

## SPINNEN VAN MOSDUINEN EN DUINGRASLANDEN IN DE DUINEN VAN NEDERLAND

**Dries Bonte**

Universiteit Gent, Onderzoeksgroep Terrestrische Ecologie, K.L. Ledeganckstraat 35, B-9000 Gent, België  
(dries.bonte@ugent.be)

### ABSTRACT

During the period 1999-2000, spiders from coastal grey dunes were sampled in the Netherlands, Belgium and France. In this paper, we emphasise on the spider data from two Dutch dune landscapes: the Amsterdam Water Supply dunes (AWD) and the Northern-Holland Dune Area (NHD). More in particular we address (i), how spider communities were structured in relation to vegetation characteristics, sand dynamics and general landscape composition, (ii), how diversity are affected by the latter factors and (iii), if we are able to identify indicator species for the environmental parameters that can be affected by nature management.

In total 97 and 170 species were retrieved from AWD and NHD, respectively. Of these, three species were recorded for the first time from the Netherlands: *Erigone promiscua* (AWD), *Agroeca inopina* Cbr. (NHD), and *Micaria guttulata* (AWD and NHD). In the Dutch coastal dunes, spider species composition and spider diversity appeared to be unaffected by local environmental characteristics. This contrasts with other study areas in Belgium and France, where sand dynamics were of great importance. In contrast, the proximity of heathland influenced spider species composition substantially due to invading species from the latter biotope. Indicator species, usefull for future evaluation of dune management are finally listed and discussed.

### INLEIDING

Duingraslanden worden meestal onder één noemer, namelijk grijze duinen geplaatst (tegenover bruine duinen voor duinheiden en blonde duinen voor helmduinen). Deze vegetaties behelzen zowel door Atlantische mossen gedomineerde plantengemeenschappen en duingraslanden met een substantiële bodemontwikkeling, behorende tot de *Cladonio-Koelerietalia* in het geval voor kalkrijke en tot de *Trifolio-Festucetalia ovinae* in het geval van ontkalkte grijze duinen (Provoost *et al.* 2002). Ecologisch zijn grijze duinen droge landschappen die gereguleerd worden door klimatologische factoren en door biogene vegetatieontwikkeling. De belangrijkste differentiërende factoren voor duinfixatie zijn bodemontwikkeling en vegetatieontwikkeling (Provoost & Hoffmann 1996; Aggenbach & Jalink 1999). Grijze duinen, in de CORINE biotoop classificatie bekend als “Fixed coastal dunes with herbaceous vegetation” (Natura 2000), worden beschouwd als *priority habitat* in de annex I van EU Habitat richtlijn (Hopkins & Radley 1998). Deze status veronderstelt een speciale aandacht voor het behoud (Herrier & Killemaes 1998).

Successie van grijze duinen wordt geïnitieerd door een samengaan van bodem- en vegetatieontwikkeling. Uitloging en mobilisatie van CaCO<sub>3</sub> compliceren dit beeld en zijn belangrijk voor de nutrientencyclus. Tegenwoordig beheersen vervilting en verstruweling dit proces en veroorzaken een substantieel verlies aan regionale biodiversiteit (Provoost *et al.* 2002). Als gevolg van deze uitbreiding van dichte grasmatten en struwelen, zijn grijze duinen momenteel sterk gefragmenteerd en als vlekken in een ruige matrix gelocaliseerd. In Nederland zijn vervilting en verstruweling zeer dreigende problemen, vooral of misschien zelfs uitsluitend veroorzaakt door de crash in de konijnenpopulatie vanaf 1990 en daarvoor in de periode eind jaren 50 tot eind jaren 70. In een uitgebreide analyse van de spinnenfauna van duinen, werden reeds specifieke soorten aangeduid (Bonte *et al.* 2002a). Grijze duinen worden tevens bevolkt door een specifieke en bedreigde insectenfauna (Bonte *et al.* 2002b). Bij de hogere planten resulteerde deze inkrimping van het oppervlakte niet in verlies aan specifieke soorten, maar eerder in een kwalitatieve verschuiving naar een minder specifieke gemeenschap, door onder andere de opkomst van uit tuinen ontsnapte exoten (Provoost & Van Landuyt 2001). Bij de spinnen werden analoge patronen opgemerkt (Bonte *et al.* 2002a), terwijl veel typische vlindersoorten door fragmentatie uitgestorven zijn (Maes and Van Dyck 2001). Omstreeks 95% van de typische loopkevers zijn opgenomen op de Vlaamse Rode Lijst (Desender *et al.* 1995).

Het verlies aan regionale biodiversiteit noopt natuurbeheerders om actief in te grijpen door onder andere het verwijderen van struweeloverslag, maaien en of begrazen (Rushton 1988; Kooijman & de Haan 1995). De regeneratie van duingraslanden is een traag proces, maar enkele jaren begrazing aan lage veedichtheden resulteert toch in een herstel van de typische invertebratenfauna (Bonte & Criel, ongepub. data).

Aan de hand van spinnenonderzoek in de duinen van de Boulonnais-region in Frankrijk, Vlaanderen en Nederland wilde ik achterhalen welke factoren de soortensamenstelling en de spinnensoortenrijkdom bepalen. Daarbij werden de volgende vragen gesteld:

1. Bepalen ligging (breedtegraad), landschap (open-gesloten), beheer en interne milieufactoren die gerelateerd zijn aan natuurbeheer- of landschapsontwikkeling (voedselrijkdom, overstuiving, hoogte vegetatie, zandbedekking etc.) de gemeenschapsstructuur?
2. In welke mate is zowel de totale spinnendiversiteit als de rijkdom aan specifieke soorten gebonden aan deze landschaps- en milieuparameters?

3. Kunnen we spinnen als bio-indicatoren aanduiden voor verschillende verstoring-, begrazings- en trofieniveaus van de grijze duinen, waardoor ze als instrumenten bij de monitoring van o.a. beheer (maar ook van landschapontwikkeling) gebruikt kunnen worden?

De voorliggende resultaten zijn uiteraard het gevolg van de geleverde inspanningen van de beheerders en terreinwachters voor het verzamelen van de stalen (Piet Zumkehr, Bert Stam, Rob Aarts, Rik Schoon) alsook van het sorteer- en identificatiewerk van studenten aan de Gentse Universiteit (Peggy Criel, Nele Vandebroecke, Liesbet Vanhoutte & Isabelle Van Thournout).

### OVERZICHT VAN DE BEMONSTERDE NEDERLANDSE DUINGEBIEDEN

De Nederlandse, Belgische en Noord-Franse kustduinen maken deel uit van een slechts hier en daar onderbroken duinzone vanaf Hirtshals (Noord-Denemarken) tot Calais (Noord-Frankrijk) (Bakker *et al.* 1979).

