Anvisningar för strålsäkerhet vid Karolinska Institutet

Dnr 1-523/2025

Gäller fr.o.m. 2025-05-06

Anvisningar för strålsäkerhet vid Karolinska Institutet

Innehåll

1. Inledning 7
1.1 Syfte 7
1.2 Gällande regler 7
1.3 Intern revision 7
1.4 Undantag från dessa anvisningar 7
1.4.1 Karolinska Universitetssjukhusets lokaler 7
1.4.2 Humanforskning och/eller patientundersökningar 8
1.4.3 Icke-joniserande strålning 8
1.4.4 Kärnämnesinnehav 8
1.4.5 Begäran om undantag från dessa anvisningar 8
2. Strålskyddsorganisation 8
2.1 Skiss över strålskyddsorganisation 8
2.2 Rollbeskrivningar 9
2.2.1 Strålskyddsexpert 9
2.2.2 Strålskyddsombud 9
2.2.3 Strålskyddsbiträde 10
3. Uppstart/förändring/avveckling 12
3.1 Uppstart 12
3.1.1 Ansökan för radioaktiva ämnen 12
3.1.2 Ansökan för röntgensystem 12
3.2 Verksamhetsförändring 13
3.3 Avveckling 13
4. Generella strålsäkerhetskrav 14
4.1 Kompetens 14
4.1.1 Obligatoriska kurser för radioaktiva ämnen 15
4.1.2 Obligatoriska kurser för röntgenutrustning 15
4.2 Registrering av strålkällor 15

4.2.1 KLARA strålkällor 15
4.2.2 Lokala licenser 15
4.3 Grundläggande strålskydd 16
4.3.1 Minimera tiden 16
4.3.2 Maximera avståndet 16
4.3.3 Använd adekvat skärmning 17
4.3.4 Riskbedömning 17
4.4 Strålningsrelaterad avvikelse 17
4.4.1 Registrering av incident 17
4.4.2 Allvarlighetsbedömning 17
4.4.3 Stråldosuppskattning 18
4.5 Stråldosbevakning 18
4.5.1 Stråldosbegrepp 18
4.5.1.1 Ekvivalent dos 18
4.5.1.2 Effektiv dos 19
4.5.2 Stråldosgränser 19
4.5.2.1 Personal tillhörande kategori A 19
4.5.2.2 Personal tillhörande kategori B 19
4.5.2.3 Icke-kategoriserad personal 20
4.5.2.4 Gravid personal 20
4.5.2.5 Ammande personal 20
4.5.2.6 Medicinska undersökningar 20
4.5.2.7 Studier med försökspersoner/försöksdjur 20
5. Strålskyddskrav röntgen 21
5.1 Skyltning 21
5.2 Personlig skyddsutrustning 21
5.3 Kravställd kvalitetssäkring 21
5.3.1 Röntgensystem 21
5.3.2 Mätinstrument för stråldosmätning 22
5.3.3 Personburet strålskydd 22

6. Strålskyddskrav för radioaktiva isotoper 22
6.1 Skyltning 22
6.1.1 Ingång till isotoplaboratorium 22
6.1.2 Öppna strålkällor 23
6.1.3 Slutna strålkällor 23
6.2 Minimera risk för kontamination 24
6.2.1 Ventilation 24
6.2.2 Rent och snyggt 24
6.2.3 Kontaminationskontroll 24
6.2.3.1 Frekvens 24
6.2.3.2 Mätpunkter årlig kontroll 25
6.2.3.3 GM-rör 25
6.2.3.4 Scintillationsräknare 26
6.2.4 Mat och dryck förbjudet 26
6.2.5 Personlig skyddsutrustning 26
6.2.5.1 Laboratorierock 26
6.2.5.2 Ögon- och hårskydd 26
6.2.5.3 Handskar 27
6.2.5.4 Fristående strålskydd 27
6.2.5.5 Tång/pincett 27
6.3 Radioaktivt avfall 27
6.3.1 Avfallsbehållare 27
6.3.2 Etiketter för radioaktivt avfall 29
6.3.3 Tomma behållare och förpackningsmaterial 29
6.3.4 Loggbok för radioaktivt avfall 29
6.3.5 Registrering radioaktivt avfall 30
6.3.6 Utsläpp i vask 30
6.3.7 Avfallsrum för radioaktivt avfall 30
6.4 Transport 31
6.4.1 Intern transport 31
6.4.2 Extern transport 31

Bilaga 1 32

Avvecklingsplan för öppna strålkällor vid KI 32
Inledning 32
Öppna strålkällor vid KI 32
Avvecklingsplan 32
Uppskattning av radioaktivt avfall och motsvarande kostnad 33

Bilaga 2 34

Riskkategorisering av isotoplaboratorium 34

Bilaga 3 35

Funktionskontroll 35
Strålskyddsinstrument 35
Jonkammare och elektrometer 35

Bilaga 4 36

Kalibrering 36
Generell information 36
Strålskyddsinstrument 36
Jonkammare och elektrometer 36

Bilaga 5 37

Instruktion för strykprov 37

Bilaga 6 38

Kontaminationskontroll 38

Bilaga 7 39

Åtgärder vid radioaktivt spill 39
Generellt 39
Vid kontamination av yta 39
Personkontamination 40

Bilaga 8 41

Uppskattning av aktivitet för radioaktivt avfall 41

Bilaga 9 42

Transport av radioaktiva ämnen....42
Förpackningskrav....42
Kontroll av strålning....42

1. Inledning

1.1 Syfte

Detta dokument beskriver hur arbete och forskning som involverar joniserande strålning ska genomföras vid Karolinska Institutet (KI). Anvisningarna återspeglar nationella krav för hantering av radioaktiva ämnen och röntgenutrustning och utgör – i kombination med strålsäkerhetsutbildning och årlig strålskyddsrond – grunden för ett strålsäkert arbetssätt vid KI.

1.2 Gällande regler

Dessa anvisningar för strålsäkerhet är utformade efter följande föreskrifter från Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM).

- Strålskyddslagen (2018:396)
- Strålskyddsförordningen (2018:506)
- Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2018:1) om grundläggande bestämmelser för tillståndspliktig verksamhet med joniserande strålning
- Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2018:2) om anmälningspliktiga verksamheter
- Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter (SSMFS 2018:3) om undantag från strålskyddslagen och om friklassning av material, byggnadsstrukturer och områden

1.3 Intern revision

KI:s strålskyddsexpert ska revidera KI:s strålsäkerhetsanvisningar vart femte år eller tidigare om det har betydelse för strålsäkerheten eller när särskilda behov av revision föreligger.

1.4 Undantag från dessa anvisningar

1.4.1 Karolinska Universitetssjukhusets lokaler

KI:s forskargrupper och corefaciliteter belägna i Karolinska Universitetssjukhusets (K) lokaler ska följa K:s anvisningar för strålsäkerhet. Samverkan inom strålsäkerhet mellan KI och K regleras av ett allmänt strålsäkerhetsavtal respektive ett dedikerat cyklotron- och radiokemiavtal.

1.4.2 Humanforskning och/eller patientundersökningar

Forskargrupper/corefaciliteter/kliniker som bedriver humanforskning och/eller genomför patientundersökningar behöver antingen ha ett eget tillstånd från SSM eller genom signerat avtal arbeta under K:s tillstånd. I det senare fallet krävs en separat strålskyddsorganisation där huvudman, roller och ansvar förtydligas.

1.4.3 Icke-joniserande strålning

Icke-joniserande strålning (t.ex. radiovågor, mikrovågor, laserljus, ultraviolett ljus) ingår inte i dessa anvisningar.

1.4.4 Kärnämnesinnehav

Kärnämnesinnehav (t.ex. ämnen som innehåller torium och uran) beskrivs i styrdokument om kärnämneskontroll vid KI.

1.4.5 Begäran om undantag från dessa anvisningar

Om någon uppgift som involverar joniserande strålning kräver undantag från dessa anvisningar ska en begäran om undantag skickas till KI:s strålskyddsexpert för bedömning.

