

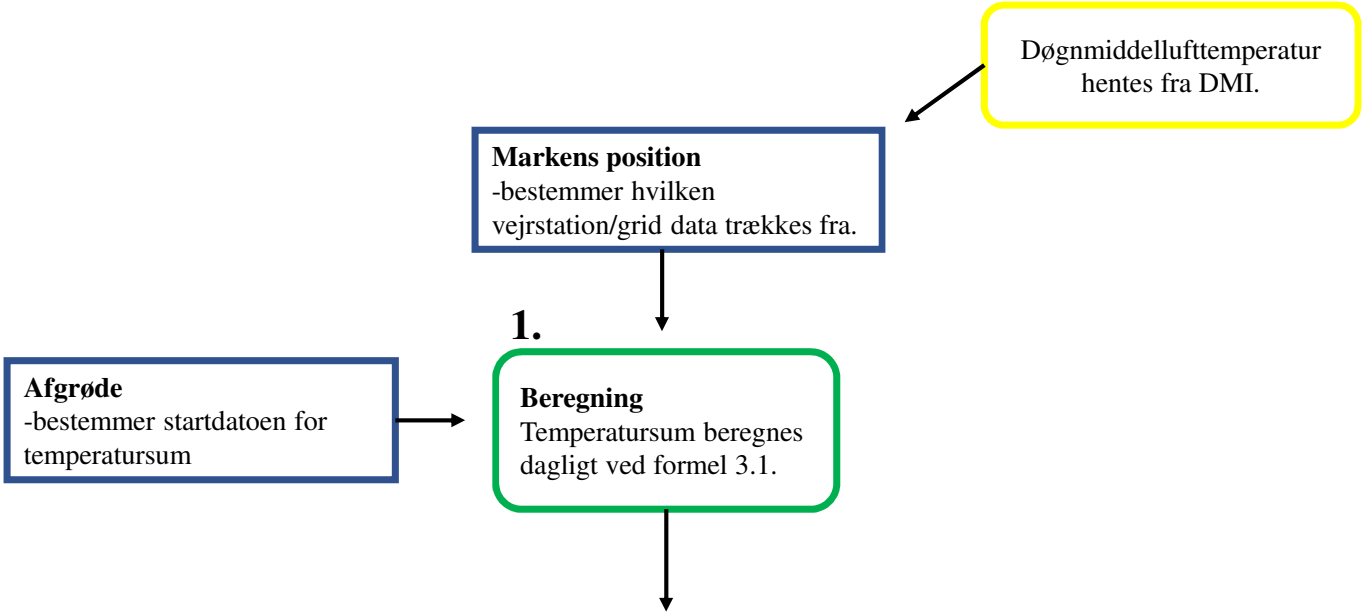
Dokumentation Vandregnskab II

Dette dokument viser dokumentationen for det udviklede programmodul, kaldet Vandregnskab II, til beregning af vandbalance. Modelbeskrivelsen/dokumentationen bygger på og følger i store træk beskrivelsen af Markvand-modellen (Plauborg og Olesen 1991, Statens Planteavlsforsøg, Beretning nr. C 2113 – 1991).

Dokumentationen består dels af en række "stories" repræsenterende de enkelt-komponenter, som programmeringen af modulet har været brudt op i, og dels to regnearksværktøjer, hvori modellen er programmeret. Begge dele har været anvendt under programmeringen/udviklingen af beregningsmodulet.

Det skriftlige dokumentationsmateriale består af to dele: Én med sigte på at give en visuel fremstilling og overordnet forståelse af og for modellens delkomponenter og én med sigte på give detaljeret skriftlig, altindbefattende beskrivelse. Der er i begge dele inkluderet eksempler i de "stories", som dækker modellens afgrødemodel. Der er overvejende tale om tænkte eksempler uden parametermæssig sammenhæng med virkeligheden, men naturligvis følgende modellens beregningsprincipper. For de resterende "stories", dækkende selve modellens vandbalanceberegning, har de udviklede regnearksværktøjer fungeret som eksempler.

1. Temperatursum



Dato <i>t</i>	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum. °C
1	1	1
2	3	4
3	2	6
4	4	10
5	3	13
6	1	14

Story 1. Temperatursum

Input: Døgnmiddellufttemperatur fra DMI på position bestemt af aktuel markposition.
Afgrøde

Tabelopslag: Startdato for temperatursum afhængigt af afgrøde (1) og anvendelse (2)

1. Beregning af vækststart/fremspiring, eller
2. Simulering af vækstfase eller bladarealindeks og roddybde.

1. Beregning temperatursummer.

Temperatursummer udregnes dagligt ved ligning 3.1 på grundlag af døgnmiddellufttemperatur som en sum af temperaturer større end en valgt basistemperatur - her 0 °C.

$$S_a^b = \sum_{t=a}^b (T_t - T_b)_+ \quad (3.1)$$

hvor S_a^b er temperatursum beregnet fra dag a til b , °C,

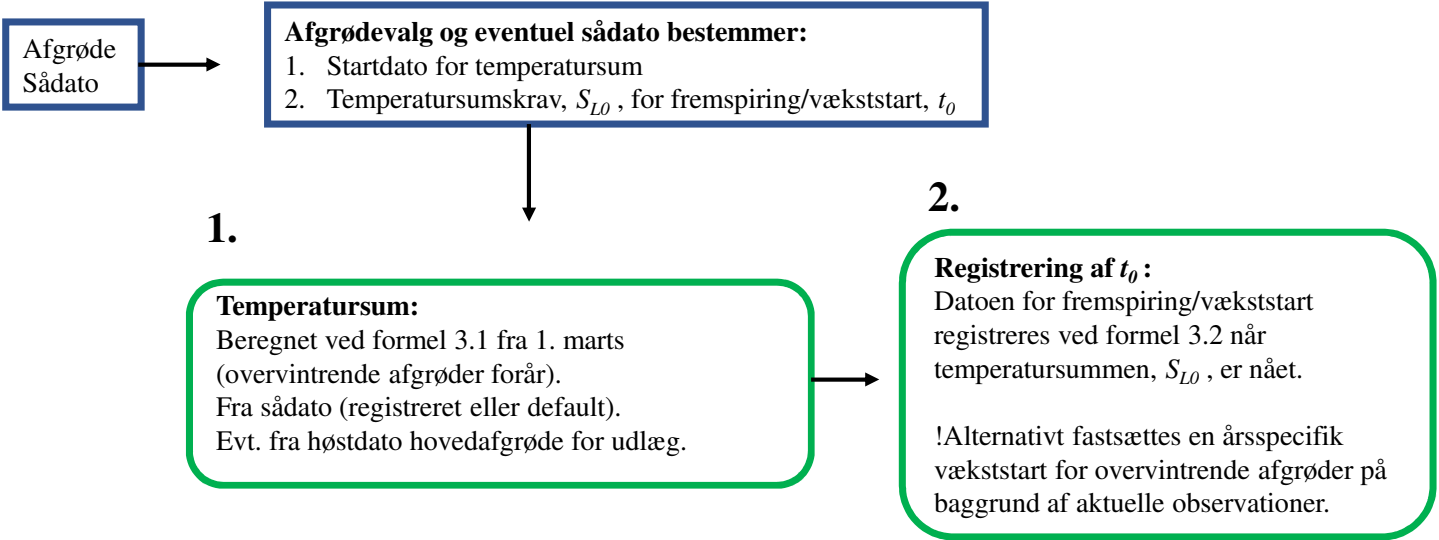
T_t er det t 'te døgns middellufttemperatur, °C,

T_b er basistemperaturen, °C.

Testeksempel:

Dato t	Døgnmiddellufttemperatur. °C	Temperatursum. °C
1	1	1
2	3	4
3	2	6
4	4	10
5	3	13
6	1	14

2. Registrering af t_0 – starttidspkt. simulering af vækstfaser, bladareal og roddybde



Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum. Vækstfaser °C	Fremspiring/vækststart, t_0 + afslutning på vækstfaser, t_{SFI}
...	...	...	...
15	5	26	
16	6	31	
17	7	38	
18	7	45	
19	8	53	$t_0 (= t_{SLO})$
...	...	...	...

$S_{LO} = 52\text{ °C}$

Story 2. Registrering af t_0

Input: Afgrøde

Eventuel sådato

Tabelopslag: Startdato for temperatursum afhængigt af afgrøde.

Sådatoer som default, hvis ikke registreret.

Temperatursumskrav for vækststart/fremspiring, S_{L0} , afhængigt af afgrøde.

1. Temperatursum

Temperatursum begyndes ved:

- Sådato (registreret el. default) for vårafgrøder + vinterafgrøder og efterafgrøder efterår.
- 1. marts overvintrende afgrøder forår.
- Evt. høstdato af hovedafgrøde for afgrøder sået som udlæg.

2. Registrering af dato for fremspiring/vækststart.

Ved tabelopslag i eks. Tabel 3.4 nedenfor hentes temperatursumskrav for vækststart eller fremspiring, S_{L0} .

Datoen for vækststart/fremspiring, t_0 ($=t_{S_{L0}}$), beregnes/registreres ved den generelle formel for beregning/registrering af datoen t_s til en given temperatursum S og startdato a :

$$t_s = \min(t : S_a^t \geq S) \quad (3.2)$$

!Vækststart for overvintrende afgrøder fastsættes eventuelt årligt på baggrund af faktiske observationer evt. fra Registreringsnet.

Tabel 3.4: Temperatursumskrav for vækststart/fremspiring, S_{L0} , i udvalgte vårafgrøder.

Afgrøde	S_{L0}
Bederoer	200
Ærter	150
Kartofler, tidlige	300

Testeksempler

Eksempel 1.

Tabel: Temperatursumskrav for fremspiring, S_{L0} , i afgrøde XX.

Afgrøde	S_{L0}
XX	7

Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum. Vækstfaser. °C	Dato. Vækststart/frem- spiring.
1	3	3	
2	5	8	$t_0 (=t_{S_{L0}})$

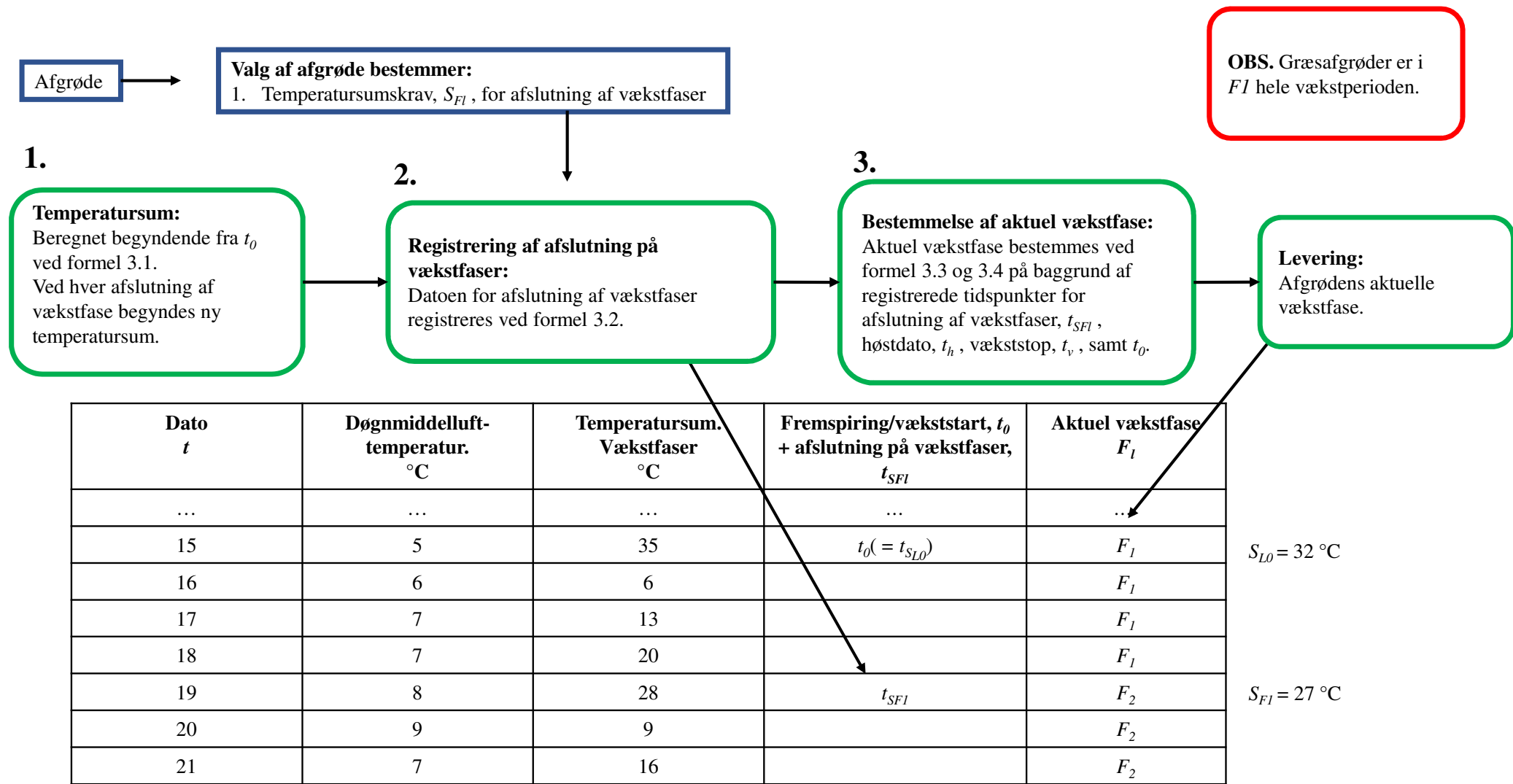
Eksempel 2.

Tabel: Temperatursumskrav for fremspiring, S_{L0} , i afgrøde XX.

Afgrøde	S_{L0}
XX	15

Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum. Vækstfaser. °C	Dato. Vækststart/frem- spiring.
1	8	8	
2	7	15	$t_0 (=t_{S_{L0}})$

3. Simulering af vækstfaseudvikling



Story 3 Simulering af vækstfaseudvikling

Input: Afgrøde

Tabelopslag: Temperatursumskrav for vækstfaser afhængigt af afgrøde.

1. Temperatursum.

En temperatursum begyndes ved $t_0 (=t_{S_{L0}})$, som er registreret i ”Story 2 Registrering af t_0 ” og beregnes ved formel 3.1.

En ny temperatursum begyndes ved hver dato for afslutning af vækstfase, $t_{S_{Fl}}$.

2. Registrering af datoer for afslutning af vækstfaser.

Ved tabelopslag i, eks. Tabel 1 nedenfor, hentes temperatursumskrav, S_{Fl} , for afslutning på vækstfase for specifik afgrøde.

Den dagsaktuelle temperatursum sammenholdes med temperatursumskrav for afslutning på vækstfase, S_{Fl} , og datoer for vækstfaseskift, $t_{S_{Fl}}$, registreres ved den generelle formel 3.2 for beregning/registrering af datoen t_s til en given temperatursum S og startdato a :

$$t_s = \min(t : S_a^t \geq S) \quad (3.2)$$

Tabel 1: Temperatursumskrav, S_{Fl} (°C), for afslutning af vækstfaser F_l i udvalgte vårafgrøder, $l \in [1, l_x]$.

Afgrøde	S_{F1}	S_{F2}	S_{F3}	S_{F4}	S_{F5}	l_x
Bederoer	235	187	975	1197	-	4
Ærter	292	219	398	444	78	5
Kartofler, tidlige	110	80	263	685	295	5

3. Bestemmelse af aktuell vækstfase.

På baggrund af den registrerede dato for fremspiring/vækststart, t_0 , og for vækstfaseskift (samt høstdato, t_h , og dato for vækststop, t_v) bestemmes den aktuelle vækstfase ved formel 3.3 og 3.4:

$$F = \begin{cases} e.d. & t < t_0 \\ F_l & t_{(l-1)} \leq t < \min[t_l, t_{lx}, t_v, t_h] \\ e.d. & t \geq \min[t_{lx}, t_v, t_h] \end{cases} \quad (3.3)$$

hvor

$$t_l = t_{S_{Fl}} \quad (3.4)$$

F betegner vækstfase,

F_l er den l 'te vækstfase, $l = 1, \dots, l_x$,

$l_x \in [1, 5]$,

S_{Fl} er temperatursumskrav for vækstfase F_l ,

$t_{Fl(obs)}$ er observeret dato for afslutning på vækstfase F_l ,

$t_{S_{Fl}}$ beregnes ud fra S_{Fl} og startdatoen $t_{(l-1)}$,

t_0 er givet som tidligere nævnt, og

t_v er vækststop (1.november),

t_h er høsttidspunkt.

Testeksempler

Tabel: Temperatursumskrav for fremspiring, S_{L0} , og temperatursumskrav, S_{Fl} ($^{\circ}\text{C}$), for vækstfaser F_l i afgrøde XX.

Afgrøde	S_{L0}	S_{F1}	S_{F2}	S_{F3}	l_x
XX	7	18	17	20	3

Eksempel 1.

t_h er dag 13.

t_v er dag 14.

Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum. Vækstfaser °C	Datoer. Vækstart/fremspi- ring+ afslutning på vækstfase	Aktuel vækstfase F_l
1	3	3		<i>e.d.</i>
2	5	8	$t_0 (=t_{S_{L0}})$	F_l
3	6	6		F_l
4	7	13		F_l
5	7	20	t_{SF1}	F_2
6	8	8		F_2
7	9	17	t_{SF2}	F_3
8	7	7		F_3
9	8	15		F_3
10	7	22	t_{SF3}	<i>e.d.</i>
11	9	31		<i>e.d.</i>
12	10	41		<i>e.d.</i>

Eksempel 2.

t_v er dag 4.

Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum. Vækstfaser °C	Datoer. Vækstart/fremspi- ring + afslutning på vækstfase	Aktuel vækstfase F_l
1	3	3		<i>e.d.</i>
2	5	8	$t_0 = t_{S_{L0}}$	F_l
3	6	6		F_l
4	7	13	t_v	<i>e.d.</i>
5	7	20		<i>e.d.</i>

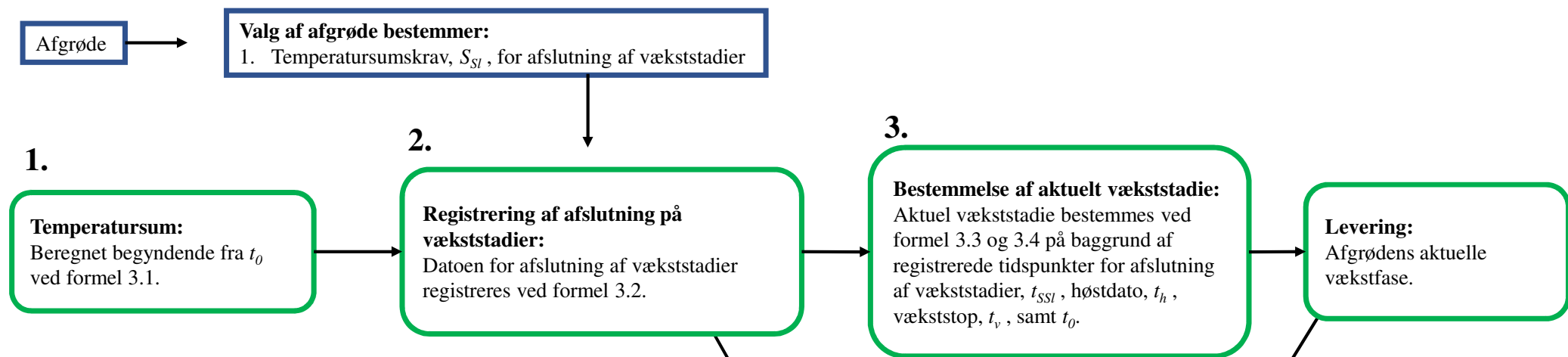
6	8	28		<i>e.d.</i>
---	---	----	--	-------------

Eksempel 3.

t_h er dag 4.

Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum. Vækstfaser °C	Datoer. Vækstart/fremspi- ring + afslutning på vækstfase	Aktuel vækstfase F_l
1	3	3		<i>e.d.</i>
2	5	8	$t_o = t_{sLo}$	F_l
3	6	6		F_l
4	7	13	t_h	<i>e.d.</i>
5	7	20		<i>e.d.</i>
6	8	28		<i>e.d.</i>

3.5 Simulering af vækststadieudvikling



Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum. Vækstfaser °C	Fremspiring/vækststart, t_0 + afslutning på vækststadier, t_{SSI}	Aktuel vækststadie S_I
...	...	...	...	
15	5	35	$t_0 (= t_{SLO})$	S_I
16	6	6		S_I
17	7	13		S_I
18	7	20		S_I
19	8	28	t_{SSI}	S_2
20	9	9		S_2
21	7	16		S_2

$S_{LO} = 32\text{ °C}$

$S_{SI} = 27\text{ °C}$

Story 3.5 Simulering af vækststadieudvikling

Input: Afgrøde

Tabelopslag: Temperatursumskrav for vækststadier afhængigt af afgrøde.

1. Temperatursum.

En temperatursum begyndes ved $t_0 (=t_{S_{L0}})$, som er registreret i ”Story 2 Registrering af t_0 ” og beregnes ved formel 3.1.

2. Registrering af datoer for afslutning af vækststadier.

Ved tabelopslag i, eks. Tabel 1 nedenfor, hentes temperatursumskrav, S_{Sl} , for afslutning på vækststadie for specifik afgrøde.

Den dagsaktuelle temperatursum sammenholdes med temperatursumskrav for afslutning på vækststadie, S_{Sl} , og datoer for vækststadieskift, $t_{S_{Sl}}$, registreres ved den generelle formel 3.2 for beregning/registrering af datoen t_s til en given temperatursum S og startdato a :

$$t_s = \min(t : S_a^t \geq S) \quad (3.2)$$

Tabel 1: Temperatursumskrav, S_{Sl} (°C), for afslutning af vækststadier S_l i udvalgte vårafgrøder, $l \in [1, l_x]$.

Afgrøde	S_{S1}	S_{S2}	S_{S3}	S_{S4}	S_{S5}	l_x
Bederøer						
Ærter						
Kartofler, tidlige						

3. Bestemmelse af aktuell vækststadie.

På baggrund af den registrerede dato for fremspiring/vækststart, t_0 , og for vækststadieskift (samt høstdato, t_h , og dato for vækststop, t_v) bestemmes det aktuelle vækststadie ved formel 3.3 og 3.4:

$$S = \begin{cases} e.d. \ t < t_0 \\ S_l \ t_{(l-1)} \leq t < \min[t_l, t_{lx}, t_v, t_h] \\ e.d. \ t \geq \min[t_{lx}, t_v, t_h] \end{cases} \quad (3.3)$$

hvor

$$t_l = t_{S_{Sl}} \quad (3.4)$$

S betegner vækststadie,

F_l er den l 'te vækstfase, $l = 1, \dots, l_x$,

$l_x \in [1, 5]$,

S_{Sl} er temperatursumskrav for vækstfase S_l ,

$t_{S_{Sl}}$ beregnes ud fra S_{Sl} og startdatoen $t_{(l-1)}$,

t_0 er givet som tidligere nævnt, og

t_v er vækststop (1. november),

t_h er høsttidspunkt.

