



31. RADON

1.Radon, een radioactief gas uit de bodem

.1.1.Beschrijving

Radon werd in 1900 in Duitsland ontdekt door Friedrich Ernst Dorn. Radon is een zwaar, kleurloos en geurloos edelgas. Het is chemisch inert, maar met een zeer hoog stralingsgevaar. Het is kankerverwekkend bij inademing. Radon is een radioactief gas dat van nature in de aardkorst zit. De concentratie ervan, gemeten in becquerel per kubieke meter (Bq/m³), varieert naargelang van de geologie. Het gas wordt vooral afgegeven door graniet- en vulkanische bodems. Radon ontstaat uit radium en is het resultaat van de radioactieve ontbinding van uranium, thorium of actinium. Aangezien het een gas is, kan het zich langs scheurtjes in de ondergrond verplaatsen en aan de oppervlakte komen. Ook sommige bouwmaterialen geven radon af. Het is dan ook onvermijdelijk dat wij er sporen van inademen.

Radon is schadelijk voor de gezondheid doordat het, via de luchtwegen, doordringt tot in de longen. Alleen de radonkernen, die uiteenvallen net op het moment waarop ze in het luchtwegstelsel komen, dragen bij aan de interne bestraling. Het verschijnsel interne bestraling is weinig waarschijnlijk aangezien de meeste radonkernen slechts enkele seconden in ons lichaam verblijven en uiteenvallen in de omgevingslucht. Het probleem bestaat voor de onmiddellijke descendentes van radon (polonium, bismut, lood). Deze gassen zijn zelf radioactief, en het zijn geen edelgassen. Ze hechten zich vast aan minuscule stofdeeltjes (aerosols) in de lucht. Wanneer ze worden ingeademd, kunnen deze fijne deeltjes zich vastzetten op de bronchiën en de longwanden. De radioactieve splijting van de kernen (emissie van alfastraling) die zich zo hebben vastgezet op de wanden van het luchtwegstelsel, vormt een belangrijke bron van interne bestraling en veroorzaakt letsels in de longweefsels (1).

.1.2.Waar vinden we het?

.1.2.1. Primaire bronnen

Onze kennis van de vervuiling van gebouwen met radon is nog maar 20 jaar oud. De slechte luchtdichtheid van de wanden die de grond raken, vergemakkelijkt de doorsijpeling van dit gas in de woning of de werkplaats langs scheurtjes of leidingdoorgangen. Deze gasstroom, die radon meevoert in variabele hoeveelheden, kan worden verklaard door drukverschillen die zich vaak voordoen tussen de binnenkant en de buitenkant van de woning. Dit mechanisme zorgt ervoor dat de ondergrond de belangrijkste bron van radon is voor gebouwen waar hoge concentraties worden gemeten.

.1.2.2. Secundaire bronnen

Steenachtige bouwmaterialen zoals betonblokken, gipsplaten, bakstenen of natuursteen bevatten producten van de uraniumafbraak en geven bijgevolg een lage radonconcentratie af. Ze varieert naargelang van het radiumgehalte en de emanatiefactor. Radon dat wordt uitgestoten door een materiaal met een radiumconcentratie lager dan 100 Bq/kg (normale natuurlijke radioactiviteit van een bouw materiaal) overschrijdt de grenswaarde (2) van 200 Bq/m³ in de binnenlucht van nieuwe gebouwen niet (3).

Radon kan ook voorkomen in water voor sanitair gebruik, dat van ondergrondse bronnen komt (fontein, putten of boorgaten). Het grondwater gaat vaak doorheen rotsen die natuurlijk uranium bevatten en radium dat radon produceert dat gemakkelijk oplost in water. Daarom bevat water uit heel diep gegraven putten normaal gezien veel hogere radonconcentraties dan het oppervlaktewater in rivieren, meren of stromen. De WGO heeft concentraties gemeten van 20 Bq/l, of zelfs hoger, en soms zelfs tot 100 Bq/l, in de individuele waterbevoorrading van tal van landen.

