

# **AFPRØVNING AF KLIMASTATION**

og

# **UNDERSØGELSE AF VANDINGSANLÆG**

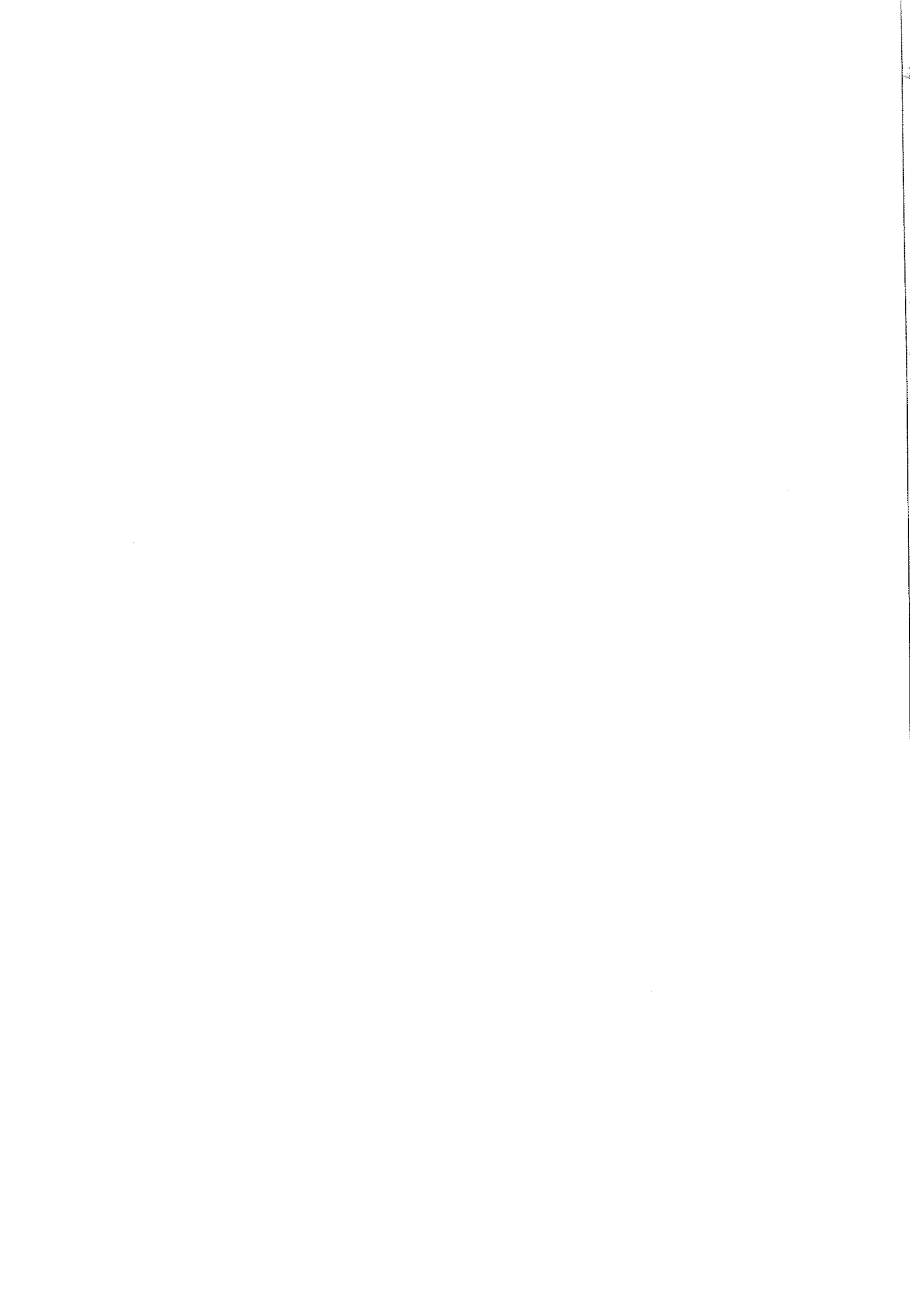
på Sydsjællands og Viborg Golfbane



**DGU**  
Dansk Golf Union

DECEMBER 2000

**DANSK GOLF UNION**



# **AFPRØVNING AF KLIMASTATION**

og

# **UNDERSØGELSE AF VANDINGSANLÆG**

på Sydsjællands og Viborg Golfbane

**DECEMBER 2000**

**DANSK GOLF UNION**

Titel: Afprøvning af klimastation og undersøgelse af vandingsanlæg på Sydsjællands og Viborg Golfbaner

Udgivet af: Dansk Golf Union,  
Idrættens Hus  
2605 Brøndby

Udarbejdet af: Banekonsulent, cand agro Vagn Dissing

Udgave: 1. oplag

Sideantal: 58

Tryk: Danmarks Idræts-Forbund, Brøndby

Oplag. 275 stk.

ISBN:

Rapporten kan erhverves hos:  
Dansk Golf Union,  
Idrættens Hus,  
2605 Brøndby  
Tlf. 43 26 27 00

## Forord

Golfsporten har gennem de seneste år været inde i en rivende udvikling, hvor antallet af klubber under DGU - p.t. 131 - , er blevet fordoblet i tiden efter 1990. Tilsvarende er der sket en fordobling af arealer, der beslaglægges af golfbaner. Når hertil lægges, at golfsporten er en af de mest arealkrævende sportsgrene der findes, er det efterhånden betydelige arealer, som er udlagt til golfbaner. Det er hovedsagelig tidligere landbrugsarealer der er inddraget, men i nogle tilfælde også plantager og grusgrave.

Ud over at være arealkrævende, påvirker golfbaner også miljø- og naturressourcerne. I forbindelse med plejen af græsset anvendes der forskellige stoffer som pesticider, vand og gødning, og der produceres affald i form af græsafklip, spildevand m.v. Men golfbanen er også et stykke natur i samspil med den omgivende natur. Den påvirker det landskab den ligger i såvel positivt som negativt.

I DGU mener vi, at en golfbane er et positivt bidrag til naturen og dens flora og fauna, men ikke alle deler denne opfattelse. Bl.a. derfor - men også for at tage sin del af ansvaret for et fremtidigt godt og bæredygtigt miljø, iværksatte DGU i 1997 et miljøarbejde, som dels skulle belyse evt. problemer og dels inspirere de tilsluttede klubber i deres miljøarbejde.

Denne afprøvning og undersøgelse er et led i dette arbejde, og skal danne det bedst mulige grundlag for at vurdere muligheden for at begrænse forbruget af vand på danske golfbaner, og vise veje til hvordan dette forbrug kan begrænses.

I forbindelse med undersøgelsen har der været opstillet 1 klimastation på Sydsjællands Golfbane og 1 på Viborg Golfbane, og de 2 greenkeepere henholdsvis Carl Erik Petersen og Per Knudsen har forestået den daglige drift og bistand ved undersøgelsen.

Dansk Golf Union vil gerne her benytte lejligheden til at takke Sydsjællands og Viborg Golfklub, som har vist velvilje og stillet bane og mandskab til rådighed i forbindelse med undersøgelsen.

Danmarks Idræts-Forbund har sponsoret den ene klimastation. Dansk Golf Union vil derfor også gerne her benytte lejligheden til at sige Danmarks Idræts-Forbund tak for den ydede støtte.

Brøndby december 2000  
Dansk Golf Union

## Indholdsfortegnelse

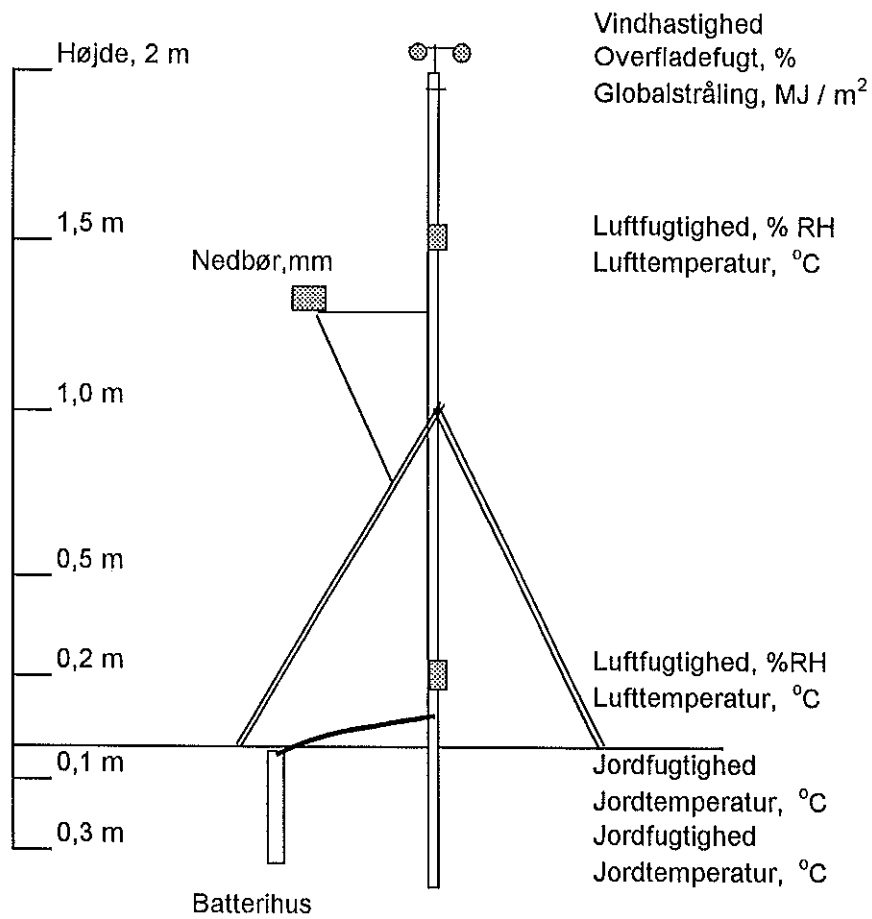
	<b>Forord</b>	3
	<b>Indholdsfortegnelse</b>	4
	<b>Bilagsfortegnelse</b>	5
	<b>Skitse Hardi Klimaspjyd</b>	6
	<b>Sammenfatning</b>	7
<b>1.</b>	<b>Indledning</b>	10
	1.1 Baggrund	10
	1.2 Metode	10
	1.3 Formål	10
	1.4 Ordforklaring	10
<b>2.</b>	<b>Klimaspjydet og dets funktion</b>	10
<b>3.</b>	<b>Golfbanens vanding</b>	11
	3.1 Arealtyper og deres vandingsbehov	11
	3.2 Vandingsanlæggets normale indretning	11
<b>4.</b>	<b>Jordbundsforhold på Sydsjællands Golfbane</b>	12
	4.1 Beskrivelse af jordbunden	12
	4.1.1 Vækstlaget, roddybden og græsarter	12
	4.1.2 Vækstlagets tekstur	12
	4.1.3 Vækstlagets struktur	14
	4.1.4 Markkapacitet, visnegrænse og kapacitet for plantetilgængeligt vand	15
<b>5.</b>	<b>Jordbundsforhold på Viborg Golfbane</b>	17
	5.1 Beskrivelse af jordbunden	17
	5.1.1 Vækstlaget, roddybden og græsarter	17
	5.1.2 Vækstlagets tekstur	17
	5.1.3 Vækstlagets struktur	19
	5.1.4 Markkapacitet, visnegrænse og kapacitet for plantetilgængeligt vand	19
<b>6.</b>	<b>Vandingsanlægget på Sydsjællands Golfbane</b>	21
	6.1 Beskrivelse af vandingsanlægget	21
	6.2 Undersøgelse af vandingsanlægget	21
	6.3 Teoretisk vandingshyppighed	22
	6.4 Betydning af uensartet fordeling	24
	6.5 Vækstlagets infiltrationskapacitet og vandingsintensitet	25
<b>7.</b>	<b>Vandingsanlægget på Viborg Golfbane</b>	26
	7.1 Beskrivelse af vandingsanlægget	26
	7.2 Undersøgelse af vandingsanlægget	26
	7.3 Teoretisk vandingshyppighed	27
	7.4 Betydning af uensartet fordeling	28
	7.5 Vækstlagets infiltrationskapacitet og vandingsintensitet	29

<b>8.</b>	<b>Nedbør og fordampning i 1998 og 1999.</b>	<b>30</b>
<b>9.</b>	<b>Klimastationen Sydsjælland og dens måleresultater.</b>	<b>33</b>
	9.1 Sammenligning af kurver for fugtighed	33
	9.2 Fastsættelse af markkapacitet og vandingstidspunkt	33
	9.3 Overførelse af måleresultater til øvrige greens	37
<b>10.</b>	<b>Klimastationen Viborg og dens måleresultater</b>	<b>38</b>
	10.1 Klimastationens afskærmning og målefejl herfra	38
	10.2 Anvendelse af kurverne for jordfugtighed	38
	10.3 Fastsættelse af markkapacitet og vandingstidspunkt	41
	10.4 Overførelse af måleresultater til øvrige greens	44
<b>11.</b>	<b>Greenkeepernes praktiske erfaring</b>	<b>45</b>
<b>12.</b>	<b>Andre data</b>	<b>45</b>
	12.1 Nedbørsintensitet	45
	12.2 Vindhastighed	45
	12.3 Jordtemperatur	46
<b>13.</b>	<b>Diskussion af resultaterne</b>	<b>47</b>
	13.1 Klimastationens tekniske udformning	47
	13.2 Udnyttelse af klimastationens målinger	47
	13.3 Vandingsanlæggenes vandfordeling og vandingsintensitet	47
	13.4 Mulighed for justering af anlægget	48
<b>14.</b>	<b>Konklusion af undersøgelsen</b>	<b>49</b>
<b>15.</b>	<b>Litteraturliste</b>	<b>49</b>

### **Bilagsfortegnelse:**

Bilag 1	Ordforklaring	50
Bilag 2	Analysereport reg.nr. 046952, 2 sider	51
Bilag 3	Sydsjællands Golfbane, 5. green	53
Bilag 4	Sydsjællands Golfbane, 16. green	54
Bilag 5	Sydsjællands Golfbane, indspilsgreen	55
Bilag 6	Sydsjællands Golfbane, 3. green	56
Bilag 7	Viborg Golfbane, 5. green	57
Bilag 8	Viborg Golfbane, 11. green	58

## Skitse over Hardi Klimaspyd





## Sammendrag

Som led i et miljøarbejde iværksatte Dansk Golf Union i 1997 afprøvning af Hardi Klimaspjyd, der i princippet er en klimastation, som løbende indsamler og lagrer klimadata. Klimastationen er forsynet med 12 sensorer, der indsamler data som følger:

- Vindhastighed i 2 m højde
- Overfladefugtighed i 2 m højde
- Globalstråling i 2 m højde
- Lufttemperatur i 1,5 og 0,2 m højde
- Luftfugtighed i 1,5 og 0,2 m højde
- Nedbør, spyd i 1,2 m højde
- Jordtemperatur i 0,1 og 0,3 m dybde
- Jordfugtighed i 0,1 og 0,3 m dybde

Desuden er der placeret regnmåler på gården til indsamling af data om

- Nedbør, gård.

Formålet var at afprøve om Hardi Klimaspjyd er et velegnet værktøj til styring og begrænsning af forbruget af vand til vanding på danske golfbaner, hvor især måling af jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde kan have interesse. Formålet var også at undersøge om andre af sensorerne kan have interesse ved drift af golfbaner, men også at anvise andre metoder til at begrænse forbruget af vand ved vanding på golfbaner.

I forbindelse med undersøgelsen har der været opstillet 2 klimastationer, en på Sydsjællands Golfbane og en på Viborg Golfbane. Stationerne har været opstillet på enten puttinggreen eller på indspilsgreen, idet opstilling på en green hvortil der sker indspil, af hensyn til golfspillet ikke kan accepteres.

For at vurdere de indsamlede klimadata, er der på de 2 golfbaner udført indgående jordbundsundersøgelser af samtlige greens, hvorunder jordens fysiske forhold er analyseret og beskrevet. Endvidere er græsarternes udbredelse og rodudviklingen undersøgt og beskrevet.

Jordbundsundersøgelsen har vist store forskelle i rodudviklingen og tekturen samt store forskelle i jordens kapacitet for plantetilgængeligt vand. Det er alle faktorer der påvirker hvor hyppigt der skal vandes.

Vandingsanlæggene på de 2 golfbaner er også undersøgt hvad fordeling og vandingsintensitet angår, idet der på de enkelte greens blev placeret regnmålere i et kvadratnet på 5 x 5 m, så hver regnmåler repræsenterede et areal på 25 m<sup>2</sup>.

Undersøgelse af vandingsanlæggene har vist stor uensartethed i vandfordelingen, hvor de dele af en green som får mindst vand tilført, kun får 25 % af hvad der tilføres de dele der får mest. Disse forskelle kan ikke generelt forklares enten ved overlappning eller ved vinddrift. Da det er de dele der får mindst vand tilført, som bestemmer hvor mange minutter den enkelte green skal vandes, bliver den øvrige del i princippet overvandet.

Der er også ved undersøgelsen af vandingsanlægget fundet vandingsintensiteter, som langt overskrider jordens infiltrationskapacitet og som langt overskrider en kraftig

regnbyge. Dette giver anledning til overfladisk afstrømning og dermed vandtab. Men det kan også give anledning til lokal nedsivning og dermed risiko for udvaskning af næringsstoffer.

Nedbør og fordampning har i de 2 undersøgelsesår været atypiske, idet nedbøren i vækstperioden har været stor og større end normalnedbøren. Derfor har behov for vanding været lille og begrænset til relativ korte perioder. Dette gælder især for Viborg, hvorimod der for Sydsjælland var fordampningsunderskud - og dermed behov for vanding - i sidste halvdel af vækstsæsonen 1999.

De største regnintensiteter der i undersøgelsesperioden er målt er for Viborg 22 og 28 mm pr. time og 60 mm pr. døgn.

Klimastationens målinger af jordfugtighed har vist, at kurvernes forløb varierer fra en jordtype til en anden. De har også vist, at kurven for 10 cm dybde, som normalt ligger indenfor rodzonen, kan anvendes til at styre vandingen på den enkelte green efter, medens kurven for 30 cm dybde kan anvendes til at vurdere om der sker nedsivning til undergrunden.

Men når klimastationens målinger på den enkelte green sammenholdes med roddebyde, vækstlagets indhold af plantetilgængeligt vand og vandingsanlæggenes uensartede vandfordeling finder man, at måleresultater på en green kun med stor usikkerhed kan overføres til de øvrige greens.

Greenkeepernes praktiske erfaringer på de 2 golfbaner er samstemmende, at man stoler mere på den praktiske erfaring man har med sin bane, og de observationer man i det daglige gør, end man stoler på de data som klimastationen giver. Dette kan forklares ved den usikkerhed som skyldes de forskelle der som nævnt er i rodudvikling, kapacitet for plantetilgængeligt vand og vandingsanlæggets fordeling.

På grundlag af undersøgelsen kan der konkluderes følgende:

- Klimastationens tekniske udformning gør, at den ikke kan anbringes på en green, hvortil der sker indspil, og kun placering på puttinggreen er aktuelt.
- En ændring af klimastationen, så kun jorddelen anbringes på en green, kan løse problemet med anbringelse på green, hvortil der sker indspil.
- En klimastation kan anvendes til at styre vandingen på den enkelte green, men målte data på en green, kan kun med stor usikkerhed overføres til øvrige greens, idet forskelle i vækstlagets plantetilgængelige vandindhold, forskelle i roddebyde og forskelle i vandingsanlæggets fordeling influerer på overførelsen.
- For at data fra klimastationen kan anvendes på en hel golfbane, skal vækstlagene, rodudviklingen og vandingsanlæggets fordeling på alle greens være meget ensartede.
- Greenkeeperne stoler mere på sin egen erfaring, end på klimastationens data.

- Der er ved undersøgelse af vandingsanlæggene fundet stor variation i vandfordelingen på den enkelte green og mellem de enkelte greens.
- Der er ved undersøgelse af vandingsanlæggene fundet vandingsintensiteter, der langt overskrider vækstlagets infiltrationskapacitet, hvilket giver anledning til overfladiske afstrømninger med risiko for lokal nedsivning og dermed udvaskning af næringsstoffer.
- Det er mere aktuelt at undersøge og justere sit vandingsanlæg, end at investere i klimastation.
- Klimastationen er et udmærket værktøj til at indsamle data i forbindelse med undersøgelser af forskellig art.

# 1. Indledning

## 1.1 Baggrund

For at tage sin del af ansvaret for et fremtidigt godt og bæredygtigt miljø, indledte Dansk Golf Union i 1997 et miljøarbejde, som dels skulle belyse evt. problemer ved drift af golfbaner, og dels inspirere de tilsluttede klubber i deres miljøarbejde. Denne undersøgelse er et led i dette miljøarbejde.

Endvidere oplever man, at amterne bliver mere og mere restriktive i forbindelse med deres tildeling af indvindingstilladelse til vanding af golfbaner. Det er især gældende i tæt befolkede egne, men også andre steder opleves der begrænsninger. Et tredje forhold der har betydning er, at der betales en vandafgift på 5 kr. plus moms - i alt 6,25 kr. pr. m<sup>3</sup> vand. Men situationen er også den, at hvis der overvandes, er der risiko for nedsivning og dermed for udvaskning af næringsstoffer, hvilket foruden tab af næringsstoffer også kan belaste vandmiljøet. Der er således flere grunde til at begrænse vandforbruget.

## 1.2 Metode

Dansk Golf Union har afprøvet Hardy Klimaspyd'ets anvendelighed til styring og begrænsning af vandforbrug på danske golfbaner. Der har været opstillet to spyd nemlig et på Sydsjællands Golfbane og et på Viborg Golfbane. Spydene blev opstillet i efteråret 1997, hvor de blev indkørt. Gennem de 2 vækstsæsoner 1998 og 1999 - og for Viborg delvis gennem år 2000 - er spyddene blevet fulgt, og der er i den tid indsamlet data og erfaringer.

For at have det bedst mulige grundlag for at vurdere de indsamlede data, er der udført tilbunds gående jordbundsundersøgelser af alle greens på de 2 golfbaner.

Tillige er vandingsanlæggene på de 2 golfbaner undersøgt hvad vandingsintensitet og vandets fordeling angår, dels af hensyn til vurdering af de indsamlede data, og dels for om muligt at angive andre metoder til besparelse af vand.

## 1.3 Formål

Formålet med afprøvningen er **primært** at få belyst i hvilket omfang Hardy Klimaspyd kan være et anvendeligt værktøj til at begrænse vandforbrug på danske golfbaner, og **sekundært** at observere, om andre data kan udnyttes i golfbanens daglige drift.

