Vlaanderen
is landbouw & zeevisserij

ILVO Mededeling D/2026/04
September 2026

Meetcampagne voor de bepaling van de methaanemissies van een traditionele melkveestal

ILVO
Instituut voor Landbouw-,
Visserij- en Voedingsonderzoek

www.ilvo.vlaanderen.be

Opdrachtgever

Ministerie Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur (LVVN)

Meetcampagne voor de bepaling van de methaanemissies van een traditionele melkveestal

ILVO MEDEDELING D/2026/04

September 2026

ISSN 1784-3197

Wettelijk Depot: D/2026/10.970/04

Auteurs

Declerck Arnout

Peeters Quinten

Coorevits Kobe

Laanen Loes

Brusselman Eva

Inhoud

1 Samenvatting 3
2 Inleiding 5
3 Materiaal en methoden 6
3.1 Beschrijving van de melkveestallen en hun omgeving 6
3.2 Meteorologische data 6
3.3 Landbouwkundige randvoorwaarden 6
3.4 Gehanteerde meetstrategie en meetmethodes 6
3.4.1 Meetperiode en -intensiteit 7
3.5 Methaanconcentraties 7
3.6 Ventilatiedebieten 8
3.7 Kwaliteitscontrole 8
3.8 Berekening emissie 8
3.9 Dataverwerking en -analyse 9
4 Resultaten & discussie 10
4.1 Meteorologische data 10
4.1.1 Gemiddelde omgevingstemperatuur 10
4.1.2 Windsnelheid en -richting 12
4.2 Landbouwkundige randvoorwaarden 12
4.2.1 Aantal dieren & huisvesting 12
4.2.2 Klimaat 14
4.2.3 Rantsoen 14
4.2.4 Melkproductie en -ureumgehalte 14
4.3 Ventilatiedebieten 15
4.3.1 ILVO-meetmethode 15
4.3.2 VERA-meetmethode 21
4.4 Methaanconcentraties 22
4.4.1 Kwaliteitscontrole 22
4.4.2 Data-exploratie 22
4.5 Methaanemissies 28
4.5.1 ILVO-meetmethode 28
4.5.2 VERA-meetmethode 31
5 Conclusie 34
6 Referenties 35
7 Bijlage 37
7.1 Bijlage 1: Kalibratiecurven van analyzers op basis van kalibratiemetingen bij VITO 37
7.2 Bijlage 2: Overzicht ongebruikte data meetcampagne 39

7.3 Bijlage 3: Distributie van het aantal beschikbare uren over een dag per meetlocatie gebruikt voor de berekening van de NH_3-emissiewaarden volgens de ILVO-meetmethode 41

1 Samenvatting

In het kader van de meetcampagne NH_3 en CH_4 – ontwikkeling meetmethoden stalemissies, werd niet alleen NH_3 gedurende een heel jaar bemeten op vier traditionele melkveestallen, maar ook CH_4. Dit rapport kan dan ook aanzien worden als een uitbreiding op het rapport over de NH_3-emissies van traditionele melkveestallen (Declerck et. al., 2025). **Het doel van het rapport over de CH_4-metingen is de gemiddelde methaanemissie van een traditionele melkveestal met behulp van twee verschillende meetmethodieken bepalen, nl. met de ILVO- en de VERA-meetmethode.**

De meetperiode werd met enkele maanden verlengd in vergelijking met de meetperiode gebruikt in het NH_3-rapport. Dit zorgt ervoor dat ook in dit rapport terug moet ingegaan worden op de landbouwkundige randvoorwaarden. Tijdens de volledige meetperiode werden afwijkingen gevonden ten opzichte van de gestelde randvoorwaarden voor bezettingsgraad, CO_2-concentratie in de stal, melkproductie en het ureumgehalte. De bezettingsgraad is de verhouding van het aantal aanwezige dieren ten opzichte van het aantal aanwezige ligboxen in de stal. Volgens de randvoorwaarden moet dit tussen de 90% en de 110% zijn. Geen enkele van de vier bemeten stallen voldoet hier gedurende de volledige meetperiode aan. Stal B1 voldoet ongeveer de helft van de meetperiode aan de ondergrens. Stal B3 voldoet aan het begin en het einde van de meetperiode aan de voorwaarde, maar de bezettingsgraad is voor het overige deel hoger dan 110%. Stal B2 en B4 hebben zo goed als de hele meetperiode een bezettingsgraad van meer dan 110%.

Er werden slechts 7 datapunten in de data van alle stallen gevonden waar de CO_2-concentratie boven 2000 ppm was in de stallen. De randvoorwaarde stelt dat deze concentratie onder 2000 ppm moet blijven. Deze 7 datapunten werden teruggevonden gedurende 2 dagen van de meetcampagne. De melkproductie en het ureumgehalte voldeden wel voor het grootste deel van de meetperiode aan de vooropgestelde randvoorwaarde. De melkproductie bedroeg voor stallen B1 en B2 ongeveer 29 kg/dier/dag en voor stallen B3 en B4 ongeveer 35 kg/dier/dag. Beide zijn hoger dan het minimum van 25 kg/dier/dag vooropgesteld in de voorwaarde. Het gemiddelde ureumgehalte varieerde tussen de 21 en 25 mg/100ml voor de vier stallen, wat hoger is dan de minimale 15 mg/100ml in de randvoorwaarde. In stal B1 waren er wel enkele momenten waarop het ureumgehalte onder 15 mg/100ml zakte. De 25%-percentielwaarde bedroeg 19,4 mg/100 ml en lag hiermee ruim boven de minimale waarde.

Met de ILVO-meetmethode werd een methaanemissie per uur berekend door het concentratieverschil tussen de uitgaande en ingaande lucht te vermenigvuldigen met het debiet van de uitgaande lucht. De emissie per uur werd vervolgens gedeeld door het aantal aanwezige dieren in de stal op het ogenblik van de metingen. In het ideale geval heb je voor elk uur van het jaar een emissiewaarde en tel je alle emissiewaarden per uur op om de totale methaanemissie over het jaar te kennen. Indien het aantal ontbrekende dagen beperkt zou zijn én de emissie een stabiel patroon vertoont, zouden de ontbrekende emissiewaarden

ingeschat kunnen worden door interpolatie. Door het grote aantal ontbrekende emissiewaarden en het grillig emissiepatroon zou deze aanpak vermoedelijk leiden tot een foutieve inschatting van de werkelijke emissie. Daarnaast duurde de meetperiode bij elke stal meer dan een jaar. Daarom werden de emissies in dit rapport berekend met drie methoden: (1) met alle beschikbare data, (2) met de data in het eerste jaar na de start van de metingen en (3) met data in het jaar voor het einde van de metingen. De beschikbare emissiewaarden, die per methode dus wat verschillen, werden opgeteld om vervolgens te delen door het aantal beschikbare uren en te vermenigvuldigen met het aantal uren per jaar. Verder in het rapport noemen we dit de herschaling van de cumulatieve emissiewaarden. Om de emissiewaarde per jaar te berekenen voor een traditionele melkveestal werd vervolgens het gemiddelde berekend over de vier stallen op basis van de herschaalde cumulatieve waarde per stal.

Op basis van de herschaalde cumulatieve methaanemissies wordt met de ILVO-meetmethode een gemiddelde methaanemissie van 407 ± 71 kg/dier/jaar voor methode 1, 419 ± 65 kg/dier/jaar voor methode 2 en 404 ± 67 kg/dier/jaar voor methode 3 bekomen.

Met de VERA-meetmethode werd een methaanemissie per dag berekend. Aangezien het ventilatiedebiet volgens deze methode enkel over 24 uur bepaald kan worden (met behulp van de CO_2-productiemodellen van Pedersen & Sällvik (2002) en Pedersen et al. (2008)), moet ook eerst de gemiddelde CH_4- en CO_2-concentratie in de ingaande lucht en centraal in de stal (met de VERA-verzamelleiding) bepaald worden op basis van de uurwaarden. De daggemiddelde concentratie aan de VERA-verzamelleiding wordt vervolgens gecorrigeerd door de concentratie in de ingaande lucht ervan af te trekken om vervolgens te vermenigvuldigen met het daggemiddelde ventilatiedebiet. De emissie per dag werd vervolgens gedeeld door het aantal aanwezige dieren in de stal op het ogenblik van de metingen. Net zoals bij de ILVO-meetmethode werd de emissiewaarde per jaar voor een traditionele melkveestal berekend als het gemiddelde van de herschaalde cumulatieve waarde van de vier stallen.

Op basis van de cumulatieve methaanemissies wordt met de VERA-meetmethode een gemiddelde methaanemissie van 339 ± 10 kg/dier/jaar voor methode 1, 350 ± 13 kg/dier/jaar voor methode 2 en 332 ± 12 kg/dier/jaar voor methode 3 bekomen.

Voor een diepgaande analyse van de verschillen tussen de VERA-methode en de directe ILVO-meetmethode wordt verwezen naar het rapport *Vergelijking van meetmethoden om emissies uit natuurlijk geventileerde melkveestallen te bepalen* (Declerck et al., 2026). Daarin wordt ook de data van de metingen tijdens deze meetcampagne uitgevoerd door Wageningen Livestock Research meegenomen.

2 Inleiding

In dit rapport worden de resultaten van een meetcampagne die uitgevoerd werd binnen het *Meetprogramma methaan en ammoniak – ontwikkeling meetmethoden stalemissies* (gefinancierd door het Nederlandse ministerie Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur) weergegeven.

Het doel van deze meetcampagne was de bepaling van **de gemiddelde methaanemissie van een traditionele natuurlijk geventileerde (Vlaamse) melkveestal met behulp van twee verschillende meetmethodieken**. De eerste meetmethode berust op directe ventilatiedebietmetingen ontwikkeld door ILVO, alsook een aangepaste staalnamemethode voor gassen in en rond de stal die rekening houdt met de windrichting in en rond de stal. De tweede meetmethode gebruikt de indirecte tracergasmethode zoals beschreven in het VERA-protocol. **Het doel van de meetcampagne was om de gemiddelde jaarlijkse methaanemissie van een traditionele natuurlijk geventileerde melkveestal vast te stellen. Om deze emissiewaarde te bepalen werd gebruik gemaakt van een *multi-farm approach* als meetstrategie. Hiervoor werden vier stallen verspreid in Vlaanderen geselecteerd en gedurende minimaal één jaar bemeten.**

Tijdens deze meetcampagne werden ook emissiemetingen uitgevoerd door Wageningen Livestock Research. De resultaten van deze metingen zijn terug te vinden in het rapport *Ammoniak- en methaanemissie uit vier gangbare ligboxenstallen voor melkvee in Vlaanderen* (Mosquera et al., 2026).

3 Materiaal en methoden

3.1 Beschrijving van de melkveestallen en hun omgeving

Een gedetailleerde omschrijving van de melkveestallen en hun omgeving is terug te vinden in het rapport *Meetcampagne voor de bepaling van de ammoniakemissies van een traditionele melkveestal – Sectie 3.1 Beschrijving van de melkveestallen en hun omgeving* (Declerck et al., 2025).

3.2 Meteorologische data

Een omschrijving van hoe de meteorologische data tijdens de meetcampagne werden verzameld is terug te vinden in het rapport *Meetcampagne voor de bepaling van de ammoniakemissies van een traditionele melkveestal – Sectie 3.2 Meteorologische data* (Declerck et al., 2025).

3.3 Landbouwkundige randvoorwaarden

De manier waarop werd getoetst of voldaan was aan de landbouwkundige randvoorwaarden is terug te vinden in het rapport *Meetcampagne voor de bepaling van de ammoniakemissies van een traditionele melkveestal – Sectie 3.3 Landbouwkundige randvoorwaarden* (Declerck et al., 2025).

3.4 Gehanteerde meetstrategie en meetmethodes

Binnen deze meetcampagne werden **twee verschillende meetmethodes** toegepast om de emissies van de vier stallen te bepalen. De eerste is **een door ILVO ontwikkelde meetmethode** op basis van het onderzoek van Van Overbeke et al. (2016) en De Vogeleer et al. (2017). Bij de ILVO-meetmethode worden de ventilatiedebieten bepaald op basis van luchtsnelheidsmetingen in de stalopeningen. Ook de gasconcentraties van de uitgaande lucht worden gemeten aan de stalopeningen. De tweede **meetmethode** is **gebaseerd op het VERA-protocol** dat gebruikt wordt in diverse Europese landen zoals Nederland, Duitsland en Denemarken (VERA, 2018). Bij de toepassing van de meetmethode zoals omschreven in het VERA-protocol, worden de emissies bepaald met behulp van de *tracer gas ratio* (TGR) methode. De ventilatiedebieten worden berekend op basis van het verschil in CO_2 concentratie in en rond de stal en de verwachte productie van CO_2 door de aanwezige dieren. Voor de bepaling van de verwachte productie van CO_2 werden de vergelijkingen van in Pedersen & Sällvik (2002) en Pedersen et al. (2008) gebruikt. Bij deze meetmethode worden de gasconcentraties centraal in de stal gemeten.

Een overzicht van de meetperiodes per stal is te vinden in Tabel 1.

Meer gedetailleerde informatie over beide methodes kan teruggevonden worden in Declerck et al. (2025) *sectie 3.5 Ammoniakconcentraties* waarin het verschil in de opstelling voor concentratiemetingen wordt behandeld en *sectie 3.6 Ventilatiedebieten* waarin het verschil tussen de directe ILVO-methode en de indirecte VERA-meetmethode voor ventilatiedebieten wordt behandeld.

3.4.1 Meetperiode en -intensiteit

Bij elk van de vier stallocaties werd gedurende **minimaal** een jaar gemeten, gebruik makend van een indirecte en directe meetmethode toegepast door ILVO. Tabel 1 toont een overzicht van de meetperiodes per meetlocatie. In principe wordt een jaargemiddelde emissie bepaald op basis van metingen over een kalenderjaar. Dit zorgt ervoor dat alle meteocondities over een jaar worden meegenomen. We hebben ervoor gekozen om in dit rapport de resultaten te tonen van de volledige meetperiode die soms veel langer dan een kalenderjaar duurde opdat deze data nuttig is om de vergelijking tussen de meetmethodes uit te voeren.

Voor de bepaling van de jaargemiddelde methaanemissie werden verschillende berekeningsmethoden toegepast (zie 3.8 Berekening emissie).

Tabel 1: Overzicht van de meetperiode per stal

Locatie	Periode
B1	01-01-2023 tot 15-10-2024
B2	01-05-2023 tot 01-11-2024
B3	01-10-2023 tot 01-11-2024
B4	01-10-2023 tot 01-11-2024

Op het gebied van meetintensiteit werd gekozen om niet te werken met discrete meetdagen verdeeld over de totale meetperiode van een jaar (zoals voorgeschreven in het VERA meetprotocol), maar wel om de meetapparatuur continu te laten meten. Hiermee trachten we een zo correct mogelijke inschatting te maken van de werkelijke methaanemissie van elke stal. Bovendien biedt dit de mogelijkheid inzicht te krijgen in de mate waarin de methaanemissie varieert doorheen het meetjaar.

3.5 Methaanconcentraties

Het voornaamste verschil tussen de VERA- en ILVO-meetmethode op gebied van methaan concentratiemetingen zijn de locaties waar de bemonstering van lucht voor de bepaling van de methaanconcentraties plaats vindt (zie Declerck et al. (2025) – *sectie 3.5.1 Locaties verzamelleidingen*). De gebruikte materialen voor de leidingen en de gasanalyzers zijn voor beide meetmethodes gelijk en worden omschreven in Declerck et al. (2025) – *sectie 3.5.2 Meetopstelling.*

In Tabel 2 wordt een overzicht gegeven van alle gebruikte toestellen tijdens de meetcampagne. Voor meer detail over de gebruikte toestellen (werkingsprincipe en samenstelling van de Axetris-boxen) wordt verwezen naar rapport over NH_3-emissies uit traditionele melkveestallen (Declerck et al., 2025).

