

	Advies Dossier 2025.ST.D Randvoorwaarde 3-NOP in functie van beweiding Versie: Finaal Datum: 9/12/2025
---	---

Advies Dossier 2025.ST.D Randvoorwaarde 3-NOP in functie van beweiding

Samenvatting

Adviesvraag

Deze selftask is door het wetenschappelijk comité opgestart op vraag van de stuurgroep van het Convenant Enterische Emissies Rundvee (gecoördineerd door het Agentschap Landbouw en Zeevisserij). De centrale vraag in dit advies is in welke mate het huidige methaanreductiepercentage dat in het CEER wordt toegekend voor het voederadditief 3-NOP (26% bij 60 ppm; 1,35 g/d) behouden kan blijven wanneer melkkoeien gedurende een deel van de dag worden geweid zonder toegang tot 3-NOP. Daarbij moet worden beoordeeld (i) of het reductiepercentage ook geldt bij 6 uur beweiding, en (ii) of het eveneens gehandhaafd kan blijven bij langere beweidingstijden.

Methode

Voor het beantwoorden van de adviesvraag werd een inhoudelijke analyse uitgevoerd van het experiment van Van De Gucht et al. (2025), waarin 18 uur stalvoeding met 3-NOP werd gecombineerd met 6 uur beweiding zonder toegang tot 3-NOP. De studie werd beoordeeld op opzet, datakwaliteit, statistische rapportering en doseerstrategie.

Daarnaast zijn modelberekeningen uitgevoerd op basis van de dosis–responsvergelijkingen van Kebreab et al. (2023) om de verwachte methaanreductie bij verschillende 3-NOP doseringen te bepalen. Op basis van de modelmatige berekeningen werd eerst bepaald welke duur van nawerking vereist zou zijn om geen reductieverlies te bekomen tijdens beweiding; vervolgens werd aan de hand van beschikbare experimentele gegevens over het tijdsverloop van het 3-NOP-effect (Costigan et al., 2024 en Van Wesemael et al., 2019) beoordeeld in welke mate een dergelijke nawerking realistisch is.

Evaluatie

De studie (Van De Gucht et al., 2025) rapporteert een vergelijkbare 24-uursmethaanreductie bij volledige stalvoeding en bij 6 uur beweiding. Het is echter onwaarschijnlijk dat dit kan worden toegeschreven aan een continu effect van 3-NOP tijdens de beweiding, aangezien eerder onderzoek aantoonde dat het effect binnen enkele uren uitdooft bij stopzetting van 3-NOP opname. De gelijkaardige reducties zijn naar alle waarschijnlijkheid het gevolg van de hogere 3-NOP-dosering tijdens de staluren in de beweidingsbehandeling en een tijdelijke nawerking tijdens de eerste uren van de weidegang.

Modelmatige berekeningen tonen dat bij 6 uur beweiding een reductieverlies van ongeveer 13% zou optreden tenzij een nawerking van circa 3 uur aanwezig is. Of een dergelijke nawerking kan worden verwacht bij de lagere praktijkdosering van 60 mg/kg DS, in vergelijking met geconsulteerde studies (72– 80 mg/kg DS) is weliswaar aannemelijk, maar kan op basis van de beschikbare experimentele gegevens niet worden bevestigd. Bovendien is de gerealiseerde reductie in de studie (25–29%) gelijkaardig aan het CEER-reductiepercentage (26%), ondanks de hogere dosering (80 mg/kg DS), wat voorzichtigheid bij extrapolatie vereist. De betrouwbaarheid van de emissiemetingen tijdens beweiding is daarnaast beperkt door het lage aantal GreenFeed-bezoeken.

Gezien voorgenoemde onzekerheden acht WeComV een conservatieve reductie van 24,7% voor 6 uur beweiding zonder 3-NOP toegang realistisch.

Conclusie

Op basis van de studie van Van De Gucht et al. (2025) en bijkomende literatuur wordt vastgesteld dat een vergelijkbare 24-uursmethaanreductie bij 6 uur beweiding enkel kan worden gerealiseerd wanneer tijdens de staluren een hogere effectieve 3-NOP-dosering wordt verstrekt én wanneer een tijdelijke nawerking van 3-NOP tijdens de eerste uren van de beweiding optreedt. De hogere effectieve rantsoendosering tijdens de staluren blijft binnen het veiligheidsbereik dat door EFSA is geëvalueerd en vormt daarom geen risico voor dier, mens of omgeving. Door onzekerheid over de duur van deze nawerking bij de praktijkdosering van 60 ppm kan het huidige reductiepercentage van 26% niet zonder meer worden gegarandeerd.

onder deeltijdse beweiding. Voor 6 uur beweiding wordt daarom een conservatief verlaagde reductie van 24,7% aanbevolen. Het reductiepercentage kan niet wetenschappelijk verantwoord worden behouden bij meer dan 6 uur beweiding zonder toegang tot 3-NOP. De waargenomen reducties liggen bovendien lager dan de CEER-toekenning, wat blijvende opvolging onder Vlaamse praktijkomstandigheden noodzakelijk maakt.

Adviesvraag

Het Wetenschappelijk Comité (WeComV) heeft dit dossier opgestart als een selftask (ST) op vraag van de stuurgroep van het Convenant Enterische Emissies Rundvee (CEER; gecoördineerd door het Agentschap Landbouw en Zeevisserij). In het kader van het CEER worden maatregelen uitgewerkt om de methaanemissies te reduceren en zo invulling te geven aan de klimaatdoelstellingen uit het Vlaams Energie- en Klimaatplan (VEKP).

De maatregel '3-NOP' is een voedermanagementmaatregel voor lacterend melkvee binnen het CEER ([3-NOP | RUNDVEELOKET](#)). Aan deze maatregel wordt een dagelijkse methaanemissiereductie van 26% toegekend aan lacterend melkvee bij supplementeren van een dosis van 1,35 g 3-NOP per dag.

Op basis van een recente ILVO-studie over deeltijds grazen (6 uur) (Van De Gucht et al., 2025), waarin het methaanreducerende effect van 3-NOP bij gedeeltelijke weidegang vergelijkbaar of hoger was dan bij volledig opstallen, wordt wetenschappelijk advies gevraagd om de huidige maatregel te herbekijken.

Deze adviesvraag kadert in een aanvraag van de firma DSM-Firmenich.

Concreet vraagt de aanvrager:

1. Mag de randvoorwaarde van continue toegang tot 3-NOP bij melkvee geschrapt worden ingeval van maximaal 6 u beweiding waarbij de andere voorwaarden en het methaanreductiepercentage behouden blijven?
2. Bij hoeveel beweiding (in aantal uren) kan het methaanreductiepercentage behouden blijven indien er geen toegang is tot 3-NOP tijdens de weidegang? M.a.w. kan het methaanreductiepercentage behouden blijven bij meer dan 6 uur beweiding?

