

SEPTEMBER 2015

REGLER FOR BRUG AF IONISERENDE STRÅLING I UNDERVISNINGEN

- I FOLKESKOLEN OG PÅ GYMNASIALE UDDANNELSER



**REGLER FOR BRUG AF IONISERENDE STRÅLING I
UNDERVISNINGEN - I FOLKESKOLEN OG PÅ GYMNASIALE
UDDANNELSER**

© Sundhedsstyrelsen, 2015

Du kan frit referere teksten i publikationen, hvis du tydeligt gør opmærksom på, at teksten kommer fra Sundhedsstyrelsen. Det er ikke tilladt at genbruge billeder fra publikationen.

Sundhedsstyrelsen
Axel Heides Gade 1
2300 København S
sundhedsstyrelsen.dk

Emneord

ioniserende stråling, radioaktivitet, røntgen, undervisning, skolekilder, folkeskolen, gymnasiale uddannelser

Sprog

Dansk

Version

2.0

Versionsdato

September 2015

Udgivet af

Sundhedsstyrelsen 15.09.2015

ISBN Elektronisk

978-87-7104-644-1

Forsidefoto

RISØ skolekildesæt, foto: Sundhedsstyrelsen

INDHOLD

1	Introduktion	3
2	Brug af ioniserende stråling i undervisningen	4
2.1	Ansvar	4
2.2	Indkøb og brug	4
2.2.1	Radioaktive kilder, som ikke længere må benyttes	5
2.3	Strålebeskyttelse	7
2.3.1	Dosisgrænser	7
2.3.2	Praktisk strålebeskyttelse	7
2.3.3	Uheld	8
2.4	Opbevaring af radioaktive kilder	8
2.5	Affald	8
2.6	Transport	8
3	Yderligere oplysninger	10
3.1	Relevante love, bekendtgørelser og vejledninger	10
3.2	Kontaktoplysninger	10

INTRODUKTION

Ioniserende stråling fra radioaktive stoffer forbindes i befolkningen ofte med kerneenergi, atombombningen af Hiroshima og Nagasaki i 1945, samt store ulykker som Tjernobylulykken i 1986 og Fukushimaulykken i 2011. Mindre kendt er det derimod, at ioniserende stråling fra radioaktive kilder og røntgenapparater anvendes rutinemæssigt i mange andre sammenhænge. Dette sker blandt andet ved undersøgelser og behandling af patienter på hospitaler, i mange større produktionsvirksomheder til kvalitetskontrol af virksomhedernes produkter, samt i forbindelse med forskning og udvikling på universiteter og i bioteknologiske forskningsvirksomheder, se evt. yderligere i Strålingsguiden 2013¹. Emnet har således stor betydning både for den enkelte og for samfundet som helhed.

Hovedparten af alle danske folkeskoler og alle gymnasier har anskaffet radioaktive kilder til brug i undervisningen. Aktiviteterne af kilderne er flere størrelsesordner mindre end de kilder, der anvendes på hospitaler og i virksomheder, men de er alle omfattet af samme regler for håndtering og opbevaring. Sundhedsstyrelsen ved Statens Institut for Strålebeskyttelse er den danske myndighed på området.

Reglerne for indkøb, brug og opbevaring af radioaktive kilder er fastsat i medfør af lov nr. 94 af 31. marts 1953 om brug m.v. af radioaktive stoffer og findes bl.a. i Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 985 af 11. juli 2007 om lukkede radioaktive kilder og Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 823 af 31. oktober 1997 om dosisgrænser for ioniserende stråling (bekendtgørelse nr. 823/1997). Reglerne for indkøb, teknisk udførelse og brug af røntgenapparater i undervisningen er fastsat i Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 58 af 20. februar 1978 om røntgenapparater m.v. til undervisningsbrug i skoler, seminarier og kurser (bekendtgørelse nr. 58/1978).

