

Geïntegreerd Ruimtelijk Evaluatie-Instrumentarium voor
Natuurontwikkelings-Scenario's – Beerze-Reusel (GREINS2)

**Geïntegreerd Ruimtelijk Evaluatie-Instrumentarium voor
NatuurontwikkelingsScenario's – Beerze-Reusel (GREINS2)**

NatuurTechnisch Model (NTM3)

E.P.A.G. Schouwenberg

Alterra-rapport 504

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2002

REFERAAT

E.P.A.G. Schouwenberg, 2002. *Geïntegreerd Ruimtelijk Evaluatie-Instrumentarium voor NatuurontwikkelingsScenario's—Beerze-Reusel (GREINS2); NatuurTechnisch Model (NTM3)*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 78 blz. fig.; 5 tab.; 29 ref.

Het GREINS is een set van gekoppelde procesmodellen die geografische expliciete informatie bewerken, teneinde uitspraken te doen over de kansrijkdom van natuurontwikkeling op regionale schaal. Hiertoe worden vier modellen gebruikt om de ontwikkelingen in respectievelijk hydrologie, bodem, vegetatie en potentiële botanische natuurwaarden te beschrijven. Dit rapport beschrijft hoe de koppeling tussen het abiotisch milieu en vegetatiestructuur met natuurwaarden heeft plaatsgevonden met behulp van het Natuurtechnisch model (NTM3). Het NTM3 voorspelt 'potentiële natuurwaarden' op basis van standplaatsfactoren en vegetatiestructuur. Voor de calibratie van het model is gebruik gemaakt van een grote dataset met vegetatieopnamen. In dit rapport wordt het model toegepast voor het binnen het GREINS2 gebruikte studiegebied, het stroomgebied van de Beerze-Reusel (Noord-Brabant).

Trefwoorden: Beerze-Reusel, GREINS, NatuurTechnisch Model, NTM, natuurwaardering, scenario-studie.

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door NLG 18,90 over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 504. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2002 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	11
1.1 GREINS2	11
1.2 NTM3	12
2 Modelbeschrijving en calibratie	15
2.1 Modelbeschrijving	15
2.2 Calibratie met behulp van floristische natuurwaardering	16
2.2.1 Toekennen floristische natuurwaarde aan vegetatieopnamen	16
2.2.2 Natuurwaarden opnamen koppelen aan soorten	17
2.2.3 Selectie van soorten	17
2.2.4 Niet-prametrische regressie m.b.v. P-splines	18
2.2.5 Datasets	20
2.2.6 Resultaten calibratie	22
2.3 Toepassing NTM3	24
3 Potentiële natuurwaarden	27
4 Conclusies	29
Literatuur	31
Aanhangsels	
1 Vertaaltabel vegetatiestructuurtypen (VEG2) naar NTM-typen	35
2 P-spline methodologie voor NTM3	49
3 Bronhouders vegetatieopnamen	55
4 Verloop van de potentiële natuurwaarde binnen de NTM-matrices	57

Woord vooraf

Dit rapport beschrijft de ontwikkeling van het Natuurtechnisch Model (NTM3) binnen het GREINS. Het GREINS is een set van gekoppelde modellen die geografisch expliciete informatie bewerken, teneinde uitspraken te doen over de kansrijkdom van natuurontwikkeling op regionale schaal. NTM3 wordt hierbinnen gebruikt om uiteindelijk scenario's te evalueren. Als uitkomsten van het Natuurtechnisch Model worden potentiële natuurwaarden gegeven. De potentiële natuurwaarde is daarbij in feite een gegeneraliseerde maat voor de verwachte botanische biodiversiteit.

Inmiddels is met de resultaten van dit project voortgebouwd en is een flinke stap gezet in de richting van de toepassing van het model binnen modelketens. Hiertoe zijn de afgelopen jaren diverse projecten uitgevoerd op het gebied van ontwikkeling van een Modellenraamwerk (o.a. MRE; Van Dobben et al., 2001) en projecten over modelonzekerheid (Schouwenberg et al., 2000). Met name met betrekking tot dit laatste is de afgelopen tijd een grote stap vooruit gemaakt.

In zekere zin is het model zoals hier gepresenteerd dus enigszins achterhaald. Omdat het echter nuttig leek om de toepassing binnen het GREINS te documenteren en de het gebruik de diverse modellen binnen het GREINS vast te leggen, is toch besloten het voorliggende rapport uit te brengen.

Samenvatting

Het GREINS is een set van gekoppelde procesmodellen die geografische informatie bewerken. Doel is hierbij het voorspellen van de effecten van ingrepen in de abiotische omstandigheden op de ontwikkelingen van de botanische biodiversiteit. Het NTM3 wordt hierbinnen gebruikt om scenario's te evalueren. Het Natuurtechnisch Model geeft als uitkomst potentiële natuurwaarden. De potentiële natuurwaarde is daarbij in feite een gegeneraliseerde maat voor de verwachte botanische biodiversiteit.

Binnen het GREINS2 (met als studiegebied Beerze-Reusel) is het NTM3 verder ontwikkeld en zijn meer vegetatieopnamen gebruikt voor de calibratie dan voorheen het geval was. Tevens is nagegaan of datasets die meer op het studiegebied toegespitst zijn, betere resultaten opleveren.

Daarom zijn voor de calibratie van NTM3 drie datasets gebruikt, die onderling vergeleken zijn. Het gaat daarbij om vegetatieopnamen van heel Nederland, vegetatieopnamen van de fysisch-geografische regio Hogere Zandgronden en vegetatieopnamen uit het studiegebied, Beerze-Reusel. De potentiële natuurwaarde neemt in het algemeen toe bij hogere vochtgehalten (GVG), hogere zuurgraad (pH) en lagere N-beschikbaarheid. De calibratie met de landelijke opnamenset levert betrouwbaardere voorspellingen dan de calibratiesets van de datasets “Hogere Zandgronden” (onbetrouwbaarder door grotere extrapolatie) en “Beerze-Reusel (te kleine dataset).

In NTM is ook het effect van de vegetatiestructuur ingebouwd, dat wil zeggen dat naast een calibratie voor de gehele opnamenset, een calibratie heeft plaatsgevonden voor verschillende vegetatiestructuurtypen (heide, loofbos, naaldbos en ‘open landschapselementen’).

Het vegetatiestructuurtype heide wordt het hoogst gewaardeerd. De naaldbossen worden het laagst gewaardeerd. Binnen de groep “open landschapselementen” is net als in de gehele set een grote spreiding van potentiële natuurwaarden aanwezig. Op het eerste gezicht lijkt het dat de loofbossen minder hoog worden gewaardeerd. Als men echter naar het gebied kijkt waarbinnen voor loofbossen betrouwbare uitspraken kunnen worden gedaan, dan blijkt dat ze toch boven gemiddeld scoren en ook voor een deel hogere waarden hebben dan de open landschapselementen.

In het algemeen kan worden gesteld dat bij de toepassing van NTM3 in het studiegebied Beerze-Reusel er een goed beeld wordt verkregen van de potentiële natuurwaarde die overeen komt met de verwachting. De potentiële natuurwaarden voor het gebied als geheel zijn laag. Dit is waarschijnlijk vooral het gevolg van de hoge N-beschikbaarheid en de lage grondwaterstanden, waardoor veel droge, voedselrijke standplaatsen, met een lage potentiële natuurwaarde worden geïndiceerd.

1 Inleiding

1.1 GREINS2

In opdracht van het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij is door de voorlopers van Alterra, het IBN-DLO en het SC-DLO het GREINS ontwikkeld (Van Dobben et al., 2001). Het GREINS1 is ontwikkeld voor het stroomgebied van de Drentse Aa. Naar aanleiding van de resultaten in het studiegebied Drentse Aa is besloten het GREINS verder te ontwikkelen voor het stroomgebied van de Beerze en de Reusel (GREINS2; figuur 1).

Het doel van het onderzoek was om een instrumentarium te ontwikkelen dat natuurontwikkelingsscenario's genereert en evalueert. Evaluatie vindt plaats aan de hand van potentiële natuurwaarden (Van Dobben et al., 2001).

In het GREINS zijn 4 modellen geïntegreerd:

- een hydrologisch model (SIMGRO),
- een bodemmodel (SMART2),
- een vegetatieontwikkelingsmodel (VEG2),
- en een natuurwaarderingsmodel (NTM3).

De vegetatie wordt beschreven in termen van vegetatiestructuur (VEG2, Prins et al., 1997; Prins, 1999). De vegetatiestructuurkaart is gebaseerd op een door het IBN-DLO vervaardigde landgebruikkaart Nederland (LGN3, DLO-Staring Centrum). Op de vegetatiestructuurkaart worden 15 vegetatiestructuurtypen onderscheiden (zoals: open water, akker, cultuurgrasland, soortenrijk grasland, gemengd loofbos, licht naaldbos, donker naaldbos, enz.). De kaart is mede gemaakt op basis van de topografische kaart, waarbij gebruik is gemaakt van informatie uit de vierde bosstatistiek (Dirkse, 1987) en een Natuurgebiedenkaart (NIS, Rijks Planologische Dienst, Centraal Bureau voor de Statistiek, 1994).

De vegetatieontwikkelingsmodule is een kennismodel ('opzoektabel'). De vegetatieontwikkeling is van invloed op de hydrologie (bv. verschillen in verdamping tussen bos en grasland) en is ook sturend voor de bodemontwikkeling, via strooiselproductie en bovengrondse biomassa. Anderzijds wordt de vegetatieontwikkeling beïnvloed door de veranderingen in de bodem en de hydrologie. Er is dus een dynamische koppeling tussen vegetatie, bodem en hydrologie (Prins, 1999).

Het hydrologisch model (SIMGRO; Veldhuizen et al., 1998) en het bodemmodel (SMART2; Kros et al., 2001) berekenen de verandering in o.a. vocht, pH en N-beschikbaarheid bij gekozen combinaties van scenario's. Deze abiotische gegevens vormen de input van het natuurwaarderingsmodel (NTM3). In het NTM3 wordt aan combinaties van de drie genoemde abiotische factoren in combinatie met de vegetatiestructuur een potentiële natuurwaarde toegekend. De calibratie van het NTM3 vindt plaats aan de hand van de huidige situatie, dat wil zeggen aan de hand van een floristische waardering van een set vegetatieopnamen.

In het GREINS2 is één scenario doorgerekend, het zogenaamde nulscenario (huidig beleid):

- Met behulp van het hydrologisch model (SIMGRO) wordt een hydrologisch scenario doorgerekend ('vernatting');
- Met het bodemmodel (SMART2) wordt een milieuscenario doorgerekend (verminderde atmosferische depositie);
- Met het vegetatiemodel (VEG2) wordt een beheersscenario doorgerekend (aansluitend bij de hoofdgroepen die in het natuurbeleid zijn beschreven);
- Evaluatie van uitkomsten van bovengenoemde modellen met behulp van NTM3.



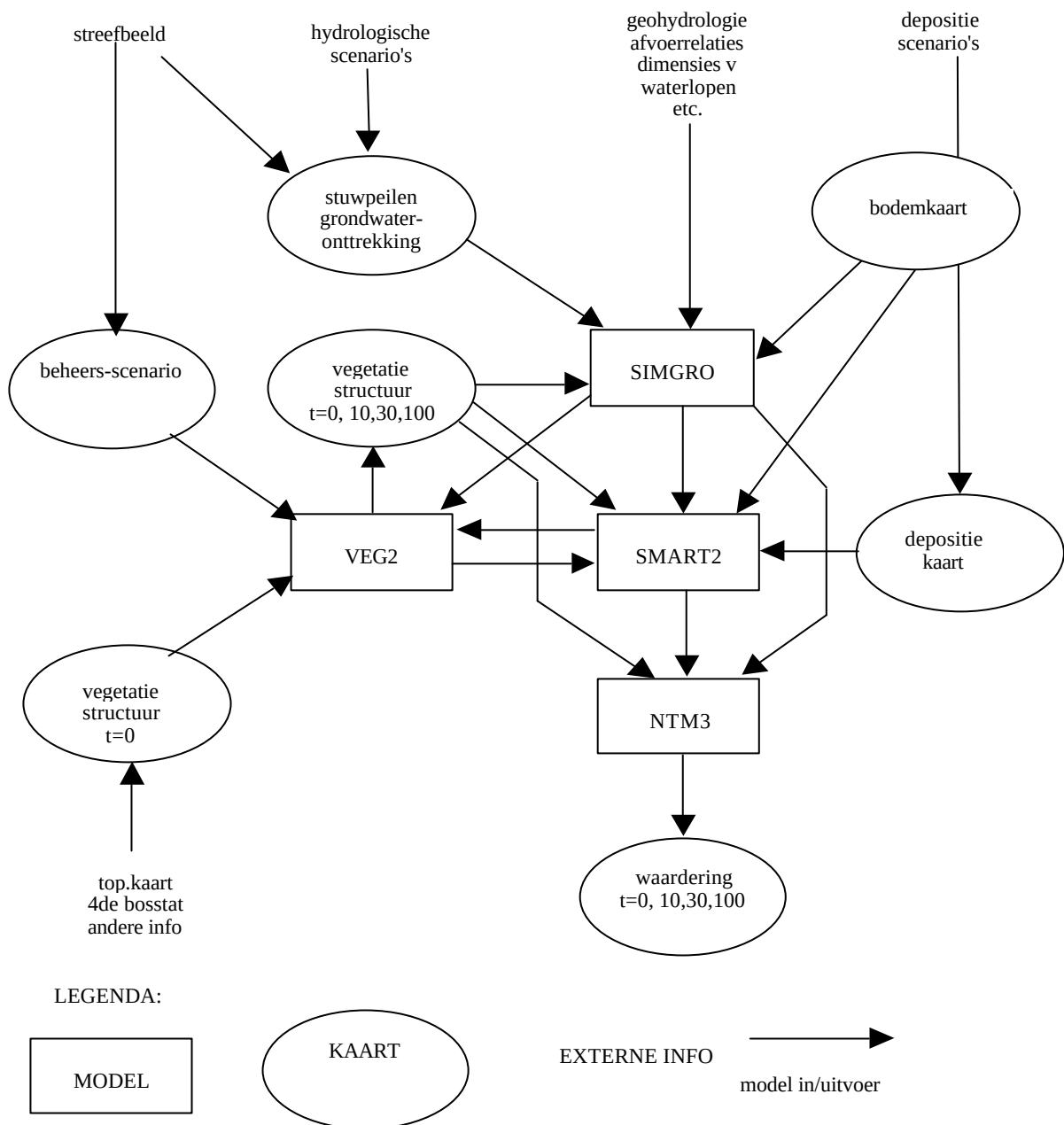
*Figuur 1: Ligging van het studiegebied
Beerze-Reusel*

1.2 NTM3

Het is gebruikelijk om natuurwaarden te formuleren op basis van plantensoorten of vegetatietypen (zie o.a. Clausman et al., 1984, Wheeler, 1988, Hertog & Rijken, 1992, Witte & Van der Meijden, 1992, Bal et al., 1995, Van der Sluis, 1996, Heijmans, 1996). Voor de huidige situatie kan dit direct gebeuren, maar voor de toekomst is het dan noodzakelijk om eerst te "voorspellen" welke plantensoorten of vegetatietypen aanwezig zijn, en die vervolgens te waarderen. Dit gaat gepaard met grote onzekerheden (Van Wirdum, 1981, Wamelink et al. 2001). Wel is het mogelijk met een aanvaardbare onzekerheid veranderingen in de abiotische standplaatsfactoren te berekenen en een verwachting uit te spreken over de ontwikkeling van vegetatiestructuurtypen (Schouwenberg et al. 2000). In NTM wordt getracht de betrouwbaarheid van voorspellingen te vergroten door het leggen van een directe relatie tussen standplaatscondities en natuurwaarde, zonder de tussenstap via de soorten. Hierbij wordt aan afzonderlijke ecotooptypen (een combinatie van standplaatsfactoren en vegetatiestructuurtype; zie figuur 2) een natuurwaarde

toegekend. IJking vindt plaats aan de hand van vegetatieopnamen (zie Heijmans, 1996; Schouwenberg et al., 1997; Wamelink et al., 1997).

Het NTM gaat uit van een evenwicht tussen de standplaatsfactoren en de vegetatie. Met het model worden de effecten op de potentiële natuurwaarden op langere termijn voorspeld, dat wil zeggen wanneer weer een evenwicht tussen standplaatsfactoren en vegetatie kan worden verondersteld.



Figuur 2: Schematische weergave van het GREINS2 (Van Dobben et al., 2001)

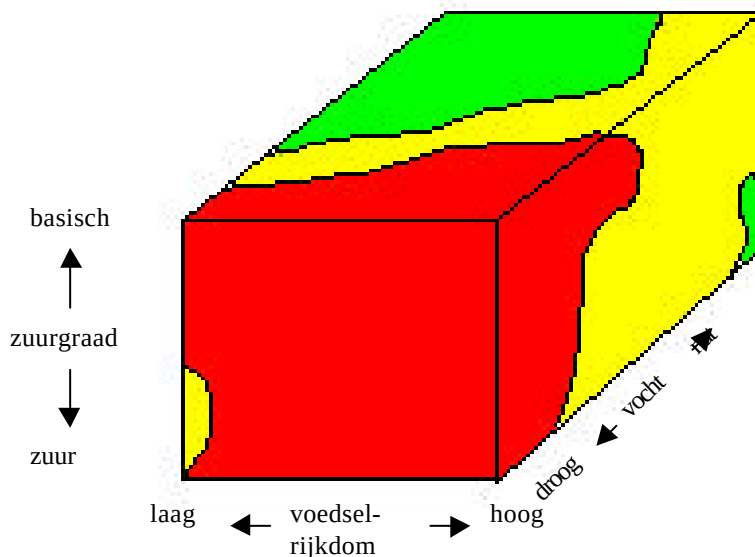
2 Modelbeschrijving en calibratie

2.1 Modelbeschrijving

Aan de basis van het NTM staat de zogenaamde standplaatsmatrix. In deze matrix zijn standplaatstypen gedefinieerd op basis van vocht, zuurgraad en voedselrijkdom. In figuur 3 wordt de standplaatsmatrix schematisch weergegeven.

Het NTM werd oorspronkelijk in een studie door Gremmen (1987, 1990) ontwikkeld. Ten behoeve van het GREINS1 werd het model verder uitgewerkt en toegespitst voor gebruik in het gebied van de Drentse Aa (NTM-2; Schouwenberg et al., 1997). De standplaatsmatrix werd hierbij opgedeeld in 36 klassen (4x3x3; zie figuur 3). In het NTM3 zijn deze klassegrenzen komen te vervallen. De potentiële natuurwaarde wordt hier uitgedrukt als gladde functie van de standplaatsfactoren vocht, zuurgraad en voedselrijkdom (N-beschikbaarheid), zonder klassenindeling (zie Wamelink et al., 1997).

Het “vullen” van de NTM-matrix met natuurwaarden gebeurt met behulp van vegetatieopnamen (calibratie).



Figuur 3 De standplaatsmatrix uit het NatuurTechnisch Model (Naar: Gremmen, 1990; Schouwenberg et al., (1997)

2.2 Calibratie met behulp van floristische natuurwaardering

Voor de calibratie van het model wordt gebruik gemaakt van vegetatieopnamen. Deze opnamen worden, nadat een floristische natuurwaardering is toegekend, via de indicatiegetallen van soorten (Ellenberg et al., 1991) gekoppeld aan abiotische standplaatsfactoren en in de NTM-matrix geplaatst (zie o.a. Gremmen, 1990, Schouwenberg et al., 1997 en Wamelink et al., 1997).

De volgende stappen kunnen bij de calibratie worden onderscheiden:

1. Toekennen floristische natuurwaarde aan de vegetatieopnamen;
2. Waarde van de opnamen koppelen aan de afzonderlijke soorten in de opname;
3. Selectie van soorten met zowel de Ellenberggetallen voor vocht (F) en zuurgraad (R) als voor voedselrijkdom (N);
4. Aan de hand van de soorten de matrix “vullen” en niet-parametrische regressie met behulp van P-splines.

2.2.1 Toekennen floristische natuurwaarde aan vegetatieopnamen

Voor de floristische waardering is gebruik gemaakt van de “methode Gelderland”. De “methode Gelderland” is een methode die bij de Provincie Gelderland is gebaseerd op de methode voor de natuurwaardebepaling zoals die door de Provincie Zuid-Holland werd ontwikkeld (Clausman *et al.*, 1984). De “methode Gelderland” levert een maat voor de soortenrijkdom van een vegetatieopname en de “natuurwaarde” van de waargenomen soorten (Hertog & Rijken, 1992). De “methode Gelderland” corrigeert voor het aantal soorten en houdt daarbij rekening met vegetaties die van nature soortenarm zijn (bijvoorbeeld hoogveen).

De methode Gelderland berekent allereerst een IndicatieWaarde voor Natuurbehoud voor de afzonderlijke plantensoorten (IWN) op de volgende wijze:

$$IWN = IGr * (AFK + IntZ + Tend + Kw + Cor)$$

Met:

- IGr weegwaarde voor type vegetatie waarvoor de soort kenmerkend is;
AFK score voor zeldzaamheid in Nederland van de soort;
IntZ score voor internationale zeldzaamheid;
Tend score voor tendens van voor- of achteruitgang;
Kw score voor kwetsbaarheid;
Cor correctiefactor voor status van voorkomen.

De NatuurBehoudsWaarde van een vegetatieopname (NBW) wordt vervolgens berekend met de formule:

$$NBW = AantCor * S (IWN * Abunweeg)$$

Met:

AantCor correctie voor het totaal aantal soorten in de vegetatieopname;
IWN indicatiewaarde voor het natuurbehoud van elk van de soorten;
Abundweeg weegwaarde waarmee abundantie per soort wordt verrekend.

De weegwaarde voor abundantie varieert van 1 tot 2. De aantalscorrectie wordt berekend door de logaritme van het gemiddelde aantal soorten per opname over de hele dataset te delen door de logaritme van het aantal soorten in de opname, waarbij een ondergrens van 5 geldt. In de hier gebruikte sets van vegetatieopnamen worden gemiddeld 15 soorten gevonden.

Om een redelijk normale verdeling te krijgen van de natuurwaarde is 50 bij de natuurbehoudswaarde opgeteld en vervolgens de wortel genomen (zie Heijmans, 1996 en Wamelink et al., 1997). Als de natuurbehoudswaarde kleiner dan –50 was (één enkel geval; alleen exoten in opname), dan is deze op –50 gesteld (uiteindelijke natuurwaarde dus 0).

2.2.2 Natuurwaarden opnamen koppelen aan soorten

Bij het koppelen van natuurwaarden van vegetatieopnamen aan individuele soorten wordt uitgegaan van het zogenaamde “OR-concept” (Van Wirdum, 1991), dat wil zeggen dat wordt uitgegaan van de heterogeniteit van een standplaats en niet van de tolerantie van een soort (zie ook Schouwenberg et al., 1997 en Wamelink et al., 1997). De natuurwaarden worden gekoppeld aan de abiotische indicaties van soorten in de NTM-matrix geplaatst in plaats van plaatsing aan de hand van een gemiddelde abiotische indicatie van een opname. Een ongewenste consequentie zou kunnen zijn dat soortenrijke opnamen zwaarder meewegen dan soortenarme. Aangezien door de berekeningswijze (zie 2.2.1) soortenrijke opnamen hoger gewaardeerd worden dan soortenarme zou dit kunnen leiden tot een overschatting van de toekomstige natuurwaarde. Daarom is bij deze methode een weging van de natuurwaarde per opname toegepast met de reciproke van het aantal soorten in die opname.

2.2.3 Selectie van soorten

Bij het koppelen van natuurwaarden van vegetatieopnamen aan soorten is het moeten voor de calibratie alle drie de Ellenbergetallen bekend zijn. <2% van de opnamen is afgefallen, omdat ze geen soorten bevatten waarvan alle drie de Ellenbergetallen bekend zijn.

2.2.4 Niet-parametrische regressie m.b.v. P-splines

(Uit: Wamelink et al. 1997) NTM geeft een potentiële natuurwaarde voor de combinatie van Ellenberggetallen voor vocht, zuurgraad en stikstofbeschikbaarheid. De functie die de “voorspelling” geeft, de transferfunctie, wordt berekend met behulp van de opnamensets. De met de “methode Gelderland” berekende natuurwaarden van de opnamen worden, gekoppeld aan de abiotische indicaties van de soorten geplaatst in de NTM-matrix (het “vullen” van de NTM-matrix). Vervolgens wordt de transferfunctie bepaald. De statistische methode die hiervoor wordt gebruikt, maakt gebruik van niet-parametrische regressie op basis van tensor P-splines (Eilers & Marx, 1996). De methode levert een gladde functie. De potentiële natuurwaarde verandert daardoor geleidelijk bij kleine veranderingen in abiotisch milieu. De vorm van de functie, die vooraf geheel vrij is, wordt optimaal aangepast aan de gegevens onder de voorwaarde dat de functie ten minste aan een bepaalde mate van gladheid voldoet.

