

## Drainage-eigenschappen van moderne greens

Wat zich ondergronds afspeelt

**Bij drainage moeten we twee factoren onderscheiden: Intensiteit en Capaciteit. Met intensiteit wordt de snelheid aangegeven waarmee de wortelzone water afvoert, met capaciteit bedoelt men het totale afvoervolume vanuit de wortelzone. Het zijn dus twee op elkaar lijkende, maar ongelijke begrippen. Hierdoor worden discussies over drainage van greens vaak verwarrend. De uitdrukking Verbeterde Drainage kan slaan op een betere intensiteit, een betere capaciteit, of op beide. We komen deze verwarring het meest tegen wanneer we het hebben over de hedendaagse greens met een hoog zandgehalte waarvan de goede drainage wordt geprezen.**

De twee meest voorkomende hedendaagse constructiemethodes van greens zijn de Californische methode (Davis c.s., 1990) en de USGA methode (USGA Green Section Staff, 1993). De voornaamste verschillen tussen deze twee methodes zijn een hoger aanbevolen doorlaatbaarheid van de wortelzone van een Californische (CA) green (vergeleken met een USGA green) en de aanwezigheid van een grindlaag in een USGA green. Wanneer alle overige factoren gelijk zijn leidt een betere doorlaatbaarheid van een gegeven wortelzone tot hogere drainagesnelheden en, voor de meeste zandige wortelzones, tot een droger bodemprofiel. De grindlaag zou het drainwater sneller richting drains moeten voeren, maar men heeft toch vastgesteld dat meer water in de wortelzone blijft hangen (Hummel, 1993; Taylor, 1993). Het goed vergelijken van drainage van CA en USGA greens kan alleen met een goed inzicht in de interactie tussen doorlaatbaarheid van de wortelzone en de aanwezigheid van een grindlaag. De intensiteit en de capaciteit van de drainage kan worden beïnvloed door de contouren en hellingen van greens. Zelfs de glooiën van greens veroorzaken een niet geringe zijdelingse waterstroom. Er wordt verondersteld dat bodemwater dat na

de eerste drainage nog in de bodem wordt vastgehouden zich verplaatst naar lager gelegen plekken en een niet uniforme vochtverdeling van de green veroorzaakt. Voor zover wij weten is nog geen onderzoek aan deze effecten van hellingen op greens drainage gedaan. Dit artikel behandelt de bevindingen van onderzoeken aan drainage van de moderne greens. De betreffende constructies zijn volgens de CA en de USGA aanbevolen methodes uitgevoerd. Overige onderzochte factoren zijn de effecten van glooiën op de drainage en de verdeling van het water.

### De onderzoekswijze

Dit onderzoek werd uitgevoerd op vier verschillende types greens:

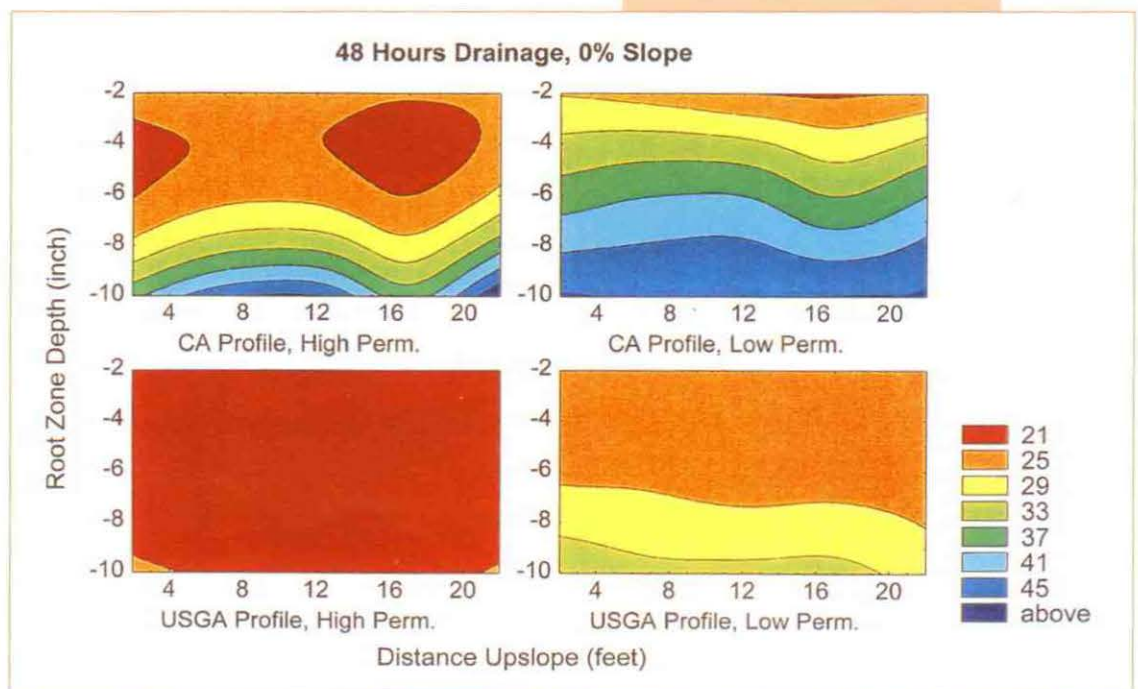
1. Een CA profiel met in de wortelzone een 9:1 verhouding zand:veenmos

