Jordbruks verket

Rekommendationer för gödsling och kalkning 2017

Jordbruksinformation 24 – 2016

Innehåll

1 Inledning 5

2 Allmänt om gödsling 7

2.1 Markkartering är en förutsättning för behovsanpassning 7
2.2 Hur mycket växtnäring förs bort? 10
2.3 Anpassa kvävegivan efter grödans behov 10
2.4 Växtnäringsbalanser kan göras på många olika nivåer 12

3 Gödselmedel 13

3.1 Mineralgödsel 13
3.2 Stallgödsel 14
3.3 Biogödsel 24
3.4 Avloppsslam 25
3.5 Gödselmedel för ekologisk odling 27

4 Riktgivor och strategier för kvävegödsling 31

4.1 Riktgivor som utgångspunkt i planeringen 31
4.2 Optimal kvävegiva – kostnaden för kvävet lika stort som värdet på skördeökningen 32
4.3 Antagna kostnader för gödsel och intäkter av produkter 32
4.4 Kväverekommendationer och strategier för stråsäd 33
4.5 Kväverekommendationer och strategier till oljeväxter 41
4.6 Kväverekommendationer och strategier till slåtter- och betesvall 46
4.7 Kväverekommendationer till potatis 53
4.8 Kväverekommendationer till sockerbetor 55
4.9 Kväverekommendationer och strategier för majs 55
4.10 Kväverekommendationer och strategier för salix 56
4.11 Justera kvävegivan efter förfrukten 57
4.12 Gödsla mindre på jordar med hög mullhalt 58
4.13 Optimal gödsling gynnar både ekonomi och miljö 60
4.14 Anpassa gödselgivan efter såtidpunkt 60

5 Fosfor 61

5.1 Riktgivor för fosfor – gödsla efter grödans behov och markens fosfortillstånd 61
5.2 Strategier för fosforgödsling 63
5.3 Fosforstrategier på lång sikt 64
5.4 Undvik överdriven uppgödsling och fosforförluster 66
5.5 Fosfor i organiska gödselmedel 67

6 Kalium 69

6.2 Riktgivor för kalium 69
6.3 Strategier för kaliumgödsling – grödan kan ta upp för mycket kalium vid höga givor 71
6.4 Förhållande mellan kalium och magnesium (K/Mg-kvot) 72

7 Magnesium, svavel och mikronäringsämnen 73

7.1 Magnesium – högst behov i sockerbetor och potatis 73
7.2 Svavel – minskat nedfall ger ökat gödslingsbehov 74
7.3 Bor – stort behov hos oljeväxter, sockerbetor och baljväxter 75
7.4 Koppar – risk för brist på mulljordar och lätta jordar 76
7.5 Mangan – tillgänglighet styrs av pH-värde och syrehalt i marken 76

8 Kalkning 79

8.1 Kalka för att bibehålla eller höja pH-värdet 79
8.2 Kalkning oftast positivt för odlingen 80
8.3 Olika mål för pH-värdet på olika jordar 80
8.4 Kalkmängden beror på pH, mullhalt och lerhalt 81
8.5 Effekten beror på kalkens ursprung och egenskaper 83
8.6 Strukturkalkning förbättrar lerjordens struktur 83

Referenser 85

Bilaga 1 Schema för bestämning av kvävebehov via mineralgödsel 87
Bilaga 2 Spridning av stallgödsel på sand- och mojordar 88
Bilaga 3 Spridning av stallgödsel på lerjordar 89
Bilaga 4 Spridning av stallgödsel på lerjordar 90

Förord

Jordbruksverket tar årligen fram rapporten ”Rekommendationer för gödsling och kalkning” som tidigare hette ”Riktlinjer för gödsling och kalkning”. Syftet är att ge underlag för planering av ekonomiskt optimal gödsling och kalkning på den enskilda gården. Rekommendationerna bygger på resultat från fältförsök, praktisk erfarenhet och på antaganden om priser. De är inte juridiskt bindande. Rekommenderade givor bedöms ligga inom gränserna för miljömässigt hållbar gödsling.

Rekommendationerna är generella och gäller för större regioner och i vissa fall hela landet. Vi vill dock betona att det är viktigt att anpassa gödslingen utifrån de lokala förutsättningarna, både efter det enskilda fältet och efter årets förutsättningar. Det är viktigt att använda de verktyg som finns tillgängliga för att bedöma grödans behov.

Årets rekommendationer är uppdaterade utifrån nya försöksresultat och aktuella priskvoter. I år har vi gjort en omarbetning av rekommendationerna för spannmål. Numera beräknar vi ekonomiskt optimal giva för varje försök och gör en prisjustering för protein direkt i beräkningen, både för brödvete och maltkorn. Vi har dessutom ändrat korrektionsfaktorn för brödvete till 20 kg kväve per ton skörd. De nya beräkningarna ger något högre riktgivor för kväve till brödvete än 2016.

Vi har även uppdaterat rekommendationerna för vall enligt nyare försök. Resultatet har blivit att den rekommenderade kvävegivan till slåttervall är näst intill oförändrad jämfört med förra året, trots att kvävepriset har sjunkit.

Tidigare fanns riktgivor och strategier för kväve i två olika kapitel. Nu har vi samlat informationen om riktgivor och strategier i kapitel 4.

Arbetet med att ta fram ”Rekommendationer för gödsling och kalkning” ligger inom Greppa Näringens centrala verksamhet. Data som tas fram i rapporten används som grundläggande underlag i flera av Greppa Näringens rådgivningsmoduler och beräkningsverktyg. Under arbetets gång har vi diskuterat innehållet med olika forskare och rådgivare och med de organisationer som ingår i Markkarteringsrådet.

Författare Bertil Albertsson, Katarina Börling, Pernilla Kvarmo, Ulrika Listh, Johan Malgeryd och Maria Stenberg
Redaktör Katarina Börling
Layout Holmbergs i Malmö AB

Omslagsfoto: Mårten Svensson

1 Inledning

För att få en ekonomiskt optimal växtodling så måste gödslingen anpassas efter grödans behov och skördepotential, men du måste också ta hänsyn till jordmån, förfrukt, tidigare gödsling och hur grödan utvecklas under säsongen.

Det är viktigt att anpassa gödslingsgivan både efter förutsättningarna på det enskilda fältet och efter årsmånen. På senare år har det kommit många nya verktyg för bedömning av markens mineralisering och grödans utveckling som till exempel mätning av kväveupptag i nollrutor, CropSAT och N-sensor. Det ger möjlighet att bättre anpassa årets giva efter de verkliga förhållandena på fältet. Du kan läsa mer om detta i Kapitel 2.

Inom växtodlingen är stora mängder växtnäring i omlopp jämfört med de flesta naturliga ekosystem. Det gör att riskerna för förluster av växtnäring till vatten och luft ofta är större från den odlade jorden än från skogsmark och naturmark.

För att få så stor nytta som möjligt av tillförd växtnäring och samtidigt minimera förlusterna gäller det att använda lämplig spridnings- och odlingsteknik. Det kan innebära att odla fånggrödor, gå över från höstplöjning till vårplöjning, utöka lagringskapaciteten för stallgödsel för att kunna välja lämpliga spridningstidpunkter, begränsa djurtätheten samt att förbättra gödselspridare tekniskt.

Avsikten med ”Rekommendationer för gödsling och kalkning 2017” är att ge råd som ska ligga till grund för en ekonomiskt optimal gödsling och kalkning. Rekommenderade givor bedöms också ligga inom gränserna för miljömässigt hållbar gödslingsinsats.

Kantspridningsutrustning ger förbättrad möjlighet att tillföra växtnäring längs fältkanten utan att det hamnar utanför fältet.

Foto: Jens Blomquist

2 Allmänt om gödsling

För att kunna anpassa gödslingen behöver vi information både om marken och om hur grödan svarar på gödsling. Markens förutsättningar kan vi undersöka med hjälp av nollrutor, markkartering och växtnäringsbalanser. Genom att titta på samband mellan gödsling och uppnådd skörd i fältförsök kan vi se hur grödan svarar på gödsling under olika odlingsbetingelser.

Eftersom kväve (N) har sin huvudsakliga verkan under det år det ges så är det viktigt att följa markens kväveleverans och grödans upptag av kväve under odlingssäsongen för att kunna anpassa gödslingen. För fosfor (P) och kalium (K) är förhållandena mer komplicerade. Deras verkan kan sträcka sig över flera år och där är markkartering och växtnäringsbalanser bättre verktyg.

2.1 Markkartering är en förutsättning för behovsanpassning

För att kunna behovsanpassa gödslingen är det viktigt att ha en aktuell markkartering. Med markkartering menar vi provtagning och analys av växtnäringsinnehållet och kalktillståndet i jorden samt en karta eller ett protokoll där analysresultaten kopplas till provtagningsplatsen på fältet. Vid markkartering bedömer eller analyserar man även jordart och mullhalt. Växtnäringshalten vid analyserna anges per viktsenhet jord, medan växterna tar upp näringen från en viss volym jord. Därför är det viktigt att komma ihåg att volymvikten kan ha en stor betydelse för resultaten.

Foto: Eurofins

Uttagning av jordprov vid markkartering sker numera i stor utsträckning med jordborr som är monterad på en 4-hjuling.

Numera kan man registrera exakt var provet är taget genom GPS-positionering (globalt positioneringssystem). Då kan man vid omkartering återkomma till samma plats och få ett bättre underlag för att se förändringar av växtnäringstillståndet mellan provtagningarna. Dessutom ger GPS-fastlagda provpunkter möjlighet att anpassa gödslingen och kalkningen inom fältet på ett bättre sätt.

2.1.1 Analysera efter dina behov

Beroende på vilken jordart och odlingsinriktning du har så kan du behöva olika typer av analyser. Normal miniminivå för analysen är att bestämma pH-värde samt fosfor- och kaliumtillstånd. Lättlösligt magnesium (Mg) och kalcium (Ca) kan analyseras i samma extrakt som fosfor och kalium, så om magnesium och kalciumanalys erbjuds utan extra kostnad så rekommenderar vi även dessa analyser på alla prover.

På lätta jordar, på mulljordar eller där det av andra skäl kan finnas risk för brist på bor (B) eller koppar (Cu), bör även dessa ämnen analyseras. Ler- och mullhaltsanalyser är nödvändiga tillsammans med pH-analysen om du ska kunna beräkna kalktillståndet. Dessa analyser kan även ge vägledning om växttillgänglighet av näringsämnen och eventuell risk för brister.

För att bestämma lättlöslig fosfor, kalium, magnesium och kalcium använder man AL-lösning (ammoniumacetat-laktat), medan man använder HCl-lösning (saltsyra) för att bestämma svårlösliga förråd. Gödslingsrekommendationerna grundar sig huvudsakligen på AL-analysen. HCl-analys av kalium ger värdefull information om långsiktig kaliumleveransförmåga. Lätta jordar har litet kaliumförråd medan det motsatta gäller för styva jordar. Man anser att HCl-analys av fosfor inte tillför något mervärde i rådgivningen, men den används vid beräkning av fosforbalans i marken. Jordens innehåll av lättlöslig fosfor (P-AL) delas in i sex klasser, medan innehållet av lättlösligt kalium (K-AL) samt förrådet av fosfor (P-HCl) och kalium (K-HCl) delas in i fem klasser (tabell 1). Mer information om markkartering och jordanalys finns i Bilaga 4.

Tabell 1. Klassindelning och halter av fosfor och kalium

Fosfor- och kaliuminnehåll (mg/100 g torr jord)						
Lättlöslig fraktion				Förrådsfraktion		
Klass	P-AL	Klass	K-AL	Klass	P-HCl	K-HCl
I	<2	I	<4	I	<20	<50
II	2,0–4,0	II	4,0–8,0	II	20–40	50–100
III	4,1–8,0	III	8,1–16,0	III	41–60	101–200
IV A	8,1–12,0	IV	16,1–32,0	IV	61–80	201–400
IV B	12,1–16,0	V	>32	V	>80	>400
V	>16					

En analys av innehållet av markkväve har begränsat värde som prognosverktyg för att bestämma årets kvävebehov. Därför gör vi inga generella kväveprognoser utifrån provtagning på våren. Däremot är kväveprovtagning både på våren och efter skörd, ett bra verktyg för att utvärdera kvävegödslingsförsök.

2.1.2 Markkartera vart tionde år

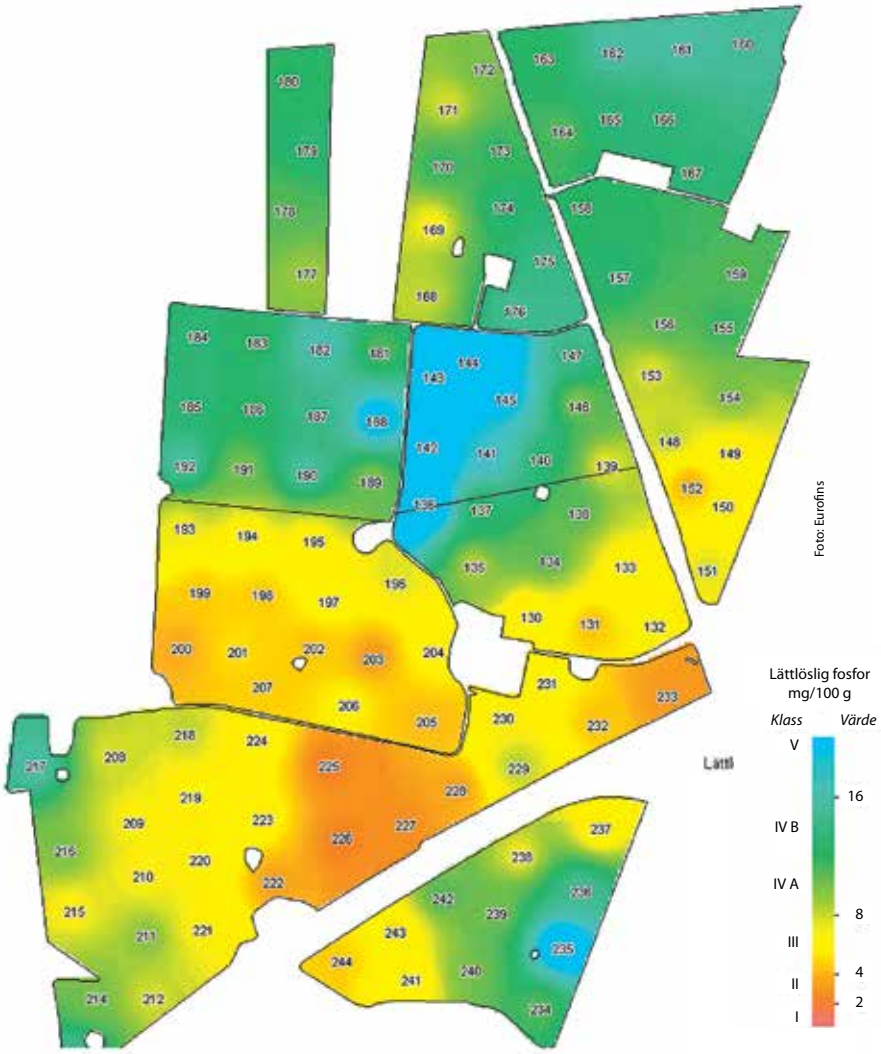
Normalt bör du markkartera vart tionde år. Längre intervall (11–15 år) kan vara aktuellt om du har jämna jordartsförhållanden, inget kalkningsbehov, måttlig

stallgödseltillförsel, har beräknat växtnäringsbalans för fosfor och kalium i växtföljden eller gör regelbunden uppföljningskartering. Om den första omkarteringen visar förväntade resultat utifrån gödsling och skördar, kan du vänta längre innan nästa omkartering om du fortsätter att följa gödslingsråden. Om du har låga växtnäringstillstånd i marken är det dock särskilt viktigt att du markkarterar regelbundet så att du inte får skördeförluster på grund av felaktig gödsling.

