



inbo



Instituut voor
Natuur- en Bosonderzoek

Typologie en standplaatsonderzoek van berm- en dijkvegetaties langs enkele W&Z-waterlopen

Andy Van Kerckvoorde, Bart Vandevoorde, Maud Raman, Luc De Geest, Koen Vervaeet, Koen Willems, Arthur De Haeck, Mathieu Pieters, Pieter Dhaluin & Thomas Terrie

Auteurs:

Andy Van Kerckvoorde, Bart Vandevoorde, Maud Raman, Luc De Geest, Koen Vervaet, Koen Willems, Arthur De Haeck, Mathieu Pieters, Pieter Dhaluin & Thomas Terrie
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel
Kliniekstraat 25, 1070 Brussel
www.inbo.be

e-mail:

andy.vankerckvoorde@inbo.be

Wijze van citeren:

Van Kerckvoorde A., Vandevoorde B., Raman M., De Geest L., Vervaet K., Willems K., De Haeck A., Pieters M., Dhaluin P. & Terrie T. (2015). Typologie en standplaatsonderzoek van berm- en dijkvegetaties langs enkele W&Z-waterlopen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2015 (INBO.R.2015.7255881). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

D/2015/3241/057

INBO.R.2015.7255881

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Jurgen Tack

Druk:

Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse overheid

Foto cover:

Bermvegetatie met margriet op de linkeroever van het Kanaal Gent-Brugge net stroomopwaarts Hansbekebrug

Dit onderzoek werd uitgevoerd in opdracht van:

Waterwegen en Zeekanaal NV, afdeling Bovenschelde,
Guldensporenpark 105, 9820 Merelbeke.



Waterwegen en Zeekanaal NV
weg van water

Typologie en standplaats- onderzoek van berm- en dijkvegetaties langs enkele W&Z- waterlopen

**Andy Van Kerckvoorde, Bart Vandevoorde, Maud Raman,
Luc De Geest, Koen Vervaet, Koen Willems, Arthur De
Haeck, Mathieu Pieters, Pieter Dhaluin & Thomas Terrie**

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de vegetatiesamenstelling van bermen en dijken langs enkele W&Z-waterlopen. Tevens worden de standplaatscondities voor enkele ecologisch relevante vegetatiegroepen beschouwd.

Typologie en vegetatievariabelen

In de dataset met 542 vegetatieopnames onderscheidt TWINSpan 5 ecologisch relevante groepen: (1) de brem - schapenzuring groep, (2) de duizendblad - knoopkruid groep, (3) de glanshaver - fluitenkruid groep, (4) de grote brandnetel - glanshaver groep en (5) de grote brandnetel groep.

De brem - schapenzuring groep kent significant lagere Ellenberggetallen voor nutriënten en significant lagere Ellenberggetallen voor zuurgraad in vergelijking met de andere groepen. Voor deze groep worden de hoogste waarden berekend voor het stress-tolerant aandeel. De duizendblad - knoopkruid groep bezit, ten opzichte van de andere groepen, significant hogere soortenaantallen en diversiteitindices en kent de hoogste bedekkingen van graslandsoorten kenmerkend voor voedselarme tot matig voedselrijke bodemcondities. Bij de grote brandnetel - glanshaver groep en de grote brandnetel groep treden significant lagere soortenaantallen en diversiteitindices op vergeleken met de andere groepen. De grote brandnetel groep kent de hoogste Ellenberggetallen voor nutriënten en de laagste waarden voor het stress-tolerant aandeel.

Zeldzame en Rode Lijst soorten komen voor bij de brem - schapenzuring groep, de duizendblad - knoopkruid groep en de glanshaver - fluitenkruid groep. In de grote brandnetel - glanshaver groep en de grote brandnetel groep komen quasi geen zeldzame of Rode Lijst soorten voor.

In de discussie worden voor de vegetatiegroepen overeenstemmende Vlaamse graslandtypes en wegbermentypes beschreven. De duizendblad - knoopkruid groep kan veelal worden nagestreefd als ecologisch waardevolle graslandvegetatie op bermen en dijken. Wanneer brem en bramen worden onderdrukt door een natuurvriendelijk beheer kan de brem - schapenzuring groep evolueren naar gewenste graslandvegetaties. De grote brandnetel - glanshaver groep en de grote brandnetel groep zijn niet wenselijk in het kader van het streven naar soortenrijke bermen en dijken.

Verder worden in de discussie criteria aangegeven voor vegetatievariabelen waaraan bermvegetaties (1) best voldoen of (2) best niet voldoen.

Standplaatsonderzoek

In functie van het standplaatsonderzoek zijn 200 sites geselecteerd. De selectie gebeurde op basis van de vegetatiegroepen waarbij een gelijkaardige verdeling van sites per vegetatiegroep is nagestreefd. Voor de 200 sites is een standaardset aan bodemvariabelen bepaald.

De variatie in bodemvariabelen aanwezig in de dataset wordt vooral verklaard door verschillen in pH, zuurverzadiging, CEC, P_{olsen} , N_{mineraal} en K_{exch} .

Lage waarden voor pH en hoge waarde voor zuurverzadiging kenmerken de brem - schapenzuring groep. De overige groepen tonen geen verschillen in pH en zuurverzadiging.

De brem - schapenzuring groep kent significant lagere waarden voor P_{olsen} ten opzichte van de overige groepen. De duizendblad - knoopkruid groep bezit significant lagere waarden voor P_{olsen} in vergelijking met de glanshaver - fluitenkruid groep, met de grote brandnetel - glanshaver groep en met de grote brandnetel groep. De grote brandnetel groep kent de hoogste waarden voor P_{olsen} vergeleken met de overige groepen.

Betreffende N_{mineraal} kent de brem - schapenzuring groep significant lagere waarden in vergelijking met de overige groepen. De duizendblad - knoopkruid groep bezit significant lagere waarden ten opzichte van de grote brandnetel - glanshaver groep en de grote brandnetel groep.

In de discussie wordt ingegaan op mogelijke achterliggende oorzaken van de verschillen in bodemvariabelen.

Summary

This study gives a floristic description of embankments along some major waterways in Flanders. Moreover soil characteristics for some ecologically relevant vegetation groups are studied.

Typology and vegetation variables

A TWINSpan on the dataset of 542 relevés distinguishes 5 ecologically relevant groups: (1) the *Cytisus scoparius* - *Rumex acetosella* group, (2) the *Achillea millefolium* - *Centaurea jacea* group, (3) the *Arrhenatherum elatius* - *Anthriscus sylvestris* group, (4) the *Urtica dioica* - *Arrhenatherum elatius* group and (5) the *Urtica dioica* group.

The *Cytisus scoparius* - *Rumex acetosella* group has significantly lower Ellenberg indicator value for nutrients, significantly lower Ellenberg indicator value for soil acidity and significantly higher S (Grime's stress-tolerant dimension) values compared with other groups. The *Achillea millefolium* - *Centaurea jacea* group shows significantly higher species number and diversity indices and reveals high cover of grassland species typical for nutrient poor to moderate nutrient rich soil conditions. For the *Urtica dioica* - *Arrhenatherum elatius* group and the *Urtica dioica* group significantly lower species number and diversity indices, significantly higher Ellenberg indicator value for nutrients and significantly lower S-values are calculated, compared with the other groups.

Rare and Red List species occur in the *Cytisus scoparius* - *Rumex acetosella* group, the *Achillea millefolium* - *Centaurea jacea* group and the *Arrhenatherum elatius* - *Anthriscus sylvestris* group. Almost no such species are found in the *Urtica dioica* - *Arrhenatherum elatius* group and the *Urtica dioica* group.

In the discussion part, corresponding Flemish grassland types and embankment types are described for the vegetation groups. The *Achillea millefolium* - *Centaurea jacea* group can be considered as a target vegetation along embankments. When *Rubus* and *Cytisus scoparius* are suppressed by implementing ecologically friendly management measures, target grassland vegetation will develop. The *Urtica dioica* - *Arrhenatherum elatius* group and the *Urtica dioica* group aren't advisable when species rich vegetations are targeted.

Site conditions

Soil variables are determined in 200 plots, selected in such way that plots were equally distributed in main vegetation groups. A standard set of soil characteristics is analyzed.

Acid saturation, pH, cation exchange capacity, mineral nitrogen, P_{olsen} and exchangeable potassium explain most of the variation in soil characteristics.

The *Cytisus scoparius* - *Rumex acetosella* group has low values for pH and high values for acid saturation. Between the other groups, no differences in pH and acid saturation are observed.

The *Cytisus scoparius* - *Rumex acetosella* group shows significantly lower values for P_{olsen}, compared with the other groups. The *Achillea millefolium* - *Centaurea jacea* group displays significantly lower values for P_{olsen} compared with the *Arrhenatherum elatius* - *Anthriscus sylvestris* group, the *Urtica dioica* - *Arrhenatherum elatius* group and the *Urtica dioica* group. The *Urtica dioica* group reveals highest values for P_{olsen}.

Significantly lower values for mineral nitrogen occurs in the *Cytisus scoparius* - *Rumex acetosella* group. The *Achillea millefolium* - *Centaurea jacea* group displays significantly lower values for mineral nitrogen compared with the *Urtica dioica* - *Arrhenatherum elatius* group and the *Urtica dioica* group.

In the discussion part, possible causes of differences in soil conditions are considered.

Inhoud

| | |
|--|-----------|
| Samenvatting | 1 |
| Summary | 3 |
| 1 Inleiding en doelstelling | 6 |
| 2 Materiaal en methoden | 7 |
| 2.1 Vegetatieopnames..... | 7 |
| 2.2 Bodemstalen en -variabelen..... | 8 |
| 2.4 Verwerking vegetatieopnames | 10 |
| 2.4.1 Twinspace..... | 10 |
| 2.4.3 Biodiversiteit..... | 11 |
| 2.4.4 Rode Lijst..... | 11 |
| 2.4.5 Kwartierhokfrequentieklassen | 11 |
| 2.4.6 Ellenberg-indicatorgetallen | 11 |
| 2.4.7 CSR-overlevingsstrategieën | 12 |
| 2.4.8 Typische en facultatieve graslandsoorten..... | 13 |
| 2.4.9 Sleutelsoorten habitattypes | 13 |
| 2.5 Verwerking bodemvariabelen | 14 |
| 2.6 Grafische voorstelling en statistische verwerking | 14 |
| 3 Vegetatieonderzoek | 15 |
| 3.1 Twinspace..... | 15 |
| 3.2 Abundante taxa..... | 19 |
| 3.3 Soortenaantallen, diversiteitindices en evenness | 19 |
| 3.4 Ellenberggetallen..... | 20 |
| 3.5 CSR-waarden | 20 |
| 3.6 Rode Lijst en zeldzame soorten | 21 |
| 3.7 LSVI-sleutelsoorten | 21 |
| 3.8 Typische en facultatieve graslandsoorten..... | 21 |
| 3.9 Soorten met hoge (> 6) of lage (< 4) Ellenberggetallen voor nutriënten | 22 |
| 3.10 Correlaties..... | 31 |
| 3.11 Standplaatsfactoren..... | 31 |
| 4 Standplaatsonderzoek | 34 |
| 4.1 Variatie in bodemvariabelen..... | 34 |
| 4.1.1 PCA | 34 |
| 4.1.2 Correlaties tussen bodemvariabelen..... | 36 |
| 4.2 Bodemvariabelen per vegetatiegroep | 38 |
| 4.2.1 Boxplots..... | 38 |
| 4.2.2 DCA..... | 44 |
| 4.3 Bodem- en vegetatievariabelen | 45 |
| 5 Discussie | 46 |
| 5.1 Typologie en vegetatievariabelen..... | 46 |
| 5.2 Standplaatsonderzoek..... | 48 |
| 5.3 Omvormings- en onderhoudsbeheer | 51 |
| 6 Bijlagen | 53 |
| Referenties | 59 |

1 Inleiding en doelstelling

Dit rapport onderzoekt berm- en dijkvegetaties¹ langs W&Z-waterwegen. Er worden twee verschillende aspecten uitgewerkt:

- Ten eerste wordt de vegetatiesamenstelling van bermen en dijken onderzocht om op basis hiervan ecologisch relevante groepen te onderscheiden. Voor deze groepen worden de biodiversiteit, het voorkomen van zeldzame of sleutelsoorten, de Ellenberg-indicatorgetallen en de aandelen van overlevingsstrategieën uitgewerkt. Deze kennis vormt achtergrondinformatie bij het bepalen van ecologische streefbeeld en kan een kader bieden voor de ecologische opvolging.
- Als tweede aspect wordt standplaatsonderzoek verricht van de relevante vegetatiegroepen. De doelstelling is om na te gaan indien de vegetatiegroepen verschillen vertonen in bodemvariabelen, standplaatsfactoren of beheervormen. Kenmerkende abiotische condities kunnen op die manier worden bepaald voor de verschillende vegetatiegroepen.

1. De termen berm en dijk worden in dit document gebruikt. Binnen W&Z wordt langs de Zeeschelde en Durme eerder gesproken van dijken. Voor het Kanaal Gent-Brugge, Leopoldkanaal, Leie en waterlopen in het IJzerdistrict wordt eerder bermen aangewend. Voor zowel berm en dijk wordt de, dikwijls opgehoogde, strook grond bedoeld aanliggend aan de waterweg.

2 Materiaal en methoden

2.1 Vegetatieopnames

De vegetatie kan worden beschreven door een vegetatieopname: een opsomming van alle plantensoorten per vegetatielaag binnen een oppervlak samen met een inschatting van de bedekking en aantallen (Schaminée et al., 1995). De bedekking van een soort wordt gevormd door inschatting van het percentage van het opnameoppervlak, dat door de verticale projectie wordt gevuld.

Dataset

De dataset met vegetatieopnames in bermen en dijken aangewend in deze studie bestaat uit een bundeling van opnames afkomstig uit verschillende INBO-projecten. Deze projecten kunnen worden ingedeeld in 2 grote categorieën: het dijkenonderzoek Zeeschelde en Durme en de ecologische opvolging van verschillende andere W&Z-waterlopen.

Tabel 1 toont een overzicht van het aantal opnames uit INBO-projecten die werden aangewend voor deze studie. In totaal bestaat de dataset uit 542 vegetatieopnames.

Tabel 1. De dataset voor deze studie bestaat uit een samenvoeging van vegetatieopnames uit verschillende projecten.

| INBO-project | aantal opnames | jaar van veldwerk |
|--|----------------|-------------------|
| Dijkonderzoek Zeeschelde en Durme | 219 | 2009 |
| Ecologische opvolging bermvegetatie Kanaal Gent-Brugge | 125 | 2009 |
| Ecologische opvolging bermvegetatie Leopoldkanaal | 90 | 2011 |
| Ecologische opvolging bermvegetatie IJzer | 48 | 2010 |
| Ecologische opvolging bermvegetatie Leie | 60 | 2010 |

Veldwerk

De vegetatieopnames werden steeds verricht voor een oppervlakte van 4 m² (meestal waren de proefvlakken 2x2 m) en vonden plaats tussen 2009 en 2011 (tabel 1). De gehanteerde opnameschaal was de decimale schaal van Londo (tabel 2; Londo, 1975). Belangrijk voordeel van deze schaal ten opzichte van andere opnamemethodes, zoals Braun-Blanquet of Tansley, is dat deze schaal heel nauwkeurig en gedetailleerd is, vooral bij de lagere bedekkingschalen. Zelfs kleine wijzigingen van de vegetatie worden in beeld gebracht, waardoor deze schaal de voorkeur heeft bij het gedetailleerd opvolgen van vegetaties in de tijd (Schaminée et al., 1995).

Bij iedere vegetatieopnames zijn volgende standplaatsfactoren bepaald:

- situering (waterzijde, landzijde),
- expositie (windrichtingen),
- helling (°),
- beschaduwing (ja, nee; de beschaduwing van een opname tijdens de middaguren is beoordeeld) en
- beheer (maaïen, begrazen, nietsdoen).

Tabel 2. De decimale schaal van Londo (Londo, 1975).

| Code | Bedekking (%) | Aantalschatting |
|------|---------------|-------------------------------------|
| .1 | <1 | met . = |
| .2 | 1-3 | r: sporadisch (1-3 exemplaren) |
| .4 | 3-5 | p: weinig talrijk (4-20 exemplaren) |
| | | a: talrijk (21-100 exemplaren) |
| | | m: zeer talrijk (>100 exemplaren) |
| 1 | 6-15 | |
| 2 | 16-25 | |
| 3 | 26-35 | |
| 4 | 36-45 | |
| 5 | 46-55 | |
| 6 | 56-65 | |
| 7 | 66-75 | |
| 8 | 76-85 | |
| 9 | 86-95 | |
| 10 | 95-100 | |

2.2 Bodemstalen en -variabelen

Veldwerk

Op basis van de soortensamenstelling van de vegetatieopnames konden enkele belangrijke ecologisch relevante groepen worden afgebakend (zie verder bij vegetatieonderzoek onder 3.1 Twinspan). Op basis van deze groepen zijn in totaal 200 proefvlakken geselecteerd voor bodemstaalname (tabel 3). Hierbij is gestreefd naar gelijke aantallen voor de verschillende groepen.

Per proefvlak werden 5 substalen genomen van de bovenste 20 cm bodem met behulp van een gutsboor in 2010 of 2012 (tabel 3). Eventueel werd vooraf de vegetatie of het strooisel weggehaald. De homogeniteit van het staal werd nagegaan in het veld. Indien er in de bovenste 20 cm een organische en een minerale laag te onderscheiden was dan werden deze beide lagen apart bemonsterd.

Tabel 3. De dataset van bodemstaalnamesites, het jaar van staalname en het jaar van de laboanalyses.

| INBO-project | aantal opnames | jaar van bodemstaalname | jaar van laboanalyse |
|--|----------------|-------------------------|----------------------|
| Dijkonderzoek Zeeschelde en Durme | 100 | 2010 | 2011 |
| Ecologische opvolging bermvegetatie Kanaal Gent-Brugge | 100 | 2012 | 2013 |
| Ecologische opvolging bermvegetatie Leopoldkanaal | | | |
| Ecologische opvolging bermvegetatie IJzer | | | |
| Ecologische opvolging bermvegetatie Leie | | | |

Dataset

Tabel 4 lijst de, in het laboratorium bepaalde, bodemvariabelen op. Textuur werd bij de dataset rond ecologische opvolging bepaald op voorbehandelde stalen, terwijl dit voor de dataset van het dijkenonderzoek gebeurde op niet-voorbehandelde stalen. Zonder voorbehandeling kunnen organische stof en samengeklitte kleipartikels de resultaten beïnvloeden (mondelijke mededeling Bruno De Vos). Als gevolg kunnen de resultaten van textuur niet worden vergeleken tussen beide datasets.

Tabel 4. De geanalyseerde bodemvariabelen.

| Bodemvariabelen | Afkorting | Eenheid |
|---|---|----------|
| Textuur | zand, klei, leem | % |
| Droge stof | DS | % |
| Gloeiverlies | LOI _{totaal} | % |
| Zuurgraad | pH _{H2O} | % |
| Electrische geleidbaarheid | EC | µS/cm |
| Totaal stikstof | N _{totaal} | mg/kg |
| Mineraal stikstof | N _{mineraal} | mg/kg |
| Totaal fosfor | P _{totaal} | mg/kg |
| Beschikbaar fosfor | P _{olsen} | mg/kg |
| Totaal koolstof | C _{totaal} | % |
| Organische koolstof | C _{organische C} | % |
| Carbonaat | CaCO ₃ | % |
| Kationuitwisselings-capaciteit methode bariumchloride | CEC _{BaCl2} | cmol+/kg |
| Kationuitwisselings-capaciteit methode magnesiumsulfaat | CEC _{MgSO4} | cmol+/kg |
| Uitwisselbare kationen | Ca _{exch} , K _{exch} , Mg _{exch} , Na _{exch} , Al _{exch} , Fe _{exch} , Mn _{exch} | cmol+/kg |

De volgende variabelen werden berekend uit geanalyseerde bodemvariabelen:

- zuurverzadiging: fractie van Al_{exch}, Fe_{exch}, Mn_{exch} in CEC_{BaCl2};
- basenverzadiging: fractie van Ca_{exch}, K_{exch}, Mg_{exch}, Na_{exch} in CEC_{BaCl2};
- C/N: C_{totaal} / N_{totaal};
- C/P: C_{totaal} / P_{totaal}.

2.4 Verwerking vegetatieopnames

Vooreerst is de opnameschaal van Londo omgezet naar percentages (tabel 5).

Tabel 5. Omzetting van Londo-opnameschaal naar percentages.

| Londo-opnameschaal | |
|--------------------|----|
| code | % |
| .1 | 1 |
| .2 | 2 |
| .4 | 4 |
| 1 | 10 |
| 2 | 20 |
| 3 | 30 |
| 4 | 40 |
| 5 | 50 |
| 6 | 60 |
| 7 | 70 |
| 8 | 80 |
| 9 | 90 |
| 10 | 97 |

2.4.1 Twinspan

Twinspan (= Two-Way Indicator Species Analysis, Hill 1979) is een classificatiemethode om op een objectieve manier inzicht te verwerven in de onderlinge verwantschap en verschillen van de data. Twinspan is een divisieve classificatiemethode die vertrekt van de totaliteit van de opnames en verder opsplijst in steeds kleinere groepen, waarbij de opnames met een gelijkaardige samenstelling in dezelfde groep worden geplaatst. Tijdens de berekeningswijze worden indicatorsoorten en preferentiële soorten bepaald. Indicatorsoorten zijn soorten die een duidelijke voorkeur hebben voor een groep en die ervoor als indicatief kunnen worden beschouwd.

Twinspan houdt rekening met kwantitatieve verschillen (bedekkingen) door middel van schijnsoorten ('pseudo-species'). Door splitsingsniveaus ('cutlevels') te definiëren kan bepaald worden in hoeveel schijnsoorten een soort wordt opgesplitst in een opname. Een splitsingsniveau geeft de minimumbedekking van een soort aan om tot een schijnsoort te behoren.

Bij de uitvoering van de twinspan werden de data niet getransformeerd. De volgende splitsingsniveaus zijn gebruikt: 0, 2, 5, 10, 25 en 50. Als bijvoorbeeld soort x een bedekking heeft van 20 % dan wordt ze, bij bovenvermelde splitsingsniveaus, opgesplitst in soort x_1 (bedekking 2-5 %), soort x_2 (bedekking tussen 5 en 10 %) en soort x_3 (bedekking tussen 10 en 25 %).

De analyse is uitgevoerd met het programma WinTWINS versie 2.3 (Hill & Šmilauer, 2005).

2.4.3 Biodiversiteit

Als maat voor de biodiversiteit van de vegetatieopnames worden het aantal soorten, de Shannon-Wiener diversiteitindex en de evenness bepaald.

Een diversiteitindex geeft bijkomende informatie in vergelijking met het aantal soorten vermits in de berekening ook rekening wordt gehouden met de relatieve abundantie van de soorten in een opname. Als diversiteitindex wordt de Shannon-Wiener index aangewend (Shannon, 1948):

$$\text{Shannon-Wiener index} = - \sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i)$$

waarbij:
 p_i = relatieve abundantie van de i^{de} soort
 \ln = natuurlijke logaritme
 s = aantal soorten

De evenness is bepaald op basis van de Shannon-Wiener index:

$$\text{Evenness} = \text{Shannon-Wiener index} / \ln(s)$$

waarbij:
 \ln = natuurlijke logaritme
 s = aantal soorten

2.4.4 Rode Lijst

Rode Lijsten geven een waardering vanuit natuurbehoudoogpunt vermits ze aangeven welke soorten het meest bedreigd zijn en waarvoor prioritaire beschermingsmaatregelen noodzakelijk zijn. De criteria die hiervoor worden gebruikt zijn inheemse oorsprong, zeldzaamheid en trend. De rode lijst voor plantensoorten in Vlaanderen is uitgewerkt in Van Landuyt et al. (2006).

In deze studie worden soorten met Rode Lijst categorie achteruitgaand, zeldzaam, kwetsbaar, bedreigd of met verdwijning bedreigd Rode Lijst soorten genoemd.

2.4.5 Kwartierhokfrequentieklassen

Op basis van de kwartierhokfrequentieklassen (KFK) van de soorten binnen Vlaanderen kunnen minder algemene soorten worden aangeduid. Voor plantensoorten wordt de kwartierhokfrequentie bepaald door het aantal kwartierhokken (1x1 km) in Vlaanderen te beschouwen waar de soort werd geobserveerd in de periode 1972-2004 (Van Landuyt et al., 2006).