¹ Strålingsguiden – ioniserende stråling 2013:

<http://sundhedsstyrelsen.dk/publ/Publ2013/01jan/Straalingsguiden2udg.pdf>

BRUG AF IONISERENDE STRÅLING I UNDERVISNINGEN

2.1

ANSVAR

På enhver skole, der indkøber radioaktive kilder og røntgenapparater, skal skolens leder udpege en lærer som ansvarlig for opbevaringen, brugen og bortskaffelsen af skolens samling af radioaktive kilder og røntgenapparater. Det er nødvendigt, at den lærer, der udpeges, har kendskab til ioniserende stråling og reglerne for brug af dette i undervisningen. I de fleste tilfælde vil det være hensigtsmæssigt, at det er den fysik(/kemi)lærer, der har det overordnede ansvar for den øvrige del af fysik(/kemi)samlingen, der får ansvaret for skolens samling af radioaktive kilder og røntgenapparater. Hos skolens leder skal der opbevares en fortegnelse over samtlige radioaktive kilder, der findes på skolen. Det skal understreges, at det altid er skolens ledelse, der har det overordnede ansvar for, at brugen af ioniserende stråling sker i overensstemmelse med gældende regler.

2.2

INDKØB OG BRUG

Skolerne kan uden særskilt ansøgning indkøbe, opbevare og bruge de i tabel 1 nævnte lukkede radioaktive kilder, der er godkendt til undervisningsbrug af Sundhedsstyrelsen pr. 1. august 2015.

Skolerne kan desuden anvende mineralogiske prøver, der indeholder naturligt forekommende radioaktive isotoper.

Enkelte skoler har anskaffet røntgenapparater til brug i undervisningen. Kun røntgenapparater godkendt af Sundhedsstyrelsen må anvendes i undervisningen.

Sundhedsstyrelsen er bekendt med, at man på enkelte skoler har indkøbt røgdetektorer indeholdende radioaktive stoffer med henblik på at anvende kilderne i undervisningen. Sundhedsstyrelsen skal i den anledning understrege, at det ikke er tilladt at adskille røgdetektorer, der indeholder radioaktive stoffer. Røgdetektorer indeholdende radioaktive stoffer må kun adskilles af firmaer, der har Sundhedsstyrelsens godkendelse til det. Brug af røgdetektorer er reguleret i Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 154 af 6. marts 1990 om røgdetektorer og forbrugerartikler indeholdende radioaktive stoffer. Alfa-strålingen fra en americium-241 kilde svarende til den, der sidder i en røgdetektor, kan undersøges nærmere ved at benytte en af de af Sundhedsstyrelsen godkendte americium-241 skolekilder.

TABEL 1
LISTE OVER RADIOAKTIVE KILDER, SOM ER GODKENDT AF SUNDHEDSSTYRELSEN TIL
UNDERVISNINGSBRUG.

Kilde	Aktivitet (kBq)	Fabrikat	Bemærkninger
Am-241	40	Risø	
Sr-90/Y-90	40	Risø	
Cs-137	400	Risø	
Na-22	260	Risø	
Co-60	260	Risø	
Am-241/Sr-90/Cs-137	4,44 / 4,44 / 333	AEA Technology, type HV 623	Sæt med tre kilder
Am-241	74	AEA Technology, type HV 329	
Sr-90	74	AEA Technology, type HV 245	
Co-60	74	AEA Technology, type HV 464	
Na-22	74	AEA Technology, type HV 149	
Cs-137/Ba-137m	330	Oxford Instruments	Minigenerator
Cs-137/Ba-137m	370	Union Carbide / Spectrum Techniques	Minigenerator
Cs-137/Ba-137m	400	Amersham Buchler / QSA Global GmbH / Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH	Minigenerator
Am-241	3,7	Amersham Buchler / QSA Global GmbH / Eckert & Ziegler Nuclitec GmbH	Tågekammerkilde

Kilde: Sundhedsstyrelsen 2015

Den enkelte skole kan ansøge om at anvende andre radioaktive kilder end ovennævnte kilder i undervisningen. Skolen skal da indsende en ansøgning til Sundhedsstyrelsen inden anskaffelsen.

Ansøgningen skal udfyldes af den lærer, der skal være ansvarlig for brugen af den radioaktive kilde. Gælder ansøgningen brug af radioaktive stoffer i opløsninger, fx C-14 eller P-32 til undervisningsforsøg i fysik, kemi eller biologi, skal der ved ansøgningen vedlægges udkast til en udførlig forsøgsvejledning.

