

Jordanalyser og gjødslingsplanlegging som verktøy i økologisk landbruk

Professor Tore Krogstad,
NMBU





Følgende tema får hovedfokus:

- Kravet til jordanalyser og gjødslingsplan
- Viktigheten av riktig jordprøvetaking
- Jordanalyser. Er analysene vi har gode nok og mangler det noen?
- Utfordringer med gjødslingsplanleggingen

I Norge er gjødslingsplanleggingen regulert ut fra følgende forskrift.



FOR 1999-07-01 nr 791: Forskrift om gjødslingsplanlegging.

Fastsatt av Landbruksdepartementet 1. juli 1999 etter samråd med Norges Bondelag og Norsk Bonde- og Småbrukarlag og med hjemmel i lov av 12. mai 1995 nr. 23 om jord (jordlova) § 3 og § 18. Endret 30 juni 2000 nr. 707, 5 juli 2000 nr. 760, 24 juni 2002 nr. 707.

I denne forskriften under §3, punkt 3, står blant annet følgende:

«Representative jordprøver skal i hovedsak tas hvert 4. – 8. år, og det skal minimum rekvireres analyser for pH, fosfor, kalium, glødetap eller gis skjønnsmessig vurdering av moldinnhold».

Jordanalyser er et hjelpemiddel i tillegg til andre måter å vurdere jordas næringsinnhold på. Jordanalyser er ingen fasit på næringsinnhold!

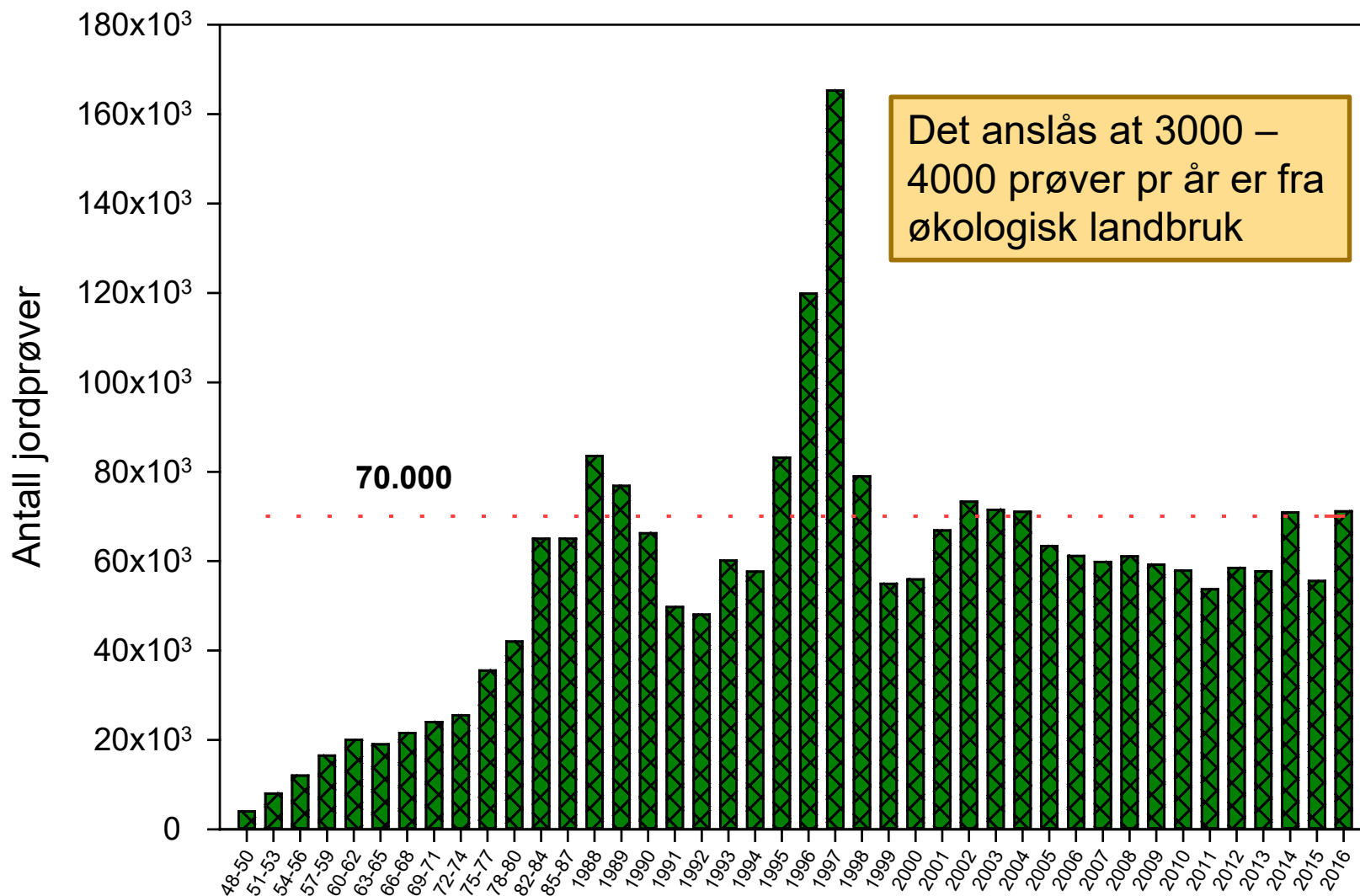
Oversikt over plantenæringsstoffer som tas opp fra jorda



	Element	Kjemisk symbol	Vanlig opptaksform	Relativt innhold i plantene i forhold til N	
Makro	Nitrogen	N	NH_4^+ , NO_3^-	100	
	Fosfor	P	H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}	14	
	Kalium	K	K^+	70	
	Svovel	S	SO_4^{2-} ($\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$)	7	
	Magnesium	Mg	Mg^{2+}	14	
	Kalsium	Ca	Ca^{2+}	36	
	Mikro	Jern	Fe	Fe^{2+} , Fe^{3+} -chelat	0,8
Mangan		Mn	Mn^{2+}	0,4	
Bor		B	$\text{B}(\text{OH})_3$, $\text{B}(\text{OH})_4^-$	0,15	
Klor		Cl	Cl^-	0,8	
Molybden		Mo	MoO_4^{2-} , (HMoO_4^-)	0,0007	
Sink		Zn	Zn^{2+}	0,14	
Kopper		Cu	Cu^{2+}	0,05	
X		Nikkel	Ni	Ni^{2+}	0,0008
X		Kobolt	Co	Co^{2+}	

X Ikke rutinemetode for jord

Jordprøver i norsk landbruk 1948 - 2016



Representative prøver



Fra et areal på 5 – 10 daa tas det en samleprøve på om lag 0.5 liter

5 daa i 20 cm dybde er mer enn 1 million kg mineraljord!

