



Brug af åbne radioaktive kilder

Ikke-medicinske formål

Vejledning



Brug af åbne radioaktive kilder

Ikke-medicinske formål

© Sundhedsstyrelsen, 2019.
Publikationen kan frit refereres
med tydelig kildeangivelse.

Sundhedsstyrelsen
Islands Brygge 67
2300 København S

www.sst.dk

Elektronisk ISBN: [xx]

Sprog: Dansk

Version: 1.0

Versionsdato: 25.11.2019

Format: pdf

Udgivet af Sundhedsstyrelsen,
[Måned og år]

Indholdsfortegnelse

Introduktion	6
1. Begrebet brug.....	7
2. Strålebeskyttelsesprincipper	9
2.1. Berettigelse	9
2.2. Optimering	10
2.3. Dosisbegrænsning	11
3. Ansvar	12
3.1. Virksomhedens ansvar	12
4. Særlige kompetencepersoner	15
4.1. Strålebeskyttelseskoordinator	15
4.2. Strålebeskyttelsesekspert.....	17
5. Tilladelse, underretning, registrering m.v.	19
5.1. Myndighedskontrolniveauer.....	20
5.2. Ansøgning om tilladelse.....	23
5.3. Underretning	25
5.4. Undtaget fra krav om tilladelse og underretning	28
5.5. Registrering af anlæg	28
5.6. Import og overdragelse.....	29
5.7. Fortegnelse over modtagelse, produktion og overdragelse	30
5.8. Afmelding af anlæg, tilladelse eller underretning	30
5.9. Tilsyn	31
5.10. Gebyr.....	32
6. Sikkerhedsvurdering	33
6.1. Systematisk gennemgang af sikkerhed og strålebeskyttelse	33
6.2. Omfang.....	33
6.3. Rapport.....	34
7. Klassificering og skiltning af områder	35
7.1. Klassificering af områder	35
7.2. Skiltning	36
7.3. Afgrensning af kontrollerede områder	39
8. Krav til anlæg m.v.	40
8.1. Afskærmning	40
8.2. Indretnings- og anvendelsesmæssige krav til anlæg og andre lokaler	41

8.3. Fortegnelse over anlæg.....	48
9. Arbejdstagere	49
9.1. Kategorisering af stråleudsatte arbejdstagere	49
9.2. Krav til oplysning, oplæring og instruktion af arbejdstagere.....	52
10. Strålebeskyttelse ved modtagelse, opbevaring og håndtering	54
10.1. Instrukser.....	54
10.2. Modtagelse af åbne radioaktive kilder	55
10.3. Opbevaring.....	55
10.4. Minimering af stråleudsættelse ved håndtering.....	57
10.5. Dyreforsøg	62
10.6. Benyttelse af personlige værnemidler.....	63
11. Kontrolmåling, rengøring og afvikling.....	64
11.1. Brug af måleudstyr.....	64
11.2. Grænseværdier for forurening.....	64
11.3. Valg af forureningsmonitor	65
11.4. Aftøringsprøver	66
11.5. Program for kontrolmålinger.....	66
11.6. Rengøring af forurenede overflader m.v.	67
11.7. Afvikling af bygninger, anlæg og andre lokaler.....	68
12. Radioaktivt affald	71
12.1. Affaldsveje i Danmark.....	71
12.2. Udledning	72
12.3. Plan for radioaktivt affald	72
12.4. Behandling af radioaktivt affald på virksomheden	73
12.5. Fortegnelse	78
13. Dosisovervågning.....	80
13.1. Krav om dosisovervågning	80
13.2. Bestemmelse af samt indberetning og underretning om doser	84
13.3. Dosisstatistik	85
14. Ulykker, uheld og hændelser	86
14.1. Instrukser om forholdsregler.....	86
14.2. Forhold af systematisk karakter	86
14.3. Procedure ved ulykker, uheld og hændelser	87
14.4. Rengøring af personer.....	87
14.5. Underret Sundhedsstyrelsen.....	88
14.6. Efter en ulykke, et uheld eller en hændelse.....	89
15. Transport.....	90
15.1. Vejtransport i Danmark.....	90

15.2. Vejtransport i udlandet.....	96
15.3. Søtransport	96
15.4. Lufttransport.....	97
16. Kvalitetssikring	98
16.1. Systemets grundlæggende elementer	98
17. Lov, bekendtgørelser, vejledninger m.v.	101
Bilag A: Ordliste	103
Bilag B: Eksempler på bestemmelse af myndighedskontrolniveau.....	113
Bilag C: Udarbejdelse af sikkerhedsvurdering	120
Bilag D: Værdier til vurdering af doser fra hudforurening	128
Bilag E: Formler, enheder og omregningsfaktorer	129
Bilag F: Beslutningsdiagram for bortskaffelse og overdragelse	134

Introduktion

Denne vejledning har til formål at bidrage til, at reglerne for *brug af åbne radioaktive kilder* forstås og anvendes korrekt. Reglerne findes i strålebeskyttelsesloven og de tilhørende bekendtgørelser, se kapitel 17. Reglerne har til formål at sikre, at brug af åbne radioaktive kilder er berettiget og optimeret, og at *dosisgrænserne* ikke overskrides.

Vejledningen er udarbejdet af Sundhedsstyrelsen, der varetager myndighedsopgaver vedrørende sikkerhed og *strålebeskyttelse*, hvor der forekommer, anvendes eller frembringes *ioniserende stråling*.

Vejledningen henvender sig til alle, der bruger åbne radioaktive kilder til *ikke-medicinske formål*. Vejledningen omfatter dog ikke *NORM, lækagesporing og veterinærmedicinsk anvendelse*.

Vejledningen gengiver kravene fra lov og bekendtgørelser til brug af åbne radioaktive kilder til ikke-medicinske formål og indeholder Sundhedsstyrelsens anvisninger til, hvordan disse krav kan opfyldes. Hvis vejledningens anvisninger følges, kan *virksomheden* forvente, at dens brug af åbne radioaktive kilder er i overensstemmelse med reglerne. Vejledningens anvisninger er ikke bindende, virksomheden kan altså vælge at opfylde et krav ved en anden fremgangsmåde end den anviste, hvis den giver tilstrækkelig grad af strålebeskyttelse. Vælges en anden fremgangsmåde, skal virksomheden kunne dokumentere, at den ved den valgte fremgangsmåde lever op til kravene. Endelig afgørelse herom kan om nødvendigt træffes af Sundhedsstyrelsen.

I vejledningen henvises der ved hjælp af fodnoter til de relevante paragraffer i lov og bekendtgørelser. Ord i kursiv er forklaret i ordlisten, se bilag A. For grundlæggende information om ioniserende stråling, ioniserende strålings biologiske virkning, forekomst og anvendelse m.v. henvises til Sundhedsstyrelsens udgivelse "Strålingsguiden", se kapitel 17.

Seneste version af vejledningen kan findes på www.sis.dk.

1. Begrebet brug

I strålebeskyttelseslovgivningen benyttes begrebet "brug". Begrebet har en udvidet betydning sammenlignet med den gængse, idet brug omfatter alle handlinger, der kan være forbundet med *radioaktivt materiale*.

Brug

Begrebet "brug" forstås i strålebeskyttelseslovgivningen som:

*Fremstilling, forarbejdning, besiddelse, import, eksport, overdragelse, håndtering, anvendelse, kontrol, eftersyn, opbevaring, bortskaffelse, genvinding, genanvendelse, udledning og transport af radioaktive stoffer.*¹

Selvom begreberne "brug" og "anvendelse" i andre sammenhænge opfattes som synonymmer, betyder de i strålebeskyttelsessammenhæng derfor ikke det samme, idet "anvendelse" blot er ét af mange delelementer af begrebet "brug".

For de brugs- og anvendelsesområder, som denne vejledning omfatter, er følgende delelementer af begrebet "brug" relevante: Fremstilling, besiddelse, import, eksport, overdragelse, håndtering, anvendelse, opbevaring, bortskaffelse, udledning og transport. Nedenfor gennemgås, hvordan de enkelte delelementer skal forstås i relation til åbne radioaktive kilder.

Fremstilling

Med fremstilling menes produktion af *radionuklider* f.eks. ved hjælp af en cyklotron.

Besiddelse

Med besiddelse menes ejerskab eller råderet over åbne radioaktive kilder.

Import

Med import menes *overførsel* af åbne radioaktive kilder til Danmark fra et andet land.

Eksport

Med eksport menes *overførsel* af åbne radioaktive kilder fra Danmark til et andet land.

Overdragelse

Med overdragelse menes skift af ejerskabet af en åben radioaktiv kilde fra én virksomhed til en anden. Når en virksomhed sender *radioaktivt affald* til forbrænding på et forbrændingsanlæg eller til *Dansk Dekommissionering*, er der også tale om en overdragelse.

¹ Bek. nr. 669/2019, § 10, nr. 7a.

Håndtering

Med håndtering menes de praktiske operationer forbundet med anvendelse, opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder. Håndtering indbefatter f.eks. operationer forbundet med modtagelse af en åben radioaktiv kilde, laboratoriearbejde med åbne radioaktive kilder og pakning af radioaktivt affald fra anvendelse af åbne radioaktive kilder.

Anvendelse

Med anvendelse menes benyttelse af åbne radioaktive kilder til det tiltænkte formål, f.eks. forskning og udvikling, dyreforsøg eller forsøg i naturen.

Opbevaring

Med opbevaring menes alle former for lagring af åbne radioaktive kilder f.eks. på specielt indrettede opbevaringssteder i de *anlæg*, hvor de åbne radioaktive kilder håndteres, eller opbevaring af radioaktivt materiale eller radioaktivt affald i anlæg særligt konstrueret til dette formål.

Bortskaffelse

Med bortskaffelse menes udledning af radioaktivt affald fra anvendelse af åbne radioaktive kilder, se nedenfor, eller *deponering* af radioaktivt affald hos en virksomhed, der er særligt udpeget til dette.

I denne vejledning forstås ved begrebet "bortskaffelse" også udsmidning af ikke-radioaktivt affald via normal renovation.

Udledning

Med udledning menes spredning af åbne radioaktive kilder til omgivelserne f.eks. via kloak eller skorsten.

Transport

Med transport menes flytning af åbne radioaktive kilder fra ét sted til et andet via offentlig vej, jernbane, skib eller lufttransport.

2. Strålebeskyttelsesprincipper

I Danmark anvendes et globalt anerkendt system for strålebeskyttelse. Systemet følger anbefalinger fra den internationale strålebeskyttelseskommission (ICRP)² og bygger på tre fundamentale principper: berettigelse, optimering og dosisbegrænsning. Principperne er indbygget i den danske strålebeskyttelseslovgivning og deres betydning for brug af åbne radioaktive kilder er beskrevet nedenfor.

2.1. Berettigelse

Det overordnede princip ved brug af åbne radioaktive kilder er, at brugen skal være berettiget. Det betyder, at brugen af åbne radioaktive kilder kun må finde sted, hvis de sundhedsmæssige, økonomiske, samfundsmæssige eller andre fordele ved brugen opvejer ulemperne.³

I vurderingen af berettigelsen skal indgå overvejelser om muligheden for at anvende alternative metoder, der enten ikke er baseret på ioniserende stråling (f.eks. fluorescerende eller fotometriske metoder), eller er baseret på væsentligt reduceret *stråleudsættelse* eller risiko (f.eks. ved kun at anvende de aktivitetsmængder, der er nødvendige for at opnå det ønskede resultat).⁴ Vurderingen skal tage udgangspunkt i bl.a. radionuklid, aktivitetsmængde og muligheden for dosisovervågning.⁵

Det er virksomhedens opgave at vurdere, om den konkrete brug er berettiget, eller om en alternativ metode, evt. uden anvendelse af åbne radioaktive kilder, vil være mere berettiget. Hvis det er tilfældet, skal den alternative metode vælges. I tvivlstilfælde bør den alternative metode afprøves først. Virksomheden skal også regelmæssigt vurdere, om dens brug af åbne radioaktive kilder fortsat er berettiget.⁶ Dette sikres bl.a. ved benyttelse af et *kvalitetsstyringssystem*, se kapitel 16.

Det er Sundhedsstyrelsens vurdering, at brug af åbne radioaktive kilder omfattet af denne vejledning normalt vil være berettiget under forudsætning af, at den finder sted efter vejledningens anvisninger. Virksomheden vurderer selv den konkrete berettigelse ved specifikke anvendelser. Sundhedsstyrelsen kan til enhver tid vurdere og træffe afgørelse om, hvorvidt en virksomheds brug af åbne radioaktive kilder er berettiget.⁷

² ICRP Publ. 103, 2007.

³ Bek. nr. 669/2019, § 16, stk. 1.

⁴ Bek. nr. 669/2019, § 16, stk 2-3.

⁵ Bek. nr. 669/2019, § 16, stk. 4.

⁶ Bek. nr. 669/2019, § 16.

⁷ Bek. nr. 669/2019, § 17.

2.2. Optimering

Optimeringsprincippet betyder, at brug af åbne radioaktive kilder kun må finde sted, hvis sandsynligheden for og omfanget af stråleudsættelsen, herunder antallet af stråleudsatte personer, holdes så lavt som med rimelighed opnåeligt under hensyntagen til aktuel teknisk viden og økonomiske og samfundsmæssige faktorer.⁸

"Med rimelighed" betyder, at virksomheden hverken skal bruge for mange eller for få midler til beskyttelsesforanstaltninger. Virksomheden skal opnå det bedste beskyttelsesniveau under de givne omstændigheder.

Sundhedsstyrelsen kan til enhver tid vurdere og træffe afgørelse om, hvorvidt brugen af åbne radioaktive kilder er optimeret.⁹

I optimeringsprocessen skal der tages hensyn til stråleudsættelsen af både *arbejdstagere* og *enkeltpersoner i befolkningen* i forhold til de fastsatte *dosisbindinger* for disse persongrupper.

Dosisbindinger

En virksomheds brug af åbne radioaktive kilder er underlagt dosisbindinger for *effektiv dosis* til enkeltpersoner i befolkningen og *øvrige arbejdstagere*. Den maksimale dosisbinding, der må benyttes for en virksomheds samlede brug af *stråling*, herunder fra åbne radioaktive kilder, er 0,1 mSv/år for enkeltpersoner i befolkningen og 0,3 mSv/år for virksomhedens øvrige arbejdstagere.¹⁰

Hvor der findes flere virksomheder på samme geografiske lokalitet, kan Sundhedsstyrelsen for hver af de pågældende virksomheder fastsætte en lavere dosisbinding.¹¹

Dosisbindinger for virksomhedens *stråleudsatte arbejdstagere* fastsættes om nødvendigt af virksomheden og bør tage udgangspunkt i virksomhedens og tilsvarende virksomheders dosishistorik. I afsnit 13.3 oplyses typiske doser til stråleudsatte arbejdstagere beskæftiget med brug af åbne radioaktive kilder i forbindelse med forskning og udvikling til ikke-medicinske formål.

Dosisbindingerne skal indgå i planlægning af brug af åbne radioaktive kilder. Anvendelse af dosisbindinger skal føre til optimering af strålebeskyttelsen, dvs. minimering af stråleudsættelse f.eks. ved adgangskontrol, begrænsning af opholdstid og benyttelse af afskærmning. Derved kan den faktiske stråleudsættelse af arbejdstagere og enkeltperso-

⁸ Bek. nr. 669/2019, § 18.

⁹ Bek. nr. 669/2019, § 19.

¹⁰ Bek. nr. 669/2019, §§ 21-22.

¹¹ Bek. nr. 669/2019, § 21, stk. 2.

ner i befolkningen forventes at være lavere end dosisbindingen. For brug af åbne radioaktive kilder omfattet af krav om tilladelse indledes optimeringsprocessen med en grundlæggende *sikkerhedsvurdering*, se kapitel 6.¹²

2.3. Dosisbegrænsning

Summen af doser, en person udsættes for, må ikke overstige dosisgrænserne.^{13, 14} Dosisgrænserne er fastsat, så de begrænser forekomsten af *senskader* til et acceptabelt niveau og forhindrer forekomsten af *akutte skader*. Princippet om dosisbegrænsning beskytter alle personers ret til ikke at blive udsat for uforholdsmæssigt store risici som følge af stråling. Dosisgrænser for *erhvervsmæssig* og *befolkningsmæssig bestråling* fra virksomheders brug af alle strålekilder fremgår af Tabel 1.

Tabel 1
Dosisgrænser¹⁵

Personkategori	Grænse for effektiv dosis [mSv/år]	Grænse for ækvivalent dosis [mSv/år]		
		Øjelinse	Hud ⁽¹⁾	Ekstremiteter ⁽²⁾
Stråleudsat arbejdstager, der er fyldt 18 år	20	20	500	500
Person mellem 16 og 18 år ⁽³⁾	6	15	150	150
Enkeltperson i befolkningen	1	15	50	-

(1) Dosisgrænsen for huden gælder for hver overflade af 1 cm².

(2) Ekstremiteter omfatter hænder, underarme, fødder og ankler.

(3) Person mellem 16 og 18 år, der er i en mindst 2-årig erhvervskompetencegivende uddannelse, der er reguleret ved lov eller i henhold til lov, og hvor brug af strålekilder indgår som et nødvendigt led i den pågældende uddannelse.

Herudover er der krav om, at ækvivalent dosis til et foster som følge af moderens erhvervsmæssige bestråling skal holdes så lav som med rimelighed opnåeligt og ikke må overstige 1 mSv efter meddelelse til virksomheden om graviditeten.¹⁶

I det tilfælde, hvor dosisgrænserne for erhvervsmæssig bestråling overskrides, må arbejdstageren ikke udføre yderligere arbejde, der indebærer stråleudsættelse, medmindre Sundhedsstyrelsen har godkendt dette.¹⁷

Oplysning om dosisovervågning findes i kapitel 13.

¹² Bek. nr. 669/2019, § 20.

¹³ Bek. nr. 669/2019, § 23.

¹⁴ Bek. nr. 669/2019, § 31.

¹⁵ Bek. nr. 669/2019, bilag 1.

¹⁶ Bek. nr. 669/2019, § 24.

¹⁷ Bek. nr. 669/2019, § 25.

3. Ansvar

Det er virksomheden, der besidder, anvender, opbevarer m.v. åbne radioaktive kilder, der er ansvarlig for opfyldelse af kravene i strålebeskyttelseslovgivningen. Hvis virksomheden benytter *eksterne arbejdstagere*, har *arbejdsgiveren* for disse arbejdstagere dog et selvstændigt ansvar for opfyldelse af dele af lovgivningen.

3.1. Virksomhedens ansvar

Virksomheden, der besidder, anvender, opbevarer m.v. åbne radioaktive kilder, har som udgangspunkt det fulde ansvar for overholdelse af alle krav i strålebeskyttelseslovgivningen.

I de tilfælde hvor en virksomhed A låner en åben radioaktiv kilde hos virksomhed B, er det virksomhed A, der er ansvarlig for opfyldelse af kravene i lovgivningen, herunder er omfattet af krav om tilladelse eller underretning.

En virksomhed, der er ansvarlig for et anlæg, der benyttes til brug af åbne radioaktive kilder omfattet af krav om tilladelse eller underretning, men som ikke selv bruger åbne radioaktive kilder i anlægget, har tillige et ansvar i forhold til overholdelse af en række krav. De skal føre en fortegnelse, der indeholder oplysninger til entydig identifikation af anlægget, anlægstype, have tegninger med anlæggets konstruktion og indretningens evne til at yde strålebeskyttelse, evt. oplysninger om anlægget klassifikation i forhold til kontrolleret eller overvåget område og, hvis der er krav om eftersyn af anlægget, dato for sidste eftersyn og dato for næste eftersyn.¹⁸

En virksomheds *strålebeskyttelseskoordinator*, se afsnit 4.1, har ikke et personligt ansvar for, at virksomheden opfylder sine forpligtelser, men skal bistå virksomheden med dette. Hvis strålebeskyttelseskoordinatoren ikke længere udfylder sin rolle, f.eks. ved overflytning til andre arbejdsfunktioner eller ansættelsesophør i virksomheden, eller hvis virksomheden ikke gennemfører nødvendige foranstaltninger til at overholde alle krav, har strålebeskyttelseskoordinatoren dog pligt til at underrette Sundhedsstyrelsen om dette.¹⁹

En *strålebeskyttelsesekspert*, se afsnit 4.2, fungerer som rådgiver for virksomheden og har derved heller ikke et personligt ansvar for, at virksomheden opfylder sine forpligtelser.

3.1.1. Ansvarsfordeling og krav forbundet med eksterne arbejdstagere

Når en virksomhed, der anvender åbne radioaktive kilder, benytter sig af eksterne arbejdstagere til arbejdet, har disse arbejdstageres arbejdsgiver et selvstændigt ansvar for opfyldelse af visse dele af strålebeskyttelseslovgivningen.^{20, 21} Dette er f.eks. tilfældet,

¹⁸ Bek. nr. 670/2019, § 17.

¹⁹ Bek. nr. 669/2019, § 35, stk. 2-3.

²⁰ Bek. nr. 669/2019, § 12.

²¹ Bek. nr. 669/2019, § 13.

hvis en arbejdstager udfører service på *udstyr* i en virksomhed, hvor vedkommende ikke er ansat.

Nedenfor fremgår dels de krav, som arbejdsgiveren alene bærer ansvaret for overholdelsen af, og dels de krav, som virksomheden og arbejdsgiveren hver for sig bærer et ansvar for overholdelsen af. Overholdelsen af de resterende krav i strålebeskyttelseslovgivningen påhviler alene virksomheden.

Arbejdsgiverens ansvar

Arbejdsgiveren for eksterne arbejdstagere bærer alene ansvaret for overholdelsen af:

- Kravet om kategorisering af stråleudsatte arbejdstagere²²
- Kravet om, hvem der må beskæftiges som stråleudsatte arbejdstagere²³
- Kravet om, at stråleudsatte arbejdstagere skal være instrueret om nødvendigheden af tidlig underretning om graviditet og amning med henblik på, at der kan træffes foranstaltninger til sikring af, at dosis til den ufødte eller det diende barn bliver så lav som med rimelighed opnåeligt^{24, 25}
- Kravet om, at stråleudsatte arbejdstagere skal gøres bekendt med resultatet af dosisovervågningen snarest muligt efter resultatet foreligger²⁶
- Kravet om, at Sundhedsstyrelsen straks skal underrettes om doser, der overstiger fastsatte dosisværdier²⁷
- Kravet om, at doser til stråleudsatte arbejdstagere for seneste 5 kalenderår skal kunne dokumenteres²⁸
- Kravet om, at resultater af *individuel dosisovervågning* inden 4 uger fra resultatet foreligger skal indberettes til Sundhedsstyrelsens Register for Persondosimetri.²⁹

²² Bek. nr. 669/2019, §§ 38-41.

²³ Bek. nr. 669/2019, §§ 42-43.

²⁴ Bek. nr. 669/2019, § 45, stk. 1, nr. 6, og stk. 2.

²⁵ Bek. nr. 669/2019, § 46.

²⁶ Bek. nr. 669/2019, § 84.

²⁷ Bek. nr. 669/2019, § 85.

²⁸ Bek. nr. 669/2019, § 86.

²⁹ Bek. nr. 669/2019, § 87.

Fælles ansvar for virksomheden og arbejdsgiveren

Virksomheden og arbejdsgiveren bærer hver for sig ansvaret for overholdelsen af bl.a.:

- Kravene vedrørende berettigelse, optimering og dosisbegrænsning³⁰
- Kravene vedrørende oplysning, oplæring, instruktion, viden, færdigheder og kompetencer af og for arbejdstagere^{31, 32}
- Kravet om dosisovervågning af stråleudsatte arbejdstagere.^{33, 34}
- Virksomhedens ansvar for overholdelsen af ovenstående krav omfatter alene de aspekter, der er direkte forbundet med den eksterne arbejdstagers specifikke arbejde i virksomheden.

Hvis en virksomhed benytter sig af eksterne arbejdstagere i kategori A, se kapitel 9, har virksomheden pligt til at indhente den eksterne arbejdstagers dosishistorik fra dennes arbejdsgiver, før et arbejde påbegyndes.³⁵

Virksomheder, der anvender en ekstern arbejdstager, skal hvis relevant hurtigst muligt videregive resultatet af dosisovervågningen til dennes arbejdsgiver.³⁶

Teksten i den resterende del af denne vejledning er udarbejdet med den forudsætning, at virksomheden ikke benytter eksterne arbejdstagere.

³⁰ Bek. nr. 669/2019, kapitel 4-6.

³¹ Bek. nr. 669/2019, § 45, stk. 1, nr. 1-4.

³² Bek. nr. 669/2019, § 46.

³³ Bek. nr. 669/2019, §§ 78-79.

³⁴ Bek. nr. 669/2019, § 81.

³⁵ Bek. nr. 669/2019, § 44.

³⁶ Bek. nr. 669/2019, § 83.

4. Særlige kompetencepersoner

Strålebeskyttelsesloven og tilhørende bekendtgørelser skelner mellem to forskellige hverv, der er relevante ved brug af åbne radioaktive kilder til ikke-medicinske formål, der er omfattet af krav om tilladelse eller underretning, se kapitel 5. Disse benævnes strålebeskyttelseskoordinator og strålebeskyttelsesekspert.

Hvervene skal varetages af personer med særlige viden, færdigheder og kompetencer, hvad angår brug af åbne radioaktive kilder.³⁷ Hvervene kan hver især varetages af enten én person eller en gruppe af personer, der samlet har den fornødne ekspertise.³⁸ I visse tilfælde kan art, omfang eller kompleksitet af brugen betyde, at Sundhedsstyrelsen stiller krav om flere strålebeskyttelseskoordinatorer eller strålebeskyttelsesexperts.

Kompetencepersonerne skal i relevant omfang samarbejde ved varetagelsen af de respektive opgaver.³⁹

4.1. Strålebeskyttelseskoordinator

Ved brug af åbne radioaktive kilder omfattet af krav om tilladelse eller underretning skal virksomheden til enhver tid råde over en strålebeskyttelseskoordinator.⁴⁰ Strålebeskyttelseskoordinatoren skal bistå virksomheden med at overvåge og opretholde strålebeskyttelsen af arbejdstagere og enkeltpersoner i befolkningen i forbindelse med virksomhedens brug af åbne radioaktive kilder.

Når en virksomhed skal "råde over" en strålebeskyttelseskoordinator, betyder det, at virksomheden og dens arbejdstagere hurtigt og let skal kunne komme i kontakt med strålebeskyttelseskoordinatoren. Det er derfor hensigtsmæssigt, at strålebeskyttelseskoordinatoren har sin daglige gang i virksomheden. Strålebeskyttelseskoordinatorer i virksomheder, der bruger åbne radioaktive kilder, skal have kendskab til stråling og strålebeskyttelse, lovgivningen på området samt fornødne kompetencer til at overvåge eller stå for driften af de strålebeskyttelsesforanstaltninger, der er relevante i forhold til virksomhedens brug.⁴¹ For brug af åbne radioaktive kilder omfattet af krav om tilladelse vil der normalt være krav om, at strålebeskyttelseskoordinatoren har bestået et isotopkursus⁴² godkendt af Sundhedsstyrelsen.⁴³ For brug omfattet af krav om underretning vil der kunne opnås godkendelse som strålebeskyttelseskoordinator på baggrund af dokumenteret kendskab til stråling og strålebeskyttelse.⁴⁴

³⁷ Bek. nr. 669/2019, § 34, stk. 2.

³⁸ Bek. nr. 669/2019, § 33, stk. 4.

³⁹ Bek. nr. 669/2019, § 37.

⁴⁰ Bek. nr. 669/2019, § 33, stk. 1.

⁴¹ Bek. nr. 670/2019, bilag 7, afsnit 1.

⁴² Godkendte isotopkurser til ikke-medicinsk brug af åbne radioaktive kilder.

⁴³ Bek. nr. 670/2019, bilag 7, afsnit 4.10.

⁴⁴ Bek. nr. 670/2019, bilag 7, afsnit 4.11.

Godkendelse af en strålebeskyttelseskoordinator sker efter ansøgning fra virksomheden. Ansøgningen skal indeholde dokumentation for strålebeskyttelseskoordinatorens viden, færdigheder og kompetencer. Strålebeskyttelseskoordinatoren skal med sin underskrift bekræfte varetagelsen af sit hverv i virksomheden.⁴⁵ Strålebeskyttelseskoordinatorens viden, færdigheder og kompetencer skal ajourføres efter behov, f.eks. ved indførelse af nye metoder eller nye radionuklider.⁴⁶

Strålebeskyttelseskoordinatorens opgaver

Strålebeskyttelseskoordinatoren skal typisk bistå ved følgende opgaver:^{47, 48}

- Sikring af, at brug af åbne radioaktive kilder udføres i henhold til virksomhedens instrukser
- Vedligeholdelse af fortegnelser
- Regelmæssige vurderinger af relevante sikkerheds- og advarselssystemers tilstand
- Kontrol af gennemførelsen af individuel dosisovervågning
- Oplysning, oplæring og instruktion af arbejdstagere vedrørende brug af åbne radioaktive kilder
- Afrapportering til den lokale ledelse
- Gennemførelse af foranstaltninger til forebyggelse, beredskab og reaktion i *nødbestrålingssituationer*.

Strålebeskyttelseskoordinatoren har pligt til

- at informere Sundhedsstyrelsen, hvis virksomheden ikke gennemfører nødvendige tiltag for overholdelse af regler i strålebeskyttelsesloven og tilhørende bekendtgørelser samt evt. yderligere krav fastsat af Sundhedsstyrelsen⁴⁹
- omgående at underrette Sundhedsstyrelsen, når pågældende fratræder sin funktion eller har andet end normalt fravær, f.eks. orlov.⁵⁰

⁴⁵ Bek. nr. 669/2019, § 35, stk. 1.

⁴⁶ Bek. nr. 669/2019, § 34, stk. 4.

⁴⁷ Bek. nr. 669/2019, § 33, stk. 1.

⁴⁸ Bek. nr. 669/2019, bilag 2, afsnit 1.

⁴⁹ Bek. nr. 669/2019, § 35, stk. 2.

⁵⁰ Bek. nr. 669/2019, § 35, stk. 3.

Inden en strålebeskyttelseskoordinator fratræder sit hverv, skal virksomheden have opnået Sundhedsstyrelsens godkendelse af en ny strålebeskyttelseskoordinator, i modsat fald vil retten til brug af åbne radioaktive kilder bortfalde.

4.2. Strålebeskyttelsesekspert

Ved brug af åbne radioaktive kilder omfattet af krav om tilladelse, skal virksomheden afhængig af art, omfang og kompleksitet af brugen rådføre sig med en strålebeskyttelsesekspert om relevante strålebeskyttelsesmæssige forhold.⁵¹ "Rådføre sig med" betyder, at strålebeskyttelseseksperten skal inddrages i specifikke strålebeskyttelsesmæssige problemstillinger.

Da hvervet ikke er forbundet med en høj grad af tilstedeværelse på virksomheden, vil strålebeskyttelseseksperten typisk være tilknyttet som ekstern konsulent. Strålebeskyttelseseksperten skal dokumentere sin rådgivning for virksomheden og udlevere en kopi af den underskrevne dokumentation til virksomheden.⁵²

Sundhedsstyrelsen skal godkende strålebeskyttelseseksperten. Godkendelse sker efter ansøgning fra eksperten selv og for specifikke typer af brug og anvendelser, og strålebeskyttelseseksperten vil derfor alene kunne rådgive virksomheder om de typer af brug og anvendelser, som vedkommende er godkendt til. Godkendelse sker for en periode af 5 år, hvorefter det påhviler strålebeskyttelseseksperten at søge om fornyet godkendelse.⁵³

Strålebeskyttelseseksperten skal have tilstrækkelig uddannelse, viden, færdigheder og kompetencer til at kunne rådgive om etablering eller modifikation af de strålebeskyttelsesforanstaltninger, der er relevante i forhold til virksomhedens brug af åbne radioaktive kilder.⁵⁴

Strålebeskyttelsesekspertens opgaver

Strålebeskyttelsesekspertens rådgivning skal som minimum omfatte følgende aspekter:^{55, 56}

- Optimering og etablering af dosisbindinger
- Udarbejdelse f.eks. sikkerhedsvurderinger og instrukser
- Planer for nye eller ændrede anlæg og ibrugtagning af nye radionuklider
- Klassificering af områder

⁵¹ Bek. nr. 669/2019, § 33, stk. 2.

⁵² Bek. nr. 669/2019, § 36.

⁵³ Bek. nr. 669/2019, § 34, stk. 3.

⁵⁴ Bek. nr. 670/2019, bilag 9.

⁵⁵ Bek. nr. 669/2019, § 33, stk. 2.

⁵⁶ Bek. nr. 669/2019, bilag 2, afsnit 2.

- Ordninger til oplæring og efteruddannelse af stråleudsatte arbejdstagere
- Kategorisering af arbejdstagere
- Arbejdsvilkår for gravide og ammende arbejdstagere
- Individuel dosisovervågning
- Måleudstyr
- Miljøovervågningsprogram
- Retningslinjer til håndtering, opbevaring og bortskaffelse af radioaktivt affald
- Foranstaltninger til forebyggelse af ulykker, uheld og hændelser
- Efterforskning og analyse af ulykker, uheld og hændelser
- Kvalitetsstyringsystemer vedrørende brug af åbne radioaktive kilder.

5. Tilladelse, underretning, registrering m.v.

Strålebeskyttelseslovgivningen beskriver tre niveauer af myndighedskontrol for brug af åbne radioaktive kilder: tilladelse, underretning og undtagelse herfra – afstemt efter risikoen ved brugen. Brug af åbne radioaktive kilder kræver som udgangspunkt tilladelse, der er den mest restriktive grad af myndighedskontrol. I tilfælde, hvor brugen er forbundet med lav risiko, er der ikke krav om tilladelse, men virksomheden skal i stedet underrette Sundhedsstyrelsen om brugen. Hvis risikoen er så lav, at der ikke er behov for strålebeskyttelsesforanstaltninger, er virksomhedens brug af åbne radioaktive kilder undtaget fra krav om tilladelse og underretning.