De intensiteit van de radonemanatie hangt ook af van de weersomstandigheden en de temperatuur. In de herfst is deze emanatie het sterkst, nadat de aardbodem is opgewarmd in de zomer. Er zijn ook schommelingen in de loop van de dag: het maximum wordt bereikt nadat de grond is opgewarmd, dus 's nachts.

.1.3.Hoe worden de radongehalten gemeten?



Radon is kleurloos en geurloos, zodat een toestel nodig is om de radioactiviteit ervan te meten. Eigenaars die de radonconcentratie in hun woning willen laten meten, kunnen een beroep doen op commerciële ondernemingen. De meest populaire commerciële radondetectoren zijn houtskoolpatronen, elektreet en een detector voor de baan van alfadeeltjes. Ze doen zich, afhankelijk van het gebruik, voor in actieve of in passieve vorm. Deze toestellen kunnen worden besteld bij het I.B.E.S. (5) voor de prijs van 30 euro, met inbegrip van de plaatsing en de analyse van het resultaat.

2. Waarom moeten we op onze hoede zijn?

2.1. Enkele belangrijke cijfers

De enige dwingende norm in België en de Europese Unie heeft geen betrekking op de werkplaats. De Europese Richtlijn van 1990 (2) beveelt echter aan dat wordt opgetreden bij een concentratie hoger dan:

- 400 Bq/m³ voor de binnenlucht van bestaande gebouwen
- 200 Bq/m³ voor de binnenlucht van nieuwe gebouwen.

Bovendien bepaalt de Europese Commissie dat op plaatsen waar professionele activiteiten plaatsvinden, de aanwezigheid van natuurlijke stralingsbronnen die een merkbare verhoging van de blootstelling van de werknemers meebrengen, in kaart moet worden gebracht. Het komt erop neer dat het radongehalte op arbeidsplaatsen gecontroleerd moet worden.

Wat de gewone bouwmaterialen betreft, bestaat er op dit moment geen toezicht op de radioactiviteit van deze materialen in België.

Wat het drinkwater betreft, bevelen de kwaliteitsrichtlijnen voor drinkwater van de Europese Unie aan dat controles worden ingevoerd, zoals herhaalde doseringen, indien het radongehalte hoger oploopt dan 100 Bq/l in het publiek waterleidingssysteem. Voor de publieke of commerciële bevoorrading beveelt de Europese Commissie aan dat maatregelen worden getroffen indien de concentratie hoger is dan 1 000 Bq/l. Een radongehalte van 1 000 Bq/l in kraantjeswater geeft 100 tot 200 Bq/m³ in de binnenlucht, wat overeenkomt met de hierboven vermelde interventieniveaus.

2.2. De gezondheidsrisico's?

2.2.1. Longkankers

Het risico van radon voor de Volksgezondheid houdt hoofdzakelijk verband met de insluiting in lokalen. Het radongehalte en de blootsteldingsduur zijn twee parameters die een invloed hebben op het risico van ontwikkeling van een longkanker (1, 7). Een levenslange blootstelling aan een lage radonconcentratie is wellicht niet zonder risico. Vandaag is dit risico nog altijd moeilijk in te schatten. Studies van uraniummijnwerkers door het International Agency for Research on Cancer (IARC) en het National Toxicology Program van de Verenigde Staten lijken erop te wijzen dat een langdurige blootstelling aan hoge radongehalten het risico van ontwikkeling van een longkanker zou kunnen verhogen.

Bij hoge concentraties is radon de tweede oorzaak van longkanker, na tabaksgebruik. Het is ingedeeld als longkankerverwekkend van categorie 1 bij de mens door het IARC in 1987 (14). Volgens recente ramingen zou 6 tot 15 % van alle longkankers toe te schrijven zijn aan radon, en de consumptie van sigaretten zou een versterkend effect hebben. Bovendien blijkt uit de recente gegroepeerde analyse van de belangrijkste Europese studies dat het risico van longkanker toeneemt met 16 % per schijf van 100 Bq/m³. Het verband tussen dosis en effect lijkt lineair, zonder tussenfasen, wat betekent dat het risico van longkanker verhoudingsgewijs toeneemt met de blootstelling aan radon (8).

