

NDRIS jaarrapportage 2023

Werkzaamheden,
resultaten overzicht en
voorstellen

In opdracht van het Ministerie van SZW

auteur(s):	G. de With 	reviewed:	R.P. Kollaard 
naam:	23 284757 NDRIS jaarrapportage 2023.docx	goedgekeurd:	J.J. van Roijen 
referentienr.:	23346.10/24.284757		
34 pages	20-8-2024		

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
2	NDRIS registratiesysteem	7
2.1	Doel	7
2.2	Gegevensverzameling	7
2.3	Dosisgrootheden	8
3	NDRIS beheer en uitvoering	9
3.1	Hoogtepunten in 2023	9
3.2	Speerpunten voor 2024	12
4	HERCA studie beroepsmatige blootstelling en dosisregistratie	13
4.1	Nationaal dosisregister	14
4.2	Dosimetrische diensten	15
4.3	Radon monitoring	17
4.4	Aanbevelingen	19
5	NDRIS Gegevensanalyse	20
5.1	Uitgangspunten van de analyse	20
5.2	Samenvattende statistiek	21
5.3	Sector analyse	21
5.4	Aanvullende analyse	26
6	Conclusies	27
7	Referenties	28

Samenvatting

De NDRIS jaarrapportage geeft een overzicht van de gegevensverzameling en registratie van dosisgegevens, en een uiteenzetting van de belangrijkste ontwikkelingen binnen het NDRIS. Tevens omvat het document een statistische analyse van de dosisgegevens die zijn verkregen in de periode 2018 tot 2023¹ t.b.v. trendanalyses.

Sinds 2017 is het NDRIS lid van het netwerk voor Occupational Dose Collection, Recording and Registration (ODCRR). Het netwerk vormt een onderdeel van de vereniging van Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities. In 2021 is het ODCRR netwerk gestart met een onderzoek om informatie te verzamelen over de uitdagingen en open-ends met betrekking tot beroepsmatige blootstelling en dosisregistratie. De bevindingen uit dit onderzoek zijn in 2023 gerapporteerd en voor goedkeuring aangeboden bij de HERCA Board of Heads.

Met betrekking tot de in 2023 ontvangen dosisgegevens kan het volgende worden gesteld. Het totale aantal actief geregistreerden in 2023 bedroeg 39.830 met een collectieve dosis van 35,1 mensSv. De collectieve en gemiddelde dosis (0,91 mSv) liggen lager in vergelijking met 2022. In 2022 was er sprake van een stabilisering van het aantal geregistreerden, mede als gevolg van het herstel in de luchtvaart na periode van twee jaar met minder vliegverkeer. In 2023 is er weer sprake van een afname, deze afname komt van de sector medisch en is bij benadering de gemiddelde jaarlijkse afname sinds 2012. Voor de andere sectoren opgeteld is het aantal geregistreerden in 2023 zelfs iets toegenomen zowel t.o.v. 2022.

¹ De resultaten van 2023 zijn meegenomen in de analyse, maar zijn mogelijk nog wel onderhevig aan veranderingen t.g.v. nog te ontvangen dosisgegevens.

1 Inleiding

Het voorliggende document is de jaarrapportage 2023 van het Nationaal Dosis Registratie- en Informatie Systeem (NDRIS). Dit informatiesysteem is sinds 1989 in gebruik en is bedoeld voor registratie van de beroepsmatig opgelopen dosis aan ioniserende straling. In de rapportage is naast een algemene beschrijving van het NDRIS en de bijbehorende dataopslag een samenvatting gegeven van de ontwikkelingen binnen het NDRIS en de belangrijkste speerpunten voor 2024.

In de rapportage is een statistische analyse opgenomen van de in het NDRIS geregistreerde informatie. Deze analyse is niet beperkt tot alleen de jaargemiddelden, maar omvat ook kwartaalresultaten. Dit betekent dat voor de periode 2018 tot 2023 de gebruikelijke kengetallen zoals actief geregistreerden, cumulatieve en gemiddelde dosis zijn gerapporteerd als ook het percentage overschrijdingen van de 1, 6 en 20 mSv effectieve dosis. Tevens is in de rapportage ook een samenvatting gegeven van de belangrijkste bevindingen uit het Europese onderzoek naar beroepsmatige blootstelling en dosisregistratie. Dit onderzoek is uitgevoerd binnen de kaders van HERCA onder leiding van Nederland.

2 NDRIS registratiesysteem

Het NDRIS is het in artikel 7.17 van het Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming (Bbs)^[1] bedoelde dosisregistratiesysteem. De Minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid heeft in de Regeling stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling^[2] van 23 januari 2018 NRG aangewezen als beheerder van het NDRIS.

2.1 Doel

De centrale opslag van de beroepsmatig verkregen radiologische dosis in het NDRIS datasysteem heeft als doel:

- het signaleren van overschrijdingen van de in het Bbs vastgelegde dosislimieten voor beroepsmatige blootstelling;
- het zekerstellen van de geregistreerde individuele dosisgegevens voor een periode van 30 jaar na beëindiging van de werkzaamheden;
- het verzorgen van reguliere rapportage van de beschikbare data aan de betrokken instanties;
- het beschikbaar stellen van dosisgegevens voor statistische analyses naar de radiologische blootstelling van blootgestelde werknemers.

2.2 Gegevensverzameling

De huidige gegevensverzameling bestaat uit de dosisgegevens van de kernenergiecentrales te Dodewaard en Borssele sinds 1973 en van de verschillende erkende dosimetrische diensten die sinds 1989 actief zijn geweest. Sinds 2001 wordt ook de berekende blootstelling van vliegtuigbemanningen in het NDRIS vastgelegd. Verder bevat het NDRIS dosisgegevens afkomstig van een aantal organisaties die de gegevens zelfstandig aanleveren.

De gegevens in NDRIS worden daarnaast voortdurend aangevuld. Meestal betreft dit nieuw bepaalde dosisgegevens afkomstig van de erkende dosimetrische diensten Mirion en SCK. Af en toe worden er echter ook gegevens aangevuld of gewijzigd die een periode betreffen die verder in het verleden liggen.

In het NDRIS is een groot deel van de geregistreerde personen aan te duiden als ‘niet-actief’ of als ‘slaper’. Van deze personen worden geen nieuwe gegevens ontvangen. Bij de analyse van de resultaten zoals

beschreven in dit rapport worden alleen de geregistreerde personen meegenomen waarvan NDRIS dit jaar gegevens heeft ontvangen. Deze personen worden aangeduid als actieve geregistreerde personen.

Samen met de dosisgegevens zijn de persoonskenmerken zoals geboortedatum en geslacht, maar ook het Burgerservicenummer in de registratie opgenomen, naast de aard van de werkzaamheden en de werkgever.

2.3 Dosisgrootheden

Volgens het Bbs moet van de beroepsmatig blootgestelde personen de effectieve dosis worden vastgelegd in het NDRIS. Voor vliegtuigbemanningen wordt deze grootheid berekend, terwijl voor de meeste andere personen deze waarde is gebaseerd op een meting met een persoonsdosismeter. De effectieve dosis laat zich echter niet direct met een persoonsdosismeter vaststellen. Met de persoonsdosismeter wordt het persoonsdosisequivalent op 10 mm diepte in zacht weefsel gemeten, $H_p(10)$. Over het algemeen is $H_p(10)$ een conservatieve schatting voor de effectieve dosis.

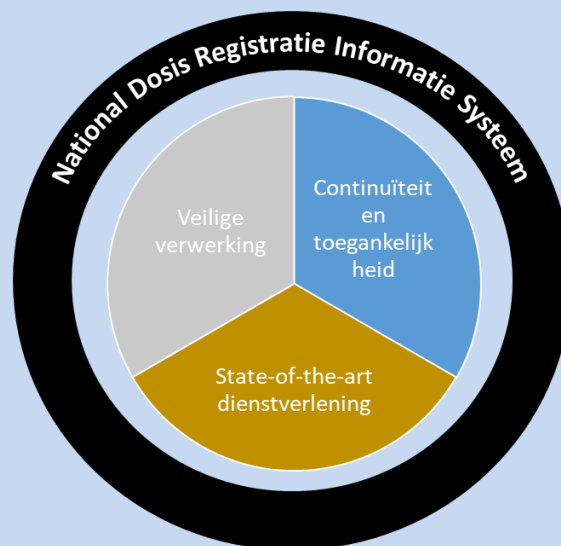
Effectieve beschermingsmaatregelen bij blootstelling aan röntgenstraling (zoals een goed passend loodschort met schildklierbescherming) maken dat de meting met een persoonsdosismeter ofwel een overschatting van de effectieve dosis oplevert, als deze buiten de bescherming wordt gedragen, of een onderschatting indien deze er onder wordt gedragen. Om hiervoor te corrigeren kan een loodschortcorrectiefactor worden toegepast. Het Nederlandse beleid is dat de persoonsdosismeter bij het gebruik van een loodschort in geen enkel geval mag worden afgeschermd door het loodschort of een ander persoonlijk beschermingsmiddel.

Volgens internationale aanbevelingen moet de totale standaardonzekerheid in een meting van de operationele grootheid $H_p(10)$ ter grootte van 1 mSv kleiner zijn dan ongeveer 30%^[3]. Alle in Nederland erkende dosimetrische systemen kunnen hieraan voldoen, maar vooral de bron van onzekerheid t.g.v. de energie- en hoekafhankelijkheid leidt veelal tot een standaardonzekerheid van ongeveer 20%. Daarnaast zijn er nog andere bronnen van onzekerheid welke niet onvermeld mogen blijven. Dit zijn o.a. draagdiscipline, gebruik loodschort en draagpositie.