Brug af åbne radioaktive kilder skal som udgangspunkt foregå i anlæg.⁵⁷ Virksomheder omfattet af krav om tilladelse til besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder skal registrere deres anlæg i Sundhedsstyrelsens register for *strålekilder* og anlæg.⁵⁸ Eksempler på anlæg til ikke-medicinske formål er givet nedenfor.

Anlæg

Anlæg til brug af åbne radioaktive kilder til ikke-medicinske formål er f.eks.:

- Isotoplaboratorier
- Opbevaringsrum
- Affaldsrum
- Dyrestalde.

Sundhedsstyrelsen kan i visse tilfælde godkende anvendelse af åbne radioaktive kilder uden for anlæg, f.eks. ved sporstofsundersøgelser i naturen eller flowmålinger i rør. I disse tilfælde fastsætter Sundhedsstyrelsen individuelle krav i forhold til den konkrete anvendelse, hvis ikke anvendelsen er undtaget fra krav om tilladelse eller underretning.⁵⁹

⁵⁷ Bek. nr. 669/2019, § 52, stk. 1.

⁵⁸ Bek. nr. 670/2019, § 15, stk. 1, nr. 2.

⁵⁹ Bek. nr. 670/2019, § 64, stk. 2.

5.1. Myndighedskontrolniveauer

For brug af åbne radioaktive kilder skelnes der mellem to former for myndighedskontrol: myndighedskontrol for besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder og myndighedskontrol for udledning af radioaktivt materiale.

For den til enhver tid samlede besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder gælder et myndighedskontrolniveau, der afhænger af aktivitetskoncentrationen (AK) og aktivitetsmængden (A).

Myndighedskontrolniveauet for virksomhedens udledning af radioaktive materiale afhænger af den maksimale aktivitetskoncentrationen (AK) ved *udledningspunktet* samt den samlede aktivitetsmængde (A) der udledes pr. måned. Det er den samlede udledning af radioaktivt materiale fra virksomheden, der danner grundlag for bestemmelse af myndighedskontrolniveauet. Har en virksomhed flere afdelinger på samme geografiske lokalitet, der udleder radioaktivt materiale, så er det den samlede aktivitetsmængde fra alle afdelinger på lokaliteten, der er afgørende for myndighedskontrolniveauet.

Til bestemmelse af myndighedskontrolniveauet benyttes indekssværdier for aktivitetskoncentration (I_{AK}) og aktivitetsmængde (I_A), hvor indekssværdierne beregnes som henholdsvis aktivitetskoncentrationen eller aktivitetsmængden divideret med den tilsvarende *undtagelsesværdi* eller *undtagelses- og frigivelsesværdi*. Indekssværdierne er givet ved:

$$I_{AK} = \sum_k \frac{AK_k}{AK_{U,k}} \quad (1)$$

$$I_A = \sum_k \frac{A_k}{A_{U,k}} \quad (2)$$

hvor AK_k er aktivitetskoncentrationen for radionuklid k , A_k er aktivitetsmængden for radionuklid k , og $A_{U,k}$ og $AK_{U,k}$ er de tilsvarende undtagelsesværdier og undtagelses- og frigivelsesværdier. Ligningerne (1) og (2) skal som udgangspunkt benyttes alle steder, hvor flere radionuklider bruges. I bilag B er der givet eksempler på bestemmelse af myndighedskontrolniveauer.

Undtagelsesværdierne og undtagelses- og frigivelsesværdierne for de hyppigst anvendte radionuklider er givet i Tabel 2. For andre radionuklider kan værdierne findes i bilag 3 og bilag 4 i bek. nr. 670/2019.

Tabel 2

Undtagelsesværdier og undtagelses- og frigivelsesværdier for de hyppigst anvendte radionuklider

Radionuklid	Aktivitetskoncentration [Bq/g]	Aktivitetmængde [Bq]	Aktivitetskoncentration [Bq/g]
	Bek. nr. 670/2019, bilag 3	Bek. nr. 670/2019, bilag 3	Bek. nr. 670/2019, bilag 4
H-3	10^6	10^9	10^2
C-14	10^4	10^7	10^0
P-32	10^3	10^5	10^3
S-35	10^5	10^8	10^2
I-125	10^3	10^6	10^2

5.1.1. Besiddelse, anvendelse i anlæg og opbevaring m.v.

Myndighedskontrolniveauet for besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder, som funktion af aktivitetskoncentrationen og aktivitetmængden, er angivet i Tabel 3.

Tabel 3

Myndighedskontrolniveau for besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder⁶⁰

		Aktivitetsindeks I_A		
		$I_{A,bilag\ 3} \leq 1$	$1 < I_{A,bilag\ 3} \leq 10$	$10 < I_{A,bilag\ 3}$
Aktivitetskoncentrationsindeks I_{AK}	$1.000 < I_{AK,bilag\ 3}$	Tilladelse	Tilladelse	Tilladelse
	$1 < I_{AK,bilag\ 3} \leq 1.000$	Underretning	Tilladelse	Tilladelse
	$I_{AK,bilag\ 3} \leq 1 < I_{AK,bilag\ 4}$	Undtaget fra krav om underretning*	Underretning	Tilladelse

* Hvis den samlede aktivitetmængde pr. måned overstiger et aktivitetsindeks på 10 kræves dog underretning

Som det fremgår af Tabel 3, er der hverken krav om tilladelse eller underretning, når aktivitetskoncentrationsindekset og aktivitetsindekset er mindre end eller lig med 1. Dette vil i tilfælde af besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v. af én radionuklid svare til, at aktivitetskoncentrationen og aktivitetmængden er mindre end eller lig med undtagelsesværdien⁶¹. En undtagelse er dog, hvis den samlede aktivitetmængde pr. måned overstiger et aktivitetsindeks på 10, da disse tilfælde er omfattet af krav om underretning.

⁶⁰ Bek. nr. 670/2019, bilag 1.

⁶¹ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

Vær opmærksom på, at myndighedskontrolniveauet gælder for den samlede besiddelse af åbne radioaktive kilder, herunder også radioaktivt affald, åbne radioaktive kilder i anvendelse samt radionuklider *indgivet* til forsøgsdyr.

Den samlede lagerbeholdning, som en virksomhed skal underrette om eller har tilladelse til, fastsættes ud fra virksomhedens behov og en vurdering af berettigelsen, se afsnit 2.1. For virksomheder, der er underlagt krav om tilladelse, vil de maksimale lagerbeholdningsgrænser fremgå af tilladelsen.

Lagerbeholdning

Til lagerbeholdning medregnes de aktivitetsmængder, der aktuelt skal opbevares, f.eks.:

- Radioaktive *forsendelser*, der endnu ikke er pakket ud
- Radioaktive forsendelser, der endnu ikke er afsendt
- Stamopløsninger og rester heraf.

Til lagerbeholdning medregnes ikke:

- Radioaktivt affald
- Radionuklider, der er i anvendelse
- Radionuklider *indgivet* til forsøgsdyr.

Sundhedsstyrelsen kan i særlige tilfælde øge myndighedskontrolniveauet for besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder uanset ovenstående, hvis det vurderes nødvendigt på baggrund af sandsynligheden for og konsekvensen af stråleudsættelsen forbundet med brugen.⁶²

5.1.2. Udledning af radioaktivt materiale

Myndighedskontrolniveauet bestemmes med udgangspunkt i den maksimale aktivitetskoncentration ved udledningspunktet og den samlede aktivitetsmængde, der udledes pr. måned, som angivet i Tabel 4. Et eksempel på bestemmelse af myndighedskontrolniveauet for udledning af radioaktivt materiale er givet i bilag B.

⁶² Bek. nr. 670/2019, § 5, stk. 3.

Tabel 4

Myndighedskontrolniveau for udledning af radioaktivt materiale

		Aktivitetsindeks I_A^{**}		
		$I_{A,bilag\ 3} \leq 1$	$1 < I_{A,bilag\ 3} \leq 10$	$10 < I_{A,bilag\ 3}$
Aktivitetskoncentrationsindeks I_{AK}^{***}	$100 < I_{AK,bilag\ 3}$	Tilladelse	Tilladelse	Tilladelse
	$1 < I_{AK,bilag\ 3} \leq 100$	Underretning*	Tilladelse	Tilladelse
	$I_{AK,bilag\ 3} \leq 1 < I_{AK,bilag\ 4}$	Undtaget fra krav om underretning	Underretning	Tilladelse

* Hvis aktivitetskoncentrationen umiddelbart efter udledningspunktet er større end 10 gange undtagelsesværdien kræves dog tilladelse

** Beregnet ud fra den udledte aktivitetsmængde pr. måned

*** Ved udledningspunktet

5.2. Ansøgning om tilladelse

Tilladelse til brug af åbne radioaktive kilder skal være indhentet fra Sundhedsstyrelsen inden besiddelse, udledning m.v. af åbne radioaktive kilder.⁶³

5.2.1. Besiddelse, anvendelse i anlæg og opbevaring m.v.

Der ansøges om tilladelse til besiddelse, anvendelse i anlæg og opbevaring m.v. ved at udfylde den relevante webformular på www.sis.dk. Webformularen findes under "Selvbetjening", hvor der også findes vejledning i udfyldelse af formularen.

Ansøgning om tilladelse til besiddelse, anvendelse i anlæg og opbevaring m.v.

Ansøgningen skal vedhæftes relevante oplysninger og dokumentation, herunder:

- Forventede radionuklider, aktivitetsmængder og aktivitetskoncentrationer – der skal indsendes information om både lagerbeholdning og de maksimale aktivitetsmængder, der forventes håndteret pr. gang
- Anlæg til registrering samt dokumentation for, at disse anlæg lever op til de gældende krav, jf. afsnit 8.2
- Dokumentation for strålebeskyttelseskoordinatorens viden, færdigheder og kompetencer, se afsnit 4.1
- Sikkerhedsvurdering, se kapitel 6

⁶³ Bek. nr. 670/2019, § 9, stk.1.

- Kopi af dokumentation for rådgivning fra strålebeskyttelsesekspert, hvor relevant
- Relevante instrukser, se afsnit 10.1.

5.2.2. Udledning

Der ansøges om tilladelse til udledning ved at udfylde den relevante webformular på www.sis.dk. Webformularen findes under "Selvbetjening", hvor der også findes vejledning i udfyldelse af formularen.

Ansøgning om tilladelse til udledning

Ansøgningen skal vedhæftes relevante oplysninger og dokumentation, herunder:

- Radionuklider, maksimal aktivitetskoncentration ved udledningspunktet samt samlet aktivitetsmængde, der forventes udledt pr. måned
- Angivelse af hvorvidt der er tale om udledning gennem afløb eller afkast til atmosfære, se kapitel 12
- Dokumentation for strålebeskyttelseskoordinatorens viden, færdigheder og kompetencer, se afsnit 4.1
- Sikkerhedsvurdering, hvori særlige forholdsregler og doser forbundet med udledningen er beskrevet, se kapitel 6
- Kopi af dokumentation for rådgivning fra strålebeskyttelsesekspert, hvor relevant
- Relevante instrukser, se afsnit 10.1.

5.2.3. Anvendelse af åbne radioaktive kilder uden for anlæg

Der ansøges om tilladelse til anvendelse af åbne radioaktive kilder uden for anlæg ved at udfylde den relevante webformular på www.sis.dk. Webformularen findes under "Selvbetjening", hvor der også findes vejledning i udfyldelse af formularen.

Ansøgning om tilladelse til anvendelse af åbne radioaktive kilder uden for anlæg

Ansøgningen skal vedhæftes relevante oplysninger og dokumentation, f.eks.:

- Beskrivelse af anvendelsen samt dennes formål og berettigelse
- Lokalitet og tidspunkt for forsøget eller projektets udførelse

- Den/de anvendte radionuklid(er), herunder maksimal aktivitetskoncentration og aktivitetsmængde samt kemisk form – der skal angives, hvor mange målinger der planlægges, og hvad aktivitetsmængden og aktivitetskoncentrationen er i hver enkelt måling
- De benyttede radionuklidernes transport og bevægelse i vand, jord og luft
- Adgangsforholdene til området, hvor forsøget skal udføres
- Dokumentation for strålebeskyttelseskoordinatorens viden, færdigheder og kompetencer, se afsnit 4.1
- Sikkerhedsvurdering, se kapitel 6
- Kopi af dokumentation for rådgivning fra strålebeskyttelsesekspert, hvor relevant
- Strålebeskyttelsesmæssige forholdsregler for forsøget, herunder forholdsregler vedrørende utilsigtede hændelser
- Plan for udledning og overdragelse, se afsnit 12.3
- Proces for kontrol af og vilkår for *frigivelse* af området efter afsluttet forsøg
- Relevante instrukser, se afsnit 10.1.

5.3. Underretning

Sundhedsstyrelsen skal underrettes om besiddelse, anvendelse, opbevaring og udledning m.v. af åbne radioaktive kilder omfattet af krav om underretning, inden besiddelse, udledning m.v. af åbne radioaktive kilder.⁶⁴

5.3.1. Besiddelse, anvendelse i anlæg og opbevaring m.v.

Underretning foretages ved at udfylde den relevante webformular på www.sis.dk. Webformularer findes under "Selvbetjening", hvor der også findes vejledning i udfyldelse af formularen.

⁶⁴ Bek. nr. 670/2019, § 9, stk. 1.

Underretning om besiddelse, anvendelse i anlæg og opbevaring m.v.

Underretningen skal vedhæftes relevante oplysninger og dokumentation, f.eks.:

- Forventede radionuklider, aktivitetskoncentrationer og aktivitetsmængder – der skal indsendes information om både lagerbeholdning og de maksimale aktivitetsmængder, der forventes håndteret pr. gang
- Bekræftelse på, at alle anlæg opfylder krav til indretning, se kapitel 8
- Plan for udledning og overdragelse, se afsnit 12.3
- Dokumentation for strålebeskyttelseskoordinatorens viden, færdigheder og kompetencer, se afsnit 4.1
- Kategorisering af stråleudsatte arbejdstagere, se afsnit 9.1
- Dosisovervågning af stråleudsatte arbejdstagere, se kapitel 13
- Relevante instrukser, se afsnit 10.1
- Bekræftelse på, at der føres relevante fortegnelser og protokoller, se kapitel 16
- Bekræftelse på, at virksomheden råder over relevant og velfungerende måleudstyr, se kapitel 11.

5.3.2. Udledning

Underretning foretages ved at udfylde den relevante webformular på www.sis.dk. Webformularer findes under "Selvbetjening", hvor der også findes vejledning i udfyldelse af formularen.

Underretning om udledning

Underretningen skal vedhæftes relevante oplysninger og dokumentation, f.eks.:

- Radionuklider, maksimal aktivitetskoncentration ved udledningspunktet samt samlet aktivitetsmængde, der forventes udledt pr. måned
- Oplysning om udledning sker via afløb eller afkast til atmosfære, se kapitel 12
- Dokumentation for strålebeskyttelseskoordinatorens viden, færdigheder og kompetencer, se afsnit 4.1

- Relevante instrukser, se kapitel 10.1.

5.3.3. Anvendelse af åbne radioaktive kilder uden for anlæg

Der underrettes ved at udfylde den relevante webformular på www.sis.dk. Webformularen findes under "Selvbetjening", hvor der også findes vejledning i udfyldelse af formularen.

Underretning om anvendelse af åbne radioaktive kilder uden for anlæg

Underretningen skal vedhæftes relevante oplysninger og dokumentation, f.eks.:

- Beskrivelse af anvendelsen samt dennes formål og berettigelse
- Lokalitet og tidspunkt for forsøget eller projektets udførelse
- Den/de anvendte radionuklid(er), herunder maksimal aktivitetskoncentration og aktivitetsmængde samt kemisk form – der skal angives, hvor mange målinger der planlægges, og hvad aktivitetsmængden og aktivitetskoncentrationen er i hver enkelt måling
- De benyttede radionuklidernes transport og bevægelse i vand, jord og luft
- Adgangsforholdene til området, hvor forsøget eller projektet ønskes udført
- Strålebeskyttelsesmæssige forholdsregler for forsøget eller projektet, herunder forholdsregler vedrørende utilsigtede hændelser
- Dokumentation for strålebeskyttelseskoordinatorens viden, færdigheder og kompetencer, se afsnit 4.1
- Kategorisering af stråleudsatte arbejdstagere, se afsnit 9.1
- Dosisovervågning af stråleudsatte arbejdstagere, se kapitel 13
- Plan for udledning og overdragelse, se afsnit 12.3
- Proces for kontrol af og vilkår for frigivelse af området efter afsluttet forsøg eller projekt
- Relevante instrukser, se afsnit 10.1
- Bekræftelse på, at der føres relevante fortegnelser og protokoller, se kapitel 16
- Bekræftelse på, at virksomheden råder over relevant og velfungerende måleudstyr, se kapitel 11.

5.4. Undtaget fra krav om tilladelse og underretning

Besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder er undtaget fra krav om tilladelse eller underretning, når kriterierne i Tabel 3 er overholdt. Udledning er undtaget for krav om tilladelse og underretning, når kriterierne i Tabel 4 er opfyldt.⁶⁵ I disse tilfælde skal der hverken indhentes tilladelse fra eller sendes underretning til Sundhedsstyrelsen. Det er dog en forudsætning, at brugen af åbne radioaktive kilder opfylder berettigelsesprincippet. Strålebeskyttelseslovens strålebeskyttelsesmæssige krav, bestemmelserne i de tilhørende bekendtgørelser og i de øvrige regler, der er fastsat i medfør af loven, finder ikke anvendelse for brug af åbne radioaktive kilder, der er undtaget fra krav om tilladelse og underretning.

5.5. Registrering af anlæg

Anlæg tilknyttet en brug af åbne radioaktive kilder, der er omfattet af krav om tilladelse til besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v., skal registreres i Sundhedsstyrelsens register for strålekilder og anlæg.⁶⁶ Anlægget skal leve op til kravene beskrevet i kapitel 8. Anlægget må først benyttes til brug af åbne radioaktive kilder, når Sundhedsstyrelsen har bekræftet registreringen.⁶⁷

Registreringspligten påhviler den, der benytter anlægget, men den, der er ansvarlig for et anlæg uden selv at bruge åbne radioaktive kilder i anlægget, er selvstændig registreringspligtig for anlægget. Anlægget skal dog kun registreres én gang, også i det tilfælde hvor flere virksomheder bærer et selvstændigt ansvar.⁶⁸

Enhver ændring af anlæg, der vedrører oplysninger, der indgår i Sundhedsstyrelsens register for strålekilder og anlæg, skal indberettes til Sundhedsstyrelsen. Ved ændringer forudsætter den fortsatte benyttelse af anlægget til brug af åbne radioaktive kilder, at Sundhedsstyrelsen har bekræftet ændringerne.⁶⁹

Anlæg registreres ved at udfylde den relevante webformular på www.sis.dk. Webformularer findes under "Selvbetjening", hvor der også findes vejledning i udfyldelse af formularen.

Registrering af anlæg

Registreringen skal vedhæftes relevante oplysninger og dokumentation, f.eks.:

- Anlægstype (f.eks. type C/B/A isotoplaboratorium, opbevaringsrum, affaldsrum)

⁶⁵ Bek. nr. 670/2019, § 5, stk. 1-2.

⁶⁶ Bek. nr. 670/2019, § 15, stk. 1, nr. 2.

⁶⁷ Bek. nr. 669/2019, § 51, stk. 5.

⁶⁸ Bek. nr. 669/2019, § 51, stk. 2-4.

⁶⁹ Bek. nr. 669/2019, § 51, stk. 6-7.

- Anlægsbetegnelse til entydig identifikation af anlægget
- Information om, hvilke radionuklider, der håndteres i anlægget, herunder de maksimale aktivitetsmængder, der håndteres pr. operation for alle operationskategorier, se afsnit 8.2.2
- Plantegninger, der viser anlæggets indretning og anlæggets placering på virksomheden
- Beskrivelse af indretningen, herunder også ventilations- og afløbsforhold
- Afskærmning i og af anlægget
- Dokumentation for kontrol af stinkskabe m.v.
- Dokumentation for kontrol af ventilationssystem (herunder trykforhold).

5.6. Import og overdragelse

Ved import af åbne radioaktive kilder fra lande uden for EU samt ved overdragelse af åbne radioaktive generelt gælder nedenstående regler.

Regler for import og overdragelse af åbne radioaktive kilder

Import

Ved import fra et land uden for EU af en åben radioaktiv kilde, hvis aktivitetsmængde og aktivitetskoncentration er større end undtagelsesværdien⁷⁰, skal der på forhånd indhentes godkendelse fra Sundhedsstyrelsen.

Overdragelse inden for Danmark

Ved overdragelse inden for Danmark af en åben radioaktiv kilde, hvis aktivitetsmængde og aktivitetskoncentration er større end undtagelsesværdien, skal den overdragende virksomhed indberette dette til Sundhedsstyrelsen. Indberetningen skal ske inden 21 dage efter udgangen af et kvartal for de i kvartalet foretagne overdragelser.

Overdragelse til lande inden for EU

Ved overdragelse til lande inden for EU af en åben radioaktive kilde, hvis aktivitetsmængde og aktivitetskoncentration er større end undtagelsesværdien, skal reglerne

⁷⁰ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

i Rådets forordning om overførsel af radioaktive stoffer mellem medlemslandene overholdes, se kapitel 17.

Import af åbne radioaktive kilder fra et land inden for EU eller modtagelse af åbne radioaktive kilder fra en dansk virksomhed er ikke omfattet af særlige regler, men Sundhedsstyrelsen skal have givet tilladelse til brugen eller have modtaget underretning om brugen forinden, jf. afsnit 5.2.1 og 5.3.1.

5.7. Fortegnelse over modtagelse, produktion og overdragelse

Der skal føres en fortegnelse over de seneste 5 års modtagelse, produktion og overdragelse til en anden virksomhed af åbne radioaktive kilder med aktivitetskoncentration eller aktivitetsmængde større end undtagelsesværdierne^{71, 72, 73}

Fortegnelse over modtagelse, produktion og overdragelse

Fortegnelsen over modtagelse, produktion og overdragelse til en anden virksomhed af åbne radioaktive kilder skal indeholde følgende oplysninger for den enkelte opbevaringsenhed:

- Radionuklid
- Tilstandsform og kemisk form
- Dato, aktivitetsmængde ved modtagelse eller produktion og, hvor relevant, aktivitetskoncentration
- I tilfælde af overdragelse: dato for overdragelsen, aktivitetsmængde og, hvor relevant, aktivitetskoncentration samt navn på den virksomhed, hvortil overdragelsen er sket
- Opbevaringssted
- Relevant kontaktperson.

5.8. Afmelding af anlæg, tilladelse eller underretning

Virksomheden kan afmelde et eller flere anlæg tilknyttet en tilladelse eller afmelde en hel tilladelse eller underretning. Før at et anlæg kan afmeldes og frigives til andre formål, skal

⁷¹ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

⁷² Bek. nr. 670/2019, § 16, stk. 3.

⁷³ Bek. nr. 670/2019, § 16, stk. 1, nr. 2.

overflader kontrolmåles som beskrevet i kapitel 11. Dokumentation for de udførte kontrolmålinger skal vedhæftes afmeldingen, dokumentationen skal stå i rimelig forhold til de åbne radioaktive kilder, der har været anvendt og opbevaret m.v.⁷⁴

Afmelding foretages ved at udfylde den relevante webformular på www.sis.dk. Webformularer findes under "Selvbetjening", hvor der også findes vejledning i udfyldelse af formularen.

Afmelding af anlæg

Afmeldingen skal vedhæftes relevante oplysninger og dokumentation og skal som minimum indeholde oplysninger om:

- Anlægsbetegnelse
- Alle radionuklider, der har været brugt i anlægget
- Måleudstyr anvendt ved kontrolmåling af overflader m.v.
- Resultatet af de udførte kontrolmålinger inkl. baggrundsmåling
- Angivelse af, hvor de enkelte kontrolmålinger er udført
- Navn/initialer på den stråleudsatte arbejdstager, der har udført kontrolmålingerne samt dato for udførelsen.

Hvis en hel tilladelse ønskes afmeldt, skal alle registrerede anlæg først afmeldes. Herudover skal der indsendes erklæring om, at alt radioaktivt materiale er bortskaffet eller overdraget.

Hvis en underretning ønskes afmeldt, skal der indsendes erklæring om, at alle anlæg og andre lokaler er blevet kontrolmålt, og at de er blevet fundet fri for forurening med åbne radioaktive kilder over grænseværdierne for frigivelse⁷⁵, samt at alt radioaktivt materiale er bortskaffet eller overdraget.⁷⁶

5.9. Tilsyn

Sundhedsstyrelsen fører tilsyn med brug af åbne radioaktive kilder efter en graderet tilgang. Dvs. at typen, omfanget og hyppigheden af tilsyn er tilpasset sandsynligheden for og konsekvensen af stråleudsættelsen forbundet med brugen af de åbne radioaktive kilder.⁷⁷ Der skelnes mellem administrative tilsyn og tilsynsbesøg hos virksomheden.

⁷⁴ Bek. nr. 670/2019, § 13.

⁷⁵ Bek. nr. 670/2019, bilag 5.

⁷⁶ Bek. nr. 670/2019, § 11, stk. 1.

⁷⁷ Lov nr. 23/2018, § 18, stk. 1.

Administrative tilsyn initieres ved en skriftlig henvendelse fra Sundhedsstyrelsen, hvori relevante dele af virksomhedens *kvalitetssikring* og evt. øvrig dokumentation anmodes udleveret inden for en given frist. Ved tilsynsbesøg hos virksomheden foretages tillige observationer af anlæg, arbejdsforhold m.v. samt samtaler med relevante arbejdstagere.

Sundhedsstyrelsen kan til enhver tid, uanset typen af brug og myndighedskontrolniveau, forlange at få adgang til åbne radioaktive kilder, anlæg, udstyr, registre samt øvrig dokumentation relateret til kvalitetssikring m.v. Dokumentationen skal efter anmodning sendes til Sundhedsstyrelsen eller udleveres i forbindelse med et tilsynsbesøg.⁷⁸

Sundhedsstyrelsen fremsender efter endt tilsyn, og hvor det er relevant, en kravskrivelse, hvori alle konstaterede mangler og fristen for udbedring af disse er angivet, til virksomheden. Tilsynet anses først som værende afsluttet, når alle krav er opfyldt. Sundhedsstyrelsen kan forbyde brug af åbne radioaktive kilder, indtil de stillede krav er blevet opfyldt.⁷⁹

5.10. Gebyr

Sundhedsstyrelsen opkræver på baggrund af Sundheds- og Ældreministeriets bekendtgørelse nr. 1111/2019 et årligt gebyr til dækning af udgifter til tilsyn, rådgivning, bistand og administration i forbindelse med brug af åbne radioaktive kilder omfattet af krav om tilladelse eller underretning. De konkrete takster er fastsat i forhold til brugens kompleksitet samt den risiko, der er forbundet med brugen.

Gebyrer opkræves for dels tilladelser til eller underretninger om brug af åbne radioaktive kilder og dels for visse anlægstyper.

Nærmere oplysninger findes på www.sis.dk.

⁷⁸ Lov nr. 23/2018, § 18, stk. 2.

⁷⁹ Lov nr. 23/2028, § 19.

6. Sikkerhedsvurdering

Før brug af åbne radioaktive kilder omfattet af krav om tilladelse, skal virksomheden gennemføre en sikkerhedsvurdering.⁸⁰ Sikkerhedsvurderingen er en systematisk gennemgang af alle forhold, der er relevante for sikkerhed og strålebeskyttelse forbundet med den planlagte brug.⁸¹

6.1. Systematisk gennemgang af sikkerhed og strålebeskyttelse

Formålet med sikkerhedsvurderingen er at sikre, at strålebeskyttelsen til enhver tid er optimeret, og at virksomheden overholder alle relevante krav til sikkerhed og strålebeskyttelse - både ved normal drift og ved uheld.

Sikkerhedsvurderingen omfatter en vugge-til-grav beskrivelse af strålingsrisici, sikkerhedsfunktioner, strålebeskyttelsesforanstaltninger, lokaliteten, anlæggets design og robusthed samt menneskelige faktorer. Sikkerhedsvurderingen bør påbegyndes allerede under planlægningen af brug af åbne radioaktive kilder, og skal omfatte alle stadier fra konstruktion af anlæg over anvendelse af åbne radioaktive kilder til afvikling efter endt brug.

Sikkerhedsvurderingen er relevant i hele tilladelsens levetid og skal periodisk gennemgås og opdateres, så vurderingen altid afspejler den aktuelle brug og anvendelse.⁸² Planlægges ændringer af sikkerheds- eller strålebeskyttelsesforanstaltninger, driftsmæssige forhold, arbejdsprocedurer, radionuklider, aktivitetsmængder, tilstandsform eller andre forhold, der har indvirkning på sikkerhed og strålebeskyttelse, skal der gennemføres en fornyet sikkerhedsvurdering.

6.2. Omfang

Sikkerhedsvurderingen skal have et omfang, som afspejler den risiko, der er forbundet med den konkrete brug af åbne radioaktive kilder. Dette afhænger typisk af radionuklid, aktivitetsmængder, tilstandsform, hvordan og hvor ofte de benyttes, om brugen foregår i et anlæg, herunder isotoplaboratorium, samt de arbejdsprocedurer, der styrer brugen af åbne radioaktive kilder. Et eksempel på arbejdsprocessen ved udarbejdelse af en sikkerhedsvurdering ved brug af åbne radioaktive kilder samt strukturen for sikkerhedsvurderingen er givet i bilag C.

Sundhedsstyrelsens vejledning om sikkerhedsvurderinger, se kapitel 17, giver detaljerede anvisninger på gennemførelse af sikkerhedsvurderinger i overensstemmelse med

⁸⁰ Bek. nr. 669/2019, § 20, stk. 1.

⁸¹ Bek. nr. 669/2019, § 10, nr. 49.

⁸² Bek. nr. 669/2019, § 20, stk. 2.

IAEA's anbefalinger⁸³. Her findes også vejledning om sikkerhedsvurdering for brug af åbne radioaktive kilder til ikke-medicinske formål.

6.3. Rapport

Virksomheden bør beskrive sikkerhedsvurderingen i en versionsstyret rapport. Sundhedsstyrelsen vil bede om at få sikkerhedsvurderingen til gennemsyn når en virksomhed søger om tilladelse, og den vil udgøre en del af grundlaget for formulering af evt. specifikke vilkår i forbindelse med tilladelsen samt som udgangspunkt for tilsyn.

Når sikkerhedsvurderingen i forbindelse med periodiske gennemgange eller ved planlagte ændringer opdateres, skal den opdaterede rapport sendes til Sundhedsstyrelsen, når der er grundlag for at ændre i tilladelsen eller vilkårene heri.

Opdatering af sikkerhedsvurdering

Opdatering af virksomhedens sikkerhedsvurdering skal som minimum ske ved:

- Ændring i hvilke radionuklider, der arbejdes med
- Ændring af det radioaktive materiales tilstandsform
- Øgning af aktivitetsmængder
- Ibrugtagning af nye anlæg
- Ibrugtagning af nye arbejdsprocedurer, der kan indvirke på stråleudsættelsen
- Planlægning af afvikling af anlæg
- Ændring i udledning af radioaktivt materiale.

⁸³IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 4 (Rev 1), 2016.

7. Klassificering og skiltning af områder

Områder, hvor arbejdstagere vil kunne modtage effektive eller ækvivalente doser over visse niveauer, skal klassificeres som enten overvågede eller kontrollerede.⁸⁴ Forud for brug af åbne radioaktive kilder skal det vurderes, om de områder, hvor der håndteres og bevares m.v. åbne radioaktive kilder, og de omkringliggende områder skal klassificeres. Alle steder, hvor der opbevares åbne radioaktive kilder med en samlet aktivitetsmængde over undtagelsesværdien⁸⁵, samt ved alle indgangsdøre til områder, hvor der håndteres åbne radioaktive kilder med en samlet aktivitetsmængde over 100 x undtagelsesværdien, er der krav om skiltning. Derudover er der for overvågede og kontrollerede områder supplerende krav til skiltningen.

7.1. Klassificering af områder

Klassificeringen af områder skal gøres på baggrund af de potentielle doser, der kan modtages i området, herunder også som følge af utilsigtede hændelser og uheld. Scenarierne med utilsigtede hændelser og uheld skal være realistiske, men må godt må være usandsynlige. Der er dog kun grund til at medtage scenarier, der er meget usandsynlige, hvis konsekvensen vil være meget stor. Klassificeringen skal tage udgangspunkt i risikoen i området uden hensyntagen til strålebeskyttelsesmæssige tiltag som f.eks. procedurer, benyttelse af personlige værnemidler, afskærmning og adgangsbegrænsning.

Der skelnes mellem to områdeklassifikationer; overvåget og kontrolleret, hvor overvåget er den laveste klassifikation.

Klassificering af områder

Et område skal klassificeres på baggrund af de potentielle doser, der kan modtages under normale forhold og ved utilsigtede hændelser og uheld, uden hensyntagen til strålebeskyttelsesmæssige tiltag, som f.eks. procedurer, benyttelse af personlige værnemidler, afskærmning og adgangsbegrænsning.

Overvåget område

Et område skal klassificeres som overvåget⁸⁶, hvis en arbejdstager vurderes at kunne modtage

⁸⁴ Bek. nr. 669/2019, §§ 49-50.

⁸⁵ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

⁸⁶ Bek. nr. 669/2019, § 49, stk. 1.

- en effektiv dosis på mere end 1 mSv/år, dog maksimalt 6 mSv/år, eller
- en ækvivalent dosis til hud eller ekstremiteter på mere end 50 mSv/år, dog maksimalt 150 mSv/år.

Kontrolleret område

Et område skal klassificeres som kontrolleret⁸⁷, hvis en arbejdstager vurderes at kunne modtage

- en effektiv dosis på mere end 6 mSv/år, eller
- en ækvivalent dosis til øjelinsen på mere end 15 mSv/år eller
- en ækvivalent dosis til hud eller ekstremiteter på mere end 150 mSv/år.

Områder, hvor stråleudsættelsen vurderes mindre end stråleudsættelsen i et overvåget område, klassificeres ikke. Det er derfor ikke alle områder, hvor der håndteres, opbevares m.v. åbne radioaktive kilder, der skal klassificeres.

