

Academiejaar 2025-2026



Monitoring van heivlinder (*Hipparchia semele*) in Grenspark Kalmthoutse Heide

Stageverslag Conservation Internship

Henry Deraedt

Stagebegeleider: Rudi Delvaux

Begeleider UA: Erik Matthysen

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	2
1.1	<i>Soortbeschrijving heivlinder</i>	2
1.2	<i>Monitoring van heivlinder in het Grenspark.....</i>	3
1.3	<i>Bijkomende vraagstelling: belang van open zand</i>	4
2	Materiaal en methoden.....	5
2.1	<i>Studiegebied en -periode</i>	5
2.2	<i>Transecttellingen</i>	7
2.3	<i>Belang van open zand voor adulte heivlinders.....</i>	7
3	Resultaten	9
3.1	<i>Transecttellingen en losse waarnemingen.....</i>	9
3.2	<i>Belang van open zand voor adulte heivlinders.....</i>	9
4	Discussie.....	11
4.1	<i>Transecttellingen</i>	11
4.2	<i>Belang van open zand voor adulte heivlinders.....</i>	12
5	Referenties	13
6	Appendix.....	15

1 Inleiding

1.1 Soortbeschrijving heivlinder

De heivlinder (*Hipparchia semele*) is een dagvlinder uit de familie van de Nymphalidae. Het verspreidingsgebied van de soort beperkt zich tot Europa. In Nederland en Vlaanderen komt de soort voor in twee habitattypes: kustduinen en droge heide op landduinen. Hieronder volgt een beknopt overzicht van de levenscyclus van heivlinderpopulaties in heidegebieden.

Adulte heivlinders vliegen van midden juli tot begin september, met een piek in augustus (Segers et al. 2014, Maes et al. 2019). Heivlinder is een thermofiele soort. Om zich op te warmen maakt de soort gebruik van open, onbegroeide zandplekjes in de heide. Heivlinders brengen niet minder dan 14% van hun tijd zonnend door (Eraly 2004). Bovendien worden dergelijke open plekjes vaak door mannelijke heivlinders als territorium gebruikt. Open zandplekjes kunnen dus worden beschouwd als een essentiële ecologische hulpbron voor volwassen heivlinders (Segers et al. 2014).

Bovendien speelt open zand een rol in de overleving van de eitjes en rupsen van heivlinder. Voor de ei-afzetting worden namelijk waardplanten verkozen die omgeven zijn door open zand of op zijn minst een lage, snel opwarmende begroeiing (Segers et al. 2014). In het geval van heivlinder zijn dit grassen (Poaceae) met een polvormige groeiwijze. Voorbeelden van geschikte waardplanten in heidegebieden zijn fijn schapengras (*Festuca filiformis*), rood zwenkgras (*Festuca rubra*), buntgras (*Corynephorus canescens*), bochtige smele (*Deschampsia flexuosa*) en zandstruisgras (*Agrostis vineale*). De eitjes worden afgezet in de nazomer waarna de rupsen overwinteren en verpoppen in juni.

Naast de aanwezigheid van open zand en geschikte waardplanten is de beschikbaarheid van voldoende nectar een belangrijke ecologische hulpbron voor heivlinder. In heidegebieden geldt struikhei (*Calluna vulgaris*) over het algemeen als de belangrijkste nectarplant, maar ook andere nectarbronnen kunnen worden aangewend indien nodig (Segers et al. 2013; Segers et al. 2014).

Een laatste essentiële ecologische hulpbron is de aanwezigheid van beschutting in de vorm van bomen of struiken. Enerzijds zoeken heivlinders regelmatig beschutting in boomkruinen bij verstoring, anderzijds worden boomstammen door de vlinders gebruikt om af te koelen op uitzonderlijk warme dagen. Heidegebieden die populaties heivlinder herbergen, worden gekenmerkt door de aanwezigheid van de genoemde ecologische hulpbronnen. In de praktijk zijn dit structuurrijke, gevarieerde heides (Segers et al. 2013, Segers et al. 2014, Van Swaay 2019).

1.2 Monitoring van heivlinder in het Grenspark

Heivlinder gaat achteruit in zowel Vlaanderen als Nederland. In Vlaanderen staat de soort op Rode Lijst als “Bedreigd” (Maes et al. 2021), in Nederland als “Kwetsbaar” (Van Swaay 2019). De achteruitgang is het sterkst merkbaar in de binnenlandse populaties op heidevelden (Segers et al. 2014, Van Swaay 2019).

In het Grenspark Kalmthoutse Heide is een relatief grote populatie heivlinderpopulatie aanwezig (Segers et al. 2014). De populatie bevindt zich centraal in het gebied en bedekt beide zijden van de grens. Om die reden wordt hier een arbitrair onderscheid gemaakt tussen de Vlaamse en Nederlandse deelpopulatie.

Omdat heivlinder een goede indicatorsoort is voor de toestand van heide- en duinecosystemen (Segers et al. 2014), wordt de populatie in het Grenspark Kalmthoutse Heide gemonitord. De Vlaamse deelpopulatie wordt gemonitord door vrijwilligers. Sinds 2020 wordt de Nederlandse deelpopulatie gemonitord door stagestudenten. Door middel van tellingen op gestandaardiseerde manier (transecttellingen) hoopt het Grenspark een trend te kunnen waarnemen in de abundantie van heivlinder in het Nederlandse deel van het Grenspark. Daarnaast worden losse waarnemingen van heivlinder verzameld, met als doel een completer beeld van de verspreiding van de soort binnen het Grenspark te creëren. In de transecttellingen worden ook alle andere dagvlindersoorten opgenomen omdat dit waardevolle informatie oplevert over het voorkomen van dagvlinders in het studiegebied. Dit stageverslag rapporteert over de transecttellingen en losse waarnemingen die in de zomer van 2025 werden uitgevoerd.



Figuur 1. Luchtfoto's van Grenspark Kalmthoutse Heide uit (A) de zomer van 1971 en (B) de zomer van 2021. De lichte vlekken zijn landduinen met natuurlijk open zand (Bron: geopunt.be).

1.3 Bijkomende vraagstelling: belang van open zand

Naast het uitvoeren van de transecttellingen dienen de stagestudenten een bijkomend aspect van de verspreiding en abundantie van heivlinder in het Grenspark te onderzoeken. Tijdens voorgaande stages werden verbanden tussen Natura 2000-habitatype (Maes 2020 & Geudens 2021), begrazing (Van Turnhout 2022), bedekkingsgraad van struikhei (Hendrickx 2023) en microklimaat (2024) en de abundantie van heivlinder onderzocht. Tijdens de huidige stage werd rond volgende onderzoeksvraag gewerkt: **“In welke mate is de abundantie van adulte heivlinders in het Nederlandse deel van het Grenspark gecorreleerd aan de aanwezigheid van open zand?”**

De onderzoeksvraag kadert binnen de achteruitgang van heivlinder op Nederlandse en Vlaamse heidevelden. Deze achteruitgang werd al door verschillende auteurs in verband gebracht met de gevolgen van verhoogde stikstofdepositie (Segers et al. 2014; Van Swaay & Poot 2021). Enerzijds leidt de verhoogde stikstofdepositie tot versnelde successie, zodat plekken met open zand in de heide dichtgroeien en daardoor verloren gaan (Riksen et al. 2006). Anderzijds leidt verhoogde depositie tot dominantie van grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*), een uitheems mos dat dichte matten vormt op ongebufferd zand en zo snel open zandplekken in de heide kan innemen (Riksen et al. 2006; Sparrius & Kooijman 2011).