Tabel 2: Overzicht van de gebruikte meettoestellen per stal

Locatie	Periode	Analyzer voor CH_4
B1	1-1-2023 tot 15-10-2024	Picarro G2508
B2	1-5-2023 tot 18-3-2024	Axetris 0*
	19-3-2024 tot 31-7-2024	Axetris 4
	1-8-2024 tot 1-11-2024	Picarro G2509
B3	1-10-2023 tot 1-11-2024	Axetris 1
B4	1-10-2023 tot 2-1-2024	Axetris 2
	3-1-2024 tot 1-11-2024	Axetris 3

*Axetris 0 is een meetbox zonder NH_3 gasmodule

3.6 Ventilatiedebieten

De meetmethode en berekeningswijze met de directe ILVO-meetmethode en de indirecte VERA-meetmethode voor de ventilatiedebieten is terug te vinden in het rapport *Meetcampagne voor de bepaling van de ammoniakemissies van een traditionele melkveestal – Sectie 3.6 Ventilatiedebieten* (Declerck et al., 2025).

3.7 Kwaliteitscontrole

De beschrijving van de verschillende kwaliteitscontrole systemen zoals de ventilatiebalansen, de randvoorwaarden voor de metingen van de ILVO- en VERA-methode en de kalibratieprocedure van de gasanalyzers zijn terug te vinden in het rapport *Meetcampagne voor de bepaling van de ammoniakemissies van een traditionele melkveestal – Sectie 3.7 Kwaliteitscontrole* (Declerck et al., 2025).

3.8 Berekening emissie

De algemene berekeningsmethode van de emissies volgens de directe ILVO-methode en de indirecte VERA-methode zijn terug te vinden in het rapport *Meetcampagne voor de bepaling van de ammoniakemissies van een traditionele melkveestal – Sectie 3.8 Berekening emissie* (Declerck et al., 2025). Er wordt in de meetcampagne voor CH_4 meer dan een jaar data verzameld. Om dit correct te kunnen vertalen naar de emissies op jaarbasis, werden verschillende berekeningsmethoden toegepast:

1. **Methode 1**: Deze methode komt overeen met de herschaling van de cumulatieve emissiewaarden zoals gebruikt in Declerck et al. (2025). De totale hoeveelheid methaan uitgestoten per dier in de volledige meetperiode wordt uitgerekend en gedeeld door het aantal meeturen en vervolgens vermenigvuldigd met het aantal uren in een kalenderjaar. Een mogelijk nadeel aan deze methode is dat deze sommige

perioden in het jaar dubbel meeneemt en andere niet, vb. de zomermaanden, waardoor er een bias kan ontstaan in de resulterende emissiewaarde.

2. **Methode 2**: Bij deze methode wordt gewerkt met de data in een volledig kalenderjaar vanaf de start van de meetcampagne. De data die **na** deze periode valt wordt niet meegenomen in de berekening.

3. **Methode 3**: Bij deze methode wordt gewerkt met de data in een volledig kalenderjaar voor het einde van de meetcampagne. De data die **voor** deze periode valt wordt niet meegenomen in de berekening.

Bij alle berekeningsmethoden wordt voor de geselecteerde meetperiode cumulatief de totale methaanemissie per dier van een stal bepaald door alle emissiewaarden op te tellen om vervolgens te delen door het aantal gemeten uren en te vermenigvuldigen met het aantal uren in een kalenderjaar.

3.9 Dataverwerking en -analyse

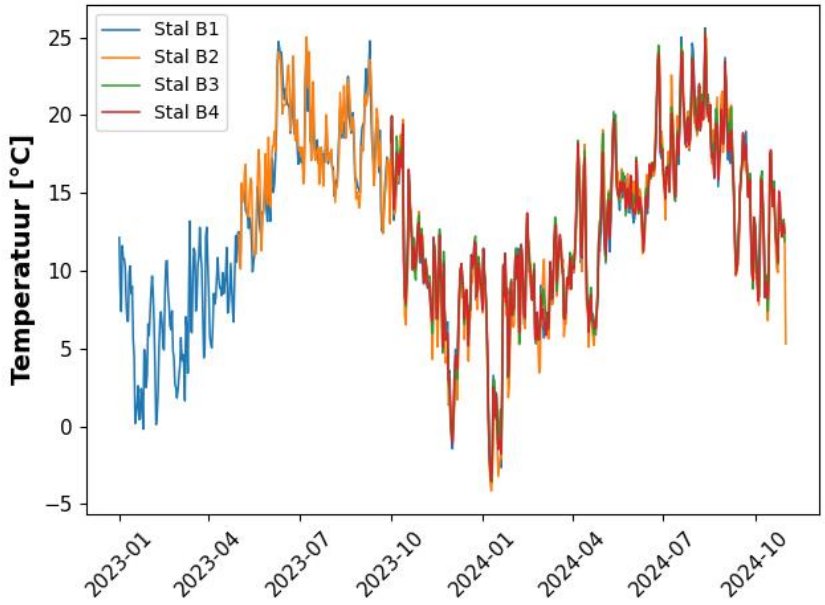
Alle berekeningen werden uitgevoerd in Python 3.12. De verdere dataverwerkingstechnieken zoals het plotten van tijdseries en het verzamelen van algemene statistieken, alsook de controle op volledigheid, kwaliteit en consistentie, zijn niet verschillend van de bewerkingen uitgevoerd op de NH_3-emissie dataset. Daarvoor verwijzen we naar het rapport *Meetcampagne voor de bepaling van de ammoniakemissies van een traditionele melkveestal – Sectie 3.9 Dataverwerking en -analyse* (Declerck et al., 2025).

4 Resultaten & discussie

4.1 Meteorologische data

4.1.1 Gemiddelde omgevingstemperatuur

De gemiddelde temperatuur gemeten bij elk van de vier weerstations staat weergegeven in Figuur 1. Om de trend duidelijk te maken, wordt hier de gemiddelde dagtemperatuur weergegeven. De gemiddelde dagwaarden werden bepaald op basis van waarden per uur. Hoewel de stallen doorheen Vlaanderen verspreid liggen, blijkt het verschil in temperatuur tussen de verschillende meetlocaties beperkt te zijn.



Figuur 1: Verloop van de gemiddelde dagelijkse temperatuur tijdens de respectievelijke meetperiodes zoals gemeten in de weerstations in de nabijheid van de vier meetlocaties.

Tabel 3 t.e.m. Tabel 6 tonen voor elk van de vier meetlocaties de minimale, maximale en gemiddelde omgevingstemperatuur voor elke maand tijdens de meetperiode.

Tabel 3: Minimum, gemiddelde en maximum omgevingstemperatuur (°C) per maand bij meetlocatie B1 tijdens de meetperiode (op basis van uurwaarden).

B1	**1/23**	**2/23**	**3/23**	**4/23**	**5/23**	**6/23**	**7/23**	**8/23**	**9/23**	**10/23**	**11/23**	**12/23**
Min	-2,4	-3,8	-1,9	-0,7	4,5	10,1	10,9	10,4	8,5	1,9	-1,1	-4,7
Gem	5,8	5,9	7,6	8,8	13,3	19,8	18,4	17,8	18,2	13,5	8,2	7,4
Max	14,6	12,4	16,7	17,5	23,2	31,6	31,1	27,2	32,1	26,0	15,3	13,0
B1	**1/24**	**2/24**	**3/24**	**4/24**	**5/24**	**6/24**	**7/24**	**8/24**	**9/24**	**10/24**		
Min	-5,9	2,7	1,5	-0,3	5,2	7,4	10,9	11,2	3,1	3,1		
Gem	4,1	8,7	8,9	10,7	14,7	15,9	18,6	19,4	15,6	11,4		
Max	13,0	15,7	17,6	22,5	26,9	29,8	31,2	34,0	31,8	18,8		

Tabel 4: Minimum, gemiddelde en maximum omgevingstemperatuur (°C) per maand bij meetlocatie B2 tijdens de meetperiode (op basis van uurwaarden).

B2					5/23	6/23	7/23	8/23	9/23	10/23	11/23	12/23
Min					2,4	9,8	8,8	10,0	6,8	1,0	-0,9	-3,9
Gem					14,2	20,2	18,6	18,0	17,9	13,4	7,7	6,8
Max					25,4	30,9	33,2	28,8	32,2	25,7	15,0	12,5
B2	**1/24**	**2/24**	**3/24**	**4/24**	**5/24**	**6/24**	**7/24**	**8/24**	**9/24**	**10/24**		
Min	-9,5	-1,9	0,3	-0,5	5,9	6,4	8,8	9,5	2,7	1,2		
Gem	3,2	8,2	9,2	11,0	15,5	16,5	18,8	19,7	15,7	12,0		
Max	13,4	16,2	18,8	24,6	26,5	30,8	32,1	33,0	30,7	20,5		

Tabel 5: Minimum, gemiddelde en maximum omgevingstemperatuur (°C) per maand bij meetlocatie B3 tijdens de meetperiode (op basis van uurwaarden).

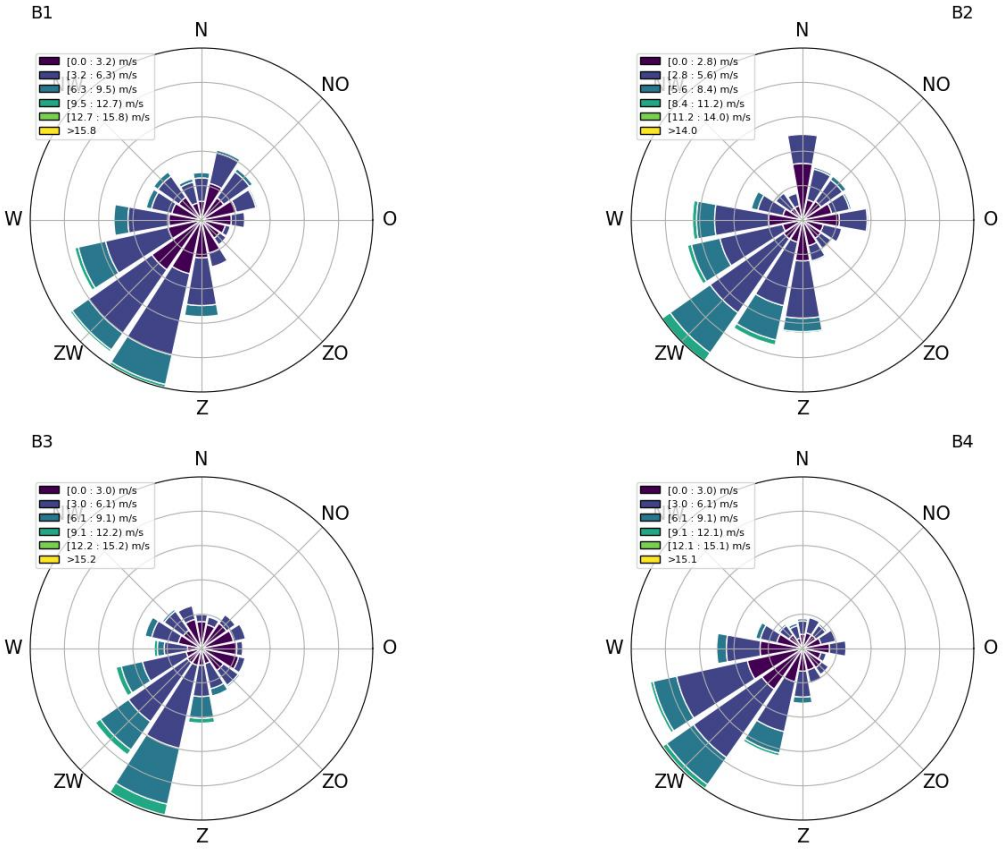
B3										10/23	11/23	12/23
Min										3,1	-1,1	-3,5
Gem										14,1	8,4	7,6
Max										25,4	15,8	13,6
B3	**1/24**	**2/24**	**3/24**	**4/24**	**5/24**	**6/24**	**7/24**	**8/24**	**9/24**	**10/24**		
Min	-6,3	1,3	0,9	0,0	5,6	6,6	9,8	9,6	2,8	0,8		
Gem	4,3	8,9	9,3	11,3	15,4	16,3	18,8	19,9	15,8	12,4		
Max	13,4	16,9	18,0	23,7	26,3	29,9	30,2	33,1	31,0	21,5		

Tabel 6: Minimum, gemiddelde en maximum omgevingstemperatuur (°C) per maand bij meetlocatie B4 tijdens de meetperiode (op basis van uurwaarden).

B4										10/23	11/23	12/23
Min										2,4	-0,7	-4,6
Gem										13,8	8,2	7,5
Max										24,6	15,2	13,1
B4	**1/24**	**2/24**	**3/24**	**4/24**	**5/24**	**6/24**	**7/24**	**8/24**	**9/24**	**10/24**		
Min	-5,8	2,6	1,0	-0,7	6,5	7,3	10,5	9,7	3,0	2,3		
Gem	4,1	8,8	9,1	11,0	15,1	16,1	18,6	19,6	15,6	12,5		
Max	13,0	16,1	18,3	23,2	26,1	29,6	30,4	32,9	31,2	23,2		

4.1.2 Windsnelheid en -richting

De windsnelheid en -richting gemeten in de beschouwde weerstations worden weergegeven in Figuur 2 aan de hand van windrozen. Voor alle weerstations kan gesteld worden dat de wind hoofdzakelijk uit het zuidwesten of zuidzuidwesten kwam. Op basis van kleur worden ook de bijhorende windsnelheden weergegeven. De mediane windsnelheid per stal bedroeg 3,46 m/s, 3,00 m/s, 3,76 m/s en 3,29 m/s voor meetlocaties B1, B2, B3 en B4 respectievelijk. De standaardafwijking van deze snelheden lag tussen 2,07 m/s (voor stal B1) en 2,41 m/s (voor stal B3). Over alle stallen heen valt 95% van de data tussen 1,00 m/s en 8,85 m/s. Windsnelheden boven de 10 m/s waren eerder uitzonderlijk (<1% van de data).



Figuur 2: Windrozen van de wind gedurende de meetperiode bij de vier stallen.

4.2 Landbouwkundige randvoorwaarden

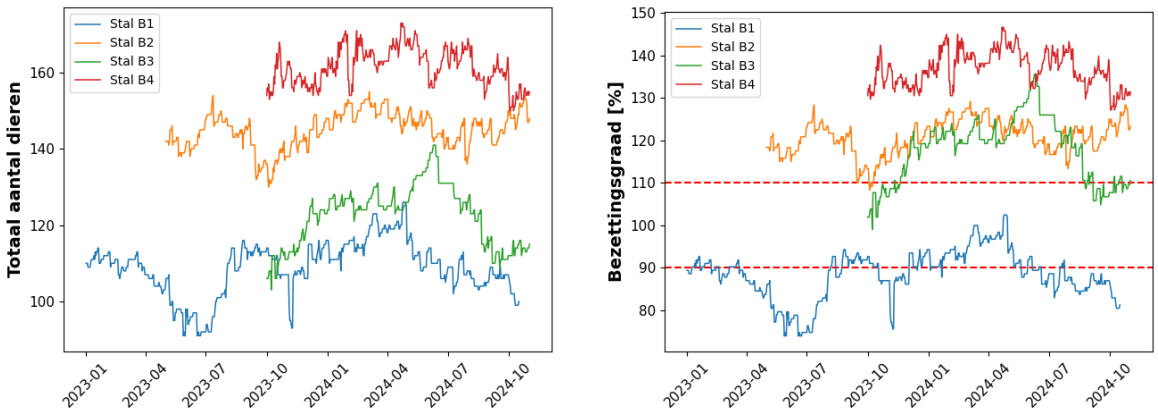
4.2.1 Aantal dieren & huisvesting

Het totaal aantal runderen in de stal tijdens de respectievelijke meetperiodes op de vier meetlocaties wordt weergegeven in Figuur 3.

