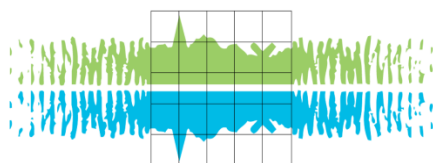


AMFIBIEËN EN WATERKWALITEIT

Onderzoek naar de relatie tussen
amfibieën en de trofiegraad, de zuurgraad
en het zoutgehalte van
veedrinkputten in de provincie Zeeland



Sandy de Haas
Alex de Smet
Goes, juni 2010



Stichting Landschapsbeheer Zeeland



Hogeschool

**VAN HALL
LARENSTEIN**

ONDERDEEL VAN WAGENINGEN UR

AMFIBIEËN EN WATERKWALITEIT

Onderzoek naar de relatie tussen amfibieën en de trofiegraad, de zuurgraad en het zoutgehalte van veedrinkputten in de provincie Zeeland

Auteurs

Sandy de Haas
Alex de Smet

Opdrachtgever

Stichting Landschapsbeheer Zeeland (SLZ)
Ravelijn de Groene Jager 5
postbus 286
4460 AR Goes

Opleiding

Bos en Natuurbeheer
Afstudeerrichting: Natuur- en Landschapstechniek
Hogeschool Van Hall Larenstein
Larensteinselaan 26a
Postbus 9001
6880 GB Velp

Begeleiding

SLZ: Sandra Dobbelaar (sandra.dobbelaar@slz.landschapsbeheer.nl)
Hogeschool Van Hall Larenstein: Marius Christiaans (marius.christiaans@wur.nl)

Overige belanghebbenden

Stichting RAVON, Reptielen Amfibieën Vissen Onderzoek Nederland



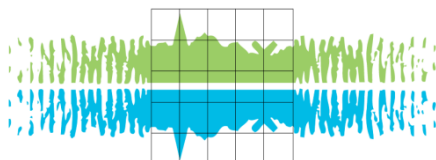
Stichting Het Zeeuwse Landschap
Staatsbosbeheer

Trefwoorden

Amfibieën - veedrinkputten/poelen - ecohydrologische parameters

Datum

Juni 2010



Stichting Landschapsbeheer Zeeland



Hogeschool

VAN HALL
LARENSTEIN

ONDERDEEL VAN WAGENINGEN UR

VOORWOORD

Dit onderzoeksrapport is geschreven in het kader van het afstudeerproject van de major Natuur- en Landschapstechniek binnen de opleiding Bos en natuurbeheer van de Hogeschool Van Hall Larenstein te Velp. De opdracht is door de auteurs zelf bedacht. Wij willen SLZ en met name mw. Sandra Dobbelaar bedanken voor het vertrouwen dat in ons is gesteld. Een beduidend obstakel bij aanvang bleek de concretisering van de opdracht die met aanbevelingen en adviezen van dhr. Lucien Calle en dhr. Alex Wieland van SLZ en dhr. Marius Christiaans van Van Hall Larenstein uiteindelijk tot stand is gekomen, hiervoor onze dank.

Behalve naar onze begeleiders mw. Dobbelaar en dhr. Christiaans gaat onze dank in het bijzonder uit naar een aantal personen/instanties voor het ter beschikking stellen van gegevens en het verlenen van de benodigde vergunningen te weten dhr. R. Creemers en dhr. A. de Bruin van RAVON, dhr. F. Schenk van Stichting Het Zeeuwse Landschap en dhr. P. de Keuning van Staatsbosbeheer. Drs. mw. Y. van Scheppingen en drs. dhr. A. Fortuin, ecologen van waterschap Scheldestromen i.o., willen wij bedanken voor het geven van aanbevelingen en adviezen aangaande het onderdeel waterkwaliteit. Waterschap Zeeuws-Vlaanderen bedanken wij voor het beschikbaar stellen van budget voor het onderzoek naar de samenstelling van de waterkwaliteit (onderzoek duplomonsters). Het Grond-, Gewas- en Milieulaboratorium te Graauw willen wij ten slotte bedanken voor het kosteloos en belangeloos ter beschikking stellen van de meetapparatuur.

Goes, Juni 2010

Sandy de Haas & Alex de Smet

SAMENVATTING

Het voorkomen van amfibieën in veedrinkputten (poelen) in de provincie Zeeland is behalve van een groot aantal omgevingsfactoren afhankelijk van de chemische kwaliteit van het voortplantingswater. Jaarlijks worden nieuwe poelen aangelegd waarbij het chemische aspect niet of nauwelijks wordt betrokken bij een locatiekeuze voor een nieuw aan te leggen pool. Voor de uitbreiding van amfibieën en met name de kwetsbare soorten is het van belang inzicht te krijgen in de relatie tussen het voorkomen en de chemische samenstelling van het oppervlaktewater. Het primaire doel van het onderzoek is het bepalen van de grenswaarden van de trofiegraad, de zuurgraad en het zoutgehalte voor amfibieën.

De poelen die in het onderzoek zijn betrokken zijn geselecteerd op basis van verspreidingsgegevens, door poelen te selecteren waarvan bekend is dat er soorten voorkomen is doelgericht onderzoek gedaan. In combinatie hiermee zijn aan de hand van de topografische - en bodemkaart locaties geselecteerd die een zo goed mogelijke spreiding van de onderzoeksparameters suggereren en die representatief zijn voor de gehele provincie.

Het veldonderzoek is uitgevoerd in de periode maart - begin juni 2010. Er zijn 60 poelen gemiddeld 3 keer bezocht waarbij de trofiegraad is gemeten in de vorm van stikstof (NH_4^+ , NO_3^- en NO_2^-) en fosfaat (PO_4^{3-}), het zoutgehalte in de vorm van het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) en saliniteit, en de zuurgraad (pH). Daarnaast zijn alle poelen met een schepnet bemonsterd op amfibieën. In 41 van de onderzochte poelen zijn amfibieën waargenomen in verschillende levensstadia.

Er zijn tal van overige factoren die van negatieve invloed kunnen zijn op het voorkomen van amfibieën. Onder andere de aanwezigheid van vis, het ontbreken van watervegetatie, de waterdiepte en de beschaduwing zijn van belang. Deze factoren zijn tijdens het veldonderzoek geïnterviewd waarbij vooral is gelet op extremen die de oorzaak kunnen zijn van het ontbreken van amfibieën. Verder speelt isolatie een zeer belangrijke rol, met betrekking hierop is de metapopulatiestructuur - poelen waarbinnen onderlinge uitwisseling plaatsvindt - van de soorten in beeld gebracht. In de onderzochte poelen waarin bovengenoemde factoren ogenschijnlijk geen rol van betekenis hebben is de invloed van de ecohydrologische parameters op het ontbreken van amfibieën mogelijk de dominante factor.

De tijdens het veldonderzoek verkregen gegevens zijn op verschillende manieren geanalyseerd. Voor de bepaling van de bandbreedte van de ecohydrologische parameters zijn de minimum en maximum meetwaarden geselecteerd waarbij de betreffende soort is aangetroffen. Getracht is deze grenswaarden te verifiëren door poelen te selecteren die binnen een metapopulatie van de soort liggen, maar waarin deze niet is aangetroffen. Poelen waarin overige negatieve (omgevings)factoren geen rol spelen maar de waarden van de ecohydrologische parameters buiten de vastgestelde bandbreedte vallen is dit aannemelijk de oorzaak van het ontbreken van de soort. Met behulp van de analysesoftware SPSS en Canoco is gezocht naar significante relaties tussen de soorten en de ecohydrologische parameters.

De resultaten van de analyses zijn wisselend. Uit de analyse van de onderzoeksgegevens zijn geen significante relaties aangetoond tussen het voorkomen van amfibieën en de ecohydrologische parameters. De reden hiervan is de relatief beperkte hoeveelheid verzamelde gegevens. Zo zijn de heikikker, de meerkikker en de bastaardkikker niet met zekerheid aangetroffen en is voor de rugstreeppad, alpenwatersalamander en de boomkikker vanwege de geringe verspreiding slechts op enkele locaties de waterkwaliteit bepaald. Hiermee zijn voor deze soorten de conclusies minder betrouwbaar dan voor soorten die een grotere verspreiding hebben en verhoudingsgewijs in meer poelen aangetroffen zijn.

Betreffende het bepalen van de soortspecifieke bandbreedte van de ecohydrologische parameters waarbinnen soorten voorkomen kan het volgende worden geconcludeerd:

- aangetoond is dat de zouttolerantie van de kleine watersalamander en de bruine kikker beduidend hoger ligt dan tot op heden bekend in de literatuur;

- de aangetroffen soorten zijn allen waargenomen bij een (ruime) overschrijding van de norm voor stikstof, voor de meeste soorten geldt dat voedselrijke wateren niet worden gemedend;
- alle aangetroffen soorten zijn waargenomen bij een $\text{pH} \geq 8,4$. Kamsalamander, kleine watersalamander, gewone pad en bruine kikker zijn zelfs aangetroffen bij een pH van rond de 10. Een hoge pH vormt hiermee geen belemmering voor de aanleg van poelen.
- 97% van de onderzochte poelen bleken neutraal of basisch, een te lage zuurgraad is hiermee in Zeeland evenmin een belemmering voor aanleg van een poel.

INHOUD

VOORWOORD	3
SAMENVATTING	4
1. INLEIDING.....	9
1.1 Waarom onderzoek naar de relatie tussen het voorkomen van amfibieën en waterkwaliteit	9
1.2 Doelstelling van het onderzoek.....	9
1.3 Projectafbakening	9
1.4 Probleemstelling en deelvragen.....	11
1.5 Werkwijze	11
1.6 Leeswijzer	11
2. ACHTERGRONDINFORMATIE.....	12
2.1 Gebiedsbeschrijving.....	12
2.2 Amfibieën in Zeeland	15
2.3 Waterkwaliteit.....	17
2.4 Metapopulatiestructuur.....	20
2.5 Overige factoren van invloed op voorkomen amfibieën	21
3. METHODIEK	24
3.1 Veldwerk.....	24
3.2 Analyse en interpretatie	25
4. ANALYSERESULTATEN	27
4.1 Bandbreedte ecohydrologische parameters.....	27
4.2 Relaties tussen soorten en ecohydrologische parameters.....	34
5. VOORSPELLING ECOHYDROLOGISCHE PARAMETERS	36
6. CONCLUSIES	38
6.1 Conclusies.....	38
6.2 Discussie	39
6.3 Aanbevelingen	39
LITERATUUR	41
Bijlage 1 Onderzoekslocaties	44
Bijlage 2 Amfibieën in Zeeland	46
Bijlage 3 Waterkwaliteit	48
Bijlage 4 Voorbeeld werkwijze SPSS.....	50
Bijlage 5 Data veldonderzoek.....	52
Bijlage 6 Metapopulaties amfibieën Zeeland	58
Bijlage 7 Analyse niet bezette poelen binnen metapopulaties	61
Bijlage 8 Ordinatiediagrammen Canoco	67

1. INLEIDING

1.1 Waarom onderzoek naar de relatie tussen het voorkomen van amfibieën en waterkwaliteit

Vanwege de grote natuur- en cultuurhistorische waarde zijn de laatste jaren door de Stichting Landschapsbeheer Zeeland (SLZ) veel nieuwe veedrinkputten (poelen) aangelegd in de provincie Zeeland. De organismen die zich in deze poelen ontwikkelen zijn behalve van de ecologische structuur afhankelijk van de chemische samenstelling van het (grond)water. Het chemische aspect is tot op heden onderbelicht gebleven en wordt in het werkveld niet of nauwelijks betrokken bij een locatiekeuze voor een nieuw aan te leggen pool. In Zeeland komen vanwege haar geografische ligging grote verschillen voor in het zoutgehalte (saliniteit), de zuurgraad en de voedselrijkdom (trofiegraad). De verwachting is dat hierdoor ook de samenstelling van het water in de poelen sterk varieert met als gevolg een grote spreiding in het voorkomen van diverse soorten.

In Zeeland, met name in Zeeuws-Vlaanderen, wordt relatief veel onderzoek verricht naar de verspreiding van amfibieën in poelen. Hiertoe behoren een aantal Rode Lijstsoorten en door de provincie Zeeland aangewezen Aandachtsoorten¹. Er zijn echter weinig tot geen gegevens bekend van de waterkwaliteit van de poelen waarin deze worden aangetroffen. Voor de uitbreiding van amfibieën in de provincie Zeeland is het naast het aanleggen van nieuwe poelen van belang om inzicht te krijgen in de relatie tussen het voorkomen van amfibieën en de chemische samenstelling van het oppervlaktewater. Wanneer deze relaties bekend zijn is het mogelijk om bij de aanleg van nieuwe poelen een betere uitspraak te doen over de geschiktheid van de locatie voor amfibieën. De intentie is dat aan de hand van een beperkt aantal onderzoeksparameters die op een relatief eenvoudige wijze kunnen worden gemeten, een uitspraak kan worden gedaan over de te verwachten amfibieën. Hiermee kunnen meer zekerheden en een extra onderbouwing worden gegeven over te verkrijgen subsidies voor de aanleg van poelen.

1.2 Doelstelling van het onderzoek

De primaire doelstelling van het onderzoek is om na te gaan wat de bandbreedte is van de trofiegraad, de zuurgraad en het zoutgehalte waarbinnen amfibieën voor kunnen komen én of er relaties zijn aan te tonen tussen het voorkomen van amfibieën en deze variabelen. Hiermee kan een voorspelling worden gedaan over de te verwachten soorten in (nieuw te graven) poelen.

1.3 Projectafbakening

Ecohydrologische parameters

In poelen komen een groot aantal chemische stoffen voor die in meer of mindere mate van invloed zijn op de aanwezigheid van aquatische organismen. Hieruit is een selectie gemaakt die enerzijds op een eenvoudige, directe en financieel verantwoorde manier te bepalen zijn en anderzijds een belangrijke rol spelen in de beïnvloeding van (bio)chemische processen. In dit kader is gekozen om de poelen te onderzoeken op trofiegraad (uitgedrukt in stikstof en fosfaat), zuurgraad (uitgedrukt in pH), en zoutgehalte (uitgedrukt in saliniteit, elektrisch geleidingsvermogen en het hieruit afgeleide chloridegehalte).

Onderzoekslocaties

Voor de selectie van de onderzoekslocaties (poelen) is gebruik gemaakt van verspreidingsgegevens van RAVON (Creemers, R & van Delft, J., 2009), SLZ, Stichting Het Zeeuwse Landschap (HZL) en Staatsbosbeheer (SBB). Door poelen te selecteren waarvan op voorhand bekend is welke soorten er voorkomen kan doelgericht onderzoek worden gedaan. Daarnaast is een onderscheid gemaakt tussen poelen waar amfibieën voorkomen en poelen die ogenschijnlijk geschikt zijn voor amfibieën maar waarin deze niet voorkomen ("0-resultaat"-poelen). Gesteld wordt dat deze locaties een belangrijk onderdeel vormen in het onderzoek gezien de mogelijkheid dat een afwijkende waterkwaliteit in deze poelen de reden is dat hier geen amfibieën voorkomen.

¹ soort die in aanmerking komt voor soortgerichte maatregelen

Naast de hierboven genoemde instanties zijn nog een aantal bronnen geraadpleegd voor de selectie van de onderzoekslocaties:

- de topografische ligging (grondsoort/bodemtype/geologie); door de samenhang van het bodemtype met de te onderzoeken ecohydrologische parameters kan met een selectie op basis van de bodemkaart een spreiding van de onderzoeksparameters worden verkregen;
- de locaties waarvan bekend is dat hier voor Zeeuwse begrippen zeldzame soorten voorkomen zoals kamsalamander, alpenwatersalamander, boomkikker en heikikker.

De ligging van de te onderzoeken poelen beperkt zich tot Zeeuws-Vlaanderen en Schouwen-Duiveland. De reden hiervan is dat enerzijds alle te onderzoeken soorten, uitgezonderd de heikikker, in Zeeuws-Vlaanderen voorkomen en anderzijds de gradiënten die in Zeeuws-Vlaanderen voorkomen op basis van bodemsamenstelling en ligging (zoet-zout, zuur-basisch en voedselrijk-voedselarm) representatief kunnen gesteld worden voor de gehele provincie. De locaties op Schouwen-Duiveland hebben betrekking op een aldaar aanwezige heikikkerpopulatie. In bijlage 1 is een overzicht weergegeven van de 60 geselecteerde poelen/onderzoekslocaties.

Soorten

Volgens de meest recente verspreidingsgegevens van RAVON (Creemers, R & van Delft, J., 2009) komen in Zeeland tien soorten amfibieën voor die allen in het onderzoek zijn betrokken. De betreffende soorten met bijbehorende status zijn in tabel 1 weergegeven.

	Rode Lijst (Ministerie van LNV, 2009)	Aandachtsoort provincie Zeeland (Provincie Zeeland, 2001)	bijzondere beschermingsstatus in Europese regelgeving (RAVON)
alpenwatersalamander	thans niet bedreigd	√	
kamsalamander	kwetsbaar	√	– Conventie van Bern ¹ – Europese Habitatrichtlijn
kleine watersalamander	thans niet bedreigd		– Conventie van Bern
gewone pad	thans niet bedreigd		– Conventie van Bern
rugstreeppad	gevoelig		– Conventie van Bern – Europese Habitatrichtlijn
boomkikker	bedreigd	√	– Conventie van Bern – Europese Habitatrichtlijn
heikikker	thans niet bedreigd	√	– Conventie van Bern – Europese Habitatrichtlijn
bruine kikker	thans niet bedreigd		– Conventie van Bern
bastaardkikker	thans niet bedreigd		– Conventie van Bern
meerkikker	thans niet bedreigd		– Conventie van Bern

Tabel 1: In Zeeland voorkomende amfibieën en hun status

Overige factoren die van invloed zijn op het voorkomen van amfibieën

Naast het onderzoek naar de ecohydrologische parameters zijn andere factoren die in meer of mindere mate van invloed zijn op het voorkomen en voortplanten van amfibieën, en/of invloed hebben op de waterkwaliteit in het onderzoek betrokken, het betreft de volgende:

- de metapopulatiestructuur van de te onderzoeken soorten, mate van isolatie;
- de aanwezigheid van vis, predatie;
- landgebruik (veebezetting, omrastering);
- schaduw / bladval;

¹ internationaal verdrag inzake het behoud van in het wild voorkomende dier- en plantensoorten en de daarbij behorende grensoverschrijdende habitats in Europa. Bijzondere aandacht wordt besteed aan kwetsbare soorten en aan soorten die met uitsterven worden bedreigd

- diepte / oppervlakte;
- aanwezigheid watervegetatie;
- mate van verlanding;
- helling oevertalud;
- lozingen.

1.4 Probleemstelling en deelvragen

Voor het verder uitbreiden van bestaande amfibieënpopulaties is het van belang op voorhand te weten in welke mate de ecohydrologische parameters van invloed zijn. Het is op dit moment onvoldoende bekend bij welke meetwaarden soorten al dan niet voorkomen en zich kunnen voortplanten. Ander aspect is dat SLZ op een directe en financieel verantwoorde wijze deze parameters in het veld wil kunnen bepalen. De wijze waarop hier in de praktijk invulling aan kan worden gegeven wordt in het kader van dit onderzoek nader onderzocht.

De centrale vraag luidt als volgt:

Wat is de bandbreedte van de trofiegraad, het zoutgehalte en de zuurgraad waarbinnen de verschillende amfibieën in Zeeland voorkomen, en hoe kunnen deze parameters op een eenvoudige, efficiënte en kostenverantwoorde, maar toch representatieve wijze bepaald worden?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden en de doelstelling te realiseren dienen een aantal deelvragen beantwoord te worden:

1. welke en hoeveel inventarisatiegegevens / meetwaarden zijn nodig om deze bandbreedte betrouwbaar vast te stellen en hoe moeten deze gegevens worden geïnterpreteerd?
2. hoe kunnen de benodigde gegevens worden verkregen?
3. wat is de invloed van de overige van invloed zijnde factoren zoals genoemd in paragraaf 1.3?
4. hoe kunnen de ecohydrologische parameters voorspeld worden op de locatie van een nieuw aan te leggen poel?

1.5 Werkwijze

De geselecteerde poelen zijn gemiddeld driemaal onderzocht. Hierbij zijn de ecohydrologische parameters gemeten, de amfibieën bemonsterd met een schepnet en de overige van invloed zijnde factoren geïnvventariseerd. De tijdens het veldwerk verzamelde gegevens zijn vervolgens geanalyseerd en geïnterpreteerd. Ten behoeve van de analyse van de metapopulatiestructuur is gebruik gemaakt van verspreidingsgegevens van RAVON, SLZ, en Stichting het Zeeuwse Landschap.

1.6 Leeswijzer

Dit rapport dient als leidraad voor instanties en particulieren die voornemens zijn een poel aan te leggen op hun terrein(en) en zij vormen als zodanig de doelgroep. De opbouw van het rapport is als volgt:

- hoofdstuk 2 geeft voor het onderwerp relevante achtergrondinformatie. Deze informatie omvat achtereenvolgens een gebiedsbeschrijving, beknopte informatie over amfibieën in Zeeland en hun verspreiding, algemene informatie over de waterkwaliteit en isolatie, en ten slotte een uiteenzetting van overige factoren van invloed op het voorkomen van amfibieën;
- in hoofdstuk 3 wordt de methode toegelicht van de wijze waarop het veldwerk is uitgevoerd en de wijze waarop de verzamelde gegevens zijn geanalyseerd en geïnterpreteerd;
- hoofdstuk 4 geeft de resultaten weer van de analyses, tevens zijn de resultaten weergegeven van een vergelijkend onderzoek ten behoeve van het bepalen van de betrouwbaarheid van de tijdens het veldwerk gehanteerde nutriëntentest ;
- in hoofdstuk 5 wordt beschreven hoe een voorspelling kan worden gedaan over de waarden van de ecohydrologische parameters op de locatie van een nieuw te graven poel;
- in hoofdstuk 6 is ruimte voor respectievelijk de conclusies, bezwaren die tijdens het project aan het licht zijn gekomen en de aanbevelingen.

2. ACHTERGRONDINFORMATIE

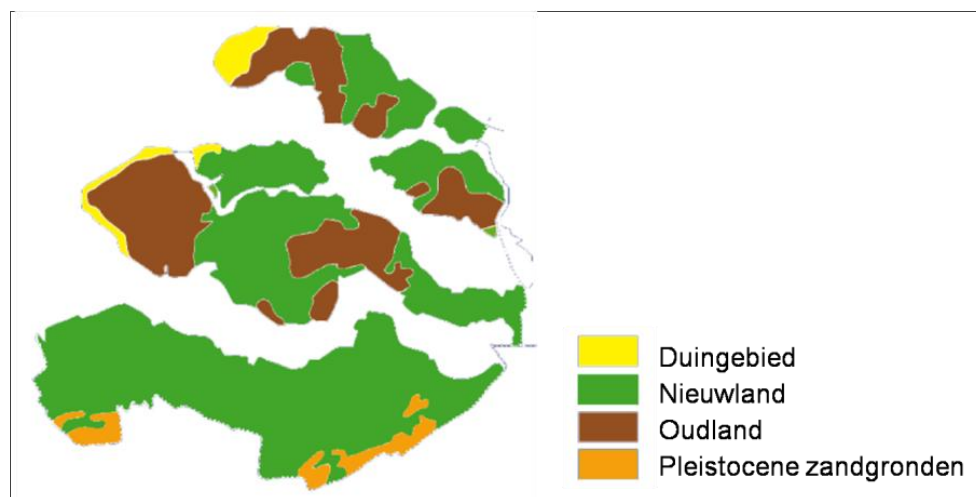
2.1 Gebiedsbeschrijving

Ontstaansgeschiedenis

De provincie Zeeland is ontstaan door een samenspel van de Noordzee en de rivieren de Rijn, de Maas en de Schelde en de strijd van de bewoners tegen het water. Tot ongeveer 300 na Chr. ontstond door de grote zoetwaterinvloed van de rivieren en de afnemende zoutwaterinvloed van de Noordzee door de vorming van strandwallen, geleidelijk een zoetwatermoeras. De strandwallen in het westen werden op enkele plaatsen onderbroken door de rivieren die in de zee uitmondden. Hier kon de zee naar binnen komen en heeft opslibbing plaatsgevonden met zout sediment. De zoetwaterinvloed won het echter steeds van de zee waardoor er in het zoetwatermoeras op grote schaal veenvorming plaats kon vinden. Vanaf ongeveer 300 na Chr. kwam er vervolgens een transgressieperiode van enkele honderden jaren waarin het veenlandschap werd beïnvloed door sterke overstromingen. Het veenmassief werd verscheurd, met een dikke laag zeeklei en zeezand overdekt, en met zout water doordrenkt. Er ontstond een schorrenlandschap dat bestond uit kronkelende krekten geflankeerd door zandige oeverwallen te midden van lage, uit klei opgebouwde schorren: het zogenaamde Oudland (figuur 1). Door ontwatering (met inklinking als gevolg) en het ontgraven van veen voor brandstofvoorziening en zoutwinning is het huidige reliëf met de zogenoemde kreekruggen van het Oudland ontstaan: doordat het water in de geulen sneller stroomde werd hier met name grofkorrelig materiaal afgezet wat niet aan inklinking onderhevig was, zo zijn de oorspronkelijke geulen uiteindelijk hoger in het landschap komen te liggen (Nienhuis, P, Willems, R & Kleingeld, R, 1980).

Toen in de 11^e eeuw de zee zich opnieuw begon op te dringen is men voorzichtig begonnen met de bouw van dijken die al snel stelselmatig werden aangelegd. Werden eerst nog primitieve walletjes gebouwd om het water te keren, al snel werd er op grote schaal ingepolderd: het Nieuwland (figuur 1). Door variatie in vorm en grootte van de polders ontstond een afwisselend landschap en door dijkdoorbraken ontstonden soms diepe plassen (welen) die nu nog in het landschap te herkennen zijn. Vanaf de 17^e eeuw werd het door verbeterde technieken mogelijk grotere oppervlakten tegelijk in te polderen en deze polders kregen dan ook een meer open karakter. Ook kwamen dijkdoorbraken minder frequent voor. (Nienhuis, P, Willems, R & Kleingeld, R, 1980).

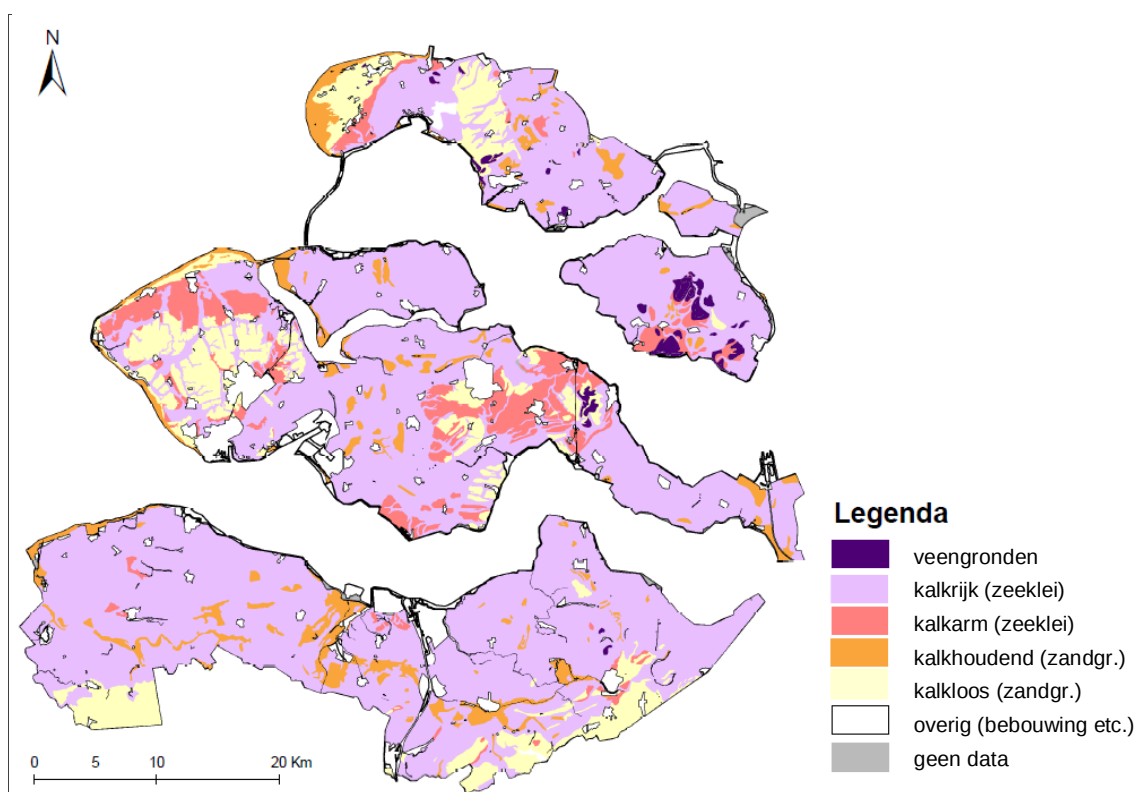
Aan het oudste deel van het huidige Zeeland, de pleistocene zandgronden (figuur 1), is de invloed van de Noordzee grotendeels voorbij gegaan. In dit gebied zijn zware kleilagen afgezet en in een periode dat het niveau van de Noordzee relatief laag was werd hierop door de wind zand afgezet. Op enkele plaatsen ligt dit dekzand nog aan de oppervlakte wat het landschap met bossen, hakhoutpercelen en kleine akkertjes op zand onderscheidt van de rest van de provincie (Nienhuis, P, Willems, R & Kleingeld, R, 1980). De dekzandgebieden bevinden zich in de meest zuidwestelijke en zuidoostelijke hoek van Zeeuws-Vlaanderen.



