

**Eindtermen voor de opleiding  
Toezichthoudend Deskundige  
Verspreidbare Radioactieve Stoffen  
Niveau D  
(TD-VRS D)**

**Jacoba Beiboer (RUG)  
Hielke Freerk Boersma (RUG)  
Arjo Bunscoeke (RUG)  
Simon van Dullemen (LUMC/Boerhaave Nascholing)  
Jos van den Eijnde (UVA/AMC)  
Heleen van Elsäcker-Degenaar (NRG)  
Sija Geers-van Gemeren (NVMBR)  
Barbara Godthelp (ANVS – adviseur)  
Age Froma (Hanzehogeschool)  
Kitty Hoornstra (UMCU)  
Peter de Jong (NRG)  
Stijn Laarakkers (Hanzehogeschool)  
Mark van Mierlo (GE Healthcare)  
Frits Pleiter (RUG)  
Henk Poelman (PRA)  
Marcel Schouwenburg (TUD/NCSV)  
Xandra Velders (Mallinckrodt)  
Gertrüd Warmerdam (VU)  
Frans Wiersma (TUD/NCSV-Utrecht)  
Andre Zandvoort (RUG/UMCG)**

## Toelichting vooraf

De Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) heeft het veld verzocht om invulling te geven aan de herziening van het opleidingsstelsel voor toezichthoudend deskundigen. Kern van deze herziening die rechtstreeks voortvloeit uit de Europese Basic Safety Standards<sup>1</sup> is dat de opleiding voor toezichthoudend deskundigen toepassings specifiek dient te worden. In de afgelopen twee jaar is een begin gemaakt met deze herziening<sup>2</sup>. Als uitvloeisel daarvan heeft de Rijksuniversiteit Groningen besloten een werkgroep te vormen en te leiden die zich bezighoudt met het formuleren van de eindtermen voor de opleiding tot toezichthoudend deskundige verspreidbare radioactieve stoffen, hier ook aangeduid met de afkorting TD-VRS. In deze werkgroep is naar voren gekomen dat het wenselijk is om verschillende niveaus TD-VRS te hebben. In het document eindtermen TD-VRS is een voorstel beschreven van een indeling in 3 niveaus (niveau B, C en D). In het onderhavige document worden de eindtermen voor de toezichthoudende deskundige bij toepassingen waarbij met zeer beperkte hoeveelheden radioactiviteit gewerkt wordt beschreven, hierna verder genoemd TD-VRS niveau D (TD-VRS D).

De inhoud van dit document is deels ontleend aan het document eindtermen TD-VRS (niveau C).

De op te stellen eindtermen zijn primair bedoeld voor de taken van de toezichthoudend deskundige radioactieve stoffen in verspreidbare vorm in zeer beperkte hoeveelheden mits deze onder directe verantwoordelijkheid van een coördinerend deskundige (CD)<sup>3</sup> werkt. Met 'zeer beperkt' wordt in dit verband bedoeld: het houden van toezicht op een isotopenlaboratorium op D-niveau ( $A_{\max} = 0,2 Re_{\text{inh}}$  bij  $p=-1$ ). Deze indeling is in detail beschreven in het document eindtermen TD-VRS.

Deze eindtermen kunnen ook toegepast worden voor de opleiding tot blootgestelde werknemer die werkt met radioactieve stoffen in verspreidbare vorm in radionuclidenlaboratoria op B-, C- en D-niveau.

De definitie en taken van de toezichthoudend deskundige worden gegeven in het Besluit stralingsbescherming. De definitie luidt: een toezichthoudend deskundige is een deskundige die een handeling of werkzaamheid uitvoert, of onder wiens toe-

---

<sup>1</sup> Council Directives 96/29/Euratom (13 mei 1996) en 2013/59/Euratom (5 december 2013)

<sup>2</sup> Zie B.C. Godthelp en A.M.T.I. Vermeulen, Ned. Tijdschrift voor Stralingshygiëne, jg.6, nr.3 (2015), p.9 en referenties daarin

<sup>3</sup> S. van Dullemen en werkgroepleden, 'Eindtermen voor de opleiding Stralingsbeschermingsdeskundige', 17 januari 2013.

zicht een handeling of werkzaamheid wordt uitgevoerd (art. 1). De uitwerking van de taken is te vinden in artikelen 9 t/m 11 en 13 van het Bs<sup>4</sup>.

