



federaal agentschap voor nucleaire controle

Auteur(s) : sp

Vertaler : HP

Aantal bladzijden : 1 + 15

Aantal bijlagen:

interne referentie: 008-192-F, rev.0

Path name:

Titel : Generieke inhoud van een oriënterend onderzoek en een beschrijvend onderzoek in het kader van een interventieprocedure.

Samenvatting :

<u>Herz .</u>	<u>Datum</u>	<u>Wijzigingen</u>	<u>Vertaler</u>	<u>Auteur</u>	<u>Nazicht</u>	<u>Goedkeuring</u>
0	2009-02-26 2009-06-10	taalcorrecties	hp	sp bde	wb	wdr

Interne verdeling: Projectteam « interventie »

Externe verdeling: Projectteam « interventie »

1. Inleiding

In de « interventiemethodologie » wordt de interventieprocedure op een mogelijk besmette site in drie fasen ingedeeld:

- Het *oriënterend onderzoek* (validatie van het risico);
- Het *beschrijvend onderzoek* (karakterisering van het risico);
- Het *saneringsproces* of het *risicobeheersprogramma* (eliminatie of beheer van het risico).

In deze nota wordt een leidraad voorgesteld m.b.t. de inhoud van het oriënterend onderzoek en het beschrijvend onderzoek. Het doel ervan is het werk van de deskundigen die met deze onderzoeken belast zijn te omkaderen en de evaluatie van deze onderzoeken door het FANC te vergemakkelijken. Deze nota wordt aangevuld met de leidraad die betrekking heeft op de interventieniveaus (« Interventierichtwaarden bij situaties van langdurige blootstelling »).

Deze leidraad moet, gezien de diversiteit van de concrete interventiegevallen, voldoende algemeen van aard zijn. De precieze inhoud van deze studies wordt geval per geval bepaald. In de bibliografie (deel 4) staan een aantal referentiedocumenten vermeld.

In deze nota wordt de kwestie van het saneringsproject of van het risicobeheersprogramma waarvoor een *site-specific aanpak* vereist is, niet behandeld.

Deze leidraad is niet bindend, maar dienen als « codes van goede praktijk » beschouwd te worden.