Figuur 1: landschapstypen Zeeland (Berendsen, H.J.A., 2005)

Bodem

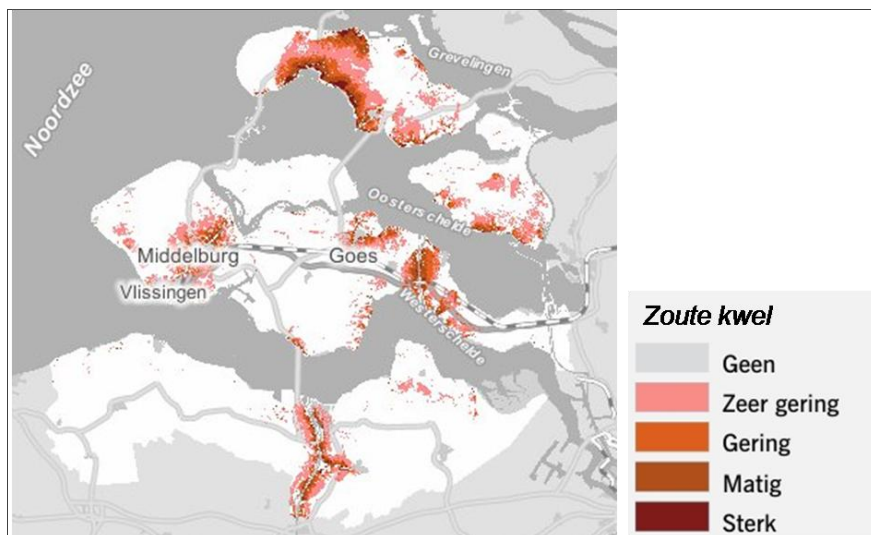
Uit het voorgaande kan worden afgeleid dat de Zeeuwse bodem met uitzondering van het duingebied en de Pleistocene zandgronden voornamelijk uit zeeklei bestaat, variërend van zware naar lichte klei en zavel. Belangrijk voor de waterkwaliteit in poelen zijn hierbij het al dan niet aanwezig zijn van kalk en veen(lagen) in de bodem. De aanwezigheid van kalk is van invloed op de zuurgraad. Door de langdurige bodemvorming heeft er in het Oudland meer ontkalking plaatsgevonden waardoor de grond hier voornamelijk kalkarm is wat doorgaans een lage pH (zuur) tot gevolg heeft. Het Nieuwland bestaat daarentegen voornamelijk uit kalkrijke gronden door de relatief korte periode van bodemvorming (Berendsen, H.J.A., 2005), hier zal de pH over het algemeen hoger zijn (neutraal tot basisch). Het veen ligt in de meeste gevallen niet dicht aan de oppervlakte maar is bedekt door een zavel- of kleidek en dus niet op de bodemkaart te herkennen. Door de invloed van de zee en lokale afgraving kunnen de veenlagen zeer lokaal en op verschillende diepten voorkomen. Wanneer een poel is gegraven in een kleilaag voorkomt deze laag in eerste instantie dat het regenwater wegzakt. Hiernaast wordt de poel door de kleilaag afgeschermd van het mogelijk onderliggende veen dat een zout karakter heeft (Middeljans, K, 1989). Figuur 2 geeft de aanwezigheid van kalk in de Zeeuwse bodem weer alsmede de locaties waar veen dicht aan de oppervlakte ligt (tot 1,20 m -mv).



Figuur 2: samenstelling Zeeuwse bodem (Bodemkaart van Nederland 1:50.000, Stiboka, 1980)

Hydrologische situatie

Als gevolg van de in het verleden veelvuldig voorkomende overstroming van het land met zeewater komt in vrijwel de gehele provincie brak (grond)water voor. Zoute kwel treedt vooral op waar zandige kreekruggen de dijken kruisen. Door de lagere ligging van het Oudland is hier de invloed van zoute kwel het grootst, deze gronden moeten continu bemalen worden. In de zomer is hier tevens het water in de poldersloten brak en niet bruikbaar als drinkwater voor vee. Het Nieuwland ligt hoger (0,5 -1,5 +NAP) en is tevens beter doorlatend. De grondwaterstanden zijn lager en door de percolatie van regenwater is hier de zoutinvloed kleiner. Langs waterkerende dijken kan hier echter wel zoute kwel voorkomen (Berendsen, H.J.A., 2005). Figuur 3 geeft weer waar zoute kwel voorkomt.



Figuur 3: zoute kwel (Provincie Zeeland, 2010)

Cultuurhistorie

Omstreeks 800 bestond Zeeland uit schorren waar herders rondtrokken met hun schapen. In die tijd werd het vee van drinkwater voorzien door aarden dammen op te werpen waarbinnen zich zoet hemelwater verzamelde (hollestelle). Na de bedijkingen in de 11^e en 12^e eeuw werden in de laaggelegen graslanden poelen aangelegd die zich opvulden met regenwater dat diende als drinkwater voor vee. In latere eeuwen vond in de nieuw ingepolderde gebieden veelal akkerbouw plaats. In die tijd werden in de buurt van de boerderijen en langs oude kreeklopen veedrinkputten aangelegd die dienst deden als waterreservoir voor het reinigen en wassen van gereedschap, wagens en vee. Tevens deed de veedrinkput dienst als bluswaterreservoir (Benschop, H, 1988). Toen in Zeeland in de 19^e en 20^e eeuw de landbouw nog veelvuldig gebruik maakte van paarden lagen er verdeeld over het gebied nog een groot aantal poelen. Deze poelen, waarvan de meeste aangelegd door de mens, voorzagen het vee van drinkwater.



Het drenken van paarden in de jaren 1930 in de buurt van IJzendijke (Zeeuws-Vlaanderen) (Die, L.M., 1976)

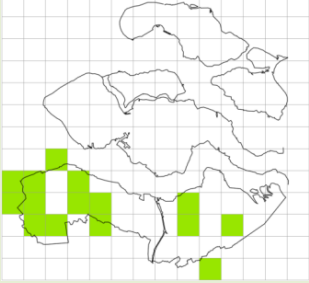
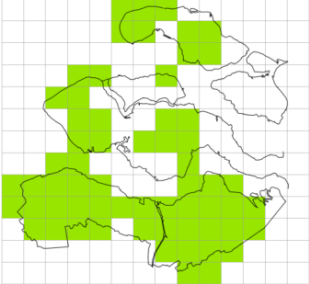
Als gevolg van de mechanisering van de landbouw in de jaren vijftig en zestig van de vorige eeuw en de in de jaren zeventig in Zeeland ver doorgevoerde ruilverkaveling zijn veel poelen verdwenen. Hier bovenop kwam nog dat door de aanleg van de waterleiding in het buitengebied en de hierop aangesloten veedrinkbakken de poelen overbodig werden. Ze werden niet meer onderhouden, raakten verwaarloosd en verdwenen geleidelijk aan uit het landschap. Velen werden gedempt met grond of als stortplaats gebruikt. Eind jaren tachtig van de vorige eeuw restten er in de provincie nog zo'n 1200 poelen (Provincie Zeeland, Bureau voorlichting, 1988). Eind jaren tachtig groeide het besef dat naast de primaire functie van veedrenking, poelen ook grote natuurwaarden herbergen. Zo blijken poelen behalve voor insecten, vissen en

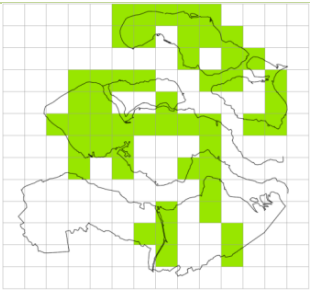
waterplanten ook voor amfibieën bijzonder waardevol te zijn. Vanwege de grote natuur- en cultuurhistorische waarde zijn de laatste jaren veel poelen hersteld en nieuw aangelegd. De meeste onder begeleiding van SLZ.

2.2 Amfibieën in Zeeland

Amfibieën trekken in het voorjaar vanuit hun overwinteringsplaats naar speciale voortplantingsgebieden zoals poelen. Bij de meeste amfibieën bestaat het leefgebied uit drie deelgebieden: een voortplanting-, een zomer- en een winterleefgebied. Voor amfibieën is het van belang dat deze drie leefgebieden niet te ver van elkaar liggen. Afhankelijk van de soort bedraagt de migratieafstand enkele honderden meters tot enkele kilometers. Om van het ene leefgebied naar het andere te trekken zijn goede verbindingzones noodzakelijk. Amfibieën leven bij voorkeur op plaatsen met een gematigd klimaat. Bij hoge temperaturen verliezen amfibieën veel vocht omdat ze een naakte huid hebben, daarom zitten ze graag op vochtige plaatsen. Alle amfibieën hebben voor de voortplanting water nodig. De eisnoeren of eiklompjes worden afgezet in niet te diep of zelfs ondiep water. Direct na de metamorfose, verlaten de jonge amfibieën het water en leven in de nazomer verder op het land net als hun ouders. De zomerleefgebieden zijn bij voorkeur structuurrijk en liggen vaak op overgangen van natte naar droge gebieden. Ze bestaan uit verschillende landschapstypen en -elementen zoals bosranden, houtsingels, zoomvegetaties en oeverzones. De meeste amfibieën overwinteren op het land. Vaak is het winterleefgebied gelijk aan het zomerleefgebied. De winteromgeving bestaat uit vorstvrije plekken zoals spleten, holletjes in de bodem, onder houtstapels en plantenmateriaal en in kelders (Bauwens, D et al, 2006).

In Zeeland komen 10 soorten amfibieën voor van de 16 van het Nederlandse totaal, deze zijn in tabel 2 weergegeven. Een uitgebreidere beschrijving is in bijlage 2 opgenomen. De verspreidingskaartjes zijn ontleend aan onderzoeksgegevens van RAVON uit de periode 1996 - 2007.

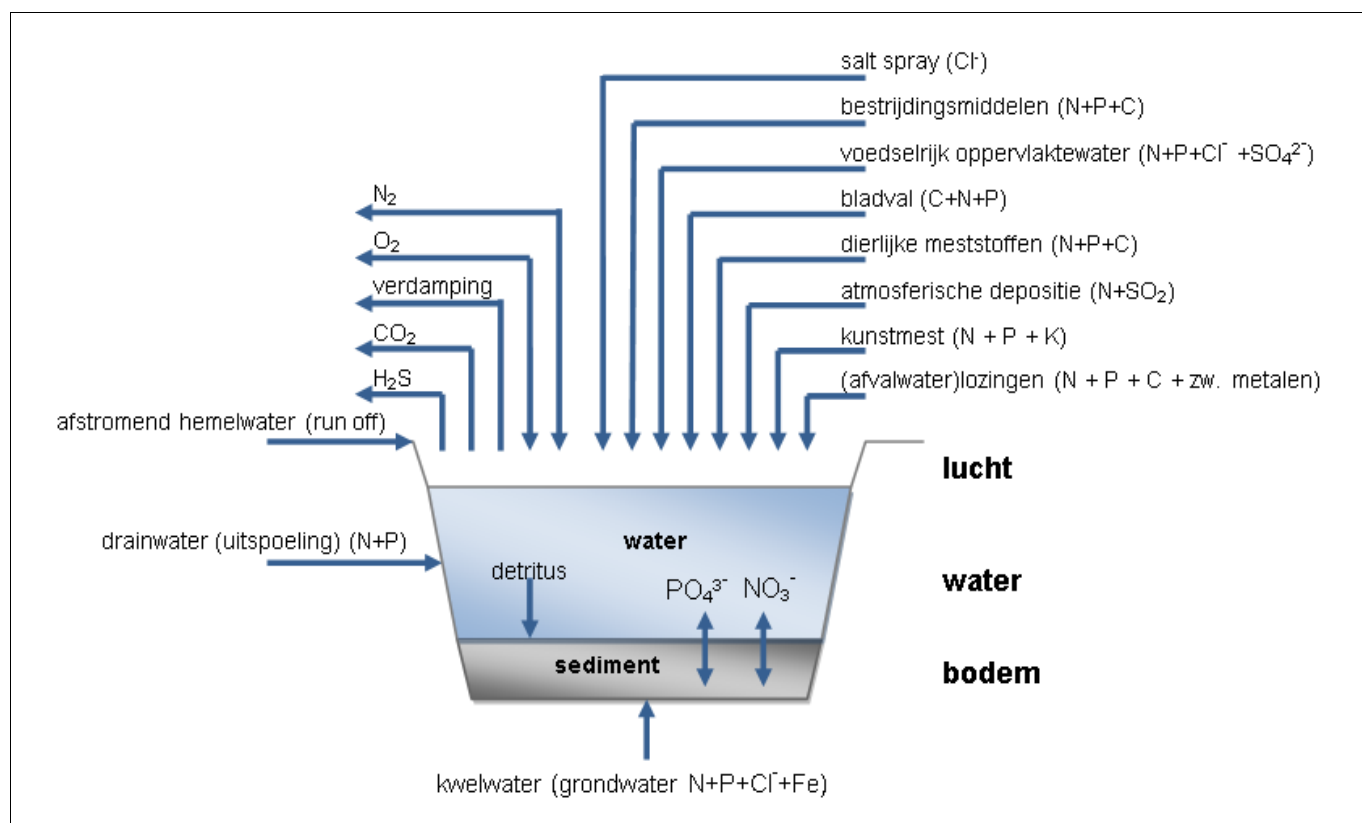
alpenwatersalamander			A. de Smet
kamsalamander			A. de Smet
kleine watersalamander			A. de Smet
gewone pad			A. de Smet

rugstreeppad			www.koemanenbijkerk.nl
boomkikker			T. Gheskiere (Poelen en amfibieën in West- Vlaanderen)
heikikker			www.natuur-forum.be
bruine kikker			www.padden.nu
bastaardkikker			www.natuurpunt.be
meerkikker			www.home.deds.nl

Tabel 2: amfibieën van Zeeland en hun verspreiding

2.3 Waterkwaliteit

Amfibieën maken voor hun voortplanting gebruik van oppervlaktewater, waaronder poelen. In de voortplantingswateren wordt door amfibieën gepaard, worden eieren afgezet en wordt soms overwinterd. Voor de eieren en de nog niet gemetamorfoseerde larven is de samenstelling van het water van groot belang. Niet elk oppervlaktewater zal geschikt zijn voor alle amfibieën. De essentie van het onderzoek is om na te gaan welke ecohydrologische parameters in welke mate van invloed zijn op het voorkomen van amfibieën in de diverse levensstadia. Alvorens het veldonderzoek te starten is een keuze gemaakt uit de parameters die van invloed kunnen zijn op amfibieën. In figuur 4 zijn de bronnen en processen weergegeven die de chemische samenstelling van het oppervlaktewater beïnvloeden. De opsomming is niet uitputtend maar beperkt zich tot de meest voorkomende en essentiële bronnen.



Figuur 4: schematische weergave belasting oppervlaktewater

Het aantal bronnen waarmee een poel belast wordt is lager dan bij oppervlaktewateren die onderdeel uitmaken van een watersysteem zoals sloten en kreken, dit is met name toe te schrijven aan de veelal geïsoleerde ligging van de poelen. De voor een poel relevante bronnen zijn in tabel 3 weergegeven.

omschrijving	bron	vrijkomende stoffen
dierlijke meststoffen	- ingeschaard vee - mestinjectie - uitrijden dierlijke mest - mest van watervogels	- stikstof (eiwitten, NH_4, NO_3, NO_2) - fosfaat (PO_4) - zware metalen (o.a. koper en zink)
kunstmest	- kunstmeststrooiers	- stikstof (NO_3) - fosfaat (PO_4) - kalium (K) - kalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)
bladval	- bomen - oeervegetatie - waterplanten	- stikstof - fosfaat - humuszuren - bezinksel
atmosferische depositie	- verkeer - intensieve (pluim)veehouderijen - industrie - landbouw	- zwaveldioxide - ammoniak - stikstofdioxide - fosfaten - bestrijdingsmiddelen
kwelwater	- veenhoudende gronden - zout grondwater a.g.v. invloed zeewater (zie figuur 3) - brakke kanalen (zie figuur 3)	- chloride - sulfaat - natrium - stikstof - fosfaat - ijzer - arseen
“salt spray” (zoute waterdruppels)	- zeewater	- chloride - natrium
bestrijdingsmiddelen	- spuitmachines	- pesticiden (insectendoders) - herbiciden (vegetatiebestrijders) - fungiciden (schimmeldoders)
afvalwaterlozingen (lozingspijp)	- dierlijke meststoffen - kuilvoersappen - melkspoelwater - huishoudelijk afvalwater - spoelwater landbouwmachines	- stikstof (eiwitten, NH_4, NO_3, NO_2) - fosfaat (PO_4) - zware metalen (o.a. koper en zink) - hormonen - medicijnen
gebiedsvreemd water	- sloten/kreken - effluent afvalwaterzuivering	- stikstof - fosfaat - zware metalen - chloride - sulfaat - natrium

Tabel 3: overzicht verontreinigingsbronnen poelen

Aan de hand van de in tabel 3 genoemde verontreinigingen is een selectie gemaakt van stoffen waarmee poelen hoofdzakelijk belast worden. Naar aanleiding hiervan kan ingezoomd worden op de parameters die van belang zijn voor het onderzoek. De parameters die hiervoor in aanmerking komen zijn stikstof en fosfaat, zoutgehalte (in de vorm van EGV en chloride) en zuurgraad. Een toelichting op de te onderzoeken parameters is onderstaand weergegeven. Voor een uitgebreidere beschrijving van de genoemde verontreinigingsbronnen wordt verwezen naar bijlage 3.

Trofiegraad

Planten hebben voor hun groei voedingsstoffen nodig in de vorm van stikstof (N) en fosfaat (PO_4^{3-}). Bij een te hoge concentratie aan N en P neemt het doorzicht af en treden grote zuurstof- en zuurgraadschommelingen in het oppervlaktewater op hetgeen voor de eieren en larven van amfibieën

schadelijk kan zijn (Creemers, R & van Delft, J., 2009). Ten behoeve van het onderzoek zijn onderzocht ammonium (NH_4^+), nitraat (NO_3^-), nitriet (NO_2^-) en fosfaat (PO_4^{3-}). In het Handboek Natuurdoeltypen is een indeling opgenomen voor klassificering van de trofiegraad in oppervlaktewateren (tabel 4).

klasse	max. stikstof (mg/l)			max. fosfaat (mg/l)
	NO_3^-	NH_4^+	totaal N	totaal PO_4^{3-}
oligotroof	0,15	0,4	0,3	0,015
mesotroof	0,35	0,4	0,4	0,04
zwak eutroof	0,46	0,5	0,6	0,06
matig eutroof	0,7	1	1	0,08
eutroof	1	1	1,5	0,1

Tabel 4: klassenindeling trofiegraad oppervlaktewater volgens het Handboek Natuurdoeltypen (Bal, D et al, 2001)

In het Stroomgebiedbeheerplan (SGBP) van het Scheldestroomgebied (waaronder de gehele provincie Zeeland) geldt een N-norm van 3,3 mg/l. Deze norm is gebaseerd op de regionale ecologische situatie, beneden deze norm is geen negatief effect te verwachten op de waterkwaliteit. In de specifieke Zeeuwse situatie met voedselrijke zoute kwel wordt eutrofiëring met name bepaald door N, om deze reden is dan ook geen norm vastgelegd voor P (Stroomgebiedbeheerplan Schelde 2009-2015).

Zuurgraad

De zuurgraad van water wordt weergegeven in de pH-waarde. De zuurgraad kan door menselijke- en natuurlijke activiteiten worden beïnvloed. Van nature kunnen gedurende een etmaal schommelingen voorkomen van enkele pH-waarden. Andere natuurlijke invloeden zijn kalkhoudende bodems en kalkhoudend kwelwater. Deze leiden tot een verhoging van de pH van het water.

Een verlaging van de pH (verzuring) wordt veroorzaakt door de neerslag van zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak (zure regen). Gevolg van de verzuring is dat zware metalen, o.a. aluminium, in oplossing gaan en opgenomen kunnen worden door waterorganismen. Voor amfibieën kan met name in de ei- en larvefase de zuurgraad een kritische factor zijn. Eieren van amfibieën zijn bij een lage pH gevoelig voor infectie met schimmels waardoor op dat moment de voortplanting bedreigd wordt (Creemers, R & van Delft, J., 2009). In het Handboek Natuurdoeltypen is een indeling opgenomen voor de klassificering van de zuurgraad (tabel 5).

klasse	zuurgraad
zuur	3,5 – 4,5
matig zuur	4,5 – 5,5
zwak zuur	5,5 – 6,5
neutraal	6,5 – 7,5
basisch	> 7,5

Tabel 5: klassenindeling zuurgraad oppervlaktewater volgens het Handboek Natuurdoeltypen (Bal, D et al, 2001)

Saliniteit en elektrisch geleidingsvermogen (EGV)

Saliniteit is de hoeveelheid opgeloste zouten in water uitgedrukt in promille (‰). Saliniteit speelt een belangrijke rol bij het voorkomen en de verspreiding van waterorganismen, zo ook voor amfibieën. Uit de saliniteit kan bij benadering de chlorideconcentratie bepaald worden uitgedrukt in mg/l volgens onderstaande formule.

$$(\text{saliniteit (‰)} \times 1000) : 1,8 = X \text{ mg/l}$$

Door verdunning (regenval), verdamping (indikking) of kwel schommelen de chloridegehaltes per seizoen. Het belang van het chloride in relatie tot het voorkomen van amfibieën in de diverse levensstadia wordt hiermee benadrukt. Het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) geeft de mate weer

waarin water de stroom geleid en is een maat voor de totale ionenconcentratie van het water. Het EGV is hiermee bij benadering een maat voor het zoutgehalte. Het EGV wordt uitgedrukt in $\mu\text{S}/\text{cm}$. Een indeling van de zoutklassen is in tabel 6 weergegeven. De klassenindeling is ontleend aan het Handboek Natuurdoeltypen.

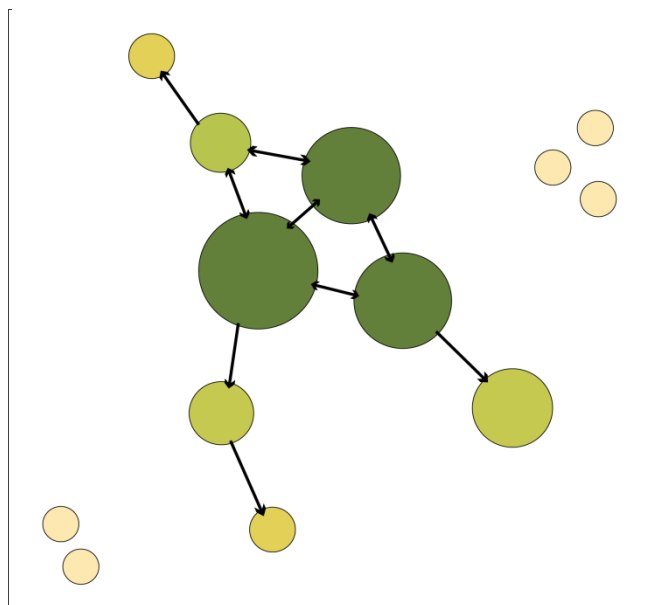
klasse	Chloride (Cl) in mg/l
zeer zoet	<150
zwak brak	150 - 300
licht brak	300 - 1.000
matig brak	1.000 - 3.000
sterk brak	3.000 - 10.000
sterk brak tot zout	>10.000

Tabel 6: klassenindeling zoutgehalte volgens het Handboek Natuurdoeltypen (Bal, D et al, 2001)

2.4 Metapopulatiestructuur

Ten behoeve van het onderzoek dienen ook andere factoren die van invloed kunnen zijn op het al dan niet voorkomen van amfibieën beoordeeld te worden. Wellicht de meest cruciale factor is de ligging van een poel ten opzichte van de metapopulaties van de soorten. De ligging - de onderlinge afstand tussen de poelen en de weerstand van het tussenliggende gebied - bepaalt de mate van isolatie en hiermee de mogelijkheid tot kolonisatie.

Door versnippering en kwaliteitsverlies van habitats komen veel soorten niet (meer) voor in kernpopulaties¹ maar in metapopulaties (netwerkpopulaties). Dit is een ruimtelijk versnipperde populatie waarbinnen genetische uitwisseling plaatsvindt (figuur 5). De verschillende deelpopulaties binnen een metapopulatie liggen dicht genoeg bij elkaar voor een succesvolle migratie van individuen en geïsoleerd genoeg om een onafhankelijke populatiedynamiek te vertonen (Levins, R, 1970).



Figuur 5: schematische weergave van een metapopulatie. Grotere leefgebieden zijn vaker bezet terwijl kleinere leefgebieden en leefgebieden aan de rand van de metapopulatie vaker onbezet zijn. Deze worden minder snel gekoloniseerd en de kans op uitsterven is groter. (Adriaens, T, Peymen, J & Decler, K, 2004)

Het ontstaan, de grootte en de instandhouding van een metapopulatie is een dynamisch proces van kolonisatie en extinctie dat wordt bepaald door:

- de dispersiecapaciteit van de soorten;
- de weerstand van het tussenliggende landschap (barrières, landgebruik);

¹ populaties die op zichzelf kunnen blijven bestaan en minder dan 5% kans hebben binnen 100 jaar uit te sterven

- de kwaliteit en kwantiteit van stepping stones en corridors.

De oppervlakte en de kwaliteit van het leefgebied zijn daarnaast van invloed op de uitsterfkans van de soorten.

Voordat uitspraken kunnen worden gedaan over de bandbreedte van de onderzoeksparameters en de relaties ervan met het voorkomen van amfibieën is het van belang de metapopulatiestructuur van de Zeeuwse amfibieën in beeld te brengen. Met betrekking tot de tijdens het onderzoek onderzochte poelen geeft dit met name informatie over de poelen waarin geen soorten zijn aangetroffen:

- wanneer een poel *binnen* de grenzen van een metapopulatie van een soort ligt maar de betreffende soort is tijdens het onderzoek niet in de poel aangetroffen, is dit mogelijk direct gerelateerd aan de waarde van de ecohydrologische parameters;
- wanneer een poel *buiten* de grenzen van een metapopulatie van een soort ligt en de betreffende soort is tijdens het onderzoek ook niet aangetroffen is dit niet direct gerelateerd aan de ecohydrologische parameters maar primair aan de mate van isolatie.

2.5 Overige factoren van invloed op voorkomen amfibieën

Naast de kwaliteit van het voortplantingswater en de isolatie zijn er nog een aantal factoren die van invloed kunnen zijn op het wel of niet voorkomen en succesvol voortplanten van amfibieën. Deze factoren zijn structureel meegenomen in het veldonderzoek zodat deze als mogelijke oorzaak van het ontbreken van amfibieën al dan niet uitgesloten kunnen worden. Hierbij de kanttekening dat de gevoeligheid voor de verschillende factoren per soort kan variëren.

