

Advies beheer Regte Heide



Henk Sierdsema, Joost Vogels,
Roland Bobbink &
Loes van den Bremer

Sovon-rapport 2013/33



Advies beheer Regte Heide

Henk Sierdsema, Joost Vogels,
Roland Bobbink en Loes van den Bremer



Sovon-rapport 2013/33
Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht
van het Brabants Landschap



Colofon

© Sovon Vogelonderzoek Nederland
Natuurplaza (gebouw Mercator 3)
Toernooiveld 1
Postbus 6521
6503 GA Nijmegen

Telefoon: (024) 7410410
Email: advies@sovon.nl
Homepage: www.sovon.nl

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Brabants Landschap.

Datum: 4 juli 2013

Foto's omslag: Henk Sierdsema

Wijze van citeren: Sierdsema H., Vogels J., Bobbink R. & L. van den Bremer. Advies beheer Regte Heide. Sovon-rapport 2013/33. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van SOVON en/of de opdrachtgever.

ISSN: 2212-5027

Inhoud

1. Inleiding	5
2. Werkwijze	7
2.1 Maatplan	7
2.2 Monitoringsplan	7
3. Maatplan	9
3.1 Kennisupdate effectiviteit beheermaatregelen in heidesystemen	9
3.2 Beheer van de Regte Heide	11
3.3 Knelpunten	15
3.3.1 Droge heide	15
3.3.2 Natte heide	17
3.3.3 Vochtige schraallanden en soortenrijke natte heide	19
3.3.3 Ontbreken oude akkerflora	20
3.4 Advisering en concrete maatregelen korte termijn	20
3.4.1 Droge heide	20
3.4.1.1 Aanpakken vermossing plagvlakken	20
3.4.1.2 Verzuringsbestrijding droge heide	20
3.4.2 Natte heide	21
3.4.3 Vochtige schraallanden en soortenrijke natte heide	22
4. Monitoring	23
4.1 Bestrijding vermossing Grijs kronkelsteeltje	23
4.2 Bufferherstel droge heide	23
4.3 Verbeteren systeemkennis natte heide	23
4.4 Verbeteren systeemkennis van gradient droge soortenrijke heide - vochtig heischraal – kleine zegen gemeenschap	
4.5 Monitoring flora en fauna	24
5. Verslag expert-bijeenkomst en maatregelenkaart	25
5.1 Maatregelen	25
5.2 Monitoring	25
5.3 Toelichting bij de maatregelkaart	26
Literatuur	29
Bijlagen	
Bijlage 1. Grondwaterstanden	
Bijlage 2. Ondergrond hydrogeologisch model	

1. Inleiding

De Regte Heide is onderdeel van het Natura 2000-gebied 'Regte heide en Riels Laag'. Het door het Brabants Landschap uitgevoerde beheer is het afgelopen decennium mede afgestemd op herintroductie van het Korhoen. In het najaar van 2009 is een herintroductieproject van het Korhoen van start gegaan. De tegenvallende resultaten van het project hebben ertoe geleid dat begin 2011 voortijdig is gestopt met de herintroductie. Het Brabants Landschap wil het restant van de voor het herintroductieproject beschikbare gelden besteden aan een optimalisering van het huidige beheer in het gebied om te aanwezige natuurkwaliteit te verbeteren.

In opdracht van het Brabants Landschap heeft Sovon in samenwerking met Stichting Bargerveen en Onderzoekcentrum B-ware verkend hoe het beheer op de Regte Heide verbeterd en geoptimaliseerd kan worden. In de onderhavige notitie worden de resultaten van deze verkenning besproken. Hierin wordt o.a. een maatplan opgesteld waarin we concrete maatregelen formuleren die nog in op korte termijn kunnen worden uitgevoerd en wordt een voorstel voor een monitoringsaanpak gegeven.

Naar aanleiding van een concept van dit beheeradvies is een expert-bijeenkomst waarin de maatregelen concreter zijn uitgewerkt. Het verslag van deze bijeenkomst en de bijbehorende maatregelenkaart is opgenomen

2. Werkwijze

2.1 Maatplan

Er is een maatplan opgesteld waarin wordt geadviseerd hoe het beheer op de Regte Heide kan worden geoptimaliseerd. De focus ligt op het creëren van optimale omstandigheden voor alle soortgroepen die bij een goed ontwikkeld heidelandschap horen. Bij het opstellen van het maatplan is gebruik gemaakt van de meest recente inzichten op het gebied van heidebeheer. In april 2012 is een velddag op de Regte Heide georganiseerd waarbij naast de beheerders van de Regte Heide diverse experts op het gebied van heidebeheer en –onderzoek aanwezig waren, namelijk: Roland Bobbink (B-ware), Joost Vogels (Stichting Bargerveen), Wim de Jong, Arjen Simons en Hans Schep (allen Brabants Landschap) en Loes van den Bremer en Henk Sierdsema (Sovon). Het huidige beheer is hierbij ter plekke kritisch bekeken en er zijn ideeën uitgewisseld over de waarde, de effectiviteit en de uitvoering van diverse beheer- of herstelmaatregelen.

Idealiter zouden voorafgaand aan het advies aanvullende bodem- en plantmetingen worden gedaan. Zo wordt meer zicht gekregen op de waterkwaliteit en de huidige toestand van het heidesysteem zodat op maat advies kan worden gegeven. In het kader van de huidige opdracht was aanvullend veldwerk niet mogelijk. Dit advies is dan ook gebaseerd op expert judgement en literatuur. Er is onder andere gebruik gemaakt van obn-rapporten, relevante wetenschappelijke publicaties en de website www.natuurkennis.nl.

Voor een deel van de knelpunten (en kansen) die in deze rapportage worden genoemd zijn de auteurs van mening dat hier een uitgebreidere systeemanalyse, inclusief veldmetingen, noodzakelijk is om deze goed te kunnen afbakenen. Zonder deze analyse bestaan er nog te veel aannames binnen de beperkte knelpuntenanalyse in dit advies om hier degelijk onderbouwde beheeraanbevelingen voor te geven. Voor deze situaties wordt daarom geen concreet beheeradvies gegeven, wel wordt aangegeven welke informatie er nodig is om te kunnen besluiten welke beheermaatregelen vervolgens genomen zouden kunnen worden.

2.2 Monitoringsplan

Er is een monitoringsplan opgesteld dat inzicht kan verschaffen in de invloed en de gevolgen van het terreinbeheer op de verschillende soortgroepen. Het monitoringsplan geeft praktische handvaten aan de beheerder voor de beoordeling van uitgevoerde maatregelen.

3. Maatplan

3.1 Kennisupdate effectiviteit beheermaatregelen in heidesystemen

De kennis over de effectiviteit van beheermaatregelen in heideterreinen is met het afronden van recente OBN-onderzoeksprojecten en het verschijnen van een aantal wetenschappelijke publicaties (met name uit Duitsland en Nederland) in de laatste jaren toegenomen. Met het verschijnen van de OBN-rapportage “de effectiviteit van de regeling effectgerichte maatregelen voor Rode lijst soorten” (Jansen *et al.* 2010) is het nu ook mogelijk om per habitatype de effectiviteit van de uitgevoerde maatregelen met elkaar te vergelijken. Sinds het begin van EGM (later OBN) wordt er onderzoek gedaan naar herstel van abiotiek en vegetatie in verzuurde, vermestte of verdroogde heidesystemen. Dit is bijvoorbeeld geëvalueerd in: De Graaf *et al.* 1994; Bobbink *et al.* 1998, Bobbink *et al.* 2004, De Graaf *et al.* 2004 en Dorland *et al.* 2005. Ook was er in 2000 al een eerste RL met groene stip opgesteld over EGM, dit is een tweede versie, met langere tijdseries en meer data. Op basis van het al dan niet terugkeren van plantensoorten na uitvoering van maatregelen zijn in deze rapportage verschillende beheermaatregelen met elkaar vergeleken, per habitatype. Voor heidesystemen kan aan de hand van deze publicaties een algemeen beeld geschetst worden van de effectiviteit van verschillende beheermaatregelen per ecosysteemtype. Als onderbouwing van het advies voor optimalisatie van het beheer zal de kennis hierover worden samengevat.

Maatregelen in heidemilieus die zowel vermessing als verzuring op duurzame wijze bestreden hebben zijn het meest succesvol. Systeemkarakteristieke rode lijst soorten, maar vooral kenmerkende gewone soorten zijn hier het meest toegenomen. De habitattypen waar dit het makkelijkst te realiseren is, zijn met name natte milieus. Hier kan door het uitvoeren van hydrologische herstelmaatregelen op systeem eigen wijze de buffercapaciteit worden hersteld: dit is een uitstekende manier om de buffercapaciteit te herstellen, dat is in veel terreinen gebleken. Echter, zodra de verdroging vooral bepaald wordt door omstandigheden buiten het natuurgebied/N2K-gebied dan zijn de maatregelen zeer moeilijk uit te voeren in de praktijk. In combinatie met plagwerkzaamheden keren in

deze systemen vaak meerdere karakteristieke plantensoorten terug (mede geholpen door geringe problemen met betrekking tot hervestiging: veel plantensoorten van natte milieus hebben een langlevende zaadbank). Wanneer maatregelen enkel vermessing bestrijden zijn de effecten veel minder positief, behalve in situaties waar alleen vermessing een probleem was: zo zijn er meerdere natte heiden en natte heischrale graslanden die goed hersteld zijn (ook na 10-12) door kleinschalig plagen met uitsparen van restpopulaties. Deze gebieden waren, zoals uit vooronderzoek was gebleken, dan niet verzuurd of verdroogd (zie bijvoorbeeld Bobbink *et al.* 2004; De Graaf *et al.* 2004). In droge habitattypen hebben maatregelen veel minder positief uitgekapt in termen van terugkeren van rode lijst soorten dan in natte habitattypen. In deze typen zijn in de laatste decennia veel maatregelen ter bestrijding van vermessing uitgevoerd, in de vorm van plagwerkzaamheden. Het effect op het terugkeren van systeemkarakteristieke soorten is hier gering gebleken, met slechts 3 soorten van de rode lijst die zijn toegenomen. De ecologische amplitude van de plantensoorten die niet zijn teruggekeerd na maatregelen blijkt met name veel smaller te zijn op het vlak van bodembuffering: deze soorten kunnen zich niet handhaven in sterk zure situaties. Voor droge habitattypen van heide systemen zoals droge heide en droog heischraal grasland zijn voor verzuringsbestrijding dus andere maatregelen noodzakelijk. Verzuringbestrijding kan in dergelijke milieus alleen op kunstmatige wijze worden gerealiseerd, door middel van het toedienen van bufferstoffen (bekalken).

Uit het EGM-OBN en NWO-onderzoek kwam het volgende naar voren:

- a) de verzuurde bodem is goed langdurig te herstellen (minder Al, meer Ca, minder NH₄) door bekalking (zeg maar 2 ton/ha) na kleinschalig plagen;
- b) veel kenmerkende, maar algemeen soorten keren terug of breiden zich sterk uit;
- c) restpopulaties van uitgespaarde RL-planten (essentieel!) namen flink toe;
- d) echter: wat al weg was uit het gebied aan RL-soorten kwam niet terug. Dit komt door de afwezigheid van een langlevende zaadvoorraad bij een groot deel van deze soorten uit het droge, en het sterk versnipperde landschap: veel populaties zijn echt ver weg, zeker een groot probleem

aangezien veel plantensoorten zich maar beperkt verplaatsten (1-2 m per jaar of zo).

- e) toevoegen van diasporen (of zaden) via herintroductie of via maaisel/plagsel is dan nodig om de soorten in de herstelde delen terug te krijgen!!

Voor karakteristieke fauna is eveneens eenzelfde evaluatie uitgevoerd, hieruit kwam naar voren dat herstel vaak moeizamer verloopt dan voor plantensoorten; deze conclusie is wel gebaseerd op zeer kleine dataset in Janssen et al. 2010. Ook hier is overigens wel een trend waarneembaar. Soorten die een positieve trend vertonen zijn met name soorten die hebben geprofiteerd van door hydrologische maatregelen verbeterde waterkwaliteit (met name libellen), soorten van droge habitats vertonen veelal geen positieve trend of nemen nog steeds af. Deze laatste trend heeft waarschijnlijk ook een relatie met verzuring, dit wordt in de volgende paragraaf verder toegelicht.

Naar aanleiding van een tweetal onderzoeksprojecten in droge heide zijn onlangs kanttekeningen geplaatst bij de wenselijkheid van op grote schaal afplaggen van droge heide. Het gehalte van organische stof in de bodem is, ook jaren na plaggen, nog sterk verlaagd, al neemt deze wel toe. Deze organische laag is belangrijk voor het functioneren van een heidesysteem. Het vervult onder meer een sleutelrol in het vochtvasthoudend vermogen van de bodem, wat een belangrijke invloed heeft op het vegetatieontwikkeling van droge heide (Bijlsma et al. 2009). Onder heidevegetatie zonder plaghistorie is, onder de strooisellaag (L) en half verteerd organisch materiaal (Hr), een laag bestaande uit amorfe humus (Hh) aanwezig. Deze laag heeft een slechte doorlaatbaarheid en heeft daardoor een grote invloed op de vochtthuishouding van de bodem. In deze oude heide komen daardoor vaak soorten voor die meer met natte heide geassocieerd worden, zoals Veenbies (*Trichophorum cespitosum*) en een aantal zeldzame mossoorten; dit is echter vooral gevonden hoog op de Veluwe stuwal, één van de natste delen van Nederland wat betreft neerslag. Bovendien ontbreken ook daar de verzuringsgevoelige soorten. De aanwezigheid van een Hh laag heeft ook invloed op de regeneratiemogelijkheden voor Struikhei, deze kan in heide met een sterk ontwikkelde Hh laag via afleggers zich vegetatief handhaven. Geplagde droge heide is dan ook vaak soortenarmer dan ongeplagde heide op bodems met een sterk ontwikkelde H laag. De organische stof heeft daarnaast een sleutelrol

in de nutriëntenhuishouding van het systeem. Met name in leemarme heidebodems is het de organische stof in de bodem de belangrijkste bindingsplaats voor nutriënten in de bodem. Dit geldt zowel voor stikstof (met name in de vorm van ammonium), maar ook voor positief geladen metaal-ionen en andere belangrijke nutriënten zoals fosfaat en kalium.