2 – 5 g jord til anlyse

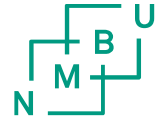


ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	542-2018-07270080	Prøvetakingsdato:	27.07.2018		
Prøvetype:		Mottaksdato:	01.10.2018		
Prøvemerkning:	1-1	Rapporteringsdato:	01.10.2018		
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
* Volumvekt	1.3	kg/l	0.001		Kalkulering
a)* pH	6.6				EN ISO 10390
a)* P-AL	48	mg/100 g	0.1	5%	SS 028310 + T1
a)* K-AL	12.3	mg/100 g	0.1	6%	SS 028310 + T1
a)* Mg-AL	12	mg/100 g	0.1	5%	SS 028310 + T1
a)* Ca-AL	330	mg/100 g	0.1	5%	SS 028310 + T1
a)* Na-AL	1.8	mg/100 g			SS 028310 + T1
a)* Glødetap	9.0	% TS	0.5	5%	KLK1965_1
a)* Syreløselig kalium	270	mg/100 g	10		ICP-OES

GJØDSLINGSPLAN
(Kg gjødsel/daa)

Jordvariabilitet

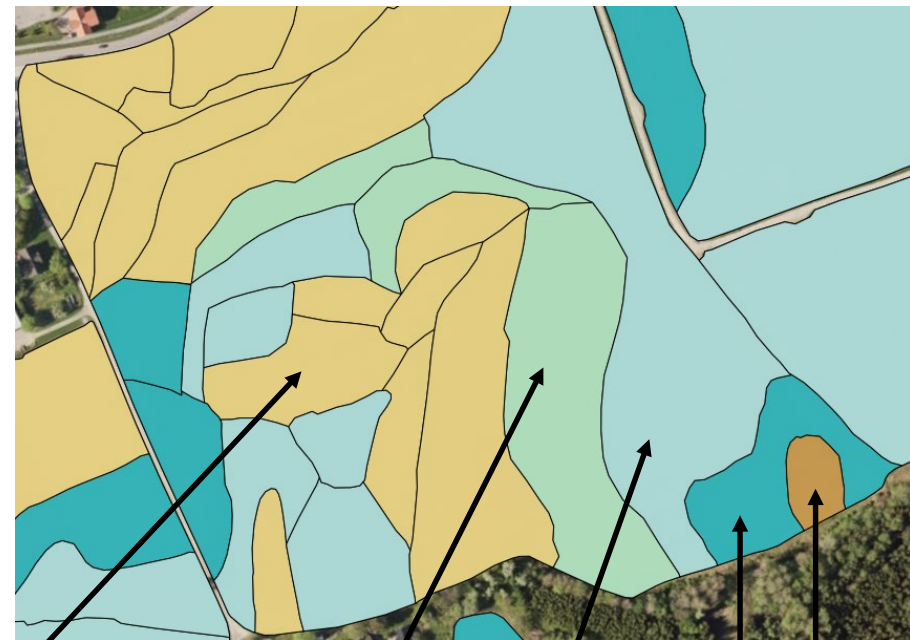


Bland aldri flere jordtyper eller avsetningstyper i en og samme samleprøve!

Jordsmonndata fra kilden.nibio.no gir mye nyttig informasjon, slik kartet nedenfor viser.



På overflata ser vi ikke jordvariasjonen.



Siltig mellom-
og grovsand

Sandig lettleire

Siltig lettleire

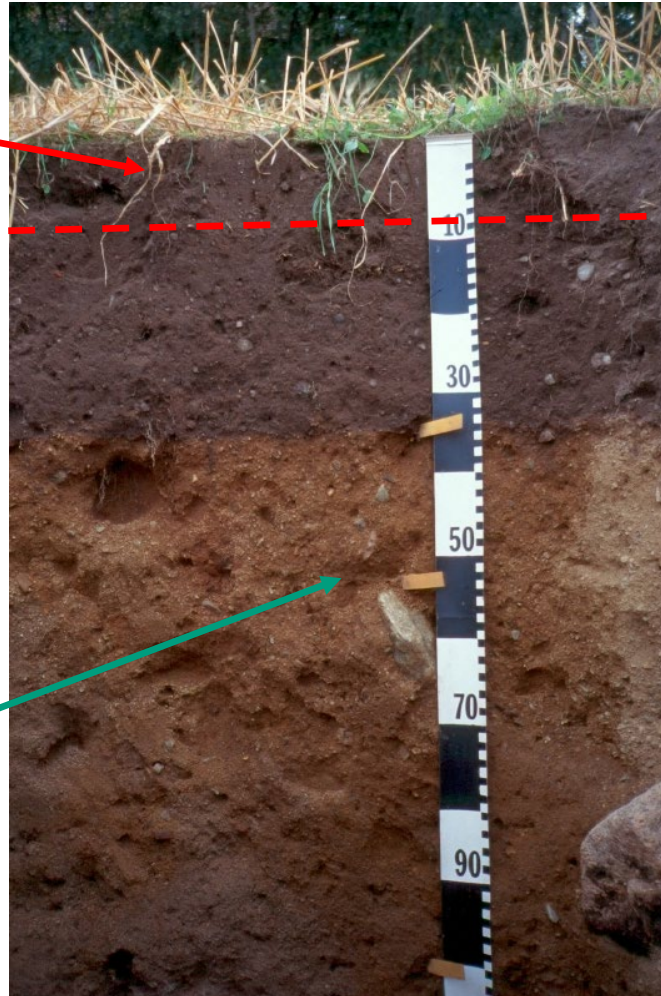
Stiv
leire

Myr

Jordprøvetaking



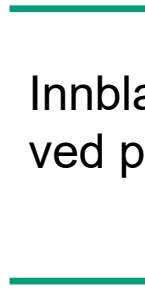
Innblanding av gjødsel ved redusert jordarbeiding eller overflate-spredning på eng.