Landgebruik

Beschaduwing en bladval

Bospoelen of poelen in de buurt van houtwallen of andere omliggende vegetatie hebben te maken met beschaduwing. Dit heeft tot gevolg dat het water minder snel opwarmt en er minder extreme schommelingen plaatsvinden in het poelmilieu. Een beschaduwde poel is ongeschikt voor veel waterplanten waardoor de primaire productie beperkt is. Daarnaast zorgt bladval voor een extra hoeveelheid organisch materiaal wat bij poelen met een hoge pH (snelle afbraak) tot eutrofiëring leidt en wat de zuurstofbalans in negatieve zin beïnvloedt. Beschaduwde poelen met veel organisch materiaal zijn vrijwel altijd soortenarmer dan niet beschaduwde poelen (Jaarsma, N. & Verdonschot, P., 2000 en Hanekamp, G., 2004), wat betreft de Zeeuwse soorten lijkt de alpenwatersalamander echter een voorkeur voor beschaduwde bospoelen te hebben.

Veebezetting

Bij weilandpoelen met een te hoge graasdruk wordt de oever in hoge mate vertrapt wat een negatief effect op de oevervegetatie heeft. Met uitzondering van de rugstreeppad die een pioniersituatie prefereert heeft dit een negatief effect op amfibieën. Daarnaast komt bij begrazing door runderen mest en urine in het water met eutrofiëring en vertroebeling tot gevolg. Door omrastering van de poel kunnen deze bezwaren grotendeels worden weggenomen tenzij het grasland zo intensief wordt gebruikt dat ondanks omrastering inspoeling van meststoffen en/of bestrijdingsmiddelen een negatieve invloed hebben (Hanekamp, G., 2004). In natuurgebieden waar begraaasd wordt is de graasdruk veelal relatief laag waardoor er niet of nauwelijks nadelige invloed is op de poelen. De aanwezigheid van vele (weide)vogels (met name eenden en ganzen) in de omgeving van een poel werkt eveneens eutrofiëring in de hand en is zodoende ongunstig voor de biodiversiteit in en om de poel.

Dimensies

Diepte

Aangezien amfibieën hun eieren over het algemeen afzetten in ondiep water bestaat het risico dat een te ondiepe poel in de zomermaanden droogvalt terwijl de amfibieënlarven nog geen volledige metamorfose hebben ondergaan en dus verloren gaan. Dit kan het geval zijn bij een poel met een goed doorlatende bodem die boven de laagste zomergrondwaterstand ligt. In voorkomende situaties dient om droogvallen te voorkomen de poel minimaal 50 cm onder de zomergrondwaterstand te liggen. Een poel met een ondoorlatende bodem die niet diep genoeg is om voldoende regenwater vast te houden gedurende de

zomer kan daarentegen te vroeg droogvallen, deze poelen dienen bij voorkeur zo'n 1 tot 1,5 m diep te zijn. Periodiek droogvallen aan het einde van de zomer wanneer de juvenielen het voortplantingswater hebben verlaten kan overigens gewenst zijn om een poel te ontdoen van eventueel aanwezige vissen (zie ook "predatie en concurrentie") (Hanekamp, G., 2004).

Oevertalud

De oever is een belangrijke deelbiotoop voor amfibieën. Een brede oeverzone en een afwisseling van steile en minder steile delen (zowel op de oever als onder water) heeft een grote variatie aan habitats en dus een grote diversiteit in flora en fauna. Aan de noord- en oostzijde, die het langst door de zon worden beschenen, is het talud bij voorkeur flauw ($\pm 1:5$) tot zacht glooiend; het ondiepe water wordt hier snel opgewarmd ten gunste van de ontwikkeling van eieren en larven maar ook van hun voedseldieren. (Hanekamp, G., 2004).

Vorm en oppervlakte

Hoewel er wel amfibieën in kunnen voorkomen zijn poelen kleiner dan 50 m² voor vele soorten te klein. De geringe afmeting heeft een negatieve invloed op de biodiversiteit en de kans op uitsterven van een populatie is groter, zeker wanneer er geen poelen in de directe nabijheid liggen. De poel zal bovendien sneller verlanden en droogvallen. Een grote poel heeft vanzelfsprekend een grotere oeverlengte wat eveneens de biodiversiteit ten goede komt, zeker wanneer de oever ook nog eens grillig is van vorm. Een te grote oppervlakte heeft daarentegen te veel golfslag tot gevolg. Hoewel niet eenduidig aan te geven wordt uitgegaan van 250 m² als ideale oppervlakte (Hanekamp, G., 2004).

Predatie en concurrentie

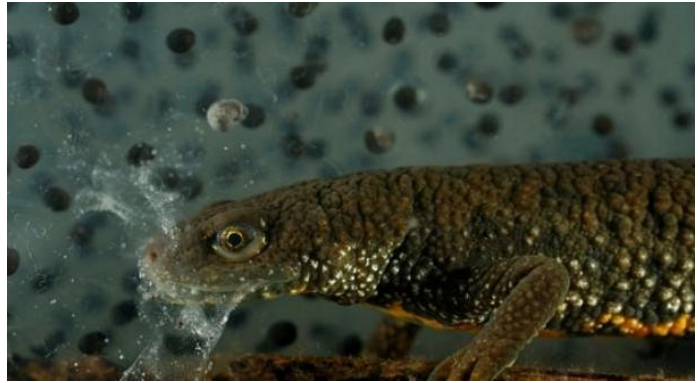
Eieren en larven van amfibieën zijn onderhevig aan predatie van diverse vissoorten, dit geldt met name voor eieren en larven van salamanders. Salamanders zetten eieren individueel af tussen blaadjes van waterplanten die door vissen gegeten worden. Tevens is het aantal eieren dat salamanders afzetten klein, zijn de populaties vaak relatief klein en is de voortplantingsnelheid lager dan bij bijv. bruine kikker of gewone pad, dit alles maakt salamanders kwetsbaar (Bauwens, D et al, 2006). De eieren en larven van kikkers worden eveneens gegeten door vis, omdat kikkers hun eieren echter in veel grotere aantallen afzetten is de kans op overleving groter. Larven van de gewone pad zijn minder geliefde prooi voor vissen doordat zij gifklieren (afscheiding bufotoxine) bezitten (Beebee, T.J.C., 1981), hiermee vergroot de gewone pad zijn concurrentiepositie ten opzichte van andere soorten. Ten slotte is ook de vroege voortplantingsperiode van de gewone pad en bruine kikker gunstig omdat vissen dan nog niet zo actief zijn (van Uchelen, E. , 2006).

Naast predatie door vis vallen eieren en/of larven ook ten prooi aan andere amfibieën, met name de kamsalamander kan het voortplantingssucces van andere amfibieën sterk doen afnemen. Pas gemetamorfoseerde boomkikkers kunnen daarnaast een prooi zijn voor groene kikkers (van Uchelen, E., 2006). Ten slotte kunnen eieren en larven van amfibieën ten prooi vallen aan o.a. geelgerande waterkevers, libellenlarven en watertorren.

Wanneer een individu de metamorfose heeft doorstaan is het gevaar van predatie nog niet geweken. Zowel juvenielen als adulten vallen ten prooi aan vogels (o.a. reiger, buizerd, steenuil (van de Laar, J., 2008)) en aan zoogdieren (o.a. bunzing, vos, egel (Nöllert, A & Nöllert, C, 2001)).



blauwe reiger met bruine kikker (foto: P. v.d. Poel, RAVON)



predatie eieren bruine kikker door kamsalamander (foto: S. Zankl, www.photoshelter.com)

Watervegetatie

Alle soorten hebben in meer of mindere mate watervegetatie nodig. Kikkers en salamanders om hun eieren af te zetten, en daarnaast geven waterplanten beschutting en schuilmogelijkheden tegen predatoren. Het al dan niet voorkomen van watervegetatie is sterk afhankelijk van de chemische waterkwaliteit, de watertemperatuur, het doorzicht en de lichtinval in de poel. Verlandingsvegetatie zoals riet is tevens positief met het oog op beschutting maar een te hoge mate van verlanding is uiteraard ongunstig en heeft bij het verzuimen van opschoning het verdwijnen van de poel tot gevolg.

3. METHODIEK

Ten behoeve van het onderzoek zijn gegevens verzameld die na ordening, analyse en interpretatie hebben geleid tot de conclusies. In dit hoofdstuk wordt een toelichting gegeven over de wijze waarop het veldwerk is uitgevoerd en de verzamelde gegevens zijn geanalyseerd en geïnterpreteerd.

3.1 Veldwerk

Van de onderzochte poelen bleken bij SLZ en HZL weinig waterkwaliteitsgegevens aanwezig. Derhalve zijn de relevante waterkwaliteitsparameters per poel gemeten. Vanwege de temporele variatie van de waterkwaliteitsparameters zijn alle poelen driemaal bemonsterd met een interval van 3 tot 4 weken. Hierdoor konden seizoensinvloeden als gevolg van verdamping en een toenemende primaire productie in beeld worden gebracht hetgeen van belang is voor het bepalen van de bandbreedte waarbinnen amfibieën voorkomen.

Ecohydrologische parameters

De nutriënten, in de vorm van nitraat, nitriet, ammonium en fosfaat zijn per locatie gemiddeld tweemaal bepaald met behulp van een testkit van het merk Sera. De monsters in de poel zijn verzameld met behulp van kuvetten net onder het wateroppervlak om de invloed van opdwareland bodemslib zoveel mogelijk te voorkomen. Ter controle op deze testkitmonsters zijn op 10 onderzoekslocaties duplomonsters genomen die in het laboratorium zijn geanalyseerd. Voor een toelichting op de testkit en de laboratoriumanalyse zie kader 1.

De zuurgraad is per locatie gemiddeld driemaal gemeten met een handmeter van het merk WTW type pH330. Hierbij werd de meetelektrode tijdens de meting circa 30 cm onder de wateroppervlakte gedompeld. Met dit meetinstrument is tevens de watertemperatuur bepaald.

De EGV en de saliniteit zijn per locatie gemiddeld driemaal gemeten met een handmeter van het merk WTW type LF330. De meetelektrode werd tijdens de meting circa 30 cm onder de wateroppervlakte gedompeld. Zoals toegelicht in paragraaf 2.3 kan aan de hand van de saliniteit bij benadering het chloridegehalte bepaald worden.

Soorten

De geselecteerde poelen zijn gemiddelde driemaal onderzocht op de aanwezigheid van amfibieën met behulp van een RAVON-schepnet (afmeting van 55 x 70 cm). Uitzondering hierop vormt een beperkt aantal poelen waarin de rugstreeppad en de boomkikker is aangetroffen. De reden hiervan is dat deze pas vanaf half mei actief zijn. In deze poelen is één, hooguit twee keer een bemonstering uitgevoerd. Gedurende het onderzoek zijn door SLZ in enkele in het onderzoek betrokken poelen amfibieënfuiken geplaatst. De hieruit verkregen resultaten zijn in de analyse meegenomen.

Voor het determineren van de waarnemingen is gebruik gemaakt van de “Veldgids Herkenning Reptielen & Amfibieën” van RAVON. Met name voor de verschillende kikkers was het niet altijd mogelijk de individuen, larven of eieren met zekerheid te determineren, hiervoor zijn de aanbevelingen uit bovengenoemde gids overgenomen:

- groene kikkers (meerkikker en bastaardkikker) waren niet van elkaar te onderscheiden, deze zijn benoemd als “groene kikker onbepaald”;
- zowel de eieren als de larven van de heikikker en de bruine kikker waren niet van elkaar te onderscheiden. Op Schouwen-Duiveland zijn deze benoemd als bruine/heikikker omdat volgens de verspreidingsgegevens beide soorten hier voorkomen, in Zeeuws-Vlaanderen zijn deze benoemd als bruine kikker omdat de heikikker hier niet voorkomt volgens de verspreidingsgegevens.

Overige factoren

De overige factoren zoals beschreven in paragraaf 2.5 zijn op de onderzoekslocaties geïnventariseerd. Omdat deze factoren niet primair onderwerp van het onderzoek zijn is het detailniveau van deze inventarisaties beperkt gehouden. Met name is gelet op extremen die er de oorzaak van kunnen zijn dat er geen amfibieën voorkomen. Eveneens kunnen deze overige factoren, in combinatie met de analyse van de metapopulatiestructuur de uitspraken betreffende de invloed van de waterkwaliteit op amfibieën versterken.

Kader 1: Toelichting nutriëntentest

Voor het onderzoek naar de trofiegraad van oppervlaktewater bestaan diverse analysemethoden. De meest betrouwbare analyse wordt uitgevoerd in het laboratorium middels spectrofotometrie. Deze bepalingen zijn landelijk gestandaardiseerd en nauwkeurig. Kanttekening is dat deze analyse duur en tijdrovend is. In het kader van het onderzoek is gezocht naar een testkit die in het veld snel resultaat oplevert, relatief goedkoop is maar toch een acceptabel resultaat geeft.

Teststrookjes bleken vanwege de grote foutenmarge (ervaring van diverse leveranciers) en het niet kunnen bepalen van alle parameters ongeschikt. Uiteindelijk is gekozen voor een testkit van het merk Sera. Deze fabrikant levert testreagentia in de vorm van druppelflesjes waarbij de voor het onderzoek relevante stoffen (NH_4^+ , PO_4^{3-} , NO_3^- en NO_2^-) onderzocht kunnen worden. De testkit bestaat uit een aantal chemicaliën die volgens een gestandaardiseerde methode (concentratie en reactietijd) in het veld met het watermonster gemengd worden. De kleuromslag van het monster dient vergeleken te worden met een bijgeleverde kleurenkaart die bepalend is voor de concentratie van de nutriënten. Op de kleurenkaart is per onderscheiden parameter de schaalverdeling zoals in tabel 7 gehanteerd.

parameter	range (mg/l)
PO_4^{3-} (fosfaat)	0,1 – 0,25 – 0,5 – 1 – 1,25 – 2 – 2,5 – 4 – 5 – 10
NO_3^- (nitraat)	0 – 10 – 25 – 50 – >100
NO_2^- (nitriet)	0 – 0,5 – 1 – 2 – 5
NH_4^+ (ammonium)	0 – 0,5 – 1 – 2 – 5 – 10

Tabel 7: schaalverdeling kleurenkaart testkit Sera

Teneinde de met de testkit bepaalde meetwaarden te controleren op juistheid zijn op tien onderzoekslocaties duplomonsers genomen. De duplomonsers zijn geanalyseerd door het Grond-, Gewas- en Milieulaboratorium te Graauw dat STER gecertificeerd is. De duplomonsers zijn naast de hiervoor genoemde parameters onderzocht op: Biochemisch Zuurstofverbruik (BZV), onopgeloste bestanddelen, ortho-fosfaat, Kjeldahl stikstof, sulfaat, chloride, chlorophyl-a en faeopigment. Deze parameters geven aanvullende informatie over de chemische en biologische toestand van het in de poelen aanwezige water.

Door van deze tien locaties de meetresultaten van de Sera testkit te vergelijken met de resultaten van de laboratoriumanalyse kan een uitspraak worden gedaan over de betrouwbaarheid van de Sera testkit. Voor de resultaten hiervan wordt verwezen naar hoofdstuk 4.

3.2 Analyse en interpretatie

Bandbreedte

Om de bandbreedte van de parameters waarbinnen soorten voor kunnen komen vast te stellen zijn de gegevens per soort geanalyseerd. Van de poelen waar soorten zijn aangetroffen kan gezegd worden dat de soorten bij de gemeten waarden van de parameters in ieder geval voor kunnen komen. Er is vanuit gegaan dat voor saliniteit, EGV en Cl^- , alleen een maximum waarde is waarboven soort niet voorkomt. Wat betreft NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- en PO_4^{3-} is dezelfde aanname gehanteerd waarbij opgemerkt wordt dat er waarschijnlijk wel een zekere voedselrijkdom gewenst is. In het kader van dit onderzoek is echter slechts de bovengrens van deze parameters relevant, dit blijkt uit het feit dat alle soorten ook zijn aangetroffen in poelen waarbij deze parameters zijn bepaald op 0,0 mg/l. Gesteld wordt dat ondanks een meetwaarde van 0 toch altijd een geringe hoeveelheid aan nutriënten (met name NO_3^-) aanwezig is, deze is echter zo klein dat die niet met de gebruikte methode te bepalen is. Voor de zuurgraad geldt wel een minimum en maximum waarde.

Poelen die binnen een metapopulatie van een soort liggen, maar waar deze niet zijn aangetroffen (zie ook paragraaf 2.4) zijn met het oog op het onderzoeksdoel veelzeggend (wanneer een soort buiten een metapopulatie valt is er vanuit gegaan dat dit primair het gevolg is van isolatie). Gepoogd is een meer nauwkeurige bandbreedte van de ecohydrologische parameters aan te geven door deze onderzoekslocaties te analyseren. Hierbij zijn behalve de ecohydrologische parameters ook de overige factoren in de analyse betrokken; wanneer deze overige factoren ogenschijnlijk geen rol spelen is de waterkwaliteit mogelijk de oorzaak van het niet voorkomen.

SPSS

Om relaties te onderzoeken tussen de ecohydrologische parameters en de soorten, is gebruik gemaakt van de analysesoftware SPSS. Door een multiële lineaire regressie uit te voeren van de soorten tegen de ecohydrologische parameters kan een relatie aangetoond worden; bij een significantie $< 0,05$ is een relatie aangetoond. Hierbij zijn onderstaande uitgangspunten gehanteerd:

- de reeksen van de ecohydrologische parameters mogen niet te scheef verdeeld zijn ($-1 < \text{scheefheid} < 1$), bij een te scheve verdeling is de reeks getransformeerd naar een logaritmische schaal, is de reeks hierna nog te scheef verdeeld is deze geheel buiten beschouwing gelaten;
- de multiële lineaire regressie is *per soort* uitgevoerd;
- per soort zijn uitsluitend de gegevens van onderzoekslocaties *binnen* een metapopulatie van de soort gebruikt, van de overige onderzoekslocaties kan geen uitspraak worden gedaan over de mogelijke relaties, het betrekken van deze overige locaties in de analyse maakt deze minder betrouwbaar;
- voor het zoutgehalte is uitgegaan van het EGV, dit is sterk gecorreleerd met de saliniteit en het chloridegehalte. Saliniteit of chloride is wel gebruikt voor de analyse indien er sprake is van een te scheve verdeling van de EGV-reeks;
- het aantal individuen/larven/eieren is niet betrokken in de analyse omdat voor de doelstelling alleen relevant is of een soort wel of niet voorkomt (voorkomen = 1, niet voorkomen = 0);
- waar een poel meerdere (3) malen is bezocht zijn alle meetwaarden van de ecohydrologische parameters in de analyse betrokken, soorten die eenmalig zijn aangetroffen zijn als permanent aanwezig aangemerkt.

Een voorbeeld van de uitwerking in SPSS is bijgevoegd als bijlage 4.

Canoco

Met behulp van het ordinatieprogramma Canoco kan een ordening worden aangebracht in de gegevens. Onderzoekslocaties, soorten en ecohydrologische parameters worden weergegeven in een diagram waarbij overeenkomstige punten dicht bij elkaar worden geplaatst en punten die veel van elkaar verschillen ver uit elkaar. Op deze manier kunnen vaak de belangrijkste varianties worden verklaard in het voorkomen van de soorten (van Katwijk, M.M. & ter Braak, C.J.F., 2003).

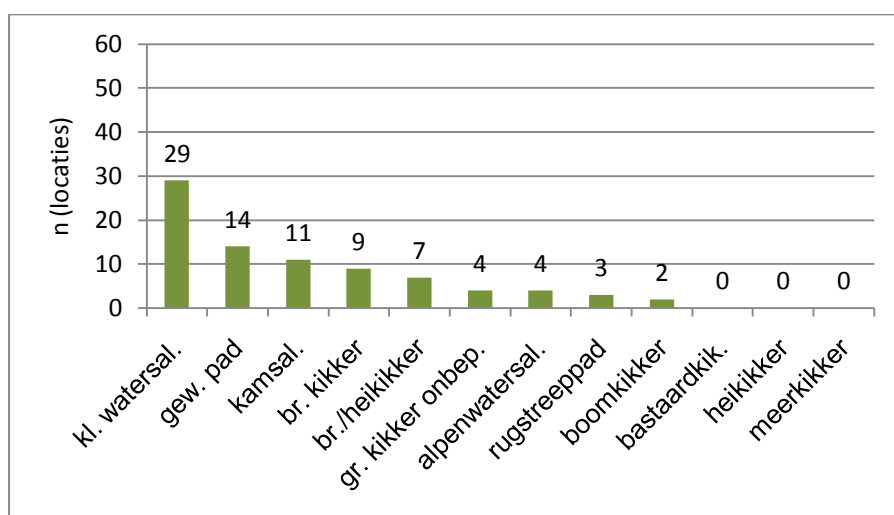
De keuze van de ordinatietechniek wordt bepaald door de eigenschappen van de variabelen en de beschikbaarheid van de gegevens. In het geval van het zoutgehalte (EGV) en de trofiegraad is gekozen voor een PCA (Principale Componenten Analyse), hierbij wordt het verband tussen de parameters en de soorten als lineair beschouwd. Bij de zuurgraad is gekozen voor een CA (Correspondentie Analyse) waarbij het verband als unimodaal wordt beschouwd (er is een optimum respons van de soorten op de parameters).

4. ANALYSERESULTATEN

In het kader van het onderzoek zijn 60 poelen onderzocht. Deze zijn gemiddeld driemaal bemonsterd op amfibieën en chemische kwaliteit (ecohydrologische parameters). Daarnaast zijn de overige van invloed zijnde (omgevings)factoren geïnventariseerd. In dit hoofdstuk zijn de resultaten uiteengezet van de analyse zoals beschreven in paragraaf 3.2. Voor de resultaten van de laboratoriumanalyse en het vergelijkend onderzoek met betrekking tot de betrouwbaarheid van de in het veld gebruikte nutriëntentest wordt verwezen naar kader 2. Een compleet overzicht van de tijdens het veldonderzoek verzamelde gegevens is bijgevoegd als bijlage 5.

4.1 Bandbreedte ecohydrologische parameters

In figuur 6 zijn per soort het aantal locaties weergegeven waar deze zijn aangetroffen. Op bijna de helft van de onderzochte locaties is de kleine watersalamander aangetroffen. Gewone pad, kamsalamander en bruine kikker zijn in respectievelijk 14, 11 en 9 poelen aangetroffen. De overige soorten zijn waargenomen in een range van 0 tot 7 locaties. Het betreft hier met name de “late” soorten. Voor deze soorten geldt dat ten opzichte van de overige soorten verhoudingsgewijs weinig meetgegevens verzameld zijn. Dit legt op voorhand beperkingen op ten aanzien van de betrouwbaarheid waarmee een uitspraak kan worden gedaan over de bandbreedte waarbinnen deze soorten kunnen voorkomen.



Figuur 6: aantal locaties waar soorten waargenomen zijn

In tabel 8 zijn de maximum en minimum (zuurgraad) gemeten waarden van de ecohydrologische parameters weergegeven waarbij soorten tijdens het veldonderzoek zijn aangetroffen. Binnen deze bandbreedte kan met zekerheid gesteld worden dat de soorten voor kunnen komen. Enerzijds moet opgemerkt worden dat de parameters onderhevig zijn aan (seizoen)schommelingen waardoor de waarden in tabel 8 uitschieters kunnen zijn; dat de soorten zijn aangetroffen bij deze waarden wil niet per definitie zeggen dat bij deze waarden tevens succesvolle voortplanting kan plaatsvinden. Anderzijds zijn dit slechts waarden gemeten tijdens het onderzoek, in werkelijkheid kan de bandbreedte ook ruimer zijn.

	zoutgehalte			zuurgraad		trofiegraad			
	EGV µS/cm max.	sal. ‰ max.	Cl ⁻ mg/l max.	pH min.	pH max.	NH ₄ ⁺ mg/l max.	NO ₃ ⁻ mg/l max.	NO ₂ ⁻ mg/l max.	PO ₄ ³⁻ mg/l max.
alpenwatersalamander	825	0,2	111,1	7,3	8,4	0,1	4,0	2,0	0,1
kamsalamander	2120	0,9	500	7,5	9,8	0,8	4,0	2,0	4,0
kl. watersalamander	3120	1,5	833,3	6,6	9,8	4,0	8,0	2,0	4,0
gewone pad	875	0,2	111,1	7,5	10,4	4,0	8,0	2,0	1,0
rugstreepad	7560	4,1	2278	7,4	7,6	2,0	4,0	0,5	1,0
boomkikker	429	<0,1	<55	7,2	9,4	0,6	3,0	0,1	1,5
bruine kikker	4980	2,6	1444	7,0	9,8	0,2	8,0	0,1	0,1
groene kikker onbep.	763	0,1	55,6	6,8	8,5	0,2	4,0	0,1	1,8
bruine/heikikker	834	0,5	277,8	7,2	8,3	4,0	6,0	0,2	0,1

Tabel 8: maximum en minimum (zuurgraad) waarden ecohydrologische parameters waarbinnen soorten tijdens het veldonderzoek zijn aangetroffen (adulten, larven of eieren). Waar poelen meerdere malen zijn onderzocht zijn alle meetwaarden op deze locatie gebruikt en zijn soorten die eenmalig zijn aangetroffen als permanent aanwezig aangemerkt.

Het is aannemelijk dat een succesvolle voortplanting bij een smallere bandbreedte plaatsvindt. Gezien de einddatum van het veldonderzoek (begin juni) is het te vroeg om met zekerheid vast te stellen of de voortplanting succesvol is geweest in de poelen waar larven zijn aangetroffen. Tot het moment dat de larven volledig zijn gemetamorfoseerd en het water verlaten staan zij nog aan allerlei risico's bloot zoals predatie en droogvallen van de poel (zie ook paragraaf 2.5). Desondanks zijn in tabel 9 de maximale en minimale (zuurgraad) gemeten waarden van de ecohydrologische parameters weergegeven waarbij larven zijn aangetroffen. Gesteld kan worden dat binnen deze bandbreedte de eifase in ieder geval succesvol is doorstaan en de waterkwaliteit geen belemmering is voor het uitkomen van de eieren. Aangenomen kan worden dat de werkelijke bandbreedte waarbinnen de eieren uitkomen ruimer is gezien het relatief beperkte aantal waarnemingen van larven tijdens het onderzoek.

		zoutgehalte			zuurgraad		trofiegraad			
	aantal locaties waar larven zijn waargenomen	EGV µS/cm max.	sal. ‰ max.	Cl ⁻ mg/l max.	pH min.	pH max.	NH ₄ ⁺ mg/l max.	NO ₃ ⁻ mg/l max.	NO ₂ ⁻ mg/l max.	PO ₄ ³⁻ mg/l max.
kamsalamander	1	355	<0,1	<50	9,1	9,1	-	1,0	-	0,1
kl. watersalamander	1	355	<0,1	<50	9,1	9,1	-	1,0	-	0,1
gewone pad	13	834	0,2	111,1	7,7	9,8	0,1	8,0	0,1	0,1
rugstreepad	2	7560	4,1	2278	7,5	7,6	-	-	-	0,1
boomkikker	1	355	<0,1	<50	9,1	9,1	-	1,0	-	0,1
bruine kikker	8	550	<0,1	<50	7,7	9,4	0,1	8,0	0,1	0,1
bruine/heikikker	3	275	<0,1	<50	7,2	8,2	-	6	-	0,1

Tabel 9: maximum en minimum (zuurgraad) waarden ecohydrologische parameters waarbinnen larven tijdens het veldonderzoek zijn aangetroffen. Hierbij zijn alleen de waarden gebruikt die zijn gemeten op het moment dat de larven zijn aangetroffen.

Met name de poelen waarin een soort niet aangetroffen is maar die wel binnen de grens van een metapopulatie liggen zijn interessant voor het onderzoek. Gesteld wordt dat de poelen die *binnen* de grenzen van een metapopulatie van een soort liggen maar waar de betreffende soort niet is aangetroffen, het ontbreken van de soort mogelijk direct gerelateerd is aan de waarde van de ecohydrologische parameters. Wanneer een poel *buiten* de grenzen van een metapopulatie van een soort ligt waarin deze niet is aangetroffen is gesteld dat het ontbreken van de soort niet direct gerelateerd is aan de ecohydrologische parameters maar toe te schrijven is aan isolatie.

Een volledige weergave van de ligging van de metapopulaties van de Zeeuwse amfibieën is weergegeven in bijlage 6, hierbij moeten een aantal opmerkingen worden gemaakt:

- De metapopulaties zijn gebaseerd op waarnemingen tussen 2005 en 2010, ter beschikking gesteld door RAVON, Stichting Het Zeeuwse Landschap en SLZ. Hoewel de gebieden die voor het

onderzoek relevant zijn jaarlijks worden onderzocht, kan met 100% zekerheid worden gezegd dat de verspreidingsgegevens niet compleet zijn, ook wanneer soorten wel zijn opgemerkt worden gegevens niet altijd verwerkt (med. L. Calle 2010). De metapopulaties van een aantal soorten zijn om deze reden waarschijnlijk aanzienlijk onderschat. Volgens niet geverifieerde gegevens uit het veld geldt voor de alpenwatersalamander de grensstreek Koewacht - Clinge en noordelijk tot en met Hulst, voor de kleine watersalamander nagenoeg geheel Zeeuws-Vlaanderen, voor de gewone pad en de bruine kikker geheel zeeland en voor de bastaardkikker/meerkikker zowel west als oost Zeeuws-Vlaanderen (med. L. Calle).