Plaggen lost bovendien het probleem van de bodemverzuring niet op. Het kan zelfs, in samenspel met verzuring, leiden tot extreme veranderingen in bodemcondities, met name in de eerste jaren na plaggen. Door het wegnemen van grote delen van het organische stof vallen bindingsplaatsen voor ammonium en aluminium weg, die daardoor in vrije opgeloste vorm in de bodem ophopen; bovendien wordt hierdoor ook het nitrificatieproces geremd, vooral bij relatief lage pH's (Dorland et al. 2004; van den Berg et al. 2003). Hoge concentraties van deze stoffen leiden tot wortelschade bij hogere planten en verhinderen de kieming en vestiging van veel plantensoorten. In dergelijke situaties is vaak alleen Struikhei in staat om te kiemen en vestigen. Het massaal vestigen van Grijs Kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*) op plagvlakken op de Regte Heide is waarschijnlijk ook gerelateerd aan de combinatie van hoge stikstofdepositie en een verzuurde bodem. Deze exotische mossoort neemt in stuifzanden een dominante positie in onder hoge stikstofdepositie, in combinatie met hoge concentraties aluminium in de bodem (Sparrius and Kooijman 2011; Sparrius et al. 2012).

Bodemverzuring heeft ook zeker plaatsgevonden door de zeer hoge S- en N in de tweede helft van de twintigste eeuw in oude heide. Hierdoor zijn de hoeveelheden basische kationen als Ca, K en/of Mg ("e buffercapaciteit"); in heide is deze al laag) verder achteruit gegaan en is juist de concentratie van uitwisselbaar aluminium in het bodemvocht toegenomen. Uit zeer veel verzuringsonderzoek is gebleken dat de Al/Ca-ratio (of iets beter: Al/basische kationen ratio) de beste voorspeller is voor de waargenomen groeireductie bij bodemverzuring. De door verzuring toegenomen aluminiumconcentraties in de bodem leiden in de bodem tot vastlegging van fosfaat in een vorm die voor planten slecht beschikbaar is. Belangrijker is waarschijnlijk dat door plaggen vrijwel alle P uit het systeem verdwijnt, en er vrijwel niets terugkomt via atmosferische depositie, maar Nwel. Bij de planten zelf leidt aluminiumtoxiciteit tot een verminderde opname-efficiëntie van fosfaat. Een van de hoofdeffecten van een verhoogde Al/Ca verhouding is een sterke vermindering van het wortelvolume, en

daarmee van de opname van fosfaat die grotendeels wordt bepaald door het wortelvolumen. Verder wordt de kationopname ook sterk geremd. Hierdoor zijn veel droge heidegebieden sterker door fosfaat gelimiteerd, wat zich in de plant uit in een hogere N:P ratio van de weefsels. Onderzoek naar de fauna van heideterreinen (Vogels *et al.* 2011) heeft aangetoond dat de dichtheid en soortenrijkdom van (met name herbivore) fauna van heideterreinen gelimiteerd wordt door de beschikbaarheid van P in de plant (in relatie tot N). Verzuring (als gevolg van zwavel- en stikstofdepositie) heeft in Nederlandse heideterreinen dus ook mede geleid tot een afname in plantkwaliteit voor hogere trofische niveaus.

Al met al kan gesteld worden dat voor droge heide de effectiviteit van plagbeheer in de laatste jaren sterk ter discussie is komen te staan. In droge heide liggen de toekomstige uitdagingen in het beheer voornamelijk in het effectief bestrijden van verzuringseffecten. Voor natte heide ligt dit een stuk genuanceerder en is onder meer afhankelijk van de oorspronkelijke situatie (natuurlijke mate van buffering, stabiele versus instabiele grondwaterstanden, etc) en de situatie waarin deze systemen in de huidige tijd in verkeren. Om een adequaat beheerplan voor natte heide op te stellen is een systeemanalyse van de hydrologische situatie eigenlijk een eerste vereiste.

3.2 Beheer van de Regte Heide

De Regte Heide ligt op een ca. 1,5 km brede dekzandrug, de waterscheiding tussen de beekdalen van Oude Leij (bovenloop Donge) en Poppelsche Leij. De overgang van de Regte Heide naar het beekdal van de Oude Leij (ook wel Riels Laag genoemd) is nauwelijks vergraven en recent over een lengte van 3 km als natuurgebied ingericht, met een volledige, en door zijn hoogteverschil voor Brabant opvallende overgang van hooggelegen (droge) voedselarme heide naar een laaggelegen, nat en (nog) voedselrijk beekdal (Kiwa Water Research en EGG 2007). De Regte Heide is een voormalig militair oefenterrein (vanaf 1910); inmiddels vinden er geen oefeningen meer plaats en wordt het beheerd door het Brabants Landschap. Tussen het hoogste punt (grafheuvels) en het laagste punt (beekdal) zit ongeveer 6 meter verschil. In deze paragraaf wordt het beheer dat de afgelopen decennia is toegepast in grote lijnen besproken voor zover het van belang is voor dit advies.

Beekdal

Doel van het beheer met betrekking tot de waterhuishouding is het creëren van een eigen, op de natuur gerichte waterhuishouding en extensivering van het landbouwkundig beheer (Brabants Landschap 2002). Het beekdal van de Oude Leij was tot voor kort in agrarisch gebruik. Het is opnieuw ingericht: de voedselrijke top laag is afgegraven, de beek is hersteld en plas-dras situaties zijn gecreëerd (Kiwa Water Research & EGG 2007). De overgang van de heide naar Riels Laag is hersteld. Ten zuiden van de Witte Brug is het Riels Laag (in 1992) over een lengte van 2 km vernat door het aanbrengen van puindam/ vistrap. In de winter en het voorjaar vertoont het Riels Laag nu het uiterlijk van een langwerpige ven. Door het vellen van een strook bos en het dichtten van ontwaterende sloten en greppels op de overgang van het beekdal naar heide wordt geprobeerd meer regenwater in het heidegebied te laten inzigen en het langer op de heide vast te houden (Beheerplan werkdokument 2010).

In 1998 zijn een aantal landbouwenclaves in het Riels Laag ten noorden van de Witte Brug verworven ten behoeve van natuurbeheer, zodat ook hier maatregelen zijn genomen zoals het weggraven van de teeltlaag. In het noordelijk deel vindt gefaseerd maaibeheer plaats.

De (zomer)grondwaterstand is verlaagd door ontwatering buiten het Natura 2000-gebied. Oorzaken voor grondwateronttrekking zijn drinkwaterwinning (Tilburg en Gilze), industrie, landbouw en ook de EHS. De enkele peilbuizen die in het Riels Laag en de Regte Heide aanwezig zijn laten sterke schommelingen in de waterstanden zien (bijlage 1). Het waterpeil in het beekdal (peilbuis B001) ligt in de zomermaanden maximaal ca. 50 cm beneden maaiveld en in de wintermaanden ca. 20-25 cm boven maaiveld. Het precieze effect van de grondwaterwinning is onbekend en er zijn onvoldoende peilbuizen om het actuele grondwaterregime vast te stellen (Kiwa Water Research & EGG 2007).



Beekdal van de Oude Leij (Riels Laag). Op de achtergrond is de overgang naar de heide te zien (foto Henk Sierdsema)



Regte Heide op de overgang van de heide naar het Riels Laag (foto Henk Sierdsema)

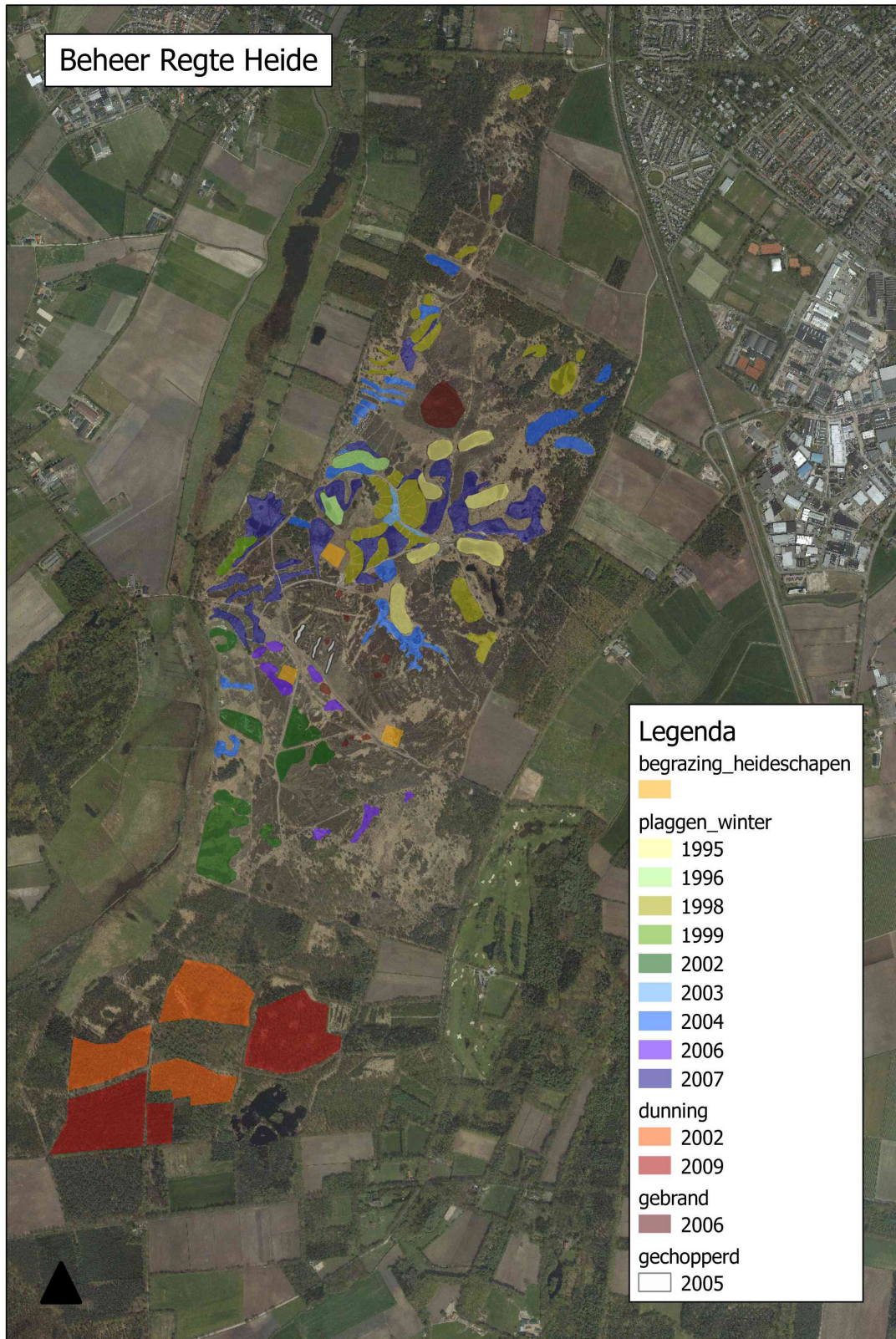
Heide

Om vergrassing tegen te gaan is de afgelopen decennia veel geplagd. In 1985 is een grote aaneengesloten oppervlakte geplagd. Vanaf 1995 is er op meer kleinschalige wijze geplagd (zie figuur 3.1). In de periode 1995 t/m 2007 is in totaal 45,89 ha geplagd. Deze plagwerkzaamheden hebben zowel in natte heide als in de droge heide plaatsgevonden. De vergrassing van de droge heide is op dit moment voldoende teruggedrongen en plaggen is in de toekomst dan ook niet nodig en voor droge heide ook niet gewenst. In natte heide kan het nog noodzakelijk zijn om kleinschalig te plaggen om de dominantie van Pijpestro terug te dringen.

Naast plaggen zijn enkele stukken gebrand in 2006 (2,3 ha) en gechopperd in 2005 (0,3 ha). Daarnaast heeft extensief begrazingsbeheer plaatsgevonden om vergrassing tegen te gaan en zijn stukken gemaaid (Beheerplan werkdocument 2010). Op enkele locaties heeft begrazingsbeheer met heideschape plaatsgevonden (zie figuur 3.1). Op de overgang van de Regte Heide naar het Riels Laag vindt periodiek verwijdering van opslag plaats.



Goed ontwikkelde heide op de Regte heide (foto Henk Sierdsema)



Figuur 3.1. Locaties waar geplagd, begraasd, gedund, gebrand en gehopperd is vanaf halverwege jaren negentig.

3.3 Knelpunten

3.3.1 Droge heide

Bedekking met Grijs Kronkelsteeltje

Grote stukken van de droge heide zijn bedekt met de neofyt Grijs Kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*). De toename van het stikstofgehalte via atmosferische depositie wordt gezien als een van de belangrijke redenen voor de recente uitbreiding van het uitheemse mos Grijs Kronkelsteeltje, zeker op arme, zure gronden zonder vegetatiedek. Dit mos kan op zulke gronden na plaggen binnen een paar jaar een dikke mat vormen, waarschijnlijk doordat stikstofrijk regenwater wordt ingevangen. De onderste lagen van de mosmat sterven af en vormen een dikke laag van nauwelijks afgebroken organisch materiaal. Voor heide en stuifzand karakteristieke hogere planten en korstmossen komen nauwelijks voor op plaatsen waar Grijs kronkelsteeltje overheerst (zie foto's).