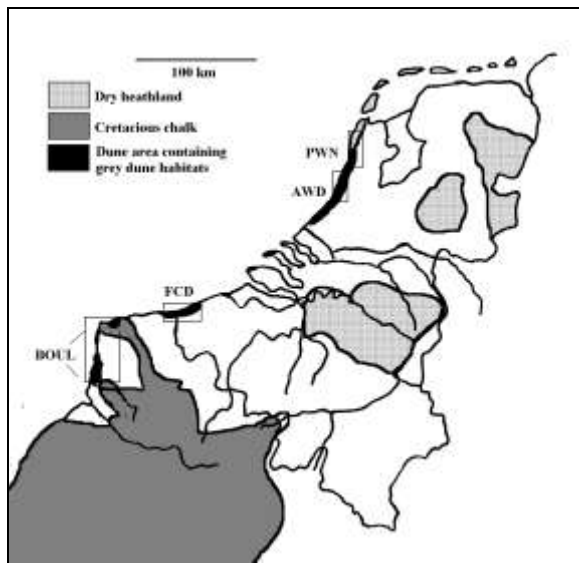


Fig. 1: Overzichtskartaal van de bemonsterde gebieden in Nederland (NHD en AWD), België (FCD) en Noord-Frankrijk (Boul).

#### De Amsterdamse Waterleidingduinen (AWD)

(naar Baeyens & Duyve 1992; Ehrenburg 1994)

De Amsterdamse Waterleidingduinen zijn een ca. 3.400 ha. groot gebied, gelegen tussen Zandvoort en Noordwijk. Het gebied wordt beheerd door de afdeling Natuur- en Terreinbeheer van de Gemeentewaterleidingen, het waterleidingbedrijf van de gemeente Amsterdam. Het is heden dus een waterwinningsgebied, dat getekend is door menselijke activiteiten. De huidige indeling en het gebruik van het landschap hangen nauw samen met de ontwikkeling van het landschap in de loop van de tijd: het duinlandschap is te verdelen in verschillende zones, die in verschillende tijdsperiodes zijn ontstaan. Elke tijdsperiode is nu nog steeds herkenbaar aan specifieke bodemprocessen, die bepaalde plantensoorten gunstige of juist ongunstige leefomstandigheden bieden.

In dit duingebied zijn volgende stations gelegen (van noord naar zuid): ZUID (Zuidduinen), TILN en TILZ (Tilanus, respectievelijk noord en zuid), VLEN (Vlennep), WOUW, (De Wouwen) en SASB (Sasbergen).

#### Vegetatietypering

VLEN: *Corynephorion canescentis*

SASB: *Trifolio-Festucetalia ovinae*

WOUW, ZUID, TILN, TILZ: *Cladonio-Koeleriatalia*

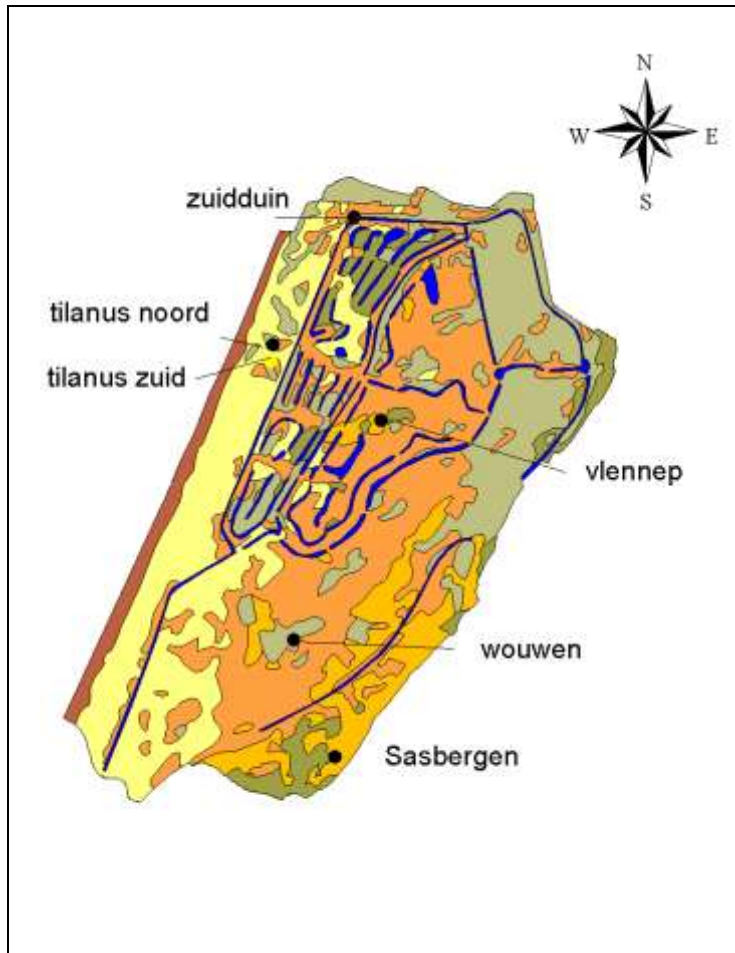


Fig. 2: Locatie van de vangstations in de duinen van de AWD.

### Het Noord-Hollands duinreservaat (NHD)

(naar Klijn 1981; Aggenbach & Jalink 1999)

Het Noord-Hollands Duinreservaat is gelegen aan de kust tussen Schoorl en Katwijk aan Zee (Noord-Holland) en is 5300 ha groot. Dit duingebied wordt gekenmerkt door een opvallende kalkgrens ter hoogte van Bergen aan Zee. Noordelijk van deze grens vindt men het kalkarme Waddendistrict; ten zuiden is het kalkrijke Duindistrict of Renodunaal district gelegen. Het kalkgehalte ( $\text{CaCO}_3$ ) van vers vanuit de zee aangevoerd zand bedraagt in het Waddendistrict meestal ca. 0,1 tot 2,5%. In het Renodunaal district is het kalkgehalte van niet uitgelopen zand veel hoger en bedraagt het meestal 3 tot 10%. Het Renodunaal district onderscheidt zich van het Waddendistrict door een aantal stroomdalplanten en het algemeen voorkomen van soorten van het Duinsterretjes-verbond. Het Waddendistrict wordt ten opzichte van het Renodunaal district gekenmerkt door het voorkomen van een heideflora.

De stations BD, BH (Buizerdvlak) en U (Uilenvanger) zijn gelegen in de kalkarme duinen; de overige stations liggen ten zuiden van de kalkgrens. De stations W & K liggen in het kalkovergangsgebied maar zijn in feite ook kalkarm. Daarnaast zijn de stations BH en U niet gelegen in de grijze duinen maar in duinheide. De overige stations zijn (van noord naar zuid): E (Eerste paal), BL (De Bleek), V (Vennewater), LG en LM (Limiet). Deze liggen in het kalkrijke gedeelte, maar BL en V liggen ver van zee en zijn in plaatselijk oppervlakkig ontkalkt.

