

Eindtermen voor de opleiding Stralingsbeschermingsdeskundige Basis

Patricia Bekhuis (TUD/RID/NCSV/Utrecht)
Jacqueline Bustraan (LUMC, onderwijskundige)
Simon van Dullemen (LUMC, voorzitter)
Heleen van Elsäcker-Degenaar (NRG)
Marcel Greuter (UMCG)
Jos Kop (UMCM/UM/CRISP)
Martina Kunze-Busch (SMPE/e/TUE/UMCN)
Rimke Lammerink-Terpstra (Boerhaave Nascholing, accountmanager)
Wout Moerman (RUN/UMCN)
Paul van Rooijen (AIB-Vinçotte Nederland)
Hans Struik (NAM/Shell)
Robbert Vermeer (NVS)
Jeroen Welbergen (NVS, Covra)

Voorwoord

De overheid en het Adviescollege Stralingsbescherming (voorheen College van Deskundigen) hebben gezamenlijk aan de Nederlandse Vereniging voor Stralingshygiëne (NVS) en het College van Opleiders (CvO) verzocht een projectgroep te formeren om nieuwe eindtermen voor de opleiding “Stralingsbeschermingsdeskundige Basis” (voorheen stralingsbescherming deskundigheidsniveau 3) op te stellen. Een qua werkgebieden breed samengestelde NVS/CvO-projectgroep heeft in vijf bijeenkomsten te Utrecht in een periode van enkele maanden haar opdracht afgerond.

Uiteraard zijn eerdere publicaties over gewenste vernieuwingen ten aanzien van eindtermen voor deze opleiding in de projectgroep besproken en verwerkt in het voorliggende document (NVS¹, Ministerie van SZW², Gezondheidsraad³). Er is opnieuw vastgesteld, dat de huidige niveau-3-opleidingen in Nederland relatief weinig overbodige leerstof aanbieden.

Op een prettige, open en integere wijze zijn gedurende de projectgroeptbijeenkomsten stevige discussies gevoerd, waaruit blijkt dat het werkveld duidelijke betrokkenheid heeft bij de opleidingen. Dat is naast de enthousiaste deelname af te meten aan de belangeloze inzet – deels ten koste van eigen tijd – waarvoor aan de projectleden veel dank is verschuldigd.

Simon van Dullemen, projectvoorzitter
Leiden/Utrecht, 5 april 2012

¹ Aanbevelingen van het bestuur van de NVS aan de overheid over de opleiding in de stralingshygiëne (n.a.v. gehouden workshop “evaluatie niveau-3-cursussen”, 14 juni 1996), bijlage bij brief NVS-7609.

² Eindrapport van het in opdracht van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) uitgevoerde onderzoek naar nodige vernieuwing van de eindtermen van de opleidingen voor stralingsdeskundigen (SZW kenmerk A&G-nr.225004. J.C. Abrahamse en J.A.M.M. Kops, KOAD, 13 januari 2003. Inclusief Bijlage B, n.a.v. de workshop “Eindtermen” van 11 november 2002 als vervolg op een enquête over de eindtermen van de opleidingen tot stralingsdeskundige.

³ Gezondheidsraad. Opleiden van deskundigen op het gebied van stralingsbescherming. Den Haag: Gezondheidsraad, 2008; publicatienr. 2008/06. ISBN 978-90-5549-709-6

Overwegingen en toelichting

De opgestelde eindtermen zijn primair bedoeld voor de taken van de coördinerend toezichthoudend deskundige, aangeduid met de door de Gezondheidsraad voorgestelde term **Stralingsbeschermingsdeskundige Basis** (in dit document verder meestal aangeduid met de term “deskundige”). Het vakgebied stralingsbescherming is inhoudelijk multidisciplinair en omvat nogal uiteenlopende kennisgebieden zoals stralingsfysica, radiobiologie, dosimetrie van inwendige besmetting, medische en industriële toepassingen van ioniserende straling en wet- en regelgeving. Stralingsbeschermingsdeskundigen zijn soms “solitair” werkzaam, waarbij op basis van het overzicht over alle stralingsrisico’s in de organisatie waarop toezicht wordt uitgeoefend soms snel een beslissing moet worden genomen. Daarnaast zijn er soms geen directe collega’s met dezelfde inhoudelijke en zeer specifieke expertise. Behalve dat zijn expertisegebied breed is, vervult de deskundige ook verschillende rollen in een organisatie:

- Adviseur/vraagbaak
- Auditor/toezichthouder
- Voorlichter/instructeur
- Risico-evaluator
- Implementator

