „Aparatul a fost testat la acest sistem pentru scurgeri în timpul instalării. Vă rugăm să rețineți că deteriorarea fizică sau îmbătrânirea pot conduce la scurgeri, având ca rezultat creșterea nivelului concentrației de radon în interior. Se recomandă inspectarea periodică a sistemului, respectiv a nivelului concentrației de radon la fiecare 10 ani sau după orice schimbare majoră a structurii sau a ventilării/circulației aerului.”

Descărcările sistemului de protecție la radon

Descărcările sistemelor de protecție la radon trebuie să fie în exterior, așa cum se exemplifică în Fig. 7 (acoperiș), în Fig. 8 (capătul frontonului) sau în Fig. 9 (descărcarea din peretele lateral lângă nivelul solului). DAS care se termină deasupra acoperișului (Fig. 7) sau printr-un fronton (Fig. 8) trebuie să aibă ventilatoarele amplasate în pod. Cele trei opțiuni posibile de descărcare a sistemului activ de reducere a radonului (acoperiș, capăt de fronton sau descărcarea din pereții laterali, aproape de nivelul solului) trebuie să respecte distanțele de degajare prezentate în Tabel 4.

Conducta pentru evacuarea la capătul frontonului trebuie să se descarce orizontal cu o lungime minimă de 50 mm și o lungime maximă de 150 mm care iese dincolo de planul structurii verticale.

Se va avea în vedere ca punctul de descărcare la capătul frontonului să nu fie situat direct deasupra unei pasarele pentru a se evita în timpul sezonului rece potențialele accidente (prin căderea bucăților de gheață) ale persoanelor care circulă în apropierea acestuia.

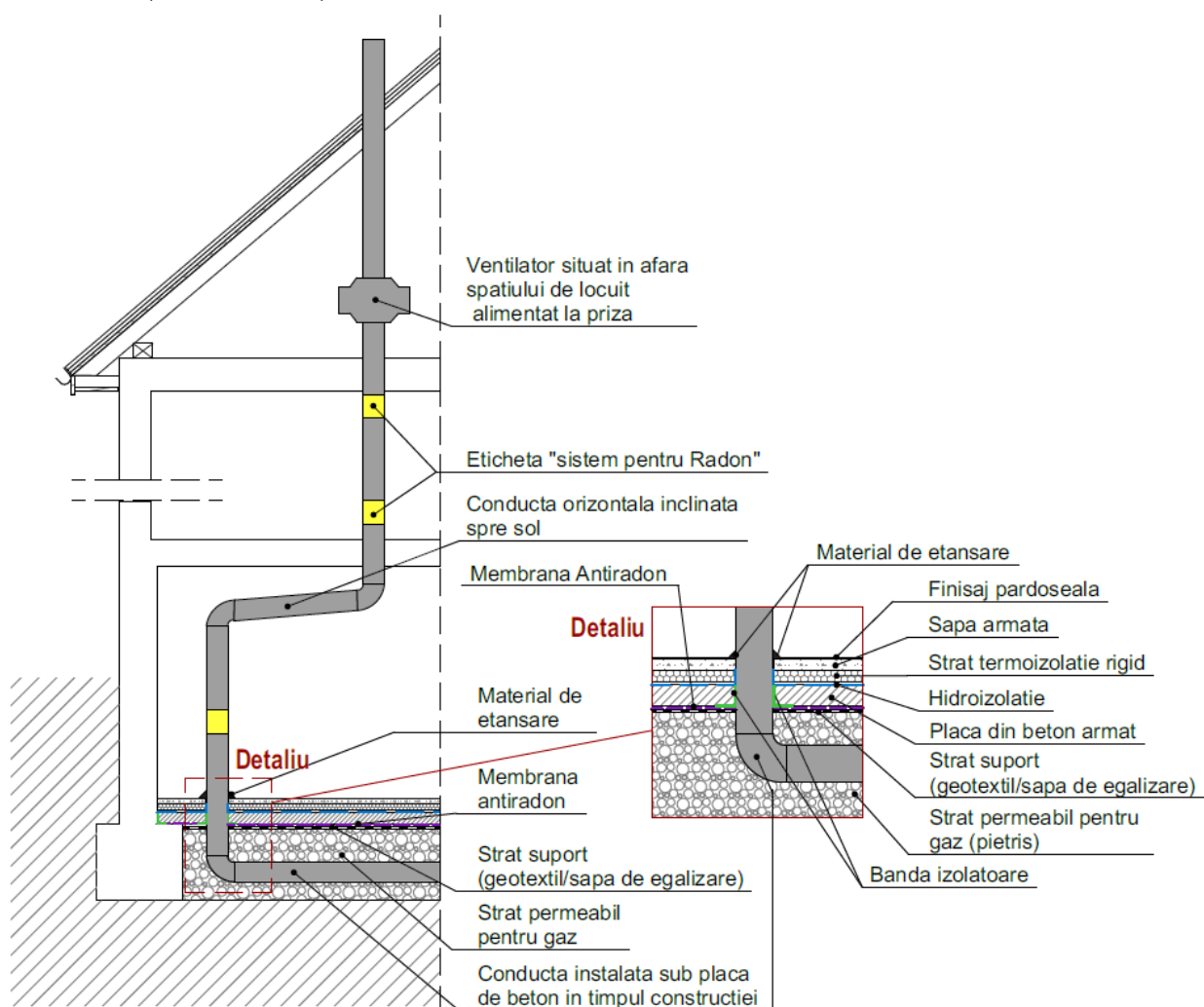


Fig. 7. Sistemul de depresiune activă cu descărcare la nivelul acoperișului - schema de principiu