In statistische termen zijn de gemiddelde Ellenberggetallen voor vocht, zuurgraad en nutriënten (F, R en N) drie predictoren voor de natuurwaarde, die hierbij als responsie wordt opgevat. Deze predictoren zijn in principe kwantitatief. In NTM1 en NTM2 werden ze echter elk tot drie klassen gereduceerd. Zo ontstond een kubus met $3 \times 3 \times 4 = 36$ klassen van F, R en N. De eenheden uit een trainingset (bijv. soorten) konden worden ingedeeld in de klassen van de kubus op basis van hun waarden voor F, R en N en de klassegrenzen. De natuurwaarde van een bepaalde klasse werd geschat door het gemiddelde te berekenen van de natuurwaarden van alle eenheden in de betreffende klasse. Een gevolg van deze methode is dat de voorspelling slechts 36 verschillende waarden kan aannemen en dat de voorspelling 'naar een andere waarde springt als een klassegrens wordt overschreden'. De methode levert dus geen gladde functie op. De keuze van de klassegrenzen is erg belangrijk in NTM1 en NTM2. In NTM3 worden F, R en N als kwantitatieve predictoren opgevat. In de technische basis van NTM3 is er nog steeds sprake van klassegrenzen (nu knopen genaamd) maar deze spelen voor het gebruik geen rol van betekenis.

De methode die gehanteerd is in NTM3 bouwt voort op de ideeën uit NTM1 en NTM2. In NTM3 is de geschatte natuurwaarde bij een gegeven combinatie van F, R en N in principe nog steeds het gemiddelde van de natuurwaarde van de eenheden in de trainingset met die combinatie van F, R en N. Echter, omdat F, R en N in NTM3 kwantitatief zijn en dus veel verschillende waarden kunnen aannemen, worden in dat gemiddelde ook opnamen betrokken met naburige waarden van F, R en N. Vanwege de wens om een gladde functie te verkrijgen, is de natuurwaarde niet letterlijk berekend via lokale gemiddelden (local smoothing), maar met de meer geavanceerde methode van niet-parametrische regressie gebaseerd op splines.

Er bestaan verschillende methoden om gladde functies te schatten op basis van splines. Van oudsher onderscheidt men smoothing splines en regressiesplines (Hastie & Tibshirani, 1990). Smoothing splines zijn wiskundig fraaier maar lastiger in het gebruik dan regressiesplines. In deze studie hebben we gekozen voor de recent ontwikkelde P-splinemethode (Eilers & Marx, 1996) omdat die de voordelen van de twee voorgaande

methoden goeddeels combineert. De P-splinemethode maakt net als de meeste regressiesplines gebruik van B-splines, maar verschillen in de regressiecoëfficiënten van opeenvolgende B-splines worden beboet. De boetefunctie is verwant aan die bij smoothing splines. Het Engelse woord voor boete is penalty waarmee de naam P-spline is verklaard. Door gebruik te maken van gespecialiseerde algoritmen, kan de P-splinemethode worden toegepast bij grote trainingdatasets (zoals die in deze studie) en is het gemakkelijk om achteraf op basis van de uitkomsten van de regressie voorspellingen te maken.

De nadruk in Eilers & Marx (1996) ligt op P-splines voor gebruik met één predictor. Voor deze studie moest de methodologie uitgebreid worden naar het geval met drie predictoren. De mogelijkheid hiertoe wordt in Eilers & Marx (1996) kort aangeduid en maakt gebruik van beboete tensorproducten van B-splines (kortweg, tensor P-splines). De technische details staan vermeld in aanhangsel 2.

De transferfunctie is berekend met computer programma's geschreven in GENSTAT. De instellingen waarmee de programma's zijn gedraaid, zijn als volgt (zie Eilers & Marx (1996) voor meer uitleg over de betekenis van elk van de instellingen): er is gebruik gemaakt van derde-graads B-splines in combinatie met een tweede-orde differentieboete op de regressiecoëfficiënten. De B-splines zijn gedefinieerd door equidistante knopen. Het aantal knopen wordt zo groot mogelijk gekozen. Voor deze studie is met vier knopen per predictor gewerkt. Een groter aantal leverde technische problemen en lange rekentijden op. Deze keuzes geven een spline die, in één dimensie, goed overeenkomt met de standaard smoothing spline. In de computerprogramma's, kan de gladheid van de transferfunctie worden gevarieerd door de boeteparameter te manipuleren. Bij elke instelling van boeteparameter wordt het aantal vrijheidsgraden van de transferfunctie berekend. Dit is de effectieve dimensie van de P-spline. Door een hoge boete te kiezen in een probleem met één predictor verkrijgt men een functie met één vrijheidsgraad, namelijk een rechte lijn. In deze studie, met drie predictoren, verkrijgt men met een hoge boete een functie met zeven vrijheidsgraden. Deze functie is dan lineair in elk van de predictoren (drie vrijheidsgraden), lineair in de paarsgewijze producten (tweede-orde interacties met, in totaal, drie vrijheidsgraden) en lineair in de derde-orde interactie (één vrijheidsgraad). Door een boete van nul te kiezen verkrijgt men een tensor regressiespline met in totaal 342 vrijheidsgraden.

Tevens wordt het percentage verklaarde variantie (R^2) berekend, de residuele standaarddeviatie (sigma) en de waarde van het generaliseerde kruisvalidatiecriterium (GCV).

Om de transferfunctie (het model) te visualiseren is ook de natuurwaarde voorspeld op een grid van hele Ellenberggetallen (aanhangsel 4). Hierbij wordt ook de mate van extrapolatie aangegeven door een getal (de leverage gedeeld door de gemiddelde leverage in de trainingsset). Is dit getal groter dan 5 dan is de voorspelling onbetrouwbaar.

2.2.5 Datasets

De calibratie van het model heeft plaats gevonden voor een drietal sets vegetatieopnamen, te weten een landelijke dataset (Nederland; n=160.252), een set van de fysisch-geografische regio Hogere Zandgronden (n=55.829) en een set van het studiegebied Beerze-Reusel (n=1096). De calibratie is voor deze drie datasets uitgevoerd om na te gaan of er mogelijk 'betere' voorspellingen gedaan kunnen worden met een dataset die meer op het gebied gericht is (Hogere zandgronden, danwel alleen opnamen uit het studiegebied). De opnamen zijn afkomstig uit het databestand van het project "De vegetatie van Nederland" en zijn voor een groot deel beschikbaar gesteld door diverse instanties (zie aanhangsel 3).

Tevens is de vegetatiestructuur ingebouwd, dat wil zeggen dat naast een calibratie voor de gehele opnamenset (VTALL) een calibratie heeft plaatsgevonden voor verschillende vegetatiestructuurtypen. Om de vegetatiestructuurtypen aan de opnamen te kunnen toekennen is binnen TURBOVEG (Hennekens, 1994) gebruik gemaakt van het identificatieprogramma ASSOCIA van Van Tongeren (2000). Vervolgens heeft aan de hand van de toekenning (meestal op klasse-niveau) een groepering naar vegetatiestructuurtypen plaatsgevonden, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen Heide (VTH), Loofbos (VTL), Naaldbos (VTN) een groep "open landschapselementen" (VTR). Hoe deze toekenning heeft plaatsgevonden staat in aanhangsel 1. In het navolgende zal de calibratie van het NTM worden besproken voor de drie datasets.

Nederland

De vegetatieopnamen geven een goede spreiding over Nederland te zien.

Aan alle vegetatieopnamen zijn natuurwaarden toegekend met behulp van de methode Gelderland. Voor de set met opnamen van geheel Nederland bleek dit voor 79 opnamen niet mogelijk, aangezien ze volledig uit mossen bestonden. In totaal konden aan 160.173 opnamen natuurwaarden worden toegekend.

Een verdere inkrimping van de opnamenset vond plaats als gevolg van het feit dat bij het "vullen" van de NTM-matrix het noodzakelijk is dat voor een soort alle drie de Ellenberggetallen (F, R en N) bekend zijn (dus ook exclusief de indifferente soorten). Voor 157.645 vegetatieopnamen (98%) is dit voor één of meer soorten het geval. Hoewel 98% van de opnamen uiteindelijk gebruikt kunnen worden voor het vullen van de NTM-matrix, gaat het slechts om 44% van het totaal aantal records (soort abiotiek combinaties) in het oorspronkelijke opnamenbestand (1.074.399/2.428.821). Bij gebruik van de hele opnamenset komen 324 van de 972 combinaties van Ellenberggetallen daadwerkelijk voor (33%). Slechts 11 combinaties (alle drie de Ellenberggetallen bekend) waarvan in het BBR soorten aanwezig zijn, zitten niet in de gebruikte opnamenset. In theorie zouden dus maximaal 335 combinaties (34,5%) daadwerkelijk kunnen voorkomen. De dataset dekt dus het overgrote deel van de mogelijke combinaties (97%). In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de gebruikte opnamenset.

Tabel 1 Opnamenset “Nederland”; VT0=vegetatiestructuurtype 0 (niet meegenomen in berekeningen, o.a. open water, muurvegetaties, enz); VTH=Heide; VTL=Loofbos; VTN=Naaldbos; VTR='open landschapselementen'; VTALL=Hele opnamenset

	VT0	VTH	VTL	VTN	VTR	VTALL
Aantal opnamen	13.878	8.726	20.052	2.505	112.484	157.645
% opnamen van totaal	8,8	5,5	12,7	1,6	71,4	100
Aantal records	57.357	35.132	137.839	7.380	836.691	1.074.399
Aantal cellen matrix gevuld	192	173	226	108	319	324
Gem. natuurbehoudswaarde ¹⁾	10,3	15,2	11,5	10,5	11,7	11,7
Std. Natuurbehoudswaarde	2,0	3,5	2,3	1,7	3,6	3,5

¹⁾ natuurbehoudswaarde = $\sqrt{(\text{gelderlandwaarde} + 50)}$;

Hogere Zandgronden

Het studiegebied van de Beerze-Reusel is gelegen in de fysisch-geografische regio “Hogere Zandgronden”. Daarom is er uit de opnamenset van heel Nederland een selectie gemaakt van de Hogere Zandgronden op basis van atlasblokken (5x5 km; figuur 4). Het bestand van de Hogere Zandgronden bevat 55.829 vegetatieopnamen (912.556 records). Dit is 35% van de opnamen van heel Nederland. Hiervan zijn uiteindelijk 54.053 opnamen gebruikt voor de calibratie (zie tabel 2). In deze set zitten naar verhouding twee keer zoveel opnamen van heide, naald- en loofbossen dan in de landelijke set.

Tabel 2 Opnamenset “Hogere Zandgronden”; VT0=vegetatiestructuurtype 0 (niet meegenomen in berekeningen, o.a. open water, muurvegetaties, enz); VTH=Heide; VTL=Loofbos; VTN=Naaldbos; VTR='open landschapselementen'; VTALL=Hele opnamenset

	VT0	VTH	VTL	VTN	VTR	VTALL
Aantal opnamen	4.539	5.719	12.363	1.815	29.617	54.053
% opnamen van totaal	8,4	10,6	22,9	3,4	54,8	100
Aantal records	14.979	20.336	78.115	5.052	210.871	329.353
Aantal cellen matrix gevuld	141	132	184	80	294	300
Gem. natuurbehoudswaarde ¹⁾	9,8	15,2	11,6	10,9	11,5	11,7
Std. Natuurbehoudswaarde	2,1	3,7	2,0	1,6	3,4	3,3

¹⁾ zie tabel 1

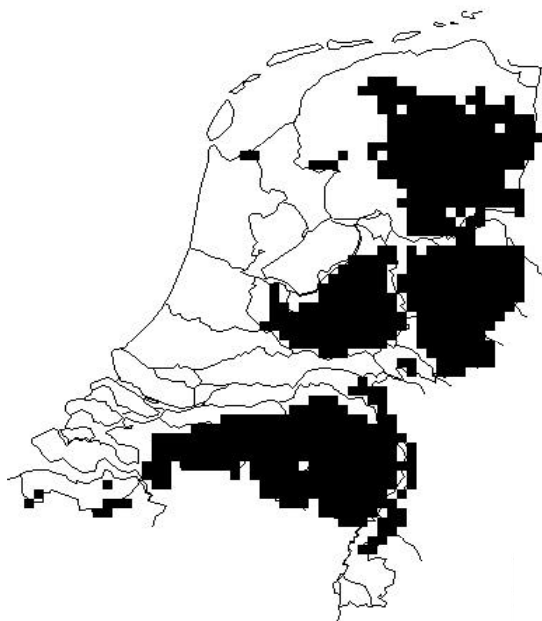
Beerze-Reusel

Uit het gebied van de Beerze-Reusel waren oorspronkelijk 1096 opnamen beschikbaar. Hiervan bleken uiteindelijk 742 opnamen bruikbaar voor de calibratie van NTM. Dit aantal is veel te klein om een goede vulling van de matrix te verkrijgen en wordt dan ook verder buiten beschouwing gelaten. Opvallend is het hoge aandeel vegetatieopnamen van heide (naar verhouding twee keer zoveel als in dataset Hogere Zandgronden).

Tabel 3 Opnamenset “Beerze-Reusel; Vegetatiestructuurtype 0 (niet meegenomen in berekeningen, o.a. open water, muurvegetaties, enz); VTH=Heide; VTL=Loofbos; VTN=Naaldbos; VTR=’open landschapselementen’; VTALL=Hele opnamenset

	VT0	VTH	VTL	VTN	VTR	VTALL
Aantal opnamen	65	198	158	16	305	742
% opnamen van totaal	8,8	26,7	21,3	2,1	41,1	100
Aantal records	331	669	870	35	2.070	3.975
Aantal cellen matrix gevuld	45	54	73	16	156	180
Gem. natuurbehoudswaarde ¹⁾	11,9	15,1	11,5	9,9	11,0	12,3
Std. Natuurbehoudswaarde	2,5	3,8	1,9	1,4	3,9	3,8

¹⁾ zie tabel 1



Figuur 4 Ligging fysisch-geografische regio “Hogere Zandgronden”

2.2.6 Resultaten calibratie

Om de transferfunctie te visualiseren is de potentiële natuurwaarde berekend voor de hele Ellenberggetallen (aanhangel 4). Hierbij is tevens de betrouwbaarheid berekend, d.w.z de mate van inter- en extrapolatie. De mate van inter- en extrapolatie wordt hierbij weergegeven als de “leverage” gedeeld door de gemiddelde leverage. Is dit getal groter dan 5, dan wordt de potentiële natuurwaarde in deze studie als onbetrouwbaar beschouwd (zie 2.2.4).

Uitgaande van deze grens, is te zien dat binnen de NTM-matrix in de landelijke opnamenset 49,5% betrouwbare potentiële natuurwaarden oplevert, terwijl de set

van Hogere Zandgronden een aandeel van 45,6% betrouwbare natuurwaarde geeft (zie tabel 4). De hier gehanteerde betrouwbaarheidsgrens van 5 is waarschijnlijk erg streng gesteld. Waarschijnlijk kan deze grens worden versoepeld. Momenteel wordt gewerkt aan een output waarbij in plaats van de verhouding tussen de leverage en de gemiddelde leverage (dus de mate van inter- of extrapolatie), direct de standaarddeviatie wordt weergegeven. Dit is een maat die directer de betrouwbaarheid van de potentiële natuurwaarden weergeeft. In vervolgprojecten wordt dit verder uitgewerkt (zie Schouwenberg et al. 2000 en Schouwenberg et al., in prep.). Binnen het GREINS2 is nog met bovenstaande methode gewerkt.

Tabel 4 Percentage met een betrouwbare potentiële natuurwaarden binnen de NTM-matrix

	VT0	VTH	VTL	VTN	VTR	VTALL
Nederland	12,1	17,8	20,9	9,3	46,1	49,4
Hogere Zandgronden	11,4	10,9	17,8	6,6	44,4	45,6

In aanhangsel 4 wordt de potentiële natuurwaarde gegeven voor de NTM-matrix per vegetatiestructuurtype voor de landelijke opnameset en de set opnamen van de Hogere Zandgronden, met daarnaast de betrouwbaarheid.

Globaal kan worden gesteld dat de potentiële natuurwaarde toeneemt van droog naar nat, van zuur naar basisch en van voedselrijk naar voedselarm.

Opvallend is dat de Heide het hoogst gewaardeerd wordt. De naaldbossen worden het laagst gewaardeerd. Binnen de groep “open landschapselementen” is net als in de gehele set een grote spreiding van potentiële natuurwaarden aanwezig. Op het eerste gezicht lijkt het dat de loofbossen minder hoog worden gewaardeerd. Als men echter naar het gebied kijkt waarbinnen voor loofbossen betrouwbare uitspraken kunnen worden gedaan, dan blijkt dat ze toch boven gemiddeld scoren en ook voor deel hogere waarden hebben dan de open landschapselementen. De potentiële natuurwaarde blijkt voor loofbossen niet sterk te variëren, waaruit de conclusie kan worden getrokken dat voor de loofbossen in de datasets de afhankelijkheid van de potentiële natuurwaarde van het abiotisch milieu klein is.

Voor de andere structuurtypen (naaldbossen uitgezonderd) blijkt in afhankelijkheid van de abiotische omstandigheden een grotere differentiatie in potentiële natuurwaarde op te treden.

De verschillen in potentiële natuurwaarden tussen de vegetatiestructuurtypen bij de landelijke set zijn geringer dan in de set van de Hogere Zandgronden. Oorzaak hiervan is het aantal opnamen dat gebruikt wordt. Doordat het aantal opnamen bij de Hogere Zandgronden lager is dan in de landelijke set worden naar de randen van de matrix toe de natuurwaarden sterker geëxtrapoleerd. Hierdoor neemt de betrouwbaarheid naar de randen van de matrix sterk af.

De verschillen tussen beide opnamensets zijn gering. De “vulling” van de NTM-matrix van de landelijke opnamenset is echter beter en levert daardoor betrouwbaardere uitkomsten. In de verdere toepassing van het NTM3 zal binnen het GREINS2 het aan de landelijke set geijkte model worden gebruikt.

2.3 Toepassing NTM3

Voor de uiteindelijke voorspelling van potentiële natuurwaarden wordt gebruik gemaakt van de modeluitkomsten van SIMGRO en SMART2. De modellen geven output in werkelijke waarden voor gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG, in m –mv), zuurgraad (pH) en beschikbaar stikstof (in mol ha⁻¹ a⁻¹).

Voor gebruik in NTM worden de waarden via een conversieprogramma (P2E) omgerekend naar Ellenbergwaarden met behulp van calibraties uitgevoerd door Alkemade et al. (1996) voor GVG, Wamelink & Van Dobben (1996) voor zuurgraad en Wamelink et al. (1997) voor stikstofbeschikbaarheid:

Omrekening Gemiddelde VoorjaarsGrondwaterstand:

GVG < 1,211 m -mv:

$$e_F = (gvg-2,1186)/-0,26338 \quad [1]$$

GVG > 1,211 m -mv:

$$e_F = (gvg-33,4961)/-8,4961 \quad [2]$$

met:

gvg: Gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (m –mv)

e_F: Ellenbergwaarde voor vocht

Omrekening zuurgraad:

$$e_R = (pH-3,38)/0,43 \quad [3]$$

met:

e_F: Ellenbergwaarde voor zuurgraad

Omrekening stikstofbeschikbaarheid:

$$e_N = ((N*14)-8,125)/16,25 \quad [4]$$

met :

e_F: Ellenbergwaarde voor voedselrijkdom

N: Stikstofbeschikbaarheid in kmol N ha⁻¹ a⁻¹

Het uiteindelijk te gebruiken submodel is afhankelijk van het vegetatiestructuurtype. Hierbij wordt door VEG2 per 25x25 meter gridcel het vegetatietype aangeleverd.

Bij de berekeningen van de potentiële natuurwaarden (zie hoofdstuk 3) werden voor een aantal gridcellen te lage GVG's en/of te hoge N-beschikbaarheden gevonden om binnen de toegestane range voor de berekeningen met NTM te vallen. In dit geval werden de e_F op 1 (laagste Ellenberggetal) en de e_N op 9 (hoogste Ellenberggetal voor N) gesteld.

3 Potentiële natuurwaarden

Binnen het GREINS2-project zijn berekeningen uitgevoerd voor het studiegebied die de huidige situatie ($t=0$; zie Van Dobben et al. 2001) in het gebied van de Beerze-Reusel weergeven. NTM3 is toegepast voor de berekening van de potentiële natuurwaarden. In figuur 5 staat de ruimtelijke weergave van de potentiële natuurwaarden in drie klassen (laag, intermediair en hoog), waarbij de klassengrenzen 8,5 en 11,5 zijn gehanteerd. In de klasse “laag” vallen 28% van de records, 56% in de klasse “intermediair” en 16% de klasse “hoog”.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de vegetatiestructuurtypen: heide, “open”, loof- en naaldbos. De vegetatiestructuurtypen donker naaldbos en akker werden niet doorgerekend. Beide typen hebben een lage potentiële natuurwaarde. Voor elke cel van 25x25m werd de matrix behorende tot het vegetatiestructuurtype gebruikt.

In het algemeen kan worden gesteld dat het beeld van de potentiële natuurwaarde van het gebied en overeen komt met de verwachting. De potentiële natuurwaarden voor het gebied als geheel zijn relatief laag. De waarden liggen onder de gemiddelde natuurwaarden van de vegetatieopnamen van de landelijke opnamenset (zie tabel 5). Dit is waarschijnlijk vooral het gevolg van de hoge N-beschikbaarheid en de lage grondwaterstanden, waardoor veel droge, voedselrijke standplaatsen, met een lage potentiële natuurwaarde worden geïndiceerd. De potentiële natuurwaarde neemt in het algemeen toe bij hogere vochtgehalten (GVG), hogere zuurgraad (pH) en lagere N-beschikbaarheid.

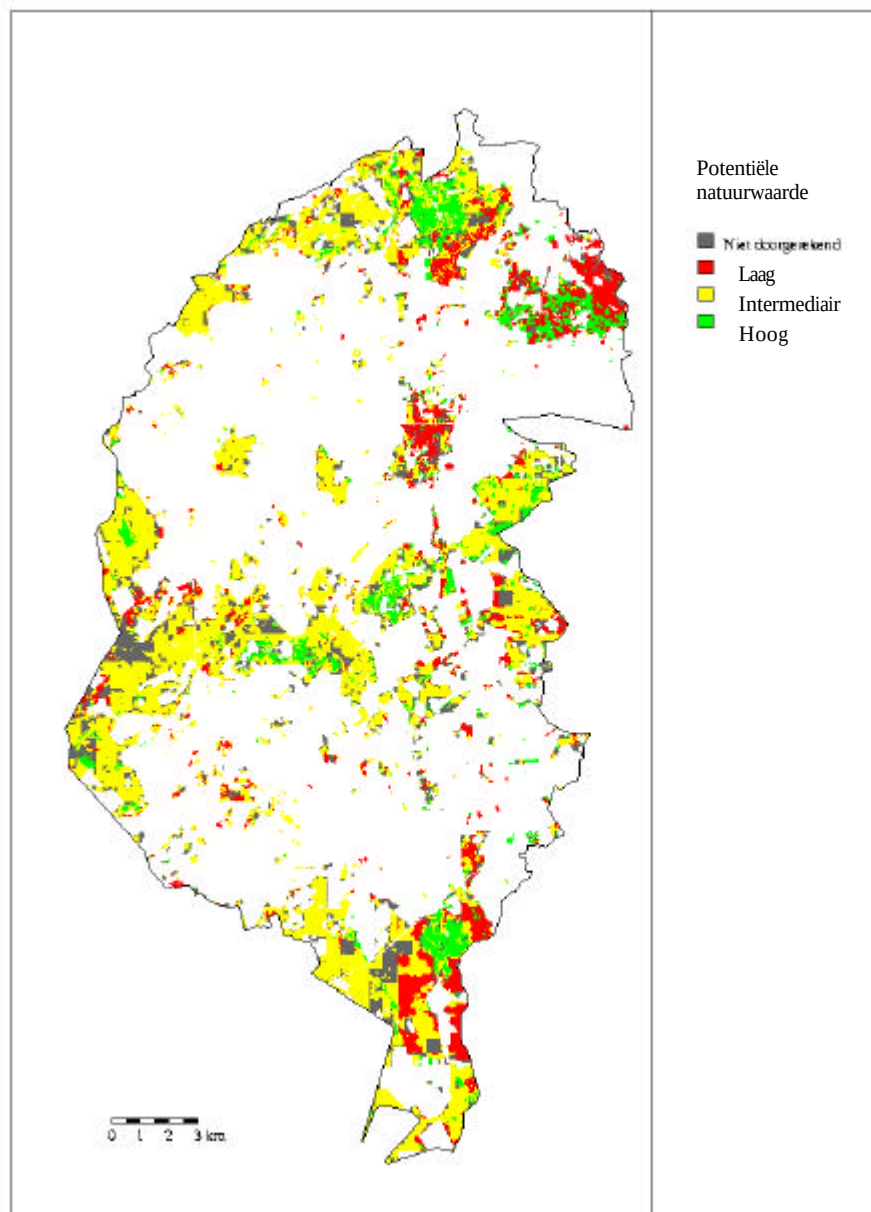
De vegetatiestructuurtypen heide en “open” worden over het algemeen hoger gewaardeerd dan de loof- en naaldbossen (zie tabel 5 en figuur 5).