In onderzoek uitgevoerd in duin- en stuifzandbegroeiingen bleek de soortenrijkdom en dichtheid van fauna in door *Campylopus* gedomineerde vegetatie lager in de oorspronkelijke korstmossrijke begroeiingen (Schirmel 2011; Schirmel et al. 2011; Vogels et al. 2005). De dichte mat van grijs kronkelsteeltje leidt tot een afname van kaal zand, heeft een bufferende invloed op het microklimaat en waard- en voedselplanten zijn minder abundant of ontbreken (Schirmel 2011; Schirmel et al. 2011). Plekken die gedomineerd worden door Grijs kronkelsteeltje zijn door het ontbreken van kaal zand ongeschikt voor veel dieren die hun nesten in de bodem graven, zoals veel bijen- en wespensoorten doen. De ongeschiktheid heeft enerzijds te maken met de fysieke weerstand van het mospakket en anderzijds met het koeler en vochtiger

microklimaat dat onder de mosmat heerst. Voor veel diersoorten is een dergelijk microklimaat ongunstig (www.natuurkennis.nl).

Boven op de matten van Grijs kronkelsteeltje zijn relatief veel nachtactieve soorten loopkevers en spinnen aangetroffen: meer dan in de open begroeiingen van Buntgras. Plantenetende loopkeversoorten worden sterk negatief beïnvloed door vermossing door grijs kronkelsteeltje, doordat de snelle vorming van een dicht mospakket de kieming en vestiging van grassen remt (Schirmel et al. 2011). Sprinkhanen bleken vrijwel afwezig op die mosmatten. In de dikke organische laag kunnen hoge dichtheden voorkomen van insectenlarven die leven van dood plantaardig materiaal zoals larven van mosmuggen, rouwmuggen en langpootmuggen. Al met al is met de toename van Grijs kronkelsteeltje een verschuiving opgetreden in het voedselweb: van dagactieve, bovengronds levende herbivore en carnivore faunasoorten naar grotendeels nachtactieve en ondergronds levende detritivore en carnivore faunasoorten. Deze verandering kan een afname in beschikbare prooien betekenen voor vogels als Tapuit (*Oenanthe oenanthe*) en Duinpieper (*Anthus campestris*) die op het oog jagen. Voor niet karakteristieke diersoorten zoals Zwarte kraai (*Corvus corone*), Eksters, Fazanten en ook Wilde zwijnen zijn de mosmatten juist aantrekkelijk: deze dieren breken de matten open op zoek naar eerdergenoemde larven. Noord Brabant heeft over de laatste 60 jaar de hoogste totaal zuurlast van Nederland gehad, en ook de hoogste N-last. Overigens is de totaal zuurlast sinds 1985 wel met ca. 60% gedaald, en de N-last met ca. 40 %. Gelukkig lijkt er recent met de afname van de stikstofdepositie een einde te zijn gekomen aan de uitbreiding van Grijs kronkelsteeltje (www.natuurkennis.nl), maar recent de stikstofdepositie echter juist weer toe.



Voorbeeld van een sterk met Grijs Kronkelsteeltje vermoste plagplek. Op deze plagplekken vormt zich een dichte laag van Grijs Kronkelsteeltje waardoor vestiging van andere soorten zeer moeilijk wordt (foto's Henk Sierdsema)

De hierboven geschetste ontwikkelingen zijn hoofdzakelijk ontleend aan onderzoek uitgevoerd in duinen en stuifzanden. In de situatie op de Regte Heide treedt vermossing op in geplagde droge heide. Er zijn een aantal belangrijke verschillen in abiotische eigenschappen tussen korstmosrijke duingraslanden en stuifzandbegroeiingen enerzijds en geplagde droge heide anderzijds. Grassen zoals Buntgras en Schapengras komen in geplagde terreinen normaliter veel minder voor, ook wanneer er geen vermossing door grijs kronkelsteeltje heeft plaats gevonden. Ook zijn er aanzienlijke verschillen in samenstelling, opbouw en chemie van de bodem. Toch zijn er ook overeenkomsten tussen beide terreintypen op te merken. Allereerst is het zeer aannemelijk dat vermossing door grijs kronkelsteeltje in geplagde droge heide eveneens wordt gestimuleerd door de toegenomen stikstofdepositie. De zeer sterke mate van vermossing in droge heide treedt met name op in bodems op vrij grof zandig materiaal, zoals ook op de Regte heide te vinden is (hoewel daar wel sprake is van een dekzandrug). Vergelijkbare vermossing heeft ook opgetreden op plagvlakken met grove zandige bodem op de Sallandse Heuvelrug. In droge heide op dekzand, zoals de Strabrechtse Heide, treedt nauwelijks vermossing op na plaggen. Mogelijk heeft dit te maken met het makkelijker inspoelen van organisch materiaal in diepere bodemlagen door de grofheid van het zand. In stuifzanden neemt *Campylopus introflexus* vooral sterk toe in bodems die gekenmerkt worden door enige opbouw van organisch materiaal in de bovenlaag van de bodem. Na plaggen ontstaat een situatie die ideaal is voor grijs kronkelsteeltje: een open, verzuurde bodem, met hoge concentraties ammonium en aluminium in combinatie met een zandige onderlaag met menging van grof organisch materiaal.

Onder normale condities bestaan jonge geplagde heidebodems voor een groot deel uit kale bodem met schaarse begroeiing, terwijl deze onder invloed van vermossing binnen korte tijd gekoloniseerd wordt door een aaneengesloten mosmat. De kieming en vestiging van hogere planten waaronder die van Struikheide, wordt in beide gevallen sterk door de mosmat geremd. In de specifieke situatie op de Regte Heide zullen effecten van vermossing op de fauna dus vergelijkbaar zijn zijn met betrekking tot veranderingen in microklimaat, maar een afname in herbivore soorten door een afname van de bedekking door grassen hoeft in het geval van geplagde heide niet per definitie aan de orde te zijn (al is dit nog steeds een mogelijkheid). Vestigingsmogelijkheden

voor hogere planten en korstmossoorten die als pionier op kaal zand voorkomen is ook in de situatie van de Regte Heide sterk door vermossing beperkt. Al met al is het dus zeer aannemelijk dat, net als in stuifzanden en duingraslanden, de dichtheid en diversiteit van fauna en flora op vermoste plagvlakken (veel) lager is dan in niet vermoste plagvlakken.

Verzuring en vermesting van droge heide

Decennialange depositie van stikstof en zwavel hebben de kwaliteit van Nederlandse heidegebieden sterk aangetast. Droge heide op mineraalarme podzolbodems hebben van nature een lage buffercapaciteit. Deze zeer zwak gebufferde systemen zijn in het verleden door zure depositie als eerste sterk verzuurd geraakt. In de huidige situatie zijn deze bodems zeer zuur (pH_{NaCl} 2.5-3.2) en worden gekenmerkt door hoge concentraties van uitwisselbaar en vrij opgelost aluminium, en zeer lage concentraties kationen. De depositie van zwaveldioxide is tegenwoordig sterk teruggedrongen, maar dit geldt in veel mindere mate voor de depositie van stikstof. Depositie van ammoniak leidt in de bodem eveneens tot verzuring; de verzuring van heidegebieden wordt tegenwoordig dus met name door depositie van stikstof gestuurd, maar er nog nog wel een grote zwavel-last uit het verleden. De grote zuurlast via S is daarom niet zo maar weg. Veel heiden waren al sterk verzuurd tussen 1950 en 1980. Het is ook heel opmerkelijk dat de afname van veel zeldzame planten soorten uit het heischrale milieu al heel vroeg werd gesignaleerd, en sterk correleerde met de zuurinput.

De verhoogde waarden van opgelost en uitwisselbaar aluminium in droge heide leiden tot wortelschade bij planten (De Graaf *et al.* 1997). Daarnaast kan aluminium onder sterk zure omstandigheden verbindingen aangaan met fosfaat, dat in deze vorm slecht opneembaar is voor planten (Scheffer and Schachtschabel 1998). De combinatie van verminderde opnamecapaciteit van nutriënten door wortelschade en wellicht ook verminderde fosfaatbeschikbaarheid door binding met aluminium hebben in veel droge heidesystemen geleid tot fosfaatlimitatie. Er is echter ook vaak sprake van N-limitatie voor de vegetatiegroei: uit de meeste uitgevoerde addities experimenten (ca. 80 %) in droge heide of heischrale vegetatie blijkt N de vegetatiegroei te limiteren, en niet P (zie Bobbink en Hettelingh 2011 voor een overzicht van experimenten). In natte heide is soms sprake van colimitatie, maar er is maar 1 additieexperiment uitgevoerd in natte heide (Aerts & Berende 1988). In

planten uit zich dit onder meer tot een afname van de soortenrijkdom. De grote afname van planten soorten in wat meer soortenrijke heide en heischrale graslanden (droog) is echter waarschijnlijk het gevolg van een combinatie van factoren: sterk verhoogde Al/Ca-ratio (door bodemverzuring), in combinatie met (sterk) verhoogde hoeveelheden NH₄ of verhoogde ammoniumnitraat ratio's (zie Kleijn et al. 2008; De Graaf et al. 2009). Met name kruidachtige planten met een relatief hoge fosfaatbehoefte zijn uit droge heidebegroeiingen verdwenen (Roem and Berendse 2000; Roem et al. 2002). Daarnaast heeft dit proces, waarschijnlijk in combinatie met een verhoging van beschikbaar stikstof, er toe geleid dat de gemiddelde N:P ratio van de vegetatie sterk is verhoogd. De hogere N:P ratio in plantenweefsels leidt op haar beurt tot P-limitatie van faunapopulaties; met name herbivore faunagroepen vertonen een negatief verband tussen plant N:P ratio en dichtheid en soortenrijkdom (Vogels et al. 2011). Atmosferische depositie heeft in droge heide dus negatieve consequenties voor verschillende trofische niveaus. De huidige staat van droge heidebegroeiingen is door de historie van stikstof- en zure depositie als sterk aangetast te bestempelen. Beheermaatregelen die enkel gericht zijn op het afvoeren van de overmaat van stikstof (plaggen) lossen slechts een deel van het probleem op, en leiden bovendien tot nieuwe problemen, doordat het systeem dat kan bijdragen aan zuurbuffering en bovendien de belangrijkste bron van nutriënten is (de organische stof) grotendeels verwijderd wordt. Bovendien wordt door plaggen de verzuring van de bodem niet bestreden; de effecten daarvan zijn in de eerste jaren na plaggen zelfs vaak versterkt aanwezig (Dorland et al. 2004; van den Berg et al. 2003). Om de effecten van verzuring tegen te gaan is het toevoegen van bufferstoffen, door middel van bekalking een effectieve maatregel gebleken (De Graaf et al. 2004; De Graaf et al. 2009; Dorland et al. 2004; Roelofs et al. 1993; van den Berg et al. 2003; Van den Burg et al. 2009; www.natuurkennis.nl). Voor goede begroeiingen van Struikheide is daarnaast een goede luchtkwaliteit nodig met een stikstofneerslag van maximaal 1000 mol N/ha/jaar (www.natuurkennis.nl). In de huidige tijd ligt de jaarlijkse depositie van stikstof hier nog aanzienlijk boven, op de Regte Heide heide is de gemodelleerde overschrijding in 2010 500-1000 mol/ha/jaar. Struikheide zelf groeit prima, en veelal harder, bij meer N. Wel is er een KDW voor het functioneren van het hele heideecosysteem, voor droge heide is dat 1100 mol en voor natte heide is dat 1300 mol (Van Dobben en Van Hinsberg 2008).

Als ik op de kaart van N-depo voor RH in 2010 kijk, is de N-depo voor de natte heide 1530-1700 mol (dus 230-400 mol overschrijding). De internationale max. waarde is 1430 mol, en de N-depo komt daar al aardig in de buurt (is niet zo veel overschrijding meer). Voor droge heide is de N-depo 1580 – 1880 in 2010, dus = 480 – 780 overschrijding (www.compendiumvoordeleefomgeving.nl). Maatregelen om verzuring en vermisting te bestrijden blijven derhalve noodzakelijk om de kwaliteit van droge heidebegroeiingen te behouden dan wel te verbeteren.

Ontbreken zaadvoorraad

De zaadvoorraad van andere soorten dan heide is schaars. Veel soorten van droog heischrale milieus hebben geen langlevende zaden (ca. 5 jaar). In de nabijheid van de Regte Heide zijn geen andere heidegebieden waar zaad vandaan zou kunnen komen. Soorten als Kleine Tijm (*Thymus serpyllum*) en Rozenkransje (*Antennaria dioica*) kwamen vroeger in het Noord-brabantse heidelandschap voor op leemrijkere gronden, vaak op de overgangen van droge en natte heide en de naastgelegen beekdalen. Kleine Tijm komt nu slechts zeer sporadisch in Noord-Brabant voor, en Rozenkransje werd tot voor kort als verdwenen beschouwd sinds 1960. Onlangs schijnt deze soort herontdekt te zijn op het nabijgelegen landgoed "Gorp en Rovert", maar verdere details over deze waarneming ontbreken. Liggende vleugeltjesbloem (*Polygala serpyllifolia*) komt nog zeer sporadisch voor op de Regte Heide, wat er op wijst dat in ieder geval op de flanken tussen hoger gelegen heide en het Riels laag, soortenrijke heide en vochtige heischrale graslanden hebben voorgekomen (zie paragraaf 3.3.3). Onbekend is of, en in welke mate er ook op de hoger gelegen gronden droog heischraal grasland aanwezig is geweest. Heel veel soorten uit heischrale milieus zijn nu zeer schaars, zelfs hondsviooltje, een soort die in de jaren tachtig nog gebruikt werd als algemene heischrale soort.