Hieruit heeft het wetenschappelijk comité volgende referentietermen weerhouden:

Het advies dient te beoordelen in welke mate het huidige methaanreductiepercentage voor 3-NOP bij melkvee kan worden toegepast onder omstandigheden van (gedeeltelijke) weidegang, en of de bestaande randvoorwaarde van continue toegang tot 3-NOP tijdens de weideperiodes wetenschappelijk onderbouwd is.

Concreet worden volgende vragen gesteld:

1. Kan de huidige randvoorwaarde van continue toegang tot 3-NOP worden geschrapt in situaties waarin melkvee maximaal 6 uur per dag weidt, zonder wijzigingen aan de andere voorwaarden of aan het toegekende methaanreductiepercentage?
2. Tot hoeveel uur beweiding per dag kan het huidige methaanreductiepercentage voor 3-NOP wetenschappelijk verantwoord behouden blijven, indien dieren geen toegang hebben tot 3-NOP tijdens de weidegang? Met andere woorden: kan het reductiepercentage ook bij meer dan 6 uur beweiding worden behouden?

Methode

Dit advies is gebaseerd op de resultaten van de het experiment gepubliceerd door Van De Gucht et al. (2025), bijkomende literatuur en expertkennis.

Achtergrond en duiding

De maatregel '3-NOP bij melkvee' is een bestaande maatregel binnen het convenant. Momenteel heeft deze maatregel volgende voorwaarden om tot een methaanreductie van 26% per dier per dag te komen:

- Het rantsoen wordt gegeven aan het lacterend melkvee vanaf de eerste dag na kalving
- Per dier en per dag wordt er 1,35 gram 3-NOP toegediend
- Het dier moet de hele dag toegang hebben tot het rantsoen met 3-NOP

Op een ad hoc wetenschappelijke werkgroep werd eerder al door de werkgroep voedermanagement een advies gevraagd over 3-NOP in combinatie met beweiding. Het toenmalige advies (september 2022) was het volgende:

Wanneer de dieren op stal staan blijft het eerder advies behouden. Omwille van de maatschappelijke vraag voor weidegang stellen we voor dat indien er tot 8 uur weidegang is, het reductiepercentage van 3NOP tot 2/3 van het reductiepercentage in de stal wordt verminderd. Bij weidegang van 8 uur tot 12 uur blijft er nog de helft (1/2) over van het reductiepercentage. Deze percentages zijn niet wetenschappelijk onderbouwd met data van experimenten met weidegang. Meer onderzoek is hiervoor nodig. We baseren ons nu vooral op de studie van Reynolds et al. (2014) en expert judgement.

Over de voorstellen van maatregelen is het WeComV wettelijk bevoegd om wetenschappelijk advies te verlenen (Artikel 2.17.1. van het Besluit van de Vlaamse Regering van 19 maart 2021 tot wijziging van VLAREM II tot oprichting van een onafhankelijk Wetenschappelijk Comité Veeteelt). Hierdoor worden sinds de oprichting van WeComV adviezen niet langer door een ad hoc wetenschappelijke werkgroep uitgebracht.

Advies

VRAAG 1

Kan de huidige randvoorwaarde van continue toegang tot 3-NOP worden geschrapt in situaties waarin melkvee maximaal 6 uur per dag weidt, zonder wijzigingen aan de andere voorwaarden of aan het toegekende methaanreductiepercentage?

Als belangrijkste bewijsvoering werden de resultaten aangeleverd, zoals gepubliceerd door Van De Gucht et al. (2025).

Korte beschrijving van de proefopzet en resultaten van het experiment beschreven door Van De Gucht et al. (2025) in relatie tot vraag 1.

Dit experiment werd uitgevoerd met 40 melkkoeien volgens een onvolledig 4×3 Latijns vierkant met vier behandelingen en drie perioden, waarbij elke periode vier weken duurde. Binnen elke periode fungeerde de eerste week als adaptatieweek, gevolgd door drie meetweken. Er werd bewust gekozen voor een 3-perioden-design (en dus een onvolledig Latijns vierkant), omdat een volledig 4×4 Latijns vierkant vier perioden van vier weken noodzakelijk zou maken. Dit zou de totale proefduur verlengen en leiden tot een grotere overlap met de zomer, met een verhoogd risico op hittestress, een lagere grasbeschikbaarheid en meer variatie in voederopname en melkproductie. De behandelingen combineerden **0 of 6 uur weidegang met placebo of 80 mg 3-NOP/kg droge stof (DS)**. Concreet betekende dit:

- behandeling A: 0 uur weiden (dieren volledig op stal) + placebo in basisrantsoen aan het voederhek (bestaande uit ruwvoer en krachtvoer en in het artikel aangeduid als 'partial mixed ration', afgekort tot PMR)
- behandeling B: 0 uur weiden (dieren volledig op stal) + 80 mg 3-NOP/kg totale DS opname (DSO), met 3-NOP gemengd in PMR

- behandeling C: 6 uur weiden per dag + placebo in PMR, waartoe de dieren continu toegang hadden tijdens de stalperiode
- behandeling D: 6 uur weiden per dag + 80 mg 3-NOP/kg totale DSO, met 3-NOP gemengd in PMR, waartoe de dieren continu toegang hadden tijdens de stalperiode

De overeenkomstige 3-NOP doseringen op totaal voeropname niveau zijn bereikt door met andere 3-NOP doseringen te werken in het PMR. De dosering van het PMR was 102 mg 3-NOP/kg DS voor de behandeling B met 24 uur huisvesting op stal en 142 mg 3-NOP/kg DS voor de behandeling D met 18 uur huisvesting op stal en 6 uur beweiding. Op totaal rantsoen niveau (rekening houdend met de DSO van alle rantsoencomponenten, waaronder vers gras tijdens beweiding en krachtvoer tijdens het melken, vanuit krachtvoerboxen en GreenFeed-systemen) betekende dit een dosis van 77 mg 3-NOP/kg totale DSO, voor behandeling B en 80 mg 3-NOP/kg totale DSO voor behandeling D.

De weidegang vond plaats na de ochtendmelking; koeien hadden tijdens de 6 uur beweiding geen toegang tot de stal, PMR of automatische krachtvoerstations, uitgezonderd van het GreenFeed-systeem op de weide, waar wel een beperkte hoeveelheid krachtvoer verstrekt werd om de dieren te lokken voor de registratie van de methaanemissies (zie verder). Methaanemissies werden individueel gemeten met twee GreenFeed-systemen (1 in de stal en 1 op de weide). Halverwege elke datacollectieperiode (na 1,5 week) werden de twee GreenFeed-eenheden onderling gewisseld om eventuele apparaat-specifieke meetverschillen te neutraliseren. Een minimum van 21 geldige metingen per koe-periode ($\approx$ minimaal 1 succesvolle meting per dag tijdens 3 weken), gebaseerd op de aanbeveling van Manafiazar et al. (2016) (min. 20 metingen), was vereist voor opname in de analyse. In totaal werden 6.810 geldige metingen verzameld, wat resulteerde in 102 bruikbare koe-perioden van 37 koeien.

