



# Effecten van ammoniak op korstmossen in Noord-Brabant in de periode 1993-2024

H. van der Kolk, L. Verboom & L.B. Sparrius

BLWG-rapport 37

**BLWG**

Titel: Effecten van ammoniak op korstmossen in Noord-Brabant in de periode 1993-2024

Auteurs: H. van der Kolk, L. Verboom & L.B. Sparrius

Rapport nr.: 37

Datum uitgave: 2024

Opdrachtgever: Provincie Noord-Brabant

Contactpersoon opdrachtgever: Huub van den Brink

Foto omslag: Korstmossen, o.a. Grove geelkorst (*Candelariella vitellina*), Groen boomschildmos (*Flavoparmelia soredians*) en Wimpermos (*Anaptychia ciliaris*), op zomereik nabij Nieuwkuijk (Henk-Jan van der Kolk)

Dit rapport kan geciteerd worden als:

van der Kolk, H., L. Verboom & L.B. Sparrius, 2024. Effecten van ammoniak op korstmossen in Noord-Brabant in de periode 1993-2024. BLWG-rapport 37. BLWG, Utrecht.

Bryologische en Lichenologische Werkgroep (BLWG). De BLWG onderzoekt en beschermt mossen en korstmossen in Nederland.



[www.blwg.nl](http://www.blwg.nl)

## Voorwoord

Korstmossen die op bomen groeien reageren binnen enkele jaren op veranderingen in luchtkwaliteit en andere omgevingsfactoren, zoals het klimaat. In veel provincies worden korstmossen dan ook gebruikt als indicatoren in meetnetten, met als belangrijkste doel het in kaart brengen van de effecten van ammoniak. In de provincie Noord-Brabant is het meetnet korstmossen in 1993 opgezet, volgens de methode die nu nog steeds in heel Nederland wordt toegepast. In 1993 werden grote delen van de zuidelijke helft van de provincie onderzocht. Vervolgens is alleen in 1997 nog een hele kleine steekproef van de meetpunten herhaald rond De Rips. In 2023-2024 is een nieuwe herhaalronde uitgevoerd, de eerste complete herhaalronde sinds 1993, waarbij de bestaande meetpunten zoveel mogelijk zijn herhaald. Bovendien is het meetnet uitgebreid zodat het nu de hele provincie dekt. Dit rapport beschrijft de resultaten van de monitoring in 2023-2024. De focus van het rapport ligt op de huidige indicatiewaarden voor de mate van ammoniakbelasting en klimaatverandering in Natura 2000-gebieden, en op de veranderingen die zich in de provincie tussen 1993 en 2024 hebben voorgedaan.

We danken Huub van den Brink die dit project begeleidde vanuit de Provincie Noord-Brabant.

## Samenvatting

Korstmossen die op bomen groeien reageren snel op veranderingen in luchtkwaliteit en zijn uitstekende indicatoren voor de concentratie ammoniak in de lucht. Ammoniak zorgt voor een verhoogde stikstofbeschikbaarheid, maar beïnvloedt korstmossen ook indirect door het verhogen van de pH van boomschors. Onder invloed van ammoniak verandert daardoor de korstmossenstelling op bomen: stikstofminnende korstmossen nemen toe en tegelijkertijd nemen zuurminnende korstmossen af.

In Nederland worden korstmossen sinds 1989 in gestandaardiseerde provinciale meetnetten gebruikt om de effecten van ammoniak in kaart te brengen. Hierbij worden meetpunten met meestal 10 zomereiken bezocht, waarbij op elke boom alle soorten mossen en korstmossen genoteerd worden. Uit deze gegevens worden diverse graadmeters berekend voor soortenrijkdom, luchtkwaliteit en klimaat. De belangrijkste graadmeters voor de ammoniakbelasting zijn de Nitrofiële Indicatie Waarde (NIW) en de Acidofiele Indicatie Waarde (AIW). Deze graadmeters worden bepaald door het aantal respectievelijk stikstofminnende (NIW) of zuurminnende (AIW) soorten korstmossen dat gemiddeld op één boom in het meetpunt groeit. De NIW is een graadmeter voor ammoniakbelasting, en stijgt of daalt mee met veranderingen in ammoniakconcentraties in de lucht. De AIW is een omgekeerde graadmeter voor ammoniakbelasting die vooral indicatief is voor de zuurgraad van de schors. In gebieden met een grote invloed van ammoniak is de NIW hoger en de AIW lager.

Het provinciale korstmossenmeetnet in Noord-Brabant is in 1993 opgezet en bedekte toen een groot deel van het zuiden en oosten van de provincie. Daarna is er alleen in 1997 een kleine steekproef van meetpunten in het oosten van de provincie (rond De Rips) opnieuw onderzocht. In 2023-2024 is er voor het eerst een complete herhaalronde uitgevoerd. Hierbij zijn de meetpunten uit 1993 zoveel mogelijk herhaald, en is het meetnet uitgebreid zodat het nu de hele provincie dekt. Er zijn in de meetronde 2023-2024 in totaal 978 meetpunten bezocht, waarvan er 514 herhalingen zijn van meetpunten die ook in 1993 zijn bezocht.

De soortenrijkdom korstmossen is op de meetpunten tussen 1993 en 2023-2024 sterk toegenomen, van gemiddeld 13,4 soorten korstmossen per meetpunt in 1993, naar 26,4 soorten per meetpunt in 2023-2024. Epifytische korstmossen zijn toegenomen doordat veel soorten zich hebben hersteld van de toxische effecten van zwaveldioxide. Door zwaveldioxide waren veel soorten korstmossen in Noord-Brabant tot de jaren '90 grotendeels verdwenen. Daarnaast profiteren zuidelijke en Atlantische soorten momenteel van klimaatverandering. Het relatieve aandeel soorten met een zuidelijke en Atlantische verspreiding neemt momenteel toe. De soortenrijkdom neemt toe in alle regio's en in zowel agrarische, bebouwde en natuurgebieden.

De indicatiewaarde voor nitrofytische korstmossen, de NIW, is in vergelijking met 1993 toegenomen, van 3,3 in 1993 naar 4,3 in 2023-2024, wat er op duidt dat de invloed van ammoniak op korstmossen is toegenomen. De NIW nu het laagste in het westen van de provincie, en neemt naar het oosten gradueel toe, met pieken in gebieden met intensieve veehouderij in Oost-Brabant. In de regio Kempen is de NIW sinds 1993 het sterkst gestegen (+1,7 punten), en in de regio Peel het minst (+0,3 punten). Vooral rond Eindhoven en rond Roosendaal is de NIW tussen 1993 en 2023-2024 sterk toegenomen. De NIW is juist afgenomen in kleine gebieden rond Biest-Houtakker, tussen Uden en Veghel, tussen Odiliapeel en Bakel, en rond Rijkevoort. Er zijn nu vrijwel geen gebieden meer waar de NIW consistent laag is (<1,5). In vergelijking met 1993 is het NIW-landschap homogener geworden: Meetpunten met een zeer hoge NIW (>7,0) zijn zeldzamer geworden, maar tegelijkertijd zijn meetpunten met een lage

NIW (<1,5) ook grotendeels verdwenen. De kleine steekproef in 1997 rond De Rips laat zien dat de NIW tussen 1993 en 1997 daar sterk toenam, om vervolgens tussen 1997 en 2023-2024 weer te dalen. Het is aannemelijk dat de NIW ook elders in de provincie tussen 1993 tot ongeveer 2000 is toegenomen en vervolgens weer gedaald is. Deze trend is in andere provincies beter gedocumenteerd.

De indicatiewaarde voor zuurminnende korstmossen (AIW) is gemiddeld genomen sinds 1993 afgenomen, van 1,5 in meetronde 1993 naar 0,7 in meetronde 2023-2024. De afname heeft plaatsgevonden in alle regio's en in zowel agrarische, bebouwde en natuurgebieden. In veel gebieden zijn zuurminnende korstmossen nu zo goed als geheel verdwenen en sommige soorten, o.a. Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*), zijn uitgestorven in de provincie Noord-Brabant.

Natura-2000 gebieden in Noord-Brabant worden sterk door ammoniak beïnvloedt. De NIW is laag (<1,5) in 4 van de 17 onderzochte Natura 2000 gebieden, maar in alle andere Natura 2000-gebieden duidt de NIW waarde op een matige invloed van ammoniak. De AIW is gemiddeld overal laag, wat duidt op een grote invloed van ammoniak. Een gemiddelde AIW >2,0 komt nog maar in drie Natura 2000-gebieden voor. Op geen van de 29 meetpunten in Natura 2000-gebieden die ook in 1993 werden onderzocht is een verbetering in NIW waarde of AIW waarde vastgesteld. Op de meeste van deze meetpunten is zowel de NIW als AIW verslechterd. Dat duidt er op dat de invloed van ammoniak op korstmossen in Natura 2000 gebieden sinds 1993 is toegenomen. De metingen van het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (RIVM-MAN) laten zien dat de ammoniakconcentraties in de lucht in Natura 2000-gebieden sinds het begin van de metingen in 2005 niet zijn afgenomen. De gemiddelde concentraties van ammoniak in de lucht zijn in vrijwel alle Natura 2000-gebieden hoger dan  $4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ver boven de kritische grens van  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  waaronder zuurminnende korstmossen kunnen herstellen.

In vergelijking met zeven andere recent onderzochte provincies, is in Noord-Brabant de gemiddelde NIW het hoogste en de gemiddelde AIW het laagste. Dat duidt er op dat de effecten van ammoniak op korstmossen in Noord-Brabant gemiddeld groter zijn dan in de andere zeven onderzochte provincies.

Voor 59 meetpunten zijn de NIW en AIW waarden vergeleken met ammoniakconcentraties in de lucht die gemeten zijn op dichtbij gelegen meetlocaties van het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (RIVM-MAN). Er is een significante positieve correlatie tussen de NIW en ammoniakconcentraties in de lucht, en een significante negatieve correlatie tussen de AIW en ammoniakconcentraties in de lucht. Desondanks is er behoefte aan een nieuw gedetailleerd vergelijkingsonderzoek waarbij het voorkomen van epifytische korstmossen wordt gecorreleerd aan gemeten ammoniakconcentraties en aan de mate van lichtinval. Hiervoor is het onder andere nodig dat de ammoniakconcentratie in de lucht op meer plekken in agrarisch gebied gemeten gaat worden.

Concluderend zijn de effecten van ammoniak op korstmossen in Noord-Brabant sinds 1993 toegenomen, wat zich uit in een gemiddelde toename in stikstofminnende korstmossen en afname in zuurminnende korstmossen. De effecten van ammoniak op korstmossen zijn toegenomen in alle onderzochte Natura 2000-gebieden. Ondanks de toegenomen invloed van ammoniak kan de soortenrijkdom korstmossen wel sterk toenemen. Dat komt doordat korstmossen herstellen van de periode met vervuiling van zwaveldioxide en doordat veel soorten profiteren van klimaatverandering.

Korstmosse reageren binnen enkele jaren op veranderingen in het milieu. De NIW volgt veranderingen in de ammoniakconcentraties in de lucht, en de verwachting is dat afnemende concentraties van ammoniak ook zullen resulteren in een afname van de NIW. Het is daarom aan te bevelen om elke zes jaar een complete meetronde van het meetnet korstmossen in Noord-Brabant uit te voeren, waarbij de eerstvolgende meetronde in 2029-2030 plaatsvindt. Met deze meetfrequentie kunnen veranderingen in ammoniakbelasting in Noord-Brabant nauwkeurig gevolgd worden.

## Summary

Epiphytic lichens respond quickly to changes in their environment and are excellent bio-indicators for monitoring air pollution and climate change. In the Netherlands, epiphytic lichens are used to map ammonia pollution in a standardized monitoring network since 1989. Monitoring sites typically consists out of ten oak (*Quercus robur*) trees. During surveys all lichens and mosses are recorded on each tree within a monitoring site. From the monitoring data several indication values are derived, including nitrophytic species abundance and acidophytic species abundance. Since ammonia causes an increase in bark pH, monitoring sites that are influenced by ammonia exhibit a higher abundance of nitrophytic species and lower abundance of acidophytic species.

Epiphytic lichens were monitored in the province of Noord-Brabant (5081 km<sup>2</sup>) in the standardized monitoring network for the first time in 1993 in natural, agricultural and urban areas. In 2023-2024, a new survey was done on 978 sites in 2023-2024, of which 514 were also surveyed in 1993. In 2023-2024, the monitoring network was expanded so that it covered the whole province.

During the survey in 2023-2024 a total of 203 lichen species were recorded of which 34 are listed on the Dutch lichen Red List. Eight species were recorded for the first time in the province of Noord-Brabant and one species (*Athallia alnetorum*) was new to the Netherlands. Epiphytic lichen species richness has strongly increased from 13.4 species per monitoring site in 1993, to 26.4 species per monitoring site in 2023-2024. The increasing species richness in the last three decades can be attributed to the recovery of lichens following the declining pollution of SO<sub>2</sub>, and more recently also climate change, due to which many southern and Atlantic species are expanding their range.

The average abundance of nitrophytic species in the province of Noord-Brabant was higher in 2023-2024 compared to 1993, indicating that ammonia concentrations in the air have increased. Only in a few small regions a downward trend of nitrophytic species abundance was detected, indicating a decreased influence of ammonia. Acidophytic species abundance has strongly decreased throughout the province since 1993, most strongly in natural areas. Some acidophytic species have disappeared in the monitoring scheme, e.g. *Lecanora aitema*, *Ochrolechia microstictoides* and *Platismatia glauca*, whereas others have strongly declined, e.g. *Evernia prunastri* and *Hypogymnia physodes*.

The effects of ammonia on epiphytic lichens have since 1993 increased in all landscape types, and also increased in and around most Natura 2000 protected areas. The increased effects of ammonia on epiphytic lichens correspond with measurements on ammonia concentrations done by the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), that reveal that ammonia concentrations in Natura 2000 areas in Noord-Brabant have not decreased since the start of the measurements in 2005, and are currently still far above the threshold at which a recovery of ammonia-sensitive lichens can be expected.

## Inhoudsopgave

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>1</b> | <b>INLEIDING</b>   | <b>6</b>   |
| 1.1      | WAT ZIJN KORSTMOSSEN?  | 6          |
| 1.2      | KORSTMOSSEN ALS INDICATOREN VOOR LUCHTKWALITEIT EN KLIMAAT       | 6          |
| 1.3      | DE PROVINCIALE KORSTMOSSENMEETNETTEN                             | 8          |
| 1.4      | GRAADMETERS VOOR AMMONIAK EN KLIMAAT                             | 8          |
| 1.5      | KORSTMOSSENMEETNET IN NOORD-BRABANT EN HERHAALRONDE 2023-2024    | 10         |
| <b>2</b> | <b>METHODE</b>   | <b>12</b>  |
| 2.1      | SELECTIE VAN MEETPUNTEN  | 12         |
| 2.2      | VELDWERK   | 13         |
| 2.3      | BEREKENING GRAADMETERS   | 14         |
| 2.4      | KENMERKEN VAN DE MEETPUNTEN EN OMGEVINGSVARIABLEN                | 16         |
| 2.5      | ANALYSE  | 18         |
| <b>3</b> | <b>RESULTATEN</b>  | <b>22</b>  |
| 3.1      | SOORTENRIJKDOM KORSTMOSSEN                                       | 22         |
| 3.2      | SOORTENRIJKDOM MOSSEN  | 31         |
| 3.3      | NITROFYTEN (NIW)   | 34         |
| 3.4      | ACIDOFYTEN (AIW)   | 39         |
| 3.5      | KLIMAAT  | 44         |
| 3.6      | EFFECTEN VAN AMMONIAK IN NATURA 2000-GBIEDEN                     | 47         |
| 3.7      | VERGELIJKING VAN EFFECTEN VAN AMMONIAK TUSSEN PROVINCIES         | 50         |
| <b>4</b> | <b>DISCUSSIE</b>   | <b>51</b>  |
| 4.1      | TOENAME SOORTENRIJKDOM KORSTMOSSEN TUSSEN 1970 EN NU             | 51         |
| 4.2      | KORSTMOSSEN ALS INDICATOR VOOR AMMONIAK                          | 53         |
| 4.3      | ACHTERUITGANG VAN ZUURMINNENDE EPIFYTEN                          | 56         |
| 4.4      | NATURA 2000-GBIEDEN  | 58         |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN</b>                               | <b>60</b>  |
| 5.1      | VERANDERINGEN STIKSTOFMINNENDE EN ZUURMINNENDE KORSTMOSSEN       | 60         |
| 5.2      | NATURA 2000-GBIEDEN  | 60         |
| 5.3      | VERANDERINGEN IN SOORTENRIJKDOM                                  | 61         |
| 5.4      | AANBEVELING MONITORING   | 61         |
|          | <b>LITERATUUR</b>  | <b>62</b>  |
|          | <b>BIJLAGE A. OVERZICHT WAARGENOMEN KORSTMOSSEN EN TRENDS</b>    | <b>65</b>  |
|          | <b>BIJLAGE B. OVERZICHT WAARGENOMEN MOSSEN EN TRENDS</b>         | <b>70</b>  |
|          | <b>BIJLAGE C. SOORTKAARTEN KORSTMOSSEN</b>                       | <b>72</b>  |
|          | <b>BIJLAGE D. SOORTKAARTEN MOSSEN</b>                            | <b>101</b> |
|          | <b>BIJLAGE E. VERANDERINGEN GRAADMETERS ROND DE RIPS IN 1997</b> | <b>111</b> |

# 1 Inleiding

## 1.1 Wat zijn korstmossen?

Korstmossen bestaan uit een schimmel en een alg die in een symbiose met elkaar samenleven. De alg produceert door fotosynthese suikers, die gedeeld worden met de schimmel. De schimmel groeit als een behuizing rond de alg en zorgt voor bescherming. Korstmossen worden vaak verward met mossen, maar zijn daar niet aan verwant. Mossen zijn primitieve voorouders van vaatplanten, en hebben een stengel met blaadjes (Figuur 1.1). Korstmossen groeien relatief langzaam en komen voor op extreme standplaatsen, meestal op voedselarme grond, op stenen en op boomschors. Op deze groeiplaatsen hoeven ze niet te concurreren met vaatplanten, die veel sneller groeien. Korstmossen die op bomen groeien worden epifytische korstmossen genoemd. Korstmossen vertonen een grote variatie in groeivorm. Korstmossen kunnen struikvormig, bladvormig of korstvormig zijn. De kleur varieert van onopvallend groen of bruin tot felgekleurd geel of rood. In Nederland zijn in totaal ongeveer 800 soorten korstmossen vastgesteld (Aptroot et al., 2004; van Herk et al., 2018), waarvan er ongeveer 250 algemeen voorkomen.



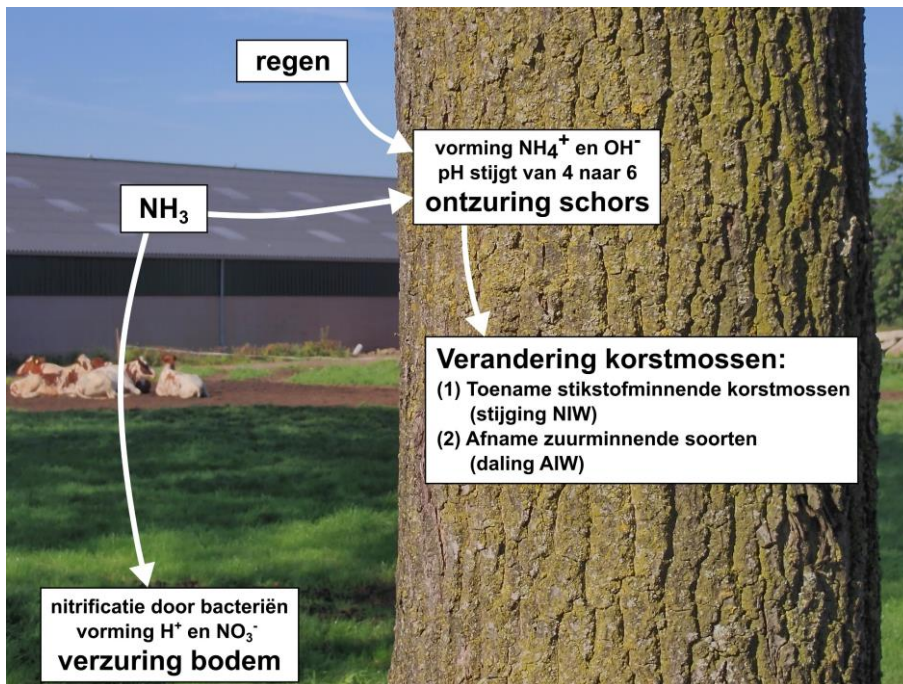
**Figuur 1.1** Voorbeeld van een korstmos (links, Heksenvingermos *Physcia tenella*) en een bladmos (rechts, Fijn laddermos *Kindbergia praelonga*).

## 1.2 Korstmossen als indicatoren voor luchtkwaliteit en klimaat

Korstmossen reageren sterk op veranderingen in de luchtkwaliteit. In Nederland hebben hoge concentraties van zwaveldioxide en ammoniak in de lucht in de afgelopen vijftig jaar een grote invloed gehad op epifytische korstmossen (van Dobben, 1990; van Herk, 2019a). Zwaveldioxide en ammoniak hebben een verschillende uitwerking op de soortensamenstelling. Zwaveldioxide ( $\text{SO}_2$ ) is giftig voor veel soorten korstmossen. De zwaveldioxide in de lucht (“zure regen”) bereikte in de jaren '70 zijn hoogtepunt en heeft toen veel epifytische korstmossen doen verdwijnen, waardoor er zogenaamde epifytenwoestijnen ontstonden (Barkman, 1958). Slechts een klein aantal soorten korstmossen kan hoge concentraties zwaveldioxide verdragen. Veel soorten die door zwaveldioxide gedecimeerd waren zijn in de afgelopen decennia weer teruggekeerd doordat de uitstoot van zwaveldioxide sterk is afgenomen (van Dobben & de Bakker, 1996).



Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) heeft andere effecten op korstmossen dan zwaveldioxide. Ammoniak is een base en zorgt ervoor dat de bast van bomen ontzuurt. De pH van de bast van een zomereik, normaal ca. 4, kan onder invloed van ammoniak in gebieden met veel intensieve veehouderij stijgen tot ca. 6 (van Herk, 2001). De bast wordt dus basischer. Pas als ammoniak in de bodem terecht komt wordt het door bacteriën omgezet in zuur en levert de ammoniak een bijdrage aan verzuring van de bodem. Dit proces in de bodem heeft echter geen effect op de korstmossen die op boomschors voorkomen (Figuur 1.2).



**Figuur 1.2** Effect van ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) op de pH van boomschors en op korstmossen. De NIW en AIW zijn graadmeters die worden geïntroduceerd in 1.4.

Een verhoogde ammoniakconcentratie in de lucht heeft een grote impact op de soortensamenstelling van korstmossen op de boomschors: het stimuleert nitrofyten (stikstofminnaars) en leidt tot het verdwijnen van acidofyten (zuurminnaars) (van Herk, 2001). Stikstofminnende korstmossen reageren zowel direct op veranderingen van de ammoniakconcentratie in de lucht als op de zuurgraad. Dat betekent dat stikstofminnende korstmossen toenemen wanneer ammoniak in de lucht toeneemt, maar ook weer verdwijnen wanneer ammoniak in de lucht afneemt. Het aantal stikstofminnende korstmossen volgt in Nederland daardoor goed de trend van de ammoniakconcentratie in de lucht (van Herk, 2021). Zuurminnende korstmossen reageren vooral op de zuurgraad van de schors. Doordat de pH van boomschors toeneemt bij een grotere ammoniakbelasting verdwijnen de voor eiken typerende zuurminnende korstmossen, zoals Eikenmos (*Evernia prunastri*). De effecten van de verhoogde ammoniakconcentratie op korstmossen werden in Nederland voor het eerst aangetoond in de Gelderse Vallei, toen vastgesteld werd dat stikstofminnende korstmossen rond boerderijen sterk waren toegenomen (van der Knaap, 1980; 1984).

Behalve op ammoniak reageren korstmossen ook op  $\text{NO}_x$ . Onderzoek in het buitenland heeft aangetoond dat hoge concentraties  $\text{NO}_x$  vergelijkbare effecten hebben op korstmossen als ammoniak. Hogere concentraties  $\text{NO}_x$  zorgen voor een toename van stikstofminnende korstmossen. Veel andere korstmossen verdwijnen bij te hoge concentraties  $\text{NO}_x$ , waaronder ook de meeste zuurminnende soorten (Davies et al., 2007; Larsen et al., 2007; Gadsdon et al., 2010).

Naast luchtvervuiling reageren epifytische korstmossen ook op klimaatverandering (van Herk et al., 2002; Aptroot & van Herk, 2007). Zuidelijke en warmteminnende soorten nemen momenteel sterk toe, terwijl noordelijke soorten afnemen.

### 1.3 De provinciale korstmossenmeetnetten

In Nederland wordt er al bijna 100 jaar onderzoek gedaan naar epifytische korstmossen. In de jaren '40 en '50 werden de epifytenwoestijnen gekarteerd door Barkman (1958). Dit onderzoek kreeg een gevolg in de jaren '70, toen de Werkgroep Herkartering Epifyten Nederland (WHEN) de epifytenwoestijnen opnieuw karteerde, waarbij er duizenden meetpunten in heel Nederland bezocht werden (de Wit, 1976). In de jaren '80 zijn herhaalrondes uitgevoerd van delen van het WHEN (de Bakker, 1987; van der Knaap & van Dobben, 1987; van Dobben & de Bakker, 1996).

Het meetnet volgens de huidige gestandaardiseerde methode is in 1989 gestart, met als voornaamste doel het in kaart brengen van de effecten van ammoniak (van Herk, 1990). Het meetnet bestaat uit vaste meetpunten met meestal 10 bomen, waarop alle soorten mossen en korstmossen genoteerd worden. Meestal wordt zomereik als boomsoort gebruikt, maar in gebieden waarin zomereiken niet voorhanden zijn worden ook wel andere boomsoorten opgenomen. De meetnetten worden in acht provincies uitgevoerd, die tezamen bestaan uit ongeveer 4000 monsterpunten. De provinciale meetnetten zijn ontworpen en ontwikkeld door het LON, het Lichenologisch Onderzoeksbureau Nederland (van Herk, 1999) in opdracht van de desbetreffende provincies. Bij voorkeur worden meetnetten elke zes jaar opnieuw opgenomen. Recent is er in de meeste provincies een herhaalronde uitgevoerd, namelijk in Drenthe (van Herk, 2023), Friesland (van der Kolk et al., 2020), Gelderland (van der Kolk et al., 2023a), Groningen (van der Kolk et al., 2023b), Overijssel (van Herk, 2021), Utrecht (van Herk, 2019b) en Zeeland (van Herk, 2019c).

### 1.4 Graadmeters voor ammoniak en klimaat

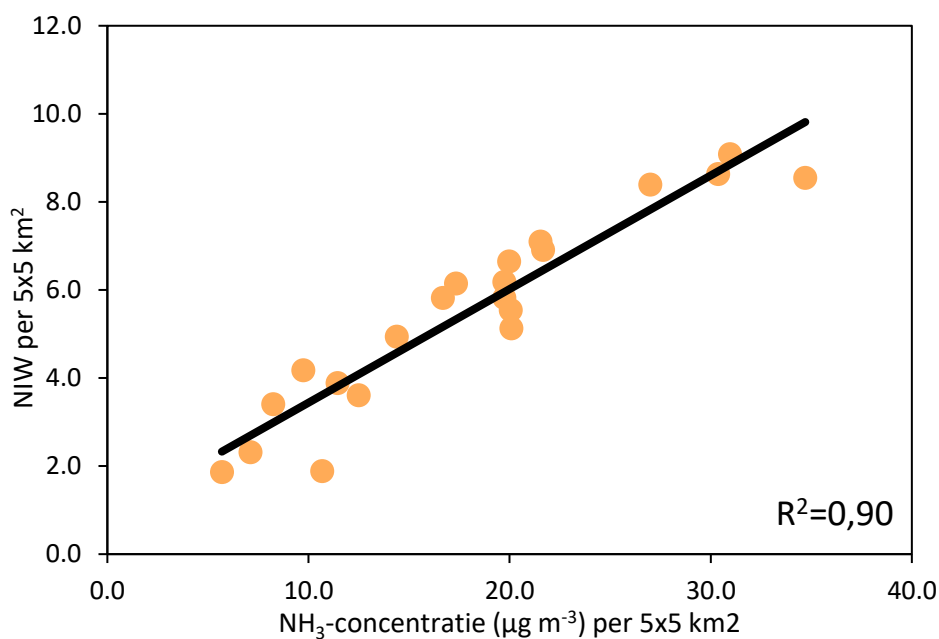
De hoeveelheid nitrofyten (ammoniakminnaars, ook wel stikstofminnende korstmossen genoemd) wordt bij de provinciale karteringen per meetpunt uitgedrukt in de **Nitrofiel Indicatie Waarde (NIW)**, een graadmeter voor de ammoniakbelasting. Op dezelfde manier wordt de hoeveelheid acidofyten (zuurminnaars, ook wel stikstofgevoelige korstmossen genoemd) uitgedrukt in de **Acidofiel Indicatie Waarde (AIW)**, een omgekeerde graadmeter voor ammoniak die vooral indicatief is voor de zuurgraad van de schors. Zowel de NIW als de AIW worden per punt uitgerekend door het voorkomen van ongeveer 20 kenmerkende soorten bij elkaar op te tellen (Figuur 1.3). Zie 2.3 voor details hoe de NIW en AIW worden berekend. Op locaties waar de NIW hoog is en de AIW laag, is er een grote invloed van ammoniak op boombewonende korstmossen. Andersom is op locaties met een lage NIW en hoge AIW de invloed van ammoniak laag. De NIW is het beste bruikbaar in open gebieden, omdat vrijwel alle ammoniakminnende soorten ook lichtminnend zijn. De AIW is geschikt in zowel open- als bosgebieden, omdat een deel van de zuurminnende soorten ook schaduwminnend is.



**Figuur 1.3** Links Groot dooiermos (*Xanthoria parietina*), een stikstofminnende soort, en rechts Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*), een stikstofgevoelige soort.

In 1997 is het verband onderzocht tussen de NIW en AIW en de ammoniakconcentraties in de lucht. De ammoniakmetingen zijn destijds met vaste monsternemers door TNO uitgevoerd, op dezelfde bomen waar ook de korstmossenstelling onderzocht werd. De ammoniakmetingen betroffen metingen van de ammoniakconcentratie in de lucht met passieve monsterbuisjes, op een vergelijkbare manier zoals deze metingen nu worden uitgevoerd in het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden van het RIVM (RIVM-MAN; Stolk et al., 2009). Uit het vergelijkingsonderzoek (van Herk, 1998) blijkt dat de jaargemiddelde  $\text{NH}_3$ -concentratie ruim 59% van de variantie van de NIW kan verklaren, wat aangeeft dat de overeenkomst tussen beide zeer groot is. De NIW en de  $\text{NH}_3$ -concentratie zijn ook als gemiddelde per uurhok ( $5 \times 5 \text{ km}^2$ ) berekend, met in elk uurhok ongeveer 5 meetlocaties. Hierdoor worden versturende factoren die de NIW beïnvloeden anders dan ammoniak, bijvoorbeeld lichtinval, uitgemiddeld. Het verband op uurhok-niveau is daardoor nog sterker dan het verband op meetpunt-niveau: de verklaarde variantie is op uurhok-niveau 90% (Figuur 1.4). De NIW, en met name de gemiddelde NIW van meerdere meetpunten in een kleine regio, kan dus gezien worden als een zeer betrouwbare schatting van de luchtconcentratie  $\text{NH}_3$ , en het effect daarvan op korstmossen. De AIW laat een duidelijk negatief verband met  $\text{NH}_3$  zien, en kan dus als omgekeerde graadmeter voor  $\text{NH}_3$  gebruikt worden. De bruikbaarheid van korstmossen voor de monitoring van ammoniak wordt uitgebreid behandeld in een artikel in *The Lichenologist* (van Herk, 2001).

Voor het in kaart brengen van veranderingen in het milieu zijn ook de ecologische indicatiewaarden (“Ellenberggetallen”) van korstmossen geschikt (Wirth, 2010; Sparrius et al., 2015). Voor elke soort is een indicatiewaarde (een getal tussen 1 en 9) bepaald voor vocht, stralingsklimaat, zuurgraad, nutriëntenrijkdom, continentaliteit en temperatuur. Voor het analyseren van de invloed van het klimaat is de **indicatiewaarde voor continentaliteit** van belang. Voor klimaat wordt ook gebruik gemaakt van de **community temperature index**, een maat voor de gemiddelde temperatuur van het verspreidingsgebied van de aangetroffen korstmossen.



**Figuur 1.4** Relatie tussen de NIW en de jaarrond gemeten NH<sub>3</sub>-luchtconcentratie (µg m<sup>-3</sup>) per 5x5 km<sup>2</sup> uurhok, op basis van 4-6 metingen per uurhok. Gegevens afkomstig van metingen aan zomereiken in 1997 in Friesland, Noord-Brabant en de Gelderse Vallei, ontleend aan van Herk, 2001.

## 1.5 Korstmossenmeetnet in Noord-Brabant en herhaalronde 2023-2024

Epifytische korstmossen in Noord-Brabant werden al onderzocht voordat het meetnet in de huidige vorm werd opgezet. In de jaren '40 en '50 werden epifytische korstmossen onderzocht door Barkman (1958). In het begin van de jaren '70 werden er in de provincie honderden locaties gekarteerd als onderdeel van de grootschalige WHEN-kartering (de Wit, 1976). Daarna werden delen van het WHEN-project in de oostelijke helft van de provincies herhaald in 1986 (de Bakker, 1987) en in 1989-1990 (van Dobben & de Bakker, 1996).

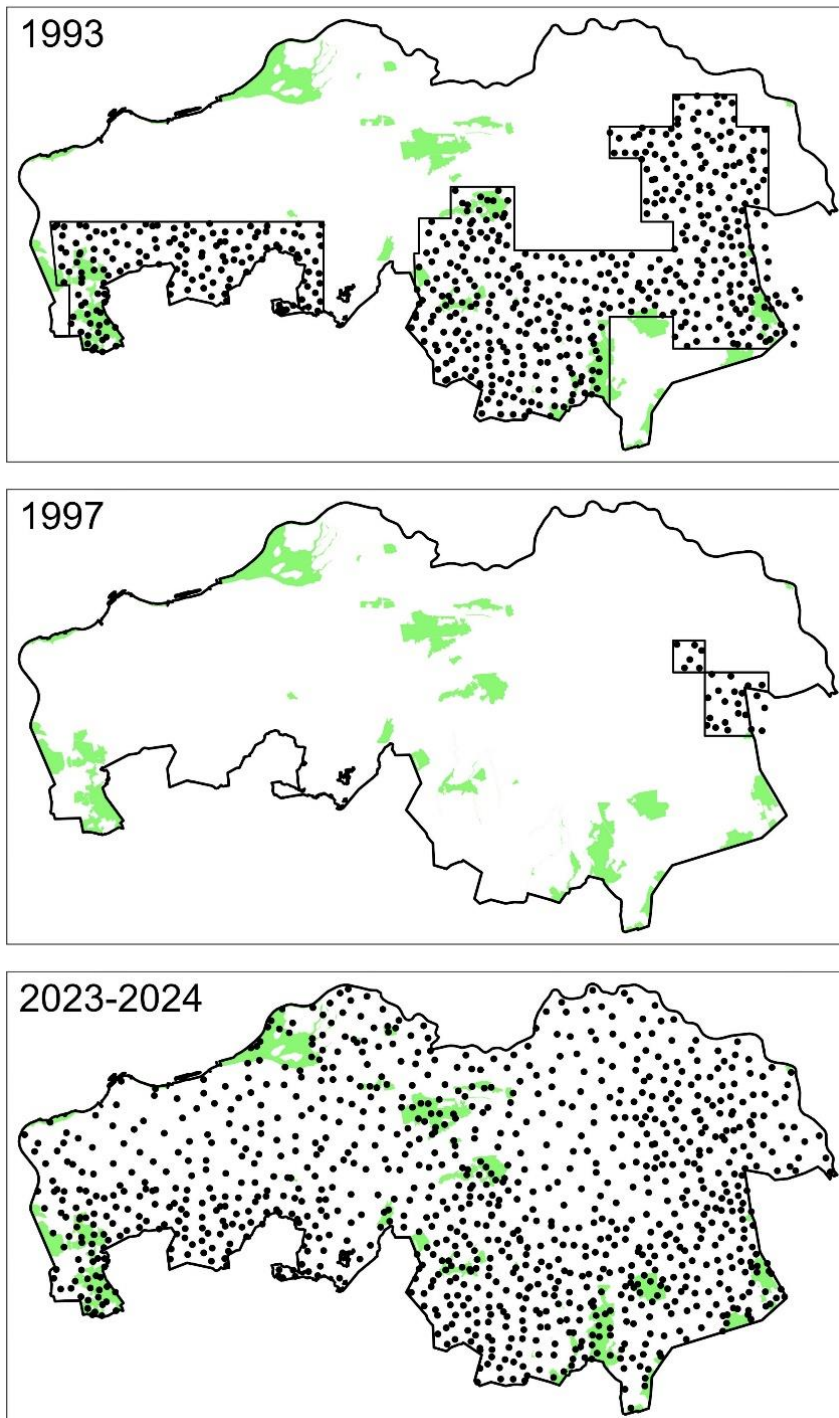
Het meetnet in de huidige vorm is in Noord-Brabant in 1993 opgezet (van Herk, 1996a). Het meetnet werd opgezet met dezelfde gestandaardiseerde methode die eerder al in andere provincies was toegepast, en die tot op heden onveranderd is gebleven. In 1993 werden er in Noord-Brabant 606 meetpunten met zomereiken bezocht die een groot deel van de zuidelijke helft van de provincie besloegen (Figuur 1.5). De dichtheid van meetpunten was vrij hoog, zes à zeven meetpunten per uurhok (5x5 km<sup>2</sup>). Na 1993 zijn er alleen in 1997 een klein aantal meetpunten herhaald in het Peelgebied. Het betrof geen echte herhaling, maar een eenmalige kartering van 27 meetpunten in het kader van een onderzoek naar de relatie tussen de luchtconcentratie ammoniak en korstmossen op bomen (van Herk, 1998).

De meetronde in 2023-2024 is de eerste volledige herhaalronde die sinds 1993 is uitgevoerd van het meetnet korstmossen in de provincie Noord-Brabant. Tijdens de meetronde 2023-2024 zijn de meetpunten uit 1993 zoveel mogelijk herhaald. Daarnaast is het meetnet uitgebreid, zodat het nu de hele provincie bedekt (Figuur 1.5). Dit onderzoek focust op epifytische korstmossen, maar tijdens het veldwerk zijn (net als in eerdere meetronden) behalve de korstmossen ook de aanwezige mossen vastgelegd. Een klein deel van het rapport is daarom toegewijd aan de veranderingen in de soortenrijkdom van mossen.

De volgende onderzoeksvragen met betrekking tot de huidige kwaliteit en veranderingen zijn

gekoppeld aan het uitvoeren van deze nieuwe meetronde:

- Hoe is de soortenrijkdom van korstmossen en van mossen op bomen in Noord-Brabant veranderd ten opzichte van 1993?
- Wat is de huidige impact van ammoniak in de lucht op korstmossen in Natura 2000-gebieden, overige natuurgebieden en agrarische gebieden in de provincie Noord-Brabant?
- Hoe is de invloed van ammoniak in de lucht op korstmossen in de provincie Noord-Brabant veranderd ten opzichte van 1993?



**Figuur 1.5 Onderzochte meetpunten in de provincie Noord-Brabant in 1993, 1997 en 2023-2024. Natura 2000-gebieden zijn groen gemarkeerd.**

## 2 Methode

### 2.1 Selectie van meetpunten

Meetpunten bestaan meestal uit 10 bomen, maar op locaties waar weinig bomen staan worden soms minder dan 10 bomen gebruikt. Een aantal van 10 boomsoorten garandeert dat als een soort op één boom gemist wordt, dit meestal geen effect heeft op de abundantie (zie 2.2) en een minimaal effect op de NIW en AIW (zie 2.3.3). Als boomsoort wordt meestal zomereik (*Quercus robur*) gebruikt. In gebieden waar geen eiken voorhanden zijn, vooral op de kleigronden, kunnen ook andere boomsoorten gebruikt worden. Bij voorkeur worden dan Canadapopulieren (*Populus x canadensis*) of essen (*Fraxinus excelsior*) gebruikt, zelden andere boomsoorten. Vaak bestaat een meetpunt uit een rijtje bomen in een wegberm (Figuur 2.1), maar in natuurgebieden kan een meetpunt ook uit vrijstaande bomen of bosbomen bestaan. De meetpunten worden waar mogelijk zo gekozen dat bemonsterde bomen niet te dicht op een boerderij staan, dat er een vrije aanstroom van lucht naar de stam is en dat bomen niet te jong zijn (omtrek van de stam bij voorkeur minimaal 13 dm, wat overeenkomt met een diameter van minimaal 41 cm).



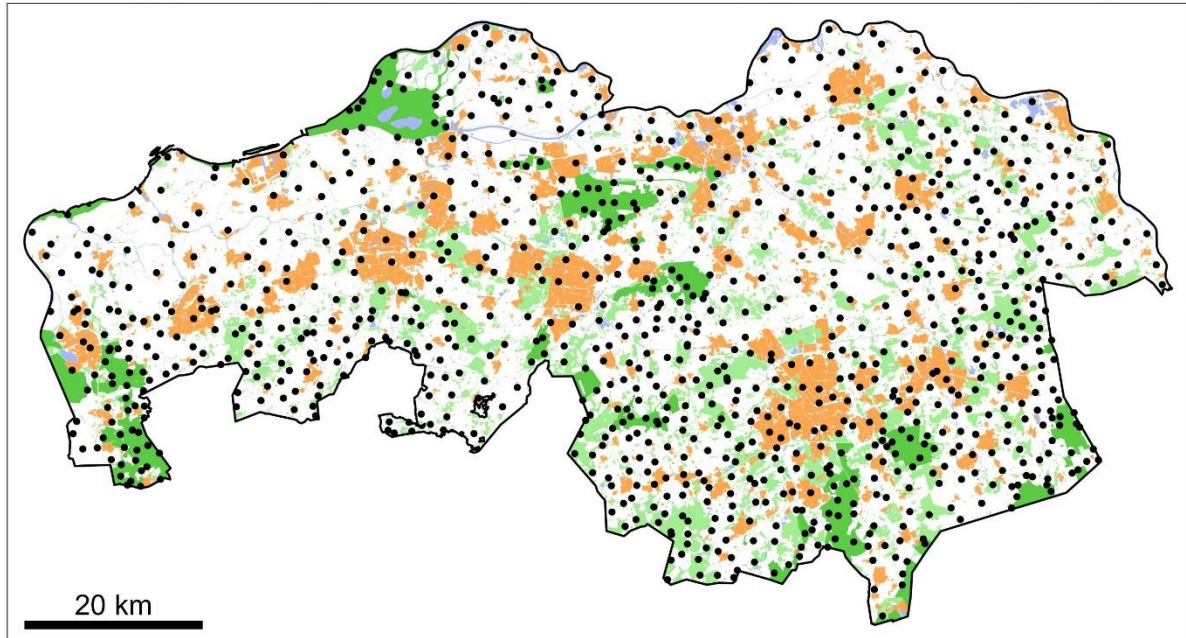
**Figuur 2.1** Een voorbeeld van een meetpunt met zomereiken in de bebouwde kom (links) en een meetpunt met essen in agrarisch gebied (rechts).

Het uitgangspunt voor de herhaalronde 2023-2024 in Noord-Brabant was om meetpunten uit de meetronde 1993 zoveel mogelijk te herhalen. Meetpunten die uit 1 of 2 bomen bestonden zijn vervangen als er in de directe omgeving een betere meetlocatie met 10 bomen beschikbaar was. Ook zijn meetpunten vervangen wanneer alle of de meeste bomen uit het meetpunt waren verdwenen (bijvoorbeeld door de aanleg van een woonwijk of nieuwe weg) of ongeschikt zijn geworden doordat stammen begroeid zijn geraakt met klimop of nu omgeven zijn door opslag.

Naast het herhalen van bestaande meetpunten is het meetnet uitgebreid zodat het de hele provincie Noord-Brabant dekt. De dichtheid van meetpunten voor de nieuw onderzochte delen is ongeveer 5 meetpunten per uurhok in en rond Natura 2000-gebieden, en ongeveer 3 meetpunten per uurhok in overige gebieden. Waar mogelijk zijn er ook nieuwe meetpunten uitgezet in de buurt van meetlocaties van het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden van het RIVM, zodat de gemeten ammoniakconcentraties in de lucht gecorreleerd kunnen worden aan het voorkomen van verschillende soorten korstmossen op bomen.

In de meetronde 2023-2024 zijn er in totaal 978 meetpunten onderzocht (Figuur 2.2). Van de 606 meetpunten die in de meetronde 1993 bezocht worden, zijn er in deze meetronde 514 (84,8%)

herhaald. Twaalf meetpunten (1,9%) zijn niet herhaald omdat ze in de provincie Limburg liggen. De overige 80 meetpunten (13,2%) zijn vervallen doordat bomen gekapt zijn, de bomen overgroeid zijn geraakt met klimop of opslag of doordat meetpunten met 1-2 bomen vervangen konden worden door een meetpunt met 10 bomen in de buurt. In totaal zijn er in deze meetronde 464 nieuwe meetpunten uitgezet.



**Figuur 2.2** Kaart van de provincie Noord-Brabant met de 978 meetpunten die in 2023-2024 onderzocht zijn. Gekleurde delen betreffen water (blauw), bebouwd gebied (oranje), natuurgebieden (Natura 2000-gebieden donkergroen en overige gebieden lichtgroen).

## 2.2 Veldwerk

Van elk meetpunt worden de volgende gegevens genoteerd: locatie (exacte GPS-coördinaten), datum van bezoek, waarnemer, omtrek van de bomen (in dm), aantal onderzochte bomen, boomsoort, codering voor het milieutype (zie Bijlage A in van der Kolk et al., 2023a), afstand tot het dichtstbij gelegen veehouderijbedrijf (in m) en de afstand tot de dichtstbij gelegen maisakker (in m). Al deze gegevens behoren tot het standaardprotocol en zijn vanaf de start van het gestandaardiseerde meetnet voor alle meetpunten in alle provincies genoteerd. In de meetronde 2023-2024 zijn als extra variabelen ook de afstand van de boomstam tot de wegrand (in dm) en lichtinval (percentage open lucht, gekeken vanaf de middelste boom naar het zuiden) genoteerd. Deze twee variabelen zijn in eerdere meetronden in Noord-Brabant niet genoteerd. Van elk meetpunt wordt een situatieschets overgenomen van de vorige meetronde of nieuw gemaakt. Binnen een bestaand meetpunt zijn soms één of twee bomen verdwenen door kap. Deze worden indien mogelijk met nieuwe bomen gecompenseerd. Per onderzochte boom worden alle aanwezige mossen en korstmossen genoteerd die tot een hoogte van 2 meter op de boom voorkomen. Vervolgens wordt per meetpunt de kwantiteit per soort genoteerd met een schaal 1-6 (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Schaal voor het bepalen van de kwantiteit van een soort op een meetpunt.

| Kwantiteitsschaal |   |
|-------------------|---|
| 1                 | slechts één exemplaar aanwezig  |
| 2                 | meerdere exemplaren op één boom   |
| 3                 | in kleine hoeveelheden op meer dan één maar op maximaal de helft van de bomen |
| 4                 | gemiddeld meer dan 1 dm <sup>2</sup> op maximaal de helft van de bomen        |
| 5                 | in kleine hoeveelheden op meer dan de helft van de bomen                      |
| 6                 | gemiddeld meer dan 1 dm <sup>2</sup> op meer dan de helft van de bomen        |

## 2.3 Berekening graadmeters

### 2.3.1 Soortenrijkdom korstmossen per meetpunt (AS)

De soortenrijkdom wordt berekend als het totaal aantal soorten korstmossen (dus exclusief mossen) dat in een meetpunt voorkomt. Alle soorten tellen even zwaar, het maakt dus niet uit op hoeveel bomen een soort voorkomt.

Er zijn een aantal soortcomplexen van korstmossen die in 1993 nog niet goed beschreven waren en daarom destijds niet zijn onderscheiden. In dit onderzoek worden deze soorten wel gesplitst bij de beschrijving van de resultaten van deze meetronde, maar samengevoegd bij vergelijkende analyses met eerdere meetrondes, zodat verschillen in soortenrijkdom tussen de meetrondes van 1993 en 2023-2024 vergelijkbaar blijven. Het gaat om de volgende soortcomplexen:

- Boomvoetknoopjeskorst (*Bacidina sulphurella*) en Fijne knoopjeskorst (*B. adastrata*)
- Fijn bekermos (*Cladonia chlorophaea*) en Kopjesbekermos (*C. fimbriata*)
- Miskende schotelkorst (*Lecanora compallens*) en Bleekgroene schotelkorst (*L. expallens*)
- Rijpschildmos (*Punctelia jeckeri*) en Gestippeld schildmos (*P. subrudecta*)
- Verschillende soorten in het Poedergeelkorst-complex (*Candelariella reflexa* s.l.). In de meetronde 2023-2024 is *Candelariella reflexa* s.s. apart onderscheiden van de overige soorten, die veel algemener zijn en zijn samengevat onder *Candelariella efflorescens* s.l.

### 2.3.2 Soortenrijkdom mossen per meetpunt (AS<sub>mos</sub>)

De soortenrijkdom voor mossen wordt op dezelfde manier berekend als de soortenrijkdom korstmossen, maar dan door het aantal soorten mossen dat in een meetpunt voorkomt op te tellen.

### 2.3.3 Nitrofiële Indicatie Waarde (NIW)

De NIW (Nitrofiële Indicatie Waarde) is een graadmeter voor de ammoniakconcentratie in de lucht (zie 1.2 en 1.4). De berekening van de NIW gebeurt volgens de methode zoals beschreven door van Herk (2001). De NIW is gebaseerd op het gemiddelde aantal ammoniakminnende soorten (nitrofyten) dat op één boom in een meetpunt voorkomt. De per boom gescoorde presenties worden hierbij gesommeerd, waarna het gemiddeld aantal soorten per boom uitgerekend wordt. Komt een soort bijvoorbeeld op 4 van de 10 bomen voor, dan draagt deze soort 0,4 aan de NIW bij. Soorten die in ruime hoeveelheden aanwezig zijn (kwantiteit 4 of 6 in het meetpunt) worden dubbel geteld. Is een soort bijvoorbeeld op 4 van de 10 bomen aanwezig en in grote hoeveelheden (dus kwantiteit 4), dan draagt deze soort 0,8 aan de NIW bij. De nitrofyten die bijdragen aan de NIW zijn: *Athallia holocarpa*, *Candelariella aurella*, *Candelariella reflexa*, *Candelariella vitellina*, *Candelariella xanthostigma*, *Lecanora dispersa*, *Lecanora hagenii*, *Lecanora muralis*, *Phaeophyscia nigricans*, *Phaeophyscia*



*orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Physcia caesia*, *Physcia dubia*, *Physcia tenella*, *Polycauliona candelaria*, *Polycauliona phlogina*, *Polycauliona polycarpa*, *Rinodina oleae*, *Xanthoria calcicola* en *Xanthoria parietina*.

De waarden van de NIW variëren in de praktijk tussen 0 (geen indicatorsoorten aanwezig) en 12 (op een gemiddelde boom zijn 12 indicatorsoorten aanwezig), al zijn theoretisch hogere waarden mogelijk. In natuurgebieden met geen of nauwelijks ammoniakbelasting is de NIW doorgaans lager dan 0,5 (bijvoorbeeld delen van de Veluwe in 1990, zie van der Kolk et al., 2023a). In agrarische gebieden duidt een NIW-waarde lager dan 1,5 op een lage ammoniakbelasting. Een NIW-waarde tussen 1,5 en 5,0 duidt op matige belasting met ammoniak. Een NIW-waarde hoger dan 5,0 duidt op een hoge ammoniakbelasting en komt vooral voor in landbouwgebieden waar veel ammoniak wordt uitgestoten. Waardes hoger dan 7,0 duiden op een zeer hoge ammoniakbelasting. De NIW kan op meetpunten dicht bij veehouderijen oplopen tot boven 10,0.

De NIW verschilt tussen boomsoorten, omdat op boomsoorten met een voedselrijkere en meer basische schors (zoals populier en es) van nature meer nitrofyten groeien dan op bomen met een voedselarme en zure schors (eik). Om de NIW tussen verschillende boomsoorten te kunnen vergelijken wordt de NIW op meetpunten met populieren en essen gecorrigeerd. Hiervoor worden onderstaande formules gebruikt, die gebaseerd zijn op dosis-response relaties tussen NIW en ammoniakbelasting per boomsoort (van Herk, 1996b).

Voor Canadapopulier:  $NIW_{QU} = 0,73 NIW_{PO} - 1,03$

Voor es:  $NIW_{QU} = 1,50 NIW_{FR} - 6,34$

#### 2.3.4 Acidofiele Indicatie Waarde (AIW)

De AIW (Acidofiele Indicatie Waarde) is een omgekeerde graadmeter voor de ammoniakconcentratie in de lucht en vooral indicatief voor de zuurgraad van de schors (zie 1.2 en 1.4). De berekening van de AIW is gelijk aan die van de NIW, maar met een set ammoniakmijdende soorten. De acidofyten die bijdragen aan de AIW zijn: *Chaenotheca ferruginea*, *Cladonia* soorten (geaggregeerd), *Evernia prunastri*, *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *Hypogymnia tubulosa*, *Lecanora aitema*, *Lecanora conizaeoides*, *Lecanora pulicaris*, *Lepraria incana*, *Ochrolechia microstictoides*, *Parmelia saxatilis*, *Parmeliopsis ambigua*, *Placynthiella icmalea*, *Platismatia glauca*, *Protoparmelia oleagina*, *Pseudevernia furfuracea*, *Trapeliopsis granulosa*, *Trapeliopsis flexuosa*, *Tuckermannopsis chlorophylla* en *Usnea* soorten (geaggregeerd).

Net als de NIW, varieert de AIW in de praktijk tussen 0 en 12. Voor de AIW geldt dat hoge waarden van boven 8,0 vroeger in veel uitgestrekte natuurgebieden die niet onder invloed waren van ammoniak nog voorkwamen (bijvoorbeeld delen van de Veluwe in 1990, zie van der Kolk et al., 2023a). Tegenwoordig liggen de maximale AIW-waarden in de gebieden die het minst door ammoniak zijn beïnvloed rond de 7,0 (zie bijvoorbeeld van der Kolk et al., 2023a), maar in de meeste natuurgebieden is de AIW gedaald tot beneden de 5,0. Als vrijwel alle zuurminnende korstmossen op een meetpunt verdwenen zijn, is de AIW zeer laag (<1,0) en kan geen verdere daling van de AIW meer plaatsvinden. Hier moet rekening mee gehouden worden bij het interpreteren van de resultaten.

In tegenstelling tot de NIW, kan de AIW niet worden gecorrigeerd per boomsoort. In Nederland worden er meestal geen zuurminnende korstmossen op essen en populieren aangetroffen (hoewel in gebieden zonder ammoniak zuurminnende korstmossen wel degelijk op deze boomsoorten kunnen groeien). Het gevolg is dat de AIW in de praktijk op meetpunten met essen of populieren vrijwel altijd op 0 uitkomt. Het is hierdoor onmogelijk om te bepalen wat de AIW geweest zou zijn als op dezelfde

locatie als het meetpunt zou bestaan uit zomereiken. Voor Noord-Brabant levert dit naar verwachting echter geen vertekend beeld op. In die gebieden waar voor een deel essen en populieren worden gebruikt (de kleigronden in het noorden van de provincie), komen er ook op meetpunten die wél gebruik maken van zomereiken geen zuurminnende korstmossen voor (zie 3.4).

### 2.3.5 Ecologische indicatiewaarde voor continentaliteit

Continentaliteit geeft aan in welke mate de verspreiding van een soort aan een landklimaat gebonden is, de tegenhanger van een meer Atlantische verspreiding. De verwachting is dat deze waarde door klimaatverandering zal afnemen. De gemiddelde indicatiewaarde voor continentaliteit wordt per meetpunt berekend door de indicatiewaarde voor continentaliteit van alle aanwezige soorten korstmossen te middelen. De indicatiewaarden zijn gebaseerd op de Ellenberg-schaal (Wirth, 2010) en voor Nederlandse soorten aangevuld door Sparrius et al. (2015). De soorten worden bij de berekening gewogen op kwantiteit, waarbij een soort met kwantiteitswaarde 2 en 3 respectievelijk twee en drie keer zo zwaar meetelt als een soort met kwantiteitswaarde 1. Kwantiteitswaarden 4 en 5 tellen bij de weging even zwaar, omdat kwantiteitswaarden van 4 nauwelijks voorkomen (1,3% van het totaal aantal waarnemingen). Soorten met kwantiteitswaarden 4 en 5 tellen vier keer, en kwantiteitswaarde 6 tellen vijf keer zo zwaar mee als soorten met kwantiteitswaarde 1.

### 2.3.6 Community temperature index

De Community Temperature Index (in graden Celsius) geeft het gemiddelde van de temperatuur van het Europese verspreidingsgebied van de korstmossoorten weer die in een opname voorkomen (Sparrius et al, 2018). Voor dit doel is eerst van elke soort de Species Temperature Index berekend. De Species Temperatuur Index wordt bepaald door de gemiddelde temperatuur van het Europese verspreidingsgebied van die soort (Sparrius et al., 2008). De Community Temperature Index wordt vervolgens berekend door de Species Temperature Index van alle aangetroffen soorten te middelen (Devictor et al., 2008). De soorten worden bij deze berekening gewogen op kwantiteit (zie 2.3.5).

## 2.4 Kenmerken van de meetpunten en omgevingsvariabelen

Hieronder worden de kenmerken van de meetpunten en omgevingsvariabelen besproken die van belang zijn of gebruikt worden in de analyse.

### 2.4.1 Boomsoort

De boomsoort die op het meetpunt onderzocht is. In Noord-Brabant is op 868 meetpunten (88,8% uit het totaal van 978 meetpunten) gebruik gemaakt van zomereiken (*Quercus robur*). Vooral op de kleigronden in het noorden van de provincie zijn zomereiken niet overal aanwezig. Hier is gebruik gemaakt van Canadapopulieren (*Populus × canadensis*; 55 meetpunten, 5,6% van het totaal) en essen (*Fraxinus excelsior*; 50 meetpunten, 5,1% van het totaal). Zeer zelden is gebruik gemaakt van een andere boomsoort, namelijk wintereik (*Quercus petraea*; 1 meetpunt), gewone esdoorn (*Acer pseudoplatanus*; 1 meetpunt), berk (*Betula* sp.; 1 meetpunt), wilg (*Salix* sp.; 1 meetpunt) en iep (*Ulmus* sp.; 1 meetpunt).

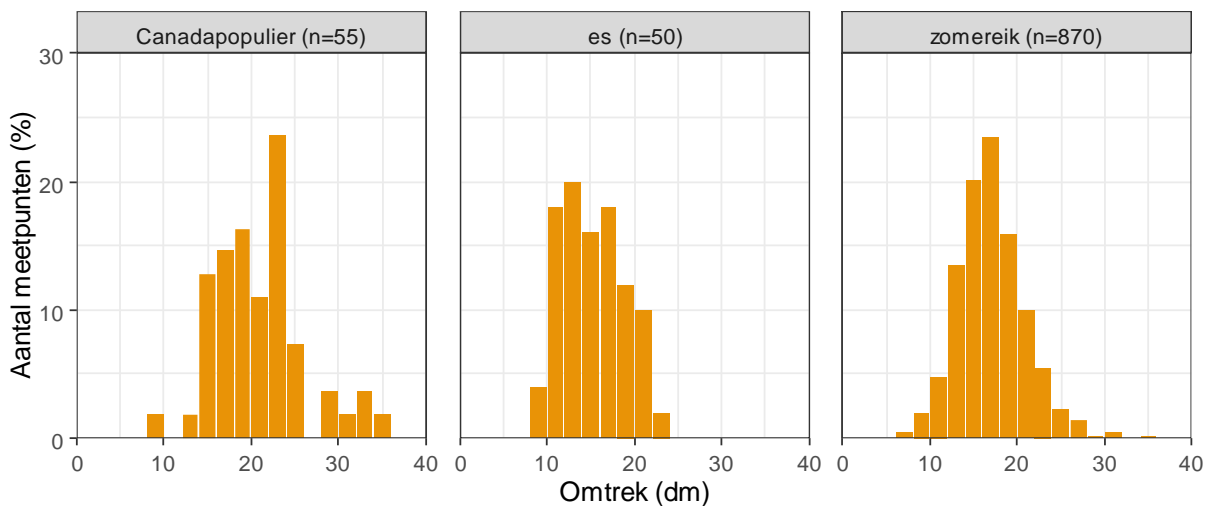
### 2.4.2 Aantal bomen per meetpunt

Het aantal bomen dat op een meetpunt onderzocht is. In de meetronde 2023-2024 werden er op 89,0% (870 uit 978 totaal) van de meetpunten 10 bomen onderzocht. Op 3,0% (29 uit 978 totaal) van de meetpunten werden er minder dan vier bomen onderzocht. Vaak betreffen dit meetpunten in

gebieden met weinig oudere eikenbomen, bijvoorbeeld in uitgestrekte heidevelden of dennenbossen.

### 2.4.3 Omtrek

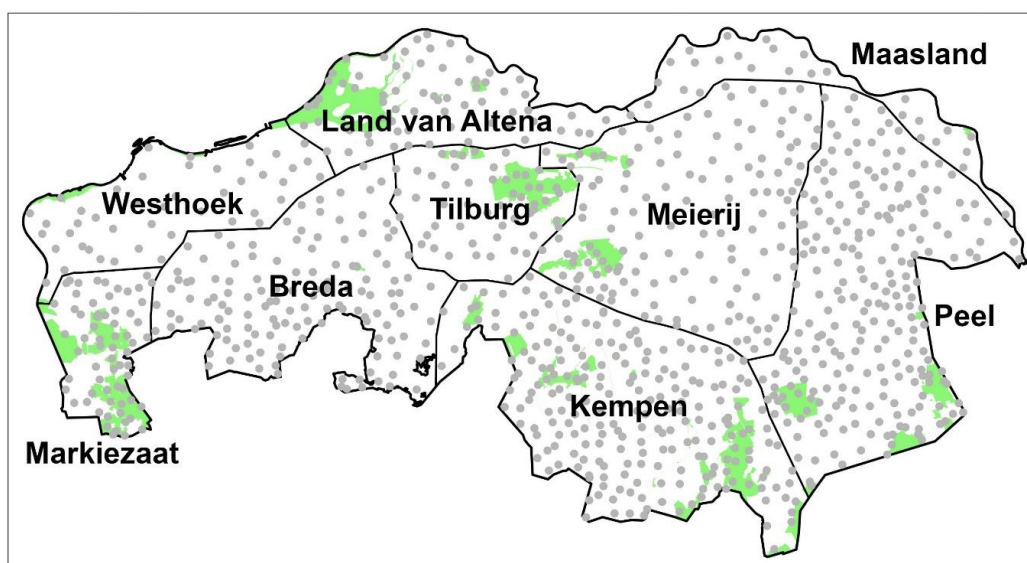
De omtrek (in dm) op 1 m hoogte van een gemiddelde boom op een meetpunt. Figuur 2.3 geeft de distributie weer van de omtrek van de bomen die in meetronde 2023-2024 onderzocht zijn per boomsoort, opgesplitst voor de drie meest onderzochte boomsoorten. Gemiddeld genomen was de omtrek van onderzochte Canadapopulieren (gemiddeld 21,4 dm) groter dan die van zomereiken (gemiddeld 17,6 dm) en essen (gemiddeld 15,7 dm).



Figuur 2.3 Verdeling van de omtrek van meetpunten die in de meetronde 2023-2024 onderzocht zijn, opgesplitst voor de drie meest onderzochte boomsoorten.

