

151

# oppdragsmelding

Deponi for lavt og middelaktivt  
radioaktivt avfall  
Konsekvensutredning: miljø

Jørn Thomassen (red.)



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Deponi for lavt og middelaktivt  
radioaktivt avfall  
Konsekvensutredning: miljø

Jørn Thomassen (red.)

# NINA-Oppdragsmelding 151



## NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING  
NORWEGIAN INSTITUTE FOR NATURE RESEARCH

ISSN: 0802-4103

ISBN: 82-426-0269-7

Tilgjengelighet: Åpen etter  
1. november 1992

<b>Tittel</b> Deponi for lavt og middelaktivt radioaktivt avfall - konsekvensutredning: Miljø		<b>Dato</b> 15.09.92
<b>Forfatter(e)</b> Jørn Thomassen (red.)		<b>Antall sider:</b> 25
<b>Prosjektnummer</b> A-91110	<b>Oppdragsgiver</b> Statens bygge- og eiendomsdirektorat	<b>Ansvarlig sign.</b> <i>Karl Baadsvik</i> Karl Baadsvik

### Referat

På oppdrag fra Statens bygge- og eiendomsdirektorat har NINA utført en konsekvensutredning for deponi av lavt og middelaktivt radioaktivt avfall i Norge. Utredningen omfatter temaene dyreliv, planteliv, Breimosen naturreservat og friluftsliv. I tillegg vurderes problematikken omkring stråling og miljøkonsekvenser. I tillegg til noen få befaringer til de tre lokalisering-alternativene er arbeidet basert på eksisterende informasjon fra litteratur og samtaler med nøkkelpersoner innen forvaltning og organisasjoner. På bakgrunn av den informasjonen NINA har hatt tilgjengelig er det liten sannsynlighet for negative konsekvenser for miljøet, bortsett fra for friluftsliv hvor de psykologiske effektene av et deponi kan føre til en reduksjon i områdets attraktivitet og potensiale for utøvelse av friluftsliv. Det anbefales at denne problematikken, sammen med stråling/miljø og uhell tas opp til nærmere vurderinger/undersøkelser.

### 3 Stikkord

### 3 Keywords

KU-miljø	EIA - Environmental impact assessment
Radioaktivitet	Radioactivity
Deponi	Deposition

Thomassen, J. (Red.) 1992. Deponi for lavt og middelaktivt radioaktivt avfall. Konsekvensutredning: Miljø. – NINA Oppdragsmelding 151: 25s.

Copyright (C) NINA  
Norsk institutt for naturforskning  
Publikasjonen kan siteres fritt  
med kildeangivelse.

Opplag: 60

Kontaktadresse:  
NINA  
Tungasletta 2  
7005 Trondheim  
Tlf.: (07) 58 05 00  
Fax.: (07) 91 54 33  
Telex: 65065 NINA N

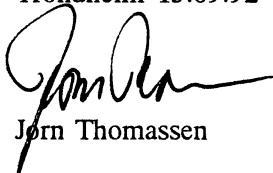
## Forord

På oppdrag fra Statens bygge- og eiendomsdirektorat (SBED) har Norsk institutt for naturforskning (NINA) gjennomført en konsekvensutredning for deponi av lavt og middelaktivt radioaktivt avfall i Norge.

Konsekvensutredningen dekker bare en del av et større utreningsprogram, og vil inngå som grunnlagsmateriale i SBEDs egen utarbeiding av konsekvensutredning for deponiplanene.

Det er satt av liten tid til denne konsekvensutredningen, og arbeidet bærer naturlig nok preg av dette, ved at man ikke har hatt muligheter til å gå i dybden for noen av de fagtema som er utredet. Særlig innenfor friluftsliv mener vi at det burde vært avsatt betydelig større ressurser, både av tid og penger, for på en faglig forsvarlig måte å fange opp en komplisert problematikk det nå bare har vært såvidt mulig å berøre.

Trondheim 15.09.92



Jørn Thomassen

## Innhold

	side
<b>1. Sammen drag</b>	<b>1</b>
<b>2. Innledning</b>	<b>3</b>
<b>3. Dyreliv</b>	<b>5</b>
3.1 Kukollen	5
3.1.1 Nå-situasjonen	5
3.1.2 Påvirkning i anleggs-, drifts- og deponifase	5
3.1.3 Konsekvenser Kukollen	5
3.1.4 Avbøtende tiltak	5
3.2 Himdalen	6
3.2.1 Nå-situasjonen	6
3.2.2 Påvirkning i anleggs-, drifts- og deponifase	6
3.2.3 Konsekvenser Himdalen	6
3.2.4 Avbøtende tiltak	6
<b>4. Planteliv</b>	<b>7</b>
4.1 Kukollen	7
4.1.1 Nå-situasjonen	7
4.1.2 Konsekvenser Kukollen	8
4.2 Himdalen	8
4.2.1 Nå-situasjonen	8
4.2.2 Konsekvenser Himdalen	10
4.2.3 Oppfølgende undersøkelser	10
<b>5. Breimosen naturreservat</b>	<b>11</b>
5.1 Beskrivelse av Breimosen naturreservat	11
5.2 Konsekvenser Breimosen	11
5.3 Oppfølgende undersøkelser	11
<b>6. Friluftsliv</b>	<b>12</b>
6.1 Innledning	12
6.1.1 Friluftsliv og inngrep	12
6.1.2 Reaksjoner på radioaktivitet/lagring av radioaktivt avfall	12
6.2 Kukollen	13
6.2.1 Dagens bruk av området	13
6.2.2 Påvirkning i anleggs-, drifts- og deponifase	13
6.2.3 Konsekvenser Kukollen	14
6.2.4 Konklusjoner Kukollen	14
6.2.5 Avbøtende tiltak	14
6.3 Himdalen	15
6.3.1 Dagens bruk av området	15
6.3.2 Påvirkning i anleggs-, drifts- og deponifase	15

	side	
6.3.3	Konsekvenser Himdalen	15
6.3.4	Konklusjoner Himdalen	15
6.3.5	Avbøtende tiltak	15
6.4	Killingdal	16
6.4.1	Dagens bruk av området	16
6.4.2	Påvirkning i anleggs-, drifts- og deponifase	17
6.4.3	Konsekvenser Killingdal	17
6.4.4	Konklusjoner Killingdal	18
6.4.5	Avbøtende tiltak	18
6.5	Oppfølgende undersøkelser	18
6.6	Muntlige kilder	19
<b>7.</b>	<b>Stråling og miljø</b>	<b>20</b>
7.1	Effekter av ioniserende stråling på populasjoner	20
7.2	Eksponeringsveier for radioaktivitet i naturen	20
7.3	Virkninger av ulike radionuklider	21
7.4	Mulige miljøeffekter knyttet til deponering av radioaktivt avfall	22
7.4.1	Effekter knyttet til selve deponiet	22
7.4.2	Effekter knyttet til transport	22
<b>8.</b>	<b>Litteratur</b>	<b>23</b>
<b>Appendiks 1: Forklaring av begreper innen radioaktivitet</b>		<b>25</b>

## 1. Sammendrag

### 1.1 Dyreliv

#### Kukollen og Himdalen

Informasjon om dyrelivet er basert på viltområdekart for området. Kukollen, Himdalen og områdene omkring har gode bestander av skogsfugl. Videre er det registrert flere arter av hekkende rovfugl. Elg og rådyr er vanlig forekommende hjorteviltarter. Det mangler informasjon om småfugl og småviltarter samt insekter i det aktuelle området.

Ut fra eksisterende informasjon vil ikke etablering av et deponi for radioaktivt avfall føre til nevneverdige konsekvenser for dyrelivet på noen av lokalitetene. Ingen spesielle arter ser ut til å bli negativt påvirket. Viktige biotoper blir ikke berørt, og konsekvensene for økosystemet blir minimale.

Det anbefales at større anleggsarbeider unngås i april/mai for å unngå forstyrrelser i hekketida til rovfugl og i spilltida til skogsfugl. Videre bør elforsyning til anlegget føres gjennom jordkabel for å unngå kollisjon mellom kraftlinjer og fugl.

### 1.2 Planteliv

#### Kukollen og Himdalen

Informasjon om plantelivet er framkommet på grunnlag av befarings 20. august i år. Berggrunnen i og omkring Kukollen er hard granittisk gneis med nesten ingen tendenser til forvitring. Floraen er derfor ekstremt artsfattig, og det finnes ingen arter som indikerer noe rikere jordsmonn.

Himdalen er en trang sprekkdal dannet i en forkastning i NV-SØ-retning. Bergarten er mylonitt, en sterkt metamorfosert og laminert gneis. Vegetasjonen er sterkt preget av de topografiske forholdene med våtmarksvegetasjon i dalbunnen og barskog i dalsider og åser. Enkelte plantearter indikerer noe rikere jordsmonn.

For Kukollen-alternativet kan vegetasjonen karakte-

riseses som triviell østlandsvegetasjon uten spesiell verneverdi. de negative konsekvensene for plantelivet vil være helt minimale både i et lokalt og regionalt perspektiv.

Himdalen er mer interessant og lite utforsket botanisk. Det er liten kulturpåvirkning og anlegg og anleggsvirksomhet vil virke sjenerende uavhengig av innslagsalternativ. Det nordre innslagsalternativet vurderes som best. Det ligger nær eksisterende veg og samtidig utenfor dreneringsområdene for våtmarkene. Ingen verdifulle vegetasjonstyper blir berørt. Det søndre alternativet forlanger en 70 m lang ny vei som vil ødelegge myrvegetasjonen lokalt, og kan forstyrre dreneringsforholdene over større områder. Selve innslaget vil ikke vedrøre vegetasjon av nevneverdig interesse.

### 1.3 Breimosen naturreservat

Ut fra beliggenheten av Breimosen er det ikke noe som tilsier at reservatet skulle bli berørt verken av selve deponiet eller anleggsvirksomheten. Myra ligger atskilt fra Mjøsjøvegen ved et høydedrag. Dreneringen er hovedsakelig mot sørøst slik at fuktighetsforløpet helt unngår noen av de partiene som måtte bli berørt rundt Kukollen.

### 1.4 Friluftsliv

#### Kukollen

Området rundt Kukollen brukes relativt mye av lokalbefolkningen (vesentlig i Fet kommune) til ulike former for dagsturer. Noe bruk er også knyttet til hytter og lengre opphold i forbindelse med jakt. Området har variert natur med store innslag av vann og har høy egnethet for enkelt, ikke-tilrettelagt friluftsliv. Anleggs- og deponifase vil ha direkte innvirkning på enkelte hytteeiere og ferdsel i områdene umiddelbart rundt Kukollen.

Den største negative effekten blir trolig knyttet til psykologiske virkninger av at radioaktivt avfall finnes i området. En slik effekt kan vanskelig vurderes uten nærmere undersøkelser, men det berørte området vil etter all sannsynlighet rekke utover selve Kukollen som geografisk lokalitet. Området synes å



ha lokal og regional funksjon som friluftsområde og et eventuelt deponi vil sannsynligvis omfordele bruken av området noe.

Atkomsten til området for friluftslivsutøvere bør sikres under anleggsfasen, om ikke annet ved at all transport unngås i perioder hvor det er mye fritidsbruk (helger, ferier osv.). For å møte psykologiske reaksjoner fra brukere bør det utarbeides og iverksettes informasjonstiltak som både når lokale brukere og tilreisende. Det bør informeres om alternative bruksområder for friluftsliv i Fet/Sørum med omtrent de samme aktivitets- og opplevelsesmuligheter.

### Himdalen

Deler av selve Himdalen i snever forstand er av noe verdi for friluftsliv. Dalen brukes ellers først og fremst ved ferdsel til omkringliggende områder eller gjennomfart. Området vest for Himdalen er viktig for mange former for friluftsliv og mosjonsaktiviteter. Dette området kan påvirkes betydelig, særlig i psykologisk forstand ved plassering av et eventuelt lager. Himdalen i snever forstand (strengt geografisk avgrenset) virker mindre attraktivt enn Kukollen området for friluftslivsinteressene.

Det må sikres tilgjengelighet til området i utbygging- og deponiperioden. Informasjon om lagringen til brukerne og evt. alternative områder må utarbeides.

Transport til og fra lager bør muligens foregå fra sør (Aurskog-Høland), altså ikke fra Ulverud i nord som er korteste vei. Dette vil skjerme Bølertjern og deler av de vestre områdene i noen grad. Vi har imidlertid ikke vurdert hvilke konsekvenser dette vil påføre andre områder lenger sør.

