



Riktlinjer för gödsling och kalkning 2012

Innehåll

1	Inledning	5	6	Fosfor	51
			6.1	Bakgrund	51
			6.1.1	- Priser på fosfor och produkter	51
			6.2	Gödslingsrekommendationer	51
			6.2.1	- Rekommendationer till enskilda grödor	51
			6.2.2	- Miljöhänsyn	53
			6.2.3	- Hänsyn till P-AL i alven	53
			6.2.4	- Fosforrekommendationer vid höga pH-värden	53
			6.3	Gödslingsstrategi	54
			6.4	Spridningsteknik	55
			6.5	Fosfor i organiska gödselmedel	55
			7	Kalium	57
			7.1	Bakgrund	57
			7.2	Justering för skördenivå	59
			7.3	Gödslingsstrategi	59
			7.4	K/Mg-kvot	60
			8	Magnesium, svavel och mikronäringsämnen	61
			8.1	Magnesium	61
			8.1.1	- Bristsymptom	61
			8.1.2	- Gödsling	61
			8.2	Svavel	62
			8.2.1	- Bristsymptom	62
			8.2.2	- Gödsling	62
			8.3	Bor	63
			8.3.1	- Bristsymptom	63
			8.3.2	- Gödsling	63
			8.4	Koppar	63
			8.4.1	- Bristsymptom	63
			8.4.2	- Gödsling	64
			8.5	Mangan	64
			8.5.1	- Bristsymptom	64
			8.5.2	- Gödsling	64
			8.6	Schema över gränsvärden för brister, gödsling m m	65
			9	Kalkning	67
			9.1	Allmänt	67
			9.2	Kalktillstånd	68
			9.3	Kalkbehov	69
			9.4	Basmättnadsgrad	71
			9.5	Strukturkalkning	71
			9.6	Kalkningsmedel	72
			9.6.1	- Effektivitet	72
			10	Referenser	75
			Bilaga 1	Schema för bestämning av kvävebehov via mineralgödsel	
			Bilaga 2	Sand- och mojordar – lämplig och olämplig spridning av stallgödsel	
			Bilaga 3	Spridning av stallgödsel på lerjordar av stallgödsel	
			Bilaga 4	God markkarteringssed enligt Markkarteringsrådet	
2	Allmänt om gödsling	7			
2.1	Markkartering	7			
2.2	Skörderelaterad gödsling	10			
2.3	Precisionsodling	10			
2.4	Växtanalys	11			
2.5	Växtnäringsbalans	11			
2.6	Skiftesredovisning	12			
3	Gödselmedel	13			
3.1	Mineralgödsel	13			
3.2	Stallgödsel	14			
3.2.1	- Gödselproduktion	14			
3.2.2	- Växtnäringsutsöndring	15			
3.2.3	- Gödslingseffekt	16			
3.2.4	- Övriga växtnäringsämnen	18			
3.2.5	- Spridning	19			
3.2.6	- Spridningsregler	20			
3.2.7	- Långtidsverkan	20			
3.3	Biogödsel	21			
3.4	Avloppsslam	22			
4	Riktgivor av kväve	25			
4.1	Beräkningsmetodik för optimal kvävegödsling	25			
4.1.1	- Spannmåls- och gödselpriser	26			
4.1.2	- Stråsäd	26			
4.1.3	- Oljeväxter	28			
4.1.4	- Slåttervall	29			
4.2	Optimal gödsling, miljö och ekonomi	31			
4.3	Kvävegödslingsrekommendationer	32			
4.3.1	- Organogena jordar	33			
4.3.2	- Gödselmedel/appliceringsteknik	33			
4.3.3	- Stråsäd	33			
4.3.4	- Vall	35			
4.3.5	- Oljeväxter	36			
4.3.6	- Potatis	37			
4.3.7	- Sockerbetor	38			
4.3.8	- Majs	38			
4.3.9	- Salix	38			
4.4	Förfrukt	39			
4.5	Markkväveanalys	41			
4.6	Såtid	41			
5	Kvävegödslingsstrategi	43			
5.1	Stråsäd	43			
5.1.1	- Höstvet	43			
5.1.2	- Höstråg och höstkorn	46			
5.1.3	- Rågvete	46			
5.1.4	- Vårsäd	46			
5.2	Slåttervall	46			
5.3	Höstoljeväxter	47			
5.4	Potatis	48			
5.5	Sockerbetor	48			

Författare Bertil Albertsson
Layout Holmbergs i Malmö AB

FOTO	SID.
Jens Blomquist	5, 16, 39, 58, 67, 72
Eurofins	7, 9
Karl-Arne Hedene	61, 63
Hans Jonsson	1, 14, 26, 29, 31, 33, 36, 37, 43, 45–48, 54, 57
Erik Karlsson	25, 53
Lantmännen	11
Göran Molin	41
Henrik Nätterlund	19
Peder Waern	62, 64
Urban Wigert	14

1 Inledning

Avsikten med ”Riktlinjer för gödsling och kalkning 2012” är att lämnade råd ska ligga till grund för en ekonomiskt optimal gödsling och kalkning. Rekommenderade givor bedöms också ligga inom gränserna för miljömässigt godtagbar gödslingsinsats.

Användning av växtnäring i odlingen är en viktig ekologisk och ekonomisk faktor. Odling medför oundvikligen att stora mängder växtnäringsämnen är i omlopp jämfört med vad som förekommer i de flesta naturliga ekosystem. Detta medför att förlusterna av växtnäring till vatten och luft är större från den odlade jorden än från skogsmark och naturmark.

Till en del kan dessa förluster minskas genom anpassning och utveckling av odlingsystem, gödslingsnivå och spridningsteknik. Odling av fånggrödor, övergång från höst- till vårplöjning, utökning av lagringskapaciteten för stallgödsel, begränsning av djurtäthet och spridningstidpunkter för stallgödsel samt tekniska förbättringar av gödselspridare ger också förutsättningar för ökad växtnäringseffektivitet. Även med omfattande förbättringar kommer dock odling alltid att ge upphov till växtnäringsflöden till omgivningen. För att kunna minimera oönskad miljöpåverkan är en riktig avvägning och precision i gödslingen av stor betydelse.

Rapporten ”Riktlinjer för gödsling och kalkning 2012” har utarbetats av Jordbruksverket utifrån känd kunskap och beprövad erfarenhet inom ämnesområdet. Inför publiceringen av rapporten har samråd skett med de organisationer som ingår i Markkarteringsrådet (se bilaga 4).

Både spridnings- och odlingsteknik bidrar till att minska förlusterna av växtnäring från den odlade arealen. Kantspridningsutrustning ger förbättrad möjlighet att tillföra fältets normalgiva också längs fältkanten utan att gödsel hamnar utanför fältet.



2 Allmänt om gödsling

Resultat från fältförsök, utförda under olika odlingsbetingelser, kan uttryckas i matematiska samband mellan insats av produktionsmedel och uppnådd skörd. Dessa produktionsfunktioner kan i sin tur användas för bedömning av ekonomiskt optimal gödslingsnivå, vilket är den gödslingsinsats som utifrån ett givet försöksmaterial kan beräknas ge det bästa ekonomiska utbytet. Den största tillgången på sådana försökssamband har vi för kväve, som har sin huvudsakliga verkan under det år det ges, medan förhållandena kompliceras för fosfor och kalium, vars verkan kan sträcka sig över flera år. Vägledande för fosfor- och kaliumgödslingen är utöver uppmätta skördeeffekter också strävan att långsiktigt hålla jordarna i ett näringstillstånd som ger förutsättningar för uthållig produktion.

Av förklarliga skäl finns det inte produktionsfunktioner som täcker in alla grödor under alla skiftande odlingsbetingelser. Därför måste faktorer på gården eller fältet, som avviker från de förhållanden som rådde där försöken utfördes, vägas in vid den slutliga utformningen av gödslingsrekommendationen.

2.1 Markkartering

Med markkartering avses provtagning och analys av växtnäringsinnehållet och kalktillståndet i jorden samt upprättande av karta eller protokoll där analysresultaten kan relateras till provtagningsplatsen på fältet. Vid markkartering görs även bedömning eller analys av jordart och mullhalt.

Uttagning av jordprov vid markkartering sker numera i stor utsträckning med jordbör som är monterat på en 4-hjulig.



Jordartsbestämning inom miljöstödet ”Miljöskyddsåtgärder” ska genomföras genom sikt- och sedimentationsanalys.

Beroende på jordart och odlingsinriktning kan det finnas skäl att variera omfattningen av jordanalysen. Normal miniminivå för analysen är bestämning av pH-värde samt fosfor- och kaliumtillstånd. Bestämning av lösligt magnesium och kalcium sker i samma extrakt som fosfor och kalium och görs utan extra kostnad. Därför rekommenderas magnesium- och kalciumanalys på samtliga prover. På lätta jordar och på mulljordar, eller där det av andra skäl kan finnas risk för bor- eller kopparbrist, bör analysen även omfatta dessa ämnen.

För att bestämma löslig fosfor samt lösligt kalium, magnesium och kalcium används AL-lösning (ammoniumacetat-laktat), medan HCl-lösning (saltsyra) används för att bestämma svårösliga förråd. Gödslingsrekommendationerna grundar sig huvudsakligen på AL-analysen. K-HCl ger värdefull information om den långsiktiga kaliumleveransförmågan. Lätta jordar har litet kaliumförråd, medan det motsatta gäller för styva jordar. P-HCl-värdet anses inte tillföra något mervärde i rådgivningen, men kan användas vid beräkning av fosforbalans i marken.

Jordens innehåll av löslig fosfor delas in i sex klasser, medan innehållet av lösligt kalium samt förrådet av fosfor och kalium delas in i fem klasser. Ytterligare upplysningar om markkartering och jordanalys finns i bilaga 4.

Tabell 1. Klassindelning och halter av fosfor och kalium, mg/100 g torr jord

Lättlöslig fraktion				Förrådsfraktion		
Klass	P-AL	Klass	K-AL	Klass	P-HCl	K-HCl
I	< 2	I	< 4	1	< 20	< 50
II	2,0–4,0	II	4,0–8,0	2	20–40	50–100
III	4,1–8,0	III	8,1–16	3	41–60	101–200
IV A	8,1–12	IV	16,1–32	4	61–80	201–400
IV B	12,1–16	V	> 32	5	> 80	> 400
V	> 16					

Växtnäringshalten anges per viktsenhet jord, medan växterna tar upp näringen från en viss volym jord. Volymvikten har därför stor betydelse. För fastmarksjord kan, som ett grovt medelvärde, volymvikten i matjorden anses uppgå till 1,25 kg/l och för mulljord kan den vara mindre än hälften. Är volymvikten lägre än 0,9 kg/l bör jorden ”placeras” i närmast lägre klass än vad analysvärdet anger för att korrigera för den lägre volymvikten.

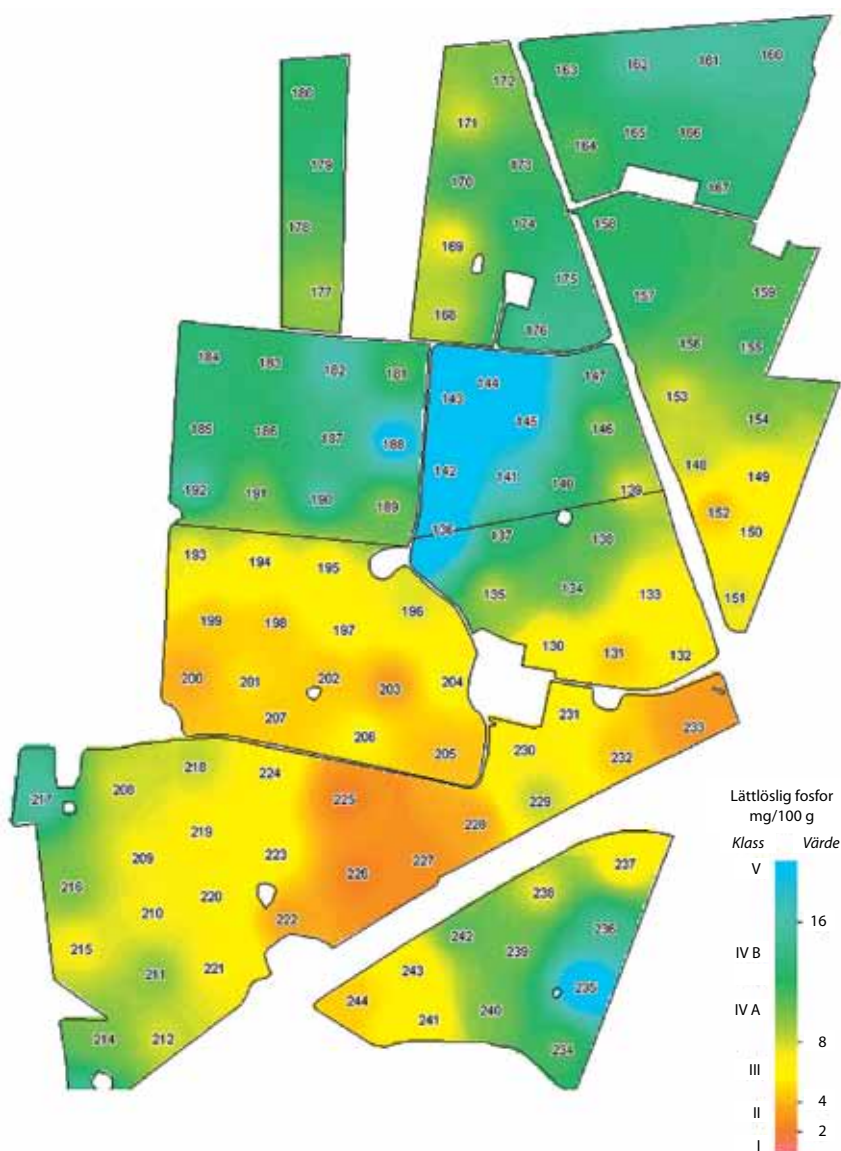
Kontroll av markkartan (omkartering) bör normalt ske vart 10:e år. Längre intervall (11–15 år) kan vara aktuellt vid jämna jordartsförhållanden, inget kalkningsbehov, måttlig stallgödseltillförsel, beräknad växtnäringsbalans för P och K i växtföljden eller regelbunden uppföljningskartering. Uppvisar den första omkarteringen förväntade resultat utifrån

gödsling och skördar, kan det längre intervallet tillämpas vid nästa omkartering om gödslingsråden följs. Vid låga växtnäringstillstånd i marken är det dock särskilt viktigt att markkartering sker regelbundet, så att inga oväntade skördeförluster uppkommer till följd av felaktig gödsling.

Uppföljningskartering avser extensivare provtagning som sker minst vart 3:e år. Denna kan antingen avse vissa intressanta provpunkter, ca var 5:e jämfört med fullständig markkartering, som fastläggs genom GPS-positionering (globalt positioneringssystem) eller provtagning längs en linje som väl representerar skiftets dominerande jordart. Varje linje bör högst representera 15 ha. Analys som sker efter linjeprövtagning kan inte direkt jämföras med punktkartering, eftersom provpunkterna inte sammanfaller. Återkommande linjeprövtagning kan däremot jämföras med tidigare provtagningar. I första hand rekommenderas uppföljningskartering med GPS-positionering, eftersom det ger bättre underlag för anpassad gödsling.

Vid kortare tidsmässigt intervall mellan provtagningarna kan man snabbare avgöra om växtnäringshalten ökar, minskar eller ligger kvar på oförändrad nivå. För att kunna jämföra analysvärden mellan olika år är det nödvändigt att proven tas ut vid samma årstid.

Moderna markkartor presenteras vanligen med interpolerade färgmarkeringar för hela fältytan.



2.2 Skörderelaterad gödsling

Beroende på skördens storlek varierar mängden bortförd växtnäring. En högre genomsnittlig skördenivå kräver således större tillgång på växtnäring än en lägre skörd sett över en längre tidsperiod. I tabell 2 redovisas bortförelsen av växtnäring med några olika grödor vid angiven skördenivå och normala halter av kväve, fosfor och kalium.

I stråsädens halm och rötter finns ca 40 % av grödans totala kväveinnehåll. Av det totala näringsinnehållet i en vallgröda finns ungefär en tredjedel i rotsystemet. Brukas halm och blast ner, återgår en väsentlig del av växtnäringen direkt till jorden. Då skörderesterna används som strö eller foder återförs merparten av näringen med stallgödseln.

Tabell 2. Ungefärlig mängd kväve (N), fosfor (P) och kalium (K) i några olika grödor

Gröda	Skörd ton/ha	Kg/ha		
		N	P	K
Fodervete, kärna, 11 % protein	6	100	19	26
Brödvete, kärna, 12 % protein	6	110	19	26
Korn, kärna	5	80	17	22
Stråsädeshalm	4	30	4	40
Oljeväxter	2,5	90	15	20
Ärter	3,5	120	13	35
Potatis, knölar	30	105	15	150
Vall, 25 % klöver	6 (ts)	140	14	150
Socketbetor, betor	45	90	18	90
Socketbetor, blast	30	100	15	150

2.3 Precisionsodling

Mark- och skörderelaterad gödsling har hittills vanligen utgått från fältnivå. Genom tillämpning av GPS-teknik (globalt positioneringssystem) är det möjligt att fastställa hur markförhållandena är och hur skördeutfallet varit på olika delytor av fältet. Om dessa uppgifter kopplas samman med spridningsutrustningen för gödselmedel och kalk kan en ökad precision i tillförelsen åstadkommas.

Styrning av kvävetillförelsen i växande gröda i sent utvecklingsstadium kan vidare ske med en utrustning som reglerar utmatningen med hänsyn till grödans färg och beståndets täthet. Upplösningen sträcker sig i princip ned till 20 x 20 m.

Metoder som utnyttjar den gröna färgen som styrmedel förutsätter att grödan är frisk och att inga växtnäringbrister förutom eventuell kvävebrist föreligger.



N-sensorn som är monterad på traktorns tak läser av grödans färg och täthet. Denna information omvandlas till styrning av utmatad mängd från gödselspridaren.

2.4 Växtanalys

Bestämning av mineralämneshalten i en hel växt eller växtdel vid väl definierade utvecklingsstadier kan ge besked om växtnäringsinnehållet är optimalt i relation till dokumenterade normvärden. Denna metodik för bestämning av gödslingsbehov kan tillämpas för de flesta näringsämnen, men används framför allt vid misstänkta mikronäringsbrister och inför eventuell tilläggsgödsling med kväve. Ska kompletteringsbehovet av kväve bestämmas genom växtanalys, bör också jordanalys utföras. Jordanalysen ger svar på hur mycket kväve som finns tillgängligt i marken. Växtanalys som ska ligga till grund för tilläggsgödsling med kväve är inte meningsfull, om andra tillväxtfaktorer är starkt tillväxtbegränsande.

I analysbevisen för växtanalys lämnas normalt råd om vilka gödsling-såtgärder som bör genomföras.

2.5 Växtnäringsbalans

Med växtnäringsbalans avses en balans som upprättas mellan tillförsel och bortförsel av växtnäringsämnen. Detta kan ske på fält-, gårds-, regions- eller landsnivå. För den enskilde jordbrukaren är det intressant att göra en balans på både fält- och gårdsnivå. Växtnäringsbalans är ett värdefullt verktyg då gårdens växtnäringshushållning ska analyseras.

Vid upprättandet av växtnäringsbalans på gårdsnivå tar man hänsyn till växtnäring som köps in i form av foder, levande djur, stall- och mineralgödsel. Andra tillförselposter är atmosfäriskt nedfall och baljväxternas kvävefixering. Bortförseln från gården utgörs av växt- och djurprodukter. Även stallgödsel kan bortföras från gården.

Fältbalans beskriver tillförsel, bortförsel och överskott på fältnivå. Den avgörande skillnaden i förhållande till gårdsbalans är att ammoniakförlusterna från stallgödsel i stall och under lagring inte ingår i fältbalansberäkningarna. Generellt gäller att balanser/överskott som ska jämföras måste vara upprättade på samma sätt. Fältbalans ger bland annat en indikation på fosfortillståndets utveckling mellan markarteringstillfällena.

Inom Greppa Näringen har sammanställningar gjorts av ett stort antal växtnäringsbalanser på gårdar med olika driftsinriktning, som utgör ett gediget jämförelsematerial. Högre kväveöverskott än medeltalet kan utgöra utgångspunkt för effektiviseringsåtgärder. Jämförelser med de effektivaste gårdarna visar på förbättringspotentialen. När det gäller fosfor och kalium bör balansen relateras till marktillståndet på den enskilda gården. Balans eller svagt positiv balans bör eftersträvas på jordar i medelklass. Vid högt marktillstånd bör balansen visa underskott och vid låg klass visa överskott.

2.6 Skiftesredovisning

Genom att bokföra tillförseln av växtnäring och kalk i en så kallad skiftesredovisning kan man hålla kontroll över tillförda mängder på längre sikt. Regelbunden markartering eller linjekartering ger tillsammans med växtnäringsbalanser upplysning om differensen mellan till- och bortförsel långsiktigt leder mot önskat växtnäringsstillstånd.

3 Gödselmedel

3.1 Mineralgödsel

På marknaden finns ett stort antal enkla – främst kvävegödselmedel – och sammansatta gödselmedel med olika proportioner av kväve, fosfor och kalium. Det vanligaste enkla kvävegödselmedlet är kalkammonsalpeter (27 % N), med eller utan svavel. Kvävedelen i dessa produkter består av ammoniumnitrat. Ammoniumnitrat förekommer också som gödselmedel utan tillsats av svavel eller andra växtnäringsämnen (34 % N), men bl a på grund av hanteringsmässiga restriktioner som gäller för produkten är användningen begränsad. Kvävegödselmedel som är baserade på ammoniumnitrat kan användas till många olika grödor. Två enkla kvävegödselmedel som används i liten omfattning är kalksalpeter (15,5 % N) – i växande gröda och urea (46 % N) – vid nedmyllning före sådd.

De olika kvävegödselmedlen påverkar markens pH-värde i olika grad. Kalksalpeter har positiv kalkverkan, kalkammonsalpeter neutral eller svagt sur, medan ammoniumnitrat och urea har negativ kalkverkan.

NPK-gödselmedel finns i många olika kombinationer. Denna gödseltyp har ett brett användningsområde. Traditionellt har NPK-gödselmedlen använts före sådd av vårsäd och till vallar, men under senare tid används de också vid vårgödsling i höstsådda grödor. Förstaårseffekten av fosfor som läggs på markytan är dock lägre än om fosfor blandas in i jorden.

Beroende på behovet av de tre växtnäringsämnena kan olika sammansättningar väljas. Det kan dock vara opraktiskt att hantera många produkter på den enskilda gården. Detta innebär att det är svårare att anpassa gödslingen det enskilda året till aktuella markförhållanden än om man använder enkla kvävegödselmedel i kombination med P/PK.

Bland NPK-gödselmedlen finns också produkter med ett brett spektrum av makro- och mikronäringsämnen. Dessa produkter är främst avsedda för potatis och grönsaker. Ett speciellt NPK-gödselmedel som innehåller natrium är framtaget för att passa vid sockerbetsodling.

Vid odling av höstsådda grödor rekommenderas höstgödsling av fosfor och kalium om innehållet av dessa ämnen är lågt i marken. Aktuella gödselmedel är P₂₀, som innehåller 20 % P eller PK 11-21, som är det enda saluförda PK-gödselmedlet numera. Enkla kaliumgödselmedel används i begränsad omfattning, men är aktuella i situationer där man inte kan trygga kaliumtillgången i marken på annat sätt.

Av NP-gödselmedel marknadsförs endast NP 11-21 (MAP). Detta gödselmedel används vid höstgödsling inför höstsådd och vid startgödsling till majs på våren.

Generellt sett har sammansatta gödselmedel där kväve ingår negativ kalkverkan.

3.2 Stallgödsel

Stallgödsel är ett samlingsbegrepp för träck, urin, vatten och strömedel i olika proportioner. Grovt räknat brukar man dela in stallgödseln i urin, flyt-, klet-, fast- och djupströgödsel beroende på ts-halten (tabell 3).

Tabell 3. Ts-halt, pH-värde, andel $\text{NH}_4\text{-N}$ och hanteringskaraktär hos olika stallgödselslag. Tabellen kan inte tillämpas för fjäderfägödsel.

Stallgödselslag	Ts-halt, %	pH-värde	Andel $\text{NH}_4\text{-N}^*$	Hanteringskaraktär
Urin	1–5	8–9	90	Pumpbar
Flytgödsel	<12	7	60–70	Pumpbar
Kletgödsel	12–15	7–9	40–50	flyter ut
Kletgödsel	16–20	7–9	40–50	ej helt stapelbar
Fastgödsel	>20	8–9	25	kan staplas >1 m
Djupströgödsel	>25	8–9	10	kan staplas >2 m

**Andelen $\text{NH}_4\text{-N}$ avser % av total kvävehalt. Där intervall anges för riktvärdet avser den lägre siffran nötgödsel och den högre svingödsel.*



3.2.1 Gödselproduktion

Produktionen av stallgödsel från olika djurslag varierar bl. a. med foderstat och intensitet i verksamheten (tabell 4). I underlagsmaterial till dataprogrammet STANK in MIND har systematiska beräkningar av stallgödselproduktionen gjorts för olika djurslag utifrån principer som presenteras i Jordbruksverkets rapporter 2001:13 (svin) och 1995:10 (nöt). Vid beräkning av lagringsbehov för stallgödsel summeras träck- och urinproduktion, strötillsats, omsättningsförluster, rengöringsvatten samt vattenspill. Mängden producerad flytgödsel har dock normaliserats utifrån antagna ts-halter beroende på djurslag. Tillskottet via nederbörd har beräknats efter 300 mm, 3 m lagringsdjup i flytgödsel- och urinbehållare och efter 1 m lagringshöjd för fastgödsel. Vätsketillskottet från lagringsplatta för fastgödsel baseras på att plattan är anpassad efter angivet behov.

