VR 2026 0304 MED.0132/5

Vlaanderen
is kwaliteitsvolle
omgeving

Emissie en depositie van stikstof in Vlaanderen tijdens de periode 2015-2023

Een ruimtelijk-temporele analyse

DEPARTEMENT
OMGEVING

vlaanderen.be/omgeving

Emissie en depositie van stikstof in Vlaanderen tijdens de periode 2015-2023
Een ruimtelijk-temporele analyse.

Dit rapport bevat de mening van externe auteur(s) en niet noodzakelijk die van de Vlaamse overheid.

COLOFON

Verantwoordelijke uitgever
Toon Denys
Secretaris-generaal Departement Omgeving
Koning Albert-II laan 15 bus 553, 1210 Brussel (postadres)
vlaanderen.be/omgeving

Een uitgave van het Departement Omgeving, Afdeling Beleid
beleid.omgeving@vlaanderen.be

Auteurs
Hans Hooyberghs – VITO
Wouter Lefebvre – VITO
Felix Deutsch – VITO

Publicatiedatum
Maart 2026

Depotnummer
D/2025/3241/385

VITO Rapportnummer
2025/EI/R/3464

Foto cover
Steven De Saegher

Partners

INHOUDSTAFEL

1 Inleiding 3
2 Gebruikte datasets en modellen 4
2.1 Emissies 4
2.1.1 Historische emissies 4
2.1.2 Toetspunt 2030 6
2.2 Deposities 9
2.2.1 Historische deposities 9
2.2.2 Toetspunt deposities 9
3 Trends in emissies van stikstof 10
3.1 Methodologie van de trendanalyse 10
3.2 Trends van de Vlaamse emissietotalen 11
3.2.1 Totale stikstofemissies 11
3.2.2 Indeling in ammoniak- en stikstofoxide-emissies 12
3.3 Trends van de emissies per sector 14
3.3.1 GNFR-sectoren 14
3.3.2 Details voor landbouwsectoren 28
4 Analyse van de depositietrends 40
4.1 Methodologie van de trendanalyse 40
4.1.1 Temporele analyse 40
4.1.2 Ruimtelijk temporele analyse 41
4.2 Temporele analyse 41
4.2.1 Depositieopbouw 41
4.2.2 Trends van de totale depositie 43
4.2.3 Trends van de Vlaamse totale depositie 47
4.2.4 Trends van de depositie per sector 50
4.3 Ruimtelijk-temporele analyse 63
4.3.1 Trends van de totale depositie 63
4.3.2 Trends van de Vlaamse depositie 69
4.3.3 Trends van de Vlaamse NO_y- en NH_x-deposities 71
4.4 Bijkomende analyses 75
4.4.1 Depositie-uitwisseling met (Zuid-)Nederland 75
4.4.2 Effect van meteorologie 79
5 Conclusie 82
Bijlage A: Toetspunt 2030 83
1.1 Motivering voor herschaling van het toetspunt 2030 84
1.2 Toetspunt emissies 2030 84
1.2.1 Vlaamse emissies 84
1.2.2 Buitenlandse emissies 91
1.3 Toetspunt deposities 2030 91
Bijlage B: Gebruikte formules voor de trendanalyse 92
B.1 Temporele analyse van emissies en deposities 92
B.2 Spatio-temporele analyse van de depositie 93
Bijlage C: Trends van de concentraties 94

1 INLEIDING

Het stikstofdecreet van januari 2024 moet helpen om de natuur in een gunstige staat van instandhouding te brengen, door de stikstofdepositie[1] op de stikstofgevoelige Europees beschermde habitats te doen dalen. Het decreet bevat maatregelen en kaders voor de impactbeoordeling van stikstofemissies bij vergunningverlening om te voorkomen dat er in de SBZ-H een betekenisvolle aantasting plaatsgrijpt van de natuurlijke kenmerken van deze gebieden.

Voorliggend rapport “Emissie en depositie van stikstof in Vlaanderen tijdens de periode 2015-2023" geeft een diepgaande analyse van de ruimtelijk-temporele trends van stikstofemissies en -deposities in Vlaanderen. Het rapport biedt kwantitatieve analyses en inzichten over de evolutie van de emissies en stikstofdepositie in Vlaanderen tijdens de voorbije jaren en gaat na in hoeverre dit in overeenstemming is met de doelstellingen van het stikstofdecreet.

Voor de periode 2015–2023 worden de jaarlijkse emissies van stikstofdioxide (NO_x) en ammoniak (NH_3) voor alle relevante sectoren in kaart gebracht. Een trendanalyse onthult hoe de emissies in de recente jaren zijn geëvolueerd en of de huidige trends overeenkomen met het traject dat nodig is om de doelstellingen voor 2030 volgens het stikstofdecreet te behalen. Daarnaast wordt de jaarlijkse stikstofdepositie gemodelleerd op een resolutie van 1 km bij 1 km. Bij deze modellering worden andere parameters zoals meteorologische gegevens en kalibratiefactoren constant gehouden zodat kan worden ingeschat of en waar er sprake is van een netto depositiedaling enkel veroorzaakt door een verandering in de emissies. Daarnaast wordt een gevoeligheidsstudie uitgevoerd die het effect van de gebruikte meteorologische gegevens kwantificeert, door te werken met een jaarspecifieke meteorologie.

In het tweede hoofdstuk van dit rapport bespreken we de datasets en modellen welke gebruikt werden als invoer voor de (ruimtelijk-)temporele analyse. De twee daaropvolgende hoofdstukken geven de resultaten van de trendanalyse weer. In het derde hoofdstuk bespreken we de trends voor emissies, in het vierde hoofdstuk deze voor deposities. Een laatste hoofdstuk vat kort de belangrijkste conclusies samen.

Een bespreking van de concentratietrends vormt geen centraal onderdeel van dit rapport. Toch kunnen deposities niet los worden gezien van concentraties, en door naar de concentraties te kijken, kunnen we aanvullende interessante inzichten verkrijgen. Vandaar dat we in bijlage C ook de evolutie van de concentraties van ammoniak en stikstofdioxide bespreken.

[1] Doorheen dit rapport wordt, tenzij waar uitdrukkelijk anders vermeld, met stikstof enkel reactief stikstof bedoeld. Zie ook: https://www.vmm.be/lucht/stikstof

2 GEBRUIKTE DATASETS EN MODELLEN

2.1 EMISSIES

2.1.1 Historische emissies

Voor elk jaar in de beschouwde periode (2015 - 2023) wordt een gedetailleerd emissiebestand opgesteld per sector. We beschrijven in eerste instantie de Vlaamse emissies, welke zowel gebruikt worden in de analyse van de emissie- als depositietrends, en bekijken daarna de buitenlandse emissies, welke enkel relevant zijn voor de depositietrends.

2.1.1.1 Vlaamse emissies

De Vlaamse totale historische emissies gebruikt in de analyses in dit rapport zijn afkomstig van de historische tijdsreeks uit de emissie-inventaris lucht van VMM, zoals opgesteld in 2025. De indeling in sectoren gebeurt op basis van de GNFR-indeling (Geaggregeerde NFR (Nomenclature for Reporting)), welke op Europese schaal gebruikt wordt om emissies te rapporteren. Deze indeling maakt gebruik van volgende sectoren[2]:

- A: Energie, bevat emissies van energiecentrales
- B: Industrie, bevat emissies van industrie
- C: Andere Stationaire Energiebronnen, bevat voornamelijk emissies ten gevolge van gebouwenverwarming, maar ook een aantal andere stationaire verbrandingsbronnen, zoals deze gerelateerd aan landbouwserres
- D: Vluchtige stoffen, bevat emissies van vluchtige stoffen
- E: Solventen, bevat emissies van solventen
- F: Wegtransport, bevat emissies van wegtransport
- G: Scheepvaart, bevat scheepvaartemissies van binnenvaart, scheepvaart tussen Noordzeehavens, scheepvaartbewegingen in de havens en bewegingen naar de Vlaamse havens toe.
- H: Luchtvaart, bevat luchtvaartemissies van de LTO-cyclus
- I: Offroad, bevat offroad emissies, inclusief offroad van landbouw
- J: Afvalverwerking, bevat emissies van afvalbehandeling
- K: Stalemissies, bevat emissies afkomstig van stallen en van de opslag van stalmest
- L: Andere landbouw, bevat emissies afkomstig van gebruik van kunstmest, mestverwerking, compostering, beweiding en het uitrijden van dierlijke mest.

Voor de analyse van de emissietrends in hoofdstuk 3 wordt enkel gebruik gemaakt van de emissietotalen uit de inventaris van VMM. Voor de berekening van de deposities, dient echter ook de verspreiding van de emissies over Vlaanderen op een ruimtelijke resolutie van 1 km op 1 km gekend

[2] Bemerk dat in vergelijking met de vorige versie van dit rapport ("Emissie en depositie van stikstof in Vlaanderen tijdens de periode 2015-2022)", https://www.friscris.be/nl/publications/emissie-en-depositie-van-stikstof-in-vlaanderen-tijdens-de-periode-20152022(971cb96a-bb74-40f9-9ba1-42c71d6133a4).html) een aantal emissies voor stationaire NOx-bronnen van sector verhuizen. Hierdoor is de bijdrage van sector D nu relatief groter, en deze van sector B en E relatief kleiner.

te zijn. Deze emissiespreidingspatronen worden aangemaakt met behulp van E-MAP[3], het emissiespreidingsmodel van VITO, om de Vlaamse emissietotalen per sector te spreiden naar de locaties van de emissies. De methode waarop de emissies gespreid worden is afhankelijk van de details die reeds beschikbaar waren bij de invoerdata:

- Voor sectoren waarvoor initieel reeds puntbronnen werden aangeleverd (bv. stallen en grote industriële bedrijven) worden de locaties van de puntbronnen overgenomen.
- Voor sectoren waarvoor initieel al een patroon bekend is dat niet uit puntbronnen bestaat, wordt hierbij het patroon uit deze sector omgezet naar een 1 km bij 1 km raster (bv. voor wegverkeer en scheepvaart, waarvoor de data als lijnbronnen wordt aangeleverd).
- Voor sectoren waarvoor nog geen patroon bekend is (bv. voor offroad), maakt E-MAP gebruik van een inschatting op basis van proxy-data om emissies op een raster met 1 km op 1 km resolutie aan te maken.

Een overzicht van de herkomst van de emissietotalen en spreidingspatronen per sector wordt gegeven in Tabel 1. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de emissies verwijzen we naar VMM[4].

We wensen tenslotte nog volgende opmerkingen te maken bij de gebruikte emissies:

- Voor de sector wegverkeer bestaan er twee opties om de totale verkeersemissies te berekenen. Enerzijds kan men vertrekken van de totale brandstofverkoop ('fuel sold' methode), anderzijds van het brandstofverbruik, berekend op basis van de gemodelleerde voertuigkilometers ('fuel used' methode). Deze methoden resulteren in verschillende inschattingen, voornamelijk vanwege factoren zoals tanktoerisme en de verkoop van brandstof aan voertuigen die niet of slechts gedeeltelijk op de weg rijden, zoals tractoren en werkvoertuigen op bouwplaatsen. Tot en met 2022 hanteerde VMM de 'fuel used' methode in zijn emissierapportage, maar vanaf 2023 werd overgestapt op de 'fuel sold' methode, conform Europese regelgeving voor dergelijke rapportages. Desondanks adviseren Europese emissie-experts het gebruik van 'fuel used' emissies voor modellering van luchtkwaliteit en depositie[5]. Daarom blijft in zowel de luchtkwaliteitsmodellering (waaronder de concentratiekaarten van VMM) als in de depositiemodellering de 'fuel used' data gehanteerd. Ook in de analyses van emissies en deposities in dit rapport wordt dus uitsluitend gebruik gemaakt van de 'fuel used' emissies voor wegverkeer.
- De impact van de Covid19-maatregelen op de emissies wordt meegenomen op basis van lagere activiteitsdata die gebruikt wordt in de emissiemodellen. Dit heeft vooral een invloed op de wegverkeersemissies en de luchtvaartemissies, welke lager uitvallen in 2020 en 2021 aangezien ook de voertuigkilometers en het aantal vluchten lager is. Voor deze sectoren kunnen de trends dus een afwijkend gedrag vertonen. Waar relevant wordt dit verder expliciet aangehaald.
- Voor luchtvaart wordt enkel gerekend met de emissies van de LTO-cyclus, zijnde de emissies onder 3000 voet.

[3] Voor meer details zie het VITO rapport "E-MAP v3.1 documentatie", onderliggend aan een VITO-studie in opdracht van VMM (rapportnummer 2024/EI/R/3222).
[4] Zie https://www.vmm.be/lucht/evolutie-luchtkwaliteit/hoe-wordt-de-uitstoot-berekend
[5] Uit persoonlijke communicatie met Emisia.

2.1.1.2 Niet-Vlaamse emissies

Bij de analyses in deze studie worden ook de emissies buiten Vlaanderen meegenomen. Deze emissies hebben geen invloed op de analyses in hoofdstuk 3 (aangezien deze enkel handelen over de Vlaamse emissies), maar zijn wel belangrijk bij de bepaling van de totale deposities.

Voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en het Waals Gewest werden de emissies verkregen via de Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu (IRCEL). Deze emissies komen overeen met het Brusselse en het Waalse gedeelte van de emissies die België rapporteert aan Europa in het kader van het LRTAP-verdrag over grensoverschrijdende luchtverontreiniging over lange afstand. De omzetting van de buitenlandse bronnen naar VLOPS-compatibele bestanden gebeurt binnen de VITO-referentietaak 'Kenniscentrum Luchtkwaliteitsmodellering' voor de Vlaamse Milieumaatschappij, aan de hand van de E-MAP emissie-preprocessor.

De buitenlandse (niet-Belgische) emissietotalen zijn gebaseerd op de cijfers die door alle lidstaten worden gerapporteerd aan de Europese Unie. De gerapporteerde totalen werden verkregen via de website van CEIP (Centre on Emission Inventories and Projections, www.ceip.at). Vervolgens worden deze emissietotalen per land spatiaal gespreid door E-MAP. E-MAP maakt hiervoor gebruik van spreidingspatronen op basis van proxy data, welke onnauwkeurigheden kunnen bevatten. Gezien de grote bijdrage van Nederlandse emissies tot de deposities in Vlaanderen, worden de E-MAP-spreidingspatronen voor Nederland daarom vervangen door meer gedetailleerde OPS-emissies aangeleverd door RIVM. Deze emissies werden aangeleverd voor de periode 2015 – 2023 en voor toekomstprognose 2030 werden schalingsfactoren per sector ten opzichte van 2021 gegeven. Deze emissies hebben een resolutie van 1 km². Het gaat hierbij dus niet om puntbronemissies, zoals we deze wel gebruiken langs Vlaamse kant (bijvoorbeeld voor stallen en industriële installaties).

2.1.2 Toetspunt 2030

De trendanalyse in dit rapport onderzoekt hoe de emissies en deposities in de recente jaren evolueerden en wat de bereikte emissies / deposities zijn in 2030 als de huidige trends zich doorzetten. De extrapolatie naar 2030 wordt vergeleken met een toetspunt voor 2030, zowel voor emissies als deposities, zodat men kan inschatten hoe de huidige trends zich verhouden tot de verwachte evolutie volgens het stikstofdecreet.

De onderliggende basis voor dit toetspunt zijn de stikstofdoelstellingen uit het stikstofdecreet. In het decreet zijn echter enkel doelstellingen opgenomen voor de totale stikstofemissies (zowel voor NO_x als NH_3) en voor een aantal landbouwsectoren (stalemissies van varkens, pluimvee, vleesvee, mestkalveren en melkvee, (grote) mestverwerkers). Het decreet specifieert verder niet hoe de totale ammoniak en stikstofoxide emissies samengesteld zijn, en geeft geen expliciete richtgetallen voor de andere sectoren. Daarom kijken we naar de data die onderliggend aan het stikstofdecreet zijn, namelijk de emissies die gebruikt werden in het G8-scenario in het Plan-MER PAS. Voor de (deel)sectoren waarbij er expliciete emissietotalen in het stikstofdecreet staan, komen de emissietotalen uit het G8-scenario immers overeen met deze uit het stikstofdecreet. Voor de andere sectoren bevat het G8-scenario aanvullende gegevens die in lijn zijn met de totalen voor NO_x en NH_3 uit het stikstofdecreet.

Het is echter om diverse redenen aangewezen om de prognose 2030 uit het Plan-MER PAS niet over te nemen. De voornaamste redenen hiervoor zijn het gebruik van een afwijkende sectorindeling in het Plan-MER PAS, aanpassingen aan de emissiemodellen onderliggend aan de berekening van de emissietotalen voor landbouw en scheepvaart en aanpassingen aan de spreidingspatronen voor 2030 die gebruikt worden in E-MAP. Vandaar dat we voor deze studie een nieuw toetspunt definiëren, dat qua emissietotalen aansluit bij de totalen van het G8-scenario uit het Plan-MER PAS, en tegelijkertijd gebruik maakt van de meest recente sectorindeling en meest recente inschattingen voor de spreidingspatronen van de emissies. We gaan op deze plaats niet verder in op de bepaling van dit nieuwe toetspunt, maar een gedetailleerde beschrijving van de aannames die werden gemaakt om dit toetspunt te bekomen is opgenomen in bijlage A. We willen hier wel nog benadrukken dat dit toetspunt enkel dient om de huidige trends mee te vergelijken. Het toetspunt is geenszins een inschatting van wat de emissies in 2030 exact zullen zijn, en het is ook geen voorafname van toekomstige beleidsbeslissingen.

Tabel 1: Onderliggende databronnen voor de emissies voor alle sectoren. De eerste twee kolommen beschrijven de sector, de derde en vierde kolom geven respectievelijk de onderliggende modellen / datasets gebruikt bij de berekening van de emissietotalen en het spreidingspatroon van de emissies. Voor meer details verwijzen we naar https://www.vmm.be/lucht/evolutie-luchtkwaliteit/hoe-wordt-de-uitstoot-berekend. De laatste kolom geeft weer hoe de emissies zijn opgenomen in de VLOPS doorrekening[6].

Sector	Label	Model gebruikt voor berekening emissietotaal	Herkomst spreidingspatroon in EMAP	Hoe opgenomen in VLOPS?
Energie	A	• Grote bedrijven: data van integrale milieujaarverslagen (IMJV) • Andere emissies: op basis van Energiebalans Vlaanderen (VEKA)	• Grote bedrijven: overgenomen van IMJV • Andere emissies: E-MAP	• Emissies met gekende locaties: puntbronnen • Andere emissies: oppervlaktebron
Industrie	B	• Grote bedrijven: data van integrale milieujaarverslagen (IMJV) • Andere emissies: op basis van Energiebalans Vlaanderen (VEKA)	• Grote bedrijven: overgenomen van IMJV • Andere emissies: E-MAP	• Emissies met gekende locaties: puntbronnen • Andere emissies: oppervlaktebron
Andere Stationaire Energiebronnen	C	EISSA-B	E-MAP	Oppervlaktebronnen
Vluchtige stoffen	D	• Grote bedrijven: data van integrale milieujaarverslagen (IMJV) • Andere emissies: op basis van Energiebalans Vlaanderen (VEKA)	• Grote bedrijven: overgenomen van IMJV • Andere emissies: E-MAP	• Emissies met gekende locaties: puntbronnen • Andere emissies: oppervlaktebron
Solventen	E	• Grote bedrijven: data van integrale milieujaarverslagen (IMJV) • Andere emissies: op basis van Energiebalans Vlaanderen (VEKA)	• Grote bedrijven: overgenomen van IMJV • Andere emissies: E-MAP	• Emissies met gekend locaties: puntbronnen • Andere emissies: oppervlaktebron
Wegverkeer	F	FASTRACE	Overgenomen uit FASTRACE	Oppervlaktebronnen
Scheepvaart	G	EMMOSS	Overgenomen uit EMMOSS	Oppervlaktebronnen
Luchtvaart	H	EMMOL	E-MAP	Oppervlaktebronnen
Offroad	I	OFFREM	E-MAP	Oppervlaktebronnen
Afvalverwerking	J	• Grote bedrijven: data van integrale milieujaarverslagen (IMJV) • Andere emissies: op basis van Energiebalans Vlaanderen (VEKA)	• Grote bedrijven: overgenomen van IMJV • Andere emissies: E-MAP	• Emissies met gekende locaties: puntbronnen • Andere emissies: oppervlaktebron
Stallen	K	EMAV (versie 3.0)	Overgenomen uit EMAV	Puntbronnen
Andere landbouw	L	EMAV (versie 3.0)	Overgenomen uit EMAV	• Mestverwerkers: puntbronnen • Andere emissies: oppervlaktebron

[6] Bemerk dat in vergelijking met de vorige versie van dit rapport ("Emissie en depositie van stikstof in Vlaanderen tijdens de periode 2015-2022)", https://www.friscris.be/nl/publications/emissie-en-depositie-van-stikstof-in-vlaanderen-tijdens-de-periode-20152022(971cb96a-bb74-40f9-9ba1-42c71d6133a4).html) een aantal emissies voor stationaire NOx-bronnen van sector verhuizen. Hierdoor is de bijdrage van sector D nu relatief groter, en deze van sector B en E relatief kleiner.

2.2 DEPOSITIES

2.2.1 Historische deposities

De stikstofdepositie (te wijten aan NH_x en NO_y) wordt met een resolutie van 1 km op 1 km berekend met het VLOPS-model[7]. Voor de analyses in dit rapport werd gebruik gemaakt van VLOPS25, gebaseerd op OPS modelversie L-5.3.1.0. De emissies worden opgenomen als puntbronnen of oppervlaktebronnen met een 1 km op 1 km resolutie, al naargelang de detailinformatie die beschikbaar is (zie Tabel 1 voor details). Het rekenrooster omvat Vlaanderen en Zuid-Nederland (provincies Limburg, Noord-Brabant en Zeeland)[8].

De VLOPS-resultaten worden gekalibreerd op basis van kalibratiefactoren bepaald door de VMM op basis van de verhoudingen tussen de metingen en het model. Bij de analyse van de sectoren is er voor gekozen om de kalibratiefactoren in te werken in de sector- en polluentbijdragen. Dit wil zeggen dat sector- en polluentbijdragen in dit rapport niet de resultaten van de ruwe VLOPS-berekeningen zijn maar reeds de kalibratiefactoren in zich hebben.

Er wordt verder geen gebruikt gemaakt van de DON[9]. Op deze manier zijn de resultaten in dit document in overeenstemming met de huidige data opgenomen in de impactscore- en depositietrendtool (vanaf 4 juli 2025).

De trendanalyse gebeurt op basis van het meteojaar 2017, wat in overeenstemming is met de keuze in de impactscore- en depositietrendtool. Alle emissiejaren (periode 2015 – 2023 en toekomstjaar 2030) worden dus doorgerekend met dezelfde meteorologische data, zodat de trendanalyse enkel het effect van de emissieveranderingen in beeld brengt. We nemen hierbij ook aan dat voor alle doorrekeningen de kalibratiefactoren van 2017 gebruikt moeten worden. Sectie 4.4.2 vormt hierop de uitzondering, aangezien daarin de impact van de meteorologische gegevens onderzocht wordt. Meer details hierover worden beschreven in deze sectie.

2.2.2 Toetspunt deposities

Het toetspunt deposities voor 2030 wordt bepaald door een doorrekening met VLOPS25 op basis van meteorologische gegevens voor 2017, en ook de kalibratie vindt plaats op basis van de kalibratiefactoren voor 2017. De emissie-invoer bestaat uit het toetspunt 2030 beschreven in paragraaf 2.1.

[7] Deze berekeningen worden uitgevoerd door VMM.
[8] In vergelijking met de vorige versie van dit rapport ("Emissie en depositie van stikstof in Vlaanderen tijdens de periode 2015-2022)", https://www.friscris.be/nl/publications/emissie-en-depositie-van-stikstof-in-vlaanderen-tijdens-de-periode-20152022(971cb96a-bb74-40f9-9ba1-42c71d6133a4).html) werden er aanpassingen gedaan aan de parameters voor de scheepvaartemissies. Deze worden nu op dezelfde manier behandeld als in de ATMO-Street doorrekeningen voor de officiële concentratie jaarkaarten.
[9] Toelichting waarom vermestende depositie geen rekening houdt met Dissolved Organic Nitrogen (DON): https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1752822246/repositories-prd/2025717_VMM-nota_bijtellingen_depositie_tirdqt.pdf

3 TRENDS IN EMISSIES VAN STIKSTOF

3.1 METHODOLOGIE VAN DE TRENDANALYSE

Het eerste onderdeel van dit rapport is een analyse van de emissietrends. In deze analyse maken we voor alle onderzochte sectoren en activiteiten gebruik van de totale emissie van die sector/activiteit in Vlaanderen. De trends worden zowel aan de hand van een lineair als een exponentieel regressiemodel bepaald. Voor de lineaire regressie gaan we uit van een relatie $Emissie = a * Jaar + b$, met b het intercept en a de helling (richtingscoëfficiënt) van de trendlijn. Hierbij is vooral de helling een belangrijke parameter, want het is een maat voor de trend van de evolutie: de gemiddelde afname of toename van de emissies per jaar (bijvoorbeeld, een helling van -100 ton N/jaar betekent dat de jaarlijkse emissie van stikstof over de onderzochte periode jaarlijks gemiddeld met 100 ton afgenomen is). Een lineaire regressie geeft een goede inschatting van de verandering van de emissie gedurende de voorbije jaren, maar is, in sommige gevallen, minder geschikt om projecties voor de toekomst te maken. Ze neemt immers aan dat de emissies in dezelfde mate blijven dalen, terwijl in een realistisch scenario de dalingen vermoedelijk afvlakken voor sectoren met een snelle daling, aangezien de eerste emissiedalingen makkelijkere maatregelen behelzen dan de laatste. Daarom voeren we ook telkens een exponentiële regressie uit, $Emissies = b * e^{a*Jaar}$. De belangrijkste parameter in deze regressie is de factor a, die de jaarlijkse relatieve daling van de emissies weergeeft (bijvoorbeeld, een waarde 0,95 komt overeen met een gemiddelde jaarlijkse afname van de emissies met 5%)[10]. Voor zowel de lineaire als de exponentiële regressies bepalen we ook de standaarddeviatie en het 95% betrouwbaarheidsinterval van de parameter die de trend beschrijft. Bij deze bepaling van het betrouwbaarheidsinterval houden we enkel rekening met de statistische onzekerheid op de trendlijn, en niet met de onzekerheid gelinkt aan de onderliggende emissiemodellen en de invoerdata gebruikt in deze modellen (emissiefactoren, activiteitsdata zoals verkeers- en scheepvaartvolumes). Op basis van het betrouwbaarheidsinterval, kunnen we besluiten of er een significante daling of stijging plaatsvindt, of dat het teken van de trend niet significant is. Met een significante daling bedoelen we in deze analyse dat het 95%-betrouwbaarheidsinterval van de helling van de lineaire trendlijn volledig onder nul ligt en dat ook het betrouwbaarheidsinterval voor de exponentiële regressie onder één ligt. Een significante stijging wordt analoog gedefinieerd, en de trend is niet significant als er geen significante daling of stijging is. Bemerk ook dat het verschil tussen de lineaire en de exponentiële extrapolatie al een indicatie geeft van de onzekerheid veroorzaakt door de aannames rond de extrapolatie. De gedetailleerde werkwijze wordt besproken in bijlage B.

We gebruiken verder de lineaire en exponentiële trendlijn om een projectie te maken van het emissieverloop naar 2030. Hiertoe worden, bij gelijkblijvende trend, emissiewaarden berekend voor het jaar 2030. Deze waardes geven weer op welke emissies we zouden uitkomen als de huidige absolute (lineaire regressie) of relatieve (exponentiële regressie) trend ongewijzigd blijft tot 2030. In deze analyse doen we echter geen uitspraak over het realistisch zijn van deze trend, en we doen ook geen uitspraak over welke trend het meest realistisch is (exponentieel of lineair). Deze waardes worden vergeleken met de inschattingen zoals opgenomen in het toetspunt 2030 dat beschreven wordt in paragraaf 2.1.2. Ook voor de projectie naar 2030 bij aangehouden trend wordt een onzekerheid berekend, volgens de formules voor de standaardfout uit bijlage B. Bij de bepaling van het betrouwbaarheidsinterval wordt enkel rekening gehouden met de statistische onzekerheid op de

[10] In de figuren in dit rapport zullen we steeds de parameter a rapporteren, terwijl we in de tekst vaak refereren aan de 5% daling of stijging die gepaard gaat met de parameter a.

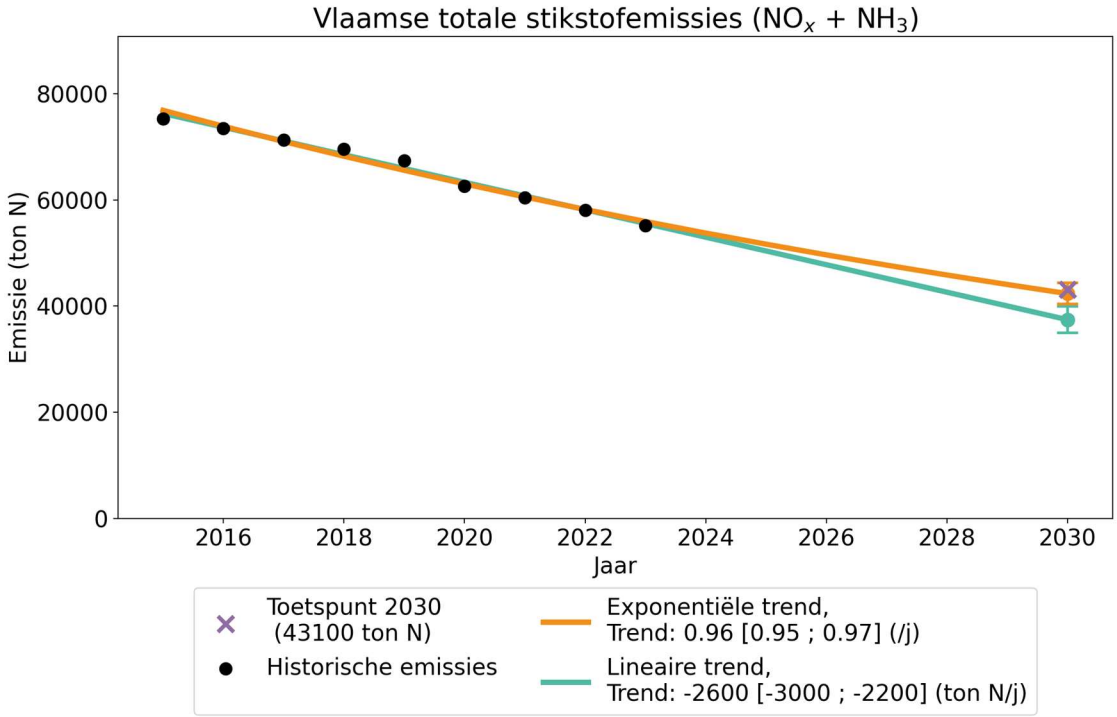
trendlijn, en niet met de onzekerheid op de extrapolatie ervan, noch met de onzekerheid gelinkt aan de emissiemodellen en hun invoerdata.

Eerst bespreken we in de volgende sectie (3.2) de Vlaamse emissietotalen, de daaropvolgende sectie (3.3) geeft een analyse per (sub)sector volgens de GNFR-indeling. We zoomen daarbij gaandeweg in op een fijner detailniveau.

3.2 TRENDS VAN DE VLAAMSE EMISSIETOTALEN

3.2.1 Totale stikstofemissies

Figuur 1 toont het verloop van de totale (reactieve) Vlaamse stikstofemissies (uitgedrukt in ton N). Met de totale emissies bedoelen we de emissies van stikstof uit stikstofoxides (NO_x) en ammoniak (NH_3) opgeteld voor alle sectoren. De zwarte bollen geven de gerapporteerde emissies voor de jaren 2015 tot en met 2023, zoals beschreven in sectie 2.1.1.1. De groene en oranje lijn tonen de lineaire respectievelijk exponentiële trend van deze datapunten, geëxtrapoleerd tot het jaar 2030. Bij deze extrapolatie wordt alleen rekening gehouden met de statistische onzekerheid van de trendlijn, en niet met de aanzienlijke onzekerheid die voortkomt uit de extrapolatie zelf. Het is namelijk onzeker of de huidige trends zich op dezelfde manier zullen voortzetten tot 2030. Bij het interpreteren van de grafieken en het vergelijken van de projecties met de doelstelling voor 2030 moet deze onzekerheid in acht worden genomen.



Figuur 1: Verloop van de totale jaarlijkse Vlaamse stikstofemissies (NO_x + NH_3) (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

De emissies vertonen een significante daling over de periode 2015-2023. Als we uitgaan van een lineaire daling, nemen de emissies met 2600 [2200; 3000] ton N per jaar af. Bij de aanname van een exponentiële relatie is er een jaarlijkse daling van 3,9 [3,1 ; 4,6] percent. Als we de komende jaren emissies zouden reduceren volgens de lineaire trend in de periode 2015 t.e.m. 2023, zouden we tegen 2030 op een emissiewaarde van ongeveer 37 [35 ; 40] kton N uitkomen. Indien we aannemen dat de reductie verder verloopt volgens de exponentiële trend over de periode 2015 tem. 2023, komen we uit op 42 [40 ; 44] kton N in 2030.

We kunnen deze waardes en trends vergelijken met de emissies voor 2030 uit het toetspunt, welke rechtstreeks overgenomen is uit het stikstofdecreet. In het toetspunt bedragen de emissies in 2030 43,1 kton N. De prognose op basis van de geleverde inspanningen van de laatste jaren valt op basis van een lineaire extrapolatie van de historische emissies dus lager dan de doelstelling van het stikstofdecreet, en ook het 95% betrouwbaarheidsinterval van deze prognose ligt volledig lager dan deze doelstelling. Indien een exponentiële extrapolatie gebruikt wordt, omvat het 95% betrouwbaarheidsinterval de doelstelling uit het stikstofdecreet, en de schatting voor de prognose ligt rond deze doelstelling.

3.2.2 Indeling in ammoniak- en stikstofoxide-emissies

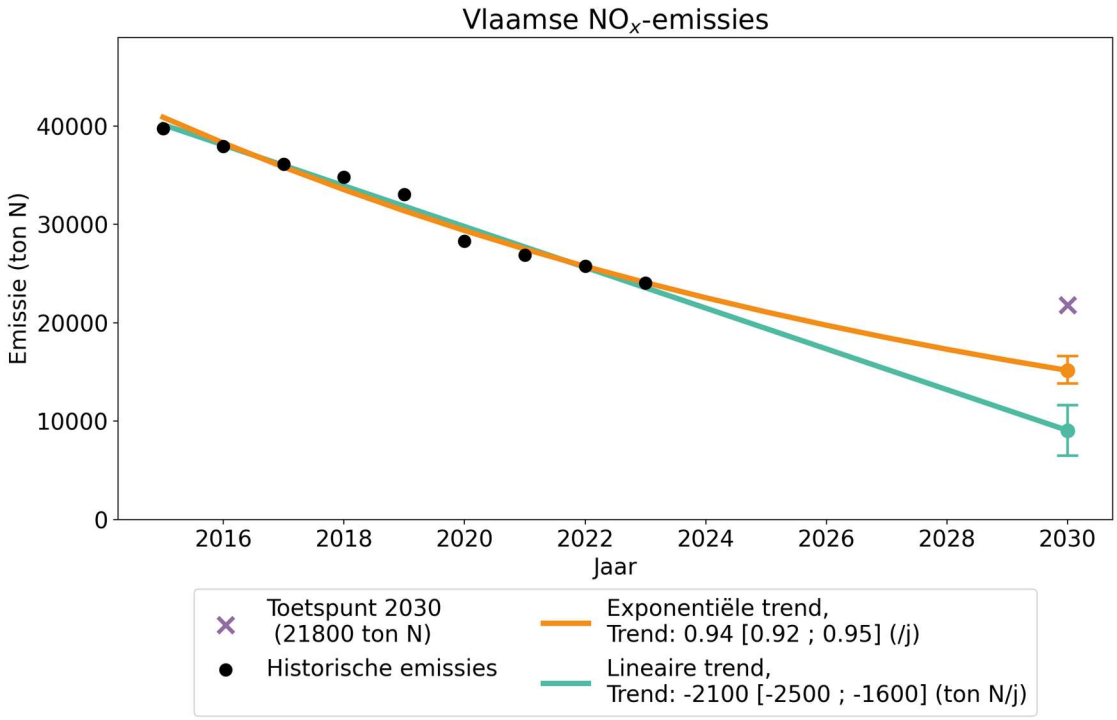
We kunnen de situatie ook bekijken voor de twee polluenten ammoniak (NH_3) en stikstofoxides (NO_x) apart, zoals getoond in Figuur 2 en Figuur 3. Daarbij valt een duidelijk verschil in de evolutie voor NO_x en NH_3 op.

Voor stikstofoxides doet zich een significante en sterke daling voor, zowel voor de lineaire (daling van 2100 [1600; 2500] ton N per jaar) als de exponentiële trend (daling van 6,4 [5,0 ; 7,8] percent per jaar). Indien de lineaire trend zich de volgende jaren voortzet, wordt in 2030 een prognose van 9100 [6500 ; 11600] ton N bereikt. Als we uitgaan van het verderzetten van de exponentiële trend, bereiken we 15200 [13800 ; 16600] ton N in 2030. Voor beide extrapolaties ligt het betrouwbaarheidsinterval van de prognose voor 2030 dus veel lager dan de doelstelling uit het stikstofdecreet (21,8 kton N), die ook opgenomen is in het toetspunt. We dienen hierbij wel op te merken dat beide prognoses ver uit elkaar liggen, wat onder meer te wijten is aan de grote variaties in de trend in de afgelopen jaren. De trend van de stikstofemissies is voor een aantal (verkeers)sectoren immers sterk beïnvloed door lagere emissies als gevolg van de maatregelen om de verspreiding van het SARS-CoV-2 virus te beperken in 2020 en 2021. Daarnaast heeft zich in recente jaren een sterke daling van de verkeersemissies voorgedaan, en (zoals verderop wordt aangetoond) is het onmogelijk om eenzelfde lineaire trend in de toekomst aan te houden. Niettegenstaande deze beperkingen, kunnen we besluiten dat de evolutie van de totale NOx-emissies leidt tot een prognose die lager is dan de doelstelling uit het stikstofdecreet (21,8 kton N), welke is opgenomen in het toetspunt 2030.