Ved brug af åbne radioaktive kilder vil de områder, der skal klassificeres, oftest være hele anlæg. Et type C isotoplaboratorium vil ofte skulle klassificeres som et overvåget område, mens et type B isotoplaboratorium ofte vil skulle klassificeres som et kontrolleret område. Der skal dog altid foretages en vurdering af det enkelte tilfælde.

Det er ikke kun aktivitetsmængderne, der håndteres, opbevares m.v. i anlægget, der har indflydelse på klassifikationen, men i høj grad også typen af operationer, der udføres i anlægget. Operationer med moderat eller høj risiko, f.eks. jodering med I-125 eller arbejde med åbne radioaktive kilder på pulverform, vil typisk medføre, at anlægget skal klassificeres som enten overvåget eller kontrolleret område. Omvendt vil et anlæg, hvori der udelukkende foretages operationer med lav risiko, f.eks. udtag fra stamopløsning, ikke altid skulle klassificeres.

Større anlæg kan indeholde både klassificerede områder og områder, der ikke skal klassificeres, eller områder med forskellig klassifikation. Dette kan f.eks. gøre sig gældende, hvis der i et større isotoplaboratorium kun håndteres åbne radioaktive kilder i et stinkskab, der er placeret, så det er afgrænset fra andet arbejde i anlægget.

7.2. Skiltning

Krav til skiltning og afmærkning for åbne radioaktive kilder er reguleret i bekendtgørelse nr. 669/2019 og nr. 670/2019. Arbejdstilsynet har derudover fastsat overordnede krav til

⁸⁷ Bek. nr. 669/2019, § 50, stk. 1.

udseende, tilgængelighed og holdbarhed for sikkerhedsskiltning.⁸⁸ Vejledningens anvisninger opfylder såvel Sundhedsstyrelsens som Arbejdstilsynets krav til sikkerhedsskiltning i forbindelse med stråling.

Ved brug af åbne radioaktive kilder er der dels krav om skiltning af opbevaringssteder og anlæg og dels supplerende krav for skiltning af klassificerede områder.

Det er vigtigt at være opmærksom på, at krav om skiltning gælder alle indgangsdøre. Dvs. også døre, der almindeligvis er aflukkede, f.eks. branddøre. Dette skyldes, at det, uanset hvilken indgangsdør der normalt benyttes, skal være tydeligt, hvilke risici der er forbundet med ophold i anlægget eller området. F.eks. vil *indsats- eller redningsmandskab* i forbindelse med en *nødsituation* kunne have brug for at benytte andre indgangsdøre end de, der almindeligvis benyttes.

7.2.1. Generelle krav

For al sikkerhedsskiltning gælder, at skiltningen skal være tydelig og holdbar.⁸⁹ I anlæg og andre lokaler, hvor der kun lejlighedsvis forefindes radioaktivt materiale, kan man med fordel anvende skilte, der kan vendes eller tildækkes, når der ikke er krav om skiltning.

Der er fastsat krav til ordlyden på piktogrammer for sikkerhedsskiltning, se afsnit 7.2.2 og 7.2.3, men det er generelt acceptabelt at tilføje supplerende tekst under piktogrammet, også på andre sprog end dansk, så længe de relevante bekendtgørelses krav til supplerende tekster på dansk samtidig er opfyldt.

7.2.2. Opbevaringssteder og anlæg, der ikke samtidig er klassificerede områder

Alle steder, herunder køleskabe, fryserne, opbevaringsskabe m.v., hvor der opbevares åbne radioaktive kilder, hvis samlede aktivitetsmængde er større end undtagelsesværdien⁹⁰, samt ved alle indgange til anlæg eller områder, hvor der opbevares eller håndteres m.v. åbne radioaktive kilder, hvis samlede aktivitetsmængde er større end 100 gange undtagelsesværdien, skal der være advarselsskilt for ioniserende stråling efter gældende standard⁹¹ suppleret med teksten "Radioaktivt materiale".⁹² Ved opbevaring af flere radionuklider finder ligningerne (1) og (2) i afsnit 5.1 anvendelse. Figur 1 viser den skiltning, der skal anvendes ved opbevaringssteder og anlæg, der ikke samtidig er klassificerede områder.

⁸⁸ Bek. nr. 518/1994.

⁸⁹ Bek. nr. 670/2019, § 37.

⁹⁰ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

⁹¹ DS/EN ISO 7010:2012.

⁹² Bek. nr. 670/2019, § 38, stk. 1.

Figur 1

Skiltning på opbevaringssteder og anlæg, der ikke samtidig er klassificeret område



7.2.3. Overvågede og kontrollerede områder

For både overvågede og kontrollerede områder gælder, at de skal være tydeligt og holdbart afmærkede med oplysning om klassificering, teksten "Radioaktivt materiale" samt teksten "Risiko for *intern og ekstern bestråling*".^{93, 94, 95}

Figur 2 viser skiltning for henholdsvis et overvåget og et kontrolleret område.

Figur 2

Skiltning af klassificerede områder



⁹³ Bek. nr. 669/2019, § 49, stk. 2.

⁹⁴ Bek. nr. 669/2019, § 50, stk. 2, nr. 4.

⁹⁵ Bek. nr. 670/2019, § 38, stk. 2-4.

7.3. Afgrænsning af kontrollerede områder

For kontrollerede områder gælder yderligere, at der skal være en klar fysisk afgrænsning af området eller anden sikring eller afmærkning af området, hvis en klar, fysisk afgrænsning ikke er mulig.⁹⁶ Der bør som udgangspunkt være en vask med håndfri betjening, samt andet relevant udstyr, inden for det kontrollerede område, så forurening af omgivende områder så vidt muligt undgås. Endvidere skal der være foranstaltninger, der sikrer, at kun arbejdstagere, der er nødvendige for brugen af åbne radioaktive kilder, har adgang til de kontrollerede områder, samt at der er truffet foranstaltninger til at forhindre spredning af radioaktivt materiale, hvor dette er relevant.⁹⁷

⁹⁶ Bek. nr. 669/2019, § 50, stk. 2, nr. 1.

⁹⁷ Bek. nr. 669/2019, § 50, stk. 2, nr. 2-3.

8. Krav til anlæg m.v.

Konstruktion og indretning af anlæg skal være tilpasset de radionuklider, der håndteres og opbevares m.v., og den hermed forbundne risiko. Konstruktion og indretning af et anlæg skal planlægges under anvendelse af dosisbindingerne for erhvervsmæssig og befolkningsmæssig bestråling, se afsnit 2.2.⁹⁸ Der kan være behov for indbygget afskærmning i et anlægs bygningsdele, for at strålebeskyttelsen kan betragtes som tilstrækkeligt optimeret. Dertil er der indretningsmæssige krav til anlæg og andre lokaler, der skal være opfyldt.⁹⁹

8.1. Afskærmning

Den afskærmende effekt af et anlægs *byggematerialer* samt evt. yderligere indbygget afskærmning i anlæg skal yde tilstrækkelig beskyttelse af både stråleudsatte arbejdstagere, øvrige arbejdstagere og enkeltpersoner i befolkningen.

Afskærmningsberegninger for ovennævnte afskærmning i anlæg skal indgå i dokumentationen for overholdelse af dosisbindinger og optimering af strålebeskyttelse, hvis relevant, se afsnit 2.2.

Afskærmningsberegningerne foretages på grundlag af de forventede *dosishastigheder* i anlægget og i relevante lokaler og områder omkring anlægget. På baggrund af opholdstider i de pågældende anlæg, lokaler og områder for stråleudsatte arbejdstagere, øvrige arbejdstagere og enkeltpersoner i befolkningen kan dosis til disse personkategorier beregnes. Dosis sammenholdes med de givne dosisbindinger for øvrige arbejdstagere og enkeltpersoner i befolkningen, samt de dosisbindinger, virksomheden har fastsat for sine stråleudsatte arbejdstagere, se afsnit 2.2. Hvis de estimerede doser er for høje, skal det vurderes, om konstruktionen af anlægget kan optimeres, f.eks. ved justering af afskærmning. Ved brug af åbne radioaktive kilder omfattet af krav om tilladelse skal beregninger, overvejelser og konklusioner dokumenteres i sikkerhedsvurderingen, se kapitel 6.

Afskærmningsberegninger for anlæg

Ved vurdering og beregning af behovet for yderligere indbygget afskærmning i et anlæg til brug af åbne radioaktive kilder skal følgende forhold tages i betragtning:

- Hvilke radionuklider skal håndteres og opbevares i anlægget?
- Hvor store aktivitetsmængder skal håndteres og opbevares i anlægget adgangen?

⁹⁸ Bek. nr. 669/2019, § 52, stk. 2.

⁹⁹ Bek. nr. 670/2019, § 64, stk. 1.

- Hvordan er den afskærmende effekt af byggematerialer i vægge, etageadskillelser m.v.?
- Hvilke lokaler og områder (andre laboratorier, kontorer, gangarealer, personale rum m.v.) er placeret omkring, herunder over og under, anlægget, og hvor stor er afstanden til disse?
- Hvem opholder sig i de omkringliggende lokaler og områder (stråleudsatte arbejdstagere, øvrige arbejdstagere eller enkeltpersoner i befolkningen)?
- Hvor stor en del af tiden opholder personerne i de nævnte personkategorier sig i anlægget og de omkringliggende lokaler og områder?

8.2. Indretnings- og anvendelsesmæssige krav til anlæg og andre lokaler

Håndtering af åbne radioaktive kilder omfattet af krav om tilladelse skal normalt foregå i anlæg, der lever op til de indretningsmæssige krav til type C, B eller A isotoplaboratorier.

Konstateres der fejl eller mangler ved et anlæg, skal virksomheden straks underrettes, og hvor disse fejl eller mangler kan medføre *utilsigtet bestråling*, skal de udbedres før yderligere brug af åbne radioaktive kilder.¹⁰⁰

Sundhedsstyrelsen kan i særlige tilfælde godkende håndtering af åbne radioaktive kilder uden for anlæg, se afsnit 5.2.3 og 5.3.3. I disse tilfælde fastsætter Sundhedsstyrelsen krav til håndteringen.¹⁰¹

8.2.1. Krav til anlæg i form af isotoplaboratorier

Anlæg til håndtering af åbne radioaktive kilder vil normalt være isotoplaboratorier. Krav til indretning af et isotoplaboratorium afhænger af de aktivitetsmængder, der skal håndteres i laboratoriet. Isotoplaboratorier klassificeres som type C, B eller A. I afsnit 8.2.2 fremgår de aktivitetsmængder, der må håndteres i type C og B isotoplaboratorier, og nedenfor er de vigtigste krav til indretning af type C og B isotoplaboratorier gengivet.

¹⁰⁰ Bek. nr. 669/2019, § 55, stk. 2-3.

¹⁰¹ Bek. nr. 670/2019, § 64, stk. 1-2.

Krav til type C isotoplaboratorier¹⁰²

Adgangsforhold

- Uvedkommende må ikke have adgang til anlæg og opbevaringssted.

Indretning og udformning

- Anlæg skal være indrettet og udformet, så stråleudsættelsen af arbejdstagere er mindst mulig, og risikoen for og konsekvensen af utilsigtet bestråling er minimeret.*
- Anlæg skal være ryddelige og have tilstrækkelig med plads, da overflødige genstande og for lidt plads øger risikoen for uheld.¹⁰³ *
- Anlæg skal være indrettet, så spredning af radioaktivt materiale til omgivelserne forhindres, så vidt det med rimelighed er muligt.*
- De områder og genstande i anlægget, der kan blive forurenet med radioaktivt materiale, skal begrænses til et minimum og være lette at rengøre. Der bør være et tilstrækkeligt antal skabe til opbevaring af mapper, dokumentation, instrukser m.v.*
- Alle overflader (vægge, døre, gulve, bordplader, stolesæder m.v.) skal være glatte, intakte og rengøringsvenlige. Bordplader af træ og stolesæder af stof er derfor ikke acceptabelt. Overflader skal være modstandsdygtige over for varme, fysiske og kemiske påvirkninger samt anvendelse af kemikalier, der kan korrodere overfladen.*
- Der må ikke være fuger mellem fastmonteret inventar, f.eks. mellem borde eller mellem bord og væg, der er svære at rengøre. Hvis fuger ikke helt kan undgås, må de ikke være placeret de steder i anlægget, hvor der håndteres åbne radioaktive kilder.*
- Alle områder skal være lette at rengøre. Blotlagte rørføringer, ledninger m.v. skal så vidt muligt undgås, f.eks. kan kabelskinner benyttes. Der skal dertil være let adgang til alle gulvflader.*

Vask og afløb

- Der skal være mindst én vask i anlægget, der kan betjenes håndfrit. Hvis anvendelsen ikke tillader vask i anlægget, skal der være adgang til vask i tilstødende anlæg, og adgang til dette anlæg skal kunne ske håndfrit.

¹⁰² Bek. nr. 670/2019, bilag 13, afsnit 1.1.

¹⁰³ Bek. nr. 669/2019, § 55, stk. 1.

- Hvis der sker udledning via afløb af radioaktivt materiale med koncentrationer større end undtagelsesværdierne¹⁰⁴, skal udledningen almindeligvis foregå via et isotop afløb. Faldstammen skal, hvor der er adgang til denne, være mærket "Isotop afløb".*
- Isotop afløb skal have separat faldstamme eller teknisk ækvivalent løsning, der sikrer, at affaldet ikke spredes til andre rum, ved f.eks. tilbageløb, inden tilløb til udledningspunktet.*

Udsugning

- Hvis der kan forekomme *luftbåret radioaktivt materiale* i anlægget, skal der være et luftskifte tilpasset art og omfang af det radioaktivt materiale.*
- Hvis radioaktivt materiale kan blive luftbåret i et omfang, der kan have strålebeskyttelsesmæssig betydning, skal anlægget være udstyret med et tilstrækkeligt antal *beskyttelseskabinetter*, f.eks. stinkskab eller LAF-bænk. LAF-bænke med horisontalt flow, hvor luften blæses ind mod arbejdsstagerne, er ikke acceptable. En lufthastighed i beskyttelseskabinets åbning på 0,5 m/s anses normalt for passende.*
- Beskyttelseskabinettet skal være forsynet med en kontrolanordning, der kan varsle utilstrækkelig funktion.*
- Beskyttelseskabinettet skal før ibrugtagning kontrolleres efter relevant standard. En relevant standard for kontrol af stinkskabe er DS-EN 14175.*
- Udsugning fra beskyttelseskabinetter bør være jævn og hvirvelløs. Stinkskabet skal mindst én gang årligt samt ved væsentlige omstillinger kontrolleres af et afprøvningsfirma eller tilsvarende. Dato for sidste eftersyn bør være synlig på stinkskabet.*
- Hvis det er nødvendigt at filtrere udsugningsluften, skal filtret placeres, så evt. stråleudsættelse minimeres. Dette vil oftest betyde, at filteret skal placeres i den del af udsugningskanalen, der befinder sig i laboratoriet.*
- Luftbåret radioaktivt materiale i et beskyttelseskabinettet må ikke kunne spredes til den omgivende laboratorieluft eller til luften i andre rum.*
- Afkast af luft fra beskyttelseskabinetter skal udføres, så der sikres effektiv fortynding med den atmosfæriske luft. Afkastet skal udmunde så langt fra indsugningskanaler, at recirkulation ikke kan finde sted.*

¹⁰⁴ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

- Inkubatorer og andre specielle skabe skal være tilsluttet udsugning, hvis der er risiko for dannelse af luftformigt radioaktivt materiale.¹⁰⁵

* Disse krav skal overholdes ved opstaldning af dyr, se også afsnit 8.2.3.

Krav til type B isotoplaboratorier¹⁰⁶

Foruden kravene til type C isotoplaboratorier gælder følgende krav til type B isotoplaboratorier:

- Ved risiko for væsentlig forurening skal der være et forrum eller en overgangszone med en vask, der kan betjenes håndfrit, nødbruiser, afløb og garderobefaciliteter. Et type C isotoplaboratorium kan godkendes som et forrum.
- Overgange mellem gulv og lodrette flader, f.eks. vægge, sokler og rørgennemføringer, skal være afrundede og gå mindst 10 cm op ad væggen. Dette gælder også i forrummet.
- Der skal være et passende undertryk i forhold til omgivelserne, så risikoen for forurening af omgivelserne minimeres. Hvor der er krav om overtryk i laboratoriet i henhold til anden lovgivning, skal adgang hertil ske gennem et forrum eller en sluse, der sikrer passende undertryk til omgivelserne. En trykforskel på mindst 10 Pa mellem isotoplaboratoriet og forrummet samt mellem forrummet og omgivelserne anses for passende. Det anbefales, at vinduer og ubenyttede døre forsegles, så de kun kan benyttes i nødsituationer.
- Der skal være kontrolanordninger, der viser, om ventilationssystemet virker. Det anbefales at føre protokol over trykkene.
- Ventilationssystemet skal minimum én gang årligt samt ved væsentlige omstillinger funktionstestes.

Krav til type A isotoplaboratorier

Krav til indretning af type A isotoplaboratorier vil blive stillet af Sundhedsstyrelsen på baggrund af en individuel vurdering.¹⁰⁷

¹⁰⁵ Bek. nr. 670/2019, § 67, stk. 3.

¹⁰⁶ Bek. nr. 670/2019, bilag 13, afsnit 1.2.

¹⁰⁷ Bek. nr. 670/2019, bilag 13, afsnit 1.3.

8.2.2. Aktivitetsgrænser

De maksimale aktivitetsmængder, der må håndteres i et isotoplaboratorium, afhænger af de operationer, der udføres. Der skelnes mellem tre operationskategorier: operationer forbundet med lav risiko, operationer forbundet med moderat risiko og operationer forbundet med betydelig risiko.¹⁰⁸

Operationskategorier

Ved håndtering af åbne radioaktive kilder skelnes der mellem følgende operationskategorier:

Operationer forbundet med lav risiko, f.eks.

- udtagning fra stamopløsning, der ikke er forbundet med risiko for indånding af radioaktivt materiale eller betydelig ekstern stråleudsættelse
- fortynding.

Operationer forbundet med moderat risiko, f.eks.

- syntese
- mærkningsarbejde (f.eks. jodering med I-125)
- *indgift* i dyr.

Operationer forbundet med betydelig risiko, f.eks.

- håndtering af åbne radioaktive kilder på gas-, aerosol- eller pulverform.

I Tabel 5 er angivet de maksimale aktivitetsmængder, der normalt kan gives tilladelse til at anvende eller håndtere ad gangen i henholdsvis type C og B isotoplaboratorier. Ved f.eks. udtagning fra stamopløsninger er det stamopløsningens aktivitetsmængde, der skal angives som den aktivitetsmængde, der håndteres ad gangen.

¹⁰⁸ Bek. nr. 670/2019, bilag 13, afsnit 1.4.

Tabel 5

Maksimale aktivitetsmængder i type C og B isotoplaboratorier

Type C isotoplaboratorium	
Operationskategori	Maksimal aktivitetsmængde (pr. anvendelse eller håndtering)
Operation forbundet med lav risiko	10^2 x undtagelsesværdien ¹⁰⁹
Operation forbundet med moderat risiko	10^1 x undtagelsesværdien
Operation forbundet med betydelig risiko	10^0 x undtagelsesværdien
Type B isotoplaboratorium	
Operationskategori	Maksimal aktivitetsmængde (pr. anvendelse eller håndtering)
Operation forbundet med lav risiko	10^5 x undtagelsesværdien
Operation forbundet med moderat risiko	10^4 x undtagelsesværdien
Operation forbundet med betydelig risiko	10^3 x undtagelsesværdien

Der vil f.eks. være krav om, at håndteringen foregår i et type B isotoplaboratorium ved jorderingsarbejde med mere end 10 MBq I-125 eller ved udtagning fra stamopløsning på mere end 10 MBq P-32.

Hvis den samlede aktivitetsmængde, der håndteres ad gangen, ikke overstiger de maksimale aktivitetsmængder i Tabel 6, er arbejdet undtaget fra krav om, at det skal foregå i et anlæg. Lokaler, hvori sådanne operationer foregår, skal som minimum have god laboratoriestandard, og alle overflader skal være af et sådant materiale og af en sådan udformning, at de er lette at rengøre og ikke tilbageholder radioaktivt materiale.¹¹⁰

¹⁰⁹ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

¹¹⁰ Bek. nr. 670/2019, bilag 13, afsnit 1.1.4.

Tabel 6

Maksimale aktivitetsemængder i andre lokaler

Andre lokaler	
Operationskategori	Maksimal aktivitetsemængde (pr. anvendelse eller håndtering)
Operation forbundet med lav risiko	10^0 x undtagelsesværdien ¹¹¹
Operation forbundet med moderat risiko	10^{-1} x undtagelsesværdien
Operation forbundet med betydelig risiko	10^{-2} x undtagelsesværdien

8.2.3. Anlæg til opstaldning og dyreforsøg

Anlæg til opstaldning af dyr skal overholde de krav til type C isotoplaboratorier, der er markeret med * i afsnit 8.2.1. Dyrestalde til store dyr skal derudover have gulvafløb med mulighed for spuling af gulvet.¹¹² Hvis der ved et dyreforsøg ingives radioaktivt materiale i dyr, skal dette foregå i et isotoplaboratorium.

8.2.4. Opbevaring og sikring

Åbne radioaktive kilder, hvis samlede aktivitetsemængde er større end undtagelsesværdierne¹¹³, skal opbevares sikret mod tyveri og hærværk samt mod brand, oversvømmelse og lignende miljømæssige påvirkninger.¹¹⁴ Ved risiko for dannelse af luftbåret radioaktivt materiale, skal opbevaringen ske i anlæg med tilpasset luftskifte eller i lufttætte beholdere.¹¹⁵ Dette gælder også, hvis der er risiko for, at det radioaktive materiale kan udvikle overtryk.

For anlæg til opbevaring af radioaktivt materiale, herunder radioaktivt affald, gælder, at overflader skal være lette at rengøre og må ikke kunne tilbageholde radioaktivt materiale.¹¹⁶ Opbevaringen skal være velordnet, så de enkelte opbevaringsenheder let kan identificeres og stråleudsættelsen herved minimeres.¹¹⁷ Uvedkommende må ikke få adgang til anlægget.¹¹⁸

De specifikke krav til skiltning og afmærkning af opbevaringssteder er beskrevet i afsnit 7.2.2.

¹¹¹ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

¹¹² Bek. nr. 670/2019, bilag 13, afsnit 4.2.2.

¹¹³ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

¹¹⁴ Bek. nr. 670/2019, § 36, stk. 1.

¹¹⁵ Bek. nr. 670/2019, § 35, stk. 5.

¹¹⁶ Bek. nr. 670/2019, bilag 13, afsnit 4.1.

¹¹⁷ Bek. nr. 670/2019, § 35, stk. 6.

¹¹⁸ Bek. nr. 670/2019, bilag 13, afsnit 1.1.5.

8.3. Fortegnelse over anlæg

Der skal føres en fortegnelse over alle de anlæg, hvori der anvendes, opbevares m.v. åbne radioaktive kilder eller radioaktivt affald i et omfang, der er omfattet af krav om tilladelse eller underretning.¹¹⁹

Fortegnelse over anlæg

Fortegnelse over anlæg skal indeholde:

- Oplysninger til entydig identifikation af anlægget
- Anlægstype (f.eks. type C/B/A isotoplaboratorium, dyrestald, opbevaringsrum, affaldsrum)
- Tegning af anlægget med oplysninger om konstruktionens og indretningens evne til at yde strålebeskyttelse
- Evt. klassifikation som kontrolleret eller overvåget område
- For anlæg, for hvilke der er krav om funktionstest m.v., herunder bl.a. funktionstest af beskyttelseskabiner eller ventilationssystem, dato for sidste funktionstest og seneste dato for næste funktionstest.

¹¹⁹ Bek. nr. 670/2019, § 17.

9. Arbejdstagere

Strålebeskyttelseslovgivningen skelner mellem to typer af arbejdstagere i en virksomhed med brug af åbne radioaktive kilder: stråleudsatte arbejdstagere og øvrige arbejdstagere. Stråleudsatte arbejdstagere er de arbejdstagere, der er beskæftiget med arbejdet med åbne radioaktive kilder, mens øvrige arbejdstagere er den resterende del af virksomhedens arbejdstagere.

Inden en stråleudsat arbejder beskæftiges med brug af åbne radioaktive kilder, skal arbejdstageren kategoriseres.¹²⁰ Hvis der er krav om rådgivning fra en strålebeskyttelsesekspert, vil kategorisering af stråleudsatte arbejdstagere typisk være en opgave for denne.

Stråleudsatte arbejdstagere skal være tilstrækkeligt oplyst, oplært og instrueret til de arbejdsopgaver, som de varetager.¹²¹

9.1. Kategorisering af stråleudsatte arbejdstagere

Kategorisering af en stråleudsat arbejder skal tage udgangspunkt i en vurdering af den effektive dosis samt de ækvivalente doser, som arbejdstageren vil kunne modtage under udførelse af sit arbejde. Vurderingen skal omfatte dels de doser, der erfaringsmæssigt modtages under normale forhold og dels potentielle doser foranlediget af hændelser og uheld.

Kategorisering af arbejdstagere

Nedenfor er en liste over forhold, der bør indgå i vurderingen af effektiv og ækvivalente doser med henblik på kategorisering af stråleudsatte arbejdstagere.

Radionuklider

- Hvilke radionuklider arbejdes der med?
- Hvilke strålingstyper (f.eks. α , β , γ) udsættes arbejdstageren for?
- Hvilken tilstandsform og kemisk form har det radioaktive materiale?
- Hvilke eksponeringsveje (intern, ekstern herunder stråleudsættelse af øje-linse, ekstremiteter m.v.) er relevante for arbejdstageren under normale rutiner?

¹²⁰ Bek. nr. 669/2019, § 38.

¹²¹ Bek. nr. 669/2019, § 45, stk. 1.

Operationer

- Foretages der udtagning fra stamopløsninger?
- Foretages der indgift i forsøgsdyr?
- Håndteres luftbåret radioaktivt materiale?

Rutiner

- Hvor store aktivitetsmængder håndteres pr. operation?
- Hvor ofte (f.eks. dagligt, ugentligt, månedligt) foretages operationerne?

Fysisk organisering

- Hvor i anlægget håndteres radionukliderne?
- Opbevares radionukliderne i samme anlæg, som de håndteres?
- Under hvilke forhold håndteres radionukliderne?
- Foretages der arbejde, der ikke omfatter åbne radioaktive kilder, i anlægget?
- Foretages der andet sideløbende arbejde med åbne radioaktive kilder eller andre strålekilder i anlægget?
- Benyttes supplerende afskærmning?

Opholdsfaktorer

- Hvor lang tid udsættes arbejdstageren for stråling?

Uforudsete hændelser og uheld

- Hvad er sandsynlige uheldsscenerier (spild, indtag m.v.)?
- Hvilke relevante eksponeringsveje (intern, ekstern herunder stråleudsættelse af øjelinse, ekstremiteter m.v.) kan arbejdstageren udsættes for?

Stråleudsatte arbejdstagere kategoriseres i én af kategorierne A, B eller C afhængig af vurderingen af effektiv og ækvivalente doser til den enkelte arbejdstager, se Tabel 7.

Tabel 7

Kategorisering af stråleudsatte arbejdstagere

	Effektiv dosis (E)	Ækvivalent dosis (H _T)	
	[mSv/år]	Øjelinse	Hud / Ekstremiteter
Kategori for arbejdstager	A ¹²²	E > 6	H _T > 15 H _T > 150
	B ¹²³	1 < E ≤ 6	- 50 < H _T ≤ 150
	C ¹²⁴	E ≤ 1	- H _T ≤ 50

Kategoriseringen skal altid vurderes på ny ved ændring af arbejdstagerens opgaver og ved ændrede procedurer. Derudover skal kategoriseringen løbende revurderes.¹²⁵

Eksempler på kategorisering af stråleudsatte arbejdstagere

Nedenfor er angivet eksempler på typiske kategoriseringer af arbejdstagere, der håndterer åbne radioaktive kilder til ikke-medicinske formål. Virksomheden skal dog altid foretage en vurdering af arbejdstagernes doser, da disse afhænger af virksomhedens lokale forhold.

Kategori A

Arbejdstagere, der udfører joderinger med I-125, og som ved uheld kan indtage eller indånde den flygtige jod i større aktivitetmængder.

Kategori B

Arbejdstagere, der arbejder med radionuklider, som udsender betastråling med mellem eller høj energi (f.eks. P-32), og som kan modtage større doser til fingrene.

Kategori C

Arbejdstagere, der arbejder med radioimmunoassays (*RIA-kit*).

Kun personer over 18 år må kategoriseres som stråleudsatte arbejdstagere i kategori A. Personer mellem 16 og 18 år, der er under uddannelse, må gerne beskæftiges som stråleudsatte arbejdstagere i kategori B eller C, hvis brugen af åbne radioaktive kilder er en nødvendig del af deres uddannelse.¹²⁶

¹²² Bek. nr. 669/2019, § 39, stk 1.

¹²³ Bek. nr. 669/2019, § 40.

¹²⁴ Bek. nr. 669/2019, § 41.

¹²⁵ Bek. nr. 669/2019, § 38.

¹²⁶ Bek. nr. 669/2019, § 42.

Arbejdstagere i kategori A og B er underlagt krav om individuel dosisovervågning som beskrevet i kapitel 13.

Hvis en stråleudsat arbejdstager ammer, må den pågældende ikke beskæftiges under forhold, der medfører en væsentlig risiko for intern eller ekstern forurening af kroppen med radioaktivt materiale.¹²⁷

9.1.1. Krav om lægeundersøgelse af arbejdstagere i kategori A

Arbejdstilsynet stiller krav om, at stråleudsatte arbejdstagere i kategori A skal have foretaget en lægeundersøgelse, inden arbejdet påbegyndes og derefter en rutineundersøgelse mindst én gang årligt, så længe arbejdet fortsætter.^{128, 129} I tvivlstilfælde bestemmer Arbejdstilsynet om det, for et specifikt brugs- eller anvendelsesområde, er nødvendigt med lægeundersøgelser. Afgørelsen træffes i samråd med Sundhedsstyrelsen. Kun et fåtal af de stråleudsatte arbejdstagere, der er beskæftiget med brug af åbne radioaktive kilder til ikke-medicinske formål, vil være omfattet af kravet om lægeundersøgelser.

9.2. Krav til oplysning, oplæring og instruktion af arbejdstagere

De stråleudsatte arbejdstagere skal være gjort bekendt med de risici, der er forbundet med brug af åbne radioaktive kilder og være oplyst, oplært og instrueret jf. nedenstående.¹³⁰

Krav til oplysning, oplæring og instruktion

Stråleudsatte arbejdstagere skal

- være instrueret om de sikkerhedsforanstaltninger, der skal træffes til forebyggelse af risici forbundet med brug af åbne radioaktive kilder
- være oplært til og instrueret i brug af åbne radioaktive kilder samt i foranstaltninger til begrænsning af følgerne af evt. uheld eller hændelser
- have opnået tilstrækkelig viden, færdigheder og kompetencer, før de må arbejde selvstændigt med åbne radioaktive kilder
- være oplyst om navn og kontaktoplysninger på strålebeskyttelseskoordinatoren
- være instrueret om nødvendigheden af tidlig underretning om graviditet og amning, så arbejdet kan tilrettelægges under hensyntagen til dosis til fosteret eller det diende barn.

¹²⁷ Bek. nr. 669/2019, § 43.

¹²⁸ Bek. nr. 10/2018, §§ 2-3.

¹²⁹ AT vejledning nr. 9093/2019.

¹³⁰ Bek. nr. 669/2019, § 45, stk. 1.

Den stråleudsatte arbejdstagers viden, færdigheder, kompetencer, oplæring, oplysning og instruktion skal løbende vedligeholdes og opdateres som minimum ved indførelse af nye eller opdaterede teknikker og metoder.¹³¹ Der skal føres en fortegnelse over stråleudsatte arbejdstagere med oplysning om den enkeltes viden, færdigheder, kompetencer, oplysning, oplæring og instruktion. Denne fortegnelse skal være tilgængelig for alle relevante arbejdstagere i virksomheden.¹³²

Øvrige arbejdstagere skal, hvor relevant, være oplyst om brugen af åbne radioaktive kilder i virksomheden og om hvilke forholdsregler, de skal overholde.¹³³

¹³¹ Bek. nr. 669/2019, § 45, stk. 2.

¹³² Bek. nr. 669/2019, § 45, stk. 3.

¹³³ Bek. nr. 669/2019, § 46.

10. Strålebeskyttelse ved modtagelse, opbevaring og håndtering

Brug af åbne radioaktive kilder skal planlægges og udføres, så det til enhver tid sikres, at strålebeskyttelsen er optimeret for herved at holde stråleudsættelsen så lav som rimeligt opnåeligt.¹³⁴ Brug af åbne radioaktive kilder skal foregå, så risikoen for og en evt. forurening af personer, overflader, genstande, omgivelser og miljø er så lav som med rimelighed opnåeligt.¹³⁵

Ved brug af åbne radioaktive kilder er det vigtigt at være opmærksom på både den eksterne bestråling og risikoen for intern bestråling forårsaget af indtag af radioaktivt materiale gennem munden, indånding af luft forurennet med radioaktivt materiale eller optag af radioaktivt materiale gennem ubeskadiget hud eller sår.

10.1. Instrukser

Det er vigtigt at indarbejde forholdsregler til optimering af strålebeskyttelsen i alle skriftlige instrukser med det formål at begrænse den eksterne bestråling og forebygge intern bestråling.

Ved brug af åbne radioaktive kilder skal alle instrukser nævnt nedenfor forefindes.

Instrukser for brug af åbne radioaktive kilder

Ved brug af åbne radioaktive kilder skal der være følgende instrukser:¹³⁶

- Instruks om anvendelse, håndtering, opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder
- Instruks om overdragelse og bortskaffelse af radioaktivt affald
- Instruks om rengøring, herunder, hvor relevant, en instruks til rengøringspersonale
- Instruks om forholdsregler ved ulykker, uheld og hændelser.

Instrukserne skal være letforståelige og umiddelbart tilgængelige under arbejdet.¹³⁷ Eksempel på udformning af ovennævnte instrukser findes på www.sis.dk.

