

Door Robert N. Carrow PH.D

## Organisch materiaal in de toplaag van struisgrasgreens

### Research wijst uit dat er een relatie bestaat tussen beluchting en de aanwezigheid van organisch materiaal in zandgreens

De USGA Golf Green aanbevelingen zijn bedoeld om een wortelzone te ontwikkelen die haar goede eigenschappen behoudt bij intensieve betreding, voornamelijk de waterdoorlatende eigenschappen, de zuurstofstatus en de bestendigheid tegen verdichting. Greens zijn echter dynamische systemen die aan een constante verandering onderhevig zijn, met name in de bovenste 5 centimeter. De grootste veranderingen vinden plaats in de eerste twee jaar na aanleg van de green. We denken hierbij aan het aandeel organisch materiaal, de vorming van vilt en aan de ontwikkeling van de wortels. Ook na deze eerste twee jaar blijven deze factoren aan verandering onderhevig.

Meerdere onderzoekers hebben melding gemaakt van een afname in de Verzadigde Hydraulische Geleiding wanneer greens ouder worden (VHG, de mate van infiltratie bij een verzadigd bodemprofiel). Tegelijk met de afname van de VHG vond er een toename plaats van het aandeel organisch materiaal in de bovenste 5 centimeter van de toplaag. Murphy en anderen stelden een maximale hoeveelheid organisch voor van 4,5% (gewicht) omdat de macroporiën

die voor een hoge VHG zorgen boven dit percentage niet meer werkzaam zijn. McCoy beveelt op grond van zijn onderzoeken en dat van anderen aan het aandeel organische stof niet hoger te laten zijn dan 3,5% (gewicht) omdat de werking van macroporiën bij deze grens al begint te falen. De afname van de wortelgroei die we vaak twee tot drie jaar na aanleg van een green zien wordt toegeschreven aan de toename van organisch materiaal in de oppervlakte.

#### ZOMERSE TERUGVAL IN STRUISGRAS: PATHOLOGISCH OF FYSIEK?

Het door de USGA gesponsorde project "Organic Matter Dynamics in the Surface Zone of a USGA Green: Practices to Alleviate Problems" ("Dynamiek van organisch materiaal in de oppervlaktelaag van USGA greens en manieren om de problemen tegen te gaan") werd gestart nadat in 1980 werd vastgesteld dat de vitaliteit van struisgras in de zomer afnam. Deze zogenaamde Zomerse Terugval van Struisgras vond vooral plaats langs de meest zuidelijke grens van het natuurlijke verspreidingsgebied van wit struisgras (*Agrostis Stolonifera*).

Door eigen veldonderzoek en raadpleging van de literatuur ben ik tot de stelling gekomen dat de meeste problemen in greens met struisgras/straatgras op een ondergrond van zand het gevolg waren van veranderingen in de fysieke eigenschappen van de bovenste 5 centimeter van de toplaag. Het scheen dat ofwel een teveel aan organisch materiaal of een versneld afsterven van de bovenste wortels de oorzaak was van afname van de infiltratie en van het vermogen om veel water vast te kunnen houden. Hierdoor nam het aandeel zuurstof in de bodem af en verminderde het zuurstoftransport door de bodem.

Als het probleem wordt veroorzaakt door een teveel aan organische stof kunnen er secundaire problemen optreden en/of een verandering van de samenstelling van het organisch materiaal. Deze secundaire problemen bestaan uit een verhoogd optreden van ziektes, een ernstige fysiologische zuurstofstress en een afname van de wortelgroei in de zomer waardoor de greens zacht worden. Om deze secundaire problemen te lijf te gaan is het nodig in te grijpen in de fysieke eigenschappen van de bodem.

