

Herstelstrategie H2170: Kruiwilgstruwelen

Huiskes, H.P.J., H.M. Beije, A.M.M. van Haperen, N. Schotsman & N.A.C. Smits

Leeswijzer

Dit document start met de kenschets uit het profieldocument (paragraaf 1) en geeft daarna een overzicht van de ecologische randvoorwaarden van het habitatype (paragraaf 2). Vervolgens wordt ingegaan op de effecten van atmosferische stikstofdepositie op het habitatype (paragraaf 3) en op andere processen die de kwaliteit beïnvloeden (paragraaf 4). Vervolgens komen in paragraaf 5 en 6 maatregelen aan bod om de achteruitgang te stoppen, dan wel de kwaliteit te verbeteren. Deze maatregelen dienen in aanvulling op het reguliere beheer (paragraaf 2) te worden uitgevoerd. In paragraaf 7 worden maatregelen voor uitbreiding besproken en in paragraaf 8 komt de effectiviteit en duurzaamheid van de maatregelen aan bod. In paragraaf 9 worden de maatregelen in een overzichtstabel samengevat en het document wordt afgesloten met literatuurreferenties in paragraaf 10..

1. Kenschets

De tekst in onderstaand kader betreft de kenschets van het profielendocument van het habitatype.

Het habitatype betreft door Kruiwilg (*Salix repens*) gedomineerde begroeiingen in de duinen (of verwante plaatsen in het kustgebied), op vochtige of natte plaatsen. Ze vormen een successiestadium dat volgt op vegetaties die behoren tot de Vochtige duinvalleien (H2190). Ze ontwikkelen zich op plaatsen waar zich een laag ruwe humus heeft weten op te bouwen. Rond en Klein wintergroen zijn kenmerkende plantensoorten. De soortenrijkste struwelen zijn op plekken te vinden die niet te zeer ontkalkt zijn.

Begroeiingen met Kruiwilg zijn geenszins tot dit habitatype beperkt. Nauw verwant aan dit habitatype zijn Kruiwilgstruwelen met Kraaihei: deze behoren tot Duinheiden met kraaihei (H2140). Natte duinvalleien waarin Kruiwilg een ondergeschikte rol speelt, behoren evenmin tot het habitatype (ze kunnen wel tot H2190 behoren, maar als Grauwe of Geoorde wilg domineert, is het geen habitatype meer). Kruiwilgbegroeiingen op droge plaatsen kunnen voorkomen binnen droge duingraslanden (H2130); indien Duindoorn domineert, betreft het Duindoornstruwelen (H2160).

In de Kruiwilgstruwelen komen geen soorten voor van de Vogel- en Habitatrictlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied. Daarnaast zijn er geen typische soorten, waarvoor in dit habitatype mogelijke problemen als gevolg van stikstofdepositie worden verwacht.

Voor een goed begrip van de onderstaande paragrafen, is het essentieel om uit te gaan van de definitie van het habitatype en zijn kwaliteitseisen (abiotische randvoorwaarden, samenstellende vegetatietypen, typische soorten en overige kenmerken van goede structuur en functie). Zie daarvoor het profielendocument

http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/documenten/profielen/habitattypen/profiel_habitat_type_2170.pdf).

De tot dit habitatype behorend vegetatietype komt zowel in de duinen maar ook in antropogene landschappen (zandputten, polders en afgesloten zeearmen).

2. Ecologische randvoorwaarden

Dit habitatype komt voor op vochtige standplaatsen in de grotendeels ontkalkte duinen, waar zuur en halfvergaan bladstrooisel van Kruiwilg mineraliseert onder invloed van instuivend zand. De humuslaag is gemiddeld minimaal 10 cm dik en wordt in het profiel opgevolgd door een horizont van doorworteld bruin zand met een dikte van 4 tot 10 cm met een hoog humuspercentage (10–20 %). Het strooisel van Kruiwilg is relatief moeilijk afbreekbaar wat in combinatie met de verschillende mate van overstuiving met zand een zeer specifiek milieu oplevert. Hierbij treedt een gelaagdheid op van ruwe humus en strooisel met laagjes arm zand. Daarnaast komt dit habitatype ook voor in randen van duinheide en kwelders op plaatsen waar incidenteel overspoeling met zeewater optreedt (Schaminée et al. 1996). Kruiwilg blijkt met de inwaai van zand mee te groeien waarbij zij een diepere bodemlaag kan aanspreken dan de meeste andere, ondiep wortelende soorten (Weeda et al. 2002).