### 2.4.4 Regio

De meetpunten zijn opgedeeld in negen regio's (Figuur 2.4). De noordelijke drie regio's betreffen de kleigronden, van west naar oost Westhoek (45 meetpunten in meetronde 2023-2024), Land van Altena (68) en Maasland (27). De zandgronden zijn onderverdeeld in zes regio's, van west naar oost Markiezaat (65 meetpunten in meetronde 2023-2024), Breda (135), Tilburg (52), Kempen (224), Meierij (135) en Peel (227).



Figuur 2.4 Indeling van de onderzochte meetpunten per regio. Natura 2000-gebieden zijn lichtgroen ingetekend. Meetpunten zijn weergegeven als lichtgrijze stippen.

#### 2.4.5 Gebiedstype

Om de situatie en veranderingen natuurgebieden te vergelijken met agrarische en bebouwde gebieden is voor elke meetpunt bepaald in welk **gebiedstype** het ligt. Aangegeven is of het meetpunt zich binnen (of op de rand van) een natuurgebied bevindt (237 meetpunten in meetronde 2023-2024), in agrarisch gebied (618 meetpunten) of in bebouwd gebied (123 meetpunten). Van de meetpunten in natuurgebieden, bevinden er zich 105 meetpunten in Natura 2000-gebieden en 132 meetpunten in overige natuur buiten Natura 2000-gebieden (deze liggen op enkele meetpunten na allemaal wel binnen het Natuurnetwerk Nederland).

#### 2.4.6 Afstand tot veehouderij

Een bestand met veehouderijen in de provincie Noord-Brabant is verkregen uit de database Kernregistratie dierverblijven (KRD), via de Informatievoorziening gezamenlijke omgevingsdiensten Gelderland en Overijssel (I-GO) (<https://veehouderijen.igoview.nl/>). Het bestand bevat de gegevens van verleende vergunningen en per locatie de vergunde NH<sub>3</sub>-emissie voor veehouderijen in Gelderland, Limburg, Noord-Brabant en Twente. Voor elk meetpunt is met behulp van dit bestand de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij in km berekend (Figuur 2.4). Bij deze berekening zijn alleen veehouderijen met een vergunning voor vleesvee, melkrundvee, vleesvarkens of biggen meegenomen. De afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij wordt als onderdeel van het standaardprotocol van het meetnet ook in het veld ingeschat en genoteerd. De berekende afstand tot een veehouderij op basis van de KRD-database correleert vrij sterk met de in het veld genoteerde afstand ( $r=0,6504$ ,  $n=978$ ). Omdat de berekende afstand meer nauwkeurig is (vooral wanneer de dichtstbijzijnde veehouderij ver weg ligt), wordt deze gebruikt in de statistische analyse.

#### 2.4.7 Overige omgevingsvariabelen

De afstand tot de dichtstbijzijnde maisakker wordt in het veld genoteerd als onderdeel van het standaardprotocol van het meetnet. Omdat de afstand tot de dichtstbijzijnde maisakker vrij sterk correleert met de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij ( $r=0,6502$ ,  $n=978$ ) is deze variabele niet gebruikt in de analyse. De afstand tot wegrand en percentage lichtinval zijn als variabelen overgenomen zoals ze in het veld genoteerd zijn (zie 2.2), en worden wel in de analyse gebruikt.

### 2.5 Analyse

#### 2.5.1 Graadmeters

Voor elk meetpunt zijn alle graadmeters berekend (zie 2.3). Vervolgens is voor elke graadmeter voor elke meetronde het gemiddelde berekend. De gemiddelden worden ook apart berekend voor regio's (zie 2.4.4) en gebiedstypen (zie 2.4.5).

De focus van deze rapportage ligt enerzijds op het documenteren van de huidige staat van de graadmeters in de hele provincie Noord-Brabant, en anderzijds op de veranderingen die zich tussen 1993 en 2023-24 hebben voorgedaan. Voor het beschrijven van de huidige staat worden alle meetpunten gebruikt die in 2023-24 zijn onderzocht ( $n=978$ , Tabel 2.2). Voor het analyseren van de veranderingen worden alleen de meetpunten meegenomen die zowel in 1993 als in 2023-24 zijn onderzocht ( $n=514$ , Tabel 2.2). Veranderingen kunnen dan ook alleen worden berekend voor de regio's die in 1993 zijn onderzocht (Figuur 1.4, Tabel 2.2).

De meetronde in 1997 omvatte een kleine steekproef van 27 meetpunten die een klein gebied rond De Rips in de regio Peel bedekken, waarvan er slechts 14 herhalingen betroffen van meetpunten die in 1993 waren onderzocht. In de meetronde 2023-24 zijn er hiervan nog 11 meetpunten herhaald.

Omdat deze steekproef zeer klein is en niet representatief voor de hele provincie, zijn de vergelijkingen met 1997 niet uitgebreid uitgewerkt in het hoofdrapport. Een vergelijking van de graadmeters in het gebied rond De Rips tussen 1993, 1997 en 2023-2024 is wel opgenomen in Bijlage E, en de belangrijkste bevindingen worden samengevat in het hoofdrapport.

**Tabel 2.2** Overzicht van het aantal meetpunten per regio per meetronde, en het aantal meetpunten dat zowel in de meetronde van 1993 als in 2023-24 is onderzocht.

|               | Regio           | 1993       | 1997      | 2023-24    | Herhalingen<br>(1993 & 2023-24) |
|---------------|-----------------|------------|-----------|------------|---------------------------------|
| Zandgronden   | Markiezaat      | 58         |           | 65         | 52                              |
|               | Breda           | 94         |           | 135        | 79                              |
|               | Tilburg         |            |           | 52         |                                 |
|               | Kempen          | 197        |           | 224        | 167                             |
|               | Meierij         | 56         |           | 135        | 48                              |
|               | Peel            | 201        | 27        | 227        | 168                             |
| Kleigronden   | Westhoek        |            |           | 45         |                                 |
|               | Land van Altena |            |           | 68         |                                 |
|               | Maasland        |            |           | 27         |                                 |
| <b>Totaal</b> |                 | <b>606</b> | <b>27</b> | <b>978</b> | <b>514</b>                      |

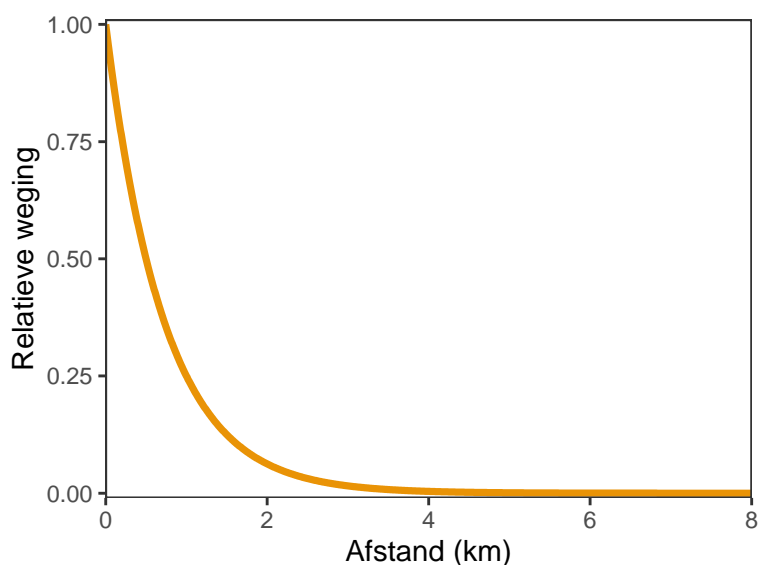
### 2.5.2 Interpolatiekaarten

Voor Soortenrijkdom korstmossen, Soortenrijkdom mossen, NIW en AIW worden dekkende kaarten gemaakt ('heatmaps') voor het onderzochte gebied door tussen meetpunten te interpoleren.

De volgende functie is gebruikt om voor een willekeurige locatie de geïnterpoleerde indicatiewaarde uit te rekenen:

$$IW_{interpolatie} = \frac{\sum_{i=1}^n 0,25^{afstand_i} * IW_i}{\sum_{i=1}^n 0,25^{afstand_i}}$$

waarin  $IW_i$  de geïnterpoleerde indicatiewaarde op een bepaalde locatie is,  $n$  het totaal aantal meetpunten,  $afstand_i$  de afstand van de locatie tot meetpunt  $i$  in km en  $IW_i$  de indicatiewaarde op meetpunt  $i$ .



**Figuur 2.5** De relatieve geweging ( $0,25^{afstand}$ ) van een meetpunt hangt af van de afstand tot de locatie waarvoor de indicatiewaarde geïnterpoleerd wordt.

Daarnaast worden er verschilkaarten gemaakt tussen de huidige meetronde 2023-2024 en de meetronde 1993. Deze kaarten worden gemaakt uitsluitend op basis van meetpunten die herhaald zijn. Er wordt hiervoor een interpolatiekaart gemaakt met als inputwaarden voor elk herhaald meetpunt de verschilwaarde van de indicatiewaarde tussen 1993 en 2023-2024.

De kaarten worden gevisualiseerd in categorieën, waarbij veranderingen in de NIW en AIW tussen 1993 en 2023-2024 die kleiner zijn dan 0,5 punten worden aangeduid als “weinig verandering”. Een verandering tussen 0,5 en 1,5 punten wordt aangeduid als een “verbetering” of “verslechtering”, en een verandering groter dan 1,5 wordt aangeduid als een “grote verbetering” of “grote verslechtering”. Voor de NIW wordt een toename aangeduid als een “verslechtering” en een afname als een “verbetering”, indicatief voor respectievelijk een toegenomen of afgenomen invloed van ammoniak. Voor de AIW, een omgekeerde graadmeter voor ammoniak, wordt een toename juist aangeduid als een “verbetering” en een afname als een “verslechtering”. Een verandering groter dan 1,5 punten betreft een verandering van de NIW en AIW van respectievelijk minimaal 45% en 97% ten opzichte van de gemiddelden in 1993 (in 1993 was de gemiddelde NIW 3,32 en de gemiddelde AIW 1,54).

### 2.5.3 Analyse AS, NIW en AIW met omgevingsvariabelen

De soortenrijkdom korstmossen (AS), NIW en AIW worden per gebiedstype (natuur-, agrarische- of bebouwde gebieden) met een lineaire regressieanalyse gecorreleerd aan de volgende vier variabelen: (1) Omtrek van de boom (dm), (2) afstand tot wegrand, (3) percentage lichtinval en (4) afstand tot dichtstbijzijnde veehouderij. Alleen de meetpunten bezocht in meetronde 2023-2024 worden voor deze analyse gebruikt. Meetpunten in Natura 2000-gebieden worden samengenomen met meetpunten in overige natuurgebieden. Van alle verklarende variabelen is een kwadratische term in het model opgenomen, maar alleen behouden wanneer deze significant verklarend bleek.

### 2.5.4 Trendberekeningen soorten

In Bijlagen A en B worden (respectievelijk voor korstmossen en mossen) voor alle soorten het aantal meetpunten getoond waarin de soort in de meetronde 2023-2024 is aangetroffen. Ook is de som van de kwantiteit berekend door de kwantiteitswaardes van een soort voor alle meetpunten bij elkaar op te tellen. De kwantiteitssom geeft een indruk of een soort op de meetpunten vaak in lage kwantiteit of juist in hoge kwantiteit voorkomt. Voor het berekenen van de trend (tussen 1993 en 2023-2024) zijn alleen meetpunten gebruikt die in zowel 1993 en 2023-2024 zijn bezocht. De significantie van het verschil in voorkomen van een soort tussen de meetronde 1993 en meetronde 2023-2024 is vervolgens berekend in een mixed effects model analyse waarbij het opnamenummer is gebruikt als random effect.

### 2.5.5 Indicatiewaarden en Natura 2000-gebieden

Om de situatie in Natura 2000-gebieden beter te beoordelen zijn de indicatiewaarden (NIW, AIW en nutriëntenindicator) per Natura 2000-gebied berekend. Hiervoor zijn alleen de meetpunten gebruikt die binnen de grenzen van Natura 2000 liggen. De gemiddelden voor meetronde 2023-2024 zijn berekend (n=105). Daarnaast is ook het gemiddelde verschil met de meetronde 1993 berekend, op basis van alleen de meetpunten die herhaald zijn (n=29).

### 2.5.6 Relatie tussen ammoniakconcentraties en graadmeters

In Noord-Brabant werden er in de meetronde 2023-2024 meetpunten uitgezet die aansluiten bij het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden van het RIVM (RIVM-MAN), een meetnet dat de ammoniakconcentraties in de lucht volgt. Er werden in deze meetronde in Noord-Brabant 46

korstmossenmeetpunten bezocht die gekoppeld kunnen worden aan een meetlocatie van het RIVM-MAN, doordat ze minder dan een kilometer uit elkaar en in een vergelijkbaar biotoop lagen. Een korstmossenmeetpunt in agrarisch gebied wordt dus niet gekoppeld aan een RIVM-MAN meetlocatie in een natuurgebied, ook al liggen beide locaties dicht bij elkaar. De gepaarde locaties in Noord-Brabant zijn aangevuld met gepaarde locaties in Gelderland (11 gekoppelde meetpunten; van der Kolk et al., 2023a) en Groningen (twee gekoppelde meetpunten; van der Kolk et al., 2023b), zodat de analyse uitgevoerd is met een totaal van 59 gekoppelde meetpunten.

De NIW en AIW op korstmossenmeetpunten zijn gecorreleerd aan ammoniakconcentraties in de lucht die zijn gemeten op de RIVM-MAN meetlocaties. De ammoniakconcentraties zijn berekend als een vijfjarige gemiddelde, op basis van de meetgegevens die door het RIVM online ontsloten worden (RIVM, 2024). Omdat de gegevens van het RIVM-MAN van 2023 nog niet zijn ontsloten, is voor meetpunten die in 2024 zijn bezocht het gemiddelde over 2018-2022 gebruik (i.p.v. het gemiddelde over 2019-2023).

### 2.5.7 Vergelijking graadmeters met andere provincies

Om de resultaten uit het korstmossenmeetnet in Noord-Brabant in breder perspectief te plaatsen zijn de veranderingen in de NIW en AIW vergeleken met de veranderingen in andere provincies waar het meetnet wordt uitgevoerd. Hiervoor zijn de gegevens van de NIW en AIW uit andere provincies overgenomen voor Drenthe (van Herk, 2023), Friesland (van der Kolk et al., 2020), Gelderland (van der Kolk et al., 2023a), Groningen (van der Kolk et al., 2023b), Overijssel (van Herk, 2021), Utrecht (van Herk, 2019b) en Zeeland (van Herk, 2019c).

## 3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden eerst de veranderingen in de soortenrijkdom besproken, zowel voor de soortenrijkdom korstmossen (3.1) als voor de soortenrijkdom mossen (3.2). Vervolgens worden de huidige waarden en de veranderingen tussen 1993 en 2023-2024 behandeld voor diverse graadmeters, namelijk de indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW, 3.3) de indicatiewaarde voor zuurminnende korstmossen (AIW, 3.4), en graadmeters voor klimaatverandering (3.5). Daarna worden de effecten van ammoniak op korstmossen in Natura 2000-gebieden toegelicht (3.6), en wordt er ook een vergelijking gemaakt tussen de ammoniakconcentraties in de lucht en de NIW en AIW (3.6.3). Tenslotte worden de veranderingen in de NIW en AIW vergeleken tussen acht provincies (3.7).

### 3.1 Soortenrijkdom korstmossen

#### 3.1.1 Soortensamenstelling

In de provincie Noord-Brabant zijn er in de meetronde 2023-2024 op de 978 onderzochte meetpunten in totaal 203 soorten korstmossen aangetroffen (Bijlage A). De begroeiing van korstmossen op eiken is in de provincie Noord-Brabant sinds de laatste meetronde in 1993 sterk veranderd. De soortenrijkdom is sterk toegenomen, maar soorten die gevoelig zijn voor ammoniak zijn juist afgenomen. Zes soorten korstmossen die in 1993 nog in het meetnet voorkwamen zijn nu verdwenen. Vijf van deze zes soorten zijn acidofyten die gevoelig zijn voor ammoniak, namelijk Dennenschotelkorst (*Lecanora aitema*), Bostandpastakorst (*Ochrolechia microstictoides*), Ananaskorst (*Pertusaria amara*), Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*) en Purper geweimoss (*Pseudevernia furfuracea*).



Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*) is sinds 1993 uit het meetnet verdwenen. De laatste waarneming in Noord-Brabant was in 2001 in de Loonse en Drunense Duinen. De soort komt nu in de provincie niet meer voor.

Acidofyten die nog wel in het meetnet voorkomen, bijvoorbeeld Eikenmos (*Evernia prunastri*), Gewoon schubjesmos (*Hypocenomyce scalaris*) en Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*), zijn ook sterk



achteruitgegaan (Bijlagen A en C). Eikenmos kwam in 1993 nog op 36,0% van de meetpunten voor, maar in 2023-2024 nog slechts op 13,4% van de meetpunten. De soort die sinds 1993 het meest is afgenomen is Groene schotelkorst (*Lecanora conizaeoides*), van 55,3% van de meetpunten in 1993 naar 2,1% van de meetpunten in 2023-2024. Deze zuurminnende soort is goed bestand tegen zwaveldioxide, en wordt daarom ook wel zwavelvreter genoemd. Met de afname van de uitstoot van zwaveldioxide en de toegenomen invloed van ammoniak is Groene schotelkorst nu in vrijwel heel Nederland van de bomen verdwenen.

In tegenstelling tot de acidofyten, zijn vrijwel alle andere soorten korstmossen juist toegenomen. De sterkste stijgers zijn Verzonken schriftmos (*Pseudoschismatomma rufescens*; van 0% van de meetpunten in 1993 naar 90,3% in 2023-2024), Dun schaduwmos (*Hyperphyscia adglutinata*; van 1,0% naar 88,5%) en Vals dooiermos (*Candelaria concolor*; van 3,7% naar 84,8%). Alle drie de soorten hebben geprofiteerd van de klimaatopwarming, en zijn nu aspectbepalend op veel meetpunten.



**Verzonken schriftmos**  
(*Pseudoschismatomma rufescens*) kwam in 1993 nog niet in het meetnet voor. Nu is het de algemeenste soort.

Ten opzichte van de meetronde 1993 zijn 119 soorten korstmossen nieuw gevonden. Hiervan zijn 40 uitsluitend aangetroffen op meetpunten die in 2023-2024 nieuw zijn uitgezet, maar 79 soorten zijn (ook) aangetroffen op meetpunten die in 1993 ook bezocht zijn. De nieuw aangetroffen soorten behoren tot allerlei ecologische groepen. Veel nieuwe soorten zijn stikstof- en warmteminnend, zoals Isidieus vingermos (*Physcia clementei*), Witkopvingermos (*Physcia tribacioides*) en Dragonerdooiermos (*Xanthomendoza huculica*). Sommige nieuwkomers zijn soorten die met rode algen (*Trentepohlia*) samenleven en door klimaatverandering sterk toenemen (Aptroot & van Herk, 2007), zoals Rivierschriftmos (*Alyxoria culmigena*), Stinzenkorst (*Anisomeridium biforme*) en Purperkring (*Dendrographa decolorans*). Ook veel schildmossen, neutrofyten die wel gevoelig zijn voor zwaveldioxide maar niet voor ammoniak, zijn nieuw verschenen, waaronder Lindeschildmos (*Parmelina tiliacea*), Groot schildmos (*Parmotrema perlatum*) en Gewimperd schildmos (*Parmotrema pseudoreticulatum*). Vooral in bossen is Hamsteroortje (*Normandina pulchella*) sinds 1993 op veel plekken nieuw verschenen, en deze soort komt nu op 16,5% van de meetpunten voor.

Maar liefst acht soorten korstmossen werden voor het eerst in de provincie Noord-Brabant vastgesteld, waarvan er één (*Athallia alnetorum*) zelfs nieuw is voor Nederland (Tabel 3.1). *Athallia alnetorum* werd gevonden als pionier op gladde schors op een meetpunt met relatief jonge essen,

samen met andere typische pioniersoorten, waaronder ook Onopvallende schotelkorst (*Rinodina pyrina*). Drie andere soorten waren al zeer lange tijd niet meer in Noord-Brabant waargenomen. Het gaat om Bruin boomspijkertje (*Calicium salicinum*), Gewone tandpastakorst (*Ochrolechia androgyna*) en Vals speldenkussentje (*Thelenella modesta*) die voor het laatst in respectievelijk 1905, 1986 en 1904 in Noord-Brabant werden waargenomen.



*Athallia alnetorum* werd nieuw voor Nederland gevonden. De soort komt vooral voor in heuvelachtige gebieden in de Alpenregio en in Spanje.



Vals speldenkussentje (*Thelenella modesta*) is een zeer onopvallend korstmoss die waarschijnlijk vaak over het hoofd wordt gezien. In Noord-Brabant was de soort sinds 1904 niet meer waargenomen.

Van de aangetroffen soorten korstmossen staan er 34 op de Rode Lijst (Sparrius et al., 2023), 17 als Gevoelig, 8 als Kwetsbaar, 7 als Bedreigd en 2 als Verdwenen (Tabel 2.1). Onopvallende schotelkorst (*Rinodina pyrina*) en Vals speldenkussentje (*Thelenella modesta*) staan als Verdwenen op de Rode Lijst, maar zijn in de afgelopen twee jaar weer op meerdere plekken in Nederland gevonden. Behalve de Rode Lijst soorten, werden er in de meetronde 2023-2024 nog eens 28 andere soorten korstmossen gevonden die landelijk zeldzaam of zeer zeldzaam zijn (Tabel 2.1). Wanneer alleen gekeken wordt naar de 514 herhaalde meetpunten, dan is het totaal aantal Rode Lijst soorten toegenomen van 16 soorten

in 1993 naar 25 soorten in 2023-2024 (negen Rode Lijst soorten zijn dus alleen aangetroffen op nieuw uitgezette meetpunten). Het aantal Rode Lijst soorten (uitgaande van de huidige Rode Lijst) dat gemiddeld op een meetpunt voorkomt is daarentegen wel afgenomen, van gemiddeld 1,14 Rode Lijst soorten in 1993 naar 0,28 in 2023-2024. Dat komt doordat sommige Rode Lijst soorten, zoals Groene schotelkorst en Gewoon schorsmos in 1993 nog algemeen voorkwamen maar sindsdien sterk achteruit zijn gegaan. De Rode Lijst soorten die nieuw zijn verschenen komen meestal maar op één of enkele meetpunten voor, en dragen dus nauwelijks bij aan het gemiddelde per meetpunt.



**Dragonderdooiermos** (*Xanthomendoza huculica*) is nog zeer zeldzaam in Nederland, maar neemt momenteel sterk toe. In het oosten van Noord-Brabant ligt momenteel het zwaartepunt van de verspreiding van deze soort in Nederland.



**Ulevellenmos** (*Xanthomendoza ulophyllodes*) werd nieuw in Noord-Brabant gevonden. Deze zeer zeldzame soort komt vanouds voor op de Waddeneilanden, maar neemt de laatste jaren toe in het binnenland.

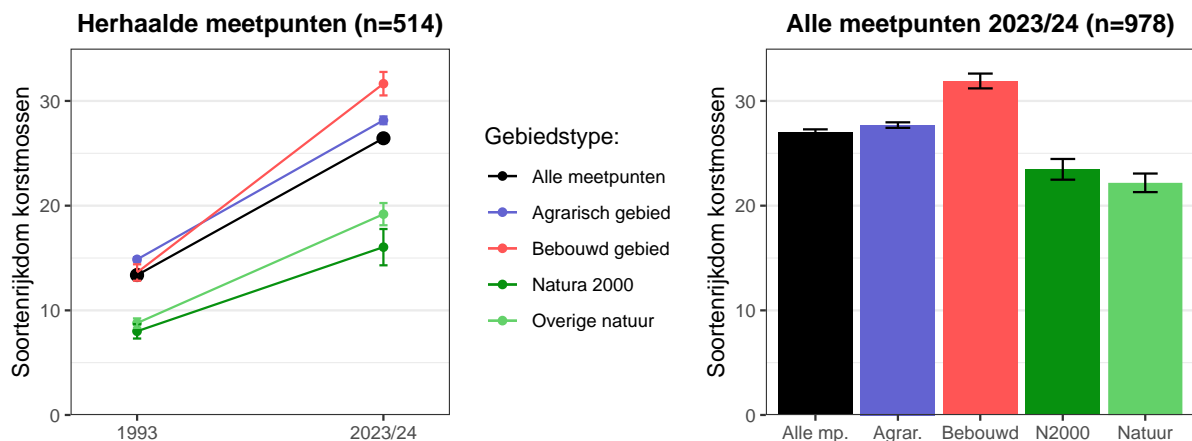
**Tabel 3.1 Landelijk zeldzame en Rode Lijst soorten korstmossen die in de meetronde 2023-2024 in Noord-Brabant zijn aangetroffen. RL = Rode Lijst status (GE = Gevoelig, KW = Kwetsbaar, BE = Bedreigd, EB = Ernstig Bedreigd, VN = Verdwenen), Zeldzaamheid = Landelijk voorkomen (a = algemeen, z = schaars, zz = zeldzaam, zzz = zeer zeldzaam). Meetpunten is het aantal meetpunten waar de soort in de meetronde 2023-2024 is aangetroffen (uit totaal 978 meetpunten).**

| Wetenschappelijke naam              | Nederlandse naam          | RL | Zeldzaamheid | Meetpunten | Opmerking                       |
|-------------------------------------|---------------------------|----|--------------|------------|---------------------------------|
| <i>Anaptychia ciliaris</i>          | Wimpermos                 | BE | zzz          | 6          |                                 |
| <i>Arthopyrenia cinereopruinosa</i> | Berijpte stipjes          |    | zzz          | 1          |                                 |
| <i>Athallia alnetorum</i>           |                           |    | zzz          | 1          | Nieuw in Nederland              |
| <i>Athallia cerinelloides</i>       | Geel boomzonnetje         |    | zz           | 1          |                                 |
| <i>Bacidia laurocerasi</i>          | Purperknoopjeskorst       | KW | zzz          | 1          |                                 |
| <i>Bacidina assulata</i>            | Bruine knoopjeskorst      | GE | zzz          | 1          |                                 |
| <i>Bacidina brandii</i>             | Kleine knoopjeskorst      | GE | zzz          | 1          |                                 |
| <i>Buellia schaeeri</i>             | Klein strontjesmos        | GE | zzz          | 4          |                                 |
| <i>Calicium salicinum</i>           | Bruin boomspijkertje      | GE | zzz          | 1          | Laatst in 1905 in Noord-Brabant |
| <i>Caloplaca cerina</i>             | Oranje boomzonnetje       | GE | zzz          | 1          |                                 |
| <i>Candelaria pacifica</i>          |                           |    | zz           | 55         |                                 |
| <i>Catillaria flexuosa</i>          |                           | GE | zzz          | 8          |                                 |
| <i>Chaenotheca chrysocephala</i>    | Geel schorssteeltje       |    | zz           | 5          |                                 |
| <i>Cladonia polydactyla</i>         | Sterheidestaartje         |    | zz           | 1          |                                 |
| <i>Enterographa crassa</i>          | Grauwe runenkorst         |    | zz           | 2          |                                 |
| <i>Flavopunctelia flaventior</i>    | Oosters schildmos         | GE | zzz          | 2          |                                 |
| <i>Fuscidea pusilla</i>             | Groene suikerkorst        |    | zz           | 17         |                                 |
| <i>Heterodermia obscurata</i>       | Oranje vingermos          |    | zzz          | 1          | Nieuw in Noord-Brabant          |
| <i>Hyperphyscia lucida</i>          | Glimmend schaduwmos       |    | zzz          | 4          |                                 |
| <i>Hypocnomyce scalaris</i>         | Gewoon schubjesmos        | KW | z            | 8          |                                 |
| <i>Hypogymnia physodes</i>          | Gewoon schorsmos          | GE | a            | 40         |                                 |
| <i>Hypogymnia tubulosa</i>          | Witkopschorsmos           | GE | a            | 33         |                                 |
| <i>Lecanora confusa</i>             | Twijgshotelkorst          |    | zz           | 3          |                                 |
| <i>Lecanora conizaeoides</i>        | Groene schotelkorst       | KW | z            | 13         |                                 |
| <i>Lecanora sinuosa</i>             | Bochtige schotelkorst     |    | z            | 3          | Nieuw in Noord-Brabant          |
| <i>Lecanora subcarpineae</i>        | Berijpte schotelkorst     |    | zz           | 9          |                                 |
| <i>Lepraria umbricola</i>           | Boomvoetpoederkorst       |    | zz           | 6          |                                 |
| <i>Marchantiana asserigena</i>      | Dof boomzonnetje          |    | zz           | 1          |                                 |
| <i>Melanelixia subargentifera</i>   | Behaard schildmos         | GE | zzz          | 4          |                                 |
| <i>Micarea microsorediata</i>       | Soredieus oogje           | GE | zzz          | 33         |                                 |
| <i>Micarea nitschkeana</i>          | Takkenoogje               | KW | zzz          | 2          |                                 |
| <i>Micarea peliocarpa</i>           | Boomoogje                 |    | zz           | 2          |                                 |
| <i>Ochrolechia androgyna</i>        | Gewone tandpastakorst     | KW | z            | 3          | Laatst in 1986 in Noord-Brabant |
| <i>Parmeliopsis ambigua</i>         | Avocadomos                |    | zz           | 3          |                                 |
| <i>Parmotrema pseudoreticulatum</i> | Gewimperd schildmos       |    | zz           | 7          |                                 |
| <i>Phaeophyscia endophaenicea</i>   | Lipschaduwmos             |    | zz           | 1          |                                 |
| <i>Physcia aipolia</i>              | Gemarmerd vingermos       | KW | z            | 14         |                                 |
| <i>Physcia stellaris</i>            | Groot vingermos           |    | zz           | 7          |                                 |
| <i>Physcia tribacia</i>             | Lobjesvingermos           | GE | zzz          | 19         | Nieuw in Noord-Brabant          |
| <i>Physcia vitii</i>                | Lipvingermos              |    | zzz          | 1          | Nieuw in Noord-Brabant          |
| <i>Physciella chloantha</i>         | Zonneklepjesmos           |    | zz           | 4          |                                 |
| <i>Physconia distorta</i>           | Fors rijpmos              | KW | zz           | 9          |                                 |
| <i>Physconia perisidiosa</i>        | Duinrijpmos               |    | zz           | 1          |                                 |
| <i>Protoparmelia hypotremella</i>   | Grijze spijkerdrager      | KW | zz           | 1          |                                 |
| <i>Protoparmelia oleagina</i>       | Bruine spijkerdrager      | BE | zz           | 1          |                                 |
| <i>Punctelia reddenda</i>           | Gelobd stippelschildmos   |    | zz           | 4          |                                 |
| <i>Ramalina canariensis</i>         | Breed takmos              |    | zz           | 5          |                                 |
| <i>Ramalina fraxinea</i>            | Groot takmos              | BE | zz           | 3          |                                 |
| <i>Ramalina lacera</i>              | Waaiertakmos              | BE | zz           | 3          |                                 |
| <i>Rinodina pyrina</i>              | Onopvallende schotelkorst | VN | zzz          | 1          | Nieuw in Noord-Brabant          |
| <i>Scoliciosporum gallurae</i>      | Groene spiraalkorst       | GE | zzz          | 3          |                                 |
| <i>Scoliciosporum pruinsum</i>      | Berijpte spiraalkorst     | GE | zzz          | 1          | Nieuw in Noord-Brabant          |
| <i>Sporodoporon cretaceum</i>       | Witkring                  | GE | zzz          | 3          |                                 |
| <i>Strangospora deplanata</i>       | Boommuggenstrontjesmos    |    | zzz          | 1          |                                 |
| <i>Strangospora pinicola</i>        | Gewoon muggenstrontjesmos |    | zz           | 70         |                                 |
| <i>Strigula taylorii</i>            | Kalkspikkel               |    | zz           | 1          |                                 |
| <i>Thelenella modesta</i>           | Vals speldenkussentje     | VN | zzz          | 1          | Laatst in 1904 in Noord-Brabant |
| <i>Trapeliopsis pseudogranulosa</i> | Groene veenkorst          |    | zz           | 1          |                                 |
| <i>Usnea cornuta</i>                | Ingesnoerd baardmos       | BE | zzz          | 1          |                                 |
| <i>Usnea hirta</i>                  | Bleek baardmos            | BE | zz           | 1          |                                 |
| <i>Usnea subfloridana</i>           | Gewoon baardmos           | BE | zz           | 1          |                                 |
| <i>Xanthomendoza huculica</i>       | Dragonderdooiermos        | GE | zzz          | 30         |                                 |
| <i>Xanthomendoza ulophyllodes</i>   | Ulevellemos               | GE | zzz          | 7          | Nieuw in Noord-Brabant          |

### 3.1.2 Soortenrijkdom korstmossen per meetpunt

De gemiddelde soortenrijkdom per meetpunt is sinds 1993 sterk toegenomen, gemiddeld van 13,4 soorten korstmossen per meetpunt in 1993, naar 26,4 soorten per meetpunt in 2023-2024 (Figuur 3.1). De soortenrijkdom op een meetpunt wordt beïnvloed door verschillende factoren, waaronder de SO<sub>2</sub> concentratie, NH<sub>3</sub> concentratie, microklimaat (belichting en beschutting) en klimaat. De toename in soortenrijkdom kwam in de jaren '80 en '90 vooral door een vermindering van de SO<sub>2</sub> uitstoot (van Dobben, 1991), maar kan sinds de jaren '90 ook voor een groot deel worden toegeschreven aan de toename van zuidelijke en Atlantische soorten korstmossen door klimaatverandering (van Herk, 2004).

De veranderingen in soortenrijkdom zijn in grote lijnen vergelijkbaar tussen **gebiedstypen**. Er is sprake van een duidelijke toename in soortenrijkdom in zowel natuurgebieden, agrarische gebieden en bebouwde gebieden (Figuur 3.1). De toename is het grootst in de bebouwde kom en hier is de soortenrijkdom nu het hoogst. Waarschijnlijk komt dit voor een deel doordat bomen hier goed belicht zijn, maar tegelijkertijd beschermt en daardoor na een regenbui niet meteen droogwaaien. Vooral macrolichenen (struik- en bladvormige korstmossen) gedijen goed in een goed belicht en enigszins vochtig milieu, en zijn in het buitengebied minder vertegenwoordigd, mogelijk omdat bomen daar sneller droog waaien. Op meetpunten in Natura 2000-gebieden en in overige natuurgebieden is de soortenrijkdom lager in vergelijking met meetpunten in bebouwd en agrarisch gebied. Dit komt omdat in natuurgebieden een deel van de meetpunten in het bos ligt, waar veel korstmossen door beschaduwing afwezig zijn (zie 3.1.3).

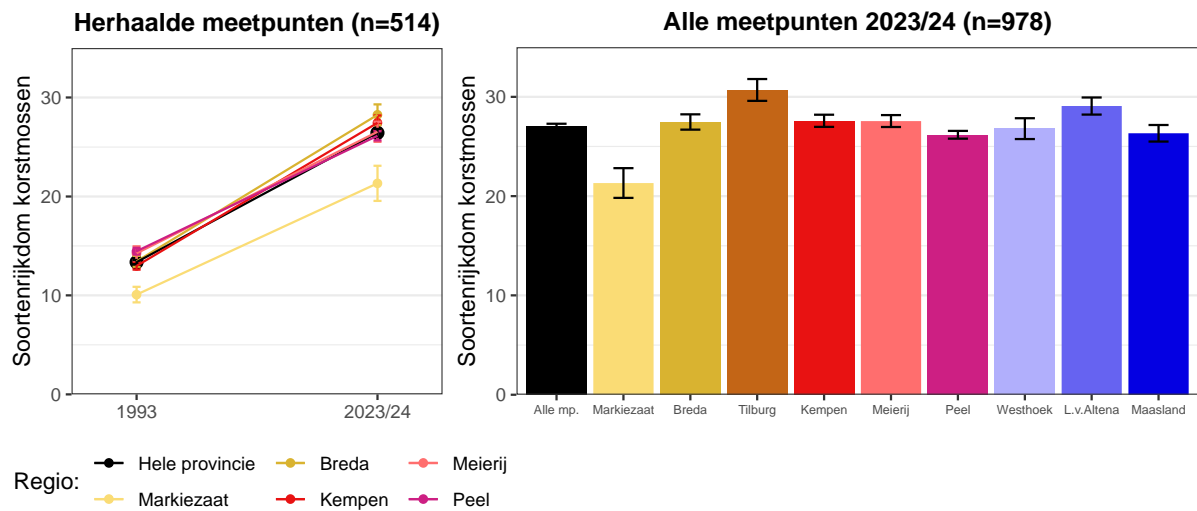


Figuur 3.1 Gemiddelde soortenrijkdom korstmossen per meetpunt in verschillende gebiedstypen.

De huidige soortenrijkdom en de toename van de soortenrijkdom sinds 1993 is in de meeste regio's vergelijkbaar (Figuur 3.2 en Figuur 3.3). In de regio Markiezaat is de soortenrijkdom lager dan in alle andere acht regio's. Dit komt omdat in deze regio relatief veel meetpunten liggen in bossen, waar er door beperkte lichtinval minder soorten korstmossen op de stammen groeien. In regio Tilburg is de soortenrijkdom korstmossen momenteel het hoogst. Ook dit kan verklaard worden door de distributie van de meetpunten over de verschillende biotopen. In de regio Tilburg ligt een relatief hoog aandeel van de meetpunten in bebouwd gebied. Ook andere factoren kunnen bijdragen aan de verschillen tussen regio's. De concentraties zwaveldioxide en stikstofoxiden in de lucht waren in het verleden het hoogst in het westen van de provincie, wat bijgedragen kan hebben aan de lage soortenrijkdom in regio Markiezaat.

De gegevens van de herhaalronde in 1997 in het gebied rond De Rips laten zien dat de soortenrijkdom

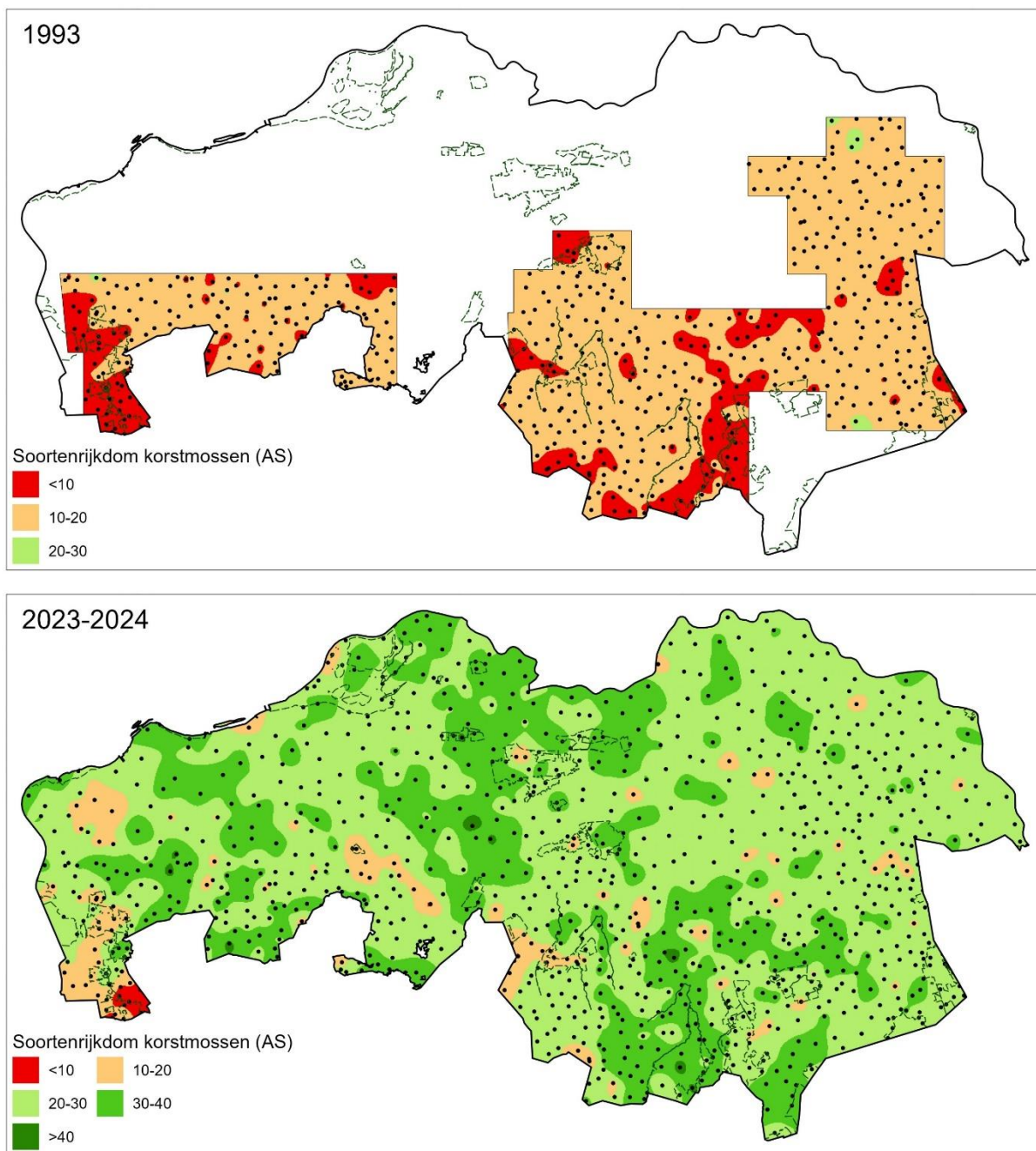
korstmossen tussen 1993 en 1997 daar al sterk toenam. De soortenrijkdom nam met gemiddeld 1,3 soorten per jaar toe tussen 1993 en 1997, en met gemiddeld 0,4 soorten per jaar tussen 1997 en 2023-2024 (Figuur E.1 in Bijlage E).



**Figuur 3.2 Gemiddelde soortenrijkdom korstmossen per meetpunt per regio.**



Een eikenboom met op de belichte kant van de boom (rechts) een soortenrijke begroeiing met zowel korstvormige, bladvormige als struikvormige soorten. Eikenbomen in Noord-Brabant zijn nu veel soortenrijker dan in de jaren 70, 80 en 90 van de vorige eeuw.



**Figuur 3.3** Het aantal soorten korstmossen per meetpunt (AS) in 1993 (boven) en 2023-2024 (onder). Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd. Groene stippellijnen geven de grenzen van Natura 2000-gebieden weer. Witte gebieden op de kaart van 1993 zijn in die meetronde niet onderzocht.

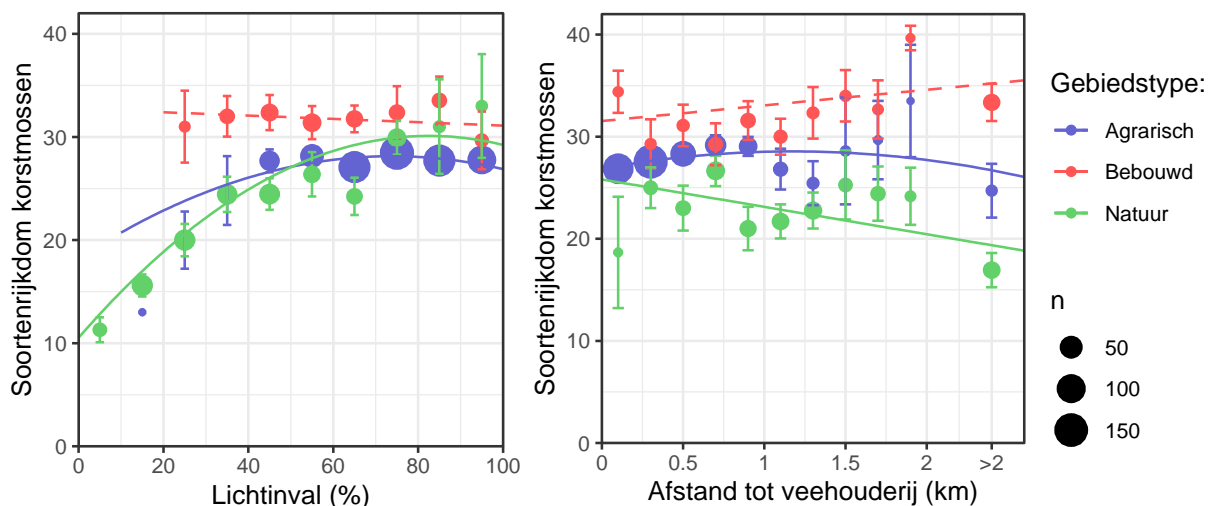
### 3.1.3 Relatie met omgevingsvariabelen

Het aantal soorten korstmossen per meetpunt is significant gecorreleerd met de boomomtrek, lichtinval en afstand tot veehouderijen in agrarische en natuurgebieden (Tabel 3.2). Lichtinval is sterk positief gecorreleerd met soortenrijkdom in agrarische gebieden en natuurgebieden, maar in bebouwde gebieden ontbreekt een verband (Figuur 3.4). De correlatie met boomomtrek is tegenovergesteld in agrarische gebieden in vergelijking met natuurgebieden. In agrarische gebieden zitten op dickere bomen gemiddeld genomen meer soorten korstmossen, terwijl in natuurgebieden

de soortenrijkdom op dickere bomen lager is. Mogelijk is dit indirect ook een gevolg van lichtinval. In bossen sluit de boomkroon zich meer naarmate bomen ouder worden, waardoor er steeds minder licht op de stammen valt. In agrarische gebieden is dit niet het geval omdat de meetpunten vrijwel altijd laanbomen zijn, die niet worden beschaduwd door andere bomen in de omgeving. De afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij is in agrarische gebieden zwak gecorreleerd met de soortenrijkdom: De soortenrijkdom neemt iets toe tussen 0 en 1 km afstand tot veehouderij, maar neemt vervolgens weer iets af voor meetpunten die verder weg liggen. In natuurgebieden is er een negatieve correlatie tussen de soortenrijkdom en de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij (Figuur 3.4).

**Tabel 3.2 Resultaten van lineaire regressieanalyse, waarbij de soortenrijkdom korstmossen (n=978 meetpunten; uitsluitend meetpunten bezocht in meetronde 2023-2024) verklaard wordt met omtrek, afstand tot wegrand, lichtinval en afstand tot dichtstbijzijnde veehouderij. De kwadraat van verklarende variabelen is alleen in het model opgenomen wanneer deze significant verklarend is.**

|                                       | Agrarisch     |              |              | Bebouwd |       |       | Natuur        |              |              |
|---------------------------------------|---------------|--------------|--------------|---------|-------|-------|---------------|--------------|--------------|
|                                       | Est.          | SE           | P            | Est.    | SE    | P     | Est.          | SE           | P            |
| Intercept                             | 18,630        | 3,976        |              | 31,452  | 4,221 |       | 19,473        | 3,046        |              |
| Omtrek (dm)                           | <b>0,017</b>  | <b>0,004</b> | <b>0,000</b> | -0,126  | 0,171 | 0,460 | <b>-0,333</b> | <b>0,120</b> | <b>0,006</b> |
| Omtrek (dm) <sup>2</sup>              |               |              |              |         |       |       |               |              |              |
| Afstand tot wegrand (dm)              | -0,048        | 0,030        | 0,108        | 0,079   | 0,064 | 0,216 | -0,051        | 0,066        | 0,443        |
| Afstand tot wegrand (dm) <sup>2</sup> |               |              |              |         |       |       |               |              |              |
| Lichtinval (%)                        | <b>0,275</b>  | <b>0,113</b> | <b>0,016</b> | -0,016  | 0,040 | 0,684 | <b>0,536</b>  | <b>0,092</b> | <b>0,000</b> |
| Lichtinval (%) <sup>2</sup>           | <b>-0,002</b> | <b>0,001</b> | <b>0,032</b> |         |       |       | <b>-0,003</b> | <b>0,001</b> | <b>0,001</b> |
| Afstand veehouderij (km)              | <b>3,422</b>  | <b>1,455</b> | <b>0,019</b> | 1,532   | 0,833 | 0,068 | <b>-2,684</b> | <b>0,697</b> | <b>0,000</b> |
| Afstand veehouderij (km) <sup>2</sup> | <b>-1,382</b> | <b>0,639</b> | <b>0,031</b> |         |       |       |               |              |              |



**Figuur 3.4 Correlaties tussen lichtinval (links) en afstand tot veehouderij (rechts) en de soortenrijkdom korstmossen voor meetpunten in drie verschillende gebiedstypen. Voor de weergave in deze figuur zijn de meetpunten samengevat in intervallen (lichtinval 10% intervallen; afstand tot veehouderij 0,2 km intervallen), waarbij de stipgrootte het aantal meetpunten en de foutbalken de standaardfouten weergeven. Lijnen zijn trendlijnen, waarbij een onderbroken lijn aangeeft dat de correlatie niet significant is.**



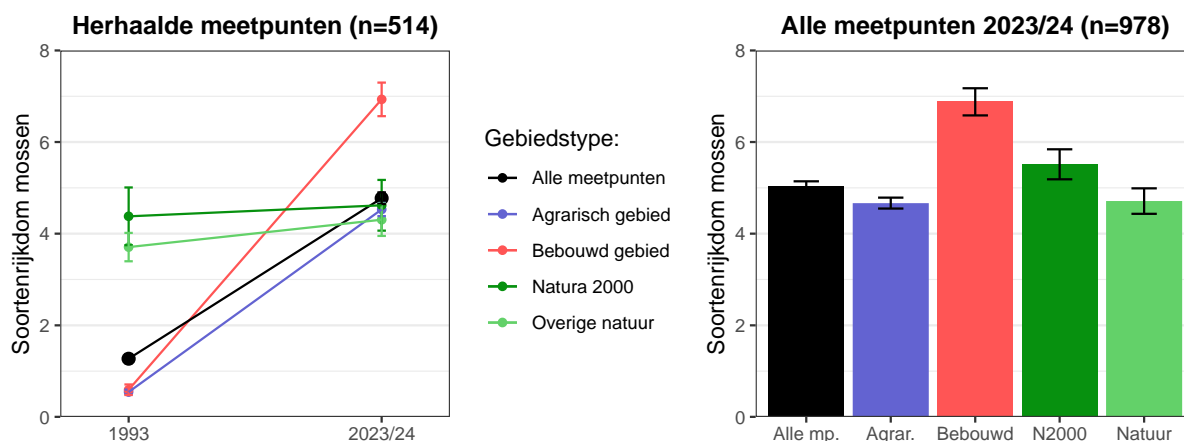
## 3.2 Soortenrijkdom mossen

### 3.2.1 Soortensamenstelling

In totaal zijn er op de bomen in de 978 meetpunten die in 2023-2024 zijn onderzocht 73 soorten mossen aangetroffen (Bijlagen B en D). Drie soorten mossen zijn sinds de meetronde 1993 uit het meetnet verdwenen, namelijk de zuurminnende soorten Heidefranjemos (*Ptilidium ciliare*), Kussentjesmos (*Leucobryum glaucum*) en Neptunusmos (*Lepidozia reptans*). Andere zuurminnende soorten zijn meestal ook sterk achteruitgegaan, waaronder Gedrongen kantmos (*Lophocolea heterophylla*), Geelsteeltje (*Orthodontium lineare*) en Boskronkelsteeltje (*Campylopus flexuosus*). De meeste andere mossoorten zijn in vergelijking met 1993 daarentegen juist toegenomen of nieuw verschenen. De soorten die het sterkst zijn toegenomen zijn Gesnaveld klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*; van 28,6% van de meetpunten in 1993 naar 94,6% van de meetpunten in 2023-2024), Gewone haarmuts (*Orthotrichum affine*; van 4,3% naar 63,0%) en Gewoon sikkelsterretje (*Dicranoweisia cirrata*; van 18,3% naar 63,4%). Vijftig soorten mossen werden er in de meetronde 2023-2024 nieuw gevonden. Hiervan werden 14 uitsluitend aangetroffen op meetpunten die nieuw zijn uitgezet. De overige 36 soorten werden (ook) gevonden op meetpunten die eerder ook in 1993 waren onderzocht. Nieuwkomers zijn vooral mossoorten van voedselrijke schors die overal in Nederland toenemen, waaronder Dwergwratjesmos (*Cololejeunea minutissima*), Helmroestmos (*Frullania dillatata*), Broedhaarmuts (*Orthotrichum lyellii*) en Knikkersterretje (*Syntrichia papillosa*). De soorten die uitsluitend op nieuw uitgezette meetpunten zijn aangetroffen betreffen vooral mossen op essen en populieren op de kleigronden of in de uiterwaarden, waaronder Uiterwaardmos (*Leskea polycarpa*), Spatemos (*Homalia trichomanoides*) en Echt iepenmos (*Zygodon viridissimus*). In tegenstelling tot bij de korstmossen, werden er geen mossen aangetroffen die op de Rode Lijst Mossen (Siebel et al., 2013) staan.

### 3.2.2 Soortenrijkdom mossen per meetpunt

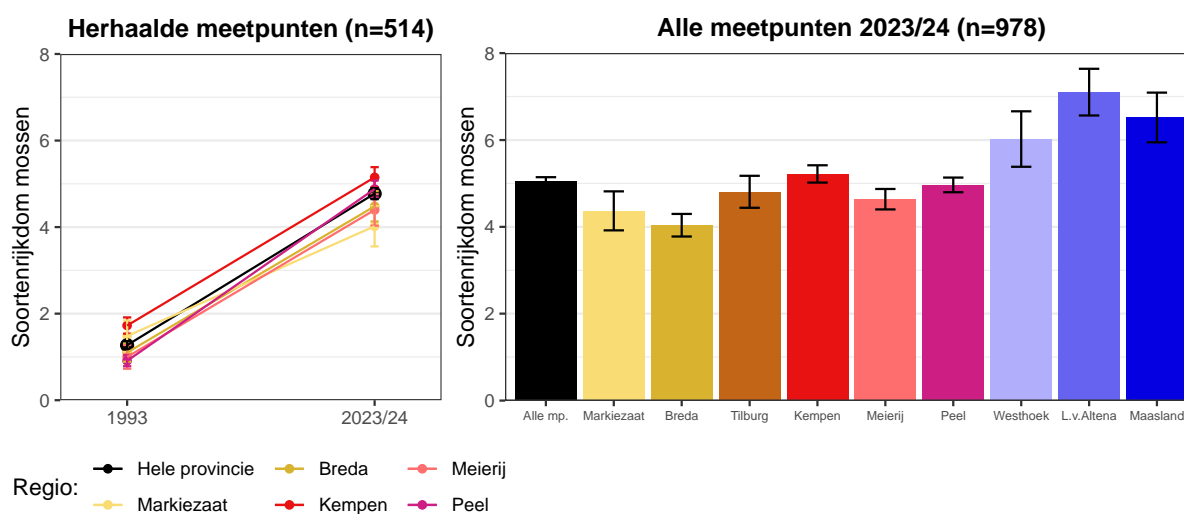
Het aantal soorten mossen per meetpunt is sinds 1993 sterk toegenomen, gemiddeld van 1,3 soorten mossen per meetpunt in 1993 naar 4,8 soorten per meetpunt nu. De toename in de soortenrijkdom mossen is vooral toe te schrijven aan de opmars van enkele soorten die nu zeer algemeen zijn geworden op laanbomen, zoals Gesnaveld klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*), Gewone haarmuts (*Orthotrichum affine*) en Gewoon muisjesmos (*Grimmia pulvinata*). Er zijn wel contrasterende verschillen tussen **gebiedstypen** in hoe sterk het aantal soorten mossen is toegenomen. In Natura 2000-gebieden en overige natuurgebieden is de soortenrijkdom mossen sinds 1993 niet of nauwelijks toegenomen, terwijl het aantal soorten mossen in agrarische en bebouwde gebieden juist sterk is toegenomen (Figuur 3.5). De soortenrijkdom mossen was in 1993 het hoogst in natuurgebieden. Hier groeiden relatief veel kleine zuurminnende soorten, die gedurende de laatste decennia sterk zijn achteruitgegaan. In plaats daarvan hebben zich wel nieuwe soorten gevestigd, vooral soorten karakteristiek voor voedselrijkere schors, waardoor er per saldo geen grote verandering van het aantal soorten mossen in natuurgebieden heeft opgetreden. In natuurgebieden is Gesnaveld klauwtjesmos nu de meest dominante mossoort, die in bosgebieden grote oppervlakten van het schorsoppervlak kan bedekken. Buiten bossen beperkt Gesnaveld klauwtjesmos zich vooral tot de boomvoet. In agrarische en stedelijke gebieden was de soortenrijkdom mossen in 1993 erg laag, en zijn sindsdien mossen die karakteristiek zijn voor matig voedselrijk tot voedselrijke schors sterk toegenomen. Tegenwoordig is de soortenrijkdom mossen het hoogst in bebouwde gebieden. De sterkere toename in bebouwde gebieden komt mogelijk doordat bomen hier beschutter staan en na regenval langer vochtig blijven. Ook groeien er in de bebouwde kom vaak meer soorten mossen op stoffige boomvoeten.



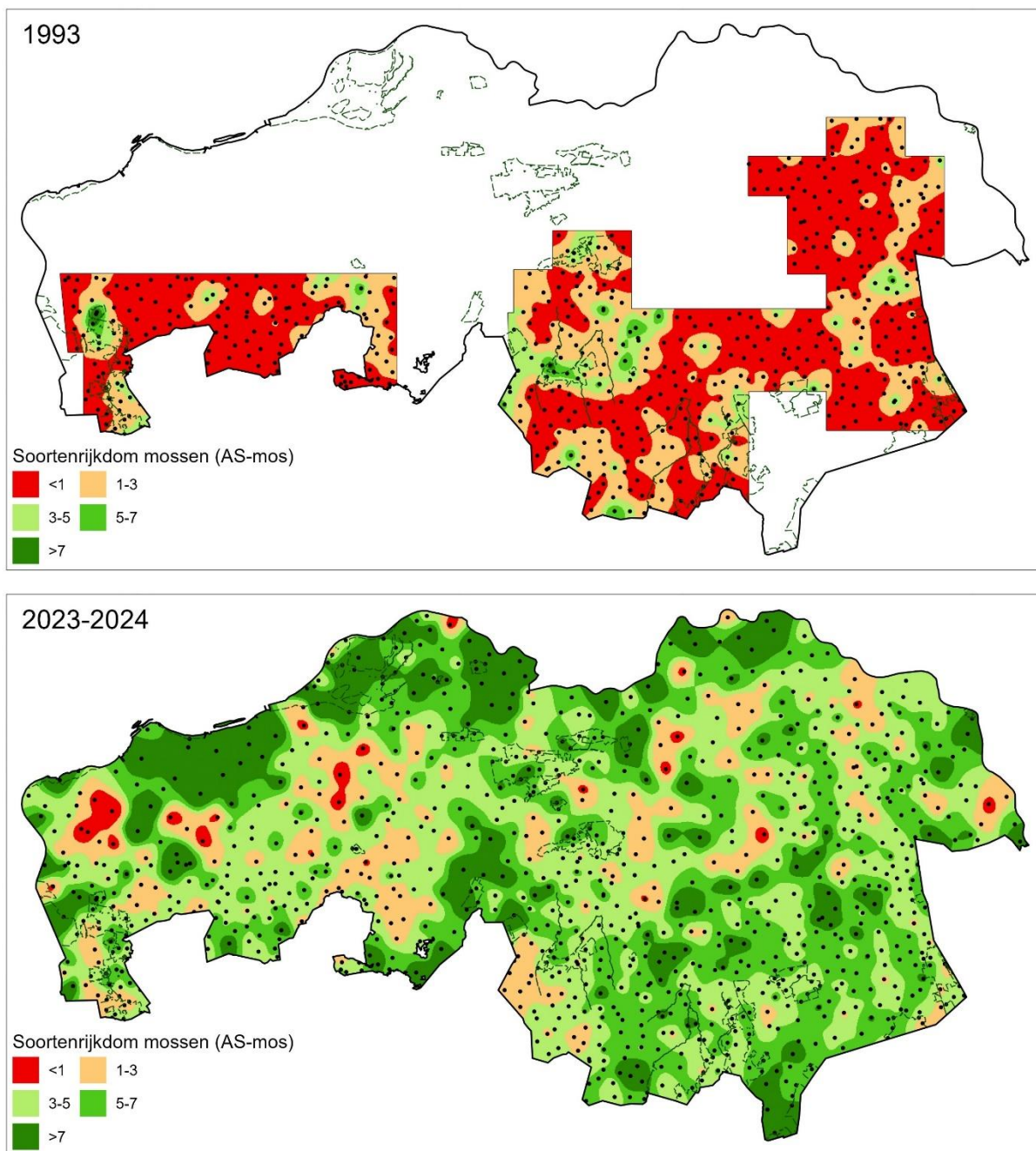
**Figuur 3.5 Gemiddelde soortenrijkdom mossen per meetpunt in verschillende gebiedstypen.**

Gemiddeld genomen is het aantal mossen per meetpunt toegenomen in alle vijf regio's waar meetpunten herhaald zijn (Figuur 3.6 en Figuur 3.7). Er zijn geen grote verschillen in de toename en het huidige aantal soorten mossen tussen de regio's die op de zandgronden liggen. De huidige soortenrijkdom mossen is momenteel wel duidelijk hoger op meetpunten op de kleigronden (regio's Westhoek, Land van Altena, Maasland) in vergelijking met de zandgronden (overige zes regio's). Dat komt doordat op de kleigronden relatief veel meetpunten liggen met populieren en essen, die een zachtere en voedselrijkere schors hebben. Bovendien liggen de meetpunten vaker op luchtvochtige plekken, in de buurt van sloten, rivieren of plassen. Omdat veel mossen een vochtiger en voedselrijker milieu prefereren, dragen beide factoren bij aan een hogere diversiteit.

De gegevens van de herhaalronde in 1997 in het gebied rond De Rips laten zien dat de soortenrijkdom mossen tussen 1993 en 1997, hoewel statistisch niet significant, daar waarschijnlijk al sterk toenam. De soortenrijkdom nam met gemiddeld 0,20 soorten per jaar toe tussen 1993 en 1997, en met gemiddeld 0,11 soorten per jaar tussen 1997 en 2023-2024 (Figuur E.2 in Bijlage E).



**Figuur 3.6 Gemiddelde soortenrijkdom mossen per meetpunt per regio.**



**Figuur 3.7** Het aantal soorten mossen per meetpunt (AS<sub>mos</sub>) in 1993 (boven) en 2023-2024 (onder). Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd. Groene stippellijnen geven de grenzen van Natura 2000-gebieden weer. Witte gebieden op de kaart van 1993 zijn in die meetronde niet onderzocht.

### 3.3 Nitrofyten (NIW)

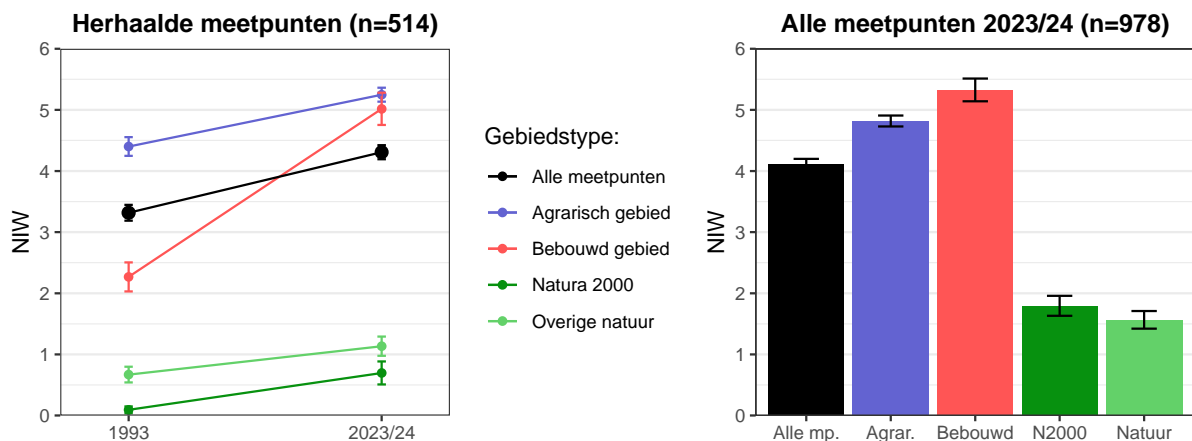
De indicatiewaarde voor nitrofytische korstmossen, de NIW, was in 2023-2024 gemiddeld 4,3 en daarmee hoger dan het gemiddelde van 3,3 in 1993. Er zijn wel verschillen in de trends van soorten die indicatief zijn voor stikstof. Sommige soorten zijn sinds 1993 (sterk) toegenomen, zoals Poedergeelkorst (*Candelariella reflexa*), Fijne geelkorst (*Candelariella xanthostigma*) en Groot dooiermos (*Xanthoria parietina*). Tegelijkertijd zijn Heksenvingermos (*Physcia tenella*), Kroezig dooiermos (*Polycauliona candelaria*) en Klein dooiermos (*Polycauliona polycarpa*) afgenomen. De tegengestelde trends van nitrofytische korstmossen kunnen worden verklaard doordat veel soorten behalve op ammoniak ook reageren op klimaatverandering. Hier is bij het samenstellen van de NIW in 1989 al rekening mee gehouden, en soorten die door klimaatverandering toe- en afnemen zijn met elkaar in balans, waardoor de NIW een goede graadmeter is voor veranderingen in de ammoniakbelasting (zie uitgebreidere discussie in 4.2).