Radioactieve stoffen in verspreidbare vorm in beperkte hoeveelheden worden toegepast of spelen een rol in de volgende aandachtsgebieden

- Research, analyses en materiaalonderzoek
- Humane radiodiagnostiek, radiotherapie en nucleaire geneeskunde

Er zij opgemerkt dat een TD-VRS D toezicht in de medische sector kan houden voor zover er geen sprake is van het toedienen van radioactieve stoffen aan de patiënt (direct patiëntcontact). Is dat laatste wel het geval dan dient de toezichthouder een opleiding tot TD Medische Toepassingen succesvol te hebben afgerond. De werkgroep beveelt aan om in situaties waarin het patiëntcontact beperkt blijft, een eenvoudige overstap van de TD-VRS D naar de relevante TD-MT mogelijk te maken.

De TD-VRS D mag niet de eindverantwoordelijkheid dragen voor het uitvoeren van lektesten vanwege het potentieel grote risico bij het constateren van een lekke bron.

De TD-VRS D kan de verantwoordelijke zijn voor het vrijgeven van materiaal, afval of apparatuur en het uitvoeren van controlemetingen op eventuele restbesmettingen in het laboratorium, echter de CD is eindverantwoordelijk voor het vrijgeven van het laboratorium en de technische installatie buiten het laboratorium zoals afvoerbuizen en ventilatie. Ook bij vrijgave c.q. ontmanteling van ruimten en technische voorzieningen waar het risico op geactiveerd materiaal aanwezig is (decommissioning) valt de vrijgave onder verantwoordelijkheid van een CD.

In veel radionuclidenlaboratoria zijn kleine ijk- en/of calibratiebronnen aanwezig. De geformuleerde eindtermen voor TD-VRS D zouden voldoende moeten zijn om ook als toezichthoudend deskundige voor deze bronnen te mogen fungeren.

Het vakgebied stralingsbescherming is inhoudelijk multidisciplinair en omvat nogal uiteenlopende kennisgebieden zoals onder mee stralingsfysica, radiobiologie, dosimetrie van inwendige besmetting, medische en industriële toepassingen van ioniserende straling en wet- en regelgeving. De TD-VRS D kan diverse rollen vervullen:

- Toezichthouder
- Voorlichter/instructeur
- Opsteller van werkinstructies / protocollen
- Intermediair tussen werker en coördinerend deskundige

---

<sup>4</sup> Besluit stralingsbescherming 16 juli 2001, Staatsblad 397 (2001), te raadplegen via <http://wetten.overheid.nl/BWBR0012702/2015-01-01/0>

De TD-VRS D is deskundig als het gaat om het veilig werken met radioactieve stoffen en op juiste wijze meten van activiteit, stralingsniveaus, (huid)besmettingen, en het interpreteren van die metingen en het maken van een dosis-schatting. De TD-VRS D kan op basaal niveau dosis- en afschermingsberekeningen uitvoeren. Dat vereist een adequate mate van actuele, parate kennis en begrip (*knowledge*) van vakinhoudelijke aspecten (de *basic hard core physics*), vaardigheden om de coördinerend deskundige op adequate wijze te kunnen ondersteunen (*skills*), inzicht en professionele deskundigheid (*competence*).

De opleiding tot TD-VRS D is een opleiding op mbo-niveau. De vooropleiding van een cursusdeelnemer zal in veel gevallen op mbo- of hbo-niveau zijn. Bij het formuleren van competenties gaat het erom in beeld te krijgen wat de taken zijn, in welke context dat gedaan moet kunnen worden en de kwaliteit waarmee iemand dat moet kunnen doen. Een competente beroepsbeoefenaar is een persoon die in een bepaalde context, bepaalde taken kan verrichten met bepaalde kwaliteiten. Kijkend naar de context waarin de TD-VRS D werkzaam is, kan onderscheid worden gemaakt tussen drie belangrijke beroepssituaties.