Vegetatietypering.

BD, LM: *Corynephorion canescentis*

LG: *Trifolio-Festucetalia ovinae*

W, E, K, BL, V: *Cladonio-Koeleriatalia*

U: *Calluno-Ulicetalia*

BH: *Empetrion nigri*

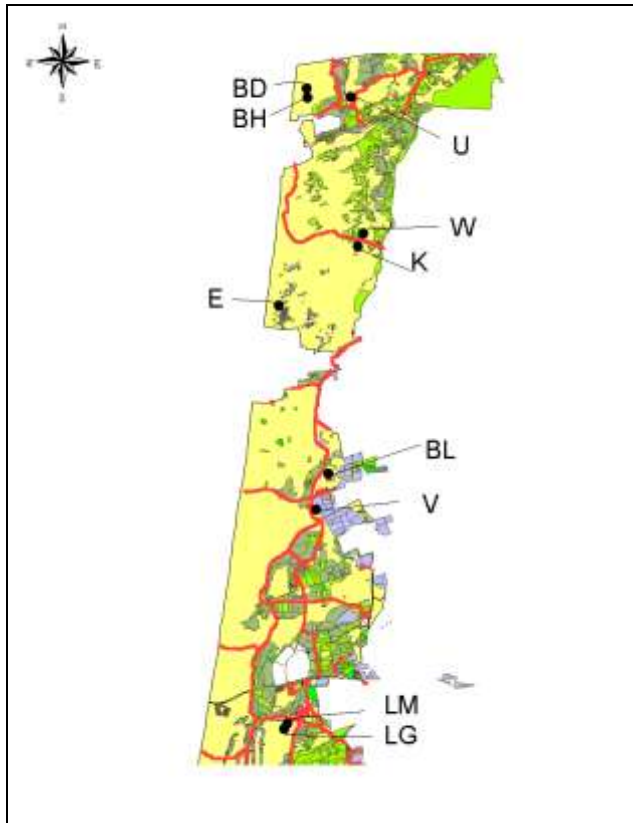


Fig. 3: Locatie van de vangstations in de duinen van de NHD.

## METHODIEK

### Algemeen

De bemonstering van de Arachnofauna in de thermofiele graslanden gebeurde met pifalls. Dit zijn grote bokalen met een diepte en binnendiameter van 9.5 cm. Deze vallen werden gevuld met een 4% formaldehyde-oplossing om de gevangen organismen te fixeren. Aan deze oplossing werd ook een beetje detergent toegevoegd om de oppervlakte-spanning te verlagen en bijgevolg de ontsnappingsmogelijkheden van dieren met waterafstotende haren te verminderen. Het voordeel van het gebruik van bodemvallen is dat een groot aantal dieren kan worden gevangen, zonder dat de onderzoeker zich daar actief moet mee bezig houden. Tevens zijn de vangsten gestandaardiseerd en vergelijkbaar per soort tussen verschillende stations. Daartegenover staat dan wel dat men eerder activiteiten dan absolute dichtheden opmeet en dat men veel ander bodembewonende dieren meevangt (zandhagedis bijvoorbeeld). De vallen werden lineair geplaatst, op een afstand van drie tot vijf meter van elkaar. Vervolgens werden de vallen met regelmatige (ongeveer twee weken) tijdsintervallen geledigd.

De duingraslanden van de Amsterdamse waterleidingsduinen werden gedurende een periode van 9 maanden bemonsterd: van 15 maart tot 2 december 1999. Er werden 26 bodemvallen geplaatst: drie in de stations TILN en TILZ; vijf in de overige vier stations (SASB, VLEN, WOUW en ZUID). Het Noord-Hollands duinreservaat werd gedurende de periode van één jaar bemonsterd. Per station werden vijf bodemvallen lineair geplaatst, startend op 16 maart 1999 en eindigend op 08 maart 2000. Enkele stalen gingen verloren door uitdroging, of vandalisme (enkele bodemvallen van het station LM voor de periode van 28 april 1999 tot 11 mei 1999).

### Identificatie

Uit de potten met het materiaal van de bodemvallen werden de spinnen gesorteerd en bewaard op 70% alcohol. De restpotten werden bewaard op de Universiteit van Gent en doorgegeven aan Peter Boer voor het uitsorteren van het overige materiaal. De determinaties werden uitgevoerd met een WILD type M3 binoculair. Bij het determineren werden de volgende werken geraadpleegd: de Spinnengids (Roberts 1998) en "The Spiders of Great Britain and Ireland, Volume II" (Roberts 1987) voor de Linyphiidae.

## RESULTATEN

### Algemene resultaten voor de Nederlandse duingebieden

In de Amsterdamse waterleidingduinen werden 1824 volwassen individuen gevangen, behorende tot 97 soorten. In station WOUW werd het hoogste aantal soorten (53) terug gevonden. Twee soorten, gevonden in de Amsterdamse waterleidingduinen zijn nieuw voor de Nederlands fauna, namelijk *Erigone promiscua* en *Micaria guttulata* (niet in Van Helsdingen 1999).

In de duinen van het Noord-Hollands duinreservaat werden 17903 volwassen individuen gevangen, behorende tot 170 soorten. In de stations BH en E werden het hoogste aantal soorten teruggevonden. Ook hier werd *Micaria guttulata* (niet in Van Helsdingen 1999) voor de eerste maal in Nederland gevonden evenals *Agroeca inopina*, die ook nieuw voor Nederland is.

Een overzicht van alle soorten kan teruggevonden worden in tabel 1 en in het uitgebreide rapport dat digitaal beschikbaar is (<http://users.ugent.be/~dbonte/pdf/greydunesNL.pdf>). Ook andere artikels zijn op deze website beschikbaar.

### Biogeografische aspecten

De biogeografische aspecten worden uitgebreid behandeld in Bonte *et al.* (2003).

### Stenotope soorten van kalkgraslanden en heide

Typische soorten van kalkgraslanden zijn alleen aanwezig in de grijze duinen van de Boulonnais, Noord-Frankrijk (Fig. 1). Typische heidesoorten zijn vooral aanwezig in de duinen van Nederland en dan vooral in het Noord-Hollands duinreservaat. Soorten, met een optimum in beide habitattypes zijn in gelijke mate aanwezig in de grijze duinen van de Boulonnais, Amsterdamse waterleidingduinen en het Noord-Hollands duinreservaat. In de Vlaamse kustduinen ontbreken ze praktisch volledig. Deze armoede wordt nog eens benadrukt indien we alle 34 xerotherme soorten samen nemen. Het aantal soorten behorende tot deze groep is hoger in de Amsterdamse waterleidingduinen dan in de Vlaamse kustduinen, maar significant lager dan in de duinen van de Noord-Hollands duinreservaat en de Boulonnais.