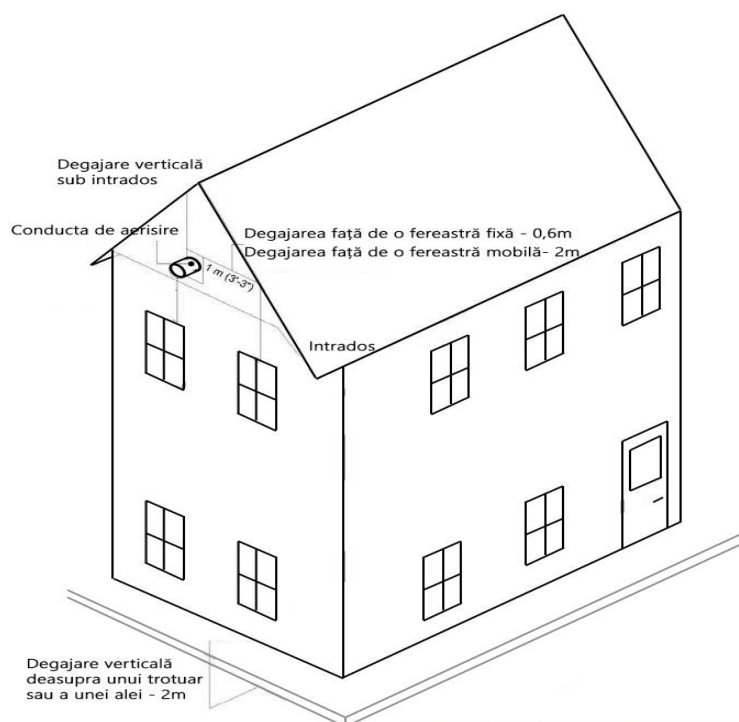


Fig. 8. Sistem de depresurizare activă cu descărcare la nivelul frononului - schema de principiu

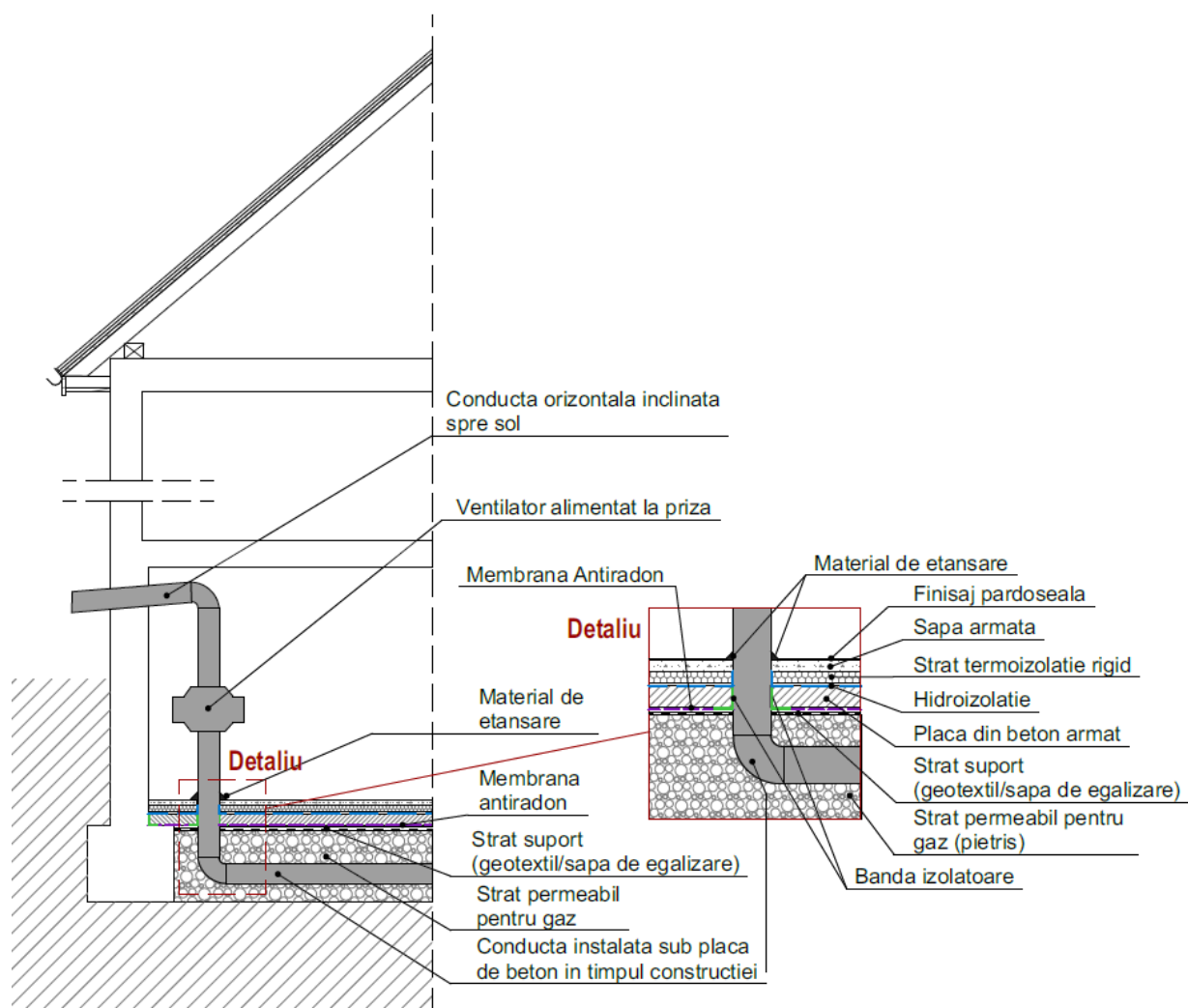


Fig. 9. Sistem de depresurizare activă cu descărcare la nivelul peretelui lateral, aproape de nivelul solului - schema de principiu

Tabel 4. Distanțe de degajare pentru sistemele active de reducere a concentrației radonului

Localizare	Distanța minimă (m)
Distanță față de gura de alimentare cu aer	2
Distanță până la fereastra închisă permanent	0,6
Spațiu liber pentru o fereastră care se poate deschide	2
Distanță față de o ușă care poate fi deschisă	1
Distanță până la colțul exterior	0,3
Distanță până la colțul interior	0,3
Spațiu liber deasupra trotuarului asfaltat sau a drumului asfaltat situat pe proprietate publică	2
Spațiu liber deasupra nivelului, verandă, punte sau balcon	0,3
Distanță verticală de la orice componentă de ventilare pentru mansardă	1
Distanță orizontală dintr-o zonă direct sub descărcare acolo unde există riscul de rănire din cauza căderii gheții	1

Conducta trebuie să fie amplasată acolo unde aerul evacuat și umiditatea nu vor afecta direct persoanele sau proprietățile adiacente.