#### TWEE TYPES AAN ORGANISCH MATERIAAL GERELATEERDE PROBLEMEN

Uit veldverkenningen en uit de literatuur zijn twee types problemen bekend die rechtstreeks te maken hebben met het aandeel organisch materiaal in de toplaag. Het eerste probleem bestaat uit een excessieve toename van dit materiaal. Greens die zijn aangelegd volgens de USGA specificaties bevatten in de regel 3% (gewicht) organisch materiaal in de wortelzone. Uit onderzoek is gebleken dat wanneer het aandeel organisch materiaal in een zandbodem tot 4 á 5% (gewicht) stijgt, het percentage grote bodemporiën (macroporiën, beluchtingporiën groter dan 0,08 mm tussen de zanddeeltjes) afneemt door verstopping met organisch materiaal. Zelfs bij een goed beheer zien we vaak dat de bovenste 5 centimeter van de toplaag meer dan 3% organisch materiaal bevat.



**Tabel 1**

Factoren die een snelle toename van Organisch Materiaal (OM) bevorderen

OM toename wordt bevorderd door:

- Langdurige lage temperaturen bij grassen van de koude regio's. Indien de temperatuur ligt tussen 0 en 13 graden (C) neemt de microbiologische activiteit van vooral bacteriën af zodat de afbraak van OM vertraagt. Koele vochtige klimaten kennen zulke condities gedurende een groot deel van het jaar. In het meest zuidelijke verspreidingsgebied van struisgrassen komt dit gedurende 5 tot 7 maanden per jaar voor.
- Gebruik van agressieve cultivars van struisgras of bermudagrass bevordert een snelle toename van OM. Dit komt veel voor op de nieuwere types greens.
- Een slechte beluchtingsgraad veroorzaakt een langdurig vasthouden van vocht in de bodem. Hierdoor blijven er lange tijd aneorobische condities heersen (zuurstoftekort) zodat de wortels zich dichterbij de oppervlakte gaan vormen waarop weer een toename van OM volgt. Dit komt vooral voor bij greens die beschut liggen tussen omringende bomen zodat er weinig natuurlijke ventilatie en veel schaduw aanwezig is.
- Ontoereikende integratie van zand om tot een geschikt groeimedium te komen in zandgreens. Zand moet niet alleen worden aangevuld door middel van topdressen, maar ook in verticale kanalen door holprikken.
- Toename van OM door toediening van compost of van andere materialen met een hoog gehalte OM.
- Een te zure bodem (pH<5,5) waardoor de populatie en activiteit van bacteriën en actinomyceten (eencellige organismen) afneemt.
- Beheer wat is gericht op snelle groei waardoor viltvorming toeneemt, zoals bij gebruik van veel stikstof, te frequente beregening of te hoog maaien.
- Lage wormenactiviteit.

Tabel 1 geeft een opsomming van de meest voorkomende condities die zorgen voor een excessieve opbouw van organisch materiaal, vooral wanneer meerdere condities tegelijk aanwezig zijn. In het algemeen vindt een extreme toename van organisch materiaal plaats in de koele en vochtige klimaatzones. Dit hoeft echter niet altijd het geval te zijn, klimaatomstandigheden die zorgen voor een snelle groei zijn het vaakst de oorzaak van een (te) snelle toename van organisch materiaal.

Een tweede voorkomende situatie die voor pro-

Behandeling (proefvak)	Omschrijving behandeling Jaarlijks	Topdressing per 100m <sup>2</sup> Jun-Sep kubieke meter	
Controle	Geen behandeling	0,30	0,07
CA	Holprikken 16mm, maart en oktober	0,54	0,07
HJL	HydroJect laag, 7,5 cm afstand, 3 mm dia. 1 juni, elke 3 wk.	0,30	0,07
HJH	HydroJect hoog, 8,8 cm afstand, 6 mm dia. 1 juni, elke 3 wk.	0,30	0,07
HJH+zand	Als HJH, extra topdressing met 0,0225 m <sup>3</sup> /100m <sup>2</sup> , 5 x in de zomer	0,435	0,189
HJH+Greenschoice	Als HJH, Greenschoice dressing met 0,0225 m <sup>3</sup> /100m <sup>2</sup> , 5 x in de zomer	0,435	0,189
HJH+WA	Als HJH, Wetting Agent (Naid) 91 g/100m <sup>2</sup> 5 x in de zomer	0,321	0,075
HJH+C	Als HJH, Cytokinine (CytoGro, 0,005% ai) 30 g/100m <sup>2</sup> , 4 x in de zomer	0,321	0,075
HJH+zand+WA	Zie bovenstaande omschrijvingen	0,435	0,189
HJH+zand+WA+C	Zie bovenstaande omschrijvingen	0,435	0,189
LP+Greenschoice	LandPride droge injectie met 0,0225m <sup>3</sup> /100m <sup>2</sup> , 5 x in de zomer	0,435	0,189