Naast de bij bovenstaande rollen behorende vaardigheden vraagt dit ook organisatiesensitiviteit, gevoel voor interne en maatschappelijke verhoudingen en is kennis van risicoperceptie gewenst. Stralingsbeschermingsdeskundigen Basis zijn in Nederland de unieke experts bij uitstek als het gaat om het adequaat meten van activiteit, stralingsniveaus, (huid)besmettingen, enzovoort en het interpreteren van die metingen, het maken van een dosisschatting en het plaatsen van deze dosisschatting in de context van normen en limieten, (potentiële) gezondheidsschade en te nemen maatregelen. Zij kunnen dosis- en afschermingberekeningen uitvoeren, voor inwendige dosimetrie ook buiten tabellenboeken om vanuit fysische basisgegevens of via gemeten lichaamsactiviteit of activiteit in excreta. Dat vereist een hoge mate van actuele, parate kennis en inzicht (*knowledge*) van zowel vakinhoudelijke aspecten (de *basic hard core physics*) als van organisatorische, procedurele en administratieve zaken (aangeduid met het acronym *OPA-aspecten*), vaardigheden om de deskundigheid op adequate wijze in de organisatie in te kunnen zetten en zaken te kunnen implementeren (*skills*), inzicht en professionele deskundigheid (*attitude*). De vooropleiding van een cursusdeelnemer zal doorgaans (maar niet uitsluitend) op hbo of academisch niveau zijn met een exact profiel (natuur en gezondheid of natuur en techniek) vanuit het voortgezet onderwijs. Competenties kunnen worden gedefinieerd als het vermogen van iemand om een geïntegreerd geheel van kennis, vaardigheden, attitudes en persoonskenmerken adequaat toe te passen in een bepaalde taaksituatie. Bij het formuleren van competenties gaat het erom in beeld te krijgen wat iemands taken zijn, in welke context iemand dat moet

kunnen doen en de kwaliteit waarmee iemand dat moet kunnen doen. Een competente beroepsbeoefenaar is iemand die in een bepaalde context, bepaalde taken kan verrichten met bepaalde kwaliteiten. Kijkend naar de context waarin de stralingsbeschermingsdeskundige werkzaam is, kan onderscheid worden gemaakt tussen drie belangrijke beroepssituaties.

1. De stralingsbeschermingsdeskundige geeft op overtuigende wijze inhoudelijk adequate adviezen van preventieve aard aan een organisatie, houdt toezicht en handhaaft de relevante wet- en regelgeving (inclusief verleende Kernenergiewetvergunning) op het gebied van de ioniserende straling.
2. De stralingsbeschermingsdeskundige handelt een (dreigend) incident of ongewenste gebeurtenis adequaat af.
3. De stralingsbeschermingsdeskundige werkt actief aan de eigen deskundigheidsbevordering en aan die van anderen met name binnen de eigen organisatie.

De eindtermen zijn daarom gegroepeerd in de drie clusters: ***Preventie (proactief)***, ***Crisisbeheersing (reactief)*** en ***Professionalisering en voorlichting***, naar de verschillende taken van een deskundige, zoals adviseren, voorlichting geven, prospectieve risicoanalyses opstellen/beoordelen, toezicht houden (audits), monitoring en meten, incidentafhandeling, werkprotocollen maken en beoordelen, indeling blootgestelde werkers maken, Kernenergiewet-vergunningszaken en -dossier beheeren, enz. De projectgroep realiseert zich, dat behalve bovengenoemde primaire doelgroep ook andere professionele belangstellenden aan de huidige niveau-3-opleidingen deelnemen. Vanuit praktisch en financieel oogpunt is dat toe te juichen; de opleidingsmarkt in Nederland is te klein voor al te veel diversificatie en versnippering. Dat kan ertoe leiden, dat opleidingsinstituten cursusprogramma's aanbieden die meer dan de beschreven minimumeindtermen omvatten. Daarnaast is geconstateerd, dat voor twee specifieke beroepsgroepen: klinisch-fysici en nucleair-geneeskundigen – die als onderdeel van de beroepsopleiding een stralingsbeschermingsdiploma moeten behalen – enkele aanvullende beroepsspecifieke eindtermen bovenop die van de opleiding Stralingsbeschermingsdeskundige Basis gewenst zijn. In bijlagen 2 en 3 is een indicatie gegeven van deze aanvullende eindtermen. Naar Europees voorbeeld en Nederlandse ervaringen kan de cursusomvang indicatief op circa 20 dagen worden aanbevolen. Deze nominale opleidingsduur kan per opleidingsinstituut variëren al naar gelang de didactische invulling (dagindeling, contacturen versus zelfstudie, contacturen versus e-learning/b-learning, het inzetten van weblectures, enz.), het ingangsniveau van de deelnemers (voor cursus) en de aangeboden uitbreidingen bovenop het minimaal vereiste pakket. Van de aanbevolen cursusduur beslaat het stralingspracticum 3-4 dagen en worden de professionele attitudes met een duur van circa twee dagen ingevuld.

Eindtermen

Kerncompetentie 1

De stralingsbeschermingsdeskundige geeft op overtuigende wijze inhoudelijk adequate adviezen van preventieve aard aan een organisatie, houdt toezicht en handhaaft de relevante wet- en regelgeving (inclusief verleende Kernenergiewetvergunning) op het gebied van de ioniserende straling.

Nadere typering van de context

Dit preventieve werk wordt achter het bureau en in reguliere overlegsituaties uitgevoerd, in een bestaande organisatie met bestaande werkwijzen, cultuur en perceptie van het belang van stralings-issues. Voor deskundigen is dit doorgaans het hoofdbestanddeel van de werkzaamheden. Belangrijk aspect hierbij is het blijvend doorlopen van een kwaliteitscyclus.

