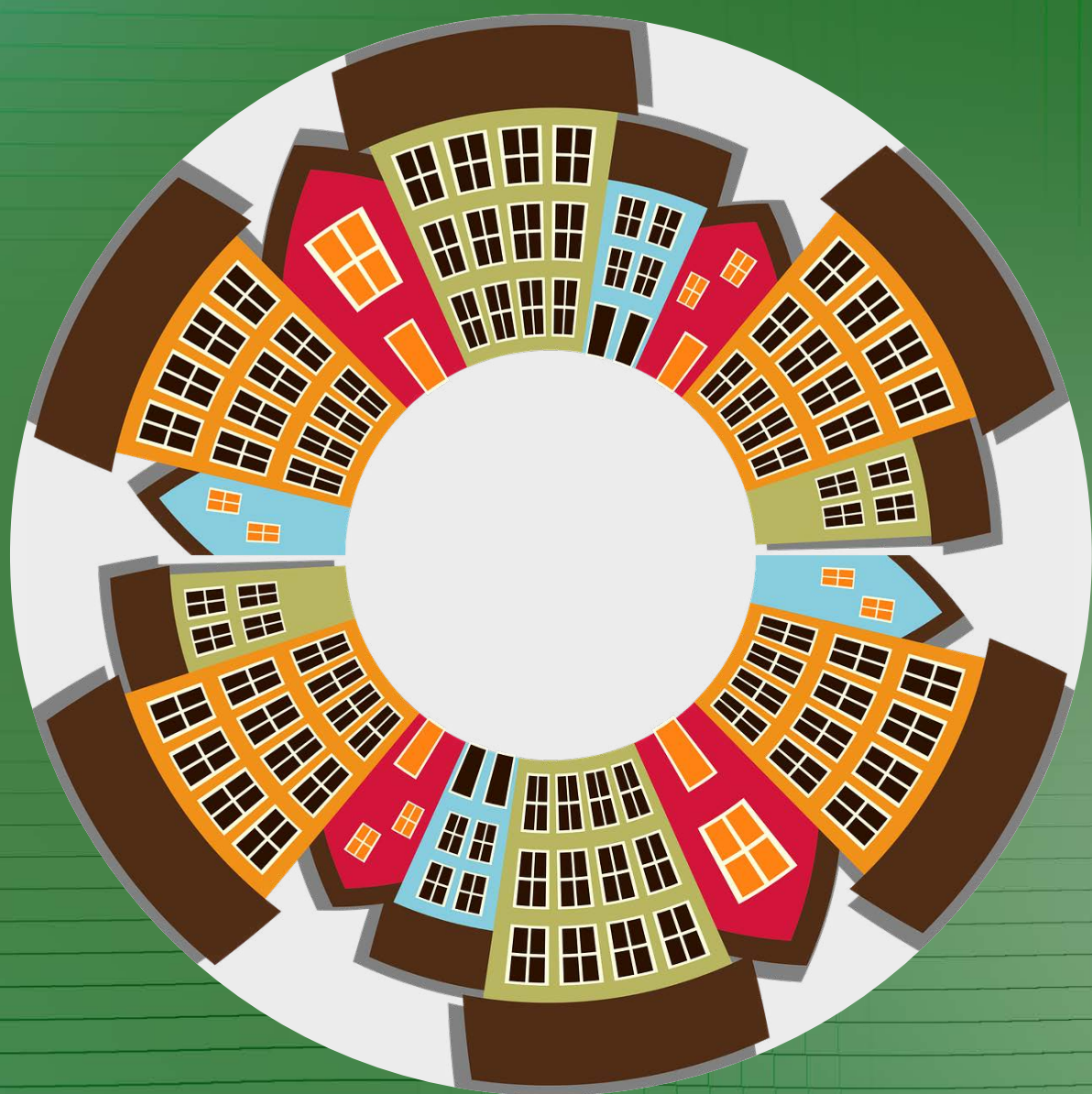


Varighet av radonreduserende tiltak i boliger 15 år etter tiltak



Referanse:

Kolstad T og Finne I E. Varighet av radon-reducerende tiltak i boliger, 15 år etter tiltak. DSA-rapport 2019:1. Østerås: Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA), 2019.

25 sider.

Utgitt 2019-02-20.

Opplag 100 (19-02).

Form, omslag: Bielke&Yang

Emneord:

Radon, tiltak mot radon.

Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet,
Postboks 29, Skøyen, N-0213 Oslo, Norge.

Telefon 67 16 25 00, faks 67 14 74 07.

Resymé:

Det ble gjennomført tiltak mot radon i over 1000 boliger under Nasjonal kreftplan i perioden 1999–2003 og gjennomsnittlig radon-konsentrasjon ble redusert med 60 %. Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet har fulgt opp et utvalg av boligene med nye målinger i 2010 og 2018 og denne rapporten viser hvor effektive tiltakene har vært over tid.

E-post: dsa@dsa.no

www.dsa.no

ISSN 0804-4910 (print)

ISSN 1891-5205 (online)

Reference:

Kolstad T and Finne I. Radon reduction in dwellings, 15 years after mitigation. DSA-rapport 2019:1. Østerås: Norwegian Radiation and Nuclear Safety Authority, 2019.

Language: Norwegian

Key words:

Radon, anti-radon measure, long-time effectiveness.

Abstract:

Between 1999 and 2003, approximately 1000 buildings in Norway were mitigated using government grants and the average radon level was reduced by 60%. In 2010 and 2018 additional measurements have been performed in a selection of the dwellings in order to investigate the long-time effectiveness. This report summarizes the results.

Prosjektleder: Trine Kolstad

Godkjent:



Hanne Kofstadmoen, avdelingsdirektør,
Avdeling strålevern og måletjenester



Per Strand, avdelingsdirektør,
Avdeling atomsikkerhet og miljø

Varighet av radonreduserende tiltak i boliger 15 år etter tiltak

Trine Kolstad

Ingvild Engen Finne

Innhold

Summary		4
Sammendrag		5
1	Innledning	6
1.1	Radon	6
2	Metode	8
2.1	Tilskuddsordningen 1999-2003	8
2.2	Oppfølgingsstudier i 2010 og 2018	8
2.3	Radonmåling	8
3	Utbedringstiltak mot radon	9
3.1	Tetteløsninger	10
3.2	Forbedret ventilasjon	10
3.3	Trykkendring over konstruksjonen	11
4	Resultater	12
4.1	Effekt av boligeiers oppfølgende tiltak	13
4.2	Varighet av ulike radonreduserende tiltak over tid	14
5	Diskusjon og konklusjon	16
5.1	Varighet av ulike radonreduserende tiltak over tid	16
5.2	Kostnadsvurderinger	17
Referanser		19
Appendiks 1		21

Summary

As a part of the National Cancer Action plan during the years 1999 to 2003, the Norwegian authorities subsidized radon mitigation measures in dwellings where the annual average indoor radon values were over 400 Bq/m³. In the course of the years of the scheme, the indoor radon limit for receiving a subsidy was reduced to 200 Bq/m³. However, towards the end of the scheme it was increased to 1000 Bq/m³. Remedial measures were carried out in approximately 1000 dwellings. The most important remedial measures were sealing the floor and the walls that were in contact with the ground, improved ventilation and changing the air pressure difference between the soil and the indoor occupied space (indoor radon sump). Radon levels were measured both before and after mitigation. The average reduction in radon levels in dwellings was just over 60%.

In 2010 and 2018, around 450 home owners, who had received support for radon remedial measures under the National Cancer Action plan, were invited to participate in two follow-up studies. This report contains the results for the radon measurements which were carried out in dwellings both in 2010 and 2018 (see table 2). The final number of results was for 274 dwellings and these results were compared with the results from measurements before mitigation (1999-2003) and after mitigation (2003).

The results show that radon remedial measures, which were carried out during the subsidy scheme, gave a significant reduction in radon levels compared to the level prior to mitigation. The radon concentration (median) in all of the dwellings was reduced by 70%, immediately after mitigation, and this reduction was the same in 2018. The results from 2010 and 2018 show that there was a lower number of dwellings with especially high radon concentrations (> 2000 Bq/m³) compared to before mitigation.

According to information from home owners, which was collected with the help of registration forms, 103 of the total 274 dwellings carried out follow-up mitigation measures after the end of the subsidy scheme. We have looked a little closer at the extent to which follow-up mitigation affects radon levels. In the dwellings with additional mitigation measures, the radon levels were reduced by 40% from post-mitigation to 2018 while in the remainder of the dwellings the radon levels increased in the same period. The results show that it can be an advantage to perform follow-up mitigation measures over time in order to reduce radon levels even further.