¹³⁴ Bek. nr. 669/2019, § 18, stk. 1.

¹³⁵ Bek. nr. 670/2019, § 67, stk. 1.

¹³⁶ Bek. nr. 670/2019, § 65.

¹³⁷ Bek. nr. 669/2019, § 57.

10.2. Modtagelse af åbne radioaktive kilder

Arbejdsgangen ved modtagelse af åbne radioaktive kilder skal struktureres, så stråleudsættelsen og risikoen for forurening begrænses mest muligt. Instruksen om anvendelse, håndtering, opbevaring m.v. beskrevet i afsnit 10.1 bør indeholde information om, hvordan forsendelser skal modtages og håndteres, samt hvordan arbejdstagere skal forholde sig i tilfælde af beskadigede forsendelser.¹³⁸

Modtagelse af åbne radioaktive kilder

- Modtagelsen bør finde sted tættest muligt på det sted, hvor de åbne radioaktive kilder skal opbevares. Modtagelse i receptioner el. lign. er ikke hensigtsmæssigt.
- Ved modtagelsen skal det undersøges, om forsendelsen er intakt.
- Ved modtagelse skal det sikres, at den modtagne aktivitetsmængde stemmer overens med den bestilte.
- Forsendelserne må udelukkende håndteres af instruerede arbejdstagere.
- Da der er risiko for, at forsendelser er forurenede, skal håndtering altid foregå iført handsker og evt. kittel eller overtrækstøj. Forsendelserne skal udpakkes i dertil egnede områder; f.eks. i opbevaringsanlægget, i isotoplaboratoriet eller i evt. forrum/overgangszone til dette.
- Tom emballage fra forsendelser skal altid kontrolmåles inden bortskaffelse for at sikre, at emballagen ikke er foruren.

10.3. Opbevaring

De åbne radioaktive kilder, herunder affald, skal altid opbevares i egnede beholdere eller emballage, der sikrer mod spredning.¹³⁹ Ved risiko for dannelse af luftbåret radioaktivt materiale, skal opbevaringen ske i lufttætte beholdere eller i anlæg med tilpasset luftskifte.¹⁴⁰ Beholderne skal være tydeligt og holdbart mærket.

¹³⁸ Bek. nr. 669/2019, § 57.

¹³⁹ Bek. nr. 670/2019, § 35, stk. 4.

¹⁴⁰ Bek. nr. 670/2019, § 35, stk. 5.

Mærkning af beholdere

De enkelte opbevaringsbeholdere skal være tydeligt og holdbart mærket med:¹⁴¹

- Symbol for ioniserende stråling efter gældende standard suppleret med teksten "Radioaktivitet"
- Radionuklid, aktivitetsmængde og, hvor relevant, aktivitetskoncentrationen på en given dato
- Tilstandsform og kemisk form
- Relevant kontaktperson.

Det kan ikke tillades, at åbne radioaktive kilder, herunder affald, opbevares sammen med eksplosive, korrosive eller stærkt brandbare stoffer, eller andre stoffer, der kan kompromittere sikkerheden ved opbevaringen.¹⁴²

10.3.1. Opbevaring af åbne radioaktive kilder

Mængden af åbne radioaktive kilder, der opbevares, skal altid holdes så lav, som det med rimelighed er muligt.¹⁴³

Opbevaring af åbne radioaktive kilder, hvis samlede aktivitetsmængde overstiger undtagelsesværdierne¹⁴⁴, skal foregå på specielt indrettede opbevaringssteder, f.eks. køleskab eller fryser i de anlæg, hvor de åbne radioaktive kilder håndteres, eller i et særligt anlæg til opbevaring af radioaktivt materiale.¹⁴⁵ Ved opbevaring af flere radionuklider finder ligning (2) i afsnit 5.1 anvendelse.

Hvis det er nødvendigt for anvendelsen, kan kortvarig opbevaring ske uden for de specielt indrettede opbevaringssteder eller særlige anlæg til opbevaring. Denne kortvarige opbevaring må dog kun kunne give anledning til ubetydelig stråleudsættelse.¹⁴⁶ Dette kan f.eks. gøre sig gældende under igangværende procedurer, hvor det ikke altid er hensigtsmæssigt at flytte en stamopløsning mellem opbevaringssted og håndteringssted flere gange i løbet af proceduren, da det i visse tilfælde kan medføre en større stråleudsættelse end ved midlertidig opbevaring på håndteringsstedet.

10.3.2. Opbevaring af radioaktivt affald

Affald, hvis samlede aktivitetsmængde er større end undtagelsesværdierne¹⁴⁷, skal opbevares i anlæg, der normalt ikke må anvendes til andre formål. Sundhedsstyrelsen kan

¹⁴¹ Bek. nr. 670/2019, § 66.

¹⁴² Bek. nr. 670/2019, § 36, stk. 2.

¹⁴³ Bek. nr. 669/2019, § 18, stk. 1.

¹⁴⁴ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

¹⁴⁵ Bek. nr. 670/2019, § 35, stk. 1.

¹⁴⁶ Bek. nr. 670/2019, § 35, stk. 3.

¹⁴⁷ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

dog godkende, at der opbevares andet end radioaktivt affald i anlægget, hvis stråleudsættelsen fra det radioaktive affald er ubetydelig. I disse tilfælde skal det radioaktive affald opbevares i en særskilt aflåst enhed i anlægget.¹⁴⁸ Ved opbevaring af flere radionuklider finder ligning (2) i afsnit 5.1 anvendelse.

Biologisk affald indeholdende radioaktivt materiale, f.eks. forsøgsdyr der har fået indgivet åbne radioaktive kilder, bør opbevares i en fryser, indtil de kan sendes til forbrænding. Fryseren anses i denne sammenhæng for et specialindrettet anlæg til opbevaring af radioaktivt affald.

10.4. Minimering af stråleudsættelse ved håndtering

Flytning af radioaktivt materiale internt i virksomheden, f.eks. mellem isotoplaboratorier og opbevaringsanlæg eller affaldsanlæg, må ikke give anledning til unødvendig stråleudsættelse, og risikoen for uheld under flytningen skal minimeres.¹⁴⁹ Flytning af radioaktivt materiale i områder, hvor mange mennesker opholder sig, bør derfor undgås.

Fremstilling af radionuklider, besiddelse af radioaktivt materiale samt frembringelse af radioaktivt affald skal begrænses til det minimale, der er nødvendigt for anvendelsen.^{150, 151}

Stråleudsættelsen og risikoen for spild og forurening kan minimeres ved på forhånd at foretage en grundig planlægning af håndteringen af de åbne radioaktive kilder. Arbejdet bør planlægges som en række selvstændige trin, der kan udføres hurtigt og sikkert. Alle relevante sikkerhedsforanstaltninger bør altid gennemgås i detaljer som en del af planlægningen. Arbejdsområdet og det nødvendige udstyr bør klargøres forud for håndteringen, og kun de genstande, der er nødvendige for håndteringen, bør findes ved arbejdsområdet.¹⁵² Udstyr bør placeres, så det ikke besværliggør arbejdet. Det anbefales så vidt muligt at udføre alle håndteringer på en spildbakke med absorberende papir med plast bagside, så evt. spild af radioaktivt materiale samles på et begrænset areal. Ved indførelse af nye procedurer er det hensigtsmæssigt forinden at træne disse uden benyttelse af åbne radioaktive kilder.

Både under og efter håndtering af åbne radioaktive kilder skal anlægget holdes ryddeligt, da dette minimerer risikoen for spild og forurening. Anlægget skal dertil holdes rent. Arbejdstageren bør fjerne smykker på udsatte kropsdele forud for håndtering af åbne radioaktive kilder. Under håndteringen skal der foretages regelmæssige kontrolmålinger, så forurening af kroppen, overflader og genstande påvises hurtigst muligt og stråleudsættelsen minimeres. Rengøring af forurening af overflader og hud foretages som beskrevet i henholdsvis afsnit 11.6 og 14.4. Overflader og det benyttede udstyr, herunder glasvarer, bør rengøres umiddelbart efter endt håndtering, da udtørrede forureninger kan være van-

¹⁴⁸ Bek. nr. 670/2019, § 35, stk. 2.

¹⁴⁹ Bek. nr. 670/2019, § 33.

¹⁵⁰ Bek. nr. 670/2019, § 32.

¹⁵¹ Bek. nr. 670/2019, § 34.

¹⁵² Bek. nr. 669/2019, § 53.

skelige at fjerne. Rengøringen skal fortsættes, så længe det giver en effektiv aktivitetsreduktion. Det rengjorte udstyr skal kontrolmåles som beskrevet i kapitel 11 og må ikke sættes på plads, før forureningen er under grænseværdien¹⁵³. Det rengjorte arbejdsområde skal kontrolmåles, inden anlægget forlades. Hænder skal vaskes omhyggeligt, og den stråleudsatte arbejdstager skal kontrolmåles, inden anlægget eller lokalet forlades. Valg af måleudstyr til disse formål er beskrevet i afsnit 11.3.

Med passende mellemrum bør der foretages gennemgribende kontrolmålinger af overflader og genstande i anlæg og andre lokaler, så uopdagede forureninger kan påvises og rengøres.

Minimering af stråleudsættelse

Følgende forholdsregler bør tages for at mindske ekstern og intern bestråling:

- Planlæg arbejdet og klargør arbejdsområdet.
- Hold anlægget ryddeligt både under og efter arbejdet.
- Aftag udsatte smykker, inden håndtering påbegyndes.
- Foretag regelmæssige kontrolmålinger under håndteringen.
- Rengør overflader efter hver håndtering.
- Rengør udstyr, herunder glasvarer, umiddelbart efter endt håndtering og foretag kontrolmålinger, inden udstyr sættes på plads.
- Tag kittel, fodtøj, handsker m.v. af, inden anlægget forlades.

10.4.1. Minimering af ekstern bestråling

Dosis fra ekstern bestråling afhænger af aktivitetsmængden, bestrålingstiden, afskærmningen og afstanden til det radioaktive materiale.

Aktivitetsmængde og bestrålingstid

Det er ikke hensigtsmæssigt at igangsætte en ny operation, hvor der håndteres åbne radioaktive kilder, før den igangværende operation er afsluttet, idet dette medfører større stråleudsættelse. Dertil skal de åbne radioaktive kilder håndteres i kortest muligt tid, og aktivitetsmængden skal begrænses så meget som muligt.

Supplerende løs afskærmning

Hvis det er relevant for radionuklid og strålingstype, og hvis praktisk muligt, bør afskærmning mellem den åbne radioaktive kilde og den stråleudsatte arbejdstager altid anvendes for at minimere stråleudsættelsen. Det bør i hvert enkelt tilfælde vurderes, hvilken type og

¹⁵³ Bek. nr. 670/2019, bilag 5.

tykkelse afskærmning der er mest hensigtsmæssig. Afskærmning skal tilpasses den specifikke håndtering af åbne radioaktive kilder, og der bør ikke benyttes mere afskærmning end nødvendigt, da det kan risikere at have den modsatte effekt. Uhensigtsmæssig afskærmning kan besværliggøre håndteringen og øge risikoen for uheld.

Ved afskærmning af radionuklider, der udsender betastråling, kan der dannes *bremsestråling*. Dette er især et problem ved betastråling med høj energi. Mængden af bremsestråling øges med stigende atomnummer af det absorberende materiale. Det er derfor hensigtsmæssigt, at den primære afskærmning er af et materiale med lavt atomnummer, f.eks. plastafskærmning (PMMA), der også har den fordel at være gennemsigtig. Yderligere blyafskærmning på ydersiden af plastafskærmningen kan med fordel benyttes og har til formål at svække bremsestrålingen dannet i plastafskærmningen.¹⁵⁴ Ved radionuklider, der udsender meget svag betastråling, f.eks. H-3, er det dog ikke nødvendigt at benytte afskærmning. Det samme gør sig gældende ved mindre aktivitetsmængder af C-14 og S-35.

For at reducere stråleudsættelsen af fingrene anbefales det at afskærme glasset eller sprøjten, hvor der findes større aktivitetsmængder af en radionuklid, der udsender betastråling eller gammastråling.

Radionuklider, der udsender gammastråling, kan ikke afskærmes fuldstændigt, men kun svækkes. Det er mest effektivt at benytte blyafskærmning, og det anbefales at bruge en gennemsigtig blyglasafskærmning for bedre at kunne se og udføre håndteringen af den åbne radioaktive kilde. Sprøjteblybeskyttere kan med fordel benyttes ved håndtering af sprøjter indeholdende større aktivitetsmængder.

Supplerende løs afskærmning

Før håndtering af åbne radioaktive kilder påbegyndes, skal der foretages afskærmningsberegninger, som under arbejdet verificeres ved kontrolmålinger af arbejdsopstilling inklusiv den åbne radioaktive kilde og den løse afskærmning.

Radionuklider, der udsender betastråling

- Betastråling afskærmes mest hensigtsmæssigt med en plastafskærmning (PMMA).
- Vær opmærksom på, at afskærmning, især blyafskærmning, kan danne bremsestråling.
- På ydersiden af plastafskærmningen kan der, hvis relevant, benyttes en blyafskærmning.
- Ved håndtering af sprøjter indeholdende større aktivitetsmængder kan sprøjteblybeskyttere benyttes.

¹⁵⁴ Isotopteknik 1, Jørgen Gomme, s. 234-235.

Radionuklider, der udsender gammastråling

- Gammastråling kan ikke afskærmes fuldstændigt, men kun svækkes.
- Gammastråling afskærms mest effektivt med bly.
- Ved behov kan blyafskærmning omkring beholderen med det radioaktive materiale benyttes.
- En gennemsigtig blyglasafskærmning anbefales.
- Ved håndtering af sprøjter indeholdende større aktivitetsmængder kan sprøjteblybeskyttere benyttes.

På www.sis.dk findes datablade for hyppigt anvendte radionuklider. I databladene er der bl.a. angivet *halvværdilag* for gammastråling samt tykkelse af udvalgte materialer for fuldstændig afskærmning af betastråling. Andre radionuklider kan findes i radionuklidhåndbogen.¹⁵⁵

Afstand til det radioaktive materiale

Afstanden til det radioaktive materiale har stor betydning for stråleudsættelsen af arbejdstageren, da f.eks. dosishastigheden for gammastråling aftager med kvadratet på afstanden. Hvis afstanden til den åbne radioaktive kilde fordobles, vil dosishastigheden mindskes til en fjerdedel, se bilag E, og derfor skal der holdes størst mulig afstand til det radioaktive materiale. Åbne radioaktive kilder, der ikke umiddelbart skal benyttes, placeres bagerst i beskyttelseskabinettet eller ved opbevaringsstedet. Stråleudsættelsen af arbejdstageren kan ligeledes mindskes ved at anvende værktøj, der giver afstand til det radioaktive materiale, f.eks. tang eller pincet.

Minimering af ekstern bestråling

Følgende forholdsregler bør tages for at mindske ekstern bestråling:

- Håndter det radioaktive materiale i kortest mulig tid.
- Benyt så små aktivitetsmængder som muligt.
- Igangsæt ikke en ny operation før den igangværende operation er afsluttet.
- Benyt afskærmning, hvis relevant for radionuklid og strålingstype og hvis praktisk muligt.
- Hold så stor afstand til det radioaktive materiale som muligt evt. under anvendelse af værktøj.

¹⁵⁵ Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook 2002.

10.4.2. Minimering af risiko for intern bestråling

Brug af åbne radioaktive kilder medfører en risiko for intern bestråling forårsaget af indtag gennem munden, indånding eller optag af radioaktivt materiale gennem ubeskadiget hud eller sår. Årsagen til optag af radioaktivt materiale i kroppen er oftest uopdaget forurening på huden fra spild.

Indtag gennem mund

Indtag af føde- eller drikkevarer, påføring af kosmetik, rygning m.v. er forbudt i områder med radioaktivt materiale, da dette kan føre til indtag af radioaktivt materiale. Vær desuden opmærksom på ikke at berøre mundregionen med fingre, penne m.v. Benyttelse af maske, briller m.v. kan forhindre indtag som følge af stænk, berøring af mundregionen el. lign.

Indånding

Indånding af radioaktivt materiale minimeres ved at opbevare det radioaktive materiale i forseglede beholdere, når det ikke håndteres. Alle flasker, kolber eller andre beholdere, der indeholder åbne radioaktive kilder, skal lukkes forsvarligt.¹⁵⁶ Når luftbåret radioaktivt materiale skal håndteres, skal dette gøres i et beskyttelseskabinet.¹⁵⁷ Åbne radioaktive kilder og udstyr bør opbevares i den bageste del af beskyttelseskabinetet, og arbejdsområdet placeres i passende afstand til kabinettets åbning. Under arbejdet bør kabinetåbningen holdes så lille som muligt, så indånding af luftbåret radioaktivt materiale undgås. Før håndtering og opbevaring i beskyttelseskabinetter skal det kontrolleres, at udsugningen virker optimalt. Ved arbejdsprocesser, der kan medføre indånding af radioaktivt materiale, kan åndedrætsværn desuden benyttes.

Optag

Optag gennem huden undgås ved at benytte værktøj, der forhindrer hudkontakt med det radioaktive materiale, og ved at undgå luftbåret radioaktivt materiale. Yderligere beskyttelse opnås ved benyttelse af relevante personlige værnemidler, f.eks. kitler og handsker, som beskrevet i afsnit 10.6. Handsker skal skiftes jævnligt, da de let kan blive gennemtrængelige. Ved beskadigelse af hud bør det overvejes, om arbejdet med åbne radioaktive kilder kan udsættes, indtil huden er helet. Hvis dette ikke er muligt, skal sår og rifter tildækkes, før handsker påføres og arbejdet påbegyndes.

Benyttelse af skarpe objekter bør undlades, og sprøjter bør håndteres med forsigtighed for at undgå stikskader.

Minimering af risiko for intern bestråling

Følgende forholdsregler bør tages for at mindske intern bestråling:

- Indtag ikke drikke- eller fødevarer, påfør ikke kosmetik og ryg ikke i områder med radioaktivt materiale.

¹⁵⁶ Bek. nr. 670/2019, § 35, stk. 5.

¹⁵⁷ Bek. nr. 670/2019, § 67, stk. 3.

- Undgå at berøre mundregionen med f.eks. fingre, penne eller blyanter.
- Håndter luftbåret radioaktivt materiale i egnet beskyttelseskabinet.
- Anvend altid relevante personlige værnemidler.
- Skift jævnligt handsker.
- Tildæk sår og rifter.

10.5. Dyreforsøg

Dyreforsøg skal planlægges, så forurening minimeres. Det kan gøres ved at afdække f.eks. borde, vægtskåle og overflader, der kan blive forurenede.¹⁵⁸ Det kan overvejes at bedøve dyrene i forbindelse med indgiften for at minimere risikoen for uheld og forurening. Ved arbejde med dyr, der har fået indgivet åbne radioaktive kilder, er det vigtigt at være opmærksom på, at radioaktivt materiale udskilles via afføring, urin og evt. udåndingsluften. Der bør derfor altid vælges ikke-støvende materiale som strøelse for at minimere risikoen for indånding eller indtag af radioaktivt materiale. Hvis der er tale om betydelige aktivitetsmængder af f.eks. H-3 og C-14, der udledes via dyrenes udåndingsluft, bør burene med dyrene anbringes i stinkskebe eller handskebokse.¹⁵⁹ Der er risiko for forurening af huden gennem kontakt med dyrenes ekskrementer, derfor skal handsker og kittel eller overtrækstøj altid benyttes ved dyreforsøg.¹⁶⁰ Forurening via sår, bid eller rifter skal ligeledes undgås ved at benytte personlige værnemidler, se afsnit 10.6.

Dyrene må kun være ude af burene i den tid, der er nødvendig for håndteringen. For at undgå, at ikke-radioaktive dyr forurennes, skal disse holdes adskilt fra dyr indgivet med radioaktivt materiale.¹⁶¹ Bure skal jævnligt, samt efter endt anvendelse, kontrolmåles og rengøres.¹⁶² Det skal vurderes, hvorvidt forurenede strøelse, ekskrementer og vand fra afvaskning af bure samt aflivede dyr skal behandles som radioaktivt affald.

Mærkning af bure eller båse

Bure eller båse, hvori der er opstaldet dyr, der har fået indgivet radioaktivt materiale med en samlet aktivitet, der overstiger undtagelsesværdierne¹⁶³, skal være mærket med:

- Symbol for ioniserende stråling

¹⁵⁸ Bek. nr. 670/2019, § 67, stk. 1.

¹⁵⁹ Bek. nr. 670/2019, § 67, stk. 3.

¹⁶⁰ Bek. nr. 670/2019, § 67, stk. 2.

¹⁶¹ Bek. nr. 670/2019, § 67, stk. 4.

¹⁶² Bek. nr. 670/2019, § 71.

¹⁶³ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

- Teksten "Radioaktivitet"
- Radionuklid
- Aktivitetsmængde
- Dato
- Navn på kontaktperson.

10.6. Benyttelse af personlige værnemidler

For at minimere risikoen for forurening af huden bør der ved arbejde med åbne radioaktive kilder altid bæres lukket kittel eller overtrækstøj med lange ærmer og lukkede sko.

Herudover skal der altid bæres handsker, hvis der er risiko for forurening af hænderne.¹⁶⁴ Mange kemikalier kan trænge gennem huden. En forurening direkte på huden medfører derfor ikke kun ekstern bestråling, men kan optages i kroppen og dermed føre til intern bestråling. Der bør vælges gummi- eller plastikhandsker, som er modstandsdygtige over for de kemiske forbindelser, der arbejdes med. Følg handskeproducentens anbefalinger ved valg af handsker. Handsker bør skiftes hyppigt, da de let kan blive gennemtrængelige ved længere tids kontakt med dels kemiske forbindelser og dels huden, og handskerne skal skiftes straks ved spild eller mistanke om forurening. For at mindske risikoen for forurening bør det planlægges, hvor i anlægget handsker skal benyttes, og hvor de ikke må benyttes. F.eks. bør tastaturer, haner, afbrydere, håndtag m.v. ikke berøres med handsker, medmindre dette er tydeligt angivet.

Hvor relevant skal der desuden benyttes overtrækssko, beskyttelsesbriller, maske, ånde-drætsværn, ansigtsskærm m.v. Personlige værnemidler skal aftages, inden anlægget forlades. Både før og efter ophold i type A og B isotoplaboratorier skal kitler og fodtøj skiftes i forrummet eller overgangszonen til anlægget.¹⁶⁵

¹⁶⁴ Bek. nr. 670/2019, § 67, stk. 2.

¹⁶⁵ Bek. nr. 670/2019, § 68.

11. Kontrolmåling, rengøring og afvikling

Ved arbejde med åbne radioaktive kilder skal der forefindes egnet måleudstyr, f.eks. forureningsmonitører, til påvisning af forurening af arbejdstagere, overflader og genstande med radioaktivt materiale og til vurdering af omfanget af forureningen. Hvis det er relevant, skal der desuden forefindes udstyr til måling af dosishastighed til overvågning af arbejdsmiljøet.

I tilfælde af spild skal rengøring udføres hurtigst muligt.

11.1. Brug af måleudstyr

I type C isotoplaboratorier skal forureningsmonitører være fast inventar eller lettilgængelige, dvs. i tilfælde af tilstødende anlæg kan det være tilstrækkeligt at deles om en forureningsmonitor. I type B isotoplaboratorier skal der være adgang til en forureningsmonitor, og der bør være en i både anlæg og forrummet/overgangszonen, så arbejdstagerne kan kontrolmåles. Ved håndtering af åbne radioaktive kilder i andre lokaler end anlæg, skal en forureningsmonitor ligeledes være til rådighed.¹⁶⁶

Under håndteringen af åbne radioaktive kilder skal der løbende udføres kontrolmålinger af arbejdstagere, overflader og genstande for forurening med radioaktivt materiale. For at undgå at evt. forurening spredes, skal kitler, overtrækstøj, hænder, overflader og genstande kontrolmåles efter hver afsluttet håndtering. Der skal desuden foretages kontrolmåling af arbejdstagere og genstande, der forlader eller fjernes fra et anlæg, hvori der har været anvendt åbne radioaktive kilder over undtagelsesværdierne^{167, 168}

11.2. Grænseværdier for forurening

Der er fastsat grænseværdier for tilbageværende forurening i bygninger og anlæg samt på overflader og genstande. Disse grænseværdier er angivet som overfladespecifikke aktivitetskoncentrationer med enheden Bq/cm². Der skelnes mellem grænseværdier for forurening af overflader og genstande i og uden for kontrollerede områder, og grænseværdier for forurening af bygninger, anlæg og genstande, der frigives til andet formål.¹⁶⁹ Grænseværdierne for de hyppigst anvendte radionuklider er angivet i Tabel 8.

¹⁶⁶ Bek. nr. 670/2019, § 69.

¹⁶⁷ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

¹⁶⁸ Bek. nr. 670/2019, § 71, stk. 1.

¹⁶⁹ Bek. nr. 670/2019, bilag 5.

Tabel 8

Grænseværdier for overfladespecifik aktivitetskoncentration af forurening for de hyppigst anvendte radionuklider

Radionuklid	Bygninger, anlæg og genstande, der frigives til andet formål, samt overflader og genstande uden for kontrollerede områder [Bq/cm ²]	Overflader og genstande i kontrollerede områder [Bq/cm ²]
H-3	1.000	100.000
C-14	1.000	10.000
P-32	100	1.000
S-35	1.000	5.000
I-125	50	500

Der er ikke fastsat grænseværdier for hudforurening. Ved hudforurening udføres rengøring så længe det giver en effektiv aktivitetsreduktion, se afsnit 14.4. Værdierne i bilag D kan anvendes til at vurdere dosis fra en tilbageværende hudforurening.

Ved blandinger af radionuklider er de ovenfor nævnte kriterier for tilladelig tilbageværende forurening opfyldt, når aktivitetskoncentrationsindekset (I_{AK}) er mindre end eller lig med 1. I_{AK} beregnes ved brug af ligning (1) i afsnit 5.1, hvor $AK_{U,k}$ henviser til grænseværdierne for frigivelse og forurening¹⁷⁰ eller værdierne til vurdering af doser fra hudforurening i bilag D.

11.3. Valg af forureningsmonitor

Det skal være muligt at påvise forurening med de radionuklider, der arbejdes med. Da forureningsmonitører har meget forskellig følsomhed afhængig af, om der er tale om alfa-, beta- eller gammastråling og energien heraf, skal valg af forureningsmonitor og indstillingen af denne være omhyggelig. Det kan være nødvendigt med flere forureningsmonitører.

Ved måling af overfladespecifikke aktivitetskoncentrationer på arealer, der er mindre end forureningsmonitørens vindue, skal der i tolkningen af måleresultatet tages højde for monitørens respons. Forureningsmonitører tager ofte gennemsnittet over hele monitørens vindue, hvilket giver et underestimeret måleresultat.

Forureningsmonitører skal være i god og teknisk forsvarlig stand og skal med passende interval, som udgangspunkt årligt eller som producenten foreskriver, kontrolleres for korrekt visning.¹⁷¹ Det skal til enhver tid være muligt at se, hvornår forureningsmonitøren sidst er kontrolleret, samt hvornår næste kontrol skal finde sted.¹⁷² Konstateres der fejl

¹⁷⁰ Bek. nr. 670/2019, bilag 5.

¹⁷¹ Bek. nr. 669/2019, § 55, stk. 1.

¹⁷² Bek. nr. 669/2019, § 56.

ved forureningsmonitører, skal virksomheden (strålebeskyttelseskoordinatoren) straks underrettes.¹⁷³ Arbejde med åbne radioaktive kilder må ikke foregå, så længe der ikke er egnet udstyr til påvisning af forurening.

11.4. Aftørringsprøver

H-3 udsender meget svag betastråling, og det er derfor ikke muligt at påvise forurening med H-3 med en forureningsmonitor. Forurening påvises i stedet ved måling på aftørringsprøver. En aftørringsprøve udføres ved at aftørre et område (typisk 10 cm x 10 cm) med et glasfilterpapir fugtet med solvent, eksempelvis vand. Glasfilterpapiret overføres herefter til et tælleglas, der tilsættes scintillationsvæske og måles i en væskescintillations-tæller. Der skal altid foretages en baggrundstælling som reference.

I anlæg, hvor der er et højt strålingsniveau fra det radioaktive materiale, der håndteres og opbevares, kan det være vanskeligt at påvise en forurening af overflader med andre radionuklider ved direkte kontrolmålinger. I sådanne situationer er det muligt at få en indikation af løstsiddende forurening ved hjælp af aftørringsprøver fra overfladerne, der måles med forureningsmonitoren uden for anlægget, et sted, hvor der er et lavt strålingsniveau. Ved mistanke om fastsiddende forurening er det nødvendigt at fjerne eller afskærme alt radioaktivt materiale i anlægget forud for kontrolmålingen.

11.5. Program for kontrolmålinger

Den påkrævede instruks om anvendelse, håndtering, opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder, se afsnit 10.1, bør indeholde et program for udførelse af kontrolmålinger, der sikrer dels, at arbejdstagere, udsatte overflader og genstande kontrolmåles efter hver endt håndtering, og dels at der jævnlige foretages omfattende kontrolmålinger af alle anlæg og lokaler, hvori der håndteres eller opbevares radioaktivt materiale.

Ofte forurenede overflader og genstande

- Håndvaske, armaturer, vægge bag og gulvareal omkring håndvaske, fuger mellem vask og væg og evt. omkring vask og den øverste del af afløbet
- Arbejdsborde, rulleborde og beskyttelseskabinetter
- Centrifuger, inkubatorer, magnetomrører, rørholdere, pipetter, pipettestativer, varmeblokke og bade
- Opbevaringssteder til åbne radioaktive kilder og radioaktivt affald, eksempelvis køleskabe og fryser

¹⁷³ Bek. nr. 669/2019, § 55, stk. 2.

- Lysafbrydere, stikkontakter, tastaturer, computermus og arbejdsmapper
- Håndtag på døre og skabe.

De udførte kontrolmålinger skal kunne dokumenteres og bør derfor registreres i en protokol. Dokumentation for udførte kontrolmålinger skal opbevares i minimum 5 år.¹⁷⁴

Protokol over kontrolmålinger

Af protokollen over kontrolmålinger bør følgende oplysninger fremgå:

- Radionuklid
- Hvornår og hvor målingen er blevet udført
- Måleresultat samt resultat af baggrundsmåling
- Hvilket måleudstyr, der blev benyttet
- Navn på den, der udførte målingen.

11.6. Rengøring af forurenede overflader m.v.

Enhver forurening skal fjernes hurtigst muligt, da forurening øger stråleudsættelsen, og gamle forureninger kan være svære at fjerne.

Spild af radioaktivt materiale på overflader eller genstande skal opsuges hurtigst muligt med absorberende papir. Aftørringen skal foretages mod centrum af forureningen for at undgå spredning – brug handsker og evt. en tang. For at lette rengøringen kan der bruges en detergent eller "carrier", dvs. en ikke-radioaktiv opløsning af den samme kemiske forbindelse som forureningen. Rengøringsproceduren skal fortsætte så længe, det giver en effektiv aktivitetsreduktion.¹⁷⁵ Forureninger bør altid fjernes helt, men da dette i praksis kan være vanskeligt, gælder der for overflader og genstande, at den tilbageværende forurening ikke må være større end den overfladespecifikke grænseværdi^{176, 177}. Grænseværdierne for forurening af overflader og genstande i og uden for kontrollerede områder for de hyppigst anvendte radionuklider er angivet i Tabel 8.

For en blanding af radionuklider skal ligning (1) i afsnit 5.1 benyttes. Der skal så vidt muligt benyttes målemetoder, der gør det muligt at skelne mellem de enkelte radionuklider. Det kan anbefales at søge rådgivning hos en strålebeskyttelsesekspert.

¹⁷⁴ Bek. nr. 670/2019, § 72.

¹⁷⁵ Bek. nr. 670/2019, § 11, stk. 1, pkt. 3.

¹⁷⁶ Bek. nr. 670/2019, bilag 5.

¹⁷⁷ Bek. nr. 670/2019, § 71, stk. 3.

Hvis forureningen ikke kan bringes under grænseværdien, skal den forurenede overflade eller genstand afskærmes eller udskiftes og, hvis relevant, bortskaffes som radioaktivt affald.¹⁷⁸

Forurening af overflader

- Sørg for, at forureningen bliver i anlægget og undgå spredning til andre overflader eller tøj, hud m.v.
- Læg absorberende papir eller granulat over det spildte.
- Brug altid handsker, og tang hvor relevant, og aftør området med absorberende papir. Brug evt. en "carrier"-opløsning. Aftør altid mod centrum af forureningen for at minimere spredningen.
- Vask efter med sæbeopløsning.
- Kontrolmål det rengjorte område. Konstateres der stadig forurening, fortsættes rengøringen, så længe det giver en effektiv aktivitetsreduktion.
- Hvis forureningen af overflader og genstande ikke kan fjernes helt, må den tilbageværende forurening ikke overstige grænseværdien for forurening^{179, 180}.
- Hvis forureningen af en overflade ikke kan bringes under grænseværdien for forurening, skal den forurenede overflade afskærmes eller, om nødvendigt, udskiftes.¹⁸¹
- Forurenede rengøringsremedier (klude, papir m.v.) bortskaffes som radioaktivt affald.

Forholdsregler ved personforureninger er beskrevet i afsnit 14.4.

11.7. Afvikling af bygninger, anlæg og andre lokaler

Frigivelse af bygninger og anlæg kræver Sundhedsstyrelsens forudgående godkendelse bortset fra frigivelse af anlæg, der ikke er registreringspligtige.¹⁸² Ved forudgående godkendelse menes, at virksomheden skal udarbejde en plan for afvikling som godkendes af Sundhedsstyrelsen. Planen skal sikre, at afviklingen kan udføres strålebeskyttelsesmæssigt forsvarligt for alle involverede arbejdstagere, og den skal være i overensstemmelse

¹⁷⁸ Bek. nr. 670/2019, § 71, stk. 4.

¹⁷⁹ Bek. nr. 670/2019, bilag 5.

¹⁸⁰ Bek. nr. 670/2019, § 71, stk. 3.

¹⁸¹ Bek. nr. 670/2019, § 71, stk. 4.

