

Øving 4. august 2000

TILVEKSTFORSØK I ENG

Formålet med tilvekstforsøka som er gjorde tidlegare og dei som er i gang, er å skaffa taltilfang som kan nyttast ved tilpassing og utvikling av utanlandske produksjonsmodellar til norsk plantemateriale og klima. Når det gjeld forsøka i rein timotei- og engsvingeleng, som gjekk i åra 1989-1996, hadde ein nokre forsøk av same type også på Særheim på Jæren, Løken i Valdres, Holt ved Tromsø og på Svanhovd i Pasvik. I 1997-98 gjorde vi tilvekstforsøk blandingseng av timotei og engsvingel, både utan kløver og med innblanding av raudkløver. 1999 var siste år med tilvekstforsøk: eng med timotei (Grindstad i reinbestand).

Forsøksplan for tilvekstforsøket i 1998

- 1: To typer av engbestand
 - I: Timotei og engsvingel i blanding
 - II: Timotei, engsvingel og raudkløver i blanding
2. Hausting kvar veke i 7 veker i to vekstperiodar:
 - A: Frå det er avling å hausta om våren, dvs. frå graset er om lag 15 cm høgt.
 - B: Frå haa er om lag 15 cm høg etter førsteslått omkring skyting av timotei
3. Stigande nitrogengjødsling i 4 steg:
 - 0: Utan nitrogengjødsling
 - 1: 10 kg N pr daa pr år, 6 kg om våren og 4 kg e. slått
 - 2: 20 kg N pr daa pr år, 12 kg om våren og 8 kg e. slått
 - 3: 30 kg N pr daa pr år, 18 kg om våren og 12 kg e. slått

Registreringar

På plantar:

- Tørrstoffavling
- Fenologisk utvikling
- Kvalitetsmål
- Stubb- og rotmengde så langt det er råd

Tidlegare år har vi og hatt ein meteorologisk stasjon på feltet for dei målingane som trengst for modell-rekninga:

- Globalstråling
- Strålingsbalanse
- Temperatur 2 m over bakken
- Luftråme 2 m over bakken
- Vindstyrke 2 m over bakken
- Nedbør om lag 50 cm over bakken

I jorda:

- Temperatur i 10, 20 og 50 cm djupn
- Vassinnhald: 1) Med jordråmesensorar kvar time i 20 og 40 cm djupn. 2) Med nøytronmeter kvar andre veke ved kvar 10 cm djupn ned til 110 cm
- pF-kurver

Modell

Den modellen som hittil er prøvd på taltilfanget frå 1989, 1990 og 1991, er svensk, og han vart utvikla ved Sveriges lantbruksuniversitet for bruk i blandingseng med timotei og raudkløver. Modellen byggjer på ei S-forma tilvekstkurve, som vert modifisert på grunnlag av vêret og jordråmen. Dagleg auke i tørrstoffavling vert rekna ut ved denne formelen:

$$dW_i = W_{i-1} * R_s * ALD_{i-1} * SI_i * TI_i * VI_i$$

der:

- dW_i = tilvekst på dag i, g ts./m² (kg ts./daa)
- W_{i-1} = ståande avling på dag i-1, g ts./m²
- R_s = (maksimal) relativ tilvekst når veksten tek til
- ALD_{i-1} = aldersfaktor som set ned R_s med stigande alder
- SI_i = strålingsindeks etter sum globalstråling på dag i
- TI_i = temperaturindeks etter middeltemperatur i døgn i
- VI_i = jordråmeindeks (vassindeks) på dag i

R_s -verdien varierer vanlegvis mellom 0,2 og 0,3 g tilvekst per dag per g ståande avling. Alle indeksane og aldersfaktoren har verdiar mellom 0,0 og 1,0. Dei kan såleis kvar for seg variera frå heilt avgrensande til det optimale for tørrstoffproduksjon.

