



## Kalking til gras og korn

Lars Nesheim, Bioforsk Midt-Norge  
E-post: [lars.nesheim@bioforsk.no](mailto:lars.nesheim@bioforsk.no)

Det er god økonomi i å holde oppe en god kalktilstand i gras- og kornproduksjon. En optimal pH gir bedre plantevekst og en høyere utnyttning av tilførte næringsstoff i gjødsel, som igjen bidrar til mindre næringstap. Den årlige forsyningen av jordbruksjord er trolig i størrelsesorden 20-30 kg CaO per dekar. Forbruket av kalk har gått sterkt ned de siste ti åra, og i gjennomsnitt for all jordbruksjord i Norge ble det tilført 7 kg CaO per dekar i 2011. Kalkforbruket bør økes i Norge.



## Hvorfor skal en kalke?

Kulturplantene trives dårlig ved lav pH i jorda. Tilgjengeligheten av plantenæringsstoff er dårligere og planteveksten blir hemma. Dette kan skyldes at næringsstoffene blir sterkere bundet i jorda, og at omsetningen av organisk materiale blir redusert på grunn av at sopp og bakterier ikke er effektive ved lav pH. Rotveksten blir redusert på grunn av forgiftning, mellom annet fordi aluminium og mangan, som har negativ effekt på plantene, løses lettere opp i sur jord. I tillegg kan lav pH føre til at jordstrukturen blir dårligere og at biologisk nitrogenfiksering hos kløver blir sterkt redusert. Tilført gjødsel vil utnyttes dårligere ved lav enn ved en optimal pH. Kalking av jord med for lav pH vil øke muligheten for å ta ut avlingspotensialet på det aktuelle skiftet.

## Optimal pH

Surhetsgraden i jorda blir uttrykt som pH-verdi. I Norge og Sverige blir pH målt i vannekstrakt fra prøvetatt jord, mens i mange andre land blir pH-verdien målt i ekstrakt med kalsiumklorid (CaCl<sub>2</sub>). pH målt i vann gir normalt 0,5 enheter høyere pH-verdi enn pH målt i CaCl<sub>2</sub>. De siste årene ser det ut som om jordanalysene gir høyere pH enn tidligere. Forskjellene kan være rundt 0,2 enheter. En viktig årsak til høyere målt pH er at analyselaboratoriet Eurofins har skiftet analysemetode (fortynning med dobbel mengde vann i forhold til norsk metode brukt i mer enn 50 år). Det er enda ikke avklart om dette bør få konsekvenser for de norske anbefalingene om kalkingsmål.

pH i jorda skal kontrolleres ved å ta ut jordprøver hvert 4.-5. år. Dette er pålagt gjennom 'Forskrift for gjødslingsplanlegging'. Det er mest gunstig å ta ut jordprøvene på høsten. Prøvedypet bør normalt være 0-20 cm, og prøvene bør tørkes i romtemperatur rett etter uttak.

I tabell 1 er det satt opp veiledende måltall for pH etter moldinnhold og jordart. Tabellen er hentet fra Jordbruksverket (2013) i Sverige. Tallene er ikke minimumsverdier (nedre krav), men må ses på som målverdier for kalking. Er pH lavere enn målverdien vil det normalt være fornuftig å kalke. Anbefalingene om kalking i Skifteplan bygger på det samme tallgrunnlaget som er vist i tabell 1.

Som vist i tabell 1 vil den ideelle pH-verdien være avhengig av jordart og moldinnhold. Dette henger sterkt sammen med hvor mye oppløst aluminium det er i jorda. I organisk jord er det mindre aluminium enn i mineraljord, og innholdet av aluminium er høyere i leirjord enn i sand- og siltjord. En viktig faktor som bestemmer optimal pH er hvor godt de ulike kulturvekstene tåler høye konsentrasjoner av aluminium, mangan og jern i jorda.