The survey shows that the subsidy scheme that existed between the years 1999 to 2003, has contributed to reducing radon exposure and thereby radiation doses from radon. Certain evaluations also show that the cost of the reduction in radiation doses is considerably lower than what society is otherwise willing to pay in order to reduce the risk.

The most effective mitigation measure over time was the indoor radon sump, with a reduction of over 70% (median) in 2018. This in comparison with the level before mitigation (1999-2003). In comparison to the level immediately after mitigation in 2003, a 20% increase in radon levels was found in 2018. In some cases, a combination of several mitigation measures is necessary in order to obtain the best possible result.

Sammendrag

Som en del av den nasjonale handlingsplanen mot kreft i Norge i perioden 1999-2003, subsidierte norske myndigheter radonreducerende tiltak i eksisterende boliger der det var målt over 400 Bq/m³ i årsmiddelverdier av radon i inneluft. Grensen for utbetaling av støtte ble etter hvert redusert til 200 Bq/m³, og helt mot slutten øket til 1000 Bq/m³. Det ble gjennomført utbedringstiltak i vel 1000 boenheter. De viktigste utbedringstiltakene var tetting av konstruksjonen mot grunnen, forbedret ventilasjon og trykkendring over konstruksjonen (innvendig punktavsug/brønn). Radon ble målt før tiltak og etter tiltak, den gjennomsnittlige reduksjonen av radonkonsentrasjonen i boligene den gang var i overkant av 60 %.

I 2010 og 2018 fikk henholdsvis 450 og 430 boligeiere som hadde fått støtte til utbedringstiltak mot radon under Nasjonal kreftplan, invitasjon til å delta i 2 oppfølgingsstudier. Det ble målt i flere boliger i 2010 enn i 2018. I denne rapporten har vi kun tatt med resultater for boliger som er målt både i 2010 og 2018, se tabell 2. Totalt bestod tallmaterialet av måleresultater for 274 boliger og disse er sammenlignet med målinger før tiltak (1999-2003) og etter tiltak (2003).

Resultatene viser at utbedringstiltakene mot radon som ble utført under tilskuddsordningen fortsatt gir en betydelig reduksjon i radonnivå sammenlignet med nivået før tiltak. Radonkonsentrasjonen (median) i alle boligene ble redusert med 70 % rett etter tiltak og i 2018 var reduksjonen på samme nivå. Resultatene fra 2010 og 2018 viser at det er en lavere andel boliger med særlig høye radonkonsentrasjoner (> 2000 Bq/m³) sammenlignet med før tiltak.

I følge informasjon fra boligeiere, som ble innhentet i registreringsskjemaet, hadde 103 av de totalt 274 boligene utført oppfølgende tiltak siden tilskuddsordningen opphørte. Vi har sett nærmere på i hvor stor grad dette påvirker radonnivåene. I disse boligene med ytterligere tiltak ble radonnivået redusert med 40 % fra etter tiltak til 2018, mens i de resterende økte radonnivået i samme periode. Resultatene viser at det kan være gunstig å gjøre oppfølgende tiltak over tid for å redusere radonnivået ytterligere.

Undersøkelsen viser at tilskuddsordningen som eksisterte mellom 1999-2003 effektivt har bidratt til å redusere radoneksponeringen og dermed stråledosene fra radon. Enkle vurderinger viser også at kostnaden for reduksjonen i stråledosene er betraktelig lavere enn hva samfunnet ellers er villig til å betale for å redusere risiko.

Det mest effektive tiltaket over tid var innvendig punktavsug (brønn) med en reduksjon på over 70 % (median) i 2018 sammenlignet med nivået før tiltak (1999-2003). En 20 % økning i radonnivå ble funnet i 2018 sammenlignet med nivået rett etter tiltak i 2003. En kombinasjon av flere tiltak er noen ganger nødvendig for å oppnå best mulig resultat.

1 Innledning

I forbindelse med Nasjonal kreftplan ble det i 1999 etablert en femårig økonomisk statlig tilskuddsordning til gjennomføring av tiltak mot radon i eksisterende boliger der det var målt over 400 Bq/m³ i årsmiddelverdier av radon i inneluft. Husbanken bevilget totalt 38,2 millioner kroner til tiltak mot radon hvorav det aller meste av midlene gikk til utbedring av boliger. Tiltakene omfattet tilskudd til utbedring, kartlegging av radon i boliger, kurs/kompetanseoppbygging i bransjen og kommuner, samt en informasjonskampanje. Radon målekampanjer ble utført for å identifisere boliger med forhøyede radonnivåer. Det ble målt i 35 000 boliger i to forskjellige undersøkelser, Radon 2000/2001 (Strand T. et al, 2001) og RAMAP 2003 (Strand T. et al, 2003).

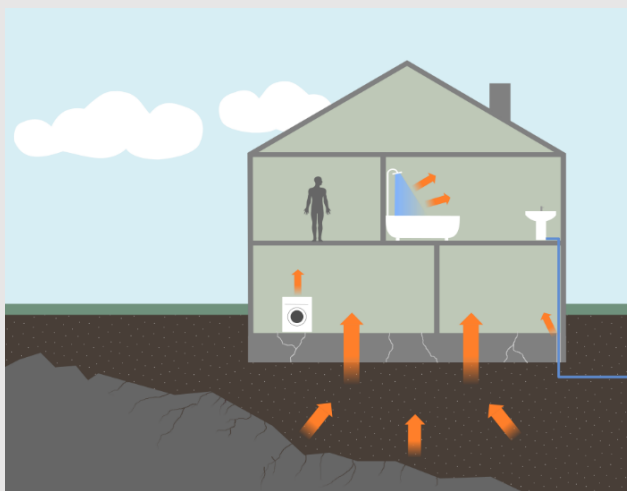
Tilskudd til tiltak var i begynnelsen på et øvre beløp på 15 000 NOK per boenhet. Sommeren 2002 ble beløpet endret til 40 000 NOK, mens grenseverdien for berettigelse til tilskudd ble senket til 200 Bq/m³. Søkere med over 1000 Bq/m³ ble prioritert på slutten av ordningen da søkingen var høyere enn tilgjengelige midler. Enkeltpersoner, borettslag, selskaper, stiftelser og lignende var berettiget å søke om tilskudd.

Kostnadene og effekten av de ulike utbedringstiltakene er nærmere beskrevet i evalueringsrapporten til Ånestad (Ånestad et al, 2006), og ytterligere detaljer finnes der. Utbedringstiltakene ga en gjennomsnittlig reduksjon i radonnivå på i overkant av 60 %. For å oppnå tilstrekkelig effekt, var det ofte nødvendig med en kombinasjon av flere typer tiltak. Disse er nærmere beskrevet i kapittel 4.

Ordningen med tilskudd til radontiltak ble avviklet da Nasjonal kreftplan terminerte ved utgangen av 2003. I 2010 og 2018 utførte Statens strålevern nå Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA), oppfølgende radonmålinger i et utvalg av de samme boligene som fikk utført tiltak på begynnelsen av 2000 tallet for å se på varigheten av tiltakene over tid. I denne rapporten sammenlignes radonkonsentrasjoner målt før tiltak, rett etter tiltak, i 2010 og 2018.

1.1 Radon

Radon dannes kontinuerlig i jord og bergarter som inneholder uran. Utendørs er radonnivået normalt lavt, men gassen kan trekkes inn i bygninger gjennom utettheter i konstruksjonen.



Figur 1. Hovedkilden til forhøyede radonnivåer innendørs er byggegrunnen. Radonholdig vann fra borebrønner i fjell kan også gi bidrag til inneluften ved bruk. (Illustrasjon: Mari Komperød/DSA)

Lufttrykket inne i boliger er ofte lavere enn i jordluften, og da særlig i perioder det er kaldere ute enn inne. Dette øker radoninnstrømmingen.

Radonnivået i bygninger avhenger av hvor mye uran som finnes naturlig i grunnen, permeabilitet i byggegrunnen, bygningens konstruksjon og tetthet mot bakken, ventilasjon, og klima. Hovedkilden til radon i boliger i Norge er byggegrunnen og generelt er nivået høyest i de laveste etasjene mot bakken, se figur 1.

Grunnvann kan også være en kilde til radon i inneluft. Husholdningsvann fra borebrønner i fast fjell kan gi et bidrag av radon til inneluft, særlig i områder med radiumrik granitt. Radonholdig drikkevann kan også gi stråledoser ved inntak, spesielt ved høyt inntak av ubehandlet vann, men dosene ved inntak er generelt lave.