- De TD-VRS D houdt toezicht en handhaaft de relevante wet- en regelgeving op het gebied van de ioniserende straling en geeft in afstemming met de CD inhoudelijk adequate adviezen van preventieve aard.
- De TD-VRS D draagt bij aan de afhandeling van een (dreigend) incident of ongewenste gebeurtenis adequaat bij aan de afhandeling door een CD.
- De TD-VRS D werkt actief aan de eigen deskundigheidsbevordering en aan die van anderen binnen de toepassing waarvoor hij verantwoordelijkheid draagt.

De concept eindtermen voor de basis competenties van een TD-VRS D zijn daarom gegroepeerd in de vier clusters: ***Preventie (proactief)***, ***Crisisbeheersing (reactief)***, ***Professionalisering***, ***Specialisatie (open stoffen)*** naar de verschillende taken van een deskundige, zoals het geven van voorlichting, het houden van toezicht, monitoring en meten, het inschatten van het risico van het werken met radioactieve stoffen, het maken van werkprotocollen, het beheren van een sluitende Kew-administratie, enz.

Bij het opstellen van de concept eindtermen heeft de werkgroep zich gerealiseerd dat de 'oude' niveau 5B opleiding de laatste jaren vooral gebruikt is als opleiding voor werknemers die zelfstandig in radionuclidenlaboratoria mochten werken en hier en daar zelfs al als een soort TD worden ingezet. Het ligt dan ook voor de

hand te veronderstellen dat er een grote overlap met de eindtermen van de opleiding Stralingsdeskundige Niveau 5B<sup>5</sup> zal zijn. De cursusomvang kan indicatief dan ook gesteld worden op ongeveer 3-4 dagen voor iemand met een hbo-vooropleiding en één of enkele dagen meer voor cursisten met een lagere vooropleiding. Deze nominale opleidingsduur kan per opleidingsinstituut variëren al naar gelang de didactische invulling (dagindeling, contacturen versus zelfstudie, contacturen versus e-learning/blended-learning, het inzetten van weblectures, enz), Van de aanbevolen cursusduur beslaat het stralingspracticum ongeveer een tot twee dagen.

Onderstaand volgen de concept eindtermen en een bijlage waarin de trefwoorden van de leerstof worden weergegeven.

---

<sup>5</sup> Bijlage 3.2, Uitvoeringsregeling Stralingsbescherming EZ 2013 (Staatscourant 2013, 32478)

## Eindtermen

### Kerncompetentie 1

**De TD-VRS D houdt, voor de toepassing waarvoor hij<sup>6</sup> verantwoordelijk is, toezicht en handhaaft de relevante wet- en regelgeving op het gebied van ioniserende straling en geeft in afstemming met de CD inhoudelijk adequate adviezen van preventieve aard aan de werknemers en organisatie**

#### Nadere typering van de context

Dit preventieve werk wordt voor een groot deel op of in de nabijheid van het laboratorium uitgevoerd. Daarnaast omvatten de werkzaamheden administratieve taken en het deelnemen aan regulier overleg. Voor de TD-VRS D is dit doorgaans een belangrijk nevenbestanddeel van zijn overige werkzaamheden. De TD-VRS D schakelt de CD in voor de aan CD voorbehouden taken en handelt verder binnen de door de CD aangegeven kaders. De TD-VRS D stemt waar nodig met hem op professionele wijze af ter waarborging van de kwaliteit van de stralingsbescherming bij de toepassing waarvoor hij verantwoordelijk is.