Uppföljningskartering innebär en mindre provtagning som görs ungefär vart tredje år och då provtar man intressanta punkter från tidigare utförd provtagning med GPS-positionering. Du bör provta och analysera prover från cirka 20 % av de ursprungliga punktera. Alternativt gör du provtagningen längs en linje som väl representerar skiftets dominerande jordart. Varje linje bör högst representera 15 hektar. Du kan inte direkt jämföra analyser efter linjeprovtagning med punktkartering eftersom provpunkterna inte sammanfaller. Återkommande linjeprovtagning kan du däremot jämföra med tidigare provtagningar. I första hand rekommenderar vi uppföljningskartering med GPS-positionering, eftersom det ger bättre underlag för anpassad gödsling.

Vid kortare tidsintervall mellan provtagningarna kan du snabbare avgöra om växtnäringshalten ökar, minskar eller ligger kvar på oförändrad nivå.

För att kunna jämföra analysvärden mellan olika år ska du ta ut prover vid samma årstid och under liknande markfuktförhållanden. För att inte gödsling eller kalkning ska påverka analyserna så ska du provta tidigast en månad efter gödsling och tidigast ett år efter kalkning.



På moderna markkartor presenteras data vanligen tillsammans med interpolerade färgmarkeringar för hela fältytan.

2.2 Hur mycket växtnäring förs bort?

Beroende på skördens storlek och kvalitet varierar mängden växtnäring som förs bort från fältet. Om du har en högre genomsnittlig skördenivå eller proteinhalt krävs mer växtnäring än om du har en lägre skördenivå eller proteinhalt, sett över en längre tidsperiod. Tabell 2 visar exempel på bortförsel av växtnäring med några olika grödor vid en angiven skördenivå och normala halter av kväve, fosfor och kalium. Halterna av växtnäring är baserade på publicerade rapporter och är avstämda mot senare års fältförsök.

I stråsädens halm och rötter finns cirka 40 % av grödans totala kväveinnehåll. Av det totala näringsinnehållet i en vallgröda finns ungefär en tredjedel i rotsystemet. Brukar du ner halm och blast återgår en stor del av växtnäringen direkt till jorden. Om du använder skörderesterna 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	3,5	126	21	28
Ärter	3,5	120	13	35
Potatis, knölar	30	105	15	150
Vall, 25 % klöver	6 (ts)	140	14	150
Sockerbetor, betor	60	120	24	120
Sockerbetor, blast	30	100	15	150

2.3 Anpassa kvävegivan efter grödans behov

2.3.1 Variera givan inom fältet

Mark- och skörderelaterad gödsling utgår ofta från fältnivå. Men genom att använda GPS-teknik kan man se hur markförhållanden och skörd varierar inom ett fält. Om man kopplar samman dessa uppgifter med spridningsutrustningen för gödselmedel och kalk kan man få en ökad precision i tillförseln inom fältet.

Med hjälp av till exempel kvävesensorutrustning eller styrfiler från satellitmätningar som reglerar utmatningen av gödsel med hänsyn till grödans färg och beståndets täthet kan man styra kvävetillförseln i växande gröda. Upplösningen sträcker sig i princip ned till 20 x 20 m.

CropSAT (www.cropsat.se) är exempel på ett webbaserat verktyg som har bilder tagna med satellit under växtodlingssäsongen som underlag. CropSAT visar hur ett vegetationsindex som är korrelerat till biomassa och kväveinnehåll, varierar inom ett fält. I verktyget kan man också göra tilldelningsfiler för spridning av kväve.

Metoder som utnyttjar den gröna färgen som styrmedel för kvävegödsling förutsätter att grödan är frisk och att det inte finns några andra växtnäringsbrister förutom eventuell kvävebrist.

Foto: Lantmännen

En sensor är monterad på traktorns tak och läser av grödans färg och täthet. Informationen används för att styra kvävemängden från gödselspridaren.

2.3.2 Sensorer och andra verktyg mäter kväveupptag direkt i fält

Idag finns det flera verktyg på marknaden för att bestämma grödans kväveupptag direkt i fält. Det finns snabbanalyser där man kan få ett värde på nitrathalten i växtsaften. Det finns även sensorer som mäter reflekterande ljus eller genomlyser bladet. De ger ett mått på biomassa och/eller kväveinnehåll i grödan.

Olika metoder som ger ett snabbt besked om kväveupptaget i fält kan kombineras inför gödsling av en gröda. De kan både användas som underlag för beslut om hur mycket kväve som behövs och fördelning inom fältet. Du kan läsa mer om olika verktyg och metoder till exempel på Greppa Näringens hemsida, www.greppa.nu och på www.precisionsskolan.se.

2.3.3 Växtanalys om du misstänker brist

Genom att lämna in växtprover för analys kan du få veta om grödan lider brist på något växtnäringsämne. Du kan använda växtanalys framför allt om du misstänker mikronäringsbrister. Med analyssvaret får du normalt råd om vilka gödslingsåtgärder som du bör göra. Det är viktigt att du bestämmer grödans utvecklingsstadium innan du skickar in växtprovet.

2.3.4 Nollrutor ger information om markens mineralisering

Med nollruta menar vi en ogödslad jämförelseyta på fältet. Du anlägger den enkelt genom att lägga en presenning över grödan vid varje gödslingstillfälle eller genom att stänga av gödselutmatningen under några meter vid kombisådd.

Du kan skatta kväveupptaget i nollrutan till exempel genom att titta på grödans färg och mäta grödans höjd eller med en kvävesensor om du har tillgång till det. Sedan jämför du nollrutans upptag med omkringliggande normalgödslad gröda för att få en uppfattning om markens kvävelevererande förmåga och hur mycket av det tillförda gödselkvävet som tagits upp. Det förbättrar dina möjligheter att anpassa gödslingen inom fältet och efter årsmånen.

2.3.5 Maxrutor visar högsta möjliga kväveupptag

Du kan också anlägga så kallade maxrutor, gärna i kombination med nollrutor. På dessa rutor kan du förutom normal kvävegödsling lägga på ytterligare kväve, så att du är säker på att grödan inte lider av kvävebrist. Du kan sedan bedöma grödan i maxrutorna på samma sätt som i nollrutorna, och jämföra med omkringliggande gröda.

Avsikten är att de ska visa det högsta möjliga kväveupptaget i grödan utifrån årsmånen och övriga förutsättningar på odlingsplatsen. Om tillväxten på resten av fältet är dålig kan du jämföra med grödan i maxrutan och få en uppfattning om det är kvävebrist eller om det är någon annan faktor som begränsar tillväxten.

2.4 Växtnäringsbalanser kan göras på många olika nivåer

En växtnäringsbalans gör du genom att räkna på skillnaden mellan tillförda och bortförda växtnäringsämnen. Det kan göras på fält-, gårds-, regions- eller landsnivå. För dig som lantbrukare är det intressant att göra en balans på både fältnivå och på gårdsnivå. En växtnäringsbalans är ett värdefullt verktyg för att analysera gårdens växtnäringshushållning. För att kunna jämföra olika balanser eller överskott måste de vara gjorda på samma sätt och ha samma systemgränser. Det går alltså inte att jämföra en fältbalans med en gårdsbalans.

När du gör en växtnäringsbalans på gårdsnivå ska du ta hänsyn till växtnäring som köps in i form av foder, levande djur, organisk gödsel och mineralgödsel. Ta även hänsyn till atmosfäriskt nedfall och baljväxternas kvävefixering. Du ska även räkna på bortförsel från gården, till exempel växt- och djurprodukter men också stallgödsel.

När du gör en fältbalans räknar du på tillförsel, bortförsel och överskott på fältnivå. I fältbalansen får du bland annat en indikation på fosfortillståndets utveckling mellan markkarteringstillfällena. Om du tillför stallgödsel får du normalt ett högre kväveöverskott i fältbalansen än om du enbart använder mineralgödsel eftersom det organiska kvävet i stallgödsel inte har omedelbar effekt.

Inom Greppa Näringen har vi gjort sammanställningar av ett stort antal växtnäringsbalanser på gårdar med olika driftsinriktning. Detta utgör ett gediget referensmaterial. Om du har högre kväveöverskott än medeltalet kan det visa att du skulle kunna göra effektiviseringsåtgärder. Om du jämför med de effektivaste gårdarna kan du se om du har ytterligare förbättringspotential.

När det gäller fosfor och kalium bör du relatera balansen till marktillståndet på din gård och din odlingsinriktning. Du bör sträva efter balans eller svagt positiv balans på jordar i medelklass, beroende på odlingsinriktning. Vid högt marktillstånd bör balansen visa underskott och vid låg klass bör den visa överskott.

2.4.1 Gör en skiftesredovisning

Genom att bokföra tillförsel av växtnäring och kalk i en så kallad skiftesredovisning går det att hålla koll på tillförda mängder på längre sikt. Om du regelbundet gör en markkartering eller linjekartering samt växtnäringsbalanser så ser du tydligt skillnaden mellan tillförsel och bortförsel som på lång sikt kan leda mot önskat växtnäringstillstånd.

3 Gödselmedel

3.1 Mineralgödsel

3.1.1 Kvävegödselmedel med olika egenskaper

På marknaden finns ett stort antal kvävegödselmedel. Det vanligaste enkla kvävegödselmedlet är kalkammonsalpeter (N27), som oftast även innehåller svavel (S). NS 27-3 eller NS 27-4 är vanligt förekommande benämningar på dessa produkter.

Kvävedelen i många gödselmedel består av ammoniumnitrat. Ren ammoniumnitrat (N34) utan tillsats av kalk eller andra växtnäringsämnen förekommer också, men användningen som gödselmedel är begränsad, bland annat på grund av hanteringsmässiga restriktioner. Andra enkla kvävegödselmedel som används i mindre omfattning är kalksalpeter (N15,5), urea (N46) och olika flytande produkter. Kalksalpeter innehåller enbart kväve i form av nitrat. Nitratkvävet är direkt tillgängligt för växterna och är därför mer snabbverkande än andra kväveformer. Urea måste omvandlas i flera steg innan kvävet blir tillgängligt.

De olika kvävegödselmedlen påverkar markens pH-värde på olika sätt och olika mycket. Kalksalpeter har en positiv kalkverkan. Kalkammonsalpeter har en neutral eller svagt sur verkan medan ammoniumnitrat, ammoniumsulfat och urea har negativ kalkverkan (se kaptiel 8).

3.1.2 Sammansatta gödselmedel beroende på ändamål

NPK-gödselmedel finns i många olika kombinationer. Dessa gödselmedel har ett brett användningsområde och finns också i specialvarianter med tillsats av svavel, natrium (Na), magnesium och mikronäringsämnen avsedda för oljeväxter, sockerbetor, potatis och frilandsgrönsaker. Traditionellt har NPK-gödselmedlen mest använts vid sådd av vårsäd samt till oljeväxter och vallar, men på senare tid har de också börjat användas vid vårgödsling i höstsådda grödor. Förstaårseffekten av fosfor som läggs på markytan är dock lägre än om fosforn blandas in i jorden.

Beroende på vilket växtnäringsbehov dina grödor har och markernas fosfor- och kaliumklass kan du välja gödselmedel med olika sammansättningar. I praktiken kan det dock vara praktiskt att inte hantera för många olika produkter på gården. Det gör att det i praktiken blir svårare att anpassa gödslingen till aktuella markförhållanden det enskilda året om du använder NPK än om du använder P- eller PK-gödselmedel i kombination med enkla kvävegödselmedel.

Vid odling av höstsådda grödor rekommenderas höstgödsling med fosfor och kalium om markens innehåll av dessa ämnen är lågt. Aktuella gödselmedel är t.ex. P20 eller PK 11-21. Du kan också välja ett NPK-gödselmedel till höstoljeväxter och andra grödor som har ett förhållandevis stort kvävebehov

på hösten. Enkla kaliumgödselmedel, till exempel kaliumklorid, är främst aktuella i situationer där du inte kan trygga kaliumtillgången i marken på annat sätt.

Av NP-gödselmedel marknadsförs endast NP 11-21. Detta gödselmedel används ofta vid gödsling i samband med höstsådd och vid startgödsling till majs på våren.

3.1.3 Välj ett gödselmedel med låg klimatpåverkan

Vad du väljer för mineralgödsel har betydelse för hur stor påverkan på klimatet din odling har. En stor del av klimatavtrycket i växtodlingen har sitt ursprung i användningen av mineralgödsel, och framför allt i tillverkningen av gödselprodukten. Genom att välja produkter som är tillverkade med bästa möjliga teknik för rening av utsläppen (BAT) kan du minska odlingens påverkan på klimatet drastiskt. Klimatavtrycket från olika gödselmedel uttrycks som kg koldioxidekvivalenter per kg kväve (kg CO_2-ekv/kg N). Klimatavtrycket har de senaste åren halverats för många gödselmedel.