Testeksempler

Tabel: Temperatursumskrav for fremspiring, S_{L0} , og temperatursumskrav, S_{Sl} ($^{\circ}\text{C}$), for afslutning af vækststadier S_l i afgrøde XX.

Afgrøde	S_{L0}	S_{S1}	S_{S2}	S_{S3}	l_x
XX	6	19	35	55	3

Eksempel 1.

t_h er dag 13.

t_v er dag 14.

Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum. Vækststadie °C	Datoer. Vækstart/fremspi- ring+ afslutning på vækststadie	Aktuelt vækststadie S_l
1	3	3		<i>e.d.</i>
2	5	8	$t_0 (=t_{S_{L0}})$	S_l
3	6	6		S_l
4	7	13		S_l
5	7	20	t_{SS1}	S_2
6	8	28		S_2
7	9	37	t_{SS2}	S_3
8	7	44		S_3
9	8	52		S_3
10	7	59	t_{SS3}	<i>e.d.</i>
11	9	68		<i>e.d.</i>
12	10	78		<i>e.d.</i>

Eksempel 2.

t_v er dag 4.

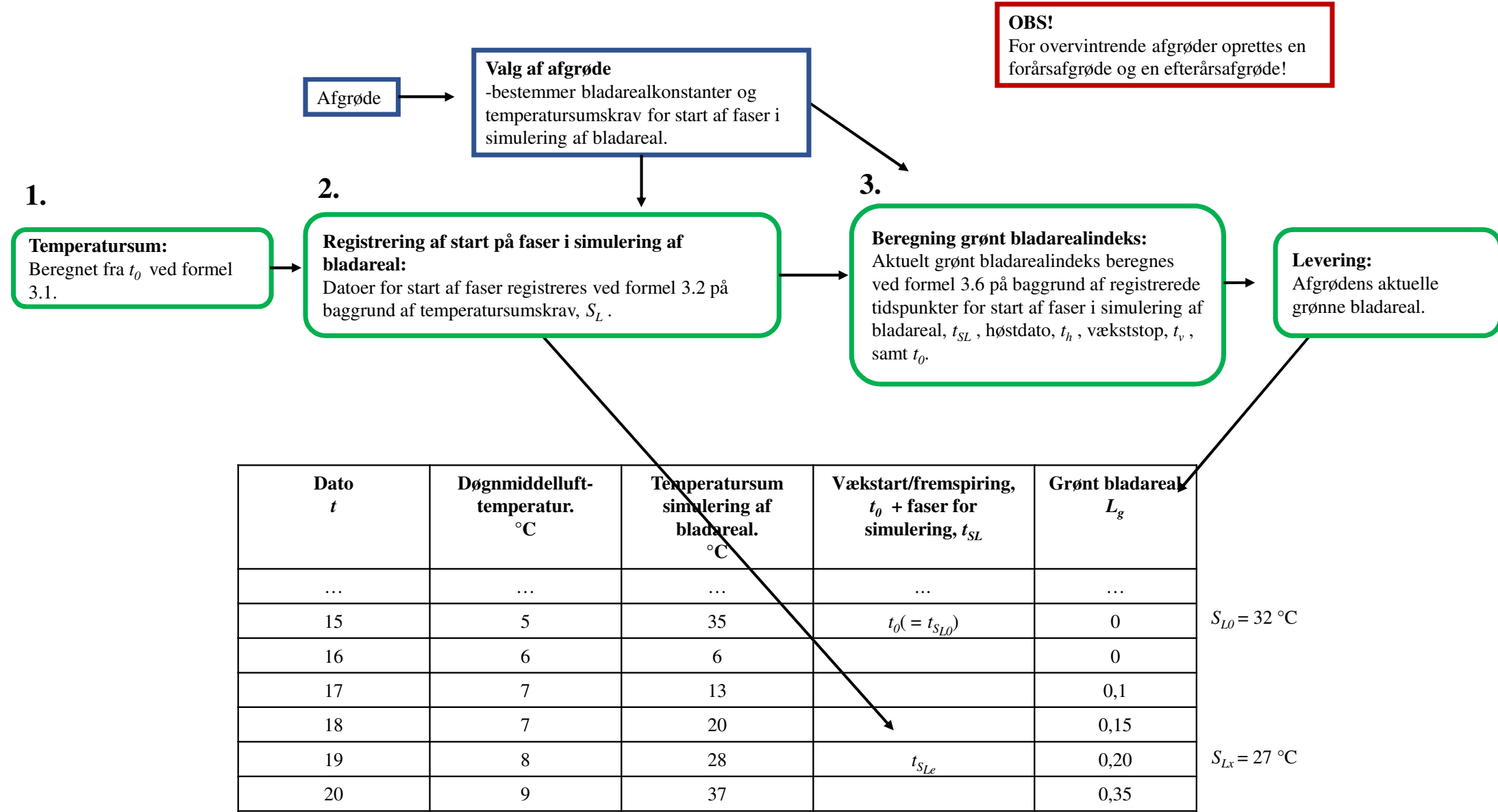
Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum. Vækststadier °C	Datoer. Vækstart/fremspi- ring + afslutning på vækststadie	Aktuelt vækststadie S_l
1	3	3		<i>e.d.</i>
2	5	8	$t_0 = t_{S_{L0}}$	S_l
3	6	6		S_l
4	7	13	t_v	<i>e.d.</i>
5	7	20		<i>e.d.</i>
6	8	28		<i>e.d.</i>

Eksempel 3.

t_h er dag 4.

Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum. Vækststadier °C	Datoer. Vækstart/fremspi- ring + afslutning på vækststadie	Aktuelt vækststadie S_l
1	3	3		<i>e.d.</i>
2	5	8	$t_0 = t_{sL0}$	S_l
3	6	6		S_l
4	7	13	t_h	<i>e.d.</i>
5	7	20		<i>e.d.</i>
6	8	28		<i>e.d.</i>

4. Simulering af grønt bladarealindeks



Story 4. Simulering af grønt bladarealindeks.

Input: Afgrøde

Tabelopslag: Temperatursumskrav for start af faser i simulering af bladareal afhængigt af afgrøde.

Afgrødekonstanter for simulering af grønt bladarealindeks afhængigt af afgrøde.

1. Temperatursum.

En temperatursum begyndes ved $t_0 (=t_{S_{L0}})$ som er registreret i ”Story 2 Registrering af t_0 ” og beregnes ved formel 3.1.

Modsat temperatursummer for simulering af vækstfaser, er temperatursummen for simulering af bladarealindeks og roddybde fortløbende.

2. Registrering af datoer for start på faser i simulering af bladarealindeks.

Ved tabelopslag hentes temperatursumskrav, S , for start på faser i simulering af bladarealindeks (Eks. Tabel 1 nedenfor).

Den dagsaktuelle temperatursum sammenholdes med temperatursumskrav for faser i simulering af bladareal, S , og datoer for skift mellem faser, t_S , i simuleringen af bladareal registreres ved formel 3.2:

Datoen t_S til en given temperatursum S og startdato a :

$$t_S = \min(t : S_a^t \geq S) \quad (3.2)$$

3. Daglig beregning af grønt bladareal:

På baggrund af:

1. De registrerede datoer for start af faser i simuleringen af bladarealindeks t_{S_L} , høstdato, t_h , vækststop, t_v , samt t_0 .

2. Tabelopslag af afgrødekonstanter for grønt bladarealindeks (Eks. Tabel 2 nedenfor).

bestemmes det aktuelle grønne bladareal ved formel 3.6:

$$\left. \begin{array}{ll} L_{gv} & t < t_0 \\ L_{gv} + (L_{ge} - L_{gv}) \left(\frac{S_{t_0}^t}{S_{Le}} \right) & t_0 \leq t \leq t_{S_{Le}} \\ \text{Eller}^1: L_{gv} + (L_{ge} - L_{gv}) \left(\frac{S_{t_0}^t}{S_{Le}} \right) & t_0 \leq t \leq \min[t_{S_{Le}}, t_v, t_h] \\ L_{ge} + (L_{gx} - L_{ge}) \left\{ \left[\exp \left(2.4 \frac{S_{t_0}^t - S_{Le}}{S_{Lx} - S_{Le}} \right) - 1 \right] / 10 \right\} & t_{S_{Le}} \leq t < t_{S_{Lx}} \\ \text{Eller}^1: L_{ge} + (L_{gx} - L_{ge}) \left\{ \left[\exp \left(2.4 \frac{S_{t_0}^t - S_{Le}}{S_{Lx} - S_{Le}} \right) - 1 \right] / 10 \right\} & t_{S_{Le}} \leq t < \min[t_{S_{Lx}}, t_v, t_h] \\ L_g = L_{gx} & t_{S_{Lx}} \leq t < \min[t_{S_{Lr}}, t_v, t_h] \\ L_{gx} - (L_{gx} - L_{gm}) \left(\frac{S_{t_0}^t - S_{Lr}}{S_{Lm} - S_{Lr}} \right) & t_{S_{Lr}} \leq t < \min[t_{S_{Lm}}, t_v, t_h] \\ L_{gm} & t_{S_{Lm}} \leq t < \min[t_v, t_h] \\ L_{gm} & t_v \leq t \leq t_h \\ \text{Eller}^1: L_{gov} & t_v \leq t \leq t_h \\ 0 & t_h \leq t \end{array} \right\} \quad (3.6)$$

¹ Alternativ ligning til ovenstående ligning til senere beslutning.

S_{Le} er temperatursumskrav, hvor L_g 's vækstrate ændres fra konstant til eksponentiel, °C,

S_{Lx} er temperatursumskrav for maksimal L_g , °C,

S_{Lr} er temperatursumskrav for begyndende gulfarvning af blade, °C,

S_{Lm} er temperatursumskrav for vækststop/fuldmodenhed, °C,

t_h er høsttidspunkt/nedmuldningsdato,

t_v er vækststop, 1. november, og

$t_{S_{Le}}$, $t_{S_{Lx}}$, $t_{S_{Lr}}$ og $t_{S_{Lm}}$ er beregnet på grundlag af temperatursummerne S_{Le} , S_{Lx} , S_{Lr} og S_{Lm} samt startdatoen t_0 .

Tabel 1: Temperatursumskrav, S_F , for faser, F_l , i simuleringen af bladarealindeks og roddeby i vårafgrøder, $l \in [1, l_x]$.

Afgrøde	S_{Le}	S_{Lx}	S_{Lr}	S_{Lm}
Bederøer	81	907	2594	2594
Ærter	250	471	720	1431
Kartofler	0	601	1349	1751

Tabel 2: Bladarealindeks (grønt) L_g i vårafgrøder.

Afgrøde	L_{gv}	L_{ge}	L_{gx}	L_{gm}
Bederøer	0,0	0,1	5,0	0,0
Ærter	0,0	0,2	5,0	0,0
Kartofler	0,0	0,0	5,0	0,0

Testeksempler:

Eksempel 1.1: Vårafgrøde

Tabel: Temperatursumskrav S (°C) for faser i simulering af bladarealindeks i afgrøde XX.

Afgrøde	S_{Le}	S_{Lx}	S_{Lr}	S_{Lm}
XX	9	19	35	65

Tabel: Bladarealindeks L_g i afgrøde XX.

Afgrøde	L_{gv}	L_{ge}	L_{gx}	L_{gm}
---------	----------	----------	----------	----------

XX	0,0	0,1	5,0	0,0
----	-----	-----	-----	-----

Dato t	Døgnmiddel- lufttemperatur. °C	Temperatur- sum. Bladareal og rodudvikling °C	Tidspunkter. Bladareal og rodudvikling	Grønt blad- areal
1	1	1	t_0	0,0
2	3	4		0,04
3	2	6		0,07
4	4	10	t_{SLe}	0,10
5	3	13		0,62
6	5	18		2,95
7	6	24	t_{SLx}	5
8	7	31		5
9	6	37	t_{SLr}	4,83
10	7	44		3,67
11	8	52		2,33
12	9	61		0,83
13	11	72	t_{SLm}	0,0
14	10	82		0,0

Eksempel 1.2:

t_h er dag 9.

Dato t	Døgnmiddel- lufttemperatur. °C	Temperatur- sum. Bladareal og rodudvikling °C	Tidspunkter. Bladareal og rodudvikling	Grønt blad- areal
1	1	1	t_0	0,0

2	3	4		0,04
3	2	6		0,07
4	4	10	t_{SLe}	0,10
5	3	13		0,62
6	5	14		2,95
7	6	20	t_{SLx}	5
8	7	27		5
9	6	33	t_h	0

Eksempel 2.1: Overvintrende afgrøde forår

Tabel: Temperatursumskrav S (°C) for faser i simulering af bladareal i overvintrende afgrøde XX.

Afgrøde	S_{Le}	S_{Lx}	S_{Lr}	S_{Lm}
XX	0	19	35	65

Tabel: Bladarealindeks L_g i overvintrende afgrøde XX forår.

Afgrøde	L_{gv}	L_{ge}	L_{gx}	L_{gm}
XX	0,5	0,5	5,0	0,0

Dato t	Døgnmiddel- lufttemperatur. °C	Temperatur- sum. Bladareal og rodudvikling °C	Tidspunkter. Bladareal og rodudvikling	Grønt blad- areal
1	1	1	t_0 / t_{SLe}	0,5
2	3	4		0,83
3	2	6		1,03
4	4	10		1,64
5	3	13		2,34
6	5	18		4,31

7	6	24	t_{SLx}	5
8	7	31		5
9	6	37		5
10	7	44	t_{SLr}	3,67
11	8	52		2,33
12	9	61		0,83
13	11	72	t_{SLm}	0,0
14	10	82		0,0
15	16	98		0,0

Eksempel 2.2:

t_h er dag 11.

Dato t	Døgnmiddel- lufttemperatur. °C	Temperatur- sum. Bladareal og rodudvikling °C	Tidspunkter. Bladareal og rodudvikling	Grønt blad- areal
1	1	1	t_0 / t_{SLe}	0,5
2	3	4		0,83
3	2	6		1,03
4	4	10		1,64
5	3	13		2,34
6	5	18		4,31
7	6	24	t_{SLx}	5
8	7	31		5
9	6	37		5
10	7	44	t_{SLr}	3,67

11	8	52	t_h	0
----	---	----	-------	---

Eksempel 3.1: Overvintrende afgrøde efterår

Tabel: Temperatursumskrav S (°C) for faser i simulering af bladareal i overvintrende afgrøde XX.

Afgrøde	S_{Le}	S_{Lx}	S_{Lr}	S_{Lm}
XX	0	19	35	65

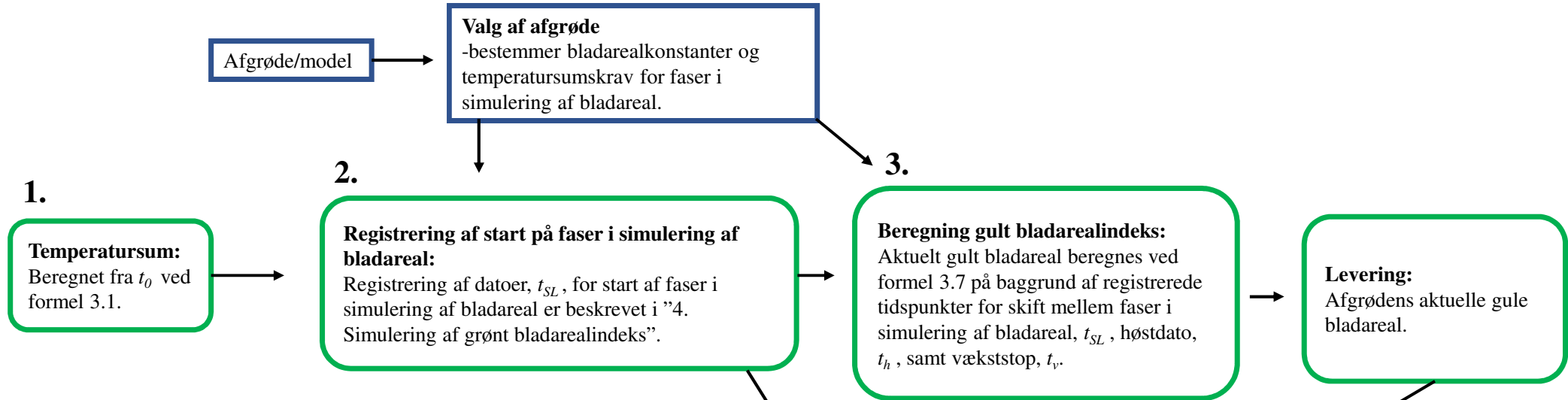
Tabel: Bladarealindeks L_g i overvintrende afgrøde XX efterår.

Afgrøde	L_{gv}	L_{ge}	L_{gx}	L_{gm}	L_{gov}
XX	0,0	0,5	5,0	0,0	0,5

$$t_v = dag 6$$

Dato t	Døgnmiddel- lufttemperatur. °C	Temperatur- sum. Bladareal og rodudvikling °C	Tidspunkter. Bladareal og rodudvikling	Grønt blad- areal
1	1	1	$t_0 / t_{S_{Le}}$	0,0
2	3	4		0,04
3	2	6		0,07
4	4	10		0,10
5	3	13		0,62
6	5	18	t_v	0,5
7	6	24		0,5
8	7	31		0,5
9	6	37		0,5
10	7	44		0,5

5. Simulering af gult bladarealindeks



Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum vækstfaser °C	Vækstart/fremspiring, t_0 + faser for simulering, t_{SL}	Gult bladareal L_y
...	...	...	...	...
45	5	75		0
46	6	81	t_{SLr}	0,1
47	7	88		0,5
48	7	95		1,1
49	8	103	t_{SLm}	2,0
50	9	112		2,0

Story 5. Simulering af gult bladarealindeks

Input: Afgrøde

Tabelopslag: Temperatursumskrav for faser i simulering af bladarealindeks afhængigt af afgrøde.
Afgrødekonstanter for gult bladareal afhængigt af afgrøde.

1. Temperatursum.

Temperatursummen er påbegyndt i ”Story 4. Simulering af grønt bladarealindeks”

2. Registrering af datoer for start på faser i simulering af bladarealindeks.

Er beskrevet i ”Story 4. Simulering af grønt bladarealindeks”

3. Beregning af grønt/gult bladareal:

På baggrund af:

1. De registrerede datoer for start af faser i simuleringen af bladarealindeks t_{S_L} , høstdato, t_h og vækststop, t_v .
2. Tabelopslag af afgrødekonstanter for gult bladarealindeks (Eks. Tabel 1 nedenfor).

bestemmes det aktuelle gule bladarealindeks, L_y , ved formel 3.7:

$$L_y = \begin{cases} 0 & t < \min[t_{S_{Lr}}, t_v, t_h] \\ L_{ym} \left(\frac{S_{t_0}^t - S_{Lr}}{S_{Lm} - S_{Lr}} \right) & t_{S_{Lr}} \leq t < \min[t_{S_{Lm}}, t_v, t_h] \\ L_{ym} & t_{S_{Lm}} \leq t < \min[t_v, t_h] \\ L_{ym} & t_v \leq t < t_h \\ 0 & t \geq t_h \end{cases} \quad (3.7)$$

hvor L_y er det gule bladarealindeks,

L_{ym} er L_y ved vækststop/fuldmodenhed,

$S_{t_0}^t$ er aktuel temperatursum på datoen t , °C,

S_{Lr} er temperatursumskrav for begyndende gulfarvning af blade, °C,

S_{Lm} er temperatursumskrav for vækststop/fuldmodenhed, °C,

t_h er høsttidspunkt, og

$t_{S_{Lr}}$ og $t_{S_{Lm}}$ er beregnet på grundlag af henholdsvis S_{Lr} og S_{Lm} samt startdatoen t_0 .

Tabel 1: Bladarealindeks (gult) L_y i vårafgrøder.

Afgrøde	L_{ym}
Bederøer	0,0
Ærter	2,0
Kartofler	2,0

Testeksempler:

Eksempel 1:

Tabel: Temperatursumskrav S (°C) for faser i simulering af bladarealindex i afgrøde XX.

Afgrøde	S_{Le}	S_{Lx}	S_{Lr}	S_{Lm}
XX	9	97	145	200

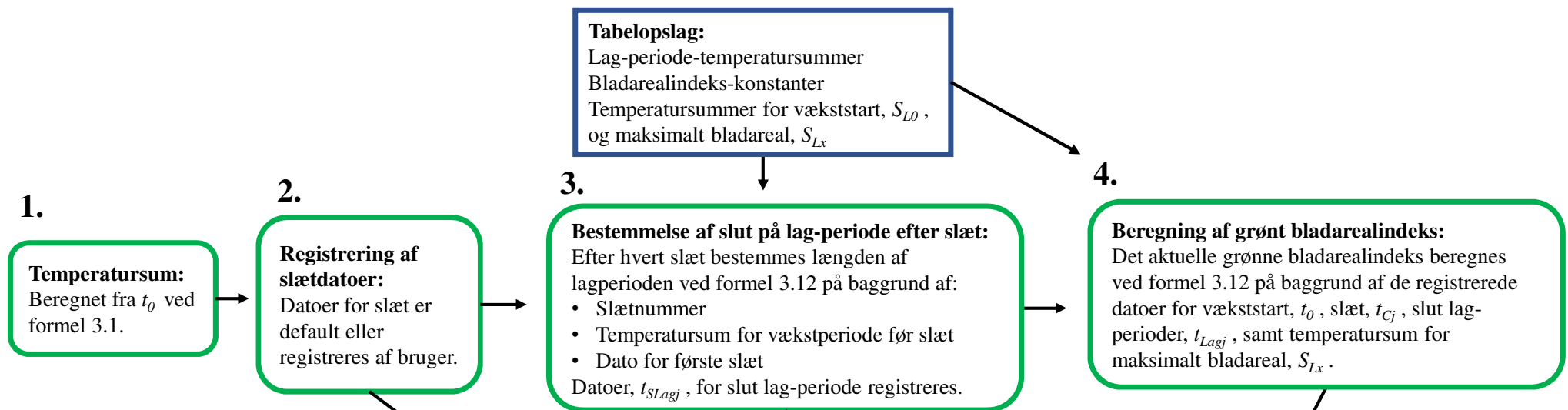
Tabel: Bladarealindeks (gult) L_y i afgrøde XX.

Afgrøde	L_{ym}
XX	2,0

Dato t	Døgnmiddel- lufttempera- tur. °C	Temperatur- sum. Bladareal og rodudvikling °C	Tidspunkter. Bladareal og rodudvikling	Gult bladareal
-------------	---	---	--	----------------

....				
50	13	100	t_{SLx}	0,0
51	15	115		0,0
52	16	131		0,0
53	14	145	t_{SLr}	0,0
54	13	158		0,5
55	15	173		1,0
56	16	189		1,6
57	15	204	t_{SLm}	2,0
58	14	218		2,0
...	...	...		...