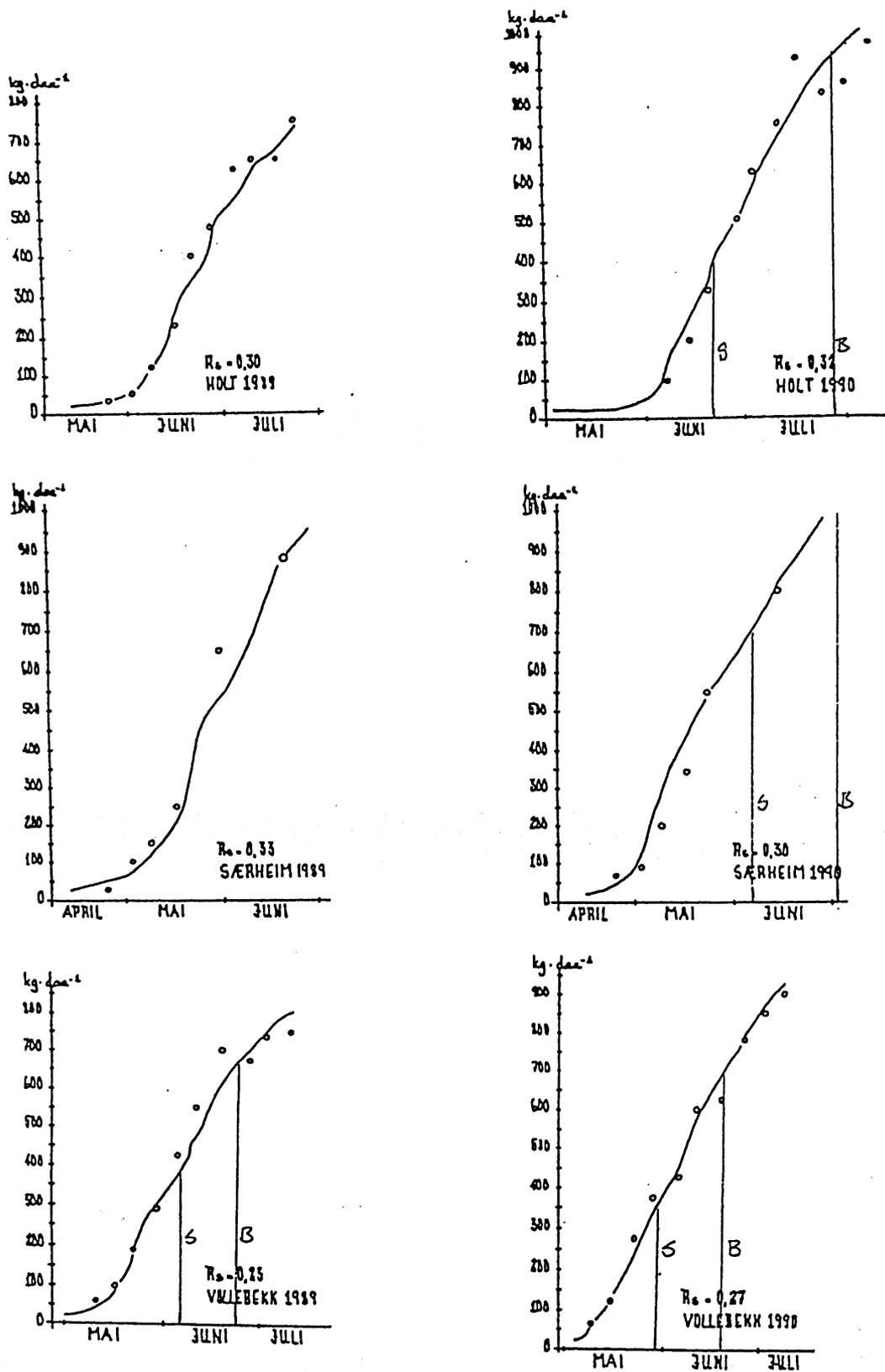
Øvingsspørsmål

1. Kva kan ståande avling i g tørrstoff per kvadratmeter vera når: (Sjå figurar på innlagt ark)

Graset er om lag 15 cm høgt?

Graset er i byrjande skyting?

Graset er i byrjande blomstring?



Figur 1. Modellrekna tilvesktkurve med R_s -verdi og hustingar (sirklar) kvar veke i 10 veker på Holt, Særheim og Vollebekk i 1989 og 1990. S = byrjande skyting og B = byrjande blomstring.

