



Bestem gødningsbehovet med OP10MAL gødningsmodel

LARS BO PEDERSEN, PH.D. I STOFKREDSLØB OG BIOGEOKEMI

Nyt projekt^{*)}: Optimering af gødningsmodellen OP10MAL

- ▶ Støtteværktøj for DJ's medlemmer
- ▶ Rådgivning fra DJ hviler bl.a. på modellen
- ▶ Biomassemodul forældet
 - ▶ Naturgroede træer → intensivt formregulerede træer
- ▶ Kemiske analyser af træer og stofstrømme valide
- ▶ Opgradering med nye trævægte og højder
- ▶ Re-programmering af OP10MAL

^{*)}Bevilget af Forskningsenheden i 2019



Måling af højde og vægt af fældede juletræer på Løndal Skovbrug ved Brædstrup

Formål

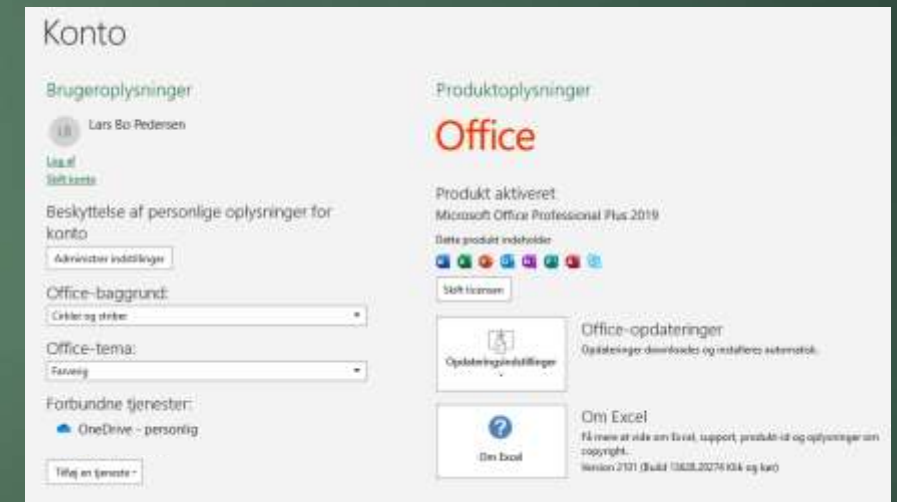
Digitalt støtteværktøj til beregning af gødningsbehov og optimering af gødskning i nordmannsgranjuletræer over en hel omdrift

- ▶ Baseret på juletræskvalitet i gødningsforsøg
- ▶ Brugervenlig
- ▶ Vigtigste kulturtiltag og næringsstofstrømme
- ▶ Påvirkning af miljø
- ▶ CO₂-binding
- ▶ Anvendelse i hele landet
- ▶ Gødningsvalg
- ▶ Gødningsindkøb



Om modellen

- ▶ Navn: OP10MAL
- ▶ Udvikling og programmering: Lars Bo Pedersen
- ▶ Ejerskab: Danske Juletræer
- ▶ Krypteret model: Kode leveres ved rekvirering
- ▶ Avanceret og usynligt maskinrum
- ▶ Microsoft Excel Professional Plus 2019 version 2101
- ▶ Næringsstoffer: N, P, K, S, Mg, Ca, Mn, Fe, C
- ▶ Kulturtiltag: Arealforberedelse, planteafstand, sporandel, gødningsmetode, kieserit, sprøjtesvovl, kulturafvikling, knusning, rodoptag
- ▶ Stofstrømme:
 - ▶ Atmosfærisk nedfald (deposition), planteoptag og udvaskning
 - ▶ N : Ammoniakfordampning, nitrifikation, denitrifikation, kvælstoffiksering



