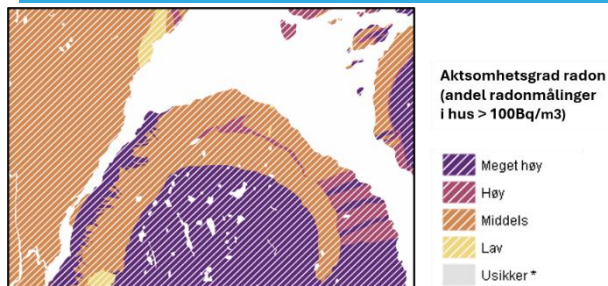
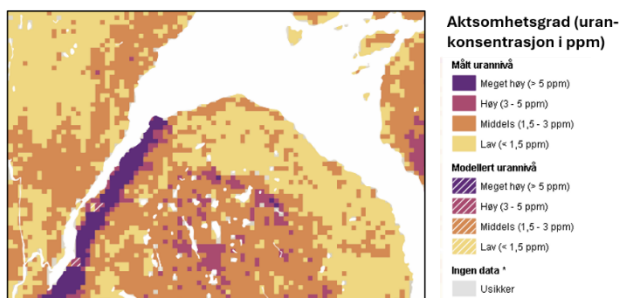


PRODUKTARK: Nasjonalt aktsomhetskart for radon

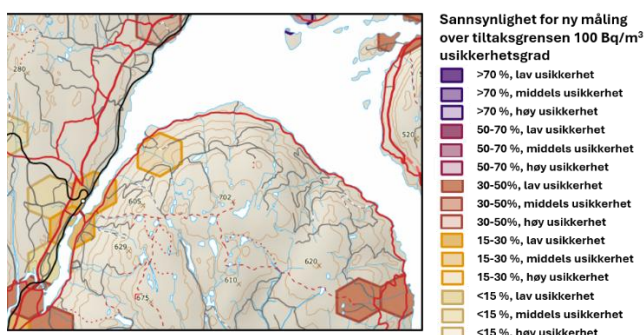
BESKRIVELSE



Figur 1. Aktsomhetskart for radon



Figur 2. Aktsomhetskart for uran



Figur 3. Hexagon kartlag

Nasjonalt aktsomhetskart for radonkartlag nr.1, Fig. 1) er et modellert kart som viser hvilke områder i Norge som kan være mer radonutsatt enn andre. Modellen er basert på tre hoveddatakilder: (i) inneluftmålinger av radon, (ii) fly-, helikopter- og bakkemålinger av uran, (iii) kunnskap om geologiske forhold.

Inneluftmålingene er hentet fra Direktoratet for strålevern og atomsikkerhets (DSA) radondatabase. Den inneholder inneluftmålinger fra kartlegginger gjennomført av DSA, i tillegg til en del målinger innrapportert av private målefirma. I noen områder i Norge er mange boliger målt for radon, i andre få eller ingen. Heller ikke er hele landet dekket med flybårne målinger av uran. Dette kartet er derfor utviklet ved at kunnskap om målt urankonsentrasjon i jordoverflate og andel høye radonkonsentrasjoner i boliger som ligger på kjent geologi er overført til andre områder med tilsvarende geologiske forhold.

Det modellerte radonaktsomhetskartet har fire fargekodede aktsomhetsklasser: «lav», «middels», «høy» og «meget høy». Modellert aktsomhet for radon har i tillegg egen, ufarget klasse (grå) for de få enhetene som anses som usikre (ingen inneluftmålinger av radon) eller mangler tilstrekkelig data (bergartstyper med en svært begrenset utbredelse).

I tillegg til det modellerte aktsomhetskartet finnes det to kartlag som kan benyttes for ytterligere å kunne gjøre vurderinger med hensyn på radon:

- (1) Radon Inneluftmålinger: Inneluftmålinger av radon er framstilt som heksagon-kartlag og viser sannsynlighet for at en ny inneluftmåling av radon tatt innenfor heksagonen vil ligge over tiltaksgrense på 100 Bq/m³ som definert av Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA).
- (2) Aktsomhetskart for uran: Fly- og helikoptermålinger av uran i de delene av landet hvor disse foreligger.



Inneluftsmålinger (nr. 2; Fig. 3) har fem klasser som er fargekodet etter sannsynlighet for overskridelse av 100 Bq/m³ ved ny inneluftmåling: «under 15 %», «15 til 30 %», «30 til 50 %», «50 til 70 %», «over 70 %». I tillegg er hver sannsynlighetsgrad delt inn i tre usikkerhetsnivåer: lav (usikkerhet <30 %), middels (30-60 %) og høy (>60 %) der økt gjennomsiktighet indikerer høyere usikkerhet. Usikkerhet har sammenheng med hvor mange inneluftsmålinger som er gjort innenfor et heksagon.