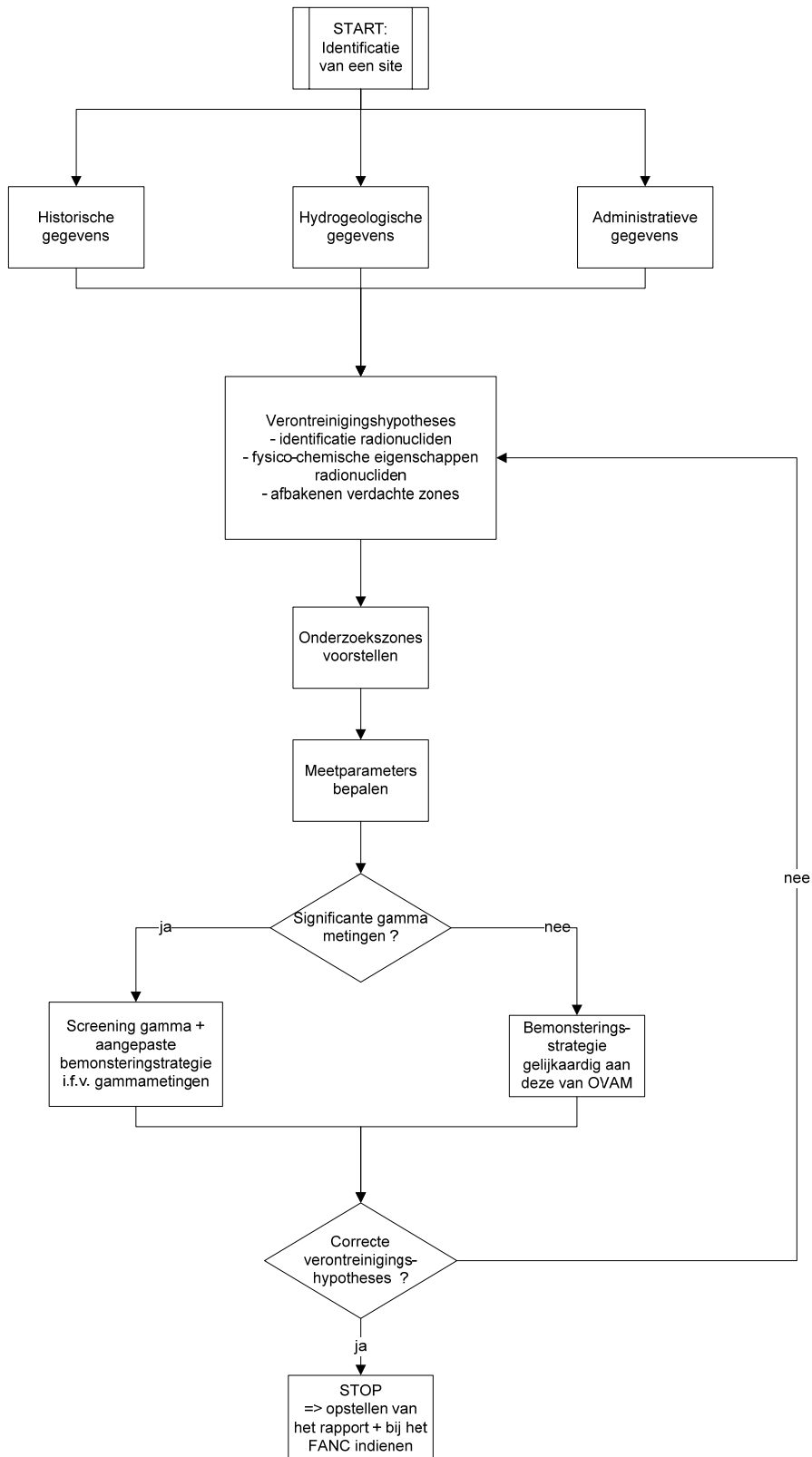
2. Inhoud van het oriënterend onderzoek

Op basis van het oriënterend onderzoek is het mogelijk de aanwezigheid van een radioactieve bodembesmetting te **bevestigen** en een **eerste schatting te maken van de draagwijdte ervan**.

De algemene methodologie van het oriënterend onderzoek wordt in onderstaand schema beschreven. Ze is gebaseerd op de OVAM-gids « *Oriënterend bodemonderzoek – standaardprocedure* » [14] die als referentie gebruikt kan worden zodat de coherentie met het chemisch oriënterend onderzoek gegarandeerd is. De bemonsteringsstrategie kan evenwel best op basis van de karakteristieken van de radioactieve besmetting worden aangepast; de mogelijkheid om het extern dosisdebiet te meten, maakt het in een bepaald aantal gevallen mogelijk het aantal te analyseren stalen te beperken.

In deze leidraad worden enkel de generieke aspecten van het oriënterend onderzoek gedefinieerd. De precieze inhoud van dit onderzoek kan enkel

geval per geval, afhankelijk van de specifieke kenmerken van de site, bepaald worden.



2.a) Vooronderzoek

In de eerste fase van het oriënterend onderzoek moet er een beschrijving van de historiek van de site gemaakt worden en moeten de administratieve, geologische en hydrologische gegevens van de site verzameld worden.

i) De administratieve gegevens van de site en de aangrenzende percelen:

- Kadastrale gegevens,
- Identiteit van de eigenaars en gebruikers,
- Een plan van de site en een overzicht van de oppervlaktewaters,
- Bestemming van de percelen volgens het sectorplan, huidig en toekomstig gebruik (indien gekend) van de percelen,
- Referentie van eventueel reeds uitgevoerde onderzoeken,
- kopie van de afgeleverde vergunningen voor de activiteiten die op de site uitgevoerd worden of werden.

ii) Historisch onderzoek

- Beschrijving van de opeenvolgende activiteiten die op de site werden uitgevoerd met vermelding van de percelen waarop deze activiteiten plaatsvonden,
- Voor elke activiteit een korte beschrijving van de productieprocessen,
- Type en hoeveelheid van de gebruikte materialen,
- Type en hoeveelheid van het geproduceerd afval, alsook de bestemming ervan,
- Lokalisatie van eventuele lozingspunten.

iii) Geologische en hydrogeologische gegevens

NB: In eerste instantie kunnen deze gegevens zeer summier zijn. Bijkomende gegevens kunnen in tweede instantie gevraagd worden op basis van besmettingshypothese (wanneer de mobiliteit van de aanwezige radionucliden significant zou kunnen zijn).

- Beschrijving van de geologie van de ondergrond. Door zich bijvoorbeeld te inspireren op de door OVAM voorgestelde tabel:

Tabel 1: Geologie ter hoogte van de onderzoekslocatie

Diepte (m-mv)	Stratigrafie	Omschrijving	Hydrogeologie
0-10	Quartair	Leemhoudend zand	Watervoerend

Legende :

Stratigrafie : Stratigrafische benaming conform de recentste geologische kaarten

Omschrijving : Omschrijving van de samenstelling (lithologie)

Hydrogeologie : Watervoerend, slecht doorlatend, zeer slecht doorlatend

- Hydrogeologie: overzicht van de ondergrondse waterlagen + diepte. Beschrijving van de kwetsbaarheid van de waterlaag (op basis van de kwetsbaarheidskaarten¹),
- Richting van de stroming van het ondergronds water,
- De aanwezigheid van waterwinningsgebieden op en rondom de site en het gebruik dat ervan gemaakt wordt.