Ts-halterna för flytgödsel från nötkreatur, slaktsvin, suggor och sinsuggor beräknas uppgå till respektive 9 %, 6 %, 8 % och 10 % (tabell 4). Utöver angiven vattentillsats tillkommer diskvatten för mjölkkor. Denna mängd kan skattas till storleksordningen 200 liter per månad och mjölkko.

Förses gödselvårdsanläggningen med tak, från vilket nederbörden avleds, minskar uppsamlingsbehovet för nederbörd. Tak över flytgödsel- och urinbehållare minskar lagringsbehovet med 10 respektive 5 %. Tak över gödselplattan minskar lagringsbehovet av urin vid nötkreaturshållning och svinhållning med ca 40 respektive ca 20 %.



Tabell 4. Normtal för producerad mängd gödsel (inkl nederbörd) för olika djurslag och olika lagringstider, m³

Djurslag Beräkningsenhet	Fastgödsel a)				Urin + gödselvatten				Flytgödsel			
	Lagringstid, mån				Lagringstid, mån				Lagringstid, mån			
	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12
Mjölkkko, 6000 kg mjölk/år	6,8	9,0	11,3	13,6	4,8	6,5	8,1	9,7	12,5	16,6	20,8	24,9
Mjölkkko, 8000 kg mjölk/år	7,1	9,4	11,8	14,2	5,1	6,7	8,4	10,1	13,0	17,4	21,7	26,1
Mjölkkko, 10000 kg mjölk/år	7,2	9,6	12,0	14,4	5,1	6,9	8,6	10,3	13,3	17,7	22,1	26,5
Kviga/stut < 1 år	1,8	2,4	3,0	3,6	1,3	1,7	2,2	2,6	3,0	4,0	5,0	6,0
Kviga/stut > 1 år	2,9	3,9	4,9	5,9	2,4	3,2	4,0	4,8	5,2	6,9	8,6	10,3
Gödtjur, 1–12 mån	1,9	2,6	3,2	3,9	1,5	1,9	2,4	2,9	3,3	4,4	5,5	6,6
Vallfodertjur, 1–16 mån	2,5	3,4	4,2	5,1	2,1	2,8	3,5	4,2	4,5	6,0	7,6	9,1
Betestjur, 1–18 mån	3,0	4,0	5,0	6,0	2,5	3,4	4,2	5,1	5,3	7,1	8,9	10,7
Diko, 6 mån stallperiod	3,9				2,2				6,1			
Sugga i produktion	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0	5,0	6,0	3,9	5,2	6,5	7,8
Suggplats i satellit, 16 v syst	1,5	2,1	2,6	3,1	3,3	4,4	5,5	6,6	3,8	5,0	6,3	7,6
Suggplats i suggnav	0,6	0,8	1,0	1,3	1,1	1,5	1,9	2,3	1,6	2,1	2,7	3,2
Slaktsvin 3,0 omg/år	0,35	0,47	0,58	0,69	1,0	1,3	1,6	2,0	1,3	1,8	2,2	2,6
Värphöns 100 st	1,9	2,6	3,2	3,9					4,8	6,4	8,0	9,6
Unghöns 100 st, 2,2 omg/år	0,6	0,8	1,0	1,2								
	Djupströgödsel b)											
	Lagringstid, mån											
	6	8	10	12								
Slaktkyckl 100 st, 7,0 omg/år	0,7	0,9	1,2	1,4								
Kalkon 100 st, 2,3 omg/år	1,7	2,3	2,8	3,4								
Häst	5,0	6,6	8,3	9,9								
Får, 6 mån stallperiod	0,8											
Diko, 6 mån stallperiod	7,0											
Mjölkkko, 8000 kg mj/år	15	20	25	30								
Kviga/stut < 1 år	3,4	4,5	5,6	6,7								
Kviga/stut > 1 år	6	8	10	12								
Sugga i produktion	4,4	5,8	6,3	8,7								

a) Volymvikten för fastgödsel: nöt, sugga och slaktsvin 0,75 ton/m³; värphöns och unghöns 0,9 ton/m³

b) Volymvikten för djupströgödsel: 0,5 ton/m³.

Avviker ts-halten från de halter som framkommit enligt beräkningarna ovan påverkas såväl lagringsbehov som växtnäringshalt. Tillförs mer vätska till flytgödseln än vad som antagits sjunker ts-halten och ökar behovet av lagringskapacitet. Upprätthålls högre ts-halt i flytgödseln än vad som angivits kan lagringsbehovet i tabell 4 vara överskattat.

3.2.2 Växtnäringsutsöndring

Bruttomängden växtnärings som djuren lämnar redovisas i tabell 5. Dessa värden är baserade på standardfoderstater, som för nöt och svin översiktligt redovisas i de tidigare angivna rapporterna. För övriga djurslag har kalkyler över växtnäringsutsöndringen gjorts av Jordbruksverket med

stöd av tillgänglig expertis. Avvikelser i utsöndrad växtnäringsmängd kan förekomma till följd av annan foderstat. För djur vars produktions- eller uppfödningstid avviker från ett år avses djurplats.

Tabell 5. Årsproduktion i kg av N, P och K i färsk träck och urin från olika djurslag.

Närings- ämne	Mjölkkko, kg mjölk/år			Kviga/ stut	Kviga/ stut	Gödtjur 1–12 mån	Vallfoder tjur 1–16 mån	Betes- tjur 1–18 mån	Diko
	6000	8000	10000	<1 år	>1 år				
N	100	117	139	21	47	32	36	40	63
P	15	16	17	3	8	6	6	6	12
K	101	104	102	26	54	15	33	46	75

	Sugga a)	Slakt- svin b)	Värp- höns 100 st	Ung- höns c)	Slakt- kyckl d)	Kalkon e)	Häst f)	Får	Diko g) stallper 6 mån
N	36	9	52	22	28	69	48	14	22
P	7*	1,6*	13*	6*	6*	24	9	2	5
K	13	4,3	17	6	11	31	58	19	28

a) Sugga + 23 smågrisar till 30 kg, b) 3,0 omgångar/år, c) 2,2 omgångar/år, d) 7,0 omgångar/år, e) 2,3 omgångar/år (medeltal av stora och små), f) växtnärings-utsöndringen varierar med hästens storlek och arbete, g) avser 6 månaders stallperiod.
* förutsätter användning av foder med fytastillsats

3.2.3 Gödslingsseffekt

Utgångspunkten för beräkning av gödslingsseffekt är utsöndrade växtnäringsmängder från de olika djurslagen. Fördelningen av näringsinnehållet mellan fastgödsel och urin förutsätter att 25 % av urinen suggs upp av strömedlet. Fastgödsel från nöt och svin antas, innan avdrag gjorts för förluster, innehålla ca 60 % av utsöndrat kväve. Beräknad kväveeffekt baseras



Släpslangspredning ökar kväveeffekten av flytgödsel. Jämfört med bredspridning minskar ammoniakavdunstningen eftersom flytgödslen lättare tränger ner i marken och kommer i kontakt med jordpartiklar.

på kvarvarande ammoniumkväveinnehåll i gödseln efter avdrag för förluster i stall, under lagring och efter spridning. Spridningsförlusterna vid vårspridning antas uppgå till 20 % av ammoniumkvävet för fastgödsel och urin samt till 10 % för flytgödsel. För att förlusterna inte skall bli högre krävs nedbrukning i nära anslutning till spridningen. Kvarvarande ammoniumkväve efter spridningsförluster i flytgödsel från svin och nöt antas ha full respektive 75-procentig effekt i jämförelse med mineralgödselkväve.

Värdena på näringsinnehållet per 10 ton gödsel fås genom att dividera beräknad växtnäringsverkan per djurplats med mängderna som anges i tabell 4 efter hänsynstagande till volymvikten. Beräkningsresultatet redovisas i tabell 6.

Tabell 6. Ungefärlig verkan av stallgödsel vid jämn spridning, kg per 10 ton gödsel

Gödseltyp	N vårspridning	P	K
Fastgödsel, nöt	10	15	40
Fastgödsel, svin ¹⁾	10	25	25
Fastgödsel, höns ²⁾	70	40	50
Fastgödsel slaktkyckl ²⁾	100	80	150
Fastgödsel, häst	5	15	100
Djupströgödsel, nöt ³⁾	5	15	100
Djupströgödsel, svin	5	15	45
Urin, nöt, täckt behållare ⁴⁾	25	-	50
Urin, svin, täckt behållare ⁴⁾	15	2	10
Flytgödsel, nöt, 9 % ts	15	6	40
Flytgödsel, svin, 8 % ts ⁵⁾	25	8	20
Flytgödsel, svin, 6 % ts ⁵⁾	15	6	15

1) avser gödsel från suggor – gödsel från slaktsvin har något högre kväveinnehåll

2) fastgödseln från höns och slaktkyckling avser kletgödsel resp ströbaddsgödsel

3) djupströgödsel från får har ungefär motsvarande effekt

4) kväveeffekten är ca 30 % lägre efter lagring utan täckning

5) avser gödsel från slaktsvin – gödsel från suggor har något lägre kväveinnehåll

Ej omsatt djupströgödsel har mycket svag kväveverkan, medan komposterad djupströgödsel kan leverera kväve som fastgödsel. Torvinblandning i djupströgödseln anses kunna förbättra kväveverkan ytterligare. Effektmässigt bedöms kletgödseln ligga i intervallet mellan redovisade effekter för fast- och flytgödsel.

Genom egen analys av gödseln ammoniumkväveinnehåll kan man få ett bättre underlag för bedömning av kväveeffekten. På grund av svårigheter med att ta ut ett representativt prov kan endast analys av flytgödsel och urin rekommenderas. Kväveinnehållet varierar under året, men av doseringsmässiga skäl är det främst aktuellt att göra egen ammoniumkväveanalys i samband med vårspridning. Detta kan ske med hjälp av kväve-mätare för gårdsbruk (kväveburken).

Utöver spridningsförluster finns det flera faktorer som kan ge upphov till skillnad mellan analys och beräknade värden i tabell 6. Bland dessa kan

nämnas ströinblandning, omsättning, ammoniakförluster och utspädning under lagringen.

3.2.3.1 Spridningstidpunkter

Till följd av utlaknings- och denitrifikationsförluster vid höstspridning av stallgödsel kan kväveeffekten variera, men den är normalt betydligt lägre än vid vårspridning. Av dessa skäl bör höstspridning av flytande gödselslag begränsas. I det nitratkänsliga området finns dessutom regelmässiga restriktioner för spridning av stallgödsel under hösten. Nederbördsöverskott, jordart, geografisk belägenhet och förekomst av vintergröda är faktorer som har betydelse för kväveeffekten av höstspredd stallgödsel.

Flytgödsel och urin ger normalt bäst effekt vid vårspridning eller vid spridning i växande gröda med marknära spridning, t ex bandspridningsteknik. Höstspridning inför sådd av oljeväxter och till gräsdominerad vall kan också medföra godtagbart kväveutnyttjande ur miljösynpunkt. Spridning av flytgödsel och urin under hösten till andra grödor eller på obevuxen mark bör däremot undvikas. I det känsliga området är det inte tillåtet att sprida flytgödsel eller urin under hösten på obevuxen mark som ska vårsås. Beträffande effekt av olika stallgödselslag vid olika spridningstidpunkter, se: <http://www.greppa.nu/stallgodsel>.

Fastgödsel med låg andel ammoniumkväve kan ge lika god effekt vid höstspridning som vid vårspridning. Förlustrisken efter höstspridning kan uppvägas av att omsättningen under höst och vår kan leda till snabbare tillgång på kväve från fastgödseln under vegetationsperioden än efter vårspridning.

Kväve från stallgödsel frigörs även efter att kväveupptagningen i många grödor har upphört, vilket är mest påtagligt efter spridning under våren eller senare under växtsäsongen. Därför bedöms det vara särskilt angeläget att så in en fånggröda på fält där stallgödsel spridits om möjligheten finns. Därmed kan risken för utlakningsförluster under hösten och vintern efter huvudgrödan minskas.

3.2.3.2 Fosfor- och kaliumeffekt

Andelen oorganisk fosfor i flytgödsel uppgår till ca 90 %, medan den är mellan 50 och 80 % i fastgödsel. Trots att all fosfor inte föreligger i oorganisk form anses att tillgängligheten av fosfor i stallgödsel är lika stor som i mineralgödsel. Kalium förekommer enbart i oorganisk form i stallgödsel och har således likvärdig tillgänglighet med kalium i mineralgödsel. Halterna av fosfor och kalium i stallgödsel kan avvika betydligt från de värden som anges i tabell 6 beroende på framför allt utfodringsnormer och halten fosfor och kalium i fodermedlen.

3.2.4 Övriga växtnäringsämnen

I tabell 7 redovisas riktvärden för stallgödselns innehåll av övriga växtnäringsämnen, utöver kväve, fosfor och kalium. Värdena är i huvudsak hämtade från Naturvårdsverkets rapport 4974.

Halterna varierar bl a med växtnäringsinnehållet i använda fodermedel. Foder som odlats på mikronäringsfattig jord ger mikronäringsfattig gödsel. Tillgängligheten av olika ämnen kan också variera. Stallgödselns

innehåll av svavel är betydande, men mängden växttillgängligt svavel är liten eftersom det mesta är bundet i organisk form. På sikt kan man räkna med att mängden svavel och kväve som mineraliseras från stallgödseln är i rätt proportion för spannmål och gräs, d.v.s. N/S-kvoten är ca 10.

Tabell 7. Innehåll av övriga växtnäringsämnen per 10 ton stallgödsel

Växtnäringsämne	Nötkreatur		Svin	
	Fastgödsel	Flytgödsel	Fastgödsel	Flytgödsel
Kalcium (Ca), kg	22	15	60	23
Magnesium (Mg), kg	10	7	14	6
Svavel (S), kg	8	6	14	6
Bor (B), g	40	30	20	20
Koppar (Cu), g	50	50	310	160
Mangan (Mn), g	380	240	630	270

3.2.5 Spridning

Efter spridning kan betydande ammoniakförluster uppkomma om nedmyllning i jorden dröjer. Förlusterna blir särskilt stora vid blåsigt och varmt väder, medan de kan hållas på en låg nivå vid svalt och fuktigt väder. Vid så låga temperaturer att marken är frusen kan däremot förlusterna öka på grund av att ammoniumkvävet inte kommer i tillräckligt god kontakt med markpartiklarna. I det känsliga området (se nästa avsnitt) är det förbjudet att sprida gödsel på frusen mark. För att undvika att stallgödsel rinner av på markytan bör spridning inte ske då risk för ytavrinning föreligger. *Spridning i lämpligt väder och snabb nedbrukning är helt avgörande för god effekt av stallgödselns ammoniumkväve.*

När stallgödsel sprids på obevuxen mark ska den brukas ned inom 4 timmar i Blekinge, Skåne och Hallands län.



Generellt gäller att måttliga givor av stallgödsel bör tillföras oavsett tidpunkt. Detta innebär bl a att vårgivan inte bör överstiga 30 ton nötflytgödsel, 25 ton svinflytgödsel eller 20 ton urin per ha. Vid höstspredning bör givan reduceras med 5–10 ton/ha. Givan av fastgödsel bör vara högst 30 ton/ha. Fjäderfärgödsel bör endast användas under våren med en högsta giva på 7–8 ton/ha. Se förslag till gödsling med stallgödsel till olika grödor i bilagorna 2 och 3.

3.2.6 Spridningsregler

Stallgödsel eller andra organiska gödselmedel får under en femårsperiod inte spridas i större mängd än vad som motsvarar ett genomsnitt av 22 kg totalfosfor per ha spridningsareal och år. För att räknas som spridningsareal måste spridning ha ägt rum någon gång under femårsperioden. Denna bestämmelse gäller i hela landet. I det känsliga området får inte kvävetillförseln överstiga 170 kg totalkväve per hektar spridningsareal och år. Dessa begränsningar och övriga regler som beskrivs i det här avsnittet finns i Jordbruksverkets författningssamling (SJVFS 2004:62). Där finns också allmänna råd, som förtydligar vissa paragrafer.

I de känsliga områdena i Sverige råder generellt spridningsförbud för stallgödsel under tiden 1 november–28 februari. I Blekinge, Skåne och Hallands län får under perioden 1 augusti–31 oktober stallgödsel endast spridas i växande gröda eller inför sådd av höstoljeväxter. Spridning får också ske inför sådd av höstsäd om markens lerhalt överstiger 15 %. Under perioden 1 oktober–31 oktober får fastgödsel spridas på obevuxen mark eller i växande gröda (ej fjäderfärgödsel). På obevuxen mark ska nedbrukning ske inom 4 timmar oavsett spridningstidpunkt.

I det känsliga området utanför Blekinge, Skåne och Hallands län gäller i stort samma regler. Dock är det tillåtet att sprida stallgödsel inför sådd av alla höstgrödor. Nedbrukning av gödsel som sprids på obevuxen mark under tiden 1 oktober till 31 oktober ska ske inom 12 timmar.

I Blekinge, Skåne och Hallands län ska spridning av flytgödsel i växande gröda ske med bandspridningsteknik, myllningsaggregat, teknik som innebär utspädning före spridning eller teknik som innebär att spridningen följs av bevattning.

Utanför det känsliga området ska stallgödsel som sprids under tiden den 1 december–28 februari brukas ned inom 12 timmar. För övriga tidpunkter under året finns inga specifika restriktioner förutom Miljöbalkens allmänna hänsynsregler.

3.2.7 Långtidsverkan

Det organiskt bundna kvävet, som måste mineraliseras innan det kan utnyttjas av växterna, har långsam verkan som varar i flera år. Efter regelbunden stallgödselanvändning, minst 30 år, kan den långsiktiga kväveverkan uppskattas till ca 10 kg N/ha och år vid tillförsel av i medeltal ett ton torrsustans/ha och år. Halv effekt kan uppnås efter ca 10 års regelbunden tillförsel av motsvarande ts-mängd i stallgödsel. Kväveverkan kan även anknytas till historisk djurbeläggning, antal djur/ha, vilket görs i tabell 8.

Tabell 8. Långsiktig kväveverkan efter minst 30 års djurhållning med angivet djurantal

Antal djurplatser/ha för att uppnå den långsiktiga kväveverkan, kg N/ha, som anges i kolumnen längst till vänster i tabellen							
Kg N/ha	Mjölko	Kalv, 1–6 mån	Övr nöt-kreatur	Sugga i produktion	Slakt-svin	Värp-höns	Slakt-kyckling
4	0,2	1,1	0,5	0,7	2,7	40	80
8	0,4	2,3	1,1	1,3	5,3	80	160
12	0,6	3,4	1,6	2,0	8,0	120	240
16	0,8	4,6	2,1	2,7	10,7	160	320
20	1,0	5,7	2,7	3,3	13,3	200	400
24	1,2	6,8	3,2	4,0	16,0	240	480

Den långsiktiga kväveverkan enligt tabell 8 är utformad för direkt tillämpning i öppen växtodling. För vall har en annan utgångspunkt valts. Vallodling utan stallgödsel är mindre vanlig och flertalet av de vallförsök, som ligger till grund för gödslingsrekommendationerna har legat på platser med ca 1 de/ha. Därför har en långsiktig kväveverkan motsvarande 20 kg N/ha redan beaktats i rekommendationerna till vall i tabell 16. Vid lägre eller högre djurtäthet än 1 mjölkko/ha, 5,7 kalvar/ha eller 2,7 övriga nötkreatur/ha, görs ett tillägg/avdrag i rekommendationen till vall enligt det mönster som framgår av tabell 8. Uppgår t ex historisk djurbeläggning till 0,5 mjölkko/ha eller 1,3 övriga nöt/ha ska kvävegivan till vall ökas med 10 kg N/ha jämfört med uppgifterna i tabell 16.

3.3 Biogödsel

Biogödsel är samlingsnamnet på rötresten från biogasanläggningar. Ingående produkter i en sådan anläggning kan t.ex. vara stallgödsel, matrester från hushåll och restauranger, organiskt material från livsmedelsindustrin samt ensilerade växtprodukter. I biogasanläggningen övergår delar av det organiska materialet till gas (metan, koldioxid och vattenånga), medan växtnäringen passerar anläggningen utan förluster.

Utifrån de råvaror som förs in i anläggningen kan också mängden växtnäring i rötresten skattas. När det gäller halter av växtnäring är de starkt beroende av vilka torrsubstanshalter som finns i ingående och utgående material. Generellt sett minskar kolmängden från ingående till utgående material. Detta innebär att biogödselns C/N-kvot är lägre än C/N-kvoten hos de ingående råvarorna. Detta medför också att man kan förvänta sig snabbare kväveverkan från biogödsel än om man gödslar med de produkter som går in i biogasanläggningen. För att bedöma växtnäringens verkan från biogödsel rekommenderas analys åtminstone av kväve. I normalfallet brukar analysvärden som visar rötrestens innehåll av växtnäring och andra ämnen tillhandahållas av leverantören. Vanligtvis brukar processad stallgödsel ha ca 10 procentenheter högre andel av ammoniumkväve än oprocessad stallgödsel.

Genom att biogödseln innehåller en större andel ammoniumkväve och har högre pH-värde än obehandlad gödsel ökar risken för ammoniakavgång vid lagring och spridning. Därför är det extra viktigt att rötrestbehållare täcks och att spridningen sker med teknik som minskar ammoniakavgången, t.ex. med släpslang i växande gröda.

3.4 Avloppsslam

Avloppsslam från reningsverken påminner i flera avseenden om stallgödsel. Innehållet av kalium och ammoniumkväve är dock lågt p.g.a att dessa ämnen i stor utsträckning lämnar reningsverken med utgående vatten, men trots detta är kväveverkan inte försumbar. Fosforinnehållet är högt eftersom fosfor i avloppsvattnet fälls ut och i allt väsentligt hamnar i slammet. Fosfors tillgänglighet i avloppsslam är normalt lägre än den är i mineralgödsel, eftersom fällningskemikalien skapar en svårslöslig förening tillsammans med fosfor i avloppsslammet.

Varudeklaration, som anger näringsinnehåll och garanterar tillräckligt låga halter av tungmetaller och svårnedbrytbara organiska ämnen, är ett viktigt krav på allt slam som används i jordbruket. Mängden slam som får tillföras per ha skall enligt Naturvårdsverkets föreskrifter (SNFS 1994:2) anpassas efter markens fosfortillstånd och slammets innehåll av totalfosfor och ammoniumkväve (tabell 9). Avloppsslam jämföras med stallgödsel beträffande spridningsrestriktioner med undantag för nedbrukningskravet inom 4 timmar i södra Sverige, se avsnitt 3.2.6.

Tabell 9. Tillåten tillförsel av totalfosfor och ammoniumkväve per år samt tillförsel av totalfosfor per spridningstillfälle till åkermark via avloppsslam

P-AL-klass	Totalfosfor kg/ha och år	Ammoniumkväve kg/ha och år	Totalfosfor kg/ha och gång
I och II	35	150	250
III – V	22	150	160

Enligt Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS 2004:62) får inte stallgödsel eller andra organiska gödselmedel under en femårsperiod tillföras i större mängd än vad som motsvarar ett genomsnitt av 22 kg totalfosfor per ha spridningsareal och år. Därmed är det t ex inte tillåtet att tillföra de mängder av totalfosfor, kg/ha och gång, som anges i tabell 9 om inte lägre givor tillförs på annan spridningsareal på gården, så att medeltalet blir högst 22 kg P/ha och år räknat på en femårsperiod.

För att inte höja metallhalter i jordar där dessa redan är höga får avloppsslam enligt Naturvårdsverkets föreskrifter inte spridas på åkermark med metallhalter över en viss nivå (tabell 10). Vidare finns det gränsvärden för hur stor metallmängd, som får tillföras på marker där spridning kan ske.

Tabell 10. Högsta tillåtna metallhalt i åkermark där slam-spridning får ske samt maximal tillförsel av metaller per år vid användning av avloppsslam

Metall	Metallhalt i jord, mg/kg ts jord	Maximal tillförsel av metaller, g/ha och år
Bly	40	25
Kadmium	0,4	0,75
Koppar	40	300 ¹⁾
Krom	60	40
Kvicksilver	0,3	1,5
Nickel	30	25
Zink	100	600

1) Större mängder kan godtas om den aktuella åkermarken behöver kopparskott

Förslag till gränsvärden för svårnedbrytbara organiska ämnen i avloppsslam samt hur slam med olika halter skall kunna användas inom jordbruket har tagits fram i samverkan mellan Naturvårdsverket, LRF och Vatten- och avloppsverksföreningen. Detta förslag bekräftades i en så kallad överenskommelse och publicerades i Naturvårdsverkets rapport 4418, "Användning av avloppsslam i jordbruket".

