

# **BUILD RAPPORT 2022:14**

Radon 20





# **RADON 20**

Torben Valdbjørn Rasmussen

BUILD Rapport 2022:14  
Institut for Byggeri, By og Miljø, Aalborg Universitet  
2022

<b>TITEL</b>	Radon 20
<b>SERIETITEL</b>	BUILD Rapport 2022:14
<b>UDGAVE</b>	2. udgave
<b>UDGIVELSEÅR</b>	2022
<b>UDGIVET DIGITALT</b>	Maj 2022
<b>FORFATTER</b>	Torben Valdbjørn Rasmussen
<b>SPROG</b>	Dansk
<b>SIDETAL</b>	82
<b>LITTERATURHENVISNINGER</b>	Side 40-41
<b>ENGLISH SUMMARY</b>	44
<b>EMNEORD</b>	Radon, indeklima, boliger, måling, estimeret årsmiddelværdi, årsmiddelværdi, opførelsesår, kommune, Danmark.
<b>ISBN</b>	978-87-563-2038-2
<b>ISSN</b>	2597-3118
<b>ILLUSTRATIONER</b>	Michael Ulf Bech
<b>FOTOS</b>	[Navn]
<b>OMSLAGSILLUSTRATION</b>	[Navn]
<b>UDGIVER</b>	Institut for Byggeri, By og Miljø (BUILD), Aalborg Universitet A.C. Meyers Vænge 15, 2450 København SV E-post <a href="mailto:build@build.aau.dk">build@build.aau.dk</a> <a href="http://www.build.aau.dk">www.build.aau.dk</a>

Der gøres opmærksom på, at denne publikation er omfattet af ophavsretsloven.

# INDHOLD

<b>FORORD</b>	<b>4</b>
<b>1 SAMMENFATNING</b>	<b>6</b>
<b>2 INDLEDNING</b>	<b>8</b>
2.1 Baggrund	8
2.2 Rapportens indhold og struktur	8
<b>3 FAKTA OM RADON OG ANDEN RADIOAKTIVITET</b>	<b>12</b>
3.1 Radon	12
<b>4 TIDLIGERE UNDERSØGELSER</b>	<b>16</b>
4.1 Naturlig stråling i danske boliger	16
4.2 Radon i danske boliger	16
4.3 Radon i énfamiliehuse opført 2005-2007	17
4.4 Radon i danske lejeboliger	17
4.5 Efterlevelse af byggelovens bestemmelser om radonsikring	18
<b>5 MÅLEPROGRAM</b>	<b>20</b>
5.1 Valg af boliger	20
5.2 Undersøgelser	20
5.3 Målinger	21
5.4 Instrumenter og målemetode	21
5.5 Databehandling	21
<b>6 RESULTATER</b>	<b>26</b>
<b>7 DISKUSSION</b>	<b>34</b>
7.1 Årsmiddelværdi for radon	35
7.2 Regional placering af boliger	36
<b>8 KONKLUSION</b>	<b>38</b>
<b>9 LITTERATUR</b>	<b>40</b>
<b>10 ENGLISH SUMMARY</b>	<b>44</b>
<b>11 BILAG A. RESULTATER PÅ KOMMUNALT NIVEAU FOR 16.943 BOLIGER</b>	<b>46</b>
<b>12 BILAG B. RESULTATER PÅ KOMMUNALT NIVEAU FOR 10.018 BOLIGER</b>	<b>58</b>
<b>13 BILAG C. RESULTATER PÅ KOMMUNALT NIVEAU FOR 4.593 BOLIGER</b>	<b>70</b>

# FORORD

Denne rapport præsenterer en undersøgelse af radonindholdet i 16.943 énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse opført i Danmark frem til 2020.

Fælles for disse boliger er, at beboerne har valgt at måle radonindholdet ved at bestille målingen gennem hjemmesiden [www.radonfrithjem.dk](http://www.radonfrithjem.dk). Målingerne er foretaget i perioden 2015 til 2020. Resultaterne af målinger bestilt gennem hjemmesiden er samlet i en database. I den sidste del af perioden mellem 2018 og 2020 har der været gjort en ekstra indsats for at få databasens målinger til at blive repræsentative for hele Danmark. Formålet med den ekstra indsats var at få foretaget målinger i de egne af landet, som tidligere analyser af databasen har vist sig at have meget få eller ingen målinger i. Den ekstra indsats bestod i en personlig henvendelse via brev. Ved en gennemgang af databasen i 2018, hvor det blev undersøgt om byggelovens bestemmelser om radon blev efterlevet, viste det sig, at nogle egne af landet var repræsenteret med meget få eller ingen målinger for radon. Undersøgelsen om, om byggelovens bestemmelser om radon efterleves er præsenteret i rapporten SBi 2019:07 *Efterlevelse af byggelovens bestemmelser om radon*. I undersøgelsen blev målte radonindhold i hver bolig sammenholdt med bestemmelserne i det bygningsreglement, der var gældende, da boligen blev opført. På den baggrund blev der foretaget en vurdering af, hvorvidt byggelovens bestemmelser om radonsikring fra 2010 bliver fulgt og har haft effekt. Det er desuden undersøgt, om et udvalg af byggerier opført efter 2010, der ikke opfyldte byggelovens radonbestemmelser, var forsøgt radonsikret, og i givet fald, hvorfor den anvendte radonsikring ikke var tilstrækkelig.

I denne behandling af den udvidede database udføres en status for radon i boliger i Danmark anno 2020.

BUILD – Institut for Byggeri, By og Miljø, Aalborg Universitet København har gennemført undersøgelsen i samarbejde med Bolius. Bolius har stillet databasen med måledata fra [www.radonfrithjem.dk](http://www.radonfrithjem.dk) til rådighed. Den ekstra indsats for at få gennemført målinger i hele landet, så databasen er repræsentativ for hele Danmark, er gennemført som et samarbejde mellem Bolius og BUILD.

Seniorforsker Torben Valdbjørn Rasmussen har været projektleder hos BUILD, og har analyseret data og udarbejdet rapporten. Henrik Dahlerup, Lars Køie og Claus Mackinney-Valentin fra Bolius har bistået med at beregne data efter SBi-anvisning 270, *Måling af radon i bygninger*. Studiemedhjælper Mikkel Sørensen har bistået med at sortere data. Arbejdet præsenteret i rapporten er en del af det større projekt, Radon – indsatser 2019-2020, ledet af Bolius og finansieret af Realdania. BUILD takker for samarbejdet og bidrag.

BUILD – Institut for Byggeri, By og Miljø, Aalborg Universitet København  
Afdelingen for Bygge- og anlægsteknik og Proces  
Maj 2022

Ruut Peuhkuri  
Forskningschef

The background of the page is filled with a pattern of thin, dark blue, wavy lines that create a sense of movement and depth. These lines are arranged in concentric, slightly irregular curves that flow across the entire page.

1

# **SAMMENFATNING**

# 1 SAMMENFATNING

Denne rapport præsenterer en undersøgelse af radonindholdet i 16.943 énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse opført frem til 2020 i Danmark. Formålet er at præsentere en status og et samlet overblik over radonindholdet i indeklimaet i Danmark anno 2020.

*Bygningsreglement 1995* (Bygge- og Boligstyrelsen, 1995) er det første bygningsreglement, der indeholder krav om radonsikring og anbefaler, at radonindholdet i indeluften er under  $200 \text{ Bq/m}^3$ . Kravet til radon i *Bygningsreglement 1995* (Bygge- og Boligstyrelsen, 1995) blev indført i *Bygningsreglement for småhuse* i 1998 (Bolig- og Byministeriet, 1998). Småhuse er i denne sammenhæng fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse. *Bygningsreglement 2010* (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010) stiller krav om, at indeluftens indhold af radon ikke må overstige  $100 \text{ Bq/m}^3$ . Skærpelsen af kravet til radon i *Bygningsreglement 2010* (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010) følges i de efterfølgende år op af en række nationale initiativer for at øge opmærksomheden på de sundhedsskadelige effekter ved en overskridelse af radonniveauet.

Undersøgelsen er gennemført ved at analysere boligoplysninger indhentet via hjemmesiden [www.radonfrithjem.dk](http://www.radonfrithjem.dk). Boligerne er fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse opført frem til 2020. Databasen indeholder oplysninger om 16.943 boliger, hvor der er målt radon i indeluften i fyringssæsonen 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20. Målingerne blev foretaget med dosimetre. Mange målinger i boliger er foretaget ved at anvende for få dosimetre i forhold til antallet af opholdsrum i den enkelte bolig. Målebetingelserne er beskrevet i SBI-anvisning 270, *Måling af radon i bygninger* (Rasmussen, T.V, 2018). Derfor kan den estimerede årsmiddelværdi kun bestemmes for 4.593 af boligerne.

Undersøgelsen viser, at den gennemsnitlige estimerede årsmiddelværdi (aritmetiske middel) for radon i boliger opført før 2020 er  $103 \text{ Bq/m}^3$ . Usikkerheden på bestemmelsen af radon er  $10\text{-}20 \text{ Bq/m}^3$ .

Cirka 9 % af de undersøgte danske fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse opført før 2020 har en estimeret årsmiddelværdi for radon i indeluften på over  $200 \text{ Bq/m}^3$ . Omkring 39 % af de danske fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse har et radonindhold i indeluften over  $100 \text{ Bq/m}^3$ .

Boligerne, der indgår i undersøgelsen, ligger hovedsageligt i egne af landet, hvor tidligere undersøgelser har vurderet, at der er størst sandsynlighed for at finde fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse med et indhold af radon i indeluften over  $200 \text{ Bq/m}^3$ .

Endvidere viser undersøgelsen, at antallet af målere til bestemmelse af radonindholdet i indeluften har betydning for resultatet. Måles estimeret årsmiddelværdi, med det eksakte antal dosimetre, er middelværdien  $105 \text{ Bq/m}^3$ . Bestemt med standardafvigelsen  $77 \text{ Bq/m}^3$  og medianen  $85 \text{ Bq/m}^3$ .

- +1): Anvendes ét dosimeter mere fås radonindholdet i indeluften til  $100 \text{ Bq/m}^3$ . Bestemt med standardafvigelsen  $71 \text{ Bq/m}^3$  og medianen,  $82 \text{ Bq/m}^3$ .
- -1): Anvendes ét dosimeter mindre fås radonindholdet i indeluften til  $115 \text{ Bq/m}^3$ . Bestemt med standardafvigelsen  $89 \text{ Bq/m}^3$  og medianen  $93 \text{ Bq/m}^3$ .
- -2): Anvendes to dosimetre mindre fås radonindholdet i indeluften til  $131 \text{ Bq/m}^3$ . Bestemt med standardafvigelsen  $101 \text{ Bq/m}^3$  og medianen  $107 \text{ Bq/m}^3$ .



The background of the page is filled with a pattern of thin, dark blue, wavy lines that create a sense of movement and depth. These lines are arranged in concentric, overlapping curves that flow across the entire page.

2

# INDLEDNING

## 2 INDLEDNING

### 2.1 Baggrund

Radon er en naturligt forekommende radioaktiv luftart, der findes overalt i jorden. Radon trænger ind i bygninger med jordluft, som suges ind gennem revner og sprækker i konstruktioner mod jord, fx kældergulv, -væg og terrændæk, og fordeles i bygningen med de indendørs luftstrømme. Via utætheder til dræn og kloak kan radon også trænge ind til indeklimaet. Det kan fx ske gennem udtørrede vandlåse og revner eller utætte samlinger i rør og muffer.

Radon i indeluften øger risikoen for lungekræft. Verdenssundhedsorganisationen, WHO, anbefaler, at radioaktiviteten i bygninger ligger under  $100 \text{ Bq/m}^3$  (becquerel per kubikmeter luft). Indånding af radon er ifølge WHO den vigtigste årsag til udvikling af lungekræft hos mennesker næst efter rygning. Rygning øger risikoen for udviklingen af lungekræft relateret til radon. I Danmark antages det, at radon i boligers indeluft er medvirkende årsag til ca. 300 tilfælde af lungekræft om året.

WHO's anbefalinger er første gang indarbejdet i *Bygningsreglement 2010* (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010) og videreført i *Bygningsreglement 2015* (Trafik- og Byggestyrelsen, 2015) og *Bygningsreglement 2018* (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2017).

*Bygningsreglement 2018* (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2017) indeholder krav til radonindholdet i indeluften for nybyggeri og anbefalinger til radonindholdet i indeluften for eksisterende byggeri, i Bygningsreglementets vejledning om forureninger. Bygningsreglementet stiller krav om, at bygninger skal udføres, så det sikres, at radonindholdet ikke overstiger  $100 \text{ Bq/m}^3$ . For byggeri opført efter tidligere bygningsreglementer end *Bygningsreglement 2010* (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010) anbefaler Bygningsreglementets vejledning om forureninger, at der etableres enkle og billige foranstaltninger, hvis niveauet af radon i indeluften ligger mellem  $100 \text{ Bq/m}^3$  og  $200 \text{ Bq/m}^3$ . Måles radonindholdet i indeluften til over  $200 \text{ Bq/m}^3$  anbefales det, at der iværksættes mere effektive foranstaltninger, der kan reducere radon i indeluften (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2017).

Et referenceniveau på  $100 \text{ Bq/m}^3$  er også indført for arbejdstager på arbejdspladser (Sundhedsstyrelsen, 2018). Der er således i Danmark skabt en fælles opfattelse af, hvor højt radonniveauet bør være. Hjemmesiden Radonguiden.dk orienterer om radon til borgere, rådgivere og udførende. På hjemmesiden kan man finde ud af, om radon udgør en risiko for en selv og via tre trin blive klogere på, om ens bolig er i "riskozonen", og hvordan man i så fald får bugt med et for højt radonniveau, blandt andet gennem to korte film om emnet.

### 2.2 Rapportens indhold og struktur

I denne rapport præsenteres resultater af radonmålinger i 16.943 fritliggende énfamiliehuse samt kæde- og rækkehuse. Det har været muligt at estimere en årsmiddelværdi for radon i indeluften for 4.593 af disse bygninger.

Det er ikke undersøgt om ejendommene, som indgår i undersøgelsen, kan anses for repræsentative for dansk byggeskik, eller om resultaterne på anden måde repræsenterer bygninger tilhørende bestemte befolkningsgrupper, socialt, uddannelses-, indkomst- eller aldersmæssigt.

Estimeret årsmiddelværdi er beskrevet i afsnittet 5.5.1 *Estimeret årsmiddelværdi*.

Undersøgelsens data er indhentet gennem hjemmesiden Radonfrithjem.dk, og resultatet af analysen af data er afrapporteret i denne rapport.

Rapporten indeholder yderligere et omfattende bilagsmateriale. Bilag indeholder tabeller for Estimeret årsmiddelværdi, Tilnærmet estimeret årsmiddelværdi - og Upræcis årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften. Årsmiddelværdier er anført for de enkelte kommuner som helhed og inddelt i opførelsesår for boliger, før 1998, opført i perioden 1998 til 2009 og opført i perioden 2010 til 2020. Ligeledes er antallet af boliger anført i tabellerne sammen med procentandelen af boligerne med et indhold af radon i indeluften over 100 Bq/m<sup>3</sup>. Tabellerne har til hensigt at hjælpe til i en vurdering af risikoen for, at radonniveauet i en given bolig er for højt.

Tilnærmet estimeret årsmiddelværdi er beskrevet i afsnit 5.5.2 *Tilnærmet estimeret årsmiddelværdi*, og upræcis årsmiddelværdi er beskrevet i afsnit 5.5.3 *Upræcis årsmiddelværdi*.

Afsnittet 3 *Fakta om radon og anden radioaktivitet* forklarer, hvad radon er, og hvordan radon kan trænge ind i bygninger.

Afsnittet 4 *Tidligere undersøgelser* gennemgår konklusioner fra en række danske undersøgelser af radon i bygninger, der er sammenlignelige med de bygninger omfattet af denne undersøgelse.

Afsnittet 5 *Måleprogram* gør rede for, hvorledes bygningerne er kommet i databasen, som indgår i undersøgelsen. Ligeledes beskrives målingerne, der er foretaget i bygningerne. Afsnittet forklarer også, hvorledes årsmiddelværdien er bestemt, og hvad den er udtryk for.

Afsnittet 6 *Resultater* indeholder resultaterne af undersøgelsen.

Afsnittet 7 *Diskussion* diskuterer undersøgelsens resultater, mens afsnittet 8 *Konklusion* indeholder undersøgelsens konklusioner.

I bilagene er undersøgelsens data samlet i tabeller. Tabellen i afsnit 11 *Bilag A. Resultater på kommunalt niveau for 16.943 boliger* indeholder detaljerede resultater på kommunalt niveau for databasens 16.943 boliger og indeholder alle målinger samlet, estimerede årsmiddelværdier, tilnærmede estimerede årsmiddelværdier og upræcise årsmiddelværdier. Afsnit 12 *Bilag B. Resultater på kommunalt niveau for 10.018 boliger* indeholder detaljerede resultater på kommunalt niveau for databasens 10.018 boliger, hvor bestemmelsen af radon i indeluften er udført med op til ét dosimeter mindre end nødvendigt for at bestemme estimeret årsmiddelværdi, altså bygninger hvor estimerede årsmiddelværdier og tilnærmede estimerede årsmiddelværdier kan bestemmes. Afsnit 13 *Bilag C. Resultater på kommunalt niveau for 4.593 boliger* indeholder detaljerede resultater på kommunalt niveau for 4.593 boligers estimerede årsmiddelværdier.