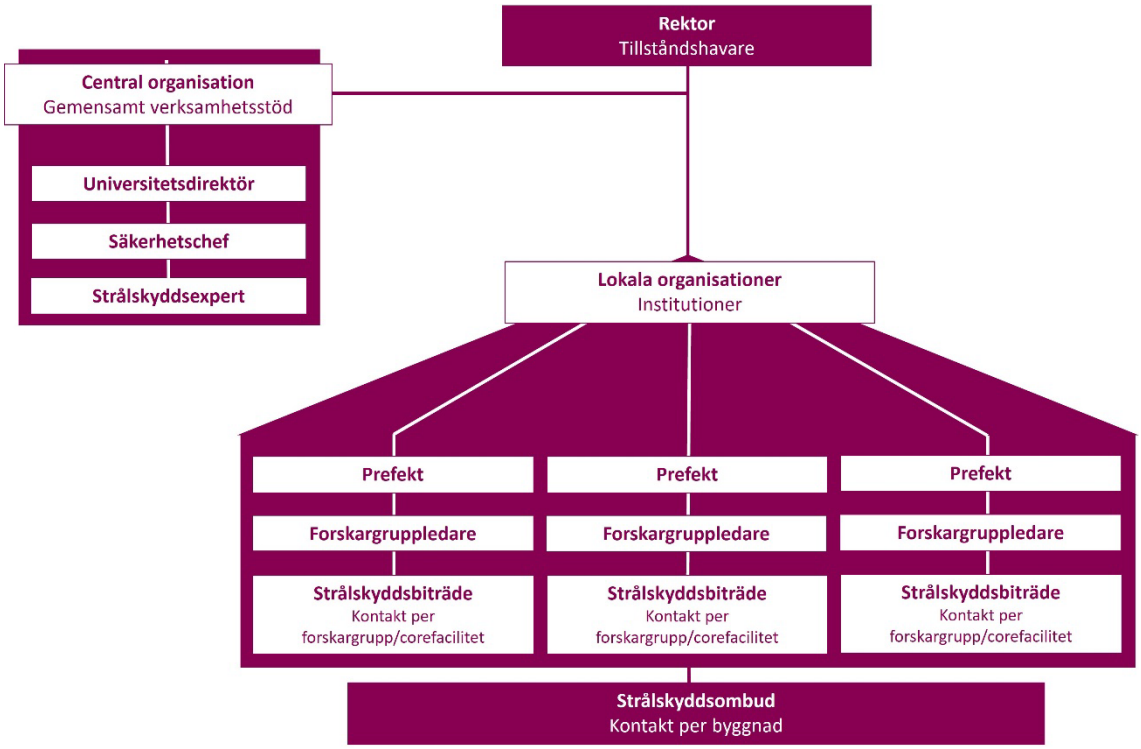
2. Strålskyddsorganisation

2.1 Skiss över strålskyddsorganisation

KI:s strålskyddsorganisation beskriver ansvar och roller som har betydelse för strålsäkerheten på KI. Därmed ges förutsättningar för en strålsäker miljö för KI:s medarbetare och studenter samt allmänhet.

KI:s strålskyddsorganisation (Figur 1) utgörs av roller beskrivna i styrdokument för rektors besluts- och delegationsordning. Kontaktuppgifter finns på KI:s medarbetarportal. Tre roller beskrivs mer ingående genom enskilda avsnitt:

- strålskyddsexpert
- strålskyddsombud
- strålskyddsbiträde



Figur 1 KI:s strålskyddsorganisation.

2.2 Rollbeskrivningar

2.2.1 Strålskyddsexpert

KI:s strålskyddsexpert utgör tillståndshavarens expert i strålskyddsfrågor och har ett uppdrag som styrs av SSM (SSMFS 2018:1 Bilaga 5). Därutöver har KI:s strålskyddsexpert i uppdrag att

- vara föredragande vid ledningens genomgång i strålsäkerhet
- bevaka och förnya strålsäkerhetsavtal/-tillstånd
- granska och utdela lokal licens till de forskargrupper/corefaciliteter vars arbete involverar joniserande strålning.

2.2.2 Strålskyddsombud

För varje institution (där det bedrivs verksamheter med joniserande strålning) ska ett strålskyddsombud utses av prefekt. När det av praktiska skäl är lämpligt kan strålskyddsombudets arbetsuppgifter fördelas vidare, på flera medarbetare om institutionen är geografiskt uppdelad (t.ex. för KM-A/B respektive KM-F) eller på en institutionsgemensam resurs om institutioner är samlokaliserade (ex. för ANA Futura, Biomedicum och Neo).

Strålskyddsombuden ska ha adekvat kompetens inom strålsäkerhet för sitt uppdrag. Fördelning av arbetsuppgifter görs i samråd med prefekt, men ska generellt vara att

- utgöra kontaktperson och länk mellan byggnad/institution och KI:s strålskyddsexpert,
- i samråd med KI:s strålskyddsexpert samverka angående lokala arbetsregler och instruktioner rörande strålsäkerhet, exempelvis rutin för hantering och förvaring av radioaktiva ämnen och hantering av radioaktivt avfall,
- inom respektive byggnad/institution förmedla regler och rutiner för hur strålningsrelaterat arbete ska bedrivas,
- i samråd med strålskyddsexpert och strålskyddsbiträde ge access till berörda lokaler,
- rapportera anmälda strålningsrelaterade missöden eller avsteg från rutin rörande strålsäkerhet till KI:s strålskyddsexpert,
- delta vid årlig strålskyddsrond och eventuella uppföljningsmöten med strålskyddsexpert (sammankallande) och strålskyddsbiträden,
- delta vid kurser och möten rörande strålsäkerhet på KI,
- i enlighet med delegationsmallen skriftligen meddela när uppdraget som strålskyddsombud upphör,
- omgående returnera delegeringen ifall förutsättningar saknas för att utföra uppdraget.

2.2.3 Strålskyddsbiträde

För varje forskargrupp/corefacilitet (vars verksamhet involverar joniserande strålning) ska ett strålskyddsbiträde utses av forskargruppledare/chef för corefacilitet. När det av praktiska skäl är lämpligt kan strålskyddsbiträdets arbetsuppgifter omfatta flera forskningsgrupper/corefaciliteter, ex kan forskargrupper som nyttjar en corefacilitet stödja sig på corefacilitetens strålskyddsbiträde.

Strålskyddsbiträdet ska ha adekvat kompetens inom strålsäkerhet för sitt uppdrag. Fördelning av arbetsuppgifter görs i samråd med forskargruppledare/chef för corefacilitet, men ska generellt vara att

- utgöra kontaktperson och länk mellan strålskyddsombud och forskningsgrupp/corefacilitet, mellan strålskyddsexpert och forskargruppledare/chef för corefacilitet,
- bevaka att forskargrupp/corefacilitet har en giltig lokal licens samt att licenskrav (obligatorisk strålsäkerhetsutbildning, krav om strålskyddsåtgärder, etc.) uppfylls,
- hantera ev. persondosimetrar och stråldosrapporter samt i förekommande fall rapportera personalstråldoser till KI:s strålskyddsexpert, om aktuellt,
- upprätthålla aktuell lista över vilka som har genomgått obligatorisk strålsäkerhetsutbildning och därmed har behörighet att ges tillträde till strålkällan,
- ge introduktionsutbildning till medarbetare som ska arbeta med strålkällan,
- hantera loggbok över strålkällans användning,
- om verksamhet med öppna strålkällor:
    - hantera loggbok över isotop och aktivitetsmängd för varje arbetsmoment
    - hantera loggbok över ev. aktivitetsmängd som släppts ut i avlopp och/eller lämnats som avfall
    - registrera inköp av isotop i KLARA strålkällor,
- rapportera avsteg från laboratoriets strålsäkerhetsrutiner och övriga strålningsrelaterade incidenter till strålskyddsexpert, strålskyddsombud samt forskargruppledare,
- delta vid årlig strålskyddsrond och eventuella uppföljningsmöten med strålskyddsexpert (sammankallande) och strålskyddsombud,
- delta vid strålsäkerhetskurser och -möten som anordnas av strålskyddsexpert,
- i enlighet med delegationsmallen skriftligen meddela när uppdraget som strålskyddsbiträde upphör,
- omgående returnera delegeringen ifall förutsättningar saknas för att utföra uppdraget.

3. Uppstart/förändring/avveckling

3.1 Uppstart

Forskargrupper/corefaciliteter ska skicka en ansökan till KI:s strålskyddsexpert innan ny verksamhet med joniserande strålning initieras vid KI för bedömning av förutsättningar för adekvat strålskydd.

3.1.1 Ansökan för radioaktiva ämnen

Ansökan om radioaktiva ämnen (öppna eller slutna strålkällor) ska specificera

- institution, forskargrupp/corefacilitet och forskargruppschef/chef corefacilitet
- byggnad, våning, rum
- strålskyddsbiträde
- lista över personal som involveras i isotoparbetet
- specifikt per radioaktiv isotop
    - öppen strålkälla, uppskattning av
        - max aktivitetshållning
        - max hanterad aktivitet per experiment
        - max antal experiment per månad
        - eventuella utsläpp (max aktivitet per utsläpp, max antal utsläpp per månad)
    - sluten strålkälla
        - leverantör, inköpsdatum
        - tillverkare, modell, serienummer
        - referensaktivitet, referensdatum.

En godkänd ansökan genererar en lokal licens (ett års giltighetstid) som ska granskas årligen av strålskyddsexpert.