2.2.1

Radioaktive kilder, som ikke længere må benyttes

Radium-kilder

Sundhedsstyrelsen giver ikke længere tilladelse til brug af radioaktive kilder indeholdende radium til undervisning. På nogle få gymnasier har man dog stadig en separat tilladelse til at opbevare og bruge en Ra/Be kilde til forsøg med neutronaktivering. Tilladelsen omfatter et særskilt krav om, at kilden med højst 2-årige mellemrum underkastes et eftersyn. På enkelte skoler har man stadig ældre radioaktive kilder, der indeholder radium, typisk

tågekammerkilder. Der kan være en risiko for, at disse kilder på grund af ælde er en smule forurenede, og kilderne må derfor ikke længere anvendes i undervisningen. Skoler, der har sådanne kilder liggende i samlingen, skal sørge for at bortskaffe disse forsvarligt emballerede i overensstemmelse med afsnittet om affald.

Protactiniumgeneratorer

Flere skoler anvender protactiniumgeneratorer, produceret af fx Philip Harris, Struers eller Bie & Berntsen, og solgt til undervisningsbrug af hhv. A/S Frederiksen og M+S (i dag Skolebutik), se foto 1.

De generatortyper, som Sundhedsstyrelsen har godkendt til brug i undervisningen, udgik af produktion omkring år 2002. Ifølge producenternes vejledning havde disse generatorer en estimeret levetid på 10 år. De anvendte generatorer er således ældre end den estimerede levetid og bør kasseres.

Da Sundhedsstyrelsen i øvrigt er blevet bekendt med to hændelser, hvor protactiniumgeneratorer har haft lækager, pålægger Sundhedsstyrelsen skoler m.fl. at bortskaffe alle protactiniumgeneratorer, som er mere end 10 år gamle. Bortskaffelse skal ske til Dansk Dekommissionering, jf. afsnittet om affald.

Sundhedsstyrelsen vurderer, at eksterne stråledoser i forbindelse med en potentiel lækage vil være meget lave. Sundhedsstyrelsens tiltag sker primært for at undgå, at lækager dels fører til fastsiddende forurening af lokaler og inventar og dels til spredning af radioaktivt materiale, uranylnitrat og et organisk opløsningsmiddel, der i tillæg kan udgøre en sundhedsrisiko.

Protactiniumgeneratorer produceret efter 2002 er ikke typegodkendte, og der skal derfor søges om særskilt tilladelse til brug af generatoren til undervisning jf. afsnittet ovenfor.



Foto 1: Eksempel på udseendet af en protactiniumgenerator. Selve generatoren opbevares typisk i plastikbeholdere som beholderen til højre i billedet (Foto Niels Elbrønd, 2015).

2.3 STRÅLEBESKYTTELSE

2.3.1 Dosisgrænser

Brug af ioniserende stråling i undervisningen kan medføre, at børn og unge bliver udsat for stråling. I Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 823/1997 er dosisgrænserne detaljeret beskrevet. I forhold til dosisgrænser, betragtes elever som en del af befolkningen, og den årlige grænse for effektiv dosis er 1 mSv/år. Lærere, der håndterer kilderne betragtes som stråleudsatte arbejdstagere, og for dem er grænsen 20 mSv/år. Herudover er dosisgrænsen for fostre i perioden fra konstateret graviditet og frem til fødslen 1 mSv. De effektive doser elever og lærere vil kunne modtage ved normal brug af ioniserende stråling i undervisningen er helt ubetydelige og vil aldrig kunne medføre effektive doser, der overstiger 1 mSv/år. Der skal derfor ikke tages særlige forholdsregler for elever og lærere i forbindelse med brug af godkendte radioaktive kilder i undervisningen og heller ikke for gravide elever og lærere. Det skal dog altid tilstræbes at holde doserne så lave som rimeligt opnåeligt.

Dosisgrænserne er fastsat for at forhindre senskader, dvs. risikoen for at få kræft senere i livet efter brug af ioniserende stråling. Hvis 100.000 personer hver udsættes for en dosis på 1 mSv, kan det forventes, at 5 af dem udvikler en dødelig kræftsygdom senere i livet. Dette skal ses i sammenhæng med, at ca. 30.000 af disse vil dø af kræft af andre årsager. En ekstra dosis på 1 mSv pr. person vil derfor øge kræftdødeligheden i gruppen fra 30.000 til 30.005 dødsfald.

