

**VLAAMSE
LAND
MAATSCHAPPIJ**



Vlaanderen
is open ruimte

Authority:

Flemish Land Agency

Koning Albert II-laan 15, 1210 Brussels

Derogation monitoring network of farms under

Directive 2008/64/EG (MAP 5)

Summary (Dutch-English)

May 2020

Consortium:

Soil Service of Belgium, and

Flanders Research Institute for Agriculture, Fisheries and Food



Soil Service of Belgium
W. de Croylan 48, 3001 Leuven-Heverlee



Flanders Research Institute for Agriculture, Fisheries and Food
Burg. van Gansberghelaan 92, box 1, 9820 Merelbeke

Consortium members:

Soil Service of Belgium

Wendy Odeurs, Davy Vandervelpen, Annemie Elsen, Jan Bries and Hilde Vandendriessche

ILVO

Greet Ruyschaert, Tommy D'Hose and Thijs Vanden Nest

Citation:

Odeurs, W., Vandervelpen, D., Elsen, A., De Vlieghe, A., Ruyschaert, G., D'Hose, T., Vanden Nest, T., Bries, J. and Vandendriessche, H. (2020). Derogation monitoring network of farms under Directive 2008/64/EG (MAP 5). Summary (Dutch-English). May 2020 Study carried out under the authority of the Flemish Land Agency by the Soil Service of Belgium and Flanders Research Institute for Agriculture, Fisheries and Food. 24 pp.

Steering Group members:

Veerle Verguts (VLM), Patrick Verstegen (VLM), Koen Desimpelaere (VLM), Kevin Grauwels (Kabinet Minister van Leefmilieu), Kristof Bauwens (VLM), Greet Pauwels (VLM), Peter Van Der Straeten (VLM), Dirk Van Gijsegem (VLM), Ralf Eppinger (VMM), Stijn Overloop (VMM), Guy Depraetere (ABS), Toon Dekeukelaere (BB), Roel Vaes (BB), Karoline D'Haene (Onderzoekplatform Duurzame Bemesting), Georges Hofman (Onderzoekplatform Duurzame Bemesting), Joost Salomez (Dep. Omgeving-Afd. Vlaams Planbureau voor Omgeving), Marian Debonne (LV-Beleidsadviseur).

Samenvatting.....	2
1.1 Doel.....	2
1.2 Monitoringsnetwerk 2016-2019.....	2
1.3 Monitoringsresultaten en productieparameters.....	5
1.3.1 Klimaat.....	5
1.3.2 Bemesting	6
1.3.3 Opbrengst.....	6
1.3.4 Bodemonitoring	7
1.3.5 Watermonitoring	10
1.4 Parameters van belang voor het nitraatresidu	11
1.5 Besluit	12
Summary.....	13
1.1 Purpose.....	13
1.2 Monitoring network 2016-2019.....	13
1.3 Monitoring results and production parameters.....	16
1.3.1 Climate	16
1.3.2 Fertilisation.....	16
1.3.3 Yield	17
1.3.4 Soil monitoring	18
1.3.5 Water monitoring	21
1.4 Parameters impacting the nitrate-N residue	22
1.5 Conclusion	23
Referenties/References	24

Samenvatting

1.1 Doel

Op 3 september 2015 keurde de Europese Commissie de door Vlaanderen aangevraagde derogatie op Richtlijn 91/676/EEC goed. De derogatie houdt in dat onder bepaalde voorwaarden een hogere dosis dierlijke mest mag worden toegediend, meer dan de algemene norm van 170 kg totale stikstof uit dierlijke mest. Deze uitzondering is toegestaan voor een beperkte groep van teelten en voor enkele soorten organische mest. In de beslissing van 2015 werd de groep derogatiegewassen uitgebreid met grasklaver en maïs met in onderzaai gras.

De derogatiebeschikking legde echter ook voorwaarden op aan de bevoegde instanties, voorwaarden omtrent monitoring, controle en rapportering. Eén van de sleutelvoorwaarden is het opvolgen of monitoren van de mogelijke impact van de derogatie op N- en P-verliezen uit de bodem alsook het effect ervan op de waterkwaliteit. Met dit als doel moest een netwerk van minstens 150 bedrijven worden opgezet en opgevolgd.

Volgend op de derogatiebeschikkingen van 2007 en 2011 werd eerder al een derogatiemonitoringsnetwerk opgesteld en opgevolgd. Het netwerk dat conform het derogatiebesluit 2015/1499 moest worden opgesteld, verschilde echter van de voorgaande door het feit dat de bedrijfsbenadering, die in MAP 5 werd geïntroduceerd voor stikstof, ook in het netwerk moest worden geïntegreerd. Daartoe zouden 3 percelen per bedrijf worden opgevolgd.

Het derogatiemonitoringsnetwerk voorziet o.a. opbrengst- en bemestingsgegevens naast de monitoringdata van N en P in bodem en water.

Deze dataset zou uitgebreid worden met o.a. weersgegevens, perceelsgegevens en gegevens omtrent de nutriëntenbalans op bedrijfsniveau voor een verdere verklarende analyse van het nitraatresidu.

1.2 Monitoringsnetwerk 2016-2019

Om aan de vraag van de Europese Commissie voor een constant monitoringsnetwerk van minstens 150 bedrijven tot en met 2018 te voldoen, werd een proefopzet met minstens 160 landbouwbedrijven vooropgesteld.

Het vorige netwerk dat aanlag van 2011 tot en met 2014, omvatte 175 bedrijven en 225 percelen. Van dit netwerk werd uitgegaan voor het netwerk dat in de periode 2016-2019 zou worden

opgevolgd. Voor het eerdere netwerk waren percelen en bedrijven geselecteerd in functie van de MAP-meetpunten en waren bijkomende percelen aangeduid in functie van bodemtype, teelt en het niveau van het grondwater. Het netwerk voor de periode 2016-2019 moest echter met een andere insteek worden opgesteld, meer bepaald de bedrijfsbenadering. De monitoringseenheid werd één bepaalde teelt onder één bepaalde bemestingspraktijk op een bedrijf. Daartoe zouden 3 percelen per bedrijf worden geselecteerd en opgevolgd.

Uitgaande van de mogelijke derogatiegewassen, de 4 belangrijkste bodemtypes in Vlaanderen en 3 mogelijke bemestingsstrategieën, waren zeer veel combinaties mogelijk om de impact van derogatie te evalueren. Een beheersbaar netwerk dat representatief zou zijn voor Vlaanderen en wat een degelijke statistische analyse zou toestaan, maakte een beperking van het aantal combinaties noodzakelijk.