3.1.3 Regler för spridning av mineralgödsel

Det svenska regelverket kring gödselspridning gäller i huvudsak stallgödsel och andra organiska gödselmedel. I Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring finns dock några regler som också gäller mineralgödsel.

3.1.3.1 Hela landet – urea ska brukas ned

Mineralgödsel som innehåller urea ska myllas eller brukas ned inom 4 timmar vid spridning på obevuxen mark.

3.1.3.2 Känsliga områden – sprid inte gödsel för nära vatten

Inom känsliga områden får gödselmedel inte spridas närmare än två meter från fältkant som gränsar till vattendrag eller sjö eller på jordbruksmark som gränsar till vattendrag eller sjö och där markens lutning mot vattnet överskrider 10 %. Under perioden 1 november–28 februari får inga gödselmedel spridas i känsliga områden.

Vidare får högst 60 kg lättillgängligt kväve per hektar tillföras inför sådd av höstoljeväxter och högst 40 kg lättillgängligt kväve per hektar inför sådd av övriga höstgrödor. Den mängd lättillgängligt kväve som tillförs ska anpassas till grödornas behov på hösten.

Foto: Urban Wigert

3.2 Stallgödsel

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

Tabell 3. Egenskaper hos olika typer av stallgödsel. Värdena i tabellen kan inte tillämpas på fjäderfägödsel, som delvis har annorlunda egenskaper.

Gödsel-slag	Ts-halt (%)	pH-värde	Andel NH4-N (%)[a)]	Ungefärlig C/N-kvot	Hanteringsegen-skaper
Urin	1–5	7,5–9	90	2	Pumpbar
Flytgödsel	3–12	6,5–8	50–70	<10	Pumpbar
Kletgödsel	12–16	7–8,5	40–50	12	Flyter ut
Kletgödsel	15–20	7–8,5	40–50	15	Ej helt stapelbar
Fastgödsel	18–25	7,5–9	25	20	Kan staplas >1 m
Djupströ-gödsel	>25	7,5–9	10	30	Kan staplas >2 m

[a)] Andelen NH4-N avser procent av totalt kväveinnehåll. Där det finns intervall avser den lägre siffran nötgödsel och den högre svingödsel.

3.2.1 Hur mycket gödsel producerar djuren?

Mängden stallgödsel som produceras från olika djurslag och gödselns egenskaper varierar med bland annat foderstat, inhysningssystem, gödselhantering, mängd och typ av strömedel samt intensitet i produktionen (tabell 4). Nuvarande beräkningar utgår från samma principer som redovisas i Jordbruksverkets rapporter 2001:13 (svin) och 1995:10 (nöt), men för vissa djurkategorier har foderstaterna uppdaterats på senare år. Det gäller i dagsläget mjölkkor och grisar, men fler nya foderstater är på gång, bl.a. för ungnöt och fjäderfä.

När vi räknat fram lagringsbehovet har vi summerat träck- och urinproduktion, strötillsats, rengöringsvatten, vattenspill och vattentillskott via nederbörd. Vi har också tagit hänsyn till de omsättningsförluster som sker vid lagring av fast- och djupströgödsel. När vi har räknat fram fördelningen mellan fastgödsel och urin har vi förutsatt att 25 % av urinen sugs upp av strömedlet och hamnar i fastgödseln. För kletgödsel räknar vi med att andelen urin som sugs upp är 50 %.

Vi har vidare räknat på ett vattentillskott via nederbörd på 300 mm (halva årsnederbörden). I en 3 m djup flytgödsel- eller urinbehållare motsvarar det en utspädning med 10 %. Beräkningen av vätsketillskottet via dräneringsvatten från gödselplatta som leds till urin- eller flytgödselbehållaren baseras på att den fasta gödseln lagras till 1 m höjd, dvs. att plattan är lika många kvadratmeter stor som lagringsbehovet för fastgödseln i kubikmeter. Om gödselanläggningen har tak och vattnet avleds minskar lagringsbehovet för nederbörd. Tak över behållaren minskar behovet av lagringskapacitet med cirka 10 % för flytgödsel och 5 % för urin. Tak över gödselplattan minskar lagringsbehovet för urin + dräneringsvatten med cirka 40 % för nötkreatur och 20 % för svin.

I praktiken kan ts-halten variera, vilket påverkar gödselmängden och därmed behovet av lagringskapacitet. Vi har därför standardiserat mängden gödsel som varje djurkategori producerar utifrån antagna, realistiska ts-halter baserade på gödselanalyser för respektive djur- och gödselslag. Ts-halterna i flyt-

Tabell 4. Normtal för producerad mängd gödsel (inkl. normal strömängd och nederbörd) för olika djurslag och lagringstider. Värdena för fast- och djupströgödsel avser nettomängder efter omsättningsförluster.

	Producerad mängd gödsel per djurplats vid olika lagringstid (m^3)											
	Fastgödsel[a)]				Urin + gödselvatten				Flytgödsel[d)]			
	Lagringstid (antal månader)				Lagringstid (antal månader)				Lagringstid (antal månader)			
Djurslag	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12
Mjölkko, 8 000 kg ECM[b)]/år	7,1	9,5	11,9	14,3	4,4	5,9	7,3	8,8	14,5	19,4	24,2	29,1
Mjölkko, 10 000 kg ECM[b)]/år	7,2	9,6	12,0	14,4	4,5	6,0	7,5	9,0	14,8	19,7	24,6	29,5
Mjölkko, 12 000 kg ECM[b)]/år	8,0	10,7	13,4	16,1	5,1	6,8	8,5	10,2	16,6	22,1	27,6	33,1
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, 2,2 omg/år	1,5	2,0	2,5	3,0	3,0	4,0	4,9	5,9	4,7	6,3	7,8	9,4
Suggplats i satellit, 6,5 omg/år	3,2	4,3	5,4	6,5	6,4	8,6	10,7	12,8	9,5	12,6	15,8	18,9
Sinsuggplats i suggnav, 4,4 omg/år	0,7	0,9	1,1	1,3	1,2	1,6	2,0	2,5	1,8	2,4	3,0	3,6
Slaktsvin 3,0 omg/år	0,4	0,5	0,6	0,7	1,0	1,3	1,7	2,1	1,6	2,1	2,6	3,1
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[c)]			
	Lagringstid (antal månader)			
Djurslag	6	8	10	12
Slaktkyckling 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, fritid (500 kg)	5,0	6,6	8,3	10,0
Häst, ponny (300 kg)	3,5	4,7	5,9	7,1
Får, 6 mån stallperiod	0,8			
Diko, 6 mån stallperiod	7,0			
Mjölkko, 8 000 kg ECM[b)]/år	14,4	19,2	23,9	28,7
Mjölkko, 10 000 kg ECM[b)]/år	14,6	19,5	24,4	29,3
Mjölkko, 12 000 kg ECM[b)]/år	15,3	20,3	25,4	30,5
Kviga/stut < 1 år	3,4	4,5	5,6	6,7
Kviga/stut > 1 år	6,0	8,0	10,0	12,0
Sugga i produktion, 2,2 omg/år	2,6	3,5	4,3	5,2

[a)] Volymvikt för fastgödsel: Nöt, sugga och slaktsvin 750 kg/m^3; värphöns och unghöns 900 kg/m^3. Ts-halt: Nöt 18 %, svin 24 %.

[b)] ECM = energikorrigerad mjölk.

[c)] Volymvikt för djupströgödsel: 500 kg/m^3.Ts-halt: Nöt 28 %, svin 30 %.

[d)] Volymvikt för flytgödsel: 1 000 kg/m^3. Ts-halt före vattentillskott via nederbörd: Nöt 9 %, suggor 8 %, slaktsvin 6 %.

Foto: Hans Jonsson

gödsel före vattentillskott via nederbörd har vi satt till 9 % för nötkreatur, 6 % för slaktsvin, 8 % för suggor och 10 % för sinsuggor (tabell 4). För mjölkkor tillkommer 200–450 liter diskvatten per månad och mjölkko. Den större vattenmängden avser stallar med mjölkningsrobot.

För flytgödsel och urin kan även en till synes liten förändring i ts-halt ha stor inverkan på gödselvolymen och därmed behovet av lagringskapacitet. Var uppmärksam på detta när du räknar på lagringsbehovet på en enskild gård.

3.2.2 Hur mycket växtnäring innehåller stallgödseln?

Bruttomängden växtnäring som djuren utsöndrar per djurplats och år redovisas i tabell 5. Dessa värden är baserade på standardfoderstater för respektive djurslag. Vi har uppdaterat foderstaterna för mjölkkor och svin de senaste åren (2011 eller senare). Framöver kommer vi att se över fler foderstater. Närmast på tur står ungnöt och fjäderfä. För övriga djurslag har vi gjort kalkyler över växtnäringsutsöndringen med stöd av tillgänglig expertis. Om du inte utfodrar djuren enligt standardfoderstaten kan du få andra värden på mängden växtnäring i din stallgödsel. I beräkningsprogrammet VERA kan du välja om du vill räkna på schablonvärden eller göra en stallbalans (växtnäringsbalans för djurhållningen) baserad på den egna gårdens foderstat.

På samma sätt som i beräkningen av gödselmängder förutsätter vi att 25 respektive 50 % av urinen sugs upp av strömedlet och hamnar i den fasta gödselfraktionen när vi räknar på fördelningen av näringsinnehållet mellan urin och fast- respektive kletgödsel. Fastgödsel från nöt och svin antar vi innehåller cirka 60 % av utsöndrat kväve innan avdrag för förluster i stall, under lagring och vid spridning.

Tabell 5. Årsproduktion av kväve (N), fosfor (P) och kalium (K) i färsk träck och urin från olika djurslag

Djurslag	Innehåll av växtnäring (kg/djurplats och år)		
	N	P	K
Mjölkko, 8 000 kg ECM[a)]/år	132	15,2	114
Mjölkko, 10 000 kg ECM[a)]/år	142	16,5	106
Mjölkko, 12 000 kg ECM[a)]/år	178	21,0	117
Diko, helår	63	12	75
Diko, enbart stallperiod 6 mån	22	5	28
Kviga/stut <1 år	21	3	26
Kviga/stut >1 år	47	8	54
Gödtjur 1-12 mån	32	6	15
Vallfodertjur 1-16 mån	36	6	33
Betestjur 1-18 mån	40	6	46
Sugga, 2,2 omg/år (inkl. 23 smågrisar till 30 kg)	35	6,7[b)]	13
Slaktsvin, 3,0 omg/år	10	1,6[b)]	4
Värphöns 100 st	52	13[b)]	17
Unghöns 100 st, 2,2 omg/år	22	6[b)]	6
Slaktkyckling 100 st, 7,0 omg/år	28	6[b)]	11
Kalkon 100 st, 2,3 omg/år (medeltal av stora och små)	69	24	31
Häst, fritid (500 kg)	48	9	58
Häst, ponny (300 kg)	33	6,4	42
Får inkl. 1,8 lamm	14	2	19

[a)] ECM = Energikorrigerad mjölk

[b)] Förutsätter användning av foder med tillsats av fytas

Tabell 6 visar riktvärden för växtnäringsinnehållet per 10 ton gödsel. I praktiken är dock variationerna stora. Därför ska tabellvärden som dessa alltid användas med försiktighet.

Tabell 6. Riktvärden för växtnäringsinnehåll i stallgödsel efter lagring och kväveeffekt vid vårspridning. Ts-halterna i flytgödsel avser ts-halter före vattentillskott via nederbörd.

Gödseltyp	Växtnäringsinnehåll (kg/10 ton)			Andel ammonium-kväve (% av tot-N)	Kväveeffekt vid vårspridning (kg per 10 ton)
	Tot-N	P	K		
Fastgödsel, nöt	52	15	50	25	10
Fastgödsel, svin[a)]	65	25	25	25	10
Fastgödsel, höns[b)]	117	40	50	60	70
Fastgödsel slaktkyckling[b)]	300	80	150	20	100
Djupströgödsel, nöt	54	15	100	10	5
Djupströgödsel, svin	48	15	45	10	5
Djupströgödsel, häst	49	15	100	10	5
Djupströgödsel, får	95	15	200	10	5
Urin, nöt, täckt behållare[c)]	35	<1	50	90	25
Urin, svin, täckt behållare[c)]	18	2	12	90	15
Flytgödsel, nöt, 9 % ts[d)]	43	6	38	50	15
Flytgödsel, svin, 8 % ts[e)]	36	8	19	70	25
Flytgödsel, svin, 6 % ts[e)]	27	6	14	70	15

[a)] avser gödsel från suggor – gödsel från slaktsvin har något högre kväveinnehåll
[b)] fastgödsel från höns och slaktkyckling avser kletgödsel resp. ströbäddsgödsel
[c)] om urinen lagras utan täckning är kväveeffekten cirka 30 % lägre
[d)] avser gödsel från mjölkkor – gödsel från övriga nöt har något lägre kväveinnehåll och högre kaliuminnehåll
[e)] avser gödsel från slaktsvin – gödsel från suggor har något lägre kväveinnehåll

3.2.3 Effekten beror på när och hur den sprids

Gödslingseffekten kan beräknas utifrån utsöndrade växtnäringsmängder från de olika djurslagen men beror också på hur gödseln hanteras. När på året och till vilken gröda gödseln sprids har också stor betydelse, framför allt för kväveutnyttjandet.

3.2.3.1 Kväveeffekten varierar beroende på gödselslag

Stallgödselns kväveeffekt kan i de flesta fall beräknas utifrån gödselns ammoniumkväveinnehåll efter avdrag för förluster i stall, under lagring och i samband med spridning. Undantaget är fjäderfägödsel där en stor andel av kvävet utsöndras som urinsyra. Andelen växttillgängligt kväve varierar beroende på gödselslag, från ca 10 % för djupströgödsel till 90 % för urin. Resten av kvävet är organiskt bundet och frigörs successivt allt eftersom det organiska materialet bryts ner.