Kartlaget for fly- og helikoptermålinger av uran (nr. 3; Fig. 2) er inndelt i aktsomhetsklasser på samme måte som radonaktsomhetskartet, dvs. «lav», «middels», «høy» og «meget høy».

FORMÅL/BRUKSOMRÅDE

Formålet med kartet er å redusere helseeffekter fra radon. Radon er en usynlig og luktfri radioaktiv gass som dannes naturlig i grunnen. Når den siver inn og samler seg i bygninger, kan den medføre helserisiko, hovedsakelig i form av økt risiko for lungekreft. Risikoen øker med både konsentrasjonen av radon og varigheten av opphold i bygninger med forhøyede nivåer. Kombinasjonen av radoneksponering og røyking er særlig helseskadelig.

Radonaktsomhetskartet egner seg ikke til å bestemme hvorvidt en bolig eller arbeidsplass bør måles. DSA anbefaler alle å måle boligen sin (med unntak for leiligheter i boligblokker fra tredje etasje og oppover). I skoler, barnehager og utleieboliger er det pålagt å måle radon.

Det nasjonale aktsomhetskartet for radon gir et grunnlag for en første vurdering av radonfare. I områder med høy eller meget høy aktsomhet, ev. høy sannsynlighet for overskridelse av tiltaksgrensen for radon, bør kommunen undersøke om det er behov for å følge opp radonproblematikken i henhold til plan og bygningsloven og folkehelseloven med forskrifter.

Nasjonalt aktsomhetskart for radon

Det mest pålitelige datagrunnlaget for vurdering av radonfare er langtidsmålinger av radon i inneluft. I aktsomhetskartet er disse anonymisert og generalisert i form av et heksagonrutenett (kartlag nr. 2; Fig. 3), der hver heksagon dekker et område på omtrent 2,5 km på tvers, tilsvarende ca. 4 km². Radonkartet viser gjennomsnittlig sannsynlighet for radon over tiltaksgrense (100 Bq/m³) i større områder, og det er viktig å merke seg at det ikke kan brukes til å forutsi radonkonsentrasjonen i enkeltbygninger. Den eneste sikre måten å fastslå radonnivået i en bygning på, er å foreta en måling. Radonnivået innendørs avhenger i tillegg til geologiske forhold også av bygningens konstruksjon, ventilasjon, og kvaliteten på eventuelle radonforebyggende tiltak.

Kilden til radon er uran i berggrunnen, og det er den lokale geologien som avgjør hvor mye radon som kan frigjøres og sive inn i bygninger. Bergarter som alunskifer, granitt og granittiske gneiser har ofte høyere uraninnhold enn andre bergarter. Aktsomhet for uran (kartlag nr. 2; Fig. 2) gir derfor en indirekte indikasjon på mulig radonfare. Modellert aktsomhetskart for radon (Fig. 1) kombinerer informasjon om berggrunnsgeologi og uraninnhold på regional skala for å estimere radonfare over hele landet. Geologiske kart gir likevel et forenklet bilde av de faktiske forholdene, og urankonsentrasjonen kan variere betydelig innen samme bergart. Grensene mellom ulike bergarter er heller ikke alltid presist kartlagt, og målestokken på det geologiske kartgrunnlaget (1:250.000) gjør at kartet ikke egner seg for vurderinger på enkelttomter eller små boligfelt.

Løsmasstype kan påvirke hvor utsatt et område er for radon i inneluft. Det ble av praktiske årsaker valgt å modellere aktsomhet for radon basert på geologisk berggrunn uten hensyn til løsmassedekker. Dette valget ble gjort primært på grunn av utilstrekkelig dekning med løsmassekart og data om permeabilitet. Det tas også forbehold om at den underliggende modellen bak aktsomhetskartet ikke er ment for å forutsi effekten av tilkjørte masser på



radonrisiko. Modellert aktsomhet for radon er mest relevant for styring av oppfølgingskartlegginger og utvikling av retningslinjer for ny boligbygging.

Hver av de modellerte aktsomhetsklassene for radon kjennetegnes av en viss prosentandel radonmålinger i inneluft som ligger over tiltaksgrensen på 100 Bq/m³.

Aktsomhet for radon	Andel radonmålinger i inneluft >100 Bq/m ³ , %
Lav	<8
Middels	8-28
Høy	29-48
Meget høy	>48

Modellert aktsomhetskart for radon er fremstilt med skravur for å understreke usikkerheten knyttet til de predikerte verdiene. Samtidig må det tas i betraktning at flybårne uranmålinger kun gjenspeiler uraninnholdet i overflatenær berggrunn og løsmasser, og ikke nødvendigvis under bakkenivå. Ved inngrep i terrenget, som graving, planering eller sprengning, kan det derfor være hensiktsmessig å vurdere om større vekt bør legges på modellert aktsomhet for radon, enn på aktsomhet for uran (kartlag nr. 3; Fig. 2), avhengig av lokale forhold.