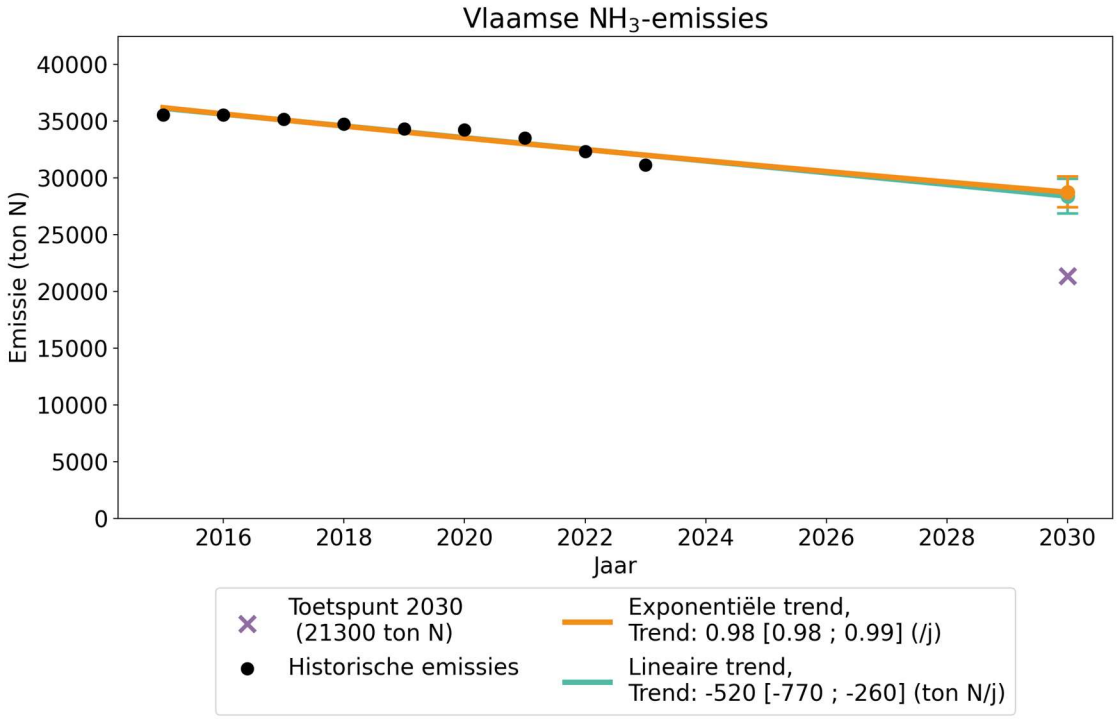
De emissie van ammoniak kent anderzijds ook een statistisch significante daling, maar deze daling is veel kleiner. De lineaire trend gaat uit van een daling van 520 [260; 770] ton N per jaar, de exponentiële trend van een daling van 1,5 [0,7 ; 2,3] percent per jaar. Indien de historische trends worden verdergezet, bereiken we 38 [27 ; 30] kton N in 2030 volgens een verderzetting van de lineaire trend, en 29 [27 ; 30] kton N in 2030 volgens een verderzetting van de exponentiële trend. In beide gevallen ligt de prognose voor 2030 dus ver boven de doelstelling uit het stikstofdecreet (21,3 kton N), welke ook is opgenomen in het toetspunt 2030. De huidige evolutie leidt dus tot een prognose

boven het toetspunt 2030 en voor ammoniak lijkt dus een trendbreuk nodig te zijn om de 2030-doelstelling uit het stikstofdecreet alsnog te behalen.

Samengevat tonen deze resultaten aan dat de dalende trend voor de totale stikstofemissies (sectie 3.2.1) het gevolg is van een beperkte daling van de NH_3-emissies, welke overgecompenseerd wordt door een sterke daling van de NO_x-emissies.



Figuur 2: Verloop van de totale jaarlijkse Vlaamse NO_x-emissies (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.



Figuur 3: Verloop van de totale jaarlijkse Vlaamse NH_3-emissies (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

3.3 TRENDS VAN DE EMISSIES PER SECTOR

We splitsen de totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) nu verder op per (sub)sector. In eerste instantie bekijken we de sectoren volgens de GNFR-indeling (zie Tabel 1), in een tweede stap worden de landbouwemissies verder opgesplitst in deelsectoren.

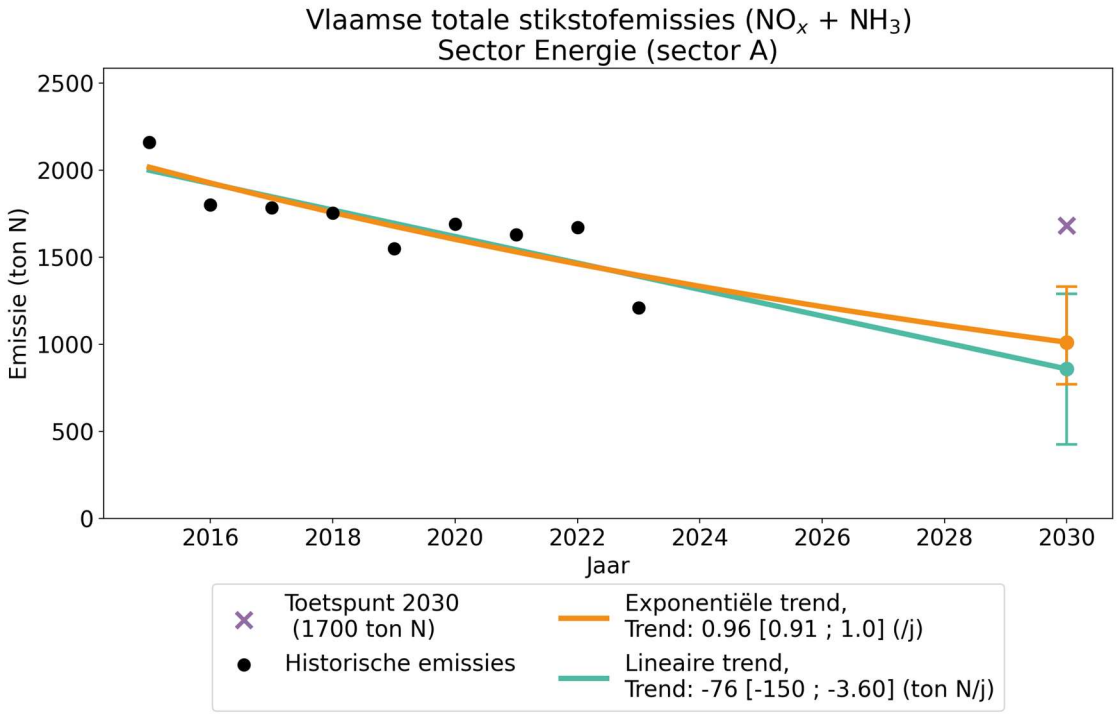
3.3.1 GNFR-sectoren

3.3.1.1 Industriële sectoren

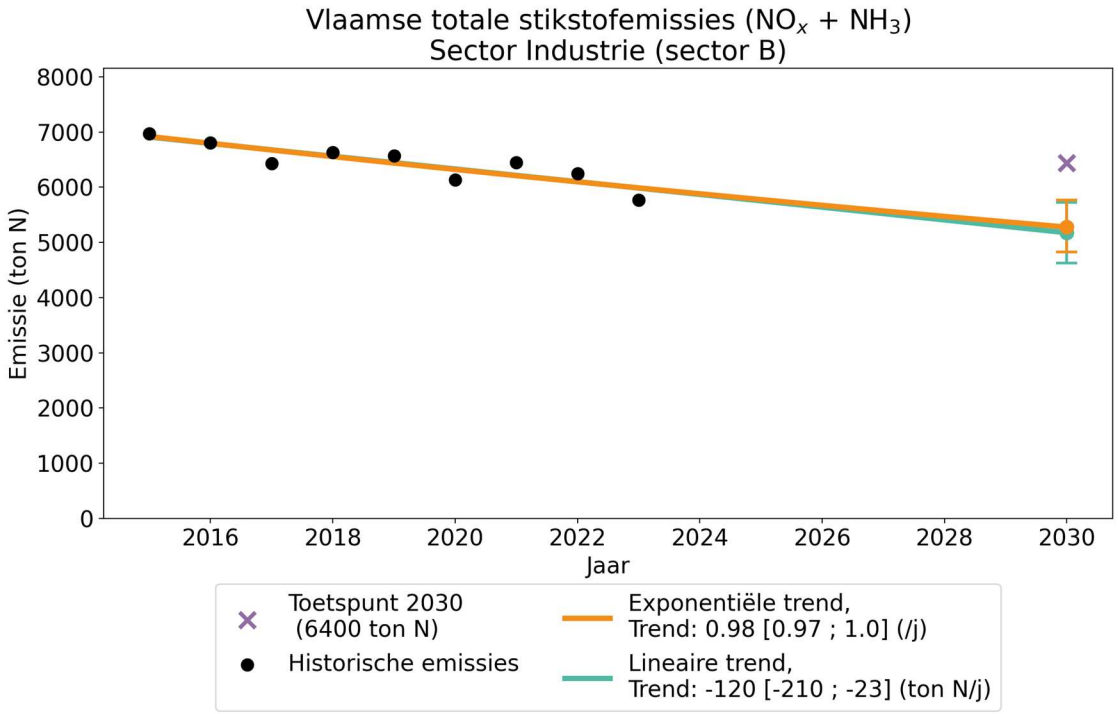
We bespreken eerst de resultaten voor de emissies van de sectoren die gelinkt zijn aan energie en industrie: de twee grote sectoren energie (GNFR sector A, Figuur 4) en industrie (GNFR sector B, Figuur 5), en de veel kleinere sectoren vluchtige stoffen (GNFR sector D, Figuur 6) en solventen (GNFR sector E, Figuur 7).

Voor beide grote sectoren vinden we een beperkte, significante daling van de emissies, al verschilt de grootte van de daling wel tussen beide. Voor de sector energie bedraagt de daling 76 [4 ; 148] ton N per jaar (lineaire trend) of 4,5 [0 ; 8,8] percent per jaar (exponentiële trend). Voor industrie is deze 120 [23 ; 208] ton N per jaar (lineaire trend) of 1,8 [0,3 ; 3,2] percent per jaar (exponentiële trend).

Voor energie en industrie wordt bij voortzetting van beide trends een prognose bereikt waarbij het 95% betrouwbaarheidsinterval volledig lager ligt dan het toetspunt.



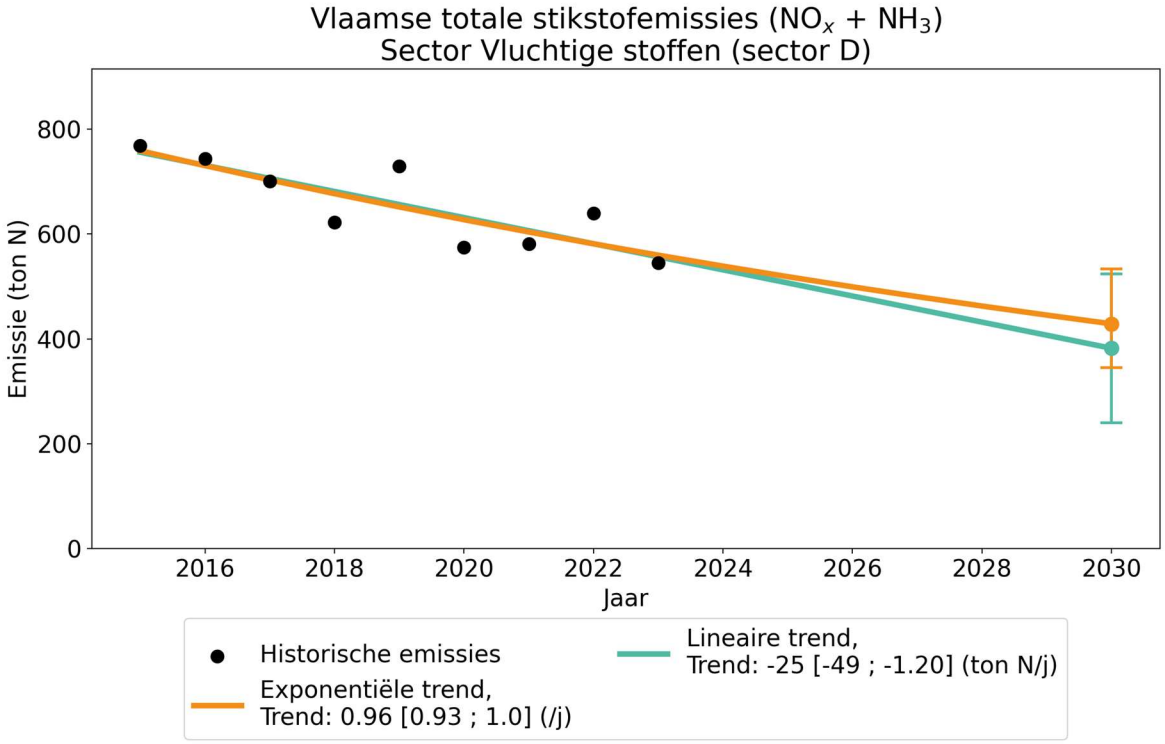
Figuur 4: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Energie (sector A) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.



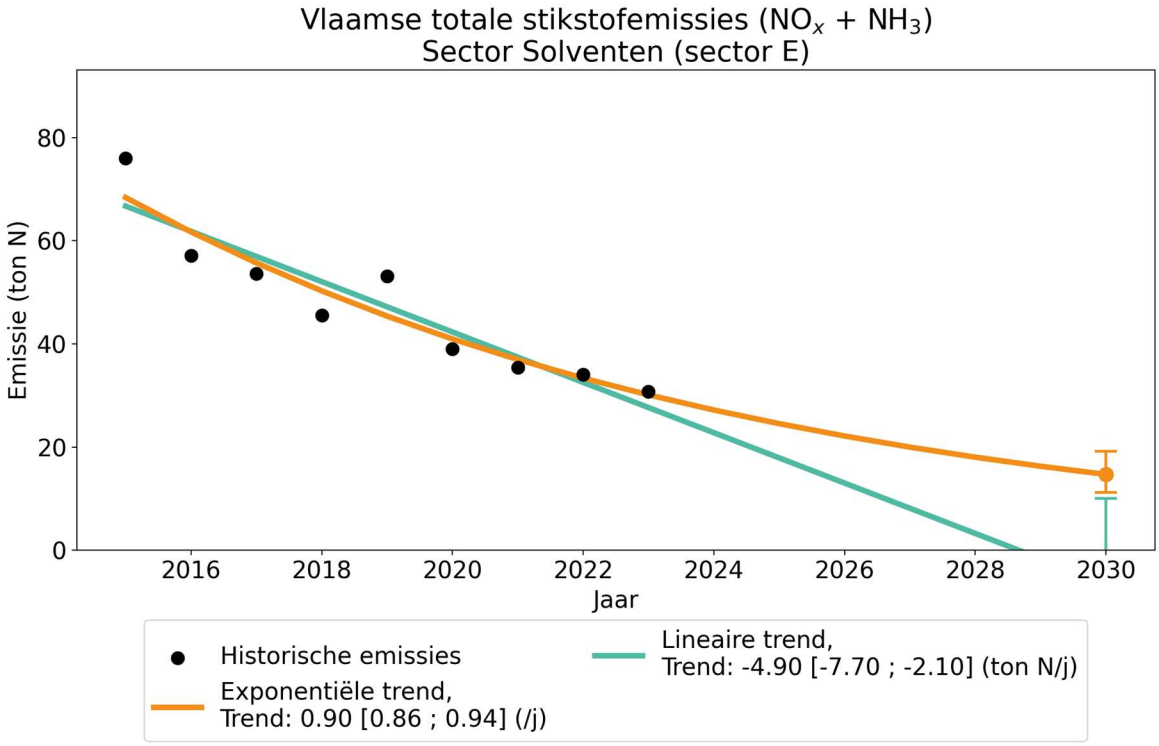
Figuur 5: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Industrie (sector B) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

Voor de kleinere sectoren solventen en vluchtige stoffen variëren de emissies van jaar tot jaar. Hierdoor is ook de onzekerheid op de trends en de prognose naar 2030 vrij groot. Voor solventen ligt de ondergrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de prognose voor 2030 op basis van de lineaire trend zelfs onder nul, wat natuurlijk geen realistische situatie is. Niettegenstaande deze onzekerheid vinden we een significant dalende trend voor deze sector. Ook voor de sector vluchtige stoffen is er een relatief grote variatie van jaar tot jaar, maar wordt er finaal toch een significante dalende trend vastgesteld.

Samengevat besluiten we dat de emissies van de industriële sectoren trends volgen die leiden tot prognoses in de buurt van het toetspunt 2030.



Figuur 6: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Vluchtige stoffen (sector D) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Omdat emissies voor stationaire NOx-bronnen van sector B naar sector D en E verhuizen, is de verandering van emissies binnen de sectorenvluchtige stoffen en solventen relatief groot ten opzichte van vorige rapportering. De historische reeks is opnieuw berekend maar een aanpassing van toetspunt 2030 is momenteel niet mogelijk. Om deze reden wordt er geen toetspunt getoond.



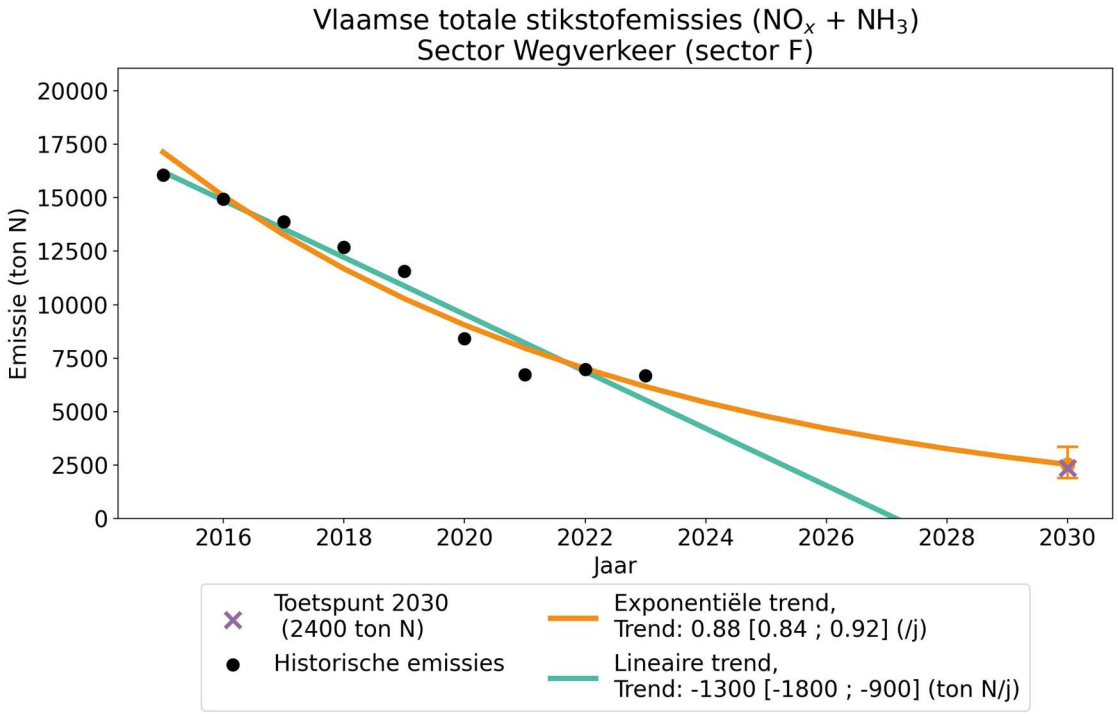
Figuur 7: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Solventen (sector E) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Omdat emissies voor stationaire NOx-bronnen van sector B naar sector D en E verhuizen, is de verandering van emissies binnen de sectorenvluchtige stoffen en solventen relatief groot ten opzichte van vorige rapportering. De historische reeks is opnieuw berekend maar een aanpassing van toetspunt 2030 is momenteel niet mogelijk. Om deze reden wordt er geen toetspunt getoond.

3.3.1.2 Transportsectoren

Vervolgens focussen we op de emissies van de transportsectoren: wegverkeer (GNFR sector F, Figuur 8), scheepvaart (GNFR sector G, Figuur 9), luchtvaart (GNFR sector H, Figuur 10) en offroad verkeer (GNFR sector I, Figuur 11). De emissies van al deze sectoren vertonen significante, sterke dalingen, al zijn er bij een aantal sectoren wel een paar kanttekeningen te plaatsen.

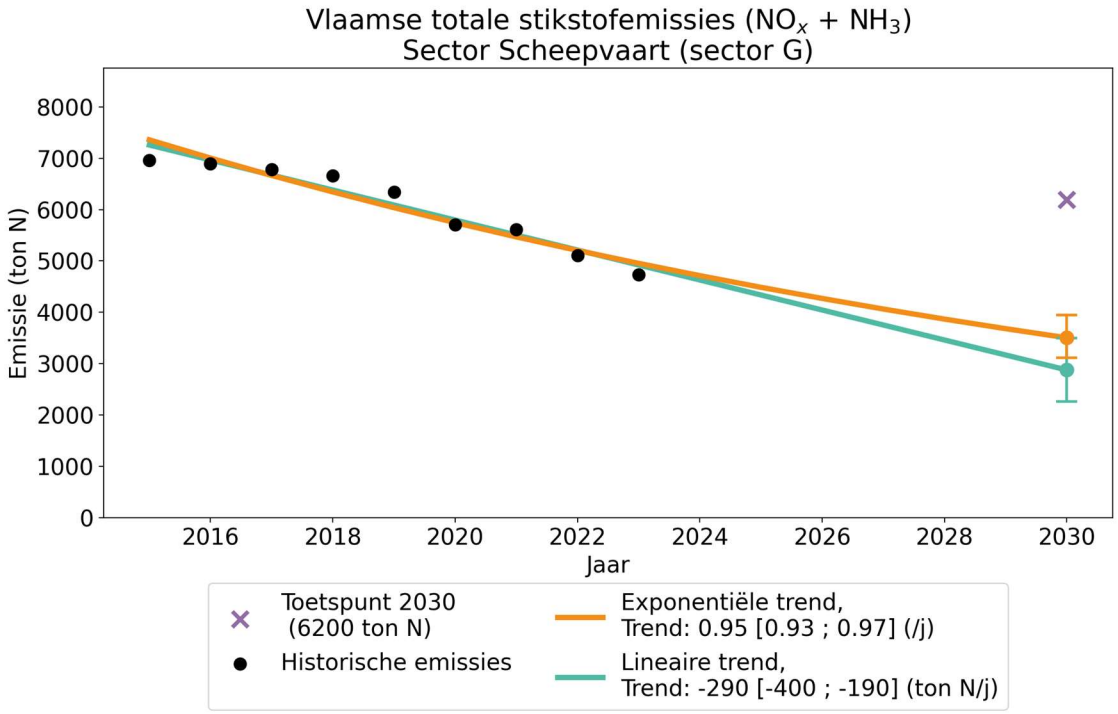
De wegverkeersemissies dalen zeer sterk met 1300 [900 ; 1800] ton N per jaar (lineaire trend) of met 12 [8 ; 16] percent per jaar (exponentiële trend). Deze sterk dalende trend in de laatste jaren wordt veroorzaakt door sterke dalingen in de emissies per gereden kilometers van de personenwagens, door een shift naar benzine en doordat de reële emissies van dieselvoertuigen voordien ver boven de EU-norm lagen en de meest recente dieselvoertuigen nu lagere emissies hebben (al voldoen ze nog niet aan de norm). Ook de invoering van elektrische wagens zorgt voor een verdere daling. Als gevolg van deze dalingen van de emissiefactoren, konden binnen enkele jaren belangrijke emissiereducties in het wegverkeer gerealiseerd worden. Het is echter onwaarschijnlijk dat zulke sterke dalingen ten gevolge van technische maatregelen zich kunnen blijven voortzetten in de toekomst, wat ook wordt aangetoond door de extrapolatie op basis van de lineaire trend. Indien de huidige lineaire trend zou aanhouden, komen we voor 2027 en latere jaren uit op negatieve emissies, wat natuurlijk geen realistische situatie is. De exponentiële trend leidt (logischerwijze) wel tot een inschatting van positieve emissies, maar ook deze komt met een grote onzekerheid. Deze onzekerheid wordt nog vergroot door de impact van de Corona-pandemie, welke een sterke impact heeft op de verkeersemissies van 2020 en 2021. Als gevolg hiervan liggen de inschattingen voor deze jaren onder de trend, zowel voor de lineaire als de exponentiële trend. Aangezien het laatste jaar uit de analyse (2023) kort na de Corona-pandemie plaatsvond, is het met de huidige cijfers ook niet in te schatten in hoeverre de lange termijn voertuigkilometers (en emissies) beïnvloed worden door bijhorende paradigmashifts zoals de invoering van thuiswerk. Indien we, ondanks al deze onzekerheden, toch uitgaan van een extrapolatie naar de toekomst op basis van de historische exponentiële trend[11], vinden we dat de prognose voor 2030 in lijn ligt met het toetspunt.

[11] Het is evident dat het gebruik van de lineaire trend zinloos is voor deze sector omdat we voor 2027 en latere jaren op negatieve emissies uitkomen.



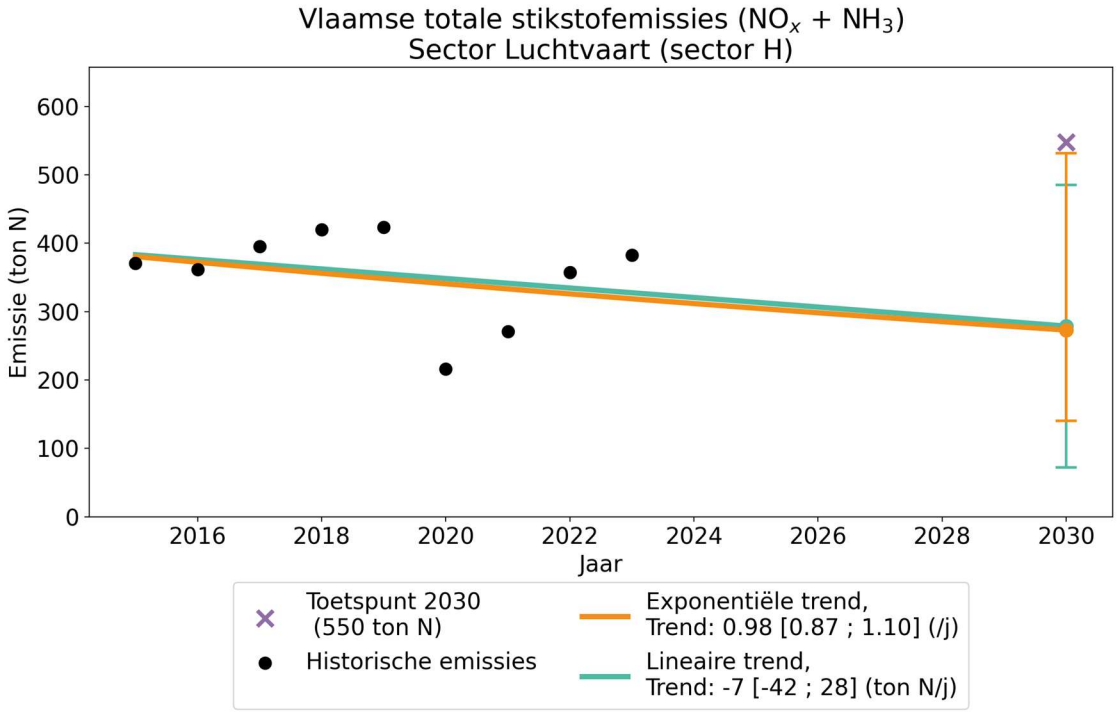
Figuur 8: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Wegverkeer (sector F) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

Ook de scheepvaartemissies vertonen een significante, sterk dalende trend, al is de daling wel kleiner dan die voor wegverkeer. We observeren een daling van 290 [190 ; 400] ton N per jaar (lineaire trend) of 4,8 [2,9 ; 6,7] percent per jaar. Voor deze sector liggen de emissies van de voorbije jaren reeds duidelijk lager dan de emissies van het toetspunt, en als de dalende trend aangehouden blijft, ligt dus ook de prognose voor 2030 lager dan het toetspunt.



Figuur 9: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Scheepvaart (sector G) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

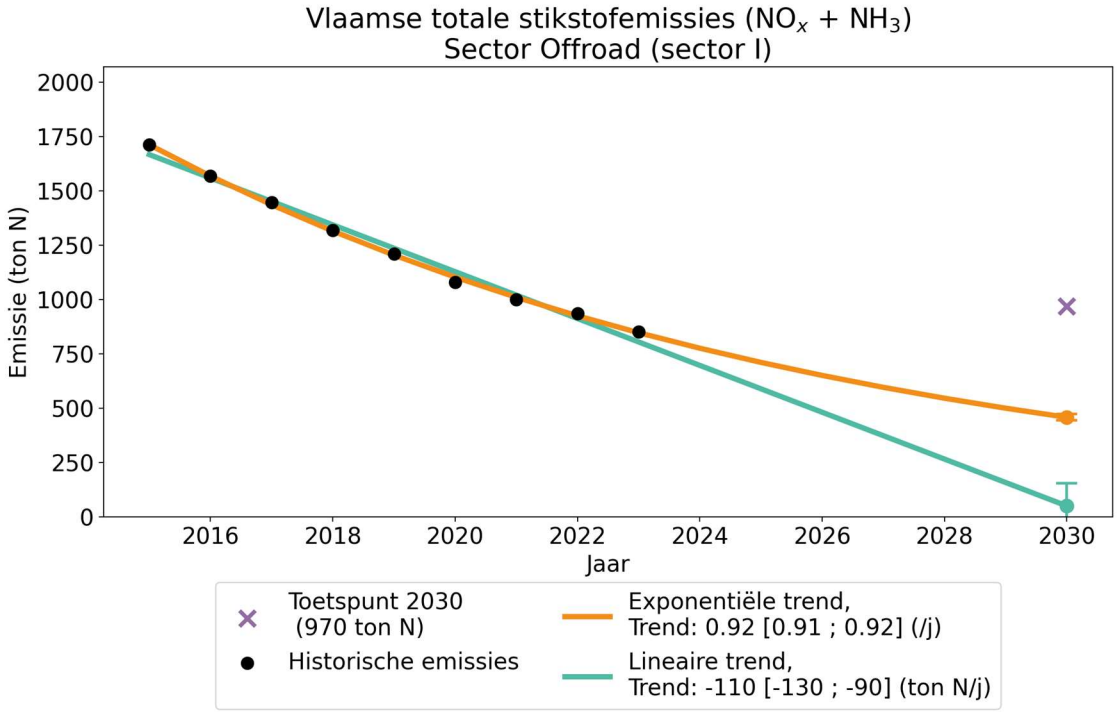
De sector luchtvaart is zeer sterk beïnvloed geweest door de maatregelen om de verspreiding van het Corona-virus in te dijken, waardoor de emissies in 2020 en 2021 veel lager zijn dan deze in 2019, en ook de emissies van 2023 nog lager dan die van 2019 liggen. Het is moeilijk om op basis van de periode 2015 – 2023 in te schatten hoe de langetermijnevolutie van deze sector eruit zal zien, aangezien de laatste jaren van deze periode als atypisch beschouwd kunnen worden. We doen in de huidige analyse dus geen uitspraak over een prognose naar 2030, maar wensen wel aan te halen dat in het jaar met de hoogste emissies (2019) deze emissie nog veel lager zijn dan deze van het toetspunt voor 2030. Bemerk tenslotte dat de luchtvaartemissies slechts beperkt bijdragen tot de totale Vlaamse stikstofemissies, en dat hier enkel de emissies van de LTO-cyclus (de emissies onder 914 m) worden opgenomen.



Figuur 10: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Luchtvaart (sector H) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

De emissies van de sector offroad vertonen een significante, sterk dalende trend van 110 [90; 130] ton N per jaar (lineaire trend) of 8,4 [7,9 ; 8,9] per cent per jaar (exponentiële trend). Ook hier valt op te merken dat de huidige lineaire trend niet kan aangehouden worden tot 2030, aangezien de prognose voor 2030 op basis van een aangehouden lineaire trend amper 50 [-100 ; 200] ton N bedraagt. Ook een aangehouden exponentiële trend leidt echter tot een prognose die lager is dan de emissies uit het toetspunt.

Samengevat besluiten we dat de emissies van de transportsectoren, ondanks alle onzekerheid, trends volgen die leiden tot prognoses lager dan of in de buurt van het toetspunt voor 2030.

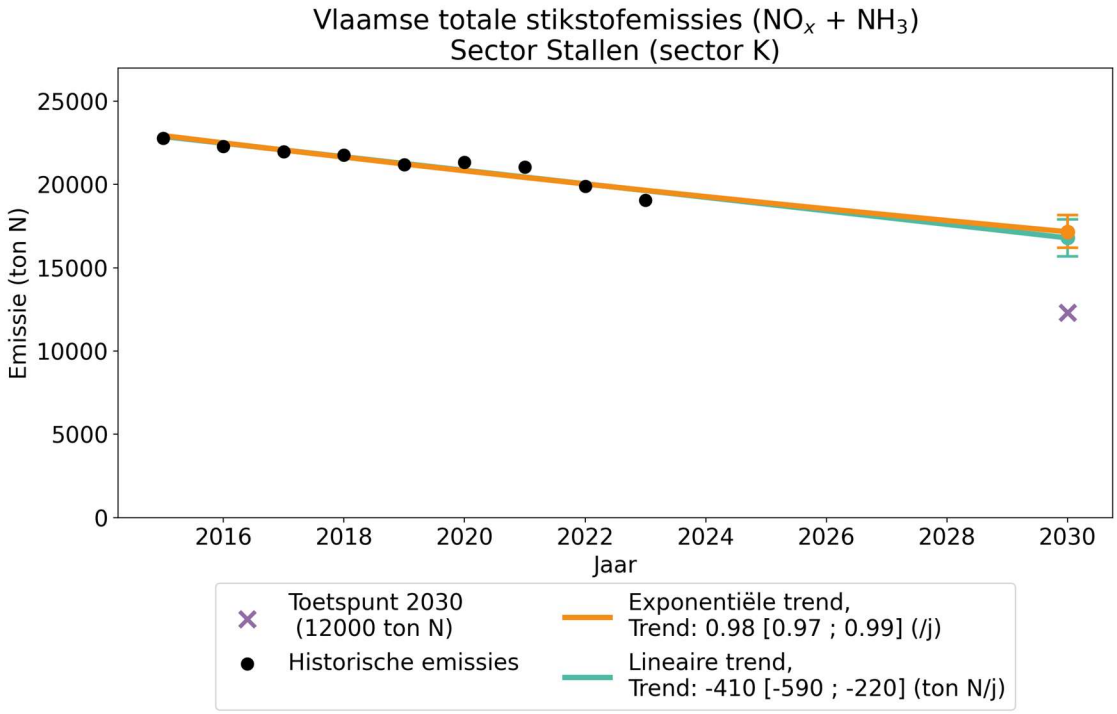


Figuur 11: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Offroad (sector I) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

3.3.1.3 Landbouwsectoren

In deze sectie bespreken we de emissies van de landbouwsectoren. We bekijken zowel de emissies van de twee GNFR-sectoren stallen (sector K, Figuur 12) en andere landbouw (sector L, Figuur 13), als de som van beide sectoren (Figuur 14). Bemerk dat de combinatie van sector K en L eigenlijk niet 100% overeenkomt met het totaal van alle landbouwemissies, aangezien er een beperkt deel van de landbouwemissies is opgenomen in de andere sectoren (o.a. off-road in sector I, en stationaire bronnen door verwarming in sector C). Dit gaat echter om een beperkt emissietotaal[12], en deze bijdrage heeft geen invloed op de trendanalyse uit deze studie.

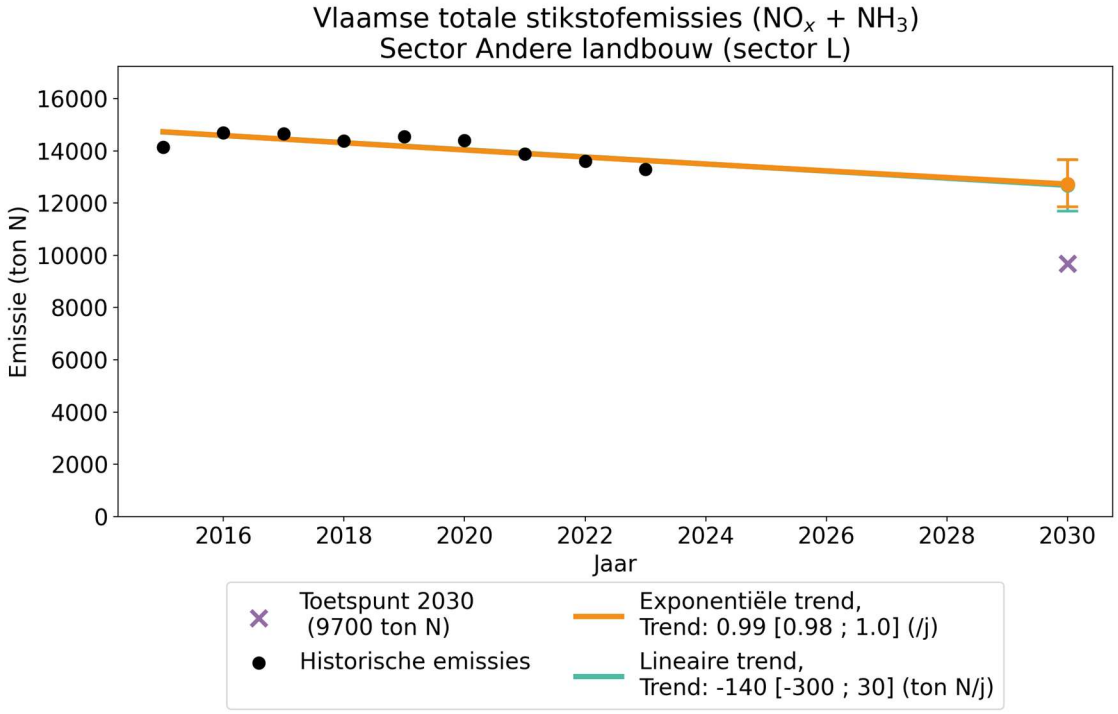
De stalemissies volgen een significante, beperkt dalende trend. De emissies volgen een lineair dalende trend van 400 [220; 590] ton N per jaar, of een exponentieel dalende trend van 1,9 [1,0 ; 2,9] percent per jaar. Indien de huidige trends worden doorgezet tot in 2030, bereiken we prognoses die ongeveer 40% hoger zijn dan de emissies opgenomen in het toetspunt 2030.



Figuur 12: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Stallen (sector K) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

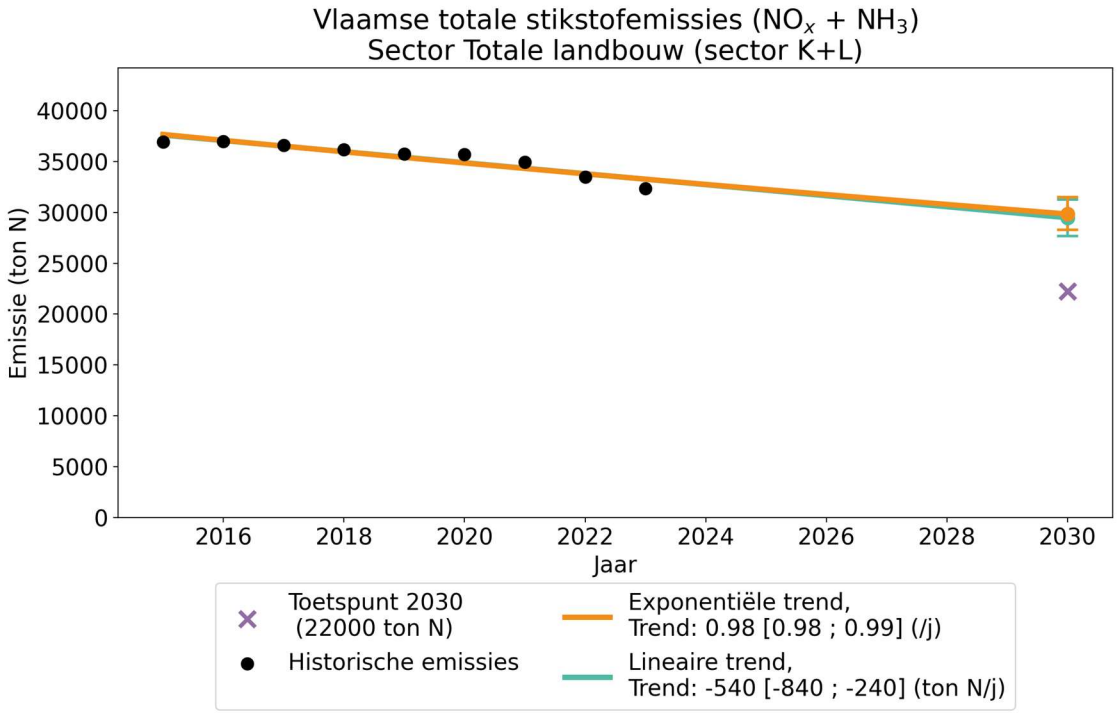
[12] In het 2015-basisjaar uit het Plan-MER PAS is de stikstofemissie van de sectoren off-road landbouw en off-road bosbouw samen gelijk aan 1 à 2 % van de stikstofemissies van de sector landbouw. Het gedeelte van de landbouwemissies dat nu in sector C opgenomen is kan moeilijker op deze manier numeriek ingeschat worden maar is tevens heel beperkt.