Aan de landbouwkundige randvoorwaarde dat het aantal melkgevende en droogstaande koeien minimaal 30 dient te zijn, werd op elk moment tijdens de meetcampagne voldaan.

Op meetlocaties B1 en B4 waren er steeds enkele droogstaande koeien en jongvee aanwezig tijdens de meetperiode. Bij meetlocatie B1 bedroeg dit aandeel gemiddeld 10,1% en maximaal 17,9% voor droogstaande koeien; voor jongvee was dit gemiddeld 6,9% en maximaal 15,1%. Bij meetlocatie B4 was het aandeel jongvee gemiddeld 1,3% en maximaal 4,6%. In deze stal waren gedurende de meetperiode nooit droogstaande koeien aanwezig. Het is duidelijk dat op alle meetlocaties aan de landbouwkundige voorwaarden wordt voldaan (<20% droogstaande koeien en <20% jongvee in de stal gedurende de meetperiode).

Een andere landbouwkundige randvoorwaarde is dat op meetdagen het aantal in de stal aanwezige dieren (melkkoeien plus jongvee) niet meer dan 10% mag afwijken (zowel naar beneden als boven) van het aantal in de stal aanwezige ligboxen. Om na te gaan of aan deze voorwaarde werd voldaan werden **het aantal aanwezige dieren gedeeld door het totaal aantal beschikbare ligplaatsen** (excl. de ligbedden in de separatieruimtes), verder in dit rapport benoemen we dit cijfer als **de bezettingsgraad**. Aan deze landbouwkundige randvoorwaarde werd slechts een deel van de tijd voldaan. Er is een groot verschil te merken tussen de meetlocaties. Stal B4 zit gedurende de volledige meetperiode boven de maximale toegestane bezettingsgraad van 110%. Stal B2 heeft, met uitzondering van een korte periode, ook een hogere bezettingsgraad dan 110%. Stal B3 voldoet aan het begin en het einde van de meetperiode aan de landbouwkundige randvoorwaarde. In het midden van de meetperiode is de bezettingsgraad hoger dan 110%. Stallocatie B1 voldoet ongeveer de helft van de meetperiode net aan de ondergrens van de bezettingsgraad (90%). De overige tijd ligt de bezettingsgraad onder de ondergrens.



Figuur 3: Verloop van het totaal aantal koeien (A) en de bezettingsgraad (B) op elke meetlocatie tijdens de metingen.

Het bevuilde oppervlak werd op twee manieren berekend (Tabel 7): (1) door de oppervlakte van de roosters (die continu toegankelijk zijn voor melkvee en jongvee/droge koeien) te delen door het aantal ligbedden (uitgezonderd de ligbedden in de separatieruimtes) en (2) door de oppervlakte van de roosters (die continu toegankelijk zijn voor melkvee en jongvee/droge koeien) te delen door het aantal aanwezige dieren in de stal. Gezien het werkelijke aantal aanwezige dieren varieert doorheen de meetperiode en bij momenten sterk verschilt van het aantal ligbedden, krijgt de tweede berekeningsmethode de voorkeur ten opzichte van de eerste. Op basis van de tweede berekeningsmethode kan geconcludeerd worden dat **stal B1**

een merkelijk groter besmeurd oppervlak per aanwezig dier heeft, namelijk gemiddeld 6,88 m^2, in vergelijking met de andere drie stallen (gemiddeld tussen 4,63 m^2 en 5,19 m^2).

Tabel 7: Overzicht van het bevuilde oppervlak (m^2) gedurende de meetcampagne.

	B1	B2	B3	B4
Besmeurd oppervlak per ligbed	6,06	5,66	5,42	7,09
Minimaal besmeurd oppervlak per dier	5,91	4,38	4,00	4,84
Gemiddeld besmeurd oppervlak per dier	6,88	4,69	4,63	5,19
Maximaal besmeurd oppervlak per dier	8,19	5,22	5,48	5,58
Besmeurd oppervlak per vergunde dierplaats	5,52	4,81	4,91	6,98

4.2.2 Klimaat

De landbouwkundige randvoorwaarde stelt dat de CO_2-concentratie in de lucht van de stal op dierniveau onder de 2000 ppm moet blijven. Een overzicht van de gemeten CO_2-concentraties is terug te vinden in Tabel 21 tot Tabel 24. Op basis van de maximale CO_2-waarden die gedurende de meetcampagne werden opgemeten kan besloten worden dat de CO_2-concentraties in stal B2 en B3 steeds onder 2000 ppm zijn gebleven. In stallen B1 en B4 werden wel maximale waarden boven 2000 ppm opgemeten (7 datapunten), met een absoluut maximum van 2048 ppm. Dit was het geval op 2 meetdagen, nl. 11/01/2024 en 12/01/2024.

4.2.3 Rantsoen

In het rapport *Meetcampagne voor de bepaling van de ammoniakemissies van een traditionele melkveestal - Sectie 4.2.3 Rantsoen* (Declerck et al., 2025) werden ook de rantsoenen voor de vier melkveestallen besproken, dit is gedurende de extra meetmaanden niet veranderd of uitgebreid en wordt hier dan ook niet meer besproken.

4.2.4 Melkproductie en -ureumgehalte

De melkproductie en het verloop van het ureumgehalte in de melk tijdens de meetperiodes op de vier meetlocaties wordt weergegeven in Figuur 4.

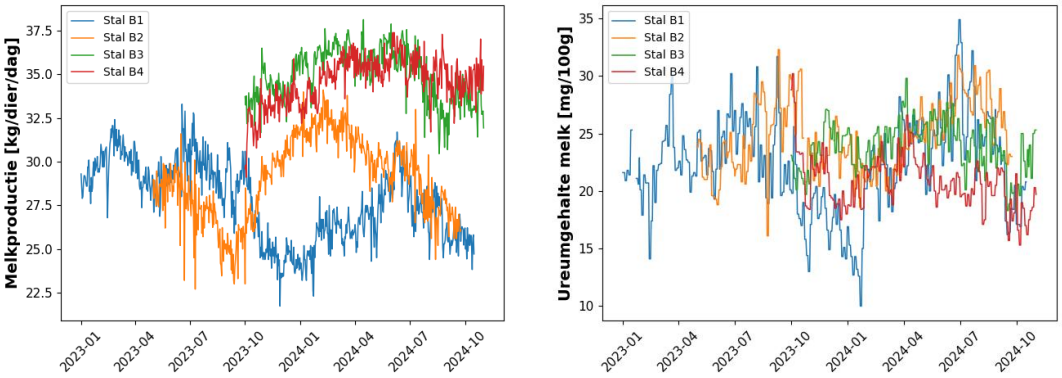
Tabel 8 toont de gemiddelde melkproductie voor elk van de meetlocaties en het gemiddelde ureumgehalte in de melk. De dieren in stallen B3 en B4 hadden tijdens de meetcampagne een vrij gelijkaardige gemiddelde melkproductie (ongeveer 35 kg/dier/dag). Deze meetlocaties voldoen hiermee gedurende de volledige meetperiode aan de minimale waarde van 25 kg/dier/dag zoals gesteld in de landbouwkundige randvoorwaarden. De dieren in stallen B1 en B2 hadden een duidelijk lagere melkproductie (ongeveer 29 kg/dier/dag). De gemiddelde melkproductie en het 25%-percentiel liggen boven de minimale waarde van 25 kg/dier/dag. Er zijn wel dagen in de meetperiode waarbij de melkproductie onder deze minimale waarde lag.

Het gemiddelde ureumgehalte van de melk die tijdens de meetperiode werd geproduceerd varieerde tussen 21 en 25 mg/100 ml. Bij stallen B2, B3 en B4 werd over de volledige meetperiode voldaan aan de landbouwkundige randvoorwaarde (minimaal 15 mg/100 ml). Enkel bij stal B1 zakte het melkureumgehalte een beperkt aantal keer onder de minimale waarde van 15 mg/100 ml. De 25%-percentielwaarde bedroeg 19,4 mg/100 ml en lag hiermee ruim boven de minimale waarde.

Tabel 8: Gemiddelde productie en ureumgehalte van de melk in de vier melkveebedrijven tijdens de meetperiode.

	B1	B2	B3	B4	Minimale waarde*
Melkproductie [kg/dier/dag]	27,69 ± 2,26	29,01 ± 2,33	34,87 ± 1,81	34,58 ± 1,38	25
Ureumgehalte [mg/100ml]	22,26 ± 4,24	24,61 ± 3,10	23,82 ± 2,16	20,80 ± 2,37	15

* landbouwkundige randvoorwaarden zoals opgenomen in Richtlijnen voor het bepalen van emissies uit veestallen (versie 2)



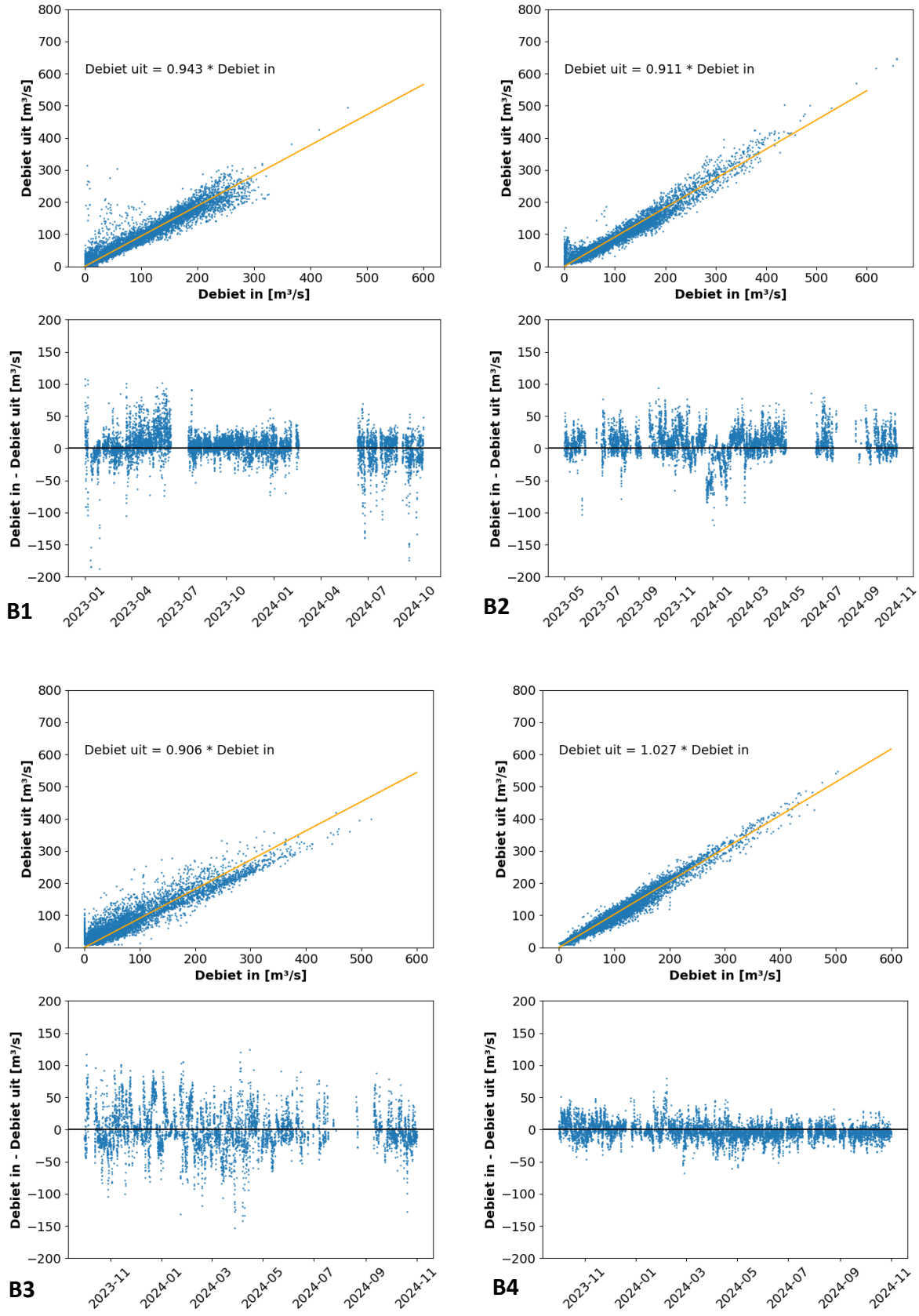
Figuur 4: Tijdseries van de melkproductie en het ureumgehalte per stal gedurende de meetcampagne.

4.3 Ventilatiedebieten

4.3.1 ILVO-meetmethode

a. *Controle van de ventilatiebalans*

De ventilatiebalansen van alle meetlocaties opgemaakt op basis van de volledige meetperiode worden getoond in Figuur 5. De vergelijkingen bekomen na uitvoering van de lineaire regressies worden eveneens weergegeven op de grafieken. **Aan het vooropgestelde criterium van 15% afwijking, en dus hellingen tussen 0,85 en 1,15 wordt voor alle meetlocaties voldaan.**



Figuur 5: Ventilatiebalansen (opgemaakt op basis van de volledige meetperiode) als spreidingsplots (bovenste figuren) en als tijdserie (onderste figuren) per meetlocatie.

b. *Data-exploratie*

Figuur 6 toont de tijdseries van de debieten (uitgedrukt per dier) door de verschillende openingen van de vier melkveestallen. Om de lange termijn trends duidelijk te maken werd deze figuur opgesteld met een voortschrijdend 7-daags gemiddelde. De numerieke samenvatting van de ventilatiedata (per 10 minuten) per stal en per ventilatieopening kan teruggevonden worden in Tabel 10 tot Tabel 13.

Tabel 9 toont het aantal overblijvende datapunten na elke filterstap. Het is duidelijk dat de **poorten** in stal B2 en B3 gedurende de meetperiode regelmatig open hebben gestaan. Ongeveer 31% tot 36% van de verzamelde debietdata kon hierdoor niet benut worden.

Het implementeren van de randvoorwaarde van **unidirectionaliteit**, zorgde in alle stallen voor een reductie in het aantal datapunten van ongeveer 26% tot 30% (ten opzichte van het aantal datapunten dat overbleef na het weglaten van de data bij open poorten). Bij stal B1 en stal B2 werden bijkomend datapunten weggelaten (18% en 10% respectievelijk) vanwege foutieve uitlezing van de schermstanden.

Algemeen kan vastgesteld worden dat door de implementatie van de gestelde randvoorwaarden een groot deel van de datapunten voor de bepaling van de ventilatiedebieten niet benut kan worden. Het relatief aantal overblijvende datapunten varieert van 42% bij B2 tot 65% bij B4**.**

Het is duidelijk dat de nok qua ventilatiedebiet (veel) minder bijdraagt dan de zijopeningen. Bij meetlocatie B1 werden de laagste nokdebieten opgemeten. De nokdebieten variërende voor deze stal tussen 4,00 m^3/s uitgaand en 0,81 m^3/s ingaand debiet, ten opzichte van debieten door de zijopeningen die meestal minstens een tienvoud hoger waren. Bij de andere meetlocaties zien we dat de debieten doorheen de nok groter en voornamelijk uitgaand zijn. De maximaal gemeten uitgaande debieten zijn te vinden tussen 47,55 en 96,52 m^3/s, dit is dus meer dan een tienvoud van wat er in stal B1 werd gemeten als maximaal uitgaand debiet doorheen de nok. Het klein debiet doorheen de nok van B1 kan verklaard worden door de kleine nokopening. De nok van stal B1 heeft een opening met een breedte van slechts 5 cm. Voor stallen B2, B3 en B4 is deze openingsbreedte, respectievelijk, 35 cm, 19 cm en 25 cm.

De nok functioneert meestal als uitlaat: in stal B3 en B4 werden geen ingaande debieten geregistreerd; in stal B2 is 96,0 % van de data uitgaand.