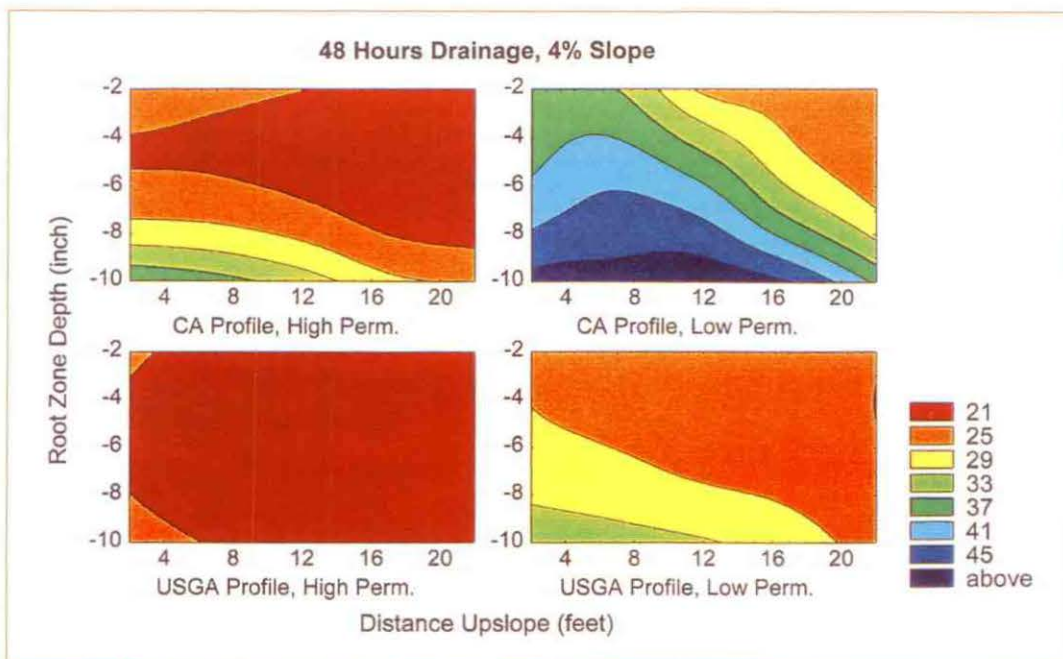
2. Een CA profiel met in de wortelzone een 6:2:2 verhouding zand:biocompost: organisch materiaal.
3. Een USGA profiel (zonder tussenlaag) en met een 9:1 zand:veenmos verhouding.
4. Een USGA profiel (zonder tussenlaag) met dezelfde 6:2:2 verhouding als bij 2.

Zoals door een erkend laboratorium werd geverifieerd voldeden beide mengsels aan de eisen die aan de korrelgrootte en aan de prestaties van een USGA wortelzone worden gesteld. Ook voldeed het zand:veenmos mengsel, ondanks dat het niet 100% zand is, aan de door Hummel in 1998 voorgestelde prestatiecriteria van een CA wortelzone. De zand:veenmos wortelzone bezat een doorlaatbaarheid van 528 mm per uur en wordt een hoogdoorlatend mengsel genoemd. Dit in tegenstelling tot het mengsel van zand:compost:organisch

Figuur 1:

Deze contourdiagrammen geven de bodemvochtigheid (volume%) weer na 48 uur drainage van greens zonder helling. Afzonderlijke diagrammen zijn afgebeeld voor hoog en laag doorlaatbare CA profielen en hoog en laag doorlaatbare USGA profielen. Elk diagram is een weergave van de vochtigheidsgraad in een dwarsdoorsnede van de wortelzone. De horizontale as geeft de afstand in voeten weer van laag naar hoog en de verticale as is een functie van de diepte (inch). De verticale as is met een factor 16,7 vergroot.