Langvarig eksponering fra radon kan gi lungekreft og radon er en medvirkende årsak til omtrent 12 % av alle lungekrefttilfellene i Norge (Hassfjell et al, 2017). Når radon og radondatterproduktene pustes inn, vil luftveiene bli bestrålt og risikoen blir større jo høyere radonnivået er og jo lengre eksponeringen varer. Hassfjell konkluderte også med at relativt enkle radonreduserende tiltak som halverer alle radonnivåer over 100 Bq/m^3 vil kunne redusere forekomsten av radonassosiert lungekreft med omkring 110 tilfeller per år.

2 Metode

2.1 Tilskuddsordningen 1999-2003

I forbindelse med Nasjonal kreftplan ble det gjennomført utbedringstiltak for å redusere radonnivået i vel 1000 boenheter i perioden ordningen varte. Det er et utvalg av disse som er utgangspunktet for denne studien.

2.2 Oppfølgingsstudier i 2010 og 2018

I studiene 2010 og 2018 fikk henholdsvis 450 og 430 boligeiere, som hadde gjennomført utbedringstiltak mot radon under Nasjonal kreftplan, invitasjon til å delta i 2 oppfølgingsstudier. Vi utelot å ta med boliger som hadde skiftet eier i 2010. I tilfeller hvor flere boenheter var omfattet av én søknad, for eksempel flere leiligheter i et borettslag eller sameie, ble gjennomsnittsverdien for flere leiligheter i et borettslaget/sameiet benyttet som verdi for å få tilskudd. Disse boligene ble ikke inkludert i oppfølgingsstudiene, fordi det ble vanskelig å identifisere hvilke boenheter som representerte radonnivået før tiltak.

De private boligeierne fikk tilsendt brev om undersøkelsen, 2 sporfilmer, registrerings skjema og returkonvolutt. Brev, skjema og veiledning fra 2018 finnes i Appendiks 1. Sporfilmene ble eksponert i hver bolig i minst to måneder i vinterhalvåret (midten av oktober til midten av april) og middelverdien av to radonmålinger i hver bolig ble benyttet til å vurdere effekten av tiltakene.

Det ble målt i eneboliger, tomannsboliger og rekkehus. I 2018 ble det forutsatt måling av radon i henhold til måleprosedyre for radon i boliger (NRPA, 2013). Boligeiere fikk beskjed om å måle radon i oppholdsrom, primært stue og soverom eller i samme rom de hadde målt i tidligere.

2.3 Radonmåling

Alle radonmålingene er blitt utført med sporfilm av typen CR-39 som er omsluttet av et diffusjonskammer og to deler av hard plast, se figur 2. Radongassen vil kunne diffundere inn gjennom utettheter mellom lokk og bunn. Både radon og radondøtre som dannes vil sende ut alfapartikler som vil kunne påføre skader/spor på plasten. Disse kan gjøres synlige ved kjemisk etsning og sportettheten vil være proporsjonal med radonkonsentrasjonen i måleperioden. Radonkonsentrasjonen innendørs kan variere mye over tid og det er derfor nødvendig med en lang måleperiode, minimum 2 måneder. I henhold til DSA sin måleprosedyre for boliger skal målinger gjennomføres i vinterhalvåret hvor variasjonene er minst (NRPA, 2013).



Figur 2: Sporfilm som måler radon

3 Utbedringstiltak mot radon

Den norske boligmassen omfatter et bredt spekter av boligtyper med ulike forhold i byggegrunnen. Tiltaksløsninger må derfor vurderes fra bolig til bolig. For å oppnå en best mulig effekt av tiltak, er det ofte nødvendig med en kombinasjon av flere typer tiltak. Man bør ofte starte med å tette åpenbare utettheter i konstruksjonen mot grunnen. Hvilke tiltak som velges deretter er blant annet avhengig av hustype/konstruksjon, luftskifte/ventilasjon, grunnforhold og økonomi. Valg av tiltak kan være utfordrende og det anbefales å benytte profesjonelle rådgivere. SINTEF Byggforsk har gitt ut en publikasjon i Byggforskserien med tekniske beskrivelser av tiltak mot radon i eksisterende bygninger (SINTEF Byggforsk, 2012).

I perioden 1999-2003 var anbefalt tiltaksgrense for radon 200 Bq/m³. I boliger med gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i området 200-400 Bq/m³ ble det anbefalt enkle og rimelige tiltak. Dersom radonkonsentrasjonen oversteg 400 Bq/m³ var rådet at tiltak burde gjennomføres selv om tiltakene kunne bli mer omfattende og kostbare.

I dag er de anbefalte grenseverdiene strengere. Dette skjedde som følge av ny internasjonal kunnskap (WHO, 2009) og i forbindelse med at vi fikk vår nasjonale radonstrategi i 2009 (HOD, 2009). Gjeldende anbefaling fra 2009 er at alle bygninger bør ha så lave radonnivåer som mulig. Måles det høyere verdier enn 100 Bq/m³ i boligen, bør tiltak utføres. Anbefalt grenseverdi er 200 Bq/m³. For utleieboliger er disse anbefalingene forskriftsfestet i strålevernforskriften §6 (HOD, 2016).

DSA anbefaler at utbedringstiltak i størst mulig grad er årsaksspesifikke. Det vil si at tiltak rettes mot kilden til radonproblemet og slik hindrer at radon trenger inn i bygget. Dersom byggegrunnen er kilden til radonproblemet bør man i størst mulig grad finne ut hvor radon kommer inn for at tiltakene skal bli mest mulig effektive.

Dersom husholdningsvannet er kilden til radonproblemet finnes det ulike løsninger på markedet for å ta bort radon. Teknikker som brukes er lufting, filtrering eller lagring. En av de mest effektive metodene er lufting. Vannet blandes med luft, slik at radongassen slippes ut. Dette kan gjøres ved forskjellige former for gjennombobling og overrisling.

Når kilden til radon i en bolig er byggegrunnen kan tiltaksløsningene som anbefales deles inn i 3 kategorier: tetting av konstruksjonen mot grunnen, forbedret ventilasjon og trykkendring over konstruksjonen. En oversikt over de ulike tiltaksløsningene som er benyttet i dette prosjektet er vist i tabell 1 og er nærmere beskrevet under.

Tabell 1. Oversikt over ulike tiltakskategorier som ble benyttet under tilskuddsordningen i 1999-2003.

Tiltakskategori	Type tiltak
Tetteløsninger	A Pussing/tetting av innvendige vegger el. l.
	B Tetting av sprekker/ujevnheter i såle/gulv, grunnmur, rundt gjennomføringer, sluk el. l.
	C Tetting av tak og grunn i kryperom
	D Legging av membran/radonsperre på opprinnelig gulv
	E Oppbygging/støping av nytt gulv el. l.
	F Tetting av overflate på tomt.
Ventilasjonsløsninger	G Innsetting/regulering av lufteluker/luftespalter, rensing av ventilasjonskanaler el. l.
	H Installerer av balansert ventilasjonsanlegg, justering av eksisterende anlegg
	K Installerer av vifter for overtrykk i krypkjeller/kjeller el. l.
Trykkendring over konstruksjonen	I Innvendig punktavsug/radonbrønn
	J Utvendig punktavsug/radonbrønn
Tiltak mot radon i vann	L Luftløsninger
	M Lagring
	N Filtrering
Annet	O

3.1 Tetteløsninger

Det er viktig å begrense tilførselen av radon gjennom konstruksjonen, og sementbaserte produkter eller elastiske fugemasser er vanlige tetteprodukter. Gassen kan komme inn gjennom både åpenbare store sprekker og små nærmest usynlige sprekker i gulv og grunnmur.

Faktaboks 1: Lekkasje- og inntrengningsveier for radon fra byggegrunnen

- **Krypskjøt mellom vegg og gulv**
- **Utettheter rundt rørgjennomføringer**
- **Utettheter rundt sluk**
- **Sprekker i konstruksjon grunnet setningsskader**
- **Lekkasje ved stakeluker**
- **Lekkasje gjennom utette bygningsmaterialer (ubehandlede lettklinkerblokker)**

3.2 Forbedret ventilasjon

Tilførsel av frisk luft utenfra kan redusere radonkonsentrasjonen innendørs, og i boliger med lavt luftskifte kan det være tilstrekkelig å åpne eller sette inn flere lufteventiler i yttervegg. Åpne lufteventiler i rom nær byggegrunnen vil også redusere undertrykket i boligen og innstrømmingen av radon. Montering av

avtrekksvifte kan også øke ventilasjonen av enkeltrom eller boligen som helhet. Det er imidlertid avgjørende at det samtidig er tilstrekkelig mange åpne ventiler i ytterveggene, ellers vil det dannes et undertrykk i boligen som kan føre til mer innsig av radon. Installasjon av balansert ventilasjonsanlegg vil kunne redusere undertrykket i boligen og innstrømningen av radon, i tillegg til at radonkonsentrasjonen vil bli lavere på grunn av høyere luftskifte.