6. Grønt bladareal græsafgrøde



Dato t	Døgnmiddelluft-temperatur. °C	Temperatursum vækstfaser °C	Tidspunkter. Vækststart og slæt	Tidspunkter slut på Lag-perioder	Grønt bladareal L_g
...	...	...	...	...	...
12	12	128			0,5
13	14	142/14	$t_0 (= t_{SL0})$		0,80
14	6	20			0,89
15	14	34	t_{CI}		1,21
16	8	42			1,50
17	15	57		t_{Lag1}	2,40
18	6	63			2,96
19	9	72			4,12

Story 6. Simulering grønt bladareal i græsafgrøder.

Tabelopslag: Lag-periode-temperatursummer
Temperatursummer for vækststart, S_{L0} , og maksimalt bladareal, S_{Lx}
Bladarealindeks-konstanter

Grønt bladareal i græsafgrøder simuleres ved et specialtilfælde af formel 3.6 til simulering af grønt bladareal i øvrige afgrøder. Hele bladarealet antages at være grønt. Afgrøden forbliver desuden i vækstfase 1.

1. Temperatursum.

En temperatursum begyndes ved $t_0 (=t_{S_{L0}})$ som er registreret i ”Story 2 Registrering af t_0 ” og beregnes ved formel 3.1. Efter hver slæt dato startes en ny temperatursum.

2. Registrering af slæt datoer.

Datoer for slæt er default eller registreret af bruger.

3. Registrering af datoer for slut på lag-perioder i simulering af bladarealindeks.

Temperatursumskrav for slut på lag-periode efter første slæt og lag-periode efter øvrige slæt, henholdsvis S_{Lag1} og S_{Lagj} , bestemmes ved nedenstående del af formel 3.12. Efter hver slæt dato registreres slutdato på lag-periode $t_{S_{Lagj}}$.

Lag-periode temperatursummer og temperatursums- og datokrav for 1. slæt:

$$S_{Lag1} = \begin{cases} 13 & S_{t_0}^{t_{C1}} < 420 \\ 54 & S_{t_0}^{t_{C1}} \geq 420 \wedge t_{C1} < 1. \text{ august} \\ 40 & S_{t_0}^{t_{C1}} \geq 420 \wedge t_{C1} \geq 1. \text{ august}, \end{cases}$$

Lag-periode temperatursummer og temperatursumskrav for øvrige slæt:

$$S_{Lagj} = \begin{cases} S_{Lag1} & j = 1 \\ 40 & j > 1 \wedge S_{t_{C(j-1)}}^{t_{Cj}} \geq 420 \\ 13 & j > 1 \wedge S_{t_{C(j-1)}}^{t_{Cj}} < 420 \end{cases}$$

hvor

t_{Cj} er dato for den j 'te afhugning, $j \in [1, 10]$.

4. Daglig beregning af grønt bladareal.

På baggrund af:

1. De registrerede slæt datoer, t_{Cj} , slutdatoer for lag-perioder, t_{Lagj} , vækststop, t_v , aktuel temperatursum, $S_{t_{SLagj}}^t$, og vækststart/fremspiring, t_0 .
2. Tabelopslag af konstanter i beregning af bladarealindeks (Tabel 1 nedenfor).

bestemmes det grønne bladareal ved formel 3.12:

$$L_g = \begin{cases} L_{gv} & t < t_0 \\ \text{Min}[L_{gx}, L_{gF1}] & t_0 \leq t < \min[t_{C1}, t_v] \\ L_{gC} & t_{Cj} \leq t < \min[t_{SLagj}, t_v] \\ \text{Min}[L_{gx}, L_{gF2}] & t_{SLagj} \leq t < \min[t_{C(j+1)}, t_v] \\ L_{gov} & t_v \leq t \leq 1.marts \end{cases} \quad (3.12)$$

hvor

$$L_{gF1} = L_{gv} + (L_{gx} - L_{gv}) \left\{ \left[\exp\left(2.4 \frac{S_{t_0}^t}{S_{Lx}}\right) - 1 \right] / 10 \right\}$$

$$L_{gF2} = L_{gv} + (L_{gx} - L_{gv}) \left\{ \left[\exp(2.4 \frac{S_{tS_{Lagj}}^t}{S_{Lx}}) - 1 \right] / 10 \right\}$$

hvor L_g er det grønne bladarealindex,

L_{gv} er L_g ved vækststart

L_{gx} er maksimal L_g ,

L_{gov} er overvintrende L_g ,

L_{gC} er bladarealindeks efter afhugning,

S_{Lx} er temperatursumskrav for maksimal L_g , °C,

$S_{t_0}^t$ er aktuel temperatursum på datoen t , °C,

$t_{S_{Lagj}}$ er beregnet ud fra temperatursummen S_{Lagj} og startdatoen t_{Cj} , og

t_0 og t_v er givet som tidligere nævnt.

Tabel 1: Bladarealindeks (grønt) L_g og temperatursumskrav for maksimal L_g i græsafgrøder.

Afgrøde	L_{gv}	L_{gov}	L_{gx}	L_{gC}	S_{Lx}
Græs	0,5	0,5	5,0	0,5	303

Testeksempler:

Eksempel 1.1:

Tabel: Temperatursumskrav S (°C) for faser i simulering af bladarealindeks og bladarealindeks L_g i græsafgrøde.

Afgrøde	L_{gv}	L_{gov}	L_{gx}	L_{gC}	S_{Lx}
Græs	0,5	0,5	5,0	0,5	56

Tabel: Slætdatoer.

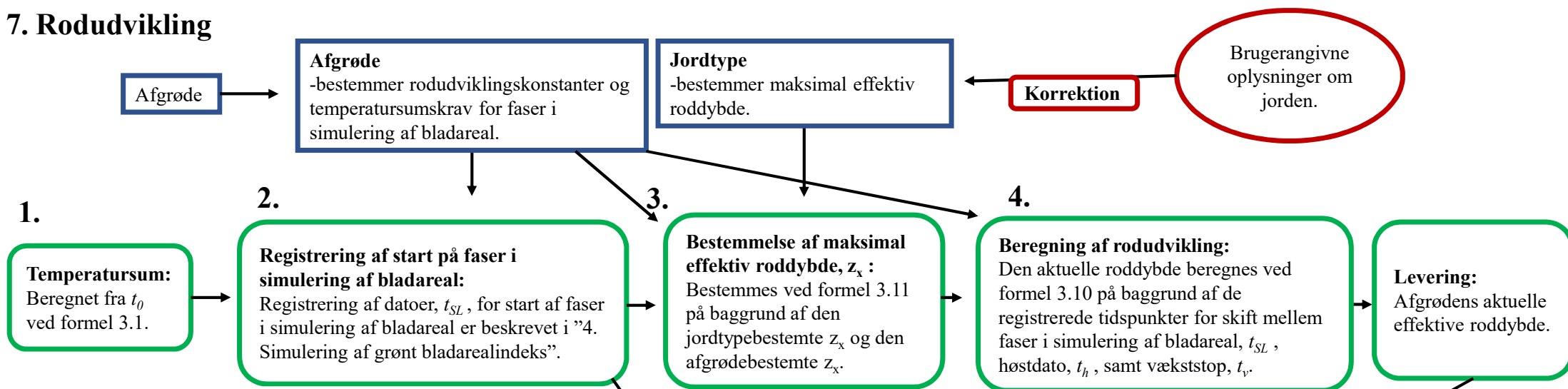
Afgrøde	t_{C1}	t_{C2}	t_{C3}	t_{C4}	t_{C5}
Græs	22	30	38	48	56

Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum. Bladareal og rod- udvikling °C	Tidspunkter. Slæt og lag-perio- der	Grønt bladareal
10	14	14	t_0	0,87
11	6	20		1,11
12	14	34		1,98
13	8	42		2,77
14	15	57		5,00
15	6	63		5,00
16	9	72		5,00
17	8	80		5,00
18	11	91		5,00
19	9	100		5,00
20	20	120		5,00
21	9	129		5,00
22	22	151	$C1$	0,50
23	5	156		0,50
24	7	163		0,50
25	11	174	t_{Lag1}	0,74
26	17	191		1,48
27	13	204		2,55
28	24	228		5,00
29	18	246		5,00
30	15	261	$C2$	0,50
31	4	265		0,50

32	9	274	t_{Lag2}	0,50
33	18	292		1,02
34	16	308		1,98
35	17	325		4,05
36	6	331		5,00
37	20	351		5,00
38	17	368	$C3$	0,50
39	5	373		0,50
40	6	379		0,50
41	5	384	t_{Lag3}	0,56
42	5	389		0,68
43	13	402		1,16
44	15	417		2,15
45	5	422		2,66
46	21	443		5,00
47	6	449		5,00
48	15	464	$C4$	0,50
49	17	481	t_{Lag4}	0,58
50	12	493		0,94
51	9	502		1,36
52	18	520		2,89
53	16	536		5,00
54	25	561		5,00

55	24	585		5,00
56	5	590	$C5$	0,50
57	17	607	t_{Lag5}	0,58
58	20	627		1,31
59	9	636		1,90
60	14	650		3,42
61	23	673		5,00
62	21	694		5,00
63	16	710		5,00
64	21	731		5,00
65	15	746		5,00

7. Rodudvikling



Dato t	Døgnmiddelluft- temperatur. °C	Temperatursum vækstfaser °C	Tidspunkter. Bladareal og rodudvikling	Effektiv roddybde Z_r mm
...	...	...	...	...
12	12	128		0
13	14	142/14	$t_0 (= t_{SL0})$	40
14	6	20		40
15	14	34		40
16	8	42		45
17	15	57		60
18	6	63	t_{SLx}	75
19	13	76		90
20	13	89		105

$S_{L0} = 142\text{ °C}$

$S_{Lx} = 62\text{ °C}$

Story 7. Simulering af rodudvikling

Input: Afgrøde
Jordtype, evt. brugeroplysninger om underjord.

Tabelopslag: Afgrødekonstanter for rodudvikling afhængigt af afgrøde.
Maksimal afgrødebestemt effektiv roddybde
Maksimal jordtypebestemt roddybde

1. Temperatursum.

Temperatursummen er påbegyndt i ”Story 4. Simulering af grønt bladarealindeks”

2. Registrering af datoer for start på faser i simulering af bladarealindeks.

Er beskrevet i ”Story 4. Simulering af grønt bladarealindeks”

3. Bestemmelse af maksimal effektiv roddybde.

Maksimal effektiv roddybde z_x bestemmes ved ligning 3.11.

$$z_x = \begin{cases} \min[z_{xJ}, z_{xA}] & J_{(obs)} \text{ e.d.} \\ \min[z_{xJ'}, z_{xA}] & J_{(obs)} \text{ d.} \end{cases} \quad (3.11)$$

hvor z_{xJ} og z_{xA} er maksimal effektiv roddybde bestemt af henholdsvis jordtype og afgrøde.

$z_{xJ'}$ er maksimal jordtypebestemt roddybde, som erstatter z_{xJ} hvis der er brugeroplysninger om underjordens JB-nummer.

4. Beregning af roddybde:

På baggrund af:

1. De registrerede datoer for start af faser i simuleringen af bladarealindeks t_{SL} , høstdato, t_h , og vækststop, t_v .

2. Tabelopslag af afgrødekonstanter for roddybde (Eks. Tabel 1 nedenfor).

3. Maksimal effektiv roddybde.

bestemmes den aktuelle effektive roddybde, z_r , ved formel 3.10 og 3.11:

Rodudviklingen beregnes ud fra ligningen 3.10.

$$z_r = \begin{cases} z_0 & t < t_0 \\ \min \left[z_x, \max \left[z_v, c_r (t - t_0) \right] \right] & t_0 \leq t < \min[t_{S_{Lm}}, t_v, t_h] \\ z_m & t_{S_{Lm}} \leq t < \min[t_v, t_h] \\ z_m & t_v \leq t < t_h \\ \text{Eller}^1: z_{rov} & t_v \leq t < \min(t_h, 1.marts) \\ 0 & t_h \leq t \end{cases} \quad (3.10)$$

hvor

z_r er effektiv roddebyde, mm,

z_0 er roddebyde før vækststart/fremspiring, mm,

z_v er startroddebyde, mm,

z_x er maksimal effektiv roddebyde, mm, og bestemmes ved ligning 3.11,

z_m er roddebyde ved fuldmodenhed, mm,

z_{rov} er overvintrende roddebyde, mm,

c_r er rodvæksthastighed, mm dag⁻¹,

$(t - t_0)$ er antal dage efter vækststart/fremspiring, og

$t_{S_{Lm}}$ er dato for fuldmodenhed.

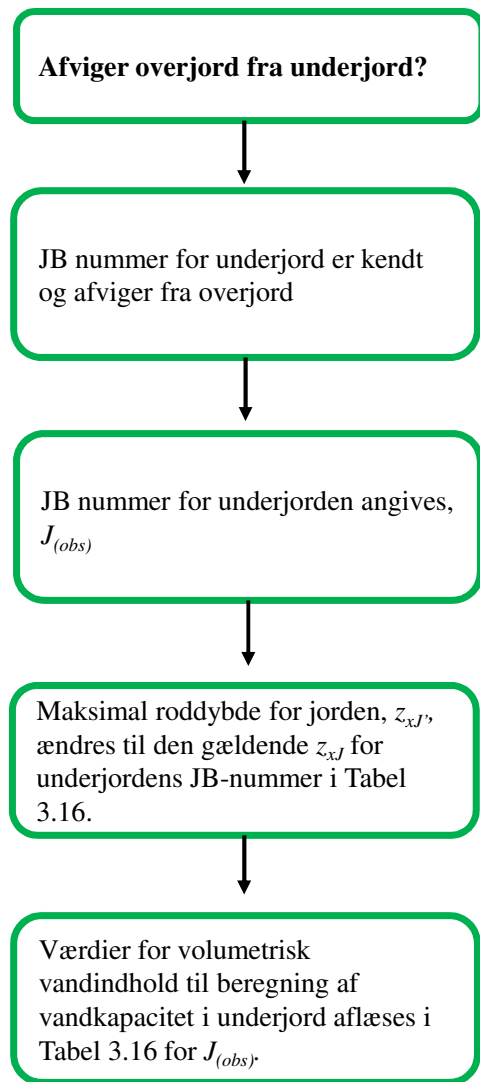
¹ Alternativ ligning til ovenstående ligning til senere beslutning.

Tabel-eksempel vinterafgrøde efterår:

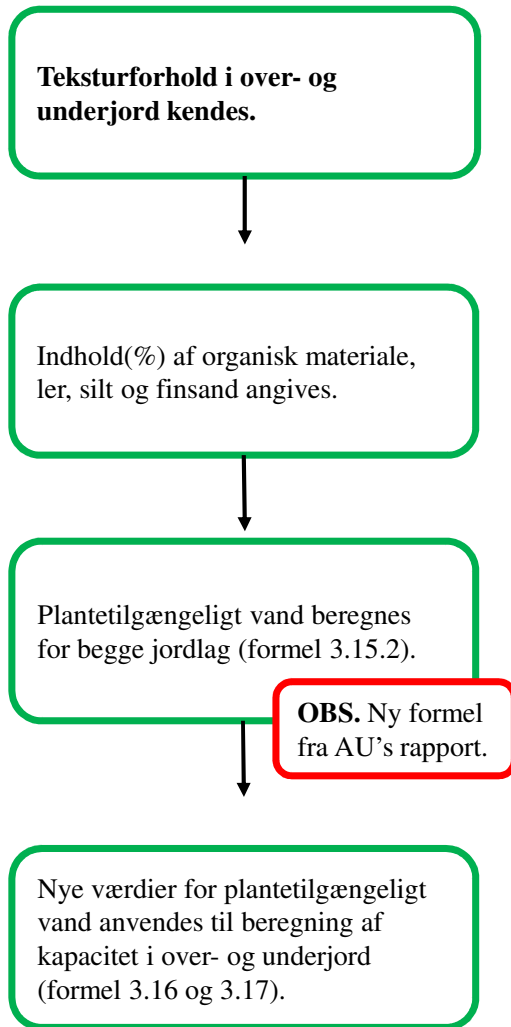
z_0	z_v	z_{rov}	z_{xA}	z_m	c_r
mm	mm	mm	mm	mm	mm dag ⁻¹
0	30	200	900	0	12

8. Jordfysiske parametre

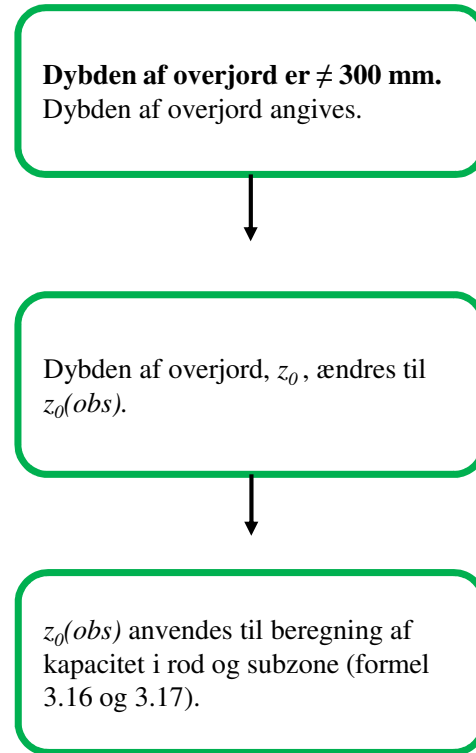
8.1



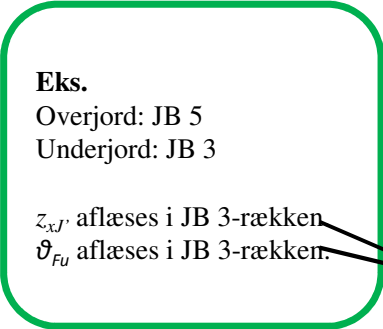
8.2



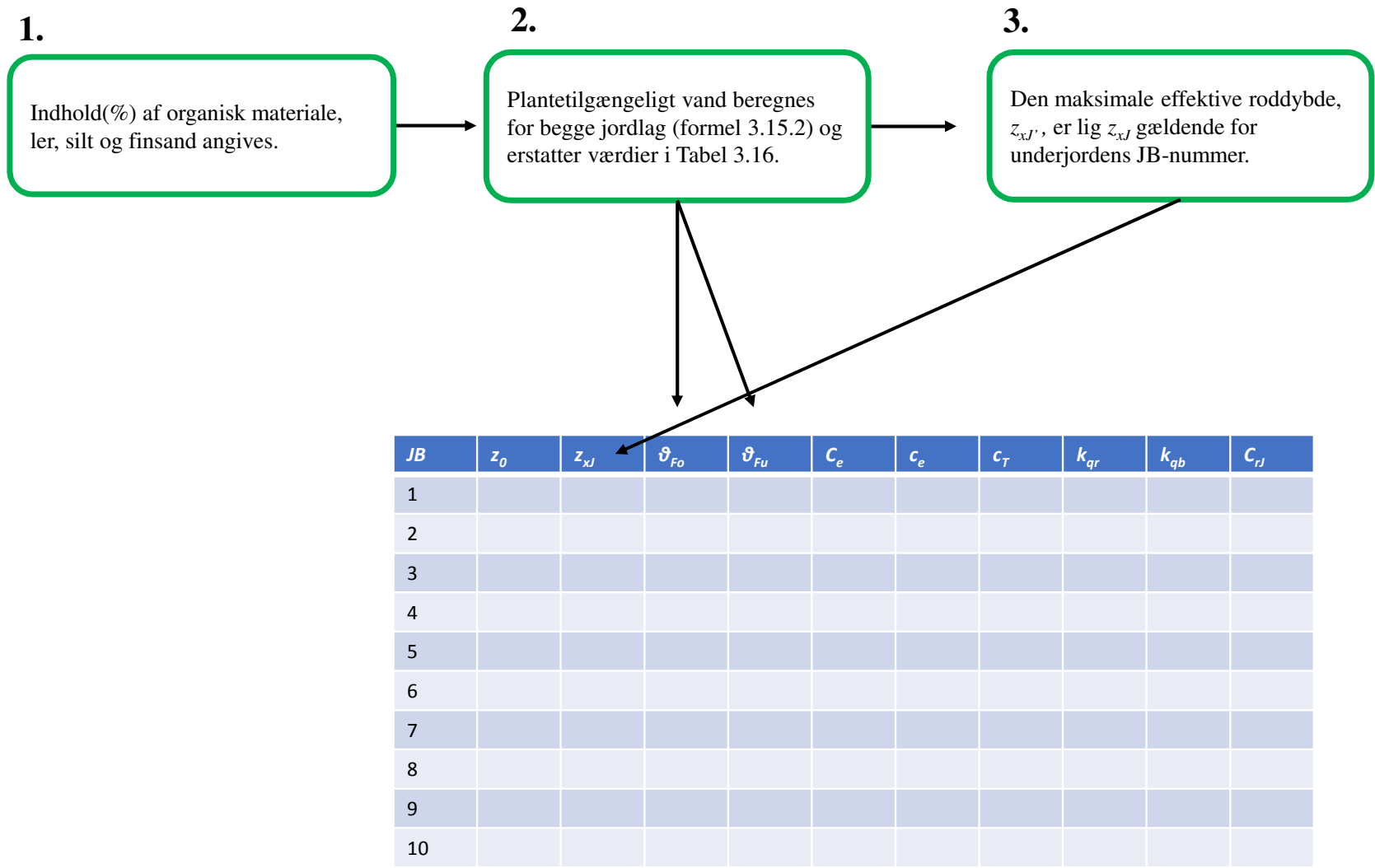
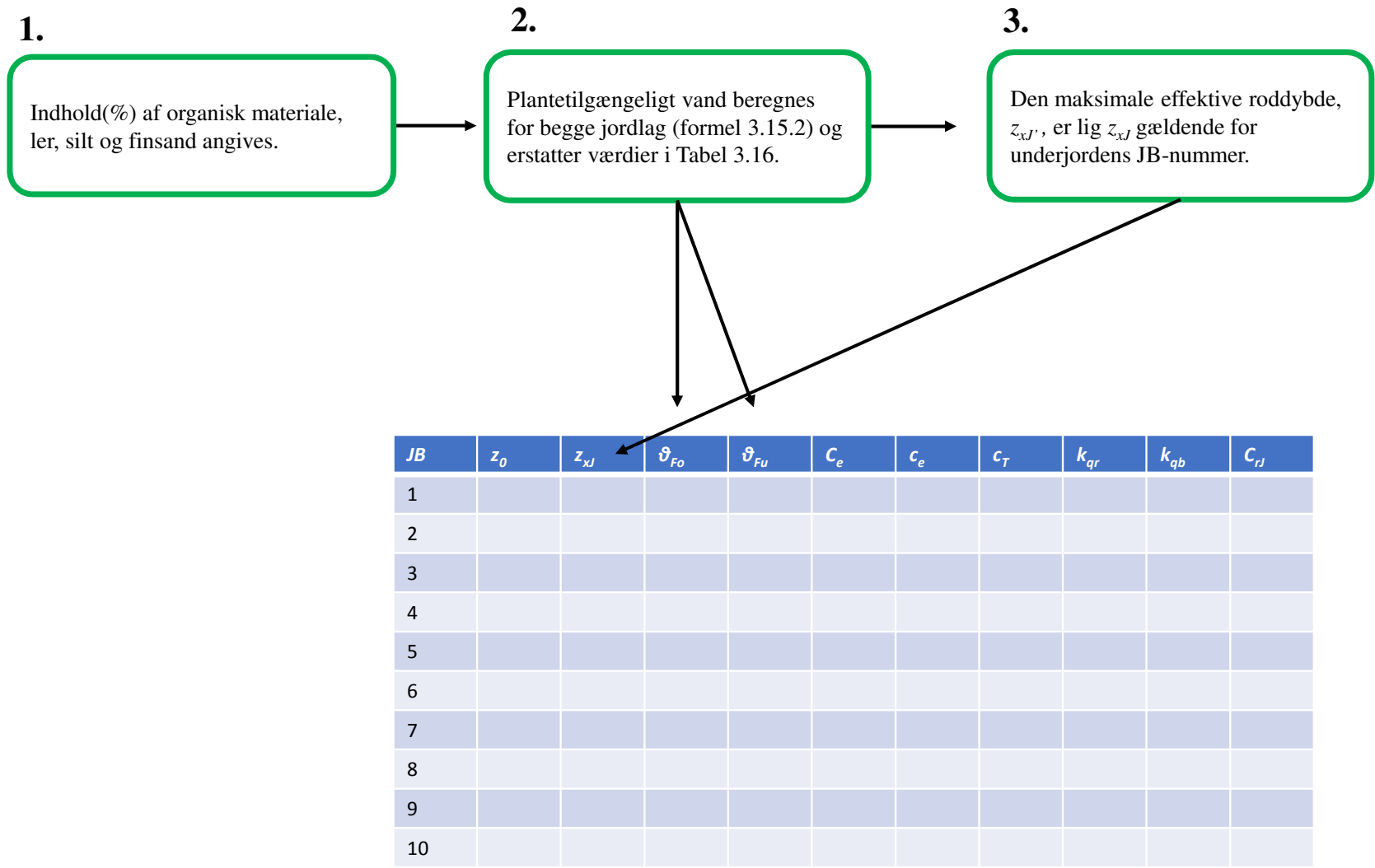
8.3