3 NDRIS beheer en uitvoering

3.1 Hoogtepunten in 2023

De operationele dienstverlening vanuit het NDRIS verliep in 2023 conform plan. Tevens zijn er belangrijke stappen gezet ter versterking van het NDRIS. Het in 2020 opgestelde visiedocument met een beschrijving van de NDRIS kernwaarden en de lange termijn ambities zijn in 2021 besproken met het ministerie SZW. De kernwaarden en de daaruit voortvloeiende ambities zijn daarmee als volgt:



Figuur 1 De drie kernwaarden voor goed beheer van het NDRIS.

Voor de periode tot en met 2025 zijn de volgende twee ambities opgesteld:

Ambitie 1. Het versterken van NDRIS' 1^{ste} kernwaarde rondom veilige verwerking, daarvoor wil het NDRIS in de periode 2021 – 2025 een ISO:27001 certificering verkrijgen tezamen met een volledig ingewerkte systematiek van continue verbetering.

Ambitie 2. Het versterken van NDRIS' 2^{de} kernwaarde rondom continuïteit en toegankelijkheid, daarvoor wil het NDRIS in de periode 2021 – 2025 blijven sturen op een houdbare combinatie van inkomsten en uitgaven.

3.1.1 Algemene Verordening Gegevensbescherming

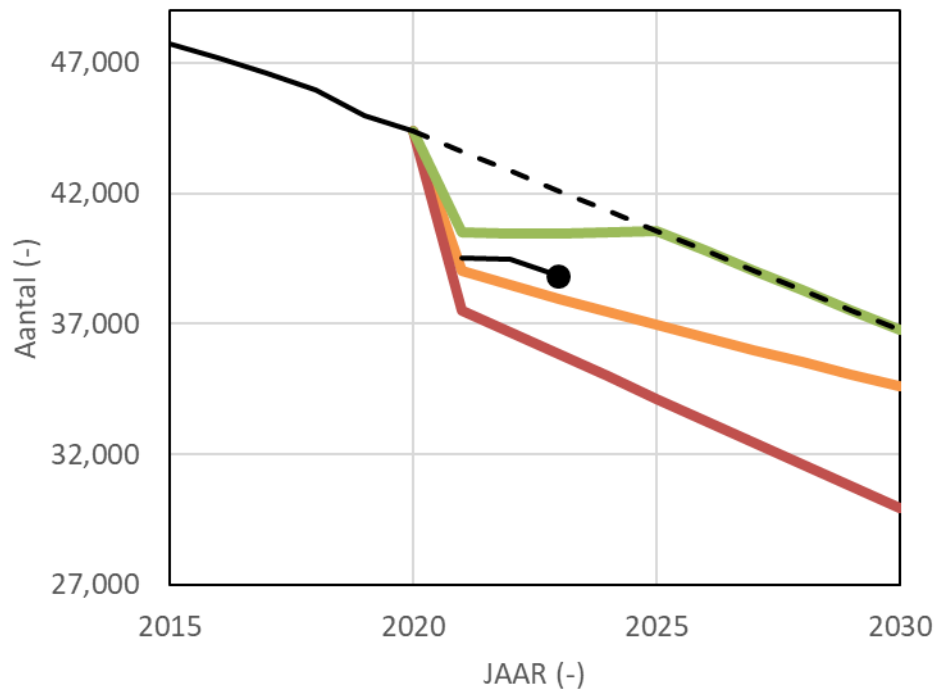
De ISO:27001 certificering vormt een belangrijke stap in een solide implementatie van de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG)^[4]. De certificering maakt aantoonbaar dat het NDRIS haar informatieprocessen beheerst en dat de vertrouwelijkheid, integriteit en beschikbaarheid van de informatie wordt geborgd. In 2022 is geconcludeerd dat de gewenste ISO27001 certificering voor de NDRIS activiteiten moet worden toegevoegd aan de bestaande NRG certificering. In 2023 zijn er een aantal belangrijke stappen gezet om dit mogelijk te maken. Zo is er vanuit de NRG directie akkoord gegeven voor deze scope uitbreiding. Daarna is er een scan uitgevoerd van de huidige tekortkoming voor de verlenging en uitbreiding van de bestaande ISO27001 certificering. Het plan van aanpak omvat de volgende punten:

- Het doorvoeren van de eisen van de ISO27001:2022
- Het uitbreiden van de scope met NDRIS
- Het in beheer nemen van het management systeem (ISMS)
- Certificering van het ISMS tegen de ISO27001:2022 in kwartaal twee 2024

Op dit moment liggen de acties vooral bij het inventariseren van de documentatie en het maken van afspraken met stakeholders. Op basis van deze uitkomsten zal een voorstel worden gedaan voor de high level structuur rondom ISO27001. Met deze aangepaste structuur zal ook worden beoogd dat de *quality assurance* processen meer modulair ingericht worden. Daarmee kan NDRIS vervolgens eenvoudig worden toegevoegd aan de huidige certificering. Het certificeringstraject wordt gecoördineerd vanuit de NRG afdeling QHSE, en ook op termijn zal de regie op de certificering bij de QHSE afdeling liggen. NDRIS is vooral betrokken als stakeholder. De benodigde documenten voor het NDRIS deel zijn grotendeels voorhanden, en t.z.t. zal een deel van de high level documenten die NDRIS reeds beschikbaar

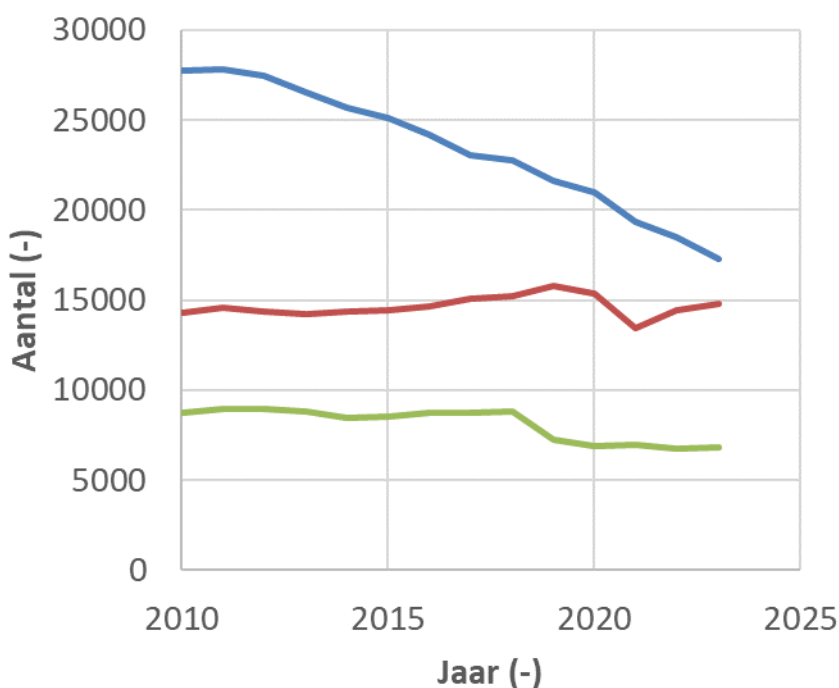
3.1.2 Ontwikkeling in het aantal actief geregistreerden

Het aantal actief geregistreerden is ook in 2023 intensief gemonitord en uitgekomen op ongeveer 39.000. Daarmee is het aantal actief geregistreerden t.o.v. voorgaande jaren weer verder gedaald. Op basis van deze recente data lijkt het aantal actief geregistreerden zich te ontwikkelen volgens het in 2020 gedefinieerde scenario 2 (oranje) zoals getoond in Figuur 2. Deze ontwikkeling komt voort uit een continue afname in het aantal dosismeterdragers in de sector medisch, en de groei in de sector luchtvaart is onvoldoende om deze negatieve trend binnen de sector medisch te compenseren.



Figuur 2 Raming van de aantal actief geregistreerden. — Gegevens uit het verleden, en ● aantallen 2023. - - Scenario 0 – Ramingen pre-COVID, — Scenario 1 – In 2021 20% afname in de sector luchtvaart daarna jaarlijks 6,5% groei. — Scenario 2 – In 2021 30% afname in de sector luchtvaart daarna jaarlijks 3% groei. — Scenario 3 – In 2021 40% afname in de sector luchtvaart daarna jaarlijks 0% groei.

Een verdere uitsplitsing naar de verschillende sectoren is weergegeven in Figuur 3. Hierbij is het aantal geregistreerden voor de sectoren medisch en luchtvaart getoond, de resterende sectoren nucleair, industrie en overige zijn gecombineerd voor een beter overzicht. Uit de figuur blijkt dat de reeds in 2017 gemelde afname binnen de sector medisch zich op zeer continue wijze heeft gemanifesteerd, en nagenoeg onbeïnvloed door de CORONA perikelen. De afname toont een duidelijke lineaire karakter met als start 2012. Helaas, lijkt er daarmee ook nog geen vooruitzicht op een stabilisering van het aantal geregistreerden in deze sector. De luchtvaart sector is weer bijna op het niveau van voor de CORONA pandemie, al is de eerder voorziene groei die was verwacht voor de CORONA (nog) niet bereikt. Het aantal geregistreerden in de andere sectoren lijkt sinds 2019 stabiel te zijn.



Figuur 3 Aantal personen in de verschillende sectoren voor de periode 2010 tot 2023 zoals vastgelegd in het NDRIS. — Sector medisch, — Luchtvaart, — Nucleair, industrie en overige.