### Killingdal

Området rundt Killingdal gruver (Bjørgåsen) er et rimelig godt besøkt tur- og jakt-område, med betydelige zoologiske og botaniske verdier. Tilgang til og bruk av området nær gruva blir endel hindret i en anleggs- og driftsfasen, men med unntak for hyteeierne er det alternative friluftsområder i nærheten. De største negative virkningene for friluftslivet ved et eventuelt deponi vil imidlertid trolig være av psykologisk og mer generell art rettet mot et større område. Profileringen av kommunen som "Vill-

markskommunen" i Trøndelagsregionen vil bli skadelidende, og et inntrykk av kommunen som lagersted for radioaktivt avfall vil sannsynligvis redusere dens attraktivitet for turister.

De berørte friluftslivsmulighetene er knyttet til alpine, sårbare miljøer og dyrearter, som særlig regnes som sårbare i forbindelse med radioaktiv forurensning. De negative virkninger for friluftsliv og naturbasert turisme vil med stor sannsynlighet være meget betydelige, dersom et deponi for lavt og middelsaktivt radioaktivt avfall legges til Killingdal.

Atkomsten til Killingdal (turterreng og hytteområde) må sikres i en anleggs- og driftsperiode ved at det bygges egen vei dit, adskilt fra veien til anleggsområdet eller at det sørges for muligheter for sambruk av eksisterende veg. De psykologiske reaksjonene mot deponiet kan trolig reduseres med godt tilrettelagt informasjon. På bakgrunn av investeringene i kommunen som villmarkskommune, og ut ifra den allerede eksisterende motstanden i lokalmiljøet, vil dette muligens ha begrenset virkning, og kanskje heller ikke være ønskelig i forhold til satsing på turisme.

## 1.5 Stråling og miljø

Det synes å være forsvinnende små sjanser for at et deponi for lav- og middelaktivt atomavfall vil representere noen miljømessig risiko. Om noe av radioaktiviteten skulle slippe ut av deponiet og tas opp i naturlige organismer, vil effektene av de enkelte nuklidene på en gitt organisme være høyst forskjellige, avhengig av kvaliteten på den strålingen de sender ut.

Muligheten for spredning av betydelige aktivitetsmengder i naturmiljøet ligger i eventuelle trafikulykker med eksplosjonsartet brann som følge. I et slikt tilfelle virker det ikke usannsynlig at en god del aktivitet kan frigjøres til luft – selv om avfallet i seg selv ikke er brennbart. Som det går fram av rapportene fra Statens Atomtilsyn, er sannsynligheten for en slik ulykke svært liten, men den er åpenbart større ved 430 km transportdistanse enn ved 20 km. Det er ikke mulig helt å avskrive miljøeffekter av en slik hendelse før dette punktet eventuelt er bedre utredet.

## 2. Innledning

Eksisterende lager for lavt og middelaktivt radioaktivt avfall i Norge, ved Institutt for energiteknikk (IFE) på Kjeller, har ikke kapasitet til å motta avfall lenger enn til årsskiftet 1993/94.

Planene om etablering av et nytt deponi har gitt følgende lokaliseringalternativer:

- \* Killingdal gruver  
(Holtålen kommune)
- \* Kukollen  
(Sørum kommune)
- \* Himdalen  
(Aurskog/Høland kommune)

For Himdalen-alternativet er det to innslagsmuligheter, slik at det samlet skal konsekvensutredes fire lokaliteter.

På bakgrunn av melding om tiltaket og høringsuttalelser etter offentlig ettersyn, er det igangsatt en konsekvensutredning (KU) for de tre hovedlokaliseringalternativene. NINA har fått i oppdrag å utarbeide KU for følgende tema i utredningsprogrammet:

- \* Dyreliv
- \* Planteliv
- \* Breimosen naturreservat
- \* Friluftsliv
- \* Stråling og miljø

Ikke alle tema skal utredes for hvert lokaliseringalternativ. For friluftsliv skal alle tre alternativene utredes, dyre- og planteliv skal utredes bare for Kukollen og Himdalen, mens stråling og miljørisiko er en generell tilnærming og mer uavhengig av lokaliseringalternativene.

Konsekvensutredningen har følgende generelle rammer:

- \* Den skal baseres på foreliggende kunnskap og materiale, i første rekke hos miljøvernavdelingene, i kommunene og fylkeskommunene. Frivillige organ-

isasjoner vil også være viktige informanter.

- \* Berørt område, eller influensområdet, for hvert av lokaliseringalternativene omfatter:

- arealbeslaget for lageret
- veganlegg
- massedeponi
- eventuelt andre aktiviteter som følge av anlegget.

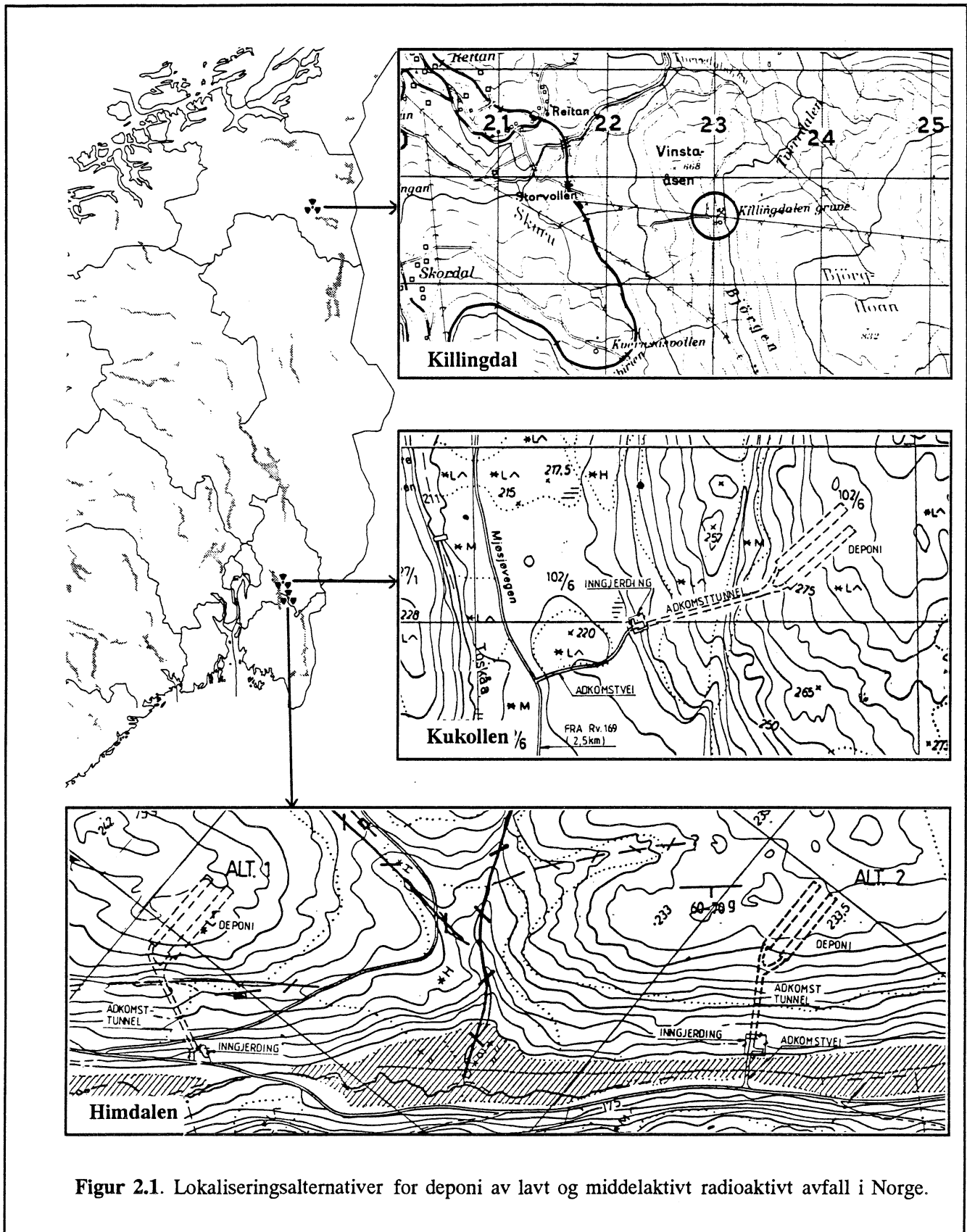
- \* Utredningene skal omfatte:

- anleggsperioden
- driftsperioden
- deponiperioden.

KU-arbeidet er preget av korte tidsrammer, og utredningene for de ulike fagfelt går parallelt. Det har derfor ikke vært mulig å innhente informasjon fra SBED om hvilke lokaliteter som er aktuelt for massedeponi fra Kukollen og Himdalen alternativene. Vurderinger om konsekvenser av massedeponi er følgelig ikke tatt med i NINAs KU.

Den geografiske lokaliseringen av de tre deponialternativene er vist i **figur 2.1**.

Arbeidet med NINAs utredning har vært utført av forsker Tor Spidsø (dyreliv), forsker Klaus Høiland (planteliv), prosjektleder Øystein Aas, prosjektleder Tore Bjerke og forskningssjef Bjørn P. Kaltenborn (alle friluftsliv) og professor Eiliv Steinnes (stråling og miljø). Rådgiver Jørn Thomassen har vært prosjektansvarlig.



Figur 2.1. Lokaliseringsalternativer for deponi av lavt og middelaktivt radioaktivt avfall i Norge.

### 3. Dyreliv

Av: Tor Spidsø, NINA Østlandsavdelingen

Rapporten om konsekvenser for dyrelivet bygger på viltområdekartverket utarbeidet av miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Oslo/Akershus (Fylkesmannen i Oslo/Akershus 1991). Imidlertid mangler det i denne oversikten opplysninger om de forskjellige artene av småfugl og småviltarter som rev, mår og hare. Det har ikke vært mulig å fremskaffe annet skriftlig materiale om dyrelivet i området.

#### 3.1 Kukollen

##### 3.1.1 Nå-situasjonen

Det er gode bestander av skogsfugl i de aktuelle områdene i Sørums kommuner. I områdene rundt Kukollen er det registrert flere spillplasser for orrfugl og storfugl. Vest for selve Kukollen er det også et større leveområde for orrfugl, og i nordvest er det et vinterbeiteområde. Sørvest for deponeringsstedet er det rasteplass for hegge og trane vår og høst. Helt inntil veien i krysset ved riksvei 169 er det hekking av kanadagås.

Flere rovfuglarter er registrert i skogområdene rundt Kukollen. Både musvåk, vepsevåk, hønsehauk og fiskeørn er funnet hekkende i området. Av storvilt er elg og rådyr vanlig. Flere trekkveier over riksvei 169 er registrert. Nord i området er det gjentatte ganger observert gaupe og gaupespor.

##### 3.1.2 Påvirkning i anleggs-, drifts- og deponifase

Anleggsfasen vil føre til økt trafikk på riksvei 169 avhengig av hvor massen som tas ut skal tippe. Imidlertid vil neppe trafikken på denne veien øke så mye at det vil påvirke trekket av elg og rådyr. Kanadagås som hekker helt inntil veien vil kunne påvirkes

negativt av anleggstrafikken. Men disse fuglene er sannsynligvis godt vant med trafikk og mennesker slik som hekkeplassen ligger plassert.

Langs skogsbilveien inn til det aktuelle deponeringsområdet er det ikke opplysninger om arter som er så nær at de vil påvirkes av anleggsvirksomheten. Fra denne skogsbilveien og inn til deponeringshallene skal det anlegges en ca 150 m lang vei. Denne veien og innslaget til deponeringshallene vil ikke påvirke viktige områder for noen arter. Heller ikke en utvidelse og opprustning av skogsbilveien ser ut til å ville påvirke dyrelivet i noen grad. Økt støy i forbindelse med anleggsdriften vil kunne få dyr og fugler til å trekke unna, men erfaringer viser at de fleste arter ikke er spesielt redde for motorkjøretøyer.

Driftsfasen vil også føre til økt trafikk, men det er lite sannsynlig at dyrelivet vil påvirkes i nevneverdig grad ut fra det som er kjent om dyrelivet i området. Anlegget vil legge beslag på lite areal og vil derfor neppe ha noen innvirkning på dyrelivet etter at avfallet er kommet på plass.

Det skal føres strøm frem til anlegget. Dersom traséen følger veien frem til anlegget vil ikke fremføringen av strøm ha noen effekt utover arbeidet med det øvrige anlegget. Når ledningene er strekt vil de imidlertid utgjøre en potensiell fare for mange fuglearter. Det har vist seg at mange fugler blir drept ved kollisjon med kraftledninger (Bevanger 1988).