Om het aantal groepen te beperken, werden de drie elementen waardoor een bedrijf zou worden gekenmerkt, namelijk “teelt”, “bemestingsstrategie” en “bodemtype” geëvalueerd. Aangezien derogatie in Vlaanderen op perceelsniveau en niet op bedrijfsniveau wordt aangevraagd, kunnen derogatiebedrijven ook percelen hebben waarop geen derogatie wordt aangevraagd. Dat betekende dat 3 bemestingsstrategieën konden onderscheiden worden. Het niet toepassen van derogatie op een perceel op een derogatiebedrijf is echter hetzelfde als het niet toepassen op een bedrijf zonder enige derogatie. Twee bemestingsstrategieën werden weerhouden: “Derogatie op een derogatiebedrijf” en “Geen derogatie op een niet-derogatiebedrijf”. Op vlak van bodemtype kon een verdere vereenvoudiging gerealiseerd worden. Zand en zandleem zijn de meest voorkomende bodemtypes van het Vlaamse landbouwareaal. Bovendien is de melkveehouderij en de hiermee vaak gepaard gaande derogatie sterk aanwezig in de landbouwstreken getypeerd door zand- en zandleemgronden. Een laatste reductie was mogelijk op teeltvlak. Bieten (suikerbieten en voederbieten) en de granen wintertarwe en triticale vertegenwoordigden onder derogatie een beperkt areaal. Gras en maïs waren de belangrijkste derogatiegewassen. Van de nieuwe derogatieteelt ‘maïs met gras in onderzaai’ werd bij het opzetten van de teelt een zeer beperkt areaal verwacht. Bovendien werd deze teelt enkel op derogatiebedrijven verwacht en niet op de bedrijven zonder derogatie. Grasklaver daarentegen, was een nieuwe derogatieteelt waarvoor wel veel interesse werd getoond en waarvan een uitbreiding van het areaal, ook onder derogatie, verwacht werd. Drie derogatieteelten werden bijgevolg weerhouden: gras, maïs en grasklaver.

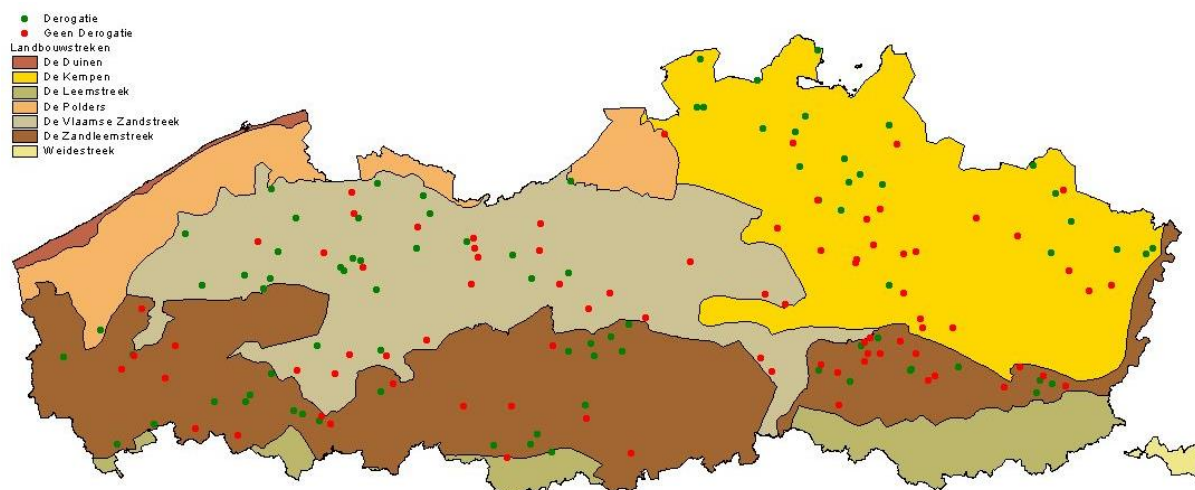
Door deze weldoordachte keuzes werd een monitoringsnetwerk opgesteld met de focus op de 10 meest voorkomende situaties betreffende bemestingsstrategie, bodemtype en teelt, met andere woorden representatief voor de Vlaamse situatie.

De vooropgestelde 160 bedrijven werden ingepast in de voorgestelde 10 groepen zoals getoond in Tabel 1.

Tabel 1: Verdeling van de vooropgestelde 160 bedrijven over het derogatiemonitoringsnetwerk 2016-2019

Derogatie- teelt Bodem- type	Derogatie op een derogatiebedrijf				Geen derogatie op een niet-derogatiebedrijf				Totaal
	Gras	Maïs	Gras- klaver	Totaal	Gras	Maïs	Gras- klaver	Totaal	
Zand	18	17	10	45	18	17	10	45	90
Zandleem	18	17	-	35	18	17	-	35	70
Totaal	36	34	10	80	36	34	10	80	160

Na screening van het voorgaande netwerk 2011-2014 in de optiek van de bijkomende vereisten, konden 75 bedrijven behouden worden. Bijkomende bedrijven werden geselecteerd en een regionaal verspreid netwerk werd gerealiseerd (Figuur 1). Het netwerk werd jaarlijks geëvalueerd.



Figuur 1: Situering van de bedrijven uit het derogatiemonitoringsnetwerk in 2016, onderscheiden voor het al dan niet toepassen van derogatie.

1.3 Monitoringsresultaten en productieparameters

Het derogatiemonitoringsnetwerk 2016-2019 leverde zowel teeltgegevens zoals bemesting en opbrengst op als monitoringsresultaten van nitraat en fosfor in bodem en water.

Nitraat in de bodem werd opgevolgd als het nitraatresidu in het najaar. De hoeveelheid nitraatstikstof werd bepaald tot 90 cm diep per bodemlaag van 30 cm (0-30, 30-60 en 60-90 cm). Fosfor in de bodem werd geëvalueerd op een selectie van 230 percelen. Omwille van de grotere responstijd van fosfor in de bodem, werden percelen geselecteerd die in de periode 2008-2016 7 tot 9 jaar onder derogatie werden bewerkt of continu zonder derogatie werden bewerkt. Het fosforgehalte werd bepaald in een ammonium-lactaat extract, per bodemlaag van 30 cm tot 90 cm diep. De monitoring van nitraat in water gebeurde op basis van het nitraatgehalte in het bodemwater.

1.3.1 Klimaat

De weersomstandigheden in de periode 2016-2019 waren heel uiteenlopend en bij momenten extreem. Aangezien klimaatfactoren in de verklarende analyse werden aangeduid als bepalende factoren voor het nitraatresidu, worden de weersomstandigheden van de monitoringperiode 2016-2019 ook in de samenvatting kort toegelicht. Uitermate veel regenval en zeer veel regen op korte tijd typeerden het voorjaar van 2016. Ondanks normale gemiddelde waarden voor het voorjaar, kon dit regionaal afwijken tot 142 % van het normale regionale gemiddelde. De extreme neerslag in mei en juni leidde frequent tot opbrengstverliezen. In 2017 was het droog. Een lange periode met subnormale neerslag zette reeds eind zomer 2016 in en duurde tot voorjaar 2017. De streken en regio's die als uitzonderlijk droog werden aangeduid, besloegen een groot deel van het derogatiemonitoringsnetwerk. Het klimaat van 2018 was zeer uitzonderlijk. Vanaf april 2018 was de gemiddelde maandtemperatuur hoger dan normaal. De hoeveelheid neerslag daarentegen was abnormaal laag. Begin september 2018 werd bijna gans Vlaanderen als extreem droog bestempeld, zo droog als maar 1 keer voorkomt in meer dan 50 jaar. De opbrengst kon regionaal bijzonder sterk gereduceerd zijn door de droogte. In 2019 was het ook droog. Voornamelijk de drie opeenvolgende hittegolven met ongezien hoge temperaturen die gepaard gingen met een lange periode van droogte konden de opbrengst drukken.

1.3.2 Bemesting

De bemesting, zowel mineraal als organisch, werd gecommuniceerd door de landbouwers. Om de bemesting en de nutriënteninput nauwkeuriger in te schatten, werd de organische mest geanalyseerd. Jaarlijks werd één meststaal genomen per bedrijf.

