



Monitoring van milieuaaltjes in het NMVB

Gerard Korthals, Pella Brinkman, Viola Kurm, Bram Wendel en Bastiaan Rooduijn



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Monitoring van milieuaaltjes in het NMVB

Gerard Korthals¹, Pella Brinkman², Viola Kurm¹, Bram Wendel³ en Bastiaan Rooduijn³

1 Wageningen University & Research, Wageningen Plant Research, Biointeracties en Plantgezondheid

2 Wageningen University & Research, Wageningen Plant Research, Open teelten

3 Nationaal Monitoringsprogramma Voedselbossen (NMVB)

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, juni 2023

Rapport WPR-1241

Korthals, Gerard, Pella Brinkman, Viola Kurm, Bram Wendel, Bastiaan Rooduijn, 2023. *Monitoring van milieuaaltjes in het NMVB*. Wageningen Research, Rapport WPR-1241. 44 blz.; 42 fig.; 1 tab.; 9 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/631598>

Trefwoorden: voedselbos, nematoden, referentiebossen, akkerbouw

© 2023 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Biointeracties en Plantgezondheid, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit



Rijkswaterstaat

Deelnemende partijen: LNV & Rijkswaterstaat

Rapport WPR-1241

Foto omslag: Bram Wendel

Inhoud

Samenvatting	5
Afkortingen	7
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Achtergrond van het NMVB	9
1.3 Nematoden	10
1.4 Doelstelling project	11
2 Opzet en uitvoering	12
2.1 Grondmonsternamen	12
2.2 Nematodenbepaling	12
2.3 Verwerking resultaten	12
3 Resultaten	13
3.1 Totaal aantal, biomassa en dauerlarven	13
3.2 Aantal niet-plantenetters (Niet-Plantetende-Nematoden: NPN)	14
3.3 Aantal herbivoren (Plant-Parasitaire-Nematoden, PPN)	15
3.4 Indexen	16
3.5 Nematoden in CP-klassen	18
3.6 Nematoden in PP-klassen	18
3.7 Vergelijking tussen bodemtypes	18
3.8 Vergelijking voormalig landgebruik	19
3.9 Vergelijking archetype	21
3.10 Vergelijking ouderdom VB	22
3.11 Vergelijking Voedselbos-Referentiebos	23
3.12 Vergelijking Voedselbos data 2021 met die van andere referenties: conventionele en biologische akkerbouw op zand, grasland op zand en bos op zand (uit BDGZ)	23
3.13 Vergelijking Voedselbossen data 2019 vs. data 2021	24
4 Discussie	26
5 Conclusies	27
6 Toekomstig onderzoek	28
7 Dankwoord	29
Literatuur	30
Bijlages	31

Samenvatting

In het najaar van 2019 en van 2021 zijn grondmonsters verzameld van respectievelijk 18 (2019) en 33 (2021) verschillende voedselbossen (VB) die aangesloten zijn bij het Nationaal Monitoringsprogramma Voedselbossen (NMVB). Van deze grondmonsters is de samenstelling van de aaltjesgemeenschap bepaald. Aaltjes of nematoden komen op verschillende niveaus in het bodemvoedselweb voor, hebben verschillen in levenswijze en eetpatroon en kunnen verschillen in de mate en snelheid waarin ze reageren op veranderingen in hun voedselaanbod of bijvoorbeeld bodem verstoring. Daarmee kunnen ze o.a. bodemtype, (voormalig) landgebruik en veranderingen in de bodemkwaliteit weerspiegelen. In dit rapport worden met name de aaltjesdata van 2021 van alle VB onderling met bestaande informatie vergeleken, en een vergelijking gemaakt met 6 referentielocaties (bos) en aaltjes-informatie afkomstig van akkerbouw, grasland en bos.

Dit zijn de belangrijkste resultaten en aanbevelingen:

Zoals verwacht hebben grondsoort en voormalig landgebruik de grootste invloed op de aaltjesgemeenschappen. Minder verschillen zijn te zien tussen oudheid van het VB en het archetype, wat vooral te verklaren is door het kleine aantal oudere VB en de grote variatie binnen de andere categorie. Desondanks konden al wel duidelijke verschillen worden gezien tussen aaltjesgemeenschappen uit VB en die uit akkerbouw op zand, waarbij de aaltjesgemeenschappen van de VB verschuiven naar een stabielere, minder verstoord verrijkt systeem. Ook in vergelijking met 2019 lijkt er een trend te zijn dat de aaltjesgemeenschappen uit 2021 verschuiven naar stabielere en minder verstoorde gemeenschappen. Belangrijk is om ook in de volgende jaren dezelfde en zoveel mogelijk aanvullende VB en referentiebossen te blijven meten, om ondanks de hoge variatie uitspraken te kunnen doen over verschillen in bodemkwaliteit tussen jaren, locaties en hun huidige landgebruik.

Afkortingen

BDGZ	Bodemgezondheidproef in Vredepeel
BI	Basal Index
CI	Channel index
CP-schaal	Colonizer-Persister schaal
EI:	Enrichment Index
MI	Maturity Index
MI2-5	Maturity Index 2-5
NMVB	Nationaal Monitoringsprogramma Voedselbossen
NPN	Niet Plant-parasitaire Nematoden
PPI	Plant-Parasitic Index
PPN	Plant-Parasitaire Nematoden
SI	Structure Index
VB	Voedselbos

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Een **voedselbos (VB)** is een door mensen ontworpen productief ecosysteem naar het voorbeeld van een natuurlijk bos, met een hoge diversiteit aan meerjarige en/of houtige soorten (Greendeal Voedselbossen, 2019). Een voedselbos laat zich kenmerken door de hoge diversiteit aan inheemse en uitheemse planten. Het voedselbos levert naast voedsel nog veel andere belangrijke diensten, die we ook wel ecosysteemdiensten noemen. Zo zou een voedselbos vergeleken met klassieke landbouw beter water kunnen vasthouden, beter bestand zijn tegen extremere weersomstandigheden, meer koolstof kunnen opslaan en goed zijn voor boven- en ondergrondse biodiversiteit. Om hier een beter beeld van te krijgen en meer te weten te komen over de mogelijkheden van voedselbossen in vele maatschappelijke uitdagingen, is gedegen en gestandaardiseerde monitoring cruciaal. Vanwege het toenemende belang van gedegen monitoring van voedselbossen, is in 2019 het NMVB opgericht vanuit de Green Deal Voedselbossen. In het NMVB worden milieuparameters zoals bodemgezondheid, biodiversiteit en koolstofopslag in verschillende VB verspreid over Nederland verzameld. Deze data worden aangevuld met diverse sociale en economische parameters. De wetenschappelijke methodes die gebruikt worden zijn gestandaardiseerd, om de data goed te kunnen vergelijken. In 2019 en 2021 zijn ook grondmonsters verzameld om de aaltjesgemeenschappen te onderzoeken. In dit rapport wordt hier verslag van gedaan.

1.2 Achtergrond van het NMVB

Sinds 2019 voert het **Nationaal Monitoringsprogramma Voedselbossen (NMVB)** een intensief monitoringsprogramma uit bij de bij hen aangesloten voedselbossen door heel Nederland (VB). Inmiddels gaat het om 33 VB waarin ecologische, economische en sociale indicatoren gemeten worden. In het najaar van 2019 (n=18) en het najaar van 2021 (n=33) zijn bij deze voedselbossen grondmonsters verzameld (Tabel 1.1), waaruit aaltjes (nematoden) zijn opgespoeld, geteld en op naam gebracht. Dit rapport richt zich voornamelijk op de analyses van deze data afkomstig uit 2021. Dit is de set met de meeste deelnemers. De transitie van de VB is al wat langer gaande, en daarnaast waren er voor deze dataset bij 6 VB ook referentielocaties (Bos) bemonsterd. De aaltjes data worden in breder verband vergeleken met ander onderzoek binnen de landbouw en er wordt afgesloten met discussie, conclusies en mogelijkheden voor toekomstig onderzoek.

Tabel 1.1 *Lijst of voedselbossen bemonsterd in het najaar van 2021 met bodemtype, landgebruik, archetype, oudheid en oppervlakte; ook is aangegeven welke VB al in 2019 zijn bemonsterd.*

Code	Bodemtype	Landgebruik	Archetype	Oudheid (jaar)	Oppervlakte (m ²)	Bemonsterd in 2019
A	Leem	Bos	Recreatie	5	15000	ja
B	Klei	Weiland	Recreatie	6	62500	ja
C	Leem	Weiland	Experimenteel	7	6000	ja
D	Klei	Bos	Experimenteel	5	20000	ja
E	Zand	Bos	Collectieve productie	4	10000	ja
F	Zand	Akker	Experimenteel	3	30000	ja
G	Klei	Akker	Recreatie	5	300000	ja
H	Zand	Akker	Collectieve productie	6	8000	ja
I	Zand	Akker	Private productie	4	40000	ja
J	Leem	Akker	Private productie	4	160000	ja
K	Leem	Akker	Experimenteel	14	23000	ja
L	Zand	Akker	Private productie	4	13000	ja
M	Zand	Akker	Experimenteel	24	4635	ja

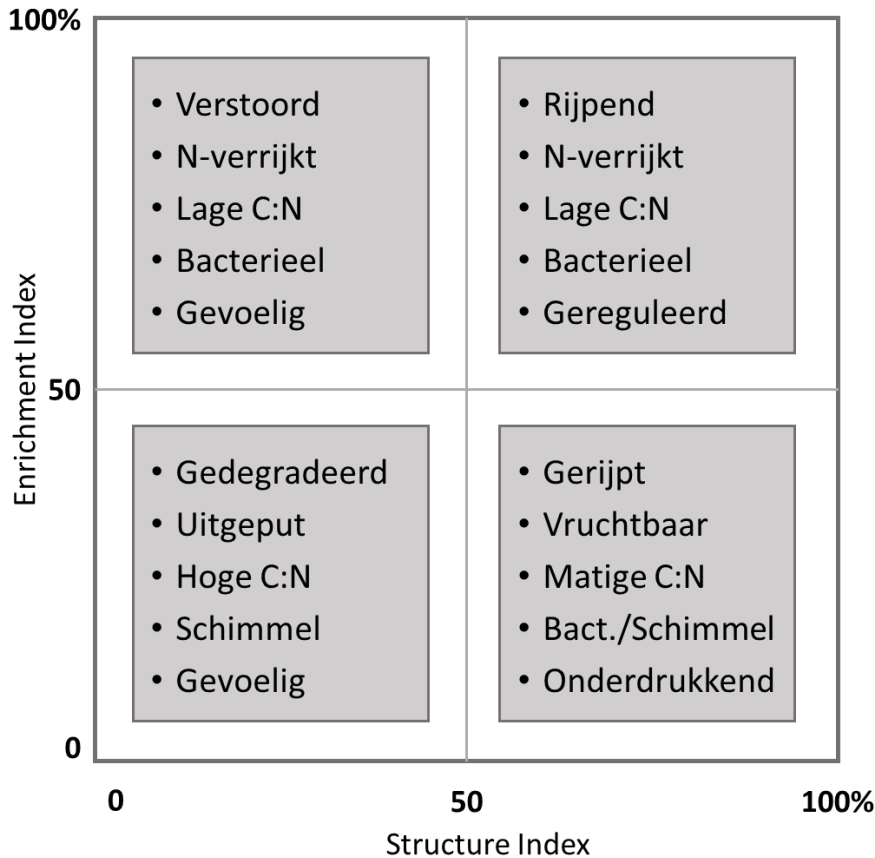
Code	Bodemtype	Landgebruik	Archetype	Oudheid (jaar)	Oppervlakte (m ²)	Bemonsterd in 2019
N	Leem	Bos	Recreatie	8	9000	ja
O	Klei	Weiland	Private productie	5	12000	ja
P	Leem	Bos	Experimenteel	4	11000	ja
Q	Leem	Akker	Experimenteel	6	13000	ja
R	Leem	Bos	Experimenteel	7	12000	ja
S	Zand	Akker	Collectieve productie	3	18120	nee
T	Zand	Akker	Private productie	4	19000	nee
U	Klei	Weiland	Collectieve productie	7	50000	nee
V	Zand	Weiland	Private productie	3	10000	nee
W	Zand	Akker	Private productie	4	30000	nee
X	Zand	Bos	Private productie	3	6000	nee
Y	Zand	Akker	Recreatie	3	6000	nee
Z	Zand	Akker	Private productie	2	10000	nee
AA	Zand	Akker	Experimenteel	3	22000	nee
AB	Zand	Akker	Private productie	3	50000	nee
AC	Zand	Weiland	Experimenteel	29	22000	nee
AD	Klei	Weiland	Private productie	2	40000	nee
AE	Klei	Akker	Private productie	3	45320	nee
AF	Zand	Weiland	Private productie	3	50000	nee
AG	Klei	Weiland	Collectieve productie	1	20000	nee

1.3 Nematoden

Nematoden of aaltjes zijn microscopisch kleine rondwormen die in de grond leven. In een bodemmonster van 100 gram komen al gauw 40-100 verschillende soorten nematoden (aaltjes) voor, met naast

Plant-Parasitaire Nematoden (PPN) ook veel **Niet Plant-parasitaire Nematoden (NPN)**. Aaltjes zijn belangrijke grazers van bacteriën, schimmels en plantenwortels en dragen daarmee bij aan de mineralisatie van organisch materiaal. Er zijn ook predatoren (roofaaltjes), die van protozoën en andere aaltjes leven. Doordat ze zo talrijk en divers zijn, worden ze al lang gebruikt als indicator voor de vruchtbaarheid en mate van verstoring in de bodem. Naast verschillen in voedselbronnen variëren de aaltjes in levensstrategie, op basis waarvan ze worden ingedeeld op een **Colonizer-Persister schaal (CP-schaal)** die van 1 tot 5 loopt (Bongers, 1990). Aaltjes met een korte levenscyclus, die veel nakomelingen produceren en snel kunnen reageren op veranderingen in voedselaanbod bijvoorbeeld door bemesting of toevoer van organisch materiaal, hebben een lage CP-waarde. Aaltjes met een langere levenscyclus, die weinig nakomelingen produceren en vaak gevoeliger zijn voor zowel chemische als fysische verstoringen hebben een hogere CP-waarde. De aantallen aaltjes en verhoudingen tussen de verschillende groepen geven een indruk van het bodemvoedselweb (Du Preez, et al., 2018, Ferris, et al., 2001). Verschuivingen tussen CP-groepen kunnen worden weergegeven met indexen, zoals de **Maturity Index (MI)** (Bongers (1990)). De MI geeft een gewogen gemiddelde van de CP-waarde en is gebaseerd op alle aaltjesgroepen, met uitzondering van de plantenparasieten. De **Maturity Index 2-5 (MI2-5)** wordt op dezelfde manier berekend als de MI, maar laat de groepen met een CP-waarde van 1 buiten beschouwing (Bongers and Korthals, 1994). De Plant Parasitic Index (**PPI**) is gebaseerd op dezelfde classificatie in CP-waarden als de MI, maar is juist alleen gebaseerd op de plantenparasieten (Bongers and Korthals, 1994). De schaal van de MI en PPI loopt van 1 tot 5 en die van MI2-5 van 2 tot 5. Andere indexen belichten het belang van verschillende groepen (Ferris, et al., 2001). De **Basal Index (BI)** is een indicatie voor de mate van voorkomen van aaltjes met een hoge stresstolerantie (CP-waarde 2). De **Enrichment Index (EI)** is een maat voor de aanwezigheid van bacterie- en schimmeleters die snel reageren op een toename in voedselaanbod. Een hoge EI geeft aan dat het voedselaanbod voor de aaltjes hoog is. De **Channel Index (CI)** specificeert het aandeel van de schimmeletende aaltjes binnen de groep die snel reageert op voedselaanbod. Bij hogere waarden zijn de schimmeletende aaltjes in deze groep dominant, bij lagere waarden de bacterie-etende aaltjes. De **Structure Index (SI)** is een maat voor de complexiteit, structuur en interacties tussen aaltjes in de grond. Lagere waarden geven aan dat het voedselweb basaal is met voornamelijk bacterie- en schimmeleters met lage CP-waarden. Hogere waarden van de SI daarentegen zijn een indicatie voor een complexer voedselweb, waarin ook groepen voorkomen die gebruik maken van andere voedselbronnen (zoals predatoren en

omnivoren) en met hogere CP-waarden. Dit zijn nematoden die gevoeliger zijn voor verstoring. De schaal van de BI, EI, CI en SI loopt van nul tot honderd. De resultaten van EI en SI worden vaak samen gepresenteerd in een voedselwebanalysesdiagram (Figuur 1). Daarin worden vier kwadranten onderscheiden. Waarnemingen uit akkerland komen vaak in het bovendee van het diagram terecht (voedselrijk), waarnemingen uit grasland en bos aan de rechterkant en waarnemingen uit verontreinigde gebieden linksonder.



Figuur 1 Voorbeeld EI-SI quadrant en de interpretatie van de kwadranten in het voedselwebanalysesdiagram (letterlijk vertaald uit Ferris et al., 2001).

1.4 Doelstelling project

Doelstelling van het project is om het meten van aaltjesgemeenschappen, een internationaal erkende methode om voor landbouwgronden de bodemkwaliteit te beoordelen, ook in te zetten voor het meten van (veranderingen in) de bodemkwaliteit van VB. De belangrijkste vragen zijn of aaltjes een afspiegeling vormen van aspecten zoals het type VB, de grondsoort, het voormalig landgebruik, het archetype en de ouderdom van het VB. Wanneer deze data op een regelmatige basis, bijvoorbeeld om het jaar, worden verzameld kan de successie van de aaltjesgemeenschappen als gevolg van de transitie naar een VB goed gedocumenteerd worden. Door de aaltjesdata te vergelijken met alle andere data vanuit het NMVB (informatie over het VB, de bovengrondse biodiversiteit, voedselproductie etc.) kunnen uitspraken gedaan worden over de bodemkwaliteit onder VB. Een tweede doel hierbij is om de aaltjes- en andere data vanuit VB te vergelijken met referentie-locaties met een ander landgebruik, zoals akkerbouw, grasland en bos. Hiermee kunnen we kennis opbouwen m.b.t. de hypothesen dat VB goed passen in een duurzame kringlooplandbouw, die geen chemische input of bemesting nodig heeft, wel productief is en een meerwaarde kan leveren voor de bodemkwaliteit, de biodiversiteit, koolstofopslag en de algemene kwaliteit van onze leefomgeving.

