



Handleiding voor het

**Veilig
voor**

**gebruik van röntgenstraling
diergeneeskundige diagnose**





INHOUD

Inleiding	3
Wat zijn de wettelijke verplichtingen voor het gebruik en het bezit van een röntgenapparaat?	5
Wat moet ik doen om een röntgenapparaat te installeren in mijn dierenartspraktijk?	7
Welke zijn de stralingsbeschermingsmaatregelen voor een mobiel röntgenapparaat?	13
Wat is stralingsbescherming en hoe brengen we ze in praktijk?	16
Wat te doen in geval van zwangerschap?	21
Hoe kies ik mijn dosimeter?	23
Hoe kan ik de beeldkwaliteit verbeteren?	24
Welke stralingsbeschermingsprincipes moeten worden toegepast bij fluoroscopie?	27



INLEIDING

Deze handleiding werd gerealiseerd in samenwerking met de beroepsverenigingen van de diergeneeskunde (Small Animal Veterinary Association Belgium-Flanders, Union Professionnelle Vétérinaire, Wetenschappelijke Vereniging voor de Gezondheid van het Paard, Formavet, Intérêts Vétérinaires-Dierenartsen Belangen), Ordre des Médecins Vétérinaires – Orde der Dierenartsen, de universiteiten UGent en ULg en de erkende instellingen (AIB-Vinçotte Controlatom en Techni-Test).

De bedoeling is om de gebruikers van röntgenapparaten voor diergeneeskundige diagnose vertrouwd te maken met de reglementering betreffende stralingsbescherming en de voorwaarden voor installatie van deze apparatuur in hun praktijk. De gids bevat informatie die nuttig kan zijn bij het opstarten of aanpassen van een praktijk.

De gids is een praktische handleiding bij de verplichtingen van het ARBIS betreffende de opleiding van dierenartsen en de vereisten waaraan de inrichting waar het röntgenapparaat zich bevindt moet voldoen waaronder bijvoorbeeld de jaarlijkse fysische controle van de inrichting.

De volledige wettelijke en reglementaire teksten met betrekking tot stralingsbescherming kunnen worden geraadpleegd op de website van het FANC: www.fanc.fgov.be.

Verder worden enkele specifieke tips en aanbevelingen gegeven voor het gebruik van röntgenstraling in de dierenartsenpraktijk.

Opmerking: Het bezit en gebruik van radionucliden in de diergeneeskunde zijn onderworpen aan een strengere reglementering dan die van de röntgenapparaten. Dit onderwerp wordt in deze brochure niet behandeld. Voor meer informatie: gelieve de website van het FANC te raadplegen.

Het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle

Het FANC promoot de efficiënte bescherming van de bevolking, de werknemers en het leefmilieu tegen de gevaren van ioniserende stralingen.

In het kader van haar missie is ze verantwoordelijk voor de reglementering en de stralingsbescherming en waarborgt ze een internationale reglementaire opvolging.

Ze zet de aanbevelingen en de Europese richtlijnen om naar de Belgische reglementering.

Ze is het aanspreekpunt van de regio's en beroepsverenigingen in het kader van de bescherming tegen de gevaren van ioniserende stralingen.

In de diergeneeskunde worden in dit kader onder meer een vergunningssysteem en de controles van verschillende dierenartspraktijken die gebruik maken van ioniserende stralingen toegepast.

Op het terrein delegeert het FANC de opdrachten betreffende de fysische controle aan de erkende instellingen (AIB-Vinçotte Controlatom en Techni-test). Het FANC erkent ook de deskundigen in de fysische controle van die erkende instellingen. De deskundigen van de erkende instellingen en die van het FANC overleggen op regelmatige basis.

Het FANC organiseert ook werkgroepen met de beroepsverenigingen.

Deze groepen zijn onder andere belast met het beoordelen, het toepassen of het wijzigen van de van toepassing zijnde reglementering, rekening houdend met de verwachting van de mensen op het terrein.

In het kader van een verbetering van de bescherming in de dierenartsenpraktijken neemt het FANC ook deel aan de permanente opleiding van de gebruikers.

FEDERAAL AGENTSCHAP VOOR NUCLEAIRE CONTROLE

Departement Gezondheid & Leefmilieu
Dienst Bescherming van de Gezondheid
Ravensteinstraat 36
B-1000 Brussel

Tel. : +32 2 289 21 11
Fax : +32 2 289 21 12
Web : www.fanc.fgov.be
Email : meldpunt@fanc.fgov.be

Erkende instellingen :

**A.I.B.-VINCOTTE
- CONTROLATOM**
Jan Olieslagerslaan 35
BE-1800 - Vilvoorde
Tel. : +32 2 674 51 20
Fax : +32 2 674 51 40
Web : www.controlatom.be
Email : av.controlatom@vincotte.be

TECHNI-TEST
Brusselsesteenweg 90
BE-1800 - Vilvoorde
Tel. : +32 2 251 34 74
Fax : +32 2 253 20 87
Email : Techni-Test@skynet.be



WELKE ZIJN DE WETTELIJKE VERPLICHTINGEN VOOR HET GEBRUIK EN HET BEZIT VAN EEN RÖNTGENAPPARAAT ?

Regelgeving in de dierenartspraktijk, vergunningen en bijdragen

Een dierenarts die ioniserende stralingsbronnen bezit en/of gebruikt, moet de volgende verplichtingen respecteren :

- Er moet een oprichtings- en exploitatievergunning* zijn voor de inrichting op het adres waarop de praktijk wordt uitgeoefend (vergunning van ingedeelde inrichting) ;
- De röntgenapparatuur moet beantwoorden aan de minimumcriteria die door het Agentschap zijn bepaald in samenwerking met de erkende instellingen (AIB-Vincotte Controlatom of Techni-test)
- Minstens jaarlijks moet door een erkende instelling (AIB-Vinçotte Controlatom of Techni-Test) een fysische controle worden uitgevoerd voor inrichtingen die röntgenapparaten bezitten voor diergeneeskundige diagnose.
- Elke activiteitsoverdracht of stopzetting* van een praktijk, elke wijziging van het materieel of de inventaris van bronnen moet worden meegedeeld aan het FANC.
- De dierenartsen die bronnen van ioniserende straling gebruiken moet bovendien de volgende verplichtingen respecteren :
 - De dierenartsen moeten een opleiding hebben gevolgd voor het gebruik van röntgenapparaten.
 - Er moet ook een gebruikersvergunning worden aangevraagd.
- Speciaal geval : Indien het X-stralen toestel niet binnen een hiertoe vergunde inrichting zal gebruikt worden, is het onderworpen aan een speciaal vergunningsstelsel. Het wordt dan beschouwd als een mobiele installatie op het Belgisch grondgebied.

