



Resultaten melk- en grasmonitoring en kwaliteitscontroles 2015

Landelijk Meetnet Radioactiviteit in Voedsel

C.G.M. Onstenk, A. Vos van Avezathe, A. Gerssen



RIKILT

WAGENINGENUR

Resultaten melk- en grasmonitoring en kwaliteitscontroles 2015

Landelijk Meetnet Radioactiviteit in Voedsel

C.G.M. Onstenk, A. Vos van Avezathe, A. Gerssen

Dit onderzoek is uitgevoerd door RIKILT Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van de Wettelijke Onderzoekstaken 'Chemische Contaminanten' (projectnummer WOT-02-001-001).

RIKILT Wageningen UR
Wageningen, april 2016

RIKILT-rapport 2016.001

C.G.M. Onstenk, A. Vos van Avezathe, A. Gerssen, 2016. *Resultaten melk- en grasmonitoring en kwaliteitscontroles 2015; Landelijk Meetnet Radioactiviteit in Voedsel*. Wageningen, RIKILT Wageningen UR (University & Research centre), RIKILT-rapport 2016.001. 28 blz.; 5 fig.; 4 tab.; 0 ref.

Projectnummer: 122.71.525.01
BAS-code: WOT-02-001-001
Projecttitel: Nationaal Plan Kernongevallenbestrijding, Landelijk Meetnet Radioactiviteit in Voedsel (LMRV)
Projectleider: A. Gerssen

© 2016 RIKILT Wageningen UR

Het is de opdrachtgever toegestaan dit rapport integraal openbaar te maken en ter inzage te geven aan derden. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het RIKILT Wageningen UR is het niet toegestaan:

- a. *dit door RIKILT Wageningen UR uitgebrachte rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b. *dit door RIKILT Wageningen UR uitgebrachte rapport, c.q. de naam van het rapport of RIKILT Wageningen UR, geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin;*
- c. *de naam van RIKILT Wageningen UR te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

Postbus 230, 6700 AE Wageningen, T 0317 48 02 56, E info.rikilt@wur.nl,
www.wageningenUR.nl/rikilt. RIKILT is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

RIKILT aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

RIKILT-rapport 2016.001

Verzendlijst:

- Arla Foods B.V., Nijkerk (dhr A. van Manen)
- Bel Leerdammer B.V., Schoonrewoerd (dhr E.M.M. van Zichem)
- CONO Kaasmakers, Middenbeemster (dhr R. Sas)
- De Graafstroom, Bleskensgraaf (dhr J. Meeuwisse)
- D.O.C. Kaas Ba, Hoozevee (dhr K. van Cleef)
- Framelco, Raamsdonksveer (mw F. Aydogan)
- FrieslandCampina Butter, Lochem (dhr F. Hoksbergen)
- FrieslandCampina Cheese, Rijkevoort (dhr T. Thomassen)
- FrieslandCampina Cheese, Born (dhr R. Kroon)
- FrieslandCampina Cheese, Balkbrug (dhr D. de Weerd)
- FrieslandCampina Cheese, Gerkesklooster (mw M. Wijnsma)
- FrieslandCampina Cheese, Marum (dhr J. Pruijm)
- FrieslandCampina Cheese, Steenderen (dhr W. Zeevalkink)
- FrieslandCampina Cheese, Workum (dhr J. Buma)
- FrieslandCampina DOMO, Bedum (mw G. Poelma)
- FrieslandCampina DOMO, Beilen (dhr G. Datema)
- FrieslandCampina Consumer Products, Maasdam (dhr P. van Bommel)
- FrieslandCampina LQS, afd Chemie, Leeuwarden (dhr J. Altenburg)
- FrieslandCampina, Rotterdam (dhr C. den Boer)
- HAK BV, Giessen (dhr J. Spoor)
- Hyproca LYEMPF B.V., Kampen (dhr M. Postma)
- Labora, Ermelo (dhr R. Schut)
- Masterlab AS, Boxmeer (dhr T.C.M. Roosenboom)
- Masterlab AS, Putten (dhr T. Vrijenhoek)
- M.C.TEC BV, Giessen (dhr R. Prins)
- NRG, Petten (dhr J. Kok)
- Nutricia Cuijk BV, Cuijk (dhr J. Lamers)
- Nutricia Zoetermeer, Zoetermeer (mw C. Captein)
- NutriControl, Veghel (dhr R. Margry)
- Oostroms Conservenfabriek BV, Kapelle (dhr M. Vleugel)
- Provincie Limburg, Maastricht (dhr L.J.M. Peeters)
- Qlip N.V., Zutphen (dhr A. Hooijer)
- RIKILT, Wageningen
- RIVM-LSO, Bilthoven (dhr L. Nissan)
- RWS CIV- WGMLA-Radiochemie, Lelystad (dhr C. Engeler)
- RWS Zeeland, Vrouwenpolder (dhr G. van der Maas)
- RWS Zeeland, Terneuzen (dhr A. Neve)
- RWS Zuid-Holland, Middelharnis (dhr J. Tempelaars)
- Sonac Vuren B.V., Vuren (dhr N. de Vos)
- TUD/RID, Delft (mw J. de Beer - Kouwenberg)
- UMC, Utrecht (dhr G.C. Krijger)
- Vreugdenhil Dairy Foods, Gorinchem (dhr A. van Dongen)
- NVWA, Groningen (dhr A. Draaijer)
- NVWA, Wageningen (dhr F.J. Roerink)
- NVWA, Wageningen (dhr P. Verheijen)
- NVWA (mw S.M. Hoffer)
- NVWA (mw J.M. de Stoppelaar)
- Ministerie van EZ (mw L.Y.W. Butt)

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Materiaal en methoden	8
	2.1 Analysemethoden	8
	2.1.1 Lage-resolutie gammaspectrometrie	8
	2.1.2 Hoge-resolutie gammaspectrometrie	8
	2.1.3 Vloeistofscintillatietelling	8
	2.2 Monitoring rauwe melk	8
	2.2.1 Lage-resolutie gammaspectrometrie	8
	2.2.2 Hoge-resolutie gammaspectrometrie	9
	2.2.3 Vloeistofscintillatietelling	9
	2.3 Grasonderzoek	9
	2.4 Rondzendonderzoek	9
	2.4.1 Weipoeder-controlemonster	9
	2.4.2 Rondzendmonster I-131	10
3	Resultaten en discussie	11
	3.1 Monitoring rauwe melk	11
	3.1.1 Lage-resolutie gammaspectrometrie	11
	3.1.2 Hoge-resolutie gammaspectrometrie	12
	3.1.3 Vloeistofscintillatietelling	12
	3.2 Grasonderzoek	13
	3.3 Rondzendonderzoek	14
	3.3.1 Weipoeder-controlemonster	14
	3.3.2 Rondzendmonster I-131	16
4	Conclusie	17
	Bijlage 1	18

Samenvatting

Het Landelijk Meetnet Radioactiviteit in Voedsel (LMRV) dient als bewaking voor de voedselproductie en wordt ingezet in het nationale monitoringsprogramma, met name voor de monitoring van radioactiviteit in melk. In dit jaarrapport worden de resultaten van de melk- en grasmonitoring, en van de kwaliteitscontroles van de voedselmonitoren in 2015 gepresenteerd.

In geen van de onderzochte melk- en grasmonsters zijn kunstmatige radionucliden gevonden, alleen natuurlijke radionucliden.

Uit de kwaliteitscontrolemetingen van de weipoederbatches en het I-131 rondzendonderzoek blijkt dat de spreiding in resultaten tussen de verschillende voedselmonitoren onderling gering is. Behoudens twee K-40-resultaten voldeden alle meetresultaten aan de gehanteerde marge voor een terugvinding van tussen de 80% en 120%. Voor Cs-137 en I-131 komen de resultaten van de voedselmonitoren en het resultaat van de geaccrediteerde methode op de hoge-resolutie gammaspectrometer overeen. De weipoedermetingen laten voor het natuurlijke radionuclide K-40 echter wel een systematische overschatting zien ten opzichte van de gehanteerde referentiewaarden, welke voor een belangrijk deel toe te schrijven is aan de toegekende, te lage, referentiewaarden.

1 Inleiding

Als lidstaat van de Europese Unie dient Nederland te voldoen aan de door Euratom en de Europese Commissie gestelde verplichtingen op de controle op radioactiviteit in voedsel en diervoeders (EC, 2000). In Nederland is dit ingericht door middel van het Landelijk Meetnet Radioactiviteit in Voedsel (LMRV) en een monitoringprogramma. Het LMRV is een meetnet bestaande uit circa 50 meetopstellingen voor gammaspectrometriebevestigingen, geoptimaliseerd voor analyse van voedselproducten, de zogenaamde 'voedselmonitor', opgesteld bij diverse bedrijven en instellingen. Dit meetnet kan gamma-emitterende nucliden, zoals Cs-134, Cs-137 en I-131 bepalen. Het LMRV wordt ingezet in het nationale monitoringsprogramma gericht op voedselbescherming en ter ondersteuning van exportcertificering (met name voor de zuivelindustrie). Het LMRV biedt tevens extra meetcapaciteit en een landelijke beschikbaarheid van meetlocaties in het geval van een nucleaire of radiologische calamiteit.

Het monitoringsprogramma voor radioactiviteit in voedsel en diervoeders wordt deels uitgevoerd op de voedselmonitoren en deels op het RIKILT. Met de voedselmonitoren worden jaarlijks circa 1000 monsters (m.n. zuivelmonsters) gemeten. Daarnaast worden in het laboratorium van RIKILT in totaal nog circa 1500 analyses verricht op alfa- (U-235, U-238, Pu-239/240 en Am-241), bèta- (m.n. Sr-90) en gamma-emitterende radionucliden (m.n. Cs-134, Cs-137, I-131, Co-60).