3.3 Trykkendring over konstruksjonen

Ved oppvarming og fyring vil det kunne oppstå en trykkforskjell mellom byggegrunnen og boligluften, og innstrømningen av radonholdig jordluft vil kunne øke. For å utligne denne trykkforskjellen, kan det installeres ett eller flere punktavsug i kjellergulv eller ved siden av boligen. Innvendig- og utvendig punktavsug (radonbrønn) er vist i figur 3. Radongassen kan ledes ut i friluft via et kanalsystem med en avtrekksvifte f.eks. opp over tak, eventuelt ut på vegg.



4 Resultater

I studiene 2010 og 2018 fikk henholdsvis 450 og 429 boligeiere tilbud om oppfølgende radonmålinger av Strålevernet, og av disse returnerte henholdsvis 77 % og 68 % sine detektorer til analyse. Noen boligeiere fortsatte å måle radon etter at målesesongen var avsluttet og disse resultatene ble tatt ut av datamaterialet.

I studien fra 2010 ble det målt i flere boliger enn i 2018, men i denne rapporten har vi kun tatt med resultater for de samme boligene som ble målt i 2018. Studien fra 2010 er nærmere beskrevet av Finne (Finne et al, 2015). I 2018 ble 7 boliger, som ikke hadde målt radon i luft før tiltak, tatt ut av tallmaterialet. I 6 av disse var tilskudd til tiltak basert på måleresultater for radoninnholdet i vann, og det ble vanskelig å måle varigheten av tiltaket ved å måle radonkonsentrasjonen i luften. Til slutt bestod datasettet av målinger fra 274 boliger og en oversikt over resultatene finnes i tabell 2, med gjennomsnittsverdier og medianverdier.

Tabell 2. Gjennomsnittlig årsmiddelverdier av radon (Bq/m^3) med minimum og maksimum verdier i parentes og medianverdier (Bq/m^3) målt før tiltak, etter tiltak, i 2010 og 2018.

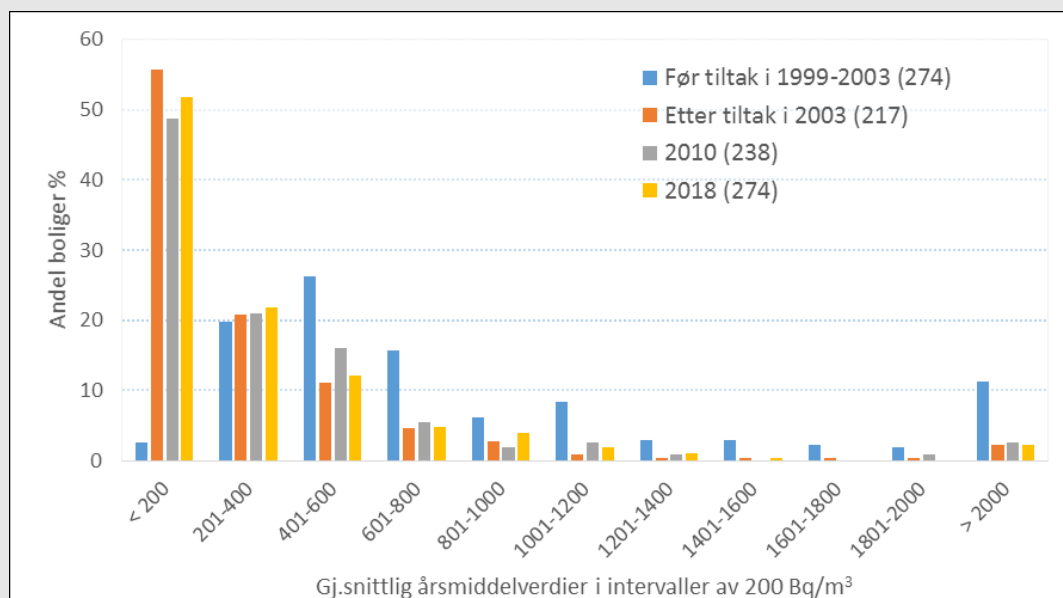
Målt	Antall boliger	Årsmiddel verdi radon (Bq/m^3) Gjennomsnitt (variasjonsbredde)	Median
Før tiltak (1999-2003)	274	1051 (150–15 700)	609
Etter tiltak (2003)	217	364 (10–10 000)	180
2010	238 ⁽¹⁾	436 (20–15 000)	213
2018	274 ⁽¹⁾	376 (20–6 350)	193

¹ Inkluderer boliger som har utført oppfølgende og nye tiltak etter at tilskuddsordningen opphørte

Det er ikke samme antall boliger i alle måleperiodene. Radonkonsentrasjonene er ikke normalfordelt og enkeltmålinger av svært høye nivåer påvirker gjennomsnittskonsentrasjonen i stor grad. I denne rapporten benytter vi derfor medianverdiene når vi ser på utviklingen over tid.

Radonnivået (median) i alle boligene (274) ble redusert med 70 % etter tiltak under tilskuddsordningen. I 2018 var reduksjonen totalt sett på samme nivå. I enkelte hus hadde imidlertid radonnivåene økt, noe som indikerer at det er viktig at tiltak og radonnivå følges opp over tid.

Frekvensfordeling av radonnivå i intervaller av $200 Bq/m^3$ før tiltak, etter tiltak, i 2010 og 2018 er vist i figur 4.



Figur 4: Frekvensfordeling (%) av radonnivå i intervaller av 200 Bq/m³ for alle boligene før tiltak, etter tiltak, i 2010 og 2018.

Figuren viser at det både i 2010 og i 2018 var lavere andel boliger med særlig høye radonkonsentrasjoner (> 2000 Bq/m³) sammenlignet med målingene utført før tiltak. Andelen av boliger med radonnivåer under dagens øvre grenseverdi på 200 Bq/m³ har også økt.

I 2018 hadde litt over 50 % av boligene en gjennomsnittlig radonkonsentrasjon på under dagens øvre grenseverdi på 200 Bq/m³, og 70 % av boligene hadde en gjennomsnittlig radonkonsentrasjon over 100 Bq/m³ (dagens tiltaksgrense). Det er derfor viktig at boligeierne fortsetter med oppfølgende tiltak for å redusere radonnivået ytterligere.

4.1 Effekt av boligeiers oppfølgende tiltak

I følge informasjon fra boligeiere, som ble innhentet i registreringsskjemaet, hadde 171 av totalt 274 boliger ikke utført oppfølgende tiltak siden tilskuddsordningen opphørte i 2003, mens de resterende 103 boligeierne hadde utført ytterligere tiltak. Vi har sett nærmere på i hvor stor grad dette har påvirket radonnivåene. En oversikt over resultatene med og uten oppfølgende tiltak i boligene finnes i tabell 3.

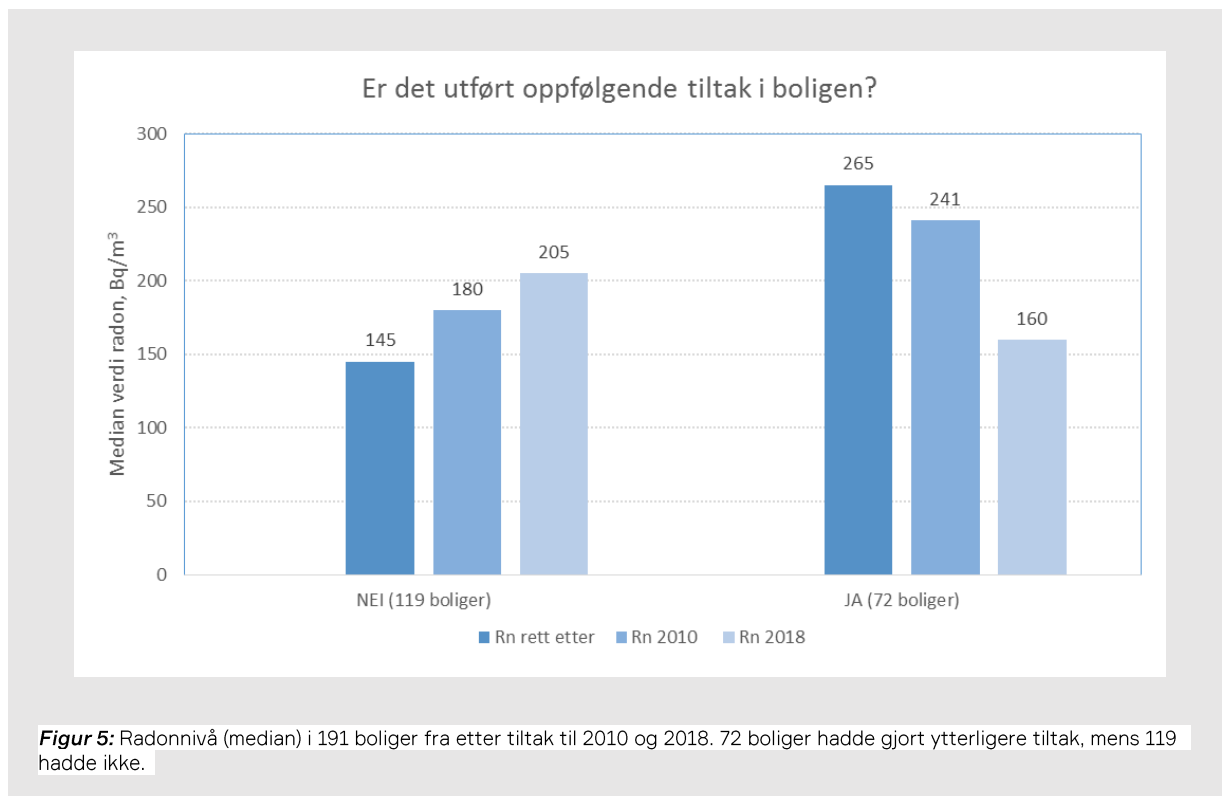
Tabell 3. Resultater for 274 boliger, boliger med og uten oppfølgende tiltak etter at tilskuddsordningen opphørte. Antall boliger, gjennomsnittlige årsmiddelverdier av radon med minimum og maksimum verdier i parentes og medianverdier (Bq/m³).