Bij meetlocatie B4 dragen de extra openingen in de kopgevels amper bij tot de totale ventilatie. De debieten door deze openingen variëren tussen de 28,35 m^3/s als ingaand en 18,32 m^3/s als uitgaand debiet. Maar het merendeel van de debieten (zone tussen de 75%-percentielen) bedroeg minder dan 3 m^3/s in absolute waarde.

Tabel 9: Aantal overblijvende datapunten na elke filterstap. De percentuele verschillen geven het verlies aan ten opzichte van de voorgaande stap.

	B1	B2	B3	B4
Start	79281	73875	51312	53732
Gesloten poorten	71058 (-10%)	47029 (-36%)	35156 (-31%)	48254 (-10%)
Unidirectionaliteit	49417 (-30%)	34648 (-26%)	26007 (-26%)	35370 (-27%)
Probleem periodes	40288(-18%)	31322 (-10%)	26007 (0%)	35370 (0%)

Tabel 10: Statistieken van de verdeling van de debieten (m^3/s) door de nok, ZW-, en NO-openingen van stal B1. Positieve waarden zijn ingaande luchtdebieten, negatieve waarden zijn uitgaande luchtdebieten. Data wordt weergegeven per 10 minuten.

	Nok	ZW	NO
Maximaal aantal datapunten	94243	94234	94234
Aantal bruikbare datapunten	40288 (43%)	40288 (43%)	40288 (43%)
Gemiddelde absolute waarden	0,43	100,3	101,40
Standaardafwijking absolute waarden	0,47	71,14	67,37
Minimum	-4,00	-333,63	-518,98
25%-percentiel	-0,51	-37,29	-110,72
50%-percentiel	-0,10	51,95	-49,94
75%-percentiel	0,13	118,23	28,96
Maximum	0,81	491,56	399,82

Tabel 11: Statistieken van de verdeling van de debieten (m^3/s) door de nok-, ZW-, en NO-openingen van stal B2. Positieve waarden zijn ingaande luchtdebieten, negatieve waarden zijn uitgaande luchtdebieten. Data wordt weergegeven per 10 minuten.

	Nok	ZW	NO
Maximaal aantal datapunten	79199	79199	79199
Aantal bruikbare datapunten	31322 (40%)	31322 (40%)	31322 (40%)
Gemiddelde absolute waarden	24,07	76,11	104,6
Standaardafwijking absolute waarden	15,14	73,06	90,88
Minimum	-96,52	-224,70	-628,99
25%-percentiel	-33,85	-0,07	-96,54
50%-percentiel	-21,00	71,22	-33,37
75%-percentiel	-12,95	152,51	15,34
Maximum	27,49	717,81	242,91

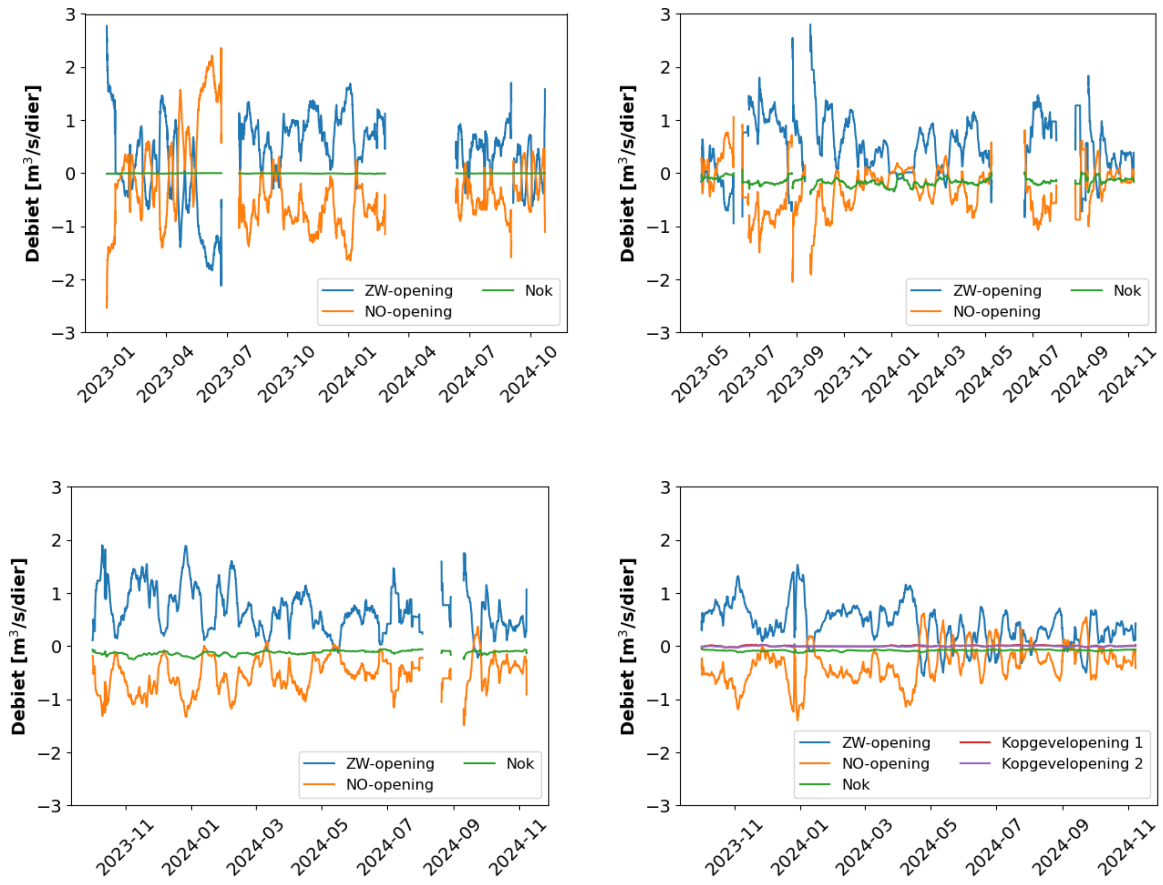
Tabel 12: Statistieken van de verdeling van de debieten (m^3/s) door de nok-, ZW-, en NO-openingen van stal B3. Positieve waarden zijn ingaande luchtdebieten, negatieve waarden zijn uitgaande luchtdebieten. Data wordt weergegeven per 10 minuten.

	Nok	ZW	NO
Maximaal aantal datapunten	57167	57167	57167
Aantal bruikbare datapunten	26007 (45%)	26007 (45%)	26007 (45%)
Gemiddelde absolute waarden	15,86	78,77	98,20
Standaardafwijking absolute waarden	8,21	66,95	90,36
Minimum	-63,85	-116,80	-458,88
25%-percentiel	-20,67	14,17	-118,99
50%-percentiel	-13,35	65,87	-53,66
75%-percentiel	-9,33	149,04	-17,19
Maximum	-0,57	620,12	126,66

Tabel 13: Statistieken van de verdeling van de debieten (m^3/s) door de nok-, ZW-, NO-, en kopgevelopeningen van stal B4. Positieve waarden zijn ingaande luchtdebieten, negatieve waarden zijn uitgaande luchtdebieten. Data wordt weergegeven per 10 minuten.

	Nok	ZW	NO	Kopgevelopening 1 (m^3/s)	Kopgevelopening 2 (m^3/s)
Maximaal aantal datapunten	57167	57167	57167	57167	57167
Aantal bruikbare datapunten	35370 (62%)	35370 (62%)	35370 (62%)	35370 (62%)	35370 (62%)
Gemiddelde absolute waarden	12,93	105,78	97,88	3,02	2,43
Standaardafwijking absolute waarden	4,70	74,64	70,61	2,96	2,59
Minimum	-47,55	-358,06	-570,69	-18,32	-16,44
25%-percentiel	-15,19	11,34	-116,23	-1,38	-1,67
50%-percentiel	-11,54	73,06	-62,89	0,02	-0,14
75%-percentiel	-9,58	130,26	-8,04	2,88	1,44
Maximum	-4,34	588,01	360,30	28,35	22,54

De grafieken in Figuur 6 geven een duidelijk zicht op de luchtdoorstroming door de stallen tijdens de meetperiode. De debieten door de NO-openingen zijn overwegend negatief. Dit komt overeen met de vaststelling dat de meest dominante windrichting zuidwesten of zuidzuidwesten was. De grafieken tonen duidelijk de momenten waarbij de luchtstroming door de stallen wijzigt van richting, namelijk wanneer de curves van het debiet doorheen de ZW-opening (blauw) en de NO-opening (oranje) wisselen van teken. Hoe vaak dit optreedt is sterk afhankelijk van de meetperiode en stallocatie. Stallocatie B3 toont opvallend weinig wisseling van teken. Vermoedelijk is dit gerelateerd aan de aanwezigheid van een andere stal en opslag net naast de stal aan de NO-kant die de ingaande lucht vanuit die richting blokkeren.



Figuur 6: Tijdseries van het 7-daags voortschrijdend gemiddelde van de ventilatiedebieten per dier van de vier melkveestallen per opening. Positieve waarden zijn ingaande luchtdebieten, negatieve waarden zijn uitgaande luchtdebieten.

Een overzicht van de uitgaande debieten per dier wordt getoond in Tabel 14. Stal B1 heeft een duidelijk hoger uitgaand ventilatiedebiet per dier in vergelijking met de andere stallen.

Tabel 14: Uitgaande debieten per stal (m^3/s/dier) gedurende de volledige meetperiode.

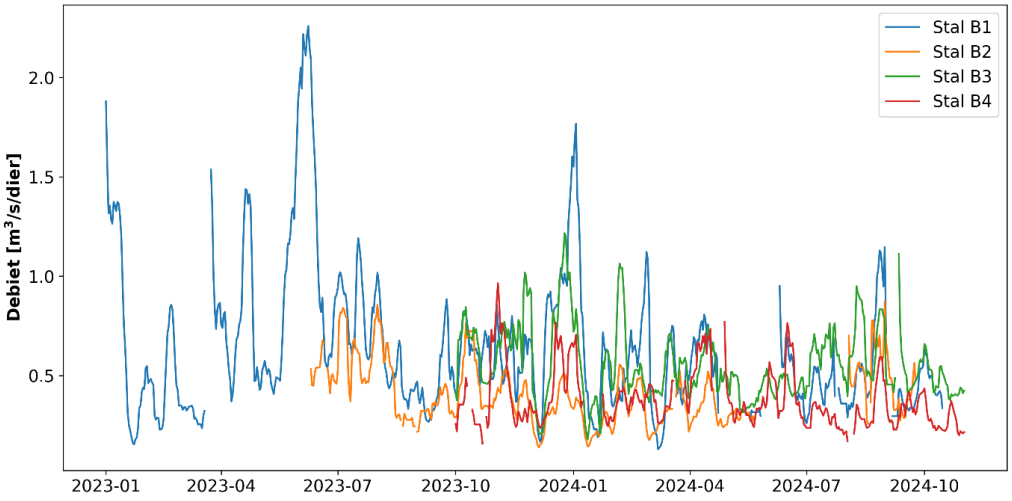
	B1	**B2**	**B3**	**B4**
Gemiddelde	0,89	0,54	0,78	0,69
Standaardafwijking	0,58	0,47	0,59	0,46
Minimum	0,00	0,05	0,07	0,06
25%-percentiel	0,43	0,22	0,31	0,36
50%-percentiel	0,74	0,39	0,57	0,58
75%-percentiel	1,28	0,70	1,16	0,89
Maximum	4,38	4,61	3,54	3,25

4.3.2 VERA-meetmethode

a. *Data-exploratie*

Met de VERA-meetmethode kunnen de uitgaande debieten enkel op dagelijkse basis bepaald worden. De tijdsreeksen van de berekende ventilatiedebieten in de vier stallen zijn weergegeven in Figuur 7. Om de langetermijntrends duidelijk te visualiseren zijn de 7-daags voortschrijdende gemiddelden weergegeven. De numerieke samenvatting van de ventilatiedata (op dagbasis) per stal zijn weergegeven in Tabel 15.

Het gemiddeld uitgaand debiet varieert van 0,40 m^3/s/dier in stal B2 en B4 tot 0,73 m^3/s/dier in stal B1.



Figuur 7: Tijdseries van het 7-daagse voortschrijdend gemiddelde van de ventilatiedebieten berekend volgens de VERA-meetmethode

Tabel 15: Statistieken van de verdeling van de uitgaande debieten (m^3/s/dier) zoals bepaald met de VERA-meetmethode.

	B1	**B2**	**B3**	**B4**
Aantal dagen	654	513	398	398
Aantal bruikbare dagen	516 (79 %)	322 (63%)	347 (87%)	278 (70%)
Gemiddelde	0,65	0,41	0,56	0,39
Standaardafwijking	0,5	0,24	0,33	0,25
Minimum	0,09	0,09	0,11	0,12
25%-percentiel	0,31	0,24	0,35	0,22
50%-percentiel (mediaan)	0,47	0,34	0,45	0,32
75%-percentiel	0,87	0,49	0,64	0,47
Maximum	3,36	2,03	3,12	1,73

4.4 Methaanconcentraties

4.4.1 Kwaliteitscontrole

a. Kalibratie gasanalyzers op basis van ringtesten bij VITO

De kalibratiecurven die opgemaakt werden op basis van de metingen in het geaccrediteerde labo bij VITO kunnen teruggevonden worden in Bijlage 1 (*7.1 Bijlage 1: Kalibratiecurven van analyzers op basis van kalibratiemetingen bij VITO*).

b. Veldvalidatie gasanalyzers met behulp van gasflessen

In Tabel 16 staan de gegevens die gebruikt werden voor het bepalen van het al dan niet aanwezig zijn van drift bij de gebruikte analyzers voor methaan. Voor de vaststelling van drift is de p-waarde van coëfficiënt c, en indien deze groter is dan het significantieniveau, de p-waarde van coëfficiënt d, van belang. De tijd wordt hierbij steeds uitgedrukt als 'dagen sinds de eerste validatiemeting op dit toestel'.

Net als voor de sensoren die NH_3 en CO_2 gemeten hebben, blijkt uit de regressieanalyses dat verschillende sensoren significante verschillen op de CH_4-metingen vertonen doorheen de tijd. Gelijkaardig als voor de andere gemeten gassen worden er voor methaan geen correcties voor drift doorgevoerd, aangezien deze verschillen relatief beperkt en daardoor niet relevant zijn.

Tabel 16: Samenvatting van de validatiemetingen en bijhorende regressieanalyses voor methaan.