Voor de andere landbouwemissies is er geen significante trend waar te nemen. De emissies dalen wel maar de trend is niet significant verschillend van 0. Concreet geeft het betrouwbaarheidsinterval een verandering van -140 [-300 ; 30] ton N/jaar (lineaire trend) of -1,0 [-2,1; 0,02] percent per jaar (exponentiële trend). Zowel een volgehouden lineaire als een volgehouden exponentiële trend leiden in 2030 tot een prognose die ongeveer 30% boven de emissies van het toetspunt ligt.



Figuur 13: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Andere landbouw (sector L) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

Indien we beide sectoren samennemen, vinden we voor de totale landbouwemissies wel een significant dalende trend van 540 [240; 840] ton N per jaar (lineaire trend) of 1,5 [0,7; 2,4] percent per jaar (exponentiële trend). De prognose bij aangehouden trend ligt voor beide trends boven de emissies in het toetspunt. Deze resultaten geven duidelijk aan dat de emissies uit de landbouwsector niet het beoogde traject volgen. Voor deze sector is dus een duidelijke trendbreuk nodig om de emissies uit het toetspunt in 2030 te halen. We dienen hierbij op te merken dat de historische emissies de periode voor de [13]inwerkingtreding van het stikstofdecreet bevatten, en dat decretale maatregelen nog niet zijn meegenomen in de huidige trends.



Figuur 14: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Totale landbouw (sector K+L) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

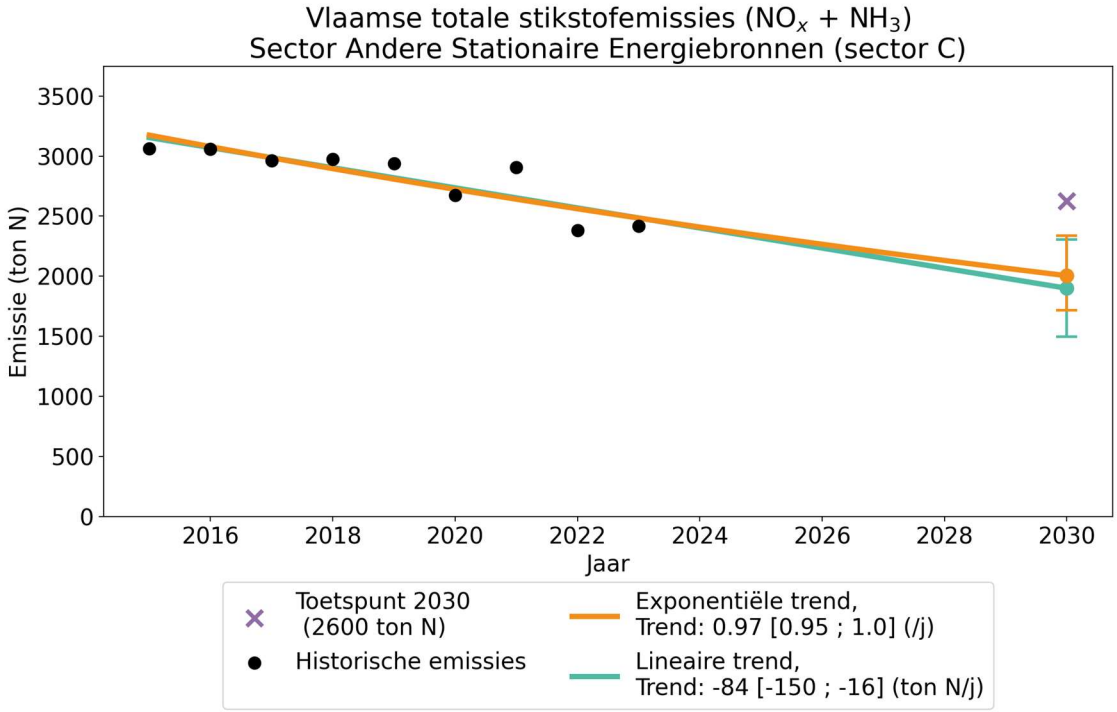
[13] Het Stikstofdecreet is op 23 februari 2024 in werking getreden.

3.3.1.4 Overige sectoren

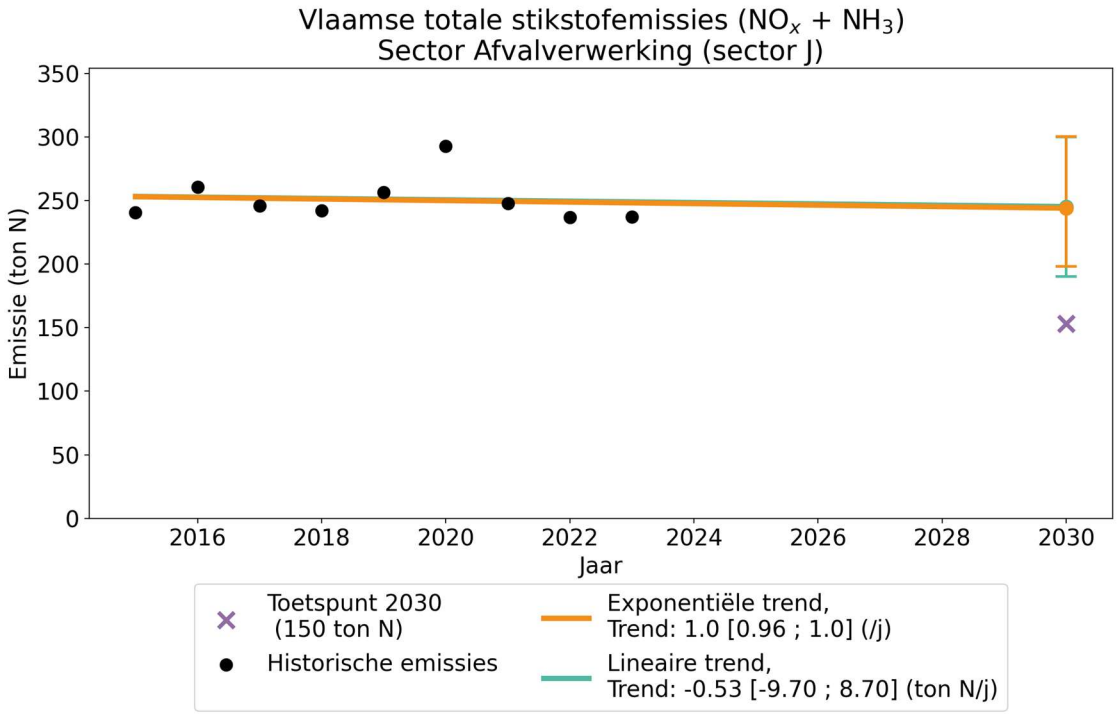
In deze sectie bekijken we de twee overige sectoren: andere stationaire energiebronnen (GNFR sector C, Figuur 15) en afvalverwerking (GNFR sector J, Figuur 16).

De sector met andere stationaire bronnen bevat voornamelijk de emissies van huishoudens en serres. Deze sector vertoont een significant dalende trend met een jaarlijkse lineaire daling van 84 [16; 150] ton N per jaar, of een exponentiële daling van 3,0 [0,5 ; 5,5] percent per jaar. Indien de huidige trends worden doorgezet tot in 2030, bereiken we prognoses waarvan het volledige betrouwbaarheidsinterval lager ligt dan de emissies opgenomen in het toetspunt.

Sector afvalverwerking is een kleine sector met een beperkte bijdrage tot de totale emissies. De emissies van deze sector verschillen sterk van jaar tot jaar. Als gevolg hiervan is er geen significante trend vast te stellen, en is er dus ook een grote onzekerheid op de prognose voor 2030.



Figuur 15: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Andere Stationaire Energiebronnen (sector C) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.



Figuur 16: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Afvalverwerking (sector J) in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

3.3.2 Details voor landbouwsectoren

In deze sectie bekijken we de landbouwemissies uit de sectoren K (stallen) en L (andere landbouw) meer in detail. De eerste sectie behandelt de stalemissies, de volgende sectie de andere landbouwemissies.

3.3.2.1 Stalemissies (sector K)

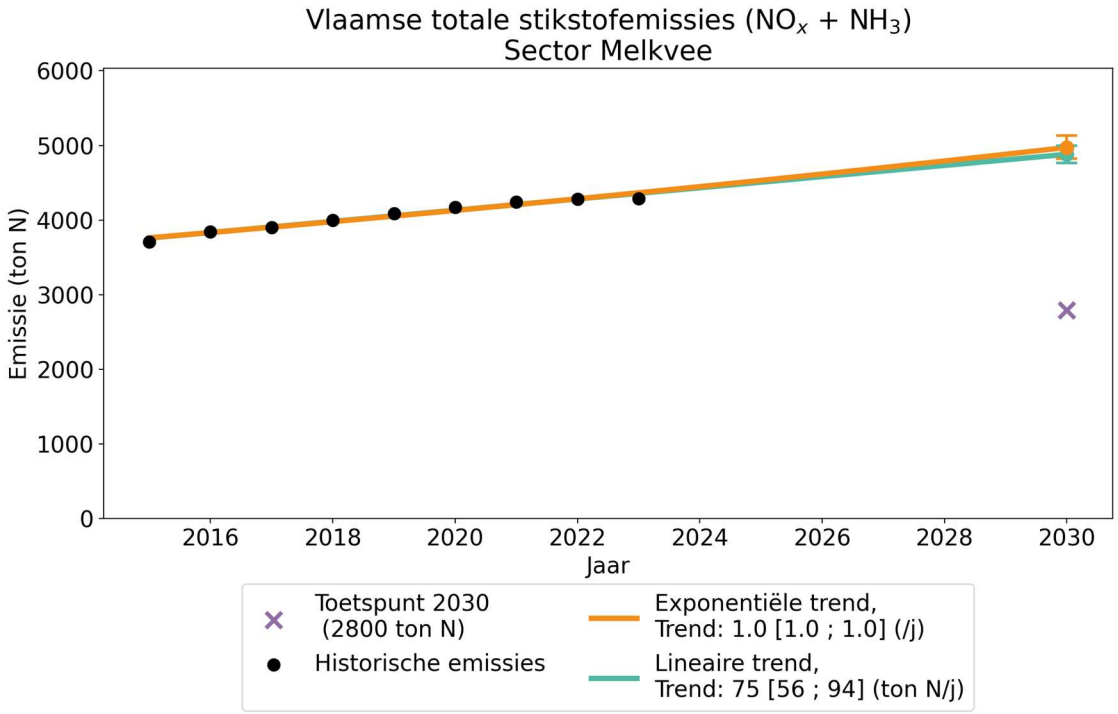
In deze sectie delen we de stalemissies verder in op basis van de diercategorie van de stallen. Bemerk dat deze sector ook de emissies van de externe opslag van mest op de landbouwbedrijven bevat. Dit gaat echter om een beperkte bijdrage. We bekijken deze emissies van externe mestopslag dus niet apart, maar nemen ze op in de stalemissies op basis van de diercategorie die in EMAV gelinkt is aan de emissies in kwestie.

We visualiseren de trends voor runderstallen, opgedeeld in melkvee (Figuur 17), mestkalveren (Figuur 18) en vleesvee (Figuur 19), pluimveestallen (Figuur 20), varkensstallen (Figuur 21) en stallen voor andere dieren (Figuur 22). Onder deze laatste categorie vallen onder meer paarden, schapen en geiten. Behalve voor de sector “andere dieren” zijn voor deze deelsectoren expliciet emissiedoelstellingen opgenomen in het stikstofdecreet die ook zijn overgenomen in het toetspunt voor 2030.

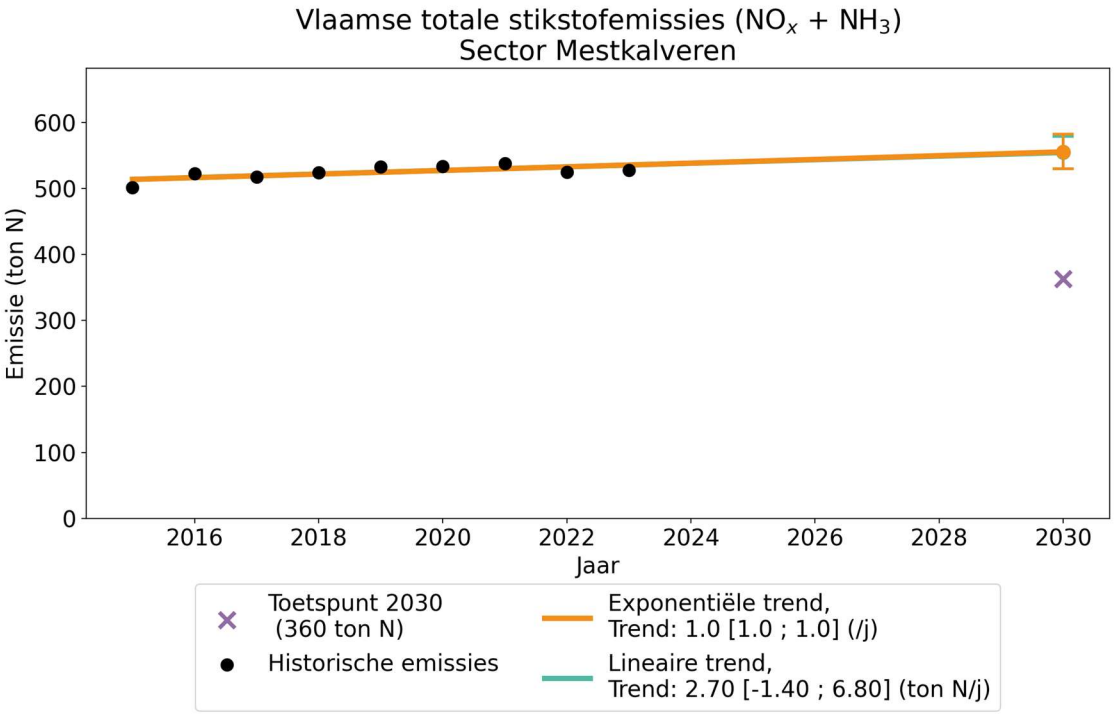
De trend van de emissies van runderstallen verschilt sterk naarmate de onderliggende categorie. Voor melkvee en mestkalveren wordt een significant stijgende trend geobserveerd, terwijl voor vleesvee een significant, sterk dalende trend wordt geobserveerd. Voor melkvee observeren we een jaarlijkse toename van de emissies met 75 [56; 94] ton N per jaar (lineaire trend) of met 1,9 [1,3; 2,4] percent per jaar (exponentiële trend). Aangezien de emissies van alle historische jaren reeds boven de emissies uit het toetspunt liggen en er een stijgende trend is, ligt ook de prognose voor 2030 boven de emissies uit het toetspunt, welke voor deze sector gelijk zijn aan de doelstelling uit het stikstofdecreet. Als de huidige trend wordt verdergezet, bereiken we in 2030 emissies die ongeveer 75% hoger liggen dan de waarde opgenomen in het stikstofdecreet.

De stijgende trend voor mestkalveren is niet significant en kleiner dan deze voor melkvee. Voor deze diercategorie veranderen de emissies met 2,7 [-1,4 ; 6,8] ton N per jaar (lineaire trend) of met 0,5 [-0,3; 1,3] percent per jaar (exponentiële trend). Ook voor deze diercategorie zijn de historische emissies van alle jaren hoger dan de emissies opgenomen in het toetspunt en is er geen significant dalende trend, waardoor, bij verderzetting van de huidige trend, de emissies in 2030 hoger zullen liggen dan de emissies uit het toetspunt. Concreet leidt het huidige pad tot emissies die wat meer dan 50% hoger liggen dan deze uit het toetspunt.

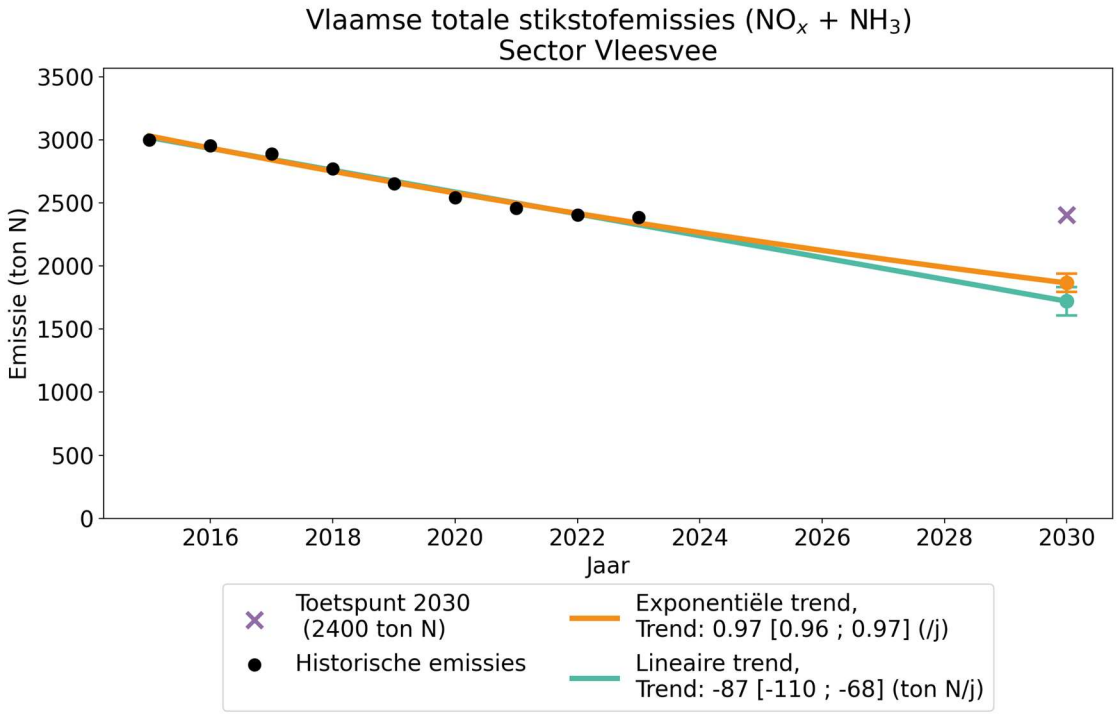
De situatie is totaal verschillend voor vleesvee. Voor deze sector zien we een significant dalende trend van 87 [70; 110] ton N per jaar (lineaire trend) of 3,2 [2,5; 3,8] percent per jaar (exponentiële trend). Bij verderzetting van deze sterk dalende trend, wordt in 2030 een waarde bereikt die ruwweg 23-30% lager dan het toetspunt ligt, afhankelijk of voor de lineaire of voor de exponentiële trend gekozen wordt. Voor deze diercategorie wordt de doelstelling uit het stikstofdecreet dus gehaald als de huidige trends zich verderzetten.



Figuur 17: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Melkvee in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

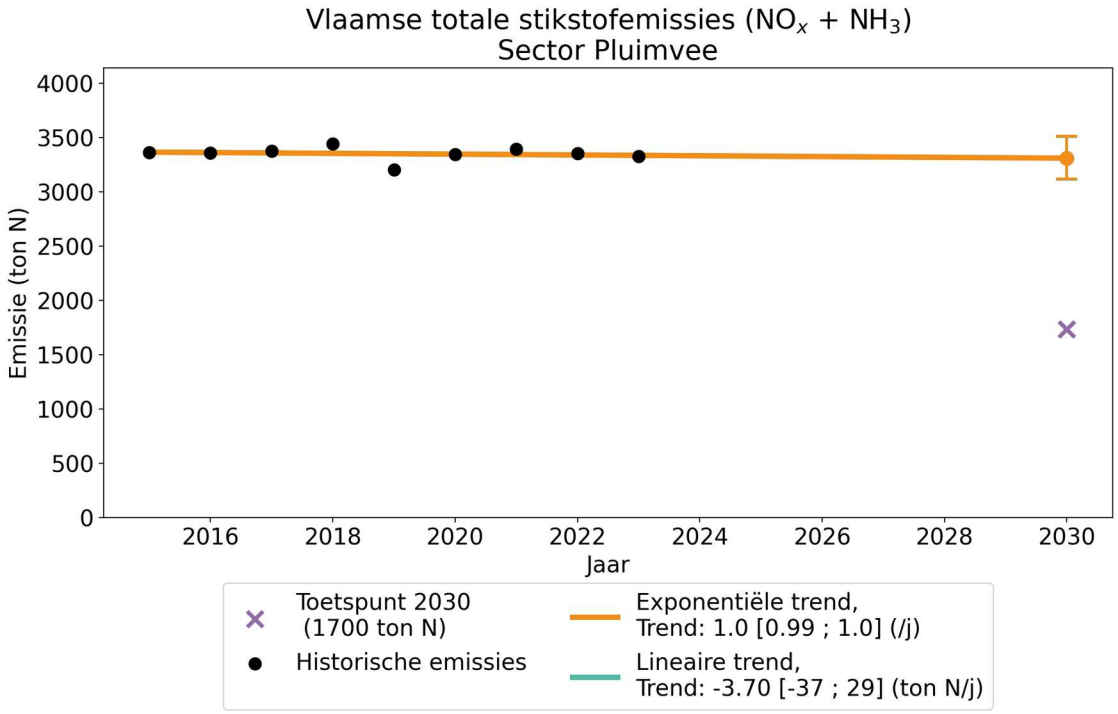


Figuur 18: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Mestkalveren in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.



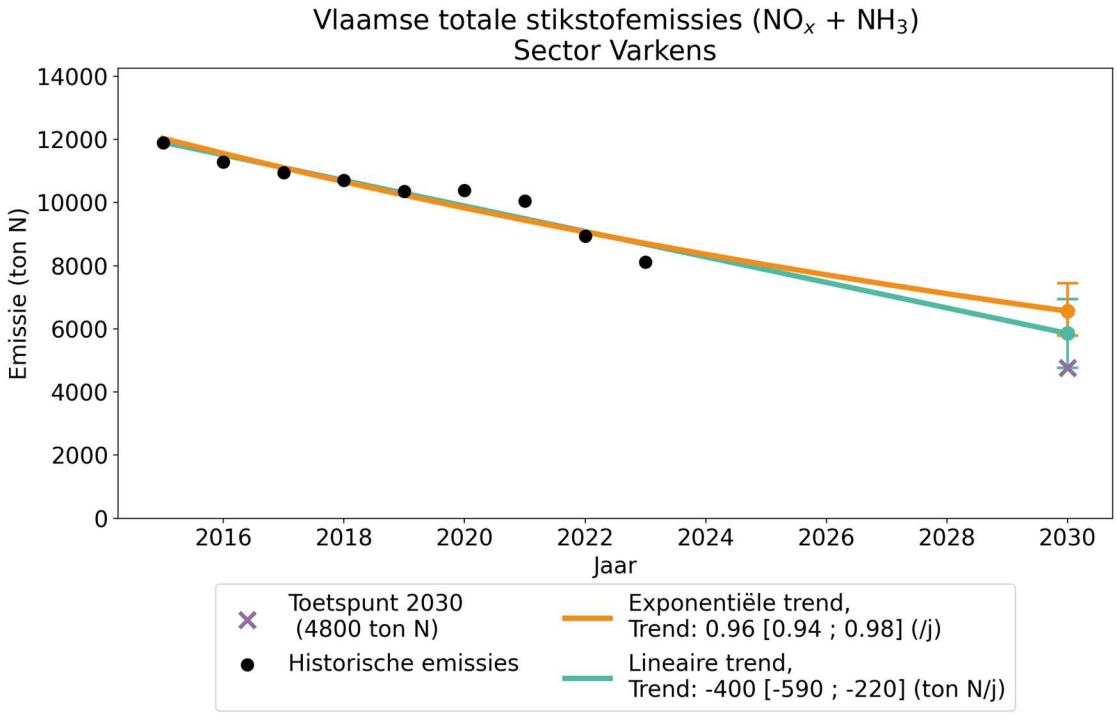
Figuur 19: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Vleesvee in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

Voor de emissies van pluimveestallen is er geen significante trend vast te stellen. Er lijkt zich een kleine dalende trend voor te doen, maar aangezien de bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval van de lineaire trend boven nul ligt, is deze trend niet significant. Aangezien het stikstofdecreet uitgaat van een sterke daling van de emissies tegen 2030, en er geen significante trend plaatsvindt, wordt ook de doelstelling van het stikstofdecreet niet bereikt als de huidige trend wordt aangehouden. Concreet ligt de prognose voor 2030 op basis van de huidige trend bijna dubbel zo hoog als de emissies van het toetspunt 2030.



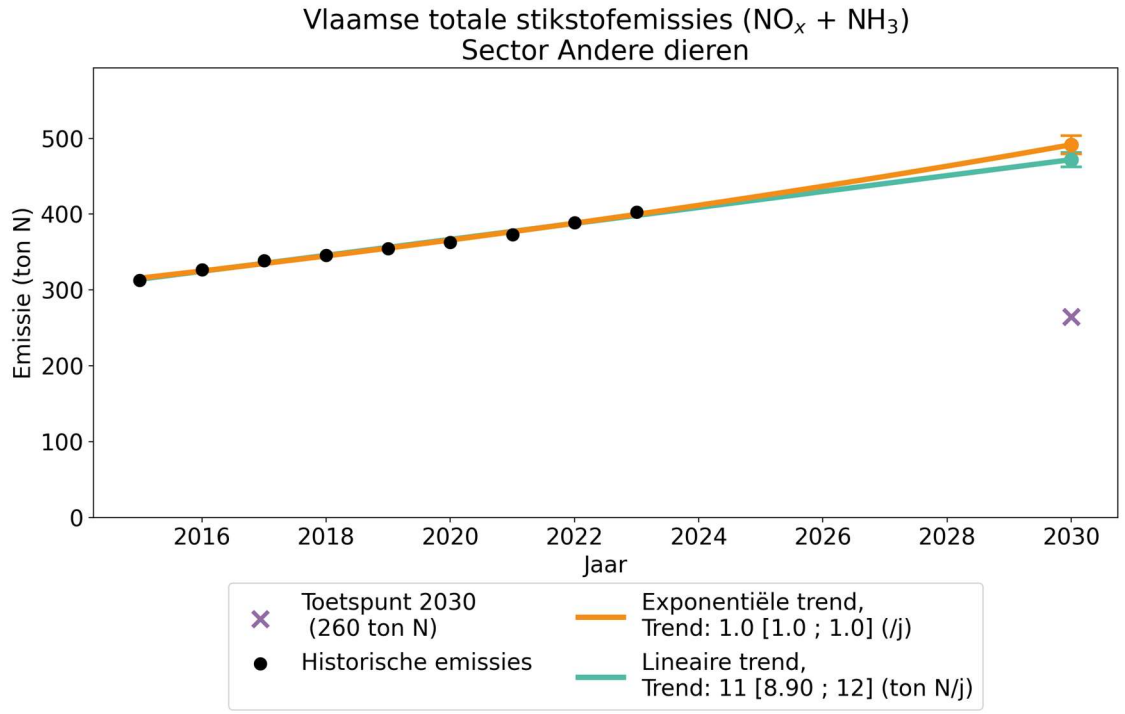
Figuur 20: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Pluimvee in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030. Aangezien de onzekerheidsintervallen en trendlijn van de lineaire en de exponentiële regressie sterk op elkaar lijken, is enkel de data voor de lineaire trendlijn duidelijk zichtbaar.

De emissies van de varkensstallen volgen een significant dalende trend van 400 [220; 590] ton N per jaar (lineaire trend) of 4,0 [2,1; 6,0] percent per jaar. Bemerk dat deze trends wel beïnvloed zijn door het gevarieerde verloop van de emissies in de laatste historische jaren. De emissies volgden immers een duidelijk dalende trend in de periode 2015 – 2019, plafonneerden dan even voor de periode 2019 – 2021, en namen dan een sterke duik in 2022 en 2023. Het emissieverloop van de toekomstige jaren zal dus moeten uitwijzen hoe deze emissies verder verlopen. Indien de huidige trend van de periode 2015 – 2023 aangehouden wordt, ligt de prognose in 2030 hoger dan de inschatting uit het toetspunt 2030, en dit zowel voor de lineaire als de exponentiële trend. Het verschil tussen de prognose en het toetspunt, wat gelijk is aan de waarde opgenomen in het stikstofdecreet, is echter niet zo groot als voor pluimvee, mestkalveren en melkvee.



Figuur 21: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Varkens in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

De emissies van de stallen van andere dieren dragen slechts beperkt bij tot de totale emissies van de sector K (ook al zijn de emissies bijvoorbeeld wel groter dan die van andere sectoren, zoals sector E solventen). In deze categorie nemen we onder andere de emissies op van de stallen met paarden, schapen, geiten, nertsen en konijnen. Deze emissies vertonen een significante, stijgende trend van 11 [9; 12] ton N per jaar (lineaire trend) of 3,0 [2,6; 3,4] percent per jaar (exponentiële trend). Bij verderzetting van de huidige trend wordt het toetspunt voor 2030 overschreden. Bemerk dat voor deze diercategorie dit toetspunt, in tegenstelling tot voor de andere diercategorieën, niet expliciet is opgenomen in het stikstofdecreet als emissietaakstelling.

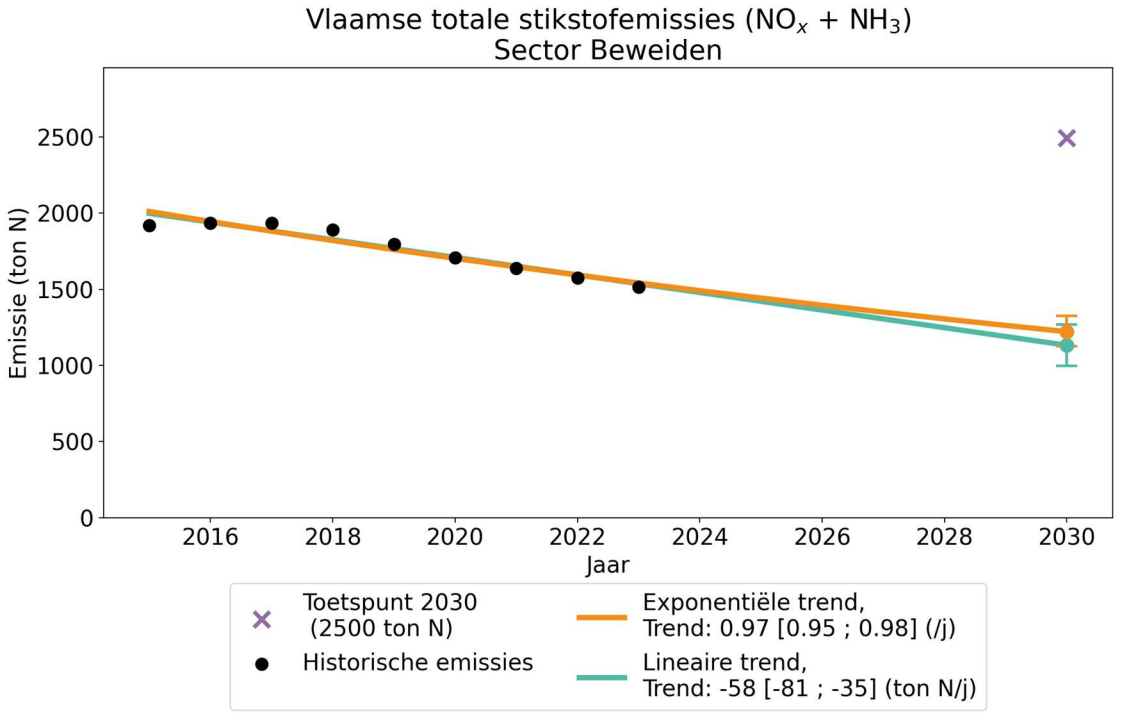


Figuur 22: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Andere dieren in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

3.3.2.2 Andere landbouwbronnen (sector L)

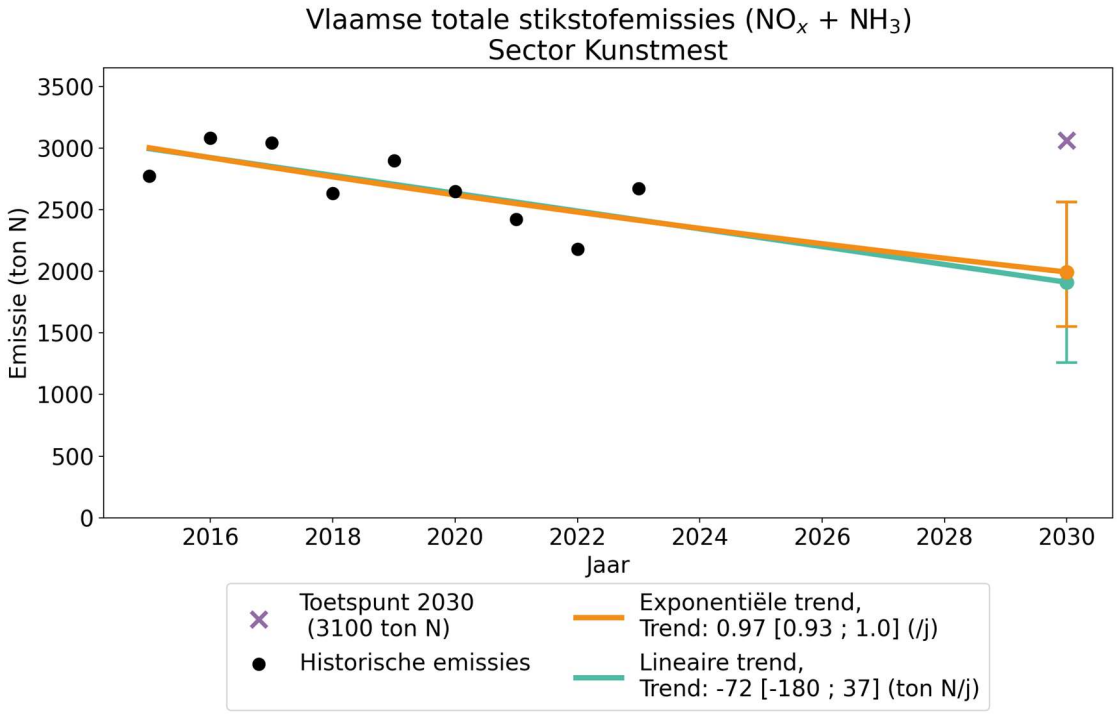
In deze sectie bespreken we de emissies voor de indeling van de sector andere landbouwbronnen (sector L) in deelsectoren. We beschouwen emissies van beweiden (Figuur 23), kunstmest (Figuur 24), mestverwerkers (Figuur 25) en het uitrijden van dierlijke mest (Figuur 26).

De deelsector beweiden bevat de emissies gelinkt aan het grazen van vee in weides. Deze deelsector vertoont een significant dalende trend van 58 [35; 81] ton N per jaar (lineaire trend) of 3,3 [2,0; 4,6] percent per jaar (exponentiële trend). De emissies van deze deelsector zijn in de recente historische jaren reeds lager dan de emissies opgenomen in het toetspunt 2030. Als de dalende trend zich verderzet, wordt in 2030 dus ook een emissie bereikt die lager ligt dan de emissies van het toetspunt.



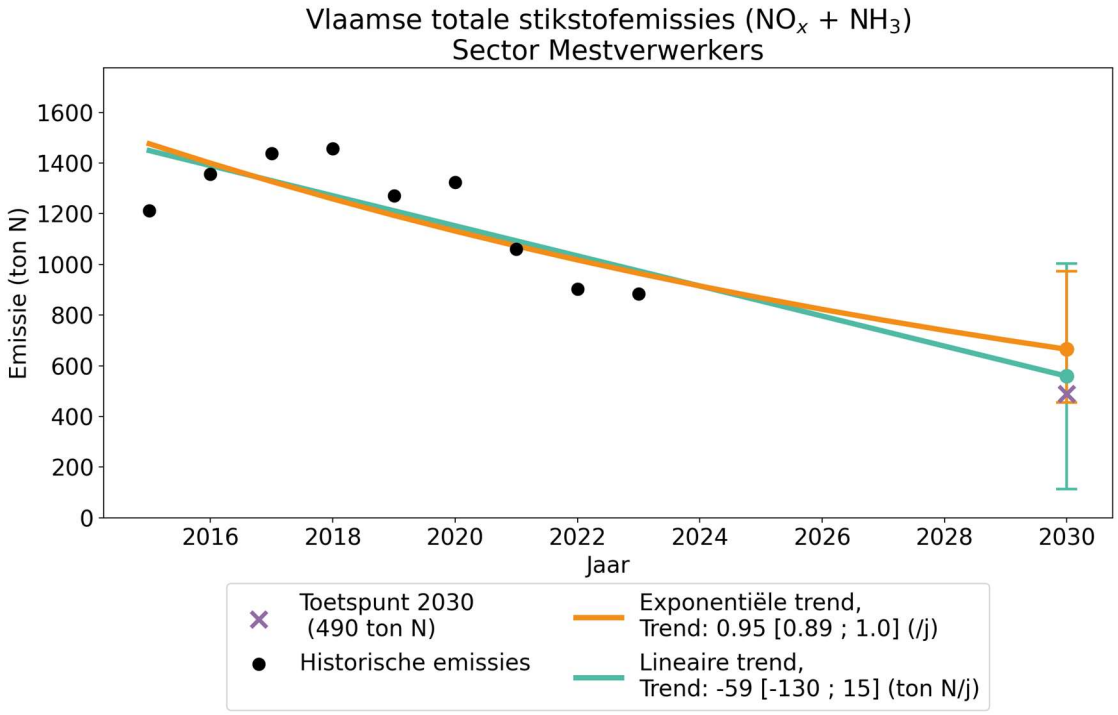
Figuur 23: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Beweiden in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

Voor de deelsector kunstmest wordt geen significante trend geobserveerd, van -72 [-181; 37] ton N per jaar (lineaire trend) of -2,7 [-6,7; 1,5] percent per jaar (exponentiële trend). Er is bij deze deelsector wel een sterke jaarlijkse variatie in de emissies, en dus is ook de onzekerheid op de trend groter. Ondanks deze onzekerheid ligt het 95% betrouwbaarheidsinterval voor de prognose volledig onder de emissies uit het toetspunt 2030, zowel voor de lineaire als de exponentiële trend.