Zoals vermeld is open zand een cruciale hulpbron in de levenscyclus van heivlinder, niet alleen voor de ei-afzetting maar ook omdat adulte vlinders open zandplekjes gebruiken om op te warmen. Ten slotte gebruiken adulte mannetjes deze plekken als territorium. Ook in het Grenspark is in de laatste decennia de oppervlakte open zand afgenomen (Fig. 1). Mijn hypothese is dat adulte heivlinders in het Grenspark plaatsen met open zand verkiezen. Ik verwachtte bijgevolg meer heivlinders waar te nemen op plaatsen met meer open zand. Verder vermoedde ik dat het open zand op zandpaden een minder waardevolle hulpbron voor heivlinder vormt dan open zandplekjes die door wind of beheeringrepen in stand worden gehouden. Dit omdat zandpaden onderhevig zijn aan continue betreding door voetgangers, een mogelijke vorm van verstoring. De relatie tussen de abundantie van heivlinder en de hoeveelheid open zand werd nagegaan door middel van de analyse van dronebeelden.

2 Materiaal en methoden

2.1 Studiegebied en -periode

Het studiegebied bevindt zich volledig in het Nederlandse deel van het Grenspark Kalmthoutse Heide en werd opgedeeld in vijf zones aangeduid met de letters A-E (Figuur A1-A5). In elk van deze zones zijn één of meerdere transecten gelegen.

Zone A is gelegen in een deelgebied van het Grenspark genaamd Ossendrechtse Duinen. Dit is het kerngebied waarin een bekende populatie van heivlinder aanwezig is. Het merendeel van de transecten ligt in deze zone. De Ossendrechtse Duinen bestaan uit een mozaïek van hoofdzakelijk droge heide, droge heide op jonge zandafzettingen en open graslanden op landduinen. De zone wordt omgeven door aangeplant bos met grove den (*Pinus sylvestris*) en occasioneel zeeden (*Pinus pinaster*). Een aanzienlijk deel van de oppervlakte aan deze habitats in de zone is min of meer gedegraded. Grote oppervlakten droge heide worden bijvoorbeeld gedomineerd door pijpenstrootje (*Molinia caerulea*). Daarnaast is er in de droge heide veel opslag van grove den aanwezig. Ten slotte is grijs kronkelsteeltje aanwezig in alle habitattypes in het studiegebied. In de open graslanden op landduinen en droge heide op jonge zandafzettingen vormt de soort uitgebreide matten die lokaal tientallen vierkante meters innemen (Fig. 2).

Zones C, D en E zijn locaties waar door beheeringrepen -al dan niet succesvol- droge heide hersteld werd, zodat deze potentieel door heivlinder gekoloniseerd kunnen worden. Tijdens de voorgaande stagejaren werden op deze locaties geen heivlinders waargenomen.

Zone B omvat een wandelpad waar langs weerszijden naaldbos werd verwijderd, waardoor hier een vegetatie met o.a. struikhei terugkeerde. Door het open karakter en de aanwezigheid van nectarplanten vormt zone B in theorie een “corridor” die zones C en D verbindt met zones A en E. Zone B is gelegen in een verder relatief monotone bedekking van naaldbos. Er wordt bijgevolg verwacht de corridor eventuele dispersie vanuit de populatie in zone A zou kunnen faciliteren. Tijdens de stage van 2022 werd in zone B één heivlinder waargenomen (Van Turnhout 2022).

In totaal werd er gedurende 10 dagen veldwerk uitgevoerd. Eén dag werd besteed aan een terreinbezoek met als doel vertrouwd te raken met het studiegebied en de ligging van de transecten. De transecttellingen werden uitgevoerd tijdens 9 teldagen verspreid over augustus 2025. Doorheen de maand werd de bloei van struikhei opgevolgd, een belangrijke nectarplant voor heivlinder (Segers et al. 2013; Segers et al. 2014). Het merendeel van de bloei van struikhei in 2025 viel in de laatste twee weken van augustus (persoonlijke observatie). Daarom werd gekozen om 6 van de 9 teldagen in de tweede helft van augustus te plaatsen. Voor een overzicht van de teldagen wordt verwezen naar de Appendix (Tabel A2). De dronevlucht vond plaats op 27 augustus (Fig. 3). In de Appendix werd een volledige lijst van de stageactiviteiten toegevoegd (Tabel A3).



Figuur 2. Vegetatie met vlakdekkende begroeiing van grijs kronkelsteeltje in het studiegebied (zone A).



Figuur 3. Foto van de dronevlucht op 27 augustus 2025.

2.2 Transecttellingen

Voor de transecttellingen werd het protocol gevolgd zoals beschreven door Maes et al. (2019). Dit is hetzelfde protocol dat tijdens de vorige edities van de stage gehanteerd werd. Voor een uitgebreide beschrijving van het protocol wordt verwezen naar Maes et al. en de voorgaande stageverslagen.

De transecten waarop geteld werd, zijn de transecten die tijdens de stage van 2021 geïntroduceerd werden (Geudens 2021) en waarop sindsdien jaarlijks werd geteld. Tijdens de eerste editie van de stage werden op andere transecten geteld (Maes 2020). De ligging van de transecten in de respectievelijke zones wordt weergegeven in Figuur A1-A5.

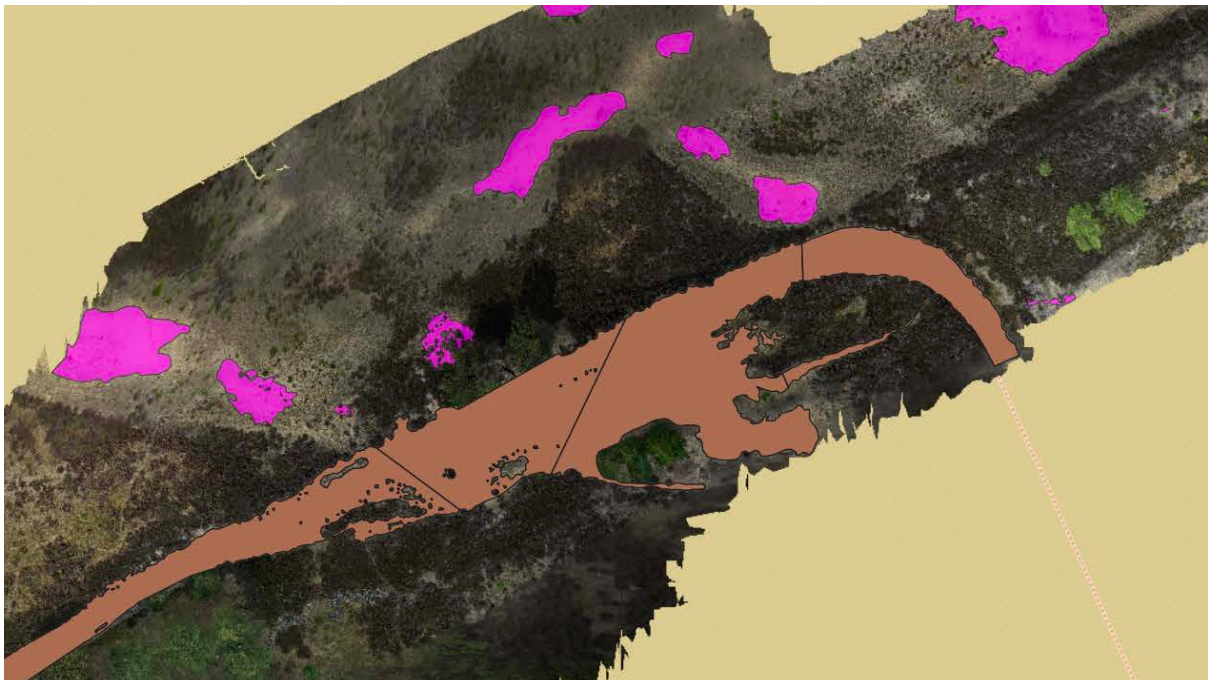
Naast het tellen van dagvlinders op transecten werden ook losse waarnemingen van heivlinder verzameld. Dit zijn alle waarnemingen van heivlinder die niet tijdens een transecttelling plaatsvonden (in theorie kunnen losse waarnemingen dus wel op een transect gelegen zijn als de waarnemer hier passeert buiten de transecttelling, bijvoorbeeld op weg naar een volgend transect). Zowel de transecttellingen als de losse waarnemingen werden geregistreerd met behulp van de iObs-applicatie (Observation International, 2013).