Binnen de vegetatie treedt een duidelijke gelaagdheid op met veel rozetplanten onder een soortenarme bovenlaag van bladverliezende dwergstruiken. De soorten in de bovenlaag zijn afhankelijk van het vorige successiestadium maar veelal beperkt tot Kruiwilg. Veel soorten in de onderlaag zijn minimaal een deel van hun levenscyclus afhankelijk van bepaalde schimmels die zich in de strooisellaag bevinden. Ook de diversiteit aan paddenstoelen in dit habitatype is groot. Net als Duindoorn leeft Kruiwilg in symbiose met een mycorrhizaschimmel. Dit maakt dat de soort in droge en voedselarme omstandigheden beter kan beschikken over vocht en voedingsstoffen.

Voor de ecologische randvoorwaarden wordt volledig uitgegaan van de omstandigheden van de Associatie van Wintergroen en Kruiwilg (20Ab04; Schaminée et al. 1996).

2.1 Zuurgraad

Het kernbereik voor de zuurgraad loopt van een pH 5 tot 6,5 (pH-H₂O). Daarnaast zijn de pH-ranges van 4,5–5 en 6,5–7 als aanvullend bereik aangemerkt (Runhaar et al. 2009).

2.2 Voedselrijkdom

Het kernbereik voor voedselrijkdom van dit habitatype is matig voedselrijk tot licht voedselrijk (Runhaar et al. 2009).

2.3 Vochttoestand

Het kernbereik voor de vochttoestand van de bodem is zeer vochtig tot vochtig, met een maximale droogtestress van minder dan 14 dagen. Daarnaast is een aanvullend bereik vastgesteld van de klasse nat met een gemiddelde GVG van 10–25 cm beneden maaiveld en de klasse matig droog met een droogtestress van 14–32 dagen (Runhaar et al. 2009).

2.4 Landschapsecologische processen

In een dynamisch duinsysteem vormen Kruiwilgstruwelen het successiestadium dat van nature volgt op pioniervegetaties in kalkrijke, vochtige duinvalleien. Het habitatype kan ook ontstaan door overstuiving van vochtige Duinheiden met Kraaihei. Oude Kruiwilgstruwelen kunnen verjongen als de grondwaterspiegel omhoog komt door aanstuivende duinen die hoger worden en een invloed hebben op de grondwaterstand. Meestal houdt het habitatype vele jaren stand. Later kan opslag optreden van Ratelpopulier en berk (Schaminée et al. 1996). Het is evenwel niet duidelijk welke volgende successiestadia mogelijk zijn, aangezien de meeste Kruiwilgstruwelen nog betrekkelijk jong zijn of doorgaande successie is tegengehouden door beheer. Instuivend zand zorgt ervoor dat het habitatype lange tijd in stand blijft. Voor een hoge grondwaterstand is het belangrijk dat het lokale en regionale grondwatersysteem op orde is. Aangezien het habitatype het soortenrijkst is op enigszins kalkhoudende bodems, is het gunstig als enige toevoer van kalkhoudend grondwater plaatsvindt.

Het is belangrijk dat herstelmaatregelen voor Kruiwilgstruwelen worden afgewogen met andere habitatypes. Het begrazen van Kruiwilgstruwelen bijvoorbeeld is meestal alleen mogelijk als het gaat om grotere gebieden waarin ook andere typen voorkomen. Het bestrijden van zaadbomen in de omgeving van Kruiwilgstruwelen is alleen mogelijk als dat niet strijdig is met de instandhoudingsdoelstellingen in de desbetreffende duinbossen. Ook het creëren van nieuwe vestigingsmogelijkheden voor Kruiwilgstruwelen mag niet conflicteren met doelstellingen van andere habitatypes die op de desbetreffende plek voorkomen.

Zie ook de informatie uit de landschapsdoorsneden (Deel III).

2.5 Regulier beheer

Kruiwilgstruwelen zijn onderdeel van een lange successiereeks in de duinen en hebben dus een beperkte levensduur. Voor ontstaan en voortbestaan op lange termijn is het habitatype afhankelijk van klein- of grootschalige duindynamiek vooral in de vorm van verstuiving. Bestaande Kruiwilgstruwelen kunnen niettemin lang standhouden, vooral als instuiving van zand plaatsvindt. Dit proces kan eventueel worden beïnvloed door maatregelen die verstuiving bevorderen in aanliggend gebied. In min of meer gefixeerde situaties kan men door begrazing de successie naar duinbos vertragen. Hetzelfde kan uiteraard ook worden bewerkstelligd door het kappen van bomen en struiken zodra die het lichtbehoefte habitatype bedreigen. In de praktijk wordt echter op veel plekken geen specifiek beheer gevoerd ten behoeve van dit habitatype en vormt zij integraal onderdeel van min of meer natuurlijke duinsystemen.