In deze studie worden de soorten met een KFK tussen 0-4 beschouwd, dit zijn de, in Vlaanderen, zeldzame soorten.

2.4.6 Ellenberg-indicatorgetallen

Ellenberg-indicatorgetallen geven voor een groot aantal plantensoorten een indicatiewaarde voor enkele standplaatsfactoren. Een dergelijke indicatiewaarde is een getal, doorgaans op een ordinale schaal van 1 tot 9, dat de milieuomstandigheden aangeeft waarbij een plant optimaal voorkomt. Er zijn indicatorgetallen voor licht, temperatuur, continentaliteit, vocht, zuurgraad, nutriënten, zout, zware metalen en maaigevoeligheid (Ellenberg et al., 1992; bijlage 1). De indicatorgetallen voor maaigevoeligheid zijn voor tal van in Nederland (en dus ook in Vlaanderen) voorkomende soorten aangevuld door Wamelink et al. (1997). In de berekeningen van de maaigevoeligheid werden deze getallen gebruikt. Voor raapzaad en onderaardse klaver werden de Ellenberggetallen afgeleid uit Hill et al. (1999).

Het gebruik van Ellenberg-indicatorwaarden blijkt in veel gevallen een adequaat hulpmiddel te zijn om o.a. inzicht te verwerven in de mogelijke onderliggende oorzaken van variatie in de vegetatie of om vegetatieveranderingen te relateren met veranderende milieuocondities (zie o.a. Diekmann, 2003; Schaffers & Sykora, 2000; Hill & Carey, 1997).

In deze studie worden per opname gewogen gemiddelden berekend van de Ellenberg-indicatorgetallen op basis van de bedekkingen van de verschillende soorten.

2.4.7 CSR-overlevingsstrategieën

Grime (2001) ontwikkelde een classificatie van plantensoorten volgens de overlevingsstrategie: de CSR-classificatie.

De CSR-classificatie vertrekt van het idee dat twee groepen van externe factoren de hoeveelheid dood en levend plantmateriaal in welk habitat ook bepalen: stress en verstoring. Stress zijn invloeden die de fotosynthese beperken zoals het gebrek aan licht, water, nutriënten of suboptimale temperaturen. Verstoring duidt op het geheel of gedeeltelijk vernietigen van plantbiomassa door bv. herbivoren, windschade, vorstschade, ziekteverwekkers, vertrappeling of erosie (Grime, 2001).

Door de mate van stress en verstoring kunnen verschillende overlevingsstrategieën worden bepaald. De competitieve strategie (C) treedt op de voorgrond bij lage stress en lage intensiteit van verstoringen, de stresstolerante strategie (S) bij hoge stress en gering aantal verstoringen, de ruderaal strategie (R) onder lage stress en een hoge intensiteit van verstoringen.

De CSR-classificatie van de verschillende plantensoorten werd overgenomen uit Hodgson et al. (1995). Een aantal soorten uit de dataset (namelijk behaarde boterbloem, gevlekte rupsklaver, grote ratelaar, grote tijm, graslathyrus, grauwe wilg, kompassla, purpere klaver, rapunzelklokje, schermhavikskruid, trosdravik en witte munt) zijn niet opgenomen in Hodgson et al. (1995). De CSR-data werden voor deze soorten gehaald uit de database bioflor (Klotz et al., 2002; <http://www2.ufz.de/bioflor>).

Het C-, S- en R-aandeel van een opname werd berekend volgens de methode beschreven door Hunt et al. (2004). Deze methode maakt gebruik van gewogen gemiddelden door de bedekkingen van de verschillende soorten in de berekening te betrekken.

2.4.8 Typische en facultatieve graslandsoorten

De bermvegetatie kan worden geëvalueerd door de aanwezigheid van kenmerkende graslandsoorten. Hiervoor werd de indeling in ecologische soortengroepen van Runhaar et al. (2004) aangewend. Vermits het streefdoel van de bermvegetaties voedselarme tot matig voedselrijke, droge tot vochtige graslandvegetaties zijn worden volgende soortengroepen geselecteerd:

- G41: soorten van gesloten korte vegetaties op vochtige voedselarme zure bodem;
- G42: soorten van gesloten korte vegetaties op vochtige voedselarme zwak zure bodem;
- G43: soorten van gesloten korte vegetaties op vochtige voedselarme basische bodem;
- G47: soorten van gesloten korte vegetaties op vochtige matig voedselrijke bodem;
- G47kr: soorten van gesloten korte vegetaties op vochtige matig voedselrijke basische bodem;
- G61: soorten van gesloten korte vegetaties op droge voedselarme zure bodem;
- G62: soorten van gesloten korte vegetaties op droge voedselarme zwak zure bodem;
- G63: soorten van gesloten korte vegetaties op droge voedselarme basische bodem;
- G67: soorten van gesloten korte vegetaties op droge matig voedselrijke bodem.

Een typische graslandsoort is een soort waarbij meer dan de helft van de ecologische groepen waar ze in thuishoort behoort tot de hierboven geselecteerde ecologische groepen. Een facultatieve graslandsoort behoort tot de helft of minder dan de helft van de geselecteerde ecologische groepen. Dergelijke methode werd tevens beschreven en aangewend voor oeversoorten in Duijn (1994).

2.4.9 Sleutelsoorten habitattypes

T'jollyn et al. (2009) geven beoordelingsmatrices voor het bepalen van de lokale staat van instandhouding voor verschillende habitattypes opgelijst in bijlage I van de Europese Habitatrichtlijn. Voor de verschillende habitattypes worden sleutelsoorten aangegeven. In deze studie zijn de sleutelsoorten voor volgende habitattypen weerhouden:

- vastgelegde kustduinen met kruidvegetatie "grijze duinen" (habitatype 2130),
- open grasland met *Corynephorus*- en *Agrostis*-soorten op landduinen (habitatype 2330),
- kalkminnend grasland op dorre zandbodem (habitatype 6120),
- droge halfnatuurlijke graslanden en struikvormende faciës op kalkhoudende bodems (habitatype 6210),
- soortenrijke heischrale graslanden op arme bodems van berggebieden (en van submontane gebieden in het binnenland van Europa) (habitatype 6230),
- grasland met *Molinia* op kalkhoudende, venige of lemige kleibodem (habitatype 6410),
- laaggelegen schraal hooiland (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*) (habitatype 6510).

Pijpenstrootje, bosrank, gevinde kortsteel en zandzegge zijn sleutelsoorten voor sommige habitattypen maar storingssoorten voor andere habitattypen. Deze soorten werden niet weerhouden als sleutelsoort. De weerhouden sleutelsoorten zijn opgelijst in bijlage 2.

2.5 Verwerking bodemvariabelen

Multivariate gradiëntanalyse (ordinatie) is uitgevoerd om inzicht te krijgen in de bodemdata. Principal Component Analysis (PCA) van de bodemvariabelen bij de (200) staalnamesites is aangewend om de relaties tussen de bodemvariabelen na te gaan. De PCA is uitgevoerd op basis van de log-getransformeerde bodemvariabelen (behalve pH). Verschillende standplaatsfactoren zijn omgezet naar dummy-variabelen (waarde 0 of 1):

- situering: 2 dummy-variabelen namelijk water- en landzijde;
- beheer: 3 dummy-variabelen namelijk maaien, begrazen en nietsdoen;
- expositie: 2 dummy-variabelen namelijk zuid (Z) of noord (N) geëxposeerd;
- beschaduwing: 1 dummy-variabele namelijk schaduw.

De standplaatsfactor helling werd ingedeeld in 5 klassen: 0 (0°-5°), 1 (6°-15°), 2 (16°-25°), 3 (26°-35°) en 4 (>36°). De dummy-variabelen en helling zijn passief op het PCA-ordinatie diagram geplot.

Detrended correspondence analysis (DCA) van de (200) vegetatieopnames waarbij een selectie van bodemvariabelen passief is geplot op de DCA-figuur is gebruikt om inzicht te krijgen in de verbanden tussen soortensamenstelling en bodemvariabelen. De bedekkingen van de soorten en de bodemvariabelen (met uitzondering van pH) werden log-getransformeerd. Zoals hierboven beschreven (bij PCA) zijn de standplaatsfactoren omgezet naar dummy-variabelen (waarde 0 of 1) of klassen. De dummy-variabelen en helling zijn eveneens passief op de DCA-ordinatie geplot.

De ordinaties zijn uitgevoerd met CANOCO versie 4.5 (ter Braak and Smilauer, 2002).

2.6 Grafische voorstelling en statistische verwerking

In dit document wordt de spreiding van de data dikwijls voorgesteld door middel van boxplots. De opbouw van een boxplot is als volgt: cirkel met lijn = mediaan; rechthoek = 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden; staart = maximale en minimale waarde binnen 1,5x kwartielafstand; cirkels = uitbijters dit zijn waarden verder gelegen dan 1,5x kwartielafstand.

Verschillen van een variabele tussen groepen zijn nagegaan via 'analysis of variance' (ANOVA) met, als post hoc test, de Tukey methode in de 'multiple comparison analysis' (mca).

Correlaties tussen variabelen worden berekend via de Spearman rank coëfficiënt. Bij het berekenen van correlaties werden de bodemvariabelen log-getransformeerd (met uitzondering van pH) en de volgende vegetatiedata log (x+1) getransformeerd:

- de bedekking van de Rode Lijst soorten,
- de bedekking van zeldzame ($KFK \leq 4$) soorten,
- de bedekking van soorten met een hoog (> 6) Ellenberggetal voor nutriënten,
- de bedekking van soorten met een laag (< 4) Ellenberggetal voor nutriënten.

De boxplots, ANOVA en correlaties zijn berekend via het programma TIBCO Spotfire S+ versie 8.2.

3 Vegetatieonderzoek

3.1 Twinspan

Bij het uitvoeren van de twinspan werden 2 outliers teruggevonden:

- KGB/0037: opname gedomineerd door pijpenstrootje en wilde kamperfoelie,
- KGB/106b: opname gedomineerd door brem en gaspeldoorn.

Vervolgens werd de twinspan verricht zonder de outliers. Het (vereenvoudigd) resultaat van deze analyse is weergegeven in tabel 6.

De volgende ecologisch relevante groepen kunnen worden afgebakend:

- groep *0: gekenmerkt door rood zwenkgras, duizendblad, scherpe boterbloem, witte klaver, gestreepte witbol, smalle weegbree, gewone hoornbloem, smalle wikke en zachte dravik.
 - groep *00: gekenmerkt door brem, schapenzuring en Sint-janskruid.
 - groep *01: gekenmerkt door glanshaver, kropaar, smalle wikke, gewone hoornbloem, fluitenkruid en paardenbloem.
 - + groep *010: gekenmerkt door smalle weegbree, duizendblad, knoopkruid, margriet, peen, boerenwormkruid, rood zwenkgras, kleine klaver, rode klaver en witte klaver.
 - + groep *011: gekenmerkt door gewone glanshaver, fluitenkruid en ruw beemdgras.
- groep *1: gekenmerkt door grote brandnetel en kleeftkruid.
 - groep *10: gekenmerkt door kropaar, kweek, gestreepte witbol, gewone glanshaver rood zwenkgras, smalle wikke en Rubus spp.
 - groep *11: gekenmerkt door grote brandnetel (hoge bedekkingen), smeerwortel, hondsdraf en haagwinde.

Op basis van de twinspan kunnen 5 ecologisch relevante groepen worden onderscheiden met de naamgeving naar de kenmerkende soorten:

- groep *00: brem - schapenzuring groep (foto 1);



Foto 1. Vegetatie van de brem - schapenzuring groep.

- groep *010: duizendblad - knoopkruid groep (foto 2);



Foto 2. Vegetatie van de duizendblad - knoopkruid groep.

- groep *011: glanshaver - fluitenkruid groep (foto 3);



Foto 3. Vegetatie van de glanshaver - fluitenkruid groep.

- groep *10: grote brandnetel - glanshaver groep (foto 4);



Foto 4. Vegetatie van de grote brandnetel - glanshaver groep.

- groep *11: grote brandnetel groep (foto 5).

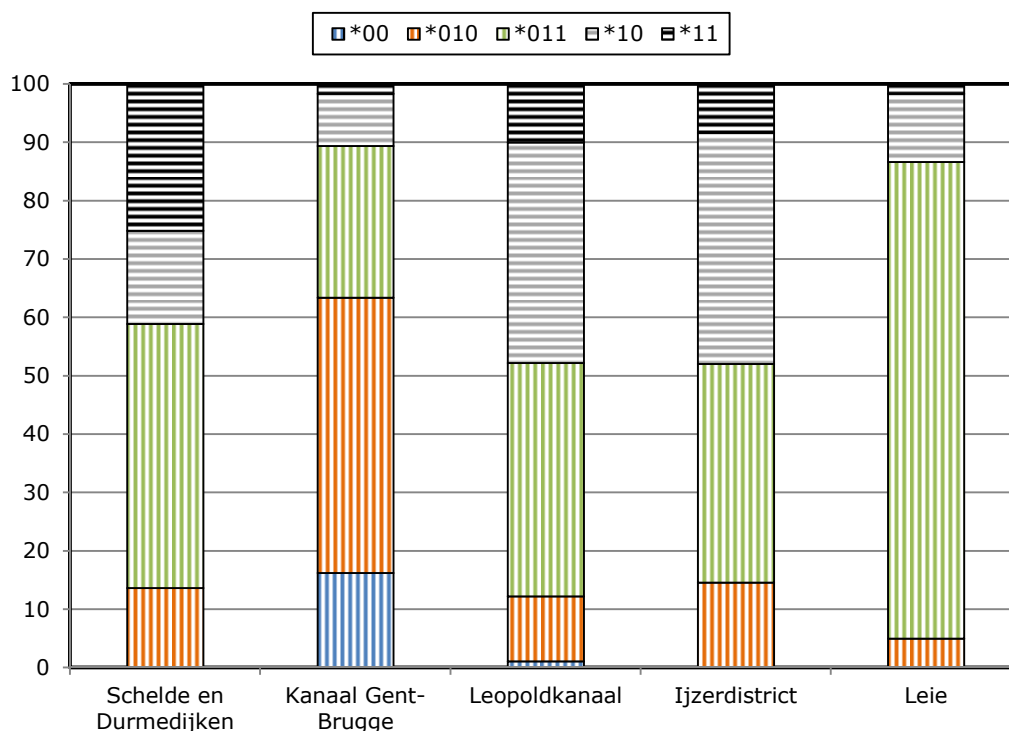


Foto 5. Vegetatie van de grote brandnetel groep.

De verdeling van de opnames per waterloop bij de verschillende relevante twinspan-groepen is weergegeven in figuur 1. De brem - schapenzuring groep (groep *00) komt quasi uitsluitend voor in opnames van het Kanaal Gent-Brugge. Opnames van de Zeeschelde en Durme worden vooral onderverdeeld in de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) en de grote brandnetel groep (groep *11). Opnames langs het Kanaal Gent-Brugge bestaan vooral uit de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011). Opnames langs het Leopoldkanaal en de IJzer behoren vooral tot de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) en grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10). Opnames van de Leie zijn vooral geclusterd in de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011).

Tabel 6. Het (vereenvoudigd) resultaat van de twinspan. De afkortingen van de taxa staan aangegeven in bijlage 3. De getallen na ' _ ' duiden op de schijnsoorten bij het aanwenden van de splitsingsniveaus 0, 2, 5, 10, 25 en 50.

| | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|---|
| <p>groep*0 N=363</p> <p>indicatorsoorten: fest rubr, achi mille, ranu acri, trifo repe, holc lana, plan lanc, cera font, vici sati, brom hord</p> <p>preferentiële soorten: fest rubr_2, fest rubr_3, fest rubr_4, holc lana_2, holc lana_3, holc lana_4, cent jace, trif prat, equi arve, equi arve_2, vici hirs, vici sati, loli pere, ranu repe, tara spec, dauc caro, poa prat, rume tosa, trif dub</p> | | <p>groep *1 N=177</p> <p>indicatorsoorten: urti dioi, gali apar</p> <p>preferentiële soorten: lami albu, symp offi_2, poa triv_4</p> | | | | |
| <p>groep*00 N=21</p> <p>indicatorsoorten: cyti scop_2, hype perf, rume ella, rubu spec_2</p> <p>preferentiële soorten: cyti scop_3, cyti scop_4, rubu spec_3, atho odor, lotu corn, luzu camp, rume ella_2, rubu spec, care hirt, cera arve</p> <p>LEO/0050 KGB/0018 KGB/0059 KGB/0077 KGB/0078 KGB/0100 KGB/0101 KGB/0103 KGB/0104 KGB/0105 KGB/0107 KGB/0108 KGB/0109 KGB/0110 KGB/0111 KGB/0113 KGB/0114 KGB/0115 KGB/0116 KGB/0118 KGB/0607</p> | <p>groep*01 N=342</p> <p>indicatorsoorten: dact glom, poa triv, tara spec, arrh elat_2, brom hord, vici sati, ranu spec, anth syl, cera font, elym repe</p> <p>preferentiële soorten: brom ster, gera diss, loli pere, poa prat, ranu acri, symp offi, tara spec, urti dioi, vero arve, vici hirs, vici sati</p> | <p>groep*10 N=106</p> <p>indicatorsoorten: arrh elat_5, holc lana, dact glom, elym repe, cirs arve, anth sylv, fest rubr, vici sati, rubu spec_2</p> <p>preferentiële soorten: arrh elat_4, arrh elat_6, dact glom_2, dact glom_3, cirs arve_2</p> | <p>groep*11 N=71</p> <p>indicatorsoorten: urti dioi_4, gali apar_2, symp offi, glec hede, caly sepi</p> <p>preferentiële soorten: urti dioi_3, urti dioi_5, urti dioi_6, glec hede_2, symp offi_2, symp offi_3, gali apar_3, urti dioi_3</p> | | | |
| | <p>groep*010 N=108</p> <p>indicatorsoorten: plan lanc, achi mille, cent jace, leuc vulg, dauc caro, tana vulg, fest rubr_2, trif prat, trif dubi, trif repe</p> <p>preferentiële soorten: achi mille_2, cent jace_2, equi arve_2, plan lanc_2, plan lanc_3, plan lanc_4, trif prat_2, trif dubi_2, trif repe_2, anth odor, hypo radi, medi lupu, pote rept, tris flav, sene jaco</p> | <p>groep*011 N=234</p> <p>indicatorsoorten: arrh elat_5, poa triv_3, anth sylv</p> <p>preferentiële soorten: arrh elat_4, dact glom_3, anth sylv_2, elym repe_2, brom ster, cirs arv, hera spho, urti dioi</p> | <p>groep*100 N=88</p> <p>indicatorsoorten: poa triv, dact glom, anth sylv, arrh elat, cirs arve</p> <p>preferentiële soorten: poa triv_2, poa triv_3, poa triv_4, dact glom_3, dact glom_4, anth sylv_2</p> <p>BV09/022 BV09/023 BV09/024 BV09/026 TT09/001 TT09/003 TT09/006 BV09/034 BV09/035 BV09/042 BV09/045 TT09/018 BV09/056 TT09/022 TT09/027 TT09/038 TT09/046 BV09/065 BV09/070 TT09/051 TT09/057 TT09/058 TT09/064 TT09/069 TT09/078 TT09/079 BV09/103 BV09/113 BV09/120 BV09/121 TT09/082 BV09/127 BV09/128 BV09/134 IJZER/03 IJZER/04 IJZER/05 IJZER/06 IJZER/07 IJZER/11 IJZER/13 IJZER/15 IJZER/18 IJZER/19 IJZER/20 IJZER/25 IJZER/26 IJZER/27 IJZER/28 IJZER/32 IJZER/34 IJZER/37 IJZER/38 LEO/0002 LEO/0003 LEO/0004 LEO/0007 LEO/0010 LEO/0022 LEO/0023 LEO/0026 LEO/0034 LEO/0036 LEO/0039 LEO/0044 LEO/0046 LEO/0048 LEO/0049 LEO/0055 LEO/0056 LEO/0059 LEO/0082 LEIE1019 LEIE1026 LEIE1028 LEIE1038 LEIE1039 LEIE1040 LEIE1048 KGB/0008 KGB/0012 KGB/0016 KGB/0023 KGB/0053 KGB/0063 KGB/069b KGB/0070 KGB/0603</p> | <p>groep*101 N=18</p> <p>indicatorsoorten: aego poda_3, gali apar, elym repe, cala epig, care ripa_2</p> <p>preferentiële soorten: rubu spec_2, rubu spec_3, rubu spec_4, rubu spec_5, rubu spec_6, aego poda_2, aego poda_4, aego poda_5, gali apar_2</p> <p>TT09/076 LEO/0001 LEO/0005 LEO/0020 LEO/0024 LEO/0028 LEO/0033 LEO/0037 LEO/0043 LEO/0051 LEO/0054 LEO/0057 LEO/0065 LEO/0069 LEO/0071 LEO/0072 KGB/0091 KGB/0102</p> | <p>groep*110 N=50</p> <p>indicatorsoorten: arrh elat_4, poa triv_3, symp offi, glec hede, lami albu, arct lapp, equi arve</p> <p>preferentiële soorten: dact glom, glec hede, symp offi_2, symp offi_3, poa triv_4, lami albu</p> <p>BV09/013 BV09/014 BV09/015 BV09/016 BV09/017 BV09/018 BV09/019 BV09/025 TT09/002 BV09/048 TT09/020 TT09/026 TT09/028 TT09/037 BV09/061 BV09/062 BV09/063 BV09/064 BV09/066 TT09/052 TT09/056 TT09/061 TT09/073 BV09/095 BV09/096 BV09/100 BV09/101 BV09/102 BV09/104 BV09/105 BV09/118 TT09/085 TT09/086 TT09/087 TT09/091 TT09/092 TT09/094 BV09/132 BV09/133 BV09/137 BV09/139 IJZER/17 IJZER/31 LEO/0029 LEO/0030 LEO/0031 LEO/0032 LEO/0035 LEO/0083 KGB/0073</p> | <p>groep*111 N=21</p> <p>indicatorsoorten: urti dioi_5, phra aust_2, caly sepi_2, equi arve</p> <p>preferentiële soorten: phra aust, phra aust_3, phra aust_4, caly sepi</p> <p>BV09/052 BV09/076 TT09/060 TT09/084 TT09/088 TT09/089 TT09/090 TT09/093 BV09/129 BV09/130 BV09/131 BV09/135 BV09/136 BV09/138 IJZER/21 IJZER/23 LEO/0006 LEO/0038 LEO/0045 LEIE1053 KGB/0064</p> |
| | <p>groep*0100 N=44</p> <p>indicatorsoorten: tris flav, rume tosa, tana vulg, ache mill</p> <p>preferentiële soorten: tana vulg_2, tana vulg_3, agri eupa, alli vine, care hirt, cera arv, lath prat, lotu corn, luzu camp, ranu bulb, ranu repe, urti dioi, vici crac, rubu spec</p> <p>TT09/054 IJZER/43 LEO/0014 LEO/0018 LEO/0040 LEO/0047 LEO/0052 LEO/0060 LEO/0073 LEO/0075 LEO/0078 LEO/0501 KGB/0019 KGB/0032 KGB/0036 KGB/0038 KGB/0039 KGB/0047 KGB/0051 KGB/0052 KGB/0056 KGB/0057 KGB/0058 KGB/0060 KGB/0061 KGB/063b KGB/0071 KGB/0082 KGB/0084 KGB/0085 KGB/0086 KGB/0087 KGB/0088 KGB/0089 KGB/0092 KGB/0093 KGB/0094 KGB/0095 KGB/0097 KGB/0098 KGB/0099 KGB/0606 KGB/0608 KGB/0609</p> | <p>groep*0101 N=64</p> <p>indicatorsoorten: tara spec, trif dubi, trif repe, hypo radi, poa prat, vero arve, trif prat, medi lupi, brom hord, rana repe</p> <p>preferentiële soorten: trif repe_3, trif repe_4, crep capi, gera moll, loli pere, vici sati, vici hirs</p> | <p>groep*0110 N=100</p> <p>indicatorsoorten: fest rubr_3, gali apa, rube spec</p> <p>preferentiële soorten: fest rubr_2, fest rubr_4, fest rubr_5</p> <p>BV09/028 TT09/004 BV09/031 TT09/015 BV09/077 BV09/087 TT09/053 TT09/059 TT09/063 TT09/066 TT09/067 TT09/068 TT09/072 TT09/074 TT09/075 TT09/077 TT09/080 TT09/081 BV09/098 BV09/108 BV09/110 BV09/111 BV09/112 BV09/116 BV09/117 BV09/119 BV09/123 IJZER/01 IJZER/02 IJZER/08 IJZER/09 IJZER/10 IJZER/12 IJZER/16 IJZER/22 IJZER/24 IJZER/29 IJZER/35 IJZER/36 IJZER/41 IJZER/44 IJZER/46 IJZER/48 LEO/0008 LEO/0011 BV09/114 LEO/0013 LEO/0015 LEO/0016 LEO/0017 LEO/0019 LEO/0021 LEO/0027 LEO/0041 LEO/0042 LEO/0053 LEO/0058 LEO/0061 LEO/0064 LEO/0066 LEO/0067 LEO/0068 LEO/0070 LEO/0074 LEO/0076 LEO/0077 LEO/0079 LEO/0080 LEO/0081 LEO/0084 LEO/0085 LEO/0086 LEO/0087 LEO/0088 LEO/0089 LEO/0090 LEO/0091 LEO/0092 LEO/0502 LEIE1027 KGB/0003 KGB/0005 KGB/0006 KGB/0007 KGB/0009 KGB/0010 KGB/0011 KGB/0013 KGB/0021 KGB/0022 KGB/0031 KGB/0035 KGB/0040 KGB/0041 KGB/0066 KGB/0069 KGB/0072 KGB/0083 KGB/0112 KGB/0117</p> | <p>groep*0111 N=134</p> <p>indicatorsoorten: brom hord, loli pere, tara spec, vici hirs, cera font, ranu repe, plan lanc, gera diss, ranu acri, trif dubi, vero arve</p> <p>preferentiële soorten: brom hord_2, loli pere_2, plan lanc_2, tara spec_2, gera molle, trif repe</p> | <p>groep*01110 N=78</p> <p>indicatorsoorten: plan lanc_2</p> <p>preferentiële soorten: arrh elat_6, dauc caro, hypo radi</p> <p>BV09/020 BV09/032 TT09/010 TT09/011 TT09/012 BV09/036 BV09/037 BV09/038 BV09/039 BV09/043 BV09/044 BV09/046 BV09/047 TT09/019 BV09/050 BV09/051 TT09/034 TT09/042 BV09/048 BV09/067 BV09/082 TT09/070 TT09/071 BV09/094 BV09/114 BV09/115 TT09/083 IJZER/33 LEIE1001 LEIE1002 LEIE1003 LEIE1004 LEIE1005 LEIE1006 LEIE1007 LEIE1008 LEIE1010 LEIE1011 LEIE1012 LEIE1013 LEIE1014 LEIE1015 LEIE1016 LEIE1017 LEIE1018 LEIE1020 LEIE1021 LEIE1022 LEIE1024 LEIE1025 LEIE1029 LEIE1030 LEIE1031 LEIE1032 LEIE1033 LEIE1034 LEIE1035 LEIE1037 LEIE1041 LEIE1042 LEIE1043 LEIE1044 LEIE1045 LEIE1046 LEIE1047 LEIE1049 LEIE1051 LEIE1054 LEIE1056 LEIE1057 LEIE1058 LEIE1059 LEIE1060 KGB/0044 KGB/0054 KGB/0062 KGB/0076 KGB/0605</p> | <p>groep*01111 N=56</p> <p>indicatorsoorten: poa triv_3, holc lana_3, ranu repe, symp offi, ranu acri, equi arve, glec hede, trif repe</p> <p>preferentiële soorten: holc lana_4, poa triv_2, poa triv_4, caly sepi, hera spho</p> <p>BV09/001 BV09/002 BV09/003 BV09/004 BV09/005 BV09/007 BV09/008 BV09/009 BV09/021 BV09/027 TT09/005 TT09/007 BV09/029 BV09/030 TT09/008 TT09/009 TT09/013 TT09/014 BV09/040 BV09/041 BV09/049 TT09/016 TT09/017 TT09/021 BV09/053 BV09/055 TT09/024 TT09/030 TT09/031 TT09/032 TT09/033 TT09/035 TT09/045 TT09/047 BV09/069 BV09/071 BV09/074 BV09/085 BV09/086 TT09/050 TT09/062 BV09/097 BV09/106 BV09/107 BV09/122 IJZER/14 LEIE1036 LEIE1052 LEIE1055 KGB/0002 KGB/0014 KGB/0024 KGB/0026 KGB/0046 KGB/0050 KGB/0106</p> |