3.2 Speerpunten voor 2024

3.2.1 Algemene Verordening Gegevensbescherming

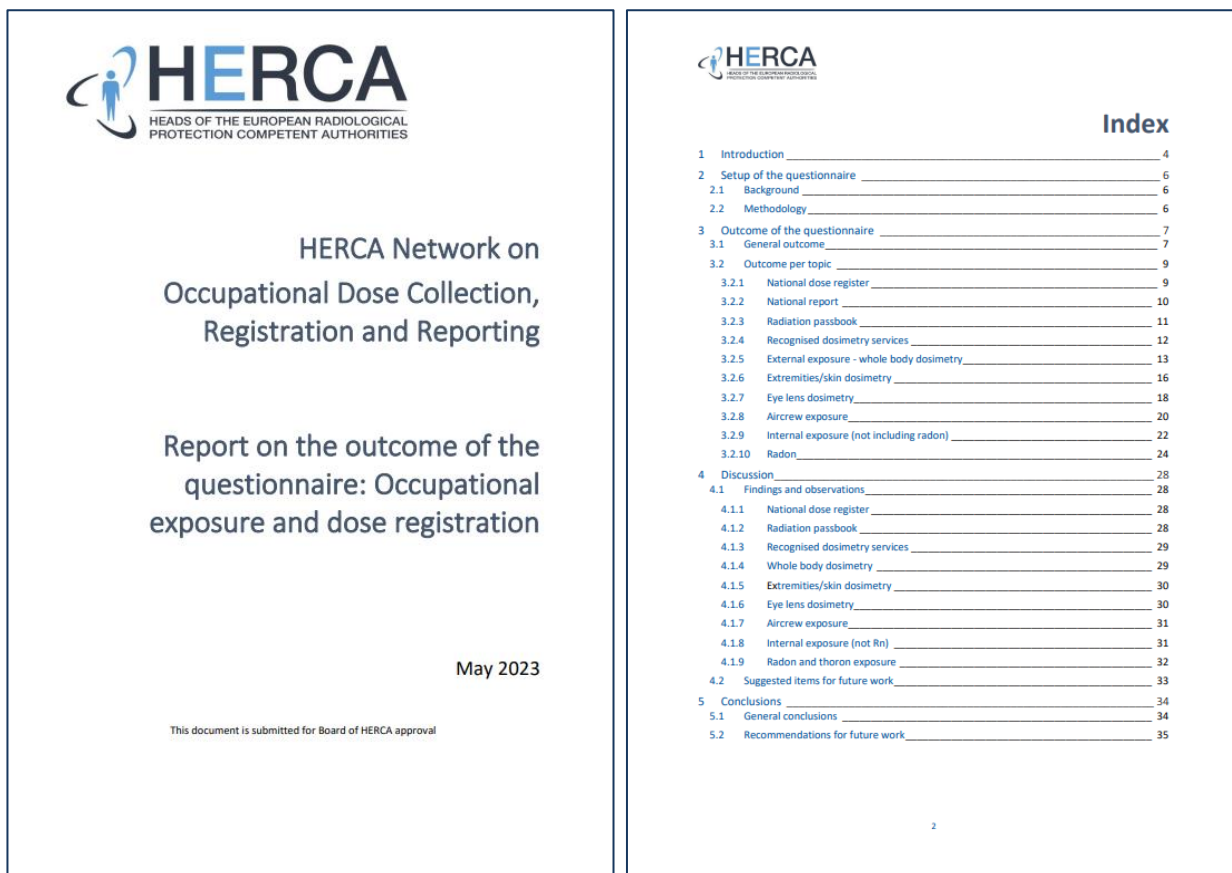
De aanvraag voor de ISO-27001 accreditatie met hernieuwde scope staat gepland voor 2024. Tevens zal er een externe audit gaan worden uitgevoerd rondom de volledige compliance met de AVG.

3.2.2 Aansluiting van nieuwe erkende dosimetriscche diensten

Er zullen voorbereidingen worden getroffen voor het aanleveren van dosisinformatie afkomstig van mogelijk nieuwe dosimetriscche diensten.

4 HERCA studie beroepsmatige blootstelling en dosisregistratie

Sinds 2017 is het NDRIS lid van het netwerk voor Occupational Dose Collection, Recording and Registration (ODCRR). Het netwerk vormt een onderdeel van de vereniging van Heads of the European Radiological Protection Competent Authorities (HERCA), en de bij het netwerk aangesloten leden zijn beheerder van hun nationale dosisregister (NDR). Nederland is voorzitter van dit netwerk. De HERCA is een vrijwillige vereniging waarin de hoofden van de stralingsbeschermingsautoriteiten samenwerken om gemeenschappelijke problemen te identificeren en praktische oplossingen voor deze problemen voor te stellen. HERCA werkt aan onderwerpen die doorgaans onder de bepalingen van het EURATOM-verdrag vallen. Het werkprogramma van HERCA is gebaseerd op gemeenschappelijke interesse in belangrijke regelgevingsvraagstukken. In 2021 is het netwerk gestart met een onderzoek om informatie te verzamelen over de uitdagingen en open-ends met betrekking tot beroepsmatige blootstelling en dosisregistratie. De bevindingen uit dit onderzoek zijn in 2023 gerapporteerd in onderstaand weergegeven rapport en voor goedkeuring aangeboden bij de HERCA Board of Heads.

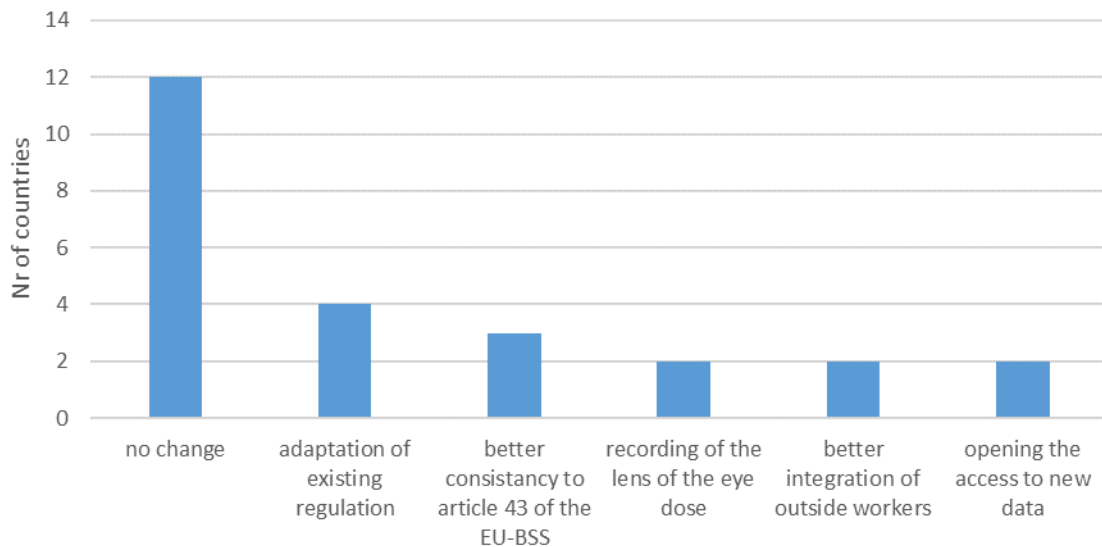


Figuur 4 HERCA Report on the outcome of the questionnaire: Occupational exposure and dose registration.

Het onderzoek omvatte een enquête welke aan alle bij de HERCA aangesloten landen was voorgelegd. De enquête bestond uit twaalf delen die betrekking hebben op beroepsmatige blootstelling en dosisregistratie. Elk van deze secties bevatte een reeks vragen om de huidige praktijken op het gebied van individuele monitoring van blootgestelde werknemers en regelingen voor het opzetten en onderhouden van het nationale dosisregister bij HERCA-leden te identificeren. Daarnaast werden er vragen gesteld over recente veranderingen in de nationale regelgeving, uitdagingen en open-ends die nadere om nadere uitwerking vragen. In totaal hebben 24 HERCA landen deelgenomen aan de enquête. Uit het onderzoek blijkt dat veel HERCA-leden momenteel werken aan de modernisering van hun dosisregister, zoals digitalisering en automatisering van de dosisverzameling, en aan het verbeteren van de volledigheid van de dosisregistratie. Er wordt ook geconcludeerd dat er aanzienlijke variatie bestaat in het verzamelen van dosisinformatie, met name voor blootstelling aan radon en ooglens.

4.1 Nationaal dosisregister

Ongeveer 50% van de HERCA landen antwoordde dat de regelgeving met betrekking tot het nationale dosisregister is veranderd als gevolg van de implementatie van de EU-BSS. Deze aanpassing brachten meerdere veranderingen met zich mee. In het algemeen hielden deze wijzigingen verband met de inhoud van het register, zoals de afzonderlijke registratie van de doses die werden ontvangen bij onbedoelde situaties, in noodsituaties of onder speciale toestemming. Andere veranderingen waren onder meer de specifieke verantwoordelijkheden van degenen die betrokken waren bij het aanleveren van dosisinformatie naar het dosisregister, de beschrijving van de modaliteiten van deze overdrachten en de toegang tot het dosisregister door de werknemers. Verder waren er veranderingen op het gebied van de rol van het bevoegd gezag, de werkgevers, de bedrijfsarts en nieuwe regelgeving voor persoonsgegevens.

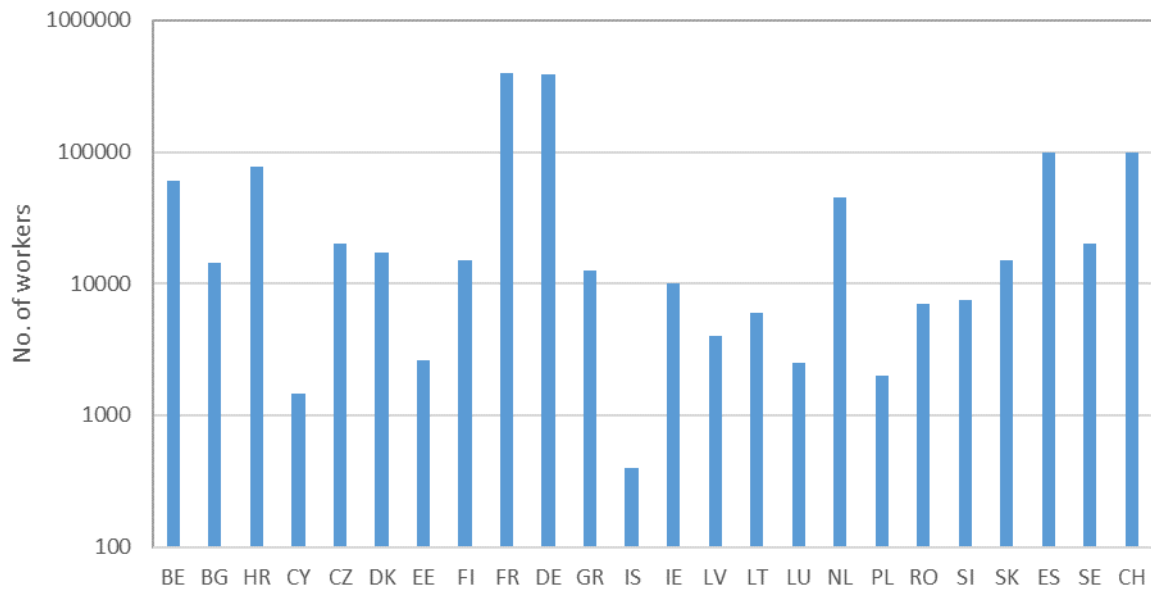


Figuur 5 De wijziging in de nationale regelgeving met betrekking tot de dosisregister n.a.v. de introductie van de EU-BSS.