- De verspreidingsgegevens van de boomkikkers op Schouwen-Duiveland zijn niet meegenomen omdat dit een geïntroduceerde variant uit Kroatië betreft.
- De metapopulaties zijn gebaseerd op soortspecifieke dispersieafstanden. De moeilijkheid hierbij is dat de dispersieafstanden van amfibieën lastig te bepalen zijn. De literatuur is niet eenduidig en doet uiteenlopende uitspraken over de dispersieafstanden van amfibieën, derhalve zijn dan ook geen exacte afstanden aan te geven. Ten behoeve van dit onderzoek is voor het bepalen van de metapopulatiestructuur gebruik gemaakt van de dispersieafstanden zoals opgenomen in “De amfibieën en reptielen van Nederland” van RAVON (Creemers, R & van Delft, J., 2009), deze zijn als in tabel 10.

alpenwatersalamander	400 m
kamsalamander	1000 m
kleine watersalamander	600 m
gewone pad	1500 m
rugstreeppad	500 m
boomkikker	850 m
heikikker	3000 m
bruine kikker	1350 m
meerkikker	200 m
bastaardkikker	2000 m

Tabel 10: dispersieafstanden amfibieën volgens RAVON

Met behulp van een aanvullende analyse aan de hand van de eerder genoemde stelling (bij poelen die binnen de grenzen van een metapopulatie van een soort liggen maar waar deze soort niet is aangetroffen is dit mogelijk direct gerelateerd is aan de waarde van de ecohydrologische parameters) is gepoogd een verfijning aan te brengen op de in tabel 8 gepresenteerde bandbreedte. Hiervoor zijn de onderzoekslocaties die binnen een metapopulatie van een soort liggen, maar waar de betreffende soort niet is aangetroffen nader bekeken. Naast de ecohydrologische parameters zijn hierbij tevens de overige factoren die van invloed zijn op het voorkomen van amfibieën betrokken. De totale analysesresultaten zijn onderstaand per soort weergegeven, de complete onderbouwing van de resultaten van de aanvullende analyse, alsmede een overzicht van de poelen die voldoen het genoemde criterium is bijgevoegd als bijlage 7. In tabel 11 zijn waar mogelijk de bandbreedtes uit de analyse vergeleken met die in de literatuur (voor zover bekend).

Alpenwatersalamander

De soort is op 4 locaties waargenomen langs de zuidgrens van Zeeuws-Vlaanderen op de dekzandgronden rondom Aardenburg en Koewacht. Van de onderzoekslocaties is bekend dat de soort hier al jaren voorkomt en voortplant (monitoringsprogramma RAVON). De meetrange voor EGV ligt tussen 97 - 825 $\mu\text{S}/\text{cm}$, wat als zoet kan aangemerkt worden. Het fosfaat- en ammoniumgehalte was laag. Het nitraatgehalte was matig hoog. Voor de zuurgraad is een meetrange vastgesteld van 7,3 - 8,4, neutraal tot licht basisch. Door het geringe aantal verzamelde gegevens van deze soort kan deze bandbreedte echter niet nauwkeurig bepaald worden. Desondanks kan met zekerheid gesteld worden dat de soort bij een EGV = 825 $\mu\text{S}/\text{cm}$, een zuurgraad van neutraal tot licht basisch en in matig geëutrofeerd water voorkomt. In werkelijkheid zijn de bandbreedtes mogelijk ruimer dan in tabel 8.

Kamsalamander

De kamsalamander is op 11 locaties in Zeeuws-Vlaanderen vastgesteld. In de rest van Zeeland is de soort tot op heden niet waargenomen. Voor EGV is een meetrange vastgesteld van 97 - 2120 $\mu\text{S/cm}$, zeer zoet tot licht brak. De waarnemingen zijn gedaan op klei- en zandgrond. De 2 locaties waar de relatief hoge EGV waarden zijn gemeten worden beïnvloed door kwelwater. Op de overige 9 locaties bedroeg de EGV maximaal 750 $\mu\text{S/cm}$. Wat de nutriënten betreft was opvallend het sterk verhoogde gehalte aan fosfaat op locatie 52. De overige locaties waren beduidend lager. De trofiegraad kan als matig hoog aangemerkt worden. Voor de zuurgraad is een range vastgesteld van 7,5 - 9,8, neutraal tot zwaar basisch. De meeste meetwaarden bevonden zich in de range 8,5 - 9,0. Uit de aanvullende analyse komt dat zowel de minimum (7,5) als maximum (9,8) meetwaarde bepaald is op locaties waar andere negatieve aspecten ogenschijnlijk geen rol spelen, deze waarden worden dus bevestigd door de aanvullende analyse en komen waarschijnlijk goed overeen met de boven- en ondergrens waarbinnen de kamsalamander voor kan komen. Wat de overige ecohydrologische parameters betreft kan geen nauwkeurigere uitspraak worden gedaan over de grenswaarden, in werkelijkheid zijn de bandbreedtes mogelijk ruimer dan in tabel 8.

Kleine watersalamander

Voor EGV is een meetrange vastgesteld van 62 - 3120 $\mu\text{S/cm}$. De hoge meetwaarden zijn gemeten in met kwelwater beïnvloede poelen. Op de meeste locaties ($n = 24$) is het EGV < 1000 $\mu\text{S/cm}$. De zuurgraad is bepaald in een range van 6,6 - 9,8, licht zuur tot zwaar basisch. Wat de nutriënten betreft blijkt de soort niet gevoelig te zijn voor een zekere mate van verontreiniging. De maximaal gemeten ammonium-, nitraat- en fosfaatconcentraties kunnen als hoog aangemerkt worden. Vermeldenswaardig is de poel (ID nr. 27) gelegen op de Vroongronden (Schouwen-Duiveland) die door een kudde van ruim 30 damherten wordt gebruikt als drinkplaats en waar deze zich in en om de poel tevens ontlasten (waarneming auteurs), in deze poel zijn desondanks hoge aantallen kleine watersalamanders aangetroffen. Gezien het relatief hoge aantal waarnemingen kan gesteld worden dat de kleine watersalamander kan voorkomen in poelen met een EGV = 3120 $\mu\text{S/cm}$ (licht brak). Uit de aanvullende analyse komt dat de minimum pH-waarde (6,6, neutraal) bepaald is op locaties waar ogenschijnlijk andere negatieve aspecten geen dominante rol spelen. Deze waarde wordt dus bevestigd door de aanvullende analyse en komt waarschijnlijk goed overeen met de ondergrens van de zuurgraad voor de kleine watersalamander. Wat de nutriënten betreft neigen de gemeten waarden er naar te tenderen dat de kleine watersalamander een hoge mate van verontreiniging kan verdragen.

Gewone pad

Voor EGV is een meetrange vastgesteld van 257 - 875 $\mu\text{S/cm}$. De zuurgraad is bepaald in een range van 7,5 - 10,4, licht tot zwaar basisch. Op de locatie waar de hoge pH is gemeten zijn larven van de soort aangetroffen. Wat de gemeten nutriëntenconcentraties betreft is deze vergelijkbaar met die van de kleine watersalamander. Ammonium, nitraat en fosfaat kunnen als hoog aangemerkt worden. Op grond van de meetwaarden wordt gesteld dat de gewone pad kan voorkomen in poelen met een EGV = 875 $\mu\text{S/cm}$ en bestand is tegen een zeer hoge pH (10,4). Uit de aanvullende analyse komt dat de ondergrens van de pH (7,5) meerdere keren wordt benaderd op locaties waar overige negatieve aspecten ogenschijnlijk geen dominante rol spelen. Deze waarde wordt dus bevestigd door de aanvullende analyse. Wat de nutriënten betreft neigen de meetwaarden er naar te tenderen dat de gewone pad een hoge mate van verontreiniging in de vorm van stikstof en fosfaat kan verdragen. Het aantal metingen is echter te gering om hier een betrouwbare uitspraak over te doen.

Rugstreeppad

De soort is aangetroffen op 3 locaties in Zeeuws-Vlaanderen. Voor EGV is een meetrange vastgesteld van 644 - 7560 $\mu\text{S/cm}$, van zoet tot matig brak. Op de locatie met de hoogst gemeten EGV waarde zijn ook larven aangetroffen. Wat de zuurgraad betreft wordt opgemerkt dat de soort is aangetroffen in een range van 7,4 - 7,6. De gemeten nutriëntenconcentraties zijn op 2 van de 3 locaties laag. Gelet op het geringe aantal waarnemingen kan voor deze soort geen betrouwbare uitspraak gedaan worden over het voorkomen van de soort ten aanzien van de zuurgraad en de trofiegraad. In werkelijkheid zijn de bandbreedtes mogelijk ruimer dan in tabel 8. Wat het zoutgehalte betreft kan worden gesteld dat rugstreeppad in de ei- en larvefase kan voorkomen bij een EGV = 7560 $\mu\text{S/cm}$. Hiermee wijkt de soort duidelijk af van de andere in Zeeland voorkomende amfibieën.

Boomkikker

De boomkikker is aangetroffen in de ei- en larvefase op 2 locaties in Zeeuws-Vlaanderen. Voor de EGV is een meetrange vastgesteld van 243 - 429 $\mu\text{S/cm}$ hetgeen als zoet kan aangemerkt worden. In poelen waar de soort niet is aangetroffen maar waarvan bekend is (med. HZL) dat ze in voorgaande jaren wel aanwezig waren zijn dezelfde meetwaarden vastgesteld. Voor de zuurgraad is een range gemeten van 7,2 - 9,4. De nutriëntenconcentraties kunnen met uitzondering van fosfaat als laag worden aangemerkt. Door het geringe aantal onderzoekslocaties is geen betrouwbare uitspraak te doen over de bandbreedte van de parameters waarbij de boomkikker voor kan komen, in werkelijkheid zijn deze mogelijk ruimer. Gesteld kan wel worden dat de soort voorkomt bij een EGV = 429 $\mu\text{S/cm}$ en een pH range van 7,2 - 9,4. Uit de aanvullende analyse komt dat de grenswaarde voor het zoutgehalte wordt benaderd op een aantal locaties waar overige negatieve aspecten ogenschijnlijk geen dominante rol spelen, deze waarde wordt dus bevestigd door de aanvullende analyse.

Bruine kikker

Voor de EGV is een meetrange vastgesteld van 257 - 4980 $\mu\text{S/cm}$, zeer zoet tot matig brak. De hoge meetwaarde is vastgesteld in De Putting rondom Kloosterzande (locatie 32), een gebied met veen in de bodem en zoute kwel. Op de overige locaties zijn de zoutgehalten niet hoger dan 800 $\mu\text{S/cm}$. De pH voor deze soort ligt tussen 7,0 - 9,8, neutraal tot zwaar basisch. Bij pH > 9,0 zijn eieren en larven aangetroffen. Wat de nutriënten betreft is de soort ten opzichte van de andere soorten waargenomen in poelen met de laagste concentraties aan voedingsstoffen, uitgezonderd nitraat. Ondanks het lage aantal waarnemingen kan gesteld worden dat de soort zich kan voortplanten in poelen met een zeer hoge pH en een hoog zoutgehalte waarbij de eieren en larven zich handhaven. Wat de voedingsstoffen betreft neigen de metingen te tenderen naar een voorkeur voor voedselarm water. Uit de aanvullende analyse komen 5 locaties met een verhoogde trofiegraad (met name ammonium) waar de bruine kikker niet is aangetroffen en waar overige negatieve aspecten ogenschijnlijk geen rol spelen, dit kan een aanwijzing zijn dat de bruine kikker hiervoor gevoelig is. Over de grenswaarden van de overige ecohydrologische parameters kan geen nauwkeurigere uitspraak gedaan worden dan in tabel 8, in werkelijkheid is de bandbreedte mogelijk ruimer.

Groene kikker onbepaald

Zowel de meerkikker als de bastaardkikker zijn "late" soorten waardoor slechts op 4 locaties waargenomen. Er is een EGV range vastgesteld van 324 - 763 $\mu\text{S/cm}$ hetgeen als zoet kan aangemerkt worden. De zuurgraad is neutraal tot licht basisch (pH 6,8 - 8,5). De voedselrijkdom kan worden bestempeld als matig voedselrijk. Gelet op het geringe aantal waarnemingen kan voor deze soort geen betrouwbare uitspraak gedaan worden over de grenswaarden van de ecohydrologische parameters waarbinnen deze voorkomt.

Bruine kikker/heikikker

Uit gegevens van RAVON en SBB is bekend dat de heikikker in Zeeland alleen op de Vroongronden op Schouwen-Duiveland voorkomt. De heikikker en de bruine kikker zijn in de ei- en larvefase moeilijk van elkaar te onderscheiden. Op 7 locaties waar in het verleden heikikkers zijn aangetroffen zijn in het kader van het onderzoek metingen uitgevoerd. Ter plaatse zijn eieren en larven aangetroffen. Voor EGV is een meetrange vastgesteld van 62 - 834 $\mu\text{S/cm}$ hetgeen als zoet bestempeld kan worden. Op de meeste locaties is het EGV < 400 $\mu\text{S/cm}$. De pH is gemeten in een range van 7,2 - 8,3, neutraal tot licht basisch. Uit de literatuur is bekend dat heikikkers bestand zijn tegen een lage zuurgraad (pH = 4,5 - 6,0) (Creemers, R & van Delft, J., 2009). De locaties waar eieren en larven zijn aangetroffen van mogelijk de heikikker bevestigen dit gegeven vooralsnog niet. Opgemerkt wordt wel dat in poelen gelegen naast de poelen waarin eieren en larven zijn aangetroffen pH-waarden zijn gemeten van 5,5. Wat de voedselrijkdom betreft is in vrijwel alle poelen het fosfaatgehalte laag tot zeer laag. De stikstofbelasting kan als matig hoog worden aangemerkt. De oorzaak hiervan is grotendeels toe te schrijven aan uitwerpselen van runderen die regelmatig op de bodem van de poel zichtbaar waren. Omdat hier sprake is van een geïsoleerde populatie is gezien het aantal onderzoekslocaties toch een goed beeld gevormd over de chemische kwaliteit van de poelen waarin bruine kikker/heikikker kunnen voorkomen op de Vroongronden op Schouwen-Duiveland. Echter een betrouwbare uitspraak over de grenswaarden van de ecohydrologische parameters kan gezien het geringe aantal waarnemingen niet gedaan worden.

		trofiegraad	zuurgraad (pH)	zoutgehalte (Cl mg/l)
alpenwater salamander	literatuur		> 5,1 (6)	
	onderzoek		7,3 - 8,4	
kam salamander	literatuur		> 5,5 (2) 5,0 - 8,0 (7)	
	onderzoek		7,5 - 9,8	
kl. water salamander	literatuur	meso- tot eutroof (1)	> 5,0 (10)	< 500 (3, 11)
	onderzoek	oligo- tot eutroof	6,6 - 9,8	< 833
gewone pad	literatuur	meso- tot eutroof (1)	8,0 - 11,0 (12)	< 330 (5)
	onderzoek	oligo- tot eutroof	7,5 - 10,4	<111
rugstreep pad	literatuur	meso- tot eutroof (1)	5,0 - 10,0 (13)	< 2744 (4)
	onderzoek	oligo- tot eutroof	7,4 - 7,6	<2278
boomkikker	literatuur		6,5 - 10,3 (9)	< 500 (8) < 450 (9) EGV < 239 µS/cm (9)
	onderzoek		7,2 - 9,4	< 50 mg/l EGV < 429 µS/cm
heikikker	literatuur	oligo- tot mesotroof (1)	> 4,5 (2) 4,5 - 6,0 (14)	< 5000 (4)
	onderzoek			
bruine kikker	literatuur	meso- tot eutroof (1)	> 4,0 (14)	< 450 (4)
	onderzoek	oligo- tot eutroof	7,0 - 9,8	< 1444
groene kikker onb.	literatuur bastaardkikker	meso- tot eutroof (1)	> 5,5 (2)	
	literatuur meerkikker		> 5,5 (2)	
	onderzoek	oligotroof - eutroof	6,8 - 8,5	

Tabel 11: grenswaarden ecohydrologische parameters op basis van literatuur (tussen haakjes bronvermelding) vergeleken met grenswaarden uit het onderzoek in Zeeland

- bronnen:
1. Stumpel, A.H.P. 2004
 2. Van Uchelen, E. 2006
 3. Schoorl 1987, in van Laar, V. 2005
 4. Van Laar, V. 2005
 5. Middeljans, K. 1989
 6. Günther, R. 1996 in Bauwens, D. et al 2006
 7. Bauwens, D. et al 2006
 8. Hessels, C.M.M. 1987 in Vos, C.C. 1993
 9. Vos, C.C. 1993
 10. Beebee, T.J.C. 1981
 11. Bergmans, W. & Zuiderwijk, A. 1986
 12. Stumpel, A.H.P. & van der Voet, H. 1998
 13. Beebee, 1983
 14. Creemers, R. & van Delft, J. 2009

Kader 2. Interpretatie en betrouwbaarheidsanalyse nutriëntentest

Aanvullend op de veldmetingen zijn 10 locaties onderzocht door Grond-, Gewas- en Milieulaboratorium te Graauw. Enerzijds als controle op de uitgevoerde veldmetingen (zie ook kader 1), anderzijds zijn aanvullende parameters onderzocht waarmee extra informatie is verkregen over de chemische en biologische toestand van het in de poelen aanwezige water. In tabel 12 zijn de onderzoeksresultaten van de laboratoriumanalyse weergegeven waaruit het volgende kan worden afgeleid. Het sterk verhoogde gehalte aan sulfaat ter plaatse van locatie 40 wijst op zoute kwel en/of de aanwezigheid van veen in de onderbodem. Op locatie 10, 28 en 40 zijn verhoogde waarden vastgesteld voor fosfaat. Wat de stikstofbelasting betreft kan worden geconcludeerd dat de hoeveelheid organisch stikstof bij alle monsters als laag kan worden aangemerkt. De concentratie aan

anorganische stikstof (NO_3^- en NO_2^-) is op alle locaties lager dan de detectielimiet. Samengevat kan de trofiegraad gekwalificeerd worden als mesotroof en matig eutroof. De mesotrofe poelen komen voor bij zeer zoet tot licht brak water, terwijl de matig geëutrofeerde poelen zijn aangetroffen in wateren die als licht brak zijn aangemerkt. Tenslotte zijn alle monsters onderzocht op chlorophyl en faeopigment. Deze parameters zijn een maat voor de belasting van het systeem met algen en gekoppeld aan de mate van eutrofiëring. In geen van de monsters is de landelijke norm van 100 mg/m^3 overschreden. Enigszins verhoogde concentraties zijn gemeten in wateren die matig geëutrofeerd zijn zoals op locatie 39 en 40. Opgemerkt wordt dat in de zomerperiode het gehalte aan algen sterk kan toenemen waardoor de concentratie aan chlorophyl belangrijk kan stijgen.

datum		27-4	27-4	5-4	30-3	20-4	6-4	13-4	13-4	11-5	11-5
parameter*	ID	6	10	11	24	28	32	39	40	46	49
BZV **		23	<3	6,4	<3	16	<3	11	<3	<3	<3
onopgeloste bestanddelen		<10	<10	<10	<10	<10	<10	10	20	<10	<10
ortho-fosfaat		0,012	1	0,027	<0,01	0,16	0,048	0,43	2	<0,01	<0,01
fosfaat (totaal)		0,2	1	<0,05	<0,05	0,28	0,05	0,44	2,1	<0,05	<0,05
Kjeldahl stikstof		1,6	1,6	1,1	1,2	3,8	2	2,6	3	1,2	1,2
ammonium		0,13	<0,1	<0,1	<0,1	1,3	<0,1	<0,1	0,8	<0,1	<0,1
nitraat		<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	0,16	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
nitriet		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
sulfaat		3,9	30	3,1	7	41	14	15	350	11	10
chloride		170	20	10	17	120	1000	66	330	13	12
chlorophyl-a		<2	<2	19	6,1	<2	<2	86	30	5,6	<2
faeopigment		<2	<2	3,9	2,2	8,8	6,2	12	21	2,7	3,7
trofiegraad		matig eutroof	zwak eutroof	zwak eutroof	meso-troof	zwak eutroof	meso-troof	zwak eutroof	matig eutroof	meso-troof	meso-troof
saliniteit		zwak brak	zeer zoet	zeer zoet	zeer zoet	zeer zoet	licht brak	zeer zoet	licht brak	zeer zoet	zeer zoet
zuurgraad		basisch	basisch	basisch	basisch	basisch	neutraal	basisch	basisch	neutraal	basisch

* concentratie in mg/l , chlorophyl-a en faeopigment in mg/m^3 , tenzij anders vermeld

** biochemisch zuurstofverbruik

Tabel 12: analyseresultaten laboratoriumonderzoek

locatie	NH ₄ ⁺ V	NH ₄ ⁺ L	ver- schil	NO ₃ V	NO ₃ L	ver- schil	NO ₂ V	NO ₂ L	ver- schil	PO ₄ ³⁻ V	PO ₄ ³⁻ L	ver- schil
6	0,0	0,1	-0,1	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	-0,1
10	0,0	0,1	-0,1	1,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0
11	0,0	0,1	-0,1	0,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
24	0,3	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
28	0,0	1,3	-1,3	1,0	0,2	0,8	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,3	-0,3
32	0,1	0,1	0,0	3,5	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
39	0,2	0,1	0,1	3,0	0,0	3,0	0,1	0,0	0,1	3,0	0,4	2,6
40	0,5	0,8	-0,3	4,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	1,5	2,1	-0,6
47	0	0,1	-0,1	0	0,04	0	0	0	0,0	0,1	0,05	-0,05
50	0	0,1	-0,1	2	0,04	1,96	0	0	0	0,1	0,05	-0,05
gem			0,24			1,526			0,02			0,375
stdev			0,423			1,49			0,04			0,81

Tabel 13: vergelijking nutriëntengehalten (mg/l) tussen testkit Sera (V) en laboratoriumonderzoek (L) volgens NEN-methode (n = 10)

In tabel 13 zijn de onderzoeksresultaten tussen de laboratoriumanalyse en de Sera-testkit met elkaar vergeleken. Uit het vergelijkend onderzoek kan worden afgeleid dat de meetwaarden voor nitraat bepaald met de testkit significant naar boven afwijken ten opzichte van de concentraties bepaald in het laboratorium. De meetwaarden voor nitriet blijken tussen beide methoden nauwelijks van elkaar af te wijken. Voor het ammoniumgehalte kan worden geconcludeerd dat de gemeten waarden met een gemiddelde afwijking van 0,275 mg/l redelijk overeenkomen. Wat het fosfaatgehalte betreft blijken ook hier de meetwaarden van beide methoden, benevens één uitschieter, redelijk op één lijn te liggen. Op grond van bovenstaande kan worden geconcludeerd dat de meetresultaten, bepaald met de testkit van Sera, voor de parameters ammonium, nitriet en fosfaat, acceptabel zijn. Bij de meetresultaten van nitraat is sprake van een ruime marge ten opzichte van de laboratoriummetingen. De "testkitwaarden" zijn meestal hoger dan de werkelijke concentratie.

Ten aanzien van de betrouwbaarheid en het gebruiksgemak van de testkit wordt het volgende opgemerkt. De Sera testkit is ontwikkeld voor aquarium- en koivishouders. De testen worden bij

deze gebruikers meestal uitgevoerd onder ideale omstandigheden. Bij het gebruik van de testkit in het veld doen zich een aantal beperkingen c.q. problemen voor. Zo is in de praktijk gebleken dat door regenval en hevige wind het gebruik van de druppelflesjes en de poedervormige chemicaliën kunnen leiden tot een onder- of overmaat van de chemicaliën in de monsterbuisjes (verwaaiing van chemicaliën en verdunning van de monsters als gevolg van invallende regendruppels). Deze situaties kunnen leiden tot een andere kleuromslag van het monster waardoor een afwijkende concentratie wordt afgelezen. Ander aspect is dat het gebruik van de testkit een grote mate van accuratesse vraagt van de gebruiker. Ten slotte is het vergelijken van de monsters met de kleurenkaart een subjectief onderdeel van de analyse. Met name bij nitraat is het lastig om in een bereik van 0 - 10 mg/l dat gelegen is tussen twee kleuren de waarde nauwkeurig te bepalen. Slotconclusie is dat de voor het onderzoek gebruikte testkit en de hieruit verkregen meetwaarden acceptabel zijn om voor de onderzochte poelen een betrouwbare uitspraak te doen over de concentraties van de hierin aanwezige nutriënten met een duidelijke kanttekening voor nitraat.

4.2 Relaties tussen soorten en ecohydrologische parameters

Relaties

Met behulp van de in paragraaf 3.2 beschreven methode (multiële lineaire regressie) is onderzocht of relaties aan te tonen zijn tussen het voorkomen van de soorten en de ecohydrologische parameters met het analyseprogramma SPSS. Bij deze analyse zijn de heikikker, de bastaardkikker en de meerkikker buiten beschouwing gelaten omdat deze niet met zekerheid zijn aangetroffen. De resultaten zijn weergegeven in tabel 14.

soort / aantal locaties waar soort is waargenomen	te gebruiken variabelen	% van variantie in voorkomen soort verklaard door relatie met geselecteerde variabelen (som EGV, pH en NO ₃)	significante relaties (significantie < 0,05)
alpenw. salamander / 4	EGV pH NO ₃	32,4	nee
kamsalamander / 11	pH log NO ₃	7,8	nee
kl. watersalamander / 29	pH log NO ₃	1,2	nee
gewone pad / 14	log Cl ⁻ pH log NO ₃	23,1	12,6% variantie verklaard door relatie met pH
rugstreeppad / 3	reeks niet bruikbaar (zie ook paragraaf 3.2)		
boomkikker / 2	reeks niet bruikbaar (zie ook paragraaf 3.2)		
bruine kikker / 9	log Cl ⁻ pH log NO ₃	9,1	3,3% variantie verklaard door relatie met pH

Tabel 14: resultaten multiële lineaire regressie van de soorten versus de ecohydrologische parameters

Uit de analyse is komen vast te staan dat slechts een zeer beperkt aandeel van de variantie in het voorkomen van de soort wordt verklaard door een relatie met de ecohydrologische parameters. Het overgrote deel van de variantie is niet verklaard waardoor er aan deze analyse geen conclusies kunnen worden verbonden.

Bij het bovenstaande wordt opgemerkt dat hoewel de theorie van een regressievergelijking suggereert dat het mogelijk is om op basis van een beperkt aantal gegevens een regressiemodel op te stellen en daarmee voorspellingen te doen, hier in de praktijk zeer kritisch mee om moet worden gegaan. De gegevens uit het onderzoek zijn te beperkt gebleken met als gevolg een veelal te scheve verdeling en te veel uitbijters.