In deze context gaat het erom dat de deskundige⁴:

1. een adequate risico-inventarisatie en evaluatie (RI&E) maakt, gerelateerd aan het ondernemingsdoel met inachtneming van de werknemersbelangen; zich bewust is van het spanningsveld tussen verschillende (deel)belangen en dat in de praktijk soepel en flexibel hanteert zonder het te behalen doel (een veilige werkplek) uit het oog te verliezen;
2. adequate werkplannen en procedures opstelt, evalueert en verbetert; daarbij rekening houdt met de organisatiespecifieke kenmerken/risico's/toepassingsmogelijkheden/aanwezige deskundigheden en daarbij het principe van een Plan-Do-Check-Act-cyclus hanteert;
3. adviezen (zowel gevraagd als ongevraagd) geeft voor beleid gericht op risicobeperking en praktische implicaties daarvan voor medewerkers, bezoekers van de organisatie en de leefomgeving en dit beleid adequaat en overtuigend uitdraagt en implementeert in de organisatie;
4. het spanningsveld tussen het toepassen van het ALARA-principe en de daarmee gepaard gaande kosten hanteert;
5. zijn positie in de organisatie en naar buiten toe goed inschat (organisatiesensitiviteit) en daardoor proportioneel en in een bestuurlijke context handelt;
6. op basis van kennis van verschillende detectiemethoden adequaat adviseert en oordeelt over inzet/toepassing van bepaalde werkwijzen bij bekende en (soms) onbekende stralingsbronnen;

⁴ In de beschrijving van de eindtermen is voor de mannelijke persoonsvorm gekozen ter vermindering van telkens hij/zij.

7. bij nieuw- en verbouw adviseert over de gewenste bouwkundige voorzieningen met betrekking tot stralingsveiligheid;
8. betrouwbaar en reproduceerbaar het stralingsniveau, een oppervlaktebesmetting, de activiteit (bijvoorbeeld in excreta) en het dosis(tempo) meet (meettechniek, meetstatistiek);
9. reguliere kwaliteitsmonitoringsystemen opzet en audits houdt;
10. geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen adviseert voor de te onderscheiden werkzaamheden/handelingen (wijze van blootstelling) en situaties (bijvoorbeeld een zwangere blootgestelde werker);
11. aan blootgestelde werkers de meest geschikte vorm van persoonsdosimetrie toekent;
12. verkregen meetgegevens interpreteert en duidt in het kader van normen en limieten;
13. met radiometrische grootheden rekent;
14. correcte afschermingsberekeningen uitvoert, blootstellingspaden en afgeleide operationele limieten bepaalt en de effectieve (volg)dosis door uitwendige bestraling en inwendige besmettingen berekent (via vuistregels, ICRP-modellen en metingen).

Daarvoor is het nodig dat de deskundige:

15. (voor)kennis heeft van de wiskunde, fysica en scheikunde op het examenniveau van het voortgezet onderwijs;
16. over een toolbox aan basisvaardigheden beschikt om vakliteratuur te kunnen lezen en toe te kunnen passen (wiskunde: integreren/differentiëren, statistiek, rekenvaardigheden, werken met Excel etc.);
17. kennis heeft van de drie hoofdprincipes van de stralingsbescherming (rechtvaardiging, ALARA, limieten);
18. kennis heeft van de basisanatomie en fysiologie van de mens;
19. voor alle toegepaste stralingstypen afschermingsberekeningen maakt;
20. de verleende Kernenergiewetvergunning interpreteert en weet wanneer deze gewijzigd moet worden;
21. de terreingrensdosis berekent – mede via de daartoe gepubliceerde modellen – en daarnaast de medewerkers- en bezoekersdoses binnen de terreingrens;
22. kennis heeft van actuele en relevante wet- en regelgeving inclusief in de praktijk voorkomende tegenstrijdigheden hierin en de hieromtrent benodigde administratie adequaat uitvoert;
23. kennis heeft van beveiliging van stralingsbronnen;
24. een ontvankelijke vergunningsaanvraag of -wijziging opstelt;
25. alle dosis- en aanverwante begrippen kent die in de regelgeving worden genoemd en er mee werkt;
26. de eisen kent die aan een Kernenergiewetdossier worden gesteld en deze toepast voor de eigen organisatie;

27. de regels kent en toepast die gelden per onderdeel van de levenscyclus/logistieke beheersketen van radioactieve stoffen en bronnen/toestellen;
28. een indeling in speciale, bewaakte en gecontroleerde zones maakt, inclusief beschrijving van vereiste bouwkundige voorzieningen en toegangsprocedures;
29. bekend is met transportregelgeving (ADR) met betrekking tot radioactieve stoffen, vaststelt of aan de eisen van ADR klasse 7 moet worden voldaan, etiketten (her)kent, een transportindex-bepaling uitvoert en een vervoersdocument correct invult;
30. de actuele ICRP-modellen voor inwendige-besmettingsberekeningen kent en er mee rekent en voor nucliden waarvoor geen dosisconversiecoëfficiënten beschikbaar zijn vanuit fysische basisgegevens tot een effectieve-volgdosis-schatting komt;
31. het ALARA-beginsel toepast op handelingen en werkzaamheden van uiteenlopende complexiteit;
32. op de hoogte is van de ecologische aspecten van ioniserende straling (gezondheidseffecten op planten, dieren en ecosystemen);
33. bekend is met de nuclidenkaart (of analoog) en de daarop vermelde gegevens in berekeningen kan toepassen;
34. voldoende kennis en inzicht heeft in de radiobiologie om risicoschattingen te maken en daarop gebaseerde adviezen te geven aan (onder andere zwangere) blootgestelden;
35. effectieve, doelgroepgerichte (werk)instructie en voorlichting geeft, zowel individueel als in groepen;
36. kennis heeft van de fysische en radiobiologische eigenschappen van alfastraling, bètastraling, positronen, fotonen, neutronen, protonen en ioniserende straling producerende toestellen (met name röntgenapparatuur) en bronnen;
37. secundaire effecten kent bij hoogenergetische straling (remstraling; (γ, n) -reacties);
38. brede algemene kennis heeft van de achtergrondstraling (aard, type, oorsprong, dosisbelasting per pad).