3.3.2 Natte heide

In het noordelijke deel en aan de zuid-oostzijde van het gebied komt natte heide voor; deze is van nature wat soortenrijker dan droge heide (zie ook Bobbink et al 1998 voor voorbeelden van echte soortenrijke natte heide). De natte heide in het noordelijk deel ligt in een breukzone, juist tussen twee breuklijnen in (zie bijlage 2). In deze zone ligt de formatie van Stamproy en de formatie van Peize/Waalre dichter aan de oppervlakte. In deze formaties zijn hier kleilagen aanwezig, wat betekent

dat hier relatief ondiep wateronderlatende lagen bevinden (in de figuur gecodeerd als "sdl"). Hier boven op heeft zich de formatie van Sterksel en de formatie van Boxtel afgezet. Er is een dunne leemlaag aanwezig in de formatie van boxtel, op 1.20-1.60 meter diepte. De peilbuisgegevens (Be003) geven aan dat er een sterke jaarlijkse fluctuatie in grondwaterstand optreedt, tot aan maaiveld in de winter, en tot 1.20 meter beneden maaiveld (in droge jaren tot 1.70 beneden maaiveld) in de droge perioden. Ook dalen de grondwaterstanden heel snel naar grote diepte in het voorjaar. De natte heide ligt daarom op een schijngrondwaterspiegel ligt, zonder invloed van dieper liggend grondwater. Oude gegevens van natte heide (voor 1950) lieten altijd plasdras in winter zien, en maximaal wegzakken tot 50-80 cm in zomer. Dit beeld is trouwens een sterkte indicatie voor verdroging van het gebied, de grootste daling van de grondwaterstanden heeft in Brabant plaatsgevonden tussen 1960 – 1980. Het is heel aannemelijk dat dit komt door de lagere stand van het freatisch niveau in de aangrenzende beekdalen, die zijn allemaal na de jaren 50-60 op de schop gegaan om het water snel af te voeren in het voorjaar, waardoor dit heel sterk draineert naar de aangrenzende natte heide gebieden. Kenmerkende planten van typische natte heide, zoals klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*), zijn nog wel in het gebied aanwezig. Deze planten kunnen echter vele jaren oud worden, het is niet bekend of er op dit moment ook verjonging optreedt. Ook is tijdens het veldbezoek de zeer zeldzame Lenteknotszwam (*Clavulinopsis vernalis*) aangetroffen. Deze soort is in Nederland sterk gebonden aan natte heide, waar ze in symbiose leeft met algen die op kale venige ondergrond groeien.

De sterke schommelingen in de waterstanden kunnen indiceren dat verdroging een knelpunt vormt voor de kwaliteit van de natte heide op deze locatie. Schommelingen in grondwaterstanden zijn een normaal verschijnsel in natte heide op schijngrondwaterspiegels, maar hier is de jaarlijkse amplitude wel zeer sterk. Verdroging kan in natte heide leiden tot een toename van de voedselrijkdom, doordat een toenemende blootstelling aan zuurstof afbraakprocessen versnelt. Hierdoor neemt de dominantie van soorten als Pijpestrootje toe en nemen minder concurrentiekrachtige soorten af. Daarnaast leidt verdroging tot een afname van de levering van basische kationen doordat de periode waarin het lokale grondwater tot op het maaiveld komt korter is, of in extremere gevallen niet meer optreedt. Door oxidatie van ijzer, mangaan,

ammonium en zwavel in droge perioden wordt het proces van verzuring nog eens versneld.

In het zuidelijk deel komt natte heide voor met soorten die indicatief zijn voor meer stabielere grondwaterstromen. Ze ligt op een zijdal van de Poppelse ley en betreft waarschijnlijk een doorstroomsysteem. Dergelijke systemen kenmerken zich door een veel stabielere grondwaterstand, welke op meerdere manieren kan zijn ontstaan. Zo kan een schuin aflopende ondoorlaatbare laag in de ondergrond aanwezig zijn (gegevens van het dinoloket geven echter geen onderbouwing van deze hypothese). Ook is het mogelijk dat diepere kwel uit de ondergrond hier leidt tot waterverzadigde condities in de ondergrond, waardoor het lokale schijngrondwater hier niet kan wegzijgen; gezien de aanwezige hoogteverschillen e.d. lijkt dit echter behoorlijk onwaarschijnlijk. Haar ontstaan kan evenzeer het gevolg zijn van toestroming van grondwater uit (de opbolling van) het grote dekzandruggencomplex waaruit de Regte heide bestaat (vergelijk het met een duinmassief en een duinrel). Dit lijkt verreweg het meest waarschijnlijk. Dit lokale grondwater is dan licht aangerijkt met mineralen (wat Ca, en een beetje bicarbonaat) en soms ook CO₂. Dit verklaart heel goed de daarna genoemde soorten uit zeer zwakgebufferde doorstroom of natte systemen. Indicatieve soorten voor het voorkomen van dit systeem op de Regte Heide zijn onder andere Beenbreek, Witte Snavelbies en Klein blaasjeskruid. Op het moment zijn er geen sterke indicaties dat hier verdroging optreedt, maar nader onderzoek aan de hand van peilbuismetingen en grondwaterchemie is nodig om hier meer onderbouwde uitspraken over te doen. Dit levert eveneens meer informatie op over het hydrologisch functioneren van dit systeem. Hiervoor is het voldoende om eenmaal in de deoge periode en eenmaal in de natte periode de chemie te meten van het grondwater in buizen uit goedgeplaatste transecten.

Herstel van de hydrologische uitgangssituatie is een hoofdvereiste voor het duurzaam in stand houden van de kwaliteit van (soortenrijke) natte heide. Deze maatregelen vergen een systeembrede aanpak en stuiten vaak op problemen in de uitvoering, omdat dit vaak ook betekent dat er hydrologische maatregelen buiten het projectgebied moeten plaatsvinden. Op de Regte Heide zijn op dit moment al wel maatregelen uitgevoerd in aan de westzijde van het gebied (Oude Ley), maar aan de oostzijde van het gebied (Poppelse Ley) is het uitvoeren

van hydrologische ingrepen veel moeilijker te implementeren. Bovendien is op basis van deze beperkte studie geen goede indicatie te geven of, en in welke mate verdroging een rol speelt in de kwaliteit van natte heide. Hiervoor is het uitvoeren van een landschapsecologische systeemanalyse vereist; dit is al deels uitgevoerd ten behoeve van het KIWA-rapport (Tack & Jalink 2004). Ook is onduidelijk wat de pH en bufferstatus van de bewortelde zone is. Zonder een goed beeld van de huidige buffer- en nutriëntenstatus van de natte heide en vennen is het niet mogelijk om een onderbouwd beheeradvies te kunnen geven voor de natte heide. Het mooie van de Regte Heide is dat het geheel een eigen inzijsgebied is (de grote lange dekzandrug). Daar kan je iets bereiken door eventuele slootjes te dichten en de inzijing te verhogen door bos om te zetten in heide. Dit is waarschijnlijk al grotendeels gedaan. Het grootste probleem is nu het beperken van de drainage naar de beekdalen. In het westen is dat al min of meer gedaan, maar in het oosten niet: het freatisch niveau zal daar hoger moeten, maar dat is altijd problematisch als het buiten het n2K-gebied ligt.

3.3.3. Vochtige schraallanden en soortenrijke natte heide

Op de overgang van de hoge zandrug die de kern van de Regte Heide vormt en de Oude Ley is een gradiëntsituatie aanwezig van voorheen soortenrijke droge en natte heide naar vochtig heischraal grasland en in geplagde delen van het beekdal, kleine zeggenvegetaties. De lager gelegen kleine zeggenvegetaties zullen in dit beheersadvies niet behandeld worden, aangezien beheersingrepen ter verbetering van de kwaliteit al (ten dele) zijn uitgevoerd en een verdere kwaliteitsverbetering afhankelijk is van maatregelen die de waterkwaliteit van de Oude Ley moeten verbeteren (welke een taakstelling is van het waterschap de Dommel). De wat soortenrijkere droge en natte heide liggen met name aan de westzijde van het heidegebied, aan de oostflank van het stroomdal van de Oude Ley. Hier komen soorten voor die indicatief zijn voor het voorkomen van vochtig heischraal grasland (Liggende vleugeltjesbloem, Heidekartelblad(?)) en wat meer soortenrijke heide (Kruipbrem, Stekelbrem, Blauwe zegge). Het voorkomen van deze gradient is waarschijnlijk een gevolg van het dichtere aan het oppervlak komen van lokale, wat basenrijkere grondwaterstromen, die hoger op de flank zorgen voor aanvoer van bufferstoffen in de bewortelde zone en lager op de flank boven maaiveld uittreedt (peilbuisgegevens B001 en B002). Het

dieper wegvallen van de grondwaterstand in droge jaren maakt het niet aannemenlijk dat diepere grondwaterstromen ook van invloed zijn op de hydrologie. Hier moet wel worden aangemerkt dat de meetgegevens gebaseerd zijn op slechts 1 peilbuis. In het noordelijk deel wijzen Stijve zegge (*Carex elata*) en Blaaszegge (*Carex vesicaria*) op langdurige inundaties van betrekkelijk basenarm water op basenrijker grondwater, een natuurlijk fenomeen in de bovenlopen van beekdalen. Vermoedelijk zijn hier kleine zeggenvegetaties, mogelijk met wat blauwgraslandinvloed of veldrusschaallandinvloed, aanwezig geweest.

De grondwaterstanden van de peilbuis die hoger op de flank gelegen is (B002) liggen meestal tussen 1 meter en 0.75 meter beneden het maaiveld, maar zakt ook hier tijdens droge periodes dieper weg. Op deze locaties komt met name droge en vochtige heide voor. Direct aan de westzijde van de Aerschotse Dijk is een zone van vrij voedselrijk vochtig schraalgrasland aanwezig; ongetwijfeld zullen de grondwaterstanden hier dichtere aan het maaiveld komen.

De huidige hydrologische situatie is nog niet goed genoeg bekend. Zoals gezegd zijn er slechts twee peilbuizen aanwezig, en zijn waterkwaliteitsgegevens van deze peilbuizen niet voorhanden. Verbeteren van de kwaliteit van vochtig heischraal grasland en soortenrijke vochtige heide is in potentie wel mogelijk, maar zonder een beter beeld van de hydrologie, grondwaterkwaliteit en nutriëntenstatus van de bodem is op dit moment nog geen pasklaar beheeradvies te geven. Wel kan worden vastgesteld dat de aanwezigheid van deze gradiëntsituatie in het concept Natura 2000 beheerplan weinig tot geen aandacht heeft gekregen. Dit zal mede het gevolg zijn van de toewijzing van de habitattypen voor het gebied "Regte Heide en Riels Laag". Habitattypen behorende tot (droge en) vochtige en natte schraallanden (H6410, Blauwgrasland en H6230, Heischraal grasland) zijn niet aan het gebied toegewezen. De auteurs zijn van mening dat deze habitattypen, plus Kleine zeggenvegetaties op de overgang van de Regte Heide en Riels Laag hier zeker aanwezig zijn geweest, gezien het huidige voorkomen van enkele kenmerkende soorten van deze associaties en de wel aanwezige grondwaterstanden. Er zijn zeker kansen om nat heischraalgrasland (of soortenrijke natte heide, dit is afhankelijk van beheer) te ontwikkelen. Meer naar de beek toe zijn kleine zeggen vegetatie en blauwgraslandachtige situaties (of veldrustype) waarschijnlijk ontwikkelbaar, maar om dat te

kunnen bepalen moet eerst oa de chemie gemeten worden. Voor een goede inschatting van de potentie voor ontwikkeling is het noodzakelijk om de gebruikshistorie (bemesting in recent verleden?), hydrologische processen en de nutriëntenstatus van de bodem beter te kennen. Dit is eenvoudig te bepalen door het nemen van bodemonsters. Omdat er op dit moment nog veel open vragen liggen is het niet mogelijk om voor deze habitattypen een pasklaar beheeradvies te formuleren, hiervoor is vervolgonderzoek noodzakelijk.

3.3.3 Ontbreken oude akkerflora

Aan de noordzijde en noordwestzijde van het gebied liggen een aantal akkers die in extensief akkerbeheer zijn. In het verleden is een behoorlijke zaadbron verdwenen. Oude akkerflora bevindt zich alleen op akkers die nooit permanent iets anders zijn geworden. Mogelijk zijn hier wel inventarisaties van uitgevoerd door het Louis Bolk Instituut en Natuurbalans.

3.4 Advisering en concrete maatregelen korte termijn

3.4.1 Droge heide

3.4.1.1 Aanpakken vermosing plagvlakken

De plagvlakken waar sterke vermosing door grijs kronkelsteeltje heeft opgetreden zijn in de huidige staat van zeer lage kwaliteit. Het uitvoeren van maatregelen gericht op het tegengaan van kronkelsteeltje vermosing is dan ook de eerste voor de hand liggende maatregel. Voor deze problematiek zijn nog geen pasklare maatregelen vastgesteld. Voorgesteld wordt om dmv een praktijkexperiment te kijken welke maatregel het meest effectief is in het terugdringen van de vermosing. De volgende behandelingen worden voorgesteld:

- wegharken kronkelsteeltje matten
- afschrappen bovenlaag (successie terug naar nulsituatie)
- chopperen/frezen bovenlaag

- toevoegen bufferstoffen
- combinatie bovenstaande drie met toevoegen bufferstoffen.