Under många år har endast begränsade mängder slam spridits inom traditionellt jordbruk p g a tveksamhet angående slammets kvalitet och jordbruksprodukternas mottagande på marknaden. För närvarande finns öppningar som gör det möjligt att avsätta slamgödsblad spannmål inom ordinarie handel. Förutsättningen är att använt slam uppfyller kraven i branschorganisationen Svenskt Vattens certifieringssystem REVAQ http://www.svensktvatten.se/web/Certifieringssystem_for_slam.aspx

Innan användning av slam sker bör dock den enskilde jordbrukaren försäkra sig om att tänkt användningsområde för produkterna inte kringgärdas av ytterligare försiktighetsregler.

Under år 2010 lämnade Naturvårdsverket förslag till regeringen angående nya regler för återföring av slam till åkermark i anslutning till uppdatering av aktionsplanen för återföring av fosfor. Inget beslut har dock fattats ännu.

4 Riktgivor av kväve

4.1 Beräkningsmetodik för optimal kvävegödsling

Definitionsmässigt är ekonomiskt optimal gödsling den gödslingsinsats där skördevärdet för det sist insatta kilot är lika stort som kostnaden för insatsen. Ändrade prissförhållanden mellan produkt och produktionsmedel leder därför till ändrad optimal gödsling. Under de senaste åren har det varit betydande prissvängningar på gödsel och växtodlingsprodukter. I följande avsnitt beskrivs vilka prismässiga förutsättningar som använts vid beräkning av ekonomiskt optimal kvävegiva. Beräkning av ekonomiskt optimal kvävegödsling sker med utgångspunkt från försöksresultat och priset på kväve och produkt. Efter att försöksresultaten anpassas till en produktionsfunktion, söks den kvävegiva där kurvan har samma lutning som priskvoten mellan insats och produkt. Denna nivå är ekonomiskt optimal kvävenivå. För att beräkningen ska ge en rättvisande bild används nettopris på produkten, vilket innebär att avdrag görs på produktpriset för de rörliga produktionskostnaderna. I beräkningarna för spannmål och oljevaxter används tredjegradsfunktioner och i vall används andragradsekvationer.



Den använda modellen, som benämns priskvotsmetoden, är enkel och flexibel för grödor utan kvalitetsbetalning. För grödor där skördeprodukten också betalas efter kvalitet måste kvalitetsfaktorernas inverkan på priset omvandlas till skördekvantitet om priskvotsmetoden ska användas, d v s merpris/prisavdrag för kvalitet omräknas i kg kärna eller frö. Priskvotsberäkningarna kan sedan göras med utgångspunkt från grundpriset.

Beräkningarna görs på medeltalskurvor för de olika grödorna. Eftersom man vid gödslingstillfället normalt inte kan förutsäga årsmånen och därmed kväveeffektiviteten, bedöms medeltalskurvorna vara det bästa tillgängliga underlaget vid fastställandet av lämplig kvävegiva.

4.1.1 Spannmåls- och gödselpriser

Beräkningar som presenteras i den här skriften ligger till grund för gödslingsrådgivningen år 2012 och därmed är det 2012 års förväntade priser som ska ingå i beräkningsförutsättningarna. Prisnivån för spannmål skattas inför 2012 års säsong till 1,40 kr/kg för foderkorn och rågvete, 1,50 kr/kg för fodervete och 1,60 kr/kg för brödvete. Havren prissätts till 1,20 kr/kg. Genom känslighetsanalys görs också bedömningar av hur rekommendationerna påverkas vid avvikande prisnivåer.

Vid beräkning av optimum reduceras spannmålspriset med rörliga skördeberoende kostnader. Dessa kostnader skattas till ca 25 öre/kg och består av PK-kostnad (11 öre/kg), tröskning (3 öre/kg), torkning (9 öre/kg) och frakt (5 öre/kg).

Kvävepriset i mineralgödsel antas våren 2012 uppgå till 11 kr/kg, vilket också användes som kalkylpris förra året. Fosfor- och kaliumpriset skattas till 23 respektive 8 kr/kg, vilket är en obetydlig förändring jämfört med förra året.

4.1.2 Stråsäd

Optimal gödslingsnivå beräknas som tidigare beskrivits utifrån produktionsfunktioner och prisförhållandet mellan insatsmedel och produkt. Försöksunderlaget, som ligger till grund för produktionsfunktionerna, är inte en gång för alla givet eftersom nya försök adderas till de gamla. På detta sätt beaktas sortmässiga och odlingstekniska framsteg. Om tillräckligt många försök genomförs kan också de äldsta försöken tas bort från beräkningsunderlaget. Försöksresultat som använts i nedan angivna sammanställningar har dels hämtats från de regionala försöksrapporterna (Mellansvenska försökssamarbetet och Skåneförsök) dels från primärresultat på Fältforsks hemsida, www.ffe.slu.se.

4.1.2.1 Höstvete och rågvete

Försöksunderlaget för höstvete i södra Sverige består av 49 försök i Skåne under åren 2000–2010 med stråsäd som förfrukt. Försöken kan beskrivas av ekvationen: $y = 3967 + 53,66x - 0,18216x^2 + 0,0001868x^3$. Beräkningar med antagna priser för år 2012 leder till ett optimum för fodervete på 165 kg N/ha vid skördenivån 8700 kg/ha.



I norra Götaland och i Svealand har 63 intensitetsförsök med kväve genomförts under tidsperioden 2001–2010. Ekvationen för dessa försök blir: $y = 3825 + 49,45x - 0,17358x^2 + 0,0002037x^3$. Optimum för höstvetete utan proteinbetalning uppgår till 165 kg N/ha vid skördenivån 8175 kg/ha.

Förfrukterna i de mellansvenska försöken utgjordes till viss del av vår-oljeväxter. Vid transformering av optimumberäkningarna till grundrekommendation för höstvetete med förfrukt stråsådd beaktas detta med ett mindre tillägg på ca 5 kg N/ha.

Vid de framräknade optimumnivåerna för fodervete uppnås i allmänhet proteinhalten 11,5 %, som utgör en viktig nivå med avseende på prisreglering för brödvete. Detta medför att ingen extra höjning av rekommendationen behöver ske med avseende på proteinhalten. Prisskillnaden mellan foder- och brödvete medför dock att rekommendationen till brödvete är något högre än till fodervete.

Under åren 2001–2008 ingick rågvete i sort/kväveförsök i norra Götaland och i Svealand tillsammans med höstvetete. Resultaten tyder på att ekonomiskt optimal kvävegiva vid samma prisnivå ligger i närheten av optimum för fodervete i det område där försöken genomfördes. Det antas också att motsvarande förhållande gäller i södra Götaland.

4.1.2.2 Vårkorn

I Skåne har 56 intensitetsförsök med kväve till korn genomförts under åren 1999–2010. I 20 av försöken var förfrukten stråsådd och i övriga försök sockerbetor. Försöken med stråsådd som förfrukt kan beskrivas med ekvationen: $y = 3353 + 42,5x - 0,20898x^2 + 0,0003295x^3$. Fram till 2004 brukades kvävet ned före sådd medan kombisådd tillämpats de senaste åren. Försöken med stråsådd som förfrukt används som beräkningsunderlag, men även försöken med sockerbetor som förfrukt har beaktats vid fastställandet av rekommendationerna.

I Mellansverige genomfördes 51 intensitetsförsök med i huvudsak radmyllad NPK i vårkorn under perioden 1998–2010. Viss skördestegrande effekt kan möjligen tillskrivas ökande mängd av radmyllad fosfor. Matematiskt kan skörderesultaten beskrivas med ekvationen: $y = 2859 + 44,80x - 0,16574x^2 + 0,0000753x^3$.

4.1.2.3 Optimal kvävegödsling till spannmål

I tabell 11 framgår hur olika priser på spannmål påverkar den ekonomiskt optimala kvävegivan till fodervete och korn.

Tabell 11. Optimal kvävegödsling till spannmål vid olika spannmålspriser samt skördar vid resp optimum.

Spm-pris brutto kr/kg	N-pris kr/kg	Spm-pris netto kr/kg	Pris- kvot netto	Fodervete Skåne		Fodervete Mellansverige		Vårkorn Skåne		Vårkorn Mellansverige	
				opt	skörd	opt	skörd	opt	skörd	opt	skörd
				kg N/ha	kg/ha	kg N/ha	kg/ha	kg N/ha	kg/ha	kg N/ha	kg/ha
1,00	11,00	0,75	14,7	135	8352	130	7766	83	5627	97	5720
1,25	11,00	1,00	11,0	153	8583	151	8034	98	5824	110	5885
1,50	11,00	1,25	8,8	165	8700	165	8175	108	5925	118	5963
1,75	11,00	1,50	7,3	173	8768	176	8260	116	5986	123	6006
1,25	13,00	1,00	13,0	143	8463	139	7893	90	5721	103	5800
1,50	13,00	1,25	10,4	156	8617	155	8074	101	5853	112	5908
1,75	13,00	1,50	8,7	166	8707	166	8183	109	5931	119	5967

I tabellen ovan redovisas beräkningar som främst har gjorts för att belysa hur olika spannmålspriser påverkar optimal kvävegiva vid ett antaget kvävepris på 11 kr/kg N. För att få ett mått på kväveprisets påverkan på optimal kvävegiva har beräkningar också gjorts med kvävepriset 13 kr/kg N. Ökat kvävepris med 2 kr/kg N minskar den optimala kvävegivan med ca 10 kg N/ha.

4.1.3 Oljevaxter

En sammanställning av resultat från 25 kvävegödslingsförsök i höstraps under åren 2002–2007 används som underlag för beräkning av optimal kvävegiva till höstraps (Skåneförsök 2004–2007). För bestämning av optimal kvävegiva i våroljevaxter används försöksmaterial som redovisades av Bengtsson & Cedell (1993).

Oljeväxtpriset varierar såväl inom som mellan år. Inför hösten 2012 görs beräkningar på priset 3,50 kr/kg frö vid ordinarie mottagningsställen. För att spegla en annan prisnivå beräknas gödslingsoptimum också för fröpris som är 0,50 kr högre eller lägre per kg frö jämfört med det skattade priset. Prisreglering sker med hänsyn till oljehalt och klorofyllhalt. Vid optimumberäkningarna görs avdrag för rörliga skördeberoende kostnader, som efter avrundning skattas till ca 40 öre/kg frö. De kostnadsposter som beaktas är kostnaden för ersättning av PK (20 öre/kg), tröskning (5 öre/kg), transport (5 öre/kg) och torkning (11 öre/kg).

Tabell 12. Optimal kvävegödsling till oljevaxter samt skördar vid resp optimum. Kvävepriset uppgår till 11 kr/kg N.

Gröda	Kr/kg frö brutto	Kr/kg frö frö netto	Priskvot netto	Optimal N- giva, kg/ha	Skörd vid opt N-giva, kg/ha
Höstraps	3,00	2,60	4,2	148	4394
	3,50	3,10	3,5	160	4455
	4,00	3,60	3,1	169	4495
Våraps	3,00	2,60	4,2	103	1868
	3,50	3,10	3,5	113	1917
	4,00	3,60	3,1	120	1947



Antagen prisökning på oljeväxtfrö samt oförändrat kvävepris i förhållande till förra året leder till något högre optimal kvävegiva till oljeväxter än i fjol.

4.1.4 Slåttervall

Kvävegödslingsrekommendationerna för slåttervall har grundats på relativt ålderstiget försöksmaterial (Kornher, 1982). Rekommendationerna har tagits fram utifrån gödslingsförsök i gräsvall. Vidare har korrektion av kvävegivan gjorts för att nå en viss klöverandel i blandvallar. Korrektionen baseras i huvudsak på erfarenheter från norra Sverige.

Under senare år har det genomförts art- och skördetidsförsök i olika typer av vall, främst blandvallar. Syftet har varit att hitta metoder för att kunna uppnå höga vallskördar med god kvalitet. I många försök har enbart två kvävenivåer ingått och därmed blir traditionell tolkning av gödslingsförsök utifrån produktionsfunktion inte möjlig.

Beräkning av optimal kvävegiva förutsätter att vallfodret kan prissättas. Eftersom ingen reguljär marknad förekommer och skörde- och lagringskostnaderna varierar väljs att skatta värdet på rot före skörd. Tidigare har beräkningar gjorts med ett vallfoderpris på rot som varit ungefär halva det nominella spannmålspriset. Beroende på antalet skördar kan förväntas att kvaliteten på vallfodret påverkas. Fler skördar ger spädare växtmaterial och högre näringsmässig kvalitet. Därmed bedöms det vara logiskt att värdet på vallfodret är högre vid tre skördar än vid två skördar. Vid framtagandet av rekommendationerna har priset 0,60 kr/kg ts använts vid två skördar och 0,70 kr/kg ts vid tre skördar.

Tabell 13. Optimal kvävegiva och skördenivå vid olika antal skördar och olika prisförhållanden.

antal skördar	pris kr/kg ts	N-pris kr/kg	Opt N-giva kg/ha	nettoskörd kg/ha
2 skördar	0,60	11	157	8189
2 skördar	0,70	11	172	8412
3 skördar	0,70	11	197	7341
3 skördar	0,80	11	218	7624

* nettoskörd avser bruttoskörd minus 10 % fältförluster

Optimumbestämning genom priskvotsberäkning i det nyare försöksmaterialet är inte möjlig, eftersom så få kvävenivåer ingått, men det nya försöksmaterialet tycks bekräfta det gamla.

Kvävegödsling minskar klöverhalt och kvävefixering samtidigt som gräset gynnas, vilket förbättrar gräsets möjlighet att ta över utrymme, som utvintrade klöverplantor lämnar. Blandvall med måttlig klöverandel ger ofta ett gynnsammare förhållande mellan energi och protein i vallfodret än en ogödslad klöverdominerad vall. I foderstater med majs bedöms dock blandvall med betydande baljväxtinslag vara ett lämpligt fodermedel.

Kvävegödsling till blandvall kan, om det finns ett väletablerat klöverbestånd, relateras till gödsling av gräsvall. Enligt studier i norra Sverige (Gustavsson, 1989) ledde halv kvävegiva till blandvall jämfört med normal gödsling till gräsvall i tvåskördesystem till en klöverandel på 30–40 %. Samtidigt var det möjligt att bibehålla skördenivån.

I tabell 14 redovisas en mall som kan tillämpas vid kvävegödsling till blandvall med olika målsättning för klöverandelen. Användning av mallen kräver givetvis att det finns ett påtagligt klöverbestånd på våren, vars utveckling kan styras med kvävegödsling. Tabell 14 anger hur olika blandvallar ska gödslas i förhållande till gödsling av gräsvall med motsvarande odlingsförutsättningar om man eftersträvar en viss klöverandel i vallfodret. Mallen har delats upp i relativ gödsling vid två respektive tre eller fyra skördar. Är målsättningen t ex att nå 30 % klöverandel i blandvallen med tre skördar ska 60 % av rekommenderade kvävegivan till gräsvall tillföras. Tillämpas gödsling enligt tabell 14, bedöms skördeutfallet i grova drag sammanfalla för de olika valltyperna. Kvalitetsmässiga skillnader som är knutna till växtart, kan dock förekomma.

Tabell 14. Relativ kvävegödsling till blandvall vid olika målnivåer för klöverhalt jämfört med gräsvall. Relativ gödsling till gräsvall = 100

Önskad klöverhalt	Relativ kvävegödsling till blandvall jämfört med gräsvall						
	<10	10	20	30	40	50	>50
Rel kvävegiva, 2 skördar	100	90	70	50	30	0	0
Rel kvävegiva, 3 eller 4 skördar	100	90	75	60	45	30	0

Slåttervall odlas under mycket skiftande förhållanden och med varierande målsättningar. Allt från intensiv odling med många skördar och högt näringsinnehåll till extensiv odling av hästhö eller annat grovfoder med motsvarande kvalitet. Rekommendationerna för slåttervall i tabell 16 avser ”normalintensiv” odling. Vid extensiv vallodling, t ex en höskörd per år och eventuellt efterföljande bete, kan kvävegivorna dras ner till storleksordningen 50 kg N/ha eller ännu mer. Vid överskott på mark och där målsättningen är att hålla landskapet öppet, bör gödslingen minskas påtagligt i förhållande till tabell 16. Den optimala kvävegivan för slåttervall på mark som saknar lönsam alternativ användning kan i många fall vara noll.

Enligt SCB:s gödselmedelsundersökning (SCB, 2010) gödslades 70 % av slåttervallen med kväve. Av den kvävegödslade slåttervallen tillfördes mindre än 50 kg N/ha på 21 % av slåttervallarealen, medan 33 % av den gödslade vallarealen fick mer än 140 kg N/ha.

De försök som ligger till grund för översynen av gödslingsrekommendationerna har i stor utsträckning legat på gårdar med en stallgödselmängd i växtföljden som motsvarar ca 1 djurenhet/ha. Antas detta också vara fallet för det äldre försöksmaterialet, som utgör grund för optimumberäkningarna, bör ingen reduktion av rekommendationen ske på grund av

långsiktig stallgödsleffekt förrän den långsiktiga leveransen överstiger 20 kg N/ha. Denna nivå motsvarar ungefär den extra kväve mineralisering som kan påräknas från djurintensiteten 1 djurenhet/ha.

4.2 Optimal gödsling, miljö och ekonomi

Kväveutnyttjandet är bäst vid låga och måttliga kvävegivor och avtar normalt när kvävetillförseln ökar. Överskrids optimum avtar kväveutnyttjandet allt mer samtidigt som risken för förluster ökar. Därför ska överoptimala givor undvikas. Gödslingsrekommendationerna är utformade så att man i medeltal ska tillföra optimala givor.

I en undersökning av gödsling och skördar på Sigill-gårdar (Stenberg m fl, 2009) framkommer att en viss överdosering sker i höstveteodlingen. Av allt att döma är det ambitionen att nå tillräckligt hög proteinhalt som leder till en viss säkerhetsgödsling. Kihlberg (2002) konstaterade att överdosering är särskilt vanlig på gårdar med stallgödsel. Inte sällan uppkommer liggsäd på denna typ av gårdar under år med hög mineralisering.

Underlaget för beräkningarna av ekonomiskt optimal kvävegiva utgörs som tidigare nämnts av medeltal av ett stort antal försök. Genom att gödsla något mindre än vad rekommendationen anger, minskas risken för att överoptimal giva tillförs under år med sämre odlingsbetingelser än normalt.

Vid minskning av kvävegivan till fodervete, korn, havre och oljevaxter med 10 kg/ha från beräknat optimum, minskar det ekonomiska resultatet i medeltal med ca 10 kr/ha. Enskilda år kan utslaget dock bli större. Motsvarande sänkning av kvävegivan till höstvete med proteinbetalning kan förändra resultatet med ca 100 kr/ha om proteinbetalningen påverkas. Leder gödslingsminskningen däremot inte till någon prisförändring

Överskrids optimum avtar kväveutnyttjandet samtidigt som risken för förluster ökar. I värsta fall kan liggsäd spolia skörden.



minskar resultatet i samma storleksordning som för fodervete. Sänks kvävetillförseln med 20 kg N/ha minskar täckningsbidraget med ca 30 kr/ha för fodervete, korn, havre och oljeväxter. Sänkning av kvävegivan med 20 kg/ha till höstvede med proteinbetalning kan leda till att det ekonomiska resultatet försämras med flera hundra kr/ha beroende på hur prisregleringsskalan ser ut.

I medeltal kan konstateras att en måttlig minskning av kvävegödslingen för att reducera risken för kväveutlakning eller andra kväveförluster endast påverkar det ekonomiska resultatet av odlingen marginellt. Detta gäller åtminstone vid odling av grödor där proteinhalten inte är betalningsgrundande. Sänkning av gödslingen med ca 10 kg N/ha i förhållande till lämnade rekommendationer vid odling av spannmål kan förväntas minska utlakningen med 1–2 kg N/ha, beroende på jordartsförhållanden och klimatiska betingelser. Större minskning av kvävegödslingen leder till större utlakningsreduktion. I tabell 15 har inga minskningar gjorts enligt resonemanget ovan. Högre givor än vad rekommendationerna anger kan ifrågasättas både med hänsyn till resurshushållning och till miljö.

4.3 Kvävegödslingsrekommendationer

Tabellerna för kvävegödslingsrekommendationer till spannmål, vall och oljeväxter bygger på de optimumberäkningar, som gjorts på historiskt försöksmaterial och som presenterats i avsnitt 4.1. Beräkningarna ger upplysning om optimal kvävegiva vid en viss skördenivå.

Gödslingsförsök genomförs vanligen på platser med goda odlingsbetingelser där skördenivån ofta överstiger normalskördar för skörde- eller produktionsområden. För att även kunna ge råd för skördenivåer som förväntas avvika från försöksplatsernas skörderesultat, har omräkning skett. Den korrektionsfaktor som använts för spannmål är 15 kg N/ton på flertalet positioner i tabell 15. För oljeväxter och gräsvall med två skördar tillämpas 20 kg N/ton skördeförändring. Avvikande skörd vid odling av gräsvall med tre eller fyra skördar korrigeras med 25 kg N/ton. Vid höga skördenivåer har korrektionerna, kg N/ton, trappats ner för vissa stråsädesgrödor och för slättervall med tre och fyra delskördar. Riktgivorna till potatis har också utformats med stegvis korrigering per ton skörd, men underlaget till rekommendationerna utgörs främst av praktiska erfarenheter som vägts samman.

Tillämpning av rekommendationerna kräver att man skattar förutsättningarna för skörd. Tabellvärdena ger besked om hur stor kvävegiva bör vara år 2012 i förhållande till fältets normalskörd, som förenklat kan beskrivas av den historiska genomsnittsskörden. Uppgifterna i tabellerna får däremot inte läsas baklänges på så sätt att en viss kvävegiva förväntas ge en viss skörd.

Riktgivorna i tabellerna 15–18 avser **total kvävegiva** i form av stallgödsel och mineralgödsel. Vid bestämning av gödslingsbehov ska riktgivorna i tabellerna 15–18, vilka med undantag för vall avser kreaturslös drift, jus-

teras med hänsyn till förfrukt och långsiktig kväveverkan från djurhållning. **Se schema i bilaga 1!**

Riktgivorna kan behöva justeras lokalt eller regionalt på grund av avvikande betingelser jämfört med medelförhållanden. Den egna erfarenheten beträffande proteinhalt och liggsädesfrekvens bör givetvis också vägas in i detta sammanhang. Om det varit svårt att få tillräckligt låg proteinhalt i malkornet eller om besvärande liggsäd förekommit på gården under senare år bör kvävegivan minskas i förhållande till tidigare års gödsling.

4.3.1 Organogena jordar

För organogena jordar kan inga entydiga riktvärden anges, eftersom kväveleveransen från denna typ av jordar varierar inom vida gränser beroende på det organiska materialets ursprung. Ett mindre antal försök med korn på mulljord (>40 % mull) visar dock enligt Mattsson (2006) att det finns ett kvävebehov på dessa jordar. Praktiska erfarenheter tyder också på att det oftast behövs en startgiva på ca 30 kg N/ha för att få en bra vårsädesgröda på mulljord. Detta kan tolkas som att kväveleveransen från mulljorden under kväveupptagningsperioden för vårsäd är 50–70 kg N/ha högre än på måttligt mullhaltig mineraljord (4 % mull). Om man gör en rak interpolering i intervallet 4–40 % mull, kommer man fram till att varje procentenhet mull motsvarar en kväveleverans på knappt 2 kg N/ha.

Görs skattningar utifrån kväveleveransen 2 kg N/ha och procentenhet mull minskar kvävebehovet med $2 \cdot (20 - 4) = 32$ kg vid 20 % mull. Om mullhalten uppgår till 40 % minskar kvävebehovet med $2 \cdot (40 - 4) = 72$ kg N/ha. Tillämpning av modellen bör i normalfallet inte leda till att startgivan till vårsäd på mulljord utesluts. Den angivna mallen ska ses som ett preliminärt råd, som kan behöva omprövas.

Vid låga kvävegivor tillgodoses inte behovet av fosfor och kalium vid användning av NPK-gödselmedel som är anpassade för mineraljordsförhållanden. Därför kan komplettering av PK-behovet behöva ske i en separat gödsling.

4.3.2 Gödselmedel/appliceringsteknik

Riktgivorna till samtliga grödor avser ammoniumnitratbaserade gödselmedel. I kornförsöken i norra Götaland och Svealand har radmyllningsteknik tillämpats, medan nedbrukning före sådd i huvudsak skett i Skåneförsöken. Rekommendationerna till vårsäd har utformats för att avse radmyllning av kväve i anslutning till sådd. Vid nedbrukning av kvävet före sådd är kvävebehovet ca 10 kg N/ha högre i norra Götaland och i Svealand och ca 5 kg N/ha högre i södra Sverige.

4.3.3 Stråsäd

Riktgivorna till höstvete och foderkorn baseras på beräkningar utifrån redovisat försöksmaterial. Vid brödveteodling är det angeläget att nå 11,5 % proteinhalt. Med de givor som rekommenderas bedöms att man i medeltal når önskad proteinhalt. Genom aktivt sortval kan förutsättningarna för att nå denna proteinhalt förbättras. I områden där det är svårt att nå brödvetequalität bör odlingen i första hand inriktas mot foderveteproduktion.



Rågvete antas svara på kvävetillförsel på motsvarande sätt som höstvetete, men p g a lägre pris blir rekommendationen 5 kg N/ha lägre än till fodervete. I grödorna höstråg och höstkorn är försöksmaterialet mycket begränsat och rekommendationerna baseras i stor utsträckning på praktiska erfarenheter. På grund av risk för liggsäd rekommenderas 10 kg N/ha lägre giva än till fodervete.

Rekommendationerna för vårvete syftar till att nå minst 13 % proteinhalt.