3.2. Clădiri publice, administrative, civile cu activități socio-culturale sau economice

În această categorie sunt cuprinse următoarele tipuri de clădiri:

- publice, administrative și/sau care adăpostesc activități social-culturale (unități de învățământ, clădiri în care funcționează unități sanitare de ocrotire a sănătății, clădiri care deserveșc servicii publice de asistență socială, sedii administrative ale autorităților publice, clădiri de cult, clădiri care adăpostesc activități artistice, sau activități sportive etc.);
- civile care adăpostesc activități economice.

Cerințele pentru aplicarea măsurilor de prevenire a pătrunderii radonului în aceste tipuri de clădiri sunt similare cu cele destinate clădirilor rezidențiale (subcapitolul 3.1. *Clădiri rezidențiale*). În zonele cu indice de radon scăzut, se va asigura protecția la radon prin instalarea nivelului 1 (3.1.1). Pentru indicele mediu de radon se va aplica nivelul 2, în timp ce indicele ridicat de radon va atrage instalarea nivelului 3. Pentru a determina nivelul de protecție necesar se va contacta unul din laboratoarele desemnate de CNCAN pentru efectuarea măsurării concentrației de activitate de radon din gazul prelevat din sol, respectiv a permeabilității la gaze a solului. În situația în care se vizează aplicarea nivelului 3 de protecție la radon, nu mai este necesară determinarea indicelui de radon pe amplasament, dar se va impune efectuarea măsurătorii de radon pentru estimarea CARIA, după ocuparea clădirii.

4. ETICHETAREA, CONTROLUL ȘI VERIFICAREA EFICIENȚEI MĂSURILOR DE PROTECȚIE LA RADON

4.1. Etichetarea

Pentru cele trei niveluri de protecție la radon, trebuie să fie furnizate etichete conform prezentului ghid. Etichetele trebuie să indice clar că sistemele sunt destinate numai pentru îndepărtarea gazului radon.

Etichetele servesc scopului identificării sistemelor de control al radonului pentru intervențiile viitoare. De asemenea, etichetarea permite identificarea sistemelor de către utilizatori care ar putea să nu cunoască radonul și/sau opțiunile de control ale acestuia. Toate etichetele vor fi tipărite și compuse din litere care sunt într-o culoare contrastantă cu fundalul. Există cinci tipuri de etichete (pentru membrana împotriva gazului din sol, pentru conducte, pentru ventilatoare, pentru rezervoare, de marcare a presiunii de pornire a sistemului activ), respectiv un model de instrucțiune pentru întreținere.

Etichetă pentru membrana împotriva gazului din sol

Pentru clădirile prevăzute cu membrane împotriva gazelor din sol, trebuie instalată o etichetă într-un locație vizibilă și trebuie să menționeze *„Aceasta este o componentă a nivelului 1 de protecție la radon. Nu manipulați”*.

Etichetă pentru conducte

Componenta verticală a unei conexiuni de pornire trebuie marcată cu eticheta *„Aceasta este o componentă a unui sistem de protecție la radon. Nu manipulați sau deconectați”*. Eticheta trebuie aplicată pe capacul etanș. Eticheta se va aplica și pentru conducta pentru sistemul de depresurizare pasivă, dacă acesta a fost montat. În acest caz, eticheta va fi aplicată la fiecare 2 m sau la fiecare schimbare de direcție.

Etichetă pentru rezervoare

În cazul în care rezervoarele sunt instalate și utilizate ca admisie pentru un sistem DAS, capacul etanșat al rezervorului va fi prevăzut cu o etichetă durabilă: *„Acesta este o componentă a unui sistem de protecție la radon. Nu modificați sau îndepărtați capacul rezervorului, cu excepția situațiilor în care zona necesită întreținere. Re-etanșați capacul (și reinstalați conexiunile de conducte DAS și porniți din nou ventilatorul) după întreținere.”*

Etichetă pentru ventilator

Ventilatoarele utilizate ca parte în sistemul de depresurizare activă vor fi etichetate astfel: *„Aceasta este o componentă a unui sistem de protecție la radon. Nu manipulați sau deconectați”*. Întreruptoarele de circuit pentru ventilator și orice dispozitiv de avertizare a defectiunilor sistemului vor fi, de asemenea, etichetate *„Aceasta este o componentă a unui sistem de protecție la radon. Nu manipulați sau deconectați”*.

Etichetă pentru sistemul de monitorizare presiune în DAS

Când este instalat un sistem activ (nivelul 3), valoarea inițială a presiunii sistemului trebuie să fie marcată clar pe eticheta de monitorizare a presiunii sistemului (de obicei, un manometru cu tub în U). Dispozitivul de monitorizare trebuie să aibă o etichetă durabilă cu următorul mesaj: *„Aceasta este o componentă a unui sistem de protecție la radon. Nu manipulați sau deconectați”*. Acesta va cuprinde informații cu privire la modul de citire al

indicatorului, la momentul în care este necesară inspecția sistemului și cine este autorizat să o realizeze; această descriere va varia în funcție de fiecare dispozitiv. Eticheta trebuie să includă, de asemenea, textul îngroșat **„Acest manometru măsoară presiunea de aspirație în mm coloană de apă, nu măsoară radonul.”**

4.2. Controlul, verificarea eficienței și durabilitatea măsurilor de protecție la radon

La proiectarea unei clădiri noi, elementele inaccesibile după ocuparea clădirii, care asigură protecție împotriva pătrunderii radonului și care sunt greu de înlocuit în caz de avarie, trebuie proiectate cu cea mai mare fiabilitate și durabilitate posibilă în conformitate cu durata de viață a clădirii. Elementele accesibile ale construcției unei clădiri noi, care asigură protecție împotriva pătrunderii radonului, se proiectează și se execută cu asigurarea posibilității de verificare, întreținere și reparații. Măsurile de protecție împotriva radonului sunt concepute astfel încât elementele utilizate să fie rezistente la efectele coroziunii chimice și degradării biologice.