Aktsomhetsklassene for uran (kartlag nr. 2; Fig. 2) er definert ut ifra urankonsentrasjon i berggrunnen beregnet fra flybårne radiometriske målinger.

Aktsomhet for uran	Målt urankonsentrasjon, ppm
Lav	<1,6
Middels	1,6-3
Høy	3,1-5
Meget høy	>5

Aktsomhetskartet er et modellbasert hjelpemiddel. Det vil derfor kunne forekomme bygninger med forhøyede radonkonsentrasjoner også i områder som er klassifisert med lav eller moderat aktsomhet, men sannsynligheten for radonproblemer varierer

Nasjonalt aktsomhetskart for radon mellom områdene. I soner med høy eller svært høy aktsomhet er det overveiende sannsynlig at området er mer utsatt enn normalt. DSA anbefaler likevel at det alltid gjennomføres nærmere undersøkelser og målinger før et område eventuelt registreres som hensynssone for radon.

EIER/KONTAKTPERSON

Norges geologiske undersøkelse
Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet (DSA)
Datateknisk: xxx, wmsdrift@ngu.no
Fagekspert: Marco Brønner, Marco.Bronner@ngu.no
Ingvild Engen Finne, Ingvild.Finne@dsa.no

DATASETTOPPLØSNING

Modellert aktsomhet radon
Målestokktall: 250.000
Aktsomhet uran
Oppløsning: 250 m
Radon i inneluft
H3-heksagon rutenett: nivå 7 heksagoner, ca. 4 km²

UTSTREKNINGSINFORMASJON

Utstrekningsbeskrivelse

Fastlands-Norge og øyer langs kysten.

KILDER OG METODE

Fremstilling av datasett

Aktsomhetsgrad for radon og sannsynlighet for overskridelse av 100 Bq/m³ ved ny måling blir estimert ved å undersøke forholdet mellom innendørs radonmålinger, fly- og bakkemålinger av uran samt regional berggrunnsgeologi.

Data

Fire datasett er brukt som grunnlag for analysene. Urankartet for Norge er basert på gammaspektrometriske (AGRS) målinger innsamlet og forvaltet av Norges geologiske undersøkelse (NGU). Datagrunnlaget er et vektet gjennomsnitt av den totale gammastrålingen fra bakken innenfor et



rutenett med 250 meters oppløsning.

Uranksentrasjon ble deretter inndelt i fire aktsomhetsklasser: lav ($\leq 1,5$ ppm), moderat (1,6 - 3,0 ppm), høy (3,1 - 5,0 ppm) og meget høy (> 5 ppm) (Wang et al. 2023).

I tillegg ble det benyttet bakkemålinger av uran fra til sammen 11 100 bergartsprøver samlet over hele landet. Uraninnholdet (i ppm) ble analysert ved NGUs laboratorium ved hjelp av induktivt koblet plasma-massespektrometri (ICP-MS).

Det berggrunnsgeologiske grunnlaget bygger på NGUs nasjonale berggrunnskart, sammenstilt i regional målestokk 1:250.000. Kartet omfatter over 30 000 berggrunnspolygoner klassifisert i 107 litologiske enheter, som til sammen gir et representativt bilde av den geologiske variasjonen i landet.

Videre ble over 133.000 langtidsmålinger av radonkonsentrasjon i inneluft benyttet. Måleseriene er samlet inn av DSA i perioden 1996–2024 og dekker hele landet. De individuelle målingene til ca. 51 000 boliger er georeferert.

Hvis det fantes målinger fra flere etasjer i en bygning, ble den høyeste verdien (Bq/m^3) brukt som måling for bygningen.

Metode

Modellert aktsomhetskart for radon ble laget ved å beregne gjennomsnittsverdier for hver av de 78 berggrunnsenheter som fantes i alle tre datasett: fly- og bakkemålinger av uran, og radonmålinger i inneluft. De resterende 27 enhetene ble samlet under klassene «mangler tilstrekkelig data» (13 bergartstyper med begrenset utbredelse) og «usikker» (14 bergartstyper uten registrerte radonmålinger i inneluft).

Radonmålingene innendørs ble samlet og gruppert etter berggrunnsenhet. For hver enhet ble det beregnet hvor stor andel av målingene som lå på 100 Bq/m^3 eller høyere, som er tiltaksgrensen DSA har fastsatt for alle oppholdsrom i alle bygninger.