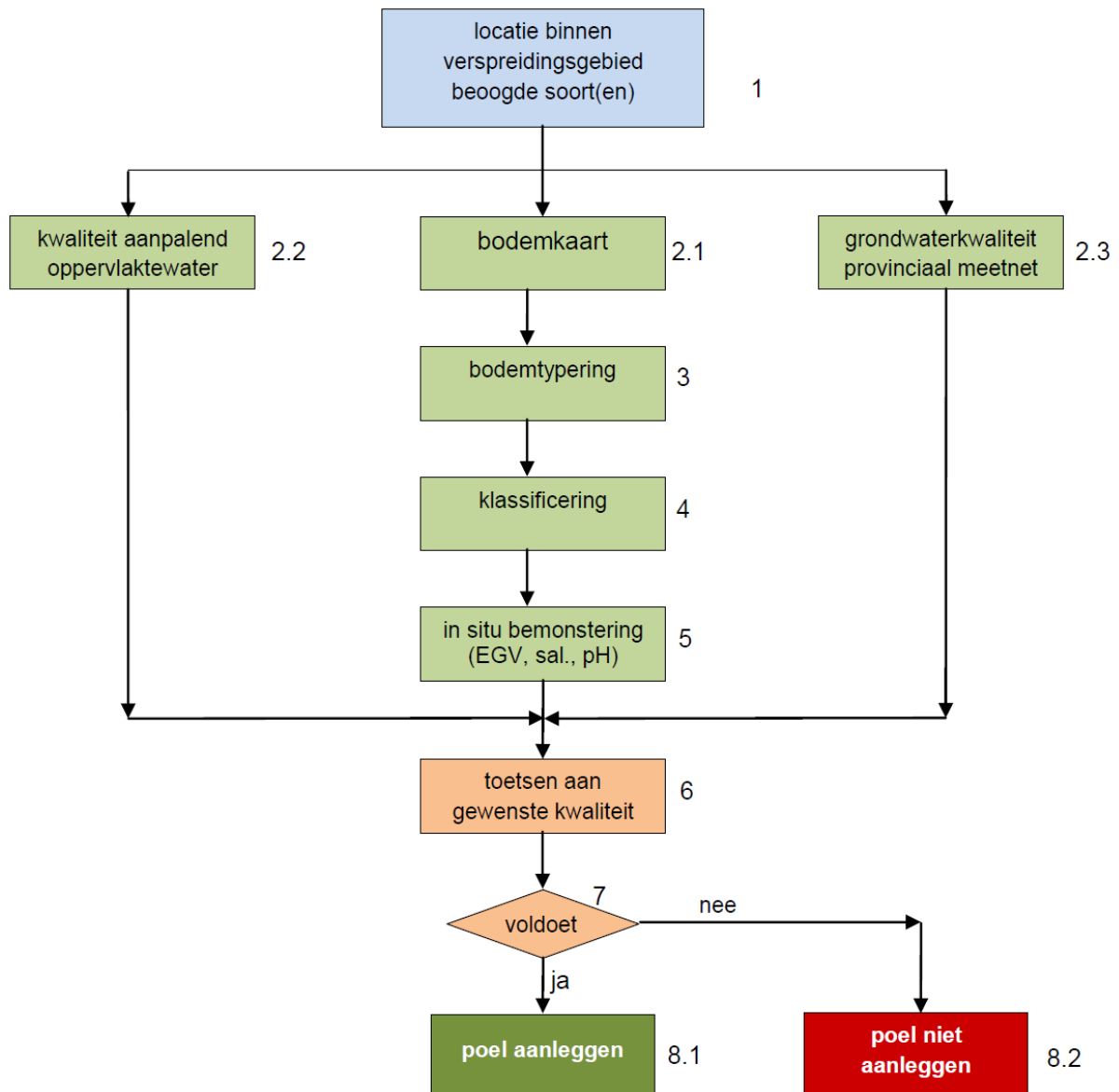
Ordinatie

Naar aanleiding van het bovenstaande kan vooraf worden gesteld dat uit de ordinatie uitgevoerd zoals beschreven in paragraaf 3.2 een ordinatiediagram wordt gegenereerd waaraan geen conclusies kunnen worden verbonden. Daarnaast is ordinatie een vrij robuuste techniek waarbij weinig rekening wordt gehouden met afwijkende monsters of zeldzame soorten (van Katwijk, M.M. & ter Braak, C.J.F., 2003) wat dit standpunt nog eens versterkt. Voor de volledigheid zijn de ordinatiediagrammen desondanks bijgevoegd in bijlage 8.

5. VOORSPELLING ECOHYDROLOGISCHE PARAMETERS

Alvorens een nieuwe poel te graven voor amfibieën is het van belang om vooraf te beoordelen of de beoogde locatie hiervoor geschikt is. Om dit na te gaan dienen een aantal stappen doorlopen te worden. Deze stappen zijn in figuur 7 weergegeven. Onderstaand een toelichting hierop, de nummers tussen haakjes corresponderen met de nummers in het schema.

1. (1) Een nieuw te graven poel wordt veelal aangelegd in het kader van een natuurontwikkelingsproject. Dit vindt meestal plaats op de gronden van een (toekomstige) terreinbeherende instantie. Bij de terreinbeherende instanties kan veelal vanuit het grote ruimtebeslag een poel goed ingepast worden in het landschap. Bij poelen op particuliere gronden is meestal sprake van een kleine(re) oppervlakte waarbinnen de poel ingepast moet worden. Hierdoor zijn de mogelijkheden om bij een afwijkende c.q. ongewenste waterkwaliteit te schuiven minder. Belangrijk is om vooraf te bepalen voor welke soort(en) de poel wordt aangelegd. Met name voor de zeldzamere soorten dient zoveel mogelijk aangesloten te worden bij een bestaande populatie waarbij de migratieafstand van de betreffende soort bepalend is voor de locatie van de nieuwe poel.
2. (2.1 - 2.2 - 2.3 - 3 - 4) Om te beoordelen of een locatie geschikt is voor de aanleg van een poel wordt in eerste instantie de bodemkaart geraadpleegd. De bodemkaart geeft tot 1.20 m -mv de bodemsamenstelling weer. Door de beoogde poellocatie te projecteren op de bodemkaart kan de bodemsoort vastgesteld worden. Zo zal de aanduiding kalkrijk, moerig en venig een indicatie zijn voor de zuurgraad, zoutgehalte en de voedselrijkdom van de beoogde locatie. Kanttekening hierbij is dat de bodemkaart Zeeland gekarteerd is op een schaal 1:50.000, in heterogene gebieden zal door de grote wisseling van bodemsoorten de bodemkaart niet altijd uitsluitend geven. Daarom wordt als aanvulling de kwaliteit van het aanpalende oppervlaktewater en onderliggende grondwater betrokken. Meetgegevens van het oppervlaktewater beheert het waterschap, meetgegevens van het grondwater beheert de provincie. Wat de grondwatergegevens betreft wordt opgemerkt dat deze niet gebiedsdekkend zijn en veelal betrekking hebben op waterkwantiteitsgegevens (grondwaterstanden). Het betrekken van de kwaliteitsgegevens van het oppervlaktewater is pas zinvol als het oppervlaktewater op een korte afstand van de te graven poel ligt. Deze afstand varieert per bodemsoort.
3. (5) Na analyse van de bodemkaart, de classificatie van de bodem en de beoordeling van de eventueel aanwezige oppervlaktewater- en grondwaterkwaliteitgegevens wordt ter verificatie ter plaatse de kwaliteit van het grondwater bepaald. Dit doet men met behulp van een grondboor. De diepte van het boorgat dient minimaal snijdend te zijn met de grondwaterspiegel. In het grondwater worden EGV, saliniteit en zuurgraad gemeten. Deze kunnen op een eenvoudige wijze bepaald worden met een handmeetinstrument. Indien de grondwaterstand lager is dan de bodem van de nieuw aan te leggen poel kan de kwaliteit van het grondwater niet bepaald worden. In voorkomende situaties zal de poel hoofdzakelijk gevoed worden met hemelwater waarvan de kwaliteit onder normale omstandigheden acceptabel is voor amfibieën.
4. (6) De uit de bemonstering verkregen metingen worden getoetst aan de gewenste kwaliteit. Deze is afhankelijk van de beoogde soorten.
5. (7 - 8.1 - 8.2) Indien de meetresultaten van het grondwateronderzoek voldoen aan de gewenste waterkwaliteit kan worden aanbevolen om op de beoogde locatie een poel te graven. Bij een sterk afwijkende kwaliteit dient men te overwegen om op de gewenste locatie geen poel aan te leggen en indien mogelijk uit te wijken naar een andere locatie.



Figuur 7: stroomschema beoordeling geschiktheid locatie nieuw te graven poel

6. CONCLUSIES

6.1 Conclusies

De primaire doelstelling van het onderzoek is het bepalen van de bandbreedte van de trofiegraad, de zuurgraad en het zoutgehalte waarbinnen amfibieën voor kunnen komen en om na te gaan of relaties zijn aan te tonen tussen het voorkomen van amfibieën en deze variabelen. Hiermee wordt beoogd een voorspelling te kunnen doen over de te verwachten soorten in (nieuw te graven) poelen. In aanvulling hierop is een onderzoek gedaan naar een eenvoudige, efficiënte, kostenverantwoorde en tevens representatieve methode voor de bepaling van de concentraties van de genoemde nutriënten.

Conclusie van het onderzoek is dat er geen significante relatie is gevonden tussen de aanwezigheid van amfibieën en de ecohydrologische parameters. De gegevens uit het onderzoek zijn te beperkt en daardoor statistisch te afwijkend, (een te scheve verdeling en te veel uitbijters), waardoor geen relatie is aan te tonen. Het niet kunnen aantonen van een significante relatie is in onderhavige situatie toe te schrijven aan een aantal factoren. Zo waren vanwege de lange vorstperiode (tot medio maart) veel soorten laat actief, hierdoor zijn van een aantal soorten relatief weinig gegevens verzameld. Van de soorten die pas in de loop van mei actief worden zoals rugstreeppad, groene kikker en boomkikker, zijn ten opzichte van de vroege soorten eveneens weinig gegevens verzameld.

Ten aanzien van het onderzoek naar de bandbreedte van de trofiegraad, zuurgraad en het zoutgehalte waarbinnen amfibieën zijn aangetroffen kan het volgende worden geconcludeerd.

trofiegraad

In alle wateren waar soorten zijn aangetroffen zijn uiteenlopende concentraties aan nutriënten gemeten. Voor de meeste soorten geldt een tolerantie voor voedselrijke wateren. Wateren waarin een (ruime) overschrijding van de norm voor stikstof is vastgesteld worden niet gemeden. Boomkikker en alpenwatersalamander blijken de voorkeur te geven aan voedselarm water, het aantal waarnemingen is echter te gering om hier een duidelijke conclusie aan te verbinden.

zuurgraad

Bij de zuurgraad is een onder- en bovengrens bepaald waarbinnen de soorten zijn aangetroffen. Kleine watersalamander en groene kikker onbepaald blijken het meest zuurtolerant te zijn. Er is bij deze soorten een ondergrens vastgesteld van 6,6 hetgeen als zwak zuur bestempeld kan worden. Bij de overige soorten is de ondergrens neutraal tot licht basisch (pH 7,0 - 7,5). Van de 60 onderzochte poelen waren 53 basisch (pH > 7,5), 5 neutraal (6,5 < pH < 7,5) en 2 zwak zuur (5,5 < pH < 6,5), hieruit wordt geconcludeerd dat in de provincie Zeeland een te lage pH over het algemeen geen belemmering is voor het aanleggen van een poel. De bovengrens is bij alle soorten basisch (pH ≥ 8,4). Kamsalamander, bruine kikker en kleine watersalamander worden bij hoge pH-waarden aangetroffen. Een te hoge pH vormt hiermee evenmin een belemmering voor het aanleggen van een nieuwe poel. De hoogst gemeten pH-waarde is 10,4 en is vastgesteld in een poel waarin gewone pad is aangetroffen.

zoutgehalte

Wat het zoutgehalte betreft kan worden geconcludeerd dat alpenwatersalamander, gewone pad, boomkikker en groene kikker onbepaald zoet water prefereren ($\text{Cl}^- < 150 \text{ mg/l}$). In de range van 300 - 3000 mg/l (licht brak tot matig brak) zijn kamsalamander ($\text{Cl}^- = 500 \text{ mg/l}$), kleine watersalamander ($\text{Cl}^- = 833 \text{ mg/l}$), bruine kikker ($\text{Cl}^- = 1444 \text{ mg/l}$) en rugstreeppad ($\text{Cl}^- = 2278 \text{ mg/l}$) aangetroffen. De tolerantie voor zoute omstandigheden van de kleine watersalamander en bruine kikker, is hiermee beduidend hoger dan uit de literatuur blijkt (respectievelijk 500 mg/l en 450 mg/l). De meest zouttolerante soort is de rugstreeppad, deze is als larve waargenomen bij een chloridegehalte van 2278 mg/l.

Naar aanleiding van het bovenstaande wordt gesteld dat ten gunste van amfibieën in het algemeen er in Zeeland geen beperkingen zijn bij de aanleg van poelen betreffende de waterkwaliteit met uitzondering van zeer brakke tot zoute omstandigheden.

Ter beantwoording van de vraag hoe de ecohydrologische parameters (N en P) op een efficiënte en kostenverantwoorde en tevens representatieve wijze bepaald kunnen worden is een klein

marktonderzoek uitgevoerd. De meest voor de hand liggende en meest betrouwbare methode is de bepaling van de parameters in het laboratorium. Echter de kosten hiervan zijn hoog en het resultaat is niet direct beschikbaar. De keus is gevallen op een testkit die gebruik maakt van vloeibare en poedervormige reagentia. De uit de testkit verkregen meetresultaten zijn vergeleken met de resultaten van duplomonsters (n=10) die onderzocht zijn door het Grond-, Gewas- en Milieulaboratorium te Graauw. Uit het vergelijkingsonderzoek is een acceptabel resultaat voor ammonium (stdv: 0,423), nitriet (stdv: 0,04) en fosfaat (stdv: 0,81) gebleken. Voor nitraat bleek vanwege de ruime schaalverdeling, 1 kleuromslag voor een range van 1 - 10 mg/l, de methode niet goed bruikbaar. In dit meetbereik liggen juist de meeste meetwaarden van de onderzochte poelen. In zijn algemeenheid is de conclusie dat het gebruik van de testkit acceptabel is voor de bepaling van de kwaliteit van het water in poelen, met de kanttekening dat nitraat een (te) ruime marge heeft. De analyses kunnen op een snelle (in het veld) en goedkope wijze uitgevoerd worden.

6.2 Discussie

Tijdens het onderzoek zijn een aantal zaken gesignaleerd die van invloed zijn op het eindresultaat waardoor aan het onderzoeksdoel slechts ten dele voldaan kon worden. Zo bleek tijdens het analyseren van de data het aantal meet- en inventarisatiegegevens te gering om hieraan eenduidige conclusies te verbinden. Oorzaken hiervan zijn het korte tijdsbestek waarbinnen het onderzoek is uitgevoerd (maart - juni 2010), het feit dat een aantal soorten vanwege de lange vorstperiode (tot half maart) pas laat in het seizoen actief waren en het feit dat een aantal soorten pas in mei/juni actief worden (rugstreeppad, boomkikker en groene kikker onbepaald). Daarnaast is het mogelijk dat bij de gebruikte bemonsteringsmethode (schepnet) soorten niet zijn aangetroffen waar deze wel aanwezig zijn. Wat de betrouwbaarheid van de meetgegevens betreft kunnen vraagtekens geplaatst worden bij de gemeten nitraatconcentraties. De gebruikte testkit hanteert een te ruime marge voor nitraatconcentraties in de range 1 - 10 mg/l. De bepaling van de overige nutriënten te weten ammonium, fosfaat en nitriet geven, mits op een correct wijze bepaald, wel een acceptabele waarde. De meetwaarden van de overige onderzochte parameters worden wel als zeer betrouwbaar aangemerkt (meetapparatuur beschikbaar gesteld door Grond-, Gewas en Milieulaboratorium Graauw). Het chloridegehalte, dat middels een formule wordt afgeleid van de saliniteit, is geen absolute waarde. De reden hiervan is enerzijds de wisselende ionensamenstelling van het water en anderzijds de onnauwkeurigheid waarmee de saliniteit in het veld wordt gemeten (één decimaal), deze onnauwkeurigheid leidt tot marges van maximaal 50 mg Cl⁻/l.

Bij de analyse van de metapopulatiestructuur worden twee kanttekeningen geplaatst ten aanzien van de betrouwbaarheid hiervan:

- De metapopulaties zijn gebaseerd op de soortspecifieke dispersieafstanden. In de literatuur worden hier geen eenduidige uitspraken over gedaan;
- De uit de verspreidingsgegevens (2005 - 2010) gegenereerde metapopulaties zijn waarschijnlijk aanzienlijk onderschat. De reden hiervan is dat Zeeland in de genoemde periode niet gebiedsdekkend is geïnventariseerd of dat waarnemingsgegevens niet zijn verwerkt. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de metapopulaties ruimer en/of talrijker zijn dan is weergegeven. De aanname dat het ontbreken van soorten in poelen buiten de metapopulaties van de betreffende soorten zoals in bijlage 6 primair het gevolg is van isolatie wordt hiermee ondermijnd.

Ten slotte is ten aanzien van het voorkomen van amfibieën wellicht de meest complexe vraag welke (combinatie van) factor(en) uiteindelijk doorslaggevend is. Er zijn naast de waterkwaliteit legio omgevingsfactoren die de presentie van amfibieën in negatieve zin kunnen beïnvloeden. Dit zijn de factoren genoemd in paragraaf 2.5, maar ook bijv. de kwaliteit van het landhabitat, wegen, luchtkwaliteit enz. Welke factoren in welke mate van invloed zijn op de aanwezigheid van amfibieën valt buiten het kader van dit onderzoek.

6.3 Aanbevelingen

Ondanks dat aan de resultaten van het onderzoek wel een aantal mitsen en maren kleven is toch het idee ontstaan dat er is gewerkt aan iets waarover nog niet veel bekend is. Met name voor de kritische soorten zoals de boomkikker lijkt de waterkwaliteit, en vooral het zoutgehalte, een belangrijke rol te spelen. Hierover wordt zowel in het veld als in de literatuur uitvoerig gediscussieerd maar de vraag wat

de tolerantiegrenzen zijn blijft grotendeels onbeantwoord. Aanbevolen wordt om voor de kritische soorten zoals boomkikker en kamsalamander een uitgebreider en soortgericht onderzoek te doen naar de relaties tussen het voorkomen van deze soorten en de waterkwaliteit.

Voor de instandhouding van soorten is een succesvolle voortplanting cruciaal. De omvang van dit onderzoek is te beperkt om uitspraken te doen over de bandbreedte van de ecohydrologische parameters waarbinnen voortplanting succesvol kan plaatsvinden. Aanbevolen wordt een dergelijk (vervolg)onderzoek waarbij de nadruk wordt gelegd op het voorkomen van eieren, larven en juvenielen. Gezien de kwetsbaarheid in deze fasen dienen hierbij ook factoren zoals o.a. predatie, aanwezigheid van watervegetatie en landgebruik kritisch te worden bekeken.

Betreffende de vraag welke (combinatie van) factor(en) uiteindelijk bepalend is/zijn voor het wel of niet voorkomen van amfibieën op een bepaalde locatie is nog legio onderzoek te doen. Zo lijkt het naar aanleiding van dit onderzoek nuttig om te onderzoeken of de waterkwaliteit van omrasterde poelen voor amfibieën beter is dan de waterkwaliteit van niet omrasterde poelen. Hiervoor dient een selectie te worden gemaakt van onderzoekslocaties vanuit het oogpunt van deze doelstelling. Andere aspecten die nader onderzoek verdienen zijn o.a. de predatiedruk (van met name vissen) en de invloed van grote aantallen weidevogels (met name eenden en ganzen).

Gesteld is dat ten gunste van amfibieën in het algemeen er in Zeeland nauwelijks beperkingen zijn bij de aanleg van poelen betreffende de waterkwaliteit. Wanneer echter een specifieke doelsoort wordt beoogd dient het aanbeveling om een voorspelling te doen over de te verwachten waterkwaliteit zoals toegelicht in hoofdstuk 5.

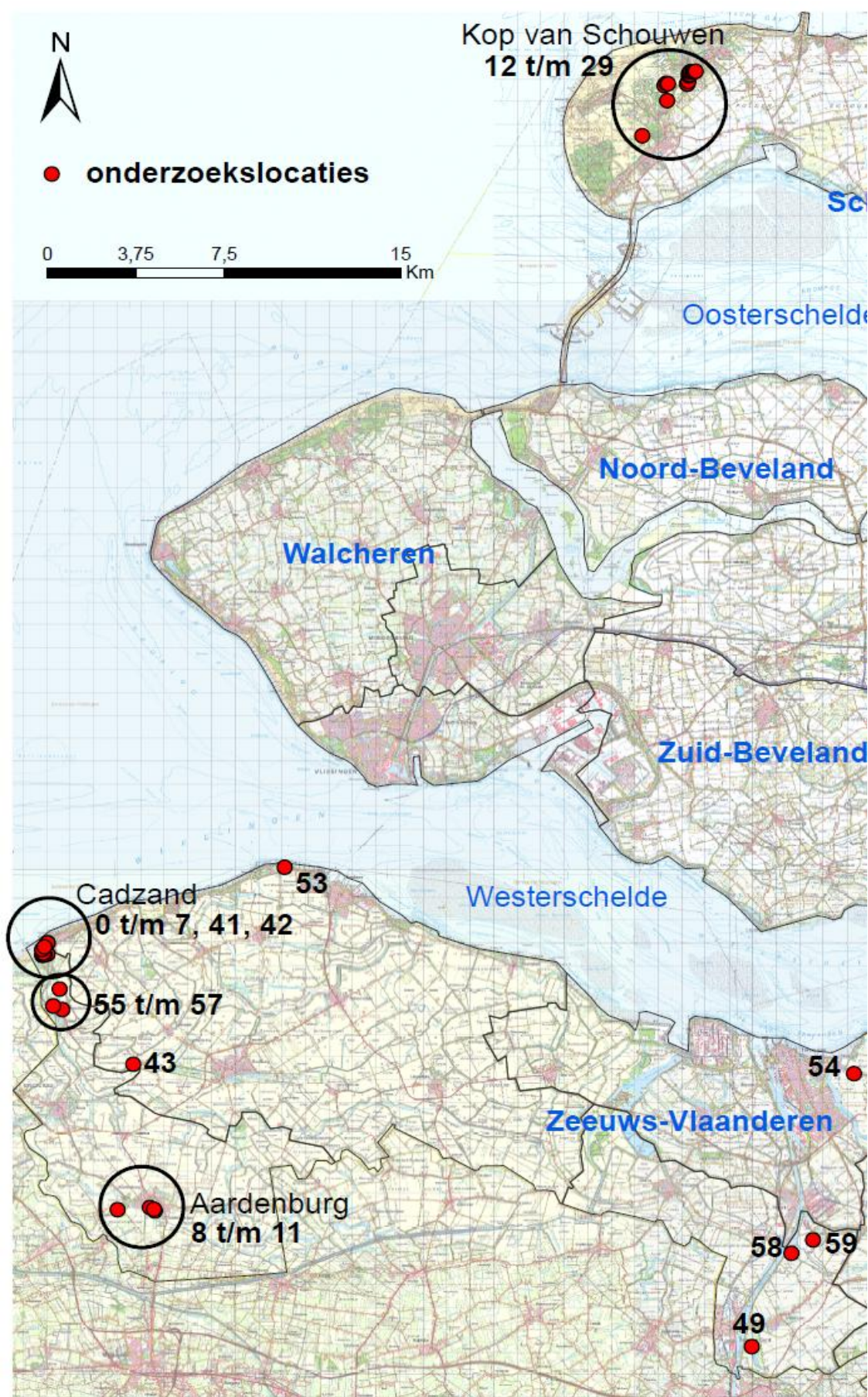
Behalve voor amfibieën zijn poelen tevens belangrijk voor enkele andere soortgroepen waarvoor wellicht meer beperkingen gelden ten aanzien van de waterkwaliteit. Een soortgelijk onderzoek kan uitgevoerd worden voor macro-invertebraten, oevervegetatie en watervegetatie waarbij de tijdens dit onderzoek verzamelde waterkwaliteitsgegevens wellicht dienstbaar zijn.

LITERATUUR

- Adriaens, T, Peymen, J & Decleer, K. (2004). *Afbakening en inrichting van de natuurverbindingsgebieden, opmaak van een methodologische studie*.
- Bal, D et al. (2001). *Handboek Natuurdoeltypen*. Wageningen: Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en visserij.
- Bauwens, D et al. (2006). *Poelen en amfibieën in West-Vlaanderen*. Brugge: Provincie West-Vlaanderen.
- Beebee, T.J.C. (1981). Habitats of the British amphibians (4) agricultural lowlands and a general discussion of requirements. *Biological Conservation* 21:127-139.
- Beebee, T.J.C. (1983). *The natterjack toad*. Oxford: Oxford University Press.
- Benschop, H. (1988). Veedrinkputten. *Zeeuws Landschap* , 8-10.
- Berendsen, H.J.A. (2005). *Landschappelijk Nederland*. Assen: Van Gorcum.
- Bergmans, W. & Zuidervijk A. (1986). *Atlas van de Nederlandse amfibieën en reptielen en hun bedreiging. Vijfde herpetologisch verslag*. KNNV.
- Creemers, R & van Delft, J. (2009). *De amfibieën en reptielen van Nederland*. Utrecht: KNNV.
- Die, L.M. (1976). IJzendijke in oude ansichten deel 2
- Günther, R. (1996). *Die Amphibien und Reptilien Deutschlands*.
- Hanekamp, G. (2004). *Poelen en andere kleine wateren*. Utrecht: Landschapsbeheer Nederland.
- Hessels, C.M.M. (1987). *Amfibieën in drinkputten in West Zeeuwsch-Vlaanderen; een onderzoek naar verspreiding en biotoopkenmerken*. Arnhem: Rijksinstituut voor Natuurbeheer.
- Jaarsma, N & Verdonschot, P. (2000). *Natuurlijke levensgemeenschappen van de Nederlandse binnenwateren deel 5, Poelen*. Wageningen: Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
- van Katwijk, M.M. & ter Braak, C.J.F. (2003). *Handleiding voor het gebruik van multivariate analysetechnieken in de ecologie*.
- van Laar, V. (2005). De verspreiding van amfibieën op Texel in relatie tot de saliniteit van de binnendijkse wateren, *RAVON* 20, 25 - 30
- van de Laar, J. (2008). Amfibieën: prooien voor de steenuil. *RAVON* , 38.
- Levins, R. (1970). in: *Afbakening en inrichting van de natuurverbindingsgebieden, opmaak van een methodologische studie, 2004*. Adriaens, T, Peymen, J, Decleer, K, 2004.
- Middeljans, K. (1989). Een verspreidingsonderzoek naar amfibieën in veedrinkputten in Oost Zeeuws-Vlaanderen.
- Ministerie van LNV. (2009). *Geactualiseerde Rode lijsten flora en fauna*. 's Gravenhage.
- Min. van LNV, min. van Verkeer en Waterstaat & min. van VROM (2009). *Stroomgebiedbeheerplan Schelde 2009 - 2015*.
- Nienhuis, P, Willems, R & Kleingeld, R. (1980). *Het Zeeuwse landschap*. Utrecht: Het Spectrum.
- Nöllert, A. & Nöllert, C. (2001). *Amfibieëngids van Europa*. Baarn: Tirion.
- Provincie Zeeland. (2001). *Nota soortenbeleid*. Zierikzee.
- Provincie Zeeland, Bureau voorlichting. (1988). *Veedrinkputten*. Middelburg.
- RAVON. *Veldgids herkenning reptielen en amfibieën*.
- RAVON. <http://www.ravon.nl/Soorten/Amfibieën/>: Geraadpleegd op 18 februari 2010.
- Schoorl, J. (1987). *Amfibieën en reptielen in Noord-Holland. Verslag eerste ronde van de provinciale milieu-inventarisatie 1979 - 1985*. Haarlem: Provinciaal bestuur van Noord-Holland.
- Stevens, S. (2008). *Evaluatie van het effect van kreekherstelprojecten op de waterkwaliteit in de provincie Zeeland, Master Thesis report 450125*.
- Stiboka. (1980). *Bodemkaart van Nederland 1:50.000*. Wageningen.
- Stumpel, A.H.P. & van der Voet, H. (1998). Characterising the suitability of new ponds for amphibians. *Amphibia-Reptilia* 19 , 125-142.
- Stumpel, A.H.P. (2004). *Reptiles and amphibians as targets for nature management*.
- van Uchelen, E. (2006). *Praktisch natuurbeheer: amfibieën en reptielen*. Utrecht: KNNV.
- Vos, C.C. (1993). *Versnippering en landinrichting in Zeeuws/Vlaanderen, Deel I Boomkijkers*. Wageningen: Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek.

BIJLAGEN

Bijlage 1 Onderzoekslocaties





Bijlage 2 Amfibieën in Zeeland

Alpenwatersalamander *Triturus alpestris*

De alpenwatersalamander plant zich voort in allerlei watertypen. Stilstaand of zwak stromend, voedselrijk of -arm, beschaduwde of onbeschaduwde. De voortplantingstijd is vanaf april tot eind mei. Voortplantingspoelen zijn bos- en weidepoelen en liggen vaak in een bosrijke omgeving. 's Zomers leven ze in bosrijk terrein. In Zeeland komt de soort uitsluitend voor op de dekzandgronden in Zeeuws-Vlaanderen rondom Aardenburg, Koewacht en Clinge (mondelinge med. A. Wieland 2010).