Melk en melkproducten zijn een belangrijk onderdeel van het Nederlandse consumptiepakket; het is op basis van gewicht de tweede productgroep die geconsumeerd wordt (gemiddeld 310g per dag). Sinds 1965 wordt in Nederland de melkproductie gecontroleerd op antropogene en natuurlijke radionucliden omdat I- en Cs-isotopen via voer (gras) snel in melk worden opgenomen na een nucleair incident. Voor monitoring zijn Cs-137 en Sr-90 op de lange termijn van belang omdat deze nucliden een halfwaardetijd van ongeveer 30 jaar hebben. Cesium lijkt chemisch en biologisch sterk op kalium en heeft een biologische halfwaardetijd van rond de drie maanden. Dit betekent dat wanneer iemand cesium bijvoorbeeld via voedsel heeft binnengekregen, de helft hiervan na drie maanden het lichaam weer heeft verlaten. Strontium hoopt zich op in botweefsel omdat het zich chemisch en biologisch hetzelfde gedraagt als calcium. Als strontium in het botweefsel is geïncorporeerd, is afgifte uit het bot marginaal en veroorzaakt strontium somatische en stochastische effecten. Hierdoor is het van belang voedingsmiddelen te monitoren op aanwezigheid van deze radionucliden.

De kwaliteit en juistheid van de metingen op de voedselmonitoren worden gewaarborgd en gecontroleerd door één keer per jaar een rondzendmonsteronderzoek te doen en regelmatig controlemonsters te meten. De resultaten van deze metingen worden gebruikt om de prestaties van de voedselmonitoren te bepalen en deze met elkaar te vergelijken.

Dit rapport geeft een overzicht van de metingen die in 2015 met het LMRV zijn uitgevoerd, evalueert de resultaten en trekt daaruit conclusies over de kwaliteit van de voedselmonitoren en de metingen.

2 Materiaal en methoden

2.1 Analysemethoden

2.1.1 Lage-resolutie gammaspectrometrie

Een voedselmonitor is een meetsysteem bestaande uit een lage-resolutie gammaspectrometer en wordt gebruikt voor screening op gamma-emitterende radionucliden, zoals Cs-134, Cs-137 en I-131, in voedingsproducten en milieumonsters. In de voedselmonitoren zit een robuuste natriumjodide (NaI) detector met hoge gevoeligheid, waarvoor weinig specifieke voorzieningen nodig zijn (bijvoorbeeld geen continue koeling). Een nadeel van dit type detector is het geringe scheidend vermogen (de resolutie), maar dit is voor monitoringsdoeleinden geen probleem.

Bij elke voedselmonitor is een referentiebron met bijbehorend certificaat aanwezig. Deze bron bestaat uit Am-241 (1 kBq), Cs-137 (4 kBq) en K-40 (17,5 kBq). Deze bron is gebruikt om de initiële energiekalibratie te maken. Voorafgaand aan elke monstermeting wordt deze bron gemeten en als er energiedrift is opgetreden wordt een automatische correctie uitgevoerd.

2.1.2 Hoge-resolutie gammaspectrometrie

Voor metingen waarbij een beter scheidend vermogen nodig is (monsters met complexe mengsels aan radionucliden) of bevestigingsmetingen zijn er bij het RIKILT twee hoge-resolutie gammaspectrometers, waarvan één met automatische monsterwisselaar (Gamma Analyst, Canberra). Deze detectoren zijn minder gevoelig dan de voedselmonitoren, maar hebben een beter scheidend vermogen waardoor de aanwezige nucliden met grotere nauwkeurigheid geïdentificeerd en gekwantificeerd kunnen worden. De metingen op deze detectoren zijn conform ISO-17025 geaccrediteerd.

2.1.3 Vloeistofscintillatietelling

Met de methoden beschreven in 2.1.1 en 2.1.2 kunnen alleen gammastraling emitterende nucliden worden gemeten. Sr-90 is echter een nuclide dat bètastraling emitteert en wordt gemeten op een vloeistofscintillatieteller (Liquid Scintillation Counter, LSC) (een Quantulus 1220 (PerkinElmer)). Voor de strontiumanalyse is een uitgebreide voorbereiding noodzakelijk. Deze voorbereiding bestaat uit drogen en verassen, gevolgd door een magnetrondeconstructiestap, waarna het deestruaat over ion-exchange kolommen geëluëerd wordt. Het verkregen eluaat wordt gemengd met scintillatiecocktail (Ultima Gold AB, PerkinElmer), en gemeten met de vloeistofscintillatieteller. Ook de Sr-90 metingen zijn conform ISO-17025 geaccrediteerd.

2.2 Monitoring rauwe melk

2.2.1 Lage-resolutie gammaspectrometrie

Bij de diverse zuivelfabrieken wordt wekelijks een melkmonster gemeten op de voedselmonitoren. Deze metingen worden zelfstandig uitgevoerd door de operator van de voedselmonitor ter plaatse. Volgens protocol wordt 1 kg rauwe melk ingewogen in een Marinelli-beker (een speciale meetbeker voor de voedselmonitoren) en vervolgens bij kamertemperatuur gemeten. Dit laatste omdat temperatuurswisselingen in het NaI-detectorkristal de kwaliteit van de meting sterk beïnvloeden.

2.2.2 Hoge-resolutie gammaspectrometrie

Ieder jaar wordt in het voorjaar en in het najaar een melkronde gehouden. Bij iedere melkfabriek waar een voedselmonitor staat wordt één liter rauwe melk opgehaald. Deze monsters worden vervolgens op het RIKILT laboratorium onderzocht op diverse gammastraling uitzendende nucliden. De gamma-meting wordt uitgevoerd met de geaccrediteerde methode op de hoge-resolutie gammaspectrometer. De monsters worden hiertoe overgebracht in een Marinelli-beker en gedurende één uur gemeten.

2.2.3 Vloeistofscintillatietelling

De melkmonsters die twee maal per jaar worden opgehaald worden naast de hoge-resolutie gammametingen ook geanalyseerd op Sr-90. De monsters worden voorbereid zoals beschreven in paragraaf 2.1.3 en worden vier uur per monster gemeten op de Quantulus.

2.3 Grasonderzoek

Aanvullend op de melkmonitoring wordt er één keer per jaar op de voedselmonitorlocaties een grasmonster genomen en gemeten door de daarvoor opgeleide lokale operators. Dit wordt gedaan zodat er een recente nulmeting beschikbaar is in het geval van een nucleaire calamiteit. Het gras wordt volgens vast protocol per kwart vierkante meter afgeknipt op 1 cm boven de grond, totdat genoeg gras is verzameld. Bij de meeste voedselmonitorlocaties is een vast grasveld aangewezen waar het gras geknipt wordt. Het verzamelde gras wordt gewogen en een Marinelli-beker wordt gevuld. Door daarna de gevulde Marinelli-beker te wegen kan het meetresultaat omgerekend worden van Bq/kg naar Bq/m².

2.4 Rondzendonderzoek

2.4.1 Weipoeder-controlemonster

Bij elke voedselmonitor is een controlemonster aanwezig bestaande uit 600 gram weipoeder. Dit poeder is in 1986 na de Tsjernobyl-ramp geproduceerd en bevat Cs-137 en K-40. In totaal zijn zes verschillende batches weipoeder geproduceerd. Omdat de batches geen certificaat hebben zijn de activiteitsconcentraties op 1-1-2007 bepaald met de geaccrediteerde hoge-resolutie gamma spectrometer (zie Tabel 1). Deze waarden worden gebruikt als referentiewaarden.

Tabel 1

Activiteitsconcentraties op referentiedatum 1-1-2007 van de weipoederbatches.

Batchnummer	K-40 [Bq/kg]	Cs-137 [Bq/kg]
0	1305	1321
6	1356	1923
22	1283	1076
35	1310	3050
37	1369	520
39	1308	1115

De weipoedermonsters zijn door de operators op locatie gemeten om de prestatie van de voedselmonitor te controleren. Hiertoe is een rekenblad opgestuurd waarin de operator de gemeten Cs-137 en K-40 activiteit invoert. De Cs-activiteit wordt teruggerekend naar de referentiedatum. De K-40 activiteit wordt niet teruggerekend naar de referentiedatum vanwege de halfwaardetijd van K-40 van 1,3 miljard jaar.

2.4.2 Rondzendmonster I-131

De spreiding in de resultaten en de gevoeligheid van de voedselmonitoren worden ieder jaar gecontroleerd met een rondzendmonsteronderzoek. In 2015 is controlemonster RZM0037, een oplossing van het radionuclide I-131 in water, naar alle voedselmonitorlocaties opgestuurd. De I-131 oplossing is een niet gecertificeerde oplossing afkomstig van PerkinElmer. Van de primaire oplossing is een verdunning gemaakt, en met behulp van een pipetteerautomaat zijn flesjes gevuld met 100 ml uit deze verdunning.

Ieder flesje bevatte op de referentiedatum (1 oktober 2015, om 12:00 uur) 1584 Bq I-131. Deze waarde is met behulp van de geaccrediteerde methode op de hoge-resolutie gammaspectrometer vastgesteld.