Figuur 2:

Contourdiagrammen van de bodemvochtigheid (volum%) na 48 uur drainage van greens met een helling van 4% om de verschillen aan te geven tussen CA en USGA profielen.

materiaal dat een doorlaatbaarheid heeft van 320 mm per uur, zodat dit mengsel laagdoorlatend wordt genoemd. Selectie van het grind voor de grindlaag in de USGA profielen en voor de drainageulen in de CA profielen was gebaseerd op de USGA specificaties voor een profiel zonder tussenlaag (USGA, 1993). De vier behandelingen werden in totaal drie keer herhaald op een totaal van 12 experimentele greens. Ten tijde van het onderzoek waren de greens begroeid met 15 maanden oud Pencross, gemaaid op een maaihoogte van 4,75 mm.

De greens werden boven de grond opgebouwd in kratten van plm. 1m20 bij 7m50, elk geschraagd door een metalen stangenstelsel. Drainsleuven van 15 bij 20 cm waren onder het profiel aangebracht met voor iedere sleuf een uitstroomopening. Deze sleuven, haaks op de langsas van de constructie, waren in elke green op 60, 360, 510 en 660 cm. vanaf de laagste zijde geplaatst. PVC pijpen werden aangesloten op de uitstroomopening van elke sleuf. Elke pijp was voorzien van een afsluitklep. Het eerste onderzoek werd uitgevoerd met alleen de 60 en de 510 cm pijpen geopend, zodat er een effectieve drainaf-

stand ontstond van 4,5 m. De 12 proefgreens werden in een blokvorm geplaatst op een betonnen ondergrond van 24 bij 8,5 m. Hierdoor kon de helling van elke green worden ingesteld door middel van het verstellen van individuele metalen poten. De bij dit onderzoek gebruikte hellingshoeken waren 0%, 2% en 4%.

De wortelzone van elke proefgreen werd op drie dieptes (7,5 cm, 15 cm en 22,5 cm) voorzien van vochtsensoren. Deze sensoren bevonden zich op resp. 0,6m, 2,1m, 3,6m, 5,1m en 6,6m vanaf de laagste kant van de green. Zo ontstonden er in elke green totaal vijftien meetpunten. De sensoren waren verbonden met een meetsysteem dat de vochtigheidsgraad van de bodem constant kon meten. Tevens werd de uitstroom van water van elke drainagepijp gemeten.

Deze experimentele opstelling werd gebruikt om de drainage en de verdeling van water in de wortelzone te meten en de invloed van de constructiemethode, helling en beregeningshoeveelheid hierop te bepalen. Het totale onderzoek omvatte 18 proeven. Tijdens een proef werden de greens op een bepaalde hellingshoek gebracht en werd door middel van een regensimulator de gewenste regenval gesimuleerd. Deze was van hoge hoeveelheid (112 mm/uur) of van lage hoeveelheid (48 mm/uur). De beregening werd gedurende drie uur toege-

past om zo een constante drainagestroom op te wekken.

De uitstroom van de drainage werd om de 5 minuten gemeten, zowel tijdens de eerste 3 uur durende beregening als tijdens een drainage test-tijd van 48 uur. Het vochtgehalte van de bodem werd elke 20 minuten gemeten tijdens 3 uur beregening en tijdens de eerste 24 uur van de drainageperiode. Voor de tweede 24 uur werd het vochtgehalte elk uur gemeten. Dit alles resulteerde voor alle 18 proeven van het onderzoek in ongeveer 44.000 meetresultaten van de

uitstroom van de drainagepijpen en 113.000 meetresultaten van het vochtgehalte van de bodem. Verzameling van de meetgegevens duurde van 6 augustus 1997 tot 30 oktober 1997.

### Resultaten

Vanwege ruimtegebrek kunnen we niet alle verzamelde gegevens in dit artikel vermelden. Wij behandelen voornamelijk de gegevens van de gesimuleerde regenval van 112 mm/uur omdat we hebben vastgesteld dat na de eerste 2 uur van de drainageperiode er op de testresultaten weinig nieuwe effecten optraden.