Kunnskapsgrunnlaget for å fastsette optimal pH for de ulike vekstene kan variere. I Erstad (2012) er det referert verdier fra Nedrebø og Nome (1976). Verdiene for mineraljord er vist i tabell 2. Disse tallene samsvarer godt med det som er gitt som optimalt pH-område i Gjødslingshåndbok 2012/13 fra Yara.

Tabell 1. Veiledende mål for pH i jord med ulikt innhold av mold og leire (Jordbruksverket 2013).

		Leirinnhold i % og jordart					
		<5	5-15	15-25	25-40	40-60	>60
Mold-innhold, %	For-korting	Sand- og siltjord	Leirhold jord	Lett-leire	Mellom-leire	Stiv leire	Svært stiv leire
<6	Mf - mmh	6,0	6,2	6,3	6,4	6,5	6,5
6-12	mr	5,8	5,9	6,0	6,1	6,2	6,2
12-20	smr	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,9
20-40	mbmj	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6
>40	orgjo	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4

Forkortinger: mf = moldfattig, mmh = middels moldholdig, mr = moldrik, smr = svært moldrik, mbmj = mineralblandet organisk jord, orgjo = organisk jord

Tabell 2. Optimalintervall for pH for ulike kulturvekster på mineraljord\* (Nedrebø og Nome 1976).

Kulturvekst	pH, intervall
Hvete og bygg	6,0 - 6,5
Havre	5,8 - 6,3
Timotei, engsvingel, engrapp og hundegras	5,8 - 6,5
Raigras	6,3 - 7,0
Rødkløver	6,2 - 7,0

\* Laveste verdi for lett jord og/eller høyt innhold av organisk materiale

Tabell 3. Kalkbehov, i kg CaO per dekar for å heve pH med 0,1 enhet (Gjødslingshåndbok 2013, Yara)

Jordart	Innhold av organisk materiale			
	Moldfattig 0-3 %	Moldholdig 4-6 %	Moldrik 7-20 %	Mineralblanda mold 21-40 %
Sand, silt	10	20	30	45-60
Lettleire	20	30	40	55-65
Mellomleire	30	40	50	60-70
Stiv leire	40	50	60	65-75

Havre tåler lav pH bedre enn hvete og bygg. Bygg er den kornarten som er minst tolerant for sur jord, og toradsbygg er trolig mer ømtålig enn seksradsbygg. Tabellen viser at de viktigste grasartene trives best ved en pH mellom 5,8 og 6,5, mens raigras og rødkløver har et noe høyere krav til surhetsgraden. Men det kan være grunn til å stille spørsmål om rødkløver og raigras krever så høy pH under norske forhold.

De fleste plantenæringsstoffene er mest tilgjengelige i pH-intervallet 5,5-6,5. Ved høyere pH enn 6,5-7,0 kan det oppstå mangel på fosfor, mangan, bor og sink fordi disse stoffene blir bundet sterkere under slike forhold.

### Hva fører til forsuring?

Det er mange prosesser som fører til forsuring av jorda. Haak (1991) har beregnet at forsuringa av jordbruksjord i Sverige tilsvarer årlig ca. 15 kg CaO per dekar. I Norge er tallet trolig vesentlig høyere. Det skyldes delvis større tap ved utvasking i store deler av Norge enn i Sverige. Og at forbruket av mineralgjødning med ammonium-N er høyere i

Norge. I Fullgjødning, OPTI-KAS og OPTI-NS foreligger halvparten av nitrogenet som ammoniumnitrogen (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) og resten som nitratnitrogen (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). I prosessen for å omdanne ammonium-N til nitrat-N i jorda blir det skilt ut H<sup>+</sup> ioner som gir lavere pH. Denne effekten kan tilsvare 0,7-1,0 kg CaO-ekvivalenter per kg tilført nitrogen. En gjødning med 15 kg N i mineralgjødning vil således alene gi et årlig kalkbehov på 11-15 kg CaO-ekvivalenter per dekar. Virkning av utvasking på forsuringa vil avhenge av flere faktorer, som nedbør, jordart, terrengforhold m.m. I nedbørrike år kan tapet ved utvasking tilsvare 15-20 kg CaO per dekar og år. Andre kilder til forsuring som nedfall av svovel og nitrogen, planteopptak av kalsium og nedbryting av organisk materiale kan i sum bidra til forsuring i størrelsesorden 3-8 kg CaO per dekar og år.