De rondzendmonsters zijn met bijbehorend werkvoorschrift en een elektronisch rekenblad verzonden naar de contactpersonen van het LMRV. In het werkvoorschrift staat dat de operator de totale hoeveelheid oplossing in het flesje over dient te brengen in een Marinelli-beker, het flesje twee keer na te spoelen met water, en vervolgens de Marinelli-beker met water aan te vullen tot 1000 gram om de optimale meetgeometrie te bereiken. Vervolgens wordt het rondzendmonster gedurende een half uur gemeten op de voedselmonitor. De operators wordt verzocht het monster tweemaal te meten met een tussenpose van één halfwaardetijd van 8 dagen. De verkregen resultaten van beide metingen worden door de operators in het rekenblad ingevoerd en de gemeten I-131 activiteit wordt automatisch teruggerekend naar de referentiedatum.

3 Resultaten en discussie

3.1 Monitoring rauwe melk

3.1.1 Lage-resolutie gammaspectrometrie

In 2015 zijn in totaal 620 melkmonsters gemeten op de voedselmonitoren en goedgekeurd. In Tabel 2 staat een overzicht van de gemiddelde gemeten activiteitsconcentraties per maand. In een klein aantal monsters (0,8%) werd een geringe overschrijding van de voor I-131 gehanteerde LOQ (limit of quantification) van 2,4 Bq/kg gevonden. Deze overschrijdingen waren zeer waarschijnlijk toe te schrijven aan de aanwezigheid van dochters uit de natuurlijke U-238 en Th-232 vervalreeks, die (inherent aan de geringe resolutie van de NaI-detector) een storende invloed hebben op de bepaling van met name I-131.

De gemiddelde K-40 activiteitsconcentratie over heel 2015 was $52,5 \pm 15,4$ Bq/kg. Figuur 1 geeft een overzicht van de per monsterlocatie gemiddelde K-40 activiteitsconcentraties over het hele jaar.

Tabel 2

Activiteitsconcentraties in koemelk, gemiddeld per maand in 2015.

Maand	Aantal monsters	K-40 ⁽¹⁾ Bq/kg	I-131 Bq/kg	Cs-134 Bq/kg	Cs-137 Bq/kg
Januari	50	52,9 ± 11,9	< 0,6	< 0,6	< 0,5
Februari	58	54,7 ± 13,0	< 0,6	< 0,6	< 0,5
Maart	57	54,7 ± 12,9	< 0,6	< 0,6	< 0,5
April	56	54,4 ± 12,7	< 0,6	< 0,6	< 0,5
Mei	48	50,5 ± 12,0	< 0,6	< 0,6	< 0,5
Juni	56	54,2 ± 11,7	< 0,6	< 0,6	< 0,5
Juli	48	48,5 ± 14,0	< 0,6	< 0,6	< 0,5
Augustus	46	46,9 ± 9,4	< 0,6	< 0,6	< 0,5
September	38	49,4 ± 14,3	< 0,6	< 0,6	< 0,5
Oktober	51	53,8 ± 20,0	< 0,6	< 0,6	< 0,5
November	56	52,3 ± 23,6	< 0,6	< 0,6	< 0,5
December	56	55,2 ± 19,9	< 0,6	< 0,6	< 0,5
Jaargemiddelde	620 ⁽²⁾	52,5 ± 15,4	< 0,6	< 0,6	< 0,5

⁽¹⁾ Standaarddeviatie is gegeven als 1σ .

⁽²⁾ Totaal gemeten monsters in 2015.

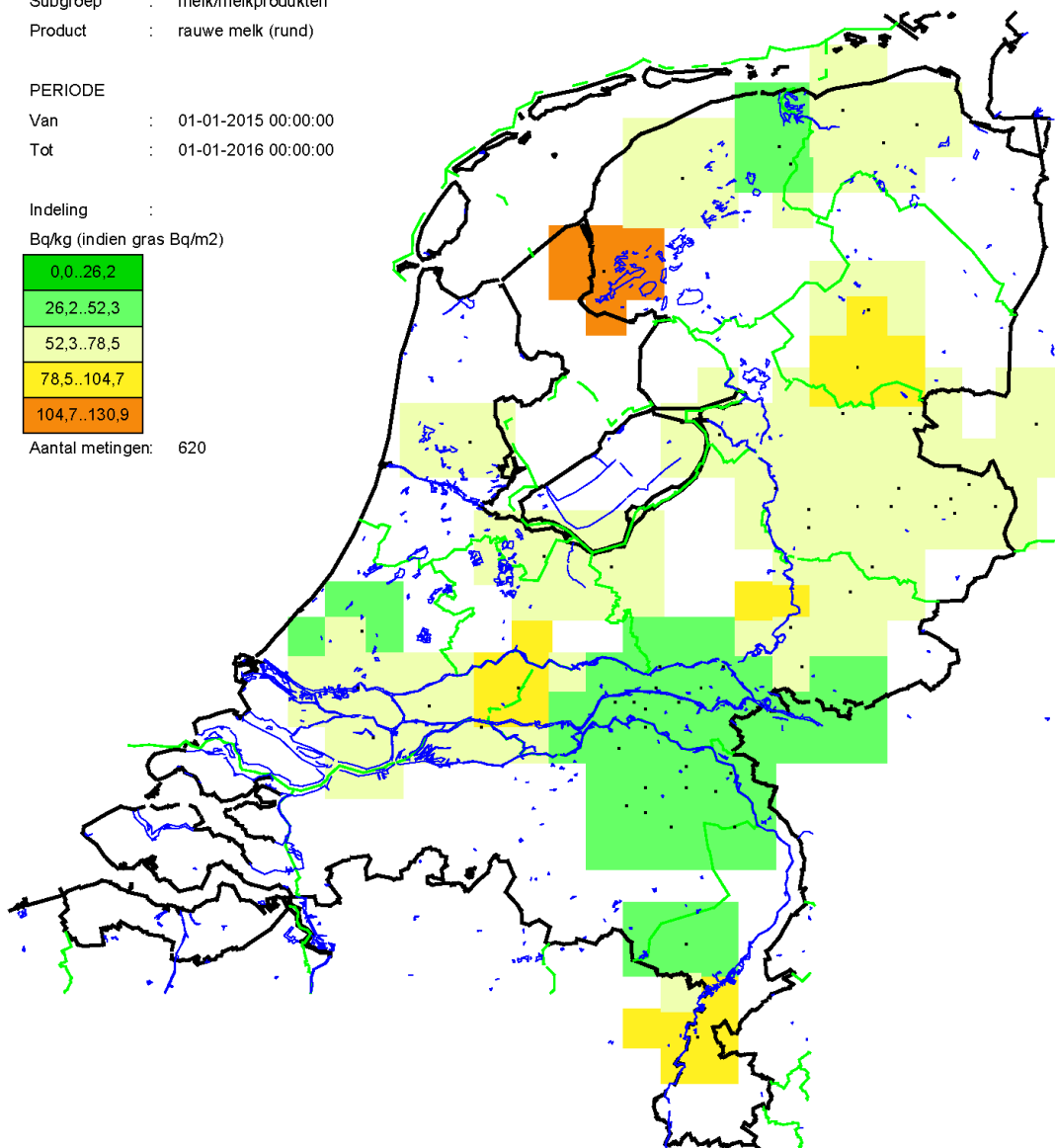
NUCLIDE : K-40
Groep : voedsel - productie
Subgroep : melk/melkprodukten
Product : rauwe melk (rond)

PERIODE
Van : 01-01-2015 00:00:00
Tot : 01-01-2016 00:00:00

Indeling :
Bq/kg (indien gras Bq/m²)

0,0..26,2
26,2..52,3
52,3..78,5
78,5..104,7
104,7..130,9

Aantal metingen: 620



Figuur 1 Gemiddelde K-40 activiteitsconcentratie in melk over heel 2015 per bemonsteringslocatie.

3.1.2 Hoge-resolutie gammaspectrometrie

In 2015 zijn 49 melkmonsters opgehaald tijdens de melkrondes in het voor- en najaar, afkomstig van de melkfabrieken waar de voedselmonitoren staan. Hiervan waren 47 monsters koemelk en 2 monsters waren geitenmelk. Al deze monsters zijn geanalyseerd met de hoge-resolutie gammaspectrometer, op een breed spectrum aan γ -emitters. In geen van de monsters is antropogene gamma-activiteit boven de detectielimiet aangetoond (1 Bq/kg voor Cs-137). Het natuurlijke radionuclide K-40 is wel gevonden, met een gemiddelde activiteitsconcentratie voor koemelk van $46,0 \pm 7,2$ Bq/kg en voor geitenmelk van $64,5 \pm 18,0$ Bq/kg.

