

Evaluatierapport

Dagontmesting bij vleesvarkens

7 juli 2026



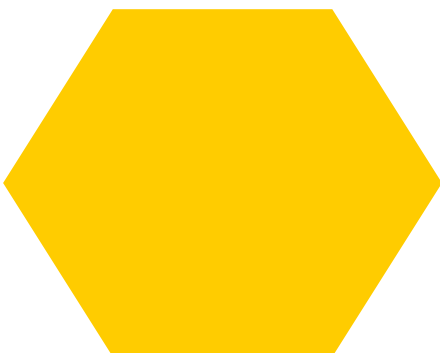
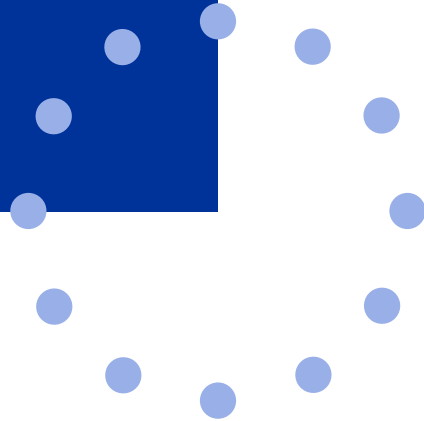
Hoog
mikken voor
de lage landen!

grensregio.eu

Inhoud

1. Inleiding.....	3
1.1 Kadering document.....	4
2. Materiaal en methoden	5
2.1 Omschrijving dagontmestingssysteem	6
2.2 Proefopzet.....	8
3. Resultaten en discussie	12
3.1 Resultaten.....	13
3.2 Discussie.....	17
4. Conclusies	20
5. Referenties.....	22

1. Inleiding



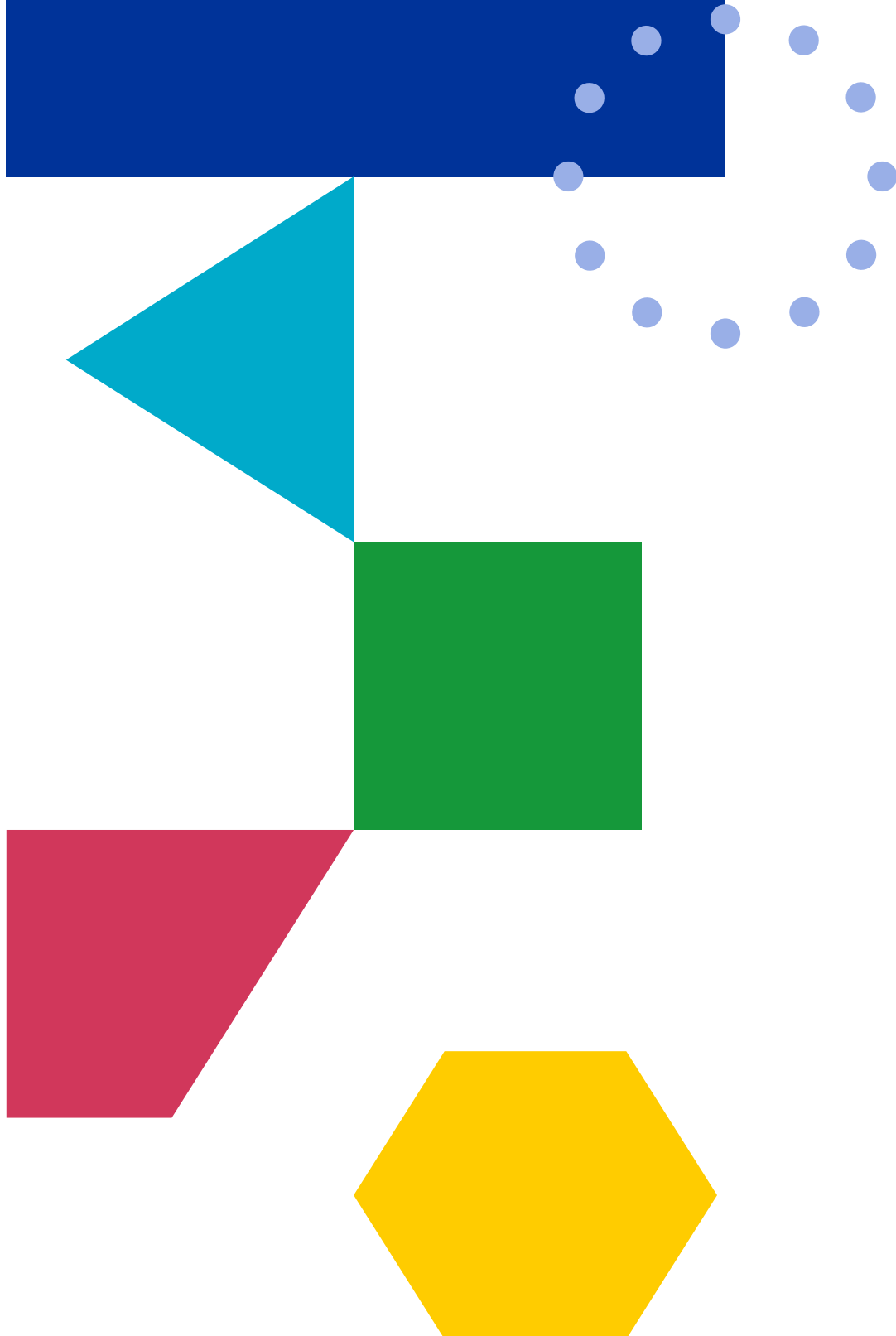
1.1 Kadering document

Dit evaluatierapport hoort bij het onderdeel van De Hoeve Innovatie voor het interreg project RAMBO.

Dagontmesting is een brongerichte maatregel voor het reduceren van emissies. Het uitgangspunt is dat ammoniak-, methaan- en geuruitstoot primair ontstaan bij langdurige opslag van mest in de stal. Door mest frequent af te voeren, wordt emissievorming beperkt en ontstaat een gezonder stalklimaat. Een belangrijk principe is het minimaliseren van het emitterend oppervlak. Door mest zo snel mogelijk af te voeren, wordt de vorming van ammoniak sterk gereduceerd. In dit project zijn er met behulp van sensoren metingen uitgevoerd voor NH_3 , CO_2 , temperatuur en luchtvochtigheid onder praktijkomstandigheden. Dit evaluatierapport richt zich op de materiaal en methode gebruikt voor het verzamelen van de data en de resultaten van het dagontmestingssysteem. Overkoepelende inzichten over de gebruikte meetmethodes, praktijkervaringen en richtlijnen over de verschillende maatregelen heen worden gebundeld in andere verslagen, zoals “Ervaringsverslag meet- en evaluatiemethodes: varkens”, “Rapport richtlijnen en staltips” en “Totaalverslag maatregelen en technieken: varkens”.