Kerncompetentie 2

De stralingsbeschermingsdeskundige handelt een (dreigend) incident of ongewenste gebeurtenis adequaat af.

Nadere typering van de context

Adequate preventie en voorzorgsmaatregelen sluiten niet uit dat op zeker moment een incident, waarbij stralingsrisico's een rol spelen, dreigt of zich daadwerkelijk

voltrekt. In een dergelijke situatie wordt van de deskundige verwacht dat deze de regie op zich neemt.

In deze context gaat het erom dat de deskundige:

39. bij een (dreigend) incident, onder druk en op locatie de urgentie/risicogrootte adequaat inschat;
40. (verdere) contaminatie van de omgeving voorkomt door het toepassen van de juiste maatregelen;
41. de daarbij passende maatregelen, detectie- en meetmethoden kiest, initieert en/of toepast of laat toepassen en de daaruit voortkomende meetresultaten interpreteert;
42. een decontaminatieplan opstelt en laat uitvoeren;
43. de verantwoordelijkheid die bij zijn rol past actief op zich neemt;
44. een ontstane afwijkende situatie zo nodig binnen een dag terug brengt naar de normale werkbare situatie (tenzij fysisch onmogelijk);
45. binnen een uur een eerste dosisschatting geeft aan de hand van meetwaarden en gegevens zoals vermeld in het Handboek Radionucliden (of vergelijkbaar);
46. ervoor zorgt dat in overleg met de leiding van de organisatie adequate regie en samenwerking met andere deskundigen en disciplines plaatsvindt (bijvoorbeeld met de afdeling Communicatie/Voorlichting), inclusief melding aan de Inspectie conform een vergunningsvoorschrift;
47. het incident evalueert en de uitkomsten naar beleid en interne procedures vertaalt.

Daarvoor is het nodig dat de deskundige:

48. de situatie snel overziet omdat hij bekend is met de bronnen en de locatie, vanwege reguliere contacten, verrichte audits en bekendheid met de werkzaamheden/handelingen;
49. praktische vuistregels kent en deze vlot toepast;
50. kennis heeft van (uitwendige) decontaminatiemethoden voor mens en ruimtes;
51. inschat wanneer de situatie acute medische hulp vereist als gevolg van stralingsincidenten;
52. blootgestelde personen (of zij die denken te zijn blootgesteld) op onderbouwde wijze geruststelt en het gevoel van veiligheid op de werkvloer terugbrengt.

Kerncompetentie 3

De stralingsbeschermingsdeskundige werkt actief aan de eigen deskundigheidsbevordering en aan die van anderen met name binnen de eigen organisatie.

Nadere typering van de context

Kennis veroudert soms snel, zoals met betrekking tot regelgeving en werkmethoden/toepassingen en moet daarom continu worden bijgehouden en uitgebreid. Dit geldt niet alleen voor de deskundige zelf, maar ook voor de werkers die in de organisatie onder zijn toezicht staan. De deskundige heeft wettelijke taken (Besluit stralingsbescherming) met betrekking tot de voorlichting aan en instructie van (blootgestelde) werkers (al dan niet zwanger). Vaak zal de deskundige in stralingshygiënecommissies participeren, betrokken zijn bij rampenoefeningen en verder overheidsinspecties en visitaties voorbereiden en begeleiden.

In deze context gaat het erom dat de deskundige:

53. met alle betrokkenen (van laag tot hoog in de organisatie) effectief communiceert over stralingsrisico's, werkwijzen, enz.;
54. het vakgebied stralingsbescherming in brede zin overziet en daarin een bepaalde diepgang verwerft – rekening houdend met voor de organisatie belangrijke kennis – zodat de deskundige daadwerkelijk als deskundig wordt gezien en daar overtuigende en onderbouwde presentaties, advies, voorlichting over kan geven;
55. stralingsrisico's in een maatschappelijke context plaatst, zowel binnen als buiten de organisatie, bijvoorbeeld dat hij ioniserende-stralingsrisico's in verhouding tot de risico's van niet-ioniserende straling beschrijft;
56. de relatie tussen de stralingsrisico's en die van andere agentia en risico's op de werkvloer vergelijkt met het (arbo)risicobeleid en daarbij rekening houdt met verschillen in risicoperceptie;
57. leesbare werkprotocollen opstelt/beoordeelt;
58. reflecteert op zijn eigen normen en waarden, integriteit en ethiek;
59. zich open stelt voor intervisie en kritiek;
60. reflecteert op zijn eigen risicoperceptie ten aanzien van stralingsblootstelling;
61. de grens van zijn expertise onderkent en zichzelf bijschoolt.

Daarvoor is het nodig dat de deskundige:

62. aan het systeem van stralingsbescherming praktische invulling geeft binnen zijn organisatie;

63. in voldoende mate de weg kent op internet en in de literatuur om de eigen kennis up to date te houden en bekend is met het systeem van nascholing in Nederland (via de MR Registratie van deskundigen);
64. globaal bekend is met de eigenschappen en risico's van niet-ioniserende straling;
65. globaal bekend is met de brontermen en handelingen of werkzaamheden in de (inter)nationale nucleaire industrie; de medische toepassingen (nucleaire geneeskunde incl. cyclotron, radiotherapie, radiodiagnostiek); de industriële wereld (olie/gas, bagger, niet-destructief onderzoek) en de nucleaire wereld (kernreactoren/kernfusie).

