

Vandregnskab i PlantelInfo

Iver Thysen, Mathias N. Andersen og Finn Plauborg

Ifølge Danmarks Statistik blev der i 2003 vandet 204.000 ha i Danmark. I flere tusinde bedrifter er vanding en forudsætning for en høj produktion. Fra maj til august fylder arbejdet med at sikre afgrødernes vandforsyning meget i disse bedrífers dagligdag. Vandingsmaskinerne skal flyttes og overvåges, og vandingen skal styres, så der opnås det bedst mulige resultat af vandingen.

I de fleste tilfælde styres markvandingen ved hjælp af ugentlige informationer om nedbør og fordampning fra landbrugspressen, eventuelt suppleret af et manuelt ført vandingsregnskab og egne nedbørmålinger. En sådan styring er imidlertid ikke særlig præcis, og der er en stor risiko for, at vandingen ikke udføres til den rette tid og med de rette mængder. Desuden er et manuelt ført vandingsregnskab arbejdskrævende og forudsætter daglig ajourføring. I større bedrifter med adskillige vandingsmaskiner stiller styringen af vandingen store krav til driftslederens overblik og daglige tilsyn.

Styring via Internettet

Det kan være til stor hjælp at benytte IT til styring af vandingen. De nødvendige data om fordampning og nedbør kan fremskaffes dagligt via Internettet, og det aktuelle vandbehov i de enkelte marker kan beregnes med stor nøjagtighed

ved hjælp af en matematisk model baseret på mange års forskning. Et sådant IT-system er gratis til rådighed for alle danske landmænd. Det hedder Vandregnskab og kan findes på Internetadressen www.planteinfo.dk.

Vandregnskab er konstrueret til at give en god faglig vejledning til markvanding med en høj grad af brugervenlighed. Der er til vandingssæsonen 2006 gennemført en række ændringer, som sigter på at gøre det meget nemmere at sætte Vandregnskab op og at bruge Vandregnskab til daglig, ikke mindst i de større bedrifter. Med disse ændringer er Vandregnskab mere end et redskab til at opnå en optimal markvanding og højere udbytte. Vandregnskabet vil samtidig spare tid for driftslederen, sikre en præcis kommunikation med de medarbejdere, der skal udføre vandingen, og give driftslederen mulighed for at tage et par dage fri midt i vandingssæsonen.

Sådan bruges Vandregnskab

Vandregnskab skal sættes op med bedriftens marker, jordtype, afgrøde, mv. Det kan gøres rimelig enkelt, ved indtastning eller ved overførsel af markplanen fra Bedriftsløsningen, og det forklares senere, hvordan det gøres. Indledningsvis forudsættes, at der er indtastet en markplan.

Markernes aktuelle status med hensyn til behovet for vanding vises på en side som i figur 1.

Ud for hver mark (eventuelt hvert vandingsspor) er vist en såkaldt vandlineal, hvis længde svarer til markens kapacitet for plantetilgængeligt vand, f.eks. 61 mm ved JB 1. Vandlinealen er delt op i et grønt, gult og rødt område, som markerer, hvor skadelig vandmanglen er for afgrøden. Den aktuelle status er vist med den sorte rombe. Vandunderskuddet er også angivet med tal til højre for linealen. Vandunderskuddet angiver den anbefalede maksimale vanding.

Vejrprognoser

Siden kan i stedet for den aktuelle status vise en forventet status efter fem dage, hvor femdøgns vejrprognosen fra DMI er anvendt til fremskrivningen. Prognosen vælges ved en af datoerne øverst til venstre i skemaet.

Vandingsplan

Til venstre i skemaet i figur 1 kan der ud for hver mark vælges, om den pågældende mark skal med på den aktuelle vandingsplan. Det har især stor værdi, hvis markerne er inddelt efter vandingspumper. I de fleste tilfælde kører der kun en vandingsmaskine pr. pumpestation. Det er derfor praktisk at se på markerne i forhold til pumpestationer, således at der

kan vælges vanding for hver vandingsmaskine. Øverst i skemaet i figur 1 findes der nogle knapper, som kan bruges til at bladere mellem pumpestationer.

De valgte marker danner til sammen en vandingsplan (figur 2), som viser de valgte marker for hver pumpestation og markerens aktuelle og forventede vandbehov. Denne side kan udskrives og bruges ved det praktiske arbejde med at flytte vandingsmaskinerne.