Baggrund

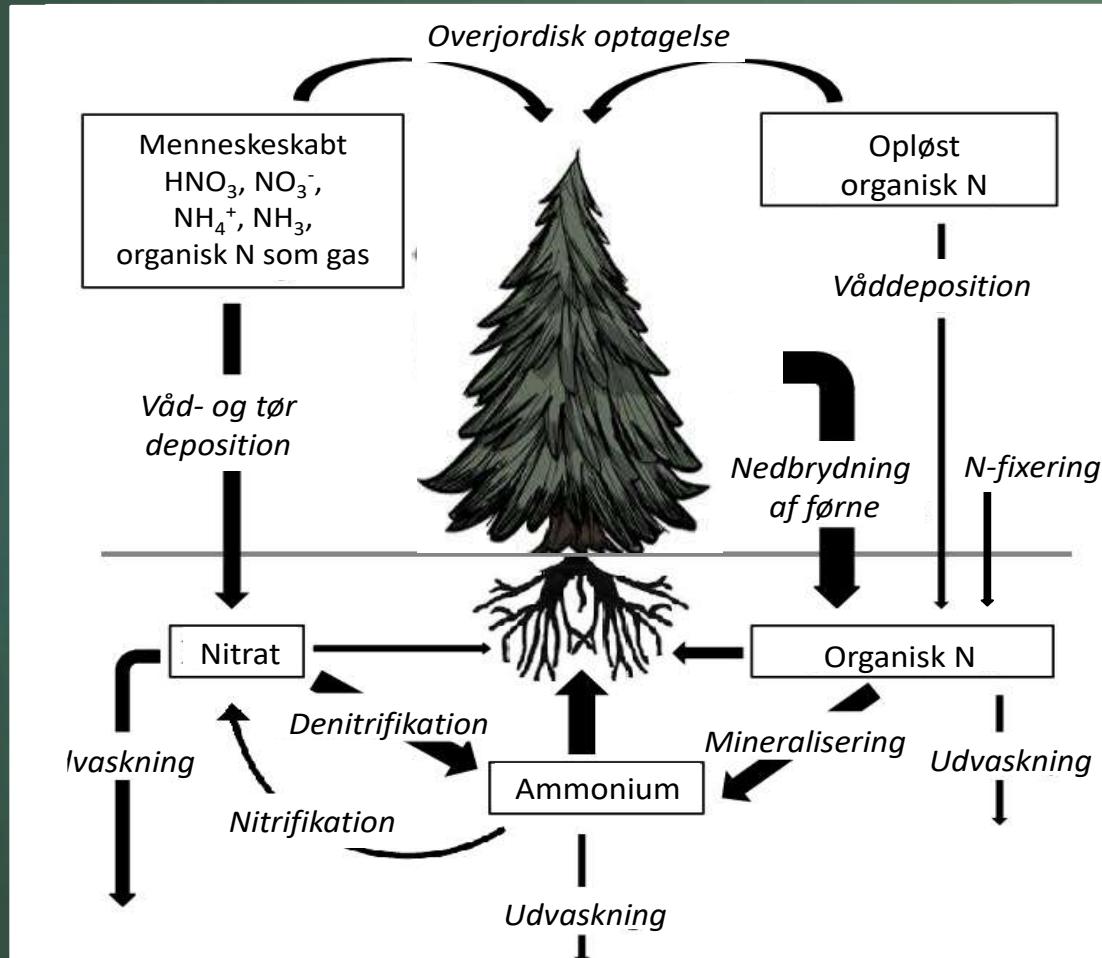
- ▶ Gødningsforsøg
 - ▶ Agenda*)forsøget, 10 behandlinger i Ry (sandjord) og Clausholm (lerjord)
 - ▶ Optimal gødskning af nordmannsgran- og nobilisjuletræer (5 behandlinger på 1 lokalitet)
 - ▶ Bevoksnings- og farvegødskning af nordmandsgranjuletræer (5 behandlinger på 4 lokaliteter)
- ▶ Målinger
 - ▶ Træer: Højde, topskud, farve, nålelængde, nålekoncentrationer, internodier, sideknopper, vitalitet, skader, topskudsvækst (webcam) mv.
 - ▶ Træer: Samhørende værdier for højde og biomasse (over- og underjordisk)
 - ▶ Kredsløb: Løbende målinger af Jordfugtighed, nedbør, gennemdryp, fordampning, indstråling, deposition, udvaskning
 - ▶ Puljer: Jordens (og træernes) indhold af næringsstoffer
- ▶ Litteraturværdier: Modellering af ammoniakfordampning, nitrifikation, denitrifikation, kvælstoffiksering

*) Aldersgradueret behovsbestemt gødskning af norddmannsgranjuletræer (AGENDA)

Kredsløb i juletræer

Målinger fra
Agendaforsøget

Kompliceret kvælstofkredsløb



Projektmappen

- ▶ 3 synlige regneark
 - ▶ 1 Model
 - ▶ 2 Gødningsvalg
 - ▶ 3 Resumé
- ▶ Anvendes i nummer-rækkefølge
- ▶ Selvforklarende tekst ved "klik" og "Drop down"