Tabel 5 Gemiddelde potentiële natuurwaarde en standaarddeviatie per vegetatiestructuurtype; tussen haakjes de waarden voor de vegetatieopnamen van de landelijke opnamenset (zie tabel 1)

Vegetatiestructuurtype	Gemiddelde Potentiële natuurwaarde	Standaarddeviatie potentiële natuurwaarde
Open landschapselementen	11,3 (11,7)	0,5 (3,6)
Heide	12,8 (15,2)	0,5 (3,5)
Loofbos	8,3 (11,5)	1,3 (2,3)
Naaldbos	9,4 (10,5)	1,3 (1,7)

Hoge potentiële natuurwaarden worden voornamelijk gevonden in de heideterreinen (zoals de heideterreinen van de Kampina, de Landschotsche, Neterselsche, Mispelindse Heide en de Cartierheide), en in vochtige soortenrijke graslanden (zoals de graslanden van De Mortelen). De potentiële natuurwaarden van de vegetatiestructuurtypen heide en open landschapselementen zijn onder gelijke abiotische omstandigheden hoger dan van de loof- en naaldbossen. De loop van de beekdalen en de beekdalgraslanden zijn niet duidelijk herkenbaar op de kaart. Oorzaak hiervan is dat een groot deel niet is doorgerekend, omdat het (nog) in agrarisch gebruik is. Een gemis is de doorrekening van vennen (open water). Vaak

worden hier hoge potentiële natuurwaarden gevonden, maar zijn bij de hier gebruikte procedure niet meer terug te vinden als gevolg van de ruimtelijke schematisatie (Van Dobben et al., 2001).



Figuur 5 Potentiële natuurwaarden voor de huidige situatie (huidig beleid)

4 Conclusies

- De calibratie met de landelijke dataset is beter dan de calibratiesets van de datasets “Hogere Zandgronden” (onbetrouwbaarder door grotere extrapolatie) en “Beerze-Reusel (te kleine dataset) en levert daardoor betrouwbaardere voorspellingen.
- Het vegetatiestructuurtype Heide wordt het hoogst gewaardeerd. De naaldbossen worden het laagst gewaardeerd. Binnen de groep “open landschapselementen” is net als in de gehele set een grote spreiding van potentiële natuurwaarden aanwezig. Op het eerste gezicht lijkt het dat de loofbossen minder hoog worden gewaardeerd. Als men echter naar het gebied kijkt waarbinnen voor loofbossen betrouwbare uitspraken kunnen worden gedaan, dan blijkt dat ze toch boven gemiddeld scoren en ook voor deel hogere waarden hebben dan de open landschapselementen.
- In het algemeen kan worden gesteld dat bij de toepassing van NTM3 in het studiegebied Beerze-Reusel er een goed beeld wordt verkregen van de potentiële natuurwaarde van het gebied, die overeenkomt met de verwachting. De potentiële natuurwaarden voor het gebied als geheel zijn relatief laag. Dit is waarschijnlijk vooral het gevolg van de hoge N-beschikbaarheid en de lage grondwaterstanden, waardoor veel droge, voedselrijke standplaatsen, met een lage potentiële natuurwaarde worden geïndiceerd. De potentiële natuurwaarde neemt in het algemeen toe bij hogere vochtgehalten (GVG), hogere zuurgraad (pH) en lagere N-beschikbaarheid.

Literatuur

Alkemade, J.R.M., J. Wiertz & J.B. Latour, 1996 Kalibratie van Ellenberg's milieu-indicatieschalen aan werkelijk gemeten bodemfactoren. Rapport nr. 711901016, RIVM, Bilthoven.

Bal, D., H.M. Beijer, Y.R. Hoogeveen, S.R.J. Jansen & P.J. van der Reest, 1995. Handboek Natuurdoeltypen in Nederland. Informatie- en Kenniscentrum Natuurbeheer, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Wageningen. 408 p.

Clausman, P.H.M.A., W. van Wijngaarden & A.J. den Held, 1984. Verspreiding en ecologie van wilde planten in Zuid Holland. Deel A, Waarderingsparameters. Provinciale Planologische Dienst Zuid-Holland.

Dirkse, G. 1987. De natuur van het Nederlandse bos: resultaten van de overige statistieken bosterrein (natuurwetenschappelijke gegevens) van de Vierde bosstatistiek. RIN rapport 87/28. RIN, Leersum.

Eilers, P.H.C. & B.D. Marx, 1996. Flexible smoothing with B-splines and penalties. Statistical Science 11, p. 89-121.

Ellenberg, H., H.E. Weber & R. Duell, 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica XVIII. Goltze Verlag, Göttingen, Duitsland.

Gremmen, N.J.M. 1987. Natuurtechnisch model voor de beschrijving en voorspelling van effecten van veranderingen in waterregime op de waarde van een gebied vanuit natuurbehoudsstandpunt; I. Uitgangspunten en modelconcept. SWNBL-rapport 1e SWNBL, Utrecht

Gremmen, N.J.M., 1990. Natuurtechnisch model voor de beschrijving en voorspelling van effecten van veranderingen in waterregime op de waarde van een gebied vanuit natuurbehoudsstandpunt. IV. Herziening en verificatie van het model. Utrecht, Studiecomisie Waterbeheer, Natuur, Bos en Landschap, Rapport 1r. 54 p. + Bijlagen.

Hastie, T. and R. Tibshirani 1990. Generalized Additive Models. London: Chapman and Hall.

Heijmans, M.M.P.D., 1996. GREINS. Floristische natuurwaardering, gerelateerd aan vegetatiestructuurtypen en fysiotooptypen. NBP-onderzoeksrapport 9. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.

Hennekens, S.M., 1994. TURBO(VEG). Handleiding voor invoer, verwerking en presentatie van vegetatiekundige gegevens. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. 68 p.

Hertog, A.J. & M. Rijken, 1992. Geautomatiseerde bepaling van natuurbehoudswaarde in vegetatieopnamen. Provincie Gelderland, Dienst Ruimte, Wonen en Groen.

Kros, J., Reinds, G.J., A.H. Prins, F.J.E. van der Bolt & R.H. Kemmers, 2001. Modelling the response of terrestrial ecosystems to changes in vegetation structure, atmospheric deposition and hydrology. Report Winand Staring Center 143. Winand Staring Center, Wageningen.

Marx, B. D. & P. H. C. Eilers 1994. Direct generalized additive modelling with penalized likelihood. In: 9th Int. Workshop on Statistical Modelling, Exeter.

Prins, A.H., 1999. GREINS-VEG2: vegetatiemodule en beheersscenario's voor het stroomgebied van de Beerze en de Reusel (Midden-Brabant). Rapport IBN-DLO 446. DLO-Instituut voor Bos- en Natuurbeheer, Wageningen.

Prins, A.H., G. van Wirdum, W.M. Liefveld & E.P.A.G. Schouwenberg, 1997. Geïntegreerd Ruimtelijk Evaluatie-Instrument voor Natuurontwikkelings Scenario's (GREINS). Natuurtechnisch Model (NTM-2); C. Toepassing van de NTM-2 waarderingsmatrix en vergelijking van de natuurwaarden bij de doorgerkende scenario's. NBP-Onderzoeksrapport 16. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.

Schouwenberg, E.P.A.G., A.H. Prins & G. van Wirdum, 1997. Geïntegreerd Ruimtelijk Evaluatieinstrumentarium voor NatuurontwikkelingsScenario's (GREINS). NatuurTechnisch Model (NTM-2): A. Formulering en ijking aan floristische waardering. NBP-deelrapport 14.

Schouwenberg, E.P.A.G., H. Houweling, M.J.W. Jansen, J.Kros & J.P. Mol-Dijkstra, 2000. Uncertainty propagation in model chains: a case study in nature conservancy. Alterra-rapport 001. Alterra, Green World Research, Wageningen.

Schouwenberg, E.P.A.G., Goedhart P.W. & H.F. van Dobben, in prep. NTM: Een model voor de voorspelling van potentiële natuurwaarden (NTM3) en het voorkomen van plantengemeenschappen (NTM4). Alterra-rapport. . Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen.

Van Dobben, H.F., J.A. Klijn, F.J.E. van der Bolt, J.Kros, A.H. Prins, E.P.A.G. Schouwenberg & P. Verburg, 2001. Geïntegreerd Ruimtelijk Evaluatie-Instrumentarium voor NatuurontwikkelingsScenario's (GREINS); Koppeling van ecologische modellen aan de hand van een voorbeeldstudie in het stroomgebied van de Beerze-Reusel. Alterra-rapport 407. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen. 46 p.

Van Dobben, H.F., M. van Elswijk, M.S. Grobden, P. Groenendijk, H. Houweling, M.J.W. Jansen, J.P. Mol-Dijkstra, J.A te Roller, E.P.A.G. Schouwenberg & G.W.W. Wamelink, 2002. Technische Documentatie Modellen Raamwerk Ecologie: herstructurering van het modelinstrumentarium voor integrale analyse van de

ecologische effecten van milieumaatregelen, veranderend landgebruik en waterbeheer op regionale schaal. Alterra-rapport. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen.

Van der Sluis, T., 1996. Vegetatiekundige natuurwaardebepaling. NBP-onderzoekrapport 7. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen.

Van Tongeren, O., 2000. Programma ASSOCIA gebruikershandleiding en voorwaarden. Data-analyse ecologie, Wageningen.

Veldhuizen, A.A., A. Poelman & L.C.P.M. Stuyt, 1998. Software documentation for SIMGRO V3.0: regional water management simulator. Technical Document Winand Staring Center 50. Winand Staring Centre, Wageningen. 289 p.

Wamelink, G.W.W., C.J.F. ter Braak & H.F. van Dobben, 1997. De Nederlandse natuur in 2020: schatting van de potentiële natuurwaarde in drie scenario's. IBN-rapport 312. DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. Wageningen. 79 p.

Wamelink, G.W.W. & H.F. van Dobben, 1996. Schatting van responsies van soorten op de milieufactoren vocht, pH en macronutriënten: een aanzet tot calibratie van Ellenberg's indicatiegetallen. DLO-instituut voor Bos- en natuuronderzoek. Rapport 233, Wageningen.

Wamelink, G.W.W., H. van Oene, J.P. Mol-Dijkstra, J. Kros, H.F. van Dobben & F. Berendse 2001a. Validatie van de modellen SMART2, SUMO1, NUCOM en MOVE op site-, regionaal en nationaal niveau. Rapport nr 065. Alterra, Wageningen.

Wheeler B.D., 1988. Species richness, species rarity and conservation evaluation of rich-fen vegetation in lowland England and Wales. *Journal of Applied Ecology* 25: 331-353.

Witte, J.P.M. & R. van der Meijden, 1992. Verspreiding en natuurwaarden van ecotoopgroepen in Nederland. Onderzoek effecten grondwaterwinning. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieuhygiëne, Bilthoven.

Aanhangsel 1 Vertaaltabel vegetatiestructuurtypen (VEG2) naar NTM-typen

Tabel voor omzetting VEG2-typen naar NTM-typen

G=grasland, H=heide, L=loofbos, N=Naaldbos, R=restgroep en 0=niet doorrekenen

GREINSVEG-type	NTM-type
Pioniervegetatie (P)	R
Ruigte (R)	R
Cultuurgrasland (CG)	G
Soortenrijk grasland (NG)	G
Soortenrijke weide (NW)	G
Bouwland (BL)	0
Mais (M)	0
Akker (A)	0
Heide (H)	H
Zandverstuiving (Z)	H
Struweel (S)	R
Loofbos (L)	L
Donker naaldbos (DN)	0
Licht naaldbos (LN)	N
Open water (W)	0

Tabel voor de omzetting van syntax-eenheden (TURBOVEG) naar NTM-type

CODE	SYNTAXON	VEGSTRUC
01	Lemneta minoris	0
01A	Lemnetalia minoris	0
01AA	Lemnion minoris	0
01AA01	Wolffio-Lemnetum gibbae	0
01AA01A	Wolffio-Lemnetum typicum	0
01AA01B	Wolffio-Lemnetum azolletosum filiculoides	0
01AA02	Lemno-Spirodeletum polyrhizae	0
01AA02A	Lemno-Spirodeletum typicum	0
01AA02B	Lemno-Spirodeletum azolletosum carolinianae	0
01AB	Lemnion trisulcae	0
01AB01	Riccietum fluitantis	0
01AB01A	Riccietum fluitantis typicum	0
01AB01B	Riccietum fluitantis ricciocarpetosum	0
01RG01	RG Lemna minor-[Lemneta minoris]	0
01RG02	RG Lemna trisulca-[Lemnion trisulcae]	0
02	Ruppiaetea	0
02A	Zannichellio-Ruppiaetalia	0
02AA	Ruppion maritimae	0
02AA01	Ruppium maritimae	0
02AA02	Ruppium cirrhosae	0
03	Zosteretea	0
03A	Zosteretalia	0
03AA	Zosterion	0
03AA01	Zosteretum noltii	0
03AA02	Zosteretum marinae	0
04	Charetea fragilis	0
04A	Nitellletalia flexilis	0
04AA	Nitellion flexilis	0
04AA01	Nitelletum translucens	0
04B	Charetalia hispidae	0
04BA	Charion fragilis	0
04BA01	Nitellopsidetum obtusae	0
04BA02	Charetum hispidae	0
04BA03	Charetum asperae	0
04BB	Charion vulgaris	0
04BB01	Charetum vulgaris	0
04BB02	Lemno-Nitelletum capillaris	0
04BB03	Tolypelletum proliferae	0
04C	Lamprothamnietalia papulosi	0
04CA	Charion canescens	0

04CA01	Charetum canescentis	0
04RG01	RG Chara globularis-[Charetea fragilis]	0
05	Potametea	0
05A	Zannichellietalia pedicellatae	0
05AA	Zannichellion pedicellatae	0
05AA01	Ceratophylletum submersi	0
05AA02	Ranunculetum baudotii	0
05AA03	Najadetum marinae	0
05AA03A	Najadetum marinae zannichellietosum	0
05AA03B	Najadetum marinae nitellopsidetosum	0
05B	Nupharo-Potametalia	0
05BA	Nymphaeion	0
05BA01	Ranunculo fluitantis-Potametum perfoliati	0
05BA02	Potametum lucentis	0
05BA03	Myriophyllo-Nupharetum	0
05BA04	Potameto-Nymphoidetum	0
05BB	Hydrocharition morsus-ranae	0
05BB01	Stratiotetum	0
05BB02	Utricularietum vulgaris	0
05BC	Parvopotamion	0
05BC01	Potametum berchtoldii	0
05BC02	Groenlandietum	0
05BC03	Ranunculetum circinati	0
05BC04	Potametum obtusifolii	0
05BC05	Myriophyllo verticillati-Hottonietum	0
05C	Callitricho-Potametalia	0
05CA	Ranunculion peltati	0
05CA01	Callitricho-Hottonietum	0
05CA02	Ranunculetum hederacei	0
05CA03	Callitricho-Myriophylletum alterniflori	0
05CA04	Callitricho hamulatae-Ranunculetum fluitantis	0
05RG01	RG Myriophyllum spicatum-[Potametea]	0
05RG02	RG Potamogeton crispus-[Potametea]	0
05RG03	RG Potamogeton pect. en Zannich. pal. ssp. ped. -[Zannichellietalia pedic.]	0
05RG04	RG Ceratophyllum demersum-[Nupharo-Potametalia]	0
05RG05	RG Potamogeton pusillus en Elodea nuttallii-[Parvopotamion]	0
05RG06	RG Elodea canadensis-[Parvopotamion]	0
05RG07	RG Potamogeton trichoides-[Parvopotamion]	0
05RG08	RG Callitriche platycarpa-[Callitricho-Potametalia]	0
06	Littorelletea	R
06A	Littorelletalia	R
06AA	Littorellion uniflorae	R
06AA01	Isoeto-Lobelietum	R
06AA01A	Isoeto-Lobelietum isoetetosum	R
06AA01B	Isoeto-Lobelietum eleocharitetosum multicaulis	R
06AA01C	Isoeto-Lobelietum sphagnetosum	R
06AA01D	Isoeto-Lobelietum inops	R
06AB	Potamion graminei	R
06AB01	Echinodoro-Potametum graminei	R
06AB02	Sparganietum minimi	R
06AC	Hydrocotylo-Baldellion	R
06AC01	Pilularietum globuliferae	R
06AC02	Scirpetum fluitantis	R
06AC03	Eleocharitetum multicaulis	R
06AC04	Samolo-Littorelletum	R
06AD	Eleocharition acicularis	R
06AD01	Littorello-Eleocharitetum acicularis	R
06RG01	RG Littorella uniflora-[Littorelletea]	R
06RG02	RG Potamogeton polygonifolius-[Littorelletea]	R
06RG03	RG Eleocharis multicaulis-Sphagnum-[Littorelletea / Scheuchzerietea]	R
06RG04	RG Juncus bulbosus-Sphagnum-[Littorelletea / Scheuchzerietea]	R
07	Montio-Cardaminetea	R
07A	Montio-Cardaminetalia	R
07AA	Cardamino-Montion	R
07AA01	Philonotido fontanae-Montietum	R
07AA01A	Philonotido fontanae-Montietum batrachietosum	R
07AA01B	Philonotido fontanae-Montietum veronicetosum	R
07AA01C	Philonotido fontanae-Montietum peplidetosum	R
07AA01D	Philonotido fontanae-Montietum inops	R
07AA02	Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum oppositifolii	R
07AA02A	Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum inops	R

07AA02B	Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum pellietosum	R
07AA02C	Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum cratoneuretosum	R
07AA03	Pellio-Conocephaletum	R
07AA03A	Pellio-Conocephaletum pellietosum epiphyllae	R
07AA03B	Pellio-Conocephaletum mnietosum marginati	R
07AA03C	Pellio-Conocephaletum inops	R
08	Phragmitetea	R
08A	Nasturtio-Glycerietalia	R
08AA	Sparganio-Glycerion	R
08AA01	Eleocharito palustris-Hippuridetum	R
08AA02	Polygono-Veronicetum anagallidis-aquaticae	R
08AA03	Apietum nodiflori	R
08AA04	Glycerietum plicatae	R
08AB	Oenanthion aquaticae	R
08AB01	Rorippo-Oenanthetum aquaticae	R
08AB02	Sagittario-Sparganietum	R
08B	Phragmitetalia	R
08BA	Cicution virosae	R
08BA01	Cicuto-Calletum	R
08BA02	Cicuto-Caricetum pseudocyperi	R
08BA02A	Cicuto-Caricetum typicum	R
08BA02B	Cicuto-Caricetum menyanthetosum	R
08BB	Phragmition australis	R
08BB01	Scirpetum lacustris	R
08BB01A	Scirpetum lacustris typicum	R
08BB01B	Scirpetum lacustris rumicetosum	R
08BB02	Scirpetum tabernaemontani	R
08BB03	Alismato-Scirpetum maritimi	R
08BB03A	Alismato-Scirpetum scirpetosum triquetri	R
08BB03B	Alismato-Scirpetum calthetosum	R
08BB03C	Alismato-Scirpetum rumicetosum	R
08BB03D	Alismato-Scirpetum inops	R
08BB04	Typho-Phragmitetum	R
08BB04A	Typho-Phragmitetum typhetosum angustifoliae	R
08BB04B	Typho-Phragmitetum calthetosum	R
08BB04C	Typho-Phragmitetum typicum	R
08BB04D	Typho-Phragmitetum thelypteridetosum	R
08BC	Caricion gracilis	R
08BC01	Caricetum ripariae	R
08BC02	Caricetum gracilis	R
08BC02A	Caricetum gracilis typicum	R
08BC02B	Caricetum gracilis comaretosum	R
08BC03	Caricetum vesicariae	R
08BC04	Lysimachio-Caricetum aquatilis	R
08BD	Caricion elatae	R
08BD01	Cladietum marisci	R
08BD02	Caricetum paniculatae	R
08BD03	Caricetum elatae	R
08RG01	RG Glyceria maxima-[Phragmitetea]	R
08RG02	RG Rorippa amphibia-[Phragmitetea]	R
08RG03	RG Typha latifolia-[Phragmitetea]	R
08RG04	RG Acorus calamus-[Phragmitetea]	R
08RG05	RG Glyceria fluitans-[Nasturtio-Glycerietalia]	R
08RG06	RG Equisetum fluviatile-[Phragmitetalia]	R
08RG07	RG Juncus subnodulosus-[Phragmitetalia]	R
08RG08	RG Carex acutiformis-[Phragmitetalia]	R
08RG09	RG Phalaris arundinacea-[Phragmitetalia]	R
09	Parvocaricetea	R
09A	Caricetalia nigrae	R
09AA	Caricion nigrae	R
09AA01	Caricion trinervi-nigrae	R
09AA02	Pallavicinio-Sphagnetum	R
09AA02A	Pallavicinio-Sphagnetum typicum	R
09AA02B	Pallavicinio-Sphagnetum molinietosum	R
09AA03	Carici curtae-Agrostietum caninae	R
09AA03A	Carici curtae-Agrostietum typicum	R
09AA03B	Carici curtae-Agrostietum caricetosum diandrae	R
09B	Caricetalia davallianae	R
09BA	Caricion davallianae	R
09BA01	Scorpidio-Caricetum diandrae	R
09BA02	Campylio-Caricetum dioicae	R

09BA03	Parnassio-Juncetum atricapilli	R
09BA04	Junco baltici-Schoenetum nigricantis	R
09BA04A	Junco baltici-Schoenetum typicum	R
09BA04B	Junco baltici-Schoenetum trifolietosum	R
09BA05	Equiseto variegati-Salicetum repentis	R
09RG01	RG Ophioglossum vulgatum-Calamagrostis epigejos-[Parvocaricetea]	R
09RG02	RG Carex nigra-Agrostis canina-[Caricion nigrae]	R
09RG03	RG Calamagrostis canescens-[Caricion nigrae]	R
09RG04	RG Myrica gale-[Caricion nigrae]	R
10	Scheuchzerietea	H
10A	Scheuchzerietalia	H
10AA	Rhynchosporion albae	H
10AA01	Sphagnetum cuspidato-obesi	H
10AA01A	Sphagnetum cuspidato-obesi typicum	H
10AA01B	Sphagnetum cuspidato-obesi sparganietosum angustifolii	H
10AA02	Sphagno-Rhynchosporium	H
10AA02A	Sphagno-Rhynchosporium sphagnetosum cuspidati	H
10AA02B	Sphagno-Rhynchosporium sphagnetosum recurvi	H
10AA03	Caricetum limosae	H
10AB	Caricion lasiocarpae	H
10AB01	Eriophoro-Caricetum lasiocarpae	H
10DG01	DG Juncus effusus-Sphagnum-[Scheuchzerietea]	H
10DG02	DG Nymphaea alba-[Scheuchzerietea]	H
10RG01	RG Sphagnum cuspidatum-[Scheuchzerietea]	H
10RG02	RG Carex rostrata-[Scheuchzerietea]	H
10RG03	RG Eriophorum angustifolium-Sphagnum-[Scheuchzerietea]	H
10RG04	RG Molinia caerulea-Sphagnum-[Scheuchzerietea]	H
11	Oxycocco-Sphagnetea	H
11A	Ericetalia tetralicis	H
11AA	Ericion tetralicis	H
11AA01	Lycopodio-Rhynchosporium	H
11AA02	Ericetum tetralicis	H
11AA02A	Ericetum tetralicis sphagnetosum	H
11AA02B	Ericetum tetralicis vacciniotosum	H
11AA02C	Ericetum tetralicis typicum	H
11AA02D	Ericetum tetralicis cladonietosum	H
11AA02E	Ericetum tetralicis orchietosum	H
11AA03	Empetro-Ericetum	H
11AA03A	Empetro-Ericetum phragmitetosum	H
11AA03B	Empetro-Ericetum gymnocoleetosum	H
11B	Sphagnetalia magellanici	H
11BA	Oxycocco-Ericion	H
11BA01	Erico-Sphagnetum magellanici	H
11BA01A	Erico-Sphagnetum typicum	H
11BA01B	Erico-Sphagnetum empetretosum	H
11BA02	Sphagno palustris-Ericetum	H
11BA02A	Sphagno palustris-Ericetum molinietosum	H
11BA02B	Sphagno palustris-Ericetum anthoxanthetosum	H
11RG01	RG Eriophorum vaginatum-[Oxycocco-Sphagnetea]	H
11RG02	RG Molinia caerulea-[Oxycocco-Sphagnetea]	H
11RG03	RG Myrica gale-[Oxycocco-Sphagnetea]	H
12	Plantaginetea majoris	R
12A	Plantaginietalia majoris	R
12AA	Polygonion avicularis	R
12AA01	Plantagini-Lolietum perennis	R
12AA01A	Plantagini-Lolietum typicum	R
12AA01B	Plantagini-Lolietum juncetum tenuis	R
12AA01C	Plantagini-Lolietum cichorietosum	R
12AA01D	Plantagini-Lolietum puccinellietosum distantis	R
12AA02	Coronopodo-Matricarietum	R
12AA02A	Coronopodo-Matricarietum typicum	R
12AA02B	Coronopodo-Matricarietum sparganietosum salinae	R
12AA02C	Coronopodo-Matricarietum myosuretosum	R
12AA03	Bryo-Saginetum procumbentis	R
12AA03A	Bryo-Saginetum typicum	R
12AA03B	Bryo-Saginetum eragrostietosum	R
12B	Agrostietalia stoloniferae	R
12BA	Lolio-Potentillion anserinae	R
12BA01	Ranunculo-Alopecuretum geniculati	R
12BA01A	Ranunculo-Alopecuretum rorippetosum	R
12BA01B	Ranunculo-Alopecuretum typicum	R