Leerdoelen stralingspracticum

Vanwege het belang dat aan het practicum in de opleiding wordt gehecht, worden op basis van de genoemde eindtermen de specifieke en minimale practicumleerdoelen hieronder samengevat.

De stralingsbeschermingsdeskundige:

- beheerst diverse meettechnieken (vloeistofscintillatietelling, gangbare detectoren (Geiger-Müllertelbuis, proportioneel, NaI, ionisatiekamer, enz.));
- werkt met besmettingsmonitoren;
- voert betrouwbare dosistempometingen uit;
- identificeert nucliden met een gammaspectroscopie-opstelling;
- decontamineert personen en voorwerpen;
- hanteert open en gesloten bronnen op veilige wijze;
- voert veegproeven en lektesten uit;
- begrijpt fysische bundeleigenschappen en generieke stralingskenmerken (dracht, halveringsdikte, doordringend vermogen, spectrale verdeling, afscherming, alfa-, bèta- en gammastraling, remstraling en neutronenstraling);
- begrijpt onder welke condities en op welke wijze ioniserende fotonstraling vooral wordt verstrooid (inclusief hoekafhankelijkheid, energieafhankelijkheid, materiaalsoort (Z-waarde) en grootte van het verstrooiend object).

Toetsing

Om voor een diploma Stralingsbeschermingsdeskundige Basis in aanmerking te komen, moet een kandidaat ten minste een voldoende hebben behaald voor elk van de vier onderdelen:

1. het landelijk gecoördineerd examen;
2. het stralingspracticum;
3. de instituutstoets;
4. de opdrachten behorend bij professionele vaardigheden en attitude.

Op de eindscorelijst die wordt vastgesteld in de landelijke examencommissie worden de beoordelingen van elk van de vier onderdelen per kandidaat benoemd en gezamenlijk geaccordeerd (onderdeel 1) dan wel onder verantwoordelijkheid van de Instituutsverantwoordelijke (onderdelen 2, 3 en 4) ingebracht. De verdere details van de beoordelingsprocedure en werkwijze liggen vast in zowel het landelijke als het lokale instituuts-examenreglement.

Ad 1

Het landelijk gecoördineerd schriftelijk examen valt onder de regie van de landelijke examencommissie. Dit examen toetst op objectieve wijze vele aspecten, waaronder rekenvaardigheid, analytisch denkvermogen, begrip van, inzicht en toepassing in vele aspecten van de fysica, dosimetrie en praktische aspecten van de stralingsbescherming. Dit gebeurt door het oplossen van (momenteel) vier praktijkcases.

Ad 2

Aan de hand van bijvoorbeeld practicumverslagen, beantwoorde vragen, observaties of presentaties en op geleide van 100% deelname wordt de beoordeling onvoldoende/voldoende vastgesteld op basis van tevoren vastgestelde criteria, zoals beschreven in het lokale examenreglement.

Ad 3

Aan de hand van bijvoorbeeld een schriftelijke toets of opdrachten wordt parate kennis en begrip van de aangeboden leerstof getoetst, dit kan meer omvatten (overeenkomend met het feitelijk aangeboden cursusprogramma) dan de minimum eindtermen. De kandidaat behaalt een voldoende indien aan de tevoren vastgestelde criteria (beschreven in het lokale examenreglement) wordt voldaan.

Ad 4

Toetsing van vaardigheden zoals kunnen voorlichten, adviseren, protocol-schrijven, etc. kan bijvoorbeeld plaatsvinden door beoordeling van ingeleverde (praktijk)opdrachten, te houden voordrachten, actieve (en verplichte) deelname aan discussiebijeenkomsten (360-gradenfeedback), etc.

Bijlage 1: Tabel met trefwoorden van de leerstof

Deze tabel moet in de context van dit rapport als geheel worden gezien en kan niet als zelfstandige entiteit worden gebruikt of aangehaald. De tabel impliceert niet compleet te zijn maar geeft een minimum aan van onderwerpen, die in een opleiding aan de orde moeten komen. De kolomaanduidingen K, S en A staan voor achtereenvolgens Kennis (Knowledge), Vaardigheden (Skills) en Attitude.

I Preventie (proactief)

	K	S	A
atoombouw	X		
ionisatie, excitatie	X		
protonen / neutronen verhouding	X		
radioactief verval, halveringstijd	X	X	
vervalformule en vervalconstante	X	X	
moeder-dochterverbanden	X	X	
specifieke activiteit	X	X	
α -, β -, γ -verval, elektronenvangst, interne conversie	X		
karakteristieke röntgenstraling, Augerelektronen, remstraling	X		
terugstootkern	X		
vervalschema's		X	
deeltjes- en energiefluentie	X	X	
kernreacties, werkzame doorsneden	X	X	
energiespectra α -, β -, γ -stralers en remstraling	X		
LET, stopping power	X		
dracht	X	X	
kwadratenwet		X	
verzwakkingscoëfficiënten	X	X	
interactiemechanismen voor fotonen en de relatie met Z en E	X	X	
halveringsdikte	X	X	
werkingsprincipe röntgenbuis		X	
invloed buisspanning, buisstroom, anodemateriaal, filters bij röntgenapparaten		X	
deeltjesversnellers		X	
soorten neutronen (energiegroepen) en hun interactiemechanismen	X		
neutronenbronnen en –generatoren		X	
neutronenactivering		X	