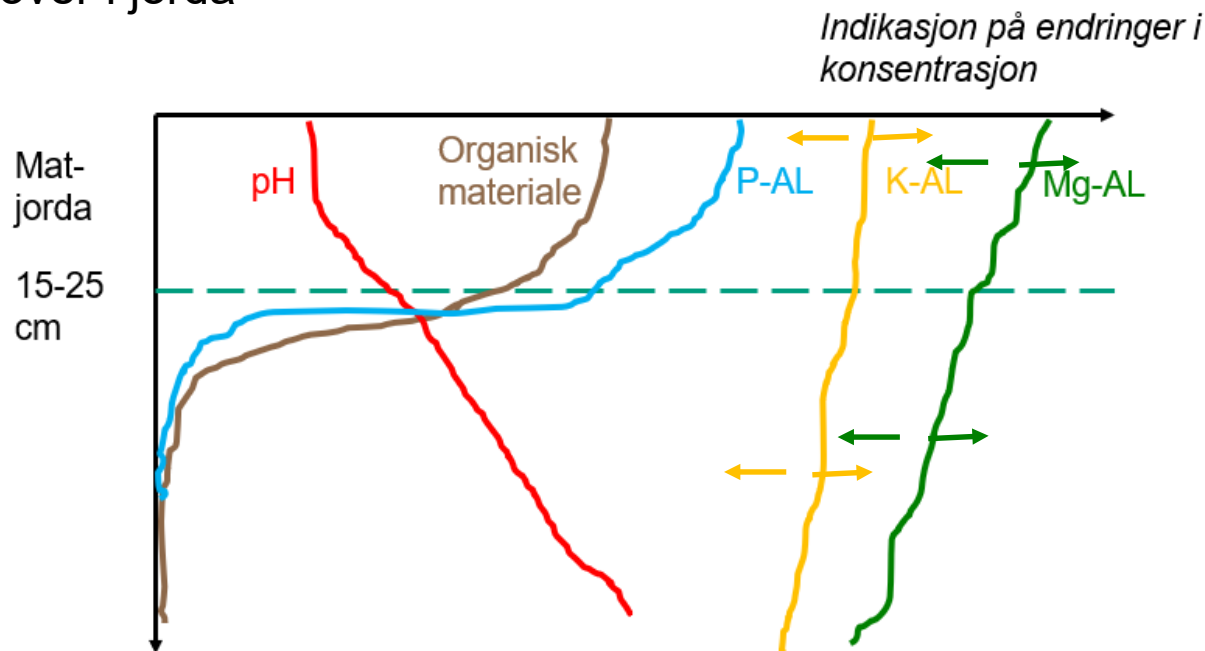
Undergrunnsprøve (ca. 40 cm dyp) til jordartsbestemmelse og K-HNO₃.



Innblanding av gjødsel ved pløying og harving.



Skisse over hvordan ulike elementer ofte endrer seg nedover i jorda



Innholdet av organisk materiale endrer seg normalt lite fra et jordprøveuttak til et annet (over 4 – 8 år). En sammenligning av glødetap fra samme sted over tid er derfor en god indikator på om jordprøvene er sammenlignbare fra et år til et annet.

En nedgang i glødetap kan tyde på at jordprøvene er tatt dypere enn ved forrige uttak.

Jordanalyser



De samme jordanalysene brukes både i økologisk og konvensjonell dyrking, men det kan være ønskelig med en justering eller tillegg for økologisk dyrking.

❑ Organisk materiale:

- Glødetap. Gir totalt innhold av organisk materiale uten å si noe om kvalitet.
 - God til å vurdere jordas bufferegenskaper.
 - Mindre god/dårlig til å vurdere N-virkning som gjødsel
- C/N-forhold gir bedre informasjon om kvalitet på organisk materiale

Organisk materiale i jorda har mange svært positive egenskaper, men det tar ofte lang tid å bygge opp innholdet i jorda. Årsaken er at tilførselene ofte er små og en god del av det tilførte brytes ned. Små endringer i mengde organisk materiale klarer vi ikke å måle med standard rutineanalyser.

Jordanalyser



Et eksempel med storfegjødsel:

4 tonn blautgjødsel (6% ts) tilfører drøyt 2 kg plantetilgjengelig P. Ut fra P innhold er dette en fornuftig mengde pr år pr daa til mange jordbruksvekster.

Denne mengden brukt hvert år i 5 år (totalt 20 tonn) vil i sum over hele perioden øke innholdet av organisk materiale i de øvre 20 cm i mineraljord med ca. 0.4 %. Antar vi at ca. 50% brytes ned hvert år vil økningen knapt kunne registreres med en glødetapsanalyse etter 5 år.