1 Model			2 Gødningsvalg	3 Resume
JB-nr (1-11)		+	Betegnelse:	P
Rt		6	Anbefaling:	
Pt		3,2	Anbefaling:	
Kt		8,1	Anbefaling:	
Mgt		6,2	Anbefaling:	
Djursland				
	675			
	20			
Krydsforbandt				

1. Model

► Forudsætninger

- Jord
- Landsdel
- Sporandel
- Plantemetode
- Gødningsmetode
- Arealforberedelse
- Rodoptag
- Noter


Copyright:
Danske
Juletræer

Danske Juletræer

Gødningsmodel for en omdrift

Reprogrammeret af:
ph.d. Lars Bo Pedersen
Vers. 8.4.beta

				1 enhed Niveauer i svarer til DK jorde (kg/ha):	
Forudsætninger					
Jord	JB-nr (1-11)	3	Betegnelse:	Grovt lerbl. sandjord	
	Rt	5,6	Anbefaling:	5,0-5,5	3-9
	Pt	2,4	Anbefaling:	2,1-4,0	0-20
	Kt	8	Anbefaling:	5,1-8,0	1-35
	Mgt	6,2	Anbefaling:	4,1-8,0	2-25
Landsdel	Himmerland				
Nedbør (mm)	775				
Sporandel (%)	25				
Planteafstand og planteantal					
Vælg plantemetode		Kvadratforbandt			
Afstand	Række (m)	Plante (m)			
Udfyld næste linje					
Kvadratforbandt					
Beregnet planteantal	#DIVISION/0!				
Gødskningsmetode	Forår				
Gødningstype	Organisk				
Arealforberedelse	Rodoptag				
Rodoptag	Ja				
Rodoptag		1000			
Notefelt:					



1 Model

► Proceskasser

► Planteoptag

► Deposition (input)

► Knusning

► Fjernelse af rødder

► Kvælstoffiksering

► Tilførsel af Kumulus S (input)

► Denitrifikation og NH₃-fordampning

► Tab ved udvaskning (input)

► Kieserit (input)

► Gødningskompensation

► Gødningsnormer

Kulstofbinding

30,6 tons C/Ha = 8,4 tons CO₂

Heraf i jord 10,6 tons C/ha = 2,9 tons CO₂

Planteoptag (kg/ha)		År	N	P	K	S	Mg	Ca	Mn	Fe	C
Plantetal (pr.ha)											
6612		1	4,1	0,6	2,0	0,4	0,4	2,4	0,2	0,0	2265
6612		2	23,0	3,1	11,2	2,1	2,0	13,7	1,2	0,0	12699
6612		3	34,1	4,6	16,6	3,1	3,0	20,3	1,7	0,0	18855
6612		4	59,8	8,0	29,2	5,4	5,1	35,4	3,0	0,0	32883
6612		5	87,9	11,6	43,0	7,9	7,3	51,8	4,4	0,0	48177
6281		6	103,9	13,7	51,0	9,3	8,6	61,2	5,2	0,0	56883
5600		7	101,0	13,3	49,5	9,0	8,3	59,4	5,0	0,0	55241
4628		8	81,4	10,7	39,9	7,3	6,7	47,9	4,1	0,0	44521
2975		9	46,5	6,1	22,8	4,2	3,9	27,4	2,3	0,0	25441
1322		10	17,3	2,3	8,5	1,5	1,4	10,2	0,9	0,0	9499
	Sum		559	74	274	50	47	330	28	0	30642
	Gennemsnit		55,9	7,4	27,4	5,0	4,7	33,0	2,8	0,0	3064

Deposition (kg/ha)		År	N	P	K	S	Mg	Ca	Mn	Fe	C
(tilførsel)											
		1	13,4	0,9	2,9	6,2	1,9	3,8	0,1	0,1	0)
		2	13,9	1,0	3,0	6,4	2,0	4,0	0,1	0,1	0)
		3	15,7	1,1	3,4	7,2	2,3	4,5	0,1	0,1	0)
		4	16,6	1,1	3,5	7,6	2,4	4,8	0,1	0,1	0)
		5	17,5	1,2	3,7	8,0	2,5	5,0	0,1	0,1	0)
		6	17,9	1,2	3,8	8,2	2,6	5,1	0,1	0,1	0)
		7	18,0	1,2	3,8	8,3	2,6	5,2	0,1	0,1	0)
		8	17,8	1,2	3,8	8,2	2,6	5,1	0,1	0,1	0)
		9	16,7	1,1	3,6	7,7	2,4	4,8	0,1	0,1	0)
		10	16,9	1,2	3,6	7,7	2,4	4,8	0,1	0,1	0)
	Sum		164,6	11,3	35,1	75,5	23,8	47,1	0,7	0,7	0)
	Gennemsnit		16,5	1,1	3,5	7,6	2,4	4,7	0,1	0,1	0)