Het toestel kan pas in gebruik genomen worden na voorafgaand overleg met de deskundige in de fysische controle die de specifieke veiligheidsvoorschriften voor deze praktijk zal bepalen.

Bovendien gelden voor deze mobiele toestellen strengere eisen voor wat betreft de periodiciteit van de toetsing aan de minimumcriteria.

Bovenstaande verplichtingen zijn van toepassing onverminderd andere geldende reglementaire bepalingen voor de uitoefening van het beroep van dierenarts.

(*) De nodige formulieren zijn beschikbaar bij het FANC of op de website van het FANC, profielbladzijde dierenartsen.

Overzichtstabel

	Vast RX-apparaat < 200 kV	Mobiel RX-apparaat in een vergunde inrichting < 200 kV	Scopie-toestel < 200kV	Mobiel RX-apparaat op het Belgisch grondgebied (buiten een vergunde dierenartspraktijk)
Vergunningen FANC	Oprichtings- en exploitatievergunning	Klasse III		Mobiele installatie Speciaal vergunningsstelsel
	Opleiding van de gebruiker mbt. stralingsbescherming	Basisopleiding: 45 uur (*) (*) Wie afgestudeerd is als dierenarts aan de Universiteit van UGent na 1977 of aan ULiège na 2006 voldoet reeds aan de opleidingsvereisten inzake stralingsbescherming. Permanente vorming		45 uur (*)
	Gebruikersvergunning	RX-gebruiker		RX-gebruiker
Controle door erkende instelling	fysische controle	1 x per jaar		1 x per jaar
	Toetsing van het röntgenapparaat aan de minimumcriteria	Om de 3 jaar		1 x per jaar
Kosten	Eenmalige retributie gebruikers	NVT		NVT
	Eenmalige retributie inrichting	305 € ⁽¹⁾		611 € ⁽¹⁾
	Jaarlijkse heffing	96 € ⁽¹⁾		204 € ⁽¹⁾ indien geen geassocieerde vergunde dierenartspraktijk voor hetzelfde RX-toestel

(1) bedragen gebaseerd op het jaar 2010

Retributies en heffingen

Bij het indienen van een dossier voor aanvraag van een vergunning dient de aanvrager een eenmalige retributie te betalen. Het Agentschap stuurt daartoe een factuur bij ontvangst van de aanvraag.

Een vergunning kan niet worden verleend zonder betaling van deze retributie.

Na aflevering van de exploitatievergunning is de inrichting onderworpen aan een jaarlijkse heffing, die ingaat op 1 januari volgend op het jaar van de afgifte van de vergunning.

In december van elk jaar worden de bedragen aangepast aan de gezondheidsindex. Voor de correcte bedragen, gelieve de website van het FANC te raadplegen.

WAT MOET IK DOEN OM EEN RÖNTGENAPPARAAT TE INSTALLEREN IN MIJN DIERENARTSPRAKTIJK ?

De dierenarts die een röntgenapparaat wil installeren, **dient in de eerste plaats contact op te nemen met een deskundige bevoegd voor fysieke controle (erkende instelling)** die een stralingsbeschermingsstudie zal uitvoeren en de minimale afscherming van de installaties zal bepalen zodat de dosislimiet voor het publiek, een maximale effectieve dosis van 1 mSv per jaar, kan gegarandeerd worden.

Afhankelijk van het beoogde gebruik van het toestel zal de deskundige ook bepalen of een individuele dosimeter moet worden gedragen.

Onverminderd de aanbeveling van de erkende deskundige die specifieke bepalingen voor de beschouwde installatie het best kan beoordelen, volgen hierna enkele principes die moeten worden toegepast bij de installatie van een röntgenapparaat.

Muren van het lokaal waar het apparaat zich bevindt

Het gebruik van x-stralen moet plaatsvinden in een lokaal waarvan de muren een voldoende bescherming tegen ioniserende stralingen bieden, over het algemeen kan men stellen dat een equivalent van 1 mm lood zal volstaan (een volle baksteen van ongeveer 9 cm is bv. equivalent aan 1 mm lood, dus Gyproc wanden zijn onvoldoende).

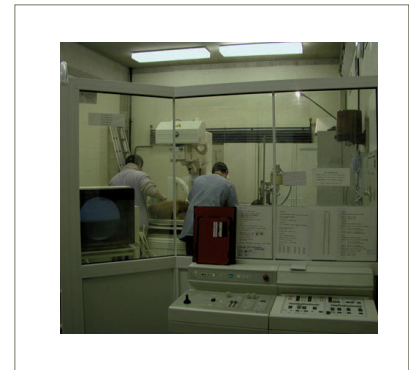
Om de afschermingsgraad van de muren uitgedrukt in loodequivalenten te bepalen dient men zich te richten tot de deskundige in de fysieke controle van de erkende instelling die de noodzakelijk diktes zal bepalen in functie van het aantal opnamen, de gebruikte instelwaarden en de bezetting van de naburige lokalen.

Ook de vloer moet een voldoende bescherming bieden voor de gebruikte ruimte eronder.

Teneinde de vereiste vloerdiktes te beperken, kan men de röntgenkamer op het gelijkvloers of boven een onbezette kelderruimte inrichten.

Ook de dikte van het plafond moet een voldoende bescherming kunnen waarborgen voor de gebruikte ruimte erboven.

Teneinde de vereiste dikte van het plafond te beperken, kan men de röntgenkamer onder een onbezette zolderruimte inrichten.



In geval de wanddikte onvoldoende bescherming biedt kan het aanbrengen van een bijkomende loodlaag worden overwogen teneinde de afscherming te verhogen.

Oppervlakte van het lokaal

Over het algemeen geldt de regel: hoe kleiner het lokaal, hoe groter de noodzakelijke afscherming.

Een minimale oppervlakte van 9 m² kan worden beschouwd als een goed compromis voor een dierenartspraktijk voor gezelschapsdieren.