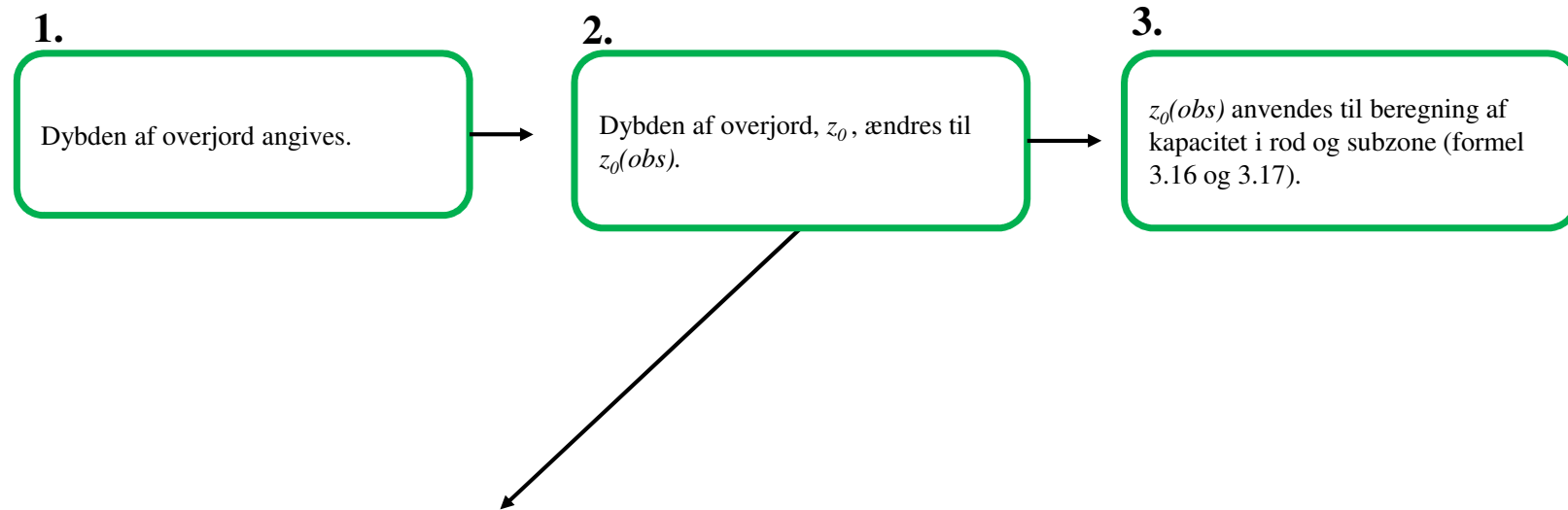
2. Ina



8.2 Jordfysiske parametre: Tekstur i over- og underjord kendes



8.3 Jordfysiske parametre: Dybden af overjorden er ikke 300 mm

[illegible]

Story 8. Jordfysiske parametre

8.1 Over- og underjord afviger fra hinanden

Input:

JB-nummer for underjord.

Fremgangsmåde.

1. JB-nummer for underjorden angives.
2. Den maksimale jordtypebestemte roddybde for pågældende mark ændres til z_{xJ}' svarende til z_{xJ} for underjordens JB-nummer (Tabel 1).
3. Værdier for underjordens mark- og visnekapacitet ændres svarende til JB-nummer (Tabel 1).

Eksempel 1:

JB-nummer for marken: 3

Maksimal effektiv jordtypebestemt roddybde, z_{xJ} : 600 mm

Volumetrisk plantetilgængeligt vand underjord: 0,14 (θ_{Fu} for JB 3)

Afviger underjord fra overjord: Ja

Underjord: JB 6

Maksimal effektiv jordtypebestemt roddybde, z_{xJ}' : 900 mm (z_{xJ} for JB 6)

Volumetrisk plantetilgængeligt vand underjord: 0,18 (θ_{Fu} for JB 6)

Eksempel 2:

JB-nummer for marken: 5

Maksimal effektiv jordtypebestemt roddybde, z_{xJ} : 900 mm

Volumetrisk plantetilgængeligt vand underjord: 0,16 (θ_{Fu} for JB 5)

Afviger underjord fra overjord: Ja

Underjord: JB 4

Maksimal effektiv jordtypebestemt roddybde, z_{xJ}' : 600 mm (z_{xJ} for JB 4)

Volumetrisk plantetilgængeligt vand underjord: 0,17 (θ_{Fu} for JB 4)

Tabel 1. Jordfysiske parametre for forskellige jordtyper.

JB	z_o	z_{xJ}	θ_{Fo}	θ_{Fu}	C_e	c_e	c_T	k_{qr}	k_{qb}	C_{rJ}
1	300	500	0,15	0,08	6,0	0,08	12,0	0,6	0,6	61
2	300	600	0,22	0,18	8,0	0,12	12,0	0,3	0,3	120
3	300	600	0,17	0,14	7,0	0,10	12,0	0,5	0,5	93
4	300	600	0,21	0,17	10,0	0,15	12,0	0,3	0,3	114
5	300	900	0,19	0,16	10,0	0,15	10,0	0,3	0,3	153
6	300	900	0,21	0,18	10,0	0,15	10,0	0,3	0,3	171
7	300	900	0,22	0,18	10,0	0,15	10,0	0,3	0,3	174
8	300	900	0,25	0,19	10,0	0,15	10,0	0,3	0,3	189
9	300	900	0,25	0,19	10,0	0,15	10,0	0,3	0,3	189
10	300	900	0,25	0,16	10,0	0,15	10,0	0,3	0,3	171

8.2 Tekstur i over- og underjord kendes

Input:

Over- og underjords procentvis tekstur.

Fremgangsmåde:

1. Volumetrisk plantetilgængeligt vand bestemmes for over- og underjord ved formel 3.15.2:

Ny formel fra AU rapport, Waterstatus in soil and crops/Sundberg, P.S (red.), Callesen, I, Greve, M. H., & Raulund.Rasmussen, K. (1999). Danske jordbundsprofiler. Danmarks JordbrugsForskning, Foulum.

$$\theta_F = (1.96(\% \text{ organisk materiale}) + 0.02(\% \text{ ler}) + 0.34(\% \text{ silt}) + 0.17(\% \text{ finsand}) + 2.26)/100 \quad (3.15.2)$$

hvor $\theta_F = \theta_f - \theta_w$ er plantetilgængeligt volumetrisk vandindhold.

(OBS! Formel fra den grønne:

$$\theta_F = (1.79(\% OM) + 0.07(\% L) + 0.29(\% S) + 0.18(\% FS) + 2.56)/100 \quad (3.15)$$

hvor $\theta_F = \theta_f - \theta_w$ er plantetilgængeligt volumetrisk vandindhold, OM er organisk stof, L er ler, S er silt og FS er finsand.)

2. JB-nummer for over- og underjord angives/bestemmes.

3. Den maksimale effektive roddybde bestemmes som z_{xJ} , hvis JB-nummer for over- og underjord er ens, eller som z_{xJ}' svarende til z_{xJ} for underjordens JB-nummer hvis over- og underjord afviger fra hinanden (Tabel 1).

Eksempel:

Tekstur overjord

Organisk stof: 2 %; Ler: 2 %; Silt: 10 %; Finsand: 46 % = JB 1

Tekstur underjord

Organisk stof: 13 %; Ler: 20 %; Silt: 30 %; Finsand: 25 % = JB 7

Volumetrisk plantetilgængeligt vand overjord

$$\theta_F = (1.96(2 \%) + 0.02(2 \%) + 0.34(10 \%) + 0.17(46\%) + 2.26)/100 = 0,17$$

Volumetrisk plantetilgængeligt vand underjord

$$\theta_F = (1.96(13 \%) + 0.02(20 \%) + 0.34(30 \%) + 0.17(25\%) + 2.26)/100 = 0,56$$

Maksimal effektiv jordtypebestemt roddybde, z_{xJ}' : 900 mm (z_{xJ} for JB 7)

8.3 Dybden af overjorden er ikke 300 mm

Input:

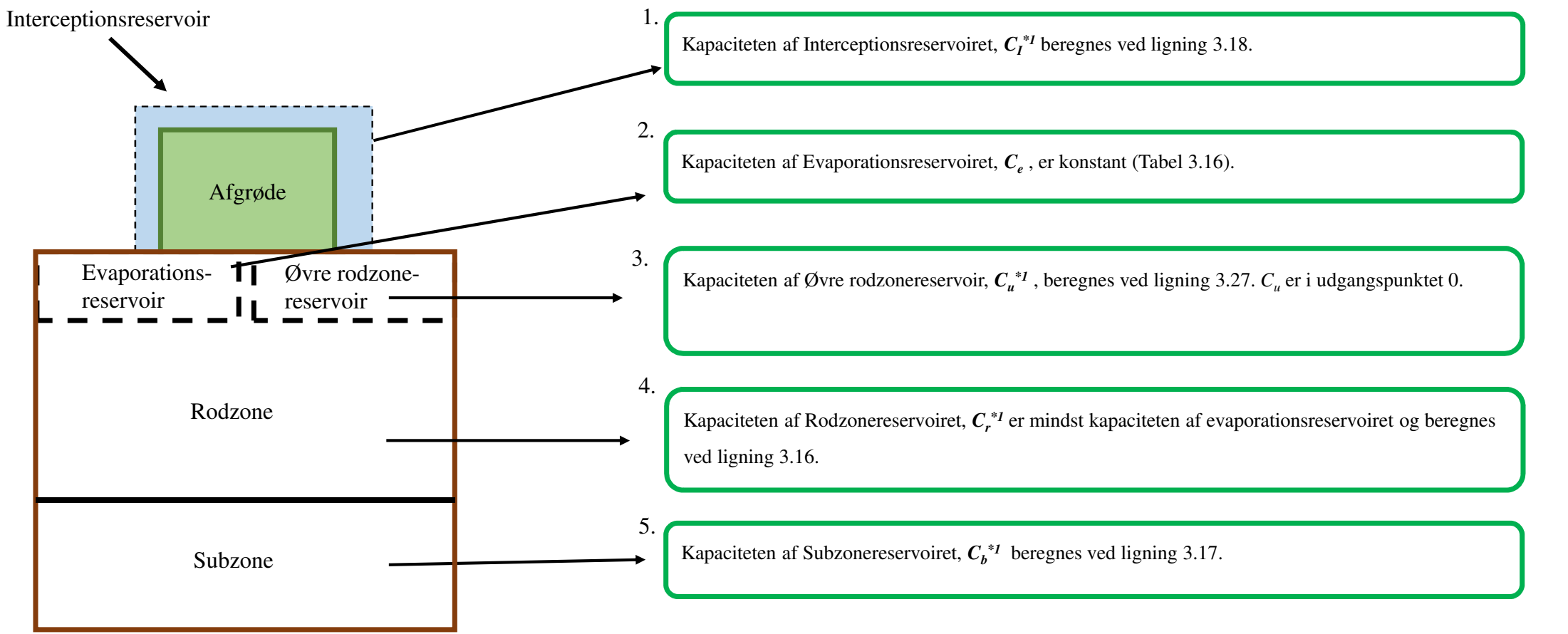
Dybden af overjorden, $z_o(obs)$, angives.

Fremgangsmåde:

1. $z_o(obs)$ angives.

2. $z_o(obs)$ anvendes i beregning af kapacitet i rod- og subzone (formel 3.16 og 3.17).

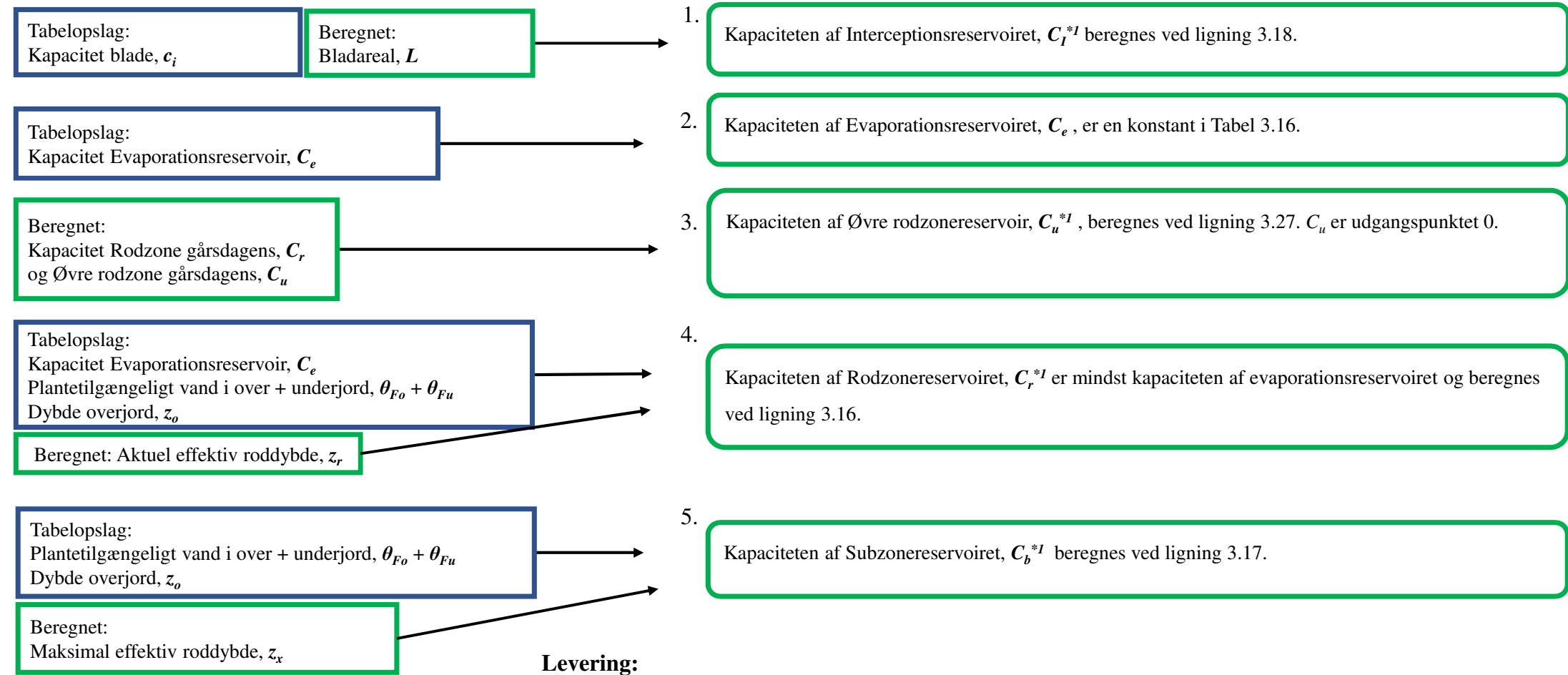
9. Daglig justering af vandkap. Interceptions-, Rodzone-, Øvre rodzone- og Subzonereservoirs som følge af plantevækst



Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
-1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
0	C_I^{*I}		C_e		C_u^{*I}		C_r^{*I}		C_b^{*I}	

9. Daglig justering af vandkap. Interceptions-, Rodzone-, Øvre rodzone- og Subzonereservoirs som følge af plantevækst



Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
-1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
0	C_I^{*I}		C_e		C_u^{*I}		C_r^{*I}		C_b^{*I}	

Story 9. Daglig justering af vandkapacitet af Interceptions-, Rodzone-, Øvre rodzone- og Subzonereservoirs

Daglig justering vandkapacitet i reservoirs.

Vandbalancemodellen holder styr på vandindholdet i en række reservoirs. Som første skridt i den daglige opdatering af vandbalancen, justeres kapaciteten af alle reservoirs.

1. Kapacitet af Interceptionsreservoir, C_I

Interceptionsreservoirret V_I indeholder mængden af tilbageholdt vand på vegetationens overflade.

Kapaciteten af Interceptionsreservoirret, C_I afhænger af det totale bladarealindeks, L og beregnes dagligt ved ligning 3.18:

$$C_I^{*1} = c_i L \quad (3.18)$$

hvor

c_i er en kapacitetskonstant, der sættes til 0,5 mm

L er det totale (grønt+gult) bladarealindeks

og C_I^{*1} er dagens kapacitet af Interceptionsreservoirret efter plantevækst.

2. Kapacitet af Evaporationsreservoirret, C_e

Evaporationsreservoirret V_e indeholder mængden af plantetilgængeligt vand, som kan fordampe direkte fra jordoverfladen. Kapaciteten af Evaporationsreservoirret, C_e , er en konstant bestemt af jordtypen. Findes i Tabel 1.

Tabel 1. Jordfysiske parametre for forskellige jordtyper.

JB	z_o	z_{xJ}	θ_{Fo}	θ_{Fu}	C_e	c_e	c_T	k_{qr}	k_{qb}	C_{rJ}
1	300	500	0,15	0,08	6,0	0,08	12,0	0,6	0,6	61
2	300	600	0,22	0,18	8,0	0,12	12,0	0,3	0,3	120
3	300	600	0,17	0,14	7,0	0,10	12,0	0,5	0,5	93
4	300	600	0,21	0,17	10,0	0,15	12,0	0,3	0,3	114
5	300	900	0,19	0,16	10,0	0,15	10,0	0,3	0,3	153
6	300	900	0,21	0,18	10,0	0,15	10,0	0,3	0,3	171
7	300	900	0,22	0,18	10,0	0,15	10,0	0,3	0,3	174
8	300	900	0,25	0,19	10,0	0,15	10,0	0,3	0,3	189
9	300	900	0,25	0,19	10,0	0,15	10,0	0,3	0,3	189
10	300	900	0,25	0,16	10,0	0,15	10,0	0,3	0,3	171

3. Kapacitet af Rodzonereservoir, C_r

Kapaciteten af plantetilgængeligt vand i rodzonen ved markkapacitet efter plantevækst beregnes dagligt ved ligning 3.16. Den aktuelle effektive roddybde, z_r sammenholdes med dybden af overjorden, z_o :

$$C_r^{*1} = \begin{cases} \max[C_e, \theta_{Fo} z_r] & z_r \leq z_o \\ \max[C_e, \theta_{Fo} z_o + \theta_{Fu}(z_r - z_o)] & z_r > z_o \end{cases} \quad (3.16)$$

hvor

C_e er kapaciteten af Evaporationsreservoir

z_r er aktuell effektiv roddybde

z_o er dybden af overjorden

$\theta_{Fo} = \theta_{fo} - \theta_{wo}$ er plantetilgængeligt volumetrisk vandindhold i overjord

$\theta_{Fu} = \theta_{fu} - \theta_{wu}$ er plantetilgængeligt volumetrisk vandindhold i underjord

og C_r^{*1} er dagens kapacitet af Rodzonen efter plantevækst.

4. Kapacitet af Øvre rodzonereservoir, C_u

Kapaciteten af Øvre rodzonereservoir, C_u , beregnes dagligt ved ligning 3.27:

$$C_u^{*1} = \min[C_r^{*1}, C_u] \quad 3.27$$

hvor

C_r^{*1} er dagens kapacitet af Rodzonen efter plantevækst

C_u er gårdsdagens indhold i Øvre rodzone

og C_u^{*1} er dagens kapacitet af Øvre rodzone efter plantevækst.

C_u er udgangspunktet 0.