3. Effecten van stikstofdepositie

Dit habitatype behoort tot het Europese (Eunis-) vegetatietype B1.6 'Coastal dune scrub', waarvoor geen empirische range van kritische depositiewaarden (kdw's) is vastgesteld (Bobbink et al. 2003, Bobbink & Hettelingh 2011). Door Van Dobben et al. (2012) is voor Kruiwilgstruwelen een kritische depositiewaarde berekend van 2286 mol N/ha/jr (=32 kg N/ha/jr). Dit getal is de gemiddelde uitkomst.

In de literatuur is weinig evidentie te vinden over de effecten die stikstofdepositie zou hebben op Kruiwilgstruwelen. Een belangrijke rol hierbij speelt ongetwijfeld het feit dat de genoemde kritische depositiewaarde in de praktijk meestal niet wordt overschreden. Daarnaast is wellicht van belang dat saltspray een neutraliserende werking kan hebben. Voor zover de verzurende invloed van stikstofdepositie wordt veroorzaakt door NO_x, draagt saltspray belangrijk bij aan de neutralisatie ervan. De mate waarin verzurende stoffen worden geneutraliseerd door saltspray kan oplopen tot maximaal 50%. De afstand waarover saltspray effectief is, bedraagt tot meer dan 2 km landinwaarts (Ten Harkel & Van der Meulen 1995).

3.1 Verzuring

Verzuring is in dit type een natuurlijk proces van de bovengrond. Bij het verteren van het bladstrooisel van Kruiwilg komen organische zuren vrij. Daarnaast spoelen bufferende calcium-ionen geleidelijk uit de onverzadigde zone, waardoor de bodem ook zuurder wordt. Depositie van stikstof kan in principe het verzuringsproces versnellen, maar het is niet bekend of de bovengenoemde, berekende kritische depositiewaarde is gebaseerd op verzuring dan wel vermesting. De bodem waarop het habitatype voorkomt is zwak tot matig zuur, hetgeen betekent dat de buffercapaciteit er beperkt is en de bodem dus tamelijk gemakkelijk kan verzuren. Het (enige) vegetatietype dat kenmerkend is voor Kruiwilgstruwelen, de Associatie van Wintergroen en Kruiwilg verdwijnt als de pH-H₂O daalt beneden 5,0.

3.2 Vermesting

Het habitatype is gebonden aan matig voedselarme tot licht voedselrijke omstandigheden, zodat het tamelijk gevoelig is voor vermesting in het algemeen. In welke mate stikstofdepositie leidt tot vermesting, is niet goed bekend. Evenmin is bekend of overschrijding van de kritische depositiewaarde eerst of vooral leidt tot vermesting dan wel verzuring. Veelal wordt aangenomen dat, analoog aan andere habitatypen waar dat beter is onderzocht, stikstofdepositie leidt tot een verhoogde kans op vestiging en snellere groei van bomen en struiken die Kruiwilg verdringen. Daarnaast kan vermoed worden dat de kwaliteit van het habitatype vermindert door het verdwijnen van kensoorten en differentiërende soorten zoals Klein en Rondbladig wintergroen, Stofzaad, Parnassia e.d. aangezien deze soorten gemakkelijk worden verdrongen door de meer eutrafente soorten zoals Duinriet en Zandzegge die ook binnen het habitatype voorkomen. Concreet onderzoek is niet bekend.

3.3 Fauna

Er zijn geen typische diersoorten, waarvoor effecten van stikstofdepositie zijn te verwachten. Verder komen er geen soorten voor van de Vogel- of Habitatrichtlijn waarvoor de stikstofgevoeligheid van het type een probleem kan vormen voor de kwaliteit van het leefgebied.

4. Andere omstandigheden die de effecten van stikstofdepositie beïnvloeden

4.1 Verdroging

Kruiwilgstruwelen komen vooral voor in lichtverdroogde en/of overstoven duinvalleien, maar op sommige plaatsen is de grondwaterstand sterker verlaagd ten behoeve van de teelt van cranberries, dan wel voor de landbouw en/of recreatie in aangrenzende gebieden.