# **FAKTA OM RADON OG ANDEN RADIOAKTIVITET**

# 3 FAKTA OM RADON OG ANDEN RADIOAKTIVITET

## 3.1 Radon

Overalt i den danske undergrund findes grundstoffet radium. Ved henfald danner radium ædelgassen radon, som siver op gennem jorden. Radon frigives til luften fra det materiale, hvori den dannes. Dannes radon i undergrunden, frigives den til poreluften i jorden. Dannes radon i fx byggematerialer kan den frigives til indeluften i bygningen. Radon henfalder selv til nye kortlevende radioaktive stoffer – "radondøtre". Ved henfaldet udsender radon og flere af radondøtrene meget kortrækkende alfastråling, som kan beskadige levende celler ved tilstrækkelig tæt kontakt. Radondøtrene er kemisk aktive og bindes let til partikler i luften og til overflader, fx til lungevævet ved indånding. Det er, når henfaldet sker i luftveje og lunger, at der udsendes ioniseret stråling, som kan skade celler og give lungekræft, ([www.sst.dk](http://www.sst.dk)).

Radon kan hverken lugtes, smages, høres, føles eller ses og efterlader ikke synlige spor, men radon i indeluften kan måles (Rasmussen, 2018). Radonindholdet i indeluften måles i Bq/m<sup>3</sup> (becquerel pr. kubikmeter luft), hvilket angiver antallet af radioaktive henfald pr. sekund pr. kubikmeter luft.

Koncentrationen af radon er ofte 1.000-10.000 gange større i jorden end i luften udenfor, hvor koncentrationen er 5 Bq/m<sup>3</sup>, ([www.sst.dk](http://www.sst.dk)). Ingen bygninger er helt fri for radon, da der er mindst lige så meget radon i indeluften som i udeluften, hvis bygningen er ventileret med udeluft.

Mængden af radon i indeluften afhænger af fire parametre (Rasmussen, 2015):

- 1 Undergrunden, som huset er bygget på.
- 2 Bygningens evne til at forhindre jordluftindtrængning, herunder konstruktionernes lufttæthed mod jord – terrændæk, kældergulv og -væg.
- 3 Materialerne, som bygningen er opført af.
- 4 Bygningens ventilation/udelufttilførsel, og hvor godt den tilførte luft til ventilationen fordeles sig i bygningen.

Radonmængden i indeluften i danske boliger er tidligere undersøgt i en større landsdækkende undersøgelse. Resultatet er vist i form af et kort over Danmark og kan ses på Sundhedsstyrelsens hjemmeside, [www.sst.dk](http://www.sst.dk), under emnet *Kort over radon i Danmark*. Bygninger i de sværest ramte områder har størst risiko for at have et højt indhold af radon i indeluften. Det gælder især bygninger opført i perioder, hvor der ikke var fokus på at udføre lufttætte konstruktioner mod jord. Men også (Rasmussen, 2016):

- Hvis huset er fra før 1995, hvor bygningsreglementet for første gang stiller krav til konstruktioner mod jord for at mindske indtrængning af radon.
- Hvis kælderen ifølge BBR er godkendt til beboelse eller arbejdsrum
- Hvis huset har terrændæk, eller blot gulv direkte mod jord, eventuelt på et stabilt underlag, der tillader indtrængning af poreluft fra jord. Det kan fx være revnet beton eller stampet ler.
- Hvis der er brugt kapillarbrydende lag over 300 mm, der indeholder granit eller pegmatit.
- Hvis huset har sætningsskader, støbeskel, fx ved tilbygning, ombygning eller reparation eller revner i væg og gulv mod jorden.
- Hvis huset i forbindelse med etablering af stikdræn er tilsluttet omfangsdræn.

- Hvis huset har indføringer af fx vandforsyning og afløbsrør, gulvafløb, rensebrønd, kabler, kloak eller energiforsyning gennem gulv, fundament eller kældervægge i kontakt med jord.
- Hvis der er brugt materialer mod jord, der kan transportere luft, fx letklinkerbeton og hulsten af beton eller tegl. Selvom både beton og tegl er tætte i sig selv, kan dårligt udfyldte fuger resultere i stor radonindtrængning i huset.
- Hvis huset har et lavt luftskifte eller ikke er velventileret. Friskluftventiler kan være tilstoppede, og indvendige døre kan være lukkede og tætnede for at undgå fx træk, lugt eller støj.
- Hvis der i huset er brugt blåbeton (svenske porebetonelementer fra perioden 1929 til 1975). Blåbeton indeholder alunskifer, som indeholder radium. Fra radium henfalder radon som en ædelgas. Betonen kaldes blåbeton på grund af dens karakteristiske blå farve. Blåbeton har været forhandlet i Danmark, men menes ikke at have været generelt anvendt.







4

# TIDLIGERE UNDERSØGELSER

## 4 TIDLIGERE UNDERSØGELSER

### 4.1 Naturlig stråling i danske boliger

Statens Institut for Strålehygiejne og Forskningscenter Risø offentliggjorde i 1987 resultaterne af en landsomfattende repræsentativ undersøgelse af naturlig stråling i danske boliger (Statens Institut for Strålehygiejne og Forskningscenter Risø, 1987; Ulbak et al., 1988). Undersøgelsen omfattede målinger i 496 boliger. I ingen af de boliger, hvor der er målt, oversteg årsmiddelværdien af radonkoncentrationen  $600 \text{ Bq/m}^3$ . Undersøgelsen resulterede i en gennemsnitsværdi omkring  $50 \text{ Bq/m}^3$ .

### 4.2 Radon i danske boliger

En større undersøgelse foretaget af bl.a. Sundhedsstyrelsen (Andersen et al., 2001) viste, hvor huse med særlig højt indhold af radon i indeluften forekommer hyppigst. Undersøgelsen omfattede 3019 énfamiliehuse og 101 etageboliger. Hovedparten af målingerne foregik fra slut november 1995 og et år frem. Målingerne er således årsmiddelværdier. Undersøgelsen fandt det aritmetiske gennemsnitlige radonniveau i boliger til  $77 \text{ Bq/m}^3$  for énfamiliehuse og  $18 \text{ Bq/m}^3$  for etageejendomme. Det gennemsnitlige radonniveau vægtet efter indbyggetal blev bestemt til  $59 \text{ Bq/m}^3$ . Ifølge undersøgelsen havde ca. 5 % af énfamiliehusene i Danmark et radonindhold over  $200 \text{ Bq/m}^3$ . Det svarede i 2001 til 65.000 huse. Undersøgelsen konkluderede, at radonproblemet i danske énfamiliehuse er større end hidtil antaget. Ligeledes blev det konkluderet, at der ikke forekommer væsentlige radonmæssige problemer i danske etageboliger. I fx Nordjylland var andelen af huse med et indhold af radon i indeluften over  $200 \text{ Bq/m}^3$  mindre end 1 %, men på fx Fyn og Bornholm var indholdet af radon i indeluften over  $200 \text{ Bq/m}^3$  i mere end 10 % af husene. 15 huse i undersøgelsen havde et indhold af radon i indeluften på over  $400 \text{ Bq/m}^3$ .

En regressionsanalyse i forbindelse med undersøgelsen viste desuden en sammenhæng mellem indholdet af radon i indeluften i bygningen og forskellige faktorer. De vigtigste faktorer er kælderforhold, jordart og dermed landsdel. Analysen bekræfter, at jorden under huset er den vigtigste kilde til radon i indeluften i danske énfamiliehuse. 103 af de énfamiliehuse, der indgik i undersøgelsen, var opført i perioden 1988-1995. Disse huse betragtes i undersøgelsen som nyere énfamiliehuse. Undersøgelsen gav ikke anledning til at tro, at en væsentlig del af disse nyere danske énfamiliehuse havde en lufttæt konstruktion mod jord. Undersøgelsen gav et billede af sammenhængen mellem geologi og radon i indeluften i en bygning. Yderligere påviste undersøgelsen, at der er radonmæssig forskel på moræneler, smeltevandsgrus og morænesand, som giver mest radon i énfamiliehuse, modsat flyvesand, saltvandssand og ferskvandstørv, som giver mindst. Der er dog risiko for et for højt indhold af radon i indeluften overalt i landet. Undersøgelsen er grundlag for det såkaldt Radonkort over Danmark. Rapporten over undersøgelsen og det oprindelige kort er tilgængeligt på Sundhedsstyrelsens hjemmeside, [www.sst.dk](http://www.sst.dk), under emnet *Kort over radon i Danmark*. Kortet er revideret i forhold til de nuværende 98 kommuner i Danmark og præsenteret på hjemmesiden [www.radonguiden.dk](http://www.radonguiden.dk) (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2019).

### 4.3 Radon i énfamiliehuse opført 2005-2007

Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Aalborg Universitet offentliggjorde i 2008 målinger af indholdet af radon i indeluften i 200 nyere fritliggende énfamiliehuse opført i perioden 2005-2007. Husene var bygget på steder, hvor radonforekomsten i jorden er stor (Jensen & Gunnarsen, 2008).

Undersøgelsen viste, at 1 % af de undersøgte boliger havde et indhold af radon i indeluften over 200 Bq/m<sup>3</sup>, og at 7 % af de undersøgte boliger havde et indhold af radon i indeluften over 100 Bq/m<sup>3</sup>. Der blev desuden målt luftskifte i de 10 % af boligerne, der havde de højeste indhold af radon i indeluften. Middelværdien for luftskiftet blev målt til 0,38 gang pr. time. Bygningsreglement 2018 (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2017) kræver for fritliggende énfamiliehuse, at der i hvert beboelsesrum og i huset som helhed er en tilførsel af udeluft på mindst 0,3 l/s pr. m<sup>2</sup> opvarmet etageareal, hvilket i boliger med almindelig rumhøjde tilnærmelsesvis svarer til ca. 0,5 gang pr. time. Målingen af radon blev foretaget uden for opvarmningssæsonen i perioden juli til september 2007. Skal målingen anvendes til bestemmelse af en estimeret årsmiddelværdi, for radonindholdet i indeluften, skal målingen foretages i fyringssæsonen. Fyringssæsonen er fra 1. oktober til 30. april. Undersøgelsens resultater for radon i indeluften er på grund af måletidspunktet ikke direkte sammenlignelige med målinger foretaget efter retningslinjerne beskrevet i SBI-anvisning 270, *Måling af radon i bygninger* (Rasmussen, T.V, 2018).

### 4.4 Radon i danske lejeboliger

Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Aalborg Universitet offentliggjorde i 2016 målinger af indholdet af radon i indeluften i 221 danske boliger til leje. I undersøgelsen kortlægges radonindholdet i indeluften, og det undersøges, hvordan indholdet af radon i indeluften er fordelt og spredt i en ejendom, og om det er muligt at pege på en bygningsdel eller en bygningskomponent som en spredningsvej for radon i boliger. Boligerne er lejeboliger opført som etageejendomme, kæde- og rækkehuse i perioden 1850 og frem. De udvalgte ejendomme lå i egne af landet, hvor der i tidligere undersøgelser har vist sig at være størst sandsynlighed for et højt indhold af radon – over 200 Bq/m<sup>3</sup>, i indeluften. Koncentrationen af radon er målt over vinteren 2013/14 og 2014/15 ved hjælp af sporfilmismetoden, og måleperioderne strakte sig fra november til maj. Den estimerede årsmiddelværdi er bestemt for indholdet af radon i indeluften for 221 individuelle boliger (Rasmussen & Skytte Clausen, 2016).

Undersøgelsen viste, at sandsynligheden for et indhold af radon i indeluften over 100 Bq/m<sup>3</sup> i boliger i etageejendomme er meget lille i stueetagen over kælder og højere oppe i etagerne og i boliger over stueetagen, hvis der er terrændæk. Samlet set viste undersøgelsen, at ca. 6 % af lejeboligerne havde et indhold af radon i indeluften højere end 100 Bq/m<sup>3</sup>, hvoraf niveauet i ca. 1 % af boligerne var over 200 Bq/m<sup>3</sup>. For boliger i etageejendomme havde 94 % et indhold af radon lavere end 50 Bq/m<sup>3</sup> og 6 % et indhold i intervallet 50-100 Bq/m<sup>3</sup>.

For kæde- og rækkehuse alene viste undersøgelsen, at 52 % af lejeboligerne havde et indhold af radon højere end 100 Bq/m<sup>3</sup>, hvoraf niveauet i 12 % af husene var over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Yderligere viste undersøgelsen, at der er lige stor sandsynlighed for et indhold af radon i indeluften over 100 Bq/m<sup>3</sup> i stueetagen i kæde- og rækkehuse med terrændæk, kælder eller krybekælder. De enkelte dosimetre viste inden for samme bygning væsentligt forskelligt radonniveau. Ligeledes blev der fundet en generelt fin overensstemmelse mellem første og anden bestemmelse af estimeret årsmiddelværdi, usikkerheden på bestemmelsen taget i betragtning.

Der kunne ikke peges på en bestemt bygningsdel eller en bygningskomponent som en vigtig kilde eller fordelingsvej for radon i boliger. Dog er der et lavt indhold af radon i indeluften, hvor der ikke er tydelige tegn på utætheder omkring rørføringer, hvor der er udført renoivering af kældergulvet, hvor etageadskillelsen består af arealer af beton og arealer af træ, hvor ventilation af boligen inkluderer varmegenvinding og for ejendomme med elevator.

## 4.5 Efterlevelse af byggelovens bestemmelser om radonsikring

Statens Byggeforskningsinstitut (SBI), Aalborg Universitet offentliggjorde i 2019 en undersøgelse af radonindholdet målt i 12.950 boliger og sammenholdt radonindholdet i hver bolig med bestemmelserne i det bygningsreglement, der var gældende, da boligen blev opført. På den baggrund blev det vurderet, om bygningsreglementets bestemmelser om radonsikring har haft den tilsigtede effekt at sænke indholdet af radon i danske boliger.

De undersøgte boliger er énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse opført i perioden 1900-2018. Ejerne af boligerne, som indgår i undersøgelsen, har gennemført radonmålinger ved at bestille målinger gennem hjemmesiden Radonfrithjem.dk. Målingerne er foretaget med dosimetre i fyringssæsonerne 2015-2016, 2016-2017, 2017-2018 og 2018 frem til slutningen af december (Rasmussen, 2019).

Undersøgelsen viste, at den gennemsnitlige estimerede årsmiddelværdi bestemt som den aritmetiske middelværdi for radon i boliger opført mellem 1900 og 2018 er 105 Bq/m<sup>3</sup>. For boliger opført i perioden 1900 til 1995 er den 106 Bq/m<sup>3</sup>, for boliger opført mellem 1996 til 2009 er den 93 Bq/m<sup>3</sup>, og for boliger opført mellem 2010 til 2018 er den 58 Bq/m<sup>3</sup>. Endvidere er andelen af boliger med en estimeret årsmiddelværdi for radon under 100 Bq/m<sup>3</sup> og særligt under 50 Bq/m<sup>3</sup> øget for boliger opført efter 2010 i forhold til boliger opført i perioden 1900 til 2009. Tilsvarende er antallet af boliger med en estimeret årsmiddelværdi for radon højere end 100 Bq/m<sup>3</sup> faldende efter 2010 i forhold til boliger opført før 2010.

Undersøgelsen viste således et markant fald i den gennemsnitlige estimerede årsmiddelværdi (aritmetiske middel) for boliger opført efter 2010. Det konkluderes i undersøgelsen, at byggelovens bestemmelser om radon efterleves og har effekt i praksis.

Cirka 9 % af de undersøgte danske boliger opført mellem 1900 og 2018 havde en estimeret årsmiddelværdi for radon i indeluften på over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Omkring 41 % af de undersøgte danske boliger havde et radonindhold i indeluften over 100 Bq/m<sup>3</sup>.

Andelen af boliger med over 100 Bq/m<sup>3</sup> radon falder fra 41 % for boliger opført i perioden 1900-1995 til 27 % for boliger opført i perioden 1996-2009 og til 11 % for boliger opført i perioden 2010-2018.

Boligerne, der indgår i undersøgelsen, ligger hovedsageligt i egne af landet, hvor tidligere undersøgelser har vurderet, at der er størst sandsynlighed for at finde fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse med et indhold af radon i indeluften over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Desuden er fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse opført før 2010 overrepræsenteret i forhold til samtlige boliger af denne type i Danmark.

The background of the page is filled with a pattern of thin, dark blue, wavy lines that create a sense of movement and depth. These lines are arranged in concentric, slightly irregular curves that flow across the page. In the center, there is a solid dark blue circle containing the number 5.

5

# MÅLEPROGRAM

# 5 MÅLEPROGRAM

## 5.1 Valg af boliger

Ejerne af de boliger, der indgår i undersøgelsen, har rekvireret målere gennem hjemmesiden [Radonfrithjem.dk](http://Radonfrithjem.dk). Hjemmesiden [Radonfrithjem.dk](http://Radonfrithjem.dk) er en del af Realdanias initiativ til at forbedre indeklimaet. Initiativet administreres af Bolius og er igangsat for at øge kendskabet til den radioaktive gasart radon, som anses som et overset problem. Hjemmesiden henvender sig til boligejere og:

- orienterer om radon.
- gør det nemt at få gennemført en radonmåling.
- guider ejerne i forbindelse med bestilling af det rette antal dosimetre til det enkelte hus.
- skaber kontakten til et målefirma.
- håndterer betalingen og vejleder til løsninger, hvis ejeren ønsker at nedbringe radonniveauet.
- opsamler målinger rekvireret gennem hjemmesiden.