## DISCUSSIE

Spinnen en insectengemeenschappen worden in de kustduinen gestructureerd door gradiënten in de vegetatieontwikkeling en zowel lucht- als bodemvochtigheid. Bonte *et al.* (2002a) vonden tevens dat zanddynamiek en natuurbeheer als belangrijke factoren konden aangeduid worden voor de faunasamenstelling. In deze bijdrage onderzochten we echter alleen de variabiliteit in soortensamenstelling bij spinnen van één habitat type, namelijk grijze duinen, in de kustduinen van de Noord-Frankrijk, Vlaanderen en Nederland. Zie ook Bonte *et al.* (2004).

De belangrijkste gemeenschapsbepalende factoren voor spinnen bleken gerelateerd te zijn aan zand dynamiek, want in de vier gebieden zijn de overstuivingswaarde en de bedekking van kaal zand (niet alleen gerelateerd aan overstuiving, maar ook een gevolg van vertrappling en vergraving) niet verschillend in de bemonsterde stations. De aparte scheiding van de Nederlandse kustduinen is interessant: alhoewel geen initiële verschillen werden gevonden in omgevingsvariabelen, blijken alle stations aan te sluiten bij de meer voedselrijke sites en scheiden deze met een sterke overstuiving zich niet af, wat een homogenisatie van de fauna aanduidt. Alhoewel de omgevingsomstandigheden momenteel geschikt zijn voor typische soorten van dynamische grijze duinen, blijken deze toch minder vertegenwoordigd te zijn. De verklaring kan mogelijk gevonden worden in de landschapontwikkeling. In tegenstelling tot de kustduinen van België en Noord-Frankrijk startte grootschalige fixatie in Nederland in de 16de eeuw en werd het rigoreus uitgevoerd in de 19de en 20ste eeuw (Klijn 1981), als antwoord op duindoornbraken met overstromingen in het binnenland als gevolg. Tegenwoordig is er meer ruimte voor dynamiek en worden grazers opnieuw toegelaten (Anonymus 1992; Hillen & Roelse 1995; Janssen 1995; van Boxel *et al.* 1997). Dit resulteerde in een ogenschijnlijk herstel van dynamiek in de graslanden, maar typische soorten zijn waarschijnlijk uitgestorven en minder abundant dan langs de Belgische en Noordfranse kust.

Er werden duidelijke regionale verschillen opgemerkt in de spinnengemeenschappen in de vier onderzochte regio's, waarbij vooral de hogere soortenrijkdom in de duingebieden, grenzende aan duinheide en kalkgraslanden opvallen. Naast het hoge aantal eurytope soorten in de NHD (intensieve bemonstering), verschillen vooral de aantallen xerotherme soorten tussen de vier regio's. Wijdverspreide xerotherme soorten (typische soorten van warme, droge voedselarme habitats) zijn in gelijke mate vertegenwoordigd in de vier onderzochte deelgebieden. Stenotope xerotherme soorten ontbreken vooral in de duinen van Vlaanderen, terwijl zuidelijke soorten duidelijk beter in de Boulonnais regio vertegenwoordigd zijn. Typische kalkgraslandsoorten zijn terug te vinden in de duingraslanden van de Boulonnais, terwijl heidesoorten vooral in de Nederlandse (en dan speciaal de NHD) duinen voorkomen. De connectiviteit van deze duinlandschappen met andere xerotherme habitatten, resulteert dus in een hogere soortenrijkdom en de relatieve armoede van de geïsoleerde Vlaamse duinen.

Twee hypothesen kunnen deze verhoogde diversiteit verklaren: (1) niet-typische xerotherme soorten invaderen de grijze duinen van de aangrenzende optimale kalk- en of heidehabitaten in een source-sink systeem of (2) grijze duinen langs de kust zijn een evenwaardig habitat voor deze soorten, maar een beperkte dispersie zorgt ervoor dat deze soorten verderaf gelegen en geologische geïsoleerde en jonge duinen niet kunnen of konden bereiken.

Beide processen liggen waarschijnlijk aan de grondslag van de geobserveerde verspreidingspatronen. De kans dat grijze duinen langs de kust als echte sinks functioneren is realistisch voor heidesoorten zoals *Cercidia prominens*, *Textrix denticulata* en *Zelotes subterraneus*, de soorten van kalkgraslanden *Hypsosinga pygmaea*, *Walckenaeria furcillata*, *Dysdera erythrina*, *Euophrys herbigrada* en *Steatoda albomaculata* en voor vier soorten, typisch voor beide habitaten (*Cheiracanthium erraticum*, *Haplodrassus umbratillis*, *Micrargus subaequalis* en *Araeoncus humilis*), aangezien deze enkel in heel lage aantallen werden aangetroffen. De andere, op het eerste zicht niet typische duinsoorten zijn wel abundant en komen ook voor in de duinen van de AWD, die niet rechtstreeks verbonden zijn met duingebieden met een goed ontwikkelde duinheide in het waddendistrict. Voor deze soorten zijn grijze duinen dus wel geschikt habitat. Hun afwezigheid in de Vlaamse kustduinen of de duinen van de AWD is dus waarschijnlijk het gevolg van beperkte kolonisatiemogelijkheden. Dezelfde patronen kunnen overigens ook opgemerkt worden voor loopkevers en dagvlinders.

Geologische (historische) isolatie is dus, op zijn minst gedeeltelijk, verantwoordelijk voor de soortenarmoede in de kustduinen van Vlaanderen.

Onze gegevens maken zo duidelijk dat de soortensamenstelling in grijze duinen langs de kust afhankelijk is van zanddynamiek, de breedtegraad en de connectiviteit van het landschap.

### **BESLUIT EN GEVOLGEN VOOR HET NATUURBEHEER**

Alhoewel we hierboven wezen op een verschil in diversiteit tussen de vier onderzochte regio's, verschilt de lokale diversiteit niet. Lokale diversiteit is dus onafhankelijk van de regio en de breedtegraad. Ook begrazing door grootvee heeft geen invloed op de soortenrijkdom. Dit is uiteraard het gevolg van de keuze van ons onderzoekshabitat, alwaar de invloed van begrazing weinig effect heeft op de structuurvariatie. In grijze duinen langs onze kusten, bepalen de voedselrijkdom en de afstand tot de ruige vegetatie het best de soortenrijkdom. In het algemeen kunnen we dus besluiten dat spinnendiversiteit stijgt met productiviteit en spatiale heterogeniteit. De diversiteit aan specifieke soorten wordt niet bepaald door deze milieufactoren, waardoor we kunnen besluiten dat de verhoogde algemene diversiteit bij stijgende voedselrijkdom en spatiale heterogeniteit het gevolg is van de toename van niet-specifieke soorten, afkomstig uit de omliggende vegetatie.