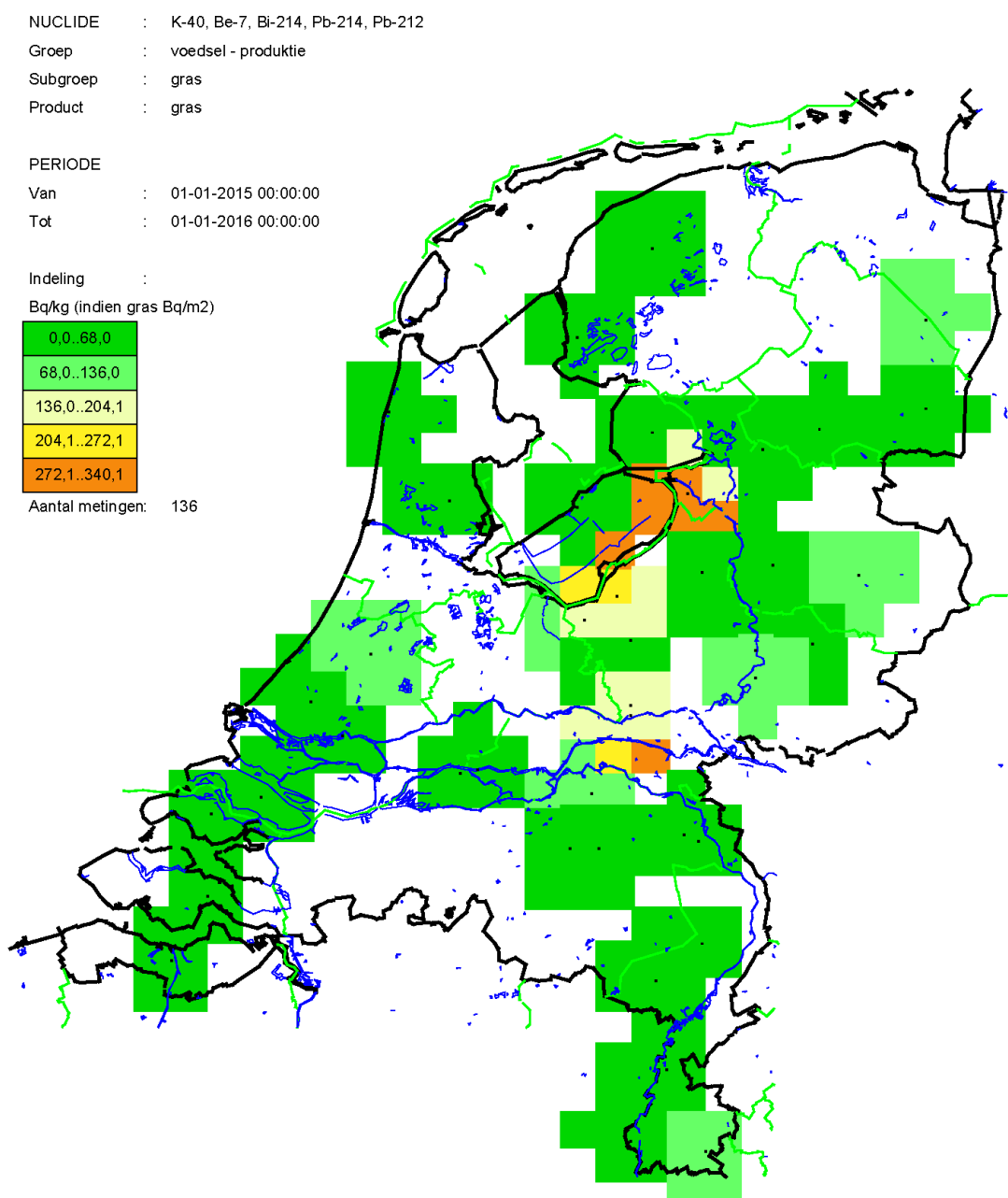
3.1.3 Vloeistofscintillatietelling

De monsters die tijdens de melkrondes opgehaald zijn, zijn naast gamma-analyse ook geanalyseerd op Sr-90 activiteit. In geen van deze 49 melkmonsters is Sr-90 boven de detectielimiet van 0,2 Bq/kg aangetoond.

3.2 Grasonderzoek

In 2015 zijn op 43 verschillende locaties in totaal 54 grasmonsters genomen en vervolgens op een van de voedselmonitoren gemeten. In geen van deze monsters zijn de antropogene radionucliden Cs-134, Cs-137, I-131, Te-132 en Co-60 gevonden. Het natuurlijke radionuclide K-40 is in 50 van de 54 gemeten monsters teruggevonden, en in een aantal monsters zijn natuurlijke radionucliden als Bi-214 en Pb-214 gevonden die bij een regenbui uit de lucht worden gespoeld en op het gras neerkomen, of afkomstig uit grond dat bij de bemonstering meegekomen kan zijn.

Als het gras besmet raakt bij een calamiteit kunnen de grasdepositiemetingen worden geplot op de kaart van Nederland, wat resulteert in een depositiekaart. In Figuur 2 staat een voorbeeld van hoe een depositiekaart er uit zou zien, in dit geval geplot voor het totaal aan gevonden natuurlijke radionucliden: K-40, Be-7, Pb-212, Pb-214 en Bi-214. Lokale variaties worden veroorzaakt door verschillende grondsoorten, bemesting, grassoorten en de lengte van het bemonsterde gras.



Figuur 2 Voorbeeld van een depositiekaart voor het natuurlijke radionucliden, gemeten tijdens het grasonderzoek in 2015.

3.3 Rondzendonderzoek

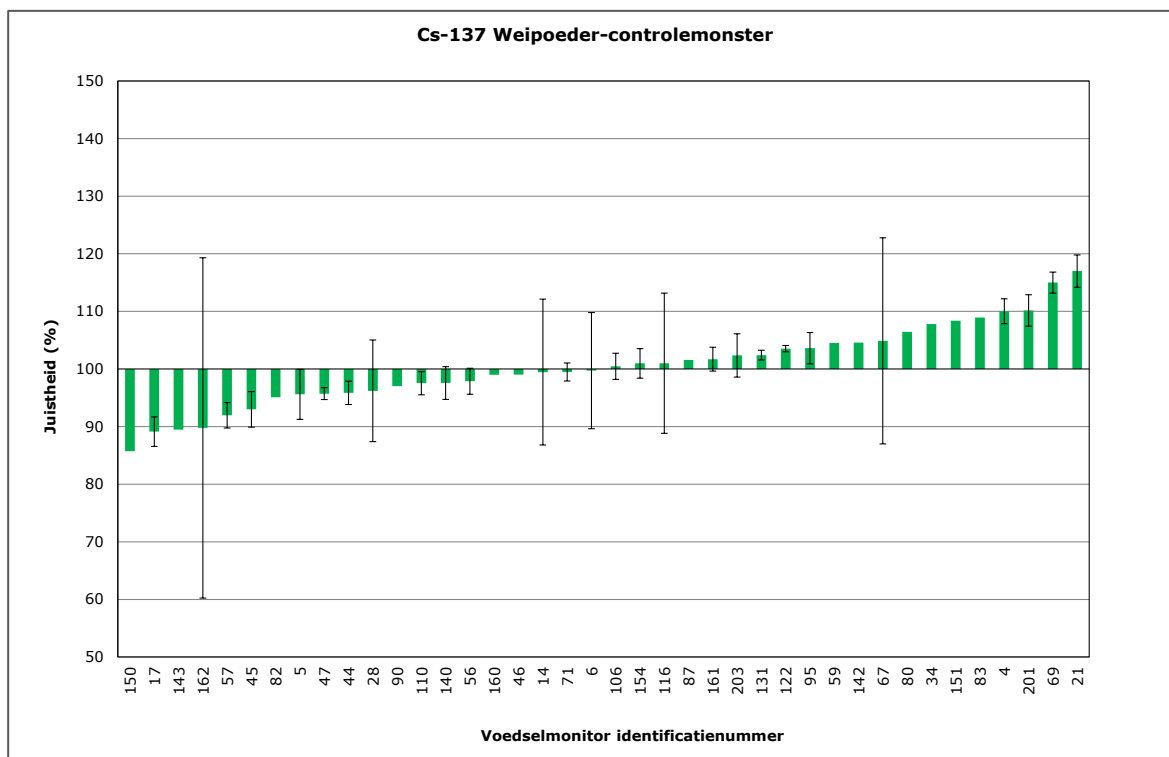
3.3.1 Weipoeder-controlemonster

Aan alle contactpersonen van de voedselmonitoren is in september verzocht om, voorafgaand aan het I-131 rondzendonderzoek, het weipoeder-controlemonster te meten. Dit onder andere om het juist functioneren van de voedselmonitor tijdens het I-131 onderzoek te garanderen. Eventuele storingen konden hierdoor tijdig verholpen worden.

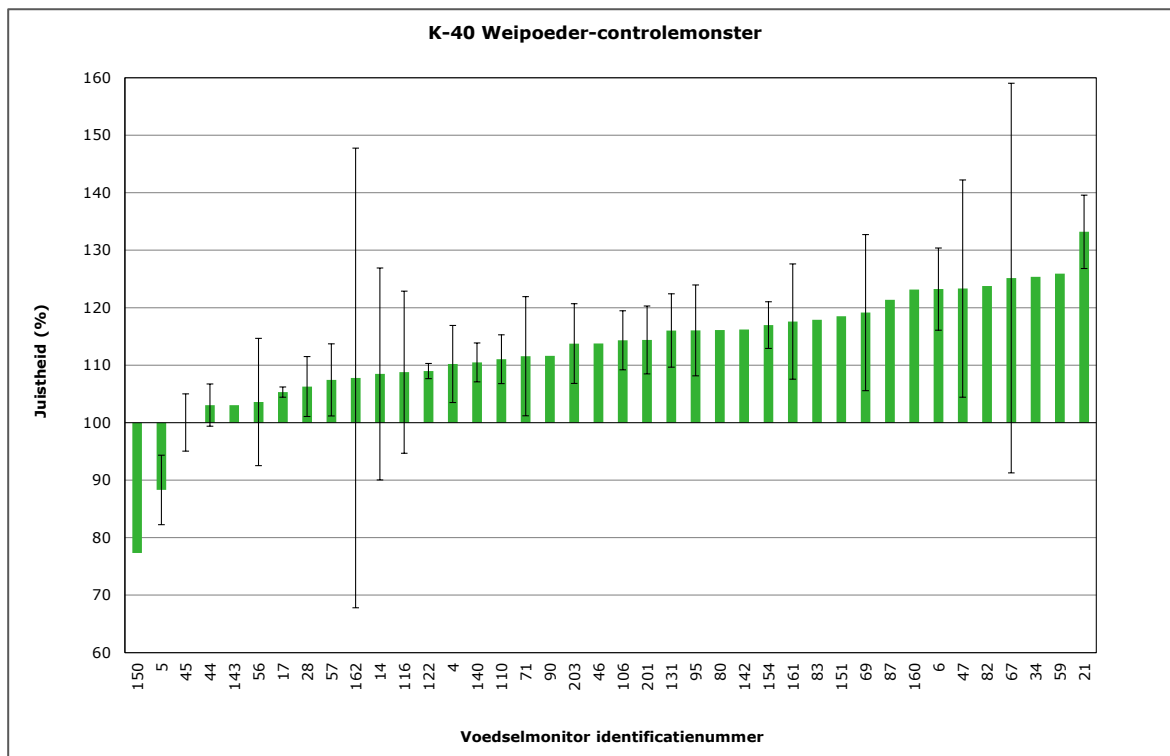
Daarnaast wordt dit weipoedermonster gedurende het gehele jaar op diverse locaties ook gemeten om hiermee bijvoorbeeld het monitoringsonderzoek te borgen.