Formålet er endvidere om muligt at anvise andre metoder til besparelse af vand.

## 1.4 Ordforklaring.

Der vil i det efterfølgende forekomme en del ikke kendte ord, hvorfor der som bilag 1 er anført en forklaring på disse ord

# 2. Klimaspynet og dets funktion.

Et klimaspynet er vist i skitse på side 6. Det er i princippet en vejrstation eller en klimastation, som løbende indsamler og lagrer forskellige meteorologiske data. Klimastationen er forsynet med 12 sensorer, der indsamler data som følger:

- Vindhastighed i 2 m højde
- Overfladefugtighed i 2 m højde
- Globalstråling i 2 m højde
- Lufttemperatur i 1,5 og 0,2 m højde
- Luffugtighed i 1,5 og 0,2 m højde
- Nedbør spyd i 1,2 m højde
- Jordtemperatur i 0,1 og 0,3 m dybde
- Jordfugtighed i 0,1 og 0,3 m dybde

Desuden er der placeret regnmåler på gården til måling af nedbør gård.

Forskellen mellem de 2 nedbørsmålinger "nedbør gård" og "nedbør spyd" er, at medens nedbør gård kun opsamler den nedbør der falder som regn, så opsamler nedbør spyd også den nedbør, der tilføres ved kunstig vanding.

De enkelte vejrdata måles med 10 minutters intervaller og for hver 30 minutter beregnes der gennemsnittet af 3 målinger, som sendes fra spydet til gårdstationen, hvor de bliver lagret. De lagrede data kan præsenteres enten som tabeller, grafer eller som udprint.

Klimastationen er udviklet til brug for landmænd eller deres konsulenter med henblik på at vælge optimale tidspunkter for plantebeskyttelse, jordbearbejdning, såning, vanding, gødsning og høst.

### **3. Golfbanens vanding**

#### **3.1 Arealtyper og deres vandingsbehov**

En golfbane består af forskellige arealtyper med forskelligt plejebehov, og som derfor også har forskelligt vandingsbehov. Vandingsbehovet er også bestemt af jordbundsforhold og jordens kapacitet for plantetilgængeligt vand.

En golfbane består normalt af 18 huller, og for det enkelte hul er teestedet det sted hvorfra man slår bolden ud. Teesteder plejes relativt intensivt, og de er udsat for stor slidtage, hvorfor græsset her skal have en god retableringsevne. Derfor bliver teesteder vandet på langt de fleste golfbaner, og der er normalt her installeret automatisk vandingsanlæg med pop-up sprinklere.

Fra teestedet slås bolden ad fairway frem mod greenen. Fairway plejes ikke så intensivt, men omtrent som en græsplæne eller som en fodboldbane. Der stilles ikke så store krav til fairways standard, og om der er behov for vanding her vil afhænge af jordbund og dens kapacitet for plantetilgængeligt vand. På golfbaner som ligger på sandjord, vil der alt andet lige være et større behov for vanding, end på en bane der ligger på lerjord.

Greens hvortil bolden spilles, og hvor den skal puttes i hul, plejes meget intensivt. Græsset klippes her ned i 5 mm højde og undertiden endnu lavere, hvilket vil begrænse rodudviklingen. Hertil kommer, at greens anlægges af sandholdigt materiale og med en relativ lille kapacitet for plantetilgængeligt vand. Disse forhold gør, at der altid er behov for vanding af greens dog afhængig af nedbørsforhold. Ved afprøvningen fokuseres udelukkende på greens.

De øvrige arealer på en golfbane vandes ikke.

#### **3.2 Vandingsanlæggets normale indretning**

En golfbanes vandingsanlæg forsynes med vand enten fra det lokale vandværk eller fra egen boring alternativt evt. fra overfladevand. Fra pumpen er der nedgravet jordledninger til fordeling af vandet på golfbanen. De enkelte greens eller teesteder bliver normalt vandet fra de såkaldte pop-up sprinklere, hvor greens ofte er forsynet med 4-5 stk., og teesteder med en enkelt eller to. I enkelte tilfælde kan der til vanding af fairways her være placeret sprinklere, men i de fleste tilfælde er der placeret udtag med passende mellemrum, og vandet fordeles med mobile vandingsmaskiner af forskellig fabrikat.

## **4. Jordbundsforhold på Sydsjællands Golfbane**

### **4.1 Beskrivelse af jordbunden**

For at få et overblik over jordbundsforholdene er der for samtlige greens foretaget en grundig jordbundsundersøgelse. Undersøgelsen er foretaget med prøvebor i vækstlagets tykkelse for dels en visuel bedømmelse og dels for prøveudtagning til undersøgelse på laboratorium. Undersøgelsen er foretaget for at få et overblik over følgende forhold:

- Vækstlagets tykkelse og ensartethed på den enkelte green herunder evt. lagdeling.
- Roddybde.
- Vækstlagets tekstur eller mekaniske sammensætning.
- Vækstlagets struktur eller volumenvægt.
- Vækstlagets markkapacitet og visnegrænse. Kapacitet for plantetilgængeligt vand fremkommer som differens.

#### **4.1.1 Vækstlaget, roddybden og græsarter.**

Ifølge det oplyste og konstaterede ved jordbundsundersøgelsen kan forholdene beskrives således:

**Hul 10-18:** Sløjfen med disse ni huller er etableret først. På denne del er greens opbygget af relativ grov sand tilført udefra. Der blev her konstateret en vækstlagstykkelse på 20-25 cm, hvorfor der regnes med gennemsnitlig 22,5 cm. Roddybden er bestemt til 15 cm. Græsset består af en ensartet blandingsbestand af arterne krybhvene og enårig rapgræs.

**Hul 1-9:** På den senest anlagte sløjfe med hullerne 1-9 er greens opbygget af harpet muld indvundet på stedet. Her er vækstlaget målt til 25-30 cm tykkelse og der regnes med gennemsnitlig 27,5 cm. Roddybden er her bestemt til 15 cm. Græsset består af en ensartet blandingsbestand af arterne krybhvene og enårig rapgræs.

**Puttinggreen:** Den er opbygget af forhåndenværende muld der er meget stenet og med et lavt humusindhold. Vækstlagets tykkelse er bestemt til 25 cm og roddybden til 15 cm. Græsset består af en ensartet blandingsbestand af arterne krybhvene og enårig rapgræs.

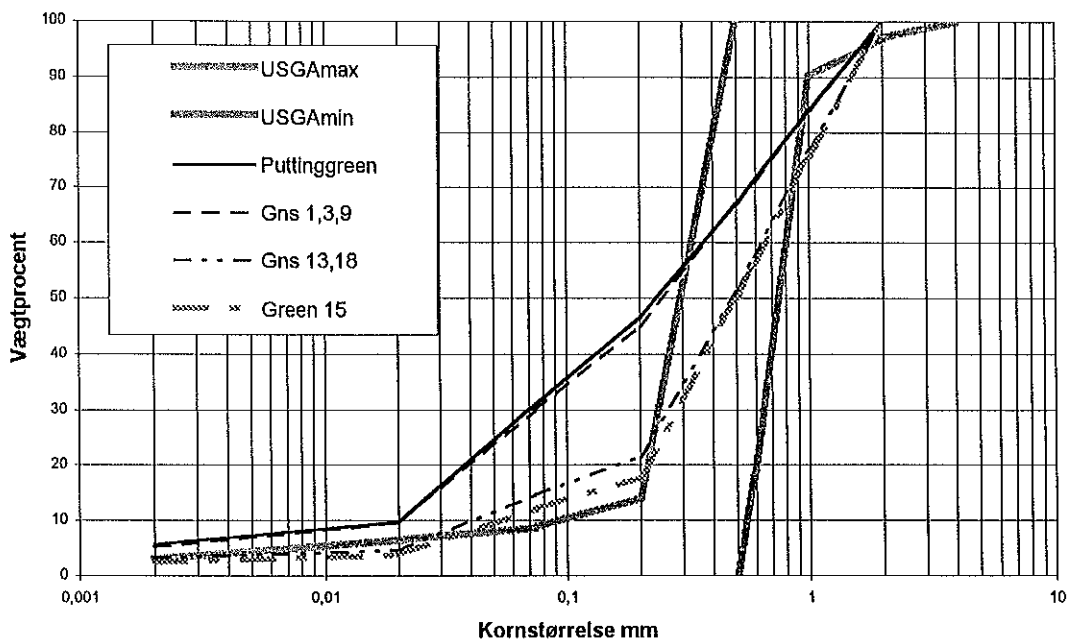
**Indspilsgreen:** Den er opbygget og anlagt i 1998 - altså i forsøgsperioden. Vækstlaget er opbygget af affaldsjord fra sukkerfabrik, der fremkommer efter vask af sukkerroer. Det består af ret enskornet sand, hvor de finere ler- og humuspartikler i sagens natur er vasket ud af. Vækstlaget er udlagt i mere end 30 cm tykkelse og roddybden har udviklet sig til 30 cm. Denne green er anlagt med en blanding af alm. hvene og rødsvingel, og der har i perioden været en ensartet blandingsbestand af disse 2 græsarter.

#### **4.1.2 Vækstlagets tekstur**

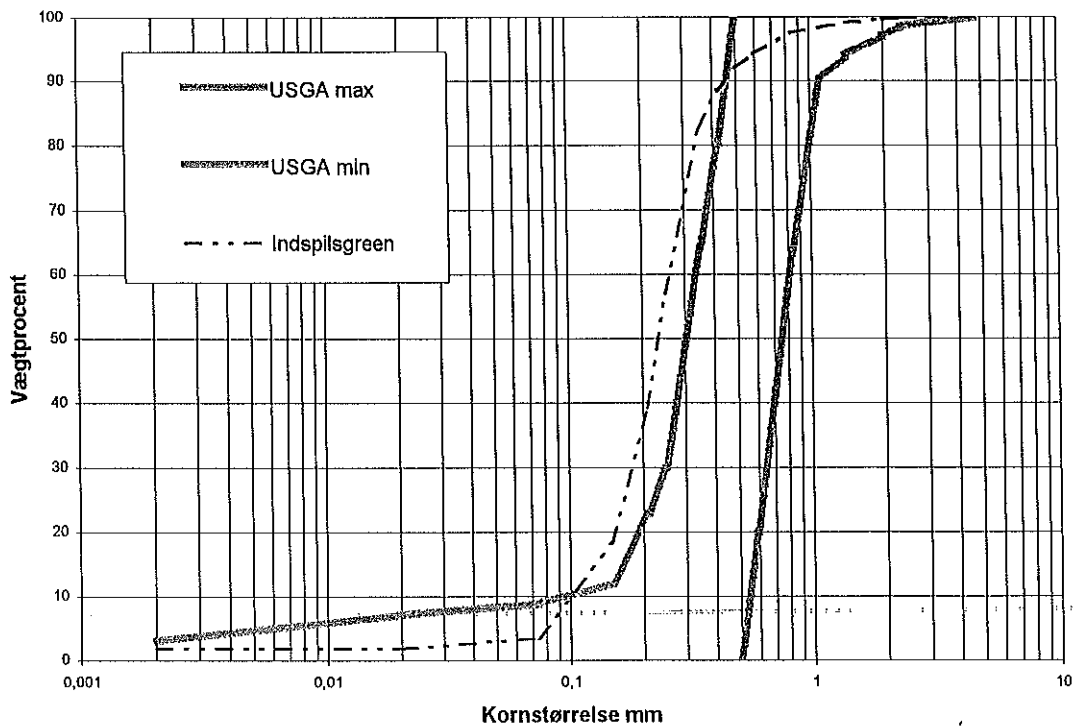
Der er udtaget jordprøver fra 6 repræsentative greens og af puttinggreenen, og før udlægning fra vækstlaget til indspilsgreen. Disse prøver er analyseret for tekstur og for sidstnævnte er der også lavet sigteanalyse. Resultaterne heraf fremgår af bilag 2, Analyserapport fra Hedeselskabets Laboratorium Registernr. 046952, 2 sider.

Resultaterne herfra er optegnet i diagrammer figur 1 og 2, hvor prøver der er næsten ensartet er optegnet sammen som gennemsnit. Det skal her bemærkes, at kurver der er baseret på teksturanalyse, kan være mindre S-formet, end kurver baseret på sigteanalyse, idet førstnævnte er tegnet efter et færre antal punkter. Kurven i figur 2 er baseret på sigteanalyse, og er som det ses mere S-formet, end kurverne i fig. 1. Kurverne er vist sammen med kurver konstrueret ud fra USGA-normerne.

**Figur 1: Sydsjællands Golfbane. Kornkurver (teksturanalyser) for greens i forhold til USGA-normer**



**Figur 2: Sydsjællands Golfbane. Kornkurver (sigteanalyse) for indspilsgreen i forhold til USGA-normer**



**Green 1-9:** Disse greens er som nævnt anlagt samtidig. Jorden kan karakteriseres som en "Grovsandet jord" - jordtype JB1 ifølge Dansk Jordklassificering. (Prøven fra green 1 har dog 0,2 % for højt et lerindhold). Humusindholdet er omkring 2 %. Jorden er meget ensartet på de 3 analyserede greens, og er mere finkornet og mere flad end efter USGA-normerne.

**Green 10-18:** Også disse greens er anlagt samtidig, men nogle år tidligere end de øvrige. Denne jord kan også karakteriseres som en "Grovsandet jord" - Jordtype JB1, men med kun halvt så højt et ler- og siltindhold og halv så højt et finsandsindhold, som green 1-9. Humusindhold er også omkring 2 %. Jorden på disse greens er relativt ensartet, men green 15 skiller sig ud, idet den har et lavere indhold af finsand. Kurverne nærmer sig USGA-normerne, og en sigteanalyse vil måske vise en mere S-formet kurve og et rimeligt sammenfald.

**Puttinggreenens** tekstur ligner til forveksling teksturen for green 1-9, men har et lavere humusindhold. Vækstlaget er også mere stenet, men det fremgår ikke af analysen.

**Vækstlaget til indspilsgreen:** Teksturen herfor er en mellemting mellem de øvrige, men prøven har et meget lavt ler-, silt- og humusindhold. Kornkurven figur 2, der er baseret på en sigteanalyse, har samme stejle forløb som efter USGA-normerne, hvilket indikerer enskornethed, men den er forskudt til venstre herfor - altså mere finkornet.

#### 4.1.3 Vækstlagets struktur

En jord består af et system af faste partikler og et system af hulrum, der kan betragtes som luft- eller vandfyldte porer. Systemet af porer kan opdeles i grovporer og i finporer, hvor afdræning af overskudsnedbør og luftskifte sker i de groveste porer, medens det vand der tilbageholdes i de fine porer, dels kan udnyttes af planterne dels er så fast bundet, at det ikke kan udnyttes. De faste partikler udgør omkring 50 % afhængig af hvor tæt jordens partikler er lejret. Når procentdelen af faste partikler ved tæt lejring overstiger 60 %, opstår der problemer. Ifølge USGA-normerne foreskrives der et totalt porevolumen på 35-55 %.

Dybde	Green 1	Green 3	Green 13	Green 15	Putting-green	Nye indspilsgreen	Middel (ekskl. nye indspilsgreen)
5-10 cm	1,55 1,58	1,59 1,60	1,44 1,51	1,45 1,48	1,64 1,65	(1,25) (1,23)	1,55
15-20 cm	1,57	1,52	1,49	1,71	1,48	(1,29)	1,55
Middel	1,57	1,57	1,48	1,55	1,59	(1,26)	1,55
Fast stof	59 %	59 %	56 %	58 %	60 %	(48 %)	58 %
Porevolumen	41 %	41 %	44 %	42 %	40 %	(52 %)	42 %

Tabel 1. Volumenvægt i g/cm<sup>3</sup> bestemt ved 3 ringprøver for 6 forskellige greens på Sydsjællands Golfbane. Prøverne for den nye indspilsgreen er udtaget i vækstlag og før dette er lagt ud, og resultat derfor ikke sammenlignelig med øvrige. Der er beregnet middel for de forskellige prøveudtagningsdybder.

Når en jord komprimeres, sker der i al sin enkelthed det, at de faste partikler bliver tættere lejret og procentdelen af porer reduceres, og det vil især være grovporevolumet der reduceres. Derfor opstår der problemer med infiltration af vand og med afdræning af overskudsnedbøren, men også luftskiftet og dermed røddernes iltforsyning bliver for ringe,



ligesom der i værste tilfælde kan opstå problemer med rodvækst på grund af mekanisk modstand.

Den sikreste metode til at bestemme strukturen er ved bestemmelse af volumenvægten i tørret tilstand. Resultater af bestemmelsen af volumenvægten på 6 forskellige greens fremgår af tabel 1.

Det ses af tabel 1, at porevolumet ligger i den lave ende af hvad der foreskrives efter USGA-normerne. For indspilsgreenen er niveauet højt, men da prøven her ikke er udtaget efter vækstlaget er lagt ud, er det ikke direkte sammenligneligt, men niveauet er uden tvivl højt. Det indikeres også af, at rodudviklingen er god på denne green.

#### 4.1.4 Markkapacitet, visnegrænse og kapacitet for plantetilgængeligt vand.

Ved en retentionsanalyse bestemmes en jords evne til at tilbageholde vand og dens evne til at stille det til rådighed for planterne. En sådan analyse er udført for greens 1, 3, 13 og 15 samt for puttinggreen og for prøve af vækstlag til indspilsgreen. På grundlag af disse resultater er der beregnet de i tabel 2 anførte tal.

Green	mm vand pr. cm jorddybde			Kapacitet for plantetilgængeligt vand ved:	
	ved markkapacitet	ved visnegrænse	plantetilgængeligt vand		
1	2,1	0,4	1,7	27,5 cm vækstlag:	15 cm roddybde:
3	2,2	0,4	1,8		
Middel 1-3	2,2	0,4	1,8		
<b>Green 1-9</b>	<b>2,2</b>	<b>0,4</b>	<b>1,8</b>	<b>50 mm</b>	<b>27 mm</b>
13	1,7	0,3	1,4	22,5 cm vækstlag:	15 cm roddybde:
15	1,6	0,3	1,3		
Middel 15-13	1,7	0,3	1,4		
<b>Green 10-18</b>	<b>1,7</b>	<b>0,3</b>	<b>1,4</b>	<b>29 mm</b>	<b>20 mm</b>
<b>Puttinggreen</b>	<b>1,6</b>	<b>0,3</b>	<b>1,3</b>	<b>25 cm vækstlag:</b> <b>33 mm</b>	<b>15 cm roddybde:</b> <b>20 mm</b>
<b>Indspilsgreen</b>	<b>0,43</b>	<b>0,06</b>	<b>0,4</b>	<b>30 cm vækstlag</b> <b>12 mm</b>	<b>30 cm roddybde</b> <b>12 mm</b>

Tabel 2: Tabel over mm vand pr. cm jorddybde for de undersøgte greens på Sydsjællands Golfbane samt kapacitet for plantetilgængeligt vand ved aktuelle vækstlagstykkelse og aktuelle roddybde. Prøverne er repræsentative for de respektive hold af greens.

I tabellen er der regnet med den vækstlagstykkelse, der ved undersøgelsen blev fundet i marken. I praksis vil der være mindre vand til rådighed for planterne, idet det vil være

begrænset til det vand der findes inden for rodzonen. Derfor er der også regnet med den aktuelle roddebyde.

Markkapacitet er den vandmængde jorden kan tilbageholde, uden der sker afdræning. Såfremt der vandes - eller der kommer nedbør ud over markkapacitet, sker der afdræning, og der er risiko for udvaskning af næringsstoffer. Det fremgår af tabellen, at markkapaciteten for green 10-18 er 4 gange så stor - og for green 1-9 hele 5 gange så stor som for indspilsgreenen. Det betyder, at der skal vandes med mindre mængder men hyppigere på indspilsgreenen, end på de øvrige greens, men det betyder også, at risiko for udvaskning af næringsstoffer er størst på indspilsgreenen.

Det kan endvidere udledes af tabellen, at den plantetilgængelige vandmængde på indspilsgreenen er mindre end halv så stor som på green 1-9, og det på trods af den dybe rodudvikling på indspilsgreenen. Det betyder, at der går dobbelt så lang tid før de to hold greens kommer til at lide af vandmangel, som det gør for indspilsgreenen.

## 5. Jordbundsforhold på Viborg Golfbane

### 5.1 Beskrivelse af jordbunden

For at få et overblik over jordbundsforholdene er der for samtlige greens foretaget en grundig jordbundsundersøgelse. Undersøgelsen er foretaget med prøvebor i vækstlagets tykkelse for dels en visuel bedømmelse og dels for prøveudtagning til undersøgelse på laboratorium. Undersøgelsen er foretaget for at få overblik over følgende forhold:

- Vækstlagets tykkelse og ensartethed på den enkelte green herunder evt. lagdeling af betydning.
- Roddybde.
- Vækstlagets tekstur eller mekaniske sammensætning.
- Vækstlagets struktur eller volumenvægt.
- Vækstlagets markkapacitet og visnegrænse. Kapacitet for tilgængeligt vand fremkommer som differens.

#### 5.1.1 Vækstlaget, roddybden og græsarter.

Ifølge det oplyste og hvad der er konstateret ved jordbundsundersøgelsen kan forholdene beskrives som følger:

Banen er opbygget i flere etaper, og der er hovedsagelig anvendt harpet muld indvundet på stedet i nogle tilfælde dog tilført udefra.

**Vækstlaget:** Tykkelsen varierer fra 20-30 cm og der er regnet med gennemsnitlig 25 cm.

**Roddybde:** På green 1-18 og gamle puttinggreen er roddybden 8-10 cm og der er regnet med gennemsnitlig 10 cm. På den nye indspilsgreen, der er anlagt i 1996, er der et dybtgående rodsystem, der er bestemt til 25 cm dybde.

**Græsarter:** På green 1-18 og gamle puttinggreen, består græsset hovedsagelig af enårig rapgræs, med et mindre islæt af krybhvene - maksimalt 25 %. Den nye indspilsgreen er anlagt med en blanding alm. hvene og rødsvingel, og har en bestand hvor der efterhånden er overvægt af alm. hvene og med et mindre islæt af enårig rapgræs.

#### 5.1.2 Vækstlagets tekstur.

Med baggrund i jordbundsundersøgelsen blev der til teksturanalyse udtaget repræsentative jordprøver fra green 6, 14, og 17 samt fra nye indspilsgreen. Endvidere foreligger der fra tidligere jordbundsundersøgelser resultat af teksturanalyse for green 1, 4, 10 og 12, som også er anvendt.