2.3.2 Praktisk strålebeskyttelse

Det er en forudsætning, at de lærere der forestår undervisningen med brug af radioaktive stoffer og ioniserende stråling har den relevante viden om ioniserende stråling.

Da de enkelte skoler normalt ikke råder over velegnede metoder til at bestemme stråledoser, sikres en overholdelse af dosisgrænserne ved, at følgende krav overholdes:

- Demonstrationsforsøg med radioaktive kilder skal udføres af læreren
- Elevøvelser med radioaktive kilder må kun udføres af elever fra 9. klassetrin og opefter
- Elevøvelser med radioaktive kilder skal være overvåget af læreren
- Læreren skal sikre, at eleverne omgås de radioaktive kilder forsvarligt
- Læreren skal indsamle de radioaktive kilder straks efter, at elevøvelsen er afsluttet.

I praksis er aktivitetsmængderne i de kilder, der må anvendes i undervisningen, så små, at der både ved normalt brug og ved uheld ikke vil være en forøget risiko for senskader.

For brug af røntgenapparater er der særskilte krav, som skal overholdes jf. Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 58/1978:

- Alle forsøg skal være så kortvarige som muligt
- Ved demonstrationerne må lærer og elever ikke udsættes for direkte stråling (heller ikke på hænderne)
- Eleverne skal opholde sig så langt fra røntgenapparatet som muligt
- Som objekt for gennemlysning eller fotografering må kun anvendes livløse ting
- Objektet skal anbringes inde i en strålebeskyttende kasse
- Røntgenrøret skal altid arbejde ved så lav spænding og strøm som muligt
- Strålefeltet må ikke være unødvendigt stort.

Ud over at reglerne i denne vejledning skal følges, skal alle forsøg med radioaktive kilder udføres i overensstemmelse med de generelle sikkerhedsregler for arbejde i fysik-, kemi- eller biologilokalet. Specielt skal det understreges, at der ikke må ryges, drikkes, spises eller påføres kosmetik i lokalet. For radioaktive kilder, som indkøbes og bruges med særlig tilladelse fra Sundhedsstyrelsen, skal man nøje følge de betingelser, der er fastsat i forbindelse med tilladelsen. Dertil kan det anbefales, at hvert enkelt forsøg med godkendte skolekilder ledsages af en kort forklaring af strålebeskyttelsen i forbindelse med brug af den aktuelle kilde.

2.3.3

Uheld

Uheld, der kan have medført utilsigtet bestråling af lærer eller elever, større forurening af personer, lokaler, udstyr eller omgivelser samt bortkomne radioaktive kilder, skal straks meldes til Sundhedsstyrelsen på tlf. 44 94 37 73 (døgnavgt).

2.4

OPBEVARING AF RADIOAKTIVE KILDER

Radioaktive kilder skal opbevares sikret mod brand, tyveri og vandskade.

Hver enkelt radioaktiv kilde skal være forsynet med et holdbart skilt med symbolet for ioniserende stråling og teksten »Radioaktiv«. Desuden skal kilden være forsynet med navnet på den radioaktive isotop, aktivitetsmængde og fremstillingsår.

Opbevares åbne radioaktive kilder i skabe, kan det blive nødvendigt med ventilation til det fri. Åbne radioaktive kilder skal opbevares i beholdere, der nedsætter risikoen for spild. Beholderen skal forsynes med mærkat med navnet på den radioaktive isotop, aktivitet og dato for fremstilling.

Opbevaringsstedet skal være tydeligt afmærket med et advarselsskilt for ioniserende stråling (Dansk Standard 734.1 og 734.2) suppleret med teksten »Radioaktiv«. Advarselsskiltet skal som minimum have R5 eller T5 format.

2.5

AFFALD

Bortskaffelse af radioaktive kilder må kun ske ved returnering til leverandøren eller ved overdragelse til Behandlingsstationen, Dansk Dekommissionering, tlf. 22 72 63 06, www.dekom.dk. Det skal understreges, at radioaktive kilder ikke må sendes med posten, og at transporten i øvrigt skal ske i overensstemmelse med de gældende regler for transport af radioaktive stoffer.