Dagelijkse opnames door individuele dieren werd geregistreerd voor: a/ PMR via RIC-voederbakken (RIC = Roughage Intake Control), b/ krachtvoeder via de krachtvoederautomaten en de GreenFeedsystemen en c/ grasopname tijdens de 6 uur grazen via de n-alkaan-techniek met C32 als externe marker. De n-alkanen werden toegediend tijdens de laatste 10 dagen van elke periode, waarbij mestmonsters in de laatste 5 dagen werden verzameld; de hieruit berekende grasopname werd vervolgens toegepast voor de volledige meetperiode van 3 weken. De 6-uurs-weidebehandelingen werden samen op dezelfde percelen uitgevoerd om verschillen in grasaanbod te vermijden. De beweiding werd uitgevoerd via een rotatie-stripgrazen-systeem, waarbij dagelijkse verse grasstroken ter beschikking waren. De weidepercelen waren semicirkelvormig afgerasterd waarbij de GreenFeed en drinkbak centraal waren geplaatst in de cirkel, zodat de posities daarvan niet dagelijks hoefden te wijzigen en de afstand tot deze voorzieningen voor elke beweidingdag dezelfde waren. De percelen waren voldoende groot om theoretisch een maximale opname van 7,5 tot 11 kg DSO aan vers gras per koe per dag mogelijk te maken.

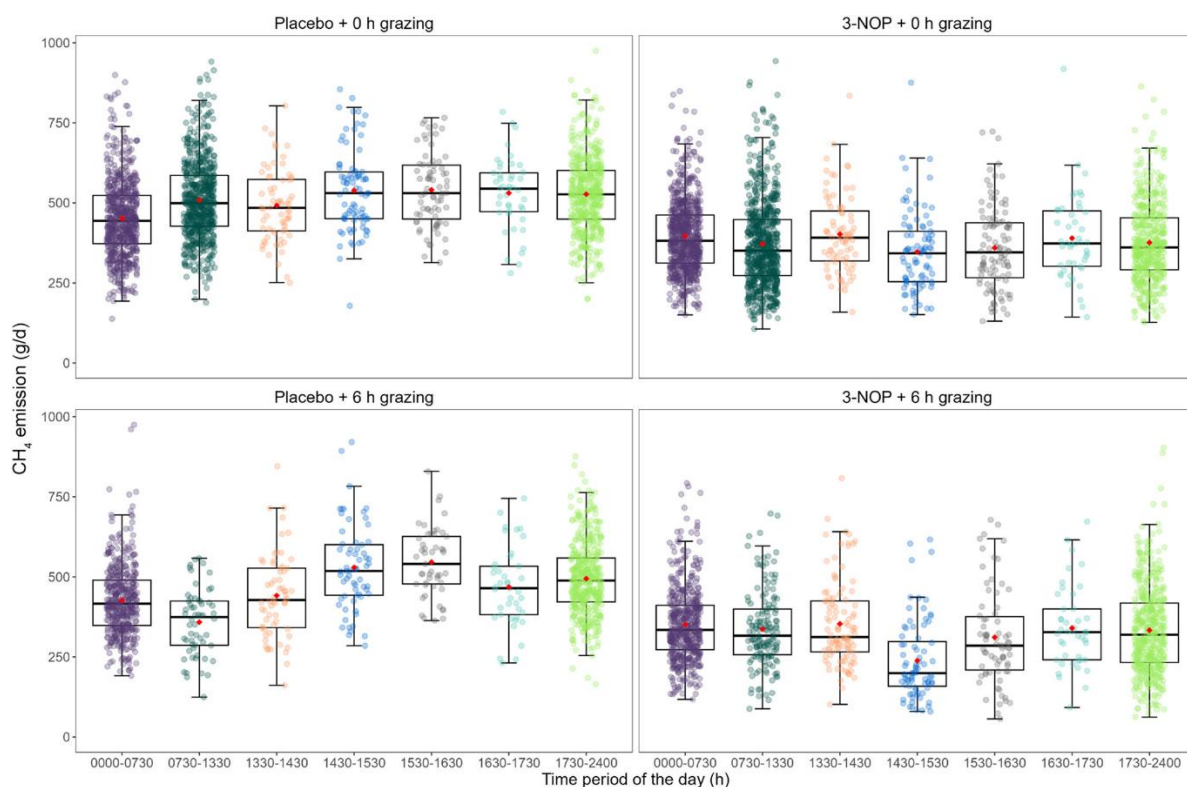
De reductie van absolute methaanproductie (g/d) door 3-NOP was 25,1% bij volledige stalvoeding (behandeling B vs. A) en 29,2% bij een regime met 6 uur beweiding (behandeling D vs. C). Hoewel de numerieke reducties licht verschillen, kan enkel de statistische toetsing van de interactieterm tussen 3-NOP-suppletie en beweiding aantonen of deze verschillen significant zijn. In de publicatie bestaat echter onduidelijkheid over de modelstructuur: de modelnotatie vermeldt een interactie periode $\times$ treatment, terwijl in de tekst wordt aangegeven dat de relevante interactie treatment_additive $\times$ treatment_grazing werd opgenomen. Bovendien wordt in het artikel niet vermeld of interactietermen al dan niet statistisch significant waren en om die reden uit het model zouden zijn verwijderd; het feit dat in de resultatentabellen geen interactieterm wordt gerapporteerd, suggereert dit, maar er is geen expliciete toelichting. Correspondentie met de eerste auteur bevestigt dat de gepubliceerde modelnotatie een restfout bevat, dat het finale model effectief de juiste interactieterm treatment_additive $\times$ treatment_grazing omvatte, en dat deze interactie niet statistisch significant was ($P > 0.05$).

Er dient te worden opgemerkt dat bij beide beweidingsbehandelingen (C en D) een lagere DS opname (DSO) werd vastgesteld. Dit draagt bij aan de lagere absolute methaanproductie bij deze behandelingen in vergelijking met de volledige stalvoeding. Ook hier werd geen interactie-effect waargenomen tussen beweiding en 3-NOP suppletie ($P > 0.05$).