2 Opzet en uitvoering

In 2019 zijn 18 voedselbossen bemonsterd en in 2021 zijn 33 voedselbossen bemonsterd. Ook zijn in 2021 6 referentiebossen bemonsterd.

2.1 Grondmonsternamen

In maart 2019 en 2021 zijn grondmonsters gestoken om het effect van de maatregelen en teeltsystemen op milieuaaltjes te bepalen. In 15 tot 30 punten per VB is de bovenste 25 cm van de bouwvoor bemonsterd. Verspreid over het netto veldje is met een 13 mm gutsboor circa 1.5 L grond verzameld. Deze grondmonsters zijn gekoeld (5°C) bewaard en naar het WUR laboratorium in Lelystad gebracht.

2.2 Nematodenbepaling

Voor het bepalen van het vochtgehalte en de aaltjessamenstelling is elk grondmonster voorzichtig gemengd, waarna er twee submonsters zijn genomen. Het eerste submonster is gebruikt voor de bepaling van het vochtgehalte, waarvoor ca. 100 mL verse grond is afgewogen. Dit is gedurende 40-48 uur bij 105°C gedroogd en daarna opnieuw gewogen. Het vochtgehalte van de grond is berekend als $((\text{gewicht vochtige grond}) - (\text{gewicht droge grond})) / (\text{gewicht droge grond})$. Een tweede submonster van 100 mL (120 gram) verse grond werd gebruikt voor het bepalen van de samenstelling van de aaltjesgemeenschap. Dit submonster is over een 180 µm zeef gespoeld om organisch materiaal (> 180 µm) te verwijderen en zo een schonere suspensie voor het tellen van de aaltjes te verkrijgen. De aaltjes in de opgevangen suspensie (met deeltjes <180 µm) zijn vervolgens opgespoeld met een Oostenbrink trechter en opgevangen op drie gestapelde 45 µm zeven. Het materiaal dat is opgevangen op deze zeven, is drie dagen op een dubbel Tork filter geïncubeerd bij 20°C, waarna de nematoden zijn afgetapt in 100 mL water (spoelmonster). Het totale aantal nematoden in het spoelmonster is bepaald door uit de suspensie van 100 mL twee submonsters van 10 mL met behulp van een microscoop te tellen. Na het tellen van het totale aantal aaltjes werd de rest van het spoelmonster (80 mL) gefixeerd met TAF/Formaline om de milieuaaltjes te bewaren en onder de microscoop te kunnen determineren. TAF is een oplossing van 7,6 mL formaline (37% formaldehyde), 2,0 mL triethylamine en 90,4 mL gedestilleerd water (van Bezooijen and Ettema, 1996). Hiertoe werden de nematoden in de watersuspensie eerst overgebracht in glazen potjes van 25-30 mL, 24 uur te bezinken gezet waarna de bovenstaande vloeistof werd afgezogen tot 2 mL. Er werd 4 mL TAF van 90°C bij gepipetteerd en meteen daarna 4 mL TAF van 20°C. Bij een vergroting van 400-1000× werden willekeurig ca. 150 nematoden gedetermineerd tot op familie, geslacht of soort (Bongers, 1988). Dauerlarven, niet op naam te brengen ruststadia van aaltjes (vaak bacterie-etters, maar bijvoorbeeld ook van insectenparasieten) werden wel geteld, maar niet meegerekend in het aantal te determineren nematoden.

2.3 Verwerking resultaten

Het totaal aantal aaltjes in 100 mL grond werd omgerekend naar het aantal per 100 g droge grond. Vervolgens werd het aantal gedetermineerde aaltjes in de verschillende groepen omgerekend naar het aantal per 100 g droge grond. De tellingen van de aaltjesgemeenschappen werden geanalyseerd met Ninja (Sieriebriennikov, et al., 2014). Met het programma Ninja werd van elk monster de verdeling over de verschillende voedselgroepen, de verdeling over de verschillende CP-klassen, de biomassa en de indexen MI, MI2-5, BI, CI, EI en SI berekend. Dauerlarven werden weggelaten uit deze analyse, omdat ze geen deel uitmaken van de actieve nematodengemeenschap.

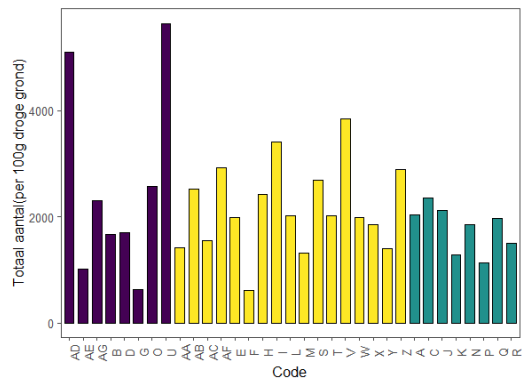
De gegevens werden verwerkt met R en RStudio (RStudio Team, 2021).

3 Resultaten

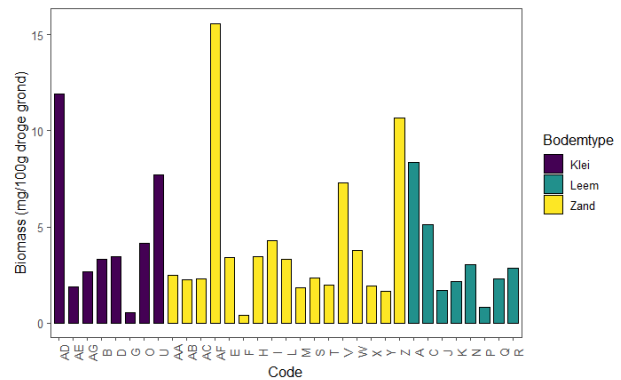
De aaltjesdata van alle voedselbossen zijn verwerkt en opgenomen in Bijlage 1. In Bijlage 1 worden per parameter de rekenkundige gemiddelden weergegeven van de voedselbossen op drie verschillende grondsoorten, namelijk Klei (n=8), Zand (n=17) en Leem (n=8). Binnen het Nationale Monitoringsprogramma Voedselbossen (NMVB) zitten op dit moment bijna tweemaal zoveel voedselbossen op zand dan op klei of leem. Met de data en verschillende modellen is beoordeeld of er significante verschillen bestaan tussen de grondsoorten. Wanneer de p-waarde onder de 0.05 komt, dan is er sprake van een significant verschil. In de tabellen (zie bijlage) worden significante p-waarden **VET** weergegeven. Elke parameter wordt hieronder opgenomen als figuur. In de figuren wordt steeds dezelfde volgorde aangehouden: Klei (Paars), Zand (Geel), Leem (Blauw). Binnen de bodemtypen zijn de voedselbossen gerangschikt met de codering op alfabetische volgorde. Na het bespreken van de aaltjesdata van alle voedselbossen bespreken we ook de parameters waarbij een significant verschil optrad als gevolg van de grondsoort (klei, leem, zand). Daarna worden de effecten van voormalig landgebruik (akker, bos, weiland), archetype (collectieve productie, experimenteel, private productie en recreatie) en ouderdom besproken (klasse 1 = ≤ 3 jaar, klasse 2 = 4-12 jaar en klasse 3 ≥ 13 jaar). Verder vergelijken we voor 6 voedselbossen de data ten opzichte van hun eigen referentiebos, en worden de data in breder verband vergeleken met ander onderzoek, namelijk aaltjes-informatie afkomstig van akkerbouw, grasland en bos. En als laatste wordt een vergelijking gemaakt tussen de aaltjesdata afkomstig uit de monsternamen in 2019 en die van 2021.

3.1 Totaal aantal, biomassa en dauerlarven

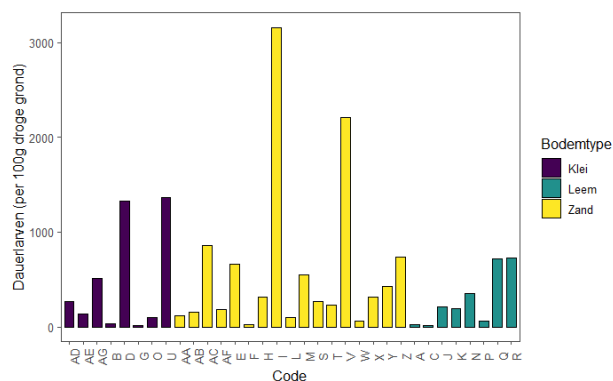
Het totaal aantal aaltjes (Figuur 2) lag op klei hoger (2579) dan op zand (2167) of leem (1784), en vertoonde met name binnen klei grote variatie tussen de Voedselbossen met bijvoorbeeld vrij hoge aantallen voor U en AD en erg lage aantallen voor G. Voor de biomassa (Figuur 3) werd qua gemiddelde eenzelfde trend gevonden, met de hoogste biomassa voor klei (4.45), gevolgd door zand (4.05) en leem (3.28). Binnen de bodemtypes is wel sprake van een grotere variatie, met o.a. zeer hoge biomassa voor AF en A. Dit duidt op verschillen in de soortensamenstelling van de aaltjesgemeenschappen tussen de VB. Het totaal aantal in rust verkerende dauerlarven (Figuur 4) liggen gemiddeld vrij hoog, met de hoogste gemiddelden voor zand (609), gevolgd door klei (468) en leem (287). Met name de zeer hoge waarden voor I en V op zand vallen extra op. Soms kan dit een gevolg zijn van de voorgeschiedenis, waarbij bijvoorbeeld veel bemesting heeft plaatsgevonden. Hiervan konden met name de bacterie-etende aaltjes met een korte generatietijd van profiteren, waardoor ze tijdelijk explosief konden toenemen. Het is aannemelijk dat bij de omvorming tot VB de externe hoge mestinput wegviel, waardoor ook de bacterie-bloei af is genomen, waardoor de bacterie-etende aaltjes deels ook in rust zijn gegaan en de zogenaamde dauerlarven hebben gevormd. Wanneer er voor deze voedselbossen in de toekomst meer aanvullende aaltjesdata beschikbaar komen, kunnen deze trends beter geanalyseerd worden. Daarnaast kunnen deze aaltjesdata ook m.b.v. statistiek gekoppeld worden aan andere data vanuit het NMVB, zoals bodemchemische parameters. Ook kan aanvullende informatie over de voorgeschiedenis, de aanleg, en andere kennis over de specifieke voedselbossen in een later stadium helpen bij de interpretatie van de resultaten.



Figuur 2 Totaal aantal aaltjes.



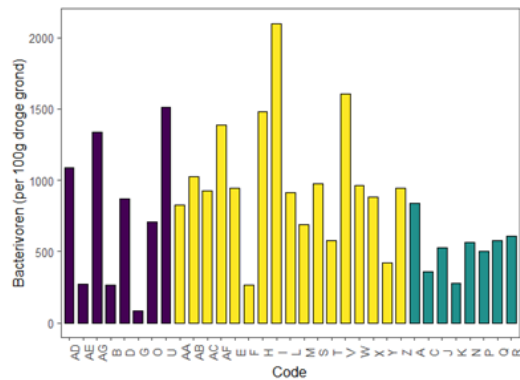
Figuur 3 Biomassa.



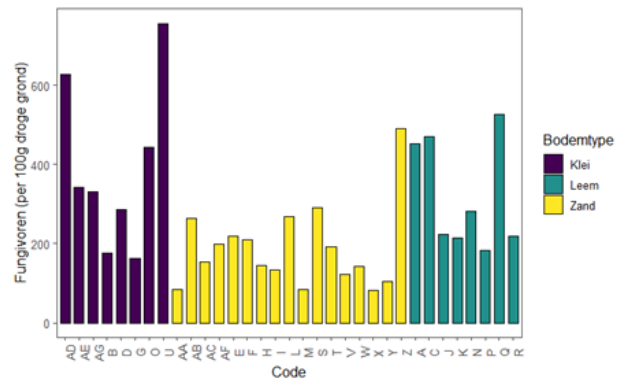
Figuur 4 Dauerlarven.

3.2 Aantal niet-planteneters (Niet-Plantetende-Nematoden: NPN)

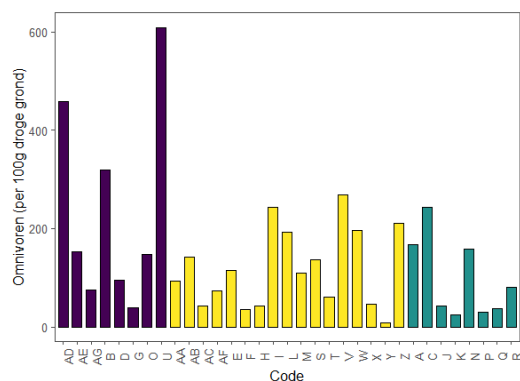
De niet-planten-etende aaltjes bestaan uit verschillende voedselgroepen. Het grootste aandeel wordt gevormd door de bacterie-etende aaltjes (bacterivoren, Figuur 5), gevolgd door schimmel-etende aaltjes (fungivoren, Figuur 6), alles-etende aaltjes (omnivoren, Figuur 7) en predatore aaltjes (predatoren, Figuur 8). De bacterivoren zijn het meest talrijk op zand (995), gevolgd door klei (767) en leem (532). De fungivoren zijn veel minder talrijk maar vertonen wel een andere trend, ze zijn het meest talrijk op klei (390) en leem (321) en veel minder talrijk op zand (187). Mogelijk dat hier de combinatie van de relatief jonge leeftijd van de meeste voedselbossen en de voorgeschiedenis van de locaties de resultaten heeft beïnvloed. De meeste VB op zand zijn waarschijnlijk gemiddeld genomen meer bemest en bewerkt geweest dan de VB op klei en leem. Dit zou mogelijk teruggevonden kunnen worden in de bemestingstoestand van de locaties. Voor de twee laatste voedselgroepen geldt dat ze in veel lagere aantallen aanwezig waren, met voor de omnivoren gemiddelden van 237 (klei), 119 (zand) en 98 (leem) en voor de nog minder talrijke predatoren 57 (zand), 56 (klei) en 35 (leem).



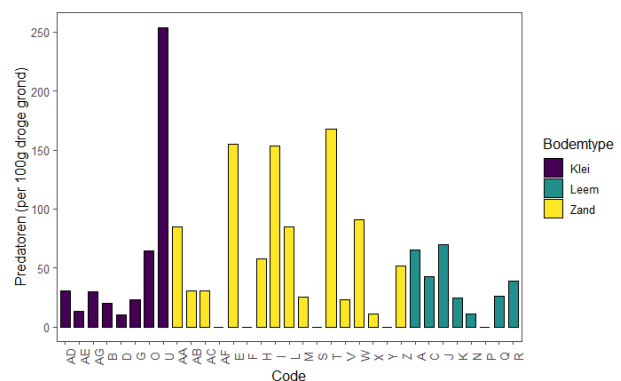
Figuur 5 Bacterivoren.



Figuur 6 Fungivoren.



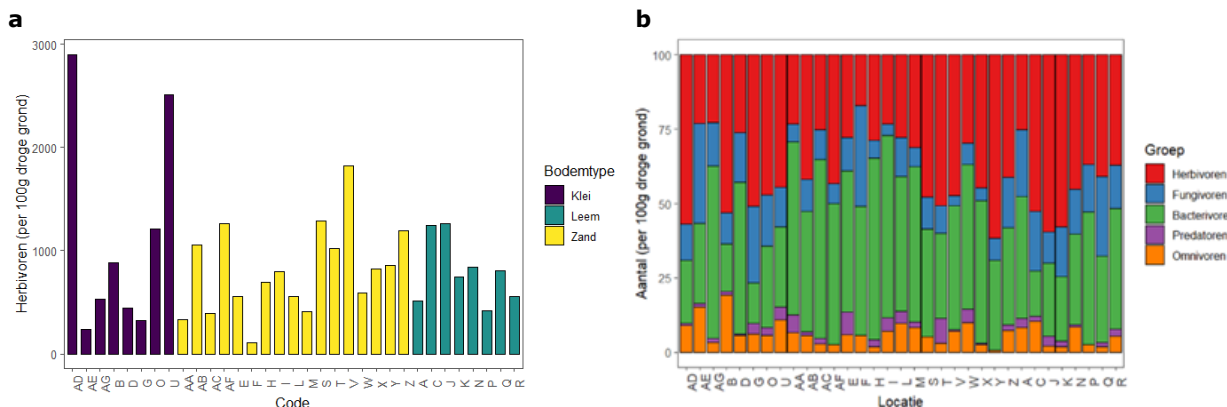
Figuur 7 Omnivoren.



Figuur 8 Predatoren.

3.3 Aantal herbivoren (Plant-Parasitaire-Nematoden, PPN)

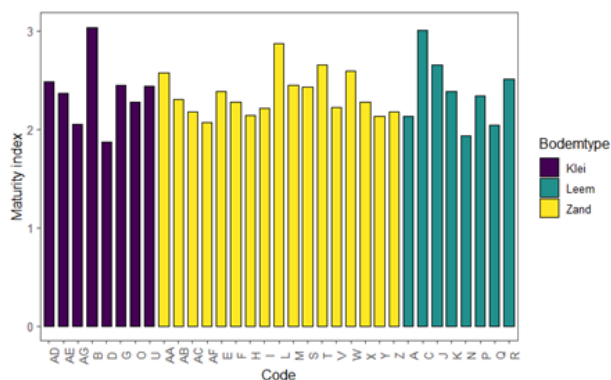
De laatste voedselgroep zijn de herbivoren of beter gezegd plantenetende aaltjes (PPN, Figuur 9a). Binnen de dataset van het NMVB vormen de herbivoren gemiddeld genomen de meest dominante voedselgroep, met een relatief hoog gemiddeld aantal op klei (1129), gevolgd door zand (809) en leem (798). Daarnaast is er grote variatie tussen de voedselbossen onderling, met name bij de kleilocaties. Hier valt direct op dat AD en U zeer hoge aantallen PPN hebben, en AE en F zeer laag. Binnen de PPN zijn de wortelhaarvoeders en de semi-endoparasitaire aaltjes veel talrijker dan op zand en leem, waarbij die laatste grondsoorten juist relatief veel ectoparasitaire aaltjes hebben (zie Bijlage 9 t/m Bijlage 14). Voor een indruk m.b.t. de relatieve verdeling over de verschillende voedselgroepen is Figuur 9b gemaakt. Hier is duidelijk te zien dat voor alle VB de herbivore aaltjes het meest dominant zijn, direct gevolgd door het aantal bacterie-etende aaltjes en dan de relatief kleinere voedselgroepen, namelijk schimmel-etend, omnivoor en predator.