## 5.2 Undersøgelser

Målinger af radon er blevet samlet i en database. Målingerne er blevet gennemgået og resultaterne er blevet sammenholdt med BBR-oplysninger for den enkelte bolig, vedrørende antal opholdsrum og placering i Danmark.

### 5.2.1 Radonmålinger

De bygningssejere, der rekvirerede dosimetre fra hjemmesiden [Radonfrithjem.dk](http://Radonfrithjem.dk) fik tilsendt dosimetre samt en vejledning i opsætning af disse. Det antal dosimetre, som den enkelte rekvireret har skønnet nødvendigt og tilstrækkeligt, blev tilsendt. Vejledningen til antal dosimetre blev givet på hjemmesiden. Ved opsætning blev det enkelte dosimeter registreret med nummer og placering i forhold til adresse og typen af rum samt dato for opsætning. Ved endt måling blev datoen for nedtagning registreret.

Data fra databasen har tidligere været genstand for undersøgelse (Rasmussen, 2019). Ved den lejlighed viste det sig, at boligerne i databasen hovedsageligt er placeret i egne af landet, hvor tidligere undersøgelser har vurderet, at der er størst sandsynlighed for at finde fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse med et indhold af radon i indeluften over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Boligejere i områder af Danmark repræsenteret i databasen med meget få eller ingen målinger af radon i indeklimaet blev kontaktet personligt via brev. Brevet opfordrede boligejerne til at gennemføre en måling af niveauet af radon i indeklimaet. Endvidere havde de kontaktede boligejere mulighed for at ringe til Bolius eller BUILD for yderligere information. Registrering og bestilling af målere blev foretaget via hjemmesiden [Radonfrithjem.dk](http://Radonfrithjem.dk).

Dosimetrene er leveret af en række målelaboratorier i Europa, hvortil dosimetrene også er blevet returneret med henblik på at analysere radonkoncentrationen for hvert dosimeter og bestemmelse af indholdet af radon i den enkelte bygning. Resultaterne er indrapporteret til databasen.

En lang række virksomheder tilknyttet hjemmesiden stod for håndtering af dosimetre samt registrering af adresser og resultater. Databasen indeholder sammenhængende

informationer om placering af dosimeter, den enkelte måling af radonkoncentrationen og det beregnede indhold af radon i den enkelte bygning.

Radonmålinger foretaget i fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse blev udtaget af databasen til videre bearbejdning.

## 5.3 Målinger

Målingerne foregik i perioden oktober 2015 til januar 2020. Måleperioderne havde en længde på 2 til 3 måneder.

## 5.4 Instrumenter og målemetode

Til måling af indholdet af radon i indeluften blev sporfilmismetoden i form af lukkede dosimetre anvendt. Lukkede dosimetre anbefales anvendt til bestemmelse af radon og estimeret årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften i boliger, da boliger anvendes hele døgnet. Sundhedsstyrelsen i Danmark har vurderet, at lukkede dosimetre giver det bedste grundlag for vurdering af radonindholdet i indeluften og den dertilhørende vurdering af sundhedsrisici og stråledoser ([www.sst.dk](http://www.sst.dk)).

Når radon eller radondøtre henfalder i et lukket dosimeter, rammer alfapartiklerne overfladen på sporfilmene, der består af cellulosenitrat eller polyester. Herved opstår skader eller spor, som bliver synlige gennem kemisk ætsning af filmen. Sporene tælles i mikroskop og giver dermed grundlag for vurdering af radonindholdet i indeluften. Estimeret årsmiddelværdi for en bygning bestemmes ud fra målinger med dosimetre placeret i boligens opholdsrum i en periode på mere end 60 dage.

Boligejerne fik sammen med de bestilte dosimetre information om, at dosimetrene skulle placeres i opholdsrum, som benyttes flere timer dagligt. Opholdsrum er fx soverum og stue, men ikke et WC-rum eller køkken. Ved målinger i boliger med flere etager skulle målinger foretages på samtlige etager, beregnet til ophold. I de enkelte rum blev det anvist, at dosimetret skulle placeres, så det ikke ville blive udsat for kraftige luftstrømme eller høj varme. Det måtte således ikke blive udsat for direkte sollys, og det skulle helst placeres 1,5 meter fra luftindtag, yderdør, vindue, radiator, tv, lampe eller anden varmekilde samt 0,5 meter fra luftudsugning. Det blev ligeledes anvist, at dosimetret af samme grund ikke skulle placeres på gulvet og mindst skulle have en afstand på 0,25 meter fra en væg.

Indholdet af radon i indeluften målt med lukkede dosimetre bestemmes med en usikkerhed på 10 til 15 %.

## 5.5 Databehandling

Hvis en bolig er i ét plan, beregnes årsmiddelværdien som middelværdien af målingerne.

Hvis en bolig er i flere etager, beregnes årsmiddelværdien ved først at beregne middelværdien af målingerne på de enkelte etager. Dernæst beregnes middelværdien for boligen som middelværdien af radonindholdet bestemt for hver etage.

Databasen blev ved gennemgangen forud for undersøgelsen *Efterlevelse af byggelovens bestemmelser om radonsikring* i 2019 (Rasmussen, 2019) gennemgået for indtastningsfejl. Der blev gennemført en stikprøvekontrol af 40 målerapporter i databasen. På den baggrund blev systematiske fejl rettet og årsmiddelværdier i databasen genberegnet i overensstemmelse med retningslinjerne i SBI-anvisning 270, *Måling af radon i bygninger* (Rasmussen, 2018). Dernæst blev alle beregnede årsmiddelværdier over 600 Bq/m<sup>3</sup>

gennemgået i forhold til indberettede værdier og de tilknyttede målerapporter. To målerapporter viste sig at indeholde fejl og blev fjernet fra databasen forud for databehandlingen. Stikprøvekontrollen af beregninger af årsmiddelværdier, indberettede værdier for de enkelte boliger og deres tilknyttede målerapporter blev gennemført for at validere databasen. Stikprøvekontrollen gav ikke anledning til at søge efter andre fejl. De to målerapporter med fejl indeholdt tastefejl på én indrapporteret værdi.

På tilsvarende vis blev databasens tilkomne supplerende data gennemgået. Gennemgangen af data indberettet efter 2019 gav ikke anledning til rettelser i målerapporter.

I behandling af data er der arbejdet med tre begreber. Begreberne er:

- Estimeret årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften
- Tilnærmet estimeret årsmiddelværdi for indhold af radon i indeluften
- Upræcis årsmiddelværdi.

Ved sorteringen af data er BBR-oplysningerne om den enkelte bygning benyttet. BBR-oplysningerne indeholder information om bygningens anvendelse, antallet af opholdsrum, oplysninger om antallet af etager samt opførelsesår og boligens regionale placering. Med kendskab til fordelingen og antallet af opholdsrum i boligen er det muligt at vurdere behovet for antallet af dosimetre. Antallet af dosimetre er vurderet i forhold til at opnå et repræsentativt måleresultat for radon i indeklimaet, bestemt som en årsmiddelværdi.

I databehandlingen indgår fritliggende énfamiliehuse samt kæde- og rækkehuse. Disse bygninger er udvalgt for yderligere analyse, da tidligere undersøgelser af indholdet af radon i indeklimaet er udført for netop den bygningstype. Bygninger med opførelsesår før år 1900 tildeles opførelsesåret 1900. Der vil således være et stort antal bygninger med opførelsesåret 1900. År 1900 repræsenterer således bygninger med opførelsesår opført før år 1900. Ved databehandlingen skelnes der mellem bygninger opført før 1998, opført i perioden 1998 til og med 2009 samt opført i 2010 og frem til 2020. Bygningerne i undersøgelsen opført før 1998 er ikke omfattet af krav vedrørende radon. Bygninger opført mellem 1998 og 2010 er omfattet af det krav til radon, der første gang er defineret i *Bygningsreglement for småhuse 1998*, (Bygge- og Boligstyrelsen, 1998). Bygninger opført efter 2010 er omfattet af ydeevnekravet om, at den estimerede årsmiddelværdi ikke må overskride  $100 \text{ Bq/m}^3$  i indeluften.

For boliger, hvor der er målt meget lave værdier af radon (mindre end  $10 \text{ Bq/m}^3$ ) har analyseinstituttet vurderet værdien til at være mindre end selve detektionsgrænsen. Disse værdier indgår dog i undersøgelsen med den af analyseinstituttet vurderede værdi.

### 5.5.1 Estimeret årsmiddelværdi

Den estimerede årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften er den værdi for radon i indeklimaet, der stilles krav til for bygninger opført efter *Bygningsreglementet 2018* (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2017). *Bygningsreglement 2010* (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010) og *Bygningsreglement 2015* (Trafik- og Byggestyrelsen, 2015) indeholder et tilsvarende krav dog formuleret således, at radonindholdet ikke må overstige  $100 \text{ Bq/m}^3$  for en måling, der bør foretages over mindst 2 måneder i fyringssæsonen og bør resultere i en beregnet gennemsnitlig radonkoncentration over et helt år - årsmiddelværdien for boligen, med henvisning til Sundhedsstyrelsen, Strålebeskyttelse, [www.sst.dk](http://www.sst.dk)

Den estimerede årsmiddelværdi kan bestemmes, hvis målebetingelserne beskrevet i SBI-anvisning 270, *Måling af radon i bygninger* (Rasmussen, T.V, 2018) kan antages at være opfyldt.

Er der overensstemmelse mellem det mindste antal dosimetre angivet i SBI-anvisning 270, *Måling af radon i bygninger* (Rasmussen, T.V, 2018) og boligens anførte antal opholdsrum, kan målingen benyttes til beregning af den estimerede årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften.



Er der ifølge BBR fire opholdsrum eller færre, skal der for boligen være bestilt et antal dosimetre svarende til antallet af opholdsrum anført i BBR, dog mindst to dosimetre.

Er der ifølge BBR flere opholdsrum end fire i boligen, skal der for boligen være bestilt fire dosimetre plus et dosimeter for hvert tredje opholdsrum, ud over de første fire opholdsrum, anført i BBR. Databasen indeholder 4.593 estimerede årsmiddelværdier.

### **5.5.2 Tilnærmet estimeret årsmiddelværdi**

Indholdet af radon i indeluften er i visse tilfælde målt, uden at målebetingelserne beskrevet i SBI-anvisning 270, *Måling af radon i bygninger* (Rasmussen, 2018) er opfyldt. Målingen kan være foretaget med lidt for få dosimetre i forhold til antallet af opholdsrum.

Er der ikke overensstemmelse mellem det mindste antal dosimetre angivet i SBI-anvisning 270, *Måling af radon i bygninger* (Rasmussen, 2018) og boligens anførte antal opholdsrum i BBR, kan målingen ikke benyttes til beregning af den estimerede årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften. Der mangler i nogle tilfælde kun ét enkelt dosimeter, mens der i andre tilfælde mangler flere dosimetre i forhold til antallet af opholdsrum. Ved behandling af data er målinger af radon i boliger benyttet, hvor der mangler én måling fra ét dosimeter i forhold til det antal dosimetre, som er anført i SBI-anvisning 270, *Måling af radon i bygninger* (Rasmussen, 2018). Det beregnede indhold af radon i indeluften betegnes i det tilfælde som tilnærmet estimeret årsmiddelværdi. Dog skal der mindst være anvendt to dosimetre til måling af radon i boligen. Databasen indeholder 5.425 tilnærmede estimerede årsmiddelværdier.

### **5.5.3 Upræcis årsmiddelværdi**

I databehandlingen er årsmiddelværdien for boliger også bestemt i de tilfælde, hvor målingen er foretaget med et antal dosimetre, som hverken opfylder betingelserne for estimeret årsmiddelværdi eller tilnærmet estimeret årsmiddelværdi. Ved beregningen er der ikke et krav til antal dosimetre i forhold til antal opholdsrum i boligen. Dog skal der mindst være anvendt ét dosimeter til måling af radon i boligen. Databasen indeholder 6.925 upræcise årsmiddelværdier.



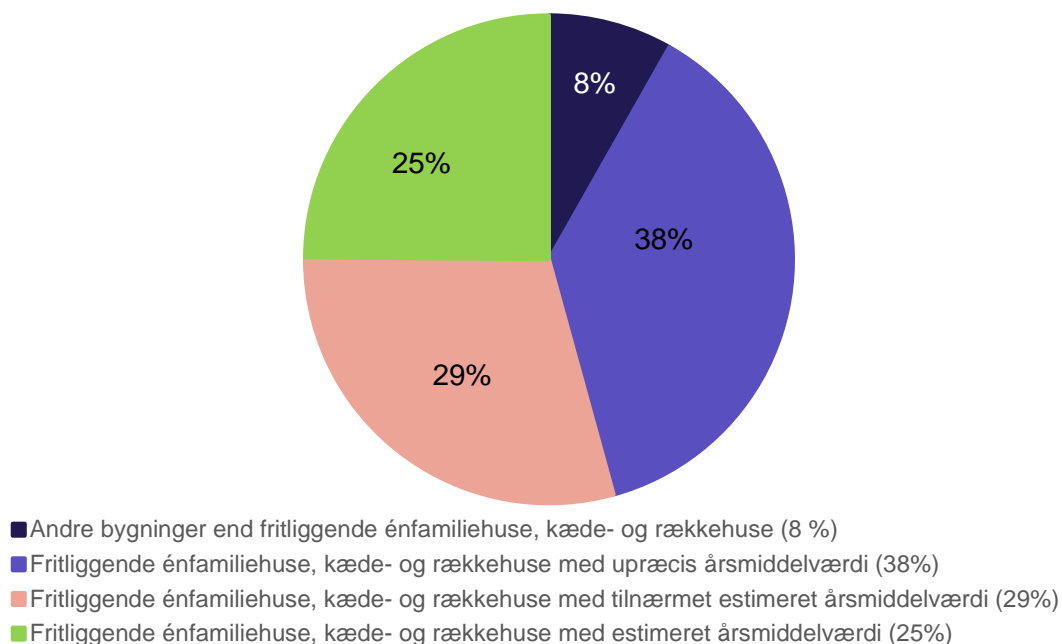
The background of the page is filled with a pattern of thin, dark blue, wavy lines that create a sense of movement and depth. These lines are arranged in concentric, overlapping curves that flow across the entire page.

6

# RESULTATER

## 6 RESULTATER

Koncentrationen af radon i indeluften i boliger er bestemt i fyringssæsonen 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20. Målingerne blev foretaget i fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse med dosimetre. Fælles for målingerne er, at de er blev afsluttet og indberettet i databasen af målefirmaet, som har stået for målingen. Figur 1 viser en grafisk gengivelse af kvaliteten af databasens måleresultater.



Figur 1. Databasens måleresultater opdelt efter radonmålingens kvalitet.

Databasen indeholder frem til slutningen af januar 2020 måleresultater fra 18.458 bygninger, hvor der er gennemført målinger af indholdet af radon i indeluften. Af databasens 18.458 bygninger udgør 16.943 (92%) fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse.

Den estimerede årsmiddelværdi og den tilnærmede estimerede årsmiddelværdi af radon i indeluften kan bestemmes for 10.018 (59%) af de fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse, se afsnit 5.5.2 *Tilnærmet estimeret årsmiddelværdi* og afsnit 5.5.1 *Estimeret årsmiddelværdi*.

Den estimerede årsmiddelværdi af radon i indeluften kan bestemmes for 4.593 (27%) af de fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse, se afsnit 5.5.1 *Estimeret årsmiddelværdi*.

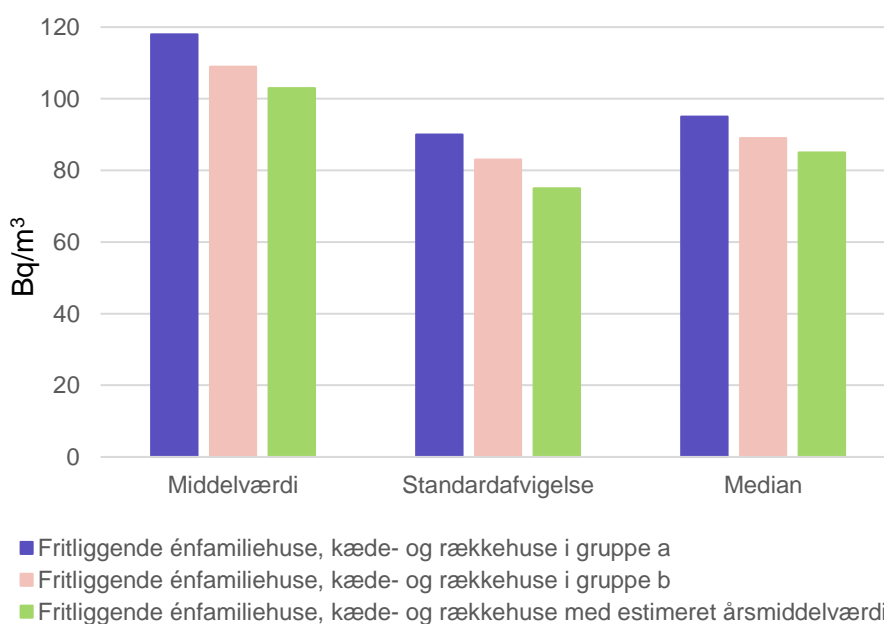
For de 16.943 boliger, som ifølge BBR er fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse til beboelse, er den gennemsnitlige årsmiddelværdi for radon i indeluften 118 Bq/m<sup>3</sup>. I 6.925 af de 16.943 boliger er der ikke anvendt det antal dosimetre, der er påkrævet, når man skal bestemme den tilnærmede estimerede årsmiddelværdi eller den estimerede årsmiddelværdi for radon i indeluften. I 6.925 boliger er der udført upræcise målinger til bestemmelse af indholdet af radon i indeklimaet og de udgør 41 % af databasens boliger. I 12.350 af de 16.943 boliger er der ikke anvendt det antal dosimetre, der er påkrævet, når man skal bestemme den estimerede årsmiddelværdi for radon i indeluften. Der er således anvendt et utilstrækkeligt antal dosimetre i forbindelse med hovedparten af de gennemførte målinger i forhold til BBR-oplysningerne om antallet af opholdsrum i boligerne.