3.1.2 Ansökan för röntgensystem

KI:s strålskyddsexpert ska informeras i god tid före köp av röntgensystem. Informationen ska minst innehålla men ej vara begränsad till

- institution, forskargrupp/corefacilitet och forskargruppschef/enhetschef
- strålskyddsbiträde

- byggnad, våning rum
- röntgenstrålkälla
    - inköpsdatum, leverantör
    - tillverkare, modell, typ, serienummer
    - max rörspänning (kV), max rörström (mA).

Strålskyddsexpert ska bedöma erforderligt strålskydd och ge råd vid inköp.

3.2 Verksamhetsförändring

Strålskyddsexpert ska kontaktas vid eventuella driftsförändringar som kan påverka strålsäkerheten för att säkerställa att KI genomför erforderliga mätningar, beräkningar och bedömningar av eventuell konsekvens för personal, allmänhet och/eller miljö.

3.3 Avveckling

Strålskyddsexpert ska informeras före avveckling av lokaler och/eller utrustning som involverar joniserande strålning. Strålskyddsexpert bedömer friklassningsbehov och tillser att ev. friklassningsansökan för lokal och/eller avregistrering av röntgenkällor skickas till SSM. Strålskyddsbiträde ska samordna nödvändiga åtgärder och eventuellt bortskaffande av strålkällor och/eller potentiellt förorenat material i samråd med strålskyddsexpert. För öppna strålkällor finns en dedikerad avvecklingsplan (se Bilaga 1).

4. Generella strålsäkerhetskrav

4.1 Kompetens

Endast behörig personal får arbeta med joniserande strålning. Personal ska utöver dessa anvisningar även ta del av det som förmedlas vid obligatoriska strålsäkerhetsutbildning samt ges vid praktisk introduktion på plats i laboratoriet. Forskargruppsledare/enhetschefer ska bedöma sin personals kompetens i samråd med forskargruppens/corefacilitetens strålskyddsbiträde. Strålskyddsexpert ska kontaktas vid tveksamhet. Generell kompetensmatris beskrivs i Tabell 1.

Roll	Kompetens	Utbildning	Frekvens
Rektor inkl. central organisation	Kännedom om KI:s strålskyddsorganisation, strålskyddslagen, strålskyddsförordningen och tillämpliga författningar inom strålsäkerhet	Kurs tillhandahålls av strålskyddsexpert	Vart femte år
Prefekt	Kännedom om KI:s strålskyddsorganisation och tillämpliga författningar inom strålsäkerhet	Kurs tillhandahålls av strålskyddsexpert	Vart femte år
Strålskyddsexpert	Kompetens (SSMFS 2018:1 Bilaga 5) Godkännande av SSM	Omvärldsbevakning och vidareutbildning utifrån KI:s behov	Kontinuerligt
Strålskyddsombud	Kännedom om KI:s strålskyddsorganisation och lokala strålsäkerhetsanvisningar	Kurs tillhandahållen av strålskyddsexpert och extern part utifrån verksamhetens behov	Vart femte år
Strålskyddsbiträde	Kännedom om KI:s strålskyddsorganisation och lokala strålsäkerhetsanvisningar	Kurs tillhandahållen av strålskyddsexpert och/eller strålskyddombud, samt extern part utifrån verksamhetens behov	Vart femte år
Medarbetare	Kännedom om KI:s strålskyddsorganisation, KI:s strålsäkerhetsanvisningar samt lokala strålsäkerhetsinstruktioner	Kurser tillhandahållna av strålskyddsexpert, strålskyddsombud, strålskyddsbiträde samt extern part utifrån behov	Vart femte år

Tabell 1 Kompetens som krävs för respektive roll inom KI:s strålskyddsorganisation.

4.1.1 Obligatoriska kurser för radioaktiva ämnen

För arbete med öppna/slutna strålkällor krävs minst tre obligatoriska kursmoment. Kursåtkomst kräver inloggning via strålsäkerhetssidan på KI:s medarbetarportal. De obligatoriska kursmomenten är

- webbkurs Introduction to radiation protection
- lärarledd kurs Open radioactive sources
- introduktion på plats med strålskyddsbiträde
- eventuella extra kurser beroende på hur komplext isotoparbetet är (t.ex. arbete i s.k. hotlab)
- kursrepetition inom fem år.

4.1.2 Obligatoriska kurser för röntgenutrustning

För arbete med röntgenstrålkällor krävs tre obligatoriska kursmoment. Kursåtkomst kräver inloggning via strålsäkerhetssidan på KI:s medarbetarportal. De obligatoriska kursmomenten är

- webbkurs Introduction to radiation protection
- särskild webbkurs för respektive röntgenstrålkälla
- introduktion på plats med strålskyddsbiträde
- eventuellt extra kurser beroende på röntgensystemets komplexitet (t.ex. PET/CT-system)
- kursrepetition inom fem år.

4.2 Registrering av strålkällor

4.2.1 KLARA strålkällor

KLARA strålkällor är KI:s centrala register för strålkällor. KI:s strålskyddsexpert är administratör för KLARA strålkällor. Strålskyddsbiträde ska registrera strålkällor i KLARA strålkällor utan dröjsmål vid leverans och avregistrera källor vid avveckling. När det gäller radioaktiva ämnen krävs registrering endast om halveringstiden är minst 14 dagar. Strålskyddsexpert bedömer när registrering/avregistrering krävs hos SSM.

4.2.2 Lokala licenser

KI:s strålskyddsexpert ska löpande uppdatera ett register för lokala tillstånd avseende KI:s verksamheter med öppna strålkällor. Detta register ska åtminstone innehålla (men inte begränsas till)

- lokalt licensnummer
- byggnad, våning, rum (exkl. utformning av lokal, som dokumenteras av KI:s lokalavdelning)
- institution och forskargrupp/corefacilitet
- forskargruppsledare/chef, strålskyddsombud och strålskyddsbiträde
- typ av strålkälla och arbetets omfattning
- datum för årlig granskning inkl. ev. åtgärdskrav
- kategorisering av personal och lokal.

Strålskyddsexpert ska – så långt det är möjligt och rimligt – granska lokala licenser årligen (se Bilaga 2).

4.3 Grundläggande strålskydd

Det finns olika typer av joniserande strålning. Egenskaperna för varje typ av strålning kommer att kräva vissa strålskyddsåtgärder bedömda av strålskyddsexpert. Tre grundläggande strålskyddsbegrepp är dock alltid giltiga oavsett strålkälla: tid, avstånd och avskärmning.

4.3.1 Minimera tiden

Exponering är direkt proportionell mot exponeringstid, vilket i praktiken innebär att halv exponeringstid resulterar i halv stråldos. Därför ska medarbetare alltid

- öva på nya och svåra moment i förväg utan strålkälla
- arbeta snabbt, säkert och metodiskt.

4.3.2 Maximera avståndet

Strålningens intensitet minskar omvänt proportionellt mot kvadraten på avståndet (omvända kvadratlagen) vilket i praktiken innebär att strålningen minskar mycket snabbt med ökat avstånd till strålkällan. Därför ska medarbetare så långt det är möjligt och rimligt

- arbeta på största möjliga avstånd från sin strålkälla
- använd distansverktyg vid hantering av högenergetiska strålkällor med hög aktivitet
- gå ut ur rummet vid bildtagning med röntgensystem.

4.3.3 Använd adekvat skärmning
Strålningens intensitet kan lätt reduceras genom adekvat avskärmning. Skärmning omfattar olika typer av strålskydd, till exempel skärmar, glasögon och förkläden. Skärmningens material och tjocklek ska bedömas av strålskyddsexpert.

4.3.4 Riskbedömning
Alla forskargrupper/corefaciliteter ska göra en riskbedömning för sitt strålningsrelaterade arbete innan arbete med joniserande strålning påbörjas. Mallen Radiation Risk Assessment (RADRA) bör användas. Riskbedömningen ska uppdateras när det sker en metodförändring som kan påverka strålskyddet. Riskbedömningen ska vara välkänd av alla medarbetare som arbetar i faciliteten.

4.4 Strålningsrelaterad avvikelse

4.4.1 Registrering av incident
En strålsäkerhetsrelaterad avvikelse är en oavsiktlig exponering av personal, allmänhet eller miljö, inklusive fall där en möjlig händelse kunnat identifieras trots att ingen incident har inträffat. Medarbetare ska alltid kontakta strålskyddsbiträde utan dröjsmål i händelse av en strålsäkerhetsrelaterad avvikelse. Medarbetare ska därefter registrera avvikelsen i KI:s incidentrapporteringssystem, med fördel tillsammans med strålskyddsbiträdet.

4.4.2 Allvarlighetsbedömning
Allvarlighetsgraden kan skilja sig mellan strålningsrelaterade incidenter. Beroende på allvarlighetsgraden för en incident (se Tabell 2) ska olika roller informeras utan dröjsmål utöver rapportering i KI:s incidentrapporteringssystem. Om strålskyddsbiträde bedömer allvarlighetsgraden som låg kan informationen vänta tills årlig strålskyddsrond.