2.3 Belang van open zand voor adulte heivlinders

Dronebeelden in combinatie met waarnemingsdata kunnen gebruikt worden voor het detecteren van geschikt habitat voor vlinders (Habel et al. 2025). Met behulp van een DJI Mavic 3 drone (DJI, n.d.) werden de transecten in zone A op hoge resolutie (3 mm) gefotografeerd (vlieghoogte rond de 20 m, sluitersnelheid 1/2000). Er werden beelden verzameld van 13 transecten. Omwille van tijdsgebrek werden transecten B, P, Q, N niet gefotografeerd.

De verkregen orthomosaïekbeelden met hoge resolutie (grondresolutie op centimeterschaal), gemaakt met een drone, werden gebruikt om open zandplekken langs de vastgelegde transecten handmatig te digitaliseren als zogenaamde “polygonen” (Fig. 4) in QGIS 3.34 Prizren (QGIS Development Team, 2023). Het gebruik van diverse AI-tools voor het digitaliseren van zand werd getest en overwogen. Uiteindelijk bleek dat deze tools nog niet geschikt waren voor de huidige onderzoeksvraag.

Er werd een arbitrair onderscheid gemaakt tussen twee soorten open zand: (1) “zandpaden”; dit is zand dat verband houdt met wegen en paden die door recreatief gebruik (betreding) in stand worden gehouden, en (2) “natuurlijk open zand”; dit is open zand dat in stand wordt gehouden door winddynamiek of herstelmaatregelen. Aan beide zijden van elk transect werd in QGIS een bufferzone van 25 m gecreëerd, die overeenkomt met het bereik van de dronebeelden. Het aandeel van elk zandtype binnen de buffers werd berekend door de buffers te kruisen met gedigitaliseerde zandpolygonen en het zandoppervlak uit te drukken als een percentage van het totale bufferoppervlak. Waarnemingen van heivlinder ($n = 135$) die tijdens de stages tussen 2020 en 2025 werden geregistreerd en die binnen de bufferzones vielen, werden vervolgens per transect opgeteld. De correlatie tussen het aantal waarnemingen van heivlinder en de percentage open zand per transect werd geanalyseerd met behulp van een gegeneraliseerd lineair model (GLM) met een negatieve binomiale foutverdeling. De statistische analyse werd uitgevoerd in R 4.4.1 (R Core Team, 2024). Het model werd gevisualiseerd met behulp van het R-pakket ggplot2 (Wickham, 2016). Een gedetailleerde beschrijving van de statistische analyse werd toegevoegd aan de appendix.



Figuur 4. Dronebeelden voor (boven) en na (onder) het handmatig digitaliseren van open zand. Zandpaden werden aangeduid met bruine vlakken (polygonen), voor natuurlijk open zand werden roze polygonen gebruikt.

3 Resultaten

3.1 Transecttellingen en losse waarnemingen

Op de transecttellingen werden 50 individuen van in totaal 14 soorten dagvlinders waargenomen. Twee individuen konden niet met zekerheid tot op soort worden gedetermineerd. Voor een volledig overzicht van de waargenomen soorten, inclusief het aantal waarnemingen per soort, wordt verwezen naar Tabel A2 (appendix).

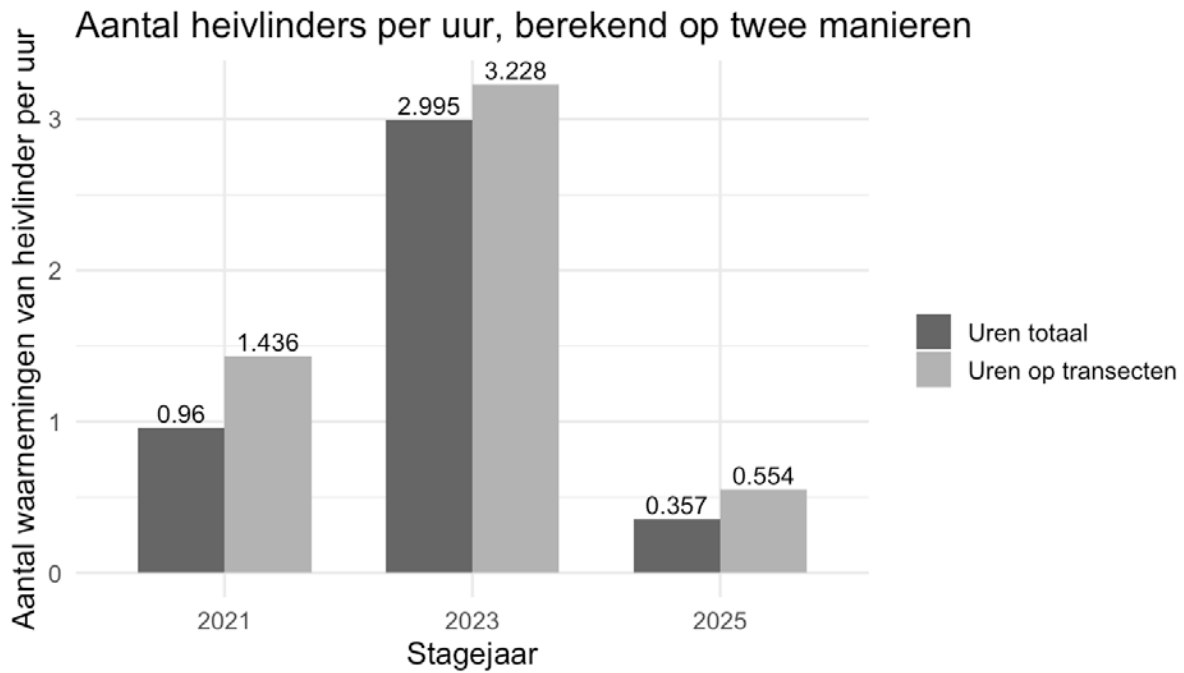
Tijdens de volledige telperiode werden 10 waarnemingen van heivlinder gedaan. Zeven waarnemingen vonden plaats tijdens de transecttellingen, de overige drie waren losse waarnemingen. Bij zes waarnemingen kon de vlinder met voldoende detail worden gefotografeerd, zodat op basis van verschillen in vleugeltekening kon worden vastgesteld dat het om minstens zes verschillende individuen ging. Alle heivlinders werden tijdens deze stage waargenomen in zone A. In zones B (de “corridor”), C, D en E werden dus geen heivlinders waargenomen.