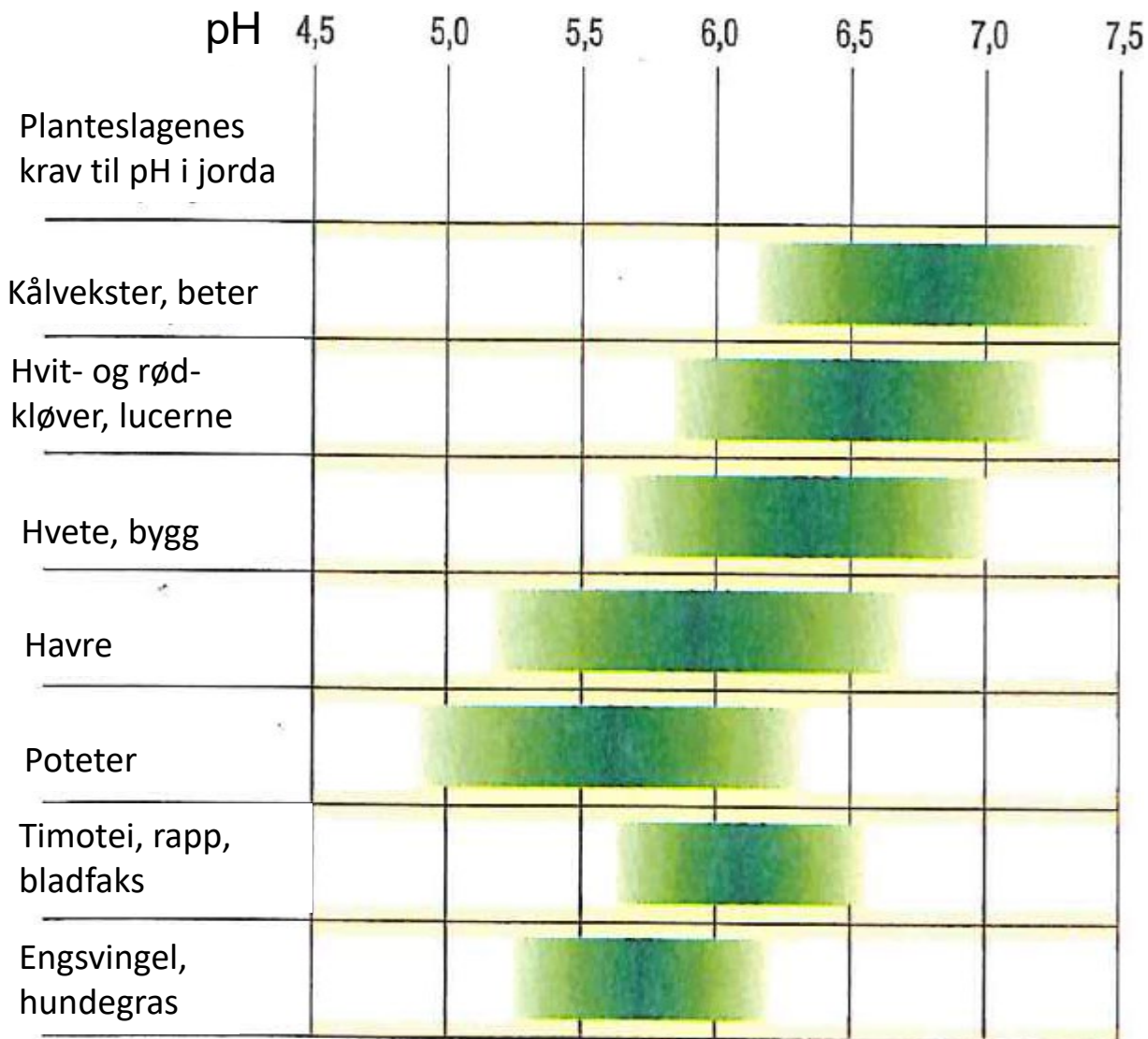
➤ **Nitrogen:**

- Ingen rutineanalyser tilgjengelig for plantetilgjengelig N.

(Utfordringer med prøveuttak, endring ved lagring, utvasking gjennom høst/vinter mm.)

Ulike vekster har ulik toleranse for surhet i jorda.

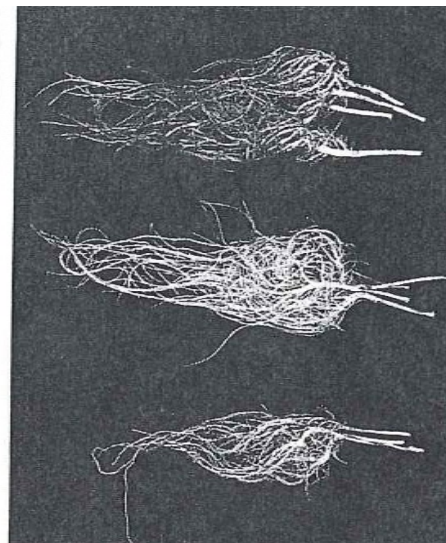
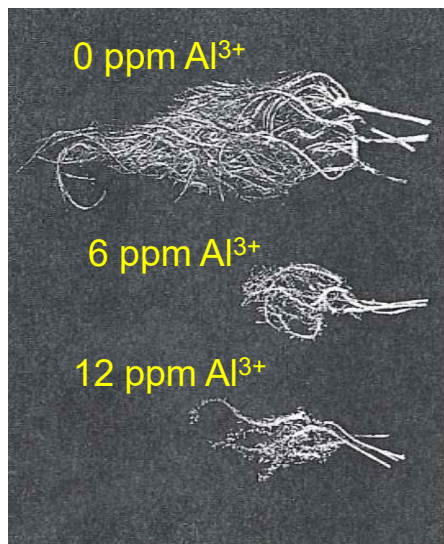
pH må velges ut fra den veksten med minst toleranse for sur jord.



Hvorfor er pH viktig når vi dyrker planter?

