

Kartlegging av radon i Vinje kommune



RaMAP



Statens
strålevern

Kartlegging av radon i Vinje kommune

RaMAP

Vinteren 2003 ble det gjennomført en kartlegging av radon i inneluft i Vinje kommune, i forbindelse med den landsomfattende undersøkelsen *RaMAP*. En andel på 11 % av kommunens husstander deltok i kartleggingen. Resultatene viser at 12 % av disse har en radonkonsentrasjon som er høyere enn anbefalt tiltaksnivå på 200 Bq/m³ luft, og gjennomsnittlig årsmiddelverdi av radon er beregnet til 105 Bq/m³.

Deler av Vinje kommune har et radonproblem. I områdene rundt Haukeligrend og Rauland er det høy sannsynlighet for forhøyde radonkonsentrasjoner, da flere enn 20 % av målingene er over 200 Bq/m³. I disse områdene anbefales det å gjøre oppfølgende målinger i alle boliger som har leilighet eller oppholdsrom i 1. etasje eller kjeller. Åmot og området rundt Krossen klassifiseres som områder med lav sannsynlighet for forhøyde radonverdier. Oppfølgingen i disse områdene kan begrenses til generell informasjon og veiledning til innbyggerne.

*Ane Jerstad
Camilla Lunder Jensen
Gro Beate Ramberg
Line Ruden
Katrine Ånestad
Terje Strand*

Kontaktperson i Vinje kommune:
Eystein Matheussen

1. INNLEDNING

1.1 Om radon

Radon (^{222}Rn) er et radioaktivt stoff som dannes naturlig ved desintegrasjon av radium (^{226}Ra), og som finnes i varierende mengder i berggrunn og jordsmonn. Radon er en edelgass, og har derfor liten evne til å danne kjemiske bindinger med andre stoffer. Radon frigjøres lett til jordluft, og ved utettheter i boligkonstruksjonen mot bakken kan gassen oppkonsentreres i inneluft. Radon brytes videre ned til de radioaktive isotopene av polonium, bly og vismut, som med et fellesnavn kalles radondøtre. Hvis radongass er tilstede i lufta dannes radondøtre kontinuerlig, og det er disse som gir stråledoser til lungene ved innånding.

Tiltaksnivå for radon i inneluft er 200 Bq/m^3 . I boliger med radonkonsentrasjon (årsmiddelverdi) mellom 200 og 400 Bq/m^3 bør enkle og billige tiltak gjennomføres. Hvis konsentrasjonen overstiger 400 Bq/m^3 bør mottiltak gjennomføres selv om det kan bli både omfattende og kostbart. Norge er et av landene i verden med høyest radonkonsentrasjon i inneluft. På bakgrunn av landsomfattende kartlegginger er det anslått at ca. 175 000 husstander har en radonkonsentrasjon i inneluft som er høyere enn anbefalt tiltaksgrense på 200 Bq/m^3 . Det er videre anslått at radonkonsentrasjonen i ca. 60 000 husstander ligger over 400 Bq/m^3 . Gjennomsnittelig radonkonsentrasjon i norske boliger er 88 Bq/m^3 .

Epidemiologiske undersøkelser har vist at opphold over flere år i innemiljøer med høye radonkonsentrasjoner gir økt risiko for utvikling av lungekreft. Grunnlaget for vurderingen av risiko ved radoneksponering er vesentlig styrket ved at resultatene av en fellesanalyse basert på de 13 største case-control studiene av radon og lungekreft i Europa ble publisert

(januar 2005). Analysen omfatter ca. 7000 lungekrefttilfeller og dobbelt så mange kontrollpersoner. Resultatene bekrefter de anslag av risiko som tidligere er gitt av blant annet Verdens helseorganisasjon (WHO) og Den internasjonale stråleverniskommisjon (ICRP). De risikoanslag som er gitt tyder på at radon i boliger er medvirkende årsak til ca. 14 % av alle nye lungekrefttilfeller i Norge. Dette ligger i øvre område av tidligere anslag (5-15 %). Studien viser også at risikoen ved radoneksponering er størst for røykere.

Mer informasjon om radon finnes på Strålevernets radonsider
<http://radon.nrpa.no>.

1.2 Bakgrunn for prosjektet

I 1998 vedtok Stortinget Nasjonal kreftplan. Planen innebar blant annet at arbeidet med radon skulle trappes opp. En tilskuddsordning for gjennomføring av tiltak mot radon i norske privatboliger ble etablert, og det ble avsatt 60 millioner kroner over en fireårsperiode for å støtte gjennomføring av radontiltak. I perioden fra ordningen trådte i kraft (sommeren 1999) fram til sommeren 2000 ble det behandlet svært få søknader i forhold til de midler som var avsatt. For at tilskuddsordningen skulle kunne fungere etter intensjonene var det nødvendig å øke oppslutningen. Det ble derfor omdisponert midler til gjennomføring av målrettede kartlegginger for å identifisere boliger med radonkonsentrasjon over tiltaksnivå, informasjonsrettede tiltak for å gjøre tilskuddsordningen bedre kjent, samt radonkurs for byggebransjen og kommunale saksbehandlere.

Kartleggingsprosjektet *Radon 2000/2001* startet opp i 2000 og omfattet radonmålinger i ca. 30 000 boliger i 114 kommuner (Strålevernrapport 2001:6). Utvalget var tilfeldig, og utgjorde ca. 2-10 % av boligmassen i den enkelte kommune.

Ytterligere 44 kommuner gjennomførte kartlegging av radon vinteren 2002-2003 gjennom kartleggingsprosjektet *RaMAP* (Strålværnsrapport 2003:9). Det ble foretatt måling av radon i ca. 8 500 boliger. Utvelgelsen av kommuner ble gjort på bakgrunn av tilgjengelige målinger i boliger, skoler/barnehager, yrkesbygg, samt målinger av radon i vann fra grunnvannskilder. I forbindelse med prosjektet ble det utviklet en mer effektiv metode for å finne fram til boliger med høye radonkonsentrasjoner i inneluft, hvor det i tillegg til tidligere målinger i området også ble tatt hensyn til befolkningstetthet og geologi.