12BA01C	Ranunculo-Alopecuretum equisetetosum palustris	R
12BA01D	Ranunculo-Alopecuretum inops	R
12BA02	Triglochino-Agrostietum stoloniferae	R
12BA02A	Triglochino-Agrostietum cardaminetosum	R
12BA02B	Triglochino-Agrostietum nasturtietosum	R
12BA02C	Triglochino-Agrostietum juncetosum gerardi	R
12BA03	Trifolio fragiferi-Agrostietum stoloniferae	R
12BA03A	Trifolio fragiferi-Agrostietum lolietosum	R
12BA03B	Trifolio fragiferi-Agrostietum centaurietosum	R
12BA04	Ononido-Caricetum distantis	R
12BA04A	Ononido-Caricetum typicum	R
12BA04B	Ononido-Caricetum armerietosum	R
12RG01	RG Poa trivialis-Lolium perenne-[Plantaginetea majoris/Cynosurion cristati]	R
12RG02	RG Carex arenaria-Poa annua-[Plantaginietalia majoris/Koelerio-Corynephere.]	R
12RG03	RG Agrostis stolonifera-[Lolio-Potentillion anserinae]	R
12RG04	RG Festuca arundinacea-[Lolio-Potentillion anserinae]	R
12RG05	RG Agrostis canina-Ranunculus repens-[Lolio-Poten. anserinae/Molinietalia]	R
13	Sedo-Scleranthetea	R
13A	Sedo-Scleranthetalia	R
13AA	Alyso-Sedion	R
13AA01	Cerastietum pumili	R
13AA02	Saxifrago tridactylitis-Poetum compressae	R
14	Koelerio-Corynepherea	R
14A	Corynepherea canescentis	R
14AA	Corynephorion canescentis	R
14AA01	Spergulo-Corynephorion	R
14AA01A	Spergulo-Corynephorion inops	R
14AA01B	Spergulo-Corynephorion cladonietosum	R
14AA02	Violo-Corynephorion	R
14AA02A	Violo-Corynephorion typicum	R
14AA02B	Violo-Corynephorion koelerietosum	R
14B	Trifolio-Festucetalia ovinae	R
14BA	Thero-Airion	R
14BA01	Ornithopodo-Corynephorion	R
14BB	Plantagini-Festucion	R
14BB01	Festuco-Thymetum serpylli	R
14BB01A	Festuco-Thymetum jasionetosum	R
14BB01B	Festuco-Thymetum anthoxanthetosum	R
14BB01C	Festuco-Thymetum violetosum calaminariae	R
14BB02	Festuco-Galietum veri	R
14BB02A	Festuco-Galietum typicum	R
14BB02B	Festuco-Galietum trifolietosum	R
14BC	Sedo-Cerastion	R
14BC01	Sedo-Thymetum pulegioidis	R
14BC01A	Sedo-Thymetum ornithopodetosum	R
14BC01B	Sedo-Thymetum medicaginetosum	R
14BC02	Medicagini-Avenetum pubescentis	R
14BC02A	Medicagini-Avenetum luzuletosum	R
14BC02B	Medicagini-Avenetum arrhenatheretosum	R
14C	Cladonio-Koelerietalia	R
14CA	Tortulo-Koelerion	R
14CA01	Phleo-Tortuletum ruraliformis	R
14CA01A	Phleo-Tortuletum typicum	R
14CA01B	Phleo-Tortuletum cladonietosum	R
14CA01C	Phleo-Tortuletum brachythecietosum	R
14CA02	Sileno-Tortuletum ruraliformis	R
14CA02A	Sileno-Tortuletum corynephoretosum	R
14CA02B	Sileno-Tortuletum picridetosum	R
14CA02C	Sileno-Tortuletum inops	R
14CA03	Tortello-Bryoerythrophylletum	R
14CA03A	Tortello-Bryoerythrophylletum typicum	R
14CA03B	Tortello-Bryoerythrophylletum encalyptetosum	R
14CB	Polygalo-Koelerion	R
14CB01	Taraxaco-Galietum veri	R
14CB01A	Taraxaco-Galietum cladonietosum	R
14CB01B	Taraxaco-Galietum typicum	R
14CB01C	Taraxaco-Galietum fragarietosum	R
14CB01D	Taraxaco-Galietum plantaginetosum	R
14CB02	Anthyllido-Silenetum	R
14CB02A	Anthyllido-Silenetum sedetosum	R
14CB02B	Anthyllido-Silenetum rhytidadelphetosum	R

14DG01	DG Campylopus introflexus-[Koelerio-Corynepherea]	R
14DG02	DG Juncus squarrosus-Oligotrichum hercynicum-[Corynephorion canescentis]	R
14RG01	RG Carex arenaria-[Koelerio-Corynepherea]	R
14RG02	RG Aira praecox-[Koelerio-Corynepherea]	R
14RG03	RG Dicranum scoparium-[Koelerio-Corynepherea]	R
14RG04	RG Euphorbia cyparissias-[Koelerio-Corynepherea]	R
14RG05	RG Holosteum umbellatum-[Koelerio-Corynepherea/Stellarietea mediae]	R
14RG06	RG Agrostis capillaris-Hypochaeris radicata-[Trifolio-Festucetalia ovinae]	R
14RG07	RG Festuca ovina subsp. cinerea-[Trifolio-Festucetalia ovinae]	R
14RG08	RG Vulpia bromoides-[Plantagini-Festucion]	R
14RG09	RG Calamagrostis epigejos-[Cladonio-Koelerietalia]	R
14RG10	RG Salix repens-[Polygalo-Koelerion]	R
14RG11	RG Rosa pimpinellifolia-[Polygalo-Koelerion]	R
15	Festuco-Brometea	R
15A	Brometalia erecti	R
15AA	Mesobromion erecti	R
15AA01	Gentiano-Koelerietum	R
16	Molinio-Arrhenatheretea	R
16A	Molinietalia	R
16AA	Junco-Molinion	R
16AA01	Cirsio dissecti-Molinietum	R
16AA01A	Cirsio dissecti-Molinietum nardetosum	R
16AA01B	Cirsio dissecti-Molinietum typicum	R
16AA01C	Cirsio dissecti-Molinietum peucedanetosum	R
16AA01D	Cirsio dissecti-Molinietum parnassietosum	R
16AB	Calthion palustris	R
16AB01	Crepido-Juncetum acutiflori	R
16AB02	Rhinantho-Orchietum morionis	R
16AB03	Lychnido-Hypericetum tetrapteris	R
16AB03A	Lychnido-Hypericetum typicum	R
16AB03B	Lychnido-Hypericetum orchietosum morionis	R
16AB04	Ranunculo-Senecionetum aquatici	R
16AB04A	Ranunculo-Senecionetum juncetosum articulati	R
16AB04B	Ranunculo-Senecionetum caricetosum paniceae	R
16AB05	Scirpetum sylvatici	R
16AB06	Angelico-Cirsietum oleracei	R
16B	Arrhenatheretalia	R
16BA	Alopecurion pratensis	R
16BA01	Fritillario-Alopecuretum pratensis	R
16BA01A	Fritillario-Alopecuretum cynosuretosum	R
16BA01B	Fritillario-Alopecuretum typicum	R
16BA01C	Fritillario-Alopecuretum calthetosum	R
16BA02	Sanguisorbo-Silaetum	R
16BB	Arrhenatherion elatioris	R
16BB01	Arrhenatheretum elatioris	R
16BB01A	Arrhenatheretum typicum	R
16BB01B	Arrhenatheretum festucetosum arundinaceae	R
16BB01C	Arrhenatheretum luzuletosum campestris	R
16BB01D	Arrhenatheretum medicaginetosum falcatae	R
16BC	Cynosurion cristati	R
16BC01	Lolio-Cynosuretum	R
16BC01A	Lolio-Cynosuretum typicum	R
16BC01B	Lolio-Cynosuretum lotetosum uliginosi	R
16BC01C	Lolio-Cynosuretum hordeetosum	R
16BC01D	Lolio-Cynosuretum plantaginetosum mediae	R
16BC02	Galio-Trifolietum	R
16RG01	RG Holcus lanatus-Lolium perenne-[Molinio-Arrhenatheretea]	R
16RG02	RG Holcus lanatus-Lychnis flos-cuculi-[Molinietalia]	R
16RG03	RG Festuca rubra-Lotus uliginosus-[Molinietalia]	R
16RG04	RG Juncus effusus-[Molinietalia/Lolio-Potentillion]	R
16RG05	RG Carex panicea-Succisa pratensis-[Junco-Molinion]	R
16RG06	RG Carex disticha-[Calthion palustris]	R
16RG07	RG Gagea pratensis-[Arrhenatheretalia]	R
16RG08	RG Alopecurus pratensis-Lychnis flos-cuculi-[Alopecurion/Molinietalia]	R
16RG09	RG Alopecurus pratensis-Elymus repens-[Arrhenatheretalia]	R
16RG10	RG Alopecurus pratensis-Hordeum secalinum-[Alopecurion/Cynosurion]	R
16RG11	RG Anthriscus sylvestris-[Arrhenatheretalia]	R
16RG12	RG Hieracium lactucella-[Cynosurion/Plantagini-Festucion]	R
17	Trifolio-Geranietea sanguinei	R
17A	Origanetalia vulgaris	R
17AA	Trifolion medii	R

17AA01	Rubo-Origanetum	R
17AA01A	Rubo-Origanetum typicum	R
17AA01B	Rubo-Origanetum festucetosum arundinaceae	R
17AA02	Polygonato-Lithospermetum	R
18	Melampyro-Holcetea mollis	R
18A	Melampyro-Holcetalia mollis	R
18AA	Melampyrion pratensis	R
18AA01	Hyperico pulchri-Melampyretum pratensis	R
18AA02	Hieracio-Holcetum mollis	R
18RG01	RG Pteridium aquilinum-[Melampyro-Holcetea mollis]	R
19	Nardetea	R
19A	Nardetalia	R
19AA	Nardo-Galion saxatilis	R
19AA01	Galio hercynici-Festucetum ovinae	R
19AA02	Gentiano pneumonanthes-Nardetum	R
19AA03	Botrychio-Polygaletum	R
19AA04	Betonico-Brachypodietum	R
19RG01	RG Nardus stricta-[Nardetea]	R
19RG02	RG Deschampsia flexuosa-[Nardetea / Calluno-Ulicetea]	R
20	Calluno-Ulicetea	H
20A	Calluno-Ulicetalia	H
20AA	Calluno-Genistion pilosae	H
20AA01	Genisto anglicae-Callunetum	H
20AA01A	Genisto anglicae-Callunetum cladonietosum	H
20AA01B	Genisto anglicae-Callunetum typicum	H
20AA01C	Genisto anglicae-Callunetum lophozietosum ventricosae	H
20AA01D	Genisto anglicae-Callunetum danthonietosum	H
20AA02	Vaccinio-Callunetum	H
20AB	Empetrion nigri	H
20AB01	Carici arenariae-Empetretum	H
20AB02	Polypodio-Empetretum	H
20AB03	Salici repentis-Empetretum	H
20AB04	Pyrolo-Salicetum	H
20RG01	RG Cytisus scoparius-[Calluno-Ulicetea / Nardetea]	H
21	Asplenietea trichomanis	0
21A	Tortulo-Cymbalarietalia	0
21AA	Parietario judaicae	0
21AA01	Asplenio-Parietarietum judaicae	0
21AA02	Asplenio-Cheiranthetum cheiri	0
21AB	Cymbalario-Asplenion	0
21AB01	Asplenietum ruto-murario-trichomanis	0
21AB02	Filici-Saginetum	0
21RG01	RG Asplenium ruta-muraria-[Tortulo-Cymbalarietalia]	0
21RG02	RG Cymbalaria muralis-[Tortulo-Cymbalarietalia]	0
21RG03	RG Pseudofumaria lutea-[Cymbalario-Asplenion]	0
21RG04	RG Sagina procumbens-Tortula muralis-[Cymbalario-Asplenion]	0
22	Cakiletea maritimae	R
22A	Cakiletalia maritimae	R
22AA	Atriplicion littoralis	R
22AA01	Atriplicetum littoralis	R
22AA01A	Atriplicetum littoralis typicum	R
22AA01B	Atriplicetum littoralis cirsietosum	R
22AB	Salsolo-Honkenyion peploides	R
22AB01	Salsolo-Cakiletum maritimae	R
22AB01A	Salsolo-Cakiletum maritimae typicum	R
22AB01B	Salsolo-Cakiletum maritimae atriplicetosum laciniatae	R
22RG01	RG Cakile maritima-[Cakiletea maritimae]	R
22RG02	RG Honkenya peploides-[Salsolo-Honkenyion / Ammophilion arenariae]	R
23	Ammophiletea	R
23A	Elymetalia arenarii	R
23AA	Agropyro-Honkenyion peploides	R
23AA01	Honkenyo-Agropyretum juncei	R
23AB	Ammophilion arenariae	R
23AB01	Elymo-Ammophiletum	R
23AB01A	Elymo-Ammophiletum typicum	R
23AB01B	Elymo-Ammophiletum festucetosum	R
23RG01	RG Ammophila arenaria-Carex arenaria-[Ammophiletea / Koelerio-Corynephoretea]	R
24	Spartinetea	R
24A	Spartinetalia	R
24AA	Spartinion	R
24AA01	Spartinetum maritimae	R

24AA02	Spartinetum townsendii	R
25	Thero-Salicornietea	R
25A	Thero-Salicornietalia	R
25AA	Thero-Salicornion	R
25AA01	Salicornietum dolichostachyae	R
25AA02	Salicornietum brachystachyae	R
25AA03	Suaedetum maritimae	R
26	Asteretea tripolii	R
26A	Glauco-Puccinellietalia	R
26AA	Puccinellion maritimae	R
26AA01	Puccinellietum maritimae	R
26AA01A	Puccinellietum maritimae typicum	R
26AA01B	Puccinellietum maritimae parapholidetosum	R
26AA01C	Puccinellietum maritimae agrostietosum	R
26AA02	Plantagini-Limonietum	R
26AA03	Halimionetum portulacoides	R
26AB	Puccinellio-Spergularion salinae	R
26AB01	Puccinellietum distantis	R
26AB01A	Puccinellietum distantis typicum	R
26AB01B	Puccinellietum distantis polygonetosum	R
26AB02	Puccinellietum fasciculatae	R
26AB03	Puccinellietum capillaris	R
26AB04	Parapholido strigosae-Hordeetum marini	R
26AC	Armerion maritimae	R
26AC01	Juncetum gerardi	R
26AC01A	Juncetum gerardi typicum	R
26AC01B	Juncetum gerardi leontodontetosum	R
26AC02	Armerio-Festucetum litoralis	R
26AC03	Junco-Caricetum extensae	R
26AC04	Blysmetum rufi	R
26AC05	Artemisietum maritimae	R
26AC06	Atriplici-Elytrigietum pungentis	R
26AC07	Oenantho lachenalii-Juncetum maritimi	R
26RG01	RG Scirpus maritimus-[Asteretea tripolii]	R
26RG02	RG Agrostis stolonifera-Glaux maritima-[Asteretea tripolii]	R
26RG03	RG Triglochin maritima-[Asteretea tripolii]	R
26RG04	RG Aster tripolium-[Puccinellion maritimae]	R
27	Saginetea maritimae	R
27A	Saginetalia maritimae	R
27AA	Saginion maritimae	R
27AA01	Sagino maritimae-Cochlearietum danicae	R
27AA01A	Sagino maritimae-Cochlearietum sedetosum	R
27AA01B	Sagino maritimae-Cochlearietum juncetosum	R
27AA02	Centaurio-Saginetum	R
27AA02A	Centaurio-Saginetum trifolietosum fragiferi	R
27AA02B	Centaurio-Saginetum samoletosum	R
27AA02C	Centaurio-Saginetum epilobietosum	R
28	Isoeto-Nanojuncetea	R
28A	Nanocyperetalia	R
28AA	Nanocyperion flavescentis	R
28AA01	Cicendietum filiformis	R
28AA01A	Cicendietum filiformis centunculetosum	R
28AA01B	Cicendietum filiformis juncetosum	R
28AA02	Isolepido-Stellarietum uliginosae	R
28AA02A	Isolepido-Stellarietum montietosum	R
28AA02B	Isolepido-Stellarietum cardaminetosum	R
28AA02C	Isolepido-Stellarietum hypericetosum	R
28AA03	Centunculo-Anthocerotetum punctati	R
28AA04	Digitario-Illecebretrum	R
28AA04A	Digitario-Illecebretrum digitarietosum	R
28AA04B	Digitario-Illecebretrum peplidetosum	R
28RG01	RG Gnaphalium uliginosum-[Isoeto-Nanojuncetea/Bidentetea tripartitae]	R
29	Bidentetea tripartitae	R
29A	Bidentetalia tripartitae	R
29AA	Bidention tripartitae	R
29AA01	Polygono-Bidentetum	R
29AA02	Rumicetum maritimi	R
29AA02A	Rumicetum maritimi typicum	R
29AA02B	Rumicetum maritimi chenopodietosum	R
29AA03	Chenopodietum rubri	R
29AA03A	Chenopodietum rubri spergularietosum	R

29AA03B	Chenopodietum rubri inops	R
29AA03C	Chenopodietum rubri rorippetosum	R
29AA04	Eleocharito acicularis-Limoselletum	R
29RG01	RG Ranunculus scleratus-[Bidentetea tripartitae/Phragmitetea]	R
29RG02	RG Catabrosa aquatica-[Bidentetea tripartitae/Phragmitetea]	R
30	Stellarietea mediae	R
30A	Papaveretalia rhoeadis	R
30AA	Caucalidion platycarpi	R
30AA01	Kickxietum spuriae	R
30AA01A	Kickxietum spuriae lathyretosum tuberosi	R
30AA01B	Kickxietum spuriae sherardietosum	R
30AA02	Papaveri-Melandrietum noctiflori	R
30AB	Fumario-Euphorbion	R
30AB01	Veronico-Lamietum hybridi	R
30AB01A	Veronico-Lamietum typicum	R
30AB01B	Veronico-Lamietum alopecuretosum	R
30AB02	Mercurialietum annuae	R
30AB03	Chenopodio-Oxalidetum fontanae	R
30B	Sperguletalia arvensis	R
30BA	Aperion spicae-venti	R
30BA01	Sclerantho annui-Arnoseridetum	R
30BA01A	Sclerantho annui-Arnoseridetum typicum	R
30BA01B	Sclerantho annui-Arnoseridetum juncetosum bufoni	R
30BA02	Papaveretum argemones	R
30BA02A	Papaveretum argemones legousietosum	R
30BA02B	Papaveretum argemones scleranthetosum	R
30BA02C	Papaveretum argemones inops	R
30BB	Digitario-Setarion	R
30BB01	Spergulo arvensis-Chrysanthemetum	R
30BB01A	Spergulo arvensis-Chrysanthemetum typicum	R
30BB01B	Spergulo arvensis-Chrysanthemetum euphorbietosum	R
30BB02	Echinochloo-Setarietum	R
30BB02A	Echinochloo-Setarietum typicum	R
30BB02B	Echinochloo-Setarietum inops	R
30RG01	RG Claytonia perfoliata-Erophila verna-[Stellarietea mediae]	R
30RG02	RG Matricaria recutita-Papaver rhoeas-[Papaveretalia rhoeadis]	R
30RG03	RG Matricaria recutita-Spergula arvensis-[Aperion spicae-venti]	R
30RG04	RG Galeopsis speciosa-[Sperguletalia arvensis]	R
30RG05	RG Scleranthus annuus-[Sperguletalia arvensis]	R
30RG06	RG Vicia angustifolia-Vicia hirsuta-[Aperion spicae-venti]	R
31	Artemisietea vulgaris	R
31A	Chenopodio-Urticetalia	R
31AA	Salsolion ruthenicae	R
31AA01	Bromo-Corispermetum	R
31AA02	Erigeronto-Lactucetum	R
31AA02A	Erigeronto-Lactucetum papaveretosum	R
31AA02B	Erigeronto-Lactucetum erysimetosum	R
31AB	Arction	R
31AB01	Urtico-Malvetum neglectae	R
31AB01A	Urtico-Malvetum atriplicetosum	R
31AB01B	Urtico-Malvetum typicum	R
31AB01C	Urtico-Malvetum lycopsidetosum	R
31AB02	Hordeetum murini	R
31AB02A	Hordeetum murini inops	R
31AB02B	Hordeetum murini diplotaxietosum	R
31AB02C	Hordeetum murini arctietosum	R
31AB03	Balloto-Arctietum	R
31AB03A	Balloto-Arctietum typicum	R
31AB03B	Balloto-Arctietum diplotaxietosum	R
31AB03C	Balloto-Arctietum verbascetosum	R
31B	Onopordietalia acanthii	R
31BA	Onopordion acanthii	R
31BA01	Echio-Verbascetum	R
31BA01A	Echio-Verbascetum lycopsidetosum	R
31BA01B	Echio-Verbascetum typicum	R
31C	Agropyretalia repentis	R
31CA	Dauco-Melilotion	R
31CA01	Echio-Melilotetum	R
31CA01A	Echio-Melilotetum berterioetosum	R
31CA01B	Echio-Melilotetum typicum	R
31CA02	Bromo inermis-Eryngietum campestris	R

31CA03	Tanaceto-Artemisietum	R
31CA03A	Tanaceto-Artemisietum agrostietosum	R
31CA03B	Tanaceto-Artemisietum typicum	R
31RG01	RG Artemisia vulgaris-[Artemisietea vulgaris]	R
31RG02	RG Diplotaxis tenuifolia-[Artemisietea vulgaris]	R
31RG03	RG Convolvulus arvensis-[Artemisietea vulgaris]	R
31RG04	RG Elymus repens-[Artemisietea vulgaris]	R
31RG05	RG Cirsium arvense-[Artemisietea vulgaris]	R
31RG06	RG Tussilago farfara-[Artemisietea vulgaris/Convolvulo-Filipenduletea]	R
31RG07	RG Xanthium orientale-Elymus repens-[Artemisietea vulg./Plantaginetea maj.]	R
31RG08	RG Cichorium intybus-[Agropyretalia repentis/Arrhenatheretalia]	R
31RG09	RG Dipsacus fullonum-Elymus repens-[Agropyretalia rep./Arrhenatheretalia]	R
32	Convolvulo-Filipenduletea	R
32A	Filipenduletalia	R
32AA	Filipendulion	R
32AA01	Valeriano-Filipenduletum	R
32AA01A	Valeriano-Filipenduletum calamagrostietosum	R
32AA01B	Valeriano-Filipenduletum holcetosum	R
32AA01C	Valeriano-Filipenduletum symphytetosum	R
32B	Convolvuletalia sepium	R
32BA	Epilobion hirsuti	R
32BA01	Valeriano-Senecionetum fluviatilis	R
32BA02	Soncho-Epilobietum hirsuti	R
32BA02A	Soncho-Epilobietum typicum	R
32BA02B	Soncho-Epilobietum althaeetosum	R
32BA03	Oenanthe-Althaeetum	R
32DG01	DG Solidago gigantea-[Epilobion hirsuti]	R
32RG01	RG Eupatorium cannabinum-[Convolvulo-Filipenduletea]	R
32RG02	RG Epilobium hirsutum-[Convolvulo-Filipenduletea]	R
32RG03	RG Calystegia sepium-Phragmites australis-[Convolvulo-Filipenduletea]	R
32RG04	RG Solanum dulcamara-Phragmites australis-[Convolvulo-Filipenduletea]	R
32RG05	RG Phalaris arundinacea-[Convolvulo-Filipenduletea]	R
32RG06	RG Urtica dioica-[Convolvulo-Filipenduletea]	R
32RG07	RG Pulicaria dysenterica-[Convolvulo-Filipenduletea/Agrostietalia stolonife]	R
32RG08	RG Angelica archangelica-[Epilobion hirsuti]	R
33	Galio-Urticetea	R
33A	Glechometalia	R
33AA	Galio-Alliarion	R
33AA01	Claytonio-Anthriscetum caucalidis	R
33AA02	Torilidetum japonicae	R
33AA03	Urtico-Cruciatetum laevipedis	R
33AA03A	Urtico-Cruciatetum alliarietosum	R
33AA03B	Urtico-Cruciatetum alopecuretosum	R
33AA04	Alliario-Chaerophylletum temuli	R
33AA04A	Alliario-Chaerophylletum geetosum	R
33AA04B	Alliario-Chaerophylletum galeopsietosum	R
33AA04C	Alliario-Chaerophylletum inops	R
33AA05	Urtico-Aegopodietum	R
33AA05A	Urtico-Aegopodietum alliarietosum	R
33AA05B	Urtico-Aegopodietum holcetosum	R
33AA05C	Urtico-Aegopodietum inops	R
33AA05D	Urtico-Aegopodietum petasitetosum	R
33AA06	Heracleo-Sambucetum ebuli	R
33DG01	DG Rubus armeniacus-[Galio-Urticetea]	R
33DG02	DG Populus x canadensis-[Galio-Urticetea]	R
33RG01	RG Urtica dioica-[Galio-Urticetea]	R
33RG02	RG Anthriscus sylvestris-[Galio-Urticetea]	R
33RG03	RG Petasites hybridus-[Galio-Urticetea]	R
34	Epilobietea angustifolii	R
34A	Atropetalia	R
34AA	Carici piluliferae-Epilobion angustifolii	R
34AA01	Senecioni sylvatici-Epilobietum angustifolii	R
34AA01A	Senecioni-Epilobietum veronicetosum	R
34AA01B	Senecioni-Epilobietum ceratocapnetosum	R
34AA01C	Senecioni-Epilobietum inops	R
35	Lonicero-Rubetea plicati	R
35A	Rubetalia plicati	R
35AA	Lonicero-Rubion silvatici	R
35AA01	Rubetum grati	R
35AA02	Rubetum silvatici	R
35AA03	Rubetum pedemontani	R