4.2 Dosimetrische diensten

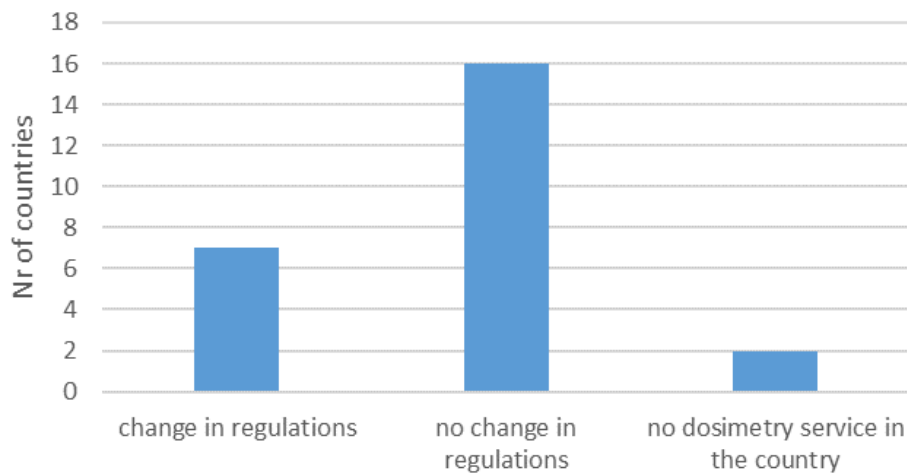
Uit het onderzoek is gebleken dat het aantal gemonitorde werknemers in de verschillende EU-landen voor alle soorten blootstelling met ongeveer drie ordes van grootte varieert (Figuur 6). Het aantal gemonitorde werknemers heeft een wezenlijke impact op de beschikbare dosimetrie-infrastructuur in het land en daarom variëren de uitdagingen en behoeften van de HERCA-leden aanzienlijk.

Van de 24 landen verklaarden 16 landen dat er geen verandering is gekomen in de regelgeving met betrekking tot dosimetrische diensten als gevolg van de recente implementatie van de EU-BSS (Figuur 7). Van de 7 landen die enkele wijzigingen hebben gemeld, vereisen er 3 nu een ISO 17025-accreditatie voor goedkeuring van de dosimetrische diensten. Twee landen hebben een update gepland voor erkenning waarbij rekening zal worden gehouden met de aanbevelingen van de RP160. Andere wijzigingen die door de responders werden gemeld zijn: accreditatie van $H_p(10)$ en $H_p(0,07)$ metingen, de duur van de goedkeuring van de dosimetrische diensten (onbepaalde tijd in plaats van 5 jaar), het gegevensformaat met betrekking tot de geregistreerde doses, de implementatie van een uniek identificatienummer en de toepasselijke dosislimieten.



Figuur 6 Het aantal werknemers dat jaarlijks routinematig wordt gemonitord.

Uit het onderzoek blijkt dat er twee grote uitdagingen zijn met betrekking tot de erkende dosimetrische diensten. De eerste is een ontwikkeling om de kwaliteitsnormen van de dosimetrische dienst te verhogen. In totaal hebben organisaties van vijf landen gemeld dat zij onlangs of in de nabije toekomst een ISO17025-accreditatie eisen als onderdeel van de erkenning. Traditioneel zijn dosimetrische diensten verbonden met of onderdeel van de nationale onderzoeksinstituten, met een sterke focus op de nationale markt. Recentelijk is er een verschuiving naar grotere dosimetrische diensten die internationaal opereren. Deze ontwikkeling kan het nationale landschap van dosimetrische diensten veranderen, waarbij enkele gevestigde instellingen hun activiteiten zullen stopzetten. Grotere organisaties zijn wellicht beter gepositioneerd om hun productassortiment te innoveren en state-of-the-art kwaliteitsnormen te bieden. Tegelijkertijd hebben enkele HERCA-leden hun bezorgdheid geuit over de beschikbaarheid van een adequate infrastructuur, zoals erkende dosimetrische diensten, monitoringfaciliteiten en kwaliteitsnormen. Deze zorgen zijn het meest prominent bij het monitoren van interne blootstelling en radon, vanwege het beperkte aantal betrokken werknemers en het ontbreken van een duurzame business.



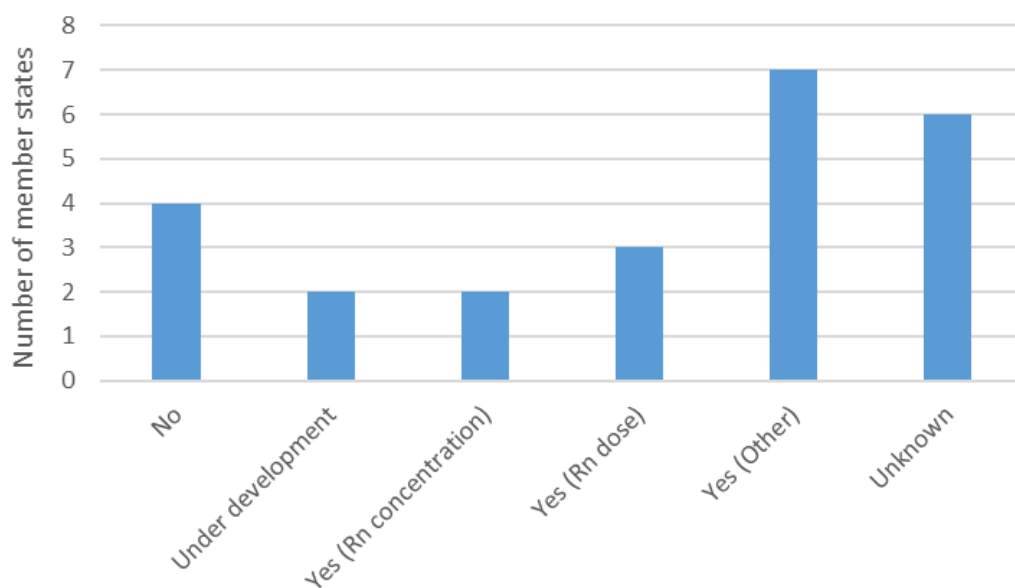
Figuur 7 Wijziging van de regelgeving met betrekking tot de dosimetriediensten.

Erkend wordt dat het bepalen van de beroepsdosis op basis van inwendige blootstelling een uitdaging kan zijn, waarbij adequate monitoring-, bemonsterings- en detectietechnieken nodig zijn. Bovendien is er een aanvullende berekening nodig om de effectieve volg dosis te bepalen. Protocollen en richtlijnen, evenals softwaretools voor de dosisbeoordeling zijn beschikbaar. Toch vereisen ze veel expertise en substantiële meetapparatuur. Om deze reden hebben sommige landen maatregelen ingevoerd om de kwaliteit van elk betrokken aspect te garanderen, zoals: laboratoriumaccreditatie en ISO-procedures, laboratoriumgoedkeuring en vereisten om de EU- en ICRP-richtlijnen te volgen. Niettemin ligt het aantal werknemers dat een dergelijke beoordeling nodig heeft in veel landen ruim onder de 100 per jaar. De belangrijkste uitdaging voor veel landen is dan ook het waarborgen van een minimale infrastructuur die nodig is voor het monitoren en beoordelen van interne blootstelling. Dit blijkt ook uit de beperkte beschikbaarheid van diensten voor in-vivo- en in-vitro-metingen in sommige landen. Onder de landen met een uitgebreid monitoringprogramma voor werknemers bestaat er vraag naar het aanpakken van verschillende uitdagingen bij het monitoren en beoordelen van interne blootstelling. Hiertoe behoren bijvoorbeeld noodsituaties, die als technisch uitdagend worden beschouwd.

4.3 Radon monitoring

Het aantal werknemers dat onder een programma valt voor monitoring van radon op de werkplek varieert sterk per land, met een maximale gerapporteerde waarde van 2.800 werknemers. Echter, in de meeste gevallen zijn de aantallen veel kleiner (tot 200). Zodoende is er een beperkt aantal landen met uitgebreide ervaring met het monitoren van beroepsmatige radonblootstelling. Deze landen beschikken ook over een

adequate infrastructuur die diensten levert op het gebied van radonmonitoring en dosisbepaling met een overeengekomen kwaliteitsniveau. Niettemin is dit gebied van beroepsmatige blootstelling voor veel landen nieuw en leidt het tot veel uitdagingen op veel terreinen. Tot de belangrijkste daarvan behoort de bezorgdheid over het gebrek aan passende infrastructuur, zoals een gebrek aan dienstverleners, kwaliteitsnormen en gevestigde procedures voor het monitoren en evalueren van de dosis. Deze bevindingen suggereren dat sommige landen duidelijk baat zouden hebben bij begeleiding en beste praktijken op het gebied van radonmonitoring en dosisbeoordeling.