Radon i boliger uten ytterligere tiltak	Ant. boliger	Årsmiddel verdi radon (Bq/m ³) Gjennomsnitt (variasjonsbredde)	Median
Før tiltak	171	827 (173–6 300)	550
Etter tiltak	133	312 (10–10 000)	155
2010	150	358 (20–3 675)	180
2018	171	412 (20–6 350)	215
Radon i boliger med ytterligere tiltak	Ant. boliger	Årsmiddel verdi radon (Bq/m ³) Gjennomsnitt (variasjonsbredde)	Median
Før tiltak	103	1423 (150 – 15 700)	778
Etter tiltak	84	447 (15 - 3 000)	279
2010	88	568 (25 – 15 000)	230

Radonnivået (median) for boligene uten oppfølgende tiltak ble redusert med 70 % etter tiltak. I 2010 og 2018 var reduksjonen på henholdsvis 70 % og 60 % sammenlignet med før tiltak. I disse boligene så vi imidlertid en økning i radonnivå fra rett etter tiltak til 2018 på 40 %.

Den største reduksjonen i radonnivå ble funnet i 103 boliger med oppfølgende tiltak etter at tilskuddsordningen opphørte. I disse boligene ble radonnivået (median) redusert i 2010 og 2018 med henholdsvis 70 % og 80 % sammenlignet med nivået før tiltak. I disse boligene fant vi en reduksjon i radonnivå fra rett etter tiltak til 2010 og 2018 på henholdsvis 15 % og 40 %. Resultatene viser at boligeiere med de høyeste radonnivåene gjør ytterligere tiltak.

For 191 boliger av totalt 274 hadde vi et komplett sett av målinger. Det vil si likt antall målinger før tiltak, etter tiltak, i 2010 og i 2018. I følge informasjon fra boligeiere, som ble innhentet i registrerings skjemaet, hadde 72 av de 191 boligene utført oppfølgende tiltak siden tilskuddsordningen opphørte i 2003. Figur 5 viser hvordan radonnivåene i boligene (median) med og uten ytterligere tiltak har variert etter tiltak og frem til 2018.



Figuren viser at å installere ytterligere tiltak også i disse boligene har bidratt til å redusere radoneksponeringen og dermed stråledosene fra radon.

4.2 Varighet av ulike radonreduserende tiltak over tid

Måleresultatene for de 171 boligene som ikke hadde utført oppfølgende tiltak, ble benyttet til å se på varigheten av tiltakskategoriene over tid. En oversikt over resultatene finnes i tabell 4.

Tabell 4. Resultater fra 2018 for 171 boliger uten oppfølgende tiltak. Medianverdier for radonnivå (Bq/m³) for de ulike tiltakskategoriene før tiltak, etter tiltak og i 2018. Gjennomsnittsverdier i parentes for de ulike kategoriene.

Tiltakskategori	Antall	Radon før tiltak median (gj.snitt) Bq/m ³	Radon etter tiltak median (gj.snitt) Bq/m ³	Radon i 2018 median (gj.snitt) Bq/m ³
Tetting (a,b,d og e)*	12	486 (593)	190 (248)	230 (354)
Ventilasjon (g,h,k)	65	520 (783)	185 (234)	250 (453)
Trykkendring over konstruksjon (i og j) (innv.sug/utv.brønn)	82	639 (873)	140 (387)	165 (355)
Kombinasjon av balansert ventilasjon (h) og innvendig sug (i)	7	654 (1181)	200 (238)	205 (363)
Kombinasjon av overtrykksventilasjon (k) og innvendig sug (i)	5	420 (702)	230 (239)	420 (1025)

*-de ulike tiltaksløsningene er nærmere beskrevet på side 9.

Alle boligeierne hadde utført vanlig vedlikehold etter at tilskuddsordningen opphørte, og også vifter er blitt byttet. Dersom nye større vifter er blitt montert i boligen anses det som om oppfølgende tiltak er utført, og resultatene er ikke inkludert her.

Det var kun tiltakskategoriene «Ventilasjon» og «Trykkendring over konstruksjon» som ble gjennomført i et tilstrekkelig antall boliger til å kunne gi oss god informasjon om varigheten av enkelttiltakene. I de tre andre kategoriene var det bare 5, 7 og 12 boliger.

For å oppnå en best mulig ønsket effekt av tiltak, er det ofte nødvendig med en kombinasjon av flere typer tiltak. De aller fleste av boligene med tiltak av typen ventilasjon eller trykkendring over konstruksjonen hadde også utført tetttiltak. En vanlig og god kombinasjon av tiltak er h/i. Kombinasjonen reduserer undertrykket i boligen og forhindrer innstrømning av radonholdig jordluft. Tiltakskategorien i/k er ikke en vanlig kombinasjon. Boliger med kryperom har ofte lave radonnivåer om ventilasjonen er god og nederste bjelkelag er tett. Ventilasjonen kan forbedres med lufteluker og vifter (k).

Kategorien «Trykkendring over konstruksjonen» var den mest effektive med en reduksjon fra før tiltak til 2010 og 2018 på over 70 % (median). Kategorien bestod i all hovedsak av 80 innvendige punktavsug (brønn) og 2 utvendige brønner. Det mest effektive tiltaket over tid var innvendig punktavsug (brønn). En økning i radonnivå ble funnet fra rett etter tiltak til 2010 og 2018 og var på henholdsvis 10 % og 20 %. Enkelte boligeiere har vært plaget av sjenerende viftestøy fra innvendige sug.

I kategorien «Ventilasjon» hadde 59 av 65 boliger installert balansert ventilasjon, og i disse boligene ble radonnivået (median) redusert med 70 % og 50 % i 2010 og 2018 sammenlignet med før tiltak. I disse boligene fant vi også en økning i radonnivået sammenlignet med rett etter tiltak på henholdsvis 10 % og 30 % i 2010 og 2018.

5 Diskusjon og konklusjon

Målingene Strålevernet gjennomførte i 2010 og 2018 viser at utbedringstiltakene mot radon som ble utført under tilskuddsordningen 1999-2003 fortsatt har en betydelig effekt, med en reduksjon i medianverdi på nesten 70 % sammenlignet med nivået før tiltak.

Fordelingen av boligene med hensyn til radonkonsentrasjon i 2010 og 2018 var forholdsvis sammenfallende med resultatene rett etter tiltak. Fordelingen, som er vist i figur 4, var imidlertid påvirket av kriteriene for tildeling av tilskudd og vil kunne se noe annerledes ut dersom det innføres en tilskuddsordning med andre kriterier. Under tilskuddsordningen i 2002 ble grensen for tilskudd endret fra 400 Bq/m³ til 200 Bq/m³ fordi det var få søkere til ordningen. Helt mot slutten av tilskudsperioden ble boliger med konsentrasjoner over 1000 Bq/m³ prioritert da det på det tidspunktet var flere søkere enn det var tilgjengelige midler. Det er derfor mulig at det er en høyere andel boliger med svært høye radonnivåer, og dermed potensielt mulig å oppnå en større dosebesparelse, i dette materialet enn i en eventuelt tenkt ny tilskuddsordning, hvor grensen for å søke om tilskudd sannsynligvis ville være lavere. Det er imidlertid grunn til å tro at både utbedringstiltakene og tiltaksbransjen har utviklet seg siden tilskuddsordningen opphørte og det er grunn til å forvente at bedre løsninger kan gi enda bedre resultater i dag.