Kamsalamander *Triturus cristatus*

De kamsalamander komt over het algemeen later uit zijn winterverblijfplaats dan de andere watersalamanders, pas vanaf april. Hij lijkt een voorkeur te hebben voor grotere poelen met enerzijds een aflopend talud (voor het verlaten van de poel en een goede opwarming van het water voor de ontwikkeling van de eieren) en anderzijds een steil aflopend, diep deel zonder begroeiing. Om te bevorderen dat deze salamanders in een poel komen is pleksgewijze begroeiing in het water gewenst. Dit heeft te maken met hun paargedrag, ze verstopten zich onder de waterplanten en paren tussen deze planten. In de zomer kunnen ze worden aangetroffen in vochtig weidelandschap met bosjes. Kamsalamanders overwinteren zowel op het land als in het water. De soort is uitsluitend waargenomen in Zeeuws-Vlaanderen met het zwaartepunt van de verspreiding in West Zeeuws-Vlaanderen.

Kleine watersalamander *Triturus vulgaris*

Vanaf eind februari ontwaken de kleine watersalamanders waarna ze in de loop van maart naar de voortplantingsplaats trekken. Deze salamander kan in ondiepe poelen, zonnige poelen, sloten en plassen met veel waterplanten worden aangetroffen. Op de bladeren van de planten worden de eieren afgezet. De kleine watersalamander zoekt in de zomer bij voorkeur vochtige weilanden op. In de winter zit hij in gaten in de aarde of onder bladhopen. In Zeeland komt de soort algemeen voor op zowel de klei- als de zandgronden.

Gewone pad *Bufo bufo*

De gewone pad is al vanaf half februari op weg met zijn zeer massale trek. De gewone pad stelt geen bijzondere eisen aan zijn voortplantingsbiotoop. Allerlei typen water waaronder grote wateren en weilandpoelen komen in aanmerking. Ook is hij weinig kieskeurig voor wat betreft zijn zomerverblijf. De gewone pad overwintert op het land. In Zeeland is de gewone pad een algemene verschijning, hij komt vrijwel in de hele provincie voor met uitzondering van Tholen en Sint Philipsland.

Rugstreeppad *Bufo calamita*

De rugstreeppad plant zich voort in vooral nieuwe ondiepe poelen en plassen die in de loop van de zomer droogvallen, maar ook in pas opgeschoonde greppels. In de zomer bevindt hij zich in gebieden die een zandige en grindachtige bodem hebben met een karige begroeiing, in deze bodems kan hij goed graven. De rugstreeppad overwintert op het land. De rugstreeppad is een echte pionier en koloniseert heel vlug nieuwe poelen, plassen of ondergelopen weilanden. De rugstreeppad is boven de Westerschelde een algemene soort. In Zeeuws-Vlaanderen komt de soort voor rondom en ten oosten van het Kanaal van Gent naar Terneuzen.

Boomkikker *Hyla arborea*

De boomkikker overwintert tussen de wortels van bomen en struiken. Meestal komen ze omstreeks half april uit hun overwinteringsplaats en trekken naar het voortplantingsgebied. Boomkikkers houden van stilstaand water waaronder grote zonnige sloten en grote poelen. Hun voorkeur gaat uit naar poelen die jaarlijks droogvallen waardoor vissen die boomkikkers, larven en eitjes eten afsterven. 's Zomers zit hij in zeer structuurrijke vegetatie waar veel voedsel is. Deze begroeiing bestaat uit bomen, rietland, moerassen, bosranden, struiken en houtsingels. In tegenstelling tot andere kikkers is hij een echte zoonanbidder.

De leefgebieden van de zeer zeldzame boomkikker zijn in Zeeland beperkt tot Zeeuws-Vlaanderen. Zo zijn er een aantal kolonies rondom Aardenburg, Retranchement en Cadzand-Bad. Buiten zijn

oorspronkelijke verspreidingsgebied is de boomkikker uitgezet in de Kop van Schouwen, deze boomkikkers zijn afkomstig uit Kroatië.

Heikikker *Rana arvalis*

Vroeg in het voorjaar trekt de heikikker naar de voortplantingsplaats. Dit zijn ondiepe en onbeschaduwde voedselarme watertjes of vennen. De heikikker wordt sterk bedreigd door de daling van de grondwaterstand. De zomer brengt hij door in vochtige biotopen en de winter in natte graslanden, in vochtige ruige bosrijke terreinen en onder dichte vegetaties en boomstronken.

In Zeeland komt de heikikker uitsluitend voor op de Vroongronden in de Kop van Schouwen.

Bruine kikker *Rana temporaria*

De bruine kikker is de meest algemene amfibieënsoort. Hij is te vinden in allerlei landschapstypen en in zeer uiteenlopende watertypen zoals diepe en ondiepe poelen of plassen. Zijn leefgebied in de zomer is zeer divers. Overwinteren doet hij zowel op het land als in het water. Vanaf maart, soms al half februari ontwaakt de bruine kikker en gaat meteen op weg naar de voortplantingsplaats. De trek duurt tot eind april.

De bruine kikker is een algemene soort in Zeeland, met uitzondering van Tholen en Sint Philipsland. Vermeende leemtes in het verspreidingsgebied zijn eerder toe te schrijven aan het ontbreken van inventarisatiegegevens dan aan effectieve afwezigheid.

Groene kikker

De groene kikker wordt onderscheiden in twee soorten, de meerkikker (*Rana ridibunda*) en poelkikker (tot op heden niet waargenomen in Zeeland) en een kruising van beide soorten: de bastaardkikker (*Rana klepton esculenta*). Groene kikkers beginnen relatief laat met hun voortplanting. Ze overwinteren vlak bij of in het water en komen eind april, begin mei tevoorschijn. De eiklommen worden afgezet op plaatsen met vrij veel waterplanten. De meerkikker plant zich voort in zonnige sloten en in de grotere open wateren. In de zomer zit hij in waterrijke gebieden en in de winter onder water op de bodem. De bastaardkikker kan zich ook voortplanten. Deze kikker stelt de minste eisen aan zijn leefomgeving. Hij komt dan ook het meest voor.

Bovenstaande gegevens zijn ontleend aan: Creemers, R & van Delft, J., 2009 en Bauwens, D et al. 2006

Bijlage 3 Waterkwaliteit

Externe belasting oppervlaktewater

Van externe belasting is sprake wanneer het oppervlaktewater belast wordt met stoffen (vaste stoffen en vloeistoffen) van buiten het systeem. Poelen liggen vrijwel altijd hydrologisch geïsoleerd ten opzichte van andere oppervlaktewateren. Het aantal externe bronnen waarmee een poel belast wordt is hierdoor lager dan bij oppervlaktewateren die onderdeel uitmaken van een watersysteem zoals sloten en kreken. Voor de externe belasting van een poel zijn de volgende bronnen relevant:

- Dierlijke meststoffen
Dierlijke meststoffen kunnen op tweeërlei manieren een poel belasten. In eerste instantie door vee. Ingeschaard vee maakt gebruik van een poel als drinkplaats en om hierin te baden. Indien de poel omrasterd is zal de belasting vanuit deze bron vrijwel nihil zijn. Verder kunnen dierlijke meststoffen in een poel gebracht worden door middel van dierlijke mest die uitgereden wordt op aanliggende percelen. In beide gevallen wordt de poel belast met fecaliën en urine dat grotendeels bestaat uit organische en anorganische stikstof en fosfaten (N en P) en een geringe concentratie aan zware metalen (zink en koper).
- Kunstmest
In gebieden waar kunstmest wordt gebruikt op aanliggende percelen kan een poel belast worden met anorganische stikstof- en fosfaatverbindingen en kalium (NPK). Deze stoffen leiden vanwege de hoge concentratie nutriënten tot een sterke verrijking van het oppervlaktewater.
- Bladval van in en rondom de poel aanwezige vegetatie
Bij beplanting die rondom een poel staat in de vorm van bomen en oevervegetatie komt jaarlijks blad vrij naar het oppervlaktewater. Het blad zinkt naar de bodem en wordt vervolgens gemineraliseerd. Dit leidt tot een verrijking van het oppervlaktewater met organische en anorganische stikstof en fosfaten (N en P) en humuszuren. In de poel aanwezige waterplanten en (draad)algen dragen eveneens bij aan de verrijking van het oppervlaktewater met N en P. Bijkomend aspect is dat de op de bodem verzamelde dode plantenmassa de verlanding van een poel versnelt.
- Atmosferische depositie
Bij atmosferische depositie wordt het water in de poel belast met stoffen vanuit de atmosfeer. Deze stoffen zijn qua aard en samenstelling zeer uiteenlopend. Ze kunnen worden onderscheiden in vaste stoffen, vloeistoffen en gassen. Belastend voor het oppervlaktewater zijn de stoffen met verzurende en/of bemestende eigenschappen. Verzurende stoffen, o.a. zwaveldioxide, leiden tot een verlaging van de pH van het oppervlaktewater. Vermestende stoffen dragen bij aan de verrijking c.q. vermistening van het oppervlaktewater. De vermistende stoffen bestaan hoofdzakelijk uit ammoniak (NH_3), stikstofoxiden (NO_x) en fosfaten. Het grootste gedeelte hiervan is afkomstig van de intensieve veehouderijen, de industrie en het verkeer.
- Kwelwater
Kwelwater komt voor op locaties waar poelen op een lager niveau liggen dan het grondwater. Afhankelijk van de locatie kan in Zeeland sprake zijn van kwel met een sterke zoute invloed. Zoute kwel is afkomstig van door de zee beïnvloed grondwater, van veenhoudende gronden, of van zoute waterstromen onder (kanaal)dijken door. Indicierend voor kwel zijn verhoogde concentraties aan chloride, sulfaat, natrium en nutriënten in de vorm van stikstof en fosfaat. Hiernaast kan lokaal sprake zijn van sterk verhoogde gehalten aan ijzer en arseen.
- Overige bronnen
 - De invloed van “salt spray” (zoute waterdruppeltjes) is aan de orde indien een poel nabij de zee gelegen is. De invloed hiervan zal zich in voorkomende situaties hoofdzakelijk beperken tot een beïnvloeding van het zoutgehalte (Cl^-) (verzilting). Gezien de ligging van de meeste poelen komt deze situatie weinig voor.
 - Het gebruik van bestrijdingsmiddelen op aanliggende percelen kan leiden tot een sterke negatieve kwaliteitsbeïnvloeding van het oppervlaktewater. In extreme situaties kan dit zelfs

leiden tot sterfte van amfibieën in alle levensstadia. De ervaring wijst uit dat het gebruik van bestrijdingsmiddelen rondom poelen zeer laag tot nihil is. Als gevolg van drift is echter enige beïnvloeding van poelen met bestrijdingsmiddelen niet uit te sluiten.

- De lozing van verontreinigende stoffen door middel van een lozingspijp zoals kuilvoersappen, melkspoelwater, dierlijke meststoffen en huishoudelijk afvalwater is volgens de vigerende wet- en regelgeving verboden. Derhalve zullen deze lozingen slechts van incidentele aard zijn.
- Ten slotte doen zich situaties voor waarbij poelen overspoeld worden met gebiedsvreemd water uit sloten of andere oppervlaktewateren. In voorkomende situaties kan de kwaliteit in meer of mindere mate negatief beïnvloed worden. In het kader van onderhavig onderzoek zijn alleen poelen onderzocht die hydrologisch geïsoleerd zijn waarbij inundatie met gebiedsvreemd water slechts incidenteel voorkomt. Deze situatie doet zich voor bij extreme regenval.

Interne belasting oppervlaktewater

Interne belasting is de toevoer van voedingsstoffen (N en P) vanuit het bodemslib (sediment) naar de waterfase. Het transport vanuit het bodemslib vindt plaats door diffusie, soms versterkt door kwel en in ondiepe systemen door opwoeling van bodemdeeltjes onder invloed van wind of bioturbatie (o.a. vissen). De interne belasting zal laag zijn bij het ontbreken van bodemslib. Deze situatie doet zich voor bij pas aangelegde poelen.

Bijlage 4 Voorbeeld werkwijze SPSS

- Door middel van het berekenen van de kengetallen (descriptives) kan worden bepaald welke reeksen een te scheve verdeling hebben (skewness < -1 of skewness > 1) en moeten worden getransformeerd. In dit geval is alleen de reeks van de pH en van de kleine watersalamander bruikbaar, de overige reeksen dienen te worden getransformeerd naar een logaritmische schaal.

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error
EGV	141	51,1	30000,0	1676,931	5489,5553	4,588	,204
saliniteit	141	,0	20,3	,815	3,4656	4,691	,204
Cl ⁻	141	,0	11277,8	452,719	1925,3248	4,691	,204
pH	141	5,3	10,4	7,979	,8267	-,354	,204
NH ₄ ⁺	88	,0	4,0	,136	,4416	7,938	,257
NO ₃ ⁻	95	,0	8,0	1,755	1,7539	1,478	,247
NO ₂ ⁻	87	,0	2,0	,037	,2173	8,784	,258
PO ₄ ³⁻	89	,0	4,0	,403	,6825	2,924	,255
kleine watersalamander	141	0	1	,57	,496	-,304	,204
Valid N (listwise)	87						

- Na transformatie kan naast de reeks van de pH en van de kleine watersalamander tevens de reeks van log NO₃ worden gebruikt

Descriptive Statistics

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Skewness	
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error
log EGV	141	3,9	10,3	6,111	1,2113	1,421	,204
log saliniteit	141	-2,3	3,0	-1,732	1,1616	2,774	,204
log Cl ⁻	141	-2,3	9,3	,169	3,7403	1,013	,204
pH	141	5,3	10,4	7,979	,8267	-,354	,204
log NH ₄ ⁺	88	-2,3	1,4	-1,800	,6587	1,880	,257
log NO ₃ ⁻	95	-2,3	2,1	,015	1,3078	-,699	,247
log NO ₂ ⁻	87	-2,3	,7	-2,182	,4107	4,947	,258
log PO ₄ ³⁻	89	-2,3	1,4	-1,173	,8464	1,517	,255
kleine watersalamander	141	0	1	,57	,496	-,304	,204
Valid N (listwise)	87						

3. multiple lineaire regressie met bruikbare reeksen:

- 1,2 % van de totale variantie in het voorkomen van de kleine watersalamander wordt verklaard door de relatie met pH en $\log \text{NO}_3^-$
- relatie $> 0,05$ dus niet significant
- er zijn (in dit geval logischerwijs) geen variabelen die een significante bijdrage hebben geleverd

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,108 ^a	,012	-,010	,495

a. Predictors: (Constant), $\log \text{NO}_3^-$, pH

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,264	2	,132	,539	,585 ^a
	Residual	22,536	92	,245		
	Total	22,800	94			

a. Predictors: (Constant), $\log \text{NO}_3^-$, pH

b. Dependent Variable: kleine watersalamander

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,301	,500		,603	,548
	pH	,037	,062	,066	,602	,549
	$\log \text{NO}_3^-$	-,025	,041	-,066	-,596	,552

a. Dependent Variable: kleine watersalamander

Bijlage 5 Data veldonderzoek

SOORTEN													
ID	Xcoörd	Ycoörd	straat	plaats	datum	t.a.	t.c.	t.v.	b.b.	b.c.	r.t.	gr.k.	datum
0	14821	377457	Duinweg/Kievittepolder	Cadzand	2-3			3					5-4
1	14828	377493	Duinweg/Kievittepolder	Cadzand	2-3			1			1		5-4
2	14852	377663	Duinweg/Kievittepolder	Cadzand	2-3								5-4
3	14988	377581	Duinweg/Kievittepolder	Cadzand	2-3								5-4
4	15048	377525	Duinweg/Kievittepolder	Cadzand	2-3								5-4
5	14906	377485	Duinweg/Kievittepolder	Cadzand	2-3								5-4
6	14866	377559	Duinweg/Kievittepolder	Cadzand	2-3								5-4
7	14811	377710	Duinweg/Kievittepolder	Cadzand	2-3								5-4
8	19393	366365	Kloosterwei	Aardenburg	2-3			3					5-4
9	19605	366210	Kloosterwei	Aardenburg	2-3			1					5-4
10	19556	366299	Kloosterwei	Aardenburg	2-3								5-4
11	18016	366280	Plaatweg 1	Aardenburg	5-4	4	1	1					27-4
12	41363	415023	Vroonweg	Haamstede	9-3								20-4
14	42193	415762	Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
15	42225	415757	Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
16	42249	415868	Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
17	42271	416119	Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
18	42266	416192	Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
19	42340	416164	Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
20	42332	416291	Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
21	42355	416286	Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
22	42424	416299	Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
23	42448	416303	Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
24	42504	416287	Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
25	42561	416324	Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
26	40293	413475	Moolweg	Haamstede	9-3								30-3
27	41242	415698	Biesterveld, Vroonweg	Haamstede	9-3			9					30-3
28	41325	415787	Biesterveld, Vroonweg	Haamstede	9-3								30-3
29	41391	415765	Biesterveld, Vroonweg	Haamstede	9-3			1					30-3
30	59947	374547	De Grote Putting	Kloosterzande	16-3								6-4
31	59660	374474	De Grote Putting	Kloosterzande	16-3								6-4
32	59660	374279	De Grote Putting	Kloosterzande	16-3								6-4
33	60524	376674	Oudelandsedijk ong.	Walsoorden	16-3								6-4
34	56785	380440	Molenpolder ong.	Ossensisse	16-3								6-4
35	53973	370879	Zaamslagsedijk 2A	Zaamslag	16-3								13-4
36	54005	371006	Zaamslagsedijk 2A	Zaamslag	16-3								13-4
37	54085	370968	Zaamslagsedijk 2A	Zaamslag	16-3								13-4
38	53917	370874	Zaamslagsedijk 2A	Zaamslag	16-3								13-4
39	53764	371061	Zaamslagsedijk 6	Zaamslag	23-3								13-4
40	53903	370759	Veerstraat 59	Zaamslag	13-4								4-5
41	15049	377995	Noorddijk/Kievittepolder	Cadzand	23-3				5				5-4
41	15049	377995	Noorddijk/Kievittepolder	Cadzand									
42	14902	377837	Noorddijk/Kievittepolder	Cadzand	23-3			3	6				5-4
43	18680	372671	Austerlitzdijk ong.	Zuidzande	23-3				1				5-4
44	60320	362739	Ellestraat ong.	Heikant	23-3			1	>50				6-4
45	56471	361399	Vennepad 4	Koewacht	23-3							4	6-4
46	56488	361182	Vennebos	Koewacht	23-3	1		1					6-4
47	56503	361158	Vennebos	Koewacht	23-3	2		1					6-4
48	56549	361204	Vennebos	Koewacht	23-3				1				6-4
49	44946	360260	Canisvliet, drinkput	Westdorpe	27-3				1+E			2	6-4
50	68764	371520	bezoekerscentrum HZL	Emmadorp	6-4			1					4-5
51	69603	371051	Parallelweg 2	Emmadorp	13-4								4-5
52	53908	370910	Zaamslagsedijk 4	Zaamslag	13-4			6					4-5
53	25121	381333	Zandertje ong.	Breskens	7-5								
54	49289	372250	Othene zuid	Terneuzen	22-5					10*+L			
55	15676	375068	Wallen Retranchement	Retranchement	1-6		1	8					
56	15276	375232	Wallen Retranchement	Retranchement	1-6				L		L		
57	15556	375969	t.o. Bastion	Retranchement	1-6								
58	46635	364367	Zeedijkong.	Westdorpe	6-6					L			
59	47559	364944	Autrische Havenweg	Westdorpe	6-6					1			
60	65642	371134	Zandbergsestraat 5	Graauw	6-6			4					

t.a. alpenwatersalamander
t.c. kamsalamander
t.v. kleine watersalamander

b.b. gewone pad
b.c. rugstreeppad
h.a. boomkikker

r.t. bruine kikker
gr.k. groene kikker onbepaald
br./hei. bruine/heikikker

SOORTEN																
t.a.	t.c.	t.v.	b.b.	r.t.	br./hei.	datum	t.a.	t.c.	t.v.	b.b.	b.c.	h.a.	r.t.	gr.k.	br./hei.	ID
		3	E	E		27-4		2	3	L			1			0
			E			27-4		2	3	L						1
		4				27-4		2								2
						27-4										3
						27-4										4
		1	E			27-4			1	L			L			5
	2	1	E	E		27-4		2	1	L				1		6
	1	3				27-4		2								7
						27-4			1							8
		2				27-4			3			E				9
						27-4								1*		10
6		9				11-5	4		3							11
		2														12
						20-4										14
						20-4										15
		1				20-4										16
		1			E	20-4			1							17
		1				20-4			1		1 dood					18
					E	20-4			1						L	19
						20-4										20
						20-4										21
					E	20-4										22
						20-4									L	23
						20-4									L	24
						20-4										25
		1				20-4										26
		19			E	20-4			6	L						27
		4			E	20-4			1							28
						20-4										29
						4-5										30
						4-5										31
				E		4-5										32
						4-5										33
						4-5										34
						4-5										35
						4-5										36
						4-5										37
						4-5										38
		2				4-5										39
	1					18-5										40
	1		E			27-4		1		L		1*	L			41
						1-6		L	L			L	L			41
		4				27-4		2	10	L						42
		6				27-4			5							43
			E/L	E/L		11-5				L			L			44
						11-5				L			L			45
2		2				11-5	3									46
						11-5	1		1							47
						11-5	5									48
						11-5				L			L			49
		1				18-5			3							50
			L			18-5										51
	1+E	3				18-5		3	7							52
																53
																54
																55
																56
																57
																58
																59
																60

E eieren
L larven
* roepend mannetje

ECOHYDROLOGISCHE PARAMETERS													
ID	datum	EGV µS/cm	salin. ‰	chlor. mg/l	pH	temp C°	NH4+ mg/l	NO3- mg/l	NO2- mg/l	PO4 mg/l	datum	EGV µS/cm	salin. ‰
0	2-3	399,0	0,0	0,0	8,1	5,0					5-4	392,0	0,0
1	2-3	418,0	0,0	0,0	8,2	5,1					5-4	444,0	0,0
2	2-3	426,0	0,0	0,0	7,9	5,9					5-4	462,0	0,0
3	2-3	30000,0	20,3	11277,8	8,2	8,8					5-4	29100,0	17,3
4	2-3	23100,0	12,3	6833,3	8,3	6,8					5-4	25200,0	17,2
5	2-3	345,0	0,0	0,0	8,2	6,3					5-4	377,0	0,0
6	2-3	763,0	0,1	55,6	8,1	6,6					5-4	646,0	0,1
7	2-3	441,0	0,0	0,0	8,0	6,5					5-4	453,0	0,0
8	2-3	95,5	0,0	0,0	7,6	7,7					5-4	96,0	0,0
9	2-3	243,0	0,0	0,0	8,5	7,4					5-4	259,0	0,0
10	2-3	460,0	0,0	0,0	8,4	8,9					5-4	449,0	0,0
11	5-4	97,0	0,0	0,0	7,9	11,6	0,1	0,5	2,0	0,1	27-4	101,0	0,0
12	9-3	391,0	0,0	0,0	7,5	2,3					20-4	366,0	0,0
14	9-3	150,0	0,0	0,0	8,0	0,6					30-3	182,0	0,0
15	9-3	175,0	0,0	0,0	7,5	3,7					30-3	183,0	0,0
16	9-3	161,0	0,0	0,0	7,8	2,7					30-3	314,0	0,0
17	9-3	143,0	0,0	0,0	8,0	4,0					30-3	155,0	0,0
18	9-3	148,0	0,0	0,0	7,9	4,4					30-3	235,0	0,0
19	9-3	73,3	0,0	0,0	7,6	3,8					30-3	62,0	0,0
20	9-3	74,0	0,0	0,0	5,3	4,4					30-3	72,0	0,0
21	9-3	70,0	0,0	0,0	5,3	4,6					30-3	67,0	0,0
22	9-3	123,0	0,0	0,0	7,7	5,4					30-3	342,0	0,0
23	9-3	176,0	0,0	0,0	7,7	4,6					30-3	188,0	0,0
24	9-3	112,0	0,0	0,0	7,4	4,7					30-3	125,0	0,0
25	9-3	125,0	0,0	0,0	7,5	4,5					30-3	165,0	0,0
26	9-3	388,0	0,0	0,0	6,9	5,0					30-3	382,0	0,0
27	9-3	723,0	0,1	55,6	8,2	5,2					30-3	778,0	0,1
28	9-3	164,0	0,0	0,0	8,0	6,3					30-3	197,0	0,0
29	9-3	111,0	0,0	0,0	8,0	6,5					30-3	224,0	0,0
30	16-3	1033,0	0,3	166,7	7,3	6,3					6-4	886,0	0,2
31	16-3	2420,0	1,1	611,1	8,4	7,3					6-4	2810,0	1,3
32	16-3	3360,0	1,6	888,9	7,6	8,0					6-4	3270,0	1,6
33	16-3	6850,0	3,6	2000,0	7,7	7,3					6-4	7220,0	3,9
34	16-3	2000,0	0,8	444,4	8,6	8,1					6-4	1964,0	0,8
35	16-3	995,0	0,2	111,1	8,4	6,4					13-4	1004,0	0,3
36	16-3	824,0	0,2	111,1	7,5	7,5					13-4	51,1	0,0
37	16-3	1002,0	0,3	166,7	7,9	9,7					13-4	890,0	0,2
38	16-3	842,0	0,2	111,1	8,4	7,2					13-4	874,0	0,2
39	23-3	492,0	0,0	0,0	9,4	12,7					13-4	563,0	0,0
40	13-4	2040,0	0,9	500,0	8,5	10,4	0,1	1,5	0,0	1,2	4-5	2100,0	0,9
41	23-3	429,0	0,0	0,0	7,5	9,9					5-4	423,0	0,0
41													
42	23-3	590,0	0,0	0,0	8,7	10,4					5-4	434,0	0,0
43	23-3	453,0	0,0	0,0	8,2	10,7					5-4	444,0	0,0
44	23-3	510,0	0,0	0,0	8,1	12,0					6-4	522,0	0,0
45	23-3	468,0	0,0	0,0	7,7	12,4					6-4	466,0	0,0
46	23-3	350,0	0,0	0,0	7,3	11,5					6-4	328,0	0,0
47	23-3	692,0	0,1	55,6	7,4	10,1					6-4	685,0	0,1
48	23-3	760,0	0,1	55,6	7,7	12,3					6-4	758,0	0,1
49	27-3	483,0	0,0	0,0	7,9	12,0					6-4	462,0	0,0
50	6-4	1290,0	0,5	277,8	7,4	9,8	0,1	1,0	0,1	0,1	4-5	1200,0	0,4
51	13-4	875,0	0,2	111,1	8,7	8,9	0,3	2,0	0,0	0,1	4-5	759,0	0,1
52	13-4	1841,0	0,7	388,9	8,2	10,2	0,1	1,0	0,0	4,0	4-5	1762,0	0,7
53	7-5	14200,0	7,0	3888,9									
54	22-5	644,0	0,1	55,6	7,5	21,1	0,0	0,0	0,0	0,1			
55	1-6	304,0	0,0	0,0	8,7	14,8	0,0	0,0	0,0	0,1			
56	1-6	257,0	0,0	0,0	8,2	15,7	0,0	0,1	0,0	0,1			
57	1-6	281,0	0,0	0,0	10,3	15,4	0,0	0,0	0,0	1,0			
58	6-6	7560,0	4,1	2277,8	7,6	18,3	0,0	0,0	0,0	0,1			
59	6-6	2940,0	1,4	777,8	7,4	16,4	2,0	4,0	0,5	1,0			
60	6-6	3120,0	1,5	833,3	9,2	20,6	0,0	0,0	0,0	0,1			