Figuur 8 Registratie van radongegevens in het landelijk dosisregister.

Meerdere landen geven aan dat zij geen dosisinformatie over de blootstelling aan radon registreren in hun nationale dosisregister, terwijl er tussen de landen die dat wel doen er grote verschillen bestaan in de specifieke informatie die wordt verzameld (Figuur 8). Sommige landen registreren radonconcentraties, terwijl andere alleen radondoses en allerlei combinaties daarvan registreren. Op dezelfde manier verschilt de gehanteerde radon Dosis Conversie Coëfficiënt (DCC) tussen de verschillende landen sterk. Hoewel de meeste landen de meest recente ICRP-aanbeveling van de ICRP-137 hebben overgenomen, verwijzen veel landen ook naar eerdere ICRP-aanbevelingen waarbij een andere radon-DCC wordt gebruikt. Een ander relevant probleem is de optelling van de effectieve dosis van externe blootstelling en radonblootstelling, die in de EU op verschillende manieren lijkt te worden toegepast vanwege de grote variatie in de beoordeling van de radondosis en de registratie van dosisinformatie. Zodoende is er behoefte aan richtlijnen bij het verzamelen en registreren van dosisinformatie over beroepsmatige blootstelling aan radon, waarbij terdege rekening moet worden gehouden met de nationale uitdagingen op het gebied van radonmonitoring en dosisbeoordeling.

4.4 Aanbevelingen

Het HERCA netwerk stelt voor dat toekomstige activiteiten zich richten op kwesties die rechtstreeks verband houden met het verbeteren van de verzameling, registratie en rapportage van dosisinformatie. Daarbij dient ook te worden opgemerkt dat de NDR's een uitgebreide en unieke database beheren met informatie uit individuele dosismonitoring, die vaak een geschiedenis van meerdere decennia bestrijkt. Vanuit het netwerk wordt voorgesteld dat zij zich op de volgende onderwerpen gaan concentreren:

- Gebruik het netwerk als platform waar mensen die verantwoordelijk zijn voor het nationale dosisregister hun ervaringen kunnen uitwisselen. Dit behelst de huidige praktijk bij het verzamelen van radondoses, uitwisseling van gegevens tussen landen, digitalisering, IT-beveiliging, digitale dosimetrie en gegevensbescherming.
- Tevens kan deze uitwisseling worden ingezet voor het verkrijgen van overzichten en best practices op het gebied van het verzamelen, registreren en rapporteren van doses.

Voor het NDRIS is deelname aan het HERCA netwerk zeer waardevol om kennis en ervaring te kunnen uitwisselen met de NDR's in andere Europese landen.

5 NDRIS Gegevensanalyse

Dit hoofdstuk omvat een statistische analyse van de in het NDRIS opgeslagen gegevens en geeft een overzicht van een aantal belangrijke kengetallen. Het overzicht is weergegeven voor de totale populatie, maar ook met onderverdeling naar de verschillende sectoren. Om beter inzicht te verkrijgen zijn naast de jaargemiddelden ook een aantal resultaten weergegeven per kwartaal. De resultaten van deze analyse zijn grafisch weergegeven in de tekst en de onderliggende tabellen zijn opgenomen in Bijlage A.

5.1 Uitgangspunten van de analyse

Bij de analyse van dosisgegevens is een aantal kengetallen van belang. Deze aan de UNSCEAR ontleende kengetallen zijn opgesomd in de onderstaande tabel.

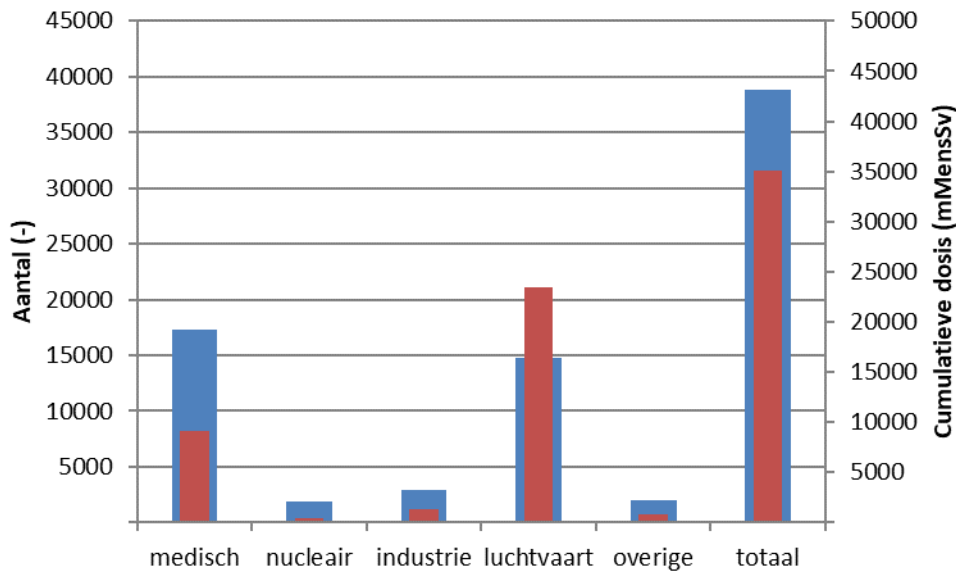
Tabel 1 Kengetallen gebruikt bij de statistische analyse van beroepsmatige blootstelling.

Kengetal	Symbool
Aantal blootgestelde personen in een bepaalde groep	N
Collectieve dosis voor een bepaalde groep (mSv)	S
Gemiddelde dosis van personen in een bepaalde groep (mSv)	E_{Avg}
De fractie van het aantal personen in een groep met een dosis groter dan E	NR_E
De fractie van de collectieve dosis voor een groep, bijgedragen door personen met een dosis groter dan E	SR_E

In de huidige analyse zijn in de samenvattende statistieken voor E 3 waarden gebruikt, waardoor 4 dosisgebieden zijn ontstaan: kleiner dan 1 mSv, van 1 tot 6 mSv, van 6 tot 20 mSv en 20 mSv en hoger. Deze waarden zijn ontleend aan de in de regelgeving vastgelegde dosislimieten en classificatie van werknemers. Hoewel de kengetallen eenduidig kunnen worden vastgesteld uit de beschikbare NDRIS bestanden bevatten zij toch een bepaalde mate van onzekerheid. Dit betreft de onzekerheid in de aangeleverde dosisgegevens, t.g.v. de meetonzekerheid maar ook andere aspecten zoals genoemd in §2.3. Andere onzekerheden die niet direct voortvloeien uit de aangeleverde dosisgegevens, maar wel kunnen bijdragen aan de onzekerheid in deze analyse zijn o.a.: i. indeling in soort werk en categorie werkgever, ii. start of afronding van de radiologische werkzaamheden ergens gedurende het jaar en iii. verandering in soort werk.

5.2 Samenvattende statistiek

Onderstaande Figuur 9 geeft een samenvatting van de beroepsmatige blootstelling aan ioniserende straling in Nederland. Deze grafiek omvat ook een uitsplitsing naar de verschillende sectoren.



Figuur 9 Totaal aantal actief geregistreerde personen ■ en bijbehorende cumulatieve dosis ■ met onderverdeling naar sector (2023).

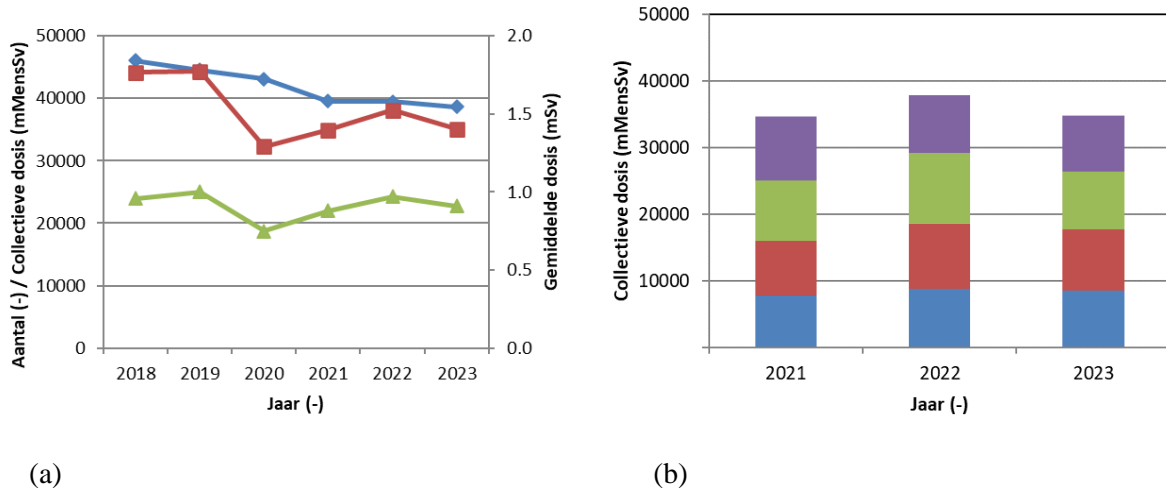
De totaal geregistreerde dosis in 2023, gebaseerd op 38.830 actieve geregistreerden, bedraagt 35,1 mensSv. Een verdere uitwerking van de resultaten is weergegeven in onderstaande §5.3.