Vandinger indtastes

Det korrekte vandbehov kan kun beregnes, hvis Vandregnskab hele tiden opdateres med de udførte vandinger. Det kan gøres ved at indtaste dato og mm vanding i vandingsplanen (figur 2). Når siden gemmes, bliver vandingsplanen opdateret, så det er let at se hvilke marker eller vandingsspor, der står for tur.

Slæt i græs eller helsæd skal indberettes med dato. Der kan indberettes op til fem slæt pr. år.

Indtastning med mobiltelefon

Vandingsplanen kan ses i marken med mobiltelefonen, enten som en SMS der bestilles fra marken eller i en Internetbrowser i mobiltelefonen. Udførte vandinger kan registreres med mobiltelefonen.

Ved at benytte vandingsplanen og opdatere vandinger

Vandregnskab - Vandbehov

Vandbehov Vandingsplan Indtast Opsætning SMS Vejrdata Dokumentation Styring Hjælp												
Pumpestation 1												
Plan	30.07	30.07	30.07	30.07	30.07	30.07	Status (5:07 kl. 08)					
Slæt	Mark nr.	Navn	Afgøde	mm	Dato	mm	04.07	10.07	Dato	mm	mm	Label
<input checked="" type="checkbox"/>	2-1	Kartofler, tidl.	30	-39	27.06	30	-39	-47				Label
	2-2	Kartofler, tidl.	30	-39	28.06	30	-39	-46				Label
	2-3	Kartofler, tidl.	35	-30	29.06	35	-30	-40				Label
<input type="checkbox"/>	3-1	Kløvergræs	30	-11	03.07	30	-11	-15				Label
	3-2	Kløvergræs	25	-13	04.07	25	-13	-17				Label
	3-3	Kløvergræs	38	-28	27.06	38	-28	-32				Label
<input type="checkbox"/>	1-1	Vårbyg	30	-30								Label
	1-2	Vårbyg	30	-30								Label
	1-3	Vårbyg	30	-30								Label
	1-4	Vårbyg	30	-30								Label

Figur 1. Vandingsbehov.

Vandbehov Vandingsplan Indtast Opsætning SMS Vejrdata Dokumentation Styring Hjælp											
Mark nr.	Navn	Afgøde	Seneste vanding		Balance		Næste vanding				
			Dato	mm	04.07	10.07	Dato	mm			
Pumpestation 1											
2-1	Kartofler, tidl.		27.06	30	-39	-47					
2-2	Kartofler, tidl.		28.06	30	-39	-46					
2-3	Kartofler, tidl.		29.06	35	-30	-40					
Pumpestation 2											
9-1	Kløvergræs		03.07	30	-11	-15					
9-2	Kløvergræs		04.07	25	-13	-17					
9-3	Kløvergræs		27.06	38	-28	-32					

Figur 2. Vandingsplan.

med mobiltelefonen er det ikke nødvendigt at gå ind i Vandregnskab med computeren mere end 2 til 3 gange om ugen. Driftslederen kan således med et minimalt arbejdsforbrug sikre sig, at markvandingen gennemføres optimalt, uanset om han selv eller hans medarbejdere udfører det praktiske arbejde med flytning af vandingsmaskinerne.

Opsætning af Vandregnskab

Opsætningen indledes ved at taste markplanen ind på siden Hurtig start (figur 3). De nød-

vendige oplysninger er i første omgang mark nr., jordtype og afgrøde. Markplanen kan eventuelt overføres til Vandregnskab fra Bedriftsløsningen, hvor markplanen bliver lagt ind i forbindelse med fastlæggelsen af gødningsplanen. Når overførslen er fuldført, vises markplanen i siden Hurtig start.

Vandingsspor og pumpestationer

Det vil derpå ofte være en god idé at inddele markerne i vandingsspor og at gruppere markerne efter pumpestationer på

Mark nr	Navn	JB	Afgrøde	Fremspiring ¹ Vækstet ²
1		1. Grovsandet	Vårbyg	20.04
2		1. Grovsandet	Karloter, tid	05.05
3		1. Grovsandet	Karloter, sene	12.05
4		1. Grovsandet	Åbter	21.04
5		1. Grovsandet	Vinterrug	10.04
6		1. Grovsandet	Vinterbyg	10.04
7		2. Finsandet	Majs	15.05
8		2. Finsandet	Klævergræs	10.04
9		1. Grovsandet	Klævergræs	10.04
10		2. Finsandet	Vinterhvede/helbød	10.04
11		1. Grovsandet	Vårbyg, helbød	20.04

Figur 3. Hurtig start af Vandregnskab.

siden Vanding, spor og pumpestationer (figur 4). Grupperingen efter pumpestationer er ikke nødvendig, men den kan gøre arbejdet med Vandregnskab meget mere overskueligt, idet der i de øvrige indtastningssider kan bladres mellem pumpestationer.