Met betrekking tot onderzoek bij paarden heeft een studie, uitgevoerd door SFRP in samenwerking met het IRSN aangetoond dat een lokaal van minimaal 16 m² kan worden beschouwd als een goed compromis.

Ramen en deuren

De ramen en deuren moeten een equivalente dikte hebben die vergelijkbaar is met de afscherming van de muren. In de praktijk kan hier lood of loodglas in verwerkt worden.

Specifiek voor de CT-scanner

De CT-scan wordt in de reglementering beschouwd als een bijzonder X-stralen toestel.

De hoge dosisniveaus bij het gebruik van deze techniek brengen echter met zich mee dat er bijkomende bescherming van de operatoren en grotere afscherming van het lokalen vereist zijn, in vergelijking met de standaard radiografie.

Keuze van het röntgenapparaat en de accessoires

De dierenarts kiest zijn toestel volgens de specifieke criteria die gelden voor de beoogde toepassing.

De beoogde toepassing bepaalt de eigenschappen van het toestel.



- **Wat is de piekspanning (kV)?**

Grote dieren, kleine dieren, thorax, skelet,... : elke toepassing heeft een spanning nodig die er het meest voor geschikt is. Zie punt 8 voor het afstellen van uw röntgenapparaat.

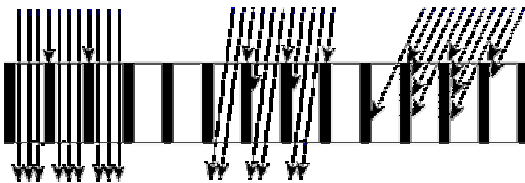
- **Wat is het gewenste vermogen?**

Bij radiologische opnamen moeten de blootstellingstijden kort zijn, om bewegingsartefacten te vermijden en de dosis te beperken. Dit impliceert dat de x-stralenbuizen moeten bestand zijn tegen een sterkere buisstroom (mA).

- **Welke accessoires zijn er nodig?**

Om de beeldkwaliteit voor een bepaald toestel te verbeteren en belichtingstijden te verkorten, kan worden gekozen voor speciale versterkende schermen en snelle filmtypes.

Sommige toepassingsgebieden vergen bijzondere accessoires. Om het gebrek aan contrast te verhelpen bij dikkere objecten, kan een rooster aangewezen zijn om de strooiestraling te beperken. Omdat er bijvoorbeeld geen specifiek beeldvormingsmateriaal bestaat voor reptielen, moet het beschikbare materieel voor honden en katten worden aangepast. Voor kleine exoten kunnen mammografie attributen gebruikt worden.



Rooster

bestaande uit loden lamellen die dienen om de strooiestraling te beperken en enkel de loodrecht invallende straling door te laten

• Digitale radiologie?

Voordelen:	Nadelen:
<ul style="list-style-type: none">• Geen ontwikkelaar nodig• Vrijwel onmiddellijk resultaat waardoor snel beslist kan worden of bijkomende opnamen noodzakelijk zijn.• Post-processing methodes van de beelden die bijkomende blootstelling onnodig maken en de beeldkwaliteit kunnen verbeteren• Digitale opslag van de beelden (archivering, doorsturen, ...)• Breed dynamisch bereik dat een lagere dosis toelaat voor éénzelfde beeldkwaliteit	<ul style="list-style-type: none">• Neiging tot te veel stralingsdosis door te gemakkelijk meer opnamen te maken dan nodig• Neiging tot te veel stralingsdosis en dit te compenseren door post-processing• Specifieke artefacten – leren aflezen van de opnames

Veiligheid – Stralingsbescherming van het publiek en de werknemers

Het toestel dient geïnstalleerd te worden op een veilige plaats zodat personeel of publiek niet onopzettelijk blootgesteld kan worden aan straling.

De beperking van de blootstellingstijd, het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals loodschorten en de verhoging van de afstand tussen de operator en het röntgenapparaat, zijn eenvoudige beschermende maatregelen.

In de diergeneeskunde vergt het gebruik van een (mobiel) apparaat met horizontale straling bijkomende loodschermen achter de cassette en cassettehouders om de helper en het publiek te beschermen. Zwangere vrouwen en jongeren onder de 18 jaar mogen het dier niet vasthouden.

Het dier sederen is een onrechtstreekse manier om de mensen te beschermen tegen de straling.



Organisatie van de controles en de verplichte tests

De verantwoordelijke dierenarts van de inrichting dient een fysische controle te organiseren teneinde de reglementaire bepalingen betreffende de veiligheid en welzijn op het werk, en de veiligheid en de gezondheid van de omgeving na te leven.

De fysische controle heeft tot doel het personeel en het publiek te beschermen en is voornamelijk gericht op de stralingsbescherming in de inrichting.

Minstens één keer per jaar moet er een controle worden uitgevoerd van de inrichting **door deskundigen bevoegd in de fysische controle**, erkend door het Agentschap.

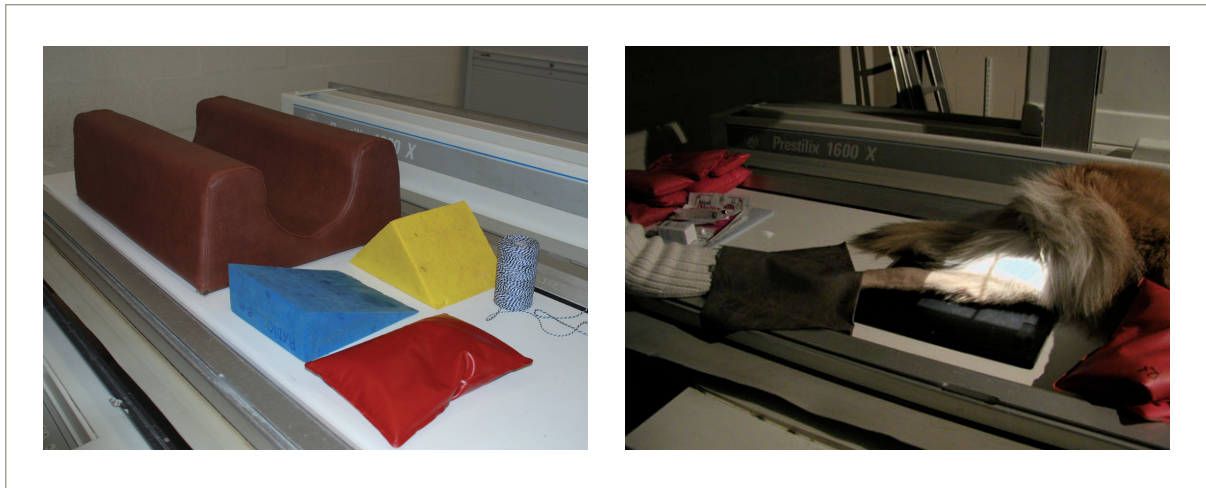
Voor de uitvoering van deze taak kan de dierenarts een beroep doen op een **erkende instelling** (AIB Vinçotte Controlatom of Techni-Test).