##### 3.1.3 Konsekvenser Kukollen

Utbyggingen av lagringsplass for radioaktivt avfall i Kukollen vil ikke føre til konsekvenser for dyrelivet i området i nevneverdig grad. Ingen dyrearter ser ut til å bli negativt påvirket, og den aktuelle utbyggingen vil ikke få negative konsekvenser for økosystemet. Viktige biotoper blir ikke berørt.

##### 3.1.4 Avbøtende tiltak

Generelt bør stor aktivitet i anleggs- og driftsfasen unngås i april/mai for å unngå mulige forstyrrelser av skogsfugl i viktigste spilltida da disse områdene er gode skogsfuglområder. For å unngå kollisjoner mel-

lom fugl og kraftledninger, bør fremføring av strøm til anleggene med fordel legges i jordkabel.

## 3.2 Himdalen

### 3.2.1 Nå-situasjonen

I Himdalen i det aktuelle området for deponering av radioaktivt avfall er det registrert et større leveområde for skogsfugl. Det er også kartlagt flere spillplasser for både orrfugl og storfugl. Disse er imidlertid ikke nede i selve den trange dalen. I et tjern er det registrert hekking av kanadagås. Av fredet fugl er det 2 lokaliteter hvor det hekker hønsehauk. Også musvåk er funnet hekkende på en lokalitet.

Det er et vinterbeiteområde for elg sør for det planlagte deponeringsområdet. Vår og høst trekker elgen fra og til dette området og krysser veien som går gjennom Himdalen. Det er også en god rådyrbestand i området. Generelt ser Himdalen ut til å være rikere enn området ved Kukollen.

### 3.2.2 Påvirkning i anleggs-, drifts- og deponifase

I perioden anleggsarbeidet vil foregå vil trafikken langs veien gjennom Himdalen øke i forhold til dagens trafikk. Ut fra det som er kjent om dyrelivet i området er det lite sannsynlig at noen arter vil bli påvirket i noen særlig grad. Veien går gjennom et leveområde for skogsfugl, men de holder mest til innover åsene på begge sider av veien og ikke nede i dalen. Skogsfuglen vil derfor trolig ikke bli påvirket av trafikken. Elg trekker over veien vår og høst, men trafikken vil neppe bli så stor at dette trekket vil bli påvirket. Rovfugl som hekker i området vil sannsynligvis ikke bli påvirket negativt dersom ikke trafikken blir svært stor.

Arbeidet med selve anlegget vil etter all sannsynlighet ikke påvirke dyrelivet negativt da det foregår på et svært begrenset område. Det må imidlertid tas forbehold om at støyen kan virke negativt på hekkende rovfugl i perioden april-juni. Opprusting av den eksisterende veien vil sannsynligvis heller ikke

føre til større negative påvirkninger på dyrelivet.

I driftsfasen vil trafikken bli større enn den er i dag. Ut fra det som er kjent om dyrelivet i området er det lite sannsynlig at denne økningen i trafikken vil påvirke dyrelivet noe av betydning. Anlegget legger beslag på lite areal, og deponifasen vil derfor heller ikke bety noe for dyrelivet.

Det er 2 lokaliseringsteder for deponering i Himdalen. Ved det sørlige alternativet må det bygges en kort vei fra eksisterende vei og over en liten myr. Det nordlige alternativet legger beslag på noe mindre areal fordi innslaget til tunnellen går direkte inn fra eksisterende vei. Imidlertid er forskjellen i arealbeslag minimal og det vil ikke være noen forskjell med tanke på dyrelivet.

Som for Kukollen skal det også her føres frem strøm til anlegget. Arbeidet med dette vil ikke øke forstyrrelsen noe utover det som det øvrige arbeidet medfører dersom linjene legges langs veien. Når anlegget er ferdig vil strømledningene være en potensiell fare for mange fuglearter. Mange fugler blir drept ved kollisjon med kraftledninger (Bevanger 1988). Problemet vil kanskje være større i Himdalen enn i Kukollen. I Himdalen vil fuglene lettere kunne kollidere med kraftledningene fordi de vil fly over dalen på tvers av ledningene.

### 3.2.3 Konsekvenser Himdalen

Vurdert ut fra eksisterende opplysninger om dyrelivet i området rundt Himdalen er det lite sannsynlig at den planlagte utbyggingen av lagringsplass for radioaktivt avfall vil ha negative konsekvenser for dyrelivet. Det er ingen indikasjon på at enkeltarter vil bli påvirket negativt med et lite forbehold om rovfugl dersom aktiviteten blir for stor enkelte tider på året. Det moderate inngrepet vil heller ikke ha noen nevneverdig effekt på økosystemet. Utbyggingen påvirker ikke viktige biotoper slik at de blir ødelagt.

### 3.2.4 Avbøtende tiltak

Stor aktivitet både i anleggs- og driftsfasen bør unngås i april-juni for å hindre en eventuell mulighet

for forstyrrelse av rovfugl i hekketida. Som for Kukollen kan strømmen føres frem til anleggene i jordkabel slik at muligheten for kollisjon av fugl blir eliminert.

## 4. Planteliv

Av: Klaus Høiland, NINA Østlandsavdelingen

Betegnelser og nummer på vegetasjonstyper følger Fremstad & Elven (1987). Opplysningene om Kukollen og Himdalen er framkommet på grunnlag av befaringsnotat 20. august 1992.

### 4.1 Kukollen

Kukollen er en markert forhøyning i landskapet. Mellom Mjøsjøvegen og selve Kukollen er det et småkuppert terreng. Berggrunnen i og omkring innslagsalternativet er hard granittisk gneis med nesten ingen tendenser til forvitring. Floraen er derfor ekstremt artsfattig. Det finnes ingen arter som indikerer noe rikere jordsmonn.

#### 4.1.1 Nå-situasjonen

Området fra Mjøsjøvegen mot øst langs den mulige traseen for tilførselsvegen inn til innslagsalternativet ble undersøkt. Først kommer et flatt furuskogsterreng på berglendt, småkuppert underlag. Skogen er meget fattig og har preg av tyttebærskog av tyttebær-type (A2a). Det er en åpen tresetting med furutrær som virker relativt gamle, ispedd gran. Feltsjiktet domineres av røsslyng, tyttebær og blåbær. Bunnsjiktet av grå reinlav (*Cladonia rangiferina*), lys reinlav (*C. arbuscula*), krussigd (*Dicranum polysetum*) og furumose (*Pleurozium schreberi*). Stedvis dominerer reinlaver, og skogen kan meget lokalt gå mot en lavskog av lav-furu-type (A1a). Her kan man finne kvitkrull (*Cladonia stellaris*) og rabbesigd (*Dicranum spurium*). I fuktige forsengkninger kan skogen karakteriseres som røsslyng-blokkbærskog av innlands-type (A3a). Her opptrer mye blokkbær og røsslyng. Bunnsjiktet domineres av furutorvmose (*Sphagnum capillifolium*). Litt lengre innover synker terrenget noe og skogen går temmelig brått over til en fuktig og fattig blåbær-granskog (A4a). I bunnsjiktet er det tette matter av grantorvmose (*Sphagnum girgen-*

sohnii) og storbjørnemose (*Polytrichum commune*). Den østlige granstarr preger fuktige mosematter i skogbunnen. På fuktige steder finnes også skogsnelle.

Innslagsalternativet er i en relativt steil bergvegg, med løsmasseskråning nedafor. Det er en åpen, fattig blåbær-granskog (A4a) som stort sett domineres av moser; blanksigd (*Dicranum majus*), furumose (*Pleurozium schreberi*) og etasjehusmose (*Hylocomium splendens*). Det er lite feltvegetasjon, men på tørrere deler av skråninga finnes en del snerprørkvein.

På toppen av bergkammen, ovafor innslagsalternativet er det igjen en fattig furudominert tyttebærskog (A2a) i mosaikk med røsslyng-blokkebærskog (A3a) nøyaktig lik skogen nede ved vegen.

Artsliste for karplanter i lokaliseringalternativet Kukollen er satt opp i tabell 4.1.

**Tabell 4.1.** Artsliste for karplanter – Kukollen.

---

*Equisetum sylvaticum* (skogsnelle)  
*Pteridium aquilinum* (einstape)  
*Pinus sylvestris* (furu)  
*Picea abies* (gran)  
*Juniperus communis* (einer)  
*Salix aurita* (ørevier)  
*Salix repens* (krypvier)  
*Populus tremula* (osp)  
*Betula pubescens* (bjørk)  
*Sorbus aucuparia* (rogn)  
*Frangula alnus* (trollhegg)  
*Orthilia secunda* (nikkevintergrønn)  
*Calluna vulgaris* (røsslyng)  
*Vaccinium vitis-idaea* (tyttebær)  
*Vaccinium uliginosum* (blokkebær)  
*Vaccinium myrtillus* (blåbær)  
*Empetrum nigrum* (krekling)  
*Trientalis europaea* (skogstjerne)  
*Melampyrum pratense* (stormarimjelle)  
*Melampyrum sylvaticum* (småmarimjelle)  
*Agrostis capillaris* (engkvein)  
*Calamagrostis arundinacea* (snerprørkvein)  
*Calamagrostis canescens* (vassrørkvein)  
*Calamagrostis epigeios* (bergprørkvein)  
*Deschampsia flexuosa* (smyle)  
*Molinia caerulea* (blåtopp)  
*Carex globularis* (granstarr)  
*Maianthemum bifolium* (maiblom)  
*Convallaria majalis* (liljekonvall)

---

#### 4.1.2 Konsekvenser Kukollen

Både innslag og veg, samt annen aktivitet i det omtalte området berører triviell østlandsvegetasjon uten spesiell verneverdi. De negative konsekvensene for plantelivet sett både i et lokalt og regionalt perspektiv vil være helt minimale.

#### 4.2 Himdalen

Himdalen er en trang sprekkdal dannet i en forkastning. Den går i markert NV-SØ-retning. Bergarten er mylonitt, en sterkt metamorfosert og laminert gneis.

Vegetasjonen er sterkt preget av de topografiske forholdene. I dalbunnen er det vann, myrer og vassdrag med tilhørende våtmarksvegetasjon. Dalsidene og åsene er dekket av barskog.

Av planter som indikerer noe rikere jordsmonn nevnes fagerklokke og skogvikke som særlig finnes langs vegen.

##### 4.2.1 Nå-situasjonen

Tre områder ble undersøkt: (1) Søndre innslagsalternativ, (2) nordre innslagsalternativ, og (3) tilgrensende myr- og sumpområder.

Søndre innslagsalternativ er ved et bergframspring hvor skogen bærer preg av noe hogst. Skogen er tyttebærskog av tyttebær-type (A2a) med furu, einer, og osp. I feltsjiktet dominerer røsslyng, blåbær og tyttebær. Videre finnes bergprørkvein, skogfiol, småsmelle, liljekonvall. I bunnsjiktet er grå reinlav (*Cladonia rangiferina*), lys reinlav (*C. arbuscula*) og krussigd (*Dicranum polysetum*). Skogen blir tydelig tettere ovafor bergframspringet hvor terrenget flater seg noe ut. Her kommer det også inn gran. Innslaget av gran blir også mer markert litt lengre nordover. Nedafor bergframspringet, mot kanten av myra opptrer fattig sumpskog av dels gran-bjørke-type (E2a) og dels mer svartor-type (E2b). Her vokser gran, bjørk, gråor, svartor, gråselje, ørevier, pors og den østlige granstarr.

Nordre innslagsalternativ ligger helt ved vegen, bare et par meter unna, og har ikke direkte kontakt med dreneringssystemet til våtmarkskompleksene. Det er en markert bergvegg, og det er ikke nylig hogd i området. Skogvegetasjonen tilsvarer søndre innslagsalternativ, men er skynnere. Den er en fragmentarisk tyttebærskog av tyttebær-type (A2a) med lite furu, noe rogn og en god del bjørk. Røsslyng opptre i tuer.

Våtmarksvegetasjonen har følgende struktur. Mellom søndre innslagsalternativ og vegen er det et smalt myrparti som utvider seg nord ved Korsdalen. Deretter avsmalner den til bekk som krysser vegen ca. 20 m sør for nordre innslagsalternativ og går her over i vått sumpkratt. Myrkomplekset fra søndre innslagsalternativ til Korsdalen er mineotroft og dreneres ved en bekk gjennom myra. Hovedintrykket er høgstarrmyr av flaskestarr-trådstarr-type (L4a) med dominans av nevnte to arter. Her finnes også blåtopp, strengestarr, stolpestarr og hundekvein. Stedvis dominerer blokkebær. På torvmosetuer vokser torvull, kvitlyng og tranebær.