2.2.2. Andere kankers?

Volgens de rapporten van de WGO (8) zou het radon in het drinkwater een laag risico meebrengen, maar de enkele epidemiologische studies die tot vandaag zijn uitgevoerd, hebben het nog niet mogelijk gemaakt een verband te leggen tussen het drinkwater en kankers van de spijsverterings- of andere organen. Er is nood aan meer informatie om dit risico dat inherent is aan de aanwezigheid van radon in het drinkwater beter te kunnen kwantificeren.

Volgens een studie van de Deense kankerorganisatie die werd uitgevoerd in 2008 neemt het risico van acute lymfoblastische leukemie bij kinderen toe naarmate ze meer worden blootgesteld aan radon. Het



neemt toe met 63 % tussen een blootstelling hoger dan 890 Bq/m³ en een blootstelling lager dan 260 Bq/m³. De toename van het risico werd niet met andere kankers in verband gebracht (9).

3. Betrokken populaties

.3.1. De bevolking in het algemeen...

Aangezien dit gas van nature in de bodem zit, zijn sommige regio's meer getroffen. Die van Brussel hoofdstad is niet getroffen door dit volksgezondheidsprobleem. Vooral woningen met verdiepingen dichtbij de grond hebben te maken met dit gas. Een studie gebaseerd op een analyse van de individuele gegevens van 13 Europese landen heeft het verband tussen het toegenomen risico van longkanker en hoge radonconcentraties aan het licht gebracht (10).

.3.2.... en de rokers in het bijzonder

Rokers lopen meer risico wanneer ze worden blootgesteld aan producten die verwant zijn met radon: de gecombineerde schadelijke effecten van tabak en radon versterken elkaar. Volgens de resultaten van dezelfde studie is het risico op longkanker op de leeftijd van 75 jaar respectievelijk 4, 5 en 7 op 1 000 wanneer een niet-roker wordt blootgesteld aan radonconcentraties van 0, 100 en 400 Bq/m³. Voor rokers is het risico echter vermenigvuldigd met een coëfficiënt van ongeveer 25, wat betekent dat het respectievelijk 10 %, 12 % en 16 % bedraagt voor (voormalige) rokers van sigaretten (8, 11). De meeste longkankers die worden veroorzaakt door radon, doen zich voor bij rokers.

4. Praktische tips voor herstel- en preventiemaatregelen

Een Koninklijk Besluit beschrijft de beschermingsmaatregelen. Het wordt regelmatig aangepast aan de wetenschappelijke en technische vorderingen. Het gaat om het Koninklijk Besluit van 26 februari 1963, dat werd gewijzigd door dat van 20 juli 2001.

Het eerste advies dat moet worden gegeven om de radongehalten in de woningen te verminderen, betreft een voldoende en regelmatige ventilatie van de lokalen, en in het bijzonder van de kamers waar men de meeste tijd doorbrengt. Er moet twee keer per dag gedurende minstens 15 minuten worden verlucht, of twee keer per dag gedurende minstens 30 minuten met een kantelraam (12).

.4.1. Herstelmaatregelen

Herstelmaatregelen moeten worden getroffen om de risico's in bestaande woningen te verminderen:

- De ondervloeren renoveren, vooral als ze zijn uitgevoerd in aangestampte aarde.
- Doorgangen afdichten: het is aanbevolen wanden (muren, vloeren, ...) die de grond raken zo goed mogelijk af te dichten, om de radonstroom naar binnen toe te verminderen. Ook de scheuren langs leidingen en aflopen moeten worden gedicht.
- Een intensieve ventilatie of overvloedige verluchting is nodig tijdens en na het gebruik van fosforgips. Bij normale activiteit moet worden gekozen voor een ventilatie met aangevoerde lucht of een gecontroleerde mechanische ventilatie met dubbele stroom (met warmterecuperatie).
- Aangezien radon zich gemakkelijk vasthecht aan de minuscule stofdeeltjes in de lucht, is het belangrijk dat de stofdeeltjes niet opnieuw in suspensie worden gebracht. (Nat) dweilen geniet dan ook de voorkeur boven stofzuigen. Verschillende types van stofzuiger zijn aanbevolen, waaronder de stofzuigers met HEPA-filter, die tot 98 % van de deeltjes van 0,3 µm tegenhouden.