De controle van **de röntgenapparaten** aan de hand van een toetsing aan **minimale criteria** wordt uitgevoerd door de deskundigen van deze erkende instellingen. Deze test omvat een kwaliteitscontrole van het röntgenapparaat.

Veiligheidsinstructies die moeten worden gecontroleerd voordat de opname wordt gemaakt

1. De gecontroleerde zone moet worden bepaald in overleg met de erkende instelling.
Er moet een plan van de lokalen worden uitgehangen waarop de gecontroleerde zones zijn aangeduid.
2. Elke radiografische opname moet worden gerechtvaardigd en geoptimaliseerd om onnodige blootstellingen te vermijden.
3. Het materieel en de accessoires moeten gecontroleerd en gebruiksklaar zijn: cassettes, identificatie-etiketten, ontwikkelaars en baden, vastbind- en verdovingsmiddelen.
4. De toegangsdeuren van de gecontroleerde zone moeten worden gesloten vooraleer een opname genomen wordt.
5. Al het beroepshalve blootgestelde personeel dat aanwezig is tijdens de opname dient uitgerust te zijn met een persoonlijke dosimeter gedragen op de borsthoogte, en aangepaste beschermingsmiddelen zoals loodschort, handschoenen en een schildklierbescherming.

6. Alleen strikt noodzakelijke personen mogen in de zaal aanwezig zijn.
7. Zwangere vrouwen of jongeren onder de 18 jaar mogen niet aanwezig zijn.
8. Als de aanwezigheid van de eigenaar van het dier vereist is, dient deze vooraf geïnformeerd te worden over de risico's van ioniserende straling en in te stemmen met de verwachte bijstand. Hij/zij dient eveneens voorzien te zijn van loodschort en zo nodig van loodhandschoenen.
9. Bij gezelschapsdieren worden de opnamen bij voorkeur en indien mogelijk onder sedatie of algemene anesthesie genomen waarbij het positioneren gebeurt met zandzakjes of iets dergelijks. Op die manier worden bewegingsartefacten geminimaliseerd en wordt de blootstellingstijd van personeel en omgeving beperkt.
10. Geen enkel lichaamsdeel mag zich in de primaire stralingsbundel bevinden, zelfs niet indien beschermd met lood. Collimeren (beperken van de stralingsbundel) is dus essentieel.
11. De handen mogen tijdens de blootstelling niet in contact komen met de röntgenbuis.





WELKE ZIJN DE STRALINGSBESCHERMINGSMAATREGELEN VOOR EEN MOBIEL RÖNTGENAPPARAAT ?

De uitbating van mobiele RX-toestellen die buiten een vergunde dierenartsenpraktijk gebruikt worden, is onderworpen aan een speciaal vergunningsstelsel: mobiele installatie op het Belgische grondgebied.

Veiligheid - Stralingsbescherming

Deze toestellen bieden een groter radiologisch risico dan andere toestellen omdat ze in alle richtingen kunnen opgesteld worden en straling kunnen uitzenden. Ook de blootstellingstijd is in vele gevallen langer dan bij vaste toestellen.

Aanbevelingen voor het nemen van radiografieën met mobiele apparatuur

In tegenstelling tot toestellen die in een inrichting worden gebruikt, bestaat er geen beschermbarrière tegen de straling. De operator dient zo ver als redelijkerwijze mogelijk is van de stralingsbron te staan. Zet het toestel op een statief en hou het niet in uw handen.

- Om een correcte uitlijning tussen de stralingsbundel en de beeldontvanger te garanderen, moet een laser- of lichtgeleidingssysteem worden gebruikt.
- Een aanpasbare collimator is noodzakelijk om de stralingsbundel te beperken tot de regio die men in beeld wenst te brengen.
- De cassette moet op een drager worden geplaatst en mag niet met de hand vastgehouden worden.
- High Speed-films en bijhorende schermen kunnen de blootstellingstijd verkorten.
- Een studie van de werkplaats voor de aspecten stralingsbescherming dient te worden uitgevoerd.



Een studie van de werkplaats voor wat betreft de stralingsbescherming bestaat uit :

- Het nagaan of de regels van goede praktijk gekend zijn en aangewend worden
- Het uitvoeren van een risicoanalyse met het oog op het voorkomen van eventuele incidenten en ongevallen
- In de mate van het mogelijke : het aanwenden van preventiemiddelen

Parameters	Aanbevolen	Onaanvaardbaar
Aantal personen	3	< 3
Soort personen	<ul style="list-style-type: none"> • 1 dierenarts • 2 helpers 	<ul style="list-style-type: none"> • Zwangere vrouwen • Jongeren onder de 18 jaar
Plaats	<ul style="list-style-type: none"> • Vrije of overdekte afgebakende ruimte • Bakstenen muur in de richting van de straling • Beperkte lichtsterkte 	<ul style="list-style-type: none"> • Niet-afgebakende zone • Sterke lichtsterkte
Afbakening van de gecontroleerde zone	<ul style="list-style-type: none"> • Veiligheidsperimeter volgens het dosisdebiet (afhankelijk van het aantal opnames, de spanning en de toepassing) te bepalen in overleg de deskundige in fysische controle. • Afbakening • Lichttoestel 	<ul style="list-style-type: none"> • Geen veiligheidsperimeter
Vorbereiding van het dier	<ul style="list-style-type: none"> • Vastgehouden door 1 persoon • Verdoofd 	<ul style="list-style-type: none"> • Onbedwingbaar
Afstand brandpunt-dier en diafragma	<ul style="list-style-type: none"> • 80 cm • diafragmeren 	<ul style="list-style-type: none"> • Geen diafragma
Beschermings-uitrusting	<ul style="list-style-type: none"> • Schort voor de personen die het dier vasthouden • Schort en schildklierbescherming voor de persoon aan de generator • Schort, schildklierbescherming en handschoenen voor de persoon die de voet van het dier op het blok houdt • Cassettehouder met verlengstuk 	<ul style="list-style-type: none"> • Geen schort • Geen handschoenen voor de persoon die de voet van het dier vasthoudt • De cassette in de hand houden
Plaats van de operatoren	<ul style="list-style-type: none"> • zo ver als redelijkerwijze mogelijk is van de stralingsbron • De personen die het paard vasthouden en de cassette houder bedienen, moeten zich ook zo ver als redelijkerwijze mogelijk is van de stralingsbron positioneren 	<ul style="list-style-type: none"> • In de primaire stralenbundel • Operator gebogen over radiografie toestel