Eiken in gebieden met een hoge ammoniak-concentratie zijn geel en grijs gekleurd. Vaak gaat het om de ammoniakminnende soorten Groot dooiermos (*Xanthoria parietina*) en Kapjesvingermos (*Physcia adscendens*).

#### 3.3.1 Veranderingen in gebiedstypen

De mate waarin de NIW is toegenomen verschilt tussen **gebiedstypen** (Figuur 3.8). De NIW is in vergelijking met 1993 in bebouwde gebieden sterker toegenomen dan in natuur- en agrarische gebieden (zie discussie in 2.4).



Figuur 3.8 Veranderingen in de NIW per gebiedstype.

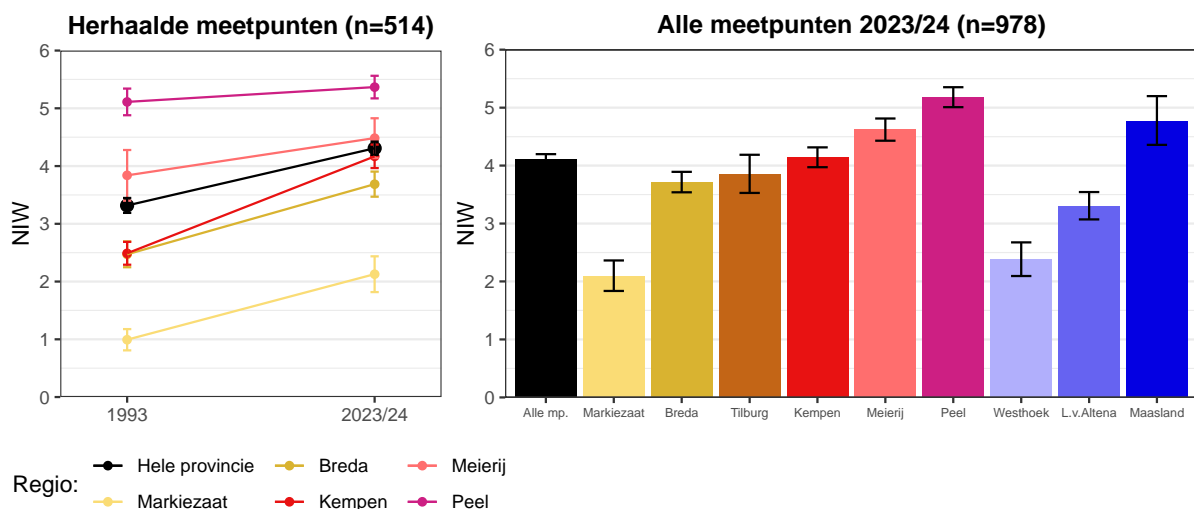
### 3.3.2 Ruimtelijke veranderingen

Er zijn duidelijke verschillen in de NIW tussen regio's in de meetronde 2023-2024 (Figuur 3.9 en 3.10). Globaal is de NIW het laagste in het westen van de provincie, en neemt de NIW verder naar het oosten gradueel toe. Dit geldt voor zowel de zandgronden als de kleigronden (Figuur 3.9). De NIW is het laagst in de meest westelijke regio's Markiezaat en Westhoek. In de meest oostelijke regio's Peel en Maasland is de NIW momenteel het hoogst. In deze regio's zijn de effecten van ammoniak op korstmossen het grootst.

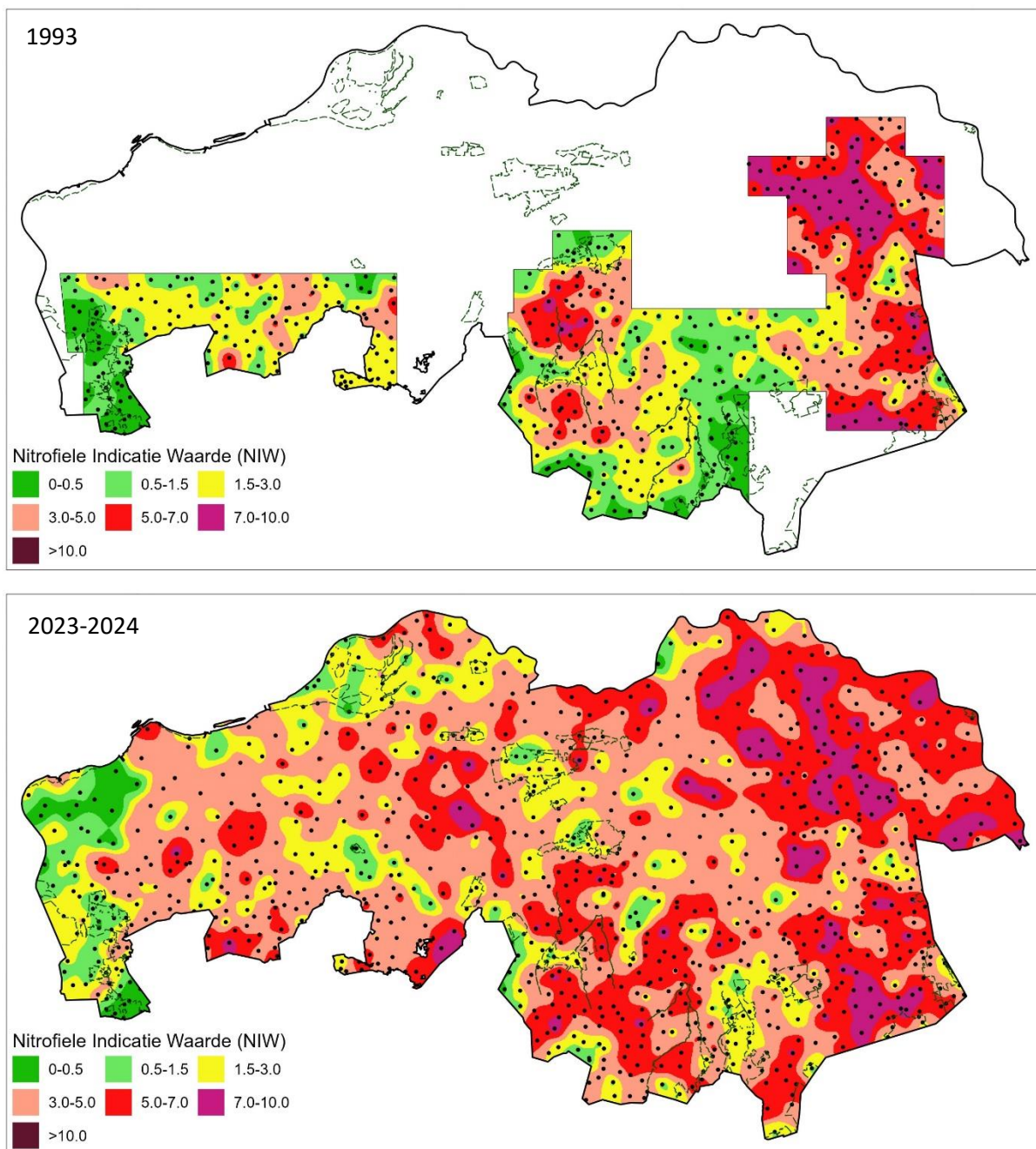
Gemiddeld genomen is de NIW sinds 1993 toegenomen in alle vijf de regio's waar meetpunten herhaald zijn (Figuur 3.9). De mate van toename verschilt tussen de regio's. In de regio Kempen is de NIW sinds 1993 het sterkst gestegen (+ 1,7 punten), en in de regio Peel het minst (+ 0,3 punten). Vooral in een groot gebied rond Eindhoven is de NIW tussen 1993 en 2023-2024 sterk toegenomen (Figuur 3.11). Ook in grote gebieden rond Roosendaal is sprake van een sterke toename. Er zijn nu vrijwel geen gebieden meer waar de NIW consistent laag is (< 1,5 punten).

Op meer lokale schaal zijn er ook gebieden waar de NIW sinds 1993 lager is geworden, en waar de effecten van ammoniak op korstmossen dus zijn afgenomen (Figuur 3.11). Het gaat om kleine gebieden rond Biest-Houtakker, tussen Uden en Veghel, tussen Odiliapeel en Bakel, en rond Rijkevoort. In 1993 kwamen er in deze gebieden zeer veel stikstofminnende korstmossen voor, en hoewel sindsdien stikstofminnaars weliswaar zijn afgenomen is de NIW er nog steeds relatief hoog. In vergelijking met 1993 is het NIW-landschap homogener geworden: Meetpunten met een zeer hoge NIW (> 7,0) zijn zeldzamer geworden, maar tegelijkertijd zijn meetpunten met een lage NIW (< 1,5) ook grotendeels verdwenen (Figuur 3.10).

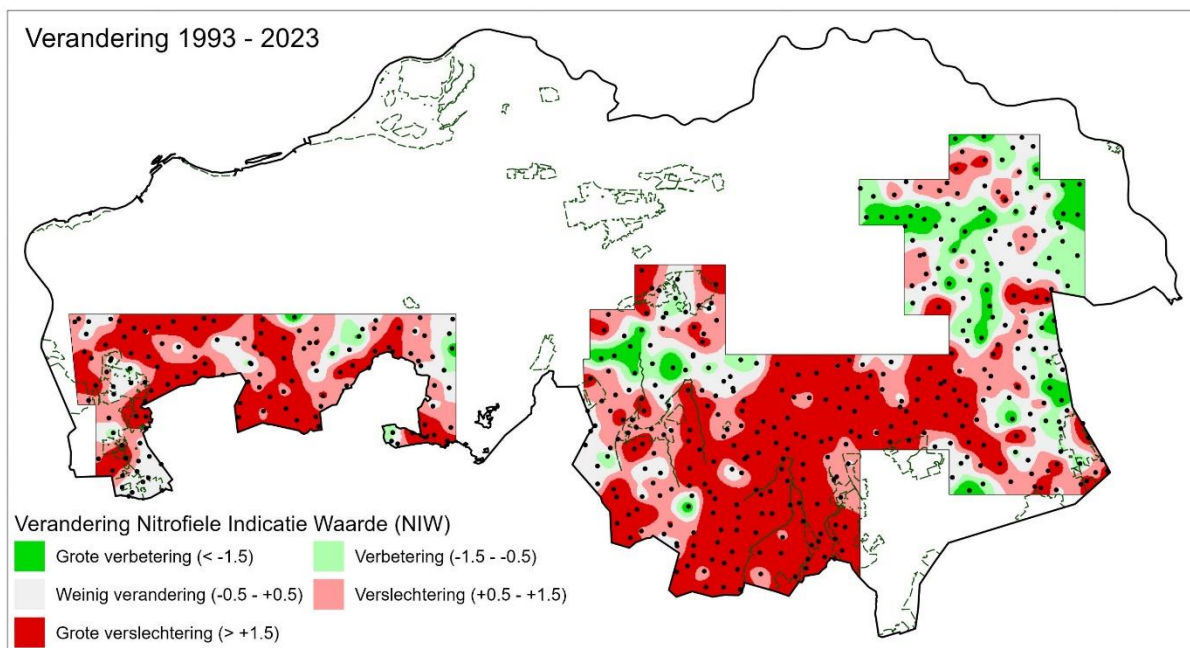
Bij de interpretatie van de veranderingen in de NIW moet rekening gehouden worden dat er tussen de meetronden van 1993 en 2023-2024 zoveel tijd zit, dat de NIW tussentijds schommelingen kan hebben vertoond. De gegevens van de herhaalronde in 1997 in het gebied rond De Rips laten zien dat de NIW tussen 1993 en 1997 daar sterk toenam, om vervolgens tussen 1997 en 2023-2024 weer te dalen (Figuur E.1 in Bijlage E). Het is mogelijk dat de NIW ook elders in de provincie tussen 1993 tot ongeveer 2000 is toegenomen en vervolgens weer gedaald is. Deze trend is in andere provincies beter gedocumenteerd (zie 3.7).



**Figuur 3.9 De indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW) per regio. Een hogere waarde duidt op meer invloed van ammoniak.**



**Figuur 3.10** De indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW) in 1993 (boven) en 2023-2024 (onder). Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd. Een hogere waarde duidt op meer invloed van ammoniak. Groene stippellijnen geven de grenzen van Natura 2000-gebieden weer. Witte gebieden zijn in de betreffende meetronden niet onderzocht.



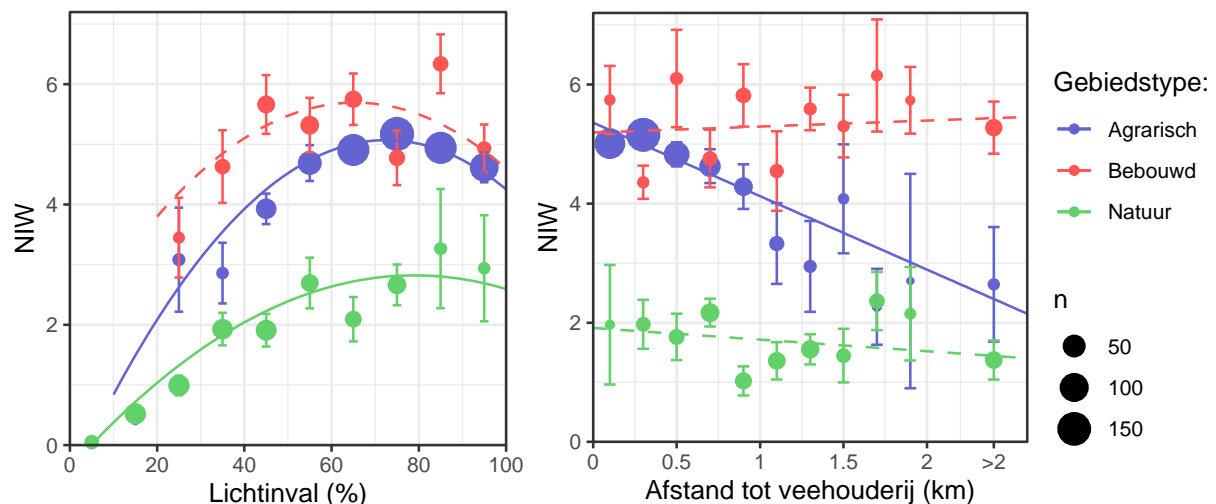
**Figuur 3.11** Verandering in de indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW) tussen 1993 en 2023-2024. Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd. Groene stippellijnen geven de grenzen van Natura 2000-gebieden weer. Witte gebieden zijn niet in beide meetronden onderzocht.

### 3.3.3 Relaties met omgevingsvariabelen

De NIW correleert significant met de boomomtrek (in natuurgebieden), met de afstand tot de wegrand (in agrarische gebieden), met lichtinval (in agrarische en natuurgebieden) en met de afstand tot veehouderijen (in agrarische gebieden) (Tabel 3.3). In natuurgebieden is de NIW op dickere bomen lager, wat verklaard kan worden doordat schors van oudere bomen zuurder is. Buiten natuurgebieden heeft luchtvervuiling mogelijk zoveel invloed dat de veroudering van de schors een verwaarloosbaar effect heeft op de NIW. De mate van lichtinval (%) is positief gecorreleerd met de NIW (Figuur 3.12). Dit kan verklaard worden omdat veel stikstofminnende korstmossen het beste gedijen in goed belichte omstandigheden. Veel soorten korstmossen die meetellen in de indicatiewaarde voor stikstofgevoelige korstmossen (AIW) zijn wel tolerant voor schaduw. De AIW is daarom een goede aanvullende indicatiewaarde om de situatie in natuurgebieden te beoordelen (zie 3.4). In agrarische gebieden neemt de NIW af naarmate de afstand van de bomen tot de wegrand toeneemt. Het is niet duidelijk waardoor deze correlatie wordt veroorzaakt, maar mogelijk is er een relatie met verkeer (zie discussie in 4.2). In agrarische gebieden is er een sterke correlatie tussen de afstand van een meetpunt tot de dichtstbijzijnde veehouderij en de NIW (Figuur 3.12). Voor meetpunten in bebouwd gebied is deze correlatie afwezig, en is de NIW hoog ongeacht de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij (Figuur 3.12). Ook voor meetpunten in natuurgebieden is er geen duidelijke correlatie tussen de afstand van een meetpunt tot de dichtstbijzijnde veehouderij en de NIW. Het beeld voor meetpunten in natuurgebieden wordt vertroebeld doordat veel meetpunten in het bos liggen, waardoor de NIW door de geringe lichtinval standaard laag is, en doordat er relatief weinig meetpunten dichtbij veehouderijen liggen (waar het sterkste effect wordt verwacht).

**Tabel 3.3 Resultaten van lineaire regressieanalyse, waarbij de NIW (n=978 meetpunten; uitsluitend meetpunten bezocht in meetronde 2023-2024) verklaard wordt met omtrek, afstand tot wegrand, lichtinval en afstand tot dichtstbijzijnde veehouderij. De kwadraat van verklarende variabelen is alleen in het model opgenomen wanneer deze significant verklarend is.**

|                                       | Agrarisch     |               |              | Bebouwd |       |       | Natuur        |               |              |
|---------------------------------------|---------------|---------------|--------------|---------|-------|-------|---------------|---------------|--------------|
|                                       | Est.          | SE            | P            | Est.    | SE    | P     | Est.          | SE            | P            |
| Intercept                             | 0,804         | 1,360         |              | 6,031   | 1,126 |       | 1,068         | 0,509         |              |
| Omtrek (dm)                           | -0,015        | 0,023         | 0,521        | -0,062  | 0,046 | 0,175 | <b>-0,062</b> | <b>0,020</b>  | <b>0,002</b> |
| Omtrek (dm) <sup>2</sup>              |               |               |              |         |       |       |               |               |              |
| Afstand tot wegrand (dm)              | 0,032         | 0,049         | 0,511        | -0,018  | 0,017 | 0,296 | -0,012        | 0,011         | 0,273        |
| Afstand tot wegrand (dm) <sup>2</sup> | <b>-0,002</b> | <b>0,001</b>  | <b>0,037</b> |         |       |       |               |               |              |
| Lichtinval (%)                        | <b>0,144</b>  | <b>0,036</b>  | <b>0,000</b> | 0,013   | 0,011 | 0,227 | <b>0,086</b>  | <b>0,015</b>  | <b>0,000</b> |
| Lichtinval (%) <sup>2</sup>           | <b>-0,001</b> | <b>0,0003</b> | <b>0,000</b> |         |       |       | <b>-0,001</b> | <b>0,0002</b> | <b>0,002</b> |
| Afstand veehouderij (km)              | <b>-1,016</b> | <b>0,209</b>  | <b>0,000</b> | 0,094   | 0,222 | 0,674 | -0,179        | 0,116         | 0,125        |
| Afstand veehouderij (km) <sup>2</sup> |               |               |              |         |       |       |               |               |              |



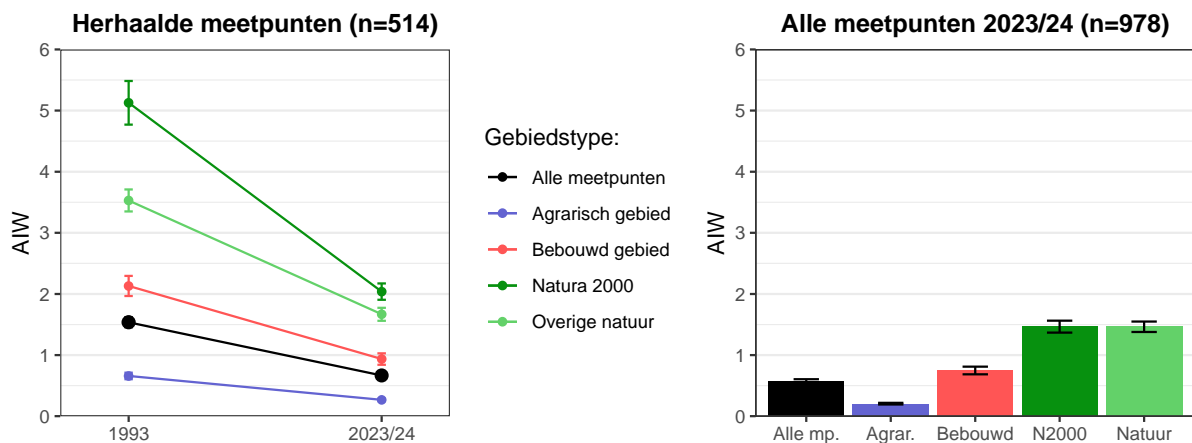
**Figuur 3.12 Correlaties tussen lichtinval (links) en afstand tot veehouderij (rechts) en de NIW voor meetpunten in drie verschillende gebiedstypen. Voor de weergave in deze figuur zijn de meetpunten samengevat in intervallen (lichtinval 10% intervallen; afstand tot veehouderij 0,2 km intervallen), waarbij de stipgrootte het aantal meetpunten en de foutbalken de standaardfouten weergeven. Lijnen zijn trendlijnen, waarbij een onderbroken lijn aangeeft dat de correlatie niet significant is.**



### 3.4 Acidofyten (AIW)

#### 3.4.1 Veranderingen per gebiedstype

De indicatiewaarde voor stikstofgevoelige korstmossen (AIW) is gemiddeld genomen sinds 1993 afgenomen, van 1,5 in meetronde 1993 naar 0,7 in meetronde 2023-2024 (Figuur 3.13). Vrijwel alle soorten acidofyten gaan achteruit (Bijlage A), en er is vooral een grote afname geweest van Eikenmos (*Evernia prunastri*) en Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*). Beide soorten kwamen in 1993 nog vrij algemeen in Noord-Brabant voor, maar worden steeds schaarser.



Figuur 3.13 Veranderingen in de AIW per gebiedstype.



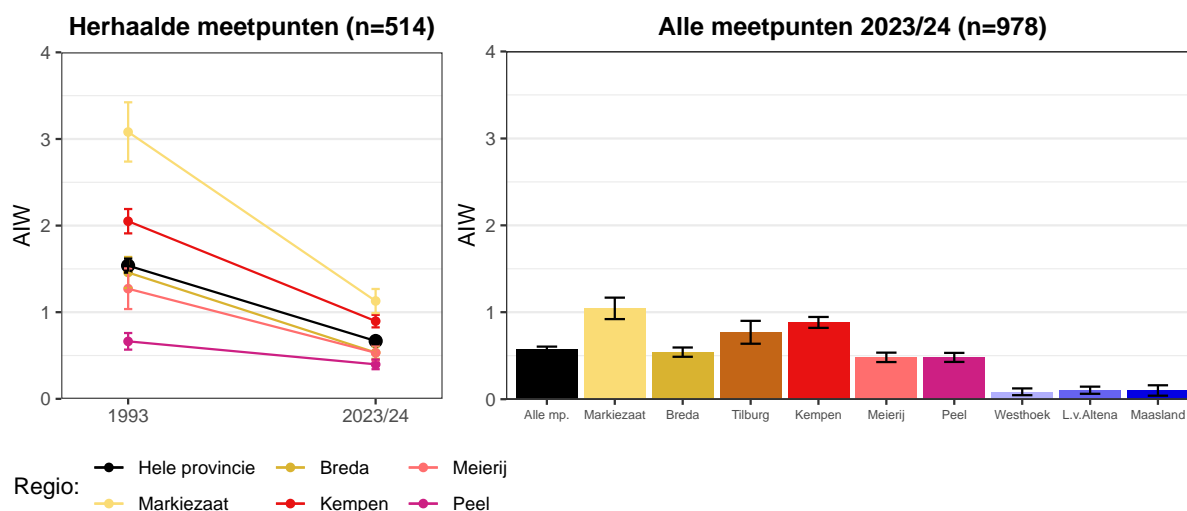
Een flinke pluk Eikenmos (*Evernia prunastri*) op een meetnetboom in agrarisch gebied, een steeds zeldzamer wordend gezicht.

De AIW is sinds 1993 in alle **gebiedstypen** afgenomen (Figuur 3.13). Er is vooral een sterke afname van stikstofgevoelige korstmossen geweest in natuurgebieden. Vroeger kwamen er in natuurgebieden nog veel meer gevoelige soorten korstmossen voor dan in agrarische en bebouwde gebieden, maar dat verschil is nu een stuk kleiner geworden. In agrarisch gebied komen vrijwel geen stikstofgevoelige soorten meer voor.

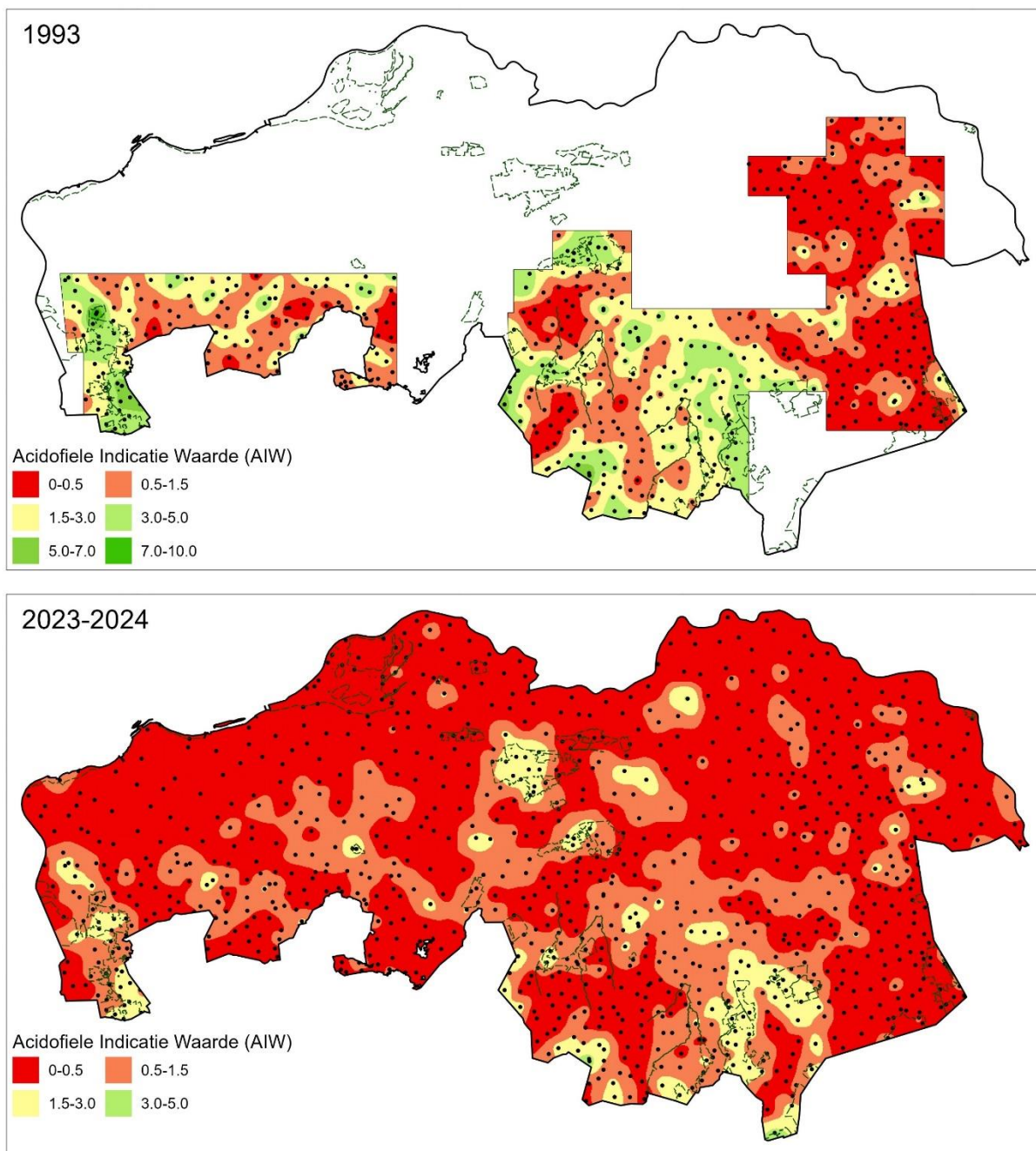
### 3.4.2 Ruimtelijke veranderingen

De afname van stikstofgevoelige korstmossen heeft plaatsgevonden in alle vijf regio's waar meetpunten uit 1993 herhaald zijn (Figuur 3.14). In 1993 kwamen in de regio's Markiezaat en Kempen relatief veel stikstofgevoelige korstmossen voor, maar in 2023-2024 zijn er geen gebieden meer waar de AIW consistent boven de 3,0 uitkomt (Figuur 3.15). De kaart die de veranderingen weergeeft (Figuur 3.16) is vooral een reflectie van de gebieden waar in 1993 nog veel stikstofgevoelige korstmossen voorkwamen. In gebieden waar de AIW in 1993 al nul of vrijwel nul was, kon de AIW immers ook niet of nauwelijks verder meer dalen. De gebieden in Noord-Brabant waar de AIW op bodemniveau is zijn sinds 1993 flink groter geworden. Bovendien zijn er geen gebieden, ook niet lokaal, waar de AIW sinds 1993 duidelijk is toegenomen (Figuur 3.16). De vrijwel volledige afwezigheid van stikstofgevoelige acidofyten op de kleigronden (regio's Westhoek, Land van Altena en Maasland) wordt veroorzaakt doordat er nauwelijks bosgebieden in deze regio's liggen. De meeste meetpunten liggen in agrarisch of bebouwd gebied, waar zuurminnende korstmossen onder invloed van ammoniak al geheel zijn verdwenen.

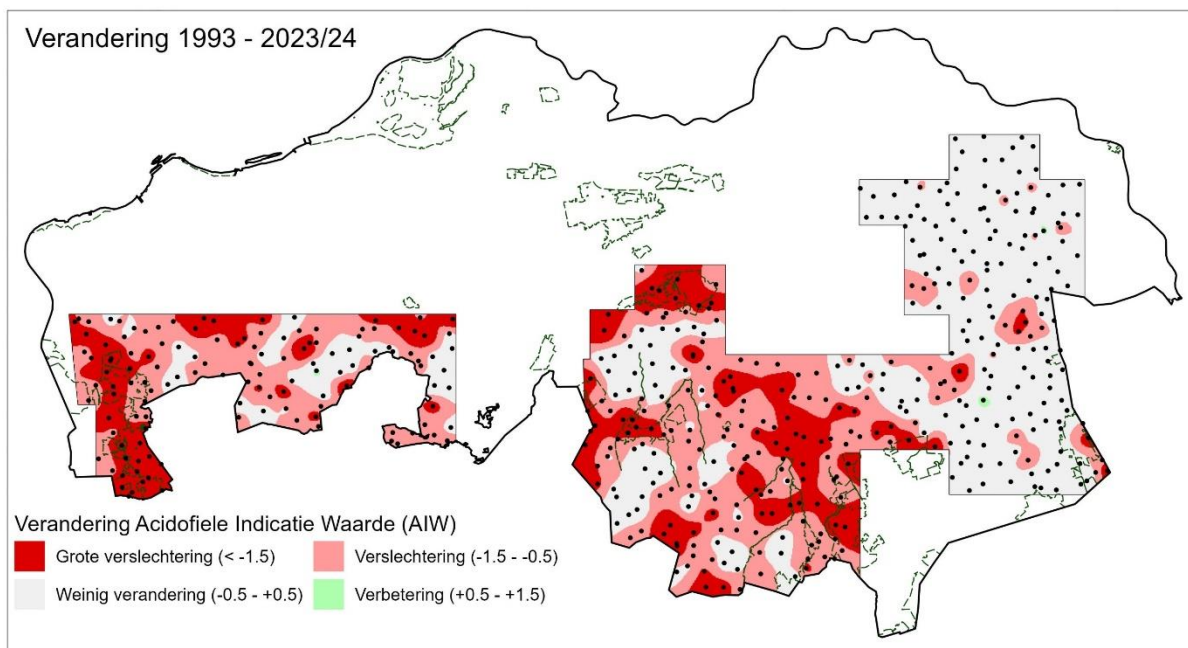
De gegevens van de herhaalronde in 1997 in het gebied rond De Rips laten zien dat de AIW tussen 1993 en 1997 daar al afnam, en sinds 1997 nog verder is afgenomen (Figuur E.4 in Bijlage E).



**Figuur 3.14 De indicatiewaarde voor zuurminnende korstmossen (AIW) per regio. Een lagere waarde duidt op meer invloed van ammoniak.**



**Figuur 3.15** AIW in meetronde 1993 (boven) en meetronde 2023-2024 (onder). Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd. Een lagere waarde duidt op meer invloed van ammoniak. Groene stippellijnen geven de grenzen van Natura 2000-gebieden weer. Witte gebieden zijn in de betreffende meetronden niet onderzocht.



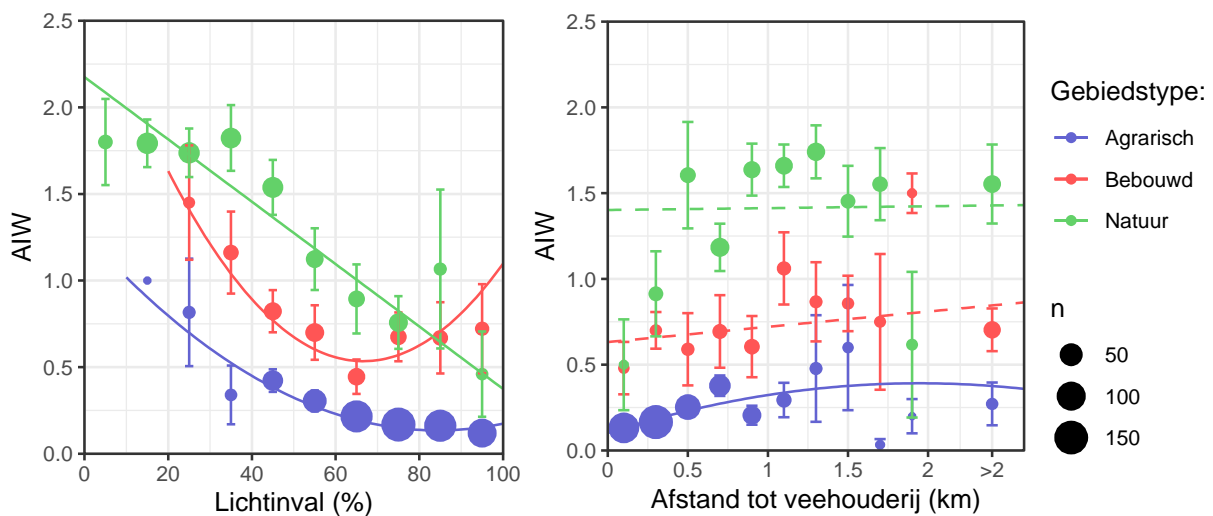
**Figuur 3.16** Verandering in de AIW tussen 1993 en 2023-2024. Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd. Groene stippellijnen geven de grenzen van Natura 2000-gebieden weer. Witte gebieden zijn niet in beide meetronden onderzocht.

### 3.4.3 Relaties met omgevingsvariabelen

De AIW correleert significant met de boomomtrek (in agrarische en bebouwde gebieden), met de afstand tot de wegrand (in agrarische en natuurgebieden), met lichtinval (in alle gebiedstypen) en met de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij (in agrarische gebieden) (Tabel 3.4). De positieve correlatie met boomomtrek wordt verklaard doordat de schors van oudere eiken zuurder en voedselarmer is, waardoor er op oudere bomen van nature meer zuurminnende soorten voorkomen. Er is een negatieve correlatie tussen de AIW en lichtinval (Figuur 3.17). Deze correlatie kan worden verklaard doordat in de loop van de tijd juist de lichtminnende zuurminnende soorten sterk zijn afgenomen. Tegenwoordig komen vooral de AIW-soorten Gewone poederkorst (*Lepraria incana*) en bekermossen (*Cladonia's*) nog voor, korstmossen die goed gedijen op beschaduwde boomstammen (Figuur 3.17). Met deze acidofyten gaat het relatief goed in vergelijking met de blad- en struikvormige acidofyten, die een lichte standplaats prefereren. Het resultaat is dat er tegenwoordig op meetpunten in bossen meer acidofyten voorkomen dan op meetpunten in een open omgeving. Een andere factor die hier deels mee kan samenhangen is dat de droge depositie van ammoniak op beschaduwde boomstammen (die vaak beschut in het bos staan) waarschijnlijk een stuk lager is dan op geëxponeerde boomstammen. Alleen in agrarisch gebied correleert de AIW positief met de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij (Figuur 3.17). Dichtbij veehouderijen komen minder gevoelige korstmossen voor omdat acidofyten het snelst en als eerste verdwijnen in gebieden dichtbij ammoniakbronnen. In natuurgebieden is het effect niet significant omdat er relatief weinig meetpunten vlakbij veehouderijen liggen, maar tegelijkertijd ook weinig meetpunten die verder dan 2 km van veehouderijen afliggen (Figuur 3.17).

**Tabel 3.4 Resultaten van lineaire regressieanalyse, waarbij de AIW (n=978 meetpunten; uitsluitend meetpunten bezocht in meetronde 2023-2024) verklaard wordt met omtrek, afstand tot wegrand, lichtinval en afstand tot dichtstbijzijnde veehouderij. De kwadraat van verklarende variabelen is alleen in het model opgenomen wanneer deze significant verklarend is.**

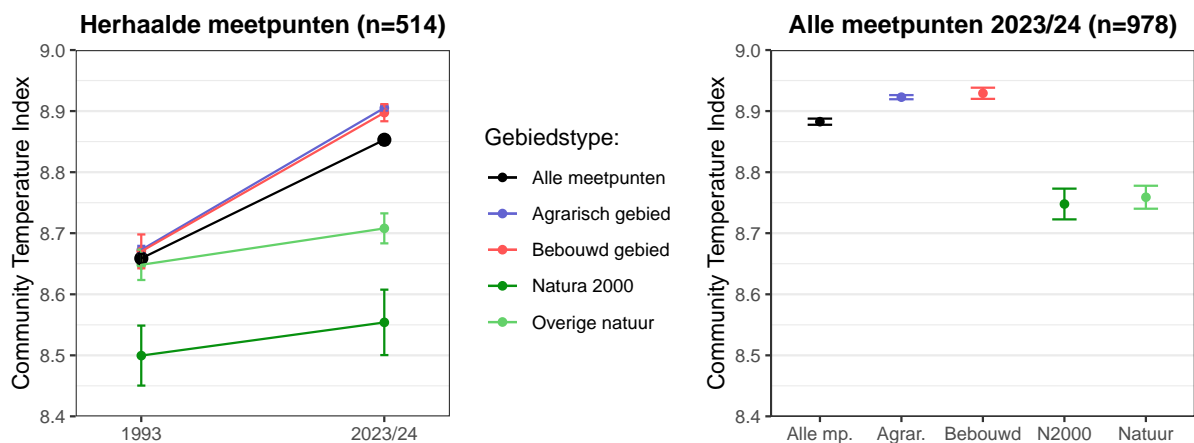
|                                       | Agrarisch     |                |              | Bebouwd       |               |              | Natuur        |              |              |
|---------------------------------------|---------------|----------------|--------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
|                                       | Est.          | SE             | P            | Est.          | SE            | P            | Est.          | SE           | P            |
| Intercept                             | 0,942         | 0,214          |              | 0,299         | 1,151         |              | 1,044         | 0,299        |              |
| Omtrek (dm)                           | <b>0,017</b>  | <b>0,004</b>   | <b>0,000</b> | <b>0,202</b>  | <b>0,088</b>  | <b>0,024</b> | 0,019         | 0,013        | 0,140        |
| Omtrek (dm) <sup>2</sup>              |               |                |              | <b>-0,005</b> | <b>0,002</b>  | <b>0,034</b> |               |              |              |
| Afstand tot wegrand (dm)              | -0,013        | 0,008          | 0,096        | 0,001         | 0,005         | 0,874        | <b>0,025</b>  | <b>0,007</b> | <b>0,001</b> |
| Afstand tot wegrand (dm) <sup>2</sup> | <b>0,0004</b> | <b>0,0002</b>  | <b>0,036</b> |               |               |              |               |              |              |
| Lichtinval (%)                        | <b>-0,026</b> | <b>0,006</b>   | <b>0,000</b> | <b>-0,058</b> | <b>0,021</b>  | <b>0,007</b> | <b>-0,018</b> | <b>0,003</b> | <b>0,000</b> |
| Lichtinval (%) <sup>2</sup>           | <b>0,0001</b> | <b>0,00004</b> | <b>0,000</b> | <b>0,0004</b> | <b>0,0002</b> | <b>0,017</b> |               |              |              |
| Afstand veehouderij (km)              | <b>0,244</b>  | <b>0,072</b>   | <b>0,001</b> | 0,089         | 0,071         | 0,210        | 0,011         | 0,074        | 0,883        |
| Afstand veehouderij (km) <sup>2</sup> | <b>-0,064</b> | <b>0,031</b>   | <b>0,042</b> |               |               |              |               |              |              |



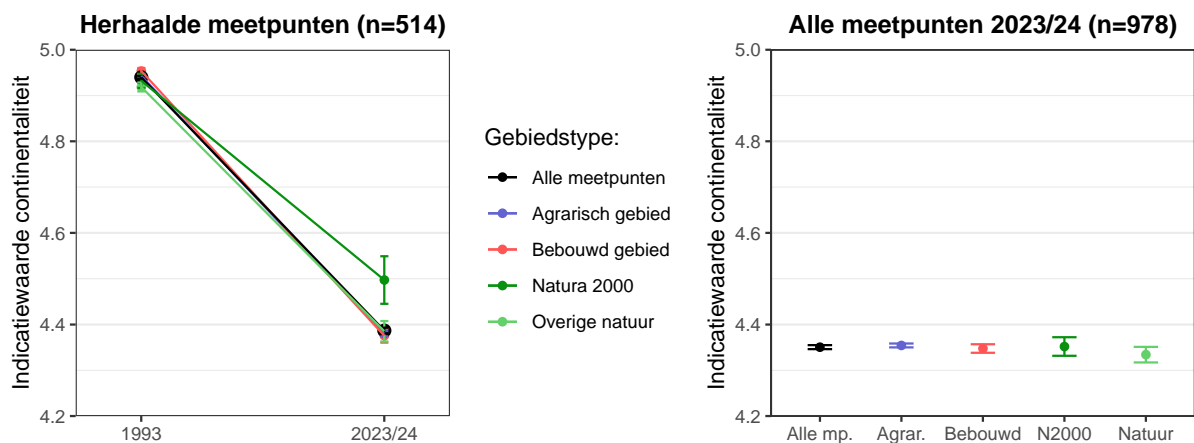
**Figuur 3.17 Correlaties tussen lichtinval (links) en afstand tot veehouderij (rechts) en de AIW voor meetpunten in drie verschillende gebiedstypen. Voor de weergave in deze figuur zijn de meetpunten samengevat in intervallen (lichtinval 10% intervallen; afstand tot veehouderij 0,2 km intervallen), waarbij de stipgrootte het aantal meetpunten en de foutbalken de standaardfouten weergeven. Lijnen zijn trendlijnen, waarbij een onderbroken lijn aangeeft dat de correlatie niet significant is.**

### 3.5 Klimaat

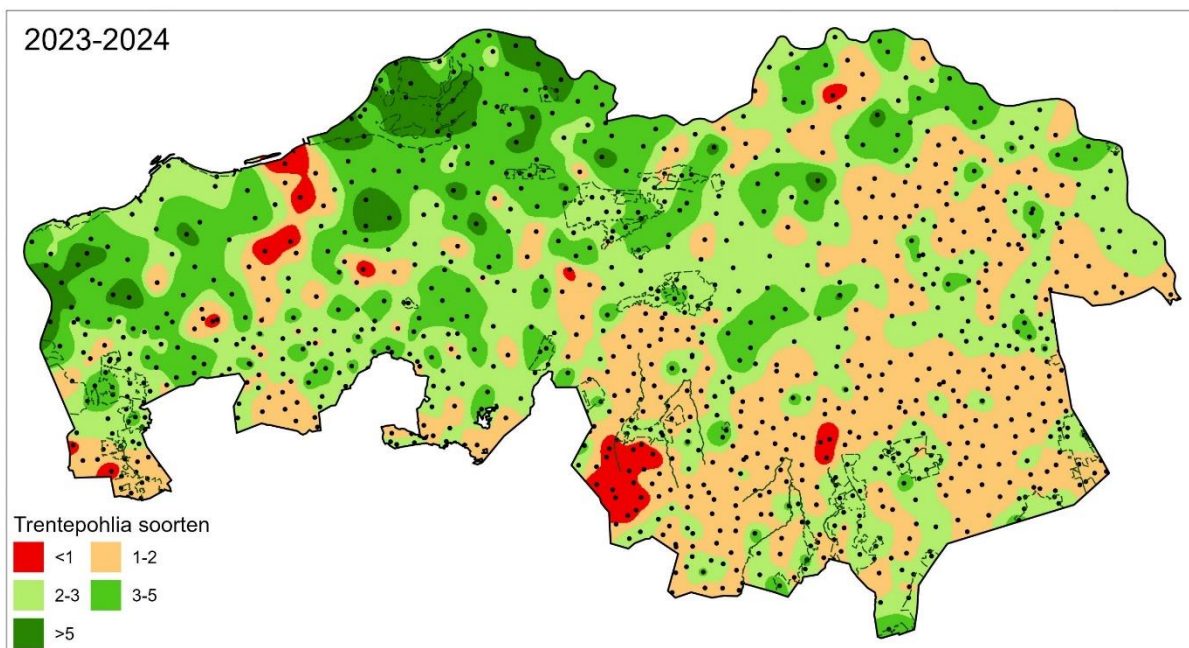
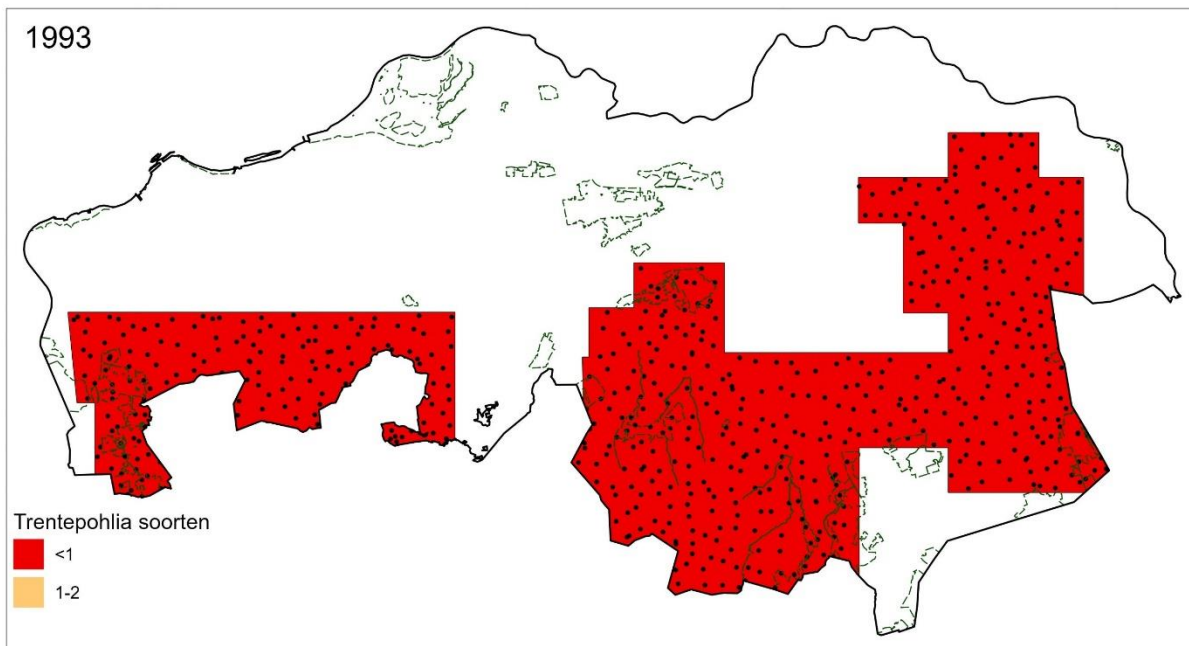
Dankzij het meetnet voor epifytische korstmossen in Nederland is al aangetoond dat korstmossen reageren op klimaatverandering (van Herk et al., 2002). De effecten van klimaatverandering op korstmossen zijn in Noord-Brabant onderzocht door de Community Temperature Index en de gemiddelde ecologische indicatiewaarde voor continentaliteit te berekenen. De Community Temperature Index is het gemiddelde van de temperatuur van het Europese verspreidingsgebied van de korstmossoorten die in een opname voorkomen. De index is in Noord-Brabant gestegen van 8,66 °C in 1993 naar 8,85 °C in 2023-2024 (op basis van 514 herhaalde meetpunten met zomereiken; Figuur 3.18). Deze stijging duidt op een toename van zuidelijke soorten en/of afname van noordelijke soorten. Tegelijkertijd is de gemiddelde indicatiewaarde voor continentaliteit afgenomen, wat duidt op een afname van continentale soorten en/of toename van Atlantische soorten (Figuur 3.19). Atlantische soorten nemen toe door de relatief warme winters in de afgelopen twee decennia. Onder andere korstmossen die samenleven met *Trentepohlia* algen zijn door klimaatverandering sterk toegenomen (Aptroot & van Herk, 2007; Figuur 3.20). De effecten van klimaatverandering zijn zichtbaar in alle gebiedstypen, maar de Community Temperature Index verandert langzamer in Natura 2000 en overige natuurgebieden in vergelijking met agrarische en bebouwde gebieden (Figuur 3.18). Een mogelijke verklaring hiervoor is het verkoelende effect van vegetatie in natuurgebieden via beschaduwing en verdamping, wat de temperatuuropwarming enigszins kan dempen.



Figuur 3.18 Verloop van de Community Temperature Index (in graden Celsius) tussen 1993 en 2023-2024 in Noord-Brabant, weergegeven voor de hele provincie en opgesplitst per gebiedstype.



Figuur 3.19 Verloop van de gemiddelde indicatiewaarden voor continentaliteit tussen 1993 en 2023-2024 in Noord-Brabant, weergegeven voor de hele provincie en opgesplitst per gebiedstype.



**Figuur 3.20** Vergelijking tussen het aantal soorten korstmossen met *Trentepohlia* als fotobiont per meetpunt in 1993 en 2023-2024.



Witkring (*Sporodophoron cretaceum*) neemt recent toe in Nederland. De soort leek zich eerst te beperken tot vochtige wilgenbossen, maar wordt nu ook gevonden op laaneiken langs wegen. Het is een warmteminnende, Atlantische soort. De toename kan worden toegeschreven aan klimaatverandering.



Oranje vingermos (*Heterodermia obscurata*) heeft een viltig oranje onderkant (inzet linksonder) en is net als Witkring een warmteminnende, Atlantische soort. De soort is pas op drie locaties in Nederland gevonden, waarvan één in Noord-Brabant.



## 3.6 Effecten van ammoniak in Natura 2000-gebieden

### 3.6.1 Graadmeters in Natura 2000-gebieden

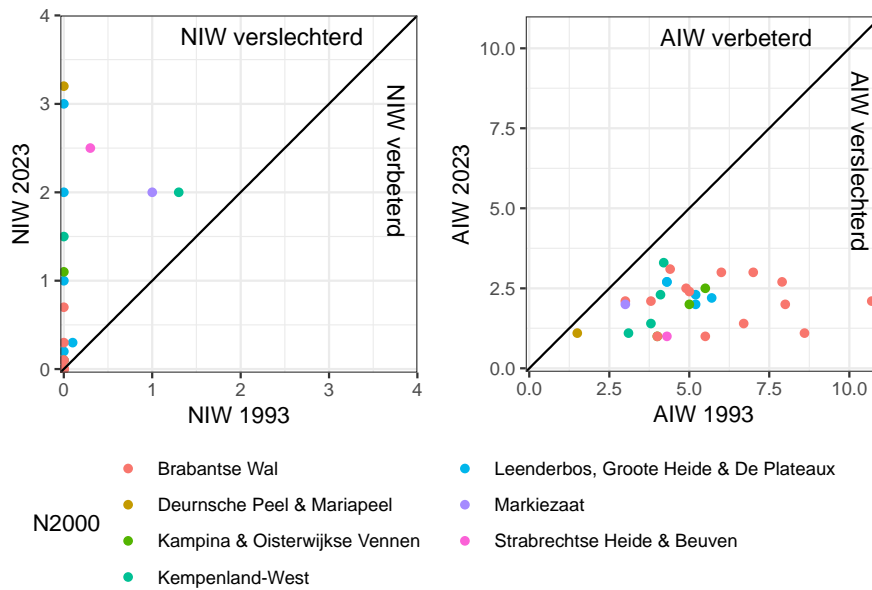
Het aantal meetpunten in Natura 2000-gebieden is uitgebreid van 43 meetpunten in de meetronde 1993 (waarvan er 29 meetpunten in 2023-2024 herhaald konden worden) naar 105 meetpunten in de meetronde 2023-2024 (Tabel 3.5).

Uit de gegevens van de huidige meetronde blijkt dat de gemiddelde NIW alleen zeer laag is (< 0,5 punt) in de Natura 2000-gebieden Brabantse Wal en Ulvenhoutse Bos (2 uit 17 onderzochte Natura 2000-gebieden). In de Natura 2000-gebieden Kempenland-West en Biesbosch is sprake van een lage NIW-waarde (0,5-1,5 punt). In alle andere Natura 2000-gebieden duidt de NIW waarde op een matige invloed van ammoniak. De NIW is gemiddeld het hoogst in het Natura 2000-gebied Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek (4,4 punten). Dit Natura 2000-gebied omvat behalve het natuurgebied Moerputten ook enkele aangrenzende wegbermen in agrarisch gebied. De AIW is gemiddeld overall laag. Een gemiddelde AIW boven de 2,0 punten komt alleen nog voor in drie Natura 2000-gebieden, namelijk het Ulvenhoutse Bos, het Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux, en de Weerter- en Budelerbergen & Ringselven.

In zeven Natura 2000-gebieden zijn meetpunten uit 1993 herhaald (Tabel 3.3). De graadmeters in al deze Natura 2000-gebieden laten dezelfde trends zien. De soortenrijkdom van zowel korstmossen als mossen is toegenomen. Tegelijkertijd duiden de veranderingen in de graadmeters voor stikstofindicatie erop dat de effecten van ammoniak zijn toegenomen. Het aantal stikstofminnende korstmossen (NIW) is in alle gebieden toegenomen, terwijl het aantal stikstofgevoelige korstmossen (AIW) in alle gebieden is afgenomen. Op geen van de 29 in Natura 2000-gebied gelegen herhaalde meetpunten is een verbetering in NIW-waarde of AIW-waarde vastgesteld (Figuur 3.21).

**Tabel 3.5 Gemiddelde waarden van graadmeters in meetronde 2023-2024 en de veranderingen tussen meetronden 1993 en 2023-2024 per Natura 2000-gebied. De gemiddelden zijn berekend uitsluitend op basis van de meetpunten die binnen de grenzen van het Natura 2000-gebied liggen (n = aantal meetpunten in meetronde 2023-2024 en aantal meetpunten uit 1993 dat herhaald is). Omdat het meetnet in 1993 niet de gehele provincie bedekte, kunnen de veranderingen sinds 1993 niet voor alle Natura 2000-gebieden worden berekend.**

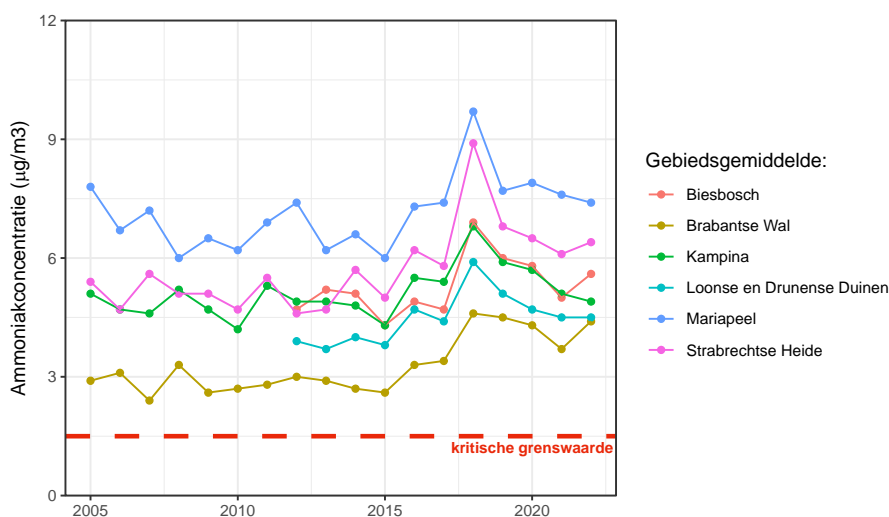
| Regio          | N2000                                    | Meetronde 2023-2024 |    |                   |     |     | Verandering 1993 - 2023-24 |       |                   |      |      |
|----------------|--|---------------------|----|-------------------|-----|-----|----------------------------|-------|-------------------|------|------|
|                |  | n                   | AS | AS <sub>mos</sub> | NIW | AIW | n                          | AS    | AS <sub>mos</sub> | NIW  | AIW  |
| Markiezaat     | Brabantse Wal                            | 20                  | 14 | 4,9               | 0,5 | 1,9 | 14                         | +2,4  | +0,4              | +0,1 | -4,0 |
| Markiezaat     | Markiezaat                               | 1                   | 21 | 3,0               | 2,0 | 2,0 | 1                          | +14,0 | +3,0              | +1,0 | -1,0 |
| Breda          | Ulvenhoutse Bos                          | 2                   | 13 | 4,0               | 0,3 | 2,2 |                            |       |                   |      |      |
| Tilburg        | Langstraat                               | 3                   | 37 | 6,3               | 2,7 | 0,0 |                            |       |                   |      |      |
| Tilburg        | Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen   | 14                  | 27 | 5,3               | 2,2 | 1,9 |                            |       |                   |      |      |
| Kempen         | Kempenland-West                          | 6                   | 18 | 3,7               | 1,2 | 1,6 | 4                          | +7,5  | -3,5              | +0,6 | -1,8 |
| Kempen         | Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux   | 14                  | 25 | 4,8               | 1,8 | 2,2 | 5                          | +16,6 | +0,2              | +1,3 | -2,6 |
| Kempen         | Regte Heide & Riels Laag                 | 2                   | 32 | 6,5               | 1,6 | 0,8 |                            |       |                   |      |      |
| Kempen         | Weerter- en Budelerbergen & Ringselven   | 2                   | 27 | 7,0               | 2,2 | 2,3 |                            |       |                   |      |      |
| Meierij        | Kampina & Oisterwijkse Vennen            | 6                   | 25 | 5,8               | 1,7 | 1,8 | 3                          | +9,7  | +0,3              | +0,4 | -3,0 |
| Meierij        | Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek | 4                   | 30 | 5,8               | 4,4 | 0,1 |                            |       |                   |      |      |
| Peel           | Deurnsche Peel & Mariapeel               | 4                   | 24 | 5,3               | 2,5 | 0,5 | 1                          | +25,0 | +8,0              | +3,2 | -0,4 |
| Peel           | Groote Peel                              | 4                   | 27 | 3,0               | 2,4 | 0,7 |                            |       |                   |      |      |
| Peel           | Strabrechtse Heide & Beuven              | 10                  | 25 | 4,9               | 2,9 | 1,8 | 1                          | +18,0 | +3,0              | +2,2 | -3,3 |
| Westhoek       | Krammer-Volkerak                         | 1                   | 35 | 11,0              | 3,6 | 1,1 |                            |       |                   |      |      |
| Land v. Altena | Biesbosch                                | 10                  | 25 | 7,9               | 1,5 | 0,0 |                            |       |                   |      |      |
| Land v. Altena | Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem   | 2                   | 33 | 16,0              | 2,1 | 0,0 |                            |       |                   |      |      |



**Figuur 3.21** Veranderingen van NIW (links) en AIW (rechts) op 29 meetpunten in Natura 2000-gebieden die zowel in 1993 als in 2023-24 zijn onderzocht.

### 3.6.2 Gemeten ammoniakconcentraties in Natura 2000-gebieden

In de provincie Noord-Brabant meet het RIVM sinds 2005 in veel Natura 2000-gebieden de ammoniakconcentraties in de lucht. De ammoniakconcentraties in de lucht zijn sinds 2005 niet afgenomen, en in sommige gebieden (o.a. Mariapeel en Brabantse Wal) in de laatste jaren juist weer iets toegenomen (Figuur 3.22). De gebiedsgemiddelde ammoniakconcentraties liggen allemaal > 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , en daarmee ver boven de kritische grenswaarde van 1,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  waaronder ammoniakgevoelige korstmossen zich weer kunnen herstellen.



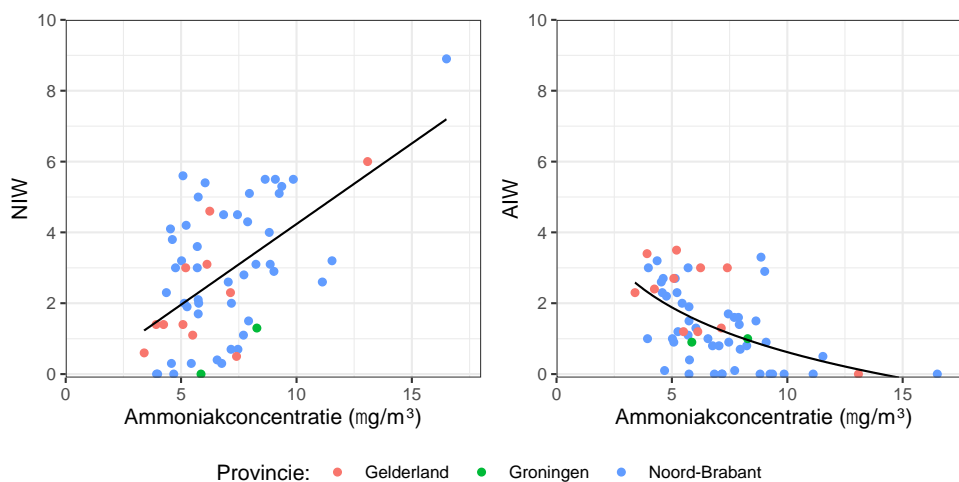
**Figuur 3.22** Gemeten ammoniakconcentratie in een selectie van enkele grote Natura 2000-gebieden in Noord-Brabant uit het RIVM-MAN tussen 2005 en 2022. Waarden zijn gebiedsgemiddelden. Gegevens zijn overgenomen van RIVM (2024). De rode stippellijn geeft de kritische grenswaarde aan waaronder ammoniakgevoelige korstmossen zich kunnen herstellen.

### 3.6.3 Vergelijking tussen graadmeters en ammoniakmetingen

Ammoniakconcentraties in de lucht gemeten op meetlocaties van het RIVM-MAN werden gecorreleerd aan korstmossenmeetpunten voor 46 meetpunten in Noord-Brabant, aangevuld met 11 meetpunten in Gelderland (van der Kolk et al., 2023a) en twee meetpunten in Groningen (van der Kolk et al., 2023b).

Er is een significante positieve correlatie tussen de vijfjarige gemiddelde ammoniakconcentratie en de NIW ( $NIW = -0,318 + 0,455 * NH3$ ,  $R^2 = 0,315$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 59$ ; Figuur 3.23). Er is ook een significante positieve correlatie tussen de vijfjarige gemiddelde ammoniakconcentratie en de AIW ( $AIW = 4,814 - 1,821 * \log(NH3)$ ,  $R^2 = 0,283$ ,  $p < 0,0001$ ,  $n = 59$ ; Figuur 3.23). In de formules is  $NH3$  de vijfjarige gemiddelde ammoniakconcentraties in de lucht die op de meetpunten van het RIVM-MAN zijn gemeten.