Op basis van de analyse van deze gegevens kunnen er reeds een aantal **besmettingshypothesen** worden geformuleerd. Het gaat hier namelijk over:

- De identificatie van de radionucliden en hun fysisch-chemische vorm;
- Het in de literatuur opzoeken van de fysisch-chemische eigenschappen van deze radionucliden (in het bijzonder de uitlogingseigenschappen – rekening gehouden met de chemische vorm van de radionucliden en de aard van de site),
- De identificatie van mogelijk besmette zones / percelen (wanneer we het voorbeeld van een industriële site nemen, kan er op basis van het historisch onderzoek worden nagegaan waar zich de stortplaatsen – risicozone – en waar zich de bedrijfskantoren bevonden – niet-risicozone).

De identificatie van de radionucliden op basis van de historiek en hun fysisch-chemische eigenschappen laat toe om de meest relevante parameters voor de karakterisering te bepalen: dosisdebiet aan de oppervlakte van de site, activiteitsconcentratie in het water, concentratie van radon in de lucht,...

Er worden onderzoeksgebieden voorgesteld waarop de bemonsteringsstrategie kan worden toegepast.

2.b) Radiologische basiskarakterisering

Op basis van de bij de voorstudie verzamelde informatie wordt er een **meet- en bemonsteringsstrategie** bepaald. Het doel hiervan is niet tot een precieze besmettingscartografie te komen (cf. impactstudie) maar wel om de grootteorde, de geografische verspreiding, de diepte en het homogeen of heterogeen karakter van de besmetting te bepalen.

Bij deze radiologische karakterisering worden de in de voorstudie bepaalde parameters gebruikt.

De metingen kunnen in twee fasen worden uitgevoerd: een algemene **screening** van elke te onderzoeken zone, waardoor de besmettingshypothesen kunnen worden gepreciseerd en waardoor de besmette zones waarvoor een meer

¹ Cf. <http://dov.vlaanderen.be/dovweb/html/3grondkwetsbaarheidskaart.html> voor het Vlaams Gewest en <http://environnement.wallonie.be/de/eso/atlas/#4.3> voor het Waals Gewest.

precieze bemonstering vereist is (tweede fase) beter kunnen worden afgebakend.

Wanneer de metingen van het dosisdebiet aan de oppervlakte van de site significant zijn, dan kan de omtrek van de besmette zone relatief makkelijk worden afgebakend en kan er worden uitgespaard op de analyse van een groot aantal stalen. De dosistempometingen zijn vooral nuttig voor het afbakenen van de omtrek van een besmetting die zich over een zeer grote oppervlakte uitstrekt: Deze methodologie werd bv. in het kader van de karakterisering van de besmetting van de overstromingsgebieden van de Grote Laak en de Winterbeek ontwikkeld [23].

Bij situaties waar de aan de oppervlakte gemeten gammastraling geen voldoende besmettingsindicator vormt (bijvoorbeeld bij een besmetting in de grond,...), berust de karakterisering enkel op bemonsteringen.

De bemonsteringsstrategieën kunnen gebaseerd zijn op de regels uit de *standaardprocedure* van OVAM. In de OVAM-procedure worden 7 verschillende bemonsteringsstrategieën beschreven: hierin wordt het minimum aantal boringen en stalen op basis van de oppervlakte van de site en de besmettingshypothese vermeld en worden de verschillende parameters van de boringen (diepte, dikte van het staal,...) beschreven.

De bemonsteringsstrategie moet hoe dan ook steeds **geval per geval** worden bepaald. Het aantal boringen dat in de OVAM-gids wordt vermeld, vormt een referentie maar kan afhankelijk van de specifieke besmettingskarakteristieken aangepast worden (bij een zeer heterogene besmetting met weinig mobiele radionucliden kan het bijvoorbeeld wenselijk zijn om meer boringen uit te voeren). Omgekeerd kan het aantal boringen ook beperkt worden op basis van de meetresultaten van het extern dosisdebiet.

Een samenvatting van de OVAM-procedure wordt gegeven in **bijlage A**.

In het algemeen vormt de mate van **homogeniteit** van de besmetting één van de bepalende criteria bij de selectie van het aantal te analyseren stalen.

Na de bemonstering wordt een kritische analyse van de meetresultaten uitgevoerd om na te gaan of de hypothesen waarop de meetstrategie gebaseerd was correct zijn. Ingeval de metingen tot onverwachte resultaten leiden (aanwezigheid van andere radionucliden, sterkere uitloging dan verwacht,...), wordt de bemonsteringsstrategie geherevalueerd.