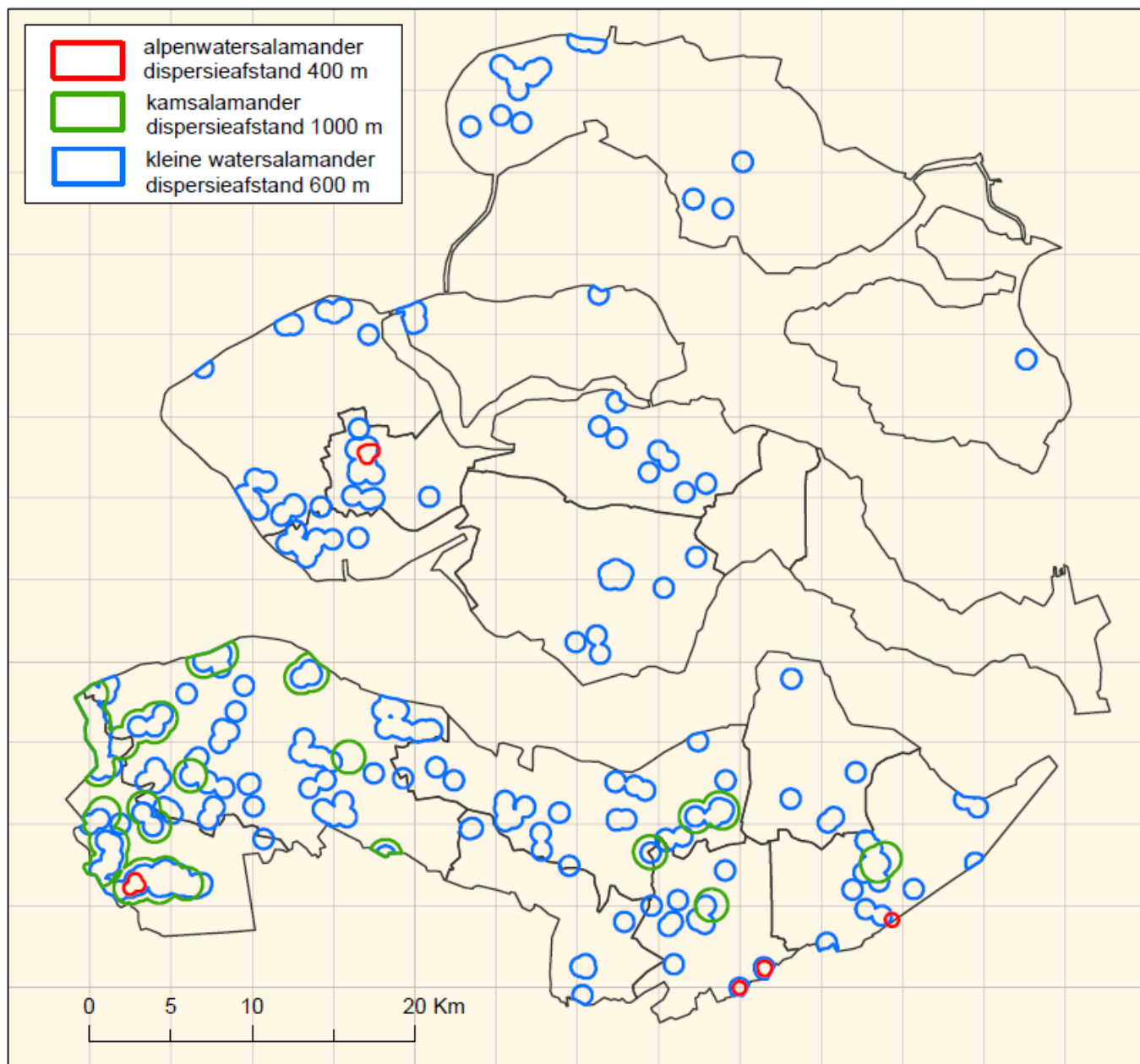
ECOHYDROLOGISCHE PARAMETERS																	
chlor. mg/l	pH	temp C°	NH4+ mg/l	NO3- mg/l	NO2- mg/l	PO4 mg/l	datum	EGV µS/cm	salin. ‰	chlor. mg/l	pH	temp C°	NH4+ mg/l	NO3- mg/l	NO2- mg/l	PO4 mg/l	ID
0,0	9,0	8,7	0,1	2,0	0,0	0,1	27-4	288,0	0,0	0,0	9,8	14,5	0,0	0,0	0,0	0,1	0
0,0	8,2	8,5	0,2	2,0	0,0	0,1	27-4	473,0	0,0	0,0	8,2	14,9	0,0	0,5	0,0	0,1	1
0,0	8,1	9,6	0,5	2,0	0,0	0,1	27-4	450,0	0,0	0,0	8,4	14,6	0,0	1,0	0,0	0,1	2
9611,1	8,3	10,2	0,1	3,0	0,0	1,5	27-4	29000,0	17,7	9833,3	8,0	17,3	0,0	0,5	0,0	1,4	3
9555,6	8,0	10,5	0,1	0,1	0,0	1,0	27-4	28100,0	17,2	9555,6	8,4	16,8	0,0	1,0	0,0	0,6	4
0,0	8,1	9,2	0,1	3,0	0,0	0,1	27-4	320,0	0,0	0,0	8,3	16,2	0,0	0,5	0,0	0,1	5
55,6	9,3	8,7	0,1	4,0	0,1	0,1	27-4	713,0	0,1	55,6	9,0	15,0	0,0	0,5	0,0	0,1	6
0,0	7,9	9,4	0,1	1,0	0,0	0,1	27-4	315,0	0,0	0,0	8,3	14,0	0,0	0,0	0,0	0,1	7
0,0	8,1	11,2	0,0	1,0	0,0	1,0	27-4	109,0	0,0	0,0	6,8	14,2	0,0	0,4	0,0	0,4	8
0,0	7,7	10,3	0,6	3,0	0,1	0,8	27-4	276,0	0,0	0,0	7,2	16,2	0,2	1,0	0,0	1,5	9
0,0	8,8	11,0	0,0	2,0	0,0	1,8	27-4	460,0	0,0	0,0	9,0	17,6	0,0	1,0	0,0	1,0	10
0,0	8,4	17,6	0,0	0,5	0,0	0,1	11-5	99,8	0,0	0,0	7,9	13,1	0,0	2,0	0,0	0,1	11
0,0	7,7	11,0		2,0						0,0							12
0,0	8,2	10,5	0,0	5,0	0,0	0,1	20-4	229,0	0,0	0,0	9,7	9,4	0,1	0,5	0,0	0,0	14
0,0	7,6	10,2	0,1	2,0	0,0	0,1	20-4	217,0	0,0	0,0	7,6	7,4					15
0,0	7,9	10,8	0,1	0,0	0,0	2,0	20-4	2360,0	1,0	555,6	9,3	9,9	0,1	0,0	0,0	0,1	16
0,0	7,2	10,8	0,1	1,0	0,0	0,1	20-4	1700,0	0,5	277,8	7,8	9,8	0,1	0,5	0,0	0,1	17
0,0	7,8	11,1	0,1	0,0	0,0	0,1	20-4	2200,0	0,9	500,0	7,9	10,2	0,1	0,0	0,0	0,1	18
0,0	8,3	11,4	0,1	5,0	0,0	0,1	20-4	67,6	0,0	0,0	7,2	11,1	0,0	6,0	0,0	0,1	19
0,0	5,8	11,0	0,0	2,0	0,1	0,1	20-4	510,0	0,0	0,0	5,5	10,8	0,0	2,0	0,0	0,1	20
0,0	6,0	11,0	0,0	2,0	0,0	0,1	20-4	442,0	0,0	0,0	5,5	10,7	0,0	7,5	0,0	1,0	21
0,0	8,0	11,6	0,1	1,0	0,0	0,1	20-4	279,0	0,0	0,0	7,9	12,2		5,0		0,1	22
0,0	7,3	11,6	0,0	1,0	0,0	0,1	20-4	275,0	0,0	0,0	7,8	12,8	0,0	1,0		0,1	23
0,0	7,8	11,2	0,3	0,0	0,0	0,1	20-4	254,0	0,0	0,0	8,2	13,1		0,1			24
0,0	7,2	10,6	0,0	1,0	0,0	0,1	20-4	206,0	0,0	0,0	7,5	13,0		1,0			25
0,0	6,6	10,1	0,5	7,0	0,0	0,1	20-4	369,0	0,0	0,0	7,1	11,0		2,5			26
55,6	7,7	11,6	4,0	4,0	0,2	0,1	20-4	834,0	0,2	111,1	8,0	14,4		1,0			27
0,0	7,7	11,2	0,2	2,0	0,0	0,1	20-4	216,0	0,0	0,0	7,7	11,5		1,0			28
0,0	7,9	12,9	0,3	3,0	0,2	0,1	20-4			0,0							29
111,1	8,8	11,2					4-5			0,0							30
722,2	8,8	12,5	0,0	1,5	0,0	0,7	4-5	3690,0	1,8	1000,0	8,5	14,1	0,8	3,0	0,0	1,1	31
888,9	7,4	11,0	0,1	3,5	0,0	0,1	4-5	4980,0	2,6	1444,4	7,0	11,8	0,0	3,0	0,0	0,1	32
2166,7	7,7	10,0	0,7	2,5	0,0	0,9	4-5	7460,0	4,0	2222,2	7,7	10,7	0,3	1,0	0,0	0,7	33
444,4	8,5	10,4	0,1	4,0	0,0	0,5	4-5	2120,0	0,9	500,0	8,4	7,6	0,0	1,0	0,0	0,1	34
166,7	7,8	9,9	0,2	2,0	0,2	0,1	4-5	1009,0	0,3	166,7	7,9	11,2					35
0,0	7,6	10,4	0,1	1,5	0,0	0,1	4-5	891,0	0,2	111,1	7,8	12,1					36
111,1	8,1	10,6	0,2	2,5	0,0	0,1	4-5	684,0	0,1	55,6	8,3	10,4					37
111,1	7,9	10,5	0,1	2,0	0,0	0,1	4-5	895,0	0,2	111,1	7,7	11,2					38
0,0	9,1	11,1	0,2	3,0	0,1	3,0	4-5	607,0	0,0	0,0	7,8	11,2	0,0	5,0	0,0	0,5	39
500,0	7,7	11,5	0,5	4,0	0,0	1,5	18-5	2120,0	0,9	500,0	7,9	12,4	0,8	1,0	0,0	2,0	40
0,0	8,0	9,5	0,1	1,0	0,0	0,1	27-4	381,0	0,0	0,0	9,4	17,3	0,0	0,0	0,0	0,1	41
							1-6	355,0	0,0	0,0	9,1	16,0	0,0	1,0	0,0	0,1	41
0,0	9,4	10,3	0,1	1,0	0,0	0,1	27-4	420,0	0,0	0,0	9,5	16,7	0,0	0,0	0,0	0,1	42
0,0	8,6	10,2	0,2	2,0	0,0	1,0	27-4	395,0	0,0	0,0	9,2	18,2	0,0	1,5	0,0	1,0	43
0,0	8,5	10,0	0,1	2,0	0,0	0,1	11-5	550,0	0,0	0,0	7,7	13,3	0,1	8,0	0,0	0,1	44
0,0	7,9	9,5	0,2	3,0	0,0	0,1	11-5	324,0	0,0	0,0	8,5	11,8	0,0	3,5	0,1	0,1	45
0,0	7,7	8,0	0,0	4,0	0,0	0,1	11-5	336,0	0,0	0,0	7,3	10,4	0,0	0,0	0,0	0,1	46
55,6	7,8	8,0	0,0	3,5	0,0	0,1	11-5	708,0	0,1	55,6	7,3	10,2	0,0	3,0	0,0	0,1	47
55,6	7,8	8,3	0,0	3,5	0,0	0,1	11-5	825,0	0,2	111,1	7,7	10,9	0,0	2,0	0,0	0,1	48
0,0	8,0	11,5	0,2	3,0	0,0	0,1	11-5	407,0	0,0	0,0	7,7	12,4	0,0	2,0	0,0	0,1	49
222,2	8,4	10,2	0,0	0,0	0,0	0,1	18-5	1350,0	0,5	277,8	7,4	13,1	0,0	0,0	0,0	0,1	50
55,6	9,7	8,1	0,0	1,0	0,0	0,1	18-5	764,0	0,1	55,6	10,4	13,2	0,0	0,0	0,0	0,1	51
388,9	8,0	9,3	0,0	1,5	0,0	0,1	18-5	1758,0	0,7	388,9	8,1	11,4	0,0	0,0	0,0	0,1	52
																	53
																	54
																	55
																	56
																	57
																	58
																	59
																	60

(OMGEVINGS)FACTOREN										
ID	opp. m²	max. diepte cm	oevertalud	bodemtype Stiboka	bodem poel	vis	water-vogels	landgebruik	veebezetting	omrasterd
0	150	100	gevarieerd	Zd30A-VII	zand		nee	recreatie	nvt	nvt
1	200	100	gevarieerd	Zd30A-VII	zand		nee	recreatie	nvt	nvt
2	200	90	gevarieerd	kZn40A-VI	zand		ja	natuurgasland	ja (1+2)/nee (3)	nee
3	500	30	gevarieerd	kZn40A-VI	slib op zand		ja	natuurgasland	ja (1+2)/nee (3)	nee
4	500	60	steil	kZn40A-VI	slib op zand	tiend. stekelb.	ja	natuurgasland	ja (1+2)/nee (3)	nee
5	350	70	gevarieerd	kZn40A-VI	zand		nee	natuurgasland	ja (1+2)/nee (3)	nee
6	350	100	gevarieerd	kZn40A-VI	zand		nee	natuurgasland	ja (1+2)/nee (3)	nee
7	70	120	vrij steil	Zd30A-VII	zandig		weinig	natuurgasland	ja (1+2)/nee (3)	nee
8	450	150	gevarieerd	EK19F-V*	klei		nee	natuurgasland	nee	nee (1)/ja(2)
9	300	120	zeer steil	EK19F-V*	kleiig		nee	natuurgasland	nee	nee
10	300	200	vrij steil	EK19F-V*	zandig/zavel		nee	natuurgasland	nee	nee
11	300	150	gevarieerd	Mn12A/Mn22Ap	zand		nee	particulier	nee	nee
12	175	150	steil	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja	nee
14	2500	40	gevarieerd	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja	nee
15	250	30	gevarieerd	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja	nee
16	2000	40	flauw	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja	nee
17	300	60	steil	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja	nee
18	1500	50	steil	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja	nee
19	450	60	gevarieerd	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja	nee
20	50	40	gevarieerd	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja	nee
21	50	30	gevarieerd	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja	nee
22	250	30	steil	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja	nee
23	125	40	steil	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja	nee
24	250	50	gevarieerd	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja	nee
25	75	60	gevarieerd	Zn21	zand		nee	natuurgasland	ja (hoog)	nee
26	1500	150	gevarieerd	Zn21/Zd21	zand		nee	bos	ja (pony's)	nee
27	125	150	gevarieerd	Zn21	zand		nee	weiland	nee (konijnen)	nee
28	100	60	gevarieerd	Zn21	zand		nee	weiland	nee (konijnen)	nee
29	300	40	gevarieerd	Zn21	zand		nee	weiland	nee (konijnen)	nee
30	750	30	gevarieerd	U5455nr00	veen		ja	weiland (weidevogelgebied)	niet op moment	nee
31	200	30	gevarieerd	U5455nr00	veen		ja	weiland (weidevogelgebied)	niet op moment	nee
32	100	60	gevarieerd	U5455nr00	veen	tiend. stekelb.	ja	weiland (weidevogelgebied)	niet op moment	nee
33	100	200	vrij steil	Mn15A-VI	kleiig		nee	bosje	nee	nee
34	400	150	gevarieerd	Mo20A-IV	jonge zeeklei	tiend. stekelb.	ja	natuurgasland	nee	nee
35	200	200	steil	Mn22A-V*	lemig	tien/dried. stekelb.	nee	omzoomd met riet	nee	ja
36	100	200	gevarieerd	Mn22A-V*	lemig		nee	omzoomd met riet	nee	ja
37	100	100	gevarieerd	Mn15A-V*	kleiig/zeeklei		nee	weiland	niet op moment	nee
38	250	200	gevarieerd	Mn15A-VI		tiend. stekelb.	nee	particulier	vanaf 01-08	ja
39	600	200	vrij steil	Mn25A-V*	kleiig	veel dried. stekelb.	nee	particulier	nee	ja
40	400	150	gevarieerd	Mn15A	zand		nee	particulier	nee	nee
41	2000	120	gevarieerd	Zd30A-VII	zand		nee	natuurgebied	ja	nee
42	200	150	gevarieerd	Zd30A-VII	zand		nee	natuurgebied	ja	nee
43	350	100	steil	Mn45A-VI	klei		nee(1)/ja(2)	weiland	niet op moment	nee
44	400	150	gevarieerd	pZn21-VI	zand		nee	natuurgebied	onbekend	nee
45	350	150	gevarieerd	pZn21-VI	zand	tiend. stekelb.	nee	tuin particulier	nee	nvt
46	75	100	gevarieerd	pZn21-VI	zand		nee	natuurgebied	nee	nvt
47	75	120	gevarieerd	pZn21-VI	zand		nee	natuurgebied	nee	nvt
48	175	150	gevarieerd	pZn21-VI	zand		nee	natuurgebied	nee	nvt
49	375	160	flauw	Mn15A-V*	kleiig/zanderig	veel tiend. stekelb.	nee	natuurgebied	nee	ja
50	100	120	steil	Mn12A	klei		nee	Zeeuws landschap	nee	ja
51	400	100	zeer steil	Mn15A	zand		nee	particulier	nee	ja
52	100	110	steil	Mn22A-V*	klei		nee	particulier	nee	nee
53	200	100	steil	kZn40A-VI	zand		nee	natuurgebied	nee	nee
54	250	10	vrij steil	Mn25A-VI	klei	tiend. stekelb. broed	ja	gemeente	nee	nee
55	750	150	gevarieerd		slib op zand		nee	natuur (HZL)	ja	nee
56	100	50	gevarieerd	kZn40A-VII	zand	veel dried. stekelb.	nee	natuur (HZL)	ja	nee
57	2500	150	flauw	kZn40A-VII	kalkrijke klei		ja	natuur (HZL)	niet op moment	nee
58	150	10	flauw	Mn25A-VI	kleiig		nee	natuur	nee	nee
59	200	10	steil	kZn40A-VII	zand		nee	industrie	nee	nee
60	750	80	flauw	Mn15A-VI	kleiig		nee	particulier	nee	nee

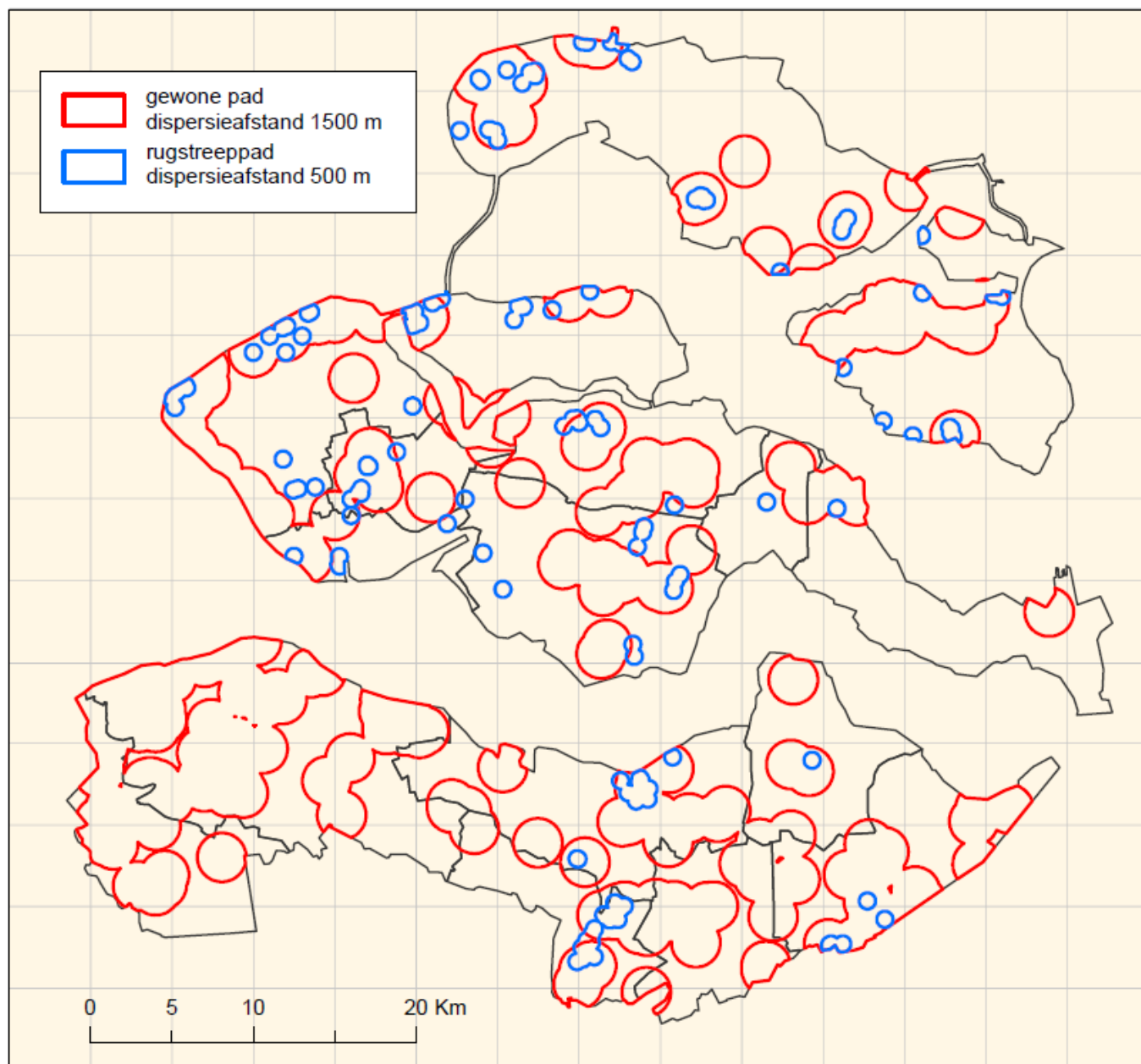
(OMGEVINGS)FACTOREN

schaduw	bladval	verlanding	lozingen	doorzicht cm	water- vegetatie	opmerkingen	overig	ID
nee	minimaal	geen	nee	> 40	overvloedig	geschoond 2009	geelgerande waterkever	0
minimaal	matig	geen	nee	> 40	aanwezig	geschoond 2010		1
nee	minimaal	matig	nee	> 40	aanwezig			2
nee	nee	matig	nee	> 40	geen			3
nee	nee	nvt, zout	nee	< 40	geen	niet geïsoleerd/sloot		4
nee	nee	matig/hoog	nee	<40	aanwezig		geelgerande waterkever	5
nee	minimaal	matig	nee	40	overvloedig			6
nee	minimaal	matig	nee	>40	aanwezig			7
nee	nee	laag/matig	nee	< 40	aanwezig			8
nee	nee	geen	nee	< 40	aanwezig		geelgerande waterkever	9
nee	nee	laag	nee	> 40	overvloedig	geschoond sept. 2009		10
matig/hoog	matig/hoog	laag/matig	dakhemelwater	>40	overvloedig			11
ja	ja	laag	nee	20	geen			12
nee	nee	geen	nee	> 40	aanwezig			14
nee	nee	matig	nee	> 40	aanwezig	bijna droog (3)		15
nee	nee	geen	nee	> 40	aanwezig			16
nee	nee	matig	nee	> 40	aanwezig			17
nee	nee	matig	nee	> 40	aanwezig	restant eiklomp/snoer, geen larven		18
nee	nee	matig	nee	> 40	aanwezig			19
nee	nee	hoog	nee	40	aanwezig			20
nee	nee	hoog	nee	40	aanwezig			21
nee	nee	matig	nee	> 40	aanwezig			22
nee	nee	matig	nee	> 40	aanwezig			23
nee	nee	matig	nee	> 40	aanwezig			24
nee	nee	matig	nee	> 40	overvloedig			25
ja	ja	matig	nee	<40	aanwezig			26
nee	nee	geen	nee	30	aanwezig	damherten drinkplaats		27
nee	nee	matig	nee	>40	aanwezig			28
nee	nee	laag	nee	>40		droog (3)		29
nee	nee	laag	nee	< 5	aanwezig	niet geïsoleerd, slenken/geëutrofiëerd/droog (3)		30
nee	nee	matig	nee	< 5	geen	niet geïsoleerd, slenken/geëutrofiëerd		31
nee	nee	hoog	nee	< 5	geen	niet geïsoleerd, slenken/geëutrofiëerd		32
ja	ja	matig	nee	20	geen	zeer geïsoleerd / veel zwavel	geelgerande waterkever	33
nee	nee	laag	nee	20	geen			34
ja	ja	vrij hoog	nee	>40	overvloedig			35
weinig	weinig	matig	nee	25	aanwezig	ong. 10 jaar oud		36
weinig	weinig	laag	nee	20	aanwezig			37
weinig	weinig	matig	nee	20	aanwezig	ong. 10 jaar oud		38
matig	matig/hoog	geen	dakhemelwater	30	aanwezig	zeer hoge zuurgraad	geelgerande waterkever	39
ja	ja	matig	nee	25	aanwezig			40
minimaal	minimaal	geen	nee	>40	overvloedig	recentelijk voor deel geschoond		41
weinig	weinig	geen	nee	>40	aanwezig			42
nee	nee	geen	nee	<30	aanwezig			43
nee	minimaal	nee	nee	>40	geen	schimmel eieren (2)		44
matig	matig/hoog	matig/hoog	nee	>40	overvloedig			45
matig/hoog	matig/hoog	hoog	nee	>40	overvloedig		geelgerande waterkever	46
matig/hoog	matig/hoog	hoog	nee	>40	aanwezig			47
matig/hoog	matig/hoog	matig/hoog	nee	>40	aanwezig			48
nee	nee	matig/verriet	nee	>40	aanwezig			49
weinig	weinig/matig	weinig/matig	nee	>40	overvloedig		geelgerande waterkever	50
minimaal	weinig	geen	nee	>40	aanwezig	recent (partieel) geschoond/vrijwel 100% flab, niet met schepnet te bemonsteren	geelgerande waterkever	51
ja	ja	weinig/matig	nee	>40	overvloedig		geelgerande waterkever	52
ja	ja	nee	nee	>40	aanwezig	zoute kwel	geelgerande waterkever/ garnalen	53
nee	nee	geen	dakhemelwater	>10	geen			54
nee	minimaal	laag	nee	>40	overvloedig			55
nee	nee	hoog	nee	>40	overvloedig	lange slenk, 's winters locaties gekoppeld		56
nee	minimaal	laag	nee	<10	overvloedig			57
nee	nee	nee	nee	<40	geen	compensatienatuur a.g.v. glastuinbouw		58
nee	nee	nee	percolaat	<40	geen	grenst aan baggerspeciedepot		59
nee	nee	nee	nee	>40	geen	2006 aangelegd SLZ		60

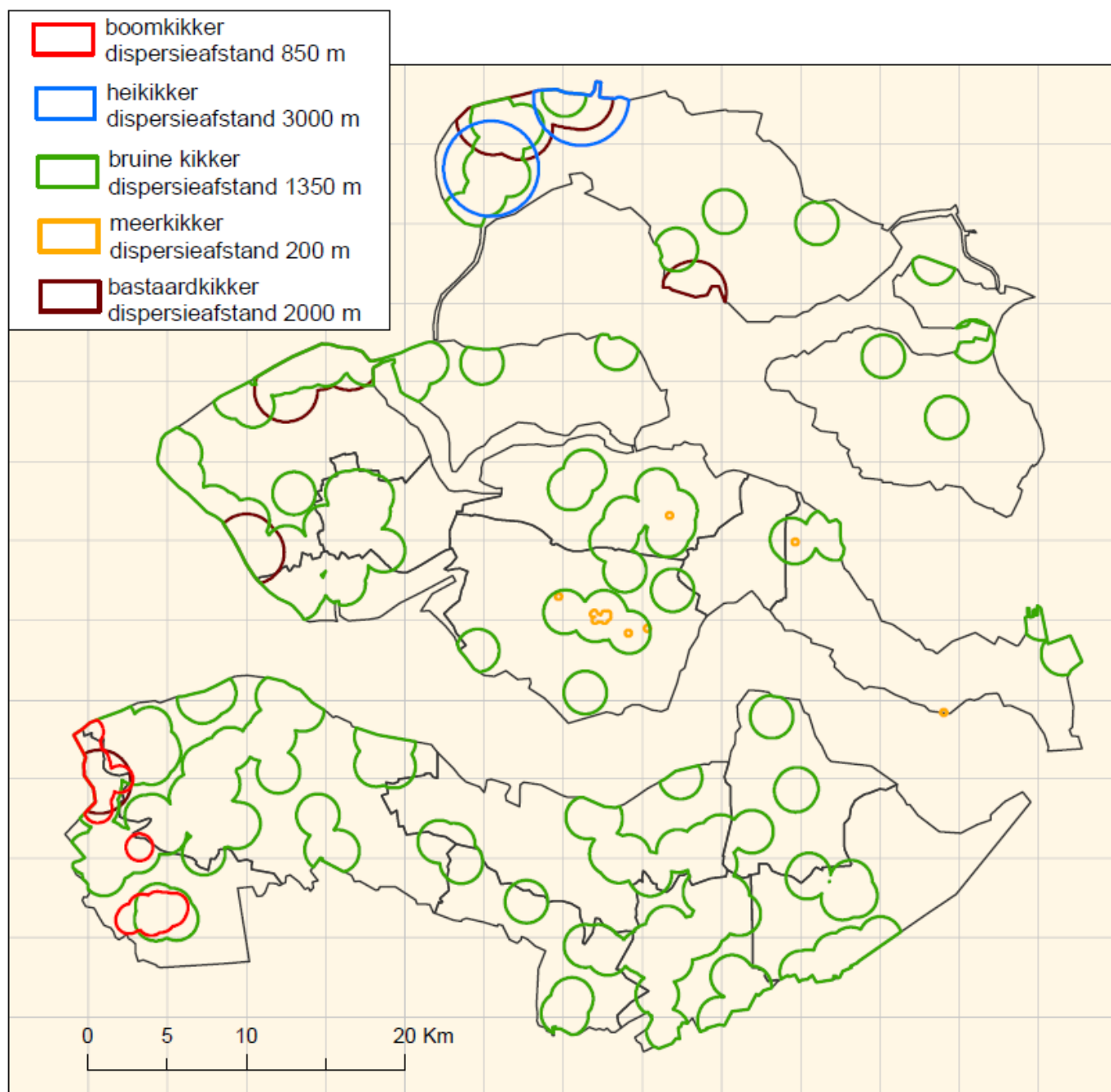
Bijlage 6 Metapopulaties amfibieën Zeeland



metapopulaties salamanders Zeeland geprojecteerd op uurhokken (5 km x 5 km). Een aaneengesloten vlak staat voor één metapopulatie van de soort



metapopulaties padden Zeeland geprojecteerd op uurhokken (5 km x 5 km). Een aaneengesloten vlak staat voor één metapopulatie van de soort



metapopulaties kikkers Zeeland geprojecteerd op uurhokken (5 km x 5 km). Een aaneengesloten vlak staat voor één metapopulatie van de soort