De bemesting onder derogatieomstandigheden lag gemiddeld hoger in de periode 2016-2019. Zowel meer organische als meer minerale mest werd toegepast. Op graspercelen bleek het grasmanagement bepalend te zijn voor de toegepaste hoeveelheden. Op begraasde percelen, zowel derogatie als niet-derogatie, bleek de bemesting vrij constant in de 4-jarige periode. Op gemaaide percelen, en vooral onder derogatie-omstandigheden, bleek de bemesting verminderd te worden in het zeer droge jaar 2018 en in zekere mate in 2019, eveneens met een langere droogteperiode. Zonder derogatie werd de stikstofbemesting in 2018 wat minder sterk verminderd. Op de derogatiepercelen werd voornamelijk minder minerale mest toegediend, terwijl op de niet-derogatiepercelen eerder minder organische mest werd toegediend.

In maïs, waar de volledige bemesting in het voorjaar en bij het zaaien gebeurt, kon geen rekening gehouden worden met de droogte. Op graspercelen daarentegen, kon de bemesting wel aangepast worden tijdens het seizoen, wat het meest uitgesproken gebeurde onder derogatie.

1.3.3 Opbrengst

In het derogatiemonitoringsnetwerk 2016-2019 werden opbrengstgegevens met en zonder derogatie verzameld. Aan de landbouwers werd gevraagd om de opbrengst van de opgevolgde percelen in te schatten en te beoordelen. Een meer intensieve benadering liep parallel in 2017, 2018 en 2019. Op een selectie percelen werden proefoogsten georganiseerd. Proefoogsten werden jaarlijks voorzien op 50 percelen, 25 derogatiepercelen en 25 niet-derogatiepercelen. De proefoogsten gebeurden op 3 locaties per perceel (herhalingen). Per herhaling werden het vers gewicht en de verse opbrengst bepaald en werd het gewas bemonsterd. Van de gewasstalen werd het droge-stofgehalte, het N-gehalte en het P-gehalte bepaald. Zo kon de opbrengst (vers en droge stof), de nutriëntenexport en het nutriëntengehalte op derogatie- en niet-derogatiepercelen vergeleken worden. Voor de gras- en grasklaverpercelen werden de landbouwers op regelmatige basis gecontacteerd en werd hen gevraagd om te verwittigen wanneer gemaaid werd. Toch kon niet elke praktijkooft voorafgegaan worden door een proefoogst. Op de maïspcelen met een voorafgaande snede gras, gebeurde een proefoogst van zowel het gras als de maïs.

Op basis van de gegevens gecommuniceerd door de landbouwers, werd een hogere opbrengst en nutriëntenexport begroot onder derogatie-omstandigheden. Het verschil in N-export tussen derogatie- en niet-derogatiepercelen wordt uiteraard ook door het weer beïnvloed. Dit was het meest uitgesproken op de maaipercelen en vooral in 2018 en 2019. Op deze percelen was het effect van de droogte het meest merkbaar.

In de intensieve benadering konden moeilijk significante meeropbrengsten onder derogatie worden vastgesteld. Op de gras- en grasklaverpercelen onder derogatie bleven doorgaans echter meer snedes over naast de proefoogsten. Het gemiddelde N-gehalte van het gras zonder derogatie was elk jaar lager, al dan niet statistisch significant.

Voor maïs is de voor derogatie verplichte snede gras bepalend voor de meeropbrengst onder derogatie. Wanneer gras-maïspcelen met en zonder derogatie vergeleken werden, bleef de meeropbrengst op derogatiepercelen beperkt tot gemiddeld 3 % in de periode 2016-2019. Het belang van de voorafgaande snede gras werd ook onderkend in de intensieve benadering.

1.3.4 Bodemonitoring

Zoals vermeld in artikel 10-paragraaf 4 van de het uitvoeringsbesluit 2015/1499 moet o.a. de hoeveelheid minerale stikstof in de bodem bepaald worden, met en zonder derogatie. De hoeveelheid minerale stikstof in de bodem werd gemonitord met behulp van het nitraatresidu, de hoeveelheid nitraatstikstof die in het profiel aanwezig is na het teeltseizoen. Het nitraatresidu is een eerste indicator om mogelijke verschillen in risico op stikstofuitspoeling aan te duiden. Het residu wordt bepaald tot 90 cm diep, per bodemlaag van 30 cm;

Door de opzet van het derogatiemonitoringsnetwerk 2016-2019 kon het nitraatresidu vergeleken worden op perceelsniveau en op bedrijfsniveau.

Voor een vergelijking op perceelsniveau was het noodzakelijk dat 'bedrijf' als een random predictor variabele werd meegenomen in de statistische analyse. Het nitraatresidu werd log-getransformeerd voor de statistische analyse. Op perceelsniveau verschilde het nitraatresidu niet significant tussen derogatie- en niet derogatiepercelen in 3 van de 4 jaren (Tabel 2). In 2017 was het verschil significant maar bedroeg het slechts 3 kg NO₃-N/ha.

Tabel 2: Nitraatresidu (kg NO₃-N/ha; 0-90 cm) in het najaar op derogatie- en niet-derogatiepercelen in het derogatiemonitoringsnetwerk 2016-2019. De resultaten werden vergeleken met een general linear model na een logaritmische transformatie van de resultaten.

	2016		2017		2018		2019	
	Nitraat-residu	p-waarde	Nitraat-residu	p-waarde	Nitraat-residu	p-waarde	Nitraat-residu	p-waarde
Derogatie	53		74		91		82	
Niet-derogatie	47	0.06	71	0.03	99	0.44	74	0.12

Vergelijking op niveau van bodemtype of voor een bepaald gewas op een bepaald bodemtype toonde occasioneel een significant verschil. In 2018 werd een significant verschil waargenomen voor maïs op zandgronden. Het nitraatresidu was significant hoger zonder derogatie. In 2019 werd een significant verschil waargenomen op graspercelen op zand.

Het nitraatresidu werd ook op bedrijfsniveau geëvalueerd. Het bedrijfsgemiddelde nitraatresidu werd enkel bepaald voor de bedrijven met 3 representatieve percelen. De statistische analyse van het nitraatresidu op bedrijfsniveau werd uitgevoerd met de logaritmisches getransformeerde data. Het bedrijfsgemiddelde nitraatresidu verschilde enkel in 2016 significant tussen derogatie- en niet-derogatiebedrijven (Tabel 3). In 2017, 2018 en 2019 bleek het bedrijfsgemiddeld nitraatresidu van derogatiebedrijven niet significant hoger te zijn dan dit van niet-derogatiebedrijven. Het significant verschil in bedrijfsgemiddeld nitraatresidu dat in 2016 werd waargenomen, bedroeg slechts 7 kg NO₃-N/ha.

Tabel 3: Bedrijfsgemiddeld nitraatresidu (kg NO₃-N/ha; 0-90 cm) in het najaar op derogatie- en niet-derogatiepercelen in het derogatiemonitoringsnetwerk 2016-2019. De resultaten werden vergeleken met een general linear model na een logaritmische transformatie van de resultaten.