35RG01	RG Rubus plicatus-[Lonicero-Rubion silvatici]	R
36	Franguletea	R
36A	Salicetalia auritae	R
36AA	Salicion cinereae	R
36AA01	Salicetum auritae	R
36AA02	Alno-Salicetum cinereae	R
36AA02A	Alno-Salicetum calamagrostietosum canescens	R
36AA02B	Alno-Salicetum typicum	R
36AA02C	Alno-Salicetum salicetosum repentis	R
36RG01	RG Frangula alnus-[Franguletea]	R
36RG02	RG Myrica gale-[Salicion cinereae]	R
37	Rhamno-Prunetea	R
37A	Prunetalia spinosae	R
37AA	Pruno-Rubion radulae	R
37AA01	Pruno-Rubetum vestiti	R
37AA02	Pruno-Rubetum elegantispinosi	R
37AB	Carpino-Prunion	R
37AB01	Pruno-Crataegetum	R
37AB01A	Pruno-Crataegetum typicum	R
37AB01B	Pruno-Crataegetum rubetosum ulmifolii	R
37AB01C	Pruno-Crataegetum viburnetosum opuli	R
37AB01D	Pruno-Crataegetum clematidetosum	R
37AB02	Roso-Juniperetum	R
37AC	Berberidion vulgaris	R
37AC01	Hippophao-Sambucetum	R
37AC02	Hippophao-Ligustretum	R
37AC02A	Hippophao-Ligustretum typicum	R
37AC02B	Hippophao-Ligustretum eupatorietosum	R
37AC03	Rhamno-Crataegetum	R
37AC04	Pruno spinosae-Ligustretum	R
37AC05	Orchio-Cornetum	R
37RG01	RG Hippophae rhamnoides-Sonchus arvensis-[Berberidion vulgaris]	R
37RG02	RG Hippophae rhamnoides-Cladonia-[Berberidion vulgaris]	R
37RG03	RG Hippophae rhamnoides-Calamagrostis epigejos-[Berberidion vulgaris]	R
37RG04	RG Ligustrum vulgare-[Berberidion vulgaris]	R
38	Salicetea purpureae	L
38A	Salicetalia purpureae	L
38AA	Salicion albae	L
38AA01	Artemisio-Salicetum albae	L
38AA01A	Artemisio-Salicetum populetosum nigrae	L
38AA01B	Artemisio-Salicetum agrostietosum stoloniferae	L
38AA02	Irido-Salicetum albae	L
38AA02A	Irido-Salicetum menthetosum	L
38AA02B	Irido-Salicetum alopecuretosum pratensis	L
38AA03	Cardamino amarae-Salicetum albae	L
38AA03A	Cardamino amarae-Salicetum anthiscetosum	L
38AA03B	Cardamino amarae-Salicetum alismatetosum	L
38AA03C	Cardamino amarae-Salicetum urticetosum	L
38AA03D	Cardamino amarae-Salicetum inops	L
38DG01	DG Impatiens glandulifera-[Salicion albae/Alno-Padion]	L
38RG01	RG Urtica dioica-[Salicion albae]	L
39	Alnetea glutinosae	L
39A	Alnetalia glutinosae	L
39AA	Alnion glutinosae	L
39AA01	Thelypterido-Alnetum	L
39AA01A	Thelypterido-Alnetum typicum	L
39AA01B	Thelypterido-Alnetum sphagnetetosum	L
39AA01C	Thelypterido-Alnetum caricetosum ripariae	L
39AA02	Carici elongatae-Alnetum	L
39AA02A	Carici elongatae-Alnetum typicum	L
39AA02B	Carici elongatae-Alnetum cardaminetosum amarae	L
39AA02C	Carici elongatae-Alnetum ribetosum nigrae	L
39AA02D	Carici elongatae-Alnetum rubetosum idaei	L
39AA02E	Carici elongatae-Alnetum caricetosum curtae	L
39RG01	RG Calamagrostis canescens-[Alnion glutinosae]	L
39RG02	RG Rubus fruticosus-[Alnion glutinosae]	L
39RG03	RG Carex acutiformis-[Alnion glutinosae]	L
39RG04	RG Urtica dioica-[Alnion glutinosae]	L
40	Vaccinio-Betuletea pubescentis	L
40A	Betuletalia pubescentis	L
40AA	Betulion pubescentis	L

40AA01	Erico-Betuletum pubescentis	L
40AA01A	Erico-Betuletum eriophoretosum vaginati	L
40AA01B	Erico-Betuletum callunetosum	L
40AA01C	Erico-Betuletum inops	L
40AA02	Carici curtae-Betuletum pubescentis	L
40AA02A	Carici curtae-Betuletum peucedanetosum	L
40AA02B	Carici curtae-Betuletum typicum	L
40DG01	DG Aronia x prunifolia-[Betulion pubescentis]	L
40RG01	RG Myrica gale-[Betulion pubescentis]	L
40RG02	RG Molinia caerulea-[Betulion pubescentis]	L
40RG03	RG Rubus fruticosus-[Betulion pubescentis]	L
41	Vaccinio-Piceetea	N
41A	Vaccinio-Piceetalia	N
41AA	Dicrano-Pinion	N
41AA01	Dicrano-Juniperetum	N
41AA01A	Dicrano-Juniperetum cladonietosum	N
41AA01B	Dicrano-Juniperetum deschampsietosum	N
41AA02	Cladonio-Pinetum sylvestris	N
41AA02A	Cladonio-Pinetum cladonietosum	N
41AA02B	Cladonio-Pinetum dicranetosum polyseti	N
41AA03	Leucobryo-Pinetum	N
41AA03A	Leucobryo-Pinetum deschampsietosum	N
41AA03B	Leucobryo-Pinetum vacciniotosum	N
41AA03C	Leucobryo-Pinetum empetretosum	N
41AA03D	Leucobryo-Pinetum molinietosum	N
41DG01	DG Prunus serotina-[Dicrano-Pinion]	N
41DG02	DG Rubus fruticosus-[Dicrano-Pinion]	N
41DG03	DG Carex arenaria-Calamagrostis epigejos-[Dicrano-Pinion]	N
41RG01	RG Pleurozium schreberi-Polytrichum formosum-[Vaccinio-Piceetea]	N
41RG02	RG Eurhynchium praelongum-Pseudoscleropodium purum-[Vaccinio-Piceetea]	N
41RG03	RG Pteridium aquilinum-[Dicrano-Pinion]	N
42	Quercetea robori-petraeae	L
42A	Quercetalia roboris	L
42AA	Quercion roboris	L
42AA01	Betulo-Quercetum roboris	L
42AA01A	Betulo-Quercetum cladonietosum	L
42AA01B	Betulo-Quercetum deschampsietosum	L
42AA01C	Betulo-Quercetum vacciniotosum	L
42AA01D	Betulo-Quercetum molinietosum	L
42AA01E	Betulo-Quercetum dryopteridetosum	L
42AA02	Fago-Quercetum	L
42AA02A	Fago-Quercetum vacciniotosum	L
42AA02B	Fago-Quercetum pteridietosum	L
42AA02C	Fago-Quercetum convallarietosum	L
42AA02D	Fago-Quercetum molinietosum	L
42AA02E	Fago-Quercetum holcetosum	L
42AA03	Deschampsio-Fagetum	L
42AB	Luzulo-Fagion	L
42AB01	Luzulo luzuloidis-Fagetum	L
42DG01	DG Prunus serotina-[Quercion roboris]	L
42DG02	DG Quercus rubra-[Quercion roboris]	L
42RG01	RG Holcus-Dryopteris-[Quercion roboris]	L
42RG02	RG Rubus fruticosus-[Quercion roboris]	L
43	Querco-Fagetea	L
43A	Fagetalia sylvaticae	L
43AA	Alno-Padion	L
43AA01	Crataego-Betuletum pubescentis	L
43AA01A	Crataego-Betuletum typicum	L
43AA01B	Crataego-Betuletum menthetosum	L
43AA02	Violo odoratae-Ulmetum	L
43AA02A	Violo odoratae-Ulmetum allietosum	L
43AA02B	Violo odoratae-Ulmetum typicum	L
43AA02C	Violo odoratae-Ulmetum scilletosum	L
43AA03	Fraxino-Ulmetum	L
43AA03A	Fraxino-Ulmetum typicum	L
43AA03B	Fraxino-Ulmetum galanthetosum	L
43AA04	Carici remotae-Fraxinetum	L
43AA05	Pruno-Fraxinetum	L
43AB	Carpinion betuli	L
43AB01	Stellario-Carpinetum	L
43AB01A	Stellario-Carpinetum polystichetosum	L

43AB01B	Stellario-Carpinetum orchietosum	L
43AB01C	Stellario-Carpinetum typicum	L
43AB01D	Stellario-Carpinetum allietosum	L
43AB01E	Stellario-Carpinetum dryopteridetosum	L
43AB01F	Stellario-Carpinetum oxalidetosum	L
43RG01	RG Anthriscus sylvestris -[Ulmenion carpinifoliae]	L
43RG02	RG Urtica dioica -[Ulmenion carpinifoliae]	L
43RG03	RG Urtica dioica [Circae-Alnenion]	L

Aanhangsel 2 P-spline methodologie voor NTM3

(Uit: Wamelink et al., 1997)

NTM 3.0 berekent de natuurwaarde uit de Ellenberg-waarden voor F, R en N op basis van de P-spline methodologie. Eilers & Marx (1996) beschrijven de P-spline methode voor voorspelling op basis van 1 predictor (bijvoorbeeld alleen F). Om P-splines te kunnen toepassen in NTM 3.0 moest de methodologie uitgebreid worden naar predictie op basis van drie predictoren. De mogelijkheid hiertoe wordt in Eilers & Marx (1996) kort aangeduid. Wij danken Paul Eilers (DCMR Milieudienst Rijnmond) voor advies bij de methode- en programmaontwikkeling. Zijn MATLAB functie voor tweedimensionale P-splines stond aan de basis van het GENSTAT-programma dat in het kader van deze studie is geschreven voor drie-dimensionale P-splines. De uitbreiding is gebaseerd op beboete tensorproducten van B-splines. Deze bijlage beschijft deze uitbreiding. Na een inleiding over P-splines voor 1 predictor (univariate P-splines), volgt de uitbreiding naar drie predictoren (multivariate P-splines).

Univariate P-splines (1 predictor)

Het doel is een regressie uit te voeren van een responsvariabele $\mathbf{y}$ op een predictor variabele $\mathbf{z}$ waarbij de vorm van de regressiecurve niet vast ligt anders dan dat het een gladde curve moet zijn. Het doel kan worden bereikt met de P-splinemethode. (De variabelen zijn vet gedrukt omdat het de regressievectoren zijn van n getallen, bijvoorbeeld $\mathbf{y} = (y_1, \dots, y_n)^T$ met n het aantal waarnemingen en het superscript T voor getransponeerd).

Ter inleiding van P-splines beginnen we met polynoomregressie. Polynoomregressie is een bekende manier om andere niet-lineaire verbanden aan te passen aan gegevens. Voor een vierdegraadspolynoom krijgen we bijvoorbeeld het regressiemodel

$$\mathbf{y} = a_0 + a_1 \mathbf{z} + a_2 \mathbf{z}^2 + a_3 \mathbf{z}^3 + a_4 \mathbf{z}^4 + \mathbf{e}, \quad (\text{A.1})$$

waarbij a_k ($k = 0, 1, 2, 3, 4$) de regressiecoëfficiënten zijn die geschat moeten worden op basis van een trainingset en $\mathbf{e}$ een toevallige fout met gemiddelde 0 en variantie σ^2 . Dit model levert in de praktijk vaak onbevredigende curves op (Hastie & Tibshirani 1990). Polynoomregressie illustreert echter goed het idee dat niet-lineaire verbanden kunnen worden aangepast met (multiple) lineaire regressie. Daarvoor moet de predictor $\mathbf{z}$ vervangen worden door een stel nieuwe predictoren, die we met $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots$ aanduiden. In het voorbeeld zijn dit $\mathbf{x}_1 = \mathbf{z}$, $\mathbf{x}_2 = \mathbf{z}^2$, $\mathbf{x}_3 = \mathbf{z}^3$ en $\mathbf{x}_4 = \mathbf{z}^4$.

De P-splinemethode maakt gebruik van B-splines. Dat zijn stukken van polynomen die op een speciale manier met elkaar verbonden zijn. B-splines worden gedefinieerd door hun graad en een set van knopen. Een nuldegraads B-spline is een variabele die de waarde 1 aanneemt in het interval tussen twee knopen en elders de waarde 0 aanneemt.

In dit voorbeeld, kunnen we de knopen opvatten als klassegrenzen. Een variabele $\mathbf{z}$ wordt met nulde-graads B-splines gediscretiseerd in een aantal klassen, bijvoorbeeld als er vijf knopen zijn in vier klassen (vier opeenvolgende intervallen). De variabele $\mathbf{z}$ kan dan worden weer gegeven door vier variabelen $\mathbf{x}_1$, $\mathbf{x}_2$, $\mathbf{x}_3$ en $\mathbf{x}_4$, de nuldegraads B-splines. Nuldegraads B-splines zijn indicator variabelen, maar hogere graads B-splines kunnen positieve waarden tussen 0 en 1 aannemen op een bepaald aantal aaneengesloten intervallen. Daarbuiten zijn ze nul. Net als bij polynoom regressie voeren we vervolgens een regressie uit van $\mathbf{y}$ op de B-splines, in het voorbeeld op $\mathbf{x}_1$, $\mathbf{x}_2$, $\mathbf{x}_3$ en $\mathbf{x}_4$. Een verschil met polynoomregressie is dat er geen intercept nodig is in de regressie. In de praktijk gebruikt men vaak derdegraads B-splines omdat daarmee redelijk gladde curves worden verkregen. Derdegraads B-splines lijken op een reeks ten opzichte van elkaar verschoven Gaussische optimumkrommen waarbij kleine functiewaarden van elke kromme op nul zijn gesteld. Het aantal te schatten parameters is echter al snel een probleem, tenzij men slechts drie of vier knopen neemt. Bij weinig knopen is de curve nogal star van vorm.

De P-splinesmethode maakt gebruik van B-splines gedefinieerd door equidistante knopen. Dergelijke B-splines hebben twee eigenschappen die essentieel zijn voor de P-splinemethode. Laat de predictor $\mathbf{z}$ zijn getransformeerd tot de set van B-splines $\mathbf{x}_1$, $\mathbf{x}_2$, ..., $\mathbf{x}_p$. De P-spline is een lineaire combinatie van de B-splines,

$$\mathbf{f} = a_1 \mathbf{x}_1 + a_2 \mathbf{x}_2 + \dots a_p \mathbf{x}_p, \quad (\text{A.2})$$

met $\mathbf{f}$ de functiewaarde (verwachting van y). De eerste eigenschap is: als de regressiecoëfficiënten aan elkaar gelijk zijn ($a_1 = a_2 = \dots = a_p = a$), dan is $\mathbf{f}$ constant ($\mathbf{f} = a$; de gefitte curve is een horizontale lijn). Deze eigenschap geldt ook bij niet-equidistante knopen. De tweede eigenschap is: als

$$a_j = a_{j-1} + c \quad (j = 2, 3, \dots p) \quad (\text{A.3})$$

met c een willekeurige constante, dan is $\mathbf{f}$ (de gefitte curve) een rechte lijn ($\mathbf{f} = a_1 + c^* \mathbf{z}$). De tweede eigenschap geldt niet voor nuldegraads B-splines. Voor nuldegraads B-splines geldt de meer beperkte eigenschap dat de waarden van $\mathbf{f}$ behorende bij de klassenmiddens van $\mathbf{z}$ op een rechte lijn liggen als aan (A.3) is voldaan. Het is instructief op te merken dat deze beperkte eigenschap niet meer geldt als de knopen niet equidistant zijn. Conditie (A.3) houdt in dat de eersteordendifferenties van de regressiecoëfficiënten constant zijn; in formule

$$\Delta a_j = a_j - a_{j-1} = c \quad (j = 2, 3, \dots p). \quad (\text{A.4})$$

De tweedeordendifferenties zijn dan gelijk aan nul; in formule:

$$\begin{aligned} \Delta^2 a_j &= \Delta(\Delta a_j) = \Delta(a_j - a_{j-1}) = (a_j - a_{j-1}) - (a_{j-1} - a_{j-2}) = \\ a_j - 2a_{j-1} + a_{j-2} &= 0 \quad (j = 3, 4, \dots p). \end{aligned} \quad (\text{A.5})$$

Als een curve die uit B-splines is opgebouwd, over een bepaald traject lineair is, dan zijn de tweedeordendifferenties nul in dat traject. Hoe meer de tweedeordendifferenties van de

regressiecoëfficiënten afwijken van nul, hoe meer de curve plaatselijk van lineariteit afwijkt. Het idee van de P-spline methode is nu om afwijkingen van lokale lineariteit te beperken door de tweedeordedifferenties van de regressiecoëfficiënten te beboeten. Een P-spline is een compromis tussen de curve die zo goed mogelijk bij de gegevens past en de rechte lijn. Dit compromis wordt bereikt via minimalisatie van het criterium

$$S = (\mathbf{y} - \mathbf{f})^T \mathbf{W} (\mathbf{y} - \mathbf{f}) + \lambda \mathbf{a}^T \mathbf{D}^T \mathbf{D} \mathbf{a}, \quad (\text{A.6})$$

met 'fitted values' $\mathbf{f}$ gedefinieerd in (A.2), λ een te kiezen boeteparameter (een getal > 0), $\mathbf{a} = (a_1, \dots, a_p)^T$ de vector van regressiecoëfficiënten, $\mathbf{D}$ de $(p-2) \times p$ -kubus die tweedeordedifferenties geeft (Tabel A.1), en $\mathbf{W}$ een diagonale kubus met op de diagonaal (bekende) gewichten voor de eenheden. In kubusnotatie: $\mathbf{f} = \mathbf{X}\mathbf{a}$, met $\mathbf{X} = (\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_p)$. Enige uitleg van het criterium is op zijn plaats. Het eerste deel van (A.6) is het gebruikelijke gewogen kleine kwadratenkriterium. Merk voorts op dat $\mathbf{D}\mathbf{a}$ een $(p-2)$ -vector van tweedeordedifferenties van de regressiecoëfficiënten $a_1, \dots, a_p$ is. Daarmee is $\mathbf{a}^T \mathbf{D}^T \mathbf{D} \mathbf{a} = (\mathbf{D}\mathbf{a})^T (\mathbf{D}\mathbf{a})$ de som van gekwadrateerde tweedeordedifferenties. Op basis van de eigenschappen van equidistante B-splines, is het tweede deel in (A.6) dus een boete voor afwijkingen van lokale lineariteit. Als de boeteparameter λ erg groot is, worden afwijkingen van lineariteit zo zwaar beboet, dat het minimum van (A.6) aangenomen wordt door een rechte lijn. Als $\lambda = 0$, dan is de P-spline gelijk aan een regressiespline.

Tabel A.1. Een voorbeeld van de kubus $\mathbf{D}$ voor $p = 5$.

1	-2	1	0	0
0	1	-2	1	0
0	0	1	-2	1

Het minimum van (A.6) wordt bereikt voor (Eilers & Marx, 1996):

$$\mathbf{a} = (\mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X} + \lambda \mathbf{D}^T \mathbf{D})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{y}. \quad (\text{A.7})$$

De effectieve dimensie van de P-spline wordt gegeven door het spoor van de smotherkubus $\mathbf{H}$, gedefinieerd door $\mathbf{H} = \mathbf{X} (\mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X} + \lambda \mathbf{D}^T \mathbf{D})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W}$. Eilers & Marx (1996) geven in hun formule (26) een efficiënte berekeningswijze hiervan. De effectieve dimensie wordt ook wel het aantal vrijheidsgraden van de smother genoemd. Op basis hiervan en de restkwadraatsom kan het generaliseerde kruisvalidatiecriterium berekend worden.

De P-splinemethodologie is wat algemener dan hierboven weergegeven. Zo kunnen er andere dan tweedeordedifferenties worden beboet. Bijvoorbeeld, als eersteordedifferenties worden beboet, dan is de boetevrije curve (de referentie) een horizontale lijn. In deze studie zijn steeds tweedeordedifferenties gebruikt in combinatie met derde-graads B-splines. Met deze keuze lijkt de P-spline het meest op de standaardsmoothingspline.

Multivariate P-splines (meer dan 1 predictor)

De univariate P-spline kan op eenvoudige wijze worden uitgebreid naar een multivariate P-spline door gebruik te maken van beboete tensorproducten van B-splines. We bespreken P-splines voor drie predictoren, omdat die methode in het kader van NTM 3.0 is gebruikt. We noemen de predictoren F, R en N.

Als de opeenvolgende B-splines voor predictor $\mathbf{x}$ met $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_p$ ($x = F, R$ en N) worden aangeduid, dan bestaat het tensor produkt van B-splines uit de producten

$$\mathbf{x}_{ijk} = \mathbf{F}_i \mathbf{R}_j \mathbf{N}_k \quad (\text{A.8})$$

($i = 1, \dots, p_1; j = 1, \dots, p_2; k = 1, \dots, p_3$). Voor n waarnemingen worden de tensorproducten verzameld in een $n \times p^3$ -kubus $\mathbf{X}$. Een tensorregressiespline wordt verkregen door de responsivector $\mathbf{y}$ te regresseren op $\mathbf{X}$ (zie voor een inleiding Green and Siverman 1994). We noteren de vector van regressiecoëfficiënten met $\mathbf{a}$ en de afzonderlijke regressiecoëfficiënten als a_{ijk} . Een tensor P-spline wordt verkregen door aan verschillen tussen bepaalde differenties van regressiecoëfficiënten een boete op te leggen. De te beboeten differenties worden zó gekozen dat bij zeer grote waarden van de boeteparameter voor een bepaalde predictor de transferfunctie lineair is in die predictor bij elke willekeurige vaste waarde van elk van de overige predictoren. Het is eenvoudig in te zien dat dit doel bereikt wordt door de tweedeorde-differenties in elk van de drie dimensies te beboeten, te weten, voor de eerste dimensie,

$$a_{ijk} - 2a_{(i-1)jk} + a_{(i-2)jk} \quad (i=3, \dots, p_1; j = 1, \dots, p_2; k = 1, \dots, p_3) \quad (\text{A.9a})$$

en, voor de tweede dimensie,

$$a_{ijk} - 2a_{i(j-1)k} + a_{i(j-2)k} \quad (i=1, \dots, p_1; j = 3, \dots, p_2; k = 1, \dots, p_3) \quad (\text{A.9b})$$

en, voor de derde dimensie,

$$a_{ijk} - 2a_{ij(k-1)} + a_{ij(k-2)} \quad (i=1, \dots, p_1; j = 1, \dots, p_2; k = 3, \dots, p_3). \quad (\text{A.9b})$$

Analoog aan het eendimensionale geval kunnen we deze lineaire combinaties van de regressiecoëfficiënten in kubusnotatie schrijven als $\mathbf{D}_1 \mathbf{a}$, $\mathbf{D}_2 \mathbf{a}$ en $\mathbf{D}_3 \mathbf{a}$. Het te minimaliseren criterium wordt hiermee

$$S = (\mathbf{y} - \mathbf{f})^T \mathbf{W} (\mathbf{y} - \mathbf{f}) + \sum_{l=1}^3 \lambda_l \mathbf{a}^T \mathbf{D}_l^T \mathbf{D}_l \mathbf{a}, \quad (\text{A.10})$$

waarbij het minimum wordt bereikt door (A.7) met

$$\lambda \mathbf{D}^T \mathbf{D} = \sum_{l=1}^3 \lambda_l \mathbf{a}^T \mathbf{D}_l^T \mathbf{D}_l \mathbf{a}. \quad (\text{A.11})$$

Voor de eenvoud nemen we in deze studie $p_1 = p_2 = p_3 = p$ en $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda$.