5. Kapacitet af Subzonereservoir, C_b

Kapaciteten af plantetilgængeligt vand i subzonen ved markkapacitet beregnes ved:

$$C_b^{*1} = \theta_{Fo} z_o + \theta_{Fu}(z_x - z_o) - C_r^{*1} \quad (3.17)$$

hvor

C_r^{*1} er dagens kapacitet af Rodzonereservoir

z_x er aktuel maksimal effektiv roddybde

z_o er dybden af overjorden

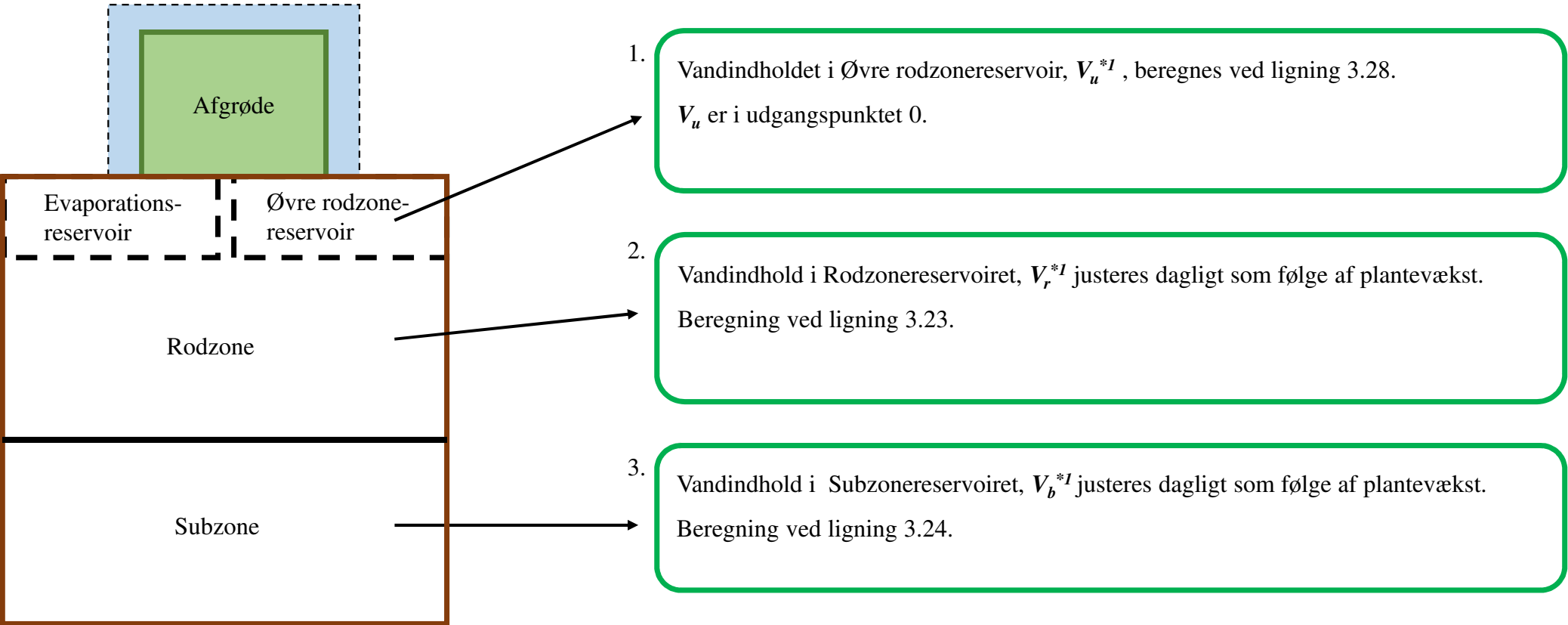
$\theta_{Fo} = \theta_{fo} - \theta_{wo}$ er plantetilgængeligt volumetrisk vandindhold i overjord

$\theta_{Fu} = \theta_{fu} - \theta_{wu}$ er plantetilgængeligt volumetrisk vandindhold i overjord

og C_b^{*1} er dagens kapacitet af Subzonen efter plantevækst.

[illegible]

10. Daglig justering af vandindhold i Øvre rodzone, Rodzone- og Subzoneresservoirs som følge af plantevækst



Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
-1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
0	C_I^{*I}		C_e		C_u^{*I}	V_u^{*I}	C_r^{*I}	V_r^{*I}	C_b^{*I}	V_b^{*I}

10. Daglig justering af vandindhold Rodzone-, Øvre rodzone- og Subzonereservoirs som følge af plantevækst

Beregnet:
Kapacitet Øvre rodzone gårsdagens, C_u
Kapacitet Øvre rodzone eft. plantevækst, C_u^{*I}
Indhold Øvre rodzone gårsdagens, V_u

→

1.

Vandindholdet i Øvre rodzonereservoir, V_u^{*I} , beregnes ved ligning 3.28. V_u er i udgangspunktet 0.

Beregnet:
Kapacitet Rodzone gårsdagens, C_r
Kapacitet Rodzone eft. plantevækst, C_r^{*I}
Indhold Rodzone gårsdagens, V_r
Kapacitet Subzone gårsdagens, C_b
Indhold Subzone gårsdagens, V_b

→

2.

Vandindhold i Rodzonereservoiret, V_r^{*I} justeret som følge af plantevækst ved ligning 3.23.

Beregnet:
Indhold Rodzone gårsdagens, V_r
Indhold Rodzone eft. plantevækst, V_r^{*I}
Indhold Subzone gårsdagens, V_b

→

3.

Vandindhold i Subzonereservoiret, V_b^{*I} justeret som følge af plantevækst. Beregning ved ligning 3.24.

Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
-1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
0	C_I^{*I}		C_e^{*I}		C_u^{*I}	V_u^{*I}	C_r^{*I}	V_r^{*I}	C_b^{*I}	V_b^{*I}

Story 10. Daglig justering af vandindhold i Øvre rodzone, Rodzone- og Subzone-reservoirs som følge af plantevækst

Daglig justering vandindhold.

Vandindholdet i Rod- og Subzone, samt evt. Øvre rodzone, opdateres dagligt som følge af eventuel rodvækst.

1. Vandindhold i Øvre rodzone

Vandindholdet i Øvre rodzone justeres som følge af plantevækst ved formel 3.28:

$$V_u^{*1} = \begin{cases} V_u - (C_u - C_u^{*1})V_u / C_u & C_u^{*1} > 0 \\ 0 & C_u^{*1} = 0 \end{cases} \quad 3.28$$

hvor

V_u er gårsdagens indhold i Øvre rodzone

C_u er gårsdagens kapacitet af Øvre rodzone

C_u^{*1} er dagens kapacitet af Øvre rodzone efter 1. justering/plantevækst

og V_u^{*1} er dagens vandindhold i Øvre Rodzone efter 1. justering/plantevækst.

2. Vandindhold Rodzone

Vandindholdet i Rodzonen justeres som følge af plantevækst ved formel 3.23:

$$V_r^{*1} = \begin{cases} V_r + (C_r^{*1} - C_r)V_r / C_r & C_r^{*1} \leq C_r \\ V_r + (C_r^{*1} - C_r)V_b / C_b & C_r^{*1} > C_r \end{cases} \quad 3.23$$

hvor

C_r er gårsdagens kapacitet af Rodzone

C_r^{*1} er dagens kapacitet af Rodzone efter 1. justering/plantevækst

V_b er gårsdagens indhold i Subzone

C_b er gårsdagens kapacitet af Subzonen

V_r er gårsdagens indhold i Rodzone

og V_r^{*1} er dagens vandindhold i Rodzonen efter 1. justering/plantevækst

3. Vandindhold Subzone

Vandindholdet i Subzonen justeres som følge af plantevækst ved formel 3.24:

$$V_b^{*1} = V_b - (V_r^{*1} - V_r) \quad 3.24$$

hvor

V_r er gårsdagens indhold i Rodzone

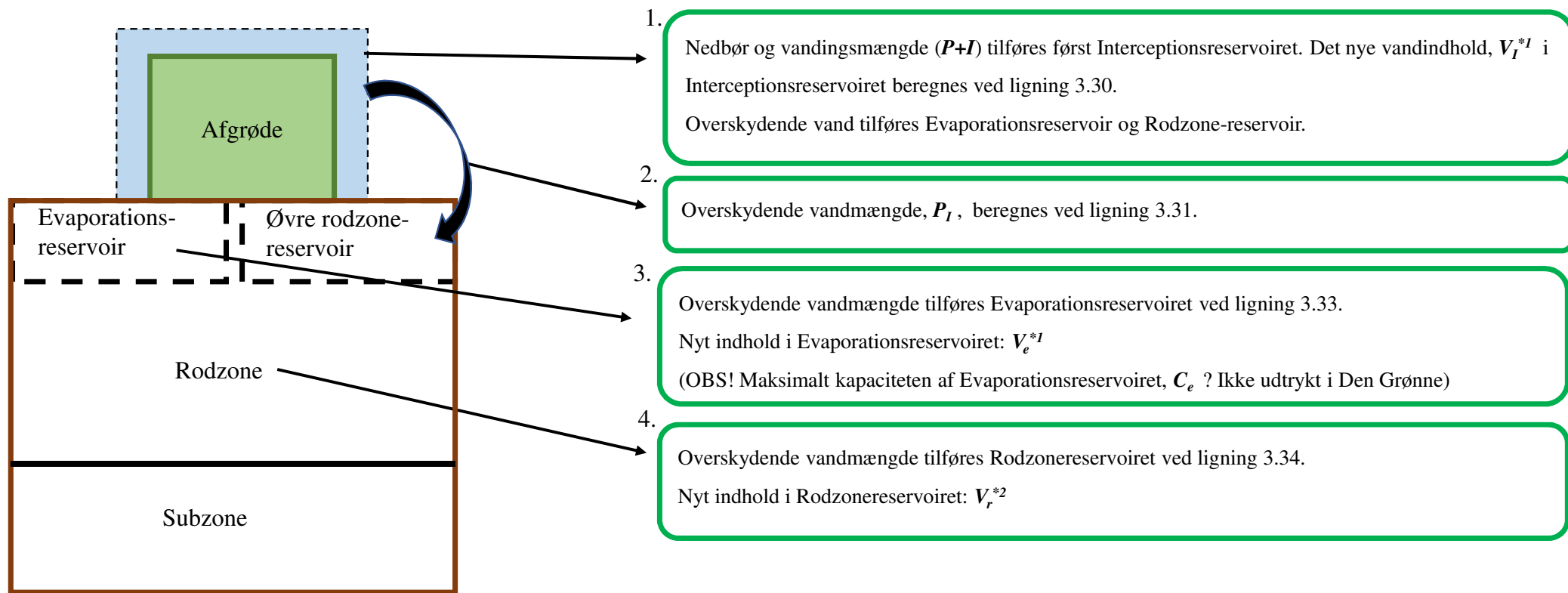
V_r^{*1} er dagens indhold i Rodzone efter 1. justering/plantevækst

V_b er gårsdagens indhold i Subzone

og V_b^{*1} er dagens vandindhold i Subzonen efter 1. justering/plantevækst.

[illegible]

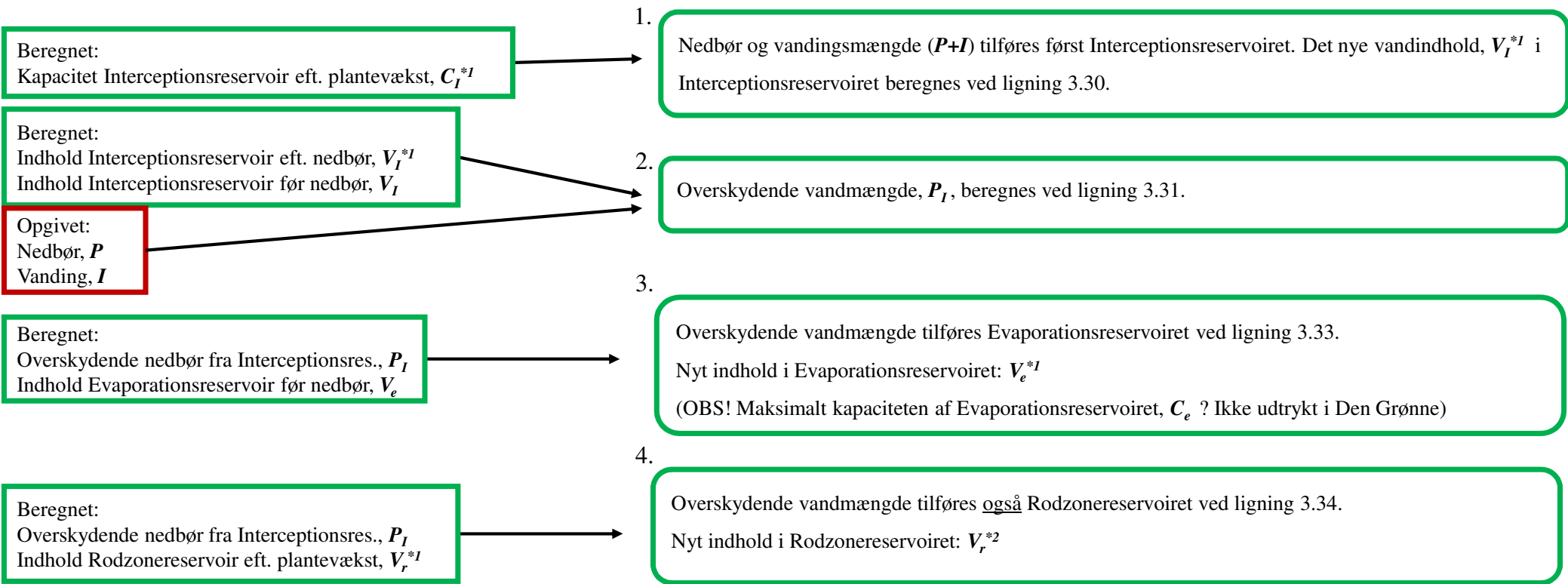
11. Nedbør og vanding fordeles og vandindhold i Interceptions-, Evaporations- og Rodzonereservoir opdateres



Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
-1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
0	C_I^{*1}	V_I^{*1}	C_e^{*1}	V_e^{*1}	C_u^{*1}	V_u^{*1}	C_r^{*1}	V_r^{*1}	C_b^{*1}	V_b^{*1}
								V_r^{*2}		

11. Nedbør og vanding fordeles og vandindhold i interceptions-, øvre rodzone-, rodzone og subzonereservoirs opdateres



Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
-1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
0	C_I^{*I}	V_I^{*I}	C_e^{*I}	V_e^{*I}	C_u^{*I}	V_u^{*I}	C_r^{*I}	V_r^{*I}	C_b^{*I}	V_b^{*I}
								V_r^{*2}		

Story 11. Nedbør og vanding fordeles og vandindhold i Interceptions-, Evaporations- og Rodzonereservoir opdateres

1. Interceptionsreservoiret

Nedbør og vandingsmængde ($P + I$) tilføres først Interceptionsreservoiret. Dagens aktuelle indhold i Interceptionsreservoiret efter nedbør og vanding beregnes ved formel 3.30:

$$V_I^{*1} = \min [C_I^*, V_I + P + I] \quad 3.30$$

hvor

C_I^* er dagens aktuelle kapacitet af Interceptionsreservoiret efter plantevækst

V_I er gårsdagens indhold i Interceptionsreservoiret

P er nedbør

I er vanding

og V_I^{*1} er indholdet i Interceptionsreservoiret efter nedbør og vanding.

2. Overskydende vand

Eventuelt overskydende vand beregnes ved formel 3.31:

$$P_I = P + I - (V_I^{*1} - V_I) \quad 3.31$$

hvor

P er nedbør

I er vanding

V_I er gårsdagens indhold i Interceptionsreservoiret

V_I^{*1} er indholdet i Interceptionsreservoiret efter nedbør og vanding

og P_I er overskydende vand.

3. Evaporationsreservoir

Eventuelt overskydende vand tilføres efterfølgende Evaporationsreservoir og indholdet i Evaporationsreservoiret beregnes ved formel 3.33:

$$V_e^{*1} = V_e + P_I \quad 3.33$$

hvor

V_e er gårsdagens indhold i Evaporationsreservoir

P_I er overskydende vand (nedbør og vanding) efter tilførsel til Interceptionsreservoir

og V_e^{*1} er dagens indhold i Evaporationsreservoir efter tilførsel af nedbør og vanding.

(OBS! Maksimalt kapaciteten af Evaporationsreservoir, C_e ? Ikke udtrykt i Den Grønne)

4. Rodzonereservoir

Eventuelt overskydende vand tilføres efterfølgende også Rodzonesreservoir og indholdet i Rodzonereservoir beregnes ved formel 3.34:

$$V_r^{*2} = V_r^{*1} + P_I \quad 3.33$$

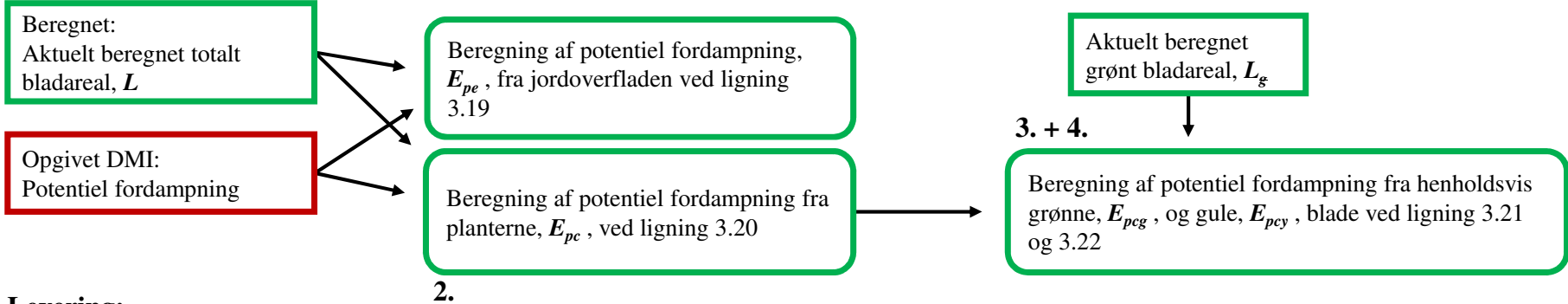
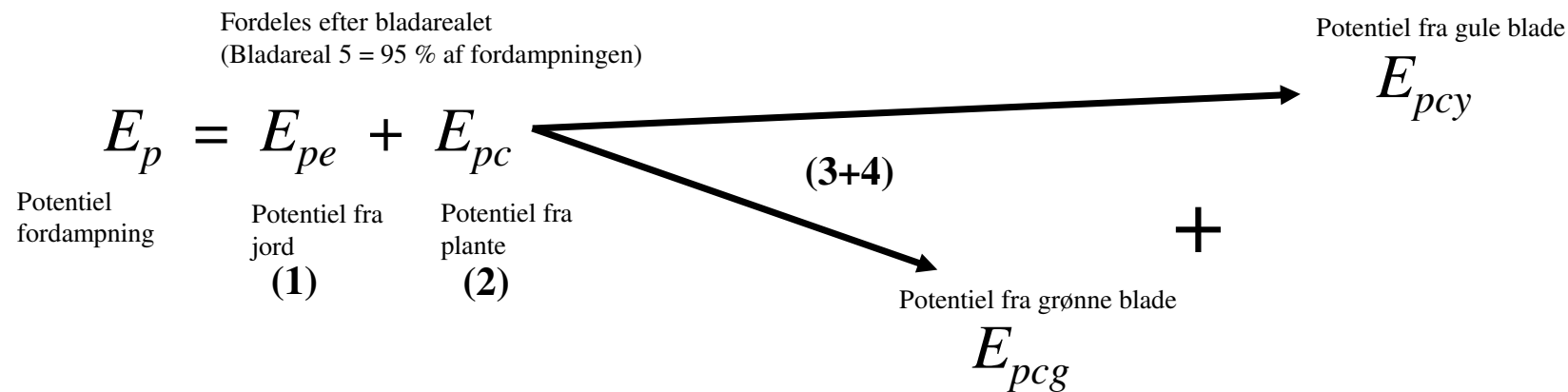
hvor

V_r^{*1} er dagens indhold i efter plantevækst og før nedbør

P_I er overskydende vand (nedbør og vanding) efter tilførsel til Interceptionsreservoir

og V_r^{*2} er dagens indhold i Rodzonereservoir efter tilførsel af nedbør og vanding.

12. Potentiel fordampning jord og plante



Levering:

	Jordoverflade		Plante									
	Evaporation Evaporationsreservoir		Potentiel fordampning plante	Potentiel fordampning grønne blade	Evaporation Interceptionsreservoir				Transpiration grønne blade			
Dato t	Potentiel evaporation jordoverfladen	Aktuel evaporation jordoverfladen			Aktuel evaporation grønne blade (Intercep)	Potentiel evaporation gule blade	Aktuel evaporation gule blade	Aktuel evaporation Interceptionsreservoir	Potentiel transpiration	Aktuel transpiration trukket fra Rodzone	Aktuel transpiration trukket fra Øvre rodzone	Aktuel endelig transpiration
-1	E_{pe}	E_{ae}	E_{pc}	E_{pcg}	E_{alg}	E_{pcy}	E_{aly}	E_{al}	E_{pT}	E_{aTr}	E_{aTu}	E_{aT}
0	E_{pe}		E_{pc}	E_{pcg}		E_{pcy}						

12. Potentiel fordampning fra jord, grønne og gule blade

Den potentielle fordampning, E_p , deles op i et bidrag fra evaporation fra jordoverfladen, E_{pe} , og et bidrag fra evaporation og transpiration (evapotranspiration) fra afgrøden, E_{pc} . Afgrødens bidrag deles yderligere op i et bidrag fra grønne blade, E_{pcg} , og ét fra gule blade, E_{pcy} .

$$E_p = E_{pe} + E_{pc}$$

Input: Potentiel fordampning trukket fra DMI.

1. Potentiel fordampning fra jordoverfladen

Den potentielle fordampning fra jordoverfladen beregnes ved formel 3.19:

$$E_{pe} = E_p \exp(-k_p L) \quad 3.19$$

hvor

E_p er den totale potentielle fordampning

k_p er en ekstinktionskoefficient, som sættes til 0,6

L er afgrødens totale bladarealindeks

og E_{pe} er den potentielle fordampning fra jordoverfladen.

2. Potentiel fordampning fra afgrøden

Den potentielle fordampning fra afgrøden beregnes ved formel 3.20:

$$E_{pc} = E_p [1 - \exp(-k_p L)] \quad 3.20$$

hvor

E_p er den totale potentielle fordampning

k_p er en ekstinktionskoefficient, som sættes til 0,6

L er afgrødens totale bladarealindeks

og E_{pc} er den potentielle fordampning fra afgrødens overflade.

3. Potentiel fordampning fra grønne blade

Afgrødens fordampningsbidrag fra grønne blade beregnes ved formel 3.21:

$$E_{pcg} = E_p [1 - \exp(-k_p L_g)] \quad 3.21$$

E_p er den totale potentielle fordampning

k_p er en ekstinktionskoefficient, som sættes til 0,6

L_g er afgrødens grønne bladarealindeks

og E_{pcg} er den potentielle fordampning fra afgrødens grønne blade.

4. Potentiel fordampning fra gule blade

Afgrødens fordampningsbidrag fra gule blade beregnes ved formel 3.22:

$$E_{pcy} = E_{pc} - E_{pcg} \quad 3.22$$

hvor

E_{pc} er den potentielle fordampning fra afgrødens overflade

E_{pcg} er den potentielle fordampning fra afgrødens grønne blade

og E_{pcy} er den potentielle fordampning fra afgrødens gule blade.

[illegible]

13. Beregning af aktuel fordampning fra jordoverfladen

Potentiel
fordampning

Potentiel fra
jord

Potentiel
fra plante

$$E_p = E_{pe} + E_{pc}$$

(1)

E_{ae}

Aktuel fordampning fra
jordoverfladen

Tabelopslag:
Jordtypespecifik
basisevaporationsfaktor, c_e

Beregnet:
Indhold Rodzone eft. nedbør, V_r^{*2}
Indhold Subzone eft. plantevækst, V_b^{*1}
Kapacitet Rodzone eft. plantevækst, C_r^{*1}
Kapacitet Subzone eft. plantevækst, C_b^{*1}

1.