4.2 Ontoereikend regulier beheer

Het optreden van soorten zoals Amerikaanse vogelkers (invasieve exoot), Ratelpopulier of berken wijst op een veroudering van het vegetatietype. Bij ontbreken van beheer zullen bestaande Kruipwilgstruwelen daardoor vroegtijdig verdwijnen. Omdat Kruipwilg gevoelig is voor beschaduwing, zal de soort ook bij vestiging van meidoorns en berken uiteindelijk het onderspit delven in concurrentie om licht. Een ander nadeel van bomen en hoge struiken is, dat ze zorgen voor een grotere invang van stikstofdepositie.

Reguliere verwijdering van opslag van bomen en struiken is in veel gevallen noodzakelijk om het habitatype op lange termijn te behouden. Ook waar het beheer bijdraagt aan dynamiek door overstuiving of zeer incidentele overstroming met zout water, kan het type zeer lang blijven bestaan (Van Haperen 2009; Schaminée et al. 1996). Ontoereikend regulier beheer wordt niet apart onder paragraaf 5 of 6 behandeld.

4.3 Voormalige zwaveldepositie en andere sulfaatbelasting

De effecten van voormalige zwaveldepositie en andere sulfaatbelasting in dit habitatype worden verder toegelicht in Intermezzo II van Deel I.

5. Maatregelen tegen de effecten van stikstofdepositie

5.1 Extra begrazing en/of selectief kappen

Om bosvorming als gevolg van stikstofdepositie tegen te gaan kan op beperkte schaal worden begraasd of boomvormers handmatig worden bestreden. De mogelijkheden voor begrazing zijn voornamelijk aanwezig in jonge Kruipwilgstruwelen, omdat oude struwelen haast onbegaanbaar en dus niet te begrazen zijn. Waar begrazing reeds als reguliere beheermaatregel wordt uitgevoerd, kan enige intensivering ervan zinvol zijn als effectgerichte maatregel tegen de effecten van stikstofdepositie; elders kan begrazing wordt ingevoerd als effectgerichte maatregel. De veronderstelde, gunstige werking van begrazing bestaat, naast het bestrijden van boomvormers, uit het korthouden en tegengaan van Duinriet en Zandzegge, waardoor kensoorten en differentiërende soorten minder concurrentie ondervinden. In de duinen kan begrazing in het algemeen alleen op landschapsschaal plaatsvinden en zal deze maatregel altijd meer dan alleen het Kruipwilgstruweel beïnvloeden. Daarom zal begrazing altijd maatwerk moeten zijn, waarbij de graasdruk en het type vee aangepast wordt aan de gewenste invloed op de struwelen en de aangrenzende heide en graslanden. Het ligt voor de hand om in oude Kruipwilgstruwelen vooral handmatig ongewenste bomen en struiken te verwijderen.

In de praktijk kan de huidige kwaliteit van het habitatype suboptimaal zijn als gevolg van een suboptimaal beheer. In de meeste gevallen zal hierbij sprake zijn van te extensief beheer. De beheermaatregelen (begrazen en opslag verwijderen) moeten dan worden geïntensiveerd ten opzichte van het reguliere beheer. Behalve bestrijding van bomen en struiken in het habitatype zelf, kan het zinvol zijn om ook zaadbomen en -struiken te verwijderen in een ruimere omgeving.

5.2 Bevorderen instuiving

Instuivend zand wordt gezien als een proces dat bijdraagt aan het voortbestaan van het habitatype, met name waar het gaat om de pionierkenmerken. Met name de oligotrafente soorten die mogelijk door stikstofdepositie verdwijnen (zie par. 3.2), zouden baat kunnen hebben

bij maatregelen die bevorderen dat vers zand instuift in Kruiwilgstruwelen. Hiermee zijn geen ervaringen, maar positieve resultaten worden wel waarschijnlijk geacht. Of begrazing ook effectief is om dezelfde oligotrafente soorten terug te krijgen, is niet bekend. Vooral nog zijn hiervoor geen positieve signalen of vermoedens.