Figuur 1. De relatieve verdeling van de opnames over de relevante twinspan-groepen per waterloop.

3.2 Abundante taxa

Tabel 7 toont de taxa met de hoogste bedekkingen. Voor de totale dataset hebben glanshaver (22 %), grote brandnetel (8 %) en rood zwenkgras (7 %) de hoogste gemiddelde bedekkingen. In de brem - schapenzuring groep (groep *00) nemen struisgras spp. (17 %), brem (12 %) en braam (8 %) de hoogste bedekkingen in. Vermeldingswaardig is dat struisgras spp. en brem bij de overige groepen niet of slechts in heel geringe mate voorkomen. In de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) bereiken rood zwenkgras (14 %), glanshaver (9 %) en gestreepte witbol (6 %) de hoogste bedekkingen (gemiddelden). De glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) heeft glanshaver (25 %), rood zwenkgras (8 %) en gestreepte witbol (8 %) als meest abundante soorten. In de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) bezit glanshaver een hoge gemiddelde bedekking (40 %). In de grote brandnetel groep (groep *11) is grote brandnetel een dominante soort met een gemiddelde bedekking van 46 %.

3.3 Soortenaantallen, diversiteitindices en evenness

Significant hogere soortenaantallen en diversiteitindices komen voor bij de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) in vergelijking met de andere groepen (figuur 2A & 2B). De 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden voor het soortenaantal zijn 18 en 25 en voor de diversiteiten 2,2 en 2,7. De grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11) hebben significant lagere soortenaantallen en diversiteitindices ten opzichte van de andere groepen. De 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden voor het soortenaantal bedragen 7 en 10 bij de grote brandnetel groep (groep *11) en 8 en 13 bij de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10). De 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden voor de diversiteitindices zijn 1,2 en 1,6 bij de grote brandnetel groep (groep *11) en 1,3 en 1,8 bij de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10).

De duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) heeft een significant hogere evenness in vergelijking met de andere groepen waarbij de 1^{ste} kwartielwaarde 0,73 en 3^{de} kwartielwaarde 0,83 bedraagt (figuur 2C). De grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11) hebben een significant lagere evenness ten opzichte van de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011).

3.4 Ellenberggetallen

Boxplots van het Ellenberggetal voor nutriënten laten een gradiënt zien voor de verschillende twinspan-groepen met waarden voornamelijk tussen 4 en 8 (figuur 3A). Alle groepen zijn significant verschillend van elkaar. De laagste Ellenberggetallen voor nutriënten liggen bij de brem - schapenzuring groep (groep *00) met 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden van 3,7 en 5,0; de hoogste waarden bij de grote brandnetel groep (groep *11) met 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden van 7,4 en 7,8.

Het Ellenberggetal voor vocht kent een beperkte spreiding met waarden tussen voornamelijk 4,5 en 6 (figuur 3B). Ook hier verschillende de groepen onderling van elkaar. Lage waarden komen voor bij de brem - schapenzuring groep (groep *00); hoge waarden (>6) bij de grote brandnetel groep (groep *11).

Significant lagere Ellenberggetallen voor zuurgraad worden berekend voor de brem - schapenzuring groep (groep *00) waarbij bovendien een relatief grote interkwartielafstand optreedt: de 1^{ste} kwartielwaarde is 3,4 en de 3^{de} kwartielwaarde bedraagt 6,4 (figuur 3C). De duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) heeft significant lagere waarden in vergelijking met de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011), de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11).

Het Ellenberggetal voor licht vertoont een beperkte spreiding met waarden tussen 6,5 en 8. Significant lagere waarden worden berekend bij de grote brandnetel groep (groep *11) (figuur 3D).

Het Ellenberggetal voor temperatuur vertoont een beperkte spreiding met waarden tussen 5 en 6. Significant hogere waarden liggen bij grote brandnetel groep (figuur 4A).

Hoge waarden voor het Ellenberggetal voor maai gevoeligheid (duidend op maaitolerantie) worden berekend voor de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011). Lage waarden komen voor bij de brem - schapenzuring groep (groep *00) en de grote brandnetel groep (groep *11) (figuur 4B).

3.5 CSR-waarden

De waarden van het C-aandeel tonen een variatie tussen voornamelijk 30 % en 90 % (figuur 5A). Significant lagere waarden komen voor bij de brem - schapenzuring groep (groep *00) en de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010). De 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden voor de brem - schapenzuring groep (groep *00) zijn 31 % en 48 %, voor de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) 35 % en 44 %. De glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011), de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11) verschillen onderling van elkaar. De hoogste C-aandelen komen voor bij de grote brandnetel groep met 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden van 67 % en 87 %.

Het S-aandeel toont een spreiding vooral tussen 0 % en 40 % (figuur 5B). De verschillende groepen zijn significant verschillend van elkaar met de hoogste waarden (1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden van 24,8 en 44,2) bij de brem - schapenzuring groep (groep *00) en laagste waarden (1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden van 2,3 % en 7,9 %) bij de grote brandnetel groep (groep *11).

Het R-aandeel ligt vooral tussen 10 % en 40 %. De grote brandnetel groep (groep *11) heeft significant lagere waarden in vergelijking met de andere groepen met 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden van 9,8 % en 23,8 % (figuur 5C). Voor de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) worden significant hogere waarden berekend ten opzichte van de andere groepen met 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden van 32,4 % en 40,1 %.

3.6 Rode Lijst en zeldzame soorten

Bedekkingen aan Rode Lijst soorten komen voor bij de brem - schapenzuring groep (groep *00), de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) (figuur 6A). De 1^{ste} kwartielwaarde ligt bij deze groepen echter steeds op 0 %. Bij de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) is de 3^{de} kwartielwaarde het hoogste, namelijk 3,4 %. Er zijn een aanzienlijk aantal uitbijters bij de brem - schapenzuring groep (groep *00), de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011). In de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11) komen quasi geen Rode Lijst soorten voor. De 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden liggen er op 0 %.

Soorten met een kwartierhokfrequentieklasse ≤ 4 (zeldzame soorten) hebben vooral bedekkingen in opnames van de brem - schapenzuring groep (groep *00), de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) (figuur 6B). De 1^{ste} kwartielwaarde ligt bij deze groepen echter steeds op 0. De 3^{de} kwartielwaarde is 1,3 % voor de brem - schapenzuring groep (groep *00); 0 % voor de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011). In de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11) komen quasi geen soorten met een kwartierhokfrequentieklasse ≤ 4 voor. De 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden zijn er 0 %.

3.7 LSVI-sleutelsoorten

Significant hogere bedekkingen aan LSVI-sleutelsoorten komen voor bij de brem - schapenzuring groep (groep *00) en de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) (figuur 6C). De 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden bedragen 3 % en 18 % bij de brem - schapenzuring groep (groep *00) en 4 % en 21 % bij de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010). Significantly lagere bedekkingen aan LSVI-sleutelsoorten komen voor bij de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11) vermits de 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden 0 % bedragen.

3.8 Typische en facultatieve graslandsoorten

Significant hogere bedekkingen van typische graslandsoorten voor voedselarme tot matig voedselrijke bodemcondities komen, in vergelijking met de andere groepen, voor bij de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) met 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden van 40 % en 68 % (figuur 7A). De laagste bedekkingen worden waargenomen bij de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11) met 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden van 0 % en 2 % bij de grote brandnetel - glanshaver groep en 0 % bij de grote brandnetel groep.

De bedekking aan facultatieve graslandsoorten is significant hoger bij de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) en de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) in vergelijking met de andere groepen met een 1^{ste} kwartielwaarde van 40 % (figuur 7B).

De bedekking van typische en facultatieve graslandsoorten is significant hoger bij de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) ten opzichte van de overige groepen (figuur 7C). De 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden bedragen 76 % en 93 % bij de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en 70 % en 91 % bij de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011). De bedekking van typische en facultatieve graslandsoorten is significant lager bij de grote brandnetel groep (groep *11) in vergelijking met de overige groepen met als 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarden 10 % en 37 %.

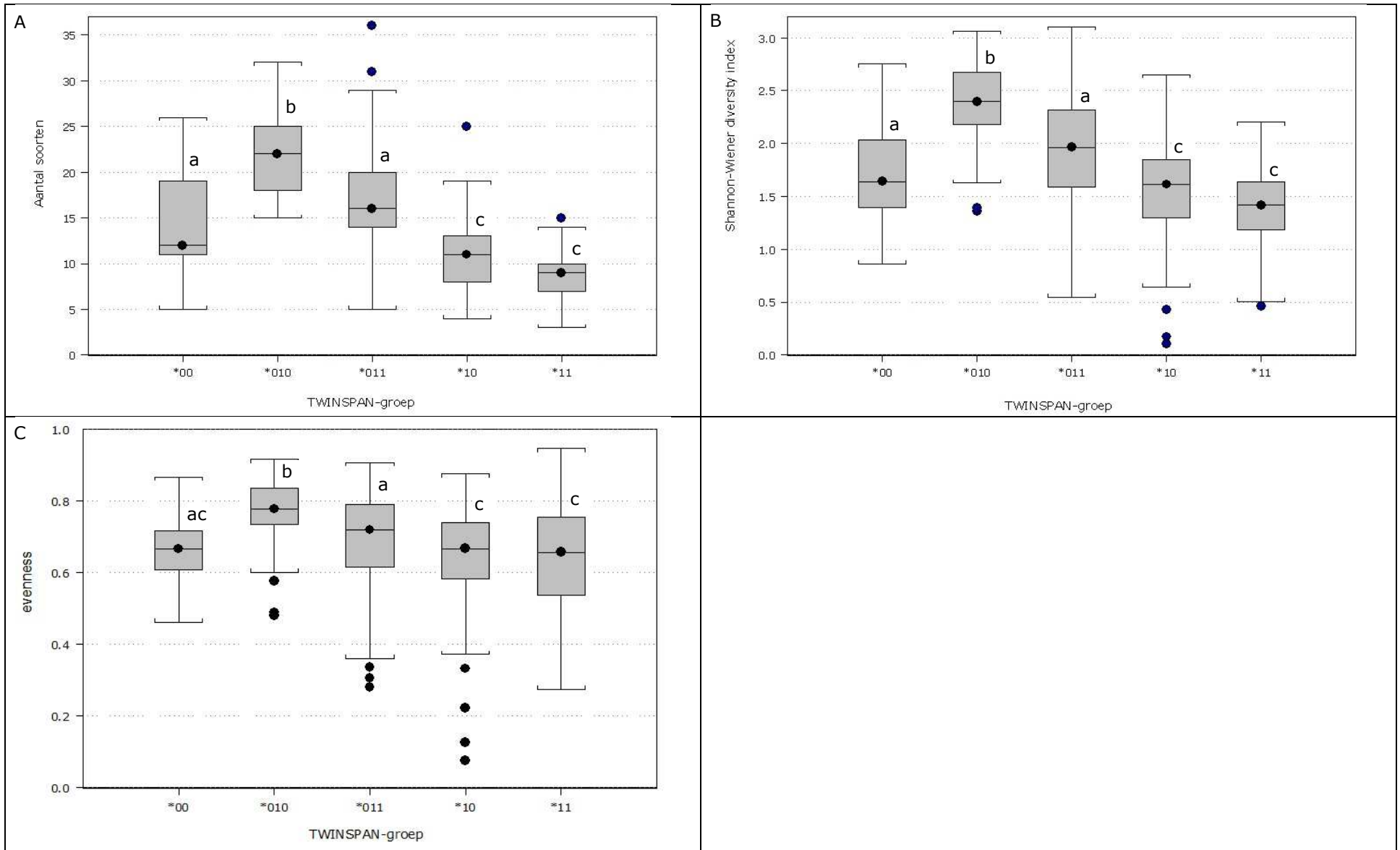
3.9 Soorten met hoge (> 6) of lage (< 4) Ellenberggetallen voor nutriënten

De gezamenlijke bedekking van soorten met een laag Ellenberggetal voor nutriënten (< 4) ligt voornamelijk tussen 0 % en 80 % (figuur 8A). Er zijn geen significante verschillen tussen de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11), echter, verschillen deze groepen wel significant van de overige groepen. De brem - schapenzuring groep (groep *00), de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) vertonen significante verschillen ten opzichte van elkaar.

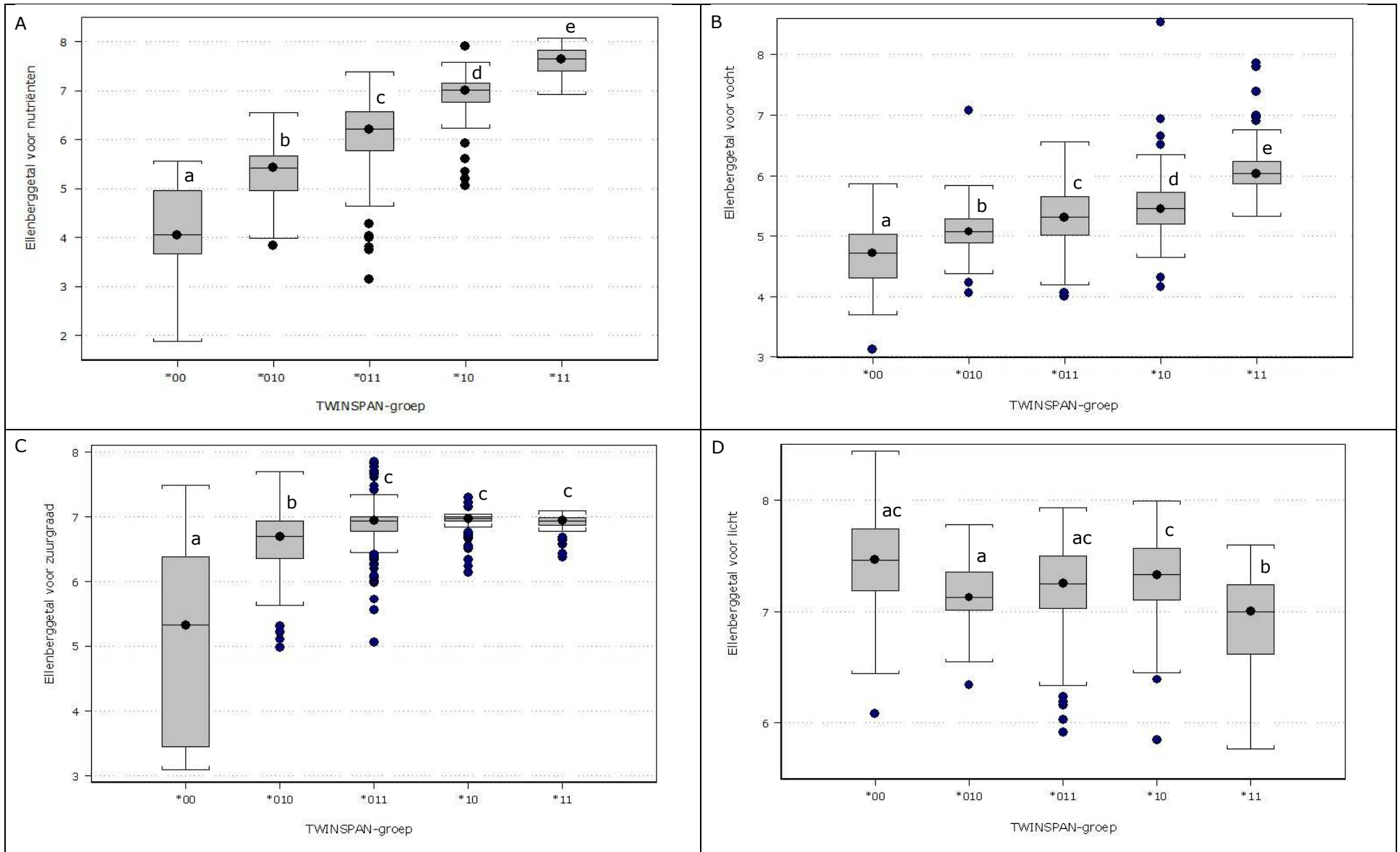
De gezamenlijke bedekking van soorten met een hoog Ellenberggetal voor nutriënten (> 6) kent een sterke spreiding bij de verschillende groepen, tussen 0 % en 100 % (figuur 8B). Er zijn geen significante verschillen tussen de brem - schapenzuring groep (groep *00) en de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010). Echter deze groepen verschillen significant met de overige groepen. De glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011), de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11) zijn significant verschillend van elkaar. De bedekking van soorten met een hoog Ellenberggetal (> 6) ligt het hoogst bij de grote brandnetel groep en het laagst bij de brem - schapenzuring groep.

Tabel 7. Taxa met de hoogste gemiddelde bedekkingen voor de totale dataset en per twinspan-groep.