#### **In deze context gaat het erom dat de toezichthoudend deskundige verspreidbare radioactieve stoffen:**

1. een risico-inventarisatie en evaluatie (RI&E) globaal kan begrijpen en ernaar kan handelen;
2. bijdraagt aan het opstellen, evalueren en verbeteren van adequate werkplannen volgens het principe van een Plan-Do-Check-Act-cyclus;
3. de brongerichte aanpak in de praktijk kan implementeren;
4. bijdraagt aan adviezen voor beleid gericht op risicobeperking en praktische implicaties daarvan voor medewerkers;
5. zich bewust is van zijn positie in de stralingsbeschermingsorganisatie en zijn verhouding tot de CD en daarnaar handelt;
6. op basis van globale kennis van verschillende detectiemethoden in overleg met de CD adviseert en oordeelt over inzet/toepassing van bepaalde werkwijzen bij bekende stralingsbronnen;

---

<sup>6</sup> In de beschrijving van de eindtermen is voor de mannelijke persoonsvorm gekozen; overal waar 'hij' staat wordt 'hij/zij' bedoeld.

7. betrouwbaar en reproduceerbaar het stralingsniveau (oppervlaktebesmetting, dosistempo) meet;
8. persoonlijke beschermingsmiddelen adviseert en gebruikt voor de te onderscheiden werkzaamheden/handelingen (wijze van blootstelling) en situaties;
9. in overleg met een CD risico's voor zwangere blootgestelde werkers kan inschatten en adequaat advies kan geven;
10. aan blootgestelde werkers, op aanwijzing van de CD, de meest geschikte vorm van persoonsdosimetrie toekent;
11. verkregen meetgegevens interpreteert en duidt in het kader van normen en limieten;
12. de effectieve dosis door uitwendige bestraling via vuistregels berekent of door eenvoudige metingen bepaalt en adviezen betreffende afscherming kan geven;
13. aan de hand van eenvoudige berekeningen de effectieve volg dosis door inwendige besmetting bepaalt;
14. de CD inschakelt voor de aan hem voorbehouden taken en op professionele wijze zijn contact met de CD gebruikt.

**Daarvoor is het nodig dat de deskundige:**

15. (voor)kennis heeft van de wiskunde, fysica en scheikunde op het examenniveau van het havo (profiel NG / NT) / mbo (technische richting).
16. kennis heeft van de drie hoofdprincipes van de stralingsbescherming (rechtvaardiging, optimalisatie/ALARA, limieten);
17. globale kennis heeft van de basisanatomie en fysiologie van de mens;
18. voor alle toegepaste stralingstypen afschermingsberekeningen kan interpreteren en eenvoudige afschermingsberekeningen kan maken;
19. de vereiste inhoud van een Kernenergiewetdossier en de eisen aan overige administratieve verplichtingen kent en deze toepast voor de eigen werksituatie;
20. kennis heeft van actuele en relevante wet- en regelgeving;
21. dosis- en aanverwante begrippen kent die in de Kernenergiewet worden genoemd en er mee werkt;
22. de regels kent en toepast die gelden per onderdeel van de levenscyclus/logistieke beheersketen van radioactieve stoffen;
23. de indeling in bewaakte en gecontroleerde zones kent;
24. globaal bekend is met transportregelgeving (ADR7) met betrekking tot radioactieve stoffen;
25. bekend is met de nuclidenkaart en de daarop vermelde relevante gegevens in berekeningen kan toepassen;
26. voldoende kennis en inzicht heeft in de radiobiologie om risicoschattingen te interpreteren;
27. effectieve, individueel gerichte (werk)instructie geeft;

28. globale kennis heeft van de fysische en radiobiologische eigenschappen van alfastraling, bètastraling, positronen, fotonen;
29. globaal secundaire effecten kent bij hoogenergetische straling (remstraling);
30. globale kennis heeft van de achtergrondstraling.

## **Kerncompetentie 2**

**De TD-VRS D draagt, voor de toepassing waarvoor hij verantwoordelijk is, bij aan een adequate afhandeling van een (voorziene) onbedoelde gebeurtenis of (dreigend) incident.**

### **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 TD-VRS D verwacht dat deze eerstelijnsactie onderneemt, de CD waarschuwt en zich vervolgens aan diens aanwijzingen houdt.