	Axetris 4	**Axetris 1**	**Axetris 2**	**Axetris 3**	**Picarro G2508**	**Axetris 0**	**Picarro G2509**
Aantal validatiemetingen	2	6	2	4	9	3	2
Dagen tussen eerste en laatste validatie	35	260	42	191	430	97	32
Geschatte waarde c	$3{,}40\times10^{-4}$	$2{,}42\times10^{-5}$	$2{,}75\times10^{-4}$	$-3{,}89\times10^{-4}$	$8{,}33\times10^{-6}$	$-9{,}60\times10^{-6}$	$-6{,}50\times10^{-4}$
Geschatte waarde d	-0,051	$-7{,}42\times10^{-3}$	-0,024	-0,019	$-4{,}36\times10^{-3}$	$2{,}30\times10^{-4}$	0,021
p-waarde voor coëfficiënt c	0,0441*	0,417	0,512	0,087	0,692	0,853	0,00212*
p-waarde voor coëfficiënt d	NVT	$4{,}97\times10^{-6}$*	$3{,}2\times10^{-5}$*	0,0253*	$4{,}05\times10^{-5}$*	0,936	NVT

*** p < 0,05**

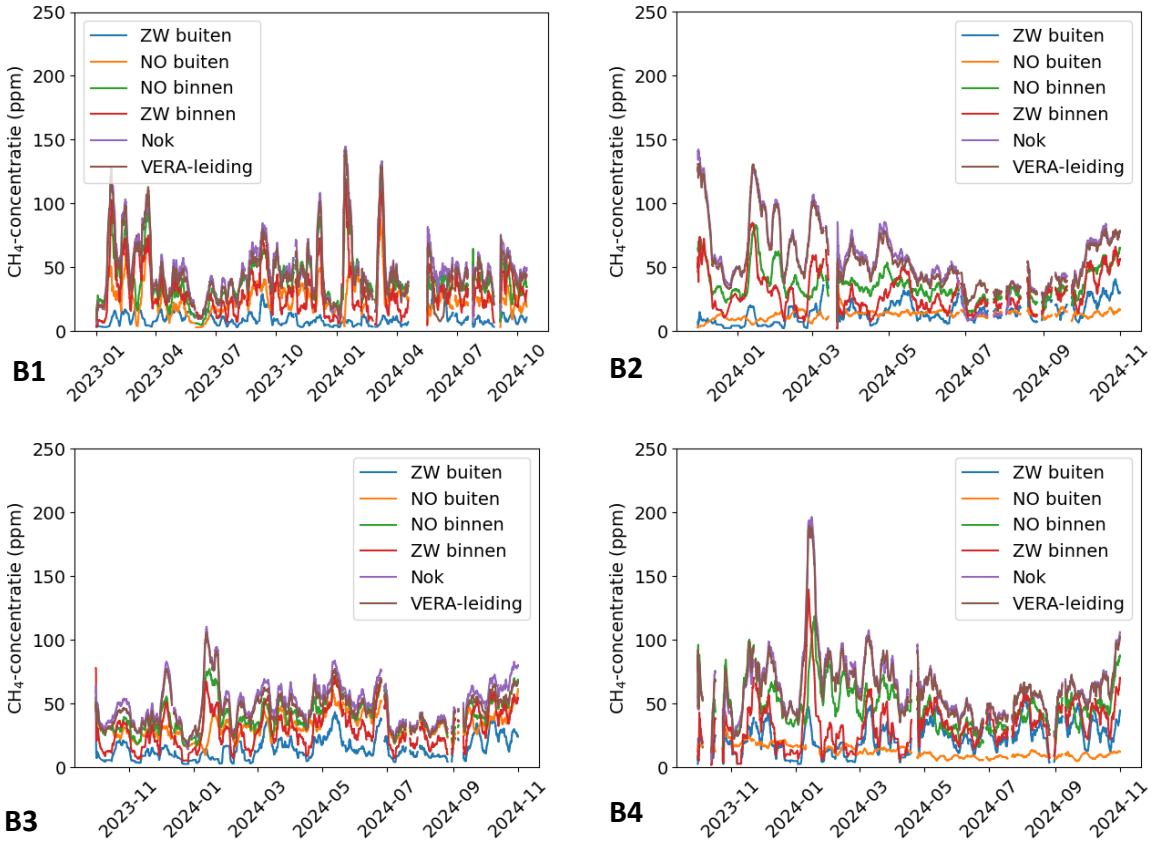
4.4.2 Data-exploratie

a. CH_4-concentraties

De gemeten CH_4-concentraties per stal en per meetlocatie worden getoond in Figuur 8. Over het algemeen zijn de hoogste concentraties terug te vinden ter hoogte van de nok, terwijl de laagste concentraties gevonden worden in de ingaande lucht (voornamelijk langs de ZW-kant). Meer gedetailleerde statistieken over de CH_4-concentraties zijn te vinden in Tabel 17

t.e.m. Tabel 20. In stal B4 werden relatief gezien het minst aantal uren data overgehouden. Het grote verschil tussen stal B4 en de andere stallen, komt doordat er vaker een defect was aan de meetopstelling voor de bepaling van de gasconcentraties (zie Bijlage 2: Overzicht ongebruikte data meetcampagne).

De maximaal gemeten waarde werd gemeten in stal B4 in de nok en bedroeg ongeveer 500 ppm. Het valt op dat zowel voor NH_3 als voor CH_4, de concentraties het hoogst zijn in stal B4.



Figuur 8: Tijdserie van het 7-daags voortschrijdend gemiddelde van de CH_4-concentraties per opening per melkveestal.

Tabel 17: Overzicht van de statistieken van de CH_4-concentraties (ppm) gemeten in en rond stal B1.

	ZW buiten	NO buiten	NO binnen	ZW binnen	Nok	VERA-leiding
Aantal uren	15680	15680	15680	15680	15680	15680
Aantal bruikbare uren	13517 (86,2%)	13507 (86,1%)	13507 (86,1%)	13518 (86,2%)	13508 (86,1%)	13513 (86,2%)
Gemiddeld	10,33	24,78	38,42	29,86	46,65	43,08
Standaardafwijking	12,61	28,59	36,39	37,32	42,97	39,90
Minimum	2,88	2,92	3,01	2,98	3,01	3,08
25%- percentiel	3,13	4,71	13,27	5,53	13,32	14,56
50%-percentiel (Mediaan)	3,72	13,26	26,51	12,95	30,82	27,24
75%-percentiel	14,12	34,14	51,21	39,53	69,96	61,09
Maximum	151,93	272,80	331,78	398,83	347,49	342,87

Tabel 18: Overzicht van de statistieken van de CH_4-concentraties (ppm) gemeten in en rond stal B2.

	ZW buiten	NO buiten	NO binnen	ZW binnen	Nok	VERA-leiding
Aantal uren	8064	8064	8064	8064	8064	8064
Aantal bruikbare uren	6953 (86,2%)	6960 (86,3%)	6964 (86,4%)	6933 (86%)	6964 (86,4%)	6948 (86,2%)
Gemiddeld	14,76	12,78	36,15	30,22	55,57	55,09
Standaardafwijking	21,69	9,44	29,12	33,49	39,75	37,34
Minimum	2,00	2,07	2,19	2,01	2,12	2,07
25%- percentiel	2,39	5,82	14,76	2,98	23,97	26,84
50%-percentiel (Mediaan)	3,03	10,44	26,90	17,48	48,17	47,56
75%-percentiel	18,45	16,88	50,04	48,41	79,94	75,75
Maximum	181,25	101,34	226,86	269,07	259,69	371,60

Tabel 19: Overzicht van de statistieken van de CH_4-concentraties (ppm) gemeten in en rond stal B3.

	ZW buiten	NO buiten	NO binnen	ZW binnen	Nok	VERA-leiding
Aantal uren	9527	9527	9527	9527	9527	9527
Aantal bruikbare uren	8588 (90,3%)	8623 (90,5%)	8634 (90,6%)	8649 (90,8%)	8644 (90,7%)	8650 (90,8%)
Gemiddeld	15,06	32,24	40,12	30,19	50,41	45,82
Standaardafwijking	22,50	25,03	29,98	34,66	33,09	29,94
Minimum	2,01	2,31	2,24	2,03	2,34	2,17
25%- percentiel	2,66	14,30	17,21	3,71	22,43	22,07
50%-percentiel (Mediaan)	3,22	23,75	30,04	10,48	44,44	38,84
75%-percentiel	18,13	43,05	56,04	50,47	73,61	64,25
Maximum	168,56	180,86	215,59	195,18	304,23	229,00

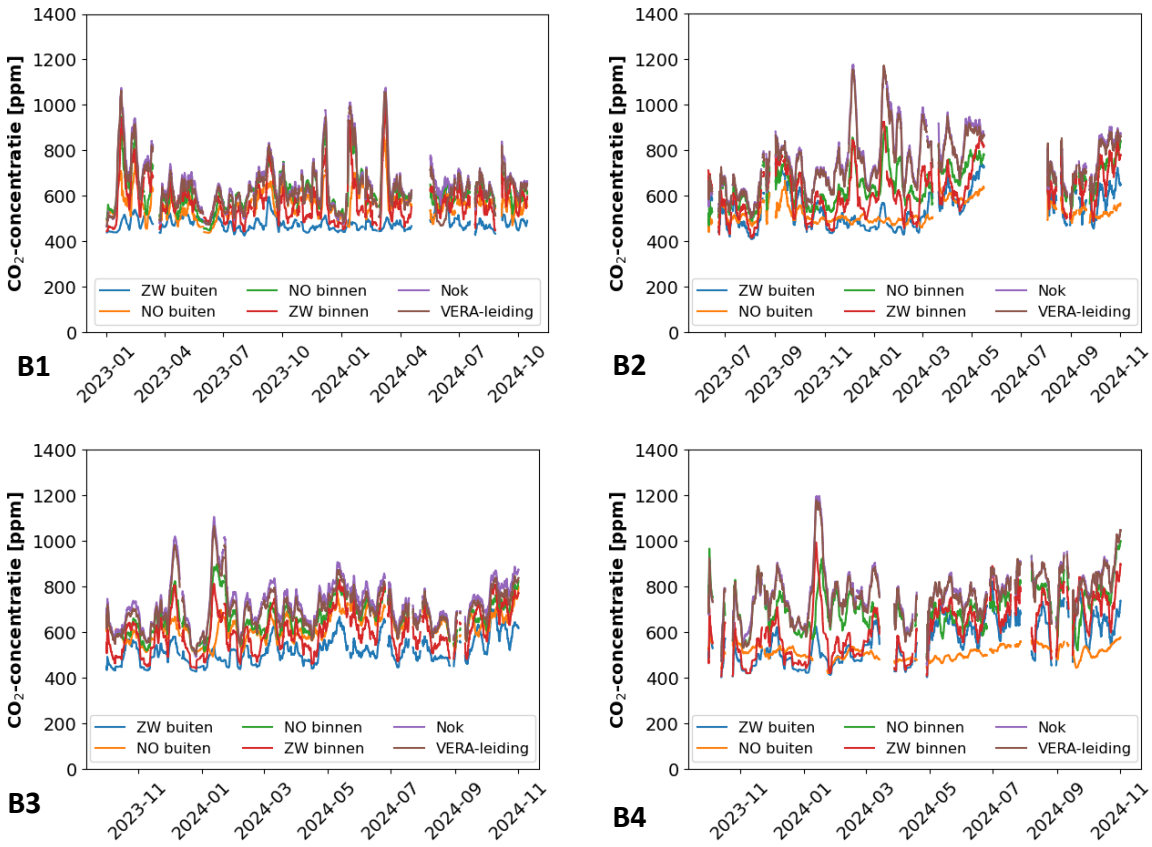
Tabel 20: Overzicht van de statistieken van de CH_4-concentraties (ppm) gemeten in en rond stal B4.

	ZW buiten	NO buiten	NO binnen	ZW binnen	Nok	VERA-leiding
Aantal uren	9527	9527	9527	9527	9527	9527
Aantal bruikbare uren	7113 (72,2%)	7019 (73,4%)	7559 (79,3 %)	7251 (74,5%)	7558 (79,3%)	7575 (79,5%)
Gemiddeld	21,91	12,39	47,40	32,74	63,86	61,73
Standaardafwijking	33,01	9,44	41,81	44,63	50,79	50,90
Minimum	2,01	2,06	2,06	2,01	2,04	2,80
25%- percentiel	2,98	4,63	18,71	3,41	26,60	24,27
50%-percentiel (Mediaan)	3,72	10,29	35,70	8,61	48,95	45,49
75%-percentiel	28,90	17,11	66,04	48,49	89,93	86,61
Maximum	298,72	86,97	413,81	398,42	492,78	486,66

b. CO_2-concentraties

De effectieve meetperiode in de natuurlijk geventileerde stallen was langer dan de meetperiode gebruikt in het meetrapport voor de bepaling van de ammoniakemissies uit melkveestallen (Declerck et al., 2025). Daarom wordt de gemeten CO_2-concentraties in dit rapport nogmaals besproken. In dit rapport wordt de gehele meetperiode getoond.

De gemeten CO_2-concentraties worden per stal en per meetlocatie over de gehele meetperiode van de CH_4-meetcampagne getoond in Figuur 9. Net zoals dit het geval was voor de CH_4-concentraties werden de hoogste concentraties gemeten ter hoogte van de nok en de VERA-leiding. De laagste concentraties werden gemeten in de buitenlucht. Meer gedetailleerde statistieken van de gemeten CO_2-concentraties zijn terug te vinden in Tabel 21 tot Tabel 24.



Figuur 9: Tijdserie van het 7-daags voortschrijdend gemiddelde van de CO_2-concentraties per opening per melkveestal.

Tabel 21: Overzicht van de statistieken van de CO_2-concentraties (ppm) gemeten in en rond stal B1.

	ZW buiten	NO buiten	NO binnen	ZW binnen	Nok	VERA-leiding
Aantal uren	15680	15680	15680	15680	15680	15680
Aantal bruikbare uren	13517 (86,2%)	13507 (86,1%)	13507 (86,1%)	13518 (86,2%)	13508 (86,1%)	13513 (86,2%)
Gemiddeld	474	554	608	567	640	626
Standaardafwijking	66	156	186	187	211	198
Minimum	397	401	404	401	407	406
25%- percentiel	433	447	479	448	478	482
50%-percentiel (Mediaan)	449	488	544	481	561	545
75%-percentiel	495	610	675	615	755	719
Maximum	1122	1805	1957	1956	2005	1978

Tabel 22: Overzicht van de statistieken van de CO_2-concentraties (ppm) gemeten in en rond stal B2.

	ZW buiten	NO buiten	NO binnen	ZW binnen	Nok	VERA-leiding
Aantal uren	12241	12241	12241	12241	12241	12241
Aantal bruikbare uren	8909 (72,8%)	8898 (72,7%)	8901 (72,7%)	8896 (72,7%)	8901 (72,7%)	8882 (72,6%)
Gemiddeld	537	524	653	616	758	746
Standaardafwijking	171	93	199	226	246	235
Minimum	378	383	384	381	394	398
25%- percentiel	432	464	504	439	555	558
50%-percentiel (Mediaan)	454	498	591	533	709	693
75%-percentiel	576	560	750	726	932	907
Maximum	1462	1487	1866	1620	1818	1798

Tabel 23: Overzicht van de statistieken van de CO_2-concentraties (ppm) gemeten in en rond stal B3.

	ZW buiten	NO buiten	NO binnen	ZW binnen	Nok	VERA-leiding
Aantal uren	9527	9527	9527	9527	9527	9527
Aantal bruikbare uren	8655 (90,8%)	8623 (90,5%)	8634 (90,6%)	8655 (90,8%)	8644 (90,7%)	8650 (90,8%)
Gemiddeld	514	614	656	600	717	693
Standaardafwijking	150	166	190	220	220	203
Minimum	385	417	414	389	405	405
25%- percentiel	426	491	508	436	524	522
50%-percentiel (Mediaan)	443	555	591	473	668	638
75%-percentiel	540	683	756	729	879	829
Maximum	1383	1399	1708	1488	1732	1698

Tabel 24: Overzicht van de statistieken van de CO_2-concentraties (ppm) gemeten in en rond stal B4.