Verder wordt het dagverloop van de absolute methaanproductie weergegeven (Figuur 1). In de placebo-beweidingsgroep (C) wordt een daling in methaanproductie waargenomen tijdens de beweidingsperiode (07:30–13:30), wat overeenstemt met de lagere DSO tijdens weidegang. In de 3-NOP-beweidingsgroep (D) wordt een gelijkaardige daling binnen de behandeling niet waargenomen. Dit is deels verklaarbaar door de hogere grasopname in behandeling D (4,58 vs. 3,83 kg DSO; 20,3% vs. 16,7% van de totale dagelijkse DSO). Wel is de absolute methaanproductie tijdens de beweidingsperiode lager in D dan in C, ondanks de hogere grasopname, wat verwacht kan worden door de aanwezigheid van 3-NOP in de voorafgaande stalperiode. De stabiele methaanemissie gedurende de periode 00:00–14:30 (inclusief de beweidingsperiode van 7:30-13:30) bij behandeling D lijkt dan ook het gevolg van een combinatie van twee tegengestelde effecten: 1/ het afnemende effect van 3-NOP tijdens de uren zonder toegang tot PMR, wat leidt tot een geleidelijke stijging van de methaanproductie doordat 3-NOP in de pens wordt gemetaboliseerd; en 2/ het effect van beweiding, waarbij de methaanproductie daalt door een lagere voeropname tijdens de weidegang. Indien de voederopname gelijkmatig over de dag zou zijn verdeeld, zou verwacht worden dat 25% van de totale dagelijkse DSO tijdens de 6 uur beweiding wordt opgenomen (6 h/24 h). In de praktijk bedraagt de opname tijdens de beweiding echter slechts 20,3% van de totale dagelijkse DSO (4,58 kg grasopname op een totale dagelijkse opname van 22,6 kg). Deze gecombineerde effecten (uitdovend 3-NOP effect en lagere voederopname) resulteren in een meer stabiel patroon bij behandeling D tijdens de periode 00:00-13:30, in tegenstelling tot de duidelijke daling die in behandeling C wordt vastgesteld in de periode 7:30-13:30 in vergelijking met 00:00-7:30.

Na terugkeer in de stal stijgt de methaanemissie opnieuw voor behandeling C, wat overeenstemt met een toegenomen frequentie van bezoeken aan de RIC-voederbakken. Doordat de dieren tijdens de 6 uur beweiding geen toegang hadden tot het PMR, werden zij tijdens de eerste periode na terugkeer in de stal (13:30-16:30) duidelijk sterker gestimuleerd (in vergelijking met de dieren die continu toegang hadden tot stalvoeding = behandeling A) om het verse PMR op te nemen, wat een verhoogde methaanproductie in deze placebo-behandeling verklaart.

In behandeling D is de methaanproductie duidelijk verlaagd tussen 14:30–15:30, ondanks dezelfde verhoogde activiteit aan de RIC-bakken. Dit komt overeen met de opname van PMR waaraan 3-NOP was toegevoegd, waardoor de stijging in methaanproductie gedeeltelijk wordt onderdrukt.



Figuur 1: Overname van Figuur 2 uit het artikel van Van De Gucht et al. (2025): Boxplot van de GreenFeed-methaanmetingen (g/d) per behandeling (A: 0 u beweiding, placebo; B: 0 u beweiding, 3-NOP; C: 6 u beweiding, placebo; D: 6 u beweiding, 3-NOP) gedurende de dag, weergegeven per tijdsperiode: 00:00–07:30 (voor de beweiding), 07:30–13:30 (6 uur beweiding), 13:30–14:30 (1 uur na terugkeer in de stal), 14:30–15:30 (2 uur na terugkeer in de stal), 15:30–16:30 (3 uur na terugkeer in de stal) en 17:30–24:00 (>3 uur na terugkeer in de stal). Het voeren gebeurde om 07:30, 12:30 en 17:30. In de boxplots zijn de punten de ruwe observaties; de rode stip duidt het gemiddelde aan, de zwarte lijn in de box is de mediaan, de onderrand van de box is het 25ste percentiel, de bovenrand het 75ste percentiel; de onderste whisker geeft de kleinste waarde weer $\geq$ (ondergrens $- 1,5 \times$ interkwartielafstand), en de bovenste whisker de grootste waarde $\leq$ (bovengrens $+ 1,5 \times$ interkwartielafstand).

Kritische evaluatie van het experiment beschreven door Van De Gucht et al. (2025) in relatie tot vraag 1

Bij de interpretatie van de resultaten van Van De Gucht et al. (2025) dienen enkele aspecten van de proefopzet en uitvoering in rekening te worden gebracht:

- Hogere 3-NOP-dosering: De gebruikte dosering (≈ 80 ppm; 1,81–1,86 g/d voor respectievelijk behandeling B en D) lag duidelijk hoger dan de dosis voorzien binnen de CEER-maatregel (1,35 g/d). De auteurs geven aan dat deze hogere dosering bewust werd toegepast om het 6-uursvenster zonder toegang tot 3-NOP tijdens de beweiding te compenseren.
- Beperkt aantal GreenFeed-metingen tijdens beweiding: Het aantal GreenFeed-bezoeken op de weide was laag—met name in behandeling C—waardoor de methaanemissies tijdens de beweidsperiode slechts schaars werden bemeaten. Bij een gelijk bezoekgedrag zou circa 25% van de metingen tijdens de beweiding worden verwacht; in de studie werd dit echter gereduceerd tot 5% (C) en 12% (D), wat de betrouwbaarheid van het emissiepatroon tijdens de weidegang verminderd.
- Inschatting van de grasopname tijdens beweiding: De schatting van de grasopname tijdens de weidegang gebeurde op basis van n-alkanen die enkel in de laatste 10 dagen van elke periode werden toegediend, met mestbemonstering in de laatste 5 dagen. De hieruit afgeleide grasopname werd vervolgens toegekend aan de volledige periode van 3 weken, wat een bijkomende onzekerheid introduceert wanneer de werkelijke grasopname binnen een periode varieert.

- Representativiteit van weidecondities: De toepassing van stripgrazen en de uitsluiting van de zomerperiode verminderen variatie in grasaanbod, graskwaliteit en potentiële hittestress, maar wijken af van praktijkomstandigheden waarin dergelijke variatie wél optreedt. Daar de effectiviteit van 3-NOP kan dalen bij een hoger NDF-gehalte van het rantsoen (bv. bij ouder weidegras), zou de gehanteerde benadering de werkelijke variabiliteit in 3-NOP-respons onder praktijkweiden onderschatten.