5.3 Sector analyse

5.3.1 Totale sector

De resultaten van het totaal aantal actief geregistreerden zijn weergegeven in Figuur 10 en Tabel A1 in de Bijlage A. Sinds 2018 is er een continue afname in het aantal geregistreerden, welke in 2022 lijkt te zijn gestabiliseerd, echter in 2023 is er toch weer sprake van een afname. Tevens is er ook een afname in de gemiddelde en collectieve dosis t.o.v. 2022. De gemiddelde dosis is met 0,91 mSv onder het niveau van voor de CORONA pandemie. Dit geldt ook voor het percentage radiologisch werkers met een dosis van meer dan 6 en 20 mSv (Bijlage A - Tabel A1). De overschrijding van het percentage werkers met een dosis van meer dan 1 mSv is wel toegenomen. Deze opwaartse beweging is waarschijnlijk het gevolg van de afname in het aantal geregistreerden. De collectieve dosis ligt ook beduidend onder het niveau van voor de pandemie en kan ook worden toegeschreven aan de afname in het aantal actief geregistreerden. Deze

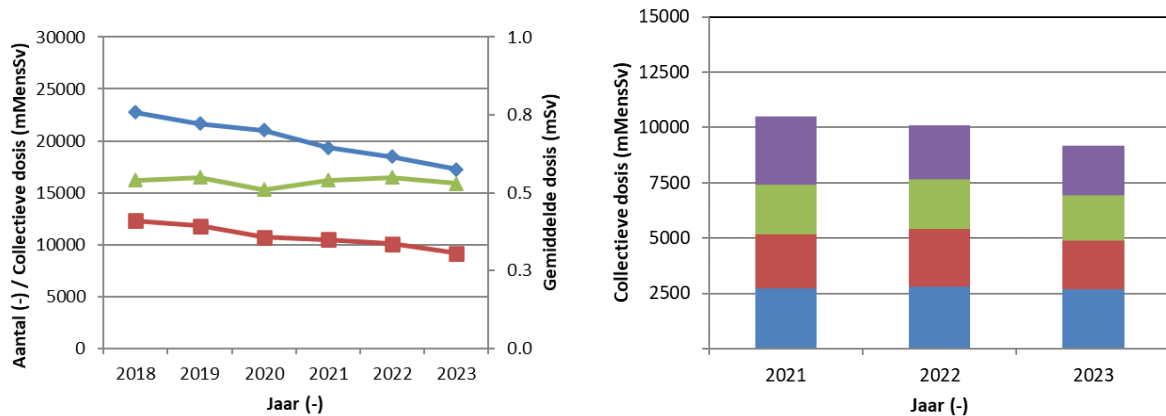
afname in collectieve dosis bedraagt bij benadering ook 20%. Ook blijkt dat de verdeling van collectieve dosis over de vier kwartalen identiek is (Figuur 10-b). Dit is in line met de meerjarige resultaten waarin voor de gehele populatie van geregistreerden er geen wezenlijke variatie in de seizoenen is.



Figuur 10 Kengetallen voor alle sectoren samen. (a) Totaal aantal personen (N) ♦, de collectieve dosis (S) ■ en de gemiddelde dosis (E_{Avg}) ▲. (b) Collectieve dosis weergegeven per kwartaal, Q1 ■, Q2 ■, Q3 ■, Q4 ■.

5.3.2 Medische sector

De medische sector is ook in 2023 verantwoordelijk voor de afname van geregistreerden. De afname bedroeg ongeveer 1250 en is daarmee bij benadering de gemiddeld jaarlijkse afname sinds 2012 (Figuur 11). De gemiddelde dosis ligt weer volledig op het niveau van voor de pandemie. Het totaal aantal geregistreerden met een jaardosis van meer dan 20 mSv (Bijlage A – Tabel A2) binnen de sector medisch bedroeg slechts 20. Daarmee is het aantal overschrijdingen in de afgelopen jaren stapsgewijs afgenomen van 67 in 2017 naar 20 nu. Hierbij dient wel te worden aangetekend dat er sinds 2019 actiever gebruik wordt gemaakt van de loodschortcorrectiefactor. De genoemde overschrijdingen betreffen personen waarvoor geen loodschortcorrectie is toegepast. Tevens behoren zij bijna allemaal tot de *algemene radiologie* (M10) en *ingrepen onder doorlichting arts* (M11); daarmee is het wel degelijk mogelijk dat ze aanspraak kunnen maken op de genoemde correctie. Echter, ook met inachtneming van de door het NDRIS toegepaste loodschortcorrectie is er nog steeds een afname in de overschrijding van de 20 mSv op de dosimeter. Dit duidt erop dat initiatieven gericht op minimaliseren van dosis binnen medische centra nog steeds leiden tot stapsgewijze afname van hoge dosis.



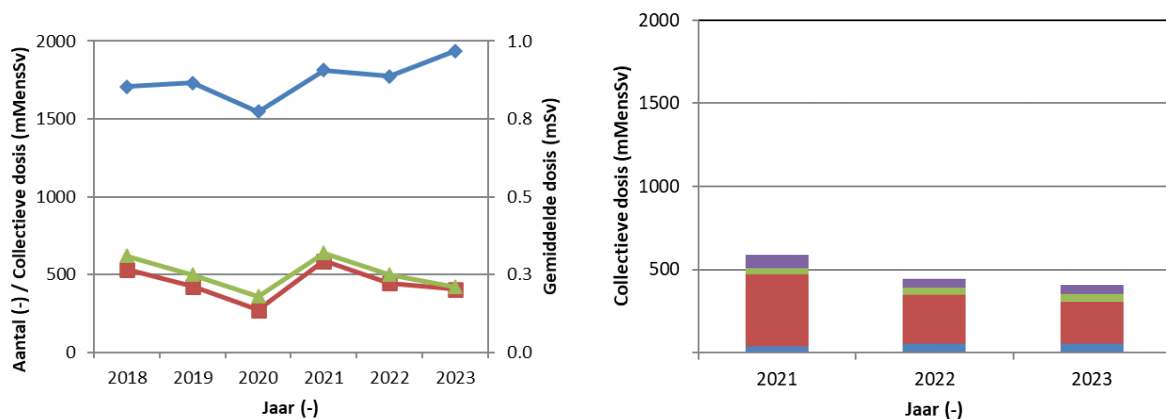
(a)

(b)

Figuur 11 Kengetallen voor de medische sector. (a) Totaal aantal personen (N) \blacklozen , de collectieve dosis (S) \blacksquare en de gemiddelde dosis (E_{Avg}) \blacktriangle . (b) Collectieve dosis weergegeven per kwartaal, Q1 \blacksquare , Q2 \blacksquare , Q3 \blacksquare , Q4 \blacksquare .

5.3.3 Nucleaire sector

De nucleaire sector is met minder dan 2.000 geregistreerden een relatief kleine sector en heeft in 2023 een gemiddelde dosis van 0,21 mSv (Figuur 12). De afname is minder dan vorig jaar en is normaliter het resultaat van de onderhoudswerkzaamheden bij de kerncentrale in Borssele. De resultaten in Figuur 12-b suggereren dat er in kwartaal twee nog wel een beperkt onderhoud is geweest. Verder valt op dat er een groei is in het aantal geregistreerden, en dat het aantal in deze sector sinds 2002 nog niet zo hoog is geweest.



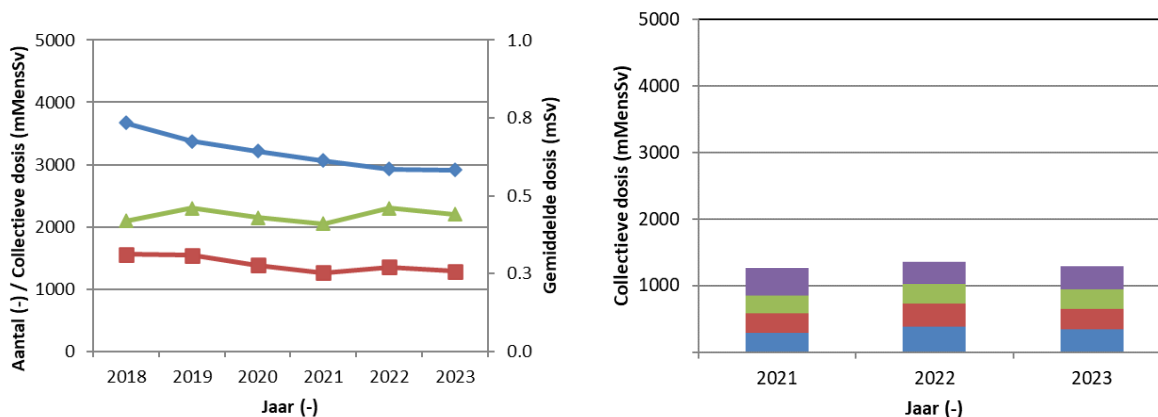
(a)

(b)

Figuur 12 Kengetallen voor de nucleaire sector. (a) Totaal aantal personen (N) \blacklozen , de collectieve dosis (S) \blacksquare en de gemiddelde dosis (E_{Avg}) \blacktriangle . (b) Collectieve dosis weergegeven per kwartaal, Q1 \blacksquare , Q2 \blacksquare , Q3 \blacksquare , Q4 \blacksquare .

5.3.4 Industriële sector

De industriële sector toont in vergelijking met vorig jaar een stabiel aantal geregistreerden. Wel zijn de collectieve doses en de gemiddelde dosis, als ook het percentage overschrijding van de 1 en 6 mSv (Bijlage A - Tabel A4) gedaald. Binnen de sector industrie is in 2023 sprake van 4 overschrijdingen van de 20 mSv op de dosismeter.