blemen zorgt is die waarin het organisch materiaal verandert van een structurele materie zoals wortels in een meer slijmerige consistentie wanneer wortels afsterven en de macroporiën verstopt raken zodat er zuurstofstress ontstaat. Dit komt vooral voor tijdens warm en vochtig weer bij greens met grassen van de koele regio's waarbij een versneld afsterven van wortels optreedt. Dit probleem komt dus vaker voor in de warmere delen van de verspreidingsgebieden van struisgras.

Terugval of afsterven van wortels komt elke zomer wel in meer of mindere mate voor. Microorganismen zijn doorgaans in staat om het vrijgekomen organisch materiaal af te breken zodat de dichtslibbing van de macroporiën wordt voorkomen. Tijdens uitzonderlijk warme en vochtige periodes van twee weken of meer gaat het afsterven van de wortels bijzonder snel en loert het gevaar van lage infiltratie en beluchting. Dode wortels houden veel water vast en hebben een gel-achtige structuur waardoor de macropo-

riën verstopt raken. De overgebleven levende wortels kunnen dan niet genoeg water opnemen wat nodig is voor de afkoeling van de plant via transpiratie. De verminderde aanwezigheid van zuurstof in de bodem leidt tot een geringere opname van water door de wortels, sluiting van de stomata en resulteert uiteindelijk in dood door verhitting. Dit is te zien door het geel verkleuren van de grasmat en afsterven na 1 tot 3 dagen van warm en vochtig weer wanneer juist de zuurstofbehoefte van de planten en de microben erg hoog is.

Wanneer het aandeel organisch materiaal boven de 3% komt is de kans groot dat de massale sterfte van wortels leidt tot een snel intreden van zuurstofstress en afsterven van de hele plant. Niet het tekort aan levend wortelweefsel is het probleem, maar de vorming van een natte laag met heel weinig zuurstof. Dit in combinatie met wortelsterfte is de oorzaak dat de overblijvende wortels niet meer in staat zijn om voldoende vocht op te nemen.

Behandeling (1996-1998) 1 - 7 DAC	Gemiddelde VHG _g O <sub>2</sub> /cm <sup>2</sup> 17 - 26 DAC			Metingen >0,20 na 30 maanden 1996 1997 1998			Organisch materiaal % gewicht
	inches/uur			%			
Controle	5,9	5,1	0,8	—	—	—	9,8
CA	9,3	5,8	3,2	0	100	117	7,3*
HJL	12,9	13,2*	1,2	—	—	—	9,9
HJH	23,5**	16,2**	7,6	14	84	75	9,1
HJH+zand	24,0**	18,0**	5,2	—	—	—	9,1
HJH+Greenschoice	20,2**	10,8**	6,4	—	—	—	9,3
HJH+WA	25,6**	16,2**	5,8	100	100	—	8,9
HJH+C	23,0**	15,8*	4,0	—	—	—	10,3
HJH+zand+WA	20,2**	14,8*	4,5	—	—	—	10,0
HJH+zand+WA+C	21,5**	14,4*	4,3	—	—	—	9,1
LP+Greenschoice	7,9	5,9	3,2	—	—	—	9,0
LSD(05)	9,7	6,9	—	—	—	—	2,2

Huang c.s. heeft in 1990 al sterke bewijzen geleverd voor de nadelige effecten op de vitaliteit van de wortels van struisgras van de combinatie van hoge temperaturen en een laag zuurstofgehalte. Ook deed de auteur metingen aan de zuurstofdiffusiesnelheid in de toplaag waarbij hij vaststelde dat deze vaak lager was dan 20 tot 40 mg zuurstof per cm<sup>2</sup> wat geacht wordt te laag te zijn voor een gezonde wortelgroei van gras.