Tijdens regenval bleek dat er grote invloed uitging van de combinatie van doorlaatbaarheid van de wortelzone en de gebruikte constructiemethode (zowel met als zonder grindlaag). De USGA greens met de grindlaag vertoonden een grotere drainagesnelheid dan de CA greens. Deze snelheden waren op alle USGA greens onderling min of meer gelijk, onafhankelijk van de doorlaatbaarheid van de wortelzone. In tegenstelling hiermee zagen we bij de CA greens wel degelijk grote verschillen, hoe lager de doorlaatbaarheid hoe lager de drainagesnelheid. Tenslotte stelden we vast dat de drainage van de USGA greens sneller verliep naarmate de hellingshoek van de green groter werd. Dit is bij CA greens niet het geval.

Green Profile	Root Zone Permeability	Green Slope	Drainage Rate	
			During Rainfall	27 Hours
		%	----- gal. hr. <sup>-1</sup> -----	
California	High	0	59	0.22
		2	67	0.51
		4	52	0.52
	Low	0	10	0.08
		2	6	0.22
		4	3	0.46
USGA	High	0	82	0.13
		2	130	0.21
		4	140	0.24
	Low	0	81	0.17
		2	98	0.29
		4	146	0.30
LSD (0.05)			11	0.14

Tabel 1:

Gemiddelde drainage snelheden tijdens berekening en na 27 uur drainage van de experimentele greens

27 uur na de berekening was de drainage hoeveelheid veel lager en konden we bij alle greens nog steeds uitstromen uit de drainagepijpen vaststellen. De CA greens vertoonden hierbij in het algemeen hogere drainage snelheden dan de USGA greens, dit hoofdzakelijk door de grotere doorlaatbaarheid van de wortelzone. De CA greens drainden ook bij een grotere hellingshoek sneller dan de USGA greens.

Niet alleen was de wederzijdse invloed tussen profielontwerp en doorlaatbaarheid van de wortelzone aantoonbaar, ook gold dit voor het patroon van vochtverdeling in de bodem. Dit patroon wordt weergegeven in Fig. 1 en Fig. 2 waarin de vochtverdeling als functie van afstand t.o.v. onderste greengrens en van diepte van de wortelzone wordt weergegeven. Ook hier zijn de hellingshoeken van de greens respectievelijk 0%, 2% en 4%.

Na 48 uur drainage op een green zonder helling vertoonden beide CA profielen verschillen die terug te leiden waren tot de onderlinge afstand van de drains. Ter hoogte van de drains op 60 cm. en 5,5

m vanaf de rand van de green werd een lage vochtigheidsgraad gemeten, terwijl deze hogere waarden had op plaatsen tussen de drains. Dit werd op de USGA profielen niet vastgesteld, hier zagen we een meer uniforme vochtverdeling. Zoals verwacht bevorderde een hogere doorlaatbaarheid van de bodem de waterafvoer in beide profieltypes. Het was echter interessant te zien dat het vochtgehalte bij de CA green met hoge doorlaatbaarheid en de USGA green met lage doorlaatbaarheid juist onder de oppervlakte gemeten gelijk was.

In alle proefgreens was het vochtgehalte evenredig met toenemende diepte. In beide CA profielen nam het vochtgehalte met 15% tot 20% toe vanaf dieptes van 5 cm tot 25 cm. De USGA laagdoorlaatbare green liet hier een toename van 10% zien en, hoewel niet meteen zichtbaar in de weergegeven cijfers, vertoonde de hoogdoorlaatbare USGA versie een toename van 4% met toenemende diepte.

Deze resultaten bleken voor greens met een hellingshoek van 2% niet veel te verschillen met greens zonder helling. Er was wel enige toename van het vochtge-

halte te zien aan de lage kant van alle greens. Hierdoor verschoof het totale vocht patroon in de CA greens tussen de drains enigszins naar de laagste zijde. De ophoping van water werd op een helling van 4% na 48 uur groter in alle greens. De effecten van onderlinge afstand van de drains verdwenen hier bij de CA greens en bij de USGA greens was geen teken van achterblijvend water (perched water) aan de hoge zijden. Tenslotte stelden we vast dat bij laag doorlaatbare CA greens met een helling van 4% dicht onder de oppervlakte een vochtgehalte van 25 tot 37% meetbaar was binnen een afstand van 5,4m.

Bij het bekijken van de resultaten in Fig. 1 en Fig. 2 moet worden aangetekend dat gelijke vochtigheidspatronen niet alleen na een drainageperiode van 48 uur optraden, maar ook gedurende eerdere metingen tijdens een proef. De uitzondering was dat de totale vochtinhoud wel groter was en dat het effect van de hellingshoek pas 12 uur na beëindiging van de berekening optrad.