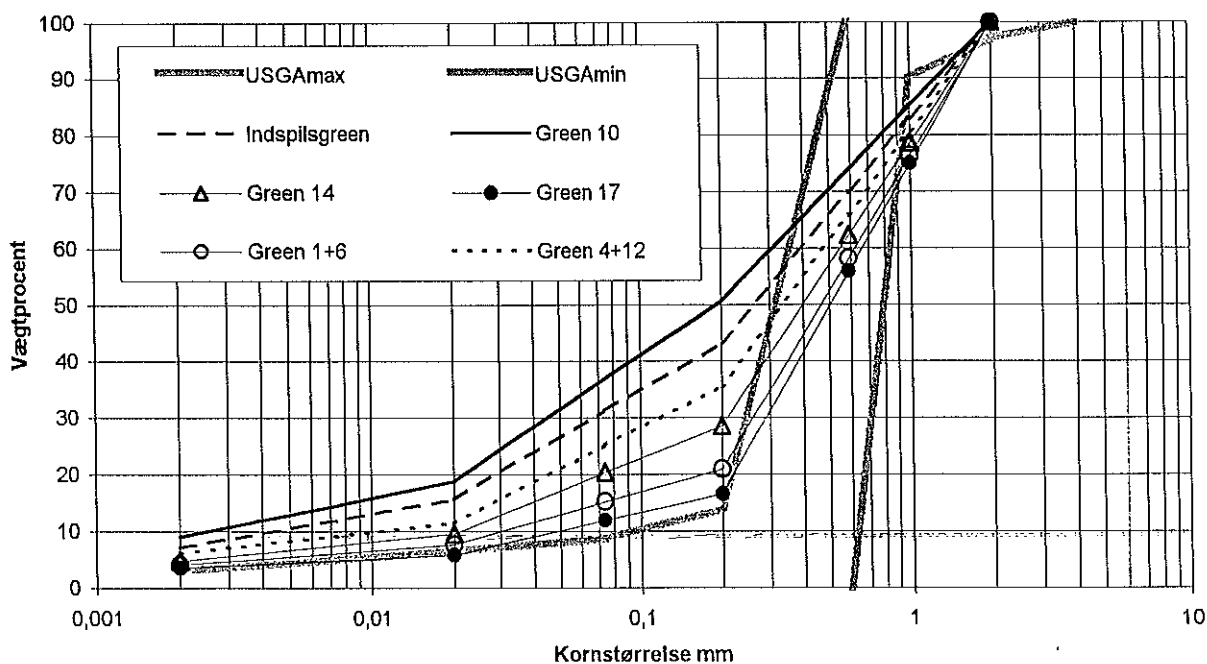
Resultaterne heraf er samlet i tabel 3, hvor af det også fremgår, at jorden kan karakteriseres som en "Grovsandet jord, JB 1" eller en "Grov lerblandet sandjord, JB 3". Humusindholdet er omkring 2 %.

Resultaterne af teksturanalyse er tillige optegnet i diagram, figur 3, hvor green 4+12 og green 1+6, der er nært sammenfaldende, er slået sammen. Det skal bemærkes, at kurverne kan være mere S-formet end her, idet de er baseret på teksturanalyse og ikke på en sigteanalyse. Kurverne er i diagrammet vist sammen med kurver konstrueret ud fra USGA-normerne.

	Indspilsgreen	Green 1	Green 4	Green 6	Green 10	Green 12	Green 14	Green 17
Humus	1,8	1,9	1,7	2,6	2,1	1,7	1,8	2
Ler, under 0,002 mm	6,9	3,9	6,3	4	8,8	5,7	4,7	3,5
Silt, 0,002-0,02 mm	8,5	3	5,8	4	9,6	4,7	4,7	2,2
Finsand, 0,02-0,2 mm	26,9	14,2	22,9	11,8	31,1	24,3	18,7	10,6
Grovsand, 0,2-2,0 mm	55,9	77	63,3	77,6	48,4	63,6	70,1	81,7
Sum	100	100	100	100	100	100	100	100
Jordtype - JB nr.	3	1	3	1	3	3	1	1
Betegnelse	Grov lerblandet sandjord	Grovsandet jord	Grov lerblandet sandjord	Grovsandet jord	Grov lerblandet sandjord	Grov lerblandet sandjord	Grovsandet jord	Grovsandet jord

Tabel 3: Viborg Golfbane - tabel for tekstur, jordtype og betegnelse efter den danske jordbundsklassificering.

Figur 3: Viborg Golfbane. Kornkurver (teksturanalyser) for greens i forhold til USGA-normer



Det fremgår af figur 3, at kurverne for green 10, 4+12, 14 og nye indspilsgreen ligger til venstre og højere end øvrige kurver, og er dermed de mest finkornede. Kurven for green 17, er derimod den der ligger lavest og mest til venstre og nærmest USGA-normerne. Hvis der blev foretaget sigteanalyse på prøve herfra, kan kurven vise sig at have et mere S-formet forløb, og kan da ligge tæt på USGA-normerne.

Der er ikke lavet teksturanalyse af gamle indspilsgreen, men da den er anlagt sammen med green 4 og 14, må det skønnes, at tekturen omtrent svarer til tekturen for disse greens.

### 5.1.3 Vækstlagets struktur

En jord består af et system af faste partikler og et system af hulrum, der kan betragtes som luft- eller vandfyldte porer. Systemet af porer kan opdeles i grovporer og i finporer, hvor afdræning af overskudsnedbør og luftskifte sker i de groveste porer, medens det vand der tilbageholdes i de fine porer, dels kan udnyttes af planterne dels er så fast bundet, at det ikke kan udnyttes. De faste partikler udgør omkring 50 % afhængig af hvor tæt jordens partikler er lejret. Når procentdelen af faste partikler ved tæt lejring overstiger 60 %, opstår der problemer. Ifølge USGA-normerne foreskrives der et totalt porevolumen på 35-55 %.

Når en jord komprimeres, sker der i al sin enkelhed det, at de faste partikler bliver tættere lejret og procentdelen af porer reduceres, og det vil især være grovporevolumet der reduceres. Derfor opstår der problemer med infiltration og med afdræning af overskudsnedbøren, men også luftskiftet og dermed røddernes iltforsyning bliver for ringe, ligesom der i værste tilfælde kan opstå problemer med rodvækst på grund af mekanisk modstand.

Den sikreste metode til at bestemme strukturen er ved bestemmelse af volumenvægten. Resultater af volumenvægten på 4 greens fremgår af tabel 4.

Dybde	Green 6	Green 14	Green 17	Nye indspilsgreen	Middel
5-15 cm	1,64 1,73	1,73 1,71	1,51 1,60	1,52 1,51	1,62
15-20 cm	1,55	1,67	1,55	1,54	1,58
Middel	1,64	1,70	1,55	1,52	1,60
Fast stof	62 %	64 %	58 %	57 %	60 %
Porevolumen	38 %	36 %	42 %	43 %	40 %

Tabel 4. Volumenvægt i g/cm<sup>3</sup> bestemt ved 3 ringprøver for 4 forskellige greens på Viborg Golfbane. Der er beregnet middel for de forskellige prøveudtagningsdybder.

Det ses af tabel 4, at porevolumet er i underkanten af, hvad der foreskrives efter USGA-normerne.

### 5.1.4 Markkapacitet, visnegrænse og kapacitet for plantetilgængeligt vand.

Ved en retentionsanalyse bestemmes en jords evne til at tilbageholde vand og dens evne til at stille det til rådighed for planterne. En sådan analyse er udført for green 6, 14, 17 og den nye indspilsgreen. På grundlag af resultaterne heraf er der beregnet de i tabel 5 anførte tal.

I tabellen er der regnet med den vækstlagstykkelse, der ved undersøgelsen blev fundet i marken. I praksis vil der være mindre vand til rådighed end det tilgængelige vand i vækstlaget, idet kun den vandmængde der er indenfor rodzonen, kan optages af planterne.

Green	mm vand pr. cm jorddybde			Kapacitet for plantetilgængeligt vand ved:	
	ved markkapacitet	ved visnegrænse	Plantetilgængeligt vand		
Green 6	2,0	0,4	1,6	25 cm vækstlag	10 cm roddybde
Green 14	1,8	0,3	1,5		
Green 17	1,6	0,2	1,4		
Middel 6-17	1,8	0,3	1,5		
<b>Green 1-18 og gl. indspilsgreen</b>	<b>1,8</b>	<b>0,3</b>	<b>1,5</b>	<b>37,5 mm</b>	<b>15 mm</b>
<b>Nye indspilsgreen</b>	<b>2,0</b>	<b>0,5</b>	<b>1,5</b>	<b>25 cm vækstlag 37,5 mm</b>	<b>25 cm roddybde 37,5 mm</b>

Tabel 5: Tabel over mm vand pr. cm jorddybde for de undersøgte greens på Viborg Golfbane samt kapacitet for plantetilgængeligt vand i den aktuelle vækstlagsdybde og aktuelle roddybde. Prøverne til analyse er udtaget som repræsentative for alle greens.

Markkapacitet er som tidligere nævnt den vandmængde jorden kan tilbageholde, uden der sker afdræning, og såfremt vanding eller nedbør overstiger markkapaciteten, sker der afdræning, og der bliver risiko for udvaskning af næringsstoffer. Her er markkapaciteten omtrent ens overalt.

Hvis vi ser på kapacitet for tilgængeligt vand, er den 2,5 gange så stor for den nye indspilsgreen som for de øvrige greens. Det forhold gør, at der også går 2,5 gange så lang tid før græsset på denne green kommer til at mangle vand.

## 6. Vandingsanlægget på Sydsjællands Golfbane.

### 6.1 Beskrivelse af vandingsanlægget.

Anlægget er opdelt i 2 styresystemer, hvor det ældste system i store træk dækker banens ældste del (greens 10-18). Dette system virker ved hjælp af tynde vandrør, som står i forbindelse med en ventil ved hver enkelt green, hvor fordelingsledninger til de enkelte sprinklere forgrener sig. Disse ventiler åbnes eller lukkes ved at ændre trykket i vandrørene, for på den måde at fordele vandet til de enkelte greens.

På den anden del, som i store træk dækker banens yngste halvdel (greens 1-9), styres fordelingen af vandet ved hjælp af elstyrede magnetventiler ligeledes placeret, hvor fordelingsledninger til de enkelte sprinklere forgrener sig.

De enkelte greens er forsynet med 3 eller 4 sprinklere - en enkelt dog med 5 - og indspilsgreenen med 6. Sprinklerne er af forskellig alder og fabrikation.

For begge styresystemer gælder, at programmet kan indstilles, så de enkelte greens vandes et valgt antal minutter, og hvor programmet køres igennem indenfor et givet tidsrum - typisk i løbet af natten. Ingen af styresystemerne er så fleksible, at de kan indstilles til at vande i flere intervaller, f.eks. med en forvanding på 2-3 minutter, og en senere vanding med større mængde, f.eks. 15 minutters vanding. Dette vil kræve manuel opstart, ligesom vanding f.eks. hver anden dag også kræver, at anlægget tændes og slukkes dagligt.

Hverken teesteder eller fairways bliver vandet på Sydsjællands Golfbane.

### 6.2 Undersøgelse af vandingsanlægget.

Vandingsanlægget er undersøgt hvad fordeling og vandingsintensitet angår. Den enkelte green blev opdelt i et kvadratnet, hvor hver kvadrat dækker  $5 \times 5 \text{ m} = 25 \text{ m}^2$ . Centralt i hver kvadrat er der anbragt regnmåler til opsamling af vandingsvandet. Herefter er der vandet i 15 eller 20 minutter, og den opsamlede vandmængde er omregnet til mm pr. time. Tillige er trykket ved den enkelte sprinkler målt.

Resultatet af undersøgelsen er vist på skitser ved at indlægge et kvadratnet over tegning af hver enkelt green, og den målte vandmængde i mm pr. time er vist med tal i hvert enkelt kvadrat. For at illustrere fordelingen er hver enkelt kvadrat endvidere skygget med forskellig farveintensitet varieret efter vandingsintensitet. Typiske resultater er vist på bilagene 3, 4 og 5 for henholdsvis green 5, 16 og indspilsgreen.

Resultatet af målingerne er tillige vist i tabel 6, hvor der for den enkelte green er vist mindste, største og gennemsnitlige vandingsintensitet. Der er også her udregnet middeltal for de 2 hold greens og for alle greens.

Det fremgår af tabel 6, at der er store variationer i vandingsintensiteten de 2 hold greens imellem. Men det fremgår også, at der er en meget uensartet fordeling på den enkelte green, og det gælder især på greens 1-9.

Green:	Tryk i atmosfære	Målt vandingsintensitet pr. kvadrat i mm pr time		
		Mindste, (på greenen)	Største, (på greenen)	Gennemsnit (alle målinger)
1	4,7	12	48	26,7
2	5,0	12	56	25
3	4,0	6	40	19
4	4,0	14	52	28
5	4,0	20	48	30
6	4,5	12	40	22
7	4,5	8	32	19
8	4,0	8	36	24
9	3,75	8	36	17,5
<b>Middel 1-9</b>		<b>11,1</b>	<b>43,1</b>	<b>23,5</b>
10	4,3	6	15	8,2
11	2,0-2,8	3	20	12,8
12	3,5-4,0	5	24	11,3
13	3,8-4,0	3	21	10,5
14	4,0	6	18	10,9
15	4,2	6	21	11,3
16	3,5-4,0	3	26	10,8
17	3,5-4,0	6	18	11,4
18	3,0-3,5	3	18	9,2
<b>Middel 10-18</b>		<b>4,6</b>	<b>20,1</b>	<b>10,7</b>
<b>Indspilsgreen</b>	2,5	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>10,0</b>
<b>Middel alle greens</b>		<b>7,7</b>	<b>30,7</b>	<b>16,7</b>

Tabel 6. Tabel over resultatet af måling af vandingsintensitet på de enkelte greens på Sydsjællands Golfbane opdelt i 2 hold efter anlægstidspunkt og styringssystem. Der er beregnet middel for de enkelte hold og for alle greens. Det konstaterede tryk i atmosfære for de enkelte greens fremgår også af tabellen.

### 6.3. Teoretisk vandingshyppighed

I det efterfølgende skal der ses på den teoretiske vandingshyppighed, som vil afhænge af klimaet og fordampningen i en given periode. I tabel 7 er opstillet tal for potentiel fordampning i forskellige vejsituationer. Ved potentiel fordampning forstås den fordampning, der finder sted fra kortklippet græs, hvis det altid er velforsynet med vand. Dette vil normalt være gældende på en green.

I det følgende er der som grundlag valgt den maksimale fordampning på 5 mm. I tabel 8 er denne fordampning sat i forhold til kapacitet for plantetilgængeligt vand (se tabel 2) for de enkelte greens eller hold heraf.

Fra vanding af græs som landbrugsafgrøde ved man, at når omkring 60-70 % af den plantetilgængelige vandmængde er opbrugt, begynder planterne at lide af vandmangel, og



der sker udbyttenedgang. Da man ved drift af golfbane ønsker jævn vækst i græsset under alle forhold, er der i det efterfølgende regnet med vanding, når 50 % af den plantetilgængelige vandmængde er opbrugt. Tal herfor er også anført i tabel 8.

Vejrsituation:	Potentiel fordampning
Bygevejr, høj luftfugtighed	1 mm pr. døgn
Overskyet, høj luftfugtighed	2 mm pr. døgn
Let skyet, ret tør luft, middeltemperatur	3 mm pr. døgn
Skyfrit, tør luft, høj temperatur, blæst	4 mm pr. døgn
Skyfrit, ekstremt tørt, høj temperatur, blæst	5 mm pr. døgn

Tabel 7. Tabel over potentiel fordampning i forskellige vejsituationer.

Man kan da som det fremgår af tabel 8 udlede, at ved en fordampning på 5 mm pr. døgn, vil der teoretisk være behov for vanding med hyppigheder der varierer fra hver 3. dag til daglig vanding.

	Kapacitet for plantetilgængeligt vand i rodzonen	50 % af kapacitet for plantetilgængeligt vand i rodzonen	Vandingshyppighed ved 5 mm fordampning pr. døgn
Green 1-9	27 mm	13,5 mm	hver 3. dag
Green 10-18	20 mm	10 mm	hver 2. dag
Puttinggreen	20 mm	10 mm	hver 2. dag
Indspilsgreen	12 mm	6 mm	daglig

Tabel 8. Teoretisk vandingshyppighed på Sydsjællands Golfbane ved maksimal fordampning på 5 mm døgn beregnet på grundlag af 50 % af kapacitet for plantetilgængeligt vand i rodzonen.

Såfremt denne hyppighed anvendes, kan der på grundlag af de målte eller beregnede vandingsintensiteter (se tabel 6) udregnes hvor mange minutter der skal vandes for at supplere den fordampede vandmængde. Dette er gjort i tabel 9.

	Middel vandingsintensitet		Vandingstid for supplering til markkapacitet:
	Pr. time	Pr. minut	
Green 1-9	23,5 mm	0,39 mm	35 minutter hver 3. dag med 14 mm
Green 10-18	10,7 mm	0,18 mm	55 minutter hver 2. dag med 10 mm
Indspilsgreen	10,0 mm	0,17 mm	30 minutter daglig med 5 mm

Tabel 9. Tabel for teoretisk vandingstid og -hyppighed for supplering til markkapacitet på Sydsjællands Golfbane ved maksimal fordampning på 5 mm/døgn, når vanding udsættes til omkring 50 % af den plantetilgængelige vandmængde er opbrugt. Ved lavere fordampning reduceres hyppigheden forholdsvis.

Der regnes normalt med, at ved korrekt vanding lades jorden tørre ud mellem hver vanding her ansat til 50 % af den plantetilgængelige vandmængde er fordampet, hvorefter der vandes op til markkapacitet. Hvis man skal følge denne fremgangsmåde her, skal man som det kan udledes af tabel 9 vande med forskellige hyppigheder på de 2 hold greens og på indspilsgreenen. Det vil selvsagt give store vanskeligheder i praksis, og vil derfor ikke finde sted, og da højst for indspilsgreenen, hvor man kan blive tvunget til det.

#### 6.4 Betydning af uensartet fordeling

For at illustrere hvad den uensartede fordeling af vandet på en green betyder, er der i tabel 10 set på nogle eksempler. Der er for green 5, 16 og indspilsgreen set på forskellen fra en del af en green til en anden. Det er gjort ved at beregne middel vandingsintensitet for dele af den enkelte green. Disse dele udgør enten 6 felter a' 25 m<sup>2</sup> = 150 m<sup>2</sup> eller halvdelen af en green svarende til 9 felter a' 25 m<sup>2</sup> = 225 m<sup>2</sup>. Af tabellens sidste kolonne fremgår hvor meget der reelt tilføres på den enkelte del af en green.

	Middel vandingsintensitet		Teoretisk vandingstid og -hyppighed for supplerung til markkapacitet og den reelle tilførsel:		
			Vandingstid og -hyppighed	mm for supplerung til markkapacitet	Reel tilførsel
	Pr. time	Pr. minut			
<b>Green 5, forreste del = 150 m<sup>2</sup></b>	36 mm	0,60 mm	35 minutter hver 3. dag	14 mm	21 mm
bagerste del = 150 m <sup>2</sup>	23 mm	0,38 mm			
<b>Green 16, forreste del = 150 m<sup>2</sup></b>	18 mm	0,30 mm	55 minutter hver 2. dag	10 mm	17 mm
Bagerste del = 150 m <sup>2</sup>	8 mm	0,13 mm			
<b>Indspilsgreen, forreste halvdel = 225 m<sup>2</sup></b>	10 mm	0,17 mm	30 minutter daglig	5 mm	5 mm
bagerste halvdel = 225 m <sup>2</sup>	10 mm	0,16 mm			

Tabel 10. Tabel over reel vandfordeling på udvalgte greens, når der ved maksimal fordampning og efter at ca. 50 % af det plantetilgængelige vand er opbrugt, vandes til markkapacitet med den teoretisk beregnede vandmængde (se tabel 9).

På f.eks. green 5 - forreste del bliver der tilført 60 % mere vand end på bagerste del, og på green 16 bliver der på forreste del tilført 125 % mere end på bagerste del. På indspilsgreen er der derimod en fuldstændig ensartet fordeling.

Da det er den del af en green som får mindst vand, som i praksis vil bestemme hvor mange minutter en green vandes, vil der uvægerligt ske enten nedsivning, eller hvis jordens infiltrationskapacitet overskrides - overfladisk afstrømning på de dele af en green, som bliver overvandet.

Ovennævnte eksempler illustrerer hvor væsentligt det er med en jævn fordeling, og disse problemer vil forstærkes, hvis man går ned og ser på endnu mindre felter af en green. Ved de fremdragne eksempler er der anvendt den teoretisk mest korrekte vandingsstrategi, men uanset om man vander meget eller lidt, eller man vander ofte eller sjældent, vil den samme problematik være til stede.

### **6.5 Vækstlagets infiltrationskapacitet og vandingsintensitet**

Ved en jords infiltrationskapacitet forstås den hurtighed hvormed jorden kan optage vand. Infiltrationskapaciteten er bestemt af flere forhold herunder jordens tekstur, jordens struktur og jordens vandindhold. Når infiltrationskapaciteten overskrides, stagnerer vandet på overfladen, og hvis terrænet hælder strømmer det af mod lavere terræn og samles evt. i lavpunkter. I så tilfælde er der risiko for nedsivning her og dermed risiko for udvaskning af næringsstoffer.

I forbindelse med undersøgelse af vandingsanlæggets fordeling blev der ikke registreret omfang af overfladisk afstrømning, men det stod klart, at det skete i stor udstrækning for greens 1-9. Derfor er der efterfølgende lavet observation på 3. og 9. green, og resultatet af 3. green er som eksempel vist i bilag 6. Det fremgår heraf, hvordan infiltrationskapaciteten er overskredet i greenens bagkant, hvorefter vandet samler sig i lavninger og strømmer mod lavere terræn, hvor vandet samles i et lavpunkt, hvor der uvægerligt vil ske nedsivning og udvaskning af næringsstoffer.

Det er ikke muligt på grundlag af disse observationer at fastsætte infiltrationskapaciteten men skønsmæssigt ligger den for greens 1-9 på 20-25 mm pr. time.

## 7. Vandingsanlægget på Viborg Golfbane.

### 7.1 Beskrivelse af vandingsanlægget.

Vandingsanlægget på Viborg Golfbane blev midt i sæsonen 1998 ramt af lyn, og var derfor ude af funktion resten af denne sæson, som var regnfuld og uden behov for vanding. I den vækstsæsonen 1999 blev anlægget fornyet, og det kan i korthed beskrives som følger:

Omkring den enkelte green ligger en ringledning, hvorpå der er monteret en gruppe på 4-5 sprinklere. Ved indgang til ringledningen sidder en magnetventil, som styres af en dekoder, der får signaler fra anlæggets computer. Alle sprinklere i en gruppe vander således lige lang tid, og giver dermed den samme vandmængde.