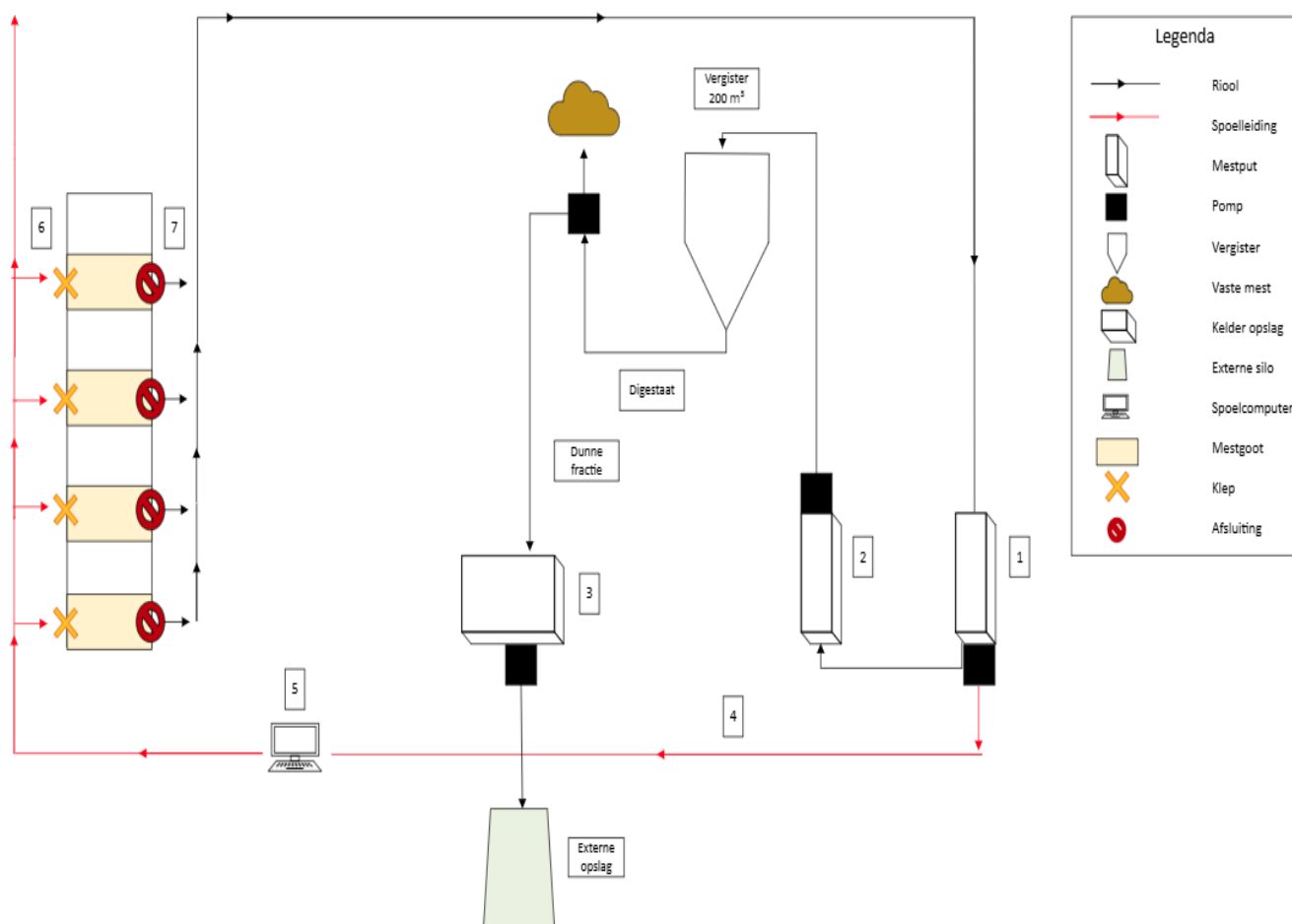
2. Materiaal en methoden



2.1 Omschrijving dagontmestingssysteem

Het dagontmestingssysteem is gebaseerd op het dagelijks verwijderen en verwerken van verse mest. Mest wordt opgevangen in een smal mestkanaal met een V-vormige goot, waarna deze dagelijks wordt afgevoerd. Deze mestgoten worden dagelijks leeggelaten en nagespoeld met een spoelvloeistof van dagverse mest met een pH van ongeveer 7. Bij Familiebedrijf Verhoeven is een monovergister aanwezig waar biogas wordt ingewonnen. Dagverse mest is waardevol voor mestvergisting, omdat het hogere vergistingsrendementen oplevert en de productie van duurzame energie, zoals groen gas, stimuleert. Het methaan dat in een reguliere stal in de stal emitteert, wordt bij dagontmesting in combinatie met een vergister omgezet naar biogas. Zo draagt het systeem ook enorm bij aan de klimaatdoelen en de energietransitie. Dagontmesting zorgt ervoor dat in de stal vrijwel geen methaan uit de mest emitteert. Daarnaast verbetert het aan de bron reduceren van de emissies van NH_3 en CH_4 de stalluchtqualiteit. Het proces is volledig geautomatiseerd en hieronder beschreven:

1. Het begint met het overpompen tot minimumniveau van mestput 1 (de spoelput) naar mestput 2 (figuur 1).
2. Met mestput 2 wordt batch gewijs de vergister gevuld met verse mest. Na het vergisten wordt de digestaat gescheiden in dikke en dunne fractie.
3. De dunne fractie wordt opgeslagen in een externe opslag.
4. Het spoelproces start vanuit mestput 1. Het minimumniveau verse mest wordt via een spoelleiding naar een geselecteerde afdeling gepompt.
5. Deze afdeling wordt door een spoelcomputer aangestuurd. Gedurende 15 minuten wordt deze afdeling gespoeld. Na deze 15 minuten wordt de opvolgende afdeling geselecteerd en loopt de gespoelde afdeling nog 5 minuten na. Dit proces wordt 2 maal daags doorlopen.
6. De gespoelde mest loopt via een riool naar de spoelput 1.
7. Als de spoelput een maximum ingesteld niveau bereikt wordt deze hoeveelheid overgepompt naar de mestput 2.



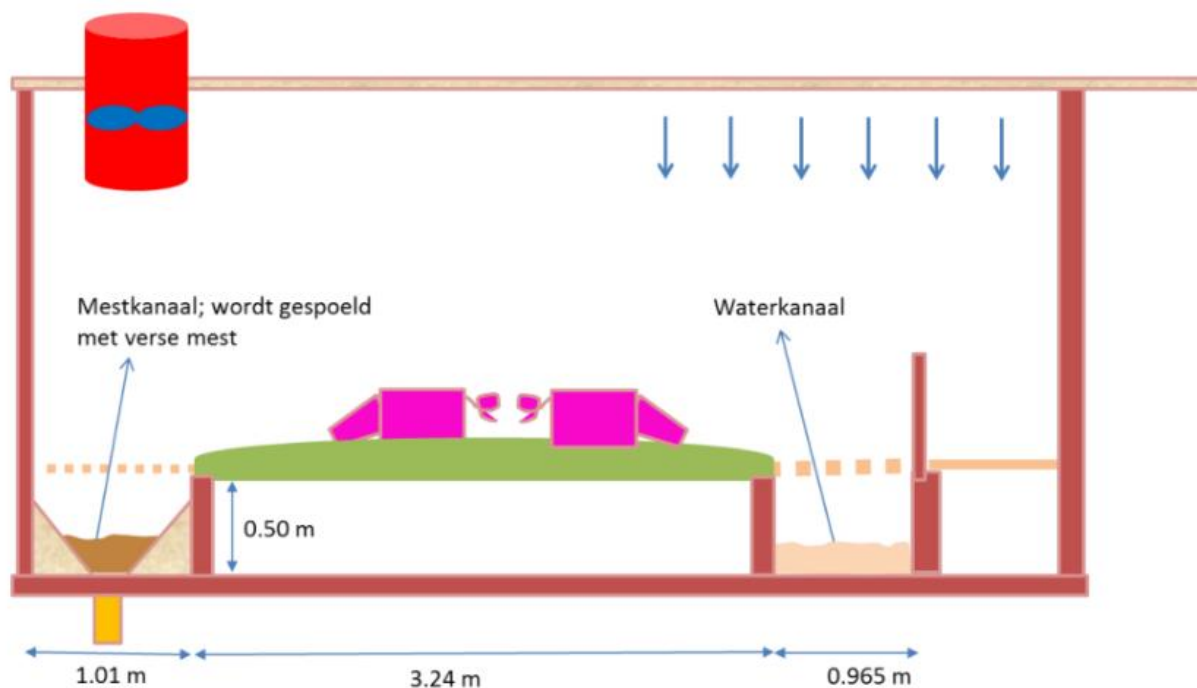
Figuur 1 Schematische weergave van dagontmesting en vergisting



Een afdeling met dagontmesting bestaat uit 6 hokken gemaakt met een afmeting van 5.25 m x 2.50 m (figuur 2+3). Vanaf de voergang gezien is er eerst een betonnen rooster met daaronder een waterkanaal. Boven het waterkanaal zijn de droogvoerbakken en de drinknippels tegenover elkaar in de tussenwand geplaatst. Het midden bestaat uit een dichte betonvloer, wat het grootste oppervlak van het hok bedekt (60%). Achter in het hok is een metalen driekant roostervloer met daaronder een mestkanaal met schuine wanden geïnstalleerd. De helling van de schuine platen in het mestkanaal is 45 graden.



Figuur 2 Plattegrond van een hok bij de vleesvarkens

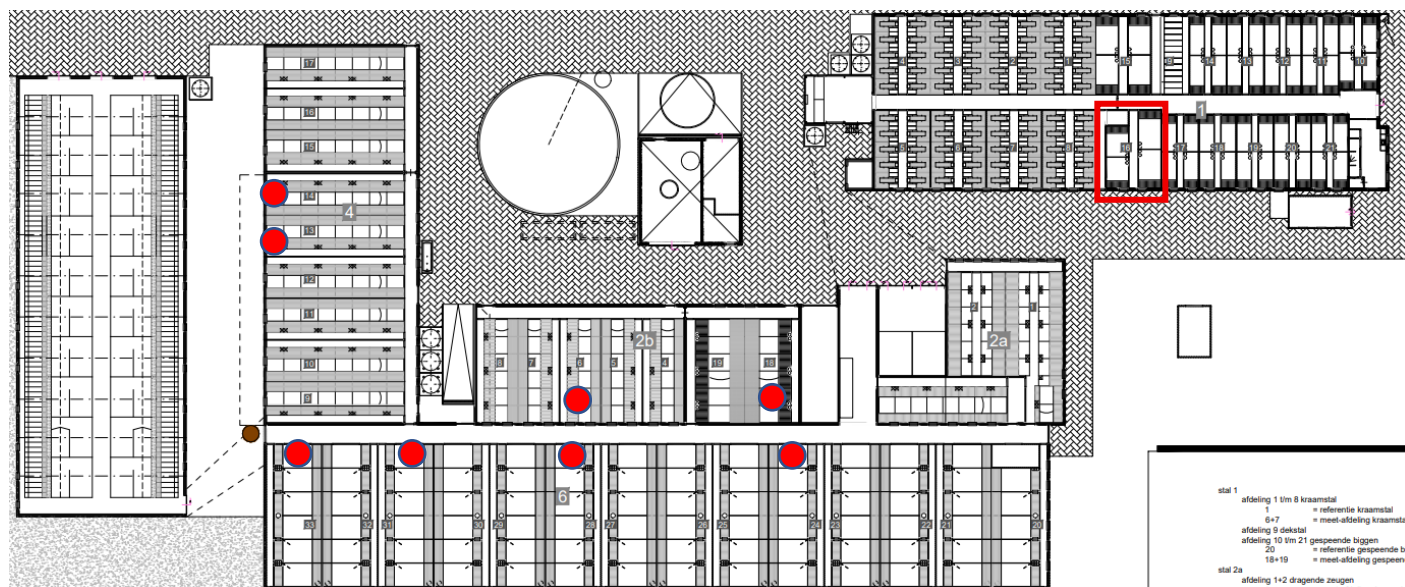


Figuur 3 Dwarsdoorsnede van het proefhok van de vleesvarkens



2.2 Proefopzet

Gedurende de periode van januari 2023 tot en met oktober 2025 zijn er sensormetingen uitgevoerd van de NH₃- en CO₂-concentratie, temperatuur en luchtvochtigheid. De metingen zijn uitgevoerd in 8 afdelingen, waarvan 4 afdelingen met dagontmesting en 60% dichte vloer. Dit zijn afdeling 24, 28, 31 en 33. Afdeling 24 heeft ook schuine wanden onder het waterkanaal. In afdeling 6, 13 en 14 wordt ook dagontmesting toegepast, maar dan met 40% dichte vloer. Afdeling 18 is een referentie afdeling met 50% dichte vloer en voor en achter een diepe mestput. De afdelingen zijn in de plattegrond aangegeven met de rode stip (figuur 4).