På våtere steder finnes bukkeblad, myrhatt og gulldusk. Av og til er det skynn tresetting med bjørk og litt gran og furu. På tuene dominerer vortetormose (*Sphagnum papillosum*), furutorvmose (*S. capillifolium*) og broddtormose (*S. fallax*). I vannfylte områder finnes mye blanktormose (*S. subnitens*). Det smale partiet mot nordre innslagsalternativ, hvor våtmarka er nesten helt begrenset til bekken, kan dels skyldes plasseringen av vegen. Det våte sumpkrattet på den andre sida av vegen har preg av fattig sumpskog av gran-bjørke-type (E2a) eller svartor-type (E2b). Her opptre gran, bjørk, svartor, fredløs, kvitveis, myrhatt, myrfiol, tepperot, blåtopp og flaskestarr. I bunnsjiktet dominerer sumptormose (*Sphagnum palustre*).

Artsliste for karplanter i lokaliseringalternativet Himdalen er satt opp i tabell 4.2.

Tabell 4.2 Artsliste for karplanter – Himdalen

---

Huperzia selago (lusegras)
Lycopodium annotinum (stri kråkefot)
Equisetum fluviatile (elveneselle)
Pteridium aquilinum (einstape)
Thelypteris phegopteris (hengevang)
Athyrium filix-femina (skogburkne)
Woodsia ilvensis (lodnebrege)
Dryopteris filix-mas (ormetelg)
Gymnocarpium dryopteris (fugletelg)
Pinus sylvestris (furu)
Picea abies (gran)
Juniperus communis (einer)
Salix caprea (selje)
Salix cinerea (gråselje)
Salix aurita (ørevier)
Populus tremula (osp)
Myrica gale (pors)
Betula pubescens (bjørk)
Alnus incana (gråor)
Alnus glutinosa (svartor)
Rumex acetosella (småsyre)
Stellaria longifolia (rustjerneblom)
Cerastium fontanum (vanlig arve)
Silene rupestris (småsmelle)
Ranunculus repens (krypsoleie)
Anemone nemorosa (kvitveis)
Sorbus aucuparia (rogn)
Rubus chamaemorus (molte)
Rubus saxatilis (teiebær)
Rubus idaeus (bringebær)
Fragaria vesca (markjordbær)
Potentilla palustris (myrhatt)
Potentilla erecta (tepperot)
Filipendula ulmaria (mjødurt)
Trifolium repens (kvitkløver)
Trifolium pratense (rødkløver)
Vicia sylvatica (skogvikke)
Vicia cracca (fuglevikke)
Lathyrus montanus (knollerteknapp)
Lathyrus pratensis (gulflatbelg)
Oxalis acetosella (gaukesyre)
Geranium sylvaticum (skogstorkenebb)
Drosera rotundifolia (rundsoldogg)
Viola palustris (myrfiol)
Viola riviniana (skogfiol)
Epilobium angustifolium (geitrams)
Angelica sylvestris (sløke)
Peucedanum palustre (mjølkerot)

---



tabell 4.2 forts.

*Orthilia secunda* (nikkevintergrønn)  
*Andromeda polifolia* (kvitlyng)  
*Calluna vulgaris* (røsslyng)  
*Vaccinium vitis-idaea* (tyttebær)  
*Vaccinium uliginosum* (blokkebær)  
*Vaccinium myrtillus* (blåbær)  
*Oxycoccus quadripetalus* (tranebær)  
*Lysimachia vulgaris* (fredløs)  
*Lysimachia thyrsoflora* (gulldusk)  
*Trientalis europaea* (skogstjerne)  
*Menyanthes trifoliata* (bukkeblad)  
*Melampyrum pratense* (stormarimjelle)  
*Melampyrum sylvaticum* (småmarimjelle)  
*Euphrasia stricta* (vanlig øyentrøst)  
*Plantago major* (groblad)  
*Succisa pratensis* (blåknapp)  
*Campanula persicifolia* (fagerklokke)  
*Campanula rotundifolia* (blåklokke)  
*Solidago virgaurea* (gullris)  
*Achillea millefolium* (ryllik)  
*Achillea ptarmica* (nyseryllik)  
*Tanacetum vulgare* (reinfann)  
*Leucanthemum vulgare* (prestekrage)  
*Tussilago farfara* (hestehov)  
*Cirsium arvense* (åkertistel)  
*Leontodon autumnalis* (føllblom)  
*Taraxacum* \* *Vulgaria* (ugrasløvetann)  
*Hieracium* \* *Sylvatica* (skogsveve)  
*Agrostis capillaris* (engkvein)  
*Agrostis canina* (hundekvein)  
*Calamagrostis arundinacea* (snerprørkvein)  
*Calamagrostis canescens* (vassrørkvein)  
*Calamagrostis epigeios* (bergrørkvein)  
*Deschampsia cespitosa* (sølvbunke)  
*Deschampsia flexuosa* (smyle)  
*Molinia caerulea* (blåtopp)  
*Eriophorum vaginatum* (torvull)  
*Carex chordorrhiza* (strengestarr)  
*Carex echinata* (stjernestarr)  
*Carex juncella* (stolpestarr)  
*Carex globularis* (granstarr)  
*Carex lasiocarpa* (trådstarr)  
*Carex rostrata* (flaskestarr)  
*Luzula pilosa* (hårfrytle)  
*Maianthemum bifolium* (maiblom)  
*Convallaria majalis* (liljekonvall)  
*Dactylorhiza maculata* (flekkmarihand)

#### 4.2.2 Konsekvenser Himdalen

Himdalen er en interessant og botanisk lite utforsket sprekkedal. Skog og øvrig vegetasjon virker lite kulturpåvirket. Både selve anlegget og anleggsvirk-somheten vil derfor virke sjenerende på naturmiljøet som sådant uansett hvilket innslagsalternativ som velges.

Det nordre innslagsalternativet er best. Dette ligger så nær allerede eksisterende veg at noen tilførselsveg ikke trengs. Det ligger samtidig utafor drenerings-området for våtmarkene. Det berører ingen verdifulle vegetasjonstyper.

Det søndre innslagsalternativet ligger atskilt med myr omlag 70 m fra vegen. Tilførselsvegen vil måtte gå over myra, noe som lokalt ødelegger myrvegeta-sjonen og som dessuten kan få uheldige virkninger for dreneringsforholdene over større områder. Dette kan imidlertid bøtes på med rør. Selve innslaget berører ikke vegetasjon av nevneverdig interesse, bortsett fra forstyrrelse av helhetsinntrykket.

#### 4.2.3 Oppfølgende undersøkelser

En totalinventering av Himdalen kunne være av interesse. Både landskap, geologi og vegetasjons-forhold tilsier at dette kan være en interessant lokalitet, i det minste i et kommune-perspektiv. Tilsvarende sprekkdaler finnes ikke i den arealmessig store kommunen Aurskog-Høland.

## 5. Breimosen naturreservat

Av: Klaus Høiland, NINA Østlandsavdelingen

### 5.1 Beskrivelse av Breimosen naturreservat

Naturreservatet som ble opprettet i 1981 er på 745 da (Erikstad & Hardeng 1988).

Moen (1970) beskriver området: Myrkomplekset er over 1 km<sup>2</sup> og ligger ca. 5 km øst for Øyeren, ca 190–200 m o.h. I sør er det tatt torv innen et område på ca. 60 da. I nordvest finnes noen gamle grøfter, mens det i de siste åra er blitt grøfta både i sørøst og nordvest. Myrkomplekset er ombrotroft (regnvannsmyr). Et S-formet minerotroft (grunnvannspåvirket) sig fra nordøstre til sørvestre kant gjør at myra har to atskilte ombrotrofe deler. Hellings- og dreneringsforholdene er komplekse, men går hovedsakelig mot sørvest til en bekk.

Ombrotrof myrflatevegetasjon av mykmatter dominerer det meste av myra. Det finnes også strenger med tuevegetasjon. Mykmattene domineres av rødtorvmose (*Sphagnum rubellum*), vasstorvmose (*S. cuspidatum*), dvergtorvmose (*S. tenellum*), vortetorvmose (*S. papillosum*) og kjøttorvmose (*S. magellanicum*). Kvitmyrak (*Rhynchospora alba*) er vanlig i feltsjiktet. Strengene er dels (i sør) høye med furu. Bunnsjiktet domineres av rusttorvmose (*Sphagnum fuscum*). Diverse begerlav (*Cladonia* spp.) er vanlig.

Myra har variert vegetasjon der næringsfattige og fattige typer dekker ganske store områder. I et tjern i nord finnes gul nøkkerose (*Nuphar luteum*) og kvit nøkkerose (*Nymphaea* sp.). Den østlige granstarr inngår i minerotrof myrkantvegetasjon. Floristisk er myra ganske triviell.

### 5.2 Konsekvenser Breimosen

Ut fra beliggenheten av Breimosen er det ikke noe som tilsier at reservatet skulle bli berørt verken av selve deponiet eller anleggsvirksomheten. Myra

ligger atskilt fra Mjøsjøvegen ved et høydedrag. Dreneringen er hovedsakelig mot sørøst slik at fuktighetsforløpet helt unngår noen av de partiene som måtte bli berørt rundt Kukollen.

### 5.3 Oppfølgende undersøkelser

Unødvendige utover en rask befarings av reservatet før anlegget starter opp.

## 6. Friluftsliv

Av: Tore Bjerke, Bjørn P. Kaltenborn og Øystein Aas, NINA Lillehammer

### 6.1 Innledning

#### 6.1.1 Friluftsliv og inngrep

Det er vesentlige mangler ved vår forståelse av eventuelle virkninger av inngrep, eller andre tiltak i naturen, på mennesker generelt og menneskers friluftslivsvaner spesielt. Gjennomgang av litteraturen på feltet (Williams & Jacob 1986, Kleiven 1990), viser at virkningen for friluftslivet av naturinngrep ikke kan vurderes godt nok ut fra objektive fysiske eller geografiske beskrivelser av konsekvensene, så som arealbruk, støyekvivalenter, strålenivåer e.l.

Vel så viktig er kunnskap om hvordan brukerne faktisk oppfatter eller forstår endringene. En rekke faktorer vil påvirke og modifisere de rent fysiske målbare effektene av et inngrep. Dette er ofte faktorer som ikke er relatert til inngrepstiltaket, men til samfunnsmessige og individuelle forhold blant de berørte. Her kan nevnes som eksempel sosiale/klassemessige forhold, kunnskaper om inngrepet, forestillinger/menings- og opinionsdannelse overfor inngrepet, sekundære effekter av inngrepet (eks. arbeidsplasser) og folks oppfatning/bilde av området inngrepet skjer i (Aas 1991).

På bakgrunn av litteraturen nevnt over, og andre norske studier (Vorkinn & Aas 1992, Kleiven 1992) er det imidlertid helt klart at:

1. Influensområdet ved ulike inngrep sjelden begrenses til de områder der de faktiske inngrepene og virkningene finner sted. Ofte har naturinngrep virkninger på friluftslivet i områder langt vekk fra selve inngrepsområdet. Vorkinn & Aas (1992) viser hvordan fjellvandring i Breheimen reduseres kraftig over et større område som følge av kraftutbygging i det ene hjørnet av influensområdet.

2. Alle inngrep, eller forurensninger oppfattes ikke likt. Kleiven (1992) viser at alvorlig forurensning som oljesøl, luft- og vannforurensning oppfattes mer alvorlig enn forhold som lokal forsøpling og sosial uro i friluftslivsområder. Videre er reaksjonene og mestringsstrategiene ulike blant fastboende, hyttefolk og andre tilreisende.

Det synes særlig vanskelig for folk å forholde seg til, og mestre diffuse former for forurensning og inngrep, f.eks. støy og eventuelt radioaktiv stråling/strålingsfare. Det synes også som inngrep oppfattes som mer negative jo mer urørte områdene er, eller hva slags bilder brukerne har av et områdes urørthet (Aas 1991).

#### 6.1.2 Reaksjoner på radioaktivitet/lagring av radioaktivt avfall

Vi kjenner ikke til norske empiriske undersøkelser om effekten på friluftsliv av faktisk eller potensiell radioaktiv forurensning eller annen virksomhet knyttet til radioaktivt materiale. Omfanget av fiske etter ferskvannsfisk gikk noe ned i 1986 og 1987, målt i antall solgte fisketrygdavgiftskort, men da det samtidig skjedde en prisøkning på fisketrygdavgiften er det vanskelig å si om nedgangen helt eller delvis skyldtes det radioaktive nedfallet fra Tsjernobyl-ulykken.