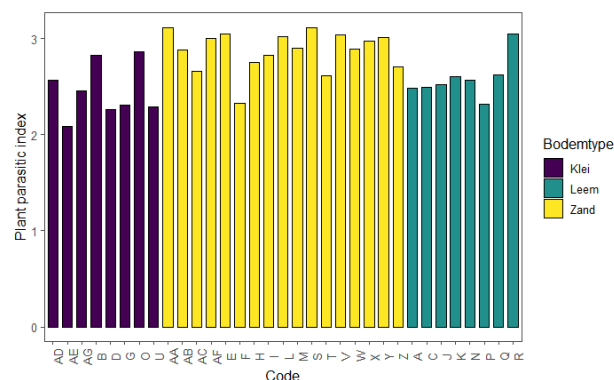
Figuur 9 a) Herbivoren, b) Relatieve verdeling aaltjesvoedselgroepen.

3.4 Indexen

De Maturity Index (MI, Figuur 10) heeft bij alle voedselbossen en grondsoorten relatief hoge waarden (2.36) in vergelijking met die van akkerbouw op zand, die meestal uitkomen onder de 2 (zie ook verderop het onderdeel 3.12: Vergelijking Voedselbos data 2021 met die van andere referenties: conventionele en biologische akkerbouw op zand, grasland op zand en bos op zand). Dit is een indicatie dat de aaltjesgemeenschappen bij voedselbossen minder verstoord en bemest worden, en een stabielere verdeling hebben tussen voedselgroepen en de verdeling tussen Colonizers-Persisters. Binnen de VB op de verschillende grondsoorten worden vrij kleine verschillen gevonden, met de meeste variatie voor de VB op klei en leem. Bij de Plant Parasitic Index (PPI, Figuur 11) valt op dat deze significant hoger ligt bij de VB op zand (2.87) dan die op leem (2.58) of klei (2.46). Dit lijkt tegenstrijdig met eerdere bevindingen, waar meestal naar voren kwam dat een trend van oplopende MI gepaard gaat met afnemende PPI waarden (Bongers and Korthals, 1994). Ook hier moeten aanvullende data en analyses in de toekomst meer duidelijkheid gaan verschaffen.



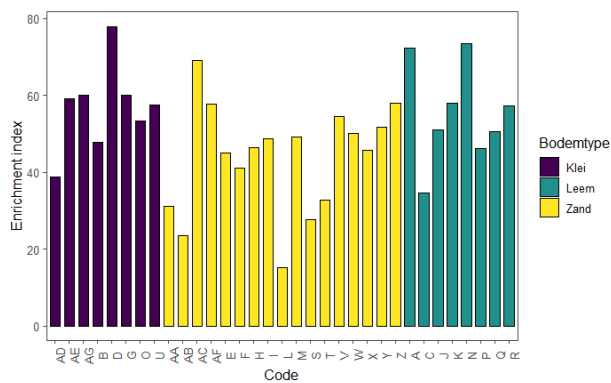
Figuur 10 Maturity Index.



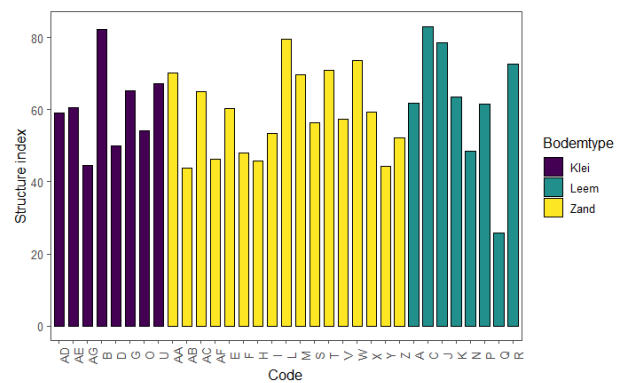
Figuur 11 Plant Parasitic Index.

De tweede ecologische index die significant verschilde tussen de grondsoorten was de Enrichment Index (Figuur 12) met een significant lager waarde voor VB op zand (44) dan bij leem (55) en klei (57). De Enrichment Index (EI) is een maat voor de aanwezigheid van bacterie- en schimmeleren die snel reageren op een toename in voedselaanbod. De lagere EI bij de VB op zand geeft aan dat het voedselaanbod voor de aaltjes lager is dan bij klei en leem. Dit zou zichtbaar kunnen worden in de Structure Index (SI, Figuur 13), zoals te zien bij AA, L en C. De SI is een maat voor de complexiteit, structuur en interacties tussen aaltjes in de grond. Hogere waarden van de SI zijn een indicatie voor een complexer voedselweb, waarin ook aaltjes voorkomen die gebruik maken van andere voedselbronnen (zoals predatoren en omnivoren) en met hogere CP-waarden. De SI waarden bij VB op zand (59), klei (60) en leem (62) vertonen weinig verschillen en liggen

gemiddeld genomen mooi hoog, boven de 40-50%. De overige indices, MI2-5, CI en BI zijn te vinden in de Bijlage 15 t/m 17).

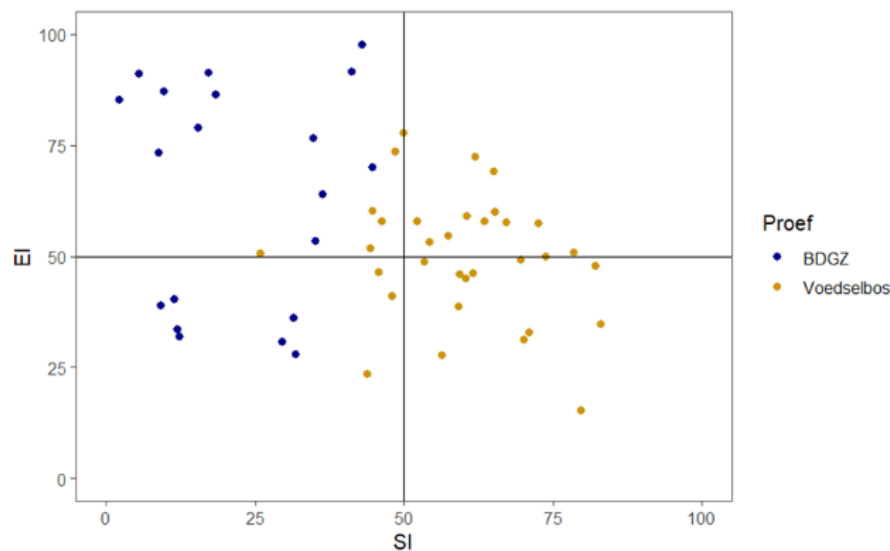


Figuur 12 Enrichment Index.



Figuur 13 Structure Index.

Als de EI en SI waarden van dezelfde 33 voedselboslocaties 2021 worden uitgezet (Figuur 14, geel) dan blijkt dat de VB zich qua nematodengemeenschappen goed lijken te ontwikkelen richting minder verstoorde en stabielere ecosystemen (richting de rechter kwadranten met hogere SI waarden en lagere EI waarden). Deze voorlopige conclusie kan getrokken worden in vergelijking met de aaltjesgemeenschappen uit de Bodemgezondheidsproef 2021 (akkerbouw op zand, BDGZ blauw) waarbij de meeste EI-SI waarden liggen in het linker-boven kwadrant. Deze positie is een indicatie van verstoorde systemen, met hoge N-verrijking, bacterie-gedomineerd en minder stabiel. Voor nog meer informatie zie verderop het hoofdstuk: Vergelijking Voedselbos data 2021 met die van andere referenties: conventionele en biologische akkerbouw op zand, grasland op zand en bos op zand.



Figuur 14 Enrichment Index versus Structure Index van de 33 voedselbossen (2021, geel) in vergelijking met aaltjesgemeenschappen uit het project Bodemgezondheid, akkerbouw op zand (Vredepeel, 2021, blauw). Voor nog meer informatie zie verderop het hoofdstuk: Vergelijking Voedselbos data 2021 met die van andere referenties: conventionele en biologische akkerbouw op zand, grasland op zand en bos op zand.

3.5 Nematoden in CP-klassen

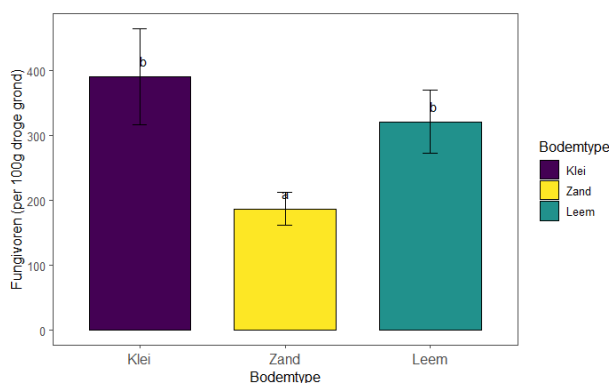
Alle aaltjes zijn op een Colonizer-Persister schaal (CP-schaal) van 1 tot maximaal 5 ingeschaald. Soorten met een lage waarde zijn de kort levende opportunistische soorten van jonge en verstoorde ecosystemen, terwijl de soorten met de hoogste waarde gekenmerkt zijn als lang levende soorten van stabielere en minder bemeste ecosystemen. Bij de verdeling over Colonizer-Persister klassen (Bijlage 18 t/m Bijlage 22) valt het volgende op. Bij alle VB is CP2 de meest dominante klasse, met daarnaast vergelijkbare aantallen voor zowel de klasse CP1 als de klasse CP4. Ten opzichte van met name akkerbouw op zand (zie 3.12), hebben de meeste VB een relatief groter aandeel CP4, en binnen VB op zand en leem ook wel de klasse CP3. Al deze resultaten geven de indruk dat de meeste nematodengemeenschappen binnen het NMVB veel stabiel zijn en ook relatief veel aaltjes soorten hebben die minder goed tegen hoge (organische) bemestingsniveaus en andere vormen van stress (zoals grondbewerkingen) kunnen. Dit is dus mogelijk al het gevolg van het feit dat in VB geen bemesting en intensieve grondbewerkingen meer plaats vinden. Daarnaast kan dit (mede) het gevolg zijn van de permanente begroeiing en hoge diversiteit aan planten, struiken en bomen. Dit soort verschuivingen leiden tot de hogere MI en SI waarden en lagere EI waarden. Volgens de theorie valt te verwachten dat deze verschuivingen de komende jaren door zullen zetten.

3.6 Nematoden in PP-klassen

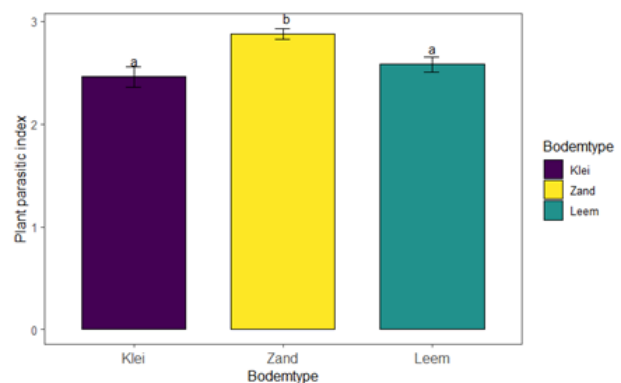
Ook de plantenetende aaltjes zijn op een zogenaamde PP schaal ingeschaald van 2 tot maximaal 5. Alleen tegenovergesteld aan de NPN zijn de PPN met een hogere waarde juist meer karakteriek voor hoogproductieve en verstoorde landbouwsystemen. Bij de verschillende PP-klassen (Bijlage 23 t/m Bijlage 26) valt op dat bij de VB op klei relatief veel aantallen PP2 en PP3 worden gevonden in vergelijking met de VB op leem en met name zand. Bij de laatste worden veel meer aaltjes van PP4 gevonden en nog relatief hoge aantallen van PP3. Deze verschuivingen leiden ook tot relatief hogere PPI waarden bij respectievelijk zand (2.87) en leem (2.58) dan die bij de VB op klei (2.46).

3.7 Vergelijking tussen bodemtypes

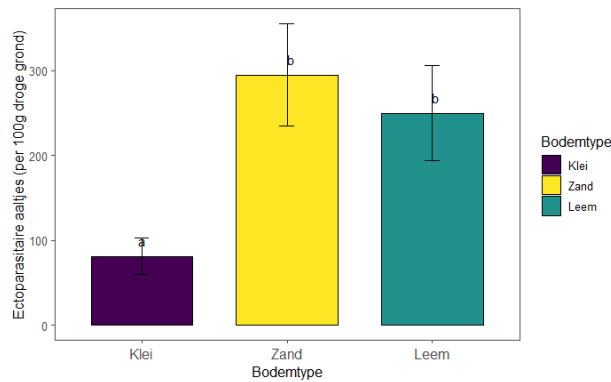
Uit de database van het Nationale Monitoringsprogramma Voedselbossen (NMVB) zijn drie verschillende grondsoorten (Klei, Zand en Leem, Bijlage 1 en 2) onderscheiden. Op dit moment doen er bijna tweemaal zoveel voedselbossen op zand (n=17) mee dan VB op klei (n=8) of leem (n=8). Bodemtype gaf significante verschillen te zien voor fungivoren (Figuur 15): bij zand significant lager dan bij leem en klei, PPI (Figuur 16): bij zand significant hoger dan bij leem en klei, ectoparasitaire aaltjes (Figuur 17): bij zand en leem significant hoger dan bij klei, wortelhaarvoeders (Figuur 18): bij klei significant hoger dan bij zand, met voor leem intermediaire waarden, CP3 (Figuur 19): bij klei significant lagere waarden dan bij zand, met voor leem intermediaire waarden, PP2 (Figuur 20): bij klei significant hoger dan bij zand, met voor leem intermediaire waarden en PP4 (Figuur 21): bij zand significant hoger dan bij leem en klei.



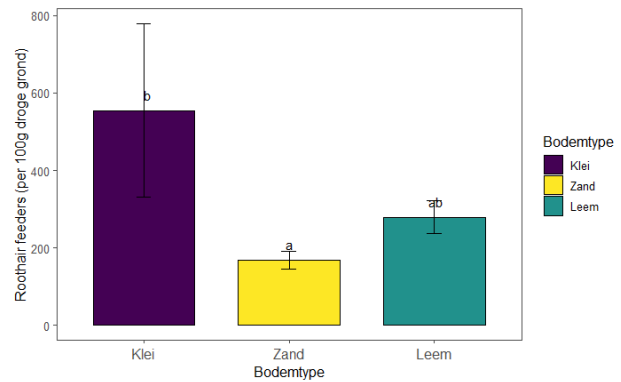
Figuur 15 Fungivoren.



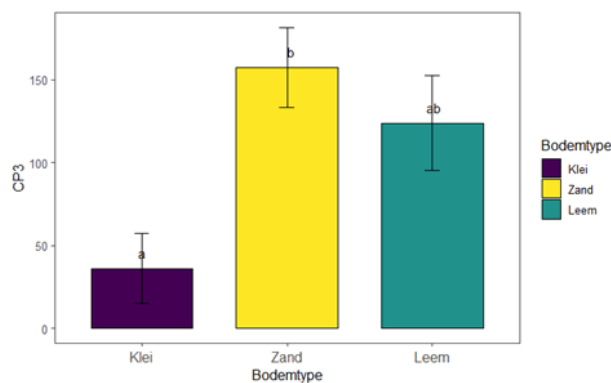
Figuur 16 PPI.



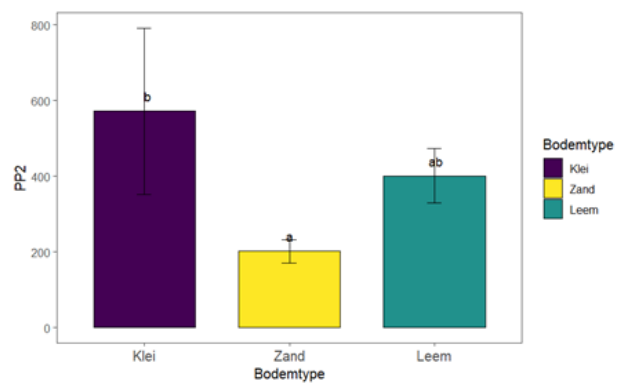
Figuur 17 Ectoparasitaire aaltjes.



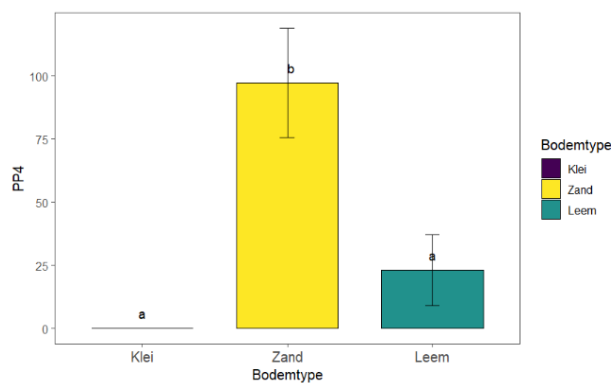
Figuur 18 Wortelhaarvoeders.



Figuur 19 CP3.



Figuur 20 PP2.