2. GJENNOMFØRING

De neste avsnittene omhandler prosjektet *RaMAP* og kartleggingen av radon i Vinje kommune.

2.1 Deltagere

Utvelgelse av kommuner

Av de ca. 270 kommunene, som frem til sommeren 2002 ikke hadde oversikt over problemomfang av radon i inneluft, ble i første omgang de 50 antatt mest utsatte kommunene valgt ut for deltagelse i prosjektet. I tillegg ble det tatt et reserveutvalg på 20 kommuner for å dekke opp for kommuner som ikke ville delta. Ved utvelgelse og rangering av kommuner ble det tatt utgangspunkt i tidligere målinger av radon i inneluft og husholdningsvann. De viktigste kriteriene var:

- Nærhet til kommuner hvor det ble påvist høye radonkonsentrasjoner i forbindelse med kartlegginger av radon i inneluft i perioden 1992-99 og prosjektet Radon 2000/2001.
- Gjennomsnitts- og maksimalverdier av radon i inneluft i den landsomfattende undersøkelsen i 1987-89.

- Andel målinger over tiltaksnivå i 79 kommuner som deltok i radonkartlegging i 1984-86.
- Målinger over tiltaksnivå i forbindelse med kartlegging av radon i barnehager og skoler i perioden 1986-98.
- Andel målinger over tiltaksnivå (500 Bq/l) og maksimalverdier ved kartleggingen av radon i vann fra grunnvannskilder i perioden 1996-99.

Ved utvelgelse av kommunene ble det i mindre grad tatt hensyn til geologiske forhold. Tilgjengelig informasjon om geologi ble imidlertid benyttet for rangering av kommunene med hensyn til problemomfang. Kommunene ble rangert på to forskjellige måter:

- Rangering på bakgrunn av tidligere kartlegginger av radon i inneluft og husholdningsvann.
- Rangering på bakgrunn av berggrunnsgeologi og kvartærgeologi, kombinert med erfaringer fra tidligere undersøkelser av berggrunn med hensyn på radonrisiko.

Detaljer om rangeringen er gitt i egen rapport (Strand og Valen, 2003).

I alt 64 kommuner fikk tilbud om deltagelse i prosjektet, hvorav 44 kommuner svarte positivt.

Utvelgelse av boliger

For hver kommune ble det utarbeidet en individuell utvalgsstrategi. Målebehov ble fastsatt på bakgrunn av opplysninger om areal og befolkningsstørrelse. Måletettheten ble redusert noe i de tettest befolkede områdene, til fordel for områder med spredt bebyggelse. Tilsvarende ble områder med radiumholdige bergarter, bl.a. alunskifer og uranrike granitter, prioritert. Måletettheten ble også økt i områder med permeable løsmasser, hvor

transport av radonholdig jordluft fra store grunnvolum kan forekomme (Strand og Valen, 2003). Utvalgskriteriene for Vinje kommune er beskrevet i Vedlegg 4.

2.2 Utførelse

De utvalgte kommunene ble kontaktet med forespørsel om deltagelse. En kontaktperson fra hver kommune fikk detaljert innføring i hvordan prosjektet skulle gjennomføres, og den enkelte kommune valgte ut boliger etter en beskrivelse utarbeidet spesielt for hver kommune. Utvalgte boliginnehavere fikk tilsendt brev med forespørsel om deltagelse i prosjektet. CR-39 sporfilm og veiledning (Strålevernhefte 3) ble sendt til deltagerne. Det ble gjennomført måling av radon med kun én sporfilm i hver bolig, selv om det normalt anbefales måling i minst to oppholdsrom i boligen. I prosjektet var det midler til ca. 8500 målinger, og det ble vurdert at én måling i hver bolig ville gi en bedre oversikt enn to målinger i halvparten så mange boliger. Måling ble gjennomført i et daglig benyttet oppholdsrom (stue eller soverom), fortrinnsvis i laveste etasje. Sporfilmen ble returnert til sporfilmlaboratoriet ved Statens strålevern/Gammadata i Sverige for analyse etter ca. to måneder, sammen med utfylt registreringsskjema med opplysninger om bygningstekniske forhold og bruk av bolig (Vedlegg 2). I etterkant fikk hver boliginnehaver tilsendt rapport med måleresultat for egen bolig. Hver måleverdi ble korrigert til årsmiddelverdi etter prosedyre beskrevet i Strålevernhefte 3. Målt verdi i vintersesongen ble multiplisert med en faktor 0,75. Kommunen fikk tilsendt samlerapport med oversikt over alle resultatene i kommunen.

Etter at målingene var avsluttet ble kommunene invitert til et orienteringsmøte på Strålevernet, hvor det også deltok representanter fra Norges byggforskningsinstitutt og Husbanken. Det ble gitt en generell orientering om tolkning av måleresultater, gjennomføring av

tekniske utbedringstiltak og tilskudds-/låneordninger i forbindelse med gjennomføring av tiltak.

Kommuner med én eller flere enkeltverdier over 2000 Bq/m³ og/eller med mer enn 20 % av resultatene over anbefalt tiltaksnivå, fikk bistand til oppfølgende arbeid. Dette innebar bl.a. møte med kommunen og tilbud om befaringer i boliger med verdier over 2000 Bq/m³. Formålet med befaringene var å informere om radon og helserisiko, om prosessen i forbindelse med tiltak, om tilskuddsordningen, etc. Flere kommuner arrangerte folkemøter med orientering om resultater og informasjon om utbedringstiltak, samt planer for videre oppfølging i kommunen.

2.3 Utarbeidelse av kart

Alle norske boliger er identifisert med et unikt sett av gårds-, bruks- og bygningsnummer. Statens strålevern har utarbeidet radonkart for kommuner som har oppgitt de tre numrene for boliger der måling er foretatt. På basis av numrene er et sett GIS-koordinater gitt, og koordinatene kobles sammen med radonverdien for den enkelte bolig. Det foreligger to typer kart – områdekart og punktkart.