Figuur 4 Plattegrond Familieberdrijf Verhoeven

De kenmerken van de afdelingen zijn hieronder beschreven in tabel 1.

Tabel 1 Beschrijvingen afdelingen

Afdelingsnummer	6	18	13	14
Huisvestingsysteem	Mest- en waterkanalen, mestgoot met schuine wanden en dagontmesting, verdunning van waterkanaal	50% dichte vloer, voor en achter een diepe mestput	Dagontmesting, mest- en waterkanalen, goot met schuine wanden onder het waterkanaal, 40% dichte vloer	Dagontmesting, mest- en waterkanalen, goot met schuine wanden onder het mestkanaal, 40% dichte vloer
Rav categorie	Booijen et al., 2023	D3 100 other housing systems	Booijen et al., 2023	Booijen et al., 2023
Rav waarde (kg NH ₃ per dierplaats per jaar)	1,3	3	1,3	1,3
Aantal dierenplaatsen	42	54	56	56
Oriëntatie van de stal	Noordoost-zuidwest	Noordoost-zuidwest	Noordoost-zuidwest	Noordoost-zuidwest



Afmeting afdeling: Lengte (m) x Breedte (m)		11,28 x 5,90	15,00 x 4,45	15,00 x 4,45
Aantal hokken en hokoppervlak	6	6	8	9
Leefoppervlak (m2 per dier)	1,0	1,0	1,0	1,1
Beschrijving leefoppervlak	Gedeeltelijke roostervloer; 1,0 x 2,50 metalen driekantrooster, 1,0 x 2,50 betonrooster, 3,25 x 2,50 dichte vloer	Gedeeltelijke roostervloer; 1,65 x 1,88 metalen driekantrooster, 1,40 x 1,88 betonrooster, 1,85 x 1,88 dichte vloer	Gedeeltelijke roostervloer; 1,05 x 1,88 metalen driekantrooster, 1,20 x 1,88 betonrooster, 1,40 x 1,88 dichte vloer	Gedeeltelijke roostervloer; 1,05 x 1,88 metalen driekantrooster, 1,20 x 1,88 betonrooster, 1,40 x 1,88 dichte vloer
Beschrijving mestkelder (diepte; opslagcapaciteit)	Mestgoot met schuine wanden van 45°; 2,50 x 1,0 x 0,50 (lxbxd1 per hok)	Mestkelder; 1,88 x 1,65 x 0,70 en 1,88 x 1,40 x 0,70 (lxbxd1 per hok)	Mestgoot met schuine wanden van 45°; 1,88 x 1,05 x 0,50 (lxbxd1 per hok)	Mestgoot met schuine wanden van 45°; 1,88 x 1,05 x 0,50 (lxbxd1 per hok)
Beschrijving waterkanaal (diepte; opslagcapaciteit)	Watergoot; 2,50 x 1,0 x 0,50 (lxbxd1 per hok)	-	Watergoot met schuine wanden van 45°; 1,88 x 1,20 x 0,50 (lxbxd1 per hok)	Watergoot met schuine wanden van 45°; 1,88 x 1,20 x 0,50 (lxbxd1 per hok)
Ventilatie	Mechanisch geventileerd	Mechanisch geventileerd	Mechanisch geventileerd	Mechanisch geventileerd
Luchtinlaat	Via een geperforeerd plafond	Via een geperforeerd plafond	Via een geperforeerd plafond	Via een geperforeerd plafond
Luchttuitlaat (aantal ventilatoren (diameter) maximale capaciteit)	1 ventilator met een diameter van 50 cm	1 ventilator met een diameter van 45 cm	1 ventilator met een diameter van 50 cm	2 ventilator met een diameter van 50 cm
Mestverwijdering en -frequentie	Spoelbaar mestkanaal (dagelijks); Spoelbaar waterkanaal (éénmaal per groeicyclus)	Eenmaal tot tweemaal per jaar	Spoelbaar mestkanaal (dagelijks); Spoelbaar waterkanaal (éénmaal per groeicyclus)	Spoelbaar mestkanaal (dagelijks); Spoelbaar waterkanaal (éénmaal per groeicyclus)
Voer	Onbeperkt (droogvoerbak)	Onbeperkt (droogvoerbak)	Onbeperkt (droogvoerbak)	Onbeperkt (droogvoerbak)
Water	Onbeperkt (drinknippels)	Onbeperkt (drinknippels)	Onbeperkt (drinknippels)	Onbeperkt (drinknippels)

Afdelingsnummer	24	28	31	33
Huisvestingsysteem	Dagontmesting, mest-en waterkanalen, goot met schuine wanden onder het waterkanaal, 60% dichte vloer	Dagontmesting, mest-en waterkanalen, goot met schuine wanden onder het mestkanaal, 60% dichte vloer	Dagontmesting, mest-en waterkanalen, goot met schuine wanden onder het mestkanaal, 60% dichte vloer	Dagontmesting, mest-en waterkanalen, goot met schuine wanden onder het mestkanaal, 60% dichte vloer



Rav categorie	Booijen et al., 2023	Booijen et al., 2023	Booijen et al., 2023	Booijen et al., 2023
Rav waarde (kg NH3 per dierplaats per jaar)	1,3	1,3	1,3	1,3
Aantal dierenplaatsen	78	78	78	78
Oriëntatie van de stal	Noordoost-zuidwest	Noordoost-zuidwest	Noordoost-zuidwest	Noordoost-zuidwest
Afmeting afdeling: Lengte (m) x Breedte (m)	15,50 x 6,25	15,50 x 6,26	15,50 x 6,27	15,50 x 6,27
Aantal hokken en hokoppervlak	6	6	6	6
Leefoppervlak (m2 per dier)	1,0	1,0	1,0	1,0
Beschrijving leefoppervlak	Gedeeltelijke roostervloer; 1,0 x 2,50 metalen driekantrooster, 1,0 x 2,50 betonrooster, 3,25 x 2,50 dichte vloer	Gedeeltelijke roostervloer; 1,0 x 2,50 metalen driekantrooster, 1,0 x 2,50 betonrooster, 3,25 x 2,50 dichte vloer	Gedeeltelijke roostervloer; 1,0 x 2,50 metalen driekantrooster, 1,0 x 2,50 betonrooster, 3,25 x 2,50 dichte vloer	Gedeeltelijke roostervloer; 1,0 x 2,50 metalen driekantrooster, 1,0 x 2,50 betonrooster, 3,25 x 2,50 dichte vloer
Beschrijving mestkelder (diepte; opslagcapaciteit)	Mestgoot met schuine wanden van 45°; 2,50 x 1,0 x 0,50 (lxbxd1 per hok)	Mestgoot met schuine wanden van 45°; 2,50 x 1,0 x 0,50 (lxbxd1 per hok)	Mestgoot met schuine wanden van 45°; 2,50 x 1,0 x 0,50 (lxbxd1 per hok)	Mestgoot met schuine wanden van 45°; 2,50 x 1,0 x 0,50 (lxbxd1 per hok)
Beschrijving waterkanaal (diepte; opslagcapaciteit)	Watergoot; 2,50 x 1,0 x 0,50 (lxbxd1 per hok)	Watergoot; 2,50 x 1,0 x 0,50 (lxbxd1 per hok)	Watergoot; 2,50 x 1,0 x 0,50 (lxbxd1 per hok)	Watergoot; 2,50 x 1,0 x 0,50 (lxbxd1 per hok)
Ventilatie	Mechanisch geventileerd	Mechanisch geventileerd	Mechanisch geventileerd	Mechanisch geventileerd
Luchtinlaat	Via een geperforeerd plafond	Via een geperforeerd plafond	Via een geperforeerd plafond	Via een geperforeerd plafond
Luchtuitlaat (aantal ventilatoren (diameter) maximale capaciteit)	1 ventilator met een diameter van 50 cm	2 ventilator met een diameter van 50 cm	3 ventilator met een diameter van 50 cm	4 ventilator met een diameter van 50 cm
Mestverwijdering en -frequentie	Spoelbaar mestkanaal (dagelijks); Spoelbaar waterkanaal (éénmaal per groeicyclus)	Spoelbaar mestkanaal (dagelijks); Spoelbaar waterkanaal (éénmaal per groeicyclus)	Spoelbaar mestkanaal (dagelijks); Spoelbaar waterkanaal (éénmaal per week)	Spoelbaar mestkanaal (dagelijks); Spoelbaar waterkanaal (éénmaal per week)
Voer	Onbeperkt (droogvoerbak)	Onbeperkt (droogvoerbak)	Onbeperkt (droogvoerbak)	Onbeperkt (droogvoerbak)
Water	Onbeperkt (drinknippels)	Onbeperkt (drinknippels)	Onbeperkt (drinknippels)	Onbeperkt (drinknippels)



De volgende sensoren zijn gebruikt voor de emissiemetingen.

Sensoren:

- **CO₂ meting**
CO₂, DOL 119 meetbereik 0-10.000 ppm, signaal 4-20 mA
- **NH₃ meting**
DOL53, meetbereik 0-100 ppm, signaal 0-10V
- **Temperatuur en luchtvochtigheid:** DOL 114, signaal 4-20 mA

In de stal wordt gebruik gemaakt van smartfarming technologie. Elk individueel dier ontvangt bij geboorte een oormerk met een RFID-chip. Met behulp van deze chip kunnen varkenshouders dier gerelateerde informatie in een app registreren van geboorte tot slacht. Voorbeelden van geregistreerde gegevens zijn genetica, geboortedatum, gewicht, gebruik van antibiotica, en verplaatsingen. Alle verzamelde data worden opgeslagen in de database LeeO.