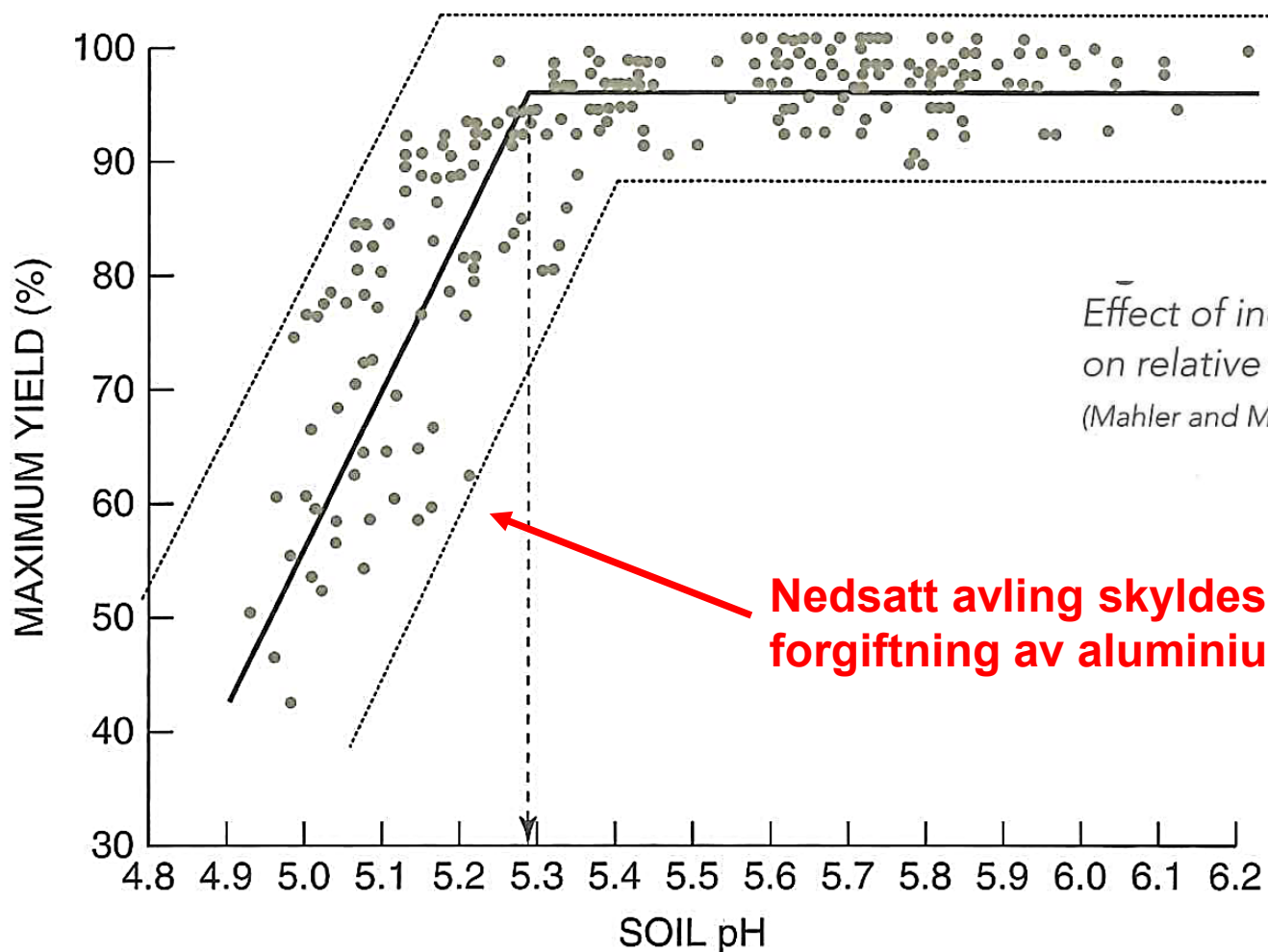


- pH påvirker tilgjengeligheten av næringsstoffene i jorda.
- Det er ikke pH i seg selv som er skadelig for plantene, men effekten av aluminium. For unge planter slår dette spesielt ut på dårlig rotvekst.

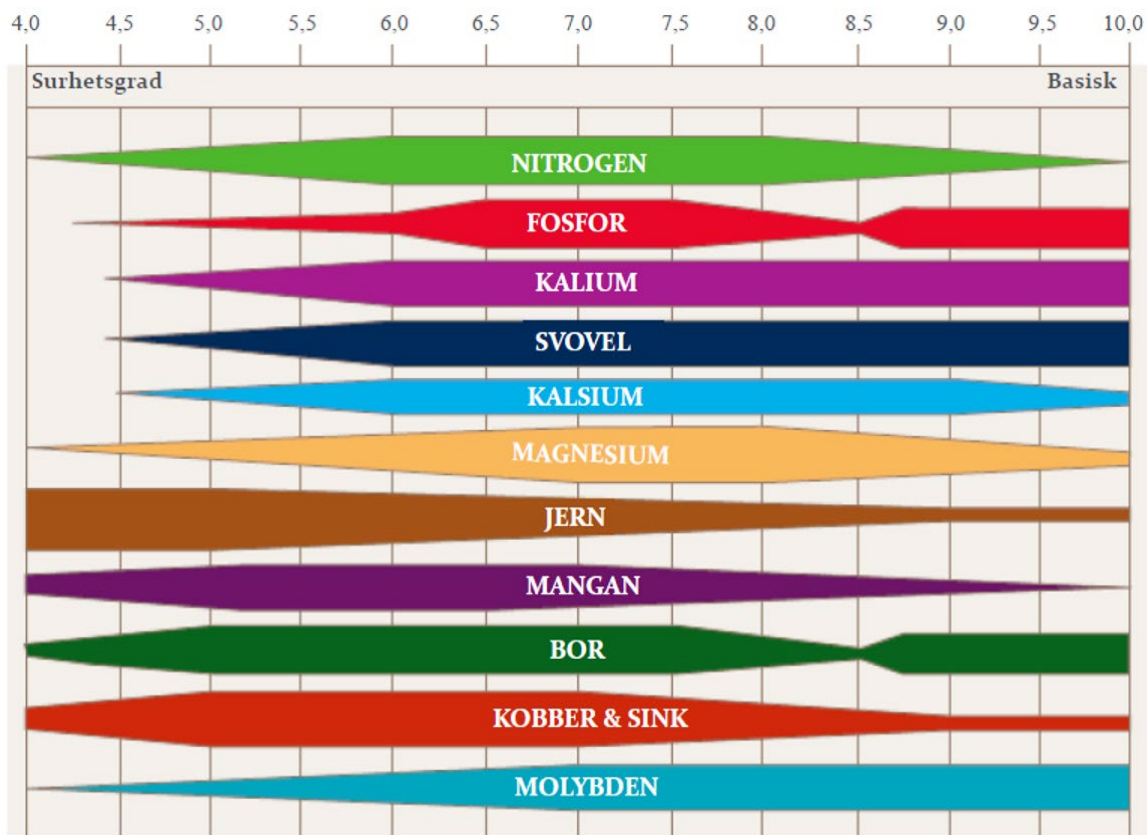


Øverst normal vekst.
Nedover økt mengde løst Al tilsatt i næringsløsninger.

Hvorfor er pH viktig når vi dyrker planter?



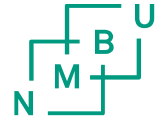
Tilgjengeligheten avhenger av pH



Vi ser at næringsstoffene har ulik tilgjengelighet i jorda avhengig av pH.

Dette er en kombinert effekt som både innbefatter jordforhold og opptak i plantene.