Riktgivorna till malkorn ligger 5 kg N/ha lägre än till foderkorn för att undvika oönskat hög proteinhalt. Vissa malkornsorter har lägre proteinhalt än andra och detta bör också beaktas vid gödslingen. På odlingslokaler där det är svårt att komma under den önskade proteinhaltsnivån 11,5 %, bör riktgivan minskas vid odling av malkorn.

I havre har endast ett fåtal intensitetsförsök utförts under senare tid. Därför bedöms det vara rimligt att knyta havrerekommendationen till det större försöksmaterialet i korn. Detta görs genom att riktgivorna till havre utformas utifrån kornrekommendationen, men med ett avdrag på 10 kg N/ha.

I förhållande till fjolårets rekommendationer är förändringarna av riktgivorna till stråsäd små.

Tabell 15. Riktgivor för kvävegödsling till stråsäd, kg N/ha. Mineraljord med förfrukt stråsäd.

Gröda	Skörd, ton/ha						
	3	4	5	6	7	8	9
Höstvetete bröd, södra Götaland			110	130	145	160	175
Höstvetete foder, södra Götaland			105	125	140	155	170
Höstvetete bröd, norra Götaland & Svealand			125	145	160	175	190
Höstvetete foder, norra Götaland & Svealand			120	140	155	170	185
Rågvete, södra Götaland			100	120	135	150	165
Rågvete, norra Götaland & Svealand			110	130	145	160	175
Råg/höstkorn, södra Götaland			95	115	130	140	
Råg/höstkorn, norra Götaland & Svealand			105	125	140	140	
Vårvete*		110	130	150	170		
Korn, foder-, södra Götaland*		70	90	105	120		
Korn, malt-, södra Götaland*			85	100	115		
Korn, foder-, norra Götaland & Svealand*	60	80	100	115	130		
Korn, malt-, norra Götaland & Svealand*		75	95	110	125		
Korn, Norrland*	55	75	95				
Havre, södra Götaland*		60	80	95	110		
Havre, norra Götaland & Svealand*	50	70	90	105	120		

* Rekommendationerna till vårsäd avser radmyllning av gödsel. Vid bredspridning ökas givan med ca 5 kg N/ha i södra Sverige och med 10 kg N/ha i övriga landet.

Rekommendationen för brödvete i norra Götaland och Svealand avser sorter med medelhög proteinhalt. Sorten Harnesk behöver tillföras ytterligare ca 20 kg N/ha för att nå brödkvalitet. Vid höga skördeförväntningar av råg och höstkorn rekommenderas högst 140 kg N/ha.

4.3.3.1 Känslighetsanalys stråsäd

Avviker priset med +/- 10 öre/kg påverkas rekommendationerna med +/- 3–5 kg N/ha. Vid 20 öre högre eller lägre spannmålspris än kalkylpriset förändras rekommendationen med +/- 5–10 kg N/ha. Vid ökat kvävepris med 1 kr/kg N förändras optimal kvävegiva med ca 5 kg N/ha och vid 2 kr/kg N högre pris sjunker optimal kvävegiva med ca 10 kg N/ha.

Om prisförhållandena ändras så mycket att de optimala kvävegivorna höjs påtagligt, bör en ökning av rekommendationerna till vårsäd inte överstiga 5–10 kg N/ha på grund av risk för liggsäd. I höstvetete och rågvete är marginalen något större innan liggsädesrisken bedöms bli ett problem, men man bör vara mer restriktiv med höjning av kvävegivorna till råg och höstkorn.

En mer omfattande känslighetsanalys kan genomföras med "Kvävesimulatore" som finns på Greppa Näringsens hemsida www.greppa.nu. I detta dataprogram är maxgivor inlagda för att undvika givor som påtagligt ökar risken för liggsäd.

4.3.4 Vall

Vallrekommendationerna i tabell 16 för gräsvall med två och tre skördar baseras på de beräkningar som redovisats i avsnitt 4.1.3. För att upprätthålla proteinhalten i slåttervall med två skördar har ett tillägg gjorts vid omformningen från beräkning till rekommendation. Rekommendationerna för slåttervall med fyra skördar baseras på bedömningar utifrån slåttervall med tre skördar.

Vid utformningen av rekommendationerna justeras riktgiven med 20 kg N/ton skördeavvikelse för vall med två skördar och med 25 kg N/ton skördeavvikelse för vall med tre eller fyra skördar per år. Dessa korrektioner används upp till och med skördenivån 8 ton/ha. Vid högre skördenivåer bedöms att andra tillväxtfaktorer än kväve kan ha en avgörande betydelse för skördeutfallet. Därför trappas korrektionerna per ton skördeavvikelse ner vid skördenivåer som överstiger 8 ton ts/ha.

I tabell 16 anges rekommendationer för 20 och 40 % baljväxtandel. Dessa rekommendationer har tagits fram utifrån de korrektionsfaktorer som redovisats i tabell 14. Interpolering kan ske för baljväxtandelar inom respektive intervall. Liksom tidigare påpekats är det viktigt att utgå från tabellhuvudet och läsa tabellen uppifrån och ned. Med den normalskörd som anges i tabellhuvudet bedöms det vara ekonomiskt optimalt att ge de givor som anges för respektive odlingsförhållanden.

Uppskattning av skördepotentialen bör liksom för andra grödor ske utifrån tidigare års skördenivåer. Beträffande baljväxtandel kan det vara svårt att avgöra vilken andel som är möjlig att uppnå i den färdiga skörden. För att nå 40 % klöverandel krävs att det är ett fullgott bestånd av klöver på våren. Vid glest klöverbestånd bör inte gödslingen underskrida rekommendationerna för 20 % klöverandel.

Genom kartläggning av försöksplatserna där de senaste årens vallförsök genomförts har framkommit att djurhållning med ca en djurenhet/ha varit vanligt förekommande. Antas motsvarande förhållanden gälla även för det försöksmaterial som utgör beräkningsunderlag, kan beräkningsresultaten relateras till en långsiktig kväveleverans från stallgödning på ca 20 kg N/ha. Detta utgör utgångsläge för kvävegödslingsrekommendationerna till vall i tabell 16. Skördenivån avser bärgad skörd efter skördeförluster.

Tabell 16. Riktgivor för kvävegödsling till vall, kg N/ha, vid två, tre eller fyra skördar/år.

Gröda	Skörd, ton ts/ha					
	6	7	8	9	10	11
Gräsvall, 2 skördar	120	140	160	180		
Blandvall, 2 skördar, 20 % klöver	85	100	110	125		
Blandvall, 2 skördar, 40 % klöver	35	40	50	55		
Gräsvall, 3 skördar		190	215	235	250	260
Blandvall, 3 skördar, 20 % klöver		145	160	175	190	195
Blandvall, 3 skördar, 40 % klöver		85	95	105	115	120
Gräsvall, 4 skördar		225	250	270	285	295
Blandvall, 4 skördar, 20 % klöver		170	190	205	215	220
Blandvall, 4 skördar, 40 % klöver		100	115	125	130	135

Gräsdominerad betesvall på åker: 25–35 kg N/ha och avbetning
 Vitklöverdominerad betesvall på åker: 0–20 kg N/ha och avbetning

Total kvävegiva till betesvall bör inte överstiga 150 kg N/ha och år.

4.3.4.1 Känslighetsanalys vall

Är kvävepriset 2 kr högre per kg N än vad som antagits minskar riktgivorna till gräsvall med ca 10, 20 och 30 kg N/ha för respektive två, tre och fyra skördar. Lägre kvävepris motiverar högst 10–20 kg N/ha högre kvävegiva till de olika valltyperna, eftersom påtagligt högre givor kan leda till onödigt hög proteinhalt.

Vid 10 % lägre pris på vallfodret än vad som förutsatts i beräkningarna sänks de teoretiskt beräknade riktgivorna med ca 8, 10 och 15 kg N/ha vid respektive två, tre och fyra skördar/år. Vid 10 % högre pris på vallfodret ökar de teoretiskt beräknade riktgivorna i ungefär samma omfattning.

4.3.5 Oljeväxter

I tabell 17 redovisas kvävegödslingsrekommendationer för oljeväxter. De baseras på de försöksresultat som presenteras i avsnitt 4.1.2. Den skörde-relaterade justeringen av gödslingen till oljeväxter är 20 kg N/ton skördeavvikelse. En ny rekommendation har införts för oljelin. Den är främst baserad på praktiska erfarenheter.



Tabell 17. Riktgivor för kvävegödsling till oljevaxter, kg N/ha. Mineraljord med förfrukt stråsäd

Gröda	Skörd, ton/ha					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Höstoljevaxter*			110	120	130	140
Våroljevaxter	95	105	115	125		
Oljelin	50	70				

*Utöver angiven rekommendation för vårgödsling av höstoljevaxter bör dessutom 30–50 kg N/ha i form av mineral- eller stallgödsel tillföras på hösten om stråsäd är förfrukt. Efter goda förfrukter kan kvävebehovet helt eller delvis tillgodoses från förfrukten.

4.3.5.1 Känslighetsanalys oljevaxter

Är fröpriset 0,50 kr/kg högre eller lägre än vad som antagits i beräkningarna höjs respektive sänks riktgivan med 10 N/ha till både vår- och höstoljevaxter.

Är kvävepriset 1 kr lägre eller högre än vad som förutsatts påverkas riktgivan med +/- 5 kg N/ha. Vid 2 kr lägre eller högre pris per kg N påverkas riktgivan med ca +/- 10 kg N/ha.

4.3.5.2 Olika grundskördar

I höstrapsförsöken kan man ofta se ett samband mellan god höstutveckling av grödan och hög grundskörd utan gödsling på våren, medan svaga höstbestånd, om de övervintrar, oftast ger betydligt lägre grundskörd. Väl utvecklade plantor under hösten ger normalt förutsättningar för en hög skörd, men kvävebehovet är oftast 10–30 kg N/ha lägre än vad som anges i tabell 17. Däremot avråds av miljömässiga skäl från att öka gödslingen till svaga bestånd utöver vad tabell 17 visar.



4.3.6 Potatis

Kvävegödslingen till potatis bör utöver förväntad skördenivå även anpassas efter sort och/eller användningsområde. Gödslingsråden är allmänt hållna och i det enskilda fallet kan justeringar vara motiverade på grund av egen erfarenhet eller efter samråd med specialrådgivare. Gödsling och skötsel av kontrakterade potatisodlingar ska ske enligt kontrakterande företags anvisningar.

Tabell 18. Riktgivor för kvävegödsling till potatis, kg N/ha. Mineraljord med förfrukt stråsäd.

Potatissort eller användningsområde	Skörd, ton/ha									
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	
Färskpotatis	50	65	80							
Satina, Fakse, Innova, Ditta					70	80	90	100	110	
King Edward, Sava, Isle of Jura			80	90	110	130	150			
Bintje, Folva, Asterix, Fontane				90	110	130	150	170	190	
Fabrikspotatis							140	160	180	

Maximalt rekommenderad kvävegiva till sorterna Folva och Asterix uppgår till 130 respektive 160 kg N/ha. Skördeförväntningen på sorten King Edward bör inte ställas alltför högt, eftersom höga kvävegivor kan äventyra kvaliteten.

4.3.7 Sockerbetor

Ekonomiskt optimal kvävegiva till sockerbetor uppgår i medeltal till ca 120 kg N/ha vid bredspridning. Vid radgödsling/djupmyllning är kvävebehovet ca 20 kg N/ha lägre än vid bredspridning. "Felgödsling" med +/- 20 kg N/ha påverkar det ekonomiska resultatet endast marginellt. Givorna bör oavsett spridningsteknik justeras efter tidigare erfarenhet. Blåtal och sockerhalt kan ge viss upplysning om gödseltillförseln varit anpassad tidigare år – se vidare avsnitt 5.5 om sockerbetor.

4.3.8 Majs

Majssorter med tidigare utveckling samt förändrade klimatiska förhållanden har medverkat till att majsodlingen ökat påtagligt i Sverige. Det försökmässiga underlaget för gödsling till fodermajs är begränsat. Dock har ett 15-tal försök genomförts under åren 2007–2009 i Sverige (Tell & Axelsson, 2010). Försöksresultaten pekar på stor variation i optimal kvävegiva mellan olika försöksplatser. Beaktas kväveleveransen från marken kan man lättare se ett mönster mellan skördenivå och optimal kvävetillförsel. Sammanvägning av de genomförda försöken, praktiska erfarenheter i Sverige och danska försöksresultat utmynnar i rekommendationen att högst tillföra 150 kg N/ha vid skördenivån 10 ton ts/ha eller högre. Förväntas lägre skörd justeras kvävegivan med 15 kg/ton avvikelse.

Traditionellt anses majsen ge god respons för stallgödsel varför en grundgiva på ca 40 ton nötflytgödsel oftast ingår i odlingskonceptet. En annan etablerad uppfattning är att majsen behöver en startgiva av fosfor utöver den fosfor som finns i stallgödseln. Detta har också bekräftats i de odlings tekniska försöken som anges ovan. Odling av majs förekommer ibland på samma skifte år efter år. Med hänsyn till total kvävemängd i stallgödseln och att rekommenderad fosformängd överstiger bortförseln kan återkommande majsodling på samma ställe ge upphov till ackumulering av växtnäring och miljöproblem. Flyttning av majsodlingen mellan olika skiften minskar dessa olägenheter.

4.3.9 Salix

Gödslingsförsök med kväve har genomförts i etablerade salixodlingar de senaste åren (Aronsson & Rosenqvist, 2011). Försöken har karaktär av strategiförsök, så det går inte att beräkna ekonomiskt optimal kvävegiva på traditionellt vis. Utöver ogödslade led ingick, äldre rekommendation (60, 100 och 60 kg N/ha för respektive år ett, två och tre), låg intensitet med 160 kg N/ha första året efter skörd samt intensiv odling med 160 kg N/ha varje år under ett treårigt omlopp.

I medeltal gav den högsta givan bäst ekonomiskt utbyte, men med tanke på måttligt merutbyte för gödsling utöver engångsgivan samt behov av speciell spridarutrustning i växande salix blir rekommendationen ca 160 kg N/ha som engångsgiva våren efter skörd.

De genomförda försöken avser moderna sorter. I äldre sorter får bedömningar göras utifrån tidigare års skördar och gödsling. Engångsgödsling med måttlig giva <150 kg N/ha bedöms ligga närmast till hands. Har svaga gödslings effekter konstaterats tidigare kan gödslingen t o m uteslutas.

Vid etablering av salix bör tillgången på fosfor och kalium säkerställas. Detta görs genom tillförsel av 20–30 kg P/ha och 50–80 kg K/ha om P-AL/K-AL-klassen är III eller lägre. Vid högre växtnäringsstillstånd kan grundgödslingen uteslutas. Ibland baseras salixodling på tillförsel av avloppsslam. Därigenom tillgodoses både fosfor- och kaliumbehovet. Avloppsslammet innehåller också växttillgängligt kväve, som bör beaktas då total kvävegiva bestäms.

4.4 Förfrukt

Förfruktsvärdet avseende kväve beror dels på kvarlämnade skörderester inklusive rötter och eventuella baljväxtnölar, dels på grödans strukturbefrämjande och sjukdomssanerande effekt som skapar förutsättningar för bra kväveutnyttjande. I tabell 19, som baseras på Lindén (2008) redovisas olika grödors förfruktsvärde uttryckta som skördeökande verkan samt som total kväveefterverkan. Betydande variationer kan förekomma kring de angivna värdena. Havre har skördeökande effekt på efterföljande gröda, men lämnar inget kväve till grödan som följer efter.

I tabell 19 visas de skördeökningar som olika förfrukter kan förväntas ge i vete, råg eller korn, jämfört med vete, råg eller korn som förfrukt. Förfruktsvärdet för dessa spannmålsgrödor har satts till noll och andra förfrukters inverkan på total kväveefterverkan anges som skillnad i förhållande till vete, råg eller korn.

Tabell 19. Olika grödors förfruktsvärden uttryckta som skördepåverkan, kg/ha, och som kväveefterverkan, kg N/ha.

Förfrukt	Skördepåverkan i efterföljande gröda, kg/ha		Kväveefterverkan till efterföljande gröda, kg N/ha	
	Höstvete	Vårsäd	Höstvete	Vårsäd
Höstsäd, korn	0	0	0	0
Havre	700	0	0	0
Höstraps	1200		40	
Våroljeväxter	800	500	20	20
Foderärter	1000	500	35	25
Åkerbönor	700	700	25	25
Potatis	800	800	0	0
Socketbetor	1000	800	25	20
Blandvall	800	500	40	40
Gräsvall	400	200	15	15

Den skördeökande verkan tar i anspråk 15 kg N/ton kärnskörd av mängden som anges i kolumnen ”Kväveeffterverkan till efterföljande gröda”. Då eftergrödans kvävebehov beräknas utgår man från rekommenderad giva efter tillägg för den skördehöjande verkan, som anges i tabell 19. Därefter görs avdrag med värdet i kolumnen ”Kväveeffterverkan”.

Ett exempel: Vid odling av brödvete rekommenderas givan 145 kg N/ha vid skördenivån 6 ton/ha i norra Götaland. Är förfrukten blandvall kan skörden förväntas bli 800 kg/ha högre. Totalbehovet av kväve blir då $0,8 \text{ ton/ha} \cdot 15 \text{ kg/ton} + 145 \text{ kg N/ha} = 157 \text{ kg N/ha}$. Från detta värde ska sedan kväveeffterverkan på 40 kg N/ha dras. Nettobehovet till den aktuella grödan med förfrukt blandvall blir således $157 - 40 \text{ kg N/ha} = 117 \text{ kg N/ha}$.

Förfruktseffekten av vall beror på både plöjningstidpunkt och valltyp. Vallens kvävelevererande förmåga kan t o m vara negativ första året efter vallbrott (gamla svagt gödslade och sent plöjda gräsvallar). Mängden nedplöjd grönmassa kan också påverka kvävemineraliseringen efter vallbrott. Baljväxtrik grönmassa ökar mineraliseringen, medan gräsdominerad grönmassa begränsar kväveleveransen till nästa gröda. Redovisade kväveeffter för vall avser skördade vallar eller vallar med endast måttlig återväxt.

Underlaget för tabellvärdena i tabell 19 är i vissa tabellpositioner begränsat. Detta gäller i minst lika hög grad för uppgifterna i tabell 20, där total kväveeffterverkan efter fång- och mellangrödor samt grüngödslingsvallar redovisas.



Förfrukten skvallrar om kväveleveransen. I förgrunden är det tunna och bleka höstvetets förfrukt höstvetete – bakom skiljelinjen ger höstraps som förfrukt ett frodigare bestånd. Räkna med 40 kg N/ha i ökad efterverkan i höstvetete efter höstraps.

Tabell 20. Kväveeffekt, kg N/ha, uttryckt som kväveeffterverkan efter fånggrödor, mellangrödor och grüngödslingsvallar

Grödtyp	Kväveeffterverkan, kg N/ha	
	Höstplöjning	Vårplöjning
Fånggrödor eller mellangrödor insådda i vår- eller höstsäd		
Rajgräs	0	0
Rödklöver	25	35
Vitklöver	30	35
Rödklöver och rajgräs i blandning	15	10
	Tidig höstplöjning och höstsådd	Sen höstplöjning eller vårplöjning och vårsådd
Grüngödslingsvall		
Rödklöver, alsikeklöver	60	70
Rödklöver+gräs	40	50
Vitklöver	70	80
Vitklöver+gräs	50	60
Rajgräs	0	0

Effekterna av fång- och mellangrödor samt grüngödslingsvall förutsätter god utveckling av klövern. På grund av begränsat försöksunderlag väljs att inte ange någon skördehöjande verkan. Skördeökning på 1–3 ton spannmål/ha efter klöverdominerad grüngödslingsvall anses vara fullt rimlig.

Förfruktseffekten av rajgräs som fånggröda bedöms vara jämförbar med stråsäd om odlingen sker sporadiskt. Vid ofta återkommande odling kan på sikt en något ökad kväveleverans från fånggrödan förväntas. Den bästa kväveeffekten av rajgräs kan påräknas på lätta jordar i områden med mildt klimat. Vid nedbrukning av rajgräs innehåller marken normalt mycket lite växttillgängligt mineralkväve och en viss kväveimmobilisering kan ske, men detta kompenseras längre fram under växtsäsongen genom något ökad mineralisering. Vid vårplöjning kan eventuellt denna kompensation inträffa för sent för att kunna komma årets gröda till godo.

4.5 Markkväveanalys

Markkväveanalys har begränsat värde som prognosverktyg vid bestämning av årets kvävebehov. Vanligtvis kan förväntat högt kväveinnehåll bekräftas vid provtagning under våren, men erfarenheter har visat att skillnaden mellan år med jämförbara odlingsförhållanden är liten. Därmed kan ingen generell kväveprognos utfärdas utifrån provtagning på våren.

Kväveprovtagning – både på våren och efter skörd – fyller dock en viktig funktion då kvävegödslingsförsök ska utvärderas.

En tidig sådd resulterar ofta i högre skörd. Anpassa kvävegivan efter såtidpunkten.

4.6 Såtid

Tidig vårsådd innebär bättre utnyttjande av växtsäsongen och leder vanligen till högre skörd. Sen sådd medför som regel lägre skörd. Vid gödslingsplaneringen anpassas skördeförväntningarna till normal såtidpunkt.

Om sådden inträffar tidigare eller senare än normalt, kan man antingen justera skördeförväntningarna och få en annan riktiga eller schablonmässigt ändra enligt följande:

Sådd av vårsäd upp till 10 dagar tidigare än normalt: + 1 kg N/dag

Sådd av vårsäd upp till 10 dagar senare än normalt: - 1 kg N/dag



5 Kvävegödslingsstrategi

5.1 Stråsäd

Erfarenheterna från försök där man jämfört engångsgiva med delad kvävetillförsel visar att man i allmänhet får lika hög skörd vid samma kvävenivåer, medan proteinhalten oftast ökar om en del av kvävet senareläggs. Därför är delning av kvävegivan främst aktuell vid odling av spannmål där priset regleras efter proteinhalt. Beaktar man möjligheten att gödsla ekonomiskt och miljömässigt rätt med kväve enligt årets årsmån, kan det dock finnas starka skäl för delning även i andra odlingsituationer. Att minska risken för liggsäd kan också vara ett skäl till delad kvävegiva.

Delning av kvävegivan förutsätter att man kan förvänta så mycket nederbörd i maj och juni att kväveverkan också fås av den senare givan. I försommartorra områden är engångsgödsling därför normalt att föredra.

Resonemangen om gödslingsstrategi baseras på att ammoniumnitratbaserade gödeslmedel eller Kalksalpeter används vid gödsling i växande gröda. Urea bör enbart användas vid nedbrukning eller radmyllning.

5.1.1 Höstvete

Ett väl etablerat bestånd under hösten utgör grunden för att kunna uppnå god kväveeffektivitet i odlingen. I bra bestånd finns inte något behov av tidig kvävetillförsel av bestockningsskäl. Tidig gödsling bedöms inte heller ge förutsättningar för att nämnvärt förbättra ett svagt bestånd till följd av utvintring eller svag etablering under hösten.

Sorternas utvecklingsrytm varierar. Tidiga sorter har genetiskt en tidigare utveckling och tillväxt och behöver därmed tillgång till kväve något tidigare än medelsena och sena sorter för att begränsa reduktionen av skott och småax. Behovet av tidig kvävegiva skall dock inte överskattas, eftersom grödan har en betydande kompensationsförmåga bl a genom kärnstorleken.

Torra vårar förekommer med olika frekvens i skilda delar av landet. Vid torka under vetets bestockningsskede kan en tidig giva av kväve ändå få så mycket fukt att gödselkväve kan utnyttjas av grödan. Utan kväve kan reduktionen av de skördebestämmande komponenterna få genomslag i skörden.

Riklig nederbörd under våren efter att kväve tillförts kan leda till betydande förluster företrädesvis som gasformigt kväve. För att begränsa sådana förluster ska tidiga givor begränsas.



Beroende på odlingsinriktning och skördeförutsättningar bör olika strategier för gödningen väljas. Strategiresonemanget utgår från att skörde relaterad gödning tillämpas. Vid måttliga skörde förväntningar och utan krav på att nå viss proteinhalt är oftast engångsgödning det första alternativet. Finns det förutsättningar att nå högre skördar, bör normalt delning av givan på två tillförselstidpunkter ske. Är avsikten med odlingen att både hög skörd och hög proteinhalt ska uppnås kan en uppdelning av givan på tre delgivor vara aktuell (figur 1).

5.1.1.1 Engångsgödning

Vid odling av höstveten utan krav på att nå viss proteinhalt, kan engångsgödning tillämpas upp till 120–140 kg kväve/ha (**strategi A**). Givan tillförs under senare delen av bestöckningsfasen (DC 23) så att kvävet är tillgängligt för växten under stråskjutningen. Bedöms risken för kraftiga vårregn vara påtaglig, bör delning av kvävegivan övervägas.