I husdyrgjødsling er mye av nitrogenet bundet i organisk materiale, og den lettlosløse delen er stort sett ammonium. Selv om pH i husdyrgjødsling kan ligge rundt 7,5-8,0 vil totalvirkningen være nær nøytral. Svenske resultat tyder på at spredning av husdyrgjødsling motvirker forsuring, og at det er større virkning av storfegjødsling enn av grisegjødsling.

## Kalkbehov

Behovet for kalk blir målt i kg CaO-ekvivalenter, som er summen av kalsiumoksid og magnesiumoksid. I denne publikasjonen blir det skrevet CaO når en egentlig mener CaO-ekvivalenter. De ulike kalktypene har ulikt innhold av CaO, se mer under omtale av kalkingsmidlene. I tabell 3 er det vist hvor mye CaO som skal til for å heve pH med 0,1 enheter på ulike jordarter med ulikt moldinnhold (Yara 2013). Nødvendig kalkmengde for å heve pH varierer mye med leirinnhold og innhold av organisk materiale. For eksempel på lettleire vil behovet øke fra 20 kg CaO på moldfattig jord til 55-65 kg CaO per dekar på mineralblanda mold. På myrjord, med lite omdanna torv, må det til 40 kg CaO per dekar. Mens tilsvarende tall for myrjord med mye omdanna torv er 90 kg CaO for å øke pH med 0,1 enhet.

I gjødslingsplanverktøyet Skifteplan har en nå tatt i bruk svenske tall for å fastsette optimal pH og beregne behov for tilføring av CaO (Lindemark pers. oppl.). Det blir regnet ut en jordartsfaktor, som kan ha maksimal verdi på 90, etter følgende formel:

$$\text{Jordartsfaktor} = (1,9 + (3,5 \times \text{moldinnhold} + \text{leirinnhold})/3,8) * 5$$

Dersom moldinnholdet er 3 % og leirinnholdet er 20 %, blir jordfaktoren 50. CaO-behovet (kan maksimalt være 500) blir regnet ut slik:

$$\text{CaO-behov} = (\text{ønsket pHbygg} - \text{pHmålt}) * \text{Jordartsfaktor} * 10$$

Om en setter ønsket pH til 6,3 og målt pH til 5,8 blir kalkbehovet estimert til 250 kg CaO per dekar.

## Forbruket av kalk

Kalkstatikken fra Mattilsynet viser at kalkforbruket, utenom skjellsand, har minket fra 193.000 tonn i 2001 til 137.000 i 2011. Siste år med statistikk for skjellsand er 2007, og forbruket minket fra 64.000 tonn i 2001 til 26.000 i 2007. I 2011 utgjorde brentkalk og granulert kalk henholdsvis 1,5 og 6 %. Grovkalk sto alene for nesten 40 % av kalkforbruket i 2011.

Ved å dele kalkforbruket i 2011 på totalt jordbruksareal i samme år (9,99 mill. daa) blir gjennomsnittlig kalkforbruk på ca. 14 kg kalk. Dette tilsvarer om lag 7 kg CaO per dekar, som er veldig mye lavere enn behovet for å motvirke forsuring.

## Kalkverdi og kalkingsmidler

Kalkverdi, eller nøytraliserende verdi, blir oppgitt som pH-virkningen av CaO, eller MgO, per 100 kg vare, etter 1 år eller 5 år. For eksempel kan verdien av grovkalk være 43/53. Det betyr at ikke all kalk er løst opp det første året og at det er 10 enheter igjen etter ett år. For brentkalk er derimot kalkverdien 95/95, og det innebærer at kalken har full effekt det første året.