Voor de vleesvarkens met dagontmesting is vooral gebruik gemaakt van LeeO om het aantal dieren in een afdeling terug te zien en wanneer ze in de afdeling kwamen of weggingen.

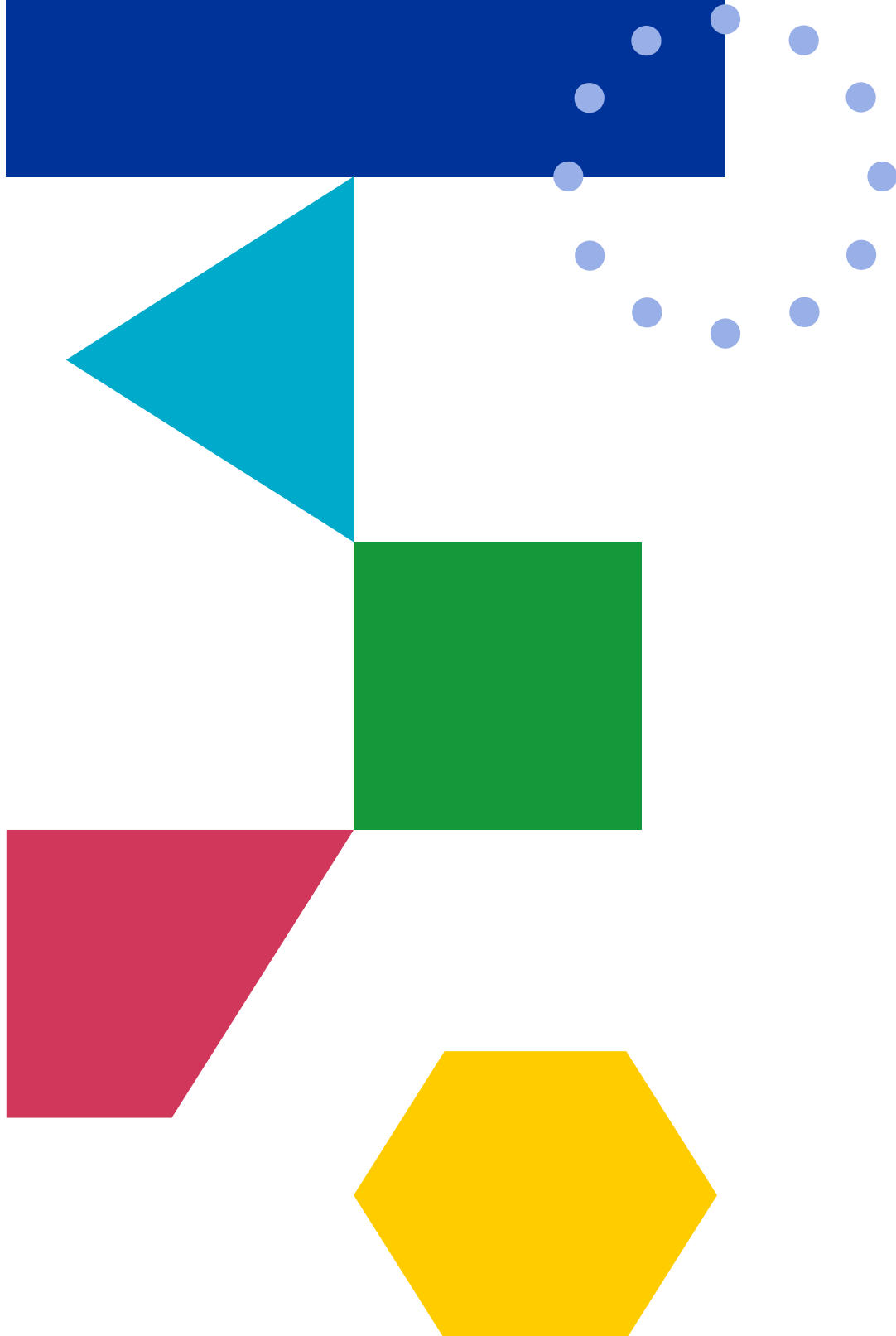
2.3 Dataverwerking

Er zijn verschillende sensoren gebruikt op verschillende locaties in het bedrijf, zoals de stal en ventilatiesystemen. Het opslaan gebeurde via verschillende methoden zoals een klimaatcomputer, spoelcomputer of andere soorten loggingsystemen. Elke dag werd er één bestand klaargezet in Onedrive voor de data van de vleesvarkensafdelingen. De database bestond uit sensordata, bedrijfsinformatie, dierregistratiedata uit het programma LeeO. Vanuit het KNMI-weerstation werd wekelijks de klimaatdata gehaald.

Voor de verwerking van de data was een selectie uitgevoerd. Deze criteria zijn terug te lezen in Sefeedpari et al., 2026. Alle data zijn gecontroleerd op volledigheid en kwaliteit, wanneer meetdata onbruikbaar was geworden door technische storingen of menselijke fouten is de data niet meegenomen. Wekelijks is hiervoor een logboek bijgehouden waarin de redenen van storingen zijn gerapporteerd. Elke week ontving de varkenshouder een visualisatie van de data met daarin relatieve luchtvochtigheid, temperatuur, aantal dieren, NH₃ concentraties, CO₂ concentraties, meetwaaiers per uur, en NH₃-emissiefactor. Er werd een overzicht gestuurd per dag van het gemiddelde, minimum en maximum van de sensorgegevens over de hele projectperiode. De varkenshouder kon dan reageren op vragen of opvallende waarden. Dit helpt om patronen over langere tijd te zien. Als laatste kreeg de veehouder een overzicht met de belangrijkste cijfers van het bedrijf.