Genom att göra en egen analys av ammoniumkväveinnehållet kan du få ett bättre underlag för att bedöma kväveeffekten. Skillnaderna mellan olika gårdar är ofta stora och kväveinnehållet kan också variera under året på en och samma gård. Ofta är det främst aktuellt att analysera gödseln i samband med vårspridning. Du kan göra analysen själv med hjälp av en kvävemätare för gårdsbruk, den så kallade ”kväveburken”, men det går också bra att ta ut ett gödselprov och skicka in det till ett laboratorium för analys.

Oavsett analysmetod är det viktigt att gödseln är väl omblandad när du tar ut provet. Eftersom det är svårt att ta ut representativa prover av fast- och kletgödsel rekommenderar vi endast analys av flytgödsel och urin. Närmare instruktioner för provtagning och hantering av gödselprover hittar du på laboratoriernas webbplatser.

3.2.3.2 Högst kväveeffekt vid vårspridning

I tabell 6 hittar du förutom växtnäringsinnehållet efter lagring också ungefärlig kväveeffekt vid vårspridning av stallgödseln avrundad till hela femtal kg per 10 ton gödsel.

Kväveeffekten vid höstspridning kan variera, men den är som regel betydligt lägre än på våren. Under senhösten och vintern är risken för förluster genom utlakning och denitrifikation stor. Flytgödsel, urin och biogödsel, som innehåller en stor andel lättillgängligt kväve, ger normalt bäst effekt vid vårspridning och spridning i växande gröda. Sprider du inför sådd av höstoljeväxter eller till gräsdominerad vall kan du också få ett godtagbart kväveutnyttjande, men i övrigt bör du undvika eller i varje fall begränsa höstspridning av dessa gödselslag. Det gäller både till andra grödor och på obevuxen mark.

Sprider du däremot fast- och djupströgödsel med liten andel ammoniumkväve kan växtnäringseffekten bli lika god vid höstspridning som vid vårspridning. För dessa gödselslag uppvägs ofta risken för förluster efter höstspridning av att omsättningen under höst och vår gör att kvävet blir tillgängligt snabbare än efter vårspridning.

Färsk djupströgödsel har mycket svag kväveverkan medan komposterad djupströgödsel kan leverera ungefär lika mycket kväve som fastgödsel. Torvinblandning minskar ammoniakavgången från både stall och lager och kan förbättra gödselns kväveverkan ytterligare. Kletgödsel bedömer vi effektmässigt ligga i intervallet mellan fast- och flytgödsel.

Nederbörd, temperatur, jordart, geografisk belägenhet och om marken är bevuxen under höst och vinter är faktorer som påverkar förlusterna och därmed också kväveeffekten av höstspridd stallgödsel. Störst risk för

Snabb nedbrukning av stallgödsel efter spridning begränsar ammoniakförlusterna och ger goda förutsättningar för bra utnyttjande av kvävet i stallgödseln.

Foto: Henrik Nätterlund

utlakningsförluster är det på lätta jordar i varmt, nederbördsrikt klimat. På lerjordar kan de gasformiga kväveförlusterna via denitrifikation vara betydande. Mer detaljerade uppgifter om effekten av stallgödsel vid olika spridningstidpunkter hittar du i beräkningsverktyget ”Stallgödselkalkylen” som finns på Greppa Näringens webbplats, www.greppa.nu under rubriken ”Våra tjänster”, ”Räkna själv”.

3.2.3.3 Välj lämplig spridningstidpunkt och teknik för att få god effekt

Spridning i lämpligt väder och snabb nedbrukning är helt avgörande för att få god effekt av stallgödselns ammoniumkväve. Efter spridning kan du förlora stora mängder kväve i form av ammoniak om du inte myllar eller brukar ner gödseln tillräckligt snabbt. Förlusterna blir särskilt stora vid soligt, blåsigt och varmt väder. Sprider du däremot vid mulet, svalt och fuktigt väder kan du hålla dem på en rimlig nivå.

När marken är frusen kan dock förlusterna öka på grund av att ammoniumkvävet inte kommer i tillräckligt god kontakt med markpartiklarna. Frusen mark innebär också en större risk för förluster via ytavrinning i samband med regn eller snabb snösmältning. För att undvika att stallgödsel rinner av på markytan bör du inte sprida på frusen eller snötäckt mark eller då det är risk för ytavrinning eller stående vatten på fältet.

Om du brukar ner gödseln i nära anslutning till spridningen kan spridningsförlusterna vid vårspridning uppgå till 20 % av ammoniumkvävet för fastgödsel och urin och 10 % för flytgödsel. Om du inte brukar ner gödseln direkt blir förlusterna högre. Det ammoniumkväve som finns kvar i flytgödsel från svin och nöt efter spridningsförluster antas ha 100 respektive 75 % effekt jämfört med mineralgödselkväve.

Sprider du i växande gröda ger bandspridning mindre ammoniakavgång och bättre kväveeffekt jämfört med bredspridning. Genom att gödseln läggs i strängar på marken och inte på bladverket blir den exponerade ytan mindre samtidigt som gödseln lättare tränger ner i marken där den kommer i kontakt med jordpartiklar.

På vall är spridning med ytmyllningsaggregat en metod som kan göra att du får både lägre kväveförluster via ammoniakavgång och bättre foderhygien. Större dragkraftsbehov, begränsad arbetsbredd och högre spridningskostnad tillhör metodens nackdelar.

Kväve från stallgödsel frigörs även efter det att kväveupptaget i många grödor har upphört. Störst risk är det efter spridning av djupströgödsel på våren eller senare under växtsäsongen. Därför är det bra att så in vall eller en fånggröda på fält där du spridit stallgödsel, om möjligheten finns. Därmed minskar du risken för utlakningsförluster under hösten och vintern efter huvudgrödan.

3.2.3.2 God effekt av fosfor och kalium i stallgödsel

Andelen oorganisk fosfor uppgår till cirka 90 % i flytgödsel, medan den är 50–80 % i fastgödsel. På lång sikt är fosfor i stallgödsel lika tillgänglig som i mineralgödsel, men på kort sikt brukar vi räkna med att fosforeffekten är 60–70 % jämfört med mineralgödsel. Kalium förekommer främst i oorganisk form i stallgödsel och är därmed lika tillgängligt som kalium i mineralgödsel. Liksom kväveinnehållet kan halterna av fosfor och kalium i stallgödsel avvika betydligt från de värden som du kan se i tabell 6. En variation på ±50 % är inte

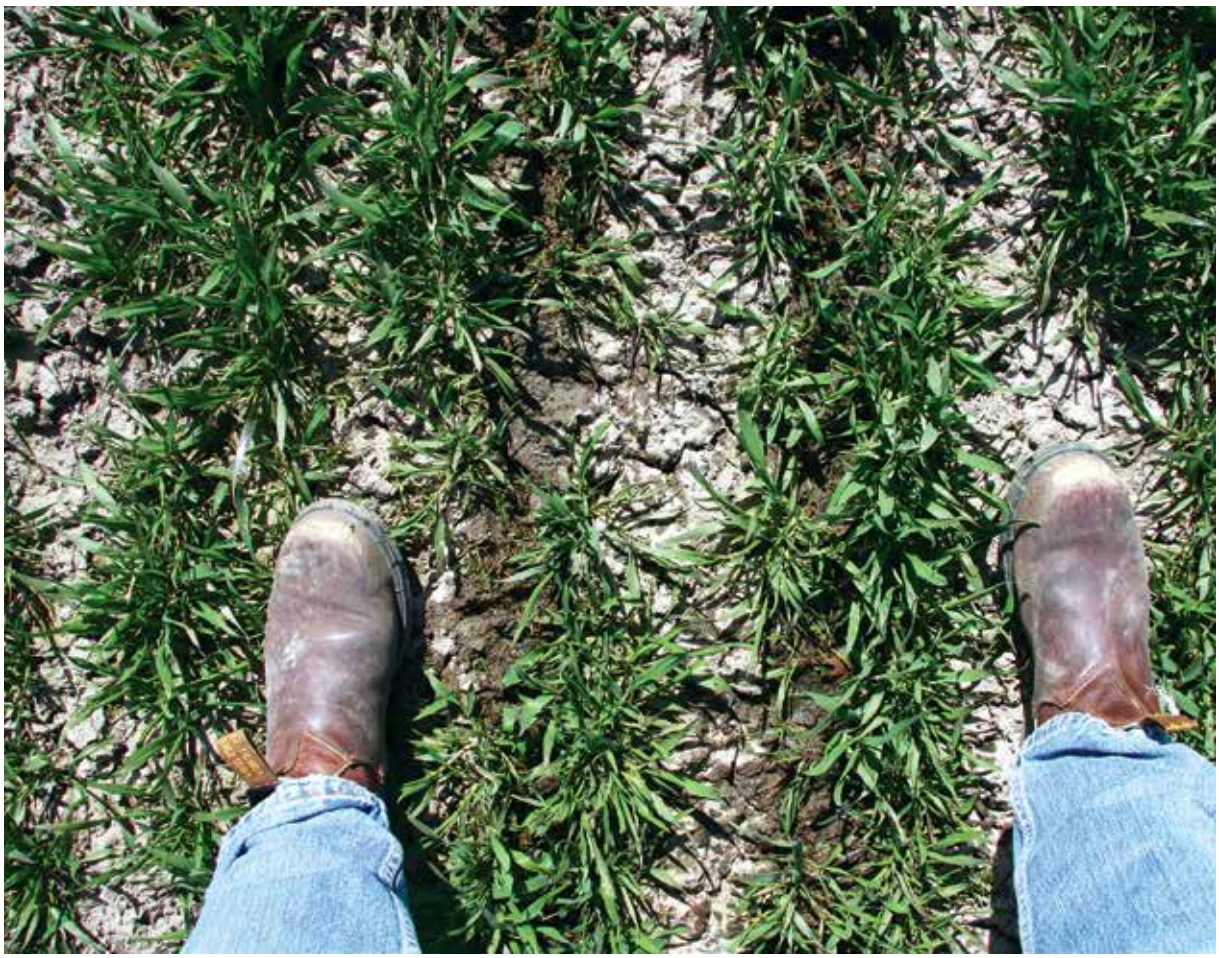


Foto: Jens Blomquist

Bandspridning ökar kväveeffekten vid spridning av flytgödsel i växande gröda. Jämfört med bredspridning minskar ammoniakavgången eftersom flytgödseln läggs i strängar på marken och inte på bladverket. Gödseln får en mindre exponerad yta och tränger lättare ner i marken där den kommer i kontakt med jordpartiklar.

ovanligt. Varierande ts-halt, foderstater och halter av fosfor och kalium i fodermedlen är de främsta orsakerna.

3.2.3.4 Räkna även med övriga växtnäringsämnen

Förutom kväve, fosfor och kalium innehåller stallgödseln också kalcium, magnesium, svavel och mikronäringsämnen. I tabell 7 kan du se riktvärden för stallgödselns innehåll av dessa näringsämnen. Värdena är i huvudsak hämtade från Naturvårdsverkets rapport 4974 (Steineck m.fl., 1999) men vi har standardiserat dem till angivna ts-halter.

Halterna varierar bland annat med växtnäringsinnehållet i de fodermedel som används. Foder som odlats på mikronäringsfattig jord ger mikronäringsfattig gödsel. Tillgängligheten för olika ämnen i marken kan också variera. Användningen av mineralfoder och andra tillsatser, till exempel zink (Zn), påverkar förstås också gödselns innehåll av mikronäringsämnen och tungmetaller. Stallgödsel innehåller en hel del svavel, men andelen växttillgängligt svavel är liten eftersom det mesta är bundet i organisk form. På sikt kan du räkna med att mängden svavel och kväve som mineraliseras från stallgödseln har en N/S-kvot kring 10, vilket är rätt proportion för de flesta grödor utom de mest svavelkrävande som till exempel raps.

Tabell 7. Riktvärden för innehåll av övriga växtnäringsämnen i stallgödsel. Värdena avser gödsel från konventionell djurhållning. Stallgödsel från ekologisk nötkreatursh ållning innehåller ofta något mer Ca men mindre S, Mg, Cu och Mn.

	Näringsinnehåll i stallgödsel (kg/10 ton)			
	Nötkreatur		Svin	
Växtnäringsämne	Fastgödsel, 18 % ts	Flytgödsel, 9 % ts	Fastgödsel, 24 % ts	Flytgödsel, 8 % ts[a)]
Kalcium (Ca)	23	14	60	21
Magnesium (Mg)	11	6	14	6
Svavel (S)	9	6	14	6
Bor (B)	0,04	0,03	0,02	0,02
Koppar (Cu)	0,06	0,04	0,31	0,14
Mangan (Mn)	0,41	0,22	0,63	0,24

3.2.3.5 Ta hänsyn till stallgödselns långtidsverkan

Stallgödseln innehåller också mullämnen som bidrar till att bygga upp markens struktur och bördighet. Det organiskt bundna kvävet frigörs successivt eftersom det måste mineraliseras innan det kan utnyttjas av växterna. De mer svårnedbrytbara komponenterna bidrar till att bygga upp markens mullhalt och har en långsam verkan som ofta varar i flera år. Efter regelbunden stallgödselanvändning motsvarande i medeltal ett ton torrsubstans per hektar och år i minst 30 år uppskattar vi den långsiktiga kväveverkan till cirka 10 kg kväve per hektar och år. Halv effekt når du efter cirka 10 års regelbunden tillförsel av samma mängd stallgödsel per år. Det går också att beräkna kväveverkan utifrån historisk djurbeläggning (se tabell 8).

Tabell 8. Långsiktig kväveverkan efter minst 30 års djurhållning med angivet djurantal. Antalet djur i första kolumnen motsvarar en djurenhet. Värdena gäller i öppen växtodling. I kväverekommendationerna till vall ingår redan en långsiktig kväveverkan motsvarande 20 kg per hektar och år.