De mest brukte kalktypene i korn- og grasdyrking er kalksteinsmel, grovkalk og dolomittmel. Brentkalk er noe brukt i hagebruket, men kan også være aktuelt i korn- og grovfôrproduksjon der det er behov for en rask heving av pH. Skjellsand blir også noe brukt, særlig på kysten der transportkostnadene ikke blir for høye.

- *Kalksteinsmel og grovkalk.* Kalkstein blir knust og males ned til ønsket gradering. Kalkverdi: 43-53/45-53. Innhold av magnesium kan variere etter uttakssted: <0,5-2,5 %.
- *Grovdolomitt.* Kalkverdi: 34-50/50-60. Innhold av magnesium: 11-12 %.
- *Granulert dolomitt.* Kalkverdi: 54/54. Innhold av magnesium: 12 %. Kan spres med sentrifugalspreder.
- *Granulert kalk.* Kalkverdi: 53/53. Innhold av magnesium: 2 %. Dette produktet egner seg godt til spredning med sentrifugalspreder, og løser seg godt opp etter regn.
- *Brentkalk.* Kalkverdi: 95/95. Innhold av magnesium: <0,5 %.
- *Skjellsand.* Kalkverdi og innhold av magnesium kan variere mye med opphavsmateriale og uttakssted. Kalkverdi: 15-30/30-45/54. Innhold av magnesium: 0-2 %. Skjellsand er ikke godkjent av Mattilsynet som kalkprodukt på grunn av store forskjeller i kvalitet.

Som vist overfor er det stor forskjell på magnesiuminnholdet i kalkingsmidler. Dersom jordprøvene viser at innholdet av magnesium i jorda er lite eller middels (Mg-AL<6), og at innholdet av kalium er over middels (K-AL>15 og K-HNO3>80), bør en vurdere å bruke kalk som inneholder magnesium.



## Spredning av kalk - strategi, tidspunkt og mengder

### Strategi for kalking

I tabell 1 er det gitt veiledende målverdier for pH ved ulikt innhold av mold og leire, og i tabell 2 er det satt opp optimalintervall for ulike vekster. Videre er det i tabell 3 gitt mengder som skal til for å heve pH med 0,1 enheter. Ut i fra analyse av pH i jordprøver må en velge en strategi for kalkingen. Dersom pH ligger langt under ønskelig nivå, for eksempel 0,5-1,0 enheter, er det behov for grunnkalking. Da kan en spre store mengder, og det vil være best virkning ved god innblanding av kalken i jorda. Ved behov for mindre mengder kalk, vedlikeholdskalking for å motvirke årlig forsuring, kan en også spre kalken på grasmark uten å pløye ned kalken (overflatekalking). I tillegg til mengde må en også bestemme kalktype, ut i fra innhold av magnesium i jorda, og spredetidspunkt.