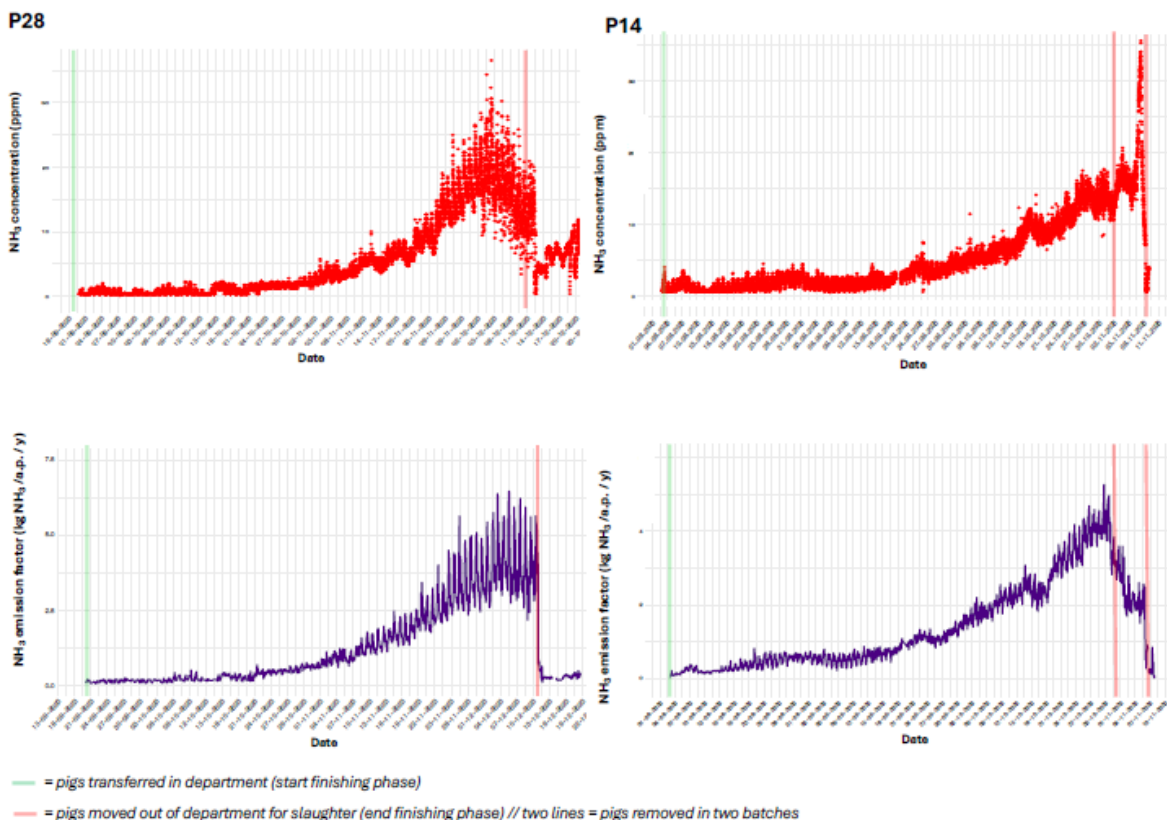


3. Resultaten en discussie



3.1 Resultaten

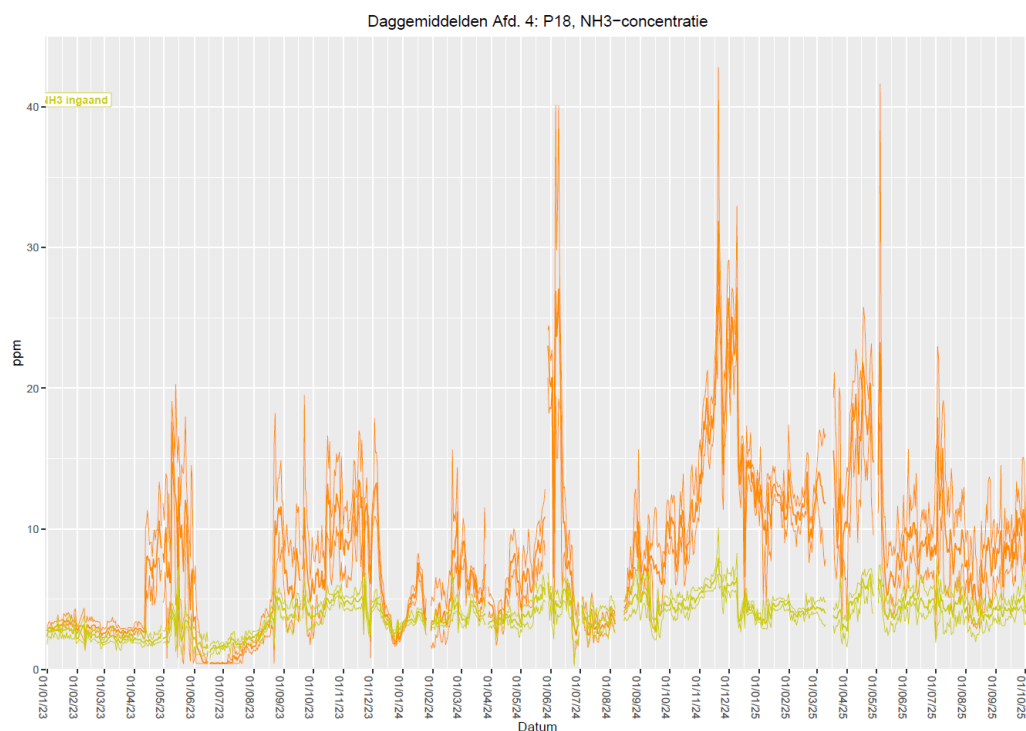
Ammoniakemissie wordt beïnvloed door meerdere factoren. Zo kunnen dagelijkse variaties in temperatuur, ventilatie, dieractiviteit, moment en manier van voeren en mest management invloed hebben op de emissie. Varkens hebben een piekactiviteit rond 9:00 uur en rond 17:00 uur, waarbij ze in het algemeen actiever zijn overdag dan in de nacht (Villagr  et al., 2007). Daarnaast is ook de fase van productie een belangrijke factor dat invloed heeft op de emissie. Wanneer de varkens ouder worden is er te zien dat de NH_3 emissie concentratie omhooggaat, dit is te zien in figuur 5, waar er een duidelijke stijging in ammoniak (ppm) te zien is tussen de groene lijn en de rode lijn. De groene lijn is wanneer de varkens de afdeling inkomen en de rode lijn is einde van de vleesvarkensperiode. Een verklaring voor de verhoging in ammoniak concentratie is dat de dieren ouder en zwaarder worden en dus ook meer mesten. De mestgoten zijn daardoor sneller gevuld. Groei gaat gepaard met een hogere voer en wateropname. Hogere voeropname zorgt voor meer stikstof excretie in de urine, het toenemende volume van urine zorgt voor groter emitterend oppervlak (Aarnink, 1997). Mestgedrag en klimaat zijn ook van invloed op de emissies, (Aarnink, 1997) had gevonden dat ammoniakemissie concentraties hoger waren in de zomer dan in de winter.



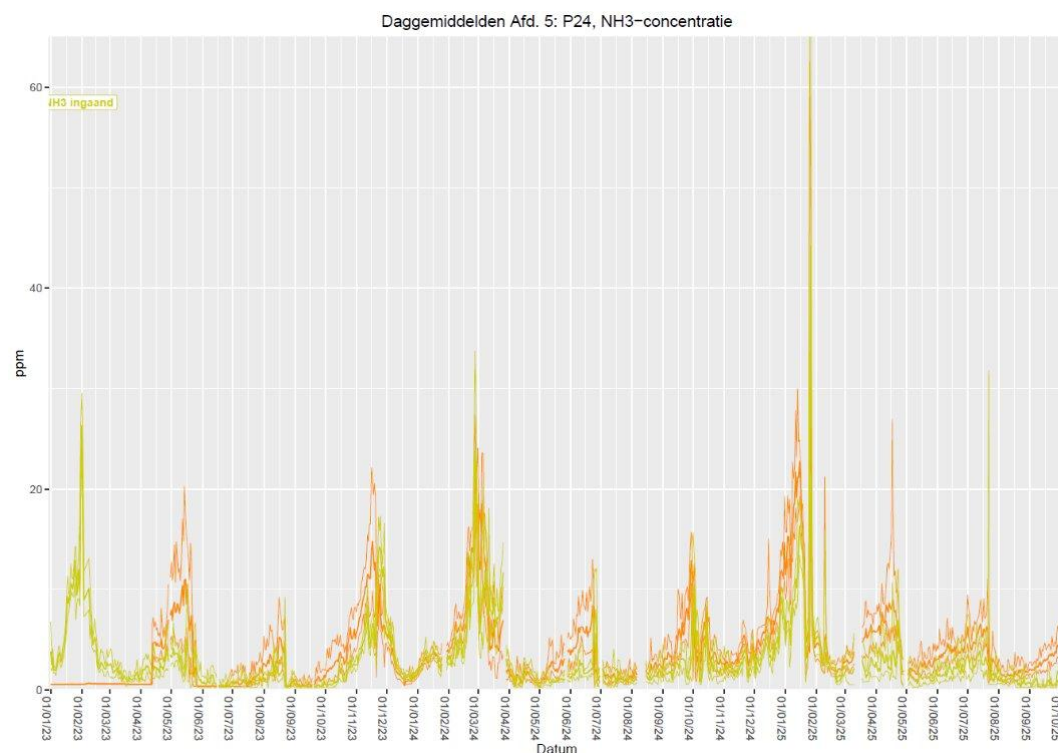
Figuur 5 Verloop van NH_3 concentratie bij de vleesvarkens over de productieperiode

Afdeling 18 is een referentie afdeling met voor en achter in het hok een diepe mestput. Hier was een gemiddelde ppm gevonden van 11,49 en 13,34 (figuur 6). Afdeling 24 is een afdeling met dagontmesting, hier was een gemiddelde ppm gevonden van 1,36 en 1,50 (figuur 7). Wat dus een duidelijke reductie weergeeft. Ditzelfde was gevonden in Booijen et al., 2023.





Figuur 6 Ammoniak (NH₃) concentratie van referentie afdeling van de vleesvarkens

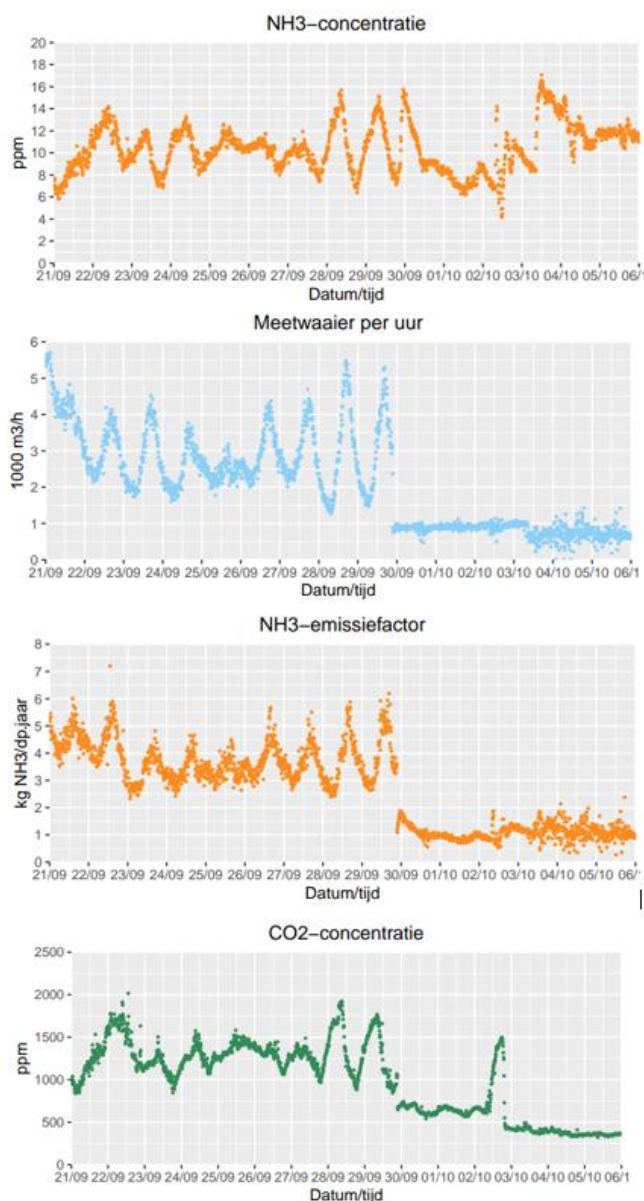


Figuur 7 Verloop van NH₃ concentratie bij de vleesvarkens over de productieperiode

Op 29/9 zijn de varkens uit de referentie afdeling gehaald (figuur 8). Hier is te zien dat de ventilatie lager werd gezet wat invloed heeft op NH₃ concentratie. Tijdens het reinigen op 02/10 schiet de NH₃-concentratie weer omhoog. De ppm's lopen soms heel hoog op zeker als de ventilatie heel laag of zelfs uitgezet wordt. Echter, dan is de emissie dus ook heel laag, omdat er nauwelijks ammoniak naar buiten geventileerd wordt. Opgemerkt kan worden dat de ammoniak wel nog blijft



ontstaan, zeker als de mestopslag in een bestaande kelder blijft. In een lege en schone afdeling kan veel emitteren als de mest nog in de kelder zit. De emissie vanuit hokbevuiling valt dan wel weg. Het algemene advies in relatie tot emissie zou zijn de ventilatie laag te zetten. Het is dan ook belangrijk om te vermelden waar de sensoren de emissie hebben gemeten. Zo bleek dat wanneer de sensoren boven een vloer waren bevestigd waar sprake was van hokbevuiling, dan was de concentratie hoger.