Het oriënterend onderzoek maakt het voorwerp uit van een verslag waarin de verschillende in dit gedeelte beschreven elementen worden opgenomen. De meet- en bemonsteringsstrategie wordt in detail beschreven en alle resultaten worden samen met de meetonzekerheid, de Lambert-coördinaten en de diepte van de meetpunten vermeld. In het verslag moeten duidelijk de plaatselijke

achtergrondwaarden (of op zijn minst een redelijke schatting hiervan) en de gebruikte meetparameters vermeld worden.

In de conclusie van het verslag geeft de deskundige zijn advies over de noodzaak om tot een beschrijvend onderzoek over te gaan.

3. Inhoud van het beschrijvend onderzoek

Het beschrijvend onderzoek laat toe om de ernst van de besmetting te evalueren, evenals de impact ervan voor de bevolking en het leefmilieu en dit op basis van de verschillende **gebruiksscenario's** van de site.

De berekening van de radiologische impact vereist een gedetailleerde karakterisering van de site:

- gedetailleerd horizontaal en verticaal besmettingsprofiel (inclusief eventuele radonflux);
- lokalisatie van alle « hot spots »;
- onderzoek van de mogelijke migratie van de radionucliden, vooral naar de waterlagen, rekening gehouden met het feit dat de parameters die deze migratie beïnvloeden (chemische vorm waarin deze radionucliden zich voordoen, pH van de bodem, ...) mettertijd kunnen evolueren.

De keuze van de scenario's heeft een aanzienlijke invloed op de resultaten van de impactstudie. De scenario's worden geval per geval volgens de karakteristieken van de site gedefinieerd, maar ze moeten steeds de volgende elementen bevatten:

- een scenario dat met **het huidig gebruik** van de site overeenstemt om zo het rechtstreeks risico te kunnen evalueren alsook de eventuele onmiddellijk te treffen maatregelen.
- Een « **worst-case** » scenario: het gaat over het meest nadelig realistisch scenario m.b.t. de dosis. Typisch gaat het over het residentieel scenario of een ander gevoelig gebruik. De verschillende hypothesen (bijvoorbeeld dieet van het kritisch individu, enz....) en hun waarschijnlijkheidsgraad moeten expliciet worden vermeld. De hypothesen moeten aannemelijk blijven.
- Een « **waarschijnlijk** » scenario dat niet met het huidig gebruik van de site overeenstemt, maar wel verenigbaar is met de bestemming van de site zoals bepaald door het Gewestplan.

De kritische groep² wordt op basis van de gekozen scenario's bepaald, maar het is belangrijk dat de dosisdistributie binnen deze kritische groep zo homogeen

² We merken hierbij op dat in de ICRP 103-aanbevelingen de termen « kritische groep » en « kritisch individu » werden vervangen door deze van « representatief persoon »

mogelijk is (wanneer dit niet het geval is dan betekent dit dat de kritische groep niet correct werd gekozen).

Bij wijze van voorbeeld geven we hier enkele referentiescenario's uit de literatuur:

De DS 172 van de IAEA « *Implementation of the remediation process for past activities and accidents* » beschrijft de volgende referentiescenario's³:

- agricultural scenario ;
- construction scenario ;
- commercial use ;
- family living in a formerly contaminated building;
- family building a house with contaminated materials;
- family building a house on formerly contaminated land;
- child playing on formerly contaminated land.

De methodologische gids van de **IRSN** [3] geeft een omschrijving van de volgende standaardblootstellingsscenario's:

- i) *woonplaats*: familie met kinderen in een huis met moestuin. De helft van de geconsumeerde groenten komt uit de tuin.
- ii) *kantoorwerk*: 2000 uur kantoorwerk/ jaar.
- iii) *landbouwactiviteiten*: productie van groenten. De landbouwer wordt gedurende 2000 uur blootgesteld (externe blootstelling + inademing stof) + alle geconsumeerde groenten zijn afkomstig van de eigen productie.
- iv) *basisschool*: de kinderen verblijven 1250 h in de gebouwen en 350h op de speelplaats.
- v) *publieke parking*: 200 uur /jaar blootstelling voor de automobilisten.
- vi) Binnendringing op braakliggend terrein: kinderen die op de site spelen 300h/jaar.
- vii) *bouwwerf*: de referentiegroep bestaat uit de bouwvakkers die op de werf werken; blootstellingstijd van 800h.

De **NRPB-gids** « *Methodology for estimating the doses to members of the public from the future use of land previously contaminated with radioactivity* » [6] vermeldt vergelijkbare scenario's:

- i) *landbouwactiviteiten*;
- ii) *speel- en wandelterrein, openbaar park*;
- iii) *bouwwerf*;

(« representative person »). Het concept is evenwel equivalent. Dit document maakt nog gebruik van de terminologie « kritische groep/ kritisch individu ».

³ Deze scenario's werden beschreven in een bijlage van de *Draft Safety Standard* die in de definitieve versie van het document (WS-G-3.1) evenwel werden afgeschaft.