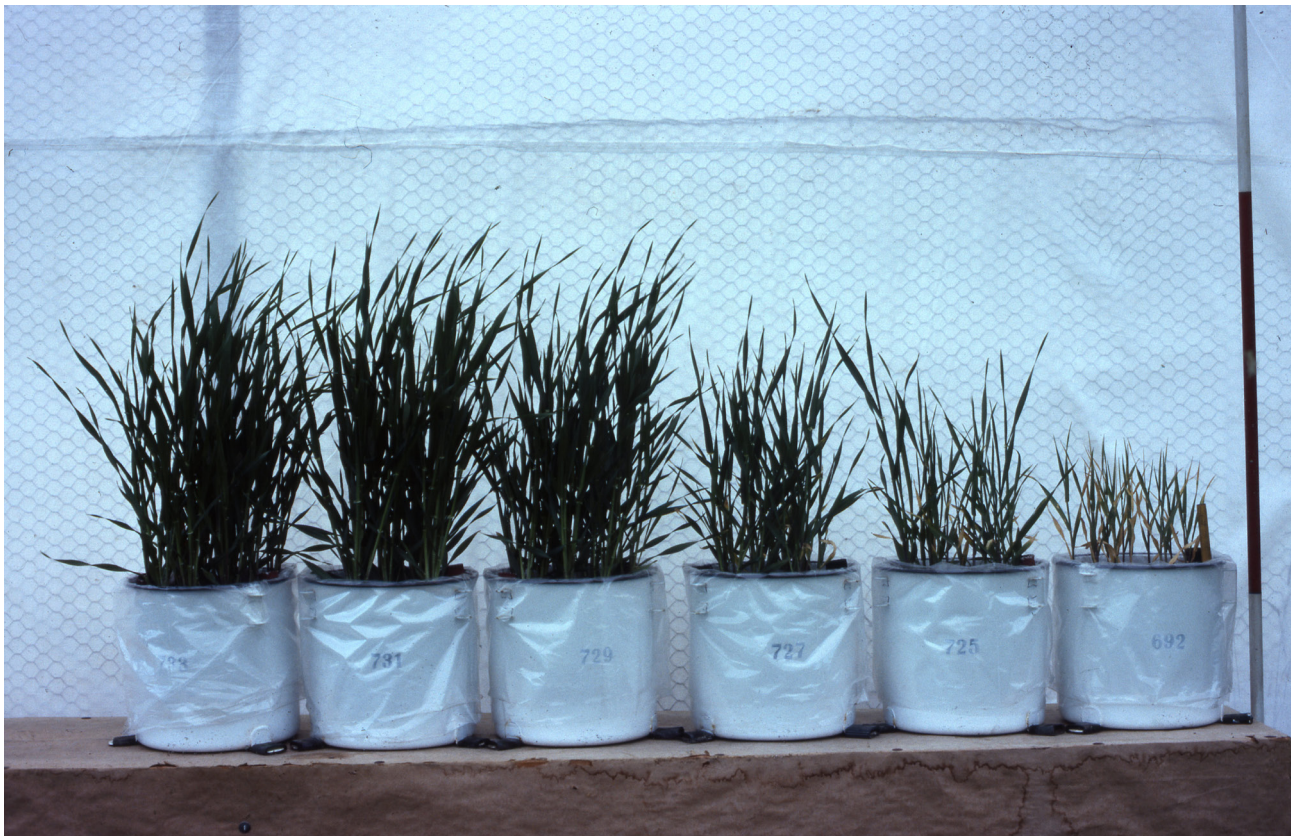
### Grunnkalking

Dersom en skal heve pH med 1,0 enheter, vil for eksempel behovet for CaO på lettleire med 4-6 % mold være 300 kg per dekar. Ved bruk av en kalktype

med kalkverdi 42/50 må en bruke 600 kg kalk per dekar. Den beste utnyttingen av kalken, med størst effekt på pH, vil en få ved å blande kalken i jorda. Det kan en gjøre ved å spre kalken i åpen åker, på kornstubb eller på grasmark, og pløye, slådde og harve for å få god innblanding. Ved behov for store mengder kan det være fornuftig å kalke flere ganger, for eksempel i to år på rad.

### Vedlikeholdskalking

For å motvirke forsuring kan en spre mindre mengder for å holde pH oppe på ønsket nivå. Dette kan gjøres hvert 3.-5. år. Kalken kan enten spres i åpen åker eller på overflata av grasmark. Mengden vil være avhengig av årlig forsuring. Dersom en setter dette til 30 kg CaO per år, og en vil kalke hvert 4. år, må en tilføre 120 kg CaO, eller 240 kg kalk med en kalkverdi på 42/50. Overflatekalking på eng under varierende forhold er undersøkt av Fystro og Bakken (2003). Meravlinger etter kalking er vist i tabell 5. Konsentrasjonen av kalsium og magnesium steg etter kalking, og opptaket og konsentrasjonen av magnesium var høyere der det var brukt dolomitt enn der kalksteinsmel ble spredd.



Virkning av stigende mengder grovkalk til 2-radsbygg i siltig lettleire. 0-500 kg CaO + MgO fra høyre mot venstre. Foto: Karl-Jan Erstad.