For de 10.018 boliger, hvor der er gennemført målinger til bestemmelse af estimeret årsmiddelværdi eller tilnærmet estimeret årsmiddelværdi af radon i indeluften, er den gennemsnitlige årsmiddelværdi 109 Bq/m<sup>3</sup>.

For de 4.593 boliger, hvor der er gennemført målinger til bestemmelse af den estimerede årsmiddelværdi af radon i indeluften, er den gennemsnitlige estimerede årsmiddelværdi 103 Bq/m<sup>3</sup>.

Figur 2 viser den beregnede middelværdi, standardafvigelse og median for fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse for måling som også inkluderer upræcis årsmiddelværdi, tilnærmet estimeret årsmiddelværdi og estimeret årsmiddelværdi for radon i indeluften.

Den gennemsnitlige årsmiddelværdi bestemmes med en lavere standardafvigelse, når antallet af dosimetre øges i forhold til antallet af opholdsrum opgivet i BBR. Når man vil bestemme den gennemsnitlige årsmiddelværdi for databasens værdier som også inkluderer upræcis årsmiddelværdi, tilnærmet estimeret årsmiddelværdi og estimeret årsmiddelværdi, går standardafvigelsen fra 90 Bq/m<sup>3</sup> til 83 Bq/m<sup>3</sup>, for data som inkluderer tilnærmet estimeret årsmiddelværdi og estimeret årsmiddelværdi til 75 Bq/m<sup>3</sup>, for estimeret årsmiddelværdi. Medianen er ligeledes faldende med øget krav til antallet af dosimetre i de enkelte boliger med medianen 95 Bq/m<sup>3</sup> ved bestemmelsen af den gennemsnitlige årsmiddelværdi for data som inkluderer upræcis årsmiddelværdi, tilnærmet estimeret årsmiddelværdi og estimeret årsmiddelværdi til 89 Bq/m<sup>3</sup> for bestemmelsen af den gennemsnitlige årsmiddelværdi for data inkluderet i tilnærmet estimeret årsmiddelværdi og estimeret årsmiddelværdi til 85 Bq/m<sup>3</sup> for bestemmelsen af den gennemsnitlige estimerede årsmiddelværdi.



Figur 2. Middelværdi, standardafvigelse og median for fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse med målinger der har resulteret i upræcis årsmiddelværdi, tilnærmet estimeret årsmiddelværdi og estimeret årsmiddelværdi for radon i indeluften. Gruppe a, indeholder data for upræcis årsmiddelværdi, tilnærmet estimeret årsmiddelværdi og estimeret årsmiddelværdi. Gruppe b, indeholder data for tilnærmet estimeret årsmiddelværdi og estimeret årsmiddelværdi.

Antallet af målere i forhold til antallet af opholdsrum i boligen har betydning for målingens validitet. Udføres målingen af radon i indeklimaet som eksakt estimeret årsmiddelværdi opnås en middelværdi for indhold af radon i fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse på 105 Bq/m<sup>3</sup> bestemt med en standardafvigelse på 77 Bq/m<sup>3</sup> og en medianværdi på 85 Bq/m<sup>3</sup>. Bestemmes radon i indeklimaet ved anvendelse af ét dosimeter mere end foreskrevet for bestemmelsen af estimeret årsmiddelværdi opnås en middelværdi for indhold af

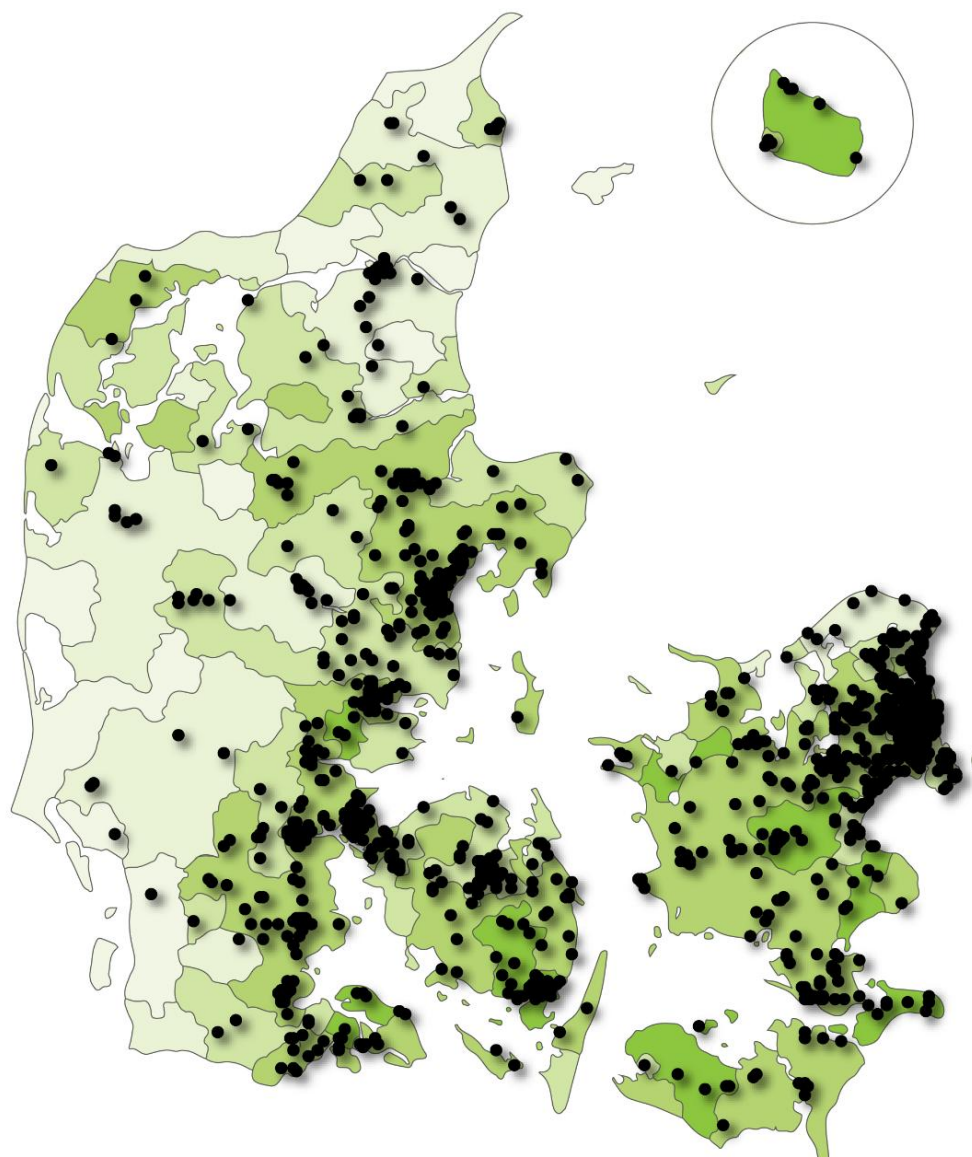
radon i fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse på 100 Bq/m<sup>3</sup> bestemt med en standardafvigelse på 71 Bq/m<sup>3</sup> og en medianværdi på 82 Bq/m<sup>3</sup>. Måles radon i indeklimaet ved anvendelse af ét dosimeter mindre end foreskrevet for bestemmelse af estimeret årsmiddelværdi opnås en middelværdi for indhold af radon i fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse på 115 Bq/m<sup>3</sup> bestemt med en standardafvigelse på 89 Bq/m<sup>3</sup> og en medianværdi på 93 Bq/m<sup>3</sup>. Måles radon i indeklimaet ved anvendelse af to dosimeter mindre end foreskrevet for bestemmelse af estimeret årsmiddelværdi opnås en middelværdi for indhold af radon i fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse på 131 Bq/m<sup>3</sup> bestemt med en standardafvigelse på 101 Bq/m<sup>3</sup> og en medianværdi på 107 Bq/m<sup>3</sup>. Tabel 1 viser variationen i måling af radon i indeluften i forhold til antal dosimeter med udgangspunkt i det eksakte antal dosimeter krævet for bestemmelsen af estimeret årsmiddelværdi. 974 boliger målte radon i indeklimaet med ét dosimeter mere end nødvendigt for bestemmelsen af estimeret årsmiddelværdi. 3.136 boliger målte radon i indeklimaet med præcis det antal dosimeter der er nødvendigt for bestemmelsen af estimeret årsmiddelværdi. 5.425 boliger målte radon i indeklimaet med ét dosimeter mindre end hvad der er nødvendigt for bestemmelsen af estimeret årsmiddelværdi og 6.293 boliger målte radon i indeklimaet med to dosimeter mindre end hvad der er nødvendigt for bestemmelsen af estimeret årsmiddelværdi.

Tabel 1. Årsmiddelværdi for radon i boliger med den tilhørende standardafvigelse og medianværdien. Estimeret årsmiddelværdi samt årsmiddelværdi bestemt med ét og to manglende samt ét overskydende dosimeter i forhold til antallet af opholdsrum i boligen.

Overskydende dosimeter ift. estimeret årsmiddelværdi	Middelværdi [Bq/m <sup>3</sup> ]	Standardafvigelse [Bq/m <sup>3</sup> ]	Medianværdien [Bq/m <sup>3</sup> ]
+1	100	71	82
0	105	77	85
-1	115	89	93
-2	131	101	107

Figur 3 viser den geografiske placering af boliger, hvor det har været muligt at bestemme den estimerede årsmiddelværdi for radon. Bygningernes placering er angivet med en sort prik på radonkortet fra [hjemmesiden Radonguiden.dk](http://hjemmesiden.Radonguiden.dk) (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2019). Kortet er revideret i forhold til det oprindelige kort fra 2001 i forhold til de nuværende 98 kommuner i Danmark og vist på hjemmesiden [Radonguiden.dk](http://Radonguiden.dk) (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2019).

Sammenholdes den geografiske placering af boligerne med radonkortet for Danmark (Andersen et al. 2001), ses det, at hovedparten af de fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse, der indgår i undersøgelsen, er placeret i områder af landet, hvor det forventes, at 3-30 % af boligerne har et indhold af radon i indeklimaet over 200 Bq/m<sup>3</sup>. En mindre andel af boligerne ligger i områder af landet, hvor det forventes, at 1-3 % af boligerne har et indhold af radon i indeklimaet over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Boligernes placering er ligeledes koncentreret omkring de større byer. Få boliger, der indgår i undersøgelsen, ligger i områder af landet, hvor det forventes at 0-1 % af boligerne har et indhold af radon i indeklimaet over 200 Bq/m<sup>3</sup>.

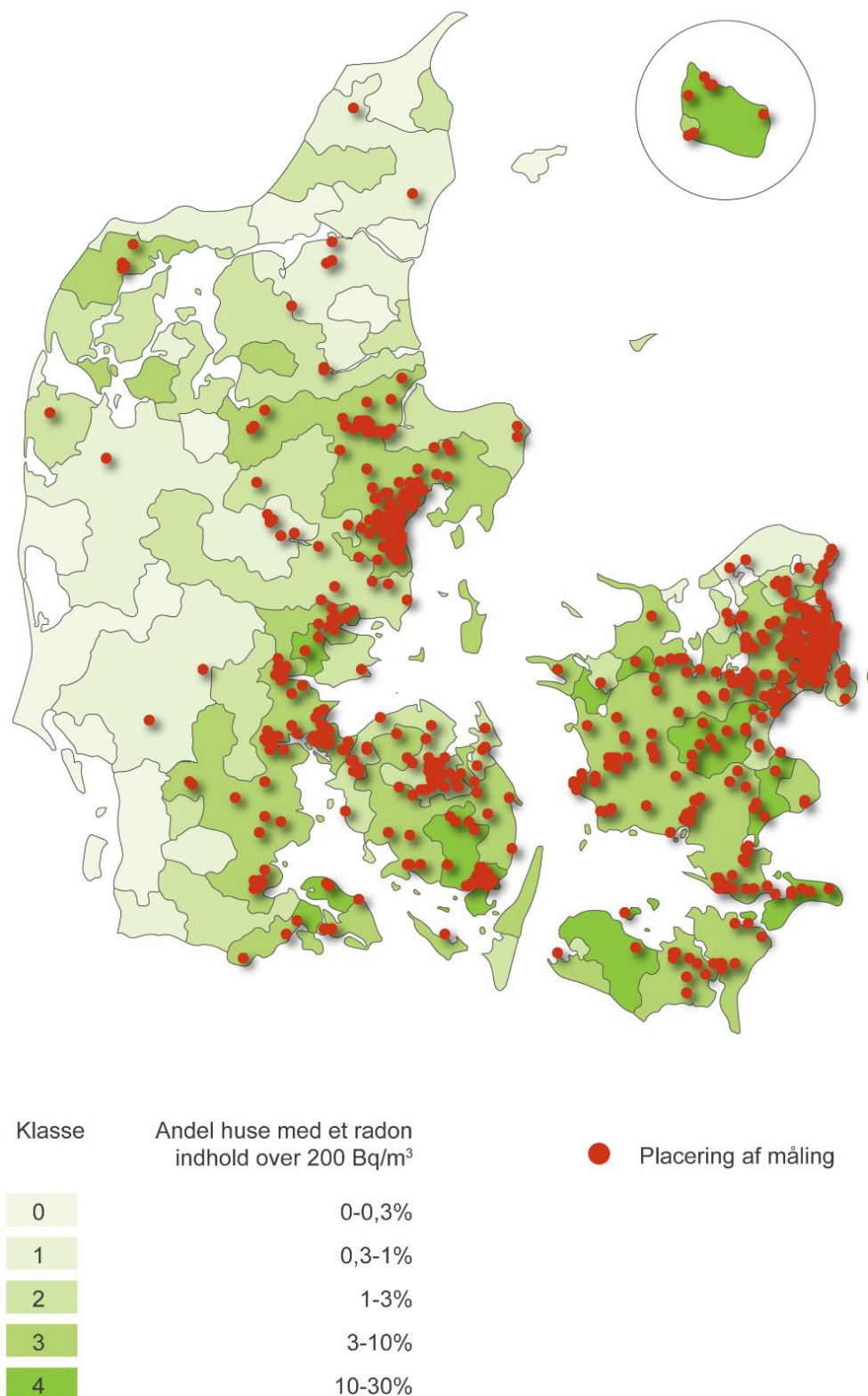


Klasse	Andel huse med et radon indhold over 200 Bq/m <sup>3</sup>	● Placering af måling
0	0-0,3%	
1	0,3-1%	
2	1-3%	
3	3-10%	
4	10-30%	

Figur 3. Den geografiske placering af de énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse, hvor der er gennemført radonmålinger, der kan danne grundlag for at bestemme den estimerede årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeklimaet. Boligernes placering i Danmark er angivet med sorte prikker. Yderligere er kortet over Danmark inddelt i fem klasser fra 0-4 med en tilhørende farve. Klasserne viser, hvor mange énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse der procentvis vurderes at have en årsmiddelværdi for radon over 200 Bq/m<sup>3</sup>, Radonguiden.dk (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2019).

Figur 4 viser den geografiske placering af boliger, hvor den estimerede årsmiddelværdi for radon er over 100 Bq/m<sup>3</sup>. Bygningernes placering er, angivet med en rød prik og på radonkortet fra [Radonguiden.dk](http://Radonguiden.dk) (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2019). Kortet er revideret

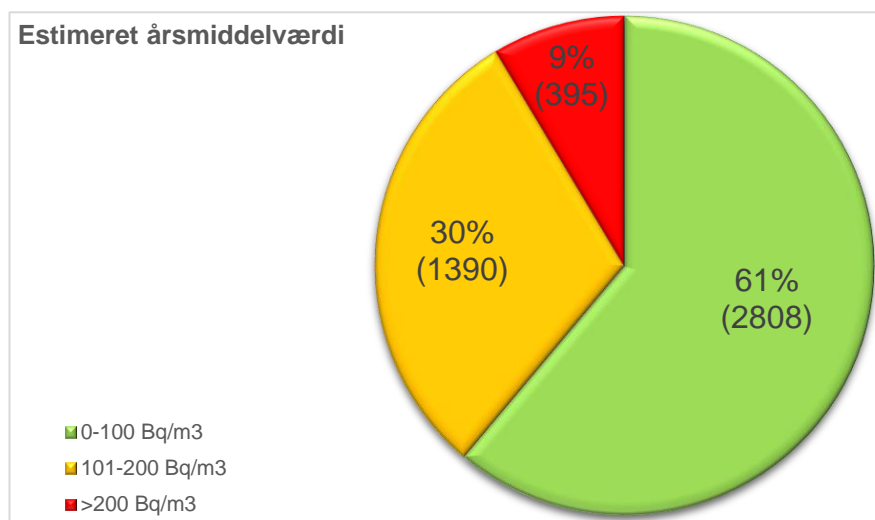
i forhold til det oprindelige kort fra 2001, så de nuværende 98 kommuner i Danmark er vist (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2019).