- iv) *school;*
- v) *industrieel/professioneel gebruik van de site;*
- vi) *woonplaats;*
- vii) *herbestemming van de site en gebruik als parking of speelterrein.*

De hypothesen van elk van deze scenario's worden gedetailleerd beschreven in de respectievelijke documenten.

Er dient te worden opgemerkt dat in sommige scenario's de radiologische impact sterk wordt geminimaliseerd ("gebruik van de site als parking"); de evaluatie van de impactstudie kan in geen enkel geval enkel op dergelijke scenario's gebaseerd zijn.

De methodologiegidsen [3] en [6] van het IRSN en het NRPB verstrekken tabellen waarin op basis van standaard gebruiksscenario's een verband wordt gelegd tussen de activiteitsconcentratie van de verschillende radionucliden en de dosis voor het referentie-individu. Een ruwe schatting van het radiologisch risico is dus reeds mogelijk op deze basis. Het DEFRA heeft tevens een Excel-software [2] ontwikkeld waarbij de individuele dosis op basis van de besmettingsgegevens en standaard blootstellingsscenario's wordt berekend (de hypothesen zijn evenwel sterk vereenvoudigd – er wordt geen rekening gehouden met radon, noch met de impact op de waterlagen -. Dit soort software kan gebruikt worden om zich een ruw beeld te vormen van de dosis maar vormt geen voldoende basis voor een beslissing).

De impactstudie maakt het voorwerp uit van een verslag aan het FANC waarin de meet- en bemonsteringsstrategie gedetailleerd wordt beschreven. Alle resultaten worden samen met de meetonzekerheid, de Lambert-coördinaten en de diepte van de meetpunten vermeld. In het verslag moeten ook duidelijk de plaatselijke achtergrondwaarden (of op zijn minst een redelijke schatting hiervan) en de gebruikte meetparameters vermeld worden.

In het verslag worden de gebruikte blootstellingsscenario's beschreven: scenariohypothesen, keuze van het kritisch individu, afstemming van de keuze van het scenario op de aard van de site,...; alle voor de dosisevaluatie gebruikte parameters moeten expliciet vermeld worden. In bijlage B worden bepaalde standaardparameters verstrekt.

4. Bibliografie

Onderstaande lijst is niet exhaustief !

Algemene methodologiegidsen:

- (1) Guidance on the characterisation and remediation of radioactively contaminated land, Environment Agency (UK), May 2002.
- (2) Using RCLEA – the Radioactively Contaminated Land Exposure Assessment Methodology, DEFRA (UK), October 2006.

- (3) Gestion des sites industriels potentiellement contaminés par des substances radioactives, guide méthodologique de l'IRSN, mai 2001, URL http://www.irsn.org/index.php?position=guide_methodologique_gestion_sites_industriels_potentiellement_contamines_substances_radioactives
- (4) Multi-Agency Radiation Survey and Site Investigation Manual (MARSSIM), August 2000. (cf. en particulier le chapitre "Roadmap" pour un résumé de la méthodologie)
- (5) Radiation Protection 115: CARE Report, Investigation of a possible basis for a common approach with regard to the restoration of areas affected by lasting radiation exposure as a result of past or old practice or work activity

Documenten m.b.t. de interventieniveaus en de blootstellingsscenario's:

- (6) Methodology for estimating the doses to members of the public from the future use of land previously contaminated with radioactivity, NRPB report, NRPB-W36, March 2003.
- (7) *Strahlenschutzgrundsätze für die Nutzung von durch den Uranbergbau kontaminierten Flächen zu forst- und landwirtschaftlichen Zwecken sowie als Grünanlage (Parkanlage) und Wohngebiet*, Empfehlung der SSK, 1991, <http://www.ssk.de/>
- (8) *Strahlenschutzgrundsätze bei der Freigabe von durch den Uranbergbau kontaminierten Flächen zur industriellen Nutzung*, Empfehlung der SSK, 1991, <http://www.ssk.de/>
- (9) Establishment of cleanup levels for CERCLA sites with radioactive contamination, EPA Memorandum 9200.4-18, August 1997.
- (10) Soil cleanup criteria in 40 CFR Part 192, EPA Directive 9200.4-25, December 1998

FANC-documenten:

- (11) RICHTLIJNEN VAN HET FANC MET BETREKKING TOT DE SANERING VAN DE BANKLOOP TE OLEN.
- (12) RICHTLIJNEN VAN HET FANC MET BETREKKING TOT HET REALISEREN VAN DE SANERINGSOPSLAG OP HET TERREIN VAN DE NV UMICORE – VESTIGING OLEN.
- (13) Gegevens nodig om een advies vanuit radiologisch standpunt uit te brengen aan OVAM in het saneringsdossier van de Bankloop.