## Tidspunkt for kalking

Kalk kan spres tidlig om våren eller om høsten. Kalking om våren er mest praktisert der en kan harve kalken ned i jorda. Høstkalking kan være et alternativ for å unngå den mest hektiske tiden i våronna. Det er lite undersøkt om kalking på sådd høstkorn kan påvirke bestanden negativt. Derfor bør en være litt forsiktig mengden. Det kan kalkes på frossen jord, for eksempel på myrjord med dårlig bæreevne. Men all kalking må utføres når jorda tåler kjøring. Særlig i ulendt terreng må en unngå å kalke når det er ventet store nedbørmengder på grunn av risiko for tap av kalk ved avrenning.

## Spredemetode

Det meste av kalken blir nå spredd med kalkvogn av entreprenør. Som nevnt tidligere utgjorde granulert kalk 6 % av omsetningen i 2011, og denne kalktypen kan spres med sentrifugalspreder. Det må understrekes at en optimal utnytting av kalken er avhengig av jevn spredning.

## Lønnsom kalking!

### Meravling etter kalking - basert på norske forsøk

Lønnsomhet ved kalking vil være bestemt av kostnaden med kalking og virkning på avlingsmengde og mineralsammensetning, både i korn og i grovfôr. De siste årene er det ikke gjennomført forsøk med kalking til korn. I en forsøksserie på seksti-tallet ble det gitt 300 og 600 kg kalksteinsmel om våren

i første forsøksår. Ettervirkningen ble målt i andre og tredje forsøksår (tabell 4). Avlingsnivået var mindre enn det som er vanlig nå, men resultatene er trolig overførbare til dagens forhold. I det første forsøksåret var meravlingen 19 og 24 kg per dekar for minste og største kalkmengde. Det tilsvarer 6 og 8 % økning for henholdsvis 300 og 600 kg kalk.

Ved å gruppere alle feltene over alle år etter pH ved forsøksstart fant en at meravlingen for 300 kg kalk var 18 kg per dekar på felt med pH under 5,5, og 6 kg der pH var over 5,5. Utslagene for 600 kg kalk var større. Meravlingen på felt med pH under 5,5 var 24 kg, på felt med pH mellom 5,5 og 6,0 var økningen 14 kg og på felt med pH over 6,0 var meravlingen 6 kg.

Tabell 5 viser avlingsutslagene for 250 kg CaO gitt på overflaten i første året for felt med pH ved start på under og over 5,3 (Fystro og Bakken 2003). På felt med lavest pH var meravlingen 320 kg over fireårsperioden, eller 9,5 % i forhold til ukalka ledd. Der pH i utgangspunktet var høyere var avlingsutslaget 3 %, eller 120 kg per dekar.

### Kostnader med kalking i forhold til meravling

Prisen for ferdig spredd kalkprodukt kan variere. I vårt eksempel er prisen for Agri DOL 35/48 satt til kr 605 per tonn og prisen på Agri grov VK 43/51 er kr 505. Det gir en pris per kg CaO, regnet etter kalkverdien etter 5 år, på kr 1,26 for Agri DOL og kr 0,99 for Agri grov VK. Kostnaden med å tilføre 250

Tabell 4. Avlingsøkning i 1. til 3. forsøksår etter kalking om våren i 1. året. Middel av 31 forsøksfelt (Stabbetorp 1978).

	Kg korn per dekar		
	Uten kalk	300 kg/daa kalksteinsmel	600 kg/daa kalksteinsmel
1. forsøksår	295	+ 19	+ 24
2. forsøksår	309	+ 14	+ 19
3. forsøksår	299	+8	+ 20
Total meravling		+ 41	+ 63

Tabell 5. Meravling på eng etter kalking med 250 kg CaO i granulert dolomitt om våren i første forsøksår. Middel av 18 felt (Fystro og Bakken 2003).

pH ved start	Tal felt	1. år	2. år	3. år	4. år	Meravling, i % av avling på ukalka ledd
pH<5,3	9	0	70	150	100	9,5
pH>5,3	9	0	45	45	30	3



kg CaO per dekar, fordelt på fire år, vil da være kr 79 for Agri DOL 35/48 og kr 62 per dekar for Agri grov VK 43/51.