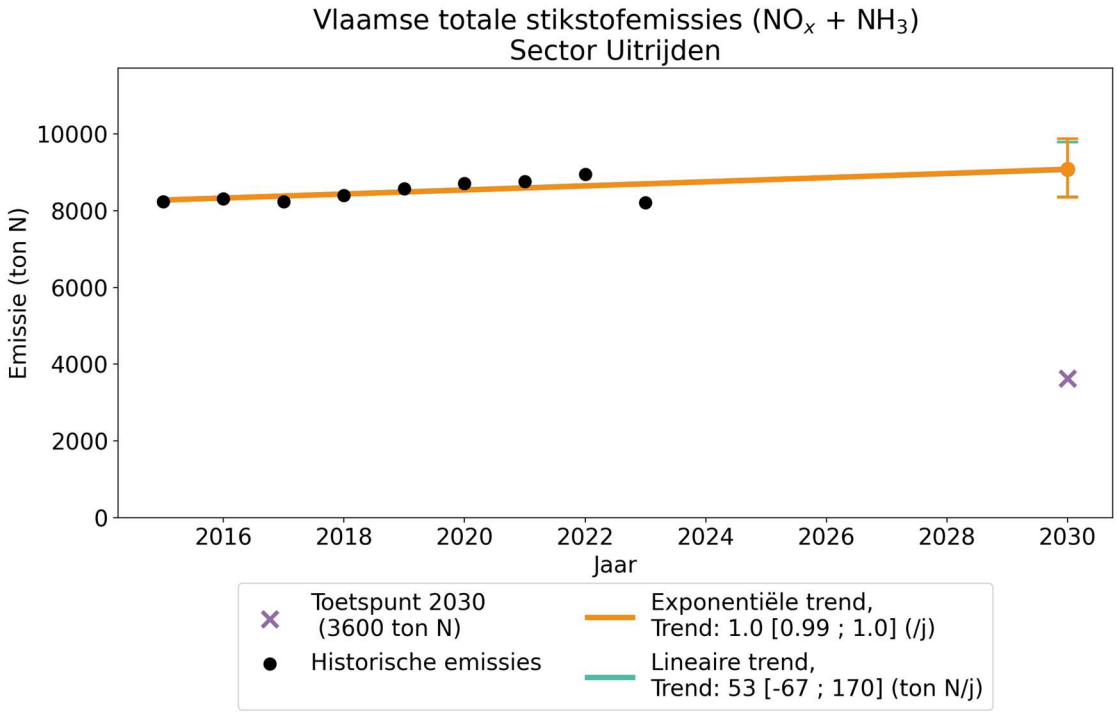
Figuur 24: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Kunstmest in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

De emissies van de deelsector mestverwerkers verschillen sterk van jaar tot jaar. Er is dan ook geen significant van nul verschillende trend met -60 [-134; 15] ton N per jaar (lineaire trend) of -5,2 [-11; 1,1] percent per jaar (exponentiële trend). Het toetspunt voor 2030 ligt binnen het 95% onzekerheidsinterval van de prognoses, maar gezien de grote onzekerheid is het moeilijk om uitspraken te doen over deze prognose.



Figuur 25: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Mestverwerkers in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

De deelsector uitrijden, welke de emissies bevat gerelateerd aan het uitrijden van dierlijke mest, is de grootste deelsector van de andere landbouwemissies. Deze sector vertoont een niet-significante trend: toename van 53 [-67; 173] ton N per jaar (lineaire trend) of 0,6 [-0,8; 2,0] percent per jaar (exponentiële trend). Het jaar 2023 wijkt duidelijk af van de voorheen stijgende trend. Aangezien de emissies van deze deelsector voor de historische jaren reeds meer dan dubbel zo groot zijn als de emissies uit het toetspunt 2030 én er geen significant dalende trend plaatsvindt, ligt de prognose voor 2030 veel hoger dan de emissies uit het toetspunt 2030.



Figuur 26: Verloop van de jaarlijkse totale stikstofemissies (NO_x + NH_3) voor de sector Uitrijden van dierlijk mest in Vlaanderen (in ton N). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse emissies voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten voor de periode 2015-2023. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de emissies volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

4 ANALYSE VAN DE DEPOSITIETRENDS

In het tweede deel van het rapport analyseren we de depositietrends. We bekijken hier zowel de trends van de depositie op Vlaamse schaal in de tijd (temporele analyse), als ook hoe deze temporele trends verschillen van locatie tot locatie (ruimtelijk-temporele analyse). De deposities die in dit rapport beschouwd worden, zijn steeds gekalibreerd, zoals beschreven in sectie 2.2.1.

Sectie 4.1 duidt de verschillen tussen beide analyses en bespreekt de methodologie die gebruikt wordt bij beide analyses. In de volgende sectie (4.2) bespreken we de resultaten van de temporele analyse, zowel voor de totale depositie als de depositie gerelateerd aan de emissies van de (deel)sectoren. Sectie 4.3 bespreekt de resultaten van de ruimtelijk-temporele analyse.

4.1 METHODOLOGIE VAN DE TRENDANALYSE

4.1.1 Temporele analyse

In de temporele analyse (sectie 4.2) beschrijven we hoe de deposities gemiddeld over Vlaamse habitats evolueren, en dit zowel voor de totale depositie als de depositie gerelateerd aan de Vlaamse emissies van de GNFR-sectoren die ook werden beschouwd in het vorige hoofdstuk 3. We kiezen ervoor om de deposities uit te middelen over de stikstofgevoelige habitats, aangezien het doel van het stikstofdecreet net is om de depositie op deze locaties te reduceren. Om de locaties van de gevoelige habitats te bepalen, maken we gebruik van de KDW-kaart opgenomen in de impactscoretool vanaf juli 2025, welke samengesteld is op basis van volgende bronnen:

- BWK-habitatkaart 2023[14]
- Natuurstreefbeelden juni 2025[15]
- Zoekzones v0.2[16]

Concreet nemen we enkel gebieden op die in één van deze kaarten beschouwd zijn, en in SBZ-H gelegen zijn, en waarbij de kritische depositiewaarde (KDW[17]) kleiner dan of gelijk is aan 34 kg N/ha/jaar. De gebieden worden vervolgens gewogen op basis van hun oppervlakte, zodat we de gemiddelde depositie op de Vlaamse habitats bekomen.

De methodologie om de trends van deze gemiddelde depositie te bepalen is zeer gelijkaardig aan deze voor de emissies in hoofdstuk 3. We bepalen opnieuw een lineaire en exponentiële trend op basis van de historische deposities, en gebruiken deze trends ook om een inschatting te maken van de deposities in 2030. Voor beide grootheden wordt opnieuw een betrouwbaarheidsinterval bepaald op basis van de formules in bijlage B. De projectie voor de deposities in 2030 wordt vergeleken met het toetspunt 2030, beschreven in sectie 2.2.2. Voor een meer gedetailleerde beschrijving betreffende de interpretatie van beide regressies verwijzen we naar de desbetreffende sectie over de emissietrends (sectie 3.1).

[14] https://www.vlaanderen.be/DataCatalogRecord/9fffedd9-5076-4310-a366-198947717725
[15] https://www.vlaanderen.be/datavindplaats/catalogus/natuurstreefbeelden versie juni 2025
[16] https://www.vlaanderen.be/DataCatalogRecord/c1c4d674-f94a-42b8-a70d-098ddb0e9ced
[17] Voor de KDWs wordt hier gebruik gemaakt van de bijgestelde KDWs uit Vanden Borre et al. 2024 (https://purews.inbo.be/ws/portalfiles/portal/112167841/INBO.A.4770..pdf).

4.1.2 Ruimtelijk temporele analyse

In de ruimtelijk-temporele analyse brengen we het ruimtelijke aspect van de depositietrends in beeld, we bekijken dus hoe de temporele trends verschillen van locatie tot locatie in Vlaanderen. Het stikstofdecreet beoogt immers niet enkel een daling van de gemiddelde depositie, maar ook een daling van de depositie op elk habitatgebied.

We bekijken in deze sectie de evolutie van de depositie op elke VLOPS-roostercel. We focussen hierbij enkel op de lineaire trend en bepalen deze over de periode 2015 – 2023 op basis van de formules in bijlage B. Voor elke 1 km bij 1 km roostercel bekomen we dus een trend, gegeven door de richtingscoëfficiënt van de lineaire trend in die roostercel. De onzekerheid van (het teken van) de trend wordt vervolgens ingeschat door een teststatistiek te berekenen op basis van de standaarddeviatie van de trendlijn. Op basis van een test steunende op de studentverdeling wordt deze teststatistiek vervolgens omgezet in een p-waarde, welke duidt hoe zeker of onzeker de trend in een bepaalde roostercel is. De methodologie wordt in detail uitgelegd in bijlage B.2. Het is finaal belangrijk te duiden dat deze p-waarde enkel een maat is voor de onzekerheid op de regressie, en geen rekening houdt met de onzekerheid van de onderliggende datasets.

4.2 TEMPORELE ANALYSE

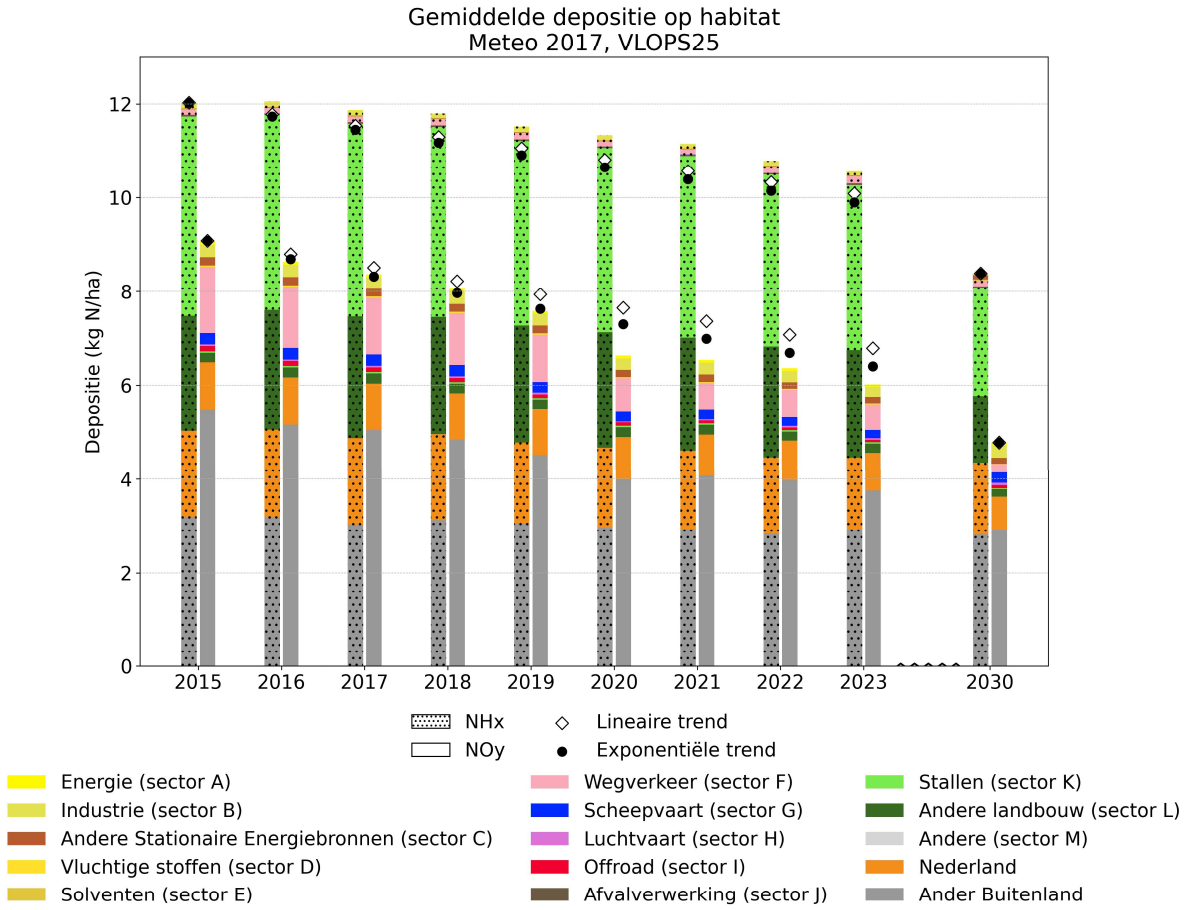
4.2.1 Depositieopbouw

Vooraleer de analyse van de veranderingen van de deposities doorheen de tijd te starten, is het interessant om te kijken naar de depositiebijdrage per GNFR-sector voor de historische jaren en het toetspunt. Figuur 27 toont deze opbouw, uitgemiddeld over stikstofgevoelige habitats in SBZ-H. De figuur toont in detail de bijdrage van alle Vlaamse sectoren en het buitenland aan de NH_x- en NO_y-depositie voor alle beschouwde historische jaren en voor het toetspunt in 2030. De buitenlandse bijdrage is hier verder nog gesplitst in Nederland en ander buitenland. Om de trends naar 2030 in te schatten, wordt op de figuur ook de beoogde ontwikkeling getoond, indien een lineaire of exponentiële trend tussen de deposities van 2015 en die van het toetspunt in 2030 wordt gevolgd. Deze analyse geeft voor elk tussenliggend jaar de verwachte deposities weer, gebaseerd op de veronderstelling van een lineaire of exponentiële trend tussen 2015 en 2030.

Het is belangrijk om op te merken dat deze berekening op niveau van stikstofgevoelige habitats binnen SBZ-H verschilt van de brontoewijzing op niveau van gans Vlaanderen, zoals die bijvoorbeeld gepubliceerd werd door de VMM[18]. Daar zijn verschillende redenen voor waarvan de eerstgenoemde veruit de belangrijkste is:

- VMM berekent het gemiddelde over gans Vlaanderen. De berekening hier is enkel voor de stikstofgevoelige habitats binnen SBZ-H.
- VMM gebruikt de meteorologie voor hetzelfde jaar als de emissies. In de analyse in dit rapport wordt gewerkt met een vaste meteorologie (2017).

[18] https://www.vmm.be/lucht/stikstof/stikstofdepositie



Figuur 27: Opbouw van de jaarlijkse deposities op stikstofgevoelige habitats binnen SBZ-H (in kg N/ha/j) voor zowel NHx- (links, gestippelde balken) als NOy-depositie (rechtse niet-gestippelde balken). De plot toont zowel de resultaten voor historische jaren als voor het toetspunt voor 2030. Deposities zijn berekend op basis van VLOPS25 en meteo 2017. De open ruitjes tonen per jaar wat de depositie zou zijn bij een lineaire evolutie tussen 2015 en het toetspunt, de gevulde bolletjes tonen per jaar wat de depositie zou zijn bij een exponentiële evolutie tussen 2015 en het toetspunt. Voor meer detail verwijzen we naar de tekst.

Uit de figuur kunnen we volgende belangrijke conclusies afleiden:

- De NH_x-bijdrage aan de stikstofdepositie is hoger dan de NO_y-bijdrage.
- Binnen zowel de NH_x-bijdrage als de NO_y-bijdrage is het buitenland belangrijk. Voor NO_y loopt deze op tot meer dan 75%.
- Voor de Vlaamse bronnen zijn vooral de landbouwbronnen relevant voor de NH_x-bijdrage, en transportsectoren voor de NO_y-bijdrage. Voor de Vlaamse bijdrage tot de totale depositie (NH_x + NO_y) zijn vooral de NH_x-landbouwbronnen bepalend.
- Er is, gemiddeld over de stikstofgevoelige gebieden binnen SBZ-H, een daling te zien van zowel de NH_x- als de NO_y-bijdrage. De daling van NH_x is duidelijk minder uitgesproken dan die van NO_y.
- Voor de recente jaren (2020-2023) ligt de NO_y-bijdrage onder deze van de lineaire en exponentiële trendlijnen 2015 – toetspunt 2030. Bij een aangehouden trend, liggen de deposities in 2030 dus lager dan de deposities voorzien in het toetspunt 2030.

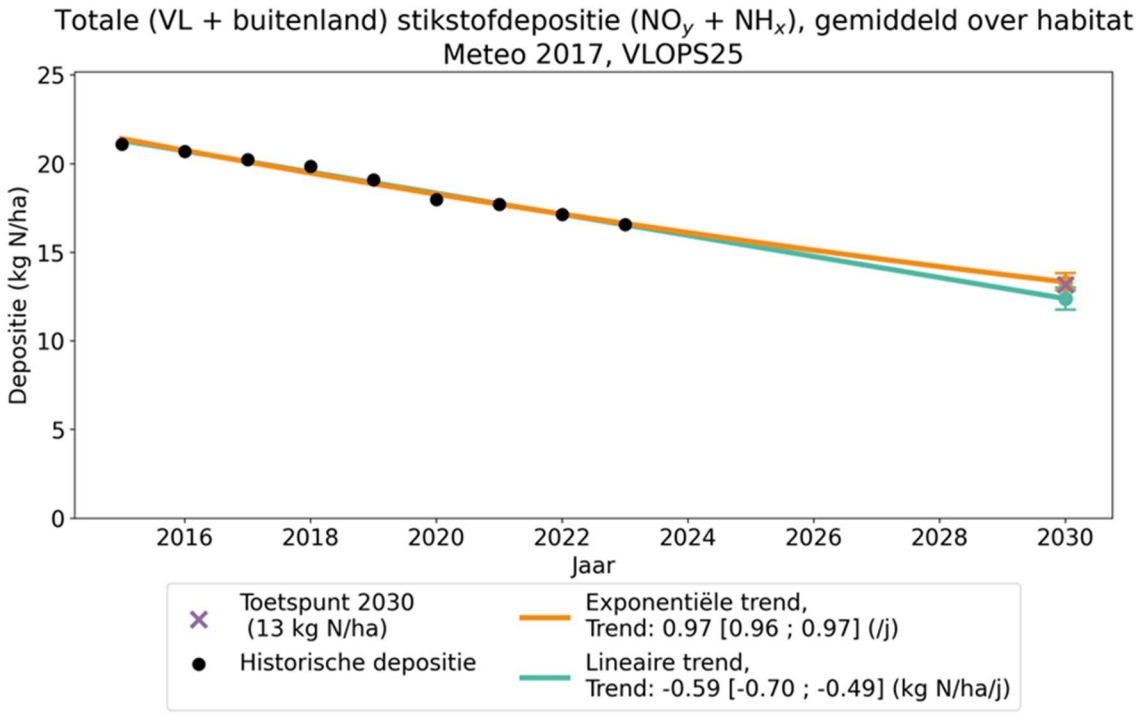
- Voor alle relevante jaren (2016 – 2023) ligt de NH_x-bijdrage boven deze van de lineaire en exponentiële trendlijnen 2015 – toetspunt 2030. Bij een aangehouden trend, liggen de deposities in 2030 dus hoger dan de deposities voorzien in het toetspunt 2030.

4.2.2 Trends van de totale depositie

Bij het onderzoeken van de evoluties van de depositie op Vlaamse habitats, focussen we eerst op de totale stikstofdepositie. Met de totale depositie verwijzen we hierbij naar de deposities gerelateerd aan alle bronnen, zowel in Vlaanderen als het buitenland[19]. Onder de stikstofdepositie verstaan we de som van de NH_x- en de NO_y-bijdrage aan de depositie. We herhalen nog even dat we hier steeds gebruik maken van gekalibreerde data (zie sectie 2.2.1), en dat de resultaten uitgemiddeld zijn over de Vlaamse stikstofgevoelige habitats binnen SBZ-H (zie sectie 4.1.1).

Figuur 28 toont de evolutie van de totale gemiddelde stikstofdeposities op Vlaamse habitats. De jaarlijkse depositie vertoont een significant dalende trend, van 0,6 [0,5; 0,7] kgN/ha/j (lineaire trend) of 3,1 [2,5 ; 3,7] percent per jaar (exponentiële trend). Als deze trends ongewijzigd blijven de komende jaren, komen we in 2030 uit op een gemiddelde depositie van 12,4 [11,8 ; 13,0] kgN/ha/j (lineaire trend) of 13,3 [12,9 ; 13,8] kgN/ha/j (exponentiële trend). De inschatting van het toetspunt 2030 ligt op 13 kgN/ha/j. Het toetspunt 2030 is dus zowel bij een verderzetting van de lineaire trend als de exponentiële uit de periode 2015 – 2023 bereikbaar.

[19] Met buitenlandse deposities bedoelen we in het huidige rapport alle deposities die gerelateerd zijn aan emissies die buiten Vlaanderen gebeuren. Dit is dus inclusief de emissies van Brussel en Wallonië en deze van vaarroutes in internationale wateren.

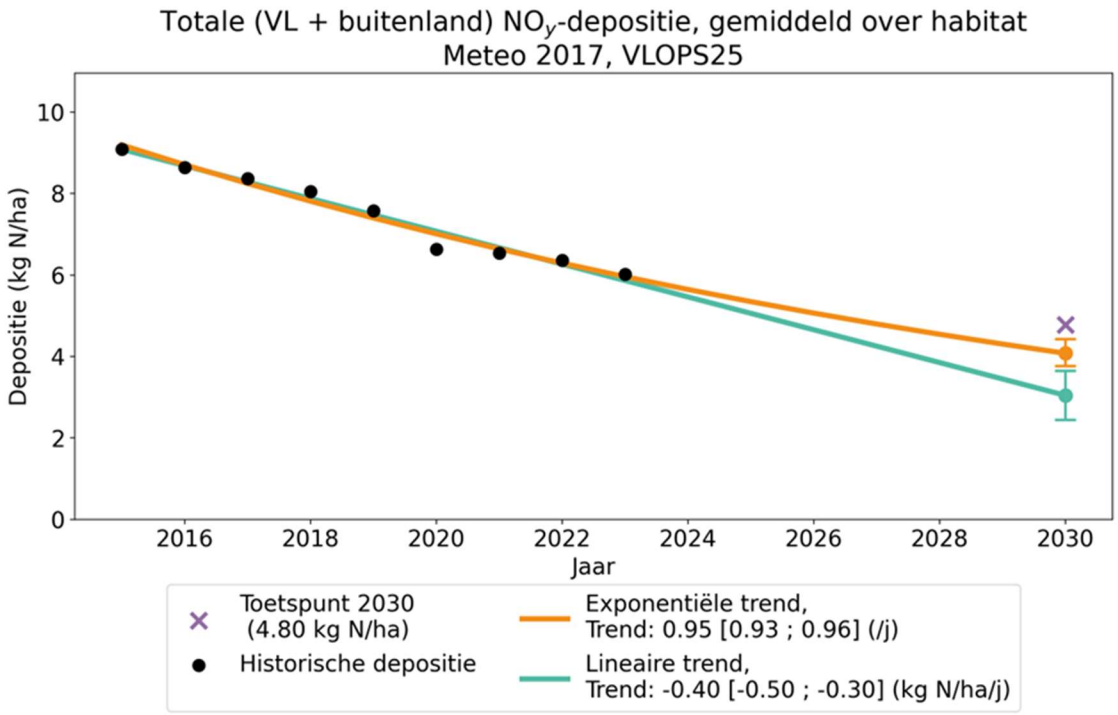


Figuur 28: Verloop van de totale (VL + buitenland) jaarlijkse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen (in kgN/ha/j). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de deposities volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

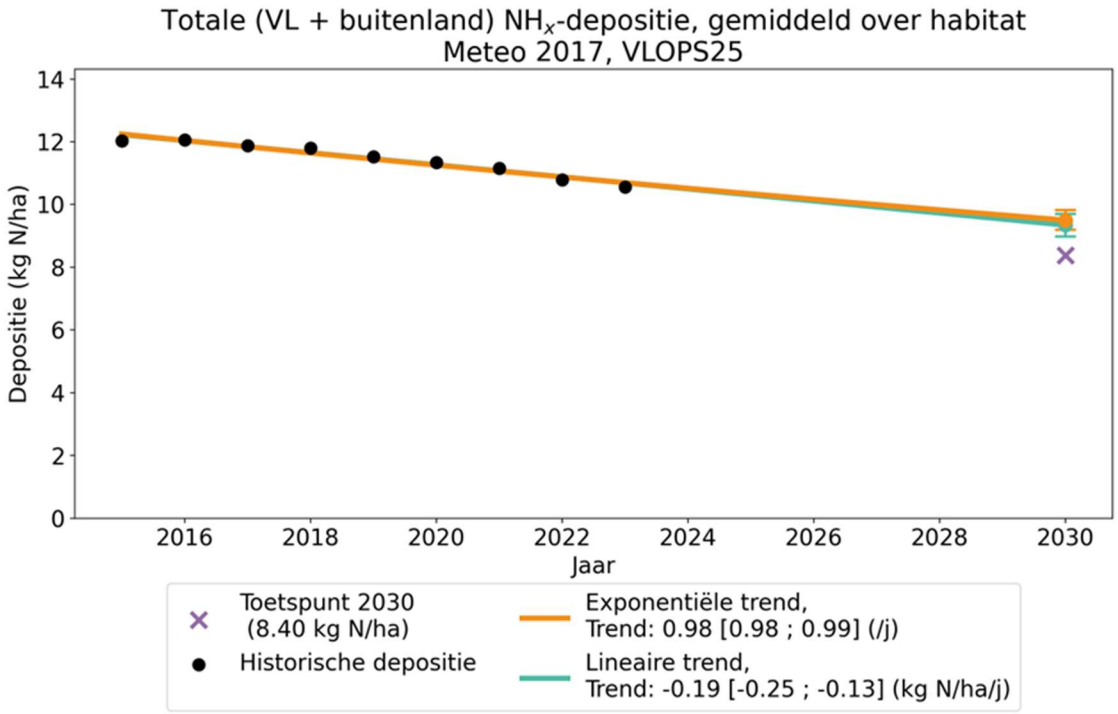
Om meer inzicht te krijgen in deposities splitsen we de deposities op in bijdrages van NO_y (Figuur 29) en NH_x (Figuur 30). Daarbij valt een duidelijk verschil tussen de evolutie voor beide polluenten op. Enerzijds geeft de trend voor ammoniak en ammoniumverbindingen een significante, doch beperkte daling van 0,19 [0,13; 0,25] kgN/ha/j per jaar (lineaire trend) of 1,7 [1,1; 2,2] percent per jaar (exponentiële trend). Anderzijds wordt voor stikstofdioxide en geoxideerde stikstofverbindingen een significante en sterke daling van 0,4 [0,3; 0,5] kgN/ha/j per jaar (lineaire trend) of 5,3 [4,0 ; 6,6] percent per jaar (exponentiële trend) gevonden.

Het verschil tussen beide polluenten wordt ook duidelijk bij de vergelijking met het toetspunt voor 2030. Voor de NH_x-bijdrage bereiken we bij een verderzetting van de huidige lineaire of exponentiële trend in 2030 een prognose waarvan het betrouwbaarheidsinterval hoger is dan de waarde voor het toetspunt 2030. Voor ammoniak lijken dus nog extra inspanningen nodig te zijn om het toetspunt te behalen. Voor de NO_y-bijdrage observeren we het omgekeerde gedrag: bij een verderzetting van de huidige (lineaire of exponentiële) trend, ligt de waarde in 2030 onder deze van het toetspunt. Er is hier wel meer onzekerheid op de prognose voor 2030, aangezien de betrouwbaarheidsintervallen voor de prognoses van de trend groter zijn, en de prognose voor de lineaire en exponentiële trend volledig buiten elkaars betrouwbaarheidsinterval vallen. De onderliggende oorzaak hiervoor is de grotere onzekerheid op de emissietrends voor NO_x, welke voornamelijk gerelateerd is aan de onzekere evolutie van de transportemissies, zoals reeds beschreven werd in hoofdstuk 3.

Samengevat tonen deze resultaten aan dat de trend voor de totale gemiddelde deposities dus het gevolg is van een beperkte daling van de NH_x-deposities, welke gecompenseerd wordt door een sterke daling van de NO_y-deposities, waarbij het echter onzeker is of de daling van deze laatste bijdrage even groot kan blijven in de toekomst. We herhalen hier dat we in deze sectie wel enkel de depositie uitgemiddeld over de habitats binnen SBZ-H bekijken. In een volgende sectie (4.3.1) onderzoeken we of deze conclusies ongewijzigd blijven als we de oefening herhalen voor elke VLOPS roostercel apart.



Figuur 29: Verloop van de totale (VL + buitenland) jaarlijkse NO_y-deposities gemiddeld over habitats in Vlaanderen (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de deposities volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

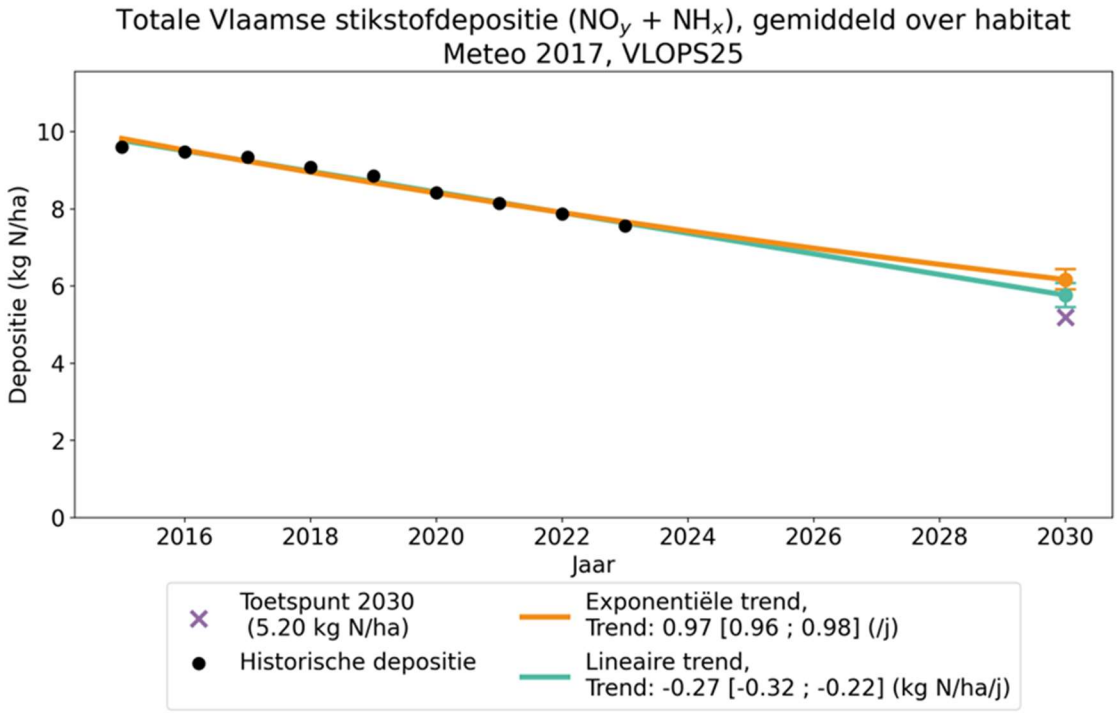


Figuur 30: Verloop van de totale (VL + buitenland) jaarlijkse NH_x-deposities gemiddeld over habitats in Vlaanderen (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de deposities volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

4.2.3 Trends van de Vlaamse totale depositie

In de vorige sectie bekeken we de totale stikstofdepositie, welke zowel afkomstig is van Vlaamse als buitenlandse bronnen. In deze sectie tonen we dezelfde figuren, maar dan enkel voor de deposities afkomstig van emissies in Vlaanderen. We bekijken opnieuw de stikstofdepositie (NO_y en NH_x tezamen) en beide bijdrages apart.

Figuur 31 toont de evolutie van de Vlaamse stikstofdeposities op Vlaamse habitats. De jaarlijkse depositie vertoont een significant dalende trend van 0,27 [0,22; 0 ,32] kgN/ha/j (lineaire trend) of 3,0 [2,4 ; 3,7] percent per jaar (exponentiële trend). Als deze trends ongewijzigd blijven de komende jaren, komen we in 2030 uit op een gemiddelde depositie van 5,8 [5,5 ; 6,1] kgN/ha/j (lineaire trend) of 6,2 [5,9 ; 6,4] kgN/ha/j (exponentiële trend). De inschattingen van het toetspunt 2030 ligt op 5,2 kgN/ha/j. Het toetspunt 2030 wordt dus zowel bij een verderzetting van de lineaire trend als de exponentiële uit de periode 2015 – 2023 niet gehaald, zelfs niet als rekening gehouden wordt met het betrouwbaarheidsinterval. Er zijn dus extra inspanningen nodig bovenop de historische trend om de depositiewaarde overeenkomende met het toetspunt 2030 te halen. We dienen hierbij op te merken dat de historische deposities de periode voor de inwerkingtreding van het stikstofdecreet bevatten, en dat de decretale maatregelen nog niet doorwerken in de huidige trends.

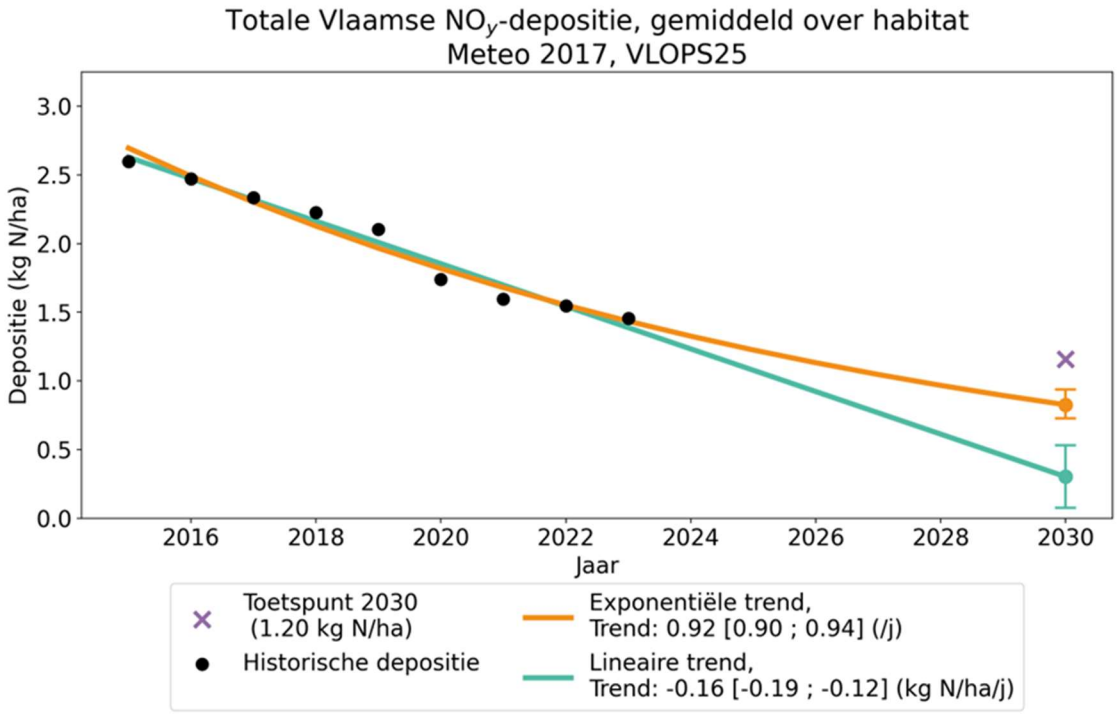


Figuur 31: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen (in kgN/ha/j). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de deposities volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

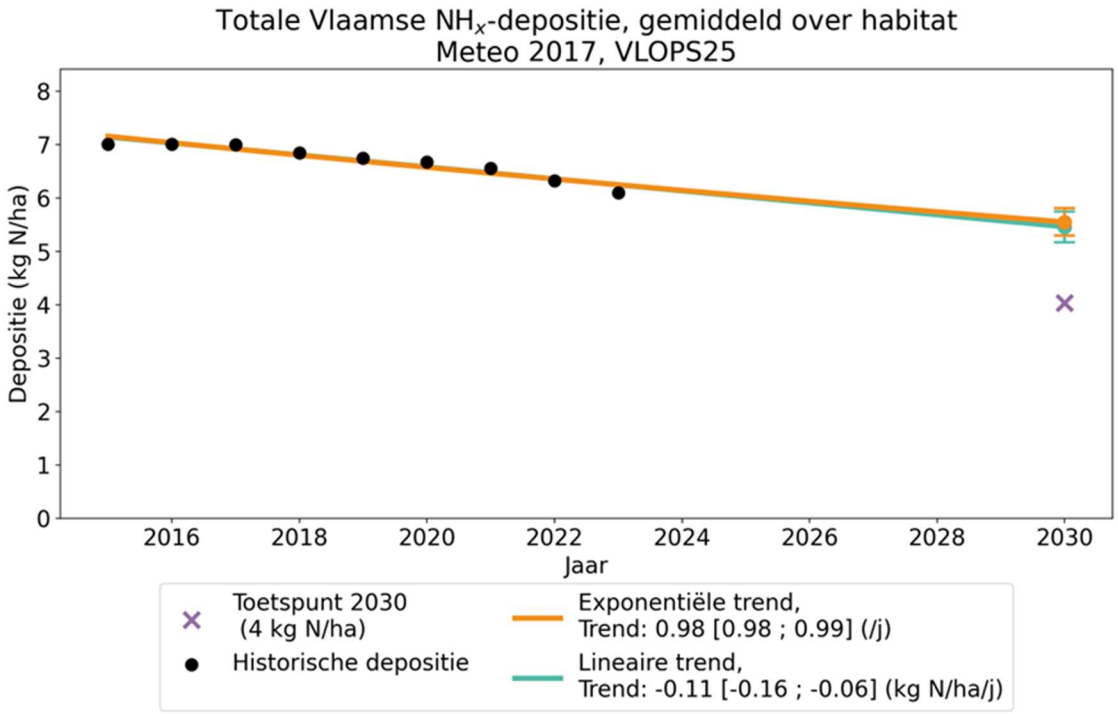
Opnieuw kunnen we de deposities splitsen in de bijdrages van NO_y (Figuur 32) en NH_x (Figuur 33). Daarbij valt een duidelijk verschil tussen de evolutie voor beide polluenten op. Enerzijds geeft de trend voor ammoniak en ammoniumverbindingen een significante, doch beperkte daling van 0,11 [0,06; 0,16] kg N/ha per jaar (lineaire trend) of 1,7 [0,9; 2,4] percent per jaar (exponentiële trend). Anderzijds wordt voor stikstofdioxide en geoxideerde stikstofverbindingen een significante en sterke daling van 0,16 [0,12; 0,19] kgN/ha/j (lineaire trend) of 7,6 [5,6 ; 9,5] percent per jaar (exponentiële trend) gevonden. Als we de exponentiële trends vergelijken met de bijdrage uit het buitenland, observeren we dat de trend van de Vlaamse bijdrage aan de NH_x-deposities ongeveer gelijk is aan die van de buitenlandse bijdrage, maar dat de Vlaamse NO_y trend groter is dan de trend voor de totale NO_y-deposities. De Vlaamse NH_x-depositiebijdrage daalt dus even snel als de buitenlandse, terwijl de Vlaamse NO_y-depositiebijdrage meer daalt dan de buitenlandse.

Het verschil tussen beide polluenten wordt opnieuw geïllustreerd bij de vergelijking met het toetspunt voor 2030. Voor de NH_x-bijdrage bereiken we bij een verderzetting van de huidige lineaire of exponentiële trend in 2030 een prognose waarvan het betrouwbaarheidsinterval hoger is dan de waarde voor het toetspunt 2030. Voor ammoniak lijken dus nog extra inspanningen nodig te zijn om het toetspunt 2030 te behalen. Voor de NO_y-bijdrage observeren we het omgekeerde gedrag: bij een verderzetting van de huidige (lineaire of exponentiële) trend, ligt de waarde in 2030 onder deze van het toetspunt 2030. Er is hier wel meer onzekerheid op de prognose voor 2030, zoals reeds werd aangehaald bij de bespreking van de totale depositie.

Samengevat tonen deze resultaten aan dat de analyse van de historische Vlaamse deposities leidt tot dezelfde conclusies als de analyse van de totale (Vlaamse en buitenlandse) deposities. Er is een dalende trend voor de totale (Vlaamse) deposities, welke het gevolg is van een beperkte daling van de NH_x-deposities en een sterke daling van de NO_y-deposities. Het is echter onzeker of de dalingen van deze laatste bijdrage even groot kunnen blijven in de toekomst.



Figuur 32: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse NO_y-deposities gemiddeld over habitats in Vlaanderen (in kgN/ha/j). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de deposities volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.



Figuur 33: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse NH_x-deposities gemiddeld over habitats in Vlaanderen (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de deposities volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

4.2.4 Trends van de depositie per sector

We splitsen de Vlaamse stikstofdeposities (NO_y + NH_x) nu verder op per sector volgens de GNFR-indeling (zie Tabel 1). We geven steeds resultaten voor de Vlaamse bijdrage aan de deposities en bekijken de depositie van NO_y en NH_x tezamen.