Antal djur per hektar	Långsiktig kväveverkan (kg/hektar och år)
1 mjölkko	20
6 kalvar, 1–6 månader	21
3 övriga nöt, 6 månader eller äldre	22
10 slaktsvinsplatser	15
3 suggor i produktion	18
100 värphöns	10
200 slaktkycklingar	10

Värdena i tabell 8 gäller öppen växtodling. När du beräknar grödornas kvävebehov enligt Bilaga 1 ska du justera givan för den långsiktiga stallgödseleffekten i alla grödor utom vall. Eftersom vallodling utan stallgödsel är mindre vanlig och flertalet försök som ligger till grund för vallgödslingsrekommendationerna har legat på platser med regelbunden stallgödseltillförsel har en långsiktig kväveverkan motsvarande 20 kg kväve per hektar redan räknats in i rekommendationerna till vall i tabell 15. Vid lägre eller högre djurtäthet än en djurenhet per hektar (motsvarar 1 mjölkko,

6 kalvar eller 3 övriga nötkreatur per hektar) gör du ett tillägg eller avdrag i rekommendationen enligt tabell 8. Om den historiska djurbeläggningen bara uppgår till 0,5 djurenheter per hektar ska kvävegivan till vall höjas med 10 kg kväve per hektar jämfört med vad som anges i tabell 15.

3.2.3.6 Anpassa givan till grödans behov

Stora stallgödselgivor innebär ökad risk för förluster och sämre växtnäringsutnyttjande. Generellt är det en god regel att tillföra måttliga givor av stallgödsel oavsett tidpunkt. Det innebär bland annat att givan inte bör överstiga ca 30 ton nötflytgödsel, 25 ton svinflytgödsel eller 20 ton urin per hektar vid spridning på våren. Vid spridning på vall är det särskilt viktigt att hålla givorna nere med tanke på foderhygienen. Vid höstspridning bör du reducera givan med 5–10 ton per hektar. Givan av fastgödsel bör vara högst 30 ton per hektar. Fjäderfägödsel bör du endast sprida under våren och då med en giva på max 7–8 ton per hektar. Förslag till hur du bör gödsla med stallgödsel till olika grödor finner du i bilagorna 2 och 3.

Oftast är det lämpligt att anpassa stallgödselgivan till grödans fosforbehov och komplettera med kväve via mineralgödsel eller på annat sätt. Markkartan är här ett viktigt hjälpmedel. I dag finns det också teknik för att styra stallgödselgivan inom fält efter t.ex. markens P-AL-klass.

3.2.4 Regler för spridning av stallgödsel

Regler för spridning av stallgödsel och andra organiska gödselmedel hittar du i Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring. En ny version av föreskriften trädde i kraft den 1 april 2016 och under 2017 kommer troligen ännu en uppdatering med bl.a. nya schablonvärden för stallgödsel. Ytterligare vägledning kring reglerna och hur de ska tolkas hittar du i skriften Gödsel och miljö 2014 (Eskilsson, 2014) som du kan ladda ner eller beställa i tryckt form på Jordbruksverkets webbplats, www.jordbruksverket.se. En ny, uppdaterad version kommer att tas fram under 2017.

3.2.4.1 Hela landet – max 22 kg fosfor per hektar och år

Stallgödsel och andra organiska gödselmedel får inte spridas i större mängd än vad som motsvarar 22 kg totalfosfor per hektar spridningsareal och år, räknat som ett genomsnitt på hela spridningsarealen under en femårsperiod. För att marken ska få räknas som spridningsareal måste spridning ha ägt rum någon gång under femårsperioden. Denna bestämmelse gäller i hela landet.

3.2.4.2 Känsliga områden – flera regler som begränsar stallgödselspridningen

Enligt EU:s nitratdirektiv måste alla medlemsländer peka ut känsliga områden. Jordbruksverket ser över gränserna för dessa vart fjärde år. Vilka områden som tillhör de känsliga områdena i Sverige framgår av bilaga 1-3 i SJVFS 2004:62 De känsliga områdena är delvis ändrade i den version av föreskriften som trädde i kraft den 1 april 2016. En översiktlig karta finns också på Jordbruksverkets webbplats.

I de känsliga områdena råder generellt spridningsförbud för stallgödsel under tiden 1 november–28 februari. Under perioden 1 mars–31 juli är det tillåtet att sprida stallgödsel förutom på vattenmättad, snötäckt eller frusen mark.

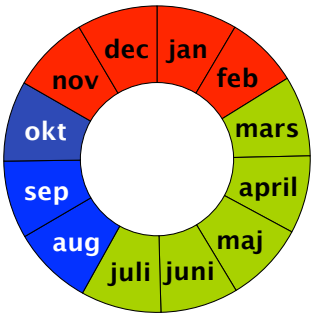
Inom känsliga områden i Blekinge, Skåne och Hallands län (SJVFS 2004:62) får under perioden 1 augusti–31 oktober stallgödsel endast spridas i växande

gröda eller inför sådd av höstoljeväxter. Spridning får också ske inför sådd av höstsäd om markens lerhalt överstiger 15 %. Under perioden 1–31 oktober får fastgödsel (med undantag för fjäderfägödsel) spridas på obevuxen mark eller i växande gröda. Vid spridning på obevuxen mark ska gödseln brukas ned inom 4 timmar oavsett gödselslag och spridningstidpunkt.

I de känsliga områdena utanför Blekinge, Skåne och Hallands län (SJVFS 2004:62) gäller i stort sett samma regler. Där är det dock tillåtet att sprida stallgödsel inför sådd av alla höstgrödor och på alla typer av jordar. Gödsel som sprids på obevuxen mark under tiden 1–31 oktober ska bruka ner inom 12 timmar.

I de känsliga områdena får kvävetillförseln via stallgödsel och andra organiska gödselmedel inte överstiga 170 kg totalkväve per hektar och år, räknat som ett genomsnitt på hela spridningsarealen det aktuella året. Vidare får högst 60 kg lättillgängligt kväve per hektar tillföras inför sådd av höstoljeväxter och högst 40 kg lättillgängligt kväve per hektar inför sådd av övriga höstgrödor.

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.



Nov–feb: spridningsförbud

Mars–juli: spridning tillåten förutom på vattenmättad, snötäckt eller frusen mark

Aug–okt: spridning tillåten, men med flera begränsningar

3.2.4.3 Områden som inte tillhör känsliga områden

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

3.3 Biogödsel

Med biogödsel avser vi rötrest från biogasanläggningar med olika ingående substrat. Substratet är ofta en blandning av olika typer av organiskt avfall, t.ex. stallgödsel, matrester från hushåll och restauranger, restprodukter från livsmedelsindustrin samt ensilerade växtprodukter. I biogasanläggningen omvandlas delar av det organiska materialet till gas (främst metan, koldioxid och vattenånga), medan växtnäringen (N, P, K, S och mikronäringsämnen) i stort sett passerar anläggningen utan förluster.

När metan och koldioxid bildas minskar mängden kol i det utgående materialet. Det innebär att biogödselns kol/kväve-kvot (C/N-kvot) är lägre än C/N-kvoten hos de ingående råvarorna samtidigt som en del av det organiskt bundna kvävet har mineraliserats. Detta gör också att man kan förvänta sig en snabbare kväveverkan från biogödsel än vad man skulle ha fått om man hade gödslat med de produkter som förs in i biogasanläggningen.

Vanligtvis brukar rötad stallgödsel ha cirka 10 procentenheter högre andel ammoniumkväve än orötad stallgödsel.

Det går att uppskatta mängden växtnäring i rötresten utifrån vilka råvaror som förs in i anläggningen. Halterna av växtnäring är starkt beroende av vilka substrat som används, proportionerna mellan dem och torrsubstanshalterna i in- och utgående material. I normalfallet brukar leverantören tillhandahålla analysvärden som visar rötrestens innehåll av växtnäring och andra ämnen. För att bedöma växtnäringsverkan från biogödsel som lagrats utan täckning kan det vara bra att göra en egen kväveanalys inför spridningen.

Eftersom 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 täcka rötrestbehållare och använda teknik som minskar ammoniakavgången i samband med spridning, till exempel bandspridning med släpslang i växande gröda, ytmyllning eller snabb nedbrukning.

Foto: Mårten Svensson

3.4 Avloppsslam

Avloppsslam från reningsverken påminner i flera avseenden om stallgödsel. Innehållet av kalium och ammoniumkväve är dock lågt då dessa ämnen i stor utsträckning lämnar reningsverken med utgående vatten. Trots det är slammets kväveverkan inte försumbar. Fosforinnehållet är högt eftersom fosforn i avloppsvattnet fälls ut och till stor del hamnar i slammet. Dock är tillgängligheten för fosforn normalt lägre i avloppsslam jämfört med mineralgödsel eftersom fällningskemikalierna skapar svårlösliga föreningar tillsammans med fosforn i avloppsvattnet.

3.4.1 Certifierat slam

En varudeklaration som anger slammets växtnäringsinnehåll och garanterar tillräckligt låga halter av tungmetaller och svårnedbrytbara organiska ämnen är ett viktigt krav på allt slam som ska användas i jordbruket. Sedan ett antal år finns det ett etablerat certifieringssystem för avloppsslam, REVAQ. REVAQ arbetar för att minska flödet av farliga ämnen till reningsverk, skapa en hållbar återföring av växtnäring samt hantera riskerna på vägen dit. Mer information om REVAQ och vad certifieringen innebär hittar du på www.svensktvatten.se/Vattentjanster/Avlopp-och-Miljo/REVAQ/.

3.4.2 Spridningsregler för slam – mängd fosfor och gränsvärden för metaller

Regler för spridning av slam finns både i Jordbruksverkets och Naturvårdsverkets föreskrifter. I Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS 2004:62) jämställs avloppsslam med stallgödsel beträffande spridningsrestriktioner med undantag för kravet på nedbrukning inom 4 timmar i södra Sverige (se avsnitt 3.2.4).

Enligt Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS 2004:62) får stallgödsel och andra organiska gödselmedel inte spridas i större mängd än vad som motsvarar 22 kg totalfosfor per hektar spridningsareal och år, räknat som ett genomsnitt på hela spridningsarealen under en femårsperiod. Det innebär att du får sprida mer än 22 kg fosfor per hektar på en del av gårdens spridningsareal eller ett visst år om du underskrider denna giva på en annan del eller ett annat år så att medeltalet blir högst 22 kg fosfor per hektar och år räknat på en femårsperiod. För att marken ska få räknas som spridningsareal måste spridning ha ägt rum någon gång under femårsperioden. Denna bestämmelse gäller i hela landet.

Mängden slam som får tillföras per hektar ska enligt Naturvårdsverkets föreskrifter (SNFS 1994:2, Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket) anpassas efter markens fosfortillstånd och tungmetallinnehåll och slammets innehåll av totalfosfor, tungmetaller och ammoniumkväve. Maximalt tillåtna givor med hänsyn till fosfor och ammoniumkväve hittar du i tabell 9. Begränsningarna i Naturvårdsverkets föreskrifter gäller på varje enskilt hektar åkermark där slam sprids.

Tabell 9. Maximal mängd totalfosfor och ammoniumkväve som får tillföras åkermark via avloppsslam och andra avloppsfraktioner enligt SNFS 1994:2

P-AL-klass	Totalfosfor (kg/ha och år)	Ammoniumkväve (kg/ha och år)	Totalfosfor (kg/ha och spridningstillfälle)
I och II	35	150	245
III – V	22	150	154

För att inte höja metallhalterna ytterligare i jordar där de redan är höga får avloppsslam enligt Naturvårdsverkets föreskrifter inte spridas alls på åkermark med metallhalter över en viss nivå. Vidare finns det gränsvärden för hur stor mängd metaller som får tillföra på marker där spridning får ske (tabell 10).

Tabell 10. Högsta tillåtna metallhalt i åkermark samt maximal tillförsel av metaller vid användning av avloppsslam enligt SNFS 1994:2

Metall	Gränsvärden för metallhalt i åkermark (mg/kg ts jord)	Maximal tillförsel av metaller vid användning av avloppsslam (g/ha och år)
Bly (Pb)	40	25
Kadmium (Cd)	0,4	0,75
Koppar (Cu)	40	300[a)]
Krom (Cr)	60	40
Kvicksilver (Hg)	0,3	1,5
Nickel (Ni)	30	25
Zink (Zn)	100	600

[a)] Större mängder kan godtas om den aktuella åkermarken behöver koppartillskott

Naturvårdsverket har på uppdrag av regeringen kartlagt olika fosforresurser och innehållet av oönskade ämnen i olika fosforkällor och gjort en bedömning av potentialen för hållbar återföring av fosfor. Resultatet finns redovisat i Naturvårdsverkets rapport 6580 Hållbar återföring av fosfor (Naturvårdsverket, 2013). I rapporten finns också förslag till författningskrav och etappmål för hållbar återföring av fosfor.

Förslaget till ny förordning i bilaga 2 till Naturvårdsverkets rapport 6580 omfattar inte bara avloppsslam utan också andra fosforhaltiga restprodukter, t.ex. biogödsel och kompost. Förslaget innebär bl.a. stegvis skärpta gränsvärden för innehåll och tillförsel av metaller och organiska ämnen. Reglerna för tillförsel av fosfor och ammoniumkväve har delvis harmoniserats med Jordbruksverkets regler, men inte helt. Enligt Naturvårdsverkets förslag skulle marken inte få tillföras större mängd totalfosfor än vad som motsvarar 22 kg per hektar och år i genomsnitt under en femårsperiod, varvid maximalt 110 kg per hektar vid ett och samma spridningstillfälle, och inte heller mer ammoniumkväve än vad som motsvarar 150 kg per hektar och år. Detta skulle dock inte som i Jordbruksverkets föreskrifter räknas som ett genomsnitt för hela spridningsarealen utan på varje enskilt fält där slam sprids.

Under många år har endast begränsade mängder slam spridits inom jordbruket på grund av tveksamhet angående slammets kvalitet och möjligheterna att sälja produkterna på marknaden. För närvarande är det möjligt att avsätta slamgödslad spannmål inom ordinarie handel, dock inte i alla kvalitetssegment. Förutsättningen är att slammet uppfyller kraven i branschorganisationen Svenskt Vattens certifieringssystem, REVAQ. Men innan slam sprids bör du ta reda på om det finns särskilda villkor för slamanvändning i dina odlingskontrakt eller leveransvillkor. Flera livsmedelsföretag och uppköpare har sådana villkor i sina leveranskontrakt.