Figuur 8 NH₃ concentratie (ppm), meetwaai per uur (1000 m³/h), NH₃-emissiefactor en CO₂ aan het einde van de vleesvarkensperiode

Gezondheid

Varkens die gehouden waren in 35 ppm en 50 ppm hadden een hoger cortisol gehalte bij zo wel een acute blootstelling als na 19 dagen, dan de controlegroep van 0 ppm. Op het moment van stress maakt het lichaam voor een korte periode adrenaline aan, cortisol komt daarna vrij. Deze hormonen zorgen bij stress voor een hogere bloedspiegel wat zorgt draagt voor extra energie in een korte tijd. Dit kan noodzakelijk zijn om te overleven bij een calamiteit. Echter, als de stress chronisch wordt en het lichaam langdurig cortisol aanmaakt is dit vanwege het verstoren van allerlei processen ongunstig voor de gezondheid. De varkens gehouden in 50 ppm hadden ook een lagere voeropname (Von Borell et al., 2007).

Om te sturen naar een dierwaardige veehouderij in 2040, wordt er aanbevolen dat de varkens dan niet gehouden worden in een stal met een ammoniakconcentratie boven de 20 ppm (Van Niekerk et al., 2025). Luchtkwaliteit is erg belangrijk



voor de gezondheid van de longen. Via de neusholten en luchtwegen wordt de ingeademde lucht verwarmd, bevochtigd en gefilterd. Het slijm dient als plak laag voor pathogenen. Dit is de eerste barrière tegen virussen en bacteriën. De trilhaartjes in de neus-en keelholte stuwden het slijm richting de keel. Het slijm met alle pathogenen wordt richting de maag gestuurd en onschadelijk gemaakt. Het is van belang dat deze trilhaartjes werken, maar die kunnen aangetast worden door een te hoge ammoniakgehalten. Virussen en bacteriën krijgen dan de kans om het lichaam te betreden en dit kan leiden tot ontstekingsreacties. Rode ogen en traanstrepen zijn tekenen dat de ammoniakgehalten in de stal te hoog zijn

Een beter stalklimaat heeft ook daadwerkelijk geleid tot een betere gezondheid. Hieronder zijn de slachtbevinden van 2025 weergegeven bij bedrijf familie Verhoeven ten opzichte van de resultaten van keten duurzaam varkensvlees (KDV) (tabel 2).

Tabel 2 slachtbevinden bedrijf familie Verhoeven en van de keten

	FAMILIE VERHOEVEN	KDV
LONG		
IKB pneumonie Long	0,1	1,0
Topkwaliteit klein	0,0	0,1
Topkwaliteit groot		0,1
Totaal	0,1	1,1
LEVER		
White spots	1,0	2,0
Afkeur (wormen)	0,0	0,3
Afkeur (overig)	0,4	0,9
HART	0,8	2,0
DARMEN	0,4	0,8
NIER	1,8	3,5
BORSTHOLTEN		
Verkleving long	0,3	2,0
Totale verkleving	0,4	2,3
Pleuritis	0,1	1,5
Pleuritis vooropknap	0,0	0,0
Totaal	0,8	5,8

De voederconversie op bedrijf familie Verhoeven in 2025 was 2,18 met een levensgroei van 634 gram/dag gemiddeld over de laatste 26 weken. De groei per dag vanaf 25 kg was 1125 gram. Met een dierdagdosering van 0, aangezien er al 13 jaar geen antibiotica wordt gebruikt.

Deze resultaten op gezondheid helpen ook op economisch vlak. Hieronder is het productiegetal voor familie Verhoeven weergegeven waar de waarde aangeeft hoeveel beter het bedrijf het doet ten opzichte van de norm (tabel 3). Deze waarde betaalt zich uit in euro's per vleesvarken (traject 25 kg tot 125 kg) extra ten opzichte van de norm. Het bedrijf heeft in 2025 dus €16,88 per vleesvarken meer verdient ten opzichte van de norm.

Tabel 3 Productiegetallen bedrijf Familie Verhoeven

	NORM	WAARDE	EURO (€)
GROEI	852	0,025	6,43
EW-CONVERSIE	2,77	0,22	9,27
UITVAL	2,4	0,79	1,19
TOTAAL			16,88



3.2 Discussie

Op Familiebedrijf Verhoeven zijn continue metingen uitgevoerd met behulp van sensoren. In de resultaten zijn de waarnemingen in de data beschreven. Het resultaat van het systeem is ook afhankelijk van management. Hieronder zijn enkele factoren beschreven die bijdragen aan het verlagen van emissies en bijdrage aan een beter stalklimaat.

Sturen op mestgedrag

Mestgedrag is een belangrijk onderdeel om emissies te verlagen. Wanneer varkens urineren en mesten op de dichte vloer dan reageert ureum met het enzym urease en ontstaat ammonium. Ammonium vervluchtigd vervolgens in ammoniak. Wanneer er sprake is van meer hokbevuiling zal dit resulteren in een groter emitterend oppervlak (Booijen & Stuck, 2025). Van nature hebben varkens de voorkeur om de mest en rustplaats binnen hun leefomgeving te scheiden. Toch komt hokbevuiling vaak voor in de intensieve varkenshouderij. Preventieve maatregelen voor hokbevuiling zijn een goed dimensionering van het hok, een goed stalklimaat, de juiste temperatuur, ventileren en het controleren van drinknippels op lekken (Nannoni et al., 2020). Varkens kiezen de meest comfortabele plek om te gaan rusten, door dit gedeelte zo optimaal mogelijk te maken zorgt voor meer motivatie om ergens anders te mesten.

Protocol voor opleg

De reiniging start met het schoonspuiten van loszittend vuil en het plafond met de hogedrukreiniger. Het mestkanaal en waterkanaal worden handmatig geopend om deze leeg te laten lopen. Dan wordt een inweekmiddel met een schuimlans over de vloeren en hokinrichting en wanden aangebracht. Dit inweekmiddel moet 30 minuten intrekken voordat de volledige afdeling zuiver wordt gespoten. Als de afdeling volledig zuiver is wordt deze nog ontsmet, waarna de afdeling kan drogen. Het mestkanaal en waterkanaal worden halverwege het zuiverspuiten dicht gezet, zodat het resterende water van de reiniging achterblijft in deze kanalen. Dit achtergebleven water kan dan dienen als buffer vloeistof om eventueel vermorst voer te neutraliseren, zodat daar geen emissie van kan komen. Ook gedurende de leegstand wordt zo de emissie laag gehouden.

Bij het opleggen van de jonge vleesvarkens wordt dag 1 van de curve via de klimaatcomputer geactiveerd. Hierdoor worden de vooraf ingestelde parameters voor temperatuur en ventilatie automatisch toegepast, wat zorgt voor een optimaal stalklimaat vanaf het begin van de ronde. De stal is uitgerust met een vloerverwarming systeem dat wordt verwarmd door middel van een rondpompsysteem. De zware varkens in de aangrenzende afdelingen geven warmte af aan de vloer en verwarmen daarmee het water in de onderliggende slangen van het vloerverwarming systeem. Mocht het door de weeromstandigheden te koud blijven in de afdeling dan wordt er extra verwarmd met behulp van een hete lucht kanon.

Voorafgaand aan het opleggen van de jonge vleesvarkens, wordt er voer over de dichte vloer gestrooid. Dit stimuleert gewenst mestgedrag, waarbij de dieren achter in het hok boven het mestkanaal gaan mesten. Op dit mestkanaal bevindt zich een driekant rooster, wat zorgt voor optimale mestdoorlaat. De dichte vloer is bedoeld voor spelen, wroeten en liggen. Vooraan in het hok bevindt zich een droogvoerbak met drie vreetplaatsen aan één zijde en twee drinknippels aan de andere zijde.

Als verrijkmateriaal is gekozen voor luzerne. Dit wordt aangeboden via een emmer dat op 150 cm hoogte boven het hok hangt met een gat in het midden met een diameter van 6 cm. Door dit gat loopt een ketting waarmee de emmer aan een bovenliggende buis is bevestigd. Wanneer de varkens met de ketting spelen valt de luzerne door het gat op de dichte vloer in het hok. Luzerne is belangrijk wroetmateriaal, wat het natuurlijk gedrag van het varken bevordert. Het is daarbij wel van belang dat er niet te veel verrijkmateriaal in het mestkanaal beland vanwege kans op verstoppingen.

Groepsgrootte

Binnen de varkenshouderij begint een tendens te ontstaan voor het houden van grotere groepen in een hok. Er zijn diverse redenen voor deze verandering zoals dat varkenshouders van plan zijn om te stoppen in de komende jaren, een investering in hokinrichting is het dan economisch niet meer waard. Wanneer de bestaande inrichting versleten raakt, wordt er dan gekozen om deze volledig te verwijderen en de dieren toegang te geven tot de volledige staloppervlakte. Een andere reden zijn de eisen vanuit keurmerken en concepten. Zo stelt het Beter Leven-keurmerk, dat door Nederlandse supermarkten als inkoopvoorwaarde wordt gehanteerd, specifieke eisen aan de beschikbare ruimte per dier. Waar een gangbaar vleesvarken doorgaans 0,8 m² tot zijn beschikking heeft, vereist het Beter Leven-concept een minimale oppervlakte van 1 m² per dier. Deze norm is echter afhankelijk van de groepsgrootte: bij groepen van minimaal 20 dieren volstaat 1 m² per dier, terwijl bij



kleinere groepen de norm stijgt naar 1,09 m². Bij groepen van 40 dieren of meer mag de gemiddelde oppervlakte worden verlaagd tot 0,9 m² per dier. Deze grote groepen van 40 dieren of meer worden dan vaak gerealiseerd door ook hier de gehele hokinrichting te verwijderen, of door openingen in de tussenwanden te maken zodat er verschillende kleine compartimenten worden samengevoegd of door in het midden van de afdeling een hek te plaatsen om zo twee groepen te maken.