Figur 4. Den geografiske placering af de énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse, hvor der er gennemført radonmålinger, der kan danne grundlag for den estimerede årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeklimaet, og hvor den estimerede årsmiddelværdi viste sig at være over 100 Bq/m<sup>3</sup>. Disse huses placering i Danmark er angivet med røde prikker. Yderligere er kortet over Danmark inddelt i fem klasser fra 0-4 med en tilhørende farve. Klasserne viser, hvor mange énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse, der procentvis vurderes at have en årsmiddelværdi for radon over 200 Bq/m<sup>3</sup>, Radonguiden.dk (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2019).

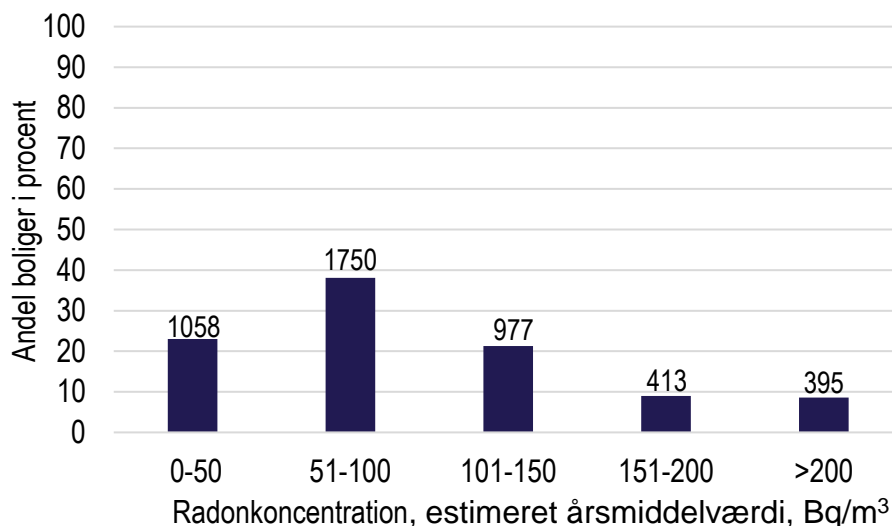


Opgøres den estimerede årsmiddelværdi for boligerne, der er opført frem til 2020, efter deres indhold af radon i indeklimaet i intervallerne 0-100 Bq/m<sup>3</sup>, 101-200 Bq/m<sup>3</sup> og >200 Bq/m<sup>3</sup> fås en fordeling af boligerne som vist i Figur 5. Andelen af boliger med en estimeret årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften mellem 0-100 Bq/m<sup>3</sup> er 61 %. Andelen mellem 101-200 Bq/m<sup>3</sup> er 30 %, og andelen af boliger med en estimeret årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften over 200 Bq/m<sup>3</sup> er 9 %. Andelen af boliger med en estimeret årsmiddelværdi for radon i indeluften større end 100 Bq/m<sup>3</sup> er 39 %.



Figur 5. Andelen af boliger med en estimeret årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften i intervallerne 0-100 Bq/m<sup>3</sup>, 101-200 Bq/m<sup>3</sup> og over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Andelen af boliger med en estimeret årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften større end 100 Bq/m<sup>3</sup> er 39 %. Antallet af boliger er angivet i parentes.

Opgøres den estimerede årsmiddelværdi for boligerne, der er opført frem til 2020, efter deres indhold af radon i indeklimaet i intervallerne 0-50 Bq/m<sup>3</sup>, 51-100 Bq/m<sup>3</sup>, 101-150 Bq/m<sup>3</sup>, 151-200 Bq/m<sup>3</sup> og over 200 Bq/m<sup>3</sup> fås en fordeling af boligerne som vist i Figur 6.



Figur 6. Andelen af boliger med en estimeret årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften i intervallerne 0-50 Bq/m<sup>3</sup>, 51-100 Bq/m<sup>3</sup>, 101-150 Bq/m<sup>3</sup>, 151-200 Bq/m<sup>3</sup> og over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Antallet af boliger er angivet.

En ekstra indsats blev iværksat for at øge datagrundlaget i databasen, til at dække hele Danmark bedre. Kommuner, som ved en tidligere gennemgang af databasen, havde mindre end 25 målinger af tilnærmet estimeret årsmiddelværdi eller estimeret årsmiddelværdi i fritliggende énfamiliehuse, kæde- eller rækkehuse blev udtaget.

Indsatsen resulterede i at databasen blev opdateret for de relevante kommuner som vist i Tabel 2.

Tabel 2. Opgørelse over kommuner med antallet af boliger med bestemt tilnærmet estimeret årsmiddelværdi eller estimeret årsmiddelværdi for indhold af radon i indeklimaet før og efter, den ekstra indsats for at opdatere databasen.

Placering efter Kommune	Oprindelig antal boliger	Opdateret antal boliger
Nyborg	24	33
Assens	23	33
Faxe	21	38
Glostrup	21	27
Brøndby	20	24
Frederiksberg	20	21
Stevns	19	23
Odsherred	18	20
Kalundborg	18	27
Thisted	18	18
Bornholm	17	28
Odder	15	54
Kerteminde	15	20
Herning	15	16
Nordfyns	14	18
Mariagerfjord	14	16
Hjørring	13	10
Dragør	12	21
Halsnæs	12	15
Frederikshavn	11	13
Vallensbæk	10	13
Skive	10	14
Norddjurs	10	11
Albertslund	10	13
Gribskov	10	13
Tønder	10	9
Esbjerg	10	10
Struer	9	9
Billund	9	8
Holstebro	8	9
Ishøj	8	12
Rebild	6	8
Varde	6	7
Vesthimmerlands	4	4
Brønderslev	4	6
Langeland	4	5
Lemvig	4	7
Morsø	3	2
Jammerbugt	2	3
Ikast-Brande	2	4
Ærø	2	3
Samsø	1	3
Fanø	1	1
Ringkøbing-Skjern	1	1

The background of the page is filled with a pattern of thin, dark blue, wavy lines that create a sense of movement and depth. These lines are arranged in concentric, slightly irregular curves that flow across the entire page. In the center, there is a solid dark blue circle containing the white number '7'. Below this circle, the word 'DISKUSSION' is written in a bold, dark blue, sans-serif font.

7

# DISKUSSION

## 7 DISKUSSION

Koncentrationen af radon i indeluften i boliger er bestemt i fyringssæsonen 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20. Målingerne blev foretaget med dosimetre i fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse.

Databasen indeholder frem til slutningen af januar 2020 måleresultater fra 18.458 bygninger, hvor der er udført og afsluttet målinger af indholdet af radon i indeluften. Af databasens 18.458 bygninger udgør 16.943 bygninger fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse.

Det anvendte antal dosimetre i de enkelte boliger er ikke i alle tilfælde i overensstemmelse med anvisningerne i SBI-anvisning 270 *Måling af radon i bygninger* (Rasmussen, 2018). Det betyder, at den tilnærmede estimerede årsmiddelværdi og estimerede årsmiddelværdi af radon i indeluften kan bestemmes for 10.018 af de fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse, se afsnit 5.5.2 *Tilnærmet estimeret årsmiddelværdi* og afsnit 5.5.1 *Estimeret årsmiddelværdi*.

Tilsvarende er det anvendte antal dosimetre tilstrækkeligt til bestemmelse af den estimerede årsmiddelværdi af radon i indeluften for 4.593 af de fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse, se afsnit 5.5.1 *Estimeret årsmiddelværdi*.

En stor andel af de 16.943 boliger, som indgår i databasen, opfylder således ikke kravet til det antal dosimetre, der anses for nødvendigt, når man skal bestemme en repræsentativ værdi for indeluftens indhold af radon. Det vurderes i denne undersøgelse, at årsmiddelværdien for radon i disse boliger er bestemt med et utilstrækkeligt antal dosimetre, og derfor antages årsmiddelværdien at være upræcis. Antallet af dosimetre er vurderet utilstrækkeligt i forhold til at kunne bestemme en repræsentativ værdi for radon i indeluften, når antallet af dosimetre ses i forhold til BBR-oplysningerne om antallet af opholdsrum i boligen. De udførte målinger kan dog godt afspejle brugen af boligen, da opholdsrum kan ligge ubenyttet hen eller anvendes til fx opbevaring, pulterrum, eller dele af boligen kan være lukket af og derved ikke indgå i det aktuelt benyttede boligarealet. Ligeledes kan ombygning af boligen, hvor fx grundplanen er ændret, så der er væsentligt færre opholdsrum, ikke være indberettet til BBR.

I undersøgelsen antages, at hele bygningen, der er godkendt til beboelse, benyttes, og at alle opholdsrum i boligen anvendes flere timer dagligt.

Værdien for tilnærmet estimeret årsmiddelværdi tager i et vist omfang højde for de ombygninger af ældre boliger, der hyppigt ses i dag. Det er sammenlægning af rum, som giver alrum, fx fordi oprindeligt separate rum som køkken og spisestue lægges sammen. Det kan også være stue og spisestue eller to værelser der er lagt sammen.

Bestemmelsen af indholdet af radon i indeklimaet bestemt ved estimeret årsmiddelværdi viser sig at give valide bestemmelser også ved anvendelse af ét dosimeter mere og ét dosimeter mindre end der er krævet i forhold til bestemmelsen af estimeret årsmiddelværdi. Anvendes færre dosimetre end ét til bestemmelsen af indholdet af radon i indeklimaet øges usikkerheden på målingen beregnet som et gennemsnit nævneværdigt i forhold til usikkerheden på målingen.

## 7.1 Årsmiddelværdi for radon

Den gennemsnitlige årsmiddelværdi af indholdet af radon i indeluften, bestemt som den estimerede årsmiddelværdi (Rasmussen, 2018) er  $103 \text{ Bq/m}^3$ . Her er minimumsværdien  $3 \text{ Bq/m}^3$  og maksimumsværdien  $804 \text{ Bq/m}^3$ , bestemt med en standardafvigelse på  $75 \text{ Bq/m}^3$  og en medianværdi på  $85 \text{ Bq/m}^3$ .

Den gennemsnitlige årsmiddelværdi og den tilhørende standardafvigelse og medianværdi falder, når man øger kravet til, hvor mange dosimetre den enkelte bolig skal benyttet i forhold til antallet af opholdsrum i boligen, opgivet i BBR. Tilsvarende øges den gennemsnitlige årsmiddelværdi og den tilhørende standardafvigelse og medianværdi, når man slækker på kravet til antallet af dosimetre. Den estimerede årsmiddelværdi betragtes som den måling, der giver det mest repræsentative billede af indholdet af radon i indeluften i en bolig (Rasmussen, 2018).

Den gennemsnitlige estimerede årsmiddelværdi (aritmetisk middel) på  $103 \text{ Bq/m}^3$  er højere end den gennemsnitlige (aritmetisk middel) radonniveau på  $77 \text{ Bq/m}^3$ , som tidligere er bestemt for danske énfamiliehuse (Andersen et al., 2001). Ligeledes har 9 % af de fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse til beboelse, en estimeret årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften større end  $200 \text{ Bq/m}^3$ . Andelen på 9 % er højere end den andel på ca. 5 %, som tidligere blev bestemt for danske énfamiliehuse (Andersen et al., 2001). Undersøgelsen fra 2001 (Andersen et al., 2001) omfatter boliger beliggende i alle egne af landet, mens denne undersøgelse hovedsagelig omfatter boliger, som ligger i områder af landet, hvor det antages, at der er størst sandsynlighed for at finde en bolig med et indhold af radon over  $200 \text{ Bq/m}^3$  (Andersen et al., 2001).

En væsentlig forskel på denne undersøgelse og undersøgelsen af radon i danske boliger kortlagt gennem lands-, amts- og kommuneværdier (Andersen et al., 2001) er, at måleperioden til bestemmelse af årsmiddelværdien af indholdet af radon i indeluften er væsentlig forskellig. Der er således tale om at sammenligne estimerede årsmiddelværdier med årsmiddelværdier målt over et helt år. Det kan ikke udelukkes, at den estimerede årsmiddelværdi overestimerer det faktiske indhold af radon i indeluften bestemt ved en måling foretaget over et helt år. Hvor god overensstemmelse, der er mellem estimerede årsmiddelværdi og det faktiske indhold af radon i indeluften bestemt ved en måling foretaget over et helt år, kan bestemmes. Et repræsentativt antal parallelle målinger af estimerede årsmiddelværdier og årsmiddelværdier, bestemt ved målinger foretaget over et helt år, vil kunne give et estimat over overensstemmelsen mellem estimeret årsmiddelværdi og det faktiske indhold af radon i indeluften, bestemt ved en måling foretaget over et helt år.

Den gennemsnitlige estimerede årsmiddelværdi på  $103 \text{ Bq/m}^3$  er også højere end den var i den landsomfattende repræsentative undersøgelse blandt 496 danske boliger. Undersøgelsen blandt 496 boliger resulterede i en gennemsnitlig værdi for indholdet af radon i indeluften på omkring  $50 \text{ Bq/m}^3$  (Statens Institut for Strålehygiejne og Forskningscenter Risø, 1987 og Ulbak et al., 1988). Den gennemsnitlige estimerede årsmiddelværdi (aritmetisk middel) på  $103 \text{ Bq/m}^3$  er således ikke direkte sammenlignelig med tidligere landsdækkende eller repræsentative undersøgelser af indholdet af radon i indeluften i danske fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse. Den gennemsnitlige estimerede årsmiddelværdi (aritmetisk middel) er alene en middelværdi for de gennemførte målinger, som opfylder betingelserne til bestemmelse af den estimerede årsmiddelværdi i databasen knyttet til hjemmesiden Radonfrithjem.dk.

Undersøgelsen viser yderligere, at andelen af fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse, beliggende i de mest udsatte områder, med en estimeret årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften større end  $100 \text{ Bq/m}^3$  er 39 %.

Undersøgelsen viser også, at der findes huse i egne af landet, hvor det ud fra tidligere undersøgelser antages, at der er en meget lille til lille risiko for at finde et fritliggende énfamiliehuse, kæde- eller rækkehus med mere end 200 Bq/m<sup>3</sup>, er huse der har for meget radon i indeluften (over 100 Bq/m<sup>3</sup>). I alle egne af landet kan der således findes fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse med forhøjet indhold af radon i indeklimaet, over 100 Bq/m<sup>3</sup>.

## 7.2 Regional placering af boliger

En ekstra indsats blev, i dette projekt, gennemført for at øge datagrundlaget i databasen, til at dække hele Danmark bedre. Behovet for yderligere målinger for radon i indeklimaet blev på baggrund af en tidligere gennemgang af databasen rettet mod individuelle kommuner. I disse kommuner blev der rettet henvendelse til borgere individuelt for at få målt radon i indeklimaet. Den tidligere gennemgang af databasen er præsenteret i rapporten SBI 2019:07 *Efterlevelse af byggelovens bestemmelser om radon*.

Kommuner, fra den tidligere undersøgelse, med mindre end 25 målinger af tilnærmet estimeret årsmiddelværdi eller estimeret årsmiddelværdi i fritliggende énfamiliehuse, kæde- eller rækkehuse blev udtaget. Ligeledes blev der udarbejdet lister for optimal fordeling af data i forhold til boligernes opførelsesår. På den baggrund blev boligejere identificeret og kontakten således at måleudfaldet ville kunne omfatte én bolig opført mellem 2010 og 2020, 3 boliger opført i perioden 1998 til og med 2009 og 21 boliger opført før 1998, da ca. 5 % af danske fritliggende énfamiliehuse kæde og rækkehuse er opført mellem 2010 og 2020.

Databasen er generet øget i antal målte værdier for estimeret årsmiddelværdi. For de kommuner hvor der blev gjort en ekstra indsats for at øge datagrundlaget er den ønskede effekt opnået for 7 ud af 44 kommuner. For de øvrige kommuner generelt, forekommer et mindre øget datagrundlag. Datagrundlaget er således øget i områder af landet hvor tidligere undersøgelser har vurderet, at der er mindst sandsynlighed for at finde fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse med et indhold af radon i indeluften over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Det drejer sig om den nordlige del af Jylland og vest for den jyske højderyg. I disse egne af landet har tidligere undersøgelser vist, at der er en meget lille til lille risiko (0-1%) for at finde et fritliggende én-familiehus, kæde- eller rækkehus med et indhold af radon i indeluften over 200 Bq/m<sup>3</sup> (Andersen et al. 2001, Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2019).