På computer kan der indstilles forskellige programmer, hvor minuttal for de enkelte grupper kan varieres, og hvor der f.eks. gennem samme nat kan gennemkøres flere programmer. Ligeledes kan et fastlagt program køres igennem, men hvor det er reduceret til f.eks. 75 %, altså bliver alle programmerede tider reduceret til 75 %.

Programmet kan indstilles på "automatik", og da bliver vandingsanlæggets kapacitet udnyttet bedst muligt, ved at computeren selv finder ud af hvilke grupper der kan køre samtidig.

Den enkelte sprinkler dækker en cirkel, men kan indstilles til sektorvanding (vanding af et givet udsnit af en cirkel). Sprinklerne leveres med 5 forskellige dysere, der ved et givet tryk giver forskellig spreddebrede, forskellig vandforbrug og ydelse i mm pr. time. Ved at variere dysestørrelsen, kan vandfordelingen således varieres.

### 7.2 Undersøgelse af vandingsanlægget.

Vandingsanlægget er undersøgt hvad fordeling og vandingsintensitet angår. Den enkelte green - bortset fra green 7, 9, 13 og 16 - er opdelt i kvadratnet, hvor hver kvadrat dækker  $5 \times 5 \text{ m} = 25 \text{ m}^2$ . Centralt i hver kvadrat er der anbragt regnmåler til opsamling af vandingsvandet. Herefter er der vandet i 15 minutter, og den opsamlede vandmængde er omregnet til mm pr. time.

Resultatet af undersøgelsen er vist på skitser ved at indlægge et kvadratnet over tegning af hver enkelt green, og hvor den målte vandmængde i mm pr. time er vist med tal i hver enkelt kvadrat. For at illustrere fordelingen er hver enkelt kvadrat endvidere skygget med forskellig farveintensitet varieret efter vandingsintensitet. Typiske resultater er vist på bilagene 7 og 8 for henholdsvis green 5 og 11.

Resultatet af målingerne er tillige vist i tabel 11, hvor der for den enkelte green er vist mindste, største og gennemsnitlige vandingsintensitet. Der er også udregnet middeltal for alle greens.

Det fremgår af tabel 11, at der er variationer i vandingsintensiteten, og dermed en uensartet fordeling på den enkelte green. Hvis vi ser på middel, er der en variation fra 3 til 16 mm pr. time fra mindste til største dækning, eller med andre ord, hvor vandingsintensiteten er mindst, gives der mindre end 20 % af, hvad der gives hvor greens får mest vand.

Greens nr.:	Areal i m <sup>2</sup> ifølge opmåling på tegning	Målt vandingsintensitet pr. kvadrat i mm pr time		
		Mindste, (på greenen)	Største, (på greenen)	Gennemsnit (alle målinger)
1	325	4	18	9,7
2	350	3	15	8,5
3	425	3	15	7,8
4	450	4	18	10,9
5	375	4	22	8,6
6	425	1	25	7,7
8	575	4	19	8,6
10	450	3	13	9,0
11	525	3	15	6,1
12	500	3	12	6,0
14	375	1	15	8,0
15	375	3	13	8,3
17	425	4	12	6,9
18	450	3	10	7,0
Middel:	430	3	16	8,0
I alt	6025			
21 greens	9038			

Tabel 11. Tabel over resultatet af måling af vandingsintensitet på de enkelte greens på Viborg Golfbane. Der er beregnet middel for alle greens. Areal i m<sup>2</sup> for de enkelte greens fremgår også af tabellen.

### 7.3 Teoretisk vandingshyppighed.

I det efterfølgende skal der som for Sydsjællands Golfbane ses på den teoretiske vandingshyppighed, som vil afhænge af klimaet og fordampningen i en given periode. Der henvises til tabel 7, hvor der er opstillet tal for potentiel fordampning i forskellige vejr-situationer.

I det følgende er der som grundlag valgt den maksimale fordampning på 5 mm. I tabel 12 er denne fordampning sat i forhold til kapacitet for plantetilgængeligt vand i rodzonen for green 1-18 og for den nye indspilsgreen (se tabel 5). Der er også her regnet med der bør ske vanding når 50 % af den plantetilgængelige vandmængde er opbrugt. Tal herfor er også anført i tabel 12.

	Kapacitet for plantetilgængeligt vand i rodzonen	50 % af kapacitet for plantetilgængeligt vand i rodzonen	Vandingshyppighed ved 5 mm fordampning pr. døgn
Green 1-18	15 mm	7,5 mm	daglig
Indspilsgreen	37,5 mm	19 mm	hver 4. dag

Tabel 12. Teoretisk vandingshyppighed på Viborg Golfbane ved maksimal fordampning på 5 mm pr. døgn beregnet på grundlag af 50 % af kapacitet for plantetilgængeligt vand i rodzonen.

Såfremt denne hyppighed anvendes, kan der på grundlag af målte og beregnede middel vandingsintensitet (se tabel 11) udregnes hvor mange minutter der skal vandes for at supplere den fordampede vandmængde. Dette er gjort i tabel 13.

	Middel vandingsintensitet		Vandingstid for supplering til markkapacitet:
	Pr. time	Pr. minut	
Green 1-18	8 mm	0,13 mm	38 minutter daglig med 5 mm
Ny indsp.green	anslået 8 mm	0,13 mm	150 minutter hver 4. dag med 20 mm

Tabel 13. Tabel for teoretisk vandingstid og -hyppighed på Viborg Golfbane for supplering til markkapacitet, når vanding udsættes til omkring 50 % af den plantetilgængelige vandmængde er opbrugt.

Som tidligere nævnt regnes der normalt med, at ved korrekt vanding lades jorden tørre ud mellem hver vanding her ansat til 50 % af den plantetilgængelige vandmængde er fordampet, hvorefter der vandes op til markkapacitet. Hvis man skal følge denne fremgangsmåde på Viborg Golfbane ser man af tabel 13, at vandingshyppigheden er vidt forskellig mellem green 1-18 og indspilsgreenen. Den store forskel kommer hovedsagelig ved den store forskel i rodudviklingen.

#### 7.4 Betydning af uensartet fordeling

For at illustrere hvad en uensartet fordeling af vandet på en green betyder, er der set på dele af 2 forskellige greens, hvor green 5 har en dårlig vandfordeling og green 11 en god vandfordeling. Eksemplerne er opstillet i tabel 14, hvor der for hver green er beregnet middel vandingsintensitet for hver halvdel af den enkelte green. Hver halvdel på green 5 har 10 felter  $a \cdot 25 \text{ m}^2 = 250 \text{ m}^2$  og hver halvdel af green 11 har 9 felter  $a \cdot 25 \text{ m}^2 = 225 \text{ m}^2$ . Af tabellens sidste kolonne fremgår hvor meget der reelt tilføres på de enkelte dele af en green.

	Middel vandingsintensitet		Teoretisk vandingstid og -hyppighed for supplering til markkapacitet og den reelle tilførsel:		
			Vandingstid og vandingshyppighed	for supplering til markkapacitet	Reel tilførsel
	Pr. time	Pr. minut			
<b>Green 5,</b> forreste del	6,4 mm	0,11 mm	38 minutter daglig	5 mm	4 mm
bagerste del	12,7 mm	0,21 mm			8 mm
<b>Green 11,</b> forreste del	7 mm	0,12 mm	38 minutter daglig	5 mm	4,6 mm
bagerste del	6 mm	0,11 mm			4,2 mm

Tabel 14: Tabel over reel vandfordeling på green 5 og 11 på Viborg Golfbane, når der ved maksimal fordampning og efter 50 % af det plantetilgængelige vand er opbrugt, vandes op til markkapacitet med den teoretisk beregnede vandmængde (se tabel 13).

På green 5, bagerste del bliver der tilført 50 % mere end på forreste del. Her vil der uvægerligt ske enten nedsivning til dræn eller undergrund, eller hvis jordens infiltrationskapacitet overskrides - ske overfladisk afstrømning. Det sidste var netop tilfældet på denne green 5, idet der efter nogen tid skete overfladisk afstrømning fra greenens bagerste del mod den forreste del. Situationen er skitseret med pile på bilag 7.

På green 11 er fordelingen nær det ideelle.

Ovennævnte eksempler illustrerer hvor væsentligt det er med en jævn fordeling, og disse problemer vil forstærkes, hvis man går ned og ser på endnu mindre felter af en green. Ved de fremdragne eksempler er der anvendt den teoretisk mest korrekte vandingsstrategi, men uanset om man vander meget eller lidt, eller man vander ofte eller sjældent, vil den samme problematik være til stede.

### **7.5 Vækstlagets infiltrationskapacitet og vandingsintensitet**

Ved en jords infiltrationskapacitet forstås den hurtighed hvormed den kan optage vandet. Den er bestemt af flere forhold herunder jordens tekstur, jordens struktur og jordens vandindhold. Når infiltrationskapaciteten overskrides, stagnerer vandet på overfladen, og hvis terrænet hældes strømmer det af mod lavere terræn og samles evt. i lavpunkter. I så tilfælde er der risiko for nedsivning her og dermed risiko for udvaskning af næringsstoffer.

I forbindelse med undersøgelse af vandingsanlæggets fordeling blev der også registreret omfang af overfladisk afstrømning. Dette var meget begrænset på Viborg Golfbane, og kun på green 5 var det væsentligt. På enkelte andre greens forekom det i begrænset omfang, og altid når vandingsintensiteten for denne del lå på 15-20 mm pr. time. På det grundlag kan det fastslås, at infiltrationskapaciteten skønsmæssigt ligger på 15 mm pr. time.

## 8. Nedbør og fordampning i 1998 og 1999

De to forsøgsår 1998 og 1999 har begge været regnfulde. I tabel 15 er vist de officielle nedbørsmålinger fra Danmarks Meteorologisk Institut dels som normalnedbør i perioden 1961-90 og dels for de 2 forsøgsår. Som det fremgår ligger nedbøren over normalnedbøren, og især for Viborg ligger den højt.

	Viborg			Sydsjælland		
	Normalnedbør	Målt nedbør		Normalnedbør	Målt nedbør	
	1961-90	1998	1999	1961-90	1998	1999
April	40	69	51	39	81	26
Maj	49	34	41	43	23	49
Juni	56	74	136	49	73	101
Juli	63	110	63	63	59	53
August	68	85	75	58	47	85
September	78	60	111	55	35	35
Sum	354	432	477	307	318	349
Procent over normal		22	35		4	14

Tabel 15. Normalnedbør i vækstperioden 1961-90 og nedbør målt i vækstperioderne 1998 og 1999 ifølge Danmarks Meteorologiske Institut. Tallene for Viborg er tallene for Midt- og Vestjylland og tallene for Sydsjælland er tallene for SV. Sjælland og Lolland-Falster.

De samme tal er summeret op og vist som kurver i figurerne 4, 5, 6 og 7.

Det fremgår af såvel tabel som kurver, at de 2 undersøgelsesår har været atypiske med megen nedbør.

Sum af normal nedbør perioden 1961-90 og sum af nedbør for vækstperioden 1998:

Fig. 4: Viborg 1998

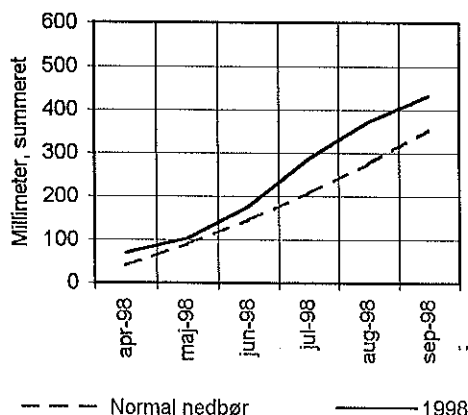
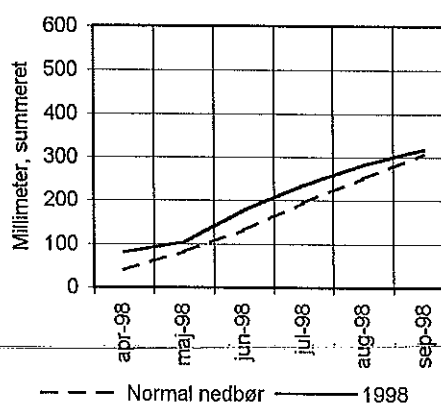


Fig. 5: Sydsjælland 1998





Sum af normal nedbør perioden 1961-90 og sum af nedbør for vækstperioden 1999:

Fig. 6: Viborg 1999.

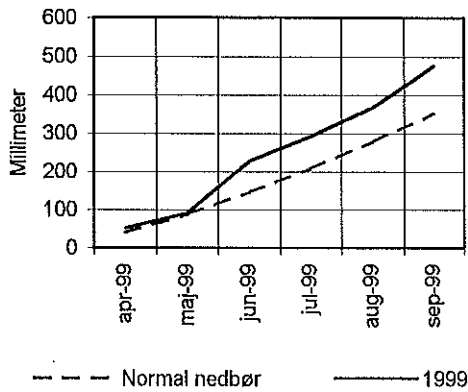
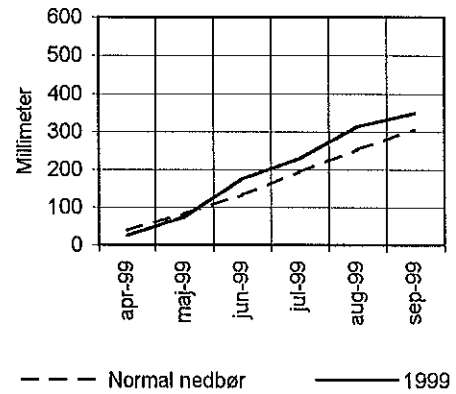
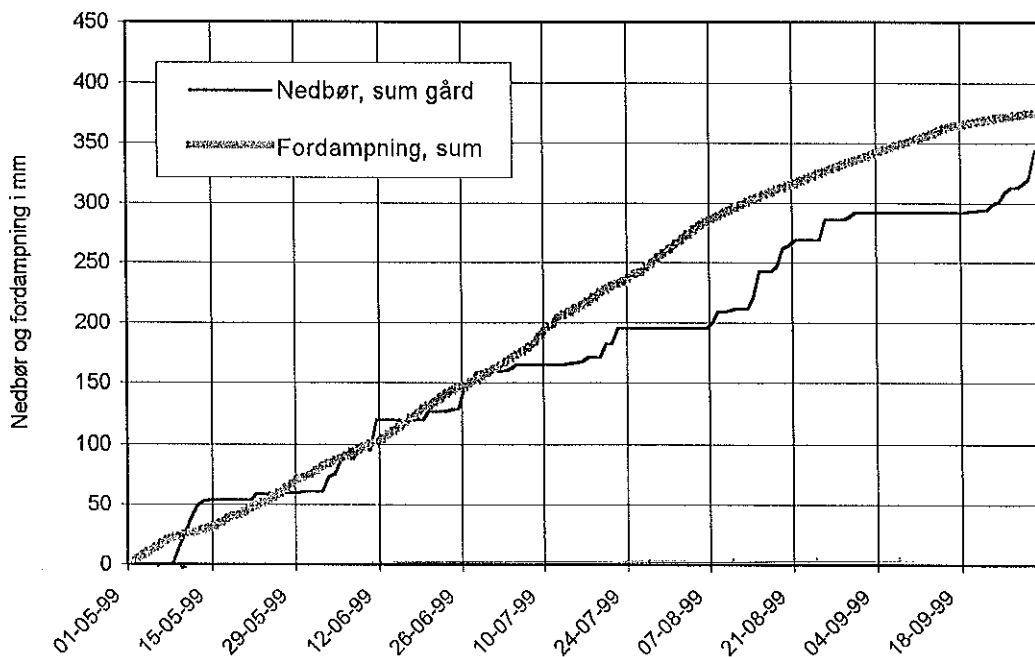


Fig. 7: Sydsjælland 1999

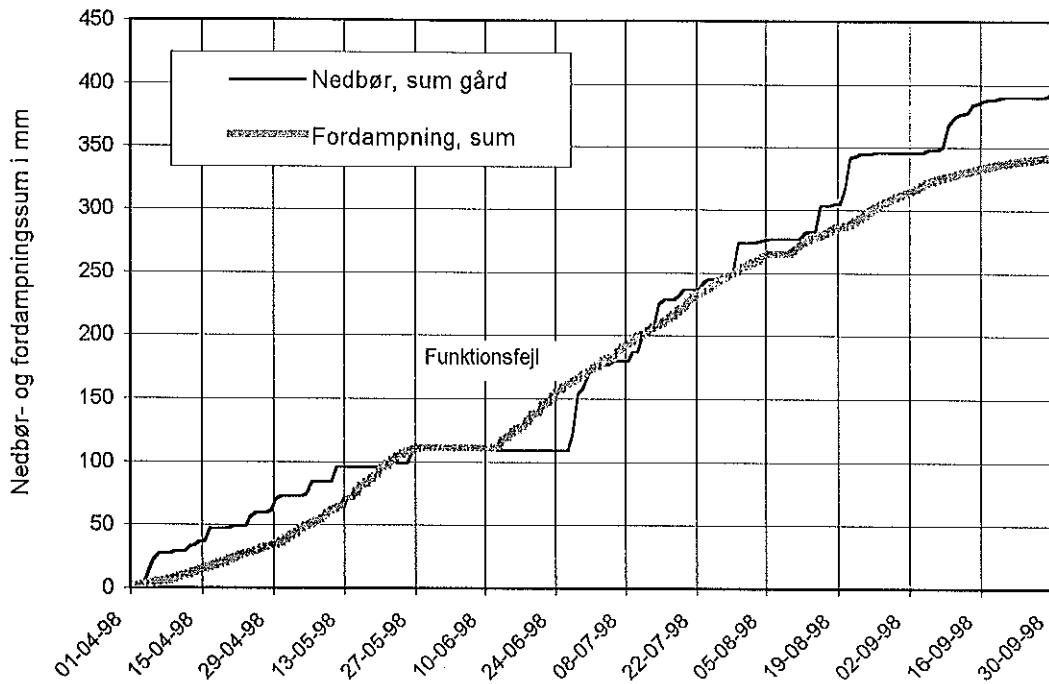


I figurene 8, 9 og 10 er vist nedbøren og fordampningen målt med klimastationerne. For Sydsjælland er de kun vist for 1999, men for Viborg for både 1998 og 1999. Det fremgår heraf, at for Sydsjælland var der nedbørsunderskud i sidste halvdel af vækstperioden 1999. For Viborg derimod, var der for begge år kun korte perioder, hvor nedbøren ikke har været i overskud i forhold til fordampningen.

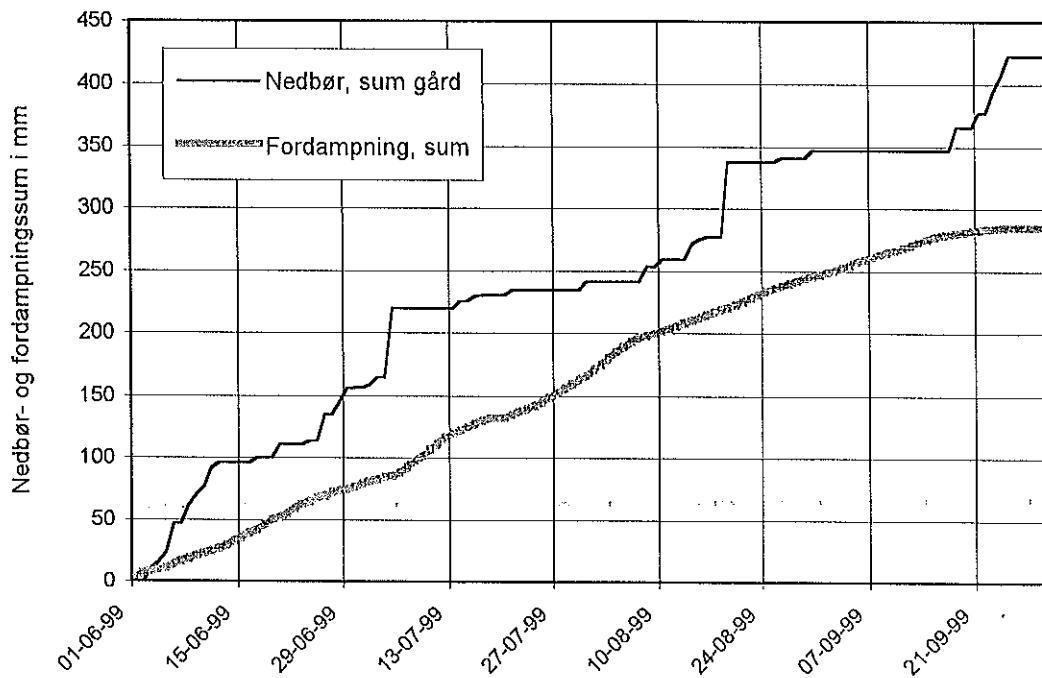
Fig. 8: Nedbørs- og fordampningssum 1. maj - 30. september 1999 på Sydsjællands Golfbane



**Fig. 9: Nedbørs- og fordampningssum 1. april - 30 september 1998 på Viborg Golfbane**



**Fig. 10: Nedbør og fordampningssum 1. juni - 30. september 1999 på Viborg Golfbane**



## 9. Klimastationen Sydsjælland og dens måleresultater

I 1998 var klimastationen anbragt på puttinggreen. Den kørte meget ustabil denne sæson med problemer med at modtage signaler. Derfor blev en ny station opsat i 1999, og den blev opsat på en i mellemtiden anlagt indspilsgreen. Den første station kørte fortsat på puttinggreenen i 1999, men var stadig ustabil.

Der foreligger således pålidelige måleresultater fra indspilsgreenen for sæsonen 1999, og nogle anvendelige måleresultater for puttinggreenen samme sæson.

### 9.1 Sammenligning af kurver for jordfugtighed.

For at sammenligne kurverne for jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde for de 2 forskellige jordtyper på henholdsvis indspilsgreen og puttinggreen, er de to kurvesæt for jordfugtighed for maj 1999 vist sammen i fig. 11.

Det fremgår heraf, at der er stor forskel i kurvernes forløb på de to jordtyper. Årsagen til de vidt forskellige kurveforløb er som det fremgår af fig. 1 og 2, at de 2 jordtyper er vidt forskellige, hvor puttinggreen er mest finkornet. Af tabel 2 fremgår det også, at puttinggreenen har 3 gange så stort et indhold af plantetilgængeligt vand som indspilsgreenen.