Allvarlighetsgrad	Typ av incident	Ska informeras utöver registrering av incident i KI:s incidentrapporteringssystem
Låg	Mindre spill av öppna strålkällor, t.ex. en droppe på handskar eller bänkpapper. Inköp av radioaktiva isotoper har ej registrerats vid leverans. Icke-aktivt/återställningsbart felmeddelande på röntgenkabinett.	Strålskyddsbiträde
Medel	Omfattande spill av öppen strålkälla, t.ex. på vägg/golv i isotoplaboratorium. Röntgenutrustning har stött in i vägg/dörr.	Strålskyddsbiträde & Strålskyddsombud
Hög	Spill involverar kontamination av medarbetare, t.ex. kontaminerat ansikte eller kontaminerad hand. Spill riskerar att involvera allmänhet, t.ex. spill under transport.	Strålskyddsbiträde, Strålskyddsombud & Strålskyddsexpert
Radiologisk nödsituation	Medarbetare/allmänhet riskerar att bli exponerade för stråldoser som kräver omedelbara åtgärder för att undvika allvarliga hälsoeffekter.	Strålskyddsbiträde, Strålskyddsombud, Strålskyddsexpert & Säkerhetschef

Tabell 2 Allvarlighetsgraden skiljer sig mellan olika typer av incidenter. Strålskyddsexpert ska informeras utan dröjsmål om allvarlighetsgraden bedöms vara medel, hög eller radiologisk nödsituation.

4.4.3 Stråldosuppskattning

Strålskyddsexpert ska granska rapporterade strålningsrelaterade incidenter och bedöma om stråldosuppskattning krävs. Strålskyddsexpert ska tillse att stråldos uppskattas och skickas till forskargruppledare/chef för corefacilitet med kopia till prefekt.

4.5 Stråldosbevakning

4.5.1 Stråldosbegrepp

Vid stråldosövervakning av medarbetare förekommer generellt två stråldosbegrepp: ekvivalent dos och effektiv dos. Ekvivalent dos och effektiv dos representerar två helt olika stråldosbegrepp, trots att de delar samma enhet (Sievert, Sv).

4.5.1.1 Ekvivalent dos

Ekvivalent dos är medelvärdet av absorberad energi per massenhet från joniserande strålning till ett organ eller en vävnad, viktat med en faktor som tar hänsyn till biologiska effekten för strålkällans specifika strålningstyp. Ekvivalent dos möjliggör jämförelse av stråldos till exponerade organ/vävnader oavsett strålkälla, till exempel vid jämförelse av stråldos till ögats lins för två olika radioaktiva isotoper.

4.5.1.2 Effektiv dos
Effektiv dos är summan av alla ekvivalenta doser till exponerade organ och/eller vävnader, viktade med strålkänsligheten för varje organ/vävnad. Effektiv dos möjliggör jämförelse av risk för olika exponeringsscenarion oavsett strålkälla och exponerad kroppsdel.

4.5.2 Stråldosgränser
Stråldosgränser skiljer sig mellan personalkategorier och riskgrupper. Medarbetare ska informera strålskyddsexpert om arbetsförändring som kan påverka stråldos och därmed kräva omkategorisering.
Personalkategorisering ska bedömas av strålskyddsexpert.

4.5.2.1 Personal tillhörande kategori A
Medarbetare ska kategoriseras A om det inte kan försummas att de årligen kan överstiga en

- effektiv dos om 6 mSv
- ekvivalent dos om 15 mSv till ögats lins
- ekvivalent dos om 150 mSv till extremiteter (generellt fingrar)
- ekvivalent dos om 150 mSv/cm^2 till hud.

Kategori A-personal ska bära dosimeter. Stråldosrapport ska granskas av strålskyddsexpert. Strålskyddsexpert ska initiera utredning om månatlig stråldos överstiger

- effektiv dos 0.50 mSv (0.15 mSv för gravid personal)
- ekvivalent dos 0.50 mSv till ögats lins
- ekvivalent dos 5.0 mSv till extremiteter (generellt fingrar)
- ekvivalent dos 5.0 mSv/cm^2 till hud.

Kategori A-medarbetare ska årligen lämna in en hälsodeklaration enligt KI:s Anvisning för tjänstbarhetsbedömning av personal tillhörande kategori A.

4.5.2.2 Personal tillhörande kategori B
Personal ska kategoriseras B om risken inte kan försummas att de årligen överstiger

- effektiv dos 1 mSv (men mindre än 6 mSv)
- ekvivalent dos 50 mSv till extremiteter (men mindre än 150 mSv)
- ekvivalent dos 50 mSv/cm^2 till hud (men mindre än 150 mSv/cm^2).

Strålskyddsexpert ska bedöma om kategori B-personal ska bära dosimeter under en begränsad period för att försäkra korrekt kategoriindelning.

4.5.2.3 Icke-kategoriserad personal

Ingen kategorisering krävs för personal med försumbar risk att överstiga gränsvärdena för kategori B. Det gäller exempelvis för personal som hanterar bestrålningsskåp (även kallade röntgenkabinett).

4.5.2.4 Gravid personal

Gravid personal ska kontakta strålskyddsexpert utan dröjsmål så snart graviditet är konstaterad. Foster är inte bara extra strålkänsligt, utan räknas som allmänhet för vilken lägre stråldosgräns tillämpas. Gravid personal har alltid rätt att bli omplacerade till arbete där exponering inte överstiger gränsvärden för allmänhet. Gravid personal har även rätt att fortsätta arbeta som tidigare förutsatt att stråldos till foster inte överstiger 1 mSv (för återstående tid av graviditeten).

4.5.2.5 Ammande personal

Ammande personal ska utan dröjsmål kontakta strålskyddsexpert för råd och riskbedömning. Det får inte finnas en risk för att radioaktiva ämnen övergår till barnet vid amning.

4.5.2.6 Medicinska undersökningar

Det finns inga stråldosgränser för patienter, men stråldoser ska hållas låga enligt ALARA-principen (As Low As Reasonably Achievable). Kvoten mellan nytta och risk ska hållas så hög som möjligt enligt AHARA-principen (As High As Reasonably Achievable).

4.5.2.7 Studier med försökspersoner/försöksdjur

Dosrestriktioner finns för försökspersoner och försöksdjur som ingår i studier som involverar joniserande strålning, då de inte förväntas ha nytta av exponeringen. Dosrestriktioner sätts av Etikprövningsmyndigheten (försökspersoner) respektive regional djurförsöksetisk nämnd (försöksdjur).

5. Strålskyddskrav röntgen

5.1 Skyltning

Alla ingångar ska förses med skyltar som informerar om hur laboratoriet/lokalen klassificeras (se Figur 2). Strålskyddsexpert ska bedöma vilken klassificering som krävs. Strålskyddsbiträde ska i samråd med forskargruppledare/chef för corefacilitet tillse att enbart behörig personal ges tillträde till kontrollerat område.



Figur 2 Skylt för skyddat område (till vänster) respektive kontrollerat område (till höger).

5.2 Personlig skyddsutrustning

Strålskyddskrav kan skilja sig mellan olika röntgensystem. Generellt ska dock alltid strålskyddsförkläde bäras när man står intill röntgenutrustningen vid exponering, förutom vid röntgenkabinett som är självskärmade. Krav om ev. skyddsutrustning beskrivs i systemspecifik kurs.

5.3 Kravställd kvalitetssäkring

5.3.1 Röntgensystem

Strålskyddsbiträde ska tillse att ankomstkontroll genomförs vid installation av röntgensystem. Kvalitetskontrollen ska minst omfatta prestanda- och funktionskontroll samt kontroll för eventuell läckstrålning. Bedömning av kvalitetskontroll ska göras av strålskyddsexpert.

Strålskyddsbiträde ska tillse att regelbundet förebyggande underhåll utförs enligt tillverkarens rekommendation. Strålskyddsbiträde ska utan dröjsmål informera strålskyddsexpert om faktorer som kan ha en påverkan på strålkällans egenskaper. Strålskyddsexpert ska bedöma om kvalitetskontroll krävs.

Minst årligen ska strålskyddsexpert genomföra en kvalitetskontroll och bedöma de faktorer som kan ha en inverkan på strålskyddet om strålkällan används för exponering. Kvalitetskontrollen ska minst innehålla granskning av

- lokal
- strålskyddsutrustning
- säkerhetssystem
- skyltning och märkning
- dosimetri.

5.3.2 Mätinstrument för stråldosmätning
Strålskyddsexpert ska bevaka att årlig funktionskontroll (Bilaga 3) respektive femårskalibrering (Bilaga 4) genomför för mätutrustning som används för stråldosmätning.

5.3.3 Personburet strålskydd
Strålskyddsbiträde ska tillse att funktionskontroll av strålskyddsförkläden och liknande personburet strålskydd kontrolleras, med fördel årligen. Granskningen ska minst inkludera

- kontroll av märkning
- kontroll visuellt av synliga skador
- kontroll med röntgen (för att kontrollera för sprickor etc.)
- dokumentation av kontroll.