Vervolgens kan overwogen worden om de vestiging van hogere planten te bevorderen door het toedienen van maaisel of plagsel. Hierdoor kan eventuele hervestiging door grijs kronkelsteeltje mogelijk worden tegengegaan.

Het praktijkexperiment bestaat dan uit 8 en optioneel 16 verschillende behandelingen (zie onderaan pagina). Optionele behandelingen zijn cursief weergegeven. Elk behandeling dient in drievoud of meer te worden uitgevoerd.

De behandelingen kunnen het beste op kleine schaal worden toegepast, (vlakken van ca 5*5 / 10*10 meter); het verdere verloop van de vegetatieontwikkeling en meting van de bodemchemie na 1 en 3 jaar kan in principe vervolgens dmv monitoring door de beheerders worden gevolgd of uitbesteed aan derden.

Telling dichtheid van ongewervelden in de vegetatie (kan dmv sleepnet of door direct te tellen worden uitgevoerd)

3.4.1.2 Verzuringbestrijding droge heide

Verzuringbestrijding in de bestaande plagvlakken is mogelijk in de plagvlakken die nog weinig humusopbouw hebben. Dit zijn veelal jonge plagvlakken, tussen 0 en 5-10 jaar oud, afhankelijk van de standplaats; dit blijkt in de praktijk in deze situaties nog prima te werken na bekalking met dolokal of mergel. Verzuringbestrijding kan worden verkregen door het toedienen van een eenmalige kalkgift van 2 ton/ha.

Mogelijke kalkbehandelingen zijn:

- Dolokal: Ca/Mg-Carbonaat bekalking. Snelwerkende kalk, maar kan daardoor leiden tot versnelde afbraak van organisch materiaal en verruiging als gevolg hebben; dit speelt echter

Praktijkexperiment bestaat uit 8 en optioneel 16 verschillende behandelingen. Optionele behandelingen zijn cursief weergegeven. Elk behandeling dient in drievoud of meer te worden uitgevoerd.

maaisel	Toedienen		niet toedienen	
bufferstoffen	toedienen	niet toedienen	toedienen	niet toedienen
behandeling	niets	niets	niets	niets
	harken	harken	harken	harken
	plaggen	plaggen	plaggen	plaggen
	chopperen/frezen	chopperen/frezen	chopperen/frezen	chopperen/frezen

waarschijnlijk op de Regte heide omdat hier veelal maar zeer weinig organisch materiaal meer aanwezig is.;

- Mergel: vergelijkbaar met dolokal, maar minder snel werkend.
- Schelpenkalk: nagenoeg zuivere Calcium carbonaat. Langzamer werkend dan dolokal, levert enkel Ca aan bodembuffering toe.
- Steenmeel: product dat tot nu toe enkel in de biologische tuinbouw wordt gebruikt, maar eventueel ook in natuurbeheer gebruikt kan worden. In feite gemalen mineralen, bufferstoffen komen vanuit verwerking langzaam vrij. Toedienen van steenmeel zal derhalve niet meteen meetbare effecten hebben, maar schokeffecten zijn hierdoor ook minder snel te verwachten. Er is nog weinig ervaring mee in natuurbeheer, maar wellicht de moeite waard om deze bekalkingsvorm in een deel van een vlak uit te voeren. Een ander voordeel is dat deze vorm van bekalking wellicht ook veilig uitgevoerd kan worden in heidevegetaties zonder vooraf te plaggen.

Voorgesteld wordt om een 2-3 bestaande plagvlakken te selecteren, en hier twee kalkbehandelingen; dolokal en steenmeel op uit te voeren, daarnaast een deel te laten liggen zoals het er nu bij ligt. Deze behandelingen dienen vervolgens in drievoud te worden uitgevoerd.

3.4.2. Natte heide

Op basis van de huidige kennis kan zoals al eerder vermeld, geen eenduidig advies gegeven worden voor uitvoering/verbetering van beheer van de natte heide. Een betere kennis van de zuurgraad, nutriëntenstatus, verloop van de grondwaterstanden en de grondwaterchemie zijn vereist om een onderbouwd advies te komen. Het noordelijk deel van de heide is echter zeer waarschijnlijk verdroogd.

Prioriteit heeft hierbij:

1. Vaststellen pH en buffercapaciteit bodem.
2. In kaart brengen hydrologisch functioneren van natte heide in zowel noordelijke als zuidelijke standplaatsen. In deze analyse moet in ieder geval de structuur en opbouw van de ondergrond, aanvullende monitoring van het verloop van de grondwaterstanden, uitvoering van grondboringen en een inventarisatie van alle kunstmatige waterafvoerende elementen in het gebied en in de directe omgeving betrokken worden.

Wanneer blijkt dat door verdroging en zure

depositie de natte heide op de Regte Heide te maken heeft met verzuring, kan overwogen worden om de basenverzadiging door middel van directe beheersingrepen te verhogen. Hiervan uitzonderd zijn sterk venige situaties (waaronder het doorstroomsysteem aan de zuidoostzijde van het gebied), want dan bestaat het risico dat als gevolg van bekalking het veen versneld gaat afbreken. In natte heide gaat het om het toedienen van ongeveer 2 ton kalk (calcium- en magnesiumcarbonaat=dolokal) per hectare. De precieze hoeveelheid toe te dienen kalk kan vastgesteld worden door analyse van bodem en grondwatermonsters, maar meerdere studies (o.a. Dorland et al) in natte heide hebben laten zien dat 2 ton dolokal goed werkt, na kleinschalig plaggen met uitsparen van restpopulaties.. Bekalking in combinatie met kleinschalig plaggen in natte heide heeft twee voordelen. Ten eerste voorkomt dit het afnemen en/of verdwijnen van meer basenminnende soorten zoals Klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*) en Heidekartelblad (*Pedicularis sylvatica*). Ten tweede wordt door de lichte buffering na enige tijd meer ammonium omgezet in nitraat en vervolgens afgevoerd naar het grondwater. Stikstof verdwijnt zo uit de heidebodem. Door de afgeplagde heidebodem of het inzijsgebied eenmalig te bekalken met 1-2 ton kalk per hectare kan de buffering voor lange tijd worden hersteld. Hoe lang dat precies is, moet de toekomst uitwijzen, maar het lijkt er op dat de werking bij de huidige zuurdepositie zeker meer dan tien jaar aanhoudt (www.natuurkennis.nl) en in de praktijk ook al 20 jaar jaar. Voor de natte heide is op de lange termijn herstel van het hydrologische systeem cruciaal om tot duurzaam herstel te komen. Voor de keuze voor het al dan niet toevoegen van kalk na plaggen kan uitgegaan worden van het beslisschema, zoals beschreven in (Laurijssens et al. 2007). CEC meten is echter heel duur en lastig: de hoeveelheid uitwisselbare basische kationen (Ca+Mg+K) meten veel goedkoper en minstens zo makkelijk om aan te geven of bekalking nodig is. De grens van pH-water zoals hier gegeven, is maar een richtgetal: het gaat in hoge mate om de concentraties basische kationen (ook wel baseverzadiging te noemen). Bekalken na afplaggen met 2 ton werkt in het algemeen goed voor de abiotiek en een deel van de soorten, zoals klokjesgentiaan etc. Bekalking van het droge (!) inzijsgebied kan heel goed werken (zie bijv. Bobbink et al. 2004; Dorland et al. 2005), als de situatie er voor geschikt is, wat hier waarschijnlijk het geval is: afhankelijk van de situatie wordt dan het (geplagde) inzijsgebied bekalkt (meestal vrij fors 3-4 ton), en

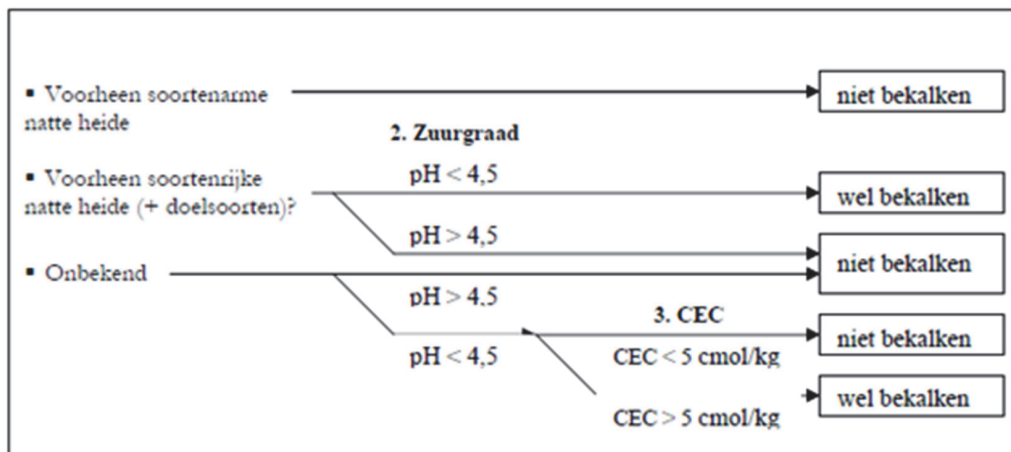
zo kan zo de buffering van de lager gelegen gebieden (natte heide, ven) worden verbeterd. Na het success in twee referentiegebieden wordt dit nu op grotere schaal door Natuurmonumenten in Noord-Brabant gedaan en ook in België.

3.4.3 Vochtige schraallanden en soortenrijke natte heide

De aanwezigheid en potentie van droge en natte schraalgrasland componenten in de Regte heide zijn in het Natura 2000 beheerplan sterk onderbelicht, en verdienen volgens de auteurs meer aandacht in de beheervisie dan nu het geval is. De gradient van een volledig inzigtgebied en een aangrenzend beekdal die geheel in beheer is bij een natuurorganisatie is heel bijzonder en super kansrijk. De omvang van dit

beheeradvies maakt het niet mogelijk om hier een uitgebreide gebieds/beheervisie over op te stellen. Hiervoor dient allereerst een beter beeld te worden verkregen van de werkelijke potenties van deze gradient. Hiervoor zijn aanvullende metingen en monitoringsgegevens nodig:

- Plaatsen van meer peilbuizen (parallel en haaks op de gradient); 4 transecten aan de westzijde zouden voldoende moeten zijn.
- Meten grondwaterkwaliteit (vaststellen basenrijkdom, vaststellen of het met name lokale of ook wat diepere kwel betreft);
- Bepaling bodemchemie;
- Gerichte inventarisatie kenmerkende soorten (planten, fauna).



Figuur 2: beslisschema voor bekalken na pluggen van natte heide. Uit (Laurijssens et al. 2007).

4. Monitoring

Onderstaande voorstellen voor monitoring zijn zo opgesteld dat zij hoofdzakelijk door de beheerder/vrijwilligers uitgevoerd kan worden. In een enkel geval is het wellicht nodig om monsters te laten analyseren door een derde organisatie.

4.1 Bestrijding vermossing Grijs kronkelsteeltje

Na uitvoering van de beheermaatregelen kan door de beheerder de ontwikkeling van de verschillende praktijkexperimenten gemonitord worden.

Jaar 1: iedere twee maanden:

- vastleggen bedekking grijs kronkelsteeltje
- per vlak vastleggen welke kiemplanten aanwezig zijn door meting van de bodemchemie.

Jaar 2: voorjaar; zomer, najaar:

- Vastleggen bedekking grijs kronkelsteeltje
- Vegetatieopnamen en vastleggen kiemplanten
- Bepaling jaarlijkse groei struikheide per plagvlak (meten lengte jaarscheuten)
- Telling dichtheid van ongewervelden in de vegetatie (kan dmv sleepnet of door direct te tellen worden uitgevoerd).

Jaar 3+: voorjaar/najaar

- Vastleggen bedekking grijs kronkelsteeltje
- Vegetatieopnamen
- Bepaling jaarlijkse groei struikheide per plagvlak (meten lengte jaarscheuten en meting bodemchemie)

4.2 Bufferherstel droge heide

Na uitvoering van de beheermaatregelen kan door de beheerder de ontwikkeling van de verschillende praktijkexperimenten gemonitord worden.

Jaar 1 voorjaar; zomer, najaar

- Vegetatieopname en vastleggen kiemplanten
- Bepaling jaarlijkse groei struikheide per plagvlak (meten lengte jaarscheuten en meting bodemchemie)

Jaar 2: voorjaar; zomer, najaar:

- Vegetatieopname en vastleggen kiemplanten

- Bepaling jaarlijkse groei struikheide per plagvlak (meten lengte jaarscheuten)
- Telling dichtheid van ongewervelden in de vegetatie (kan dmv sleepnet of door direct te tellen worden uitgevoerd)

Jaar 3+: voorjaar/najaar

- Vegetatieopname
- Bepaling jaarlijkse groei struikheide per plagvlak (meten lengte jaarscheuten)
- Telling dichtheid van ongewervelden in de vegetatie vegetatie (kan dmv sleepnet of door direct te tellen worden uitgevoerd)
- Meting bodemchemie

4.3 Verbeteren systeemkennis natte heide

- Nemen van bodemmonsters en watermonsters peilbuizen
- Analyse van pH, nutriënten, basenverzadiging van bodem en watermonsters
- Door het meten van de concentraties van basische kationen (Ca+Mg+K) via zoutextractie (of KCl) en eventueel vergelijken met water extractive is een heel goede inschatting te maken van wat er gedaan moet worden en of je dat later ook bereikt hebt.
- en CEC (cation-exchange capacity) van de bodem.