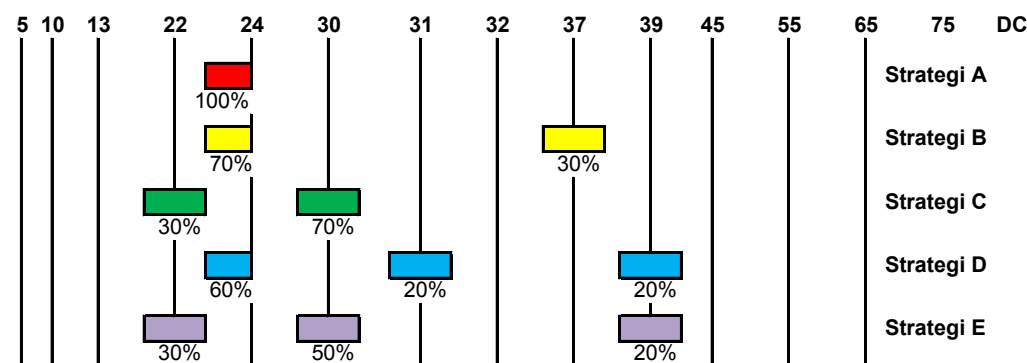
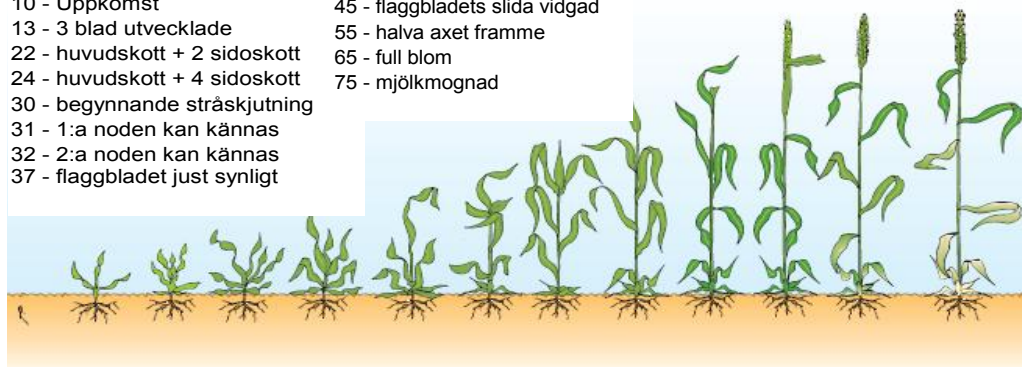
5.1.1.2 Tvådelad kvävegiva

Är målsättningen att odla höstveten med minst 11,5 % proteinhalt, eller om hög skörd kan förväntas, bör delning normalt ske. Delning kan också vara aktuell vid måttliga kvävenivåer om man t ex på grund av risk för förluster efter eventuellt vårregn inte vill tillföra hela kvävegivan vid ett tillfälle. Vid delad kvävegiva kan följande resonemang vara till hjälp. Uppdelning sker vanligen på huvudgiva och stråskjutningsgiva.

Tillförsel av kväve till höstveten enligt olika gödningstrategier. Procentsatsen vid respektive stadium och strategi avser andel av total kvävegiva.

Utvecklingsstadier för stråsåden enligt Zadoks skala (DC)

- | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 5 – Roten växer ut från kärnan | 39 - flaggbladets slida just synlig |
| 10 - Uppkomst | 45 - flaggbladets slida vidgad |
| 13 - 3 blad utvecklade | 55 - halva axeten framme |
| 22 - huvudskott + 2 sidokott | 65 - full blom |
| 24 - huvudskott + 4 sidokott | 75 - mjölkmodnad |
| 30 - begynnande stråskjutning | |
| 31 - 1:a noden kan kännas | |
| 32 - 2:a noden kan kännas | |
| 37 - flaggbladet just synligt | |



Figur 1. Olika kvävegödningstrategier till höstveten

Tidiga bestockningsgivor kan bidra till att grödan klarar sig bättre under efterföljande torrperiod eftersom sidokotten inte reduceras i lika stor utsträckning, men i medeltal har inga nämnvärda positiva skördeeffekter uppnåtts av denna åtgärd. Därför är basrekommendationen att avvakta med den första givan, som ovan benämns huvudgiva till senare delen av bestockningsfasen. Tidsmässigt motsvarar det från mitten av april till en vecka in i maj. Lämplig tid inom intervallet beror på belägenhet i landet och normalt förväntad väderlekstyp.

Vid tvådelad kvävegiva är grundrekommendationen att ca 2/3 av totalmängden tillförs som huvudgiva och att ca 1/3 tillförs som stråskjutningsgiva (**strategi B**). Tidpunkten för den första givan kan även relateras till vårbruket. Vid tidigt vårbruk bör man tillföra den första givan efter vårbruket, medan man bör ge den första givan före vårbruket om det är ett sent år. Under år, då förhållandena inte medger gödsling vid planerad tidpunkt, kan det finnas skäl att lägga något större andel av kvävet som huvudgiva.

En alternativ tvådelningsstrategi, som främst bedöms vara aktuell på fält med svag kvävetillgång, är att tidigarelägga den första givan med en till två veckor jämfört med grundrekommendationen och att minska den till ca 30 % av planerad totalgiva (**strategi C**). Resterande kvävemängd tillförs strax före stråskjutningen.

Planerad delning av kvävegivan är normalt nödvändig då stallgödsel används. I försök med flytgödsel har speciellt goda effekter uppnåtts av svinflytgödsel som tillförts i relativt tidigt bestockningsskede. Den goda effekten förutsätter att mineralgödselkväve tillförs före flytgödselspridningen för att överbrygga flytgödselns långsammare verkan jämfört med mineralgödsel.

5.1.1.3 Tredelad kvävegiva

Planerad uppdelning av kvävegivan på tre tillfällen i stället för på två är i synnerhet aktuell då höga skördar förväntas och då det är angeläget att nå viss proteinhalt. Tillämpning av denna strategi innebär att huvudgivan minskas något jämfört med strategin med tvådelad giva och att resterande kvävemängd fördelas ungefär lika mellan tidig och sen stråskjutningsfas. Fördelningen kan beskrivas med procentsatserna 60/20/20 (**strategi D**). Minskad huvudgiva minskar risken för kväveförluster efter kraftiga vårregn.

I analogi med den alternativa tvådelningsstrategin kan den första givan i systemet med tredelad giva också tidigareläggas och minskas. Lämplig fördelning mellan olika delgivor kan vara 30/50/20 uttryckt i procent av total kvävegiva (**strategi E**).

Sen gödsling med kväve kan även vara aktuell under år då grödan utvecklas bättre än vad man gödslar för. Sådan årsmånsanpassad tilläggs-gödsling kan kombineras med olika gödslingsstrategier.

I ett system där det planeras för en låg kompletteringsgiva finns också möjligheten att avstå från kompletteringsgödslingen om årsmånen tyder på att kvävebehovet är lägre än normalt.



5.1.1.4 Svavel

Väljs gödselmedel med N/S-förhållande, som motsvarar grödans behov, t ex Axan, bör dessa användas vid samtliga spridningstillfällen. Dessa gödselmedel är också lämpliga vid engångsgödsling. Tillförs huvudgivan med gödselmedel, som har lägre N/S-förhållande än vad som motsvarar grödans behov, kan kvävegödselmedel utan svavel användas vid senare givor. Det finns också kvävegödselmedel med relativt högt svavelinnehåll. Dessa gödselmedel passar mindre väl i de skisserade kvävegödslingstrategierna. Mer information om svavel finns i avsnitt 8.2.

5.1.2 Höstråg och höstkorn

Kvävegivan till höstråg och höstkorn bör normalt delas p g a risken för liggssäd. Ca hälften av kvävebehovet tillförs tidigt då grödan börjar växa och andra halvan då grödan är i sent bestockningsskede.

5.1.3 Rågvede

Vid givor upp till ca 120 kg N/ha kan engångsgödsling tillämpas. Spridningstidpunkten sammanfaller med den för höstvede. Alternativt kan en mindre giva, ca 1/3 av totalbehovet, tillföras så snart marken är farbar för att säkerställa grödans tidiga kvävebehov. Resten tillförs när grödan är i sent bestockningsskede. Vid höga kvävegivor bör delning ske regelmässigt.

5.1.4 Vårsäd

I normalfallet tillförs kvävet som engångsgiva till korn och havre. Vid gödsling till vårvete, som normalt betalas efter proteinhalt, kan det dock vara aktuellt med delning. Grundgödsling med kväve sker i så fall i anslutning till sådden, medan den andra givan tillförs under stråskjutningsfasen. I försommartorra områden bör den andra givan tillföras redan under bestockningsfasen.

Vid tidig sådd av vårsäd kan kväveförluster uppkomma om sådden följs av riklig nederbörd. Därför bör endast ca hälften av kvävet tillföras i samband med tidig sådd. Resten av kvävebehovet tillförs i växande gröda.

När stallgödsel används till vårsäd bör den kombineras med mineralgödsel upp till önskad kvävenivå. Detta kan t ex ske genom grundgödsling med mineralgödsel vid sådd och gödsling med flytgödsel i växande gröda (10–15 cm-stadiet) med marknära spridning. I försommartorra områden kan dock effekten av flytgödsel som tillförs i angivet skede bli svag. På lätta jordar där risken för packning inte är så stor kan stallgödsel även tillföras före sådd. Komplettering med mineralgödsel kan i dessa fall ske såväl före som efter sådd. Fastgödsel måste brukas ner om godtagbar kväveeffekt skall uppnås.

5.2 Slåttervall

Vid odling av slåttervall med syfte att uppnå hög energihalt och anpassad proteinhalt har odlingstekniken stor betydelse. Skördetidpunkt och kvävetillförsel är de två viktigaste faktorerna som styr det kvalitativa odlingsresultatet. Skörd i ”rätt” tid – skördetidsprognos ger god vägled-





ning – och måttlig kvävegiva (< 100 kg N/ha) till första skörden ger goda förutsättningar för att få en lämplig grovfoderkvalitet till mjölkande eller snabbväxande djur. Kvävenivån ovan avser gräsvall.

I ett tvåskördesystem till gräsvall är det lämpligt att ge ca 60 % av totalgivan till första skörden. Vid tre skördar i gräsvall bedöms rimlig fördelning av kväve till de olika delskördarna uppgå till 40, 35 och 25 % av totalgivan till respektive delskörd. Vid påtagligt klöverinslag bör varje delskörd få lika stor kvävegiva. I vallodling med 4 skördar bör uppdelningen av kvävegivan mellan delskördarna uppgå till 35/25/20/20 i procent av totalgivan.

Ammoniumnitratbaserade gödselmedel rekommenderas som kvävegödselmedel till vall.

Värgödslingen utförs när vallen börjar grönska och återväxtgödslingen direkt efter det att den tidigare skörden bärgats. Råder mycket torra förhållanden kan återväxtgödslingen delas upp på två givor. Den andra givan tillförs endast om nederbörden ger förutsättningar till en normal skörd. Minst tre veckor bör förflyta mellan gödsling och skörd.

Under torra förhållanden, då skörden blir lägre än man gödslat för, bör ”överblivet” kväve beaktas vid gödslingen av efterföljande delskörd. Detta innebär att den totala kvävegivan bör reduceras i motsvarande mån, eftersom det normalt inte är möjligt att ”återta” förlorad tillväxt i senare delskördar.

Med hänsyn till vallens växtnäringsbehov passar stallgödsel från nötkreatur bra som gödselmedel. För att kunna utnyttja kvävet är det viktigt att spridningen anpassas efter väderleksförhållandena. Vårspridning av flytgödsel och urin samt höstspridning av fast stallgödsel möjliggör normalt detta. Måttliga givor av flytgödsel till vall under hösten bedöms också kunna ge godtagbat kväveutnyttjande. Med tanke på vallens kaliumbehov passar det också bra att ge flytgödsel eller urin till vallåterväxten. Vid torrt väder blir dock kväveverkan svag p g a stor ammoniakavgång.

5.3 Höstoljeväxter

Höstoljeväxter har kraftig tillväxt redan under hösten. För att uppnå önskvärd utveckling efter stråsädesförfrukt behöver i allmänhet 30–50 kg N/ha tillföras på hösten.

På våren tillförs ca halva behovet på nattfrusen mark eller så fort marken bär efter tjällossningen. Spridning får dock inte ske förrän i mars. Resten ges när man med säkerhet vet att oljeväxterna övervintrat eller ca 4 veckor efter den första givan. Har ingen kvävegödsling gjorts före mitten av april tillförs hela givan på en gång. Vid engångsgödsling bör skördeförväntningarna och därmed kvävegivan reduceras något. Annars är risken stor för tidig liggbildning.

Grundrekommendationen är att ammoniumnitratbaserade gödselmedel används till båda givorna.

5.4 Potatis

För att med god säkerhet kunna utnyttja tillförd växtnäring i potatisodlingen är det nödvändigt att vattenförsörjningen av grödan kan tryggas. Genom delning av kvävegivan till potatis kan man uppnå såväl skördeökning som förbättrad kväveeffektivitet, under förutsättning att det finns möjlighet till bevattning. Detta beror på en gynnsammare fördelning mellan blast- och knöltillväxt samt på att kvävetillförsel under växtsäsongen bidrar till att förlänga blastens livslängd och därmed knöltillväxtperioden.

Delningen bör utföras så att ca 50 % av kvävet tillförs i anslutning till sättningen, medan resten ges i två likstora givor, 3 och 6 veckor efter uppkomst. Vid grundgödsling eller engångsgödsling används ett NPK-gödselmedel med lågt klorinnehåll och vid tilläggsgödsling ett ammoniumnitratbaserat gödselmedel. Finns behov av högre kaliumgivor än vad som tillförs med använt NPK-gödselmedel, kan NK-gödselmedel med låg klorhalt användas vid det andra gödslingstillfället.

Potatis har, med undantag av färskpotatis, lång växtperiod och kan därmed förväntas utnyttja stallgödselkväve på ett bra sätt. Kvävefrigörelsen från stallgödsel kan dock komma för sent vid odling av matpotatis och äventyra kvaliteten. Därför bör stallgödsel inte ges till matpotatis. Vid odling av fabrikspotatis finns inte samma risk för kvalitetsnedsättning och därmed är gödsling med stallgödsel aktuell. I första hand är det flytgödsel som bör användas och givan bör begränsas till maximalt 50 % av kvävebehovet, räknat som ammoniumkväve.

5.5 Sockerbetor

Kvävegödslingen till sockerbetor kan ske på olika sätt. Traditionellt har kvävet antingen brukats ner före sådd eller tillförts direkt efter sådd, men numera tillämpas också radmyllning/djupmyllning inom sockerbetsodlingen. Denna teknik medför förbättrat kväveutnyttjande och därmed mindre behov av kväve – ca 20 kg N/ha mindre än vid bredspridning. Radmyllning innebär att gödsling normalt sker samtidigt som sådd och att gödseln placeras på ett bestämt avstånd i sidled från betfröet. Både flytande och granulerad gödsel kan användas. Djupmyllning sker med moderna kombimaskiner i en separat arbetsoperation före sådden och medför att avståndet i sidled mellan gödsel och betfrö varierar. Vid djupmyllning används granulerad gödsel och den placeras normalt något djupare än fröet.

Utöver den allmänna rekommendationen bör också kvävegivan justeras i förhållande till tidigare års resultat när det gäller bl a sockerhalt och blåtal, under förutsättning att andra odlingsfaktorer som också påverkar sockerhalt och blåtal är normala. Exempel på sådana faktorer är plantantal, blastning, såtid och skördetidpunkt. Blåtalet bör ligga under 20 enheter. Är blåtalet över denna nivå är detta ett tecken på att kvävetillgången, åtminstone i slutet av tillväxtperioden, varit för hög. Låg sockerhalt antyder också att kvävetillgången varit för hög.



Vid nedbrukning eller radmyllning/djupmyllning används ammoniumnitratbaserade gödselmedel. För att också tillgodose betornas behov av natrium är det lämpligt att använda ett natriuminnehållande kvävegödselmedel såsom t ex YaraMila ProBeta. Sockerbetor har en lång växtsäsong och kan därför förväntas utnyttja kväve i stallgödsel väl. Stallgödseltillförsel på lerjordar före sådd av sockerbetor kan dock förorsaka packningsskador och försämrad plantetablering och därför avråds normalt från denna åtgärd. Nedplöjning av stallgödsel på jordar som kan vårplöjas kan däremot rekommenderas. Måttlig giva, d.v.s maximalt hälften av betgrödans kvävebehov, och jämn spridning är viktiga faktorer att beakta med hänsyn till kvaliteten.

6 Fosfor

6.1 Bakgrund

Ersättningsprincipen och hänsynstagande till markens fosfortillstånd har varit vägledande för utformningen av gödslingsrekommendationer för fosfor under lång tid. År 2005 genomfördes en förnyad utvärdering av fosforgödslingsförsöken med avseende på såväl produktion som miljö (Bertilsson m fl 2005), Naturvårdsverkets rapport 5518. Utöver äldre försöksmaterial utnyttjades även försök som genomförts under den senaste 20-årsperioden som underlag för beräkningarna. Frågeställningen i analysen i den angivna rapporten var vid vilket P-AL-värde merskörden betalar kostnaden för fosforgödslingen, dvs. när det är ekonomiskt lönsamt att tillföra lika mycket fosfor som förs bort med skörden. Sammanfattningsvis visade värderingen att det vid lägre P-AL-tal finns ekonomiska motiv att gödsla upp med fosfor medan det vid högre P-AL-tal finns både ekonomiska och miljömässiga skäl att tära på förrådet.

6.1.1 Priser på fosfor och produkter

Beroende på gröda och prisförhållanden varierar den P-AL-nivå där ersättningsgödsling är mest lönsam. Nivån beräknas genom att sätta in priskvoten mellan fosfor och nettopris på produkt i ekvationssamband för olika försöksserier. När NV-rapporten 5518 sammanställdes var priskvoten ca 18 för spannmål och efter kraftiga prisrörelser är priskvoten nu ca 20. Den nuvarande priskvoten medför att det är lönsamt att tillämpa ersättningsgödsling vid ungefär samma P-AL-tillstånd som då rapporten skrevs. Detta innebär att ersättningsgödsling bör tillämpas vid P-AL-tal 6 för korn, 3 för höstvetete, 8 för oljeväxter, 10 för sockerbetor och potatis samt vid P-AL-tal 3 för vall.

Priset på fosfor antas uppgå till 23 kr per kg under växtodlingssäsongen 2012.

6.2 Gödslingsrekommendationer

6.2.1 Rekommendationer till enskilda grödor

Rekommendationerna i tabell 21 syftar till att tillförseln ska vara lika stor som bortförseln vid den P-AL-nivå som framkommit vid beräkningar enligt den angivna rapporten. Utvärderingen ger inte lika tydliga anvisningar om hur stora fosforgivorna bör vara vid andra P-AL-tal. Den allmänna bedömningen är dock att det är lönsamt att tillföra något mer fosfor än ersättning vid lägre P-AL-tal samt att tillföra en mindre giva av fosfor även om P-AL-talet överstiger det tal vid vilket det är lönsamt med ersättningsgödsling.

Detta medför bl a att gödsling också rekommenderas i klass IV A för många grödor och i högre klass för några grödor. Ett skäl till en mjuk övergång av rekommendationerna mellan klasserna är vidare att försöksresultaten uppvisar en viss spridning samt att det är svårt att veta markens exakta P-AL-tal vid varje tillfälle. I rekommendationstabellen har jämna 5-tal valts, vilket medför att siffrorna endast undantagsvis återspeglar ersättningsnivån.

I en tabell kan angivna siffror ge sken av att vara exakta. I den praktiska gödslingen får man tillämpa en strategi som tillgodoser såväl grödornas behov som miljömässiga krav. Utöver principen om ersättning av bortförd fosfor finns inga absoluta sanningar om hur snabbt en förändring av gödslingen slår igenom i ändring av fosfortillståndet. Med hjälp av uppföljande markkartering och återkommande växtnärbalansberäkningar kan utvecklingen i marken följas.

Tabell 21. Riktgivor för fosforgödsling till olika grödor

Gröda	Skörde-nivå, ton/ha	Bortförsel av P, kg/ha	Rekommenderad fosforgiva, kg/ha					
			P-AL-klass					
			I	II	III	IVA	IV B	V
Vårsäd	5	17	25	20	15	5	0	0
Höstsäd	6	19	25	20	15	5	0	0
Våroljeväxter	2	12	25	20	15	10	0	0
Höstoljeväxter	3,5	21	35	30	25	15	0	0
Slättervall, ts	6	14	25	15	10	0	0	0
Fodermais, ts	10	26	35	30	25	20	15	15
Potatis*	30	15	70	50	40	30	15	15
Socketbetor	45	18	35	30	25	20	15	0
Ärter/äkerböna	3,5	13	25	20	15	5	0	0
Betesvall på åker			15	5	0	0	0	0

*rekommenderad giva räcker till en efterföljande gröda

Rekommendationen till fodermais är nedjusterad något jämfört med tidigare års preliminära rekommendation. Detta har gjorts med underlag från de senaste årens fältförsök.

Vid avvikelse uppåt eller nedåt från angiven skördenivå höjs resp sänks fosforgivan enligt följande:

Sträsäd, ärter	3 kg P per ton avvikelse
Oljeväxter	5 kg P per ton avvikelse
Slättervall (ts), majs (ts)	3 kg P per ton avvikelse
Potatis, sockerbetor	0,5 kg P per ton avvikelse

I de fall då fosforgödslingsrekommendationen är noll (0) enligt tabell 21, bör inte något tillägg göras vid högre skörd än den angivna referensskörden.

Rekommendationerna i tabell 21 ska inte uppfattas som bindande regler.

Enligt den senaste gödselmedelsundersökningen (SCB) tillförs ca 30 % av fosfor till åkermarken via mineralgödsel och ca 70 % av fosfor via stallgödsel.



6.2.2 Miljöhänsyn

Under mark- och odlingsförhållanden som ger förutsättningar för yterrosion eller "inre erosion" (makroporflöde) medför ett högt fosforinnehåll i marken en större miljörisk. Högre fosforklass än P-AL-klass III–IV A kan heller inte motiveras vare sig ekonomiskt eller med tanke på att fosfor är en ändlig resurs som vi bör hushålla med. Överdosing av fosfor inträffar främst på gårdar med djur om stallgödseln sprids på för liten areal. Detta kan under lång tid efteråt avläsas på markkartor, som ofta visar högre halt av fosfor nära gårdscentrum.

6.2.3 Hänsyn till P-AL i alven

Har P-AL-tillståndet i alven, 40–60 cm, fastställts genom analys, bör hänsyn tas till analysvärdet om rotdjupet medger upptag från denna nivå. Angivet provtagningsdjup ger bättre upplysning om alven som helhet än provtagning i direkt anslutning till matjorden. På lerjordar med tillfredsställande dränering är rotpenetrationen normalt god ned till ca 1 meter för vårsådda grödor och till 1–2 meter och ibland ännu mer för höstsådda grödor. Ligger P-AL-talet i alven i klass III eller klass IV/V minskas givan med 5 respektive 10 kg P/ha.

6.2.4 Fosforrekommendationer vid höga pH-värden

P-AL-analysen, som är standardmetod i svensk markkartering, är främst anpassad till markförhållanden med pH-värden <7. Vid höga pH-värden i jordprovet löser AL-lösningen ut Ca-bunden fosfor som är svårtillgänglig för växterna. Därmed överskattar metoden mängden växttillgänglig fosfor. För att kompensera för detta förhållande är det vid pH-värden >7 motiverat att gödsla med fosfor som om markvärdet ligger en P-AL-klass lägre än vad analysen anger. Denna justering görs endast för grödor i öppen odling.



Under mark- och odlingsförhållanden som ger förutsättningar för yterrosion eller "inre erosion" (makroporflöde) medför ett högt fosforinnehåll i marken en större miljörisk.

6.3 Gödslingsstrategi

Fosfor bör i första hand tillföras till varje gröda enligt de behov som anges i rekommendationstabellen. Vid lågt behov eller vid tillförsel av stallgödsel kan det av praktiska skäl vara aktuellt att gödsla för mer än ett år. Vissa grödor såsom sockerbeter och potatis ger bättre ekonomiskt resultat av fosforgödsling än andra jordbruksgrödor. I rekommendationen till potatis ingår därför fosforbehovet till en efterföljande gröda.

Till sockerbeter kan det vara en fördel att tillföra en extra grödas fosforbehov utöver vad tabell 21 anger. Detta skall givetvis beaktas vid gödslingen av den efterföljande grödan.

Höstgödsling är motiverad till höstoljeväxter samt till höstsäd vid låg P-AL-klass (klass II eller lägre). För övrig höstsädesodling kan gödsling ske under våren. Både höstgödsling och gödsling för mer än ett års behov kan dock innebära en ökad risk för fosforförluster, särskilt om gödseln inte myllas eller brukas ned. Förrådsgödsling bör därför om möjligt undvikas.

Gödsling med stallgödsel till vall under hösten är en standardrekommendation som tillämpats under många år. Denna gödslingspraxis har flera fördelar såsom måttliga kväveförluster och begränsad markpackning, men med tanke på fosfor kan tillförsel utan myllning/nedbrukning ge upphov till förluster. Vallstubben ger dock ett visst erosionskydd. Tillförs måttliga givor samt undviks de mest erosions känsliga arealerna rekommenderas fortsatt spridning av stallgödsel till vall under hösten. Inom känsligt område är det inte tillåtet att sprida stallgödsel efter den 31 oktober.

6.4 Spridningsteknik

Till vårsådda grödor ger radmyllning av fosfor normalt bättre effekt än bredspridning och inbrukning i såbädd. Vid radgödsling av fosfor till potatis kan givan minskas med 10–20 %. Placering av gödseln är med andra ord en teknik som möjliggör ett bättre utnyttjande av tillförd fosfor. Risken för fosforförluster genom ytavrinning och makroportransport minskar också vid radmyllning. Därmed är metoden också miljömässigt intressant.