Aktivitetsmængder i eluat fra minigeneratorer er så små og med så kort halveringstid, at de efter nogle timers henfald kan betragtes som inaktivt affald.

2.6

TRANSPORT

Reglerne for vejtransport af farligt gods, herunder radioaktive stoffer, er fastsat i ADR². De fleste transporter af skolekilder vil høre under kategorien transport af undtagelseskoli,

² ADR: Europæisk konvention om international transport af farligt gods ad vej, www.politi.dk

mens nogle få vil kunne transporteres som undtagen forsendelse, se tabel 2. Transportemballage skal, både ved transport af undtagen forsendelse og af undtagelseskolli, indvendigt mærkes med teksten »Radioaktiv«, så det er synligt når emballagen åbnes, uanset om det sker planmæssigt eller ved et uheld.

Undtagen forsendelse

Der skal ikke træffes særlige foranstaltninger i forbindelse med transporten, hvis forsendelsen kan transporteres som en undtagen forsendelse.

Undtagelseskolli

Et kolli (emballage + indhold) kan indeholde flere kilder. For undtagelseskolli er der dels en grænseværdi for aktiviteten i den enkelte kilde og dels en grænseværdi for kolliet som helhed. Begge skal overholdes, for at kolliet kan kategoriseres som undtagelseskolli. Der må dog gerne transporteres flere undtagelseskolli i bilen ad gangen. For undtagelseskolli skal følgende overholdes:

- Kilden skal emballeres, så den kan transporteres sikkert
- Den maksimale dosishastighed på kolliets overflade må ikke overstige 5 $\mu\text{Sv/t}$
- Kolliet skal mærkes på ydersiden med: Afsender og/eller modtager, »UN-2910« og bruttovægt (hvis denne er større end 50 kg)

Derudover skal der medbringes et transportdokument, hvorpå UN-2910 er angivet og en godkendt håndslukker med en kapacitet på mindst 2 kg pulver.

TABEL 2
MAKSIMAL AKTIVITET FOR UNDTAGEN FORSENDELSE OG UNDTAGELSESKOLLI

Kilde	Maks. aktivitet i undtagen forsendelse	Maks. aktivitet pr. kilde for undtagelseskolli	Maks. aktivitet pr. kolli for undtagelseskolli
Am-241	10 kBq	10 MBq	10 TBq
Sr-90/Y-90	10 kBq	3 MBq	300 MBq
Cs-137	10 kBq	6 MBq	2 TBq
Na-22	1 MBq	5 MBq	500 MBq
Co-60	100 kBq	4 MBq	400 MBq
Cs-137/Ba-137m minigenerator (væske)	10 kBq	600 kBq	60 MBq
U-238/Pa-234 protactiniumgenerator (væske)	10 kBq	Ingen maks. grænse	Ingen maks. grænse

Kilde: Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2012

YDERLIGERE OPLYSNINGER

3.1

RELEVANTE LOVE, BEKENDTGØRELSER OG VEJLEDNINGER

- Lov nr. 94 af 31. marts 1953 om brug m.v. af radioaktive stoffer (Radioaktivitetsloven)
- Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 985 af 11. juli 2007 om lukkede radioaktive kilder
- Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 823 af 31. oktober 1997 om dosisgrænser for ioniserende stråling
- Sundhedsstyrelsens bekendtgørelse nr. 58 af 20. februar 1978 om røntgenapparater m.v. til undervisningsbrug i skoler, seminarier og kurser
- Strålingsguiden – ioniserende stråling. Udgivet af Sundhedsstyrelsen 2013.

De nævnte publikationer kan hentes på www.sis.dk.

3.2

KONTAKTOPLYSNINGER

Sundhedsstyrelsen
Statens Institut for Strålebeskyttelse
Knapholm 7
2730 Herlev

Telefon 44 54 34 54 (kl. 10-15)
44 94 37 73 (døgnavagt, i tilfælde af uheld)

E-mail sis@sis.dk

Web www.sis.dk

sundhedsstyrelsen.dk