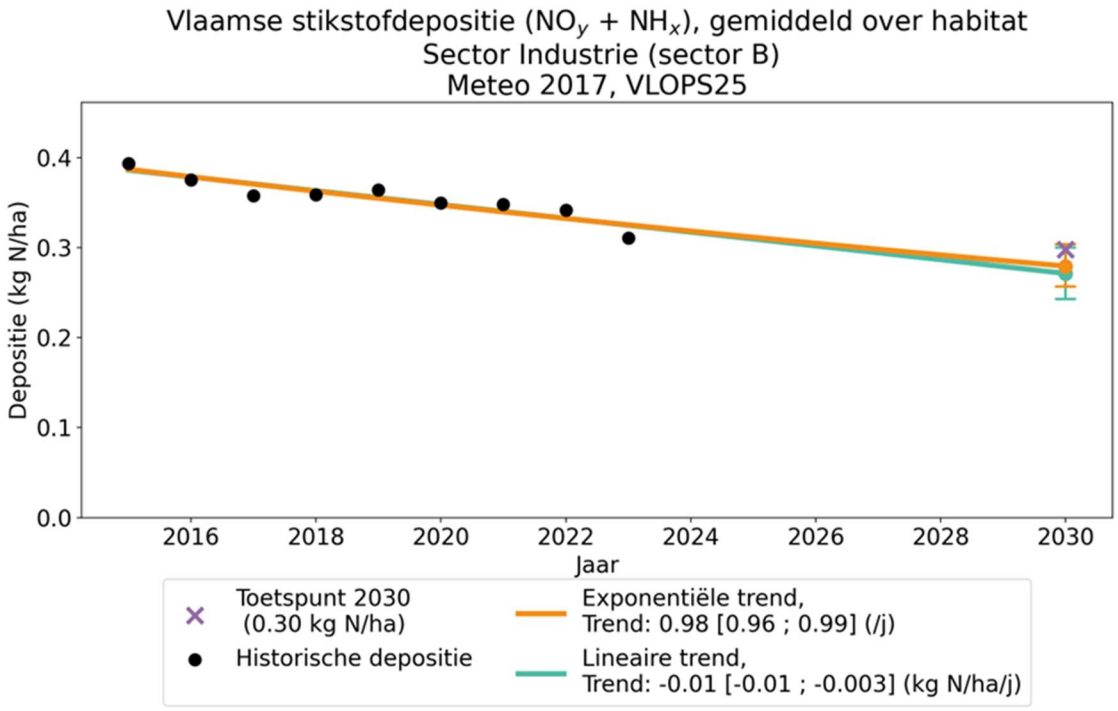
4.2.4.1 GNFR-sectoren

4.2.4.1.1 Industriële sectoren

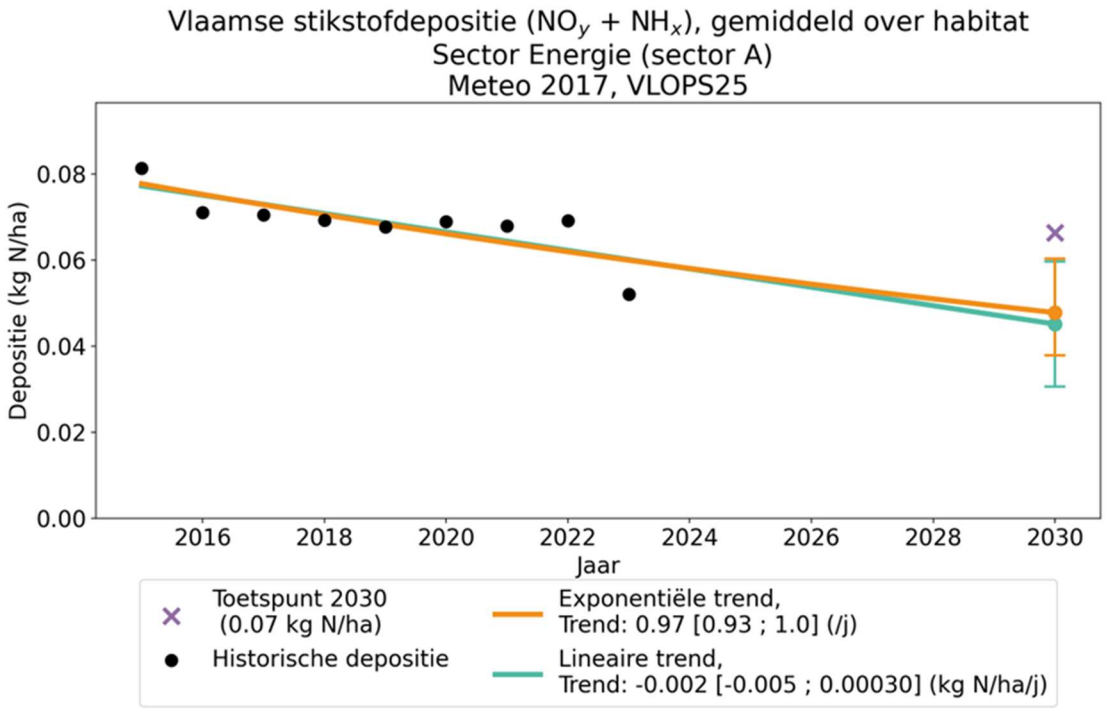
We bespreken eerst de resultaten voor de deposities van de sectoren die gelinkt zijn aan energie en industrie: de grote sector industrie (GNFR sector B, Figuur 34), en de veel kleine sectoren energie (GNFR sector A, Figuur 35), vluchtige stoffen (GNFR sector D, Figuur 36) en solventen (GNFR sector E, Figuur 37).

Voor de sector industrie vinden we een beperkte, significante daling van de deposities met 0,01 [0,003 ; 0,01] kg N/ha per jaar (lineaire trend) of 2,2 [0,8 ; 3,5] percent per jaar (exponentiële trend). Bij voortzetting van beide trends wordt een prognose bereikt waarbij het 95% betrouwbaarheidsinterval het toetspunt voor 2030 bevat. De deposities van de sectoren energie, vluchtige stoffen en solventen

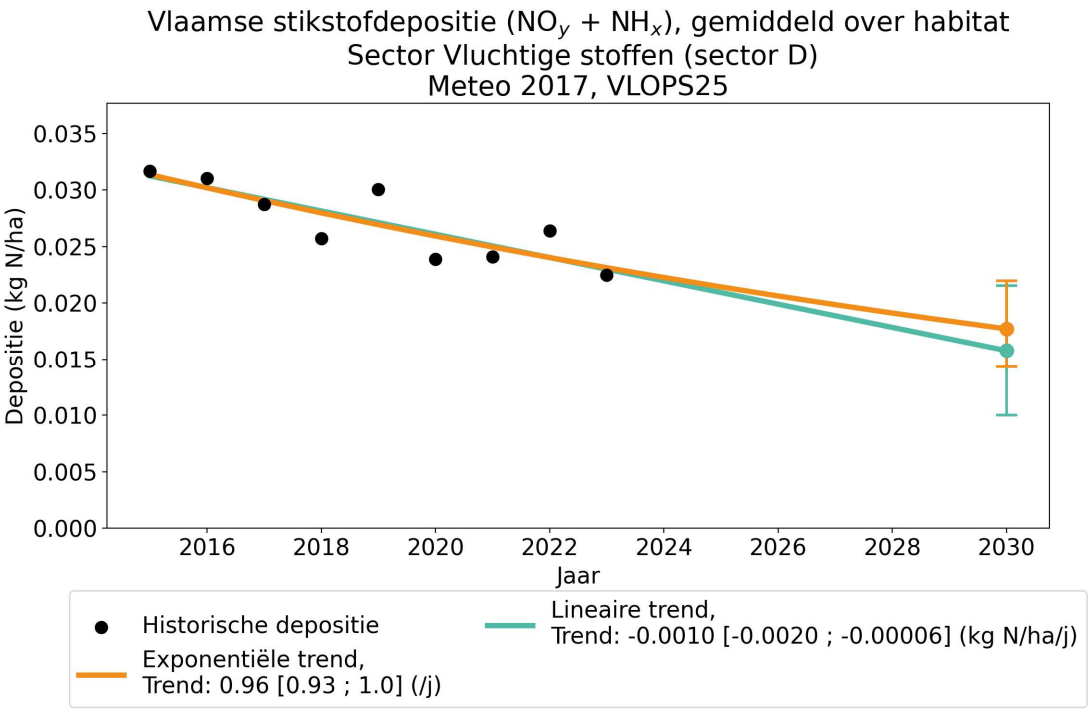
zijn minstens één grootteorde kleiner dan de deposities van de sector industrie. Zij dragen dus maar beperkt bij tot de totale industriële depositie. De trends van deze sectoren zijn gelijkend aan deze van de emissies. Voor energie wordt een significant dalende trend geobserveerd. Voor vluchtige stoffen en solventen is de jaarlijkse variatie heel groot, zodat er een grote onzekerheid is op de trend. De trend is wel significant dalend voor beide sectoren.



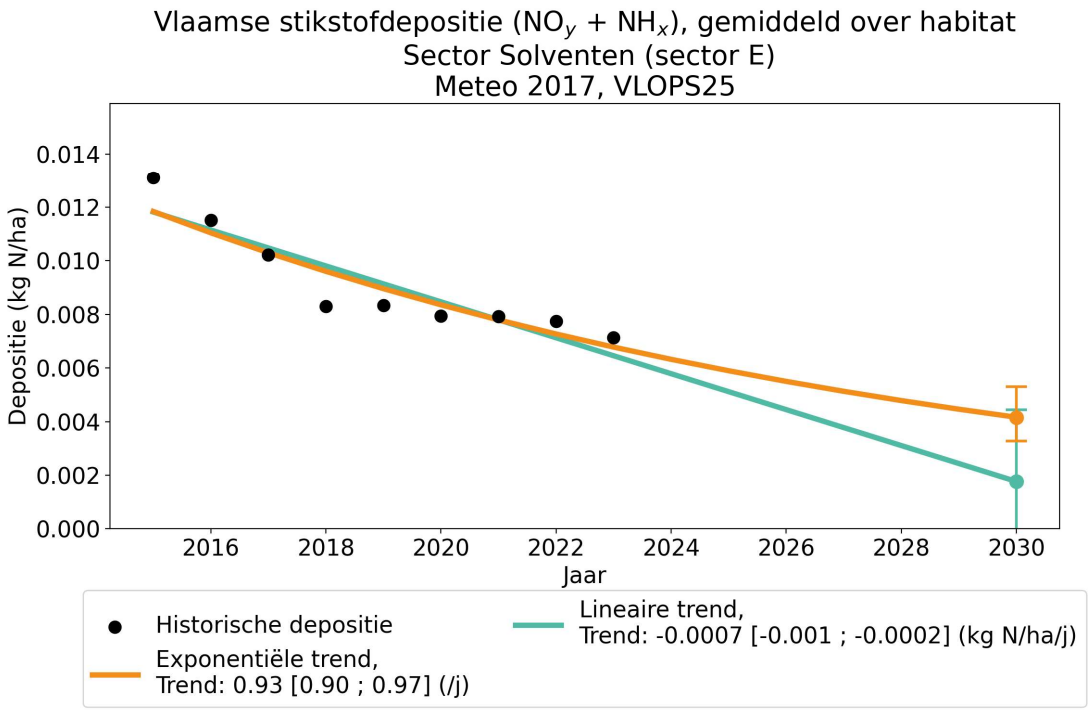
Figuur 34: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen voor de sector Industrie (sector B) (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.



Figuur 35: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen voor de sector Energie (sector A) (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.



Figuur 36: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen voor de sector Vluchtige stoffen (sector D) (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Omdat emissies voor stationaire NOx-bronnen van sector B naar sector D en E verhuizen, is de verandering van deposities binnen de sectorenvluchtige stoffen en solventen relatief groot ten opzichte van vorige rapportering. De historische reeks is opnieuw berekend maar een aanpassing van toetspunt 2030 is momenteel niet mogelijk. Om deze reden wordt er geen toetspunt getoond.

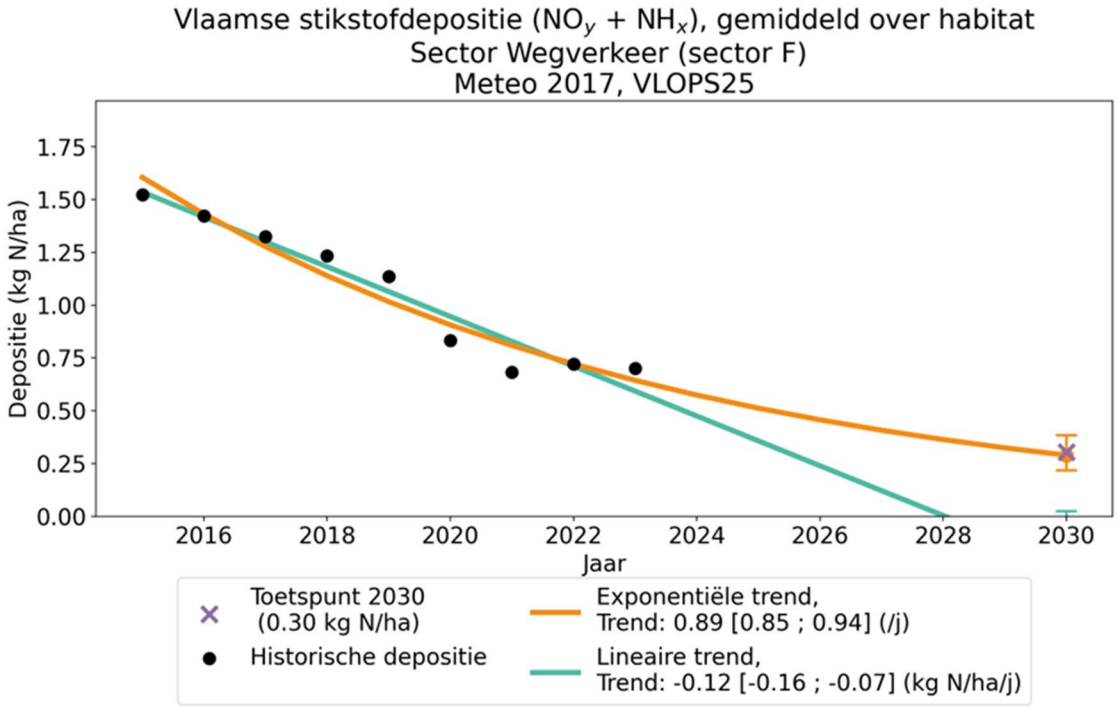


Figuur 37: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen voor de sector Solventen (sector E) (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030. Vanwege veranderingen tussen sectoren is geen toetspunt weergegeven voor deze sector. Omdat emissies voor stationaire NOx-bronnen van sector B naar sector D en E verhuizen, is de verandering van deposities binnen de sectorenvluchtige stoffen en solventen relatief groot ten opzichte van vorige rapportering. De historische reeks is opnieuw berekend maar een aanpassing van toetspunt 2030 is momenteel niet mogelijk. Om deze reden wordt er geen toetspunt getoond.

4.2.4.1.2 Transportsectoren

Vervolgens focussen we op de deposities van de transportsectoren: wegverkeer (GNFR sector F, Figuur 38), scheepvaart (GNFR sector G, Figuur 39), luchtvaart (GNFR sector H, Figuur 40) en offroad verkeer (GNFR sector I, Figuur 41). De deposities van al deze sectoren vertonen significante, sterke dalingen, al zijn er bij een aantal sectoren wel een paar kanttekeningen te plaatsen.

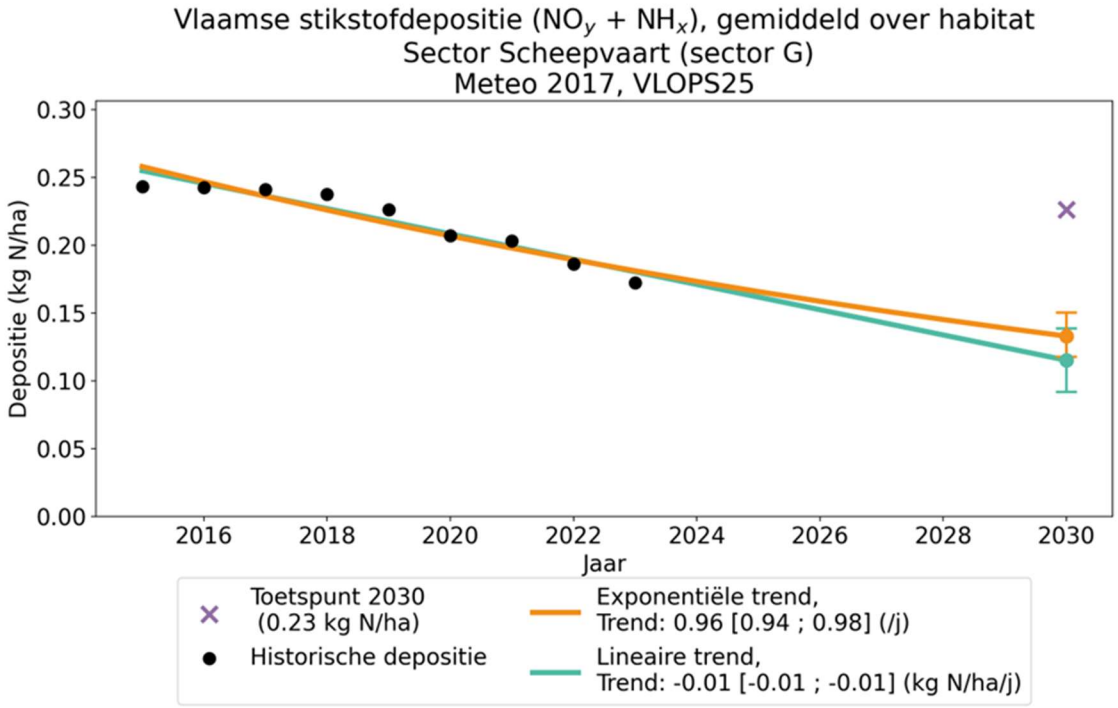
De deposities van wegverkeer dalen zeer sterk met 0,12 [0,07 ; 0,16] kg N/ha per jaar (lineaire trend) of met 11 [6 ; 15] percent per jaar (exponentiële trend). Deze sterke dalende trend is een doorslag van de sterk dalende trend in emissies, en we dienen hier dus dezelfde bemerkingen te plaatsen als voor de emissies. Aangezien het onwaarschijnlijk is dat de huidige dalende trend in emissies zich onveranderd verderzet, is dit ook voor de deposities onwaarschijnlijk. Opnieuw zien we dat een verderzetting van de lineaire trend leidt tot negatieve deposities in de nabije toekomst, wat natuurlijk geen realistische situatie is. De exponentiële trend leidt (logischerwijze) wel tot een inschatting van positieve deposities, maar ook deze komt met een grote onzekerheid. Indien we, ondanks al deze onzekerheden, toch uitgaan van een extrapolatie naar de toekomst op basis van de historische exponentiële trend[20], vinden we dat de prognose voor 2030 in lijn ligt met het toetspunt.



Figuur 38: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen voor de sector Wegverkeer (sector F) (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

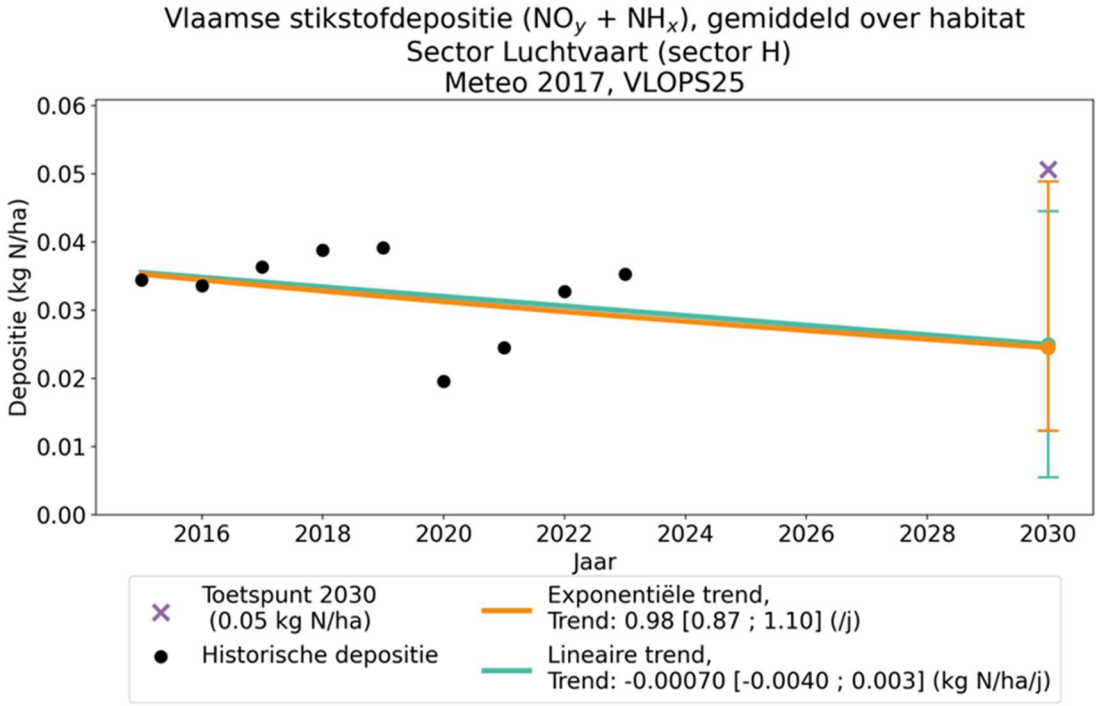
[20] Het is evident dat het gebruik van de lineaire trend zinloos is voor deze sector.

Ook de scheepvaartdeposities vertonen een significante, sterk dalende trend, al is de daling wel kleiner als die voor wegverkeer. We observeren een daling van 0,01 [0,008 ; 0,012] kg N/ha per jaar (lineaire trend) of 4,3 [2,4 ; 6,3] percent per jaar. Voor deze sector liggen de deposities van de voorbije jaren reeds duidelijk lager dan de deposities van het toetspunt, en als de dalende trend aangehouden blijft, ligt dus ook de prognose voor 2030 lager dan het toetspunt.



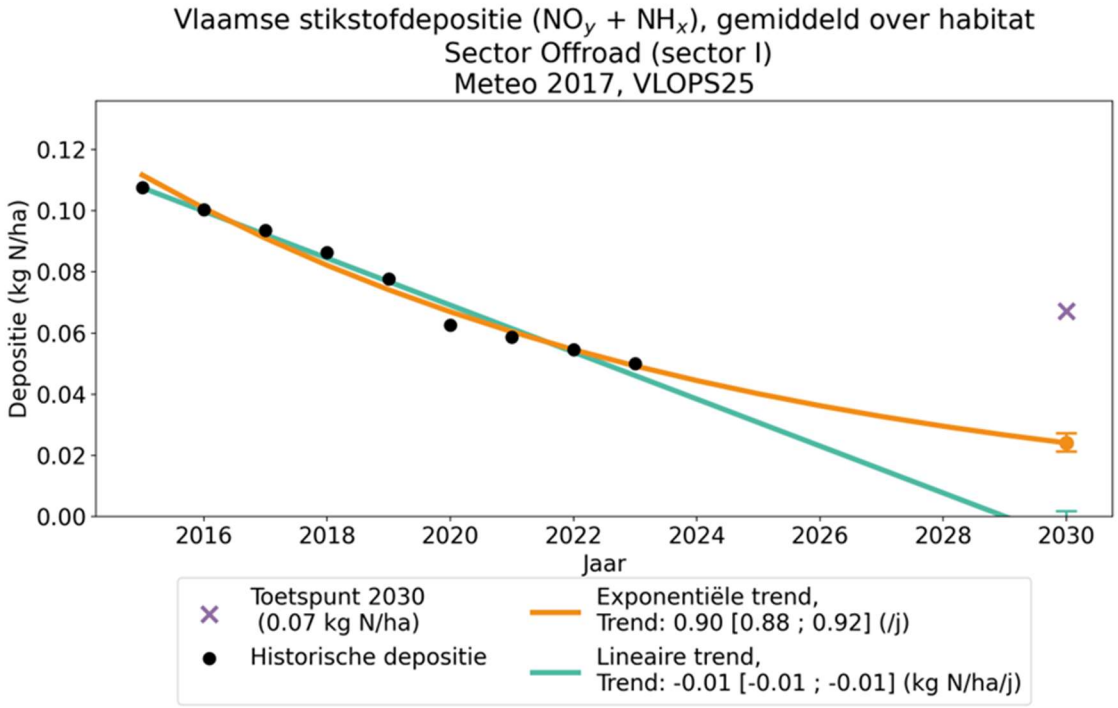
Figuur 39: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_Y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen voor de sector Scheepvaart (sector G) (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

De sector luchtvaart levert slechts een zeer beperkte bijdrage aan de Vlaamse deposities gemiddeld over habitats in Vlaanderen. Zoals reeds opgemerkt bij de bespreking van de emissies, is de historische trend bij deze sector sterk beïnvloed door de maatregelen om de verspreiding van het Corona-virus in te dijken, waardoor de deposities in 2020 en 2021 veel lager zijn dan deze in 2019, en ook de deposities van 2022 en 2023 nog lager dan die van 2019 liggen. Het is moeilijk om op basis van de periode 2015 – 2023 in te schatten hoe de langetermijnevolutie van deze sector eruit zal zien, aangezien een substantieel deel van deze periode (de jaren 2020 – 2022) als atypisch beschouwd kunnen worden. We doen in de huidige analyse dus geen uitspraak over een prognose naar 2030, maar wensen wel aan te halen dat in het jaar met de hoogste depositie (2019) deze depositie nog lager is dan deze van het toetspunt voor 2030.



Figuur 40: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen voor de sector Luchtvaart (sector H) (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

De deposities van de sector offroad vertonen een significante, sterk dalende trend van 0,008 [0,007 ; 0,009] ton N per jaar (lineaire trend) of 10 [8 ; 12] percent per jaar (exponentiële trend). Ook hier valt op te merken dat de huidige lineaire trend niet kan aangehouden worden tot 2030, aangezien de prognose voor 2030 op basis van een aangehouden lineaire trend negatief is. Ook een aangehouden exponentiële trend leidt echter tot een prognose die veel lager is dan de emissies uit het toetspunt, aangezien de deposities van de laatste jaren reeds lager zijn dan die van het toetspunt 2030.



Figuur 41: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_Y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen voor de sector Offroad (sector I) (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

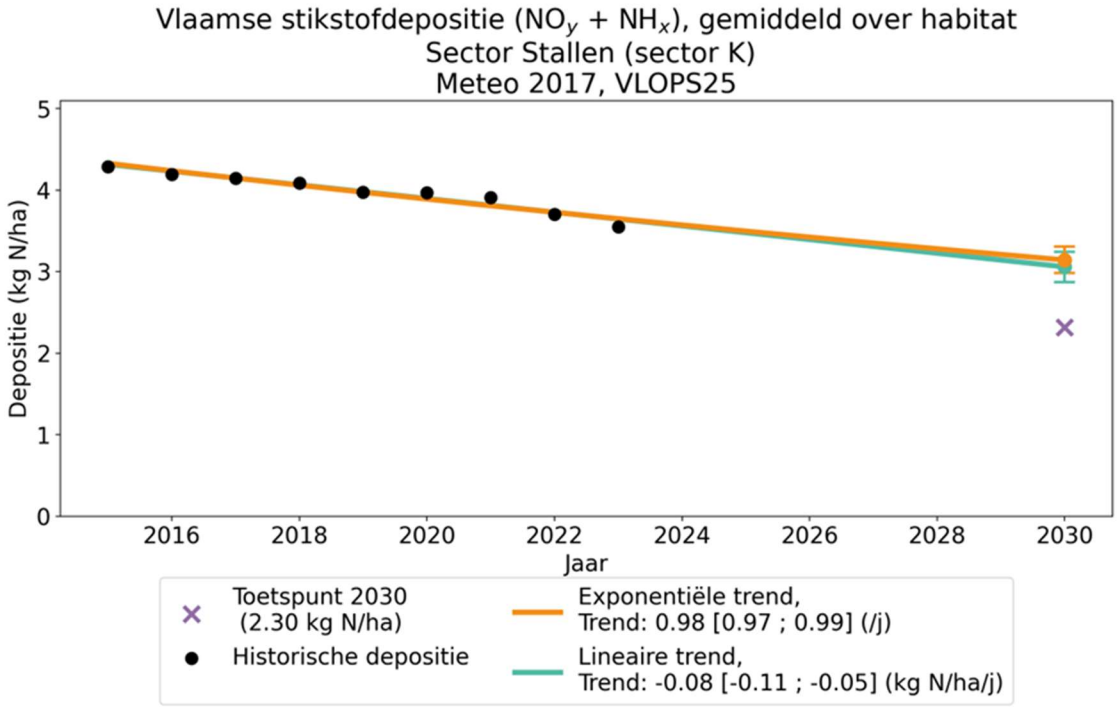
4.2.4.1.3 Landbouwsectoren

In deze sectie bespreken we de deposities van de landbouwsectoren. We bekijken de deposities van de twee GNFR-sectoren stallen (sector K, Figuur 42) en andere landbouw (sector L, Figuur 43). Bemerk opnieuw dat de combinatie van sector K en L eigenlijk niet 100% overeenkomt met een totaal van alle landbouwemissies, aangezien er een beperkt deel van de landbouwemissies is opgenomen in de andere sectoren (o.a. offroad in sector I, en stationaire bronnen door verwarming in sector C).

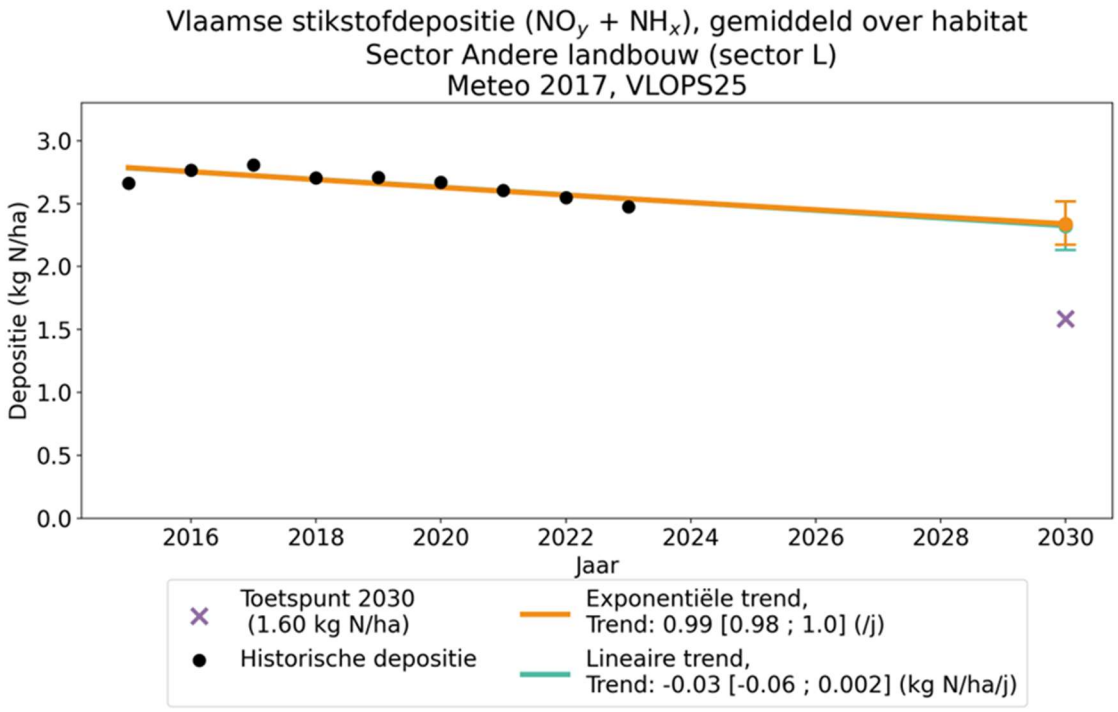
De deposities gerelateerd aan de stalemissies volgen een significante, beperkt dalende trend. De deposities volgen een lineair dalende trend van 0,08 [0,05 ; 0,11] kg N/ha per jaar, of een exponentieel dalende trend van 2,1 [1,3 ; 3,0] percent per jaar. Indien de huidige trends worden doorgezet tot in

2030, bereiken we prognoses die ongeveer 30% hoger zijn dan de deposities opgenomen in het toetspunt 2030.

Voor de deposities gerelateerd aan de andere landbouwemissies bevat het betrouwbaarheidsinterval van de lineaire trend het getal nul, en dus is de trend niet significant dalend. Concreet vinden we een trend van 0,03 [-0.002 ; 0,06] kg N/ ha per jaar (lineaire trend) of 1,2 [-0.06 ; 2,4] percent per jaar (exponentiële trend). Zowel een volgehouden lineaire als een volgehouden exponentiële trend leiden in 2030 tot een prognose die meer dan 50% boven de deposities van het toetspunt 2030 ligt.



Figuur 42: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen voor de sector Stallen (sector K) (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.



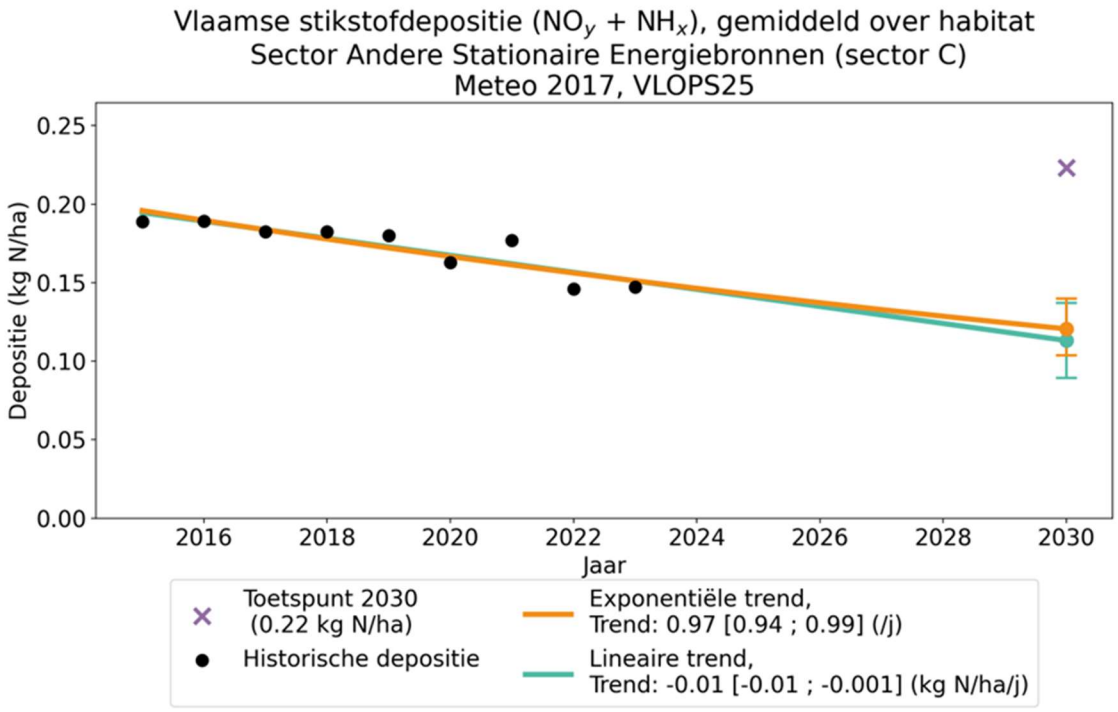
Figuur 43: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen voor de sector Andere landbouw (sector L) (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

4.2.4.1.4 Overige sectoren

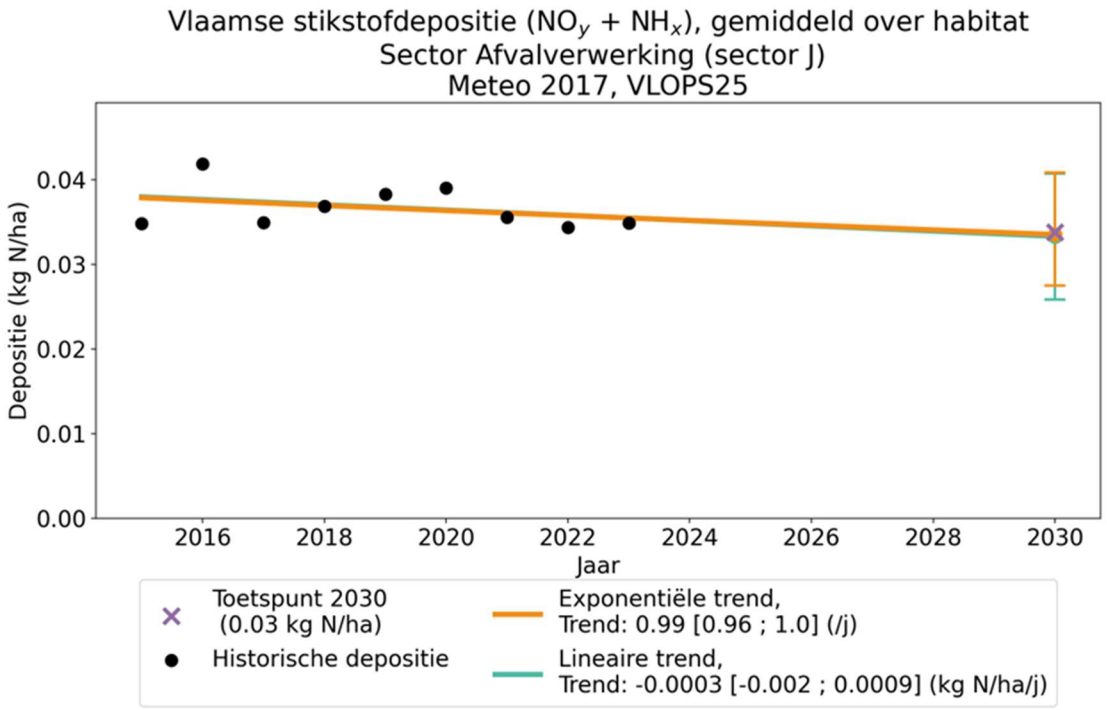
In deze sectie bekijken we de twee overige sectoren: andere stationaire energiebronnen (GNFR sector C, Figuur 44) en afvalverwerking (GNFR sector J, Figuur 45).

De bijdrage van de sector met andere stationaire bronnen vertoont een dalende trend met een jaarlijkse lineaire daling van 0,005 [0,001 ; 0,009] kg N/ha per jaar, of een exponentiële daling van 3,2 [0,7 ; 5,6] percent per jaar. Indien de huidige trends worden doorgezet tot in 2030, bereiken we prognoses waarvan het volledige betrouwbaarheidsinterval lager ligt dan de deposities opgenomen in het toetspunt 2030.

De sector afvalverwerking is een kleine sector met een beperkte bijdrage tot de totale deposities. De deposities van deze sector verschillen sterk van jaar tot jaar. Als gevolg hiervan is er geen significante trend vast te stellen, en is er dus ook een grote onzekerheid op de prognose voor 2030.



Figuur 44: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen voor de sector Andere Stationaire Energiebronnen (sector C) (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.



Figuur 45: Verloop van de jaarlijkse Vlaamse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen voor de sector Afvalverwerking (sector J) (in kg N/ha/j). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.