De link naar het natuurbehoud moet hier duidelijk een onderscheid maken tussen algemene diversiteit en de diversiteit aan specifieke soorten. Vooral deze laatste verdienen onze aandacht aangezien de specifieke fauna juist sterk bedreigd is (Provoost *et al.* 2002). Interessant is dat de diversiteit aan specifieke soorten niet gerelateerd is aan omgevingsvariabelen, waarop het natuurbeheer kan inspelen, maar alleen aan de afstand tot de zee. Uit een eerdere studie (Bonte *et al.* 2002a) bleek dat het aantal specifieke soorten stijgt met het oppervlak van de grijze duinvlekken. Naast de vlek grootte, bepaalt de interne variatie de faunasamenstelling, alhoewel uit het vorig hoofdstuk bleek dat de fauna van de grijze duinen in de onderzochte Nederlandse kustduinen eerder homogeen is (geen differentiatie in functie van zanddynamiek).

Natuurbeheer dient dus te streven naar een vergroting en een interne diversificatie van de grijze duinen, door o.a. ontstruweling en extensief begrazingsbeheer. Een strikt verschrallingsbeheer lijkt van ondergeschikt belang aangezien het aantal specifieke soorten hiermee niet zal toenemen. Het streven naar meer variatie (meer dynamiek) binnen en tussen grijze duinvlekken is dus van primair belang voor het behoud van de specifieke spinnenfauna.

### **SPINNEN ALS BIO-INDICATOREN VOOR VERANDERENDE MILIEUOMSTANDIGHEDEN IN DUINGRASLANDEN**

Als we de indeling volgens regio en de indeling volgens gebied vergelijken, valt meteen op dat zowel Nederland, België als Frankrijk een eigen samenstelling van indicatorsoorten hebben. In vergelijking met het Noordhollands Duinreservaat hebben de Amsterdamse Waterleidingduinen een klein aantal indicatorsoorten. Als de indicatorsoorten van de twee Nederlandse duinreservaten vergeleken worden met deze bekomen voor Nederland, blijkt dat beide duingebieden een aantal eigen indicatorsoorten vertonen die niet indicatief zijn voor Nederland als geheel. Voor het Noordhollands Duinreservaat zijn deze soorten: *Agroeca lusatica*, *Drassodes cupreus*, *Pachygnatha degeeri*, *Pardosa nigriceps*, *Tegenaria saeva*, *Walckenaeria dysderoides* en *Walckenaeria monoceros*. De Amsterdamse Waterleidingduinen hebben *Walckenaeria antica* en *Walckenaeria nudipalpis* als eigen indicatorsoorten. Daartegenover is *Stemonyphantes lineatus* indicatief voor Nederland, maar niet voor één van beide duinlandschappen. Ook de Vlaamse kust (België) en de Boulonnais (Frankrijk) worden gekenmerkt door eigen indicatorsoorten.

Op basis van de landschaps- en vegetatiestructuur werden ook indicatorsoorten aangeduid. Verschillende soorten zijn indicatief voor meer dan één omgevingsvariabele. In plaats van een opsomming te geven van de indicatorsoorten voor elke groepering, wordt getracht een indeling te maken volgens indicatorsoorten die samen voorkomen in een zelfde type habitat. Soorten die indicatief zijn voor vier of meer omgevingsfactoren, worden apart besproken.

Opvallend is dat voor de trofiegraad slechts twee indicatorsoorten werden aangeduid voor de hoogste trofieklasse en geen voor de andere klassen. Ook voor de variabelen variatie in de gemiddelde vegetatiehoogte, bodemdikte en kalkgehalte is het aantal indicatorsoorten beperkt, waardoor het feit dat deze variabelen minder belangrijk zijn voor de verklaring van de gemeenschapsstructuur, bevestigd wordt.

#### Indicatoren voor twee variabelen

- *Bathyphantes gracilis* en *Centromerus sylvaticus* zijn indicatief voor een hoge vegetatie met weinig variatie in hoogte.
- *Centromerus incilium* en *Walckenaeria cucullata* zijn beide indicatief voor een hoge vegetatie en begrazing door konijnen.
- *Aulonia albimana* en *Oedothorax fuscus* zijn een indicator voor een hoge vegetatie en fragmenten die respectievelijk heel dicht en heel ver van de ruige vegetatie gelegen zijn.
- *Hahnia nava* is indicatief voor fragmenten met een hoge bedekkingsgraad door strooisel die heel dicht bij de ruige vegetatie gelegen zijn, terwijl *Oedothorax apicatus* een indicator is voor een heel hoge procentuele bedekking door strooisel en fragmenten die ver van de ruige vegetatie gelegen zijn.
- *Xerolycosa miniata* is een indicatorsoort voor duingraslanden die heel dicht bij de zee gelegen zijn en begraasd worden door grootvee.
- *Tiso vagans* is een indicator voor habitatfragmenten die ver van de zee en dicht bij de ruige vegetatie gelegen zijn.
- *Hypsosinga albovittata* is een indicator voor duingraslanden die ver van de zee verwijderd zijn en een heel hoge procentuele bedekking door strooisel hebben.
- *Walckenaeria dysderoides* is een indicatorsoort voor duinfragmenten die ver van de zee verwijderd worden en begraasd worden door konijnen.
- *Troxochrus scabriculus* is indicatief meer aanwezig bij hoge vegetatie en een lage bedekkingsgraad door mos.
- *Haplodrassus signifer* is een indicator voor een hoog-gestructureerde vegetatie en afwezigheid van overstuiving.
- *Thanatus arenarius* is een indicatorsoort voor een heel lage bedekkingsgraad door kruiden en een heel hoge procentuele bedekking door zand.
- *Alopecosa fabrilis* is een indicatorsoort voor een lage bedekkingsgraad door kruiden en een heel hoge procentuele bedekking door strooisel.
- *Ozyptila nigrita* is indicatief voor een lage procentuele bedekking door mos en fragmenten dicht bij de ruige vegetatie gelegen.
- *Pardosa pullata* is indicatief voor fragmenten die dicht bij de ruige vegetatie gelegen zijn en met begrazing door grootvee.