In het stageverslag van 2024 (Van Esbroeck, 2024) werd het gemiddeld aantal waarnemingen van heivlinder per dag berekend en als index gebruikt om de opeenvolgende stagejaren met elkaar te vergelijken. Deze index is echter ongeschikt, omdat op deze onvoldoende rekening wordt gehouden met mogelijke verschillen in de zogenaamde *sampling effort*. De effectief gelopen afstand op transecten, zoektijd etc. op één dag kan sterk verschillen tussen stagestudenten. Daarnaast werd er in de berekening geen verschil gemaakt tussen halve en hele dagen. Om het aantal waargenomen heivlinders te vergelijken met de voorgaande edities van de stage, werden in dit verslag het aantal zekere waarnemingen van heivlinder per uur gespendeerd in het veld berekend (Figuur 5). Hierbij werd het voorbeeld gevolgd van Hendrickx (2023). Het aantal uren per dag werd daar berekend uit het tijdstip waar op de tellingen gestart werden en het tijdstip waarop de tellingen stopgezet werden.

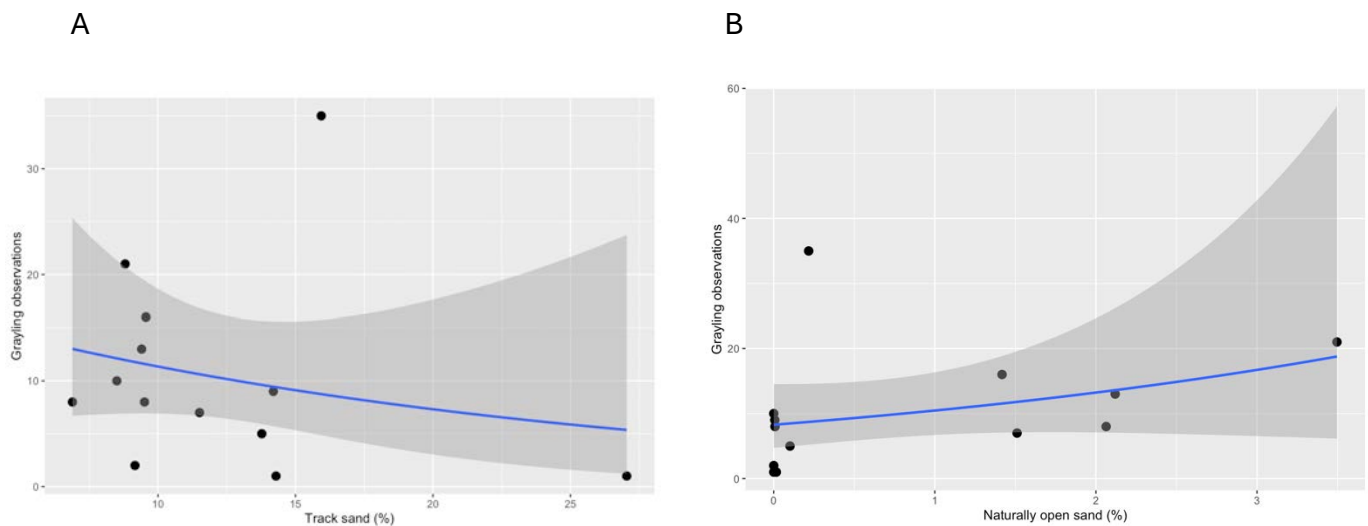
Het nadeel van bovenstaande methode blijft echter dat er momenten in rekening worden genomen waarop niet actief naar vlinders gezocht wordt, bv. middagpauzes of verplaatsingen naar andere zones of transecten. Het zou dus waardevoller zijn om te rekenen met de tijd die effectief op de transecten werd doorgebracht. Enkel op de transecten wordt namelijk op een gestandaardiseerde manier geteld. Hiervoor moet genoteerd worden hoeveel tijd er aan elke telling besteed werd (de iObs applicatie registreert automatisch het begin- en einduur van elke telling). Ik heb deze index berekend voor de huidige stage en de voorgaande stages waarvoor de exacte duur van de transecttellingen gerapporteerd werden (2021 en 2023).

3.2 Belang van open zand voor adulte heivlinders

Het aantal waarnemingen van heivlinder per transect was groter naarmate het percentage bedekking van natuurlijk open zand rondom het transect groter werd, hoewel dit verband statistisch niet significant was (negatief binomiaal GLM: $\beta = 0,236 \pm 0,173$ SE, $p = 0,172$). Er werd geen verband vastgesteld tussen het aantal heivlinderwaarnemingen en het percentage bedekking van zandpaden ($\beta = -0,002 \pm 0,043$ SE, $p = 0,954$) (Fig. 6).



Figuur 5. Twee indices voor het aantal waargenomen heivlinders tijdens de stage werden berekend voor 2021, 2023 en 2025. Voor de andere stagejaren waren onvoldoende gegevens beschikbaar. De index “Uren totaal” maakt gebruik van het aantal uren die in het veld gespendeerd werden (wordt berekend uit het begin- en einduur van elke teldag). De index “Uren op transecten” maakt enkel gebruik van de tijd die aan transecttellingen besteed werd (wordt berekend op basis van het exacte begin- en einduur van elke transecttelling). Losse waarnemingen werden niet in de berekening opgenomen omdat deze niet op gestandaardiseerde wijze worden verzameld.



Figuur 6. Relatie tussen het aantal waarnemingen van heivlinder per transect (2020–2025) en de percentuele bedekking (A) van zandpaden en (B) van natuurlijk open zand binnen de 25 m brede transectbuffers. De punten geven afzonderlijke transecten weer; de trendlijn toont de trend op basis van het bivariate verband tussen het aantal heivlinders en het percentage open zand en dient ter visualisatie. De grijze gebieden geven 95%-betrouwbaarheidsintervallen weer. Merk op dat de y-as in A en B verschillend is geschaald.

4 Discussie

4.1 Transecttellingen

In vergelijking met de jaren 2021 en 2023 werden er in 2025 minder heivlinders waargenomen op de transecten. Om tot deze conclusie te komen, werden twee indices berekend: (1) een index op basis van de totale tijd die in het veld gespendeerd werd, hierbij horen ook verplaatsingen en pauzes tussen transecttellingen en (2) een index op basis van de tijd die aan transecttellingen besteed werd. Wanneer de indices in figuur 5 visueel vergeleken worden, wordt duidelijk dat deze tot identieke conclusies leiden. Dit betekent dat de studenten in de stagejaren 2021, 2023 en 2025 een gelijkaardig aandeel van hun tijd in het veld aan transecttellingen besteedden. Daarom is het verleidelijk om het berekenen van de tweede index als overbodig te beschouwen. Toch moedig ik toekomstige stagestudenten aan om te rekenen met de tijd die effectief op de transecten werd doorgebracht, zodat een zo correct mogelijk beeld van de trend van heivlinder bekomen kan worden.