4.3 RUIMTELIJK-TEMPORELE ANALYSE

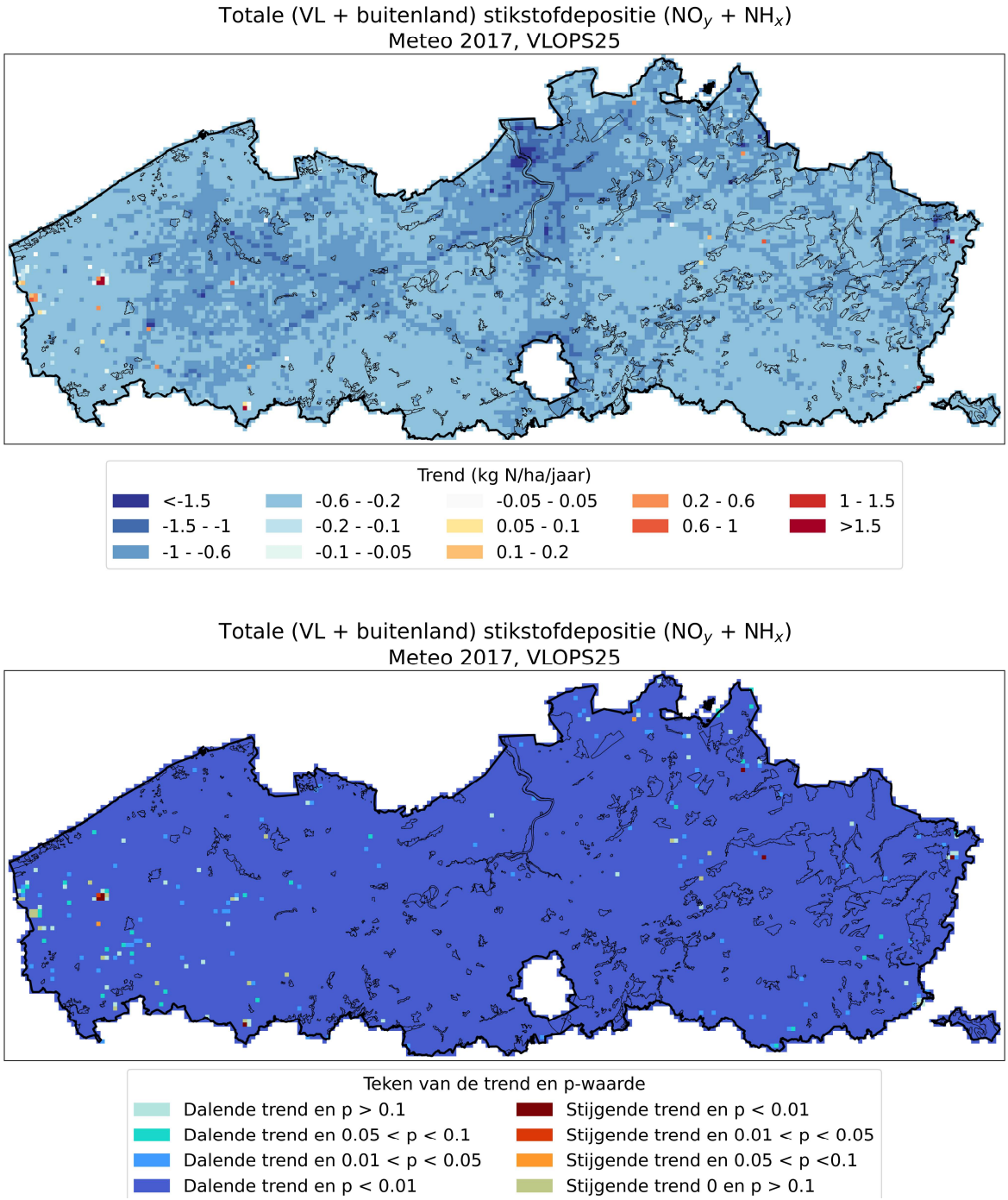
In sectie 4.2 bespraken we de evolutie van de depositie gemiddeld over de Vlaamse habitats in SBZ-H. Zoals reeds aangehaald in deze sectie, geven de trends uit deze temporele analyse enkel een globaal beeld van de depositie op habitats in Vlaanderen. In de ruimtelijk-temporele analyse in deze sectie brengen we ook het ruimtelijke aspect van de depositietrends in beeld, we bekijken dus hoe de temporele trends verschillen van locatie tot locatie in Vlaanderen.

Concreet bepalen we voor elke 1 km bij 1 km VLOPS roostercel de waarde van de trend en de p-waarde die uitdrukt hoe (on)zeker het teken van de trend is. We verwijzen naar bijlage B.2 voor een gedetailleerde bespreking van de methodologie. We focussen eerst opnieuw op de totale (Vlaamse + buitenlandse) stikstofdepositie (NO_y en NH_x opgeteld), en bekijken nadien de Vlaamse bijdrage en de bijdrage van beide polluenten apart.

4.3.1 Trends van de totale depositie

In de bovenste kaart in Figuur 46 vinden we de lineaire trend in stikstofdepositie tussen 2015 en 2023 voor elke VLOPS roostercel. Negatieve waarden (blauwe tinten) wijzen op een dalende trend van de stikstofdepositie in die periode, positieve waarden op een stijging (geel-rode tinten). De blauwe kleuren overheersen op de kaart en geven aan dat er over het algemeen een dalende trend wordt waargenomen over de periode 2015 – 2023. Het feit dat het wegenpatroon duidelijk zichtbaar is wijst erop dat de daling in emissies van het wegverkeer hierin een belangrijke rol speelt. Enkel lokaal vinden we roostercellen met toename van de deposities.

Deze trendkaart moet echter samen bekeken worden met de onderste kaart in Figuur 46, die de p-waarde van de trend toont. We kunnen de trends immers enkel interpreteren als we ook in rekening brengen hoe significant ze zijn. Een trend gecombineerd met een hoge p-waarde (vale kleuren) wijst op sterke schommelingen van jaar tot jaar in de stikstofdepositie, en dus op een statistisch zwakke trend, terwijl een trend gecombineerd met een lage p-waarde (heldere kleuren) wel op een statistisch significant sterke trend wijst. De figuur toont dat de dalende trend op de meeste locaties significant is ($p < 0,05$), terwijl dit maar op een beperkt aantal locaties het geval is voor de stijgende trend. We kunnen deze analyse ook kwantificeren. Tabel 2 geeft een overzicht van de richting van de trend en de bijhorende significantie voor alle VLOPS-roostercellen. Voor ongeveer 99,8% van de Vlaamse oppervlakte is sprake van een dalende trend waarvan 99,2% significant is (minstens $p < 0,05$, 98,6% heeft $p < 0,01$). Voor 0,2% van de oppervlakte is er een stijgende trend, maar daarvan is maar 0,17% significant (minstens $p < 0,05$, 0,16% heeft $p < 0,01$). Tabel 3 geeft een gelijkaardige analyse, maar dan enkel voor gebieden binnen stikstofgevoelige habitats binnen SBZ-H's. Een vergelijking met Tabel 2 wijst op gelijkaardige resultaten voor de SBZ-H gebieden, al is de toestand net iets beter als enkel naar SBZ-H gebieden gekeken wordt.



Figuur 46: Lineaire trend van de totale (VL + buitenland) jaarlijkse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) op 1 km bij 1 km resolutie in de periode 2015 – 2023, zoals gemodelleerd door het VLOPS model. De bovenste figuur geeft de jaarlijkse trend (in kg N/ha/jaar), de onderste figuur visualiseert het teken van de trend en de p-waarde in één figuur. De dikke zwarte lijn geeft de buitengrenzen van Vlaanderen weer, de dunne lijnen de locaties van de Habitatrichtlijngebieden (SBZ-H).

Tabel 2 : Analyse van de richting van de trend en de bijhorende significantie voor alle VLOPS gridcellen in Vlaanderen. De tabel geeft de resultaten voor de totale (Vlaanderen + buitenland) stikstofdepositie ($NH_x + NO_y$), de Vlaamse stikstofdepositie ($NH_x + NO_y$), de Vlaamse NH_x-depositie en de Vlaamse NO_y-depositie. Voor elk van de categorieën is zowel de oppervlakte in km^2 gegeven als het percentage van de oppervlakte dat in deze categorie valt.

		Oppervlakte (km^2)				Percentage van de oppervlakte			
		N depositie ($NO_y + NH_x$) Totaal	N depositie ($NO_y + NH_x$) Vlaanderen	NH_x Vlaanderen	NO_y Vlaanderen	N depositie ($NO_y + NH_x$) Totaal	N depositie ($NO_y + NH_x$) Vlaanderen	NH_x Vlaanderen	NO_y Vlaanderen
Dalende trend	$p < 0.01$	13962	12132	7618	14107	98.59%	85.67%	53.79%	99.61%
	$0.01 < p < 0.05$	90	985	2202	27	0.64%	6.96%	15.55%	0.19%
	$0.05 < p < 0.1$	31	266	898	3	0.22%	1.88%	6.34%	0.02%
	$p > 0.1$	47	594	2463	17	0.33%	4.19%	17.39%	0.12%
Stijgende trend	$p < 0.01$	7	14	52	1	0.05%	0.10%	0.37%	0.01%
	$0.01 < p < 0.05$	1	16	88	3	0.01%	0.11%	0.62%	0.02%
	$0.05 < p < 0.1$	2	14	58		0.01%	0.10%	0.41%	0.00%
	$p > 0.1$	22	141	783	4	0.16%	1.00%	5.53%	0.03%

Tabel 3 : Analyse van de richting van de trend en de bijhorende significantie voor de SBZ-H gebieden in Vlaanderen. De tabel geeft de resultaten voor de totale (Vlaanderen + buitenland) stikstofdepositie ($NH_x + NO_y$), de Vlaamse stikstofdepositie ($NH_x + NO_y$), de Vlaamse NH_x-depositie en de Vlaamse NO_y-depositie. Voor elk van de categorieën is zowel de oppervlakte in km^2 gegeven als het percentage van de oppervlakte dat in deze categorie valt. Enkel stikstofgevoelige SBZ-H gebieden zijn meegenomen in de analyse.

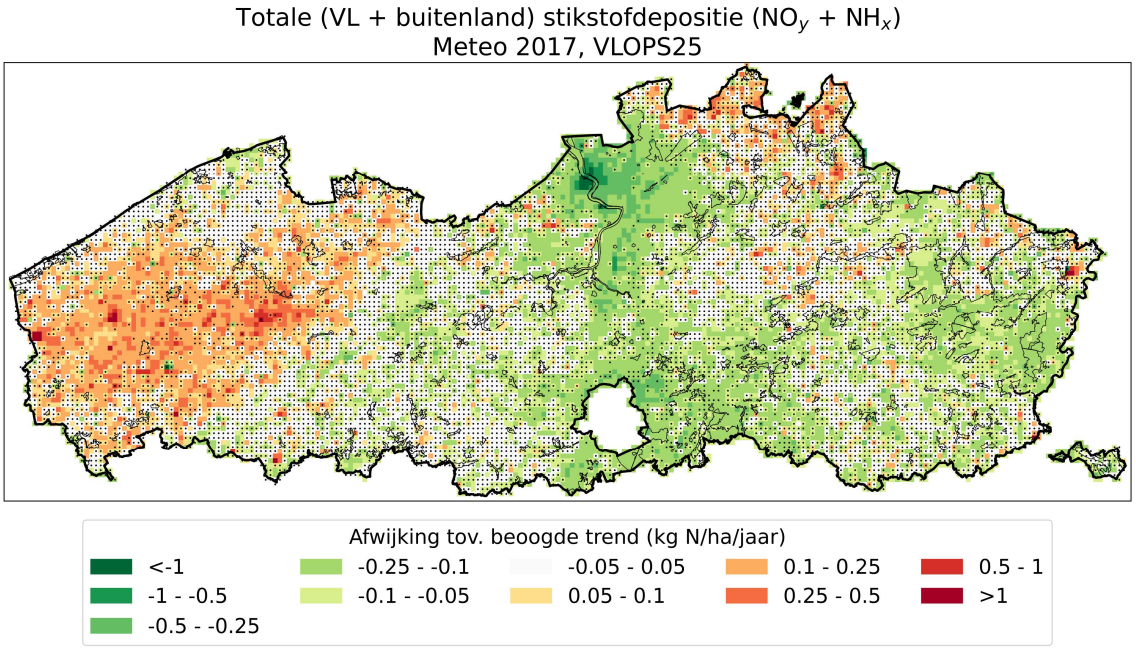
		Oppervlakte (km^2)				Percentage van de oppervlakte			
		N depositie ($NO_y + NH_x$) Totaal	N depositie ($NO_y + NH_x$) Vlaanderen	NH_x Vlaanderen	NO_y Vlaanderen	N depositie ($NO_y + NH_x$) Totaal	N depositie ($NO_y + NH_x$) Vlaanderen	NH_x Vlaanderen	NO_y Vlaanderen
Dalende trend	$p < 0.01$	743.0	611.5	445.4	743.5	99.87%	82.19%	59.86%	99.93%
	$0.01 < p < 0.05$	0.5	68.2	109.3	0.2	0.06%	9.16%	14.70%	0.03%
	$0.05 < p < 0.1$	0.1	19.6	47.7		0.02%	2.64%	6.42%	0.00%
	$p > 0.1$	0.3	41.1	106.3	0.2	0.04%	5.52%	14.29%	0.03%
Stijgende trend	$p < 0.01$		0.3	0.5		0.00%	0.04%	0.06%	0.00%
	$0.01 < p < 0.05$		0.4	1.3		0.00%	0.06%	0.17%	0.00%
	$0.05 < p < 0.1$			3.0		0.00%	0.00%	0.40%	0.00%
	$p > 0.1$	0.1	2.9	30.5	0.1	0.01%	0.39%	4.10%	0.01%

We kunnen de geobserveerde trends van de periode 2015 – 2023 ook vergelijken met de trend die nodig is om uit te komen bij de deposities van het toetspunt in 2030. We bekijken dit onder een aanname van lineaire trends, dus zowel de historische trend als de trend naar de beoogde depositie in 2030 worden aangenomen lineair te zijn. De analyse wordt getoond in Figuur 47. De figuur toont de afwijking tussen de geobserveerde en de nodige trend om het toetspunt 2030 te bereiken. Groene kleuren duiden op locaties waar de dalende trend beter dan nodig is, rode kleuren duiden op locaties waar de huidige trend niet volstaat om het toetspunt 2030 te halen. De felheid van de kleur (groen of rood) is een indicatie voor de afwijking met de beoogde trend. Aangezien de interpretatie van deze figuur vrij complex, is, illustreren we ze hier ook met een theoretisch voorbeeld. We bekijken hierbij een locatie waar de totale depositie in 2015 30 kg N/ha/j bedraagt en waar het toetspunt voor 2030 10 kg N/ha/j bedraagt. Onder een lineaire aanname, dient de stikstofdepositie hier dus jaarlijks met 1.3 kg N /ha/j te dalen tussen 2015 en 2030. Indien op deze locatie de geobserveerde jaarlijkse (lineaire) daling in de periode 2015 – 2023 groter is dan 1.3 kg N/ha/j zal de locatie groen aangeduid worden op de kaart. De felheid van de groentint is bijkomend een maat voor het verschil tussen de beoogde en de geobserveerde trend. Indien de jaarlijkse geobserveerde daling bijvoorbeeld 2.4 kg N /ha/j bedraagt, wordt de locatie in het donkerste groen getoond op de kaart, want de afwijking tussen de geobserveerde en beoogde jaarlijkse trend is dan gelijk aan -1.1 kg N/ha/j. Als de geobserveerde jaarlijkse daling echter minder dan 1.3 kg N/ha/j bedraagt (of er een stijging wordt waargenomen), wordt de locatie in het rood gekleurd. Opnieuw is de felheid van het rood een maat voor de afwijking tussen de beoogde en de geobserveerde trend. Indien de jaarlijkse geobserveerde daling bijvoorbeeld slechts 0.2 kg N/ha/j bedraagt, wordt de gridcel in het donkerste rood gekleurd, want de afwijking tussen de geobserveerde en beoogde jaarlijkse trend is dan gelijk aan 1.1 kg N/ha/j. Ook voor het al dan niet behalen van de beoogde trend kan men een statistische test uitvoeren, volledig analoog aan de manier waarop deze test wordt uitgevoerd om te bepalen of het teken van de trend significant is (zie de methodologie in appendix B). In dit geval gaat men echter testen of het teken van de grootheid “geobserveerde trend min beoogde trend” significant groter of kleiner dan nul is. In de twee voorbeelden hierboven, gaan we dus na of de getallen -1.1 kg N/ha/j of 1.1 kg N/ha/j significant verschillend van nul zijn. In de verdere analyse van deze kaarten gebruiken we steeds een p-waarde van 0.05 om te bepalen of de trend al dan niet significant gunstig of ongunstig is.

Op basis van Figuur 47 concluderen we dat de er grote regionale verschillen zijn. In de ruime omgeving van Antwerpen en Brussel is de trend voldoende sterk dalend, net als in grote gebieden in midden-Limburg en Oost-Vlaanderen. In West-Vlaanderen, het westen van Oost-Vlaanderen, de Kempen en Noord-Limburg is de trend dan weer niet voldoende. Op vele locaties is de trend ook niet significant als een p-waarde van 0.05 gebruikt wordt.

Tabel 4 kwantificeert de oppervlakte in stikstofgevoelige SBZ-H gebieden[21] waar de trend significant lager of hoger ligt dan de beoogde trend, en waar de trend significant is. De trend is voor 41% van de SBZ-H oppervlakte significant lager dan de beoogde trend. Voor 3% van de oppervlakte is de trend significant hoger dan de beoogde trend, en voor de overige 55% is de trend niet significant verschillend van de beoogde trend.

[21] We focussen hier enkel op stikstofgevoelige SBZ-H gebieden, aangezien de gewenste trend enkel op deze gebieden gehaald moet worden.



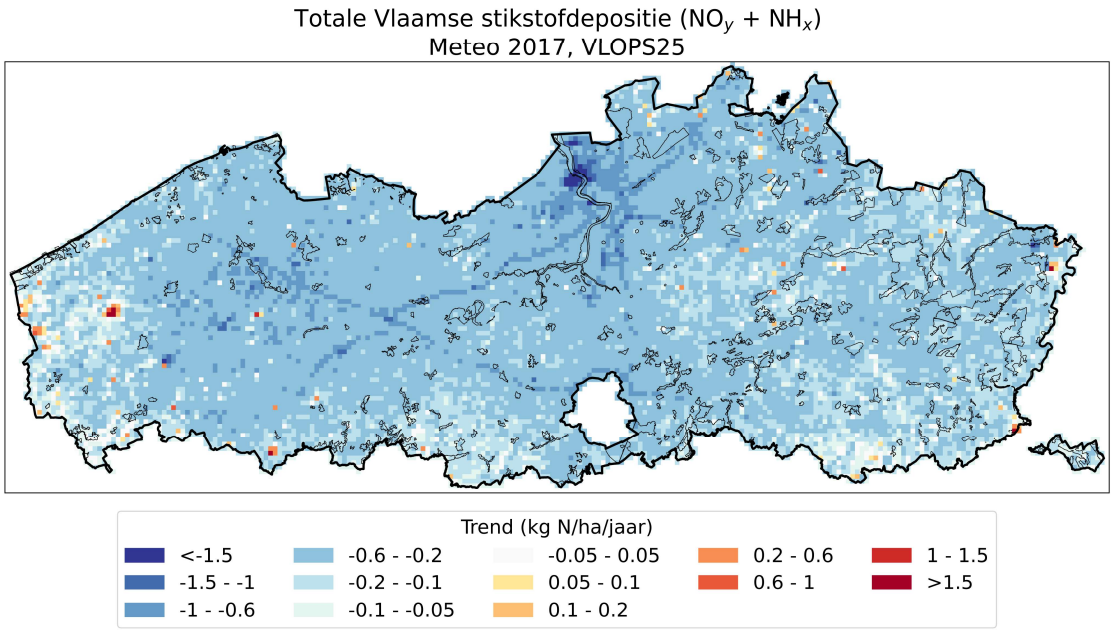
Figuur 47: Afwijking tussen de geobserveerde jaarlijkse lineaire trend in de periode 2015 – 2023 en de beoogde jaarlijkse lineaire trend op basis van de evolutie tussen 2015 en het toetspunt 2030 voor de totale (VL + buitenland) jaarlijkse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) op 1 km bij 1 km resolutie in de periode, zoals gemodelleerd door het VLOPS model. Positieve waardes (rode locaties) duiden op locaties waar de beoogde trend een grotere daling / kleinere stijging voorziet dan de geobserveerde trend, en dus op locaties waar de doelstelling 2030 bij een aangehouden lineaire trend niet gehaald wordt. Negatieve waardes / groene locaties duiden het omgekeerde gedrag aan. Gridcellen met zwarte punten in duiden op locaties waar de afwijking tussen beide trends niet significant is ($p > 0.05$). De dikke zwarte lijn geeft de buitengrenzen van Vlaanderen weer, de dunne lijnen de locaties van de Habitatrichtlijngebieden (SBZ-H).

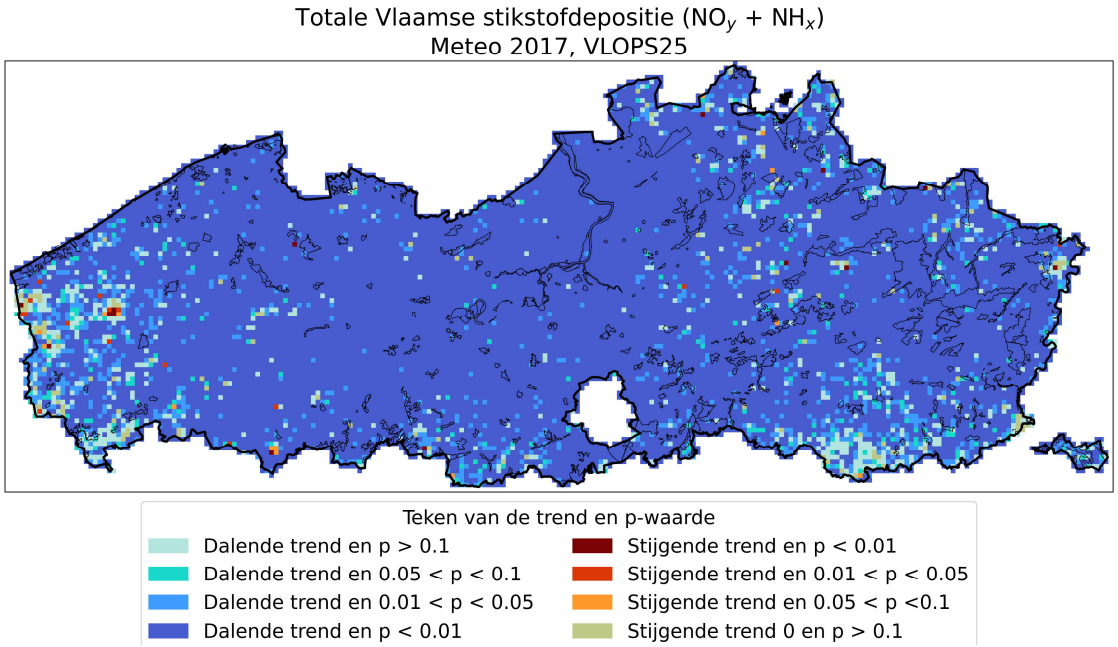
Tabel 4 : Analyse van de afwijking tussen de geobserveerde en beoogde trend voor de SBZ-H gebieden in Vlaanderen. De tabel geeft de resultaten voor de totale (Vlaanderen + buitenland) stikstofdepositie ($NH_x + NO_y$), de Vlaamse stikstofdepositie ($NH_x + NO_y$), de Vlaamse NH_x-depositie en de Vlaamse NO_y-depositie. Voor elk van de categorieën is zowel de oppervlakte in km^2 gegeven als het percentage van de oppervlakte dat in deze categorie valt. Enkel stikstofgevoelige SBZ-H gebieden zijn meegenomen in de analyse.

	Oppervlakte (km^2)				**Percentage van de oppervlakte**			
	N depositie ($NO_y + NH_x$) Totaal	N depositie ($NO_y + NH_x$) Vlaanderen	NH_x Vlaanderen	NO_y Vlaanderen	N depositie ($NO_y + NH_x$) Totaal	N depositie ($NO_y + NH_x$) Vlaanderen	NH_x Vlaanderen	NO_y Vlaanderen
Geobserveerde trend significant ($p < 0.05$) onder de beoogde trend	307	78	3	741	41.2%	10.5%	0.4%	99.6%
Geobserveerde trend significant ($p < 0.05$) boven de beoogde trend	25	184	520	0	3.4%	24.7%	69.9%	0%
Trend niet significant verschillend van de beoogde trend	412	482	221	3	55.4%	64.8%	29.8%	0.4%

4.3.2 Trends van de Vlaamse depositie

In de vorige sectie bekeken we de totale stikstofdepositie, welke zowel afkomstig is van Vlaamse als buitenlandse bronnen. In deze sectie tonen we dezelfde figuren, maar dan enkel voor de deposities afkomstig van emissies in Vlaanderen.

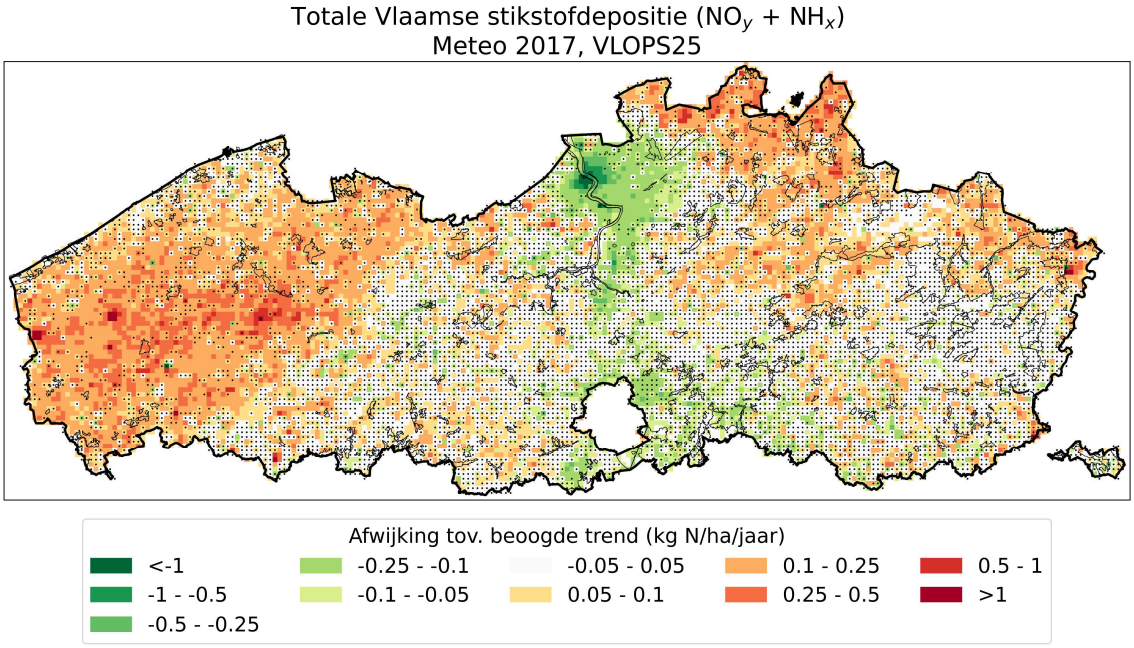




Figuur 48: Lineaire trend van de Vlaamse jaarlijkse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) op 1 km bij 1 km resolutie in de periode 2015 – 2023, zoals gemodelleerd door het VLOPS model. De bovenste figuur geeft de jaarlijkse trend (in kg N/ha/jaar), de onderste figuur visualiseert het teken van de trend en de p-waarde in één figuur. De dikke zwarte lijn geeft de buitengrenzen van Vlaanderen weer, de dunne lijnen de locaties van de Habitatrichtlijngebieden (SBZ-H).

Figuur 48 geeft de trend en de bijhorende p-waarde voor de Vlaamse stikstofdeposities voor alle VLOPS roostercellen in Vlaanderen. Tabel 2 kwantificeert opnieuw het aantal roostercellen met een dalende of stijgende trend per p-waarde. We observeren opnieuw dat de trend voor de meeste roostercellen dalende is, maar dat de daling is kleiner dan wanneer de totale depositie bekeken wordt. Daarnaast zijn er ook meer gridcellen waarvoor een toename wordt geobserveerd. Voor deze gridcellen zorgen de lokale emissies voor een stijging van de Vlaamse deposities, welke gecompenseerd wordt door de algemene dalende trend in de buitenlandse deposities.

De figuur met de p-waardes voor de Vlaamse deposities (onderste figuur in Figuur 48) heeft veel meer vale kleuren dan de figuur met de p-waarde voor de totale deposities (onderste figuur in Figuur 46). Dit wijst op een grotere onzekerheid in de trend bij de Vlaamse deposities in vergelijking met de totale deposities. We zien zowel meer gridcellen met een niet-significante stijgende trend (wat nauwelijks voorkwam bij de totale depositie) als meer gridcellen waarbij de dalende trend niet significant is. Voor ongeveer 98,7% van de Vlaamse oppervlakte is nog steeds sprake van een dalende trend, maar slechts 92,6% is significant (minstens $p < 0,05$, 85,7% heeft $p < 0,01$). Voor 1,3% van de oppervlakte is er een stijgende trend, daarvan is 1,1% significant (minstens $p < 0,05$, 1,0% heeft $p < 0,01$).



Figuur 49: Afwijking tussen de geobserveerde jaarlijkse lineaire trend in de periode 2015 – 2023 en de jaarlijkse lineaire trend op basis van de evolutie tussen 2015 en het toetspunt 2030 voor de Vlaamse jaarlijkse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) op 1 km bij 1 km resolutie in de periode, zoals gemodelleerd door het VLOPS model. Positieve waardes (rode locaties) duiden op locaties waar de trend een grotere daling / kleinere stijging voorziet dan de geobserveerde trend, en dus op locaties waar de doelstelling 2030 bij een aangehouden lineaire trend niet gehaald wordt. Negatieve waardes / groene locaties duiden het omgekeerde gedrag aan. Gridcellen met zwarte punten in duiden op locaties waar de afwijking tussen beide trends niet significant is ($p > 0.05$). De dikke zwarte lijn geeft de buitengrenzen van Vlaanderen weer, de dunne lijnen de locaties van de Habitatrichtlijngebieden (SBZ-H).

Opnieuw kunnen we de geobserveerde trends van de periode 2015 – 2023 vergelijken met de trend die nodig is om, vertrekkende van de in 2015 geobserveerde deposities, uit te komen bij de deposities van het toetspunt in 2030. Figuur 49 toont dit resultaat. In vergelijking met de figuur voor de totale (Vlaanderen + buitenland) deposities (Figuur 47) is de trend voor de Vlaamse deposities een stuk minder gunstig. Er zijn veel meer roostercellen en regio's met een ongunstige trend, en de afstand tot de beoogde trend is ook groter op locaties waar de trend van de totale depositie al ongunstig was. Deze analyse geeft aan dat de buitenlandse deposities een gunstiger traject volgen dan aangenomen is bij het opstellen van het toetspunt, maar dat anderzijds de Vlaamse deposities op de meeste locaties trends volgen die niet volstaan om het toetspunt 2030 te bereiken.

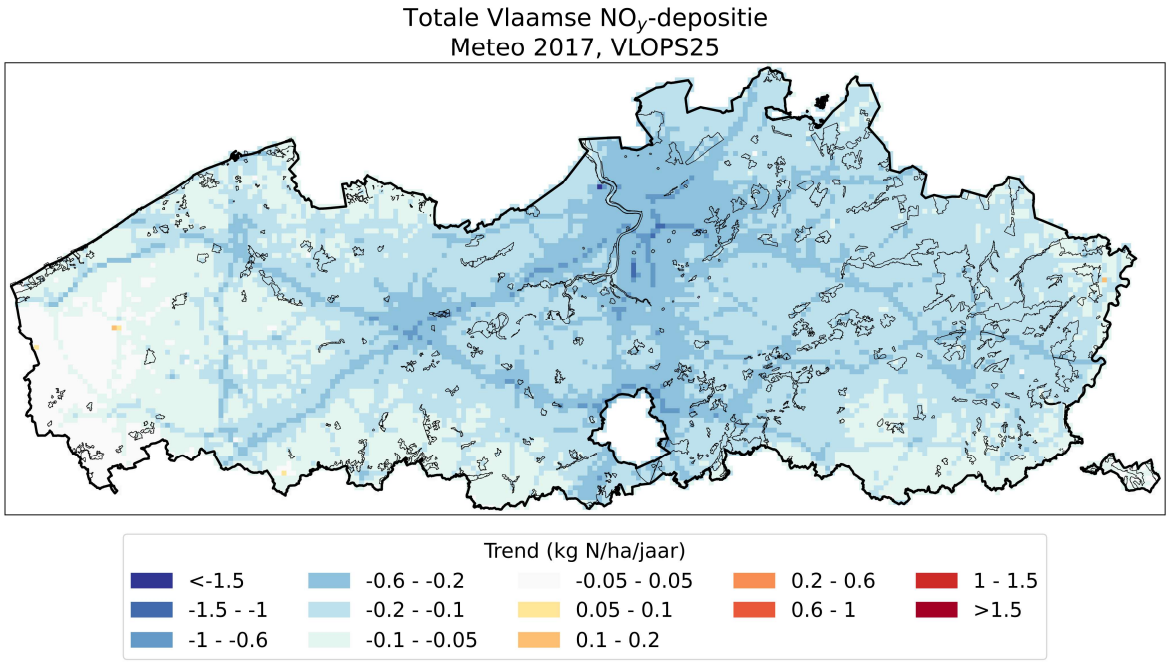
Eenzelfde beeld wordt bevestigd door Tabel 4. Als enkel de Vlaamse deposities worden bekeken, ligt de trend slechts voor 11% van de SBZ-H oppervlakte onder de beoogde trend (in vergelijking met 41% als de totale deposities bekeken worden). Voor 25% van de oppervlakte ligt de trend significant boven de beoogde trend, en voor 65% van de oppervlakte is de trend niet significant verschillend van de beoogde trend.

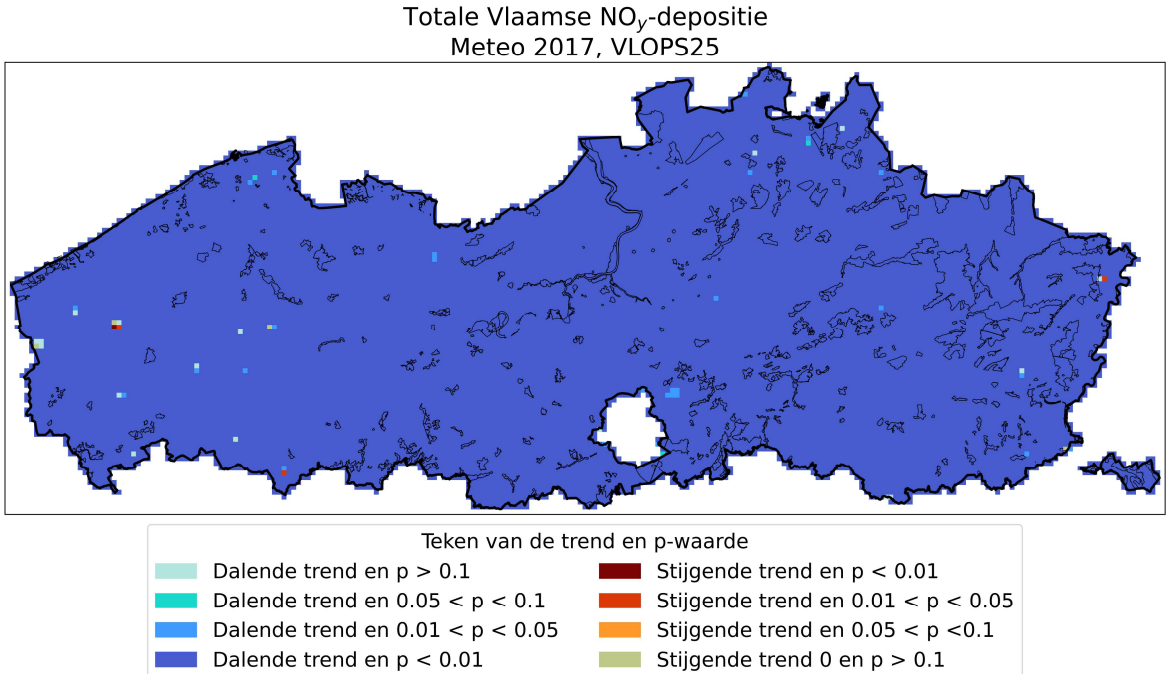
4.3.3 Trends van de Vlaamse NO_y- en NH_x-deposities

In een volgende stap bekijken we de NO_y- (Figuur 50) en NH_x-bijdrage (Figuur 51) aan de Vlaamse depositie. De onderliggende data wordt ook samengevat in Tabel 2.

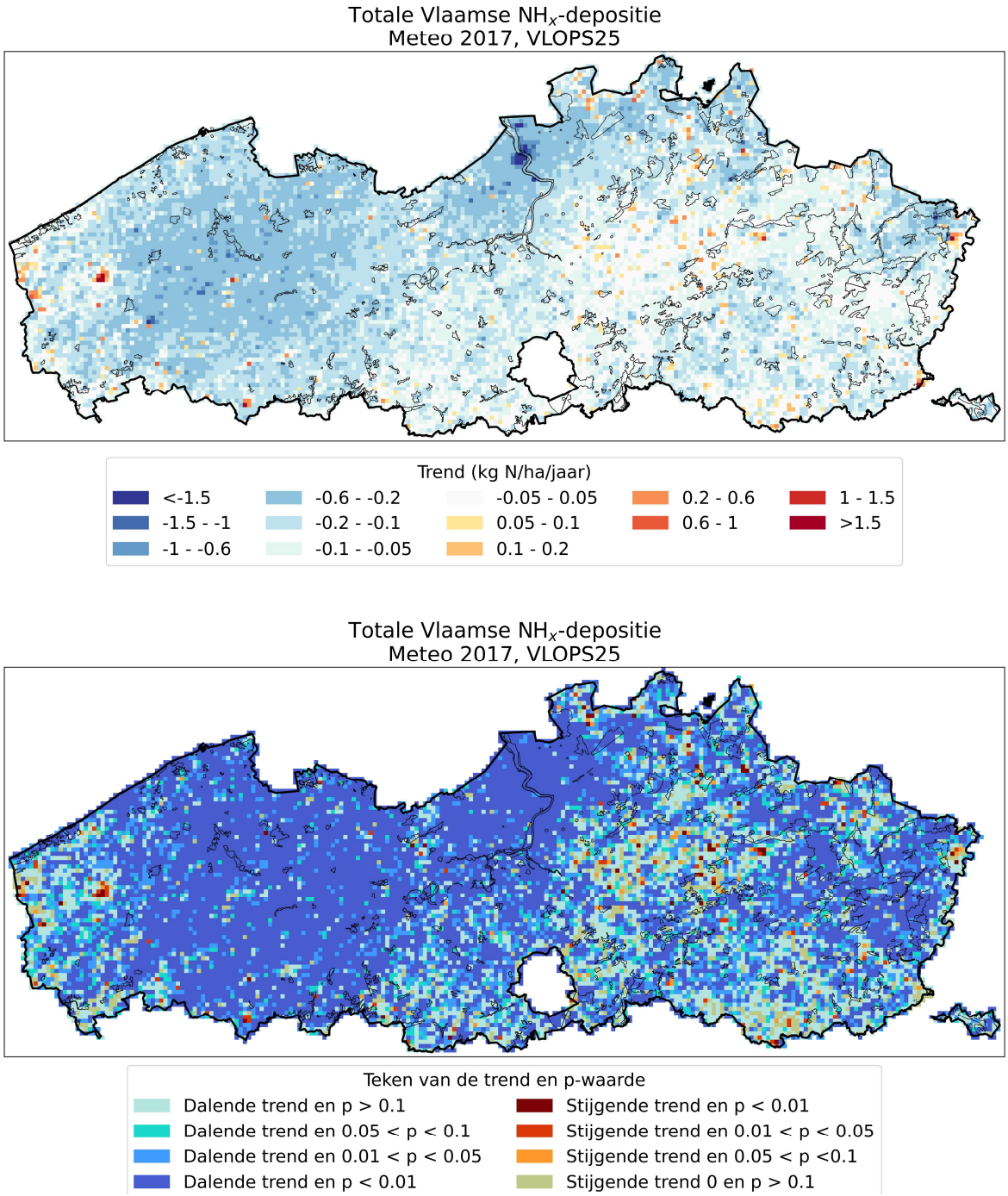
Op de kaart met de NO_y-bijdrage zijn bijna enkel dalingen te zien (blauwe kleuren op de bovenste kaart), en de trend is voor zowat alle locaties significant (donkere kleuren op de onderste kaart). Concreet is er een daling voor 99,94% van de roostercellen, en deze trend is voor 99,8% van de roostercellen significant ($p < 0,05$). De stijging is slechts significant voor 0,06% van de roostercellen ($p < 0,05$). Figuur 51 toont een ander beeld voor de NH_x-bijdrage. De blauwe tinten hebben nog steeds de bovenhand op de geel-rode kleuren, dus er zijn meer locaties met een daling dan een stijging van de depositie. De p-waarde kaart bevat wel veel vale kleuren, dus de trend is niet steeds significant. Concreet is er een daling voor 93,1% van de roostercellen, maar deze trend is slechts voor 69,3% van de roostercellen significant ($p < 0,05$). De stijging is significant voor slechts 5,9% van de roostercellen ($p < 0,05$). In totaal is de trend voor ongeveer 75% van de gridcellen niet significant ($p > 0,05$).