6.5 Fosfor i organiska gödselmedel

Fosfor i stallgödsel anses ha samma effekt som fosfor i mineralgödsel. Fosfors tillgänglighet i avloppsslam är på kort sikt lägre än i mineral- och stallgödsel. Detta beror på att fosfor binds hårt med hjälp av använda fällningskemikalier.

Tillförselstrategin för slam går oftast ut på att ge en maximalt tillåten giva på 22 kg P/ha. Denna nivå ligger högre än gödslingsbehovet i många odlingssituationer och kan förväntas tillgodose grödornas fosforbehov för det antal år som givan avser. På jordar med svag frigörelse av fosfor, t ex på grund av lågt pH-värde, kan det behövas en komplettering med fosfor från mineralgödsel första året efter slamtillförseln. I skånska försök har man fått både positiv skördeeffekt och gynnsam påverkan av P-AL-talet efter slamgödsling inom de ramar som föreskrifter från Naturvårdsverket anger.

7 Kalium

7.1 Bakgrund

Målsättningen med kaliumgödsling är att nå lönsam skördeökning samt att upprätthålla tillfredsställande kaliumtillstånd i marken. Förändrade prisförhållanden mellan kalium och skördeprodukt motiverar inga nämnvärda ändringar av rekommendationerna jämfört med förra året. På många jordar ger kaliumvittringen ett betydande bidrag till grödornas kaliumförsörjning, men det är inte självklart att gödsling enligt tabell 22 tillsammans med vittring kan balansera bortförseln med grödan och utlakning.

Förrådsklassen av kalium (K-HCl) ger en indikation om stabiliteten av K-AL-talet. I K-HCl-klass 3 eller högre bedöms vittringen kunna balansera bortförseln med spannmåls- och oljeväxtgrödor under lång tid. Därmed kan man utesluta kaliumgödsling till grödor med litet kaliumbehov på jordar med K-AL-klass III om K-HCl-klassen är 3 eller högre, förutsatt att K/Mg-kvoten inte är för låg. Se avsnitt 7.3. På lätta jordar i K-HCl-klass 1 eller 2 påverkas K-AL-talet mer direkt, vilket motiverar att man inte bör försumma gödslingen i K-AL-klass III om förrådsklassen är låg.



Bortförsele av kalium med grödorna varierar i hög utsträckning. För stråsäd och oljevaxter rekommenderas lika stor tillförel som bortförsele, så kallad ersättningsgödsling, om jordanalysen visar att K-AL-klassen är i gränstrakten mellan K-AL-klass II och III. Till vall rekommenderas lägre gödsling än ersättning i alla situationer förutom till äldre vall i K-AL-klass I, eftersom full ersättning leder till onödigt hög kaliumhalt i vallfodret. Av samma skäl anpassas rekommendationen också till vallens ålder. Om jordanalys görs under pågående vallperiod, bör kaliumgödsling det första året efter markkartering ske enligt rekommendationen för vall I oberoende av vallålder. Rekommendationen till sockerbeter ligger generellt under bortförsele. Detta motiveras av att kaliumvittringen oftast är god på de jordar där sockerbeter odlas.

Riktgivorna förutsätter att halm eller blast brukas ned. Bortförsele av halm påverkar kaliumtillståndet i ett längre tidsperspektiv, i första hand på lätta jordar, där den kaliumlevererande förmågan är svag. Om blast eller halm förs bort justeras givan enligt kommentar under tabell 22. Till gröda efter flerårig vall, som inte gödslats i balans med bortförsele av kalium, bör givan ökas med ca 20 kg K/ha. Denna "extragödsling" till följd av extra bortförsele behöver inte ske på lerjordar i klass IV och V. Kalium i stallgödsel anses ha samma effekt som kalium i mineralgödsel.

På lerjordar kan vittring av lermi-neral bidra med ett avsevärt tillskott till grödornas kaliumbehov. På lätta jordar som ofta har låga K-AL-klasser gäller det emellertid att vara vaksam och anpassa gödslingen efter kaliumkrävande grödor som vall och potatis.



Tabell 22. Riktgivor för kaliumgödning till olika grödor

Gröda	Skörde- nivå ton/ha	Bortför- sel av K, kg/ha	Rekommenderad kaliumgiva, kg/ha K-AL-klass				
			I	II	III	IV	V
Stråsäd*	5	22	40	30	10	0	0
Våroljeväxter	2	16	40	30	10	0	0
Höstoljeväxter	3,5	28	55	45	25	10	0
Slättervall, ts, vall I	6	150	120	80	40	0	0
Slättervall, ts, vall II o äldre	6	150	160	120	80	40	0
Fodermajs, ts	10	120	160	140	120	80	0
Potatis**	30	150	260	210	160	110	0
Sockerbetor***	45	90	80	50	30	10	0
Ärter/åkerböna	3,5	35	50	40	20	0	0
Betesvall på åker			40	20	0	0	0

* vid halmbortförel ökas givan med 20 kg K/ha (ej på lerjordar i K-AL-klass IV-V)

** vid odling av stärkelsepotatis minskas K-givan med 50-100 kg K/ha

*** vid bortförel av blast ökas givan med 75 kg K/ha i K-AL klass I och II samt med 40 kg Kha i K-AL-klass III

7.2 Justering för skördenivå

Vid avvikelse uppåt eller nedåt från angiven skördenivå höjs respektive sänks kaliumgivan enligt följande:

Stråsäd	5 kg K per ton avvikelse
Oljeväxter, ärter	10 kg K per ton avvikelse
Majs (ts)	10 kg K per ton avvikelse
Slättervall, (ts)	20 kg K per ton avvikelse
Potatis	4 kg K per ton avvikelse
Sockerbetor	2 kg K per ton avvikelse

7.3 Gödslingsstrategi

Huvudregeln för kaliumgödning är årlig tillförel, anpassad till den aktuella grödan och K-AL-klassen. Kaliumbehov föreligger främst på lerfria och lerbattiga mineraljordar samt på mulljordar. Förelagsgödning eller uppgödning med kalium på dessa jordar bör undvikas med tanke på risk för utlakningsföreluster, särskilt i nederbördsrika trakter.

Vårgödning till vårsådd ger i regel något bättre kaliumeffekt än höstgödning, i synnerhet på lätta jordar. Förelusten vid höstgödning kan dock uppvägas av arbetstekniska fördelar. Inför höstsådd är ofta höstgödning ett naturligt alternativ, men vårgödning till höstsådd synes också fungera väl.

Vid stora engångsgivor av kalium störs balansen med andra näringsämnen, speciellt magnesium. Detta är särskilt påtagligt vid odling av vall med hög andel av gräs. Därför bör total kaliumgiva till gräsvall delas så lika som möjligt mellan de olika delskördarna. Är kaliumbehovet litet (<60 kg/ha) kan hela kaliumgivan med fördel ges till återväxten.

7.4 K/Mg-kvot

Vid näringsupptagningen konkurrerar kalium och magnesium om utrymme vid transporten in genom rotytan. Ju rikligare tillgången är på kalium desto bättre måste magnesiumtillgången vara för att växten inte skall lida brist på magnesium (tabell 23).

Tabell 23. Maximalt godtagbar K/Mg-kvot vid olika K-AL-klasser

	K-AL-klass (tal)		
	I-II (<8)	III (8–16)	IV-V (>16)
K/Mg-kvot	2,5	2	1,5

Vid K/Mg-kvoter över 3 kan kaliumgödsling ge skördesänkning, t.o.m. på kaliumfattiga jordar, om inte magnesium också tillförs.

Även låga K/Mg-kvoter kan behöva åtgärdas. Genomförda gödslingsförsök tyder på att kaliumgödsling på jordar i K-AL-klass IV bör ske enligt rekommendationen för klass III om K/Mg-kvoten understiger 0,7 (Kjellquist, 1998). I en annan försökssammanställning (Gruvaeus, 2007), påtalas att låga K/Mg-kvoter kan förklara god kaliumeffekt även på jordar med K-AL-klass III och IV.

8 Magnesium, svavel och mikronäringsämnen

Gödslingsbehovet av magnesium, svavel och mikronäringsämnen relateras normalt inte till skördens storlek. I princip gäller dock även här ett skörderelaterat samband. I praktiken har man funnit det tillräckligt att låta markens innehåll eller bristsymptom i grödan avgöra gödslingsbehovet.

8.1 Magnesium

Socketbetor och potatis är de grödor som har det största magnesiumbehovet – ca 35 kg/ha, medan stråsäd behöver ca 10 kg/ha. Behovet hos oljeväxter, vall och ärter uppgår till 15–20 kg/ha.

Risk för magnesiumbrist anses föreligga om Mg-AL-talet understiger 4–10 mg/100 g jord, beroende på jordart. På lerjordar, som normalt har högt kaliuminnehåll, behöver Mg-talet vara i närheten av det högre värdet i intervallet för att K/Mg-kvoten inte skall stiga över en kritisk nivå. På lätta jordar kan det vara tillräckligt med ett innehåll kring den lägre nivån. För att säkrare kunna bedöma magnesiumbehovet bör förhållandet mellan K-AL och Mg-AL i marken beaktas. Se K/Mg-kvot i kapitel 7.

Magnesiumbrist i korn



8.1.1 Bristssymptom

Bristssymptom syns först på äldre blad, beroende på att magnesium är lätttrörligt i växten och därmed kan transporteras från äldre blad till blad i tillväxt. I stråsäd yttrar sig brist som pärlbandsmarmorering, vilket syns som mörkgröna fläckar på bladen då dessa hålls mot ljus. Betor reagerar med gula fläckar mellan bladnerverna.

8.1.2 Gödsling

Magnesium är utsatt för utlakningsrisk på lätt jord. Förrådsgödsling är trots detta rimlig i de flesta fall. För att höja Mg-AL-talet en enhet krävs ca 30 kg AL-lösligt Mg/ha. Vid användning av dolomit återfinns endast en mindre del som AL-lösligt magnesium.

Kostnaden för magnesiumgödsling varierar inom vida gränser beroende på vilket magnesiumgödselmedel som används. Vid låga till måttliga pH-värden väljs lämpligen magnesiumhaltig kalk, medan dyrare alternativ måste användas vid höga pH-värden.

Magnesiumtillförseln bör anpassas efter olika kalktillstånd enligt nedan:

Lämpligt Mg-gödsel medel	Ungefärligt kalktillstånd		
	pH <6	pH 6-7	pH >7
	Mg-innehållande kalkningsmedel	Mg-kalk med högt Mg-innehåll	Mg-sulfat, Kieserit, Kalimagnesia

Beфарas magnesiumbrist i växande gröda kan bladgödsling utföras. Lämpliga gödselmedel är i så fall magnesiumsulfat eller Magtrac.

Magnesiumtillståndet i jorden kan underhållas med magnesiumhaltiga gödselmedel såsom vissa N-, NK-, K- och NPK-gödselmedel. Stallgödselns magnesiuminnehåll bör också beaktas. Huvuddelen av magnesium finns i den fasta delen.

8.2 Svavel

Grödornas svavelbehov är i samma storleksordning som behovet av magnesium med undantag för oljeväxter där svavelbehovet är dubbelt så stort.

Till följd av minskade utsläpp, mer koncentrerade gödselmedel och minskad fosforgödsling har den ”passiva” svaveltillförseln minskat betydligt. Detta innebär att aktiva åtgärder behöver vidtas för att undvika svavelbrist hos de flesta grödor.

Efter kvävegödsling kan obalansen mellan svavel och kväve bli mycket påtaglig i matjorden om inte svaveltillförsel sker samtidigt. Detta medför att risken för svavelbrist ökar med ökade kvävegivor.

8.2.1 Bristsymptom

Vid svavelbrist i oljeväxter gulnar bladen och blir flammiga. Dessutom förekommer att bladkanterna blir lilafärgade. Bladnerverna bibehåller dock sin gröna färg. Färgen på blommorna ändrar också karaktär och blir blekgul. Svavelbristsymptomen i stråsåd påminner om kvävebrist, men det är i första hand de yngre bladen, liksom i oljeväxter, som bleknar till skillnad från kvävebrist då de äldre bladen gulnar först.

8.2.2 Gödsling

Växttillgängligt svavel i marken föreligger som sulfatjon. Denna jon binds svagt till markpartiklarna och följer lätt med vattnet nedåt i markprofilen. Förrådsgödsling är därför inte möjlig. Underhållsgödsling med svavel kan ske genom olika N-gödselmedel samt genom flertalet NPK-, NP-, K-, P- och PK-gödselmedel. Underhållsgödsling kan även ske med ammon-sulfat. Stallgödsel innehåller också svavel, men den största delen är organiskt bundet och därför inte direkt tillgängligt för grödan. Vid mineralisering av stallgödsel är svavel och kväve i rätt proportion i förhållande till varandra när det gäller spannmål och gräs. Frigörelsen från stallgödsel ger dock inte någon tillförsel av svavel för att kompensera ytterligare N-gödsling.

Svavelbrist i oljeväxter



Svavelgödsling kan vid akut brist även utföras som bladgödsling. Lämplig giva är 20 kg ammon sulfat/ha i 200–400 l vatten.

Gödslingsbehovet av svavel till oljeväxter uppgår till 15–25 kg svavel/ha. Till övriga grödor där behov bedöms föreligga, främst höstsäd och vallar, kan givan begränsas till 10–15 kg S/ha. Till vallen kan hela givan ges till 1:a skörden, då svavel inte lyxkonsumeras. Vid bladgödsling rekommenderas storleksordningen 5 kg S/ha.

8.3 Bor

Grödornas borbehov varierar från 0,1 till 1 kg/ha. Risk för brist anses föreligga för borkrävande grödor såsom oljeväxter, sockerbeter, klöverfrövall och övriga baljväxter när bortalet understiger 0,5 mg/kg jord på sandjord, 0,6–0,7 mg/kg jord på lerig jord och 0,8–1,0 mg/kg jord på lerjordar. Brist uppträder i första hand på mullfattiga lätta jordar med högt pH-värde, speciellt vid torka.

8.3.1 Bristssymptom

Brist yttrar sig bl a i hämmad toppskottstillväxt och missbildning av unga blad. I oljeväxt- och klöverfröodlingar ger borbrist ojämn mognad och lägre fröskörd. På sockerbeter kallas bristen hjärtröta och kännetecknas av att tillväxtpunkten kan svartna och dö.

8.3.2 Gödsling

Bor i växttillgänglig form är lätttrörligt i marken. Därför kan förrådsgödsling inte rekommenderas. Vid behov tillförs 1–2 kg B/ha till oljeväxter, sockerbeter och klöverfrövall samt 1 kg/ha till potatis och åkerbönor. Borbehovet till sockerbeter och potatis tillgodoses enklast genom gödsling med ProBeta resp ProMagna. Till andra grödor kan bor sprutas ut i form av Bortrac. Detta kan ske både före sådd och i växande gröda. Stråsåd är mycket känslig för hög borhalt i marken och bör därför inte borgödsas.

Kopparbrist i havre



8.4 Koppar

Kopparbehovet är normalt mindre än 100 g/ha. Risk för kopparbrist anses föreligga vid värden under 7 mg/kg jord vilket motsvarar ca 15 kg koppar/ha i matjorden. Brist uppträder i första hand på mulljordar och lätta jordar med högt pH-värde.

De känsligaste grödorna är korn, havre, vete och lusern. Klöver, majs och sockerbeter intar en mellanställning, medan råg, raps och ärter anses vara toleranta mot låga koppartal.

8.4.1 Bristssymptom

Kopparbrist på korn och havre yttrar sig som ”gulspets sjuka”. Vidare leder den till sämre stråstyrka, buskigare växtsätt och dålig kärnmatning.

8.4.2 Gödsling

Vid låga koppartal bör man förrådsgödsla för 5–7 år. Detta kan ske genom tillförsel av 100 kg koppargödsel/ha eller genom att spruta ut antingen 10–15 kg kopparoxiklorid/ha eller 20–30 kg kopparsulfat/ha i 200 l vatten/ha på obevuxen mark.

Vid akut kopparbrist, som företrädesvis drabbar stråsäd på organogena eller lätta jordar, kan också bladgödsling med kopparoxikloridlösning eller Coptrac genomföras.

8.5 Mangan

Grödan behöver normalt ca 0,5 kg mangan/ha. Risk för manganbrist föreligger framför allt på lätta jordar med pH-värde över 6 eller på mullrika jordar. Även på lerjordar med bra kalktillstånd är manganbrist ett vanligt fenomen. Bakgrunden till manganbrist är att växttillgängligt mangan oxideras och fälls ut som brunsten.

Manganbrist uppkommer ofta efter en kall och våt period. Detta beror på att rotaktiviteten och speciellt manganupptagningen minskar. Följer sedan en varmare period kommer manganupptagningen inte igång tillräckligt snabbt. Därmed förstärks bristen.

De känsligaste grödorna är höstkorn, havre, vete, sockerbetor och potatis. Ärtor och vårkorn intar en mellanställning, medan råg har ett relativt litet manganbehov. Manganbrist förekommer ofta under hösten i höstkorn. Förebyggande åtgärder bör ingå i odlingskonceptet.

Radmyllning av kvävegödselmedel har i försök visat sig öka tillgängligheten av markens mangan genom en lokal pH-sänkning i jorden runt gödselmedlet. I praktiken är radmyllning en metod för att undvika manganbrist på lätta jordar.

8.5.1 Bristssymptom

Manganbrist syns i första hand på yngre blad. På havre yttrar den sig som "gråfläcksjuka". På korn uppträder små bruna prickar i pärlband. På vete bildas fläckar som är ljusare än på havre. Betor får ett upprätt växtsätt och i allvarliga fall syns vita fläckar (gropar) på bladen.

Vid förgiftning av mangan uppträder bruna fläckar på bladen som kan förväxlas med manganbrist. Fläckarna är brunsten som fällts ut på bladen.

8.5.2 Gödsling

För att uppnå gödslingseffekt av mangan måste tillförsel ske direkt på bladen genom sprutning, eftersom fastläggning sker vid tillförsel via jorden. Lämpliga gödselmedel är mangansulfat, mangannitrat, mangan-karbonat eller komplexbundet mangan. Samtliga finns i flytande form. Vid starka bristsituationer krävs två eller tre behandlingar för att hålla grödan symptomfri.



Manganbrist i havre



Manganbrist i korn

8.6 Schema över gränsvärden för brister, gödsling m m

	Magnesium, Mg	Svavel, S	Bor, B	Koppar, Cu	Mangan, Mn
Risk för brist	4–10 mg/100 g jord (det högre värdet vid hög lerhalt)	Växtanalys: N/S kvot > 18 ¹⁾ Jordanalys: < 10 mg S/kg jord ²⁾	Borkräv. grödor: sandjord <0,5 lerig jord <0,6–0,7 lerjord <0,8–1,0 mg/kg jord	7 mg/kg jord ³⁾	Känsliga grödor om pH > 6,5
Jordar där brist i första hand uppträder	Mullfattiga sandjordar med lågt pH	Lätta jordar. Vid god kvävetillgång även lerjordar	Mullfattiga lätta jordar med högt pH-värde, i synnerhet vid torka	Mull- och sandjordar	Lätta jordar, mullrika jordar med högt pH-värde
Grödor där brist i första hand uppstår	Potatis, Sockerbetor	Oljeväxter, Höstsäd, Gräsvall, Ärtor	Sockerbetor (hjärtröta), Oljeväxter, Klöverfrö Åkerbönor	Vårsäd (gulspets-sjuka)	Vårsäd/höstsäd (gråfläcksjuka i havre), Sockerbetor, Potatis
Grundgödsling	50–100 kg Mg/ha ⁴⁾	-	-	5–7 kg Cu/ha	-
Gödselmedel	Dolomitkalk 12 % Mg Kieserit 16 % Mg	-	-	Yara Koppargödsel (6 % Cu), 100 kg/ha Kopparsulfat (25 % Cu), 20–30 kg/ha	-
Underhållsgödsling	10–20 kg Mg/ha	10–30 kg S/ha	Borkrävande grödor: 0,5–1,5 kg B/ha	0,5–1,0 kg Cu/ha	2–3 kg Mn/ha
Gödselmedel	Vissa N-, NPK och K-gödselmedel ProMagna 1,6–2,5 % Mg ProBeta 0,9 % Mg	Många N-, NPK-, NP-, P-, K-, PK-gödselmedel	ProBeta 0,10 % B ProMagna 0,05 % B Bortrac, 150 g B/l, 4–10 l/ha, sprutas på marken	ProMagna 0,03–0,05 % Cu	ProBeta 0,6 % Mn ProMagna 0,25 % Mn
Bladgödsling i växande gröda ⁵⁾	1–2 kg Mg/ha	5–8 kg S/ha	0,2–0,5 kg B/ha	0,15–0,5 kg Cu/ha	0,1–2 kg Mn/ha
Gödselmedel (rekommenderad vattenmängd = 200 l/ha, om inte annat anges)	Magtrac 300 g Mg/l. 4 l/ha. Mg-sulfat 10 % Mg, max 5 kg/100 l vatten. Behandlingen upprepas vid behov	Ammonsulfat 24 % S, 20 kg/ha i 200–400 l vatten.	Bortrac 150 g B/l, 1–3 l/ha	Kopparoxiklorid 50 % Cu, 0,5–1,0 kg/ha. Coptrac, 500 g Cu/l 0,25 l/ha. (ev upprepad behandling)	Mantrac 500 g Mn/l, 0,5–1 l/ha ⁶⁾ Mangansulfat 31 % Mn, 2–4 kg/ha ⁶⁾ Mangannitrat 235 g/l, 1–2 l/ha ⁶⁾ Microplan Mangan, 185 g/l, 0,5–1,5 l/ha ⁶⁾

1) Leif Brohede, Eurofins, pers. meddelande

2) Sjöqvist & Carlgren, 1999.

3) upp till dubbla värdet på mulljordar p.g.a. lägre volymvikt.

4) Rekommenderade Mg-givor kan överskridas vid användning av dolomit.

5) Kan kombineras med annan besprutning enligt anvisning

6) Manganbehandlingen kan behöva upprepas

9 Kalkning

9.1 Allmänt

Kalkning utförs för att motverka försurning. Drivande krafter i försurningsprocessen är vårt humida klimat, surt nedfall, bortförsl av näringsämnen med grödor, markandning samt användning av surgörande kvävegödselmedel.

Tabell 24. Översiktlig kvantifiering av försurningskällor i Sverige (Haak 1991)

Försurningskälla	Kg CaO/ha och år	Andel av försurningen, %
S- och N-nedfall	30	20
Grödor, upptag	50	33
Markandning	40	27
N-gödsling	30	20

Kalkning motverkar försurning av odlingsjorden. Grödornas växt-näringsupptagning tillsammans med mikroorganismernas markandning står för 60 procent av försurningen. Anpassad kalkning bidrar till att hålla pH-värdet på rätt nivå.

De faktorer som kan påverkas av odlaren är grödval och val av kvävegödselmedel. Baljväxter är t ex mer försurande än stråsäd p g a ett större upptag av baskatjoner. Ammoniumkväve och ureakväve har försurande verkan medan nitratkväve har kalkverkan. Användning av stallgödsel eller andra organiska gödselmedel motverkar försurningen. Stallgödsel från nötkreatur har större kalkverkan än stallgödsel från svin och fjäderfä.



Med utgångspunkt från gödselmedlens innehåll av ammonium- och nitratkväve samt basiska ämnen kan gödselmedlens teoretiska kalkverkan beräknas. Ammoniumnitrat, Axan och de flesta NP/NPK-gödselmedel har en försurande verkan som uppgår till ca 1 kg CaO/kg N, medan kalkkammonsalpeter (Suprasalpeter) har en försurande verkan på ca 0,5 kg CaO/kg N (Ericsson & Bertilsson 1982). Kalksalpeter har en kalkverkan som uppgår till ca 0,7 kg CaO/kg N. I produktinformation från gödselmedelsindustrin och företag som säljer mineralgödsel, anges vanligen kvävegödselmedlens syra/basverkan antingen i allmänna termer eller i kg CaO/kg N.

På grund av ändrat förbrukningsmönster av kvävegödselmedel, har kvävegödslingens försurande verkan ökat något jämfört med uppgifterna i tabell 24.

Kalkning har normalt positiv inverkan på en jords odlingsegenskaper. Bra kalktillstånd underlättar brukning och rottillväxt på aggregatbildande jordar, samtidigt som det ökar tillgängligheten av fosfor. Vidare motverkas upptagningen av giftiga tungmetaller, t ex kadmium. Biologiskt medför bra kalktillstånd att bakterier gynnas på svampars bekostnad.

Socketbetor, oljeväxter och lusern är grödor som är särskilt beroende av att kalktillståndet är tillfredsställande. Det har också konstaterats i försök att kalkningseffekten är högre i korn än i höstvet (Haak & Simàn, 1992). Speciell uppmärksamhet beträffande kalkningsbehov bör ägnas åt den gröda som följer efter potatis på lätta jordar.

Ibland konstateras svag eller t o m negativ effekt av kalkning. Detta kan i vissa fall bero på att ett högre pH-värde minskar tillgängligheten av vissa mikronäringsämnen såsom mangan, koppar, bor och zink. Kalkning skall givetvis inte ske slentrianmässigt, men vid konstaterat kalkningsbehov på jordar med låg halt av något mikronäringsämne vars tillgänglighet är pH-beroende, kan gödsling med detta ämne behöva ske. Sådan gödsling kan t ex grundas på växtanalys i efterföljande gröda.