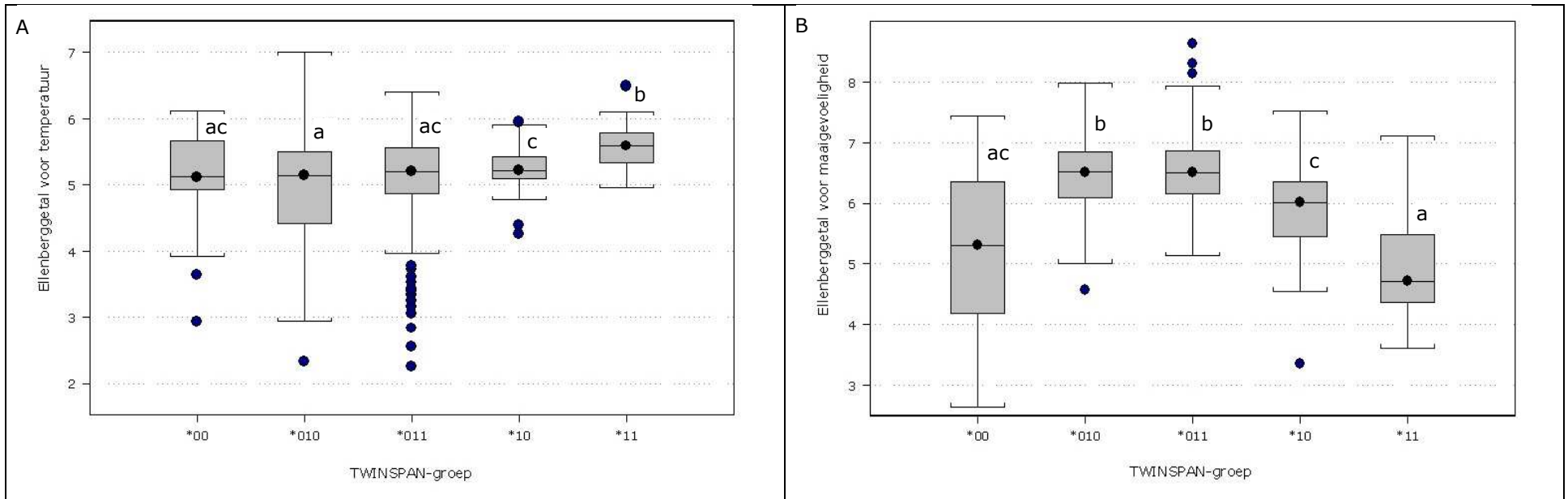
| taxa | totale dataset % | taxa | groep *00 % | taxa | groep *010 % | taxa | groep *011 % | taxa | groep *10 % | taxa | groep *11 % |
|-------------------|------------------|-------------------|-------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|------------------|-------------|--------------------|-------------|
| glanshaver | 21,8 | struisgras spp. | 17,4 | rood zwenkgras | 13,6 | glanshaver | 24,7 | glanshaver | 39,6 | grote brandnetel | 45,8 |
| grote brandnetel | 7,9 | brem | 12,4 | glanshaver | 8,5 | rood zwenkgras | 8,4 | ruw beemdgras | 7,1 | glanshaver | 10,9 |
| rood zwenkgras | 6,8 | braam | 7,8 | gestreepte witbol | 6,1 | gestreepte witbol | 7,6 | grote brandnetel | 6,7 | ruw beemdgras | 9,8 |
| gestreepte witbol | 5,2 | gestreepte witbol | 7,2 | smalle weegbree | 6,0 | ruw beemdgras | 5,0 | braam | 5,5 | kleefkruid | 6,4 |
| ruw beemdgras | 5,1 | rood zwenkgras | 6,4 | witte klaver | 4,4 | kropaar | 4,0 | kropaar | 4,9 | gewone smeerwortel | 3,7 |
| kropaar | 3,2 | glanshaver | 5,6 | knoopkruid | 3,7 | Engels raaigras | 2,3 | kweek | 4,6 | fluitenkruid | 2,7 |
| braam | 3,0 | heermoes | 4,3 | margriet | 3,0 | zachte dravik | 2,1 | ijle dravik | 3,7 | hondsdrif | 2,5 |
| smalle weegbree | 2,1 | duizendblad | 3,1 | braam | 2,9 | kweek | 2,1 | fluitenkruid | 3,6 | riet | 2,4 |
| kweek | 2,0 | boerenwormkruid | 3,0 | heermoes | 2,9 | smalle wikke | 2,0 | kleefkruid | 3,3 | kropaar | 2,3 |
| fluitenkruid | 1,9 | adelaarsvaren | 2,7 | boerenwormkruid | 2,8 | smalle weegbree | 2,0 | akkerdistel | 2,9 | braam | 1,3 |



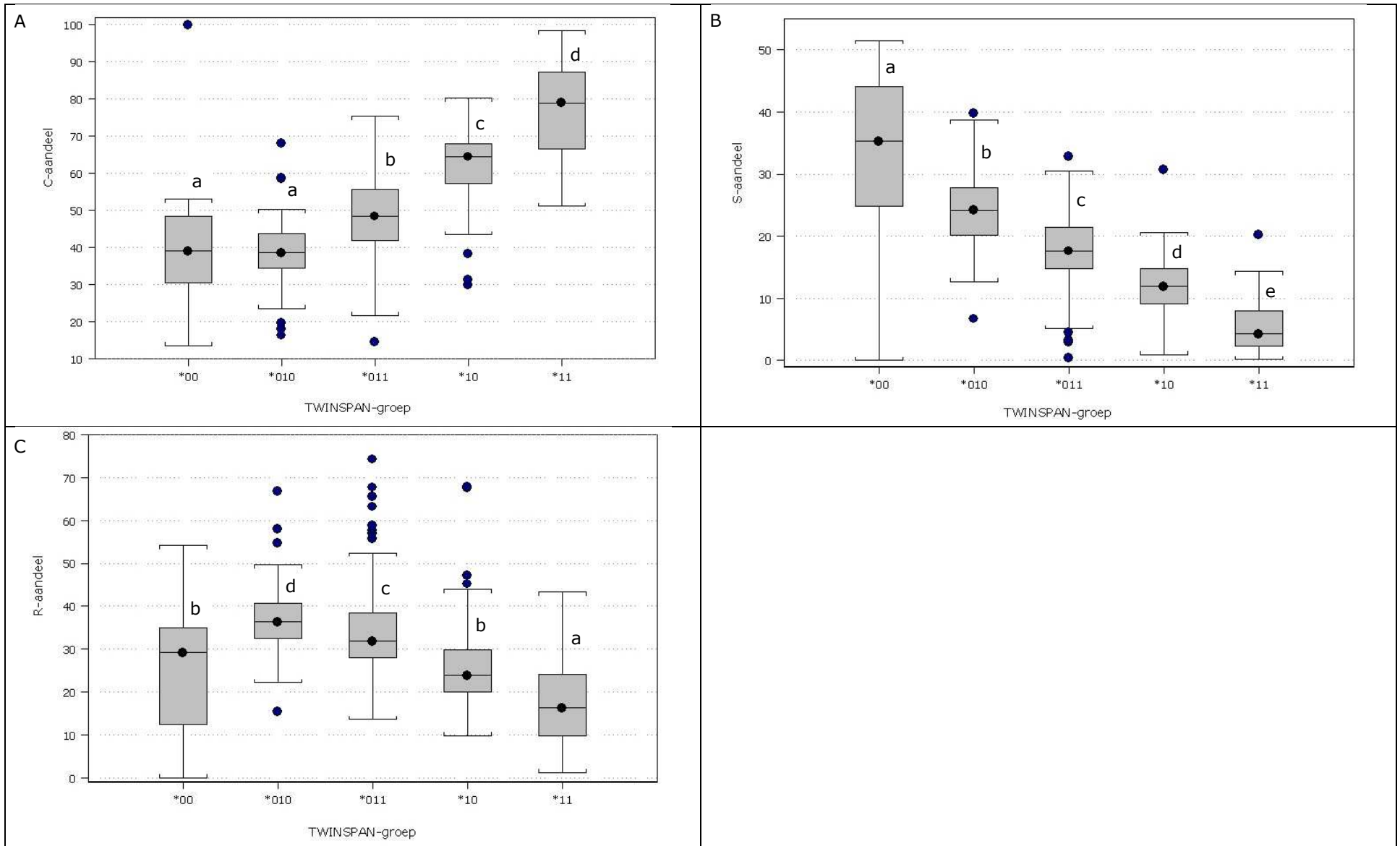
Figuur 2. Boxplots voor het aantal soorten (A), de Shannon-Wiener diversiteitindex (B) en de evenness (C) bij enkele TWINSpan-groepen. Verschillende letters (abc) duiden op significante verschillen ($p < 0,05$; ANOVA, mca Tukey) tussen de groepen.



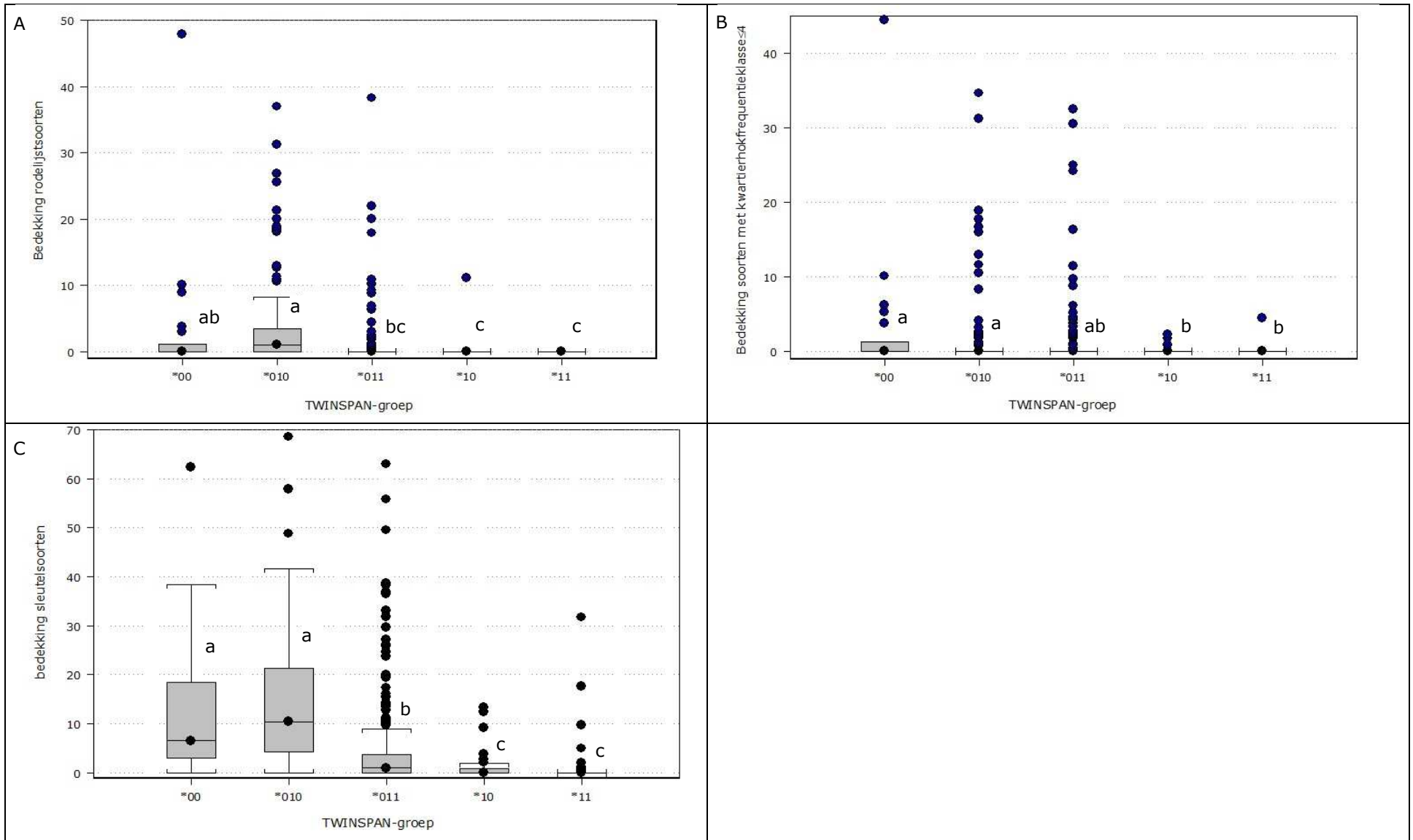
Figuur 3. Boxplots voor het Ellenberg-indicatorgetal voor nutriënten (A), vocht (B), zuurgraad (C) en licht (D) bij enkele TWINSpan-groepen. Verschillende letters (abcde) duiden op significante verschillen ($p < 0,05$; ANOVA, mca Tukey) tussen de groepen.



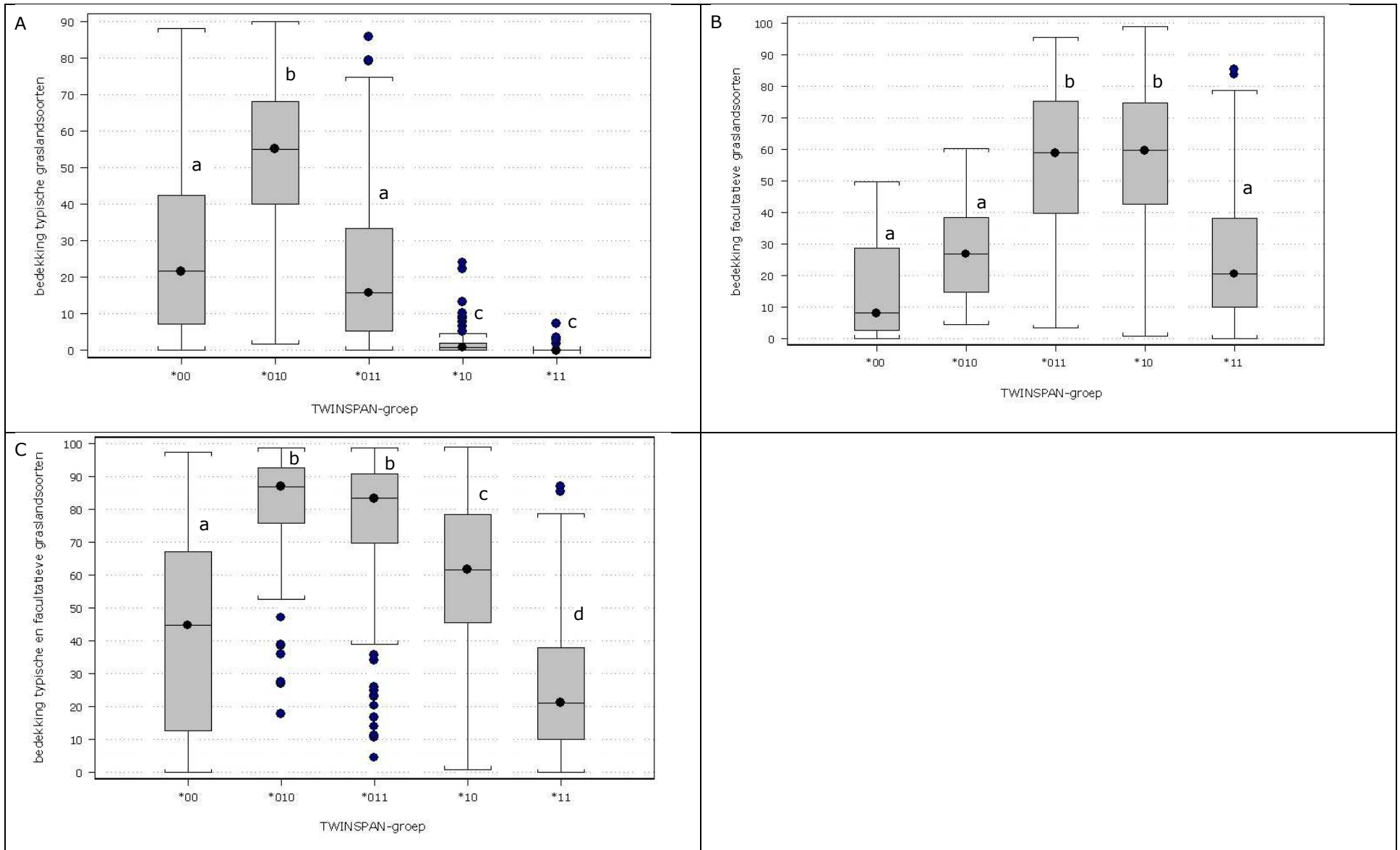
Figuur 4. Boxplots voor het Ellenberg-indicatorgetal voor temperatuur (A) en maai gevoeligheid (B) bij enkele TWINSpan-groepen. Verschillende letters (abc) duiden op significante verschillen ($p < 0,05$; ANOVA, mca Tukey) tussen de groepen.



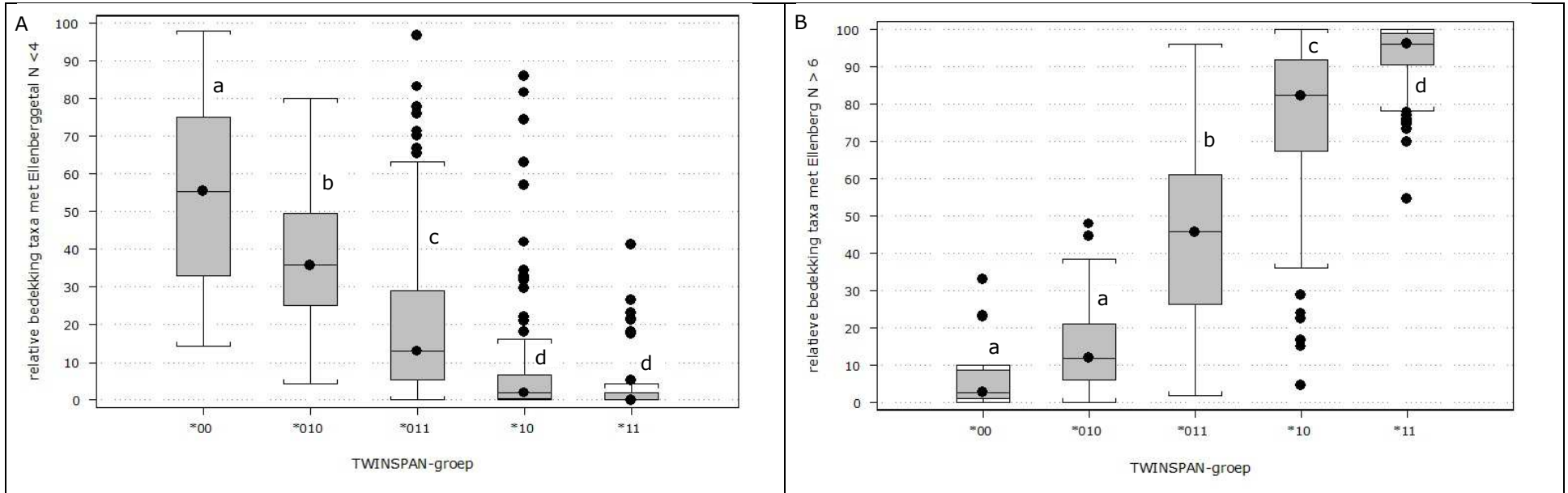
Figuur 5. Boxplots voor het C- (A), S- (B) en R- (C) aandeel bij enkele TWINSpan-groepen. Verschillende letters (abcde) duiden op significante verschillen ($p < 0,05$; ANOVA, mca Tukey) tussen de groepen.



Figuur 6. Boxplots voor de gezamenlijke bedekking van de Rode Lijst soorten (A), zeldzame soorten (met kwartierhokfrequentieklasse ≤ 4; B) en de LSVI-sleutelsoorten (C) bij enkele TWINSpan-groepen. Verschillende letters (abc) duiden op significante verschillen ($p < 0,05$; ANOVA, mca Tukey) tussen de groepen.



Figuur 7. Boxplots van de gezamenlijke bedekking van de typische en facultatieve graslandsoorten voor voedselarme tot matig voedselrijke bodemcondities bij enkele TWINSpan-groepen. Verschillende letters (abcd) duiden op significante verschillen ($p < 0,05$; ANOVA, mca Tukey) tussen de groepen.



Figuur 8. Boxplots van de gezamenlijke bedekking van de soorten met een hoog (>6 ; A) of laag (<4 ; B) Ellenberggetal voor nutriënten bij enkele TWINSpan-groepen. Verschillende letters (abcd) duiden op significante verschillen ($p < 0,05$; ANOVA, mca Tukey) tussen de groepen.

3.10 Correlaties

Tabel 8 toont een matrix met de Spearman rank correlaties van de vegetatiedata.

De Shannon-Wiener diversiteitindex is sterk positief gecorreleerd met het soortenaantal en met de evenness.

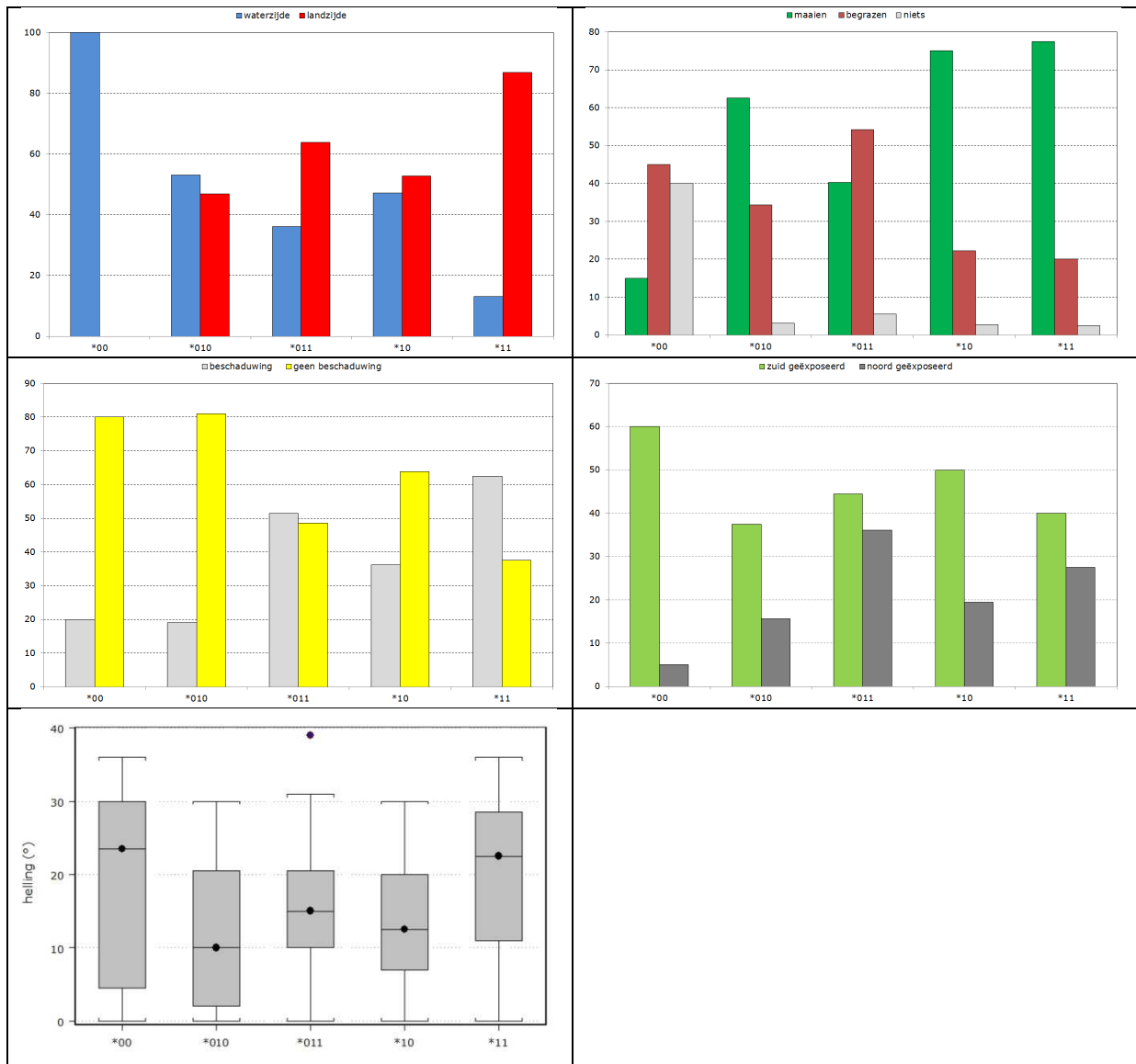
Het Ellenberggetal voor nutriënten is sterk positief gecorreleerd met de bedekking van soorten met een hoog (>6) Ellenberggetal voor nutriënten. Tevens is er een positieve correlatie met het Ellenberggetal voor vocht en met het C-aandeel. Een negatieve correlatie wordt berekend tussen het Ellenberggetal voor nutriënten en het S-aandeel en de bedekking van soorten met een laag (<4) Ellenberggetal voor nutriënten.

Er bestaat een sterke negatieve correlatie (de Spearman rank coëfficiënt bedraagt -0,84) tussen het C-aandeel en R-aandeel. Tevens kent het C-aandeel een negatieve correlatie met het S-aandeel, de bedekking van typische graslandsoorten, de bedekking van soorten met een laag (<4) Ellenberggetal voor nutriënten en met het soortenaantal. Er bestaat een positieve correlatie tussen het C-aandeel en het Ellenberggetal voor nutriënten en de bedekking van soorten met een hoog (>6) Ellenberggetal voor nutriënten.

3.11 Standplaatsfactoren

Figuur 9 toont de aandelen van enkele standplaatsfactoren en de helling voor enkele TWINSPAN-groepen.

De vegetatieopnames van de brem - schapenzuring groep (groep *00) liggen volledig aan de waterzijde, kennen vooral een nietsdoen beheer of begrazingsbeheer (beide zo'n 40 %), zijn voor zo'n 80 % onbeschaduwd en zijn voor zo'n 60 % zuid-geëxposeerd. Opnames van de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) liggen voor iets meer dan de helft aan de waterzijde, zijn vooral onbeschaduwd (zo'n 80 %) en worden gemaaid. Opnames van de grote brandnetel groep (groep *11) liggen vooral aan de landzijde, zijn voor zo'n 60 % beschaduwd en kennen meestal (zo'n 80 %) een maaibeheer.



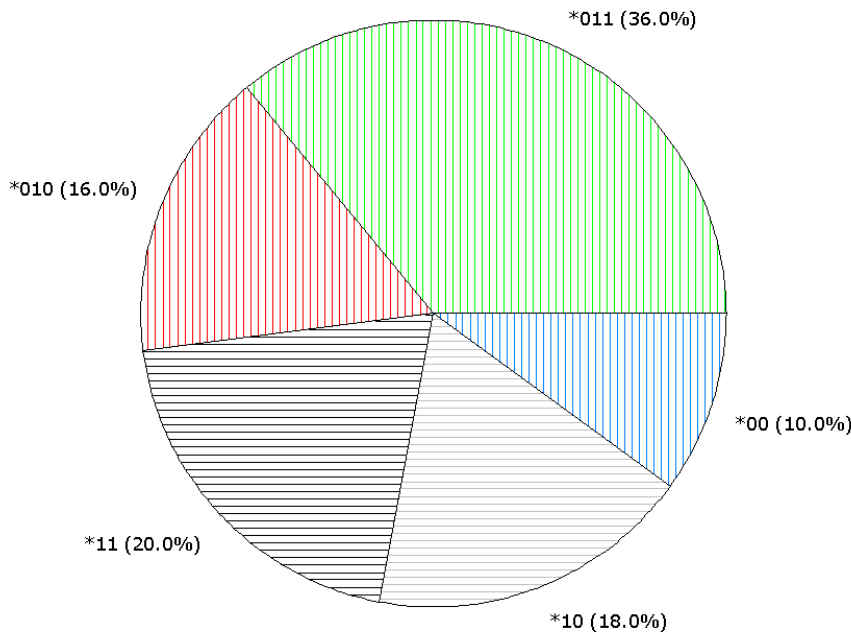
Figuur 9. Grafische voorstelling van de standplaatsfactoren voor enkele TWINSPAN-groepen.