Ved å dele opp datamaterialet i boliger der det ikke var (1), og i boliger der det var (2) gjennomført ytterligere tiltak etter at tilskuddsordningen opphørte, fant vi;

- 1) 40 % økning i radonnivå i 2018 sammenlignet med nivået rett etter tiltak
- 2) 40 % reduksjon i 2018 sammenlignet med nivået rett etter tiltak.

At radonkonsentrasjonen har økt i årene etter tiltak (1) kan skyldes manglende vedlikehold av tiltaksløsningene eller at effekten av tiltakene reduseres med tiden. Det kan også skyldes andre årsaker (nye sprekker mot grunnen kan oppstå eller at tette sprekker har åpnet seg igjen, spalteventiler er blitt tette m.m.). Dette viser at det er nødvendig å utføre radonmålinger regelmessig for å sjekke at tiltakene fungerer etter hensikten etter at utbedringstiltak er utført. Effekten av tiltakene i disse boligene var imidlertid fortsatt betydelig, med en reduksjon i medianverdi på ca. 60 % i forhold til før tiltak.

I boligene der det var gjennomført ytterligere tiltak (2) var både gjennomsnitt og median i utgangspunktet høyere enn i boligene der det ikke var blitt gjennomført ytterligere tiltak (tabell 3). Etter tiltakene ble imidlertid gjennomsnitt og median betydelig redusert i disse boligene sammenlignet med boligene der det ikke var gjennomført ytterligere tiltak. Resultatene for boligene (2) viser at det nettopp kan være gunstig å gjøre oppfølgende tiltak over tid for å redusere radonnivået ytterligere (figur 5), og at resultatet kunne blitt bedre dersom enda flere boliger hadde fulgt opp med ytterligere tiltak.

En god del av boligene hadde fortsatt radonkonsentrasjoner over anbefalte grenseverdier etter tiltakene. Noen ganger kan det være vanskelig å få redusert radonnivået til under tiltaksnivå i boliger med svært høye inngangsnivåer av radon (Hodgson et al, 2011), men dosebesparelsen til de som bor i disse boligene kan allikevel være betydelig.

Usikkerheten i de målte radonkonsentrasjonene varierer mellom 10 % og 20 %. Andre faktorer som kan påvirke resultatene våre er at radonnivå i boliger kan variere fra år til år avhengig av temperatur, byggetekniske endringer og endrede vaner hos beboere (Hunter et al, 2005, Steck, 2009).

5.1 Varighet av ulike radonreducerende tiltak over tid

Når vi så på effekten av de forskjellige tiltaksløsningene fant vi at den mest effektive tiltakskategorien over tid var «Trykkendring over konstruksjonen» med tiltaket innvendig punktavsug (brønn). Internasjonalt er innvendig punktavsug et av de mest benyttede og effektive tiltakene mot radon, og det stemmer godt overens med resultatene i dette prosjektet ((Hodgson et al, 2011 og STUK, 2009). Denne kategorien kom også best ut etter at tiltakene ble utført under tilskuddsordningen (Ånestad et al, 2006) med en reduksjon på 80 % for utvendige radonbrønner. Kun to boliger hadde montert utvendig radonbrønn i 2018 og det er for få til å kunne si noe om effekten over tid. Denne teknikken har imidlertid vært mye brukt med gode resultater i Finland (STUK, 2009). Tiltakskategorien «Trykkendring over konstruksjonen» blir ofte benyttet i boliger med høye radonkonsentrasjoner og det er viktig at tiltakene fungerer over tid.

For å oppnå en best mulig effekt av tiltak, er det ofte nødvendig med en kombinasjon av flere typer tiltak. Blant annet må det være tilstrekkelig tett mot grunnen for at det ved hjelp av et radonsug (brønn) skal

kunne oppnås tilstrekkelig undertrykk i grunnen. De aller fleste av boligene med tiltak av typen ventilasjon eller trykkendring over konstruksjonen hadde også utført tetteltak.

Boliger med innvendig punktavsug eller balansert ventilasjon hadde en økning i radonnivå fra rett etter tiltak til 2010 og 2018. Årsaken til dette er ukjent.

5.2 Kostnadsvurderinger

Alle tiltakskostnadene fra Nasjonal kreftplan (1999-2003) er lagret i en database. Det er derfor mulig å gjøre noen enkle kostnadsvurderinger. Vi har derimot ingen oversikt over kostnader til tiltak utført etter at tilskuddsordningen opphørte. Dette begrenser vurderingen til å gjelde de boligene hvor det ikke er gjort oppfølgende tiltak. Av disse var det 119 boliger hvor det fantes et komplett sett av målinger fra både før tiltak, etter tiltak, i 2010 og i 2018.

Totalkostnadene for tiltakene i disse 119 boligene, som stort sett var eneboliger, er til sammen rundt 7,5 MNOK. Per bolig blir dette en gjennomsnittlig kostnad på 65 000 NOK, og inkluderer et gjennomsnittlig tilskudd på 35 000 NOK. Alle kostnader er omregnet til 2017-kroner.

Det er gjerne radoneksponering, altså hvilket radonnivå man utsettes for over hvor lang tid, som benyttes som mål på risiko. For å sammenligne risikoen fra radon med andre strålekilder, kan imidlertid radoneksponeringen omregnes til effektiv stråledose. En slik omregning er imidlertid forbundet med flere usikkerhetskilder og kan gjøres på flere måter. Vi har benyttet UNSCEARs dosekonverteringsfaktor (UNSCEAR, 2000) og gjort samme beregninger som Komperød gjorde i sin rapport i 2015 (Komperød et al, 2015). Hun beregnet effektiv stråledose fra radon i luft til en innbygger i Norge med en gjennomsnittlig radonkonsentrasjon på 88 Bq/m³ til 2,5 mSv per år (mSv/år). Effektiv dose uttrykkes i enheten sievert (Sv), eller millisievert (mSv, 1000 mSv tilsvarer 1 Sv).

Tabell 5. Resultater for 119 boliger med komplett datasett som ikke har utført nye oppfølgende tiltak etter at tilskuddsordningen opphørte i 2003. Gjennomsnittlige årsmiddelverdier av radon (Bq/m³) med minimum og maksimum verdier i parentes.

Radon resultater 119 boliger	Årsmiddel verdi radon (Bq/m³) Gjennomsnitt (variasjonsbredde)
Før tiltak	793 (195 – 4 100)
Etter tiltak	311 (10 - 10 000)
2010	371 (20 – 3 675)
2018	366 (25 – 3 650)

For å beregne reduksjonen i effektiv stråledose ble det sett på hvor mye tiltakene hadde redusert radonkonsentrasjonene i gjennomsnitt i de 119 omtalte boligene. I snitt var konsentrasjonen før tiltak 793 Bq/m³. Videre ble middelverdien av gjennomsnittskonsentrasjonene etter tiltak, i 2010 og 2018 benyttet som en antatt representativ verdi for radonkonsentrasjonen boligene har hatt i årene etter at tiltak ble gjort. Verdien ble bestemt til 349 Bq/m³. Dette tilsvarer en reduksjon i radonkonsentrasjon på 444 Bq/m³. Omregnet til effektiv stråledose tilsvarer dette en estimert dosebesparelsen til hver person som bor i disse boligene på 12,6 mSv per år.

I følge Statistisk sentralbyrå (SSB,2011) bodde det 2,5 personer i snitt i den type boliger som var med i prosjektet. Det vil si at det bor om lag 300 personer til sammen i de 119 boligene. Dette gir en kollektivdose på 3,7 personSv/år. Kollektivdose er en størrelse som angir total stråledose til en gruppe med flere personer og har enheten personsievert (personSv).