Det ses af fig. 11, at kurverne har et uensartet og ikke entydigt forløb. Hvis vi ser på kurverne for indspilsgreen, ligger kurven for 30 cm dybde højere end kurven for 10 cm dybde modsat kurverne for puttinggreen. Dette kan forklares ved den ringe vandholdende evne denne jordtype har, og vandet derfor er tilbøjelig til at sive til bunden af vækstlaget, som da bliver mere vandholdig.

Ser vi på puttinggreenen ligger kurven for 30 cm dybde meget lavere end kurven for 10 cm dybde.

Ved at sammenligne de to kurver for 10 cm dybde ligger kurven for puttinggreen generelt over kurven for indspilsgreen, hvilket er i overensstemmelse med denne jordtypes større vandholdende evne.

Ud fra ovenstående kan man udlede:

⇒ At forløbet af kurverne for jordfugtighed varierer fra én jordtype til en anden.

### 9.2 Fastsættelse af markkapacitet og vandingstidspunkt.

Markkapacitet er væsentlig, idet vanding eller nedbør ud over denne størrelse vil resultere i nedsivning og afdræning, og dermed risiko for udvaskning af næringsstoffer.

Ved at studere forløbet af kurverne for jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde i forhold til nedbør og fordampning, er det muligt tilnærmelsesvis at fastsætte markkapacitet. På samme måde og af samme kurver kan vandingstidspunkt fastsættes - eller med andre ord det tidspunkt, hvor greenkeeperen har valgt at opstarte vanding efter en tørkeperiode.

**Puttinggreen:** I figur 12 er kurverne for jordfugtighed i henholdsvis 10 og 30 cm dybde vist for puttinggreen for maj 1999 og i forhold til nedbør spyd, nedbør gård og fordampning.

Det fremgår af figuren, at kurven for jordfugtighed i 10 cm dybde ligger højere end kurven for 30 cm dybde, altså er der størst vandindhold nærmest jordoverfladen. 10 cm kurven er

udsat for store udsving (fra 19-33 ubenævnte enheder), udsving som er påvirket af nedbørsforholdene. Ved at vurdere kurven for hele året (som ikke er vist, da nedbørsdata er usikre) finder man, at når kurven overstiger 32 sker der nedsivning, idet kurven for 30 cm dybde da påvirkes i opadgående retning. Man ser også af figur 12, at greenkeeperen vælger at vande allerede først i maj måned, da kurven var faldet til 19.

Kurven for 30 cm dybde er som det ses meget flad og kun underkastet små svingninger.

Ud fra ovenstående kan man udlede:

- ⇒ At kurven for jordfugtighed i 10 cm dybde kan anvendes til styring af vandingsbehov.
- ⇒ At der vandes når kurven er faldet til 20 og derefter vande op til 32.
- ⇒ At kurven for 30 cm dybde kan anvendes til vurdere, om der finder nedsivning sted.

**Indspilgreen:** De tilsvarende kurver for indspilsgreenen er vist i fig. 13 og 14 for henholdsvis maj og juni 1999. Her ses for det første, at kurven for 30 cm dybde ligger højest. Begge kurver er udsat for udsving og er påvirket af nedbørsforholdene.

Hvis vi ser på 10 cm kurven, overstiger den kun undtagelsesvis 27, og hvis vi ser på den samme i tørkeperioden 11.-19. juni ser vi, at greenkeeperen vælger at vande når kurven er faldet til 18-20.

Hvis vi dernæst ser på kurven for jordfugtighed i 30 cm dybde for juni måned, ses den at være underlagt store svingninger med længde på 1-2 uger, og den påvirkes af store nedbørsmængder.

Heraf kan man udlede:

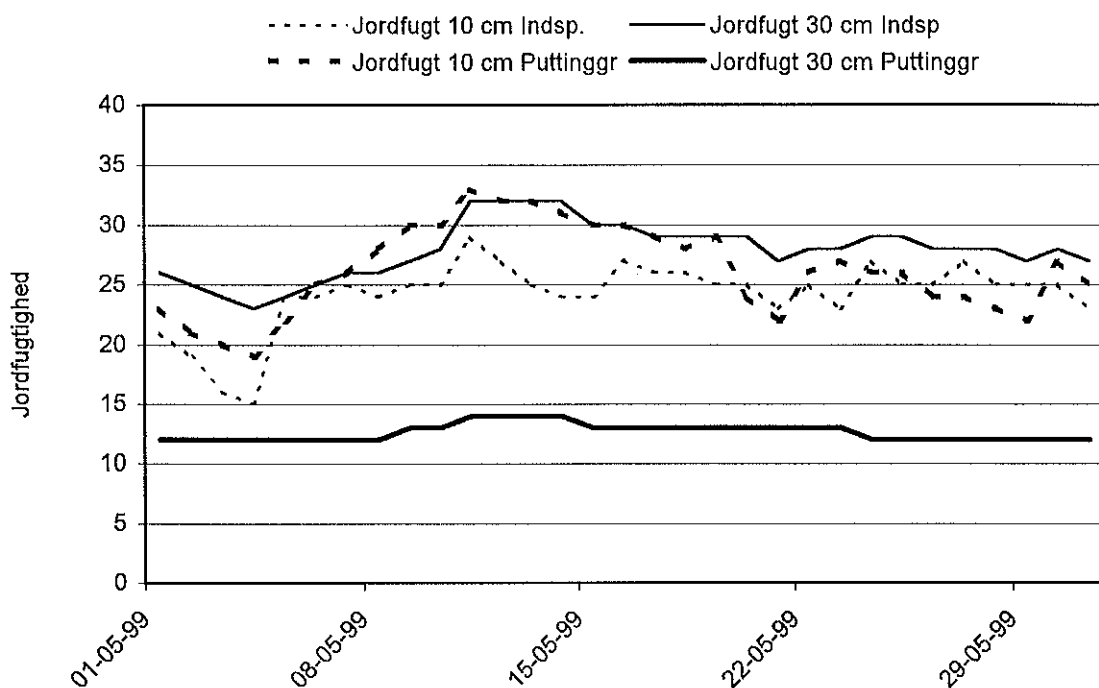
- ⇒ At vanding kan styres efter kurven for jordfugtighed i 10 cm dybde.
- ⇒ At vanding indledes når 10 cm kurven er faldet til 18, og der vandes op til 27.
- ⇒ At kurven for 30 cm dybde kan anvendes til at vurdere, om der sker nedsivning.

**Sammenfatning:** Ovenstående resultater for kurven for jordfugtighed i 10 cm dybde skal for oversigtens skyld samles i nedenstående skema:

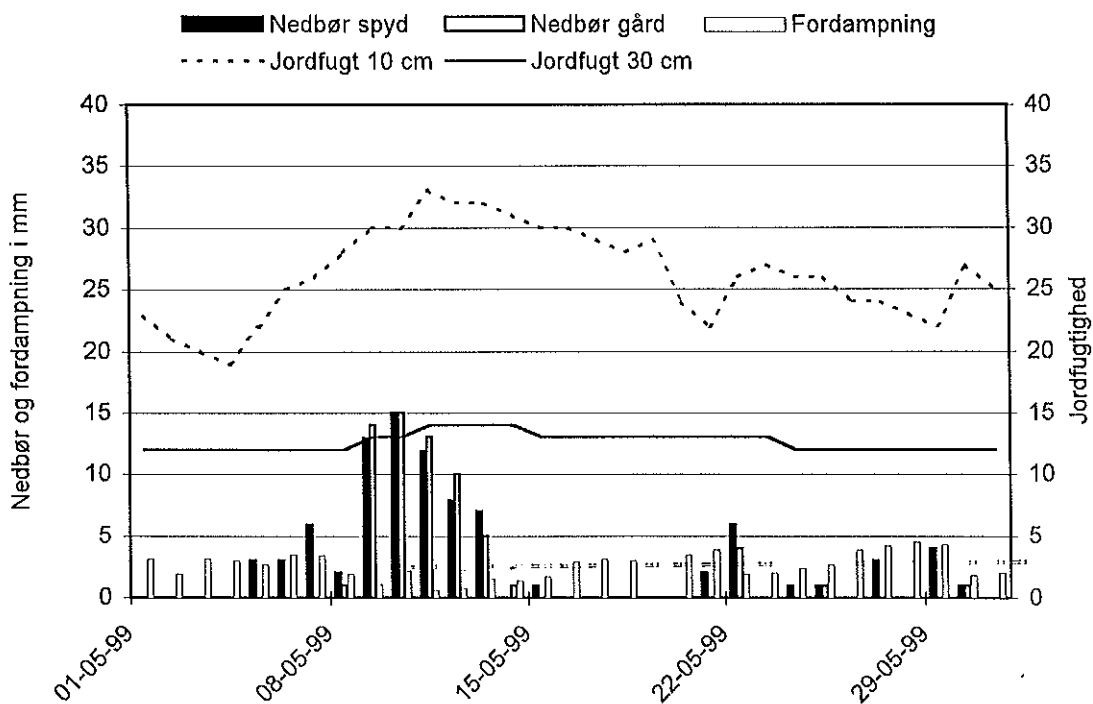
Green:	Markkapacitet:	Vandingstidspunkt	Differens
Puttinggreen	32	20	12
Indspilsgreen	27	18	9

Som det fremgår - og som nævnt ovenfor - er kurverne forskellige fra én jordtype til en anden.

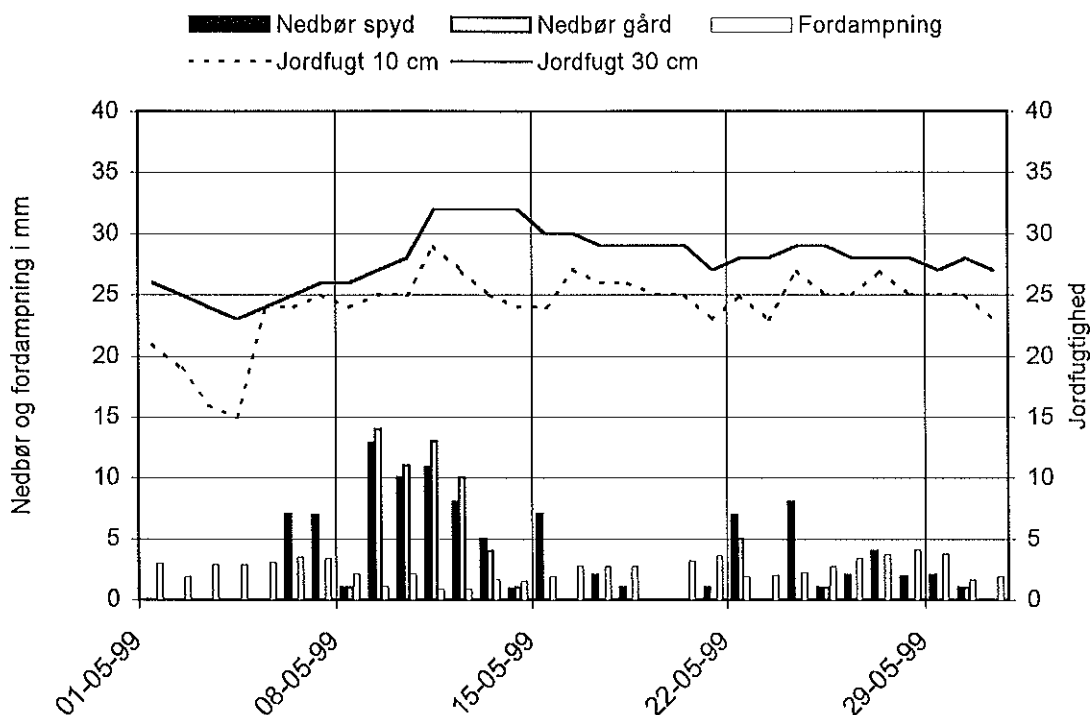
**Fig. 11: Sydsjælland: Sammenligning af kurver for jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde på indspilsgreen og puttinggreen maj 1999**



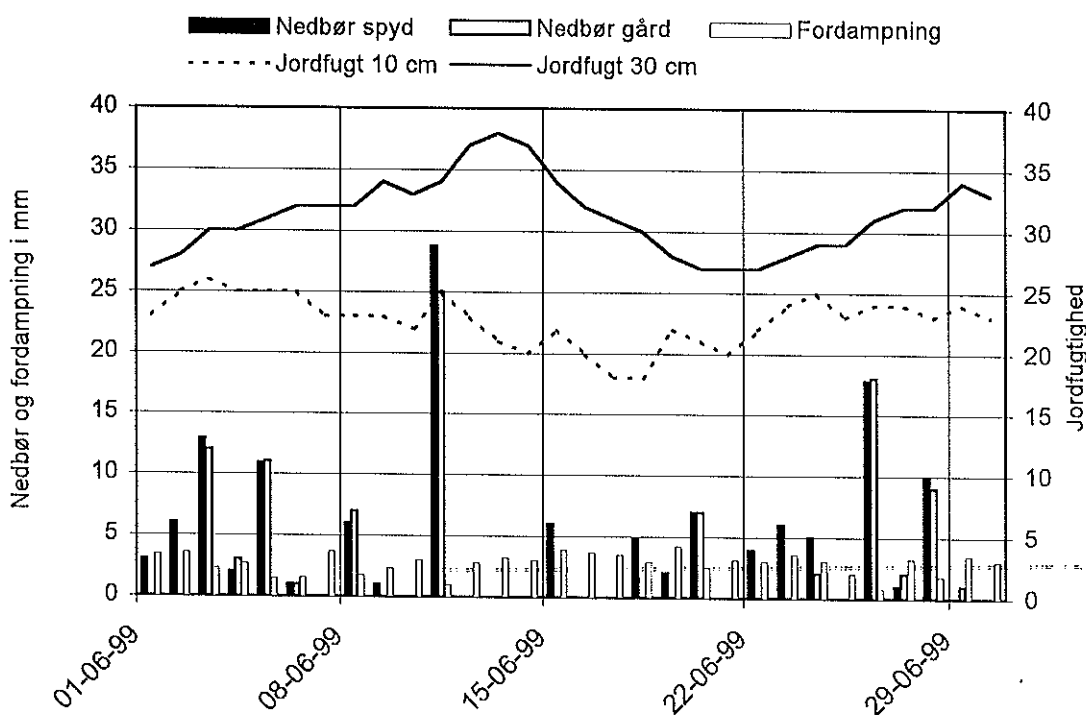
**Fig. 12. Sydsjælland: Jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde i forhold til nedbør spyd, nedbør gård og fordampning for puttinggreen for maj 1999**



**Fig. 13. Sydsjælland: Jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde i forhold til nedbør spyd, nedbør gård og fordampning for indspilsgreen for maj 1999**



**Fig. 14. Sydsjælland: Jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde i forhold til nedbør spyd, nedbør gård og fordampning for indspilsgreen for juni 1999**



### 9.3 Overførelse af måleresultater til øvrige greens.

Ifølge tabel 2 har de forskellige hold greens, puttinggreen og indspilsgreen vidt forskellig kapacitet for plantetilgængeligt vand. Følgelig er tidspunkt for behov for vanding også forskelligt, idet det indtræder når vandet er opbrugt, og er altså bestemt af fordampningen.

Det er ikke muligt på grundlag af kurverne med sikkerhed at fastsætte, hvor store vandmængder i mm der skal tilføres, for at hæve kurverne de anførte antal enheder. Men det kan uden tvivl fastsættes i praksis, ved at følge kurvens ændring i forbindelse med vanding.

Hvis man vælger at styre efter målinger på indspilsgreenen, som har den laveste kapacitet for plantetilgængeligt vand (se tabel 2), og som derfor kræver hyppig vanding, vil de øvrige greens blive vandet hyppigere, end der er behov for.

Hvis man i stedet vander efter målinger på puttinggreenen, som har omtrent samme kapacitet for plantetilgængeligt vand som de øvrige greens (se tabel 2), vil indspilsgreenen med den lille kapacitet af plantetilgængeligt vand komme til at lide af vandmangel før vanding indledes.

Her ud af kan man udlede:

⇒ At for at man kan styre vandingen efter målinger på én green, skal jordtypen - og dermed kapaciteten for plantetilgængeligt vand - være ensartede.

Men der er også et andet forhold som gør, at resultater målt på en green vanskeligt kan overføres til en anden green, og det er vandingsanlægget og den intensitet den enkelte green bliver vandet med. Ifølge tabel 6 er vandingsintensiteten på indspilsgreen 10 mm/time, medens den for green 1-9 i gennemsnit er 23,5 mm/time og for green 10-18 i gennemsnit 10,7 mm/time.

Hvis indspilsgreen skal vandes i 30 minutter (se tabel 9) for at supplere op til markkapacitet, vil der med en intensitet på 10 mm/time blive tilført 5 mm vand. Hvis denne erfaring overføres til greens 1-9, vil der med intensiteten her 23,5 mm/time blive tilført 12 mm vand, altså mere end det dobbelte. Denne skævhed forstærkes ved, at de 23,5 mm/time er et middeltal, som dels dækker over en spredning fra 19-30 mm mellem de enkelte greens, og dels store spredninger indenfor den enkelte green.

Her ud af kan man udlede:

⇒ At hvis måleresultater fra en green skal overføres direkte til en anden green, skal ikke kun vandingsintensitet på de to greens være ensartede, men også vandfordelingen på den enkelte green skal være ensartet.

## 10. Klimastationen i Viborg og dens måleresultater.

Der foreligger måleresultater fra undersøgelsens opstart i 1998 og til 29. juni 2000. Det første år var klimastationen anbragt på en nyanlagt indspilsgreen, men da resultaterne herfra efter et år viste, at resultaterne ikke kunne overføres til øvrige greens, blev stationen fra vækstsæsonens start 1999 flyttet til en ældre indspilsgreen, hvor jordbund, græsart og rodudvikling mere ligner de øvrige greens.

### 10.1 Klimastationens afskærmning og målefejl herfra.

For at beskytte stationen mod vildfarne bolde, er der omkring den opsat et net af nylon. Nettet er opsat i en trekant omkring stationen støttet af 3 lodretstående stænger, og i en afstand på 1-2 m fra spyddet, så dette er frit, ligesom der er åbent fra oven. Gennem hele undersøgelsen har det stået klart, at dette net påvirkede måleresultatet negativt, idet nedbør spyd generelt lå lavere end nedbør gård. Forklaringen herpå er selvfølgelig, at den regnmåler der er anbragt på spyddet i nogle nedbørssituationer er skærmet, og dermed ikke opsamler alt vand. Det må antages, at der er forskel på hvor stor differencen er mellem det målte og det reelle afhængig af nedbørssituationen, idet vand der falder lodret ikke påvirkes, medens slagregn og sandsynligvis også vand tilført ved kunstig vanding, rammer ind i nettet og når dermed ikke frem til regnmåleren.

For at få et indtryk af hvor stor denne målefejl er, er der for nogle perioder set på forskellen i nedbørssum spyd og nedbørssum gård, og eksempel er vist fra perioderne 1. juni-31. juli 1999 og 1. april-29 juni 2000, der er vist i henholdsvis fig. 15 og 16.

Det ses af figurene, at kurven for nedbør, sum spyd en stor del af tiden ligger under kurven for nedbør, gård. Det bør være omvendt, idet nedbør spyd måler både nedbør i form af regn og i form af kunstig vanding, medens nedbør gård kun måler regn. Ved at studere de enkelte tal kommer man frem til en difference på henholdsvis omkring 10 og 30 %, og de 2 figurer er suppleret med en kurve benævnt korrigeret nedbør, sum spyd, der er korrigeret med den sandsynlige fejlprocent. Denne fremgangsmåde er også anvendt i det følgende.

### 10.2 Anvendelse af kurverne for jordfugtighed.

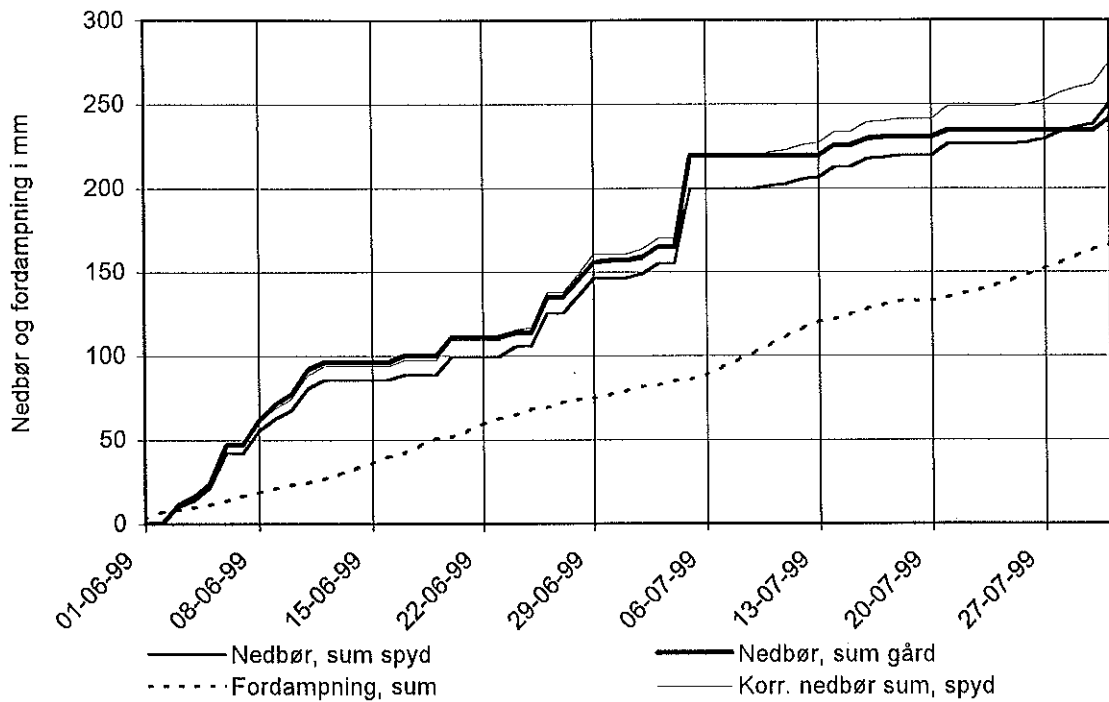
For månederne august og september 1998 er i figurerne 17 og 18 vist 2 kurver for jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde sammen med nedbør gård og fordampning. I denne periode stod klimastationen på den nye indspilsgreen, og der var funktionsfejl på nedbør spyd, ligesom vandingsanlægget var ude af funktion. Derfor er resultaterne for nedbør spyd ikke medtaget, idet de i princippet ikke vil adskille sig fra nedbør gård.