Bidrag fra knusning		År	N	P	K	S	Mg	Ca	Mn	Fe	C
<u>Intern cyklus!</u>											
		1	28,1	3,7	13,8	2,5	2,4	17,2	1,4	0,3	15411
		2	21,4	2,8	10,5	1,9	1,8	13,1	1,1	0,2	11711
		3	18,0	2,4	8,8	1,6	1,5	11,0	0,9	0,2	9865
		4	14,6	1,9	7,2	1,3	1,2	8,9	0,7	0,2	8011
		5	12,4	1,6	6,1	1,1	1,0	7,6	0,6	0,1	6783
		6	9,6	1,3	4,7	0,9	0,8	5,8	0,5	0,1	5241
		7	6,2	0,8	3,0	0,6	0,5	3,8	0,3	0,1	3399
		8	2,3	0,3	1,1	0,2	0,2	1,4	0,1	0,0	1233
		9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0)
		10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0)
	Sum		112,6	14,8	55,2	10,1	9,4	68,8	5,6	1,2	61641
	Gennemsnit		11,3	1,5	5,5	1,0	0,9	6,9	0,6	0,1	6165

1 Model

- ▶ Proceskasser
 - ▶ Planteoptag
 - ▶ Deposition(input)
 - ▶ Knusning
 - ▶ Fjernelse af rødder
 - ▶ Kvælstoffiksering
 - ▶ Tilførsel af Kumulus S (input)
 - ▶ Denitrifikation og NH₃-fordampning
- ▶ Tab ved udvaskning (input)
- ▶ Kieserit (input)
- ▶ Gødningskompensation
- ▶ Gødningsnormer

Tab ved udvaskning		År	N	P	K	S	Mg	Ca	Mn	Fe	C
Gødskes spor:											
	Nej	1	6,1	0,1	3,1	8,3	2,7	58,1	0,2	0,2	
	Nej	2	5,4	0,1	3,1	9,3	1,4	55,9	0,2	0,2	
	Nej	3	5,6	0,1	3,2	9,4	0,6	61,9	0,2	0,2	
	Nej	4	10,7	0,1	3,2	11,7	0,6	62,9	0,2	0,2	
	Nej	5	15,5	0,1	7,0	14,3	6,6	92,2	0,2	0,2	
	Nej	6	18,2	0,1	7,2	15,4	6,6	96,8	0,2	0,2	
	Nej	7	19,3	0,1	6,9	17,2	6,7	99,0	0,2	0,2	
	Nej	8	20,0	0,1	8,2	18,6	7,3	99,0	0,2	0,2	
	Nej	9	15,2	0,1	9,3	19,1	7,8	102,2	0,2	0,2	
	Nej	10	12,0	0,1	9,9	18,8	7,5	102,2	0,2	0,2	
	Sum		127,8	0,8	61,1	142,1	47,8	830,2	2,0	2,0	
	Gennemsnit		12,8	0,1	6,1	14,2	4,8	83,0	0,2	0,2	

Kieserit (kg/ha)		År	N	P	K	S	Mg	Ca	Mn	Fe	C
	0	1				0,0	0,0				
	0	2				0,0	0,0				
	0	3				0,0	0,0				
	0	4				0,0	0,0				
	0	5				0,0	0,0				
	0	6				0,0	0,0				
	0	7				0,0	0,0				
	0	8				0,0	0,0				
	0	9				0,0	0,0				
	0	10				0,0	0,0				
	Sum					0,0	0,0				
	Gennemsnit					0,0	0,0				

Gødningskompensation		År	N	P	K	S	Mg	Ca	Mn	Fe	C
Tilførsel											
		1	0,0	0,0	1,6	0,9	0,5	56,1	0,3	0,1	
		2	16,3	2,5	10,3	3,4	0,5	65,7	1,3	0,3	
		3	28,0	4,1	15,5	3,5	0,3	78,9	2,0	0,4	
		4	54,5	7,3	25,2	7,2	1,6	93,0	3,1	0,6	
		5	82,2	10,5	38,9	8,1	9,0	135,6	4,2	0,8	
		6	98,5	12,2	44,3	10,1	9,7	147,4	4,8	0,9	
		7	96,3	11,8	42,6	11,5	9,6	147,7	4,7	0,9	
		8	79,2	9,2	36,2	11,5	9,0	137,2	3,8	0,7	
		9	46,4	4,8	23,9	10,0	7,6	122,1	2,3	0,5	
		10	15,3	1,0	12,5	7,2	5,5	106,0	0,9	0,2	
	Sum		517	63	251	73	53	1090	27	5	
	Gennemsnit		51,7	6,3	25,1	7,3	5,3	109,0	2,7	0,5	