3.5 Gödselmedel för ekologisk odling

Ekologisk odling ska bedrivas i en varierad växtföljd. Odlingsåtgärder ska verka för att bibehålla eller höja markens bördighet och biologiska mångfald. Det kan ske genom t.ex:

- Odling av baljväxtrika vallar och gröngödslingsgrödor
- Odling av växter med djupt rotsystem
- Nedbrukning av organiskt material från ekologiska gårdar
- Tillförsel av stallgödsel och andra biprodukter från ekologisk djurhållning. Vissa typer av stallgödsel och biprodukter från konventionell produktion får också användas om de uppfyller fastställda krav.

Om dessa åtgärder inte är tillräckliga får du använda vissa andra gödsel- och jordförbättringsmedel.

3.5.1 Vilka gödselmedel får du använda?

De gödselmedel som du får använda beskrivs i EU:s och KRAV:s regler. Läs mer om EU:s regler i ”Nationella riktlinjer för ekologisk produktion” på Jordbruksverkets webbplats, www.jordbruksverket.se.

KRAV:s regler är i hög grad anpassade till EU:s regler, men KRAV har några regler utöver EU:s regler. Information om detta uppdateras fortlöpande på KRAV:s webbplats, www.krav.se.

EU:s regler för ekologisk produktion förordar främst stallgödsel från ekologisk djurhållning, men du får även använda flera slags konventionell stallgödsel. Dock är det inte tillåtet att använda stallgödsel från ett antal former av mer intensiv djurhållning. År 2014 ändrade EU sitt regelverket kring användning av biogödsel i ekologisk produktion så att det numera även är tillåtet att använda rötrest från biogasproduktion där slakteriavfall används i rötningen. Det finns dock en begränsning när det gäller varifrån slakteriavfallet får komma. Det är inte godkänt att använda biogödsel där konventionellt slakteriavfall eller stallgödsel från intensiv djurhållning använts som råvara i biogasprocessen.

Förutom stallgödsel och biogödsel finns ett antal fasta och flytande specialgödselmedel som är tillåtna i ekologisk odling. Många har sitt ursprung i olika organiska restprodukter, t.ex. kycklinggödsel, vinass, köttmjöl, benmjöl, blodmjöl eller andra biprodukter från livsmedelsindustrin. Vissa oorganiska gödselmedel är också tillåtna enligt EU:s regler, t.ex. kaliumråsalt, kaliumsulfat framställt av kaliumråsalt genom fysikalisk extraktion och Kalimagnesia. Naturligt förekommande magnesiumsulfat (Kieserit) är också tillåtet.

Du kan kontakta ditt kontrollorgan för mer information om vilka gödselmedel som du får använda i ekologisk odling och vilka regler som gäller för spridning av animaliska biprodukter.

3.5.2 Sprid fasta gödselmedel med kombisådd eller i samband med nedbrukning

De fasta organiska gödselmedlen är ofta torkade och pelleterade men kan också säljas i form av mjöl, granulat eller minigranulat. Växtnäringsinnehåll och kemisk sammansättning varierar beroende på vilka råvaror som ingår. Ofta ligger växtnäringsinnehållet lägre än i mineralgödsel men högre än i stallgödsel. Givor i intervallet 500–2 000 kg per hektar är vanligt förekommande. När du väljer spridningsteknik måste du ta hänsyn till den aktuella produktens fysikaliska egenskaper och vilken giva du har tänkt att sprida. Pelleterade produkter kan kombisås eller bredspridas med mineralgödselspridare. Kombisådd ger som regel ett bättre kväveutnyttjande.

Flytande produkter, t.ex. vinass, fruktsaft och biogödsel, kan du med fördel mylla ned i samband med radhackning. Bredspridning och nedbrukning före sådd eller bandspridning med släpslangsramp i växande gröda är andra möjliga spridningsalternativ.

3.5.3 Kol/kväve-kvoten visar hur mycket kväve som blir tillgängligt

Flera faktorer påverkar frigörelsen av kväve från organiska gödselmedel, bland annat gödselmedlets kol/kväve-kvot, spridningstidpunkt, spridningsteknik, nedmyllning samt markens fuktighet och temperatur. För att grödan snabbt ska kunna tillgodogöra sig så mycket som möjligt av näringen bör både fasta och flytande organiska gödselmedel myllas eller brukas ner där det är möjligt. Torkade, pelleterade gödselmedel kan du med fördel kombiså. Därigenom påskyndas nedbrytningen av det organiskt bundna kvävet samtidigt som du håller ammoniakavgången på en låg nivå.

Effekten av kväve från organiska gödselmedel under spridningsåret kan anges i förhållande till kväveeffekten hos mineralgödsel. Mineralgödselns kväveeffekt sätts då till 100 % och kväveeffekten av de organiska gödselmedlen anges i relation till detta. Det värde man då får fram kallas mineralgödselvärde

och beskriver hur stor andel av totalkvävet som kan förväntas bli tillgängligt för grödan under växtsäsongen. Mineralgödselvärdet anges oftast i procent av gödselns totala kväveinnehåll (Delin & Engström, 2014).

I flera fältförsök i spannmål med köttmjölspellets (Biofer och Ekoväx) blev 50–90 % av totalkvävet tillgängligt för grödan under spridningsåret. Motsvarande mineralgödselvärde för vinass var 50–80 % och för biogödsel 60–80 %. För stallgödsel motsvarade mineralgödselvärdet ungefär andelen ammoniumkväve. För nötflytgödsel blev till exempel 30–50 % av kvävet tillgängligt under spridningsåret (Delin & Engström, 2014).

Med hjälp av kol/kväve-kvoten (C/N-kvoten) kan du få en uppfattning om hur stor andel av kvävet som kan bli tillgängligt för grödan.

Flera försök har lett fram till följande tumregler (Delin m.fl., 2010; Delin & Engström, 2014):

- I gödselmedel med låga C/N-kvoter (1–5), till exempel biogödsel (rötrest från biogasframställning) och blodmjöl, kan du räkna med att 60–80 % av kvävet frigörs.
- För pelleterade köttmjölsprodukter med C/N-kvot 4-5 frigörs 50–90 % av kvävet.
- Hästgödsel och vissa kompostmaterial med C/N-kvoter på 12–14 ger mycket liten kvävegödslingseffekt på kort sikt, ofta under 10 %.

Det kväve som finns i köttbenmjöl, vinass och kycklinggödsel och som blir växttillgängligt under första året frigörs ofta inom 1–2 månader efter spridning (Delin m.fl., 2010).

När det gäller långtidseffekten av organisk gödsel så är efterverkan störst första året efter spridningsåret och varierar då ofta mellan 0 och 20 % av den mängd som tillförts första året (Delin & Engström, 2014).

3.5.4 Tungmetallinnehållet kan begränsa tillförseln

För vissa gödselmedel kan tungmetallinnehållet begränsa hur stora givor du får sprida. I KRAV:s regler hittar du gränsvärden för högsta tillåtna tillförsel av tungmetaller med införda gödselmedel per år under en femårsperiod.

4 Riktgivor och strategier för kvävegödsling

4.1 Riktgivor som utgångspunkt i planeringen

Vi har tagit fram riktgivorna till spannmål, vall och oljeväxter utifrån resultaten i de senaste årens gödslingsförsök. När du ska använda riktgivorna måste du först uppskatta ungefär vilken skörd du kommer att få på fältet utifrån vilken skörd du brukar få och årets förutsättningar. I tabellerna ser du ungefär hur stor kvävegiva du kan planera att ge i förhållande till den förväntade skördenivån. **Du kan däremot inte läsa tabellerna baklänges och tro att en viss kvävegiva kommer att ge en viss skörd.** Sedan ska du anpassa givan efter förutsättningarna på varje fält.

I riktgivorna har vi räknat med allt kväve som tillförs i lättillgänglig form genom stallgödsel och mineralgödsel. I tabellerna är riktgivorna för spannmål och oljeväxter anpassade efter gårdar utan djur och med spannmål som förfrukt. När du beräknar gödslingsbehovet ska du även anpassa kvävegivan efter förfrukt och långsiktig kväveverkan från djurhållning.

Riktgivorna för vall är anpassade efter att gården har en (1) djurenhet per hektar. Därför behöver du inte justera vallgödslingen för långsiktig stallgödseleffekt om inte djurhållningen är betydligt större eller mindre än en djurenhet per hektar.

I gödslingsförsöken som vi använder för att räkna fram riktgivorna används kväve främst i form av ammoniumnitrat (NH_4NO_3). Rekommendationerna för vårsäd är anpassade till att gödseln radmyllas. Om du i stället brukar ner gödseln före sådd behöver du öka kvävegivan med cirka 10 kg per hektar i norra Götaland och i Svealand och med cirka 5 kg per hektar i södra Sverige.

Det är viktigt att du anpassar kvävegivan efter hur årets gröda ser ut, årets förutsättningar i form av nederbörd och temperatur, samt övriga förhållanden på gården och det enskilda fältet. Det är också ofta lönsamt att variera kvävegivan inom fältet så att grödan varken får för lite eller för mycket kväve. Din egen erfarenhet om till exempel markens mineraliseringspotential, normal proteinhalt i grödan eller risk för liggsäd är viktig och ska givetvis också vägas in. Därför är det endast i undantagsfall som siffrorna i nedanstående tabeller kommer att stämma för ett enskilt fält. För att göra justeringar för det enskilda fältet finns ett schema i bilaga 1. Mer information om verktyg som du kan använda för att anpassa kvävegivan hittar du i kapitel 2.3.

4.2 Optimal kvävegiva – kostnaden för kvävet lika stort som värdet på skördeökningen

Vid ökad kvävegödsling på ett fält ökar normalt även skörden upp till en viss nivå. Definitionen av ekonomiskt optimal giva är den kvävegiva där kostnaden för det sist tillförda kilot kväve är lika stort som värdeökningen på skördeprodukten. Värdeökningen på skördeprodukten kan bero på högre skörd, men även förbättrad kvalitet, till exempel högre proteinhalt.

Vi har använt resultat från gödslingsförsök inom den regionala försöksverksamheten och från forskningsprojekt för att beräkna optimal kvävegiva för olika grödor. Utifrån det har vi beräknat skörden vid optimal kvävegiva.

Det finns inte försök som täcker in alla grödor under alla skiftande odlingsbetingelser. Gödslingsförsök genomförs ofta på platser med jämna och bra odlingsbetingelser där skördenivån vid optimal giva är relativt hög. Därför måste alltid de faktiska förhållandena som råder på ditt eget fält vägas in vid beslut om gödsling.

Foto: Erik Karlsson

4.3 Antagna kostnader för gödsel och intäkter av produkter

När vi har beräknat ekonomiskt optimal giva har vi gjort antaganden om prisnivåer på gödsel och produkter (se faktaruta). Vi har även gjort en prisjusteringar utifrån proteinhalt för brödvete och maltkorn.

Antagna priser på gödsel grundar sig på aktuella prisnivåer under de senaste åren.

För spannmål grundar sig antagandena på aktuella prisnivåer under de senaste åren samt terminspriser på spannmål för hösten 2017. När vi har beräknat optimum har vi dragit bort de kostnader som är rörliga och skördeberoende från spannmålspriset.

Antagna priser inför 2017	
Gödsel	**Pris (kr/kg)**
Kväve	8
Fosfor	18
Kalium	8
Rörliga kostnader spannmål	**Pris (kr/kg)**
P, K	0:09
Tröskning	0:03
Torkning	0:09
Frakt	0:05
Summa	**Ca 0:25**
Gröda	**Pris (kr/kg)**
Höstvete (bröd)	1:30
Höstvete (foder)	1:20
Vårkorn (malt)	1:45
Vårkorn (foder)	1:20
Vall på rot (kr/kg ts)	0:70

Prisjustering protein	
Brödvete	
Proteinhalt (%)	Prisjustering (öre/kg)
>12,0	+5
11,9	+4
11,8	+3
11,7	+2
11,6	+1
11,0-11,5	**0**
10,9	-1
10,8	-2
10,7	-3
10,6	-4
10,5	-5
<10,5	**Foder**

Maltkorn	
Proteinhalt (%)	Prisjustering (öre/kg)
>12,0	**Foder**
12	-5
11,9	-4,2
11,8	-3,4
11,7	-2,6
11,6	-1,8
11,5	-1
11,4	-0,8
11,3	-0,6
11,2	-0,4
11,1	-0,2
10,0-11,0	**0**
9,9	-0,2
9,8	-0,4
9,7	-0,6
9,6	-0,8
9,5	-0,1
9,4	-1,8
9,3	-2,5
9,2	-3,4
9,1	-4,2
9,0	-5
<9,0	**Foder**

För höstraps har en fast priskvot på 3 använts vid beräkning av optimal giva. Det motsvarar ett pris på 3 kr per kg för höstraps om kvävepriset är 9 kr per kg. Men eftersom ekvationen för oljeväxter innehåller flera olika faktorer så har priskvoten mindre betydelse för rekommendationerna jämfört för spannmål.

Eftersom det inte finns någon reguljär marknad för vall och eftersom skörde- och lagringskostnaderna varierar kraftigt, har vi valt att beräkna värdet på vallen på rot före skörd. Vi uppskattar att vallfoderpriset på rot motsvarar ungefär halva det nominella spannmålspriset. Beroende på antalet skördar påverkas kvaliteten på vallfodret. Fler skördar ger spädare växtmaterial och högre näringsmässig kvalitet.

Det är osäkert att göra antaganden om priser med tanke på den rörliga marknaden både på gödsel och på produkter. Därför har vi även gjort känslighetsanalyser där vi visar hur mycket den rekommenderade givan ökar eller minskar vid olika prisnivåer.

Du kan själv räkna på olika prisnivåer med beräkningsverktyget ”Kvävesimulatorn” som finns på Greppa Näringens hemsida www.greppa.nu under ”Räkna själv”. Där väljer du pris på kväve och produkt så att du kan se hur kvävegivorna förändras med varierande priskvot.

4.4 Kväverekommendationer och strategier för stråsäd

4.4.1 Optimal giva utgår oftast ifrån de 10 senaste årens försök

För höstvete och vårkorn där det finns relativt gott om försök, använder vi generellt resultat från de senaste 10 årens försök inom den regionala försöksverksamheten. Det ger en bild av aktuellt sortmaterial och odlingsteknik. I vissa fall har vi fått göra undantag, bland annat då det inte genomförts tillräckligt många försök eller om de inte varit representativa för odlingen i området. För övriga stråsädesgrödor använder vi de försöksresultat som finns tillgängliga och gör jämförelser med höstvete och vårkorn.