De afwezigheid van een duidelijke hokinrichting brengen uitdagingen mee op het gebied van mestgedrag. In stallen waar brongerichte maatregelen zijn getroffen om ammoniakemissie te reduceren, zoals een vloer met 60% dichte oppervlak, blijkt dit bijzonder lastig. Ditzelfde probleem ontstaat wanneer varkenshouders ervoor kiezen om een doorgang open te maken tussen twee hokken. Er is gebleken dat een grotere groep leidt tot meer hokbevuiling (Booijen & Stuck, 2025). De kleinere groep (13 dieren) hadden een gemiddelde bevuiling van de dichte vloer had van 17,4%, voor de middelgrote groep (26 dieren) was dat 32,9% en voor de grote groep (44 dieren) was dit 31,4%. Bij grote groepen moet er een rangorde bepaald worden, omdat de dieren elkaar niet kennen. Dit leidt tot een toename van rangordegevechten en verhoogde onrust binnen de groep, wat het welzijn van de dieren onder druk zet (Meyer-Hamme et al., 2016). Daarnaast kan het zijn dat de varkens door deze onrust hebben gekozen om te mesten op een andere plek of dat er simpelweg meer oppervlak is om te mesten (Nannoni et al., 2020).

Klimaat en ventilatie

Een optimale temperatuur is voor varkens erg belangrijk. De optimale temperatuur is ook de thermische comfortzone genoemd, hierbij is er warmteproductie en warmteafgifte in balans. De thermische comfortzone van jonge varkens ligt rond de 32 graden, voor varkens tussen de 30-60 kg is dit tussen de 16-20 graden en voor vleesvarkens is dit 14-20 graden (Nannoni et al., 2020). Varkens hebben niet het vermogen om te zweten of de mogelijkheid om zichzelf nat te maken om af te koelen (Vermeer & Aarnink, 2023). Als gevolg zullen ze meer water drinken, voerinnname verminderen en liggen op koud grondoppervlak (Nannoni et al., 2020). Het mestrooster kan ook een lig plaats worden voor verkoeling (Le et al., 2007; Nannoni et al., 2020). Hierdoor is de mest en ligplaats omgedraaid. Na verloop van tijd spenderen de varkens meer tijd aan liggen en doordat ze groeien wordt het leef oppervlak kleiner, dit vermindert de motivatie om naar het mestrooster te lopen (Larsen et al., 2019; Nannoni et al., 2020). Er is ook gezien dat varkens gaan liggen in hun eigen urine wanneer de temperaturen stijgen en dus ook urineren op de dichte vloer (Aarnink et al., 2006).

Koude stress komt vooral voor bij pasgeboren biggen omdat ze dan ineens hun eigen lichaamstemperatuur moeten reguleren (Herpin et al., 2002). De biggen warmen op door te trillen of dicht tegen elkaar aan te liggen. Extra faciliteiten zoals een biggennest en/of een warmtelamp zijn nodig om overleving te stimuleren.

De wijze waarop de lucht bij de varkens komt is cruciaal. Er zijn diverse systemen beschikbaar. Het belangrijkste in deze is of de varkenshouder met het systeem kan omgaan. Bij De Hoeve is gekozen voor een plafond ventilatiesysteem. De afdelingen hebben allemaal een voergang langs de afdeling muur, het zijn als het ware halve afdelingen. Onze ervaring leert dat daardoor de inkomende lucht mooi naar de voergang trekt en vervolgens over de hokafscheiding bij de varkens komt. Tocht wordt zo voorkomen, en uit de resultaten blijkt dat longproblemen zoals hoest of longontsteking niet voorkomen. Het antibioticagebruik is mede om deze reden volledig uitgebannen

Voeding en drinkwater

Goed voer is natuurlijk ook van belang voor gezonde dieren. Goed voer is te bereiken met de verwerking van goede kwalitatieve grondstoffen en een juiste samenstelling. De samenstelling wordt bij De Hoeve gemaakt met ondersteuning van een bedrijfseigen onafhankelijke nutritionist. Optimaliseren op prijs is een aandachtspunt maar geen must. Als grondstoffen duurder worden en alternatieve goedkoper lijken wordt dit goed onderzocht. We weten uit ervaring dat wisselende samenstellingen ook verminderde opname met zich meebrengt. We willen om deze reden daarom niet te snel wisselen.

Verder is het voersysteem ook belangrijk voor een goed resultaat. Uit onderzoek bij De Hoeve hebben we kunnen constateren dat varkens een voorkeur hebben om het voer apart van het water verstrekt te krijgen. Om die reden zijn er droogvoerbakken geplaatst. De voerverstreking is ad lib. Dit zorgt voor rust, omdat er altijd voer beschikbaar is en er dus geen voernijd kan ontstaan. Deze ad lib voeding is ook mede mogelijk door de gezonde dieren en het houden van beren. Borgen hebben de eigenschap dat ze makkelijker vervetten en om die reden zouden ze aan het einde van de ronde moeten worden beperkt in voeropname. Het voer wordt efficiënt benut en daarmee is de voerconversie scherp. Inspelen op de wensen van de afnemer ter attentie van spek spier verhouding is vrij eenvoudig door te spelen met de energie en eiwit verhouding.



Voeding kan ook een rol spelen bij de mate van hokbevuiling. Bijvoorbeeld, natter voer zorgt voor minder consistente mest (Nannoni et al., 2020). Darmproblemen waarbij diarree ontstaat zorgt ook voor meer hokbevuiling, omdat het wordt uitgesmeerd binnen het hok. Dit resulteert in een groter emitterend oppervlak en is een risico voor diergezondheid (Booijen & Stuck, 2025; Nannoni et al., 2020). Het is bekend dat eiwitten, vezels, additieven en mineralen invloed hebben op de darmgezondheid wat indirect invloed heeft op groei en gezondheid (Pluske, 2013). Om stikstofuitscheiding te verminderen wordt het ruw eiwit in het voer verlaagd (Le et al., 2007). Echter, is het belangrijk om hierbij genoeg essentiële aminozuren te verstrekken voor een optimale darmgezondheid (Yue & Qiao, 2008).

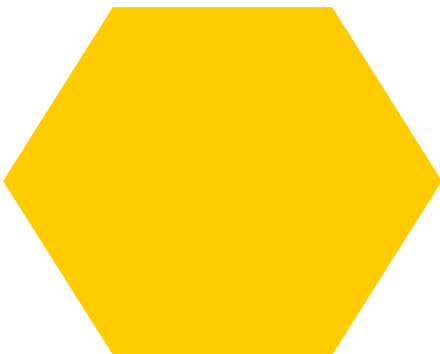
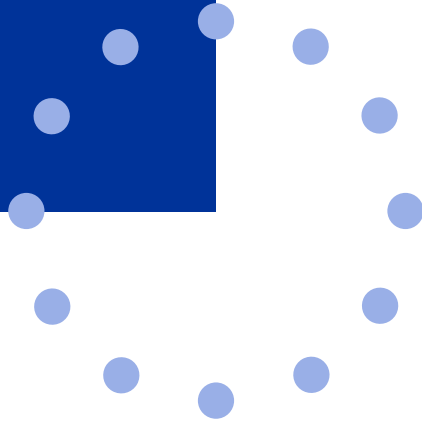
De voersamenstelling, met name de verhouding tarwe en gerst heeft grote invloed op de mestconsistentie. Te hoog aandeel aan tarwe zorgt voor plakkerige mest en daardoor versmering en mestkoeken. (Clarke et al., 2018) heeft aangetoond dat een gerstgehalte in een voeder de fecale kwaliteit kan beïnvloeden bij gespeende biggen en (Weiss et al., 2016) toonden aan dat gerst de microbiële compositie van mest positief kan beïnvloeden. Het kan dan aangeraden worden om wat in tarwe terug te gaan in het voer en dit te vervangen door gerst om hokbevuiling te verminderen.

Water is naast schone lucht de eerste basisbehoefte voor een varken. Tijdens een eerder project was gebleken dat in 80% van de gevallen het drinkwater niet optimaal geschikt was voor de varkens vanwege te hoge temperatuur en vervuiling. Het doel is humane drinkwaterkwaliteit met een water temperatuur in de zomer onder de 20 graden. Om dit te bereiken is er een drinkwatervoorziening aangelegd met een rondpomp systeem en zijn de transportleidingen geïsoleerd.

Om goede drinkwaterkwaliteit te garanderen worden ten eerste de nippels voor opleg gecontroleerd op afgifte van water. Het systeem werkt op hoge druk, waardoor er geen terugslag van water in de leiding komt na het loslaten van de nippel dit gebeurt nu bij lagedruk systemen wel wat vervuiling van de leiding als gevolg geeft. De water afgifte wordt geregeld met doorstromers die in de nippel gemonteerd zijn. De gehele installatie loopt door van afdeling naar afdeling en eindigt bij het begin in de breek tank. Hierdoor staat het water nooit stil en zijn er geen dode leidingen. Het water vertrekt bij de breek tank met een temperatuur van 16 graden. Doordat de leidingen geïsoleerd zijn warmt het water amper op en komt terug met 17 graden. Zo is er in de winter niet te koud water en in de zomer fris water beschikbaar. Verder is gekozen om geen morsbakjes te plaatsen om zo de waterkwaliteit op een hoog niveau te houden. Het doel is humane drinkwaterkwaliteit aan de nippel.