Tabel 8. Spearman rank correlatiematrix van de vegetatiedata. In **rood** = correlatie $\geq 0,8$ of $\leq -0,8$. In **vet** = correlatie $\geq 0,6$ of $\leq -0,6$.

| | soorten- aantal | shanno n.div | even- ness | Ell_nutr iënten | Ell_ zuur | Ell_ vocht | Ell_ licht | Ell_ maai | Ell_ temp | Ell_ cont | R_ grime | S_ grime | C_ grime | KFK \leq 4 | rode- lijst | typ grasl | fac grasl | typ&fac grasl | Ell_nutr >6 | Ell_nutr <4 | typ_ LSVI |
|-----------------|--------------------|-----------------|---------------|--------------------|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|------------------|----------------|----------------|--------------|
| soortenaantal | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| shannon.div | 0,87 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| evenness | 0,51 | 0,85 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ell_nutriënten | -0,46 | -0,37 | -0,18 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ell_zuur | -0,03 | 0,02 | 0,06 | 0,57 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ell_vocht | -0,25 | -0,14 | 0,00 | 0,60 | 0,46 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ell_licht | -0,08 | -0,16 | -0,23 | -0,09 | -0,17 | -0,42 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| Ell_maai | 0,43 | 0,51 | 0,43 | -0,14 | 0,36 | -0,16 | 0,03 | 1,00 | | | | | | | | | | | | | |
| Ell_temp | -0,05 | -0,01 | 0,05 | 0,12 | -0,03 | 0,22 | -0,35 | -0,40 | 1,00 | | | | | | | | | | | | |
| Ell_cont | 0,16 | 0,20 | 0,18 | 0,02 | 0,34 | -0,03 | -0,02 | 0,28 | -0,22 | 1,00 | | | | | | | | | | | |
| R_grime | 0,56 | 0,60 | 0,49 | -0,47 | 0,10 | -0,32 | -0,21 | 0,65 | 0,01 | 0,14 | 1,00 | | | | | | | | | | |
| S_grime | 0,38 | 0,30 | 0,10 | -0,75 | -0,54 | -0,62 | 0,32 | 0,25 | -0,43 | -0,02 | 0,28 | 1,00 | | | | | | | | | |
| C_grime | -0,60 | -0,58 | -0,40 | 0,74 | 0,23 | 0,57 | -0,04 | -0,59 | 0,24 | -0,08 | -0,84 | -0,76 | 1,00 | | | | | | | | |
| KFK \leq 4 | 0,23 | 0,13 | 0,02 | -0,37 | -0,11 | -0,26 | 0,03 | -0,03 | -0,04 | -0,02 | 0,22 | 0,26 | -0,30 | 1,00 | | | | | | | |
| rodelijst | 0,44 | 0,35 | 0,20 | -0,38 | -0,04 | -0,26 | -0,06 | 0,12 | -0,14 | 0,17 | 0,27 | 0,32 | -0,36 | 0,49 | 1,00 | | | | | | |
| typ grasl | 0,59 | 0,51 | 0,30 | -0,54 | -0,06 | -0,43 | 0,07 | 0,42 | -0,44 | 0,33 | 0,48 | 0,55 | -0,64 | 0,35 | 0,48 | 1,00 | | | | | |
| fac grasl | 0,08 | 0,11 | 0,07 | 0,16 | 0,31 | 0,07 | 0,12 | 0,50 | 0,04 | -0,09 | 0,20 | -0,03 | -0,12 | -0,16 | -0,19 | -0,30 | 1,00 | | | | |
| typ & fac grasl | 0,52 | 0,49 | 0,30 | -0,27 | 0,24 | -0,26 | 0,17 | 0,77 | -0,30 | 0,17 | 0,55 | 0,40 | -0,60 | 0,12 | 0,20 | 0,50 | 0,68 | 1,00 | | | |
| Ell_nutr>6 | -0,35 | -0,23 | -0,06 | 0,89 | 0,59 | 0,52 | -0,09 | -0,02 | 0,22 | -0,06 | -0,33 | -0,75 | 0,65 | -0,35 | -0,34 | -0,59 | 0,40 | -0,09 | 1,00 | | |
| Ell_nutr<4 | 0,54 | 0,46 | 0,26 | -0,74 | -0,35 | -0,37 | -0,10 | 0,19 | -0,08 | 0,05 | 0,53 | 0,54 | -0,67 | 0,25 | 0,32 | 0,51 | -0,20 | 0,21 | -0,72 | 1,00 | |
| typ_LSVI | 0,65 | 0,55 | 0,31 | -0,57 | -0,16 | -0,49 | 0,10 | 0,25 | -0,16 | 0,22 | 0,44 | 0,51 | -0,59 | 0,37 | 0,59 | 0,73 | -0,22 | 0,36 | -0,51 | 0,51 | 1,00 |

4 Standplaatsonderzoek

Figuur 10 toont de verdeling van de 200 bodemstaalnamesites per twinspan groep. De brem - schapenzuring groep (groep *00) heeft het kleinste aandeel (10 %) vermits deze groep slechts 21 sites bezit (zie ook tabel 6). De meeste bodemstaalnamesites zijn afkomstig van de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011; 36 %). Het aandeel van de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de grote brandnetel groepen (groepen *10 en *11) ligt tussen 16 % en 20 %.



Figuur 10. De verdeling van de staalnamesites per twinspangroep.

4.1 Variatie in bodemvariabelen

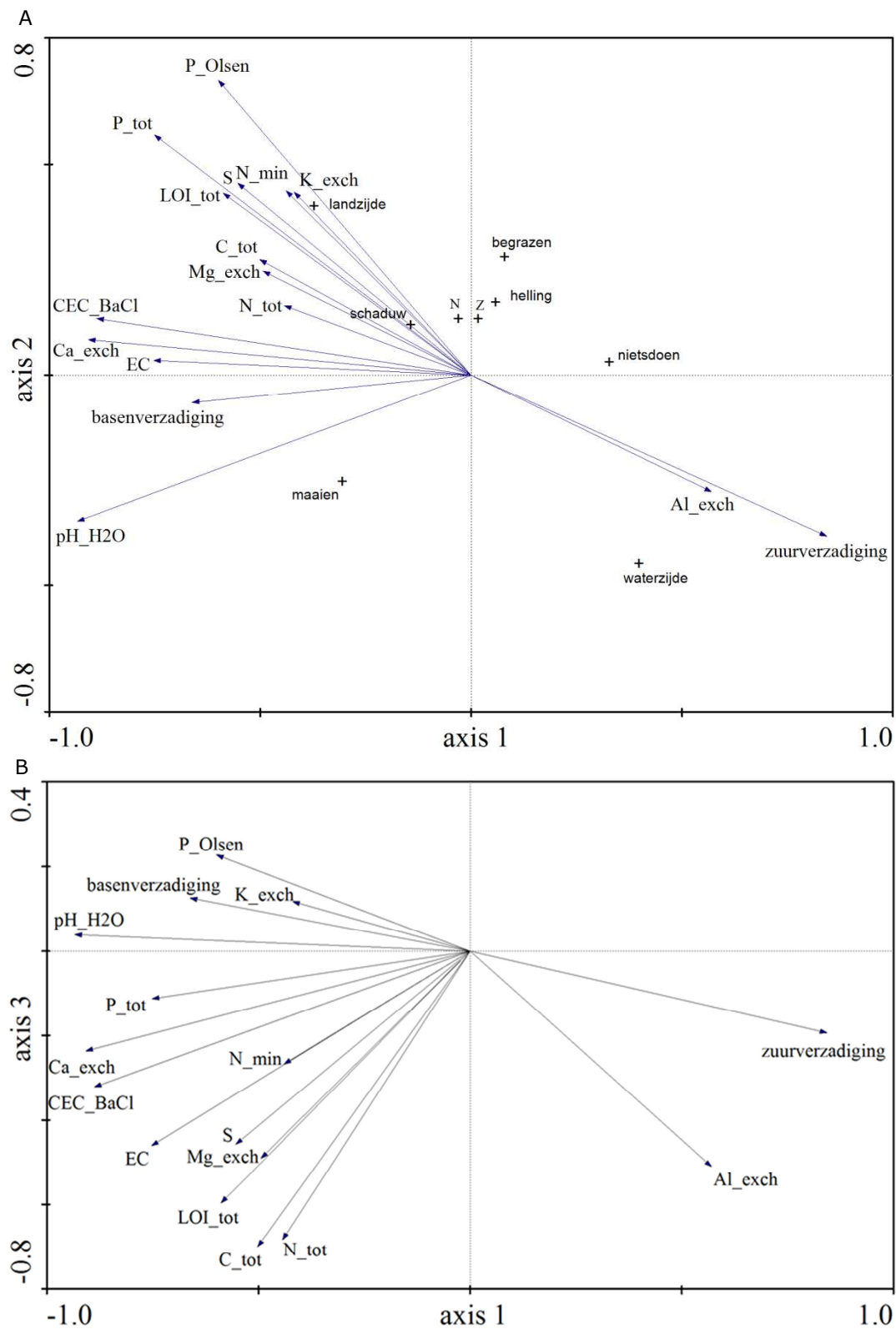
4.1.1 PCA

Figuur 11 toont de PCA-plot van de bodemvariabelen in de 200 staalnamesites. De eigenwaarden van de assen zijn: 0,64 voor as 1; 0,17 voor as 2 en 0,07 voor as 3. De verklaarde variantie bedraagt 64,2 % voor de 1^{ste} as, 17,2 % voor de 2^{de} as en 6,8 % voor de 3^{de} as.

De 1^{ste} as is vooral negatief gecorreleerd met pH, Ca_{exch} en CEC en positief gecorreleerd met zuurverzadiging. De 2^{de} as is voornamelijk positief gecorreleerd met P_{olsen}. De 3^{de} as is voornamelijk negatief gecorreleerd met C_{totaal} en N_{totaal}. Een gelijkaardige oriëntatie van de vectoren op de PCA plot duidt op een correlatie tussen:

- de zuurverzadiging en Al_{exch};
- de basenverzadiging, pH_{H2O}, CEC (methode bariumchloride) en Ca_{exch};
- LOI_{totaal}, N_{totaal}, C_{totaal} en Mg_{exch};
- P_{olsen} en P_{totaal}.

Betreffende de standplaatsfactoren blijkt vooral de ligging van de opnames, land- of waterzijde, een variatie te hebben in de bodemvariabelen.



Figuur 11. PCA-ordinatiediagram van de 200 bodemstaalnamesites. De vectoren duiden op de oriëntatie van de bodemvariabelen. A: PCA van de 1^{ste} en 2^{de} as waarbij de standplaatsfactoren passief werden geplot op de ordinatiediagram. B: PCA van de 1^{ste} en 3^{de} as.

4.1.2 Correlaties tussen bodemvariabelen

Tabel 9 en tabel 10 tonen de Spearman rank correlaties tussen de verschillende bodemvariabelen. Correlaties zijn berekend op basis van de log-getransformeerde bodemvariabelen (behalve pH).

LOI_{totaal} is negatief gecorreleerd met het gehalte aan droge stof; een sterke positieve correlatie bestaat met C_{totaal} en CEC. Tevens wordt er een aanzienlijke positieve correlatie berekend van LOI met N_{totaal}, N_{mineraal} en conductiviteit.

pH is positief gecorreleerd met conductiviteit, carbonaat, CEC en basenverzadiging en negatief gecorreleerd met zuurverzadiging. EC is positief gecorreleerd met LOI, pH, C_{totaal}, N_{totaal}, carbonaat, CEC, P_{totaal} en P_{olsen}.

De correlatie tussen N_{totaal} en N_{mineraal} is vrij beperkt (Spearman rank coëfficiënt: 0,49). N_{totaal} is positief gecorreleerd met LOI, conductiviteit, C_{totaal}, CEC en P_{olsen}. N_{mineraal} is positief gecorreleerd met LOI en C_{totaal}.

CEC_{BaCl2} en CEC_{MgSO4} zijn sterk gecorreleerd met elkaar (Spearman rank coëfficiënt: 0,93). CEC is negatief gecorreleerd met het gehalte aan droge stof en zuurverzadiging; een positieve correlatie is er met LOI, pH, conductiviteit, C_{totaal}, N_{totaal}, carbonaat, P_{olsen}, en Ca_{exch} en Mg_{exch}.

Zuurverzadiging is negatief gecorreleerd met basenverzadiging, CEC, P_{totaal} en P_{olsen}.

Tabel 9. Spearman rank correlatiematrix van de bodemvariabelen. In **rood** = correlatie $\geq 0,8$ of $\leq -0,8$. In **vet** = correlatie $\geq 0,6$ of $\leq -0,6$. Alle variabelen zijn log10-getransformeerd met uitzondering van pH, C/N en C/P.

| | droge stof | LOI_totaal | pH_H2O | EC | N_totaal | N_mineraal | C_totaal | C_orgC | CaCO3 | zuurver- zadiging | basenver- zadiging | CEC_BaCl2 | CEC_MgSO4 | P_totaal | P_olsen | S_totaal | C/N | C/P |
|-----------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------|-------------|----------------------|-----------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|----------|------|------|
| droge stof | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOI_totaal | -0.80 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| pH_H2O | -0.34 | 0.37 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | | |
| EC | -0.58 | 0.71 | 0.67 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | | |
| N_totaal | -0.49 | 0.77 | 0.33 | 0.61 | 1.00 | | | | | | | | | | | | | |
| N_mineraal | -0.46 | 0.62 | 0.25 | 0.47 | 0.49 | 1.00 | | | | | | | | | | | | |
| C_totaal | -0.56 | 0.89 | 0.35 | 0.65 | 0.80 | 0.61 | 1.00 | | | | | | | | | | | |
| C_orgC | -0.36 | 0.72 | 0.07 | 0.41 | 0.71 | 0.54 | 0.85 | 1.00 | | | | | | | | | | |
| CaCO3 | -0.43 | 0.41 | 0.75 | 0.62 | 0.33 | 0.16 | 0.37 | 0.00 | 1.00 | | | | | | | | | |
| zuurver- zadiging | 0.71 | -0.59 | -0.64 | -0.57 | -0.32 | -0.51 | -0.39 | -0.13 | -0.52 | 1.00 | | | | | | | | |
| basenver- zadiging | -0.22 | 0.30 | 0.63 | 0.41 | 0.23 | 0.33 | 0.25 | 0.14 | 0.25 | -0.63 | 1.00 | | | | | | | |
| CEC_BaCl2 | -0.71 | 0.79 | 0.76 | 0.84 | 0.61 | 0.46 | 0.66 | 0.40 | 0.65 | -0.79 | 0.57 | 1.00 | | | | | | |
| CEC_MgSO4 | -0.82 | 0.83 | 0.66 | 0.75 | 0.58 | 0.56 | 0.66 | 0.44 | 0.55 | -0.85 | 0.54 | 0.93 | 1.00 | | | | | |
| P_totaal | -0.73 | 0.33 | 0.51 | 0.60 | 0.49 | 0.56 | 0.62 | 0.40 | 0.54 | -0.77 | 0.41 | 0.76 | 0.79 | 1.00 | | | | |
| P_olsen | -0.63 | 0.49 | 0.34 | 0.35 | 0.21 | 0.47 | 0.32 | 0.18 | 0.36 | -0.74 | 0.31 | 0.53 | 0.63 | 0.87 | 1.00 | | | |
| S_totaal | -0.60 | 0.76 | 0.35 | 0.64 | 0.61 | 0.47 | 0.72 | 0.54 | 0.54 | -0.54 | 0.20 | 0.65 | 0.62 | 0.71 | 0.53 | 1.00 | | |
| C/N | -0.13 | 0.20 | 0.00 | 0.08 | -0.29 | 0.19 | 0.31 | 0.25 | 0.06 | -0.11 | -0.01 | 0.07 | 0.12 | 0.21 | 0.18 | 0.22 | 1.00 | |
| C/P | 0.49 | -0.23 | -0.45 | -0.29 | -0.01 | -0.21 | 0.00 | 0.13 | -0.39 | 0.68 | -0.42 | -0.50 | -0.54 | -0.74 | -0.81 | 0.27 | 0.00 | 1.00 |

Tabel 10. Spearman rank correlatiematrix van CEC en enkele uitwisselbare kationen. In **rood** = correlatie $\geq 0,8$ of $\leq -0,8$. In **vet** = correlatie $\geq 0,6$ of $\leq -0,6$. Alle variabelen zijn log10-getransformeerd.

| | CEC_BaCl2 | Ca_exch | K_exch | Mg_exch | Na_exch | Al_exch | Fe_exch | Mn_exch |
|-----------|-------------|-------------|--------|---------|---------|-------------|-------------|---------|
| CEC_BaCl2 | 1.00 | | | | | | | |
| Ca_exch | 0.98 | 1.00 | | | | | | |
| K_exch | 0.38 | 0.33 | 1.00 | | | | | |
| Mg_exch | 0.71 | 0.63 | 0.32 | 1.00 | | | | |
| Na_exch | 0.34 | 0.27 | -0.29 | 0.47 | 1.00 | | | |
| Al_exch | -0.40 | -0.48 | -0.57 | -0.13 | 0.43 | 1.00 | | |
| Fe_exch | -0.28 | -0.30 | -0.38 | -0.07 | 0.41 | 0.63 | 1.00 | |
| Mn_exch | -0.28 | -0.30 | -0.38 | -0.07 | 0.41 | 0.63 | 1.00 | 1.00 |

4.2 Bodemvariabelen per vegetatiegroep

4.2.1 Boxplots

De pH (figuur 12A) is significant lager in de brem - schapenzuring groep (groep *00) in vergelijking met de andere groepen. Er zijn geen significante verschillen tussen de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010), de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011), de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11).

De zuurverzadiging (figuur 12B) is significant hoger in de brem - schapenzuring groep (groep *00) ten opzichte van de andere groepen. Er worden geen significante verschillen gevonden tussen de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010), de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011), de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11).

De brem - schapenzuring groep (groep *00) bezit significant lagere waarden voor CEC in vergelijking met de andere groepen. De CEC-waarden voor de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) liggen significant lager ten opzichte van de grote brandnetel groepen (groepen *10 en *11). De CEC-waarden bij de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) zijn significant lager dan bij de grote brandnetel groep (groep *11; figuur 12C).

Significant lagere waarden voor conductiviteit worden gevonden bij de brem - schapenzuring groep (groep *00), de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) in vergelijking met de grote brandnetel groep (groep *11; figuur 12D).

Waarden voor P_{olsen} (figuur 13A) en P_{totaal} (figuur 13A) liggen significant lager voor de brem - schapenzuring groep (groep *00) in vergelijking met de andere groepen. Ook de P_{olsen} en P_{totaal} waarden bij de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) zijn significant lager in vergelijking met de de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011), de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11). De grote brandnetel groep bezit significant hogere waarden ten opzichte van de de grote brandnetel - glanshaver groep.

De brem - schapenzuring groep (groep *00) wordt gekenmerkt door significant lagere waarden voor $N_{mineraal}$ in vergelijking met de andere groepen. De $N_{mineraal}$ -waarden bij de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) liggen significant lager ten opzichte van de grote brandnetel groepen (groepen *10 en *11; figuur 13C).

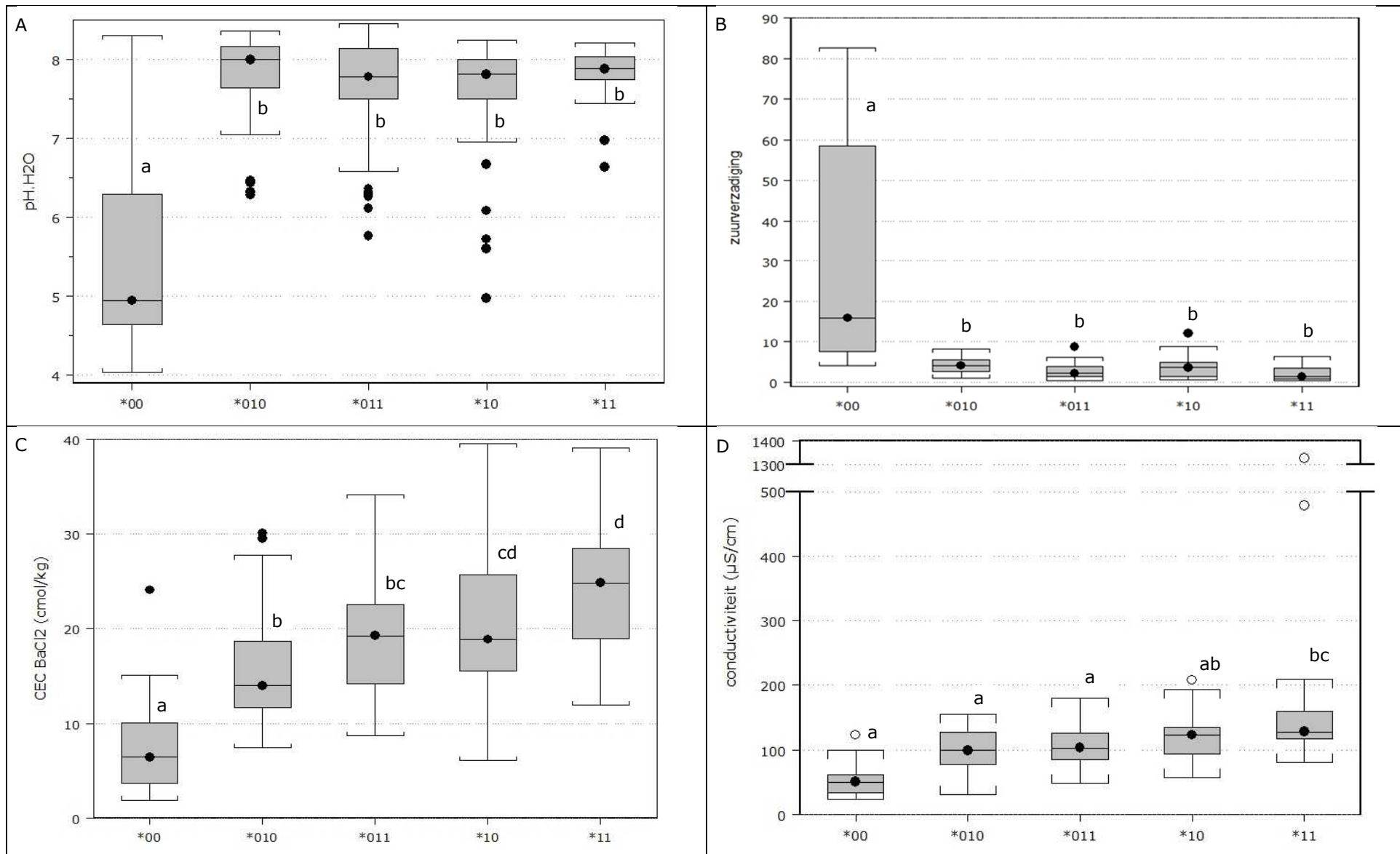
Voor N_{totaal} zijn er significant lagere waarden voor de brem - schapenzuring groep (groep *00), de duizendblad - knoopkruid groep (*010) en de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) in vergelijking met de grote brandnetel groepen (groepen *10 en *11; figuur 13D).

De LOI_{totaal} -waarden (figuur 14A) zijn significant lager bij de brem - schapenzuring groep (groep *00) en de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) in vergelijking met de overige groepen. De grote brandnetel groep (groep *11) bezit significant hogere waarden in vergelijking met de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011).