Parameters	Aanbevolen	Onaanvaardbaar
Controle en preventie	<ul style="list-style-type: none"> • Persoonlijke dosimeter • Dosimeter met directe aflezing met alarm • Vingerdosimeter voor de persoon die de cassettehouder vasthoudt • Opleiding van de operatoren • Analyse individuele dosimetrie resultaten met het oog op correctieve maatregelen 	<ul style="list-style-type: none"> • Geen dosimetrie
Traceerbaarheid	<ul style="list-style-type: none"> • Registratie en bewaring van de uitgevoerde onderzoeken • Bewaring van de dosimetrische resultaten 	<ul style="list-style-type: none"> • Geen inventarisatie van gemaakte radiografische opnamen • Geen bewaring van dosimetrische resultaten



WAT IS STRALINGSBESCHERMING EN HOE BRENGEN WE ZE IN PRAKTIJK ?

Basisprincipes van de stralingsbescherming

- **Principe van de rechtvaardiging van de handeling: elke blootstelling moet gerechtvaardigd zijn**

De verschillende toepassingen die een blootstelling aan de ioniserende stralingen met zich meebrengen, moeten gerechtvaardigd zijn. Er moet een afweging gebeuren tussen de voor- en de nadelen.

Hoe kan men het principe in de praktijk toepassen ?

Stel kritische vragen. Bijvoorbeeld :

Is de opname nodig ? Zal die de klinische behandeling van het dier wijzigen ?

Wat zijn de alternatieven ? Echografie, ...

Werden er reeds opnamen gemaakt bij een collega ?

Fluoroscopische onderzoeken zijn onderzoeken waarbij hoge dosissen functie van de duur van het onderzoek worden afgegeven (dosisdebieten tot 5mSv/min). Ze mogen in geen enkel geval de radiografie vervangen.

- **Principe van de optimalisering van de bescherming: elke blootstelling moet geoptimaliseerd zijn**

Elke blootstelling moet zo laag als redelijkerwijs mogelijk is worden gehouden, rekening houdend met de sociale en economische factoren (As Low As Reasonably Achievable). Zo dient elke dosis ten gevolge van een medische blootstelling zo laag mogelijk te worden gehouden, zonder aan beeldkwaliteit en diagnostische informatie te moeten inboeten.

Hoe kan men het principe in de praktijk toepassen ?

Stel kritische vragen. Bijvoorbeeld :

Moet deze opname op deze manier uitgevoerd worden ?

Moet elke persoon aanwezig blijven tijdens deze opname ?

Is elke aanwezige persoon voldoende beschermd tijdens de opname ?

Is elke aanwezige persoon bewust van de risico's van de blootstelling ?

Is het toestel juist afgesteld op de beoogde toepassing ?

Een goede opname moet worden verkregen met zo weinig mogelijk blootstelling van de werknemers en het publiek.

- Collectieve en individuele beschermmiddelen : loodschort, loodhandschoenen, loodbril, schildklierbescherming, loodscherm
- Keuze van de technieken
- Invoer van een kwaliteitszorgsysteem (documenten : procedures, procedure-verificatie, procedure-analyse)
- Vorming van het personeel
- Evaluatie van de incidenten/ongevallen, feedback

• Principe van individuele dosislimieten

Dit is van toepassing op verschillende categorieën van personen : professioneel blootgestelde personen, studenten, personen van het publiek, ongeboren kinderen.

De jaarlijkse dosislimieten zijn geen dosiskredieten ; ze moeten worden beschouwd als blootstellingen 'op de grens van het aanvaardbare'.

De dosislimiet voor de effectieve dosis heeft betrekking op het ganse lichaam. Voor bepaalde specifieke organen of weefsels werd daarenboven een equivalente dosislimiet opgelegd.



De belangrijkste Dosislimieten :

Beroepshalve blootgestelde personen (leerlingen en studenten van 18 jaar en ouder inbegrepen)

- Effectieve dosis : 20 mSv per 12 opeenvolgende glijdende maanden
- Equivalente dosis :
 - Individuele organen en weefsels : 500 mSv per 12 opeenvolgende glijdende maanden
 - Huid : 500 mSv per 12 opeenvolgende glijdende maanden (gemiddelde dosis over elke oppervlakte van 1 cm²)
 - Handen, voorarmen, voeten en enkels : 500 mSv per 12 opeenvolgende glijdende maanden
 - Ooglenzen : 150 mSv per 12 opeenvolgende glijdende maanden

Personen van het publiek

- Effectieve dosis : 1 mSv per jaar
- Equivalente dosis :
 - Huid : 50 mSv per jaar (gemiddelde dosis over elke oppervlakte van 1 cm²)
 - Ooglenzen : 15 mSv per jaar

Leerlingen en studenten van 16 tot 18 jaar

- Effectieve dosis : 6 mSv per jaar
- Equivalente dosis :
 - Individuele organen en weefsels : 150 mSv per jaar
 - Huid : 150 mSv per jaar (gemiddelde dosis over elke oppervlakte van 1 cm²)
 - Handen, voorarmen, voeten en enkels : 150 mSv per jaar
 - Ooglenzen : 50 mSv per jaar

Het ongebooren kind : 1 mSv over de duur van de zwangerschap

Hoe in de praktijk toepassen ?