Jordbunden

Det er vigtigt at præcisere beskrivelsen af jordbunden, idet en korrekt ansat markkapacitet for plantetilgængeligt vand er en forudsætning for en retvisende vejledning. Det kan gøres ved at indtaste oplysning

ger om jordtype i overjord og underjord samt overjordens dybde eller ved at indtaste en komplet teksturanalyse for to jordlag. Det er ikke nødvendigt at indtaste disse data for hver enkelt mark, idet der er mulighed for at kopiere indtastningerne for den første mark til alle øvrige, eventuelt for marker ved en pumpestation ad gangen. Derefter kan de enkelte marker korrigeres efter behov.

Fremspiring

Der skal indtastes oplysninger om fremspiring af vårafgrøder.

Det kan gøres ved at indtaste en dato for hver afgrøde, som automatisk bliver tildelt alle marker med denne afgrøde (figur 5). Efterfølgende kan de enkelte marker korrigeres efter behov.

Hjælp fra konsulenten

Planteavlskonsulenten kan lave det praktiske arbejde med opsætningen. Vandregnskab kører på Internettet, og derfor kan rådgiveren lave opsætningen fra sit kontor. Rådgiveren kan også give vejledning til brugen af Vandregnskab og til beslutninger om vanding, idet han er i stand til at se den enkelte landmands Vandregnskab i vandingssæsonen.

Vejrdata

Vandregnskab i PlantelInfo bliver, i samarbejde med Danmarks Meteorologiske Institut løbende opdateret med vejrdata og vejrprognoser. Data findes i et 10×10 km kvadratnet (det såkaldte AMIS grid), som dækker landet. I PlantelInfo gemmes nummeret på det kvadrat i nettet (såkaldt AMIS grid nr.), som svarer til bedriftens geografiske placering. Derved får brugere af PlantelInfo automatisk vejrdata, som svarer til bedriftens beliggenhed. Data i AMIS beregnes ud fra et netværk af automatiske klimastationer, hvoraf ca. 60 måler temperatur, 23 måler globalstråling og 40 måler

Mark nr	Navn	Vandes	Vandingsspor	Pumpestation
1		<input checked="" type="checkbox"/>	4	1
2		<input checked="" type="checkbox"/>	3	1
3		<input checked="" type="checkbox"/>	3	1
4		<input checked="" type="checkbox"/>	4	2
5		<input checked="" type="checkbox"/>	4	2
6		<input checked="" type="checkbox"/>	5	2
7		<input checked="" type="checkbox"/>	4	2

Figur 4. Vanding, spor og pumpestationer.

Tabel 1. Standardværdier for nedbørkorrektion 1961-90 (moderat læ). Procenttillæg til målt.

Lækategori	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	Året
Moderat læ	41	42	35	24	13	11	10	10	11	14	23	37	21

Vandbehov | Vandingsplan | Indtast | Opsætning | Ops | Vejrdata | Dokumentation | Hjælp

Anvend kun på marker uden dato for vækststart
 Anvend på alle marker

Du kan her sætte en fremspringsdato for alle marker med samme afgrøde. Som standard sættes denne nye fremspringsdato kun for marker, hvor fremspringsdatoen ikke er indtastet. Du kan overskrive tidligere indtastede fremspringsdatoer ved at vælge Anvend på alle marker

Afgrøde	Marker	Fremspring indtastet			Fremspring mangler	
		Antal	Min.	Max.	Antal	Dato
Æbler	1	0			1	
Karlotter, tidl.	1	0			1	
Karlotter, sene	1	0			1	
Majs	4	0			4	
Vårbøg-hetsø	2	2	10.04	10.04	0	

Ops

Figur 5. Indtastning af fremspring.

nedbør. Derudover anvendes et netværk af ca. 400 manuelle nedbørstationer, som måler nedbør en gang i døgnet. Placeringen af klimastationer er vist i figur 6. Potentiel fordampning beregnes ud fra en formel, der benytter måling af

luftens temperatur og solindstråling (Makkinks formel). Det er velkendt, at nedfaldet af vand er større end det målte. Det skyldes, at nedbøren rammer nedbørmåleren i en skrå vinkel. DMI har fastlagt månedlige nedbørkorrektioner (tabel

1), som fra 2006 anvendes i Vandregnskab.