	K	S	A
smalle- en brede-bundelgeometrie bij fotonenstraling	X	X	
opbouwfactoren (build-up factor) voor niet-samengestelde materialen	X	X	
keuze materiaalsoort voor afscherming als functie van fotonenergie		X	
berekening van aan objecten verstrooide straling		X	
gebruik van grafieken en tabellen betreffende verzwakking en transmissie voor toestellen en bronnen		X	
afscherming van neutronenstraling (kwalitatief)	X	X	

	K	S	A
normen en wettelijke regelingen, (inter)nationale organisaties	X	X	
(inter)nationale organisaties m.b.t. stralingsveiligheid, samenhang	X	X	
historische ontwikkeling	X		
voor Nederland geldende internationale regelingen:			
- Richtlijnen Europese Gemeenschap	X		
- ADR, klasse 7	X	X	
Nederlandse wetgeving:			

- Kernenergiewet (Kew)	X	X	
- Besluit stralingsbescherming	X	X	
- Besluit Kerninstallaties, Splijtstoffen en Ertsen	X	X	
- Besluit Vervoer splijtstoffen, ertsen en radioactieve stoffen	X	X	
- Wet Milieubeheer	X		
- Arbowet	X		
Ministeriële regelingen:			
- MR analyse gevolgen van ioniserende straling voor het milieu (MR-AGIS)	X	X	
- MR natuurlijke bronnen van ioniserende straling (MR-NABIS)	X		
- MR voorzieningen stralingsbescherming werknemers	X	X	
- MR waarschuwingssignalering ioniserende straling	X	X	
- MR administratieve en organisatorische maatregelen stralingsbescherming	X	X	
- MR hoogactieve bronnen (MR-HABIS)	X	X	
- MR security (<i>zodra deze van kracht is</i>)	X	X	X
- MR registratie stralingsdeskundigen (<i>zodra deze van kracht is</i>)	X	X	
- MR bekendmaking rechtvaardiging gebruik van ioniserende straling	X	X	X
- MR decommissioning (<i>zodra deze van kracht is</i>)	X	X	X
rechtvaardiging, optimalisatie (ALARA) en dosislimieten	X	X	
vergunningsaanvraag (document Agentschap NL of soortgelijk)	X	X	
- Toepassen rechtvaardiging bij vergunningsaanvraag		X	
- Toepassen ALARA bij vergunningsaanvraag		X	
kennis van standaardvergunningen	X		
handelingen / werkzaamheden	X	X	
exclusion / exemption	X	X	
Radiotoxiciteitsequivalent, RE	X	X	
speciale, bewaakte en gecontroleerde zones	X	X	
bepaling jaardosis ruimten, werkers en derden (volgens MR-AGIS)		X	
A en B werkers	X	X	
inrichtingseisen voor nuclidenlaboratoria (bijv. uit Richtlijn radionucliden laboratoria of analoog)	X	X	
definitie ingekapselde bron	X		
ISO 2919 voor eisen aan ingekapselde bronnen	X	X	
vervoersdocument invullen		X	
transportindex (TI) bepalen en interpreteren		X	
limieten vervoersklassen voor besmetting en bestraling	X		
transportverpakkingen		X	
A ₁ - en A ₂ -waarde	X		
vrijstellingswaarden vervoer (Bs)	X	X	
meldingsplicht / vergunningsplicht vervoer		X	
mogelijkheid tot integrale jaarmelding vervoer		X	
etiketten 7A, 7B en 7C, 7D	X		
organisatorische aspecten stralingsbescherming (MR administratieve en organisatorische maatregelen stralingsbescherming)		X	X
verantwoordelijkheden binnen Stralingsbeschermingsorganisatie			X
Kernenergiewetdossier (bijv. uit Richtlijn radionucliden of analoog)		X	
afvalroutes	X	X	X
dosisberekeningen maken voor de eenvoudige gevallen van het DOVIS-A-rapport		X	

	K	S	A
risico-inventarisatie en evaluatie met betrekking tot.:			
- ingekapselde bronnen, HASS		X	
- niet-ingekapselde bronnen		X	
- p,q,r-formule		X	
- RI&E-beschrijving		X	
- Beheersing van risico's bij handelingen met open bronnen in laboratoria		X	
MR HABIS	X	X	
MR Security van bronnen	X	X	

	K	S	A
geabsorbeerde dosis	X	X	
RBE, weegfactoren	X	X	
equivalente dosis		X	
elektronenevenwicht	X		
kerma	X		
collectieve dosis (volgens ICRP-60, ICRP-103)	X		
volgdosis	X	X	
effectieve (volg)dosis	X	X	
exposie	X		
punt-, lijn-, en oppervlaktebron, volgens eenvoudig rekenmodel DOVIS-B of via invullen formules		X	
omgevingsdosisequivalent	X	X	
persoonsdosisequivalent (d = 0,07, 3 en 10)	X	X	
ICRU-bol	X		
ICRU-slab	X		

	K	S	A
afvalbehandeling		X	
lozingsnormen volgens Bs, MR-AGIS en vergunning	X	X	
decommissioning (incl. MR), ook niet-nucleair	X	X	
vrijgave ruimtes/gebouwen/installaties		X	
positie COVRA (MR COVRA)	X		
Zeer laag radioactief afval (ZELA)-deponieën (MR ZELA)	X		