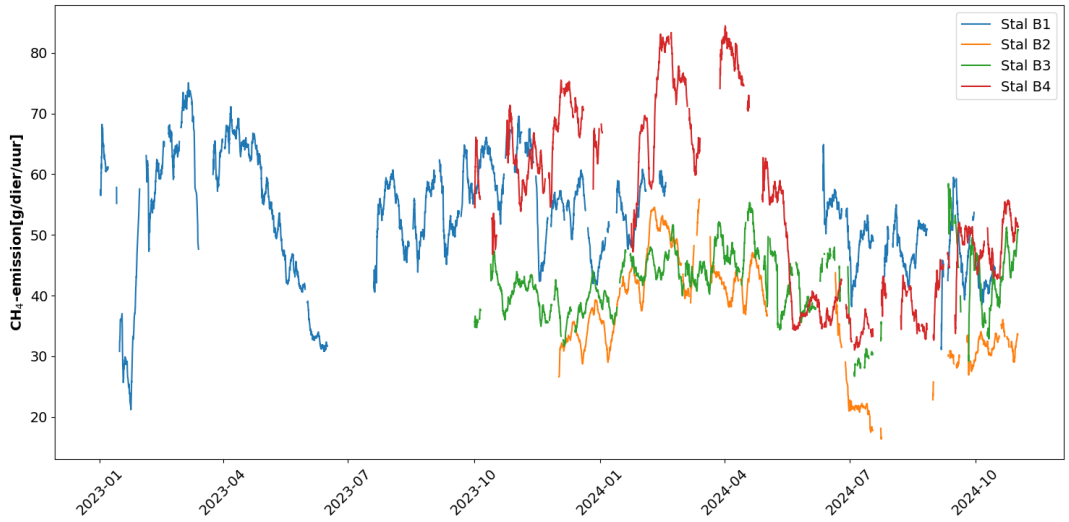
	ZW buiten	NO buiten	NO binnen	ZW binnen	Nok	VERA-leiding
Aantal uren	9527	9527	9527	9527	9527	9527
Aantal bruikbare uren	7579 (79,6%)	7073 (74,2%)	7567 (79,4%)	7576 (79,4%)	7570 (79,5%)	7575 (79,5%)
Gemiddeld	568	515	710	628	785	776
Standaardafwijking	215	64	244	271	263	270
Minimum	380	384	388	382	413	386
25%- percentiel	433	469	531	442	577	566
50%-percentiel (Mediaan)	469	504	636	485	705	681
75%-percentiel	620	547	816	732	951	947
Maximum	1541	1075	2024	1927	2048	2017

4.5 Methaanemissies

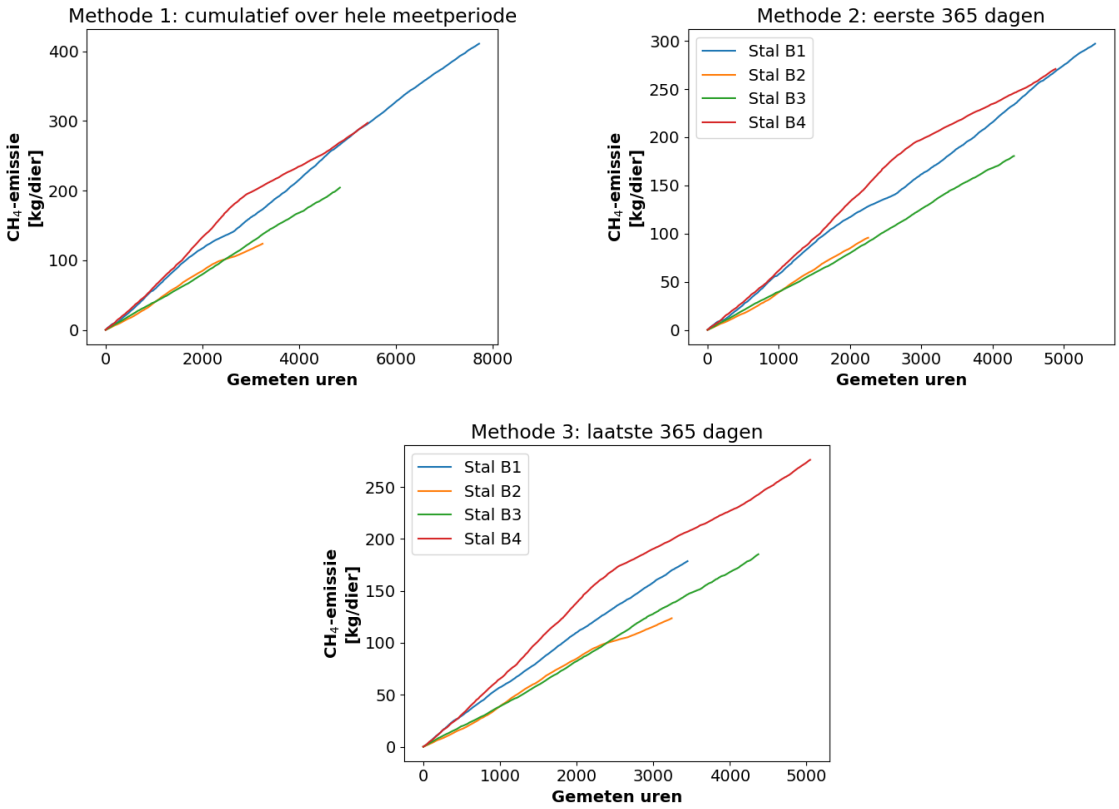
4.5.1 ILVO-meetmethode

De CH_4-emissies voor de vier stallen gedurende de meetperiode van het LVVN-meetprogramma worden getoond in Figuur 10 en Figuur 11. De samenvattende statistieken worden getoond in Tabel 25. De CH_4-emissies per stallocatie, bepaald op basis van de cumulatieve CH_4-emissies gevolgd door herschaling op jaarbasis, worden getoond in Tabel 26.

Wat opvalt is dat de cumulatieve CH_4-emissies relatief lineair verlopen. Dit lijkt aan te geven dat de CH_4-emissies voor deze stallen minder seizoensafhankelijk waren dan bijvoorbeeld de NH_3-emissies (zoals beschreven in Declerck et al., 2025). De CH_4-emissies lijken stabieler doorheen het jaar. Net zoals bij de NH_3-emissies zien we ook een tweesplitsing tussen stal B1 en B4 langs de ene kant, met hogere emissies, en stal B2 en B3 langs de andere kant, met lagere emissies.



Figuur 10: Tijdserie van het 7-daags voortschrijdend gemiddelde van de CH_4-emissie per meetlocatie (g/dier/uur) bepaald volgens de ILVO-meetmethode.



Figuur 11: Cumulatieve CH_4-emissie (kg/dier) volgens drie berekeningsmethoden per meetlocatie

Tabel 25: Samenvattende statistieken van de CH_4-emissiewaarden (g/dier/uur) bepaald volgens de ILVO-meetmethode voor de vier meetlocaties.

	B1	B2	B3	B4
Aantal uren	15679	8060	9526	9526
Aantal bruikbare uren	7737 (49,3%)	3242 (40,2%)	4839 (50,8%)	5408 (56,8%)
Gemiddelde	52,52	37,67	41,56	54,04
Standaardafwijking	24,04	14,44	17,33	24,78
Minimum	0,18	3,01	1,23	0,21
25%- percentiel	36,09	27,52	31,70	37,28
50%-percentiel (Mediaan)	51,01	36,54	40,80	50,66
75%-percentiel	65,95	46,74	49,95	68,73
Maximum	277,30	128,62	437,77	337,70

Tabel 26: Herschaalde cumulatieve CH_4-emissie (kg/dier/jaar) op basis van de drie berekenmethoden per meetlocatie, bepaald volgens de ILVO-meetmethode.

CH_4-emissiewaarden	B1	B2	B3	B4
Methode 1	460	330	364	473
Methode 2	472	364	362	478
Methode 3	447	329	366	472

a. Gemiddelde methaanemissie

Op basis van de herschaalde cumulatieve emissies over de hele meetperiode wordt een gemiddelde methaanemissie van **407 ± 71 kg/dier/jaar** bekomen. Wanneer enkel het eerste jaar sinds de start van de metingen wordt genomen is de gemiddelde methaanemissie **419 ± 65 kg/dier/jaar**. De gemiddelde emissie op basis van de metingen een jaar voor het einde van de meetperiode bedraagt **404 ± 67 kg/dier/jaar**. **De gemiddelde emissie voor de vier stallen wijzigt dus beperkt in functie van de gebruikte berekeningsmethode, nl. binnen 1 standaarddeviatie.**

Veel wetenschappelijke literatuur over methaanemissies uit melkveestallen betreffen metingen van enterische methaanemissies. Aangezien in deze studie de methaanemissie uit een volledige stal werd bemeten, zijn zo'n studies verder buiten beschouwing gelaten. De literatuur waarbij wel wordt gekeken naar methaanemissie op stalniveau geeft aan dat een langere verblijftijd van de mest in de stal voor grotere emissies zorgt (Poteko et al. (2019), Qu et al. (2021) en Vechi et al. (2022)). Studies op vergelijkbare stallen, met gelijkaardige meetmethoden en in gelijkaardige klimaatregio's werden recent uitgevoerd in Nederland en Duitsland. Zo werd in Nederland een gemiddelde methaanemissie voor 18 natuurlijk geventileerde melkveebedrijven gerapporteerd door Schep et al. (2022). Deze bedroeg gemiddeld 193 kg CH_4/dierplaats/jaar (puntmetingen) en 184 kg CH_4/dierplaats/jaar (continue metingen). Een kanttekening bij deze studie is dat op 12 bedrijven een traditionele roostervloer aanwezig was zoals in de 4 bemeten Vlaamse stallen; de overige zes hadden een ammoniakemissie reducerende (dichte) vloer. Op 11 van de 18 bedrijven werd ook beweiding toegepast. Een vervolgstudie (Schep et al., 2024) op 15 onderzoeksbedrijven waarvan er 8 een traditionele roostervloer hadden (de andere hadden een dichte vloer), gaf een methaanemissie van gemiddeld 153 kg CH_4/dierplaats/jaar (continue meting) en 160 kg CH_4/dierplaats/jaar (puntmetingen). Er moet wel opgemerkt worden dat er bij 13 van de 15 stallen beweiding werd toegepast. Omgerekend met de gegevens in het rapport zou de methaanemissie uitgedrukt per dier grofweg gemiddeld 169 kg CH_4/dier/jaar (continue meting) of 175 kg CH_4/dier/jaar (puntmetingen) zijn. In Duitsland, in een studie uitgevoerd door ATB (Janke et al., 2023), werd dan weer een gemiddelde methaanemissie van 308 kg CH_4/dierplaats/jaar gemeten voor hetzelfde type melkveestallen met roostervloer. In dezelfde studie werd een veel lagere methaanemissie gemeten voor stallen zonder langdurige mestopslag onder de rooster (130 kg CH_4/dierplaats/jaar).

In het rapport van WLR met emissiemetingen bij dezelfde stallen als in deze studie (Mosquera et al., 2026) wordt de het eerder hoge ventilatiedebiet aangehaald als mogelijke oorzaak van de hogere methaanemissiewaarden bekomen in Vlaanderen in vergelijking met deze gevonden in Nederland (Schep et al., 2024).

b. Variatie in methaanemissies binnen en tussen bedrijven

Het is opvallend hoe sterk de methaanemissie per stallocatie schommelt doorheen de tijd. De minimale methaanemissie was 0,18 g CH_4/dier/uur, de maximale 437,77 g CH_4/dier/uur. De grootste relatieve schommelingen werden vastgesteld bij stallen B1 en B4, de

standaarddeviatie loopt op deze locatie op tot 46% van de gemiddelde waarde. Stal B2 vertoonde de laagste variatie in CH_4-emissies doorheen de tijd (B1: 46%; B2: 38%; B3: 42%; B4: 46%).

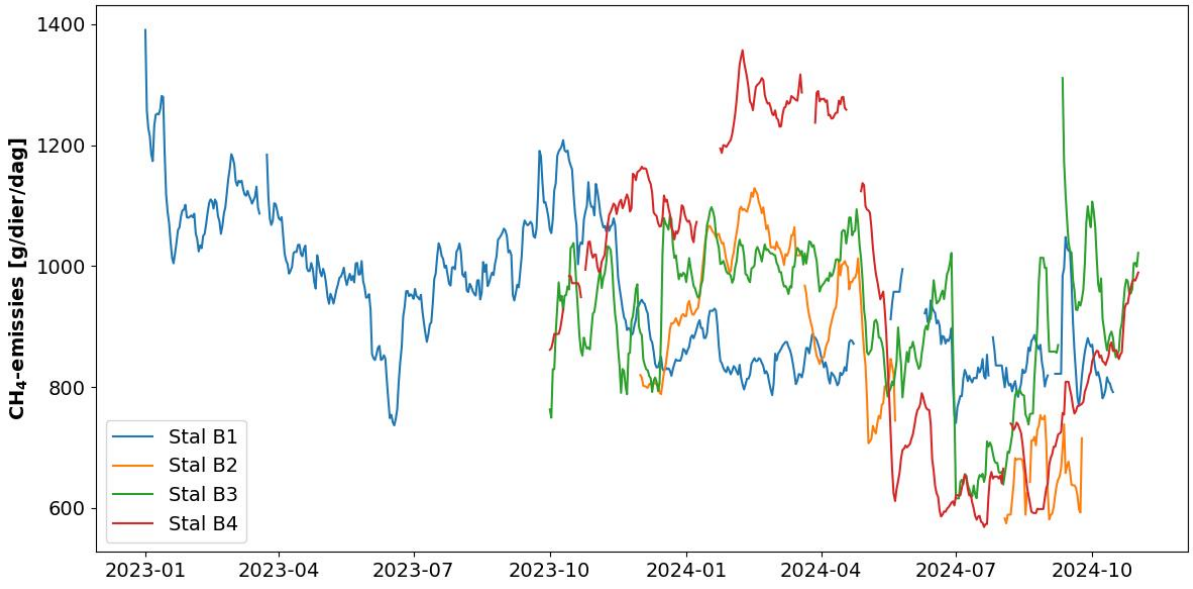
Wanneer de volledige meetperiode in beschouwing wordt genomen, dan valt een tweesplitsing tussen bedrijven op. Stal B1 en stal B4 vertonen een gelijkaardige emissie, alsook stal B2 en B3.

c. Effect van ontbrekende data

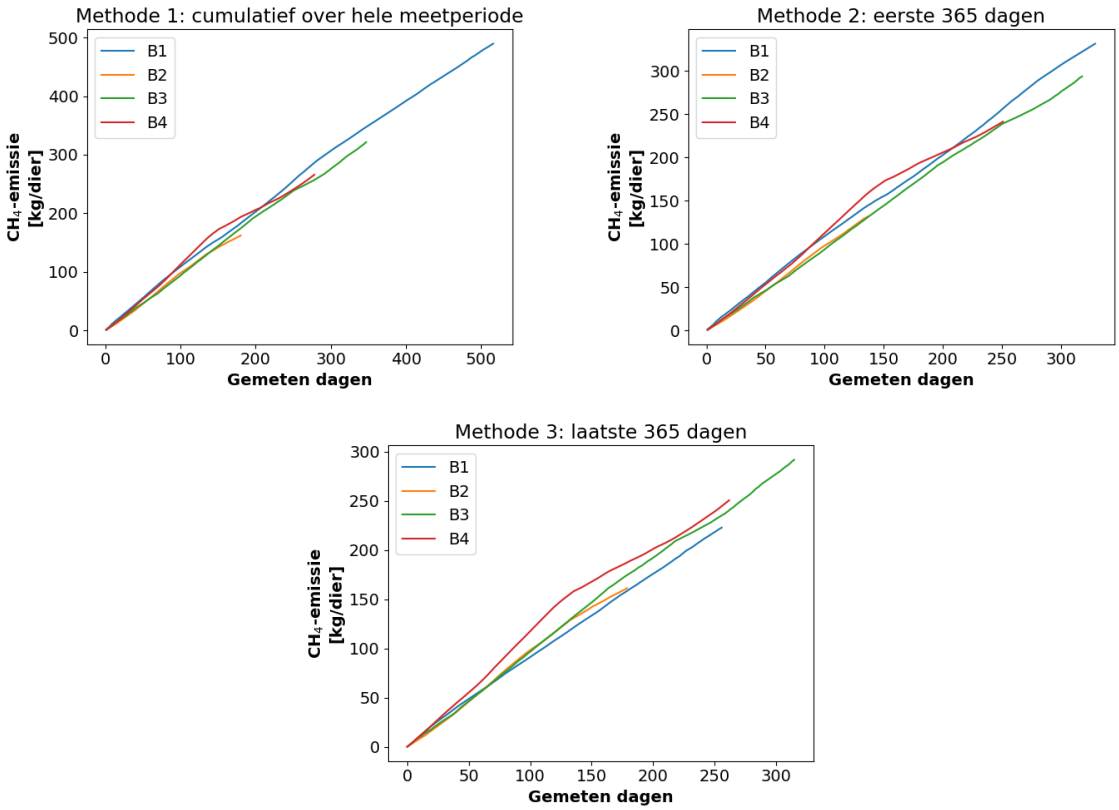
Het aantal uren waarmee de emissiewaarden berekend zijn, schommelen tussen 40,2% en 56,8% van het totaal aantal beschikbare uren in de meetperiode (Tabel 25).