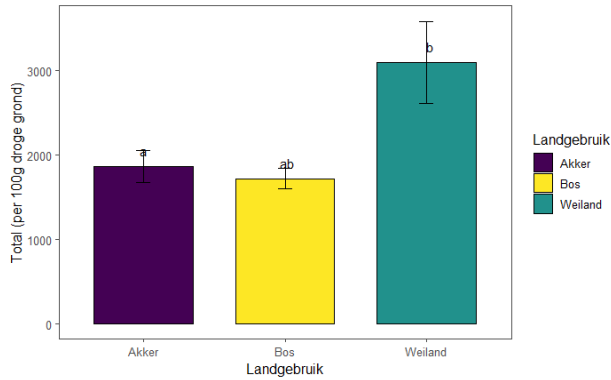


Figuur 21 PP4.

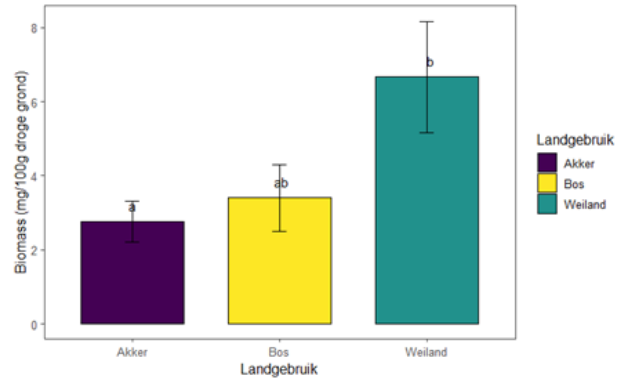
3.8 Vergelijking voormalig landgebruik

Elk voedselbos is aangelegd op grond die voorheen een ander (agrarisch) landgebruik kende. Ondanks dat we niet weten hoe lang het voormalig landgebruik heeft geduurd en hoe intensief dit is geweest, is het zeer aannemelijk dat dit een effect heeft op de aaltjesgemeenschappen en de successie die na de aanleg van het voedselbos heeft plaats gevonden. Om te beoordelen of het voormalige landgebruik een rol heeft gespeeld hebben we uit de info van de database drie typen kunnen onderscheiden, namelijk akker (n=17), bos (n=7) en weiland (n=9) (Bijlage 3 en 4). Ondanks de scheve verdeling tussen deze categorieën, gaf deze indeling uiteindelijk bij zeven verschillende parameters van de nematodengemeenschappen, significante verschillen te zien. Voormalig landgebruik is naast bodemtype de meest belangrijke onderscheidende factor voor aaltjesgemeenschappen in deze dataset. De significante verschillen traden op bij het totaal aantal aaltjes

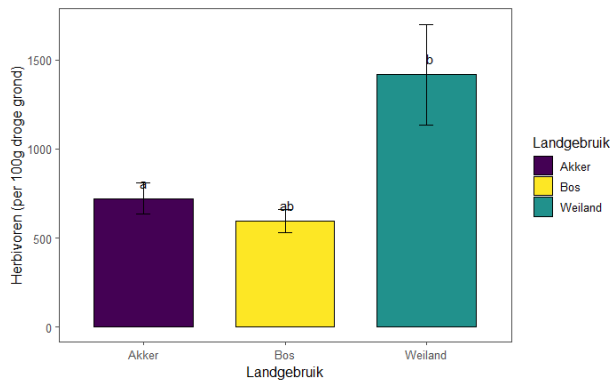
(Figuur 22), biomassa (Figuur 23), herbivoren (Figuur 24), sedentaire aaltjes (Figuur 25), aantal aaltjes met PP3 (Figuur 26), aantal aaltjes met CP5 (Figuur 27) en de EI (Figuur 28). Voor al deze parameters, behalve de EI, waren de waarden significant hoger bij voedselbossen op voormalig weiland ten opzichte van die bij VB op voormalig akker of voormalig bos. Alleen voor de EI werd een significant hogere waarde gevonden op VB na voormalig bos t.o.v. VB na voormalig akker, terwijl dit bij VB na voormalig weiland intermediaire EI waarden opleverde.



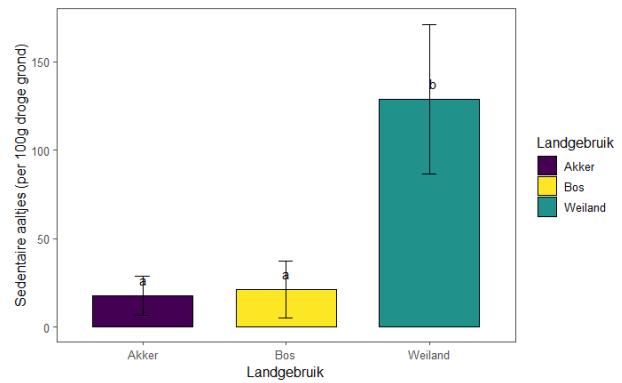
Figuur 22 Totaal aantal aaltjes.



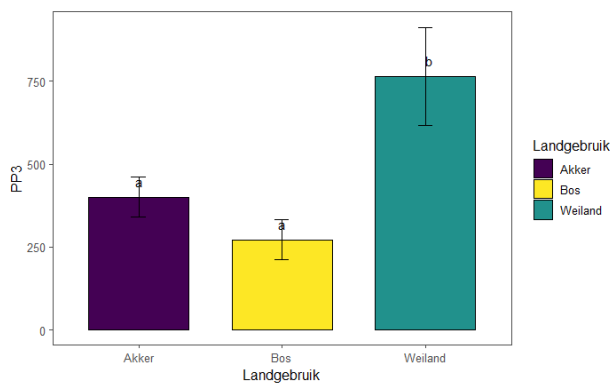
Figuur 23 Biomassa.



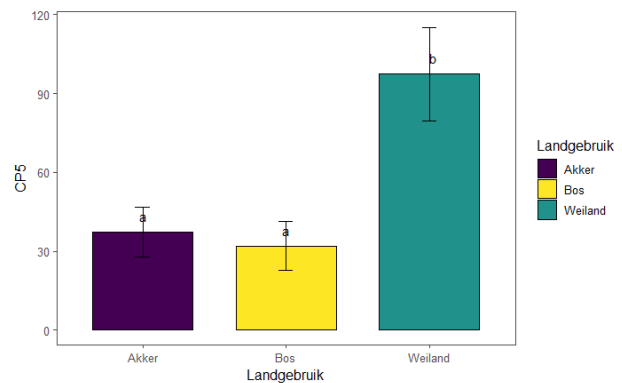
Figuur 24 Herbivoren.



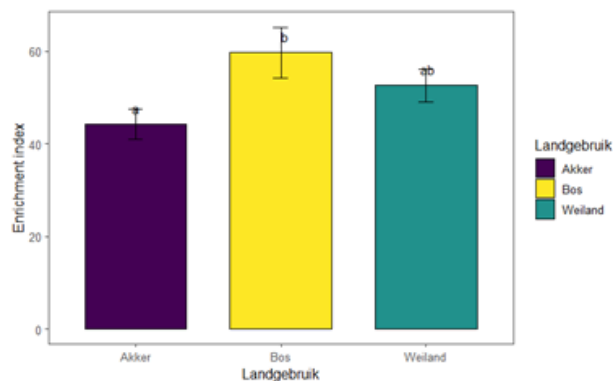
Figuur 25 Sedentaire aaltjes.



Figuur 26 PP3.



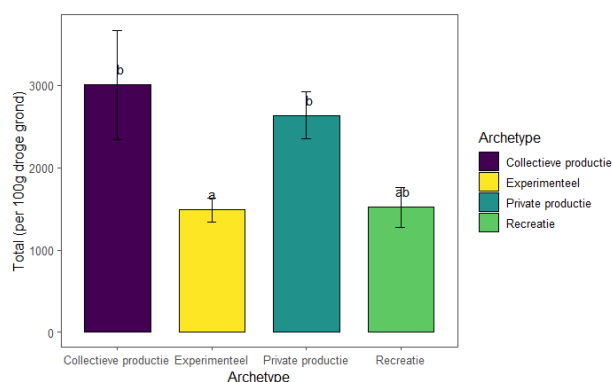
Figuur 27 CP5.



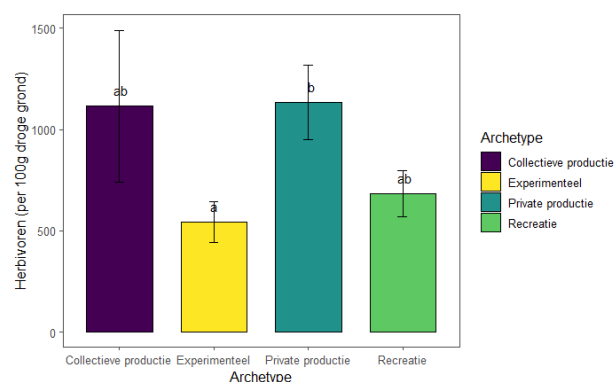
Figuur 28 EI.

3.9 Vergelijking archetype

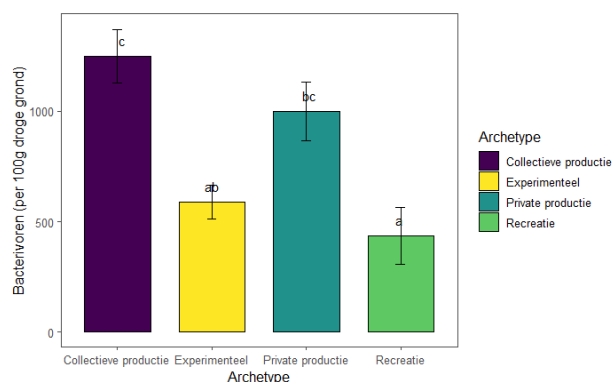
Uit de database zijn vier categorieën te onderscheiden (Gent, 2019). Dit zijn collectieve productie (op grote schaal vanuit de gemeenschap) met 5 VB, experimenteel (maatwerk met vaak complexe plantontwerpen) met 10 VB, private productie (focus op productie en vaak met rationele rijenbeplantingen) met 13 VB en recreatie (met nadrukkelijke aandacht voor recreatie en educatie) met 5 VB (Bijlage 5 en 6). Deze indeling gaf voor vijf nematodenparameters significante verschillen, namelijk voor het totaal (Figuur 29), herbivoren (Figuur 30), bacterivoren (Figuur 31), CP2 (Figuur 32) en PP3 (Figuur 33). Het is opvallend dat bij alle parameters een vergelijkbare trend optreedt, namelijk met significant hogere waarden voor VB met een collectieve productie of private productie, in vergelijking met die van VB in de categorie experimenteel of recreatie.



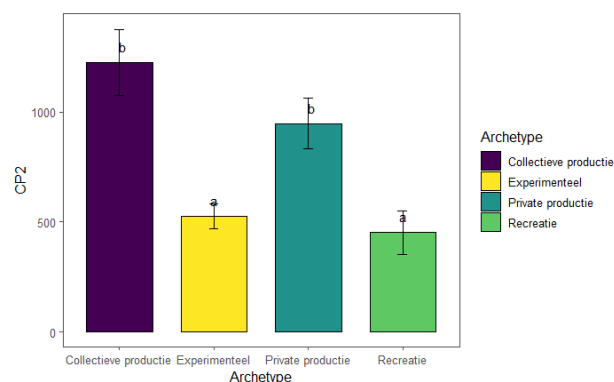
Figuur 29 Totaal aantal aaltjes.



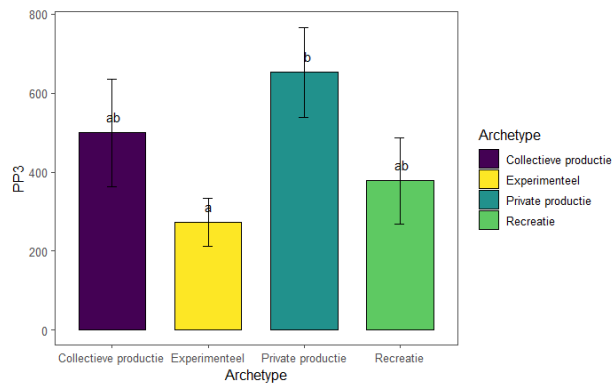
Figuur 30 Herbivoren.



Figuur 31 Bacterivoren.



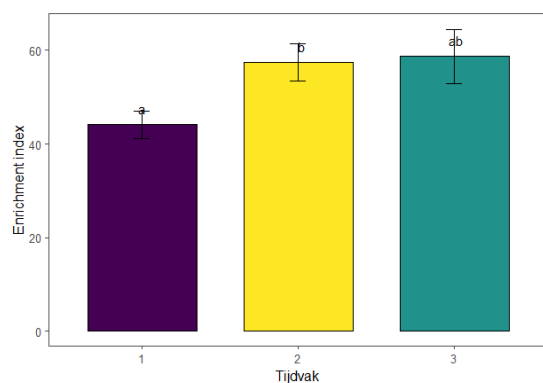
Figuur 32 CP2.



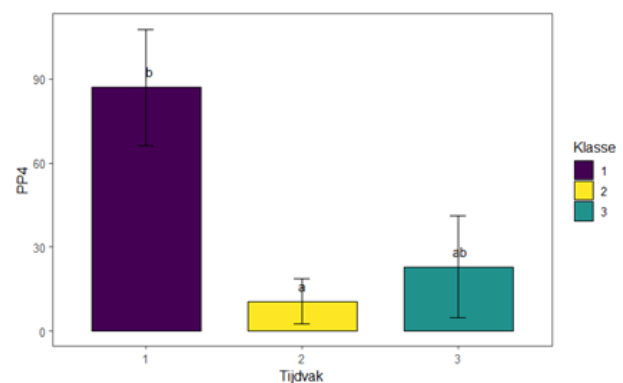
Figuur 33 PP3.

3.10 Vergelijking ouderdom VB

Natuurlijk is de leeftijd van het voedselbos, oftewel hoe lang is het al geleden dat deze is aangelegd, een belangrijke factor voor de samenstelling van de aaltjesgemeenschap. Wij gaan er van uit dat het voedselbos veel diverser is qua planten, maar juist ook veel minder bodemverstoring heeft en geen chemische input meer krijgt en ook geen extra bemesting. De bodem en bodemdiversiteit zal zich hieraan gaan aanpassen, iets wat we binnen de ecologie secundaire successie noemen. Binnen de huidige deelnemers valt natuurlijk op dat de meeste VB nog relatief jong zijn (klasse 1: ≤ 3 jaar, $n=19$), maar dat we toch ook iets oudere VB (klasse 2: 4-12 jaar, $n=11$) en nog oudere VB (klasse 3 ≥ 13 , $n=3$) hebben kunnen onderscheiden (Bijlage 7). Het is jammer dat er in de leeftijdsklassen grote verschillen in het aantal VB zit, met voor de oudste VB, slechts drie VB die 14 jaar of ouder zijn. Deze ongelijke verdeling beïnvloedt de statistiek. Toch hebben we met deze klassen beoordeeld of er op dit moment al significante verschillen in de nematodenparameters en de drie klassen aanwezig zijn. Tot nu toe blijkt dit voor slechts twee parameters het geval, namelijk voor de EI (Figuur 34) en het aantal PP4 (Figuur 35). De EI is significant lager in klasse 1 t.o.v. klasse 2, met klasse 3 die weer iets hogere EI heeft, die niet significant afwijkt van zowel klasse 1 als klasse 2. Bij de EI is trouwens de hypothese dat de waarden af gaan nemen bij hogere leeftijd van het Voedselbos. Dat dit in onze database nog niet wordt gevonden, lijkt een indicatie voor het feit dat er nog veel te weinig VB van hoge ouderdom aanwezig zijn. Voor PP4 valt op dat klasse 1 veel hogere aantallen heeft dan die voor klasse 2, met wederom de klasse 3 iets hogere waarden en niet significant afwijkend van klasse 1 en klasse 2. Deze resultaten zijn een indicatie voor het feit dat er nog veel jonge VB zijn, en dat in principe veranderingen in het bodemleven vaak relatief traag verlopen (minimaal 5-10 jaar).



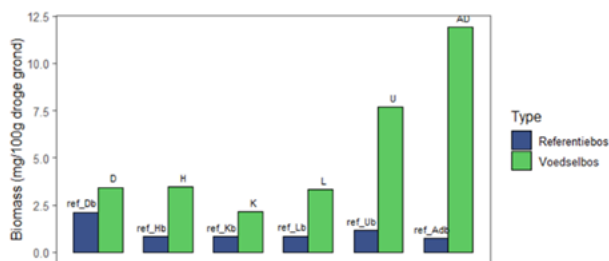
Figuur 34 EI.



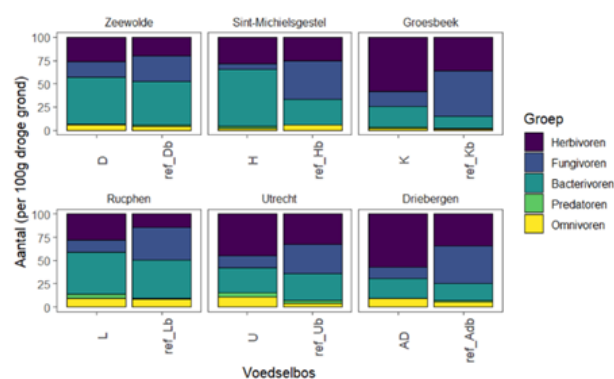
Figuur 35 PP4.

3.11 Vergelijking Voedselbos-Referentiebos

Voor zes VB was ook een referentie locatie met volwassen bos beschikbaar en bemonsterd. Ondanks het feit dat tussen het voedselbos en zijn referentie locatie soms grote verschillen in de resultaten te zien waren, bleek in geen van de parameters sprake van significante verschillen tussen het gemiddelde van de VB en hun referentie locaties. Dit valt te verklaren door de relatief kleine dataset en de grote variatie in de ruwe data (Bijlage 8, en Bijlage 27 t/m 56). Als voorbeeld van de algemene trend die we met deze vergelijking zien, is een figuur uit de grote dataset en bijlagen geselecteerd, namelijk Figuur 36. Het lijkt bij veel parameters dat deze in bijna alle VB hogere waarden vertonen dan die bij de referentie locaties. Dit is het meest extreem bij de drie VB in de rechterkant van de figuren (Rucphen, Utrecht en Driebergen). Ook bij het vergelijken van de relatieve verdeling tussen alle verschillende aaltjes-voedselgroepen in 6 VB en de referenties (Figuur 37) zijn soms grote verschuivingen te zien: in dit geval lijken de VB procentueel met name veel minder schimmeletende aaltjes en meer herbivore aaltjes te hebben, dan in hun bijbehorende referentielocaties. Deze aanpak van simultane metingen van aaltjesgemeenschappen in zowel Voedselbossen als dichtbij gelegen referentie-locaties geeft wel goed aan dat dit voor de interpretatie van de data een grote meerwaarde kan geven. Daarom zouden wij willen pleiten voor een uitbreiding van deze aanpak.