#### Indicatoren voor drie variabelen

- *Agroeca cuprea* en *Agroeca lusatica* zijn indicatorsoorten voor grijze duinen die heel dicht tegen de zee gelegen zijn en een hoge vegetatie hebben. *Agroeca cuprea* is daarnaast ook indicatief voor fragmenten die heel dicht bij de ruige vegetatie gelegen zijn.
- Indicatorsoorten voor grijze duinen die op een afstand van 500 tot 2000 m van de zee en dicht tegen de ruige vegetatie gelegen zijn, zijn: *Hahnia montana*, *Lathys puta*, *Mecopisthes peusi* in *Zelotes latreillei*. *Hahnia montana* komt daarnaast ook indicatief meer voor bij begrazing door grootvee.
- *Agyneta decora*, *Pelecopsis parallela* en *Walckenaeria monoceros* zijn indicatief meer aanwezig in thermofiele graslanden die ver van de zee verwijderd zijn en een hoge vegetatie hebben. *Pelecopsis parallela* is ook indicatief voor een heel hoge procentuele bedekking door kruiden.
- *Cnephalocotes obscurus* en *Trochosa terricola* zijn indicatorsoorten voor hoge vegetatie en afwezigheid van overstuiving. *Trochosa terricola* is nog extra indicatief voor een laag kalkgehalte.
- *Monocephalus fuscipes* en *Sitticus distinguendus* zijn beide indicator voor een heel lage procentuele bedekking door kruiden en fragmenten dicht bij de ruige vegetatie. *Sitticus distinguendus* is bovendien ook indicatief voor een zeer zwakke op- of overstuiving
- *Alopecosa pulverulenta* en *Walckenaeria antica* zijn indicatief meer aanwezig op plaatsen met een heel lage bedekkingsgraad door mos en afwezigheid van overstuiving
- *Alopecosa pulverulenta* is daarnaast ook indicatief voor een heel lage bedekkingsgraad door zand en begrazing door grootvee

- *Pachygnatha degeeri* is indicatief voor een hoge vegetatie met weinig variatie en een heel lage bedekkingsgraad door mos
- *Xysticus ninnii* is indicatief meer aanwezig bij afwezigheid van overstuiving, een laag kalkgehalte en begrazing door konijnen.

#### Indicatoren voor vier of meer dan vier variabelen

- *Arctosa perita* is een indicatorsoort voor een heel hoge bedekkingsgraad door zand en fragmenten die ver van de ruige vegetatie verwijderd zijn. *Ceratinopsis romana* is indicatief voor heel lage vegetatie. Beide soorten zijn daarnaast ook indicatoren voor thermofiele habitatten die heel dicht tegen de zee gelegen zijn, een (heel) lage procentuele bedekking door kruiden en een heel hoge procentuele bedekking door mos hebben en gekenmerkt worden door een zeer zwakke op- of overstuiving.
- *Pelecopsis nemoralis* en *Xysticus sabulosus* zijn indicatief voor hetzelfde type habitat: heel dicht bij de zee gelegen, met een heel lage vegetatiehoogte, een heel lage procentuele bedekking door kruiden en .in contrast hiermee- een heel hoge procentuele bedekking door mos, ver verwijderd van de ruige vegetatie en met een zeer zwakke op- of overstuiving. *Pelecopsis nemoralis* is ook indicatief voor een hoog kalkgehalte. *Xysticus sabulosus* is daarnaast ook indicatief meer aanwezig in duingraslanden met een dunne bodem.
- *Argenna subnigra* en *Pardosa monticola* zijn beiden indicatorsoorten voor duingraslanden die ver van de zee verwijderd zijn, een heel hoge bedekkingsgraad door kruiden en een heel lage door zand hebben, die heel ver van de ruige vegetatie verwijderd zijn en geen overstuiving ondervinden. *Argenna subnigra* is daarnaast ook indicatief voor een heel dikke bodem; *Pardosa monticola* is daarnaast ook een indicator voor een relatief hoge vegetatie. Het habitat van *Pardosa palustris* vertoont gelijkenissen met dat van *Pardosa monticola*, in die zin dat ook hier geen overstuiving optreedt door de verre ligging ten opzichte van de zee en de begrazing gebeurt door grootvee. *Pardosa palustris* komt daarnaast ook indicatief meer voor bij een laag kalkgehalte. Het habitat van *Argenna subnigra* lijkt op dat van *Alopecosa cuneata*, doordat deze laatste soort indicatief is voor duingraslanden die ver van de zee en heel ver van de ruige vegetatie verwijderd zijn, geen overstuiving ondervinden en daarnaast ook een hoge vegetatie hebben.
- Thermofiele graslanden met een heel lage vegetatie en een heel lage bedekkingsgraad door kruiden, die op een middelmatige afstand van de ruige vegetatie gelegen zijn en een zeer zwakke op- of overstuiving vertonen, worden gekenmerkt door de indicatorsoorten *Haplodrassus dalmatensis*, *Sitticus saltator* en *Xysticus acerbus*. *Haplodrassus dalmatensis* en *Sitticus saltator* zijn ook indicatief meer aanwezig in habitatfragmenten met een dunne bodem en nog extra indicatief voor heel hoge bedekkingsgraden door mos en zand, terwijl *Xysticus acerbus* ook indicatief is voor een weinig gestructureerde vegetatie, een heel lage procentuele bedekking door strooisel en begrazing door konijnen.
- *Centromerita concinna* is een indicatorsoort voor hoge vegetatie, een hoge procentuele bedekking door kruiden, een heel lage bedekkingsgraad door zand, fragmenten die heel dicht bij de ruige vegetatie gelegen zijn zonder overstuiving.

#### ALGEMEEN BESLUIT MET BETREKKING TOT DE ONDERZOCHE DUINEN IN NEDERLAND

De grijze duinen van de twee onderzochte Nederlandse duingebieden worden gekenmerkt door een spinnenfauna die qua soortensamenstelling analoog is met de grijze duinen in Vlaanderen en Noord-Frankrijk. Toch verschilt de fauna doordat soorten van dynamische kustduinen minder vertegenwoordigd zijn. Breedtegraad en zanddynamiek bepalen de gemeenschap, terwijl voedselrijkdom een eerder marginale invloed heeft. Diversiteitspatronen worden wel door deze laatste factor bepaald, maar het aantal specifieke soorten is enkel afhankelijk van de afstand tot de zee. Een verhoging van de trofiegraad resulteert dus enkel in een toename van eurytope soorten. Intern vlekbeheer kan dus niet rechtstreeks inspelen op een kwalitatieve shift in de soortensamenstelling. Wel blijkt uit vroegere studies dat het aantal specifieke soorten toeneemt met de grootte van de vlek. Oppervlaktevergroting, met een verhoging van de interne variatie als gevolg is dus wel belangrijk.

Interessant is de aanwezigheid van heidesoorten in (vooral) de duinen van de NHD. De nabijheid van duinheide is hiervoor verantwoordelijk. Enerzijds koloniseren typische heidesoorten het kwalitatief minder geschikte duinsysteem in een source-sink dynamiek. Voor andere ogenschijnlijk typische heidesoorten is het habitat "grijs duin" wel geschikt en zorgen biogeografische patronen voor hun ontbreken in meer geïsoleerde duinsystemen in Vlaanderen en Nederland.

In de Nederlandse duingebieden, lijkt het zeedorpenlandschap de hoogste soortenrijkdom te bezitten door haar grote oppervlak (zeker in NHD, alwaar het zeedorpenlandschap gesitueerd is in een heel open en weinig verstruweeld landschap), interne variatie (gradiënten in vochtigheidsgraad, voedselrijksom, expositie, menselijke verstoring), ligging bij de zee en relatief grote dynamiek.

Tijdens deze studie werden drie nieuwe soorten gevonden voor de Nederlandse fauna: *Erigone promiscua* (AWD), *Agroeca inopina* Cbr. (NHD) en *Micaria guttulata* (AWD en NHD).