# KONKLUSION

## 8 KONKLUSION

Der er gennemført en undersøgelse af indholdet af radon i indeluften i danske fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse. Koncentrationen af radon-222 er målt i fyringssæsonen 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019/20. Målingerne blev foretaget med dosimetre. På baggrund af målingerne er den estimerede årsmiddelværdi bestemt. Den estimerede årsmiddelværdi kunne bestemmes for 4.593 boliger.

Undersøgelsen indeholder få målinger i fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse i de vestlige egne af landet med sandede jorde, sammenlignet med resten af landet. Det drejer sig om den nordlige del af Jylland og vest for den jyske højderyg. I disse egne af landet har tidligere undersøgelser vist, at der er en meget lille til lille risiko (0-1%) for at finde et fritliggende énfamiliehus, kæde- eller rækkehus med et indhold af radon i indeluften over 200 Bq/m<sup>3</sup> (Andersen et al. 2001, Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2019).

Boligerne, der indgår i undersøgelsen, ligger således hovedsageligt i egne af landet, hvor tidligere undersøgelser har vurderet, at der er størst sandsynlighed for at finde et fritliggende énfamiliehus, kæde- eller rækkehus med et indhold af radon i indeluften over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Boligerne er yderligere overvejende lokaliseret i de større byer.

Konklusion på undersøgelsens resultater:

- Bestemmelsen af indholdet af radon i indeklimaet bestemt ved estimeret årsmiddelværdi er en valid bestemmelse, også ved anvendelse af ét dosimeter mere og ét dosimeter mindre end kravet for estimeret årsmiddelværdi.
- Den gennemsnitlige estimerede årsmiddelværdi (aritmetiske middel) er 103 Bq/m<sup>3</sup> med en minimumsværdi på 3 Bq/m<sup>3</sup> og en maksimumsværdi på 804 Bq/m<sup>3</sup>, bestemt med en standardafvigelse på 75 Bq/m<sup>3</sup> og en medianværdi på 85 Bq/m<sup>3</sup>.
- Omkring 9 % af de undersøgte danske fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse har en estimeret årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften over 200 Bq/m<sup>3</sup>. Omkring 39 % af disse boliger har en estimeret årsmiddelværdi for indholdet af radon i indeluften over 100 Bq/m<sup>3</sup>.
- I alle egne af landet kan der findes et fritliggende énfamiliehus, kæde- eller rækkehus med et indhold af radon i indeklimaet over 100 Bq/m<sup>3</sup>.

En ekstra indsats er gennemført for at øge datagrundlaget i databasen, i forhold til tidligere undersøgelser af databasen. Den ekstra indsats har øget datagrundlaget i databasen generelt. Databasen indeholder data fra alle landets kommuner, dog af varierende kvalitet.

Undersøgelsens resultater repræsenterer således et forbedret informationsgrundlag for befolkningen, bygherrer samt centrale og lokale myndigheder. Undersøgelsen kan udgøre et grundlag for en vurdering af radonniveauet lokalt.



# LITTERATUR

## 9 LITTERATUR

Andersen, C.E., Bergsøe, N.C., Brendstrup, J., Damkjær, A., Gravesen, P. og Ulbak, K. (1997). *Radon-95: En undersøgelse af metoder til reduktion af radonkoncentrationen i danske enfamiliehuse*. Forskningscenter Risø, Risø-R-979(DA), 108 sider. Rapporten er tilgængelig på elektronisk form på [www.risoe.dk](http://www.risoe.dk)

Andersen, C.E., Ulbak, K., Damkjær, A., & Gravesen, P. (2001). *Radon i danske boliger: Kortlægning af lands-, amts- og kommuneværdier*. Herlev: Sundhedsstyrelsen, Statens Institut for Strålehygiejne. Lokaliseret på: <http://sundhedsstyrelsen.dk/da/sundhed/straalebeskyttelse/radon/boliger/landsomfattende-radonundersoegelse/hovedrapport>

Bolig- og Byministeriet. (1998). *Byggreglement for småhuse, BR-S 98*. København: Bolig- og Byministeriet

Bygge- og Boligstyrelsen. (1995). *Bygningsreglement, BR-95*. København: Boligministeriet, Bygge- og Boligstyrelsen

Byggestyrelsen (Statens Byggeforskningsinstitut). (1987). *Radon i boliger*. Pjece

Byggestyrelsen. (1. udgave: 1988). (2. udgave: 1993). *Vejledning om radon og nybyggeri*. Pjece.

Bygge- og Boligstyrelsen. (1997). *Radon i enfamiliehuse*. Pjece.

Clavensjö, B., & Åkerblom, G. (2004). *Radonboken: Förebyggande åtgärder i nya byggnader*. Stockholm: Formas.

Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2008). *Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2008 (BR08)*. København: Erhvervs- og Byggestyrelsen. Lokaliseret på: <http://byggningsreglementet.dk/>

Erhvervs- og Byggestyrelsen. (2010) *Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2010 (BR10)*. København: Erhvervs- og Byggestyrelsen. Lokaliseret på: <http://byggningsreglementet.dk/>

Jensen, R.B., & Gunnarsen, L.B. (2008). *Radonkoncentrationen i nye enfamiliehuse*. Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Lokaliseret på: <http://www.sbi.dk/indeklima/luftkvalitet/radonkoncentrationen-i-nye-enfamiliehuse/radonkoncentrationen-i-nye-enfamiliehuse-1>

Kræftens bekæmpelse: <https://www.cancer.dk/hjaelp-viden/fakta-om-kraeft/aarsager-til-kraeft/veldokumenteret-aarsag/straaling/aarsager-ioniserende-straaling/>

Rasmussen, T.V. (2015a). *Radonsikring af nye bygninger, 2. udgave (SBI-anvisning 233)*. Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Lokaliseret på: <http://anvisninger.dk/233>

Rasmussen, T.V. (2015b). *Radonsikring af eksisterende bygninger (SBI-anvisning 247)*. Hørsholm: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Lokaliseret på: <http://anvisninger.dk/247>

Rasmussen, T.V. & Skytte Clausen, L. (2016). *Radon i danske lejeboliger*. 1 udg. København: SBI Forlag. 57 s.

Rasmussen, T.V. (2018). *Måling af radon i bygninger* (SBI-anvisning 270). København: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Lokaliseret på: <http://anvisninger.dk/270>

Rasmussen T.V. & T.B.H. Cornelius (2018). *Egnede Membransystemer til radonsikring - Vurdering af ti membransystemer* (SBI-rapport 2018:06). København: Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Lokaliseret på: <https://sbi.dk/Pages/Egnede-membransystemer-til-radonsikring.aspx>

Rasmussen, T.V. (2019). *Efterlevelse af byggelovens bestemmelser om radonsikring*. SBI 2019:07. 1 udg. København: SBI Forlag. 62 s.

Rådets for den europæiske union. (2013). RÅDETS DIREKTIV 2013/59/EURATOM af 5. december 2013. om fastlæggelse af grundlæggende sikkerhedsnormer til beskyttelse mod de farer, som er forbundet med udsættelse for ioniserende stråling og om ophævelse af direktiv 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom og 2003/122/Euratom. Lokaliseret 21-1-2018 på: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/ALL/?uri=CELEX:32013L0059>

Statens Institut for Strålehygiejne. (1987). *Radon-boliger-strålingsdosis lungekræftisiko*. Sundhedsstyrelsen, 14 sider

Statens Institut for Strålehygiejne og Forskningscenter Risø. (1987). *Naturlig stråling i danske boliger*. Sundhedsstyrelsen, 122 sider

Sundhedsstyrelsen. (2018). Bekendtgørelse om ioniserende stråling og strålebeskyttelse. BEK nr. 84 af 02/02/2018. Lokaliseret 05-02-2018 på: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=197135>

Sundhedsstyrelsen. (2009). *Anbefalinger om radon i boliger i de nordiske lande*. København. Lokaliseret på [http://www.sst.dk/publ/Publ2009/SIS/Radon/Nordisk\\_radon\\_anbefaling\\_15-09-2009.pdf](http://www.sst.dk/publ/Publ2009/SIS/Radon/Nordisk_radon_anbefaling_15-09-2009.pdf)

Sundhedsstyrelsen. (2019). *Radon og lungekræft*. København. Lokaliseret på <https://www.sst.dk/da/straalebeskyttelse/radioaktivitet/radon/sundhedsrisiko>

Trafik- og Byggestyrelsen. (2015) *Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2015 (BR15)*. København: Trafik- og Byggestyrelsen. Lokaliseret på: <http://byggningsreglementet.dk/>

Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. (2017) *Bekendtgørelse om offentliggørelse af bygningsreglement 2018 (BR18)*. København: Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. Lokaliseret på: <http://byggningsreglementet.dk/>

Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. (2019) *Radonguiden*. København: Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. Lokaliseret på: <https://www.radonguiden.dk/>

Ulbak, K., Stenum, B., Sørensen, A., Majborn, B., Bøtter-Jensen, L. og Nielsen, S.P. (1988). *Results from the Danish indoor radiation survey. Radiation Protection Dosimetry*, 24(1/4), 401–405

World Health Organization. (2009). *WHO Handbook on indoor radon: – a public health perspective*. Geneve. Lokaliseret på: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547673\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547673_eng.pdf)



# ENGLISH SUMMARY

## 10 ENGLISH SUMMARY

This report presents a status of the radon content in the indoor climate in Denmark in 2020. The study presents measures of the radon content in 16,943 single-family houses, chain and terraced houses constructed before 2020 all located in Denmark.

Building Regulations 1995 (Bygge- og Boligstyrelsen, 1995) were the first building regulations to contain requirements for radon protection, and the regulations recommend that the radon content in the indoor air does not exceed 200 Bq/m<sup>3</sup>. The requirement for radon in the Building Regulations 1995 (Bygge- og Boligstyrelsen, 1995) was introduced in the Building Regulations for small houses in 1998 (Bolig- og Byministeriet, 1998). In this context, detached houses are detached single-family houses, chain and terraced houses. Building Regulations 2010 (Erhvervs- og Byggestyrelsen, 2010) stipulates that the indoor air content of radon must not exceed 100 Bq/m<sup>3</sup>. The tightening of the requirement for radon in the Building Regulations was followed up by a number of national initiatives to increase awareness of the harmful effects of health by exceeding the radon level subsequently.

The survey was conducted by analyzing radon measurements and housing information obtained via the home page [www.radonfrithjem.dk](http://www.radonfrithjem.dk). The database contains information on 16,943 homes where radon was measured in the indoor air in the heating season 2015/16, 2016/17, 2017/18, 2018/19, 2019 / 20. The measurements were made with dosimeters. Many measurements in homes have been made by using too few dosimeters in relation to the number of living spaces in the individual home. The measurement method is described in SBI-guideline 270, *Measurement of radon in buildings* (Rasmussen, T.V, 2018). Therefore, the estimated annual average value can only be determined for 4,593 of the homes.

The study shows that the average estimated annual average value (arithmetic mean) for radon in homes constructed before 2020 is 103 Bq/m<sup>3</sup>. The uncertainty of the determination of radon is 10-20 Bq/m<sup>3</sup>.

About 39% of the homes had a radon content of more than 100 Bq/m<sup>3</sup>. Approximately 9% of the homes had an estimated annual average value for radon in the indoor air of more than 200 Bq/m<sup>3</sup>.

The homes included in the study were mainly located in parts of the country, where previous studies have assessed that there is the greatest probability of finding a home with a radon content in the indoor air above 200 Bq/m<sup>3</sup>.

Furthermore, the study shows that the number of dosimeters for determining the radon content in the indoor air influences the obtained results. If the estimated annual mean value, with the right number of dosimeters, was used to measure the radon content of the home, the mean value was 105 Bq/m<sup>3</sup>. Determined with a standard deviation of 77 Bq/m<sup>3</sup> and a median of 85 Bq/m<sup>3</sup>.

- +1): If one more dosimeter was used to measure the radon content in homes, a mean radon content of 100 Bq/m<sup>3</sup> was obtained. Determined with a standard deviation of 71 Bq/m<sup>3</sup> and a median of 82 Bq/m<sup>3</sup>.
- -1): If one dosimeter less was used to measure the radon content in homes, a mean radon content of 115 Bq/m<sup>3</sup> was obtained. Determined with a standard deviation of 89 Bq/m<sup>3</sup> and a median of 93 Bq/m<sup>3</sup>.
- -2): If two dosimeters less was used to measure the radon content in homes, a mean radon content in the indoor air of 131 Bq/m<sup>3</sup> obtained. Determined with a standard deviation of 101 Bq/m<sup>3</sup> and a median of 107 Bq/m<sup>3</sup>.

**BILAG A.  
RESULTATER PÅ  
KOMMUNALT NIVEAU  
FOR 16.943 BOLIGER**

# 11 BILAG A. RESULTATER PÅ KOMMUNALT NIVEAU FOR 16.943 BOLIGER

Den regionale placering af fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse, som er opført før 2020, og som enten har en upræcis årsmiddelværdi, en tilnærmet estimeret årsmiddelværdi eller en estimeret årsmiddelværdi for radon i indeluften, er vist i Tabel 3.

Tabel 3. Den regionale placering af boliger som enten har en upræcis årsmiddelværdi, en tilnærmet estimeret årsmiddelværdi eller en estimeret årsmiddelværdi for indhold af radon i indeklimaet.

Placering efter Kommune	Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Aarhus</b>	<b>3051</b>	<b>1404</b>	<b>46,02</b>
-1997	2906	1379	47,45
1998-2009	124	23	18,55
2010-2020	21	2	9,52
<b>København</b>	<b>1247</b>	<b>489</b>	<b>39,21</b>
-1997	1206	482	39,97
1998-2009	28	6	21,43
2010-2020	13	1	7,69
<b>Lyngby-Tårnbæk</b>	<b>557</b>	<b>211</b>	<b>37,88</b>
-1997	535	205	38,32
1998-2009	11	4	36,36
2010-2020	11	2	18,18
<b>Gladsaxe</b>	<b>559</b>	<b>244</b>	<b>43,65</b>
-1997	542	240	44,28
1998-2009	6	1	16,67
2010-2020	11	3	27,27
<b>Middelfart</b>	<b>515</b>	<b>235</b>	<b>45,63</b>
-1997	467	227	48,61
1998-2009	37	7	18,92
2010-2020	11	1	9,09
<b>Randers</b>	<b>740</b>	<b>386</b>	<b>52,16</b>
-1997	724	381	52,62
1998-2009	7	3	42,86
2010-2020	9	2	22,22
<b>Kolding</b>	<b>640</b>	<b>313</b>	<b>48,91</b>
-1997	580	301	51,89
1998-2009	46	10	21,74
2010-2020	14	2	14,29
<b>Rudersdal</b>	<b>507</b>	<b>235</b>	<b>46,35</b>
-1997	501	231	46,11
1998-2009	1	0	0
2010-2020	5	4	80,00



Tabel 3. fortsat

Placering efter Kommune	Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Slagelse</b>	<b>412</b>	<b>250</b>	<b>60,68</b>
-1997	399	245	61,40
1998-2009	9	4	44,44
2010-2020	4	1	25,00
<b>Horsens</b>	<b>454</b>	<b>247</b>	<b>54,41</b>
-1997	387	238	61,50
1998-2009	44	7	15,91
2010-2020	23	2	8,70
<b>Svendborg</b>	<b>282</b>	<b>162</b>	<b>57,45</b>
-1997	267	156	58,43
1998-2009	12	6	50,00
2010-2020	3	0	0
<b>Odense</b>	<b>300</b>	<b>133</b>	<b>44,33</b>
-1997	294	133	45,24
1998-2009	5	0	0
2010-2020	1	0	0
<b>Hedensted</b>	<b>555</b>	<b>261</b>	<b>47,03</b>
-1997	533	255	47,84
1998-2009	20	6	30,00
2010-2020	2	0	0
<b>Egedal</b>	<b>317</b>	<b>181</b>	<b>57,10</b>
-1997	291	171	58,76
1998-2009	22	10	45,46
2010-2020	4	0	0
<b>Gentofte</b>	<b>237</b>	<b>94</b>	<b>39,66</b>
-1997	234	93	39,74
1998-2009	0	0	0
2010-2020	3	1	33,33
<b>Silkeborg</b>	<b>561</b>	<b>150</b>	<b>26,74</b>
-1997	513	147	28,66
1998-2009	34	3	8,11
2010-2020	11	0	0
<b>Roskilde</b>	<b>277</b>	<b>147</b>	<b>53,07</b>
-1997	264	139	52,65
1998-2009	7	4	71,43
2010-2020	6	3	50,00
<b>Fredensborg</b>	<b>308</b>	<b>126</b>	<b>40,91</b>
-1997	298	124	41,61
1998-2009	8	1	12,50
2010-2020	2	1	50,00
<b>Vordingborg</b>	<b>195</b>	<b>115</b>	<b>58,97</b>
-1997	183	112	61,20
1998-2009	11	3	27,27
2010-2020	1	0	0