6. Strålskyddskrav för radioaktiva isotoper
6.1 Skyltning

6.1.1 Ingång till isotoplaboratorium
Lokaler för arbete med radioaktiva isotoper ska klassificeras som antingen skyddat eller kontrollerat område utifrån riskkategorisering (se Bilaga 2). Skyltning (se Figur 3) krävs vid alla ingångar till lokalen. Strålskyddsbiträde ska i samråd med forskargruppledare/chef för corefacilitet tillse att enbart behörig personal ges tillträde till kontrollerat område.



Figur 3 Skylt för skyddat (till vänster) respektive kontrollerat område (till höger)..

6.1.2 Öppna strålkällor

Behållare för öppna strålkällor ska märkas med

- radioaktiv isotop
- referensaktivitet
- tidpunkt för referensaktivitet
- forskargrupp/corefacilitet.

Ämnena ska förvaras i en egen uppmärkt låda (eller på en bricka) för att minimera risk för kontamination av skåp/kyl/frys. Allt innehav ska registreras av strålskyddsbiträde (se avsnitt Registrering av strålkällor). Allt innehav ska förvaras bakom adekvat strålskydd.

Därutöver krävs skyltning för förvaringsplats. Dörrar till skåp/kyl/frys ska märkas med skylt enligt Figur 4.



Figur 4 Förvaringsskylt för radioaktiva ämnen. Observera att strålskyddsbiträde ska namnges.

6.1.3 Slutna strålkällor

Strålskyddsbiträde ska årligen kontrollera att alla slutna strålkällor som används för exponering finns på sin registrerade förvaringsplats, är i gott skick och uppmärkta med

- tillverkare, produktnamn, ID-nummer
- radioaktiv isotop, referensaktivitet, referensdatum

- forskargrupp
- varningssymbol för joniserande strålning.

6.2 Minimera risk för kontamination

6.2.1 Ventilation

Separata ventilationssystem ska tillämpas om det finns en risk för luftburna radioaktiva partiklar. Särskilda ventilationskrav finns för till exempel

- inmärkning med I-125
- arbete med luftburna PET isotoper (ex. C-11, O-15 and F-18)
- arbete som kan skapa luftburna radioaktiva partiklar (ex. mixning av kemiska ämnen)
- om isotopspecifika nivåer överstigs (bedömning av strålskyddsexpert).

Granskning av att ventilationskontroll har skett ska bevakas av strålskyddsbiträde vid uppstart och därefter regelbundet enligt praxis på KI.

6.2.2 Rent och snyggt

Alla ytor ska hållas rena och i ordning. Radioaktiva ämnen ska återföras till dedikerad förvaringsplats mellan arbetstillfällen. Absorberande papper med plastundersida ska användas på arbetsbänkar som dedikerats till arbete med öppna strålkällor. Skyddspapper ska bytas regelbundet (beroende på arbetets omfattning) och vid ev. stänk/spill.

Strålskyddsombud ska tillse att städpersonal ges instruktion om att enbart

- städa golv (och inte flytta något annat förutom stolar på hjul)
- tömma papperskorg för pappershanddukar (aldrig laborativt avfall)

samt säkerhetsinstruktioner (handskar, tvätta händerna efteråt, etc.) inkl. strålskyddsutbildning från strålskyddsexpert. Ev. radioaktivt spill ska alltid hanteras av laborativ personal (metodbeskrivning se Bilaga 7).

6.2.3 Kontaminationskontroll

6.2.3.1 Frekvens

Kontaminationskontroll (metodbeskrivning se Bilaga 6) ska utföras med frekvens beroende på riskkategorisering (se Tabell 3). Medarbetare ska alltid kontrollera för kontamination om det finns misstanke om stänk/spill eller om

där finns en icke negligerbar risk för kontamination, ex. dator/mobiltelefon som använts i isotoplaboratoriet. Dokumentation av kontaminationskontroll ska finnas tillgänglig i isotoplaboratoriet.

Risk-kategori	Kontaminationskontroll av ytor	Kontaminationskontroll av händer	Obligatorisk dokumentation
1	Med fördel både före och efter arbetet	Före och efter arbetet	Alltid för arbetsytor. För andra kontroller vid misstanke om kontamination.
2	Kontrollerade områden: rekommendation både före och efter arbetet Skyddade områden: efter arbetet	Efter arbetet	Fyra gånger per år samt vid misstanke om kontamination
3	Inte regelbundet, endast vid misstanke om kontamination	Inte regelbundet, endast vid misstanke om kontamination	Årligen samt vid misstanke om kontamination

Tabell 3 Kontaminationskontroll genomförs med en frekvens som skiljer sig mellan olika riskkategorier.

6.2.3.2 Mätpunkter årlig kontroll

En mer omfattande kontaminationskontroll ska genomföras årligen av strålskyddsbiträde. Mätpunkterna för årlig kontroll ska minst inkludera men är ej begränsade till

- dörr- och skåphandtag
- dörrytor
- knappar/handtag/etc. på utrustning (ex betaräknare)
- möss, tangentbord och/eller pekskärmar
- arbetsytor (ex bord, hyllor)
- arbetsstolar och/eller rullbord
- tvättfat och/eller handfat.

6.2.3.3 GM-rör

Ett Geiger Müller-rör (GM-rör) även kallat strålskyddsinstrument (till vänster i Figur 5) ska finnas tillgängligt för att mäta eventuell kontamination av gamma- (t.ex. Cr-51) och/eller betastrålande isotoper med hög energi (t.ex. P-32).

Funktionskontroll ska genomföras av medarbetare inför varje användning (instruktion i Bilaga 3). Årlig kalibrering ska bevakas av strålskyddsexpert (instruktion i Bilaga 4).

6.2.3.4 Scintillationsräknare
Scintillationsräknare (till höger i Figur 5) ska finnas tillgänglig för kontaminationskontroll genom strykprov (instruktion i Bilaga 5) för betastrålande isotoper med låg energi (t.ex. H-3 och C-14, men även lämpligt för S-35). Det finns även en typ av scintillationsräknare för gammastrålande isotoper med lång energi.

Funktionskontroll och kalibrering ska samordnas av strålskyddsbiträde i enlighet med tillverkares rekommendation.



Figur 5 GM-rör till vänster och scintillationsräknare till höger.

6.2.4 Mat och dryck förbjudet
Det är förbjudet att äta, dricka eller tugga tuggummi/snus i lokaler där öppna strålkällor hanteras. Det är även förbjudet att förvara/ta med drycker, mat, tuggummi eller snus in till sådana lokaler. Att bryta mot förbudet innebär en ökad risk för intern kontamination.

6.2.5 Personlig skyddsutrustning

6.2.5.1 Laboratorierock
Laboratorierock ska alltid bäras vid laborativt arbete i isotoplaboratorium. Strålskyddsbiträdet ska tillse att rockar byts ut regelbundet.

6.2.5.2 Ögon- och hårskydd
Ögon- och hårskydd ska bäras när det finns risk för stänk. Strålskyddsexpert ska bedöma om strålskyddsglasögon krävs.

6.2.5.3 Handskar

Handskar ska alltid användas vid laborativt arbete i isotoplaboratorium. Använda handskar ska betraktas som radioaktivt avfall. Händerna ska alltid tvättas efteråt.

Dubbla handskar ska användas vid rengöring av kontaminerad yta. Handskar ska bytas omedelbart i händelse av ett spill (se Bilaga 7). Så kallade blyhandskar bör ej användas.

6.2.5.4 Fristående strålskydd

Medarbetare ska alltid använda adekvat strålskydd vid arbete med radioaktiva ämnen (t.ex. 10 mm plastskärm för P-32, 10 mm blyekvivalent skärmmaterial för Cr-51). Att arbeta bakom en skärm skyddar även mot stänk.

6.2.5.5 Tång/pincett

Tång/pincett (se Figur 6) ska med fördel användas vid arbete med gamma- och högenergetiskt betastrålande isotoper. Sprutskydd ska användas vid uppdrag/injektion med gammastrålande isotoper.



Figur 6 Tång/pincett ska användas vid arbete med gamma- och högenergetiskt betastrålande isotoper.

6.3 Radioaktivt avfall

6.3.1 Avfallsbehållare

Gröna avfallsbehållare ska så långt det är möjligt och rimligt användas för allt radioaktivt avfall. I de fall där olika typer av avfall blandas gäller de regler som listas i Tabell 4.

Strålskyddsexpert ska bedöma om radioaktivt avfall kräver extra skärmning, exempelvis är plexiglas tillräckligt för betastrålande isotoper som P-32 (se Figur 7) medan blyekvivalent skärmning krävs för gammastrålande isotoper.

Avfall från olika isotoper ska inte blandas. Strålskyddsexpert ska kontaktas om forskningsarbetet genererar radioaktivt avfall som innehåller flera isotoper.