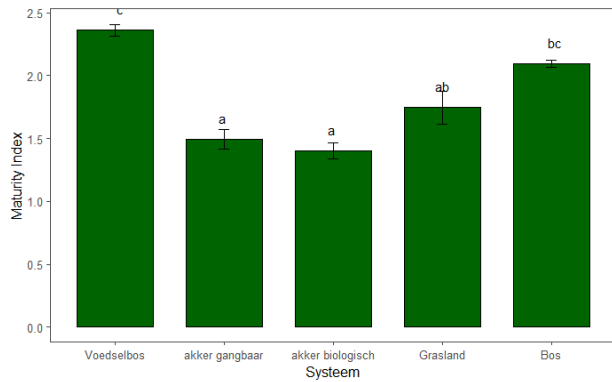
Figuur 36 Biomassa aaltjes in 6 VB en de referenties.



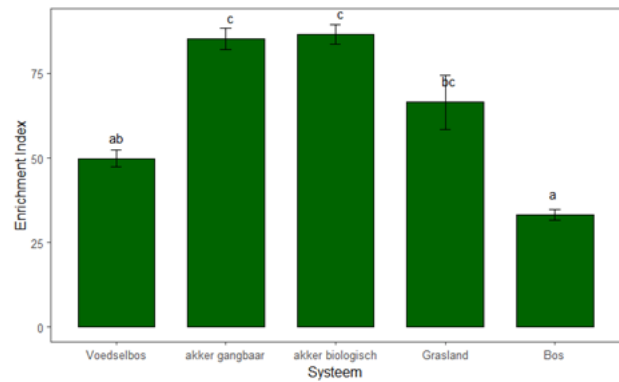
Figuur 37 Relatieve verdeling voedselgroepen in de 6 VB en de referenties

3.12 Vergelijking Voedselbos data 2021 met die van andere referenties: conventionele en biologische akkerbouw op zand, grasland op zand en bos op zand (uit BDGZ)

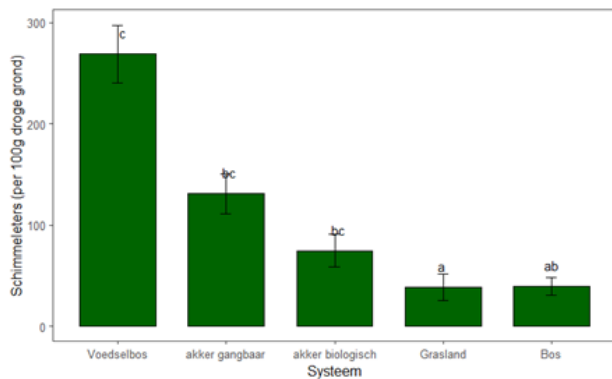
Om een betere interpretatie van aaltjesinformatie afkomstig uit de VB meetronde 2021 te kunnen maken, is in deze paragraaf een vergelijking gemaakt met aaltjesgemeenschappen afkomstig van de Bodemgezondheidsproef (BDGZ) 2021. Dit is een zogenaamd LTER (Martínez-García, et al., 2018), waar in 2021 ook voor verschillende typen landgebruik op een vergelijkbare manier aaltjesgemeenschappen zijn gemonsterd en de ruwe data zijn verwerkt. Het gaat hierbij om gangbare akkerbouw plots op zand, biologische akkerbouw op zand (n=4), en als referenties grasland op zand (n=6) en bos (n=6). De resultaten van de VB zijn geanalyseerd met alle VB locaties (n=33), zonder verdere onderverdeling in grondsoort, voormalige landgebruik, ouderdom etc. Via R zijn de ruwe data verwerkt en met statistiek onderling vergeleken. Dit doen we met name om meer "gevoel" voor de bandbreedte van enkele aaltjesdata te krijgen, en beter te begrijpen wat mogelijke redenen voor de gevonden resultaten zouden kunnen zijn en waar, als de VB zich verder ontwikkelen in de tijd, eventueel aaltjesgemeenschappen naar toe zouden kunnen ontwikkelen. Voor deze rapportage zijn vier grafieken weergegeven voor vijf verschillende landgebruiksystemen: Figuur 38: Maturity Index, Figuur 39: de Enrichment Index, Figuur 40: het aantal schimmeletende aaltjes, en Figuur 41: de vergelijking Enrichment Index vs. Structure index.



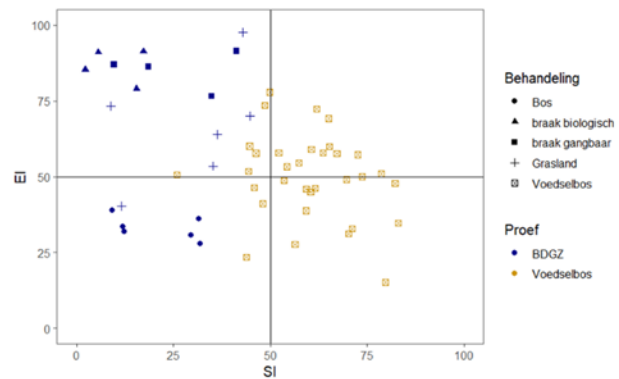
Figuur 38 Maturity Index in 5 verschillende landgebruik systemen.



Figuur 39 EI.



Figuur 40 Aantal schimmeletende aaltjes.



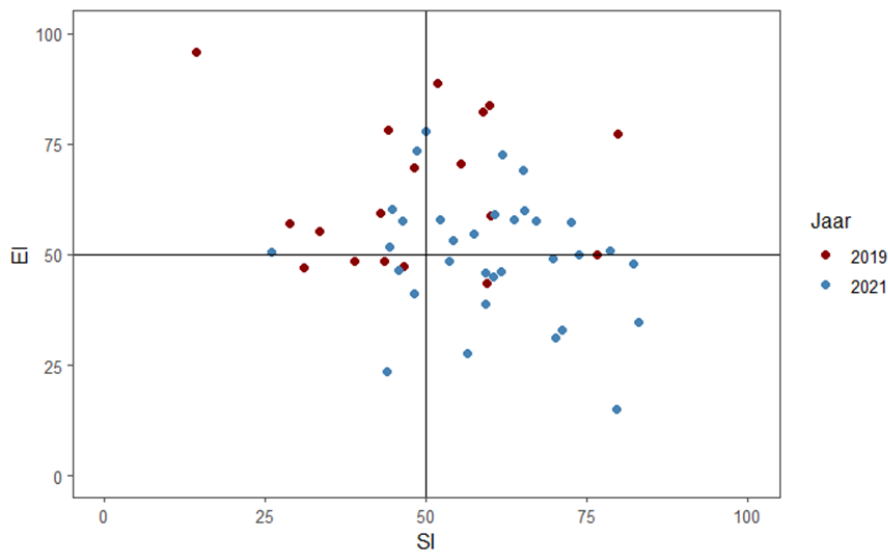
Figuur 41 Enrichment Index vs. Structure Index.

Het meest opvallende in enkele van deze figuren is dat de aaltjesparameters uit de VB altijd significant verschillen t.o.v. de data afkomstig uit de andere landgebruik locaties. Daarnaast passen de meeste verschillen goed bij de theoretisch te verwachten effecten van de omvorming naar voedselbossen. Namelijk dat de Maturity index zal toenemen (Figuur 38), wat een indicatie is dat de aaltjes/het ecosysteem vordert in zijn natuurlijke successie. De voedselbeschikbaarheid en mate van verstoring in VB zal afnemen, in dit geval geïllustreerd m.b.v. de Enrichment Index (Figuur 39). Daarnaast zal het aantal schimmeletende aaltjes toenemen (Figuur 40), wat een indicatie vormt dat meer schimmels (qua dichtheid en mogelijk ook soorten) in VB voorkomen, wat mogelijk komt door minder tot geen grondbewerkingen en input van bemesting en gewasbeschermingsmiddelen. Het lijkt tegenstrijdig dat het aantal schimmeleters juist laag is in het bos op zand uit BDGZ. Echter in dit geval gaat het om een arm naaldbos met weinig ondergroei. Daarnaast komt er in een voedselbos als gevolg van de grote plantendiversiteit een heel andere organische stof op en in de bodem, die diverser is, namelijk strooisel en takken, en vaak ook heel anders van C:N verhouding, inhoudsstoffen en biologische afbreekbaarheid. Juist bij deze input valt te verwachten dat schimmels relatief belangrijker en talrijker worden dan de bacteriën. Bij de laatste Figuur 41 met een vergelijking van de EI en SI waarden, wordt dit ook visueel nog duidelijker.

3.13 Vergelijking Voedselbossen data 2019 vs. data 2021

In 2019 zijn ook aaltjesgemeenschappen bemonsterd bij 18 VB door heel Nederland. Deze zijn al voor een groot deel geanalyseerd en met statistiek geïnterpreteerd. Voor deze rapportage is gekozen om eerst alle data van de dataset uit 2021 te rapporteren. Dit heeft meerdere redenen: ten eerste was de 2019 dataset veel kleiner (ongeveer de helft). Hierdoor was het zeer aannemelijk dat door o.a. de grote verschillen in grondsoort, voorgeschiedenis voorafgaand aan omvorming tot een voedselbos, en het prille stadium waarin de meeste VB zich bevonden, de aaltjesparameters veel variatie zouden vertonen, waardoor een goede interpretatie nog te ingewikkeld zou zijn. Dit is gebleken, want de meeste analyses gaven geen significante

verschillen tussen de data afkomstig uit de individuele VB, en ook niet na groeperen in relatie tot grondsoort, leeftijdscategorie of archetype. De enige classificatie waarbij de eerste significante verschillen werden gevonden was die bij voormalig landgebruik. Hier bleken enkele aaltjes-parameters significant te verschillen tussen VB op voormalig akker of bos of weiland. Deze eerste trends lijken, zoals we hadden verwacht, in de tijd (2021) en met meer VB-locaties (in 2021 in totaal 33 VB, met aanvullend 6 referentie locaties), te zijn toegenomen, met duidelijkere en significante verschillen die in deze rapportage konden worden aangetoond. In een volgende rapportage en bij voorkeur aangevuld met nieuwe data uit najaar 2023, worden alle data met elkaar vergeleken. Om alvast een gevoel te krijgen voor de unieke waarde van deze dataset(s) en de trends die hier mogelijk naar voren gaan komen, hebben we één extra EI-SI kwadrant in dit rapport opgenomen, namelijk Figuur 42. Uit deze figuur blijkt dat de EI-SI waarden van de VB in 2021 gemiddeld genomen meer naar rechts en naar onderen lijken te verschuiven t.o.v. de data uit 2019. Dit lijkt een indicatie voor afnemende voedselrijkheid van de locaties en het ontstaan van meer stabielere aaltjesgemeenschappen met lagere EI en hogere SI. Zoals eerder aangegeven kunnen alleen meer data (2023?) en verdergaande detailanalyses hier beter inzicht in geven.



Figuur 42 EI-SI kwadrant voor de aaltjesgemeenschappen in 18 VB in 2019 (rood) in vergelijking met de aaltjesgemeenschappen van 33 VB uit 2021 (blauw).

4 Discussie

Ondanks de relatief kleine dataset blijken de aaltjesgemeenschappen goede bodemindicatoren voor de kwaliteit en het landgebruik van de bodem. O.a. bodemtype en voormalig landgebruik gaven regelmatig significante verschillen te zien in meerdere aaltjesparameters. Door deze data te vergelijken met aaltjesgemeenschappen afkomstig van de Bodemgezondheidsproef 2021, namelijk gangbare en biologische akkerbouw op zand en grasland en bos op zand, konden nog betere interpretaties gemaakt worden. Het meest opvallende hierbij was dat de aaltjesparameters uit de VB altijd significant verschilden t.o.v. de andere landgebruik locaties. Daarnaast passen de meeste verschillen goed bij de theoretisch te verwachten effecten van de omvorming naar voedselbossen, namelijk een natuurlijke successie richting bos, afname in de voedselbeschikbaarheid en minder bodemverstoringen, geen input van bemesting en gewasbeschermingsmiddelen. Verder komt er in een voedselbos een heel andere organische stof op en in de bodem, die diverser is, en vaak ook heel anders van C:N verhouding, inhoudsstoffen en biologische afbreekbaarheid. Op dit moment zijn er nog te weinig data waardoor eventuele significante verschillen of trends worden overschaduwd door de grote (intrinsieke) variatie, zoals dat de twee oudste voedselbossen zich op zand bevinden en deze niet op productie zijn georiënteerd. Wanneer er voor deze voedselbossen in de toekomst meer aanvullende aaltjesdata beschikbaar komen, kunnen deze trends beter geanalyseerd worden. Daarnaast kunnen deze aaltjesdata ook m.b.v. statistiek gekoppeld worden aan andere data vanuit het NMVB, zoals bodemchemische parameters. Ook kan aanvullende informatie over de voorgeschiedenis, de aanleg, en andere kennis over de specifieke voedselbossen in een later stadium helpen bij de interpretatie van de resultaten. Binnen de dataset valt ook de scheve verdeling tussen de grondsoorten op: op dit moment doen er bijna tweemaal zoveel voedselbossen op zand (n=17) mee dan VB op klei (n=8) of leem (n=8). Dit kan de resultaten beïnvloeden. Natuurlijk geldt dit ook voor de leeftijdscategorieën van de onderzochte voedselbossen, oftewel hoe lang geleden ze zijn aangelegd. Dit is een belangrijke factor voor de samenstelling van de aaltjesgemeenschap. Het merendeel is jonger dan 10 jaar, en er zijn slechts drie VB die 13 jaar of ouder zijn, die ook nog eens allemaal op zand zijn aangelegd. Dit is voor veranderingen in het bodemvoedselweb een relatief korte tijd. Dit aspect beïnvloedt de statistiek en verklaart waarom vooralsnog grondsoort en voormalig landgebruik meer verklarend zijn als bepalende factor dan de leeftijd. Voor archetype speelt mogelijk net als bij de leeftijd een vergelijkbaar probleem.

5 Conclusies

Veel van de aaltjesdata vanuit de VB geven aan dat de nematodengemeenschappen zich goed lijken te ontwikkelen richting minder verstoorde en stabielere ecosystemen. Dit is mogelijk het gevolg van het feit dat in VB geen bemesting en intensieve grondbewerkingen meer plaats vinden. Daarnaast kan dit (mede) het gevolg zijn van de permanente begroeiing en hoge diversiteit aan planten, struiken en bomen. Volgens de theorie valt te verwachten dat deze verschuivingen de komende jaren door zullen zetten. Deze voorlopige conclusies konden getrokken worden doordat de data zijn vergeleken met de aaltjesgemeenschappen uit de Bodemgezondheidsproef 2021 die qua aaltjessamenstelling veel meer een indicatie geven van verstoorde systemen, met hoge N-verrijking, bacterie-dominantie ten opzichte van schimmels en die ook minder stabiel lijken.

Naast het (huidige) type landgebruik, in dit geval dus het voedselbos, blijken de best verklarende factoren voor de gevonden verschillen in de aaltjesgemeenschappen van de VB, de grondsoort en het voormalig landgebruik. Voor andere factoren zoals de leeftijd van het VB en het archetype is de dataset waarschijnlijk nog onvoldoende qua omvang. Dit kan worden verbeterd door nieuwe data in de toekomst te verzamelen en/of het aantal voedselbossen dat bemonsterd gaat worden te vergroten. Daarnaast kan er een vergelijking gemaakt worden met andere lopend onderzoek aan VB in binnen- en buitenland (o.a. het PhD onderzoek van Isabelle van der Zanden en in België).

6 Toekomstig onderzoek

Het is zeer wenselijk om de aaltjesdataset uit te gaan breiden met nieuwe data verzameld in het najaar van 2023. Idealiter wordt dit nog uitgebreid met nieuwe VB vanuit Nederland, en meer verschillende referentiepercelen, waardoor de ruis in de dataset verminderd, aldus een betere verdeling per categorie. Daarnaast kunnen de huidige aaltjesdata worden vergeleken met de andere bestaande informatie vanuit het NMVB, zoals meer informatie van de grondsoort, voorgeschiedenis, bovengrondse diversiteit etc. Ook vergelijkingen met ander lopend nationaal en internationaal onderzoek is hier relevant. Het is wenselijk om de aaltjesdata uit te gaan breiden met andere metingen aan het bodemvoedselweb (zoals aan het bodemmicrobioom), maar ook te werken aan de effecten van de veranderende bodemvoedselwebben voor het functioneren van de bodem. Te denken valt aan parameters zoals de bodemrespiratie, organische stof kwaliteit, maar ook de gevolgen voor natte en droge omstandigheden en het onderdrukken van ziekten en plagen.

7 Dankwoord

Graag willen wij Bastiaan, Bram en andere VB liefhebbers rondom het NMVB bedanken voor al hun inzet en enthousiasme. Grote dank gaat natuurlijk uit naar alle VB eigenaren, die niet alleen hun mooie VB hebben aangelegd, zelf veel gegevens verzamelen, maar ook hun VB voor ons open hebben gesteld om nieuwe data te verzamelen. Ook dank aan de studenten (Esther de Groot, Eline van Disselhorst, en Rosalba Hendriks die in 2019 en 2021 heel veel werk hebben verricht. En dank aan de labmedewerkers in Lelystad, Nemacontrol en met name Harm Keidel, die de aaltjes geteld en op naam heeft gebracht. We bedanken ook de subsidieverstrekkers LNV en Rijkswaterstaat.