2. Tilveksten vert rekna i g tørrstoff per m² per dag. Kva kan variasjonsområdet i dagleg tilvekst vera?

Tykkjer du at ein tilvekst på 30 g ts./m² dag er: (a) høgt, (b) uvanleg høgt, eller (c) usannsynleg høgt?

Nemn to moglege forklaringar på negativ tilvekst.

Tilvekstkurver i timotei i 1990, middel av 'Engmo' og 'Grindstad' ved sterkaste gjødslinga.

OBS	STAD	MND	DAG	AVLING g/m ²	TILVEKST g/m ² dag
1	Vollebekk	5	9	62	.
2	Vollebekk	5	15	127	11
3	Vollebekk	5	23	276	19
4	Vollebekk	5	29	370	16
5	Vollebekk	6	5	434	9
6	Vollebekk	6	12	605	24
7	Vollebekk	6	19	625	3
8	Vollebekk	6	26	784	23
9	Vollebekk	7	3	860	11
10	Vollebekk	7	10	898	5
11	Holt	6	6	97	.
12	Holt	6	13	202	15
13	Holt	6	20	345	20
14	Holt	6	27	520	25
15	Holt	7	4	623	15
16	Holt	7	11	748	18
17	Holt	7	18	970	32
18	Holt	7	25	813	-22
19	Holt	8	1	822	1
20	Holt	8	8	949	18
21	Særheim	4	25	65	.
22	Særheim	5	2	84	3
23	Særheim	5	9	188	15
24	Særheim	5	16	343	22
25	Særheim	5	23	547	29
26	Særheim	6	14	800	12

3. Kva kan bladarealindeksen vera ved dei stadia som er nemnde i spørsmål 1?

15 cm høgd
Byrjande skyting
Byrjande blomstring

Bladarealindeksen i eng kan reknast ut som funksjon av avlinga (W i g/m²): $LAI = \sqrt{W/10}$

4. Kva for fenologiske utviklingsstadium hos timotei er moglege å observera ved makromorfologiske (ytre, lett synlege) kjennemerke?
5. Kva er innstrålinga (W/m^2) på forsøksfeltet no i øvingstimen?
6. Kor stor del av innstrålinga utanfor atmosfæren på ei flate parallell med jordya når ned til forsøksfeltet nett no i øvingstimen?

Innstråling utanfor atmosfæren på ei flate som er parallell med jordya på Ås, breidd $59^{\circ} 40'$, lengd $10^{\circ} 47'$, solar-konstant (innstråling loddrett på retninga til sola) $1354 W/m^2$. Innstrålinga i W/m^2 og solhøgda i gradar er gitt for kvar heile og halve time (sommartid) **3.** august.

KLOKKA	SOLHØGD°	W/m^2	
5.0	2.1	52	400
5.5	5.3	131	1350
6.0	8.7	215	
6.5	12.3	302	
7.0	16.0	390	
7.5	19.8	478	
8.0	23.6	565	1.7.48
8.5	27.3	649	
9.0	31.0	729	
9.5	34.6	802	
10.0	37.9	869	
10.5	41.0	927	
11.0	43.7	977	
11.5	46.0	1016	
12.0	47.7	1045	
12.5	48.7	1062	
13.0	49.1	1068	
13.5	48.8	1063	
14.0	47.7	1046	
14.5	46.1	1018	
15.0	43.8	979	
15.5	41.1	930	
16.0	38.1	872	
16.5	34.7	805	
17.0	31.2	732	
17.5	27.5	653	
18.0	23.7	569	
18.5	19.9	482	
19.0	16.2	394	
19.5	12.5	306	
20.0	8.9	219	
20.5	5.5	135	
21.0	2.2	55	

Ved omrekning frå mmol PAR pr m^2 til energieining, J/sek m^2 eller W/m^2 kan nyttast faktoren 217,43.

7. Kor stor potensiell produksjon på 1 time gir innstrålinga i øvingstimen grunnlag for? Temperatur og jordråme vert rekna som optimale. Det same gjeld næringstilgangen.