	2016		2017		2018		2019	
	Bedrijfs-N-residu	p-waarde	Bedrijfs-N-residu	p-waarde	Bedrijfs-N-residu	p-waarde	Bedrijfs-N-residu	p-waarde
Derogatie	54		75		92		84	
Niet-derogatie	47	0.03	74	0.21	100	0.94	74	0.07

Om het verschil in minerale stikstof dat optreedt over de winter te kunnen inschatten, werd ook de hoeveelheid minerale stikstof in het profiel bepaald in het vroege voorjaar. De hoeveelheid minerale stikstof in het voorjaar werd vergeleken met het eerder gemeten nitraatresidu. Het gemeten verschil kon echter niet bestempeld worden als uitspoelingsverliezen aangezien ook nog andere processen zoals immobilisatie en/of mineralisatie een rol konden spelen die niet begroot werd. Voor de statistische analyse werden de data niet getransformeerd en werd gebruik gemaakt

van een general linear model waarin “Derogatie” en “Bedrijf” werden opgenomen als predictor variabelen. Het verschil in minerale stikstof over de winter verschilde nooit significant tussen derogatie- en niet-derogatiepercelen (Tabel 4). Het verschil over de winter verschilde wel sterk naargelang het jaar.

Tabel 4: Verschil in minerale stikstof over de winter (kg NO₃-N/ha; 0-90 cm) op derogatie- en niet-derogatiepercelen in het derogatiemonitoringsnetwerk 2016-2019. De resultaten werden vergeleken met een general linear model.

	2016-2017		2017-2018		2018-2019		2019-2020	
	Nitraat-N-verschil	p-waarde	Nitraat-N-verschil	p-waarde	Nitraat-N-verschil	p-waarde	Nitraat-N-verschil	p-waarde
Derogatie	11	0.55	43	0.96	58	0.55	48	0.25
Niet-derogatie	9		38		54		45	

Aangezien de fosfortoestand van een perceel doorgaans het resultaat is van het lange-termijn perceelsmanagement, werd de fosforstatus van de percelen geëvalueerd in functie van de frequentie van derogatie. Daarom werd de derogatiehistoriek van de percelen voor de periode 2008-2016 gereconstrueerd. Dit resulteerde in 230 percelen waarvan de fosforstatus kon worden vergeleken: 115 percelen continu zonder derogatie in de periode 2008-2016 en 115 percelen die 7 tot 9 jaar onder derogatie lagen tijdens die periode. Allen met een vergelijkbare teeltrotatie en een vergelijkbare verhouding zand- en zandleempercelen. De fosforstatus werd geëvalueerd over gans het profiel tot 90 cm diep. Deze werd enerzijds geëvalueerd als het gemiddelde fosforgehalte over het profiel tot 90 cm (mg P/100 g droge grond; P-AL, fosfor geëxtraheerd in ammoniumlactaat) en anderzijds als de totale hoeveelheid fosfor in het profiel (kg P/ha, 0-90 cm). Voor de statistische analyse van de fosforstatus werd gebruik gemaakt van de niet-parametrische Mann-Whitney U test. Zowel het gemiddelde fosforgehalte over het profiel tot 90 cm ($p = 0.40$) als de totale P-voorraad in het profiel tot 90 cm ($p = 0.37$) verschilden niet significant voor langdurige derogatie- en niet-derogatiepercelen (Tabel 5).

Tabel 5: Gemiddelde fosforgehalte (mg P/100 g droge grond) en totale hoeveelheid fosfor (kg P/ha) over het bodemprofiel tot 90 cm van de langdurige derogatie- en niet-derogatiepercelen in het derogatiemonitoringsnetwerk 2016-2019. De resultaten werden vergeleken met een Mann-Whitney U test.

	n	Gemiddelde P-AL (mg P/100 g droge grond)	Totale P-voorraad (kg P/ha)
Lange-termijn derogatie	115	15	1812
Lange-termijn niet-derogatie	115	14	1709
p-waarde		0.40	0.37

1.3.5 Watermonitoring

De monitoring van stikstof in het water spitste zich toe op het bodemwater. Rekening houdend met de bewortelingsdiepte van de opgevolgde teelten, werd het bodemwater van de bodemlaag 60-90 cm gemonitord. Voor de statistische analyse werd een general linear model gebruikt, met “Derogatie” en “Bedrijf” als voorspellende variabelen en de logaritmisches getransformeerde nitraatconcentraties als afhankelijke variabele. De nitraatconcentratie in het bodemwater kan mogelijke effecten van derogatie op de waterkwaliteit aanduiden maar mag geenszins afgetoetst worden aan de drempelwaarde van 50 mg NO₃/l aangezien er nog een procesfactor speelt. De procesfactor is een dimensieloze factor die de mate van verdunning en denitrificatie van onderaan de wortelzone tot het bereiken van het grondwater begroot (Van Overtveld *et al.*, 2011). Met de stijgende residu's in de periode 2016-2019 in het monitoringsnetwerk ging een jaarlijkse toenemende nitraatconcentratie in het bodemwater gepaard. De nitraatconcentratie in het bodemwater was doorgaans echter niet significant bepaald door het al dan niet toepassen van derogatie. In 2018 en 2019 kon op geen enkel niveau van vergelijking een significant verschil in nitraatgehalte in het bodemwater worden waargenomen tussen derogatie en niet-derogatie. In 2016 en 2017 bleek enkel een significant verschil in nitraatgehalte in het bodemwater tussen derogatie en niet-derogatie wanneer gefocust werd op gras, geteeld op zandgronden.

Tabel 6: Nitraatgehalte in het bodemwater (mg NO₃/l) op derogatie- en niet-derogatiepercelen in het derogatiemonitoringsnetwerk 2016-2019. De resultaten werden vergeleken met een general linear model na een logaritmische transformatie van de resultaten.

	2016		2017		2018		2019	
	mg NO ₃ /l	p-waarde	mg NO ₃ /l	p-waarde	mg NO ₃ /l	p-waarde	mg NO ₃ /l	p-waarde
Derogatie	56	0.67	69	0.93	80	0.12	113	0.97
Niet-derogatie	60		71		86		120	

De monitoring van fosfor in water was geen continue monitoring. Net zoals voor fosfor in de bodem werd een stand van zaken bepaald in 2016 in functie van de derogatiefrequentie. Langdurige derogatiepercelen werden vergeleken met percelen continu zonder derogatie in de periode 2008-2016. Een inschatting van de mogelijke fosforverliezen naar het grondwater en de mogelijke fosforconcentratie in het grondwater op lange termijn werd gerealiseerd door gebruik te maken van de fosforverzadigingsgraad. Amery *et al.* (2018) maakten de vertaalslag van de kritische waarde voor de fosfaatverzadigingsgraad naar een kritische waarde voor P-AL in de bovenlaag. De kritische fosfaatverzadigingsgraad van 25 % stemt overeen met het kritische fosforgehalte van 16 mg P/100 g droge grond, bepaald in AL-extract (P-AL), welke het risico op

fosforverliezen beperken tot 0.1 mg ortho-P/l. P-AL in de bovenlaag verschilde niet significant tussen langdurige derogatie- en niet-derogatiepercelen ($p = 0.78$ - Mann-Whitney U test). Ook de op lange termijn uitspoelbare fosforconcentratie ($p = 0.78$) verschilde niet significant tussen langdurige derogatie- en niet-derogatiepercelen.

1.4 Parameters van belang voor het nitraatresidu

Naast de monitoring op zich, bood het derogatiemonitoringsnetwerk ook de mogelijkheid om andere parameters en hun mogelijke impact op het nitraatresidu te evalueren. De parameters die verder onderzocht werden, konden gecategoriseerd worden als klimaatparameters, perceelsparameters, gewasparameters, N-bemestingsparameters op perceelsniveau, bedrijfsparameters en N-indicatoren op bedrijfsniveau. De uitgebreide statistische analyse gebeurde voor de nitraatresidu's gemeten in de periode 2016-2018.