Methodologiedocumenten van de gewestelijke overheden:

OVAM:

- (14) Oriënterend bodemonderzoek, standaardprocedure – gecoördineerde versie 2006.
- (15) Beschrijvend bodemonderzoek, standaardprocedure – versie juni 2000.

(16) Bodemsaneringsprojecten – versie april 2006.

IBGE:

- (17) Vademecum relatif au contenu de la reconnaissance de l'état du sol visés aux articles 4 et 9 de l'ordonnance du 13 mai 2004 relative à la gestion des sols pollués.
- (18) Note technique relative à l'exécution des études de risque dans la région de Bruxelles-Capitale
- (19) Note technique relative à l'exécution des projets d'assainissement dans la région de Bruxelles-Capitale.

Case studies:

- (20) Onderzoek naar de radioactiviteit van keramisch afval, RO Blaauboer, RIVM rapport 861020001/2003.
- (21) Molve Nete River: basic characteristics and evaluation of restoration options, L. Sweeck, T. Zeevaert, SCK-CEN, RESTRAT-TD11.
- (22) Sanering van de omgevingsbesmetting met radium-226 te Olen en Geel, H. Vanmarcke, SCK-CEN, Juni 1997.
- (23) Onderzoek naar de coïncidentie van verhoogde stralingsniveaus en verontreiniging met metalen langs de oevers en in de overstromingszones van de Grote Laak en de Winterbeek, J. Paridaens, SCK-CEN, januari 2007 (in opdracht van Tessenderlo Chemie).

Bijlage A: Oriënterend bodemonderzoek – standaardprocedure: samenvatting

In het kader van de chemische besmettingen stelt OVAM 7 bemonsteringsstrategieën voor:

- *Bemonsteringsstrategie 1: screening van de volledige onderzoekslocatie*
- *Bemonsteringsstrategie 2: zone waarop de potentiële verontreinigingsbronnen aanleiding kunnen geven tot een homogeen verspreide verontreiniging*
- *Bemonsteringsstrategie 3: zone waarop de potentiële verontreinigingsbronnen aanleiding kunnen geven tot een heterogeen verspreide verontreiniging en de potentiële verontreinigingsbronnen kunnen gelokaliseerd worden*
- *Bemonsteringsstrategie 4: zone waarop de potentiële verontreinigingsbronnen aanleiding kunnen geven tot een heterogeen verspreide verontreiniging en de potentiële verontreinigingsbronnen kunnen NIET gelokaliseerd worden.*
- *Bemonsteringsstrategie 5: onderzoekslocatie waarop reeds een decretaal oriënterend bodemonderzoek werd uitgevoerd.*
- *Bemonsteringsstrategie 6: zones waar bodemverontreiniging werd verwijderd.*
- *Bemonsteringsstrategie 7: onderzoekslocatie met een natuurlijke grondwaterstand dieper dan 5 m.*

Wij concentreren ons hier op de strategieën 1 tot 4. Strategie 5 is specifiek voor het *bodemsaneringsdecreet*; strategieën 5 en 7 zijn bijzondere gevallen die bijkomend bij de strategieën 1 tot 4 gebruikt worden.

Een **algemene screening** (*bemonsteringsstrategie 1*) wordt in alle gevallen uitgevoerd; deze algemene screening laat toe om de hypothesen die op basis van de bibliografische gegevens werden opgesteld, te verifiëren.

Om de screening uit te voeren, wordt de te onderzoeken site in **blokken** ingedeeld. Het aantal blokken is afhankelijk van de oppervlakte van de site (cf. tabel hieronder).

Voor elk blok worden er minimaal twee boringen uitgevoerd (met op zijn minst een piëzometer ⁴).

Tabel 2 : # blokken afhankelijk van de oppervlakte

Oppervlakte (ha)	# blokken
< 0.05	1
0.05 – 0.5	2
0.5 – 1	3
1 – 2	4
2 – 6	S + 2
> 6	S + 2

S staat voor de oppervlakte uitgedrukt in ha.

De lokalisatie van de boorplaatsen gebeurt, in de mate van het mogelijke, daar waar de belangrijkste besmetting vermoed wordt (op basis van de historiek van de activiteiten, metingen van het dosistempo van de radioactieve besmettingen,...). Deze boringen gaan tot op een minimumdiepte van **2m** en minimaal **50 cm onder** de bodemlagen die door de menselijke activiteiten verstoord werden. Per boring wordt minstens één staal geanalyseerd; het staal waarvan men vermoedt dat het de hoogste besmettingsgraad heeft, wordt geanalyseerd (in geval van een radioactieve besmetting kan men zich bijvoorbeeld op een dosistempometing baseren).