.4.2. Preventiemaatregelen

Preventiemaatregelen moeten in acht worden genomen voor nieuwbouw, waarvoor het volstaat informatie te verstrekken aan de aannemer:

- Meet de radonemanatie op de bouwgrond (cf. 1.3.), en bereken vervolgens het radonrisico voor het huis dat hier zal worden gebouwd. Op basis van de radonemanatie kan worden bepaald welke maatregelen tijdens de bouw moeten worden getroffen om het binnensijpelen van radongas in de woning te verhinderen.
- Installeer een ventilatie die gecertificeerd is door het Belgisch Instituut voor Normalisatie (BIN): Ventilatievoorzieningen in gebouwen 'NBN D 50-001' sinds oktober 1991 (13),



- breng de lokalen in bovendruk of de vloer in onderdruk (deze methode wordt gebruikt in het geval geen resultaat wordt behaald met de methoden gebaseerd op ventilatie);
- gebruik bij voorkeur gezonde bouwmaterialen, met een lage radioactieve straling. Gebruik natuurlijke gips of rookgasontzwavelingsgips in de plaats van fosforgips, vooral in slecht geventileerde lokalen.
- Bouw bij voorkeur met geventileerde kelders of kruipruimtes.

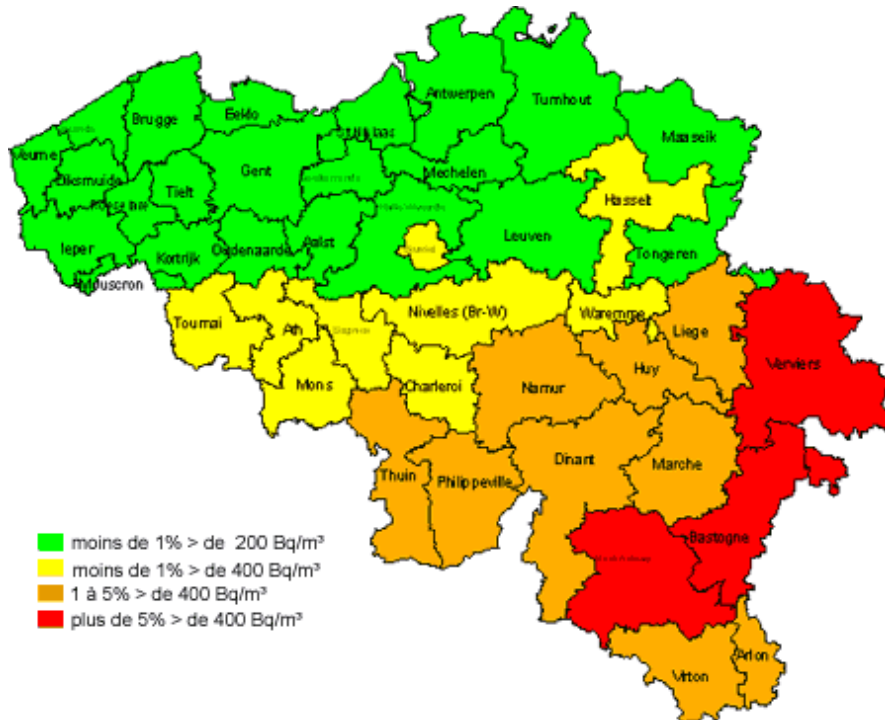
5. De ondergrond in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, een bron van radon?