Op de meeste locaties is maar één monster uit één batch aanwezig, maar op sommige locaties zijn meerdere monsters uit meerdere batches aanwezig. Op die locaties zijn alle aanwezige monsters gemeten.

Voor alle in 2015 gemeten weipoeder-controlemonsters zijn de gemeten activiteitsconcentraties voor Cs-137 teruggerekend naar de referentiedatum, en zijn de juistheden voor K-40 en Cs-137 bepaald. Voor de voedselmonitoren waarop meerdere controlemonsters en/of controlemonsters meerdere keren gemeten zijn, zijn deze juistheden gemiddeld en is de spreiding daarin bepaald. Deze resultaten van Cs-137 zijn te zien in Figuur 3 en van K-40 in Figuur 4, waarbij de spreiding van de individuele resultaten door de (dunne verticale) onzekerheidsbalkjes wordt weergegeven.



Figuur 3 De (gemiddelde) juistheid voor Cs-137 per voedselmonitor. De onzekerheidsbalkjes geven de spreiding (2σ) in de resultaten van de betreffende voedselmonitor weer.



Figuur 4 De (gemiddelde) juistheid voor K-40 per voedselmonitor. De onzekerheidsbalkjes geven de spreiding (2σ) in de resultaten van de betreffende voedselmonitor weer.

De gemiddelde juistheid (met 2σ betrouwbaarheidsinterval) van alle voedselmonitoren is voor K-40 $113 \pm 20,6\%$, en voor Cs-137 $100 \pm 13,7\%$.

De resultaten zijn in lijn met de gevonden juistheden in voorgaande jaren (zie Tabel 3).

Tabel 3

Gemiddelde juistheden van de weipoedermetingen over de jaren 2011-2015.

Jaar	Gemiddelde juistheid Cs-137 [%]	Spreiding (2σ) Cs-137 [%]	Gemiddelde juistheid K-40 [%]	Spreiding (2σ) K-40 [%]
2011	100	16,4	117	21,8
2012	98	11,4	109	10,4
2013	102	12,4	115	15,2
2014	102	11,5	112	14,7
2015	100	13,7	113	20,6

Voor Cs-137, het belangrijkste nuclide bij mogelijke voedselbesmettingen van nucleaire oorsprong, is de gevonden juistheid van de voedselmonitoren over de jaren zeer goed en de spreiding tussen de verschillende voedselmonitoren beperkt. Alle voedselmonitoren gaven een resultaat binnen de vooraf gestelde marge van 80 – 120%.

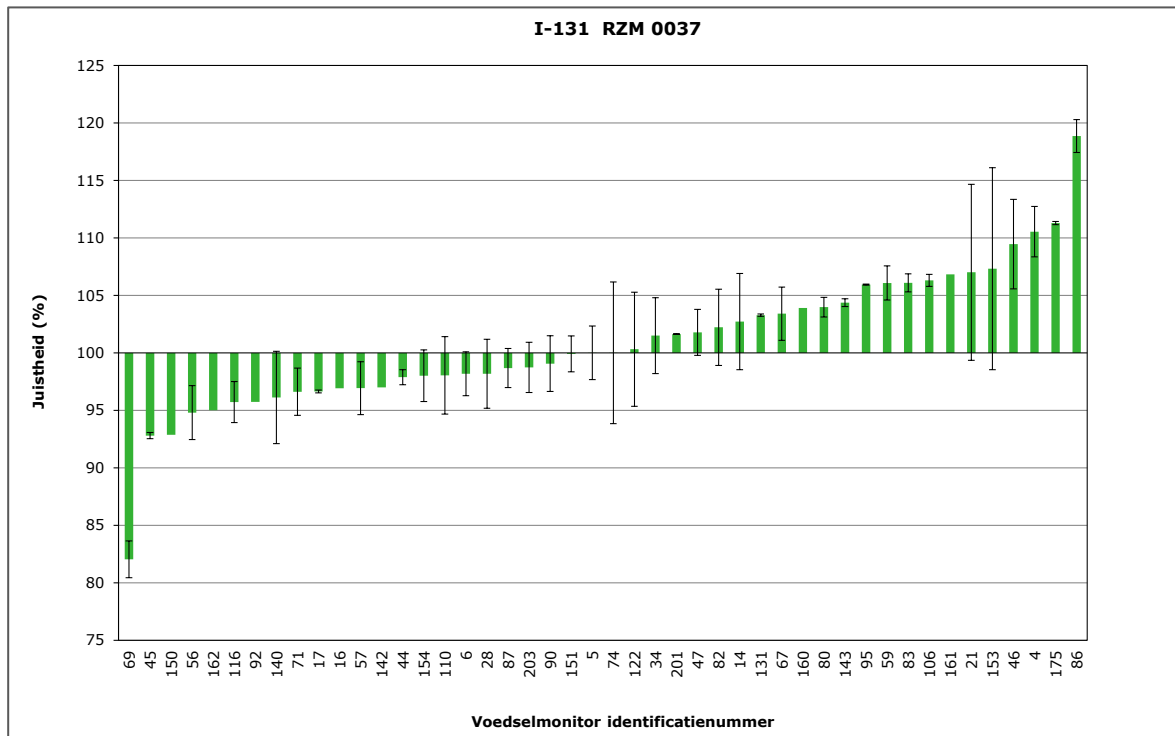
Voor K-40 is een systematische afwijking in de juistheid te zien van 13%. Een vergelijkbare afwijking is in voorgaande jaren ook waargenomen. Voor een belangrijk deel is dit systematisch verschil toe te schrijven aan een te lage toekenning van de referentiewaarde in 2007. In 2015 zijn de weipoederbatches op het RIKILT nogmaals gemeten met de geaccrediteerde gammamethode (hogeresolutie gammaspectrometrie). De resultaten van deze metingen kwamen aanzienlijk beter overeen met de metingen op de voedselmonitoren. In 2016 zal aanvullend onderzoek verricht worden om tot een nieuwe, juiste referentiewaarde te komen, welke voor komende onderzoeken gebruikt kan gaan worden. De spreiding tussen de voedselmonitoren is in dezelfde orde van grootte als bij Cs-137. Voedselmonitoren hebben een lagere gevoeligheid bij hogere energieën. Hierdoor kan een kleine afwijking in gemeten counts in het monster of in de achtergrondmeting leiden tot een grote afwijking in de activiteitsconcentratie. Dit kan eveneens een verklaring zijn voor de afwijkingen in de

gerapporteerde K-40 activiteiten. K-40 is overigens een natuurlijk radionuclide dat niet van belang is bij de bepaling van voedselbesmetting bij een calamiteit, maar wordt gebruikt als controleparameter.

3.3.2 Rondzendmonster I-131

Ieder jaar wordt een rondzendmonster I-131 op de voedselmonitoren gemeten. Alle contactpersonen van de voedselmonitoren is verzocht om dit rondzendmonster in een aangegeven periode tenminste twee keer te laten meten, met ongeveer een week ertussen. Van alle locaties is tenminste een meetresultaat ontvangen. De gemeten activiteiten worden teruggerekend naar de referentiedatum en (eventueel) per voedselmonitor gemiddeld.

De resultaten, als percentage van de referentieactiviteit, zijn te zien in Figuur 5.



Figuur 5 De (gemiddelde) juistheid voor I-131 per voedselmonitor ten opzichte van de referentiewaarde gemeten op de geaccrediteerd hoge-resolutie gammaspectrometer. De onzekerheidsbalkjes geven de spreiding (2σ) in de resultaten van de betreffende voedselmonitor weer.

Gemiddeld over alle voedselmonitoren is de gemeten activiteit 1598 Bq. De juistheid (met 2σ betrouwbaarheidsinterval) ten opzichte van de referentiewaarde van de voedselmonitoren is $100,9 \pm 12,1\%$. De resultaten zijn in lijn met die van voorgaande jaren (zie Tabel 4).

Tabel 4

Gemiddelde juistheden van het I-131 rondzendmonsteronderzoek over de jaren 2011-2015.

Jaar	Gemiddelde juistheid I-131 [%]	Spreiding I-131 (2σ) [%]
2011	105	13,8
2012	100	8,2
2013	103	8,8
2014	102	8,1
2015	101	12,1

De juistheid van de gemeten I-131 activiteit liggen voor alle voedselmonitoren binnen de vooraf gestelde marge van 80 – 120%. Dit betekent dat alle voedselmonitoren naar behoren presteren.

