

**Eindtermen voor de opleiding
Toezichhoudend Deskundige
Versnellers**

**Hielke Freerk Boersma (RUG)
Heleen van Elsäcker-Degenaar (NRG)
René de Goede (Ministerie van Veiligheid en Justitie)
Jack Haagen (NWZ)
Gilles Moerdijk (TU/e)
Peter Ruiters (NRG)
Marcel Schouwenburg (TUD/NCSV)**

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 deskundigen¹. Kern van deze herziening die rechtstreeks voortvloeit uit de Europese Basic Safety Standards² is dat de opleiding voor toezichthoudend deskundigen toepassings specifiek dient te worden. In de afgelopen twee jaar is een begin gemaakt met deze herziening³. Als uitvloeisel daarvan heeft het NRG besloten een werkgroep te vormen en te leiden die zich bezighoudt met het formuleren van de eindtermen voor de opleiding tot toezichthoudend deskundige versnellers⁴, hier ook aangeduid met de afkorting TD-Versnellers. De inhoud van dit document is voor een deel ontleend aan het document dat in 2013 aan de overheid is aangeboden om te voorzien in eindtermen voor de opleiding tot – zoals het nu heet – coördinerend deskundige (CD)⁵.

De eindtermen zijn primair bedoeld voor de taken van de toezichthoudend deskundige bij versnellers en de handelingen met in de versneller bestraalde materialen of isotopen tot aan het transport naar het Hotlab of ander laboratorium voor verdere verwerking. 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 toezicht 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 BS⁶.

Versnellers worden toegepast of spelen een rol in de volgende aandachtsgebieden

- Doorlichten van objecten met behulp van deeltjesversnellers
- Onderzoek met behulp van (deeltjes)versnellers;
- Productie van elektronica met behulp van ionenimplementatie;
- Productie van radionucliden met behulp van deeltjesversnellers;
- Cyclotrons voor de productie van medicijnen;
- Cyclotrons voor onderzoek;
- Vrije-elektronlasers;
- Neutronengeneratoren;
- Versneller voor (onderzoek aan) kernfusie;
- Protonenversneller.

¹ In dit document wordt de huidige benaming van toezichthoudend deskundigen gebruikt, conform het huidige Besluit stralingsbescherming. In het concept Bbs is deze benaming vervangen door toezichthoudend medewerker stralingsbescherming.

² Council Directives 96/29/Euratom (13 mei 1996) en 2013/59/Euratom (5 december 2013)

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

⁴ Een toestel of installatie die deeltjes versnelt en ioniserende straling met een energie van meer dan 1 MeV uitzendt, wordt versneller genoemd. (toelichting op Bs).

⁵ S. van Dulleman en werkgroepleden, 'Eindtermen voor de opleiding Stralingsbeschermingsdeskundige', 17 januari 2013.

⁶ Besluit stralingsbescherming 16 juli 2001, Staatsblad 397 (2001), te raadplegen via <http://wetten.overheid.nl/BWBR0012702/2015-01-01/0>

De onderhavige eindtermen zijn primair bedoeld voor de bovenstaande categorieën met dien verstande dat een TD-Versnellers toezicht op versnellers in de medische sector kan houden voor zover er geen sprake is van het bestralen van patiënt (of vrijwilligers voor medisch onderzoek) voor therapeutische of diagnostische toepassing. De werkgroep beveelt aan om in situaties waarin het patiëntcontact beperkt blijft, een eenvoudige overstap van de TD-Versnellers naar de relevante TD-MT mogelijk te maken. Handelingen aan medische versnellers, waarbij er geen bestraling van de patiënt optreedt, zoals hierboven genoemd, moet echter wel onder het toezicht vallen van de TD-Versnellers. Voorbeelden daarvan zijn kalibratie en onderhoud van medische versnellers door fabrikanten en onderhoudsmedewerkers.

De ANVS werkt momenteel in het kader van de implementatie van de nieuwe EU-BSS aan de realisatie van een aangepast systeem van vergunningen, registraties en kennisgevingen ten behoeve van het nieuwe Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs). Bij de uitvoering van dit project wordt een graduele aanpak nagestreefd, hetgeen wil zeggen dat de eisen hoger worden naarmate het risico van de toepassing groter is. In dit licht is de werkgroep van mening dat een tweedeling in het niveau van TD-Versnellers wenselijk is. De werkgroep adviseert daarom om handelingen met een inherent veilige versneller, waarin alleen de versneller gebruikt wordt voor het doorlichten van objecten te laten plaatsvinden onder toezicht van een TD meet- en regeltechniek. Een voorbeeld daarvan is een TD bij een bagagescanner. Onderhoud aan inherent veilige versnellers moet echter wel onder het toezicht vallen van de TD-Versnellers.