Beregning af aktuel fordampning fra
jordoverfladen, E_{ae} , ved ligning 3.35

Levering:

	Jordoverflade		Plante									
	Evaporation Evaporationsreservoir				Evaporation Interceptionsreservoir				Transpiration grønne blade			
Dato t	Potentiel evaporation jordoverfladen	Aktuel evaporation jordoverfladen	Potentiel fordampning plante	Potentiel fordampning grønne blade	Aktuel evaporation grønne blade (Intercep)	Potentiel evaporation gule blade	Aktuel evaporation gule blade	Aktuel evaporation Interceptionsre servoir	Potentiel transpiration	Aktuel transpiration trukket fra Rodzone	Aktuel transpiration trukket fra Øvre rodzone	Aktuel endelig transpiration
-1	E_{pe}	E_{ae}	E_{pc}	E_{pcg}	E_{alg}	E_{pcy}	E_{aly}	E_{al}	E_{pT}	E_{aTr}	E_{aTu}	E_{aT}
0	E_{pe}	E_{ae}	E_{pc}	E_{pcg}		E_{pcy}						

13. Beregning af aktuel fordampning fra jordoverfladen.

Input: Jordtype

Tabelopslag: Jordtypespecifik basisevaporationsfaktor.

1. Aktuel fordampning fra jordoverfladen

Den aktuelle evaporation fra jordoverfladen, E_{ae} , antages at foregå med potentiel hastighed, så længe der er vand i evaporationsreservoiret. Herefter trækkes vand fra rodzone og subzone med en hastighed svarende til $c_e E_{pe}$. Beregnes ved formel 3.35:

$$E_{ae} =$$

$$E_{pe} \quad V_e^{*1} \geq E_{pe} \quad 3.35-1$$

$$V_e^{*1} + c_e E_{pe} (V_r^{*2} + V_b^{*1} - V_e^{*1}) / (C_r^{*1} + C_b^{*1}) \quad V_e^{*1} < E_{pe} \wedge E_{pe} \leq V_r^{*2} + V_b^{*1} \quad 3.35-2$$

$$V_e^{*1} + \min[(V_r^{*2} + V_b^{*1} - V_e^{*1}), \dots]$$

$$c_e E_{pe} (V_r^{*2} + V_b^{*1} - V_e^{*1}) / (C_r^{*1} + C_b^{*1}) \quad V_e^{*1} < E_{pe} \wedge E_{pe} > V_r^{*2} + V_b^{*1} \quad 3.35-3$$

hvor

E_{pe} er potentiel fordampning fra jordoverfladen

V_e^{*1} er indhold i Evaporationsreservoiret efter nedbør

c_e er en jordtype afhængig basisevaporationsfaktor

V_r^{*2} er indhold i Rodzone efter nedbør

V_b^{*1} er indhold i Subzone efter plantevækst

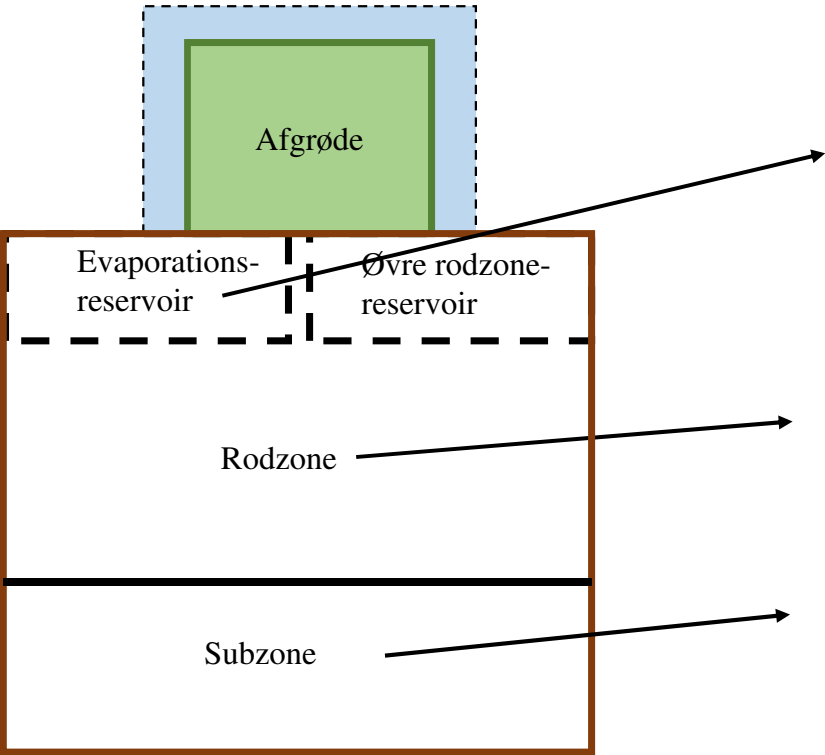
C_r^{*1} er kapacitet af Rodzone efter plantevækst

C_b^{*1} er kapacitet af Subzone efter plantevækst

og E_{ae} er aktuel fordampning fra jordoverfladen.

[illegible]

14. Evaporation fra jordoverfladen trækkes fra Rodzone-, Evaporations- og evt. Subzonerreservoir

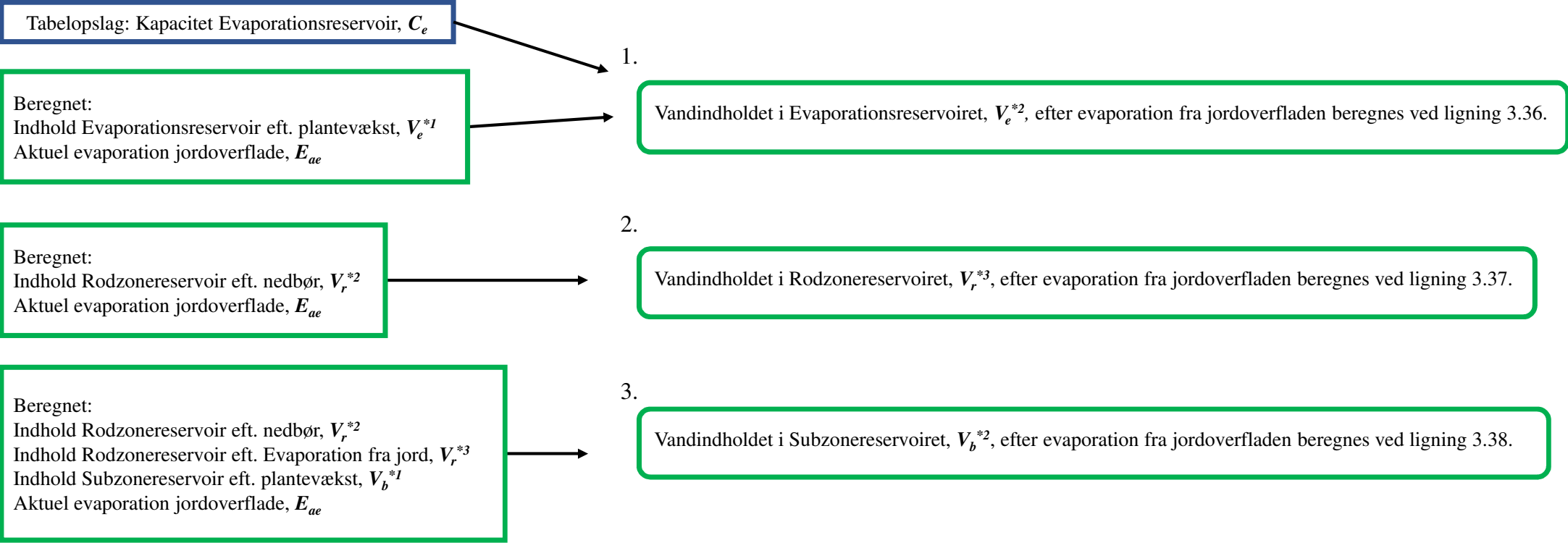


1. Vandindholdet i Evaporationsreservoiret, V_e^{*2} , efter evaporation fra jordoverfladen beregnes ved ligning 3.36.
2. Vandindholdet i Rodzonerreservoir, V_r^{*3} , efter evaporation fra jordoverfladen beregnes ved ligning 3.37.
3. Vandindholdet i Subzonerreservoir, V_b^{*2} , efter evaporation fra jordoverfladen beregnes ved ligning 3.38.

Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
-1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
0	C_I^{*1}	V_I^{*1}	C_e^{*1}	V_e^{*1}	C_u^{*1}	V_u^{*1}	C_r^{*1}	V_r^{*1}	C_b^{*1}	V_b^{*1}
				V_e^{*2}				V_r^{*2}		V_b^{*2}
								V_r^{*3}		

14. Evaporation trækkes fra Rodzone-, Evaporations- og evt. Subzonereservoir



Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
-1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
0	C_I^{*1}	V_I^{*1}	C_e^{*1}	V_e^{*1}	C_u^{*1}	V_u^{*1}	C_r^{*1}	V_r^{*1}	C_b^{*1}	V_b^{*1}
				V_e^{*2}				V_r^{*2}		V_b^{*2}
								V_r^{*3}		

14. Evaporation fra jordoverfladen trækkes fra Rodzone-, Evaporations- og Subzonereservoir

Evaporationen trækkes først fra Rodzonen. Hvis denne bliver udtørret, trækkes vandet fra Subzonen.

Input: Jordtype

Tabelopslag: Kapacitet af Evaporationsreservoir

1. Vandindhold Evaporationsreservoir

Indhold i Evaporationsreservoir efter evaporation fra jordoverfladen beregnes ved formel 3.36:

$$V_e^{*2} = \min \left[C_e, (V_e^{*1} - E_{ae})_+ \right] \quad 3.36$$

hvor

C_e er kapaciteten af Evaporationsreservoir

V_e^{*1} er indholdet i Evaporationsreservoir efter nedbør

E_{ae} er aktuel evaporation fra jordoverfladen

og V_e^{*2} er indholdet i Evaporationsreservoir efter evaporation fra jordoverfladen.

2. Vandindhold Rodzonereservoir

Indhold i Rodzonereservoir efter evaporation fra jordoverfladen beregnes ved formel 3.37:

$$V_r^{*3} = (V_r^{*2} - E_{ae})_+ \quad 3.37$$

hvor

V_r^{*2} er indholdet i Rodzonereservoir efter nedbør

E_{ae} er aktuel evaporation fra jordoverfladen

og V_r^{*3} er indholdet i Rodzonereservoir efter evaporation fra jordoverfladen.

3. Vandindhold Subzonereservoir

Indhold i Subzonerereservoiret efter evaporation fra jordoverfladen beregnes ved formel 3.38:

$$V_b^{*2} = (V_b^{*1} - E_{ae} + V_r^{*2} - V_r^{*3})_+ \quad 3.38$$

hvor

V_b^{*1} er indholdet i Subzonerereservoiret efter plantevækst

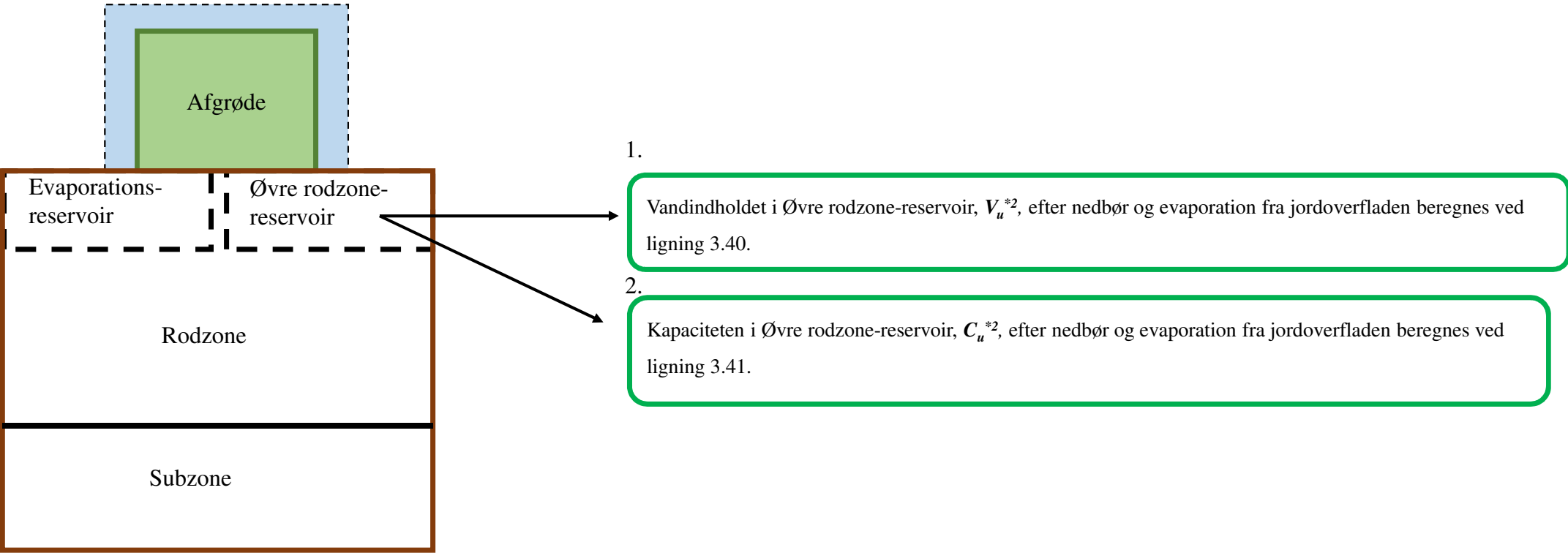
E_{ae} er aktuel evaporation fra jordoverfladen

V_r^{*2} er indholdet i Rodzonerereservoiret efter nedbør

V_r^{*3} er indholdet i Rodzonerereservoiret efter evaporation fra jordoverfladen

og V_b^{*2} er indholdet i Subzonerereservoiret efter evaporation fra jordoverfladen.

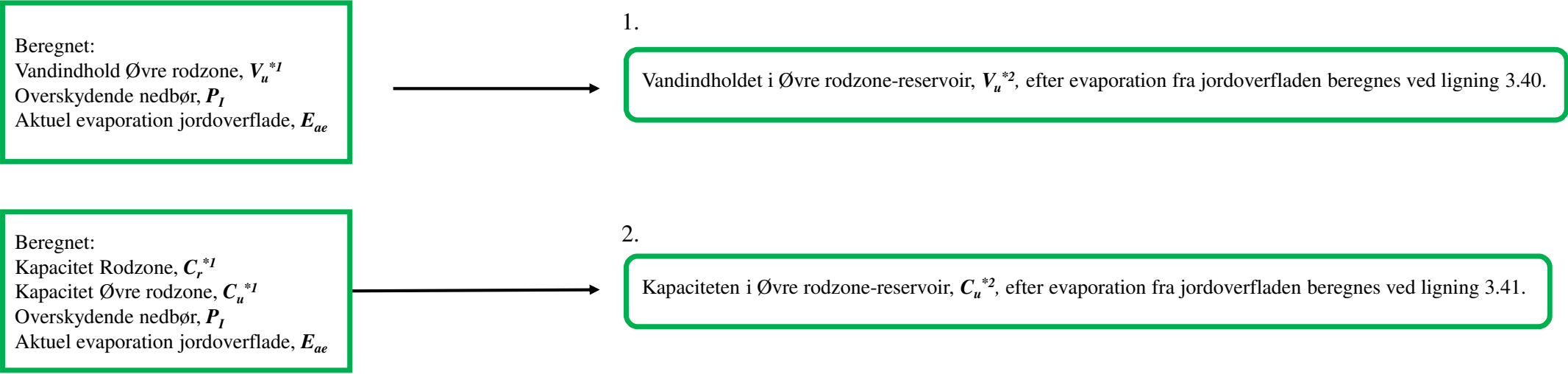
15. Indhold og kapacitet i Øvre rodzone-reservoir efter nedbør og evaporation fra jordoverfladen



Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
-1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
0	C_I^{*1}	V_I^{*1}	C_e^{*1}	V_e^{*1}	C_u^{*1}	V_u^{*1}	C_r^{*1}	V_r^{*1}	C_b^{*1}	V_b^{*1}
				V_e^{*2}	C_u^{*2}	V_u^{*2}		V_r^{*2}		V_b^{*2}
								V_r^{*3}		

15. Indhold og kapacitet i Øvre rodzone-reservoir efter nedbør og evaporation fra jordoverfladen



Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
-1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
0	C_I^{*1}	V_I^{*1}	C_e^{*1}	V_e^{*1}	C_u^{*1}	V_u^{*1}	C_r^{*1}	V_r^{*1}	C_b^{*1}	V_b^{*1}
				V_e^{*2}	C_u^{*2}	V_u^{*2}		V_r^{*2}		V_b^{*2}
								V_r^{*3}		

15. Indhold og kapacitet af Øvre rodzonereservoir efter nedbør og evaporation fra jordoverfladen.

Efter evaporation fra jordoverfladen justeres indhold og kapacitet af Øvre rodzone.

1. Indhold i Øvre rodzonereservoir

Indhold i Øvre rodzonereservoir efter evaporation fra jordoverfladen beregnes ved formel 3.40:

$$V_u^{*2} = (V_u^{*1} + P_I - E_{ae})_+ \quad 3.40$$

hvor

V_u^{*1} er indhold i Øvre rodzone efter plantevækst

P_I er overskydende nedbør vand efter tilførsel til Interceptionsreservoir

E_{ae} er aktuel evaporation fra jordoverfladen

og V_u^{*2} er indholdet i Øvre rodzonereservoir efter nedbør og evaporation fra jordoverfladen.

2. Kapacitet af Øvre rodzonereservoir

Kapacitet af Øvre rodzonereservoir efter evaporation fra jordoverfladen beregnes ved formel 3.41:

$$C_u^{*2} = \min \left[C_r^{*1}, C_u^{*1} + (P_I - E_{ae})_+ \right] \quad 3.41$$

hvor

C_r^{*1} er kapaciteten af Rodzone efter plantevækst

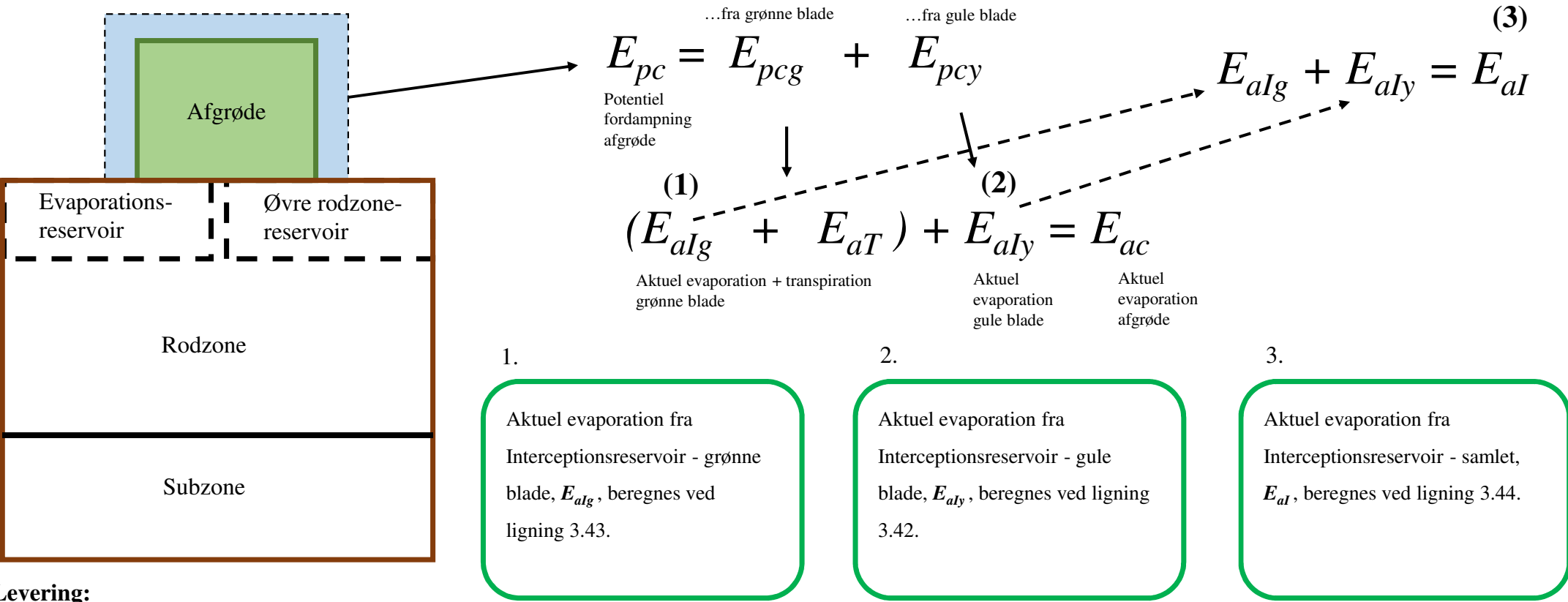
C_u^{*1} er kapaciteten af Øvre rodzone efter plantevækst

P_I er overskydende nedbør vand efter tilførsel til Interceptionsreservoir

E_{ae} er aktuel evaporation fra jordoverfladen

og C_u^{*2} er kapaciteten af Øvre rodzone efter nedbør og evaporation fra jordoverfladen.