Tabel 3. fortsat

Placering efter Kommune	Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Aabenraa</b>	<b>214</b>	<b>98</b>	<b>45,79</b>
-1997	198	93	46,97
1998-2009	8	2	25,00
2010-2020	8	3	37,50
<b>Hvidovre</b>	<b>328</b>	<b>173</b>	<b>52,74</b>
-1997	317	170	53,63
1998-2009	7	2	28,57
2010-2020	4	1	25,00
<b>Vejle</b>	<b>186</b>	<b>94</b>	<b>50,54</b>
-1997	169	89	52,66
1998-2009	11	3	27,27
2010-2020	6	2	33,33
<b>Guldborgsund</b>	<b>232</b>	<b>132</b>	<b>56,90</b>
-1997	227	131	57,70
1998-2009	5	1	20,00
2010-2020	0	0	0
<b>Haderslev</b>	<b>204</b>	<b>105</b>	<b>51,47</b>
-1997	180	98	54,44
1998-2009	19	6	31,58
2010-2020	5	1	20,00
<b>Rødovre</b>	<b>118</b>	<b>52</b>	<b>44,07</b>
-1997	115	52	45,22
1998-2009	1	0	0
2010-2020	2	0	0
<b>Fredericia</b>	<b>119</b>	<b>54</b>	<b>45,38</b>
-1997	112	52	46,43
1998-2009	7	2	28,57
2010-2020	0	0	0
<b>Sønderborg</b>	<b>145</b>	<b>82</b>	<b>56,55</b>
-1997	132	78	59,09
1998-2009	12	4	33,33
2010-2020	1	0	0
<b>Furesø</b>	<b>158</b>	<b>84</b>	<b>53,17</b>
-1997	151	80	52,89
1998-2009	2	1	50,00
2010-2020	5	3	60,00
<b>Greve</b>	<b>155</b>	<b>92</b>	<b>59,36</b>
-1997	149	88	59,06
1998-2009	5	3	60,00
2010-2020	1	1	100
<b>Hillerød</b>	<b>123</b>	<b>45</b>	<b>36,59</b>
-1997	114	41	35,96
1998-2009	8	4	50,00
2010-2020	1	0	0

Tabel 3. fortsat

Placering efter Kommune	Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Høje-Tåstrup</b>	<b>189</b>	<b>106</b>	<b>56,10</b>
-1997	176	104	59,09
1998-2009	9	1	11,11
2010-2020	4	1	25,00
<b>Syddjurs</b>	<b>100</b>	<b>48</b>	<b>48,00</b>
-1997	90	46	51,11
1998-2009	7	2	28,57
2010-2020	3	0	0
<b>Køge</b>	<b>104</b>	<b>37</b>	<b>35,58</b>
-1997	97	34	35,05
1998-2009	7	3	43,86
2010-2020	0	0	0
<b>Skanderborg</b>	<b>149</b>	<b>67</b>	<b>44,97</b>
-1997	132	64	48,49
1998-2009	12	3	25,00
2010-2020	5	0	0
<b>Holbæk</b>	<b>105</b>	<b>57</b>	<b>54,29</b>
-1997	100	57	57,00
1998-2009	5	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Favrskov</b>	<b>110</b>	<b>47</b>	<b>42,73</b>
-1997	93	43	46,24
1998-2009	15	3	20,00
2010-2020	2	1	50,00
<b>Allerød</b>	<b>99</b>	<b>54</b>	<b>54,55</b>
-1997	96	53	55,21
1998-2009	3	1	33,33
2010-2020	0	0	0
<b>Solrød</b>	<b>45</b>	<b>17</b>	<b>37,78</b>
-1997	41	17	41,46
1998-2009	4	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Ringsted</b>	<b>77</b>	<b>42</b>	<b>54,55</b>
-1997	67	38	56,72
1998-2009	9	4	44,44
2010-2020	1	0	0
<b>Viborg</b>	<b>105</b>	<b>38</b>	<b>36,19</b>
-1997	97	35	36,08
1998-2009	7	3	42,86
2010-2020	1	0	0
<b>Næstved</b>	<b>106</b>	<b>57</b>	<b>53,77</b>
-1997	100	55	55,00
1998-2009	4	1	25,00
2010-2018	2	1	50,00

Tabel 3. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Ballerup		102	62	60,78
	-1997	98	61	62,25
	1998-2009	2	0	0
	2010-2020	2	1	50,00
Lejre		106	69	65,09
	-1997	97	69	71,13
	1998-2009	5	0	0
	2010-2020	4	0	0
Frederikssund		92	58	63,04
	-1997	85	55	64,71
	1998-2009	6	3	50,00
	2010-2020	1	0	0
Aalborg		82	30	36,59
	-1997	80	30	37,50
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	1	0	0
Tårnby		75	25	33,33
	-1997	73	25	34,25
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	2	0	0
Faarborg-Midtfyn		87	51	58,62
	-1997	83	47	56,63
	1998-2009	4	4	100
	2010-2020	0	0	0
Helsingør		63	21	33,33
	-1997	61	19	31,15
	1998-2009	2	2	100
	2010-2020	0	0	0
Herlev		107	41	38,32
	-1997	102	41	40,20
	1998-2009	4	0	0
	2010-2020	1	0	0
Hørsholm		53	22	41,51
	-1997	50	22	44,00
	1998-2009	3	0	0
	2010-2020	0	0	0
Sorø		48	27	56,25
	-1997	44	26	59,09
	1998-2009	4	1	25,00
	2010-2020	0	0	0
Lolland		46	23	50,00
	-1997	45	23	51,11
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0

Tabel 3. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Nyborg		51	20	39,22
	-1997	51	20	39,22
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Assens		57	29	50,88
	-1997	55	28	50,91
	1998-2009	2	1	50,00
	2010-2020	0	0	0
Faxe		59	28	47,46
	-1997	54	27	50,00
	1998-2009	4	1	25,00
	2010-2020	1	0	0
Glostrup		35	14	40,00
	-1997	33	13	39,39
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	2	1	50,00
Brøndby		46	35	76,09
	-1997	45	35	77,78
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Frederiksberg		31	10	32,26
	-1997	31	10	32,26
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Vejen		44	21	47,73
	-1997	38	20	52,63
	1998-2009	2	0	0
	2010-2020	4	1	25,00
Stevns		42	29	69,05
	-1997	36	28	77,78
	1998-2009	4	1	25,00
	2010-2020	2	0	0
Odsherred		29	11	37,93
	-1997	28	11	39,29
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Kalundborg		51	29	56,86
	-1997	46	26	56,52
	1998-2009	4	3	75,00
	2010-2020	1	0	0
Thisted		38	28	73,68
	-1997	36	28	77,78
	1998-2009	2	0	0
	2010-2020	0	0	0

Tabel 3. fortsat

Placering efter Kommune	Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Bornholm</b>	<b>39</b>	<b>27</b>	<b>69,23</b>
-1997	38	27	71,05
1998-2009	0	0	0
2010-2020	1	0	0
<b>Odder</b>	<b>91</b>	<b>25</b>	<b>27,47</b>
-1997	76	23	30,26
1998-2009	14	2	14,29
2010-2020	1	0	0
<b>Kerteminde</b>	<b>29</b>	<b>14</b>	<b>48,28</b>
-1997	26	14	53,85
1998-2009	3	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Herning</b>	<b>40</b>	<b>5</b>	<b>12,50</b>
-1997	40	5	12,50
1998-2009	0	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Nordfyns</b>	<b>30</b>	<b>16</b>	<b>53,33</b>
-1997	26	16	61,54
1998-2009	3	0	0
2010-2020	1	0	0
<b>Mariagerfjord</b>	<b>34</b>	<b>10</b>	<b>29,41</b>
-1997	32	9	28,13
1998-2009	2	1	50,00
2010-2020	0	0	0
<b>Hjørring</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>27,78</b>
-1997	17	5	29,41
1998-2009	0	0	0
2010-2020	1	0	0
<b>Dragør</b>	<b>40</b>	<b>13</b>	<b>32,50</b>
-1997	38	13	34,21
1998-2009	2	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Halsnæs</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>30,44</b>
-1997	21	6	28,57
1998-2009	2	1	50,00
2010-2020	0	0	0
<b>Frederikshavn</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>14,82</b>
-1997	26	4	15,39
1998-2009	1	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Vallensbæk</b>	<b>22</b>	<b>11</b>	<b>50,00</b>
-1997	20	11	55,00
1998-2009	2	0	0
2010-2020	0	0	0

Tabel 3. fortsat

Placering efter Kommune	Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Skive</b>	<b>35</b>	<b>12</b>	<b>34,29</b>
-1997	35	12	34,29
1998-2009	0	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Norddjurs</b>	<b>20</b>	<b>9</b>	<b>45,00</b>
-1997	18	8	44,44
1998-2009	2	1	50,00
2010-2020	0	0	0
<b>Albertslund</b>	<b>28</b>	<b>19</b>	<b>67,86</b>
-1997	26	19	73,08
1998-2009	0	0	0
2010-2020	2	0	0
<b>Gribskov</b>	<b>25</b>	<b>6</b>	<b>24,00</b>
-1997	22	6	27,27
1998-2009	3	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Tønder</b>	<b>15</b>	<b>1</b>	<b>6,67</b>
-1997	13	0	0
1997-2009	2	1	50,00
2010-2020	0	0	0
<b>Esbjerg</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>27,27</b>
-1997	22	6	27,27
1998-2009	0	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Struer</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>42,11</b>
-1997	15	7	46,67
1998-2009	1	0	0
2010-2020	3	1	33,33
<b>Billund</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>26,67</b>
-1997	14	3	21,43
1998-2009	1	1	100
2010-2020	0	0	0
<b>Holstebro</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>26,32</b>
-1997	17	4	23,53
1998-2009	1	1	100
2010-2020	1	0	0
<b>Ishøj</b>	<b>18</b>	<b>6</b>	<b>33,33</b>
-1997	18	6	33,33
1998-2009	0	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Rebild</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>26,67</b>
-1997	12	4	33,33
1998-2009	2	0	0
2010-2020	1	0	0

Tabel 3. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Varde		11	1	9,09
	-1997	11	1	9,09
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Vesthimmerlands		9	5	55,56
	-1997	7	5	71,43
	1998-2009	2	0	0
	2010-2020	0	0	0
Brønderslev		12	3	25,00
	-1997	11	3	27,27
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Langeland		6	1	16,67
	-1997	6	1	16,67
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Lemvig		9	2	22,22
	-1997	9	2	22,22
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Morsø		2	0	0
	-1997	2	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Jammerbugt		14	5	35,71
	-1997	13	5	38,46
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Ikast-Brande		13	3	23,08
	-1997	12	3	25,00
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Ærø		4	1	25,00
	-1997	4	1	25,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Samsø		3	0	0
	-1997	3	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Fanø		1	0	0
	-1997	1	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0



Tabel 3. fortsat

Tabel 3. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Læsø		1	0	0
	-1997	1	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Ringkøbing-Skjern		5	0	0
	-1997	5	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0



**BILAG B.  
RESULTATER PÅ  
KOMMUNALT NIVEAU  
FOR 10.018 BOLIGER**

## 12 BILAG B. RESULTATER PÅ KOMMUNALT NIVEAU FOR 10.018 BOLIGER

Den regionale placering af fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse, som er opført før 2020, og som enten har en tilnærmet estimeret årsmiddelværdi eller en estimeret årsmiddelværdi for radon i indeluften, er vist i Tabel 4. Regional placering er inddelt på kommunalt niveau efter rækkefølge angivet i afsnit 11 *Bilag A. Resultater på kommunalt niveau for 16.943 boliger.*

Tabel 4. Den regionale placering af boliger som enten har en tilnærmet estimeret årsmiddelværdi eller en estimeret årsmiddelværdi for indhold af radon i indeklimaet.

Placering efter Kommune	Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Aarhus</b>	<b>1518</b>	<b>660</b>	<b>43,48</b>
-1997	1471	653	44,39
1998-2009	38	7	18,42
2010-2020	9	0	0
<b>København</b>	<b>1044</b>	<b>395</b>	<b>37,84</b>
-1997	1019	391	38,37
1998-2009	16	4	25,00
2010-2020	9	0	0
<b>Lyngby-Tårnbæk</b>	<b>415</b>	<b>140</b>	<b>33,74</b>
-1997	404	136	33,66
1998-2009	6	2	33,33
2010-2020	5	2	40,00
<b>Gladsaxe</b>	<b>438</b>	<b>182</b>	<b>41,55</b>
-1997	427	181	42,39
1998-2009	4	1	25,00
2010-2020	7	0	0
<b>Middelfart</b>	<b>345</b>	<b>148</b>	<b>42,90</b>
-1997	317	142	44,80
1998-2009	20	6	30,00
2010-2020	8	0	0
<b>Randers</b>	<b>323</b>	<b>148</b>	<b>45,82</b>
-1997	314	146	46,50
1998-2009	1	0	0
2010-2020	8	2	25,00
<b>Kolding</b>	<b>318</b>	<b>137</b>	<b>43,08</b>
-1997	299	134	44,81
1998-2009	14	2	14,29
2010-2020	5	1	20,00
<b>Rudersdal</b>	<b>297</b>	<b>129</b>	<b>43,43</b>
-1997	293	126	43,00
1998-2009	1	0	0
2010-2020	3	3	100,00

Tabel 4. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Slagelse		228	118	51,75
	-1997	220	114	51,82
	1998-2009	6	3	50,00
	2010-2020	2	1	50,00
Horsens		207	95	45,89
	-1997	181	91	50,28
	1998-2009	18	3	16,67
	2010-2020	8	1	12,50
Svendborg		208	108	51,92
	-1997	196	104	53,06
	1998-2009	9	4	44,44
	2010-2020	3	0	0
Odense		206	87	42,23
	-1997	202	87	43,07
	1998-2009	4	0	0
	2010-2020	0	0	0
Hedensted		229	97	43,36
	-1997	222	95	42,79
	1998-2009	5	2	40,00
	2010-2020	2	0	0
Egedal		176	96	54,55
	-1997	163	92	56,44
	1998-2009	10	4	40,00
	2010-2020	3	0	0
Gentofte		186	69	37,10
	-1997	184	69	37,50
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	2	0	0
Silkeborg		313	66	21,09
	-1997	294	65	22,11
	1998-2009	16	1	6,25
	2010-2020	3	0	0
Roskilde		183	94	51,37
	-1997	175	90	51,43
	1998-2009	3	2	66,67
	2010-2020	5	2	40,00
Fredensborg		176	63	35,80
	-1997	168	61	36,31
	1998-2009	6	1	16,67
	2010-2020	2	1	50,00
Vordingborg		144	81	56,25
	-1997	133	78	58,65
	1998-2009	10	3	30,00
	2010-2020	1	0	0

Tabel 4. fortsat

Placering efter Kommune	Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Aabenraa</b>	<b>121</b>	<b>46</b>	<b>38,02</b>
-1997	113	43	38,05
1998-2009	6	2	33,33
2010-2020	2	1	50,00
<b>Hvidovre</b>	<b>229</b>	<b>111</b>	<b>48,47</b>
-1997	225	111	49,33
1998-2009	2	0	0
2010-2020	2	0	0
<b>Vejle</b>	<b>109</b>	<b>52</b>	<b>47,71</b>
-1997	103	50	48,54
1998-2009	1	0	0
2010-2020	5	2	40,00
<b>Guldborgsund</b>	<b>112</b>	<b>54</b>	<b>48,21</b>
-1997	109	54	49,54
1998-2009	3	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Haderslev</b>	<b>96</b>	<b>38</b>	<b>39,58</b>
-1997	91	37	40,66
1998-2009	5	1	20,00
2010-2020	0	0	0
<b>Rødovre</b>	<b>98</b>	<b>41</b>	<b>41,84</b>
-1997	97	41	42,27
1998-2009	0	0	0
2010-2020	1	0	0
<b>Fredericia</b>	<b>81</b>	<b>35</b>	<b>43,21</b>
-1997	76	33	43,42
1998-2009	5	2	40,00
2010-2020		0	0
<b>Sønderborg</b>	<b>87</b>	<b>45</b>	<b>51,72</b>
-1997	77	42	54,55
1998-2009	10	3	30,00
2010-2020	0	0	0
<b>Furesø</b>	<b>89</b>	<b>41</b>	<b>46,07</b>
-1997	85	39	45,88
1998-2009	1	0	0
2010-2020	3	2	66,67
<b>Greve</b>	<b>77</b>	<b>45</b>	<b>58,44</b>
-1997	75	43	57,33
1998-2009	1	1	100,00
2010-2020	1	1	100,00
<b>Hillerød</b>	<b>75</b>	<b>24</b>	<b>32,00</b>
-1997	73	24	32,88
1998-2009	2	0	0
2010-2020	0	0	0

Tabel 4. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Høje-Tåstrup		110	57	51,82
	-1997	105	57	54,29
	1998-2009	3	0	0
	2010-2020	2	0	0
Syddjurs		63	25	39,68
	-1997	56	24	42,86
	1998-2009	4	1	25,00
	2010-2020	3	0	0
Køge		67	22	32,84
	-1997	63	20	31,75
	1998-2009	4	2	50,00
	2010-2020	0	0	0
Skanderborg		77	33	42,86
	-1997	68	32	47,06
	1998-2009	7	1	14,29
	2010-2020	2	0	0
Holbæk		64	30	46,88
	-1997	59	30	50,85
	1998-2009	5	0	0
	2010-2020	0	0	0
Favrskov		63	24	38,10
	-1997	56	22	39,29
	1998-2009	6	1	16,67
	2010-2020	1	1	100,00
Allerød		52	22	42,31
	-1997	50	22	44,00
	1998-2009	2	0	0
	2010-2020	0	0	0
Solrød		28	9	32,14
	-1997	25	9	36,00
	1998-2009	3	0	0
	2010-2020	0	0	0
Ringsted		50	21	42
	-1997	44	21	47,73
	1998-2009	5	0	0
	2010-2020	1	0	0
Viborg		55	15	27,27
	-1997	50	12	24,00
	1998-2009	4	3	75,00
	2010-2020	1	0	0
Næstved		63	33	52,38
	-1997	58	31	53,45
	1998-2009	3	1	33,33
	2010-2018	2	1	50,00