De TD-Versnellers houdt voorts alleen toezicht op de handelingen rondom de versneller en de handelingen met in of rondom de versneller bestraalde materialen of isotopen tot en met het transport naar het Hotlab of ander laboratorium voor verdere verwerking. Dit betekent dat de TD-Versnellers naast kennis, vaardigheden en competenties (KVC) rondom de versneller ook KVC van verspreidbare radioactieve stoffen moet hebben. Gezien de gevaarstelling van de verspreidbare radioactieve stoffen adviseert de werkgroep om aan te sluiten bij de eindtermen voor TD-VRS⁷ en bij de in het betreffende document genoemde graduele aanpak⁸. Daarnaast zullen de TD-Versnellers onder wiens toezicht handelingen worden uitgevoerd met een maximale activiteit tot $20 Re_{inh}$ (TD-Versnellers C) of met een maximale activiteit tot $0,2 Re_{inh}$ dan wel een versneller waarbij geen activering optreedt (TD-Versnellers D) ook het toepassing specifieke gedeelte, zoals in dit document beschreven is moeten volgen.

⁷ Eindtermen voor de opleiding Toezichthoudend Deskundige Verspreidbare Radioactieve Stoffen Niveau C (TD-VRS C).

⁸ 1. TD-VRS B voor radionuclidenlaboratoria op B-niveau ($A_{max} = 2000 Re_{inh}^*$)

2. TD-VRS C voor radionuclidenlaboratoria op C-niveau onder directe verantwoordelijkheid van een CD ($A_{max} = 20 Re_{inh}^*$)

3. TD-VRS D voor radionuclidenlaboratoria op D-niveau onder directe verantwoordelijkheid van een CD ($A_{max} = 0,2 Re_{inh}^*$)

(*: bij $p=-1$ en hoogst mogelijke q waarde, bij opslag mag $p=0$ gekozen worden)

In de EU-BSS is vastgelegd dat een Radiation Protection Expert taken van een Radiation Protection Officer mag uitvoeren. Uitgaand van de veronderstelling dat dit impliceert dat in het Bbs zal staan dat de CD de taken van een TD mag uitvoeren is er geen aanleiding aparte eindtermen voor een TD-Versnellers te formuleren die werkt met verspreidbare radioactieve stoffen met een maximale activiteit groter dan $20 \text{ Re}_{\text{inh}}$ (TD-Versneller B)⁹ – deze persoon dient de opleiding tot CD succesvol te hebben afgerond. De werkgroep beveelt aan om in regelgeving expliciet aan te geven dat, cf. artikel 9.2 van het huidige BS, voor een TD-Versnellers B als adequate bij- en/of nascholing in de stralingsbescherming geldt:

- het toepassing specifieke gedeelte, zoals beschreven voor de toezichthoudend deskundige die toezicht houdt op verspreidbare stoffen in een C-laboratorium (TD-VRS C);
- het toepassing specifieke gedeelte, zoals in dit document beschreven.

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

- Toezichthouder
- Voorlichter/instructeur
- Medewerker aan risico-inventarisaties en evaluaties
- Opsteller van werkinstructies / protocollen
- Implementator
- Intermediair tussen werknemer en coördinerend deskundige
- Vraagbaak

Naast de bij bovenstaande rollen behorende vaardigheden vraagt dit ook organisatiesensitiviteit, gevoel voor maatschappelijke en vooral interne verhoudingen. Daarnaast is bewustzijn van risicoperceptie noodzakelijk.

De TD-Versnellers is deskundig als het gaat om het op juiste wijze meten van activiteit, stralingsniveaus enzovoort en het interpreteren van die metingen, het maken van een dosisschatting en het plaatsen van deze dosisschatting in de context van limieten en eventuele dosisbeperkingen, (potentiële) gezondheidsschade en te nemen maatregelen. De TD-Versnellers kan op meer dan basaal niveau dosis- en afschermingsberekeningen uitvoeren, ook voor inwendige dosimetrie. Dat vereist een adequate mate van actuele, parate kennis en begrip (*knowledge*) van zowel vakinhoudelijke aspecten (de *basic hard core physics*) als van organisatorische, procedurele en administratieve zaken (aangeduid met het acroniem *OPA-aspecten*), vaardigheden om in overleg met de coördinerend deskundige de deskundigheid op adequate wijze in de organisatie in te kunnen zetten en zaken te kunnen implementeren (*skills*), inzicht en professionele deskundigheid (*competence*). Dit laatste begrip is overkoepelend en