In eerste instantie werd voor alle 49 parameters individueel het effect op het nitraatresidu bepaald. Daarvan bleken 39 parameters een significant effect te hebben op het nitraatresidu. Elke parameter apart verklaarde 0.3 tot 17 % van de variatie van het nitraatresidu. Interacties en correlaties tussen de significante parameters werden afgetoetst met behulp van de Pearson correlatie test en de Pearson chi-kwadraat test (χ^2).

Het combineren van de significante parameters moest de variatie van het nitraatresidu meer verklaren. De multivariate analyse werd gestart met éénendertig parameters. Om de hieruit voortvloeiende coëfficiënten te kunnen vergelijken en het belang van de naar voor geschoven parameters te kunnen vergelijken, werden zowel de verklarende als afhankelijke variabele herschaald naar waarden tussen 0 en 1.

Het multivariate luik omvatte een in functie van verklaring handmatig opgebouwd regressiemodel alsook een forward en backward stepwise regressiemodel. De forward en backward stepwise benadering duiden dezelfde parameters aan als bepalend voor het nitraatresidu. Het handmatig opgebouwde model verklaarde 34.2% van de variatie van het nitraatresidu, het stepwise model verklaarde 34.6% van de variatie.

In het handmatig opgebouwde model bleken volgende parameters bepalend voor het nitraatresidu gemeten in het derogatiemonitoringsnetwerk: de hoofdteelt, de SPI-3 index voor het voorjaar, de SPI-3 index voor de zomer, de periode tussen de laatste organische bemesting en staalname van het nitraatresidu, het type organische meststof, het organische-koolstofgehalte van de bovenlaag, het gebruik van andere organische mest op bedrijfsniveau en de dosis van minerale

stikstof. Deze parameters werden grotendeels ook in de stepwise benadering naar voor geschoven. In deze benadering werden de norm voor werkzame stikstof en de norm voor totale organische stikstof bijkomend aangeduid en bleek de SPI-3 index voor de zomer niet langer bepalend te zijn. Derogatie-gerelateerde parameters bleken niet of weinig bepalend voor het nitraatresidu en bijhorende nutriëntenverliezen. Hoewel de opzet van deze studie duidelijk verschilde van een eerder door de VLM uitgevoerde statistische analyse van het nitraatresidu in de periode 2011-2016 (2018) werden in deze laatste studie in se dezelfde significante parameters aangeduid.

1.5 Besluit

Het derogatiemonitoring netwerk 2016-2019 werd opgezet volgens de vereisten. Uit een eerder netwerk konden 75 bedrijven worden behouden.

De opvolging gebeurde onder sterk verschillende en bij momenten extreme weersomstandigheden. De bemesting werd waar mogelijk hieraan aangepast. Derogatiepercelen werden getypeerd door een hogere bemesting, zowel organisch als mineraal. De opbrengst daarentegen, werd ook hoger ingeschat op derogatiepercelen. Proefoogsten op graspercelen, waarbij de praktijksnedes niet altijd voor 100 % konden gevolgd worden, duiden op een vergelijkbare droge-stofopbrengst maar een significant hogere nutriëntenexport onder derogatie en een groter aantal snedes onder intensieve (derogatie)omstandigheden.

Stikstof in bodem of water, opgevolgd als respectievelijk nitraatstikstof of nitraat, verschilde niet significant in functie van het toepassen van derogatie. Occasioneel en op een zeker niveau van vergelijking kon een significant verschil worden waargenomen. De significante verschillen die voorkwamen, waren in absolute waarden echter zeer beperkt en in de praktijk niet van belang. Bovendien werden de hoogste waarden niet per definitie onder derogatie gemeten.

Fosfor werd geëvalueerd in functie van het lange-termijn wel of niet toepassen van derogatie. De fosforstatus van langdurige derogatiepercelen verschilde niet significant van deze van percelen langdurig bewerkt zonder derogatie. De op lange termijn uitspoelbare fosforgehaltes bleken eveneens niet verschillend voor langdurige derogatie- en niet-derogatiepercelen.

Een multivariate analyse van de nitraatresidu's uit het derogatiemonitoringsnetwerk van de periode 2016-2018 duidde de hoofdteelt, het type organische mest, klimaatparameters en het organische-koolstofgehalte aan als meest bepalende factoren. Derogatieparameters bleken niet of weinig bepalend te zijn voor het nitraatresidu in het derogatiemonitoringsnetwerk.

Summary

1.1 Purpose

On September 3, 2015 the European Commission granted the derogation requested by Belgium with regard to the region of Flanders pursuant to Council Directive 91/676/EEC. The derogation implies that under certain conditions a higher amount of livestock manure, higher than the general application standard of 170 kg N/ha, can be applied. The request is approved for only a selection of crops and a selection of livestock manure. The decision of 2015 broadened the selection of crops on which derogation can be applied with maize undersown with grass and grassland mixed with clover.

The derogation decision imposed conditions on the competent authorities with regard to monitoring, control and reporting. A key condition is the monitoring of the impact of derogation on the nitrogen and phosphorus losses from the soil and on the water quality. To that objective a monitoring network of at least 150 farms had to be set up and followed up. The network had to provide data on the potential impact of derogation on nutrient losses.

Pursuant the derogation decisions of December 21, 2007 and June 29, 2011 former monitoring networks were set up and monitored. In the network pursuant to Decision 2015/1499 however, the farm specific approach had to be introduced, similar as in the fifth Action Program of Flanders. Therefore 3 parcels were monitored at each farm.

The monitoring network provides data on production factors, more specific fertilisation and yield data and nitrate and phosphorus in soil and water.

The dataset of monitoring data was supplemented by a.o. climate data, parcel data and nutrient balance data for a further statistical analysis of the nitrate-N residue.

1.2 Monitoring network 2016-2019

To guarantee a stable monitoring network of at least 150 farms in the period 2016-2019, a network of 160 farms was postulated.

The former network, 2011-2014, of 175 farms and 225 parcels was the starting point of the network set-up for the period 2016-2019. Farms and parcels were selected starting from MAP sampling points groundwater and the selection of additional parcels related to the application of derogation, the soil texture, crop and groundwater level at candidate farms willing to participate.

The network 2016-2019 however, needed to be set up from a different point of view. As in the fifth action program – MAP 5 – the farm specific approach had to be introduced in the monitoring network. Crop at farm level, was an additional monitoring unit, for which 3 parcels at each farm were monitored.

Based on the selection of derogation crops, the predominant soil types in Flanders and the possible derogation strategies, 78 combinations were possible to evaluate the impact of derogation. A manageable network, representative for the region of Flanders and structured in the interest of a well-substantiated statistical analysis of the monitoring results demanded a well-considered reduction and elimination of combinations.