**REFERENTIES**

- Aggenbach, C.J.S. & M.H. Jalink, 1999. Indicatoren voor verdroging, verzuring en eutrofiëring in droge duinen, 210 pp. – Staatsbosbeheer, Driebergen.
- Anonymous, 1992. The North-Holland Dune Reserve. – Coastline 1-2: 18-31.
- Baeyens, G. & J. Duyve, 1992. Lezen in het duin. Historie en landschap van de Amsterdamse Waterleidingsduinen, 160 pp. – Gemeentewaterleidingen Amsterdam.
- Bakker, T.W.M., J.A. Klijn & Zadelhoff, 1979. Duinen en duinvalleien. Een landschapsecologische studie van het Nederlands duingebied, 201 pp. – Pudoc Wageningen.
- Bonte, D., L. Baert & J.-P. Maelfait, 2002a. Spider assemblage structure and stability in a heterogeneous coastal dune system (Belgium). – *Journal of Arachnology* 30: 331-343.
- Bonte, D., W. Dekoninck & M. Pollet, 2002b. Duinstruwelen als habitat voor insecten en spinnen. – *De Levende Natuur* 103(3): 95-97.
- Bonte, D., P. Criel, I. Van Thournout & J.-P. Maelfait, 2003. Regional and local variation of spider assemblages (Araneae) from coastal grey dunes along the North Sea. – *Journal of Biogeography* 30: 901-911.
- Bonte, D., P. Criel, I. Van Thournout & J.-P. Maelfait, 2004. The importance of habitat productivity, stability and heterogeneity for spider species richness in coastal grey dunes along the North Sea and its implications for conservation. – *Biodiversity and Conservation* 13(11): 2119-2132.
- Boxel, J.H. van, P.D. Jungerius, N. Kieffer & N. Hampele, 1997. Ecological effects of reactivation of artificially stabilized blowouts in coastal dunes. – *Journal of Coastal Conservation* 3: 57-62.
- Desender, K., D. Maes, J.-P. Maelfait & M. Van Kerckvoorde, 1995. Een gedocumenteerde Rode lijst van de zandloopkevers en loopkevers van Vlaanderen. – *Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud* 1:1-208.
- Ehrenburg, A., 1994. Landschapskartering van de Amsterdamse Waterleidingsduinen. Resultaten van de Landschapskartering op vegetatiekundige doorslag volgens Doing, 151 pp. – Gemeentewaterleidingen Amsterdam.
- Helsdingen, P.J. van, 1999. Catalogus van de Nederlandse spinnen (Araneae). – *Nederlandse Faunistische Mededelingen* 10: 1-191.
- Herrier, J.-L. & I. Killemaes, 1998. Synopsis of the Flemish coastal dune conservation policy. In: Houston, J.A., S.E. Edmondson & P.J. Rooney (eds.), *Coastal dune management. Shared experience of European Conservation Practice*, pp. 316-325. Liverpool University Press.
- Hillen, R. & P. Roelse, 1995. Dynamic preservation of the coastline in the Netherlands. – *Journal of Coastal Conservation* 1: 17-28.
- Hopkins, J. & G. Radley, 1998. Sand dunes and the Habitat directive: preparation of the UK national list. In: Houston, J.A., S.E. Edmondson & P.J. Rooney (eds.), *Coastal dune management. Shared experience of European Conservation Practice*, pp. 283-301. Liverpool University Press.
- Janssen, M.P., 1995. Coastal Management: Restoration of Natural Processes in Foredunes. In: Healy R. & M. Doody, *Directions in European Coastal Management*, pp. 47-54. Samara Publishing Limited., Cardigan.
- Klijn, J.A., 1981. Nederlandse kustduinen. Geomorfologie en bodems, 188 pp. – Centrum voor landbouwpublikaties and landbouwdocumentatie. Wageningen.
- Kooijman, A.M. & M.W.A. de Haan, 1995. Grazing as a measure against grass encroachment in Dutch dry dune grassland: effects on vegetation and soil. – *Journal of Coastal Conservation* 1: 127-134.
- Maes, D. & H. Van Dyck, 2001. Butterfly diversity loss in Flanders (north Belgium): Europe's worst case scenario? – *Biological Conservation* 99: 263-276.
- Natura 2000. Interpretation manual of European Union habitats. Eur 15/2, Nature prediction, coastal zones and tourism, European commission and environment, 144 pp.
- Provoost, S. & M. Hoffmann, 1996. *Ecosysteemvisie voor de Vlaamse kust. Deel I: Ecosysteembeschrijving*, 375 pp. – Universiteit Gent en Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Provoost, S. & W. Van Landuyt, 2001. The flora of the Flemish coastal dunes (Belgium) in a changing landscape. In: Houston, J.A., S.E. Edmondson & P.J. Rooney (eds.), *Coastal dune management, shared experience of European conservation practice*, pp. 393-401. – Liverpool University Press.
- Provoost, S., C. Ampe, D. Bonte, E. Cosyns & M. Hoffmann, 2002. Ecology, management and monitoring of dune grasslands in Flanders, Belgium. In: *Littoral 2002, The Changing Coast*, pp. 11-22. Eurocoast/EUCC, Porto, Portugal.
- Roberts, M.J., 1987. The Spiders of Great Britain and Ireland. Volume II. Linyphiidae and Check list, 302 pp. – Harley Books.
- Roberts, M.J., 1998. *Spinnengids*, 397 pp. B.V. Tirion, Baarn.
- Rushton, S.P., 1988. The effect of scrub management regimes on the spider fauna of chalk grassland, Castor Hanglands National nature reserve, Cambridgeshire, UK. – *Biological Conservation* 46: 169-182.