¹⁸² Bek. nr. 670/2019, § 11, stk. 2.

med det omfang, der skal afvikles. Hvis brugen af åbne radioaktive kilder i forbindelse med afviklingen er omfattet af krav om tilladelse, se afsnit 5.1, skal afviklingen beskrives i en sikkerhedsvurdering. IAEA har udarbejdet en guide, der beskriver processen for afvikling, indhold af afviklingsplan og sikkerhedsvurdering for afvikling¹⁸³, som det anbefales at følge.

Bygninger, anlæg, andre lokaler og genstande kan frigives, hvis den overfladespecifikke eller massespecifikke aktivitetskoncentration er mindre end eller lig med grænseværdien for frigivelse¹⁸⁴. Grænseværdier for frigivelse er givet i Tabel 8 for de hyppigst anvendte radionuklider.

For en blanding af radionuklider skal ligning (1) i afsnit 5.1 benyttes. Der skal så vidt muligt benyttes målemetoder, der gør det muligt at skelne mellem de enkelte radionuklider. Det kan anbefales at søge rådgivning hos en strålebeskyttelsesekspert.

Uanset om forureningsniveauet er under grænseværdien, skal løstsiddende forurening så vidt muligt fjernes inden frigivelsen. Rengøringen skal fortsætte, så længe den giver effektiv aktivitetsreduktion.¹⁸⁵

Når alle åbne radioaktive kilder og radioaktivt affald er bortskaffet eller overdraget, og anlægget er rengjort, skal der foretages kontrolmålinger for at sikre, at alle overflader og genstande er fri for forurening med radioaktivt materiale. Kontrolmåling er ikke nødvendig, hvis det kan dokumenteres ved beregning, at evt. forurening vil henfalde til under niveauet for frigivelse¹⁸⁶ inden for afviklingsperioden.

Kontrolmåling ved afmelding af anlæg

Ved afmelding af anlæg skal det sikres, at alle overflader, også dem som ikke er umiddelbart tilgængelige, er fri for løstsiddende forurening, og at evt. tilbageværende forurening er under grænseværdien for frigivelse¹⁸⁷. Overflader i afløbs- og ventilationssystemer kan være særligt udsatte for forurening og skal, hvis relevant, derfor også kontrolmåles.

Vandlås

- Kontrolmåling for forurening med radionuklider, der udsender gammastråling, i vandlåsen kan normalt foretages direkte på ydersiden af vandlåsen.
- Kontrolmåling for forurening med radionuklider, der ikke udsender gammastråling, men udsender svag betastråling eller alfastråling, kræver, at der udføres aftøringsprøver inde i vandlåsen.

¹⁸³ IAEA Safety Guide No. WS-G-2.2.

¹⁸⁴ Bek. nr. 670/2019, bilag 5.

¹⁸⁵ Bek. nr. 670/2019, § 11, stk. 1, pkt. 3.

¹⁸⁶ Bek. nr. 670/2019, bilag 5.

¹⁸⁷ Bek. nr. 670/2019, bilag 5.

- Ved tvivl om hvorvidt forureningen af en vandlås overskrider grænseværdien, bør denne bortskaffes som radioaktivt affald.

Ventilationskanal

- Kontrolmåling for forurening med radionuklider, der udsender gammastråling, i ventilationskanalen kan normalt foretages direkte på ydersiden af ventilationskanalen.
- Kontrolmåling for forurening med radionuklider, der ikke udsender gammastråling, men udsender svag betastråling, udføres ved måling på aftøringsprøver fra indersiden af ventilationskanalen.
- Evt. filtre på beskyttelseskabinetter skal kontrolmåles. Konstateres der forurening af filtre, skal disse bortskaffes som radioaktivt affald.

Kontrolmåling på filtre eller udførelse af aftøringsprøver inden i vandlåse og ventilationskanaler, der kræver demontering af dele af afløbs- eller ventilationskanalen, vil ofte nødvendiggøre assistance fra en tekniker. Teknikeren skal forinden instrueres i forholdsregler ved arbejdet, bl.a. om benyttelse af personlige værnemidler, samt oplyses om risikoen forbundet med arbejdet.

Registrerede anlæg må ikke bruges til andre formål, før det er kontrolmålt og afmeldt i Sundhedsstyrelsens register for strålekilder og anlæg, se afsnit 5.8. Bemærk, at et anlæg først kan frigives til andre formål, når Sundhedsstyrelsen har kvitteret for afmeldingen.

Tidsrummet for afviklingen afhænger bl.a. af de radionuklider, der har været håndteret, anvendelsen, anlæggets indretning og den valgte afviklingsmetode. Tidsrummet kan strække sig fra få uger for afvikling af mindre isotoplaboratorier, hvor der har været håndteret radionuklider med kort halveringstid, og op til flere år for afvikling af store forskningslaboratorier, hvor der har været håndteret store aktivitetsmængder af radionuklider med lange halveringstider, der kan have givet anledning til forurening af både anlægget og ventilationssystemet.

12. Radioaktivt affald

Radioaktivt materiale uden forudset anvendelse er radioaktivt affald. Radioaktivt affald skal bortskaffes så hurtigt som rimeligt muligt, og må maksimalt stå til henfald i 1 år.¹⁸⁸ Virksomheden kan bortskaffe radioaktivt affald ved udledning eller ved at overdrage det radioaktive affald til en anden virksomhed, der kan behandle og udlede affaldet eller lagre det med henblik på deponering. Det radioaktive affald skal være egnet til den valgte bortskaffelsesmetode.¹⁸⁹

Hvis det radioaktive affald ikke er egnet til udledning, eller hvis aktivitetskoncentrationer og/eller aktivitetsmængder er for høje, skal det radioaktive affald deponeres.¹⁹⁰ Deponering skal foretages af virksomheder, der er særligt udpeget hertil.¹⁹¹

12.1. Affaldsveje i Danmark

Bortskaffelse af radioaktivt affald kan kræve flere trin og følge flere veje. En virksomhed kan enten udlede radioaktivt affald eller overdrage det til en anden virksomhed, der kan behandle og udlede affaldet eller lagre det med henblik på deponering. Virksomheder, der kan behandle og udlede radioaktivt affald, er f.eks. affaldsforbrændingsanlæg, mens Dansk Dekommissionering er udpeget til at lagre radioaktivt affald, før det skal deponeres.

I forbindelse med overdragelse bør der foreligge en aftale mellem virksomheden og modtageren, f.eks. et forbrændingsanlæg, om, at de vil modtage det radioaktive affald. Ved transporten af det radioaktive affald skal regler for transport overholdes, se kapitel 15.

Figur 3 viser en oversigt over veje for bortskaffelse eller overdragelse af radioaktivt affald fra en typisk virksomheds brug af åbne radioaktive kilder.

¹⁸⁸ Bek. nr. 670/2019, § 24, stk 1-2.

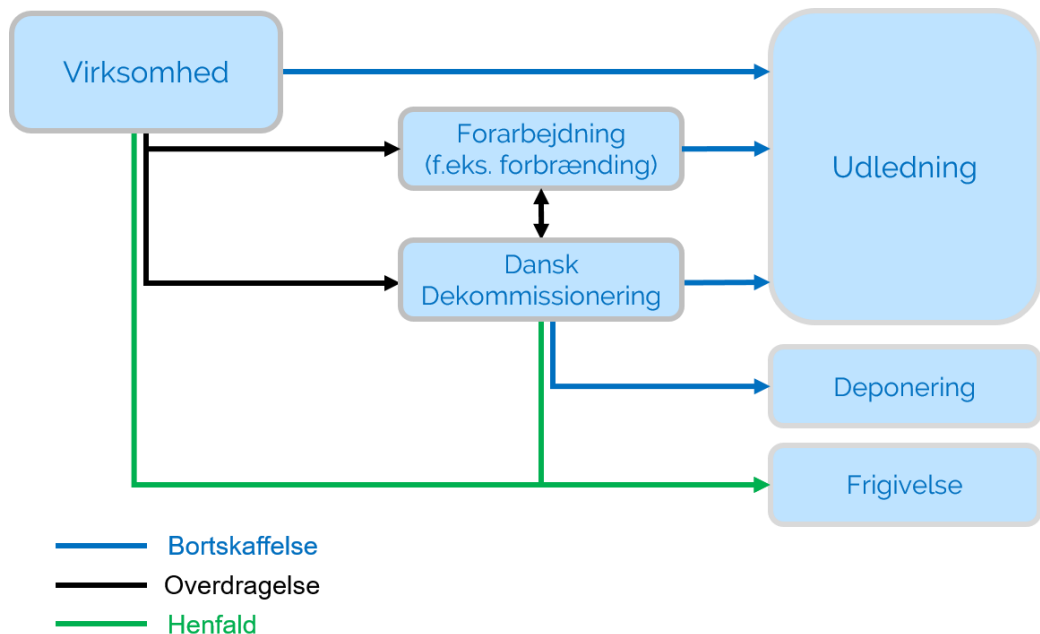
¹⁸⁹ Bek. nr. 670/2019, § 25.

¹⁹⁰ Bek. nr. 670/2019, § 27, stk. 1.

¹⁹¹ Bek. nr. 670/2019, § 28, stk 1.

Figur 3

Oversigt over bortskaffelse af radioaktivt affald og overdragelse af radioaktivt materiale



12.2. Udledning

Ved udledning af radioaktivt affald forstås spredning af flydende eller luftformigt radioaktivt affald til det omgivende miljø ved et udledningspunkt, f.eks. ved tilløb til offentlig kloak eller for enden af en ventilationsafkastskanal.

Luftformigt radioaktivt affald kan udledes via ventilationsafkast på virksomheden. Derudover kan både fast og flydende affald udledes efter forbrænding på forbrændingsanlæg. Forbrænding af radioaktivt affald bør som udgangspunkt kun foretages, hvis forbrændingen sikrer, at det radioaktive materiale bliver luftformigt og dermed kan udledes.

Flydende radioaktivt affald kan udledes via afløb til offentlig kloak. Flydende radioaktivt affald kan være uegnet til udledning, hvis det indeholder farlige stoffer, der i henhold til anden lovgivning ikke tillader udledning, eller hvis indholdet af radionuklider kan forventes at udfældes i vandmiljøet. Det kan f.eks. dreje sig om radioaktivt affald fra væskescintillationsmåling, der indeholder organiske opløsningsmidler.

12.3. Plan for radioaktivt affald

Virksomheden bør udarbejde en plan for udledning eller overdragelse af det radioaktive affald, inden anskaffelsen af åbne radioaktive kilder. Planen bør omfatte karakterisering af det radioaktive affald og beskrive, hvordan de enkelte typer af affald eller affaldsenheder udledes eller overdrages.¹⁹²

¹⁹² IAEA, General Safety Guide No. GSG-9, A-22.

Karakterisering af radioaktivt affald

Karakteriseringen bør bl.a. omfatte:

- Generel beskrivelse af affaldet (bestanddele, tilstandsform)
- Radionuklidsammensætning i affaldet
- Aktivitetskoncentration af de forskellige radionuklider i affaldet
- Aktivitetsmængde af de forskellige radionuklider i affaldet
- Beskrivelse, hvor relevant, af affaldsenheder (form, størrelse, poser, beholdere, vægt).

Affaldsveje

Beskrivelsen af udledning eller overdragelse bør omfatte:

- Bortskaffelsesmetode (normal renovation, udledning, opbevaring med henblik på henfald, overdragelse)
- Udledningpunkter (kloak, skorsten), hvor relevant
- Udledningshyppighed, hvor relevant.

Det kan være en del af planen at opbevare radioaktivt affald med henblik på at nedbringe aktivitetismængden ved henfald. Dog må radioaktivt affald maksimalt stå til henfald i 1 år.¹⁹³ Opbevaring med henblik på henfald er hovedsagligt relevant for radionuklider med kort halveringstid, f.eks. P-32.

12.4. Behandling af radioaktivt affald på virksomheden

Behandlingen af det radioaktive affald skal sikre, at affaldet kan udledes eller overdrages som anvist i virksomhedens plan for radioaktivt affald. Der skal forefindes en instruks, der beskriver behandlingen af radioaktivt affald i forbindelse med udledning og overdragelse, se afsnit 10.1.¹⁹⁴

Som en del af behandlingen af radioaktivt affald er det vigtigt, at der sker en sortering af affaldet allerede i anlægget. Affaldsenheder (poser, beholdere) kan sorteres på baggrund

¹⁹³ Bek. nr. 670/2019, § 24, stk. 2.

¹⁹⁴ Bek. nr. 670/2019, § 65.

af aktivitetskoncentrationer, aktivitetsmængder, fysiske og kemiske egenskaber og planlagte affaldsveje. Virksomheden kan evt. omdanne affaldet, f.eks. ved at bringe flydende affald på fast form, hvis det fremmer den videre proces.

I bilag F findes et beslutningsdiagram for udledning og overdragelse af hhv. affald egnet til udledning og fast affald. Radioaktivt affald, der ikke er egnet til udledning, er ikke medtaget i bilag F. Denne type affald skal overdrages. Kravene angivet i bilag F og eksempler på deres anvendelse er gengivet nedenfor.

12.4.1. Bortskaffelse undtaget fra krav

Affald med meget begrænsede aktivitetskoncentrationer og aktivitetsmængder kan bortskaffes uden, at der stilles krav om strålebeskyttelsesmæssige tiltag. Bortskaffelse af denne type affald er undtaget fra krav om tilladelse eller underretning.¹⁹⁵ Endvidere kan affald bortskaffes uden strålebeskyttelsesmæssige tiltag, hvis de overordnede kriterier for frigivelse er opfyldt. Dette kræver Sundhedsstyrelsens forudgående godkendelse.¹⁹⁶

Det pågældende affald kan bortskaffes via de almindelige affaldsveje, f.eks. normal renovation, udledning til kloak eller afkast til atmosfæren, hvis affaldet er egnet hertil. Advarselmærkning for radioaktivitet skal forud for bortskaffelsen fjernes eller annulleres på tomme beholdere.

Fast affald

Fast affald med aktivitetskoncentrationer og aktivitetsmængder som angivet i Tabel 9 kan bortskaffes uden strålebeskyttelsesmæssige krav. For affaldsenheder, der indeholder flere radionuklider finder ligningerne (1) og (2) i afsnit 5.1 anvendelse.

Tabel 9

Bortskaffelse af fast affald, der ikke er omfattet af strålebeskyttelsesmæssige krav

Aktivitetskoncentration [Bq/g]	Samlet aktivitetsmængde pr. måned [Bq]	Bortskaffelsesmåde	Krav
1) \leq værdien i bilag 4*	ubegrænset	Normal renovation	Ingen krav
2) \leq værdien i bilag 3*	\leq værdien i bilag 3*	Normal renovation	Ingen krav

* i bek. nr. 670/2019

¹⁹⁵ Bek. nr. 670/2019, § 10, stk. 1.

¹⁹⁶ Bek. nr. 670/2019, § 10, stk. 2.

Bortskaffelse af fast affald, der ikke er omfattet af strålebeskyttelsesmæssige krav

Nedenstående punkter referer til rækkeenumrene i Tabel 9.

- 1) Affald på fast form med en aktivitetskoncentration mindre end eller lig med undtagelses- og frigivelsesværdien¹⁹⁷ kan bortskaffes via normal renovation i ubegrænsede aktivitetsmængder. Dette kan bl.a. dreje sig om tom emballage, laboratorieudstyr, handsker og papir.

En virksomhed kan f.eks. bortskaffe et ubegrænset antal affaldsenheder på 1 kg, så længe de ikke indeholder mere end 100 kBq H-3 eller 1 kBq C-14.

- 2) Affald på fast form med en aktivitetskoncentration, der er større end undtagelses- og frigivelsesværdien, men mindre end eller lig med undtagelsesværdien¹⁹⁸, kan bortskaffes via normal renovation, når den samlede aktivitetsmængde, der bortskaffes pr. måned, er mindre end eller lig med undtagelsesværdien.

En virksomhed må f.eks. maksimalt bortskaffe 1 MBq I-125 pr. måned, hvor antallet af affaldsenheder er bestemt af aktivitetskoncentrationen, der ikke må overstige 1 MBq/kg. Virksomheden kan i dette tilfælde bortskaffe f.eks. 10 affaldsenheder på hver 1 kg med en aktivitetskoncentration på 0,1 MBq/kg via normal renovation. Tilsvarende kan virksomheden bortskaffe 100 affaldsenheder på hver 1 kg pr. måned, hvis aktivitetskoncentrationen er 0,01 MBq/kg.

Flydende eller luftformigt affald

Flydende eller luftformigt affald med aktivitetskoncentrationer og aktivitetsmængder som angivet i Tabel 10 kan bortskaffes uden strålebeskyttelsesmæssige krav. For affald, der indeholder flere radionuklider finder ligningerne (1) og (2) i afsnit 5.1 anvendelse.

¹⁹⁷ Bek. nr. 670/2019, bilag 4.

¹⁹⁸ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

Tabel 10

Bortskaffelse af flydende og luftformigt affald, der ikke er omfattet af strålebeskyttelsesmæssige krav

Aktivitetskoncentration [Bq/g]	Samlet aktivitetsmængde pr. måned [Bq]	Bortskaffelsesmåde	Krav
1) \leq værdien i bilag 4*	ubegrænset	Udledning til offentlig kloak via afløb Udledning til atmosfæren via afkast	Ingen krav
2) \leq værdien i bilag 3*	\leq værdien i bilag 3*	Udledning til offentlig kloak via afløb Udledning til atmosfæren via afkast	Ingen krav

* i bek. nr. 670/2019

Udledning af flydende eller luftformigt affald kan f.eks. dreje sig om fortyndede opløsninger, der hældes i afløbet eller udledning via ventilationsafkast til atmosfæren.

Bortskaffelse af flydende eller luftformigt affald, der ikke er omfattet af strålebeskyttelsesmæssige krav

Nedenstående punkter refererer til rækkenumrene i Tabel 10.

- 1) Flydende eller luftformigt affald med en aktivitetskoncentration mindre end eller lig med undtagelses- og frigivelsesværdien¹⁹⁹ kan udledes i ubegrænsede aktivitetsmængder.²⁰⁰
- 2) Flydende eller luftformigt affald med en aktivitetskoncentration, der er større end undtagelses- og frigivelsesværdien, men mindre end eller lig med undtagelsesværdien²⁰¹, kan bortskaffes via de almindelige affaldsveje, når den samlede aktivitetsmængde, der udledes pr. måned, er mindre end eller lig med den tilsvarende undtagelsesværdi.

12.4.2. Udledning, der er omfattet af krav om underretning

Flydende og luftformigt radioaktivt affald med aktivitetskoncentrationer og aktivitetsmængder som angivet i Tabel 11 er underlagt krav om underretning. Det kan dreje sig om opløsninger, der hældes i afløb fra vask i isotoplaboratoriet, eller udledning via ventilationsafkast til atmosfæren fra beskyttelseskabinet. Virksomhedens samlede månedlige udledning af radioaktivt affald er afgørende for, om der er krav om underretning. Ved udledning af radioaktivt affald, der indeholder flere radionuklider, finder ligningerne (1) og (2) i afsnit 5.1 anvendelse.

¹⁹⁹ Bek. nr. 670/2019, bilag 4.

²⁰⁰ Bek. nr. 670/2019, bilag 1.

²⁰¹ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

Tabel 11

Flydende og luftformigt affald omfattet af krav om underretning

Aktivitetskoncentration [Bq/g]	Samlet aktivitetsmængde pr. måned [Bq]	Bortskaffelsesmåde	Krav
1) $\leq 100 \times$ værdien i bilag 3*	\leq værdien i bilag 3*	Udledning til offentlig kloak via afløb Udledning til atmosfæren via afkast	Aktivitetskoncentration umiddelbart efter udledningspunkt $\leq 10 \times$ værdien i bilag 3*
2) \leq værdien i bilag 3*	$\leq 10 \times$ værdien i bilag 3*	Udledning til offentlig kloak via afløb Udledning til atmosfæren via afkast	Ingen krav

* i bek. nr. 670/2019

Bortskaffelse af flydende eller luftformigt affald, der er omfattet af krav om underretning

Nedenstående punkter refererer til række-numrene i Tabel 11.

- 1) Flydende eller luftformigt affald med aktivitetskoncentration ved udledningspunktet mindre end eller lig med 100 gange undtagelsesværdien²⁰² kan udledes uden strålebeskyttelsesmæssige krav, hvis spredning i miljøet umiddelbart efter udledningspunktet resulterer i en aktivitetskoncentration mindre end eller lig med 10 gange undtagelsesværdien²⁰³, og den samlede aktivitetsmængde, der udledes pr. måned, er mindre end eller lig med den tilsvarende undtagelsesværdi.
- 2) Flydende eller luftformigt affald med aktivitetskoncentration ved udledningspunktet mindre end eller lig med undtagelsesværdien kan udledes uden strålebeskyttelsesmæssige krav, når den samlede aktivitetsmængde, der udledes pr. måned, er mindre end eller lig med 10 gange undtagelsesværdien.

Hvis aktivitetskoncentrationen i væske, der hældes i vasken i anlægget, er større end undtagelsesværdien, skal udledningen ske via et isotop afløb, hvis det er strålebeskyttelsesmæssigt rimeligt, se afsnit 8.2.1.

²⁰² Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

²⁰³ Bek. nr. 670/2019, § 26.

Hvis den månedlige udledning af radioaktivt affald overstiger grænserne for aktivitetskoncentration og/eller aktivitetsmængde der fremgår i Tabel 11, skal virksomheden have en tilladelse til udledningen.²⁰⁴

12.4.3. Bortskaffelse, der er omfattet af krav om tilladelse

Udledning af flydende og luftformigt affald i aktivitetskoncentrationer og aktivitetsmængder, der overstiger grænserne for krav om underretning, er omfattet af krav om tilladelse.²⁰⁵

Vilkårene for en tilladelse til udledning af radioaktivt affald fastsættes af Sundhedsstyrelsen i det enkelte tilfælde.²⁰⁶ Vilkårene fastsættes på baggrund af virksomhedens sikkerhedsvurdering, som skal indeholde dokumentation for, at dosisbindinger for virksomhedens samlede brug af radioaktivt materiale, inklusiv udledning, er overholdt.²⁰⁷ Dokumentationen skal indeholde beskrivelser af eksponeringsscenarier og vurderede doser forbundet med normal drift, utilsigtede hændelser og uheld, se kapitel 6.

12.5. Fortegnelse

Der skal føres en fortegnelse over de seneste 5 års udledning, opbevaring og overdragelse af radioaktivt affald.²⁰⁸

Fortegnelse over udledning, opbevaring og overdragelse af affald

Fortegnelsen skal indeholde følgende oplysninger:

Opbevaring af radionuklider med en halveringstid længere end 24 timer:

- Radionuklid
- Tilstandsform og kemisk form
- Dato
- Estimeret aktivitetsmængde og, hvor relevant, aktivitetskoncentration ved hensættelse som radioaktivt affald
- Opbevaringssted
- Relevant kontaktperson.

²⁰⁴ Bek. nr. 670/2019, bilag 1.

²⁰⁵ Bek. nr. 670/2019, bilag 1.

²⁰⁶ Lov nr. 23/2018, § 17.

²⁰⁷ Bek. nr. 669/2019, §§ 21-22.

²⁰⁸ Bek. nr. 670/2019, § 18.

Udledning og overdragelse:

- Dato
- Estimeret aktivitetsmængde og, hvor relevant, aktivitetskoncentration ved udledning henholdsvis overdragelse
- Ved udledning: udledningsmetode
- Ved overdragelse: navnet på den virksomheden, hvortil overdragelsen er sket.

Udledning fra patienter og dyr i forbindelse med indgift af radionuklider:

- Dokumentation baseret på modelberegninger, der inkluderer et statistisk skøn over udledninger baseret på antal patienter henholdsvis antal dyr.

13. Dosisovervågning

Brug af åbne radioaktive kilder vil normalt indebære et vist omfang af stråleudsættelse af arbejdstagerne. Den stråleudsatte arbejdstager kan blive bestrålet enten ved ekstern bestråling forårsaget af en åben radioaktiv kilde, der befinder sig uden for kroppen, eller ved intern bestråling forårsaget af radioaktivt materiale, der er blevet optaget i kroppen som følge af uheld. Optag i kroppen kan ske via indtag gennem munden, indånding, eller optag gennem ubeskadiget hud eller sår, se også afsnit 10.4.2.

Krav om dosisovervågning afhænger af den dosis, en arbejdstager vurderes at kunne modtage under normale forhold samt ved hændelser og uheld. Dosisovervågningen har til formål at sikre overholdelse af dosisgrænserne, se Tabel 1 i afsnit 2.3, og fungerer samtidig som et redskab til optimering af strålebeskyttelsen, se afsnit 2.2.

Den samlede dosis til hele kroppen, dvs. summen af alle bidrag fra ekstern og intern bestråling, betegnes den effektive dosis.

Doser til enkeltorganer, væv m.v. betegnes som ækvivalente doser. Dosisgrænserne for øjelen, huden og ekstremiteterne, se Tabel 1 i afsnit 2.3, er fastsat for at forhindre forekomsten af akutte skader. Der er ikke fastsat yderligere specifikke ækvivalente dosisgrænser, da dosisgrænsen for effektiv dosis begrænser dosis til øvrige organer og væv tilstrækkeligt.

Effektiv dosis kan sammen med risikofaktorer fastsat af ICRP benyttes til at vurdere risikoen for at udvikle en kræftform senere i livet som følge af strålingens skadesvirkning (senskader). ICRP udgiver risikofaktorer for senskader baseret på bl.a. historiske befolkningsundersøgelser. For effektive doser til stråleudsatte arbejdstagere anvendes en risikofaktor på ca. $4 \cdot 10^{-5} \text{ mSv}^{-1}$.²⁰⁹ Bestråling af 100.000 voksne stråleudsatte arbejdstagere med hver 1 mSv forventes derfor statistisk at medføre 4 kræfttilfælde i gruppen.

13.1. Krav om dosisovervågning

Krav om dosisovervågning afhænger af kategoriseringen af de stråleudsatte arbejdstagere, se afsnit 9.1. Dosisovervågning er påkrævet for arbejdstagere i kategori A og B.²¹⁰ En gravid stråleudsat arbejdstager skal endvidere dosisovervåges, hvis ikke det med sikkerhed kan udelukkes, at den effektive dosis til fostret efter meddelelse om graviditet til virksomheden vil kunne overstige 1 mSv.²¹¹

Dosisovervågning skal tilpasses den forventede eksponering.

²⁰⁹ ICRP Publ. 103, p. 53, 2007.

²¹⁰ Bek. nr. 669/2019, § 78, stk. 1.

²¹¹ Bek. nr. 669/2019, § 79, stk. 1.

13.1.1. Dosisovervågning af ekstern bestråling

Ved ekstern bestråling skal dosisovervågningen sikre bestemmelse af den effektive dosis samt, når relevant, bestemmelse af ækvivalente doser til øjelinsen, huden og ekstremiteterne. Bestemmelse af effektiv dosis udføres med *persondosimeter* evt. suppleret med elektronisk dosimeter. Bestemmelse af ækvivalent dosis udføres, hvor muligt, med *persondosimeter* evt. suppleret med *ekstremitetsdosimeter* (f.eks. *fingerdosimeter*).

Radionuklider, der alene udsender betastråling med kort rækkevidde (f.eks. H-3, C-14 og S-35), vil normalt ikke medføre ekstern bestråling af kroppen. Grundet den korte rækkevidde er et *persondosimeter* derfor ikke anvendeligt til bestemmelse af en evt. dosis.

Der er krav om dosisovervågning af den ækvivalente dosis til øjelinsen, huden og ekstremiteterne ved brug af *persondosimeter*, hvis en stråleudsat arbejdstager under normale forhold, eller ved hændelser og uheld, vil kunne modtage ækvivalente doser, der overstiger de øvre grænser i Tabel 7 i afsnit 9.1.²¹²

Hvor dosisovervågning ved anvendelse af *persondosimeter* ikke er hensigtsmæssig eller mulig, skal individuel dosisovervågning foretages i henhold til et *dosisovervågningsprogram*, der er godkendt af Sundhedsstyrelsen.²¹³ Ved mulighed for bestråling af hænder og fingre kan et *fingerdosimeter* benyttes. Dette kan være relevant ved håndtering af større aktivitetsmængder af radionuklider, der udsender betastråling med middel eller høj energi, f.eks. P-32.

Krav til individuel dosisovervågning

Persondosimeter er, som navnet angiver, personlige og må ikke deles af flere arbejdstagere. Det samme gør sig gældende for *ekstremitetsdosimeter*.

En stråleudsat arbejdstager omfattet af krav om individuel dosisovervågning af ekstern bestråling skal bære sit *persondosimeter* ved enhver håndtering af åbne radioaktive kilder. Hvis et *persondosimeter* bliver beskadiget eller bortkommer, må arbejdstageren ikke beskæftiges med arbejde med åbne radioaktive kilder, før nyt *persondosimeter* er fremskaffet.

Måleperiode

Måleperioden for *persondosimeter* til bestemmelse af effektiv dosis er højst 1 måned for kategori A arbejdstagere og højst 3 måneder for kategori B arbejdstagere.²¹⁴ For gravide stråleudsatte arbejdstagere omfattet af krav om dosisovervågning af ekstern bestråling er måleperioden 1 måned.²¹⁵

Måleperioden for et *fingerdosimeter* vil typisk være 14-30 dage.

Persondosimeter skal sendes til udlæsning hos den *dosimetriske tjeneste* umiddelbart efter, at måleperioden er afsluttet.²¹⁶

²¹² Bek. nr. 669/2019, § 78, stk. 4-5.

²¹³ Bek. nr. 669/2019, § 78, stk. 6.

²¹⁴ Bek. nr. 669/2019, § 78, stk. 2-3.

²¹⁵ Bek. nr. 669/2019, § 79, stk. 2.

²¹⁶ Bek. nr. 669/2019, § 81, stk. 2.

Placering af dosimeter

Persondosimeteret skal placeres foran på kroppen i brysthøjde, da den øvre del af kroppen ofte ikke er fuldt dækket af en evt. afskærmning opstillet på arbejdsbordet. Gravide arbeidstagere skal som undtagelse bære persondosimeteret i bæltehøjde.

Benyttes fingerdosimeter er det vigtigt at være opmærksom på, at fingerdosimetrets placering er afgørende for den målte dosis, da der typisk er afstand fra fingerdosimeteret til det mest bestrålede område på huden. Den målte dosis vil derfor ofte være en underestimering af den reelle dosis.

Opbevaring af dosimeter

Efter endt arbejdstid, i ferier m.v. skal dosimeter opbevares på et neutralt sted, hvor de ikke er udsat for stråling. Dosimeter må derfor ikke opbevares i nærheden af opbevaringssteder for åbne radioaktive kilder eller andre typer af strålekilder.

Tilrettelæggelse og optimering ved hjælp af dosimeter

Dosimeter kan benyttes som et redskab i tilrettelæggelsen og optimeringen af procedurer for håndtering af åbne radioaktive kilder.

Tilrettelæggelse og optimering af procedurer ved hjælp af dosimeter

Både fingerdosimeter og elektroniske dosimeter kan være et gavnligt redskab ved tilrettelæggelse og optimering af procedurer for håndtering af åbne radioaktive kilder.

Fingerdosimeter

Fingerdosimeter anvendes til bestemmelse af den ækvivalente dosis til hænder og fingre. Konstateres det ved benyttelse af et fingerdosimeter, at der modtages store doser til hænder og fingre, kan det være relevant at bestemme doserne forbundet med de enkelte operationer ved at skifte dosimeter mellem operationerne. Dette kan afklare, hvilke operationer der medfører de største doser, hvorefter tiltag til optimering af disse operationer kan iværksættes, f.eks. benyttelse af tang, pincet og løs afskærmning.

Elektroniske dosimeter

Et elektronisk dosimeter registrerer og angiver, i modsætning til et persondosimeter, den målte dosis løbende og kan indstilles til at give alarm, når en given dosis overskrides. Herudover kan det registrere og angive dosishastigheden og indstilles til at give en alarm, når en given dosishastighed overskrides.

Ved at benytte et elektronisk dosimeter er det derfor muligt at bestemme dosis og dosishastigheden ved forskellige procedurer og at få et mål for hvilken del af hånd-

teringen af åbne radioaktive kilder, der giver anledning til den største stråleudsættelse. Herudover kan det elektroniske dosimeter anvendes som et redskab til optimering af afskærmningen i forbindelse med håndtering af åbne radioaktive kilder.

13.1.2. Dosisovervågning af intern bestråling

Dosisovervågning af intern bestråling kan ikke udføres med persondosimeter, men må baseres på målinger på biologiske prøver eller på direkte målinger på kroppen. Biologiske prøver kan typisk være urinprøver, mens direkte målinger på kroppen f.eks. kan være måling uden på halsregionen ved skjoldbruskkirtlen eller måling i en helkropstæller.

Hvis en stråleudsat arbejdstager under normale forhold eller ved hændelser og uheld vil kunne modtage en effektiv dosis større end 1 mSv/år fra intern bestråling, eller et foster vil kunne modtage en effektiv dosis fra intern bestråling af en stråleudsat arbejdstager, der overstiger 1 mSv, skal der foretages individuel dosisovervågning i henhold til et dosisovervågningsprogram godkendt af Sundhedsstyrelsen.^{217, 218}

Ammer en stråleudsat arbejdstager i en periode, hvor vedkommende arbejder med åbne radioaktive kilder, skal der tages forholdsregler til at sikre, at der ikke er væsentlig risiko for intern eller ekstern forurening af kroppen med radioaktivt materiale.²¹⁹ Hvis den ammende ved et uheld har fået radioaktivt materiale ind i kroppen, vil en del radionuklider, alt efter hvilken kemisk forbindelse de indgår i, kunne blive overført til barnet via modermælken.

Dosisovervågningsprogrammet skal være tilpasset de aktuelle radionuklidernes egenskaber og skal indeholde anvisninger om bl.a. målemetode og tidspunkter for prøvetagning eller direkte måling.

Håndtering af luftbåret materiale, f.eks. tritieret vand, I-125 jodid eller åbne radioaktive kilder på pulverform, og håndteringer, der er forbundet med stor risiko for spild, vil ofte kræve individuel dosisovervågning af intern bestråling.