Bijlage 7 Analyse niet bezette poelen binnen metapopulaties

Bij deze analyse zijn de poelen betrokken die binnen een metapopulatie (zoals in bijlage 6) van een soort liggen, maar waar de betreffende soort niet is aangetroffen (tabel A.). Op deze manier wordt gepoogd de bandbreedte van de ecologische parameters zoals in tabel B (idem tabel 8) te versterken en/of nauwkeuriger aan te geven.

locatienummer	alpenwatersalamander	kamsalamander	kleine watersalamander	gewone pad	rugstreeppad	boomkikker	heikikker	bruine kikker	meerkikker	bastardkikker
0										
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										

locatienummer	alpenwatersalamander	kamsalamander	kleine watersalamander	gewone pad	rugstreeppad	boomkikker	heikikker	bruine kikker	meerkikker	bastardkikker *
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										
42										
43										
44										
45										
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										

Tabel A: onderzoekslocaties

 soort niet aangetroffen, onderzoekslocatie binnen metapopulatie betreffende soort

 waarnemingen geïdentificeerd als bruine/heikikker, onderzoekslocatie binnen metapopulatie

* alle waarnemingen geïdentificeerd als "groene kikker onbepaald" (meerkikker komt volgens verspreidingsgegevens niet voor op de onderzoekslocaties)

	zoutgehalte			zuurgraad		trofiegraad			
	EGV μS/cm max.	sal. ‰ max.	Cl ⁻ mg/l max.	pH min.	pH max.	NH ₄ ⁺ mg/l max.	NO ₃ ⁻ mg/l max.	NO ₂ ⁻ mg/l max.	PO ₄ ³⁻ mg/l max.
alpenwatersalamander	825	0,2	111,1	7,3	8,4	0,1	4,0	2,0	0,1
kamsalamander	2120	0,9	500	7,5	9,8	0,8	4,0	2,0	4,0
kl. watersalamander	3120	1,5	833,3	6,6	9,8	4,0	8,0	2,0	4,0
gewone pad	875	0,2	111,1	7,5	10,4	4,0	8,0	2,0	1,0
rugstreeppad	7560	4,1	2278	7,4	7,6	2,0	4,0	0,5	1,0
boomkikker	429	<0,1	<55	7,2	9,4	0,6	3,0	0,1	1,5
bruine kikker	4980	2,6	1444	7,0	9,8	0,2	8,0	0,1	0,1
groene kikker onbep.	763	0,1	55,6	6,8	8,5	0,2	4,0	0,1	1,8
bruine/heikikker	834	0,5	277,8	7,2	8,3	4,0	6,0	0,2	0,1

Tabel B (8): maximum en minimum (zuurgraad) waarden ecohydrologische parameters waarbinnen soorten tijdens het veldonderzoek zijn aangetroffen

Toelichting bij onderstaande tabellen:

 :meetwaarde boven maximum waarde waarbij de soort is waargenomen zoals in tabel 8;

 :meetwaarde beneden minimum waarde waarbij de soort is waargenomen zoals in tabel 8;

- bij geen kleur valt de meetwaarde binnen de bandbreedte van de locaties waarin de soort is aangetroffen zoals in tabel B. In voorkomende situatie is de betreffende parameter niet de oorzaak van het niet voorkomen.
- er is vanuit gegaan dat voor de saliniteit, EGV, Cl⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻ en PO₄³⁻ alleen een maximum waarde is waarboven soort niet voorkomt, voor de zuurgraad geldt wel een minimum en maximum waarde;
- de heikikker, meerkikker en bastaardkikker zijn bij deze analyse buiten beschouwing gelaten omdat deze tijdens het onderzoek niet met zekerheid zijn waargenomen.

Kamsalamander

ID	EGV μS/cm max.	saliniteit ‰ max.	Cl ⁻ mg/l max.	pH min.	pH max.	NH ₄ ⁺ mg/l max.	NO ₃ ⁻ mg/l max.	NO ₂ ⁻ mg/l max.	PO ₄ ³⁻ mg/l max.	overige omstandigheden van negatieve invloed op voorkomen
3	30000,0	20,3	11277,8	8,0	8,3	0,1	3,0	0,0	1,5	- geen watervegetatie
4	28100,0	17,2	9555,6	8,0	8,4	0,1	1,0	0,0	1,0	- tiendoornige stekelbaars - geen watervegetatie - steil hellingtalud
5	377,0	0,0	<50	8,1	8,3	0,1	3,0	0,0	0,1	
8	109,0	0,0	<50	6,8	8,1	0,0	1,0	0,0	1,0	
9	276,0	0,0	<50	7,2	8,5	0,6	3,0	0,1	1,5	
10	460,0	0,0	<50	6,8	8,1	0,0	2,0	0,0	1,8	
35	1009,0	0,3	166,7	7,8	8,4	0,2	2,0	0,2	0,1	- tien/driedoornige stekelbaars - schaduw / bladval
36	891,0	0,2	111,1	7,5	7,8	0,1	1,5	0,0	0,1	
37	1002,0	0,3	166,7	7,9	8,3	0,2	2,5	0,0	0,1	
38	895,0	0,2	111,1	7,7	8,4	0,1	2,0	0,0	0,1	- tiendoornige stekelbaars
39	607,0	0,0	<50	7,8	9,4	0,2	5,0	0,1	3,0	- veel driedoornige stekelbaars - schaduw / bladval
56	257,0	0,0	<50	8,2	8,2	0,0	0,1	0,0	0,1	- veel driedoornige stekelbaars - hoge mate van verlanding
57	281,0	0,0	<50	10,3	10,3	0,0	0,0	0,0	1,0	

- Op locatie 3 en 4 is het zoutgehalte extreem hoog, hier zijn geen amfibieën aangetroffen, het zoutgehalte ligt ver boven het maximum voor alle soorten, dus ook voor de kamsalamander.
- Op locatie 8, 9 en 10 zijn geen overige factoren die een negatieve invloed hebben op het voorkomen van de kamsalamander. Het is goed mogelijk dat de (minimum) pH-waarde hier te laag is.
- Op locatie 39 is de aanwezigheid van stekelbaars waarschijnlijk een zwaarder wegende factor dan de hoge nitraatbelasting.
- Locatie 57 is extreem basisch, wellicht een oorzaak van het ontbreken van de kamsalamander, er zijn hier geen overige negatieve factoren geconstateerd.

Alpenwatersalamander

ID	EGV μS/cm max.	saliniteit ‰ max.	Cl ⁻ mg/l max.	pH min.	pH max.	NH ₄ ⁺ mg/l max.	NO ₃ ⁻ mg/l max.	NO ₂ ⁻ mg/l max.	PO ₄ ³⁻ mg/l max.	overige factoren van negatieve invloed op voorkomen
45	468,0	0,0	<50	7,7	8,5	0,2	3,5	0,1	0,1	- tiendoornige stekelbaars - geen echte bospoel

- De gemarkeerde waarden op locatie 45 wijken minimaal af, waarschijnlijk is de aanwezige stekelbaars de oorzaak van het niet voorkomen. Daarnaast heeft de alpenwatersalamander een voorkeur voor bospoelen (schaduw, relatief koud water) (Creemers, R & van Delft, J., 2009), wellicht is de habitatkwaliteit niet voldoende.

Kleine watersalamander

ID	EGV μS/cm max.	saliniteit ‰ max.	Cl ⁻ mg/l max.	pH min.	pH max.	NH ₄ ⁺ mg/l max.	NO ₃ ⁻ mg/l max.	NO ₂ ⁻ mg/l max.	PO ₄ ³⁻ mg/l max.	overige omstandigheden van negatieve invloed op voorkomen
3	30000,0	20,3	11277,8	8,0	8,3	0,1	3,0	0,0	1,5	- geen watervegetatie
4	28100,0	17,2	9555,6	8,0	8,4	0,1	1,0	0,0	1,0	- tiendoornige stekelbaars - geen watervegetatie - steil hellingtalud
10	460,0	0,0	<50	6,8	8,1	0,0	2,0	0,0	1,8	
14	229,0	0,0	<50	8,0	9,7	0,1	5,0	0,0	0,1	
15	217,0	0,0	<50	7,5	7,6	0,1	2,0	0,0	0,1	
20	510,0	0,0	<50	5,3	5,8	0,0	2,0	0,1	0,1	- hoge mate van verlanding
21	442,0	0,0	<50	5,3	6,0	0,0	7,5	0,0	1,0	- hoge mate van verlanding
22	342,0	0,0	<50	7,7	8,0	0,1	5,0	0,0	0,1	
23	275,0	0,0	<50	7,3	7,8	0,0	1,0	0,0	0,1	- steil hellingtalud
24	254,0	0,0	<50	7,4	8,2	0,3	0,1	0,0	0,1	
25	206,0	0,0	<50	7,2	7,5	0,0	1,0	0,0	0,1	
35	1009,0	0,3	166,7	7,8	8,4	0,2	2,0	0,2	0,1	- tien/driedoornige stekelbaars - schaduw / bladval - steil hellingtalud
36	891,0	0,2	111,1	7,5	7,8	0,1	1,5	0,0	0,1	
37	1002,0	0,3	166,7	7,9	8,3	0,2	2,5	0,0	0,1	
38	895,0	0,2	111,1	7,7	8,4	0,1	2,0	0,0	0,1	- tiendoornige stekelbaars
40	2120,0	0,9	500,0	7,7	8,5	0,8	4,0	0,0	2,0	- schaduw / bladval
45	468,0	0,0	<50	7,7	8,5	0,2	3,5	0,1	0,1	- tiendoornige stekelbaars - schaduw / bladval
48	825,0	0,2	111,1	7,7	7,8	0,0	3,5	0,0	0,1	- schaduw / bladval
51	875,0	0,2	111,1	8,7	10,4	0,3	2,0	0,0	0,1	- zeer steil hellingtalud
54	644,0	0,1	55,6	7,5	7,5	0,0	0,0	0,0	0,1	- tiendoornige stekelbaars broed - geen watervegetatie
56	257,0	0,0	<50	8,2	8,2	0,0	0,1	0,0	0,1	- veel driedoornige stekelbaars - hoge mate van verlanding
57	281,0	0,0	<50	10,3	10,3	0,0	0,0	0,0	1,0	- vrij recent aangelegd

- Op locatie 3 en 4 ligt het zoutgehalte ver boven het maximum voor alle soorten.
- De pH op locatie 20 en 21 is zeer laag, dit weegt waarschijnlijk zwaarder dan de hoge mate van verlanding die hier is aangetroffen. Tevens is de pH op deze locaties opvallend lager dan nabij gelegen poelen.
- Op locaties 51 en 57 is de pH zeer hoog, de overige negatieve omgevingsfactoren kunnen echter niet uitgesloten worden als oorzaak van het niet voorkomen.

Gewone pad

ID	EGV µScm max.	saliniteit ‰ max.	Cl ⁻ mg/l max.	pH min.	pH max.	NH ₄ ⁺ mg/l max.	NO ₃ mg/l max.	NO ₂ mg/l max.	PO ₄ ³⁻ mg/l max.	overige omstandigheden van negatieve invloed op voorkomen
2	462,0	0,0	<50	7,9	8,4	0,5	2,0	0,0	0,1	
3	30000,0	20,3	11277,8	8,0	8,3	0,1	3,0	0,0	1,5	- geen watervegetatie
4	28100,0	17,2	9555,6	8,0	8,4	0,1	1,0	0,0	1,0	- tiendoornige stekelbaars - geen watervegetatie - steil hellingtalud
7	453,0	0,0	<50	7,9	8,3	0,1	1,0	0,0	0,1	
8	109,0	0,0	<50	6,8	8,1	0,0	1,0	0,0	1,0	
9	276,0	0,0	<50	7,2	8,5	0,6	3,0	0,1	1,5	
10	460,0	0,0	<50	6,8	8,1	0,0	2,0	0,0	1,8	
11	101,0	0,0	<50	7,9	8,4	0,1	2,0	2,0	0,1	- schaduw / bladval
12	391,0	0,0	<50	7,5	7,7		2,0			- schaduw / bladval - geen watervegetatie
14	229,0	0,0	<50	8,0	9,7	0,1	5,0	0,0	0,1	
15	217,0	0,0	<50	7,5	7,6	0,1	2,0	0,0	0,1	
16	2360,0	1,0	555,6	7,8	9,3	0,1	0,0	0,0	2,0	
17	1700,0	0,5	277,8	7,2	8,0	0,1	1,0	0,0	0,1	
18	2200,0	0,9	500,0	7,8	7,9	0,1	0,0	0,0	0,1	
19	73,3	0,0	<50	7,2	8,3	0,1	6,0	0,0	0,1	
20	510,0	0,0	<50	5,3	5,8	0,0	2,0	0,1	0,1	- hoge mate van verlanding
21	442,0	0,0	<50	5,3	6,0	0,0	7,5	0,0	1,0	- hoge mate van verlanding
22	342,0	0,0	<50	7,7	8,0	0,1	5,0	0,0	0,1	
23	275,0	0,0	<50	7,3	7,8	0,0	1,0	0,0	0,1	- steil hellingtalud
24	254,0	0,0	<50	7,4	8,2	0,3	0,1	0,0	0,1	
25	206,0	0,0	<50	7,2	7,5	0,0	1,0	0,0	0,1	
26	388,0	0,0	<50	6,6	7,1	0,5	7,0	0,0	0,1	- schaduw / bladval
28	216,0	0,0	<50	7,7	8,0	0,2	2,0	0,0	0,1	
29	224,0	0,0	<50	7,9	8,0	0,3	3,0	0,2	0,1	
30	1033,0	0,3	166,7	7,3	8,8					- watervogels - slecht doorzicht / weinig watervegetatie
31	3690,0	1,8	1000,0	8,4	8,8	0,8	3,0	0,0	1,1	- watervogels - geen watervegetatie
32	4980,0	2,6	1444,4	7,0	7,6	0,1	3,5	0,0	0,1	- tiendoornige stekelbaars - watervogels - hoge mate van verlanding - geen watervegetatie
35	1009,0	0,3	166,7	7,8	8,4	0,2	2,0	0,2	0,1	- tien/driedoornige stekelbaars - steil hellingtalud - schaduw / bladval
36	891,0	0,2	111,1	7,5	7,8	0,1	1,5	0,0	0,1	
37	1002,0	0,3	166,7	7,9	8,3	0,2	2,5	0,0	0,1	
38	895,0	0,2	111,1	7,7	8,4	0,1	2,0	0,0	0,1	- tiendoornige stekelbaars
39	607,0	0,0	<50	7,8	9,4	0,2	5,0	0,1	3,0	- veel driedoornige stekelbaars - schaduw / bladval
40	2120,0	0,9	500,0	7,7	8,5	0,8	4,0	0,0	2,0	- schaduw / bladval
46	350,0	0,0	<50	7,3	7,7	0,0	4,0	0,0	0,1	- schaduw / bladval - hoge mate van verlanding
47	708,0	0,1	55,6	7,3	7,8	0,0	3,5	0,0	0,1	- schaduw / bladval - hoge mate van verlanding
50	1350,0	0,5	277,8	7,4	8,4	0,1	1,0	0,1	0,1	- steil hellingtalud
52	1841,0	0,7	388,9	8,0	8,2	0,1	1,5	0,0	4,0	- steil hellingtalud - schaduw / bladval
53	14200,0	7,0	3888,9							- steil hellingtalud - schaduw / bladval
54	644,0	0,1	55,6	7,5	7,5	0,0	0,0	0,0	0,1	- tiendoornige stekelbaars broed - geen watervegetatie
55	304,0	0,0	<50	8,7	8,7	0,0	0,0	0,0	0,1	
57	281,0	0,0	<50	10,3	10,3	0,0	0,0	0,0	1,0	
58	7560,0	4,1	2277,8	7,6	7,6	0,0	0,0	0,0	0,1	- geen watervegetatie
59	2940,0	1,4	777,8	7,4	7,4	2,0	4,0	0,5	1,0	- steil hellingtalud - geen watervegetatie - grenst aan baggerspeciedepot

- Op locatie 3, 4 en 53 ligt het zoutgehalte ver boven het maximum voor alle soorten.
- Van locaties waar het zoutgehalte gemarkeerd is kan alleen bij locatie 36 gezegd worden dat het hoge zoutgehalte de oorzaak is van het niet voorkomen. Bij de overige gemarkeerde locaties spelen

meerdere negatieve factoren die de oorzaak kunnen zijn of is het zoutgehalte zo hoog dat het ver buiten de bandbreedte van alle soorten valt.

- Op locaties waar de minimum pH-waarde gemarkeerd is spelen bij 8, 19, 20, 21, 24 en 25 andere factoren geen rol en is de lage pH wellicht mogelijk de oorzaak van niet voorkomen.
- Op locaties waar maximum fosfaat is gemarkeerd spelen overal andere factoren een rol die de oorzaak kunnen zijn van het niet voorkomen.

Rugstreeppad

ID	EGV µS/cm max.	saliniteit ‰ max.	Cl ⁻ mg/l max.	pH min.	pH max.	NH ₄ ⁺ mg/l max.	NO ₃ mg/l max.	NO ₂ mg/l max.	PO ₄ ³⁻ mg/l max.	overige omstandigheden van negatieve invloed op voorkomen
12	391,0	0,0	<50	7,5	7,7		2,0			- schaduw / bladval - geen watervegetatie
14	229,0	0,0	<50	8,0	9,7	0,1	5,0	0,0	0,1	
15	217,0	0,0	<50	7,5	7,6	0,1	2,0	0,0	0,1	
16	2360,0	1,0	555,6	7,8	9,3	0,1	0,0	0,0	2,0	
17	1700,0	0,5	277,8	7,2	8,0	0,1	1,0	0,0	0,1	
18	2200,0	0,9	500,0	7,8	7,9	0,1	0,0	0,0	0,1	
19	73,3	0,0	<50	7,2	8,3	0,1	6,0	0,0	0,1	
20	510,0	0,0	<50	5,3	5,8	0,0	2,0	0,1	0,1	- hoge mate van verlanding
21	442,0	0,0	<50	5,3	6,0	0,0	7,5	0,0	1,0	- hoge mate van verlanding
22	342,0	0,0	<50	7,7	8,0	0,1	5,0	0,0	0,1	
23	275,0	0,0	<50	7,3	7,8	0,0	1,0	0,0	0,1	- steil hellingtalud
24	254,0	0,0	<50	7,4	8,2	0,3	0,1	0,0	0,1	
25	206,0	0,0	<50	7,2	7,5	0,0	1,0	0,0	0,1	
27	834,0	0,2	111,1	7,7	8,2	4,0	4,0	0,2	0,1	
28	216,0	0,0	<50	7,7	8,0	0,2	2,0	0,0	0,1	
29	224,0	0,0	<50	7,9	8,0	0,3	3,0	0,2	0,1	
32	4980,0	2,6	1444,4	7,0	7,6	0,1	3,5	0,0	0,1	- tiendoornige stekelbaars - watervogels - hoge mate van verlanding - geen watervegetatie
44	550,0	0,0	<50	7,7	8,5	0,1	8,0	0,0	0,1	- geen watervegetatie

- Gezien het geringe aantal waarnemingen (3) van de rugstreeppad kan er vanuit worden gegaan dat de bandbreedte ruimer is dan in tabel B.

Boomkikker

ID	EGV µS/cm max.	saliniteit ‰ max.	Cl ⁻ mg/l max.	pH min.	pH max.	NH ₄ ⁺ mg/l max.	NO ₃ mg/l max.	NO ₂ mg/l max.	PO ₄ ³⁻ mg/l max.	overige omstandigheden van negatieve invloed op voorkomen
0	399,0	0,0	<50	8,1	9,8	0,1	2,0	0,0	0,1	
1	473,0	0,0	<50	8,2	8,2	0,2	2,0	0,0	0,1	
2	462,0	0,0	<50	7,9	8,4	0,5	2,0	0,0	0,1	
3	30000,0	20,3	11277,8	8,0	8,3	0,1	3,0	0,0	1,5	- geen watervegetatie
4	28100,0	17,2	9555,6	8,0	8,4	0,1	1,0	0,0	1,0	- tiendoornige stekelbaars - geen watervegetatie
5	377,0	0,0	<50	8,1	8,3	0,1	3,0	0,0	0,1	- hoge mate van verlanding
6	763,0	0,1	55,6	8,0	8,4	0,1	4,0	0,1	0,1	
7	453,0	0,0	<50	7,9	8,3	0,1	1,0	0,0	0,1	
8	109,0	0,0	<50	6,8	8,1	0,0	1,0	0,0	1,0	
10	460,0	0,0	<50	6,8	8,1	0,0	2,0	0,0	1,8	
11	101,0	0,0	<50	7,9	8,4	0,1	2,0	2,0	0,1	- schaduw / bladval
42	590,0	0,0	<50	8,7	9,5	0,1	1,0	0,0	0,1	
55	304,0	0,0	<50	8,7	8,7	0,0	0,0	0,0	0,1	
56	257,0	0,0	<50	8,2	8,2	0,0	0,1	0,0	0,1	- veel driedoornige stekelbaars - hoge mate van verlanding
57	281,0	0,0	<50	10,3	10,3	0,0	0,0	0,0	1,0	

- Van locaties waarvan het zoutgehalte gemarkeerd is kan van locaties 1 en 2 gezegd worden dat het zoutgehalte mogelijk de oorzaak is van het niet voorkomen. Bij de overige gemarkeerde locaties

spelen meerdere negatieve factoren die de oorzaak kunnen zijn of is het zoutgehalte zo hoog dat het ver buiten de bandbreedte van alle soorten valt.

- Bij locatie 57 is de pH extreem hoog, wellicht te hoog.
- Een verhoogde trofiegraad is steeds in combinatie met andere factoren die de oorzaak kunnen zijn van het niet voorkomen.

Bruine kikker

ID	EGV µS/cm max.	saliniteit ‰ max.	Cl ⁻ mg/l max.	pH min.	pH max.	NH ₄ ⁺ mg/l max.	NO ₃ mg/l max.	NO ₂ mg/l max.	PO ₄ ³⁻ mg/l max.	overige omstandigheden van negatieve invloed op voorkomen
9	276,0	0,0	<50	7,2	8,5	0,6	3,0	0,1	1,5	
10	460,0	0,0	<50	6,8	8,1	0,0	2,0	0,0	1,8	
11	101,0	0,0	<50	7,9	8,4	0,1	2,0	2,0	0,1	- schaduw / bladval
12	391,0	0,0	<50	7,5	7,7		2,0			- schaduw / bladval - geen watervegetatie
14	229,0	0,0	<50	8,0	9,7	0,1	5,0	0,0	0,1	
15	217,0	0,0	<50	7,5	7,6	0,1	2,0	0,0	0,1	
16	2360,0	1,0	555,6	7,8	9,3	0,1	0,0	0,0	2,0	
17	1700,0	0,5	277,8	7,2	8,0	0,1	1,0	0,0	0,1	
18	2200,0	0,9	500,0	7,8	7,9	0,1	0,0	0,0	0,1	
19	73,3	0,0	<50	7,2	8,3	0,1	6,0	0,0	0,1	
20	510,0	0,0	<50	5,3	5,8	0,0	2,0	0,1	0,1	- hoge mate van verlanding
21	442,0	0,0	<50	5,3	6,0	0,0	7,5	0,0	1,0	- hoge mate van verlanding
22	342,0	0,0	<50	7,7	8,0	0,1	5,0	0,0	0,1	
23	275,0	0,0	<50	7,3	7,8	0,0	1,0	0,0	0,1	- steil hellingtalud
24	254,0	0,0	<50	7,4	8,2	0,3	0,1	0,0	0,1	
25	206,0	0,0	<50	7,2	7,5	0,0	1,0	0,0	0,1	
26	388,0	0,0	<50	6,6	7,1	0,5	7,0	0,0	0,1	- schaduw / bladval
27	834,0	0,2	111,1	7,7	8,2	4,0	4,0	0,2	0,1	- damherten drinkplaats (ammonium)
28	216,0	0,0	<50	7,7	8,0	0,2	2,0	0,0	0,1	
29	224,0	0,0	<50	7,9	8,0	0,3	3,0	0,2	0,1	
35	1009,0	0,3	166,7	7,8	8,4	0,2	2,0	0,2	0,1	- tien/driedoornige stekelbaars - steil hellingtalud - schaduw / bladval
36	891,0	0,2	111,1	7,5	7,8	0,1	1,5	0,0	0,1	
37	1002,0	0,3	166,7	7,9	8,3	0,2	2,5	0,0	0,1	
38	895,0	0,2	111,1	7,7	8,4	0,1	2,0	0,0	0,1	- tiendoornige stekelbaars
39	607,0	0,0	<50	7,8	9,4	0,2	5,0	0,1	3,0	- veel driedoornige stekelbaars
40	2120,0	0,9	500,0	7,7	8,5	0,8	4,0	0,0	2,0	- schaduw / bladval
42	590,0	0,0	<50	8,7	9,5	0,1	1,0	0,0	0,1	
43	453,0	0,0	<50	8,2	9,2	0,2	2,0	0,0	1,0	- steil hellingtalud
46	350,0	0,0	<50	7,3	7,7	0,0	4,0	0,0	0,1	- schaduw / bladval - hoge mate van verlanding
47	708,0	0,1	55,6	7,3	7,8	0,0	3,5	0,0	0,1	- schaduw / bladval - hoge mate van verlanding
48	825,0	0,2	111,1	7,7	7,8	0,0	3,5	0,0	0,1	- schaduw / bladval - hoge mate van verlanding
52	1841,0	0,7	388,9	8,0	8,2	0,1	1,5	0,0	4,0	- steil hellingtalud - schaduw / bladval
55	304,0	0,0	<50	8,7	8,7	0,0	0,0	0,0	0,1	
57	281,0	0,0	<50	10,3	10,3	0,0	0,0	0,0	1,0	
58	7560,0	4,1	2277,8	7,6	7,6	0,0	0,0	0,0	0,1	- geen watervegetatie
59	2940,0	1,4	777,8	7,4	7,4	2,0	4,0	0,5	1,0	- steil hellingtalud - geen watervegetatie - grenst aan baggerspeciedepot

- Op locatie 58 ligt het zoutgehalte ver buiten de bandbreedte van alle soorten met uitzondering van de rugstreeppad.
- En lage pH is zeer waarschijnlijk oorzaak van het niet voorkomen bij 20 en 21.
- Op locaties 9, 16, 24, 27 en 29 is het goed mogelijk dat een verhoogde trofiegraad (met name ammonium) de oorzaak is van het niet voorkomen, er zijn hier geen overige negatieve factoren.

Bijlage 8 Ordinatiediagrammen Canoco