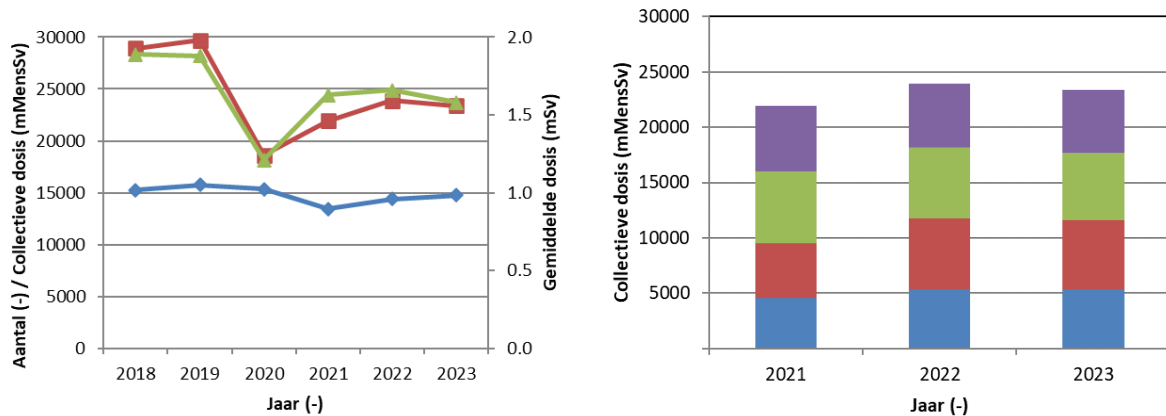


Figuur 13 Kengetallen voor de industriële sector. (a) Totaal aantal personen (N) ◆, de collectieve dosis (S) ■ en de gemiddelde dosis (E_{Avg}) ▲. (b) Collectieve dosis weergegeven per kwartaal, Q1 ■, Q2 ■, Q3 ■, Q4 ■.

5.3.5 Luchtvaartsector

De luchtvaartsector is in 2023 nog de op één na grootste sector, maar mogelijk vanaf volgend jaar zal dit de grootste sector zijn. In vergelijking met 2022 is er een beperkte groei van ongeveer 400 in het aantal geregistreerden. Daarmee laat de luchtvaart voor het tweede jaar op rij een toename zien en is er sprake herstel. T.o.v. de piek in 2019 ligt het aantal geregistreerden nog altijd 6% lager en de gemiddelde dosis 16%. Dit suggereert dat het vliegverkeer nog altijd wel lager ligt en dat er door het nog resterende personeel minder wordt gevlogen. Uit onderzoek van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS)² blijkt dat in 2023 71,3 miljoen luchtvaartpassagiers reisden van en naar de vijf nationale luchthavens in Nederland (Airport, Rotterdam The Hague Airport en Maastricht Aachen Airport). Dit is een stijging van 15 procent ten opzichte van 2022. Echter het aantal reizigers ligt nog altijd 12% lager dan in 2019, voor de uitbraak van de coronapandemie. Daaruit kan worden geconcludeerd dat er mogelijk in de komende jaren nog sprake zal zijn van groei.

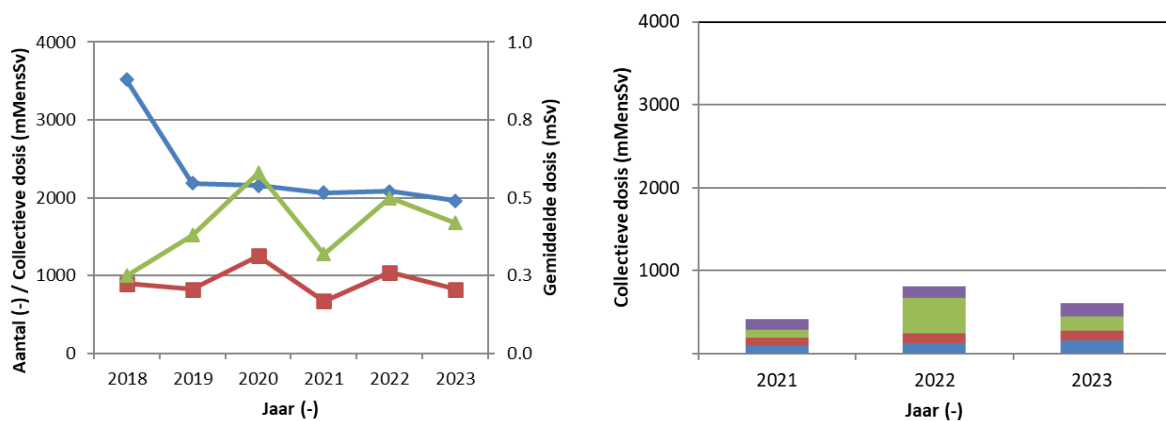
² CBS (2024) *Ruim 71 miljoen luchtvaartpassagiers in 2023, maar geen record.* <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2024/06/ruim-71-miljoen-luchtvaartpassagiers-in-2023-maar-geen-record>



Figuur 14 Kengetallen voor de luchtvaart sector. (a) Totaal aantal personen (N) \blacklozen , de collectieve dosis (S) \blacksquare en de gemiddelde dosis (E_{Avg}) \blacktriangle . (b) Collectieve dosis weergegeven per kwartaal, Q1 \blacksquare , Q2 \blacksquare , Q3 \blacksquare , Q4 \blacksquare .

5.3.6 Overige sectoren

Voor de sector *overige* geldt dat het aantal geregistreerden met ongeveer 100 is afgenomen. De collectieve en gemiddelde dosis lijkt bij benadering vergelijkbaar met het jarige gemiddelde.



Figuur 15 Kengetallen voor de sector overige. (a) Totaal aantal personen (N) \blacklozen , de collectieve dosis (S) \blacksquare en de gemiddelde dosis (E_{Avg}) \blacktriangle . (b) Collectieve dosis weergegeven per kwartaal, Q1 \blacksquare , Q2 \blacksquare , Q3 \blacksquare , Q4 \blacksquare .

5.4 Aanvullende analyse

5.4.1 Geregistreerden met meer dan 20 mSv op de dosimeter

Het totaal aantal geregistreerden met een gemeten jaardosis van meer dan 20 mSv op de dosimeter bedroeg in 2023 27 personen. Van deze personen zijn er 20 afkomstig uit de sector medisch. De maximale jaardosis zoals gerapporteerd bedraagt voor de drie betrokken sectoren (medisch, industrie en overige) bij benadering 30 mSv.

Conform de NDRIS jaarrapportage van vorig jaar is er naast een rapportage van de overschrijdingen van de 20 mSv op de dosimeter ook aandacht besteed aan het gebruik van de loodschortcorrectiefactor. In Tabel 2 is een overzicht gegeven van de effectieve dosis voor diegenen waarvoor een loodschortcorrectiefactor is toegepast. Het overzicht bevat ook een percentage overschrijding van de 4 mSv omdat deze bij gebruik van de loodschortcorrectiefactor (waarde 0,2) correspondeert met een gemeten dosis van 20 mSv.

Tabel 2 Aantal personen, de collectieve dosis, gemiddelde dosis per persoon en het percentage personen met een overschrijding van de jaardosis van respectievelijk 1, 4, 6 en 20 mSv (NR_E) voor alle gebruikers van de loodschortcorrectiefactor.

	N (-)	S (mMensSv)	E_{Avg} (mSv)	NR_1 (%)	NR_4 (%)	NR_6 (%)	NR_{20} (%)
2020	161	116,5	0,72	20,50	5,59	1,24	0,62
2021	197	145,0	0,74	20,32	5,58	1,52	0,00
2022	213	158,3	0,74	19,25	4,69	1,88	0,00
2023	208	150,5	0,72	20,19	4,33	1,44	0,00

Uit het overzicht blijkt dat er in 2023 208 personen (1% van de populatie) zijn waarvoor een loodschortcorrectie wordt toegepast met een totale effectieve dosis van 150,5 mSv. De deelgroep met een effectieve dosis van meer dan 4 mSv omvat 9 personen (4,33%). In andere jaren had voor deze personen de ontorechte conclusie getrokken kunnen worden dat er sprake was van een overschrijding van de dosislimiet. Verder zijn er geen personen welke na toepassing van de loodschortcorrectie een overschrijding hebben van de 20 mSv limiet.

6 Conclusies

In het kader van de rapportage 2023 van het NDRIS kan het volgende worden geconcludeerd:

Werkzaamheden NDRIS:

- Er is conform de NDRIS meerjaren ambitie verder gewerkt aan veilige verwerking van gegevens, zoals uitvoering van interne audits en voorbereidingen t.b.v. het verkrijgen van een ISO:27001 certificering. Verder valt een deel van de NDRIS activiteiten nu onder de ISO:27001 certificering.
- Vanuit het NDRIS is een belangrijke bijdrage geleverd aan rapportage van de bevindingen uit de HERCA enquête naar de beroepsmatige blootstelling en dosisregistratie. Uit het onderzoek blijkt dat veel HERCA-leden momenteel werken aan de modernisering van hun dosisregister, zoals digitalisering en automatisering van de dosisverzameling, en aan het verbeteren van de volledigheid van de dosisregistratie. Er wordt ook geconcludeerd dat er aanzienlijke variatie bestaat in het verzamelen van dosisinformatie, met name voor blootstelling aan radon en ooglens.

NDRIS speerpunten voor 2024:

- Aanvraag indienen voor de ISO:27001 certificatie.
- Voorbereidingen treffen voor aanleveren van dosisinformatie van nieuwe dosimetrische diensten.

Analyse resultaten NDRIS 2018 - 2023:

- De totale collectieve dosis in 2023 gebaseerd op 38.830 actieve geregistreerden bedroeg 35,1 mensSv. De collectieve en gemiddelde dosis (0,91 mSv) liggen lager in vergelijking met 2022.
- In 2022 was er sprake van een stabilisering van het aantal geregistreerden, mede als gevolg van het herstel in de luchtvaart na periode van twee jaar met minder vliegverkeer. In 2023 is er weer sprake van een afname, deze afname komt van de sector medisch en is bij benadering de gemiddelde jaarlijkse afname sinds 2012. Voor de andere sectoren opgeteld is het aantal geregistreerden in 2023 zelfs iets toegenomen zowel t.o.v. 2022 als van 2002.