	K	S	A
inwendige besmetting	X		
incorporatieroutes; retentie en excretie	X		
standaardmens, man en vrouw	X		
algemeen transportmodel van de ICRP, transfercoëfficiënten	X		
dosimetrie modellen van de ICRP:	X		
· algemeen	X		
· longen	X	X	
· maag-darmkanaal	X	X	
· "submersion"	X	X	
inhalatie en ingestie		X	
wondbesmetting		X	
AMAD, deeltjesgrootte	X	X	
F-, M-, S-klassen		X	
SR0-, SR1-, SR2-klasse		X	
selectie e(50) uit Handboek Radionucliden of analoog		X	
bepaling van E(50) bij inhalatie of ingestie a.d.h.v. van een TLT-meting of excreta-meting		X	

II Crisisbeheersing (reactief)

	K	S	A
vuistregels gemiddelde energie bètastralers	X	X	
vuistregels dracht bèta-stralers	X	X	
vuistregel fractie remstraling ten opzichte van inkomende energie (g-factor)	X	X	
vuistregels m.b.t. β -dosimetrie	X	X	
vuistregels m.b.t. γ -dosimetrie	X	X	
principe beschermingsmaatregelen (tijd, afstand, afscherming)		X	X
Schatting H*(10) aan de hand van bijvoorbeeld de transportindex		X	

	K	S	A
maximaal toelaatbare oppervlaktebesmetting	X		
maximaal toelaatbare persoonsbesmetting (extremiteten en huid)	X		
persoonlijke beschermingsmaatregelen	X	X	
- handschoenen		X	
- overschoenen		X	
- overall		X	
- haarkapjes		X	
- adembescherming (incl. verschillende gradaties)	X	X	
controlemethoden:	X	X	
- oppervlaktebesmettingen		X	
- luchtbesmetting		X	
- lozingen		X	
- lektest ingekapselde bronnen		X	
- luchtfiltratie		X	
retrospectieve inventarisatie en evaluatie van incidenten		X	X
praktische vaardigheid in het meting van besmettingen		X	
praktische vaardigheid bij vrijgave besmette werkgebieden / laboratoria		X	X
praktische vaardigheid bij vrijgave besmette personen		X	X
kennis en praktische vaardigheid van verschillende afzettingsniveaus (kaart, lint, barricade)		X	
begeleiding van (mogelijk) blootgestelde personen/doorverwijzen naar bedrijfsarts / stralingsarts			X

	K	S	A
gasgevulde detectoren	X		
- ionisatiekamers	X		
- proportionele telbuizen	X		
- Geiger-Müllertelbuizen	X		
Scintillatiedetectoren	X		
- ZnS	X		
- plastic scintillatoren	X		
- vloeistofscintillatietellers	X		
halfgeleiderdetectoren	X		
thermoluminescentiedetectoren	X		
dode tijd, geometrie, zelfabsorptie	X	X	
telrendement, (intrinsiek-)	X	X	
telstatistiek	X	X	
minimaal detecteerbare activiteit / teltempo	X	X	
spectrometrie, pulshoogteanalyse	X	X	
totale-lichaamstellers	X		
meetapparatuur voor oppervlaktebesmettingen		X	
meetapparatuur voor dosistempo		X	
cumulatieve dosis	X	X	
persoonlijke controlemiddelen (zowel actief als passief)		X	

	K	S	A
specifieke h/k-stralingsconstante		X	
ongevallendosimetrie		X	
conversiefactoren persoonsdosisequivalent naar effectieve dosis voor gamma- en neutronstraling		X	
conversiefactoren omgevingsdosisequivalent naar kerma voor gamma- en neutronenstraling		X	
interpreteren van meetgegevens		X	

III Professionalisering en voorlichting

	K	S	A
Introductie van belangrijke bronnen voor nieuwe (wetenschappelijke) inzichten en wetgeving			
- IAEA	X		
- ICRP	X		
- NCRP	X		
- EU	X		
- Artikel 31 groep EU	X		
- BEIR	X		
- NVS	X		
- UNSCEAR	X		
- ICRU	X		

	K	S	A
basisvaardigheden:			
natuurkunde (o.a. elektromagnetische straling, dualiteit golf/deeltje)		X	
biologie (menselijke anatomie, fysiologie, DNA, celdeling)		X	
epidemiologie (risico)	X	X	
epidemiologische gegevens als basis voor stochastische effecten, Life Span Study	X		

	K	S	A
rechtvaardiging	X	X	
ALARA	X	X	
dosislimieten	X		
referentieniveau voor patiënten	X		
referentieniveau voor vrijwilligers	X		
bestaande situatie	X		
interventiesituatie	X		
handelingen /werkzaamheden situatie	X	X	

	K	S	A
stochastische/deterministische effecten	X		
factoren van invloed op het biologisch effect:	X		
stralingscondities, weefseleigenschappen en omgevingsfactoren	X		
bestraling van het hele lichaam en partiële bestraling	X		
directe/indirecte effecten, vrije radicalen, DNA-schade, herstelmechanismen	X		
hormese	X		
genetische effecten	X		
teratogene effecten	X		
dosis-effectrelaties	X		
risicoschattingen	X	X	
risicogetallen	X	X	