Etter nedfallet i Norge etter Tsjernobyl-ulykken var kvinner mer bekymret enn menn Wæiseth (1990). Ni prosent av de spurte sa de ble trist eller deprimert, og 11% av familier med barn holdt barna innendørs. Nesten alle syntes de visste for lite, og de aller fleste syntes at informasjonen i media var dårlig. Opplevd risiko ved radioaktivt nedfall kan også ha andre effekter som viser seg seinere. Etter Three Mile Island-ulykken i USA fant en de samme resultater som Weisæth fant, samt at stress-symptomene varte i flere år etter reaktor-feilen (Sillis et al. 1982). Skjeldestad et al. (1992) påviste en reduksjon i antall svangerskap i Sør-Trøndelag i andre kvartal 1986, noe som kan tolkes som at færre planla svangerskap i månedene rett etter Tsjernobyl-ulykken.

Relativt ufarlige lagre uten utslipp, og radioaktiv forurensning er forskjellige ting, men det vesentlige er

hvilken risiko befolkningen opplever: De psykologiske reaksjonene er sjelden avstemt til faregraden. Det er usikkert hvorvidt berørte brukere er i stand til å skille mellom lagring og forurensing, og mellom lagring av lavt og middels aktivt avfall og høyaktivt avfall. Uansett viser de nevnte undersøkelsene at reaksjonene kan være mangfoldige, utsatt i tid, og indirekte.

Man bør skille mellom hvordan lokalbefolkningen tilreisende turister reagerer på et deponi-sted som reisemål. For de tilreisende er det viktig å spørre om hva de opplever som berørt område. For turismen er det ikke bare det som er synlig eller hørbart på stedet som er avgjørende for besøks- eller bruksfrekvens. Like viktig er de forestillinger mulige besøkende har om stedet ut fra skriftlig eller muntlig informasjon. Selv et ufarlig og lite synlig anlegg som får en negativ karakteristikk kan redusere hele områdets (kommunens eller stedets) attraktivitet, og føre til nedsatt turisme og friluftsliv på lengre sikt. Fiskere, turgåere eller bærplukkere kan oppleve deponi-området som mye mer omfattende enn de fysiske installasjonene, og kanskje velge andre områder. Dette vil være spesielt merkbart økonomisk i områder hvor friluftaktiviteter spiller en stor næringsmessig rolle.

Det var denne generelle reduksjon i et områdes attraktivitet blant fjerntboende turister som var hovedinnvendingen da Institute of Outdoor Recreation and Tourism ved University of Utah vurderte plassering av et deponi for radioaktivt avfall nær Canyonlands National Park (Williams & Schreyer 1985). Selve deponiet ville ikke være særlig ødeleggende rent fysisk, men de stereotype oppfatningene av området som "urent" ville bli forsterket blant mulige tilreisende.

Det er ikke avsatt ressurser til å måle folks oppfatning av de tre lokalitetenes attraktivitet med og uten deponi i denne konsekvensanalysen. Vi vil imidlertid ta denne faktor med i vår vurdering, basert på overstående kunnskapsgjennomgang.

## 6.2 Kukollen

### 6.2.1 Dagens bruk av området

Lokaliteten ligger i et åpent skogsområde bestående av rolige åser, større myrdrag og flere større og mindre vann. Kukollen er en avrundet ås som stikker noe høyere opp enn mesteparten av terrenget rundt. Utsikten fra toppen er vid, og Kukollen er lett tilgjengelig fra flere sider. Kukollen ligger i et større sammenhengende naturområde mellom Øyeren/Fet og Aurskog, i relativt kort avstand fra tettstedsbygging i Fetsund og Lillestrøm. Området som sådan inneholder flere tur- og skiløyper i tillegg til skogsbilveier av varierende standard som egner seg godt til jogging, turgåing og sykling.

Området egner seg til ulike former for friluftsliv. I dag brukes området til jakt (både småvilt og storvilt), fiske, sykling, turgåing, bading, jogging, orientering og skiløping. Kukollen har god tilgjengelighet fra riksvei 169, men kan også nås fra flere andre kanter på stier og skogsbilveier. Det går både en gammel traktorvei og stier/løyper over toppen av Kukollen. Området brukes primært av lokalbefolkning, dvs. mest fra Fet siden, men antagelig også i noen grad fra Sørums og Aurskog Høland. I og med den nære beliggenheten til området Lillestrøm/Strømmen/Skedsmo og Oslo, besøkes antagelig området også av folk herfra.

Området Vestmorkåsen-Kukollen er registrert som friluftsområde i FRIDA. Området er klassifisert som meget godt egnet for friluftsliv. I kommuneplanen for Sørums kommune ligger Kukollen i et LNF- (landbruk, natur, friluftsliv) område (Sørums kommune 1989). Nært tilgrensende områder i Fet kommune er også klassifisert som LNF områder (Fet kommune 1991). Kukollen ligger også i kort avstand fra Breimosen naturreservat (Fet kommune).

### 6.2.2 Påvirkning i anleggs-, drifts- og deponifase

Det området som berøres i snever, fysisk forstand vil ha atkomstvei langs skogsbilveien fra Skjatvedt ved riksvei 169. Det vil medføre fellesbruk med ulike

andre friluftslivsinteresser, bl.a. hytteeiere. I anleggsfasen vil dette ha betydelig innvirkning på tilgjengeligheten for friluftsliv, og mest sannsynlig fortrenge mye av bruken i anleggsfasen. Elementer som støy og støv kan også påvirke bruken. Dersom masse fra graven skal deponeres i nærheten av anlegget kan dette også bli en fysisk påvirkning i deponifasen.

Transportmengden og transportmønsteret i deponifasen vil være avgjørende for i hvilken grad friluftslivet blir påvirket i deponifasen. Det er ellers sannsynlig at den psykologiske effekten av det lagrede avfallet er den viktigste faktoren i deponifasen. Den kan ikke vurderes tilstrekkelig uten videre utredning, men den psykologiske effekten vil etter all sannsynlighet berøre et større område enn selve Kukollen, jfr. kap. 6.1.

### 6.2.3 Konsekvenser Kukollen

Området brukes til mange forskjellige former for friluftsliv, og denne bruken har betydelige tradisjoner. Kukollen inngår som et sentralt element i området. Området er dessuten knyttet til andre viktige friluftslivsinteresser i vest (Øyeren/Fetsund Lenser/Nordre Øyeren naturreservat) og mot øst (Bjørkelangen-Svenskegrensen, særlig kanopadling). Både i disse tilstøtende områdene og andre områder, finnes det lignende og andre typer friluftsområder som kan fungere som alternativer til Kukollenområdet.

Selv om bruken primært er knyttet til lokalbefolkningen i dag, er denne bruken relativt omfattende. Tilgjengeligheten til området er meget god, og brukeromlandet er svært stor. Områdets potensiale er antagelig betydelig med tanke på framtidige endringer i befolkningsmønstre/bosettingsmønstre, og beslutninger som f.eks. lokalisering av ny hovedflyplass på Gardermoen vil kunne medføre økt tilflytting til Skedsmo/Lillestrømområdet, med bl.a. økt behov for rekreasjonsområder som en konsekvens.

Kukollen ligger svært nær naturreservatet Breimosen. En lokalisering av deponi såpass nær et vernet område vil ganske sikkert ha en betydelig psykologisk effekt, og vil være problematisk i forhold til en helhetlig forvaltning av området der naturvern er et

av formålene.

Kukollen ligger innenfor et LNF område. Et deponi her vil være i konflikt med målsettinger og arealklassifiseringer i kommuneplanen for Sørumsund.

### 6.2.4 Konklusjoner Kukollen

Området rundt Kukollen brukes relativt mye av lokalbefolkningen (vesentlig i Fet kommune) til ulike former for dagstur friluftsliv. Noe bruk er også knyttet til hytter og lengre opphold i forbindelse med jakt. Området har variert natur med store innslag av vann og har høy egnethet for enkelt, ikke-tilrettelagt friluftsliv. Anleggs- og deponifase vil ha direkte innvirkning på enkelte hytteeiere og ferdsel i områdene umiddelbart rundt Kukollen.

Den største negative effekten blir trolig knyttet til psykologiske virkninger av at radioaktivt avfall finnes i området. En slik effekt kan vanskelig vurderes uten nærmere undersøkelser, men det berørte området vil etter all sannsynlighet rekke utover selve Kukollen som geografisk lokalitet. Området synes å ha lokal og regional funksjon som friluftsområde og et eventuelt deponi vil sannsynligvis omfordele bruken av området noe.

### 6.2.5 Avbøtende tiltak

Atkomsten til området for friluftslivsutøvere bør sikres under anleggsfasen, om ikke annet ved at all transport unngås i perioder hvor det er mye fritidsbruk (helger, ferier osv.). For å møte psykologiske reaksjoner fra brukere bør det utarbeides og iverksettes informasjonstiltak som både når lokale brukere og tilreisende. Det bør informeres om alternative bruksområder for friluftsliv i Fet/Sørumsund med omtrent de samme aktivitets- og opplevelsesmuligheter.

## 6.3 Himdalen

### 6.3.1 Dagens bruk av området

Lokalitetene (2 alternativer) ligger i siden på en langt og smalt dalføre med retning NV – SØ. Himdalen er del av et større, kupert skogsområde like øst for Øyeren og riksvei 22. Området er lett tilgjengelig på kommunal og dels privat vei gjennom Himdalen både fra Fet og Aurskog–Høland siden. Himdalen inngår i et større skogsområde med markerte høyde- drag og mange større og mindre vann beliggende mellom riksvei 22 i vest og riksvei 169 i nord og øst. Lokalitetene i Himdalen ligger like ved Bølertjern som er et viktig fiskevann (ørret og kreps). Vannet har regional betydning for friluftslivet i følge FRIDA-registeret. Selve Himdalen fungerer antageligvis primært som en innfallsport til områdene øst og vest for dalen. Himdalen ligger ikke i umiddelbar nærhet til større befolkningskonsentrasjoner.

Området vest for Himdalen (Minjarudkollene – Ulverud) er registrert som et friluftsområde med meget høy egnethet for friluftsliv i FRIDA. Her ligger flere store vann med varierte rekreasjonsmuligheter. Området inneholder dessuten merkede helårsløyper og brukes bl.a. til orientering. Løyper går fra Ersrud–Bølertjern–Minjarudkollene–Myrer–Ulsrud (mindre boligområde). Området ligger nær bebyggelse og brukes antageligvis til variert dags- turfriluftsliv og trening.

### 6.3.2 Påvirkning i anleggs-, drifts-, og deponi- fase

Begge alternativene ligger svært nær hverandre og atkomsten til eventuelt deponi må følge veien som går gjennom Himdalen. Her foreligger neppe alternative atkomstmuligheter, og anleggstrafikk vil medføre en del fellesbruk og konflikter med friluftslivsinteresser. Støy vil merkes særlig mye her pga. at Himdalen er trang med bratte dalsider. Eventuelt deponi av masseuttak kan ha konsekvenser på både tilgjengelighet og opplevelseskvaliteter i området, avhengig av hvordan dette plasseres.

### 6.3.3 Konsekvenser Himdalen

Området ligger nær spredt bebyggelse langs østsiden av Øyeren og brukes til variert friluftsliv. Selve Himdalen fungerer dels som atkomstkorridor, men deler av dalen nord for deponilokalitetene utgjør viktige friluftsområder i seg selv. Ellers er det særlig områdene vest for Himdalen som brukes, og som ventelig blir mest påvirket av et eventuelt lager. I likhet med Kukollen inngår Himdalen i en større sammenheng som et område med lokal og regional betydning for friluftslivet. Også her er det betydelig potensiale for framtidig utøvelse av friluftsliv ved økt befolkning i området. Økt befolkning og bruk synes imidlertid mindre sannsynlig for Himdalen enn for Kukollen-området. Det finnes liknende alternative områder i nærheten, dog kanskje med unntak for Bølertjern. Mest problematisk vil det være å finne alternative områder dersom befolkningen i Ulsrud vil behøve nye nærrekreasjonsområder.

Lokalitetene i Himdalen ligger i et LNF område i Aurskog–Høland og kommer således i strid med kommuneplanen (Aurskog–Høland kommune 1991). På den annen side prioriterer kommuneplanen utvikling, tilrettelegging og sikring av flere friluftsområder, særlig knyttet til Haldenvassdraget. Ingen av de prioriterte områdene ligger i umiddelbar nærhet av Himdalen.