In het kader van het Belgische radonprogramma werden metingen uitgevoerd in meer dan 8 000 woningen (5). De gemiddelde concentratie in België bedraagt 53 Bq/m³. In bepaalde regio's ligt de radonconcentratie in de woningen echter aanzienlijk hoger (cf. onderstaande kaart). Vooral Hoog België, dat bij benadering overeenkomt met de arrondissementen Bastogne, Neufchâteau en Verviers, telt een niet te verwaarlozen aantal woningen met radonconcentraties boven de 400 Bq/m³. De uraniumhoudende rotsen, vlakbij de oppervlakte, en de vele geologische breuken, grotten of mijngangen vormen doorgangen voor het radon.

Figuur 31.1:

Verdeling van de gemiddelde waarden van de radonconcentratie in België

Bron: International Bureau for Environmental Studies (I.B.E.S.),



In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest werden radonmetingen uitgevoerd in 278 gebouwen (364 metingen) (6, 15). De metingen werden verdeeld over kelders, gelijkvloerse verdiepingen en hogere verdiepingen. De geselecteerde gebouwen liggen verspreid over het grondgebied van het gewest. Geen enkele overschrijding van het Europese referentiecijfer (400 Bq/m³) werd gemeten; het geometrische gemiddelde van de metingen bedroeg 19 Bq/m³. Het Brussels Gewest kan worden beschouwd als een gebied dat in het algemeen niet wordt getroffen door radon (6, 15). De Brusselse ondergrond maakt deel uit van de geologische lagen van het Kaenozoïcum waarvoor geen ernstige problemen van radonemanatie moeten worden voorzien.

De metingen uitgevoerd op de hogere verdiepingen leveren geen andere resultaten af dan de metingen uitgevoerd op de gelijkvloerse verdieping. In de kelders kunnen wel verschillen worden vastgesteld. Toch vertonen sommige woningen beduidend hogere radonconcentraties, en overschrijden ze de Europese norm voor nieuwbouw van 200 Bq/m³. Een analyse van de ondergrond wijst op de aanwezigheid van klei, leem, zand, grondspecie of aanslibbels, als oppervlaktelaag onder het bouwwerk. Door correlatie van de aard van de oppervlaktelaag en de resultaten van de analyses



met detectoren, in de kelders, werden twee risicofactoren aan het licht gebracht zonder rekening te houden met de bijdrage van de bouwmaterialen aan de radioactiviteit. Het gaat om de combinatie van een oppervlaktelaag met een fijne granulometrie en een structureel gebrek aan verluchting.

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest hangt de radonconcentratie in de bewoonde vertrekken evenveel af van de constructie van het gebouw (zit er een geventileerde holle ruimte, een kelder, ... onder de woning) als van de materiaalkeuze, de aard van de grond en de ondergrond (6,15).

6.Enkele nuttige adressen

.6.1.Informatie en preventie

- Directie Gewestelijke Huisvestingsinspectie
City Center
Kruidtuinlaan 20, 6de verdieping
1035 Brussel, België
Tel.: 02 800 38 88
- Belgische Geologische Dienst (BGD)
Jennerstraat 13
1000 Brussel, België
Departement VII van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN)
Tel: 02 788 76 00-01
- Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf (WTCB)
Lombardstraat 42
B-1000 Brussel, België
Tel.: 02 502 66 90
- Dienst voor Bescherming tegen Ioniserende Stralingen
Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC)
Ravensteinstraat 36
1000 Brussel
Jean-Paul SAMAIN (Directeur Generaal)
Tel.: 02 289 21 36 (Algemene informatie en aanvragen van metingen)
- Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN) voor wetenschappelijke en technische informatie over radon
Avenue de la Division Leclerc, 31
92260 Fontenay-aux-Roses, Frankrijk
Tel.: +33 (0)1 58 35 88 88

.6.2.Interventie

- International Bureau for Environmental Studies (IBES), www.ibes.be, behandelt milieuproblemen die verband houden met radon in België
Leuvensesteenweg 4; B-3080 TERVUREN, België
Tel.: 02 784 30 63 of 02 767 74 09
E-mail: radon@ibes.be
- Het Instituut ter bevordering van het Wetenschappelijk Onderzoek en de Innovatie van Brussel(IWOIB) kan helpen bij de toepassing en de aanpassing van de technologieën in de industriële praktijk, meer bepaald met betrekking tot radon.