Hoewel beide correlaties zeer significant zijn, zijn de correlatiecoëfficiënten zwakker in vergelijking met het eerdere vergelijkingsonderzoek in 1998 (van Herk, 1998; 2001). De zwakkere correlatiecoëfficiënten worden door een combinatie van factoren veroorzaakt. Bij veel meetlocaties van het RIVM-MAN kon niet direct naast de meetlocatie een korstmossenmeetpunt worden uitgezet, omdat er geen geschikte bomen voorhanden waren. De korstmossenmeetpunten liggen dan ook vaak enkele honderden meters verwijderd van de RIVM-MAN meetlocaties. Op kleine afstand kunnen ammoniakconcentraties al erg verschillen (Velders et al., 2002). Daarnaast liggen veel gekoppelde korstmossenmeetpunten in een bosrijke beschaduwde omgeving, waardoor de NIW gedrukt wordt door een beperking aan lichtinval. Tenslotte ontbreken in het RIVM-MAN meetnet vrijwel geheel meetpunten in het agrarische gebied, waar de ammoniakconcentraties hoger zijn. In het eerdere vergelijkingsonderzoek (van Herk, 1998; 2001) werden de ammoniakconcentraties gemeten op de exacte locaties waar ook de korstmossen werden gekarteerd, en omvatte de vergelijking ook veel meetpunten in agrarisch gebied waardoor de correlaties berekend konden worden over een veel groter bereik van ammoniakconcentraties (tot  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

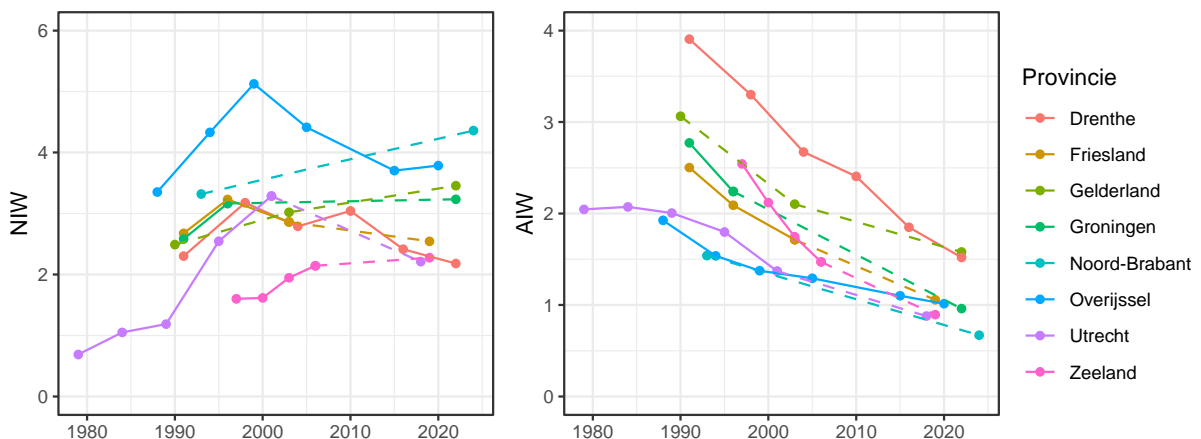


**Figuur 3.23 Gemeten ammoniakconcentratie op meetlocaties van het RIVM-MAN (vijfjarige gemiddelden) in relatie tot de NIW (links) en AIW (rechts) op een dichtbijgelegen korstmossenmeetpunt (n=59). Beide correlaties zijn zeer significant ( $p < 0,0001$ ).**

### 3.7 Vergelijking van effecten van ammoniak tussen provincies

Een vergelijking in de trend van de NIW tussen provincies laat zien dat het aantal stikstofminnende korstmossen tussen 1995 en 2000 piekte, en vervolgens in de meeste provincies weer is afgenomen. In Gelderland is de NIW sinds 2002 juist iets toegenomen (Figuur 3.24). In Groningen en Noord-Brabant kan de trend sinds de jaren '90 niet goed bepaald worden vanwege de lange tussentijd tussen opeenvolgende meetrondes. Hoewel de grafiek een toename sinds die tijd doet vermoeden, is het waarschijnlijker dat de NIW hier ook tussen 1995 en 2000 gepiekt heeft en sindsdien weer iets is afgenomen, vergelijkbaar met de trends in andere provincies. De huidige provinciale gemiddelde NIW-waarde is in Noord-Brabant het hoogst van alle acht provincies die recent zijn gemonitord (Figuur 3.24).

De trends in de AIW zijn in alle provincies vergelijkbaar: Stikstofgevoelige korstmossen nemen overal op de Nederlandse zandgronden sterk af en nergens is er sprake van herstel. De meetreeks in Utrecht laat zien dat er voor 1990 nog niet of nauwelijks sprake was van een achteruitgang van stikstofgevoelige korstmossen. Gekeken naar de NIW en AIW samen kan gesteld worden dat de effecten van ammoniak in Noord-Brabant dus relatief meer zijn toegenomen dan in andere provincies. Doordat het meetnet in Noord-Brabant maar twee keer volledig is onderzocht, met een lange tussenpoos tussen de laatste twee meetrondes, is het onduidelijk of tussen 1993 en 2023-2024 nog een daling of stijging van de NIW heeft plaatsgevonden. De kleine steekproef aan meetpunten die in 1997 rond De Rips is onderzocht, en ook resultaten uit andere provincies die frequenter zijn onderzocht (bijvoorbeeld Overijssel) laten zien dat de NIW binnen enkele jaren kan stijgen en dalen (Figuur 3.24), en dat het goed mogelijk is dat de NIW in grote delen van Noord-Brabant tussen 1995 en 2000 heeft gepiekt. De huidige provinciale gemiddelde AIW-waarde is in Noord-Brabant het laagst van alle acht provincies die recent zijn gemonitord (Figuur 3.24).



**Figuur 3.24** Verloop van de NIW en AIW in provincies waar het meetnet korstmossen en ammoniak wordt uitgevoerd. De lijn is weergegeven als stippellijn wanneer opeenvolgende meetrondes meer dan 10 jaar na elkaar zijn uitgevoerd, waardoor het daadwerkelijke verloop van de gradometers sterk kan afwijken van de getekende lijn.

## 4 Discussie

### 4.1 Toename soortenrijkdom korstmossen tussen 1970 en nu

De soortensamenstelling van de epifytische korstmosvegetaties op de bomen in Noord-Brabant is de laatste eeuw sterk veranderd onder invloed van luchtvervuiling en klimaatverandering. Een groot deel van de 20<sup>e</sup> eeuw werd gekenmerkt door een hoge concentratie zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) in de lucht. Het overgrote deel van de korstmossen is zeer gevoelig voor zwaveldioxide. De zwaveldioxideconcentratie was in de zuidelijke provincies hoger dan in de noordelijke provincies, met als gevolg dat vooral in Zuid-Nederland vrijwel alle soorten korstmossen van de bomen verdwenen waren (van Dobben, 1990; van Dobben & de Bakker, 1996). De bomen in grote delen van Noord-Brabant waren tot de jaren '80 dan ook zeer soortenarm. Gedurende de WHEN-kartering rond 1973, werden er op een meetpunt met eikenbomen in Noord-Brabant gemiddeld slechts 4,12 soorten korstmossen gevonden (de Bakker, 1987). Doordat zwaveldioxide in de jaren '80 en '90 vervolgens sterk afnam, konden korstmossen zich langzaam herstellen. De soortenrijkdom steeg naar 6,67 soorten korstmossen per meetpunt in 1986 (de Bakker, 1987), en vervolgens naar 13,4 soorten per meetpunt in 1993. Tegenwoordig is de soortenrijkdom 24,6 soorten korstmossen per meetpunt, meer dan zes keer zoveel als in de jaren '70. De kleine steekproef van meetpunten die in 1997 zijn bezocht suggereert dat de soortenrijkdom in Noord-Brabant het snelst steeg in de jaren '90, wat overeenkomt met de trend in andere provincies waar frequenter is gemonitord, zoals in Utrecht (van Herk, 2019b).



Witte kringkorst (*Pertusaria albescens*) is op een handjevol locaties in Noord-Brabant nieuw gevonden. Het zal waarschijnlijk nog decennialang duren voordat deze soort, die gevoelig is voor zwaveldioxide, een algemenere verschijning wordt.

Drie factoren hebben in het bijzonder bijgedragen aan de toename van de soortenrijkdom vanaf de jaren '80. Als eerste hebben veel soorten die gevoelig zijn voor zwaveldioxide zich deels hersteld. Het gaat om een groot aantal struik- en bladvormige neutrofyten, zoals Lepelschildmos (*Melanohalea exasperatula*), Sierlijk schildmos (*Melanohalea elegantula*) en Melig takmos (*Ramalina farinacea*), die

allemaal een positieve trend laten zien. Ondanks het indrukwekkende herstelvermogen van veel soorten, zijn er zelfs nu nog grote en contrasterende verschillen tussen Zuid- en Noord-Nederland in korstmosbegroeiing, veroorzaakt door de verschillende belasting van zwaveldioxide in het verleden. Dit wordt veroorzaakt door een relatief kleine groep van soorten die zich moeilijk kunnen verspreiden, en daardoor nog steeds geheel of vrijwel afwezig zijn in Noord-Brabant. Typisch zijn dit soorten die zich verspreiden met grote sporen of met grove vegetatieve deeltjes, die niet ver met de wind verspreid kunnen worden. De verspreiding van speldenkussentjes (*Pertusaria spec.*) is in Nederland vrijwel beperkt tot de noordoostelijke helft, en deze soorten hebben zich ondanks de afname van zwaveldioxide nauwelijks weten uit te breiden. Een handjevol nieuwe vondsten van Witte kringkorst (*Pertusaria albescens*), Bleek speldenkussentje (*Pertusaria coccodes*) en Gewoon speldenkussentje (*Pertusaria pertusa*) in Noord-Brabant is wellicht een eerste signaal dat ook deze soorten op de lange termijn toch weer wat voet aan de grond krijgen in Zuid-Nederland. Grove mosterdkorst (*Pyrrhospora quernea*), een soort die in vergelijkbaar milieu voorkomt en aspectbepalend is op veel bomen in Noordoost-Nederland, laat een iets overtuigendere positieve trend zien in Noord-Brabant, en zou zich in de nabije toekomst verder uit kunnen breiden. Geen van deze zich moeilijk voortplantende soorten is opgenomen in de NIW of AIW, omdat hun voorkomen vooral bepaald wordt door hoge concentraties zwaveldioxide in het verleden en niet door recente veranderingen in ammoniakconcentraties.

De tweede belangrijke factor die gezorgd heeft voor een toenemende soortenrijkdom vanaf de jaren '80 is de toegenomen invloed van ammoniak. Doordat het verzurende effect van zwaveldioxide afnam, werd het relatieve ontzurende effect van ammoniak groter. Hierdoor konden stikstofminnende korstmossen zich in rap tempo vestigen. In Noord-Brabant gebeurde dit vooral in de oostelijke helft van de provincie, waar de ammoniakconcentratie het hoogst was door de intensieve veehouderij (Velders et al., 2002).



Glimmend schaduwmos (*Hyperphyscia lucida*) is nieuw voor de wetenschap beschreven uit de Biesbosch. De soort lijkt zich snel uit te breiden en komt nu ook af en toe op wegbomen voor (inzet linksonder toont groeiplaats op zomereik in het meetnet in Noord-Brabant).

Klimaatverandering is de derde factor die zorgt voor een toenemende soortenrijkdom en vooral in de laatste twee decennia belangrijk is geweest. Het gaat deels om zuidelijke, warmteminnende en oorspronkelijk mediterrane soorten, zoals Groen boomschildmos (*Flavoparmelia soredians*) en Isidieus vingermos (*Physcia clementei*). Sommige soorten die toenemen zijn zowel stikstofminnend als warmteminnend. De meeste van deze soorten zijn niet opgenomen in de NIW, om te garanderen dat de NIW niet beïnvloedt wordt door klimaateffecten (zie ook 4.2). Een opvallende nieuwkomer is Dragonderdooiermos (*Xanthomendoza huculica*). Deze soort komt uit Midden-Europa en werd in 2014 voor het eerst in Nederland gevonden (Sparrius & Sytsma, 2014). In Noord-Brabant is de soort nu op 30 meetpunten aangetroffen, en het zwaartepunt van de verspreiding van deze soort in Nederland ligt momenteel in het oosten van Noord-Brabant.

Behalve zuidelijke soorten nemen tegelijkertijd veel Atlantische soorten toe, die langs de westkust van Engeland en de rest van West-Europa voorkomen. Het gaat om veel soorten die met de fotobiont *Trentepohlia* samenleven, maar ook allerlei andere soorten die profiteren van de nattere en warme winters. Veel soorten worden eerst gevonden in het vochtige milieu van de wilgenbossen in de Biesbosch (van der Pluijm et al., 2022). Voorbeelden zijn Witkring (*Sporodophoron cretaceum*) en Glimmend schaduwmos (*Hyperphyscia lucida*; uit de Biesbosch nieuw voor de wetenschap beschreven in van der Pluijm, 2020). Deze en andere soorten doken in de periode 2015-2020 nieuw op in de Biesbosch en leken zich de eerste jaren te beperken tot vochtige wilgenbossen. Nu breiden veel van deze soorten zich duidelijk uit, en worden ze ook op veel drogere groeiplaatsen op wegbomen gevonden. Ook op de bossen op de zandgronden zijn er enkele Atlantische soorten die duidelijk toenemen. Hamsterootje (*Normandina pulchella*) is, na vrijwel uit Nederland verdwenen te zijn, spectaculair toegenomen (Sparrius, 2019), en ook Gelobd stippelschildmos (*Punctelia reddenda*), pas in 2009 voor het eerst in Nederland gevonden (Spier & van Dort, 2009), wordt een steeds gewonere verschijning op bosbomen.

Tegenover de voortuitgang van veel soorten korstmossen, staat een sterke achteruitgang van soorten die gevoelig zijn voor ammoniak. Het gaat vooral om zuurminnende soorten die verdwijnen door het ontzurende effect van ammoniak op de schors (zie 4.3).

Het is belangrijk om te beseffen dat hoewel klimaatverandering een belangrijk aandeel heeft in de verschuiving in soortsamenstelling, vooral de ammoniakbelasting het aspect van korstmosvegetaties op bomen in Nederland bepaalt. In grote delen van Nederland zijn de bomen begroeid met stikstofminnende korstmossen en komen er nauwelijks zuurminnende korstmossen meer voor. Zonder invloed van ammoniak zouden eikenbomen in Nederland juist een begroeiing hebben met veel zuurminnende korstmossen en geen of nauwelijks stikstofminnende korstmossen.

Toekomstige meetrondes moeten uitwijzen of de soortenrijkdom nog verder kan toenemen. In Drenthe en Overijssel, waar meetrondes in veel hogere frequenties zijn uitgevoerd dan in Noord-Brabant, lijkt de soortenrijkdom de laatste jaren niet meer verder toe te nemen (van Herk 2021; 2023).

## 4.2 Korstmossen als indicator voor ammoniak

Korstmossen reageren snel op veranderingen in de luchtkwaliteit en zijn een uitstekende indicator voor de mate van ammoniakbelasting. Stikstofminnende korstmossen, samengevat in de NIW als graadmeter, reageren binnen enkele jaren op een toe- of afname van ammoniakconcentratie in de lucht. Bij toenemende ammoniakconcentraties vestigen zich binnen enkele jaren stikstofminnende korstmossen op bomen. Deze verdwijnen weer zodra de ammoniakbelasting afneemt. Door het meten

van de NIW in een dicht netwerk van meetpunten kunnen deze veranderingen op lokaal niveau inzichtelijk gemaakt worden. Dit onderzoek is daar een goed voorbeeld van en maakt de ruimtelijke verspreiding van stikstofminnende korstmossen in Noord-Brabant inzichtelijk. Dit onderzoek toont aan dat stikstofminnende korstmossen in grote delen van Noord-Brabant in vergelijking met 1993 zijn toegenomen, maar dat er ook kleine gebieden zijn in Oost-Brabant waar het aantal stikstofminnende korstmossen juist is afgenomen.

Ammoniak in de lucht is de belangrijkste verklarende factor voor het voorkomen van stikstofminnende korstmossen op bomen (van Herk, 2001). Een belangrijke bron van ammoniak in de lucht zijn veehouderijen. Er is dan ook een sterke correlatie tussen de graadmeters en de afstand vanaf het meetpunt tot de dichtstbijzijnde veehouderij. Zowel in Noord-Brabant (dit onderzoek) als in Gelderland (van der Kolk et al., 2023a) komen er dichtbij veehouderijen meer stikstofminnende korstmossen (NIW) en minder zuurminnende korstmossen (AIW) voor in open agrarische gebieden. In Gelderland was de correlatie met de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij ook significant in bosgebieden (voor de AIW) en in bebouwde gebieden (voor zowel de NIW als AIW). De correlatie tussen veehouderijen en de NIW en AIW is op basis van een visuele beoordeling van de meetgegevens zichtbaar tot een afstand van minimaal twee tot drie kilometer, maar het is waarschijnlijk dat effecten van veehouderijen op korstmossen over nog veel grotere afstanden doorspelen. Er zijn in Noord-Brabant en Gelderland maar weinig natuurgebieden (en dus weinig meetpunten) die verder dan drie kilometer van veehouderijen afliggen, waardoor de precieze correlatie op grotere afstanden moeilijk geschat kan worden. Bovendien wordt de relatieve bijdrage van één individuele veehouderij minder belangrijk naarmate de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij groter wordt. Het wordt dan steeds belangrijker om de bijdrage van alle veehouderijen in de omgeving mee te wegen. Dit is dan ook de reden dat in natuurgebieden effecten op korstmossen en op de natuur niet zijn te herleiden tot één of enkele individuele veehouderijen (Tietema et al., 2023). In plaats daarvan is er sprake van een “ammoniakdeken” boven natuurgebieden die ontstaat door de gecombineerde uitstoot van veel bronlocaties. Onderzoek naar het cumulatieve effect van veehouderijen over grote afstanden vergt dus een uitgebreidere analyse van de meetgegevens dan in dit rapport is gedaan.

Ook andere vormen van stikstofuitstoot kunnen zorgen voor een toename van stikstofminnende korstmossen. Zo zijn er aanwijzingen dat ammoniakuitstoot van het verkeer (via katalysatoren in benzinemotoren en AdBlue in dieselmotoren) zorgt voor meer stikstofminnende korstmossen langs drukke wegen (van Herk, 2023). De eerste aanwijzing hiervoor werd gevonden in Zeeland, waar de NIW tussen 2000 en 2006 toenam langs drukke wegen maar afnam langs wegen met weinig verkeer (van Herk, 2009). Ook in andere provincies is er een duidelijk verband tussen verkeersintensiteit en de NIW, bijvoorbeeld in Drenthe (van Herk, 2023). In Helsinki werd aangetoond dat de ammoniakconcentraties in de lucht hoger waren bij bomen die dichtbij de weg stonden (<10 m) dan bij bomen die ver weg van een weg stonden (>100 m), en dat hogere ammoniakconcentraties gecorreleerd waren met meer stikstofminnende korstmossen en minder zuurminnende korstmossen (Manninen et al., 2023). De uitstoot van ammoniak uit het verkeer is in Nederland echter relatief beperkt ten opzichte van andere bronnen van ammoniakuitstoot, zoals ammoniak uit veehouderijen (CBS, 2024).

Er is nog geen eenduidige verklaring voor de sterke toename van stikstofminnende korstmossen in stedelijke gebieden. Het is goed mogelijk dat meerdere factoren in stedelijk gebied een rol spelen. Als eerste is de invloed van SO<sub>2</sub> hier sinds de jaren '90 het sterkst afgenomen, waardoor het relatieve effect van ammoniak en NO<sub>x</sub> groter is geworden. Zowel hoge concentraties van ammoniak als NO<sub>x</sub> kunnen zorgen voor een toename van ammoniakminnende korstmossen in stedelijke gebieden (Davies



et al., 2007; Manninen et al., 2023). Andere mogelijke factoren die bijdrage aan de grote hoeveelheid van stikstofminnende korstmossen zijn een bijdrage van ammoniakuitstoot uit het verkeer (zie hierboven), de hogere concentraties (basenrijk) fijnstof in bebouwd gebied en huisdieren die tegen bomen urineren. In de bebouwde kom zorgt opwaaiend basisch (fijn)stof (o.a. via slijt van stenige substraten door verkeer) ervoor dat boomschors voedselrijker en basischer wordt, waardoor stikstofminnende korstmossen ook kunnen toenemen (Marmor & Randlane, 2007). De relatieve bijdrage van al deze factoren aan het voorkomen van stikstofminnende korstmossen in bebouwde omgeving moet verder onderzocht worden.



In bebouwd gebied komen tegenwoordig meer stikstofminnende korstmossen voor dan in agrarisch gebied. Deze bomen op een industrieterrein zijn bedekt met grote gele exemplaren van Groot dooiermos (*Xanthoria parietina*).

Behalve door stikstofconcentraties in de lucht worden stikstofminnende korstmossen ook beïnvloed door klimaatverandering en lichtinval. De vraag is wel gerechtvaardigd of klimaatverandering, die sinds het samenstellen van de NIW steeds prominenter is geworden, geen verstoring heeft op de indicatiewaarde van de NIW, maar er zijn geen aanwijzingen dat dit feitelijk het geval is (van Herk, 2021). Temperatuur en ammoniak zijn twee factoren die onafhankelijk invloed hebben op de soortensamenstelling, en klimaatverandering kan de tegenovergestelde trends van stikstofminnende korstmossen verklaren. Temperatuurstijging en verdroging zorgen bijvoorbeeld voor een toename van Groot dooiermos, die goed in droge warme omstandigheden kan overleven, en een afname van Heksenvingermos, die iets vochtiger omstandigheden preferereert. In een kouder of warmer milieu nemen er dus andere soorten toe wanneer de ammoniakconcentratie toeneemt. Hier is bij het samenstellen van de NIW rekening mee gehouden. De NIW die in 1989 is ontworpen is goed in balans (van Herk, 1999), omdat de cumulatieve hoeveelheid ammoniakminnaars doorslaggevend is, met een gebalanceerd aantal soorten dat een koud of warm milieu preferereert. Om die reden zijn soorten als Vals dooiermos (*Candelaria concolor*) en Dun schaduwmos (*Hyperphyscia adglutinata*), die ammoniakminnend zijn maar ook warmteminnend, niet opgenomen in de NIW.

Behalve klimaatverandering heeft ook de hoeveelheid licht die op boomstammen valt een effect op stikstofminnende korstmossen. Veel stikstofminnende korstmossen zijn lichtminnend. In gebieden met verhoogde ammoniakconcentraties in de lucht groeien er op goed belichte stammen meer stikstofminnende korstmossen dan op beschaduwde stammen. In dit onderzoek wordt hier niet voor gecorrigeerd omdat lichtinval en ammoniakbelasting waarschijnlijk niet als twee geheel onafhankelijke variabelen kunnen worden beschouwd. De correlatie tussen de NIW en lichtinval zou namelijk deels

verklaard kunnen worden doordat meetpunten met weinig lichtinval vaker in of dichtbij natuurgebieden staan, en dus vaker op plekken met daadwerkelijk lagere ammoniakconcentraties. Hiervoor wordt weliswaar deels rekening gehouden door de correlaties apart te berekenen voor natuurgebieden en agrarische gebieden, maar zelfs binnen deze klassen speelt het probleem dat “beschaduwde” meetpunten in agrarisch gebied en “lichte” meetpunten in natuurgebied vaak op de overgang van agrarisch naar natuurgebied staan, en dus respectievelijk minder of meer met ammoniak belast worden dan andere meetpunten in die gebiedstypen. Het corrigeren van de NIW op basis van alleen de correlatie tussen de NIW en lichtinval kan daardoor een verkeerd beeld opleveren, specifiek een overschatting van de NIW in relatief schone gebieden. In het algemeen is de dichtheid van meetpunten zo groot, dat meetpunten die relatief beschaduwd zijn worden uitgemiddeld met goed belichte meetpunten, waardoor de geïnterpoleerde kaarten een goed beeld opleveren van de effecten van ammoniak op korstmossen. Bovendien worden in verschillende meetronden zoveel mogelijk dezelfde meetpunten herhaald. Er van uit gaande dat de lichtinval op een meetpunt over tijd min of meer constant blijft, garandeert dit dat veranderingen in de NIW niet worden veroorzaakt doordat er meetpunten worden onderzocht die verschillen in lichtinval. Het scoren van de lichtinval op meetpunten behoort niet tot het standaardprotocol van het meetnet, maar is voor het eerst in Groningen in de meetronde van 2022 gedaan (van der Kolk, 2023b). In de toekomst zal de lichtinval ook op meetpunten in andere provincies gescoord worden, zodat de rol van lichtinval beter onderzocht kan worden.

In het algemeen is het wenselijk om een nieuw gedetailleerd vergelijkingsonderzoek uit te voeren tussen het voorkomen van korstmossen en de concentratie van ammoniak in de lucht. Sinds het vergelijkingsonderzoek dat is uitgevoerd in 1997 (van Herk, 2001) zijn de effecten van klimaatverandering toegenomen, zijn AIW soorten grotendeels verdwenen (zie 4.3) en is de focus van het meetnet meer komen te liggen op Natura 2000-gebieden waar meetpunten vaker beschaduwd liggen. De significant correlatie tussen de NIW en AIW en ammoniakconcentraties op meetpunten van het RIVM-MAN wijzen erop dat de NIW en AIW nog steeds uitstekende graadmeters zijn voor de ammoniakconcentratie in de lucht. Voor een gedetailleerd vergelijkingsonderzoek zijn de huidige meetgegevens uit het RIVM-MAN echter niet voldoende, omdat de meetpunten van het RIVM-MAN vaak op locaties liggen waar geen korstmossenmeetpunt kan worden uitgezet (bijvoorbeeld een eenzame boom in een heideveld) en doordat het RIVM-MAN focust op natuurgebieden, en nauwelijks op locaties meet in agrarisch gebied waar ammoniakconcentraties in de lucht hoog zijn. Voor een nieuw vergelijkingsonderzoek moeten de ammoniakconcentraties bij voorkeur gemeten worden op exact dezelfde locaties waar ook de korstmossen gemeten worden, en moeten er voldoende meetpunten in het agrarische gebied liggen zodat de hele range van ammoniakconcentraties kan worden onderzocht. Om ook onderzoek te kunnen doen aan het effect van lichtinval, zou een ideale meetopzet zijn om op elke locatie meerdere meetpunten uit te zetten die verschillen in lichtinval, maar wel dicht bij elkaar liggen (binnen enkele honderden meters) en dus een vergelijkbare ammoniakbelasting ondervinden. Omdat in alle meetrondes altijd alle soorten mossen en korstmossen van elke boom genoteerd worden (ook niet-indicator soorten), kunnen eventuele nieuwe graadmeters altijd met terugwerkende kracht voor alle meetpunten en alle jaren worden berekend.

### 4.3 Achteruitgang van zuurminnende epifyten

Zuurminnende epifyten die gevoelig zijn voor ammoniak nemen overal in Nederland sterk af, en veel soorten zijn zelfs al grotendeels of helemaal verdwenen uit grote aaneengesloten bosgebieden zoals

de Utrechtse Heuvelrug (van Herk et al., 2000; van Herk, 2019a). Ondanks ammoniakreducties die de laatste dertig jaar zijn gerealiseerd zijn er nog nergens signalen dat zuurminnende soorten zich op eikenbomen herstellen. Dit is niet verwonderlijk, omdat de grootste ammoniakreducties hebben plaatsgevonden in gebieden met veel ammoniakuitstoot. De ammoniakconcentraties in de lucht in natuurgebieden is de laatste twintig jaar niet veranderd, of zelfs toegenomen (wellicht deels veroorzaakt door drogere zomers waardoor ammoniak minder snel uit de lucht regent), wat blijkt uit metingen van het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden van het RIVM. In grote binnenlandse natuurgebieden zoals de Veluwe, Sallandse Heuvelrug, Drents-Friese Wold, Fochteloërveen en Loonse en Drunense Duinen liggen de gemiddelde gemeten ammoniakconcentraties de afgelopen jaren boven  $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Op basis van studies uit Groot-Brittannië is met deze ammoniakconcentraties een verlies van zuurminnende korstmossen van meer dan 80% te verwachten, vergeleken met schone condities met ammoniakconcentraties lager dan  $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Een kritische grens voor de ammoniakconcentratie in de lucht kan gezet worden op  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , hoewel er zelfs met deze luchtconcentraties er nog steeds een verlies van >40% aan zuurminnende korstmossen in vergelijking met gebieden zonder ammoniak (Sutton et al., 2009). Recent onderzoek op bomen in Helsinki heeft ook aangetoond dat epifytische begroeiingen al bij ammoniakconcentraties lager dan  $1,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$  aangetast worden (Manninen et al., 2023). Het is dus duidelijk dat de ammoniakconcentraties in de lucht in de Nederlandse binnenlandse natuurgebieden nog veel te hoog zijn voor zuurminnende soorten om zich te herstellen. De laagste ammoniakconcentraties in Nederland worden momenteel gemeten aan de kust, in de Zeeuwse en Hollandse duingebieden en op de Waddeneilanden, en betreffen hier  $1,5\text{-}2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Momenteel zijn dit in Nederland ook de enige gebieden waar nieuwe grote populaties van Eikenmos (*Evernia prunastri*) en Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*) voorkomen, vooral op takken van struiken en loofbomen. Dit zijn onder de zuurminnaars relatief ongevoelige soorten die nog enigszins hogere ammoniakconcentraties kunnen verdragen. Voor herstel van gevoeligeren soorten, zoals Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*), moeten de ammoniakconcentraties waarschijnlijk nog verder dalen, tot onder  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Greaver et al., 2023)

De achteruitgang van stikstofgevoelige korstmossen wordt veroorzaakt door de inwerking van ammoniak (dat basisch is) op de van nature zure en voedselarme schors van eiken. Waarnemingen uit andere provincies suggereren dat zelfs wanneer ammoniakbelasting daalt, zuurminnende korstmossen niet toenemen, wat er op duidt dat ammoniak de zuurgraad van de schors voor een langdurige periode aantast. De aantasting van de pH van boomschors door ammoniak werkt dus cumulatief, waarbij eenmaal aangetaste schors zelfs in een schoon milieu niet zomaar weer geschikt wordt (van Herk, 2019a). Dit betekent dat de AIW indicatiewaarde bij een lager wordende ammoniakbelasting een na-ijleffect laat zien en dat de AIW pas na langere tijd weer toeneemt bij een lagere ammoniakconcentratie in de lucht, namelijk als er nieuwe schors in een schoon milieu wordt aangemaakt. Dit langdurige effect van ammoniak op de boomschors is in de bredere context een probleem omdat de verschillen tussen boomsoorten hiermee nivelleren, en de typerende korstmossoorten van bomen met zure en voedselarme schors verdwijnen.

De AIW is nu op veel locaties nul of zeer laag, waardoor de AIW in de toekomst niet verder meer kan zakken. Hierdoor is de AIW in het grootste deel van Noord-Brabant geen bruikbare graadmeter meer om in de toekomst nog verdere verslechtering van de kwaliteit vast te stellen. De NIW blijft wel bruikbaar om verbeteringen en verslechtingen van de kwaliteit aan te tonen. De NIW reageert behalve op de pH namelijk ook direct op de ammoniakconcentraties in de lucht, en zal toe- of afnemen wanneer de concentraties ammoniak respectievelijk toe- of afnemen.

Ondanks dat bossen en laanbomen momenteel ongeschikt zijn voor zuurminnende epifyten, zijn de

soorten niet definitief uit Nederland verdwenen. Zelfs de meest gevoelige soorten hebben een toevlucht genomen tot dood hout en hardhout, zoals houtstobben, bankjes, rasterpaaltjes en bruggen. Rottend hout en hardhout is erg zuur en blijft lang vochtig, waardoor het een geschikte groeiplaats is voor zuurminnende soorten. Op sommige plekken, vooral in natuurgebieden, komen uiterst gevoelige soorten voor die in Nederland al zo goed als van de bomen verdwenen zijn, zoals Bruin boerenkoolmos (*Tuckermanopsis chlorophylla*), Geel boerenkoolmos (*Vulpicida pinastri*) en Bruin paardenhaarmos (*Bryoria fuscescens*) (Aptroot & van Dort, 2016). Ook in Noord-Brabant komen deze soorten, weliswaar zeer zeldzaam, op rottend hout en hardhout voor, bijvoorbeeld op een houten hekwerk in een heideveld in het Leenderbos. Voor de meeste soorten zijn de aantallen die nu op hardhout in Nederland voorkomen echter veel lager dan de aantallen die vroeger op bomen in bossen voorkwamen. Het feit dat gevoelige soorten zich vaak razendsnel op hout vestigen geeft aan dat verspreiding vooralsnog geen probleem is, en dat herkolonisatie van bomen ook zeker mogelijk is zodra boomschors weer geschikt wordt.

Hoe snel acidofyten op boomschors zullen terugkeren na daling van de ammoniakconcentratie is niet helemaal met zekerheid te zeggen, omdat het onzeker is hoelang de zuurgraad van (oudere) bomen aangetast blijft. Waarschijnlijk kunnen gevoelige soorten pas terugkeren nadat er nieuwe schors met een lage pH in een schoon milieu is aangegroeid. Zodra de ammoniakconcentratie laag geworden is zullen de eerste signalen van herstel mogelijk zichtbaar zijn op relatief jonge bomen of op jongere takken van oudere bomen van boomsoorten met een zure schors (bijvoorbeeld eiken en berken).

#### 4.4 Natura 2000-gebieden

De huidige waarden en de veranderingen in de graadmeters voor stikstofminnende en zuurminnende korstmossen in Natura 2000-gebieden in Noord-Brabant laten zien dat stikstofeffecten op korstmossen groot zijn, en in vergelijking met 1993 zijn toegenomen. Zelfs midden in grote natuurgebieden nemen zuurminnende korstmossen af en stikstofminnende korstmossen toe. Vergelijkbare trends zijn ook in andere natuurgebieden vastgesteld, zelfs midden op de Veluwe in Gelderland (van der Kolk et al., 2023a). Zuurminnende stikstofgevoelige korstmossen zijn nu vrijwel geheel uit de natuurgebieden in Noord-Brabant verdwenen. In bosgebieden op de zandgronden is Gesnaveld klauwtjesmos zeer dominant geworden. Qua korstmossen nemen niet-stikstofgevoelige bossoorten toe, zoals Gebogen schildmos (*Hypotrachyna revoluta*), Hamsteroortje (*Normandina pulchella*) en Groenoogje (*Micarea viridisorediata*), maar daarnaast nemen in bosgebieden ook veel triviale soorten toe die ook in agrarische en bebouwde gebieden voorkomen. De epifytenvegetaties die typisch zijn voor eikenbossen dreigen uit de Nederlandse natuurgebieden te verdwijnen (van Herk, 2019a).

In de noordelijke helft van Nederland, zoals in Overijssel en Drenthe, is de NIW in Natura 2000-gebieden in vergelijking met de jaren '90 afgenomen (van Herk, 2021; 2023), maar dit is niet het geval in Gelderland en Noord-Brabant. Gelderland en Noord-Brabant hebben vanouds uitgestrektere regio's met intensieve veehouderijen en hogere ammoniakuitstoot dan de noordelijke provincies. De reductie van ammoniakemissie heeft in deze provincies vooral plaatsgevonden in gebieden met zeer intensieve veehouderij. Dat is ook terug te zien aan de korstmossen: in Noord-Brabant is de NIW in het agrarische gebied in het oosten van de provincie plaatselijk afgenomen. Tegelijkertijd is de invloed van ammoniak in gebieden die vroeger relatief schoon waren juist toegenomen. De invloed van ammoniak is als het ware ruimtelijker homogener geworden: Er zijn minder gebieden waar de invloed van ammoniak zeer hoog is (NIW >7,0), maar tegelijkertijd zijn er nauwelijks gebieden meer waar de invloed van ammoniak

laag is ( $NIW < 1,5$ ). Ditzelfde patroon werd ook in Gelderland vastgesteld (van der Kolk et al., 2023a). De reductie van ammoniakemissies in de gebieden met intensieve veehouderijen heeft dus niet geleid tot een verbetering in Natura 2000-gebieden. Ook uit de metingen van het RIVM-MAN blijkt dat in Brabantse Natura 2000-gebieden de concentraties van ammoniak in de lucht in ieder geval sinds het begin van de metingen in 2005 niet zijn afgenomen, maar in sommige gebieden eerder zijn toegenomen. Voor een vermindering van de effecten van ammoniak op korstmossen, specifiek het herstel van zuurminnende korstmossen, moet de concentratie van ammoniak in de lucht in natuurgebieden sterk gereduceerd worden (zie 4.3).



Typisch voor veel eiken in bossen in Natura 2000-gebieden is een begroeiing met Gesnaveld klauwtjesmos op het onderste deel van de stam en verder weinig andere mossen en korstmossen. Deze boom is wel bijzonder: De witte vlekken behoren tot de Berijpte spiraalkorst (*Scoliciosporum pruinosum*), de eerste vondst in Noord-Brabant.

## 5 Conclusies en aanbevelingen

### 5.1 Veranderingen stikstofminnende en zuurminnende korstmossen

Het aantal stikstofminnende korstmossen (NIW) op meetpunten in Noord-Brabant is in 2023-2024 toegenomen in vergelijking met 1993, wat duidt op een toegenomen invloed van ammoniak. Vooral in een groot gebied rond Eindhoven en een groot gebied rond Roosendaal zijn stikstofminnende korstmossen sterk toegenomen. Alleen lokaal is er sprake van een afname van het aantal stikstofminnende korstmossen. Het gaat om kleine gebieden rond Biest-Houtakker, tussen Uden en Veghel, tussen Odiliapeel en Bakel, en rond Rijkevoort. Een kleine steekproef van meetpunten die in 1997 zijn herhaald in de omgeving van De Rips toont aan dat het aantal stikstofminnende korstmossen daar tussen 1993 en 1997 eerst sterk is toegenomen, om vervolgens tussen 1997 en 2023-2024 weer af te nemen. Mogelijk hebben ook elders in de provincie stikstofminnende korstmossen gepiekt tussen 1995 en 2000, maar dit is door het ontbreken van een volledige monitoringsronde in die periode niet meer te achterhalen. In agrarisch gebied is er een significante correlatie tussen het aantal stikstofminnende korstmossen en de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij. In bebouwd gebied zijn stikstofminnende korstmossen sterker toegenomen dan in agrarische- en natuurgebieden. Het is waarschijnlijk dat in bebouwd gebied behalve ammoniak ook andere factoren hieraan hebben bijgedragen, bijvoorbeeld (basenrijk) fijnstof en de concentratie NO<sub>x</sub> in de lucht.

Het aantal zuurminnende korstmossen (AIW) is tussen 1993 en 2023-2024 sterk afgenomen. In veel gebieden zijn zuurminnende korstmossen nu geheel verdwenen, waardoor er in de toekomst geen verdere achteruitgang van de AIW meer kan worden vastgesteld.

In vergelijking met zeven andere provincies die recent zijn onderzocht, is in Noord-Brabant de gemiddelde NIW het hoogste en de gemiddelde AIW het laagste. Dat duidt erop dat de effecten van ammoniak op korstmossen in Noord-Brabant groter zijn dan in de andere zeven onderzochte provincies. Vooral de NIW is in Noord-Brabant relatief toegenomen ten opzichte van de veranderingen in de andere provincies. De AIW neemt in alle provincies sterk af.

### 5.2 Natura 2000-gebieden

In Natura 2000-gebieden in Noord-Brabant worden korstmossen sterk beïnvloedt door ammoniak. In slechts vier Natura 2000-gebieden zijn weinig stikstofminnende korstmossen (NIW) aangetroffen, maar in alle andere 13 onderzochte Natura 2000-gebieden komen vrij veel stikstofminnende korstmossen voor. Bovendien zijn in vergelijking met 1993 stikstofminnende korstmossen toegenomen en stikstofgevoelige korstmossen (AIW) afgenomen in alle zeven Natura 2000-gebieden waar meetpunten herhaald konden worden, wat er op duidt dat de ammoniakconcentratie sinds die tijd is gestegen. Stikstofgevoelige zuurminnende soorten zijn in Natura 2000-gebieden sterk afgenomen en nu grotendeels verdwenen. De ammoniakconcentraties in de lucht zijn nog veel te hoog voor herstel, en een reductie van de ammoniakconcentratie tot beneden 1,5 µg/m<sup>3</sup> is nodig om korstmossen die gevoelig zijn voor stikstof een kans op herstel te geven. De correlatie tussen stikstofminnende korstmossen en de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij laat zien dat ruimere bufferzones rond natuurgebieden kunnen helpen om de effecten van ammoniak op korstmossen te verminderen. Tegelijkertijd is het effect van één veehouderij op grotere afstand van een natuurgebied niet meer meetbaar, omdat de ammoniakconcentratie (“ammoniakdeken”) ontstaat uit het cumulatieve effect van veel verschillende ammoniakbronnen. Ondanks dat zuurminnende soorten uit veel natuurgebieden zo goed als verdwenen zijn, en er in veel gebieden geen verdere achteruitgang

meer kan worden vastgesteld, blijven stikstofminnende korstmossen (NIW) een goede graadmeter om de effecten van ammoniak op de natuur in de toekomst te blijven volgen.

### 5.3 Veranderingen in soortenrijkdom

De soortenrijkdom van korstmossen is tussen 1993 en 2023-2024 in Noord-Brabant sterk toegenomen, doordat korstmossen zich deels hebben hersteld van de toxische effecten van zwaveldioxide en doordat soorten profiteren van klimaatverandering. Zwaveldioxide is zeer giftig voor korstmossen en heeft ervoor gezorgd dat de korstmosbegroeiing op bomen in Noord-Brabant tot de jaren '80 zeer soortenarm was. Ammoniak zorgt ervoor dat specifiek zuurminnende korstmossen verdwijnen, maar de meeste andere korstmossen kunnen enige ammoniakbelasting wel verdragen, waardoor korstmossen ondanks de hoge ammoniakbelasting in de jaren '80 en '90 weer toenamen dankzij reducties in de uitstoot van zwaveldioxide. De veranderingen in gemiddelde indicatiewaarde voor temperatuur en continentaliteit bevestigen het beeld dat ook klimaatverandering een grote invloed heeft op de soortensamenstelling: De aanwezige korstmossen zijn nu (ten opzichte van 1993) meer kenmerkend voor warmere (hogere indicatiewaarde voor temperatuur) en meer Atlantische (lagere indicatiewaarde voor continentaliteit) milieus. Hoewel klimaatverandering een groot effect heeft op korstmossen, blijft de NIW een goede graadmeter voor de ammoniakbelasting. De NIW is namelijk zo samengesteld dat soorten met een noordelijke en zuidelijke verspreiding met elkaar in balans zijn. De soortenrijkdom van mossen is sinds 1993 ook toegenomen in agrarische en bebouwde gebieden, wat wordt veroorzaakt door een toename van het dominante Gesnaveld klauwtjesmos en een toename van soorten die matig voedselrijke tot voedselrijke schors prefereren. Mossen in natuurgebieden laten in vergelijking met 1993 geen duidelijke toename zien. Weliswaar vestigen hier voor een deel ook dezelfde soorten als in agrarische en bebouwde gebieden, maar tegelijkertijd zijn zuurminnende mossoorten sinds 1993 sterk afgenomen.

### 5.4 Aanbeveling monitoring

Korstmossen reageren binnen enkele jaren op veranderingen in het milieu. De NIW volgt veranderingen in de ammoniakconcentraties in de lucht, en de verwachting is dat afnemende concentraties van ammoniak ook zullen resulteren in een afname van de NIW. Het is daarom aan te bevelen om elke zes jaar een complete meetronde van het meetnet korstmossen in Noord-Brabant uit te voeren, waarbij de eerstvolgende meetronde in 2029-2030 plaatsvindt. Met deze meetfrequentie kunnen veranderingen in ammoniakbelasting in Noord-Brabant nauwkeurig gevolgd worden. Met langere tijdsintervallen tussen meetrondes (zoals tussen de meetrondes 1993 en 2023-2024) is het niet goed mogelijk meer om vast te stellen wanneer bepaalde veranderingen precies hebben plaatsgevonden, en of er tussentijds nog onopgemerkte stijgingen of dalingen van ammoniakeffecten zijn geweest. We raden aan om bij volgende meetrondes de lichtinval bij de meetpunten opnieuw te bepalen, om veranderingen in lichtinval en de effecten daarvan op de NIW te kunnen onderzoeken.

Om meer inzicht te krijgen in de relaties tussen de graadmeters, ammoniakconcentraties en lichtinval, bevelen we aan om in een losstaand onderzoek ammoniakmetingen uit te voeren op locaties waar ook korstmossen gemonitord worden (zie ook 4.2). Hierbij is het belangrijk om behalve metingen in natuurgebieden ook een groot aantal meetpunten in agrarisch gebieden te onderzoeken, omdat daar de ammoniakconcentraties hoger zijn. Een verdere uitbreiding van het RIVM-MAN-meetnet met meer locaties met stikstofmetingen in het agrarisch gebied kan hier een onderdeel van zijn. Dit vergelijkingsonderzoek hoeft zich niet te beperken tot de provincie Noord-Brabant, maar kan in samenwerkingsverband in meerdere provincies worden uitgevoerd.

## Literatuur

- Aptroot, A., C.M. van Herk, L.B. Sparrius & J.L. Spier (2004). Checklist van de Nederlandse Korstmossen en korstmosparasieten. *Buxbaumiella* 69, 17-55.
- Aptroot, A. & C.M. van Herk (2007). Further evidence of the effects of global warming on lichens, particularly those with *Trentepohlia* phycobionts. *Environmental pollution* 146, 293-298.
- Aptroot, A. & K.W. van Dort (2016). Drie boerenkoolmossen op één houten stuw. *Buxbaumiella* 105, 1-3.
- Barkman, J.J. (1958). Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Van Gorcum, Assen, NL.
- Centraal Bureau voor Statistiek (CBS) (2024). Stikstofemissies naar lucht. Geraadpleegd op 21 augustus 2024. <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-stikstof/stikstofemissies-naar-lucht>
- Davies, L., J.W. Bates, J.N.B. Bell, P.W. James & O.W. Purvis (2007). Diversity and sensitivity of epiphytes to oxides of nitrogen in London. *Environmental pollution* 146, 299-310.
- de Bakker, A.J. (1987). Verslag van de herinventarisatie van Noord-Brabant en Limburg op epifytische lichenen in 1986. *Buxbaumiella* 20, 36-39.
- de Wit, T. (1976). Epiphytic lichens and air pollution in the Netherlands. *Bibliotheca Lichenologica* 5, 1-227.
- Devictor, V., R. Julliard, D. Couvet & F. Jiguet (2008). Birds are tracking climate warming, but not fast enough. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 275, 2743-2748.
- Gadsdon, S.R., J.R. Dagley, P.A. Wolseley & S.A. Power (2010). Relationships between lichen community composition and concentrations of NO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub>. *Environmental Pollution* 158, 2553-2560.
- Greaver, T., S. McDow, J. Phelan, S.D. Kaylor, J.D. Herrick & S. Jovan (2023). Synthesis of lichen response to gaseous nitrogen: Ammonia versus nitrogen dioxide. *Atmospheric Environment* 292, 119396.
- Larsen, R.S., J.N.B. Bell, P.W. James, P.J. Chimonides, F.J. Rumsey, A. Tremper & O.W. Purvis (2007). Lichen and bryophyte distribution on oak in London in relation to air pollution and bark acidity. *Environmental pollution* 146, 332-340.
- Manninen, S., K. Jääskeläinen, A. Stephens, A. Iwanicka, S. Tang & N. van Dijk (2023). NH<sub>3</sub> concentrations below the current critical level affect the epiphytic macrolichen communities—Evidence from a Northern European City. *Science of the Total Environment* 877, 162877.
- Marmor, L. & T. Randlane (2007). Effects of road traffic on bark pH and epiphytic lichens in Tallinn. *Folia Cryptogamica Estonica* 43, 23-37.
- RIVM (2024). Meetresultaten MAN. Geraadpleegd op 13 juni 2024. <https://man.rivm.nl>
- Siebel, H.N., R.J. Bijlsma & L.B. Sparrius (2013). Basisrapport voor de rode lijst mossen 2012. BLWG-rapport 14. 98 pp.
- Sparrius, L.B. & M. Sytsma (2014). *Oxneria huculica*, dragonderdooiermos, nieuw voor Nederland. *Buxbaumiella* 100, 25-27.
- Sparrius, L.B., A. Aptroot & C.M. van Herk (2015). Ecologische indicatiewaarden voor korstmossen en een vergelijking met mossen en vaatplanten. *Buxbaumiella* 104, 18-24.
- Sparrius, L.B., G.G. van den Top & C.A.M. van Swaay (2018). An approach to calculate a species temperature index for flora based on open data. *Gorteria Dutch Botanical Archives* 40, 73-78.
- Sparrius, L.B. (2019). Hamsteroortje. *De Levende Natuur* 120(6), 232-233.
- Sparrius, L.B., H. van der Kolk & C.M. van Herk (2023). Basisrapport Rode Lijst Korstmossen 2022 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. BLWG rapport 35. 149 pp.
- Spier, J.L. & K.W. van Dort (2009). *Punctelia reddenda* (Gelobd stippelschildmos) voor het eerst in Nederland gevonden. *Buxbaumiella* 83, 42-44.
- Stolk, A.P., M.C. van Zanten, H. Noordijk, J.A. van Jaarsveld & W.A.J. van Pul (2009). Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden. Meetresultaten 2005-2007. RIVM rapport 680710001.
- Sutton, M.A., P.A. Wolseley, I.D. Leith, N. van Dijk, Y.S. Tang, P.W. James, M.R. Theobald & C. Whitfield (2009).



Estimation of the ammonia critical level for epiphytic lichens based on observations at farm, landscape and national scales. Chapter 6 in: Atmospheric ammonia: detecting emission changes and environmental impacts, 71-86.

- Tietema, A., H. Barmantlo, E. van Loon, R. Bol, B. Ebben, T. Tulp, M. Tromp, C. Schwennen, L. Maas & J. Averkamp (2023). Nitrogen deposition around dairy farms: spatial and temporal patterns. Executive summary. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- van der Knaap, W.O. (1980). Onderzoek naar epifytische lichenen en mossen in de provincie Utrecht in 1979. Provinciale Waterstaat Utrecht, afdeling Ecologie. Rapport no. 29, Utrecht.
- van der Knaap, W.O. (1984). Epifyten in de provincie Utrecht 1979-1984. Buxbaumiella 16: 15-17.
- van der Knaap, W. O., & Van Dobben, H. F. (1987). Veranderingen in de epifytenflora van Rijnmond sinds 1972 (No. 87/1). RIN.
- van der Kolk, H., L.B. Sparrius & A. Aptroot (2020). Monitoring van ammoniak met korstmossen in Friesland 2019. BLWG-rapport 26. 100 pp.
- van der Kolk, H., L.B. Sparrius & C.M. van Herk (2023a). Effecten van ammoniak op korstmossen in Gelderland in de periode 1989-2022. BLWG-rapport 31. 109 pp.
- van der Kolk, H., L.B. Sparrius & L. Verboom (2023b). Effecten van ammoniak op korstmossen in Groningen in de periode 1991-2022. BLWG-rapport 34. 81 pp.
- van der Pluijm, A. (2020). *Hyperphyscia lucida* (Physciaceae, lichenized Ascomycota), a new species from willow forests in the Biesbosch, the Netherlands. Lindbergia 43, 01138.
- van der Pluijm, A., H. van der Kolk & L.B. Sparrius (2022). Tonghaarmuts (*Orthotrichum rogeri*) in Natura 2000-gebied de Biesbosch. BLWG-rapport 29. 43 pp.
- van Dobben, H.F. (1990). Effecten van luchtverontreiniging op korstmossen, resultaten van meerjarige studies. De Levende Natuur 91, 179-183.
- van Dobben, H.F. (1991). Monitoring van epifytische korstmossen in 1989. Rijksinstituut voor Natuurbeheer. RIN-rapport 91/8.
- van Dobben, H.F. & A.J. de Bakker (1996). Re-mapping epiphytic lichen biodiversity in The Netherlands: effects of decreasing SO<sub>2</sub> and increasing NH<sub>3</sub>. Acta Botanica Neerlandica 45, 55-71.
- van Herk, C.M. (1990). Epifytische korstmossen in de provincies Drenthe, Overijssel en Gelderland. Provincie Overijssel, hoofdgroep ROI, Zwolle.
- van Herk, C.M. (1996a). Monitoring van ammoniak met korstmossen in Nood-Brabant. LON in opdracht van de provincie Noord-Brabant, dienst WMV, afdeling Lucht, Geluid en Milieumetingen.
- van Herk, C.M. (1996b). Monitoring van ammoniak en zwaveldioxide met korstmossen in de provincie Utrecht. LON in opdracht van provincie Utrecht, dienst Water en Milieu en dienst Ruimte en Groen. Soest.
- van Herk, C.M. (1998). Onderzoek naar de relatie tussen de ammoniakconcentratie en epifytische korstmossen. LON in opdracht van Stichting Vernieuwing Gelderse Vallei, provincie Friesland en provincie Noord-Brabant.
- van Herk, C.M. (1999). Mapping of ammonia pollution with epiphytic lichens in the Netherlands. Lichenologist 31, 9-20.
- van Herk, C.M. (2001). Bark pH and susceptibility to toxic air pollutants as independent causes of changes in epiphytic lichen composition in space and time. Lichenologist 33, 419-441
- van Herk, C.M. (2004). Korstmossen in Gelderland: milieuindicatie, natuurwaarde, veranderingen 1990-2002. Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON).
- Van Herk, C.M. (2009). Climate change and ammonia from cars as notable recent factors influencing epiphytic lichens in Zeeland, Netherlands. Bibliotheca Lichenologica 99, 205-224.
- van Herk, C.M. (2019a). Teloorgang van epifyten in de bossen op de Utrechtse Heuvelrug. Buxbaumiella 115, 14-22.
- van Herk, C.M. (2019b). Monitoring van korstmossen in de provincie Utrecht, 1979 – 2018. Lichenologisch

- Onderzoekbureau Nederland (LON).
- van Herk, C.M. (2019c). Monitoring van korstmossen in de provincie Zeeland, 1997 – 2019. Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON).
- van Herk, C.M. (2021). Monitoring van korstmossen in de provincie Overijssel, 1989 – 2020. Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON).
- Van Herk, C.M. (2023). Monitoring van de effecten van ammoniak en klimaat op korstmossen in de provincie Drenthe, 1991-2022. Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON).
- van Herk, C.M., A. Aptroot & H.F. van Dobben (2002). Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming. *The Lichenologist* 34, 141-154.
- van Herk, C.M., A. Aptroot & L.B. Sparrius (2018). *Veldgids korstmossen*. KNNV Uitgeverij.
- van Herk, C.M., Spier, L., Aptroot, A. & Sparrius, L.B. (2000). Achteruitgang van de korstmossen in het Speulderbos. *De Levende Natuur* 101, 149-153.
- Velders, G.J.M., J.A. van Jaarsveld, W.A.J. van Pul & A.L.M. Dekkers (2002). Ruimtelijke verdeling van ammoniakconcentraties in Nederland gemeten met passieve samplers. RIVM rapport 722601006.
- Wirth, V. (2010). Ecological indicator values of lichens - enlarged and updated species list. *Herzogia* 23, 229-248.

## Bijlage A. Overzicht waargenomen korstmossen en trends

Overzicht van korstmossen die in het meetnet zijn waargenomen en trendberekeningen.

### *Uitleg van de kolommen in de tabel*

#### **Soorteigenschappen:**

**RL** = Rode Lijst categorie (TNB = Thans Niet Bedreigd, GE = Gevoelig, KW = Kwetsbaar, BE = Bedreigd, EB = Ernstig bedreigd, VN = Verdwenen, E = Exoot).

**Z** = Landelijke zeldzaamheid (a = algemeen, z = schaars, zz = zeldzaam, zzz = zeer zeldzaam).

**IW** = Kolom geeft aan of een soort bijdraagt aan de AIW ('A') of NIW ('N')

#### **2023-2024:**

Statistieken zijn van alle meetpunten die in 2023-2024 is onderzocht (totaal 978 meetpunten):

**n** = Aantal meetpunten waarin een soort is aangetroffen

**kwant** = Som van de kwantiteit van de betreffende soort

#### **Trend 1993 - 2023-24**

Trendberekening van de soort tussen de meetrondes van 1993 en 2023-2024. De trendberekening is gedaan door het voorkomen van soorten in de meetrondes van 1993 en 2023-2024 met elkaar te vergelijken, voor alleen die meetpunten die in beide meetrondes bezocht zijn (514 meetpunten).

**93%** = Percentage van meetpunten waarin de soort in meetronde 1993 is aangetroffen

**23-24%** = Verschil in percentage aantal meetpunten waarin een soort is aangetroffen tussen de meetrondes 1993 en 2023-2024. Een positief getal betekent dat een soort tussen 1993 en 2023-2024 is toegenomen.

**P** = Significantie van verschil tussen meetronde 1993 en meetronde 2023-2024. Bij het berekenen van de significantie is ook rekening gehouden met de kwantiteit. Soorten die significant zijn toegenomen ( $P < 0,05$ ) zijn **groen gearceerd**, soorten die significant zijn afgenomen zijn **rood gearceerd**, soorten die niet significant zijn toe- of afgenomen zijn **grijs gearceerd**.

### *Toelichting op de trendberekeningen*

Soorten die met een \* gemarkeerd worden zijn niet in alle meetrondes onderscheiden (zie 2.3.1). Van deze soorten wordt alleen het voorkomen in meetronde 2023-2024 gegeven en geen trendberekening. De verzamelsoorten, waarvoor wel een trendberekening mogelijk is, staan als aparte regel vermeldt.

*Cladonia*-soorten werden in de meetronde 1993 niet tot soort onderscheiden. Er is een trendberekening uitgevoerd voor de verzamelsoort *Cladonia chlorophaea* (Fijn bekermos) en *Cladonia fimbriata* (Kopjesbekermos). De aanname hierbij is dat vrijwel alle *Cladonia*-waarnemingen in 1993 betrekking hadden op één van deze twee soorten. Andere soorten zijn in 2023-2024 slechts af en toe vastgesteld.