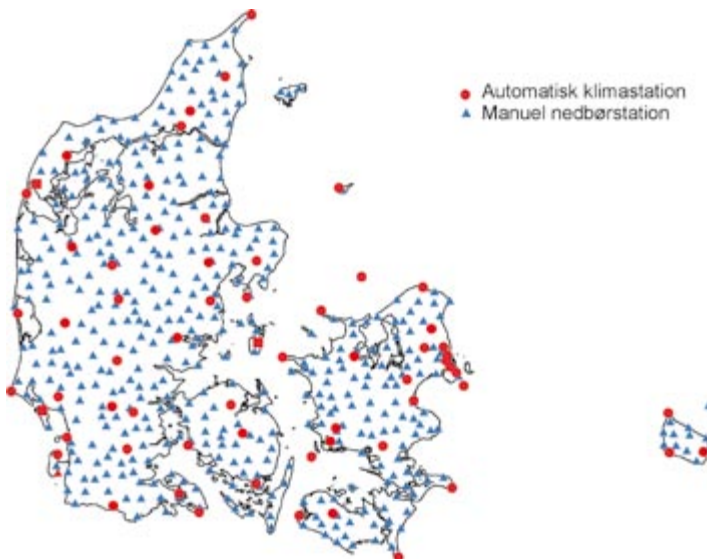
Vejrprognoser

Der er to typer vejrprognoser, som begge leveres af DMI, i PlantelInfo. Syvdøgnsprognozen beregnes med en klimamodel, som dækker hele jordkloden, og data herfra beregnes en gang i døgnet. Todøgnsprognozen beregnes med DMIs HIRLAM-model, som dækker et område over Nordeuropa med en meget finere geografisk opløsning, og som beregnes fire gange i døgnet. Der kan som følge af de forskellige modeller og forskellige beregningstidspunkter være forskel på de to typer prognoser.

Nedbør

Som standard benytter Vandregnskab nedbør fra AMIS-griddet, som er beregnet som et gennemsnit af data fra de nærliggende klimastationer og manuelle nedbørstationer, idet de nærmeste vægter mest. Denne nedbør vil i de fleste tilfælde være fuldt tilstrækkelig for at opnå en god vejledning til vandingen. Der vil dog forekomme situationer, hvor det er tilrådeligt at korrigere AMIS-nedbøren.

Landmanden kan vælge at bruge nedbør fra egne målinger,



Figur 6. Placering af klimastationer.

fra en anden brugers målinger eller fra en nærliggende manuel nedbørstation. Nedbøren fra AMIS-griddet bliver stadig benyttet, hvis der ikke er indtastet en egen måling (der skal derfor indtastes et nul, hvis egen måling viser nul). I nogle tilfælde ligger gårdens marker så spredte, at det ikke er tilstrækkelig nøjagtigt at bruge nedbør fra én nedbørstation for hele gården. Derfor kan landmanden indtaste nedbør på markniveau på en side, som ligner siden for indtastning af vanding; nedbør, som er indtastet her, vil altid overskrive data, som måske er indtastet for gården for den pågældende mark. En anden mulighed er at udlede markens placering ud fra markens bloknummer, dvs. hvis landmanden indtaster den korrekte identifikation, vil han kunne bruge data fra et specifikt AMIS-grid ud fra markens placering.

Beregningsmetoder

Landbrugsafgrøder

Den daglige ændring i jordens vandindhold beregnes som nedbør plus vanding minus fordampning. Det aktuelle vandindhold beregnes ved at summere de daglige ændringer fra 1. marts, hvor jorden antages at være mættet med vand. Der er stor forskel på jordtypernes evne til at binde vand og på den maksimale rod-dybde. Markkapaciteten, dvs. mm plantetilgængeligt vand i

rodzonen når jorden er mættet med vand, i forskellige jordtyper er vist i tabel 2. I praksis kan jordens tekstur afvige meget fra gennemsnittet for en jordtype. Det kan medføre betydelige forskelle i den maksimale markkapacitet, hvilket fremgår af tabel 3, som viser et par eksempler på sandede jorder, der begge tilhører JB3. Den aktuelle markkapacitet afhænger af den aktuelle rod-dybde. Denne beregnes automatisk ved hjælp af temperatursummer. Den aktuelle markkapacitet vil stige indtil afgrøden har udviklet sig til den maksimale jorddybde.