Områdekart utarbeides ved bruk av en forenklet metode. Kommunen deles inn i et rutenett der størrelsen på rutene varierer fra 0,5 km til 5 km avhengig av boligtetthet. Andel måleverdier over 200 Bq/m³ beregnes for hver rute, og ruten defineres i henhold til dette. Statens strålevern definerer områder der mer enn 20 % av målingene overstiger 200 Bq/m³ radon i luft som områder med høy sannsynlighet for forhøyde radonverdier (Strålevernhefte 17). Områder der mellom 5 % og 20 % av målingene viser radonkonsentrasjon over 200 Bq/m³, eller det er påvist enkelte verdier over 400 Bq/m³, defineres som områder med middels høy sannsynlighet for forhøyde radonverdier. Områder der

mindre enn 5 % av målingene viser mer enn 200 Bq/m³, og ingen målinger er over 400 Bq/m³, er områder med lav sannsynlighet for forhøyde radonverdier (Strålevernhefte 17). På kartene illustreres områdene som henholdsvis røde, gule og grønne områder. Prosedyren for å lage områdekart er et kompromiss mellom behovet for et tilstrekkelig antall måleresultater i et område, og faren med å karakterisere risiko i områder med få eller ingen målinger. Minimum antall målinger nødvendig for å definere et område er satt til 5 og 20 for henholdsvis røde og gule/grønne områder. Kartet beskriver sannsynlighet for at en bolig i et gitt område har forhøyet radonkonsentrasjon. Dette innebærer at det kan være boliger med høy konsentrasjon i grønne områder, mens det i røde områder er mange boliger med radonkonsentrasjon lavere enn 200 Bq/m³.

På punktkartene er hver bolig hvor det er foretatt en radonmåling avmerket som et punkt, som har en fargekode avhengig av radonkonsentrasjonen.

Kartene er utarbeidet på grunnlag av radonmålinger utført i forbindelse med RaMAP. Det er ikke tatt hensyn til geologi, bygningstekniske opplysninger eller andre måleresultater.

3. RESULTATER

Totalt ble det gjennomført måling i ca. 8 500 boliger fordelt på 44 kommuner. Resultatene viser at 18 % og 7 % av måleresultatene ligger over tiltaksnivåene på henholdsvis 200 Bq/m³ og 400 Bq/m³. En oversikt over resultatene i de 44 kommunene er gitt i Tabell 3, Vedlegg 1.

I dette avsnittet presenteres resultatene i Vinje kommune. Kartleggingen ble gjennomført i samarbeid med kommunens kontaktperson Eystein Matheussen.

Strategien for utvalg av boliger er beskrevet i Vedlegg 4.

3.1 Måleresultater

Målingene i Vinje kommune ble gjennomført i perioden fra midten av mars til midten av mai i 2003. De følgende beregninger, diskusjoner og konklusjoner er foretatt ut fra resultater for sporfilmer returnert innen tidsfristen. Dette utgjør 179 av totalt 187 utsendte sporfilmer.

Gjennomsnittlig årsmiddelverdi av radon er beregnet til 105 Bq/m³. Resultatene viser at 12 % av boligene har en radonkonsentrasjon høyere enn 200 Bq/m³, mens 4 % av boligene ligger over 400 Bq/m³. Det er tatt hensyn til geologi ved utvalg av boliger, og måleresultatene er derfor ikke direkte sammenlignbare med resultater fra kartlegginger der utvalget av boliger har vært tilfeldig.

Tabell 1: Resultater i forbindelse med prosjektet RaMAP for Vinje kommune.*

| | |
|--|-----------------------|
| Gjennomsnittlig årsmiddelverdi | 105 Bq/m ³ |
| Andel målinger med radonverdi mellom 200-400 Bq/m ³ | 8 % |
| Andel målinger med radonverdi over 400 Bq/m ³ | 4 % |
| Høyeste verdi | 970 Bq/m ³ |
| Antall målinger | 179 |
| Målt andel av boligmassen | 11 % |