## DOEL VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek richtte zich in hoofdzaak op de wijze waarop het secundaire probleem van de verandering van het organisch materiaal in de bovenste toplaag kon worden beheerst. In Griffin, Georgia (USA), werd van 1996 tot 1998 onderzoek verricht op een experimentele green met een wortelzone volgens de USGA specificaties. De behandelingen worden in tabel 2 vermeld en bestonden uit een aantal niet verstorende cultivatietechnieken zoals topdressing, gebruik van wetting agent, verandering van zand en gebruik van cytokinine.

## VERZADIGDE HYDRAULISCHE GELEIDING (VHG)

Een van de belangrijkste eigenschappen die een green met struisgras in de zomer dient te hebben is het vermogen om een vochtoverschot te laten infiltreren in de oppervlakte en dit door de wortelzone heen te laten sijpelen. Als deze verzadigingsstroom (verzadigde hydraulische geleiding) onvoldoende kan plaatsvinden ontstaat er in de bodem een ongewenste verzadiging.

### Tabel 2

Proefondervindelijke behandelingen met het doel de veranderingen in natuurlijk organisch materiaal in de zomermaanden vast te stellen. Behalve holprikken, wat in maart en oktober plaatsvond, werden alle behandelingen (topdressing, wetting agent en cytokinine) in de zomer uitgevoerd.

CA=Core Aeration (Holprikken), HJL=HydroJect in lage positie, HJH=HydroJect in hoge positie, Greenschoice=Gebrende Alkalineklei, WA=Wetting Agent, C=Cytokinine  
Alle proefvakken kregen 0,321m<sup>3</sup> per jaar topdressing met zand bij 0,075 m<sup>3</sup>/100m<sup>2</sup> in de zomer en 0,015 elke 3 weken

In tabel 3 worden de waarden 1 tot 7 en 17 tot 26 dagen na behandeling gepresenteerd als het gemiddelde van de VHG-waarden van 7 in de zomer gemaakte metingen (1996-1998). Binnen 1 tot 7 dagen na de behandeling steeg de VHG met tenminste een factor 3,4 tot meer dan 50 centimeter per uur bij alle behandelingen met de HydroJect. De HydroJect werd gebruikt met de spuitmonden in de bovenste positie waardoor gaten ontstonden met een diameter van plm. 25 mm. Ter vergelijking; voor de behandeling(en) was de VHG slechts 15 cm per uur.

De proefvakken die in maart met holprikken waren behandeld vertoonden geen verschil in de VHG met het niet behandelde proefvak. Dit toont de uitwerking aan van holprikken in het voorjaar. VHG neemt over tijd af omdat de gaten opgevuld worden door wortelmassa.

Vergelijken van HJL (HydroJect met spuitmonden in de lage stand) met HJH (zelfde, maar met spuitmonden in de hoge stand) 1 tot 7 dagen na de behandeling wees uit dat het grotere gat dat met HJH werd bereikt een beter effect had op de VHG. Het LandPride model had geen enkele invloed op verhoging van de VHG wanneer er een zandinjectie mee werd uitgevoerd. Hetzelfde zand dat werd gebruikt als topdressing na behandeling met de HJH-methode resulteerde in een lagere VHG, in het bijzonder 17 tot 26 dagen na de behandeling. 17 tot 26 dagen na de behandelingen vertoonden alle met HJH bewerkte vakken een VHG die 2,2 tot 3,6 keer hoger was (27 tot 45 centimeter per uur), vergeleken met het controlevak. De laagst gemeten waarde op het controlevak in de zomer bedroeg

2 cm/u. De afname van de VHG na 17 tot 26 dagen is normaal en niet onverwacht omdat de oppervlakte de neiging heeft zich weer te sluiten doordat wortelmassa de beluchtinggaten verstopt of doordat deze gaten instorten.