Literatuur

- Bongers T. (1988). De nematoden van Nederland: een identificatietabel voor de in Nederland aangetroffen zoetwater-en bodembewonende nematoden (trans. Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging).
- Bongers T. (1990). The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition. *Oecologia*, 83(1), 14-19.
- Bongers T. and Korthals G., (1994) 'The behaviour of maturity index and plant parasite index under enriched conditions' Proc. 22nd Int. Symp. Eur. Soc. Nematologists, Gent, België. p.^pp. 39. Available at: (Accessed).
- Du Preez G. C., Daneel M. S., Wepener V. and Fourie H. (2018). Beneficial nematodes as bioindicators of ecosystem health in irrigated soils. *Applied Soil Ecology*, 132, 155-168.
- Ferris H., Bongers T. and de Goede R. G. (2001). A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied soil ecology*, 18(1), 13-29.
- Martínez-García L. B., Korthals G., Brussaard L., Jørgensen H. B. and De Deyn G. B. (2018). Organic management and cover crop species steer soil microbial community structure and functionality along with soil organic matter properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 263, 7-17.
- RStudio Team, <http://www.rstudio.com/> (2021) 'RStudio: Integrated Development Environment for R' 1.4.1717. Boston, MA: RStudio Inc., p.^pp. Available at: <http://www.rstudio.com/> (Accessed).
- Sieriebriennikov B., Ferris H. and de Goede R. G. (2014). NINJA: An automated calculation system for nematode-based biological monitoring. *European Journal of Soil Biology*, 61, 90-93.
- van Bezooijen J. and Ettema C., (1996) 'Practicumhandleiding nematologie (gedeeltelijk herziene versie)'. Wageningen: Vakgroep Nematologie, p.^pp. Available at: (Accessed).

Bijlages

Bodemtypes

Bijlage 1 Gemiddelde van alle variabelen voor de bodemtypes klei (n=8), zand (n=17), leem (n=8); p-waardes van linear of generalized linear models.

Parameter	Gemiddelde Klei	Gemiddelde Leem	Gemiddelde Zand	p
Maturity Index	2.37	2.37	2.35	0.97
Maturity Index 2-5	2.59	2.58	2.5	0.54
Plant parasitic index	2.46	2.58	2.87	<0.01
Channel index	39.28	34.57	32.31	0.81
Basal index	24.59	23.57	30.04	0.17
Enrichment index	56.81	55.44	43.98	0.04
Structure index	60.43	61.99	58.65	0.84
Biomassa	4.45	3.28	4.05	0.84
Totaal	2579.01	1783.92	2166.53	0.75
Herbivoren	1129.4	798.26	808.67	0.89
Fungivoren	390.31	321.39	187.41	<0.01
Bacterivoren	767.07	531.87	995.04	0.06
Predatoren	55.65	34.76	56.94	0.84
Omnivoren	237.04	97.63	118.62	0.15
Sedentaire aaltjes	52.7	35.89	52.78	0.8
Migrerende aaltjes	209.04	161.26	190.74	0.84
Semi endoparasitaire aaltjes	232.19	72.63	101.9	0.44
Ectoparasitaire aaltjes	81.27	249.82	294.51	<0.01
Wortelhaarvoeders	554.55	278.8	158.86	0.01
Dauerlarven	467.69	287.13	609.35	0.42
CP1	215.38	148.82	153.68	0.56
CP2	903.15	541.38	846.99	0.15
CP3	36.2	123.94	157.39	0.01
CP4	212.15	141.77	150.57	0.29
CP5	82.08	29.78	49.44	0.09
PP2	572.08	401.42	201.84	0.03
PP3	547.12	355.28	439.09	0.52
PP4	0	23.12	97.31	<0.01
PP5	10.2	18.26	16.37	0.66

Bijlage 2 Paarsgewijze verschillen tussen de bodemtypes voor variabelen met een significant effect van bodemtype.

Parameter	Comparison	p
Plant parasitic index	Klei-Leem	0.53
Plant parasitic index	Klei-Zand	<0.01
Plant parasitic index	Leem-Zand	0.01
Fungivoren	Klei-Leem	0.53
Fungivoren	Klei-Zand	<0.01
Fungivoren	Leem-Zand	0.01
Wortelhaarvoeders	Klei-Leem	0.53
Wortelhaarvoeders	Klei-Zand	<0.01
Wortelhaarvoeders	Leem-Zand	0.01
CP3	Klei-Leem	0.12
CP3	Klei-Zand	0.01
CP3	Leem-Zand	0.64
Ectoparasitaire aaltjes	Klei-Leem	0.02
Ectoparasitaire aaltjes	Klei-Zand	0.01
Ectoparasitaire aaltjes	Leem-Zand	0.98
PP2	Klei-Leem	0.55
PP2	Klei-Zand	0.02
PP2	Leem-Zand	0.33
PP4	Klei-Leem	0.77
PP4	Klei-Zand	<0.01
PP4	Leem-Zand	0.03

Voormalige landgebruik

Bijlage 3 Gemiddelde van alle variabelen voor het voormalige landgebruik, akker (n=17), bos (n=7) en weiland (n=9); p-waardes van linear of generalized linear models.

Parameter	Gemiddelde Akker	Gemiddelde Bos	Gemiddelde Weiland	p
Maturity Index	2.39	2.21	2.42	0.25
Maturity Index 2-5	2.53	2.5	2.61	0.51
Plant parasitic index	2.72	2.67	2.69	0.92
Channel Index	40.8	20.29	33.82	0.15
Basal index	29.62	23.92	24.99	0.17
Enrichment index	44.34	59.73	52.63	0.04
Structure index	58.98	59.19	62.16	0.83
Biomassa	2.76	3.4	6.67	0.01
Totaal	1866.24	1724.64	3103.99	0.02
Herbivoren	721.44	593.25	1416.79	0.02
Fungivoren	228.09	246.18	364.31	0.21
Bacterivoren	759.63	744.22	1020.43	0.4
Predatoren	53.2	41.71	54.98	0.86
Omnivoren	103.99	98.73	248.31	0.04
Sedentaire aaltjes	17.56	21.27	128.73	0.01
Migrerende aaltjes	180.25	92.51	277.02	0.52
Semi endoparasitaire aaltjes	87.39	75.18	239.9	0.07
Ectoparasitair	242.28	174.84	256.97	0.85
Wortelhaarvoeders	194.04	229.53	514.66	0.07
Dauerlarven	435.71	494.72	614.15	0.87
CP1	105.31	235.51	231.93	0.03
CP2	727.41	623.5	1024.95	0.11
CP3	123.68	126.31	107.78	0.91
CP4	151.39	114.05	224.34	0.06
CP5	37.34	32.03	97.37	<0.01
PP2	250.71	255.73	574.12	0.05
PP3	400.95	271.69	764.86	0.01
PP4	54.53	48.7	63.51	0.93
PP5	15.26	16.87	14.26	0.96

Bijlage 4 Paarsgewijze verschillen tussen de landgebruik categorieën voor variabelen met een significant effect van voormalig landgebruik.

Parameter	Variable	p
Enrichment index	Akker-Bos	0.04
Enrichment index	Akker-Weiland	0.29
Enrichment index	Bos-Weiland	0.54
Biomassa	Akker-Bos	0.74
Biomassa	Akker-Weiland	0.01
Biomassa	Bos-Weiland	0.12
Totaal	Akker-Bos	1
Totaal	Akker-Weiland	0.02
Totaal	Bos-Weiland	0.07
Herbivoren	Akker-Bos	0.98
Herbivoren	Akker-Weiland	0.02
Herbivoren	Bos-Weiland	0.05
Sedentaire aaltjes	Akker-Bos	1
Sedentaire aaltjes	Akker-Weiland	0.01
Sedentaire aaltjes	Bos-Weiland	0.04
CP5	Akker-Bos	0.96
CP5	Akker-Weiland	<0.01
CP5	Bos-Weiland	0.01
PP3	Akker-Bos	0.61
PP3	Akker-Weiland	0.02
PP3	Bos-Weiland	0.01

Archetype

Bijlage 5 Gemiddelde van alle variabelen voor het archetype, collectieve productie (n=5), experimenteel (n=10), private productie (n=13) en recreatie (n=5); p-waardes van linear of generalized linear models.

Parameter	Gemiddelde collectieve productie	Gemiddelde experimenteel	Gemiddelde private productie	Gemiddelde recreatie	p
Maturity Index	2.29	2.36	2.4	2.33	0.9
Maturity Index 2-5	2.47	2.55	2.55	2.6	0.81
Plant parasitic index	2.73	2.63	2.77	2.64	0.69
Channel Index	28.86	34.9	36.67	34	0.95
Basal index	31.41	25.64	28.4	22.64	0.29
Enrichment index	47.38	51.5	45.25	61.1	0.18
Structure index	54.88	60.97	60.76	60.47	0.84
Biomassa	3.92	2.37	5.43	3.38	0.16
Totaal	3005.8	1485.41	2635.67	1517.53	<0.01
Herbivoren	1114.58	545.09	1132.73	683.8	0.03
Fungivoren	348.08	243.35	271.46	235.35	0.71
Bacterivoren	1248.96	589.96	998.91	435.38	<0.01
Predatoren	99.32	28.26	60.95	23.94	0.44
Omnivoren	196.05	78.88	171.88	138.07	0.15
Sedentaire aaltjes	12.5	19.8	87.57	41.41	0.93
Migrerende aaltjes	232.39	132.57	269.86	41.84	0.11
Semi endoparasitaire aaltjes	79.47	75.79	155.54	198.73	0.88
Ectoparasitair	280.73	144.71	301.84	176.12	0.3
Wortelhaarvoeders	509.6	172.12	318.45	225.69	0.24
Dauerlarven	624.58	457.91	603.48	170.03	0.13
CP1	246.34	131.07	161.53	176.78	0.54
CP2	1225.39	525.57	946.96	452.36	<0.01
CP3	106.94	130	147.66	40.49	0.21
CP4	229.56	128.8	177.59	129.31	0.24

Parameter	Gemiddelde collectieve productie	Gemiddelde experimenteel	Gemiddelde private productie	Gemiddelde recreatie	p
CP5	82.21	24.88	69.27	35	0.04
PP2	524.53	242.6	375.59	257.62	0.48
PP3	499.61	272.04	653.13	378.49	0.04
PP4	74.72	21.05	82.4	36.82	0.25
PP5	15.75	9.3	21.65	10.53	0.41

Bijlage 6 Paarsgewijze verschillen tussen de landgebruik archetype voor variabelen met een significant effect van archetype.

Parameter	Variable	Model	t ratio/z ratio	p
Totaal	Collectieve productie-Experimenteel	lm	3.11	0.02
Totaal	Collectieve productie-Private productie	lm	0.6	0.93
Totaal	Collectieve productie-Recreatie	lm	2.7	0.05
Totaal	Experimenteel-Private productie	lm	-3.3	0.01
Totaal	Experimenteel-Recreatie	lm	0	1
Totaal	Private productie-Recreatie	lm	2.64	0.06
Herbivoren	Collectieve productie-Experimenteel	glm	2.05	0.17
Herbivoren	Collectieve productie-Private productie	glm	-0.16	1
Herbivoren	Collectieve productie-Recreatie	glm	0.94	0.78
Herbivoren	Experimenteel-Private productie	glm	-2.87	0.02
Herbivoren	Experimenteel-Recreatie	glm	-0.97	0.77
Herbivoren	Private productie-Recreatie	glm	1.29	0.57
Bacterivoren	Collectieve productie-Experimenteel	lm	2.77	0.05
Bacterivoren	Collectieve productie-Private productie	lm	1.12	0.68
Bacterivoren	Collectieve productie-Recreatie	lm	3.76	<0.01
Bacterivoren	Experimenteel-Private productie	lm	-2.21	0.15
Bacterivoren	Experimenteel-Recreatie	lm	1.57	0.41
Bacterivoren	Private productie-Recreatie	lm	3.4	0.01
CP2	Collectieve productie-Experimenteel	lm	3.96	<0.01
CP2	Collectieve productie-Private productie	lm	1.64	0.37
CP2	Collectieve productie-Recreatie	lm	3.78	<0.01
CP2	Experimenteel-Private productie	lm	-3.1	0.02
CP2	Experimenteel-Recreatie	lm	0.41	0.98
CP2	Private productie-Recreatie	lm	2.9	0.03
PP3	Collectieve productie-Experimenteel	glm	1.3	0.56
PP3	Collectieve productie-Private productie	glm	-0.91	0.8
PP3	Collectieve productie-Recreatie	glm	0.6	0.93
PP3	Experimenteel-Private productie	glm	-2.84	0.02
PP3	Experimenteel-Recreatie	glm	-0.61	0.93
PP3	Private productie-Recreatie	glm	1.63	0.36

Oudheid

Bijlage 7 Gemiddelde van alle variabelen voor de leeftijdscategorieën 1 (<5 jaar, n=19), 2 (5-13 jaar, n=11) en 3 (≥14, n=3); p-waardes van linear of generalized linear models.

Parameter	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	p
Maturity index	2.37	2.35	2.37	0.97
Maturity index 2-5	2.52	2.58	2.59	0.67
Plant parasitic index	2.76	2.59	2.72	0.29
Channel index	35.45	36.16	22.9	0.69
Basal index	29.72	23.98	22.43	0.08
Enrichment index	44.1	57.41	58.72	0.02
Structure index	59.01	59.7	66.13	0.69
Biomassa	4.22	4.02	2.1	0.6
Totaal	2274.85	2214.96	1382.54	0.44
Herbivoren	925.68	912.09	515.78	0.59
Fungivoren	237.22	356.27	151.17	0.05
Bacterivoren	923.9	714.61	630.76	0.31
Predatoren	52.51	55.74	26.78	0.5
Omnivoren	135.9	176.03	58.47	0.32
Sedentaire aaltjes	58.58	41.91	10.69	0.5
Migrerende aaltjes	204.71	186.71	87.26	0.7
Semi endoparasitaire aaltjes	108.32	139.2	193.91	0.22
Ectoparasitaire aaltjes	301.41	159.25	58.95	0.16
Wortelhaarvoeders	253.05	384.9	165.22	0.28
Dauerlarven	516.84	453.33	530.27	0.5
CP1	143.55	214.2	147.78	0.42
CP2	856.62	758.69	444.55	0.28
CP3	133.95	88.85	144.8	0.43
CP4	159.06	184.66	112.55	0.55
CP5	56.17	56.01	17.33	0.42
PP2	305.24	441.2	188.83	0.45
PP3	516.85	443.65	300.47	0.58
PP4	87.03	10.63	22.96	0.01
PP5	16.48	16.6	3.39	0.51

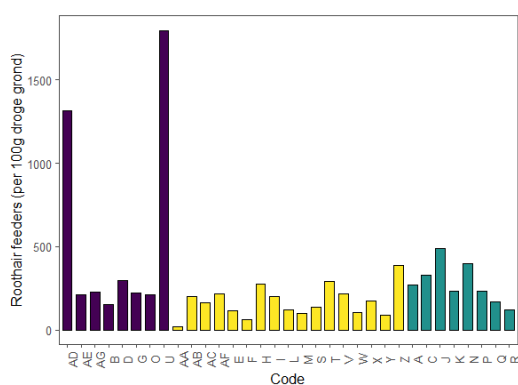
Vergelijking voedselbossen met referentiebossen

Bijlage 8 Gemiddelde van alle variabelen van de referentiebossen en de bijbehorende voedselbossen (n=6); resultaten van paired t-tests met adjusted p-waardes.

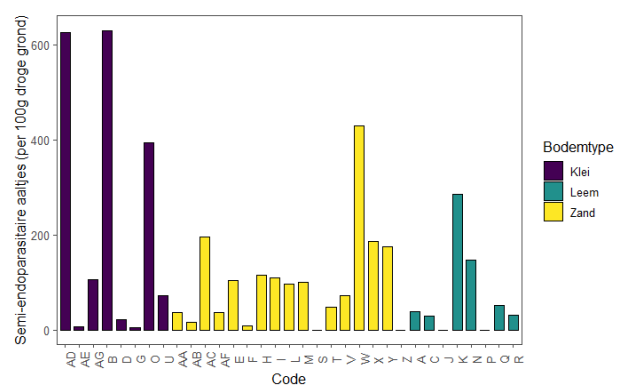
Variable	Gemiddelde voedselbossen	Gemiddelde referentiebossen	t statistic	p adjusted
Maturity Index	2.36	2.23	-1.25	0.35
Maturity Index 2-5	2.56	2.35	-2.95	0.22
Plant parasitic index	2.58	2.22	-2.20	0.22
Channel Index	43.22	69.32	1.83	0.25
Basal index	25.57	32.84	1.93	0.25
Enrichment index	48.94	51.56	0.43	0.71
Structure index	60.91	47.46	-2.20	0.22
Biomassa	5.33	1.08	-2.66	0.22
Totaal	3026.29	1685.76	-1.38	0.31
Herbivoren	1308.61	447.9	-1.86	0.25
Fungivoren	382.77	618.48	1.10	0.36
Bacterivoren	1021.77	429.06	-3.06	0.22
Predatoren	76.91	17.31	-1.76	0.25
Omnivoren	237.39	68.04	-1.68	0.26
Sedentaire aaltjes	52.93	0	-1.47	0.31
Migrerende aaltjes	256.28	12.1	-2.51	0.22

Variable	Gemiddelde voedselbossen	Gemiddelde referentiebossen	t statistic	p adjusted
Semi endoparasitaire aaltjes	203.06	41.62	-1.56	0.29
Ectoparasitair	124.46	63.12	-1.41	0.31
Wortelhaarvoeders	672.48	331.27	-1.11	0.36
Dauerlarven	593.02	204.12	-2.17	0.22
CP1	216.89	91.42	-2.96	0.22
CP2	1036	819.43	-0.58	0.63
CP3	131.61	113.03	-0.40	0.71
CP4	251.02	99.81	-2.16	0.22
CP5	81.37	8.67	-2.26	0.22
PP2	691.98	374.01	-1.10	0.36
PP3	574.25	69.01	-2.20	0.22
PP4	32.7	4.88	-1.22	0.35
PP5	9.79	0	-1.89	0.25

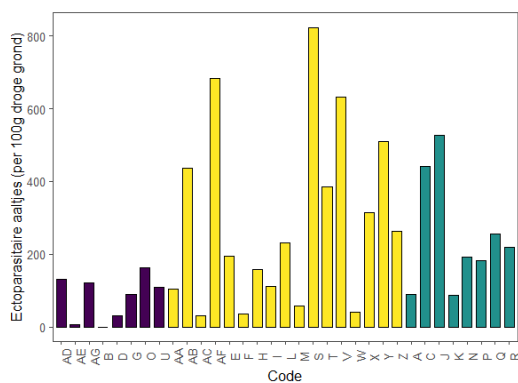
Voedselbos 2021- Resultaten Bijlage 9 t/m 56



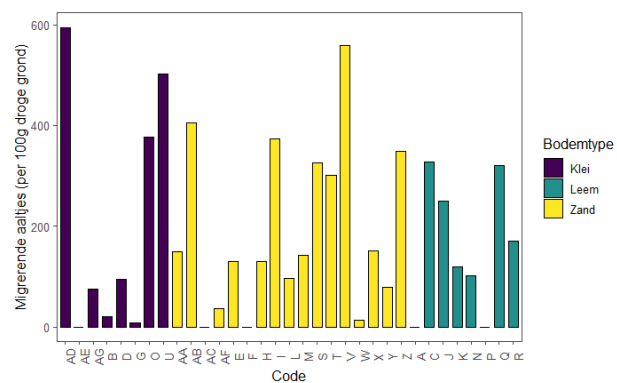
Bijlage 9 Wortelhaarvoeders.