Vi har beräknat ekonomiskt optimal kvävegiva efter hur skörden varierar med ökande kvävegödsling i de olika försöken. Sedan anpassade vi värdena efter en tredjegradsfunktion och beräknade nettointäkten för olika kvävenivåer utifrån de priser som vi har antagit. Om priset på kväve eller produkt förändras så ändras alltså även den optimala givan. För höstvete som ska säljas till brödproduktion och vårkorn som säljs som maltkorn har vi justerat produktpriset utifrån proteinhalt i försöken. Därefter bestäms den kvävegiva som är ekonomiskt optimal för varje enskilt försök.

Tidigare år har vi beräknat ett medelvärde för skörden vid varje kvävenivå och gjort en gemensam produktionsfunktion för alla försök. I år har vi istället beräknat optimal kvävegiva i varje enskilt försök som vi utgått ifrån när vi har tagit fram rekommendationerna. Det ger oss möjlighet att justera optimal kvävegiva utifrån prisreglering för proteinhalt i varje enskilt försök. Det ger också en bättre bild av den stora variationen i optimum som finns mellan olika försöksplatser och mellan olika år.

För att bestämma optimal kvävegiva för olika skördenivåer utgår vi från ett medelvärde för alla försök vid optimal giva. Sedan korrigerar vi givan till olika skördenivåer. För spannmål förutom brödvete har vi använt

korrektionsfaktorn 15 kg kväve per ton skörd. Det betyder att riktgivan ökar med 15 kg per hektar om skörden ökar med ett ton per hektar. För brödvete har vi använt korrektionsfaktorn 20 kg per ton skörd. Korrektionsfaktorerna har vi tagit fram utifrån sambandet mellan optimal kvävegiva och skörd i samtliga försök.

Vid låga skördenivåer använder vi korrektionsfaktorn 20 kg kväve per ton för all typ av spannmål eftersom det förmodligen finns flera andra begränsningsfaktorer än kväve vid låga skördar. Vid höga skördenivåer är korrektionsfaktorn lägre för vissa stråsädesgrödor för att minska risken för liggsäd. Risken för liggsäd är störst i vårsäd, råg och höstkorn. I höstvete och rågvete är risken för liggsäd mindre.

4.4.2 Riktgivor för höstvete – anpassa efter årsmån

För höstvete och vårkorn har vi delat rekommendationerna i två regioner, södra Götaland (Skåne och Halland) respektive norra Götaland och Svealand. Det beror på att det är lite olika odlingsförutsättningar i regionerna vilket gör att den optimala gödslingsnivån i vissa fall kan skilja sig mellan regionerna.

I tabellen är alla riktgivor avrundade till jämna femtal. Det är för att visa att det inte är några exakta siffror utan det är väldigt viktigt att anpassa givan till årsmånen och förhållandena på det enskilda fältet. För att ge en bild av hur stor variationen i optimal giva är mellan olika försök och olika år kan vi nämna att optimal giva för brödvete varierade mellan 117-263 kg per hektar för de försök i Mellansverige som hade en skörd vid optimum på mellan 9-10 ton per hektar.

För vissa höstvetesorter, framför allt Mariboss, visar försöken att de svarar mycket bra skördemässigt på relativt låga kvävegivor, men att det är svårt att få höga proteinhalter. Därför kan det vara bra att dra ner kvävegivan något jämfört med rekommendationerna i tabell 11 om du odlar Mariboss.

Foto: Hans Jonsson

Tabell 11. Riktgivor för kvävegödsling till stråsäd 2017, kg kväve per hektar. Gäller för mineraljord och med förfrukt stråsäd.

	Skörd (ton/ha)								
Gröda	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Höstvete bröd, södra Götaland			125	145	165	185	205	225	245
Höstvete foder, södra Götaland			105	125	140	155	170	185	200
Höstvete bröd, norra Götaland & Svealand		110	130	150	170	190	210	230	250
Höstvete foder, norra Götaland & Svealand		100	120	140	155	170	185	200	215
Rågvete/höstkorn, södra Götaland			100	120	135	150	165		
Rågvete/höstkorn, norra Götaland & Svealand		95	115	135	150	165	180		
Råg, södra Götaland			90	110	125	140			
Råg, norra Götaland & Svealand		85	105	125	140	145			
Vårvete[a)]		110	130	150	170				
Korn foder, södra Götaland[a)]		65	80	95	110	125	140		
Korn malt, södra Götaland[a)]			85	100	115	130	145		
Korn foder, norra Götaland & Svealand[a)]	50	70	90	105	120	135			
Korn malt, norra Götaland & Svealand[a)]		70	90	105	120	135			
Korn, Norrland[a)]	50	70	90	105					
Havre, södra Götaland[a)]		55	70	85	100				
Havre, norra Götaland & Svealand[a)]	40	60	80	95	110				

a) Givorna till vårsäd avser radmyllning av gödsel. Vid bredspridning ökas givan med ca 5 kg kväve per hektar i södra Sverige och med 10 kg N/ha i övriga landet.

4.4.3 Vad händer om kostnaderna och intäkterna förändras?

För att ge en bild av hur priskvoten påverkar riktgivorna har vi beräknat den ekonomiskt optimala givan vid varierande priskvoter för en skörd på 8 ton per hektar för fodervete och 6 ton per hektar för foderkorn (tabell 12).

Tabell 12. Riktgiva för 8 ton per hektar fodervete respektive 6 ton per hektar foderkorn vid olika priskvoter.

Spannmålspris (brutto)	Kvävepris	Priskvot (netto)[a)]	8 ton/ha fodervete		6 ton/ha foderkorn	
			Södra Götaland	Norra Götaland och Svealand	Södra Götaland	Norra Götaland och Svealand
(kr/kg)	(kr/kg)		(kg N/ha)	(kg N/ha)	(kg N/ha)	(kg N/ha)
1,20	10	10,5	149	160	91	98
1,10	8	9,4	153	165	93	101
1,20	**8**	**8,4**	**155**	**170**	**96**	**103**
1,20	7	7,4	162	177	98	106
1,45	8	6,7	165	180	100	108
1,50	7	5,6	170	186	105	113

a) Efter avdrag på spannmålpriset med 0,25 kr/kg för rörliga kostnader.

4.4.4 Optimal giva och skörd vid optimal giva ger utgångspunkt för gödsling

Försöksunderlaget för höstvete utan proteinbetalning i södra Götaland består av 29 försök i Skåne och Halland med stråsäd som förfrukt från åren 2006–2015. Beräkningar med antagna priser ger ett medelvärde på optimum för höstvete utan proteinbetalning på 173 kg kväve per hektar vid skördenivån 9044 kg per hektar och proteinhalten 10,6 %.

Foto: Urban Wigert

För höstvete med proteinbetalning i södra Götaland har vi tagit bort de försök där rena fodersorter odlats. Försöksunderlaget består bara av 8 försök. Därför har vi även tagit hänsyn till övriga försök från hela landet för att ta fram rekommendationerna. Beräkningar med antagna priser ger ett medelvärde på optimum för höstvete med proteinbetalning på 219 kg kväve per hektar vid skördenivån 9581 kg per hektar och proteinhalten 12,0 %.

För höstvete utan proteinbetalning i norra Götaland och i Svealand har 71 försök från åren 2006–2015 använts i beräkningarna. Beräkningar med antagna priser ger ett medelvärde på optimum för höstvete utan proteinbetalning på 187 kg kväve per hektar vid skördenivån 9068 kg per hektar och proteinhalten 11,3 %.

För höstvete med proteinbetalning i norra Götaland och Svealand har vi tagit bort de försök där rena fodersorter odlats. Försöksunderlaget består därför av 50 försök. Beräkningar med antagna priser ger ett medelvärde på optimum för höstvete med proteinbetalning på 211 kg kväve per hektar vid skördenivån 9019 kg per hektar och proteinhalten 12,2 %.

4.4.5 Strategier för höstvete – välj strategi efter odlingsinriktning

Beroende på vilken inriktning du har på din odling och vilka kvalitetskrav du har så behöver du välja olika strategier för gödslingen. Det är viktigt att du anpassar gödslingen efter hur grödan ser ut, förväntad skörd, markens mineralisering och årsmånen. Det kan du göra genom att välja en strategi där du delar upp kvävegödslingen i flera givor.

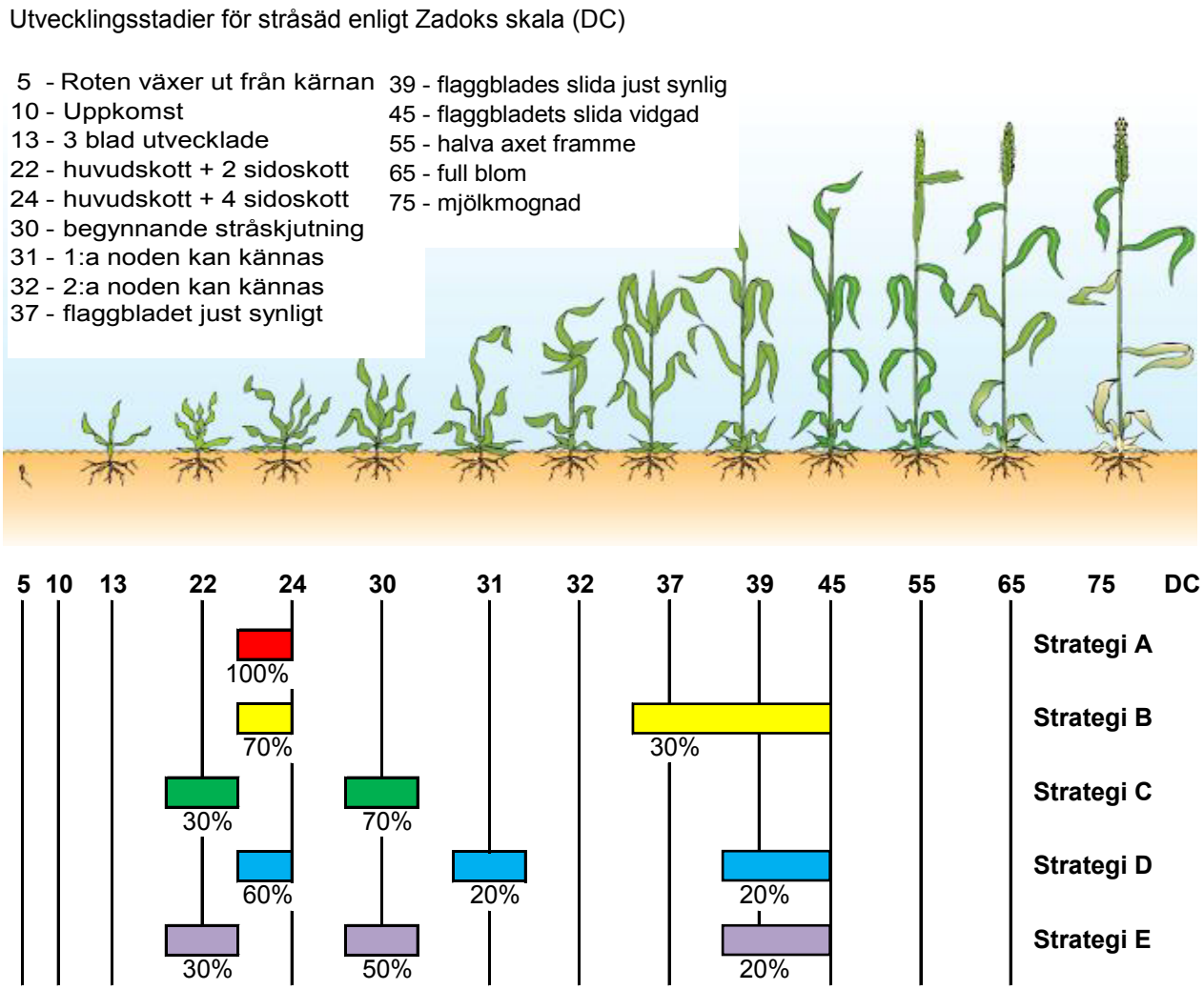
För att du ska få en bra kväveeffektivitet i din odling så är det viktigt med ett väl etablerat bestånd under hösten. Normalt sett är det inte lönsamt att gödsla med kväve till höstvete på hösten. Det kan ändå vara ekonomiskt och miljömässigt försvarbart att lägga en mindre mängd kväve om det ingår i ett annat gödselmedel med till exempel fosfor och kalium, som ändå ska tillföras under hösten (Gruvaeus, 2005b). I nitratkänsliga områden finns en reglerad övre gräns för kvävegödsling till höstsäd under hösten på 40 kg lättillgängligt kväve per ha.

I ett bra höstvetebestånd finns det normalt sett inte något behov av tidig kvävegödsling på våren för att gynna bestockningen. En tidig gödsling kan inte kompensera ett svagt bestånd som haft en dålig etablering eller utvintrat.

Om det inte finns tillräckligt med kväve för plantan inför stråskjutningen så kan antalet skott reduceras. Grödan kan dock till viss del kompensera färre antal skott med fler småax och större kärnor. Utvecklingsrytmen i olika höstvetesorter varierar. Tidiga sorter har genetiskt en tidigare utveckling och tillväxt och behöver därför tillgång till kväve något tidigare än medelsena och sena sorter.

Gödslingsstrategierna som presenteras här nedan baseras på att du använder gödselmedel med ammoniumnitrat eller kalksalpeter vid gödsling i växande gröda. Urea bör du bara använda vid nedbrukning eller radmyllning. I försök har man fått mycket goda effekter av svinflytgödsel som tillförts på våren i växande gröda (Hammarstedt, 2013; Lindell, 2012).

Olika gödslingsstrategier för kvävegödsling till höstvete. Procentsatsen vid respektive stadium och strategi visar andel av den totala kvävegivan.