### 6.3.4 Konklusjoner Himdalen

Deler av selve Himdalen i snever forstand er av noe verdi for friluftsliv. Dalen brukes ellers først og fremst ved ferdsel til omkringliggende områder eller gjennomfart. Området vest for Himdalen er viktig for mange former for friluftsliv og mosjonsaktiviteter. Dette området kan påvirkes betydelig, særlig i psykologisk forstand ved plassering av et eventuelt lager. Himdalen i snever forstand (strengt geografisk avgrenset) virker mindre attraktivt enn Kukollen området for friluftslivsinteressene.

### 6.3.5 Avbøtende tiltak

Det må sikres tilgjengelighet til området i utbygging- og deponiperioden. Informasjon om lagringen

til brukerne og evt. alternative områder må utarbeides.

Transport til og fra lager bør muligens foregå fra sør (Aurskog–Høland), altså ikke fra Ulverud i nord som er korteste vei. Dette vil skjerme Bølertjern og deler av de vestre områdene i noen grad. Vi har imidlertid ikke vurdert hvilke konsekvenser dette vil påføre andre områder lenger sør.

## 6.4 Killingdal

### 6.4.1 Dagens bruk av området

Killingdal gruver ligger ca. 15 km fra kommunesenteret i Holtålen kommune.

I henhold til EDB-registret for friluftsområder (FRIDA) hos Fylkesmannen i Sør-Trøndelag (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag 1987) er følgende friluftsområder særskilt aktuelle i forbindelse med Killingdal gruver (Bjørgåsen):

\* Lokalitet Killingdal, beliggende umiddelbart sør for gruva. Dette er et egenartet landskap, med jettegryta "Killingdalskirka" innerst i dalen. Området er spesielt godt egnet til turgåing sommer og vinter, og er viktig i forbindelse med elgjakt, småviltjakt, og bærplukking. To–tre kilometer fra Bjørgåsen gruve er det viktige hekkelokaliteter for bl.a. falkearter og traner. Mot sør fortsetter området inn i Moldingdalen i Røros kommune, som ender i det vernede deltaet mot Aursunden (Molinga naturreservat).

\* Lokalitet Svarttjønn–Storskarven, 4–5 km øst for Killingdal gruve. Dette er et populært helårs turterreng som strekker seg sørover i Røros kommune.

Det er i første rekke disse to turområdene som rent fysisk kan bli berørt av utbygging og drift av et deponi i Killingdal gruver. Andre områder i nærheten er i følge FRIDA-registret:

\* Rognfjellet–Novola, 7–8 km vest for gruva, er også et mye brukt turterreng sommer og vinter. Det er grei adkomst til etablert parkeringsplass ved Holden.

\* Fjellområdet rett nord for Killingdal gruver, Egnet for variert friluftsliv, adkomst fra parkeringsplass ved Reitan stasjon (noe mindre enn to kilometer fra gruva). I dette området går det merkede ruter som er en del av DNTs rutenett i Sylene-området, og det er etablert en selvbetjent turisthytte, Kjølhytta, like sør for Kjølifjell.

\* Området Turen–Trælsåsfjellet–Riasten er registrert som et svært interessant helårs turområde med stor verdi for friluftslivet. Omfatter bl.a. de verdifulle våtmarksområdene Holdsjøen og Ormtjern–Reinsjøen, og de botanisk viktige områdene ved Nål-sjøen–Bringen og Vollfjellet.

\* Gaudalsvidda, over Hessdalen fra Rognfjellet–Novola, som faller sammen med forslaget til nasjonalpark, med bl.a. de verdifulle områdene ved Fora og Øyungen.

### Naturverndata fra Holtålen kommune

I register for naturverndata for Holtålen kommune, EDNA, revidert utgave (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag 1991) finnes 36 områder. To av disse har internasjonal verneverdi (Gaula og Gaudalsvidda), 22 har regional verneverdi, sju har lokal verneverdi, og resten har ukjent verneverdi. Femten av områdene er registrert p.g.a. spesielle botaniske verdier, 11 p.g.a. zoologiske og botaniske verdier, resten faller i kategoriene for friluftsliv, geologi og kulturvern.

Områdene representerer et bredt spekter av myrer, våtmarksområder, botaniske områder, fjell, barskog og edelløvskog. Registreringen innebærer ikke at det foreligger planer for vern eller lignende tiltak.

Av områdene nær Killingdal gruver (Bjørgåsen) kan nevnes Bjørgfloan (1–2 km sør for gruva), med stor botanisk interesse. Lokalitet Killingdalen er allerede nevnt, men gjentas her p.g.a. zoologisk verdi. Begge disse områdene er klassifisert med lokal verneverdi. Den kjente canyon ved Rugla (Vongraven), 3 km vest for gruva, er kjent for sin rike flora, bl.a. for den innerste kjente lokalitet for alm. Dette området – samt Ormtjern–Reinsjøen som begynner 3 km nord for gruva) er klassifisert med regional verneverdi. Sju kilometer øst for gruva finner vi Sjursfloan (lokal verneverdi), kjent for en rekke typiske rikmyrarter. Som kjent befinner verdifulle partier av Gaula seg

nær gruva, disse er registrert med nasjonal/internasjonale verneverdi.

Noe lenger fra Killingdal gruver finnes Grytbakk (myr med kystpreg, bl.a. pors), Rognfjellet (rik fjellflora), og Novola (mange sjeldne planter). Naturreservatet Breimyra, samt Slågan-Slågmyra, Nålsjøan, Holda, Vollfjellet, Storskarven, Ledalen, og hele Gauldalsvidda (med 5-10 interessante registrerte områder) befinner seg i noe større avstand fra Killingdal gruver, men vil likevel kunne bli noe berørt dersom området generelt fikk redusert sin attraktivitet.

### Jakt og fiske

Jakt og fiske er av stor betydning i Holtålen kommune, både for lokale og tilreisende. Kvaliteten på jaktmulighetene i kommunen er regnet blant de beste i landet både for rype- og reinsjakt. Ringvirkningene av utenbygdsboende jegere på statsalmenningene i kommunen er beregnet til nær 1.5 mill.kr. pr. år (1986-kr.). Legger en utnyttingsgraden i statsalmenningene til grunn for alle viltområdene i Holtålen beløper inntektene av jaktkortsalg og fellingstillatelser for hjortevilt seg til ca. 680 000 kr. pr.år. Kjøttverdien av alt felt vilt er ca. 720 000 kr. pr. år, og uttaket av kjøtt dekker behovet for 400 personer på årsbasis. 130 elgjegere, 140 villreinjegere og 1500 småviltjegere bruker ca. 14 000 rekreasjonsdager pr. år i kommunen.

I 1991 ble det solgt ca. 1100 fiskekort i fjellstyrenes område, til en verdi av nær 85 000 kr. Kommunen har en rekke hytter som vesentlig eies av personer bosatt i andre deler av Trøndelag. Det er flere turisthytter og reiselivsbedrifter i kommunen som i større eller mindre grad er knyttet til fritidsbruk av naturområdene og friluftslivsmulighetene i kommunen.

Friluftslivs- og naturvern-områdene rundt selve Killingdal gruve byr på svært varierte opplevelsesmuligheter, og tilreisendes bruk av området gjør det til et område av regional interesse for friluftslivet. Som jakt og fjellturområde er de omkringliggende naturområdene i Holtålen av regional og nasjonal interesse. For spesielle former som friluftsliv, eksempelvis reinsjakt, er dette området av internasjonal betydning.

### 6.4.2 Påvirkning i anleggs-, drifts- og deponifase

Det berørte område i snever forstand (gruva) har atkomstvei felles med turgåere, jegere og hytteeiere i Killingdal, samt med brukere av fellessetra rett nedenfor gruva. Inntil avkjøringen til Killingdal fra veien til Tydal er det også felles vei med friluftslivsutøvere som søker til områdene nord for Bjørgåsen, og som vinterstid parkerer ca. en km ovenfor Killingdalskrysset.

I en anleggsperiode vil følgelig bruken av Killingdal, Skarven-området, og tildels Kjølifjellet bli endel berørt p.g.a. tungtransport, støy, og evt. støv. Atkomsten til Killingdal vil bli endel berørt dersom endel av massen fra fjellhallen blir lagt ved den gamle pålastingsrampen ved jernbanelinjen.

Det er vanskelig å vurdere i hvilken grad også de andre områdene i kommunen vil bli berørt, idet den psykologiske effekten er mangelfullt utredet, men som nevnt innledningsvis vil denne effekten ganske sikkert være tilstede i en viss grad.

Også i en driftsperiode vil tilgjengeligheten til de ovenfor nevnte områdene bli berørt, om enn i noe mindre grad. I deponiperioden kan de psykologiske virkningene bety noe for i hvilken grad turister vil besøke området ved Bjørgåsen og kanskje også andre deler av kommunen. For tilreisende vil det imidlertid være andre områder som kan være like interessante for friluftsliv. For hytte-eierne i Killingdal vil nok også en deponiperiode bety en viss usikkerhet.

### 6.4.3 Konsekvenser Killingdal

Killingdalområdet har lokal og regional betydning som friluftslivsområde. Både dette området, og de øvrige friluftslivsområdene i kommunen er preget av store naturkvaliteter og urørthet. Disse kvalitetene gjør at mulighetene for økt bruk av områdene i framtida, ikke minst i forbindelse med veksten i naturbasert turisme i Norge, ikke er urealistiske.

To forhold peker seg ut når det gjelder planer og egnethet for framtidig bruk av områdene rundt



Killingdal, og for friluftsliv i kommunen generelt:

1) Den relativt romslige mannskapsforlegningen ved Bjørgåsen er planlagt benyttet for utleie til turister. Området ble tidligere foreslått benyttet til museumsdrift, etter positive vurderinger fra både Rørosmuseet og Bergverksmuseet på Kongsberg. Museumsaktivitet kan imidlertid være mindre interessant i næringsmessig sammenheng, og Holtålen kommune har i samarbeid med grunneierlaget i området planer for drift av forlegningen som hotell. Med de interessante friluftslivs- og naturvern-områdene i nærheten kan dette være et levedyktig tiltak.

2) Holtålen som villmarks- og naturkommune. Det er nedlagt et betydelig og omfattende arbeide for å markedsføre kommunen som attraktiv for friluftsliv. I flere år har det vært arrangert villmarksdager i Ålen, i samarbeid med NSB, med besøk av et svært stort antall mennesker. Det arrangeres villmarksuke med kurs og demonstrasjoner av ymse slag, og det er planer om å spre disse aktivitetene over hele året. Det er etablert en stiftelse (Villmarkssenter), samt et Norsk Naturfotogalleri.

Folk i bygda føler at et deponi for lavt og middels radioaktivt avfall er i strid med de nevnte planene om å markedsføre kommunens natur- og friluftslivsverdier, og de psykologiske sider som er nevnt innledningsvis taler for det samme. Fra bygdefolkets side vil et deponi føre til sterke reaksjoner, og utenbygdsboende turister vil sannsynligvis også oppfatte deponiet som noe negativt.

Som nevnt er Holtålen kommune rik på friluftsområder, som vil kunne fungere som alternative områder for de fleste brukere (bortsett fra hytteeiere i området) til de mest direkte berørte områdene ved Killingdal. Eventuelle virkninger over større områder gjør det vanskelig å peke på alternative områder bl.a. pga områdets kvalitet som jaktområde og de særlig gode mulighetene for rike naturopplevelser, basert på bl.a. vernede områder.

#### 6.4.4 Konklusjoner Killingdal

Området rundt Killingdal gruver (Bjørgåsen) er et rimelig godt besøkt tur- og jakt-område, med betydelige zoologiske og botaniske verdier. Tilgang

til og bruk av området nær gruva blir endel hindret i en anleggs- og driftsfase, men med unntak for hytteeierne er det alternative friluftsområder i nærheten. De største negative virkningene for friluftslivet ved et eventuelt deponi vil imidlertid trolig være av psykologisk og mer generell art rettet mot et større område. Profileringen av kommunen som "Villmarkskommunen" i Trøndelagsregionen vil bli skadelidende, og et inntrykk av kommunen som lagersted for radioaktivt avfall vil sannsynligvis redusere dens attraktivitet for turister.

De berørte friluftslivsmulighetene er knyttet til alpine, sårbare miljøer og dyrearter, som særlig regnes som sårbare i forbindelse ved radioaktiv forurensing. De negative virkninger for friluftsliv og naturbasert turisme vil med stor sannsynlighet være meget betydelige, dersom et deponi for lavt og middelsaktivt radioaktivt avfall legges til Killingdal.