Det fremgår af figurerne, at kurven for jordfugtighed i 10 cm dybde ligger højere end kurven for 30 cm dybde, altså er der størst vandindhold nærmest jordoverfladen. Det fremgår også, at de 2 kurver i store træk har et parallelt forløb. Hvis vi ser på tørvejrperioden 23/8 -3/9, hvor der kun falder 1 mm nedbør, og hvor nettofordampningen er ca. 23 mm eller 2 mm/døgn, falder de 2 kurver med næsten parallelt forløb.

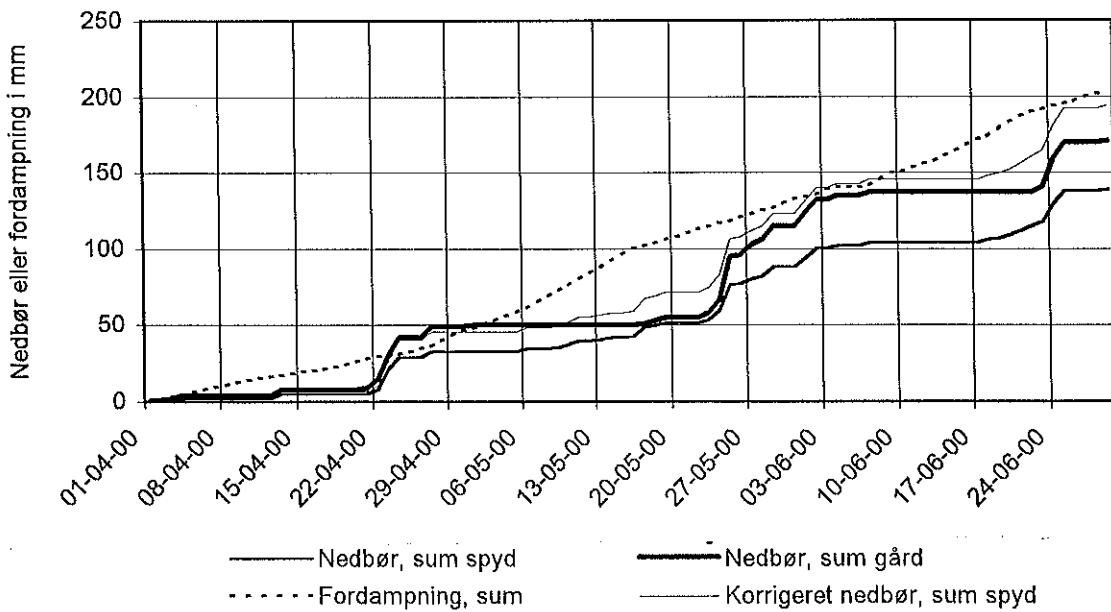
Årsagen til kurvernes parallellforløb kan forklares ved, at på den nye indspilsgreen, hvor klimastationen stod i vækstsæsonen 1998, blev der observeret en roddebidde til 25-30 cm, og græsset kan derfor forbruge vand fra hele rodzonen, altså også i 30 cm dybde.



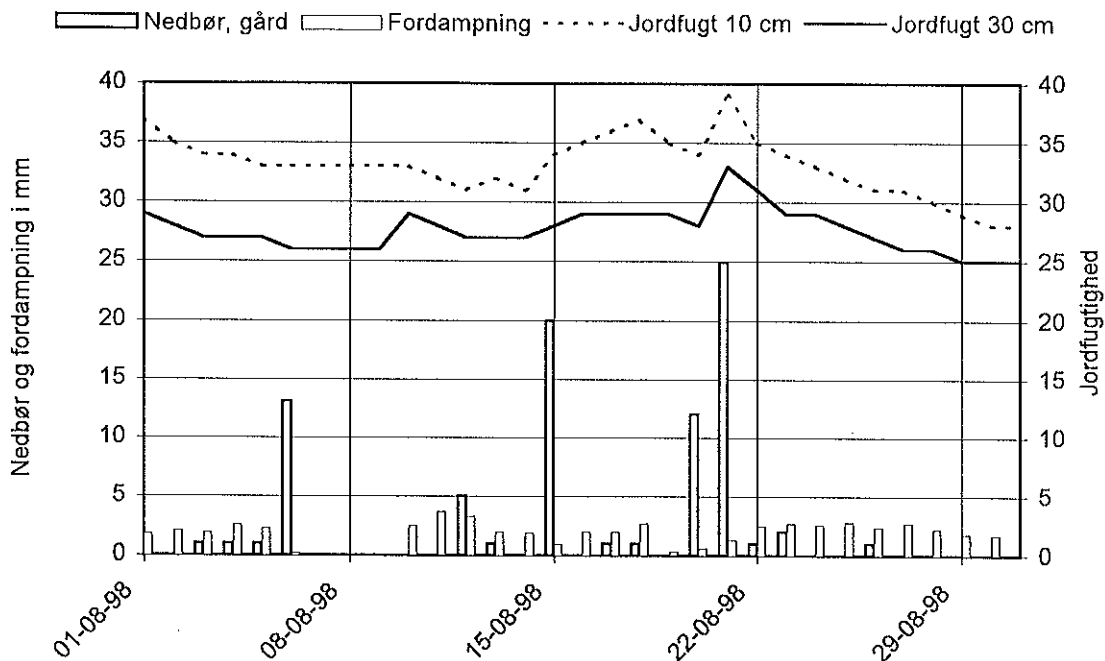
**Fig. 15: Viborg: Nedbørssum spyd, korrigeret spyd og gård samt fordampningssum i perioden 1. juni - 31. juli 1999**



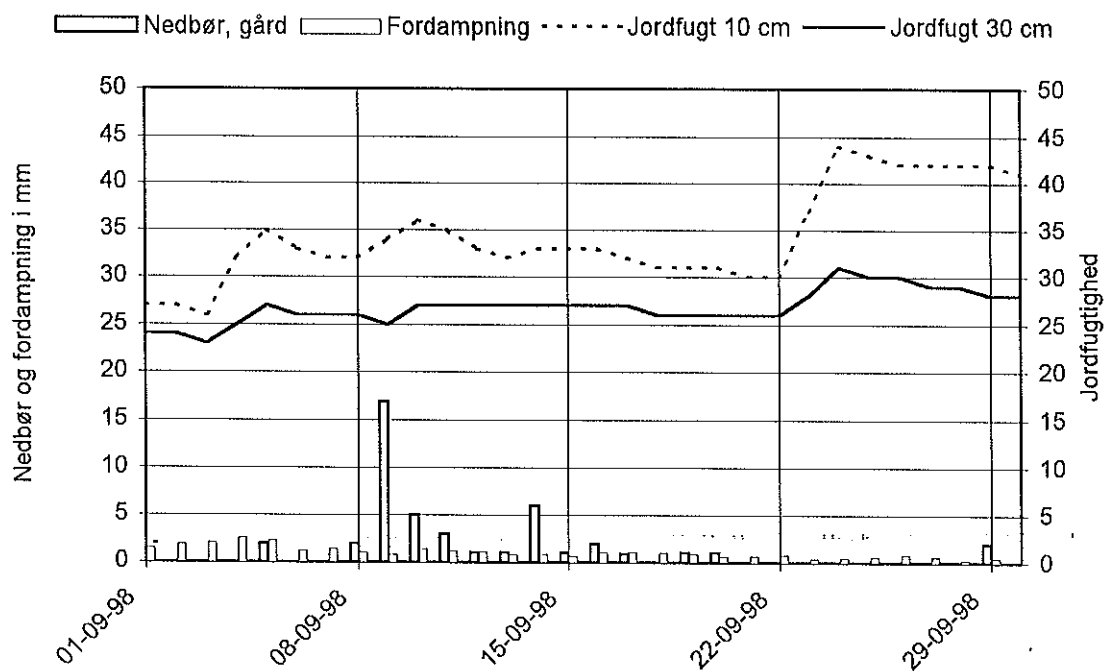
**Fig. 16 Viborg: Nedbørssum spyd, korrigeret spyd og gård samt fordampningssum i perioden 1. april - 29. juni 2000**



**Fig. 17. Viborg: Jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde i forhold til nedbør gård og fordampning for august 1998**



**Fig. 18. Viborg: Jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde i forhold til nedbør gård og fordampning for september 1998**



Ser man derimod på kurverne i figurerne 19, 20, 21 og 22, der er fra 1999 og 2000, hvor klimastationen stod på en gammel indspilsgreen, og hvor der kun er 10 cm roddebyde, har kurverne for jordfugtighed i de 2 dybder ikke et parallelt forløb. Her er kurven for jordfugtighed i 30 cm dybde ikke udsat for store udsving. Hvis der kommer megen nedbør og dermed nedsivning i dybden, stiger kurven, hvorimod den i tørkeperioder kun falder ganske langsomt. Dette kan forklares ved, at sensoren ligger en del under rodzonen, og selv om der sker fordampning fra græsset optaget gennem dets rodsystem, sker der ikke den store påvirkning i 30 cm dybde, måske en begrænset kapillær hævnning.

På grundlag af ovenstående kan udledes:

- ⇒ At vanding behov skal styres efter kurver baseret på sensorer, som er placeret indenfor rodzonen
- ⇒ At kurven for jordfugtighed i 30 cm dybde kan anvendes som indikator for hvornår der sker nedsivning

### **10.3 Fastsættelse af markkapacitet og vandingstidspunkt.**

Markkapacitet er væsentlig, idet vanding eller nedbør ud over denne størrelse vil resultere i nedsivning, og dermed risiko for udvaskning af næringsstoffer.

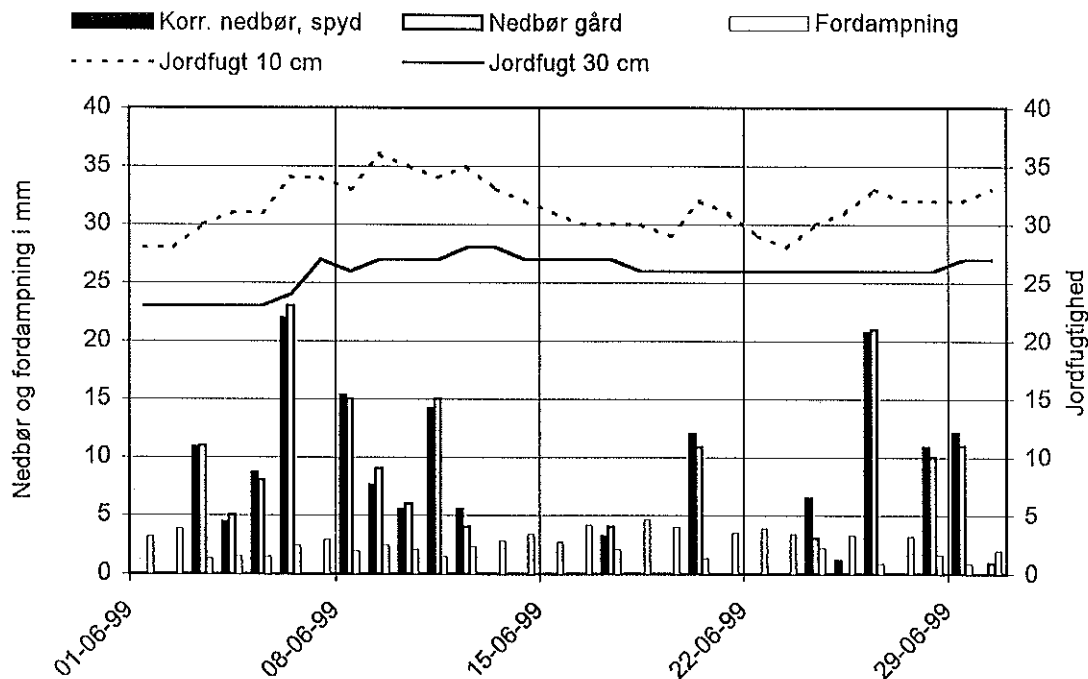
Ved at studere forløbet af kurverne for jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde i forhold til nedbør og fordampning, er det muligt at fastsætte markkapacitet. Der henvises til figurerne 17-22 for månederne august og september 1998, juni og juli 1999 og maj og juni 2000. Det ses her, at kurven for jordfugtighed i 10 cm dybde kun undtagelsesvis overstiger jordfugtigheden 35, og hvis den gør det, bliver kurven for jordfugtighed i 30 cm dybde også påvirket. Dette tages som tegn på, at markkapacitet er nået, og der sker nedsivning til større dybde.

På samme måde og af samme kurver kan vandingstidspunkt fastsættes - eller med andre ord det tidspunkt, hvor greenkeeperen har valgt at opstarte vanding efter en tørkeperiode. Det ses, at når kurven for vandindhold i 10 cm dybde er faldet til 26-28, så vælger greenkeeperen at indlede vanding. Det ses endvidere, at det laveste niveau er den 3/9 1998, hvor kurven for 10 cm dybde er 25 og for 30 cm dybde 23.

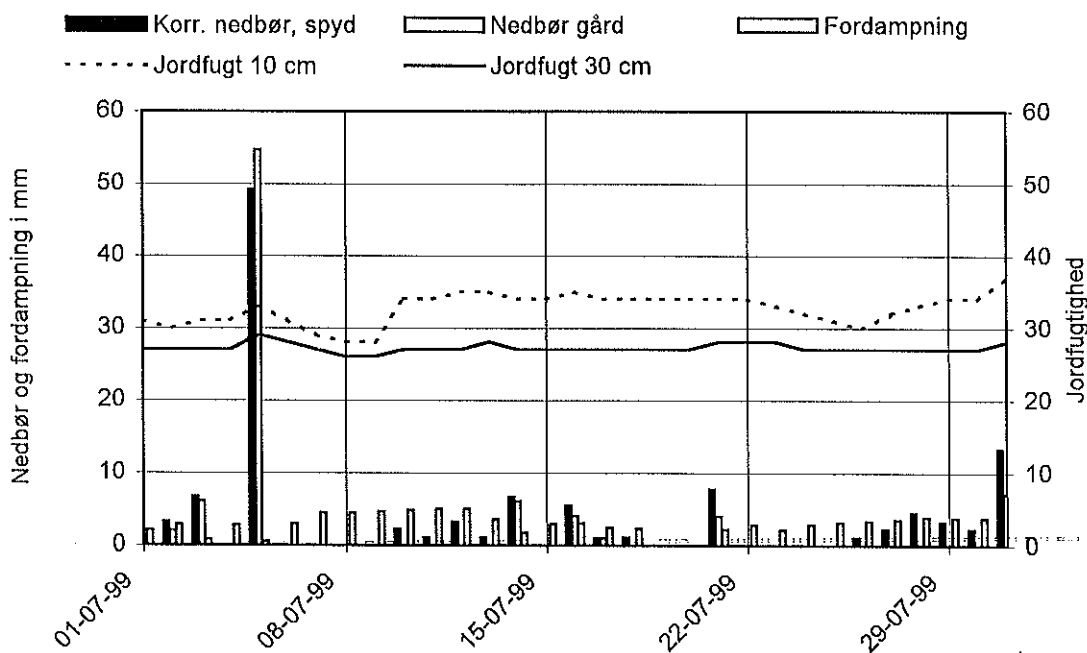
På grundlag af ovenstående kan udledes:

- ⇒ At vanding indledes, når kurven for jordfugtighed i 10 cm dybde er faldet til 25.
- ⇒ At der herefter vandes op til kurven for 10 cm dybde er steget til 35.

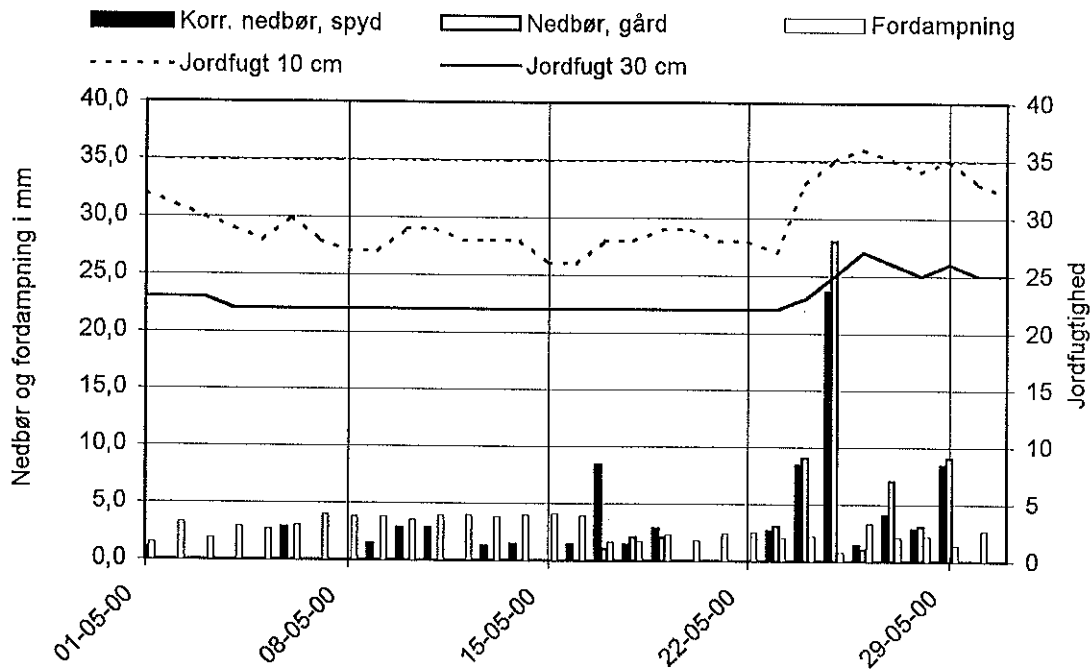
**Fig. 19. Viborg: Jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde i forhold til korrigeret nedbør spyd, nedbør gård og fordampning for juni 1999**



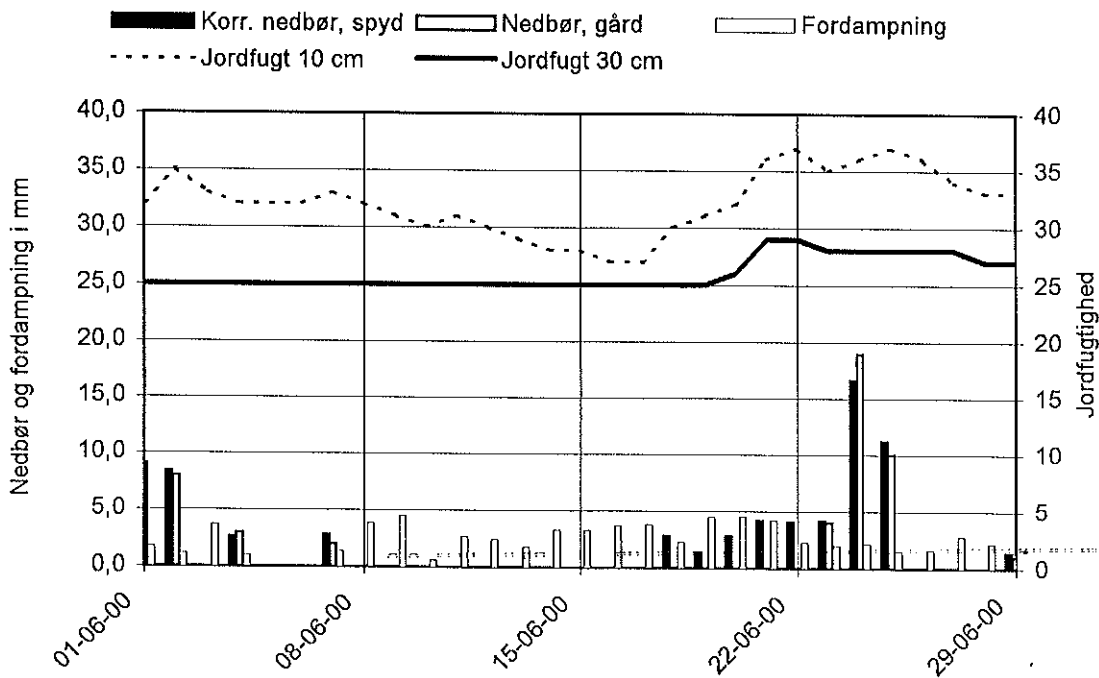
**Fig. 20. Viborg: Jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde i forhold til korrigeret nedbør spyd, nedbør gård og fordampning for juli 1999**



**Fig. 21. Viborg: Jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde i forhold til korrigeret nedbør spyd, nedbør gård og fordampning for maj 2000**



**Fig. 22. Viborg: Jordfugtighed i 10 og 30 cm dybde i forhold til korr. nedbør spyd, nedbør gård og fordampning for juni 2000**



#### 10.4 Overførelse af måleresultater til øvrige greens.

Det er tidligere nævnt, at der i tørkeperioden 23/8-3/9 1998 var en nettofordampning på 23 mm. Den vandmængde vil være til rådighed indenfor rodzonen på den nye indspilsgreen, hvor klimastationen var placeret på dette tidspunkt, idet der ifølge tabel 5 var hele 37,5 mm plantetilgængeligt vand indenfor en rodzone på 25 cm. Men den samme vandmængde ville ikke være til rådighed indenfor rodzonen på de øvrige greens, idet der ifølge samme tabel kun er 15 mm til rådighed indenfor en rodzone på 10 cm. Derfor skulle græsset - i hvert tilfælde teoretisk - slut i perioden lide af vandmangel. På dette tidspunkt var vandingsanlægget nemlig ude af funktion, så det var ikke muligt at supplere med kunstig vanding.

Allerede i løbet af den første sæson stod det klart, at når de øvrige greens begyndte at mangle vand, stod den nye indspilsgreen fortsat grøn, og der var ikke antydning af vandmangel på den.

Heraf kan man udlede:

⇒ At for at man kan overføre måleresultater fra en green til de øvrige greens, skal de have omtrent samme indhold af plantetilgængeligt vand.

Da den gamle indspilsgreen har samme indhold af plantetilgængeligt vand som de øvrige greens, nemlig 15 mm indenfor en rodzone på 10 cm, skulle det være muligt at overføre måleresultater til anvendelse på øvrige greens. Efterfølgende viser noget andet.

Ifølge tabel 13 skal der i tørkeperioder med maksimal fordampning på 5 mm pr. døgn, daglig vandes 38 minutter for at supplere op til markkapacitet. Af tabel 14 fremgår det for green 5, at ved vanding i 38 minutter tilføres forreste del 4 mm vand og bagerste del 8 mm vand. Altså vil forreste del få 20 % for lidt tilført, og vil gradvis komme i underskud.