For de aktuelle 119 boligene kan det for hele perioden 2003-2018 beregnes en kostnad per spart stråledose på rundt 130 000 NOK per Sv. Risikoestimer fra ICRP (ICRP, 2007) tilsier fatal kreft for 5 % per Sv. Videre kan verdien av et statistisk liv settes til 33,7 MNOK (2017 kroner) (FIN, 2014 og DFØ, 2104). Kombinert forsvarer dette å kunne bruke inntil 1,7 MNOK per sparte Sv. Kostnaden per sparte stråledose for de 119 omtalte boligene er altså betraktelig mindre enn hva som er forsvarlig å bruke. Imidlertid er ikke vedlikeholdskostnader og kostnader til strøm til vifter tatt med. Dette vil trekke prisen noe opp. Dersom

man også hadde inkludert boligene hvor det var behov for ytterligere tiltak, ville dette også ha gjort kostnaden per sparte stråledose dyrere. I tillegg er heller ikke kostnadene til målinger for å finne boligene hvor tiltak er nødvendig, tatt med. Videre hadde de 119 aktuelle boligene en relativ høy andel boliger med høye radonkonsentrasjoner. Dersom denne andelen hadde vært lavere, ville reduksjonen i radonnivået vært mindre og kostnaden per sparte stråledose større. På den andre siden vil de utførte tiltakene fortsette å spare stråledoser, lenge utover de 15 årene som er benyttet i beregningen over. I tillegg er det også grunn til å tro at tiltaksløsningene i dag er mer effektive enn det de var for 15 år siden. Begge disse faktorene vil trekke kostnaden ned.

Vi ser generelt at tiltakene under tilskuddsordningen har ført til lavere konsentrasjoner, som i sin tur har ført til at de som bor i boligene årlig mottar lavere stråledoser enn om tiltak ikke ville blitt gjennomført. Radonreducerende tiltak fremmer godt strålevern.

Referanser

- DFØ, 2014. Veileder i samfunnsøkonomiske analyser. Direktoratet for økonomistyring, 2014.
<https://docplayer.me/199930-Veileder-i-samfunnsokonomiske-analyser.html>
- FIN, 2014. Prinsipper og krav ved utarbeidelse av samfunnsøkonomiske analyser mv. Det Kongelige Finansdepartement. Rundskriv R-109/14.
https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/fin/vedlegg/okstyring/rundskriv/faste/r_109_2014.pdf
- Finne IE, Kolstad T, Rudjord AL, 2015. Evaluation of long-term effectiveness of radon mitigation techniques in Norwegian homes. Presentasjon på ROOMS (Radon Outcomes On Mitigation Solutions), Stockholm, 8.-9. september 2015. Tilgjengelig på ERAs nettsider under Other activities and events,
<http://radoneurope.org/index.php/activities-and-events-2/other-activities-and-events/> (30.8.2018)
- Hassfjell C S, Grimsrud TK, Standring WJF, Tretli S, 2017. Lung cancer prevalence associated with radon exposure in Norwegian homes. Tidsskriftet Den Norske Legeforening.
https://tidsskriftet.no/sites/default/files/generated_pdfs/49114-lungekreftforekomst-knyttet-til-radoneksponering-i-norske-boliger.pdf (30.8.2018)
- HOD, 2009. Strategi for å redusere radoneksponeringen i Norge.
<https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/hod/dokumenter-fha/strategi-for-a-redusere-radoneksponeringen-i-norge.pdf>
- HOD, 2016. Lovdata, 2014. Strålevernforskriften.
<https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2016-12-16-1659?q=stralevernforskriften> (30.8.2018)
- Hodgson S A, Zhang W, Bradley E J, Green B M R and McColl N P, 2011. HPA, 2011. An Analysis of radon remediation methods. HPA-CRCE-019, 2011.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/340152/HPA-CRCE-019_for_website__3_.pdf (30.8.2018)
- Hunter et al, 2005. Year-to-year variations in radon levels in a sample of UK houses with the same occupants. Radioactivity in the environment. Volume 7: Seventh International Symposium on the Natural Radiation Environment (NRE-VII). New York: Elsevier; 438-447.
- ICRP 103, 2007 The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103, 2007
<http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20103> (30.8.2018)
- Komperød M, Rudjord AL, Skuterud L, Dyve JE. Strålevernrapport 2015-11: Stråledoser fra miljøet.
<https://www.nrpa.no/publikasjon/straalevernrapport-2015-11-straaledoser-fra-miljoet.pdf> (30.8.2018)
- NRPA, 2013. Måleprosedyre for radon i boliger. <https://www.nrpa.no/filer/e33cd9ffab.pdf> (30.8.2018)
- Steck D J, 2009. Annual average indoor radon variations over two decades. Health Physics 96(1): 37-47, 2009.
- SINTEF Byggforsk, 2012. Tiltak mot radon i eksisterende boliger. Byggforskserien 701.706 (nov. 2012).
<https://www.byggforsk.no/?sectionId=2&documentId=648> (30.8.2018)
- Strand T, Ånestad K, Ruden L, Ramberg GB, Jensen CL, Wiig AH, Thommesen G, 2001. Kartlegging av radon i 114 kommuner. StrålevernRapport 2001:6. <https://www.nrpa.no/publikasjon/straalevernrapport-2001-6-kartlegging-av-radon-i-114-kommuner.pdf> (30.8.2018)
- Strand T, Jensen CL, Ramberg GB, Ruden L, Ånestad K, 2003. Kartlegging av radon i 44 kommuner 2003. StrålevernRapport 2003:9.
<https://www.nrpa.no/publikasjon/straalevernrapport-2003-9-kartlegging-av-radon-i-44-kommuner-2003-kort-presentasjon-av-resultatene.pdf> (30.8.2018)
- SSB 2011, <https://www.ssb.no/befolkning/statistikker/fobbolig/hvert-10-aar/2013-02-26> (30.8.2018)
- STUK, 2009. Radonsanering av bostäder. STUK-A237/JUNI 2009.
<http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/124752/stuk-a237.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (30.8.2018)

UNSCEAR, 2000. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Energy. Sources and Effects of Ionizing Radiation, 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Volume I: Sources, Annex E: Occupational radiation exposure. New York: United Nations 2000.

<http://www.unscear.org/docs/reports/annexe.pdf>

WHO handbook on indoor radon : a public health perspective. Geneva: WHO, 2009.

http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241547673_eng.pdf (15.10.2018)

Ånestad K, Strand T, Høgmo T, Skjennem M, Jensen CL, Hoelsbrekken S, 2006. Tiltak mot radon i privatboliger. Strålevernrapport 2006:7.

<https://www.nrpa.no/publikasjon/straalevernrapport-2006-7-tiltak-mot-radon-i-privatboliger-oppsummering-av-tiltak-under-nasjonal-kreftplan-1999-2003.pdf> (30.8.2018)

Appendiks 1

Brev til boligeier

Mottaker iht. liste

Deres ref.

Vår ref.
18/00053/421.1/TK
Saksbeh. Trine Kolstad tlf. 67 16 25 88

Vår dato
15.01.2018

□

Statens strålevern følger opp tidligere radontiltak og -målinger.

I forbindelse med tilskuddsordningen under Nasjonal kreftplan i perioden 1999-2003 ble det gjort tiltak mot radon i boliger der det var målt høye radonnivåer, deriblant i din bolig. Statens strålevern ønsker å se på effekten av tiltakene over tid. Derfor ønsker vi å måle radon i samme bolig som tidligere, og i den forbindelse trenger vi din hjelp!

Hva må du gjøre?

Vedlagt finner du følgende utstyr:

- 2 sporfilmer forseglet i en aluminiumpose
- Registreringsskjema (tosidig)
- Veiledning/Bakgrunnsinformasjon
- Returpose

Veiledningen beskriver hvordan målingen skal utføres. Start gjerne i dag og mål i 2 måneder. Du vil få en påminnelse om å returnere sporfilmene når måleperioden er ferdig. Noter den faktiske start- og sluttdato i registreringsskjemaet. Sporfilmene skal sendes tilbake til oss i vedlagte returkonvolutt sammen med utfylt registreringsskjema.

Etter analyse ved vårt laboratorium vil du få tilsendt måleresultatene for din bolig **kostnadsfritt**. Opplysninger som oppgis i skjemaet vil bli registrert i en database ved Statens strålevern sammen med måleresultatet. Den som ber om innsyn kan etter en vurdering få tilgang til informasjon fra databasen.

Din deltagelse er viktig. Vi oppfordrer alle om å delta, men ønsker du ikke å delta kan sporfilmene kastes sammen med annet plastavfall i husholdningen.

Bakgrunnsinformasjon

I alle boligene i denne undersøkelsen ble det gjennomført tiltak mot radon i 1999-2003. I nesten 80 % av boligene ble det gjort en oppfølgende måling i 2010. Du kan lese mer om dette på baksiden av den vedlagte veiledningen.

Har du spørsmål?

Ta gjerne kontakt med Strålevernet på e-post til radon@nrpa.no eller på telefon til Trine Kolstad (tlf. 67162588), Ingvild Engen Finne (67162543) eller sentralbord (67162500).