De overige soorten waarvoor een trendberekening ontbreekt zijn in de meetronde 2023-2024 alleen gevonden op nieuw uitgezette meetpunten.

| Wetenschappelijke naam                       | Nederlandse naam               | RL | Z   | IW | 2023-2024 |       | Trend 1993 - 2023-24 |        |       |       |
|--|--------------------------------|----|-----|----|-----------|-------|----------------------|--------|-------|-------|
|  |                                |    |     |    | n         | kwant | %93                  | %23-24 | Trend | P     |
| <i>Alyxoria culmigena</i>                    | Rivierschriftmos               |    | a   |    | 150       | 355   | 0                    | 6,4    | +6,4  | 0,000 |
| <i>Alyxoria ochrocheila</i>                  | Geel schriftmos                |    | z   |    | 1         | 1     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Alyxoria varia</i>                        | Kort schriftmos                |    | a   |    | 220       | 798   | 0                    | 9,3    | +9,3  | 0,000 |
| <i>Alyxoria viridipruinosa</i>               | Limoenschriftmos               |    | a   |    | 4         | 8     |                      |        |       |       |
| <i>Amandinea punctata</i>                    | Vliegenstrontjesmos            |    | a   |    | 904       | 4365  | 80,7                 | 92,4   | +11,7 | 0,000 |
| <i>Anaptychia ciliaris</i>                   | Wimpermos                      | BE | zzz |    | 6         | 7     | 0                    | 0,6    | +0,6  | 0,083 |
| <i>Anisomeridium biforme</i>                 | Stinzenkorst                   |    | z   |    | 41        | 93    | 0                    | 1,0    | +1,0  | 0,025 |
| <i>Anisomeridium polypori</i>                | Schoorsteentje                 |    | a   |    | 42        | 103   | 0                    | 1,0    | +1,0  | 0,025 |
| <i>Arthonia atra</i>                         | Zwart schriftmos               |    | a   |    | 18        | 29    | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Arthonia didyma</i>                       | Beukenvlekje                   |    | z   |    | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Arthonia radiata</i>                      | Amoebekorst                    |    | a   |    | 195       | 462   | 0,2                  | 7,0    | +6,8  | 0,000 |
| <i>Arthonia spadicea</i>                     | Inktspatkorst                  |    | a   |    | 161       | 574   | 0,2                  | 19,1   | +18,9 | 0,000 |
| <i>Arthopyrenia cinereopruinosa</i>          | Berijpte stipjes               |    | zzz |    | 1         | 1     |                      |        |       |       |
| <i>Athallia alnetorum</i>                    |                                |    | zzz |    | 1         | 3     |                      |        |       |       |
| <i>Athallia cerinella</i>                    | Klein boomzonnetje             |    | a   |    | 66        | 138   | 0                    | 2,5    | +2,5  | 0,000 |
| <i>Athallia cerinelloides</i>                | Geel boomzonnetje              |    | zz  |    | 1         | 1     |                      |        |       |       |
| <i>Athallia holocarpa</i>                    | Muurzonnetje                   |    | a   | N  | 70        | 121   | 1,2                  | 7,6    | +6,4  | 0,000 |
| <i>Athallia pyracea</i>                      | Gewoon boomzonnetje            |    | z   |    | 14        | 20    | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Bacidia laurocerasi</i>                   | Purperknoopjeskorst            | KW | zzz |    | 1         | 1     |                      |        |       |       |
| <i>Bacidina adastr*</i>                      | Fijne knoopjeskorst            |    | a   |    | 491       | 1264  |                      |        |       |       |
| <i>Bacidina adastr*</i> / <i>sulphurella</i> | Fijne- / Boomvoetknoopjeskorst |    | a   |    |           |       | 22,1                 | 51,8   | +29,1 | 0,000 |
| <i>Bacidina assulata</i>                     | Bruine knoopjeskorst           | GE | zzz |    | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Bacidina brandii</i>                      | Kleine knoopjeskorst           | GE | zzz |    | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Bacidina caligans</i>                     | Kalkknoopjeskorst              |    | a   |    | 1         | 3     |                      |        |       |       |
| <i>Bacidina chlorotricula</i>                | Gladde knoopjeskorst           |    | zz  |    | 0         | 0     | 0,2                  | 0      | -0,2  | 0,318 |
| <i>Bacidina neosquamulosa</i>                | Nieuwe knoopjeskorst           |    | z   |    | 33        | 69    | 0,2                  | 2,1    | +1,9  | 0,002 |
| <i>Bacidina sulphurella*</i>                 | Boomvoetknoopjeskorst          |    | z   |    | 72        | 150   |                      |        |       |       |
| <i>Buellia griseovirens</i>                  | Grijsgroene stofkorst          |    | a   |    | 75        | 143   | 9,9                  | 8,0    | -1,9  | 0,212 |
| <i>Buellia schaereri</i>                     | Klein strontjesmos             | GE | zzz |    | 4         | 10    | 0                    | 0,6    | +0,6  | 0,083 |
| <i>Calicium salicinum</i>                    | Bruin boomspijkertje           | GE | zzz |    | 1         | 1     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Calogaya pusilla</i>                      | Sinaasappelkorst               |    | a   |    | 1         | 1     |                      |        |       |       |
| <i>Caloplaca cerina</i>                      | Oranje boomzonnetje            | GE | zzz |    | 1         | 1     |                      |        |       |       |
| <i>Caloplaca obscurella</i>                  | Gewone kraterkorst             |    | a   |    | 248       | 624   | 0                    | 24,7   | +24,7 | 0,000 |
| <i>Candelaria concolor</i>                   | Vals dooiermos                 |    | a   |    | 892       | 4272  | 3,7                  | 88,5   | +84,8 | 0,000 |
| <i>Candelaria pacifica</i>                   |                                |    | zz  |    | 55        | 137   | 0                    | 6,6    | +6,6  | 0,000 |
| <i>Candelariella aurella</i>                 | Kleine geelkorst               |    | a   | N  | 58        | 121   | 8,8                  | 7,4    | -1,4  | 0,354 |
| <i>Candelariella efflorescens s.l.*</i>      | Poedergeelkorst                |    | a   | N  | 883       | 3914  |                      |        |       |       |
| <i>Candelariella reflexa s.l.</i>            | Poedergeelkorst s.l.           |    | a   | N  |           |       | 35,8                 | 88,3   | +52,5 | 0,000 |
| <i>Candelariella reflexa s.s.*</i>           | Poedergeelkorst s.s.           |    | z   | N  | 201       | 484   |                      |        |       |       |
| <i>Candelariella vitellina</i>               | Grove geelkorst                |    | a   | N  | 456       | 1360  | 23,0                 | 55,4   | +32,5 | 0,000 |
| <i>Candelariella xanthostigma</i>            | Fijne geelkorst                |    | a   | N  | 717       | 2911  | 8,6                  | 75,3   | +66,7 | 0,000 |
| <i>Catillaria chalybeia</i>                  | Donkere rookkorst              |    | a   |    | 3         | 7     |                      |        |       |       |
| <i>Catillaria flexuosa</i>                   |                                | GE | zzz |    | 8         | 15    | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Catillaria fungoides</i>                  | Steriele rookkorst             |    | z   |    | 127       | 273   | 0                    | 12,5   | +12,4 | 0,000 |
| <i>Catillaria nigroclavata</i>               | Boomrookkorst                  |    | a   |    | 730       | 3137  | 0                    | 71,2   | +71,2 | 0,000 |
| <i>Chaenotheca brachypoda</i>                | Groen schorssteeltje           |    | z   |    | 2         | 7     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Chaenotheca chlorella</i>                 | Klein schorssteeltje           |    | z   |    | 2         | 4     | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Chaenotheca chrysocephala</i>             | Geel schorssteeltje            |    | zz  |    | 5         | 10    |                      |        |       |       |
| <i>Chaenotheca ferruginea</i>                | Roestbruin schorssteeltje      |    | a   | A  | 29        | 69    | 3,5                  | 3,3    | -0,2  | 0,797 |
| <i>Chaenotheca stemonea</i>                  | Stoffig schorssteeltje         |    | z   |    | 1         | 2     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Chaenotheca trichialis</i>                | Grijs schorssteeltje           |    | a   |    | 50        | 116   | 0                    | 6,4    | +6,4  | 0,000 |
| <i>Cladonia caespiticia</i>                  | Greppelblaadje                 |    | a   | A  | 5         | 12    | 0                    | 1,0    |       |       |
| <i>Cladonia chlorophaea</i>                  | Fijn bekermos                  |    | a   | A  | 45        | 137   | 0                    | 4,5    |       |       |
| <i>Cladonia chlorophaea / fimbriata</i>      | Fijn- / Kopjesbekermos         |    | a   | A  |           |       | 12,8                 | 26,2   | +12,3 | 0,000 |
| <i>Cladonia coniocraea</i>                   | Smal bekermos                  |    | a   | A  | 7         | 14    | 0                    | 0,8    |       |       |
| <i>Cladonia digitata</i>                     | Vertakt bekermos               |    | z   | A  | 3         | 6     | 0                    | 0,6    |       |       |
| <i>Cladonia fimbriata</i>                    | Kopjes-bekermos                |    | a   | A  | 187       | 454   | 0                    | 22,4   |       |       |

| Wetenschappelijke naam                 | Nederlandse naam                     | RL | Z   | IW | 2023-2024 |       | Trend 1993 - 2023-24 |        |       |       |
|--|--------------------------------------|----|-----|----|-----------|-------|----------------------|--------|-------|-------|
|  |                                      |    |     |    | n         | kwant | %93                  | %23-24 | Trend | P     |
| <i>Cladonia floerkeana</i>             | Rode heidelucifer                    |    | a   | A  | 1         | 1     |                      |        |       |       |
| <i>Cladonia glauca</i>                 | Bruin heidestaartje                  |    | a   | A  | 1         | 2     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Cladonia grayi</i>                  | Bruin bekermos                       |    | a   |    | 2         | 5     |                      |        |       |       |
| <i>Cladonia humilis</i>                | Frietzak-bekermos                    |    | a   |    | 6         | 13    | 0                    | 0,6    | +0,6  | 0,083 |
| <i>Cladonia macilenta</i>              | Dove heidelucifer                    |    | a   | A  | 10        | 27    | 0                    | 0,6    | +0,6  | 0,083 |
| <i>Cladonia polydactyla</i>            | Sterheidestaartje                    |    | zz  | A  | 1         | 1     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Cladonia ramulosa</i>               | Rafelig bekermos                     |    | a   | A  | 2         | 3     |                      |        |       |       |
| <i>Cliostomum griffithii</i>           | Gespikkelde witkorst                 |    | a   |    | 7         | 8     | 0                    | 0,6    | +0,6  | 0,083 |
| <i>Coenogonium pineti</i>              | Valse knoopieskorst                  |    | a   |    | 277       | 987   | 2,7                  | 28,2   | +25,5 | 0,000 |
| <i>Dendrographa decolorans</i>         | Purperkring                          |    | a   |    | 287       | 563   | 0                    | 28,0   | +28,0 | 0,000 |
| <i>Diploicia canescens</i>             | Kauwgommos                           |    | a   |    | 327       | 604   | 0,8                  | 31,5   | +30,7 | 0,000 |
| <i>Enterographa crassa</i>             | Grauwe runenkorst                    |    | zz  |    | 2         | 3     |                      |        |       |       |
| <i>Evernia prunastri</i>               | Eikenmos                             |    | a   | A  | 122       | 314   | 36,0                 | 13,4   | -22,6 | 0,000 |
| <i>Fellhanera viridisorediata</i>      | Gewone druppelkorst                  |    | a   |    | 17        | 31    | 0                    | 1,6    | +1,6  | 0,005 |
| <i>Flavoparmelia caperata</i>          | Bosschildmos                         |    | a   |    | 346       | 927   | 10,5                 | 37,4   | +26,8 | 0,000 |
| <i>Flavoparmelia soredians</i>         | Groen boomschildmos                  |    | a   |    | 302       | 793   | 0                    | 31,5   | +31,5 | 0,000 |
| <i>Flavoplaca flavocitrina</i>         | Valse citroenkorst                   |    | a   |    | 53        | 130   | 0                    | 0,8    | +0,8  | 0,045 |
| <i>Flavopunctelia flaventior</i>       | Oosters schildmos                    | GE | zzz |    | 2         | 5     | 0,2                  | 0,4    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Fuscidea pusilla</i>                | Groene suikerkorst                   |    | zz  |    | 17        | 35    | 0                    | 1,0    | +1,0  | 0,025 |
| <i>Graphis scripta</i>                 | Gewoon schriftmos                    |    | a   |    | 3         | 3     |                      |        |       |       |
| <i>Halecania viridescens</i>           | Porseleinkorst                       |    | z   |    | 134       | 294   | 0                    | 18,1   | +18,1 | 0,000 |
| <i>Heterodermia obscurata</i>          | Oranje vingermos                     |    | zzz |    | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Hyperphyscia adglutinata</i>        | Dun schaduwmos                       |    | a   |    | 892       | 4386  | 1,0                  | 88,5   | +87,5 | 0,000 |
| <i>Hyperphyscia lucida</i>             | Glimmend schaduwmos                  |    | zzz |    | 4         | 7     |                      |        |       |       |
| <i>Hypocenyomyce scalaris</i>          | Gewoon schubjesmos                   | KW | z   | A  | 8         | 14    | 3,7                  | 0,4    | -3,3  | 0,000 |
| <i>Hypogymnia physodes</i>             | Gewoon schorsmos                     | GE | a   | A  | 40        | 81    | 27,4                 | 4,5    | -23,0 | 0,000 |
| <i>Hypogymnia tubulosa</i>             | Witkopschorsmos                      | GE | a   | A  | 33        | 68    | 8,2                  | 3,1    | -5,1  | 0,000 |
| <i>Hypotrachyna revoluta s.l.</i>      | Gebogen schildmos s.l.               |    | a   |    | 274       | 745   | 3,3                  | 29,8   | +26,5 | 0,000 |
| <i>Jamesiella anastomosans</i>         | Aspergekorst                         |    | a   |    | 70        | 126   | 0,4                  | 6,2    | +5,8  | 0,000 |
| <i>Lecania cyrtella</i>                | Boomglimschotelkje                   |    | a   |    | 61        | 175   | 0                    | 1,6    | +1,6  | 0,005 |
| <i>Lecania naegelii</i>                | Rookglimschotelkje                   |    | a   |    | 103       | 264   | 0                    | 2,3    | +2,3  | 0,001 |
| <i>Lecanora aitema</i>                 | Dennenschotelkorst                   | BE | zz  | A  | 0         | 0     | 0,6                  | 0      | -0,6  | 0,083 |
| <i>Lecanora albescens</i>              | Kalkschotelkorst                     |    | a   |    | 1         | 1     |                      |        |       |       |
| <i>Lecanora argentata</i>              | Bosschotelkorst                      |    | z   |    | 7         | 7     | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Lecanora barkmaniana</i>            | Ammoniakschotelkorst                 |    | a   |    | 845       | 3058  | 0,8                  | 84,8   | +84,0 | 0,000 |
| <i>Lecanora campestris</i>             | Kastanjebruine schotelkorst          |    | a   |    | 3         | 5     |                      |        |       |       |
| <i>Lecanora carpinea</i>               | Melige schotelkorst                  |    | a   |    | 336       | 794   | 3,9                  | 20,2   | +16,3 | 0,000 |
| <i>Lecanora chlarotera</i>             | Witte schotelkorst                   |    | a   |    | 707       | 2368  | 18,1                 | 66,1   | +48,1 | 0,000 |
| <i>Lecanora compallens*</i>            | Miskende schotelkorst                |    | a   |    | 205       | 492   |                      |        |       |       |
| <i>Lecanora compallens / expallens</i> | Miskende- / Bleekgroene schotelkorst |    | a   |    |           |       | 79,3                 | 88,6   | +8,1  | 0,000 |
| <i>Lecanora confusa</i>                | Twijgenschotelkorst                  |    | zz  |    | 3         | 3     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Lecanora conizaeoides</i>           | Groene schotelkorst                  | KW | z   | A  | 13        | 34    | 55,3                 | 2,1    | -53,1 | 0,000 |
| <i>Lecanora dispersa</i>               | Verborgen schotelkorst               |    | a   | N  | 407       | 1159  | 35,8                 | 43,2   | +7,4  | 0,002 |
| <i>Lecanora expallens*</i>             | Bleekgroene schotelkorst             |    | a   |    | 785       | 3109  |                      |        |       |       |
| <i>Lecanora hagenii</i>                | Kleine schotelkorst                  |    | a   | N  | 457       | 1147  | 27,4                 | 46,1   | +18,7 | 0,000 |
| <i>Lecanora horiza</i>                 | Donkere schotelkorst                 |    | a   |    | 45        | 79    | 0                    | 2,3    | +2,3  | 0,001 |
| <i>Lecanora muralis</i>                | Muurschotelkorst                     |    | a   | N  | 48        | 66    | 3,3                  | 6,6    | +3,3  | 0,009 |
| <i>Lecanora pulicaris</i>              | Eikenschotelkorst                    |    | z   | A  | 3         | 4     | 4,3                  | 0,4    | -3,9  | 0,000 |
| <i>Lecanora saligna</i>                | Houtschotelkorst                     |    | a   |    | 6         | 15    | 5,1                  | 0,4    | -4,7  | 0,000 |
| <i>Lecanora sinuosa</i>                | Bochtige schotelkorst                |    | z   |    | 3         | 3     | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Lecanora subcarpinea</i>            | Berijpte schotelkorst                |    | zz  |    | 9         | 11    |                      |        |       |       |
| <i>Lecanora symmicta</i>               | Bolle schotelkorst                   |    | a   |    | 32        | 42    | 15,0                 | 2,1    | -12,8 | 0,000 |
| <i>Lecidella elaeochroma</i>           | Gewoon purperschaaltje               |    | a   |    | 824       | 3554  | 38,3                 | 80,5   | +42,2 | 0,000 |
| <i>Lecidella flavosorediata</i>        | Fijne mosterdkorst                   |    | a   |    | 237       | 542   | 6,8                  | 32,3   | +25,5 | 0,000 |
| <i>Lecidella scabra</i>                | Grijsgroene steenkorst               |    | a   |    | 247       | 538   | 2,3                  | 30,7   | +28,4 | 0,000 |
| <i>Lepraria finkii</i>                 | Gelobde poederkorst                  |    | a   |    | 133       | 396   | 0                    | 15,2   | +15,2 | 0,000 |
| <i>Lepraria incana</i>                 | Gewone poederkorst                   |    | a   | A  | 529       | 2157  | 43,6                 | 64,8   | +21,2 | 0,000 |

| Wetenschappelijke naam              | Nederlandse naam          | RL | Z   | IW | 2023-2024 |       | Trend 1993 - 2023-24 |        |       |       |
|-------------------------------------|---------------------------|----|-----|----|-----------|-------|----------------------|--------|-------|-------|
|                                     |                           |    |     |    | n         | kwant | %93                  | %23-24 | Trend | P     |
| <i>Lepraria rigidula</i>            | Grove poederkorst         |    | a   |    | 105       | 235   | 0                    | 11,5   | +11,5 | 0,000 |
| <i>Lepraria umbricola</i>           | Boomvoetpoederkorst       |    | zz  |    | 6         | 10    | 0                    | 0,6    | +0,6  | 0,083 |
| <i>Lepraria vouauxii</i>            | Bleke poederkorst         |    | z   |    | 7         | 14    | 0                    | 0,8    | +0,8  | 0,045 |
| <i>Marchantiana asserigena</i>      | Dof boomzonnetje          |    | zz  |    | 1         | 2     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Melanelixia glabrata</i>         | Glanzend boomschildmos    |    | a   |    | 152       | 366   | 0,6                  | 16,0   | +15,4 | 0,000 |
| <i>Melanelixia subargentifera</i>   | Behaard schildmos         | GE | zzz |    | 4         | 5     | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Melanelixia subaurifera</i>      | Verstop-schildmos         |    | a   |    | 376       | 1102  | 35,2                 | 38,5   | +3,3  | 0,172 |
| <i>Melanohalea elegantula</i>       | Sierlijk schildmos        |    | a   |    | 85        | 161   | 0,6                  | 9,1    | +8,6  | 0,000 |
| <i>Melanohalea exasperatula</i>     | Lepelschildmos            |    | a   |    | 96        | 207   | 1,8                  | 10,3   | +8,6  | 0,000 |
| <i>Melanohalea laciniatula</i>      | Lobjesschildmos           |    | z   |    | 9         | 13    | 0,2                  | 1,2    | +1,0  | 0,025 |
| <i>Micarea denigrata</i>            | Vulkaanoogje              |    | a   |    | 2         | 2     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Micarea micrococca</i>           | Bosoogje                  |    | z   |    | 20        | 40    | 0                    | 2,1    | +2,1  | 0,001 |
| <i>Micarea microsorediata</i>       | Soredieus oogje           | GE | zzz |    | 33        | 90    | 0                    | 2,9    | +2,9  | 0,000 |
| <i>Micarea nitschkeana</i>          | Takkenoogje               | KW | zzz |    | 2         | 3     | 13,8                 | 0,4    | -13,4 | 0,000 |
| <i>Micarea peliocarpa</i>           | Boomoogje                 |    | zz  |    | 2         | 5     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Micarea prasina</i>              | Houtoogje                 |    | z   |    | 1         | 2     | 0,4                  | 0,2    | -0,2  | 0,564 |
| <i>Micarea viridileprosa</i>        | Groenoogje                |    | z   |    | 37        | 102   | 0                    | 3,5    | +3,5  | 0,000 |
| <i>Naetrocymbe punctiformis</i>     | Gewone stipjes            |    | z   |    | 2         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Normandina pulchella</i>         | Hamsteroortje             |    | a   |    | 175       | 395   | 0                    | 16,5   | +16,5 | 0,000 |
| <i>Ochrolechia androgyna</i>        | Gewone tandpastakorst     | KW | z   |    | 3         | 6     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Ochrolechia microstictoides</i>  | Bostandpastakorst         | BE | zzz | A  | 0         | 0     | 0,2                  | 0      | -0,2  | 0,318 |
| <i>Opegrapha niveoatra</i>          | Klein schriftmos          |    | a   |    | 38        | 125   | 0                    | 3,9    | +3,9  | 0,000 |
| <i>Opegrapha vermicellifera</i>     | Gestippeld schriftmos     |    | a   |    | 6         | 15    |                      |        |       |       |
| <i>Opegrapha vulgata</i>            | Wit schriftmos            |    | z   |    | 11        | 38    |                      |        |       |       |
| <i>Parmelia saxatilis</i>           | Blauwgrijs steenschildmos |    | a   | A  | 8         | 11    | 1,2                  | 1,0    | -0,2  | 0,739 |
| <i>Parmelia sulcata</i>             | Gewoon schildmos          |    | a   |    | 648       | 2377  | 75,7                 | 71,0   | -4,7  | 0,023 |
| <i>Parmelina tiliacea</i>           | Lindeschildmos            |    | z   |    | 17        | 30    | 0                    | 1,8    | +1,8  | 0,003 |
| <i>Parmeliopsis ambigua</i>         | Avocadomos                |    | zz  | A  | 3         | 6     | 0,6                  | 0,6    | 0     | 1,000 |
| <i>Parmotrema perlatum</i>          | Groot schildmos           |    | a   |    | 446       | 1061  | 0                    | 44,4   | +44,4 | 0,000 |
| <i>Parmotrema pseudoreticulatum</i> | Gewimperd schildmos       |    | zz  |    | 7         | 9     | 0                    | 0,8    | +0,8  | 0,045 |
| <i>Pertusaria albescens</i>         | Witte kringkorst          |    | z   |    | 6         | 6     | 0,2                  | 0,8    | +0,6  | 0,179 |
| <i>Pertusaria amara</i>             | Ananaskorst               | KW | z   |    | 0         | 0     | 0,2                  | 0      | -0,2  | 0,318 |
| <i>Pertusaria coccodes</i>          | Bleek speldenkussentje    |    | z   |    | 2         | 2     | 0,2                  | 0,4    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Pertusaria pertusa</i>           | Gewoon speldenkussentje   |    | z   |    | 3         | 5     | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Phaeophyscia endophoenicea</i>   | Lipschaduwmos             |    | zz  |    | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Phaeophyscia nigricans</i>       | Klein schaduwmos          |    | a   | N  | 67        | 130   | 5,8                  | 8,2    | +2,3  | 0,090 |
| <i>Phaeophyscia orbicularis</i>     | Rond schaduwmos           |    | a   | N  | 602       | 2043  | 52,5                 | 56,4   | +3,9  | 0,112 |
| <i>Phlyctis argena</i>              | Lichtvlekje               |    | a   |    | 145       | 239   | 0,4                  | 14,0   | +13,6 | 0,000 |
| <i>Physcia adscendens</i>           | Kapjesvingermos           |    | a   | N  | 887       | 4346  | 79,4                 | 87,7   | +8,4  | 0,000 |
| <i>Physcia aipolia</i>              | Gemarmerd vingermos       | KW | z   |    | 14        | 14    | 0                    | 1,4    | +1,4  | 0,008 |
| <i>Physcia caesia</i>               | Stoeprandvingermos        |    | a   | N  | 418       | 1307  | 46,7                 | 49,6   | +2,9  | 0,210 |
| <i>Physcia clementei</i>            | Isidieus vingermos        |    | a   |    | 169       | 323   | 0                    | 17,1   | +17,1 | 0,000 |
| <i>Physcia dubia</i>                | Bleek vingermos           |    | a   | N  | 157       | 348   | 22,0                 | 20,6   | -1,4  | 0,535 |
| <i>Physcia stellaris</i>            | Groot vingermos           |    | zz  |    | 7         | 7     | 2,7                  | 0,4    | -2,3  | 0,003 |
| <i>Physcia tenella</i>              | Heksenvingermos           |    | a   | N  | 528       | 1920  | 80,0                 | 56,8   | -23,1 | 0,000 |
| <i>Physcia tribacia</i>             | Lobjesvingermos           | GE | zzz |    | 19        | 40    | 0                    | 2,9    | +2,9  | 0,000 |
| <i>Physcia tribacioides</i>         | Witkopvingermos           |    | z   |    | 79        | 135   | 0                    | 9,1    | +9,1  | 0,000 |
| <i>Physcia vitii</i>                | Lipvingermos              |    | zzz |    | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Physciella chloantha</i>         | Zonneklepjesmos           |    | zz  |    | 4         | 8     |                      |        |       |       |
| <i>Physconia distorta</i>           | Fors rijpmos              | KW | zz  |    | 9         | 10    | 0,2                  | 0,6    | +0,4  | 0,317 |
| <i>Physconia enteroxantha</i>       | Donker rijpmos            |    | z   |    | 11        | 22    | 0                    | 1,4    | +1,4  | 0,008 |
| <i>Physconia grisea</i>             | Grauw rijpmos             |    | a   |    | 685       | 2436  | 4,9                  | 71,2   | +66,3 | 0,000 |
| <i>Physconia perisidiosa</i>        | Duinrijpmos               |    | zz  |    | 1         | 2     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Placynthiella dasaea</i>         | Okerbruine veenkorst      |    | z   |    | 7         | 13    | 0                    | 1,0    | +1,0  | 0,025 |
| <i>Placynthiella icmalea</i>        | Bruine veenkorst          |    | a   | A  | 8         | 15    | 15,8                 | 1,4    | -14,4 | 0,000 |
| <i>Platismatia glauca</i>           | Groot boerenkoolmos       | BE | zz  | A  | 0         | 0     | 0,8                  | 0      | -0,8  | 0,045 |
| <i>Pleurosticta acetabulum</i>      | Olijf-schildmos           |    | a   |    | 45        | 81    | 2,9                  | 4,7    | +1,8  | 0,039 |

| Wetenschappelijke naam                | Nederlandse naam            | RL | Z   | IW | 2023-2024 |       | Trend 1993 - 2023-24 |        |       |       |
|---------------------------------------|-----------------------------|----|-----|----|-----------|-------|----------------------|--------|-------|-------|
|                                       |                             |    |     |    | n         | kwant | %93                  | %23-24 | Trend | P     |
| <i>Polycauliona candelaria</i>        | Kroezig dooiermos           |    | a   | N  | 76        | 140   | 38,7                 | 8,9    | -29,8 | 0,000 |
| <i>Polycauliona phlogina</i>          | Boomcitraenkorst            |    | z   | N  | 26        | 71    | 0                    | 0,8    | +0,8  | 0,045 |
| <i>Polycauliona polycarpa</i>         | Klein dooiermos             |    | a   | N  | 215       | 418   | 70,6                 | 21,6   | -49,0 | 0,000 |
| <i>Porina aenea</i>                   | Schors-olievlekje           |    | a   |    | 2         | 4     |                      |        |       |       |
| <i>Porina byssophila</i>              | Rommelig olievlékje         |    | z   |    | 24        | 64    |                      |        |       |       |
| <i>Protoparmelia hypotremella</i>     | Grijze spijkerdrager        | KW | zz  |    | 1         | 3     | 0,8                  | 0,2    | -0,6  | 0,083 |
| <i>Protoparmelia oleagina</i>         | Bruine spijkerdrager        | BE | zz  | A  | 1         | 2     | 0,2                  | 0,2    | 0     | 1,000 |
| <i>Pseudevernia furfuracea</i>        | Purper geweios              | KW | z   | A  | 0         | 0     | 1,9                  | 0      | -1,9  | 0,002 |
| <i>Pseudoschismatomma rufescens</i>   | Verzonken schriftmos        |    | a   |    | 907       | 4403  | 0                    | 90,3   | +90,3 | 0,000 |
| <i>Psilolechia lucida</i>             | UV-mos                      |    | a   |    | 3         | 4     | 0                    | 0,6    | +0,6  | 0,083 |
| <i>Punctelia borrieri</i>             | Witstippelschildmos         |    | a   |    | 515       | 1611  | 1,0                  | 51,8   | +50,8 | 0,000 |
| <i>Punctelia jeckeri*</i>             | Rijpschildmos               |    | a   |    | 380       | 1112  |                      |        |       |       |
| <i>Punctelia reddenda</i>             | Gelobd stippelschildmos     |    | zz  |    | 4         | 8     |                      |        |       |       |
| <i>Punctelia subrudecta*</i>          | Gestippeld schildmos        |    | a   |    | 711       | 2612  |                      |        |       |       |
| <i>Punctelia subrudecta / jeckeri</i> | Gestippeld- / Rijpschildmos |    | a   |    |           |       | 30,5                 | 80,5   | +46,4 | 0,000 |
| <i>Pyrrhospora quernea</i>            | Grove mosterdkorst          |    | a   |    | 21        | 43    | 0,4                  | 2,3    | +1,9  | 0,002 |
| <i>Ramalina canariensis</i>           | Breed takmos                |    | zz  |    | 5         | 9     | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Ramalina farinacea</i>             | Melig takmos                |    | a   |    | 327       | 807   | 18,3                 | 31,5   | +13,2 | 0,000 |
| <i>Ramalina fastigiata</i>            | Trompettakmos               |    | a   |    | 110       | 189   | 6,6                  | 10,1   | +3,5  | 0,012 |
| <i>Ramalina fraxinea</i>              | Groot takmos                | BE | zz  |    | 3         | 4     | 0,2                  | 0,4    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Ramalina lacera</i>                | Waaertakmos                 | BE | zz  |    | 3         | 5     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Rinodina oleae</i>                 | Donkerbruine schotelkorst   |    | a   | N  | 34        | 74    | 0,2                  | 1,0    | +0,8  | 0,102 |
| <i>Rinodina pityrea</i>               | Blauwe mosterdkorst         |    | z   |    | 19        | 51    |                      |        |       |       |
| <i>Rinodina pyrina</i>                | Onopvallende schotelkorst   | VN | zzz |    | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Scoliciosporum gallurae</i>        | Groene spiraalkorst         | GE | zzz |    | 3         | 4     | 0                    | 0,6    | +0,6  | 0,083 |
| <i>Scoliciosporum pruinosum</i>       | Berijpte spiraalkorst       | GE | zzz |    | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Scoliciosporum umbrinum</i>        | Steenspiraalkorst           |    | a   |    | 2         | 3     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Sporodophoron cretaceum</i>        | Witkring                    | GE | zzz |    | 3         | 4     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Strangospora deplanata</i>         | Boommuggenstrontjesmos      |    | zzz |    | 1         | 1     |                      |        |       |       |
| <i>Strangospora pinicola</i>          | Gewoon muggenstrontjesmos   |    | zz  |    | 70        | 169   | 6,2                  | 10,9   | +4,7  | 0,005 |
| <i>Strigula taylorii</i>              | Kalkspikkel                 |    | zz  |    | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Tephromela atra</i>                | Zwarte schotelkorst         |    | a   |    | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Thelenella modesta</i>             | Vals speldenkussentje       | VN | zzz |    | 1         | 3     |                      |        |       |       |
| <i>Trapeliopsis flexuosa</i>          | Blauwe veenkorst            |    | a   |    | 1         | 1     | 3,7                  | 0      | -3,7  | 0,000 |
| <i>Trapeliopsis granulosa</i>         | Lichte veenkorst            |    | a   | A  | 2         | 4     | 0,6                  | 0,2    | -0,4  | 0,317 |
| <i>Trapeliopsis pseudogranulosa</i>   | Groene veenkorst            |    | zz  |    | 1         | 1     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Usnea</i>                          | baardmos spec.              |    | z   | A  | 1         | 1     | 0,4                  | 0      | -0,4  | 0,157 |
| <i>Usnea cornuta</i>                  | Ingesnoerd baardmos         | BE | zzz | A  | 1         | 1     |                      |        |       |       |
| <i>Usnea hirta</i>                    | Bleek baardmos              | BE | zz  | A  | 1         | 1     | 0,4                  | 0      | -0,4  | 0,157 |
| <i>Usnea subfloridana</i>             | Gewoon baardmos             | BE | zz  | A  | 1         | 1     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Xanthomendoza huculica</i>         | Dragonderdooiermos          | GE | zzz |    | 30        | 54    | 0                    | 4,5    | +4,5  | 0,000 |
| <i>Xanthomendoza ulophyllodes</i>     | Ulevellenmos                | GE | zzz |    | 7         | 13    | 0                    | 0,6    | +0,6  | 0,083 |
| <i>Xanthoria calcicola</i>            | Oranje dooiermos            |    | a   | N  | 99        | 167   | 0,2                  | 10,3   | +10,1 | 0,000 |
| <i>Xanthoria parietina</i>            | Groot dooiermos             |    | a   | N  | 885       | 4235  | 60,9                 | 86,4   | +25,5 | 0,000 |

## Bijlage B. Overzicht waargenomen mossen en trends

Overzicht van mossen die in het meetnet zijn waargenomen en trendberekeningen. Zie Bijlage A voor de uitleg van de betekenis van de verschillende kolommen.

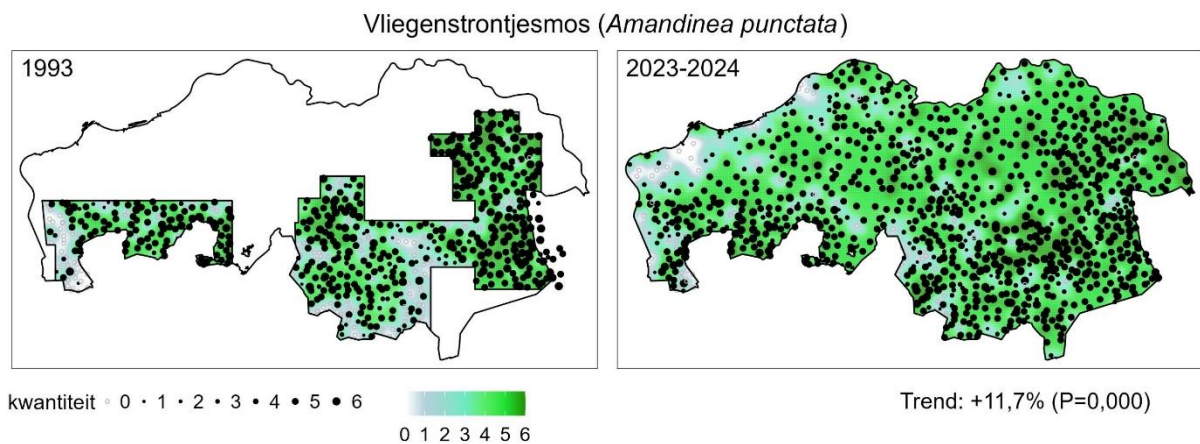
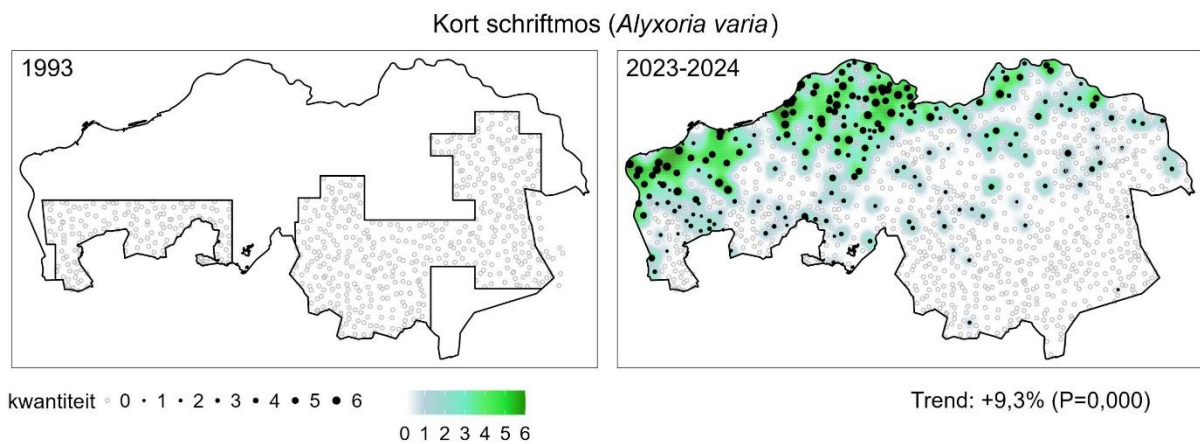
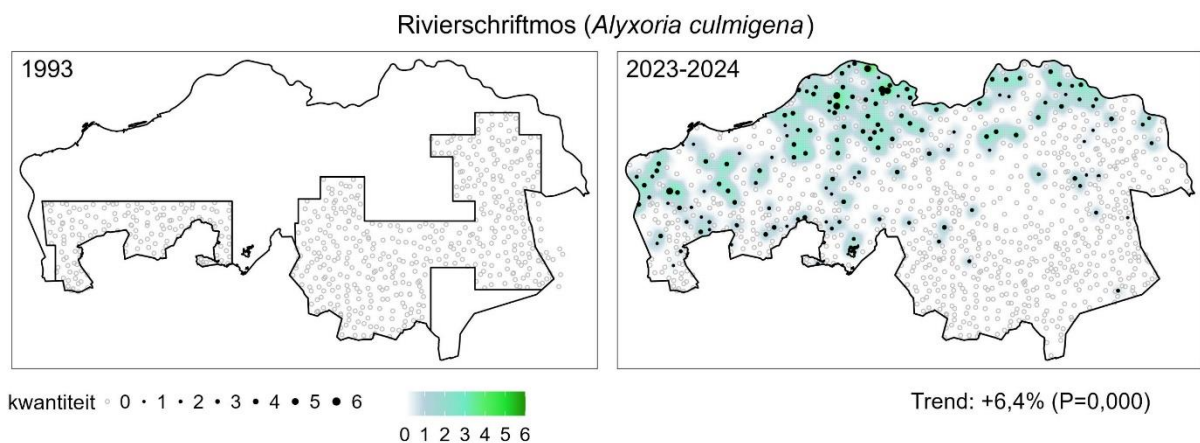
| Wetenschappelijke naam                  | Nederlandse naam       | Z | 2023-2024 |       | Trend 1993 - 2023-24 |        |       |       |
|---|------------------------|---|-----------|-------|----------------------|--------|-------|-------|
|   |                        |   | n         | kwant | %93                  | %23-24 | Trend | P     |
| <i>Amblystegium serpens</i>             | Gewoon pluisdraadmos   | a | 17        | 38    | 0                    | 0,6    | +0,6  | 0,083 |
| <i>Amblystegium varium</i>              | Oeverpluisdraadmos     | a | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Atrichum undulatum</i>               | Groot rimpelmos        | a | 3         | 4     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Aulacomnium androgynum</i>           | Gewoon knopjesmos      | a | 3         | 5     | 2,5                  | 0,6    | -1,9  | 0,007 |
| <i>Barbula unguiculata</i>              | Kleismaragdsteeeltje   | a | 1         | 5     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Brachythecium albicans</i>           | Bleek dikkopmos        | a | 1         | 1     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Brachythecium mildeanum</i>          | Moerasdikkopmos        | a | 1         | 2     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Brachythecium rutabulum</i>          | Gewoon dikkopmos       | a | 254       | 723   | 1,2                  | 16,3   | +15,2 | 0,000 |
| <i>Brachythecium salebrosum</i>         | Glad dikkopmos         | a | 1         | 3     |                      |        |       |       |
| <i>Bryoerythrophyllum recurvirostre</i> | Oranjesteeltje         | a | 1         | 3     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Bryum</i>                            | knikmos spec.          | a | 12        | 24    | 0,4                  | 1,4    | +1,0  | 0,094 |
| <i>Bryum argenteum</i>                  | Zilvermos              | a | 25        | 44    | 2,3                  | 2,5    | +0,2  | 0,819 |
| <i>Bryum capillare</i>                  | Gedraaid knikmos       | a | 126       | 297   | 0                    | 9,3    | +9,3  | 0,000 |
| <i>Bryum dichotomum</i>                 | Grofkorrelknikmos      | a | 6         | 13    | 0                    | 0,8    | +0,8  | 0,045 |
| <i>Calypogeia fissa</i>                 | Moerasbuidelmos        | a | 1         | 1     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Campylopus flexuosus</i>             | Boskronkelsteeltje     | a | 12        | 25    | 9,1                  | 2,1    | -7    | 0,000 |
| <i>Campylopus introflexus</i>           | Grijs kronkelsteeltje  | a | 80        | 177   | 1,9                  | 9,5    | +7,6  | 0,000 |
| <i>Campylopus pyriformis</i>            | Breekblaadje           | a | 11        | 21    | 6,8                  | 1,8    | -5,1  | 0,000 |
| <i>Cephaloziella divaricata</i>         | Gewoon draadmos        | a | 1         | 2     | 0,6                  | 0,2    | -0,4  | 0,317 |
| <i>Ceratodon purpureus</i>              | Gewoon purpersteeltje  | a | 165       | 365   | 15,2                 | 19,8   | +4,7  | 0,044 |
| <i>Cololejeunea minutissima</i>         | Dwergwratjesmos        | a | 3         | 5     | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Cryphaea heteromalla</i>             | Vliermos               | a | 5         | 9     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Dicranella heteromalla</i>           | Gewoon plujsjesmos     | a | 7         | 15    | 0                    | 0,6    | +0,6  | 0,083 |
| <i>Dicranoweisia cirrata</i>            | Gewoon sikkelsterretje | a | 514       | 1479  | 18,3                 | 63,4   | +45,1 | 0,000 |
| <i>Dicranum montanum</i>                | Bossig gaffeltandmos   | a | 22        | 50    | 0,6                  | 2,7    | +2,1  | 0,004 |
| <i>Dicranum scoparium</i>               | Gewoon gaffeltandmos   | a | 15        | 29    | 4,1                  | 2,1    | -1,9  | 0,025 |
| <i>Dicranum tauricum</i>                | Bros gaffeltandmos     | z | 6         | 10    | 0,4                  | 0,8    | +0,4  | 0,318 |
| <i>Eurhynchium striatum</i>             | Geplooid snavelmos     | a | 1         | 3     |                      |        |       |       |
| <i>Frullania dilatata</i>               | Helmroestmos           | a | 165       | 330   | 0                    | 12,5   | +12,4 | 0,000 |
| <i>Grimmia pulvinata</i>                | Gewoon muisjesmos      | a | 396       | 1029  | 0                    | 41,8   | +41,8 | 0,000 |
| <i>Homalia trichomanoides</i>           | Spatelmos              | z | 2         | 6     |                      |        |       |       |
| <i>Homalothecium sericeum</i>           | Gewoon zijdemos        | a | 5         | 10    |                      |        |       |       |
| <i>Hypnum cupressiforme</i>             | Gesnaveld klauwtjesmos | a | 892       | 4273  | 28,6                 | 94,6   | +66,0 | 0,000 |
| <i>Hypnum jutlandicum</i>               | Heideklauwtjesmos      | a | 5         | 11    | 0                    | 1,0    | +1,0  | 0,025 |
| <i>Isothecium alopecuroides</i>         | Recht palmpjesmos      | z | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Isothecium myosuroides</i>           | Knikkend palmpjesmos   | a | 2         | 3     | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Kindbergia praelonga</i>             | Fijn laddermos         | a | 74        | 182   | 1,8                  | 5,6    | +3,9  | 0,001 |
| <i>Lepidozia reptans</i>                | Neptunusmos            | z | 0         | 0     | 0,4                  | 0,0    | -0,4  | 0,157 |
| <i>Leskea polycarpa</i>                 | Uiterwaardmos          | a | 6         | 20    |                      |        |       |       |
| <i>Leucobryum glaucum</i>               | Kussentjesmos          | a | 0         | 0     | 1,0                  | 0,0    | -1    | 0,025 |
| <i>Lophocolea heterophylla</i>          | Gedrongen kantmos      | a | 16        | 26    | 11,3                 | 2,1    | -9,1  | 0,000 |
| <i>Lophocolea semiteres</i>             | Gaaf kantmos           | a | 18        | 56    | 0                    | 2,7    | +2,7  | 0,000 |
| <i>Metzgeria furcata</i>                | Bleek boomvorkje       | a | 21        | 25    | 0                    | 1,6    | +1,6  | 0,005 |
| <i>Mnium hornum</i>                     | Gewoon sterrenmos      | a | 40        | 105   | 3,3                  | 4,7    | +1,4  | 0,052 |
| <i>Orthodontium lineare</i>             | Geelsteeltje           | a | 18        | 44    | 10,3                 | 2,5    | -7,8  | 0,000 |
| <i>Orthotrichum affine</i>              | Gewone haarmuts        | a | 665       | 2363  | 4,3                  | 63,0   | +58,8 | 0,000 |
| <i>Orthotrichum anomalum</i>            | Gesteelde haarmuts     | a | 7         | 11    | 0                    | 0,8    | +0,8  | 0,045 |
| <i>Orthotrichum diaphanum</i>           | Grijze haarmuts        | a | 322       | 816   | 0                    | 25,9   | +25,9 | 0,000 |
| <i>Orthotrichum lyellii</i>             | Broedhaarmuts          | a | 288       | 698   | 0                    | 29,0   | +29,0 | 0,000 |



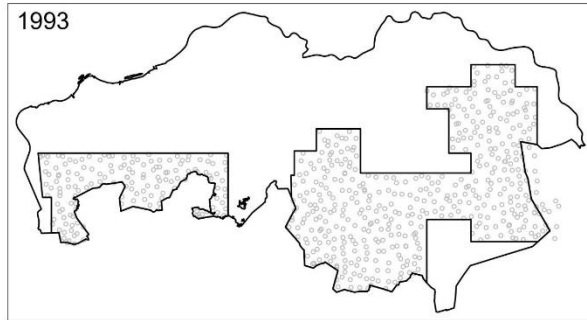
| Wetenschappelijke naam              | Nederlandse naam         | Z  | 2023-2024 |       | Trend 1993 - 2023-24 |        |       |       |
|-------------------------------------|--------------------------|----|-----------|-------|----------------------|--------|-------|-------|
|                                     |                          |    | n         | kwant | %93                  | %23-24 | Trend | P     |
| <i>Orthotrichum pulchellum</i>      | Gekroesde haarmuts       | a  | 7         | 12    |                      |        |       |       |
| <i>Orthotrichum pumilum</i>         | Dwerghaarmuts            | zz | 1         | 1     |                      |        |       |       |
| <i>Orthotrichum speciosum</i>       | Ruige haarmuts           | z  | 3         | 5     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Orthotrichum striatum</i>        | Gladde haarmuts          | a  | 63        | 104   | 0                    | 3,5    | +3,5  | 0,000 |
| <i>Orthotrichum tenellum</i>        | Slanke haarmuts          | a  | 11        | 20    | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Plagiomnium affine</i>           | Rond boogsterrenmos      | a  | 1         | 1     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Plagiothecium laetum</i>         | Krom platmos             | a  | 5         | 12    | 0,8                  | 1,0    | +0,2  | 0,738 |
| <i>Platygyrium repens</i>           | Kwastjesmos              | z  | 2         | 3     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Pohlia nutans</i>                | Gewoon peermos           | a  | 1         | 1     | 0,2                  | 0,2    | 0     | 1,000 |
| <i>Polytrichum formosum</i>         | Fraai haarmos            | a  | 16        | 34    | 0,2                  | 2,1    | +1,9  | 0,002 |
| <i>Pseudoscleropodium purum</i>     | Groot laddermos          | a  | 2         | 5     | 0,2                  | 0,0    | -0,2  | 0,318 |
| <i>Ptilidium ciliare</i>            | Heidefranjemos           | zz | 0         | 0     | 0,2                  | 0,0    | -0,2  | 0,318 |
| <i>Radula complanata</i>            | Gewoon schijfjesmos      | a  | 8         | 9     | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Rhynchostegium confertum</i>     | Boomsnavelmos            | a  | 40        | 104   | 0                    | 0,8    | +0,8  | 0,045 |
| <i>Rhynchostegium megapolitanum</i> | Duinsnavelmos            | z  | 1         | 2     |                      |        |       |       |
| <i>Schistidium crassipilum</i>      | Muurachterlichtmos       | a  | 3         | 5     | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Syntrichia laevipila</i>         | Boomsterretje            | a  | 29        | 44    | 0                    | 1,6    | +1,6  | 0,005 |
| <i>Syntrichia latifolia</i>         | Riviersterretje          | z  | 2         | 3     |                      |        |       |       |
| <i>Syntrichia papillosa</i>         | Knikkersterretje         | a  | 329       | 910   | 0                    | 27,8   | +27,8 | 0,000 |
| <i>Syntrichia ruralis</i>           | Duinsterretje            | a  | 16        | 30    | 0                    | 1,8    | +1,8  | 0,003 |
| <i>Syntrichia virescens</i>         | Uitgerand zodersterretje | a  | 19        | 39    | 0                    | 2,1    | +2,1  | 0,001 |
| <i>Tetraphis pellucida</i>          | Viertandmos              | a  | 3         | 4     | 1,2                  | 0,6    | -0,6  | 0,257 |
| <i>Tortula muralis</i>              | Gewoon muursterretje     | a  | 19        | 32    | 0                    | 1,2    | +1,2  | 0,014 |
| <i>Ulota</i>                        | kroesmos spec.           | a  | 85        | 146   | 0                    | 8,2    | +8,2  | 0,000 |
| <i>Ulota bruchii</i>                | Knotskroesmos            | a  | 7         | 14    |                      |        |       |       |
| <i>Ulota crispa</i>                 | Trompetkroesmos          | a  | 1         | 3     |                      |        |       |       |
| <i>Ulota phyllantha</i>             | Broedkroesmos            | a  | 7         | 7     | 0                    | 0,4    | +0,4  | 0,157 |
| <i>Zygodon conoideus</i>            | Staaftjesiepenmos        | a  | 8         | 20    | 0                    | 0,2    | +0,2  | 0,318 |
| <i>Zygodon viridissimus</i>         | Echt iepenmos            | a  | 4         | 12    |                      |        |       |       |

## Bijlage C. Soortkaarten korstmossen

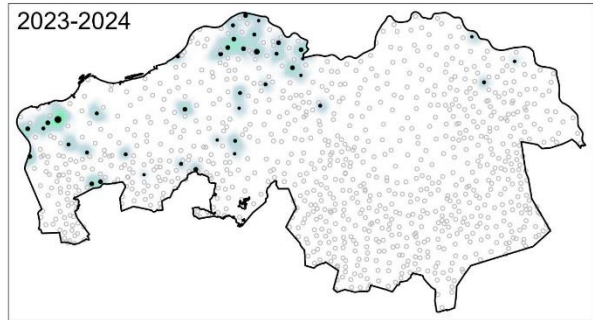
Soortkaarten worden alleen gegeven voor de meetrondes 1993 en 2023-2024, en alleen voor soorten die in deze meetronden samen minimaal 10 keer zijn waargenomen. De kwantiteit is tussen meetpunten geïnterpoleerd op dezelfde manier als gedaan is voor graadmeters (zie 2.5.2). De trend geeft het verschil in presentie weer voor 514 meetpunten die zowel in 1993 als in 2023-2024 onderzocht zijn, en is overgenomen uit Bijlage A (zie toelichting bij Bijlage A voor hoe de trend berekend is).



Stinzenkorst (*Anisomeridium biforme*)

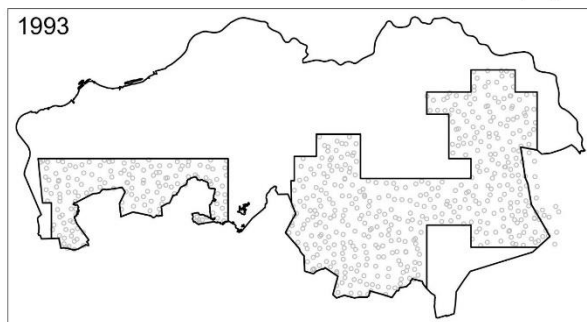


kwantiteit 0 · 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6

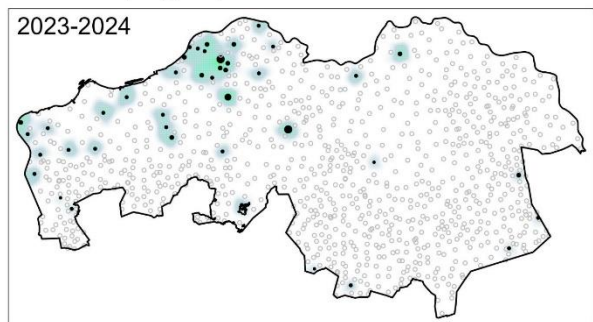


Trend: +1,0% (P=0,025)

Schoorsteentje (*Anisomeridium polypori*)

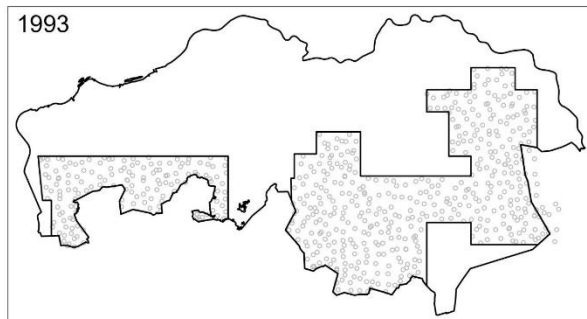


kwantiteit 0 · 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6

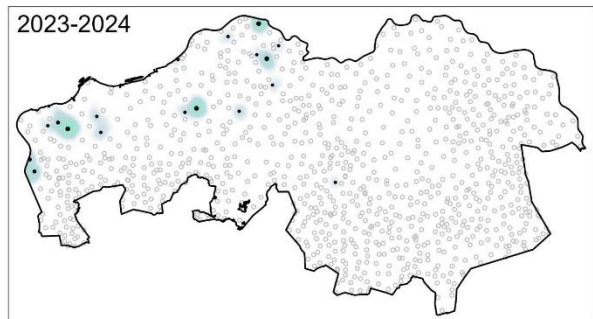


Trend: +1,0% (P=0,025)

Zwart schriftmos (*Arthonia atra*)

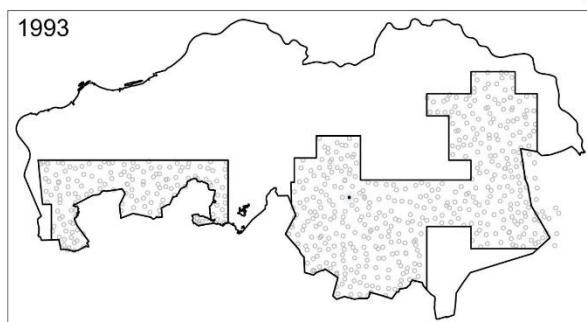


kwantiteit 0 · 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6

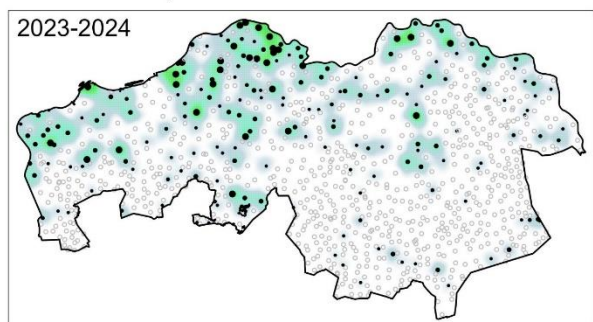


Trend: +0,2% (P=0,318)

Amoebekorst (*Arthonia radiata*)

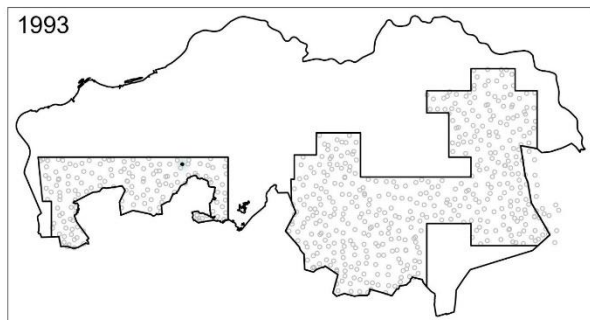


kwantiteit 0 · 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6



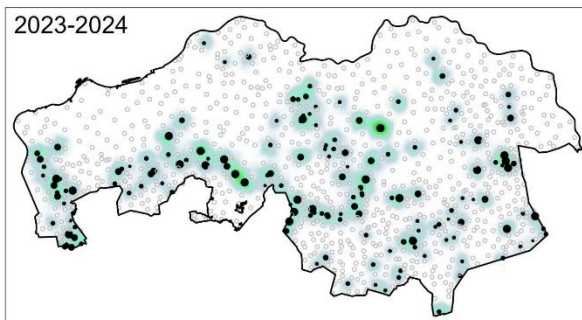
Trend: +6,8% (P=0,000)

### Inktpatkorst (*Arthonia spadicea*)



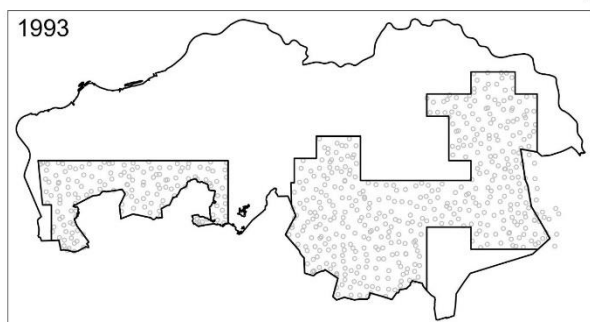
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6



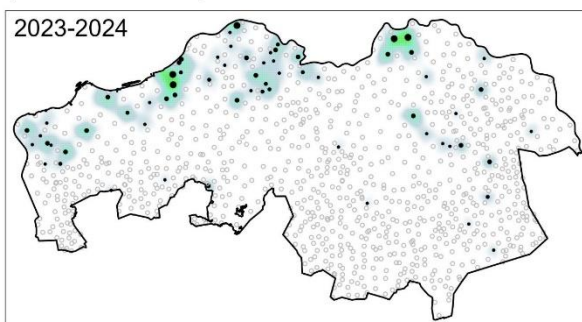
Trend: +18,9% (P=0,000)

### Klein boomzonnetje (*Athallia cerinella*)



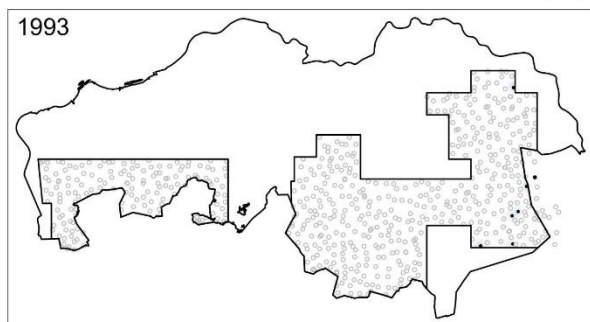
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6



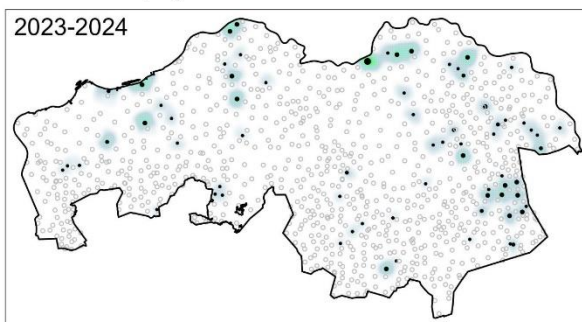
Trend: +2,5% (P=0,000)

### Muurzonnetje (*Athallia holocarpa*)



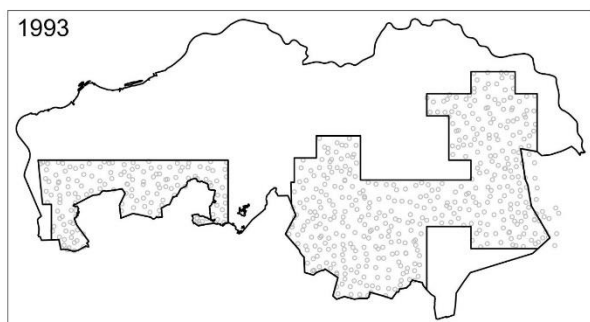
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6



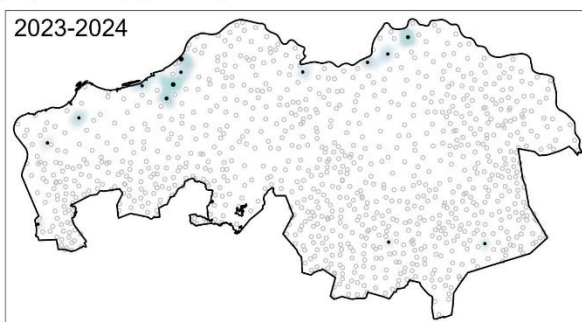
Trend: +6,4% (P=0,000)

### Gewoon boomzonnetje (*Athallia pyracea*)



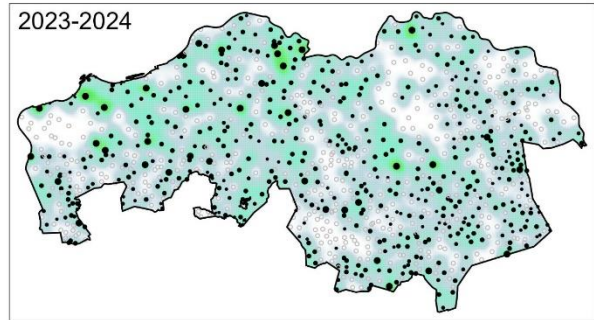
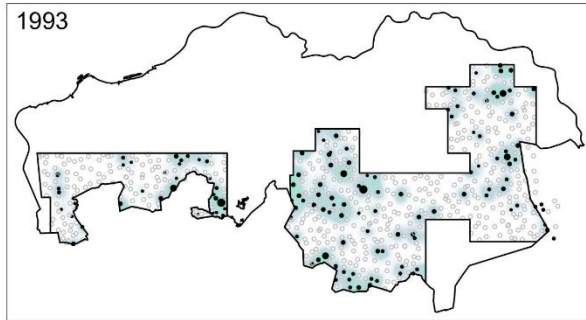
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6



Trend: +0,4% (P=0,157)

Fijne- / Boomvoetknoopjeskorst (*Bacidina adastra / sulphurella*)

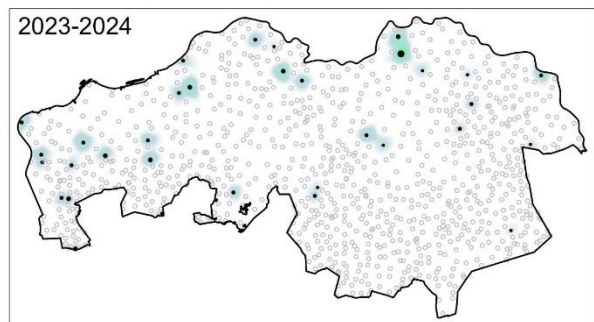
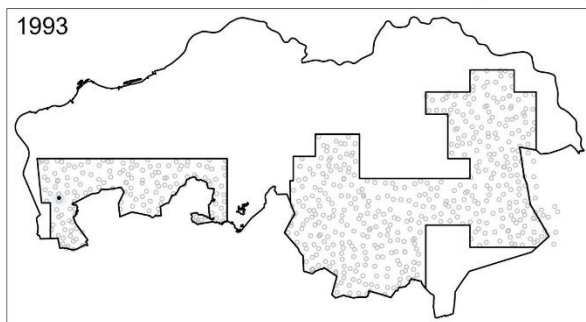


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +29,1% (P=0,000)

Nieuwe knoopjeskorst (*Bacidina neosquamulosa*)

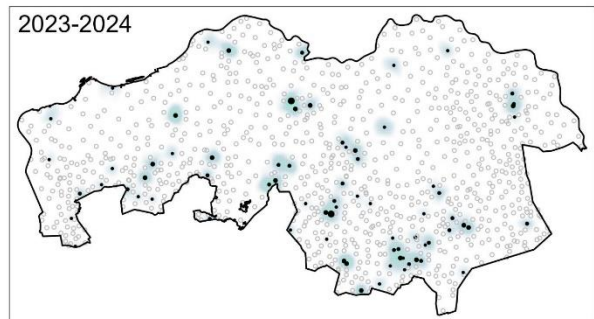
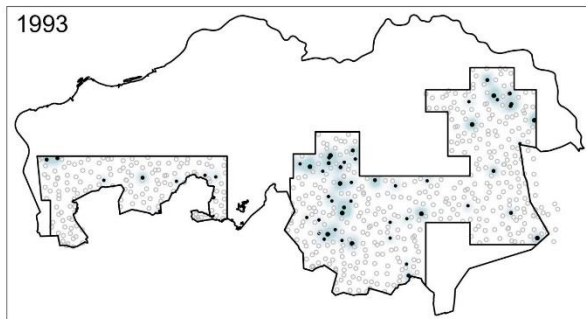


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +1,9% (P=0,002)

Grijsgroene stofkorst (*Buellia griseovirens*)

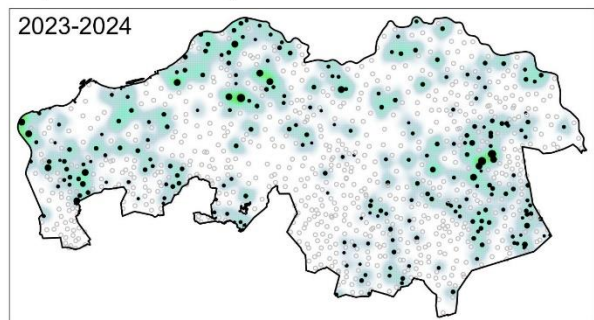
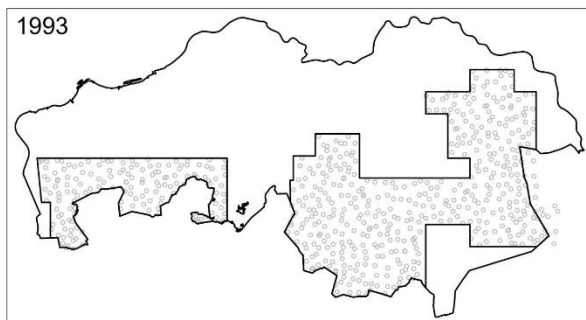


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: -1,9% (P=0,212)

Gewone kraterkorst (*Caloplaca obscurella*)

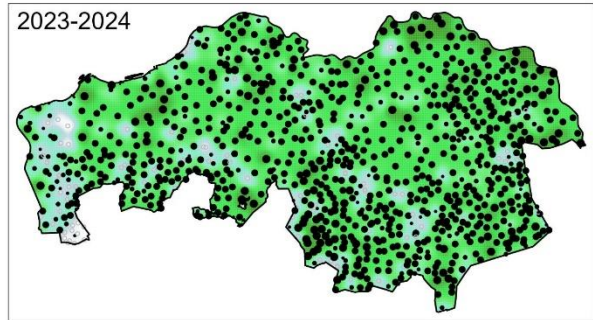
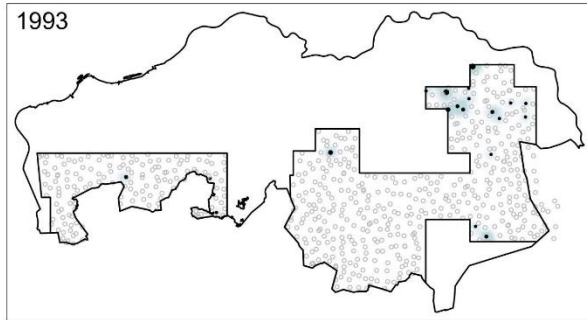


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +24,7% (P=0,000)

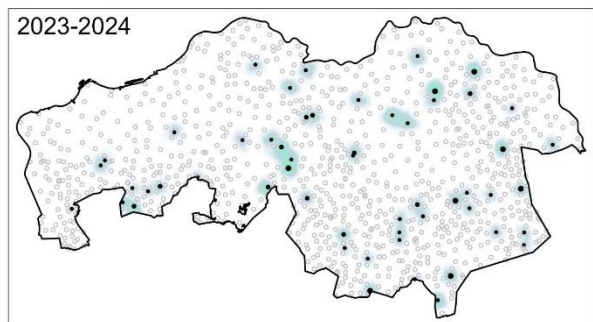
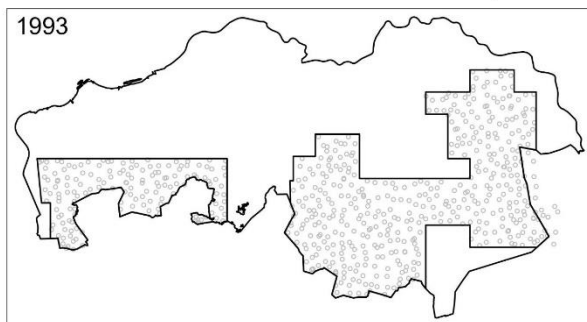
Vals dooiermos (*Candelaria concolor*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +84,8% (P=0,000)