Figur 7 Gröna avfallsbehållare kan behöva extra strålskydd, ex plexiglas för högenergetiskt betastrålande isotoper.

Typ av blandat radioaktivt avfall	**Färg på avfalls-behållare**	**Anvisning**
Enbart radioaktivt avfall inkl. mer än en isotop	Grön	Generellt endast en isotop per avfallsbehållare. Strålskyddsexpert ska kontaktas om forskningsarbetet genererar avfall som innehåller flera isotoper. Formel som beräknar total aktivitet av mixat radioaktivt avfall beskrivs i Bilaga 8. Märkning ska ske enligt Figur 8.
Radioaktivt kemiskt avfall	Grön	Avfallsbehållare som förutom radioaktivt avfall även innehåller kemiskt avfall ska utöver etikett för radioaktivt avfall (se Figur 8) även märkas med etikett för kemiskt innehåll (t.ex. för scintillationslösning). Radioaktivt kemiskt avfall kräver förvaring i det radioaktiva avfallsrummet tills radioaktiviteten understiger gräns för förbränning. Därefter skall det behandlas som kemiskt avfall.
Radioaktivt smittförande/stickande/skärande avfall	Gul	Avfallsbehållare som förutom radioaktivt avfall även innehåller smittförande/smutsigt avfall ska utöver etikett för radioaktivt avfall (se Figur 8) även märkas med etikett för sitt smittförande/stickande/skärande innehåll. Radioaktivt smittförande/stickande/skärande avfall kräver förvaring i det radioaktiva avfallsrummet tills radioaktiviteten understiger gräns för förbränning. Därefter skall de behandlas som smittsamt/stickande/skärande avfall.
Radioaktivt biologiskt avfall	Svart	Avfallsbehållare som innehåller radioaktiva organ/vävnader ska bortskaffas i svarta plastlådor märkta som både radioaktivt (se Figur 8) och biologiskt avfall. Frysen ska märkas med skylt för förvaring av radioaktiva ämnen (se Figur 4). RPE ska kontaktas om avfallet innehåller gammaavgivande nuklider, eftersom extra avskärmning kan vara relevant. Radioaktivt biologiskt avfall kräver lagring i frysen tills radioaktiviteten understiger gräns för förbränning. Då skall det behandlas som biologiskt avfall.

Tabell 4 Olika typer av blandat radioaktivt avfall kräver särskilda åtgärder enligt denna tabell.

6.3.2 Etiketter för radioaktivt avfall

Strålskyddsbiträde ska tillse att radioaktivt avfall märks med vänster etikett i Figur 8 inför intern transport till avfallsrum för radioaktivt avfall. Utsidan av avfallsbehållaren ska vara ren (kontrollerad för ev. kontamination) och med stängt lock.

Strålskyddsombud ska tillse att avklingat radioaktivt avfall märks med höger etikett i Figur 8 inför extern transport till avfallsanläggning.



Figur 8 Etikett för radioaktivt avfall (till vänster) samt etikett för avklingat radioaktivt avfall (till höger).

6.3.3 Tomma behållare och förpackningsmaterial

Tomma plast/glas/bly-behållare som har innehållit radioaktiva ämnen ska – efter att ha kontrollerats för radioaktiv kontamination – fråntas sin märkning om radioaktivitet. Behållarna ska återvinnas enligt generella regler för avfall. Detsamma gäller för förpackningsmaterial.

6.3.4 Loggbok för radioaktivt avfall

Strålskyddsbiträde ska tillse att det finns en loggbok för varje avfallsbehållare för radioaktivt avfall (formel för uppskattning av mängd radioaktivt avfall, se Bilaga 8). Strålskyddsbiträde ska beställa hämtning av avfallsbehållaren när den är full eller har uppnått max tillåten radioaktivitetsnivå, som är isotopberoende (se Tabell 5).

Radioaktiv isotop	Halveringstid		Max aktivitet per avfallsbehållare (MBq)	*Max aktivitets-koncentration (MBq/kg)*
H-3	12.3	år	1000	*1000*
C-14	5730	år	10	*10*
P-32	14.3	d	0.1	*1*
P-33	25.6	d	100	*100*
S-35	87.5	d	100	*100*
Cr-51	27.7	d	10	*1*
Se-75	119.8	d	1	*0.1*
Rb-86	18.6	d	0.1	*0.1*
Zr-89	78.4	h	1	*0.01*

In-111	2.8	d	1	*0.1*
I-125	59.9	d	1	*1*
Lu-177	6.7	d	10	*1*

Tabell 5 Max tillåtna aktivitetsnivåer för radioaktivt avfall per avfallsbehållare eller max tillåten aktivitetskoncentration. Notera att 1 MBq = 0.027 mCi = 27 µCi.

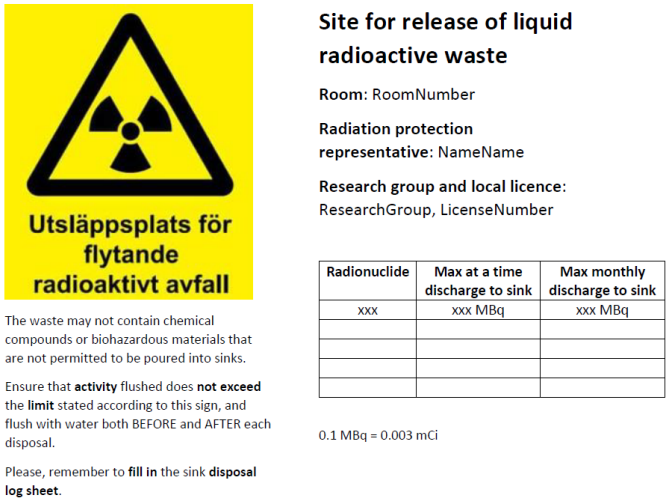
6.3.5 Registrering radioaktivt avfall

Strålskyddsombud ska registrera radioaktivt avfall i RadWaste i samband med emottagande i avfallsrum. RadWaste kommer att bevaka när avfallet avklingat till nivå under isotopspecifika gränser (se Tabell 5).

6.3.6 Utsläpp i vask

Eventuell begäran om att hälla ut radioaktiva lösningar i vask ska bedömas av strålskyddsexpert. Varje utsläppsplats ska märkas upp med en skylt enligt Figur 9. Medarbetare ska spola rikligt med vatten både före och efter utsläpp för att minimera ansamling av radioaktiva ämnen i ex vattenlås.

Strålskyddsbiträde ska tillse att det finns en loggbok vid varje utsläppsplats. Registrering av utsläpp ska göras för isotoper med halveringstid om minst 10 timmar. Strålskyddsbiträde ska informera strålskyddsexpert om max tillåtet utsläpp mer månad överskrids. KI:s totala utsläpp i genomsnitt per månad bedöms årligen av strålskyddsexpert.



Figur 9 Skylt för utsläpp av radioaktiva lösningar ska finnas uppsatta vid varje utsläppsplats.

6.3.7 Avfallsrum för radioaktivt avfall

Det finns tre permanenta avfallsrum för radioaktivt avfall vid KI (listas nedan). Tillfälliga avfallsrum (ex frysrum) kan anordnas i samråd med strålskyddsexpert. Strålskyddsombud ska tillse att årlig

kontaminationskontroll genomförs för avfallsrummen (på liknande sätt som för isotoplaboratorium, se avsnitt Kontaminationskontroll).

- ANA8, våning 3, rum 31301
- Biomedicum, våning 2, rum C0218
- Neo, våning 3, gallerbur

Dörrar till avfallsrum för radioaktivt avfall skall märkas med skylt i Figur 10.



Figur 10 Skylt för avfallsrum för radioaktivt avfall, där strålskyddsombudets namn ska specificeras.

6.4 Transport

6.4.1 Intern transport

Intern transport av radioaktiva ämnen inom KI:s och K:s geografiska område ska inkluderas i riskbedömning från respektive forskargrupp/corefacilitet. Generellt ska medarbetare

- försäkra sig om att förpackningen är adekvat försluten och skyddad (instruktion i Bilaga 9)
- företrädelsevis använda kulvert (med rullbord/sparkcykel vid behov, bedömning av strålskyddsexpert) och undvika publika ytor
- bära med sig en telefon i händelse av en incident
- etablera en skriftlig transportrutin.

6.4.2 Extern transport

Extern transport av radioaktiva ämnen regleras av Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps regler för transport av farligt gods (ADR-S). Radioaktiva ämnen ska endast transporteras mellan KI Solna/Nord och KI Syd med godkänd transportfirma (se KI:s medarbetarportal).

Bilaga 1
Avvecklingsplan för öppna strålkällor vid KI

Inledning
KI:s avvecklingsplan ska tillämpas vid framtida friklassningar av lokaler som använts för verksamhet med öppna strålkällor inom KI.