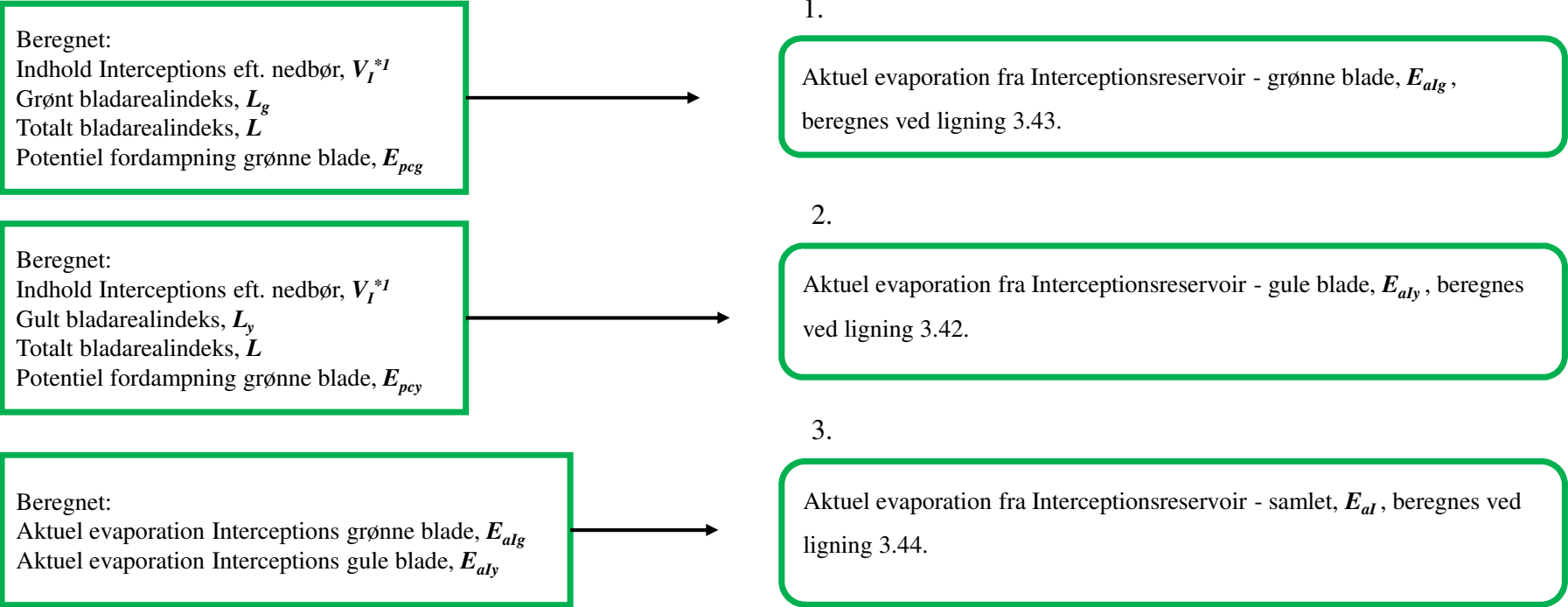
16. Aktuel evaporation Interceptionsreservoir: Grønne og gule blade



Levering:

Dato <i>t</i>	Jordoverflade		Plante									
	Evaporation	Evaporationsreservoir	Evaporation Interceptionsreservoir					Transpiration grønne blade				
	Potentiel evaporation jordoverfladen	Aktuel evaporation jordoverfladen	Potentiel fordampning plante	Potentiel fordampning grønne blade	Aktuel evaporation grønne blade (Intercep)	Potentiel evaporation gule blade	Aktuel evaporation gule blade	Aktuel evaporation Interceptionsreservoir	Potentiel transpiration	Aktuel transpiration trukket fra Rodzone	Aktuel transpiration trukket fra Øvre rodzone	Aktuel endelig transpiration
-1	E_{pe}	E_{ae}	E_{pc}	E_{pcg}	E_{alg}	E_{pcy}	E_{alcy}	E_{al}	E_{pT}	E_{aTr}	E_{aTu}	E_{aT}
0	E_{pe}	E_{ae}	E_{pc}	E_{pcg}	E_{alg}	E_{pcy}	E_{alcy}	E_{al}				

16. Aktuel evaporation Interceptionsreservoir: Grønne og gule blade



Levering:

Dato <i>t</i>	Jordoverflade		Plante									
	Evaporation Evaporationsreservoir		Potentiel fordampning plante	Potentiel fordampning grønne blade	Evaporation Interceptionsreservoir				Transpiration grønne blade			
	Potentiel evaporation jordoverfladen	Aktuel evaporation jordoverfladen			Aktuel evaporation grønne blade (Intercep)	Potentiel evaporation gule blade	Aktuel evaporation gule blade	Aktuel evaporation Interceptionsre servoir	Potentiel transpiration	Aktuel transpiration trukket fra Rodzone	Aktuel transpiration trukket fra Øvre rodzone	Aktuel endelig transpiration
-1	E_{pe}	E_{ae}	E_{pc}	E_{pcg}	E_{alg}	E_{pcy}	E_{aly}	E_{al}	E_{pT}	E_{aTr}	E_{aTu}	E_{aT}
0	E_{pe}	E_{ae}	E_{pc}	E_{pcg}	E_{alg}	E_{pcy}	E_{aly}	E_{al}				

16. Aktuell evaporation fra Interceptionsreservoir: Grønne og gule blade

Den aktuelle evaporation fra afgrøden, E_{ac} , deles op i to bidrag fra henholdsvis grønne og guleblade. Bidraget fra grønne blade består af evaporation fra grønt Interceptionsbladareal, E_{alg} , og transpiration, E_{aT} .

$$E_{ac} = (E_{aT} + E_{alg}) + E_{aly}$$

Evaporationen fra Interceptionsreservoir for grønt og gult bladareal antages at foregå med potentiel hastighed.

1. Interceptionsreservoir for grønt bladareal

Den aktuelle evaporation fra Interceptionsreservoir for grønt bladareal beregnes ved formel 3.43:

$$E_{alg} = \begin{matrix} \min[V_I^{*1} L_g / L, E_{pcg}] & L > 0 \\ 0 & L = 0 \end{matrix} \quad 3.43$$

hvor

V_I^{*1} er indholdet i Interceptionsreservoir efter tilførsel af nedbør

L_g er grønt bladarealindeks

L er totalt bladarealindeks

E_{pcg} er potentiel fordampning fra grønne blade

og E_{alg} aktuell evaporation fra Interceptionsreservoir for grønt bladareal.

2. Interceptionsreservoir for gult bladareal

Den aktuelle evaporation fra Interceptionsreservoir for gult bladareal beregnes ved formel 3.42:

$$E_{aly} = \begin{matrix} \min[V_I^{*1} L_y / L, E_{pcy}] & L > 0 \\ 0 & L = 0 \end{matrix} \quad 3.42$$

hvor

V_I^{*1} er indholdet i Interceptionsreservoir efter tilførsel af nedbør

L_y er gult bladarealindeks

L er totalt bladarealindeks

E_{pcy} er potentiel fordampning fra grønne blade

og E_{aly} aktuel evaporation fra Interceptionsreservoiret for gult bladareal.

3. Evaporation fra Interceptionsreservoiret

Den samlede evaporation fra Interceptionsreservoiret for grønt og gult bladareal beregnes ved formel 3.44:

$$E_{al} = E_{alg} + E_{aly} \quad 3.44$$

hvor

E_{alg} aktuel evaporation fra Interceptionsreservoiret for grønt bladareal

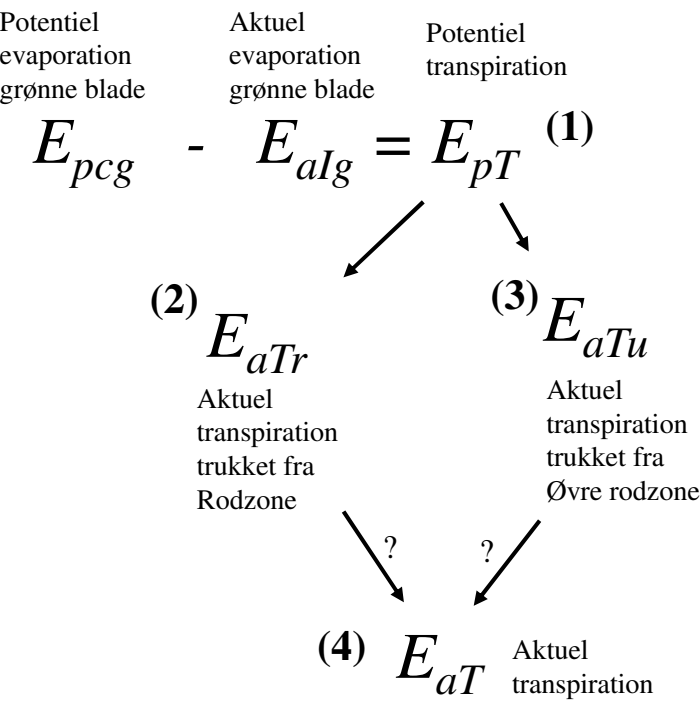
E_{aly} aktuel evaporation fra Interceptionsreservoiret for gult bladareal

og E_{al} er aktuel evaporation fra Interceptionsreservoiret.

[illegible]

17. Potentiel transpiration og aktuel transpiration trukket fra Rodzone og Øvre rodzone

Overskydende fordampningskrav fra grønne blade efter evaporation tilskrives transpiration:



?

?

1.

Potentiel transpiration, E_{pT} , beregnes ved ligning 3.45.
2.

Aktuel transpiration trukket fra Rodzone-reservoir, E_{aTr} , beregnes ved ligning 3.46.
3.

Aktuel transpiration trukket fra Øvre rodzone-reservoir, E_{aTu} , beregnes ved ligning 3.47.
4.

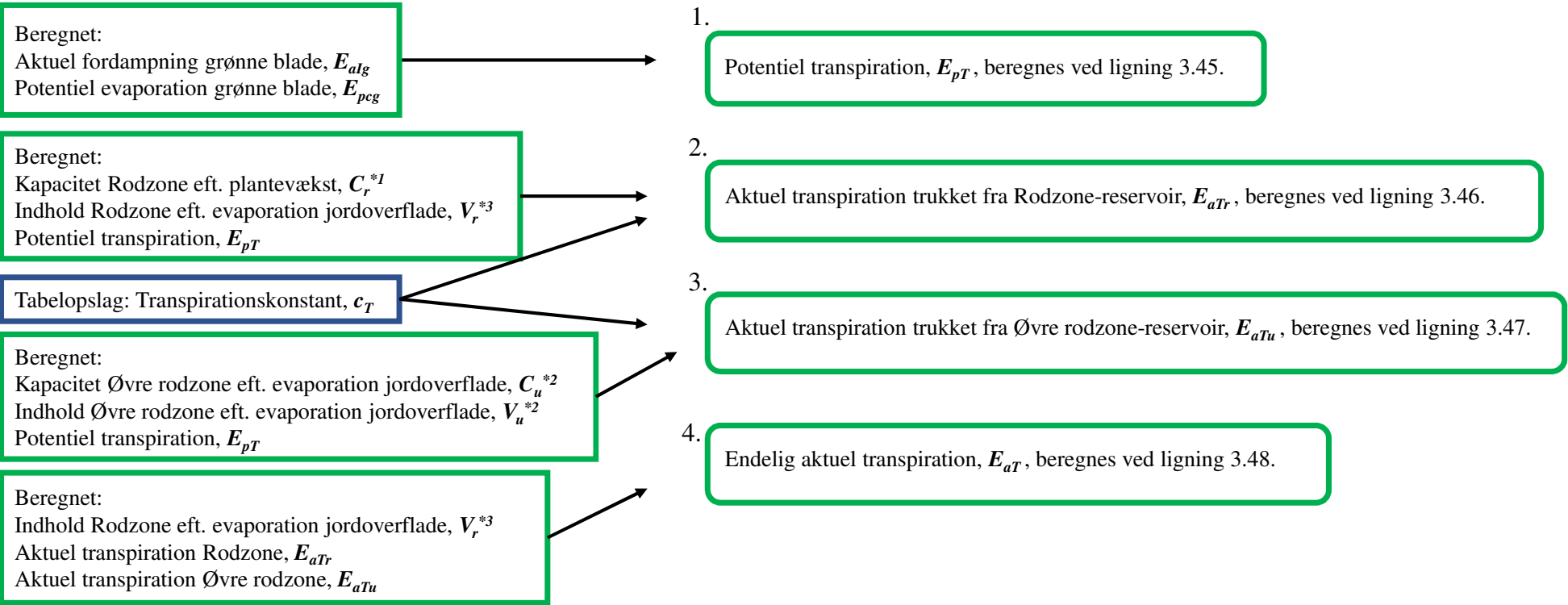
Endelig aktuel transpiration, E_{aT} , beregnes ved ligning 3.48.

Levering:

	Jordoverflade		Plante									
	Evaporation Evaporationsreservoir				Evaporation Interceptionsreservoir				Transpiration grønne blade			
Dato <i>t</i>	Potentiel evaporation jordoverfladen	Aktuel evaporation jordoverfladen	Potentiel fordampning plante	Potentiel fordampning grønne blade	Aktuel evaporation grønne blade (Intercep)	Potentiel evaporation gule blade	Aktuel evaporation gule blade	Aktuel evaporation Interceptionsreservoir	Potentiel transpiration	Aktuel transpiration trukket fra Rodzone	Aktuel transpiration trukket fra Øvre rodzone	Aktuel endelig transpiration
-1	E_{pe}	E_{ae}	E_{pc}	E_{pcg}	E_{alg}	E_{pcy}	E_{aly}	E_{al}	E_{pT}	E_{aTr}	E_{aTu}	E_{aT}
0	E_{pe}	E_{ae}	E_{pc}	E_{pcg}	E_{alg}	E_{pcy}	E_{aly}	E_{al}	E_{pT}	E_{aTr}	E_{aTu}	E_{aT}

17. Potentiel transpiration og aktuel transpiration trukket fra Rodzone og Øvre rodzone

Overskydende fordampningskrav fra grønne blade efter evaporation tilskrives transpiration:



Levering:

Dato <i>t</i>	Jordoverflade		Plante									
	Potentiel evaporation jordoverfladen	Aktuel evaporation jordoverfladen	Potentiel fordampning plante	Potentiel fordampning grønne blade	Aktuel evaporation grønne blade (Intercep)	Potentiel evaporation gule blade	Aktuel evaporation gule blade	Aktuel evaporation Interceptionsreservoir	Potentiel transpiration	Aktuel transpiration trukket fra Rodzone	Aktuel transpiration trukket fra Øvre rodzone	Aktuel endelig transpiration
-1	E_{pe}	E_{ae}	E_{pc}	E_{pcg}	E_{alg}	E_{pcy}	E_{aly}	E_{al}	E_{pT}	E_{aTr}	E_{aTu}	E_{aT}
0	E_{pe}	E_{ae}	E_{pc}	E_{pcg}	E_{alg}	E_{pcy}	E_{aly}	E_{al}	E_{pT}	E_{aTr}	E_{aTu}	E_{aT}

17. Potentiel og aktuel transpiration trukket fra Rodzone og Øvre rodzone.

Overskydende fordampningskrav fra grønne udover evaporation tilskrives transpiration. Transpirationen beregnes både for Øvre rodzonerereservoir og Rodzonerereservoir. Det antages at planterne tager vandet, hvor det lettest tilgængeligt og den endelige transpiration er således den største af disse to værdier.

Input: Jordtype

Tabelopslag: Jordtypebestemt transpirationskonstant

1. Potentiel transpiration

Den potentielle transpiration beregnes ved formel 3.45:

$$E_{pT} = E_{pcg} - E_{alg} \quad 3.45$$

hvor

E_{alg} er aktuel evaporation fra Interceptionsreservoir for grønne blade

E_{pcg} er samlet fordampningskrav fra grønne blade

og E_{pT} er potentiel transpiration.

2. Aktuel transpiration Rodzonerereservoir

Den aktuelle transpiration trukket fra Rodzonerereservoir beregnes ved 3.46:

$$E_{aTr} = E_{pT} \left\{ 1 - \left[(C_r^{*1} - V_r^{*3}) / C_r^{*1} \right]^{c_T / E_{pT}} \right\} \quad 3.46$$

hvor

E_{pT} er potentiel transpiration

C_r^{*1} er kapaciteten af Rodzonerereservoir efter plantevækst

V_r^{*3} er indholdet i rodzonerereservoir efter evaporation fra jordoverfladen

c_T er en jordtypebestemt transpirationskonstant

og E_{aTr} er den potentielle transpiration.

OBS! Udtrykket $(C_r^{*1} - V_r^{*3}) / C_r^{*1}$ bør variere mellem 0 og 1, og ved udregning af E_{aTr} skal V_r^{*3} i ligning 3.46 skal derfor bestemmes som: $V_r^{*3} = \min(V_r^{*2}, C_r^{*1})$

I tilfælde hvor E_{aT} ikke er 0 og E_{aTr} og E_{aTu} er ens, skal E_{aTr} være lig E_{aT} (se pkt. 4 nedenfor), således at kapacitet og indhold i Øvre rodzone reservoir (story 18) nulstilles. Dette kan evt. opnås ved at lægge 0,0001 til udregningen af E_{aTr} i ligning 3.46.

3. Aktuell transpiration Øvre rodzonereservoir

Den aktuelle transpiration trukket fra Øvre rodzonereservoir beregnes ved 3.47:

$$E_{aTu} = E_{pT} \left\{ 1 - \left[(C_u^{*2} - V_u^{*2}) / C_u^{*2} \right]^{c_T / E_{pT}} \right\} \quad 3.47$$

hvor

E_{pT} er potentiel transpiration

C_u^{*2} er kapaciteten af Øvre rodzonereservoir efter nedbør og evaporation

V_u^{*2} er indholdet i Øvre rodzonereservoir efter nedbør og evaporation fra jordoverfladen

c_T er en jordtype-bestemt transpirationskonstant

og E_{aTu} er den potentielle transpiration.

4. Endelig aktuel transpiration

Den endelige transpiration beregnes ved formel 3.48:

$$E_{aT} = \min \left[V_r^{*3}, \max [E_{aTr}, E_{aTu}] \right] \quad 3.48$$

hvor

V_r^{*3} er indholdet i rodzonereservoiret efter evaporation

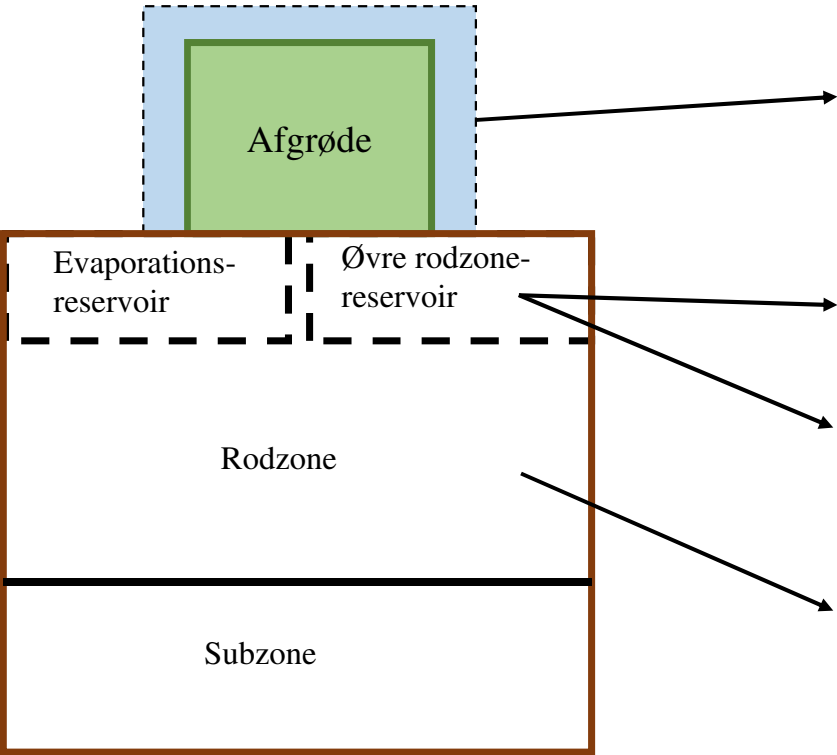
E_{aTr} er den potentielle transpiration trukket fra Rodzonen

E_{aTu} er den potentielle transpiration trukket fra Øvre rodzone

og E_{aT} er den aktuelle transpiration.

[illegible]

18. Indhold og kapacitet i Interceptions-, Øvre rodzone- og Rodzonereservoir efter transpiration

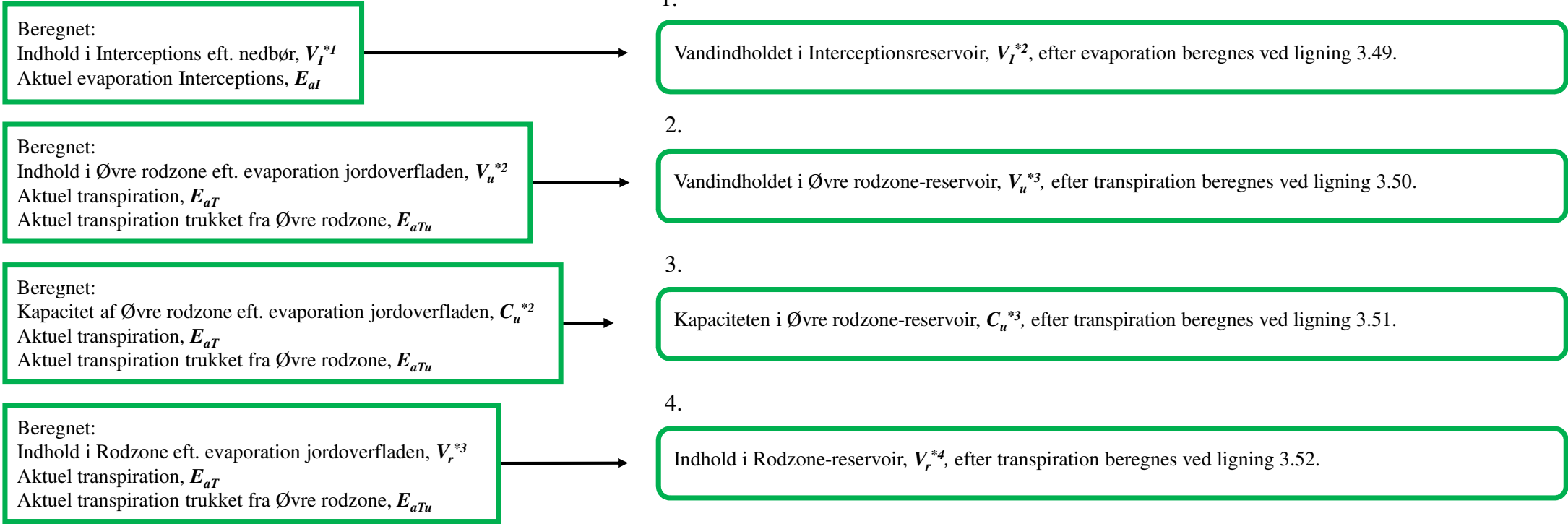


1.
Vandindholdet i Interceptionsreservoir, V_I^{*2} , efter evaporation fra bladoverflade beregnes ved ligning 3.49.
2.
Vandindholdet i Øvre rodzone-reservoir, V_u^{*3} , efter transpiration beregnes ved ligning 3.50.
3.
Kapaciteten i Øvre rodzone-reservoir, C_u^{*3} , efter transpiration beregnes ved ligning 3.51.
4.
Indhold i Rodzone-reservoir, V_r^{*4} , efter transpiration beregnes ved ligning 3.52.

Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
2	C_I^{*1}	V_I^{*1}	C_e^{*1}	V_e^{*1}	C_u^{*1}	V_u^{*1}	C_r^{*1}	V_r^{*1}	C_b^{*1}	V_b^{*1}
		V_I^{*2}		V_e^{*2}	C_u^{*2}	V_u^{*2}		V_r^{*2}		V_b^{*2}
					C_u^{*3}	V_u^{*3}		V_r^{*3}		
								V_r^{*4}		

18. Indhold og kapacitet i Interceptions-, Øvre rodzone- og Rodzonereservoir efter transpiration



Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
2	C_I^{*1}	V_I^{*1}	C_e^{*1}	V_e^{*1}	C_u^{*1}	V_u^{*1}	C_r^{*1}	V_r^{*1}	C_b^{*1}	V_b^{*1}
		V_I^{*2}		V_e^{*2}	C_u^{*2}	V_u^{*2}		V_r^{*2}		V_b^{*2}
					C_u^{*3}	V_u^{*3}		V_r^{*3}		
								V_r^{*4}		

18. Indhold i Interceptionsreservoir efter evaporation, indhold og kapacitet i Øvre rodzonerreservoir, samt indhold i Rodzonerreservoir efter transpiration.

Hvis transpirationen trækkes fra rodzonerreservoir, nulstilles vandindholdet og kapaciteten af det øvre rodzone reservoir. Endvidere trækkes fordampningen fra de relevante reservoirer.