Gå ut frå at avlesinga som er gjord, er eit godt uttrykk for middels strålingsintensitet i timen, og set unyttinga av globalstrålinga i tørrstoffproduksjonen til 3%. Refleksjon, ikkje fotosyntetisk aktiv stråling og andre 'tap' er lagde inn i utnyttingsgraden. Nødvendige formlar og konstantar er da:

$$1 \text{ W/m}^2 = 1 \text{ J/m}^2.$$

$$17,8 \text{ kJ/g er brennverdien av plantetørrstoff}$$

$$1 \text{ time} = 3600 \text{ sekund}$$

$$(500 \text{ W/m}^2 \text{ i } 1 \text{ time gir } 3,03 \text{ g tørrstoff.}$$

$$500 \times 3600 \times 0,03 / 17,8 \times 1000)$$

8. Kva nyttar ein målingane av strålingsbalanse, luftråme og vindstyrke til?

Forklar kvifor ein nyttar strålingsbalansen og ikkje globalstrålinga i fordampingsformelen nedanfor.

Kva står uttrykket (es-ed) for i likninga for Ea nedanfor?

Potensiell fordamping (Ep i mm per dag) kan reknast ut ved hjelp av Penmans formel:

$$E_p = E_{ps} + E_{pt}$$

der:

E_{ps} = strålingsleddet, den delen som kjem av energitilgangen.

E_{pt} = transportleddet, den delen som kan tilskrivast vinden og mettingsdefisiten i lufta.

$$E_{ps} = \frac{\Delta H}{\Delta + \gamma} ; \text{ mm/dag}$$

$$E_{pt} = \frac{\gamma E_a}{\Delta + \gamma} ; \text{ mm/dag}$$

H = nettostråling uttrykt i fordamping av mm vatn

$$H = \frac{R_n}{2,470} \quad (\text{nettostrålinga/fordampingsvarmen})$$

$$(\text{MJ/m}^2) / (\text{MJ/kg}) = \text{kg/m}^2 = \text{mm vatn}$$

$$\underline{R_n = \text{strålingsbalanse, MJ/m}^2}$$

E_a = transportleddet i mm vatn

$$E_a = (e_s - e_d) * (0,13 + 0,14 v_s) ; \text{ mm}$$

e_s = mettingstrykket

$$e_s = 6,108 * \exp(17,2674 * t_d / (t_d + 237,28)) ; \text{ mbar}$$

t_d = døgnmiddeltemperaturen ; °C

e_d = vassdampstrykket

$$e_d = e_s * \text{rh} / 100 ; \text{ mbar}$$

rh = relativ luftråme

v_s = vindstyrke ; m/s

Δ = momentanstigninga til mettingstrykkkurva

$$\Delta = 47,415 + 1,08316 * t_d + 0,15399 * t_d^2 ; \text{ mbar/}^\circ\text{C}$$

t_d = døgnmiddeltemperaturen ; °C

γ = psykrometerkonstanten

$$\gamma = 64,606 + 0,06 * t_d + 0,00009 * t_d^2 ; \text{ mbar/}^\circ\text{C}$$

9. Kvifor må ein ha pF-kurva for jorda på forsøksfeltet?
10. Kva for vassmengder kan vera tilgjengelege ved feltkapasitet i jorda på forsøksfeltet?

Vassinnhaldet i volumprosent hos nokre jordartar med 6,0 - 11,9% organisk stoff kan liggja omkring desse verdiane.

Jordart	Volumprosent i pF-området	
	2,0-3,0	3,0-4,2
Sand	6	10
Siltig sand	8	15
Lettleire	6	20
Siltig mellomleire	6	25

I undergrunnen kan ein setja vasskapasiteten til 70% av dette. Vel frå tabellen ovanfor den jordarten du meiner høver best for skiftet der forsøksfeltet ligg. Ta sjølv stilling til rot djupna du vil rekna med hos timotei (jff. fig. 2) og gi eit overslag for kor mykje letttilgjengeleg og tungttilgjengeleg vatn plantane kan gjera bruk av.

11. Kva kan fordampinga per dag vera over høgsommaren?

Bruk formelverket frå spørsmål 8 og rekna ut potensiell fordamping på ein gråvêrsdag og ein solskinsdag i juli 1990.