I tabell 4 er det vist meravlinger for kalking i tre år. Dersom vi forutsetter at avlingsøkningen i fjerde år er lik meravlingen i tredje forsøksår, vil total meravling i løpet av fire år være 49 kg korn etter 300 kg kalksteinsmel og 83 kg etter 600 kg kalk. Verdien av 1 kg bygg er satt til kr 2,45 (Felleskjøpet 2013), og meravlingene vil da være verdt henholdsvis kr 120 og kr 203. Prisen for 150 kg CaO (300 kg kalksteinsmel) fordelt på fire år vil være kr 39 per dekar, og tilsvarende kr 78 for den doble mengden. Merverdien etter kalking per dekar vil være kr 81 og kr 125 for perioden på fire år, eller kr 20 og kr 31 per år.

Avlingsøkninger etter kalking med 250 kg CaO på eng er vist i tabell 5. Tallene er gitt i kg tørrstoff. Om vi forutsetter en førenhetsverdi på 0,87, vil meravlingen i forsøksperioden på fire år være 104 og 278 FEm per dekar, henholdsvis på felt med pH over 5,3 og felt med pH under 5,3. Prisen per FEm er satt til kr 2,45 (NLR Helgeland), og det gir en total merverdi på kr 255 og kr 681. Ved å trekke i

fra kostnaden med dolomittkalk, som er kr 79 per dekar, er netto merverdi kr 176 og kr 602. Om en fordeler dette på fire år, vil netto gevinst av kalking være kr 44 per dekar og år der pH var over 5,3 ved kalking, og kr 151 der pH var lavere.

Erstad (2012) har på grunnlag av svenske avlingstall beregnet en merverdi etter kalking av bygg på kr 52 per dekar og år, og kr 152 etter kalking av første års eng. For bygg er dette noe høyere enn våre beregninger på grunnlag av norske tall, men for eng ligger beregningene på samme nivå.

## Oppsummering

- En optimal pH gir bedre plantevekst, bedre utnyttning av gjødsel og mindre næringstap
- Forsuringen av jordbruksjord er 20-30 kg CaO per dekar og år. Dette tilsvareer behovet for årlig vedlikeholdskalking.
- I gjennomsnitt for all jordbruksjord i Norge ble det tilført 7 kg CaO per dekar i 2011.
- Kalkforbruket bør økes i Norge.
- Kalking av sur jord er lønnsomt. Eksempler viser at verdien av meravling er høyere enn kostnaden med kalking



Forsøk med gjødsel med ulik kalkvirkning. Virkning etter 10 år. Ruten til venstre hadde pH på 4,4 mens ruten til høyre hadde pH på 5,1. Foto: Birger Volden.





Foto: Franzefoss Miljøkalk AS.

## Litteratur

Erstad, K.-J. 2012. Kalkingsmål for korn og gras. Rådgivande Agronomar Rapport 4/2012. 81 sider.

Fystro, G og Bakken, A. K. 2003. Mikromineral i gras etter overflatekalking av eng. Grønn Kunnskap 7 (3): 138-156.

Haak, E. 1991. Kalkning av fastmarksjordar. Växtpressen nr. 2/1991. side 12-13.

Jordbruksverket 2013. Riktlinjer för gödsling och kalkning 2014. Jordbruksinformation 11-2013. 90 sider.

Stabbetorp, H. 1978. Kalkingsforsøk på mineraljord på Østlandet. Etterutdanningskurs ved NLH, Sem i Asker. 10 sider.



Arbeidet med temaarket er finansiert av Franzefoss Miljøkalk AS.

BIOFORSK TEMA  
vol 9 nr 23  
ISBN: 978-82-17-01313-6  
ISSN 0809-8654

Fagredaktør:  
Erik Revdal  
Ansvarleg redaktør:  
Forskningsdirektør Nils Vagstad  
Forsidefoto: Franzefoss  
Miljøkalk AS

[www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no)