Men hvis vi så ser på bilag 7 ser vi, at den gennemsnitlige vandingsintensitet i tabel 14 på 6,4 mm pr. time for - green 5, forreste del -, er et gennemsnit af vandingsintensiteter fra 4-10 mm pr. time, og hvor store dele kun får vand med en intensitet på 4 mm pr. time. De dele af greenen får altså ikke den beregnede middel vandingsintensitet på 8 mm pr. time men kun 50 % heraf. D.v.s. at disse områder ved 38 minutters vanding kun får tilført 2,5 mm - og ikke 5 mm, og vil meget hurtigt komme i underskud.

I praksis vil der ske det, at der her opstår tørkepletter, og greenkeeperen vil finde ud af, at der her skal vandes i længere tid - ifølge beregningerne dobbelt så lang tid.

Heraf kan man udlede:

⇒ At for at måleresultater kan overføres fra en green til de øvrige, skal vandingsanlægget have en meget ensartet vandfordeling.

## 11.0 Greenkeepernes praktiske erfaring

Ingen af de 2 greenkeepere, som har haft det daglige ansvar for klimastationernes drift, har følt sig så sikre på måleresultaterne, at de har kunnet tilrettelægge deres vandingsstrategi herefter. De har mere anvendt måleresultaterne til at bekræfte rigtigheden af den vandingsstrategi, man hidtil har anvendt, eller har anvendt de indsamlede data til justering af det antal minutter, der skal vandes.

I praksis sker der det, at greenkeeperen efterhånden kommer til at kende sin bane så godt, at han ved, at den enkelte green skal vandes et vist antal minutter, for ellers får han problemer med tørkepletter her. Derfor er han mere sikker på sin egen erfaring, end på de tal eller kurver han aflæser på sin computerskærm.

## 12.0 Andre data

Det fremgår af afsnit 2 hvor mange data klimastationerne indsamler, og det er flere data, end dem der er behandlet i det foregående. Spørgsmålet er om nogle flere af disse data kan have interesse ved den daglige drift af en golfbane.

### 12.1 Nedbørsintensitet

Nedbørsintensitet opgøres normalt i mm pr. time. En nedbørsintensitet på 10 mm pr. time betegnes som kraftig regn, og 20-30 mm pr. time som en kraftig byge. En nedbørsintensitet på 40-50 mm pr. time må anses som en meget stor og yderst sjælden byge.

Målingerne for Viborg er gennemgået for store nedbørssituationer, og der er fundet følgende 3 som de mest ekstreme:

Dato:	Maksimal nedbørsintensitet	Nedbør i døgnet
15. august 1998	28 mm pr. time	20 mm
5. juli 1999	22 mm pr. time	55 mm
19. august 1999	16 mm pr. time	60 mm

Tabel 16. Tabel over de 3 største nedbørssituationer i Viborg i tiden januar 1998 - juni 2000.

Da klimastationen måler med 10 minutters intervaller, og for hver 30 minutter beregner gennemsnit af 3 målinger, er maksimal nedbørsintensitet den nedbør, der er faldet inden for 30 minutter omregnet til mm pr. time. Intensiteten kan altså i princippet være højere, såfremt nedbøren er faldet i en kortere periode end 30 minutter.

### 12.2 Vindhastigheden

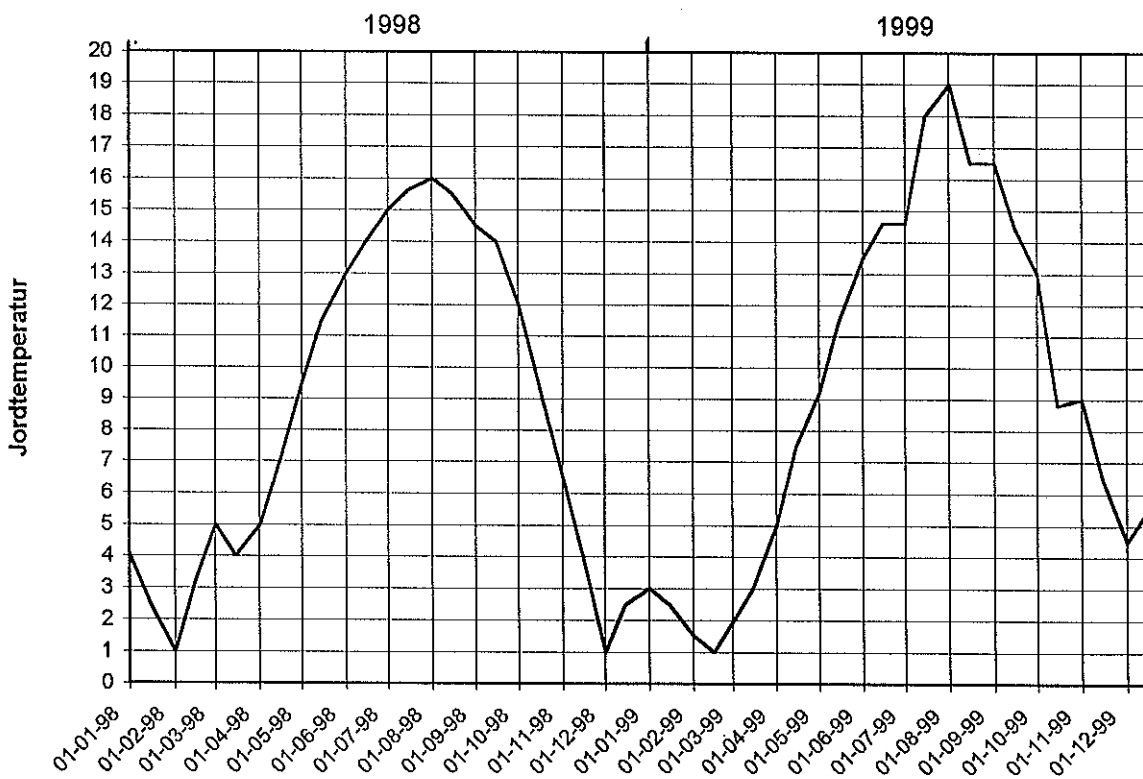
Vindhastigheden kan i nogle sammenhænge have interesse, f.eks. i forbindelse med sprøjtning, men her gælder, at den målte vindhastighed er afhængig af hvordan klimastationen er placeret, om den står i læ eller hvad, men også af vindretningen.

### 12.3 Jordtemperatur

Jordtemperaturen er nok den som er mest interessant. Her får man nogle oplysninger, som måske ikke kan anvendes i den daglige drift, men som siger noget om, hvornår man f.eks. om foråret kan forvente græsvæksten går i gang. Eller man får nogle tilgængelige data, som man senere kan vende tilbage til, for at forklare en eller anden situation.

Herunder er vist en kurve fra Viborg, som viser jordtemperaturen i 30 cm dybde i årene 1998 og 1999.

**Fig. 23. Jordtemperatur Viborg Golfbane**  
1. januar 1998 - 31. december 1999.





## **13.0 Diskussion af resultaterne**

### **13.1 Klimastationens tekniske udformning**

Som det ses på skitsen side 6 er klimastationen 2 m høj, og dens 3 støtteben rager ca. 1 m til hver side. Det betyder, at der er problem med at have stationen stående på en green, som der spilles ind til. I Viborg har man forsøgt at løse dette problem ved at placere stationen på en indspilsgreen og opsætte et nylon net til afskærmning, men det har givet en fejl i måling af nedbør, spyd. Men det giver måske også en målefejl i jordfugtighed, idet nettet enten skærmer eller fanger nedbøren, som giver henholdsvis mindre eller mere vand til jorden herunder?

Den bedste placeringsmulighed vil være på en puttinggreen.

Da de væsentligste sensorer i forbindelse med drift af golfbane er dem der er anbragt i jorden, kan en anden løsning være at ændre klimastationens udformning, så jorddelen er adskilt fra den øvrige del. Det vil da ikke være noget problem at anbringe jorddelen nedgravet i en hvilken som helst green.

### **13.2 Udnyttelse af klimastationens målinger**

Det er uden tvivl muligt at udnytte klimastationens data til styring af vandingen på den green, hvorpå stationen er placeret. Men skal disse data overføres direkte til andre greens, er der en del faktorer, som gør denne overførelse usikker.

Hvis jordtypen varierer mellem de forskellige greens, og hvis vækstlaget dermed har forskellig indhold af plantetilgængeligt vand, giver det usikkerhed når data overføres fra en green til en anden.

En anden usikkerhedsfaktor er forskellig roddybde. Hvis rodzonen f.eks. udvides fra 10 til 20 cm, fordobles den plantetilgængelige vandmængde.

En tredje og væsentlig usikkerhedsfaktor er vandingsanlægget og dets fordeling af vandet. Hvis fordelingen er uens, og hvis dele af en green kun får den halve vandmængde af hvad andre dele af samme green får, skal den del der får mindst vand i dobbelt så lang tid. Det betyder ligeledes usikkerhed når resultater overføres af fra en green til en anden.

Alle disse usikkerhedsfaktorer skal ses i sammenhæng med, at der ofte er tale om meget snævre marginer for vandingshyppighed. Der er fundet teoretiske vandingshyppigheder som i tørkeperioder - afhængig vækstlag og roddybde - varierer fra daglig vanding til vanding hver 4. dag. Ved daglig vanding skal der ikke fejles ret meget, før det giver problemer, og der kan opstå tørkepletter.

### **13.3 Vandingsanlæggenes vandfordeling og vandingsintensitet**

Undersøgelsen af de 2 vandingsanlæg har afsløret en stor uensartet vandfordeling på de enkelte greens, hvor de dele af en green der får mindst, ofte kun får 25 % eller mindre end de dele, der får mest. Da det i praksis vil være de dele der får tilført mindst vand, som bestemmer hvor mange minutter en green skal vandes, sker der overvanding på de øvrige dele. Det er ikke muligt at forklare den uensartede vandfordeling ved vinddrift eller ved overlappning.

Der er også fundet tilfælde, hvor vandet tilføres med en alt for stor intensitet, hvor der for dele af greens er målt intensiteter på 40-50 mm pr. time. Det er hvad der svarer til en stor

og yderst sjældent forekommende regnbyge. Til sammenligning kan nævnes, at der ikke i undersøgelsesperioden for Viborg er målt større regnintensitet end 28 mm pr. time, og den største målte nedbør pr. døgn er 60 mm.

Vækstlagenes infiltrationskapacitet er ved undersøgelsen vurderet til at være 15-25 mm pr. time. Derfor blev infiltrationskapaciteten ved de store intensiteter overskredet, og der forekom overfladisk afstrømning enten mod lavpunkter på greenen eller ud over greenkanten. Dette resulterer foruden vandspild i risiko for lokal nedsvivning og dermed risiko for udvaskning af næringsstoffer.

### 13.4 Muligheder for justering af vandingsanlægget.

Der kan være flere forklaringer på uensartet vandfordeling, som f.eks. forkert placering af sprinklerne eller forskellig tryk på den enkelte sprinkler foranlediget af tryktab i fordelerledning. Dårlige sprinklere er uden tvivl den almindeligste årsag, ligesom dysestørrelsen kan være forkert. Vinddrift i forbindelse med vindudsatte greens kan selvfølgelig også være en årsag, ligesom overlappning selvfølgelig har betydning.

Den uensartede vandfordeling kan rettes op ved enten at ændre på sprinklernes placering eller ved at udskifte gamle sprinklerne til nye, hvilket er et af de store indgreb. Fordelingen kan også rettes ved at ændre på dysestørrelsen, som til gengæld er et meget enkelt indgreb. Normalt leveres sprinklere med flere dysestørrelser, der har forskellig spredradius og forskellig ydelse. I tabel 17 er vist eksempler fra en meget anvendt sprinkler.

Dysestørrelse i mm	Tryk i bar	Spredradius	Ydelse i m <sup>3</sup> /time
4	4,1	14,6	1,70
5	4,1	16,5	2,73
6	4,1	18,0	3,25
7	4,1	18,9	4,04
8	4,1	21,3	5,82

Tabel 17. Spredradius og ydelse ved samme tryk og forskellige dysestørrelser.

Som eksempel på hvad en ændring kan betyde henvises til bilag 7, som viser at green 5 får for meget vand på bagerste del - ifølge tabel 14 dobbelt så meget som på forreste del. Der var tendens til overfladisk afstrømning fra bagerste del hvilket viser, at infiltrationskapaciteten er overskredet, og ved justering bør ydelsen derfor sættes ned her.

Måske sidder der forskellig dyse i forreste og i bagerste sprinklere? - måske er alle dysere ens? - dette er ikke undersøgt. Dyserne skal selvfølgelig udskiftes i forhold til hvad der i forvejen er monteret. Hvis vi forudsætter, at der i alle sprinklere sidder 6 mm dysere, som ifølge tabel 17 yder 3,25 m<sup>3</sup>/time, og hvis vi udskifter de 2 bagerste dysere til størrelsen 4 mm, bliver ydelsen her ifølge tabel 17 halveret, Samtidig bliver spredradius ifølge tabel 14 ændret, og måske vil trykket ændres, så vandfordelingen bliver måske lidt anderledes.

Ved denne ændring bliver intensiteten ifølge tabel 14 alt andet lige reduceret til 4 mm for hele greenen, som måske er i underkanten, så måske skal begge hold dysere i stedet øges med 1 mm til 5 og 7 mm, hvilket må komme an på en prøve. Da man ikke kan være sikker på resultatet, bør en udskiftning altid følges op med kontrol af vandfordelingen på samme måde, som beskrevet i afsnit 7.2 om undersøgelse af vandingsanlægget.

## 14.0 Konklusion af undersøgelsen

På grundlag af undersøgelsen kan der konkluderes følgende:

- Klimastationens tekniske udformning gør, at den ikke kan anbringes på en green, hvortil der sker indspil, og kun placering på puttinggreen er aktuelt.
- En ændring af klimastationen, så kun jorddelen anbringes på selve greenen, kan løse problemet med anbringelse på en green, hvortil der sker indspil.
- En klimastation kan anvendes til at styre vandingen på den enkelte green, men målte data på én green, kan kun med stor usikkerhed overføres til øvrige greens, idet forskelle i vækstlagets plantetilgængelige vandindhold, forskelle i roddeybde og forskelle i vandingsanlæggets fordeling influerer på overførelsen.
- For at data fra klimastationen kan anvendes på en hel golfbane, skal vækstlagene, rodudviklingen og vandingsanlæggets fordeling på alle greens være meget ensartede.
- Greenkeeperne stoler mere på sin egen erfaring, end på klimastationens data.
- Der er ved undersøgelse af vandingsanlæggene fundet stor variation i vandfordelingen på den enkelte green og mellem de enkelte greens
- Der er ved undersøgelse af vandingsanlæggene fundet vandingsintensiteter, der langt overskrider vækstlagets infiltrationskapacitet, hvilket giver anledning til overfladiske afstrømninger med risiko for lokal nedsivning og dermed udvaskning af næringsstoffer.
- Det er mere aktuelt at undersøge og justere sit vandingsanlæg, end at investere i klimastation.
- Klimastationen er et udmærket værktøj til at indsamle data i forbindelse med undersøgelser af forskellig art.

## 15.0 Litteraturfortegnelse.

Aslyng, H. C., 1961. Klima, jord og vandbalance i jordbruget. Kulturteknik I, 3. udgave. DSR, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 240 sider.

Knudsen, Claus Riber, bachelorprojekt, 1996. Vanding af golfbaner i Københavns Amt. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Sektion for Landskab, 83 sider.

Landskontoret for Planteavl, 1991. Vandingsvejledning, Landskontoret for Planteavl, Udkærvej 15, 8200 Århus N.

[www. Danmarks Meteorologiske Institut.dk](http://www.Danmarks Meteorologiske Institut.dk)

## Ordforklaring.

**Globalstråling:** Et mål for den nettoindstråling af energi der finder sted, og som bl.a. resulterer i fordampning.

**Infiltrationskapacitet:** Ved en jords infiltrationskapacitet forstås den hurtighed hvormed jorden kan optage vand.

**Kapacitet for plantetilgængeligt vand:** En jords evne til at tilbageholde vand og stille det til rådighed for planterne.

**Markkapacitet:** Ved en jords markkapacitet forstås jordens vandindhold efter vandmætning, og når nedsivning eller afdræning er ophørt.

**Potentiel fordampning:** Ved potentiel fordampning forstås den fordampning, der finder sted fra kortklippet græs, hvis det altid er velforsynet med vand. Den tilstand vil normalt være tilstede på en green.

**Retentionsanalyse:** Laboratorieanalyse for at fastlægge markkapacitet og visnegrænse. Analysen foretages med trykapparat, idet jordens vandindhold bestemmes efter jorden har været underlagt forskelligt tryk.

**Sektorvanding:** Indstilling af en sprinkler, så den kun vander et givet udsnit af en cirkel.

**Struktur:** Ved vækstlagets struktur forstås de enkelte jordpartiklers indbyrdes lejningsforhold. Strukturen udtrykkes normalt i volumenvægt.

**Tekstur:** Ved vækstlagets tekstur - eller mekaniske sammensætning - forstås fordelingen i kornstørrelsen mellem de enkelte jordpartikler, altså fordelingen mellem grovsand, finsand, silt- og lerpartikler.

**Visnegrænse:** Den grænse hvor planterne har opbrugt alt det plantetilgængelige vand i jorden. Der vil da fortsat være en rest vand, som er så fast bundet til jordpartiklerne, at planterne ikke kan optage det.



Dansk Golf Union  
V. Vagn Dissing  
Nørresøhøjen 19  
8800 Viborg

Registrernr.:	046952
Kundenr.:	71390
Ordrenr.:	418191
Modt. dato.:	1997.10.23
Sidenr.:	1 af 2

## ANALYSERAPPORT

Rekvirent.....: Dansk Golf Union  
V. Vagn Dissing, Nørresøhøjen 19, 8800 Viborg  
Prøvested.....: Sydsjællands golfklub Præstø Landevej 39  
Prøvetype.....: Jord  
Prøveudtagning:  
Prøvetager.....:  
Analyseperiode: 1997.10.23 - 1997.11.03

GREEN:	1	3	9	13		
	40277	2025	56962	17110		
Udførte analyser	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Enheder	Metoder
<b>Teksturanalyse</b>						M-1002
Grovsand, 0.2 - 2.0 mm	54.5	53.2	55.0	77.1 %		
Finsand, 0.02 - 0.20 mm	34.0	35.5	33.7	16.1 %		
Silt, 0.002 - 0.020 mm	4.4	4.5	4.4	1.7 %		
Ler, under 0.002 mm	5.2	4.8	4.7	3.0 %		
Humus	1.9	2.0	2.2	2.1 %		
<b>Sigteanalyse</b>						*DS 405.9

Autoriseret af Plantedirektoratet til foretagelse af erhvervsmæssige kemiske analyser af foderstoffer, gødning og jordforbedringsmidler m.m. samt af jordprøver.

den 04. November 1997

Karen Klarskov



Dansk Golf Union  
 V. Vagn Dissing  
 Nørresøhøjen 19  
 8800 Viborg

Registrernr.: 046952  
 Kundenr.: 71390  
 Ordrenr.: 418191

Modt. dato.: 1997.10.23  
 Sidenr.: 2 af 2

## ANALYSERAPPORT

Rekvirent.....: Dansk Golf Union  
 V. Vagn Dissing, Nørresøhøjen 19, 8800 Viborg  
 Prøvested.....: Sydsjællands golfklub Præstø Landevej 39  
 Prøvetype.....: Jord  
 Prøveudtagning:  
 Prøvetager.....:

Analyseperiode: 1997.10.23 - 1997.11.03

GREEN:	15	18	Putting	Indspil		
	42483	15115	31011	36694		
Udførte analyser	Resultat	Resultat	Resultat	Resultat	Enheder	Metoder
<b>Teksturanalyse</b>						M-1002
Grovsand, 0.2 - 2.0 mm	80.8	76.3	53.1	67.6	%	
Finsand, 0.02 - 0.20 mm	13.7	17.2	36.4	30.6	%	
Silt, 0.002 - 0.020 mm	1.3	1.1	4.0	0.0	%	
Ler, under 0.002 mm	2.4	3.2	5.6	1.6	%	
Humus	1.8	2.2	0.9	0.2	%	
<b>Sigteanalyse</b>						*DS 405.9
Gennemfald 16.00 mm				100	%	
Gennemfald 8.00 mm				100	%	
Gennemfald 4.76 mm				100	%	
Gennemfald 2.38 mm				99.8	%	
Gennemfald 2.00 mm				99.6	%	
Gennemfald 1.41 mm				99.1	%	
Gennemfald 1.00 mm				98.3	%	
Gennemfald 0.84 mm				97.5	%	
Gennemfald 0.59 mm				94.2	%	
Gennemfald 0.42 mm				88.5	%	
Gennemfald 0.35 mm				82.6	%	
Gennemfald 0.21 mm				39.2	%	
Gennemfald 0.149 mm				18.3	%	
Gennemfald 0.074 mm				3.5	%	

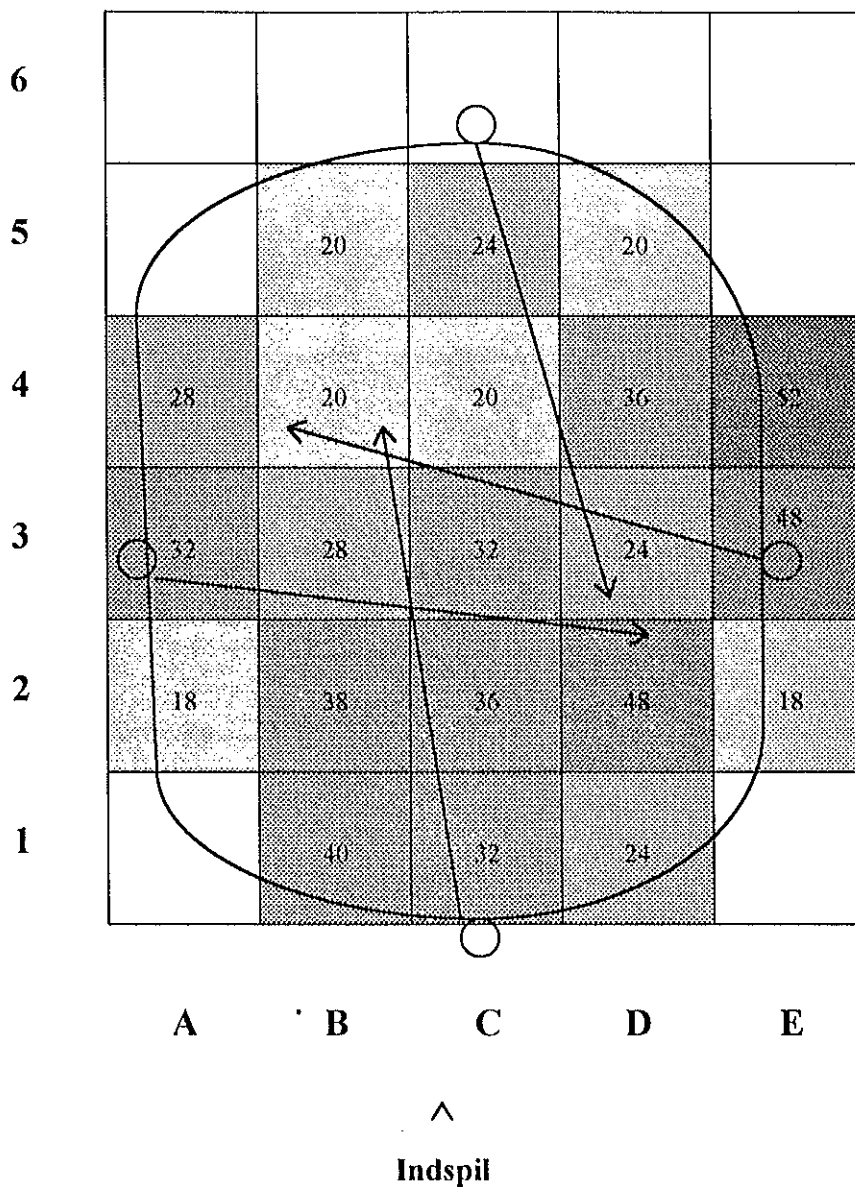
Kopi af rapporten er sendt til:  
 - Sydsjællands Golfklub, Præstø Landevej 39, 4700 Næstved

\*) Metoden er ikke omfattet af autorisationen.