4. Conclusies



4.1 Conclusies

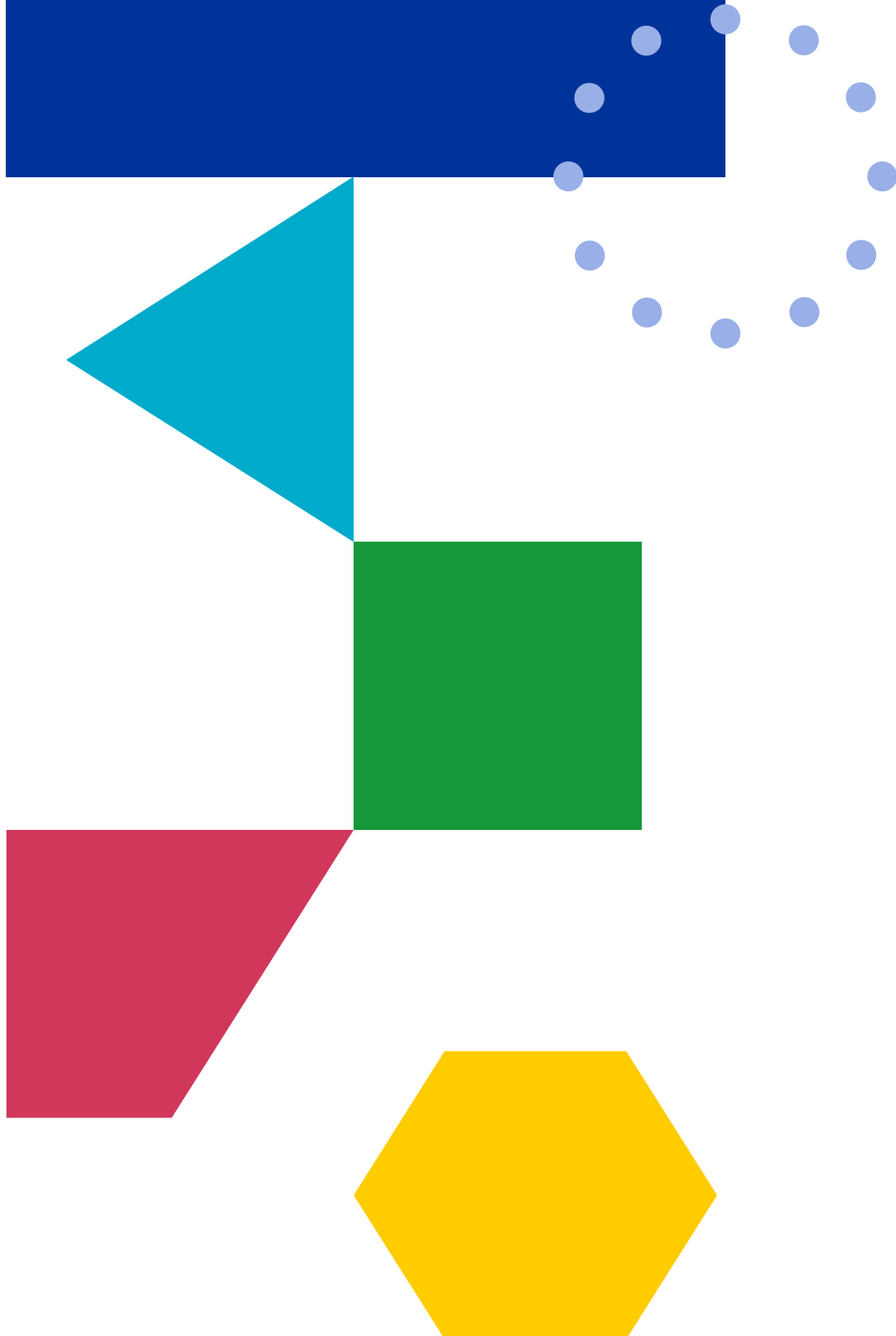
Met behulp van sensoren zijn er continu metingen uitgevoerd voor ammoniak- en CO₂-concentraties, temperatuur en luchtvochtigheid bij Familiebedrijf Verhoeven. De resultaten laten zien dat dagontmesting effectief bijdraagt aan het verlagen van ammoniakconcentraties in vergelijking met een traditioneel huisvestingssysteem met diepe mestputten. Het frequent afvoeren van mest is een effectieve brongerichte maatregel om emissievorming te beperken. De metingen laten daarnaast zien dat emissies ook worden beïnvloed door factoren zoals diergewicht, dieractiviteit, klimaat, ventilatie-instellingen, mestgedrag en seizoen. Naarmate dieren ouder worden en de mestproductie toeneemt, stijgen ook de ammoniakconcentraties. Een integrale aanpak waarin techniek en management samenkomen blijft daarom essentieel voor een optimale werking van het systeem.

Naast de positieve effecten op emissiereductie draagt dagontmesting ook bij aan een beter stalklimaat. Een lagere ammoniakbelasting ondersteunt de gezondheid van de luchtwegen van de dieren en vermindert risico's op gezondheidsproblemen. De gunstige slachtbevindingen, het ontbreken van antibioticagebruik en de goede technische resultaten op het bedrijf wijzen erop dat een gezond stalklimaat kan bijdragen aan betere dierprestaties en dierwelzijn.

Op basis van de uitgevoerde metingen en praktijkervaringen kan worden geconcludeerd dat dagontmesting een veelbelovende techniek is voor de verduurzaming van de vleesvarkenshouderij. De grootste effecten worden bereikt wanneer de techniek wordt gecombineerd met goed management gericht op mestgedrag, klimaatregeling, ventilatie, voeding en drinkwaterkwaliteit. Onder deze voorwaarden kan dagontmesting bijdragen aan lagere emissies, een beter stalklimaat, gezondere dieren en een verbeterd bedrijfsresultaat



5. Referenties



6. Referenties

- Aarnink, A. J. A., Schrama, J. W., Heetkamp, M. J. W., Stefanowska, J., & Huynh, T. T. T. (2006). Temperature and body weight affect fouling of pig pens. *Journal of Animal Science*, 84(8), 2224–2231. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-521>
- Aarnink A.J.A. (1997). *Ammonia emission from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behaviour*.
- Booijen, M., & Stuck, L. (2025). *Vermindering van hokbevuiling door middel van gedragssturing van vleesvarkens om ammoniakemissies te beperken*. www.wageningenUR.nl/livestockresearch
- Booijen, M., Wagenveld, J., Van Riel, J., De Mol, R., & Aarnink, A. (2023). *Emissiereductie methaan, ammoniak en geur in varkensstallen met dagontmesting*. www.wageningenUR.nl/livestockresearch
- Clarke, L. C., Sweeney, T., Curley, E., Duffy, S. K., Rajauria, G., & O'Doherty, J. V. (2018). The variation in chemical composition of barley feed with or without enzyme supplementation influences nutrient digestibility and subsequently affects performance in piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(3), 799–809. <https://doi.org/10.1111/jpn.12870>
- Herpin, P., Damon, M., & Le Dividich' unite, J. (2002). Development of thermoregulation and neonatal survival in q pigs. In *Livestock Production Science* (Vol. 78). www.elsevier.com/locate/livprodsci
- Larsen, M. L. V., Bertelsen, M., & Pedersen, L. J. (2019). Pen fouling in finisher pigs: Changes in the lying pattern and pen temperature prior to fouling. *Frontiers in Veterinary Science*, 6(MAR). <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00118>
- Le, P. D., Aarnink, A. J. A., Jongbloed, A. W., Van Der Peet-Schwering, C. M. C., Ogink, N. W. M., & Verstegen, M. W. A. (2007). Effects of dietary crude protein level on odour from pig manure. *Animal*, 1(5), 734–744. <https://doi.org/10.1017/S1751731107710303>
- Meyer-Hamme, S. E. K., Lambertz, C., & Gauly, M. (2016). Does group size have an impact on welfare indicators in fattening pigs? *Animal*, 10(1), 142–149. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001779>
- Nannoni, E., Aarnink, A. J. A., Vermeer, H. M., Reimert, I., Fels, M., & Bracke, M. B. M. (2020). Soiling of pig pens: A review of eliminative behaviour. In *Animals* (Vol. 10, Number 11, pp. 1–21). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani10112025>
- Pluske, J. R. (2013). Feed- and feed additives-related aspects of gut health and development in weanling pigs. In *Journal of Animal Science and Biotechnology* (Vol. 4, Number 1). <https://doi.org/10.1186/2049-1891-4-1>
- Van Niekerk, T. G. C. M., Van Harn, J., Aarnink, A. J. A., Gollenbeek, L. R., & Van Dooren, H. J. C. (2025). *Impactanalyse maatregelen AMvB Dierwaardige Veehouderij op stalemissies*. www.wageningenUR.nl/livestockresearch
- Vermeer, H. M., & Aarnink, A. J. A. (2023). Review on heat stress in pigs on farm. *EU Reference Centre for Animal Welfare*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7620726>
- Villagr , A., Althaus, R. L., Lainez, M., Martinez, A. B., & Torres, A. G. (2007). Modelling of daily rhythms of behavioural patterns in growing pigs on two commercial farms. *Biological Rhythm Research*, 38(5), 347–354. <https://doi.org/10.1080/09291010600950131>
- Von Borell, E.,  zpınar, ; A, Eslinger, ; K M, Schnitz, ; A L, Zhao, ; Y, & Mitloehner, ; F M. (2007). Acute and prolonged effects of ammonia on hematological variables, stress responses, performance, and behavior of nursery pigs. In *Journal of Swine Health and Production* (Vol. 15, Number 3). <http://www.aasv.org/shap.html>.
- Weiss, E., Aumiller, T., Spindler, H. K., Rosenfelder, P., Eklund, M., Witzig, M., J rgensen, H., Bach Knudsen, K. E., & Mosenthin, R. (2016). Wheat and barley differently affect porcine intestinal microbiota. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(6), 2230–2239. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7340>
- Yue, L. Y., & Qiao, S. Y. (2008). Effects of low-protein diets supplemented with crystalline amino acids on performance and intestinal development in piglets over the first 2 weeks after weaning. *Livestock Science*, 115(2–3), 144–152. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.06.018>



In samenwerking met/ met steun van:



Gefinancierd door
de Europese Unie

RAMBO



Proefbedrijf
Pluimveehouderij
Provincie Antwerpen



Provincie
Antwerpen



Provincie Noord-Brabant