Het respecteren van de reglementaire dosislimieten kan worden verzekerd door :

- Dragen van de geschikte dosimeter (zie verder) en opvolging van de resultaten
- Evalueren van de omgevingsdosis door de technische prestaties van het röntgenapparaat op te volgen (o.m. aan de hand van een toetsing aan de minimale criteria door de erkend deskundige in fysieke controle)

Praktische Stralingsbeschermingsmaatregelen :

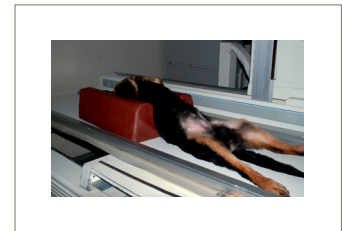
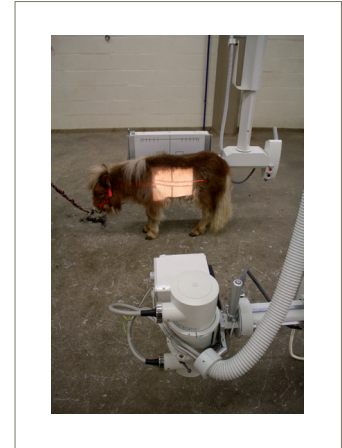
Hoe korter de **blootstellingstijd**, hoe lager de ontvangen stralingsdosis :

Men kan de blootstellingstijd verminderen door :

- Alles terdege voor te bereiden zodat men niet moet herbeginnen
- De dieren te sederen indien onrustig, belichtingsinstellingen optimaliseren (afstemmen op de gebruikte detector) en per dier (afstemmen op de anatomie)
- De opnames te verdelen onder de operatoren teneinde de individuele dosis te beperken

Hoe groter de afstand tot de stralingsbron, hoe lager de ontvangen stralingsdosis. Deze laatste vermindert omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand tot de bron. Men kan de afstand vergroten door :

- De handen uit de primaire bundel te houden
- De armen te strekken zodat het lichaam verder van de primaire stralingsbundel verwijderd is
- De cassettehouder en de cassettehouderstok gebruiken
- Het dier te verdoven zodat men afstand kan nemen





Hoe dikker de afscherming tussen operator en bron, hoe lager de ontvangen stralingsdosis :

- Draag een loodschort
- Draag loden handschoenen
- Draag een beschermbril
- Draag een schildklierbescherming
- Plaats loodschermen
- Geef de voorkeur aan verticale straling indien mogelijk

Belangrijke opmerking : Zelfs als men handschoenen draagt, moet men nog de handen uit de buurt van de primaire stralingsbundel houden.



WAT TE DOEN IN GEVAL VAN ZWANGERSCHAP ?

Het ongeboren kind is bijzonder gevoelig voor de effecten van de ioniserende stralingen. De grootste risico's zijn aangeboren afwijkingen, miskramen, aantasting van de hersenfuncties en het optreden van kanker op latere leeftijd.

Het publiek

De dierenarts moet nagaan of de eigenares van het dier zwanger is (of kan zijn).

De dosis die door het ongeboren kind kan worden opgelopen moet zo laag zijn als redelijkerwijs mogelijk is en in ieder geval kleiner zijn dan 1 mSv tijdens de hele duur van de zwangerschap. Dit wil zeggen dat het stralingsrisico voor de zwangere vrouw nihil moet zijn.

Operator bij de dierenarts, helpers

Volgende op de bekendmaking van de zwangerschap dienen alle nodige maatregelen te worden getroffen om het ongeboren kind tegen blootstelling te beschermen. De bescherming van het ongeboren kind mag in geen geval minder zijn dan deze van de personen van het publiek.

Indien de dierenarts een beroepshalve blootgestelde persoon is en werknemer, dient de erkende arbeidsgeneesheer de nodige maatregelen te nemen om te garanderen dat de dosis voor het ongeboren kind zo laag mogelijk wordt gehouden. Indien de dierenarts zelfstandige is, dient zij zelf deze verantwoordelijkheid op te nemen om haar kind te beschermen.

Een eventuele dosimetrische opvolging gebeurt op kosten van de exploitant van de inrichting. Het medisch toezicht door een erkende arbeidsgeneesheer is verplicht voor werknemers, maar ook voor zelfstandigen wordt aanbevolen in een dergelijk medisch toezicht te voorzien.

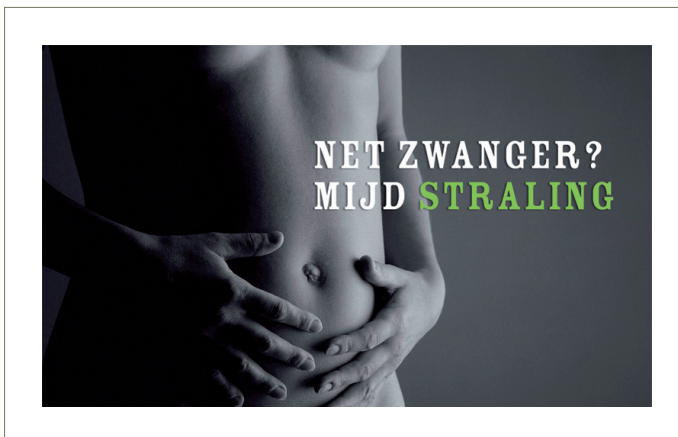
Vorzorgsmaatregelen

- Dragen van de dosimeter en dosisopvolging is noodzakelijk om blootstelling van de foetus te monitoren minstens van bij de bekendmaking van de zwangerschap.
- Als de helft van de dosislimiet (0.5 mSv) is bereikt moet de zwangere persoon uit de buurt van de gecontroleerde zone blijven, dit in overleg met de erkende arbeidsgeneesheer.
- De zwangere dient achter een beschermingspaneel plaats te nemen tijdens de opname, of indien dit onmogelijk is, een loodschort en de nodige beschermingsmiddelen te dragen.
- De risico's qua dosis dienen te worden geëvalueerd voor de gebruikte toepassingen.
- Opgepast voor horizontale bundels.

Borstvoedingsperiode

Gebruik van röntgenapparaten heeft geen invloed op borstvoeding.

Echter, bij het gebruik van radionucliden in de diergeneeskunde moet er toch op gewezen worden dat het risico tijdens de borstvoedingsperiode hoog is door mogelijke radioactieve besmetting. Dit kan ernstige gevolgen hebben voor het kind.





HOE KIES IK MIJN DOSIMETER ?

Elke persoon die het risico loopt om de dosislimiet voor het publiek te overschrijden, wordt als beroepshalve blootgesteld beschouwd en is onderworpen aan de dosimetrische opvolging.