#### Gevolgtrekking

Dit onderzoek leert ons dat we bij drainage verder moeten kijken dan alleen naar doorlaatbaarheid van de wortelzone

of naar profielontwerp. Wij moeten ons rekenschap geven van de onderlinge beïnvloeding van deze twee factoren. Met een gelijke doorlaatbaarheidfactor als een CA green geeft een USGA green toch een snellere drainage. Zelfs met een berekening van ruim 112 mm/uur werd de drainage van USGA greens niet overbelast, we zagen dezelfde uitloopsnelheid bij de lage en de hoge doorlaatbare wortelzones. Het is gebleken dat CA profielen om dezelfde drainagesnelheid te halen een doorlaatbaarheidfactor moeten hebben die ongeveer 500 mm/uur groter is dan die van de USGA profielen. Natuurlijk mag men van greens die volgens de CA specificatie zijn ontworpen verwachten dat ze een hogere doorlaatbaarheid bezitten omdat de wortelzones vaak uit puur zand bestaan.

**De proefgreens zijn opgebouwd in houten kratten van 1,20 bij 7,5 m. De poten kunnen in hoogte worden versteld om een gewenste hellingshoek te verkrijgen. Simulatoren voor regenval zijn erboven geplaatst en regenmeters voor het meten van de waterafgifte zijn bevestigd aan elke uitstroombening.**

Drainagesnelheid is een typische eigenschap van Intensiteit. De relatie van drainage tot Capaciteit is in de context van het onderzoek gelegen in de volledigheid van de overtollig waterafvoer van beide methodes. Het is een vrij algemeen voorkomende opvatting dat de vorming van een hangwaterlaag in een USGA green zou resulteren in een minder volledige afvoer van water uit de wortelzone, dit in tegenstelling tot bij een CA green. Onze onderzoeksresultaten tonen echter aan dat bij gelijke waarden voor doorlaatbaarheid van de wortelzone de experimentele USGA greens na 48 uur droger zijn (een betere drainagekwaliteit suggererend) dan de experimentele CA greens. Deze laatste greens vertoonden halwege tussen de drainlijnen een hoger vochtgehalte. Dit komt door de noodzaak van het water om zich in een CA profiel zijwaarts te verplaatsen totdat een drainlijn wordt bereikt. Deze, vergeleken met stroming in en door de grindlaag van een USGA profiel, relatief trage route resulteert in nattere bodemom-

standigheden, zelfs na 48 uur draineren. We moeten er nogmaals op wijzen dat een CA green voor een complete drainage wel moet zijn opgebouwd met een beter doorlatend materiaal dan geldt voor een USGA green.

Dit onderzoek toont tevens aan dat we moeten kijken hoe we een green van zowel het CA als het USGA type in het landschap inpassen, dit met name betreffende de helling en de oriëntatie. De hellingshoek van een green heeft duidelijk invloed op de waterverdeling na regenval en dit geldt voor beide types. Echter geldt ook voor beide types dat een wortelzone die minder doorlatend is zorgt voor ophoping van meer water op de lager gelegen plekken omdat er meer water wordt vastgehouden dat later beschikbaar is voor zijdelingse migratie. Een interessante bevinding was dat het vergroten van de helling van een CA green om 27 uur resulteerde in hogere drainage snelheden en na 48 uur in dro-


gere wortelzones. Hieruit volgt dat helling voor een CA green gunstig kan werken.

Een nadeel is dat de door helling veroorzaakte zijdelingse verschillen in bodemvochtigheid van zowel CA als USGA greens negatieve uitwerking hebben op de homogeniteit van de green. De hoger gelegen plekken kunnen te lijden krijgen van uitdroging en de lagere gedeeltes kunnen te nat worden. Dit dilemma vinden we bij beide types.


Guy Prettyman is afgestudeerd in bodemkunde.

Dr. Ed McCoy is hoogleraar bodemkunde aan de Ohio State University. De schrijvers zijn de USGA en de GCSAA erkentelijk voor hun steun aan dit onderzoek.

Met dank aan USGA Green Section Record


www.vdwielgremac.nl


---




## Groom-it

**meer bezem voor Uw geld !!!**

**U bereikt ongeëvenaard resultaat !**






NIEUW



## Greens Spiker/Seeder

**Verluchten en doorzaaien in één werkgang**



voor een demonstratie of meer informatie kijk op

### www.vdwielgremac.nl

---

- Industrieterrein Beekerheide 32 - 5741 HC - Beek en Donk -  
Tel: 0492-464162 - Fax: 0492-465257 - e-mail: gremac@vdwiel.etrade.nl