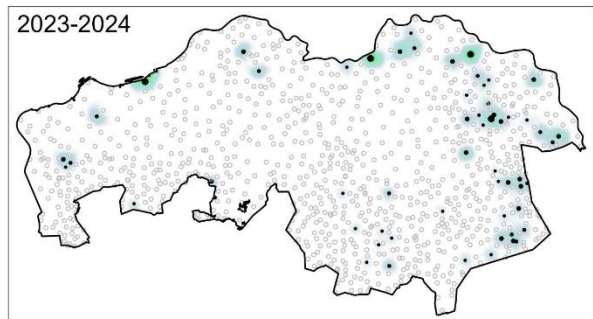
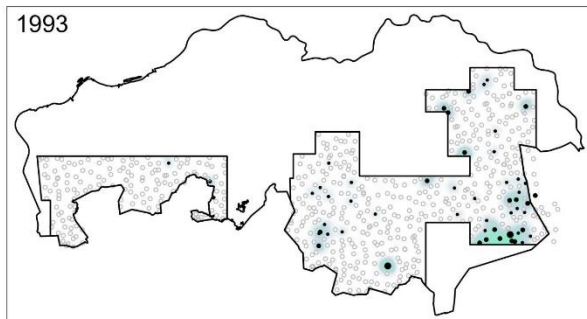
(*Candelaria pacifica*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +6,6% (P=0,000)

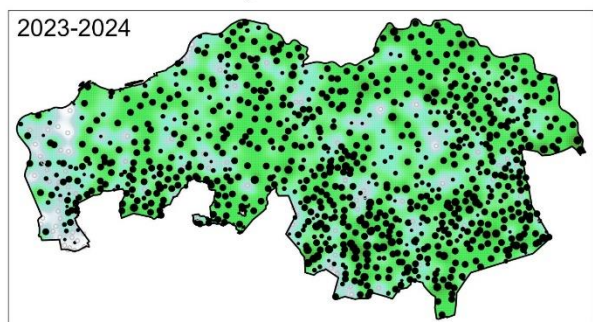
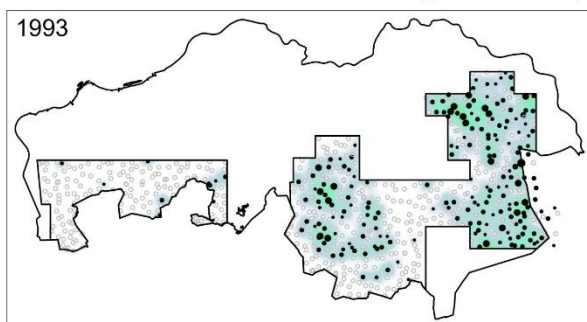
Kleine geelkorst (*Candelariella aurella*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: -1,4% (P=0,354)

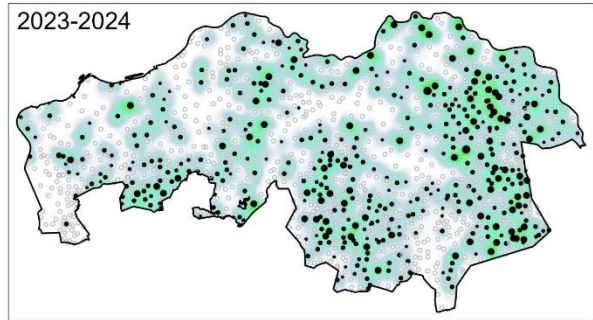
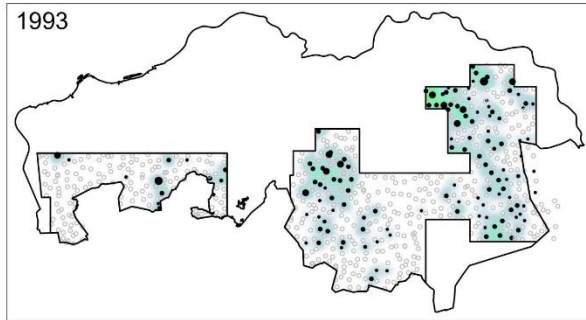
Poedergeelkorst s.l. (*Candelariella reflexa* s.l.)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +52,5% (P=0,000)

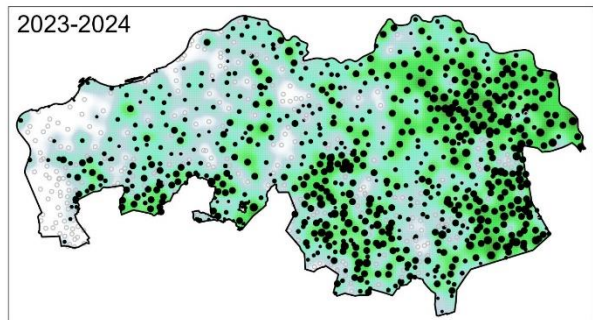
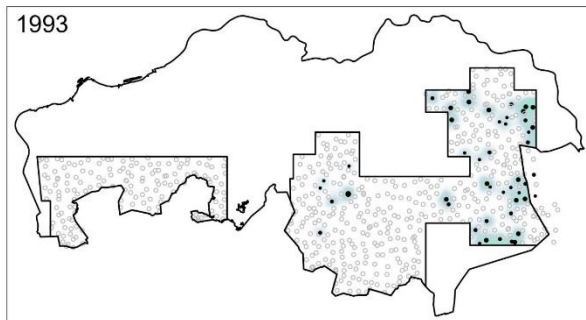
Grove geelkorst (*Candelariella vitellina*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +32,5% (P=0,000)

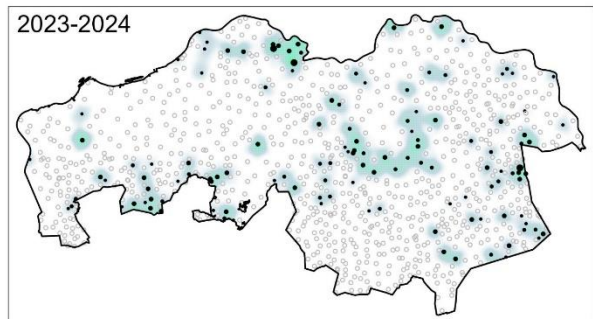
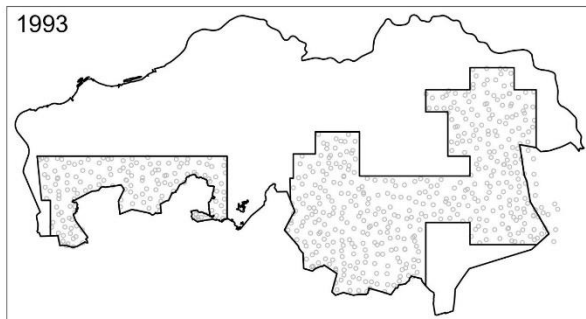
Fijne geelkorst (*Candelariella xanthostigma*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +66,7% (P=0,000)

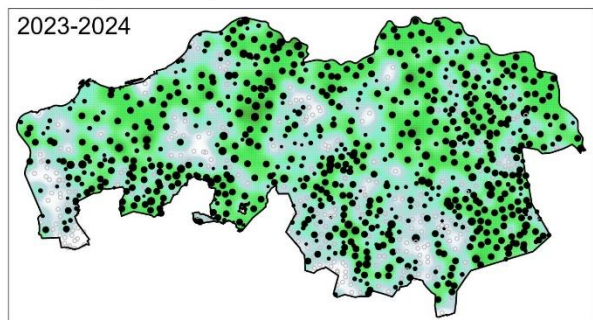
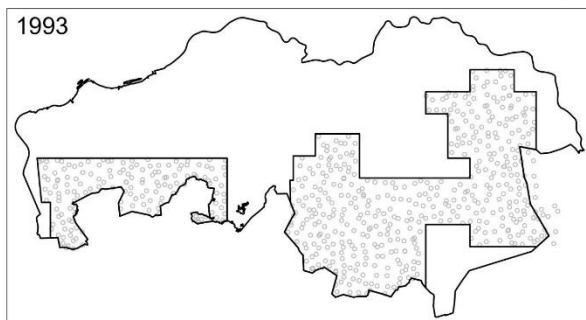
Steriele rookkorst (*Catillaria fungoides*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +12,4% (P=0,000)

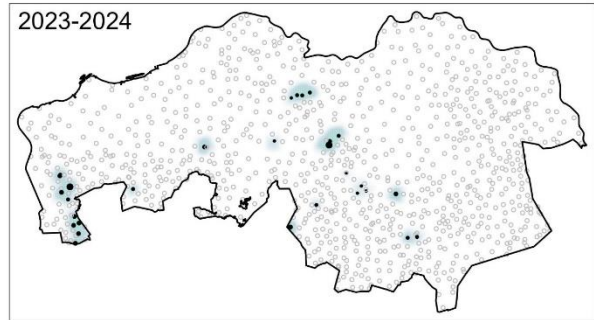
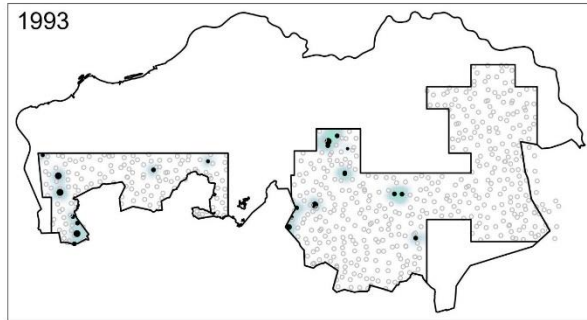
Boomrookkorst (*Catillaria nigroclavata*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

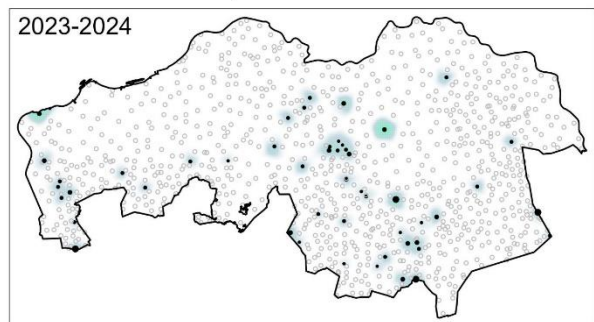
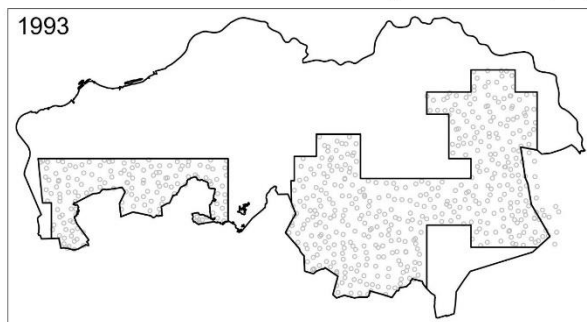
Trend: +71,2% (P=0,000)

Roestbruin schorssteeltje (*Chaenotheca ferruginea*)



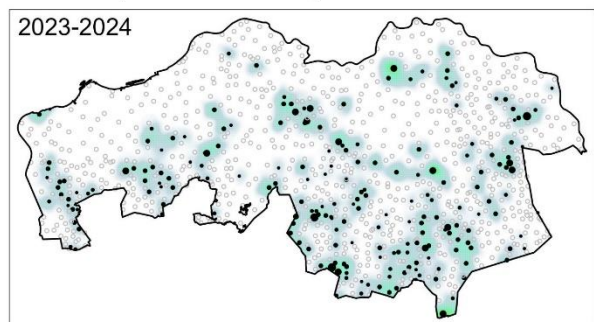
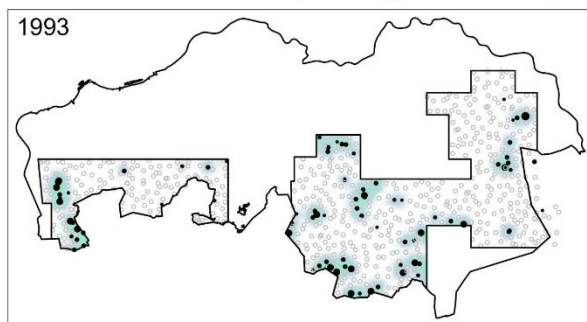
Trend: -0,2% (P=0,796)

Grijs schorssteeltje (*Chaenotheca trichialis*)



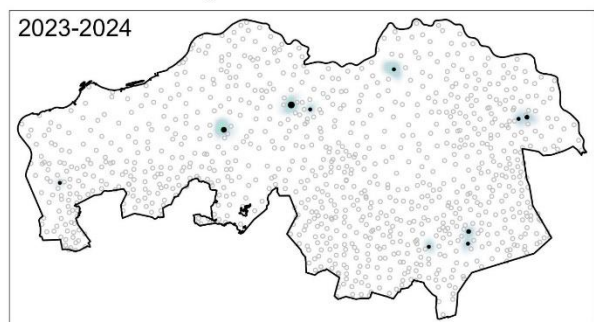
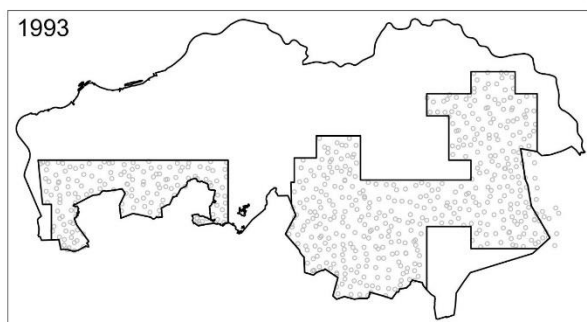
Trend: +6,4% (P=0,000)

Fijn- / Kopjesbekermos (*Cladonia chlorophaea / fimbriata*)



Trend: +12,3% (P=0,000)

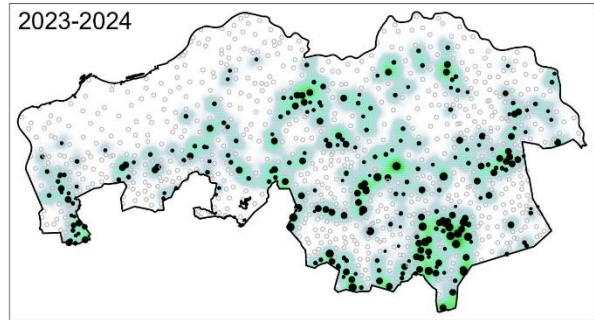
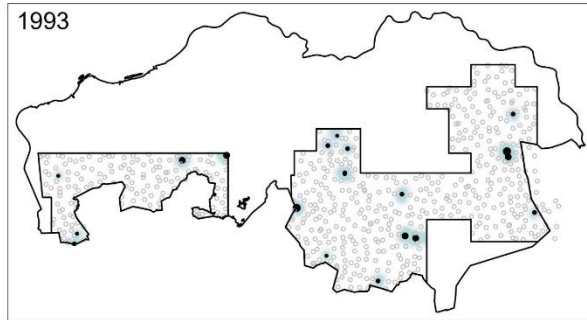
Dove heidelucifer (*Cladonia macilenta*)



Trend: +0,6% (P=0,083)



Valse knoopjeskorst (*Coenogonium pineti*)

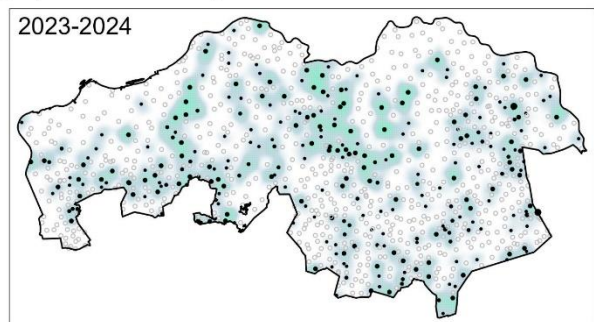
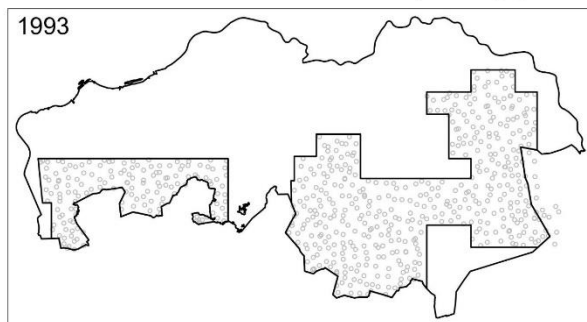


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +25,5% (P=0,000)

Purperkring (*Dendrographa decolorans*)

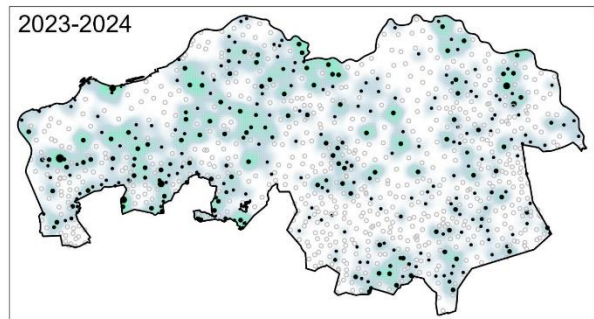
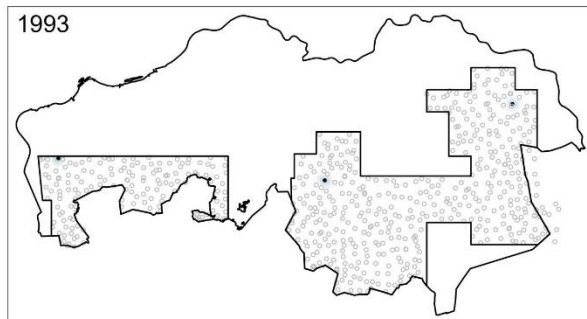


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +28,0% (P=0,000)

Kauwgommos (*Diploicia canescens*)

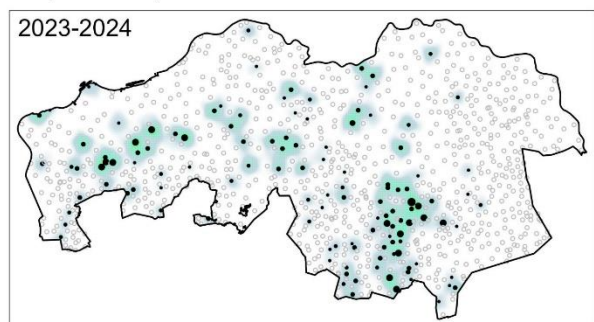
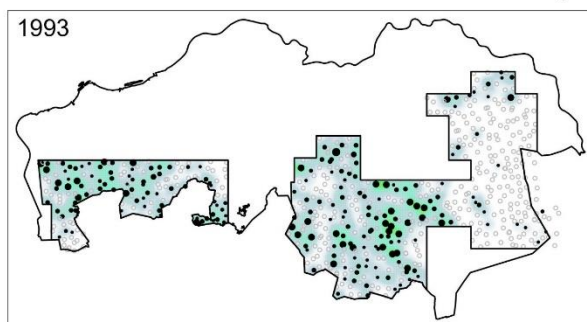


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +30,7% (P=0,000)

Eikenmos (*Evernia prunastri*)

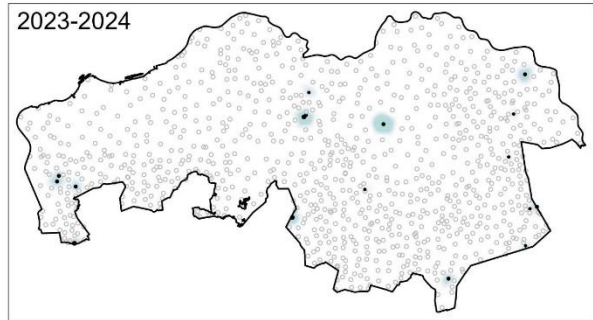
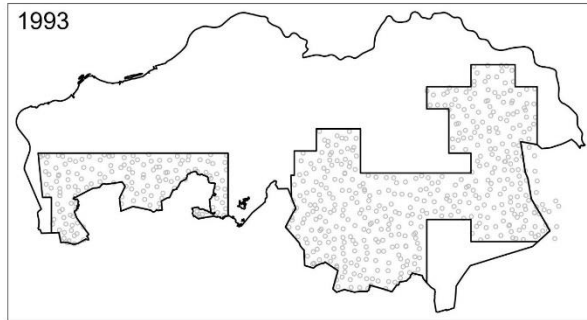


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



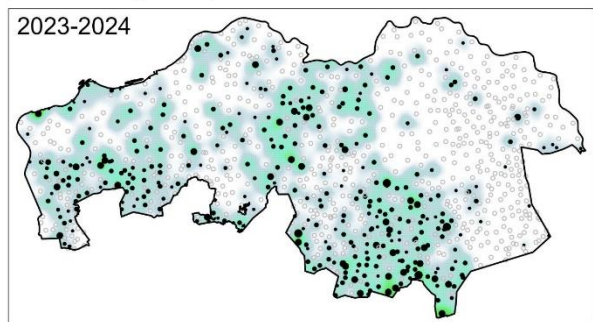
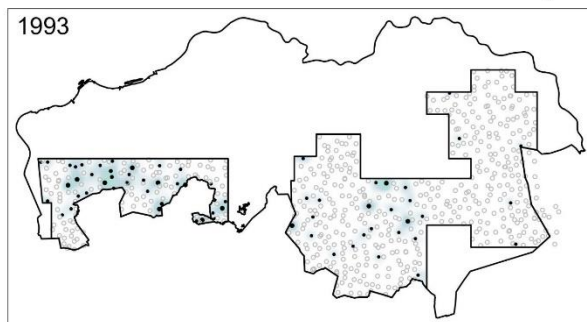
Trend: -22,6% (P=0,000)

Gewone druppelkorst (*Fellhanera viridisorediata*)



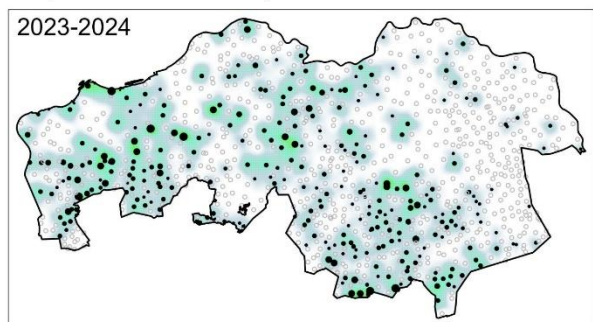
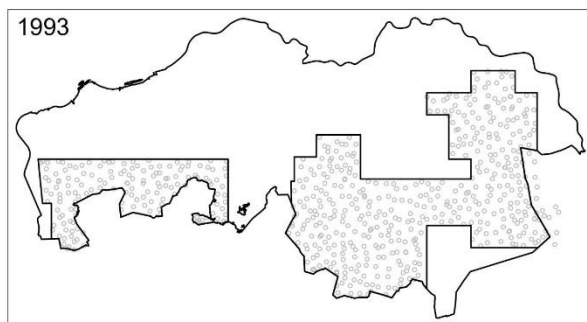
Trend: +1,6% (P=0,004)

Bosschildmos (*Flavoparmelia caperata*)



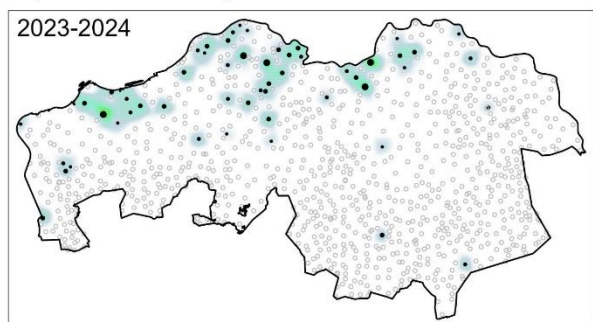
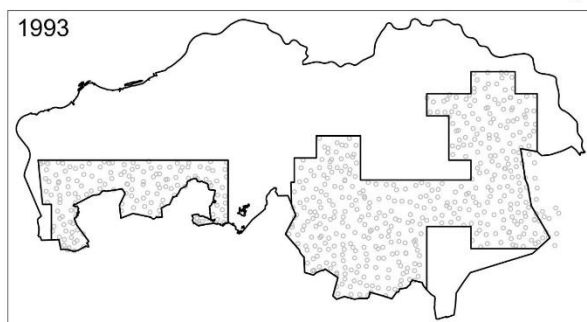
Trend: +26,8% (P=0,000)

Groen boomschildmos (*Flavoparmelia soredians*)



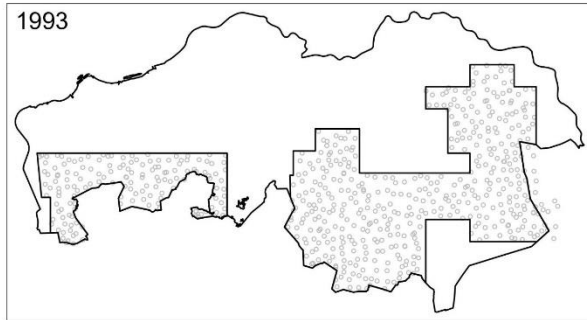
Trend: +31,5% (P=0,000)

Valse citroenkorst (*Flavoplaca flavocitrina*)



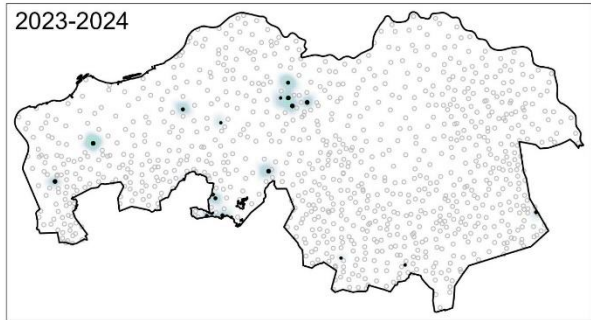
Trend: +0,8% (P=0,045)

Groene suikerkorst (*Fuscidea pusilla*)



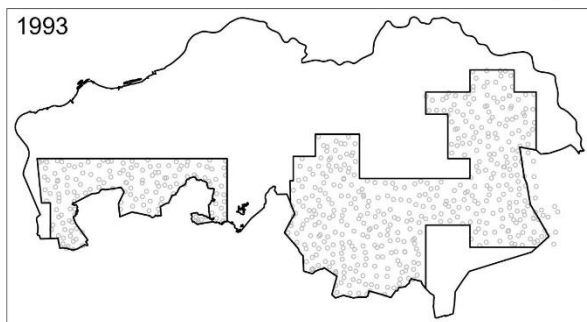
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6



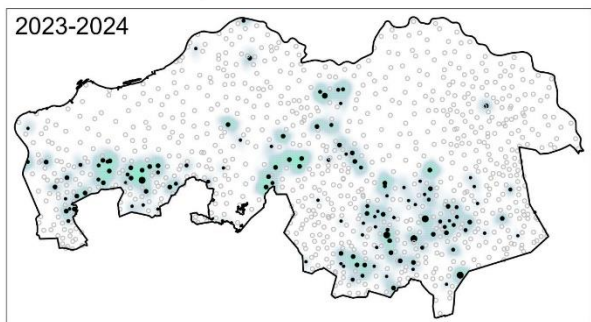
Trend: +1,0% (P=0,025)

Porseleinkorst (*Halecania viridescens*)



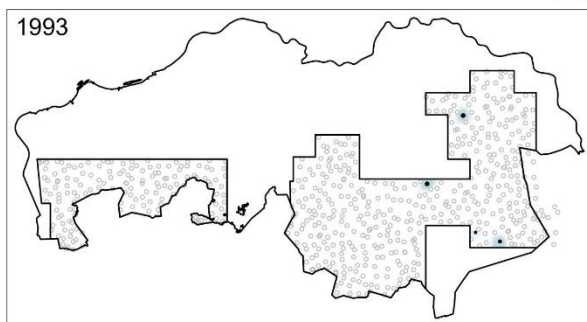
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6



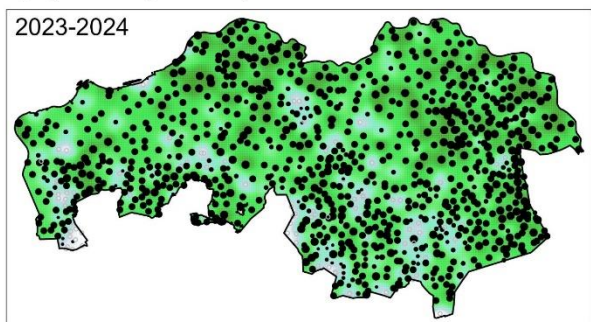
Trend: +18,1% (P=0,000)

Dun schaduwmos (*Hyperphyscia adglutinata*)



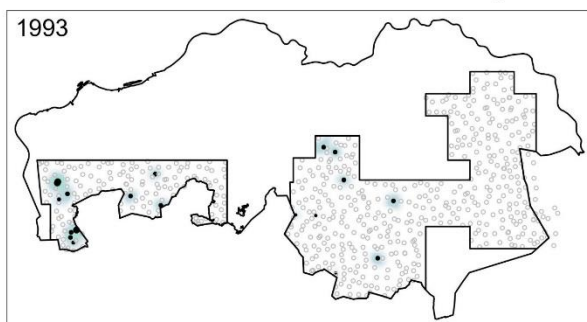
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6



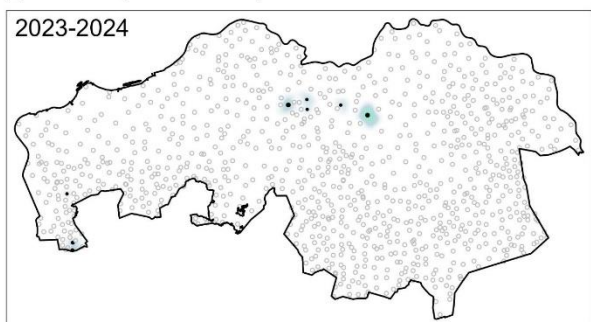
Trend: +87,5% (P=0,000)

Gewoon schubjesmos (*Hypocenomyce scalaris*)



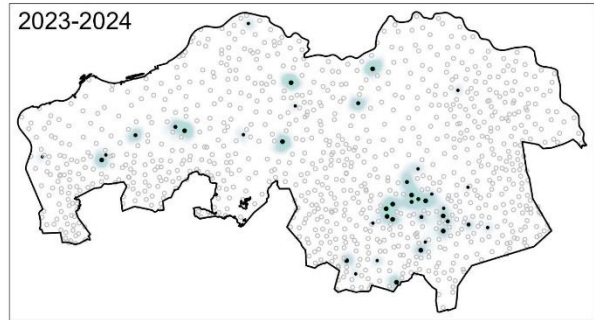
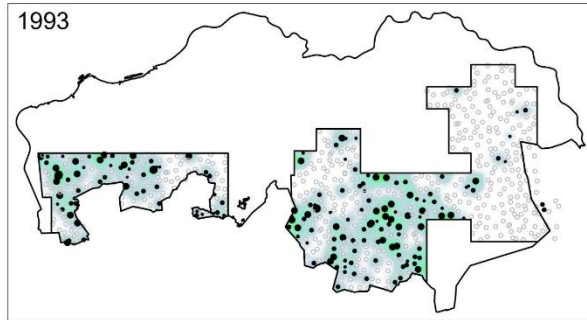
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6



Trend: -3,3% (P=0,000)

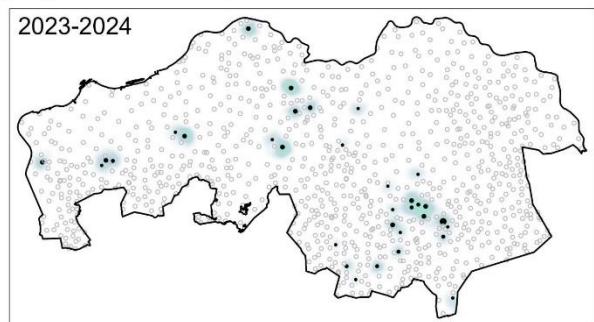
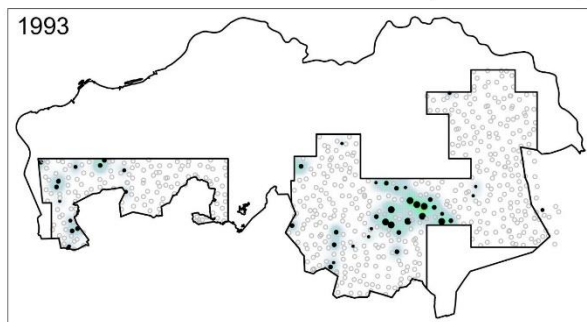
Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: -23,0% (P=0,000)

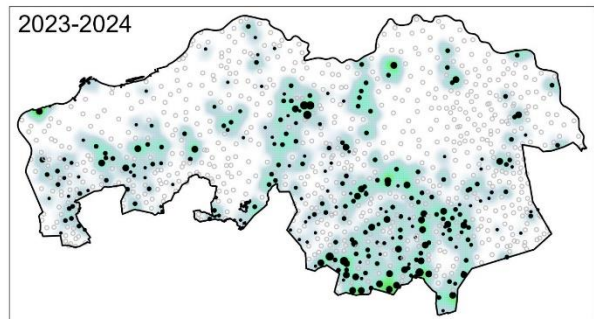
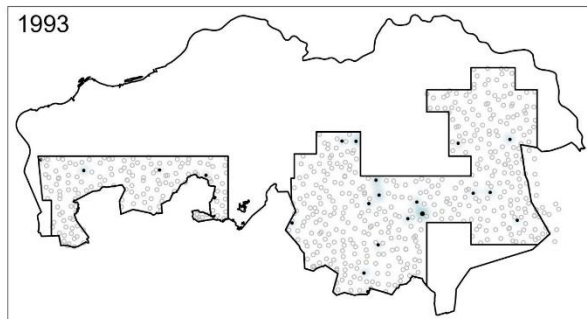
Witkopschorsmos (*Hypogymnia tubulosa*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: -5,1% (P=0,000)

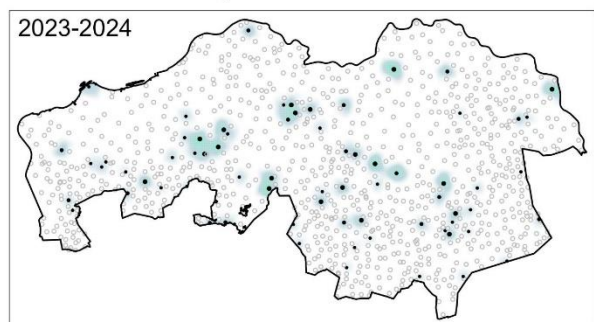
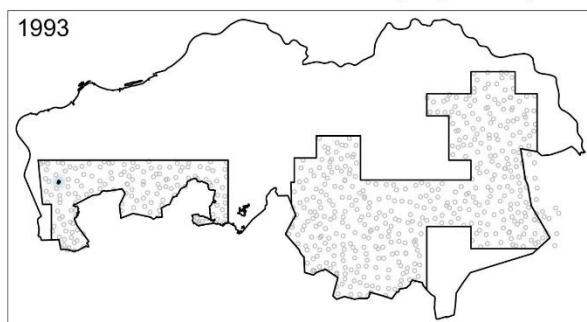
Gebogen schildmos s.l. (*Hypotrachyna revoluta* s.l.)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +26,5% (P=0,000)

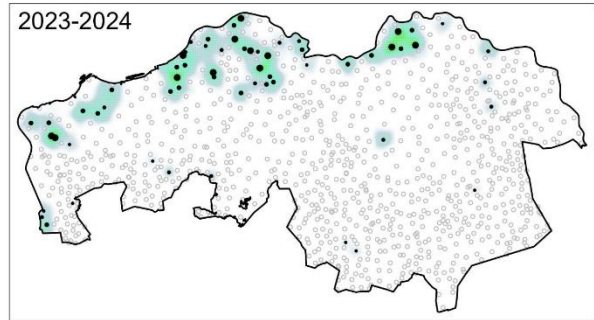
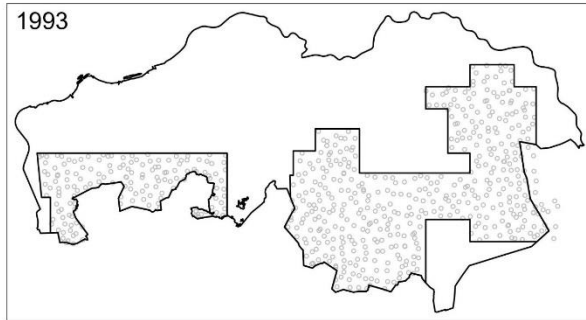
Aspergekorst (*Jamesiella anastomosans*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +5,8% (P=0,000)

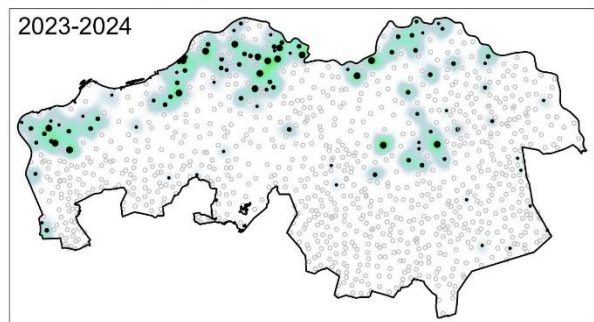
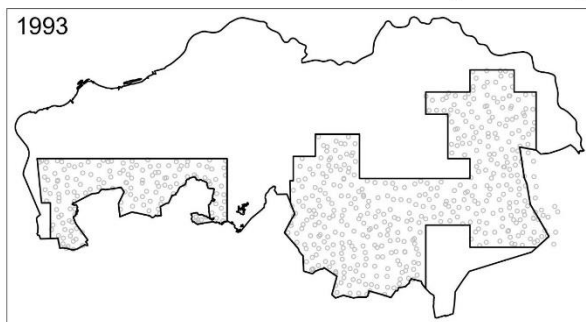
Boomglimschotelkje (*Lecania cyrtella*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +1,6% (P=0,004)

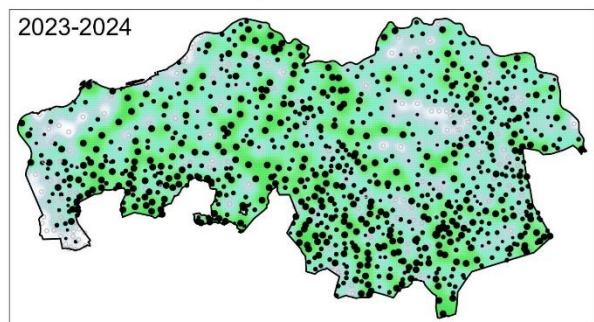
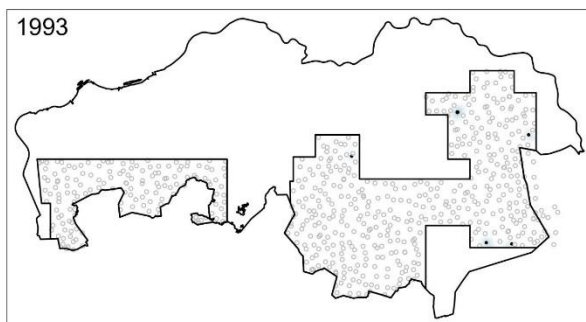
Rookglimschotelkje (*Lecania naegelii*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +2,3% (P=0,000)

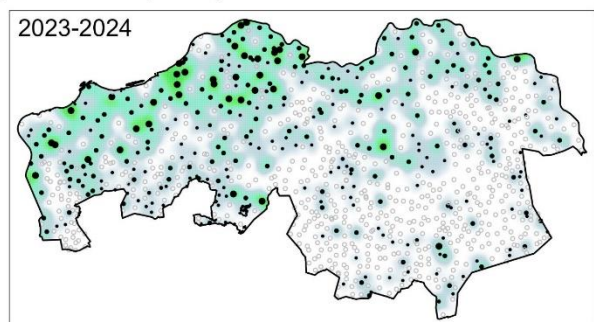
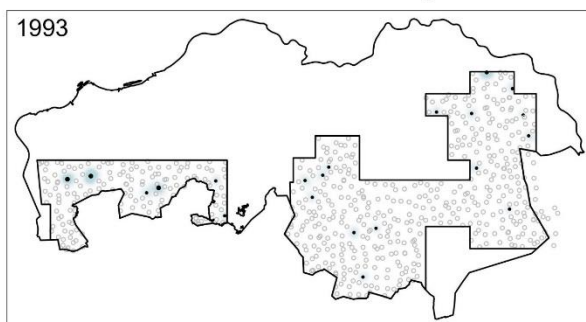
Ammoniakschotelkorst (*Lecanora barkmaniana*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +84,0% (P=0,000)

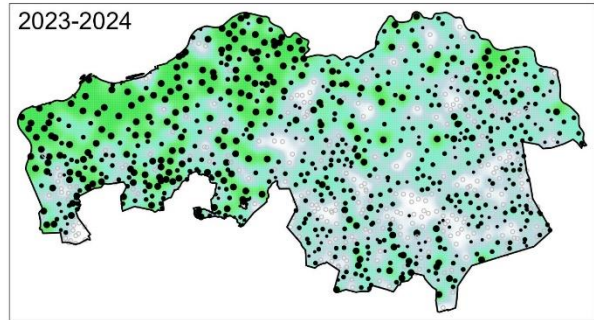
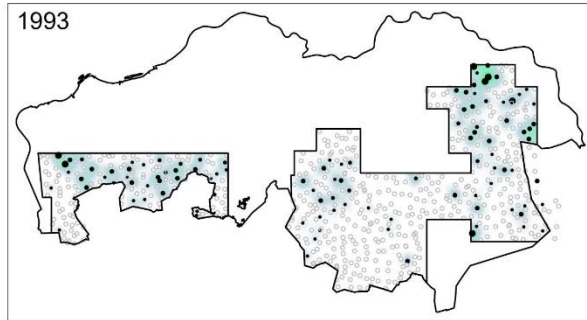
Melige schotelkorst (*Lecanora carpinea*)



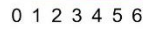
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +16,3% (P=0,000)

Witte schotelkorst (*Lecanora chlarotera*)

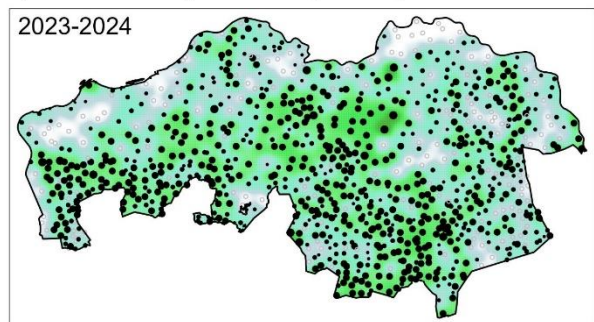
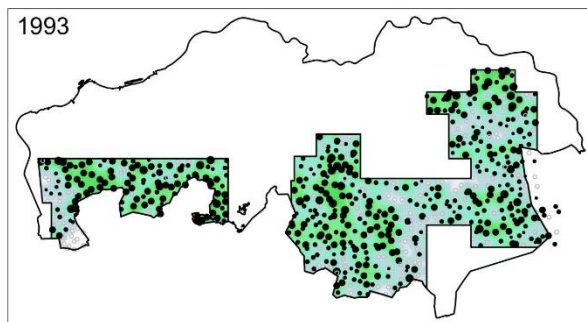


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +48,1% (P=0,000)

Miskende- / Bleekgroene schotelkorst (*Lecanora compallens / expallens*)

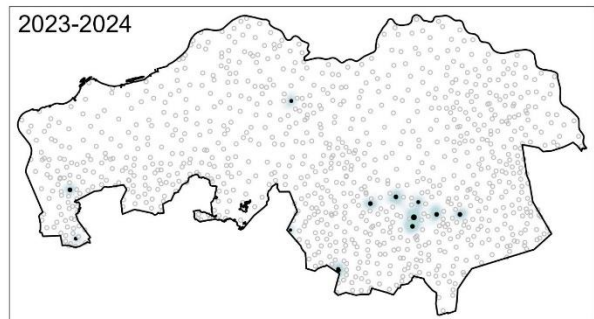
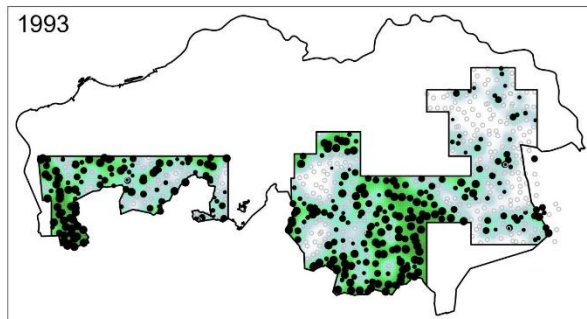


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +8,1% (P=0,000)

Groene schotelkorst (*Lecanora conizaeoides*)

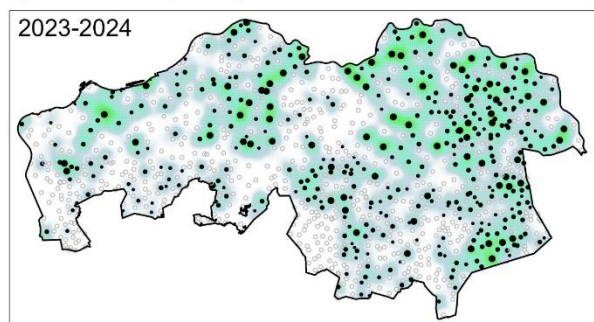
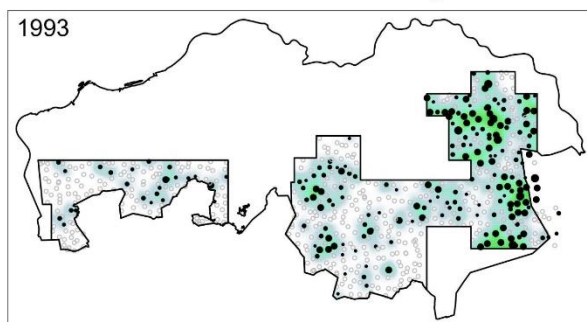


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

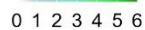


Trend: -53,1% (P=0,000)

Verborgen schotelkorst (*Lecanora dispersa*)

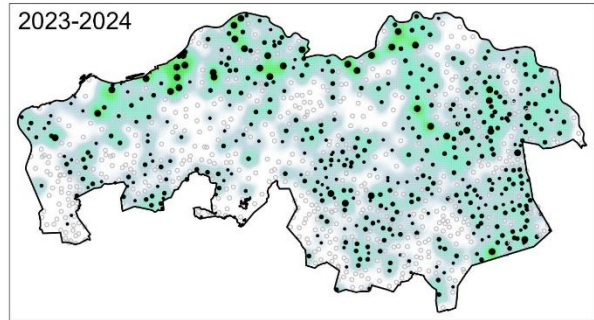
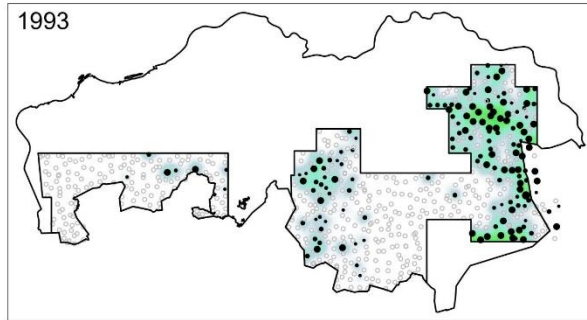


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +7,4% (P=0,002)

Kleine schotelkorst (*Lecanora hagenii*)

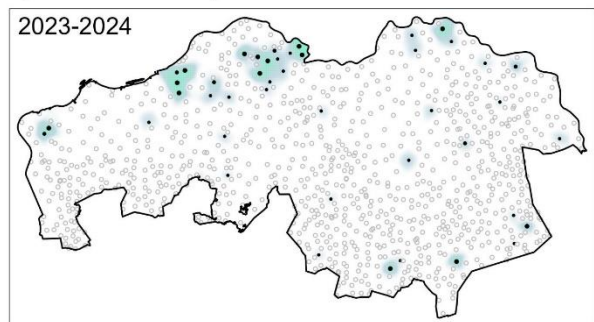
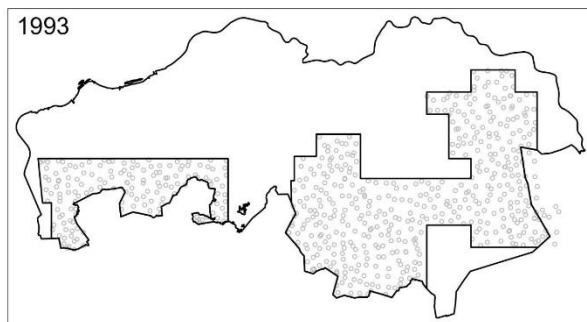


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +18,7% (P=0,000)

Donkere schotelkorst (*Lecanora horiza*)

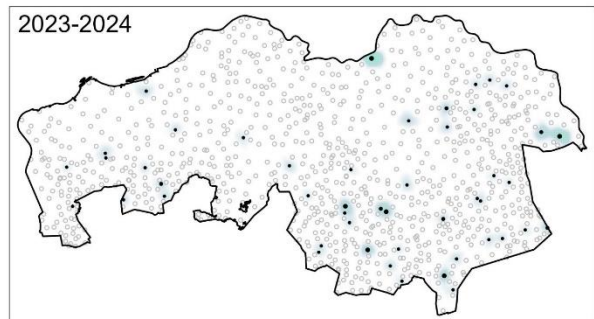
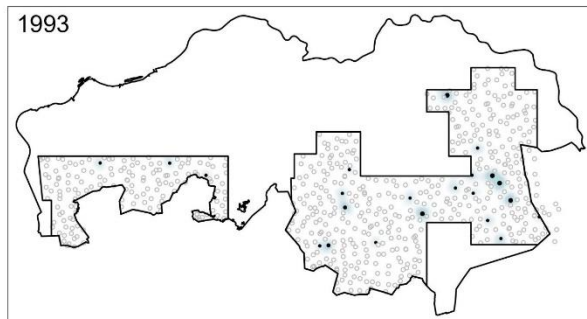


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +2,3% (P=0,000)

Muurschotelkorst (*Lecanora muralis*)

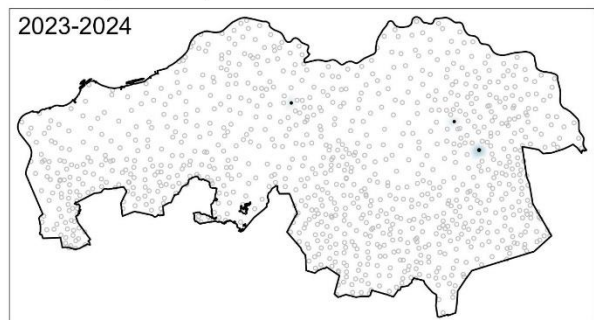
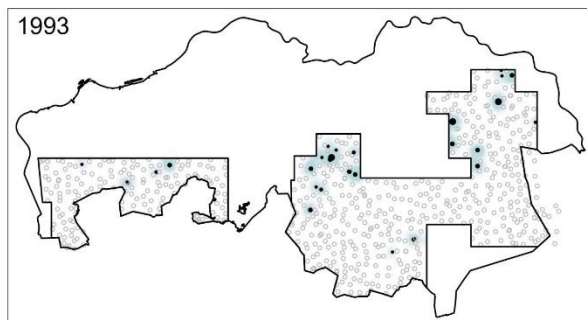


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +3,3% (P=0,009)

Eikenschotelkorst (*Lecanora pulicaris*)

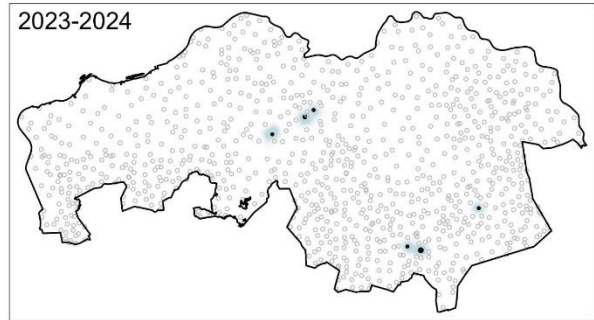
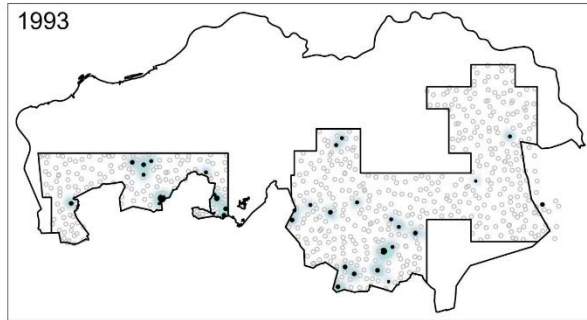


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: -3,9% (P=0,000)

Houtschotelkorst (*Lecanora saligna*)

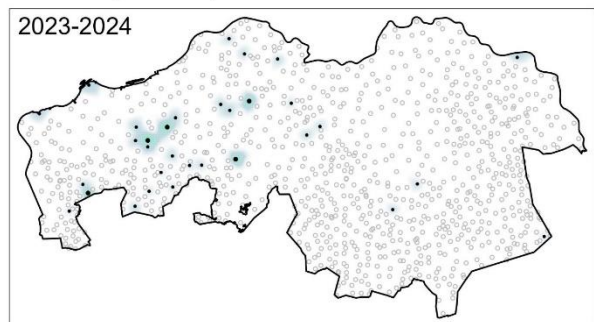
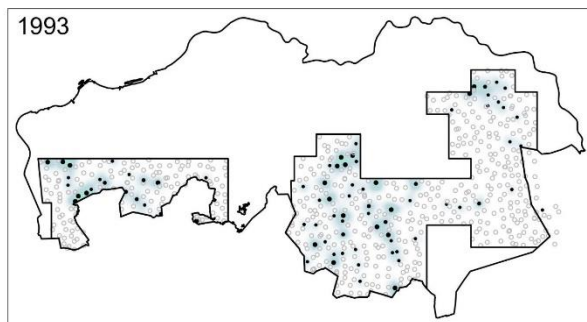


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: -4,7% (P=0,000)

Bolle schotelkorst (*Lecanora symmicta*)

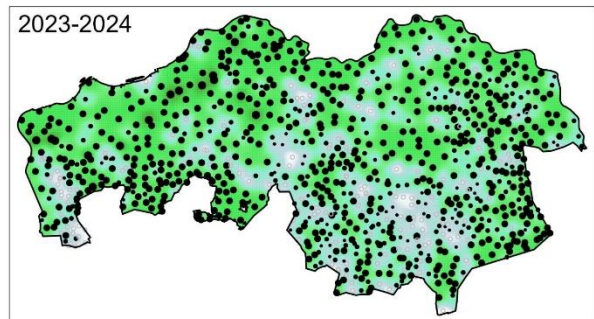
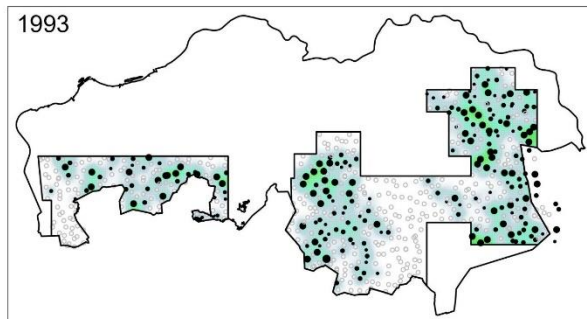


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: -12,8% (P=0,000)

Gewoon purperschaaltje (*Lecidella elaeochroma*)

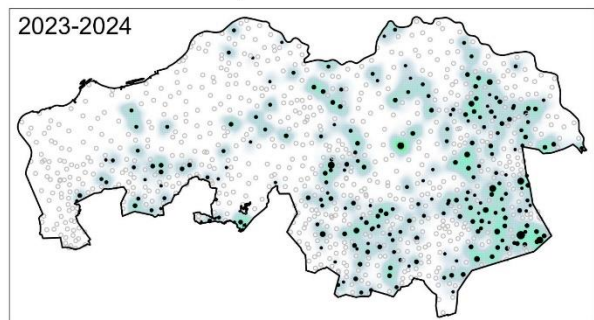
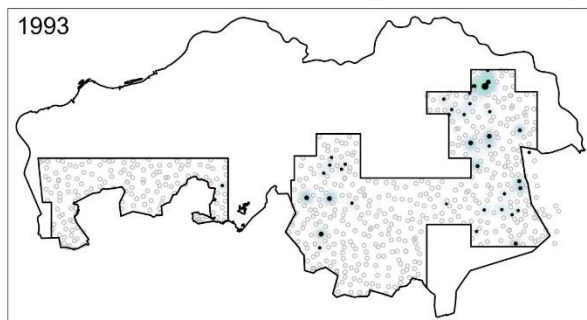


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: +42,2% (P=0,000)

Fijne mosterdkorst (*Lecidella flavosorediata*)



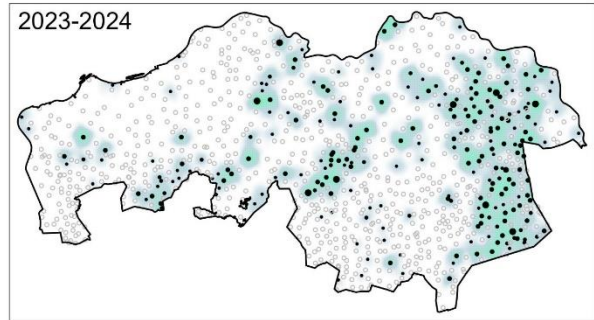
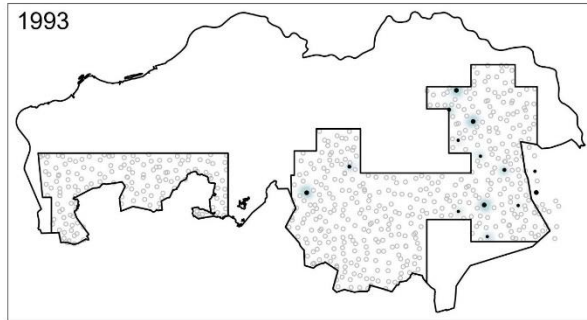
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: +25,5% (P=0,000)



Grijsgroene steenkorst (*Lecidella scabra*)



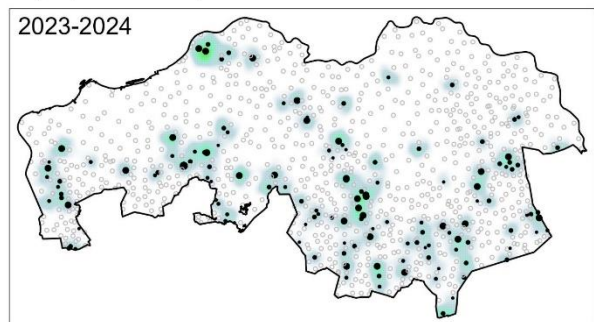
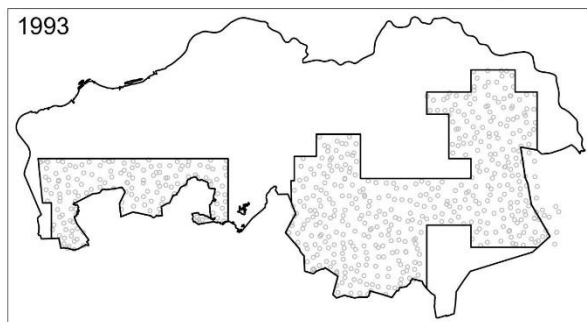
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



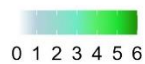
Trend: +28,4% (P=0,000)

0 1 2 3 4 5 6

Gelobde poederkorst (*Lepraria finkii*)



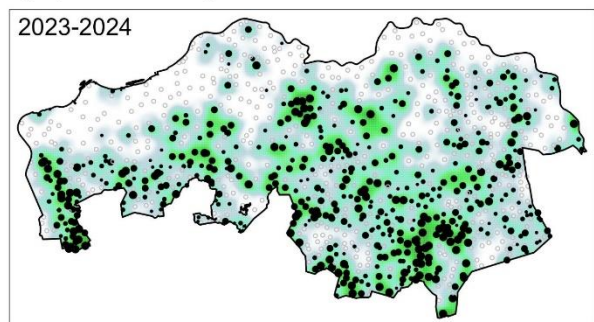
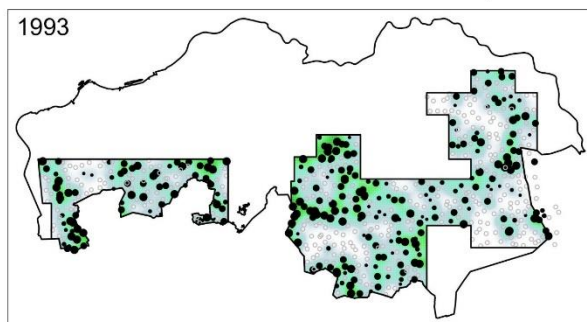
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



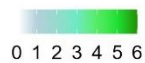
Trend: +15,2% (P=0,000)

0 1 2 3 4 5 6

Gewone poederkorst (*Lepraria incana*)



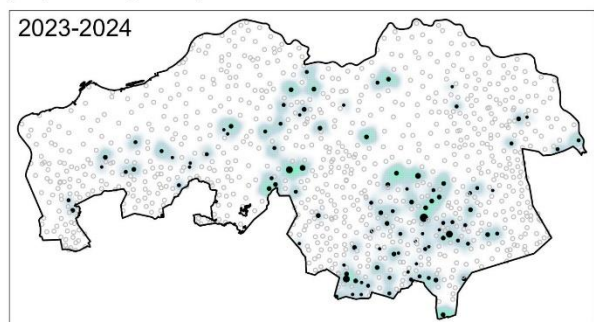
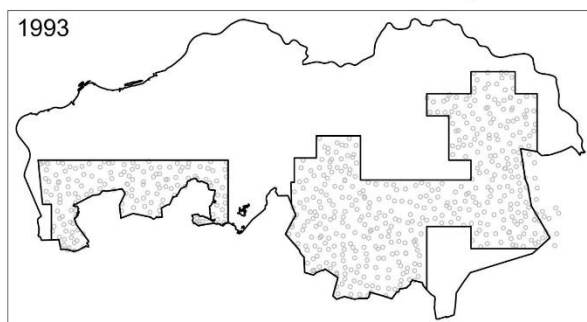
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



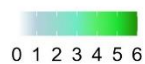
Trend: +21,2% (P=0,000)

0 1 2 3 4 5 6

Grove poederkorst (*Lepraria rigidula*)



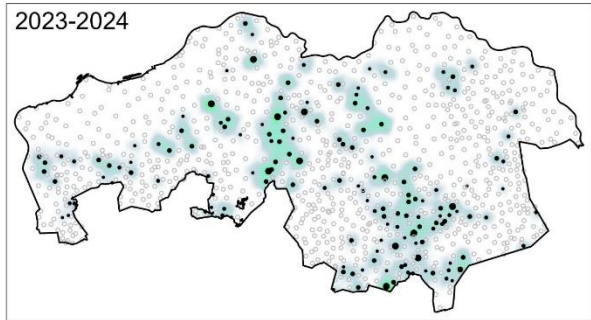
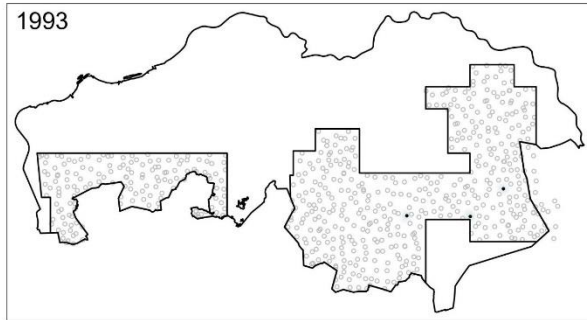
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +11,5% (P=0,000)