1. Interceptionsreservoir

Indholdet i Interceptionsreservoir efter evaporation beregnes ved formel 3.49:

$$V_I^{*2} = V_I^{*1} - E_{al} \quad 3.49$$

hvor

V_I^{*1} er indholdet i Interceptionsreservoir efter nedbør

E_{al} er den aktuelle evaporation fra Interceptionsreservoir

og V_I^{*2} er indholdet i Interceptionsreservoir efter evaporation.

2. Indhold Øvre rodzonerreservoir

Indhold i Øvre rodzonerreservoir efter transpiration beregnes ved formel 3.50. Hvis transpirationen trækkes fra Rodzonerreservoir nulstilles indholdet i Øvre rodzonerreservoir.

$$V_u^{*3} = \begin{matrix} (V_u^{*2} - E_{aT})_+ & E_{aT} = E_{aTu} \\ 0 & E_{aT} > E_{aTu} \end{matrix} \quad 3.50$$

hvor

V_u^{*2} er indholdet i Øvre rodzonerreservoir efter evaporation

E_{aT} er aktuel transpiration

E_{aTu} er aktuel transpiration hvis trukket fra Øvre rodzone

og V_u^{*3} er indholdet i Øvre rodzonerreservoir efter transpiration.

3. Kapaciteten af Øvre rodzonereservoir

Kapaciteten af Øvre rodzone efter transpiration beregnes ved formel 3.51. Hvis transpirationen trækkes fra Rodzonereservoir nulstilles kapaciteten af Øvre rodzonereservoir.

$$C_u^{*3} = \begin{matrix} C_u^{*2} & E_{aT} = E_{aTu} \\ 0 & E_{aT} > E_{aTu} \end{matrix} \quad 3.51$$

hvor

C_u^{*2} er kapaciteten af Øvre rodzonereservoir efter evaporation

E_{aT} er aktuel transpiration

E_{aTu} er aktuel transpiration hvis trukket fra Øvre rodzone

og C_u^{*3} er kapaciteten af Øvre rodzonereservoir efter transpiration.

4. Indhold Rodzonereservoir

Indholdet i Rodzonereservoir efter transpiration beregnes ved formel 3.52:

$$V_r^{*4} = V_r^{*3} - E_{aT} \quad 3.52$$

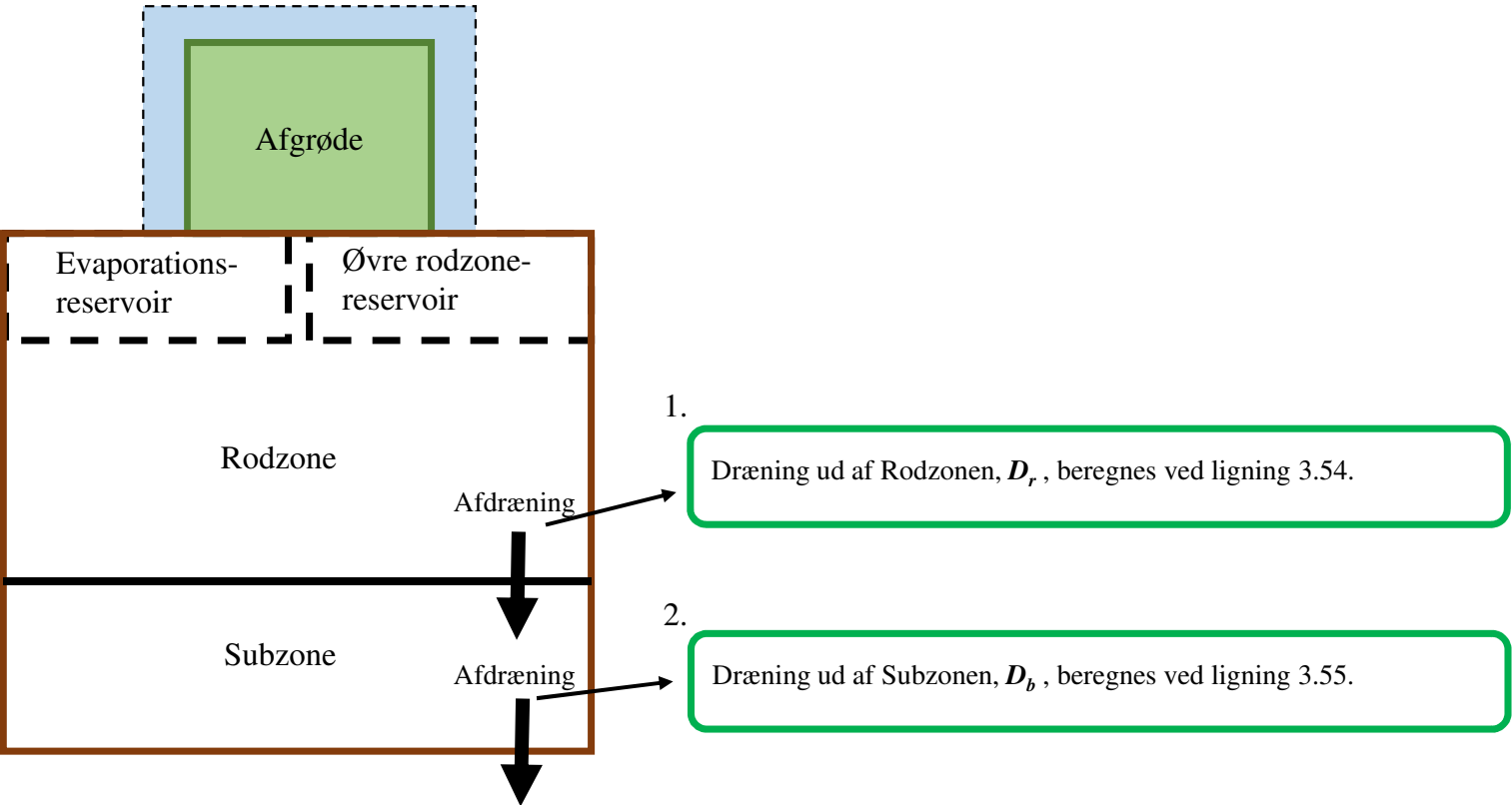
hvor

V_r^{*3} er indholdet i Rodzonereservoir efter evaporation

E_{aT} er aktuel transpiration

og V_r^{*4} er indhold i Rodzonereservoir efter transpiration.

19. Afdræning Rodzone- og Subzonereservoir



Levering:

Dato t	Afdræning Rodzonen	Afdræning Subzonen
-1	D_r	D_b
0	D_r	D_b

19. Afdræning Rodzone- og Subzonereservoir

Tabelopslag:
Jordtypeafhængig afdræningskonstant Rodzone, k_{qr}
Jordtype-/afgrødebestemt maksimal roddybde, z_x

Beregnet:
Vandindhold i Rodzonen efter transpiration: V_r^{*4}
Kapaciteten af Rodzonen efter plantevækst: C_r^{*I}
Aktuel effektiv roddybde: z_r



1.
Dræning ud af Rodzonen, D_r , beregnes ved ligning 3.54.

Tabelopslag:
Jordtypeafhængig afdræningskonstant Subzone, k_{qb}
Jordtype-/afgrødebestemt maksimal roddybde, z_x

Beregnet:
Vandindhold i Subzonen efter evaporation fra jordoverfladen: V_b^{*2}
Kapaciteten af Subzonen efter plantevækst: C_b^{*I}
Aktuel effektiv roddybde: z_r



2.
Dræning ud af Subzonen, D_b , beregnes ved ligning 3.55.

Levering:

Dato t	Afdræning Rodzonen	Afdræning Subzonen
-1	D_r	D_b
0	D_r	D_b

19. Afdræning ud af Rodzone- og Subzonerereservoir.

Hvis jordens vandindhold efter fordampning overstiger markkapacitet, antages den overskydende vandmængde at afdræne med en konstant hastighed. Afdræningskonstanterne k_{qr}, k_{qb} er jordtypeafhængige og defineret for lagtykkelser svarende til den maksimale roddybde og tilpasses den aktuelle jordlagstykkelse ved en lineær tilnærmelse.

Input: Jordtype

Tabelopslag: Jordtypebestemt afdræningskonstant

1. Rodzonen

Dræning ud af Rodzonen beregnes ved formel 3.54:

$$D_r = \left[k_{qr} + (1 - k_{qr}) \frac{z_x - z_r}{z_x} \right] (V_r^{*4} - C_r^{*1})_+ \quad 3.54$$

hvor

D_r er afdræning ud af Rodzonen,

k_{qr} er jordtypeafhængig afdræningskonstant for Rodzonen,

V_r^{*4} er vandindhold i Rodzonen efter transpiration,

C_r^{*1} er kapaciteten af Rodzonen efter plantevækst,

z_r er aktuel roddybde,

og z_x er maksimal roddybde.

2. Subzonerereservoir

Dræning ud Subzonen beregnes ved formel 3.55:

$$D_b = \left[k_{qb} + (1 - k_{qb}) \frac{z_r}{z_x} \right] (V_b^{*2} + D_r - C_b^{*1})_+ \quad 3.55$$

hvor

D_b er afdræning ud af Subzonen,

D_r er afdræning ud af Rodzonen,

V_b^{*2} er vandindhold i Subzonen er evaporation fra jordoverfladen,

C_b^{*1} er kapaciteten af Subzonen efter plantevækst,

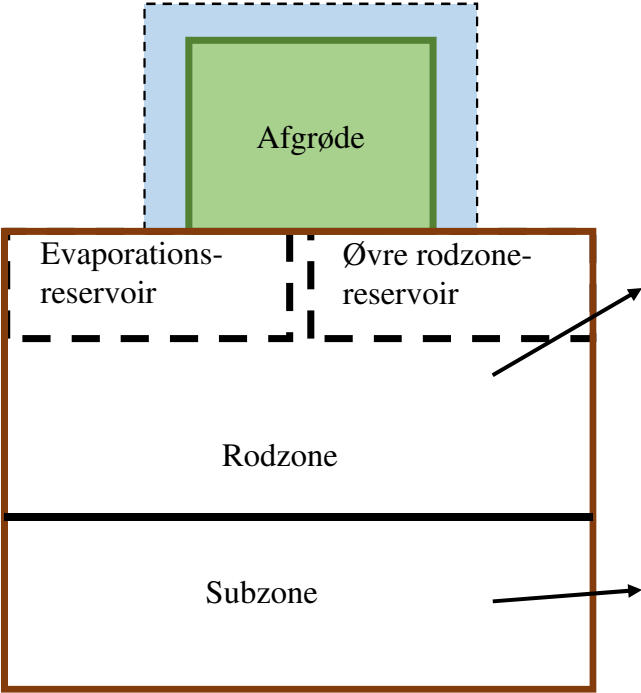
k_{qb} er jordtypeafhængig afdræningskonstant for Subzonen,

z_r er aktuel roddebyde,

og z_x er maksimal roddebyde.

[illegible]

20. Indhold i Rodzone- og Subzoneresservoir efter afdræning



1.
Vandindholdet i Rodzoneresservoir, V_r^{*5} , efter afdræning beregnes ved ligning 3.56.

2.
Vandindholdet i Subzone-reservoir, V_b^{*3} , efter afdræning beregnes ved ligning 3.57.

Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
2	C_I^{*1}	V_I^{*1}	C_e^{*1}	V_e^{*1}	C_u^{*1}	V_u^{*1}	C_r^{*1}	V_r^{*1}	C_b^{*1}	V_b^{*1}
		V_I^{*2}		V_e^{*2}	C_u^{*2}	V_u^{*2}		V_r^{*2}		V_b^{*2}
					C_u^{*3}	V_u^{*3}		V_r^{*3}		V_b^{*3}
								V_r^{*4}		
								V_r^{*5}		

20. Indhold i Rodzone- og Subzonereservoir efter afdræning

Beregnet:
Vandindhold i Rodzonen efter transpiration: V_r^{*4}
Afdræning ud af Rodzonen, D_r



1.
Vandindholdet i Rodzonereservoir, V_r^{*5} , efter afdræning beregnes ved ligning 3.56.

Beregnet:
Vandindhold i Subzonen efter evaporation fra jordoverfladen: V_b^{*2}
Afdræning ud af Subzonen, D_b



2.
Vandindholdet i Subzone-reservoir, V_b^{*3} , efter afdræning beregnes ved ligning 3.57.

Levering:

Dato t	Kapacitet Interceptions	Indhold Interceptions	Kapacitet Evaporations	Indhold Evaporations	Kapacitet Øvre rodzone	Indhold Øvre rodzone	Kapacitet Rodzone	Indhold Rodzone	Kapacitet Subzone	Indhold Subzone
1	C_I	V_I	C_e	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_r
2	C_I^{*1}	V_I^{*1}	C_e^{*1}	V_e^{*1}	C_u^{*1}	V_u^{*1}	C_r^{*1}	V_r^{*1}	C_b^{*1}	V_b^{*1}
		V_I^{*2}		V_e^{*2}	C_u^{*2}	V_u^{*2}		V_r^{*2}		V_b^{*2}
					C_u^{*3}	V_u^{*3}		V_r^{*3}		V_b^{*3}
								V_r^{*4}		
								V_r^{*5}		

20. Indhold i Rodzone- og Subzonerereservoir efter afdræning.

Som afslutning på de daglige modelberegninger af vandbalancen justeres vandindhold i Rodzone og Subzone.

1. Rodzonerereservoir

$$V_r^{*5} = V_r^{*4} - D_r$$

hvor

V_r^{*4} er indholdet i Rodzonen efter transpiration,

og D_r er afdræningen ud af Rodzonen.

2. Subzonerereservoir

$$V_b^{*3} = V_b^{*2} + D_r - D_b$$

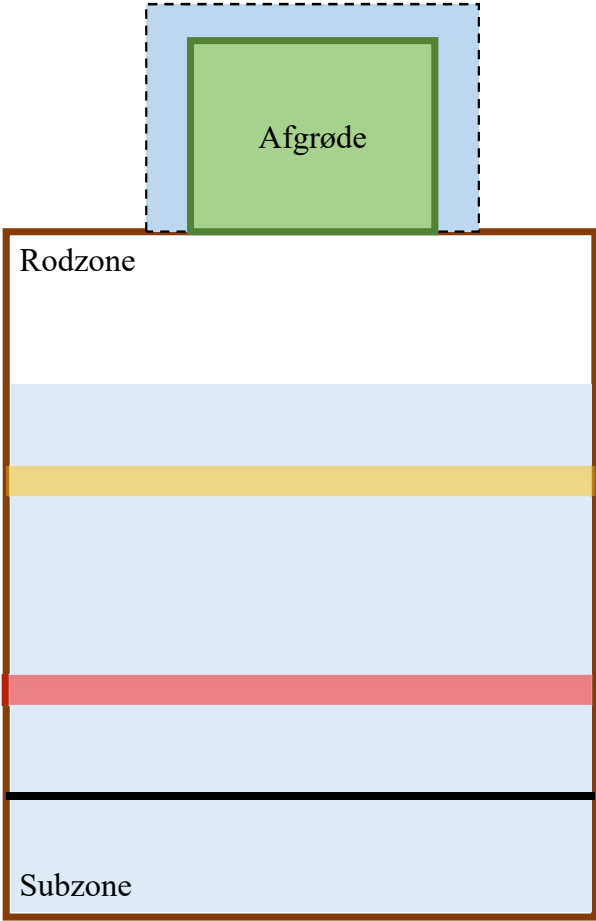
hvor

V_b^{*2} er indholdet i Subzonen efter transpiration,

og D_b er afdræningen ud af Subzonen.

Dato t	Interceptions, Kapacitet C_I	Interceptions, Indhold V_I	Evaporations, Kapacitet C_e	Evaporations, Indhold V_e	Øvre rodzone, Kapacitet C_u	Øvre rodzone, Indhold V_u	Rodzone, Kapacitet C_r	Rodzone, Indhold V_r	Subzone, Kapacitet C_b	Subzone, Indhold V_b
-1	C_I	V_I	C_e Konstant	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_b
0	C_I^{*1} Eft. vækst	V_I^{*1} Eft. nedbør	C_e Konstant	V_e^{*1} Eft. nedbør	C_u^{*1}	V_u^{*1}	C_r^{*1} Eft. vækst	V_r^{*1} Eft. vækst	C_b^{*1} Eft. vækst	V_b^{*1} Eft. vækst
		V_I^{*2} Eft. evapora- tion		V_e^{*2} Eft. evapora- tion	C_u^{*2} Eft. Nedbør + eva- poration	V_u^{*2} Eft. Nedbør + eva- poration		V_r^{*2} Eft. nedbør		V_b^{*2} Eft. Evapora- tion
						V_u^{*3} Eft. transpira- tion		V_r^{*3} Eft. Evaporation		V_b^{*3} Eft. afdræning
								V_r^{*4} Eft. Transpira- tion		
								V_r^{*5} Eft. afdræning		
	$C_I^{*1} = C_I$	$V_I^{*2} = V_I$	C_e Konstant	$V_e^{*2} = V_e$	$C_u^{*2} = C_u$	$V_u^{*3} = V_u$	$C_r^{*1} = C_r$	$V_r^{*5} = V_r$	$C_b^{*1} = C_b$	$V_b^{*3} = V_b$
	C_I	V_I	C_e Konstant	V_e	C_u	V_u	C_r	V_r	C_b	V_b
1	C_I^{*1} Eft. bladvækst	V_I^{*1} Eft. Nedbør	C_e Konstant	V_e^{*1} Eft. nedbør	C_u^{*1}	V_u^{*1}	C_r^{*1} Eft. Rodvækst	V_r^{*1} Eft. Rodvækst	C_b^{*1} Eft. Rodvækst	V_b^{*1} Eft. Rodvækst

22. Tilladeligt og aktuelt vandunderskud i rodzonen



- 1. Relativt tilladeligt, AT_{Fl} , og utilladeligt, AU_{Fl} , vandunderskud i rodzonen slås op i tabel efter afgrøde og fænologisk vækstfase.
- 2. Dagens absolutte tilladelige jordvandunderskud i rodzonen, AT_{rx} beregnes.
- 3. Dagens absolutte utilladelige jordvandunderskud i rodzonen, AU_{rx} beregnes.
- 4. Dagens aktuelle jordvandunderskud i rodzonen, AA_{rx} beregnes.

Levering:

Dato t	Absolutte tilladelige jordvandunderskud i rodzonen, At_{rx}	Absolutte utilladelige jordvandunderskud i rodzonen, AU_{rx}	Absolutte jordvandunderskud i rodzonen, AA
-1	AT_{rx}	AU_{rx}	AA_r
0	AT_{rx}^{*1}	AU_{rx}^{*1}	AA_r^{*1}

22. Tilladeligt og aktuelt vandunderskud i rodzonen.

Styringsparameteren for udløsning af en vandingsanbefaling er i Markvand-modellen er relativt jordvandunderskud i rodzonen. Ved jordvandunderskud større end det tilladelige vil der ”optræde en betydelig nedgang i en afgrødes produktion”. For en given afgrøde er tørkefølsomheden karakteriseret ved et tilladeligt og utilladeligt relativt jordvandunderskud i rodzonen, der afhænger af afgrødens fænologiske fase, F_I :

1. Tilladeligt relativt jordvandunderskud, AT_{FI}
2. Utilladeligt relativt jordvandunderskud, AU_{FI}

Til den visuelle fremstilling af vandbalancer skal de to niveauer af relativt jordvandunderskud i rodzonen udstilles som dagens absolutte jordvandsunderskud:

1. Tilladeligt absolut jordvandunderskud, AT_{rx}
2. Utilladeligt absolut jordvandunderskud, AU_{rx}

En AT_{FI} eller en AU_{FI} på 100% betyder, at der ikke kan forventes at være nogen nytteværdi af vand i den pågældende vækstfase.

Beregning af dagens absolutte tilladelige jordvandunderskud i rodzonen, AT_{rx} , utilladelige jordvandunderskud i rodzonen, AU_{rx} , og absolutte jordvandunderskud i rodzonen, AA_r :

1. På baggrund af *Afgrøde* og aktuel *Fænologisk vækstfase* bestemmes henholdsvis tilladeligt relativt jordvandunderskud, AT_{FI} , og utilladeligt relativt jordvandunderskud, AU_{FI} , i rodzonen ved opslag i henholdsvis Tabel 1 og Tabel 2 nedenfor.

2. Dagens absolutte tilladelige jordvandunderskud i rodzonen, AT_{rx}^{*I} , (mm) beregnes:

$$AT_{rx}^{*I} = AT_{FI}^{*I} \times C_r^{*I}$$

hvor

AT_{FI}^{*I} er dagens tilladelige relative jordvandunderskud i rodzonen, og C_r^{*I} er dagens rodzonekapacitet.

3. Dagens absolutte utilladelige jordvandunderskud i rodzonen, AU_{rx}^{*I} , (mm) beregnes:

$$AU_{rx}^{*I} = AU_{FI}^{*I} \times C_r^{*I}$$

hvor

AU_{FI}^{*I} er dagens utilladelige relative jordvandunderskud i rodzonen, og C_r^{*I} er dagens rodzonekapacitet.

4. Dagens aktuelle jordvandunderskud i rodzonen, AA_r^{*I} (mm) beregnes:

$$AA_r^{*I} = C_r^{*I} - V_r^{*5}$$

hvor

C_r^{*I} er dagens rodzonekapacitet,

V_r^{*5} er dagens indhold i rodzonen efter afdræning.

Tabel 1. Tilladeligt relativt jordvandunderskud, AT_{FI} (%), for afgrøder og vækstfaser

Afgrøde	F1	F2	F3	F4	F5
Græs	50	-	-	-	-
Bederoer	100	70	45	55	-
Ærter	100	65	45	60	100
Kartofler, tidlige	100	35	35	45	100
Vårbyg	100	50	50	60	100
Vårraps	100	65	50	65	100
Majs	100	60	50	60	100
Vinterbyg	60	50	60	100	-
Vinterhvede	65	45	60	100	-
Vinterraps	65	50	65	100	-
Vinterrug	70	55	70	100	-

Tabel 2. Utilladeligt relativt jordvandunderskud, AU_{FI} (%), for afgrøder og vækstfaser

Afgrøde	F1	F2	F3	F4	F5
Græs	?	-	-	-	-
Bederoer	100	100	85	60	-
Ærter	100	80	70	100	100
Kartofler, tidlige	100	70	55	55	100
Vårbyg	100	95	75	80	100
Vårrops	100	100	80	80	100
Majs	100	100	60	100	100
Vinterbyg	100	65	65	100	-
Vinterhvede	90	65	75	100	-
Vinterraps	100	60	70	100	-
Vinterrug	100	100	100	100	-

Levering:

Dato t	Tilladeligt absolut jord- vandunderskud i rodzonen (mm)	Utilladeligt absolut jord- vandunderskud i rodzonen (mm)	Absolut jordvandunderskud i rodzonen (mm)
-1	AT_{rx}	AU_r	AA_r
0	AT_{rx}^{*I}	AU_{rx}^{*I}	AA_r^{*I}