De exploitant van een inrichting waar ioniserende stralingen worden gebruikt, dient op zijn kosten de dosimetrische opvolging te organiseren, niet alleen voor de bezoldigde werknemers, maar ook voor de zelfstandigen. Ook indien men als zelfstandige een eigen praktijk uitbaat, en men als beroepshalve blootgestelde wordt beschouwd door de dienst voor fysieke controle, is de dosimetrische opvolging verplicht.

De dosimeters dienen te worden bekomen en uitgelezen door een daartoe door het FANC erkende dosimetrische dienst.

Er bestaan verschillende soorten dosimeters :

Borstdosimeter (bijvoorbeeld OSL of TLD)

Dosimeter met directe aflezing

Vingerdosimeter

Omgevingsdosimeter



- De borstdosimeter laat toe te verifiëren dat de dosislimiet voor beroepshalve blootgestelde personen gerespecteerd wordt (20 mSv/12 glijdende maanden).
- De dosimeter met directe aflezing zorgt ervoor dat, tijdens een onderzoek waarbij de operator een hoge dosis kan ontvangen, bijvoorbeeld fluoroscopie, de dosis of het dosisdebiet geen onaanvaardbare limiet overschrijdt. De frequentie van deze onderzoeken en hun gemiddelde duur zullen bepalend zijn voor de toegelaten dosisdebieten/niveau
- De vingerdosimeter zorgt ervoor dat de handen geen hogere dosis ontvangen dan 500mSv/12 glijdende maanden).
- De omgevingsdosimeter is een dosimeter die in de radiografie ruimte wordt geplaatst en aldus een globale dosis evaluatie verstrekt



HOE KAN IK DE BEELDKWALITEIT VERBETEREN ?

Radiologische installatie

RX-buis + beelddetector

RX-buis + rooster + beelddetector

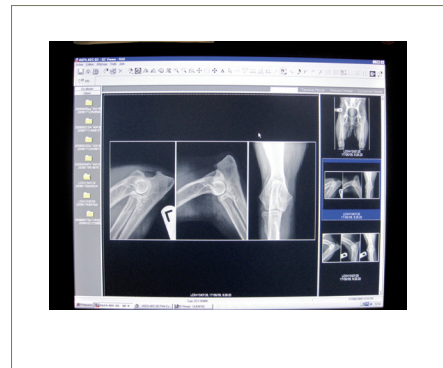
RX-buis + rooster + beelddetector + meetcel

Optimale beeldkwaliteit is noodzakelijk om het aantal opnames te beperken en om onnodige opnames te vermijden.

De technische factoren zijn belangrijk voor de kwaliteit van de opname en dienen aldus nauwlettend ingesteld worden.

De kilovolts (kV), milliampères (mAs) en milliseconden dragen bij tot de zwarting van de film.

De mA-waarden geven de hoeveelheid X-stralen aan, de kV-waarden de energie ervan. Deze is verantwoordelijk voor de penetratie door het object en het contrast.



Factoren die de kwaliteit van een radiografisch beeld beïnvloeden

1. Ruis (kwaliteit van de radiografische installatie)
2. Zwarting en lichtsterkte
3. Contrast
4. Scherpheid

Vastgestelde fout	Oorzaak	Corrigerende maatregel	Geassocieerde corrigerende maatregel
Sluier/strooistraling	Terugkerende fout op alle radiografieën: fout door lichtinval op de film	- controleer lichtinval in donkere kamer - controleer lichtinval in de cassette	Periodieke kwaliteitscontrole van de hele radiologische keten (min. 1 keer per jaar)
Bruinverkleuring film	Probleem bij de ontwikkeling van de film	Periodiek de kwaliteit van de baden (vervaldatum) en de ontwikkelingstemperatuur controleren	
Zwarting en belichting	<ul style="list-style-type: none"> • Onjuiste belichting (kV, mAs) • Fouten bij de ontwikkeling van de film 	<ul style="list-style-type: none"> • Vooraf instellingen aanpassen aan gebruikte apparatuur en de te onderzoeken lichaamsdelen. • Individuele aanpassingen zo nodig (afhankelijk omvang dier, object). Best een lijst opmaken op basis van de dikte van objecten en daarbij horende belichtingsfactoren: zie verder • Ontwikkelbaden controleren op samenstelling en temperatuur 	
Te lichte opname	<ul style="list-style-type: none"> • Onderbelicht • Onderontwikkeld 		
Onderontwikkelde opname	Het achtergrondzwart zal bij onderontwikkelde opnamen grijsig zijn	De aanbevelingen van de fabrikant volgen voor de aard van de baden, de ontwikkelingstemperatuur en de ontwikkelingstijd	
Te grijze opname - onderbelicht	Weinig contrast met voldoende zwarting van de achtergrond	De mA-waarden verhogen met factor 2 of kV verhoging met 5 tot 10 kVp	
Te compenseren weefseldikte	Onvoldoende penetratie	Verhoging van de kVp met 3% in het gebied van de 45kVp (per cm zacht weefsel) Verhoging van de kVp met 5% in het gebied van de 60kVp (per cm zacht weefsel)	
Te zwarte opname - overbelicht	Te hoge dosis	Vermindering van de mA-waarde met factor 2	Constante kVp
	Te penetrante straling	Vermindering van de kVp met 3% in het gebied van de 45kVp (per cm zacht weefsel) Vermindering van de kVp met 5% in het gebied van de 60kVp (per cm zacht weefsel) Vermindering van de kVp met 6% in het gebied van de 120kVp (per cm zacht weefsel)	Constante mA Constante mA Constante mA
Contrast			
Zwartingsverschil tussen twee zones van de film	<ul style="list-style-type: none"> • Intrinsiek contrast (energie van de RX) • Hoeveelheid verspreide straling • Film en zijn ontwikkeling 		