Öppna strålkällor vid KI
Tillämpningen av lokala licenser försäkrar att det finns information om berörda verksamheters omfattning av öppna strålkällor inom KI. Tabell A1 ger exempel på max innehav av öppna strålkällor inom KI under 2024.

Radioaktiv isotop	Max mängd tillåtet innehav
H-3	17 GBq
C-11	20 GBq
C-14	5 GBq
O-15	20 GBq
F-18	40 GBq
P-32	2 GBq
P-33	250 MBq
S-35	2 GBq
Ti-45	2 GBq
Cr-51	2 GBq
Mn-52	1 GBq
Co-55	2GBq
Cu-64	1 GBq
Ga-68	12 GBq
Se-75	100 MBq
Rb-86	100 MBq
Zr-89	5 GBq
Tc-99m	1 GBq
In-111	100 MBq
I-125	600 MBq
I-131	500 MBq
Tb-161	1 GBq
Lu-177	11 GBq
Ac-225	10 MBq

Tabell A1 *Lista över max innehav av öppna strålkällor inom KI under 2024.*

Avvecklingsplan
En radiologisk kartläggning krävs innan lokaler/byggnader (där öppna strålkällor använts) kan överlämnas till andra verksamheter. Kartläggningen ska baseras på register över lokala licenser inklusive information om lokaler, isotoper, mängden aktivitet som använts samt utsläppsplatser. Strålskyddsexpert ska bedöma riskkategorisering utifrån KI:s Kontrollprogram för Friklassning – Material, Byggnadsstrukturer och

Områden. Riskkategoriseringen ska avgöra om mätningar krävs före ansökan om undantag/friklassning hos Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM). Laborativ utrustning ska bedömas på samma sätt.

Uppskattning av radioaktivt avfall och motsvarande kostnad
Eventuell mängd genererat radioaktivt avfall (i händelse av att KI lämnar en hel byggnad, ex ANA8, Biomedicum eller Neo) uppskattas inte överstiga nationella gränser för radioaktivt avfall (SSMFS 2018:3 Bilaga 1, tredje kolumnen). Allt genererat radioaktivt avfall bedöms kunna skickas till godkänd avfallsanläggning för förbränning bortsett från långlivat avfall (framför allt C-14) som behöver förvaras i KI:s centrala avfallsrum för radioaktivt avfall till dess att det finns en nationell motpart för långlivat radioaktivt avfall.

Utifrån KI:s tidigare friklassningar av lokaler (ex. vid flytt till Biomedicum, då ingen omfattande sanering krävdes bortsett från omhändertagning av radioaktivt avfall) uppskattas friklassningskostnader uppgå till ca 30 kSEK/rum. En extra kostnad om ca 10 kSEK/rum uppskattas för omhändertagning av slutna strålkällor. Åtgärder som kan krävas för rengöring/utbyte av kontaminerade ytor, avlopp och/eller ventilationsrör inkluderas inte i kostnadsuppskattningen.

Bilaga 2

Riskkategorisering av isotoplaboratorium

Forskning med öppna strålkällor delas in i fyra riskkategorier (se tabell A2). Varje riskkategori kopplas till en riskbedömning utifrån tabell A3. Bedömning görs av strålskyddsexpert. Tabelldata erhållen från medicinsk strålningsfysik vid Karolinska Universitetssjukhuset.

Riskkategori	Supervision	Klassificering lokaler	Kategorisering personal	Bedömning
1 Omfattande arbete	Årligen	Kontrollerat område	A	Minsta aktivitet i Tabell A2 Kolumn 1 eller Kolumn 2 överstigs eller skulle kunna överstigas.
2	Årligen	Skyddat område (Kontrollerat område vid risk för luftburen radioaktivitet)	B	Maximal aktivitet i Tabell A2 Kolumn 2 (men inte kolumn 1) överstigs eller skulle kunna överstigas.
3 Låg aktivitet	Årligen	Skyddat område	Okategoriserad	Maximal aktivitet i Tabell A2 Kolumn 3 skulle inte kunna överstigas.
4 Vilande	Halvårsvis	Skyddat område	Okategoriserad	Endast innehav, överstiger ej Tabell A2 Kolumn 2.

Tabell A2 *Riskkategorisering av isotoplaboratorium vid KI i samklang med Karolinska Universitetssjukhuset.*

Radioaktiv isotop	Kolumn 1 Minsta hanterade aktivitet (MBq)	Kolumn 2 Minsta innehav (GBq)	Kolumn 3 Maximalt hanterad aktivitet (MBq)
H-3	1000	50	1000
C-11	100	5	1
C-14	100	5	10
O-15	100	50	1000
F-18	100	5	1
P-32	25	5	0,1
P-33	250	50	100
S-35	100	50	100
Cr-51	1000	5	10
Cu-64	500	5	1
Ga-66	500	5	1
Ga-67	500	5	1
Ga-68	100	5	0,1
Y-90	25	5	0,1
Tc-99m	500	5	10
In-111	250	5	1
I-123	250	5	10
I-125	5	5	1
I-131	5	5	1
Ra-223	Oberoende av mängd	Oberoende av mängd	NA

Tabell A3 *Aktivitetsnivåer för gammastrålande isotoper baseras på en aktivitet som på 1 m avstånd från strålkällan inte överstiger 20 µSv/h, som för 1.5 h/dag och 200 dag/år skulle motsvara en stråldos på 6 mSv. Aktivitetsnivåer för alfa- och betastrålande isotoper baseras på en intern kontamination (oralt intag/inhalering) där gränserna är satta till 10 % av en aktivitet som skulle motsvara en stråldos på 6 mSv för en exponering. Samma gräns är satt för kombinationer av gamma-, alfa- och betastrålande. Innehav av isotoper som inte listas i denna tabell ska bedömas av strålskyddsexpert.*

Bilaga 3
Funktionskontroll

Strålskyddsinstrument
Funktionskontroll av strålskyddsinstrument ska utföras av användare inför varje experiment.

- Kontrollera att mätproben ser intakt ut och att där inte finns några synliga hål/skador på probens fönster. Om skada upptäcks ska strålskyddsexpert kontaktas utan dröjsmål.
- Kontrollera att batterierna är laddade genom att vrida funktionsvredet till BAT. Om batteriindikatorn hamnar utanför det gröna området eller går under 30% ska batteribyte ske.
- Vrid funktionsvredet till ON. En ljudsignal indikerar att instrumentet är på. Kontakta strålskyddsexpert utan dröjsmål om ingen ljudsignal hörs eller om ingen strålning kan detekteras vid mätning mot känd strålkälla.

Jonkammare och elektrometer
Funktionskontroll av jonkammare och elektrometer utförs årligen av strålskyddsexpert. Funktionskontroll dokumenteras av strålskyddsexpert.

- Kontrollera att jonkammare är säkert förvarad på avsedd plats.
- Kontrollera att det inte finns någon synlig skada på vare sig jonkammare eller kontakter. Genomför en visuell granskning av elektrometern. Kalibrering ska utföras om någon form av skada upptäcks.
- Koppla jonkammaren till elektrometern. Slå på elektrometern. Välj korrekt jonkammar-ID. Kontrollera att inga felmeddelanden uppkommer. Kalibrering ska utföras om felmeddelanden uppkommer.

Bilaga 4
Kalibrering

Generell information

- Mätvärden ska jämföras gentemot medelvärdet från originalmättillfället och föregående mättillfälle. Toleransnivå är 20%. Åtgärdsnivå är 50%.
- Om mätvärde överstiger toleransnivå men understiger åtgärdsnivå ska intervall mellan kontroller minskas.
- Om mätvärde överstiger åtgärdsnivå eller överstiger toleransnivå tre gånger på rad ska instrumentet tas ur drift. Strålskyddsexpert ska bedöma om instrumentet kräver för service, kalibrering eller avveckling.
- Kalibrering dokumenteras av strålskyddsexpert.

Strålskyddsinstrument

Strålskyddsinstrument kalibreras årligen.

- Mätproben placeras med fönstret mot kalibreringsstrålkällan (penstrålkälla, Eckert & Ziegler Nuclitec, typ QCRB1282, s/n BC-7137).
- Avstånd mellan strålkälla och mätprob ska hållas identiskt (5 cm) vid varje mätning.
- Genomför en mätning med respektive utan strålkällans skydd under 30 sekunder. Notera värdet och utvärdera.

Jonkammare och elektrometer

Ett elektrometer- och jonkammarpar ska kalibreras vart femte år av godkänt dosimetrilaboratorium. Detta par ska användas för att korskalibrera övriga elektrometer- och jonkammarpar.

- Koppla alla jonkammare till respektive elektrometer.
- Slå på varje elektrometer (spänning och polaritet: - 400 V) och tillåt uppvärmning minst 17 minuter före mätning.
- Placera en jonkammare i röntgenkabinettet på FSD 60 cm.
- Bestråla (med 300 kV respektive 195 kV för adekvat filtrering) under 60 sekunder och registrera mätvärdet samt utvärdera.