Tabel 4. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Ballerup		63	31	49,21
	-1997	60	31	51,67
	1998-2009	2	0	0
	2010-2020	1	0	0
Lejre		56	34	60,71
	-1997	50	34	68,00
	1998-2009	4	0	0
	2010-2020	2	0	0
Frederikssund		51	28	54,90
	-1997	49	28	57,14
	1998-2009	2	0	0
	2010-2020	0	0	0
Aalborg		49	15	30,61
	-1997	48	15	31,25
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Tårnby		45	16	35,56
	-1997	45	16	35,56
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Faarborg-Midtfyn		46	23	50
	-1997	44	21	47,72
	1998-2009	2	2	100,00
	2010-2020	0	0	0
Helsingør		41	11	26,83
	-1997	41	11	26,83
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Herlev		69	23	33,33
	-1997	69	23	33,33
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Hørsholm		34	11	32,35
	-1997	32	11	34,38
	1998-2009	2	0	0
	2010-2020	0	0	0
Sorø		35	17	48,57
	-1997	34	17	50,00
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Lolland		37	18	48,65
	-1997	36	18	50,00
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0



Tabel 4. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Nyborg		33	13	39,39
	-1997	33	13	39,39
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Assens		33	15	45,46
	-1997	32	15	46,88
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Faxe		38	18	47,37
	-1997	37	18	48,65
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Glostrup		27	8	29,63
	-1997	26	8	30,77
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	1	0	0
Brøndby		24	18	75,00
	-1997	24	18	75,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Frederiksberg		21	5	23,81
	-1997	21	5	23,81
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Vejen		22	8	36,36
	-1997	18	8	44,44
	1998-2009	2	0	0
	2010-2020	2	0	
Stevns		23	15	65,22
	-1997	21	15	71,43
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	1	0	0
Odsherred		20	5	25,00
	-1997	19	5	26,32
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Kalundborg		27	11	40,74
	-1997	25	11	44,00
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	1	0	0
Thisted		18	14	77,78
	-1997	18	14	77,78
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0

Tabel 4. fortsat

Placering efter Kommune	Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Bornholm</b>	<b>28</b>	<b>17</b>	<b>60,71</b>
-1997	27	17	62,96
1998-2009	0	0	0
2010-2020	1	0	0
<b>Odder</b>	<b>54</b>	<b>12</b>	<b>22,22</b>
-1997	47	10	21,28
1998-2009	6	2	33,33
2010-2020	1	0	0
<b>Kerteminde</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>50,00</b>
-1997	19	10	52,63
1998-2009	1	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Herning</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>12,50</b>
-1997	16	2	12,50
1998-2009	0	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Nordfyns</b>	<b>18</b>	<b>9</b>	<b>50,00</b>
-1997	15	9	60,00
1998-2009	2	0	0
2010-2020	1	0	0
<b>Mariagerfjord</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>43,75</b>
-1997	16	7	43,75
1998-2009	0	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Hjørring</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>50,00</b>
-1997	10	5	50,00
1998-2009	0	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Dragør</b>	<b>21</b>	<b>5</b>	<b>23,81</b>
-1997	20	5	25,00
1998-2009	1	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Halsnæs</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>20,00</b>
-1997	14	3	21,43
1998-2009	1	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Frederikshavn</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>23,08</b>
-1997	13	3	23,08
1998-2009	0	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Vallensbæk</b>	<b>13</b>	<b>5</b>	<b>38,46</b>
-1997	11	5	45,46
1998-2009	2	0	0
2010-2020	0	0	0

Tabel 4. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Skive		14	5	35,71
	-1997	14	5	35,71
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Norddjurs		11	4	36,26
	-1997	11	4	36,36
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Albertslund		13	8	61,54
	-1997	12	8	66,67
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	1	0	0
Gribskov		13	4	30,77
	-1997	11	4	36,36
	1998-2009	2	0	0
	2010-2020	0	0	0
Tønder		9	1	11,11
	-1997	7	0	0
	1997-2009	2	1	50,00
	2010-2020	0	0	0
Esbjerg		10	1	10,00
	-1997	10	1	10,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Struer		9	2	22,22
	-1997	8	2	25,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	1	0	0
Billund		8	2	25,00
	-1997	7	1	14,29
	1998-2009	1	1	100,00
	2010-2020	0	0	0
Holstebro		9	3	33,33
	-1997	7	2	28,57
	1998-2009	1	1	100,00
	2010-2020	1	0	0
Ishøj		12	5	41,67
	-1997	12	5	41,67
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Rebild		8	1	12,50
	-1997	7	1	14,29
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	1	0	0

Tabel 4. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Varde		7	0	0
	-1997	7	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Vesthimmerlands		4	2	50,00
	-1997	3	2	66,67
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Brønderslev		6	1	16,67
	-1997	6	1	16,67
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Langeland		5	0	0
	-1997	5	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Lemvig		7	2	28,57
	-1997	7	2	28,57
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Morsø		2	0	0
	-1997	2	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Jammerbugt		3	0	0
	-1997	2	0	0
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Ikast-Brande		4	0	0
	-1997	4	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Ærø		3	1	33,33
	-1997	3	1	33,33
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Samsø		3	0	0
	-1997	3	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Fanø		1	0	0
	-1997	1	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0

Tabel 4. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Læsø		0	0	0
	-1997	0	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Ringkøbing-Skjern		1	0	0
	-1997	1	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0



**BILAG C.  
RESULTATER PÅ  
KOMMUNALT NIVEAU  
FOR 4.593 BOLIGER**

## 13 BILAG C. RESULTATER PÅ KOMMUNALT NIVEAU FOR 4.593 BOLIGER

Den regionale placering af fritliggende énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse, som er opført før 2020, og som har en estimeret årsmiddelværdi for radon i indeluften, er vist i Tabel 5. Regional placering er inddelt på kommunalt niveau efter rækkefølge angivet i afsnit 11 *Bilag A. Resultater på kommunalt niveau for 16.943 boliger.*

Tabel 5. Den regionale placering af boliger som har en estimeret årsmiddelværdi for indhold af radon i indeklimaet.

Placering efter Kommune	Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Aarhus</b>	<b>593</b>	<b>266</b>	<b>44,86</b>
-1997	585	266	45,47
1998-2009	6	0	0
2010-2020	2	0	0
<b>København</b>	<b>655</b>	<b>229</b>	<b>34,96</b>
-1997	644	227	35,25
1998-2009	7	2	28,57
2010-2020	4	0	0
<b>Lyngby-Tårnbæk</b>	<b>227</b>	<b>76</b>	<b>33,48</b>
-1997	226	76	33,63
1998-2009	1	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Gladsaxe</b>	<b>234</b>	<b>87</b>	<b>37,18</b>
-1997	232	86	37,07
1998-2009	2	1	50,00
2010-2020	0	0	0
<b>Middelfart</b>	<b>157</b>	<b>59</b>	<b>37,58</b>
-1997	148	58	39,19
1998-2009	4	1	25,00
2010-2020	5	0	0
<b>Randers</b>	<b>113</b>	<b>41</b>	<b>36,28</b>
-1997	111	40	36,04
1998-2009	0	0	0
2010-2020	2	1	50,00
<b>Kolding</b>	<b>134</b>	<b>45</b>	<b>33,58</b>
-1997	127	44	34,65
1998-2009	6	1	16,67
2010-2020	1	0	0
<b>Rudersdal</b>	<b>125</b>	<b>45</b>	<b>36,00</b>
-1997	125	45	36,00
1998-2009	0	0	0
2010-2020	0	0	0



Tabel 5. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Slagelse		74	35	47,30
	-1997	74	35	47,30
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Horsens		96	42	43,75
	-1997	81	39	48,15
	1998-2009	10	3	30,00
	2010-2020	5	0	0
Svendborg		115	55	47,83
	-1997	112	55	49,11
	1998-2009	2	0	0
	2010-2020	1	0	0
Odense		118	51	43,22
	-1997	114	51	44,74
	1998-2009	4	0	0
	2010-2020	0	0	0
Hedensted		76	30	39,47
	-1997	74	29	39,19
	1998-2009	2	1	50,00
	2010-2020	0	0	0
Egedal		73	40	54,80
	-1997	67	37	55,22
	1998-2009	5	3	60,00
	2010-2020	1	0	0
Gentofte		119	43	36,13
	-1997	119	43	36,13
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Silkeborg		110	19	17,27
	-1997	104	18	17,31
	1998-2009	6	1	16,67
	2010-2020	0	0	0
Roskilde		95	54	56,84
	-1997	91	53	58,24
	1998-2009	2	1	50,00
	2010-2020	2	0	0
Fredensborg		79	28	35,44
	-1997	75	27	36,00
	1998-2009	3	1	33,33
	2010-2020	1	0	0
Vordingborg		62	27	43,55
	-1997	57	26	45,61
	1998-2009	5	1	20,00
	2010-2020	0	0	0

Tabel 5. fortsat

Placering efter Kommune	Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
<b>Aabenraa</b>	<b>51</b>	<b>20</b>	<b>39,22</b>
-1997	50	19	38,00
1998-2009	1	1	100,00
2010-2020	0	0	0
<b>Hvidovre</b>	<b>123</b>	<b>60</b>	<b>48,78</b>
-1997	121	60	49,59
1998-2009	2	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Vejle</b>	<b>42</b>	<b>18</b>	<b>42,86</b>
-1997	41	17	41,46
1998-2009	0	0	0
2010-2020	1	1	100,00
<b>Guldborgsund</b>	<b>47</b>	<b>22</b>	<b>46,81</b>
-1997	47	22	46,81
1998-2009	0	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Haderslev</b>	<b>42</b>	<b>14</b>	<b>33,33</b>
-1997	40	14	35,00
1998-2009	2	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Rødovre</b>	<b>58</b>	<b>21</b>	<b>36,21</b>
-1997	57	21	36,84
1998-2009	0	0	0
2010-2020	1	0	0
<b>Fredericia</b>	<b>33</b>	<b>14</b>	<b>42,42</b>
-1997	33	14	42,42
1998-2009	0	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Sønderborg</b>	<b>29</b>	<b>12</b>	<b>41,38</b>
-1997	27	12	44,44
1998-2009	2	0	0
2010-2020	0	0	0
<b>Furesø</b>	<b>42</b>	<b>20</b>	<b>47,62</b>
-1997	40	19	47,50
1998-2009	0	0	0
2010-2020	2	1	50,00
<b>Greve</b>	<b>21</b>	<b>9</b>	<b>42,86</b>
-1997	20	8	40,00
1998-2009	1	1	100,00
2010-2020	0	0	0
<b>Hillerød</b>	<b>39</b>	<b>12</b>	<b>30,77</b>
-1997	38	12	31,58
1998-2009	1	0	0
2010-2020	0	0	0

Tabel 5. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Høje-Tåstrup		42	18	42,86
	-1997	42	18	42,86
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Syddjurs		23	9	39,13
	-1997	19	8	42,11
	1998-2009	2	1	50,00
	2010-2020	2	0	0
Køge		22	6	27,27
	-1997	19	4	21,05
	1998-2009	3	2	66,67
	2010-2020	0	0	0
Skanderborg		24	7	29,17
	-1997	21	7	33,33
	1998-2009	3	0	0
	2010-2020	0	0	0
Holbæk		36	17	47,22
	-1997	35	17	48,57
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Favrskov		24	9	37,50
	-1997	24	9	37,50
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Allerød		24	8	33,33
	-1997	24	8	33,33
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Solrød		12	4	33,33
	-1997	9	4	44,44
	1998-2009	3	0	0
	2010-2020	0	0	0
Ringsted		25	8	32,00
	-1997	21	8	38,09
	1998-2009	4	0	0
	2010-2020	0	0	0
Viborg		21	5	23,81
	-1997	20	4	20,00
	1998-2009	1	1	100,00
	2010-2020	0	0	0
Næstved		24	11	45,83
	-1997	22	11	50,00
	1998-2009	1	0	0
	2010-2018	1	0	0

Tabel 5. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Ballerup		33	13	39,39
	-1997	30	13	43,33
	1998-2009	2	0	0
	2010-2020	1	0	0
Lejre		19	11	57,89
	-1997	17	11	64,71
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	1	0	0
Frederikssund		24	10	41,67
	-1997	24	10	41,67
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Aalborg		23	3	13,04
	-1997	23	3	13,04
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Tårnby		20	6	30,00
	-1997	20	6	30,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Faarborg-Midtfyn		18	8	44,44
	-1997	18	8	44,44
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Helsingør		25	6	24,00
	-1997	25	6	24,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Herlev		32	7	21,88
	-1997	32	7	21,88
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Hørsholm		17	6	35,29
	-1997	17	6	35,29
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Sorø		16	10	62,50
	-1997	16	10	62,50
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Lolland		13	4	30,77
	-1997	12	4	33,33
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0

Tabel 5. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Nyborg		17	6	35,29
	-1997	17	6	35,29
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Assens		14	6	42,86
	-1997	14	6	42,86
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Faxe		13	6	46,15
	-1997	13	6	46,15
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Glostrup		20	4	20,00
	-1997	19	4	21,05
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	1	0	0
Brøndby		6	5	83,33
	-1997	6	5	83,33
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Frederiksberg		15	3	20,00
	-1997	15	3	20,0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Vejen		9	4	44,44
	-1997	7	4	57,14
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	2	0	0
Stevns		8	7	87,50
	-1997	8	7	87,50
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Odsherred		6	1	16,67
	-1997	6	1	16,67
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Kalundborg		10	5	50,00
	-1997	9	5	55,56
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Thisted		8	6	75,00
	-1997	8	6	75,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0

Tabel 5. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Bornholm		15	8	53,33
	-1997	14	8	57,14
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	1	0	0
Odder		24	6	25,00
	-1997	21	5	23,81
	1998-2009	3	1	33,33
	2010-2020	0	0	0
Kerteminde		11	6	54,55
	-1997	11	6	54,55
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Herning		9	0	0
	-1997	9	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Nordfyns		7	5	71,43
	-1997	7	5	71,43
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Mariagerfjord		9	3	33,33
	-1997	9	3	33,33
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Hjørring		4	2	50,00
	-1997	4	2	50,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Dragør		10	2	20,00
	-1997	9	2	22,22
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Halsnæs		5	2	40,00
	-1997	5	2	40,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Frederikshavn		7	0	0
	-1997	7	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Vallensbæk		5	1	20,00
	-1997	4	1	25,00
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0

Tabel 5. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Skive		3	1	33,33
	-1997	3	1	33,33
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Norddjurs		4	2	50,00
	-1997	4	2	50,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Albertslund		3	2	66,67
	-1997	3	2	66,67
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Gribskov		5	2	40,00
	-1997	4	2	50,00
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Tønder		2	0	0
	-1997	2	0	0
	1997-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Esbjerg		2	0	0
	-1997	2	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Struer		4	0	0
	-1997	3	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	1	0	0
Billund		2	1	50,00
	-1997	1	0	0
	1998-2009	1	1	100,00
	2010-2020	0	0	0
Holstebro		4	1	25,00
	-1997	3	1	33,33
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	1	0	0
Ishøj		6	3	50,00
	-1997	6	3	50,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Rebild		4	1	25,00
	-1997	4	1	25,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0

Tabel 5. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Varde		3	0	0
	-1997	3	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Vesthimmerlands		2	0	0
	-1997	1	0	0
	1998-2009	1	0	0
	2010-2020	0	0	0
Brønderslev		5	1	20,00
	-1997	5	1	20,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Langeland		3	0	0
	-1997	3	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Lemvig		3	2	66,67
	-1997	3	2	66,67
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Morsø		1	0	0
	-1997	1	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Jammerbugt		0	0	0
	-1997	0	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Ikast-Brande		2	0	0
	-1997	2	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Ærø		2	1	50,00
	-1997	2	1	50,00
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Samsø		2	0	0
	-1997	2	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Fanø		0	0	0
	-1997	0	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0



Tabel 5. fortsat

Placering efter Kommune		Antal	Antal boliger > 100 Bq/m <sup>3</sup>	Andel i % > 100 Bq/m <sup>3</sup>
Læsø		0	0	
	-1997	0	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0
Ringkøbing-Skjern		0	0	0
	-1997	0	0	0
	1998-2009	0	0	0
	2010-2020	0	0	0

I denne rapport præsenteres status for radon i danske boliger anno 2020. Rapporten dækker en undersøgelse af radonindholdet målt i 16.943 boliger.

De undersøgte boliger er énfamiliehuse, kæde- og rækkehuse opført før 2020. Ejerne af boligerne, som indgår i undersøgelsen, har gennemført radonmålinger ved at bestille målinger gennem hjemmesiden Radonfrithjem.dk. Målingerne er foretaget med dosimetre i fyringssæsonerne 2015-16, 2016-17, 2017-18, 2018-19 og 2019-20.

Resultater er opgjort for de enkelte kommuner for boliger opført før 1998, i perioden 1998 til 2009 og efter 2009. I tabelform er målte radonindhold opgjort, bestemt ud fra tre forskellige kvaliteter for målingen.