Op basis van deze eerste screening moeten er **drie besmettingsschema's** worden onderscheiden:

- i) *Homogene besmetting:*

Wanneer we op basis van de screening kunnen concluderen dat de besmetting **homogeen** is, wordt de bemonsteringsstrategie samengevat weergegeven in tabel 9 van de OVAM-gids. Deze tabel wordt hieronder weergegeven:

Tabel 3: bemonsteringsstrategie bij homogene besmettingen

Oppervlakte van de besmette zone (max. 6ha)	# boringen	# te analyseren bodemstalen	# piëzometers ⁵

⁴ Behalve wanneer de waterlaag zich dieper dan 5m onder de grond bevindt; in dit geval worden er bijzondere voorwaarden bepaald: cf. *bemonsteringsstrategie 7*.

< 0.05	3	2	1
0.05 – 0.2	4	3	2
0.2 – 0.5	6	4	3
0.5 - 1	8	5	3
1-2	10	6	4
2-3	12	7	4
3-4	14	8	5
4-5	16	9	5
5-6	18	10	6

ii) *Heterogene besmetting – gekende plaats van de besmettingsbronnen*

Wanneer uit de screening is gebleken dat de heterogene besmetting gelokaliseerd kon worden, dan worden de boringen en de piëzometers volgens tabel 12 van OVAM uitgevoerd (ondergrondse besmetting):

Tabel 4: *bemonsteringsstrategie bij heterogene besmettingen– plaats van de besmettingsbronnen gekend*

Oppervlakte van de zone die zich boven de besmettingsbron bevindt (m ²)	# boringen	# te analyseren bodemstalen	# piëzometers ⁶
< 5	1	1	1
5 - 20	2	1	1
20 - 50	3	2	2
50-100	4	3	2
100 - 500	6	4	3

⁵ Deze cijfers zijn niet van toepassing wanneer de waterlaag dieper ligt dan 5m.

⁶ Deze cijfers zijn niet van toepassing wanneer de waterlaag dieper ligt dan 5m.

iii) *De besmetting is heterogeen maar kon niet gelokaliseerd worden;*

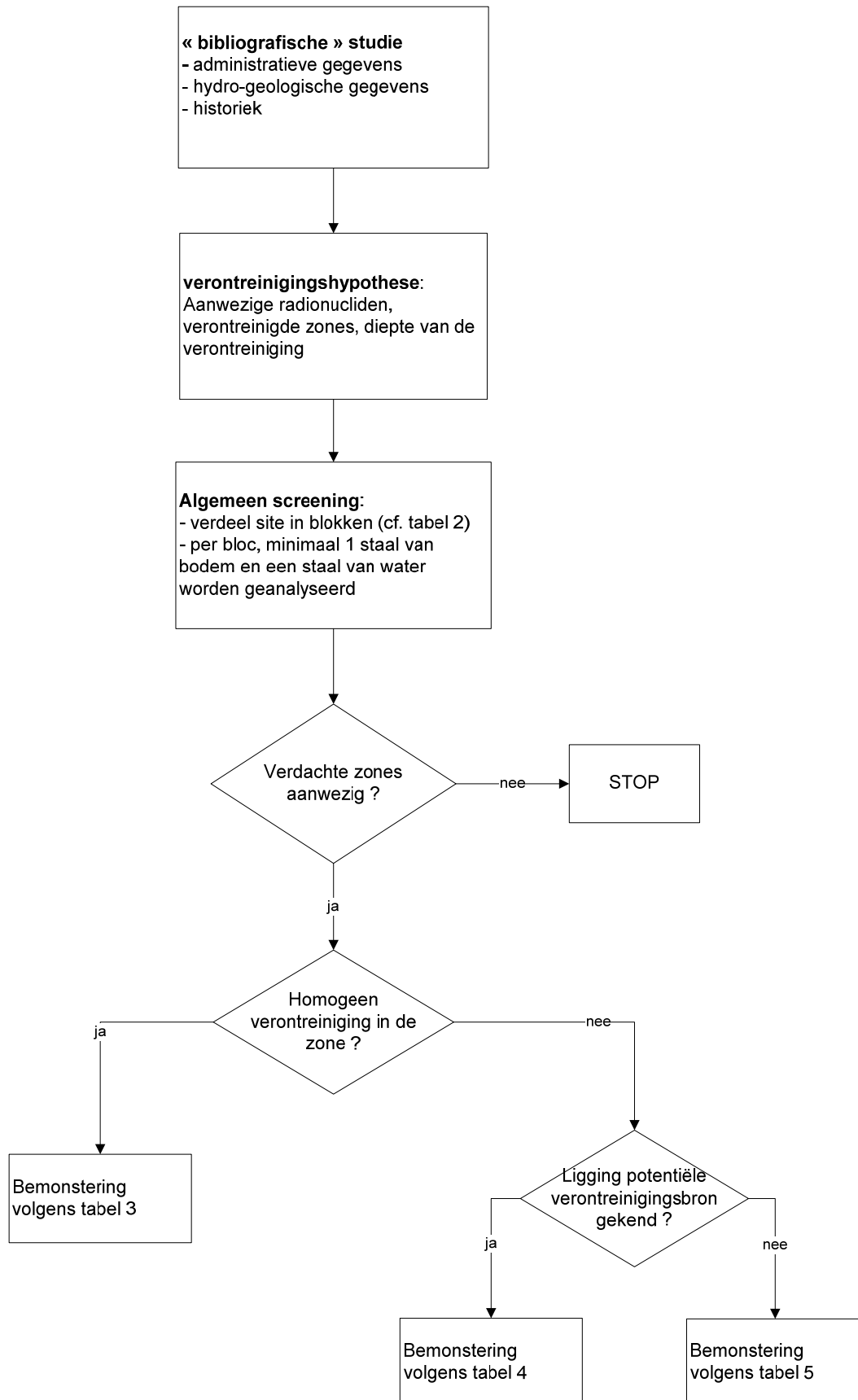
=> cf. tabel 15 van de OVAM-gids :