Endring i pH styres av jordas bufferegenskaper, først og fremst jordart og organisk materiale



Mengde CaO i kg pr. daa for å øke pH med 0.1 enhet

Jordart

% organisk materiale

		0 - 3	4 - 6	7 - 12	13 - 20
Sand, siltig sand	<5% leire	25	30	35	40
Silt	<5% leire	30	35	40	45
Sand, siltig sand, silt	5-9% leire	35	40	45	50
Lettleire	10-25% leire	40	45	50	60
Mellomleire, stiv leire	>25% leire	40	50	55	65

Mineralblanda moldjord (21 - 40% OM)

60

Organisk jord (41- 75% OM)

75

Organisk jord (>75% OM)

90

Torv, lite omdanna (>75% OM)

40

Jordanalyser for næringsstoffer



Standard jordanalyser gir en status på plantetilgjengelige næringsstoffer på det tidspunkt prøvene tas. De sier lite om jordas evne til å frigi næring fra organisk materiale og mineraler over tid. Jordanalysene sier heller ingen ting om biologisk aktivitet i jorda som er en svært viktig faktor i økologisk dyrking.

KLASSEINNDELING AV JORDANALYSER

P-AL, K-AL, K-HNO₃, Mg-AL og Ca-AL angis i milligram per 100 gram tørr mineraljord.

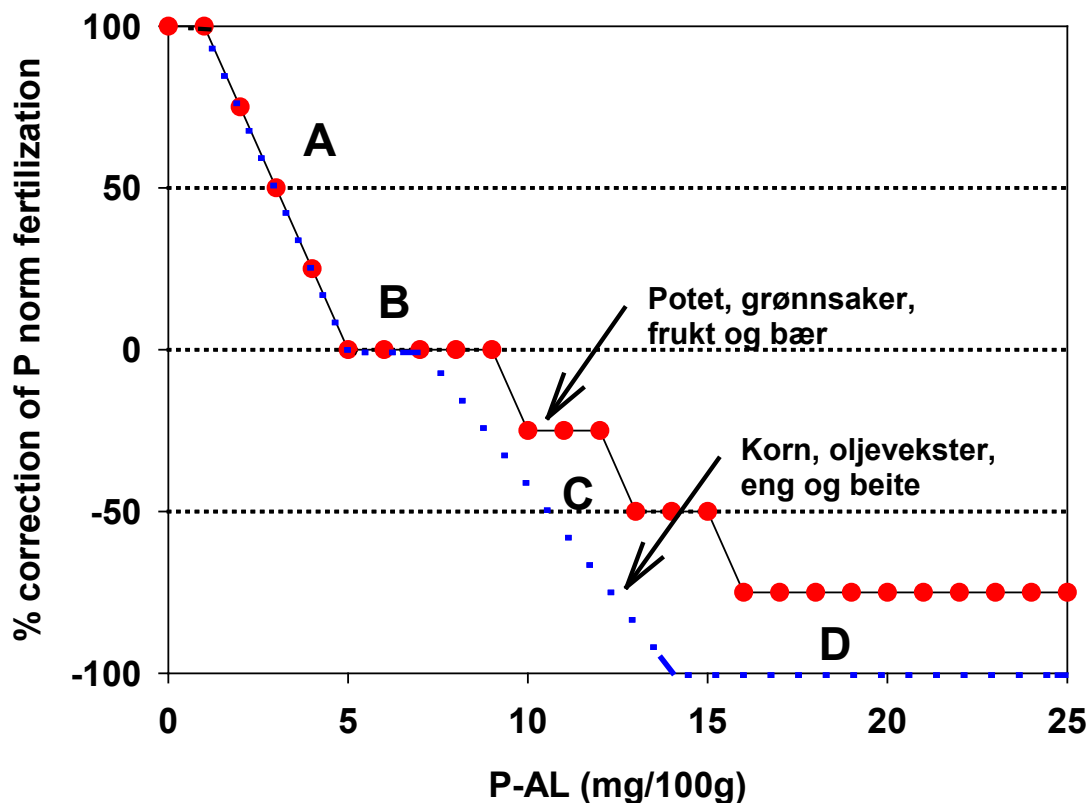
Cu angis i milligram per kilo tørr mineraljord. Ved volumvekt mindre enn 1, representerer tallene milligram per 100 milliliter og milligram per liter for henholdsvis makro- og mikronæringsstoffer.

Klasse	1	2	3	4
Innhold	Lite	Middels	Stort	Meget stort
P-AL (Lettløselig fosfor)	0-4	5-7	8-14	>14
K-AL (Lettløselig kalium)	0-6	7-15	16-30	>30
K-HNO ₃ (Syreløselig kalium)	<30	30-79	80-119	>120
Mg-AL (Lettløselig magnesium)	0-2	3-5	6-9	>10
Ca-AL (Lettløselig kalsium)	<50	50-99	100-199	>200
Cu (Kobber)	0-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	>5,0

FOSFOR (P)



Korreksjon av gjødsling basert på P-AL i jorda

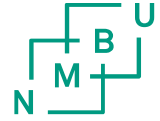


Forsøk viser at **husdyrgjødsel** kan øke tilgjengeligheten av P i jorda. Dvs. jorda kan bidra med mer P enn disse beregningene viser.