Resultaten van andere begrazingsexperimenten zonder 3-NOP toegang tijdens de weidegang

Andere studies waarin 3-NOP uitsluitend in de stal wordt verstrekt (Costigan et al., 2024; Muñoz et al., 2024) en waarbij koeien tijdens de weidegang geen toegang hebben tot 3-NOP, verschillen van Van De Gucht et al. (2025) doordat:

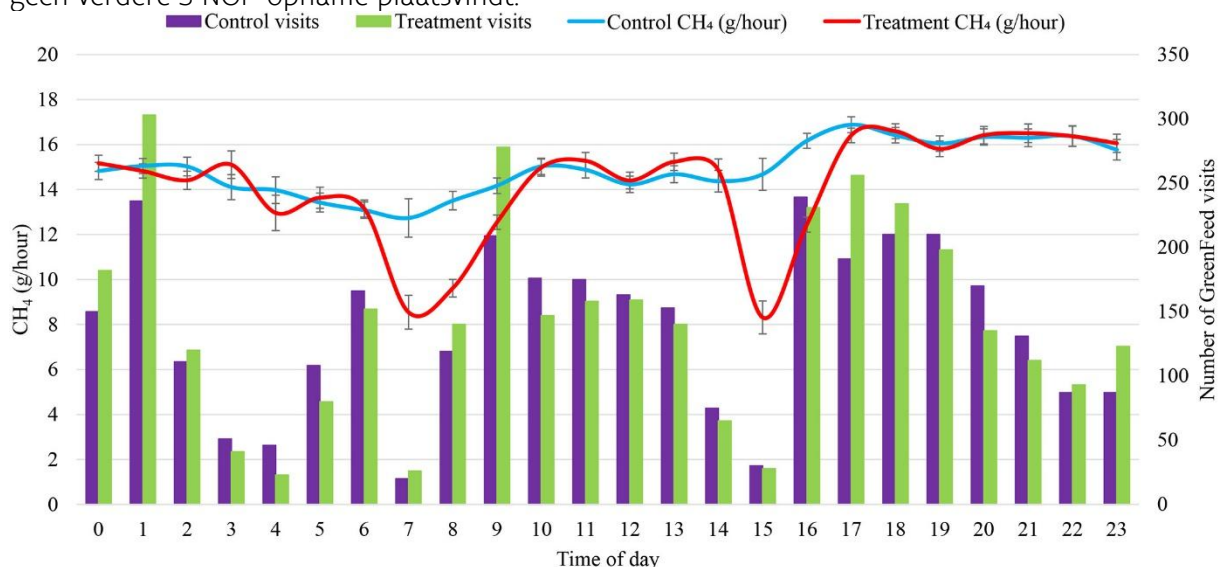
- 3-NOP niet continu via het basisrantsoen wordt aangeboden in de stal, maar als pulsdosis (tweemaal daags).
- Alle behandelingen weidegang omvatten, waardoor enkel het verschil tussen placebo en 3-NOP-suppletie kan worden geëvalueerd (vergelijkbaar met behandeling C vs. D bij Van De Gucht; behandelingen A en B ontbreken).

Hierdoor zijn deze studies niet rechtstreeks bruikbaar voor het beantwoorden van vraag 1.

Wel is in het kader van dit advies vooral Figuur 2 (Figuur 1 in Costigan et al., 2024) relevant. Hierbij wordt een duidelijk uitdovend effect van 3-NOP aangetoond wanneer het additief niet beschikbaar is tijdens beweiding. Uit de tijdreeksanalyse blijkt dat:

- Na toediening van 3-NOP in de stal wordt gedurende enkele uren een duidelijke verlaging van de absolute methaanproductie vastgesteld.
- Zodra de koeien geen toegang meer hebben tot 3-NOP (tijdens weidegang), neemt de methaanproductie geleidelijk toe.
- Ongeveer drie uur na de laatste 3-NOP-opname keert het niveau van de absolute methaanproductie volledig terug naar het niveau van de placebobehandeling, wat overeenkomt met het tijdsverloop waarin 3-NOP in de pens volledig wordt gemetaboliseerd.

De kernvaststelling uit deze figuur is dus dat het effect van 3-NOP tijdelijk is en dat de methaanemissie volledig normaliseert binnen ongeveer drie uur wanneer tijdens de beweiding geen verdere 3-NOP-opname plaatsvindt.



Figuur 2. Overname van Figuur 1 uit het artikel van Costigan et al. 2024: Least-squares gemiddelden (met standaardfoutbalken die ± 1 SE weergeven) van de dagvariatie in zowel het aantal GreenFeed-bezoeken als de bijbehorende momentopnames van enterische CH₄-emissies bij koeien die tweemaal daags 3-nitrooxypropanol (3-NOP) kregen toegediend (behandeling) en bij koeien zonder 3-NOP-suppletie (controle).

Mogelijke oorsprong van de vergelijkbare methaanreductie bij volledige stalvoeding vs. beweiding zoals waargenomen door Van de Gucht et al. (2025)

Het is onwaarschijnlijk dat de vergelijkbare methaanreductie bij volledige stalvoeding en bij 18 uur stalvoeding + 6 uur beweiding kan worden toegeschreven aan een onveranderd doorwerken van 3-NOP gedurende de volledige 6 uur beweidingsperiode. Eerdere studies tonen immers aan dat het effect van 3-NOP relatief snel uitdooft wanneer geen verdere opname plaatsvindt; dit wordt bijzonder duidelijk geïllustreerd in de tijdreeksresultaten van Costigan et al. (2024) (Figuur 2), waar de methaanemissie binnen enkele uren na het stoppen van de 3-NOP-toediening terugkeert naar het controleniveau.

De meest waarschijnlijke verklaring voor de vergelijkbare reductie is dat in de studie van Van De Gucht et al. (2025) een hogere 3-NOP-dosering werd toegepast in het PMR (102 mg 3-NOP/kg DS PMR voor de behandeling B met 24 uur huisvesting op stal en 142 mg 3-NOP/kg DS PMR voor de behandeling D met 18 uur huisvesting op stal en 6 uur beweiding), waardoor tijdens de 18 uur stalvoeding een sterkere reductie werd gerealiseerd. Op basis van de dosis–responsevergelijkingen van Kebreab et al., (2023) en de rantsoensamenstelling (Tabel 1 in Van De Gucht et al. 2025) werd de te verwachten reductie berekend voor beide regimes. Wanneer enkel de uren met toegang tot PMR inclusief 3-NOP in rekening worden gebracht, wordt voor volledige stalvoeding een methaanreductie van 37,2% en voor de beweidingsbehandeling een hogere reductie van circa 43,0% verwacht. Indien vervolgens wordt aangenomen dat tijdens de 6 uur beweiding geen reductie optreedt (0% effect van 3-NOP), resulteert dit in een omgerekende 24-uursreductie van 32,3% voor 18 uur stalvoeding + 6 uur beweiding (Tabel 1). Met andere woorden: de 24-uursmethaanreductie met beweiding ligt modelmatig 4,9 procentpunten (37,2 – 32,3) lager, overeenkomend met een ongeveer 13% lagere relatieve reductie.