Proprietarului clădirii va primi de la personalul care a efectuat instalarea nivelului de protecție la radon un dispozitiv de testare pe termen lung a radonului, precum și instrucțiunile de amplasare și testare (*ANEXA C - Dispozitive de testare radon*).

În cazul *NIVELULUI 3 - sistem de depresurizare activă a solului (DAS)*, o măsurare a radonului pe termen scurt, cu o durată nu mai mică de 48 de ore, trebuie efectuată în prima lună de funcționare, nu mai devreme de 24 de ore de la activarea sistemului, în timp ce acesta funcționează, utilizând un dispozitiv activ de măsurare a concentrației de radon furnizat de unul din laboratoarele desemnate CNCAN. Ulterior, pentru verificarea funcționalității sistemului pe termen lung se efectuează un test prin metoda pasivă, detectorul fiind aplicat pentru o perioadă de minim 3 luni. Testul va fi realizat numai după ce spațiul este dat în folosință, deoarece factori precum încălzirea și ventilarea vor afecta nivelul interior a concentrației de radon.

Se recomandă o retestare la fiecare zece ani cu un dispozitiv de testare a concentrației radonului pe termen lung. Testarea în vederea determinării concentrației radonului pe termen lung trebuie efectuată de laboratoarele desemnate CNCAN pentru măsurători de radon prin metoda pasivă.

4.3. Instrucțiuni și recomandări de mentenanță

Sistemele de control vor fi, de asemenea, prevăzute cu o singură fișă de informare în scopul informării utilizatorilor clădirii. Cele trei niveluri ale sistemelor de protecție la radon trebuie să aibă fiecare o fișă de informații. Fișa de informații trebuie să urmeze formatele prezentate în *Anexa D - fișa de informații* și vor face parte din pachetul de informații furnizat de către firma care a făcut instalarea către proprietarul de clădire. De asemenea, aceste informații trebuie să se regăsească în cartea tehnică a construcției, ca făcând parte din documentele de urmărire a comportării în timp.

5. PROTECȚIA LA RADON A CLĂDIRILOR NOI CA URMARE A UTILIZĂRII MATERIALELOR DE CONSTRUCȚIE ȘI A APEI

Deși în majoritatea situațiilor principala sursă de radon este reprezentată de sol, radonul poate ajunge în aerul din interior prin alte două modalități. O sursă potențială pentru radonul care ajunge într-o clădire este reprezentată de materialele de construcție, în funcție de nivelurile de radon-226 (elementul părinte pentru radon-222) prezente în materialele utilizate. Radonul poate fi emanat din materiale precum beton, gips-carton, gresie sau blaturi din granit. Contribuția adusă de materialele de construcție la nivelurile interioare de radon este în general foarte mică. Studiile efectuate în comunitatea științifică pentru cele mai utilizate plăci și blaturi de granit au avut ca și concluzie faptul că este puțin probabil ca acestea să contribuie în mod semnificativ la nivelul concentrației de radon în interiorul clădirii. Protecția clădirilor noi la radon datorită radiațiilor gamma de la produsele de construcții se realizează prin produse în care conținutul de radionuclizi naturali nu depășește valorile maxime admise ale indicelui de activitate specifică, în conformitate cu *Ordinul OMS 381/2004, completat și revizuit în 2010 (Se interzice producerea, importul și furnizarea de materiale pentru construcția de locuințe și alte clădiri sociale, având în produsul finit concentrații măsurate în (Bq/kg) ale următorilor radioizotopi: ^{226}Ra , ^{232}Th și ^{40}K , pentru care indicele de radioactivitate este mai mare de 0.5) și HG. Nr.526/2018 pentru aprobarea Planului național de acțiune la radon, publicat în M.Of. al României și în vigoare de la 25.07.2018.*

O altă cale de intrare a radonului într-o clădire este în formă dizolvată, în apa care intră în clădire de la conducta de distribuție. Când un robinet este deschis, radonul dizolvat în apă va elibera gazul în aer. Acest lucru se poate întâmpla, de exemplu, în perioadele în care utilizatorii fac duș sau spală vase. Această degajare a radonului este, în general, nesemnificativă în comparație cu radonul care provine din solul din jurul și de sub clădire. Nivelurile de radon din sistemele municipale de apă sunt de obicei extrem de scăzute datorită unei combinații între metoda de tratare a apei, respectiv ca urmare a duratei în procesarea și distribuția apei. Nivelurile de radon din apa de fântână pot fi semnificative în funcție de sursă, dar din nou, este nevoie de niveluri extrem de ridicate de radon dizolvat în apa de fântână pentru a avea impact în interior, în mod apreciabil. Este nevoie de aproximativ de 10.000 de ori concentrația de radon în apă pe m^3 de apă (adică $3.000.000 \text{ Bq/m}^3$ de radon în apă) pentru ca să aibă un impact semnificativ asupra aerului din interior. Această concentrație de radon în apă este un eveniment rar, dar se poate întâmpla ocazional în cazul existenței unor fântâni private sau comunitare. Dacă în aerul unei clădiri alimentate cu apă de fântână concentrația de radon este de peste 300 Bq/m^3 , ar trebui luată în considerare și testarea nivelului de radon din apă. Se recomandă mai întâi atenuarea radonului din sol, deoarece acesta este de obicei principalul contributor la creșterea nivelurilor de radon, în interior. În funcție de rezultatele testului post-atenuare a radonului în aer, poate fi necesară și atenuarea radonului din apă, pentru a atinge un nivel acceptabil de radon în aerul interior. Sistemele de alimentare cu apă cu niveluri ridicate de radon pot fi tratate în mai multe moduri pentru a elimina radonul din apă înainte de a putea elibera gaz într-o casă. Principalele tehnici folosite astăzi sunt aerarea (pentru a înlocui radonul) sau tratarea cu cărbune activ granulat (pentru a capta radonul).