Nasjonalt aktsomhetskart for radon

Berggrunnsenheter ble deretter inndelt i aktsomhetsklasser etter uran- og radonverdier ved en kombinasjon av to metoder for klyngeanalyse – self-organizing maps og K-means klyngeanalyse. Analysen resulterte i 10 K-means klynger, som ble gruppert inn i fire aktsomhetsgrader: «lav», «middels», «høy» og «meget høy».

Heksagonrutenett (Inneluftmålinger) bruker Bayesiansk statistikk for å beregne hvor stor sjansen er for at radonnivået er høyere enn tiltaksgrensen på 100 Bq/m^3 . Beregningen tar utgangspunkt i tidligere radonmålinger fra områder med lik berggrunn (såkalt prior sannsynlighet).

Hvis det finnes flere enn 30 målinger av radon i den aktuelle berggrunnsenheten lokalt, brukes disse som grunnlag. Hvis det finnes færre, brukes i stedet alle radonmålinger fra samme berggrunnstype i hele landet. Lokale målinger har mer vekt enn målinger på landsbasis.

Prior-sannsynligheten blir deretter kombinert med målinger som finnes i selve heksagonen. Dette gir en oppdatert sannsynlighet, såkalt posterior-sannsynlighet, med en nedre og øvre grense som viser usikkerhet (usikkerhetsintervall). Det forventes at en ny innendørsmåling av radon med 95% sjanse vil ligge innenfor dette intervallet.

Sannsynligheten gjelder for årsmiddelverdien av radon. Årsmiddelverdien kan enten måles direkte ved en måling som varer ett år, eller beregnes ved å bruke omregningstall fra en vintermåling som varer i minst to måneder.

Posterior-sannsynlighet er inndelt i fem fargekodede klasser: «under 15%», «15 til 30%», «30 til 50%», «50 til 70%», «over 70%». Usikkerhetsintervall er inndelt i tre klasser: «lav $<30\%$ », «middels 30-60%» og «høy $>60\%$ » som symboliseres med gjennomsiktighet og (valgfritt) skravur.



Referanser

Statens strålevern, 2013. Måleprosedyre for radon i boliger (fastsatt av Statens strålevern 22.11.2013).
https://www.dsa.no/publikasjoner/maleprosedyre-for-radon-i-boliger/Maleprosedyre_radon_boliger_2013.pdf.

Wang, Y., Paasche, H., Baranwal, V.C., Dumais, M-A., Stampolidis, A., Ofstad, F. and Brønner, M., 2023. Extrapolating a uranium map of Norway: Implications for country-scale geogenic radon risk mapping. Environmental Advances, Volume 14, 2023, 100436.
<https://doi.org/10.1016/j.envadv.2023.100436>.

Zubkov, P., Wang, Y., Finne, I., & Brønner, M. 2025. From Uranium to Radon: Making Better Radon Maps for Norway. 17th International Workshop GARRM (Geological Aspects of Radon Risk Mapping). 16-18 September 2025, Prague, Czech Republic.

AJOURFØRING OG OPPDATERING

Dataene vil være tilgjengelig inntil de blir erstattet av nye. Kartet vil bli oppdatert når datagrunnlaget er tilstrekkelig for et nytt kartprodukt.

LEVERANSEBESKRIVELSE

Format (Versjon)

- ESRI File Geodatabase
- GeoPackage

Projeksjoner

UTM sone 32, 33 eller 35 (EUREF89)

UTM sone 32, 33 eller 35 (WGS84)

Geografiske koordinater bredde/lengde (WGS84)

Tilgangsrestriksjoner

Informasjon tilgjengeligjøres under [Norsk lisens for offentlige data \(NLOD\)](#).

Ved bruk av informasjon fra Norges geologiske undersøkelse (NGU), skal følgende tekst alltid oppgis:

"Inneholder data under Norsk lisens for offentlige data (NLOD) tilgjengeliggjort av Norges geologiske undersøkelse (NGU)".

Tjeneste

Datasettet inngår i WMS-tjenesten
RadonUranAktsomhetWMS.

Formell beskrivelse av tjenesten (capabilities):

<https://geo.ngu.no/mapserver/RadonUranAktsomhetWMS?SERVICE=WMS&VERSION=1.3.0&REQUEST=GetCapabilities>

OBJEKTTYPELISTE

- RadonAktsomhet
- RadonInneluftmålingSannsynlighet
- UranAktsomhet

EGENSKAPSLISTE

- radonAktsomhetGrad
- radonInneluftmålingSannsynlighet
- radonInneluftmålingUsikkerhet
- radonUranDatametode
- uranAktsomhetGrad

LENKER

- [Norsk lisens for offentlige data \(NLOD\)](#)
<https://data.norge.no/nlod/no/>