Tabel 1. Berekende dagelijkse relatieve methaanreductie bij supplementatie van 80 ppm 3-NOP in het rantsoen op basis van de formules opgenomen in Kebreab et al. (2023), Verandering (%) in methaan productie (g/d) = $-32,4 - 0,282 \times (3NOP - 70,5) + 0,915 \times (NDF - 32,9) + 3,080 \times (vet - 4,2)$ met 3NOP = 3-NOP dosering in mg/kg DS en NDF en vet in % van DS. Tijdens volledige stalvoeding wordt 77 mg 3-NOP/kg DS verstrekt gedurende de ganse dag (behandeling B). Ter compensatie van 6 uur beweiding waarbij geen 3-NOP wordt verstrekt werd een stalvoeder verstrekt dat 100 g 3-NOP/kg DSO¹ bevat.

	Reductie (%) gedurende uren op stal	Reductie (%) gecorrigeerd naar 24 uur
Stal	-37,2	-37,2
Beweiding	-43,0	-32,3

¹De DSO tijdens de stalhuisvesting werd berekend als totale DS-opname minus DSO via grazen voor behandeling B, op basis van data uit Tabel 3 van Van De Gucht et al. (2025). Hierbij werd de hoeveelheid krachtvoeder dat werd opgenomen tijdens de GreenFeedbezoeken op de weide verwaarloosbaar geacht: a/ het gemiddeld totaal aantal GreenFeed bezoeken per dag is 3,2, waarbij de GreenFeedbezoeken op de weide voor behandeling D slechts 12% uitmaakte van het totaal aantal GreenFeedbezoeken. Dit betekent dus gemiddeld 0,384 bezoeken per dag op de weide. Bij elk GreenFeedbezoek wordt 250 g evenwichtig krachtvoeder verstrekt (maximale krachtvoerdgift via GreenFeedsystemen = 1,5 kg/d, verdeeld over 6 beurten = 250 g evenwichtig krachtvoeder/beurt. In het artikel wordt vermeld dat de totale dosis 3-NOP bij behandeling D 80 ppm bedraagt; voor een totale voederopname van 22,6 kg DS/d, betekent dit een totale dagelijkse 3-NOP opname van 1,8 g. Deze dagelijkse opname uitgedrukt relatief t.o.v. de DSO in de stal (= 22,6 kg DSO – 4,58 kg DS uit vers gras = 18,02 kg DSO in stal).

Op basis van deze berekeningen vallen enkele eerder geformuleerde bezorgdheden gedeeltelijk weg. Zo lijkt de waargenomen gelijkwaardigheid in reductie niet primair afhankelijk van een langdurig “na-ijlen” van 3-NOP noch van een sterke gevoeligheid voor variatie in NDF-gehalte van weidegras onder praktijkomstandigheden, maar ook te wijten is aan de hogere effectieve dosering tijdens de staluren in de beweidingsbehandeling.

Tegelijkertijd volgt hieruit dat er in strikt modelmatige zin geen volledige compensatie optreedt: de voorspelde 24-uursreductie bij beweiding blijft ongeveer 13,2% lager (37,2% vs. 32,3%). Dat dit modelmatig verwachte verschil niet wordt waargenomen in het experiment, kan worden verklaard wanneer wordt verondersteld dat de 3-NOP-reductie tijdens beweiding niet volledig tot nul terugvalt. Een benadering op dagbasis leert dat een reductieverschil van 13,2% overeenkomt met 3,16 uur nawerking ($0,132 \times 24$ uur) van 3-NOP tijdens de beweidingsperiode. Dit is in lijn met de

kinetiek van 3-NOP zoals afgeleid uit het dagverloop van methaanemissie in eerdere studies (o.a. Costigan et al., 2024; Van Wesemael et al., 2019). Voor de studie van Costigan et al. (2024) werd de afname van de werkzaamheid geïllustreerd in Figuur 2. In de studie van Van Wesemael et al. (2019) werd 3-NOP verstrekt via PMR of via krachtvoeder, waarbij het additief in het krachtvoeder niet continu beschikbaar was aan het voederhek. De koeien bezochten de krachtvoederstations gemiddeld in tien afzonderlijke éénuursblokken per dag, wat neerkomt op een gemiddelde tussenperiode van circa 2,4 uur tussen opeenvolgende opnames. Ondanks deze niet-continue beschikbaarheid werd geen verschil in methaanreducerend effect vastgesteld tussen toediening via PMR (continue toegang) en via krachtvoeder (intermitterende toegang). In beide studies was de 3-NOP-dosis hoger dan aanbevolen in CEER (60 mg/kg DS), nl. In de studie van Costigan et al. (2024) werd een 3-NOP-dosis van 80 mg/kg DS gesupplementeerd, in de studie van Van Wesemael et al. (2019) werd 1,6 g 3-NOP per dag gevoederd, wat op basis van de totale voederopname overeenstemde met 72 tot 75 mg/kg DS. In de modelmatige berekening bedraagt de benodigde duur van het na-effect dus 3,16 uur om het voorspelde reductieverlies van 13,2% tijdens 6 uur beweiding volledig te compenseren. Tegelijkertijd suggereren eerdere kinetische gegevens dat een nawerking van ongeveer 3 uur plausibel is bij 3-NOP-suppletie. Wanneer deze verhouding benaderend wordt geëvalueerd (3,0 uur effectieve nawerking ten opzichte van 3,16 uur vereiste nawerking), resulteert dit in een relatieve reductie van 95% van het maximale effect. Deze eenvoudige proportionaliteit biedt een redelijke en voorzichtige basis om de effectieve methaanreductie onder 6 uur beweiding zonder 3-NOP-toegang ongeveer 5% lager in te schatten dan de reductie bij continue stalvoeding, waarbij voorzichtigheid bovendien aangewezen blijft omdat niet experimenteel werd bevestigd dat een vergelijkbare nawerking optreedt bij de lagere praktijkdosering van 60 mg/kg DS in vergelijking met de hogere doseringen (72–80 mg/kg DS) uit de beschikbare experimentele studies.

Samengevat suggereert dit dat de observatie van vergelijkbare methaanreducties bij volledige stalvoeding en bij 6 uur beweiding in de studie van Van De Gucht et al. (2025) het gevolg is van (i) een hogere dosering 3-NOP in de PMR tijdens de staluren in de beweidingsbehandeling in combinatie met (ii) een tijdelijk, gedeeltelijk doorwerkend effect van 3-NOP tijdens de eerste uren van de beweidingsperiode.