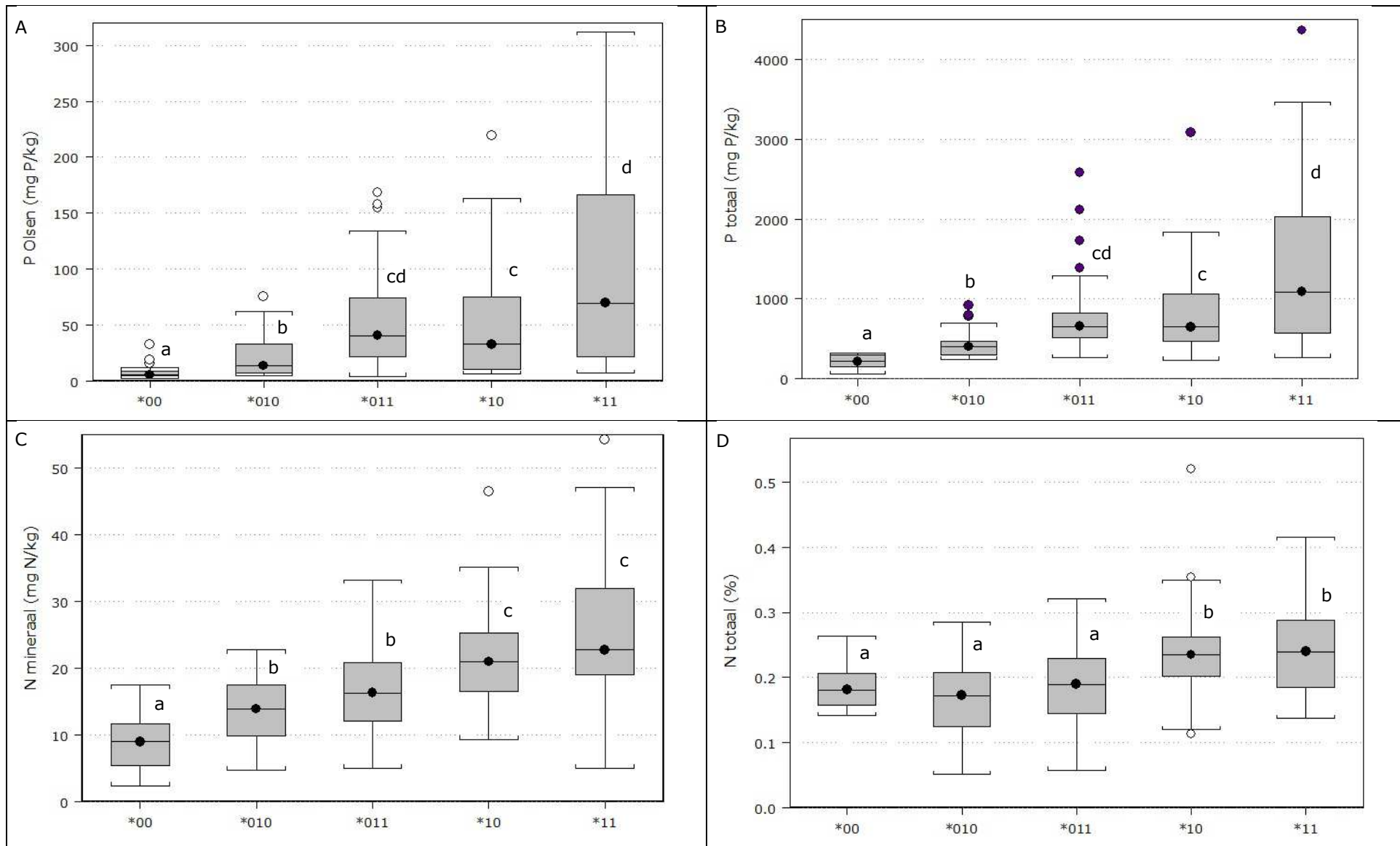
De brem - schapenzuring groep (groep *00) heeft significant lagere waarden voor C_{totaal} (figuur 14B) in vergelijking met de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011), de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) en de grote brandnetel groep (groep *11). De grote brandnetel groepen (groepen *10 en *11) worden gekenmerkt door significant hogere waarden ten opzichte van de andere groepen.

Voor de berekende C/N-waarden (figuur 14C) worden geen significante verschillen waargenomen tussen de groepen. Een significant hogere C/P-waarden (figuur 14D) wordt berekend voor de brem - schapenzuring groep (groep *00) ten opzichte van de andere groepen. Tevens bezitten de duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) en de grote brandnetel - glanshaver groep (groep *10) significant hogere C/P-waarden in vergelijking met de glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011).

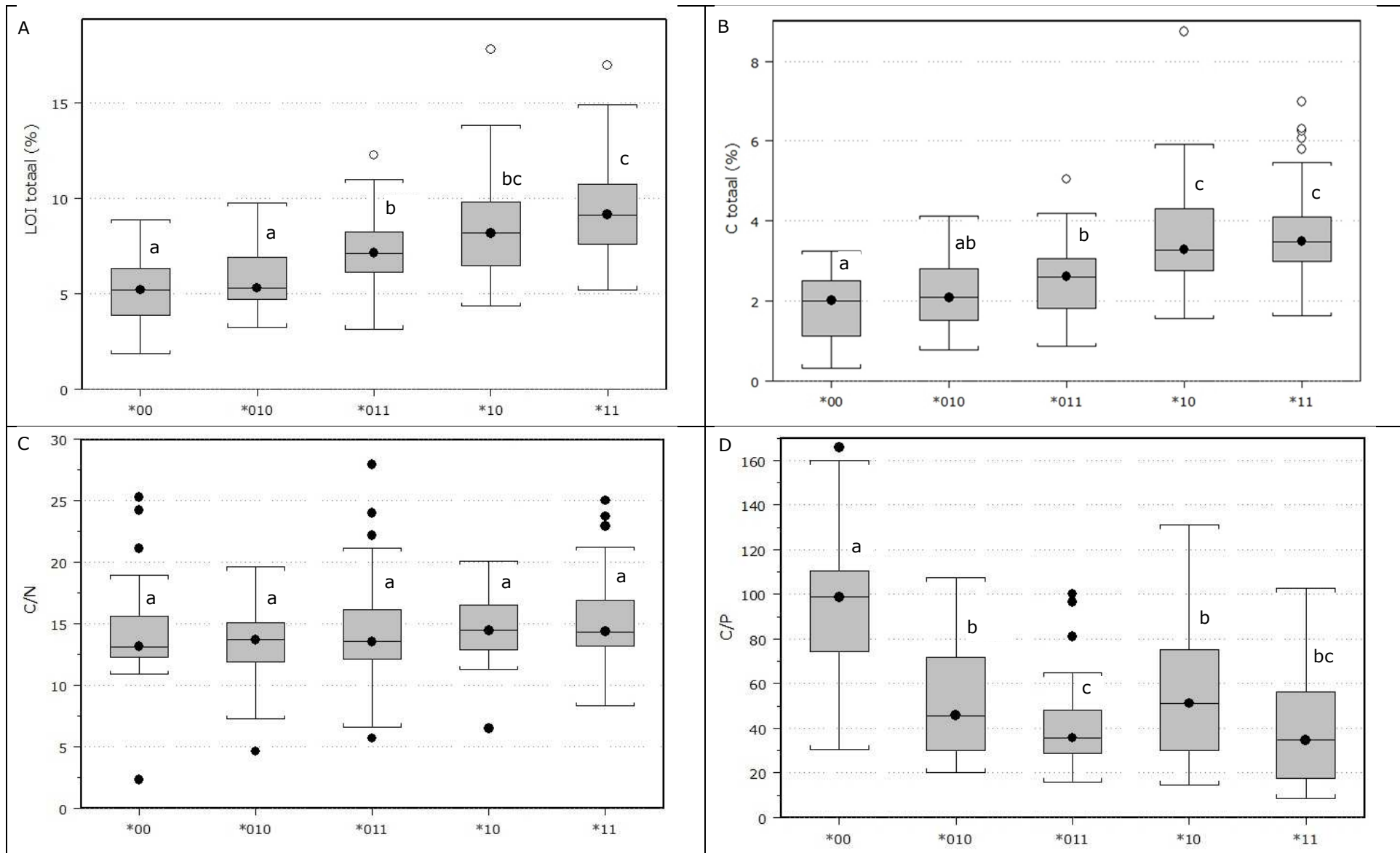
De brem - schapenzuring groep (groep *00) heeft significant hogere waarden voor de zandfractie en lagere waarden voor de klei- en leemfractie in vergelijking met de andere groepen (figuur 15A-C).



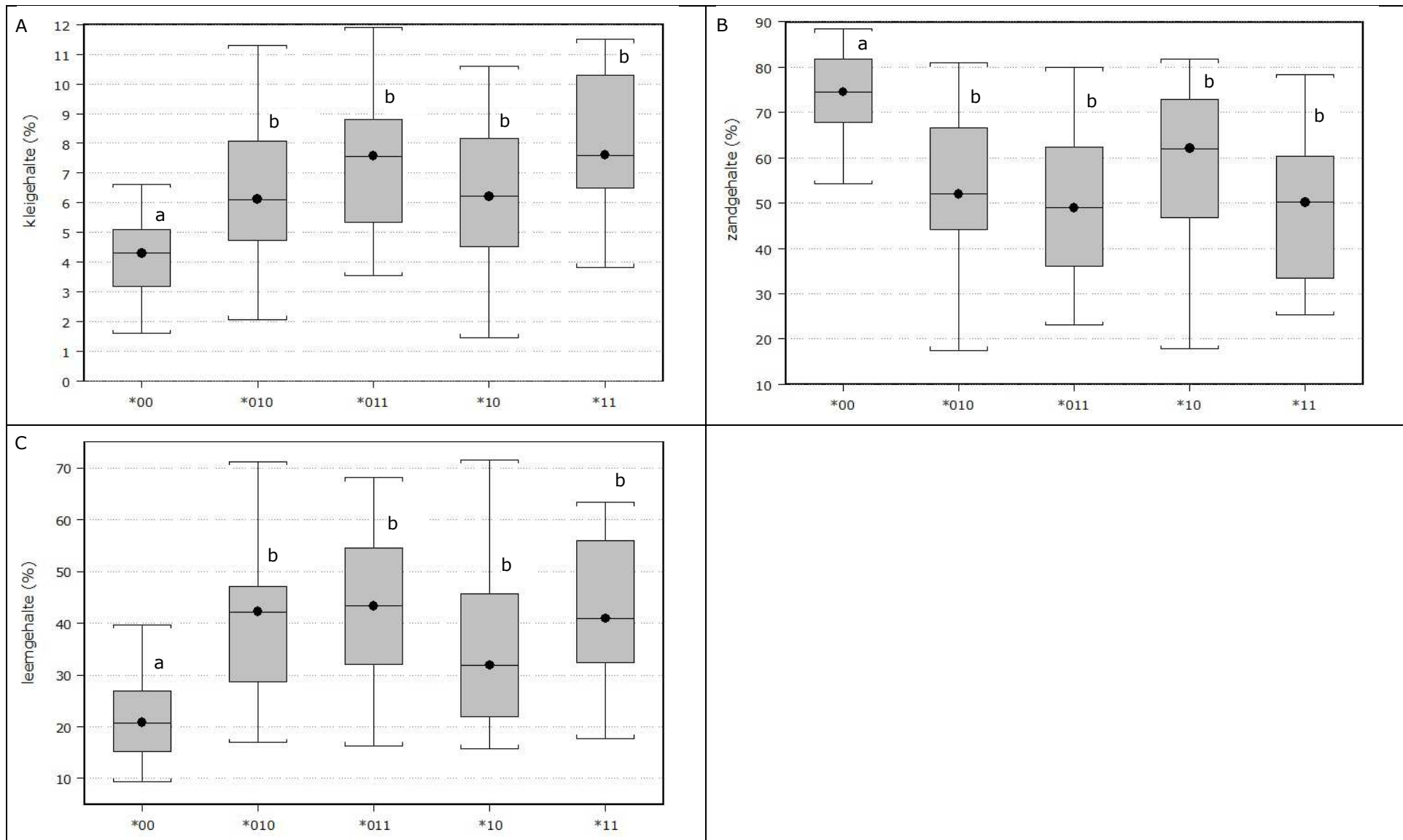
Figuur 12. Boxplots van de pH (A), zuurverzadiging (B), CEC_{BaCl₂} (C) en conductiviteit (D) bij relevante TWINSpan-groepen. Verschillende letters (abcd) duiden op significante verschillen ($p < 0,05$; ANOVA, mca Tukey) tussen de groepen.



Figuur 13. Boxplots van P_{olsen} (A), P_{totaal} (B), N_{mineraal} (C) en N_{totaal} (D) bij relevante TWINSPAN-groepen. Verschillende letters (abcd) duiden op significante verschillen (p < 0,05; ANOVA, mca Tukey) tussen de groepen.



Figuur 14. Boxplots van LOI_{totaal} (A), C_{totaal} (B), C/N (C) en C/P (D) bij relevante TWINSpan-groepen. Verschillende letters (abc) duiden op significante verschillen (p < 0,05; ANOVA, mca Tukey) tussen de groepen.

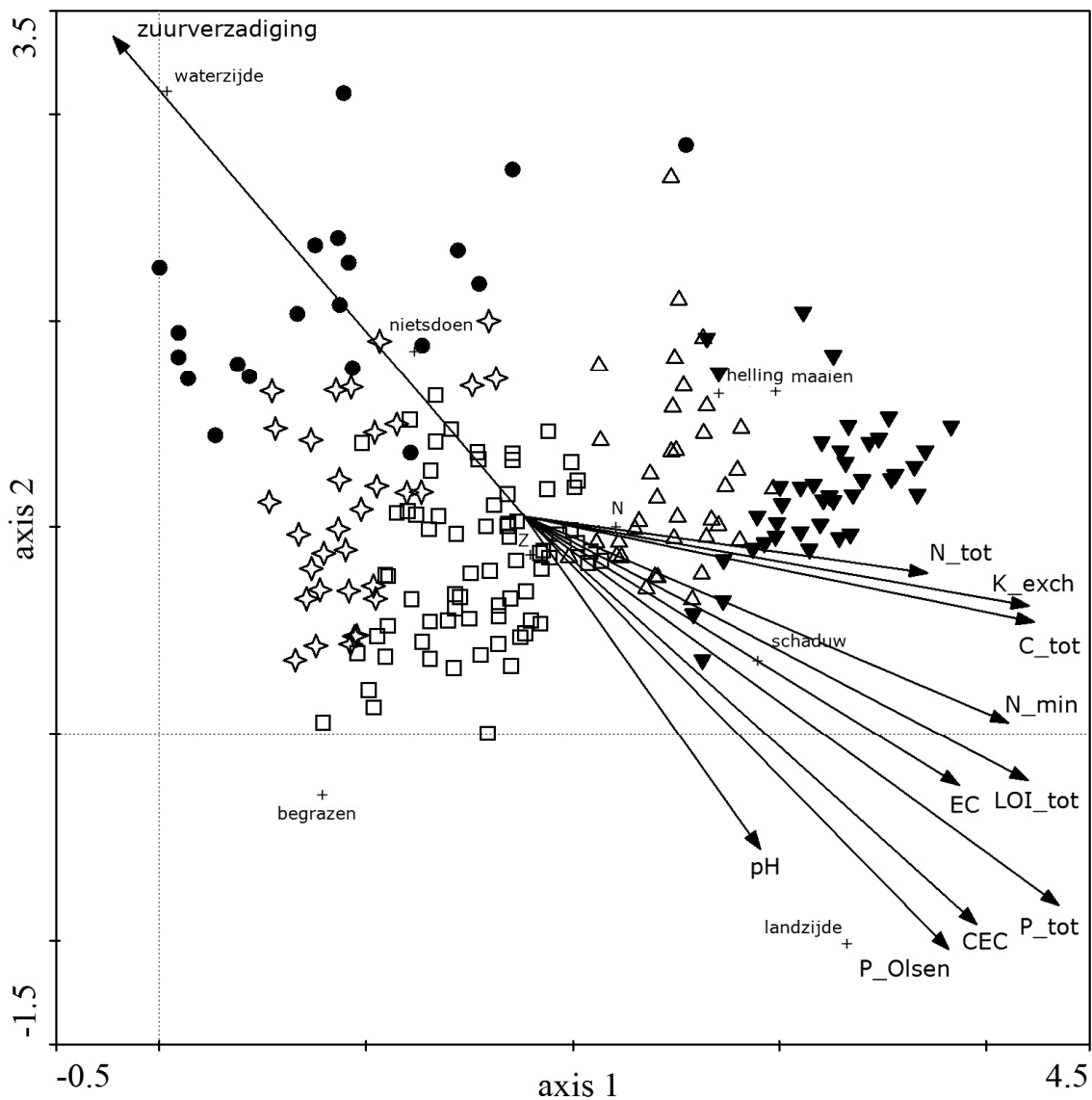


Figuur 15. Boxplots van het klei- (A), zand- (B) en leem- (C) gehalte bij relevante TWINSpan-groepen (enkel dataset van ecologische opvolging). Verschillende letters (ab) duiden op significante verschillen ($p < 0,05$; ANOVA, mca Tukey) tussen de groepen.

4.2.2 DCA

Figuur 16 toont de DCA-plot van de staalnamesites volgens de vegetatieopnames. De gradiëntwaarde bedraagt 3,83. De eigenwaarde voor 1^{ste} as is 0,44 en voor de 2^{de} as 0,25. De verklaarde variantie van de soortendata bedraagt 10,6 % voor de 1^{ste} as en 6,0 % voor de 2^{de} as. De verklaarde variantie voor de relatie tussen soorten en bodemvariabelen is 28,4 % voor de 1^{ste} as en 13,7 % voor de 2^{de} as.

Door de bodemvariabelen passief te plotten op de DCA kan worden gezien dat de variatie in de vegetatie voornamelijk wordt bepaald door verschillen in concentraties aan nutriënten (1^{ste} as) en door verschillen in zuurverzadiging (2^{de} as).



Figuur 16. DCA-ordinatiediagram van de vegetatieopnames volgens de 1^{ste} en 2^{de} as. De bodemvariabelen en standplaatsfactoren zijn passief geplott op de ordinatiediagram. De bodemvariabelen worden weergegeven door vectoren, de standplaatsfactoren door kruisjes.

Legende symbolen. ●: brem - schapenzuring groep; ✧: duizendblad - knoepkruid groep; □: glanshaver - fluitenkruid groep; △: grote brandnetel - glanshaver groep; ▼: grote brandnetel groep.

4.3 Bodem- en vegetatievariabelen

Correlaties tussen een selectie van bodemvariabelen en een selectie van vegetatievariabelen staan opgelijst in tabel 11.

De Shannon diversiteitindex is het sterkst negatief gecorreleerd met C_{totaal} en N_{totaal}. Het Ellenberggetal voor nutriënten is positief gecorreleerd met CEC, N_{mineraal}, C_{totaal} en LOI_{totaal} en negatief gecorreleerd met zuurverzadiging. Het Ellenberggetal voor zuurgraad is positief gecorreleerd met CEC, pH en EC. Het stresstolerant aandeel is negatief gecorreleerd met CEC.

Tabel 11. Spearman rank correlatiematrix van enkele bodem- en vegetatievariabelen. In **vet** = correlatie $\geq 0,6$ of $\leq -0,6$.

| | shannon_ div | Ell_nutriën ten | Ell_zuur | S_Grime | C_Grime | typ grasl | typ_LSVI |
|-----------------|-----------------|--------------------|-------------|--------------|---------|-----------|----------|
| pH_H2O | 0.05 | 0.46 | 0.59 | -0.47 | 0.27 | -0.01 | -0.10 |
| EC | -0.20 | 0.54 | 0.54 | -0.53 | 0.38 | -0.19 | -0.23 |
| LOI_totaal | -0.19 | 0.56 | 0.46 | -0.53 | 0.41 | -0.33 | -0.32 |
| zuurverzadiging | -0.06 | -0.57 | -0.55 | 0.59 | -0.41 | 0.20 | 0.23 |
| CEC_BaCl2 | -0.13 | 0.59 | 0.64 | -0.63 | 0.39 | -0.21 | -0.24 |
| C_totaal | -0.27 | 0.55 | 0.43 | -0.50 | 0.44 | -0.34 | -0.34 |
| N_mineraal | -0.14 | 0.56 | 0.34 | -0.48 | 0.45 | -0.36 | -0.33 |
| N_totaal | -0.25 | 0.48 | 0.40 | -0.40 | 0.31 | -0.26 | -0.30 |
| P_olsen | -0.02 | 0.49 | 0.30 | -0.50 | 0.42 | -0.36 | -0.36 |
| K_exch | -0.27 | 0.44 | 0.19 | -0.42 | 0.50 | -0.32 | -0.33 |
| C/P | -0.09 | -0.35 | -0.39 | 0.38 | -0.20 | 0.15 | 0.17 |
| C/N | -0.09 | 0.11 | 0.03 | -0.18 | 0.23 | -0.16 | -0.09 |

5 Discussie

5.1 Typologie en vegetatievariabelen

Op basis van 542 opnames van bermen en dijken langs W&Z-waterlopen kunnen 5 ecologisch relevante groepen worden onderscheiden: (1) de brem - schapenzuring groep, (2) de duizendblad - knoopkruid groep, (3) de glanshaver - fluitenkruid groep, (4) de grote brandnetel - glanshaver groep en (5) de grote brandnetel groep.

De duizendblad - knoopkruid groep (groep *010) is een ecologisch gewenste vegetatiegroep in het kader van het streven naar halfnatuurlijke graslandvegetaties. Deze groep omvat immers een vrij soortenrijke en diverse vegetatie waarbij Rode Lijst soorten voorkomen en waarbij typische graslandsoorten (van voedselarme tot matig voedselrijke bodemcondities) en LSVI-sleutelsoorten relatief hoge bedekkingen bereiken. Deze groep kan dan ook gelden als een streefdoel voor bermvegetaties.

De duizendblad - knoopkruid groep kent overeenkomsten met het klein streepzaad - duizendblad bermtypen (type 23) en het scherpe boterbloem - rode klaver bermtypen (type 14; Zwaenepoel, 1998). De duizendblad - knoopkruid groep kan worden beschouwd als glanshavergrasland (Zwaenepoel et al., 2002). Kenmerkende soorten van glanshavergrasland omvatten: glanshaver, glad walstro, veldlathyrus, veldzuring, graslathyrus, margriet, knoopkruid, kleine bevernel, goudhaver, groot streepzaad en rapunzelklokje (T'jollyn et al., 2009). Glanshavergrasland komt doorgaans voor op zwaardere bodems (zandleem, leem of klei). Op zandige bodems komen ietwat soortenarmere varianten voor. Glanshavergraslanden komen voor op droge tot vochtige plaatsen en zijn niet grondwaterafhankelijk. Glanshavergrasland wordt in stand gehouden door een maaibeheer (Zwaenepoel et al., 2002). De belangrijkste bedreigingen voor glanshavergrasland zijn omschakeling van hooi- naar begrazingsbeheer, bemesten van grasland, herbicidengebruik en het scheuren van grasland (Zwaenepoel et al., 2002).

In Vlaanderen is de oppervlakte aan glanshavergrasland beperkt: Paelinckx et al. (2009) vermelden een oppervlak tussen 1.350-1.750 ha (beschreven onder het habitattypen 'laaggelegen schraal hooiland'), waarbij slechts zo'n 23 % ligt binnen habitatrictlijngebied. Een groot deel van glanshavergrasland komt voor op bermen en dijken (Paelinckx et al., 2009), vooral omwille van het beheer en bodemcondities. Bermen en dijken vormen dan ook voor verschillende soorten kenmerkend voor glanshavergrasland een belangrijk biotoop (Zwaenepoel et al., 2002; Sykora et al., 1993; Way, 1977).

Aan de hand van de boxplots bij de duizendblad - knoopkruid groep kunnen criteria worden afgeleid voor een ecologisch waardevolle bermvegetatie. De volgende criteria kunnen afgeleid worden van de kwartielwaarden voor enkele vegetatievariabelen (figuur 2-5):

- aantal soorten > 18 (1^{ste} kwartielwaarde);
- Shannon-Wiener diversiteitindex > 2,2 (1^{ste} kwartielwaarde);
- Ellenberggetal voor nutriënten < 5,7 (3^{de} kwartielwaarde);
- S-aandeel > 20 % (1^{ste} kwartielwaarde);
- C-aandeel < 44 % (3^{de} kwartielwaarde);
- bedekking typische graslandsoorten > 40 % (1^{ste} kwartielwaarde);
- bedekking soorten met een hoog (>6) Ellenberggetal voor nutriënten < 21 % (3^{de} kwartielwaarde);
- bedekking soorten met een laag (< 4) Ellenberggetal voor nutriënten > 25 % (1^{ste} kwartielwaarde).

De brem - schapenzuring groep (groep *00) is teruggevonden in de bermen langs het Kanaal Gent-Brugge op grondgebied van Aalter en Beernem. De meeste opnames kennen geen enkele beheervorm waardoor braam en brem hoge bedekkingen bereiken. In het kader van het streven naar halfnatuurlijke graslandvegetaties is dit minder gewenst. Door het toepassen van een maai- of begrazingsbeheer zullen braam en brem minder hoge bedekkingen bereiken en worden graslandsoorten bevoordeeld. De vegetatie zal dan evolueren naar een ecologisch waardevolle struisgrasvegetatie of dwerghavergrasland (Zwaenepoel et al., 2002) en sluit dan aan bij het gewoon biggenkruid - schapenzuring bermtype (type 34) en het ruig haarmos - zilverhaver bermtype (type 35; Zwaenepoel, 1998).