4 Conclusie

In de monsters rauwe melk van de melkronde in het voor- en najaar en de overige melkmonsters, gemeten op de voedselmonitoren, zijn geen kunstmatige radionucliden gevonden, alleen het van nature voorkomende K-40. De resultaten van de lokaal uitgevoerde metingen op de voedselmonitoren en de metingen op de hoge-resolutie gammaspectrometer bij RIKILT zijn goed met elkaar in overeenstemming.

Het grasonderzoek is op 43 locaties uitgevoerd. Er zijn geen kunstmatige radionucliden gevonden. Het gevonden beeld is bruikbaar als achtergrondmeting bij eventuele calamiteiten.

Uit de controlemetingen met de weipoederbatches en het I-131 rondzendonderzoek komt naar voren dat de spreiding in resultaten voor I-131 en Cs-137 tussen de verschillende voedselmonitoren onderling gering is. Voor deze nucliden komen de resultaten van de voedselmonitoren en het resultaat van de geaccrediteerde methode op de hoge-resolutie gammaspectrometer overeen en liggen alle metingen binnen de vooraf gestelde marge van 80 - 120%. Voor het natuurlijke radionuclide K-40 laten de weipoedermetingen echter wel een systematische overschatting zien van 13% ten opzichte van de referentiewaarden. Voor een belangrijk deel is deze overschatting toe te schrijven aan een te lage toekenning van de referentiewaarden.

Bijlage 1

Tabel A

Uitwerking rondzendmonsteronderzoek RZM0037, september 2015.

Referentiewaarde: gem, resultaat, verkregen met RIKILT-referentiemethode (HR-Ge detector)				
Monitornummer	Activiteit (Bq/kg)	Datum en tijd	Activiteit (Bq/kg) op ref. datum	Juistheid (%)
Referentie >	1584	1-10-15 12:00		
4	1037	7-10-15 11:38	1737	109,7
4	969	8-10-15 9:31	1757	110,9
4	881	9-10-15 8:58	1737	109,7
4	695	12-10-15 8:31	1773	111,9
4 gemiddeld				110,5
5	1147	5-10-15 8:37	1600	101,0
5	863	8-10-15 9:28	1564	98,7
5	621	12-10-15 9:13	1588	100,3
5 gemiddeld				100,0
6	852	8-10-15 9:39	1544	97,5
6	613	12-10-15 9:11	1566	98,9
6 gemiddeld				98,2
14	1057	6-10-15 8:04	1604	101,2
14	546	14-10-15 8:02	1650	104,2
14 gemiddeld				102,7
16	990	6-10-15 14:09	1535	96,9
16 gemiddeld				96,9
17	1675	30-09-15 10:46	1530	96,6
17	772	9-10-15 10:39	1531	96,7
17 gemiddeld				96,6
21	1551	2-10-15 9:15	1674	105,7
21	823	9-10-15 13:15	1648	104,0
21	515	15-10-15 18:40	1763	111,3
21 gemiddeld				107,0
28	1532	1-10-15 10:09	1522	96,1
28	1440	2-10-15 13:20	1577	99,6
28	788	9-10-15 10:56	1565	98,8
28	560	13-10-15 8:29	1557	98,3
28 gemiddeld				98,2
34	899	8-10-15 8:53	1626	102,7
34	480	15-10-15 9:03	1589	100,3
34 gemiddeld				101,5
44	1572	1-10-15 8:52	1554	98,1
44	784	9-10-15 8:59	1547	97,7
44 gemiddeld				97,9
45	943	6-10-15 15:57	1472	92,9
45	513	13-10-15 16:59	1470	92,8
45	484	14-10-15 8:57	1468	92,7
45 gemiddeld				92,8

Referentiewaarde: gem, resultaat, verkregen met RIKILT-referentiemethode (HR-Ge detector)				
Monitornummer	Activiteit (Bq/kg)	Datum en tijd	Activiteit (Bq/kg) op ref. datum	Juistheid (%)
<i>Referentie ></i>	1584	1-10-15 12:00		
46	1770	1-10-15 9:45	1756	110,8
46	858	9-10-15 12:20	1712	108,1
46 gemiddeld				109,5
47	1760	30-09-15 9:44	1601	101,1
47	582	13-10-15 9:42	1623	102,5
47 gemiddeld				101,8
56	1506	1-10-15 8:29	1487	93,9
56	1507	1-10-15 9:59	1496	94,4
56	597	12-10-15 8:28	1522	96,1
56 gemiddeld				94,8
57	1529	1-10-15 16:07	1552	98,0
57	1259	3-10-15 15:43	1516	95,7
57	827	8-10-15 16:43	1539	97,1
57 gemiddeld				96,9
59	1085	6-10-15 15:05	1689	106,6
59	547	14-10-15 10:52	1672	105,6
59 gemiddeld				106,1
67	1632	1-10-15 15:21	1652	104,3
67	813	9-10-15 11:30	1617	102,1
67	487	15-10-15 14:58	1645	103,9
67 gemiddeld				103,4
69	717	8-10-15 11:19	1309	82,6
69	326	17-10-15 11:02	1291	81,5
69 gemiddeld				82,0
71	1283	3-10-15 10:59	1519	95,9
71	462	15-10-15 11:26	1542	97,3
71 gemiddeld				96,6
74	1625	1-10-15 10:55	1619	102,2
74	783	9-10-15 9:50	1550	97,8
74 gemiddeld				100,0
80 ¹⁾	2777	5-10-15 13:55	3948	249,3
80 ¹⁾	1969	5-10-15 14:42	2807	177,2
80	831	9-10-15 9:01	1639	103,5
80	829	9-10-15 11:29	1649	104,1
80	267	22-10-15 15:26	1652	104,3
80 gemiddeld				104,0
82	976	7-10-15 13:46	1647	104,0
82	930	7-10-15 21:07	1612	101,8
82	799	9-10-15 11:01	1586	100,2
82	449	16-10-15 11:03	1632	103,0
82 gemiddeld				102,2
83	1201	5-10-15 10:19	1685	106,4
83	602	13-10-15 8:50	1676	105,8
83 gemiddeld				106,1
86	1224	6-10-15 13:07	1891	119,4
86	613	14-10-15 11:13	1875	118,4
86 gemiddeld				118,9

Referentiewaarde: gem, resultaat, verkregen met RIKILT-referentiemethode (HR-Ge detector)				
Monitornummer	Activiteit (Bq/kg)	Datum en tijd	Activiteit (Bq/kg) op ref. datum	Juistheid (%)
<i>Referentie ></i>	1584	1-10-15 12:00		
87	1104	5-10-15 14:26	1573	99,3
87	550	13-10-15 12:54	1554	98,1
87 gemiddeld				98,7
90	1117	5-10-15 13:01	1583	99,9
90	553	13-10-15 11:39	1556	98,2
90 gemiddeld				99,1
92	794	9-10-15 0:00	1516	95,7
92 gemiddeld				95,7
95	1197	5-10-15 10:07	1678	106,0
95	595	13-10-15 12:37	1678	105,9
95 gemiddeld				105,9
106	1694	1-10-15 10:50	1687	106,5
106	930	8-10-15 9:27	1686	106,4
106	659	12-10-15 8:28	1679	106,0
106 gemiddeld				106,3
110	1539	1-10-15 11:12	1534	96,9
110	552	13-10-15 15:25	1572	99,2
110 gemiddeld				98,1
116	831	8-10-15 9:32	1506	95,1
116	598	12-10-15 8:36	1526	96,4
116 gemiddeld				95,7
122	976	7-10-15 8:26	1617	102,1
122	611	12-10-15 9:03	1561	98,6
122 gemiddeld				100,3
131	1518	2-10-15 8:39	1635	103,2
131	827	9-10-15 9:50	1636	103,3
131 gemiddeld				103,3
140	1092	5-10-15 17:14	1570	99,2
140	911	7-10-15 10:07	1519	95,9
140	759	9-10-15 9:48	1500	94,7
140	587	12-10-15 9:56	1504	95,0
140	458	15-10-15 16:08	1556	98,2
140	315	19-10-15 13:14	1492	94,2
140	287	20-10-15 16:35	1500	94,7
140	271	21-10-15 9:51	1506	95,1
140	265	21-10-15 13:59	1498	94,6
140	264	21-10-15 15:11	1496	94,4
140	254	22-10-15 11:29	1550	97,9
140	254	22-10-15 16:36	1578	99,6
140 gemiddeld				96,1
142	988	6-10-15 14:57	1536	97,0
142 gemiddeld				97,0
143	1594	1-10-15 22:28	1655	104,5
143	619	12-10-15 21:03	1651	104,3
143 gemiddeld				104,4
150	883	7-10-15 10:09	1471	92,9
150 gemiddeld				92,9