## DIFFUSIESNELHEID VAN ZUURSTOF

De snelheid waarmee zuurstof zich verspreidt werd in de zomer gemeten in de bovenste 2,5 cm van de toplaag, de resultaten wisselden per jaar (Tabel 3). In 1996 bedroegen de meetresultaten minder dan 20 mg/cm<sup>2</sup>, onafhankelijk van welke behandeling was toegepast. In sommige jaren was er heel weinig zuurstof aanwezig. Deze resultaten, gepaard met vergelijkbare resultaten uit andere gepubliceerde onderzoeken, bevestigden dat het zuurstofniveau tot een kritieke lage waarde kan zakken, zelfs als de bodem niet met vocht is verzadigd. Men zou een lage diffusiesnelheid van zuurstof alleen verwachten in periodes met veel neerslag of wanneer er veel wordt beregend.

## SCHUUDICHTHEID EN KWALITEIT VAN DE ZODE

Op de proefvakken die met de HJL en HJH waren behandeld werd in vergelijking met het controlevak een verbetering vastgesteld van de scheutdichtheid en van de algemene kwaliteit van de zode. De aanvankelijke afname van deze twee factoren vond alleen plaats in de vroege zomer en waren het gevolg van behandelingen die in het voorjaar waren uitgevoerd. De met holprikken behandelde vakken werden in het voorjaar behandeld, waarna er voldoende topdressing werd aangebracht om de gaten te vullen (Tabel 2). De opbouw van organisch materiaal was in deze vakken het laagst. Dit illustreert het belang van holprikken waarmee meer zand in de toplaag kan worden gebracht dan met topdressing alleen. Alle behandelingen resulteerden in hogere niveaus organisch materiaal dan de gewenste bovengrens van 4,5%.

### Tabel 3

Effecten op Verzadigde Hydraulische Geleiding (VHG), Zuurstofdiffusie op 6 cm diepte en gehalte organisch materiaal 30 maanden na begin van de behandelingen

- Holprikken in maart en oktober, de metingen werden in juli en september genomen
- Een zuurstofdiffusiesnelheid van minder dan 0,30 tot 40 \_g/cm<sup>2</sup> wordt als ontoereikend beschouwd voor gezonde groei
- Gemiddeld over 7 periodes tijdens de zomers van 1995-1998

Behandeling	Visuele kwaliteit*		Dichtheid zode	
	<	% >	%	>
Controle	—	—	—	—
CA	29	0	29	0
HJL	0	19	0	38
HJH	0	14	0	24
HJH+zand	0	0	0	0
HJH+Greenschoice	10	0	0	10
HJH+WA	0	14	0	29
HJH+C	0	14	0	14
HJH+zand+WA	5	19	0	24
HJH+zand+WA+C	0	0	0	10
LP+Greenschoice	48	0	33	0

\*gebaseerd op procentuele verschillen met het controle proefvak.



#### GEVOLGTREKKINGEN UIT DIT ONDERZOEK

De onmiddellijke toename van de Verzadigde Hydraulische Geleiding volgend op de behandelingen laat zien dat de oppervlaktecondities op zandgreens van invloed zijn op de VHG en dat de macroporiën zorgen voor een substantieel hogere VHG. Een vraag die vaak wordt gesteld is of de VHG in het veld hetzelfde is als die onder laboratoriumomstandigheden zonder dat er een zode op groeit. Het antwoord hierop luidt ja en nee, afhankelijk van de volgende omstandigheden:

- Als de VHG in het veld een aantal weken na de behandeling wordt gemeten en de holes tijd hebben gehad om weer te 'rijpen' zal de VHG flink lager zijn dan die in het laboratorium.
- Wanneer de VHG in het veld gemeten wordt binnen de periode waarin de cultivatieopeningen nog gedeeltelijk open zijn is deze vergelijkbaar met de metingen kort na de behandeling en met metingen die in het laboratorium zijn uitgevoerd.