To reduce the number of groups, the 3 elements of the combination “crop”-“derogation strategy”-“soil type” were evaluated. Since derogation can be requested at parcel level in Flanders and derogation farms can have derogation and no derogation parcels, 3 “derogation strategies” can be distinguished. No request of derogation at a parcel on a derogation farm however, is the same as no request of derogation at a parcel on a non-derogation farm. Therefore 2 “derogation strategies” remained: “Derogation at a derogation farm” and “No derogation at a non-derogation farm”. In terms of soil type, a further simplification could be carried out. Sandy and sandy loam soils are predominant in the Flemish agricultural acreage. Moreover, in those regions with sandy or sandy loam soils more dairy farming is present as well as the often associated request of derogation. Regarding to crop a last reduction of combinations was possible. In the derogation decision of 2015 it was possible to request derogation on 6 types of crops. Beets (sugar and fodder beets) and cereals (wheat and triticale) were limited in derogation acreage. The importance and the acreage of the new included derogation crop “maize undersown with grassland”, was doubtful and the crop was not expected on farms without derogation. Grass and maize are the predominant derogation crops. Grassland mixed with clover, a new derogation crop in the derogation decision of 2015, was a crop for which high interest is shown by the farmers and for which an expansion of the acreage was expected. So 3 derogation crops were selected for monitoring: grass, maize and grassland mixed with clover.

Due to those well considered decisions the monitoring network focused on 10 important situations related to fertilisation strategy, soil texture and crop, being representative for the different soil textures, crops and fertilisation practices commonly present in Flanders.

The postulated 160 farms had to be distributed over the network and the ten combinations as shown in Table 1.

Table 1: Overview of distribution of postulated 160 farms in the monitoring network 2016-2019

Derogation Crop Soil texture	Derogation on a derogation farm				No derogation on a farm without any derogation				Total
	Grass	Maize	Grassland with clover	Total	Grass	Maize	Grassland with clover	Total	
Sandy	18	17	10	45	18	17	10	45	90
Sandy loam	18	17	-	35	18	17	-	35	70
Total	36	34	10	80	36	34	10	80	160

After screening the former network in perspective of the new monitoring network 75 farms of the two former monitoring networks could be retained. Other farms were recruited which resulted in a regionally well spread monitoring network (Figure 1). The network was evaluated yearly.

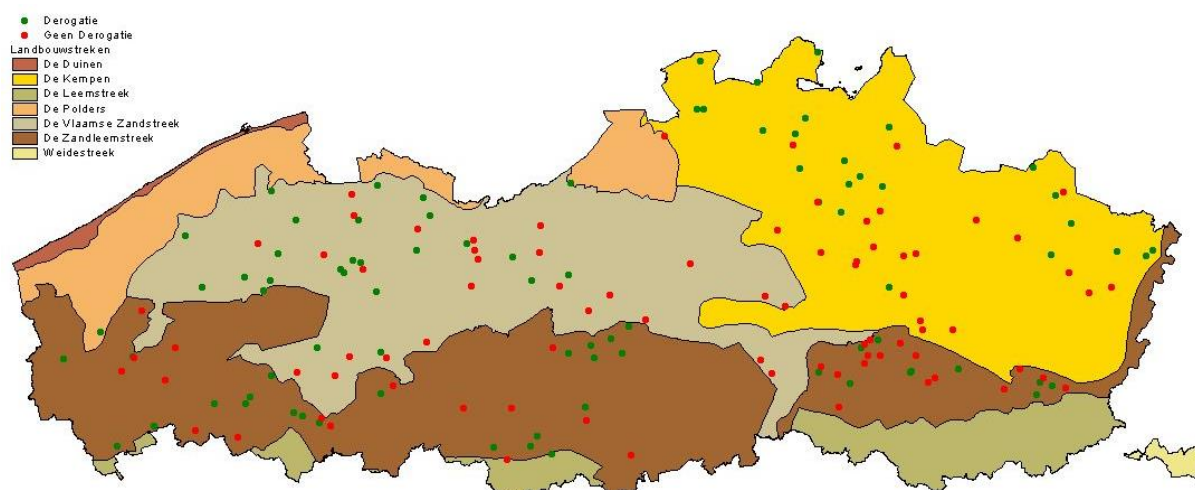


Figure 1: Location of the farms in the monitoring network in the agricultural regions of Flanders in 2016, distinguished by the request of derogation or not.

1.3 Monitoring results and production parameters

The monitoring network 2016-2019 provided data on production factors such as fertilisation and yield as well as monitoring data of nitrate and phosphorus in soil and water.

Nitrate in the soil was monitored as the nitrate-N residue in autumn. The nitrate-N was determined down to 90 cm in the soil layers 0-30, 30-60 and 60-90 cm. Phosphorus in the soil was monitored on a selection of 230 parcels. Because of the larger response time of phosphorus in soil, parcels were selected that were laboured continuously without derogation or 7-9 years with derogation in the period 2008-2016. The phosphorus content was determined in ammonium-lactate extract per soil layer of 30 cm down to 90 cm. Monitoring of nitrate in the water is based on monitoring of nitrate in the soil water.

1.3.1 Climate

The weather circumstances in the period 2016-2019 were highly variable and by times extreme. Since they are determined in the statistical analysis as determinant factors for the nitrate-N residue, they are mentioned even in the summary. The year 2016 is remembered by severe rainfall in spring. Despite a normal average rainfall in spring, regional averages could deviate up to 142 % of the normal regional value. The extreme rainfall in May and June 2016 resulted frequently in severe yield losses. In 2017 it was dry; a long period with less rain as normal started end summer 2016 and continued in spring 2017. The areas that were judged exceptionally dry in spring 2017, covered an important part of the monitoring network. The climate of 2018 was rather exceptional. Since April 2018, the average monthly temperature was higher than normal till the end of the year. The total amount of rainfall on the other hand was abnormally low. At the beginning of September 2018 most parts of Flanders were characterised as extremely dry, as dry as occurs only once in a period of more than 50 years. Regionally yield could be highly impacted by the drought. In 2019 it was dry and particularly the 3 consecutive heat waves with extreme temperatures combined with no rain were determinant.

1.3.2 Fertilisation

The amounts of supplied mineral and organic nutrients were communicated by the farmers. In order to estimate the fertilisation and nutrient input as accurately as possible, the supplied livestock manure was sampled. Annually one manure sample was taken at each farm.

Fertilisation under derogation conditions was on average higher in the period 2016-2019. Both more organic and mineral nitrogen was applied. The grass management was determinant in the amount of fertilisation on parcels cultivated with grass. On grazed parcels, the nitrogen fertilisation was very similar the past 4 years, both for derogation and no derogation parcels. On purely cut parcels, the N-fertilisation was reduced under derogation conditions in the dry year 2018 and to a certain extent in 2019, also a year with a long period of drought. Without derogation conditions, the average N-fertilisation in 2018 was only slightly lower than in 2017. It was further reduced in 2019. On derogation parcels, the reduction was realised by reduction of mineral fertilisation. On parcels without derogation, the little reduction was primarily realised by reduction of organic fertilisers.

In maize, where fertilisation happens in spring before and at sowing, the drought of 2018 could not be taken into account. On parcels cultivated with grass however, the fertilisation during the season could be adapted and reduced according to the drought. This adjustment was most pronounced under derogation circumstances.

1.3.3 Yield

The monitoring network 2016-2019 provides data on yield both under derogation and non-derogation conditions. Farmers were asked to assess and judge the yield of the monitored parcels. A more intensive approach was realised in 2017, 2018 and 2019. At a selection of monitored parcels yield samplings were organised. Yield sampling was provided on 50 parcels each year, 25 parcels with and 25 parcels without derogation. The crops were harvested at 3 random locations (replicates) on the parcel. Per replicate, the fresh weight and yield was determined and the crop was sampled. The crop samples were analysed for dry matter content, N-content and P-content. So yield (fresh, dry matter), nutrient export and nutrient content could be compared between derogation and no derogation parcels. For the parcels cultivated with grass or grass and clover farmers were contacted regularly and were asked to inform when they planned to harvest. Nevertheless not each cut of grass done by the farmer could be preceded by an experimental harvest. On parcels cultivated with maize preceded by a cut of grass, both the cut of grass and the maize were sampled.