⁹ In tegenstelling tot TD-VRS is er voor versnellers geen bovengrens aan te geven, omdat bijvoorbeeld voor activeering de grenzen zoals bij radiologische laboratoria niet gelden.

integreert kennis, inzicht, vaardigheden en een professionele attitude. De vooropleiding van een cursusdeelnemer zal in veel gevallen op hbo of wo niveau zijn met een exact profiel (natuur en gezondheid of natuur en techniek) vanuit het voortgezet onderwijs. Bij het formuleren van competenties gaat het erom helder 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-Versnellers werkzaam is, kan onderscheid worden gemaakt tussen drie belangrijke werksituaties.

- De TD-Versnellers houdt toezicht en handhaaft de relevante wet- en regelgeving op het gebied van de ioniserende straling en geeft - indien van toepassing - in afstemming met de coördinerend deskundige op overtuigende wijze inhoudelijk adequate adviezen van preventieve aard aan een organisatie.
- De TD-Versnellers draagt bij een (dreigend) incident of ongewenste gebeurtenis adequaat bij aan de afhandeling door een coördinerend deskundige.
- De TD-Versnellers 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-Versnellers zijn daarom gegroepeerd in de vijf clusters: ***Preventie (proactief), Crisisbeheersing (reactief), Professionalisering en voorlichting, Specialisatie (open stoffen), Specialisatie (versnellers)*** naar de verschillende taken van een deskundige, zoals het geven van voorlichting, het houden van toezicht, monitoring en meten, het maken van werkprotocollen, het naar gelang de afspraken met de (A)CD (mede)beheren van een sluitende Kew-administratie, het bijdragen aan risicoanalyses en incidentafhandeling, aan de indeling van blootgestelde werkers en aan zaken betreffende de Kernenergiewetvergunning, enz. In dit document wordt alleen de aanvulling in eindtermen op de TD-VRS C en TD-VRS D geformuleerd voor de toepassings specifieke competenties van de TD-Versnellers C of TD-Versnellers D.

De omvang van deze specialisatie kan indicatief gesteld worden op ongeveer 1 à 2 dagen. 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), de combinatie met andere opleidingen tot toezichthoudend deskundige, het ingangsniveau van de deelnemers (voor cursus) en de aangeboden uitbreidingen bovenop het minimaal vereiste pakket.

Samenvattend

Functie	Omschrijving	Opleidingseis
TD Versneller B	Versnellers plus alle open stoffen	CD + <i>advies</i> nascholing competentie 5 ¹⁰
TD Versneller C	Versnellers plus open stoffen tot 20 Re	TD VRS C + examen comp 5
TD Versneller D	Versnellers plus open stoffen tot 0,2 Re	TD VRS D + examen comp 5
TD Versneller D	Versneller waarbij geen activering optreedt	TD VRS D + examen comp 5

¹⁰ Competentie 5 is een doornummering van de competenties genoemd in de leerdoelen van de opleiding voor TD VRS C, respectievelijk TD VRS D. Om niet in verschillende documenten dezelfde leerdoelen te noemen met kans op fouten naar aanleiding van aanpassingen in het ene document en niet in het andere document, zijn de leerdoelen uit TD VRS C en TD VRS D hier niet in opgenomen.

Eindtermen

Kerncompetentie 5¹¹

De TD-Versnellers beschikt over kennis, vaardigheden en competenties die specifiek betrekking hebben op versnellers.

Nadere typering van de context

In de kerncompetenties 1 tot en met 3 van de coördinerend deskundige zijn in generieke zin de basiscompetenties weergegeven waarover een TD-VRS C of TD-VRS D dient te beschikken. De uitwerking van deze competenties is in de meeste – maar niet alle - gevallen nog algemeen van aard. Daarnaast zijn de specifieke leerdoelen voor de TD-VRS C of TD-VRS D met betrekking tot het verspreidbare karakter van radioactieve stoffen in kerncompetentie 4 beschreven in de verschillende documenten met eindtermen¹². In deze kerncompetentie 5 komen de concept leerdoelen aan de orde, die de TD-Versnellers C of TD-Versnellers D moet beheersen met betrekking tot het veilig kunnen werken met en rondom een versneller. De TD-Versnellers B moet deze eindtermen beheersen na het volgen van de nascholing.