Factoren die van invloed blijken te zijn op de VHG op dieptes groter dan 5 cm zijn onder meer de aanwezigheid van zouten die in de bodem doordringen, verplaatsing van fijne materialen in de ondergrond en een laag met veel organisch materiaal die zich naar beneden beweegt. Ook vilt dat zich na enige tijd ontwikkelt en na een aantal topdressingen onder de oppervlakte komt te liggen is een factor die meespeelt. Een aantal aanvullende resultaten uit dit en ander onder-

zoek is:

- De openingen die met HJH, 6 mm volprikken en met de Aerway Slicer 100 worden gemaakt hebben allemaal eerst een verlagende werking op de VHG, maar na ongeveer drie weken neemt de VHG weer toe. Dit is het minst het geval bij HJH, waarschijnlijk ten gevolge van het feit dat daarbij een gaatje wordt uitgesneden in plaats van gemaakt door opzij dringen van materiaal.
- Wanneer holprikken wordt toegepast waarna de gaatjes worden gevuld met topdressen blijft de VHG meestal 5 tot 8 weken op peil. Dit geldt voor holprikken met 12 tot 14 mm diameter op greens met een groot aandeel zand.

#### Tabel 4

Samenvatting van de effecten van behandelingen op de visuele kwaliteit en de dichtheid van de zode van struisgrasgreens

De bovenstaande gegevens leiden tot de conclusie dat holprikken binnen 5 tot 8 weken gevolgd dient te worden met aanvullende behandelingen en dat deze om de drie weken moeten worden herhaald zodat tijdens de zomermaanden een aanvaardbaar hoge VHG kan worden gehandhaafd.

Een uitstekend artikel van de hand van O'Brien en Hartwigger (USGA Green section record, 2003, 41(2):1-7) beschrijft een aantal opties om het gehalte organisch materiaal in de toplaag in de hand te houden. Toch levert dit artikel, en

ook ons onderzoek, nog een vraag op: "Wat is nu een acceptabel niveau voor het aandeel organisch materiaal in de bovenste 5 cm van het profiel?". Het antwoord hierop luidt als volgt:

- Onafhankelijk van de klimaatzone wordt meer dan 4% organisch materiaal in de bovenste 5 cm van het profiel geacht te leiden tot een zuurstoftekort, een te hoog vermogen om water vast te houden en een verlaagde VHG. Hoe groter het aandeel organisch materiaal, hoe groter de kans dat deze problemen verergeren.
- Bij volgens de USGA-methode aangelegde greens wordt gestreefd naar een gehalte organisch materiaal in de toplaag van 3%(gewicht). Bij een hoger percentage zou het moeilijk worden een mix te verkrijgen die zand als dominant medium heeft en die een balans vormt tussen het vermogen om vocht vast te houden en een voldoende poreusheid te hebben.
- Langs de meest zuidelijke grens van het natuurlijke verspreidingsgebied van struisgras wordt een gehalte organisch materiaal van >4% bijzonder kritiek omdat daar de kans groter is dat er zuurstofgebrek optreedt in combinatie met warm en vochtig weer. Deze combinatie kan echter ook voorkomen in de meer koele regio's!
- Een van de redenen dat het gehalte organisch materiaal iets groter kan zijn dan die 4% en dat er toch geen noemenswaardige problemen optreden komt omdat een gedeelte van dit materiaal wordt gevormd door levende wortels. Deze hebben een structuur die een goede uitwisseling van gassen en een goed transport van water mogelijk maken. Dit in tegenstelling tot de situatie waarin veel wortels zijn afgestorven zodat het organisch materiaal een sponsachtige structuur vormt waarbij de macroporiën minder goed zijn gedefinieerd.
- Behoud van zand als het primaire aandeel, anders dan organisch materiaal (1% gewicht aan organisch materiaal is gelijk aan 5% van het relatieve volume) is ook belangrijk om een stevige ondergrond te verkrijgen voor het putten en om de maaimachines te dragen.

We moeten niet vergeten dat deskundigen sinds het eerste begin van de ontwikkeling van USGA-greens en zandgreens de aanbeveling deden om twee keer per jaar te holprikken, gevolgd door stevig topdressen (0,45 tot 0,6 m<sup>3</sup> per 100 m<sup>2</sup> per beluchting). Deze aanbeveling heeft alles te maken met het vermijden van een te hoog gehalte organisch materiaal!