Kenmerkende soorten voor struisgrasvegetatie omvatten gewoon struisgras, zandblauwtje, schapenzuring, gewoon reukgras, rood zwenkgras, zandzegge, grote tijm, tormentil, gewone vleugeltjesbloem en gewone rolklaver. Dwerghavergrasland kent een hoger aandeel van éénjarigen zoals klein vogelpootje, vroege haver, zilverhaver, klein tasjeskruid, dwergviltkruid, éénjarige hardbloem, zandmuur, zandhoornbloem, kleine leeuwenklauw en vroegeling. Kenmerkend voor dwerghavergrasland is het voorkomen van open, niet begroeide plekjes. Struisgrasvegetatie en dwerghavergrasland komen voor op droge, voedselarme zure tot neutrale zandgronden. Deze vegetaties worden in stand gehouden door een begrazingsbeheer. De belangrijkste bedreigingen voor struisgrasvegetatie en dwerghavergrasland vormen voedselaanrijking (door atmosferische depositie, vermesting, intensief landbouwgebruik) met verruiging als gevolg (Zwaenepoel et al., 2002; T'jollyn et al., 2009).

De grote brandnetel groepen (groep *10 en groep *11) kennen hoge bedekkingen van grote brandnetel, kleefkruid en productieve grassoorten zoals glanshaver en ruw beemdgras. Deze groep leunt aan bij het zevenblad - ridderzuring bermtype (type 6; Zwaenepoel, 1998). Bovendien worden geen of weinig Rode Lijst soorten of LSVI-sleutelsoorten teruggevonden. Onder een bermbeheer worden soortenrijke graslandvegetaties nagestreefd met als gevolg dat de brandnetel groepen dan ook helemaal geen streefdoel vormen. Uit de kwartielwaarden van de groepen voor enkele vegetatievariabelen kunnen volgende criteria worden afgeleid waar bermvegetaties dan ook best niet aan voldoen:

- aantal soorten < 13 (3^{de} kwartielwaarde);
- Shannon-Wiener diversiteitindex < 1,8 (3^{de} kwartielwaarde);
- Ellenberggetal voor nutriënten > 6,8 (1^{ste} kwartielwaarde);
- S-aandeel < 15 % (3^{de} kwartielwaarde);
- C-aandeel > 58 % (1^{ste} kwartielwaarde);
- bedekking typische graslandsoorten < 2 % (3^{de} kwartielwaarde);
- bedekking soorten met een hoog (>6) Ellenberggetal voor nutriënten > 68 % (1^{ste} kwartielwaarde);
- bedekking soorten met een laag (< 4) Ellenberggetal voor nutriënten < 7 % (3^{de} kwartielwaarde).

De glanshaver - fluitenkruid groep (groep *011) wordt gedomineerd door de productieve grassoort glanshaver. Deze groep komt overeen met het fijne kervel - glanshaver bermtype (type 21; Zwaenepoel, 1998). Bij sommige opnames van de glanshaver - fluitenkruid groep worden waardevolle relicten, zoals indicatorsoorten of preferentiële soorten van de duizendblad - knoopkruid groep, aangetroffen echter wel steeds met lage bedekkingen. Deze groep is te beschouwen als een overgang tussen soortenrijke en soortenarme vegetatiegroepen.

5.2 Standplaatsonderzoek

Verschillende vegetatiegroepen kunnen worden gekarakteriseerd door verschillen in bodemvariabelen. Aanzienlijke verschillen worden gevonden voor pH en zuurverzadiging. Een lage waarde voor pH en een hoge waarde voor zuurverzadiging kenmerken de brem - schapenzuring groep. De brem - schapenzuring groep komt voor in de bermen langs het Kanaal Gent-Brugge te Aalter en Beernem. Hier komen zandige bodems voor. Zandgronden kunnen gemakkelijk uitspoelen waardoor zure omstandigheden ontstaan. De overige vegetatiegroepen tonen geen duidelijke verschillen voor pH en zuurverzadiging.

Een overige gradiënt die van belang is in de data zijn verschillen in de concentraties aan nutriënten, meer bepaald vooral P_{olsen} , N_{mineraal} en K_{exch} . Lage waarden worden waargenomen voor de brem - schapenzuring groep (*00) en voor de duizendblad - knoopkruid groep (*010). Hoge waarden worden gemeten bij de grote brandnetel groepen (*10 en *11).

De oorzaak voor de verschillen in nutriëntenwaarden kunnen diverse aspecten omhelzen.

- Een eerste reden kan de van nature aanwezige verschillen in bodemtextuur zijn. Zo is een zandige bodem zonder veel organisch materiaal voedselarm (lage kationenuitwisselingscapaciteit en dus een laag vermogen om nutriënten en kationen te binden). Dit kan een verklaring bieden voor de lage nutriëntenwaarden bij de brem - schapenzuring groep welke wordt gekenmerkt door hogere zandfractie en lagere kleifracie in vergelijking met de overige vegetatiegroepen. Echter bij de overige groepen worden geen significante verschillen gevonden in zand- en kleifracie waardoor andere oorzaken aan de basis liggen van de verschillen in nutriëntenwaarden.
- Nutriëntenaanrijking in de bodem kan een gevolg zijn van een, al dan niet historisch, niet-correct uitgevoerd maaibeheer waarbij het maaisel niet voldoende wordt opgeruimd. Niet-weggehaald maaisel verliest immers veel nutriënten gedurende de eerste dagen na het maaien via uitloging. Zo meten Schaffers et al. (1998) in een glanshavergrasland een N-, P- en K-fractie in het maaisel 2 weken na het maaien van 82,5 %, 68,0 % en 51,2 % ten opzichte van de gehalten in vers maaisel. In het experiment van Schaffers et al. wordt het maaisel verkleint tot zo'n 10 cm lengte. Door het gebruik van een klepelmaaier, welke gangbaar wordt ingezet bij het maaien van de bermen, ontstaat fijner maaisel waardoor de uitlogingsfractie waarschijnlijk nog groter zal zijn.
- Bermen vormen lineaire landschapselementen waardoor ze onderhevig kunnen zijn aan randeffecten. Een mogelijk randeffect vormt de inwaai van meststoffen vanuit omliggend landbouwgebied. In de dataset wordt een verband waargenomen tussen hoge waarden aan P_{olsen} en N_{mineraal} en de ligging aan de landzijde van de opnames. Ook veel opnames uit de brandnetelgroepen zijn gelegen aan de landzijde. Een vervolgonderzoek kan hier bijkomende aandacht aan besteden door de afstand te bepalen tot het aanpalend landgebruik samen met het beschrijven van type landgebruik.
- Mogelijk is voor sommige locaties het historisch beheer op de bermen en dijken van belang. Zo is kunstmatige bemesting toegepast op de Leiebermen tot 1995 (Raman & Van Kerckvoorde, 2014). Als gevolg hiervan kunnen nog steeds hogere nutriëntenwaarden in de bodem aanwezig zijn.
- De aanwezigheid van bomenrijen kan zorgen voor bladstrooisel en dus nutriëntenaanrijking in bermen en dijken (Schaffers, 2002). In de huidige dataset (PCA-plot, figuur 11) bezitten beschaduwde sites inderdaad ietwat hogere nutriëntenwaarden in vergelijking met onbeschaduwde sites.

LOI_{totaal}, C_{totaal} en N_{totaal} hebben eveneens een belang als verklaring van de variatie bij de verschillende vegetatiegroepen. Deze variabelen zijn sterk gecorreleerd met elkaar en duiden op het gehalte aan organisch materiaal in de bodem. Organisch materiaal in bodem ontstaat als gevolg van het afsterven van haarwortels, rhizodepositie (het uitscheiden van organische verbindingen in de bodem door de wortels; Nguyen, 2003) en afbraak van strooisel. Productieve vegetaties kennen een hogere wortelactiviteit in vergelijking met niet-productieve vegetaties waardoor hogere waarden aan organisch materiaal in de bodem voorkomen. Accumulatie van strooisel als gevolg van laanaanplantingen of het niet voldoende verwijderen van maaisel dragen eveneens bij tot organisch materiaal in de bodem.

Voor het nagaan van effecten op de vegetatie door het toepassen van verschillende vormen van beheer is de huidige dataset niet geschikt. Zo is nietsdoenbeheer met de huidige dataset geassocieerd met lage pH, lage nutriëntenwaarden en laag gehalte aan organisch materiaal en met de brem - schapenzuring groep. De verklaring hiervoor is dat opnames met een nietsdoenbeheer enkel gelegen zijn langs het Kanaal Gent-Brugge te Aalter en Beernem, waar voedselarme zandbodems voorkomen. In de huidige dataset worden opnames met een maaibeheer vooral geassocieerd met hoge concentraties aan nutriënten en met productieve vegetaties. Dit kan een gevolg zijn van een, al dan niet historisch, niet-correct uitgevoerd maaibeheer waarbij het maaisel niet voldoende wordt weggehaald.

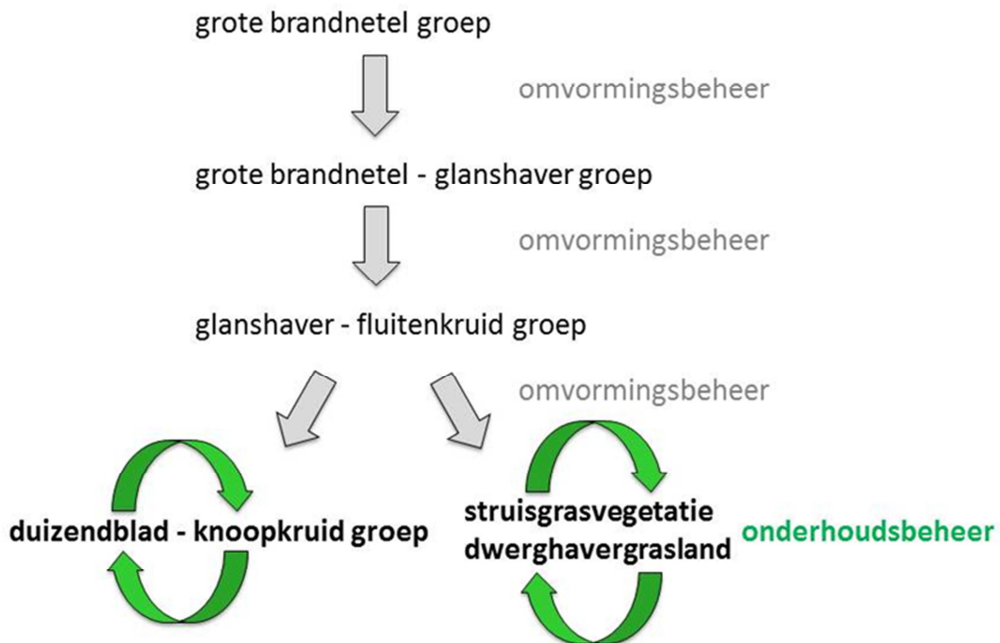
Het standplaatsonderzoek laat toe om de vegetatiegroepen te karakteriseren met behulp van relevante bodemvariabelen. Tabel 12 geeft voor de brem - schapenzuring groep, de knooppkruid - duizendblad groep en de grote brandnetel groepen de gemiddelde waarde \pm de standaardfout en de 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarde voor enkele bodemvariabelen weer.

Tabel 12. De gemiddelde waarde (\pm standaardfout) en de 1^{ste} en 3^{de} kwartielwaarde voor enkele bodemvariabelen bij de brem - schapenzuring groep, de knooppkruid - duizendblad groep en de grote brandnetel groepen.

| | gemiddelde waarde \pm standaardfout | 1 ^{ste} en 3 ^{de} kwartielwaarde |
|---|---------------------------------------|--|
| brem - schapenzuring groep (groep *00) | | |
| pH | 5,6 \pm 0,3 | 4,7 - 6,3 |
| Zuurverzuiging (%) | 30,0 \pm 6,0 | 8,0 - 56,6 |
| Zandfractie (%) | 74,1 \pm 2,2 | 69,4 - 80,1 |
| LOI _{totaal} (%) | 5,2 \pm 0,5 | 4,0 - 6,2 |
| N _{mineraal} mg/kg | 9,5 \pm 1,1 | 5,6 - 11,4 |
| P _{olsen} mg/kg | 8,1 \pm 1,6 | 4,5 - 8,4 |
| knooppkruid - duizendblad groep (groep *010) | | |
| pH | 7,9 \pm 0,1 | 7,6 - 8,2 |
| Zuurverzuiging (%) | 4,1 \pm 0,3 | 2,3 - 5,4 |
| Zandfractie (%) | 54,3 \pm 3,6 | 44,3 - 64,9 |
| LOI _{totaal} (%) | 5,9 \pm 0,3 | 4,7 - 6,8 |
| N _{mineraal} (mg/kg) | 13,2 \pm 0,9 | 9,8 - 17,5 |
| P _{olsen} (mg/kg) | 21,7 \pm 3,3 | 6,8 - 32,2 |
| grote brandnetel groepen (groepen *10 en *11) | | |
| pH | 7,7 \pm 0,1 | 7,7 - 8,0 |
| Zuurverzuiging (%) | 2,9 \pm 0,3 | 1,2 - 4,4 |
| Zandfractie (%) | 54,6 \pm 3,0 | 42,5 - 66,3 |
| LOI _{totaal} (%) | 8,8 \pm 0,3 | 6,5 - 10,3 |
| N _{mineraal} (mg/kg) | 23,3 \pm 1,1 | 17,3 - 26,4 |
| P _{olsen} (mg/kg) | 75,5 \pm 8,4 | 13,9 - 111,1 |

5.3 Omvormings- en onderhoudsbeheer

Zwaenepoel (2000) beschrijft de botanische ontwikkeling van verschillende graslandvegetaties. Door het uitvoeren van een omvormingsbeheer evolueert een productieve vegetatie (raaigrasvegetatie) via een dominant grassenstadium (met gestreepte witbol of glanshaver onder droge bodemcondities) naar een soortenrijke vegetatie. Wanneer dit wordt toegepast op de verschillende bermtypes, onderscheiden in deze studie, gebeurt de botanische ontwikkeling vanuit een soortenarme productieve naar een soortenrijke bermvegetatie volgens het schema weergegeven op figuur 17. Een bermvegetatie gedomineerd door grote brandnetel zal met behulp van een omvormingsbeheer evolueren naar een glanshaver - grote brandnetel bermvegetatie en vervolgens naar een glanshaver - fluitenkruid tot een soortenrijke vegetatie (het ecologisch streefbeeld). In het ecologisch streefbeeld ontwikkelt zich een vegetatie die aangepast is voor de lokale abiotische condities. Wanneer als voorbeeld een zandige, zure en voedselarme bodem optreedt zal bij het toepassen van maai-of begrazingsbeheer een struisgrasvegetatie of een dwerghavergrasland tot ontwikkeling komen. Soortenrijke vegetaties worden behouden door het toepassen van een onderhoudsbeheer.



Figuur 17. De botanische ontwikkeling van een productieve soortenarme bermvegetatie (grote brandnetel vegetatie) naar een soortenrijke bermvegetatie via omvormingsbeheer en het behoud van soortenrijke vegetaties via onderhoudsbeheer.

Een omvormingsbeheer dient gepaard te gaan met een verandering in de concurrentieverhouding tussen soorten. Het doel is immers om de dominantie van hoogproductieve soorten te verbreken zodat vestigingsmogelijkheden ontstaan voor een aantal andere, minder productieve soorten.

Hoogproductieve soorten worden benadeeld door een daling van nutriëntengehaltes. Uit het standplaatsonderzoek blijkt immers dat de grote brandnetelvegetaties de hoogste nutriëntenwaarden kennen en dat de knoopkruid - duizendblad groep en de brem - schapenzuring groep lage nutriëntenwaarden kennen.

Bij een ecologisch uitgevoerd maaibeheer vindt er afvoer van nutriënten plaats (Schaffers et al., 1998). Een ecologisch uitgevoerd maaibeheer houdt in dat de vegetatie geen kunstmatige bemesting kent en dat het maaisel grondig en tijdig wordt verwijderd. Wanneer het maaisel niet of laattijdig wordt weggehaald spoelen immers nutriënten uit naar de bodem (Schaffers et al., 1998). Een ecologisch uitgevoerd maaibeheer is dan ook geschikt als omvormingsbeheer. Om een zo groot mogelijke hoeveelheid aan biomassa (en nutriënten) te verwijderen is tweemaal maaien per groeiseizoen, in de eerste helft van juni en in september, meestal optimaal. Voor heel productieve vegetatie kan er enkele jaren veelvuldiger worden gemaaid, maar meer dan driemaal per groeiseizoen is niet wenselijk (Zwaenepoel, 2000).

Begrazing als enige beheervorm is minder ideaal om nutriënten te verwijderen (Bakker et al., 1983). Begrazing zorgt over het algemeen wel voor het versnellen van de nutriëntencyclus (Crofts & Jefferson, 1999; Bakker et al., 1984). Er treedt een snellere mineralisatie op van het organisch materiaal doordat moeilijk afbreekbaar plantaardig materiaal wordt omgezet in eenvoudiger afbreekbare mest en urine (Elbersen et al., 2003). In zandige bodems kan er uitspoeling van nutriënten gebeuren. Daarnaast kan via begrazing een deel van de stikstof opgenomen uit plantaardig materiaal vervluchtigen uit de urine (Van Uytvanck et al., 2010; Elbersen et al., 2003).

Een specifieke vorm van begrazing, stootbegrazing in een rotatiesysteem, wordt soms aangewend als omvormingsbeheer (bv. kalkgrasland: Bobbink & Willems, 2001; duingrasland: van Breukelen & van Til, 2005). Deze begrazingsvorm is mogelijk door een afgerasterde berm of dijk in verschillende compartimenten in te delen. De vegetatie van een compartiment wordt via een korte, intense begrazing afgegeten waarna de dieren worden doorgeschoven naar een ander compartiment en dit tot het volledig bermtraject is begraasd. De begrazing van de verschillende compartimenten kan 2 tot 3 keer per groeiseizoen gebeuren.

6 Bijlagen

Bijlage 1. De betekenis van de Ellenberg-indicatorgetallen (Ellenberg et al., 1992).

Ellenberg-indicatorgetal voor **nutriënten**

- 1 = zeer stikstofarme bodems
- 2 = zeer stikstofarme bodems / stikstofarme bodems
- 3 = stikstofarme bodems
- 4 = stikstofarme bodems / matig stikstofrijke bodems
- 5 = matig stikstofrijke bodems
- 6 = matig stikstofrijke bodems / stikstofrijke bodems
- 7 = stikstofrijke bodems
- 8 = uitgesproken stikstofrijke bodems
- 9 = zeer uitgesproken stikstofrijke bodems
- X = indifferent
- ? = onbekend volgens Ellenberg

Ellenberg-indicatorgetal voor **zuurgraad**

- 1 = sterk zure bodems
- 2 = sterk zure bodems / zure bodems
- 3 = zure bodems
- 4 = zure bodems / zwak zure bodems
- 5 = zwak zure bodems
- 6 = zwak zure tot zwak basische bodems
- 7 = zwak zure tot zwak basische bodems
- 8 = basische bodems; meestal op kalk
- 9 = sterk basische of kalkrijke bodems
- X = indifferent
- ? = onbekend volgens Ellenberg

Ellenberg-indicatorgetal voor **vocht**

- 1 = extreme droogte-indicator
- 2 = extreme droogte-indicator / droogte-indicator
- 3 = droogte-indicator
- 4 = droogte-indicator / droogte / vocht-indicator
- 5 = droogte / vocht-indicator
- 6 = droogte/vocht-indicator / vocht-indicator
- 7 = vocht-indicator
- 8 = vocht-indicator / nat-indicator
- 9 = nat-indicator
- 10 = waterplant, kenmerkend voor tijdelijk droogvallen
- 11 = waterplant, bladeren in contact met de lucht
- 12 = onderwaterplant
- X = indifferent
- * = indicator voor wisselende grondwaterstand
- = = inundatie indicator
- ? = onbekend volgens Ellenberg

Ellenberg-indicatorgetal voor **licht**

- 1 = volle schaduwplant
- 2 = volle schaduwplant / schaduwplant
- 3 = schaduwplant
- 4 = schaduwplant / half-schaduwplant
- 5 = half-schaduwplant
- 6 = half-schaduwplant / half-lichtplant
- 7 = half-lichtplant
- 8 = lichtplant
- 9 = volle lichtplant
- X = indifferent
- ? = onbekend volgens Ellenberg

Ellenberg-indicatorgetal voor **maaigevoeligheid**

- 1 = volledig maai-intolerant
- 2 = maai-intolerant/maaigevoelig
- 3 = maaigevoelig
- 4 = maaigevoelig / matig tolerant
- 5 = matig maaitolerant
- 6 = matig/redelijk maaitolerant
- 7 = redelijk maaitolerant
- 8 = redelijk/volledig maaitolerant
- 9 = volledig maaitolerant

Ellenberg-indicatorgetal voor **temperatuur**

- 1 = koude-plant
- 2 = koude-plant / koele gebieden
- 3 = plant van koele gebieden
- 4 = plant van koele gebieden / matig warme gebieden
- 5 = plant van matig warme gebieden
- 6 = plant van matig warme gebieden / warme gebieden
- 7 = plant van warme gebieden
- 8 = plant van warme gebieden / extreem warme gebieden
- 9 = plant van extreem warme gebieden
- X = indifferent
- ? = onbekend volgens Ellenberg

Bijlage 2. De weerhouden sleutelsoorten van de verschillende graslandhabitattypes.

| | |
|----------------------------|------------------------|
| akkerviooltje | kleine ratelaar |
| beemdkroon | knolboterbloem |
| betonie | knoopkruid |
| bevertjes | kraailook |
| bijenorchis | liggende klaver |
| dwergviltkruid | margriet |
| eekhoorngras | morgenster |
| geel walstro | onderaardse klaver |
| gewone agrimonie | peen |
| gewone en smalle rolklaver | ruw vergeet-mij-nietje |
| gewone pastinaak | ruw walstro |
| gewoon langbaardgras | schapengras |
| glad walstro | schapenzuring |
| goudhaver | steenancier |
| graslathyrus | troedravig |
| groot streepzaad | tweerijige zegge |
| grote bevernel | veldereprijs |
| grote ratelaar | veldlathyrus |
| grote tijm | viltig kruiskruid |
| grote vossenstaart | voorjaarszegge |
| gulden sleutelbloem | vroege haver |
| hazenpootje | wilde marjolein |
| hokjespeul | zachte ooievaarsbek |
| kamgras | zandmuur |
| klein streepzaad | zandraket |
| klein tasjeskruid | zeegroene zegge |
| kleine bevernel | zilverhaver |
| kleine leeuwenklauw | zomerbitterling |

Bijlage 3. De taxa waargenomen in de vegetatieopnames samen met de gebruikte afkortingen in TWINSPAN.