0 1 2 3 4 5 6

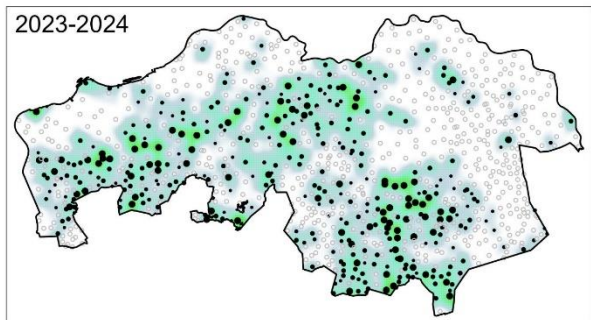
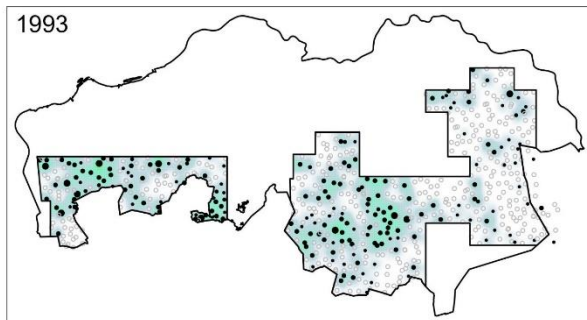
Glanzend boomschildmos (*Melanelixia glabrata*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +15,4% (P=0,000)

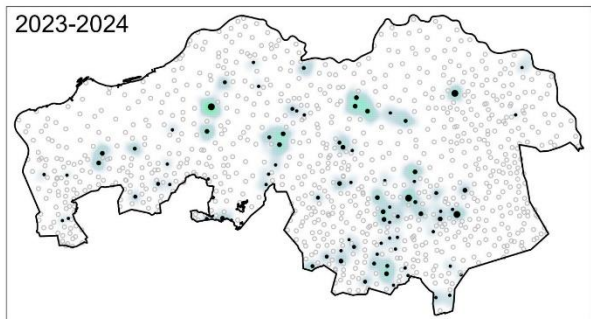
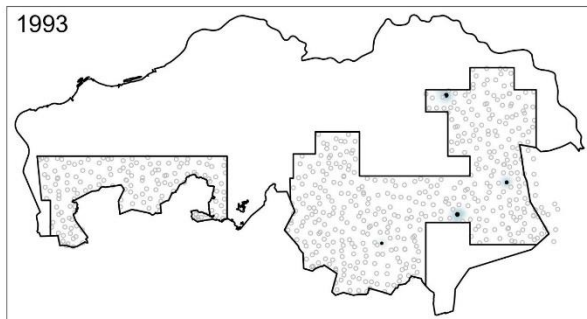
Verstop-schildmos (*Melanelixia subaurifera*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +3,3% (P=0,172)

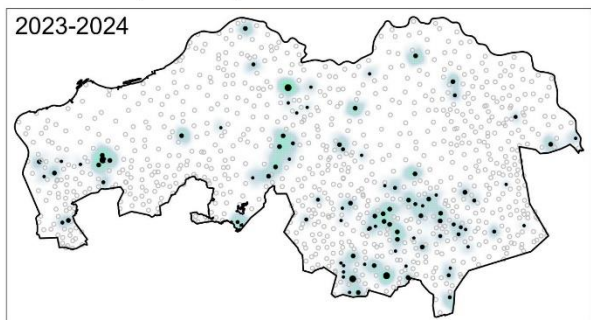
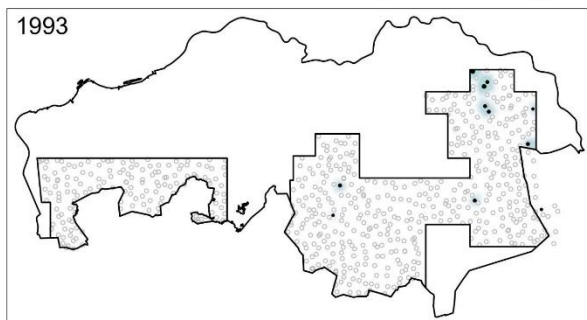
Sierlijk schildmos (*Melanohalea elegantula*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +8,6% (P=0,000)

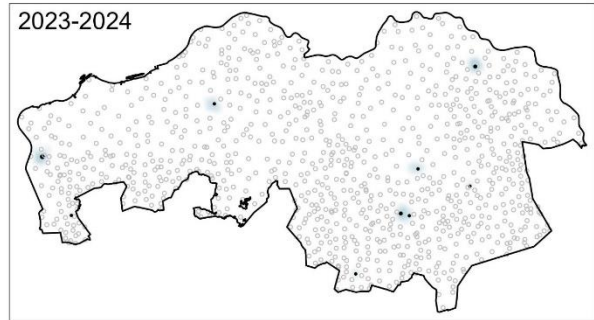
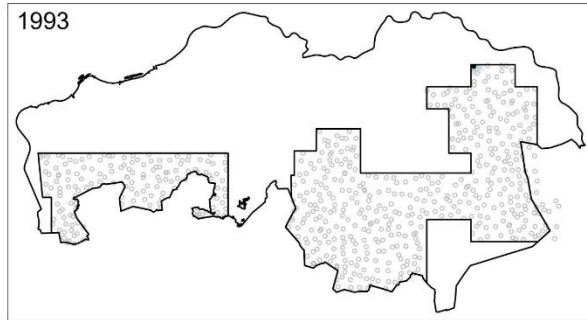
Lepelschildmos (*Melanohalea exasperatula*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

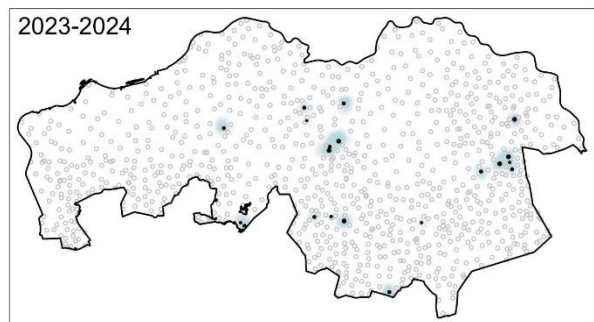
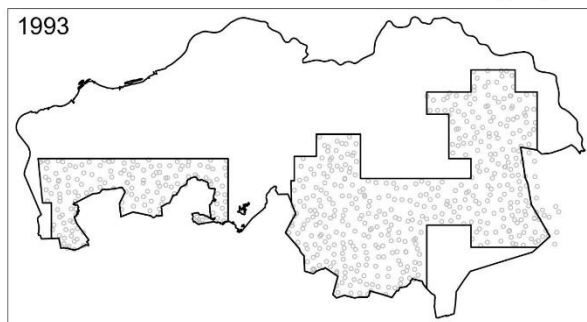
Trend: +8,6% (P=0,000)

Lobjesschildmos (*Melanohalea laciniatula*)



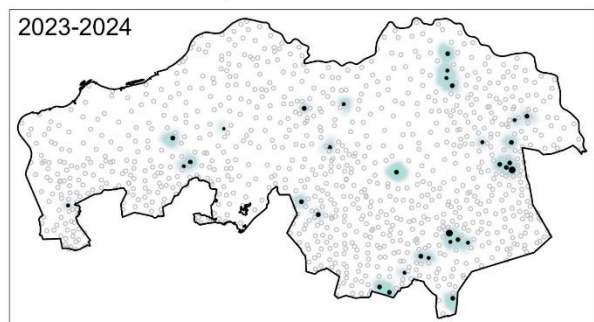
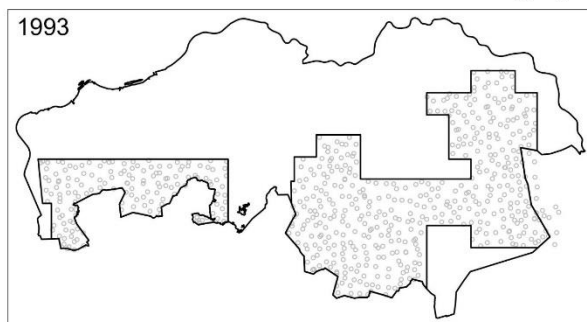
Trend: +1,0% (P=0,025)

Bosoogje (*Micarea micrococca*)



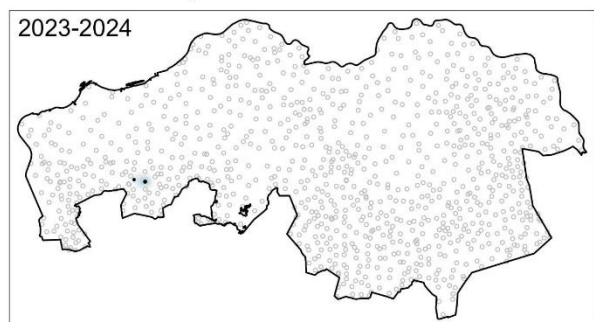
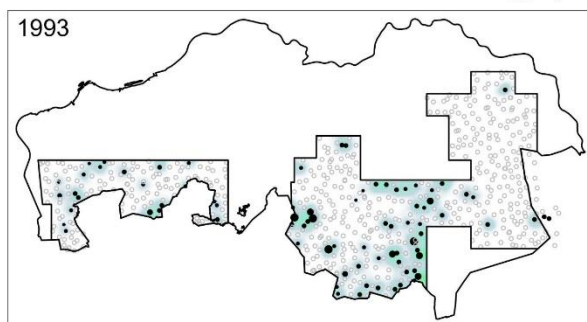
Trend: +2,1% (P=0,001)

Soredieus oogje (*Micarea microsorediata*)



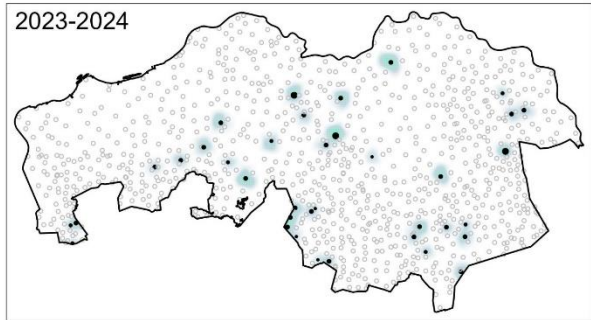
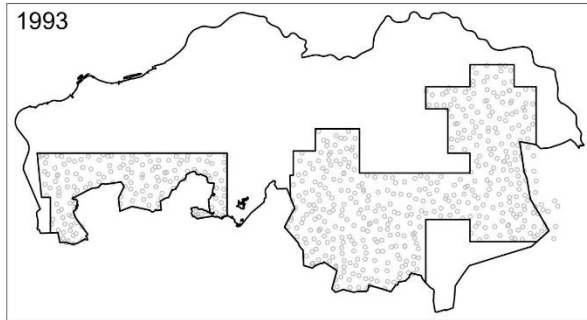
Trend: +2,9% (P=0,000)

Takkenoogje (*Micarea nitschkeana*)



Trend: -13,4% (P=0,000)

Groenoojje (*Micarea viridileprosa*)

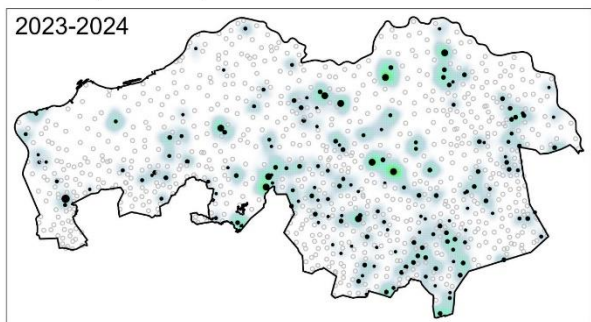
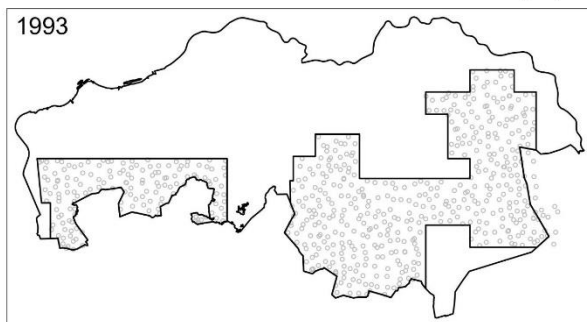


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +3,5% (P=0,000)

Hamsteroortje (*Normandina pulchella*)

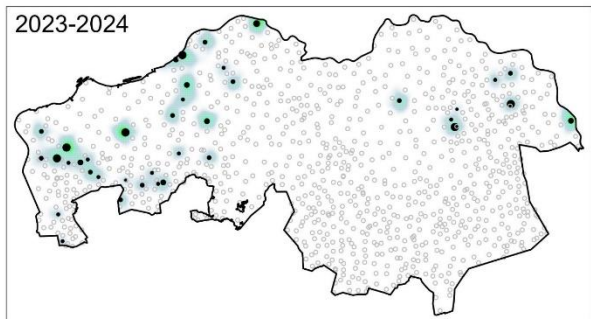
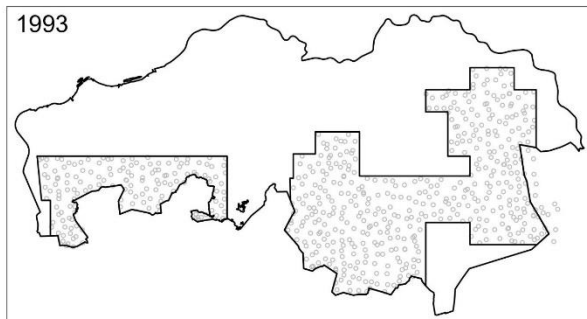


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +16,5% (P=0,000)

Klein schriftmos (*Opegrapha niveoatra*)

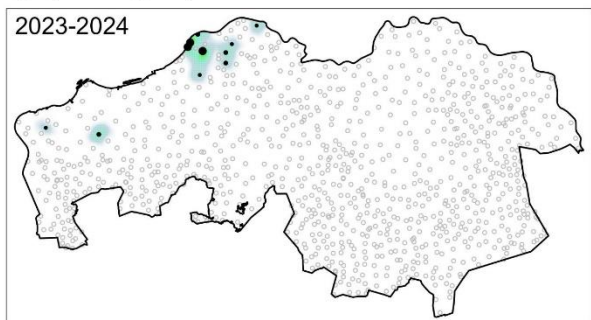
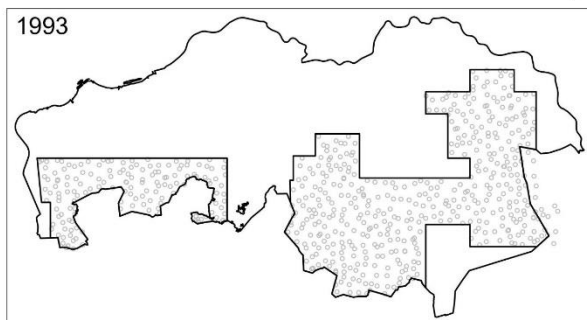


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

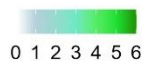


Trend: +3,9% (P=0,000)

Wit schriftmos (*Opegrapha vulgata*)

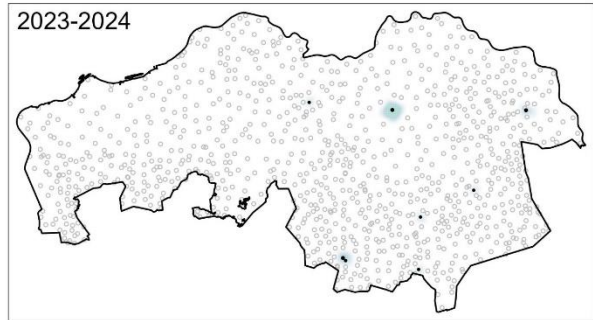
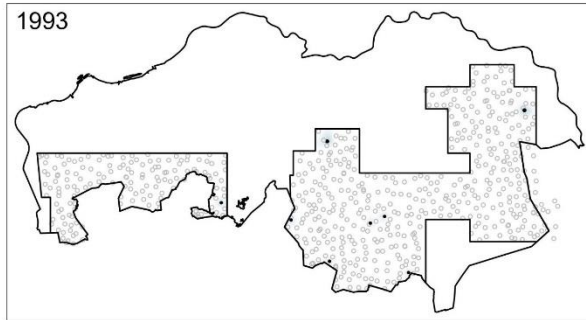


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Geen trendberekening mogelijk:  
Soort alleen op in 2023-24 nieuw uitgezette meetpunten

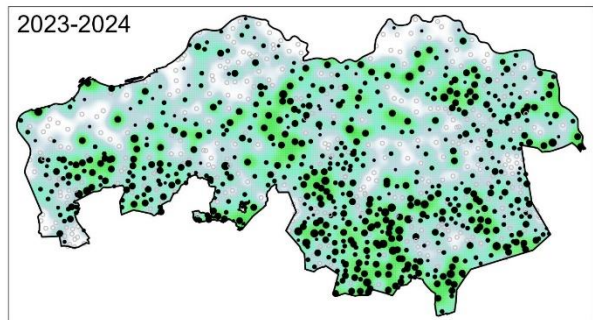
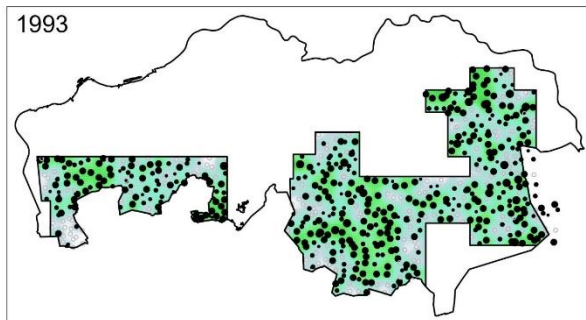
Blauwgrijs steenschildmos (*Parmelia saxatilis*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: -0,2% (P=0,739)

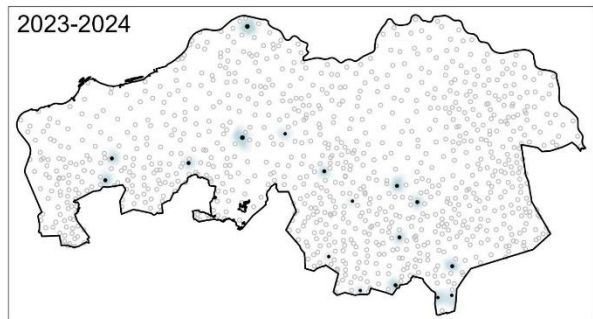
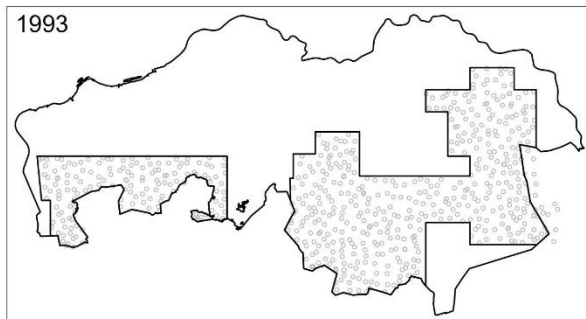
Gewoon schildmos (*Parmelia sulcata*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: -4,7% (P=0,023)

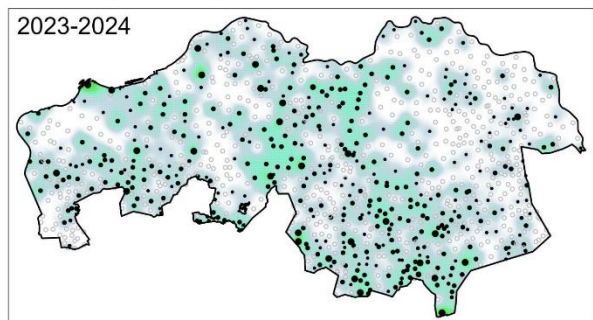
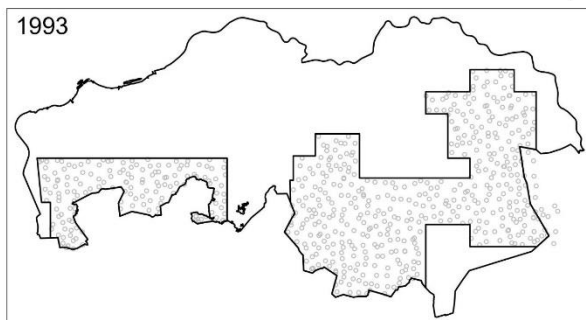
Lindeschildmos (*Parmelina tiliacea*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +1,8% (P=0,003)

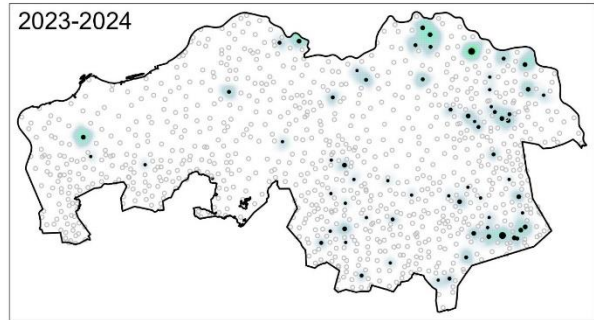
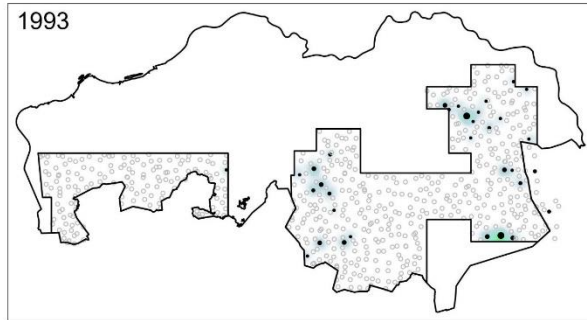
Groot schildmos (*Parmotrema perlatum*)



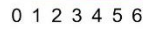
kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +44,4% (P=0,000)

Klein schaduwmos (*Phaeophyscia nigricans*)

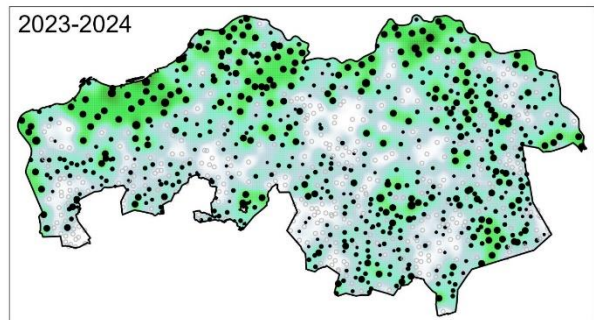
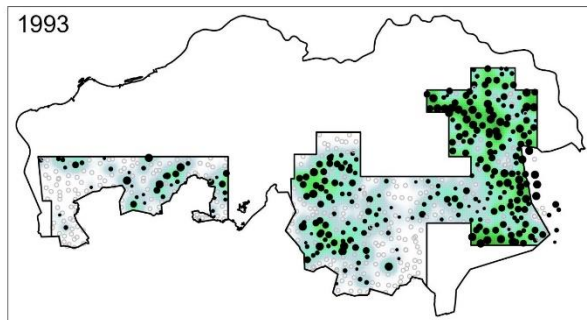


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +2,3% (P=0,090)

Rond schaduwmos (*Phaeophyscia orbicularis*)

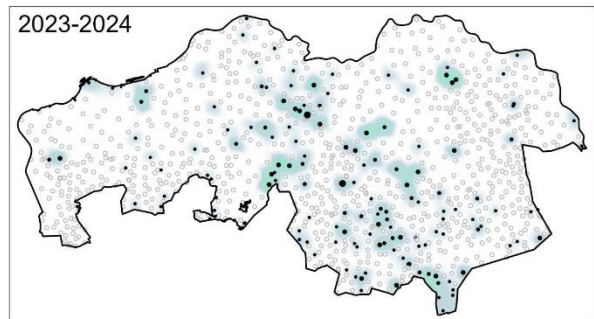
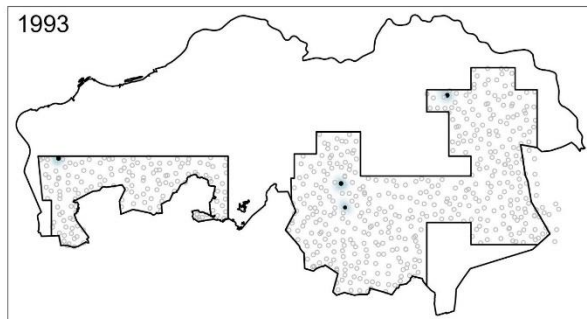


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +3,9% (P=0,112)

Lichtvlekje (*Phlyctis argena*)

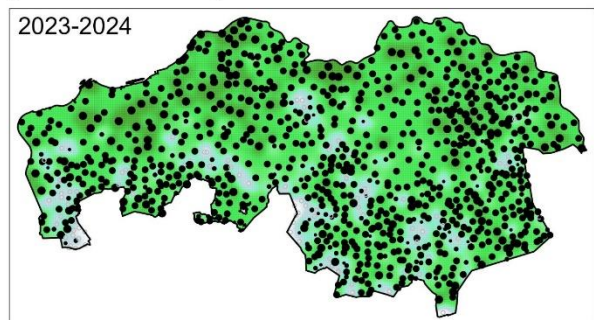
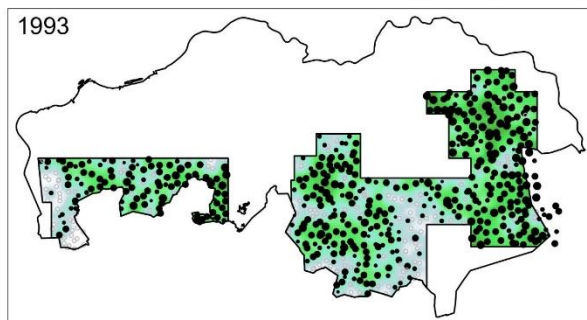


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +13,6% (P=0,000)

Kapjesvingermos (*Physcia adscendens*)

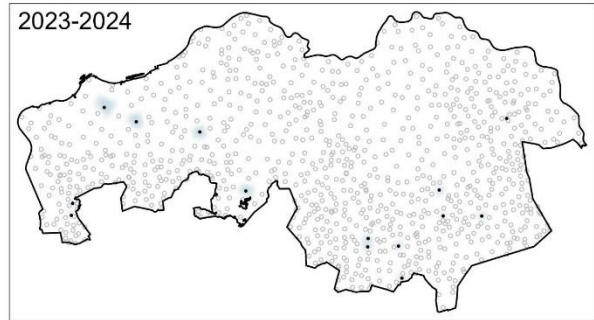
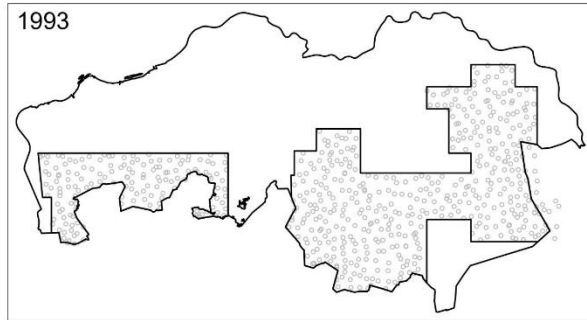


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +8,4% (P=0,000)

Gemarmerd vingermos (*Physcia aipolia*)

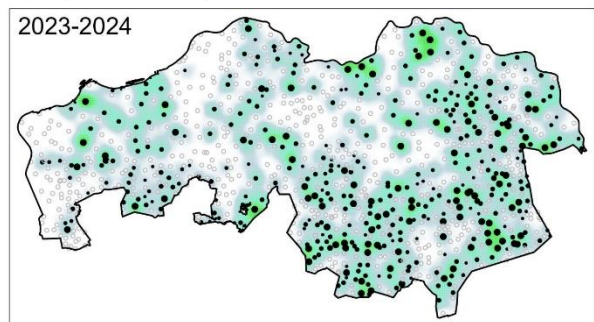
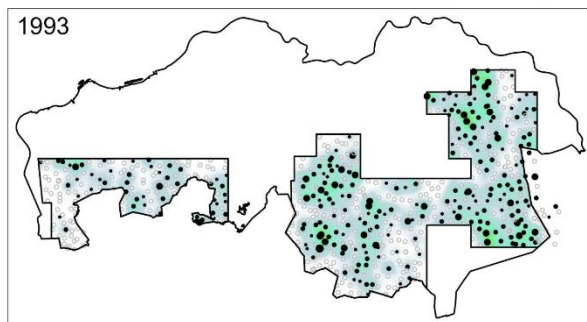


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +1,4% (P=0,008)

Stoeprandvingermos (*Physcia caesia*)

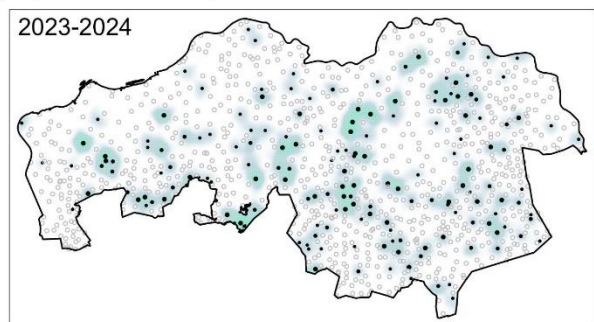
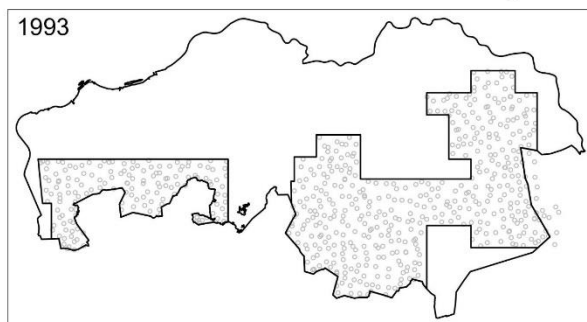


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

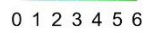


Trend: +2,9% (P=0,210)

Isidieus vingermos (*Physcia clementei*)

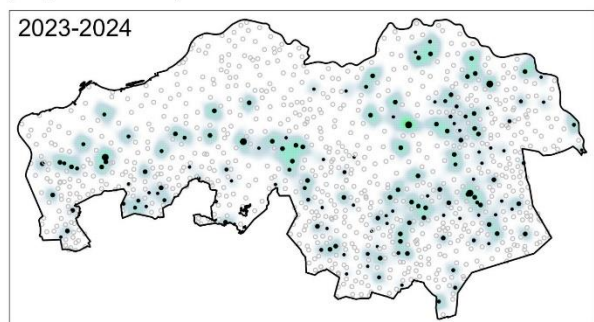
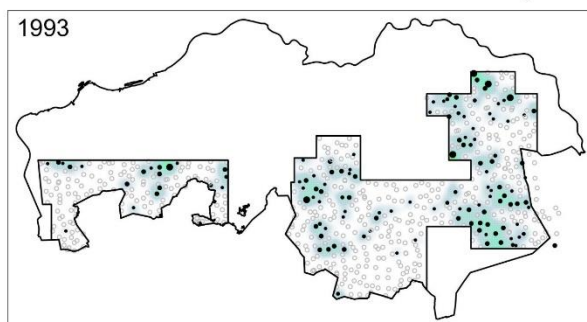


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +17,1% (P=0,000)

Bleek vingermos (*Physcia dubia*)

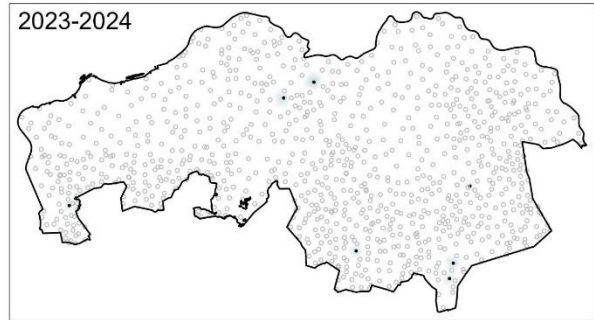
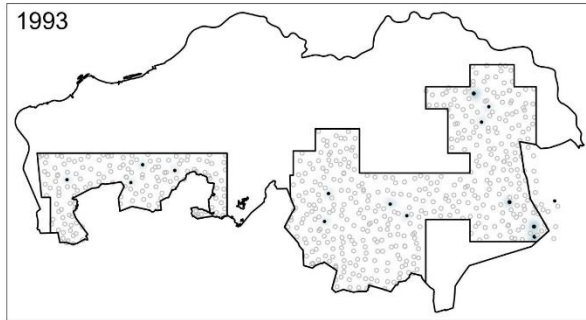


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: -1,4% (P=0,535)

Groot vingermos (*Physcia stellaris*)

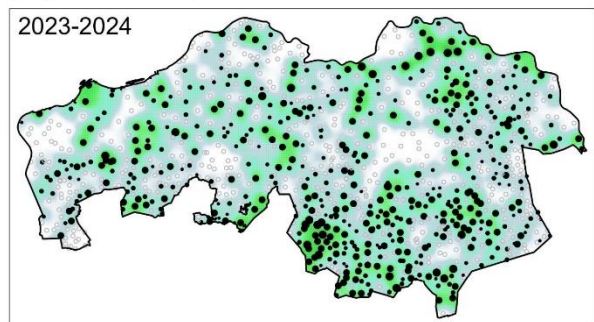
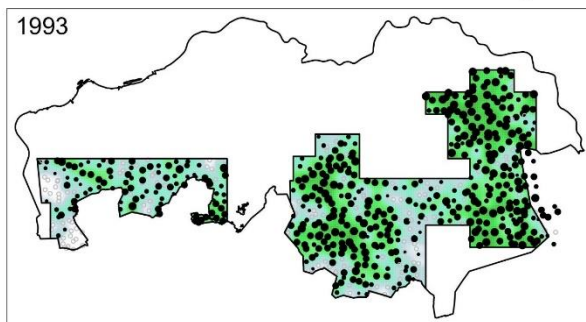


kwantiteit 0 · 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: -2,3% (P=0,002)

Heksenvingermos (*Physcia tenella*)

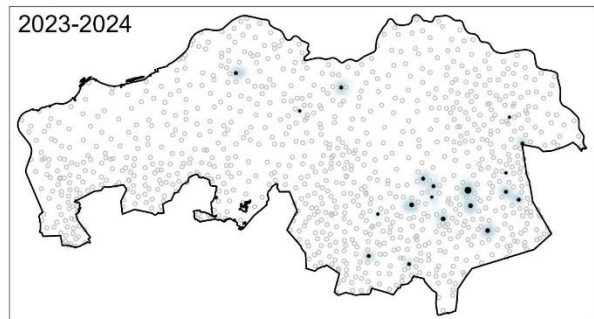
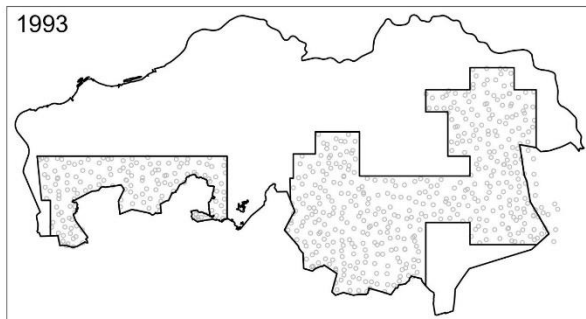


kwantiteit 0 · 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: -23,1% (P=0,000)

Lobjesvingermos (*Physcia tribacia*)

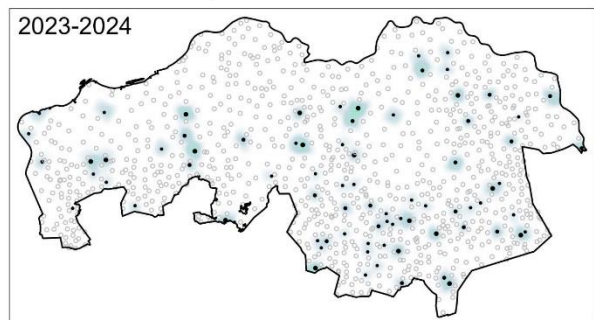
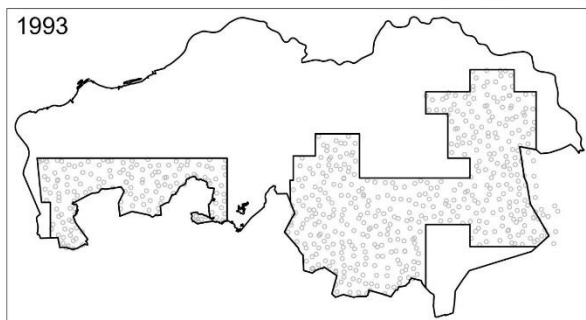


kwantiteit 0 · 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: +2,9% (P=0,000)

Witkopvingermos (*Physcia tribacioides*)



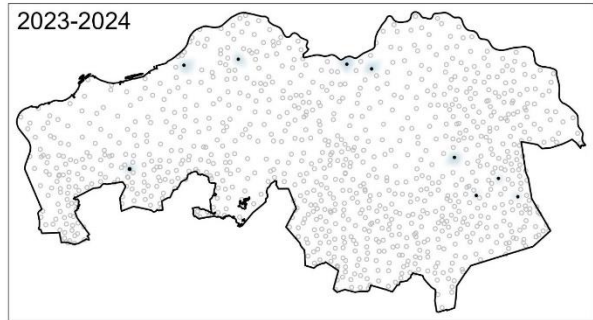
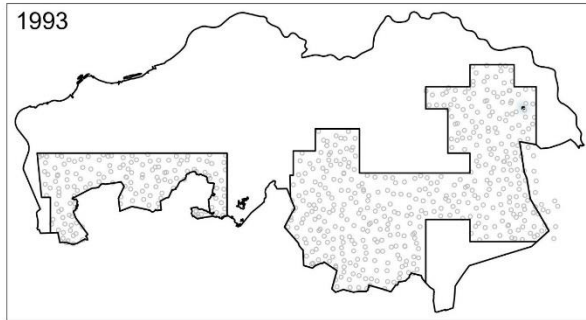
kwantiteit 0 · 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: +9,1% (P=0,000)

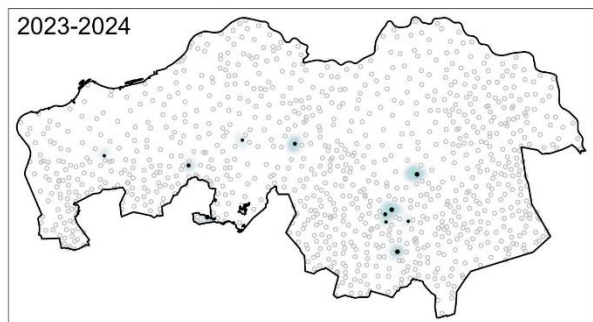
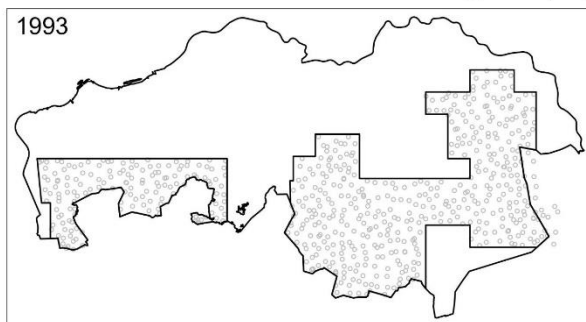


Fors rijpmos (*Physconia distorta*)



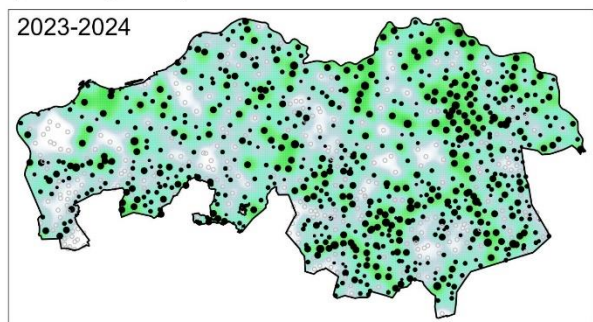
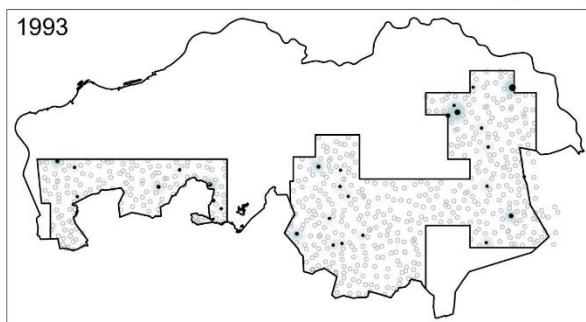
Trend: +0,4% (P=0,317)

Donker rijpmos (*Physconia enteroxantha*)



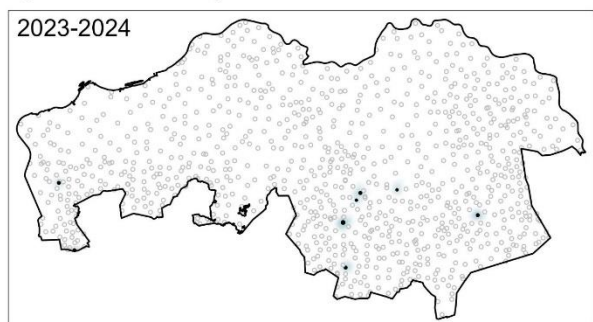
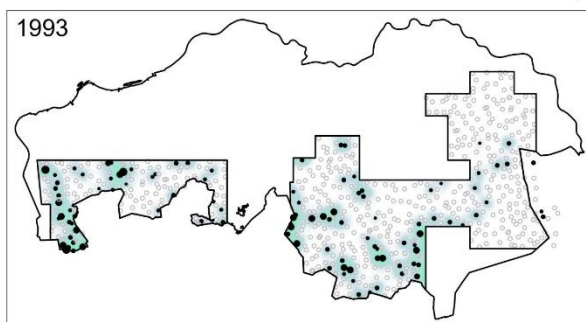
Trend: +1,4% (P=0,008)

Grauw rijpmos (*Physconia grisea*)



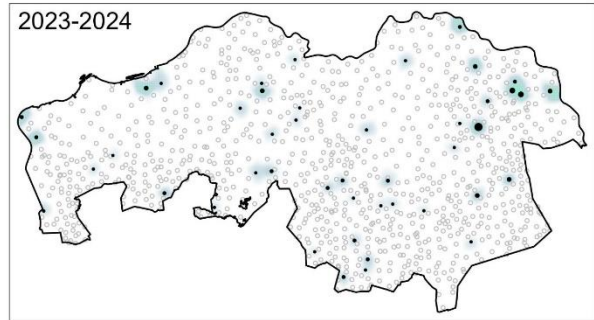
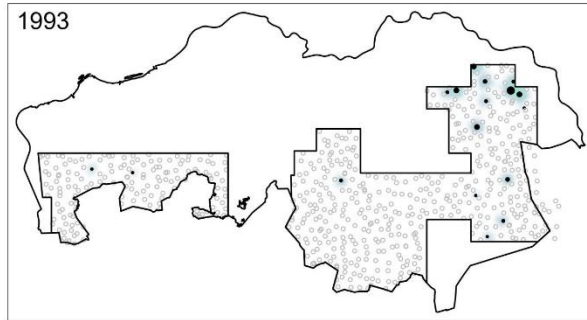
Trend: +66,3% (P=0,000)

Bruine veenkorst (*Placynthiella icmalea*)



Trend: -14,4% (P=0,000)

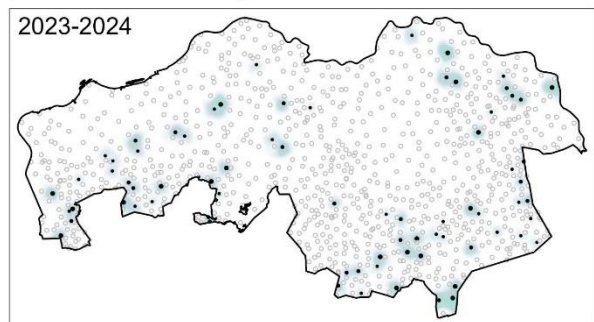
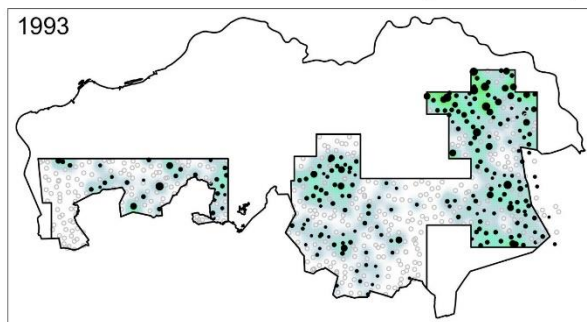
Olijf-schildmos (*Pleurosticta acetabulum*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +1,8% (P=0,039)

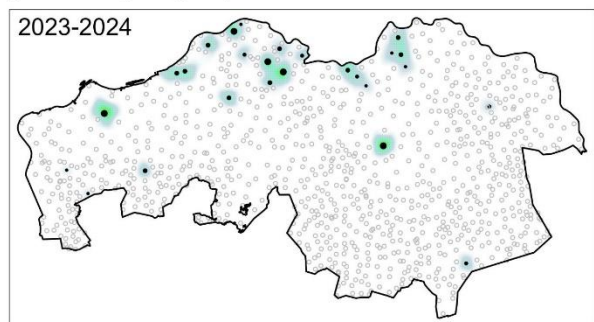
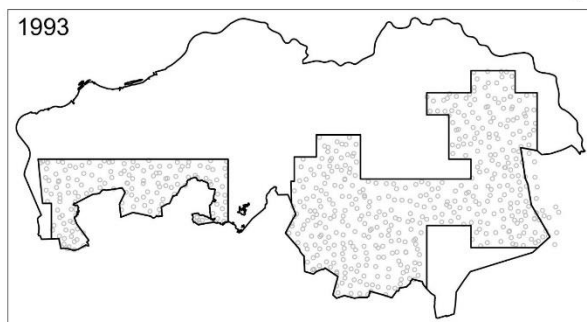
Kroezig dooiermos (*Polycauliona candelaria*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: -29,8% (P=0,000)

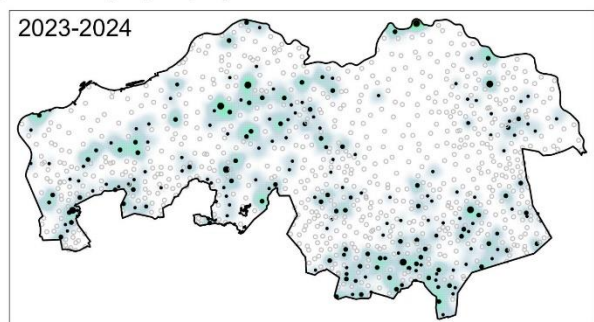
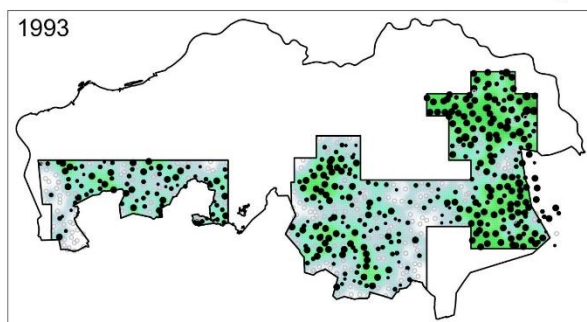
Boomcitraenkorst (*Polycauliona phlogina*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +0,8% (P=0,045)

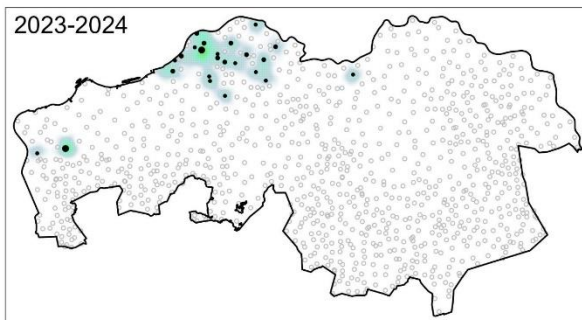
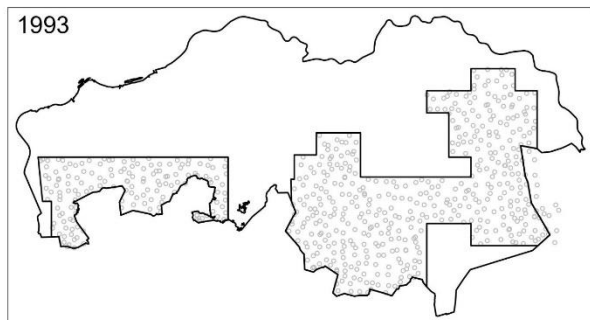
Klein dooiermos (*Polycauliona polycarpa*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: -49,0% (P=0,000)

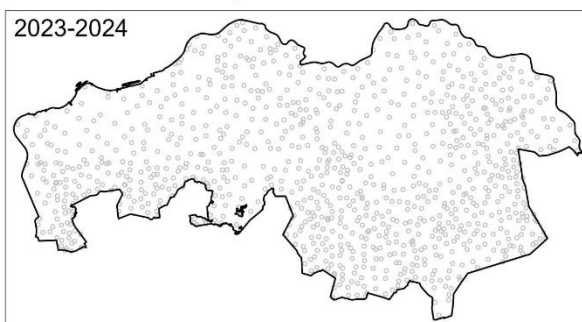
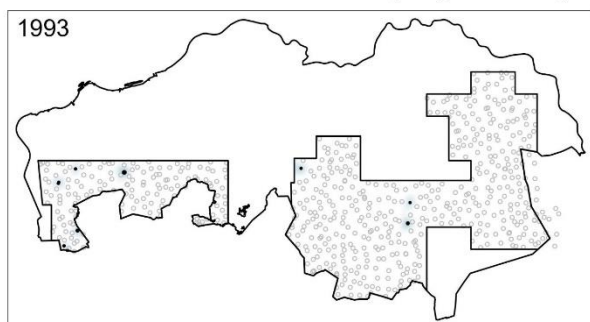
Rommelig olievlekje (*Porina byssophila*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Geen trendberekening mogelijk:  
Soort alleen op in 2023-24 nieuw uitgezette meetpunten

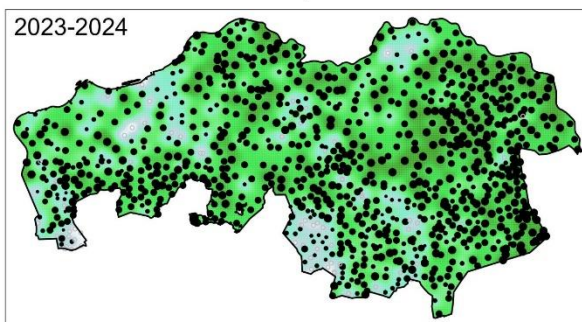
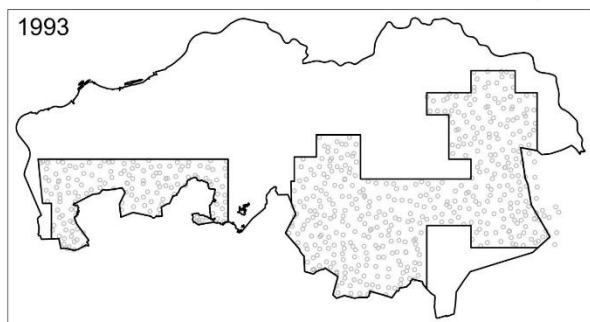
Purper geweimmos (*Pseudevernia furfuracea*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: -1,9% (P=0,002)

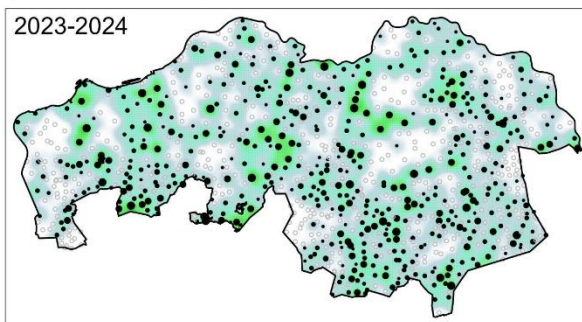
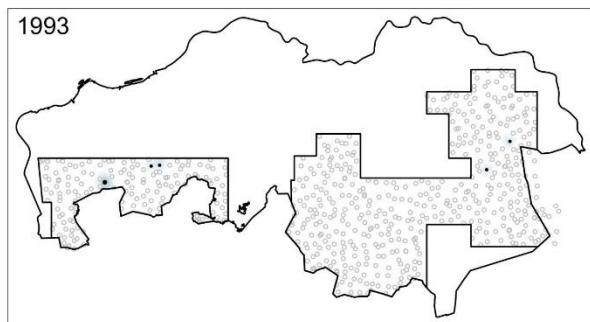
Verzonken schriftmos (*Pseudoschimatomma rufescens*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +90,3% (P=0,000)

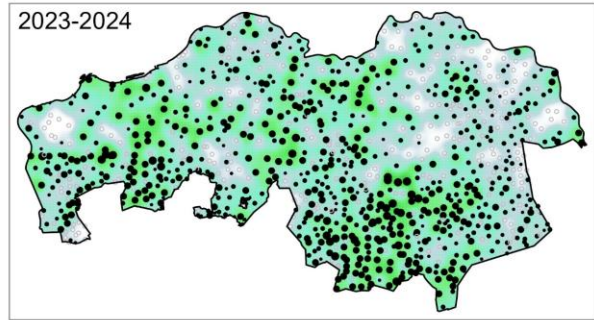
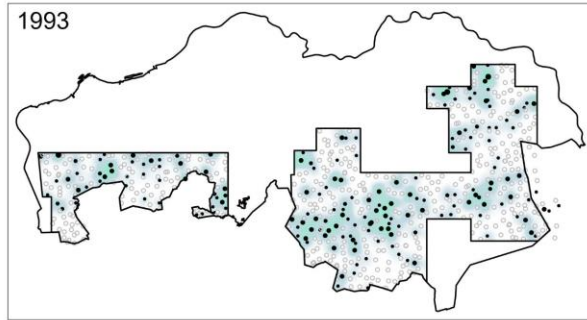
Witstippelschildmos (*Punctelia borrieri*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +50,8% (P=0,000)

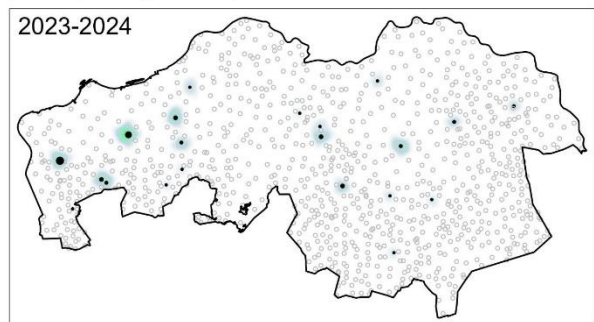
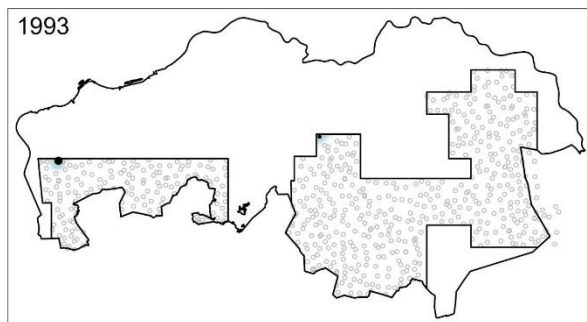
Gestippeld- / Rijpschildmos (*Punctelia subrudecta / jeckeri*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +46,4% (P=0,000)

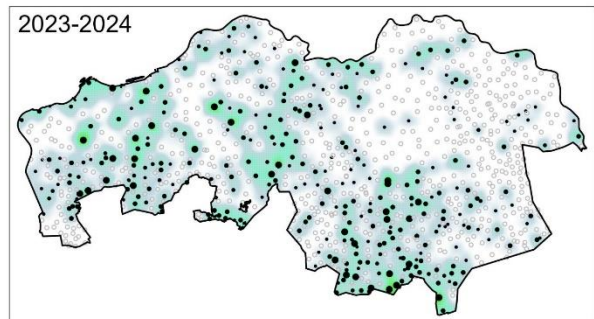
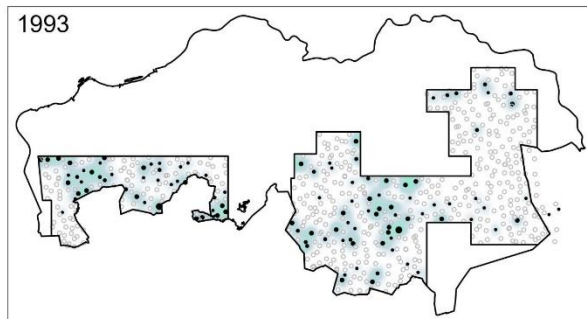
Grove mosterdkorst (*Pyrrhospora quernea*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +1,9% (P=0,002)

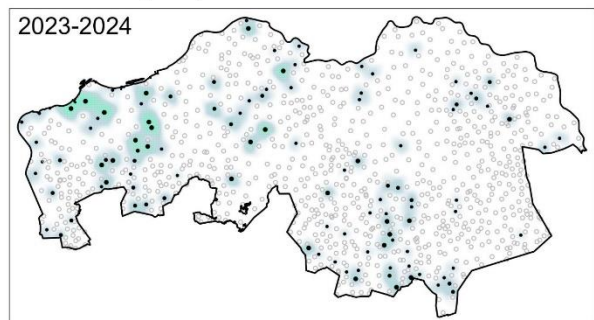
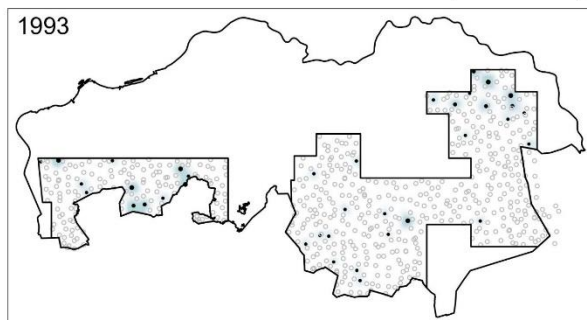
Melig takmos (*Ramalina farinacea*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +13,2% (P=0,000)

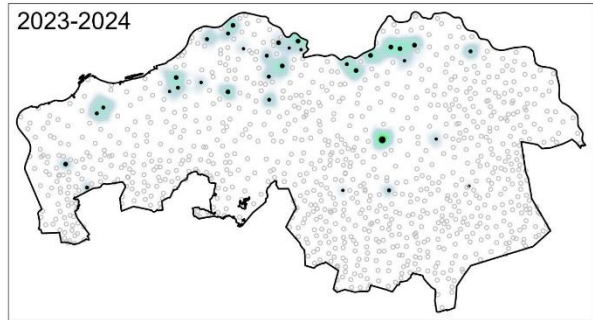
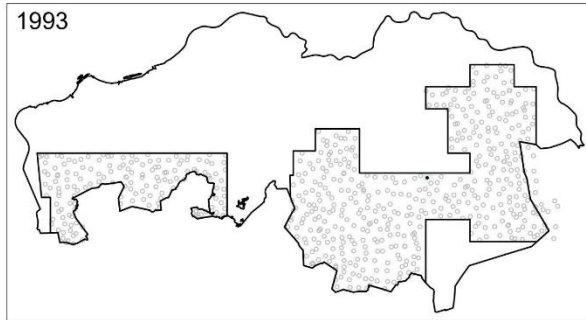
Trompettakmos (*Ramalina fastigiata*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +3,5% (P=0,012)

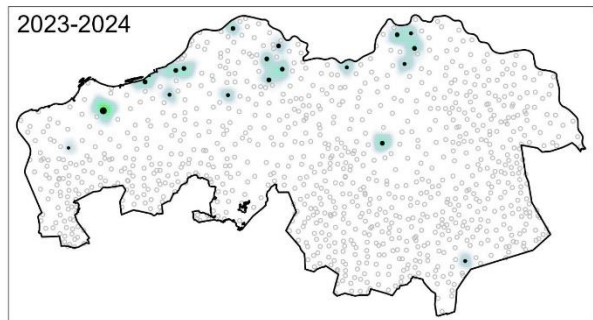
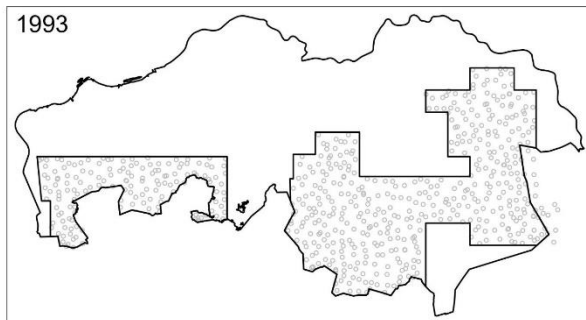
Donkerbruine schotelkorst (*Rinodina oleae*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +0,8% (P=0,102)

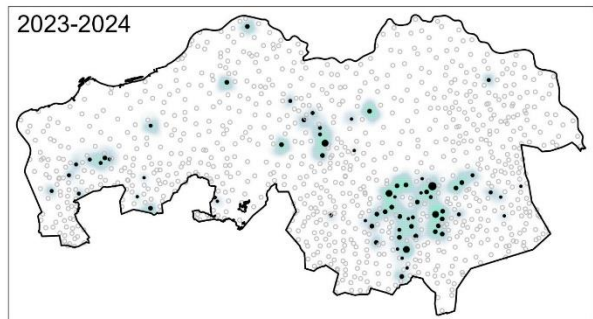
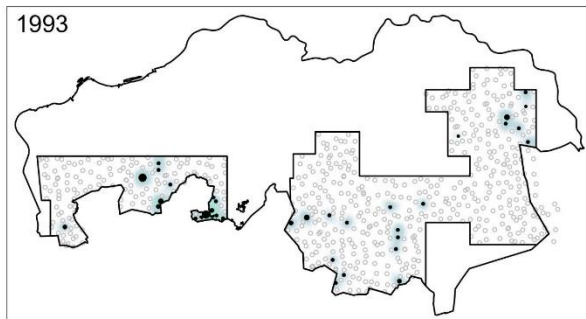
Blauwe mosterdkorst (*Rinodina pityrea*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Geen trendberekening mogelijk:  
Soort alleen op in 2023-24 nieuw uitgezette meetpunten

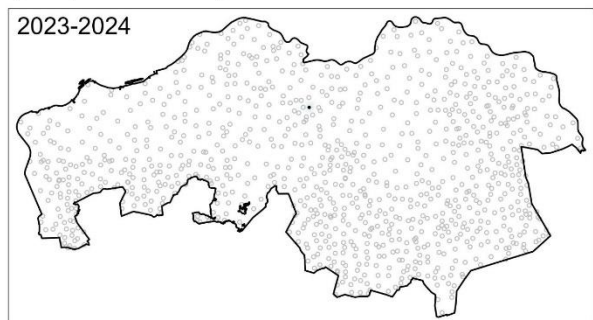
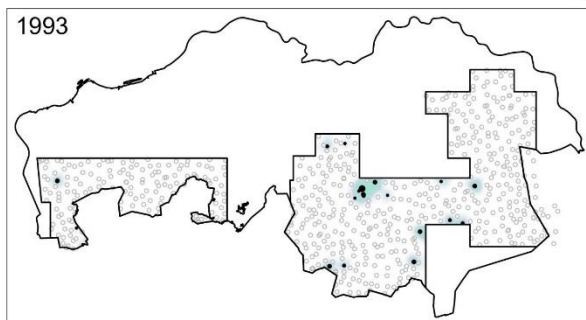
Gewoon muggenstrontjesmos (*Strangospora pinicola*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +4,7% (P=0,005)

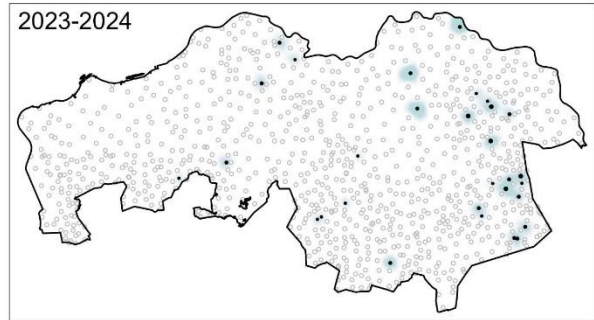
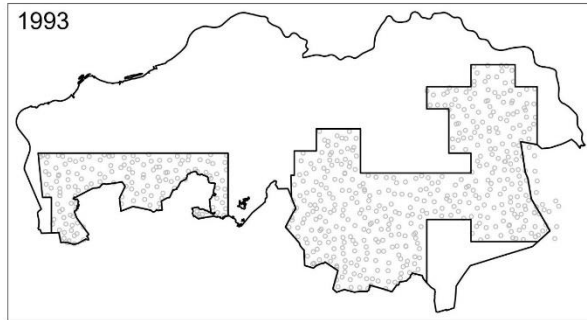
Blauwe veenkorst (*Trapeliopsis flexuosa*)



kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

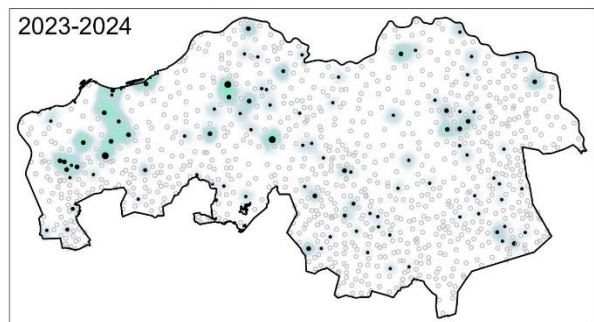
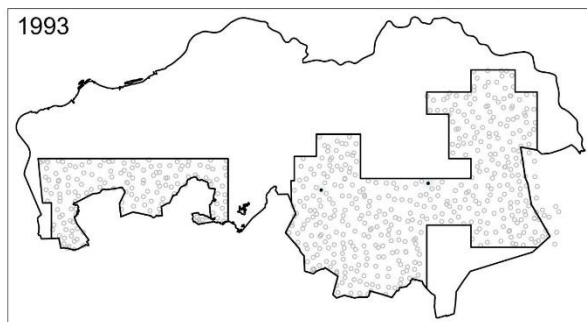
Trend: -3,7% (P=0,000)

Dragonderdooiermos (*Xanthomendoza huculica*)



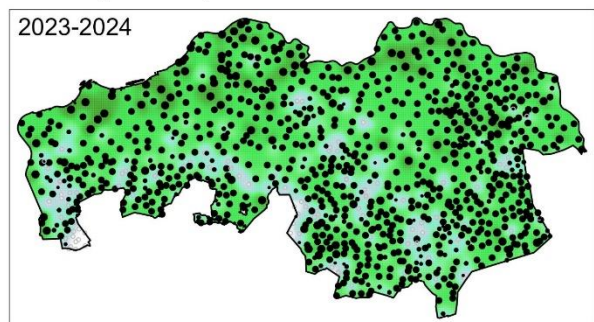
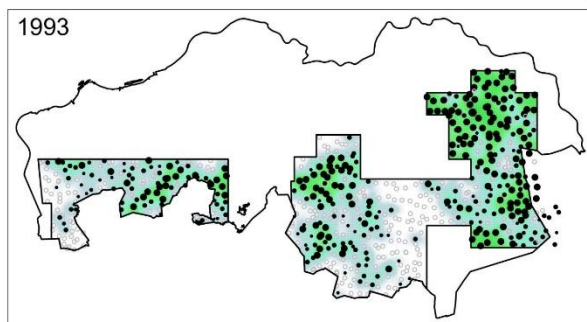
Trend: +4,5% (P=0,000)

Oranje dooiermos (*Xanthoria calcicola*)



Trend: +10,1% (P=0,000)

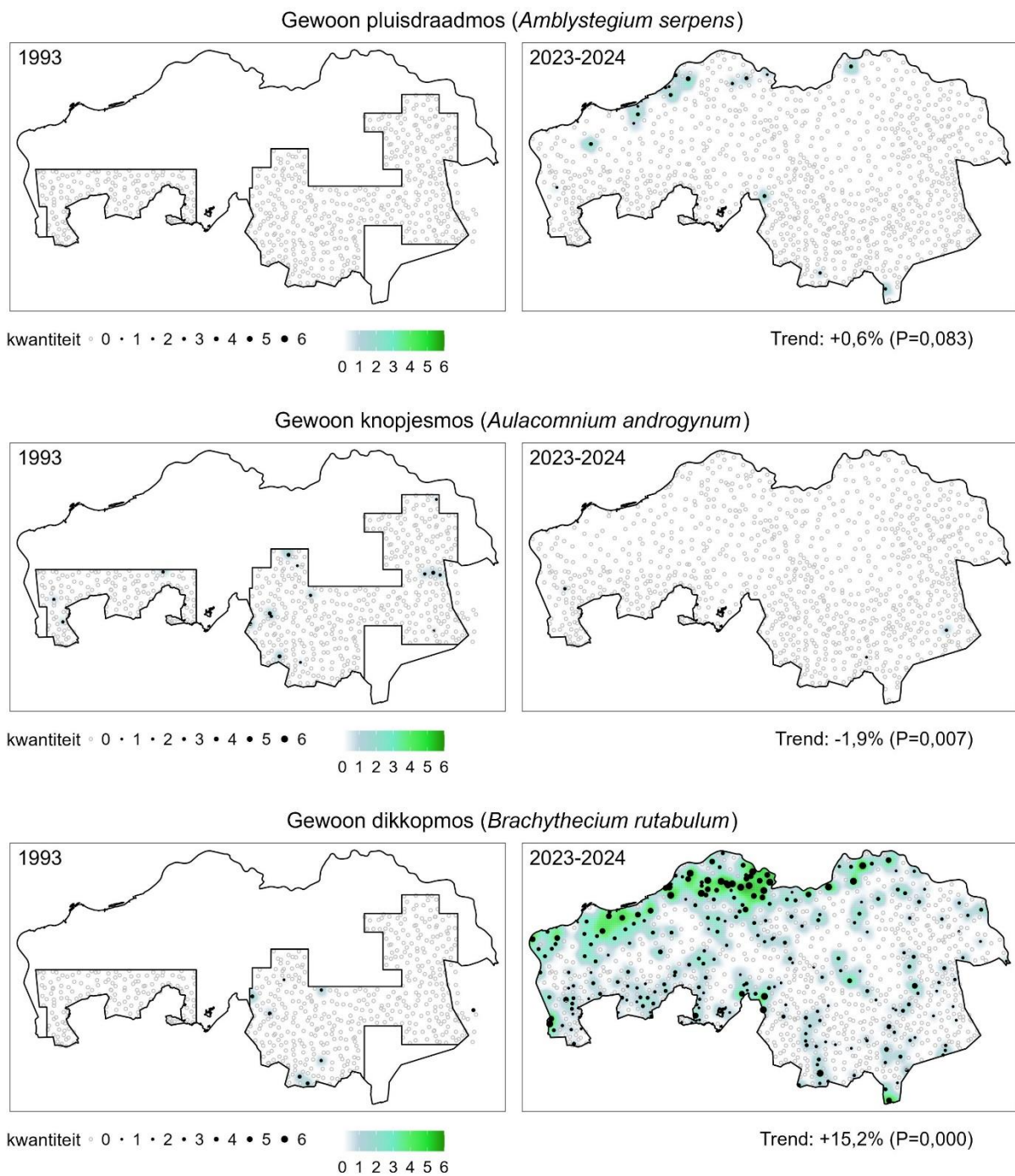
Groot dooiermos (*Xanthoria parietina*)



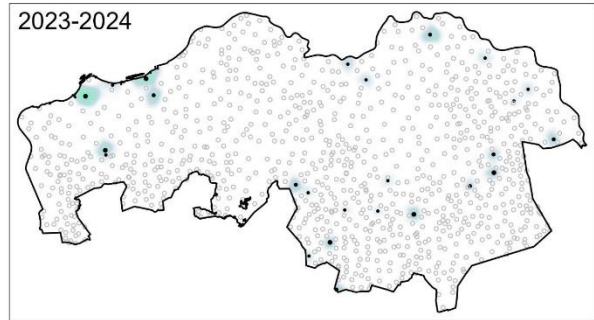
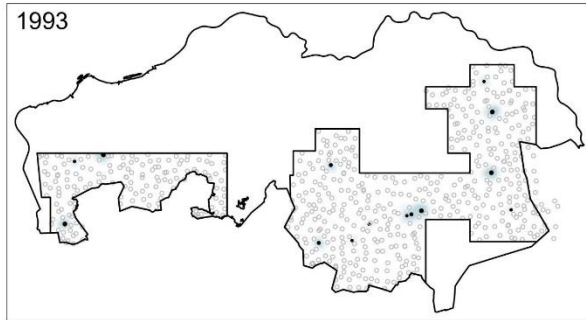
Trend: +25,5% (P=0,000)

## Bijlage D. Soortkaarten mossen

Soortkaarten worden alleen gegeven voor de meetrondes 1993 en 2023-2024, en alleen voor soorten die in deze meetronden samen minimaal 10 keer zijn waargenomen. De kwantiteit is tussen meetpunten geïnterpoleerd op dezelfde manier als gedaan is voor graadmeters (zie 2.5.2). De trend geeft het verschil in presentie weer voor 514 meetpunten die zowel in 1993 als in 2023-2024 onderzocht zijn, en is overgenomen uit Bijlage B (zie toelichting bij Bijlage B voor hoe de trend berekend is).