Fordampning

Modellen regner med to former for fordampning. Den første er fordampning fra fugt på afgrødens overflade og i det allerøverste jordlag efter ned-

bør; denne fordampning kan medføre et væsentligt tab af vand, når det regner hyppigt. Den anden form for fordampning er fra vand, som afgrøden trækker op gennem rødderne.

Denne fordampning afhænger af jordens aktuelle vandindhold, af afgrødens bladareal, som afhænger af udviklings-trinnet, og af den potentielle fordampning, som afhænger af vejret. I figur 7 er kun vist et eksempel på fordelingen af fordampning i en vårafgrøde.

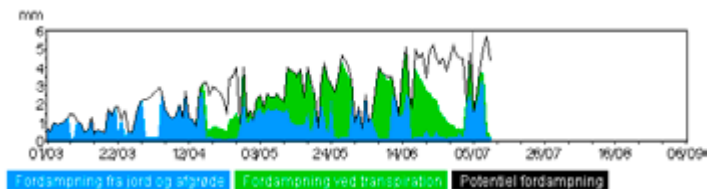
Traditionelt anses den potentielle fordampning at være den maksimalt mulige fordampning, men nyere forsøg har vist, at det er mere korrekt at sætte den maksimale fordampning til 1,2 gange potentiel fordampning.

Tabel 2. Indhold af plantetilgængeligt vand i udvalgte jordtyper.

Jordtype	Jorddybde, cm				mm til maks. rod-dybde
	0-25	25-50	50-75	75-100	
1	16	8	8	8	60
2	20	18	18	18	140
3	20	12	9	9	80
4	20	13	9	9	130
5	20	16	12	12	150
6-7	20	16	16	16	170

Tabel 3. Forskelle i markkapacitet for samme jordtype, men med forskellig tekstur.

Jordtype	Humus %	Ler %	Silt %	Finsand %	Grovsand %	mm til maks. rod-dybde
JB 3	3	5	1	1	90	54
JB 3	3	9	24	39	25	207



Figur 7. Fordampning fra jord- og afgrødeoverflade og transpiration.

Der regnes med en lavere fordampning fra afgræsningsmarker (det maksimale bladarealindeks sættes her til 1,5 i modsætning til andre afgrøder, hvor det maksimale bladarealindeks er 5).

Modellen inkluderer de vigtigste landbrugsafgrøder i Danmark, nemlig roer, ærter, kartofler, vår- og vinterbyg, rug, vår- og vinterhvede, vår- og vinterraps samt græs.

Grønsagsafgrøder

Der foreligger ikke en model til beregning af roddybde og udviklingstrin i grønssagsafgrøder ud fra temperatursummer. I stedet anvendes fordampningskoefficienter til at beregne den aktuelle fordampning ud fra den potentielle

fordampning. Disse fordampningskoefficienter afhænger af afgrødernes udviklingstrin, som defineres ved forskellige morfologiske egenskaber.

Der er vist eksempler i tabel 4. Vandregnskab indeholder fordampningskoefficienter for afgrøderne; asparges, blomkål, broccoli, drueagurk, forårsspinat, grønkål, gulerod, hovedkål, hovedsalat, kinakål, knoldfennikel, løg, persille, porre, rosenkål, rødbede, selleri og zucchini.

Der vil i foråret 2006 blive indført beregning af roddybde og indstillingstrin for nogle af de vigtigste grønssagsafgrøder.

Hvornår skal der vandes?

Hvordan skal der vandes for at holde afgrøden velforsynet med vand? Vandregnskab kan give et svar på det spørgsmål, idet der er mulighed for at køre en simulering, hvor der tildeles vandinger efter afgrødens behov. Simuleringen tager udgangspunkt i den aktuelle markplan og i vejrdata fra et af årene i perioden fra 2000 og fremefter. Der tildeles en vandning hver gang vandbalancen når den anbefalede tærskelværdi for vandning, svarende til at romben i figur 1 går fra det grønne område til det gule.

Resultatet af simuleringen bliver vist i en tabel, som for hver mark viser hvornår og hvor meget der er vandet. Resultaterne kan desuden anskueliggøres i grafik som vist i figur 8. Den øverste del af figuren viser, hvordan roddybden udvikler sig fra fremspiring/vækststart og dermed hvordan afgrøden kan hente vand fra en større del af jordbunden. Den relative mængde af plantetilgængeligt vand er vist med

Tabel 4. Afgrødekoefficienter (K) for grønssager.