Observasjonar frå 8. juli 1990.

Rn	td	rh	vs	es	ed	delta gamma	Eps	Ept	Ep
MJ/m ²	°C	%	m/s	mbar	mbar	mbar/°C	mm	mm	mm
2,0	12,5	90,3	2,7						

Observasjonar frå 15. juli 1990.

Rn	td	rh	vs	es	ed	delta gamma	Eps	Ept	Ep
MJ/m ²	°C	%	m/s	mbar	mbar	mbar/°C	mm	mm	mm
10,7	16,5	55,1	2,6						

Jamfør med tabellen nedanfor for å sjå om talverdiane dine er rimelege.

Observasjonar frå 8. juli 1990.

Rn	td	rh	vs	es	ed	delta gamma	Eps	Ept	Ep
MJ/m ²	°C	%	m/s	mbar	mbar	mbar/°C	mm	mm	mm
2,0	12,5	90,3	2,7	14,5	13,1	85 65	0,5	0,3	0,8

Observasjonar frå 15. juli 1990.

Rn	td	rh	vs	es	ed	delta gamma	Eps	Ept	Ep
MJ/m ²	°C	%	m/s	mbar	mbar	mbar/°C	mm	mm	mm
10,7	16,5	55,1	2,6	18,8	10,3	107 66	2,7	1,6	4,3

Tabell over potensiell fordamping utrekna ved Penmans formel for valde verdiar av strålingsbalanse, døgnmiddeltemperatur, relativ luftråme og vindstyrke.

Rn	td	rh	vs	es	ed	delta	gamma	Eps	Ept	Ep
MJ/m ²	°C	%	m/s	mbar	mbar	mbar/°C		mm	mm	mm
1	12	50	1.5	14.0	7.0	83	65	0.2	1.1	1.3
1	12	50	3.0	14.0	7.0	83	65	0.2	1.7	1.9
1	12	80	1.5	14.0	11.2	83	65	0.2	0.4	0.6
1	12	80	3.0	14.0	11.2	83	65	0.2	0.7	0.9
1	18	50	1.5	20.6	10.3	117	66	0.3	1.3	1.5
1	18	50	3.0	20.6	10.3	117	66	0.3	2.0	2.3
1	18	80	1.5	20.6	16.5	117	66	0.3	0.5	0.8
1	18	80	3.0	20.6	16.5	117	66	0.3	0.8	1.1
6	12	50	1.5	14.0	7.0	83	65	1.4	1.1	2.4
6	12	50	3.0	14.0	7.0	83	65	1.4	1.7	3.1
6	12	80	1.5	14.0	11.2	83	65	1.4	0.4	1.8
6	12	80	3.0	14.0	11.2	83	65	1.4	0.7	2.0
6	18	50	1.5	20.6	10.3	117	66	1.6	1.3	2.8
6	18	50	3.0	20.6	10.3	117	66	1.6	2.0	3.6
6	18	80	1.5	20.6	16.5	117	66	1.6	0.5	2.1
6	18	80	3.0	20.6	16.5	117	66	1.6	0.8	2.4
11	12	50	1.5	14.0	7.0	83	65	2.5	1.1	3.5
11	12	50	3.0	14.0	7.0	83	65	2.5	1.7	4.2
11	12	80	1.5	14.0	11.2	83	65	2.5	0.4	2.9
11	12	80	3.0	14.0	11.2	83	65	2.5	0.7	3.2
11	18	50	1.5	20.6	10.3	117	66	2.9	1.3	4.1
11	18	50	3.0	20.6	10.3	117	66	2.9	2.0	4.9
11	18	80	1.5	20.6	16.5	117	66	2.9	0.5	3.4
11	18	80	3.0	20.6	16.5	117	66	2.9	0.8	3.7

12. Korleis vert nedbørmålinga nytta i jordråmeindeksen?
Gjer greie for dette på grunnlag av formelen nedanfor.

$$\text{Vassinnhald}(i) = \text{Vassinnhald}(i-1) + (\text{Nedbør}(i) - \text{Avrenning}(i)) - \text{Fordamping}(i)$$

Vassinnhaldet i jorda på dag nummer (i) tek utgangspunkt i vassinnhaldet dagen føre (i-1). 'Avrenning' får ein når jorda er eller vert fylt til feltkapasitet.