Bilaga 5

Instruktion för strykprov

Möjlig kontamination av lågenergetiskt betastrålande isotoper (H-3) ska alltid kontrolleras med strykprov. Även medelenergetisk betastrålande isotoper (C-14 och S-35) ska kontrolleras med strykprov då mäteffektiviteten för strålskyddsinstrument är låg. Vid kontroll av kontamination anses prov vara fri från kontamination om mätvärdet är under tre gånger bakgrundsvärdet (se Bilaga 6).

- Använd handskar. Byt handskar om kontaminering misstänks.
- Skapa en numrerad lista med ett nummer för varje yta/objekt som ska kontrolleras inklusive bakgrund.
- Tag skintillationsrör och märk locken (inte sidorna av rören) med respektive nummer.
- Inled med strykprov för bakgrund, vilket givetvis ska vara fri från kontamination.
- Blöt ett filterpapper med alkohol eller s.k. Count-Off.
- Drag filterpapper över ytan med ett jämnt drag i S-formad rörelse. Om strykprov tas över en större yta: drag över en yta på 10 x 10 cm^2. Om strykprov tas på mindre objekt: tag strykprov över den yta som finns tillgänglig. Använd alltid pincett om hög kontamination misstänks.
- Placera filterpapperet i uppmärkt skintillationsrör och fyll på med skintillationsvätska. Kontrollera att märkningen är korrekt jämfört med numrerad lista.
- Skaka proverna innan de avläses i vätskescintillatorer (även kallad betaräknare. Var observant på att avläsa DPM och om korrektion ska göras för betaräknarens effektivitet eller ej.
- Samma upplägg kan tillämpas vid strykprov av lågenergetiskt gammastrålande isotoper och analys i gammaräknare.

Bilaga 6

Kontaminationskontroll

Använd strålskyddsinstrument för gamma- och högenergetiskt strålande betastrålande isotoper. Använd strykprov för lågenergetiskt strålande betaisotoper (se instruktion i Bilaga 5).

- Mät bakgrund (säkerställ att ingen strålkälla/kontamination finns i närheten). Registrera värdet.
- Mät arbetsytor, händer och laborationsrock. Registrera värdena. Om kontamination av golv misstänks ska även skosulor kontrolleras.
- Om mätvärde överstiger tre gånger bakgrundsvärdet ska värdet registreras och den kontaminerade ytan rengöras (med tvål och vatten eller Count-Off). Pappersservetterna/trasorna ska hanteras som radioaktivt avfall. Mätning och rengöring ska upprepas till dess att uppmätta värden understiger tre gånger bakgrundsvärdet. Om kontamination kvarstår ska strålskyddsexpert kontaktas.
- Om uppmätt kontamination överstiger 10 gånger bakgrundsvärdet ska strålskyddsexpert kontaktas utan dröjsmål. Rengöring ska genomföras i samråd med strålskyddsexpert.
- Registrera alla mätresultat och spara dokumentationen i en pärm på isotoplaboratoriet.

Bilaga 7
Åtgärder vid radioaktivt spill

Generellt

- Medarbetare som inte är involverade i spillet ska lämna lokalen utan dröjsmål förutsatt att de inte misstänks vara kontaminerade.
- Städpersonal ska aldrig ombedjas att städa förrän en yta är fri från kontamination.
- Kontaminerad yta ska markeras och dörren ska märkas med information om spillet. Medarbetare i intilliggande lokaler ska informeras om spillet.
- Skyddsutrustning (rock, dubbla handskar och skoskydd) ska bäras vid rengöring och bytas utan dröjsmål vid misstänkt kontamination.
- Kontamination kontrolleras enligt instruktion i Bilaga 6.
- Rengöringsmaterial och ev. kontaminerad skyddsutrustning ska hanteras som radioaktivt avfall. Vid stor mängd ska kontaminerat material placeras i väl försluten och uppmärkt (datum, isotop, uppskattad mängd aktivitet, kontaktperson) plastpåse.
- Alla medarbetare som involveras vid åtgärd av spill ska kontrolleras för kontamination.
- Alla mätresultat ska dokumenteras och sparas i isotoplaboratoriets pärm.

Vid kontamination av yta

- Spill på ytor ska torkas upp av absorberande material. Torka från utkanten av spillet och inåt mot mitten. Gnugga inte eftersom det kan sprida ut kontaminationen.
- Efter att spillet torkats upp ska ytan rengöras och kontrolleras för ev. kvarvarande kontamination. Upprepa rengöring och kontroll enligt Bilaga 6 till dess att kontamination understiger tre gånger bakgrundsvärdet.
- Om kontamination kvarstår trots rengöring ska ytan täckas (papper med plastad baksida) och märkas (radioaktiv isotop, uppskattad mängd aktivitet som spillts, senaste mätvärde efter rengöring, kontaktperson). Området ska även märkas med varningstejp och

dörren märkas med information om spillet. Strålskyddsexpert ska informeras.

Personkontamination

- Nedstänkta kläder ska tas av utan dröjsmål. Kom ihåg att även skor/skosulor kan bli kontaminerade.
- Hud och de kläder som fortfarande bars ska kontrolleras för ev. kontamination (se Bilaga 6). Medarbetare behöver hjälpa varandra med kontroll för kontamination.
- Kontaminerad hud ska sköljas (inte skrubbas) minst tre gånger med ljummet vatten (mild tvål kan användas, men inte starka lösningsmedel som innehåller alkohol, då det minskar hudens skyddsbarriär). Om en stor del av kroppen är kontaminerad ska medarbetare ta sig till närmaste omklädningsrum för att duscha. Dusch/sköljning ska genomföras till dess att huden är fri från kontamination.
- I händelse av stänk I ögonen ska ögonen upprepade gånger sköljas utan dröjsmål.
- Vid kontaminerade sår, låt om möjligt såret blöda lite och skölj sedan med ljummet vatten.
- I händelse av misstänkt internkontamination eller om kontamination kvarstår trots omfattande sköljning ska strålskyddsexpert (kontorstid) och sjukvård (1177, även utanför kontorstid) kontaktas. Företagshälsovård ska kontaktas för uppföljning.

Bilaga 8

Uppskattning av aktivitet för radioaktivt avfall

Formeln nedan ska användas för att uppskatta mängd aktivitet A(t) vid en särskild tidpunkt (t).

$$A(t) = A(t_0) \cdot e^{-(t-t_0)\cdot \ln(2)/T}$$

- $A(t_0)$ är total aktivitet i ursprungslösningen vid referenstidpunkt t_0.
- T är isotopens halveringstid.

Utgå ifrån ursprungsaktiviteten i lösningen för att uppskatta mängd aktivitet av

- mängd (om någon) kvarvarande aktivitet i ursprungslösning,
- mängd (om någon) aktivitet som flytande avfall,
- mängd (om någon) aktivitet som gått i avfallsdunk för skintillationsvätska,
- mängd (om någon) aktivitet som gått som biologiskt avfall.

Dessa aktivitetsmängder ska dras från ursprungslösningen. Den uppskattade aktiviteten ska noteras i logglista per avfallsbehållare.

Om avfallet innehåller mer än en radioaktiv isotop beräknas total aktivitet enligt formel nedan, där c_i är mängd aktivitet för isotop i, och $c_{FN,i}$, är aktivitetsgräns för isotop i. Strålskyddsexpert ska kontaktas för bedömning.

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{c_i}{c_{\mathrm{FN}i}} < 1$$

Bilaga 9
Transport av radioaktiva ämnen

Förpackningskrav
Inför transport av radioaktiva ämnen ska förpackningen vara

- väl uppmärkt (radioaktiv isotop, aktivitet och tidpunkt för mätning, kontaktinformation)
- väl strålskyddad och förseglad (ska kunna tåla ett fall från 1 m höjd)
- kontrollerad för att inte stråla mer än 5 µSv/h vid ytan
- fri från kontamination (d.v.s. handskar ska inte krävas).

Kontroll av strålning
Kontroll av strålning från paket krävs för gammastrålande respektive starkt betastrålande isotoper. Vid mätning ska ett adekvat strålskyddsinstrument användas, d.v.s. anpassat för den typ av strålning som avges från respektive isotop.

- Bestäm nivå för bakgrundsstrålning genom att mäta i ett intilliggande rum utan strålkälla.
- Mät vid paketets yta genom att långsamt föra mätproben längs med ytan utan att röra ytan.
- Om något mätvärde överstiger 5 µSv/h krävs antingen ökat strålskydd eller uppdelning av innehållet i fler paket med mindre aktivitet per paket följt av ny mätning. Strålskyddsexpert ska kontaktas om ytdosrat överstiger 5 µSv/h trots åtgärd.
- Dokumentera mätningen och spara den i strålskyddspärmen i isotoplaboratoriet.