Uit bovenstaande formules blijkt dat de theorie van multivariate P-splines niet wezenlijk verschilt van die van univariate P-splines. De computerimplementatie is echter wel lastiger en leidt ook al bij kleine waarden van p tot matrixproblemen van enorme dimensies. In deze studie is gewerkt met $p = 8$ (kubische B-splines met 4 knopen), zodat bij (A.7) met een 512×512 kubus werd gewerkt.

Het is voor een goed begrip van de multivariate P-spline instructief als voorbeeld nuldegraads B-splines te nemen met p klassen voor predictor l ($l = 1, 2, 3$). Dan zijn de B-splines voor elk van de dimensies immers niet anders dan een set van indicatorvariabelen. De drie dimensies geven tezamen een kubus met $p_1 \times p_2 \times p_3$ cellen. De producten bij (A.8) indiceren de afzonderlijke cellen van de kubus. Een regressie op de producten bij (A.8) levert de celgemiddelden. Als er weinig waarnemingen per cel zijn, zullen de celgemiddelden nogal wild variëren. Het opleggen van een boete betekent dat de modelwaarden in de cellen meer structuur zullen vertonen. Bij een zeer hoge boete zullen de modelwaarden voor klassemiddens langs elke van de ribben lineair variëren. Dit voorbeeld laat zien dat NTM 3.0 een echte generalisatie is van eerdere klassen gebaseerde versies van NTM. Door het grotere aantal klassen en de keuze van derdegraads B-splines zijn de klassegrenzen van ondergeschikt belang in NTM 3.0.

Als eenmaal de P-spline is aangepast aan de gegevens uit de trainingset, is het maken van voorspellingen bij nieuwe waarden van de predictoren relatief eenvoudig. Hiervoor heeft men de geschatte vector van regressiecoëfficiënten, $\hat{\mathbf{a}}$, nodig en de B-splinerepresentatie van de waarden voor F , R en N waarvoor een voorspelling wordt verlangd. Op basis van de B-splinerepresentatie worden de waarden van de predictoren $\mathbf{x}_{ijk}$ in (A.8) berekend. Dit levert een vector $\mathbf{x}_0$ met dezelfde lengte als $\hat{\mathbf{a}}$. De voorspelling is dan $\hat{\mathbf{a}}^T \mathbf{x}_0$. De standaardfout van de voorspelling kan op de gebruikelijke wijze worden berekend uit de residuele standaarddeviate en de hefboomwaarde (leverage) van het punt. De leverage is daarbij gedefinieerd als

$$l = \mathbf{x}_0^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X} + \lambda \mathbf{D}^T \mathbf{D})^{-1} \mathbf{x}_0. \quad (\text{A.12})$$

In deze studie is de leverage gedeeld door de gemiddelde leverage in de trainingset gebruikt als maat voor extrapolatie.

Ten slotte zij opgemerkt dat de P-spline methodologie ook gebruikt kan worden om ANOVA-typeopsplitsingen te verkrijgen. Daarbij worden hoofdeffecten, eerste- en tweedeorde interacties van B-splines alle opgenomen in het regressiemodel, elk met een eigen boeteparameter. Als alleen de hoofdeffecten worden opgenomen in $\mathbf{X}$ dan verkrijgt met het P-spline-equivalent van het additieve model (Marx & Eilers 1994). Er is nadere studie nodig naar de eventuele voordelen van een dergelijke aanpak.

Aanhangsel 3 Bronhouders vegetatieopnamen

- Provincie Noord-Brabant, Postbus 9051, 5200 MC 's Hertogenbosch;
- Provincie Gelderland, Dienst Ruimte, Wonen en Groen, Prinsenhof 1, 6811 CE Arnhem;
- Provincie Overijssel, Postbus 10078, 8000 GB Zwolle;
- Provincie Noord-Holland, Dienst Ruimte en Groen, Postbus 6090, 2001 HB Haarlem;
- Provincie Utrecht, Dienst Ruimte en Groen, Postbus 80300, 3508 TH Utrecht;
- Provincie Zuid-Holland, Dienst Ruimte en Groen, Postbus 90602, 2509 LP Den Haag;
- Provincie Limburg, Postbus 5700, 6202 MA Maastricht;
- Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland, van Oldebarneveldweg 40, 1901 KC Castricum;
- Gemeentewaterleiding Amsterdam, Afdeling ecologisch onderzoek, Vogelenzangseweg, 2114 BA Vogelenzang;
- Duinwaterbedrijf Zuid-Holland, Postbus 34, 2270 AA Voorburg;
- Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, Postbus 40, 6666 ZG Heteren;
- Rijksuniversiteit Utrecht, Interfaculaire vakgroep Milieukunde, Postbus 80115, 3508 TC Utrecht;
- Wageningen Universiteit en Researchcentrum, Leerstoelgroep Natuurbeheer en Plantenecologie, Bornsesteeg 69, 6708 PD Wageningen;
- Staatsbosbeheer, Postbus 1300, 3970 BH Driebergen;
- KIWA Onderzoek & Advies, Postbus 1072, 3430 BB Nieuwegein;
- Adviesbureau Giessen & Geurts, Het Goor 9, 7071 EC Ulfst;
- AB-DLO, Postbus 14, 6700 AA Wageningen;
- Centrum voor Milieukunde, Postbus 9518, 2300 RA Leiden;
- Meetkundige Dienst, Postbus 5023, 2600 GA Delft;
- Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Postbus 47, 6708 NC Wageningen.

Aanhangsel 4 Verloop van de potentiële natuurwaarde binnen de NTM-matrices

Weergegeven is de natuurwaarde voor calibratiesets van alle opnamen en van de afzonderlijke vegetatiestructuurtypen (voor de datasets van Nederland en de fysisch geografische regio “Hogere Zandgronden”).

Links: potentiële natuurwaarde.

Rechts: betrouwbaarheid (donker grijs=betrouwbaar; licht grijs=onbetrouwbaar).

Betekenis Ellenberggetallen:

Ellenberggetallen voor vocht:

F1=droog...F12=water.

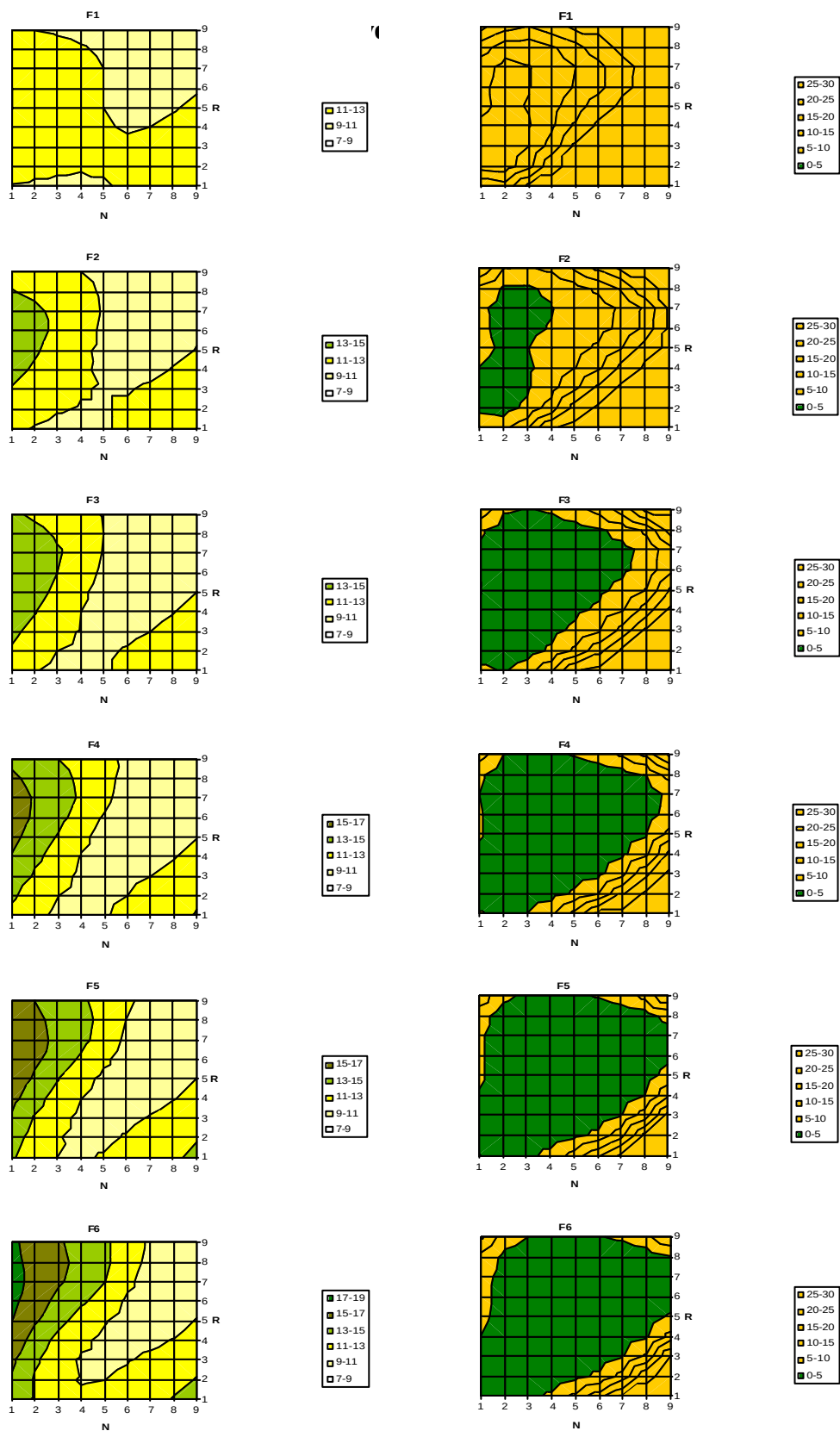
Ellenberggetallen voor voedselrijkdom:

N1=voedselarm...N9=voedselrijk

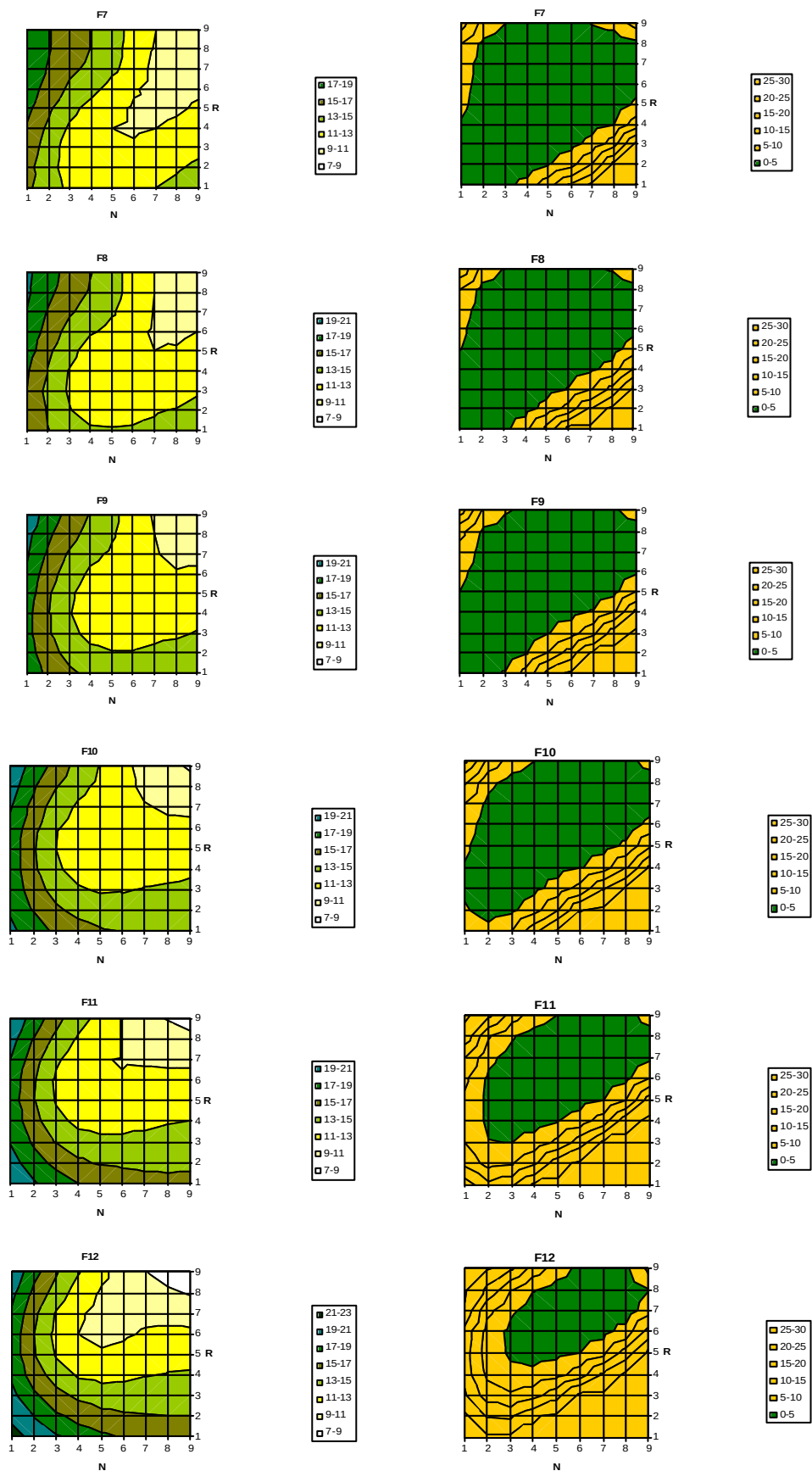
Ellenberggetallen voor zuurgraad:

R1=zuur...R9=basisch

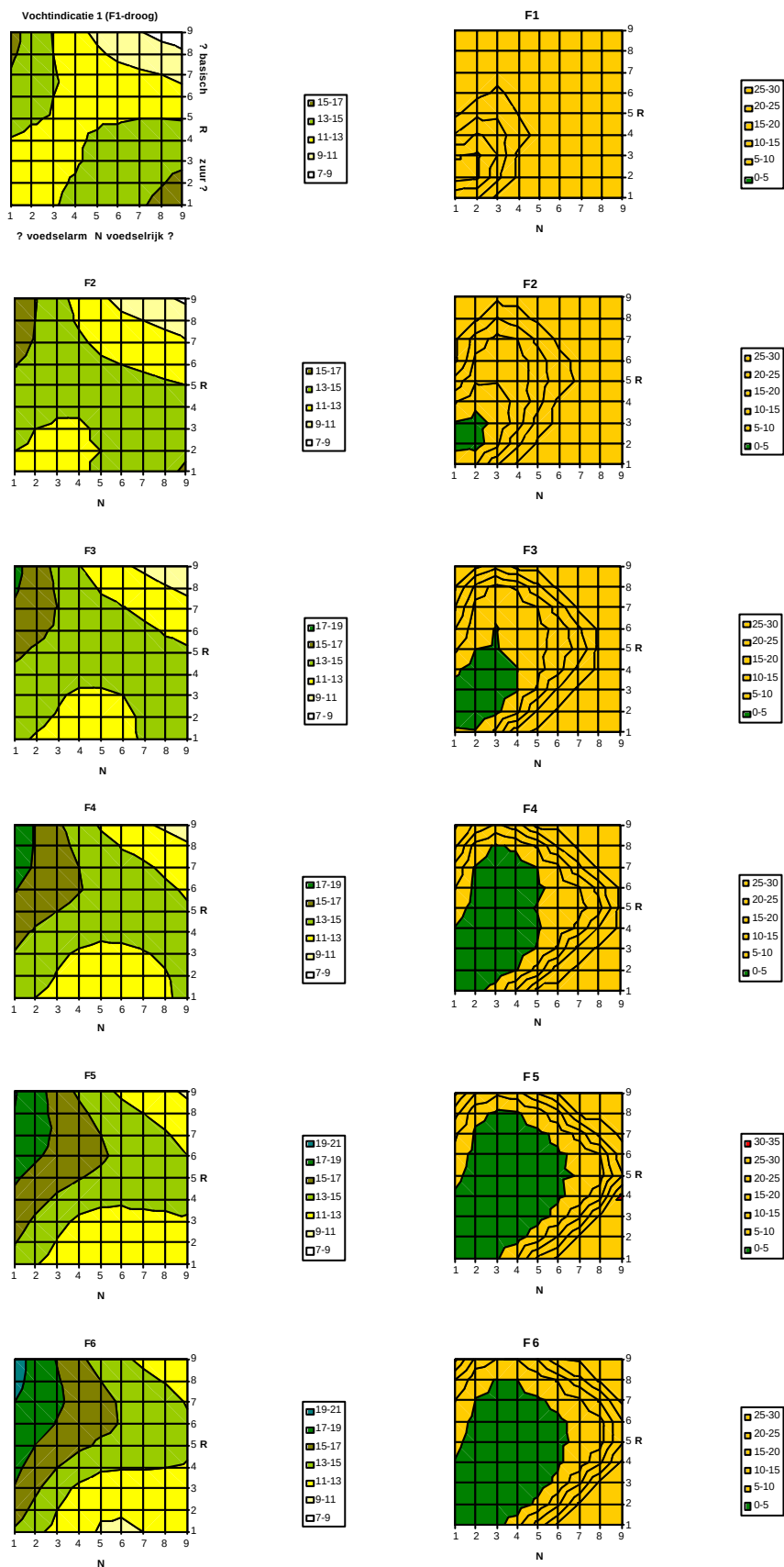
Calibratieset “Nederland” : VTA (alle vegetatieopnamen)



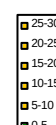
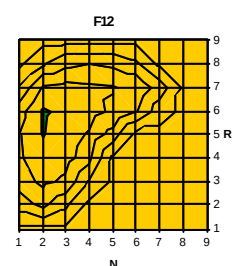
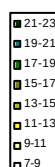
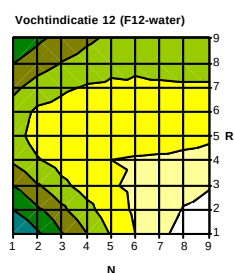
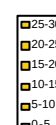
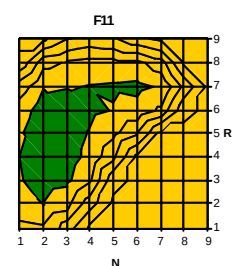
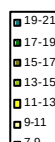
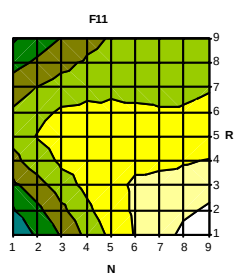
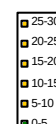
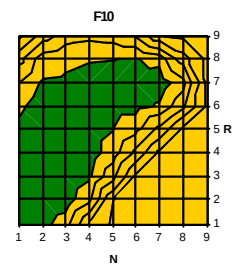
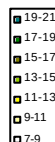
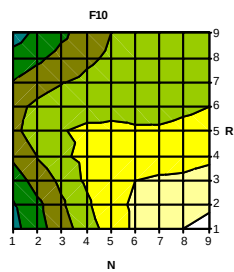
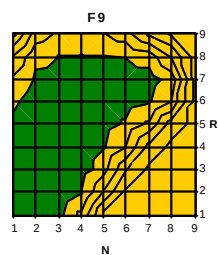
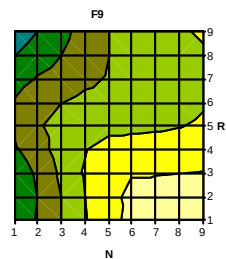
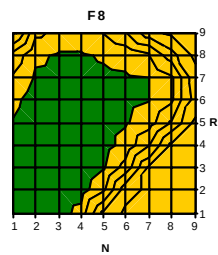
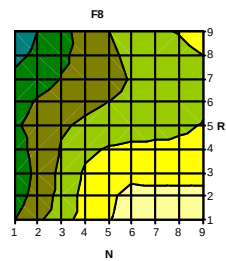
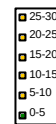
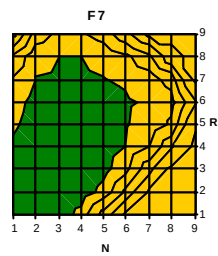
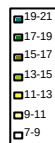
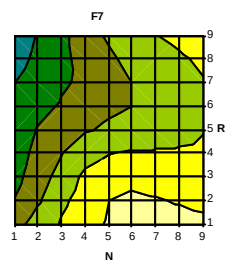
Calibratieset “Nederland” : VTA (alle vegetatieopnamen) - vervolg



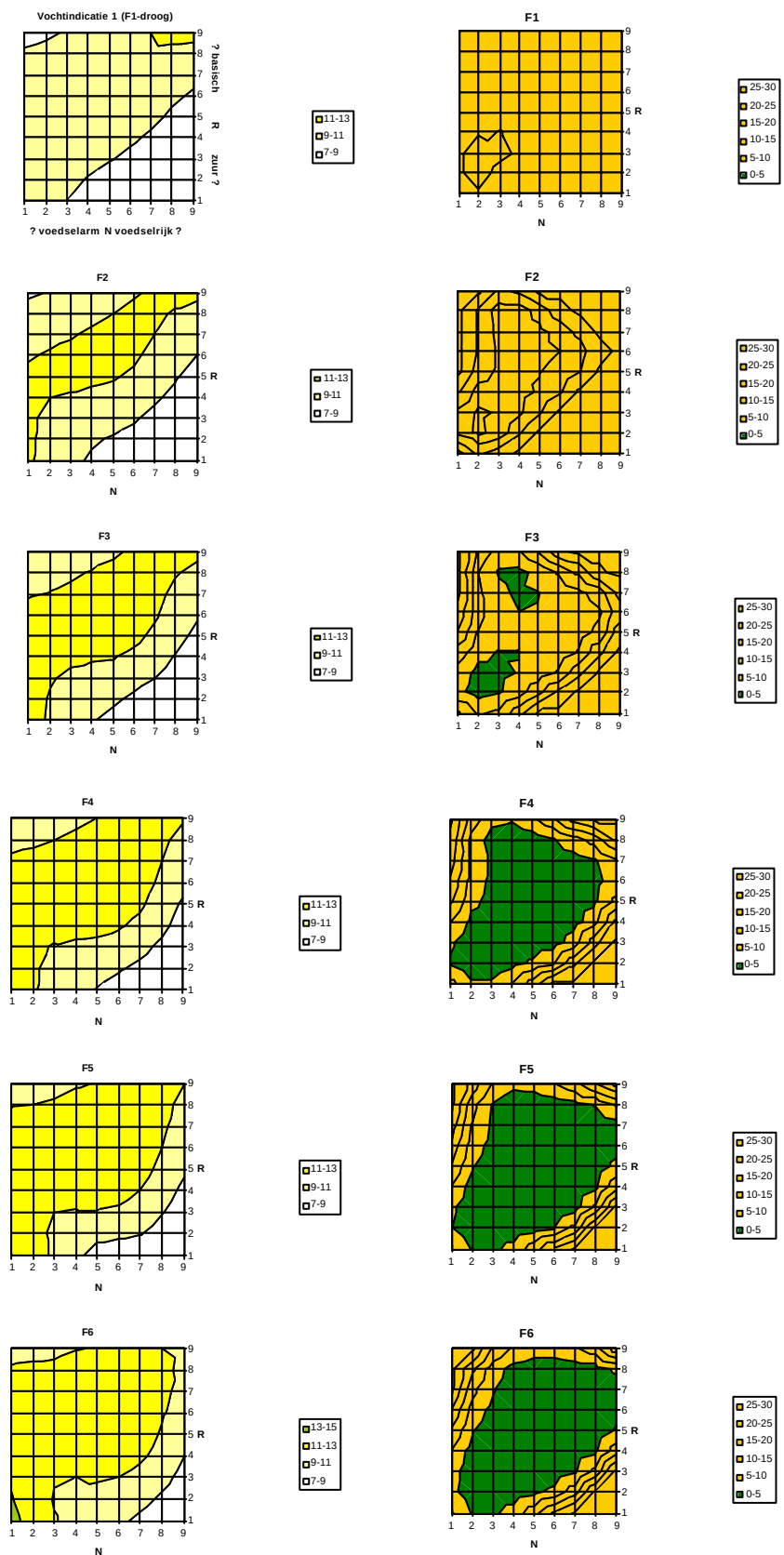
Calibratieset “Nederland” : VTH (heide)