Referentiewaarde: gem, resultaat, verkregen met RIKILT-referentiemethode (HR-Ge detector)				
Monitornummer	Activiteit (Bq/kg)	Datum en tijd	Activiteit (Bq/kg)	Juistheid (%)
			op ref. datum	
<i>Referentie ></i>	1584	1-10-15 12:00		
151	1746	30-09-15 10:31	1593	100,6
151	1730	30-09-15 11:37	1585	100,1
151	610	12-10-15 11:05	1569	99,1
151 gemiddeld				99,9
153	1743	1-10-15 13:03	1749	110,4
153	917	8-10-15 7:33	1651	104,2
153 gemiddeld				107,3
154	1555	1-10-15 13:45	1565	98,8
154	779	9-10-15 9:35	1540	97,2
154 gemiddeld				98,0
160	496	15-10-15 9:50	1646	103,9
160 gemiddeld				103,9
161	992	7-10-15 16:35	1692	106,8
161 gemiddeld				106,8
162	826	8-10-15 10:57	1505	95,0
162 gemiddeld				95,0
175	1790	1-10-15 7:53	1764	111,3
175	628	13-10-15 10:58	1762	111,2
175 gemiddeld				111,3
201	888	8-10-15 9:35	1610	101,6
201	631	12-10-15 8:39	1610	101,6
201 gemiddeld				101,6
203	1546	1-10-15 11:40	1544	97,5
203	866	8-10-15 9:42	1571	99,2
203	618	12-10-15 8:45	1576	99,5
203 gemiddeld				98,7
301 ²⁾	1030	6-10-15 15:31	1605	101,4
301 ²⁾	503	14-10-15 16:32	1568	99,0
301 gemiddeld ²⁾				100,2
RIKILT (HR Ge-detector), code 26	2010	28-09-15 16:19	1576	99,5
RIKILT (HR Ge-detector), code 26	1540	1-10-15 20:18	1587	100,2
RIKILT (HR Ge-detector), code 46	2020	28-09-15 17:24	1590	100,4
RIKILT (HR Ge-detector), code 46	1530	1-10-15 21:23	1583	99,9
RIKILT gemiddeld (Hr Ge-detector)			1584	
Gemiddelde alle voedselmonitoren				100,9
			st.dev (1σ)	6,0
			aantal	46
			max.	119
			min.	82

Opmerkingen:

80 ¹⁾: 2° monster gemeten, na sterk afwijkende waarde in 1° monster, tgv. afwijkende activiteit in 1° monster.

Deze 1° resultaten niet meegenomen in gemiddelden.

301 ²⁾: resultaat verkregen met halfgeleider-detector (ter bevestiging van RIKILT-referentie)

Deze resultaten niet meegenomen in gemiddelde alle voedselmonitoren.

Tabel B

Resultaten Cs-137 en K-40 metingen in weipoeder controlemonster, 2015.

(Weipoeder controlemonster bestaat uit zes verschillende charges, t.w. 0,6,22,35,37 en 39)							
Monitor	Charge	Cs-137	Meetdatum	Cs-137	Cs-137	K-40	K-40
nr	nr	gemeten		op ref.datum	juistheid	gemeten	juistheid
		Bq/kg		Bq/kg	%	Bq/kg	%
4	0	1214	13-07-15	1476	112	1353	104
4	0	1181	12-10-15	1445	109	1461	112
4	22	1008	13-01-15	1212	113	1447	113
4	22	989	23-01-15	1190	111	1351	105
4	22	979	3-02-15	1178	110	1428	111
4	22	976	4-03-15	1177	109	1400	109
4	22	979	16-03-15	1182	110	1375	107
4	22	975	18-03-15	1177	109	1501	117
4	22	978	20-03-15	1180	110	1434	112
4	22	978	26-03-15	1181	110	1439	112
4	22	980	11-05-15	1186	110	1399	109
4	22	980	27-05-15	1188	110	1394	109
4	22	984	30-05-15	1193	111	1466	114
4	22	953	12-06-15	1156	107	1398	109
4	22	959	20-07-15	1167	108	1428	111
4	22	973	13-08-15	1185	110	1415	110
4	22	973	29-10-15	1191	111	1344	105
4	22	958	20-11-15	1175	109	1429	111
4	22	967	11-12-15	1187	110	1429	111
4	22	971	14-12-15	1192	111	1475	115
4	22	963	28-12-15	1184	110	1381	108
4 gemiddeld					110		110
5	22	877	7-01-15	1054	98	1188	93
5	22	857	28-01-15	1032	96	1148	89
5	22	864	4-02-15	1040	97	1116	87
5	22	855	5-03-15	1031	96	1198	93
5	22	850	24-03-15	1026	95	1090	85
5	22	871	10-04-15	1053	98	1145	89
5	22	863	15-04-15	1043	97	1178	92
5	22	864	17-04-15	1044	97	1106	86
5	22	855	22-04-15	1034	96	1111	87
5	22	866	23-04-15	1048	97	1123	87
5	22	843	8-05-15	1021	95	1119	87
5	22	852	1-06-15	1034	96	1153	90
5	22	859	11-06-15	1042	97	1096	85
5	22	836	25-06-15	1015	94	1097	86
5	22	836	30-07-15	1017	95	1078	84
5	22	848	7-08-15	1033	96	1102	86
5	35	2321	13-07-15	2822	93	1162	89
5	35	2214	12-10-15	2708	89	1231	94
5 gemiddeld					96		88
6	6	1608	13-07-15	1955	102	1806	133
6	6	1890	12-10-15	2311	120	1670	123
6	22	892	8-01-15	1072	100	1602	125
6	22	884	5-02-15	1064	99	1627	127
6	22	850	16-02-15	1023	95	1615	126
6	22	895	12-03-15	1080	100	1586	124
6	22	869	2-04-15	1049	98	1476	115
6	22	884	15-06-15	1073	100	1557	121

(Weipoeder controlemonster bestaat uit zes verschillende charges, t.w. 0,6,22,35,37 en 39)							
Monitor	Charge	Cs-137	Meetdatum	Cs-137	Cs-137	K-40	K-40
nr	nr	gemeten		op ref.datum	juistheid	gemeten	juistheid
		Bq/kg		Bq/kg	%	Bq/kg	%
6	22	876	27-08-15	1069	99	1566	122
6	22	873	31-08-15	1065	99	1607	125
6	22	870	2-09-15	1061	99	1589	124
6	22	852	16-09-15	1040	97	1545	120
6	22	849	1-10-15	1038	96	1571	122
6	22	880	6-10-15	1075	100	1516	118
6	22	869	26-10-15	1063	99	1585	124
6	22	874	19-11-15	1071	100	1544	120
6	22	869	25-11-15	1066	99	1570	122
6	22	857	26-11-15	1051	98	1593	124
6	22	858	27-11-15	1052	98	1596	124
6	22	863	10-12-15	1060	98	1589	124
6 gemiddeld					100		123
14	37	436	27-01-15	525	101	1505	110
14	37	414	25-02-15	499	96	1482	108
14	37	423	28-03-15	511	98	1447	106
14	37	414	26-05-15	502	97	1440	105
14	37	424	3-07-15	515	99	1516	111
14	37	413	30-07-15	503	97	1378	101
14	37	403	25-08-15	492	95	1398	102
14	37	424	1-10-15	518	100	1390	102
14	37	410	6-10-15	501	96	1506	110
14	37	499	23-11-15	612	118	1837	134
14	37	416	27-12-15	511	98	1437	105
14 gemiddeld					99		108
17	6	1422	5-08-15	1732	90	1432	106
17	6	1389	30-09-15	1697	88	1424	105
17 gemiddeld					89		105
21	6	1875	23-03-15	2264	118	1764	130
21	6	1884	20-05-15	2283	119	1805	133
21	6	1851	9-09-15	2259	117	1838	136
21	6	1818	2-10-15	2221	116	1860	137
21	6	1815	6-11-15	2223	116	1764	130
21 gemiddeld					117		133
28	39	911	8-07-15	1108	99	1414	108
28	39	849	1-10-15	1038	93	1366	104
28 gemiddeld					96		106
34	35	2701	27-07-15	3288	108	1642	125
34 gemiddeld					108		125
44	35	2378	29-07-15	2894	95	1350	103
44	35	2428	29-07-15	2956	97	1374	105
44	35	2391	1-10-15	2922	96	1326	101
44 gemiddeld					96		103
45	6	1487	22-07-15	1809	94	1333	98
45	6	1453	23-07-15	1767	92	1380	102
45 gemiddeld					93		100
46	22	872	1-10-15	1066	99	1460	114
46 gemiddeld					99		114
47	39	875	29-06-15	1063	95	1526	117
47	39	877	30-09-15	1071	96	1701	130
47 gemiddeld					96		123

(Weipoeder controlemonster bestaat uit zes verschillende charges, t.w. 0,6,22,35,37 en 39)							
Monitor	Charge	Cs-137	Meetdatum	Cs-137	Cs-137	K-40	K-40
nr	nr	gemeten		op ref.datum	juistheid	gemeten	juistheid
		Bq/kg		Bq/kg	%	Bq/kg	%
56	39	913	1-07-15	1109	99	1321	101
56	39	894	1-10-15	1092	98	1241	95
56	39	877	12-10-15	1073	96	1407	108
56	39	895	12-10-15	1094	98	1407	108
56	39	883	25-11-15	1083	97	1430	109
56	39	895	25-11-15	1098	98	1325	101
56 gemiddeld					98		104
57	0	1006	13-08-15	1225	93	1373	105
57	0	986	1-10-15	1204	91	1431	110
57 gemiddeld					92		107
59	0	1147	4-02-15	1380	105	1643	126
59 gemiddeld					105		126
67	35	2804	22-04-15	3392	111	1797	137
67	35	2466	20-08-15	3006	99	1483	113
67 gemiddeld					105		125
69	35	2916	28-02-15	3515	115	1547	118
69	35	2926	5-04-15	3535	116	1651	126
69	35	2875	30-04-15	3479	114	1493	114
69	35	2909	28-05-15	3527	116	1450	111
69	35	2881	30-07-15	3507	115	1680	128
69	35	2892	2-09-15	3528	116	1545	118
69	35	2835	12-09-15	3460	113	-	-
69 gemiddeld					115		119
71	6	1563	30-07-15	1903	99	1563	115
71	6	1581	30-07-15	1924	100	1463	108
71 gemiddeld					99		112
80	37	453	8-10-15	553	106	1590	116
80 gemiddeld					106		116
82	22	841	28-07-15	1023	95	1588	124
82 gemiddeld					95		124
83	0	1183	23-07-15	1439	109	1539	118
83 gemiddeld					109		118
87	37	433	16-09-15	528	102	1662	121
87 gemiddeld					102		121
90	6	1527	5-10-15	1866	97	1514	112
90 gemiddeld					97		112
95	37	447	3-07-15	544	105	1507	110
95	37	435	11-09-15	530	102	1561	114
95	37	436	11-09-15	532	102	1635	119
95	37	447	5-10-15	546	105	1618	118
95	37	443	13-10-15	542	104	1624	119
95 gemiddeld					104		116
106	22	904	6-01-15	1086	101	1424	111
106	22	913	21-01-15	1098	102	1485	116
106	22	890	2-02-15	1071	100	1466	114
106	22	882	9-02-15	1062	99	1451	113
106	22	895	13-03-15	1080	100	1459	114
106	22	893	15-07-15	1086	101	1461	114
106	22	891	21-08-15	1086	101	1472	115
106	22	894	28-10-15	1094	102	1431	112
106	22	876	3-11-15	1073	100	1467	114