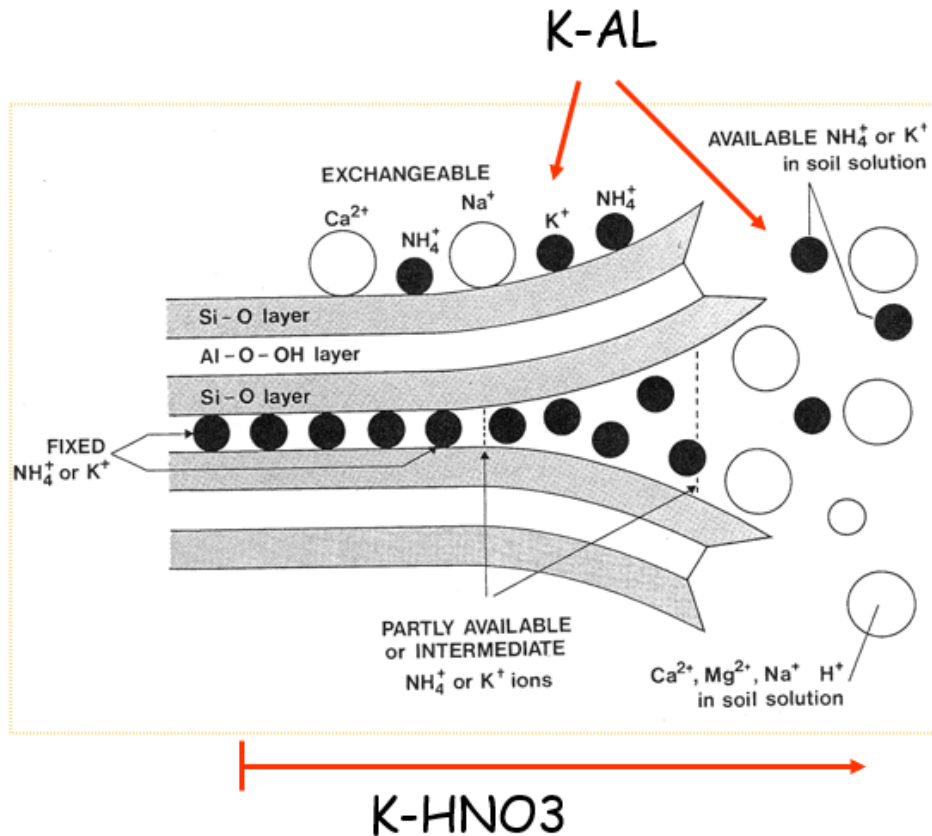
Jord tilført **apatitrikt steinmel** vil kunne overestimere innholdet av plantetilgjengelig P med AL-metoden.

Klasse	P-AL (mg pr 100g jord)	Navn på klassen	% korrigering (Y) av P behov
A	1-5	Lavt	$Y = -25 * P-AL + 125$
B	5-7	Middels/Optimal	$Y = 0$
C1	7-10	Moderat høyt	$Y = -14,28 * P-AL + 100$
C2	10-14	Høyt	$Y = -14,28 * P-AL + 100$
D	≥14	Meget høyt	$Y = -100$

KALIUM (K)



Kjemiske metoder brukt i Norge



- **AL-metoden (K-AL):**
Ekstraksjonsmiddel : 0.1 M NH₄laktat og 0.4 M eddiksyre, pH 3.75.
Metoden løser ut K som finnes i utbyttbar form og er omtrent samme mengde K som inngår i CEC.
- **Syreløselig K (K-HNO₃):** Koker jorda i 1 M HNO₃ for å løse ut lett forviterbare ioner som korrelerer med det som frigis fra tungt tilgjengelig bindingsplasser gjennom vekstsesongen. Metode kun for mineraljord.

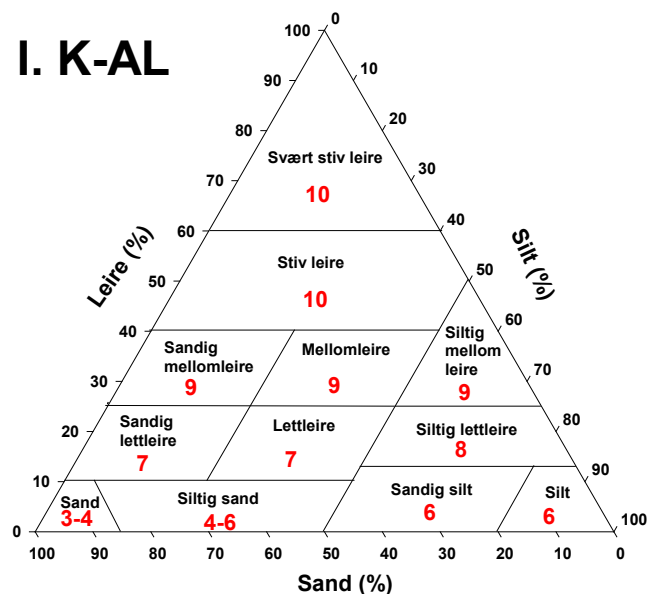
Fôr-kvaliteten er sterkt avhengig av forholdet $K/(Mg+Ca)$ i graset. Forholdet bør være <2.2 for å minske faren for graskrampe og melkefeber.



Opptaket i gras kan være svært høyt i K-rik jord som gjødsles sterkt med husdyrgjødsel!

Eksempel: Lettleire K-AL 15, K-HNO₃ 95. Hva bidrar jorda med?

I. K-AL



70% av differensen mellom K-AL og likevektsnivå i en vekstsesong. En K-AL-enhet er 2 kg K/daa.

$$(15 - 7) \times 70\% \times 2 \text{ kg K/daa} = 11.2 \text{ kg K/daa}$$

II. Reserve-K

Jordas bidrag fra tungt løselige kilder (reserve-K = K-HNO₃ - K-AL):

Korreksjonen er en faktor på 0.15 kg K/daa pr analyseenhet i avvik fra reserve-K på 40.

Eks.: Reserve-K = 80,
dvs. $(80-40) \times 0.15 \text{ kg K/daa} = 6.0 \text{ kg K/daa}$

Jordas bidrag: $11,2 + 6,0 = 17,2 \text{ kg K/daa}$

Litt mer om syreløselig K ($K-HNO_3$)



Undergrunnsprøve (ca. 40 cm dyp) til jordartsbestemmelse og $K-HNO_3$.

- Syreløselig K bør tas i jord med lavt innhold av organisk materiale
- $K-HNO_3$ er ment å gi et mål på mineralenes mulighet for å gi fra seg K til plantene over tid.

Korn, grønnsaker og potet

$K-HNO_3$ (mg/100g)	Jordart	K-AL (mg/100g)				
		<6	7-10	11-15	16-30	>30
<30	Sand (F,M,G) Mineralbl. mold Organisk jord	+50	+25	0	0	0
30-50	Sand (F,M,G) Mineralbl. mold Organisk jord	+50	+25	0	0	0
50-80	Siltig sand Sandig silt Silt	+50	+25	0	-25	-50
80-110	Siltig sand Sandig silt Silt	+50	0	0	-25	-50
110-150	Lettleire Siltig lettleire	+25	0	0	-25	-50
150-200	Mellomleire Stiv leire	0	-25	-25	-25	-50
>200	Mellomleire Stiv leire	-15	-40	-40	-50	-60

Jordas reserver av plantetilgjengelig K er en viktig ressurs i økologisk jordbruk. Jordart og syreløselig K er derfor svært viktige parametere å ha målt på alle skifter.