#### 6.4.5 Avbøtende tiltak

Atkomsten til Killingdal (turterreng og hytteområde) må sikres i en anleggs- og driftsperiode ved at det bygges egen vei dit, adskilt fra veien til anleggsområdet eller at det sørges for muligheter for sambruk av eksisterende veg. De psykologiske reaksjonene mot deponiet kan trolig reduseres med godt tilrettelagt informasjon. På bakgrunn av investeringene i kommunen som villmarkskommune, og ut ifra den allerde eksisterende motstanden i lokalmiljøet, vil dette muligens ha begrenset virkning, og kanskje heller ikke være ønskelig i forhold til satsing på turisme.

#### 6.5 Oppfølgende undersøkelser

Det vises til den generelle innledningen.

For å kunne gi en tilstrekkelig sikker vurdering av konsekvensene for deponi for lavt og middels radioaktivt avfall bør kunnskapsgrunlaget bedres. To typer undersøkelser er ønskelig:

\* Den første typen data som er ønskelig, er mer tallfestede kunnskaper om bruksomfang og brukergrupper/aktivitetsformer i de tre områdene.

\* Den andre typen kunnskap, er kunnskap om psykologiske og sosiale sider ved denne inngreps-saken. Dette forhold har vært for lite vurdert, og ofte skjøvet til side som emosjonelle og subjektive. De er ikke desto mindre i høyeste grad reelle, og kunnskap om disse er viktige for å kunne gi sikre vurderinger av effektene av et eventuelt anlegg.

Et ønskelig oppfølgende prosjekt for å kunne gi tilstrekkelig sikre faglige råd om valg av lokalitet ville være å kartlegge holdninger til lagre i de ulike kommunene, og hvordan befolkningen (evt. i ulik grad) er i stand til å mestre og forholde seg til et lager, og hvilke sannsynlige strategier de ville velge i forhold til framtidig friluftslivsaktivitet. Slike undersøkelser er naturlige å se i sammenheng med mer generelle undersøkelser på de psykososiale virkninger av deponi, på forhold som eks. stress, livskvalitet, depresjoner, angst etc.

Dette er særlig ønskelig på bakgrunn av den forskjellen i lokalt engasjement i de tre lokalitetsområdene, som kan være et uttrykk for større motstand og større konfliktgrad i Holtålen enn i de andre områdene, og/eller en effekt av pressgrupper, medieoppmerksomhet o.l.

Et slikt oppfølgende prosjekt kan legges opp slik at en henter inn kunnskap og erfaring til bruk i utarbeidelse og spredning av informasjon om anlegget; så som kunnskapsnivå, omfang av stereotypiske oppfatninger etc. Kunnskap om mestringsstrategier og framtidig friluftslivsbruk av områder er vesentlig for å legge opp den framtidige forvaltningen av friluftslivet på kommune- og fylkesplan, både generelt og de tenkte avbøtende tiltak.

## 6.6 Muntlige kilder

Inger Antonsen, miljøvernrådsgiver, Sørums kommun.

Jan Erik Andersen, naturvernkonsulent, Fylkesmannen i Sør-Trøndelag.

Terje Borgos, fjelloppsynsmann Ålen og Haltdalen fjellstyret.

Kari Heggvik, friluftslivskonsulent, Fylkesmannen Oslo/Akershus.

Jorun Vikan Larsen, Direktoratet for naturforvaltning.

Inger Moe, friluftslivskonsulent, Fylkesmannen

Oslo/Akershus.

Reidar Mylius, miljøvernkonsulent Holtålen kommune.

Anselm Time, teknisk sjef Fet kommune.

H. Ødegård, miljøvernrådsgiver, Aurskog Høland kommune.

## 7. Stråling og miljø

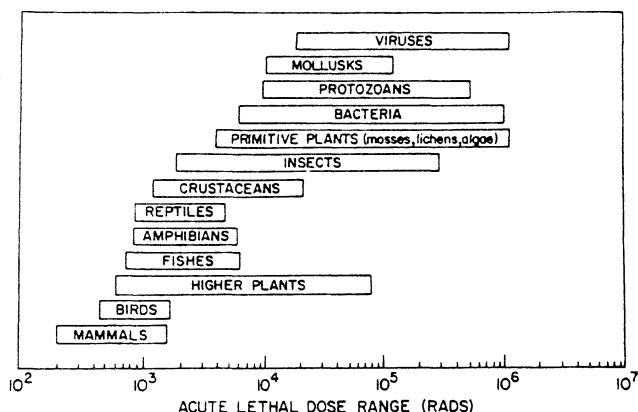
Av: Eiliv Steinnes, NINA Trondheim

Ved vurdering av strålingsrisiko i forbindelse med behandling av radioaktivt materiale er det vanligvis mennesket som settes i sentrum. Dette betyr at mulige effekter på individnivå er sterkt medbestemende ved de vurderinger som gjøres og de grenser som blir satt. I økologisk sammenheng er det vanligvis først på populasjonsnivå at det er relevant å vurdere radioaktive stoffer eller andre miljøgifter i risikosammenheng. En omfattende økologisk risikoanalyse krever kunnskap om hvilke arter av planter og dyr som er representert i systemet, den relative følsomhet for strålingsbelastning hos de enkelte artene, og de spredningsveier som kan føre til eksponering av de ulike artene. En slik detaljert analyse ligger åpenbart utenfor rammen for dette oppdraget, idet den ville kreve både omfattende feltundersøkelser i alle potensielt berørte områder, og en meget detaljert gjennomgang av litteraturen i strålingsbiologi. Den følgende vurderingen må derfor bygge på relativt enkle betraktninger, men vil muligens likevel være langt på vei fyllestgjørende.

### 7.1 Effekter av ioniserende stråling på populasjonen

Følsomheten for påvirkning av ioniserende stråling varierer sterkt mellom ulike grupper av organismer, noe som er klart illustrert i figur 7.1. Akutt dødelig stråledose for laverestående dyr som insekter og mollusker er f.eks. av størrelsesorden 100 ganger høyere enn for pattedyr, og primitive planter som moser og alger tåler gjennomgående betydelig høyere doser enn høyere planter. Aller mest tolerante er enkelte bakterier og virus.

Effekter av mer kronisk karakter kan imidlertid påvirke populasjoner ved strålingsnivåer langt under dødelig nivå. Særlig i de tidligste fasene av livet er organismene følsomme for ioniserende stråling. På individnivå kan doser av størrelsesorden 1% av



Figur 7.1. Omtrentlige områder for akutt dødelige doser av radioaktiv stråling for ulike taksonomiske grupper av planter og dyr. Fra Whicker & Schultz (1982).

dødelig nivå eller lavere forårsake effekter av alvorlig karakter som mutasjoner og kreft, men disse vil ikke gi målbare effekter på populasjonsnivå (Whicker & Schultz 1982).

Organismen utsettes for bestråling fra eksterne kilder såvel som fra radioaktive nuklider som er tatt opp i organismen. Som oftest er det den interne bestrålingen som gir det største bidraget til den totale stråledosen. Nuklider som sender ut alfa-stråling er f.eks. så godt som ufarlige så lenge de ikke tas inn i organismen.

### 7.2 Eksponeringsveier for radioaktivitet i naturen

I det terrestriske miljøet skjer tilførsel av radioaktive forurensninger i all hovedsak ved nedfall fra luft. I første omgang vil en stor del av aktiviteten avsettes på vegetasjonen. Etter hvert vil det meste av de radioaktive stoffene havne i jordsmonnet, der de for en stor del bindes. De kan imidlertid i varierende grad også tas opp av plantenes røtter, avhengig av både jordsmonnets og stoffenes egne kjemiske egenskaper. Høyere dyr får stort sett stoffene i seg ved å spise planter som er kontaminert. De høyeste konsentrasjonene av radioaktive nuklider i vegetasjonen finnes som regel i primitive planter som moser

og lav, som tar stoffene opp direkte fra luft og nedbør.

Dyr som spiser slike planter, i vårt land hovedsakelig reinsdyr, er særlig utsatt for høye stråledoser. Etter Tsjernobyl-ulykken viste reinlav i enkelte av våre fjellområder en radiocesium-aktivitet på nær 105 Bq pr. kilo tørrvekt, noe som ga en årlig stråledose til rein av størrelsesorden 100 mSv. Dette har muligens ført til økt frekvens av kromosomskader hos kalver født i 1986 (Røed 1992), og enkelte forskere mener at Tsjernobyl-ulykken har hatt en bestandsdynamisk effekt på norsk villrein (Skogland et al. 1991).

Radioaktiv forurensning av vann (elver, innsjøer, fjorder) kan også stamme fra atmosfærisk nedfall eller fra avrenning fra landområder som har vært utsatt for nedfall, men skyldes kanskje vel så ofte direkte utslipp i resipienten fra nukleære aktiviteter, dels ved ordinær drift, dels ved ulike former for uhell. Radionuklidene tas opp i lavere organismer som alger direkte fra vannfasen, mens f.eks. fisk stort sett får sin tilførsel via næringskjeden. Ekstern bestråling spiller en forholdsvis større rolle i vann enn på land, særlig for små organismer som svever i vannet. Fiskeegg later til å være særlig utsatt, og det er gjort en lang rekke laboratorieforsøk for å studere effekten av moderate radionuklide-konsentrasjoner i vann på ulike populasjoner av fiskeegg (Whicker og Schultz 1982). Særlig nuklider med hard beta-stråling, så som Sr-90/Y-90, later til å kunne gi effekter på populasjonsnivå selv ved moderate konsentrasjoner. Resultatene fra forskjellige studier spriker atskillig, men enkelte undersøkelser tyder f.eks. på redusert klekking av egg ved en Sr-90 konsentrasjon i vannet av størrelsesorden 105 Bq/liter. Det kan for øvrig være grunn til å tro at følsomheten er høyere ute i naturen, der andre stressfaktorer (konkurranse, predasjon, klima) kommer i tillegg til strålingen.

### 7.3 Virkninger av ulike radionuklider

En liste over de viktigste radionuklidene som forekommer i det avfallet som eventuelt skal deponeres i Killingdal gruve eller i fjell på Romerike, og de mengder det er aktuelt å deponere, er gitt i tabell 7.1, basert på data fra Statens Atomtilsyn (1991).

**Tabell 7.1** Oversikt over de viktigste radioaktive nuklidene i avfallet og deres relative potensiale for strålingseffekter.

Nuklide	Halveringstid (år)	Total aktivitet A(TBq)	ALI* (Bq)	Relativt potensiale for strålings-effekter A/ALI
Co-60	5.3	37	3x106	1x107
H-3	12.3	100	1x109	1x105
Sr-90	28.5	51	6x105	8x107
Cs-137	30.1	61	1x106	6x107
Am-241	458	0.80	3x104	3x107
Ra-226	1622	0.025	9x104	3x105
C-14	5760	0.12	4x107	3x103
Pu-240	6760	0.39	4x104	1x107
Pu-239	24000	0.35	4x104	1x107

\* Øvre grense for inntak hos mennesker på årsbasis, tilsvarende en effektiv stråledose på 20 mSv (ICRP 1991).

Om noe av denne radioaktiviteten skulle slippe ut av deponiet og tas opp i naturlige organismer, vil effektene av de enkelte nuklidene på en gitt organisme være høyst forskjellige, avhengig av kvaliteten på den strålingen de sender ut. Effektive stråledoser til biologisk vev fra forskjellige typer radioaktiv stråling og med varierende energi på de utsendte partiklene lar seg beregne med relativt stor sikkerhet.

I tabell 7.1 er slike verdier gitt for de aktuelle nuklidene gitt i form av såkalte ALI- (Annual Limits on Intake) verdier. Dette er øvre grenser fra inntak hos mennesker på årsbasis tilsvarende en effektiv stråledose på 20 mSv fra den nukliden det gjelder. Ved å dividere den totale aktiviteten av en nuklide i deponiet med den relative effektive stråledosen nukliden gir, representert ved ALI, får vi et mål for det forholdsmessige potensiale for strålingseffekter hver enkelt nuklide representerer ved et eventuelt utslipp i naturen.

Ved å studere de beregnede kvotientene A/ALI, ser vi at på relativt kort sikt (inntil 100 år) er det beta-emitterne Sr-90 og Cs-137 som representerer det største potensiale for strålingseffekter, forutsatt at samtlige nuklider har samme mulighet for å lekke ut. På lang sikt er det alfa-emitterne Pu-239, Pu-240 og Am-241 som eventuelt representerer størst risiko i så måte.