Gødningsnormer	Kvælstof-norm (gældende)	Fosfor-norm (vejledende)	Kalium-norm (vejledende)
	Indenfor	Indenfor	Indenfor

2 Gødningsvalg

- ▶ Forårs/efterårsgødning
- ▶ Gødningsvalg
- ▶ Design af gødning
- ▶ Tilstrækkelighed
- ▶ Gødningsnormer
- ▶ Kalkning

TJEK: Du har valgt bruge organisk gødning som grundgødning af foråret
TJEK: Du har valgt overvejende at dele gødningen som grundgødning i foråret og farvegødning i sensommeren/efteråret

Gødsning				Egen design af gødning (%)											
				N	P	K	S	Mg	Ca	Cu	B	Mn	Fe	Zn	
				20	3	4	2	7	0	0,008	0,0024	0,03	0,08	0,03	
				kg/ha											
Vælg kvælstof-andel Forår/farvegødning (%)	År	Vælg gødningstype	Handelsvare	N	P	K	S	Mg	Ca	Cu	B	Mn	Fe	Zn	Kommentar
100	1	Forår	Fertikal NPK 8-2-2 + 2Mg	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0		Farvegødning		0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
100		SUM		0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
100	2	Forår	Bina-skov	160	16	5	20	11	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
0		Farvegødning		0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
100		SUM		160	16	5	20	11	1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
100	3	Forår	Øgro 9-3-4+2S	318	28	8	11	8	1	12	0,0	0,1	0,1	5,4	0,0
0		Farvegødning		0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
100		SUM		318	28	8	11	8	1	12	0,0	0,1	0,1	5,4	0,0
100	4	Forår	Fertikal NPK 10-2-5 + 5Mg+4S+1Mn	545	55	11	27	19	27	14	0,3	0,0	5,5	2,7	0,1
0		Farvegødning		0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
100		SUM		545	55	11	27	19	27	14	0,3	0,0	5,5	2,7	0,1
100	5	Forår	Bina-skov de luxe	697	82	19	33	47	35	0	0,0	2,9	7,0	9,6	0,0
0		Farvegødning	YaraMila NPK 21-3-10	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
100		SUM		697	82	19	33	47	35	0	0,0	2,9	7,0	9,6	0,0
75	6	Forår	Øgro Tree 11-2-4	672	74	11	26	26	22	24	0,1	0,1	0,1	1,8	0,0
25		Farvegødning	Triwi NPK 22-3-6 normal	111	25	3	6	2	2	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
100		SUM		783	99	14	33	29	24	24	0,1	0,1	0,1	1,8	0,0
75	7	Forår	Fertikal NPK 10-2-5 + 5Mg+4S+1Mn	722	72	14	36	25	36	19	0,4	0,0	7,2	3,6	0,1
25		Farvegødning	YaraMila NPK 14-3-15	172	24	5	26	17	4	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
100		SUM		894	96	20	62	43	40	19	0,4	0,0	7,2	3,6	0,1
75	8	Forår	Bina-skov de luxe	503	59	14	24	34	25	0	0,0	2,1	5,0	6,9	0,0
25		Farvegødning	YaraMila NPK 23-3-6	88	20	3	5	5	1	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
100		SUM		591	79	16	29	39	26	0	0,0	2,1	5,0	6,9	0,0
75	9	Forår	Øgro Tree 11-2-4	316	35	5	12	12	10	11	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0
25		Farvegødning	YaraBela Extran (kalkammonsalpe)	75	12	0	0	3	1	0	0,0	0,0	0,0	0,0	
100		SUM		391	46	5	12	15	12	11	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0
75	10	Forår	YaraMila NPK 14-3-15	82	12	3	12	8	2	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25		Farvegødning	YaraIiva Kalksalpeter	25	4	0	0	0	0	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100		SUM		107	15	3	12	8	2	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