### **In deze context gaat het erom dat de deskundige:**

31. bij een (dreigend) incident, in overleg met de CD, de urgentie/risicogrootte adequaat inschat;
32. (verdere) contaminatie van de omgeving voorkomt door het toepassen van de juiste maatregelen;
33. de daarbij passende maatregelen, detectie- en meetmethoden kiest, initieert en/of toepast en de daaruit voortkomende meetresultaten interpreteert;
34. in overleg met de CD een decontaminatieplan opstelt en uitvoert;
35. de verantwoordelijkheid die bij zijn rol past actief op zich neemt;
36. tijdig een conservatieve dosisschatting geeft aan de hand van meetwaarden en gegevens van de toepaste radioactieve stoffen;
37. bijdraagt aan de evaluatie van het incident.

### **Daarvoor is het nodig dat de deskundige:**

38. de situatie snel overziet omdat hij bekend is met de bronnen en de locatie, en bekend is met de handelingen;
39. praktische vuistregels voor zowel inwendige besmetting als uitwendige bestraling kent en deze vlot toepast;
40. blootgestelde personen (of zij die denken te zijn blootgesteld) op onderbouwde wijze adequaat informeert.



### Kerncompetentie 3

**De TD-VRS D werkt actief aan de eigen deskundigheidsbevordering en aan die van anderen waarvoor hij verantwoordelijk voor is.**

#### **Nadere typering van de context**

Kennis verouderd 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 TD-VRS D heeft wettelijke taken (Besluit stralingsbescherming) met betrekking tot de voorlichting aan en instructie van (blootgestelde) werkers (al dan niet zwanger). Verder zal de TD-VRS D betrokken zijn bij calamiteitenoefeningen en op aanwijzing van de CD bijdragen aan de voorbereiding en begeleiding van overheidsinspecties.

#### **In deze context gaat het erom dat de deskundige:**

41. met alle betrokkenen (op de eigen werkvloer en de CD) effectief communiceert over stralingsrisico's, werkwijzen, enz.;
42. zijn deelgebied binnen de stralingsbescherming in voldoende mate overziet en daar overtuigende en onderbouwde adviezen en voorlichting over kan geven;
43. 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;
44. bijdraagt aan het opstellen/beoordelen van leesbare werkprotocollen;
45. reflecteert op zijn eigen normen en waarden, integriteit en ethiek;
46. de grens van zijn expertise onderkent en zichzelf bijschoolt.
47. zich open stelt voor, of – indien hij zijn eigen expertise in twijfel trekt – actief verzoekt om intervisie, kritiek of advies, in het bijzonder van de CD;
48. reflecteert op zijn eigen risicoperceptie ten aanzien van stralingsblootstelling.

#### **Daarvoor is het nodig dat de deskundige:**

49. aan het systeem van stralingsbescherming praktische invulling geeft binnen zijn toepassing;
50. in voldoende mate de weg kent op internet en in de literatuur om de eigen kennis op peil te houden en zich in overleg met de CD bijschoolt.
51. zich bewust is van de kritische succesfactoren van op diverse doelgroepen afgestemde (risico)communicatie;

52. zich bewust is van (de grenzen van) zijn eigen vaardigheden en competenties.

#### **Kerncompetentie 4**

**De TD-VRS D beschikt over kennis, vaardigheden, attitudes en competenties die specifiek betrekking hebben op radioactieve stoffen in verspreidbare vorm.**

#### **Nadere typering van de context**

In de kerncompetenties 1 t/m 3 zijn in generieke zin de basiscompetenties weergegeven waarover een TD-VRS D dient te beschikken. De uitwerking van deze competenties is in de meeste – maar niet alle - gevallen nog algemeen van aard. De TD-VRS D dient met betrekking tot het verspreidbare karakter van radioactieve stoffen specifieke kennis te hebben.

#### **In deze context gaat het erom dat de deskundige:**

53. op de hoogte is van de ‘best practices’ en adequate maatregelen om verspreiding van radioactieve stoffen te voorkomen en daarnaar handelt;
54. bij onbedoelde gebeurtenissen of incidenten (verdere) contaminatie van de omgeving voorkomt door het toepassen van de juiste maatregelen, bijdraagt aan het opstellen van een decontaminatieplan en dit uitvoert of laat uitvoeren.
55. het aandachtsgebied ‘werken met radioactieve stoffen in verspreidbare vorm’ in voldoende mate overziet;
56. RI&E methodieken voor verspreidbare radioactieve stoffen toepast;
57. bijdraagt aan het implementeren van een administratiesysteem voor radioactieve stoffen;
58. besmettingssurvey 's initieert en uitvoert of laat uitvoeren.