	Amsterdams Waterleidinggebied AWD										Noordhollands districtswaard NHD									
	SA	TIN	TEZ	YL	WD	ZU	BD	BH	BL	E	K	LC	LM	U	V	W				
<i>Flourensia buxulenta</i> (Cl., 1757)					1															
<i>Gnathotarium denatum</i> (Wid., 1834)							1	6						3						
<i>Goniatium rubens</i> (Blw., 1833)								2	1			4		2	2					
<i>Lepthyphantes ericorum</i> (Blw., 1853)								2								1				
<i>Lepthyphantes flavipes</i> (Blw., 1854)								49					18			4				
<i>Lepthyphantes monges</i> Kütz., 1887								6					5			1				
<i>Lepthyphantes pallidus</i> (Chr., 1871)	1				2			9	5	4	2	11	2	1	25	2				
<i>Lepthyphantes tenuis</i> (Blw., 1852)	1	1			1															
<i>Linyphia triongalaris</i> (Cl., 1757)																1				
<i>Lophomma punctatum</i> (Blw., 1841)							1													
<i>Macrargus capensis</i> (Chr., 1894)									5											
<i>Macrargus tyfus</i> (Wid., 1834)							3				2	1	90			1				
<i>Macro sandevalli</i> (Wst., 1851)					2			2		3										
<i>Meioneta rarisaris</i> (C.L., Koch, 1836)	2							1	1			1				2				
<i>Meioneta zonitidis</i> (Blw., 1844)							22									1				
<i>Metopobactrus promissulus</i> (Chr., 1872)							3	8		4			2	4		1				
<i>Micrargus archigadus</i> (Blw., 1854)							1	5	1	1			2	1		1				
<i>Micrargus subaequalis</i> (Wst., 1851)																				
<i>Micropera viaria</i> (Blw., 1841)																				
<i>Microrhiza pusillus</i> (Wid., 1834)	1							81					3	7		1				
<i>Nezawa claberris</i> (Sud., 1830)					2								1	9						
<i>Oedothorax apicatus</i> (Blw., 1850)																				
<i>Oedothorax fuscus</i> (Blw., 1834)																				
<i>Oedothorax rufus</i> (Wst., 1851)																				
<i>Pelecopsis nemoralis</i> (Blw.)																				
<i>Pelecopsis parallelis</i> (Wid., 1834)	1	4														188				
<i>Peponaxanthus fulvipes</i> (Chr., 1861)	1				8			15	2	4	2	3	10	3	10					
<i>Pocadicranis janseni</i> Lekt. & M.Hl., 1953					2	1	4	1	38		7	2	1	7	1	1				
<i>Pocadicranis pumila</i> (Blw., 1841)								3	22		1		5							
<i>Porothanna micropetalum</i> (Chr., 1871)																				
<i>Primerigone vagans</i> (Aud., 1826)																				
<i>Saricosa almonis</i> (Blw., 1841)																				
<i>Silamitipira elegans</i> (Chr., 1872)								21												
<i>Silamitipira rufus</i> (Chr., 1871)																				
<i>Semotryphantes lineator</i> (L., 1758)	2	2	5	1	4		18	13	4	113	4	6	6	28	3	3				
<i>Tarsoecyba proreus</i> (Chr., 1873)	2		2	1	2	3	2	9	17	9	4	28	3	13	14	4				

*(Tabel 1)*

	Amsterdams Waterleidinggebied AWD										Noordhollands diemreservaat NHD									
	SA	TIN	TIZ	YL	WD	ZU	BD	BH	BL	E	K	LG	LM	U	V	W				
<i>Parosela saliana</i> Tjpf.-Hfm. & Von Heek., 2000																				
<i>Trachusa terricola</i> Th., 1856	18	4	23	19	64	10	28	92	21	74	48	205	83	214	137	110				
<i>Xerobryca nemoralis</i> (Wat., 1861)														14						
<b>MIMETIDAE</b>																				
<i>Ero combedigeri</i> Kubcz., 1911							1	1												
<i>Ero furcata</i> (Vill., 1789)								17							2					
<b>MITURGIDAE</b>																				
<i>Chlorocanthium erraticum</i> (Wlk., 1802)		1																		
<i>Chlorocanthium virescens</i> (Snd., 1833)	6			1		2	2		4	38	1	2	2		3	1				
<b>PHILODROMIDAE</b>																				
<i>Philodromus cespitosus</i> (Wlk., 1802)																				
<i>Philodromus fixatus</i> (Zett., 1819)															1					
<i>Thamnotus strabus</i> C.L. Koch, 1845		1	1				2	1												
<i>Tibellus maritimus</i> (Mg., 1875)						2		1		1										
<i>Tibellus oblongus</i> (Wlk., 1802)										5										
<b>PISALIIDAE</b>																				
<i>Pisaura mirabilis</i> (Cl., 1757)				1	1					2		6	3	4						
<b>SALICIDAE</b>																				
<i>Archarellus vestigiatus</i> (Cl., 1757)	2	7	7			4	17	1	1		2	1	2	34	1	3				
<i>Eoophrys frontalis</i> (Wlk., 1802)			2		1	3	2	4	1	2			1	1	3					
<i>Evancha foliata</i> (Cl., 1757)														3						
<i>Helopeltis flavipes</i> (Hahn, 1832)					1				1			3		1	2					
<i>Marpissa nitens</i> (Luc., 1846)							1													
<i>Nesio reticulatus</i> (Blw., 1853)											2									
<i>Phlegon fasciata</i> (Hahn, 1826)	4		3	1			1	6		1	1	4	2	1	3	6				
<i>Sitticus subaeneus</i> (Chr., 1868)					3															
<b>TETRAGNATHIDAE</b>																				
<i>Pachygnatha clercki</i> Snd., 1823																				
<i>Pachygnatha elegans</i> Snd., 1830	1	1	1		1	8			13	5	4	39	9	24	425	4				
<b>THERIDIIDAE</b>																				
<i>Crotonia guttata</i> (Wdl., 1834)							2							3	1	1				
<i>Erotylina nitens</i> (Cl., 1757)							1													
<i>Erotylina thoracica</i> (Hahn, 1833)					5	5		3	1	1		8	4	5	3	3				
<i>Eurotopis flavomaculata</i> (C.L. Koch, 1836)					2							1	1	1	2	3				
<i>Phococoma gibbata</i> (Wst., 1851)									1	2										
<i>Robertus lividus</i> (Blw., 1836)							1	1		1		1		11	2					

	Amsterdams Waterleidinggebied AWD										Noordhollands districtswater NHD									
	SA	TIN	TIJ	YL	WD	ZU	BD	BH	BE	K	LG	LM	U	V	W					
<i>Saxatoda phalerata</i> (Panz., 1801)					1															
<i>Theridion bimaculatum</i> (L.)			1																	
<i>Theridion simile</i> C.L. Koch							1						1							
THOMISIDAE																				
<i>Oxyptila atromaria</i> (Panz., 1801)				1	4		3	5	1	9	10	3	4	3	1					
<i>Oxyptila nigra</i> (Th.)						12	15	7	8	80	10	3	1		5					
<i>Oxyptila praticola</i> (C.L. Koch, 1837)	1	11	13					5							2					
<i>Oxyptila sanctuaria</i> (Chr., 1871)				1											1					
<i>Oxyptila simplex</i> (Chr., 1862)										2										
<i>Xysticus andax</i> (Schr., 1803)										2										
<i>Xysticus cristatus</i> (C.L., 1757)							3	2	3	5	1				66					
<i>Xysticus errantius</i> (Blw., 1834)	3		2	2	2			1	4	10	3	6	4	2	12					
<i>Xysticus kochi</i> Th., 1872	12	13	12	15	4	19	1		43	97	11	16	22	11	3					
<i>Xysticus sumi</i> Th., 1872	13	13	8	15	7	30			35	92	107	61	34	2	8					
ZORIDAE																				
<i>Zora spinimana</i> (Sud., 1833)			1	1	1								11		2					