Gjødslingsplanlegging



I økologisk landbruk er tankegangen mer på å gjødsle jorda enn å ha hovedfokus på å gjødsle plantene til en gitt avling. På den måten får mikroorganismer og andre jordboende organismer næring nok til å arbeide optimalt med nedbryting av organisk materiale, forvitre mineralmateriale med frigjøring av næringsstoffer og å bygge ny humus.

I konvensjonell plantedyrking beregnes gjødslingsbehovet ut fra en normal eller ønsket avling, og det gjødsles ut fra det.

I økologisk dyrking tas det større grad utgangspunkt i hva som er tilgjengelig mengde gjødsel, forgrødeeffekt, bruk av biologisk nitrogenfiksering, jorda som ressurs i frigjøring av næringsstoffer. Det siste ved hjelp av jordanalyser.

Uansett driftsform ønsker man en mest mulig balansert næringstilførsel med en avling av god kvalitet og en drift med minst mulig forurensning.

Hva er utfordringene i å lage en god gjødslingsplan?

Gjødslingsplanen utarbeides i god tid før sesongen starter og normalt settes den opp ut fra at man forventer mest mulig optimale vekstforhold. Det er langt fra alltid at dette slår til!



❑ **Kvaliteten på organisk materiale i jorda. Hvor mye mineraliseres i vekstsesongen?**

- ✓ Høyt organisk innhold tilsier mye totalt N. Mengden mineralisert avhenger av type organisk materiale, pH, fuktighet, temperatur, jordstruktur mm.
- ✓ Store variasjoner fra 2-3 kg N/daa i kornåkre til 12-15 kg N/daa i jord på husdyrbruk. I programmet Skifteplan starter korrigeringen først når organisk innhold er >12,5%.

NB! Noen utenlandske jordlaboratorier oppgir til brukerne jordas kapasitet til å forsyne plantene med N. Dette er målinger basert på kalibreringer under andre klimaforhold enn vårt kjølige klima og korte vekstsesong. Mulighetene for kraftig over-estimering av jordas mineraliseringsevne er derfor stor.

□ Hvor mye næring er det i husdyrgjødsel?

En god gjødslingsplan har gode tall for nærings-innholdet i gjødsla. Erfaringsmessig varierer dette mye. Ferske analyser anbefales.



Tabell 3.1a. Middelerdiar for tørrstoffprosent og innhald av plantenæringsstoff, kg pr. tonn i blautgjødsla frå mjølkeku, gruppert etter region

Region	N	Tørrstoff (Målt TS %)		Total N (kg/tonn)		Amm.-N (kg/tonn)		Fosfor (kg/tonn)		Kalium (kg/tonn)	
		%	(Målt TS %)	Mid-del	Varia-sjon	Mid-del	Varia-sjon	Mid-del	Varia-sjon	Mid-del	Varia-sjon
Sør-Norge	23	6,0	5,9	3,4	(2,4-4,4)	2,1	(1,1-3,1)	0,53	(0,4-0,6)	4,2	(2,6-5,7)
Innlandet	50	6,0	6,5	2,9	(2,1-3,7)	1,7	(0,9-2,5)	0,44	(0,3-0,5)	3,2	(1,7-4,7)
Vestlandet	22	6,0	6,0	3,4	(2,8-3,9)	1,8	(1,2-2,5)	0,55	(0,4-0,7)	3,3	(2,2-4,3)
Trøndelag	18	6,0	6,4	3,2	(2,2-4,2)	1,6	(1,2-2,0)	0,43	(0,3-0,5)	3,4	(2,6-4,2)
Nord-Norge	9	6,0	5,6	2,9	(2,3-3,5)	1,7	(1,1-2,4)	0,46	(0,4-0,6)	3,0	(1,7-4,3)
"Norm", storfe blaut		6,0		2,9		1,7		0,5		2,5	

Bioforsk Rapport Vol.7, nr. 24, 2012

Virkningsgrad for ammonium (NH_4^+) i gjødsla frå storfe:

	Nedmolding, tid fra spredning				Overflatespredning, forhold		
	Straks	3 t	24 t	3 døgn	Gunstig	Middels	Ugunstig
Blaut	0,90	0,73	0,54	0,44	0,50	0,35	0,16
Fast	0,90	0,65	0,40	0,30	0,30	0,15	0,05



□ Mineralogi og forvitring. Nyttig informasjon?

Standard jordanalyser gir begrenset informasjon om dette til bruk i gjødslingsplanleggingen.

- Jordas opphavsmateriale gir informasjon både om makro- og mikronæringsstoffer:
 - Marin leire har god Mg status og ofte nok tilgjengelig Cu
 - Glimmerrik jord har store reserver av K. Dette måles som syreløselig K ($K-HNO_3$)

□ Bruk jordanalysemetoder dere kjenner tolkingen av!

Jordanalyser er under stadig utvikling. I dag utføres 90% av alle analyser på norsk jord ved utenlandske laboratorier, foreløpig etter våre kjente metoder som vi er vant å tolke resultatene fra.

Å lage gjødslingsplaner med basis i jordanalyser man ikke kan tolke eller som er utviklet for andre jordtyper og klimaforhold enn hos oss er vanskelig og gir som oftest dårlig resultat.

Noen sluttkommentarer:



- ❑ Dagens jordanalyser gir god informasjon om næringsstatus i jorda på det tidspunkt prøvene tas ut, men analyser for næringsinnhold i gjødslingsmidlene er minst like viktig og her er usikkerheten stor.
- ❑ I økologisk jordbruk med mye vekstskifte og bruk av organiske gjødslingsmidler og mineraler hvor både mengde næring og frigjøringspotensialet kan være uklart, bør man vurdere oftere jordprøvetaking enn det som er kravet i dags regelverk.
- ❑ Vi mangler gode analyser som kan måle kvalitet på organisk materiale i jorda og analyser som kan estimere mineraliseringspotensialet.
- ❑ Ideelt sett burde vi hatt metoder som kunne måle biologisk aktivitet knyttet opp til frigjøring av næringsstoffer, men i praksis er det vanskelig å gjennomføre som rutinetest i landbruket.

Takk for oppmerksomheten!