Based on the data of the farmers, yield and nutrient export were always somewhat higher under derogation conditions in the period 2016-2019. The difference in nitrogen export between derogation and no derogation parcels however was evidently strongly determined by the weather

conditions. This was most marked on parcels cultivated with grass that was only cut, especially in 2018 and 2019. On these parcels, the effect of drought was most visible.

In the set-up of the yield sampling, no significant different production could be determined. However, on parcels cultivated with grass or grass and less than 50 % clover with derogation, more cuts had still to be realised under derogation conditions. The average nitrogen content of grass was each year lower without derogation, whether or not statistically significant.

For maize, the derogation condition of the preceding cut of grass determines the extra nutrient export under derogation conditions. If both derogation and no derogation parcels with maize and a preceding cut of grass were compared, the average difference was as little as 3 percent in the period 2016-2019. The importance of the preceding cut of grass was confirmed in the yield sampling.

1.3.4 Soil monitoring

As mentioned in article 10-paragraph 4 of the Implementing Decision 2015/1499 a.o. the amount of mineral nitrogen in the soil profile, both in situations with and without derogation, needed to be measured. The amount of mineral nitrogen in the soil profile was monitored by the residual nitrate, the amount of nitrogen that remains in the soil profile as nitrate in the autumn after the cropping season. The nitrate-N residue is a first possible indicator to estimate possible differences in the risk of nitrogen losses by leaching to the groundwater during winter. It is measured in the soil profile down to 90 cm in three soil layers, 0 to 30 cm, 30 to 60 cm and 60 to 90 cm.

In the set-up of the derogation monitoring network 2016-2019 the nitrate-N residue could be compared both at parcel and at farm level.

A comparison at parcel level demanded that “farm” was included as a random predictor variable in the statistical analysis. The nitrate-N residue was log-transformed for the statistical comparison. At parcel level the nitrate-N residue was in 3 of the 4 years not significantly different on derogation and no derogation parcels (Table 2). In 2017, the difference in nitrate-N residue appeared statistically significant but amounted only 3 kg NO₃-N/ha.

Table 2: Nitrate-N in the soil profile (0-90 cm) (kg NO₃-N/ha) in autumn on derogation and no derogation parcels in the monitoring network 2016-2019. The results were analysed statistically by means of a general linear model on the log-transformed data.

	2016		2017		2018		2019	
	Nitrate-N residue	p-value	Nitrate-N residue	p-value	Nitrate-N residue	p-value	Nitrate-N residue	p-value
Derogation	53	0.06	74	0.03	91	0.44	82	0.12
No derogation	47		71		99		74	

Comparison for a specific soil type or for a certain crop at a specific soil type gave occasionally rise to a significant difference. In 2018, a significant difference could be only identified on sandy soils cultivated with maize. The nitrate-N residue was significantly higher without derogation. In 2019, a significantly different nitrate-N residue was observed on sandy soils cultivated with grass.

The amount of residual nitrate-N was also evaluated at farm level. The farm average nitrate-N residue was only determined for the farms of which all three parcels were representative. The statistical analysis of the farm average nitrate-N residue was carried out on the log-transformed farm average nitrate-N residues (Table 3). The farm average nitrate-N residue of derogation and no derogation farms appeared only in 2016 to be significantly different. In 2017, 2018 and 2019 the farm average nitrate-N residues of derogation farms appeared to be not significantly higher than the farm average nitrate-N residues of farms without derogation. The significant difference in farm average nitrate-N residue observed between farms with and without derogation in 2016 was only 7 kg NO₃-N/ha.

Table 3: Farm average nitrate-N in the soil profile (0-90 cm) (kg NO₃-N/ha) in autumn of derogation and no derogation parcels in the monitoring network 2016-2019. The results were analysed statistically by means of a general linear model on the log-transformed data.

	2016		2017		2018		2019	
	Farm_ residue	p-value	Farm_ residue	p-value	Farm_ residue	p-value	Farm_ residue	p-value
Derogation	54	0.03	75	0.21	92	0.94	84	0.07
No derogation	47		74		100		74	

In order to investigate the difference in nitrate-N realised during winter, the amount of mineral nitrogen was also determined in early spring. The amount in spring was compared to the amount of nitrate-N in autumn. The measured difference however could not be titled as leaching since it comprised much more than leaching alone because processes like mineralisation or immobilisation were not taken into account. For the statistical analysis, the “nitrate-N difference”

was not log-transformed and a general linear model was used, including “Derogation” and “Farm” as predictor variables. The nitrate-N difference over winter was never significantly different on derogation and no derogation parcels (Table 4). Differences according to the winter however did occur.

Table 4: Nitrate-N difference over winter (kg NO₃-N/ha) of derogation and no derogation parcels in the monitoring network 2016-2019. The results were analysed statistically by means of a general linear model.

	2016-2017		2017-2018		2018-2019		2019-2020	
	Nitrate-N difference	p-value	Nitrate-N difference	p-value	Nitrate-N difference	p-value	Nitrate-N difference	p-value
Derogation	11	0.55	43	0.96	58	0.55	48	0.25
No derogation	9		38		54		45	

Since the phosphorus status of a parcel is often a result of a long-term policy of parcel management, the phosphorus status of the parcels was investigated regarding to the frequency of implementation of derogation. The derogation history of the parcels during the period 2008-2016 was reconstructed. As a result, 230 parcels were selected for the monitoring of phosphorus in the soil; 115 parcels long-term derogation parcels and 115 parcels without derogation with a similar crop rotation and similar ration of sand and sandy loam soils. The phosphorus status was evaluated over the whole soil profile till 90 cm. It was evaluated in two ways: as the average P-concentration over the soil profile 0-90 cm (mg P/100 g dry soil; P-AL, phosphorus determined in ammonium-lactate) and as the total amount of P in the soil profile (kg P/ha, 0-90 cm). The statistical analysis of the phosphorus status of these parcels was performed by the non-parametric Mann-Whitney U test. Both the average P-AL concentration in the soil profile to 90 cm ($p = 0.40$) and the amount of P in the soil profile to 90 cm ($p = 0.37$) did not differ statistically significant between long-term derogation and long-term no derogation parcels (Table 5).

Table 5: Average P-AL (mg P/100g dry soil) and total P-content (kg P/ha) in the soil profile till 90 cm on long-term derogation and no derogation parcels in the monitoring network 2016-2019. The results were analysed statistically by means of a Mann-Whitney U test.

	n	Average P-AL (mg P/100 g dry soil)	Total P-content (kg P/ha)
Long-term derogation	115	15	1812
Long-term no derogation	115	14	1709
p-value		0.40	0.37

1.3.5 Water monitoring

The water monitoring regarding nitrogen focused on the soil water. Because of the rooting depth of the monitored crops, the soil water of the soil layer 60-90 cm was monitored. The statistical analysis was performed by a general linear model, including both the derogation and the farm parameter and using the log-transformed nitrate concentration. The nitrate concentration in the soil water can indicate the possible effect of derogation on water quality but cannot be verified with the quality threshold value of 50 mg NO₃/l since no process factors are yet involved. The process factor includes all processes (e.g. denitrification, ...) that occur between the leaching of nitrate from the soil profile and the measured nitrate concentrations in surface water or groundwater (Van Overtveld *et al.*, 2011). Associated with higher nitrate-N residues in the period 2016-2019, the nitrate concentration in the soil water increased yearly. However, generally the nitrate concentration in the soil water was not influenced by the application of derogation. In 2018 and 2019, not one statistically significant difference in nitrate concentration in the soil water was marked between derogation and no derogation parcels (Table 6). In 2016 and 2017 the difference in nitrate concentration in the soil water between derogation and no derogation conditions was only statistically significant when focused on sandy soils cultivated with grass.