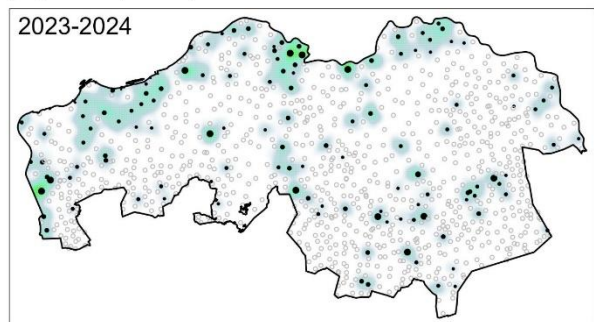
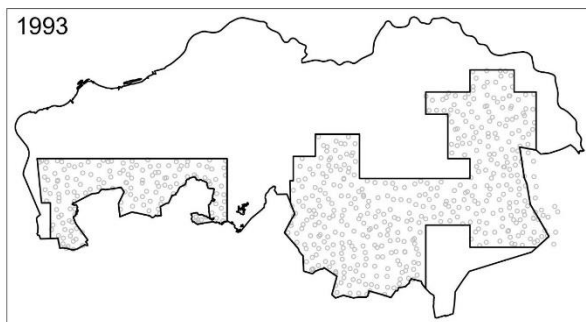


Zilvermos (*Bryum argenteum*)



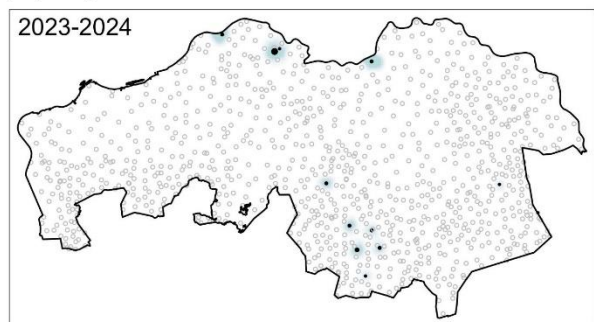
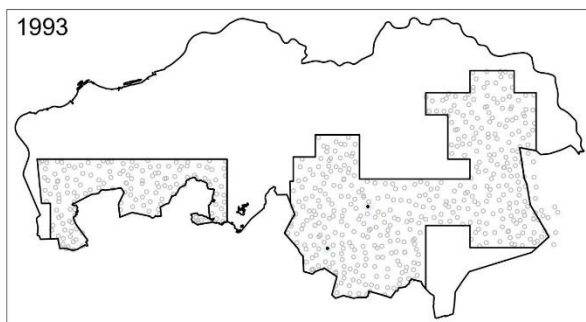
Trend: +0,2% (P=0,819)

Gedraaid knikmos (*Bryum capillare*)



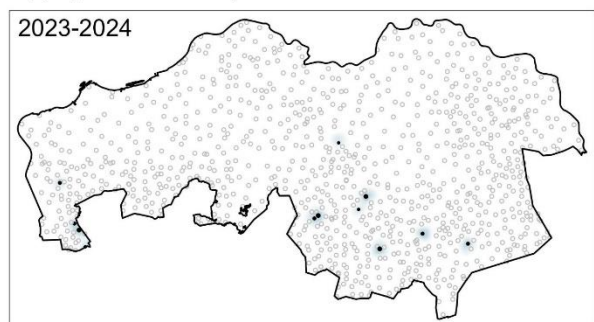
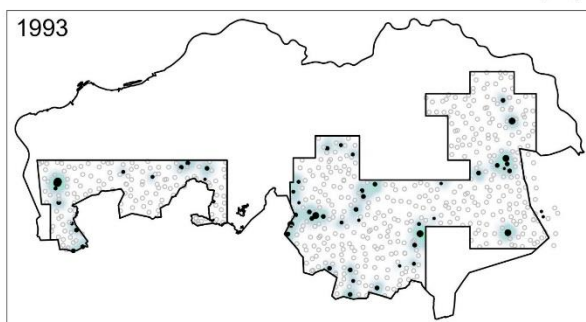
Trend: +9,3% (P=0,000)

Knikmos (*Bryum*)



Trend: +1,0% (P=0,094)

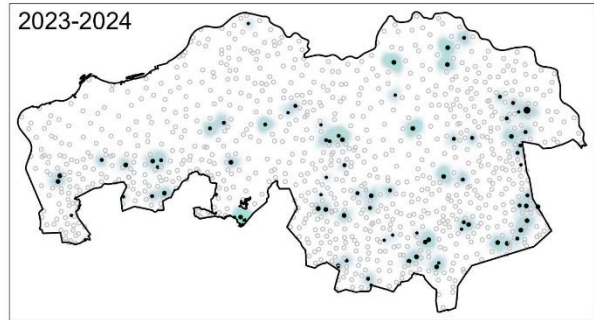
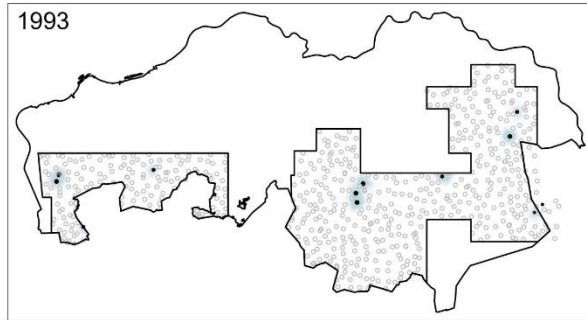
Boskronkelsteeltje (*Campylopus flexuosus*)



Trend: -7,0% (P=0,000)

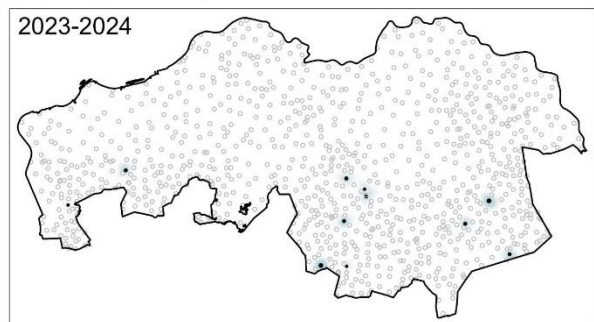
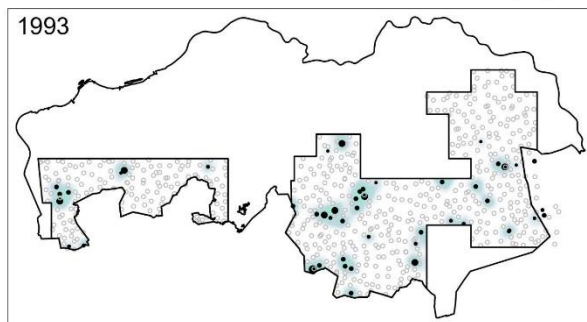


Grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*)



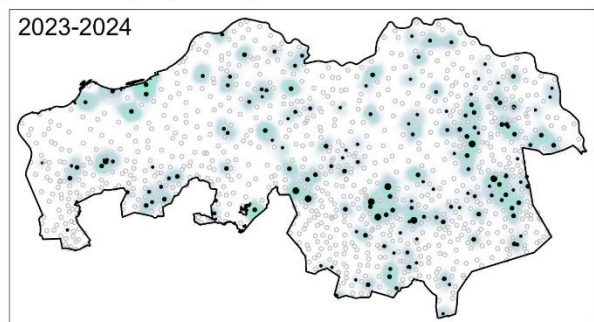
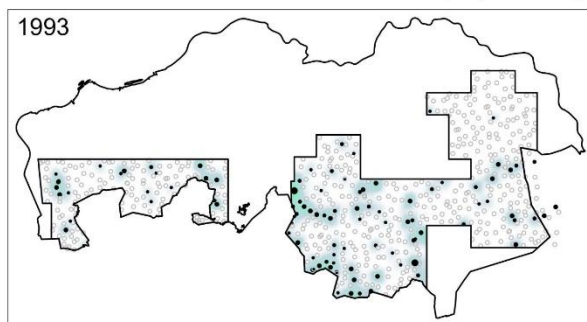
Trend: +7,6% (P=0,000)

Breekblaadje (*Campylopus pyriformis*)



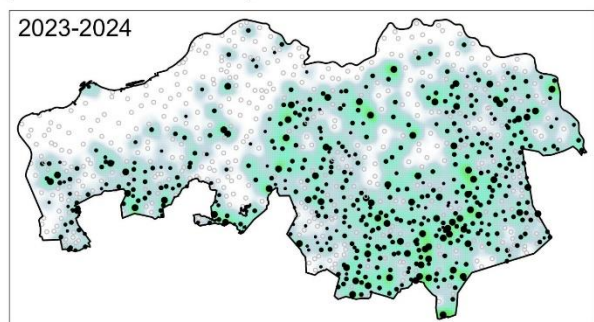
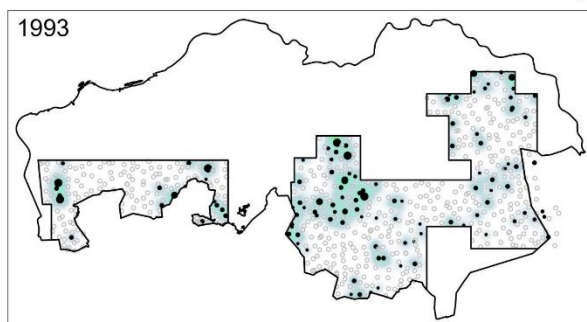
Trend: -5,1% (P=0,000)

Gewoon purpersteeltje (*Ceratodon purpureus*)



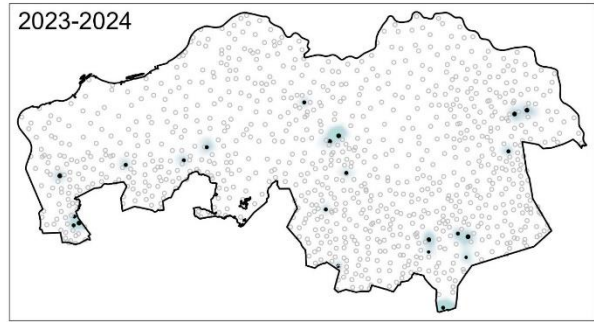
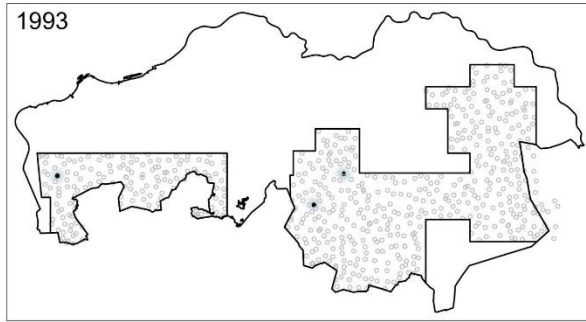
Trend: +4,7% (P=0,044)

Gewoon sikkelsterretje (*Dicranoweisia cirrata*)



Trend: +45,1% (P=0,000)

Bossig gaffeltandmos (*Dicranum montanum*)

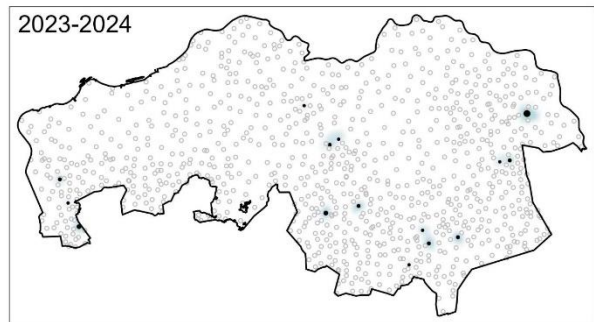
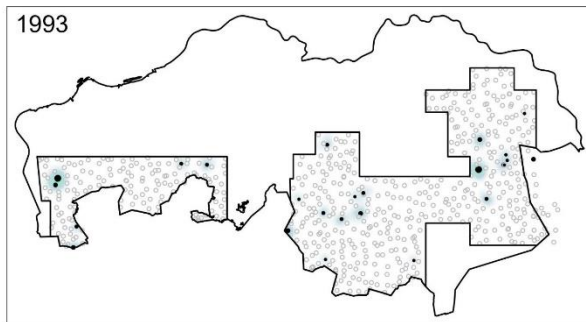


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +2,1% (P=0,004)

Gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*)

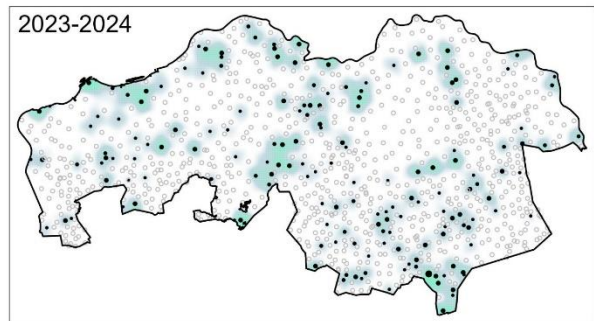
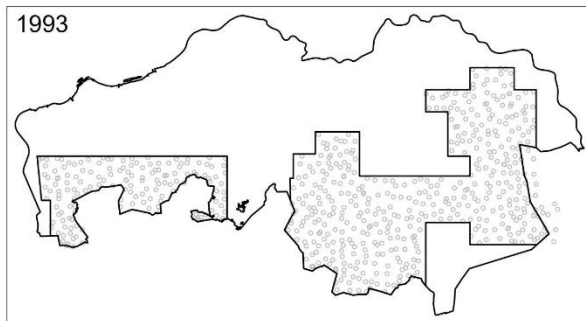


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: -1,9% (P=0,025)

Helmroestmos (*Frullania dilatata*)

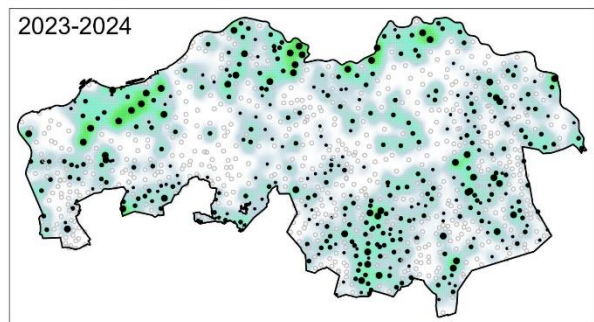
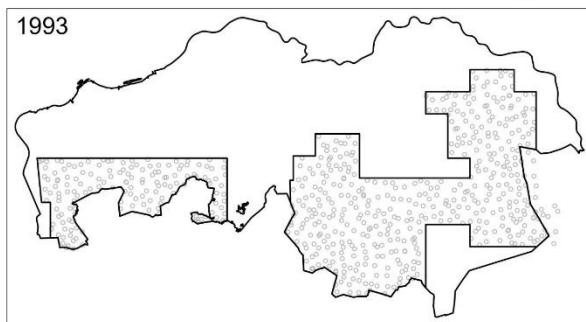


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +12,4% (P=0,000)

Gewoon muisjesmos (*Grimmia pulvinata*)

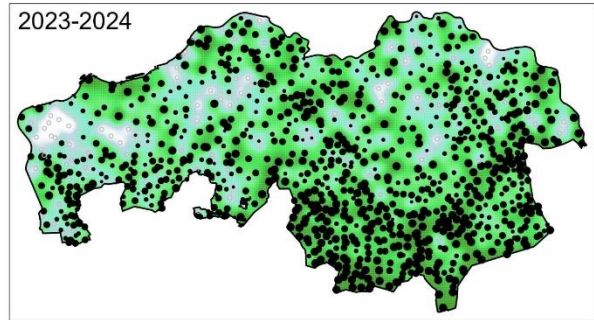
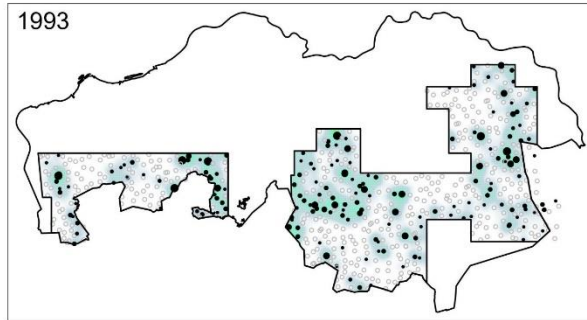


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +41,8% (P=0,000)

Gesnaveld klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*)

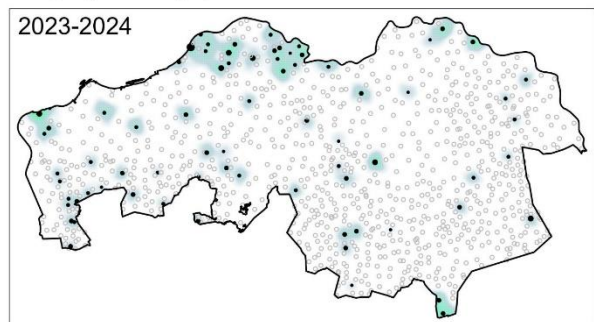
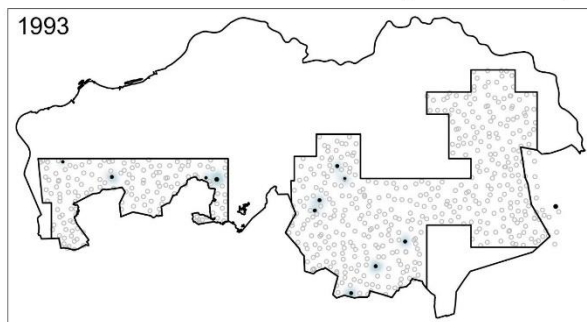


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: +66,0% (P=0,000)

Fijn laddermos (*Kindbergia praelonga*)

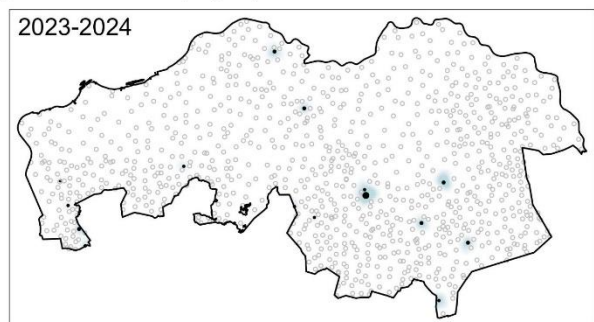
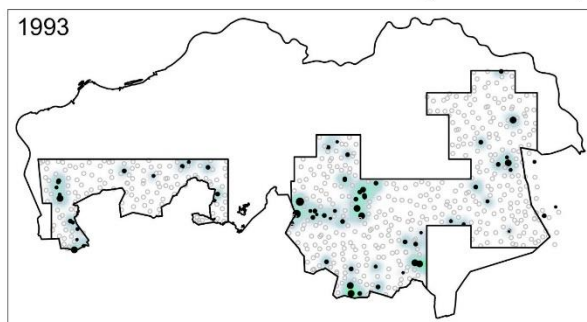


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: +3,9% (P=0,001)

Gedrongen kantmos (*Lophocolea heterophylla*)

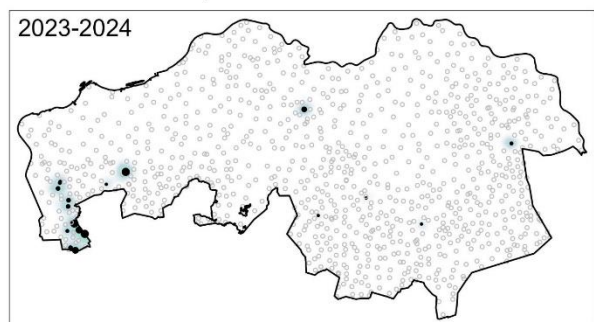
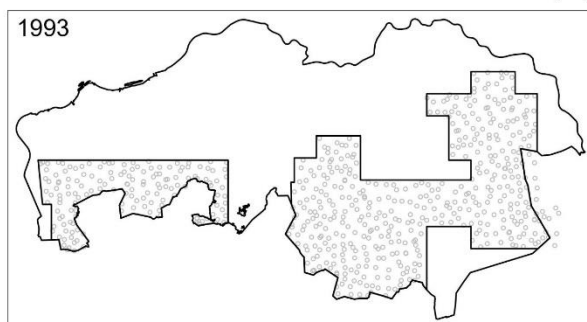


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: -9,1% (P=0,000)

Gaaf kantmos (*Lophocolea semiteres*)

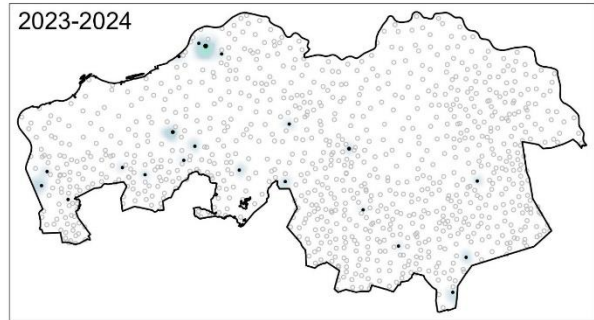
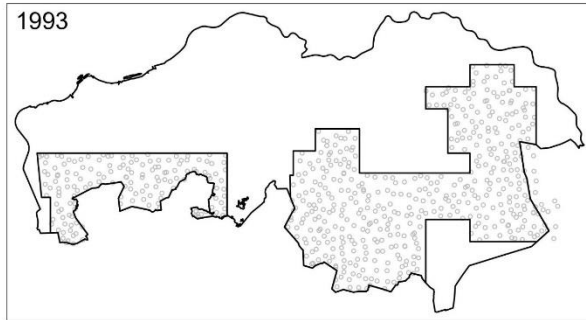


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: +2,7% (P=0,000)

Bleek boomvorkje (*Metzgeria furcata*)

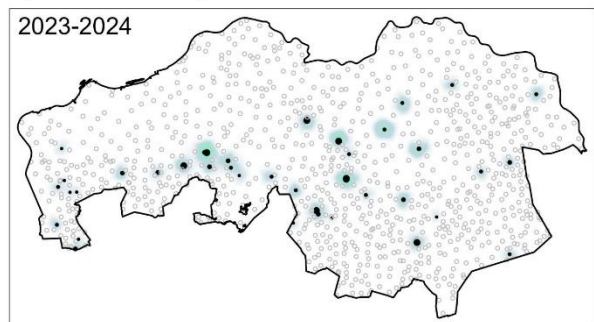
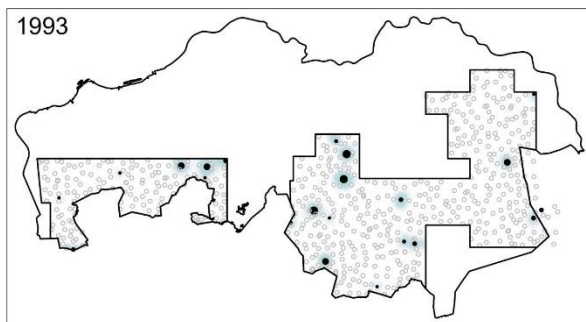


kwantiteit 0 · 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: +1,6% (P=0,004)

Gewoon sterrenmos (*Mnium hornum*)

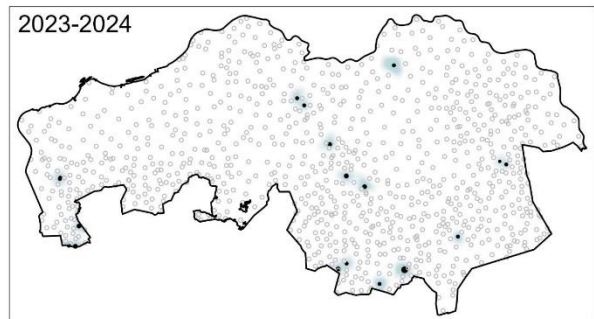
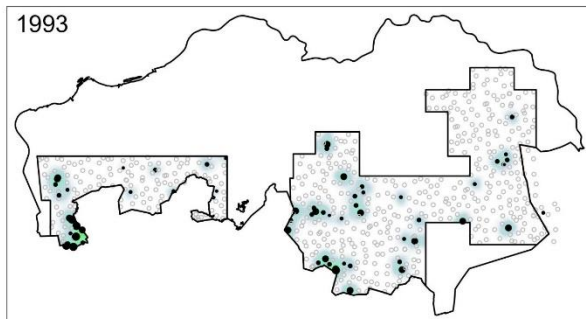


kwantiteit 0 · 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: +1,4% (P=0,052)

Geelsteeltje (*Orthodontium lineare*)

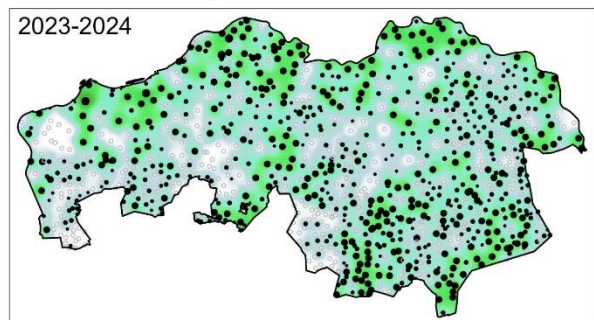
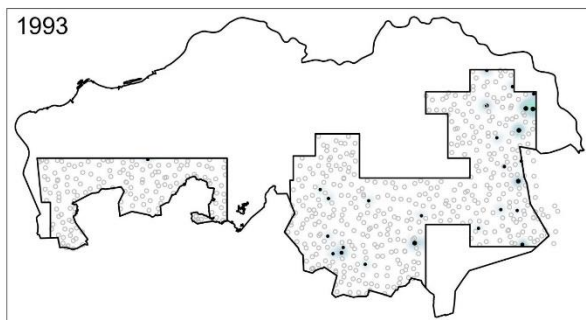


kwantiteit 0 · 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6

0 1 2 3 4 5 6

Trend: -7,8% (P=0,000)

Gewone haarmuts (*Orthotrichum affine*)

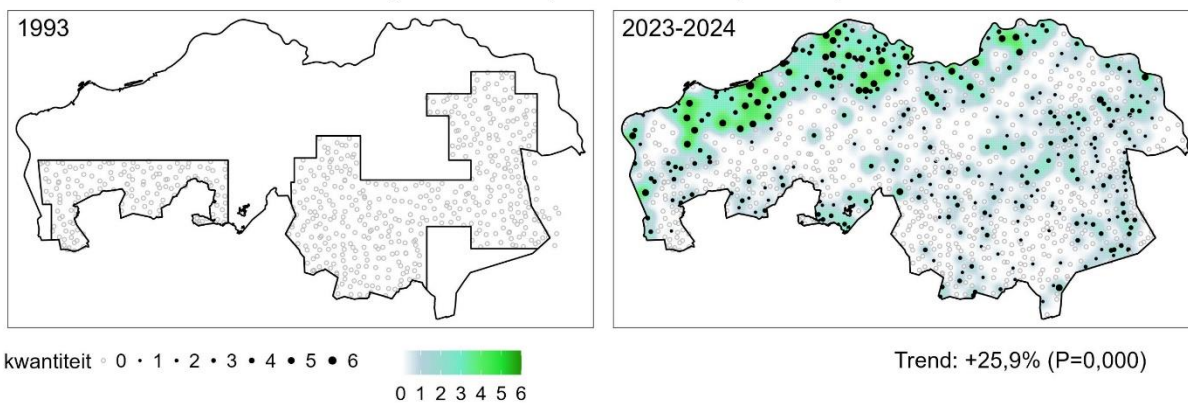


kwantiteit 0 · 1 · 2 · 3 · 4 · 5 · 6

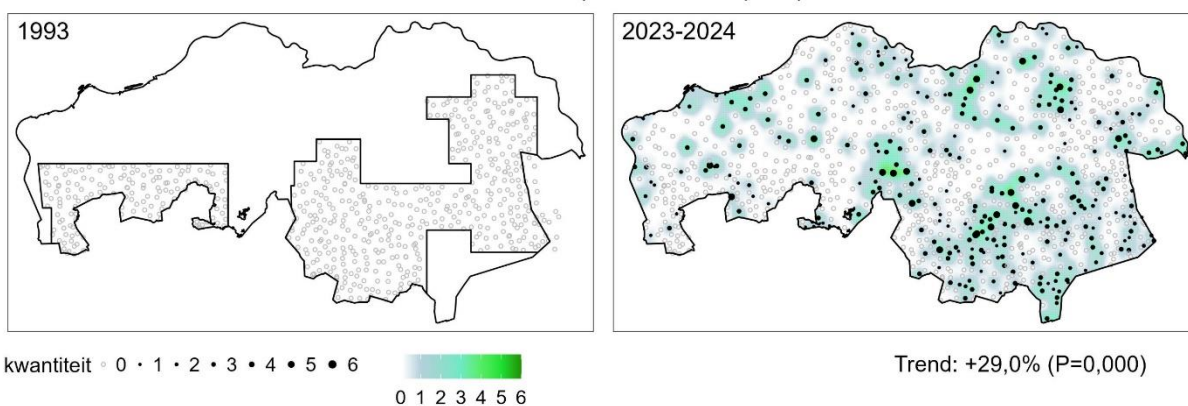
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +58,8% (P=0,000)

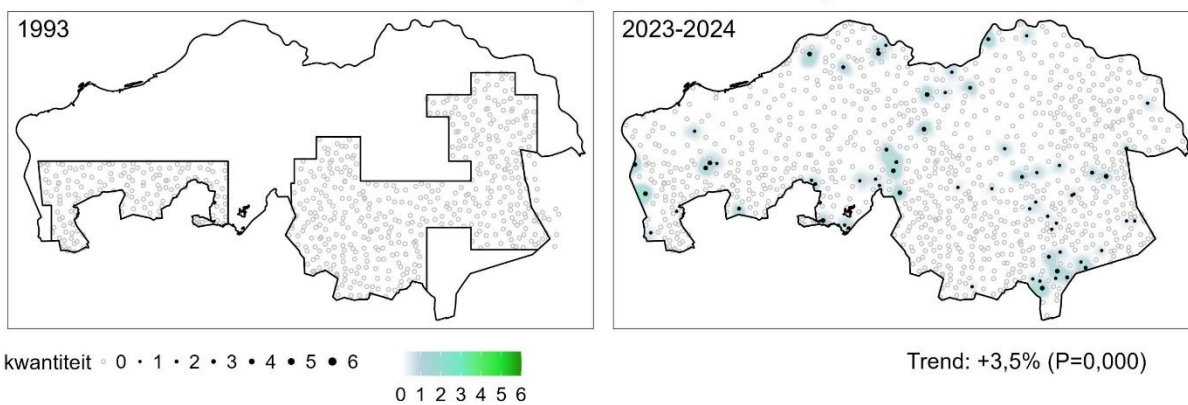
### Grijze haarmuts (*Orthotrichum diaphanum*)



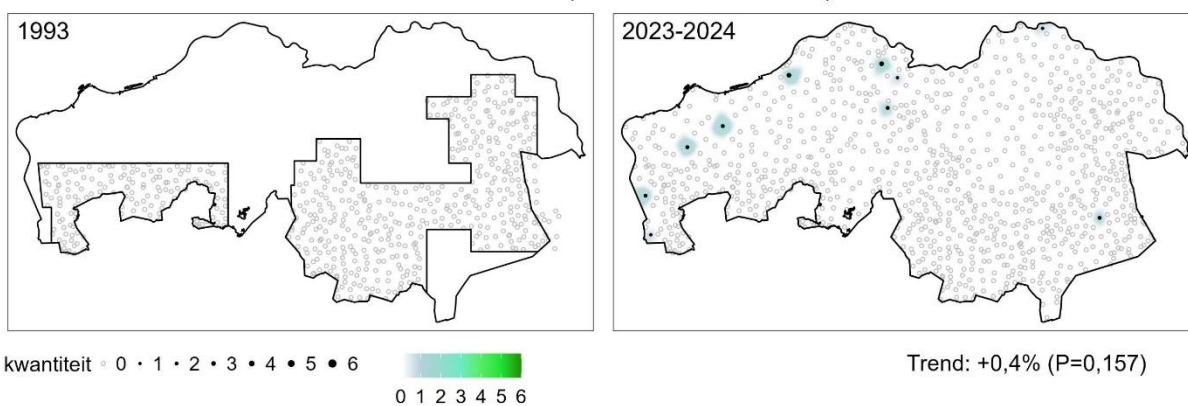
### Broedhaarmuts (*Orthotrichum lyellii*)



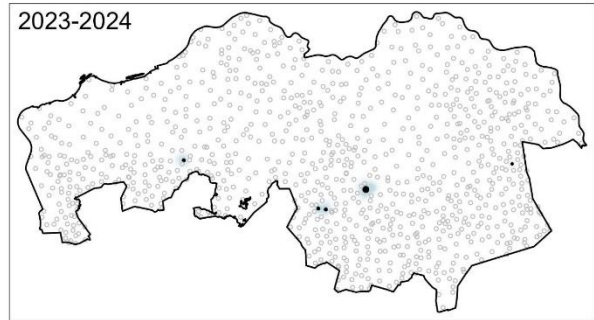
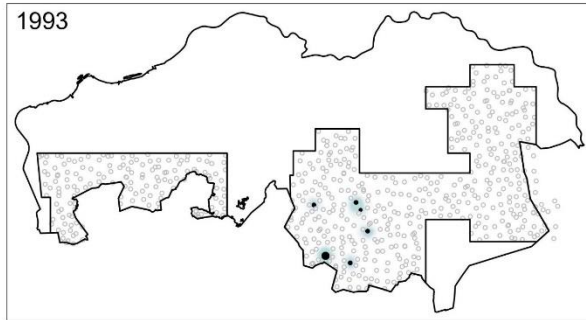
### Gladde haarmuts (*Orthotrichum striatum*)



### Slanke haarmuts (*Orthotrichum tenellum*)

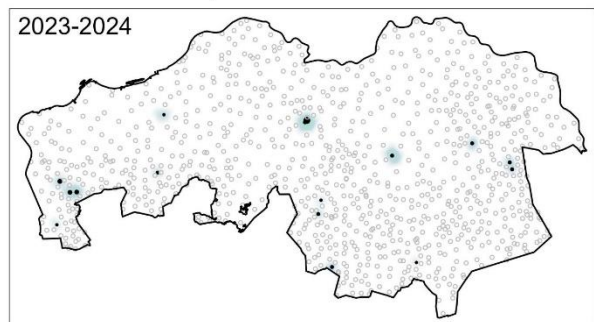
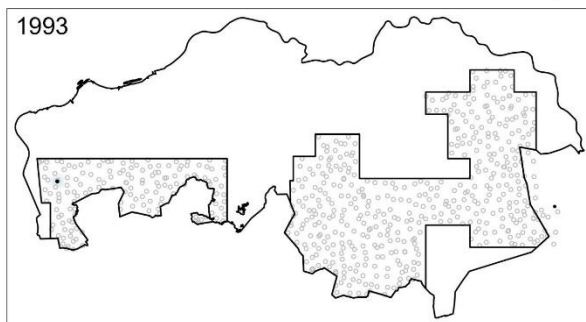


Krom platmos (*Plagiothecium laetum*)



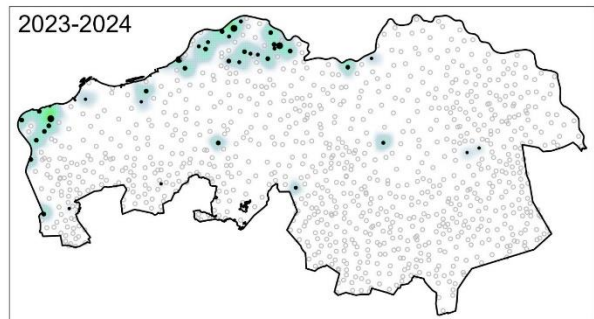
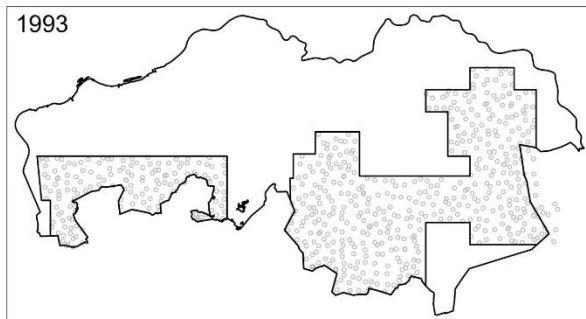
Trend: +0,2% (P=0,738)

Fraai haarmos (*Polytrichum formosum*)



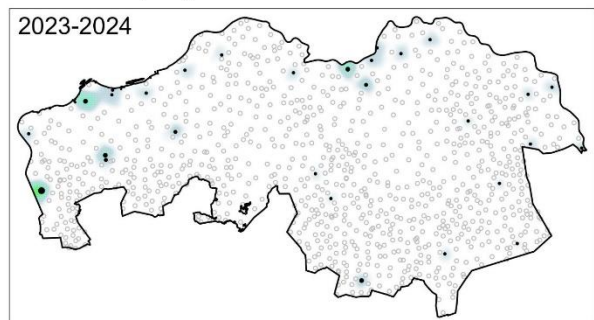
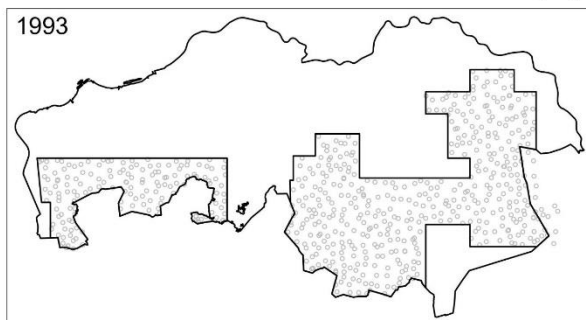
Trend: +1,9% (P=0,002)

Boomsnavelmos (*Rhynchostegium confertum*)



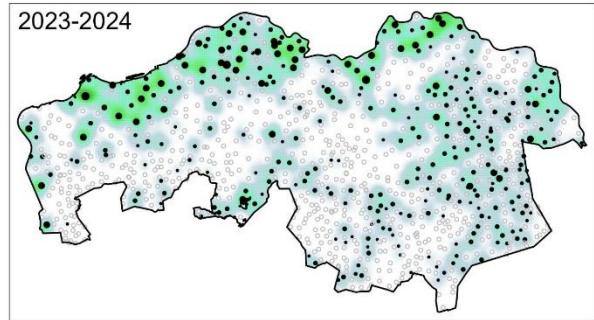
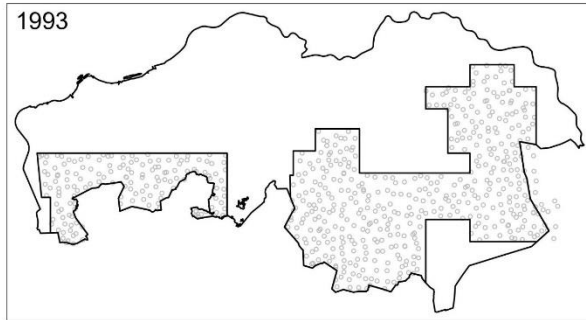
Trend: +0,8% (P=0,045)

Boomsterretje (*Syntrichia laevipila*)



Trend: +1,6% (P=0,004)

Knikkersterretje (*Syntrichia papillosa*)

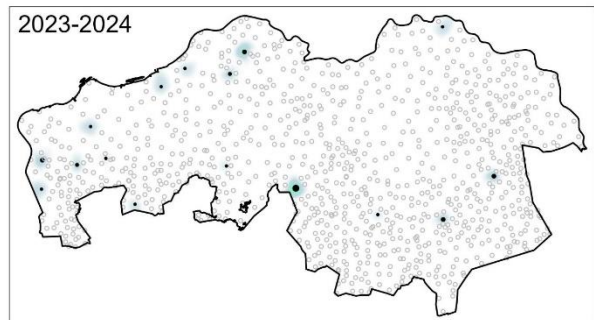
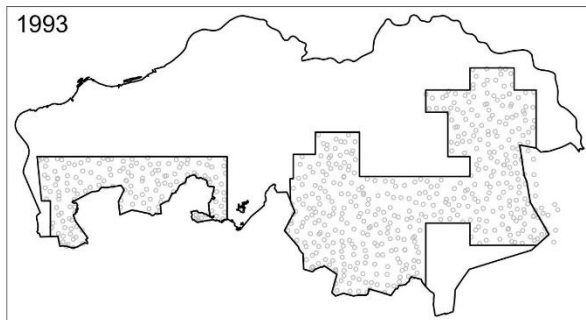


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +27,8% (P=0,000)

Duinsterretje (*Syntrichia ruralis*)

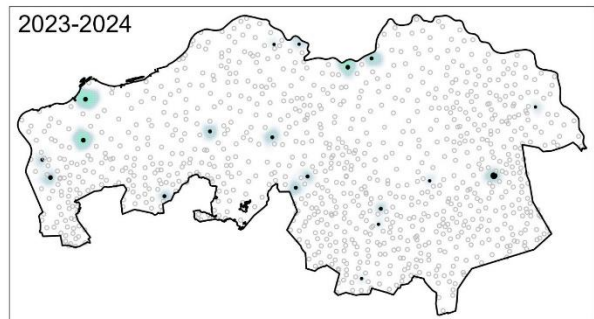
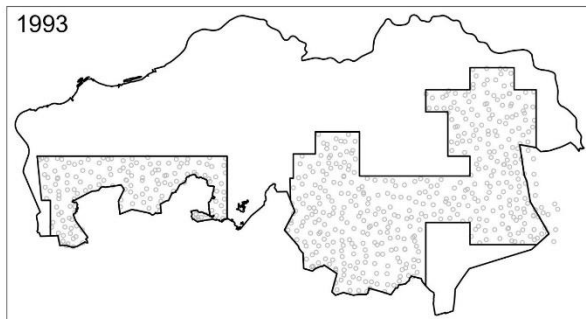


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +1,8% (P=0,003)

Uitgerand zodersterretje (*Syntrichia virescens*)

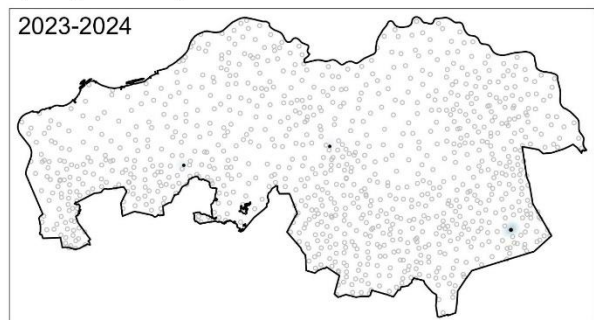
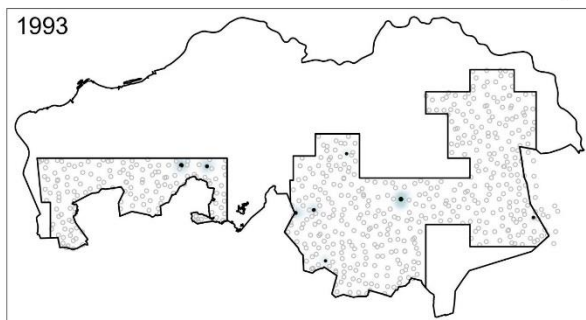


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: +2,1% (P=0,001)

Viertandmos (*Tetraphis pellucida*)

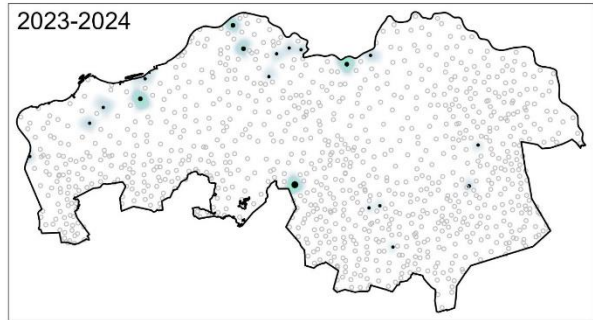
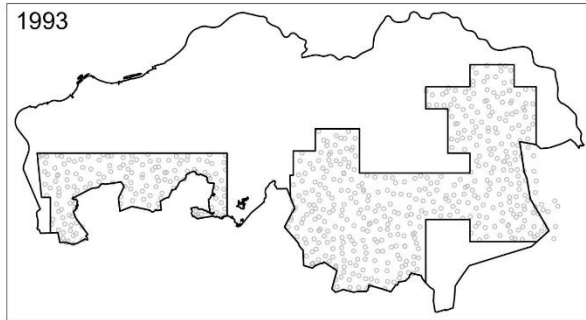


kwantiteit 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6



Trend: -0,6% (P=0,257)

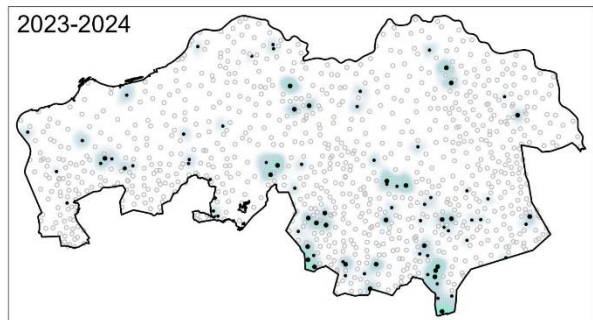
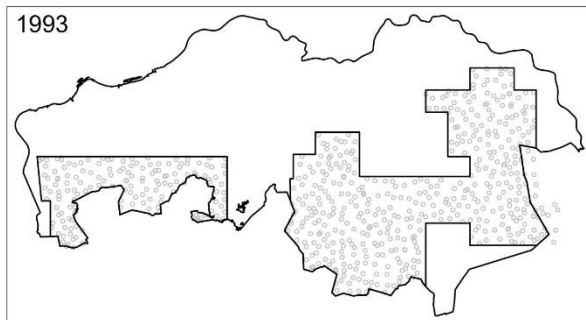
Gewoon muursterretje (*Tortula muralis*)



kwantiteit • 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +1,2% (P=0,014)

Kroesmos (*Ulota*)



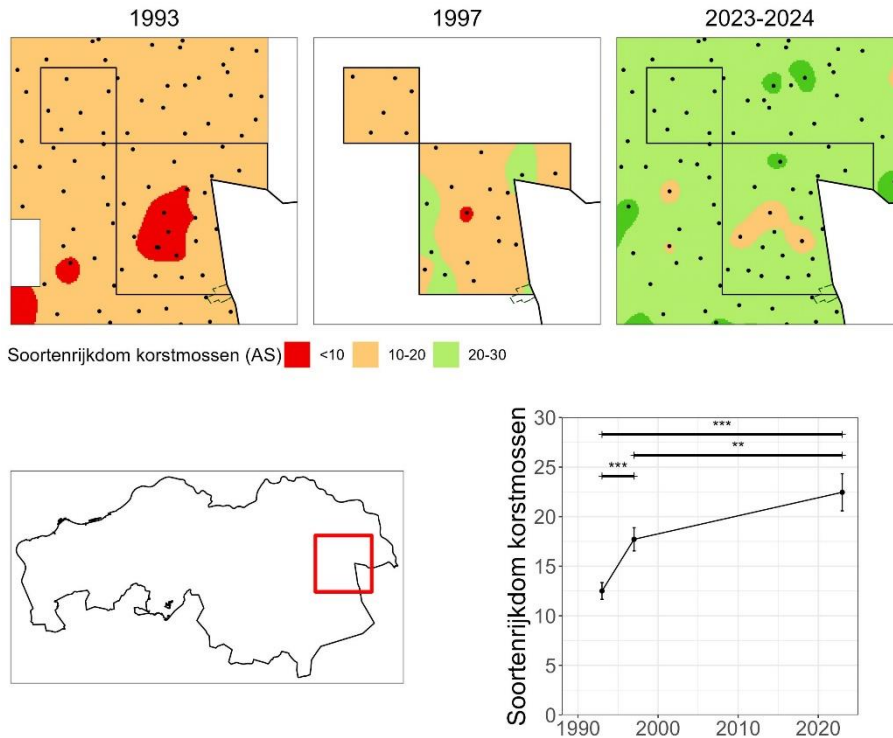
kwantiteit • 0 • 1 • 2 • 3 • 4 • 5 • 6  
0 1 2 3 4 5 6

Trend: +8,2% (P=0,000)

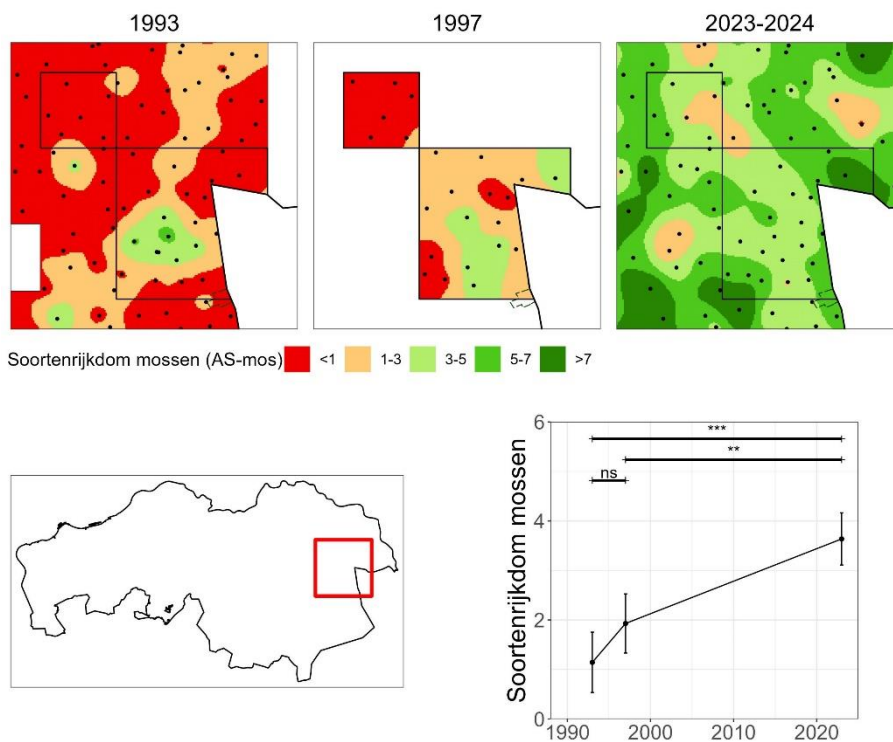


## Bijlage E. Veranderingen graadmeters rond De Rips in 1997

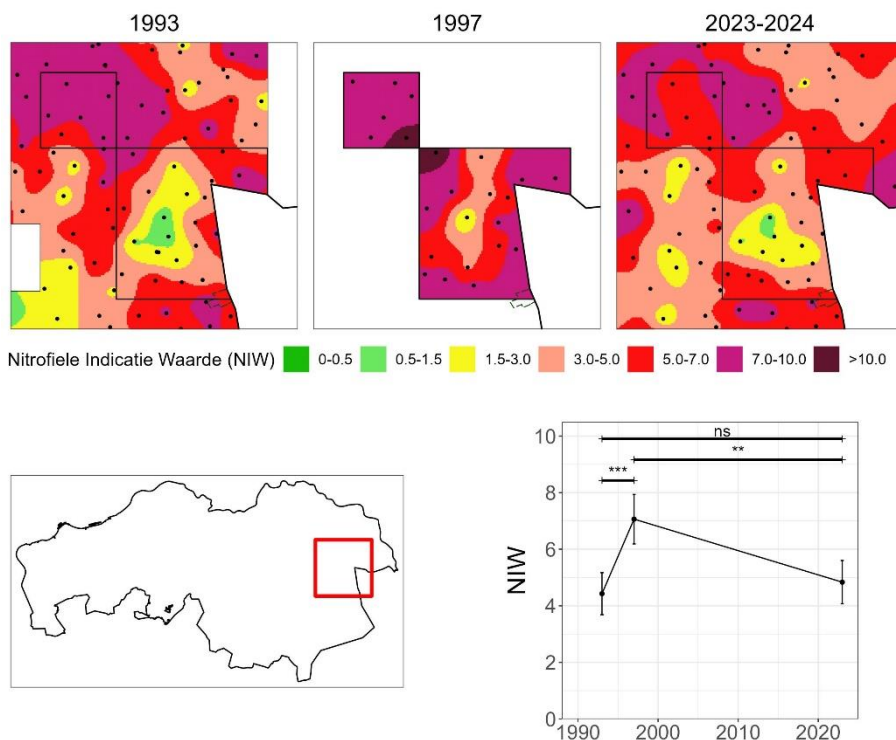
Veranderingen in graadmeters in het gebied rond De Rips, waar ook in 1997 meetpunten zijn bezocht. De gegevens in de grafieken rechtsonder zijn gebaseerd op alleen de herhaalde meetpunten (n=14).



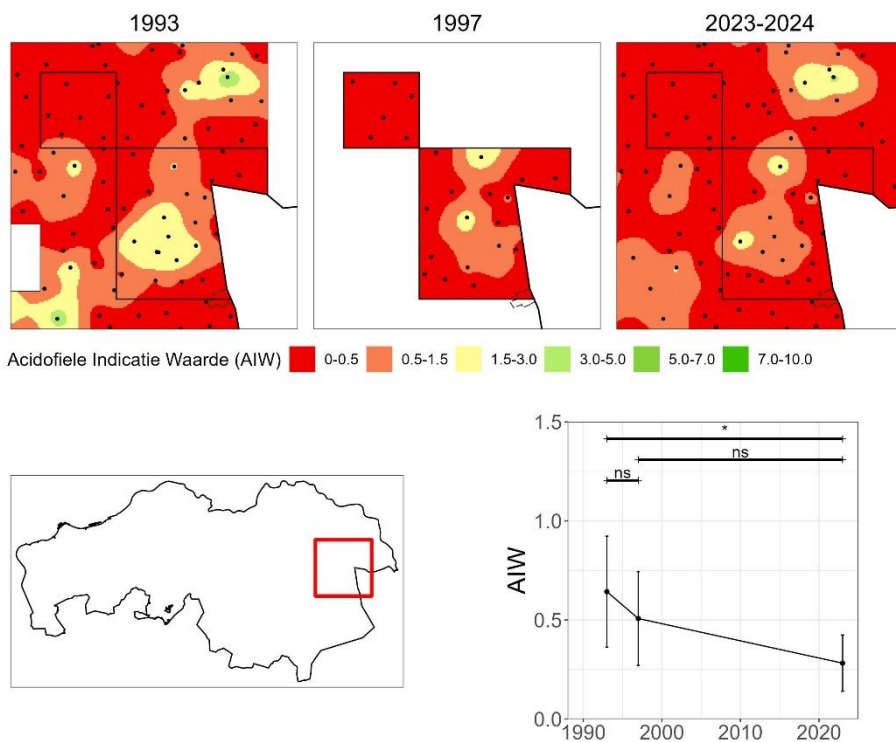
Figuur E.1 Veranderingen in de soortenrijkdom korstmossen per meetpunt in het gebied rond De Rips.



Figuur E.2 Veranderingen in de soortenrijkdom mossen per meetpunt in het gebied rond De Rips.



Figuur E.3 Veranderingen in de NIW in het gebied rond De Rips.



Figuur E.4 Veranderingen in de AIW in het gebied rond De Rips.