Vennlig hilsen

Per Strand
avdelingsdirektør

Hanne Kofstadmoen
avdelingsdirektør

Registreringsskjema

Fyll ut med blokkbokstaver:

Navn: _____

Adresse: _____

Gårdsnr: _____ Bruksnr: _____

Telefonnr: _____ e-post: _____

MÅLESTED 1.	MÅLESTED 2.
Sporfilm ID:.....	Sporfilm ID:.....
Start dato:..... Stopp dato:	Start dato:..... Stopp dato:
<u>Sett kryss</u>	<u>Sett kryss</u>
Etasje:	Etasje:
Rom type:	Rom type:
<input type="checkbox"/> Stue	<input type="checkbox"/> Stue
<input type="checkbox"/> Soverom	<input type="checkbox"/> Soverom
<input type="checkbox"/> Annet: _____	<input type="checkbox"/> Annet: _____
<input type="checkbox"/> Kjeller/sokkel	<input type="checkbox"/> Kjeller/sokkel
<input type="checkbox"/> 1.etasje	<input type="checkbox"/> 1.etasje
<input type="checkbox"/> 2.etasje	<input type="checkbox"/> 2.etasje
<input type="checkbox"/> Høyere	<input type="checkbox"/> Høyere
Lufting i rommet i måleperioden:	Lufting i rommet i måleperioden:
<input type="checkbox"/> Ingen lufting	<input type="checkbox"/> Ingen lufting
<input type="checkbox"/> 0-1 time	<input type="checkbox"/> 0-1 time
<input type="checkbox"/> 1-3 timer	<input type="checkbox"/> 1-3 timer
<input type="checkbox"/> 3-6 timer	<input type="checkbox"/> 3-6 timer
<input type="checkbox"/> 6-12 timer	<input type="checkbox"/> 6-12 timer
<input type="checkbox"/> Over 12 timer	<input type="checkbox"/> Over 12 timer

Nedenfor følger noen spørsmål om det er utført ytterligere tiltak i boligen etter 2000. Fyll ut så godt det lar seg gjøre. Sett ett eller flere kryss og angi årstall: Eventuelle kommentarer til tiltakene kan gis på neste side.

Tiltaksløsning	Tiltak utført etter 2000 (sett kryss)	Angi årstall
A. Pussing/tetting av vegg		
B. Tetting av sprekker i gulv, rørgjennomføringer eller sluk		
C. Tetting av tak/grunn i kryprom		
D. Legging av membran		
E. Støping av nytt gulv		
F. Tetting av overflate på tomt		
G. Innsetting/rengjøring av lufteluker		
H. Installering av balansert ventilasjonsanlegg		
I. Innvendig punktavsug/radonbrønn		
J. Utvendig punktavsug/radonbrønn		
K. Installering av vifter i kryprom		
L. Tiltak i vann		

Kommentar: _____

Ved installert balansert ventilasjonsanlegg (H).

Har det i perioden etter installasjon vært problemer med drift/vedlikehold eller er anlegget blitt byttet ut?

 Kommentar: _____

Ved installert innvendig eller utvendig punktavsug/radonbrønn (I-J).

Har det i perioden etter installasjon vært problemer med drift/vedlikehold eller er anlegget blitt byttet ut?

 Kommentar: _____

Ombygging og andre endringer.

Har det etter tiltak vært gjennomført ombygging, påbygging eller endring i ventilasjon (ventiler, ventilator eller ventilasjonssystem)?

	Ja	Nei	Kommentar:
Ombygging			
Påbygging			
Endring i ventilasjon			

Har dere målt radon i boligen i senere år? Hvis ja, vennligst beskriv nærmere:

Dato/år	Rom	Etasje	Radonkons.(Bq/m ³)	Årsmiddelverdi (Bq/m ³)

 Andre kommentarer: _____

Dato/signatur: _____

VEILEDNING FOR RADONMÅLING I BOLIG

- Målingen bør starte i dag, eller i løpet av noen få dager
- Klipp opp posen og ta ut de tosvarte sporfilmene.
- Plasser ut én sporfilm i et soverom, og én i stuen du oppholder deg mest, eller mål i de rom det er målt i tidligere.
- Du kan henge sporfilmen i en snor fra taket eller plassere den på en hylle eller lignende der den ikke er i veien og får ligge i ro.
- Sporfilmene bør ikke utsettes for luftstrømmer eller sterk varme. De skal derfor ikke plasseres i nærheten av dører, vinduer, ventilasjonsluker eller i nærheten av ovn eller peis (minst én meter fra). Avstand til vegg bør være minst 20 cm, og tak 30 cm. Detektorene skal ikke legges på gulvet.
- Sporfilmene må ikke tildekkes eller flyttes under måleperioden, men det er greit å lette på dem for å tørke støv og lignende.
- Husk å notere ned sporfilm ID og dato for målestart med en gang i vedlagte skjema. La sporfilmene ligge på samme sted og mål i 2 måneder.
- Send sporfilmene og utfylt skjema til Strålevernet i vedlagte returpose som er ferdigfrankert.
- Husk å notere ned dato for målestopp i skjemaet før du sender. Du vil motta en målerapport fra Strålevernet.



Detektorene er i ren plast og avgir ingen form for stråling og er ikke helsefarlig.

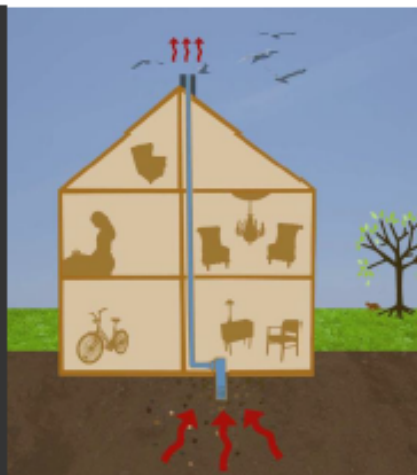
Ønsker du ikke å delta er det fint om sporfilmene kastes sammen med annet plastavfall i husholdningen.

Har du spørsmål kan du sende e-post til radon@nrpa.no eller ta kontakt med Statens strålevern på telefon 67 16 25 00

BAKRUNNSINFO

HVA ER RADON?

Radon er en radioaktiv edelgass som dannes kontinuerlig i grunnen fra uran. Gassen kan sive inn i bygninger gjennom utettheter i konstruksjonen og oppkonsentreres innendørs. Radon i inneluft kan over tid gi en økt risiko for å få lungekreft. Mer informasjon om radon finnes på Statens strålevernets nettside, <https://www.nrpa.no/radon>



I forbindelse med Nasjonal kreftplan ble det i 1999 satt i gang en femårig ordning med statlig tilskudd til tiltak mot radon i boliger.

Tilskuddsordningen 1999-2003 og de oppfølgende radonmålingene i 2010 resulterte i følgende:

- 900 huseiere fikk tilskudd til radontiltak i 1999-2003
- 450 av disse ble invitert til å delta i en oppfølgingsstudie i 2010
- Ca. 80 % responderte!
- Noen hadde gjort ytterligere tiltak etter at tilskuddsordningen terminerte

For 224 boliger har vi fullt datasett med målinger før tiltak, umiddelbart etter og i 2010. Resultatet finner du i tabellen under.

Tiltaksteknikk, antall boliger	Typisk reduksjon kort tid etter tiltak	Typisk reduksjon 7-10 år etter tiltak
Innvendig radonsug, 110 stk	60-90 %	40-90 %
Balansert ventilasjon, 60 stk	40-80 %	40-80 %
Kombinasjon av radonsug og balansert ventilasjon, 15 stk	70-90 %	40-90 %
Utvendig radonbrønn, 8 stk	0-100 %	0-100 %
Tetting, 15 stk	0-50 %	0-50 %
Andre, 16 stk	20-80 %	10-70 %
Alle, 224 stk	50-80 %	30-80 %

Konklusjon: Effekten av tiltaksordningen er litt redusert syv til ti år etter, men radonkonsentrasjonene er fortsatt typisk redusert 30-80 % sammenlignet med radonkonsentrasjonene før tiltak. Det er imidlertid viktig at boligeier følger opp boligen med kontrollmålinger.

Evalueringen av tiltakene som ble gjennomført i 1999-2003 kan du også lese mer om i Strålevern rapport 2006:7 «Tiltak mot radon i privatboliger» som kan lastes ned fra Statens strålevern sine nettsider, <https://www.nrpa.no/publikasjoner>



Grini næringspark 13 § Postboks 55 § 1361 Østerås § Tlf. 67 16 25 00 § www.stralevernet.no

ISSN 0804-4910 (print)
ISSN 1891-5205 (online)

dsa@dsa.no
+47 67 16 25 00
dsa.no

- 1 DSA-rapport 01-2019
Varighet av radoreduserende tiltak i boliger