13. Kor lenge kan vasslagret i jorda halda veksten i gang om forsommaren dersom det ikkje kjem nedbør? (Det vil vanlegvis seia stor innstråling og fordamping.)

Bruk overslag frå spørsmål 10 og 11, vel sjølv eit høveleg nivå på fordampinga og lag eit overslag for kor lenge:

1. Det letttilgjengelege vasslagret kan rekkja.
2. Det tungttilgjengelege vasslageret kan rekkja, om den aktuelle fordampinga i middel er halvparten av den potensielle, medan plantane bruker av det tungttilgjengelege vatnet.

14. Kva er vassinnhaldet i jorda i 20 og 40 cm djupn på feltet øvingsdagen?

Kva vassindeks gjev desse verdiane i dei to djupna?

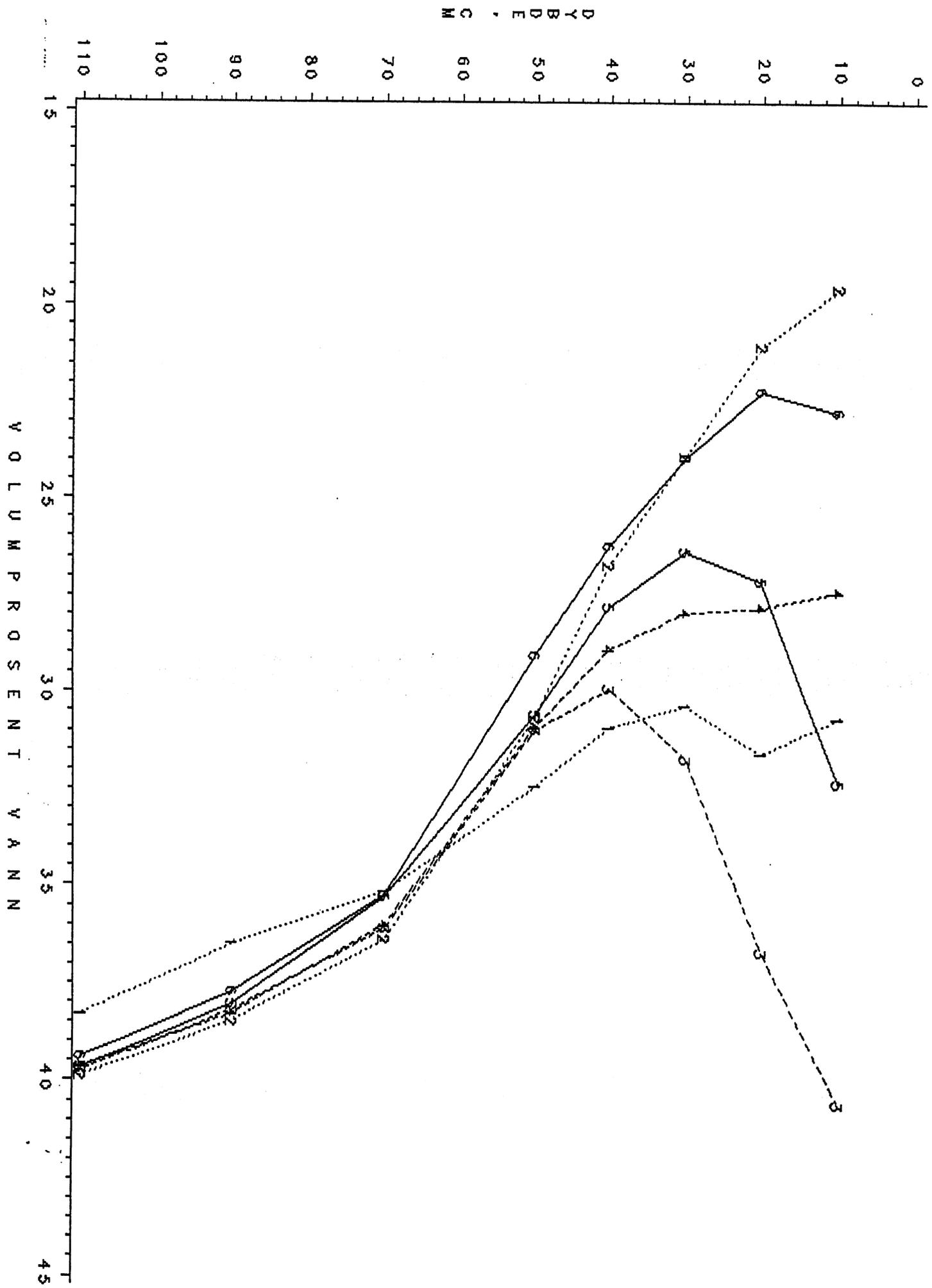
Kva var vassinnhold og vassindeks i de to djupna 5 dagar tidlegare? ...og 10 dagar tidlegare?