#### **Daarvoor is het nodig dat de deskundige:**

59. globaal bekend is met toepassingen van radioactieve stoffen in verspreidbare vorm in research-, medische of industriële omgevingen;
60. globale kennis heeft van (de werking van) besmettingsmonitoren en vloeistofscintillatietellers en deze kan toepassen;
61. kennis heeft en vaardigheden bezit van (uitwendige) decontaminatiemethoden voor mens en ruimtes;
62. beschikt over voldoende organisatorische vaardigheden voor het administreren van inkoop, verbruik, afval en voorraad van radioactieve stoffen.

### **Leerdoelen stralingspracticum**

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

De toezichthoudende deskundige:

- beheerst diverse meettechnieken zoals vloeistofscintillatietelling, en gangbare detectoren (Geiger-Müllertelbuis, proportionele telbuis, NaI, ionisatiekamer, enz.);
- werkt met besmettingsmonitoren;
- voert betrouwbare dosistempometingen uit;
- decontamineert voorwerpen;
- hanteert radioactieve bronnen op veilige wijze;
- voert veegproeven uit;
- heeft globaal begrip van fysische eigenschappen en generieke stralingskenmerken van radioactieve stoffen (dracht, doordringend vermogen, spectrale verdeling, afscherming, alfa-, bèta- en gammastraling en remstraling).

## **Toetsing**

Om voor een diploma TD-VRS D in aanmerking te komen, moet een kandidaat ten minste een voldoende hebben behaald voor in elk geval de onderdelen:

1. het examen;
2. het stralingspracticum;

De details van de beoordelingsprocedure en werkwijze liggen vast in het examenreglement van de erkende instelling.

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

### **Ad 1**

Het examen toetst op objectieve wijze de diverse aspecten, waaronder parate kennis, rekenvaardigheid, begrip van, inzicht en toepassing in aspecten van de fysica, dosimetrie en praktische aspecten van de stralingsbescherming. Dit kan bijvoorbeeld door meerkeuzevragen of door een combinatie van meerkeuzevragen en praktijkcasussen (open vragen).

### **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 examenreglement.

## Bijlage 1: Tabel met trefwoorden van de leerstof

*Deze tabel moet in de context van dit rapport als geheel worden bezien 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, V en C staan voor achtereenvolgens Kennis (Knowledge), Vaardigheden (Skills) en Competenties (C). . Deze drie categorieën zijn in de genoemde volgorde hiërarchisch ondergeschikt aan elkaar:  $K < V < C$ . Dus zonder kennis geen vaardigheid en zonder vaardigheid geen competentie. Deze hiërarchie moet met enige reserve worden toegepast. Om competent te zijn is het voor een aantal onderwerpen ook nodig een professionele houding (attitude) te hebben. Soms wordt er daarom ook wel gesproken over Knowledge, Skills and Attitudes. In dit document hanteren we voor competenties de definitie zoals door de LAEA gegeven<sup>7</sup>: “Competence is the ability to apply skills, knowledge and attitudes in order to perform an activity or a job to specified standards in an effective and efficient manner”. In aanvulling daarop is ook gekeken naar de vraag in hoeverre de TD VRS het betrokken onderwerp aan zijn collega’s zou moeten kunnen uitleggen in het kader van instructie – in dit geval is ook voor de categorie ‘Competences’ ingedeeld. Daarnaast is ook vanuit historisch oogpunt en uniformiteit met andere tabellen is gekozen voor de  $K < V < C$  benadering.*