9.2 Kalktillstånd

Kalktillståndet uttrycks oftast som pH-värde. I Sverige mäts pH-värdet i destillerat vatten, medan mätning i kalciumklorid (CaCl_2) är vanligt i många andra länder. För att jämföra mätvärden, och översätta ett pH-värde mätt i kalciumklorid, adderas 0,5 till detta värde för att uppskatta motsvarande pH-värde mätt i destillerat vatten.

Eftersom pH-värdet inte ger något mått på kalkbehovet, måste det kompletteras med uppgifter om lerhalt och mullhalt innan någon kalkningsrekommendation kan ges. Ett kvantitativt mått på kalkbehovet kan även fås genom bestämning av basmättnadsgraden. I praktiken beräknas kalkbehovet vanligen utifrån pH-värde, lerhalt och mullhalt på en högre analyskostnad för basmättnadsgrad. Lerhalten bestäms ofta indirekt genom att utgå från K-HCl-talet. Korrelationen mellan lerhalt och K-HCl varierar dock mellan olika jordar. Enligt Fredriksson & Haak (1995) är kvoten mellan K-HCl och lerhalten ca 10 i norra och östra Sverige, 8

i Västsverige samt 6 i södra delen av landet. Att beräkna kalkbehovet utifrån K-HCl innebär alltså en viss osäkerhet. Till följd av reglerna i miljöstödet "Miljöskyddsåtgärder" kommer lerhalten i många jordprov att bestämmas genom sedimentationsanalys, vilket ger en säkrare bestämning av lerhalten.

Utöver beskriven metodik kan bestämning av halten utbytbar aluminium (Al-AS) i marken också användas för att ge vägledning om kalkningsåtgärder. Vid låga pH-värden ökar normalt mängden utbytbar aluminium i marken. Fria aluminiumjoner är giftiga för växtrötterna och den positiva effekten av kalkning beror åtminstone delvis på att mängden utbytbar aluminium i marken minskar. På vissa jordar stiger halten aluminium långsammare vid sjunkande pH-värde än på andra jordar. På sådana fält kan kalkning anstå även om traditionell pH-bestämning signalerar att kalkning bör ske. Tillämpning av denna metod bygger på att efterbeställning av analyser görs. Praktiska erfarenheter av Al-AS-metoden finns företrädesvis i Mellansverige.

Riktvärdet för ett gott kalktillstånd på mineraljordar med mullhalt under 6 % är pH 6,5 på lerjordar och pH 6,0 på lätta, dvs lerfria och lerfattiga jordar. Riktvärdena skall inte betraktas som miniminivåer utan som målnivåer för kalkningsåtgärder. I tabell 25 anges mål-pH för olika jordar.

Tabell 25. Mål-pH för jordar med varierande ler- och mullhalt

Mullhalt %	Förkortning*	Lerhalt i % och jordart					
		<5	5-15	15-25	25-40	40-60	>60
		Sand- & mojordar	Leriga jordar	Lätt- lera	Mellan- lera	Styv lera	Mycket styv lera
<6	mf/nmh/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	mkt mr	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	5,9
20-40	minbl mullj	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6
>40	mullj	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,4

* mf = mullfattig, nmh = något mullhaltig, mmh = måttligt mullhaltig, mr = mullrik, mkt mr = mycket mullrik, minbl mullj = mineralblandad mulljord, mullj = mulljord

Med ökande mullhalt reduceras riktvärdet. På mycket mullrika mineraljordar bedöms riktvärdena ligga ca 0,5 pH-enhet lägre än på måttligt mullhaltiga jordar. På mulljordar ligger riktvärdet eller mål-pH ytterligare en halv enhet lägre. Vid sockerbetsodling ligger riktvärdet generellt ungefär 0,5 pH-enheter högre än vid annan odling.

9.3 Kalkbehov

Mängden kalk som går åt för att höja pH-värdet en viss enhet varierar med lerhalt och mullhalt. Detta framgår av tabell 26, som har sammanställts på grundval av ett stort antal kalkningsförsök (Haak & Simán, 1992). Trots gedigen bakgrund till tabellen kan det vara svårt att exakt förutsäga den pH-höjande effekten av en kalkningsinsats i det enskilda fallet.

Tabell 26. Kalkbehov, ton CaO/ha i form av kalkstensmjöl, för höjning av pH-värdet med ca 0,5 enhet inom pH-intervallet 5,0–6,5 (efter Gustafsson, 2000)

Mullhalt %	Förkortning	Lerhalt i % och jordart					
		<5 Sand- & mojordar	5–15 Leriga jordar	15–25 Lättlera	25–40 Mellan lera	40–60 Styv lera	>60 Mycket styv lera
<2	mf	0,5	1	2	3	4	4,5
2–3	nmh	1	1,5	2,5	3,5	4,5	5
3–6	mmh	1,5	2	3	4	5	5,5
6–12	mr	2,5	3	4	5	6	7
12–20	mkt mr	4	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5

Vid användning av kalkstensmjöl kan full effekt påräknas året efter tillförsel. För krossad kalksten kan ettårseffekten vara ca hälften så stor. På sikt närmar sig effekten av de båda produkttyperna varandra, men full effekt av den krossade produkten uppnås vanligen inte ens efter 5 år.

Kalkning bör normalt genomföras om pH-värdet understiger mål-pH med 0,3–0,5 enheter. Även om den angivna skillnaden mellan aktuellt pH-värde och mål-pH föreligger, kan det av olika skäl finnas tveksamhet inför en kalkningsåtgärd. Aluminiumanalys (Al-AS) kan då ge ett förbättrat beslutsunderlag. Understiger mängden utbytbar aluminium 1,0 mg/100 ml jord, vilket motsvarar 20 kg Al-AS/ha i matjordsskiktet, kan ytterligare någon tiondels skillnad mellan uppmätt pH och mål-pH godtas.

Vid höga beräknade kalkbehov, >3–4 ton CaO/ha, rekommenderas stegvis uppkalkning. Efter genomförd kalkning bör man upprepa jordprovtagningen och vid behov kalka ytterligare en gång. Om den första kalkningen inte ger märkbar förbättring av kalktillståndet, bör odlingsinriktningen ändras.

I tabell 26 finns uppgifter endast för jordar med upp till 20 % mullhalt, eftersom det experimentella underlaget för bedömning av kalkbehov på mineralblandade mulljordar och mulljordar är begränsat. Vid mullhalter >20 % kan kalkbehovet skattas med hjälp av uppgifterna för jordar med 12–20 % mullhalt. Vidare rekommenderas stegvis kalkning och förnyad jordanalys även här om stora kalkbehov konstateras.

På rena mulljordar (utan mineraljordsinblandning), har en metod som går ut på att fastställa nettokalkmängden tidigare använts för att bedöma kalkningsbehovet. Nettokalkmängden kan förenklat beskrivas som skillnaden mellan basiska och potentiellt sura föreningar i marken uttryckt som CaO. Under åren med stor odlingsverksamhet på mossjordar i Sverige gjordes många kalkningsförsök där nettokalkmängden användes som en pålitlig tolkningsparameter. Numera betyder odlingen på utpräglade mulljordar mindre och eftersom mineraljordsinblandning nästan regelmässigt förekommer på jordar som går under benämningen mulljord, kan nettokalkbestämning ge svårtolkade värden. Detta beror på att

kalcium från mineralpartiklarna löses ut vid analysen och ger för högt värde på kalktillståndet.

På grund av att nettokalksbestämning ofta leder till tolkningssvårigheter, rekommenderas i första hand traditionell pH-bestämning även på mulljordar.

9.4 Basmättnadsgrad

Med hjälp av en förenklad metod, som har tagits fram vid f d Agrolab i Kristianstad, är det möjligt att fastställa jordens katjonbyteskapacitet till en rimlig kostnad. Med katjonbyteskapacitet avses förmågan att binda positiva joner (T-värde, engelsk förkortning CEC). Denna förmåga ställs i relation till summan av baskatjonerna K, Mg och Ca enligt AL-analys.

Förhållandet mellan baskatjonerna och katjonbyteskapaciteten kallas basmättnadsgrad. Är basmättnadsgraden lägre än 70 % (d v s mängden baskatjoner utgör 70 % av katjonbyteskapaciteten) på en jord med högst 6 % mullhalt, behövs i allmänhet kalkning, men kraven för olika jordar och odlingsinriktningar kan variera. Metoden ger ett kvantitativt mått på kalkbehovet. Detta redovisas i tabell 27.

Tabell 27. Kalkbehov, ton CaO/ha, för att nå 70 % basmättnadsgrad. (förutsätter att matjordsdjupet är 24 cm och att volymvikten är 1,25 kg/l) (Haak, 1991)

Aktuell basmättnadsgrad	Katjonbyteskapacitet, T-värde (CEC), mekv/100 g jord				
	6	12	18	24	30
60 %	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
50 %	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
40 %	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5
30 %	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0

9.5 Strukturkalkning

Strukturkalkning är en grundförbättrande åtgärd som har haft låg prioritet under många år. Kostnaden samt hanteringsmässiga skäl har bidragit till att kalkningsmedel med påtaglig struktureffekt valts bort. Behovet av att vidta strukturfrämjande åtgärder på lerjordar har dock aktualiserat strukturkalkningen. Dessutom finns erfarenheter av att strukturkalkning på lerjordar kan leda till minskade fosforförluster samtidigt som skördenivån ökat.

För att ett kalkningsmedel skall fungera som strukturkalk måste det innehålla en viss mängd aktiv CaO, s.k. fri kalk. Bränd eller släckt kalk (CaO respektive Ca(OH)₂) innehåller till stor del aktiv/fri kalk. Vanlig jordbrukskalk (CaCO₃) har endast svag struktureffekt.

Strukturkalkning ska ske på mark med god bärighet och under betingelser då det är tjänligt att bruka ner kalken. För att uppnå god inbland-



Strukturalken ska brukas ner i nära anslutning till spridningen för att få så god effekt som möjligt.

ning krävs minst två körningar med kultivator i olika riktningar och bearbetningsdjupet bör ligga på 10–15 cm. Det är också viktigt att nedbrukning sker i nära anslutning till spridning om man ska få bästa möjliga struktureffekt.

De produkter som marknadsförs som struktur-kalkningsmedel är blandningar av släckt kalk och kalkstensmjöl/kalkstenskross. Ren bränd eller släckt kalk går också att använda men det är förenligt med större risker när det gäller arbetsmiljön.

Det finns inte något försöksunderlag för att exakt fastställa optimal kalkgiva med hänsyn till strukturkalkningens samtliga effekter. Ur praktisk och ekonomisk synvinkel bedöms en rimlig giva vara ca 5 ton produkt/ha. Angiven mängd kan behöva ökas vid höga lerhalter.

9.6 Kalkningsmedel

Kalkningsmedlen kan indelas i olika grupper enligt en EU-standard (EN 14069:2003). De viktigaste redovisas nedan. Angivna CaO-halter avser torr vara.

Produkter med naturligt ursprung:

Kalksten, minimum	45 % CaO
Dolomit, minimum	48 % CaO
Bränd kalk, minimum	85 % CaO
Släckt kalk, minimum	65 % CaO

Produkter från industriella processer:

Silikatkalker – masugnsslagg, minimum	42 % CaO
Socketbrukskalk, minimum	37 % CaO

9.6.1 Effektivitet

På marknaden finns ett stort antal kalkprodukter. De flesta kan hänföras till kalkstensgruppen. För att kunna karaktärisera en kalkprodukt måste

hänsyn tas till dess geologiska ursprung, hårdhet och finfördelningsgrad. Generellt gäller att kalkgivan måste ökas om samma effekt skall uppnås med grövre och hårdare produkter jämfört med mjölprodukter.

För att lättare kunna värdera olika kalkprodukter och beräkna lämplig tillförsel av respektive produkt har "kalkvärden enligt Erstad" (Erstad m fl, 1999) tagits fram för olika kalkprodukter. Företag som säljer kalkprodukter anger vanligen kalkvärdet för sina produkter. Kalkvärdet tar hänsyn till produktens CaO-innehåll, geologiskt ursprung och kornstorleksfördelning. Kalkvärdet anges för ett och fem år. Om behovet av pH-höjning inte är akut, bör produkterna i första hand jämföras på 5-årsbasis. Arbetet har gjorts i samarbete mellan SLU och Svenska Kalkföreningen.

- Lindén, B., Carlgren, K. & Svensson, L. 1998. Kväveutnyttjande på en sandjord i Halland vid olika sätt att sprida svinflytgödsel till stråsäd. Institutionen för markvetenskap, Avd. för växtnäringlära, SLU, rapport 199.
- Lindén, B., Engström, L., Aronsson, H., Hessel Tjell, K., Gustafson, A., Stenberg, M. & Rydberg, T. 1999. Kväveminerisering under olika årstider och utlakning på en mojord i Västergötland. Inverkan av jordbearbetningstidpunkter, flytgödseltillförsel och insådd fånggröda. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Ekohydrologi 51.
- Mattsson, L. 2004. Kväveintensitet i höstvetete vid olika förutsättningar. Avdelningen för växtnäringlära, SLU, rapport 209.
- Mattsson, L. 2006. Kväveintensitet i korn – avkastning och kväveupptag. Avdelningen för växtnäringlära, SLU, rapport 212.
- Mattsson, L. 2010. Geologiskt ursprung och kornstorlek avgör kalkeffekten. Inst för mark och miljö, SLU, Rapport 5
- Mattsson, L. & Kjellquist, T. 1992. Kävögödsling till höstvetete på gårdar med och utan djurhållning. Avd f växtnäringlära, SLU Rapport 189.
- Mellansvenska försökssamarbetet, Årlig försöksrapport 2001–2010.
- Naturvårdsverket, 1996. Användning av avloppsslam i jordbruket. Naturvårdsverkets rapport 4418.
- SCB, 2010. Gödselmedel i jordbruket 2008/09. MI 30 SM 1002.
- Sjöqvist, T. & Carlgren, K. 1999. Utvärdering av nuvarande metoder att bedöma svavelgödslingsbehovet till stråsäd. Delrapport ur: Utveckling av en ny jordanalysmetod för svavel (Dnr SLF 110/96).
- Stenberg, M., Söderström, M., Gruvaeus, I., Stenberg, B., Bjurling, E., Gustafsson, K., Krijger, A-K. & Pettersson, C-G. Orsaker till skillnader mellan rekommenderade kvävegivor och de verkliga eller beräknat optimala i praktisk spannmålsodling – kan vi öka kväveeffektiviteten? HS rapport nr 5/09. Skara.
- Steineck, S., Gustafson, G., Andersson, A., Tersmeden, M. & Bergström, J. 1999. Stallgödselns innehåll av växtnäring och spårelement. Naturvårdsverkets rapport nr 4974.
- Ståhlberg, S. 1982. Estimation of Requirement of Liming by Determination of Exchangeable Soil Aluminium. Acta Agric. Scand. 32:4, 357–367.
- Tell, J. & Axelson, U. 2011. Kväve- och fosforgödsling till majs. Försöksrapport 2010 för Mellansvenska försökssamarbetet och Svensk Raps.
- Torstensson, G., Gustafson, A. Lindén, B. & Ekre, E. 1992. Mineralkvävedynamik och växtnäringutlakning på en grovmojord med handels- och stallgödsel odlings-system i södra Halland. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Ekohydrologi nr 28.
- Wallgren, B. & Lindén, B. 1993. Fånggrödor och plöjningstidpunkters inverkan på kväveminerisering och kväveupptagning. Institutionen för växtodlingslära, SLU, Växtodling 45.
- Växtpressen nr 1 1998. Försöksbilaga. Hydro Agri AB, Landskrona
- Personliga meddelanden: Brohede, Leif. Eurofins Lidköping.

Bilaga 1

Schema för bestämning av kvävebehov via mineralgödsel

Riktgiva enligt rekommendationstabell (tab 15, 17 & 18)
Gör avdrag för:	
Stallgödselns långtidseffekt (se tabell 8)	-
Förfrukt (se tabell 19)	-
Mullhalt (se nedan)	-
Stallgödsel till årets gröda (se tabell 6)	-
Årets beräknade behov av mineralgödselkväve	=

Arbetsgång:

Utgångspunkten för beräkningen är rekommenderad riktgiva för respektive gröda och förväntad skördenivå. Dessa uppgifter hämtas från tabell 15, 17 eller 18. Tabelluppgifterna baseras på att förfrukten är stråsäd och att ingen nämnvärd användning av stallgödsel skett under senare tid. Schemat är inte tillämpligt för vall.

Riktgivan ska sedan justeras för avvikande förhållanden. Detta görs genom avdrag för extra mineraliseringstillskott beroende på långtidseffekt från stallgödsel samt förfruktseffekt från föregående gröda.

Riktgivan behöver också justeras med avseende på mullhalt i jorden. Enligt Jordbruksverkets föreskrifter ska hänsyn tas till mulljord vid bestämning av kvävegivan. Definitionsmässigt har mulljord minst 40 % mull, men extra kväveleverans från mull bör beaktas redan vid betydligt lägre mullhalt. I avsnitt 4.3.1 beskrivs en modell, som går ut på att kvävegivan minskas med 2 kg N/ha för varje procentenhet som mullhalten överstiger 4 %. Tillämpning av modellen bör i normalfallet inte leda till att startgivan på ca 30 kg N/ha till vårsäd på mulljord utesluts.

Tillförseln av kväve via stallgödsel eller andra organiska gödselmedel ska givetvis beaktas innan givan av mineralgödsel bestäms. Kväveverkan av stallgödsel redovisas i tabell 6. För övriga organiska gödselmedel kan halten ammoniumkväve ge vägledning för skattning av kväveeffekten.

Bilaga 2

Sand- och mojordar – lämplig och olämplig spridning av stallgödsel

		I första hand...	Alternativt...	Bör undvikas...
Flyt-göd-sel	nöt	<ul style="list-style-type: none"> till 1:a skörd i vall II–IV. När marken bär tidig vår, max 25 ton/ha. till vallinsådd, vårplöjning eller snabb nedbrukning, max 30 ton/ha. omedelbart efter 1:a skörd i vall II–IV. Bra alternativ vid sporproblem men stor risk för ammoniakavgång. Helst med släpslang och gärna följt av bevattning (regn), max 25 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> på hösten, senast i oktober, inför 1:a skörd i vall II–IV. Alternativ vid sporproblem men risk för kväveförlust. före höstrapssådd, max 20 ton/ha 	<ul style="list-style-type: none"> på våren till 1:a skörd i vall I. till vall där närmaste skörden skall betas. på hösten utom till vall, p g a stor utlakningsrisk. i växande gröda förutom vall, p g a stor ammoniakavgång och dåligt kaliumutnyttjande
	svin	<ul style="list-style-type: none"> till vårsådda grödor, helst grödor med lång vegetationsperiod, t ex sockerbetor eller potatis, vårplöjning, max 50–70 % av N-givan. till spannmål eller oljeväxter med släpslangsteknik, 10–15 cm-stadiet, max 20 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> före höstrapssådd, max 20 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> på hösten före höstsäd, p g a stor utlakningsrisk.
Fast-göd-sel	nöt	<ul style="list-style-type: none"> till vallinsådd, vårplöjning, max 30 ton. till 1:a skörd i vall II–IV, höst eller ev. tidig vår, max 25 ton. Viktigt att gödseln kan finfördelas. 	<ul style="list-style-type: none"> till vårsådda grödor, helst med lång vegetationsperiod, vårsäd kompletteras med fånggröda, vårplöjning, max 30 ton/ha. före höstrapssådd max 25 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> på våren till 1:a skörd i vall I. till vall om fastgödseln inte kan finfördelas och spridas jämnt. Sönderdelning efter spridning är inte lämpligt. på hösten före höstsäd, p g a dåligt kaliumutnyttjande och utlakningsrisk.
	svin	<ul style="list-style-type: none"> till grödor med lång vegetationsperiod, t ex sockerbetor eller potatis, vårplöjning, max 30 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> före höstrapssådd max 25 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> höstspridning till annat än höstraps, p g a utlakningsrisk.
Urin	nöt	<ul style="list-style-type: none"> till 1:a skörd i vall II–IV, våren, max 15–20 ton/ha. Se upp med för hög kaliumhalt och brännskador i klöverrik vall. till 2:a skörd i vall, max 20 ton/ha till gräsvall, max 15 ton/ha till blandvall. Släpslangsteknik minskar ammoniakavgången! 	<ul style="list-style-type: none"> till vallinsådd, men stor risk för överskott och utlakning av kalium, max 20 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> till betesvall såvida denna inte också utnyttjas för skörd. Betesvall har mycket lågt behov av fosfor och kalium.
	svin	<ul style="list-style-type: none"> till vårsådda grödor, max 20 ton/ha. Omedelbar nedbrukning eller släpslangspridning. 	<ul style="list-style-type: none"> till växande gröda med släp-slangspridning. Ej sen spridning p g a stor risk för ammoniakförluster. Max 20 ton/ha 	<ul style="list-style-type: none"> höstspridning pga utlakningsrisk. till betesvall pga parasitrisk.

Spridning av stallgödsel på lerjordar av stallgödsel

		I första hand...	Alternativt...	Bör undvikas...
Flyt-göd-sel	Nöt	<ul style="list-style-type: none"> till 1:a skörd i vall II-IV. När marken bär tidig vår, max 25 ton/ha. Omedelbart efter 1:a skörd i vall II-IV. Bra alternativ vid sporproblem, men stor risk för ammoniakavgång. Helst med släpslang och gärna följt av bevattning (regn), max 25 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> på hösten, senast i oktober, inför 1:a skörd i vall II-IV. Max 25 ton/ha. Alternativ vid sporproblem men risk för kväveförlust. till vallinsädd, snabb nedbrukning, max 30 ton/ha. före höstrapsädd max 20 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> på våren till 1:a skörd i vall I. till vall där närmaste skörden skall betas. på hösten utom till vall, p g a stor risk för utlakning och denitrifikation. i växande gröda förutom vall, p g a stor ammoniakavgång och dåligt kaliumutnyttjande.
	Svin	<ul style="list-style-type: none"> till växande gröda, höstvetete, oljeväxter eller vårsädd med släpslang i 10-15 cm-stadiet, max 20 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> till vårsådda grödor efter 28 februari, max 20 ton/ha. (Krav på nedbrukning måste beaktas) före höstrapsädd, max 20 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> till vårbruk, om detta ger packningsskador och nedbrukningen försenas. före sådd av höstsädd p g a risk för utlakning och denitrifikation.
Fast-göd-sel	Nöt	<ul style="list-style-type: none"> till 1:a skörd i vall II-IV, höst, max 25 ton/ha. Viktigt att gödseln kan finfördelas. 	<ul style="list-style-type: none"> till 1:a skörd i vall II-IV, tidig vår, max 25 ton/ha. Viktigt att gödseln kan finfördelas till vårsådda grödor under oktober, max 25 ton/ha 	<ul style="list-style-type: none"> på våren till 1:a skörd i vall I. till vall om fastgödseln inte kan finfördelas och spridas jämnt. Sönderdelning efter spridning är inte lämpligt. på hösten före sådd av höstsädd, p g a dåligt kaliumutnyttjande.
	Svin	<ul style="list-style-type: none"> till höstraps, före sådd, max 25 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> till vårsådda grödor om gödseln kan finfördelas och spridning sker utan packningsskador, max 25 ton/ha. före sådd av höstsädd, max 25 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> till vårsådda grödor om detta innebär packningsskador, problem med såbädden och försenad sådd.
Urin	Nöt	<ul style="list-style-type: none"> till 1:a skörd i vall II-IV, våren, max 15-20 ton/ha. Se upp med för hög kaliumhalt och brännskador i klöverrik vall. till 2:a skörd i vall, max 20 ton/ha till gräsvall, max 15 ton/ha till blandvall Släpslangteknik minskar ammoniakavgången! 	<ul style="list-style-type: none"> till vallinsädd, men stor risk för överskott av kalium, max 20 ton/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> till betesvall såvida denna inte också utnyttjas för skörd. Betesvall har mycket lågt behov av fosfor och kalium.
	Svin	<ul style="list-style-type: none"> till växande gröda med släpslangspridning i 10-15cm stadiet, max 20 ton/ha. Sprid om möjligt före regn för att minska ammoniakavgången. 	<ul style="list-style-type: none"> före höstrapsädd max 20 ton/ha. Nedbrukning bör ske snarast för att undvika kraftig ammoniakavgång vid den höga temperaturen i augusti. 	<ul style="list-style-type: none"> före sådd av höstsädd pga risk för utlakning och denitrifikation, eller i vårbruk p g a packningsskador. till betesvall pga parasitrisk.

God markarteringssed (GMS) enligt Markkarteringsrådet

september 2011

Syftet med markartering är att ge lantbrukaren ett verktyg för att behovsanpassa gödsling och kalkning. God markarteringssed (GMS) är ett dokument som ett antal organisationer och företag gemensamt har utarbetat (se nedan). Dokumentet fastställer vad som anses vara bästa möjliga tillämpning av markarteringen efter en avvägning mellan vetenskaplig noggrannhet, lantbrukarnytta och miljöhänsyn. GMS förutsätter att jordprov tas vid samma tid under året vid återkommande provtagning. Dessutom

förutsätter GMS att proven inte tas förrän tidigast en månad efter tillförsel av stall- eller mineralgödsel och tidigast ett år efter kalkning.