Desse verdiane for vasskapasiteten i jorda kan nyttast:

	<u>20 cm</u>	<u>40 cm</u>
Vassinnhald (vol.%) ved feltkapasitet	40	34
Vassinnhald (vol.%) v. 1.0 bar	35	31
Vassinnhald (vol.%) ved visnegrensa	<u>16</u>	<u>21</u>

15. Rekna ut på grunnlag av figur og tabell for Vollebekk på dei neste sidene millimeter tilgjengeleg vatn i profilet som plantane har teke vatn frå. Gå ut fra at den kurva som for kvar jorddjupn ligg lengst til høgre, syner vassinnhaldet ved feltkapasitet og at den kurva som ligg lengst til venstre, syner vassinnhaldet ved visnepunktet. Bruk registreringane i 10 cm djupn for heile profilet frå 0 til 15 cm djupn. Bruk registreringa ved 20 cm djupn for sjiktet 15 til 25 cm djupn, ved 30 cm for 25 til 35 cm osv.

VANNINHOLD I JORD, VOLLEBEKK 1991



VANNINNHOLD I JORD, VOLUMPROSENT, VOLLEBEKK 1991

Dybde, cm	M å l e d a t o									
	3.5	8.5	13.5	21.5	28.5	3.6	12.6	17.6	24.6	2.7
10	30.7	30.0	28.4	24.5	21.7	19.6	31.1	35.7	40.6	34.9
20	31.7	32.2	30.7	26.5	23.6	21.1	22.7	29.2	36.7	32.5
30	30.4	31.0	30.2	27.5	25.7	23.9	23.9	25.3	31.8	30.2
40	31.0	31.7	31.8	30.2	28.7	26.7	26.7	26.8	30.0	30.0
50	32.5	34.2	34.0	33.1	32.5	30.7	29.5	30.1	31.0	31.4
70	35.2	36.5	36.6	36.6	36.6	36.4	36.0	35.9	36.1	36.0
90	36.5	37.9	38.6	38.5	38.3	38.5	38.4	38.5	38.2	38.2
110	38.3	39.8	39.4	39.9	39.5	39.9	39.6	39.6	39.7	39.7

Dybde, cm	M å l e d a t o									
	8.7	15.7	23.7	30.7	5.8	12.8	20.8	25.8	1.9	8.9
10	27.4	29.2	32.4	26.8	22.8	26.9	23.3	22.2	21.3	21.1
20	27.8	25.4	27.2	25.4	22.2	24.3	22.1	21.3	20.6	20.3
30	28.0	25.6	26.4	26.3	23.9	24.9	23.8	23.2	22.7	22.6
40	28.9	27.4	27.8	28.3	26.3	27.1	26.7	26.1	25.5	25.1
50	30.9	30.6	30.6	31.2	29.1	30.1	29.7	28.8	28.7	28.9
70	36.0	35.7	35.3	36.3	35.2	34.8	35.0	34.2	34.3	34.0
90	38.3	38.0	38.1	39.0	37.7	37.8	38.1	37.7	37.8	37.7
110	39.6	39.7	39.7	40.2	39.4	39.6	39.8	39.5	39.5	39.5