4.4 Verbeteren systeemkennis van gradient droge soortenrijke heide - vochtig heischraal - kleine zeggen gemeenschap

Volstaan kan worden door de monitoringsdoelstellingen uit de advisering over te nemen:

- Plaatsen van meer peilbuizen (parallel en haaks op de gradient);
- Meten waterkwaliteit (vaststellen nutriënten, basenrijkdom, vaststellen of het met name lokale of ook diepere kwel betreft); Hiervoor is volledige GW-analyse met minimal de 4 belangrijkste kationen en minimal de 4 belangrijkste anionen noodzakelijk. Meestal worden er 2x 8 analyses uitgevoerd.
- Bepaling bodemchemie;
- Gerichte inventarisatie kenmerkende soorten (planten, fauna).

4.5 Monitoring flora en fauna

De monitoring van de flora en fauna zoals hier beschreven richt zich op het volgen van de processen in het terrein. Naast deze procesmonitoring kan

in het terrein ook monitoring van bijvoorbeeld beleidsrelevante soorten zoals Rode Lijst-soorten of Habitatrictlijnsoorten worden uitgevoerd. Daarover worden in dit rapport geen uitspraken gedaan.

5. Verslag expert-bijeenkomst en maatregelenkaart

Datum: 12-3-2013

Aanwezig: Hans Schep, Wim de Jong, Arjen Simons, Joost Vogels, Henk Sierdsema

5.1 Maatregelen

Doel van de maatregelen:

- Herstel bufferend vermogen bodem door bekalking en vernatting
- Vernatting

Tot nu toe is er ruimschoots voldoende geplagd. Dus alleen maatregelen nastreven waarbij je niet hoeft te plaggen.

Bekalken

In maart 2012 is een deel al bekalkt met ca. 2 ton Dolokal per ha.

Steenmeel: weinig ervaring mee. Praktijkproef op Strabrecht

In beendermeel zit veel stikstof (20%), dus niet aan te bevelen.

Dolokal op droge heide eenmaal toepassen. In natte heide kan het nodig zijn om nogmaals te bekalken. In van nature sterk wisselende grondwaterstanden is het effect van bekalking veel minder groot (ook ervaringen André Jansen). Door de verdroging zijn de schommelingen ook veel groter geworden. Er worden nu ook langzaam maatregelen genomen om de afvoer te verminderen: dat kan nu alleen aan de westkant. Door verkeerde bekalking in natte heide kun je de zaadbank leegtrekken.

Dolokal werkt goed, van steenmeel is nog weinig bekend; dat leidt mogelijk tot minder verruiging. Fosfaat is gebonden aan organische stof. Na plaggen ontstaat daarom fosfaat-deficiëntie.

In droge heide is maaien en daarna bekalken mogelijk een optie.

De PH van droge heide proberen boven de 4,5 proberen te houden. Daaronder wordt aluminium een probleem.

Begrazing

Er vindt nu geen begrazing plaats en daar zijn ook geen plannen voor. Eventueel zou wel tijdelijke (druk)begrazing in een tijdelijk raster kunnen worden uitgevoerd. Drukbegrazing moet een

aantal keer worden herhaald in volgende jaren om blijvend effectief te zijn. Het probleem daarbij is de afwezigheid van eigen kudde: er zijn nu geen goede afspraken te maken. Bij begrazing letten op voorkoming van ontwormingsmiddelen.

Branden en maaien

Branden: indien goed uitgevoerd kan succesvol zijn. Daarna is begrazing essentieel, want door branden komen veel nutriënten beschikbaar. Op Strabrecht is daar veel ervaring mee.

Maaien: is eventueel uit te voeren in met name oude heide. Kan leiden tot dominante, intensief bloeiende heide.

Jonge grove dennen het beste afzagen na enkele jaren. Berken uittrekken.

Soorten terugbrengen

Soortenrijk maaisel van elders halen, bij voorkeur uit het terrein, en uitleggen op plagplekken. Eerst de wat soortenrijkere heidestukken in beeld brengen en in tweede instantie gaan informeren bij collega-beheerders. Monitoring van Rozenkransje, Blauwe knoop.

Brem is terug te krijgen door kleinschalig de grond te ploegen of anderszins om te zetten

5.2 Monitoring

Maatregelen-monitoring

Belangrijk: maatregelen goed bijhouden. Waar heb je wat gedaan?

Meeste kennisvragen liggen in de droge heide.

Van natte heide is meer bekend en is vooral systeemherstel te prefereren. Als overlevingsbeheer wordt voorgesteld om een deel van de venoevers te bekalken. Verder 'blauwe brigade-aanpak': lokaal handmatig plaggen (vierkante meters) rondom bestaande populaties van klokjesgentiaan.

Soorten-monitoring

Monitoring ism met Fontys Tilburg (Peter Krijnen) en HAS Den Bosch (Maaïke de Graaf)

PQ's afzetten door het in de grond slaan van metalen pijpjes en metaaldetectortje aanschaffen om ze

terug te kunnen vinden. Grootte pq's van 10x10 meter.

Studenten kunnen ook bodemonsters nemen en doormeten.

Grondwater

Monitoring van grondwater-standen door het bijplaatsen van peilbuizen met 2 niveau's. Uitvoering van de monitoring door BL-personeel en WS De Dommel.

Golfbaan aan zuidoostkant is deels gedraineerd. Daarvoor moeten nog mitigerende maatregelen worden uitgevoerd of de golfbaan moet worden verplaatst zodat de drainage kan worden opgeheven.

Aan de noordkant zou verwerving van de akkers kunnen helpen met het behouden van grondwater: daar zijn de fluctuaties nu enorm (soms tot de drainagebasis).

5.3 Toelichting bij de maatregelkaart

In de maatregelkaart is voor een aantal specifieke maatregelen de globale locatie van de uitvoering weergegeven. Bij uitvoering van de maatregel dient deze nog exact gelokaliseerd te worden.

In de maatregelkaart zijn plannen opgenomen voor de volgende onderdelen:

Punten/kleine vlakken:

- Plaatsen van drie peilbuisraaien met metingen op twee niveau's.
- Uitzetten van PQ's voor het volgen van de vegetatie-ontwikkelingen

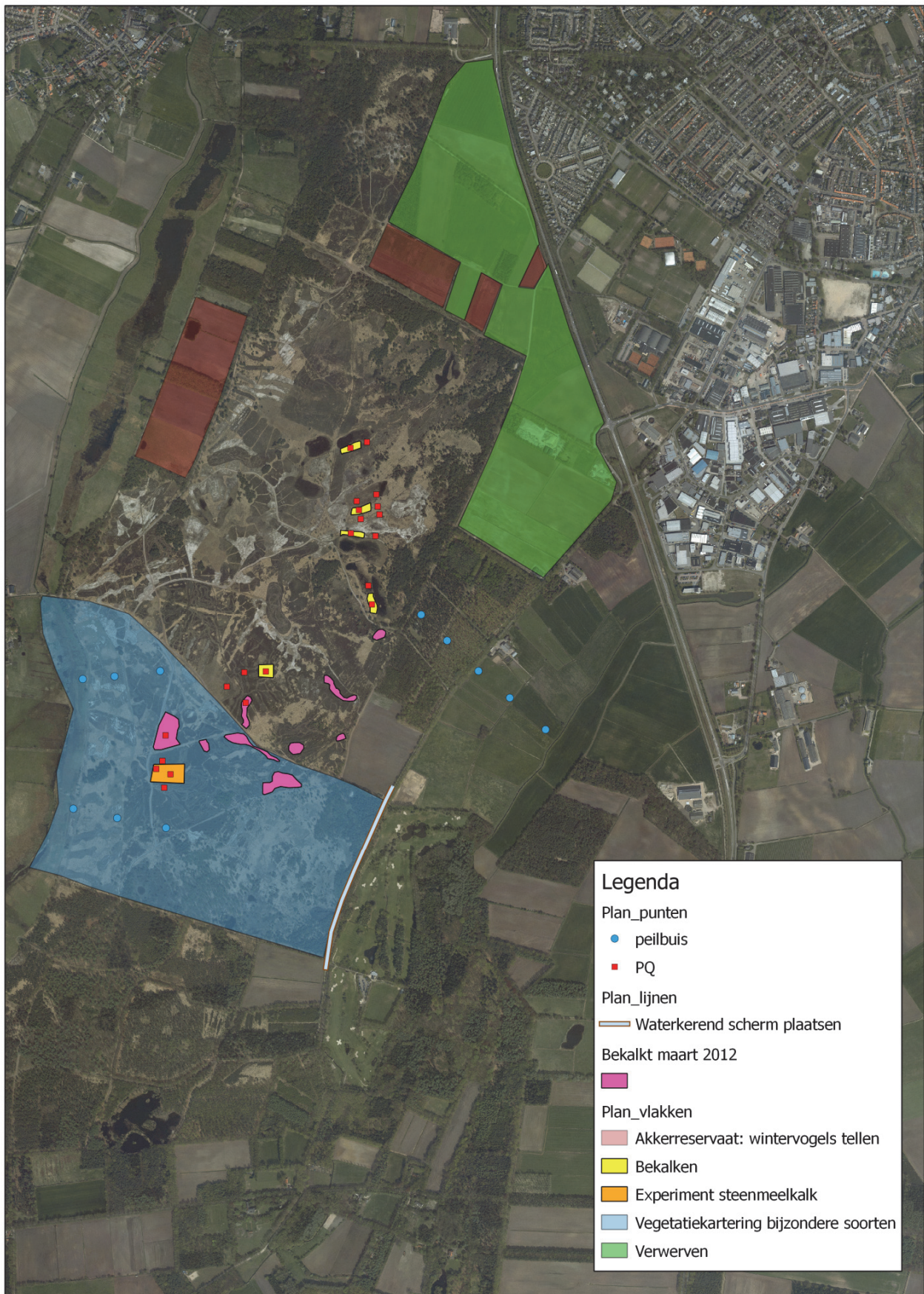
Lijnen:

- Plaatsen van een waterkerend scherm tussen de heide en de golfbaan

Vlakken:

- Akkerreservaat: monitoring van het belang voor overwinterende vogels
- Bekalkingslocaties: dit betreft met name vlakken bij venranden. Van belang hierbij is om niet de hele venrand te bekalken, maar steeds de helft van de venrand. Zo kan worden gevolgd wat de effecten van het bekalken zijn
- Experiment met bekalking met steenmeel. Momenteel wordt vooral Dolokal gebruikt voor bekalking, maar deze is arm aan sporenelementen en loogt relatief snel uit. Steenmeel bevat meer sporenelementen, maar de toepassing er van is experimenteel
- Vegetatiekartering bijzondere soorten: in het aangegeven vlak komt de hoogste diversiteit in flora voor met een gradiënt van droog/voedselarm naar nat/vrij voedselrijk
- Verwerven: het gebied ten noordoosten van de heide draineert het gebied sterk. Indien mogelijk zou verwerving wenselijk zijn.

In de kaart is tevens aangegeven welke vlakken in maart 2012 zijn bekalkt met Dolokal. Dit betreft voornamelijk een aantal plagplekken.



Literatuur

- AERTS, R., BERENDSE, F. 1988. The effect of increased nutrient availability on vegetation dynamics in wet heathlands. *Vegetatio* 76: 63-69.
- BOBBINK, R., BROUWER, E., TEN HOOPEN, J. & DORLAND, E. (2004). Herstelbeheer in het heidelandschap: effectiviteit, knelpunten en duurzaamheid. In: Van Duinen, G.-J., Bobbink, R., Van Dam, C., Esselink, H., Hendriks, H., Klein, M., Kooijman, A., Roelofs, J. & Siebel, H., Duurzaam natuurherstel voor behoud biodiversiteit. 15 jaar herstelmaatregelen in het kader van het overlevingsplan bos en natuur, Expertisecentrum LNV, Ede, pp. 33-70.
- BOBBINK, R., DE GRAAF, M.C.C., VERHEGGEN, G.M. & ROELOFS, J.G.M. (1998). Heeft het heischrale milieu in Nederland nog toekomst? In: Bobbink, R., Roelofs, J.G.M. & Tomassen, H.B.M. (red.): Effectgerichte maatregelen en behoud van biodiversiteit in Nederland. Proc. Symp. K.U. Nijmegen.
- BOBBINK R AND HETTELINGH JP, (EDS.) (2011) Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships, Coordination Centre for Effects, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), www.rivm.nl/cce.
 Brabants landschap 2002. Beheerplan Regte Heide en Riels Laag.
- BIJLSMA, R.J., DE WAAL, R.W., VERKAIK, E., 2009. Natuurkwaliteit dankzij extensief beheer - nieuwe mogelijkheden voor beheer gericht op een veerkrachtig bos- en heidelandschap, p. 112. Alterra, Wageningen.
- DE GRAAF, M., VERBEEK, P., ROBAT, S., BOBBINK, R., ROELOFS, J., DE GOELJ, S., SCHERPENISSE, M., 2004. Lange-termijn effecten van herstelbeheer in heide en heischrale graslanden, p. 219. EC-LNV, Ede.
- DE GRAAF, M.C.C., BOBBINK, R., SMITS, N.A.C., VAN DIGGELEN, R., ROELOFS, J.G.M., 2009. Biodiversity, vegetation gradients and key biogeochemical processes in the heathland landscape. *Biological conservation* 142, 2191-2201.
- DE GRAAF, M.C.C., BOBBINK, R., VERBEEK, P.J.M., ROELOFS, J.G.M., 1997. Aluminium toxicity and tolerance in three heathland species. *Water Air and Soil Pollution* 98, 229-239.
- DE GRAAF, M.C.C., VERBEEK, P.J.M., CALS, M.J.R. & ROELOFS J.G.M. (1994). Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring van matig mineraalrijke heide en schraallanden. Eindrapport monitoringsprogramma eerste fase. Vakgroep Oecologie, Katholieke Universiteit Nijmegen.
- DE GRAAF, M., VERBEEK, P., ROBAT, S., BOBBINK, R., ROELOFS, J., DE GOELJ, S. & SCHERPENISSE, M. (2004). Lange-termijn effecten van herstelbeheer in heide en heischrale graslanden. EC/LNV, Ede (219 pp).
- DORLAND, E., VAN DEN BERG, L.J.L., VAN DE BERG, A.J., VERMEER, M.L., ROELOFS, J.G.M., BOBBINK, R., 2004. The effects of sod cutting and additional liming on potential net nitrification in heathland soils. *Plant and Soil* 265, 267-277.
- DORLAND, E., VAN DEN BERG, L., BOBBINK, R., & ROELOFS, J. (2003). Bekalking bij het herstel van gedegeneerde heiden en heischrale graslanden. *De Levende Natuur* 104, 144-148.
- DORLAND, E., BOBBINK, R. & BROUWER, E. (2005). Herstelbeheer in het heidelandschap: overzicht van OBN-herstelmaatregelen. *De Levende Natuur*, 106, 204-208.
- JANSEN, A.J.M., BEKKER, R.M., BOBBINK, R., BOUWMAN, J.H., LOEB, R., VAN DOBBEN, H.F., VAN DUINEN, G.A., WALLIS DE VRIES, M., 2010. De effectiviteit van de regeling Effectgerichte Maatregelen (EGM) voor Rode-lijstsoorten - De tweede Rode Lijst met Groene Stip voor vaatplanten en enkele diergroepen in Nederland, p. 222.
- KIWA WATER RESEARCH EN EGG-CONSULT; 2007; Knelpunten- en Kansanalyse, Natura 2000 gebied 134 – Regte Heide en Riels Laag, augustus 2007, Nieuwegein.
- KLEIJN, D., BEKKER, R.M., BOBBINK, R., DE GRAAF, M.C.C., ROELOFS, J.G.M., 2008. In search for key biogeochemical factors affecting plant species persistence in heathland and acidic grasslands: a comparison of common and rare species. *Journal of Applied Ecology* 45, 680-687.
- LAURIJSSSENS, G., DE BLUST, G., DE BECKER, P., HENS, M., 2007. Opmaak van een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen

en toepassing ervan op Groot & klein schietveld, Tielenkamp & Tielenheide. Deel I: Een standaardprotocol voor herstelbeheer van natte heide en vennen., p. 151. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

ROELOFS, J.G.M., BOBBINK, R., BROUWER, E. & DE GRAAF, M.C.C. (1996). Restoration ecology of aquatic and terrestrial vegetation on non-calcareous sandy soils in The Netherlands. *Acta Botanica Neerlandica* 45, 517-541.

ROELOFS, J.G.M., DE GRAAF, M.C.C., VERBEEK, P.J.M., CALS, M.J.R., CALS, M., DE GRAAF, M., 1993. Methodieken voor herstel van verzuurde en geëutrofeerde heiden en schraallanden, In Effectgerichte maatregelen tegen verzuring en eutrofiëring in natuurterreinen., pp. 127-146. Faculteit der Natuurwetenschappen, Vakgroep Oecologie, KUN, Nijmegen.

ROEM, W.J., BERENDSE, F., 2000. Soil acidity and nutrient supply ratio as possible factors determining changes in plant species diversity in grassland and heathland communities. *Biological conservation* 92, 151-161.

ROEM, W.J., KLEES, H., BERENDSE, F., 2002. Effects of nutrient addition and acidification on plant species diversity and seed germination in heathland. *Journal of Applied Ecology* 39, 937-948.

SCHEFFER, F., SCHACHTSCHABEL, H.C.P., 1998. *Lehrbuch der Bodenkunde*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.

SCHIRMEL, J., 2011. Response of the grasshopper *Myrmeleotettix maculatus* (Orthoptera: Acrididae) to invasion by the exotic moss *Campylopus introflexus* in acidic coastal dunes. *Journal of Coastal Conservation* 15, 159-162.

SCHIRMEL, J., TIMLER, L., BUCHHOLZ, S., 2011. Impact of the invasive moss *Campylopus introflexus* on carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) in acidic coastal dunes at the southern Baltic Sea. *Biological Invasions* 13, 605-620.

SPARRIUS, L.B., KOOLJMAN, A.M., 2011. Invasiveness of *Campylopus introflexus* in drift sands depends on nitrogen deposition and soil organic matter. *Applied Vegetation Science* 14, 221-229.

SPARRIUS, L.B., SEVINK, J., KOOLJMAN, A.M., 2012. Effects of nitrogen deposition on soil and vegetation in primary succession stages in inland drift sands. *Plant and Soil* 353, 261-272.

TACK, A., JALINK, M.H. 2004. Ecohydrologische systeemverkenning Regte Heide, Oude en Poppelsche Leij; Basisverkenningen Noord-Brabantse natuur nr. 11. Rapport KWR 04.001(-11), KIWA, Nieuwegein.

VAN DEN BERG, L.J.L., VERGEER, P., ROELOFS, J.G.M., 2003. Heathland restoration in The Netherlands: Effects of turf cutting depth on germination of *Arnica montana*. *Applied Vegetation Science* 6, 117-124.

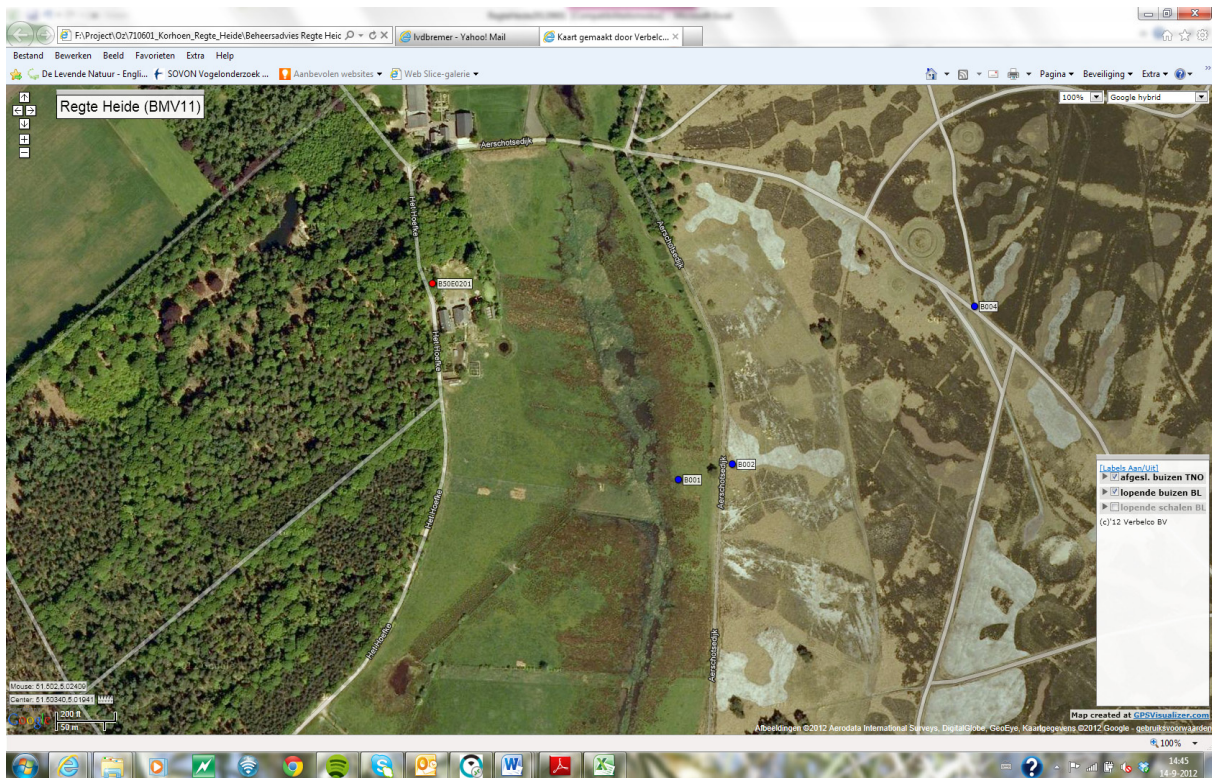
VAN DEN BURG, A., VOGELS, J., SIEPEL, H., 2009. Effectgerichte maatregelen voor het herstel en beheer van faunagemeenschappen van heideterreinen. Evaluatie en ontwerp van bestaande en nieuwe herstelmaatregelen. Derde tussenrapportage, p. 45, Ede.

VERHAGEN, R., VAN DIGGELEN, R. & BAKKER, J.P. (2003). Natuurontwikkeling op minerale gronden: vernaderingen in de vegetatie en abiotische omstandigheden gedurende de eerste tien jaar na ontgronden. Rapport Rijksuniversiteit Groningen/It Fryske Gea (166 pp).

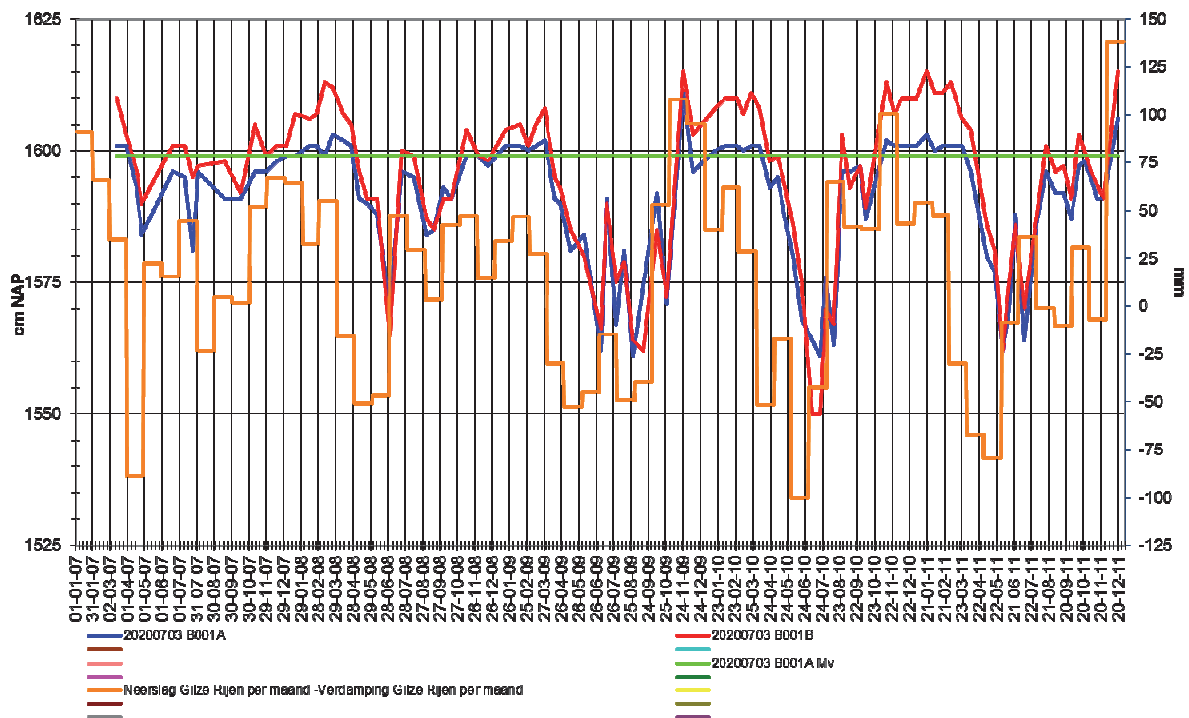
VOGELS, J., NIJSSEN, M., VERBERK, W.C.E.P., ESSELINK, H., 2005. Effects of moss-encroachment by *Campylopus introflexus* on soil-entomofauna of dry-dune grasslands (*Viola-corynephoretum*), In Netherlands Entomological Society Meeting. pp. 71-80, Groningen.

VOGELS, J., VAN DEN BURG, A., REMKE, E., SIEPEL, H., 2011. Effectgerichte maatregelen voor het herstel en beheer van faunagemeenschappen van heideterreinen - Evaluatie en ontwerp van bestaande en nieuwe herstelmaatregelen (2006-2010), p. 238. DKI-EL&I, Den Haag.