Metoder til påvisning af intern bestråling

Nedenfor er der for hver af de nævnte målemetoder til dosisovervågning for intern bestråling angivet anvendelsesområder, hvor målemetoderne med fordel kan anvendes som del af den individuelle dosisovervågning.

Urinprøver:

- Håndtering af store aktivitetsmængder af H-3, C-14 og S-35
- Jodering med I-125.

²¹⁷ Bek. nr. 669/2019, § 78, stk. 7.

²¹⁸ Bek. nr. 669/2019, § 79, stk. 3.

²¹⁹ Bek. nr. 669/2019, § 43.

Ekstern måling på halsregion ved skjoldbruskkirtel:

- Jodering med I-125.

Helkropstæller:

- Håndtering af radionuklider, der udsender alfastråling (f.eks. Ra-223 og Th-227).

Ved prøvetagning af en biologisk prøve, f.eks. urin, skal det undgås, at prøven bliver forurennet med radioaktivt materiale fra omgivelserne. Prøver og prøveglas bør derfor kun håndteres uden for arbejdsområdet, og hænderne bør vaskes grundigt.

13.2. Bestemmelse af samt indberetning og underretning om doser

Bestemmelse af eksterne doser fra individuel dosisovervågning skal ske gennem en dosimetrisk tjeneste, der er godkendt af Sundhedsstyrelsen. Bestemmelse af dosis skal ske snarest muligt efter, at grundlaget for bestemmelsen i form af f.eks. et persondosimeter båret i den krævede måleperiode, urinprøve m.v. foreligger. Ved mistanke om usædvanlig stor persondosis skal bestemmelsen af dosis ske uden ugrundet ophold.²²⁰

Dosisovervågede arbejdstagere skal gøres bekendt med resultatet af dosisovervågningen snarest muligt efter, at resultatet foreligger. Hvis dosis er bestemt på andet grundlag end et persondosimeter, skal den dosisovervågede have adgang til alle faktorer, der ligger til grund for dosisbestemmelsen.²²¹ Virksomheden skal til enhver tid kunne dokumentere doser for de dosisovervågede arbejdstagere for de seneste 5 kalenderår, inkl. det indeværende år, i det omfang, arbejdstageren har været tilknyttet virksomheden i perioden. I tilfælde af *uheldsbestråling* skal der endvidere opbevares dokumentation for omstændighederne ved sådanne bestrålinger og for foranstaltninger, der er truffet for at afbøde og undgå gentagelse.²²²

Virksomheden skal inden 4 uger fra resultatet foreligger indberette resultatet af den individuelle dosisovervågning, herunder oplysninger om uregelmæssigheder, til Sundhedsstyrelsens Register for Persondosimetri (SRP). Indberetningen skal indeholde de relevante data²²³ og indberettes som det anvises af SRP.²²⁴ Indberetningen kan dog efter aftale ske direkte fra den dosimetrisk tjeneste.

Hvis en dosis fra ekstern bestråling overstiger en af dosisværdierne i Tabel 12, skal virksomheden straks underrette Sundhedsstyrelsen herom.²²⁵ Doserne er baseret på kategori A arbejdstagere og tager derfor udgangspunkt i en måleperiode på 1 måned. Ved anvendelse af kortere måleperioder skal dosisværdierne for umiddelbar underretning

²²⁰ Bek. nr. 669/2019, § 81.

²²¹ Bek. nr. 669/2019, § 84.

²²² Bek. nr. 669/2019, § 86.

²²³ Bek. nr. 669/2019, bilag 3.

²²⁴ Bek. nr. 669/2019, § 87.

²²⁵ Bek. nr. 669/2019, § 85.

sænkes tilsvarende. Dosisværdierne øges dog ikke ved benyttelse af længere måleperioder.

Tabel 12

Dosisværdier for umiddelbar underretning af Sundhedsstyrelsen om ekstern bestråling²²⁶

Type af dosis	Dosisværdi ved ekstern bestråling [mSv]
Effektiv dosis	5
Ækvivalent dosis til øjelinse	5
Ækvivalent dosis til hud og/eller ekstremiteter	50

For doser fra intern bestråling fastsættes dosisværdier for umiddelbar underretning af Sundhedsstyrelsen i det konkrete tilfælde.

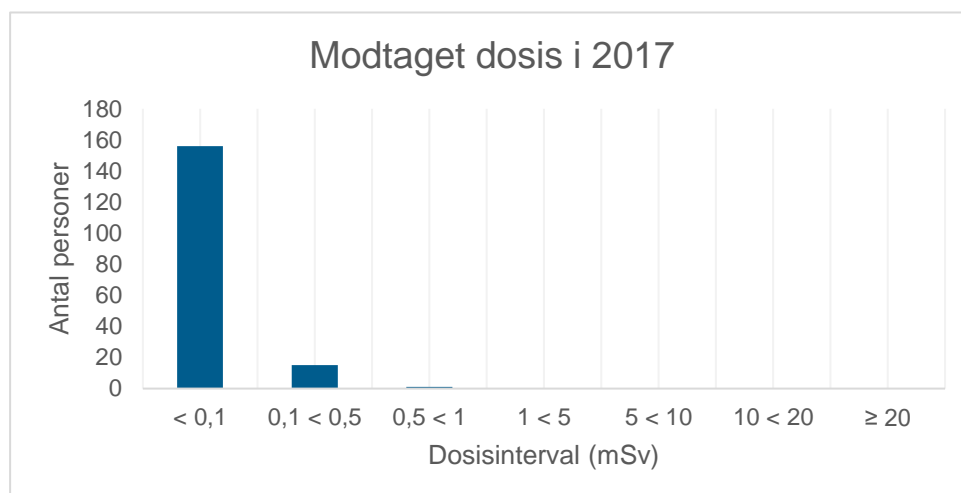
13.3. Dosisstatistik

I 2017 var 172 stråleudsatte arbejdstagere dosisovervåget som følge af deres beskæftigelse med brug af åbne radioaktive kilder i forbindelse med forskning og udvikling. Den samlede gennemsnitlige årlige effektive dosis til disse arbejdstagere var 0,02 mSv. Som illustreret i Figur 4 modtog størstedelen af disse arbejdstagere mindre end 0,1 mSv og kun få modtog mere end 0,5 mSv. Ingen af arbejdstagerne modtog mere end 1 mSv.

Til sammenligning var gennemsnitsdosis i 2017 for alle dosisovervågede arbejdstagere i Danmark på 0,11 mSv.

Figur 4

Effektiv dosis modtaget i 2017 af dosisovervågede arbejdstagere beskæftiget med brug af åbne radioaktive kilder i forbindelse med forskning og udvikling



²²⁶ Bek. nr. 669/2019, bilag 5.

14. Ulykker, uheld og hændelser

Virksomheden skal inden brug af åbne radioaktive kilder identificere mulige ulykker, uheld eller hændelser. På baggrund heraf skal der udarbejdes en instruks til arbejdstagerne om de forholdsregler, der skal tages i sådanne situationer.

I tilfælde af en ulykke, et uheld eller en hændelse, herunder tyveri, med åbne radioaktive kilder skal virksomheden straks træffe alle relevante foranstaltninger til at afværge eller begrænse alvorlige negative konsekvenser for personers sundhed og sikkerhed, livskvalitet, ejendom eller miljø.²²⁷ Sundhedsstyrelsen skal underrettes herom snarest muligt.^{228, 229}

14.1. Instrukser om forholdsregler

Virksomheden skal sørge for, at der er en letforståelig instruks til arbejdstagerne om forholdsregler i tilfælde af ulykker, uheld eller hændelser, herunder tyveri, se afsnit 10.210.1.²³⁰ Virksomheden skal derfor forberede sig på muligheden for, at de åbne radioaktive kilder eksempelvis kan blive stjålet, eller at deres beholder kan blive beskadiget.

Instruksen skal være umiddelbart tilgængelig under arbejdet. Alle relevante foranstaltninger bør beskrives i instruksen, herunder evakuering og afspærring, rengøring af personer, rengøring af forurenede overflader og brug af "carrier"-opløsninger samt standsning af ventilation eller udledning. Instruksen bør inkludere oplysning om underretning af virksomheden samt dennes strålebeskyttelseskoordinator og skal inkludere oplysning om underretning af Sundhedsstyrelsen, se afsnit 14.5.²³¹

14.2. Forhold af systematisk karakter

Fejlkonstruerede anlæg eller udstyr, fejlagtige procedurer ved anvendelse af åbne radioaktive kilder, ved kontrol af måleudstyr, eller udstyr med tilbagevendende defekter kan føre til utilsigtet bestråling. Dette benævnes forhold af systematisk karakter. Der er f.eks. tale om forhold af systematisk karakter, når en fejlbehæftet procedure gentages, eller når en defekt er udbredt til flere udstyr af samme type som følge af produktionsfejl. Udbredelse af information om forhold af systematisk karakter kan have en betydelig strålebeskyttelsesmæssig effekt, idet uheld kan afværges for et større antal brugere af samme

²²⁷ Bek. nr. 669/2019, § 91.

²²⁸ Lov nr. 23/2018, § 14, stk. 1.

²²⁹ Bek. nr. 669/2019, § 92.

²³⁰ Bek. nr. 669/2019, § 57.

²³¹ Bek. nr. 669/2019, § 92, stk. 3.

procedure, samme udstyr eller af samme type åbne radioaktive kilder. Forhold af systematisk karakter skal derfor indberettes til Sundhedsstyrelsen snarest muligt.^{232, 233}

14.3. Procedure ved ulykker, uheld og hændelser

Nedenstående procedure bør følges ved ulykker, uheld og hændelser, afhængig af omfanget.

Procedure ved ulykker, uheld og hændelser

- Vurder omfanget
- Tilkald hjælp
- Stop udbredelsen af en evt. forurening
- Affør straks forurenede beklædning og henlæg det til kontrolmåling
- Rens forurenede personer og rengør overflader, se henholdsvis afsnit 14.4 og 11.6
- Foretag kontrolmålinger
- Underret strålebeskyttelseskoordinatoren og virksomheden
- Underret Sundhedsstyrelsen, se afsnit 14.5
- Evakuer uvedkommende personer
- Hold området under konstant opsyn.

14.4. Rengøring af personer

Ved ulykker, uheld og hændelser skal forurenede personer rengøres hurtigst muligt.²³⁴ Små forureninger af huden fjernes med vand og sæbe. Ved større forureninger af kroppen skal forurenede beklædning straks tages af, og kroppen skal rengøres under nødbruseren. Rengøringen skal fortsætte så længe, den giver en effektiv aktivitetsreduktion.²³⁵ Foretag løbende kontrolmålinger. Rengøringen bør ikke føre til beskadigelse af huden, da det kan medføre øget optag af radioaktivt materiale gennem såret med intern bestråling til følge.

²³² Bek. nr. 669/2019, § 58.

²³³ Lov nr. 23/2018, § 14, stk. 2.

²³⁴ Bek. nr. 670/2019, § 71, stk. 2.

²³⁵ Bek. nr. 670/2019, § 71, stk. 2.

Ved større forurening af personer skal Sundhedsstyrelsen kontaktes. Dertil kan strålebeskyttelseskoordinator eller strålebeskyttelsesekspert og virksomheden kontaktes.

Nedenstående procedure skal følges ved rengøring af personer, afhængig af omfanget.

Rengøring af personer

1. Ved forurening af hud: Vask med vand og sæbe, indtil forureningen er fjernet, dog uden at beskadige huden
2. Ved beskadigelse af huden med samtidig forurening: Skyl med rigeligt vand og træk evt. sårrande fra hinanden for at forøge blødningen og udskylningen
3. Ved forurening af øjne: Benyt straks øjenskyller
4. Ved større ydre forureninger: Tag det forurenede tøj af og skyl kroppen under nødbruseren, kontrolmål herefter. Rengøringen skal fortsætte så længe, den giver en effektiv aktivitetsreduktion. Kontrolmål det forurenede tøj og læg det om nødvendigt til henfald eller bortskaf det direkte som radioaktivt affald
5. Hvis forureningen ikke kan fjernes helt: Konsulter læge eller strålebeskyttelsesekspert samt Sundhedsstyrelsen.
6. Hvis radioaktivt materiale er indtaget gennem munden: Konsulter straks læge, strålebeskyttelsesekspert samt Sundhedsstyrelsen.

14.5. Underret Sundhedsstyrelsen

Sundhedsstyrelsen skal omgående underrettes ved følgende situationer:²³⁶

Underret Sundhedsstyrelsen

Sundhedsstyrelsen skal underrettes ved:

- Ulykker, uheld eller hændelser, der har resulteret i utilsigtet bestråling eller væsentlig forurening med radioaktivt materiale
- Strålebeskyttelsesmæssigt betydende fund, tyveri, bortkomst, brand, oversvømmelse eller lignende involverende åbne radioaktive kilder²³⁷

²³⁶ Lov nr. 23/2018, § 14.

²³⁷ Bek. nr. 669/2019, § 92, stk. 1.

- Hændelser, der kunne have resulteret i ovenstående – det er virksomheden, der skal vurdere, om dette er sandsynligt, og om den dermed er underlagt underretningskravet, men i tvivlstilfælde bør virksomheden altid kontakte Sundhedsstyrelsen
- Forhold af systematisk karakter, der kan medføre utilsigtet bestråling eller væsentlig forurening.

**Underretning skal ske til Sundhedsstyrelsen, Strålebeskyttelses døgnvagt på
tlf. +45 44 94 37 73.**

14.6. Efter en ulykke, et uheld eller en hændelse

Årsagen til ulykken, uheldet eller hændelsen skal identificeres, og nødvendige foranstaltninger skal tages for at forhindre gentagelse. Ved uheldsbestråling skal virksomheden sikre, at der foretages en tilstrækkelig analyse af omstændighederne ved og følgerne af stråleudsættelsen, herunder bestemmelse af relevante doser.²³⁸

²³⁸ Bek. nr. 669/2019, § 59.

15. Transport

De overordnede regler for transport af radioaktive stoffer er fastsat i bek. nr. 993/2001. Der findes herudover specifikke bestemmelser for hver transportform (vej, sø, jernbane og luft), der er gældende for national og international transport af farligt gods.²³⁹

Transport af åbne radioaktive kilder

Reglerne for transport af åbne radioaktive kilder omfatter alle funktioner og betingelser, der er forbundet med transporten. Disse omfatter bl.a. klargøring, afsendelse, pålæsning, transport, herunder opbevaring i *transit*, aflæsning og modtagelse på destinationsstedet af de åbne radioaktive kilder.²⁴⁰

Radioaktive stoffer, der er emballeret og klar til transport kaldes for *kolli*.²⁴¹ Kolli til transport af radioaktive stoffer skal være konstrueret, så de giver passende sikkerhed mod spredning af radioaktive stoffer under transporten.²⁴² Kravene til kollikonstruktion afhænger derfor af aktivitetsmængden, der transporteres pr. kolli. Et kolli indeholdende radioaktivt materiale klassificeres på baggrund af radionuklid(er), aktivitetskoncentration og aktivitetsmængde samt tilstandsformen (fast, væske eller gas).²⁴³

Transport af åbne radioaktive kilder, der besidder sekundære fareegenskaber, er underlagt yderligere transportrestriktioner.²⁴⁴ Disse beskrives dog ikke i denne vejledning, og der henvises i stedet til Færdselsstyrelsen og Beredskabsstyrelsen.

Ved transport af radioaktivt materiale er det afsenderens ansvar, at forsendelsen er pakket og mærket korrekt, samt at der medfølger korrekt udfyldte transportdokumenter.²⁴⁵ Transportører skal dog altid sikre sig, at pakning og mærkning er korrekt, samt at transportdokumenterne er korrekt udfyldt.

15.1. Vejtransport i Danmark

De specifikke regler for vejtransport af radioaktive stoffer er fastsat i ADR. Nedenfor er gengivet reglerne i ADR dateret 1. januar 2019. Reglerne opdateres hvert andet år, så virksomheden skal sikre, at dens vejtransport af radioaktivt materiale altid er i overensstemmelse med kravene i den seneste version af ADR.

²³⁹ Bek. nr. 993/2001, bilag 2, afsnit 2.

²⁴⁰ ADR 2019, 1.7.1.3.

²⁴¹ ADR 2019, 1.2.1.

²⁴² ADR 2019, 1.7.1.2 – 1.7.1.3.

²⁴³ ADR 2019, 2.2.7.

²⁴⁴ ADR 2019, kapitel 2.2.

²⁴⁵ Bek. nr. 993/2001, § 16.

Åbne radioaktive kilder vil i de fleste tilfælde kunne transporteres som enten undtagen forsendelse, undtagelseskolli eller type A kolli. Denne vejledning fokuserer på reglerne for vejtransport af radioaktive stoffer som undtagen forsendelse eller undtagelseskolli. For transport som type A kolli er der krav om tilknytning af en *sikkerhedsrådgiver*, som skal vejlede virksomheden om reglerne for denne type kolli.²⁴⁶

15.1.1. Undtagen forsendelse

Undtagen forsendelse bruges om de forsendelser, der indeholder radioaktivt materiale i så små aktivitetsmængder eller aktivitetskoncentrationer, at der ikke skal træffes nogen særlige forholdsregler eller strålebeskyttelsesmæssige foranstaltninger i forbindelse med transporten. Transport af undtagne forsendelser er ikke omfattet regler om transport af farligt gods.

Forsendelser er undtagne, hvis enten aktivitetskoncentrationen for hele forsendelsen er under grænsen for undtagne stoffer, eller hvis den totale aktivitetsmængde af forsendelsen er under aktivitetsgrænsen for undtagen forsendelse. Aktivitetskoncentrationsgrænserne for udvalgte undtagne stoffer og aktivitetsgrænserne for undtagen forsendelse er angivet i Tabel 13. For andre radionuklider henvises til ADR.²⁴⁷ Indeholder en undtagen forsendelse en blanding af radionuklider, f.eks. hvis flere åbne radioaktive kilder transporteres i samme forsendelse, skal det sikres, at den samlede aktivitetskoncentration eller aktivitetsmængde er under grænserne for undtagen forsendelse.²⁴⁸

²⁴⁶ Bek. nr. 543/2012.

²⁴⁷ ADR 2019, Tabel 2.2.7.2.2.1.

²⁴⁸ ADR 2019, 2.2.7.2.2.4 – 2.2.7.2.2.6.

Tabel 13

Grænser for undtagne stoffer og undtagen forsendelse for de hyppigst transporterede radionuklider

Radionuklid	Aktivitetskoncentrationsgrænse for undtagne stoffer	Aktivitetsgrænse for en undtagen forsendelse
	[Bq/g]	[MBq]
H-3	1.000.000	1000
C-14	10.000	10
F-18	10	1
P-32	1000	0,1
S-35	100.000	100
Cr-51	1.000	10
Tc-99m	100	10
I-125	1.000	1
I-131	100	1

15.1.2. Undtagelseskolli

Undtagelseskolli indeholder radioaktivt materiale i aktivitetsmængder, hvor der skal tages forholdsregler for at sikre tilstrækkelig strålebeskyttelse. Aktivitetsgrænser for undtagelseskolli for hyppigt transporterede radionuklider er angivet i Tabel 14. For andre radionuklider samt for blandinger af radionuklider i et undtagelseskolli henvises til ADR.^{249, 250}

²⁴⁹ ADR 2019, Tabel 2.2.7.2.4.1.2.

²⁵⁰ ADR 2019, 2.2.7.2.2.4 – 2.2.7.2.2.6.

Tabel 14

Maksimal aktivitetsmængde i undtagelseskolli for de hyppigst transporterede radionuklider

Radionuklid	Gas	Fast	Væske
	[MBq]	[MBq]	[MBq]
H-3	800.000	40.000	4.000
C-14	-	3.000	300
F-18	-	600	60
P-32	-	500	50
S-35	-	3.000	300
Cr-51	-	30.000	3.000
Tc-99m	-	4.000	400
I-125	-	3.000	300
I-131	-	700	70

Krav til kolli

Ved transport som undtagelseskolli skal kolliet altid leve op til de generelle kollikrav i ADR.²⁵¹ Afsenderen af et undtagelseskolli skal på anmodning fra Sundhedsstyrelsen kunne dokumentere, at kollikonstruktionen opfylder alle relevante krav.²⁵² Udover de generelle kollikrav stilles der i ADR nedenstående krav til undtagelseskolli.

Krav til undtagelseskolli

- Kolliet skal være konstrueret, så det kan holde indholdet indesluttet under de forhold, der normalt findes ved rutinemæssig transport.²⁵³ Derudover skal kolliet være konstrueret, så det kan fastgøres sikkert i køretøjet.²⁵⁴
- Kolliet må ikke indeholde andre elementer, f.eks. supplerende afskærmning, end dem, der er nødvendige for anvendelsen af det radioaktive stof. Interaktionen mellem disse elementer og emballagen under transport ved rutineforhold må ikke nedsætte kolliets sikkerhed.²⁵⁵

²⁵¹ ADR 2019, 6.4.2.

²⁵² ADR 2019, 5.1.5.2.3.

²⁵³ ADR 2019, 6.4.2.7.

²⁵⁴ ADR 2019, 6.4.2.1.

²⁵⁵ ADR 2019, 4.1.9.1.3.

- Emballager brugt til transport af radioaktivt materiale må ikke anvendes til opbevaring eller transport af andet gods, medmindre de er rengjort. Rengøringen skal sikre, at forureningsniveauet af radionuklider, der udsender beta- og gammastråling, samt radionuklider, der udsender alfastråling med lav toksicitet²⁵⁶, er under 0,4 Bq/cm², og forureningsniveauet af alle andre radionuklider, der udsender alfastråling, er under 0,04 Bq/cm².²⁵⁷
- Den maksimale dosishastighed på kolliets overflade må ikke overstige 5 µSv/h.²⁵⁸
- Kolliet skal mærkes på ydersiden med:²⁵⁹
 - Afsender og/eller modtager
 - *UN-nummer*
 - Bruttovægt (hvis den er større end 50 kg).
- Kolliet skal indvendigt mærkes med teksten »Radioaktiv«, så det er synligt, når emballagen åbnes, uanset om det sker planmæssigt eller ved et uheld. Er indvendig afmærkning ikke mulig, skal afmærkningen placeres på ydersiden af kolliet.²⁶⁰
- I alle tilfælde af transport i udlandet skal mærkningen være i overensstemmelse med kravene i oprindelseslandet.²⁶¹
- Ved brug af ydre emballage, hvor de krævede påskrifter og faresedler ikke er synlige, skal den ydre emballage mærkes med ordet "OVERPACK", hvor bogstaverne skal være mindst 12 mm høje, samt de relevante påskrifter og UN-nummer.²⁶²
- Kolliet skal, hvor relevant, være forsynet med retningspile på to modstående lodrette sider, og pilene skal pege opad i den rigtige retning.²⁶³

Krav til dokumentation

Undtagelseskolli indeholdende åbne radioaktive kilder vil typisk skulle tildeles et af UN-numrene angivet i Tabel 15. UN-nummeret med tilhørende betegnelse og beskrivelse skal anvendes ved udfyldelse af transportdokumenter. Eksempler på transportdokumenter til vejtransport af radioaktive stoffer kan findes på www.sis.dk.

²⁵⁶ ADR 2019, 2.2.7.1.3.

²⁵⁷ ADR 2019, 5.1.3.2.

²⁵⁸ ADR 2019, 2.2.7.2.4.1.2.

²⁵⁹ ADR 2019, 5.1.5.4.1.

²⁶⁰ ADR 2019, 2.2.7.2.4.1.

²⁶¹ ADR 2019, 5.1.5.4.3.

²⁶² ADR 2019, 5.1.2.1.

²⁶³ ADR 2019, 5.2.1.10.1.

Tabel 15

UN-nummer	Officiel godbetegnelse og beskrivelse
UN 2908	RADIOAKTIVT STOF, UNDTAGELSESKOLLI – TOM EMBALLAGE
UN 2910	RADIOAKTIVT STOF, UNDTAGELSESKOLLI – BEGRÆNSET MÆNGDE

UN-numre for undtagelseskolli relevante for denne vejlednings anvendelsesområder

Transport af radioaktive stoffer skal ske i henhold til et strålebeskyttelsesprogram og et styringssystem, gradueret i forhold til risikoen forbundet med transporten.²⁶⁴ Der stilles desuden krav om, at relevante dokumenter, herunder transportdokumenter, skal medfølge i køretøjet.

Krav vedrørende transportdokumenter og attester

I køretøjer, der transporterer undtagelseskolli, skal der forefindes transportdokumenter i udfyldt stand. Nedenfor er særlige krav vedrørende opbevaring og udformning af transportdokumenter gengivet.

- Afsenderen skal være i besiddelse af en genpart af samtlige relevante attester.²⁶⁵
- Afsender og transportør skal opbevare et eksemplar af transportdokumentet samt yderligere oplysninger og dokumentation i en periode på mindst tre måneder.²⁶⁶
- Hvis dokumenterne foreligger elektronisk eller i et computersystem, skal afsenderen og transportøren kunne genskabe dem i printet form.²⁶⁷
- UN-nummeret med bogstaverne "UN" foran og afsenderens og modtagerens navn og adresse samt evt. identifikationsmærket for den kompetente myndigheds godkendelsesattest skal fremgå af et transportdokument.²⁶⁸

Krav til fører, køretøj og udstyr

Føreren af køretøjet skal have modtaget instruktion i de krav, der stilles til transport af farligt gods samt specifik instruktion i forhold til vedkommendes opgaver, herunder i sikkerhed modsvarende risikoen ved opgaverne.²⁶⁹

Køretøjets lastrum skal til enhver tid være aflåst, eller de transporterede kolli skal på anden måde være beskyttet mod ulovlig aflæsning. Dosishastigheden på ydersiden af køretøjet må højst være 5 µSv/h. Såfremt disse krav ikke kan overholdes, skal køretøjet være

²⁶⁴ ADR 2019, 1.7.2-1.7.3.

²⁶⁵ ADR 2019, 5.1.5.2.2.

²⁶⁶ ADR 2019, 5.4.4.1.

²⁶⁷ ADR 2019, 5.4.4.2.

²⁶⁸ ADR 2019, 5.1.5.4.2.

²⁶⁹ ADR 2019, 8.2.3.

under konstant opsyn.²⁷⁰ Der stilles ved undtagelseskolli ikke krav om mærkning af køretøjet.²⁷¹ Der må transporteres et ubegrænset antal undtagelseskolli pr. køretøj, hvis der ikke transporteres andre kollityper i køretøjet.²⁷²

Køretøjet skal være udstyret med en håndildslukker godkendt til brandklasse A, B og C med en kapacitet på mindst 2 kg pulver eller tilsvarende kapacitet for andre egnede slukningsmidler.²⁷³ Håndildslukkeren skal være forsynet med et segl, der giver mulighed for at kontrollere, at den ikke har været anvendt og skal mindst én gang årligt efterses af en sagkyndig. Håndildslukkeren skal være mærket med en tilsynsetiket, hvoraf det fremgår hvem, der har foretaget tilsynet, hvornår det er foretaget, samt hvornår næste tilsyn skal finde sted.²⁷⁴ Håndildslukkeren skal placeres, så den er let tilgængelig.²⁷⁵

Køretøjer og udstyr, der regelmæssigt bruges til transport af radioaktivt materiale, skal periodisk kontrolleres for forurening. Hyppigheden skal tilpasses efter sandsynligheden for forurening og det omfang, hvori der transporteres radioaktivt materiale.²⁷⁶

Krav til transportører

Transportører af forsendelser indeholdende radioaktivt materiale skal sikre sig, at kolliene er stuved forsvarligt.²⁷⁷ Hvis et kolli er beskadiget eller utæt, eller hvis der er mistanke om dette, skal adgangen til kolliet begrænses og forureningens omfang og det deraf følgende strålingsniveau vurderes hurtigst muligt af en kvalificeret person. Sundhedsstyrelsen, Strålebeskyttelses døgnvagt, se afsnit 14.5, og andre berørte myndigheder skal desuden kontaktes hurtigst muligt.²⁷⁸

15.2. Vejtransport i udlandet

Ved vejtransport af radioaktive stoffer i udlandet skal transportdokumentet være udfærdiget på dansk og på enten engelsk, tysk eller fransk.²⁷⁹

Der skal endvidere gøres opmærksom på, at det i nogle lande kræves, at virksomheden indhenter tilladelse fra myndighederne forud for transport af radioaktivt materiale.

15.3. Søtransport

Ved søtransport skal skibets personale instrueres i relevante forhold, der vedrører søtransport.²⁸⁰

²⁷⁰ ADR 2019, 8.5, S 21.

²⁷¹ ADR 2019, 5.3.1.1.3.

²⁷² ADR 2019, 1.1.3.6.3.

²⁷³ ADR 2019, 8.1.4.2.

²⁷⁴ ADR 2019, 8.1.4.4.

²⁷⁵ ADR 2019, 8.1.4.5.

²⁷⁶ ADR 2019, 7.5.11 CV33 (5.3).

²⁷⁷ ADR 2019, 7.5.11 CV33 (3.1).

²⁷⁸ Bek. nr. 993/2001, § 18, stk. 3.

²⁷⁹ ADR 2019, 5.4.1.4.1.

²⁸⁰ IMDG, 1.3.

Ifølge den såkaldte »Østersøaftale«, der gælder alle indenlandske færgeruter og færgeruterne mellem Danmark, Sverige og Tyskland, er det ikke nødvendigt med særlige transportdokumenter til søtransport. Dette betyder, at de transportdokumenter, der f.eks. overholder ADR, dvs. reglerne for transport ad vej, er tilstrækkelige. Østersøaftalen kræver til gengæld, at køretøjer med radioaktive forsendelser mærkes med orangefarvede skilte på for- og bagsiden af køretøjet under hele sejladsen, fra og med indtjekning hos rederiet.²⁸¹

Benyttes færgeruter, hvor Østersøaftalen ikke er gældende, skal et særligt transportdokument for søtransport²⁸² medbringes. I dette tilfælde vil transporten foregå i henhold til de generelle regler for søtransport, jf. IMDG, hvorfor der ikke kræves, at køretøjet er mærket med orange faresedler, mens det er ombord på færgen.

Ved færgeoverfart skal man enten før eller ved billetteringen oplyse til færgpersonalet, at man medbringer radioaktive stoffer. Det tilrådes at medbringe kopier af transportdokumentet, idet man normalt skal aflevere ét eksemplar ved billetteringen. Søtransport, der ikke er dækket af Østersøaftalen, reguleres afhængigt af skibets flagstat. For søtransport på skibe, der fører udenlandske flag, henvises til de pågældende landes myndigheder for vejledning om reglerne. For vejledning om transport på skibe, der fører det danske flag, kan Sundhedsstyrelsen kontaktes.

Færger, der lander i dansk havn, skal som udgangspunkt have opnået Søfartsstyrelsens tilladelse til transport af farligt gods. Hvis rederiet ikke har en tilladelse, kan færgeforbindelsen ikke benyttes ved transport af radioaktive stoffer. Kontakt derfor overfarten i god tid inden den påtænkte transport.

15.4. Lufttransport

Lufttransport er reguleret af bestemmelserne i ICAO-TI. Luftfartsselskaberne har desuden deres egne regler, der er fastsat i IATA-DRG, der udgives hvert år. IATA-DRG er baseret på bestemmelserne i ICAO-TI.

Ved luftfart er det vigtigt at være opmærksom på, at der kan mere restriktive krav til kollisionkonstruktion m.v.

²⁸¹ www.soefartsstyrelsen.dk

²⁸² IMDG, 5.4.5.

16. Kvalitetssikring

Kvalitetssikring er alle planlagte og systematiske tiltag, herunder kvalitetskontrol, der er nødvendige for at skabe tilstrækkelig sikkerhed for, at åbne radioaktive kilder, anlæg, udstyr, systemer eller delelementer eller procedurer fungerer tilfredsstillende i overensstemmelse med vedtagne standarder. For at opnå kvalitetssikring stiller Sundhedsstyrelsen krav om anvendelse af et kvalitetsstyringssystem i forbindelse med brug af åbne radioaktive kilder.²⁸³ Ved kvalitetssikring forstås alle de nødvendige tiltag, f.eks. regelmæssig kontrol, der skal gennemføres for at sikre, at brug af åbne radioaktive kilder sker efter vedtagne standarder. Det overordnede formål er at opretholde strålebeskyttelsen, f.eks. ved at forebygge eller opdage dels fejlagtig håndtering eller opbevaring af åbne radioaktive kilder og dels defekter ved anlæg og udstyr. Et effektivt kvalitetsstyringssystem gør det desuden muligt for virksomheden at dokumentere, at den løbende brug af åbne radioaktive kilder sker i overensstemmelse med reglerne.

Virksomheder skal etablere og vedligeholde et kvalitetsstyringssystem, der er tilpasset art og omfang af virksomhedens brug af åbne radioaktive kilder.²⁸⁴ Det vil sige, at jo højere risiko, der er forbundet med brugen, desto større er kravene til, at kvalitetsstyringssystemet afspejler alle enkeltheder ved brugen og at det som minimum adresserer de risici, der er beskrevet i den tilknyttede dokumentation, f.eks. i en sikkerhedsvurdering. Risikoen bedømmes ud fra bl.a. radionuklid, aktivitetsmængde, tilstandsform (gas, væske eller fast form), mulighed for afskærmning, sandsynligheden for optag i kroppen og kompleksitet i håndteringen.

Kvalitetsstyringssystemet skal afspejle virksomhedens aktuelle brug af åbne radioaktive kilder. Det skal derfor underbygge, at relevante dokumenter som f.eks. sikkerhedsvurdering, fortegnelser, registre, protokoller, instrukser og lignende er opdaterede og tilgængelige. Disse dokumenter skal desuden kunne udleveres til Sundhedsstyrelsen på forlangende.²⁸⁵

Alle strålebeskyttelsesmæssige foranstaltninger skal kontrolleres med passende mellemrum, og der skal være skriftlige instrukser for udførelsen af kontrollerne. Resultaterne skal dokumenteres på en systematisk måde.²⁸⁶

16.1. Systemets grundlæggende elementer

I Tabel 16 er en oversigt over en række væsentlige krav i strålebeskyttelseslovgivningen, som kvalitetsstyringssystemet skal være med til at sikre altid bliver efterlevet. Herudover skal kvalitetsstyringssystemet sikre, at f.eks. instrukser efterleves og protokoller føres. Bemærk, at oversigten i tabellen ikke er udtømmende.