Afgrøde	Vækststadium 1		Vækststadium 2		Vækststadium 3		Vækststadium 4	
	Tekst	K	Tekst	K	Tekst	K	Tekst	K
Blomkål	Plantning	0,5	Diam. >30 cm	0,8	Diam. >70 cm	1,2	Højde >60 cm	1,4
Broccoli	Plantning	0,5	4. blad	0,8	8. blad	1,2	12. blad	1,4
Salat	Plantning	0,5	Diam. >15 cm	0,8	Diam. >25 cm	1,2		0,0
Gulerod	Såning	0,5	4. blad	0,8	7. blad	1,2	Fuld bladudv.	1,4
Løg	Fremspiring	0,5	6. blad	1,0	Fuld bladudv.	1,2	Løgdannels færdig	0,0

Resume

Vandingsstyring er i vækstsæsonen en vigtig og arbejdskrævende funktion for driftslederen. Vandregnskab på PlantelInfo er et online program til optimering og styring af bedriftens vanding. Ved hjælp af få inddata om fx marker, jordtype og afgrøde, samt evt. nedbørdata fra bedriften kan en vandingsvejledning udarbejdes. I PlantelInfo er meteorologiske data til rådighed, og der gives endvidere en prognose for de følgende fem dage. Vandingsplanen kan fås enten via mobiltelefonen eller hjemme ved computeren via internettet. Eventuelle vandinger kan endvidere indtastes via mobiltelefonen. Driftslederen kan således ved et minimalt arbejdsforbrug udarbejde en vandingsvejledning.

Grøn Viden indeholder informationer fra Danmarks JordbrugsForskning.

Grøn Viden udkommer i en mark-, en husdyr- og en havebrugsserie, der alle henvender sig til konsulenter og interesserede jordbrugere.

Abonnement tegnes hos Danmarks JordbrugsForskning Forskningscenter Foulum Postboks 50, 8830 Tjele Tlf. 89 99 10 28 / www.agrsci.dk

Prisen for 2006:
Markbrugsserien kr. 272,50
Husdyrbrugsserien kr. 225,00
Havebrugsserien kr. 187,50.

Adresseændringer meddeles særskilt til postvæsenet.

Michael Laustsen (ansv. red.)
Jette Ilkjær (red.)

Layout og tryk:
DigiSource Danmark A/S

ISSN 1397-985X - Markbrug

Forfattere:
Iver Thysen, Mathias N. Andersen og Finn Plauborg
Afdeling for Jordbrugsproduktion og Miljø

Grøn Viden

blåt og varierer i forhold til tilførsel i form af nedbør og vanding og fraførsel ved fordampning. Afgrødens udvikling er illustreret (med grønt) ved bladarealindekset. Den nedre del af figuren viser nedbør, vanding og potentiel fordampning.

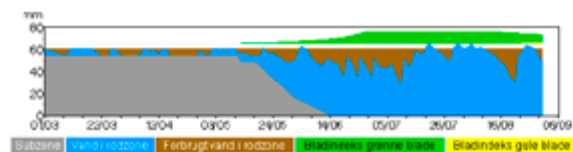
Det aktuelle eksempel i figur 8 viser, at en kartoffelmark i Vestjylland ved et vejrlig som i 2005 har behov for 5 vandinger for at være tilstrækkeligt forsynet med vand.

Ændringer i vandingsmodel og vejrdata fra 2006

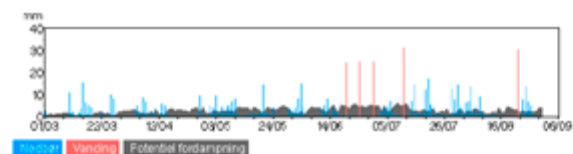
- Den maksimale fordampning til 1,2 gange potentiel fordampning.
- Der regnes med en lavere fordampning fra afgræsningsmarker (maksimale bladarealindeks 1,5)
- Der anvendes nedbørkorrektioner.

Disse ændringer vil til en vis grad modvirke hinanden. Det er dog vigtigt at være opmærksom på, at der fra 2006 regnes med en større fordampning, hvilket i tørre perioder kan få stor betydning for den vandbalance, der vises i Vandregnskab.

Mark 3-1 Kartoffler, sene



Figur 7. Vandtilhold i jorden og bladindeks (Eichler & H. Bøtner)



Figur 8. Nedbør, vanding og potentiel fordampning (Vestligt vejrlig med nedbør større end 40 mm er listet nedstift)

Figur 8. Vandregnskab