6. Maatregelen die gericht zijn op functioneel herstel

6.1 Dynamisch kustbeheer

Veel natuurgebieden van het kustlandschap moeten het momenteel stellen zonder of met heel weinig natuurlijke dynamiek. De kustdynamiek is moeilijk terug te krijgen in sterk versnipperde duingebieden en afgesneden zeearmen, bijv. daar waar pal achter de zeereep drinkwater wordt geproduceerd, of waar een landelijk belangrijke gasleiding langs de buitenste duinenrij loopt. Ook aanlandingspunten voor kabels en leidingen vormen belangrijke belemmeringen. Toch is in deze situaties met een kleinschaliger en meer gecontroleerde dynamiek nog veel winst te behalen. Verstuiving laat de landschappelijke variatie toenemen en draagt daarmee bij aan de randvoorwaarden voor een rijke fauna. Verstuiving zorgt tevens voor pioniermilieus waardoor op vochtige plaatsen nieuwe Kruiwilgstruwelen kunnen ontstaan, hetgeen een randvoorwaarde is om het type op lange termijn te behouden. de successie opnieuw kan beginnen.

6.2 Hydrologisch herstel

Waar de grondwaterstand is verlaagd door slootjes en waterafvoer, biedt herstel van de waterhuishouding mogelijkheden om de habitatkwaliteit te verbeteren, vooral als daardoor enige toevoer van kalkhoudend grondwater gaat plaatsvinden.

7. Maatregelen voor uitbreiding

In duingebieden met voldoende dynamiek ontstaan vanzelf situaties waar Kruiwilgstruwelen zich kunnen ontwikkelen, zoals hierboven reeds werd aangegeven. Een andere optie waardoor het habitattype kan ontstaan op vaste plekken, is kleinschalig plaggen op geschikte bodems of het creëren van stuifkuilen (Van Haperen 2009).

8. Effectiviteit en duurzaamheid

Terugzetten van successie via het vernatten en afgraven van de bovengrond levert binnen 10 a 15 jaar vegetaties die kwalificeren als dit habitattype (Schaminée et al. 1996). Met de andere maatregelen die hierboven zijn genoemd, kunnen kruiwilgstruwelen meestal lange tijd (tientallen jaren) in stand worden gehouden. Van Haperen (2009) stelt dat Kruiwilgstruwelen (evenals duindoornstruwelen) moeten worden gezien als pionierstadium van de struweelfase in duinsystemen. Wanneer soorten als meidoorn en berken een rol van betekenis beginnen te spelen in het struweel is het pioniersstadium voorbij. Door bestrijding van deze soorten kan men het pionierstadium rekken. De fixatie van duinen en het verdwijnen van verstuiving in combinatie met

voortschrijdende ontkalking betekent dat de duinen als systeem zich bewegen richting het climaxstadium van vooral duinbos. Daarbij is op termijn waarschijnlijk maar zeer beperkt ruimte voor vroege successiestadia zoals Kruiwilg- en Duindoornstruwelen, maar goede referenties hiervoor ontbreken. De beste garantie dat deze struwelen ook op lange termijn op grotere schaal blijven voorkomen, is dynamisch kustbeheer waardoor regelmatig nieuwe ontwikkelingsmogelijkheden ontstaan.

9. Overzichtstabel

Deze overzichtstabel is bedoeld als ondersteuning bij de te nemen maatregelen (paragraaf 5, 6 en 7) en dient slechts samen met de tekst te worden toegepast.

maatregel	type	Doel	potentiële effectiviteit	randvoorwaarden / succesfactoren	vooronderzoek	herhaalbaarheid	responstijd	mate van bewijs
Begrazing	H/U	Successie vertragen	matig	Begrazing afstemmen met omgeving	Op standplaats	Beperkte duur	Even geduld	B
Selectief kappen	H/U	Successie vertragen	matig	Begrazing afstemmen met omgeving	Op standplaats	Zo lang als nodig	Even geduld	B
Bevorderen instuiving	H/U	Vestiging oligotrafente soorten	Groot	Afstemmen met naastliggende habitats	Op standplaats	Beperkte duur	Even geduld	H
Dynamisch kustbeheer	U	Nieuwe locaties met goede kwaliteit	Groot	Grote oppervlakten; veiligheid; enkel in combinatie met andere h-typen	LESA; geen natuurlijke referenties	Zo lang als nodig	Vertraagd	V?
Hydrologisch herstel	U	Creëren nieuwe standplaatsen	Groot	Kalkhoudend grondwater	LESA	Eenmalig	Vertraagd	V
Lokaal plaggen	U	Lokaal nieuwe vestiging met goede kwaliteit	Groot	Afstemmen met omgeving	Op standplaats	Beperkte duur	Vertraagd	V

Verklaring kolommen:

Maatregel: soort maatregel, corresponderend met informatie uit paragraaf 5, 6 en 7