Opnieuw kunnen we de geobserveerde trends van de periode 2015 – 2023 vergelijken met de trend die nodig is om, vertrekkende van de in 2015 geobserveerde deposities, uit te komen bij de deposities van het toetspunt in 2030. Figuur 52 geeft de analyse voor NO_y en NH_x. Opnieuw wordt een duidelijk verschil voor de bijdrage van beide polluenten geobserveerd. De trend voor de NO_y-bijdrage is op de meeste locaties gunstig, en dit is duidelijk het geval voor de locaties met hoge NO_x-emissies (nabij wegen, steden en havengebieden). De trend voor de NH_x-bijdrage is op de meeste locaties ongunstig, en enkel in de haven van Antwerpen wordt lokaal een gunstige trend geobserveerd (als gevolg van de dalende emissies van een mestverwerker), maar de oppervlakte SBZ-H is hier beperkt. In beide gevallen is de trend op de meeste locaties in Vlaanderen significant. Indien enkel gekeken wordt naar de SBZ-H gebieden, is de trend voor NH_x bijdrages slechts op 0.4% van de oppervlaktes significant voldoende dalend, terwijl voor NO_y bijdrages de trend voor 99.6% van de oppervlaktes significant voldoende dalen is (zie Tabel 4).
Samenvattend vinden we duidelijk een andere trend voor de NO_y- dan voor de NH_x-bijdrage. Dit resultaat is een doorslag van de eerdere resultaten voor de emissietrends, en werd ook reeds geobserveerd bij de bespreking van de depositie gemiddeld over Vlaamse habitats.

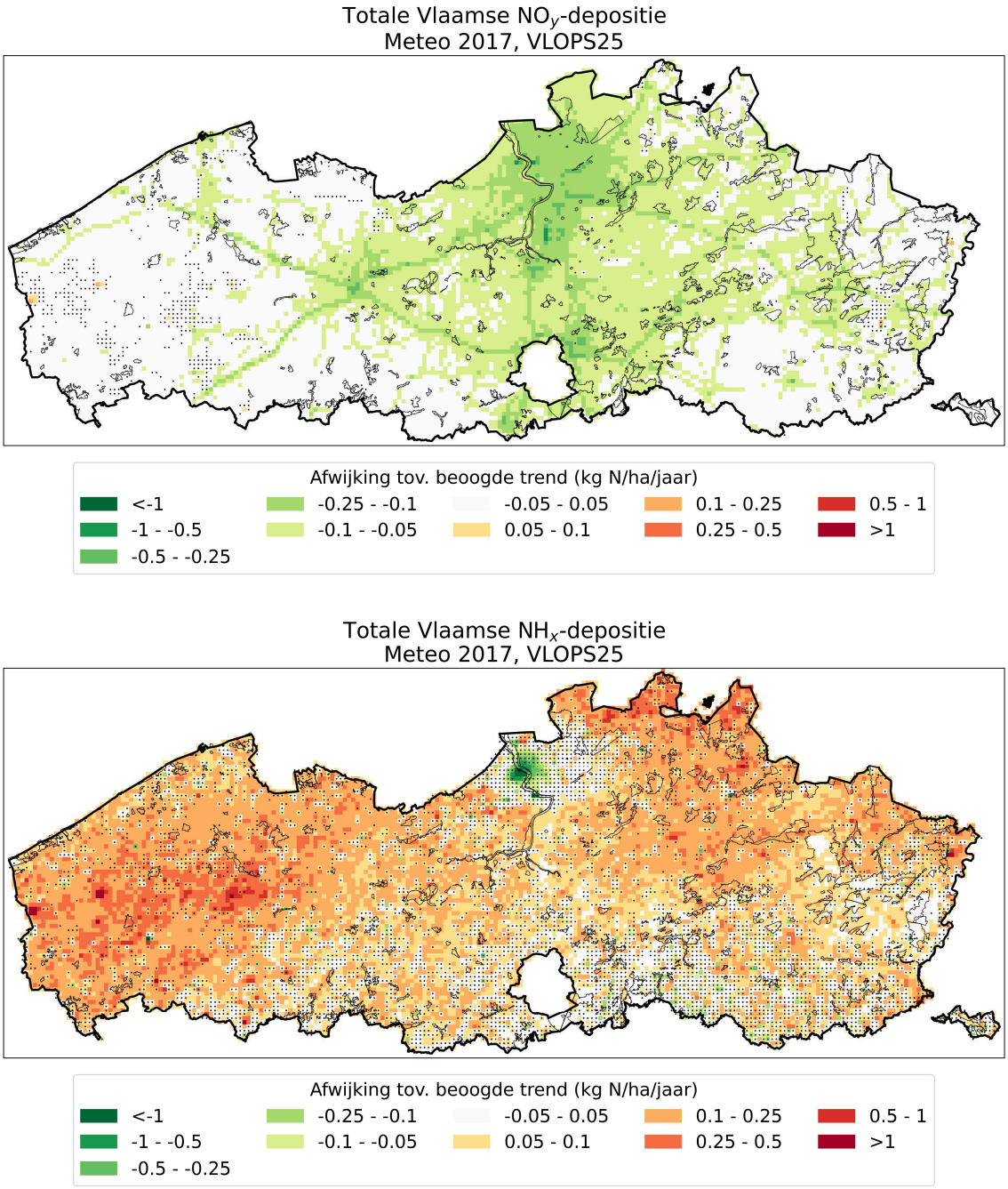




Figuur 50: Lineaire trend van de Vlaamse NO_y-deposities op 1 km bij 1 km resolutie in de periode 2015 – 2023, zoals gemodelleerd door het VLOPS model. De bovenste figuur geeft de jaarlijkse trend (in kg/ha/jaar), de onderste figuur visualiseert het teken van de trend en de p-waarde in één figuur. De dikke zwarte lijn geeft de buitengrenzen van Vlaanderen weer, de dunne lijnen de locaties van de Natura 2000 gebieden.



Figuur 51: Lineaire trend van de Vlaamse NH_x-deposities op 1 km bij 1 km resolutie in de periode 2015 – 2023, zoals gemodelleerd door het VLOPS model. De bovenste figuur geeft de jaarlijkse trend (in kg/ha/jaar), de onderste figuur visualiseert het teken van de trend en de p-waarde in één figuur. De dikke zwarte lijn geeft de buitengrenzen van Vlaanderen weer, de dunne lijnen de locaties van de Natura 2000 gebieden.



Figuur 52: Afwijking tussen de geobserveerde jaarlijkse lineaire trend in de periode 2015 – 2023 en de beoogde jaarlijkse lineaire trend op basis van de evolutie tussen 2015 en het toetspunt 2030 voor de Vlaamse jaarlijkse NO_y (bovenste figuur) en NH_x (onderste figuur) depositie op 1 km bij 1 km resolutie in de periode, zoals gemodelleerd door het VLOPS model. Positieve waardes (rode locaties) duiden op locaties waar de beoogde trend een grotere daling / kleinere stijging voorziet dan de geobserveerde trend, en dus op locaties waar de doelstelling 2030 bij een aangehouden lineaire trend niet gehaald wordt. Negatieve waardes / groene locaties duiden het omgekeerde gedrag aan. Gridcellen met zwarte punten in duiden op locaties waar de afwijking tussen beide trends niet significant is ($p > 0,05$). De dikke zwarte lijn geeft de buitengrenzen van Vlaanderen weer, de dunne lijnen de locaties van de Natura 2000 gebieden.

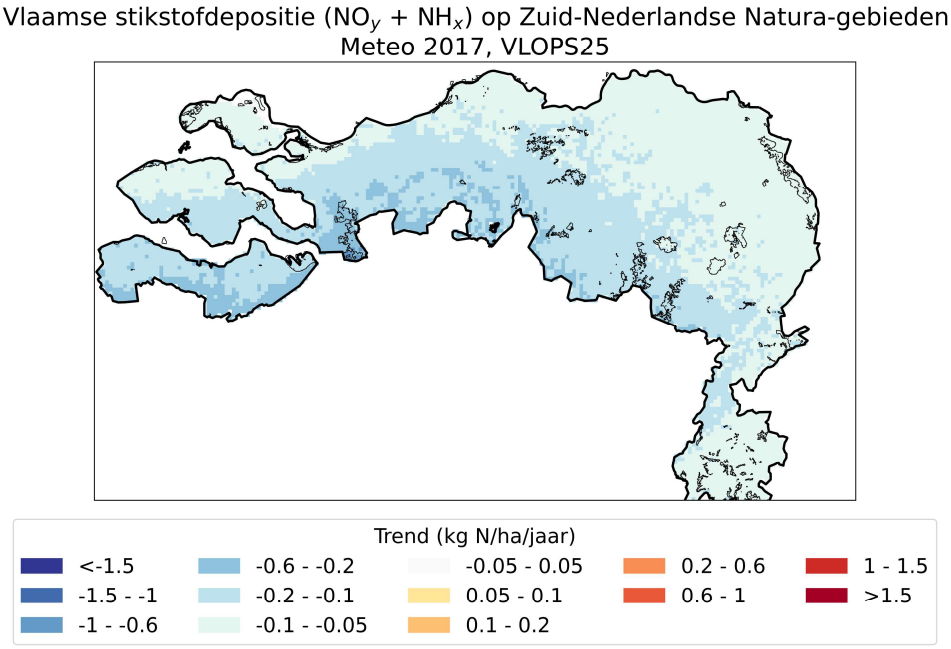
4.4 BIJKOMENDE ANALYSES

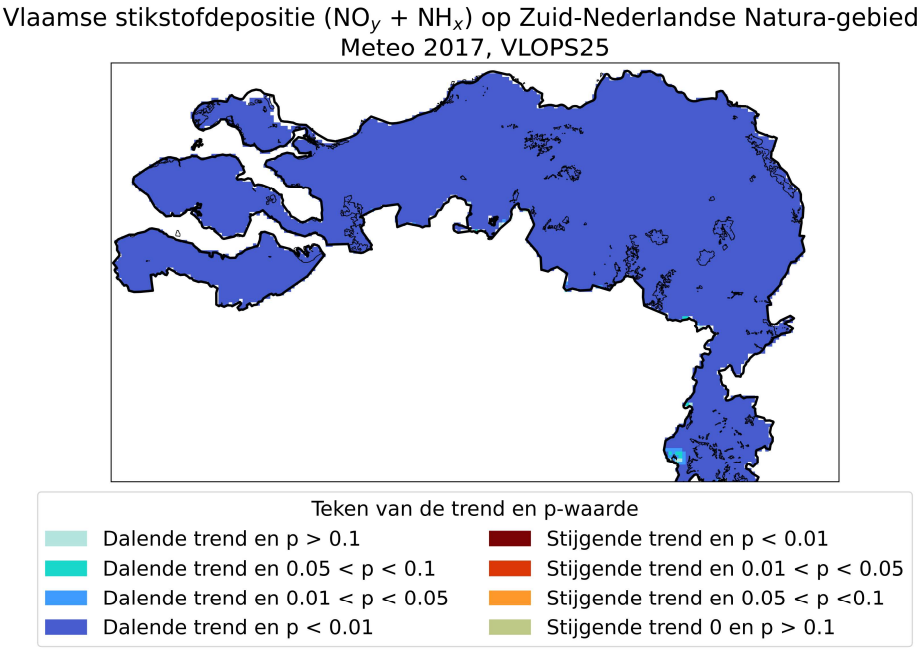
4.4.1 Depositie-uitwisseling met (Zuid-)Nederland

4.4.1.1 Effect van Vlaamse bronnen op Zuid-Nederland

De depositieberekeningen uitgevoerd in het kader van de analyses in dit rapport beperken zich niet tot depositie op het Vlaams Gewest. De depositie op de drie Nederlandse grensprovincies (Zeeland, Noord-Brabant, (Nederlands) Limburg) werd eveneens doorgerekend. Dat laat toe om een trendanalyse door te voeren van de depositiebijdrage vanuit Vlaanderen op het zuiden van Nederland.

Figuur 53 toont de trend en de bijhorende p-waarde van de Vlaamse stikstofdeposities op de drie zuidelijkste provincies in Nederland (Zeeland, Noord-Brabant en Limburg). De trend is overal dalend (enkel blauwe kleuren), en op bijna alle plaatsen is de trend ook significant ($p < 0,05$). Enkel voor een beperkt aantal gridcellen in de onmiddellijke omgeving van de Vlaams-Nederlandse grens is de trend niet significant.



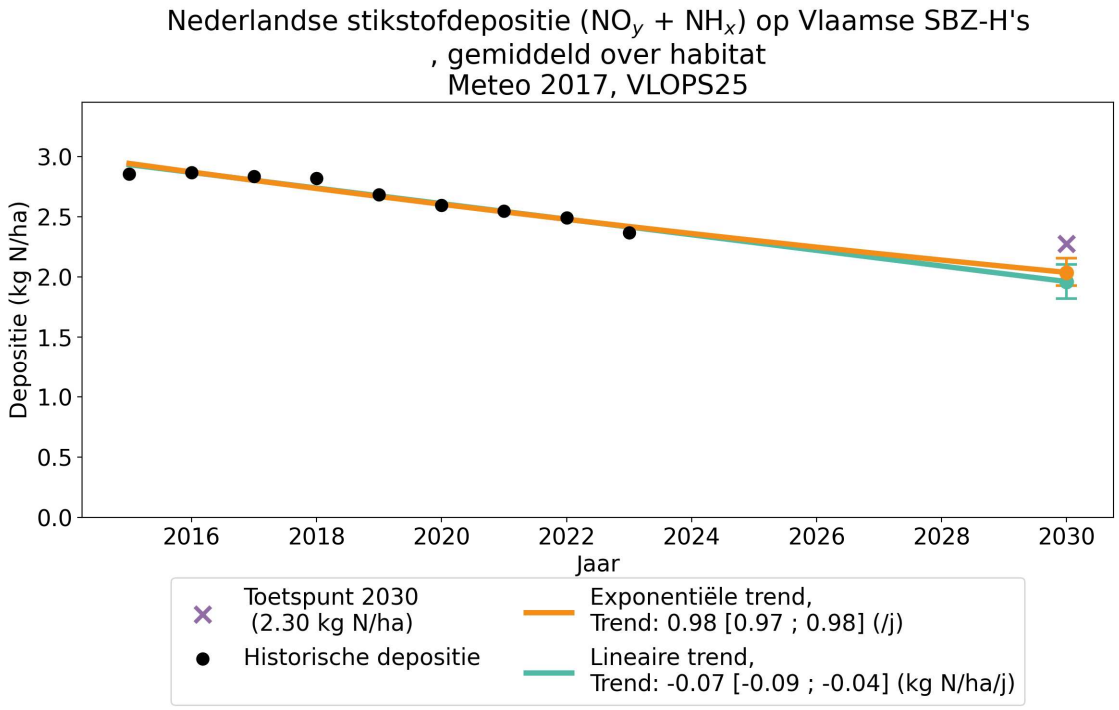


Figuur 53: Lineaire trend van de Vlaamse jaarlijkse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) in Nederland op 1 km bij 1 km resolutie in de periode 2015 – 2023, zoals gemodelleerd door het VLOPS model. De bovenste figuur geeft de jaarlijkse trend (in kg/ha/jaar), de onderste figuur visualiseert het teken van de trend en de p-waarde in één figuur. De dikke zwarte lijn geeft de buitengrenzen van Zuid-Nederland (provincies Noord-Brabant, Zeeland en Limburg) weer, de dunne lijnen de grenzen van de provincies.

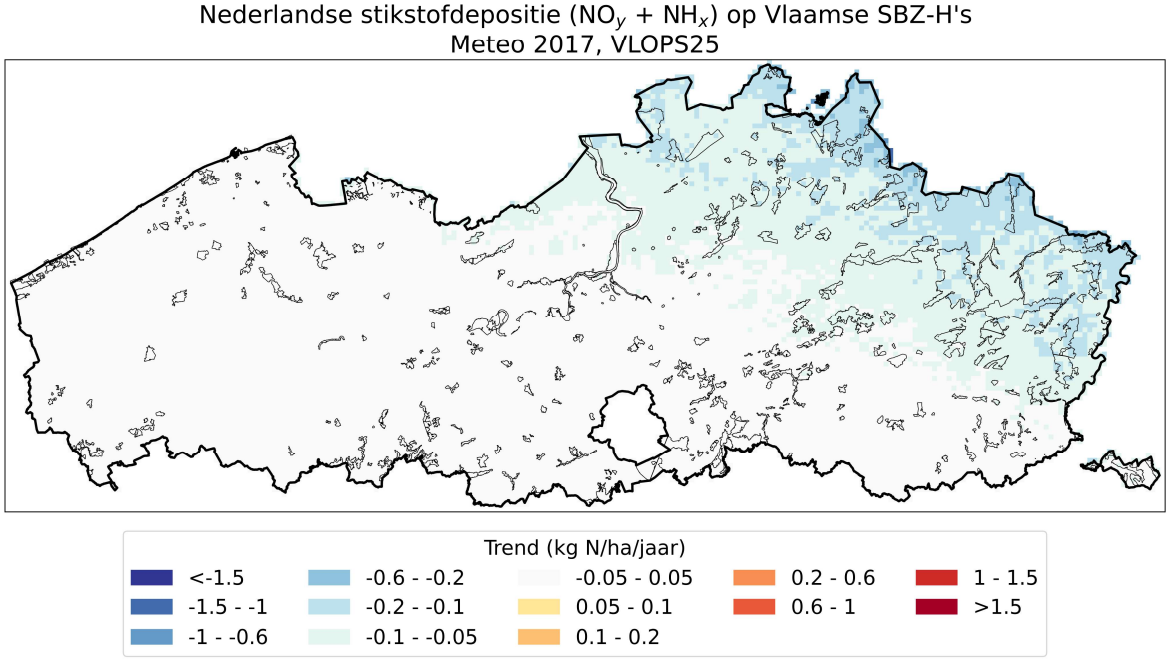
4.4.1.2 Effect van Nederlandse bronnen op Vlaanderen

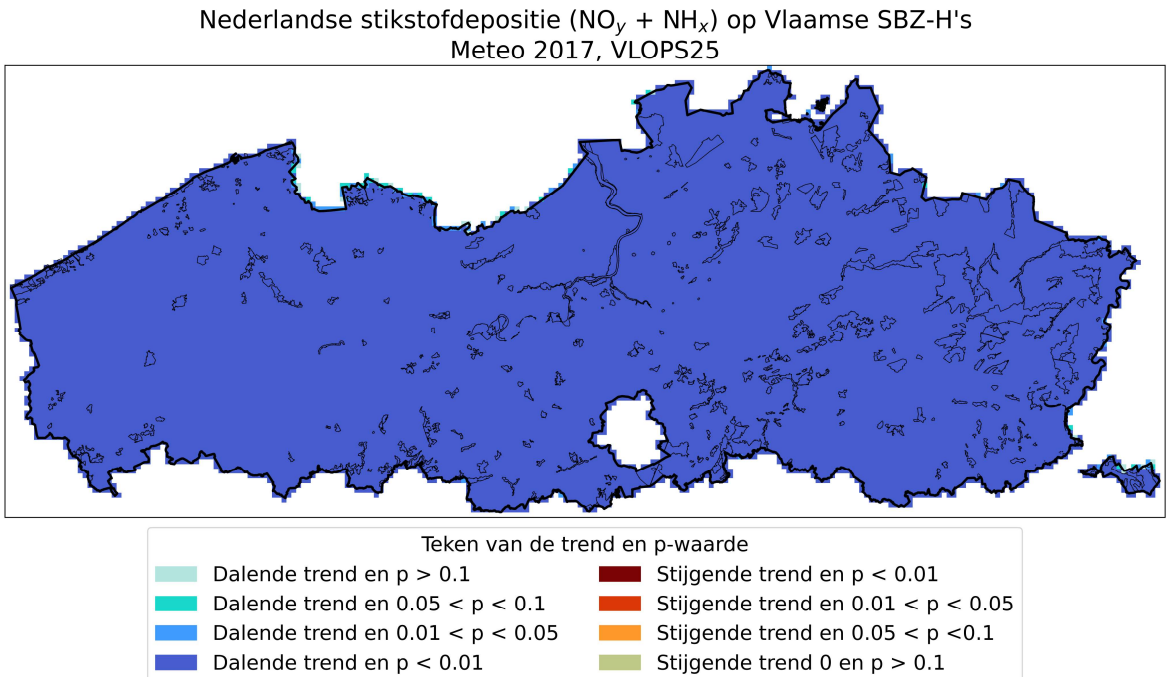
In de vorige sectie bespraken we de impact van de Vlaamse emissies op Nederland. Met de resultaten van de VLOPS-modelleringen uitgevoerd in het kader van dit rapport kunnen we ook onderzoeken wat de impact van de Nederlandse emissies op de deposities in Vlaanderen is. We kunnen dit zowel bekijken volgens een louter temporele analyse, als volgens een ruimtelijk-temporele analyse.

De temporele analyse in Figuur 54 toont een significant dalende trend voor de gemiddelde Nederlandse depositie op Vlaamse habitats (lineaire dalende trend van 0,07 [0,04 ; 0,09] kg N/ha per jaar, exponentieel dalende trend van 2,4 [1,5 ; 3,3] percent per jaar). Als deze trend wordt verdergezet, liggen de Nederlandse deposities onder de waarde uit het toetspunt 2030, welke gebaseerd is op de Nederlandse emissieprognoses voor 2030, opgesteld door de maatregelen die vastliggen in het vastgesteld beleid toe te passen op de historische emissies. De huidige trend is dus in lijn met deze vooropgesteld in het Nederlandse beleidsplan. De ruimtelijk-temporele analyse in Figuur 55 geeft verder aan dat de Nederlandse depositie in elke roostercel in Vlaanderen dalende is, en deze trend bijna overal significant is ($p < 0,05$).



Figuur 54: Verloop van de jaarlijkse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen veroorzaakt door emissies in Nederland (in kg N/ha). Zwarte punten: gemodelleerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de depositie volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Paarse kruis: toetspunt voor 2030.





Figuur 55: Lineaire trend van de Nederlandse jaarlijkse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) op Vlaanderen op 1 km bij 1 km resolutie in de periode 2015 – 2023, zoals gemodelleerd door het VLOPS model. De bovenste figuur geeft de jaarlijkse trend (in kg N/ha/jaar), de onderste figuur visualiseert het teken van de trend en de p-waarde in één figuur.

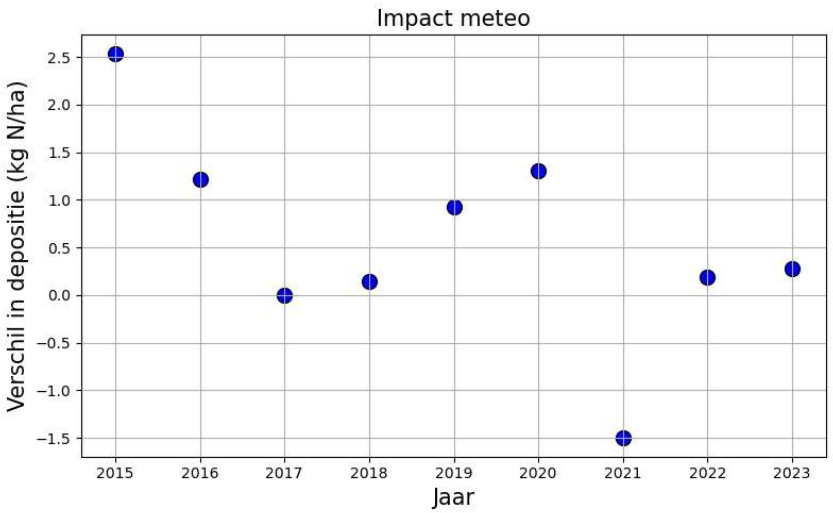
4.4.2 Effect van meteorologie

De standaardberekeningen in dit rapport zijn gebaseerd op een vaste meteorologie. Voor elk jaar wordt daarbij gebruik gemaakt van de meteorologische data voor 2017, zodat de depositietrends een duidelijk beeld geven van de evolutie veroorzaakt door veranderingen in de emissies. In deze bijkomende analyse wordt onderzocht wat de invloed is van meteorologie op de trendanalyses voor deposities. We vervangen hierbij voor elk jaar de meteorologische data voor 2017 met de meteorologische data voor het jaar dat we doorrekenen. Op deze manier kunnen we zien hoe de trend in de emissies en deposities in verhouding gebracht kan worden ten opzichte van de variatie in de meteorologie. We herhalen de analyse voor de totale stikstofdepositie (NO_y + NH_x), en dit zowel voor de gemiddelde waarde over de Vlaamse habitats als voor de ruimtelijk-temporele analyse.

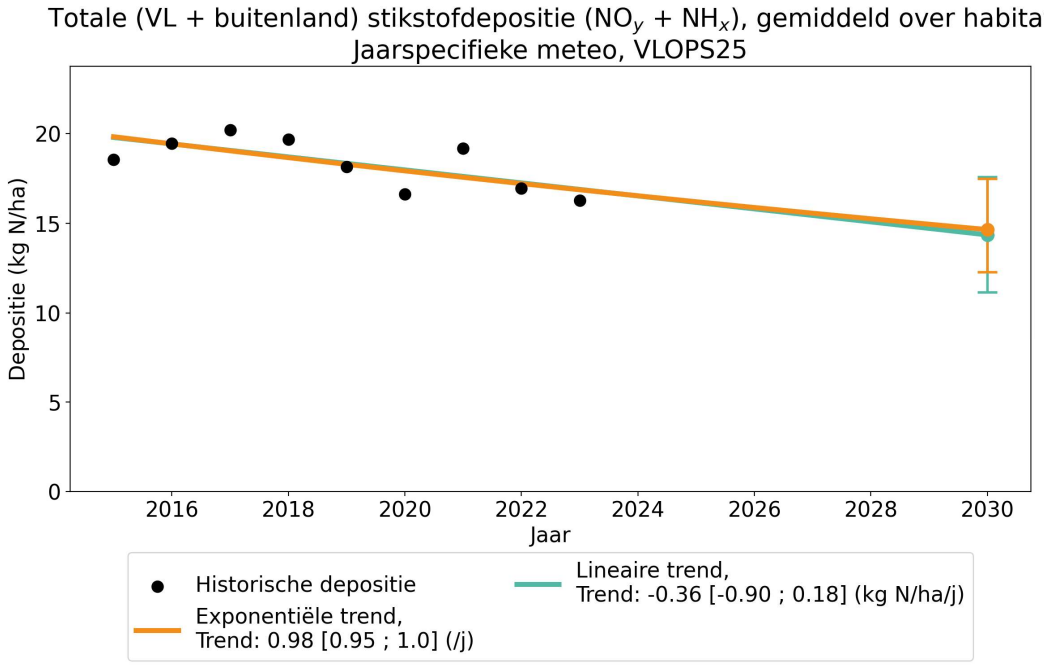
In alle analyses worden de VLOPS resultaten gekalibreerd, en we maken hierbij steeds gebruik van de kalibratiefactoren op basis van het meteojaar.

Figuur 56 toont de impact van de jaarspecifieke meteo op de depositie. Voor elk jaar toont de figuur het verschil tussen een berekening enerzijds op basis van de meteo voor 2017 en anderzijds op basis van de jaarspecifieke meteo, en dit voor de totale (Vlaanderen + buitenland) depositie gemiddeld over Vlaamse habitats. Logischerwijze ligt het datapunt voor 2017 op nul, want in dit geval wordt bij beide berekeningen dezelfde meteo gebruikt. De plot toont verder aan dat er aanzienlijke verschillen zijn tussen de verschillende meteojaren. De meteo van 2018, 2019, 2022 en 2023 leidt tot deposities die in lijn liggen met deze op basis van meteo 2017. Meteo 2021 leidt tot hogere deposities, en meteo 2015, 2016 en 2020 leiden tot lagere deposities. Vooral het jaar 2015 is hierbij een uitzondering met een bijzonder gunstige meteo.

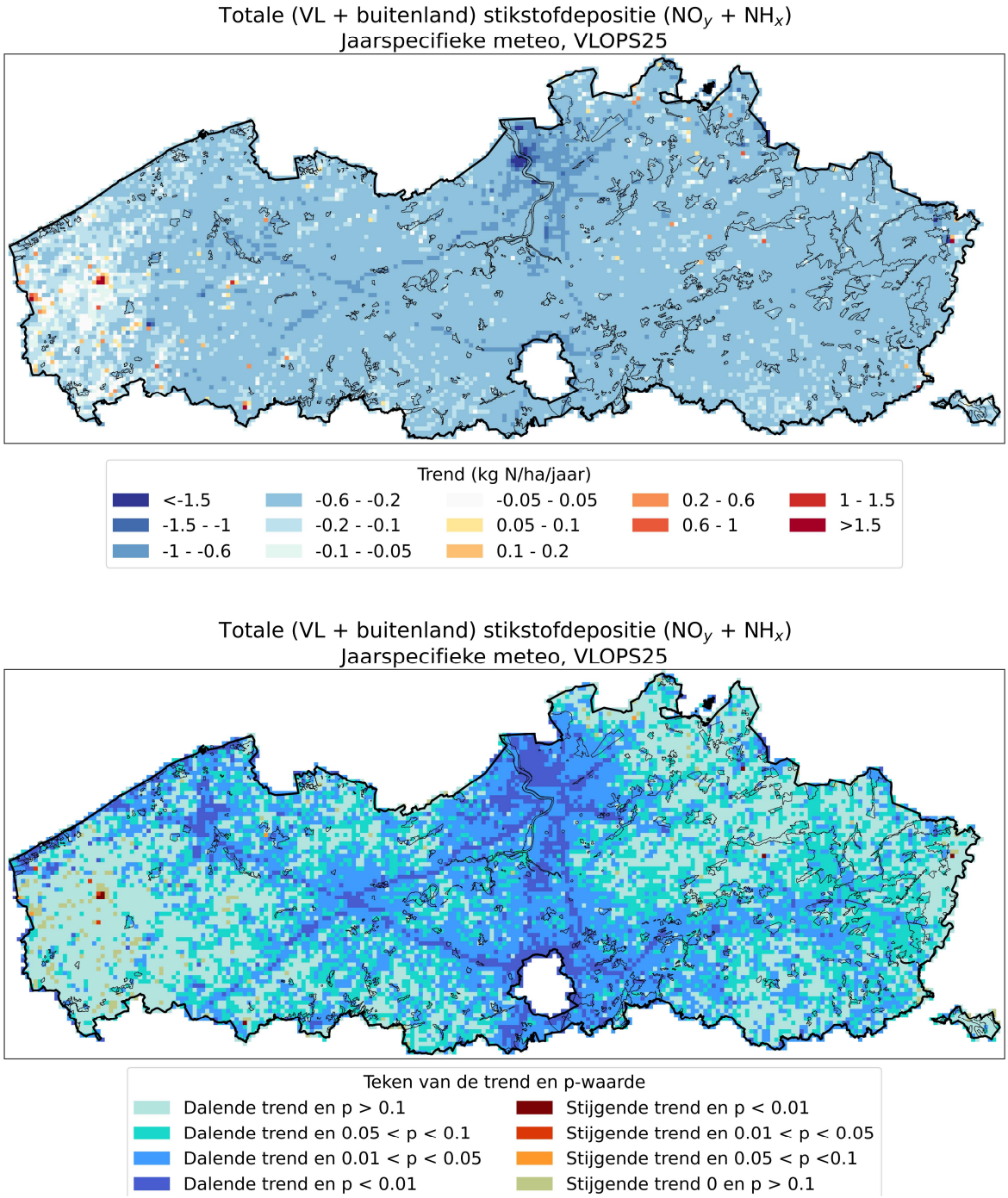
We zijn in deze studie echter eerder geïnteresseerd in de evolutie van de depositie, dan in de absolute depositie. Figuur 57 toont de evolutie van de gemiddelde totale (Vlaamse + buitenlandse) depositie op de habitats, en Figuur 58 de kaarten met de trend en p-waarde als voor elk jaar gebruik gemaakt wordt van de meteorologie van dat specifieke jaar. Deze figuren zijn dus de tegenhanger van respectievelijk Figuur 28 en Figuur 46, die dezelfde resultaten bevatten, maar dan op basis van een vast meteojaar (2017) voor alle jaartallen. De resultaten tonen aan dat het gebruik van jaarspecifieke meteorologie een belangrijk effect heeft op de uitgevoerde analyse. Toch zien we de dalende trend in deposities ook terug in de resultaten indien we gebruik maken van de jaarspecifieke meteorologie, zij het dat de trend veel minder uitgesproken is (-0,36 kg/ha/j versus -0.59 kg/ha/j met constante meteo) en een stuk meer gemaskeerd wordt door de jaarlijkse variabiliteit. Door deze jaarlijkse variabiliteit is de trend ook niet langer significant dalend, aangezien de bovengrens van het betrouwbaarheidsinterval een stijging aangeeft. Aangezien er weinig reden is om aan te nemen dat de meteorologie standaard verschuift naar een meer ongunstige situatie (meer depositie voor zelfde emissies) kunnen we dus vermoeden dat, indien de trend in emissies de komende jaren aanhoudt, de significant (dalende) trend in deposities ook terug duidelijker zichtbaar zou moeten worden bij gebruik van de jaarspecifieke meteo.



Figuur 56: Impact van het gebruik van jaarspecifieke meteo in plaats van meteo 2017. De plot toont het verschil in de jaarlijkse totale (Vlaanderen + buitenland) N-depositie (NO_x + NH_x) gemiddeld over de Vlaamse habitats op basis van VLOPS24, tussen enerzijds een berekening op basis van meteo 2017 en anderzijds de jaarspecifieke meteo. Positieve waardes: de depositie berekend op basis van de jaarspecifieke meteo is lager dan deze bij meteo 2017 (en dus gaat het om een gunstig meteojaar). De plot toont, net zoals alle andere plots in dit rapport, de resultaten na kalibratie.



Figuur 57: Verloop van de totale (VL + buitenland) jaarlijkse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) gemiddeld over habitats in Vlaanderen (in kg N/ha/j), indien voor elk jaar gebruik gemaakt wordt van de meteo voor dat jaar. Zwarte punten: gerapporteerde jaarlijkse deposities voor de historische jaren. Groene en oranje lijn: lineaire respectievelijk exponentiële regressie door de punten. Groene en oranje punt in 2030: projectie van de deposities volgens een lineaire respectievelijke exponentiële trend, met betrouwbaarheidsinterval (2-sigma onzekerheid). Deze figuur is de tegenhanger van Figuur 28, maar dan op basis van jaarspecifieke meteorologie.



Figuur 58: Lineaire trend van de totale (VL + buitenland) jaarlijkse stikstofdeposities (NO_y+NH_x) op 1 km bij 1 km resolutie in de periode 2015 – 2023, zoals gemodelleerd door het VLOPS model, indien voor elk jaar gebruik gemaakt wordt van de meteo voor dat jaar. De bovenste figuur geeft de jaarlijkse trend (in kg/ha/jaar), de onderste figuur visualiseert het teken van de trend en de p-waarde in één figuur. Deze figuur is de tegenhanger van Figuur 46, maar dan op basis van jaarspecifieke meteorologie.

5 CONCLUSIE

In dit rapport wordt een uitgebreide ruimtelijk-temporele analyse gepresenteerd van de stikstofemissies en -deposities in Vlaanderen gedurende de periode 2015-2023. Het rapport is opgesteld als een leidraad om de evolutie van de deposities en emissies ten aanzien van de doelstellingen uit het stikstofdecreet van januari 2024 te evalueren.

Voor de periode 2015–2023 worden de jaarlijkse emissies van stikstofdioxide (NO_x) en ammoniak (NH_3) voor alle relevante sectoren in kaart gebracht. Een trendanalyse onthult hoe de emissies zijn geëvolueerd en of de huidige trends overeenkomen met het traject dat nodig is om de doelstellingen voor 2030 volgens het stikstofdecreet te behalen. Daarnaast wordt de jaarlijkse stikstofdepositie gemodelleerd op een resolutie van 1 km bij 1 km. Bij deze modellering worden andere parameters zoals meteorologische gegevens en kalibratiefactoren constant gehouden zodat kan worden ingeschat of en waar er sprake is van een netto depositiedaling enkel veroorzaakt door een verandering in de emissies. Daarnaast wordt een gevoeligheidsstudie uitgevoerd die het effect van de gebruikte meteorologische gegevens kwantificeert, door te werken met jaarspecifieke meteorologie.

BIJLAGE A: TOETSPUNT 2030

De trendanalyse in dit rapport onderzoekt hoe de emissies en deposities in de recente jaren evolueerden en wat de verwachtingen zijn voor 2030 als de huidige trends zich doorzetten. De extrapolatie naar 2030 wordt vergeleken met een toetspunt voor 2030, zowel voor emissies als deposities, zodat men kan inschatten hoe de huidige trends zich verhouden tot de verwachte evolutie volgens het stikstofdecreet. In deze bijlage bespreken we in detail hoe dit toetspunt gedefinieerd werd[22].

De onderliggende basis voor dit toetspunt zijn de stikstofdoelstellingen uit het stikstofdecreet. In het decreet zijn volgende doelstellingen expliciet[23] opgenomen, uitgedrukt als jaarlijkse emissie van het Vlaamse Gewest tegen uiterlijk 31 december 2030:

- Totale stikstofoxide emissies (NO_x): 21 800 ton N
- Totale ammoniak emissies (NH_3): 21 300 ton N
- Stalemissies:
    - Ammoniak emissies varkens: 5701 ton NH_3
    - Ammoniak emissies pluimvee: 2089 ton NH_3
    - Ammoniak emissies vleesvee: 2794 ton NH_3
    - Ammoniak emissies mestkalveren: 438 ton NH_3
    - Ammoniak emissies melkvee: 3271 ton NH_3

Het decreet specifieert, buiten de getallen voor de ammoniakemissies voor de stallen, niet verder hoe de totale ammoniak en stikstofoxide emissies samengesteld zijn, en geeft geen expliciete richtgetallen voor de andere sectoren. Daarom kijken we naar de data die onderliggend aan het stikstofdecreet zijn, namelijk de emissies die gebruikt werden in het G8-scenario in het Plan-MER PAS. Voor de (deel)sectoren waarbij er expliciete emissietotalen in het stikstofdecreet staan (zie het lijstje hierboven), komen de emissietotalen uit het G8-scenario immers overeen met deze uit het stikstofdecreet. Voor de andere sectoren bevat het G8-scenario aanvullende gegevens die in lijn zijn met de totalen voor NO_x en NH_3 uit het stikstofdecreet. Zoals we in de volgende paragraaf uitgebreid documenteren, is het echter om diverse redenen niet mogelijk om rechtstreeks de prognose 2030 uit het Plan-MER PAS over te nemen. Vandaar dat we in deze bijlage een nieuw toetspunt definiëren, dat qua emissietotalen aansluit bij de totalen van het G8-scenario uit het Plan-MER PAS[24]. Voor de sectoren waarvoor er expliciete emissietotalen zijn opgenomen in het stikstofdecreet, zal dit toetspunt dan ook automatisch aansluiten bij de sectortotalen uit het stikstofdecreet.