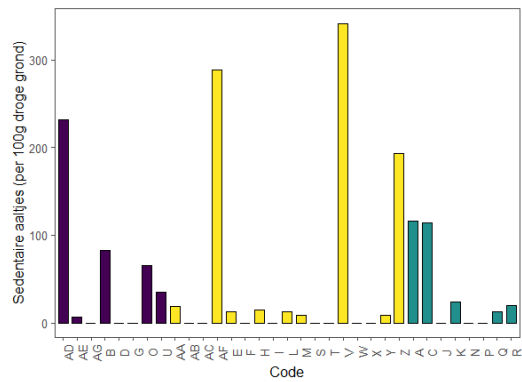
Bijlage 10 Semi-endoparasitaire aaltjes.



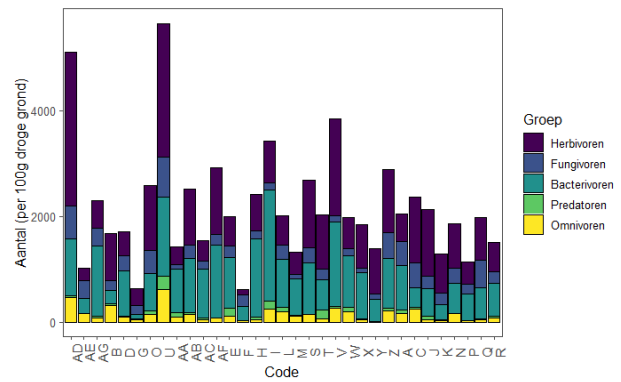
Bijlage 11 Ectoparasitaire aaltjes.



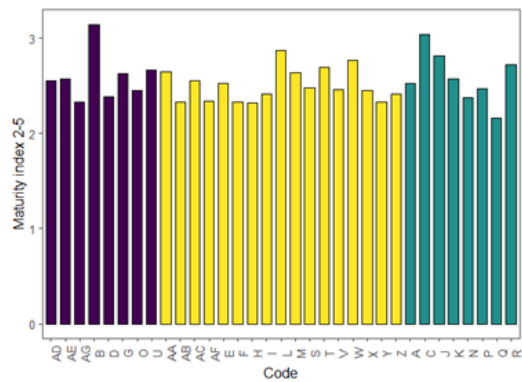
Bijlage 12 Migrerende aaltjes.



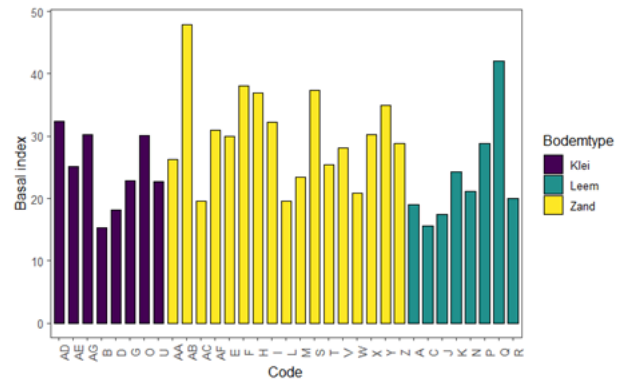
Bijlage 13 Sedentaire aaltjes.



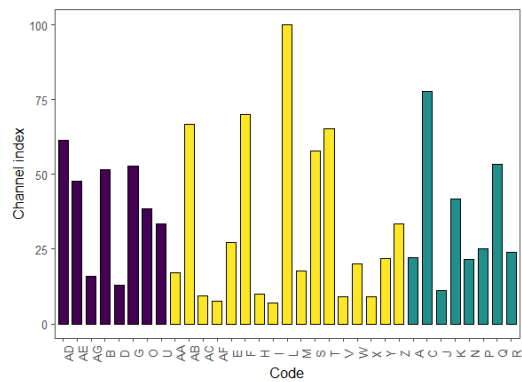
Bijlage 14 Verdeling over de 5 voedselgroepen.



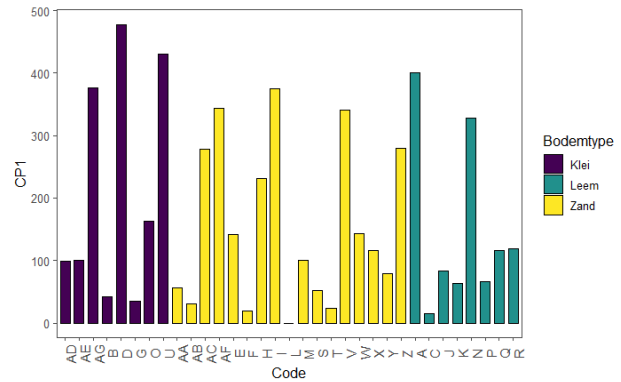
Bijlage 15 MI 2-5.



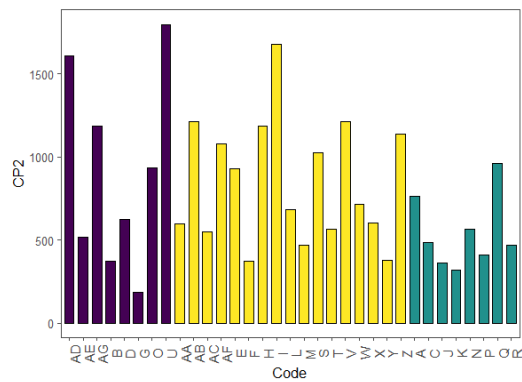
Bijlage 16 BI.



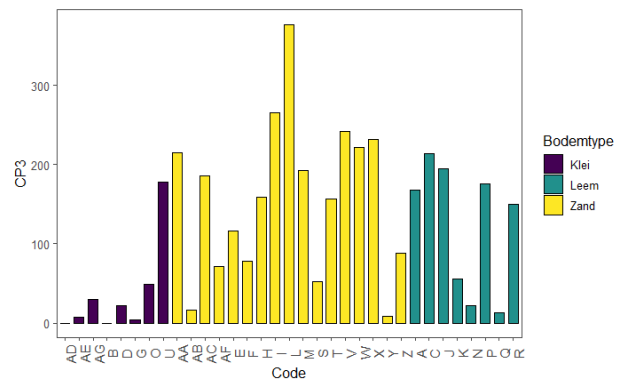
Bijlage 17 CI.



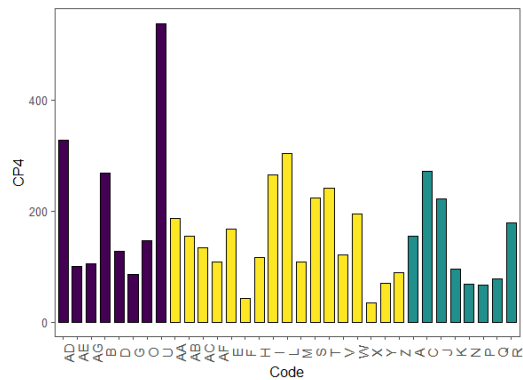
Bijlage 18 CP1.



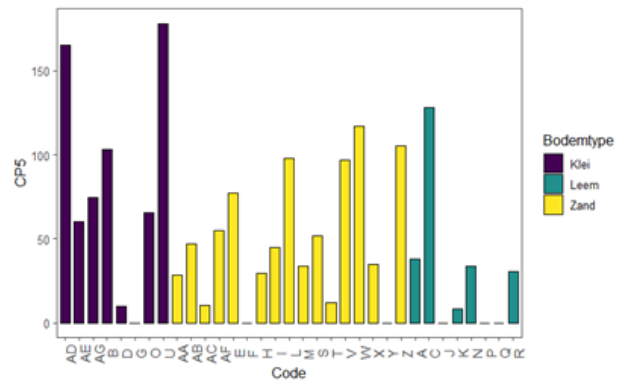
Bijlage 19 CP2.



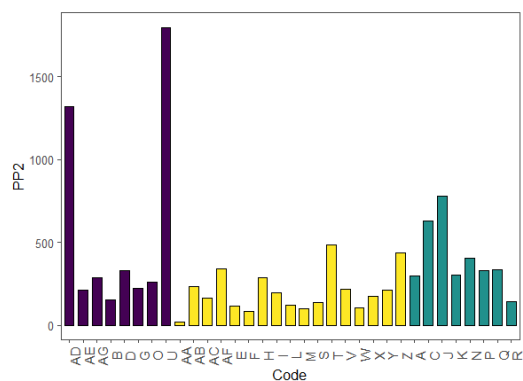
Bijlage 20 CP3.



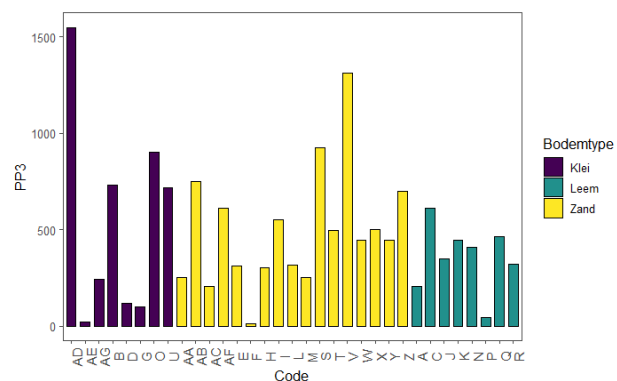
Bijlage 21 CP4.



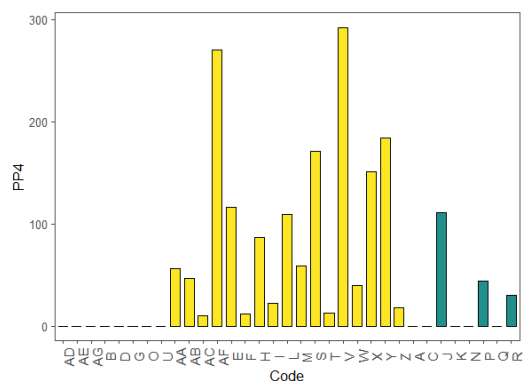
Bijlage 22 CP5.



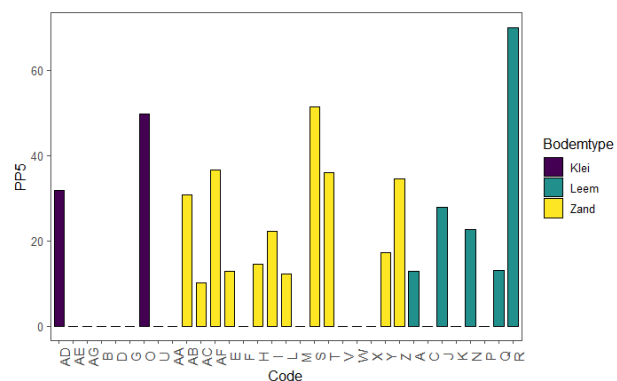
Bijlage 23 PP2.



Bijlage 24 PP4.

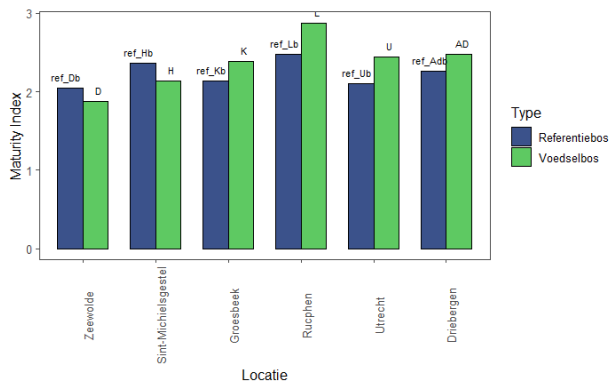


Bijlage 25 PP4.

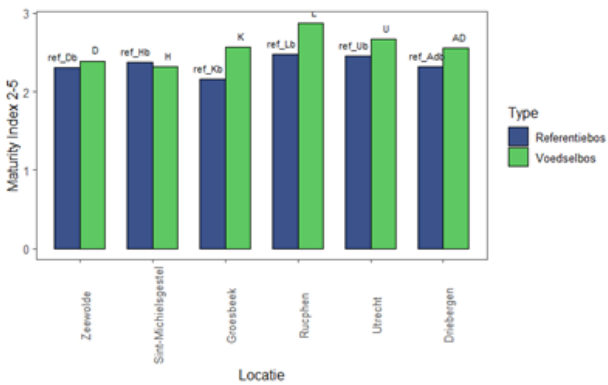


Bijlage 26 PP5.

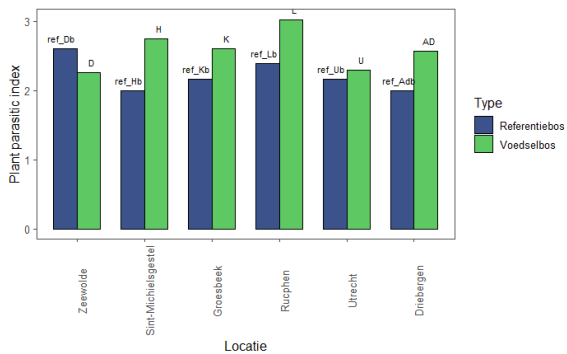
Vergelijking voedselbos-referentiebos



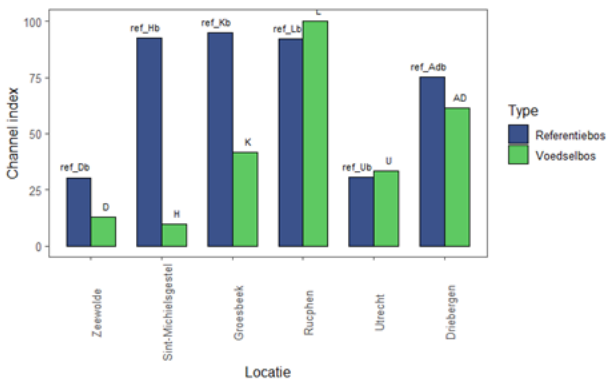
Bijlage 27 Maturity Index.



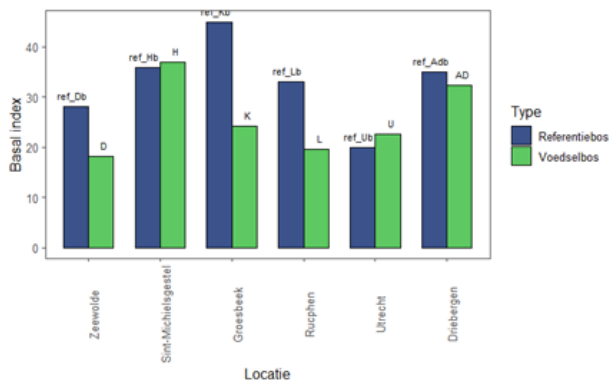
Bijlage 28 Maturity Index 2-5.



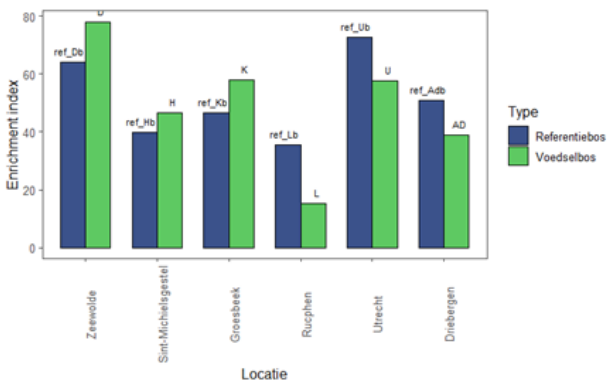
Bijlage 29 Plant Parasitic Index.



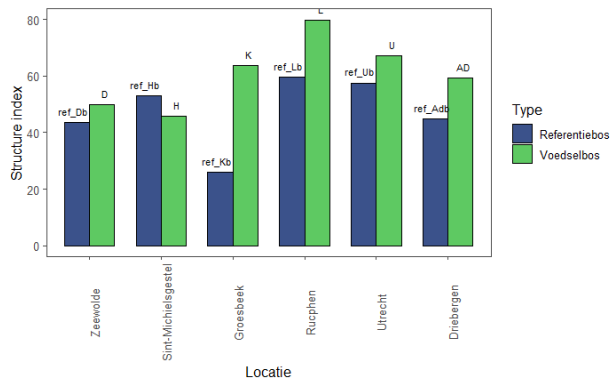
Bijlage 30 Channel Index.