François Tondeur, Isabelle Gérardy
Koningsstraat 150 – 1000 Brussel, België
Tel.: 02 217 45 40

- VITO (Vlaamse instelling voor technologisch onderzoek)
VITO NV
Boeretang 200
BE-2400 MOL, België
Tel.: 02 143 35 511
- Belgische Geologische Dienst (BGD)
Departement VII van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN)
Jennerstraat 13
BE-1000 Brussel
Tel: 02 788 76 00 01 (secretariaat)
- Faculté Polytechnique de Mons
9, rue de Houdain
B-7000 Bergen, België
Tel: 02 065 37 41 11

7. Bibliografische referenties

1. *Cohilis P., onderzoeker bij de afdeling "Bouwfysica en binnenklimaat" van het Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, Radon in de woningen, België, Brussel, 1991*
2. *Commissie van de Europese Gemeenschappen, Aanbeveling van de Commissie inzake de bescherming van de bevolking tegen blootstelling aan radon binnenshuis die is verschenen in het Publicatieblad nr. L 080 van 27/03/1990 p. 26–28, Brussel, februari 1990.*
3. *Mustonen R. et al, Rapport STUK: Enhanced radioactivity of buildings materials Report n° 96-ET-003-EC, december 1997*
4. *Ministerie van Gezondheid van Canada, Juni 2007 http://www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/environ/radon_f.html*
5. *International Bureau for Environmental Studies (I.B.E.S.)*
6. *Tondeur F., Gerardy I., Christiaens D., Hallez S. and Flemal J.M. 1999, Indoor radon in the region of Brussels, Health Physics Society, 77(6) : 697-702.*
7. *Centre Canadien d'Hygiène, et de Sécurité au travail, http://www.cchst.ca/reponsesst/phys_agents/radon.html*
8. *Wereldgezondheidsorganisatie, Indoor air Quality, a risk-bases approach to health criteria for radon indoors, April 1996*
9. *Raaschou-Nielsen et al., Domestic radon and childhood cancer in Denmark, Epidemiology. 19(4): 536-543, juli 2008*
10. *Darby, S., D. Hill, A. Auvinen, J.M. Barros-Dios, H. Baysson, et al., Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. BMJ, 330: 1-6, januari 2005*
11. *Darby S et coll. Radon in homes and risk of lung cancer: Collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. BMJ. British Medical Journal. 330, 223 - 227. 2005 en Krewski D en coll. Residential radon and risk of lung cancer: a combined analysis of 7 North American case-control studies. Epidemiology. 16:137-45. 2005*
12. *Leefmilieu Brussel, Hulpmiddel "Verluchting en natuurlijke ventilatie van bestaande woningen en renovaties in Brussel", mei 2008,*



De gegevens van het BIM: "Verbanden tussen Gezondheid en Milieu"

13. *Belgisch Instituut voor Normalisatie (BIN), NBN D50-001 Ventilatievoorzieningen in woongebouwen. Brussel, 3de editie, 1993.*
14. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans VOLUME 100: A REVIEW OF HUMAN CARCINOGENS, 2007*
15. *Tondeur F., Gerardy I., Christieans D., Flemal J.M. et Hallez S., 1998, Radon in het Brussels Gewest, Institut Supérieur Industriel de Bruxelles en Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid – Louis Pasteur, studie in opdracht van het Brussels Instituut voor Milieubeheer, 21pp.*

Andere fiches in verband hiermee

- 7. Longkanker

Auteur(s) van de fiche

SACHOT Aurélie, BOULAND Catherine

Herlezing

MEURRENS Annick, BLADT Sandrine, LOGGHE Pieter

Datum van update: September 2008