6. INSPECȚIA

În activitatea de inspecție se va verifica dacă au fost îndeplinite prevederile prevăzute în acest ghid. Aspectele care impun inspecția pentru cele trei niveluri de protecție la radon sunt prezentate sub forma unei liste de verificare în *Anexa E - Lista de verificare*. Inspecția poate fi realizată de factorii implicați în procesul proiectare și execuție a lucrărilor cu responsabilități în asigurarea calității lucrărilor executate, de constructori, de instalatori sau de către personalul cu atribuții în asigurarea exercitării controlului statului în construcții.

Controlul în executarea lucrărilor de construcții și instalații aferente implementării măsurilor de prevenire și control a pătrunderii radonului în clădirile noi se efectuează în conformitate cu legislația în vigoare privind calitatea în construcții.

7. RECEPȚIA LUCRĂRILOR

Recepția la terminarea lucrărilor se face în conformitate cu prevederile Hotărârii Guvernului nr. 273/1994 pentru aprobarea Regulamentului privind recepția construcțiilor, prin verificarea execuției clădirii în conformitate cu proiectul tehnic de execuție care conține și măsurile de prevenire a pătrunderii radonului în clădire, precum și cu respectarea prevederilor din autorizația de construire.

Proiectul tehnic ce cuprinde măsurile de protecție a clădirilor la radon, inclusiv cerințele privind performanțele principale ale materialelor de construcție utilizate pentru implementarea acestor măsuri, cuprinse în cadrul proiectului tehnic, precum și instrucțiunile de funcționare a sistemelor tehnice, se anexează la Cartea tehnică a construcției.

8. REFERINȚE

Directive, normative și legislație în domeniul radonului

DIRECTIVA 2013/59/EURATOM A Consiliului din 5 decembrie 2013 de stabilire a normelor de securitate de bază privind protecția împotriva pericolelor prezentate de expunerea la radiațiile ionizante și de abrogare a Directivelor 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom și 2003/122/Euratom, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene nr. L 13/1 din 17.1.2014;

Directiva 2013/51 a Consiliului Euratom care stabilește cerințe pentru protecția sănătății publicului larg în ceea ce privește substanțele radioactive din apa destinată consumului uman, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene nr. L 296/12 din 7.11.2013;

Scivyer C. Radon protection for new dwellings (GG 74 revised) (2015)

Scivyer C. Radon protection for new large buildings (GG 75 revised) (2015)

Ordinance no RD-02-20-1 of 3 April 2019 on the technical requirements for buildings for radon protection

Studii științifice

Arvela H., Holmgren O., Reisbacka H. Radon prevention in new construction in Finland: a nationwide sample survey in 2009. *Radiation Protection Dosimetry* 148(4), 465 - 474 (2012);
Barazza F., Murith C., Palacios M., Gfeller W., Christen E. A national survey on radon remediation in Switzerland. *Journal of Radiological Protection* 38, 25 - 33 (2018);

- Chen, J. et. al. Radon Exhalation from Building Materials for Decorative Use. *Journal of Environmental Radioactivity*, 101:4, 317-322 (2010);
- Denman A., Crockett R., Groves-Kirkby C. An assessment of the effectiveness of UK building regulations for new homes in Radon Affected Areas. *Journal of Environmental Radioactivity*, 192, 166 - 171 (2018);
- Finne I., Kolstad T., Larsson M., Olsen B., Prendergast J., Rudjord A. Significant reduction in indoor radon in newly built houses. *Journal of Environmental Radioactivity*, 196, 259 - 263 (2019);
- Haanes H., Kolstad T., Finne I., Olsen B. The effect of new building regulations on indoor radon in radon-prone municipalities. *Journal of the European Radon Association* 7886 (2022);
- Hodgson A., Fonseca H., Rees D., McColl N. Radon: performance of basic protection in new homes, *Public Health England* (2019);
- Kettunen A., Changes to structural solutions and their effect on radon functionality on the structures base on the ground. *E3S Web of Conferences* 172, 5011 (2020);
- Khan S., Pearson D., Roonqvist T., Nielsen M., Taron J., Goodarzi A. Rising Canadian and falling Swedish radon gas exposure as a consequence of 20th and 21st century residential build practices. *Scientific reports* 11:17551 (2021);
- Lebel L., Vu K., John A., Korolevych V., Method for assessing radon Re-Entrainment risks from above ground level discharges from sub-slab depressurization systems. *Building and environment* 215 108942 (2022);
- Maringer F., Schillfahrt P., Auer T., Pecina R., A new Austrian recommendation guide for radon prevention in the design and construction of new buildings in areas with highly elevated radon levels. *Radioactivity in the environment* 7 ISSN 1569-4861;
- Menzler S., Piller G., Gruson M., Rosario A., Wichmann H., Kreienbrock L. Population attributable fraction for lung cancer due to residential radon in Switzerland and Germany. *Health Physics* 95(2), 179 - 189 (2008);
- Monahan E., Murphy P., Long S., Dowdall A. The effectiveness of passive sumps and static cowls in reducing radon levels in new build Irish dwellings. *Journal of Environmental Radioactivity* 248 106866 (2022);
- Neznal M., Neznal M., Jiránek M., Froňka A. Failure of Preventive Measures against Radon Penetration from the Ground in a New-Built Family House - a Case Study. *Proceedings of Full Papers CD-Rom from the 2nd European IRPA Congress on Radiation Protection*. Paris (2006);
- Neznal, M., Neznal, M. and Barnet, I. Comparison between Large Scale Radon Risk Mapping and Results of Detailed Radon Surveys. In: *Proceedings of the Conference I.A.I. Quality Standards for the Indoor Environment*, Prague, 107-115 (1992);
- Neznal, M., Neznal, M. and Šmarda, J. Comparison between Large Scale Radon Risk Maps and Results of Detailed Radon Surveys. In: Barnet, I. and Neznal, M., eds. *Radon Investigations in CR*. Vol. 6. Praha: Geological Survey, 16-22 (1996);
- Neznal, M., Neznal, M. and Šmarda, J. Testing of Radon Risk Maps Reliability. In: Barnet, I., ed. *Radon Investigations in CS*. Vol. 4. Praha: Geological Survey, 12-17 (1993);
- Petermann E., Bossew P., Hoffmann B. Radon hazard vs. radon risk - On the effectiveness of radon priority areas. *Journal of Environmental Radioactivity*, 244 - 245: 106833 (2022);
- Vukotic P., Stojanovska Z., Antovic N. Developing a method for predicting radon concentrations above reference level in new Montenegrin buildings. *Journal of Environmental Radioactivity*, 227, 106500 (2021);
- Yormoshenko I., Malinovsky G., Vasilyev A., Onishchenko A., Model of radon entry and accumulation in multi-flat energy-efficient buildings. *Journal of Environmental and Chemical Engineering* 9 105444 (2021);