*Deze lijst is – met enkele amendementen – in lijn gebracht met de lijst voor de oude niveau 5B opleiding zoals beschreven in de Uitvoeringsregeling stralingsbescherming EZ. Deze lijst geeft een gradatie in 3 niveaus waarbij 1 het laagste (globale kennis) en 3 het hoogste (gedetailleerd kennis). Hierbij zal gezien het voorgaande duidelijk zijn dat in elk geval niveau 3 niet altijd één-op-één te vertalen is in Competentie.*

---

<sup>7</sup> [https://www.iaea.org/km/documents/05\\_W\\_Kossilov\\_2226Aug05.pdf](https://www.iaea.org/km/documents/05_W_Kossilov_2226Aug05.pdf)

<i>Algemeen</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>
atoombouw	X		
ionisatie, excitatie	X		
protonen / neutronenverhouding	X		
radioactief verval, halveringstijd	X	X	
vervalformule en vervalconstante	X	X	
moeder-dochterverbanden (kwalitatief)	X		
specifieke activiteit (kwalitatief)	X		
$\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -verval, elektronenvangst, interne conversie	X		
karakteristieke röntgenstraling	X		
remstraling	X		
vervalschema's	X		
kernreacties,	X		
energiespectra $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -stralers en remstraling	X		
dracht	X		
kwadratenwet	X	X	
halveringsdikte	X		
interactiemechanismen voor $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -stralers	X		
<i>basisvaardigheden</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>
natuurkunde (o.a. elektromagnetische straling, dualiteit golf/deeltje)	X		
biologie (menselijke anatomie, fysiologie, DNA, celdeling)	X		
epidemiologie (risico)	X		
rechtvaardiging	X	X	
optimalisatie/ALARA	X	X	
dosislimieten	X		
blootstellingssituaties (gepland, bestaand, incident)	X		
handelingen /werkzaamhedensituatie	X		
<i>Natuurlijke radioactiviteit</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>
U- en Th-vervalreeksen	X		
natuurlijke radionucliden	X		
kosmische straling, terrestrische straling	X		
doses ten gevolge van natuurlijke radioactiviteit	X		
Radon	X		
<i>Detectie</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>
gasgevulde detectoren	X		
- ionisatiekamers	X		
- proportionele telbuizen	X		
- Geiger-Müllertelbuizen	X		
scintillatiedetectoren	X		
- ZnS	X		
- plastic scintillatoren	X		
- vloeistofscintillatietellers	X		
- thermoluminescentiedetectoren	X		
halfgeleiderdetectoren zoals Ge, Si, CCD etc.	X		
dode tijd, geometrie, zelfabsorptie	X		
telrendement, (intrinsiek-)	X		
telstatistiek	X		
minimaal detecteerbare activiteit / teltempo	X		
spectrometrie, pulshoogteanalyse	X		

totale-lichaamstellers	X			
meetapparatuur voor oppervlaktebesmettingen	X	X		
meetapparatuur voor dosistempo	X	X		
persoonlijke controlemiddelen (zowel actief als passief)	X	X		
<i>Dosimetrie</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>	
geabsorbeerde dosis	X	X		
weegfactoren	X			
equivalente dosis	X			
effectieve (volg)dosis	X			
exposie	X			
omgevingsdosisequivalent	X			
persoonsdosisequivalent	X			
vuistregels gemiddelde energie bètastralers	X	X		
vuistregels dracht bèta-stralers	X	X		
vuistregels m.b.t. $\beta$ -dosimetrie	X	X		
vuistregels m.b.t. $\gamma$ -dosimetrie	X	X		
principe beschermingsmaatregelen (tijd, afstand, afscherming)	X	X	X	
bronconstante	X			
interpreteren van meetgegevens	X	X		
<i>Biologische gevolgen van straling</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>	
stochastische/deterministische effecten	X			
factoren van invloed op het biologisch effect:				
stralingscondities, weefseigenschappen en omgevingsfactoren	X			
bestraling van het hele lichaam en partiële bestraling	X			
directe/indirecte effecten, vrije radicalen, DNA-schade, herstelmechanismen	X			
genetische effecten	X			
teratogene effecten	X			
dosis-effectrelaties	X			
risicoschattingen	X			
risicogetallen	X			
<i>Organisatie en wetgeving</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>	
normen en wettelijke regelingen, (inter)nationale organisaties	X			
(inter)nationale organisaties m.b.t. stralingsveiligheid, samenhang	X			
historische ontwikkeling	X			
wetgeving				
- Richtlijnen Europese Unie	X			
- Kernenergiewet (Kew)	X			
- Besluit stralingsbescherming (Bs)	X			
- Besluit vervoer splijtstoffen, ertsen en radioactieve stoffen	X			
- Wet milieubeheer	X			
- Arbowet	X			
ministeriële regelingen:				
- Uitvoeringsregeling SB EZ	X			
- MR voorzieningen stralingsbescherming werknemers	X			
- MR bekendmaking rechtvaardiging gebruik van ioniserende straling	X			
rechtvaardiging, optimalisatie (ALARA) en dosislimieten	X			
vergunningaanvraag (document ANVS)	X			
handelingen / werkzaamheden	X			
brongerichte aanpak	X	X		
exclusion / exemption	X			