**) Resultatene er ikke sammenlignbare med resultater fra kartlegginger der utvalget av boliger er tilfeldig.*

3.2 Radonkart

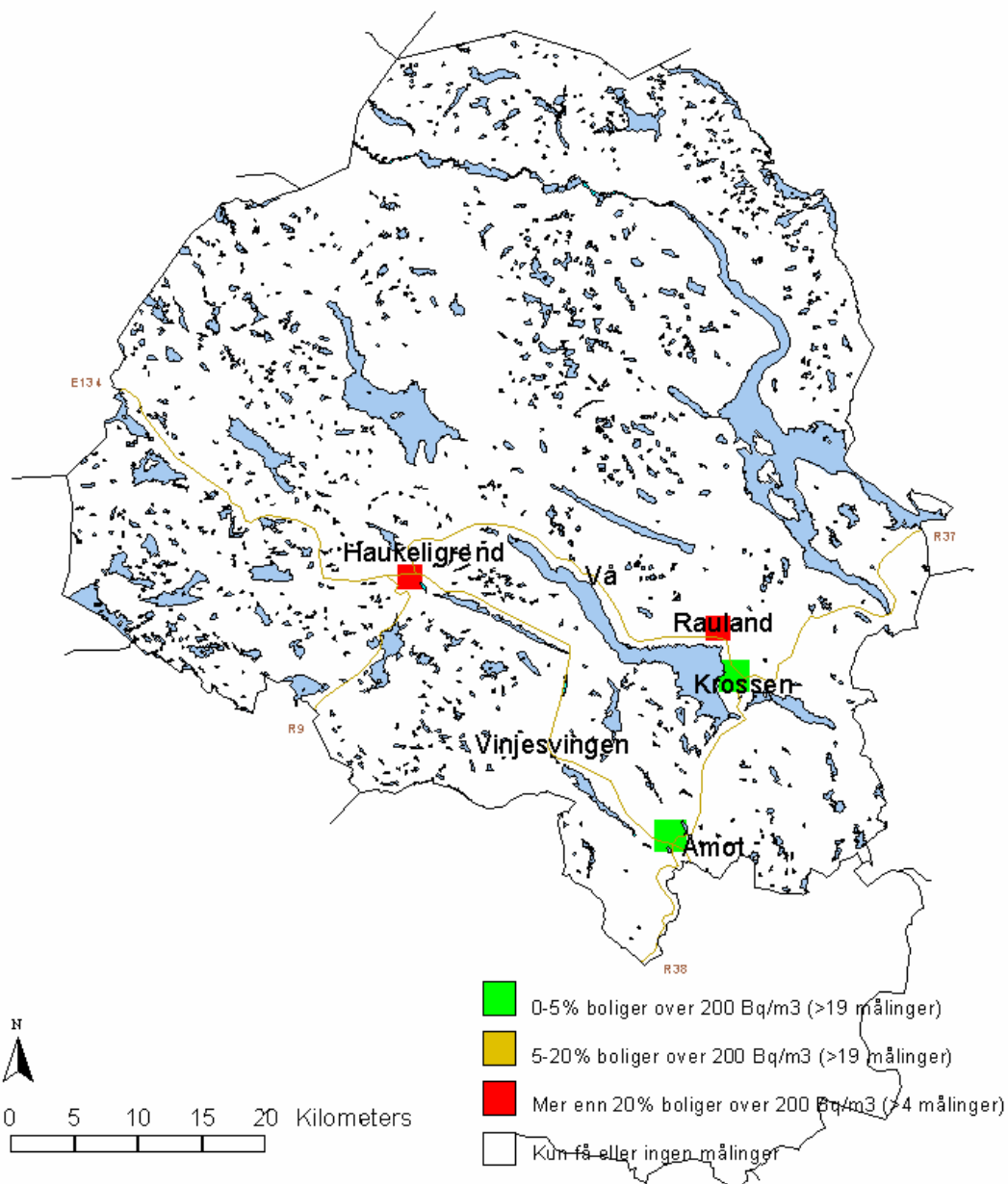
For å få en bedre oversikt over hvordan måleresultatene fordeler seg i kommunen er det utarbeidet to typer radonkart – punktkart og områdekart. Punktkartet er anbefalt kun til bruk internt i kommunen, og er ikke trykket i denne rapporten da det kan være mulig å identifisere de enkelte boligene. Områdekartet gir grunnlag for å anslå sannsynligheten for at en bolig

Kartlegging av radon i Vinje kommune

innenfor et gitt område har forhøyet radonkonsentrasjon. Figur 1 viser områdekart for Vinje kommune. Størrelsen på rutene er 2000 x 2000 m² og 2500 x 2500 m² for henholdsvis røde og grønne områder.

Områdene rundt Haukeligrend og Rauland har høy sannsynlighet for forhøyde

radonkonsentrasjoner (røde områder). Åmot og området rundt Krossen har lav sannsynlighet for høye radonverdier (grønne områder). I resten av kommunen er ikke antall målinger tilstrekkelig til at sannsynlighet for høye radonkonsentrasjoner kan anslås. Flere boliger i Vinjesvingen og Vå har imidlertid måleverdier over 200 Bq/m³.



Figur 1: Områdekart for Vinje kommune, basert på målinger i forbindelse med prosjektet RaMAP. Kartet er utarbeidet på grunnlag av målinger i 175 boliger.

3.3 Bygningstekniske opplysninger

Tidligere undersøkelser viser at boligtype, byggeår, kjellertype, grunnmur, vannforsyning og måleetasje er parametere som har betydning for radonkonsentrasjonen i en bolig. Bygningstekniske opplysninger og radonverdier for boliger i Vinje kommune er gitt i Tabell 2.

Ikke alle boliginnehavere har fylt ut alle punkter i registreringsskjemaet (Vedlegg 2), og det vil følgelig være enkelte mangler og varierende antall tilbakemeldinger innenfor de forskjellige kategoriene. I tillegg vil tabellen også kunne inneholde data fra sporfilmer som kom inn etter at beregningene i Tabell 1 ble foretatt.

Bygningstekniske opplysninger og radonverdier for samtlige boliger i RaMAP (8500) er gitt i Tabell 4, Vedlegg 3.

Tabell 2: Bygningstekniske opplysninger (hentet fra boliginnehavernes registreringsskjemaer) og radonverdier, Vinje kommune.

| Kategori | Beskrivelse | Antall | Årsmiddel-verdi (Bq/m ³) | Andel målinger mellom 200-400 Bq/m ³ (%) | Andel målinger over 400 Bq/m ³ (%) |
|----------------|--------------------------------|--------|--------------------------------------|---|---|
| Byggeår | eldre enn 1960 | 63 | 111 | 11 | 3 |
| | f.o.m. 1960 til 1970 | 21 | 91 | 10 | 0 |
| | f.o.m. 1970 til 1980 | 30 | 102 | 13 | 0 |
| | f.o.m. 1980 til 1990 | 35 | 129 | 3 | 11 |
| | f.o.m. 1990 til 2000 | 19 | 95 | 5 | 5 |
| | f.o.m. 2000 og nyere | 3 | 50 | 0 | 0 |
| Boligtype | Enebolig | 176 | 107 | 9 | 4 |
| | Rekkehus/vertikal tomannsbolig | 1 | 20 | 0 | 0 |
| | Horisontal tomannsbolig | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Blokkleilighet | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Terrasseleilighet | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Annen boligtype | 1 | 30 | 0 | 0 |
| Kjellertype | Ingen kjeller | 14 | 81 | 7 | 0 |
| | Kryprom | 16 | 57 | 6 | 0 |
| | Kjeller under deler av huset | 56 | 117 | 9 | 5 |
| | Kjeller under hele huset | 83 | 116 | 10 | 5 |
| Grunnmur | Mur av lettklinker | 88 | 120 | 8 | 7 |
| | Støpt grunnmur | 49 | 92 | 8 | 0 |
| | Naturstein | 20 | 113 | 15 | 5 |
| | Annen grunnmur | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Måleetasje | Kjeller/sokkeletasje | 34 | 152 | 12 | 9 |
| | 1. etasje | 116 | 99 | 9 | 3 |
| | 2. etasje | 6 | 48 | 0 | 0 |
| | Høyere enn 2. etasje | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Vann-forsyning | Fra vannverk | 57 | 89 | 11 | 0 |
| | Overflatevann | 56 | 137 | 5 | 11 |
| | Privat borebrønn | 65 | 88 | 9 | 0 |