ANEXA A - DETERMINAREA PERMEABILITĂȚII LA GAZE A TERENURILOR DE FUNDARE PENTRU CONSTRUCȚII

1. **Pentru clădirile cu o suprafață construită mai mică sau egală cu 800 m², se efectuează următoarele activități:**
 - Se prelevează cel puțin două eșantioane din locuri diferite de pe amplasament.
 - Adâncimea și metoda de prelevare a probelor sunt următoarele: până la 0,8 m sub fundație cu o sapă de forare sau manuală.

Caracterizarea solului:

Solul se caracterizează analizând fracția mai mică de 0,063 mm (fracție cu granulație fină) conform Tabel 5 și prin gradul de saturație (S_r) conform Tabel 6, cei doi indicatori fiind comparați:

Tabel 5. Permeabilitatea la gaz în funcție de fracția cu granulație fină

Procentul de fracție < 0,0063 mm	> 65 %	între 65 % și 15 %	<15 %
Permeabilitatea la gaz a probei	scăzută	medie	ridicăta

* Procentul de fracție < 0,0063 mm se determină în conformitate cu SR EN ISO 14688-1:2018 Investigații și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 1: Identificare și descriere și SR EN ISO 14688-2:2018 Investigații și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Partea 2: Principii pentru o clasificare.

Tabel 6. Permeabilitatea la gaz în funcție de gradul de saturație

Gradul de saturație, S_r^*	0,80 - 1	0,50 - 0,80	<0,50
Permeabilitatea la gaz a probei	scăzută	medie	ridicăta

* Gradul de saturare este determinat conform SR EN ISO 17892-1:2015 Investigații și încercări geotehnice. Încercări de laborator pe pământuri. Partea 1: Determinarea umidității Pentru determinarea finală a permeabilității la gaze a solului, se ia caracteristica cea mai mică atunci când se compară rezultatele din Tabel 5 și Tabel 6.

Exemplu: Dacă, în conformitate cu cerințele din Tabel 5, permeabilitatea la gaze este definită ca fiind "medie", iar în conformitate cu Tabel 6 este "scăzută", permeabilitatea la gaze este caracterizată ca fiind "scăzută".

2. **Pentru clădirile cu o suprafață construită mai mare de 800 m²:**

- Numărul de eșantioane se determină în conformitate cu cerința de la clădirile construite pe o suprafață mai mică de 800 m² și se mărește cu un eșantion pentru fiecare 1000 m² de suprafață construită în condiții de omogenitate a solului, aplicând caracterizarea permeabilității la gaze de la paragraful "Caracterizarea solului".

În cazul neomogenității suprafeței, întreaga suprafață a amplasamentului se împarte în secțiuni omogene, pentru fiecare dintre acestea aplicându-se caracterizarea permeabilității la gaze de la paragraful „Caracterizarea solului”.

Adâncimea și metoda de prelevare a probelor sunt următoarele: până la 0,8 m sub fundație pentru construcțiile cu până la 3 etaje, respectiv până la 1,0 m în cazul clădirilor cu peste 3 etaje.

ANEXA B - TESTUL DE COMUNICARE

Testele de comunicare sunt efectuate atunci când un sistem de depresurizare sub placă este selectat ca o potențială metodă de a reduce concentrația de radon într-o clădire. Implică manipularea presiunii aerului sub pardoseală dintr-un punct de aspirație. Diferențele de presiune care sunt generate sub placa de pardoseală sunt măsurate în locuri reprezentative ale punctelor de încercare de-a lungul plăcii. Zonele de sub placă în care diferențele de presiune sunt afectate de suțiuina aplicată definesc întinderea câmpului de presiune, care este cunoscut și sub denumirea de comunicare. Practica efectuării acestor măsurători pentru a determina gradul de extindere a câmpului de presiune sub placă este cunoscut sub numele de testare de comunicare. Presiunea și debitul de aer măsurate la punctul de aspirație, în plus față de citirile de presiune în locațiile punctelor de testare, sunt utilizate pentru a determina cerințele sistemului de depresurizare sub placă, cum ar fi: numărul și dimensiunea ventilatoarelor și amplasarea punctului de aspirație.