We willen hier ten slotte ook nog benadrukken dat dit toetspunt enkel dient om de huidige trends mee te vergelijken. Het toetspunt is geenszins een inschatting van wat de emissies in 2030 exact zullen

[22] Bemerk dat het toetspunt herberekend werd t.o.v. de vorige versie van het rapport. Dit om de meest recente kennis op het moment van de berekening van het toetspunt op te nemen. De recent beschikbare informatie i.k.v. het maatregelenpakket werd in rekening gebracht zoals de vrijstelling van biobedrijven en de recente gegevens over nulbemesting. Daarnaast werd gerekend met de recentste modellen. De nieuwe VLOPS versie zorgt voor andere piekbelasters en kleine bedrijven en de aanpassingen in EMAV3.0 met wijziging van emissies 2021 voor een aantal deelsectoren als gevolg.

[23] Bemerk dat niet alle doelstellingen in dezelfde eenheid worden uitgedrukt. De ene keer spreekt het decreet over ammoniakemissies, de andere keer over stikstofemissies uit ammoniak of stikstofoxides. Voor de eenvoud werken we in deze tekst in het vervolg enkel met de stikstofemissies.

[24] In het vervolg van het document zullen we kortweg verwijzen naar de emissies uit het Plan-MER PAS als we de emissies van het G8-scenario uit het Plan-MER PAS bedoelen.

zijn vermits er geen nieuwe emissieprognoses werden gebruikt, en het is ook geen voorafname voor toekomstige beleidsbeslissingen.

1.1 MOTIVERING VOOR HERSCHALING VAN HET TOETSPUNT 2030

We bepalen een update van de prognose uit het Plan-MER PAS, rekening houdende met volgende factoren. Sommige van deze factoren hebben enkel een invloed op de deposities, andere ook op de emissies:

- Voor de emissies geldt dat de indeling in (sub)sectoren uit het Plan-MER PAS niet langer overeenkomt met de indeling die wordt gebruikt voor de historische emissiereeksen. In het Plan-MER PAS werd gebruik gemaakt van de VLEM-indeling, die inmiddels is vervangen door de GNFR-sectorindeling die op Europese schaal wordt gehanteerd. Om de trends voor de verschillende sectoren te kunnen analyseren (zowel voor emissies als deposities), is het belangrijk dat dezelfde sectoren worden gebruikt in de historische jaren én in het toetspunt voor 2030.
- De onderliggende emissiemodellen werden aangepast. Dit geldt zowel voor het EMAV-model, dat de landbouwemissies voor Vlaanderen berekent, als voor het E-MAP-model, dat de Vlaamse emissies van alle sectoren verspreidt over Vlaanderen. Om de recente wijzigingen in de landbouwemissies en de geografische spreiding van alle emissies mee te nemen, is een aanpassing aan het toetspunt nodig. Deze aanpassing heeft geen invloed op de totale emissies uit het Plan-MER PAS, maar wijzigt wel de geografische spreiding ervan, wat op zijn beurt leidt tot een aanpassing van de berekende deposities.
- Voor deposities geldt dat het VLOPS-model, dat de concentraties en deposities berekent op basis van de emissies, meerdere keren is geüpdatet.
- Er is tenslotte ook een nieuw basisjaar voor de emissies gekozen in het stikstofdecreet (2021 in plaats van 2015 in het Plan-MER PAS) en een nieuw meteojaar aangenomen als gevolg van een expertenbeslissing (2017 in plaats van 2015). Dit heeft zowel een invloed op de emissieprognoses (want de maatregelen worden doorgevoerd op basis van een ander referentiejaar) als op de depositieberekening (want er wordt een ander meteojaar gebruikt).

Op basis van al deze argumenten werd beslist om het toetspunt 2030 te bepalen.

1.2 TOETSPUNT EMISSIES 2030

1.2.1 Vlaamse emissies

De algemene methodologie voor het bepalen van het nieuwe toetspunt 2030 is om emissietotalen in overeenstemming met het Plan-MER PAS te combineren met de meest recente inschattingen voor de spreidingspatronen in 2030 in de GNFR-indeling.

Aangezien er per sector en polluent aanzienlijke verschillen zijn tussen de datasets die de meest recente inschatting geven voor de spreidingspatronen in 2030, zal de methodologie variëren per sector en polluent. Het algemene basisconcept blijft echter hetzelfde voor elke sector en polluent.

Kort samengevat gebruiken we voor landbouw NH_3-emissie spreidingspatronen opgesteld op basis van het toepassen van de maatregelen uit het stikstofdecreet op emissies voor het jaar 2021. Voor de niet-landbouwsectoren baseren we de NH_3- en NO_x-emissies op de spreidingspatronen voor 2030 uit reeds bestaande, recente doorrekeningen voor 2030. Voor NO_x-emissies in de landbouw wordt een hybride procedure uitgewerkt.

In de volgende paragrafen beschrijven we de bepaling van het toetspunt voor emissies in detail, gegroepeerd voor niet-landbouw (1.2.1.1) en landbouwsectoren (1.2.1.2).

1.2.1.1 Stikstofemissies niet-landbouw sectoren (sector A tem J)

Voor de niet-landbouw sectoren (alle sectoren behalve sector K en L, zie Tabel 5) vertrekken we van emissiegegevens zoals die te vinden zijn in het G8-scenario van het Plan-MER PAS[25] en combineren we deze met de meest recent beschikbare emissietotalen en spreidingspatronen per GNFR-sector voor 2030 uit E-MAP. Deze aanpak zorgt ervoor dat we de gegevens gebruiken in GNFR-formaat, waardoor een betere vergelijking met de emissies voor de historische jaren mogelijk is. Daarnaast komen de emissietotalen overeen met die van het Plan-MER PAS, aangezien vertrokken wordt van die totalen.

Aangezien de sectorindeling in beide datasets afwijkt van elkaar (VLEM in Plan-MER PAS en GNFR in de meest recente versie van E-MAP), moeten we sectoren soms groeperen om de combinatie te kunnen maken. In detail wordt volgende procedure gebruikt:

- Voor de transportsectoren (wegverkeer [F], scheepvaart [G] en luchtvaart [H]) is de link tussen de VLEM-sectoren en de GNFR-sector duidelijk, en is er dus geen samentelling nodig. We combineren hier beide datasets dus voor alle sectoren apart.
- Voor de overige sectoren (sectoren A, B, C, D, E, I, J) is er een minder duidelijke link tussen de GNFR- en VLEM-sectoren. De spreiding van deze sectoren gebeurt dus voor al deze sectoren samen (in één keer), m.a.w., het totaalcijfer voor deze sectoren samen uit het Plan-MER PAS wordt gespreid volgens het gewogen spreidingspatroon van deze sectoren samen.

1.2.1.2 Stikstofemissies landbouwsectoren (sector K en L)

Voor de landbouwsectoren maken we een onderscheid tussen NO_x en NH_3.

1.2.1.3 NH_3-emissies landbouw

Voor de ammoniakemissies van de landbouwsectoren combineren we de meest recente geografische spreiding van de emissies (op basis van de resultaten van EMAV 3.0 voor het jaar 2021) met de emissietotalen uit het Plan-MER PAS. Hiertoe worden in een eerste stap de emissies voor 2030 voor alle subsectoren bepaald door de maatregelen uit het stikstofdecreet toe te passen op de historische emissies voor 2021. De emissietotalen die op deze manier bekomen worden, wijken voor een aantal subsectoren echter sterk af van de inschattingen uit het Plan-MER PAS. Vandaar dat in een tweede stap de emissies per subsector herschaald worden, zodat de emissietotalen uit het Plan-MER PAS

[25] Bij de totalen uit het Plan-MER PAS verwijzen we steeds naar het scenario G8 uit het Plan-MER PAS.

terug bereikt worden. We beschrijven deze procedure in de volgende paragrafen, met een opsplitsing tussen sector K (stallen) en sector L (andere landbouw).

Stalemissies (sector K)

Voor de stalemissies (sector K) vertrekken we van de EMAV 3.0 emissies voor 2021 (Tabel 5, kolom 1), waarop we de bronmaatregelen uit het decreet toepassen:

- Toepassing van de regeling rond piekbelasters:
  - Voor de bepaling van piekbelasters worden op basis van de KDW's opgenomen in impactscore op 15 april 2025 (welke de KDW's zijn die gebruikt zijn in Plan-MER PAS) en VLOPS24 depositiesnelheden (op basis van emissies 2021, meteorologie 2017) alle IIOA ("Ingedeelde inrichting of activiteit") met een impactscore hoger dan of gelijk aan 50% weerhouden. Dit wijkt af van de bepalingen in het decreet, dat piekbelasters berekent op basis van de impactscores van 2020, 2021 en 2022, waarbij minimaal twee van de drie berekende impactscores hoger zijn dan of gelijk zijn aan 50%. Deze keuze is gemaakt om geen voorafname te doen op de identificatie van piekbelasters door de VLM. Voor de trendanalyse op emissie- en depositieniveau (VLOPS-niveau) is de impact van de piekbelasters beperkt, aangezien de totale emissies van de piekbelasters (140 ton N-NH_3/jaar) zeer klein zijn ten opzichte van de totale emissie van de sector K (ca. 12 100 ton N-NH_3/jaar in het toetspunt 2030).
  - De emissies van de piekbelasters in 2021 worden verder gereduceerd tot de impactscore minder dan 50% bedraagt.
- Stallen van kleinschalige bedrijven (jaaremissie van minder dan 500 kg NH_3 en een impactscore (berekend op basis van de KDW's opgenomen in impactscore op 15 april 2025, emissies 2021, meteorologie 2017 en VLOPS24 depositiesnelheden), lager dan of gelijk aan 0.025%) worden vrijgesteld van de generieke bronmaatregelen. De emissies 2021 worden dus behouden voor deze bedrijven.
- Biobedrijven waarvan de impactscore van het biogedeelte lager is dan 1% worden voor het biologische gedeelte vrijgesteld van generieke bronmaatregelen. De impactscore wordt hier berekend op basis van de KDW's gebruikt in Plan MER PAS, emissies 2021, meteorologie 2017 en VLOPS24 depositiesnelheden. Voor de trendanalyse op emissie- en depositieniveau (VLOPS-niveau) is de impact van de biobedrijven beperkt, aangezien de totale emissies van de piekbelasters (114 ton N-NH_3/jaar) zeer klein zijn ten opzichte van de totale emissie van de sector K (ca. 12 100 ton N-NH_3/jaar in het toetspunt 2030).
- Er zijn geen bronmaatregelen opgenomen voor stallen van andere diersoorten (paarden, geiten, schapen, etc.) in het decreet. De emissies 2021 van deze stallen worden dus behouden voor 2030.
- Toepassing van technieken om de ammoniakemissies van niet-AEA pluimveestallen te reduceren (toepassen van een reductie van 63,356%). Dit cijfer is gebaseerd op een daling van 8,39% van dit type stallen in het Luchtbeleidsplan en dan een extra daling van 60% op het resterende gedeelte.
- Toepassing van AEA-technieken op niet-AEA varkensstallen (toepassen van een reductie van 65,145%). Dit cijfer is gebaseerd op een daling van 12,86% van dit type stallen in het Luchtbeleidsplan en dan een extra daling van 60% op het resterende gedeelte.
- Reductie van emissies bij rundveestallen tot op het niveau van het Plan-MER PAS op deelsectorniveau (35% reductie voor melkvee, toename van 0.19% voor vleesvee en 33%

reductie voor mestkalveren)[26]. Deze cijfers worden bekomen door de emissietotalen per deelsector voor 2021 berekend via EMAV 3.0 te vergelijken met de emissietotalen uit het Plan-MER PAS (zie Tabel 5), met inachtneming van de piekbelasterregeling. Bemerk dat deze reductiepercentages afwijken van de percentages uit het stikstofdecreet. Dit hoeft echter niet te verbazen aangezien de reducties in het decreet bepaald zijn op basis van de periode 2015 – 2030, en de percentages hier bepaald zijn op basis van de periode 2021 - 2030. Daarnaast is ook een andere EMAV-versie gebruikt. De afwijkingen zijn dus gerelateerd aan een update in het emissiemodel en de evolutie die tussen 2015 en 2021 reeds heeft plaatsgevonden.

Tabel 5: Ammoniakemissies van stallen voor de verschillende diercategorieën (in ton N/jaar). De tabel geeft de totalen voor 2021 (kolom Totalen 2021), de totalen die bekomen worden door het toepassen van de maatregelen uit het stikstofdecreet op de historische emissies voor 2021 (kolom Herberekening), en de emissietotalen die zijn opgenomen in het [27]Plan-MER PAS (PAS G8). De voorlaatste kolom geeft weer welke extra aanpassingen zijn doorgevoerd zodat de waardes uit de herberekening overeenkomen met deze uit het Plan-MER PAS, en de laatste kolom kwantificeert het verschil tussen PAS G8 en de herberekening, waarbij negatieve cijfers aangeven dat PAS G8 een lager emissietotaal geeft.

Deelsector	Totalen 2021 (ton N/jaar)	Herberekening op basis van maatregelen in decreet (ton N/jaar)	PAS G8 (ton N/jaar)	Doorgevoerde aanpassing om PAS G8 te bereiken	Verschil tussen herberekening en G8
Andere dieren	347	347	248	Uniforme herschaling voor niet-kleinschalige bedrijven van deze categorie	-28,5%
Melkvee	4085	2694	2694		
Mestkalveren	534	361	361		
Vleesvee	2331	2301	2301		
Pluimvee	3370	2013	1720	Aanpassing emissiereductie-percentage voor niet-AEA stallen	-14.5%
Varkens	9953	4510	4695	Aanpassing emissiereductie-percentage voor niet-AEA stallen	+4.1%
Totaal	20620	12226	12019		

Na het toepassen van de maatregelen bekomen we de herberekende emissietotalen in Tabel 5, kolom 2. De tabel vergelijkt de emissietotalen per deelsector met deze uit het Plan-MER PAS. Hierbij valt meteen op dat voor een aantal deelsectoren de emissies sterk afwijken van de emissies die opgenomen zijn in het Plan-MER PAS. Deze verschillen zijn, net zoals de eerdere verschillen voor

[26] Bemerk dat deze getallen (beperkt) afwijken van deze uit de vorige versie van het rapport. Doordat een meer recente VLOPS-versie gebruikt wordt (VLOPS24 in plaats van VLOPS23), zijn er wijzigingen in de piekbelasters en de kleine bedrijven. Daarnaast zijn ook de biobedrijven opgenomen.

[27] Bemerk dat deze cijfers ook zijn opgenomen in het stikstofdecreet, maar daar vermeld worden in ton NH_3 per jaar.

rundveestallen, te wijten aan een combinatie van een aanpassing van het emissiemodel EMAV en de evolutie gedurende de periode 2015 – 2021. Als gevolg hiervan zijn de berekende emissies voor varkens lager dan deze uit het Plan-MER PAS, en deze voor pluimvee en andere dieren hoger. Voor rundveestallen is er geen verschil, aangezien we daar de emissietotalen reeds hebben vastgeklikt aan deze uit het Plan-MER PAS (zie hierboven).

In lijn met de algemene methodologie bij het opstellen van het toetspunt, brengen we de totalen van de emissies voor 2030 terug in lijn met het Plan-MER PAS. We voeren hiervoor een aantal extra aanpassingen door aan de emissieberekeningen en proberen om zo dicht mogelijk aan te sluiten bij de maatregelen uit het stikstofdecreet. We behouden daarom de vrijstelling voor kleine veehouderijen en AEA-stallen, en passen de reductiepercentages voor de niet-AEA stallen aan zodat de juiste totalen bekomen worden. Concreet betekent dit[28]:

- Een reductie van 46% voor de niet-kleinschalige stallen met andere dieren (paarden, schapen,…) die geen biobedrijf zijn. Bemerk wel dat het al dan niet toepassen van deze herschaling geen wezenlijk verschil maakt voor de trendanalyse van de totale emissies en deposities, aangezien deze aanpassing een beperkte impact heeft op de totale emissies. De emissies van deze stallen zijn immers veel kleiner dan de emissies van de andere deelsectoren (slechts 1,6% van de totale stalemissies in 2021).
- Het reductiepercentage voor niet-AEA varkens- en pluimveestallen wordt aangepast zodat de emissies uit het Plan-MER PAS bereikt worden. Kleinschalige bedrijven (impactscore ≤ 0,025% en jaaremissies < 500 kg NH_3) en biobedrijven (met impactscore ≤1%) worden opnieuw niet beschouwd bij deze reducties aangezien deze vrijgesteld worden van de bronmaatregelen. De benodigde reducties zijn 63% voor varkensstallen (komende van 65%) en 78% voor pluimvee (komende van 63%). Er zijn dus strengere maatregelen nodig voor de niet-AEA pluimveestallen, maar minder strenge maatregelen voor de niet-AEA varkensstallen.

Samenvattend besluiten we dat er geopteerd is om de NH_3-emissietotalen voor de stallen zo goed mogelijk in lijn te brengen met het Plan-MER PAS en het stikstofdecreet, maar wel te vertrekken van de spreidingspatronen uit de meest recente emissie-inschattingen. Finaal hebben we dus de totale emissies voor alle deelsectoren gelijk gebracht aan deze uit het Plan-MER PAS.

Andere landbouwsectoren (sector L)

Bij de andere landbouwsectoren (sector L) wordt een onderscheid gemaakt tussen mestverwerkers en de andere deelsectoren.

Om de emissies van mestverwerking te bepalen, wordt een methodologie gelijkend aan deze voor stalemissies gebruikt. We vertrekken eveneens van de emissies voor 2021 (Tabel 6, kolom 1), en passen hier de bronmaatregelen voor deze sector op toe: de piekbelasterregeling en een uniforme reductie van 30% op alle mestverwerkers die geen piekbelaster zijn. De totale emissies voor deze deelsector komen echter nog niet overeen met de totalen uit het Plan-MER PAS. Dit komt omdat de piekbelasters in het decreet niet verplicht moeten stoppen, maar hun emissies moeten reduceren tot hun impactscore minder dan 50% bedraagt. In het Plan-MER PAS werd hier uitgegaan van een

[28] Bemerk dat deze getallen (beperkt) afwijken van deze uit de vorige versie van het rapport. Doordat een meer recente VLOPS-versie gebruikt wordt (VLOPS24 in plaats van VLOPS23), zijn er wijzigingen in de piekbelasters en de kleine bedrijven. Daarnaast zijn ook de biobedrijven opgenomen.

volledige stopzetting voor de “oude” piekbelasters en een verplichte reductie van emissies voor de nieuwe piekbelasters, wat dus leidde tot lagere emissietotalen.

We passen hier opnieuw een verdere uniforme daling van de emissies toe, zodat de totalen uit het Plan-MER PAS bekomen worden. Deze berekening geeft aan dat de mestverwerkers die geen piekbelasters zijn, een reductie van 51% moeten verwezenlijken ten opzichte van de situatie in 2021, om finaal de doelstelling uit Plan-MER PAS te bekomen[29].

Tabel 6: Ammoniakemissies voor de mestverwerkers (in ton N). De tabel geeft de totalen voor de historische emissies voor 2021 (eerste kolom), de emissietotalen die bekomen worden als hier de piekbelasterregeling op wordt toegepast (tweede kolom) en de emissietotalen die zijn opgenomen in het Plan-MER PAS (PAS G8).

Deelsector	Historisch 2021 (ton N/jaar)	Historisch 2021, na toepassing piekbelasterregeling (ton N /jaar)	PAS G8 (ton N/jaar)
Mestverwerkers	803	624	373

Voor beweiden, uitrijden van dierlijk mest en kunstmest zijn geen bronmaatregelen gedefinieerd in het stikstofdecreet. Daarom gebruiken we voor deze deelsectoren een methodologie die gelijkend is aan deze voor de niet-landbouw sectoren. We vertrekken van de emissietotalen uit het Plan-MER PAS en combineren die met de meest recente spreidingspatronen uit E-MAP per deelsector. Wel wordt bij deze combinatie rekening gehouden met de maatregelen rond de groene bestemmingen.

1.2.1.4 NO_x-emissies landbouw

De methodologie voor de NO_x emissies voor de landbouwsectoren ligt sterk in lijn met de methodologie voor de NO_x emissies voor de niet-landbouw sectoren. We stellen een toetspunt op door de emissietotalen uit het Plan-MER PAS te combineren met de meest recente spreidingspatronen. Voor de NO_x-emissies van de sector landbouw is deze procedure echter wat gecompliceerder, aangezien de emissieprognoses uit de meest recente versie van E-MAP en het Plan-MER PAS opgesteld zijn op basis van een oudere EMAV-versie (versie 2.1), terwijl er in een meer recente EMAV-versie (versie 3.0) meer gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn. Meer concreet zijn er in EMAV-versie 3.0 extra inschattingen van andere stikstofverliezen voor stallen, en zijn emissies voor beweiden en mestverwerkers toegevoegd.

Om toch te starten van de meest recente gegevens, vertrekken we, voor de deelsectoren stallen, beweiden en mestverwerkers van de historische emissies voor 2021 i.p.v. de emissies uit E-MAP voor 2030, omdat ze met de meest recente EMAV-versie (versie 3.0) werden berekend (zie Tabel 7, kolom 1 voor de totalen). We brengen deze emissies in eerste instantie in lijn met de emissietotalen uit E-MAP voor 2030, en dit voor beide GNFR-sectoren apart (sector K, stallen, en sector L, andere landbouwemissies). Meer concreet worden volgende stappen uitgevoerd:

[29] Bemerk dat de mestverwerkers die wel piekbelaster zijn reeds een grotere reductie hebben ondergaan, en daarom worden vrijgesteld van deze extra maatregel.

- Aangezien sector K (stallen) in de historische reeks via puntbronnen wordt voorgesteld (op basis van EMAV 3.0), maar in E-MAP voor NO_x nog als oppervlaktebronnen (op basis van uitvoer van EMAV 2.1), worden de puntbronnen uit de historische jaren overgenomen, maar de totalen gelijkgezet aan de totalen uit E-MAP.
- Voor sector L (andere landbouwemissies) zijn kunstmest en uitrijden reeds opgenomen in E-MAP en ze worden daarom integraal overgenomen uit E-MAP. Voor beweiden en mestverwerkers is dit niet het geval, en daarvoor worden de emissiepatronen overgenomen uit de historische reeks voor 2021. We herschalen deze, en gebruiken hiervoor het reductiepercentage voor NH_3 voor dezelfde deelsector).

De totalen die bekomen worden na deze stap worden getoond in Tabel 7, derde kolom.

In tweede instantie worden dan de totale landbouwemissies (sectoren K en L samen) geijkt met de emissies uit het Plan-MER PAS. Bemerk dat de omweg via E-MAP hierbij essentieel is, aangezien de sectorindeling uit het Plan-MER PAS (VLEM indeling) niet in lijn is met de indeling voor de historische jaren (GNFR), daar waar de indeling uit E-MAP dit wel is. Een overzicht van de finale emissies wordt gegeven in Tabel 7.

Tabel 7: Stikstofoxide emissies voor de sector landbouw (in ton N). De tabel geeft de totalen voor het historische jaar 2021 (eerste kolom), de totalen volgens E-MAP voor 2030 (tweede kolom), de emissietotalen berekend volgens de eerste stap van de methodologie (derde kolom), de emissietotalen die zijn opgenomen in het Plan-MER PAS (vierde kolom) en de finale emissietotalen voor het toetspunt (laatste kolom).

Deelsector	Historisch 2021 (ton N/jaar)	E-MAP 2030 (ton N/jaar)	Toetspunt voor herschaling 2030 (ton N/jaar)	PAS G8 2030 (ton N/jaar)	Toetspunt 2030 (ton N/jaar)
Stallen	411	278	278	2042	266
Beweiden	216	Niet beschouwd	216		207
Uitrijden	975	755	755		725
Kunstmest	771	757	757		727
Mestverwerkers	256	Niet beschouwd	121		117
Totaal	2629	1790	2127	2042	2042

Samenvattend besluiten we dat voor de landbouwemissies voor NO_x de meest recente inschattingen voor de spreidingspatronen (ofwel de historische tijdsreeks, ofwel de E-MAP inschatting voor 2030) worden gecombineerd met het landbouwtotaal uit het Plan-MER PAS. De finaal bekomen emissietotalen voor sector K en L samen zijn dus in lijn met deze uit het Plan-MER PAS, en gebruiken onderliggend de meest recente inschatting voor de spreidingspatronen.

1.2.2 Buitenlandse emissies

1.2.2.1 Nederland

De emissies voor Nederland zijn gebaseerd op gedetailleerde data aangeleverd door RIVM. De prognoses voor 2030 zijn afgeleid door de maatregelen die vastliggen in het vastgesteld beleid toe te passen op de historische emissies.

Meer in detail leverde RIVM in februari 2025 de historische emissies voor 2021 aan. Deze emissies worden gebruikt in de GCN (grootschalige concentratiekaarten Nederland[30]) rapportering in 2024, en liggen ook aan de basis van de officiële rapportering aan Europa. De historische emissies worden aangeleverd in de specifieke GCN-sectoren (afval, bouw, consumenten, energie, HDO, industrie, landbouw en verkeer), maar RIVM leverde ook omzettingstabellen om de emissies om te zetten naar de GNFR-indeling. Bij de omzetting naar GNFR is er ook een verdere aggregatie gebeurd van niet-puntbronnen op resolutie 1 km, om zo het aantal records te verminderen (reductie orde ~50%). Deze omzetting heeft natuurlijk geen effect voor de emissietotalen, maar maakt wel de doorrekening naar deposities eenvoudiger en sneller.

Naast de historische emissies, leverde RIVM ook de prognose schaalfactoren van het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving[31]) aan. Via deze factoren kunnen de ingeschatte emissies voor 2030 berekend worden uit de historische data voor 2021. Hierbij wordt uitgegaan van de variant “vastgesteld beleid”, welke de maatregelen bevat die reeds zijn opgenomen in het huidige beleid.

1.2.2.2 Niet-Nederland

Voor de niet-Nederlandse buitenlandse emissies worden de emissietotalen en spreidingspatronen uit E-MAP voor 2030 integraal overgenomen.

1.3 TOETSPUNT DEPOSITIES 2030

Het toetspunt deposities voor 2030 wordt bepaald door een VLOPS-doorrekening. Voor de trendanalyse uit dit document wordt hierbij gebruik gemaakt van VLOPS25[32]. De emissies zijn deze die beschreven werden in de vorige sectie. Voor het meteojaar wordt gebruik gemaakt van meteorologische data voor 2017, en ook de kalibratie vindt plaats op basis van de kalibratiefactoren gekoppeld aan dit meteojaar.

[30] Zie https://www.rivm.nl/gcn-gdn-kaarten.
[31] www.pbl.nl
[32] In vergelijking met de vorige versie van dit rapport (“Emissie en depositie van stikstof in Vlaanderen tijdens de periode 2015-2022)”, https://www.friscris.be/nl/publications/emissie-en-depositie-van-stikstof-in-vlaanderen-tijdens-de-periode-20152022(971cb96a-bb74-40f9-9ba1-42c71d6133a4).html) werden er aanpassingen gedaan aan de parameters voor een aantal sectoren. Deze worden nu meegegeven in lijn met de parameters voor de historische tijdsreeks.

BIJLAGE B: GEBRUIKTE FORMULES VOOR DE TRENDANALYSE

B.1 TEMPORELE ANALYSE VAN EMISSIES EN DEPOSITIES

We bepalen de temporele trend van de stikstofdeposities en -emissies doorheen de jaren volgens de formules uit deze bijlage.

Lineaire trend

Voor iedere dataset hebben we N verschillende datapunten (waarbij N het aantal jaren voorstelt) die elk van de vorm $[X_i,Y_i]$ zijn. Het eerste deel (X_i) is dus altijd het jaartal, het tweede deel (Y_i) een depositie of emissie. We bepalen dan de richtingscoëfficiënt (RC) en het intercept (I) van de trendlijn als volgt:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{N};$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{N};$$

$$sxx = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{N};$$

$$sxy = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{N};$$

$$RC = \frac{sxy}{sxx};$$

$$I = (\bar{Y} - slope * \bar{X});$$

De standaarddeviatie van de trendlijn wordt berekend via:

$$std_{RC} = \sqrt{\frac{\sum [Y_i - (slope * X_i + intercept)]^2}{(N-2)\sum (X_i - \bar{X})^2}};$$

$$std_{I\ at\ \bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum [Y_i - (slope * X_i + intercept)]^2}{(N-2)N}};$$

De standaarddeviatie van de richtingscoëfficiënt wordt vervolgens omgezet in een 95% betrouwbaarheidsinterval op de trend, op basis van een tweezijdige (two-tailed)[33] test met

[33] In de vorige versie van het rapport werd gebruik gemaakt van een one-tailed test. Hierdoor werd enkel gekeken of de trend significant dalend is. Aangezien de analyse echter ook trends bekijkt die significant stijgend zijn, is er geopteerd om over te schakelen om de two-tailed test.

vrijheidsgraad N-2. Concreet schatten we het betrouwbaarheidsinterval van de trend van de lineaire regressie dus in als

$$[RC - 2 * t * \ std_{RC} \ ; \ RC + 2 * t * std_{RC}],$$

waarbij t de hierboven beschreven teststatistiek is.

Tenslotte bepalen we de standaarddeviatie op de waarde die de trendlijn in een bepaald jaar (X) aanneemt als volgt:

$$std_{waarde\ trend\ in\ X} = \sqrt{\left(std_{intercept\ at\ \bar{X}}\right)^2 + \left((X - \bar{X}) * std_{trend}\right)^2};$$

De onzekerheid op de waarde van de trendlijn in X wordt finaal ingeschat als twee maal deze standaarddeviatie, en we gebruiken dus volgend betrouwbaarheidsinterval voor de waarde van de trendlijn in X:

$$[(RC * X + I) - 2 * \ std_{waarde\ trend\ in\ X} \ ; \ (RC * X + I) + 2 * std_{waarde\ trend\ in\ X}].$$

Exponentiële trend

Om de exponentiële trendlijn ($Y = b * e^{a*X}$) en zijn onzekerheden te bepalen, nemen we eerst het logaritme van alle datapunten, en gebruiken nadien de bovenstaande formules voor het koppel [log(X_i), log(Y_i)]. De lineaire trend geeft dan de factor a weer uit de regressie.

B.2 SPATIO-TEMPORELE ANALYSE VAN DE DEPOSITIE

De trend per roostercel wordt bepaald door de formules voor de lineaire trend uit bijlage B.1 toe te passen op de depositie per roostercel. Voor elke 1 km bij 1km roostercel wordt er dus een lineaire regressie uitgevoerd, en voor elke roostercel wordt een richtingscoëfficiënt bepaald. Ook de standaarddeviatie van de richtingscoëfficiënt wordt voor elke roostercel bepaald.

De onzekerheid van de trend in elke roostercel wordt vervolgens gekwantificeerd op basis van een p-waarde. Hiertoe wordt de verhouding tussen de trend en de standaarddeviatie van de trend als een maat voor de onzekerheid op het teken van de trend beschouwd (positief: stijging, negatief: daling). De combinatie van een grote trend (sterk stijgend of sterk dalend) en een kleine standaardafwijking op deze trend geeft immers aan dat de relatieve onzekerheid op de trend klein is. We definiëren dus volgende teststatistiek $t_{(i,j)}$ voor gridcel (i,j):

$$t_{(i,j)} = \frac{RC_{(i,j)}}{std_{RC\,(i,j)}};$$

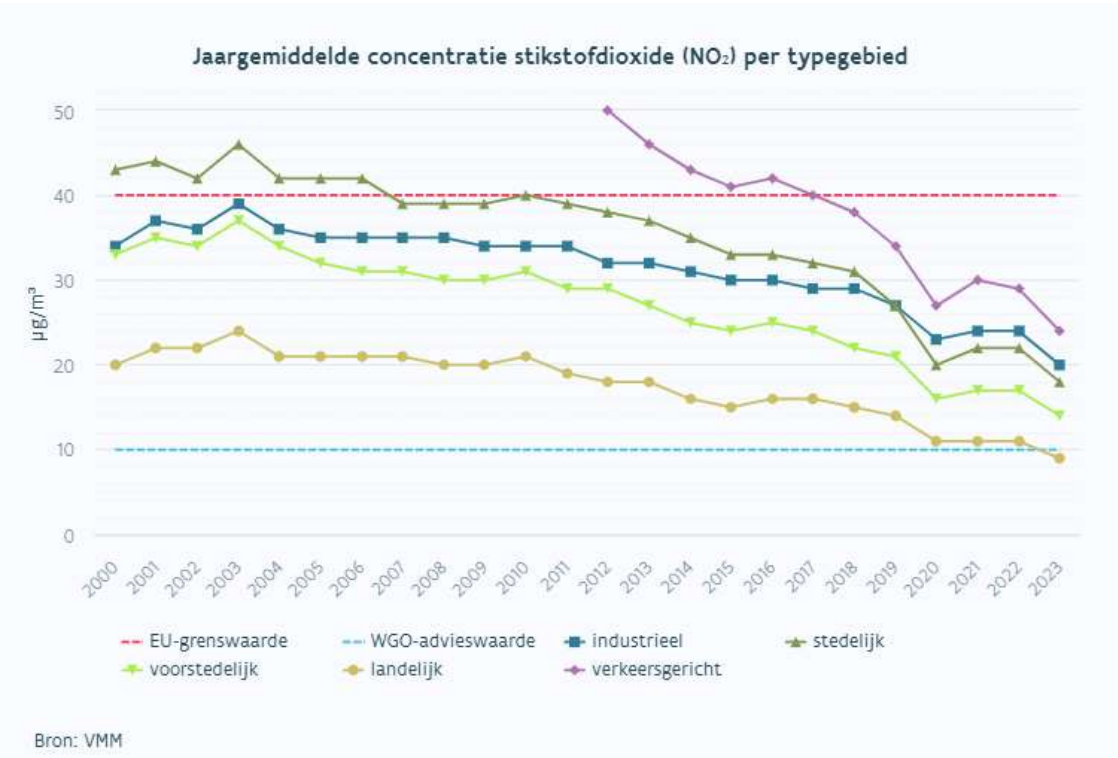
waarbij het subscript aanduidt dat we de desbetreffende grootheid evalueren voor de specifieke roostercel. Vervolgens bepalen we de p-waarde op basis van de cumulatieve distributiefunctie van de

studentverdeling (ook gekend als de t-verdeling), waarbij het aantal vrijheidsgraden gelijk gesteld wordt aan het aantal jaren – 2.

BIJLAGE C: TRENDS VAN DE CONCENTRATIES

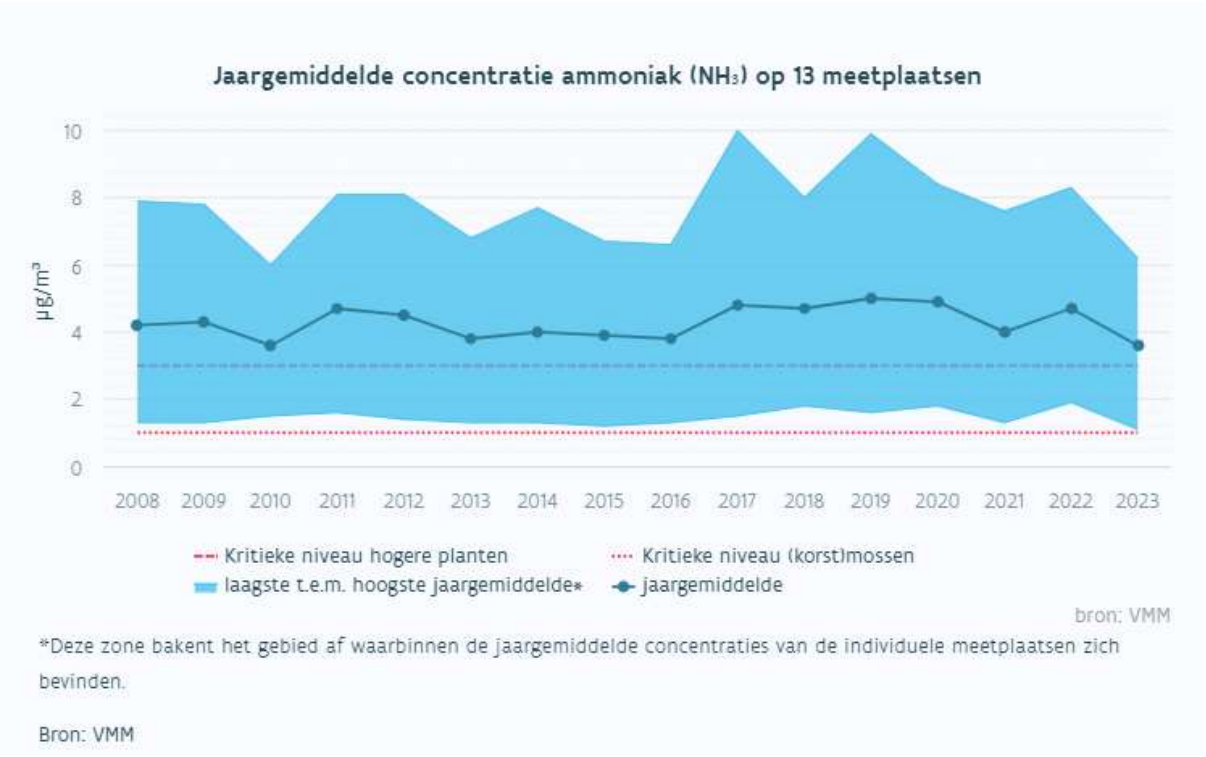
De concentratietrends vormen geen centraal onderdeel van dit rapport, dat zich richt op de trends in emissies en deposities, waarbij voor de deposities gebruik wordt gemaakt van constante meteorologische gegevens. Toch kunnen deposities niet los worden gezien van concentraties, en door naar de concentraties te kijken, kunnen we aanvullende interessante inzichten verkrijgen. Vandaar dat we in deze bijlage ook de evolutie van de concentraties van ammoniak en stikstofdioxide bespreken. We kijken hierbij naar de concentraties op basis van metingen, en houden dus steeds rekening met de jaarspecifieke meteorologie[34].

We gebruiken in deze bijlage de cijfers uit de jaarlijkse rapportage van VMM[35]. Figuur 59 en Figuur 60 tonen respectievelijk de evolutie voor NO_2- en NH_3-concentraties. De belangrijkste conclusie is dat de evolutie van NO_2 een significant dalende trend vertoont gedurende de laatste 10 jaar, terwijl er zich voor NH_3 geen significante daling voordoet. Dit is ook het gedrag dat we reeds observeerden in de emissies. Verder zien we ook schommelingen tussen de verschillende jaren, die wijzen op de invloed van de meteorologie op de concentratietrends.



[34] Er gebeurt in Vlaanderen vooralsnog geen modellering met vaste meteo voor de concentratietrends.
[35] De cijfers en figuren zijn overgenomen van de visualisaties op https://www.vmm.be/lucht/stikstof.

Figuur 59: Evolutie van de jaargemiddelde NO_2-concentratie per typegebied (in ug/m^3). Bron: https://www.vmm.be/lucht/stikstof/concentratie-stikstofdioxide.



Figuur 60: Evolutie van de jaargemiddelde NH_3-concentratie op basis van de metingen (in ug/m^3). De blauwe zone bakent het gebied af waarbinnen de jaargemiddelde concentraties van de individuele meetplaatsen zich bevinden.
Bron: https://www.vmm.be/lucht/stikstof/concentratie-ammoniak.