4.5.2 VERA-meetmethode

De CH_4-emissies gemeten volgens de VERA-meetmethode gedurende de meetperiode van 1 jaar worden visueel voorgesteld voor de vier melkveestallen in Figuur 12 en Figuur 13. Figuur 12 toont de tijdserie van het 7-daags voortschrijdend gemiddelde van de CH_4-emissie per meetlocatie. Figuur 13 toont de cumulatieve CH_4-emissies per stallocatie. De samenvattende statistieken worden getoond in Tabel 27. De CH_4-emissies per stallocatie, bepaald op basis van de cumulatieve CH_4-emissies gevolgd door herschaling op jaarbasis, worden getoond in Tabel 28.



Figuur 12: Tijdserie van het 7-daags voortschrijdend gemiddelde van de CH_4-emissie per meetlocatie (g/dier/dag) bepaald volgens de VERA-meetmethode.



Figuur 13: Cumulatieve CH_4-emissie (kg/dier) volgens drie methoden per meetlocatie volgende VERA-meetmethode.

Tabel 27: Samenvattende statistieken van de CH_4-emissiewaarden (g/dier/dag) bepaald volgens de VERA-meetmethode bij de vier meetlocaties gedurende de meetperiode.

	B1	B2	B3	B4
Aantal dagen	654	513	398	398
Bruikbare dagen	516 (79%)	180 (35%)	347 (87%)	278 (70%)
Gemiddeld	952	892	927	944
Standaardafwijking	137	153	147	239
Minimum	662	524	547	523
25%-percentiel	852	787	833	717
50%-percentiel (mediaan)	935	906	940	974
75%-percentiel	1041	1005	1025	1157
Maximum	1586	1237	1382	1420

Tabel 28: Herschaalde cumulatieve CH_4-emissie (kg/dier/jaar) per meetlocatie, bepaald volgens de VERA-meetmethode.

	B1	B2	B3	B4
Methode 1	347	326	338	345
Methode 2	369	347	338	347
Methode 3	319	325	338	344

d. Gemiddelde methaanemissie

Op basis van de cumulatieve methaanemissies wordt een gemiddelde methaanemissie van 339 ± 10 kg/dier/jaar bekomen wanneer de volledige meetperiode gebruikt werd (Methode 1). Wanneer enkel de emissies gedurende het eerste jaar na de start van de metingen werden gebruikt (Methode 2), werd een gemiddelde methaanemissie van 350 ± 13 kg/dier/jaar gevonden. Wanneer enkel de emissies gedurende het jaar voor het einde van de metingen werden gebruikt (Methode 3), werd een gemiddelde methaanemissie van 332 ± 12 kg/dier/jaar gevonden.

e. Variatie in methaanemissies binnen en tussen bedrijven

Ook met de VERA-meetmethode zijn er grote schommelingen in de emissies van dag tot dag, al lijken deze schommelingen minder extreem dan gevonden met de ILVO-meetmethode. De minimale methaanemissie was 523 g CH_4/dier/dag, de maximale 1586 g CH_4/dier/dag. De grootste relatieve schommelingen werden vastgesteld bij stallen B4, de standaarddeviatie loopt op deze locatie op tot 25% van de gemiddelde waarde. De variatiecoëfficiënt is zeer gelijkaardig voor de andere drie stallen (B1: 14%; B2: 17%; B3: 16%; B4: 25%).

Bij de VERA-meetmethode worden emissiewaarden op dagbasis bepaald en niet op uur-basis zoals bij de ILVO-meetmethode, waardoor met de VERA-meetmethode pieken en dalen in de emissie worden uitgemiddeld per dag. In tegenstelling tot de directe methode lijkt er echter weinig verschil tussen de metingen per bedrijf wanneer deze worden herschaald naar dierniveau.

f. Effect van ontbrekende data

Voor stallen B1, B3 en B4 waren 70% tot 87% van de meetdagen bruikbaar voor de emissieberekeningen. Stal B2, waar er zowel problemen waren met de CO_2- als met de CH_4-metingen ligt dit veel lager op ongeveer 35%. In combinatie met de meetperiodes van verschillende lengte tussen de stallen (654 dagen voor B1, 398 voor B3 en B4) zorgt dit ervoor dat voor het bepalen van de gemiddelde emissie per stal, het aantal gebruikte dagen per stal sterk verschilt. Echter, in het VERA-protocol wordt eigenlijk gewerkt met 6 discontinue meetdagen verspreid over het meetjaar. Zelfs bij stal B2 ligt het aantal gebruikte dagen aanzienlijk hoger (180). Hierdoor kunnen we aannemen dat de bekomen emissie nauwkeuriger zal zijn en beter zal aansluiten bij de werkelijke jaar-emissie.

5 Conclusie

Een succesvolle meetcampagne werd uitgevoerd op vier traditionele Vlaamse melkveestallen. De stallen werden uitgerust met de nodige apparatuur voor de bepaling van methaanemissies op basis van zowel een directe als een indirecte (VERA) methode. Hoewel er enkele afwijkingen waren op de randvoorwaarden, zoals de hoge bezettingsgraad, werden de stallen toch representatief geacht.

CH_4-emissies waren stabieler doorheen het jaar dan NH_3-emissies. Stal B1 en B4 hadden de hoogste emissies, stallen B2 en B3 de laagste. De gemiddelde methaanemissie op basis van de directe meetmethode over de hele meetperiode (vaak langer dan een jaar) bedroeg 407 ± 71 kg/dier/jaar (methode 1). Indien de meetperiode gelimiteerd werd tot een jaar vanaf de start van de meetperiode per stal, werd een gemiddelde methaanemissie bekomen van 419 ± 65 kg/dier/jaar (methode 2). Wanneer een jaar genomen werd voor het einde van de meetperiode, werd een gemiddelde emissiewaarde van 404 ± 67 kg/dier/jaar gevonden (methode 3). Uit literatuur volgt dat een langere verblijftijd van de mest zorgt voor hogere CH_4-emissiewaarden. De methaanemissies bekomen met de VERA meetmethode bedroegen 339 ± 10 kg/dier/jaar; 350 ± 13 kg/dier/jaar; 332 ± 12 kg/dier/jaar voor methoden 1 tot 3, respectievelijk.

6 Referenties

Declerck, A., Coorevits K., Laanen, L., Peeters, Q., Van den Bossche, T., Vandenbussche, C., Brusselman, E. (2025). Meetcampagne voor de bepaling van de ammoniakemissies van een traditionele melkveestal. ILVO Mededeling D/2025/06. p. 83. https://ilvo.vlaanderen.be/uploads/documents/Meetrapport-ammoniakemissie-traditionele-melkveestal_finaal_digital.pdf

Declerck A., Peeters, Q., Coorevits, K., Bronsveld, P., Mosquera, J. (2026). Vergelijking van meetmethoden om emissies uit natuurlijk geventileerde melkveestallen te bepalen. ILVO Mededeling D/2026/5. p. 82.

De Vogeleer, G., Pieters, J. G., Van Overbeke, P., & Demeyer, P. (2017). Effect of sampling density on the reliability of airflow rate measurements in a naturally ventilated animal mock-up building. Energy and Buildings, 152, 313-322, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037877881631698X

Janke, D., Ammon, C., Doumbia, M., Vu, H., Hempel, S., Amon, T., Trimborn, M., Ebertz, P., Büscher, W., Schrade, S., Dehler, G., Eurich-Menden, B., Grimm, E., Horlacher, D., Rößner, Smirnov, A., Wagner, K., Wolf, U. (2023). Ammoniak- und Treibhausgasemissionen der Nutztierhaltung und Minderung – Rinderhaltung. https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/Tagungen_2023/Emissionen_Nutztierhaltung/Vortraege/Janke.pdf

Mosquera, J., Huis in 't Veld, J.W.H., Hol, J.M.G. (2026). Ammoniak- en methaanemissie uit vier gangbare ligboxstallen voor melkvee in Vlaanderen. Wageningen Livestock Research, Rapport 1601

Pedersen, S., Sällvik, K. Editors (2002). 4th Report of Working Group on Climatization of animal houses. Heat and moisture production at animal and house levels.

Pedersen, S., Blanes-Vidal, V., Heetkamp, M.J.W., Aarnink, A.J.A. (2008). Carbon dioxide production in animal houses: A literature review. Agricultural Engineering International: CIGR E journal. Manuscript BC 08 008, Vol. X. December, 2008.

Poteko, J., Zähner, M., Schrade, S. (2019). Effects of housing system, floor type and temperature on ammonia and methane emissions from dairy farming: A meta-analysis. Biosystems Engineering, 182, 16-28. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.03.012

Qu, Q, Groot, J.C.J., Zhang, K., Schulte, R.P.O. (2021). Effects of housing system, measurement methods and environmental factors on estimating ammonia and methane emission rates in dairy barns: A meta-analysis. Biosystems Engineering, 205, 64-75. https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.02.012

Schep, C.A., Vermeulen E.D.W., van Dooren H.J.C., Keuskamp J.A., van Well E.A.P., van Deest K. (2024). Emissies van ammoniak en methaan uit melkveestallen in het Netwerk

Praktijkbedrijven; Tussenresultaten van praktijkmetingen op 15 onderzoeksbedrijven. Wageningen Livestock Research, Rapport 1487, https://edepot.wur.nl/659372

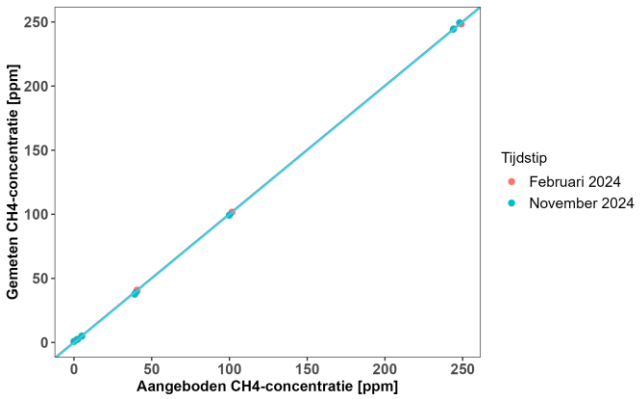
Schep, C.A., van Dooren, H.J.C., Mosquera, J., van Well, E.A.P., Keuskamp, J.A., Ogink, N.W.M. (2022). Monitoring van methaan-, ammoniak- en lachgasemissies uit melkveestallen; Praktijkmetingen in de periode oktober 2018 - oktober 2020, 2022. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1388, https://edepot.wur.nl/536752

Van Overbeke, P., De Vogeleer, G., Mendes, L. B., Brusselman, E., Demeyer, P., & Pieters, J. G. (2016). Methodology for airflow rate measurements in a naturally ventilated mock-up animal building with side and ridge vents. Building and Environment, 105, 153-163, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132316301949?via%3Dihub

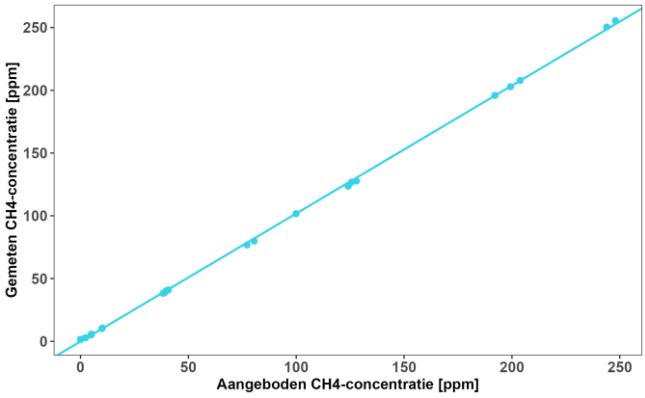
Vechi, N.T., Mellqvist, J., Sheutz, C. (2022). Quantification of methane emissions from cattle farms, using the tracer gas dispersion method. Agriculture, Ecosystems and Environment. 330, 107885. https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.107885

7 Bijlage

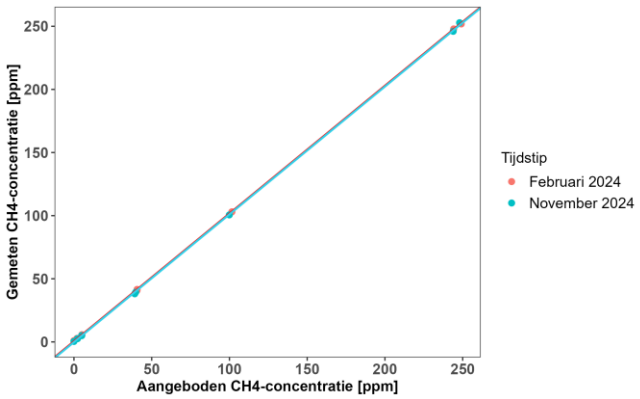
7.1 Bijlage 1: Kalibratiecurven van analyzers op basis van kalibratiemetingen bij VITO



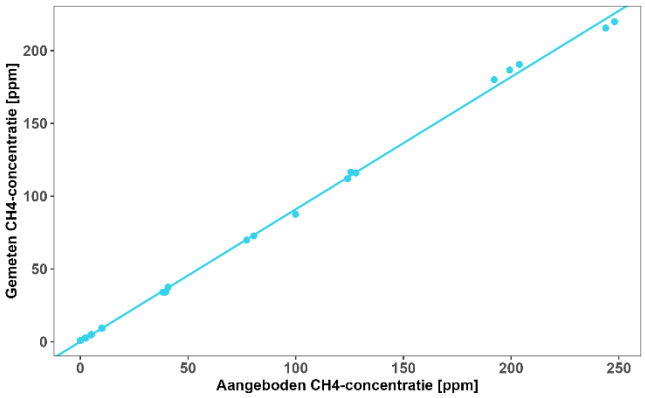
Figuur B1: Resultaten van de kalibratiemetingen bij VITO voor Axetris 4.



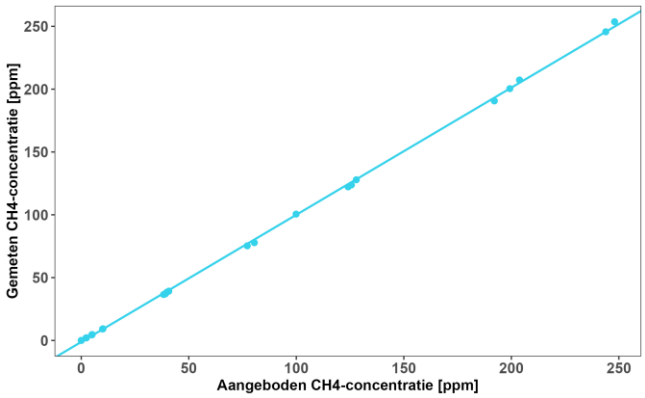
Figuur B2: Resultaten van de kalibratiemetingen bij VITO voor Axetris 1.