(Weipoeder controlemonster bestaat uit zes verschillende charges, t.w. 0,6,22,35,37 en 39)							
Monitor	Charge	Cs-137	Meetdatum	Cs-137	Cs-137	K-40	K-40
nr	nr	gemeten		op ref.datum	juistheid	gemeten	juistheid
		Bq/kg		Bq/kg	%	Bq/kg	%
106	22	878	7-12-15	1077	100	1509	118
106	22	880	9-12-15	1080	100	1474	115
106	39	917	13-07-15	1115	100	1545	118
106	39	934	12-10-15	1142	102	1545	118
106	39	898	26-10-15	1100	99	1433	110
106 gemiddeld					100		114
110	6	1555	1-07-15	1890	98	1485	110
110	6	1524	1-10-15	1862	97	1526	113
110 gemiddeld					98		111
116	22	889	14-01-15	1069	99	1354	106
116	22	897	17-02-15	1081	100	1300	101
116	22	903	25-02-15	1088	101	1308	102
116	22	1167	10-03-15	1408	131	1817	142
116	22	921	10-03-15	1112	103	1419	111
116	22	887	1-04-15	1071	100	1382	108
116	22	886	23-04-15	1072	100	1369	107
116	22	885	28-04-15	1071	100	1409	110
116	22	899	1-05-15	1088	101	1416	110
116	22	882	6-05-15	1068	99	1336	104
116	22	876	13-05-15	1061	99	1382	108
116	22	892	2-06-15	1082	101	1379	107
116	22	889	5-06-15	1079	100	1435	112
116	22	878	8-06-15	1065	99	1378	107
116	22	882	10-07-15	1072	100	1383	108
116	22	887	13-07-15	1079	100	1342	105
116	22	886	21-07-15	1078	100	1349	105
116	22	884	31-07-15	1076	100	1391	108
116	22	883	10-08-15	1075	100	1368	107
116	22	882	7-09-15	1077	100	1391	108
116	22	873	18-09-15	1066	99	1383	108
116	22	875	5-10-15	1070	99	1444	113
116	22	881	12-10-15	1077	100	1386	108
116	22	879	12-11-15	1077	100	1378	107
116	22	877	16-11-15	1075	100	1383	108
116	22	880	1-12-15	1080	100	1405	110
116	35	2381	12-10-15	2912	95	1430	109
116 gemiddeld					101		109
122	6	1642	29-06-15	1995	104	1471	109
122	6	1626	1-10-15	1987	103	1484	109
122 gemiddeld					104		109
131	6	1634	23-01-15	1965	102	1587	117
131	6	1621	23-04-15	1960	102	1531	113
131	6	1624	3-08-15	1978	103	1548	114
131	6	1616	2-10-15	1974	103	1628	120
131 gemiddeld					102		116
140	35	2467	19-08-15	3006	99	1432	109
140	35	2410	5-10-15	2945	97	1463	112
140 gemiddeld					98		110
142	0	1130	6-10-15	1381	105	1517	116
142 gemiddeld					105		116
143	37	383	7-07-15	465	89	1411	103
143 gemiddeld					89		103

(Weipoeder controlemonster bestaat uit zes verschillende charges, t.w. 0,6,22,35,37 en 39)							
Monitor	Charge	Cs-137	Meetdatum	Cs-137	Cs-137	K-40	K-40
nr	nr	gemeten	op ref.datum	juistheid	gemeten	juistheid	
		Bq/kg	Bq/kg	%	Bq/kg	%	
150	37	367	8-07-15	446	86	1059	77
150 gemiddeld					86		77
151	6	1711	14-08-15	2084	108	1607	119
151 gemiddeld					108		119
154	6	1582	15-07-15	1924	100	1567	116
154	6	1603	30-09-15	1959	102	1606	118
154 gemiddeld					101		117
160	37	423	20-07-15	515	99	1686	123
160 gemiddeld					99		123
161	37	432	20-07-15	525	101	1658	121
161	37	436	8-10-15	533	102	1561	114
161 gemiddeld					102		118
162	37	428	20-07-15	521	100	1669	122
162	37	337	8-10-15	413	79	1282	94
162 gemiddeld					90		108
201	22	1003	12-01-15	1206	112	1409	110
201	22	999	16-01-15	1201	112	1462	114
201	22	992	22-01-15	1193	111	1487	116
201	22	996	6-02-15	1199	111	1494	116
201	22	975	19-02-15	1175	109	1424	111
201	22	984	9-03-15	1187	110	1481	115
201	22	997	25-03-15	1203	112	1473	115
201	22	976	9-04-15	1179	110	1410	110
201	22	988	16-04-15	1195	111	1535	120
201	22	972	24-04-15	1176	109	1446	113
201	22	971	30-04-15	1175	109	1525	119
201	22	972	21-05-15	1178	109	1467	114
201	22	974	22-05-15	1181	110	1514	118
201	22	990	28-05-15	1200	112	1509	118
201	22	969	4-06-15	1175	109	1455	113
201	22	961	13-07-15	1169	109	1433	112
201	22	973	14-07-15	1183	110	1471	115
201	22	997	22-07-15	1213	113	1470	115
201	22	954	5-08-15	1161	108	1448	113
201	22	978	18-08-15	1192	111	1425	111
201	22	975	20-08-15	1188	110	1528	119
201	22	970	28-08-15	1183	110	1469	114
201	22	973	3-09-15	1187	110	1455	113
201	22	962	4-09-15	1174	109	1444	113
201	22	982	17-09-15	1199	111	1439	112
201	22	970	21-09-15	1184	110	1491	116
201	22	976	24-09-15	1192	111	1510	118
201	22	960	8-10-15	1173	109	1395	109
201	22	928	12-10-15	1134	105	1391	108
201	22	966	15-10-15	1182	110	1478	115
201	22	966	16-10-15	1182	110	1530	119
201	22	982	30-10-15	1203	112	1488	116
201	22	968	5-11-15	1185	110	1445	113
201	22	961	6-11-15	1177	109	1476	115
201	22	983	13-11-15	1205	112	1501	117
201	22	966	2-12-15	1185	110	1464	114
201 gemiddeld					110		114

(Weipoeder controlemonster bestaat uit zes verschillende charges, t.w. 0,6,22,35,37 en 39)							
Monitor	Charge	Cs-137	Meetdatum	Cs-137	Cs-137	K-40	K-40
nr	nr	gemeten	op ref.datum	juistheid	gemeten	juistheid	
		Bq/kg	Bq/kg	%	Bq/kg	%	
203	22	936	12-05-15	1134	105	1495	116
203	22	911	26-05-15	1104	103	1495	117
203	22	933	29-05-15	1131	105	1468	114
203	22	906	18-06-15	1100	102	1516	118
203	22	913	5-08-15	1112	103	1453	113
203	22	881	2-11-15	1079	100	1428	111
203	22	874	9-11-15	1071	100	1466	114
203	22	893	17-11-15	1094	102	1410	110
203	22	909	24-11-15	1114	104	1408	110
203	22	911	17-12-15	1119	104	1388	108
203	22	895	29-12-15	1100	102	1443	112
203	37	430	13-07-15	523	101	1562	114
203	37	426	12-10-15	521	100	1643	120
203 gemiddeld					102		114
gemiddelde van alle monitoren					100,5		113,0
				st.dev. (1σ):	6,9	st.dev. (1σ):	10,3
				aantal:	40	aantal:	40
				max.:	117,0	max.:	133,2
				min.:	85,7	min.:	77,3

RIKILT Wageningen UR
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wageningenUR.nl/rikilt

RIKILT-rapport 2016.001



RIKILT Wageningen UR is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen University & Research centre. RIKILT doet onafhankelijk onderzoek naar de veiligheid en betrouwbaarheid van voedsel. Het instituut is gespecialiseerd in de detectie, identificatie, functionaliteit en (mogelijk schadelijke) effectiviteit van stoffen in voedingsmiddelen en diervoeders.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



RIKILT Wageningen UR
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wageningenUR.nl/rikilt

RIKILT-rapport 2016.001

RIKILT Wageningen UR is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen University & Research centre. RIKILT doet onafhankelijk onderzoek naar de veiligheid en betrouwbaarheid van voedsel. Het instituut is gespecialiseerd in de detectie, identificatie, functionaliteit en (mogelijk schadelijke) effectiviteit van stoffen in voedingsmiddelen en diervoeders.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