2 Gødningsvalg

- ▶ Forårs/efterårsgødskning
- ▶ Gødningsvalg
- ▶ Design af gødning

- ▶ Tilstrækkelighed
- ▶ Gødningsnormer
- ▶ Kalkning

Tilstrækkelighed		N	P	K	S	Mg	Ca	Cu	B	Mn	Fe	Zn
Totaltilførsel		517	97	241	210	160	86	1,0	5,0	23,0	29,0	0,0
Gødskningsbehov		517	63	251	70	53	1090					
Giver de valgte gødninger tilstrækkelig tilførsel		JA	JA	NEJ	JA	JA	NEJ					
Forventelige udvikling af jordtal (Pt, Kt, Mgt) efter omdriften		----	↑	↓	----	↑						
Forvitring i jorden fører normalt på 3-85 kg K/ha/år												
Bare skuldre - vurdering ud fra jordprøver												
Brug nåleanalyser												
Tilfør magnesium (kg Mg/ha) i de første år og:										47,5	Dog højest 25-50 kg Mg/ha pr. gang	

Gødningsnormer		N	P	K
Tilførsel med valgte gødning		51,7	9,7	24,1
Norm-vurdering		Indenfor	Indenfor	Indenfor

Kalkning	
udvaskning og planteoptag af kalcium	heraf magnesium
Jordbrugskalk:	4 tons/ha
Dolomitkalk:	9,8 tons/ha
	0 (kg/ha)
	980 (kg/ha)

3 Resumé

- ▶ Baggrundsoplysninger (1 Model)
- ▶ Næringsstofkredsløb (1 Model)
- ▶ Gødskning (Gødningsvalg)



Baggrundsoplysninger

Jord	JB-nr (1-11)	2	Sporandel (%)	20
	Jordtype	Finsandet jord	Plantemetode	Krydsforbandt
	Rt	5,6	Beregnet planteantal	6612
	Pt	3,2	Gødskningsmetode	Forår+efterår
	Kt	8,1	Gødningstype	Organisk
	Mgt	6,2	Arealforberedelse	Knusning
Landsdel	Sønderjylland		Rodoptag	Nej
Normalnedbør	931		Omdriftslængde	10
			Gødskes spor	Nej

Næringsstofkredsløb

		Flux i kg/ha/år udregnet som gennemsnit for hele omdriften									
		N	P	K	S	Mg	Ca	Mn	Fe	C	
Planteoptag (kg/ha)	Retning	50,2	7,7	23,4	4,6	3,6	31,9	2,6	0,4	2936	
Deposition (kg/ha)	Tilførsel	21,3	1,4	4,5	9,6	3,0	6,0	0,1	0,1	-	
Bidrag fra knusning	Intern flux	10,1	1,5	4,7	0,9	0,7	6,4	0,5	0,1	587	
Fjernelse af rødder	Fraførsel	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	
Kvælstof-fixering	Tilførsel	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tilførsel kumuløs S	Tilførsel	-	-	-	2,2	-	-	-	-	-	
Denitrifikation og Kieserit (kg/ha)	Fraførsel	10,4	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tab ved udvaskning	Fraførsel	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gødningskompensator	Tilførsel	12,8	0,1	6,1	14,2	4,8	83,0	0,2	0,2	0	
	Tilførsel	51,7	6,3	25,1	7,0	5,3	109,0	2,7	0,5	0	

Gødskning

Forbrug af Handelsvare	År	Forår		Efterår	
		Mængde		Mængde	
		Gødningstype	(kg/ha)	Gødningstype	(kg/ha)
1		Fertikal NPK 8-2-2 + 2Mg	0	0	0
2		Bina-skov	160	0	0
3		Øgro 9-3-4+2S	318	0	0
4		Fertikal NPK 10-2-5 + 5Mg+4S	545	0	0
5		Bina-skov de luxe	523	Egendesign gødning	94
6		Øgro Tree 11-2-4	672	Triwi NPK 22-3-6 normal	111
7		Fertikal NPK 10-2-5 + 5Mg+4S	722	YaraMila NPK 14-3-15	172
8		Bina-skov de luxe	503	YaraMila NPK 23-3-6	88
9		Øgro Tree 11-2-4	316	YaraBela Extran (kalkammonsa	75
10		YaraMila NPK 14-3-15	82	Yaraliva Kalksalpeter	25

Konklusion

- ▶ Gødningsbehov
 - ▶ Alle kulturer
 - ▶ Alle landsdele
 - ▶ Alle næringsstoffer
 - ▶ Kulstofbinding
- ▶ Ikke et resultat, men en støtte
- ▶ Gødningsvalg
- ▶ Supplement til gødningsindkøb
- ▶ Rekvirer model hos DJ
 - ▶ Få en kode dekryptering