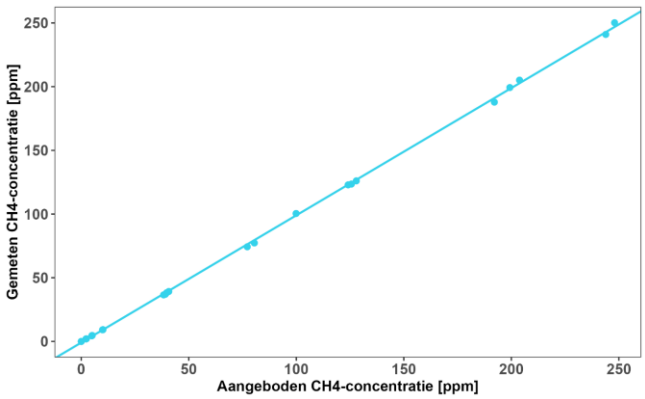
Figuur B3: Resultaten van de kalibratiemetingen bij VITO voor Axetris 2.



Figuur B4: Resultaten van de kalibratiemetingen bij VITO voor Axetris 3.



Figuur B5: Resultaten van de kalibratiemetingen bij VITO voor Picarro_G2508 1.



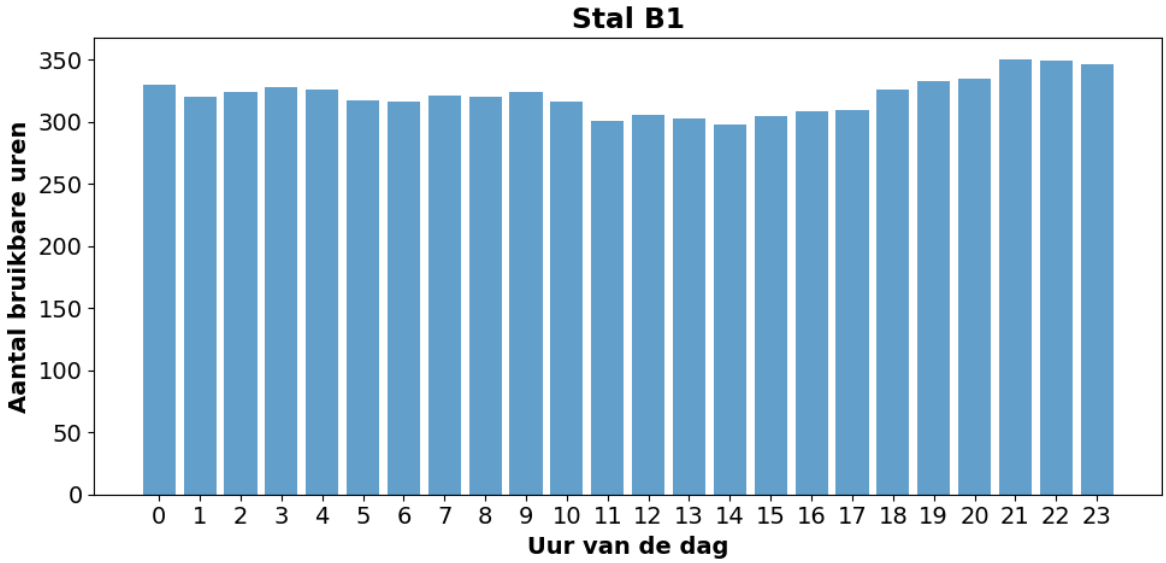
Figuur B6: Resultaten van de kalibratiemetingen bij VITO voor Picarro_G2509.

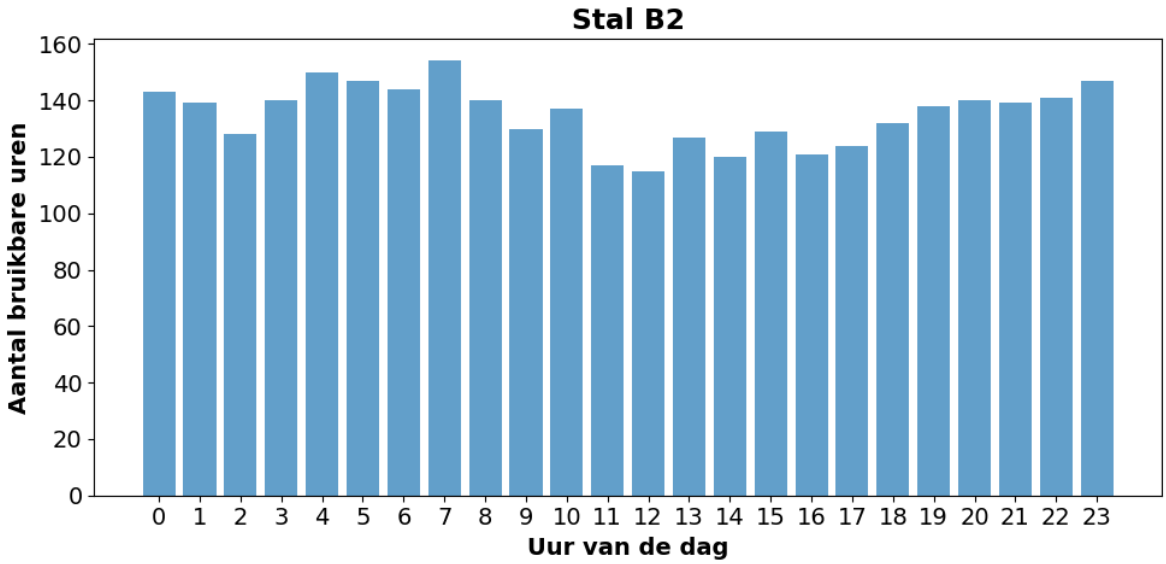
7.2 Bijlage 2: Overzicht ongebruikte data meetcampagne

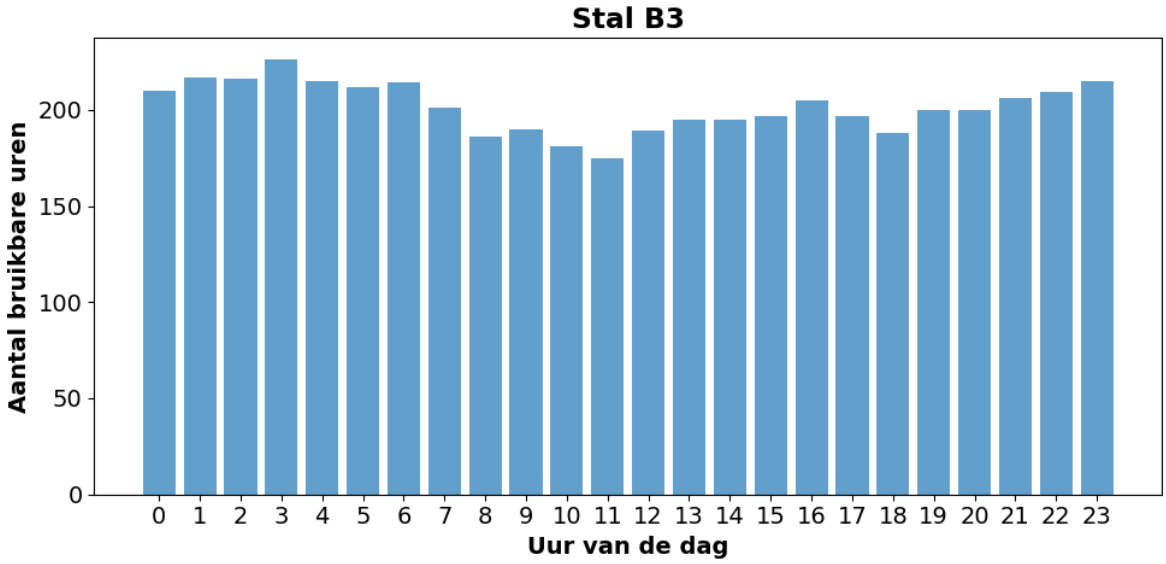
Stal	Start	Stop	Probleem
	28/02/2023	28/02/2023	Validatie-metingen
	14/03/2023	23/03/2023	Defect membraan van een pomp
	14/07/2023	14/07/2023	Validatie-metingen
	23/10/2023	23/10/2023	Validatie-metingen
	6/12/2023	6/12/2023	Validatie-metingen
	5/01/2024	5/01/2024	Validatie-metingen
	6/02/2024	6/02/2024	Validatie-metingen
	12/02/2024	12/02/2024	Validatie-metingen
	3/02/2024	12/02/2024	Probleem nok-anemometers
B1	27/02/2024	27/02/2024	Referentiemeting
	28/03/2024	28/03/2024	Validatie-metingen
	28/03/2024	28/03/2024	Probleem nok-leiding
	18/02/2024	7/06/2024	Kapotte trekdraadsensor
	18/04/2024	17/05/2024	Kapotte pomp Picarro
	21/05/2024	22/05/2024	Referentiemeting
	25/05/2024	10/06/2024	Anemometers waren offline
	29/07/2024	1/08/2024	Probleem met volledige opstelling
	16/09/2024	16/09/2024	Validatie-metingen
	15/10/2024	16/10/2024	Referentiemeting
	1/05/2023	9/06/2023	Technisch probleem met CO_2-sensor
	1/05/2023	9/06/2023	Lek VERA-leiding
	18/08/2023	20/08/2023	Technisch probleem met CO_2-sensor
	25/08/2023	31/08/2023	Stroompanne
	7/09/2023	12/09/2023	Anemometer defect
	12/09/2023	12/09/2023	Validatie-metingen
	24/10/2023	24/10/2023	Validatie-metingen
	30/11/2023	30/11/2023	Validatie-metingen
	16/01/2024	16/01/2024	Validatie-metingen
	6/03/2024	6/03/2024	Validatie-metingen
	19/03/2024	20/03/2024	Referentiemeting
B2	3/04/2024	3/04/2024	Anemometers gereinigd
	11/04/2024	11/04/2024	Validatie-metingen
	16/05/2024	16/05/2024	Validatie-metingen
	2/05/2024	30/05/2024	Kapotte trekdraadsensor
	10/05/2024	20/06/2024	Kapotte poortlaser
	1/06/2024	12/06/2024	Kapotte poortlaser
	19/06/2024	20/06/2024	Referentiemeting
	19/06/2024	31/07/2024	Afwijkende waarden gegeven door Axetris
	6/08/2024	7/08/2024	Referentiemeting
	13/08/2024	19/08/2024	Picarro meet maar op 1 kanaal
	22/08/2024	22/08/2024	Validatie-metingen
	23/09/2024	23/09/2024	Validatie-metingen
B3	4/10/2023	4/10/2023	Validatie-metingen
	24/11/2023	24/11/2023	Validatie-metingen

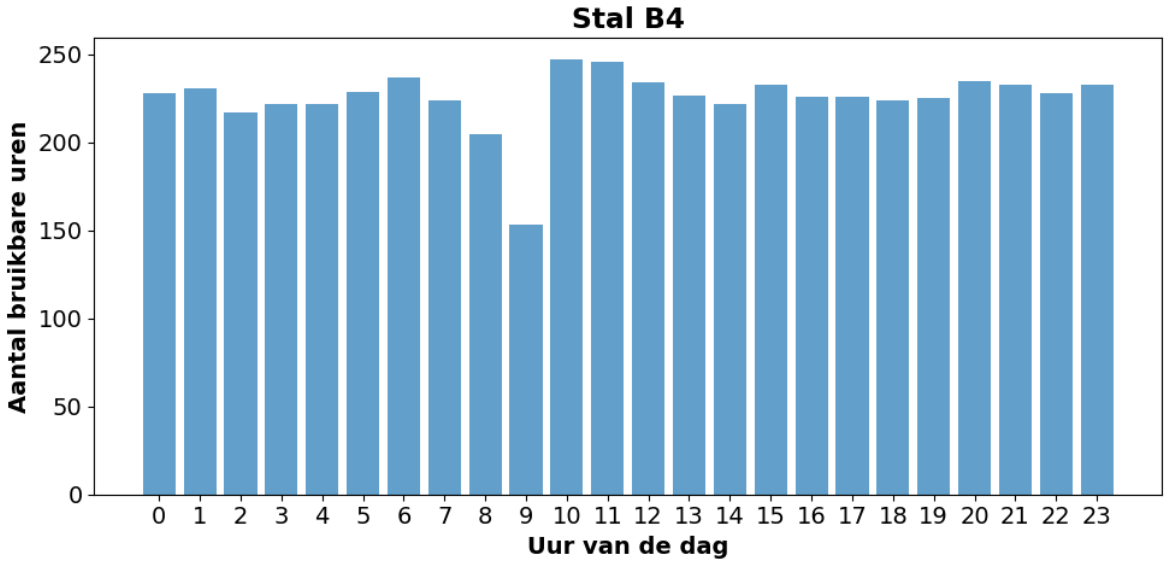
	11/12/2023	13/12/2023	Validatie-metingen
	22/01/2024	22/01/2024	Validatie-metingen
	20/01/2024	21/01/2024	Referentiemetingen
	28/02/2024	28/02/2024	Validatie-metingen
	12/04/2024	12/04/2024	Validatie-metingen
	22/05/2024	22/05/2024	Validatie-metingen
	12/06/2024	13/06/2024	Referentiemetingen
	25/06/2024	28/06/2024	Installatie uitzetten wegens warmte
	2/07/2024	3/07/2024	Kalibratie in labo
	21/08/2024	22/08/2024	Referentiemetingen
B4	12/10/2023	12/10/2023	Validatie-metingen
	17/10/2023	24/10/2023	Axetris weggehaald
	22/11/2023	22/11/2023	Validatie-metingen
	12/12/2023	13/12/2023	Referentiemetingen
	3/01/2024	23/01/2024	Defecte NO-buitenleiding
	20/02/2024	21/02/2024	Referentiemetingen
	5/03/2024	5/03/2024	Validatie-metingen
	14/03/2024	27/03/2024	Defecte orifice in de nokleiding
	15/04/2024	15/04/2024	Validatie-metingen
	19/04/2024	24/04/2024	Defecte pompen
	12/06/2024	12/06/2024	Referentiemetingen
	25/06/2024	28/06/2024	Installatie uit door de warmte
	2/07/2024	3/07/2024	Kalibratie in labo
	28/07/2024	6/08/2024	Defecte pomp Axetris
	30/07/2024	30/07/2024	Validatie-metingen
	21/08/2024	22/08/2024	Referentiemetingen
	12/09/2024	12/09/2024	Validatie-metingen
	17/10/2024	18/10/2024	Referentiemetingen

7.3 Bijlage 3: Distributie van het aantal beschikbare uren over een dag per meetlocatie gebruikt voor de berekening van de NH_3-emissiewaarden volgens de ILVO-meetmethode






Stal B3
Aantal bruikbare uren
0
50
100
150
200
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
Uur van de dag


Stal B4
Aantal bruikbare uren
0
50
100
150
200
250
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
Uur van de dag

Contact

Arnout Declerck, Wetenschappelijk onderzoeker
Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek ILVO
Technologie & Voeding
Burg. Van Gansberghelaan 115
9820 Merelbeke-Melle (Belgium)
T +32 9 272 28 02
arnout.declerck@ilvo.vlaanderen.be

Deze publicatie kan ook geraadpleegd worden op:
www.ilvo.vlaanderen.be ⇨ nieuws ⇨ type ⇨ mededeling

Vermenigvuldiging of overname van gegevens toegestaan mits duidelijke bronvermelding.

ILVO

Aansprakelijkheidsbeperking

Deze publicatie werd door ILVO met de meeste zorg en nauwkeurigheid opgesteld. Er wordt evenwel geen enkele garantie gegeven omtrent de juistheid of de volledigheid van de informatie in deze publicatie. De gebruiker van deze publicatie ziet af van elke klacht tegen ILVO of zijn ambtenaren, van welke aard ook, met betrekking tot het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.
In geen geval zal ILVO of zijn ambtenaren aansprakelijk gesteld kunnen worden voor eventuele nadelige gevolgen die voortvloeien uit het gebruik van de via deze publicatie beschikbaar gestelde informatie.

ILVO

Instituut voor Landbouw-, Visserij- en Voedingsonderzoek
Burg. Van Gansberghelaan 92
9820 Merelbeke-Melle - België

T +32 9 272 25 00
ilvo@ilvo.vlaanderen.be
www.ilvo.vlaanderen.be