7 Referenties

- [1] IW (2017) Besluit van 23 oktober 2017, houdende vaststelling van regels ter bescherming van personen tegen de gevaren van blootstelling aan ioniserende straling (Besluit basisveiligheidsnormen stralingsbescherming), Staatsblad, 2017 404.
- [2] SZW (2018) Regeling van de Staatssecretaris van Sociale Zaken en Werkgelegenheid van 23 januari 2018, nr. 2018-0000004839, tot vaststelling van uitvoeringsvoorschriften voor de bescherming van werknemers die beroepsmatig blootgesteld kunnen worden aan ioniserende straling (Regeling stralingsbescherming beroepsmatige blootstelling 2018), Staatscourant 2018 Nr. 4952.
- [3] RP 160 (2009) Technical Recommendations for Monitoring Individuals Occupationally Exposed to External Radiation, European Commission, Radiation Protection 160.
- [4] EC (2016) VERORDENING (EU) 2016/679 VAN HET EUROPEES PARLEMENT EN DE RAAD van 27 april 2016 betreffende de bescherming van natuurlijke personen in verband met de verwerking van persoonsgegevens en betreffende het vrije verkeer van die gegevens en tot intrekking van Richtlijn 95/46/EG (algemene verordening gegevensbescherming), *Off. J. Eur. Union*, L 119/1.

Lijst van tabellen

Tabel 1	Kengetallen gebruikt bij de statistische analyse van beroepsmatige blootstelling....	20
Tabel 2	Aantal personen, de collectieve dosis, gemiddelde dosis per persoon en het percentage personen met een overschrijding van de jaardosis van respectievelijk 1, 4, 6 en 20 mSv (NR_E) voor alle gebruikers van de loodschortcorrectiefactor.	26

Lijst van figuren

Figuur 1	De drie kernwaarden voor goed beheer van het NDRIS.	9
Figuur 2	Raming van de aantal actief geregistreerden. — Gegevens uit het verleden, en • aantallen 2022. — Scenario 0 – Ramingen pre-COVID, — Scenario 1 – In 2021 20% afname in de sector luchtvaart daarna jaarlijks 6,5% groei. — Scenario 2 – In 2021 30% afname in de sector luchtvaart daarna jaarlijks 3% groei. — Scenario 3 – In 2021 40% afname in de sector luchtvaart daarna jaarlijks 0% groei.	11
Figuur 3	Aantal personen in de verschillende sectoren voor de periode 2010 tot 2023 zoals vastgelegd in het NDRIS. — Sector medisch, — Luchtvaart, — Nucleair, industrie en overige. .	12
Figuur 4	HERCA Report on the outcome of the questionnaire: Occupational exposure and dose registration. 13	
Figuur 5	De wijziging in de nationale regelgeving met betrekking tot de dosisregister.	15
Figuur 6	Het aantal werknemers dat jaarlijks routinematig wordt gecontroleerd door middel van dosimetrie van het hele lichaam.	16
Figuur 7	Wijziging van de regelgeving met betrekking tot de dosimetriediensten.	17
Figuur 8	Registratie van radongegevens in het landelijk dosisregister.	18
Figuur 9	Totaal aantal actief geregistreerde personen ■ en bijbehorende cumulatieve dosis ■ met onderverdeling naar sector (2023).	21
Figuur 10	Kengetallen voor alle sectoren samen. (a) Totaal aantal personen (N) ◆, de collectieve dosis (S) ■ en de gemiddelde dosis (E_{Avg}) ▲. (b) Collectieve dosis weergegeven per kwartaal, Q1 ■, Q2 ■, Q3 ■, Q4 ■.	22
Figuur 11	Kengetallen voor de medische sector. (a) Totaal aantal personen (N) ◆, de collectieve dosis (S) ■ en de gemiddelde dosis (E_{Avg}) ▲. (b) Collectieve dosis weergegeven per kwartaal, Q1 ■, Q2 ■, Q3 ■, Q4 ■.	23

Figuur 12	Kengetallen voor de nucleaire sector. (a) Totaal aantal personen (N) ◆, de collectieve dosis (S) ■ en de gemiddelde dosis (E_{Avg}) ▲. (b) Collectieve dosis weergegeven per kwartaal, Q1 ■, Q2 ■, Q3 ■, Q4 ■.....	23
Figuur 13	Kengetallen voor de industriële sector. (a) Totaal aantal personen (N) ◆, de collectieve dosis (S) ■ en de gemiddelde dosis (E_{Avg}) ▲. (b) Collectieve dosis weergegeven per kwartaal, Q1 ■, Q2 ■, Q3 ■, Q4 ■.....	24
Figuur 14	Kengetallen voor de luchtvaart sector. (a) Totaal aantal personen (N) ◆, de collectieve dosis (S) ■ en de gemiddelde dosis (E_{Avg}) ▲. (b) Collectieve dosis weergegeven per kwartaal, Q1 ■, Q2 ■, Q3 ■, Q4 ■.....	25
Figuur 15	Kengetallen voor de sector overige. (a) Totaal aantal personen (N) ◆, de collectieve dosis (S) ■ en de gemiddelde dosis (E_{Avg}) ▲. (b) Collectieve dosis weergegeven per kwartaal, Q1 ■, Q2 ■, Q3 ■, Q4 ■.....	25

Bijlage A Tabellen kengetallen 2018 - 2023

Tabel A1 Aantal personen, de collectieve dosis, gemiddelde dosis per persoon en het percentage personen met een overschrijding van de jaardosis van respectievelijk 1, 6 en 20 mSv (NR_E) voor alle sectoren tezamen.

	<i>N</i> (-)	<i>S</i> (mMensSv)	<i>E_{Avg}</i> (mSv)	<i>NR₁</i> (%)	<i>NR₆</i> (%)	<i>NR₂₀</i> (%)
2023	38670	35066	0.91	37.73	0.77	0.07
2022	39499	38124	0.97	36.98	0.94	0.09
2021	39575	34959	0.88	34.45	0.89	0.08
2020	43108	32271	0.75	28.34	0.91	0.08
2019	44516	44324	1.00	37.78	1.02	0.09
2018	46045	44198	0.96	35.88	1.02	0.10

Tabel A2 Aantal personen, de collectieve dosis, gemiddelde dosis per persoon en het percentage personen met een overschrijding van de jaardosis van respectievelijk 1, 6 en 20 mSv (NR_E) voor de medische sector.

	<i>N</i> (-)	<i>S</i> (mMensSv)	<i>E_{Avg}</i> (mSv)	<i>NR₁</i> (%)	<i>NR₆</i> (%)	<i>NR₂₀</i> (%)
2023	17245	9163	0.53	12.57	1.51	0.12
2022	18495	10095	0.55	12.38	1.68	0.14
2021	19345	10508	0.54	12.22	1.71	0.14
2020	21033	10733	0.51	11.17	1.72	0.13
2019	21657	11829	0.55	11.84	1.87	0.18
2018	22753	12298	0.54	11.29	1.89	0.19

Tabel A3 Aantal personen, de collectieve dosis, gemiddelde dosis per persoon en het percentage personen met een overschrijding van de jaardosis van respectievelijk 1, 6 en 20 mSv (NR_E) voor de nucleaire sector.

	<i>N</i> (-)	<i>S</i> (mMensSv)	<i>E_{Avg}</i> (mSv)	<i>NR₁</i> (%)	<i>NR₆</i> (%)	<i>NR₂₀</i> (%)
2023	1936	407	0.21	5.06	0.00	0.00
2022	1775	447	0.25	7.44	0.00	0.00
2021	1814	587	0.32	9.59	0.00	0.00
2020	1547	272	0.18	3.04	0.00	0.00
2019	1733	425	0.25	6.52	0.00	0.00
2018	1708	533	0.31	9.07	0.06	0.00

Tabel A4 Aantal personen, de collectieve dosis, gemiddelde dosis per persoon en het percentage personen met een overschrijding van de jaardosis van respectievelijk 1, 6 en 20 mSv (NR_E) voor de industriële sector.

	<i>N</i> (-)	<i>S</i> (mMensSv)	<i>E_{Avg}</i> (mSv)	<i>NR₁</i> (%)	<i>NR₆</i> (%)	<i>NR₂₀</i> (%)
2023	2915	1285	0.44	11.42	0.65	0.14
2022	2927	1353	0.46	11.89	0.92	0.10
2021	3066	1267	0.41	11.84	0.42	0.03
2020	3214	1390	0.43	12.17	0.50	0.06
2019	3373	1544	0.46	12.90	0.56	0.00
2018	3667	1557	0.42	12.14	0.44	0.03

Tabel A5 Aantal personen, de collectieve dosis, gemiddelde dosis per persoon en het percentage personen met een overschrijding van de jaardosis van respectievelijk 1, 6 en 20 mSv (NR_E) voor de luchtvaart sector.

	N (-)	S (mMensSv)	E_{Avg} (mSv)	NR_1 (%)	NR_6 (%)	NR_{20} (%)
2023	14770	23387	1.58	79.80	0.00	0.00
2022	14401	23903	1.66	80.59	0.00	0.00
2021	13432	21927	1.63	78.69	0.00	0.00
2020	15337	18620	1.21	60.14	0.00	0.00
2019	15766	29699	1.88	85.58	0.00	0.00
2018	15267	28913	1.89	86.11	0.00	0.00

Tabel A6 Aantal personen, de collectieve dosis, gemiddelde dosis per persoon en het percentage personen met een overschrijding van de jaardosis van respectievelijk 1, 6 en 20 mSv (NR_E) voor de overige sectoren.

	N (-)	S (mMensSv)	E_{Avg} (mSv)	NR_1 (%)	NR_6 (%)	NR_{20} (%)
2023	1964	824	0.42	10.44	0.97	0.15
2022*	2079	1040	0,50	11,06	1,49	0,10
2021	2068	671	0.32	8.03	0.63	0.00
2020	2157	1256	0.58	9.46	0.65	0.19
2019	2187	827	0.38	9.56	1.23	0.00
2018	3518	896	0.25	6.25	0.45	0.00

* De collectieve dosis over 2022 zoals geregistreerd in het NDRIS bedraagt 2326 mMensSv. Het verschil met de in de tabel genoemde 1040 mMensSv wordt veroorzaakt door zes dosisregistraties met een totale jaardosis van 1286 mSv.