#### 7.4 Mulige miljøeffekter knyttet til deponering av radioaktivt avfall

I det følgende er gjort et forsøk på å anslå muligheten for miljøeffekter i forbindelse med den planlagte deponeringen, basert på de risikovurderinger som foreligger fra Statens Atomtilsyn (1991 a,b). Vurderingene blir noe forskjellige avhengig av om det er selve deponiet eller transport av radioaktivt avfall til deponiet det er tale om.

##### 7.4.1 Effekter knyttet til selve deponiet

De radioaktive nuklidene foreligger i avfallet i fast form, med unntak av radon-gass som oppstår ved desintegrasjon av Ra-226, og som vil lekke ut til luft fra eventuelle utette beholdere. Denne radon-gassen vil neppe bety noe vesentlig tillegg til den naturlige radon-gassen som i alle tilfelle vil være tilstede i et hulrom i fjellet til en hver tid, og vil ikke representere noen økt strålingsrisiko i naturmiljøet. Når det gjelder de øvrige stoffene, foreligger det i prinsippet to muligheter for frigjøring av aktivitet og transport ut i miljøet: En eksplosjon/brann med frigjøring av radioaktivitet til luft, eller lekkasje i vann og transport ut med vannet.

Det første alternativet er ikke behandlet i rapporten fra Statens Atomtilsyn, og er knapt tenkelig uten i forbindelse med sabotasje. Vi skal derfor nøye oss med å diskutere det andre alternativet. Før eller senere vil det diffundere radioaktive nuklider ut fra beholderne, muligens tidligere ved alternativet Killingdal gruve enn fjellhallalternativene på Østlandet, dette på grunn av surere og mer korrosivt vann i gruva. Radioaktivt vann kan deretter lekke ut gjennom grunnen, eller fjellrommet kan langsamt fylles opp inntil overflatelekkasje kan skje. Den siste muligheten representerer størst risiko for miljøet. I fjellhallalternativene på Østlandet planlegges en hall på ca. 10.000 m<sup>3</sup>. Om en gang i en fjern framtid aktiviteten skulle bli frigjort og løses opp i vann, og dette vannet fyller opp hele hallen og begynner å lekke ut, ville den totale aktivitetskonsentrasjonen være av størrelsesorden 107 Bq/liter. Sjansen for at hele aktiviteten skulle løses i vannet med tilnærmet nøytral pH er imidlertid ikke tilstede, idet en vesent-

lig del av radionuklidene ville foreligge adsorbent på vegger og på partikulært materiale. Det vannet som måtte lekke ut, ville dessuten meget snart bli fortynt til konsentrasjoner under det som er påvist å ha effekter på sensitive populasjoner i vann, jfr. kap. 7.2. I alternativet Killingdal gruver dreier det seg om et volum som er 100 ganger større, og dermed tilsvarende større fortykning av eventuell frigjort aktivitet.

Det synes derfor alt i alt å være forsvinnende små sjanser for at et deponi for lav- og middelaktivt atomavfall, slik planene foreligger, vil representere noen miljømessig risiko.

##### 7.4.2 Effekter knyttet til transport

I følge de spesifikasjoner som er gitt for det aktuelle radioaktive avfallet (Statens Atomtilsyn 1991 a,b), er det de beholderne som rommer avfall fra etterundersøkelse ved Mat.Lab VI som representerer den mest potente strålingsrisikoen for miljøet. Det dreier seg her om mengder av Cs-137 og Sr-90 på tilsammen ca. 500 GBq pr. beholder. Ved transporten tar man sikte på en transportmengde på 84 tønner pr. tur. Selv om disse mest aktive tønnene fordeles jevnt på ca. 60 turer, er det likevel gjennomgående tale om størrelsesorden 1000 GBq pr. tur.

Muligheten for spredning av betydelige aktivitetsmengder i naturmiljøet ligger i eventuelle trafikulykker med eksplosjonsartet brann som følge. I et slikt tilfelle virker det ikke usannsynlig at en god del aktivitet kan frigjøres til luft – selv om avfallet i seg selv ikke er brennbar. Som det går fram av rapportene fra Statens Atomtilsyn, er sannsynligheten for en slik ulykke svært liten, men den er åpenbart større ved 430 km transportdistanse enn ved 20 km. Det er ikke mulig helt å avskrive miljøeffekter av en slik hendelse før dette punktet eventuelt er bedre utredet. Karakter og omfang av eventuelle effekter vil i noen grad avhenge av hvor ulykken skjer.

Endel sentrale begreper knyttet til radioaktivitet er forklart i **appendiks 1**.

## 8. Litteratur

- Aurskog-Høland kommune 1991. Kommuneplan for Aurskog-Høland 1991-2000.
- Bevanger, K. 1988. Skogsfugl og kollisjoner med kraftledninger i midtnorsk skogsterreng. - Økoforsk rapport 9: 53 s.
- Erikstad, L. & Hardeng, G. 1988. Naturvernområder i Norge. - Miljøverndepartementet Rapport T-713: 1-147.
- Fet Kommune 1991. Kommuneplan for Fet kommune 1991-2002.
- Fremstad, E. & Elven, R. (red.) 1987. Enheter for vegetasjonskartlegging i Norge. - Økoforsk utredning 1987: 1.
- Fylkesmannen i Oslo/Akershus 1991. FRIDA Friluftregistreringer for Fet og Sørums kommuner.
- Fylkesmannen i Oslo/Akershus 1991. Viltkartlegging. - Fylkesmannen i Oslo/Akershus, miljøvern-avdelingen.
- Fylkesmannen i Sør-Trøndelag. 1987. FRIDA. EDB-register for friluftslivsområdedata. Holtålen kommune.
- Fylkesmannen i Sør-Trøndelag 1991. EDNA. EDB-register for naturverndata. Revidert utgave. Holtålen kommune.
- Holtålen kommune 1992. Kommuneplan for Holtålen kommune 1992-2000.
- ICPR (International Commission on Radiological Protection) 1991. Annual limits on intake of radionuclides by workers based on the 1990 recommendations. Pergamon Press, 1991.
- Kleiven, J. 1990. Oljeleting og friluftsliv ved kysten. Rapport fra et forprosjekt. - AKUP rapport olje/ friluftsliv 1.
- Kleiven, J. 1992. Local attachment and reaction to local environmental problems - differences between visitors and local inhabitants on the Norwegian coast. - Paper presented at The 1st. International Congress on Arctic Social Sciences, Quebec, Canada, 28. - 31.10.1992.
- Moen, A. 1970. Myrundersøkelser i Østfold, Akershus, Oslo og Hedmark. Rapport i forbindelse med Naturvernrådets landsplan for myrreservater og IBP-CT-Telma's myrundersøkelser i Norge. Stensil, Trondheim, s. 1-90.
- Røed, K.H. 1992. Genetiske skader hos rein etter Tsjernobylulykken. I Garmo, T.H. Gunnerød, T.B. (red.). Radioaktivt nedfall fra Tsjernobylulykken. Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd: 103-111.
- Sillis, D.L., Wolf, C.P. & Shelanski, U.B. 1982. Accident at the Three Mile Island: The human dimension. Boulder, Colorado: Westview Press.
- Skjeldestad, F.E., Munch, J.S. & Madland, T.M. 1992. Tsjernobyl-ulykken - påvirket den svangerskapsutfall i Norge? Tidsskrift for den Norske Lægeforening 112 (10): 1278--1281.
- Skogland, T., Strand, O. & Espelien, I. 1991. Den biologiske betydning av radiocesium i villrein. Temahefte 2, Norsk institutt for naturforskning: 64-71.
- Statens Atomtilsyn, 1991a. Deponi for norsk lav- og middelaktivt atomavfall i Killingdal gruve. Utforming, sikkerhetsvurdering.
- Statens Atomtilsyn, 1991b. Deponi i fjell på Romerike for norsk lav- og middelaktivt atomavfall. Lokalisering, utforming, sikkerhetsvurdering.
- Sørums kommune 1989. Kommuneplan for Sørums kommune 1989-2000.
- Vorkinn, M. & Aas, Ø. 1992. Effekten av kraftutbygging i Jostedalsvassdraget for friluftslivet. NINA utredning 032.
- Weisæth, L. 1990. Reactions in Norway to fallout from the Chernobyl disaster. I Brustad, T., Langmark, F. & Reitan, J.B. (eds): Radiation and cancer risk, pp. 149-155. New York: Hemisphere Publ.
- Williams, D. & Schreyer, R. 1985. Nuclear waste storage in Utah: Implications for recreation, tourism and Canyonlands National Park. Leisure Insights, summer, 3-7.
- Williams, D. & Jacob, G. R. 1986. Off-Site Resource Development Conflicts. - I: The Presidents Commission on Outdoor Recreation. A Literature Review (management 13-26) - U.S. Government Printing Office.
- Aas, Ø. 1991. Friluftsliv. - I: Thomassen, J. (red.) 1991. Hovedflyplass Gardermoen. Konsekvensutredning: Naturvern, landskap, limnologi, fisk, vilt og friluftsliv. NINA Oppdragsmelding 140.

Whicker, F.W. & Schultz, V. 1982. Radioecology:  
Nuclear Energy and the Environment, Vol.  
II. CRC Press, Boca Roton, Florida, 228 pp.

## Appendiks 1: Forklaring av begreper innen radioaktivitet

### Aktivitet

Den målbare fysikalske størrelse som angir antall atomkjerner som brytes ned (desintegrerer) pr tidsenhet i et radioaktivt materiale. Enheten er becquerel (Bq) som tilsvarende en desintegrasjon pr sekund. Tidligere bruktes enheten curie (Ci).

### Alfastråling

Partikkelstråling som sendes ut fra endel tunge radioaktive stoffer. En alfapartikkel består av 2 protoner og 2 nøytroner. Alfastråling absorberes meget lett. Et tynt ark papir vil f.eks. absorbere alfastråling totalt.

### Becquerel, Bq

Enheten for aktivitet i det internasjonale enhetssystemet. 1 Bq = desintegrasjon pr sekund.

### Betastråling

Partikkelstråling som sendes ut fra atomkjernen i det radioaktive i endel radioaktive stoffer. Betastrålingen består av elektronlike partikler, betapartikler. 1 cm vev (eller vann) absorberer betapartikler totalt.

### Doseekvivalent

Størrelse som i strålevernssammenheng brukes for å angi den strålingsrisiko en person utsettes for. Størrelsen framkommer ved å ta hensyn til ulike strålingstypers biologiske effektivitet samt til dosen. Enheten for doseekvivalent er sievert (Sv). Tidligere bruktes enheten rem.

### Halveringstid

Den tid det tar for at halvparten av atomkjernene i et radioaktivt stoff skal desintegrere. Etter en halveringstid er altså den opprinnelige mengde radioaktivt materiale halvert. Etter to halveringstider er firedelen igjen osv.

### Lavaktivt avfall

Avfall som bare inneholder små mengder radioaktivt materiale.

### Middelaktivt avfall

Radioaktivt avfall som kan ha ganske høyt innhold av radioaktive stoffer med kort halveringstid. Det er nødvendig med stråleskjerming, men ikke avkjøling. Består vanligvis av prosessavfall og ionebyttmasse fra kjernereaktorer.

### Nuklide

Atomtype som karakteriseres av atomkjernenes sammensetning, dvs. antall protoner og nøytroner i kjernen. Eks.: Nuklidene C-13 og C-14 er to isotoper av grunnstoffet karbon. Radioaktive nuklider kalles ofte radionuklider.

### Plutonium, Pu

Tungt radioaktivt grunnstoff som dannes ved nøytronbestråling av Uran-238 i kjernekraftreaktorer. Pu-239 sender ut alfastråling og har halveringstid på 24 000 år.

### Radioaktivitet

Den egenskap som karakteriseres ved at atomkjerner desintegrerer ved utsendelse av stråling. Radioaktivitet er en egenskap og ikke en målbar fysisk størrelse. Man kan derfor strengt tatt ikke snakke om f.eks. utslipp av radioaktivitet, men utslipp av radioaktive stoffer.

### Radon

Naturlig radioaktiv edelgass som dannes ved desintegrasjon av radium. Ved inhalasjon kan doseekvivalenten til lungene bli betydelig.

### Sievert, Sv

Enheten for doseekvivalent i det internasjonale enhetssystemet.

1 Sv = ett tusen millisievert (mSv).

Begrepsforklaringene er hentet fra:

NOU 1991. Deponi for lav og middelaktivt atomavfall. Norges offentlige utredninger NOU 1991: 9.



151

nina  
oppdrags-  
melding

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-0269-7

Norsk institutt for  
naturforskning  
Tungasletta 2  
7005 Trondheim  
Tel. 07 58 05 00