²⁸³ Bek. nr. 669/2019, § 93.

²⁸⁴ Bek. nr. 669/2019, § 93.

²⁸⁵ Lov nr. 23/2018, § 18.

²⁸⁶ Bek. nr. 669/2019, § 94.

Tabel 16

Oversigt over væsentlige krav som kvalitetsstyringssystem et skal være med til at sikre altid bliver efterlevet

Emner og indhold	Henvisning til denne vejledning	Henvisning til bekendtgørelse
Sikkerhedsvurdering		
Opdateret til aktuel brug	Afsnit 6.1	Bek. nr. 669/2019, § 20, stk. 2.
Instrukser		
Anvendelse, håndtering og opbevaring m.v.	Afsnit 10.1	Bek. nr. 670/2019, § 65, nr. 1.
Rengøringspersonale, hvor relevant	Afsnit 10.1	Bek. nr. 670/2019, § 65, nr. 3.
Modtagelse af forsendelser	Afsnit 10.1	Bek. nr. 670/2019, § 65, nr. 1.
Overdragelse og bortskaffelse af radioaktivt affald	Afsnit 10.1	Bek. nr. 670/2019, § 65, nr. 2.
Forholdsregler ved ulykker, uheld og hændelser	Afsnit 10.1	Bek. nr. 670/2019, § 65, nr. 4.
Procedurer		
Klassificering af områder	Afsnit 7.1	Bek. nr. 669/2019, §§ 49-50.
Kategorisering af arbejdstagere	Afsnit 9.1	Bek. nr. 669/2019, § 38.
Kontrolmåling og overfladerengøring	Kapitel 11	Bek. nr. 670/2019, § 71, stk. 1-2.
Kontrol af måleudstyr	Afsnit 11.3	Bek. nr. 669/2019, § 56.
Dosisovervågning	Kapitel 13	Bek. nr. 669/2019, §§ 78-79.
Dokumentation		
Frigivelse af anlæg og genstande	Afsnit 11.2 og 11.7	Bek. nr. 670/2019, §§ 11 og 13.
Kontrol af beskyttelseskabiner	Afsnit 8.2.1	Bek. nr. 670/2019, bilag 13, afsnit 1.1.11.2-1.1.11.3.

Funktionstest af ventilationssystem (type B og A isotoplaboratorier)	Afsnit 8.2.1	Bek. nr. 670/2019, bilag 13, afsnit 1.2.6.
Udførte kontrolmålinger (opbevares i mindst 5 år)	Afsnit 11.5	Bek. nr. 670/2019, § 72.
Stråleudsatte arbejdstageres doser (opbevares i mindst 5 år)	Afsnit 13.2	Bek. nr. 669/2019, § 86.
Transportdokumenter, hvor relevant (opbevares i mindst 3 måneder)	Afsnit 15.1.2	
Protokoller		
Trykforhold (type B og A isotoplaboratorier)	Afsnit 8.2.1	Bek. nr. 670/2019, bilag 13, afsnit 1.2.4. Bek. nr. 670/2019, § 67, stk. 3.
Kontrol af måleudstyr	Afsnit 11.3	Bek. nr. 669/2019, § 56.
Fortegnelser		
Særlige kompetencepersoner	Kapitel 4	Bek. nr. 669/2019, § 34.
Stråleudsatte arbejdstagere, deres kvalifikationer og vedligeholdelse af disse	Afsnit 9.2	Bek. nr. 669/2019, § 45, stk. 2-3.
Anlæg	Afsnit 8.3	Bek. nr. 670/2019, § 17.
Modtagelse, produktion og overdragelse af åbne radioaktive kilder over undtagelsesværdierne ²⁸⁷	Afsnit 5.7	Bek. nr. 670/2019, § 16, stk. 3.
Udledning, opbevaring og overdragelse af radioaktivt affald	Afsnit 12.5	Bek. nr. 670/2019, § 18.

²⁸⁷ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.

17. Lov, bekendtgørelser, vejledninger m.v.

Loven og de til enhver tid gældende bekendtgørelser kan hentes på www.retsinformation.dk. Alle andre publikationer fra Sundhedsstyrelsen kan hentes på www.sis.dk.

Lov, bekendtgørelser m.v.

- Sundheds- og Ældreministeriets lov nr. 23 af 15. januar 2018 om ioniserende stråling og strålebeskyttelse (strålebeskyttelsesloven).
- Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 669 af 1. juli 2019 om ioniserende stråling og strålebeskyttelse.
- Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 670 af 1. juli 2019 om brug af radioaktive stoffer.
- Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 993 af 5. december 2001 om transport af radioaktive stoffer.
- Sundheds- og Ældreministeriets bekendtgørelse nr. 1111 af 7. november 2019 om opkrævning af gebyr for Sundhedsstyrelsens tilsyns-, rådgivnings- og bistandsopgaver.
- Sikkerhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 1229 af 11. december 2009 om det internationale enhedssystem, SI, og andre lovlige enheder.
- Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 10 af 5. januar 2018 om lægeundersøgelser ved arbejde, der kan medføre udsættelse for ioniserende stråling.
- Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 518 af 17. juni 1994 om sikkerhedsskiltning og anden form for signalgivning.
- ADR (Agreement, Dangerous, Road). Den Europæiske Konvention om International Transport af Farligt Gods ad Vej. 2019.
- IATA-DRG (International Air Transport Association, Dangerous Goods Regulations). 2019.
- ICAO-TI (International Civil Aviation Organisation, Technical Instructions). 2018.
- IMDG (International Maritime Dangerous Goods) Code. 2018.
- "Østersøaftalen". Memorandum of Understanding for the Transport of Packaged Dangerous Goods on Ro-ro Ships in the Baltic Sea. 2018.

Vejledninger

- Sundhedsstyrelsens vejledning om sikkerhedsvurdering (2020, under udarbejdelse).

- Sundhedsstyrelsens vejledning om godkendte isotopkurser (2019).
- Arbejdstilsynets vejledning nr. 9093 af 31. januar 2019 om lægeundersøgelser ved arbejde, der kan medføre udsættelse for ioniserende stråling.

Andre relevante publikationer

- Sundhedsstyrelsens publikation "Strålingsguiden – Ioniserende stråling" (2013).
- Sundhedsstyrelsens publikation "Datablade" (2019, under udarbejdelse).
- Sundhedsstyrelsens publikation "Skabelon til instruks om håndtering, affald, uheld samt instruks til rengøringspersonale" (2020, under udarbejdelse).
- Safety Assessment for Facilities and Activities, IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 4 (Rev 1), (2016).
- Decommissioning of Medical, Industrial and Research Facilities, IAEA Specific (Safety Guide No. SSG-49 (2019).
- ICRP, 2007. The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 103. Ann. ICRP 37 (2-4).
- Regulatory Control of Radioactive Discharges to the Environment, IAEA, General Safety Guide No. GSG-9 (2018).
- Isotopteknik 1, Radioaktive isotoper og ioniserende stråling i biologi og medicin, Jørgen Gomme, Gads forlag (1997), Jørgen Gomme.
- D. Delacroix, J. P. Guerre, P. Leblanc, C. Hickman, RADIONUCLIDE AND RADIATION PROTECTION DATA HANDBOOK 2002, Radiation Protection Dosimetry, Volume 98, Issue 1, 1 January 2002.

Bilag A: Ordliste

<i>Akut skade:</i>	En skade, hvor der findes en tærskeldosis for skadens opståen, og hvor skadens omfang vokser med størrelsen af dosis. Eksempler på akutte skader er grå stær, sterilitet og hæmning af dannelsen af hvide blodlegemer og andre celler.
<i>Anlæg:</i>	Rum, herunder laboratorier, radiografirum og opbevarings- og affaldsrum, med tilhørende bygningsdele, der er konstrueret og indrettet til at yde strålebeskyttelse ved brug af strålekilder samt køretøjer, der er konstrueret og indrettet til at yde strålebeskyttelse ved anvendelse af strålekilder.
<i>Anvendelse:</i>	Benyttelse af åbne radioaktive kilder til det til tænkte formål, f.eks. forskning og udvikling, dyreforsøg eller forsøg i naturen.
<i>Arbejdsgiver:</i>	Fysisk eller juridisk person, der lader sine arbejdstagere deltage i brug af strålekilder eller lader sine arbejdstagere udsætte for ioniserende stråling.
<i>Arbejdstager:</i>	Enhver person, der uanset det bagvedliggende aftaleforhold fungerer i en arbejdstagerlignende situation.
<i>Befolkningsmæssig bestråling:</i>	Stråleudsættelse af personer med undtagelse af enhver erhvervsmæssig eller <i>medicinsk bestråling</i> .
<i>Besiddelse:</i>	Ejerskab eller råderet over åbne radioaktive kilder.
<i>Beskyttelseskabinet:</i>	Kabinet, der yder beskyttelse ved brug af radioaktivt materiale, der kan give anledning til ekstern eller intern bestråling f.eks. hot cell, handskeboks, stinkskab eller laminar air flow bænk tilsluttet udsugning.

<i>Bortskaffelse:</i>	Udledning af radioaktivt affald fra anvendelse af åbne radioaktive kilder eller deponering af radioaktivt affald hos en virksomhed, der er særligt udpeget til dette.
<i>Bremsestråling:</i>	Elektromagnetisk stråling, der opstår ved nedbremsning af betapartikler i materiale.
<i>Brug:</i>	Fremstilling, forarbejdning, besiddelse, import, eksport, overdragelse, håndtering, anvendelse, kontrol, eftersyn, opbevaring, bortskaffelse, genvinding, genanvendelse, udledning og transport af radioaktive stoffer.
<i>Byggemateriale:</i>	En byggevare, der skal indgå eller indgår permanent i en bygning eller dele heraf, og hvis ydeevne har indflydelse på bygningens ydeevne med hensyn til stråleudsættelse af de tilstedeværende i bygningen.
<i>Dansk Dekommissionering:</i>	En statsejet virksomhed med ansvar for modtagelse og lagring af radioaktivt affald fra brugere af radioaktivt materiale i Danmark. Dansk Dekommissionering har også til opgave at udvikle et dansk depot for radioaktivt affald.
<i>Deponering:</i>	Anbringelse uden intention om senere udtagning af radioaktivt affald i et naturligt eller konstrueret barriersystem, herunder anlæg, med det formål at yde strålebeskyttelse.
<i>Dosimetrisk tjeneste:</i>	Organ eller person, der har kompetence til kalibrering og aflæsning af persondosimeter samt bestemmelse af dosis ud fra et persondosimeter eller til måling af radioaktivitet i kroppen eller i biologiske prøver eller til vurdering af doser.
<i>Dosisbinding:</i>	En øvre værdi for den individuelle dosis, en strålekilde må kunne foranledige i en <i>planlagt bestrålingssituation</i> , og som er udgangspunkt for optimering af strålebeskyttelsen.

<i>Dosisgrænse:</i>	Størrelsen af den effektive dosis eller den ækvivalente dosis i en angivet periode, som ikke må overskrides for en person.
<i>Dosishastighed:</i>	Dosis pr. tidsenhed. Typisk angives dosishastighed i mikrosievert pr. sekund ($\mu\text{Sv/s}$) eller mikrosievert pr. time ($\mu\text{Sv/h}$).
<i>Dosisovervågningsprogram:</i>	Individuel dosisovervågning, der ikke baserer sig på anvendelse af persondosimeter, herunder måling på biologiske prøver fra personen, måling af personen i en helkropstæller eller ved vurdering af doser baseret på et skøn foretaget på grundlag af individuelle målinger, der er gennemført på andre stråleudsatte arbejdstagere, på grundlag af resultaterne af overvågning af arbejdspladsen eller på grundlag af beregningsmetoder.
<i>Effektiv dosis:</i>	Summen af de vægtede ækvivalente doser i alle kropsvæv og organer, der har været udsat for intern eller ekstern bestråling.
<i>Eftersyn:</i>	Regelmæssig gennemgang til sikring af, at anlæg og udstyr er i god, teknisk og sikkerhedsmæssig forsvarlig stand.
<i>Eksisterende bestrålingssituation:</i>	En bestrålingssituation, der allerede eksisterer, når der skal tages beslutning om kontrollen af den, og som ikke kræver eller ikke længere kræver hasteforanstaltninger.
<i>Eksport:</i>	Overførsel af åbne radioaktive kilder fra Danmark til et andet land.
<i>Ekstern arbejdstager:</i>	Stråleudsat eller øvrig arbejdstager, der udfører arbejde for en virksomhed, hvor virksomheden ikke er den pågældende arbejdstagers arbejdsgiver.
<i>Ekstern bestråling:</i>	Bestråling af kroppen fra strålekilder uden for kroppen.

<i>Enkeltperson i befolkningen:</i>	Person, der kan udsættes for befolkningsmæssig bestråling.
<i>Erhvervsmæssig bestråling:</i>	Den bestråling, som en arbejdstager modtager fra brug af strålekilder eller stråleudsættelse i den virksomhed, den pågældende udfører arbejde for. For personer, der er i en mindst 2-årig erhvervskompetencegivende uddannelse, der er reguleret ved lov eller i henhold til lov, og hvor brug af strålekilder eller stråleudsættelse indgår som et nødvendigt led i den pågældende uddannelse, anses den bestråling, som pågældende modtager fra brug af strålekilder eller stråleudsættelse under undervisningen, som erhvervsmæssig bestråling.
<i>Forsendelse:</i>	Ethvert kolli eller enhver last af radioaktive stoffer, der af en afsender frembydes til transport.
<i>Fremstilling:</i>	Produktion af radionuklider f.eks. ved hjælp af en cyklotron.
<i>Frigivelse:</i>	Ændring af regulatorisk status, der medfører, at de strålebeskyttelsesmæssige krav i strålebeskyttelsesloven og bestemmelserne i de regler, der er fastsat i medfør af loven, ikke længere finder anvendelse.
<i>Halvværdilag:</i>	Tykkelsen af et materiale der halverer intensiteten af gammastråling.
<i>Håndtering:</i>	De praktiske operationer forbundet med anvendelse, opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder. Håndtering indbefatter f.eks. operationer forbundet med modtagelse af en åben radioaktiv kilde, laboratoriearbejde med åbne radioaktive kilder og pakning af radioaktivt affald fra anvendelse af åbne radioaktive kilder.
<i>Ikke-medicinske formål:</i>	Brug af åbne radioaktive kilder til formål der ikke omfatter medicinsk bestråling.
<i>Import:</i>	Overførsel af åbne radioaktive kilder til Danmark fra et andet land.

<i>Indgift:</i>	Administration af radioaktivt materiale på/i mennesker og dyr.
<i>Indgivet</i>	Se "indgift".
<i>Individuel dosisovervågning:</i>	Bestemmelse af effektiv eller ækvivalent dosis til den enkelte person ved anvendelse af persondosimeter eller på baggrund af et dosisovervågningsprogram.
<i>Indsats- eller redningsmandskab:</i>	Personer, der har en bestemt rolle i en nødsituation, og som kan blive stråleudsat som følge af indsatsen, herunder frivillige, der på forhånd er blevet instrueret om deres rolle.
<i>Intern bestråling:</i>	Bestråling af kroppen fra strålekilder i kroppen.
<i>Ioniserende stråling:</i>	Partikler, herunder fotoner, der kan forårsage ioniseringer i stof enten direkte eller indirekte, for elektromagnetisk stråling dog kun stråling med en bølgelængde på 100 nm eller derunder.
<i>Kolli:</i>	Transportemballage med radioaktivt indhold.
<i>Kvalitetssikring:</i>	Alle de planlagte og systematiske tiltag, herunder kvalitetskontrol, der er nødvendige for at skabe tilstrækkelig sikkerhed for, at en strålekilde, et anlæg, udstyr, et system eller delelement eller en procedure fungerer tilfredsstillende i overensstemmelse med vedtagne standarder.
<i>Kvalitetsstyringssystem:</i>	Et sammenhængende og dokumenteret styringssystem, som sikrer kvaliteten af organisationens processer på en systematisk og effektiv måde, mhp. at nå organisationens målsætning for sikkerhed og strålebeskyttelse. Systemet omfatter typisk organisationsstruktur, ressourcer og processer, personale og udstyr samt politikker, procedurer og instrukser.
<i>Luftbåret radioaktivt materiale:</i>	Radioaktivt materiale på gas, aerosol eller pulverform.

<i>Lækagesporing:</i>	Lækagesporing på skjulte rørinstallationer ved brug af radioaktivt materiale.
<i>Medicinsk bestråling:</i>	Bestråling, som patienter eller personer uden symptomer udsættes for som led i deres egen medicinske eller dentale diagnose eller behandling, og som har til formål at gavne deres sundhed, og bestråling, som omsorgspersoner og hjælpere udsættes for i denne forbindelse, samt den bestråling, som frivillige udsættes for i forbindelse med medicinsk eller biomedicinsk forskning.
<i>NORM:</i>	Naturligt forekommende radioaktivt materiale (Naturally Occurring Radioactive Material).
<i>Nødbestrålingssituation:</i>	En situation med bestråling, der skyldes en nødsituation.
<i>Nødsituation:</i>	En ikke-rutinemæssig situation, der involverer en strålekilde og kræver omgående handling primært for at mindske: <ul style="list-style-type: none">a) alvorlige negative konsekvenser for personers sundhed og sikkerhed, livskvalitet, ejendom eller miljøet, ellerb) en risiko, der vil kunne give anledning til sådanne alvorlige negative konsekvenser.
<i>Opbevaring:</i>	Alle former for lagring af åbne radioaktive kilder f.eks. på specielt indrettede opbevaringssteder i de anlæg, hvor de åbne radioaktive kilder håndteres, eller opbevaring af radioaktivt materiale eller radioaktivt affald i anlæg særligt konstrueret til dette formål.
<i>Overdragelse:</i>	Skift af ejerskabet af en åben radioaktiv kilde fra én virksomhed til en anden. Når en virksomhed sender radioaktivt affald til forbrænding på et forbrændingsanlæg eller til Dansk Dekommissionering, er der også tale om en overdragelse.

<i>Overførsel:</i>	Alle tiltag, der er nødvendige for fysisk at flytte radioaktivt materiale fra et land til et andet land.
<i>Persondosimeter:</i>	Anordning, der bæres af den enkelte arbejder, til bestemmelse af effektiv dosis eller ækvivalent dosis til den pågældende.
<i>Planlagt bestrålingssituation:</i>	En bestrålingssituation, der skyldes planlagt brug af en strålekilde eller planlagt udsættelse for ioniserende stråling i en <i>eksisterende bestrålingssituation</i> . En planlagt bestrålingssituation kan omfatte både normal og potentiel stråleudsættelse.
<i>PMMA:</i>	Polymethylmethacrylat også kaldet akryl.
<i>Radioaktivt affald:</i>	Radioaktivt materiale uden forudset anvendelse.
<i>Radioaktivt materiale:</i>	Radioaktivt stof, hvis aktivitetsmængde eller aktivitetskoncentration der ikke kan ses bort fra af hensyn til strålebeskyttelse.
<i>Radioaktivt stof:</i>	Stof, der indeholder en eller flere radionuklider.
<i>Radionuklid:</i>	Ustabil atomkerne, der henfalder under udsendelse af ioniserende stråling.
<i>RIA-kit:</i>	Kit til bindingsanalyse; de fleste af disse kits indeholder små aktivitetsmængder H-3 eller I-125.
<i>Senscade:</i>	En skade, for hvilken der ikke findes nogen påviselig tærskeldosis for, om skaden kan opstå, og hvor risikoen for, at skaden opstår, vokser med dosis. Eksempler på senscade er leukæmi og andre kræftformer, samt genetiske skader. Disse skader kan vise sig mange år efter stråleudsættelsen.
<i>Sikkerhedsrådgiver:</i>	Transportrådgiver, der skal være tilknyttet virksomheder, der transporterer radioaktivt materiale bortset fra undtagne forsendelser og undtagelseskolli.

<i>Sikkerhedsvurdering:</i>	Vurdering af alle aspekter af en virksomheds specifikke brug af strålekilder eller stråleudsættelse, som er relevante for sikkerhed og strålebeskyttelse.
<i>Sikring:</i>	Foranstaltninger eller forholdsregler, der skal træffes for at forebygge, opdage og reagere på tyveri, utilsigtet adgang eller misbrug af radioaktivt materiale.
<i>Strålebeskyttelse:</i>	Foranstaltninger til beskyttelse mod ioniserende stråling, herunder forebyggelse af ulykker, uheld og hændelser samt afbødning af konsekvenser heraf.
<i>Strålebeskyttelsesekspert:</i>	En person, der har fornøden viden, færdigheder og kompetencer til at rådgive om strålebeskyttelse for at sikre effektiv beskyttelse af arbejdstagere og enkeltpersoner i befolkningen, og hvis viden, færdigheder og kompetencer i den henseende er godkendt af Sundhedsstyrelsen.
<i>Strålebeskyttelseskoordinator:</i>	En person, der inden for sit kompetenceområde skal overvåge og medvirke til at opretholde strålebeskyttelsen af arbejdstagere og enkeltpersoner i befolkningen i forbindelse med virksomhedens brug af strålekilder eller stråleudsættelse.
<i>Strålekilde:</i>	Radioaktivt stof eller <i>strålingsgenerator</i> .
<i>Stråleudsat arbejdstager:</i>	Arbejdstager i en virksomhed med brug af strålekilder, hvor arbejdstageren er direkte involveret i eller udfører et arbejde, der er nødvendigt for denne brug, eller arbejdstager, der planlagt udsættes for ioniserende stråling i en eksisterende bestrålingssituation, og hvis tilstedeværelse er nødvendig.
<i>Stråleudsættelse:</i>	Udsættelse for ioniserende stråling.
<i>Stråling:</i>	Ioniserende stråling.

<i>Strålingsgenerator:</i>	Anordning, der er i stand til at generere ioniserende stråling.
<i>Transit:</i>	Overførsel af radioaktivt materiale fra et land uden for den Europæiske Union til et andet land uden for den Europæiske Union gennem Danmark.
<i>Transport:</i>	Flytning samt enhver operation i forbindelse med pålæsning, aflæsning, transitopbevaring og håndtering på dansk område. Transport omfatter således transporter til og fra danske modtagere og afsendere samt transittransporter, der passerer dansk område.
<i>Udledning:</i>	Spredning af åbne radioaktive kilder til omgivelserne f.eks. via kloak eller skorsten.
<i>Udledningspunkt:</i>	Det sted, hvor udledt radioaktivt affald spredes uden kontrol i det omgivende miljø, f.eks. tilløb til offentlig kloak, skorstensafkast eller udluftningskanal til atmosfæren.
<i>Udstyr:</i>	Det supplerende materiel, der er nødvendigt ved brug af strålekilder eller stråleudsættelse, herunder beholdere, måleinstrumenter og andet måleudstyr, billedregistreringssystemer og materiel til strålebeskyttelse inklusiv personlige værnemidler.
<i>Uheldsbestråling:</i>	Bestråling af personer, der skyldes en ulykke, et uheld eller en hændelse, med undtagelse af bestråling af indsats- og redningsmandskab i forbindelse med deres indsats.
<i>Undtagelsesværdi:</i>	Værdier for aktivitetskoncentration og aktivitetsmængde, der kan anvendes som standard for undtagelse af en hvilken som helst type materiale i begrænsede mængder.
<i>Undtagelses- og frigivelsesværdi:</i>	Værdier for aktivitetskoncentration, der kan anvendes som standard for undtagelse eller frigivelse af en hvilken som helst aktivitetsmængde og type materiale i fast form.

<i>UN-nummer:</i>	Nummerering af officielle godsbetegnelser for farligt gods defineret af FN.
<i>Utilsigtet bestråling:</i>	Bestråling, der væsentligt overstiger det, der påføres personer og miljø ved korrekt brug af strålekilder, og medicinsk bestråling, der er væsentlig forskellig fra den tilsigtede.
<i>Veterinærmedicinsk anvendelse:</i>	Anvendelse af radioaktivt materiale til veterinærmedicinske undersøgelser, veterinærmedicinske behandlinger eller forskning inden for disse områder.
<i>Virksomhed:</i>	Fysisk eller juridisk person, der ejer, lejer, leaser eller låner eller i øvrigt har råderet over radioaktivt stof eller er ansvarlig for et område med ioniserende stråling, eller som er ansvarlig for brug af en strålekilde.
<i>Ækvivalent dosis:</i>	Den gennemsnitligt absorberede dosis i væv eller organ vægtet for type og kvalitet af den ioniserende stråling.
<i>Øvrigt arbejdstager:</i>	Arbejdstager i en virksomhed med brug af strålekilder eller stråleudsættelse, der ikke er en stråleudsat arbejdstager.
<i>Åben radioaktiv kilde:</i>	Uindkapslet radioaktivt materiale i form af gas, aerosol, væske eller fast stof, hvor kontakt med eller spredning af materialet kan forekomme under brug.

Bilag B: Eksempler på bestemmelse af myndighedskontrolniveau

Nedenfor er givet eksempler på bestemmelse af myndighedskontrolniveau for dels besiddelse, anvendelse, opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder og dels udledning af radioaktivt materiale.

Eksempel 1: Besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v.

En virksomhed besidder, anvender og opbevarer m.v. åbne radioaktive kilder indeholdende C-14, P-32 og I-125. Virksomheden udleder ikke radioaktivt materiale. De maksimale aktivitetskoncentrationer og aktivitetsmængder, som virksomheden til enhver tid er i besiddelse af, er angivet nedenfor.

Radionuklid	Aktivitetskoncentration [Bq/g]	Aktivitetsmængde [Bq]
C-14	3×10^4	5×10^6
P-32	5×10^3	5×10^4
I-125	10×10^3	5×10^6

For at vurdere, hvorvidt virksomhedens besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v. er underlagt krav om tilladelse, underretning eller er undtaget herfra, beregnes indeksværdierne for aktivitetskoncentration og aktivitetsmængde, jf. ligning (1) og ligning (2) i afsnit 5.1. Undtagelsesværdierne for C-14, P-32 og I-125 er angivet i Tabel 2 i afsnit 5.1.

Aktivitetskoncentrationsindeks:

$$I_{AK} = \sum_k \frac{AK_k}{AK_{U,k}} = \frac{AK_{C-14}}{AK_{U,C-14}} + \frac{AK_{P-32}}{AK_{U,P-32}} + \frac{AK_{I-125}}{AK_{U,I-125}}$$

$$= \frac{3 \times 10^4 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}}{1 \times 10^4 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}} + \frac{5 \times 10^3 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}}{1 \times 10^3 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}} + \frac{10 \times 10^3 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}}{1 \times 10^3 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}} = 3 + 5 + 10 = 18$$

Aktivitetsindeks:

$$I_A = \sum_k \frac{A_k}{A_k} = \frac{A_{C-14}}{A_{U,C-14}} + \frac{A_{P-32}}{A_{U,P-32}} + \frac{A_{I-125}}{A_{U,I-125}}$$

$$= \frac{5 \times 10^6 \text{Bq}}{1 \times 10^7 \text{Bq}} + \frac{5 \times 10^4 \text{Bq}}{1 \times 10^5 \text{Bq}} + \frac{5 \times 10^6 \text{Bq}}{1 \times 10^6 \text{Bq}} = 0,5 + 0,5 + 5 = 6$$

Aktivitetskoncentrationsindekset er større end 1 men mindre end 1.000, og derfor er anden række i Tabel 3 i afsnit 5.1.1 dækkende for aktivitetskoncentrationen (blå markering i Figur 5).

Aktivitetsindekset er større end 1 men mindre end 10, og derfor er anden kolonne i Tabel 3 i afsnit 5.1.1 dækkende for aktivitetmængden (rød markering i Figur 5).

Fællesmængden for de to markeringer angiver myndighedskontrolniveauet for virksomhedens besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v. Det vil sige, at der i dette eksempel kræves en tilladelse.

Figur 5 Myndighedskontrolniveau for besiddelse, anvendelse, opbevaring m.v. beskrevet i Eksempel 1

		Aktivitetsindeks I_A		
		$I_{A,bilag\ 3} \leq 1$	$1 < I_{A,bilag\ 3} \leq 10$	$10 < I_{A,bilag\ 3}$
Aktivitetskoncentrationsindeks I_{AK}	$1.000 < I_{AK,bilag\ 3}$	Tilladelse	Tilladelse	Tilladelse
	$1 < I_{AK,bilag\ 3} \leq 1.000$	Underretning	Tilladelse	Tilladelse
	$I_{AK,bilag\ 3} \leq 1 < I_{AK,bilag\ 4}$	Undtaget fra krav om underretning	Underretning	Tilladelse

Eksempel 2: Besiddelse, anvendelse, opbevaring og udledning m.v.

En virksomhed besidder, anvender og opbevarer m.v. åbne radioaktive kilder indeholdende H-3 og C-14. Virksomheden udleder også radioaktivt materiale. Myndighedskontrolniveau for dels besiddelse, anvendelse, opbevaring m.v. af åbne radioaktive kilder og dels udledning af radioaktivt materiale skal derfor bestemmes. De maksimale aktivitetskoncentrationer og aktivitetsmængder, som virksomheden til enhver tid er i besiddelse af, er angivet nedenfor.

Radionuklid	Aktivitetskoncentration [Bq/g]	Aktivitetsmængde [Bq]
H-3	10×10^6	3×10^8
C-14	3×10^4	5×10^6

For at vurdere, hvorvidt virksomhedens besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v. er underlagt krav om tilladelse, underretning eller er undtaget herfra, beregnes indeksværdierne for aktivitetskoncentration og aktivitetsmængde, jf. ligning (1) og ligning (2) i afsnit 5.1. Undtagelsesværdierne for H-3 og C-14 er angivet i Tabel 2 i afsnit 5.1.

Aktivitetskoncentrationsindeks:

$$I_{AK} = \sum_k \frac{AK_k}{AK_{U,k}} = \frac{10 \times 10^6 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}}{1 \times 10^6 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}} + \frac{3 \times 10^4 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}}{1 \times 10^4 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}} = 10 + 3 = 13$$

Aktivitetsindeks:

$$I_A = \sum_k \frac{A_k}{A_{U,k}} = \frac{3 \times 10^8 \text{Bq}}{1 \times 10^9 \text{Bq}} + \frac{5 \times 10^6 \text{Bq}}{1 \times 10^7 \text{Bq}} = 0,3 + 0,5 = 0,8$$

Aktivitetskoncentrationsindekset er større end 1 men mindre end 1.000, og derfor er anden række i Tabel 3 i afsnit 5.1.1 dækkende for aktivitetskoncentrationen (blå markering i Figur 6).

Aktivitetsindekset er mindre end 1, og derfor er første kolonne i Tabel 3 i afsnit 5.1.1 dækkende for aktivitetsmængden (rød markering i Figur 6).

Fællesmængden for de to markeringer angiver myndighedskontrolniveauet for besiddelsen, anvendelsen og opbevaringen m.v. Dvs. at besiddelsen m.v. beskrevet i dette eksempel kræver underretning.

Figur 6 Myndighedskontrolniveau for besiddelse, anvendelse, opbevaring m.v. beskrevet i Eksempel 2

		Aktivitetsindeks I_A		
		$I_{A,bilag\ 3} \leq 1$	$1 < I_{A,bilag\ 3} \leq 10$	$10 < I_{A,bilag\ 3}$
Aktivitets-koncentrations-indeks I_{AK}	$1.000 < I_{AK,bilag\ 3}$	Tilladelse	Tilladelse	Tilladelse
	$1 < I_{AK,bilag\ 3} \leq 1.000$	Underretning	Tilladelse	Tilladelse
	$I_{AK,bilag\ 3} \leq 1 < I_{AK,bilag\ 4}$	Undtaget fra krav om underretning	Underretning	Tilladelse

Virksomheden udleder hver måned 2 GBq H-3 og 30 MBq C-14. Det radioaktive materiale antages i dette eksempel at blive fortyndet med en faktor 10, inden det når udledningspunktet. Der opnås således nedenstående aktivitetskoncentration og aktivitet smængde pr. måned ved udledningspunktet.

Radionuklid	Aktivitetskoncentration (ved udledningspunktet)	Aktivitet smængde
	[Bq/g]	[Bq]
H-3	1×10^6	2×10^9
C-14	3×10^3	30×10^6

For at bestemme myndighedskontrolniveauet for udledningen beregnes indekssværdierne.

Aktivitetskoncentrationsindeks:

$$I_{AK} = \sum_k \frac{AK_k}{AK_{U,k}} = \frac{1 \times 10^6 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}}{1 \times 10^6 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}} + \frac{3 \times 10^3 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}}{1 \times 10^4 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}} = 1 + 0,3 = 1,3$$

Aktivitetsindeks:

$$I_A = \sum_k \frac{A_k}{A_{U,k}} = \frac{2 \times 10^9 \text{Bq}}{1 \times 10^9 \text{Bq}} + \frac{30 \times 10^6 \text{Bq}}{1 \times 10^7 \text{Bq}} = 2 + 3 = 5$$

Aktivitetskoncentrationsindekset er større end 1 men mindre end 1.000, og derfor er anden række i Tabel 4 i afsnit 5.1.1 dækkende for aktivitetskoncentrationen (blå markering i Figur 7).

Aktivitetsindekset er større end 1 men mindre end 10, og derfor er anden kolonne i Tabel 4 i afsnit 5.1.1 dækkende for aktivitetsmængden (rød markering i Figur 7).

Fællesmængden for de to markeringer angiver myndighedskontrolniveauet for udledningen. Dvs. at udledningen beskrevet i dette eksempel kræver tilladelse.

Figur 7 Myndighedskontrolniveau for udledning beskrevet i Eksempel 2

		Aktivitetsindeks I_A		
		$I_{A,bilag\ 3} \leq 1$	$1 < I_{A,bilag\ 3} \leq 10$	$10 < I_{A,bilag\ 3}$
Aktivitets- koncentrations- indeks I_{AK}	$100 < I_{AK,bilag\ 3}$	Tilladelse	Tilladelse	Tilladelse
	$1 < I_{AK,bilag\ 3} \leq 100$	Underretning	Tilladelse	Tilladelse
	$I_{AK,bilag\ 3} \leq 1 < I_{AK,bilag\ 4}$	Undtaget fra krav om underretning	Underretning	Tilladelse

Eksempel 3: Besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v.