| | | |
|--|-------------------------------|-----------|
| <i>Acer pseudoplatanus</i> | gewone esdoorn | acerpseu |
| <i>Achillea millefolium</i> | gewoon duizendblad | achimille |
| <i>Aegopodium podagraria</i> | zevenblad | aegopoda |
| <i>Agrimonia eupatoria</i> | gewone agrimonie | agriepua |
| <i>Agrostis capillaris</i> | gewoon struisgras | agrocapi |
| <i>Agrostis gigantea</i> | hoog struisgras | agrogiga |
| <i>Agrostis species</i> | struisgras (G) | agrospec |
| <i>Agrostis stolonifera</i> | fioringras | agrostol |
| <i>Aira caryophylla</i> | zilverhaver | airacary |
| <i>Aira praecox</i> | vroege haver | airaprae |
| <i>Alliaria petiolata</i> | look-zonder-look | allipeti |
| <i>Allium vineale</i> | kraailook | allivine |
| <i>Alopecurus geniculatus</i> | geknikte vossestaart | alopgeni |
| <i>Alopecurus pratensis</i> | grote vossestaart | alopprat |
| <i>Angelica sylvestris</i> | gewone engelwortel | angesylv |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> | gewoon reukgras | anthodor |
| <i>Anthriscus sylvestris</i> | fluitekruid | anthsyly |
| <i>Aphanes inexpectata</i> | kleine leeuweklauw | aphainex |
| <i>Arabidopsis thaliana</i> | zandraket | arabthal |
| <i>Arctium lappa</i> | grote klit | arctlapp |
| <i>Arenaria serpyllifolia</i> | zandmuur | arenserp |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> | glanshaver | arrhelat |
| <i>Artemisia vulgaris</i> | bijvoet | artevulg |
| <i>Astragalus glycyphyllos</i> | hokjespeul | astrglyc |
| <i>Bellis perennis</i> | madeliefje | bellpere |
| <i>Betula pendula</i> | ruwe berk | betupend |
| <i>Blackstonia perfoliata ssp. perfolia.</i> | zomerbitterling | blacperf |
| <i>Brassica rapa</i> | raapzaad | brasrapa |
| <i>Briza media</i> | bevertjes | brizmedi |
| <i>Bromus hordeaceus</i> | zachte dravik | bromhord |
| <i>Bromus racemosus</i> | trodravik | bromrace |
| <i>Bromus species</i> | dravik (G) | bromspec |
| <i>Bromus sterilis</i> | ijle dravik | bromster |
| <i>Bryonia cretica ssp. dioica</i> | heggerank | bryocret |
| <i>Calamagrostis epigejos</i> | gewoon struisriet | calaepig |
| <i>Calystegia sepium</i> | haagwinde | calysepi |
| <i>Campanula rapunculus</i> | rapunzelklokje | camprapu |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | gewoon herderstasje | capsburs |
| <i>Cardamine hirsuta</i> | kleine veldkers | cardhirs |
| <i>Carduus crispus</i> | kruldistel | cardcris |
| <i>Carex acuta</i> | scherpe zegge | careacut |
| <i>Carex acutiformis</i> | moeraszegge | caracuti |
| <i>Carex arenaria</i> | zandzegge | carearen |
| <i>Carex caryophylla</i> | voorjaarszegge | carecary |
| <i>Carex disticha</i> | tweerijige zegge | caredit |
| <i>Carex flacca</i> | zeegroene zegge | careflac |
| <i>Carex hirta</i> | ruige zegge | carehirt |
| <i>Carex riparia</i> | oeverzegge | careripa |
| <i>Carex species</i> | zegge (G) | carespec |
| <i>Carex spicata</i> | gewone bermzegge | carespic |
| <i>Castanea sativa</i> | tamme kastanje | castsati |
| <i>Centaurea jacea</i> | knoopkruid | centjace |
| <i>Cerastium arvense</i> | akkerhoornbloem | ceraarve |
| <i>Cerastium fontanum s.l.</i> | gewone en glanzige hoornbloem | cerafont |
| <i>Cerastium glomeratum</i> | kluwenhoornbloem | ceraglom |
| <i>Chaerophyllum temulum</i> | dolle kervel | chaetemu |
| <i>Chamerion angustifolium</i> | wilgeroosje | chamangu |
| <i>Cirsium arvense</i> | akkerdistel | cirsarve |
| <i>Cirsium oleraceum</i> | moesdistel | cirsoler |
| <i>Cirsium palustre</i> | kale jonker | cirspalu |
| <i>Cirsium vulgare</i> | speerdistel | cirsvulg |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | akkerwinde | convarve |
| <i>Crataegus monogyna</i> | eenstijlige meidoorn | cratmono |
| <i>Crepis biennis</i> | groot streepzaad | crepbien |

| | | |
|---|----------------------------|----------|
| <i>Crepis capillaris</i> | klein streepzaad | crepcapi |
| <i>Cuscuta europaea</i> | groot warkruid | cusceuro |
| <i>Cynosurus cristatus</i> | kamgras | cynocris |
| <i>Cytisus scoparius</i> | brem | cytiscop |
| <i>Dactylis glomerata</i> | kroppaar | dactglom |
| <i>Daucus carota</i> | peen | dauccaro |
| <i>Dianthus deltoides</i> | steenanker | diandelt |
| <i>Diplotaxis tenuifolia</i> | grote zandkool | diptenu |
| <i>Dipsacus fullonum</i> | grote kaardebol | dipsfull |
| <i>Elymus repens</i> | kweek | elymrepe |
| <i>Epilobium hirsutum</i> | harig wilgenroosje | epilhirs |
| <i>Epilobium species</i> | wilgenroosje (G) | epilspec |
| <i>Epilobium tetragonum ssp. tetragonum</i> | kantige basterdwederik | epiltetr |
| <i>Equisetum arvense</i> | heermoes | equiarve |
| <i>Equisetum palustre</i> | lidrus | equipalu |
| <i>Erigeron canadensis</i> | Canadese fijnstraal | erigcana |
| <i>Eupatorium cannabinum</i> | koninginnekruid | eupacann |
| <i>Festuca arundinacea</i> | rietzwenkgras | festarun |
| <i>Festuca ovina</i> | schapegras | festovin |
| <i>Festuca pratensis</i> | beemdlangbloem | festprat |
| <i>Festuca rubra</i> | rood zwenkgras s.l. | festrubr |
| <i>Festuca species</i> | zwenkgras (G) | festspec |
| <i>Filago minima</i> | dwergviltkruid | filamini |
| <i>Filipendula ulmaria</i> | moerasspirea | filiulma |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | gewone es | fraxexce |
| <i>Galeopsis species</i> | hennepnetel (G) | galespec |
| <i>Galium aparine</i> | kleefkruid | galiapar |
| <i>Galium mollugo</i> | glad walstro | galimoll |
| <i>Galium uliginosum</i> | ruw walstro | galiulig |
| <i>Galium verum</i> | geel walstro | galiveru |
| <i>Geranium dissectum</i> | slipbladige ooievaarsbek | geradiss |
| <i>Geranium molle</i> | zachte ooievaarsbek | geramoll |
| <i>Geranium pusillum</i> | kleine ooievaarsbek | gerapusi |
| <i>Geranium robertianum</i> | robertskruid | gerarobe |
| <i>Geranium species</i> | ooievaarsbek (G) | geraspec |
| <i>Geum urbanum</i> | geel nagelkruid | geumurba |
| <i>Glechoma hederacea</i> | hondsdrif | glechede |
| <i>Glyceria notata ssp. declinata</i> | stomp vlotgras | glycnota |
| <i>Hedera helix</i> | klimop | hedeheli |
| <i>Heracleum sphondylium</i> | gewone bereklauw | heraspho |
| <i>Hieracium umbellatum</i> | schermhavikskruid | hierumbe |
| <i>Holcus lanatus</i> | gestreepte witbol | holclana |
| <i>Holcus mollis</i> | gladde witbol | holcmoll |
| <i>Hordeum murinum</i> | kruipertje | hordmuri |
| <i>Humulus lupulus</i> | hop | humulupu |
| <i>Hypericum perforatum</i> | Sint-Janskruid | hypeperf |
| <i>Hypochaeris radicata</i> | gewoon biggekruid | hyporadi |
| <i>Impatiens glandulifera</i> | reuzenbalsemien | impaglan |
| <i>Iris pseudacorus</i> | gele lis | irispseu |
| <i>Juncus bufonius</i> | greppelrus | juncbufo |
| <i>Juncus effusus</i> | pitrus | junceffu |
| <i>Juncus inflexus</i> | zeegroene rus | juncinfl |
| <i>Knautia arvensis</i> | beemdkroon | knauarve |
| <i>Lactuca serriola</i> | kompassla | lactser |
| <i>Lamium album</i> | witte dovenetel | lamialbu |
| <i>Lamium purpureum</i> | paarse dovenetel | lamipurp |
| <i>Lapsana communis</i> | akkerkool | lapscomm |
| <i>Lathyrus nissolia</i> | graslathyrus | lathniss |
| <i>Lathyrus pratensis</i> | veldlathyrus | lathprat |
| <i>Lathyrus tuberosus</i> | aardaker | lathtube |
| <i>Leucanthemum vulgare</i> | margriet | leucvulg |
| <i>Linaria vulgaris</i> | vlasbekje | linavulg |
| <i>Lolium multiflorum</i> | Italiaans raaigras | lolimult |
| <i>Lolium perenne</i> | Engels raaigras | lolipere |
| <i>Lonicera periclymenum</i> | wilde kamperfoelie | loniperi |
| <i>Lotus corniculatus s.l.</i> | gewone en smalle rolklaver | lotucorn |
| <i>Lotus uliginosus</i> | moerasrolklaver | lotuulig |
| <i>Luzula campestris</i> | gewone veldbies | luzucamp |

| | | |
|--|---------------------------|-----------|
| <i>Lythrum salicaria</i> | grote kattenstaart | lythsali |
| <i>Matricaria discoidea</i> | schijfkamille | matrdisc |
| <i>Matricaria recutita</i> | echte kamille | matrrecu |
| <i>Matricaria species</i> | kamille (G) | matrspec |
| <i>Medicago arabica</i> | gevlekte rupsklaver | mediarab |
| <i>Medicago lupulina</i> | hopklaver | medilupu |
| <i>Medicago sativa</i> L. | luzerne | medisati |
| <i>Melilotus officinalis</i> | citroengele honingklaver | melioffi |
| <i>Melilotus species</i> | honingklaver (G) | melispec |
| <i>Mentha suaveolens</i> | witte munt | mentsuav |
| <i>Molinia caerulea</i> | pijpestrootje | molicaer |
| <i>Myosotis arvensis</i> | akkervergeet-mij-nietje | myosarve |
| <i>Myosotis ramosissima</i> | ruw vergeet-mij-nietje | myosramo |
| <i>Myosoton aquaticum</i> | watermuur | myosaqua |
| <i>Odontites vernus</i> | rode ogentroost | odonvern |
| <i>Ononis repens</i> ssp. <i>spinosa</i> | kattedoorn | odonrepe |
| <i>Ophrys apifera</i> | bijenorchis | ophrapif |
| <i>Origanum vulgare</i> | wilde marjolein | origvulg |
| <i>Papaver rhoeas</i> | grote klaproos | paparhoe |
| <i>Papaver species</i> | klaproos (G) | papaspec |
| <i>Pastinaca sativa</i> | gewone pastinaak | past sati |
| <i>Petasites hybridus</i> | groot hoefblad | petahybr |
| <i>Phalaris arundinacea</i> | rietgras | phalarun |
| <i>Phleum pratense</i> | timoteegras | phleprat |
| <i>Phragmites australis</i> | riet | phraaust |
| <i>Pimpinella major</i> | grote bevernel | pimpmaj |
| <i>Pimpinella saxifraga</i> | kleine bevernel | pimpsaxi |
| <i>Plantago lanceolata</i> | smalle weegbree | planlanc |
| <i>Plantago major</i> | grote weegbree | planmaj |
| <i>Poa annua</i> | straatgras | poaannua |
| <i>Poa pratensis</i> | veldbeemdgras | poaprate |
| <i>Poa trivialis</i> | ruw beemdgras | poatrivi |
| <i>Polygonatum multiflorum</i> | gewone salomonszegel | polymult |
| <i>Polygonum amphibium</i> | veenwortel | polyamph |
| <i>Polygonum aviculare</i> | varkensgras | polyavic |
| <i>Polygonum hydropiper</i> | waterpeper | polyhydr |
| <i>Polygonum persicaria</i> | perzikkruid | polypers |
| <i>Populus x canadensis</i> | Canadapopulier | popucana |
| <i>Potentilla anserina</i> | zilverschoon | poteanse |
| <i>Potentilla reptans</i> | vijfvingerkruid | poterept |
| <i>Primula veris</i> | gulden sleutelbloem | primveri |
| <i>Prunella vulgaris</i> | gewone brunel | prunvulg |
| <i>Prunus serotina</i> | Amerikaanse vogelkers | prunsero |
| <i>Prunus spinosa</i> | sleedoorn | prunspin |
| <i>Pteridium aquilinum</i> | adelaarsvaren | pteraqui |
| <i>Pulicaria dysenterica</i> | heelblaadjes | pulidyse |
| <i>Quercus petraea</i> | wintereik | querpetr |
| <i>Quercus robur</i> | zomereik | querrobu |
| <i>Ranunculus acris</i> | scherpe boterbloem | ranuacri |
| <i>Ranunculus bulbosus</i> | knolboterbloem | ranubulb |
| <i>Ranunculus repens</i> | kruijpende boterbloem | ranuspec |
| <i>Ranunculus sardous</i> | behaarde boterbloem | ranusard |
| <i>Ranunculus sceleratus</i> | blaartrekkende boterbloem | ranuscel |
| <i>Rhinanthus angustifolius</i> | grote ratelaar | rhinangu |
| <i>Rhinanthus minor</i> | kleine ratelaar | rhinmino |
| <i>Rorippa palustris</i> | moeraskers | roripalu |
| <i>Rosa species</i> | roos (G) | rosaspec |
| <i>Rubus species</i> | braam (G) | rubuspec |
| <i>Rumex acetosa</i> | veldzuring | rumetosa |
| <i>Rumex acetosella</i> | schapezuring | rumella |
| <i>Rumex conglomeratus</i> | kluwenzuring | rumcong |
| <i>Rumex crispus</i> | krulzuring | rumecris |
| <i>Rumex obtusifolius</i> | ridderzuring | rumebotu |
| <i>Rumex sanguineus</i> | bloedzuring | rumesang |
| <i>Rumex species</i> | zuring (G) | rumespec |
| <i>Rumex x pratensis</i> | bermzuring | rumprat |
| <i>Salix cinerea</i> | grauwe wilg | salicine |
| <i>Senecio erucifolius</i> | viltig kruiskruid | seneeruc |

| | | |
|---------------------------------------|-----------------------|----------|
| <i>Senecio jacobaea</i> | Jakobskruiskruid s.l. | senejaco |
| <i>Senecio vulgaris</i> | klein kruiskruid | senevulg |
| <i>Sherardia arvensis</i> | blauw walstro | sherarve |
| <i>Silene dioica</i> | dagkoekoeksbloem | siledioi |
| <i>Silene latifolia (subsp. alba)</i> | avondkoekoeksbloem | silelati |
| <i>Sinapis arvensis</i> | herik | sinaarve |
| <i>Sisymbrium officinale</i> | gewone raket | sisyoffi |
| <i>Solanum nigrum</i> | zwarte nachtschade | solanigr |
| <i>Sonchus asper</i> | gekroesde melkdistel | soncaspe |
| <i>Sonchus oleraceus</i> | gewone melkdistel | soncoler |
| <i>Sonchus species</i> | melkdistel (G) | soncspec |
| <i>Stachys officinalis</i> | betonie | stacoffi |
| <i>Stachys palustris</i> | moerasandoorn | stacpalu |
| <i>Stachys sylvatica</i> | bosandoorn | stacsylv |
| <i>Stellaria graminea</i> | grasmuur | stelgram |
| <i>Stellaria media</i> | vogelmuur | stelmedi |
| <i>Symphytum officinale</i> | gewone smeerwortel | sympoffi |
| <i>Tanacetum vulgare</i> | boerenwormkruid | tanavulg |
| <i>Taraxacum species</i> | paardebloem (G) | taraspec |
| <i>Teesdalia nudicaulis</i> | klein tasjeskruid | teesnudi |
| <i>Teucrium scorodonia</i> | valse salie | teucscor |
| <i>Thymus pulegioides</i> | grote tijm | thympule |
| <i>Torilis japonica</i> | heggedoornzaad | torijapo |
| <i>Tragopogon pratensis</i> | morgenster | tragprat |
| <i>Trifolium arvense</i> | hazepootje | trifarve |
| <i>Trifolium campestre</i> | liggende klaver | trifcamp |
| <i>Trifolium dubium</i> | kleine klaver | trifdubi |
| <i>Trifolium pratense</i> | rode klaver | trifprat |
| <i>Trifolium repens</i> | witte klaver | trifrepe |
| <i>Trifolium rubens</i> | purpere klaver | trifrube |
| <i>Trifolium subterraneum</i> | onderaardse klaver | trifsubt |
| <i>Trisetum flavescens</i> | goudhaver | trisflav |
| <i>Tussilago farfara</i> | klein hoefblad | tussfarf |
| <i>Ulex europaeus</i> | gaspeldoorn | ulexeuro |
| <i>Ulmus sp</i> | iep (G) | ulmuspec |
| <i>Urtica dioica</i> | grote brandnetel | urtidioi |
| <i>Valeriana officinalis</i> | echte valeriaan | valeoffi |
| <i>Valerianella locusta</i> | gewone veldsla | valelocu |
| <i>Valerianella species</i> | veldsla (G) | valespec |
| <i>Verbascum thapsus</i> | koningskaars | verbthap |
| <i>Veronica agrestis</i> | akkerereprijs | veroagre |
| <i>Veronica arvensis</i> | veldereprijs | veroarve |
| <i>Veronica chamaedrys</i> | gewone ereprijs | verocham |
| <i>Veronica hederifolia</i> | klimopereprijs | verohede |
| <i>Vicia cracca</i> | vogelwikke | vicicrac |
| <i>Vicia hirsuta</i> | ringelwikke | vicihirs |
| <i>Vicia sativa</i> | smalle wikke | vicisati |
| <i>Vicia sepium</i> | heggenwikke | vicisepi |
| <i>Vicia species</i> | wikke (G) | vicispec |
| <i>Vicia tetrasperma</i> | vierzadige wikke | vicitetr |
| <i>Viola arvensis</i> | akkerviooltje | violarve |
| <i>Viola odorata</i> | maarts viooltje | violodor |
| <i>Vulpia bromoides</i> | eekhoorngras | vulpbrom |
| <i>Vulpia myuros</i> | gewoon langbaardgras | vulpmyur |
| <i>Vulpia species</i> | langbaardgras (G) | Vulpspec |

Referenties

- Bakker J.P., De Bie S., Dallinga J.H., Tjaden P. & De Vries Y. (1983). Sheep-grazing as a management tool for heathland conservation and regeneration in the Netherlands. *Journal of applied ecology* 20: 541-560.
- Bakker J.P., Deleeuw J. & Vanwieren S.E. (1984). Micro-Patterns in Grassland Vegetation Created and Sustained by Sheep-Grazing. *Vegetatio* 55: 153-161.
- Bobbink R. & Willems J.H. (2001). OBN Preadvies Kalkgraslanden. Expertisecentrum LNV, Wageningen, 47 p.
- Crofts A. & Jefferson R.G. (eds). (1999). *The Lowland Grassland Management Handbook*. 2nd edition. English Nature/The Wildlife Trusts.
- Diekmann M. (2003). Species indicator values as an important tool in applied plant ecology – a review. *Basic and applied ecology* 4: 493-506.
- Duijn P. (1994). Meten van oevervegetaties. Een onderzoek naar het meten van oevervegetaties langs smalle oevers van rijkswateren ten behoeve van het evalueren van natuurvriendelijke oevers. Dienst Weg- en Waterkunde, W-DWW-93-728, 61 p.
- Elbersen B.S., Kuiters A.T., Meulenkaamp W.J.H. & Slim P.A. (2003). Schaapskuddes in het natuurbeheer : economische rentabiliteit en ecologische meerwaarde. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 157 p.
- Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W. & Paulissen D. (1992). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta geobotanica* 18: 1-248.
- Grime J.P. (2001). *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. Wiley, Chichester, 417 p.
- Hill M.O. (1979). TWINSpan - a FORTRAN Program for arranging multivariate data in an Ordered Two-way Table by Classification of the Individuals and Attributes. Cornell University, Ithaca, New York.
- Hill M.O. & Carey P.D. (1997). Prediction of yield in the Rothamsted Park Grass Experiment by Ellenberg indicator values. *Journal of vegetation science* 8: 579-586.
- Hill M.O., Mountford J.O., Roy D.B. & Bunce R.G.H. (1999). Ellenberg's indicator values for British plants. ECOFACT Volume 2 Technical Annex. Huntingdon, Institute of Terrestrial Ecology, 46 p.
- Hill M.O. & Šmilauer P. (2005). TWINSpan for Windows version 2.3. Centre for Ecology and Hydrology & University of South Bohemia, Huntingdon & Ceske Budejovice.
- Hodgson J.G., Grime J.P., Hunt R. & Thompson K. (1995). *The electronic comparative plant ecology*. Chapman & Hall, London.
- Hunt R., Hodgson J.G., Thompson K., Bungener P., Dunnett N.P. & Askew A.P. (2004). A new practical tool for deriving a functional signature for herbaceous vegetation. *Applied vegetation science* 7: 163-170.

Klotz S., Kühn I. & Durka W. (2002). BIOLFLOR - Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. - Schriftenreihe für Vegetationskunde 38. Bonn: Bundesamt für Naturschutz.

Londo G. (1975). De decimale schaal voor vegetatiekundige opnamen van permanentes kwadraten. *Gorteria* 7: 101-106.

Nguyen C. (2003). Rhizodeposition of organic C by plants: mechanisms and controls. *Agronomie* 23: 375-396.

Paelinckx D., Sannen K., Goethals V., Louette G., Rutten J. & Hoffmann M. (2009). Gewestelijke doelstellingen voor de habitats en soorten van de Europese Habitat- en Vogelrichtlijn voor Vlaanderen. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M.2009.6.

Raman M. & Van Kerckvoorde A. (2014). Evaluatie bermbeheerplan van de gekanaliseerde Leie. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.R.2014.1546683.

Runhaar J., Van Landuyt W., Groen C.L.G., Weeda E.J. & Verloove F. (2004). Herziening van de indeling in ecologische soortengroepen voor Nederland en Vlaanderen. *Gorteria* 30: 12-20.

Schaffers A.P. (2002). Soil, biomass, and management of semi-natural vegetation. Part II. Factors controlling species diversity. *Plant ecology* 158: 247-268.

Schaffers A.P. & Sykora K.V. (2000). Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. *Journal of vegetation science* 11: 225-244.

Schaffers A.P., Vesseur M.C. & Sykora K.V. (1998). Effects of delayed hay removal on the nutrient balance of roadside plant communities. *Journal of applied ecology* 35: 349-364.

Schaminee J.H.J., Stortelder A.H.F. & Westhoff V. (1995). De vegetatie van Nederland. Deel 1. Inleiding tot de plantensociologie – grondslagen, methoden en toepassingen. Opulus Press, Uppsala/Leiden, 296 p.

Shannon C.E. (1948). A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal* 27: 379-423.

Sykora K.V., De Nijs L.J. & Pelsma T.A.H.M. (1993). Plantengemeenschappen van Nederlandse wegbermen. Stichting Uitgeverij van de Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Utrecht, 280 p.

ter Braak C.J.F. & Smilauer P. (2002). Canoco Reference Manual and Canodraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5), Biometris, Wageningen.

T'jollyn F., Bosch H., Demolder H., De Saeger S., Leyssen A., Thomaes A., Wouters J., Paelinckx D. & Hoffmann M. (2009). Criteria voor de beoordeling van de lokale staat van instandhouding van de NATURA 2000-habitattypen, versie 2.0. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.R.2009.46, 326 p.

van Breukelen L. & van Til M. (2005). Evaluatie begrazing in de Amsterdamse Waterleidingduinen. Waternet, Amsterdam, 66 p.

Van Landuyt W., Hoste I., Vanhecke L., Van den Bremt P., Vercruyse W. & De Beer D. (2006). Atlas van de Flora van Vlaanderen en het Brussel Hoofdstedelijk Gewest. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Nationale Plantentuin van België en Flo.Wer vzw, 1007 p.

Van Uytvanck J., Milotic T. & Hoffmann M. (2010). Nitrogen depletion and redistribution by free-ranging cattle in the restoration process of mosaic landscapes: the role of foraging strategy and habitat proportion. *Restoration ecology* 18: 205-216.

Wamelink G.W.W., Van Dobben H.F., Alkemade J.R.M. & Wiertz J. (1997). Maaigevoeligheid van de Nederlandse flora: aanvulling van de door Briemle & Ellenberg (1994) geschatte indicatiegetallen. IBN-rapport; 255. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN-DLO), Wageningen, 55 p.

Way J.M. (1977). Roadside verges and conservation in Britain: a review. *Biological conservation* 12: 65-74.

Zwaenepoel A. (1998) Werk aan de berm! Handboek botanisch bermbeheer. Stichting leefmilieu vzw., Antwerpen.

Zwaenepoel A. (2000). Veldgids: ontwikkeling van botanisch waardevol grasland in West-Vlaanderen. Provincie West-Vlaanderen, Brugge, 99 p.

Zwaenepoel A., T'Jollyn F., Vandenbussche V. & Hoffmann M. (2002). Systematiek van natuurtypen voor het biotoop grasland. Uitgevoerd door het Instituut voor Natuurbehoud (IN), Universiteit Gent (RUG) en de West-Vlaamse Intercommunale voor Economische Expansie, Huisvestingsbeleid en Technische Bijstand (WVI). In opdracht van AMINAL afdeling Natuur, 532 p.