Contrastloze radiografieën	Te weinig penetratie en teveel verstrooiing van de X-stralen: dik subject	compressie diafragmenteren Gebruik van het stroostralen rooster	Gebruik van een rooster -> verhoging met 5 tot 10 kVp
	Probleem bij de ontwikkeling van de film	Een film kiezen met meer contrast - De aanbevelingen van de fabrikant volgen voor de aard van de baden, de ontwikkelingstemperatuur en de ontwikkelingstijd	
Onvoldoende contrast in een thoraxopname		Verhoging van de kVp	Het mA-product niet verhogen Tijd niet verhogen: bewegingsonscherpte
Scherpte	<ul style="list-style-type: none"> • Bewegingsonscherpte • Grootte van het brandpunt/focus • Scherm-filmcombinatie 	De 3 factoren van onscherpte corrigeren door prioriteit te geven aan de dominante onscherpte	
Bewegingsonscherpte	<ul style="list-style-type: none"> • Het dier heeft bewogen • te hoog ademhalingsritme 	Sedatie/anesthesie De blootstellingstijd verminderen	Verhoging van de mA, constante kVp
Grootte van het brandpunt/focus	<ul style="list-style-type: none"> • Ontscherpe afijning ten gevolge van groot brandpunt • Focus uitgesleten door ouderdom of workload röntgenapparatuur 	Klein brandpunt/focus kiezen Interventie technieker	
Schermfilmcombinatie	<p>Schermwaas: <i>Fijn scherm:</i> het licht dat de film bereikt, is beperkt maar het beeld is scherp. Hoge resolutie maar ook hogere belichting nodig <i>Snel scherm:</i> veel korrel, goede lichtabsorptie maar verspreidingswaas <i>Zeldzame aardfosfaten scherm:</i> Geeft met eenzelfde snelheid een scherper beeld</p>	<p>Schermfilmcombinaties volgens de toepassingen: <i>Voor de extremiteiten:</i> Fijn scherm – maximale scherpte <i>Voor de opname van het spijsverteringsstelsel:</i> Gebruik een zo snel mogelijke scherm-filmcombinatie om de dosis te verlagen – gemiddelde scherpte <i>Voor de thoraxopnames/grote gezelschapsdieren:</i> Contrastprobleem op te lossen met zeldzame aard -schermen</p>	

Aandachtspunten in de digitale radiologie

- Gebruik contrast- brightness (window-level) en andere softwaretools om uw beeld bij te regelen
- Neem altijd plaats loodrecht achter uw monitor
- Beperk het omgevingslicht bij het uitlezen van radiologische beelden
- Gebruik een beeldscherm met hoogwaardige resolutie
- Vermijd artefacten en ruis door regelmatig uw fosforplaten te vernieuwen



WELKE STRALINGSBESCHERMINGSPRINCIPES MOETEN WORDEN TOEGEPAST BIJ FLUOROSCOPIE ?

Onder de parameters die de radioscopie beïnvloeden, naast de reeds bekende parameters

- Stralingsenergie (kV en mA)
- Filtratie

ook bijzondere aandacht worden besteed aan de volgende, vetgedrukte, parameters :

- **Collimatie**
- **Afstand brandpunt/subject**
- **Afstand subject/beeldreceptor**
- **Vergroting**
- **Rooster**
- **Blootstellingsduur**

Deze parameters beïnvloeden rechtstreeks de stroostraling en de dosis van de operator.

Het is belangrijk om :

- De grootte van de velden te beperken en te diafragmeren
- De scopie automatisch te regelen
- De blootstellingsduur te verminderen (pulsscopie, registratie van de scopietijd, aantal opnames)
- Afstand brandpunt/huid : hoe groter de afstand hoe lager de huiddosis van het dier, maar verhoging van blootstellingstijd -> optimalisatie
- Afstand subject/beeldreceptor : de beeldreceptor zo dicht mogelijk bij het dier te brengen voor een optimale beelddetectie maar stroostraling -> optimalisatie
- De röntgenbuis onder de tafel te positioneren ipv boven de tafel (indien mogelijk)



DEFINITIES EN AFKORTINGEN :

ALARA:	acroniem van « As Low As Reasonably Achievable », principe van voorzorgsmaatregelen
ARBIS:	Algemeen Reglement op Bescherming tegen Ioniserende Stralingen (Koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen)
Beroepshalve blootgestelde persoon:	personen die, hetzij als zelfstandige, hetzij in dienstverband, werkzaam zijn en die gedurende het werk, ten gevolge van de in het ARBIS vermelde handelingen een blootstelling ondergaan die kan leiden tot doses die hoger zijn dan een van de dosislimieten vastgesteld voor de personen van het publiek (1 mSv per jaar), of die een blootstelling ondergaan gedurende beroepsactiviteiten die vergund zijn overeenkomstig de bepalingen van het ARBIS. In de praktijk wordt dit bepaald door de erkende dienst voor fysieke controle, in samenspraak met de erkende arbeidsgeneesheer
Dosimeter TLD:	Thermoluminescentie dosimeter, dosimeter waarvan werkingsprincipe is gebaseerd op de lezing van lichtemissie door het verwarmen van de dosimeter
Dosimeter OSL:	Optically stimulated luminescence , dosimeter waarvan werkingsprincipe is gebaseerd op de lezing van lichtemissie door het verlichten van de dosimeter met LASER flash
Effectieve dosis:	de som van de gewogen equivalente doses in alle lichaamsweefsels en organen ten gevolge van inwendige en uitwendige bestraling
Equivalente dosis:	de geabsorbeerde dosis in een weefsel of orgaan, gewogen voor de soort en de kwaliteit van de straling
FANC:	Federaal Agentschap voor nucleaire Controle
HD-Cassette:	cassette met versterkende schermen "High Definition"
High-speed film:	Hoge snelheid film: de aard van de emulsie film maakt de film gevoeliger en zorgt voor een kortere duur van bestraling
Geabsorbeerde dosis:	de geabsorbeerde energie per massa-eenheid
IRSN:	Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (Frankrijk)
kV:	kilovolt
kVp:	kilovolt peak
mA:	milli ampere
mAs:	product milliampere en seconde, ladingsparameters
minimale criteria:	Besluit van 29 juli 2009 houdende de minimumcriteria waaraan röntgenapparatuur voor diagnostisch gebruik in de diergeneeskunde dient te voldoen (Belgisch Staatsblad 1 september 2009, eveneens beschikbaar via http://www.jurion.fanc.fgov.be)
(m)Sv:	(milli)Sievert: de eenheid van de equivalente dosis en de effectieve dosis. Voor röntgenstraling van om het even welke energie komt één Sievert overeen met één Joule per kilogram.
SFRP:	Société Française de Radioprotection
12 opeenvolgende glijdende maanden:	een periode van 12 opeenvolgende maanden niet gerelateerd aan een kalenderjaar