4. DISKUSJON

I forbindelse med prosjektet ble det utviklet en metode for utvelgelse av boliger der det ble tatt hensyn til befolkningstetthet og geologi. Resultatene viser at 18 % og 7 % av boligene i de 44 kommunene i RaMAP (totalt ca. 8500 boliger) har radonverdi høyere enn henholdsvis 200 Bq/m³ og 400 Bq/m³. Denne andelen er dobbelt så høy som for landet som helhet. Det å ta hensyn til befolkningstetthet og geologi ved utvelgelse av boliger, medførte at flere boliger med høy radonverdi ble identifisert, og metoden viste seg dermed å være effektiv.

Gjennomsnittlig radonkonsentrasjon i Vinje kommune er 105 Bq/m³, og ligger noe over landsgjennomsnittet på 88 Bq/m³. Andel målinger over anbefalt tiltaksnivå på 200 Bq/m³ for kommunen ligger på 12 %, mens tilsvarende tall på landsbasis er 9 %. Tallene kan imidlertid ikke sammenliknes direkte, p.g.a. at det er tatt hensyn til geologi ved utvalg av boliger i kommunen. Resultatene, sammen med områdekart (Figur 1) og punktkart, tyder på at Vinje kommune har et stedvis radonproblem.

4.1 Radonkart

I områdene rundt Haukeligrend og Rauland er det høy sannsynlighet for forhøyde radonkonsentrasjoner, da over 20 % av målingene ligger over 200 Bq/m³. Flere boliger i Vinjesvingen og Vå har radonverdier over 200 Bq/m³, men antall målinger er ikke tilstrekkelig til at sannsynligheten for høye radonverdier i områdene kan defineres. I Åmot og i området rundt Krossen er det lav sannsynlighet for forhøyde radonkonsentrasjoner, da under 5 % av målingene viser verdier over 200 Bq/m³.

I utvalgsstrategien for Vinje kommune (Vedlegg 4) er to områder sør for Øygarden markert, hvor det på grunnlag av geologi ble forventet høye konsentrasjoner

av radon. Med unntak av én måling er det ikke funnet verdier over 200 Bq/m³ i disse områdene. Antall målinger er imidlertid ikke tilstrekkelige til å definere sannsynligheten for forhøyde radonverdier i de utvalgte områdene.

4.2 Bygningstekniske opplysninger

Det er kjent fra tidligere undersøkelser at forhøyet konsentrasjon av radon kan ha sammenheng med bygningstekniske forhold. Bygningstekniske opplysninger og radonverdi for alle boliger i RaMAP, totalt ca 8500, er gitt i Tabell 3, Vedlegg 4. Tabellen viser at måleetasje er det eneste bygningstekniske forhold hvor det er en klar sammenheng. Gjennomsnittlig årsmiddelverdi for radonkonsentrasjonen er høyest i laveste etasje og avtar jo høyere opp i etasjene målingen er foretatt. 29 % av målingene foretatt i kjeller ligger over 200 Bq/m³, mens tilsvarende tall for 1. etasje er 14 % (Tabell 4, Vedlegg 3). Dette er i samsvar med erfaringer fra tidligere prosjekter (SIS-rapport 1991:3).

Kommunen anbefales å sammenlikne bygningsdata for boliger med høy kontra lav radonkonsentrasjon for å finne eventuelle fellestrekk mellom boliger med høy radonkonsentrasjon. For kommuner med få boliger innenfor hver bygningsteknisk kategori vil feilaktige og/eller mangelfulle opplysninger kunne få stor betydning. Interessante avvik kan enten bli forsterket eller visket ut, og kan gi et uriktig bilde av sammenhengen mellom radonkonsentrasjon og bygningstekniske kriterier.

4.3 Geologi

Byggegrunnen regnes som den viktigste kilden til forhøyet konsentrasjon av radon i boliger, sammen med byggeskikk og bygningsteknikk. Områder med radiumrike bergarter (f.eks. alunskifer, granitter og pegmatitter) og/eller permeable løsmasser (breelv- eller elveavsetninger) er de mest radonutsatte (Sundal et al 2004). Kommunen anbefales derfor å

sammenstille måledata fra denne rapporten med tilgjengelig geologisk informasjon.

5. KONKLUSJON

Gjennomsnittlig årsmiddelverdi av radon for Vinje kommune er beregnet til 105 Bq/m^3 , og 12 % av boligene har radonverdi høyere enn anbefalt tiltaksnivå på 200 Bq/m^3 . Vinje kommune har et stedvis radonproblem.

Det er tatt hensyn til geologi ved utvalg av boliger, og måleresultatene er derfor ikke direkte sammenlignbare med resultater fra kartlegginger der utvalget av boliger har vært tilfeldig. I de utvalgte områdene hvor det på grunnlag av geologiske opplysninger var forventet høye radonkonsentrasjoner, er det ikke gjennomført mange nok målinger til å fastslå sannsynligheten for høye radonkonsentrasjoner.

Områder der mer enn 20 % av målingene overstiger 200 Bq/m^3 radon i luft defineres som områder med høy sannsynlighet for forhøyde radonverdier (Strålevernhefte 17). I Vinje kommune gjelder dette områdene rundt Haukeligrend og Rauland. I disse områdene anbefaler Strålevernet gjennomføring av oppfølgende målinger i alle boliger som har leilighet eller oppholdsrom i 1. etasje eller underetasje. Kommunen bør også vurdere å gjennomføre målinger i laveste etasje i yrkesbygg, skoler, barnehager og andre offentlige/kommunale bygg i områder med høy sannsynlighet for forhøyde radonverdier.