Autoriseret af Plantedirektoratet til foretagelse af erhvervsmæssige kemiske analyser af foderstoffer, gødning og jordforbedringsmidler m.m. samt af jordprøver.

den 04. November 1997

Karen Klarskov



Middel vandingsintensitet: 30 mm pr. time

Tryk: 4 Atmosfære

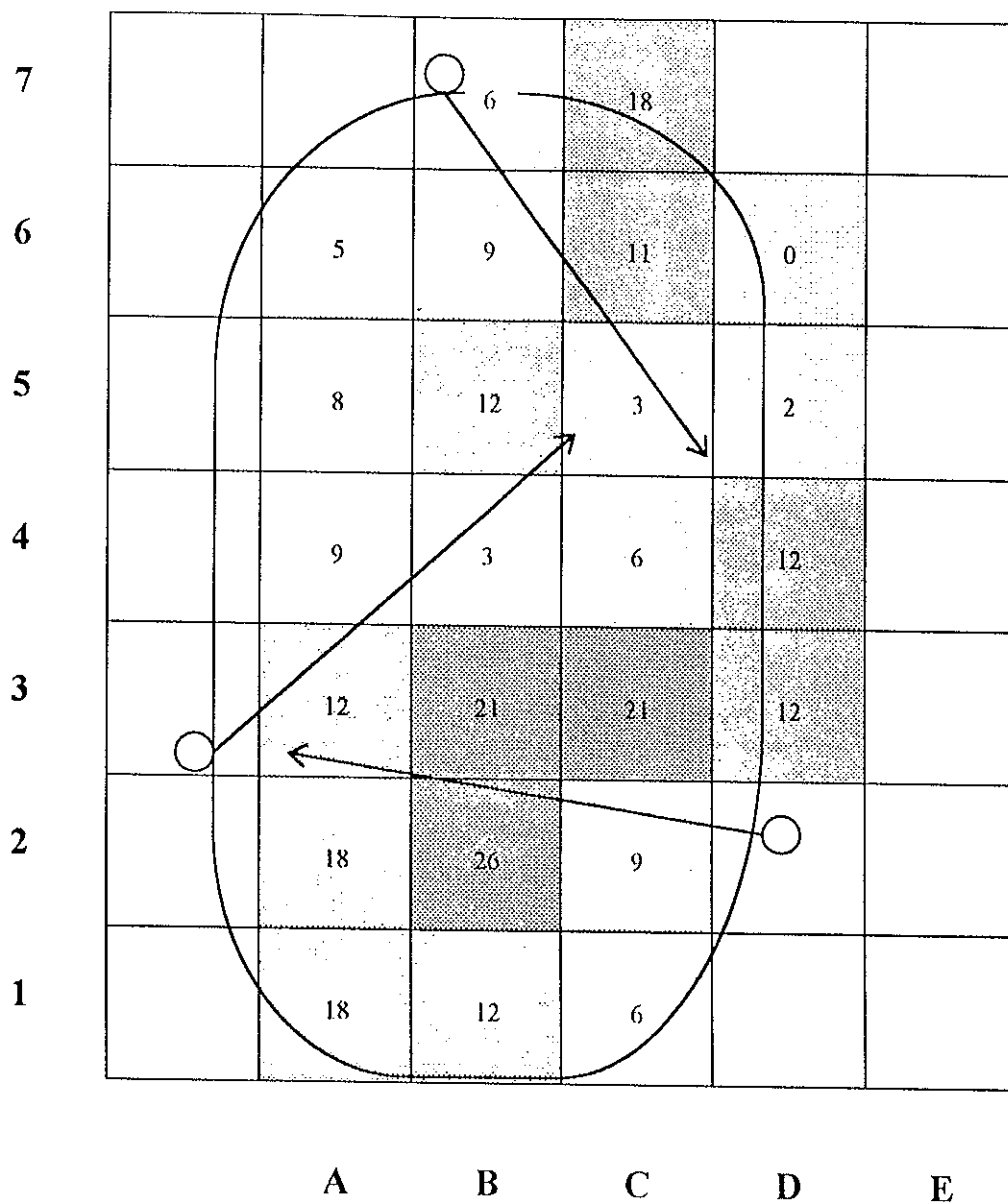
Areal: 430 m<sup>2</sup>

Bemærkninger: Meget stor intensitet især i forkant og i højre side.

Ændringer: Overvej reducere af dysestørrelse på sprinklere i forkant.

Vindretning:





^

Indspil

Middel vandingsintensitet: 10,8 mm pr. time

Tryk: 3,5-4,0 Atmosfære

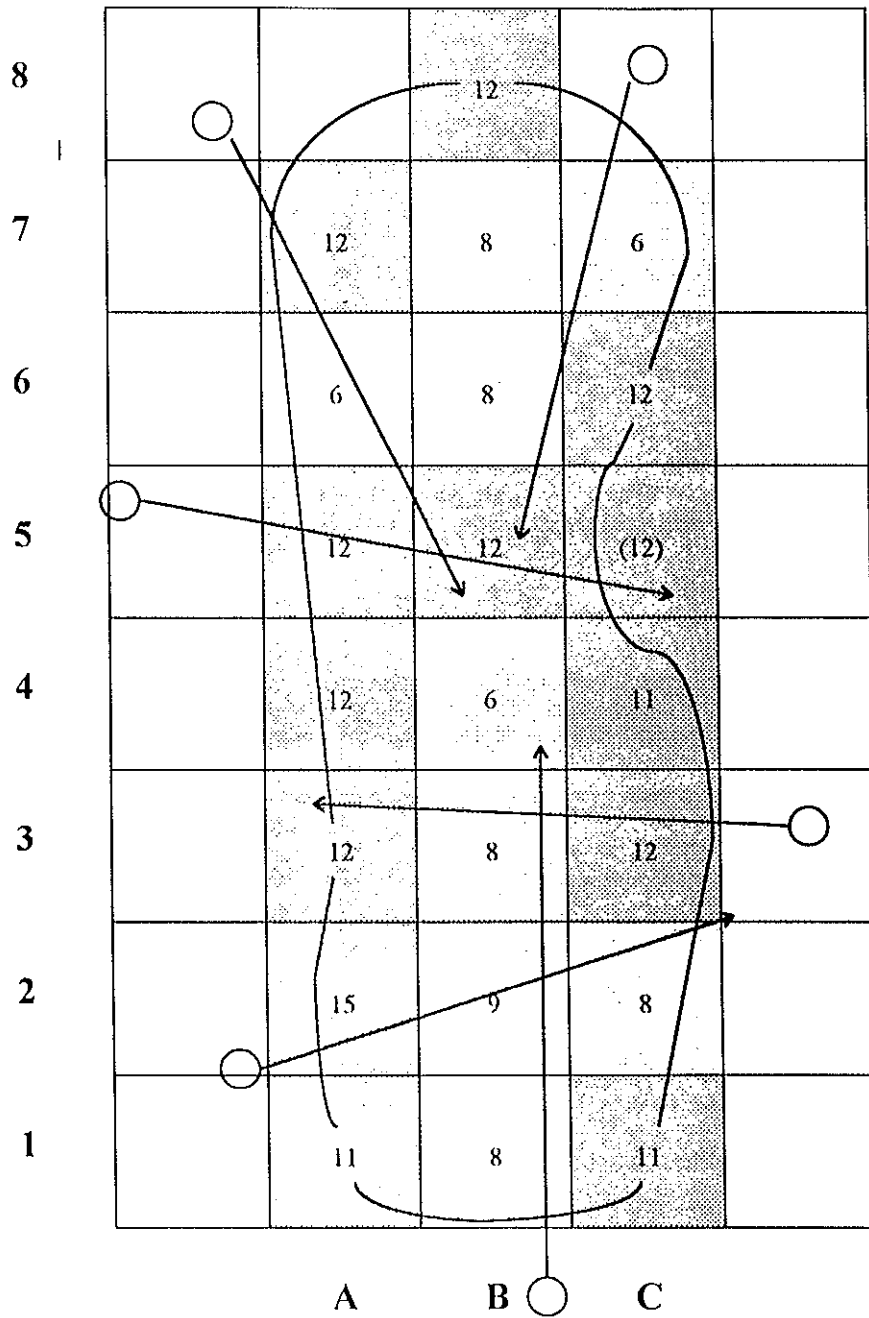
Areal: 525 m<sup>2</sup>

Bemærkninger: Relativ lav intensitet med noget uens fordeling og med stor intensitet i forkant.


Ændringer: Overvej udskiftning til større dyse i sprinkler i bagkant eller evt. til mindre dysere for de 2 sprinklere i forkant.

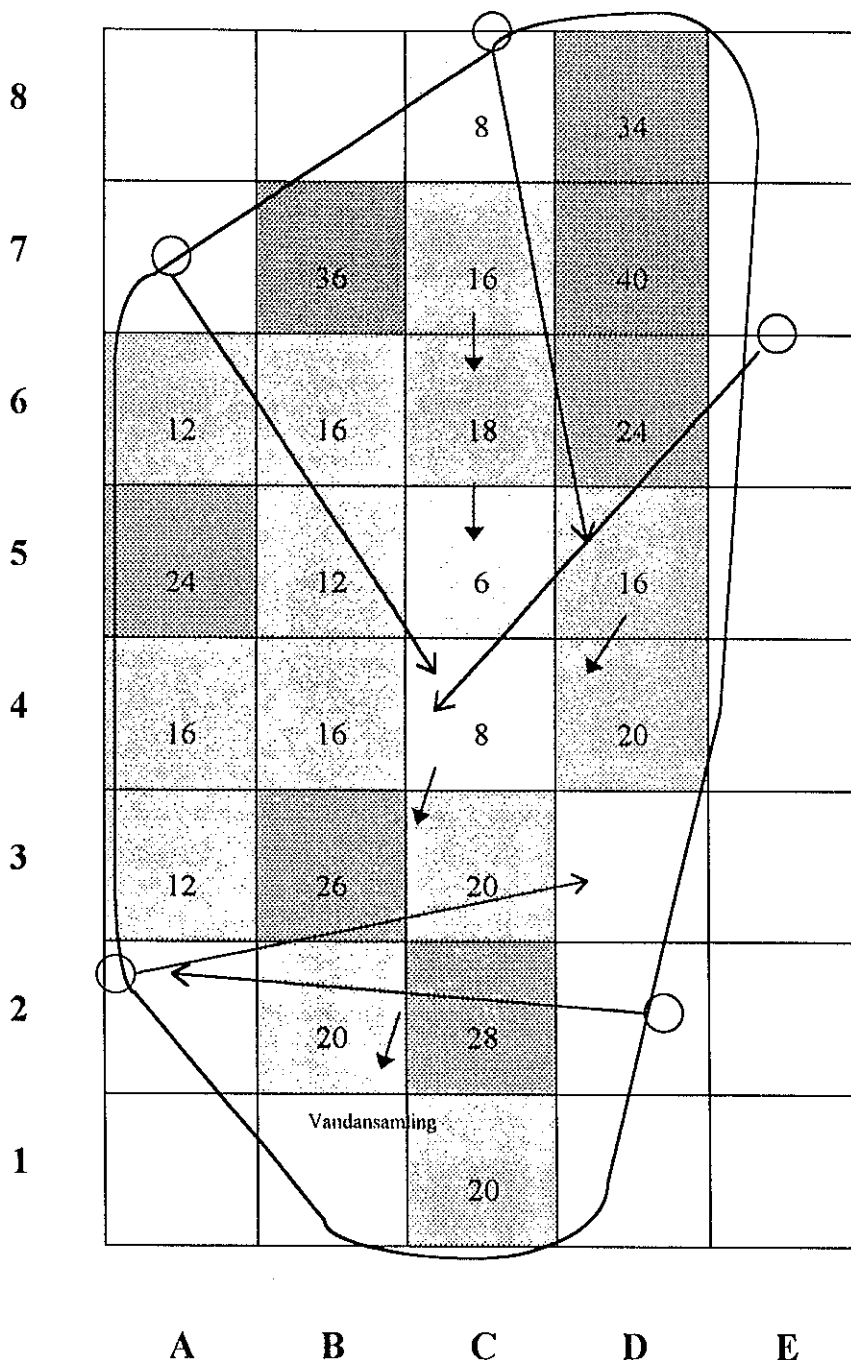
Vindretning: ?





Middel vandingsintensitet: 10,0 mm pr. time  
 Tryk: 2,5 Atmosfære  
 Areal: 420 m<sup>2</sup>  
 Bemærkninger: Lav intensitet og ensartet fordeling.  
 Ændringer:

Vindretning: 



^  
Indspil

Middel vandingsintensitet: 19 mm pr. time

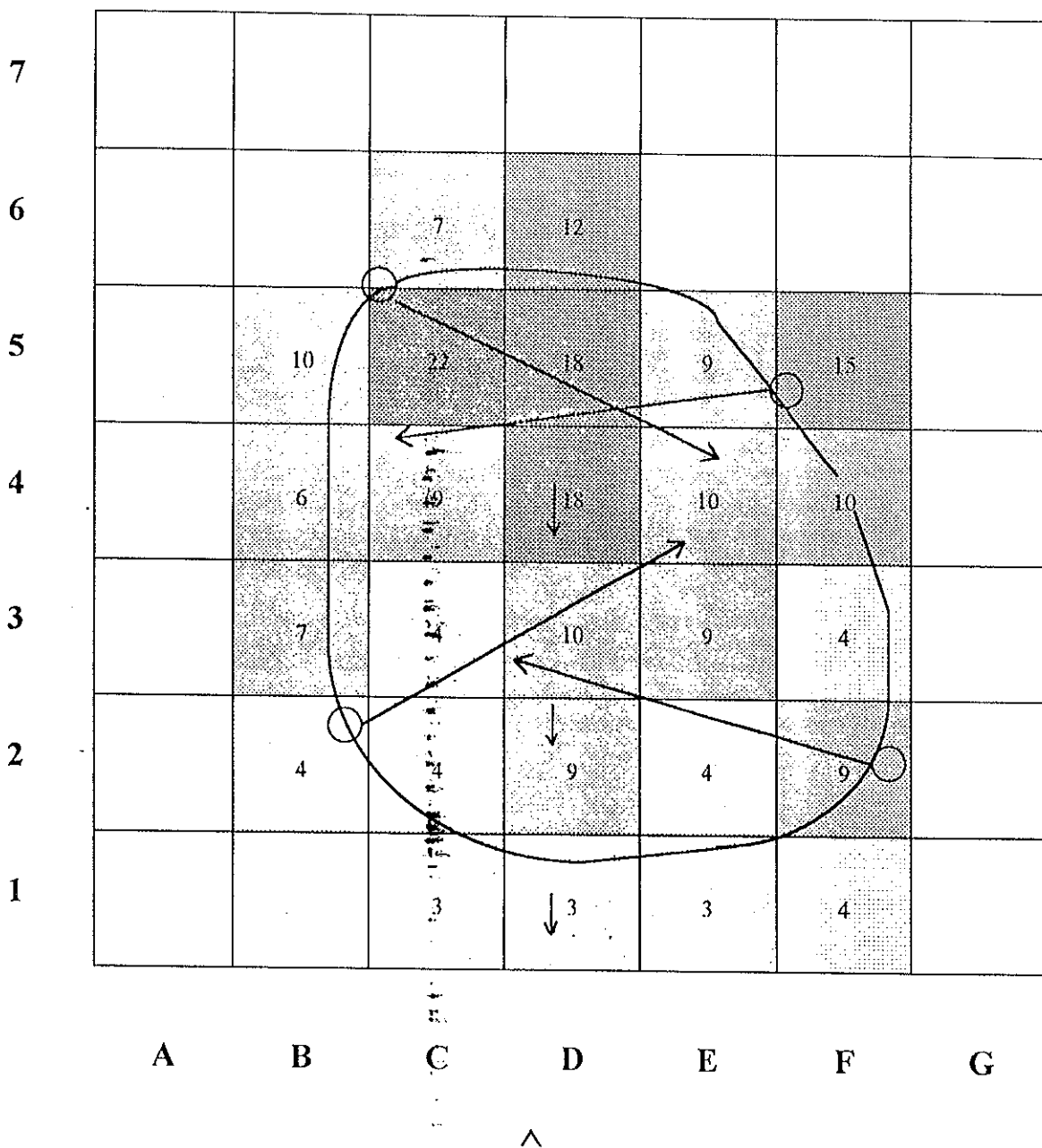
Tryk: 4 Atmosfære

Areal: 680 m<sup>2</sup>

Bemærkninger: Stor intensitet i bagkant. Ved senere måling viste der sig tendens til overfladisk afstrømning (se pile) fra bagkant mod forkant og med vandansamling i forkant.

Ændringer: Reducer intensitet i bagkant ved nedsættelse af dysestørrelse.

Vindretning: ↙



**Indspil**

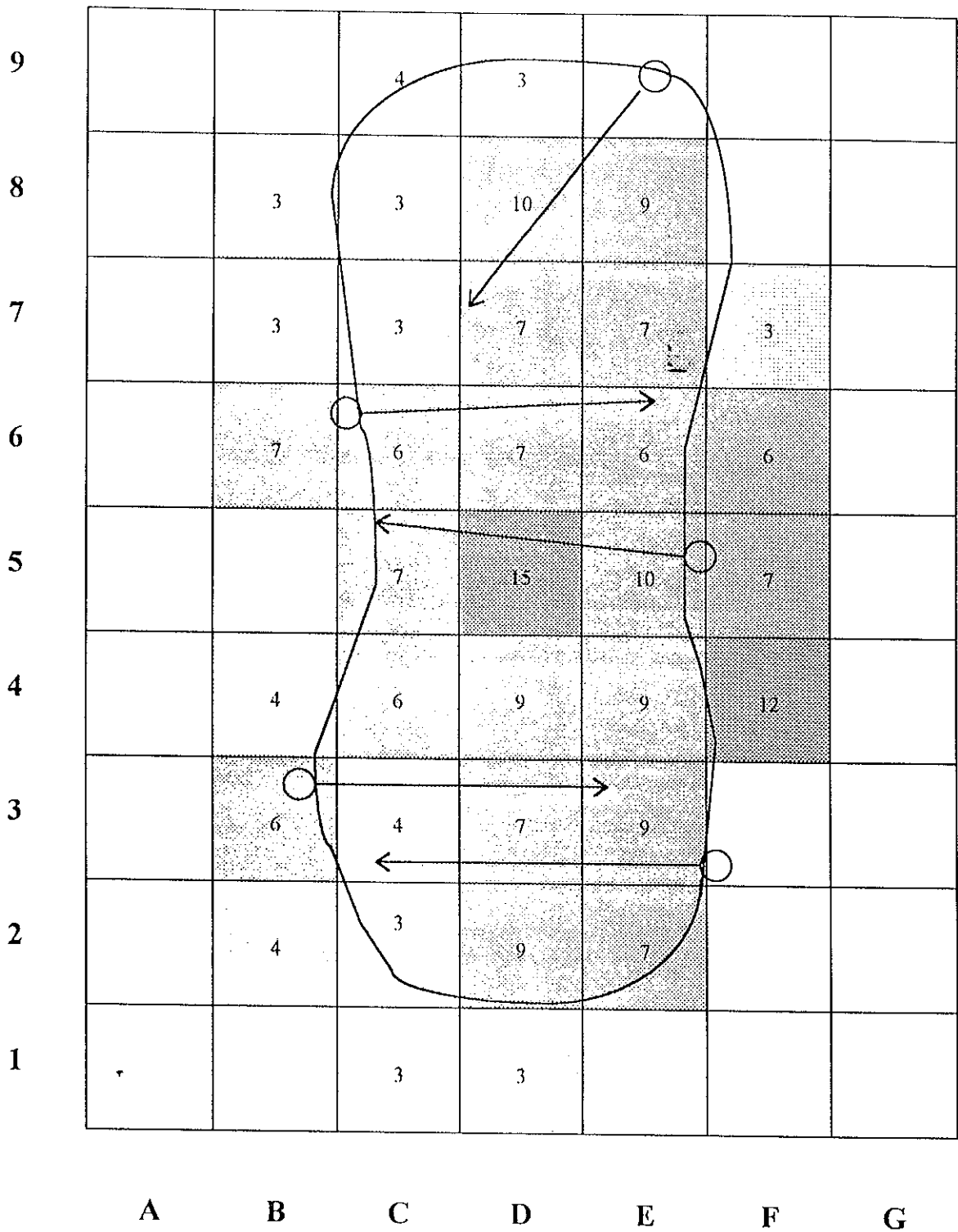
Middel vandingsintensitet 8,6 mm pr. time

Areal: 375 m<sup>2</sup>

Vindstyrke: 0

Bemærkninger: Tendens til overfladisk afstrømning centralt fra bagkant og imod indspil.

Ændringer: Intensitet bør mindskes på 2 bagerste sprinklere.



^  
Indspil

Middel vandingsintensitet: 6,1 mm pr. time

Areal: 525 m<sup>2</sup>

Vindstyrke/-retning: 2-3 m/sec ←

Bemærkninger: Ingen

Ændringer: Ingen