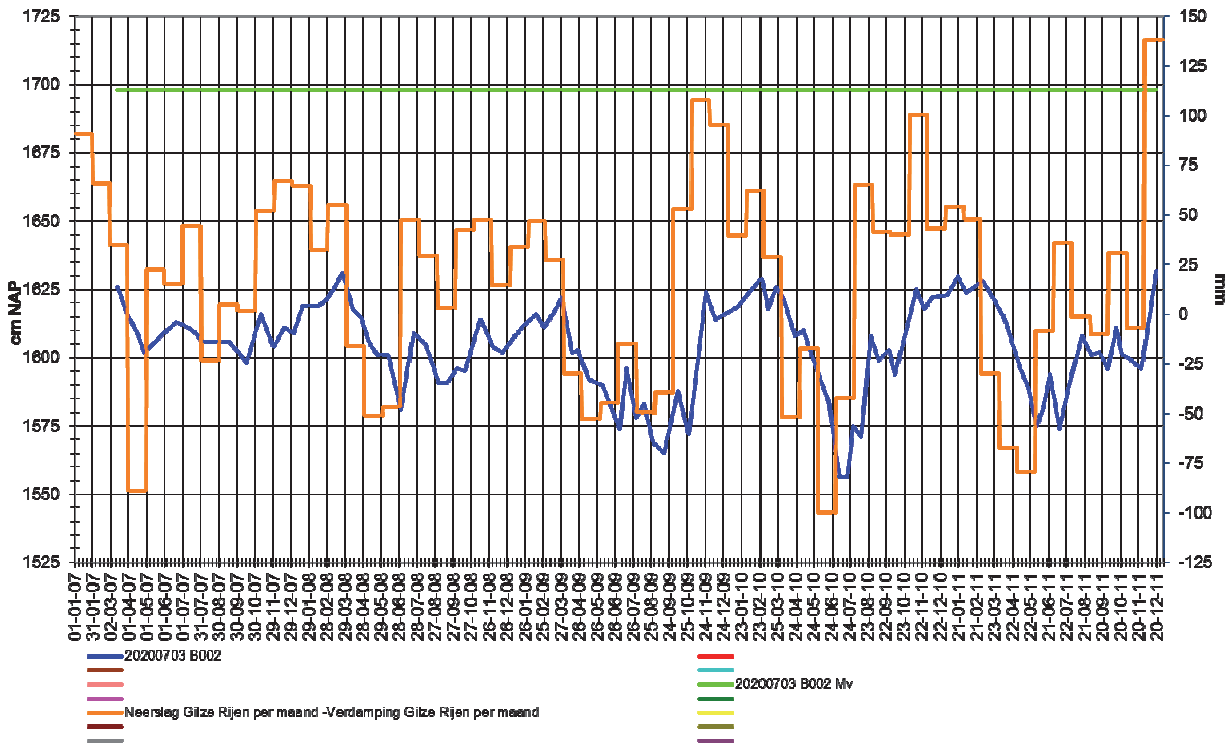
Bijlage 1. Grondwaterstanden



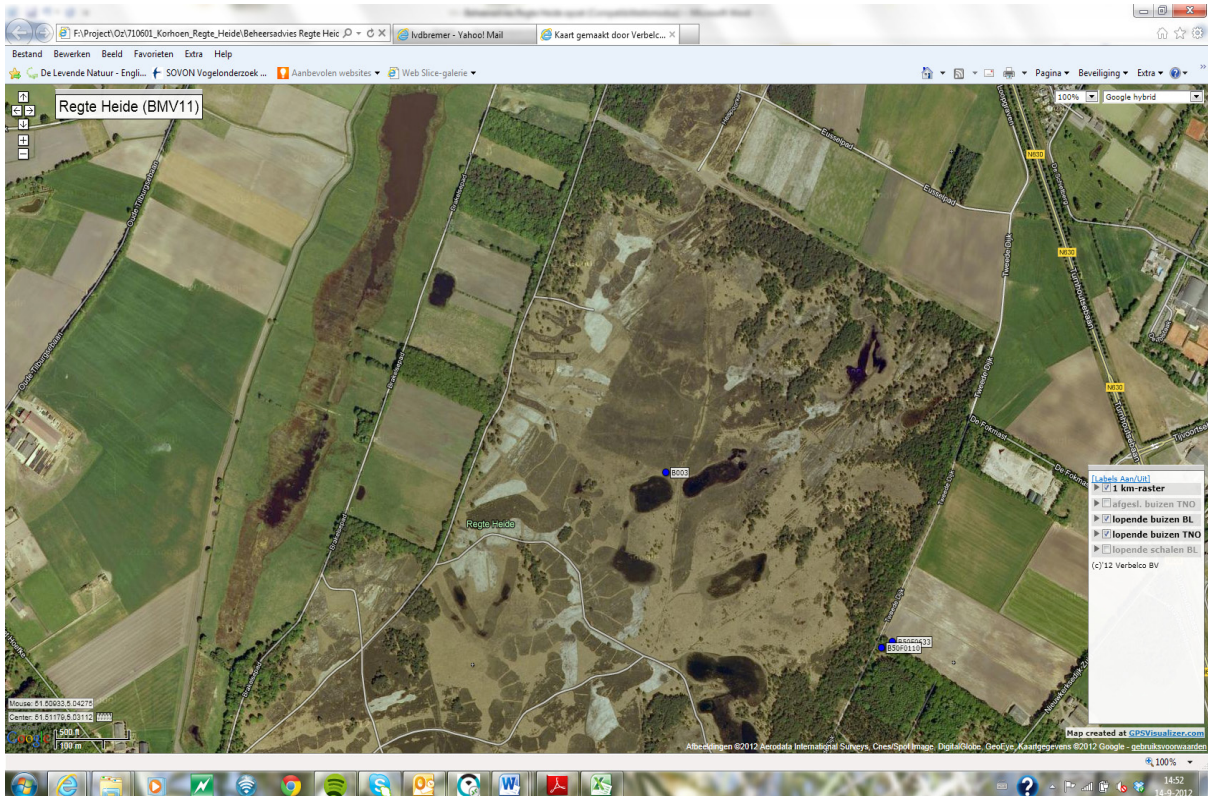
Ligging peilbuizen BOO1, BOO2 en BOO4.



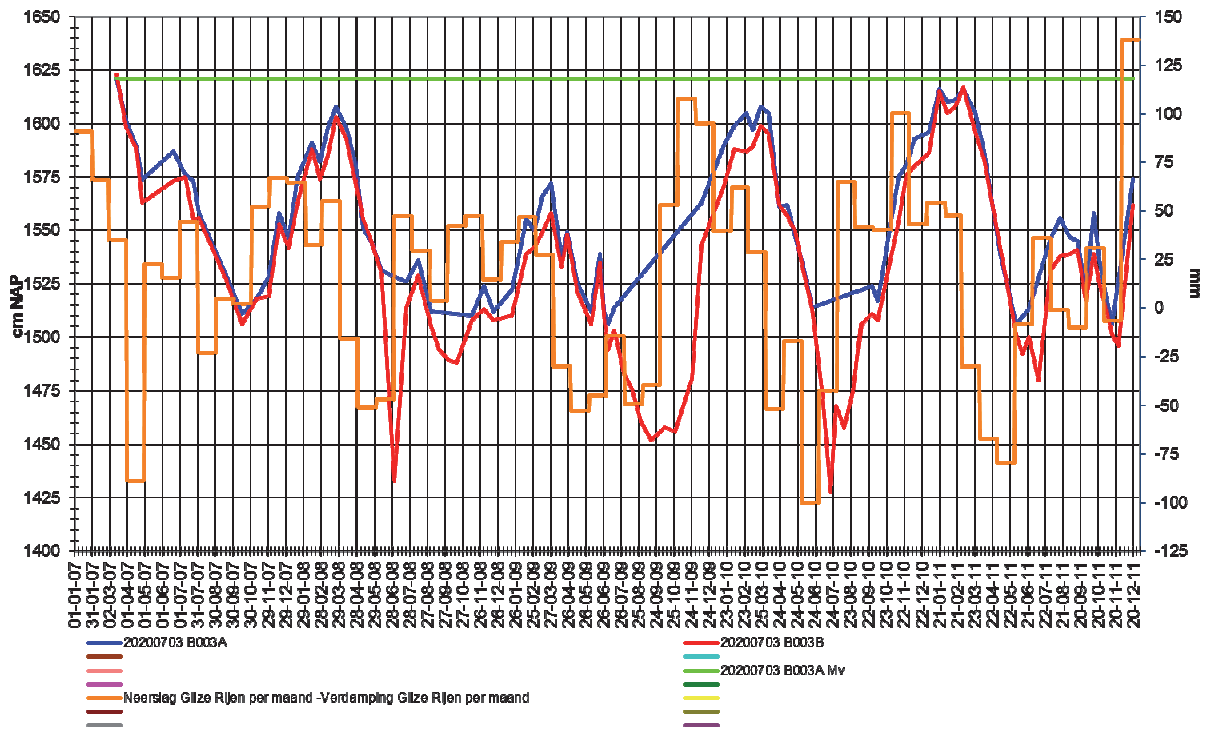
Grafiek waterstanden peilbuizen BOO1 (buis A en B) in de periode 2007-2011. De groene lijn geeft het maaiveld weer.



Grafiek waterstanden peilbuis B002 in de periode 2007-2011. De groene lijn geeft het maaiveld weer.



Ligging peilbuis B003.

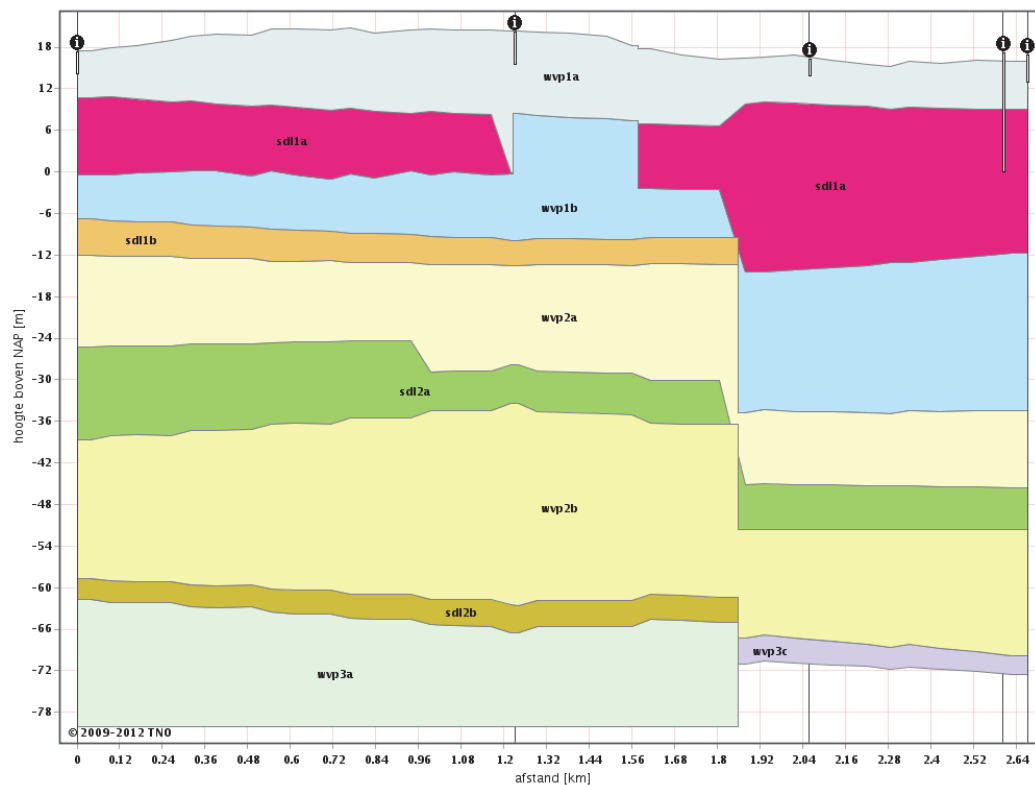
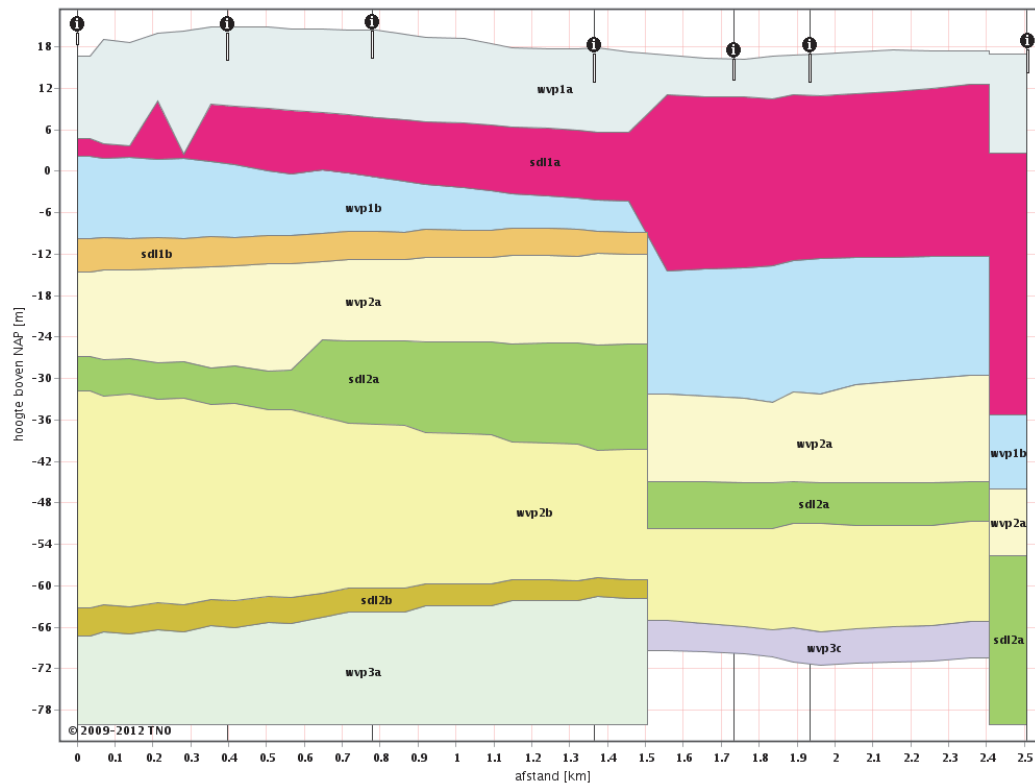


Grafiek waterstanden peilbuis Boo3 (buis A en B) in de periode 2007-2011. De groene lijn geeft het maaiveld weer.

Bijlage 2. Ondergrond hydrogeologisch model



Trajecten waarvan doorsneden van de diepe ondergrond zijn opgevraagd. Bron: Dinoloket; © TNO 2009-2012. kaartinfo: Google earth © Google inc. 2012.



Geohydrologische interpretaties van doorsneden door de Regte heide.
 Van zuidwest naar noordoost (boven) en van zuidoost naar noordwest (onder). Zie kaart op
 voorgaande pagina voor de loop van de trajecten. Bron: Dinoloket; © TNO 2009-2012.



Sovon Vogelonderzoek Nederland

Postbus 6521
6503 GA Nijmegen
Toernooiveld 1
6525 ED Nijmegen
T (024) 7 410 410

E info@sovon.nl
I www.sovon.nl