Markkarteringsrådet är en frivillig sammanslutning av företrädare för företag och organisationer som arbetar med frågor kring markartering och gödslingsrådgivning. De rekommendationer i dokumentet som inte åtföljs av en källhänvisning utgör en samlad bedömning av Markkarteringsrådets medlemmar.

Följande organisationer, myndigheter, universitet och företag var representerade i Markkarteringsrådet i september 2011:

AgriLab AB
 Agroväst Livsmedel AB
 Eurofins Food & Agro
 Hushållningssällskapet
 Jordbruksverket
 Odling i Balans
 Lantmännen
 Naturvårdsverket
 Svenska Kalkföreningen
 Svenskt Sigill AB
 Sveriges lantbruksuniversitet
 Yara AB

Markartering

Standardkartering	Provtagningsintervall	Provtagningsteknik	Provtäthet	Provantering
<p>Punktkartering Provpunkterna fördelas systematiskt över fältet, eller anpassat efter jordarts- och multhaltsskillnader.</p> <p>Används vid grundkartering och därefter med ca 10 års intervall (se vidare text). Under perioden mellan två punktkarteringar kan någon form av uppföljningskartering användas.</p>	<p>Normalt vart 10:e år. Längre intervall (11–15 år) kan vara aktuellt på fält med:</p> <ul style="list-style-type: none"> • jämna jordartsförhållanden • inget behov av kalkning • beräknad PK-balans en gång i växtföljden, dock minst vart 5:e år • uppföljningskartering minst en gång i växtföljden (se nedan) • ingen eller måttlig stallgödsel-tillförsel 	<p>Ett jordprov ska innehålla minst 10 borrstick (2) till 20 cm djup (2), tagna inom en cirkel med 3–5 m radie.</p> <p>Det är viktigt att borrsticken fördelas väl inom provtagningsytan så att ojämnheter utjämnas.</p> <p>På fält med en areal om 3 ha eller därunder och med enhetlig jordart och samma brukningshistoria kan borrsticken fördelas över hela fältet enligt ytkarteringsmetoden (2).</p> <p>En kartering av markens ledningsförmåga kan tjäna som underlag för fördelning av prover över ett fält. (se vidare i avsnittet GPS-kartering)</p>	<p>Standard är 1 prov/ha.</p> <p>Vid denna provtäthet är avståndet mellan provpunkterna ca 100 m.</p> <p>Glesare provtagning (0,5–1 prov per ha) kan tillämpas på fält:</p> <ul style="list-style-type: none"> • med jämna jordarts- och multhaltsförhållanden • utan kalkningsbehov <p><i>OBS! För deltagande i miljöstödet miljöskyddsåtgärder krävs minst 1 prov/ha.</i></p> <p>Tätare provtagning (1–2 prov per ha) kan tillämpas på fält:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vid första karteringen • med varierande jordarter och multhalter • med precisionsodling • vid kartering med GPS-metod 	<p>All jord som provtas ska tillföras provkartongen. Kartongen ska vara full. Minst 2,5 dl jord krävs för att möjliggöra alla analyser som är önskvärda vid markartering.</p> <p>Det finns jordborrar med olika diameter, men en förutsättning för korrekt provtagning är att kartonger avsedda för respektive borrhyp används.</p> <p>Provtagning utförs under perioden augusti till vårbruk, helst på hösten. Omkartering sker vid samma tidpunkt som grundkarteringen. Provtagning ska tidigast ske en månad efter tillförsel av stall- och mineralgödsel, och tidigast ett år efter kalkning.</p>
<p>Ytkartering Ett representativt prov tas ut på ett mindre skifte.</p>	<p>Minst vart 10:e år Ett alternativ till punktkartering på fält mindre än 3 ha med jämna jordartsförhållanden och utan kalkningsbehov.</p>	<p>Ett jordprov ska innehålla 15–20 borrstick till 20 cm djup, tagna så att hela ytan representeras väl.</p>	<p>1 prov per skifte, dock får ett prov maximalt representera 3 ha.</p>	<p>Se ovan.</p>

Standardkartering med GPS-positionering	Provtagningsintervall	Provtagningsteknik	Provtäthet	Provhantering
<p>Punktkartering Provpunkterna fördelas systematiskt över fältet eller anpassat efter jordarts- och mullhaltsskillnader. Punkterna märks ut genom GPS positionering. Detta gör det möjligt att återkomma till exakt samma punkt vid om- och uppföljningskartering. Används vid grundkartering och därefter med ca 10 års intervall (se vidare text). Under perioden mellan två punktkarteringar kan någon form av uppföljningskartering användas.</p> <p>Komplettering med Jordartskartering genom mätning av ledningsförmåga För att få en säkrare placering av provpunkterna, kan t ex EM 38 användas. Mätningen identifierar jordartskillnader i fält och minimerar risken att jordprovet tas ut i gränzoner mellan olika jordarter i fältet. Denna mätning kan eventuellt ge underlag för en glesare provtagning.</p>	<p>Normalt vart 10:e år. Längre intervall (11–15 år) kan vara aktuellt på fält med:</p> <ul style="list-style-type: none"> • jämna jordartsförhållanden • inget behov av kalkning • beräknad PK-balans en gång i växtföljden, dock minst vart 5:e år • uppföljningskartering minst en gång i växtföljden (se nedan) • ingen eller måttlig stallgödsel-tillförsel 	<p>Ett jordprov ska innehålla minst 10 borrhstick (2) till 20 cm djup (2), tagna inom en cirkel med 3–5 m radie. Centrum för cirkeln utmäts med GPS. Det är viktigt att borrhsticken fördelas väl inom provtagningsytan så att ojämnheter utjämnas. På fält med en areal om 3 ha eller därunder och med enhetlig jordart och samma brukningshistoria kan borrhsticken fördelas över hela fältet enligt ytkarteringsmetoden (2). En kartering av markens ledningsförmåga kan tjäna som underlag för fördelning av prover över ett fält.</p>	<p>Standard är 1 prov/ha. Vid denna provtäthet är avståndet mellan provpunkterna ca 100 m. Vid kartering efter EM 38 eller "mullvaden" sker provtagning utifrån den framtagna kartan. Glesare provtagning (0,5–1 prov per ha) kan tillämpas på fält:</p> <ul style="list-style-type: none"> • med jämna jordarts- och mullhaltsförhållanden • utan kalkningsbehov • när översiktlig jordartskartering genomförts. <p><i>OBS! För deltagande i miljöstödet miljöskyddsåtgärder krävs minst 1 prov/ha.</i></p> <p>Tätare provtagning (1–2 prov per ha) kan tillämpas på fält:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vid första karteringen • med varierande jordarter och mullhalter • med precisionsodling 	<p>All jord som provtas ska tillföras provkartongen. Kartongen ska vara full. Minst 2,5 dl jord krävs för att möjliggöra alla analyser som är önskvärda vid markkartering. Det finns jordborrar med olika Diameter, men en förutsättning för korrekt provtagning är att kartonger avsedda för respektive borrhyp används. Provtagning utförs under perioden augusti till vårbruk, helst på hösten. Omkartering sker vid samma tidpunkt som grundkarteringen. Provtagning får tidigast ske en månad efter tillförsel av stall- och mineralgödsel, och tidigast ett år efter kalkning.</p>
<p>Ytkartering Ett representativt prov tas ut på ett mindre skifte.</p>	<p>Minst vart 10:e år Ett alternativ till punktkartering på fält mindre än 3 ha med jämna jordartsförhållanden och utan kalkningsbehov.</p>	<p>Ett jordprov ska innehålla 15–20 borrhstick till 20 cm djup, tagna så att hela ytan väl representeras väl.</p>	<p>1 prov per skifte, dock får ett prov maximalt representera 3 ha.</p>	<p>Se ovan.</p>

Uppföljningskartering	Provtagningsintervall	Provtagningsteknik	Provtäthet	Provhantering
<p>Positionerad punktkartering Med hjälp av tidigare punktkartering tas intressanta provpunkter ut med hjälp av GPS-positionering eller annat hjälpmedel för att fastställa provplatsens läge.</p> <p>Linjekartering Då linjekartering tidigare använts kan denna användas för uppföljningskartering. OBS linjekartering kan inte användas som uppföljning på fält där linjekartering inte gjorts tidigare.</p>	<p>Minst vart tredje år En metod som kompletterar punktkartering. Med provtagningar följs trender, främst vad gäller pH- och PK-tillstånd (3), t.ex. K-status vid intensiv vallodling.</p> <p>Minst vart tredje år En metod som kompletterar punktkartering. Med provtagningar följs trender, främst vad gäller pH- och PK-tillstånd (3), t.ex. K-status vid intensiv vallodling.</p>	<p>Ett jordprov ska innehålla minst 10 borstick (2) till 20 cm djup (2), tagna inom en cirkel med 3–5 m radie. Det är viktigt att borrsticken sprids inom provtagningsytan så att ojämheter utjämnas.</p> <p>Längs linjen provtas minst 20 borstick till 20 cm djup (2). Linjens läge och avståndet mellan punkterna skall vara samma som vid föregående provtagningstillfälle. Dessa punkter bör om det inte gjorts tidigare fastläggas med GPS.</p>	<p>Antalet punkter som provtas bör vara ca 1/5 av antalet vid punktkartering. Anpassas efter skiftets jämnhet. Dock minst tre prov per skifte som har större areal än 5 hektar.</p> <p>Varje linje bör högst representera 15 ha.</p>	<p>Se ovan.</p> <p>Se ovan.</p>
<p>Omkartering OBS! får inte förväxlas med uppföljningskartering. Omkartering är att jämställa med nykartering. Vid GPS-positionering återkommer man till den tidigare utmätta punkten. Man kan på det sättet återanvända förrädsanalyser och multhaltsanalyser vid ett omkarteringstillfälle. När karteringen inte är GPS-positionerad skall förrädsanalys tas om vid omkarteringstillfället för att beakta positioneringsvariationer.</p>	<p>Normalt vart 10:e år. Längre intervall (11–15 år) kan vara aktuellt på fält med:</p> <ul style="list-style-type: none"> • jämna jordartförhållanden • inget behov av kalkning • beräknad PK-balans en gång i växtföljden, dock minst vart 5:e år • uppföljningskartering minst en gång i växtföljden (se nedan) • ingen eller måttlig stallgödseltillförsel • förväntat resultat vid första omkarteringen samtidigt som PK-balans beräknats. 	<p>Ett jordprov ska innehålla minst 10 borstick (2) till 20 cm djup (2), tagna inom en cirkel med 3–5 m radie. Centrum för cirkeln utmätts med GPS. Det är viktigt att borrsticken fördelas väl inom provtagningsytan så att ojämheter utjämnas. På fält med en areal om 3 ha eller därunder och med enhetlig jordart och samma brukningshistoria kan borrsticken fördelas över hela fältet enligt ytkarteringsmetoden (2). En kartering av markens ledningsförmåga kan tjäna som underlag för fördelning av prover över ett fält.</p>	<p>Standard är 1 prov/ha. Vid denna provtäthet är avståndet mellan provpunkterna ca 100 m. Vid kartering efter EM 38 eller "mulhvaden" sker provtagning utifrån den framtagna kartan. Glesare provtagning (0,5–1 prov per ha) kan tillämpas på fält: • med jämna jordarts- och multhaltsförhållanden • utan kalkningsbehov • när översiktlig jordartskartering genomförs. OBS! För deltagande i miljöstödet miljöskyddsåtgärder krävs minst 1 prov/ha. Tätare provtagning (1–2 prov per ha) kan tillämpas på fält: • vid första karteringen • med varierande jordarter och multhalter • med precisionsodling</p>	<p>Se ovan</p> <p>Se ovan</p>

Analyser

Analys och analys-frekvens	Användningsområde	Gränsvärden / Klass-gränser för lufttorr jord	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
<p>pH Samtliga prov</p>	<p>Upplýser tillsammans med jordart och mullhalt om kalkbehov. För bedömning av flera näringsämnen tillgänglighet (P, Mn m fl). Sockerbetor är en gröda känslig för lågt pH. Korn är känsligast av spannmålsslagen, men stora sortskillnader finns (5). Näringsämnen tillgänglighet vid olika pH-värden framgår av bild i t.ex. (6).</p>	<p>Optimalt växtnäringstillstånd fås på mineraljordar med <6 % mull vid pH 6,0–6,5, beroende på lerhalt; högre pH-värde vid högre lerhalt. Med ökande mullhalt är pH-kravet för att uppnå optimalt växtnäringstillstånd 0,2–1,0 pH-enheter lägre. Vid sockerbetsodling bör pH-värdet vara 0,5 pH-enhet högre än vid annan odling på samtliga jordar.</p>	<p>Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år. Tätare vid lågt pH eller frekvent användning av surgörande gödselmedel. Även aktuellt vid uppföljningskartering. Det är viktigt att utföra omkartering vid samma tidpunkt på året som grundkarteringen. Särskilt viktigt är detta för pH-analysen.</p>	
<p>Fosfor – lättlöslig (P-AL) Samtliga prov</p>	<p>För bedömning av behov av fosforgödsling. Känsligaste jordbruksgrödorna är sockerbetor och potatis.</p>	<p>Fosforhalt, mg P/100 g: Klass I: < 2,0 Klass II: 2,1–4,0 Klass III: 4,1–8,0 Klass IV A: 8,1–12,0 Klass IV B: 12,1–16 Klass V: > 16 Vid höga pH-värden i kombination med låga till måttliga P-halter kan fosforinnehållet överskattas med denna metod.</p>	<p>Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år. Även aktuellt vid uppföljningskartering.</p>	
<p>Kalium – lättlösligt (K-AL) Samtliga prov</p>	<p>För bedömning av behov av kaliumgödsling. Störst risk för brist på lätta jordar och mulljordar samt vid intensiv valodling.</p>	<p>Kaliumhalt, mg K/100 g: Klass I: < 4,0 Klass II: 4,1–8,0 Klass III: 8,1–16,0 Klass IV: 16,1–32,0 Klass V: > 32</p>	<p>Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år. Även aktuellt vid uppföljningskartering.</p>	
<p>Magnesium – lättlösligt (Mg-AL) Om analysresultatet erhålls från laboratorium utan extra kostnad, rekommenderas analys på samtliga prov. Annars på vart 3:e–5:e prov.</p>	<p>För bedömning av behov av Mg-gödsling. Jordar med risk för brist är mullfattiga sandjordar med lågt pH, organogena jordar och jordar med höga K-AL-tal. Sockerbetor och potatis är känsliga för brist.</p>	<p>4–10 mg/100 g beroende på jordart. Den lägre siffran är nedre gräns för jordar med låga och den högre nedre gräns för jordar med höga lerhalter.</p>	<p>Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år.</p>	

Analys och analys-frekvens	Användningsområde	Gränsvärden / Klassgränser	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
K/Mg-kvot Beräknas på basis av K-AL och Mg-AL	För bedömning av Mg-gödslingsbehov och under vissa förhållanden K-gödslingsbehov. För stor mängd K i förhållande till Mg kan leda till Mg-brist och tvärtom. Valfoder till idisslare med för lågt Mg-innehåll kan leda till stall- och beteskramp m.m.	Kvoten bör ej vara högre än: 2,5 i K-AL-klass I-II 2,0 i K-AL-klass III 1,5 i K-AL-klass IV-V Är kvoten lägre än 0,7 i K-AL-klass IV rekommenderas kaliumgödsling enligt klass III (7).	Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år.	
Kalcium – lättlösligt (Ca-AL) Om analysresultatet erhålls från laboratorium utan extra kostnad, rekommenderas analys på samtliga prov. Annars efter rådgivares bedömning.	Framförallt för bestämning av basmättnadsgraden. Se kalkbehovsberäkning	På jord med gott kalktillstånd är brist ovanlig. Störst risk för brist på muljord och lätta jordar (5). Känsliga grödor är vallblävaxter och potatis (rostfläckighet: minst 70 mg per 100 g jord för måttligt känsliga sorter, 100 mg per 100 g för känsliga sorter)	Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år.	
Kalium – förråd (K-HCl) Användningsområdet avgör analysbehov och analysfrekvens.	Ger en uppfattning om markens kaliumförråd, vilket även speglar lerhalten. Stabiliteten i K-AL kan bedömas med hjälp av värdet på K-HCl.	Kaliumhalt, mg K/100 g: Klass 1: <50 Klass 2: 51–100 Klass 3: 101–200 Klass 4: 201–400 Klass 5: >400	I huvudsak endast aktuellt vid nykartering.	
Koppar – förråd (Cu-HCl) Vart 5:e prov på mullfattiga lätta jordar samt muljordar. Cu-HCl erhålls ur samma extrakt som K-HCl.	För bedömning av Cu-gödslingsbehov. Koppar är lättast tillgängligt vid pH 5–6. Brist uppstår främst på mull- och sandjordar. Känsliga grödor är korn, havre och vete (5).	6–8 mg/kg.	Främst aktuellt vid nykartering. Vid låga värden bör ny analys göras vid omkartering.	
Bor (B) Vart 5:e prov vid odling av borkänsliga grödor på mullfattiga, lätta jordar med högt pH-värde (4).	För bedömning av borgödslingsbehov där borbrist kan förväntas.	För borkrävande grödor som sockerbetor, oljevaxter och klöver till frö (4) och baljväxter (5) krävs följande värde i mg B/kg: sandjord 0,5 lerig jord 0,6–0,7 lerjordar 0,8–1,0	Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år. Vid lågt pH (<6) utläkas bor lätt vid stora nederbörds mängder. Ju högre pH-värdet är desto mindre utläkningsbenäget är bor (5). Analysen är därför osäker vid låga pH-värden.	
Al-AS-metoden modifierad enligt Ståhlberg (8), kompletterad för att bedöma behovet av kalkning	Används på mycket mullrika jordar och muljordar om pH-värdet är minst 5,1.	mullhalt Al-AS vol.vikt Al-AS % mg/kg kg/l kg/ha 10–60 11–19 0,9–0,5 20 motsvarar cirka 1 mg Al-AS/100 ml jord		

Analys och analys-frekvens	Användningsområde	Gränsvärden / Klassgränser	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
<p>Mullhalt Mullhalten beräknas på basis av glödgingsförlust och lerhalt. Användningsområdet avgör analysbehov och -frekvens. Se t.ex. kalkbehovsberäkning.</p>	<p>Ger uppfattning om jordens basutbyteskapacitet, potential för kväve mineralisering, brukningsegenskaper och dosering av jordherbicid. Mullhalt används för kalkbehovsberäkning.</p>	<p>Mullfattig (mf) mindre än 2 % Något mullhaltig (nmh) 2–3 % Måttligt mullhaltig (mmh) 3–6 % Mullrik (mr) 6–12 % Mycket mullrik (mkt mr) 12–20 % Mineralblandad mulljord) 20–40 % (t.ex. sa M el. I M Mulljord (M) mer än 40 %</p>	<p>Vid varannan omkartering, ca vart 20:e år. Tätare om mycket stallgödsel tillförs eller vall ofta odlas.</p>	
<p>Volymvikt Vart 5:e prov på mulljordar och mycket mullrika mineraljordar. Volymvikt kan mätas direkt, eller beräknas approximativt med hjälp av mullhalt.</p>	<p>För att kunna ge gödslingsråd för mulljordar och mycket mullrika mineraljordar (mer än 12 % mull).</p>	<p>Normal volymvikt i mineraljord är 1,25 kg/l. Om värdet är lägre kan det vara aktuellt att justera rekommendationen för gödsling.</p>	<p>Vid varannan omkartering, ca vart 20:e år.</p>	
<p>Lerhalt Användningsområdet avgör analysbehov, -frekvens och -metod. Förenklade metoder: omräkning av analysvärden från NIR eller K-HCl. Utförligare metoder: Sedimentationsmetoder med hygrometer-, modifierad hygrometer- eller pipettbestämning ISO 11277.</p>	<p>Ger information om jordens brukningsegenskaper, behov av kalium- och magnesiumgödsling och risk för utlakning av växtnäringsämnen.</p>	<p>< 5 %: lerfria och svagt leriga jordar 5–15 %: leriga jordar 15–25 %: lättleror 25–40 %: mellanleror 40–60 %: styva leror > 60 %: mycket styva leror</p>	<p>Lerhalten förändras ej.</p>	
<p>Jordart – mekanisk analys Användningsområdet avgör analysbehov, -frekvens och -metod. Analyseras på utvalda punkter som antas representera olika jordartsområden.</p>	<p>Jordens sammansättning med avseende på mineraldelens partikelfraktioner (ler, mjäla, mo och sand) och mullhalt.</p>		<p>Denna analys behöver inte upprepas. Jordarten förändras ej.</p>	

Analys och analysfrekvens	Användningsområde	Gränsvärden / Klassgränser	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
<p>Kalkbehovsberäkning En standardmetod är beräkning med utgångspunkt från pH, mullhalt och lerhalt. Lerhalten kan mätas genom sedimentationsmetoder eller beräknas på basis av K-HCl eller NIR. En utförligare metod är beräkning av basmättnadsgrad.</p>	<p>Metoder för att bestämma mängden kalk (ton CaO per ha) som behövs tillföras för att uppnå lämpligt pH eller lämplig basmättnadsgrad.</p>	<p>Målnivå: pH 6,0 på lätta jordar och pH 6,5 på lerjordar. På multrika jordar 0,2–1,0 enheter lägre. Vid sockerbetsodling bör värdena ligga 0,5 enhet högre på samtliga jordar. Vid beräkning av basmättnadsgrad eftersträvas 70 % vid mullhalt ≤ 6 % 65 % vid mullhalt 7–10 % 60 % vid mullhalt 11–13 % 55 % vid mullhalt 14–20 % 50 % vid mullhalt 21–30 % 45 % vid mullhalt > 30 %</p>		
<p>Kadmium (Cd) Delprov från samtliga jordprov från maximalt 15 ha enligt kontraktsregler. Uppslutning av 5 g jord i 7 M salpetersyra enligt SS-028311.</p>	<p>Prov tas för bedömning av risk för höga Cd-halter i skördeprodukten. I de fall där Cd-halten befars vara hög på del av arealen bör analysen omfattas mindre områden än 15 ha.</p>	<p>Enligt kontrakt finns en högsta gräns på 0,30 mg/kg. Växttillgängligheten ökar vid pH-värden < 6. Art- och sortskillnader finns i upptag; värvete > höstvedete > havre > korn > råg</p>	<p>Prov tas enligt kontraktsregler.</p>	<p>Delprov tas ut på laboratoriet enligt provtagarens anvisningar efter provberedning och homogenisering.</p>
<p>Kadmium (Cd) & övr tungmetaller På fält där höga halter befars och slamspridning planeras.</p>	<p>Om det kan antas att gränsvärdet överskrids (9) ska markens metallhalter kontrolleras innan avloppsslam sprids.</p>	<p>Tungmetaller (enligt SNFS 1994:2): bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink</p>	<p>Före spridning av avloppsslam</p>	<p>Provet ska bestå av minst 0,5 l, uttaget med 25 borrstick på en areal som maximalt representerar 5 ha (9).</p>
<p>Kadmium (Cd) På fält där slamspridning planeras</p>	<p>Om det inte kan antas att gränsvärdet överskrids (9).</p>	<p>Cd-analys enl SNFS 1994:2</p>	<p>Före spridning av avloppsslam för att tillgodose reglerna för slamcertifiering</p>	<p>Provtagning enl ovanstående ruta, men provet får representera 15 ha.</p>
<p>Mineralkväve Separat provtagning med speciella borrar. Proverna fryses. Provtagning sker lämpligen till 60 cm djup.</p>	<p>Provtagning sker främst på vårvintern – försommaren för att anpassa årets kvävegödselgiva.</p>	<p>Mineralkväve (NH₄-N+ NO₃-N)</p>	<p>Prov tas främst vid odling av malkorn, brödvete och potatis, speciellt viktigt efter kväverika förfukt och på stallgödselgårdar.</p>	<p>Provtagningen måste ske på ett sådant sätt att delar av djupet 0–60 cm inte blir över- eller underrepresenterade.</p>

Referenser

- (1) Mattsson, L. 2000. Provtagningsfrekvens. Rapport till markkarteringsrådet 2000-01-19, bilaga 9. Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för växtnärlära, SLU.
- (2) Lindén, B. 2000. Erforderligt antal borrstick vid jordprovtagning. Rapport till markkarteringsrådet 2000-01-19. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU.
- (3) Gesslein, S. 1998. Mångåriga resultat och erfarenheter av linjekartering. Skåniskt lantbruk Nr. 2. Hushållningssällskapet i Kristianstads- och Malmöhus län.
- (4) Wiklander, L. 1976. Marklära. 1976. LHS Uppsala.
- (5) Aasen, I. 1986. Mangelsjukdomar og andre ernæringsforstyringer hos kulturplanter: årsaker – symptom – rådgjelder. Landbruksforlaget Oslo.
- (6) Brady, N.C. & Weil, R.R. 1999. The nature and properties of soils. 12th ed. Prentice-Hall Inc. Upper Saddle River.
- (7) Kjellquist, T. 1998. K/Mg-kvoten. Växtpressen nr 3 1998
- (8) Ståhlberg, S. 1982. Estimation of Requirement of Liming by Determination of Exchangeable Soil Aluminium. Acta Agric. Scand. 32:4, 357–367
- (9) SNFS 1994:2. Statens naturvårdsverkets föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. Naturvårdsverket.



Jordbruksverket
551 82 Jönköping
Tfn 036-15 50 00 (vx)
E-post: jordbruksverket@jordbruksverket.se
www.jordbruksverket.se

ISSN 1102-8025
JO11:21



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling: Europa
investerar i landsbygdsområden