Voor de jaren 2020, 2022 en 2024 konden bovenstaande indices niet berekend worden omwille van ontbrekende data over de tijd die in het veld gespendeerd werd. Wel is duidelijk dat in 2024 het totaal aantal waargenomen heivlinders (4) zeer laag was in vergelijking met de andere stagejaren (Van Esbroeck 2024), zodat kan worden aangenomen dat er in dat jaar daadwerkelijk zeer weinig adulte heivlinders vlogen. Ook voor 2025 het totaal aantal waargenomen heivlinders en de berekende indices zeer laag. Dit zou kunnen doen vermoeden dat de heivlinderpopulatie in het Nederlandse deel van het Grenspark in de voorbije twee jaar een sterke achteruitgang heeft gekend. Een herhaling van de transecttellingen in 2026 zou dit vermoeden kunnen versterken als de aantallen opnieuw laag blijken.

De achteruitgang van heivlinder op de Vlaamse en Nederlandse heideterreinen is het resultaat van een complex geheel van factoren (Segers et al. 2014). Het is daarom erg moeilijk een concrete oorzaak voor de lage aantallen heivlinders in het Nederlandse deel van het Grenspark aan te duiden. Het algemeen voorkomen van grijs kronkelsteeltje zou voor een afname van de oppervlakte geschikt voor ei-afzetting en territoria kunnen zorgen (pers. observatie). Daarnaast verdient een beheeringreep uit de winter/voorjaar 2024 aandacht. Hierbij werd stuifzand in het noorden van de Kriekelareduinen hersteld door een grazige vegetatie af te plaggen. Als gevolg werd weliswaar meer open zand gecreëerd, maar het is mogelijk dat in de grazige vegetatie een groot aantal overwinterende rupsen aanwezig waren. Het onbedoeld verwijderen van de rupsen zou de opvallend lage aantallen heivlinders in de zomers van 2024 en 2025 mee kunnen verklaren. Segers et al. (2014) benadrukten inderdaad dat ongunstige veranderingen in habitat gedreven kunnen worden door beheerkeuzes als de nadruk hierbij op vegetatiepatronen i.p.v. op de ecologie van heivlinder wordt gelegd. In dit geval ontbreken echter gegevens over de aanwezigheid van rupsen op de betreffende locatie, zodat het onmogelijk is om deze hypothese te bevestigen of verwerpen.

4.2 Belang van open zand voor adulte heivlinders

Het zwakke positieve verband tussen waarnemingen van heivlinder en natuurlijk open zand wijst erop dat dit habitatype mogelijk een belangrijke (micro)habitat vormt voor adulte heivlinders. Dit kan betekenen dat de uitbreiding van grijs kronkelsteeltje ten koste van natuurlijk open zand een negatief effect heeft op de abundantie van heivlinder. Zandpaden leken daarentegen van gering belang te zijn voor de abundantie van heivlinder.

Het beperkte aantal transecten dat in de analyse werd opgenomen, heeft de statistische kracht om duidelijke verbanden te detecteren vermoedelijk verminderd. Bovendien waren er omwille van tijdsgebrek van enkele transecten geen dronebeelden opgenomen. De meeste transecten die niet konden worden meegenomen, bevatten weinig of geen waarnemingen van heivlinder en zeer weinig natuurlijk open zand. Het toevoegen van deze transecten aan de analyse zou de waargenomen patronen daarom mogelijk hebben versterkt. Toekomstige analyses met een grotere bedekking van het studiegebied zouden meer duidelijkheid kunnen scheppen in de rol van open zand in het verklaren van de abundantie van heivlinder.

5 Conclusie

Voortzetting van de transecttellingen in augustus 2025 leverde relatief weinig waarnemingen van heivlinder in vergelijking met eerdere stagejaren, wat wijst op een mogelijke recente afname van de populatie in het Nederlandse deel van Grenspark Kalmthoutse Heide. Er is echter verdere monitoring nodig om deze trend te bevestigen.

Er werd gebruikgemaakt van dronebeelden met hoge resolutie om open zandplekken langs geselecteerde transecten in kaart te brengen, waardoor het aandeel van natuurlijk open zand en zand in de buurt van paden binnen de transectbuffers kon worden gekwantificeerd. Er werd een zwak positief verband gevonden tussen het aantal waarnemingen van heivlinder en de percentage bedekking met natuurlijk open zand, terwijl er geen verband werd vastgesteld met het percentage bedekking van zandpaden. Hoewel deze resultaten niet statistisch significant waren, stemmen ze overeen met het bekende ecologische belang van natuurlijk open zandplekken voor heivlinder. Verder onderzoek naar de habitatvoorkeur van heivlinder in het Grenspark zou dit patroon kunnen bevestigen. In dat geval zou het herstellen van natuurlijk open zand een geschikte beheermaatregel zijn om heivlinderpopulaties in het Grenspark te ondersteunen.

6 Referenties

- Eraly D.** (2004). Ruimtelijke aspecten van het territoriaal gedrag bij de Heivlinder, *Hipparchia semele* (Lepidoptera: Satyrinae). Universiteit Antwerpen, Antwerpen.
- GeoNadir.** (s.d.). GeoNadir: manage, process and analyse your drone mapping data [Website]. Geraadpleegd van <https://geonadir.com>
- Geudens, W.** (2021). *Stageverslag: Monitoring van de Heivlinder Grenspark Kalmthoutse Heide*. Grenspark Kalmthoutse Heide. Geraadpleegd van <https://grensparkkalmthoutseheide.com/rapporten-en-studies/>.
- Habel, J. C., Teucher, M., Weisshaar, A., & Eberle, J.** (2025). UAV-based aerial imagery to identify high quality habitats for the endangered Bog Fritillary butterfly. *Landscape Ecology*, 40(7). <https://doi.org/10.1007/s10980-025-02158-1>
- Hendrickx, B.** (2023). *Monitoring heivlinder (Hipparchia semele) Grenspark Kalmthoutse Heide*. Grenspark Kalmthoutse Heide. Geraadpleegd van <https://grensparkkalmthoutseheide.com/rapporten-en-studies/>.
- Maes, C.** (2020). *Stageverslag: Monitoring van de Heivlinder Grenspark Kalmthoutse Heide*. Grenspark Kalmthoutse Heide. Geraadpleegd van <https://grensparkkalmthoutseheide.com/rapporten-en-studies/>.
- Maes D., Ledegen H., Van de Poel S. & Westra T.** (2019). Monitoringsprotocol Dagvlinders. Versie 2.0. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2019 (56). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. doi.org/10.21436/inbor.16744530
- Maes, D., Herremans, M., Vantieghem, P., Veraghtert, W., Jacobs, I., Fajgenblat, M. en Van Dyck, H.** (2021). IUCN Rode Lijst van de dagvlinders in Vlaanderen 2021 Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021 (10). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Observation International** (2013). iObs (Versie 5.0.2) [Mobiele applicatie software].
- QGIS Development Team.** (2023). QGIS 3.34 Prizren [Computer software]. QGIS association Geraadpleegd op 11 oktober 2025 van <https://www.qgis.org>
- Riksen, M., Ketner-Oostra, R., Van Turnhout, C., Nijssen, M., Goossens, D., Jungerius, P. D., & Spaan, W.** (2006). Will We Lose the Last Active Inland Drift Sands of Western Europe? The Origin and Development of the Inland Drift-sand Ecotype in the Netherlands. *Landscape Ecology*, 21(3), 431–447. <https://doi.org/10.1007/s10980-005-2895-6>
- Segers N., Jacobs I., Vanreusel W., Van Dyck H. en Maes D.** (2014). Wetenschappelijk basisrapport voor het Soortbeschermingsprogramma Heivlinder (*Hipparchia semele*). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2014 (INBO.R.2014.1494593). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- Segers, N., Jacobs, I., Vanreusel, W., Van Dyck, H. en Maes, D.** (2013). Heivlinders op de helling: van kwetsbaar naar bedreigd. Habitatgebruik en mobiliteit in Nationaal Park Hoge Kempen. *Natuur.focus*, 12(2). 53-60.