En virksomhed besidder, anvender og opbevarer m.v. åbne radioaktive kilder indeholdende C-14. Virksomheden udleder ikke radioaktivt materiale. Virksomheden har til enhver tid kun én stamopløsning i sin besiddelse, men anskaffer i alt 15 stamopløsninger om måneden. Den maksimale aktivitetskoncentration og aktivitetsmængde, som virksomheden til enhver tid er i besiddelse af, er angivet nedenfor.

Radionuklid	Aktivitetskoncentration [Bq/kg]	Aktivitetsmængde [Bq]
C-14	1×10^3	10×10^6

For at vurdere, hvorvidt virksomhedens besiddelse, anvendelse og opbevaring m.v. er omfattet af krav om tilladelse, underretning eller er undtaget herfra, beregnes indeksværdierne for aktivitetskoncentration og aktivitetsmængde, jf. ligning (1) og ligning (2) i afsnit 5.1. Undtagelsesværdierne for C-14 er angivet i Tabel 2 i afsnit 5.1.

Aktivitetskoncentrationsindeks:

$$I_{AK} = \sum_k \frac{AK_k}{AK_{U,k}} = \frac{AK_{C-14}}{AK_{U,C-14}} = \frac{1 \times 10^3 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}}{1 \times 10^4 \frac{\text{Bq}}{\text{g}}} = 0,1$$

Aktivitetsindeks:

$$I_A = \sum_k \frac{A_k}{A_k} = \frac{A_{C-14}}{A_{U,C-14}} = \frac{10 \times 10^6 \text{Bq}}{1 \times 10^7 \text{Bq}} = 1$$

De ovenfor beregnede indeksværdier indikerer, jf. Tabel 3 i afsnit 5.1.1, at besiddelsen m.v. er undtaget fra krav om tilladelse eller underretning.

Ved undtagelse fra krav om tilladelse eller underretning er det dog vigtigt at være opmærksom på, at dette indebærer, at virksomhedens samlede aktivitetsindeks pr. måned er mindre end eller lig med 10. Hvis aktivitetsindekset pr. måned er større end 10 kræves underretning.

Virksomheden anskaffer 15 stamopløsninger pr. måned, hvilket medfører, at virksomhedens aktivitetsindeks pr. måned er 15 gange højere end det aktivitetsindeks, der er beregnet ovenfor.

Aktivitetsindekset pr. måned bliver således:

$$I_{A,\text{måned}} = \sum_k \frac{A_{k,\text{måned}}}{A_k} = \frac{15 \times A_{C-14}}{A_{U,C-14}} = \frac{15 \times 10 \times 10^6 \text{Bq}}{1 \times 10^7 \text{Bq}} = 15$$

Da den samlede aktivitetsmængde pr. måned svarer til et aktivitetsindeks større end 10, vil besiddelsen m.v. beskrevet i dette eksempel kræve underretning.

Bilag C: Udarbejdelse af sikkerhedsvurdering

Grundlag for udformning af sikkerhedsvurdering

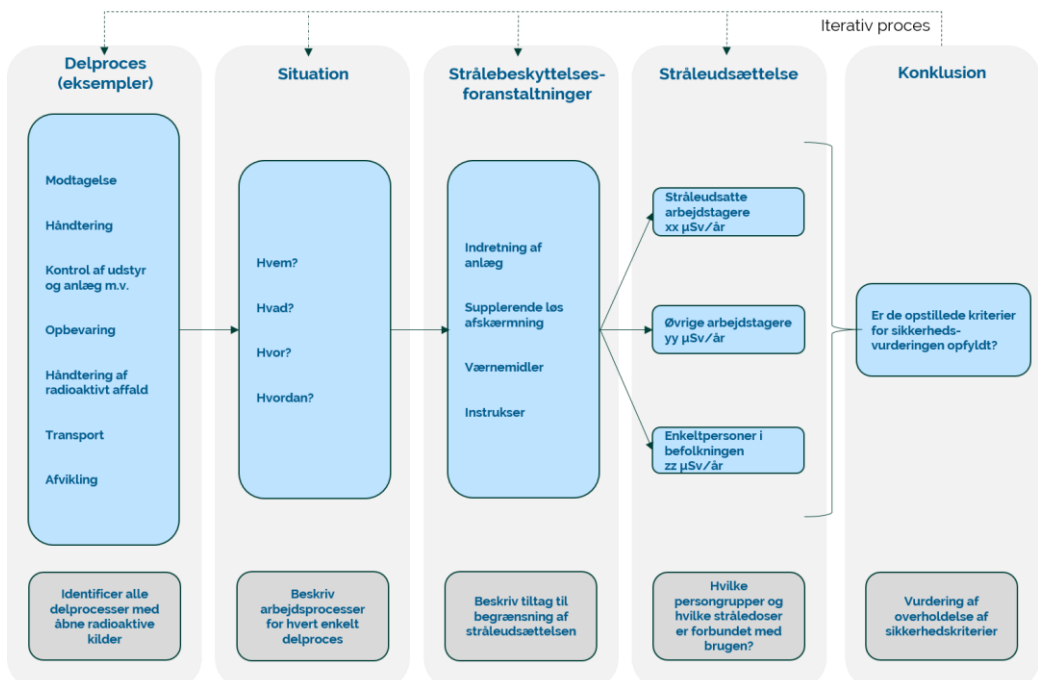
Ifølge § 20 i bek. nr. 669 af 1/7/2019 om ioniserende stråling og strålebeskyttelse skal en virksomhed udarbejde en sikkerhedsvurdering før brug af åbne radioaktive kilder, der kræver tilladelse i henhold til bestemmelserne i strålebeskyttelsesloven.

Skabelonen til sikkerhedsvurdering i dette dokument er opbygget med reference til IAEA's sikkerhedsstandard GSR part 4 (Rev. 1): Safety Assessment for Facilities and Activities. Kravene 6-19 vedrører indholdet af sikkerhedsvurderingen, hvorimod kravene 1-5 og 20-24 vedrører processen omkring udarbejdelse og dokumentation af sikkerhedsvurderingen samt opfølgning herpå. Krav nr. 14-19 er sjældent relevante for sikkerhedsvurderinger for simple anvendelser. I det efterfølgende henviser tal angivet i parentes til førnævnte kapitler.

For at kunne konkludere om en virksomheds strålebeskyttelsesforanstaltninger er tilstrækkelige, er det ofte hensigtsmæssigt at gennemgå en iterativ proces, der inkluderer delprocesserne i virksomheden. Figur 8 viser typiske faser i denne iterative proces.

Figur 8

Den iterative proces der gennemgås ved udarbejdelse af en sikkerhedsvurdering



Skabelon for sikkerhedsvurdering

1. Indledning

Indledningen er en kort beskrivelse af baggrunden for sikkerhedsvurderingen. Indledningen kan f.eks. nævne, at sikkerhedsvurderingen har til formål systematisk at beskrive virksomhedens brug af åbne radioaktive kilder og hvilke strålebeskyttelsesforanstaltninger, der anvendes for at imødegå de risici, der er i forbindelse med brugen af åbne radioaktive kilder. Sikkerhedsvurderingen skal være opbygget på grundlag af en gradueret tilgang, og omfatte alle forhold som er nødvendige for at dokumentere, at relevante strålebeskyttelsesmæssige krav er overholdt, og at strålebeskyttelsen er optimeret.

Desuden kan punkter som formål, omfang og ansvar beskrives i indledningen:

Formål (4)

- Kort angivelse af virksomhedens brug af åbne radioaktive kilder underlagt krav om tilladelse, f.eks. "Brug af I-125 til dyreforsøg".
- For ny brug: hvad søges der om tilladelse til? Se kapitel 1 og kapitel 5.
- Målsætning - hvilke krav til strålebeskyttelse skal efterleves? Se bl.a. kapitel 2 og afsnit 10.1

Krav i bekendtgørelser, anvisninger i vejledninger, principper for strålebeskyttelse og metoder for optimering opstilles i punktform, evt. med henvisning til relevante bekendtgørelser m.v. Virksomheden kan derudover opstille egne yderligere målsætninger for sikkerhed, f. eks. ved at fastsætte dosisbindinger og definere procedurer for sikker brug.

Omfang (1, 2)

- Hvilken brug er omfattet, se kapitel 1, og hvordan er gradueret tilgang anvendt? Hvad er afgrænsningen for sikkerhedsvurderingen? Foregår brugen f.eks. i eksisterende anlæg, som er beskrevet i en tidligere sikkerhedsvurdering?
- Kort beskrivelse af brug.
- Kort beskrivelse af åbne radioaktive kilder og anlæg, se bl.a. kapitel 8 for krav til anlæg.
- Sammenhæng med virksomhedens øvrige kvalitetssikringssystem, se bl.a. kapitel 16.

Ansvar (3, 5, 20-24)

- Hvem er ansvarlig for tilladelsen? Hvor i organisationen/hos hvilken afdeling? Se kapitel 3.
 - Hvem er ansvarlig for udformning og godkendelse af sikkerhedsvurderingen? Se kapitel 4.
 - Hvem er ansvarlig for, at periodisk gennemgang, ændring eller opdatering af sikkerhedsvurderingen gennemføres?
 - I hvilke situationer vil sikkerhedsvurderingen blive gennemgået for at vurdere behov for ændringer? Se kapitel 6.
- Alle ændringer som kan have strålebeskyttelsesmæssig betydning, eller som kræver ændring i tilladelsens omfang, beskrives, f.eks. ændring i radionuklider,

ændring i radionuklidernes tilstandsform, aktivitetsmængde, aktivitetskoncentration, anlæg og procedurer.

- Hvornår skal SIS meddeles ændringer?
SIS skal meddeles ændringer straks, når grundlag for tilladelse eller vilkår heri er ændret.
- Sikkerhedsvurderingen bør være versionsstyret.

2. Beskrivelse af virksomhedens/afdelingens brug af åbne radioaktive kilder (6 - 9)

I denne del beskrives virksomhedens fysiske forhold, processer og delprocesser ved brug af åbne radioaktive kilder.

Anlæg, se kapitel 8

- Beskrivelse af anvendte anlæg og andre lokaler, bygninger m.v., f.eks. i form af lokaleplaner inkl. tilstødende lokaler og etager, samt angivelse af opbevaringssteder, arbejdspladser, opholdssteder, afskærmning m.v.
- Plantegninger med afstandsangivelser, dimensionering af afskærmning, mure, gulve og vinduer samt beskrivelser af materialer. Der kan henvises til bilag med plantegninger m.m.

Åbne radioaktive kilder

- Oplysninger om bl.a. de anvendte radionuklider, strålingstyper (α , β , γ), tilstandsform, kemisk form, relevante eksponeringsveje (intern, ekstern herunder stråleudsættelse af øjelinse, ekstremiteter m.v., se kapitel 10), operationskategorier, se kapitel 8, hvor store aktivitetsmængder håndteres pr. operation og hvor ofte foretages disse operationer.

Brug

- Beskrivelse af virksomhedens brug af åbne radioaktive kilder i delprocesser.
- Brugen kan inddeles i delprocesser som angivet i nedenstående liste med eksempler:
 - Modtagelse, se afsnit 10.2
 - Håndtering, se kapitel 10
 - Kontrol af udstyr, se afsnit 11.3, samt af beskyttelseskabinetter, ventilationssystemer og anlæg, se afsnit 8.2.1
 - Opbevaring, se afsnit 10.3
 - Håndtering af radioaktivt affald, se kapitel 12
 - Udledning, se afsnit 12.2
 - Transport, se kapitel 15
 - Afvikling, se afsnit 11.7

Virksomheden kan vælge at beskrive andre delprocesser forudsat, at det sikres, at alle delprocesser, hvor der kan forekomme stråleudsættelse af enkeltpersoner i befolkningen eller øvrige arbejdstagere, er beskrevet. Det kan være nyttigt at opstille et flowdiagram, der illustrerer virksomhedens brug af åbne radioaktive kilder.

3a. Beskrivelse af strålebeskyttelse og optimering (7, 9-11, 14-19)

I denne del beskrives strålebeskyttelse og optimering på virksomheden på grundlag af informationen om fysiske forhold (anlæg, andre lokaler, tilstødende lokaler, også over og under, omgivelser m.v.), åbne radioaktive kilder og deres brug beskrevet i del 2, evt. med reference til kvalitetsstyringssystemets rolle mht. opretholdelse af strålebeskyttelse.

For hver delproces identificeret i del 2 skal det beskrives, hvordan afstand til de åbne radioaktive kilder, begrænsning af opholdstid, adgangskontrol, brug af afskærmning, arbejdsprocedurer m.v. bidrager til at reducere stråleudsættelse og dermed optimere strålebeskyttelsen.

Eksempler på strålebeskyttelsesforanstaltninger, der kan være relevante, er angivet nedenfor.

Anlægskonstruktion, se kapitel 8

a) Beskyttelseskabinet, b) Ventilationssystem (herunder luftskifte), c) Sluse eller overgangszone, d) Lufftryk, e) Vask, f) Isotopafløb, g) Rengøringsvenlige overflader, h) brand og sammenstyrtnings sikring af anlæg.

Adgangsbegrænsning, se kapitel 7 og 8

a) Adgangskontrol, b) Videoovervågning, c) Specialnøgler eller adgangskort, d) Interlocks, e) Afspærring.

Udstyr, se kapitel 10

a) Beskyttelsesdragt, handsker og åndedrætsværn, b) Supplerende løs afskærmning, c) Pincet og tang, d) Opbevarings- og transportbeholdere.

Dosisbegrænsning, se afsnit 10.4

a) Opholdstid, b) Afskærmning af åbne radioaktive kilder, c) Begrænsning af aktivitetsmængde og aktivitetskoncentration.

Overvågning og kontrol, se kapitel 8 og 11

a) Dosishastighedsovervågning, b) Adgang til måleudstyr, c) Kontrolmåling for forurening efter anvendelse, d) Visuel eller akustisk alarm på f.eks. beskyttelseskabinet og ventilationssystem, e) Eftersyn af beskyttelseskabinet og ventilationssystem m.v.

3b. Vurdering af sikkerhed henover virksomhedens levetid (12)

Denne skabelon dækker hovedsageligt de forhold, der skal beskrives i sikkerhedsvurderingen omkring det almindelige driftsforløb for brug af åbne radioaktive kilder. En fuldstændig sikkerhedsvurdering bør imidlertid forholde sig til hele livscyklus for virksomheden, lige fra den indledende planlægning af en ny brug af åbne radioaktive kilder til den afsluttende afvikling. Der bør derfor være et kapitel i sikkerhedsvurderingen, der specifikt adresserer forhold i forbindelse med store ændringer henover en virksomheds levetid. Der skal være et forvaltningssystem for udskiftning af udstyr og materiel, herunder den konkrete situation, hvor det er besluttet, at en virksomheds brug af åbne radioaktive kilder

ophører. Når denne situation opstår, og det erkendes, at virksomhedens brug af åbne radioaktive kilder ophører, skal sikkerhedsvurderingen ajourføres, så det beskrives hvilke strålingsrisici, der er forbundet med afviklingen, f.eks. type og mængde af forurenede bygningsdele, og hvilke tiltag, der skal gennemføres for at optimere strålebeskyttelsen under afviklingen, f.eks. hvordan bygningsdelene nedtages

4. Beregning af optimerede doser ved ordinær drift samt maksimale doser ved uheld (6, 14-17, 19)

I denne del angives de stråledoser, der kan forekomme i forbindelse med virksomhedens brug af åbne radioaktive kilder beskrevet i del 2 under hensyntagen til strålebeskyttelsen og optimeringen som beskrevet i del 3. Desuden beskrives realistisk mulige utilsigtede hændelser og uheld, samt de maksimale doser disse uheld måtte medføre.

I en sikkerhedsvurdering for brug af åbne radioaktive kilder skal virksomheden særligt kortlægge, hvornår der er risiko for henholdsvis ekstern stråleudsættelse (herunder til hænder og øjne), intern forurening af kroppen samt forurening af omgivelser. Kortlægningen skal omfatte alle trin i håndteringen af åbne radioaktive kilder fra anskaffelse til bortskaffelse.

Stråledoser for relevante arbejdsprocesser, inkl. kontrol, service og eftersyn.

Estimering af doser foretages på baggrund af simple beregninger, evt. med henvisning til dosishastigheder, opholdstider og afstande, f.eks. angivet på plantegninger, m.v. Beregningerne bør udføres på baggrund af estimerede øvre værdier for opholdstider, dosishastigheder m.v. De specifikke talværdier og øvrige antagelser, der danner grundlag for beregningerne, bør angives.

Doser beregnes for hver delproces, hvor stråleudsættelse af enkeltpersoner i befolkningen, øvrige arbejdstagere eller stråleudsatte arbejdstagere beskrives, hvor relevant. For beskrivelser af grundlag og antagelser for beregninger kan der henvises til dokumentation i bilag.

Arbejdsgange, procedurer og delprocesser, der kan forventes at resultere i de største stråledoser samt hvilke persongrupper, der modtager disse doser, stråleudsatte arbejdstagere, øvrige arbejdstagere, enkeltpersoner i befolkningen, kan beskrives i en tabel.

For hver delproces opstilles en tabel med konkrete bestrålingssituationer, tiltag til begrænsning af stråleudsættelsen, samt de estimerede eller beregnede doser forskellige persongrupper kan modtage i denne forbindelse. Eksempel på tabel er givet i Tabel 17.

Tabel 17

Eksempel på tabel der præsenterer konkrete bestrålingssituationer, tiltag til begrænsning af stråleudsættelsen samt den estimerede årlige dosis, som bestrålingssituationen kan medføre

Situation	Relevante beskyttelsesforanstaltninger	Estimeret årlig dosis [μ Sv] til stråleudsatte arbejdstagere, øvrige arbejdstagere eller enkeltpersoner i befolkningen
F.eks. udtagning fra stamopløsning	F.eks. håndteringsinstruks, indretning af anlæg, beskyttelseskabinet, supplerende løs af-skærmning, sprøjte-blybeskytter, handsker	<i>Doser beregnes ud fra radionuklid, aktivitetsmængde, afstand m.v. Beregning bør foretages med vejledning fra strålebeskyttelsesekspert. Evt. reference til bilag med beregninger</i>

Udvides efter behov

Vurdering af doser som følge af mulige utilsigtede hændelser eller uheld

Utilsigtede hændelser: Virksomheden identificerer med baggrund i delprocesserne og egen driftserfaring realistisk mulige situationer, hvor utilsigtet bestråling kan finde sted, f.eks. som følge af manglende overholdelse af procedurer, og vurderer dosis på baggrund af disse. For beskrivelser af grundlag og antagelser for beregninger kan der henvises til dokumentation i bilag.

Uheld: Virksomheden identificerer med baggrund i delprocesserne og egen driftserfaring realistisk mulige situationer, hvor tekniske svigt, udefra kommende påvirkninger (vandskade, lynnedslag, brand) eller almindelige spild forårsager stråleudsættelse eller spredning af radioaktivt materiale, og vurderer dosis på baggrund af disse. Vurderingen begrænses til én eller få situationer, hvor ét teknisk svigt eller én fejl optræder. For beskrivelser af grundlag og antagelser for beregninger kan der henvises til dokumentation i bilag.

Doser fra mulige utilsigtede hændelser og uheld præsenteres i en tabel, som vist i Tabel 18.

Tabel 18

Eksempel på tabel der præsenterer konkrete hændelser eller uheld, årsagen til disse, hvem der er udsat for risiko, tiltag til begrænsning af stråleudsættelsen samt de konsekvenser og stråledoser, som bestrålingssituationen kan medføre

Hændelse eller uheld	Årsag	Hvem er udsat for risiko	Tiltag til at begrænse stråleudsættelse	Konsekvens inkl. stråledoser
Forurening af huden	Berøring af forurenede overflader	Arbejdstagere Rengøringspersonale	Kontrolmåling efter endt håndtering Grundig håndvask	Kan medføre risiko for indtag samt doser til huden <i>Dosis beregnes ud fra radionuklid, aktivitetsmængde, afstand m.v. Beregning bør foretages med vejledning fra strålebeskyttelsesekspert. (Se evt. bilag D for vurdering af hud-dosis)</i>

Udvides efter behov

Sammenfatning

Her angiver virksomheden de samlede vurderede doser til stråleudsatte arbejdstagere, øvrige arbejdstagere samt enkeltpersoner i befolkningen i forbindelse med drift, utilsigtede hændelser og uheld. Resultaterne anvendes med henblik på vurdering af behov for klassifikation af områder, kategorisering af arbejdstagere og dosisovervågning.

5. Yderligere foranstaltninger

I denne del beskrives evt. yderligere foranstaltninger, der vurderes nødvendige på baggrund af myndighedskrav eller virksomhedens egne krav.

I det omfang de ikke allerede indgår i beskrivelsen af strålebeskyttelse og optimering (del 3) kunne yderligere foranstaltninger f.eks. være:

- klassifikation af områder (overvåget eller kontrolleret), se kapitel 7
- kategorisering af arbejdstagere (kategori A, B, C), herunder dosisovervågning (1 eller 3 måneders periode, dosisovervågningstype, passiv/aktiv), samt evt. lægeundersøgelser af stråleudsatte arbejdstagere, se kapitel 9 og kapitel 13
- kvalitetssikring vha. kvalitetsstyringssystem, se kapitel 16
- kompetenceopretholdelse (procedurer, rekruttering, træning, øvelser, kurser m.v.), se afsnit 9.2
- yderligere optimering (dosisbindinger m.m.), se afsnit 2.2
- opfyldelse af almindelige arbejdsmiljøkrav, der kan understøtte strålebeskyttelse.

6. Efterlevelse af krav til strålebeskyttelse

I denne del vurderer virksomheden, om målsætningen opstillet i del 1 er efterlevet.

- Efterlevelse af lovbundne krav beskrives, evt. med henvisning til relevante bilag vedr. klassifikation af områder, ansvars- og kompetenceforhold m.v.
- Efterlevelse af virksomhedens egne krav og målsætninger for strålebeskyttelse, herunder optimering, beskrives.

7. Virksomhedens erklæring

Sikkerhedsvurderingen afsluttes med virksomhedens erklæring om, at sikkerhedsvurderingen er udført grundigt og fyldestgørende og at sikkerhedsvurderingen dokumenterer, at virksomhedens brug af åbne radioaktive kilder ligger inden for lovgivningen.

Bilag D: Værdier til vurdering af doser fra hudforurening

Ved hudforurening udføres rengøring, så længe det giver en effektiv aktivitetsreduktion, se afsnit 14.4. Værdierne i Tabel 19 kan anvendes til at vurdere dosis fra en tilbageværende hudforurening, men de udgør ikke et kriterium for, hvornår afrensning kan betragtes som tilstrækkelig.

Værdierne angiver aktivitetskoncentrationer for tilbageværende hudforurening svarende til en huddosis på 50 mSv. Værdien svarer til 1/10 af den årlige dosisgrænse for stråleudsatte arbejdstagere og er lig dosisgrænsen for enkeltpersoner i befolkningen.²⁸⁸

Værdierne er beregnet på grundlag af en antagelse om jævnt fordelt forurening på huden.

For forurening af huden på mindre arealer, f.eks. i form af dråber, hvor måling af aktivitetskoncentrationen med forureningsmonitor kan være vanskelig, kan en konservativ vurdering af dosis foretages med baggrund i antagelse om den samlede fastsiddende aktivitetmængdemængde afsat på huden og arealet af forurenede hud.

Tabel 19

Værdier til vurdering af doser fra hudforurening for de hyppigst anvendte radionuklider

Radionuklid	Tilbageværende hudforurening [Bq/cm ²]
H-3	10.000
C-14	10
P-32	10
S-35	10
I-125	50

²⁸⁸ Bek. nr. 669/2019, bilag 1.

Bilag E: Formler, enheder og omregningsfaktorer

Formler

Almindeligt anvendte formler*	
Beskrivelse	Formel
Aktivitetmængde, A , til tiden t	$A_t = A_0 \cdot e^{-\ln 2 \cdot t / t_{1/2}}$
Dosishastighed** ved en bestemt aktivitetmængde i afstanden x fra uafskærmet kilde	$\dot{D} = A \cdot \Gamma / x^2$
Dosishastighed** ved en bestemt aktivitetmængde i afstanden x , fra afskærmet kilde, som dæmpes af et materiale med lineær absorptionskoefficient, μ , og tykkelse, d	$\dot{D} = \left(\frac{A \cdot \Gamma}{x^2} \right) \cdot e^{-\mu \cdot d}$
Dosishastighed** i en bestemt afstand (afstandskvadratloven) <i>Når dosishastigheden, \dot{D}_1, kendes ved afstanden x_1, fra en strålekilde kan dosishastigheden, \dot{D}_2, ved en bestemt afstand, x_2, bestemmes ud fra relationen</i>	$\dot{D}_2 = \dot{D}_1 \cdot (x_1/x_2)^2$
Afstand** der vil medføre en bestemt dosishastighed (afstandskvadratloven) <i>Når dosishastigheden, \dot{D}_1, kendes ved afstanden x_1, fra en strålekilde kan afstanden, x_2, ved en bestemt dosishastighed, \dot{D}_2, bestemmes ud fra relationen</i>	$x_2 = x_1 \cdot \sqrt{\dot{D}_1 / \dot{D}_2}$
Udregning af transmissionsfaktor (med og uden afskærmning)	$T = \dot{D}_m / \dot{D}_u$
Dosis efter et bestemt tidsrum, t	$D = \dot{D} \cdot t$

* alle størrelser i disse formler skal regnes som operationelle størrelser som f.eks. miljødosisækvivalenten, $H^*(10)$, som defineret hos ICRP og ICRU.

** hvor strålekilden er elektromagnetisk stråling og kan betragtes som et punkt.

Formler til bestemmelse af myndighedskontrolniveau ²⁸⁹	
Beskrivelse	Formel
Aktivitetsindeks for radionuklid k	$I_A = \sum_k \frac{A_k}{A_{U,k}}$
Aktivitetskoncentrationsindeks for radionuklid k	$I_{AK} = \sum_k \frac{AK_k}{AK_{U,k}}$

Definitioner og symboler

Definitioner		
Beskrivelse	Formel	Enhed
Absorberet dosis <i>Hvor $d\varepsilon$ er den energi fra ioniserende stråling, der afsættes i et infinitesimalt volumen med massen dm</i>	$D = \frac{d\varepsilon}{dm}$	[gray, Gy]
Ækvivalent dosis <i>Størrelsen, ækvivalent dosis, tager hensyn til den biologiske virkning af ioniserende stråling ift. strålingstype og energi</i>	$H_T = \sum_R w_R \cdot D_{T,R}$	[sievert, Sv]
Effektiv dosis <i>Størrelsen, effektiv dosis, tager hensyn til organers og vævs forskellig strålefølsomhed for tilfælde, hvor kun en del af kroppen bestråles, eller udsættes for en inhomogen bestråling</i>	$E = \sum_T w_T \cdot H_T$	[Sv]

Symboler		
Symbol	Beskrivelse	Enhed
A	Aktivitetsmængde	[becquerel, Bq]
A_t	Aktivitetsmængde til tiden t	[Bq]

²⁸⁹ Bek. nr. 670/2019, bilag 1.

A_0	Oprindelig aktivitet smængde til tiden = 0	[Bq]
A_k	Aktivitet smængden af radionuklid k	[Bq]
$A_{U,k}$	Aktivitet smængden for radionuklid k for undtagelse ²⁹⁰	[Bq]
AK_k	Aktivitet skoncentrationen af radionuklid k	[Bq/g]
$AK_{U,k}$	Aktivitet skoncentrationen for radionuklid k for undtagelse og frigivelse ²⁹¹	[Bq/g]
d	Tykkelse	[meter, m]
D	Dosis	[Sv] <i>Målestørrelse er typisk i enheden μSv eller mSv</i>
\dot{D}	Dosishastighed	[Sv/h] <i>Målestørrelse er typisk i enheden $\mu\text{Sv/h}$ eller mSv/h</i>
$D_{T,R}$	Gennemsnitlig absorberet dosis, der afsættes i organet/vævet, T , som følge af strålingen, R	[Gy]
Γ	Gammakonstant <i>Konstant til beregning af dosishastighed for en given aktivitet smængde og afstand</i>	[Sv·m ² /(Bq·s)]
μ	Lineær absorptionskoefficient <i>Sandsynligheden for attenuation pr. længdeenhed</i>	[m ⁻¹]
t	Tid	[sekund, s]

²⁹⁰ Bek. nr. 670/2019, bilag 3.²⁹¹ Bek. nr. 670/2019, bilag 3-4.

$t_{1/2}$	Halveringstid <i>Den tid der går, før aktivitetsmængden er reduceret til det halve</i>	[s]
T	Transmissionsfaktor <i>Forholdet mellem den energi som slipper gennem et materiale og den energi, der absorberes af materialet</i>	Dimensionsløs
w_R	Strålevægtningstingsfaktorer ²⁹² <i>Anvendes til at vægte den absorberede dosis i organ eller væv for type og energi af strålingen (radiation, R), og dermed gå fra den fysiske virkning [gray] til den biologiske virkning [sievert]</i>	[Sv/Gy]
w_T	Vævsvægtningstingsfaktorer ²⁹³ <i>Anvendes til at vægte ækvivalent dosis i organ eller væv (tissue, T) for dets strålefølsomhed</i>	Dimensionsløs
x	Afstand	[m]

Omregningsfaktorer

Aktivitet

- 1 becquerel [Bq] = 1 henfald pr. sekund [s^{-1}]
- 1 curie [Ci] = 37 GBq
- 1 mCi = 37 MBq

OBS. SI-enheden for aktivitetsmængden er becquerel²⁹⁴, curie er en gammel enhed.

Absorberet dosis

- gray [Gy] = $J \cdot kg^{-1}$

²⁹² Bek. nr. 669/2019, bilag 4, tabel 1.

²⁹³ Bek. nr. 669/2019, bilag 4, tabel 2.

²⁹⁴ Bek. nr. 1229/2009, bilag 1.

- 1 Gy = 100 rad
- 1 rad = 10 mGy

OBS. SI-enheden for absorberet dosis er gray²⁹⁵, rad er en gammel enhed.

Ækvivalent og effektiv dosis

- sievert [Sv] = J · kg⁻¹
- 1 Sv = 100 rem

OBS. SI-enheden for ækvivalent dosis er sievert²⁹⁶, rem er en gammel enhed.

Energi

- joule [J] = N · m
- 1 elektronvolt [eV] = 1,602 · 10⁻¹⁹ J

Præfikser									
pico	nano	mikro	milli	kilo	mega	giga	tera	peta	exa
p	n	μ	m	k	M	G	T	P	E
10 ⁻¹²	10 ⁻⁹	10 ⁻⁶	10 ⁻³	10 ³	10 ⁶	10 ⁹	10 ¹²	10 ¹⁵	10 ¹⁸

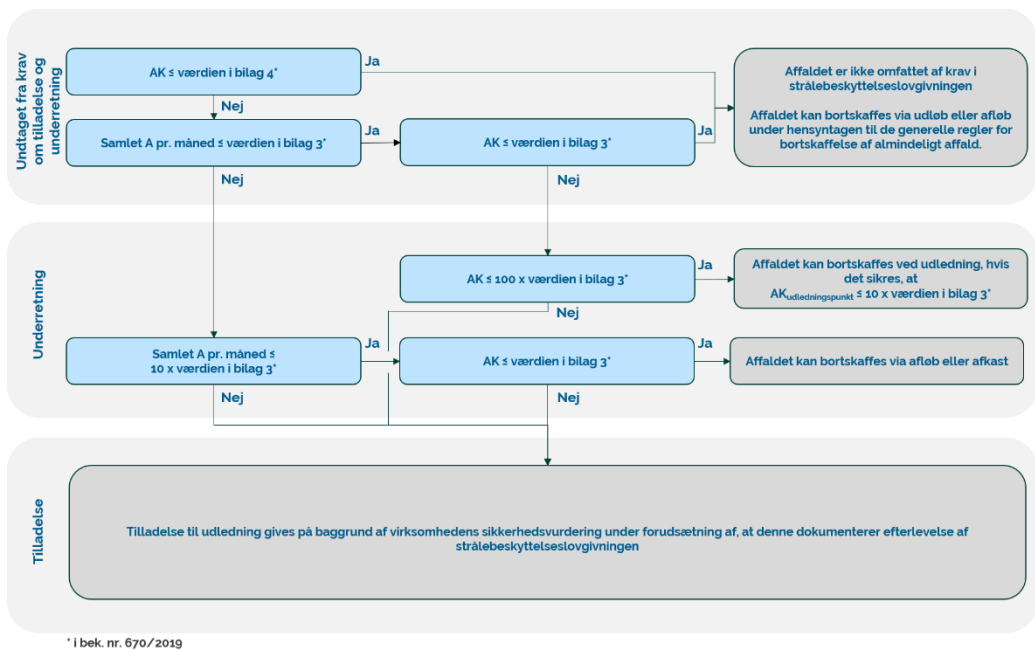
²⁹⁵ Bek. nr. 1229/2009, bilag 1.

²⁹⁶ Bek. nr. 1229/2009, bilag 1.

Bilag F: Beslutningsdiagram for bortskaffelse og overdragelse



Figur 9 Beslutningsdiagram for bortskaffelse og overdragelse af fast affald



Figur 10 Beslutningsdiagram for bortskaffelse og overdragelse af flydende eller luftformigt affald

Rådgivning om strålebeskyttelse

Sundhedsstyrelsen
Strålebeskyttelse
Knapholm 7
2730 Herlev

Tlf.: 44 54 34 54
Tlf.: 44 94 37 73 (døgnvagt)
Fax: 72 22 74 17
E-post: sis@sis.dk
Web: www.sis.dk

Spørgsmål vedrørende persondosimetri

Sundhedsstyrelsen
Strålebeskyttelse
Persondosimetri
Knapholm 7
2730 Herlev

Tlf.: 44 54 34 56
Fax: 72 22 74 21
E-post: pl@sis.dk
Web: www.sis.dk