radiotoxiciteitsequivalent, Re	X		
bewaakte en gecontroleerde zones	X		
bepaling jaardosis ruimten, werkers en derden	X		
A en B werkers	X		
inrichtingseisen voor nuclidenlaboratoria	X	X	
definitie ingekapselde bron	X		
ISO 2919 voor eisen aan ingekapselde bronnen	X		
praktische invulling vervoer radioactieve stoffen'	X		
<i>organisatorische aspecten stralingsbescherming</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>
verantwoordelijkheden binnen Stralingsbeschermingsorganisatie	X	X	
Kernenergiewetdossier (bijv. uit Richtlijn radionucliden of analoog)	X	X	
afvalroutes	X	X	
dosisberekeningen maken voor de eenvoudige gevallen (Uitvoeringsregeling SB EZ, bijlage 1.5, deel I)	X		
<i>Uitwendige bestraling</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>
smalle- en brede-bundelgeometrie bij fotonenstraling	X		
opbouwfactoren (build-up factor) voor niet-samengestelde materialen	X		
keuze materiaalsoort voor afscherming als functie van fotonenergie	X		
eenvoudige berekening van aan objecten verstrooide straling	X		
gebruik van grafieken en tabellen betreffende verzwakking en transmissie voor bronnen	X		
afscherming van neutronenstraling (kwalitatief)	X		
<i>inwendige besmetting</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>
incorporatieroutes; retentie en excretie	X		
algemeen transportmodel van de ICRP,	X		
inhalatie en ingestie	X		
wondbesmetting	X		
selectie e(50) uit Handboek Radionucliden of analoog	X		
<i>Praktijkaspecten</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>
maximaal toelaatbare oppervlaktebesmetting	X	X	
persoonlijke beschermingsmaatregelen	X	X	
controlemethoden:			
- oppervlaktebesmettingen	X	X	
- lozingen	X		
retrospectieve inventarisatie en evaluatie van incidenten	X		
praktische vaardigheid in het meting van besmettingen	X	X	
praktische vaardigheid bij vrijgave besmette werkgebieden	X	X	
praktische vaardigheid bij vrijgave besmette personen	X		
kennis en praktische vaardigheid van verschillende afzettingniveaus (kaart, lint, barricade)	X	X	
afvalbehandeling	X		
lozingsnormen volgens regelgeving en vergunning	X		
positie COVRA	X		
<i>risico-inventarisatie en evaluatie</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>
niet-ingekapselde bronnen	X	X	
p,q,r-formule	X		
RI&E-beschrijving	X	X	
beheersing van risico's bij handelingen met open bronnen in laboratoria	X	X	



<i>Organisatorisch</i>	<b>K</b>	<b>V</b>	<b>C</b>
kort, bondig en doelgroepgericht kennis overdragen	X	X	
werkvoorschrift/intern protocol schrijven	X	X	
determinanten van risicoperceptie	X		
organisatieleer (formele/informele organisatie; organisatiestructuur, rol deskundige, rol t.o.v. de CD)	X		
ondersteunen en informeren van de CD	X	X	