Antwoord op vraag 1

Op basis van de beschikbare gegevens kan een gelijke methaanreductie op dagbasis bij volledige stalvoeding en bij 6 uur beweiding in principe worden bereikt, maar alleen wanneer tijdens de staluren een hogere 3-NOP-dosering wordt toegepast om de uren zonder 3-NOP-opname tijdens de beweiding gedeeltelijk te compenseren, m.a.w. de dagelijkse supplementatie van 1,35 g 3-NOP dient gegarandeerd te worden tijdens de kortere stalperiode. Bij deze hogere dosis tijdens de stalvoeding kan een hogere reductie tijdens de stalperiode worden verwacht. Daarnaast is een nawerking van 3-NOP tijdens de eerste uren van de beweidingsperiode noodzakelijk om een gelijke 24-uursreductie te benaderen. De duur van dit na-effect, bij dosering van 1,35 g 3-NOP/d onder praktijkomstandigheden is momenteel empirisch niet bevestigd, aangezien zowel in Van De Gucht et al. (2025) als in andere studies waarin deze kinetiek kon worden gekwantificeerd (Costigan et al., 2024; Van Wesemael et al., 2019) hogere 3-NOP-doseringen werden gebruikt dan de 60 mg/kg DS die in de CEER-maatregel is voorzien. Gelet op deze onzekerheid stelt WeComV voor de methaanreductie onder een regime met 6 uur beweiding zonder 3-NOP toegang tijdens de weidegang, conservatief 5% lager in te schatten dan de volledige reductie verwacht bij 60 mg/kg DS onder continu stalvoederen, wat resulteert in een geschatte dagreductie van 24,7% in plaats van 26% bij een dagopname van 1,35 g 3-NOP en met behoud van alle andere CEER-voorwaarden van de 3-NOP maatregel.

VRAAG 2

Tot hoeveel uur beweiding per dag kan het huidige methaanreductiepercentage voor 3-NOP wetenschappelijk verantwoord behouden blijven, indien dieren geen toegang hebben tot 3-NOP tijdens de weidegang? Met andere woorden: kan het reductiepercentage ook bij meer dan 6 uur beweiding worden behouden?

Deze vraag kan niet sluitend worden beantwoord op basis van de studie van Van De Gucht et al. (2025). In deze proef werd slechts één situatie met 6 uur beweiding onderzocht, waarbij een hogere 3-NOP-dosering tijdens de staluren werd toegepast. Naar verwachting zorgt dit voor een hogere methaanreductie tijdens de periode op stal, maar – zoals hierboven toegelicht – is daarnaast ook een zekere nawerking van 3-NOP tijdens de weideperiode noodzakelijk om een (nagenoeg) vergelijkbare dagreductie te realiseren.

Op basis van de beschikbare literatuur kan men realistisch slechts gedurende ongeveer de eerste 3 uur na de laatste 3-NOP-opname een verminderd methaanniveau waarnemen (zie bv. Figuur 2). Wanneer beweiding een groter deel van de dag inneemt, wordt het daarom onzeker of het huidige reductiepercentage nog kan worden aangehouden.

Modelberekeningen op basis van Kebreab et al. (2023) (vergelijkbaar met deze beschreven bij toelichting van vraag 1) tonen aan dat tussen 6 en 12 uur beweiding een nawerking van circa 3,6 tot 8,7 uur nodig zou zijn om het huidige reductiepercentage op 24-uursbasis te behouden. Een dergelijk lange nawerking is, in het licht van de kinetiek van 3-NOP zoals gerapporteerd in de literatuur, onwaarschijnlijk.

Antwoord op vraag 2

Het huidige methaanreductiepercentage kan niet wetenschappelijk verantwoord worden gegarandeerd bij meer dan 6 uur beweiding zonder toegang tot 3-NOP. Bij langere beweidingstijden zou een onrealistisch lange nawerking van 3-NOP nodig zijn om het reductieniveau te behouden. Dit geldt zelfs wanneer de volledige dagdosering van 1,35 g 3-NOP tijdens de stalperiode wordt verstrekt.

Kritische (controle)punten

De onderstaande controlepunten dienen in de systeembeschrijving opgenomen te worden om de correcte toepassing van de maatregel te waarborgen.

- De dagelijkse suppletie van 1,35 g 3-NOP per lacterend dier moet worden toegediend.
- De dieren moeten tijdens de periode in de stal continu toegang hebben tot het rantsoen dat 3-NOP bevat.
- Bij toepassing van weidegang mag het dier niet langer dan de toegestane periode (6 uur) geen toegang hebben tot het 3-NOP-bevattende rantsoen.

Onzekerheden en beperkingen

- Onzekerheid over de duur van de nawerking van 3-NOP tijdens beweiding

In de beschikbare literatuur werd de nawerking van 3-NOP enkel onderzocht bij hogere doseringen (72–80 ppm). Hierdoor is onzeker of een vergelijkbare (tijdelijke) reductie tijdens de eerste uren van de beweidingperiode kan worden gegarandeerd onder CEER-condities met praktijkdosering van 60 ppm.

- Beperkt aantal methaanmetingen tijdens de beweiding

Het aantal GreenFeed-metingen tijdens de 6 uur beweiding was laag (5% en 12% van de dagmetingen). De emissiepatronen tijdens beweiding zijn daardoor minder robuust.

- Representativiteit van de weidecondities

De studie gebruikte stripgrazen in het voorjaar, waarbij variatie in grasaanbod en -kwaliteit en mogelijke hittestress bewust werd geminimaliseerd. Dit wijkt af van praktijkomstandigheden, waarin dergelijke variatie de werkelijke effectiviteit van 3-NOP bij beweiding kan beïnvloeden (o.a. via variatie in NDF-gehalte).

Aandachtspunten

Op basis van de meta-analyse van Kebreab et al. (2023) wordt bij een dosering van 80 ppm een methaanreductie van circa 38% verwacht. In de studie van Van De Gucht et al. (2025) werd onder volledige stalvoeding met continue toegang tot 3-NOP echter slechts een reductie van 25% gerealiseerd. Deze gerealiseerde reductie is vergelijkbaar met het reductiepercentage van 26% dat in het CEER wordt toegekend bij de lagere dosering van 60 ppm (1,35 g/d), maar blijft duidelijk lager dan het niveau dat modelmatig mag worden verwacht bij 80 ppm.

Hoewel deze bevinding een belangrijk aandachtspunt vormt bij extrapolatie naar praktijkdoseringen, wordt op basis van deze ene studie geen aanpassing van het reductiepercentage voorgesteld. Wel verdient dit aspect verdere aandacht in toekomstige monitoring en onderzoek, om te beoordelen of een herziening van het reductiepercentage voor de maatregel aangewezen kan zijn.