Områder der mellom 5 % og 20 % av målingene viser radonkonsentrasjon over 200 Bq/m^3 , eller det er påvist enkelte verdier over 400 Bq/m^3 , defineres som områder med middels høy sannsynlighet for forhøyde radonverdier. I disse områdene bør det gjøres oppfølgende målinger i utvalgte boliger (Strålevernhefte 17). Tas datasettet for hele RaMAP i

betraktning er det ett bygningsteknisk forhold som ser ut til å være felles for boliger hvor radonkonsentrasjonen overstiger tiltaksnivå. Dette gjelder boliger som har oppholdsrom i kjeller/sokkeletasje (Tabell 4). Anbefalt oppfølging i områder med middels høy sannsynlighet for forhøyde radonverdier er derfor målinger i alle boliger som har oppholdsrom i laveste etasje. Ingen områder i Vinje kommune er definert med middels høy sannsynlighet for forhøyde radonkonsentrasjoner.

Områder der mindre enn 5 % av målingene viser mer enn 200 Bq/m^3 , og ingen målinger er over 400 Bq/m^3 , defineres som områder med lav sannsynlighet for forhøyde radonverdier (Strålevernhefte 17). Oppfølging fra kommunens side kan i disse områdene begrenses til generell informasjon og veiledning. Åmot og området rundt Krossen har lav sannsynlighet for forhøyde radonkonsentrasjoner.

I store deler av Vinje kommune er det foretatt for få målinger til at sannsynligheten for forhøyde radonkonsentrasjoner kan anslås. Flere boliger i Vinjesvingen og Vå har imidlertid måleverdier over tiltaksgrensen på 200 Bq/m^3 .

Generelt anbefales det å gjennomføre forebyggende tiltak mot radon ved nybygg, spesielt i områder med stor og middels stor sannsynlighet for radonkonsentrasjoner høyere enn 200 Bq/m^3 .

REFERANSER

Darby S med flere: *Radon in homes and risk of lung cancer: collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies*, BMJ International, <http://bmj.bmjjournal.com>, bmj 2005;330:223 (29 January).

Jensen CL, Strand T, Ramberg G, Ruden L, Ånestad K, *The Norwegian Radon Mapping and Remediation Program*, Proc. 11th. Int. cong. of the int.rad.prot.association, Madrid, Spain 23.-28. May 2004.

Lind B, Strand T, *Radon in tap water from drilled wells in Norway*, Proceedings; International symposium on radon and radon reduction technology, Minneapolis, 1992. Washington DC.: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, 1992.

Strand T, Green BMR, Lomas PR, Magnus K, Stranden E, *Radon i norske boliger*, Statens inst. for strålehygiene, Rapport 1991:3, 35 s.

Strand T, Green BMR, Lomas PR, *Radon in Norwegian dwellings*, Radiat Prot Dosim 45(1/4), s. 503-508, 1992.

Strand T, Heiberg A, Thommesen G, *Radon concentrations in the 1998 Norwegian housing stock*, Proc. Radon in the Living Environm, Athen, Hellas, 19.-23.april, 1999.

Strand T og Valen V, *Kartlegging av radon i boliger 2002/2003 – RaMap. Delrapport i forbindelse med utvelgelse av kommuner og utarbeidelse av kartleggingsstrategi*, Sørlandskonsult, 2003, 49 s.

Strand T, Lunder Jensen C, Ramberg G B, Ruden L, Ånestad K. *Kartlegging av radon i 44 kommuner 2003. Kort presentasjon av resultatene*. StrålevernRapport 2003.

Strand T, Ånestad K, Ruden L, Ramberg GB, Jensen CL, Wiig AH, Thommesen G, *Kartlegging av radon i 114 kommuner. Kort presentasjon*. StrålevernRapport 2001:6, 14 s.

Stranden E, *Radon-222 in Norwegian dwellings*, Proc. Radon and Its Decay Products – Occurrence, Properties and Health Effects, New York, 13. – 18. april, 1986, American Chemical Society, symposium series 331, Washington DC, 1987.

Stranden E, Strand T, *Radon in an alum-shale rich Norwegian area*, Radiat.Prot.Dosim 24(1/4), s. 367-370, 1988.

Strålevernhefte 3, *Måling av radon i inneluft og undersøkelser av byggegrunn*, Statens strålevern, november 1996, 16 s.

Strålevernhefte 5, *Anbefalte tiltaksnivåer for radon i bo- og arbeidsmiljø*, Statens strålevern, oktober 1998, 10 s.

Strålevernhefte 9, *Radon i inneluft – helserisiko, målinger og mottiltak*, Statens strålevern, februar 1996, 24 s.

Strålevernhefte 17, *Kartlegging av radon i boliger*, Statens strålevern, oktober 1998, 18 s.

Sundal AV, Henriksen H, Soldal O, Strand T, *The influence of geological factors on indoor radon concentrations in Norway*, Science of the Total Environment 328, s. 41-53, 2004.

Vedlegg 1

Tabell 3: Kartlegging av radon i 44 kommuner, resultater fra det landsomfattende kartleggingsprosjektet RaMAP. *