	K	S	A
lineaire versneller, cyclotron	X		
γ , n-reacties	X		
prompte gammastraling	X		
remanente velden	X		

	K	S	A
U- en Th-vervalreeksen	X		
natuurlijke radionucliden	X		
kosmische straling, terrestrische straling	X		
doses ten gevolge van natuurlijke radioactiviteit	X		
radon	X		
dosisbepaling vliegend personeel	X		

	K	S	A
ELF: extreem laagfrequente velden	X		
RF: radiofrequente straling	X		
VIS (laser): zichtbaar licht	X		
IR: infrarood	X		
UV: ultraviolet	X		
MRI: magnetic resonance imaging	X		
GSM/UMTS/etc.: frequentiegebieden voor mobiele telefonie/communicatie	X		

	K	S	A
kernsplijting, splijtingsproducten	X		
hoogenergetisch nucleair onderzoek (CERN, LHC)	X		
nucleaire industrie (kernfusie, kernreactor, research reactor)	X		
medische toepassingen (radiotherapie, brachytherapie, röntgendiagnostiek, protonentherapie, nucleaire geneeskunde)	X		
niet-nucleaire industrie	X		
NORM (olie/gas industrie, fosforproductie) <i>zie ook MR-NABIS</i>	X		
industriële toepassingen (NDO)	X		
diktemetingen	X		
röntgenfoto's buiten NDO en medisch	X		
overige toepassingen van ioniserende straling	X		

	K	S	A
kort, bondig en doelgroepgericht presenteren /kennis overdragen	X	X	X
werkvoorschrift/intern protocol schrijven	X	X	
opzetten en uitvoeren audit; controlelijsten	X	X	
determinanten van risicoperceptie	X	X	
organisatieleer (formele/informele organisatie; organisatiestructuur, rol deskundige)	X	X	
communicatievalkuilen (do's en dont's, miscommunicatie, empathie, luistervaardigheid)	X	X	X
adviesvaardigheden	X	X	X

Bijlage 2: Aanvullende eindtermen voor klinisch-fysici⁵

De klinisch fysicus/stralingsdeskundige:

- voert een acceptatietest uit (stralingsveiligheid, patiëntendosis) van medische apparatuur;
- optimaliseert een röntgenopstelling met betrekking tot beeldkwaliteit versus patiëntendosis;
- stelt kwaliteitsborgingsprogramma's voor de ioniserende straling uitzendende apparatuur op;
- voert risicoanalyses uit voor patiënten en medewerkers van de afdelingen waar ioniserende straling medisch wordt toegepast (zoals Radiologie, Radiotherapie en Nucleaire Geneeskunde);
- berekent in voorkomende situaties de equivalente dosis van de bij een radiologische verrichting aan ioniserende straling blootgestelde foetus;
- stelt maatregelen voor ten bate van de individuele dosioptimalisatie van onderzoek/therapie bij een zwangere patiënte;
- berekent patiëntendoses bij de diverse onderzoeken en behandelingen;
- past dosisindices zoals dosis-lengteproduct (DLP), dose area product (DAP), computed tomography dose index (CTDI) en exposure index (EI) toe bij patiëntendosismetrie;
- geeft in voorkomende gevallen advies aan patiënten na een nucleair-geneeskundig onderzoek of behandeling met betrekking tot de behandeling van radioactief besmette hulpmiddelen/disposables zoals stoma's, luiers, etc.;
- toetst diagnostische referentieniveaus en kwaliteitscriteria voor toestellen/bronnen die ioniserende straling opwekken/uitzenden;
- heeft een actieve rol in de communicatie met artsen, laboranten en andere bij de onderzoeken/behandelingen met ioniserende straling betrokkenen omtrent stralingsveiligheid en risicoperceptie;
- draagt zorg voor bij- en nascholing op het gebied van stralingsveiligheid voor degenen die radiologische verrichtingen doen of daarbij assisteren.

⁵ De genoemde eindtermen zijn aanvullend op die voor de Stralingsbeschermingsdeskundige Basis, waaraan klinisch fysici ook voldoen. Zie verder ook Chapter 7 Radiation Protection for ionising radiation in Core Curriculum for Medical Physicists, vol 1; College Consilium – Uitvoeringsreglement – Curriculum (Concept, November 21, 2011).

Bijlage 3: Aanvullende eindtermen voor nucleair-geneeskundigen⁶

De nucleair-geneeskundige/stralingsdeskundige:

- voert radiofarmacon- en leeftijdsgerelateerde patiëntendosisberekeningen uit;
- past de Aanbevelingen van de Nederlandse Vereniging voor Nucleaire Geneeskunde ten aanzien van optimalisatie toe;
- is bekend met de stralingsveiligheidsaspecten bij het toedienen van radiofarmaca aan patiënten en treedt zo nodig handelend op (zoals bij extravasatie, lekkend toedieningssysteem, voortijdige excretie);
- treedt handelend op bij incidenten met bijv. jodiumtherapiepatiënten op de verpleegafdeling (onwel worden, overgeven, reanimatie);
- past de praktische aanbevelingen toe betreffende stralingsbescherming voor de inrichting en patiëntenlogistiek op een afdeling nucleaire geneeskunde (inclusief positron-emissietomografietechnieken (PET)).

⁶ De genoemde eindtermen zijn aanvullend op die voor de Stralingsbeschermingsdeskundige Basis, waaraan nucleair-geneeskundigen ook voldoen.