In deze context gaat het erom dat de deskundige:

1. op basis van kennis van verschillende detectiemethoden adequaat adviseert en oordeelt over inzet/ toepassing van bepaalde werkwijzen bij handeling met alle relevante stralingstypen.
2. bij nieuw- en verbouw naar gelang de afspraken met de (A)CD adviseert over de gewenste bouwkundige voorzieningen met betrekking tot stralingsveiligheid en in het bijzonder voor mogelijk te activeren materialen rondom de versneller ter minimalisering van radioactief afval bij toekomstige decommissioning.
3. op de hoogte is van de 'best practices' en adequate maatregelen ten bate van de stralingsbescherming rondom een versneller en daarnaar handelt;
4. bij onbedoelde gebeurtenissen of incidenten (verdere) bestraling/ contaminatie van de omgeving voorkomt door het toepassen van de juiste maatregelen, bijdraagt aan het opstellen van de onderdelen (over)bestraling en decontaminatie) in het bedrijfsnoodplan en dit uitvoert of laat uitvoeren.
5. het gebied 'werken met een versneller' in voldoende mate overziet;
6. basale kennis heeft van principes van Monte Carlo berekeningen.

¹¹ Competentie 5 is een doornummering van de competenties genoemd in de leerdoelen van de opleiding voor TD VRS C, respectievelijk TD VRS D. Om niet in verschillende documenten dezelfde leerdoelen te noemen met kans op fouten naar aanleiding van aanpassingen in het ene document en niet in het andere document, zijn de leerdoelen uit TD VRS C en TD VRS D hier niet in opgenomen.

¹² Kerncompetentie 1 tot en met 4 zie Eindtermen voor de opleiding Toezichthoudend Deskundige Verspreidbare Radioactieve Stoffen Niveau C (TD-VRS C) of Eindtermen voor de opleiding Toezichthoudend Deskundige Verspreidbare Radioactieve Stoffen Niveau D (TD-VRS D)

Daarvoor is het nodig dat de deskundige:

7. voor alle gangbare toegepaste stralingstypen in een eenvoudige casus afschermingsberekeningen maakt voor alle relevante stralingstypen.
8. kennis heeft van de fysische en radiobiologische eigenschappen van neutronen, protonen, hoogenergetische fotonen en zware (on)geladen deeltjes.
9. secundaire effecten kent bij hoogenergetische straling (remstraling en γ ,n-reacties).
10. kennis en vaardigheden bezit over het omgaan met (onverwacht) hoge stralingsvelden en (over)bestraling van personen (medewerkers).
11. kennis heeft van activeringsreacties in materiaal rondom de versneller en in lucht.

Leerdoelen stralingspracticum

Bovenstaande leerdoelen in Kerncompetentie 5 geven geen aanleiding tot extra practicum, anders dan beschreven voor de TD-VRS C of TD-VRS D.

Toetsing

De TD-Versnellers B dient het examen inclusief het bijbehorende stralingspracticum van de opleiding tot coördinerend deskundige te hebben afgerond. De cursist die de nascholing 'Specialistische competenties TD-Versneller C en D' volgt kan in de gelegenheid gesteld worden een examen voor de leerdoelen in kerncompetentie 5 af te leggen.

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

1. het examen van de opleiding tot TD-VRS C of TD-VRS D;
2. het bijbehorend stralingspracticum van de opleiding tot TD-VRS C of TD VRS D;
3. het examen voor de leerdoelen in kerncompetentie 5.

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

Ad3

Het examen van de leerdoelen in kerncompetentie 5 test de specifieke kennis benodigd voor het werken met en rondom versnellers. Dit kan onder andere worden afgenomen met behulp van een casus met een afschermingsberekening of activeringsberekening. Daarnaast kan kennis eventueel getoetst worden met meerkeuze vragen.

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, 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 LAEA gegeven¹³: “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.

¹³ https://www.iaea.org/km/documents/05_W_Kossilov_2226Aug05.pdf

	K	V	C
<i>Fysica</i>			
Protonen	X		
Neutronen	X		
Hoogenergetische fotonen	X		
Zware ongeladen deeltjes	X		
Activering	X	X	
γ ,n-reacties	X	X	
Monte Carlo berekeningen	X		
Afscherming van neutronen	X	X	
Afscherming van protonen	X		
Afscherming van hoogenergetische fotonen	X	X	
Afscherming van zware (on)geladen deeltjes	X		
<i>Detectie</i>			
Neutronen	X		
Protonen	X		
Hoogenergetische fotonen	X		
zware (on)geladen deeltjes	X		
<i>Ongevallen</i>			
Omgaan met overbestraling	X	X	X
Omgaan met (onverwacht) hoge stralingsvelden in en rondom de versneller	X	X	X