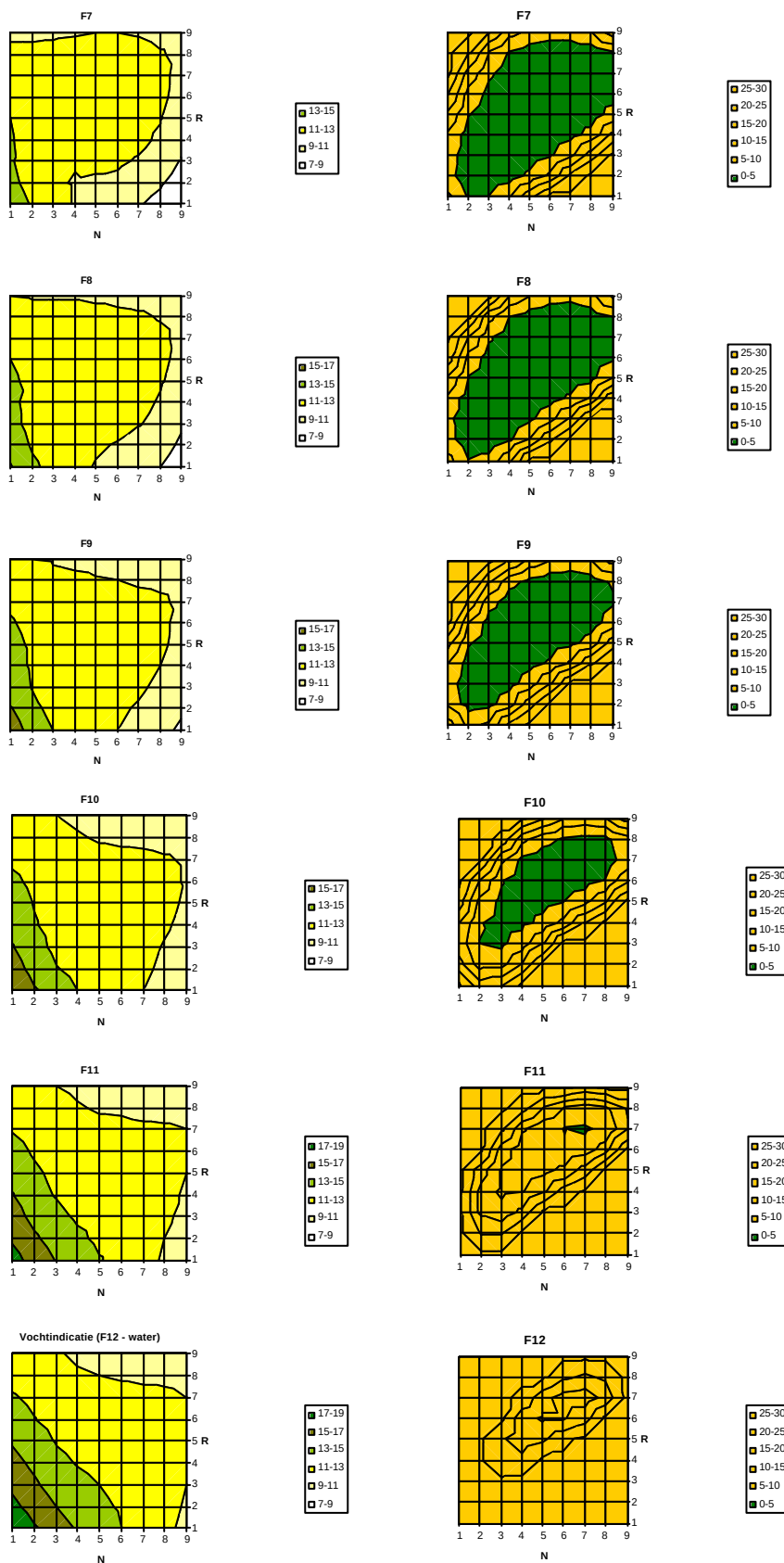
Calibratieset “Nederland” : VTH (heide) – vervolg



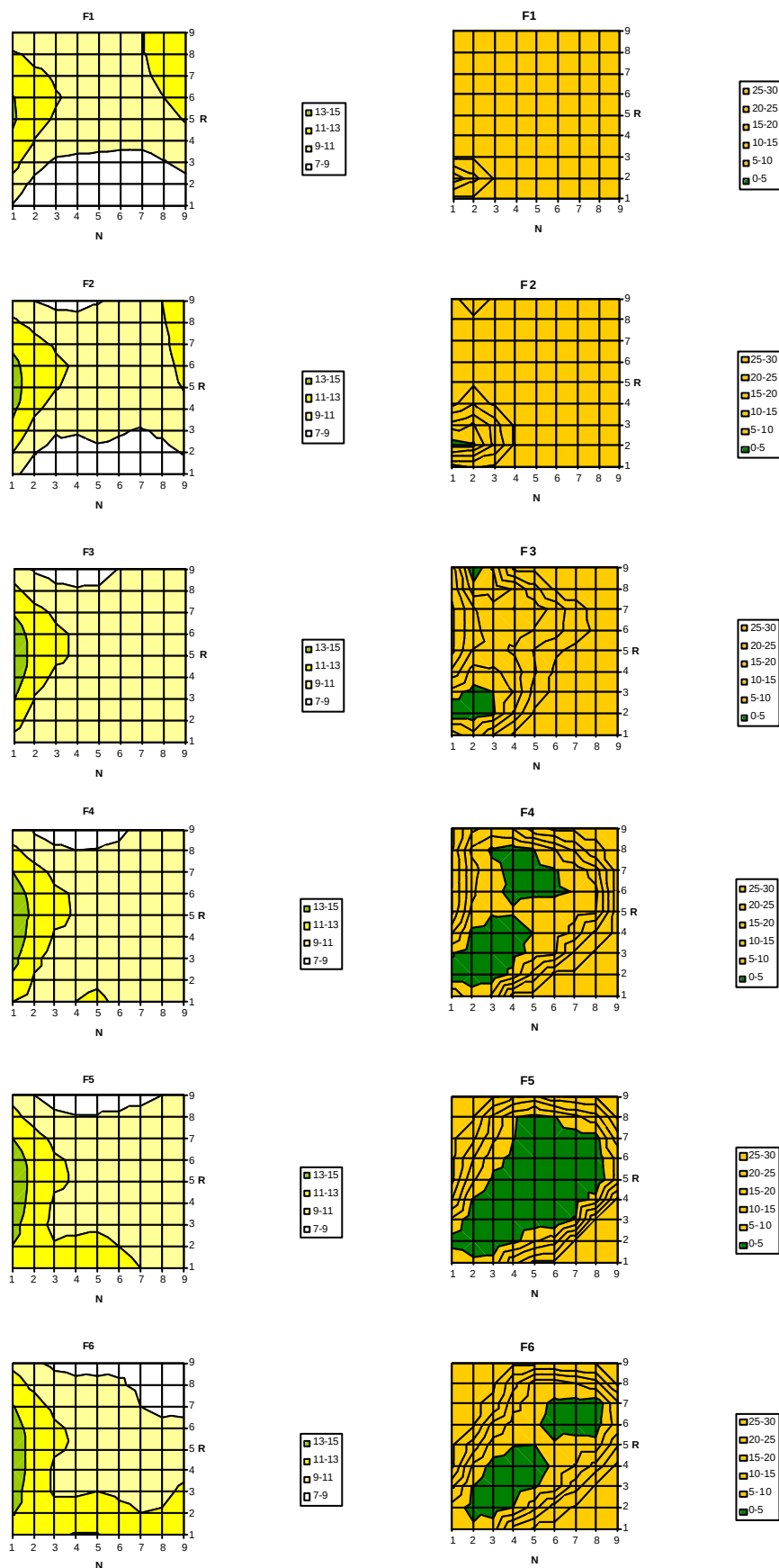
Calibratieset “Nederland” : VTL (loofbos)



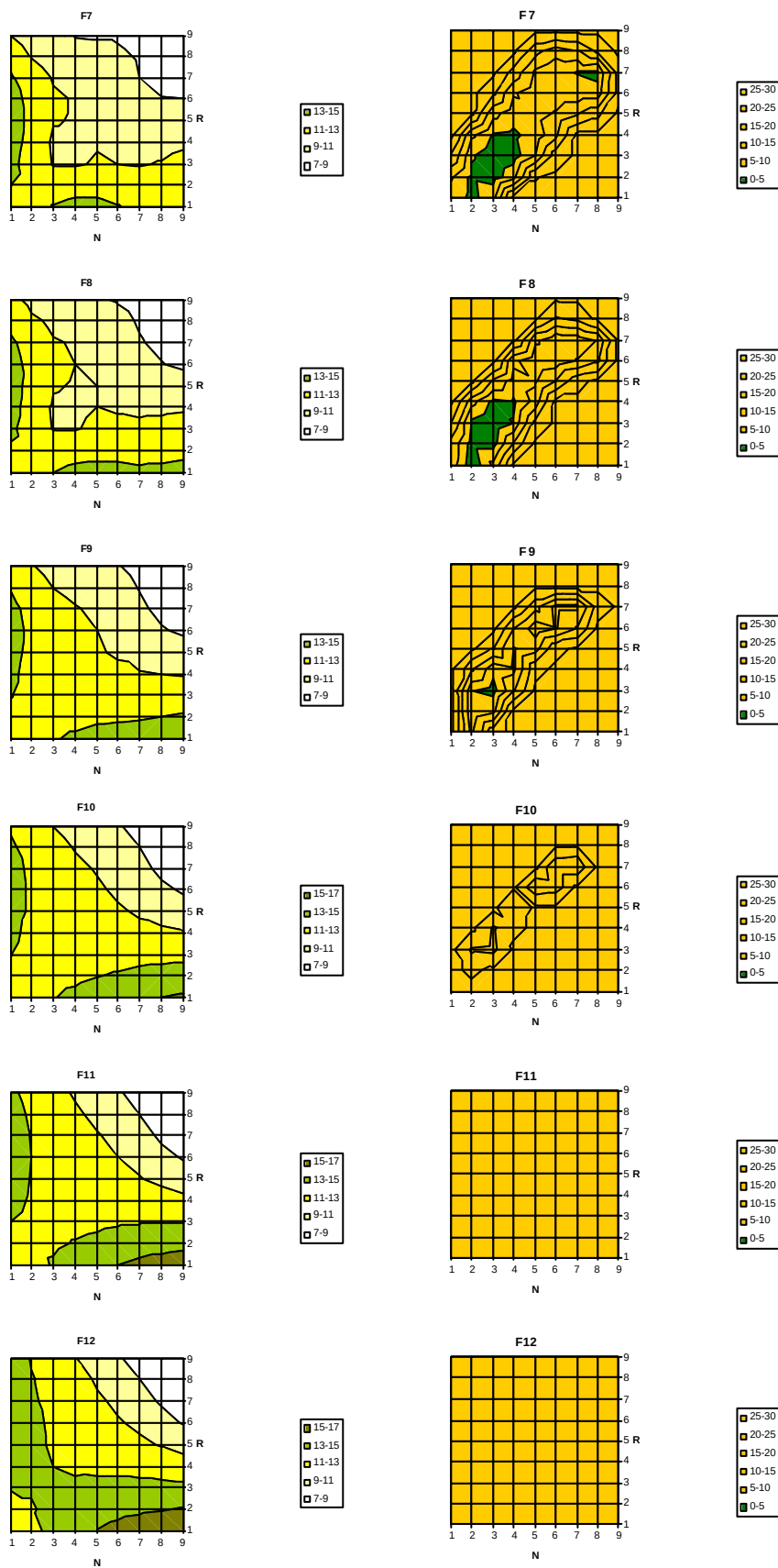
Calibratieset “Nederland” : VTL (loofbos) – vervolg



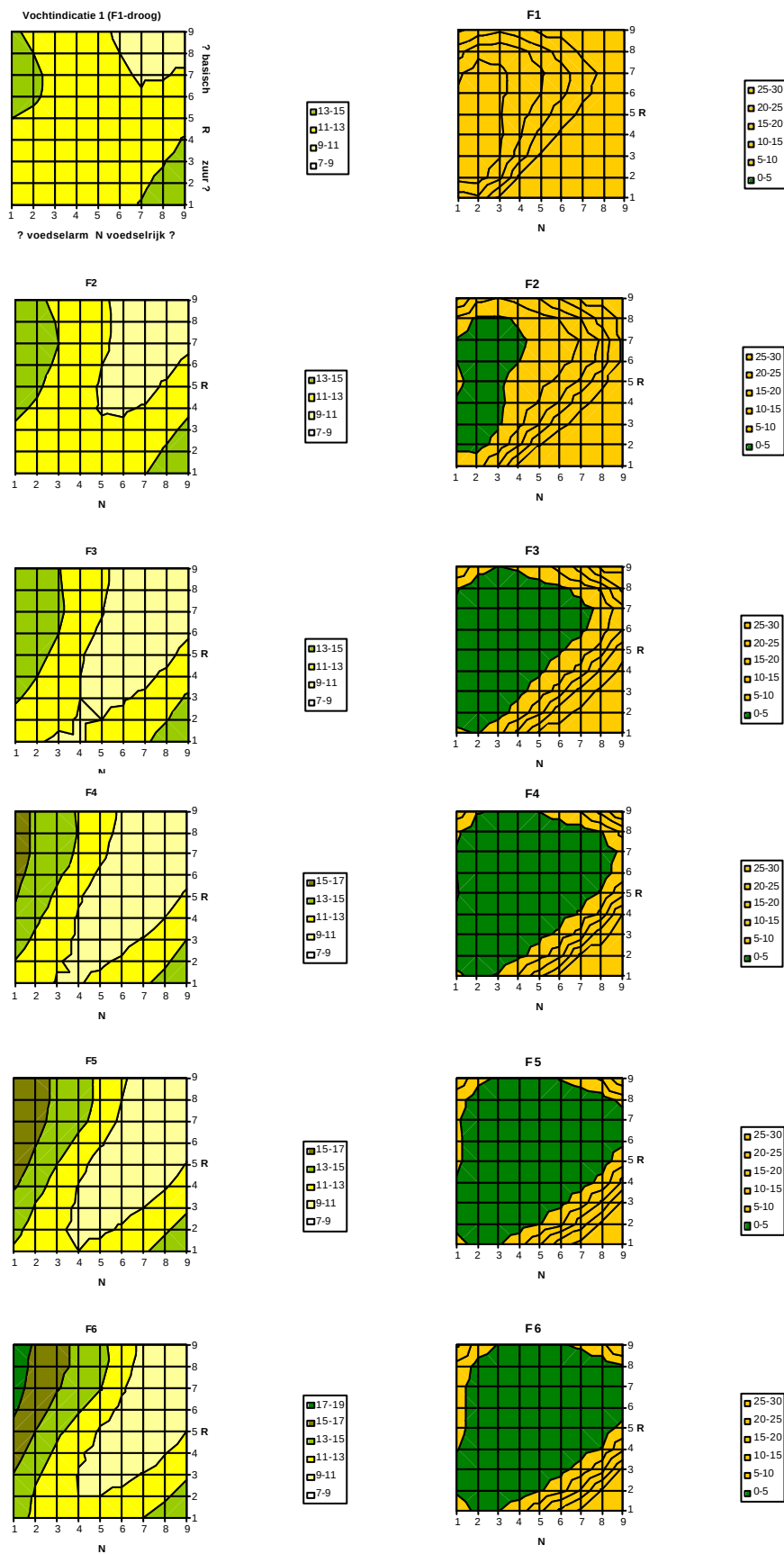
Calibratieset “Nederland” : VTN (naaldbos)



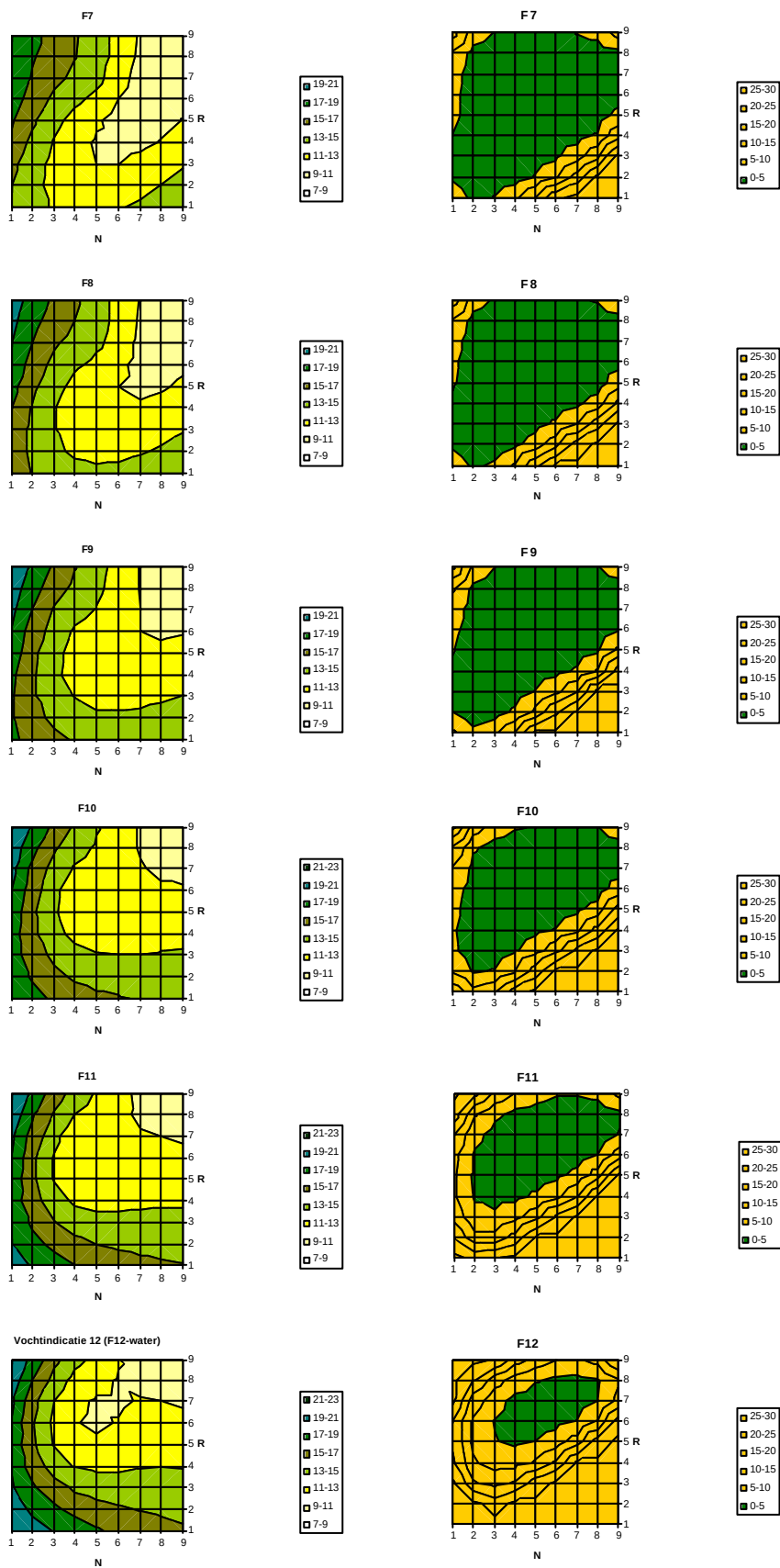
Calibratieset “Nederland” : VTN (naaldbos) – vervolg



Calibratieset “Nederland” : VTR (‘open landschapselementen’)



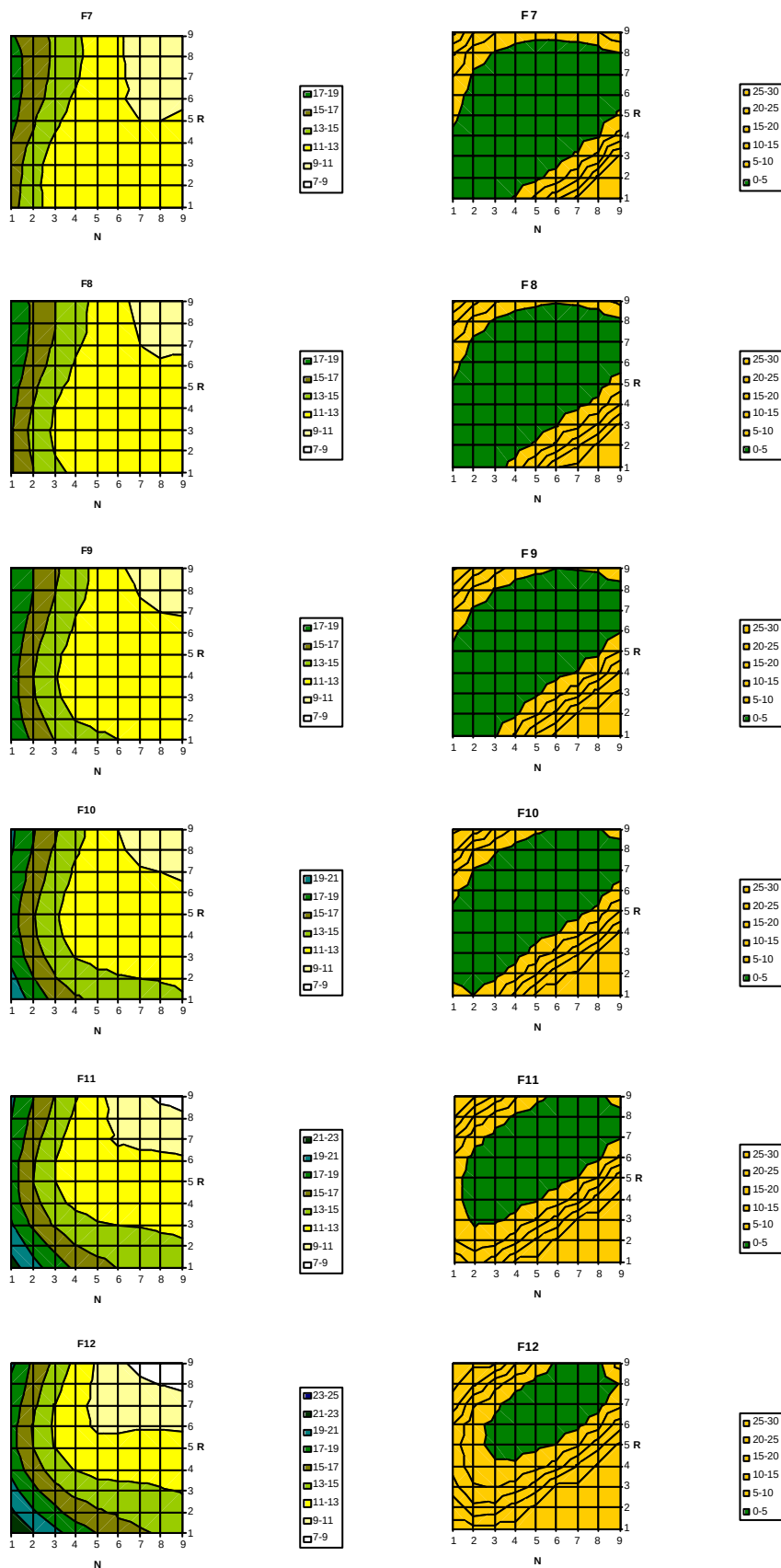
Calibratieset “Nederland” : VTR (‘open landschapselementen’) - vervolg