Sparrius, L. B., & Kooijman, A. M. (2011). Invasiveness of *Campylopus introflexus* in drift sands depends on nitrogen deposition and soil organic matter. *Applied Vegetation Science*, 14(2), 221–229. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109x.2010.01120.x>

Van Esbroeck, J. (2024). *Stageverslag: monitoring van de heivlinder in Grenspark Kalmthoutse Heide*. Grenspark Kalmthoutse Heide. Geraadpleegd van <https://grensparkkalmthoutseheide.com/rapporten-en-studies/>.

Van Swaay, C.A.M. (2019). Basisrapport Rode Lijst Dagvlinders 2019 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. Rapport VS2019.001, De Vlinderstichting. Wageningen.

Van Swaay, C.A.M. en Poot, M. (2021). De heivlinder houdt niet van stikstof. *Vlinders*, 3, 8-9.

Van Turnhout, B. (2022). *Monitoring van de heivlinder in Grenspark Kalmthoutse Heide*. Grenspark Kalmthoutse Heide. Geraadpleegd van <https://grensparkkalmthoutseheide.com/rapporten-en-studies/>.

Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis* (2nd ed.). Springer.

7 Appendix

7.1 Bijkomende figuren en tabellen

Tabel A1. Overzicht van de transecttellingen. Voor elk transect zijn de datum waarop geteld werd, alsook het begin- en einduur weergegeven. "Aantal" betreft het aantal waarnemingen per soort per transecttelling. Dit komt niet noodzakelijk overeen met het aantal aanwezige individuen, omdat dat niet kan worden uitgesloten dat bepaalde individuen meermaals geteld werden.

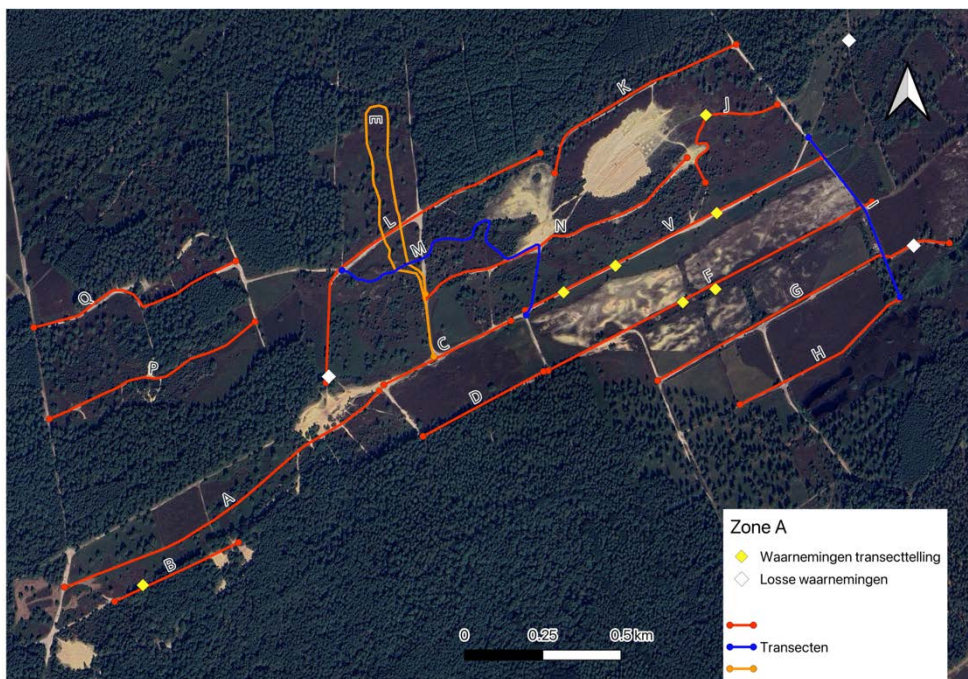
Transect	Datum	Tijd		Soort		Aantal
		Start	Stop	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	
A	09/08/2025	14:00	14:19	/	/	/
	17/08/2025	14:39	14:54	/	/	/
	26/08/2025	14:21	14:37	Kleine vuurvinder	<i>Lycaena phlaeas</i>	1
B	09/08/2025	14:25	14:33	Heivlinder	<i>Hipparchia semele</i>	1
	17/08/2025	15:24	15:29	/	/	/
	26/08/2025	14:40	14:43	Citroenvlinder	<i>Gonepteryx rhamni</i>	1
C	07/08/2025	15:12	15:18	/	/	/
	17/08/2025	14:28	14:34	/	/	/
	26/08/2025	14:15	14:20	/	/	/
D	07/08/2025	13:15	13:23	Boomblauwtje	<i>Celastrina argiolus</i>	1
	17/08/2025	15:40	15:45	/	/	/
	26/08/2025	14:57	15:02	/	/	/
E	07/08/2025	15:21	15:43	/	/	/
	25/08/2025	12:34	12:55	Dagpauwoog	<i>Aglais io</i>	1
	30/08/2025	15:17	15:32	/	/	/
F	07/08/2025	13:34	13:56	Boomblauwtje	<i>Celastrina argiolus</i>	1
	17/08/2025	15:45	16:09	Heivlinder	<i>Hipparchia semele</i>	2
	26/08/2025	15:04	15:25	Hooibeestje	<i>Coenonympha pamphilus</i>	1
G	07/08/2025	12:51	13:06	Oranje zandoogje	<i>Pyronia tithonus</i>	1
	17/08/2025	13:25	13:40	/	/	/
	26/08/2025	12:59	13:19	/	/	/
H	07/08/2025	12:29	12:39	Boomblauwtje	<i>Celastrina argiolus</i>	1
	17/08/2025	13:10	13:21	/	/	/
	26/08/2025	12:37	12:53	Hooibeestje	<i>Coenonympha pamphilus</i>	1
I	07/08/2025	13:59	14:06	/	/	/
	17/08/2025	13:46	13:54	/	/	/
	26/08/2025	12:27	12:37	/	/	/
J	07/08/2025	14:40	14:48	/	/	/
	25/08/2025	12:10	12:18	/	/	/
	30/08/2025	15:56	16:04	Dagpauwoog	<i>Aglais io</i>	1
K	09/08/2025	13:35	13:45	Heivlinder	<i>Hipparchia semele</i>	1
	25/08/2025	15:31	15:41	Hooibeestje	<i>Coenonympha pamphilus</i>	1
	30/08/2025	15:48	15:54	/	/	/
L	09/08/2025	10:33	10:57	Oranje luzernevlinder	<i>Colias crocea</i>	1
	25/08/2025	15:05	15:22	/	/	/
	30/08/2025	15:36	15:47	/	/	/
M	09/08/2025	15:12	15:29	/	/	/
	25/08/2025	14:10	14:29	Hooibeestje	<i>Coenonympha pamphilus</i>	1
	30/08/2025	16:20	16:31	/	/	/
N	07/08/2025	15:45	15:58	/	/	/
	25/08/2025	12:19	12:34	/	/	/
	30/08/2025	16:06	16:17	Klein geaderd witje	<i>Pieris napi</i>	1