| Kommune-nummer | Kommune | Folketall 01.01.03 | Antall boliger målt | Gjennomsnitt (Bq/m ³) | Andel mellom 200 - 400 Bq/m ³ | Andel over 400 Bq/m ³ | Høyeste verdi Bq/m ³ |
|----------------|---------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|--|----------------------------------|---------------------------------|
| 0214 | Ås | 14 227 | 313 | 96 | 9 % | 1 % | 520 |
| 0233 | Nittedal | 19 300 | 349 | 165 | 18 % | 9 % | 1500 |
| 0239 | Hurdal | 2 664 | 126 | 158 | 15 % | 6 % | 1300 |
| 0402 | Kongsvinger | 17 348 | 309 | 124 | 6 % | 3 % | 6300 |
| 0423 | Grue | 5 395 | 146 | 48 | 3 % | 1 % | 500 |
| 0425 | Åsnes | 7 977 | 231 | 62 | 1 % | 1 % | 1000 |
| 0426 | Våler | 4 002 | 134 | 57 | 2 % | 2 % | 580 |
| 0430 | Stor-Elvdal | 2 888 | 231 | 70 | 3 % | 4 % | 2300 |
| 0514 | Lom | 2 481 | 158 | 109 | 10 % | 4 % | 900 |
| 0532 | Jevnaker | 6 299 | 217 | 75 | 4 % | 1 % | 560 |
| 0534 | Gran | 13 085 | 373 | 307 | 17 % | 16 % | 9800 |
| 0541 | Etnedal | 1 427 | 94 | 208 | 17 % | 15 % | 1400 |
| 0542 | Nord-Aurdal | 6 567 | 234 | 223 | 18 % | 14 % | 2200 |
| 0543 | Vestre Slidre | 2 282 | 122 | 176 | 25 % | 7 % | 800 |
| 0545 | Vang | 1 636 | 143 | 130 | 5 % | 5 % | 3540 |
| 0617 | Gol | 4 379 | 199 | 292 | 28 % | 20 % | 3100 |
| 0620 | Hol | 4 582 | 200 | 190 | 22 % | 11 % | 1500 |
| 0622 | Krødsherad | 2 213 | 104 | 82 | 5 % | 1 % | 470 |
| 0626 | Lier | 21 638 | 347 | 190 | 20 % | 10 % | 1800 |
| 0627 | Røyken | 16 941 | 215 | 219 | 18 % | 14 % | 1500 |
| 0711 | Svelvik | 6 436 | 181 | 154 | 10 % | 7 % | 1500 |
| 0713 | Sande | 7 554 | 230 | 146 | 13 % | 6 % | 2200 |
| 0728 | Lardal | 2 406 | 114 | 104 | 6 % | 2 % | 700 |
| 0829 | Kviteseid | 2 647 | 143 | 195 | 7 % | 9 % | 4300 |
| 0831 | Fyresdal | 1 310 | 106 | 179 | 14 % | 12 % | 1200 |
| 0834 | Vinje | 3 812 | 179 | 105 | 8 % | 4 % | 970 |
| 1032 | Lyngdal | 7 163 | 160 | 107 | 3 % | 4 % | 4290 |
| 1046 | Sirdal | 1 786 | 93 | 58 | 1 % | 1 % | 820 |
| 1129 | Forsand | 1 076 | 52 | 658 | 23 % | 21 % | 18000 |
| 1133 | Hjelmeland | 2 708 | 128 | 182 | 13 % | 10 % | 2900 |
| 1154 | Vindafjord | 4 776 | 135 | 76 | 5 % | 2 % | 540 |
| 1228 | Odda | 7 513 | 214 | 221 | 17 % | 11 % | 4120 |
| 1232 | Eidfjord | 915 | 92 | 544 | 26 % | 37 % | 4400 |
| 1238 | Kvam | 8 467 | 279 | 47 | 3 % | 1 % | 510 |
| 1421 | Aurland | 1 781 | 104 | 512 | 19 % | 29 % | 4600 |
| 1426 | Luster | 4 926 | 242 | 143 | 13 % | 7 % | 3070 |
| 1635 | Rennebu | 2 660 | 113 | 64 | 5 % | 0 % | 330 |
| 1664 | Selbu | 3 973 | 199 | 70 | 4 % | 2 % | 780 |
| 1736 | Snåsa | 2 312 | 204 | 150 | 15 % | 5 % | 5000 |
| 1738 | Lierne | 1 552 | 115 | 111 | 5 % | 4 % | 2200 |
| 1833 | Rana | 25 313 | 343 | 78 | 6 % | 2 % | 1100 |
| 1840 | Saltdal | 4 834 | 179 | 326 | 19 % | 14 % | 10000 |
| 1850 | Tysfjord | 2 241 | 121 | 70 | 3 % | 3 % | 1400 |
| 2012 | Alta | 17 359 | 406 | 89 | 6 % | 4 % | 1900 |

*)Utvalget av boliger i denne kartleggingen er vektet i forhold til geologi og/eller befolkningstetthet, og måleresultatene er derfor ikke sammenlignbare med kartlegginger der utvalget av boliger er tilfeldig.

Vedlegg 2

VENNLIGST SKRIV MED BLOKKBOKSTAVER

1. Navn: _____

2. Adresse: _____

3. Postnummer: _____

4. Sted: _____

5. Gårdsnr: _____ 6. Bruksnr: _____

7. Bygningsnr: _____

8. Tlf. priv. _____ 9. Tlf. arb. _____

10. Kommune: _____

MÅLESTED: Sporfilmkode: _____

Startdato: _____ (dd/mm/åå)

Sluttdato: _____ (dd/mm/åå)

Type rom:

Stue/ dagligstue

Soverom

Annet: _____

Etasje:

Kjeller/sokkeletasje

1. etasje

2. etasje

Høyere

Daglig lufting i rommet under måleperioden:

ingen lufting 1-3 timer 6-12 timer

0-1 timer 3-6 timer over 12 timer

11. Ventilasjon i boligen:

Naturlig ventilasjon (avtrekkskanaler fra våtrommene over tak og lufterventiler i vinduer/yttervegger).