Tabel 5 : *bemonsteringsstrategie bij heterogene besmettingen – plaats van de besmettingsbronnen niet gekend*

Oppervlakte van de besmette zone (max. 6ha)	# boringen	# te analyseren bodemstalen	# piëzometers ⁷
< 0.05	4	3	2
0.05 – 0.25	5	4	2
0.25 – 0.5	7	5	3
0.5 - 1	10	6	4
1-2	14	7	5
2-3	16	8	6
3-4	18	10	8
4-5	20	12	10
5-6	22	14	12

De methodologie van het oriënterend onderzoek bij de OVAM-procedure wordt op de volgende *flowchart* samengevat:

⁷ Deze cijfers zijn niet van toepassing wanneer de waterlaag dieper ligt dan 5m.



Bijlage B: enkele parameters voor de radiologische evaluatie

- Voor de berekening van de dosis bij inademing en ingestie worden de coëfficiënten van de effectieve volg dosis per eenheid van opname van de radionucliden i in tabel C van bijlage III van het ARBIS⁸ vermeld evenals in tabel 25 van document RP122 Part II voor de natuurlijke radionucliden.
- Voor de inademing van radon vermeldt de tabel hieronder⁹ – bij wijze van voorbeeld – de conversiecoëfficiënten van de verschillende referenties: UNSCEAR 2000, ICRP 65 en ICRP103. ICRP 103 vormt de meest recente referentie. Het ARBIS is evenwel gebaseerd op de UNSCEAR-coëfficiënt. Hoewel er in de literatuur verschillende coëfficiënten gebruikt werden, is het toch nuttig ze allen te vermelden¹⁰.

Tabel 1: ICRP en UNSCEAR 2000 conversiecoëfficiënten voor radon concentratie (Bq/m³)-eff. dosis (mSv/j)

	Eq. Factor	coeffic.	time	Rn-conc	UNSCEAR 2000	ICRP 65	ICRP 103
		EEC (nSv/(Bqh/m ³))	h	Bq/m ³	conv. Coeff.	conv. Coeff.	conv. Coeff.
home	0,4	6,1	7000			0,017	
workplace	0,4	7,8	2000			0,006	
home	0,4	9	7000		3,6		
workplace	0,4	9	2000		3,6		
home	0,4		7000				0,02
workplace	0,4		2000				0,009
				Bq/m ³	mSv per year	mSv per year	mSv per year
home				400	10	6,8	8
workplace				400	3	2,5	3,6
home				600	15	10,2	12
home				1000	25,2	17,1	20
workplace				1000	7,2	6,2	9
home				200		3,4	4
home				250	6,3	4,3	5
workplace				250	1,8	1,6	2,25
home				60	1,5	1,0	1,2
workplace				60	0,4	0,4	0,54
home				40	1,0	0,7	
workplace				40	0,3	0,2	
home				50			1
workplace				111			1
home				800	20	14	16
workplace				800	6	5	7,2
home				1500	38	26	30
workplace				1500	11	9	13,5
		Bq/m ³	mSv/y				
home	UNSCEAR 2000	40	1				
workplace		150	1				
home	ICRP 65	60	1				
workplace		160	1				
home	ICRP 103	50	1				
workplace		111	1				

⁸ Het koninklijk besluit van 20 juli 2001 houdende algemeen reglement op de bescherming van de bevolking, van de werknemers en het leefmilieu tegen het gevaar van de ioniserende stralingen.

⁹ Cf. interne nota FANC "Indoor Radon en Stralingsbescherming" – B. Dehandschutter / A. Poffijn.

¹⁰ Voor een grondigere bespreking, cf. ook « Radon: a special case in radiation protection » – H. Vanmarcke, Radiation Protection Dosimetry (2008), Vol. 130, N°1, pp. 76-80.