ANEXA C - DISPOZITIVE DE TESTARE RADON

Un dispozitiv de testare a concentrației radonului va fi furnizat proprietarilor de către personalul desemnat pentru instalarea nivelului de protecție la radon. Deoarece nivelurile de concentrație de radon dintr-o construcție variază semnificativ atât pe termen scurt (variații diurne), cât și pe termen lung (variații sezoniere), se recomandă efectuarea unor măsurători pe termen lung care sunt mai reprezentative decât cele efectuate pentru o perioadă scurtă (ore sau zile). În plus, măsurătorile de concentrație a radonului pe termen lung oferă posibilitatea estimării concentrației anuale de radon care, ulterior, poate fi comparată cu nivelul de referință. În acest sens, CNCAN recomandă efectuarea un test de măsurare a concentrației de radon pe termen lung, timp de minim trei luni, în timpul sezonului rece. Detectoarele de radon pentru măsurătorile pe termen lung care sunt utilizate cel mai frecvent în majoritatea țărilor europene, inclusiv România, sunt detectoare de tip CR-39, realizate din alidiglicol, un material sensibil la particulele alfa rezultate din dezintegrarea elementelor radioactive din seria uraniului.

ANEXA D - FIȘA DE INFORMAȚII**SISTEM DE PROTECȚIE LA RADON**

Tipul: NIVELUL 1 - *protecția de bază la radon*

Stare: *SISTEMUL NU ESTE OPERAȚIONAL*

Opțiuni de îmbunătățire: nivelul existent de protecție la radon se poate îmbunătăți prin trecerea la un sistem de depresurizare pasivă a solului (NIVELUL 2), prin adăugarea unei conducte verticale cu ieșire deasupra liniei acoperișului sau la un sistem activ prin adăugarea unei conducte verticale și a unui ventilator (NIVELUL 3).

Descriere: În această clădire este instalat un sistem de protecție la radon. Acest sistem nu este operațional. Capacul etanș atașat conductei care străbate placa de beton trebuie să rămână sigilat până în momentul în care este transformată fie într-un sistem de depresurizare pasivă a solului (NIVELUL 2), fie într-un sistem de depresurizare activă a solului (cu ventilator) (NIVELUL 3).

Testare radon: Testați clădirea pentru radon în timpul primei ierni după ocupare folosind un test de radon pe termen lung (trei luni). Clădirea ar trebui să fie retestată pentru radon la fiecare zece ani sau în cazul unor modificări majore aduse clădirii, inclusiv lucrări de reabilitare și izolare termică și orice alte acțiuni care modifică ventilarea sau fluxul de aer din interior.

Interpretarea rezultatelor de radon: Dacă rezultatele testelor ~~cu radon~~ conduc la o estimare a concentrației anuale de radon peste valoarea de 300 Bq/m³, luați măsuri pentru a vă îmbunătăți sistemul de protecție la radon cât mai curând posibil.

Întreținerea de către proprietar: Unele componente ale acestui sistem de protecție la radon necesită întreținere și monitorizare de către proprietar. Pentru informații despre instalare sau service de instalare sau întreținere, vă rugăm să contactați firma care a făcut instalarea.

Compania care a făcut instalarea:

Adresa companiei:

Număr de telefon al companiei:

Data instalării:

Semnătura:

SISTEM DE PROTECȚIE LA RADON

Tipul: NIVELUL 2 - *sistem de depresurizare pasivă a solului*

Stare: *SISTEMUL ESTE OPERAȚIONAL*

Opțiuni de îmbunătățire: se poate trece la un sistem activ de depresurizare a solului prin adăugarea unui ventilator.

Descriere: Un sistem pasiv (fără ventilator) de depresurizare pasivă a solului a fost proiectat, instalat și funcționează în această clădire.

Testare radon: Acest sistem a fost instalat conform celor mai bune practici ale industriei. Cu toate acestea, din motive diverse, nivelurile concentrației de radon pot fi crescute. Testați clădirea pentru radon în prima iarnă după ocupare folosind un test de radon pe termen lung (trei luni). Clădirea ar trebui să fie retestată pentru radon la fiecare zece ani, sau în cazul unor modificări majore aduse clădirii, inclusiv lucrări de reabilitare și izolare termică și orice alte acțiuni care modifică ventilarea sau fluxul de aer din interior

Interpretarea rezultatelor de radon: Dacă rezultatele testelor conduc la o estimare a concentrației anuale de radon peste valoarea de 300 Bq/m³, luați măsuri pentru a vă îmbunătăți sistemul de protecție la radon cât mai curând posibil.

Întreținerea de către proprietar: Unele componente ale acestui sistem de reducere a concentrației radonului necesită întreținere și monitorizare de către proprietar. Pentru informații despre instalare sau service de instalare sau întreținere, vă rugăm să contactați firma care a făcut instalarea.

Compania care a făcut instalarea:

Adresa companiei:

Număr de telefon al companiei:

Data instalării:

Semnătură:

SISTEM DE PROTECȚIE LA RADON

Tipul: NIVELUL 3 - *sistem de depresurizare activă a solului*

Stare: *SISTEMUL ESTE OPERAȚIONAL, MANOMETRUL ESTE OPERAȚIONAL*

Opțiuni de îmbunătățire: consultați un specialist în reducerea concentrației radonului

Descriere: Un sistem de depresurizare activă a solului a fost proiectat, instalat și funcționează în acesta clădire. **Ventilatorul nu ar trebui să fie NICIODATĂ oprit.**

Monitorizarea sistemului: Manometrul sistemului de protecție la radon trebuie citit periodic. Manometrul afișează presiunea de aspirare, care indică performanța sistemului. Apelați la service-ul oferit de compania care a făcut instalarea dacă citirile sunt în afara intervalului normal de funcționare. Dacă apare o diferență mai mare de 20% față de marcajul inițial sau dacă se indică presiune zero, este posibil ca sistemul să nu funcționeze corect și ar trebui să sunați la service. Presiunea inițială a fost _____.