Table 6: Nitrate concentration in the soil water (mg NO₃/l) of derogation and no derogation parcels in the monitoring network 2016-2019. The results were analysed statistically by means of a general linear model and log-transformed data.

	2016		2017		2018		2019	
	mg NO ₃ /l	p-value	mg NO ₃ /l	p-value	mg NO ₃ /l	p-value	mg NO ₃ /l	p-value
Derogation	56		69	0.93	80	0.12	113	
No derogation	60	0.67	71		86		120	0.97

The monitoring of phosphorus in the water was no continuous monitoring. As for phosphorus in the soil, a state of affairs was made in 2016 regarding the frequency of implementation of derogation. Long-term derogation parcels were compared with parcels that were cultivated continuously without derogation in the period 2008-2016. An approximation of the possible P-loss to ground water and the possible P-concentration in ground water on long-term was achieved by using the Phosphate Saturation Degree (PSD). Amery *et al.* (2018) translated the threshold value for PSD of 25 % into a threshold value of P-AL in the upper soil layer. The threshold value of P-AL in the upper soil layer regarding the risk of P-leaching was set at 16 mg P/100 g dry soil. P-AL in the upper soil layer did not differ significantly between long-term derogation and long-term no derogation parcels ($p = 0.78$ - Mann-Whitney U).

By consequence the P-concentration leachable on long term ($p = 0.78$) did not differ significantly between the parcels managed continuously with or without derogation conditions.

1.4 Parameters impacting the nitrate-N residue

Besides the monitoring as such, the monitoring network offered the opportunity to explore other parameters and evaluate them in relation to the nitrate-N residue. Parameters that were explored could be categorised as climate parameters, parcel parameters, crop parameters, nitrogen fertilisation parameters at parcel level, fertilisation standards, farm parameters and farm nitrogen-indicators. This statistical analysis was performed for the nitrate-N residues measured in the period 2016-2018.

At first the individual effect of 49 parameters, both categorical and continuous, on the nitrate-N residue was evaluated. Based on the single effects 39 parameters appeared to have a significant effect on the nitrate-N residue. Each variable separately could declare 0.3 to 17 % of the variation. Interactions and correlations between those significant parameters were evaluated by the Pearson correlation test and the Pearson's chi-squared test (χ^2).

Combination of the significant parameters should give more explanation of the variation observed in the measured nitrate-N residues. Thirty one variables remained to start the multivariate analysis. To be able to compare the obtained model coefficients and the relevance or contribution of the predictors, the predictors and the responsive variable were rescaled to values between 0 and 1. The multivariate approach included a manually build up general regression model and a forward stepwise and backward stepwise regression model. The forward and backward stepwise modelling indicated the same determinant parameters. The model of the manual approach could declare 34.2% of the variation of the nitrate-N residue, the model of the stepwise approach declared 34.6%.

In the manual approach the 'main crop', the 'Standardized Precipitation Index in Spring' the 'Standardized Precipitation Index in summer', the 'period between organic fertilisation and the sampling for the nitrate-N residue', the 'type of organic fertiliser', the 'amount of organic carbon in the upper soil layer', the 'use of nitrogen of other fertilisers at farm level' and the 'dose of mineral N-fertilisation' appeared to be determinant for the nitrate-N residue in the monitoring network. These parameters were for the most part confirmed by the stepwise approach. The 'standard for total effective nitrogen' and the 'standard for total organic N' appeared significant but the 'Standardized Precipitation Index in summer' was not longer determinant. Derogation parameters appeared to be not the most determinant factors for nutrient losses.

Despite the difference in set-up the significant parameters pointed out in the monitoring network were basically the same as the parameters pointed out in the statistical analysis of the nitrate-N residue of the period 2011-2016 instructed by the Flemish Land Agency (2018).

1.5 Conclusion

The monitoring network 2016-2019 was set-up according to the requirements. Seventy-five farms of former monitoring networks could be withheld.

The monitoring proceeded under variable and by times extreme weather conditions. Fertilisation was adapted where possible. Derogation parcels were characterised by a higher fertilisation, both organic and mineral. Yield however, was even so estimated higher on the derogation parcels. Yield sampling on grass parcels, with an incomplete covering of the harvest, did indicate a similar dry matter yield but a significant higher nutrient export when derogation was applied and a higher number of cuts under intensive (derogation) conditions.

Nitrogen in soil or soil water, monitored respectively as nitrate-N or as nitrate, did not differ significantly between derogation and no derogation conditions. Occasionally and at specific levels of comparison a significant difference could occur. However, when significant differences occurred, the numerical difference and the practical relevance were little. Moreover, the highest values were not by definition measured under derogation conditions.

Phosphorus was evaluated in terms of long-term application of derogation or not. The phosphorus status of long-term derogation and long-term no derogation parcels did not differ significantly. The P-concentration leachable on long term did not differ significantly between the parcels managed continuously with or without derogation conditions.

A multivariate analysis regarding the nitrate-N residues of the monitoring network of the period 2016-2018 pointed out the main crop, the type of used organic fertiliser, climate parameters and the amount of organic carbon as the most important parameters. Derogation parameters appeared to be not the most determinant factors for nutrient losses.

Referenties/References

- Amery, F., Vandecasteele, B., Odeurs, W., Elsen, A., Vandendriessche, H., Nawara S. and Smolders, E., 2019. Eindrapport overheidsopdracht “Milieukundig en economisch verantwoord fosforgebruik”, <https://www.vlm.be/nl/SiteCollectionDocuments/Publicaties/mestbank/eindrapport%20totaal%20fosforproject.pdf>
- Van Overtveld, K., Tits, M., Van De Vreken, P., Vandervelpen, D., Peeters, L., Batelaan, O., Van Orshoven, J., Vanderborght, J., Elsen, A., Bries, J., Vandendriessche, H., Kuhr, P., Wendland, F., Diels, J., 2011. Bepalen van procesfactoren voor oppervlaktewater en grondwater ter evaluatie van de nitraatstikstofresidu-norm. Eindrapport fase 2 en fase 3. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Landmaatschappij door het Departement Aard- en Omgevingswetenschappen (K.U.Leuven), de Bodemkundige Dienst van België en het Agrosphere Institute, Forschungszentrum Jülich., 216 pp. https://www.vlm.be/nl/SiteCollectionDocuments/Mestbank/Studies/Procesfactor/Procesfactor_eindrapport_fase_2_en_3.pdf
- VLM, 2018. Statistische analyse nitraatresidu-Eindrapport 20.07.2018 https://www.vlm.be/nl/SiteCollectionDocuments/Publicaties/mestbank/Statistische_analyse_nitraatresidu.pdf