Tabel A1. Vervolg

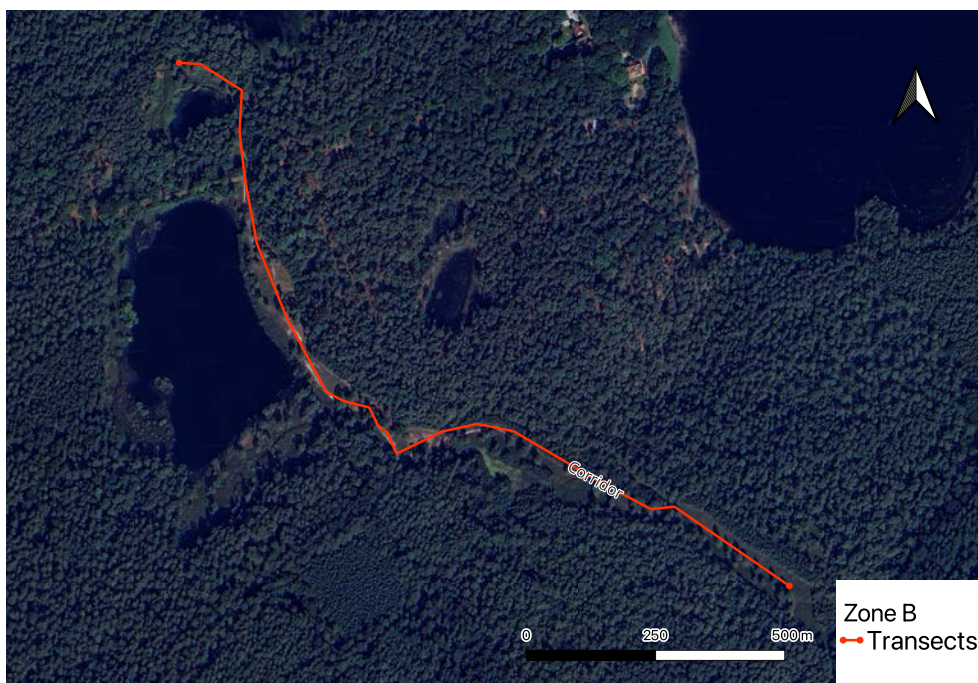
Transect	Datum	Tijd		Soort		Aantal
		Start	Stop	Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	
P	09/08/2025	11:02	11:16	Distelvlinder	<i>Vanessa cardui</i>	1
	25/08/2025	13:49	14:04	Oranje zandoogje	<i>Pyronia tithonus</i>	1
Q	09/08/2025	12:02	12:11	Dagvlinder onbekend	<i>Rhopalocera indet.</i>	/
	25/08/2025	13:37	13:46	/	/	/
V	07/08/2025	14:51	15:07	Heivlinder	<i>Hipparchia semele</i>	2
	17/08/2025	14:08	14:26	/	/	/
	26/08/2025	13:59	14:14	Heivlinder	<i>Hipparchia semele</i>	1
				Hooibeestje	<i>Coenonympha pamphilus</i>	1
R	10/08/2025	10:45	11:06	/	/	/
	24/08/2025	11:58	12:18	/	/	/
	27/08/2025	15:03	15:16	Dagvlinder onbekend	<i>Rhopalocera indet.</i>	1
S	10/08/2025	14:25	14:40	Atalanta	<i>Vanessa atalanta</i>	1
				Klein koolwitje	<i>Pieris rapae</i>	1
	24/08/2025	10:38	11:03	Atalanta	<i>Vanessa atalanta</i>	5
	27/08/2025	16:19	16:27	Atalanta	<i>Vanessa atalanta</i>	3
				Bont zandoogje	<i>Pararge aegeria</i>	1
T	09/08/2025	11:34	11:43	/	/	/
	24/08/2025	14:01	14:07	/	/	/
U	09/08/2025	11:45	11:58	Hooibeestje	<i>Coenonympha pamphilus</i>	1
	24/08/2025	14:08	14:14	/	/	/
Corridor	10/08/2025	11:42	12:13	Boomblauwtje	<i>Celastrina argiolus</i>	3
				Klein geaderd witje	<i>Pieris napi</i>	1
	24/08/2025	12:59	13:25	Atalanta	<i>Vanessa atalanta</i>	4
				Groot koolwitje	<i>Pieris brassicae</i>	1
				Kleine vuurvinder	<i>Lycaena phlaeas</i>	1
	27/08/2025	15:33	15:48	Atalanta	<i>Vanessa atalanta</i>	2
				Boomblauwtje	<i>Celastrina argiolus</i>	1

Tabel A1. Lijst van soorten dagvlinders die tijdens de transecttellingen werden waargenomen. De soorten werden geordend op familie. Het "aantal individuen" is de som van het aantal individuen dat tijdens elke waarneming gezien werd. Dit komt niet noodzakelijk overeen met het werkelijk aantal geobserveerde, afzonderlijke individuen. Het valt namelijk niet uit te sluiten dat eenzelfde indivu meermaals werd waargenomen. Losse waarnemingen van heivlinder werden niet in rekening gebracht. In de laatste kolom wordt voor elke soort aangegeven op hoeveel verschillende transecten deze werd waargenomen.