Testare radon: Acest sistem a fost instalat conform celor mai bune practici ale industriei. Cu toate acestea, din motive diverse, nivelurile concentrației de radon pot fi crescute. Testați clădirea pentru radon în prima iarnă după ocupare folosind un test de radon pe termen lung (trei luni). Clădirea ar trebui să fie retestată pentru radon la fiecare zece ani, sau în cazul unor modificări majore aduse clădirii, inclusiv lucrări de reabilitare și izolare termică și orice alte acțiuni care modifică ventilarea sau fluxul de aer din interior

Interpretarea rezultatelor de radon: Dacă rezultatele testelor ~~cu radon~~ conduc la o estimare a concentrației anuale de radon peste valoarea de 300 Bq/m³, luați măsuri pentru a vă îmbunătăți sistemul de protecție la radon cât mai curând posibil.

Întreținerea de către proprietar: Unele componente ale acestui sistem de protecție la radon necesită întreținere și monitorizare de către proprietar. Pentru informații despre instalare sau service de instalare sau întreținere, vă rugăm să contactați firma care a făcut instalarea.

Compania care a făcut instalarea:

Adresa companiei:

Număr de telefon al companiei:

Data instalării:

Semnătură:

ANEXA E - LISTA DE VERIFICARE
NIVELUL 1 - protecția de bază la radon

Cerința	Mențiunea în ghid	Da	Nu
Aplicarea stratului permeabil conform specificațiilor din ghid	3.1.1. Regiunea sub infrastructura clădirii	☐	☐
Instalarea corespunzătoare a colectorului de gaz	3.1.1. Colectorul de gaz subteran și punctele de aspirație	☐	☐
Materialul din care este membrana împotriva gazelor din sol este în conformitate cu cerințele ghidului	3.1.1. Membrana împotriva gazelor din sol	☐	☐
Aplicarea corespunzătoare a membranei împotriva gazelor din sol	3.1.1. Membrana împotriva gazelor din sol	☐	☐
Utilizarea și montarea corespunzătoare a tuburilor și racordurilor	3.1.1. Tuburi și racorduri	☐	☐
Asigurarea unei pante de cel puțin 1% pentru conductele orizontale	3.1.1. Tuburi și racorduri	☐	☐
Etanșarea punctelor de trecere prin placă și pereții fundației	3.1.1. Etanșarea punctelor de trecere în placă și pereții fundației	☐	☐
Etanșarea deschiderilor, scurgerilor și altor pătrunderi	3.1.1. Etanșarea punctelor de trecere în placă și pereții fundației	☐	☐
Etichetarea componentelor	4.1. Etichetarea	☐	☐
Detector de radon furnizat proprietarului	4.2. Controlul, eficacitatea și durabilitatea măsurilor de protecție	☐	☐

NIVELUL 2 - sistem de depresurizare pasivă a solului (DPS)

Cerința	Mențiunea în ghid	Da	Nu
Include și NIVELUL 1	3.1.1. NIVELUL 1 - protecția de bază la radon	☐	☐
Conducte izolate în spațiul neclimatizat	3.1.2. NIVELUL 2 - sistem de depresurizare pasivă a solului (DPS)	☐	☐
Conducte testate pentru etanșeitate	3.1.2. NIVELUL 2 - sistem de depresurizare pasivă a solului (DPS)	☐	☐
Asigurarea cerințelor privind distanțele și alte cerințe	3.1.2. NIVELUL 2 - sistem de depresurizare pasivă a solului (DPS)	☐	☐
Asigurarea spațiului necesar instalării unui ventilator	3.1.2. NIVELUL 2 - sistem de depresurizare pasivă a solului (DPS)	☐	☐
Asigurarea unei prize electrice pentru ventilator	3.1.2. NIVELUL 2 - sistem de depresurizare pasivă a solului (DPS)	☐	☐
Etichetarea componentelor, inclusiv a conductelor	4.1. Etichetarea	☐	☐
Asigurarea fișei de informații pentru NIVELUL 2	Anexa D	☐	☐
Detector de radon furnizat proprietarului	4.2. Controlul, eficacitatea și durabilitatea măsurilor de protecție	☐	☐

NIVELUL 3 - sistem de depresurizare activă a solului (DAS)

Cerința	Mențiunea în ghid	Da	Nu
Include NIVELUL 1 și NIVELUL 2	3.1.1. NIVELUL 1 - protecția de bază la radon; 3.1.2. NIVELUL 2 - sistem de depresurizare pasivă a solului (DPS)	☐	☐
Utilizarea unui ventilator centrifugal	3.1.3. NIVELUL 3 - sistem de depresurizare activă a solului (DAS)	☐	☐
Evacuarea condensului	3.1.3. NIVELUL 3 - sistem de depresurizare activă a solului (DAS)	☐	☐
Asigurarea etanșeității DAS după instalarea ventilatorului	3.1.3. NIVELUL 3 - sistem de depresurizare activă a solului (DAS)	☐	☐
Monitor de presiune în instalație	3.1.3. NIVELUL 3 - sistem de depresurizare activă a solului (DAS)	☐	☐
Respectarea distanțelor de degajare pentru DAS	3.1.3. NIVELUL 3 - sistem de depresurizare activă a solului (DAS)	☐	☐
Etichetarea componentelor, inclusiv a conductelor și ventilatorului	4.1. Etichetarea	☐	☐
Asigurarea fișei de informații pentru NIVELUL 3	Anexa D	☐	☐
Efectuarea unei măsurători active de radon de cel puțin 48 ore	4.2. Controlul, eficacitatea și durabilitatea măsurilor de protecție	☐	☐
Detector de radon furnizat proprietarului	4.2. Controlul, eficacitatea și durabilitatea măsurilor de protecție	☐	☐