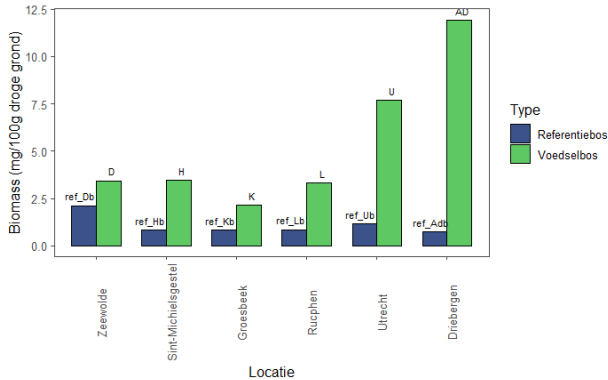
Bijlage 31 Basal Index.



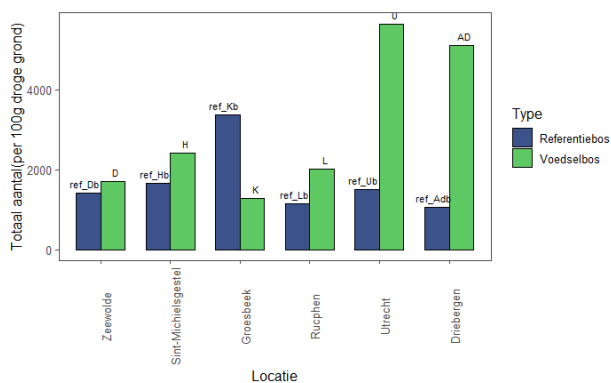
Bijlage 32 Enrichment Index.



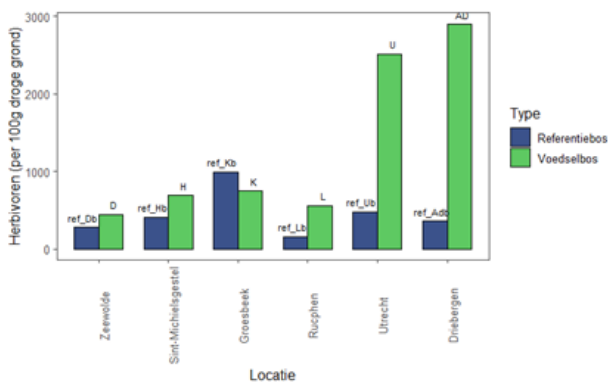
Bijlage 33 Structure Index.



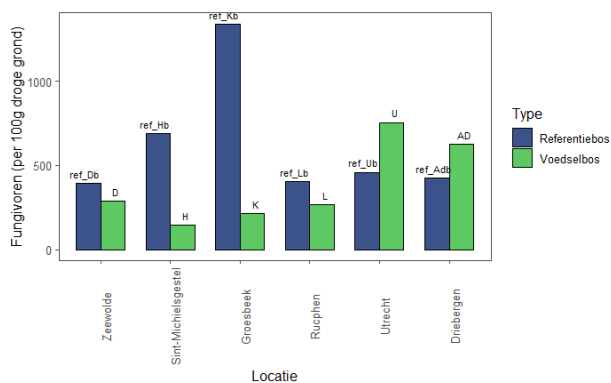
Bijlage 34 Biomass.



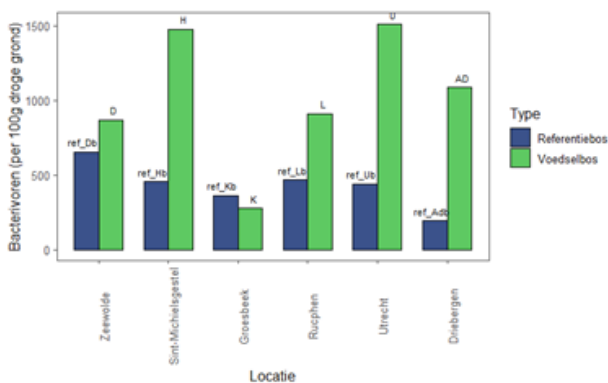
Bijlage 35 Totaal aantal aaltjes.



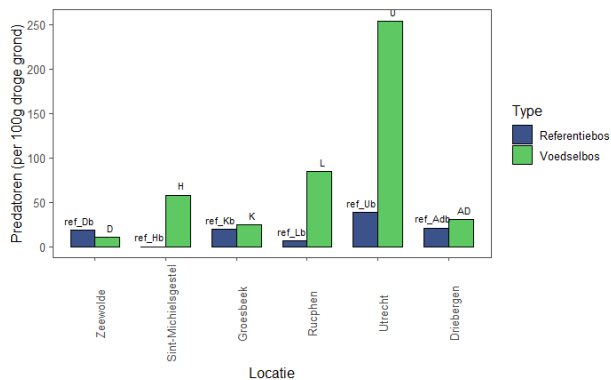
Bijlage 36 Herbivoren.



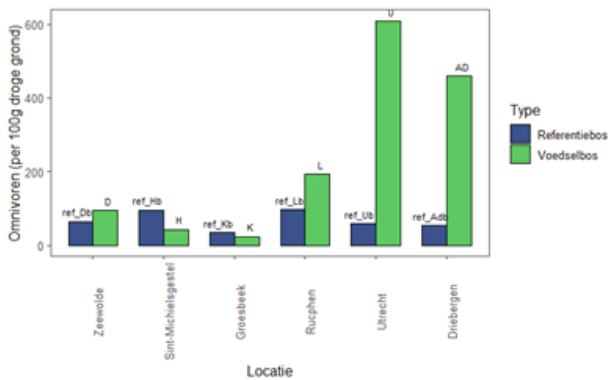
Bijlage 37 Fungivoren.



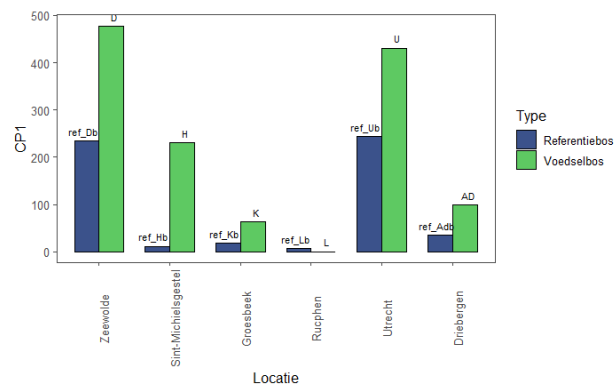
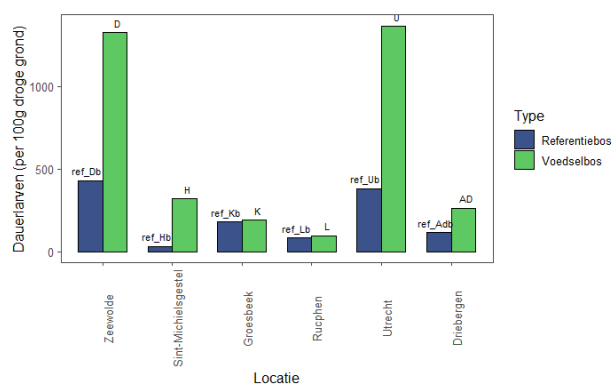
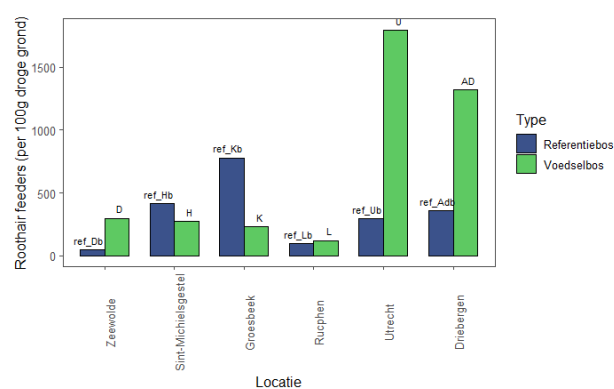
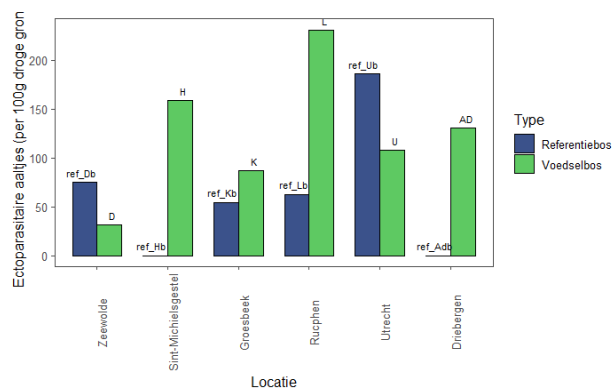
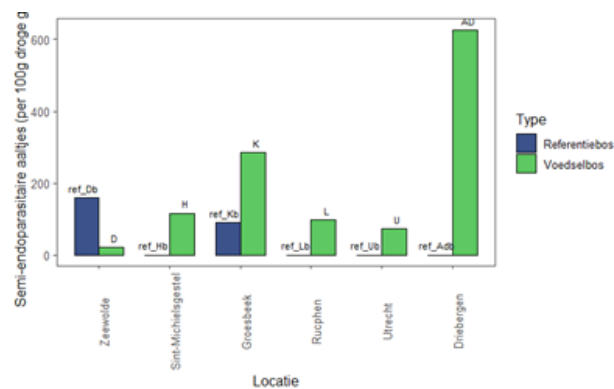
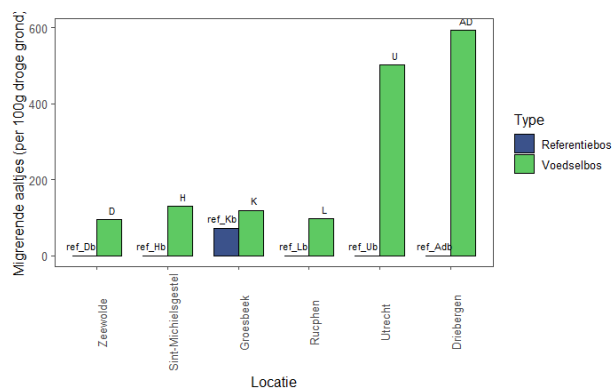
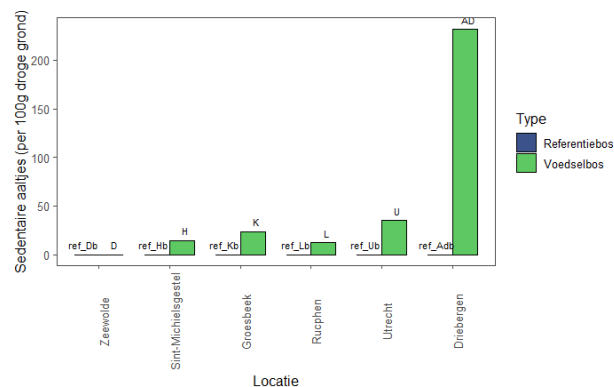
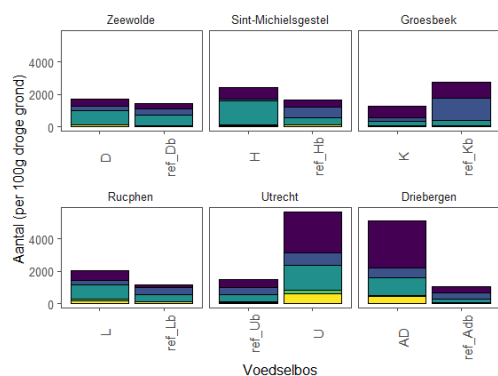
Bijlage 38 Bacterivoren.

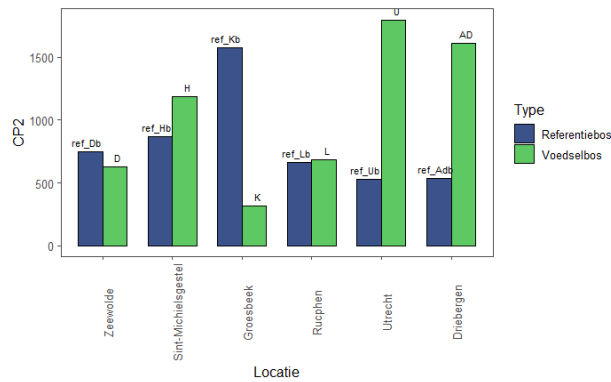


Bijlage 39 Predatoren.

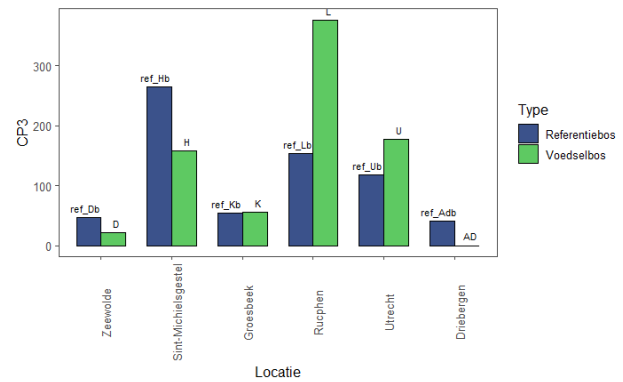


Bijlage 40 Omnivoren.

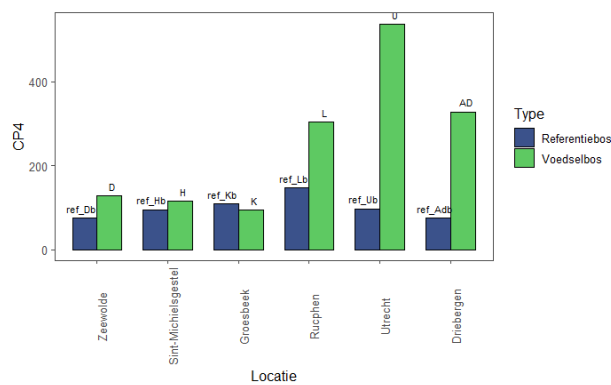




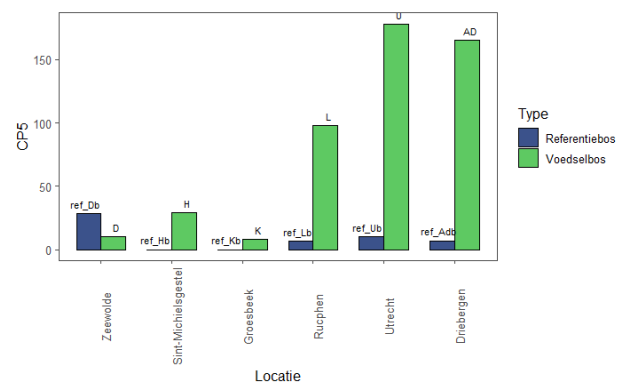
Bijlage 49 CP2.



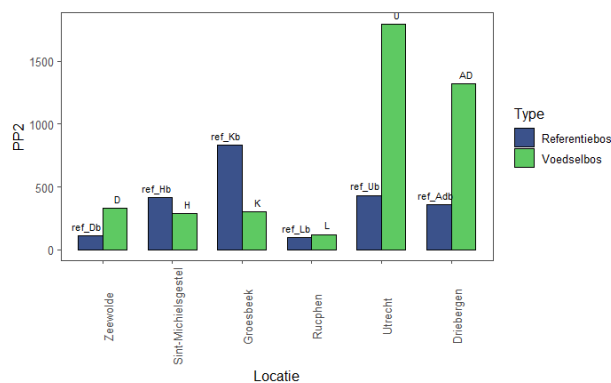
Bijlage 50 CP3.



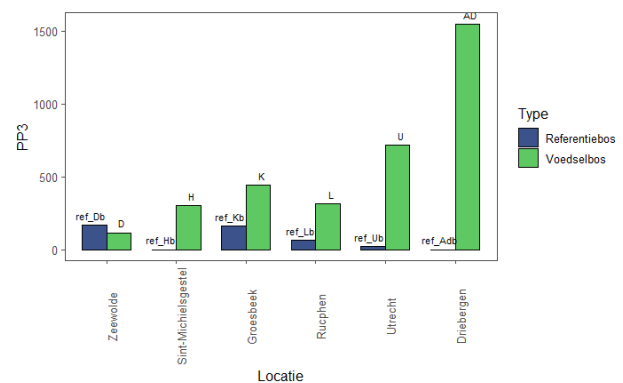
Bijlage 51 CP4.



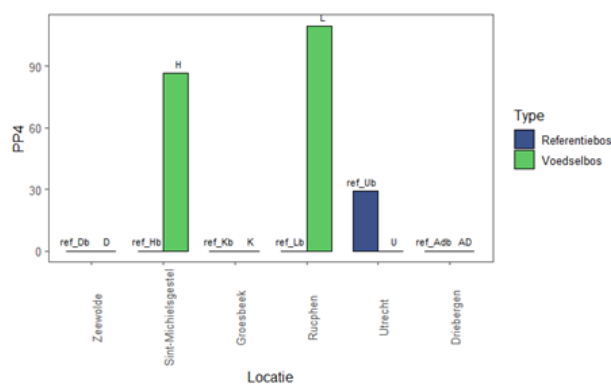
Bijlage 52 CP5.



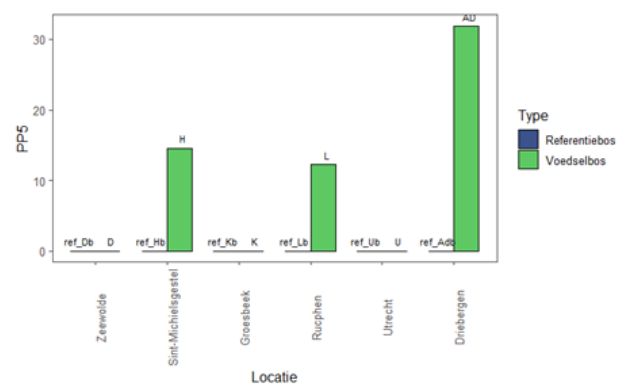
Bijlage 53 PP2.



Bijlage 54 PP3.



Bijlage 55 PP4.



Bijlage 56 PP5.

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16

6700 AA Wageningen

T 0317 48 07 00

wur.nl/plant-research

Rapport WPR-1241



De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Correspondentieadres voor dit rapport:
Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/plant-research

Rapport WPR-1241

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