Type: H = herstelmaatregel, U = uitbreidingsmaatregel

Doel: beoogde effect van de maatregel (ten behoeve van behoud, herstel en/of uitbreiding)

Potentiële effectiviteit: klein/matig/groot. Effectiviteit van de maatregel (als regime) ten opzichte van andere maatregelen en gerelateerd aan het beoogde effect

Randvoorwaarden / succesfactoren: de belangrijkste randvoorwaarden en succesfactoren van de maatregel

Vooronderzoek: niet noodzakelijk, op standplaats (in het HT zelf of in de directe omgeving), LESA (LandschapsEcologische SysteemAnalyse: Van der Molen 2010).

Herhaalbaarheid: eenmalig (kan maar eenmalig worden uitgevoerd, bijv. dempen sloten); beperkte duur (bij intensivering gaan nadelen opwegen tegen voordelen) of zo lang als nodig (geen negatieve trade-off tussen intensiteit en effectiviteit. Kun je altijd mee doorgaan, geen negatieve gevolgen).

Responstijd: dit betreft het effect van de maatregel (regime): Direct (< 1 jr); Even geduld (1 tot 5 jr); Vertraagd (5 tot 10 jr); Lang (meer dan 10 jr).

Mate van bewijs:

B – Bewezen: de maatregel heeft onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) met zekerheid het in de tekst beschreven positieve effect als hij in de praktijk wordt uitgevoerd. In de regel zal dat onderbouwd moeten zijn met (OBN-)literatuur, maar het kan eventueel ook met (nog niet eerder gepubliceerde) goed gedocumenteerde waarnemingen en o.a. OBN handleidingen.

V – Vuistregel: de maatregel kan onder de in de tekst gegeven voorwaarden (gebiedssituatie + manier van uitvoeren) in veel gevallen het in de tekst beschreven positieve effect hebben als hij in de praktijk wordt uitgevoerd, maar dat is niet zeker. Redenen voor de onzekerheid kunnen zijn dat uit monitoring is gebleken dat er ook (onverklaarde) mislukkingen zijn of dat de voorwaarden voor succesvol herstel nog niet goed bekend zijn.

H – Hypothese: door logisch nadenken is een maatregel geformuleerd die in de praktijk nog niet of nauwelijks is uitgetoetst, maar die in theorie effectief zou kunnen zijn. De aanleiding van de hypothese kan gelegen zijn in analogieën (de maatregel is een vuistregel of bewezen maatregel in een sterk verwant habitatype) of in processen waarvan we denken dat we ze goed begrijpen, maar die echter nog niet op praktijkschaal zijn getoetst.

10. Literatuur

- Bobbink, R., M. Ashmore, S. Braun, W. Fluckiger, I.J.J. van den Wyngaert 2003. Empirical nitrogen critical loads for natural and semi-natural ecosystems: 2002 update. In: B. Achermann & R. Bobbink (eds.) Empirical critical loads for nitrogen. Environmental Documentation No. 164 Air, pp. 43–170. Swiss Agency for Environment, Forest and Landscape SAEFL, Berne.
- Bobbink, R. & J.P. Hettelingh (eds) 2011. Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. Proceedings of an expert workshop, Noordwijkerhout, 23–25 June 2010. RIVM rapport 680359002, 244p.
- Runhaar, H., M.H. Jalink, H. Hunneman, J.P.M. Witte & S.M. Hennekens 2009. Ecologische vereisten habitattypen. KWR 09-018, 45 pp.
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda 1996. De Vegetatie van Nederland deel 3. Graslanden, zomen en droge heiden. Opulus press, Uppsala/Leiden.
- Ten Harkel, M.J. & F. van der Meulen 1995. Impact of grazing and atmospheric nitrogen deposition on the vegetation of dry coastal dune grasslands. *Journal of Vegetation Science* 7: 445–452.
- Van Dobben, H.F., R. Bobbink, A. van Hinsberg & D. Bal 2012. Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000. Alterra-rapport, Wageningen.
- Van Haperen A.M.M. 2009. Een wereld van verschil, Landschap en plantengroei van de duinen op de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden. Proefschrift KNNV Uitgeverij. ISBN 978 90 5011 3175, 276 p.
- Weeda E.J., J.H.J. Schaminée & L. van Duuren 2002. Atlas van de Plantengemeenschappen in Nederland deel 2: Graslanden, zomen en droge heiden. KNNV-uitgeverij, Utrecht, 224 p.