Mekanisk avtrekksventilasjon (vifte som trekker luften ut fra våtrommene med lufterventiler i vinduer/yttervegger)

Balansert mekanisk ventilasjon (vifte som trekker luften ut fra våtrom og vifte som blåser frisk luft inn i oppholdsrommene)

12. Fødselsår til alle personer som bor i boligen: _____

13. I hvilken etasje ligger boliginnehavers soverom?

14. Luftes dette soverommet om natten vinterstid?

Ja Nei Av og til

15. Er det soverom i laveste etasje som er bruk?

Ja Nei

16. Totalt antall etasjer, inkludert kjeller/sokkel: _____

17. Hvis huset har kjeller, er det åpen løsning opp til 1. etasje?

Ja Nei

18. I hvilken etasje ligger stue/dagligstue? _____

19. Boligtype:

Frittliggende enebolig

Rekkehus eller vertikaldelt tomannsbolig

Horisontaldelt tomannsbolig

Blokkleilighet, etasje: _____

Terrasseleilighet, etasje: _____

Annen boligtype

20. Byggeår: _____

21. Hvilket år flyttet De inn i boligen? _____

22. Er det gjennomført etterisolering og/eller ombygging av boligen?

Ja, år: _____ Nei Vet ikke

23. Benyttes ved- eller oljefyring som viktigste oppvarmingskilde? Ja Nei

24. Byggmateriale yttervegger - hovedetasje:

Tre

Mur/betong/teglstein

Lettklinkerblokker (f.eks. Leca)

Annet

25. Byggmateriale grunnmur - kjeller/sokkeletasje:

Lettklinkerblokker (f.eks. Leca)

Støpt grunnmur

Naturstein

Annet

26. Dersom lettklinkerblokker (f.eks. Leca) er benyttet: Er det noen vegger som ikke er pusset på både innsiden og utsiden?

Ja Nei Vet ikke

27. Kjellertype:

Ingen kjeller

Kjeller under deler av huset

Kryprom

Kjeller under hele huset

28. Hvor stor andel av ytterveggene i kjeller/sokkeletasje er under bakkenivå?

0 ¼ ½ ¾ Hele

29. Er det støpt gulv (betonggulv) i etasjen nærmest bakken?

Ja Nei Vet ikke

30. Er det tidligere gjennomført radonmålinger i boligen?

Ja Nei Vet ikke

31. Er det gjennomført tiltak mot radon i boligen?

Ja Nei Vet ikke

32. Er det blitt målt høye radonkonsentrasjoner i nabolaget?

Ja Nei Vet ikke

33. Vannforsyning:

Fra vannverk

Overflatevann (gravd brønn, elv, innsjø, cisterne)

Fra privat borebrønn (grunnvann)

Vedlegg 3

Tabell 4: Bygningstekniske opplysninger (hentet fra boliginnhavernes registreringskjemaer) og radonverdier, for alle boliger i RaMAP.

| Kategori | Beskrivelse | Antall | Årsmiddelverdi (Bq/m ³) | Andel målinger 200-399 Bq/m ³ (%) | Andel målinger ≥400 Bq/m ³ (%) |
|---------------|--------------------------------|--------|-------------------------------------|--|---|
| Byggeår | eldre enn 1960 | 2436 | 147 | 8 | 6 |
| | f.o.m. 1960 til 1970 | 1069 | 141 | 9 | 7 |
| | f.o.m. 1970 til 1980 | 1850 | 146 | 12 | 7 |
| | f.o.m. 1980 til 1990 | 1780 | 173 | 14 | 8 |
| | f.o.m. 1990 til 2000 | 732 | 166 | 14 | 8 |
| | f.o.m. 2000 og nyere | 194 | 166 | 13 | 8 |
| Bolitgtype | Enebolig | 8073 | 154 | 11 | 7 |
| | Rekkehus/vertikal tomannsbolig | 146 | 161 | 8 | 7 |
| | Horisontal tomannsbolig | 59 | 210 | 14 | 14 |
| | Blokkleilighet | 11 | 59 | 0 | 0 |
| | Terrasseleilighet | 1 | 170 | 0 | 0 |
| | Annen boligtype | 50 | 107 | 4 | 4 |
| Kjellertype | Ingen kjeller | 863 | 158 | 13 | 7 |
| | Kryprom | 371 | 96 | 6 | 5 |
| | Kjeller under deler av huset | 1867 | 157 | 10 | 8 |
| | Kjeller under hele huset | 4783 | 159 | 12 | 7 |
| Grunnmur | Mur av lettklinker | 3230 | 154 | 12 | 7 |
| | Støpt grunnmur | 3329 | 153 | 10 | 7 |
| | Naturstein | 552 | 143 | 9 | 6 |
| | Annen grunnmur | 265 | 117 | 11 | 5 |
| Måleetasje | Kjeller/sokkeletasje | 1995 | 236 | 16 | 13 |
| | 1. etasje | 5000 | 127 | 9 | 5 |
| | 2. etasje | 176 | 124 | 8 | 4 |
| | Høyere enn 2. etasje | 4 | 50 | 0 | 0 |
| Vannforsyning | Fra vannverk | 5700 | 152 | 11 | 7 |
| | Overflatevann | 1129 | 152 | 9 | 8 |
| | Privat borebrønn | 1380 | 162 | 11 | 7 |

Utvalgsstrategi for Vinje kommune

Vinje kommune har 3850 innbyggere, hvorav 14,7 % (523) bor i tettstedet Åmot som har en befolkningstetthet på 595 pr. km². Kommunen har en utstrekning på 3.117 km² og er en av de største i Sør-Norge. Deler av kommunen er imidlertid ikke befolket, men likevel vil det bli nødvendig å ta hensyn til arealet ved fastsettelse av antall målinger. Det anbefales at det gjøres målinger i minimum 220 boliger (av 1583 – dvs. 13,9 %). Åmot utgjør en liten del av kommunen og har relativt lav befolkningstetthet. Det anbefales derfor ikke å redusere måletettheten i Åmot. Målingene fordeles likt over hele kommunen ved tilfeldig utvalg fra hele boligmassen.

Deltagerandelen vil erfaringsmessig være ca. 2/3 av antallet som blir forespurt. Dette innebærer at det bør sendes ut forespørsel via brev til 50 % flere enn målebehovet. **Vinje kommune bør derfor sende ut forespørsler til 330 tilfeldige boliginnehavere i hele kommunen.**

I tillegg til dette er det gjort en vurdering av kommunens geologi, og det er funnet frem til områder som antas å være mer utsatt med hensyn på radonproblemer enn andre. Dette gjelder områdene som er markert med rødt på illustrasjonen under. Kommunen anmodes derfor til å sørge for at minst 10 målinger gjennomføres i hver av disse områdene, i de tilfellene der dette er mulig. (Dersom det tilfeldige utvalget gir flere målinger i disse områdene er dette bare en fordel.)