Omdat tijdens de staluren een hogere 3-NOP-dosering wordt toegepast om de uren zonder opname tijdens beweiding te compenseren - met als doel de dagelijkse supplementatie van 1,35 g 3-NOP per koe te garanderen binnen een kortere stalperiode - is het relevant te toetsen of deze verhoogde concentratie veilig is. EFSA concludeerde dat 3-NOP tot 100 mg/kg DS veilig is voor melkvee, aangezien systemische blootstelling laag blijft en geen toxische effecten werden vastgesteld. Tevens werd geen risico voor de consument geïdentificeerd, omdat relevante metabolieten zoals NOPA niet-genotoxisch zijn en residuen verwaarloosbaar blijven. Tegen deze achtergrond kan worden berekend dat, uitgaande van een dagelijkse droge-stofopname van 22,4 kg waarvan 25% tijdens 6 uur beweiding en 75% tijdens de stalperiode wordt opgenomen, de stalopname 16,8 kg DS bedraagt en een dagelijkse supplementatie van 1,35 g 3-NOP resulteert in een effectieve concentratie van ongeveer 80 mg 3-NOP per kg DS in het stalvoeder. Deze waarde blijft binnen het door EFSA beoordeelde veiligheidsbereik en vormt derhalve geen risico voor dier of mens.

Aanbevelingen

Het is aangewezen om de effectieve methaanreductie door 3-NOP onder omstandigheden die representatief zijn voor de Vlaamse melkveehouderij nauwgezet verder op te volgen. De huidige resultaten tonen dat de gerealiseerde reducties in recente studies lager liggen dan de reductie van 26% die binnen het CEER wordt toegekend, zelfs wanneer hogere doseringen (80 ppm) werden toegepast dan de 60 ppm voorzien in de maatregel. Dit maakt een structurele praktijkopvolging noodzakelijk om te bevestigen of het toegepaste reductiepercentage beleidsmatig robuust blijft.

Daarnaast verdient het aanbeveling om te onderzoeken in welke mate on-farm monitoringstechnieken – zoals methaansensoren aan het voederhek, in melkrobots of mobiele/vaste snuffelunits – ingezet kunnen worden voor een praktijkgerichte verificatie van de effectiviteit van 3-NOP.

Conclusie

Op basis van de studie van Van De Gucht et al. (2025) en bijkomende literatuur wordt vastgesteld dat een vergelijkbare 24-uursmethaanreductie bij 6 uur beweiding enkel kan worden gerealiseerd wanneer tijdens de staluren een hogere effectieve 3-NOP-dosering wordt verstrekt (80 ppm bij 6h beweiding, i.p.v. 60 ppm bij volledige stalvoeding) én wanneer een tijdelijke nawerking van 3-NOP tijdens de eerste uren van de beweiding optreedt. De hogere effectieve rantsoendosering tijdens de staluren blijft binnen het veiligheidsbereik dat door EFSA is geëvalueerd en vormt daarom geen risico voor dieren of consumenten. Door onzekerheid over de duur van deze nawerking bij de praktijkdosering van 60 ppm kan het huidige reductiepercentage van 26% niet zonder meer worden gegarandeerd onder deeltijdse beweiding. Voor 6 uur beweiding wordt daarom een conservatief verlaagde reductie van 24,7% aanbevolen. Het reductiepercentage kan niet wetenschappelijk verantwoord worden bij meer dan 6 uur beweiding zonder toegang tot 3-NOP. De waargenomen reducties liggen bovendien lager dan de CEER-toekenning, wat blijvende opvolging onder Vlaamse praktijkomstandigheden noodzakelijk maakt.

Referenties

- Costigan, H., Shalloo, L., Egan, M., Kennedy, M., Dwan, C., Walsh, S., Hennessy, D., Walker, N., Zihlmann, R., & Lahart, B. (2024). The effect of twice daily 3-nitrooxypropanol supplementation on enteric methane emissions in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 107(11), 9197–9208. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-24772>
- Kebreab, E., Bannink, A., Pressman, E. M., Walker, N., Karagiannis, A., van Gastelen, S., & Dijkstra, J. (2023). A meta-analysis of effects of 3-nitrooxypropanol on methane production, yield, and intensity in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 106(2), 927–936. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22211>
- Manafiazar, G., Zimmerman, S., & Basarab, J. A. (2016). Repeatability and variability of short-term spot measurement of methane and carbon dioxide emissions from beef cattle using GreenFeed emissions monitoring system. *Canadian Journal of Animal Science*, 97(1), 118-126.
- Muñoz, C., Muñoz, I. A., Rodríguez, R., Urrutia, N. L., & Ungerfeld, E. M. (2024). Effect of combining the methanogenesis inhibitor 3-nitrooxypropanol and cottonseeds on methane emissions, feed intake, and milk production of grazing dairy cows. *Animal*, 18(7), 101203. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101203>
- Reynolds, C. K., Humphries, D. J., Kirton, P., Kindermann, M., Duval, S., & Steinberg, W. (2014). Effects of 3-nitrooxypropanol on methane emission, digestion, and energy and nitrogen balance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97(6), 3777–3789. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7397>
- Van De Gucht, T., Peiren, N., Kindermann, M., Rijnders, D., Ampe, B., & Vandaele, L. (2025). Effect of 3-nitrooxypropanol supplementation combined with 6-hour grazing on enteric methane emissions and milk production characteristics. *Journal of Dairy Science*, 108(11), 12148–12163. <https://doi.org/10.3168/jds.2025-26603>
- Van Wesemael, D., Vandaele, L., Ampe, B., Cattrysse, H., Duval, S., Kindermann, M., Fievez, V., De Campeneere, S., & Peiren, N. (2019). Reducing enteric methane emissions from dairy cattle: Two ways to supplement 3-nitrooxypropanol. *Journal of Dairy Science*, 102(2), 1780–1787. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14534>

Behandeling

Plenaire vergaderingen

- 21/10/2025
- 9/12/2025

Bijeenkomsten werkgroep

- 27/11/2025
- 2/12/2025

Samenstelling experts

Leden WeComV

Veerle Fievez (voorzitter), Sam De Campeneere, Gert Otten, Eveline Volcke, Christophe Walgraeve, Ben Aernouts, Peter Demeyer, Johan Buyse

Leden Werkgroep dossier

Veerle Fievez (werkgroepvoorzitter)

Externe experts

Sanne Van Gastelen

WeComV secretariaat

Caro Devisscher

Voorzitter WeComV, Veerle Fievez

Goedgekeurd op de plenaire vergadering van 9/12/2025

Volledigheidshalve vermelden we dat, krachtens artikel 2.17.1, 4e lid van het besluit van de Vlaamse Regering van 1 juni 1995 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne, de advisering van het WeComV steeds niet-bindend is.