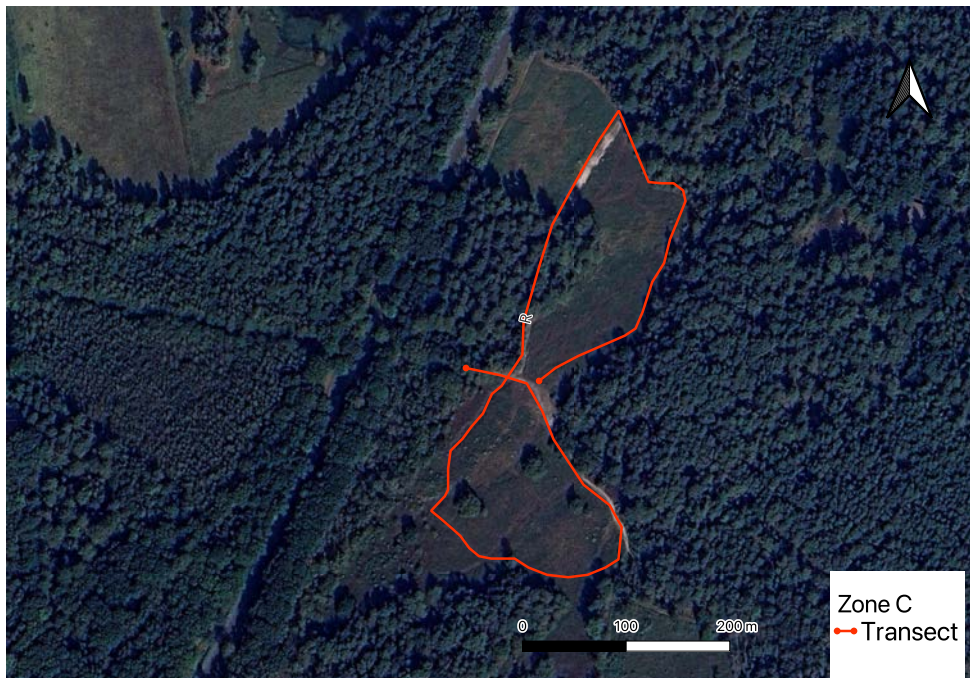
Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Familie	Aantal individuen	Aantal transecten
Kleine vuurvinder	<i>Lycaena phlaeas</i>	Lycaenidae	3	3
Boomblauwtje	<i>Celastrina argiolus</i>	Lycaenidae	7	4
Atalanta	<i>Vanessa atalanta</i>	Nymphalidae	15	2
Distelvlinder	<i>Vanessa cardui</i>	Nymphalidae	1	1
Dagpauwoog	<i>Aglais io</i>	Nymphalidae	2	2
Oranje zandoogje	<i>Pyronia tithonus</i>	Nymphalidae	2	2
Bont zandoogje	<i>Pararge aegeria</i>	Nymphalidae	1	1
Heivlinder	<i>Hipparchia semele</i>	Nymphalidae	7	4
Hooibeestje	<i>Coenonympha pamphilus</i>	Nymphalidae	6	6
Groot koolwitje	<i>Pieris brassicae</i>	Pieridae	1	1
Klein koolwitje	<i>Pieris rapae</i>	Pieridae	1	1
Klein geaderd witje	<i>Pieris napi</i>	Pieridae	2	2
Oranje luzernevlinder	<i>Colias crocea</i>	Pieridae	1	1
Citroenvlinder	<i>Gonepteryx rhamni</i>	Pieridae	1	1
Dagvlinder onbekend	<i>Rhopalocera indet.</i>	/	2	2
Totaal		14		52



Figuur A1. Kaart van de transecten in zone A. De transecten zijn aangeduid met dezelfde letters die in Tabel 1 en Tabel 2 gebruikt werden. Het gebruik van verschillende kleuren dient puur ter verduidelijking en heeft geen betekenis. De waarnemingen van heivlinder tijdens de stage zijn aangeduid met ruitjes. In de andere zones werden geen heivlinders waargenomen.



Figuur A2. Kaart van het transect in zone B (de zogenaamde corridor).



Figuur A3. Kaart van het transect in zone C.



Figuur A4. Kaart van het transect in zone D.



Figuur A5. Kaart van de transecten in zone E

Tabel A3. Overzicht van de stageactiviteiten.

Dag	Datum	Activiteit	Start	Einde
1	29/07/2025	Zelfstandig terreinbezoek m.b.t. ligging transecten	13:00	17:00
2	07/08/2025	Transecttellingen	12:29	15:58
3	09/08/2025	Transecttellingen	10:33	15:29
4	10/08/2025	Transecttellingen	10:45	14:40
5	17/08/2025	Transecttellingen	13:10	16:09
6	24/08/2025	Transecttellingen	10:38	14:14
7	25/08/2025	Transecttellingen	12:10	15:41
8	26/08/2025	Transecttellingen	12:27	15:25
9	27/08/2025	Dronevlucht + transecttellingen	15:03	16:27
10	30/08/2025	Transecttellingen	15:17	16:31
11	03/09/2025	Verslag schrijven op kantoor Grenspark: structureren data & literatuurstudie	08:15	16:30
12	11/09/2025	Verslag schrijven op kantoor Grenspark: literatuurstudie & inleiding	09:00	16:30
13	13/09/2025	Verslag schrijven thuis: inleiding en materiaal & methoden	09:00	15:00
14	19/09/2025	Verslag schrijven op kantoor Grenspark: materiaal & methoden, resultaten	09:00	16:30
15	10/10/2025	Poging analyse dronebeelden met AI-tool	12:00	20:00
16	24/02/2026	Analyse dronebeelden QGIS: zand digitaliseren	12:00	20:00
17	25/02/2026	Analyse dronebeelden QGIS: zand digitaliseren	12:00	20:00
18	25/03/2026	Analyse dronebeelden QGIS: statistiek	12:00	20:00
19	04/04/2026	Stageverslag afronden en vertalen	09:00	20:00
20	05/04/2026	Stageverslag afronden en vertalen	09:00	20:00

Report: first meeting with internship supervisor (09/05/2025, Essen)

Internship topic: monitoring of grayling (*Hipparchia semele*)

External organisation: Grenspark Kalmthoutse heide

Internship supervisor at external organisation: Rudi Delvaux

We began by discussing the context of the internship. Monitoring of grayling was first implemented as an internship topic in 2020. Since then, monitoring has been conducted annually by students at the University of Antwerp. This is considered important by the Grenspark organization because the population of interest (in the Dutch part of the nature reserve) is not monitored by volunteers, unlike the Belgian population. Additionally, the species shows a steady decline in Flanders and also within the Grenspark.

In previous years, monitoring was done through counts on several fixed transects. This involved following a standardized counting protocol as described by Maes et al. (2019)¹. All butterfly species are counted, not only grayling. In addition, loose observations of grayling are collected outside the transects to get an idea of the distribution of grayling in the area. From the results of the transect counts, an index is calculated (observations per hour) that allows comparison of results by year. To make results comparable to previous years, I will follow the exact same protocol on the same transect counts. Rudi went over the monitoring locations and alerted me of some points of attention (such as the presence of reptile plates for smooth snake).

Additionally, we think it would be interesting to add an additional research question/aspect to the transect counts. In previous internships, observations of grayling have already been correlated to the cover of heather and Natura 2000 habitat type. After some discussion, we arrived at three aspects that could be additionally investigated:

- Last year, measurements of temperature and humidity were made on a small spatial scale to get a more detailed picture of habitat preference of grayling in the reserve. I could continue these measurements with the advantage of working with a relatively large data set collected over two internships
- It is suspected that on windy days, grayling stays close to forest edges. Perhaps it could be investigated whether there is a correlation between the location of grayling and wind speed. However, we suspect that it is practically very difficult to find butterflies on tree trunks, for example (the species is well camouflaged)
- The invasion of inland shifting dunes by the moss *Campylopus introflexus* more or less parallels the decline of grayling. Adult butterflies are known to sit on open sand. It might be interesting to investigate whether the butterflies avoid zones with lots of *Campylopus introflexus* by linking estimates of cover percentage by *Campylopus introflexus* to the presence/absence of grayling.

The internship will take 20 days, of which at least 10 days are intended for fieldwork. The internship period will be in August/September and will start depending on the flowering of heather. The remaining days consist of site visit with forester, writing a report at the Grenspark offices and participating in meetings.

Handtekening stagebegeleider UA:



Erik Matthysen, 21/5/25