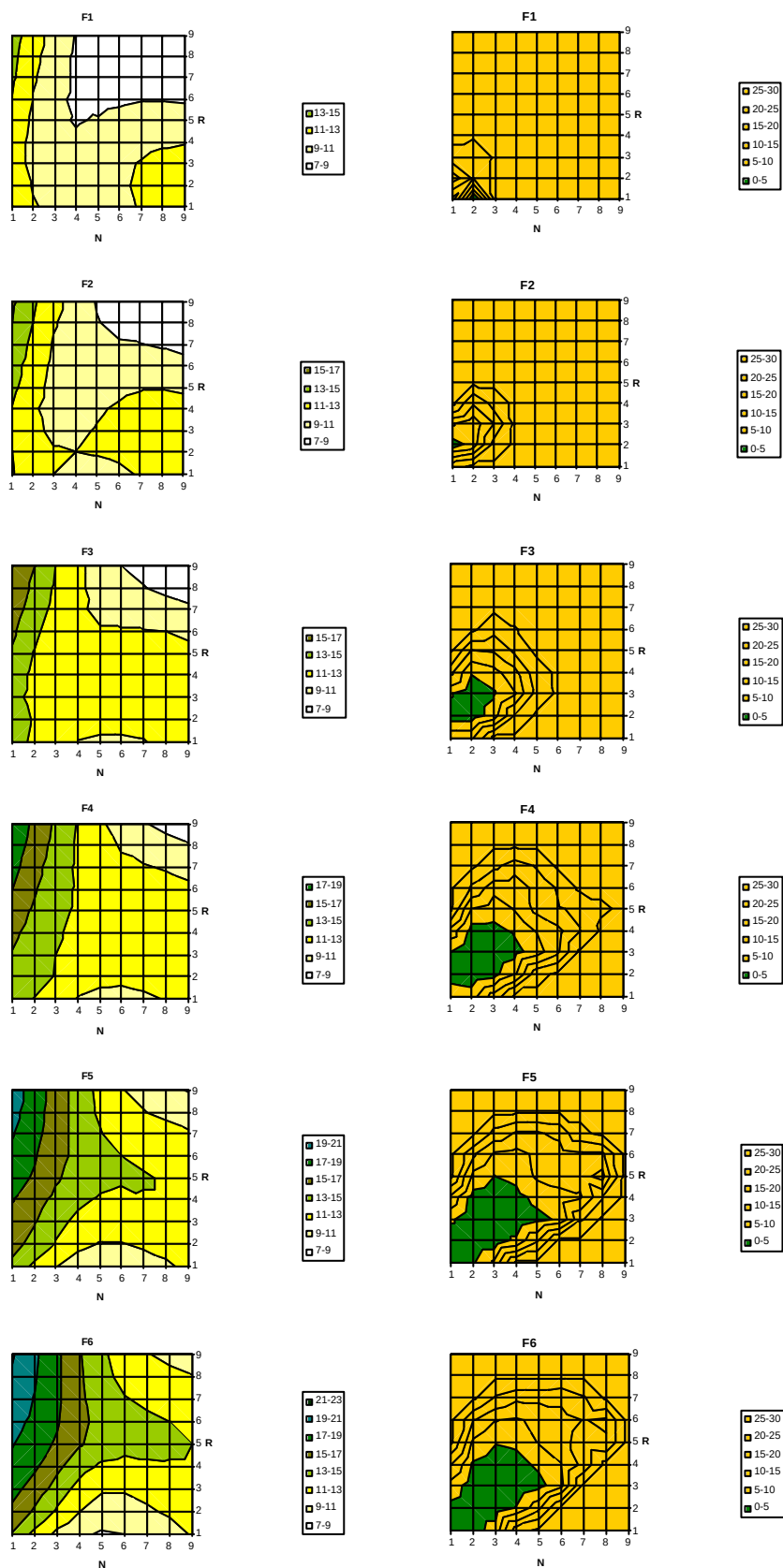
Calibratieset “Hogere Zandgronden” : VTA (alle vegetatieopnamen)



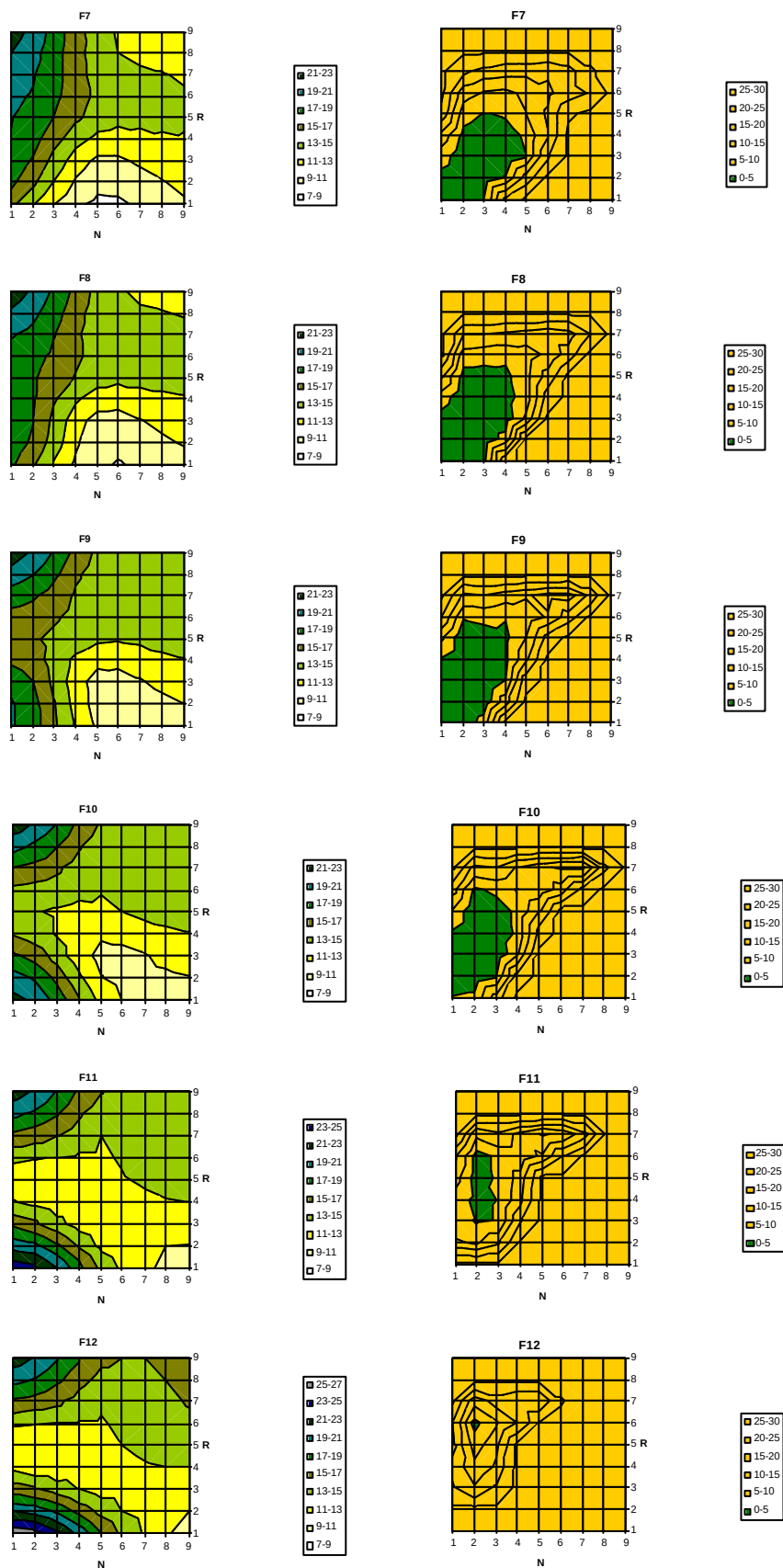
Calibratieset “Hogere Zandgronden” : VTA (alle vegetatieopnamen) -vervolg



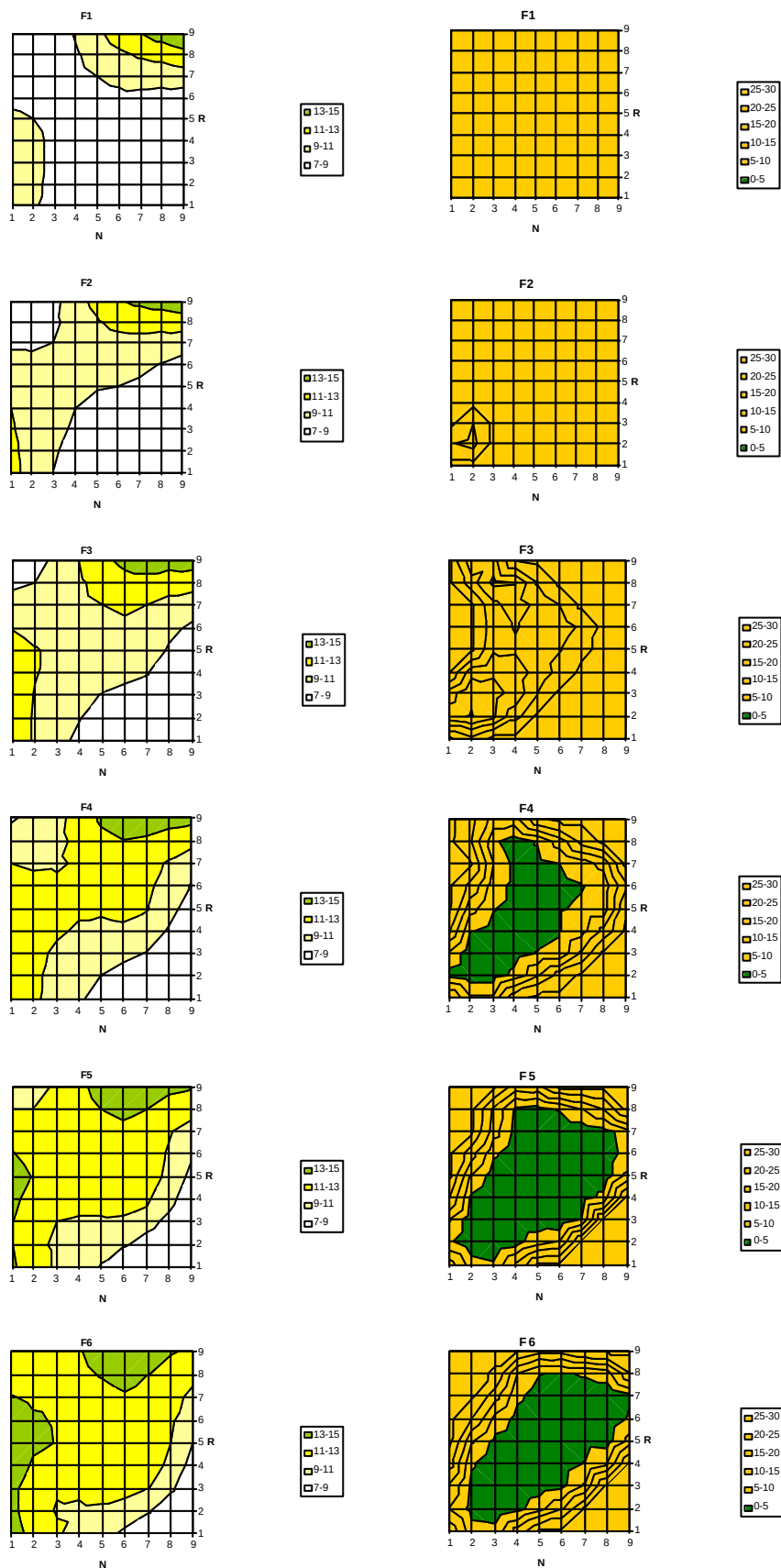
Calibratieset “Hogere Zandgronden” : VTH (heide)



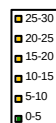
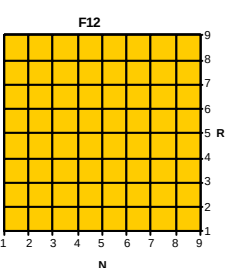
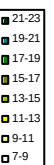
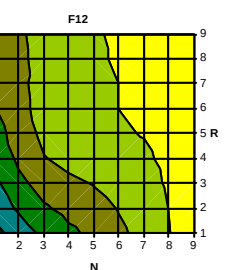
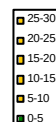
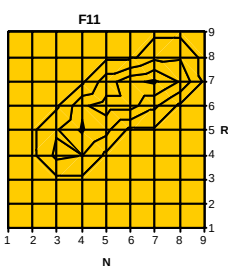
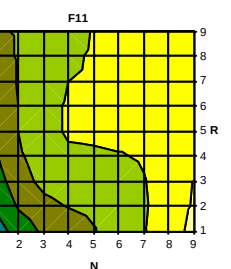
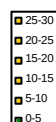
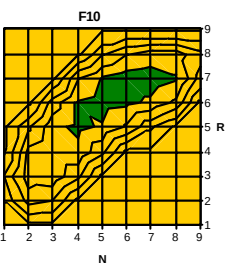
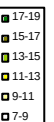
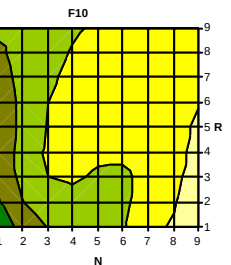
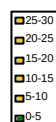
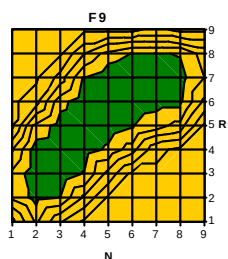
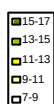
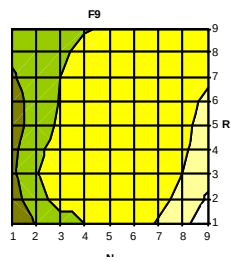
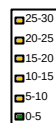
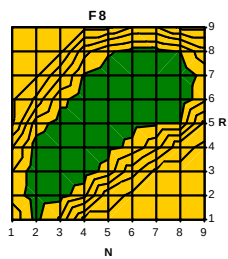
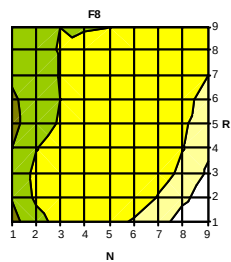
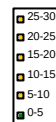
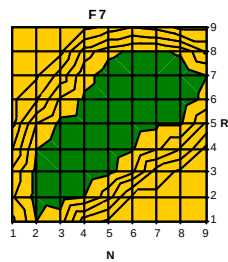
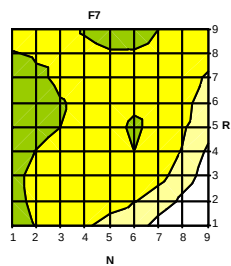
Calibratieset “Hogere Zandgronden” : VTH (heide) - vervolg



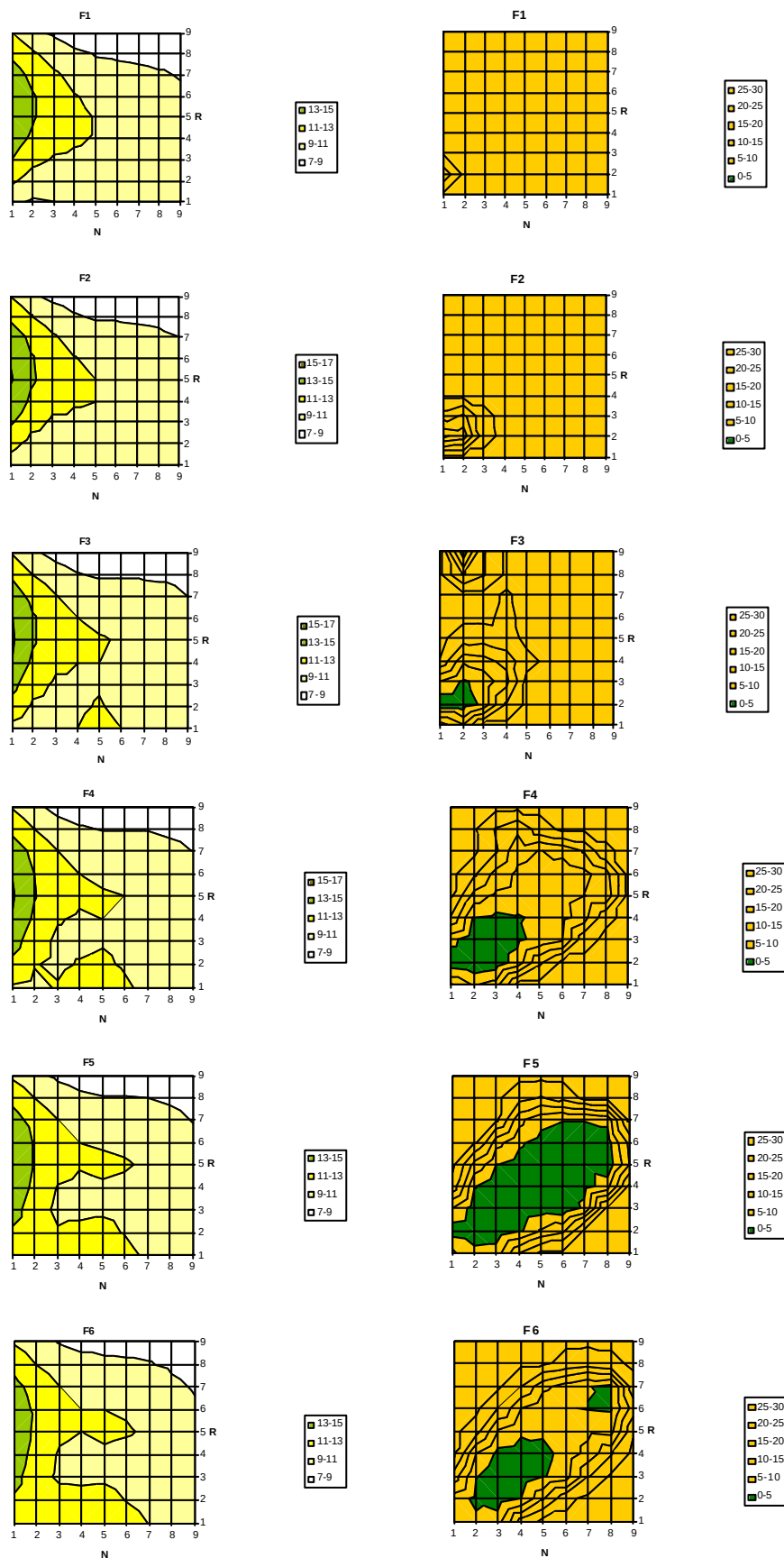
Calibratieset “Hogere Zandgronden” : VTL (loofbos)



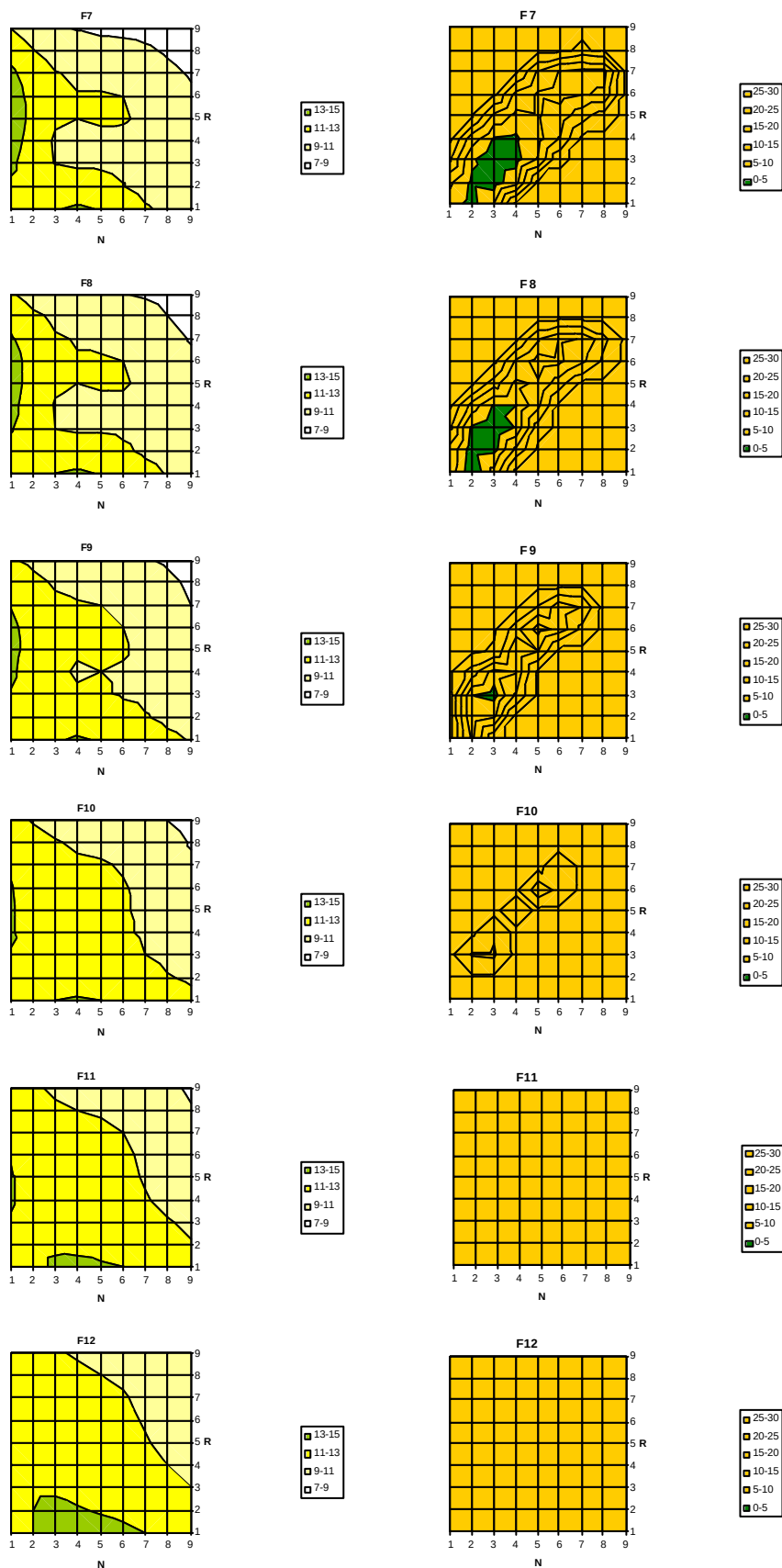
Calibratieset “Hogere Zandgronden” : VTL (loofbos) - vervolg



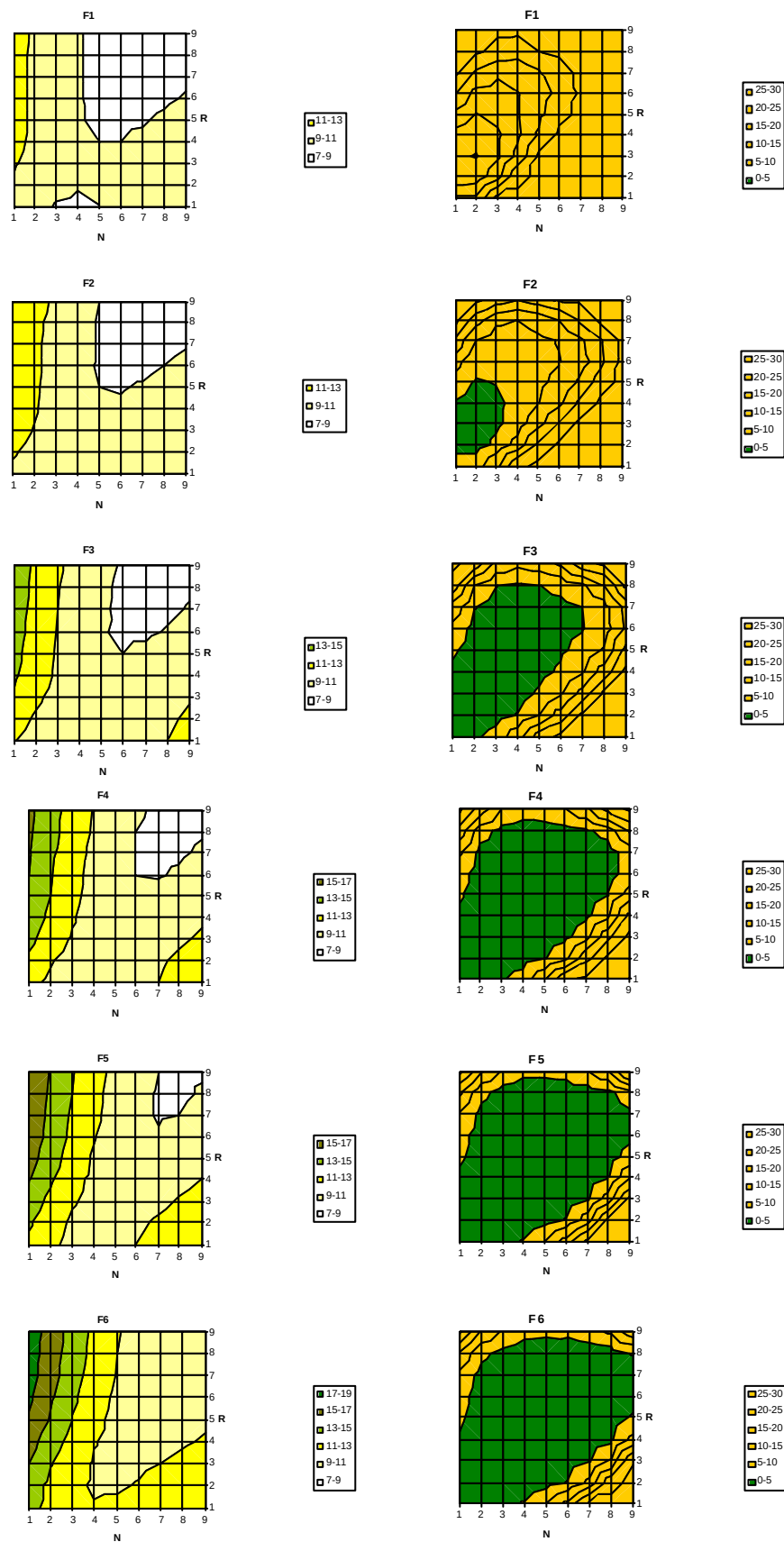
Calibratieset “Hogere Zandgronden” : VTN (naaldbos)



Calibratieset “Hogere Zandgronden” : VTN (naaldbos) - vervolg



Calibratieset “Hogere Zandgronden” : VTR (‘open landschapselementen’)



Calibratieset “Hogere Zandgronden” : VTR (‘open landschapselementen’) – vervolg