4.4.5.1 Engångsgiva kan vara lämpligt i vissa fall

Normalt sett är det alltid en fördel att dela kvävegivan och undvika stora givor tidigt på säsongen. Då kan du anpassa givan efter skördeförväntningarna och minska risken för att förlora gödselkväve om det blir mycket nederbörd under våren efter att du har gödslat. Men om du har måttliga skördeförväntningar och inga krav på proteinhalt så kan du ändå ge allt kväve som en engångsgiva om den totala givan inte är högre än 120–140 kg kväve per ha (strategi A). Du ska i så fall tillföra kvävet under senare delen av bestockningsfasen (DC 23-24) så att kvävet är tillgängligt för växten under stråskjutningen.

I försök där man jämfört engångsgiva av kväve med delad giva visar det sig att man vid måttliga kvävenivåer i allmänhet får lika hög skörd, medan proteinhalten oftast blir lägre än om en del av kvävet läggs i ett senare stadium.

4.4.5.2 Tvådelad kvävegiva ger möjlighet att årsmånsanpassa

Om du har som mål att odla brödvete med minst 11,5 % proteinhalt, eller om du förväntar dig en hög skörd så bör du dela upp kvävegivan. Det minskar risken för kväveförluster efter eventuellt vårregn. Delar du givan och anpassar

den efter markens mineralisering minskar även risken för liggsäd. Om du ska dela givan förutsätter det att det brukar komma tillräckligt mycket nederbörd efter gödsling så att det blir en effekt även av den senare givan.

Det är ofta bra att avvakta så länge som möjligt med den sista kvävegivan och anpassa den efter hur grödan ser ut. Då har du möjlighet att anpassa givan efter förväntad skörd och markens mineralisering, speciellt under år då grödan utvecklats bättre eller sämre än vad du planerat för. Om du planerar för en liten sista giva finns även möjligheten att avstå helt från den sista givan om årsmånen tyder på att kvävebehovet är mindre än normalt. I fältförsök har man fått positiva effekter på proteinhalt utan att påverka skördenivån vid gödsling i DC 45 (Nilsson, 2016).

Vanligen delas gödslingen upp i huvudgiva och stråskjutningsgiva. Grundrekommendationen är att tillföra cirka 70 % av totalmängden som huvudgiva i senare delen av bestockningsfasen och cirka 30 % vid DC 37-45 (strategi B).

En alternativ strategi som kan vara aktuell på fält med svag kvävetillgång i försommartorra områden är att lägga en så kallad bestockningsgiva i DC 22 för att grödan ska klara en eventuell torrperiod och för att sidoskotten inte ska reduceras i lika stor utsträckning. Bestockningsgivan kan vara cirka 30 % av planerad totalgiva (strategi C). Resterande 70% av kvävet läggs strax före stråskjutningen. Denna strategi ger dock ingen möjlighet till årsmånsanpassning av givan.

4.4.5.3 Tre eller flera kvävegivor vid höga skördar och krav på proteinhalt

För att kunna årsmånsanpassa givan är det bra att dela upp den på tre eller till och med fyra tillfällen. Det är särskilt viktigt om du förväntar dig höga skördar och om det är angeläget att nå viss proteinhalt. Denna strategi innebär att du minskar huvudgivan något jämfört med strategin med tvådelad giva och att du sedan fördelar resterande kvävemängd ungefär lika mellan tidig och sen stråskjutningsfas. Fördelningen blir då 60 % till huvudgivan, 20 % vid tidig stråskjutningsfas och 20 % vid sen stråskjutningsfas (strategi D). När du ger en mindre huvudgiva så minskar risken för kväveförluster efter kraftiga vårregn.

Precis som i Strategi C så kan den första givan tidigareläggas och minskas. Då kan det vara lämpligt att lägga 30 % av den totala kvävegivan i bestockningsfasen och sedan 50 % strax före stråskjutning och därefter 20 % vid sen stråskjutningsfas (strategi E).

Precis som för en tvådelad giva är det bra att avvakta så länge som möjligt med den sista kvävegivan och anpassa den efter hur grödan ser ut. Då har du möjlighet att anpassa givan efter förväntad skörd och markens mineralisering.

4.4.6 Riktgivor och strategier för rågvete – dela gärna givan

Under åren 2001–2008 ingick rågvete i sort/kväveförsök i norra Götaland och i Svealand tillsammans med höstvete. Resultaten tyder på att ekonomiskt optimal kvävegiva vid samma prisnivå ligger i närheten av optimum för fodervete i det område där försöken genomfördes. Även om det inte fanns några försök i södra Götaland så kan vi anta att motsvarande förhållanden gäller även där. Prisskillnaden mellan fodervete och rågvete gör dock att rekommendationen till rågvete är något lägre än till fodervete.

Vid givor upp till cirka 120 kg kväve per hektar kan du ge en engångsgiva. Lämplig spridningstidpunkt är ungefär samma som för höstvete. Alternativt kan du ge en mindre giva, cirka 30 % av totalbehovet, så snart marken är farbar för att säkerställa grödans tidiga kvävebehov. Resten tillförs när grödan är i sent bestockningsskede. Vid höga kvävegivor bör du alltid dela gödselgivan.

4.4.7 Riktgivor och strategier för höstkorn – dela givan och minska risken för liggsäd

Kväveförsök med höstkorn genomfördes åren 2010–2012 i både södra Sverige och i Mellansverige. Sammantaget har 23 försök sammanställts. Kväveoptimum ligger något över det som beräknats för fodervete, men på grund av en relativt kort försöksserie under endast tre år samt osäkerhet beträffande stråstyrka hos höstkorn har vi valt att lägga rekommendationen på samma nivå som rågvete.

Kvävegivan till höstkorn bör normalt delas på grund av risken för liggsäd. Cirka hälften av kvävebehovet tillförs tidigt då grödan börjar växa och andra halvan då grödan är i sent bestockningsstadie.

4.4.8 Riktgivor och strategier för råg – något lägre givor än i höstvete

Under åren 2006–2008 genomfördes 12 kväveförsök i råg i norra Götaland och i Svealand. I försöken ingick både led med och utan tillväxtreglering. Medel för tillväxtreglering ingår ofta i odlingskonceptet för höstråg, vilket ökade odlingssäkerheten och skördepotentialen i försöken i viss utsträckning.

Optimal gödslingsnivå i försöken med råg var genomgående lägre än i de flesta höstveteförsök. Det gäller både i led som behandlats med tillväxtreglering och i obehandlade led. Antalet försök med råg är få och därför har vi valt att relatera riktgivorna för råg till fodervete, med ett avdrag på 15 kg kväve per hektar. Utan tillväxtreglering bör du dock gödsla med högst cirka 100 kg kväve per hektar.

Precis som för höstkorn så bör kvävegivan till höstråg normalt delas på grund av risken för liggsäd. Cirka hälften av kvävebehovet tillförs tidigt då grödan börjar växa och resten då grödan är i sent bestockningsstadie.

4.4.9 Riktgivor och strategier för vårvete – dela kvävegivan för att nå hög proteinhalt

Det finns mycket få försök gjorda på senare tid för vårvete. Riktgivorna grundar sig därför på ett äldre försöksmaterial tillsammans med försöksmaterialet för höstvete. Rekommendationerna för vårvete syftar till att nå minst 13 % proteinhalt.

Vid gödsling till vårvete, som normalt betalas efter proteinhalt, är det ofta bra att dela upp kvävegivan. Grundgödsling med kväve tillför du i så fall i anslutning till sådden, medan den andra givan tillförs under stråskjutningsfasen. I försommartorra områden bör du tillföra den andra givan redan under bestockningsfasen.

4.4.10 Riktgivor för vårkorn – stor variation mellan platser och år

För vårkorn görs kvävegödslingsförsök årligen, så det finns det ett relativt stort försöksmaterial för att beräkna optimala givor. I södra Götaland har

det dock varit relativt få försök med stråsäd som förfrukt de senaste tio åren. Vi har använt försöksmaterial från 10 försök under perioden 2006-2015 med stråsäd som förfrukt. Men för att utöka försöksmaterialet så har vi även använt 24 försök i övriga delar av Sverige. Vi har även tittat på resultatet av 16 försök i Skåne från 2006-2011 med sockerbetor som förfrukt. Vi har valt att inte ta med försöken från 2014 i Skåne, då de inte var representativa för produktionen i området under det aktuella året, eftersom det bland annat var problem med torka på försöksplatserna.

Utifrån antagna priser blir optimal kvävegiva i södra Götaland för foderkorn i medeltal 109 kg kväve per hektar och skörd vid optimal giva 6904 kg per hektar och proteinhalten 10,7 %. För maltkorn blir optimal giva i medeltal 112 kg kväve per hektar och skörd vid optimal giva 6978 kg per hektar och proteinhalten 10, 7%.

För vårkorn i norra Götaland och Svealand användes 24 försök från perioden 2006–2015 med stråsäd som förfrukt. Med antagna priser blir optimal kvävegiva för foderproduktion i medeltal 111 kg kväve per hektar och skörd vid optimal giva 6534 kg per hektar och proteinhalten 10,9 %. För maltkorn blir optimal giva i medeltal 114 kg kväve per hektar och skörd vid optimal giva 6621 kg per hektar och proteinhalten 10,8 %.

För att ge en bild av hur stor variationen i optimal giva är mellan olika försök och olika år kan vi nämna att optimal giva för foderkorn varierade mellan 64–162 kg per hektar för de försök i Mellansverige som hade en skörd vid optimum på mellan 6–7 ton per hektar.

När vi även inkluderar en prisjustering för proteinhalt i beräkningarna för maltkorn så skiljer sig inte de optimala givorna särskilt mycket åt mellan foderkorn och maltkorn trots det högre priset för maltkorn. I södra Götaland har vi valt att sätta riktgivorna för maltkorn till 5 kg per hektar högre än till foderkorn. För norra Götaland och Svealand har vi däremot valt att lägga riktgivorna för maltkorn på samma nivå som till foderkorn för att undvika oönskat hög proteinhalt i maltkornet.

Foto: Janne Andersson

Det är viktig att justera kvävegivan till maltkorn utifrån de lokala förhållandena och din egen erfarenhet. Om det är ett torrt år med lägre skördenivåer eller om du ofta har fått högre proteinhalter än planerat så kan du behöva minska kvävegivan jämfört med rekommendationerna för att inte få för höga proteinhalter. Motsatsen gäller om det varit svårt att få tillräckligt hög proteinhalt i maltkornet under de senaste åren. Då kan du behöva öka kvävegivan i förhållande till riktgivorna och tidigare års gödsling, och/eller omfördela kvävet över odlingssäsongen.

Vissa maltkornsorter har generellt lägre proteinhalt än andra och detta bör du också ta hänsyn till vid gödslingen. Om du ofta får för höga proteinhalter i maltkorn kan du även undersöka möjligheten att odla maltkorn för whiskeyframställning. Där finns en nedre gräns, men ingen övre gräns för proteinhalt.

4.4.11 Riktgivor för havre – något lägre givor än foderkorn

I havre har endast ett fåtal intensitetsförsök utförts under senare tid. Därför bedömer vi att det är rimligt att relatera havrerekommendationen till försöksmaterialet i vårkorn. Riktgivorna till havre följer rekommendationerna för foderkorn men med ett avdrag på 10 kg per hektar.

4.4.12 Strategier för vårkorn och havre – delade givor ger möjlighet att årsmånsapassa

Ofta tillförs kvävet som en engångsgiva till korn och havre i samband med sådd, särskilt vid foderodling. Risken är dock att en del kväve kan förloras genom utlakning eller denitrifikation om det blir mycket nederbörd efter sådden. Dessutom finns ingen möjlighet att anpassa givan efter skörden och markens mineralisering.

I fältförsök med maltkorn har man fått ungefär samma skörd och proteinhalt oavsett om man har gett en engångsgiva eller om man har delat upp kvävegivan. Fördelen med att dela upp givan är att du kan anpassa den andra givan efter förväntad skörd och markens mineralisering. Därför kan det vara bra att bara lägga cirka 70 % av kvävebehovet vid sådd och sedan tillföra resten i växande gröda. Andra givan bör du lägga i tidig stråskjutning (DC 31-32).

Om du sprider stallgödsel till vårsäd så kan den kombineras med mineralgödsel upp till önskad kvävenivå. Du kan till exempel grundgödsla med mineralgödsel vid sådd och sedan gödsla med flytgödsel i växande gröda (ungefär vid 10–15 cm grödhöjd) med marknära spridning. Effekten av flytgödseln kan dock bli liten om det är mycket torrt vid och efter spridningstillfället.

På lätta jordar där risken för packning inte är så stor kan du sprida stallgödsel före sådd. Då kan du komplettera med mineralgödsel såväl före som efter sådd. Fastgödsel måste brukas ner om du ska få en godtagbar kväveeffekt. Men tänk på att om du sprider fastgödsel på våren så kommer en del kväve inte att frigöras förrän på hösten efter att grödan är skördad, så det är endast lämpligt att sprida fastgödsel till vårsäd om du även har en höstväxande gröda eller en fånggröda på hösten.

4.5 Kväverekommendationer och strategier till oljeväxter

4.5.1 Optimal giva i höstoljeväxter utifrån höstupptag, mineralisering och skörd

För att räkna fram optimal kvävegiva på våren till höstoljeväxter tar vi hänsyn till tre parametrar. De tre parametrarna är kväveupptag på hösten, markens mineralisering under våren/försommaren samt förväntad skörd. Försöksresultat visar att kvävebehovet på våren minskar om grödan har tagit upp mycket kväve under hösten. Behovet minskar också om det är en hög mineralisering under våren/försommaren, medan behovet ökar med ökad skördenivån (Gunnarson, 2015).

Modellen som vi använder för att beräkna riktgivor är framtagen av Lena Engström på Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Skara. Utifrån 27 försök med höstraps utförda 2011–2016 undersöktes olika faktorers inverkan på optimal kvävegiva genom multipel linjär regression (MLR). Enbart skörden i relation till optimal kvävegiva gav ett väldigt svagt samband (R^2-värde 0,04), men när kväveupptag på hösten samt mineralisering under vår/försommar lades till blev sambandet betydligt starkare (R^2-värde 0,89).

Foto: Janne Andersson

4.5.2 Riktgivor för höstoljeväxter på våren

För att kunna bestämma vårkvävegivan till höstoljeväxter behöver du alltså bedöma tre olika faktorer:

- Kväveupptag på hösten
- Uppskattning av markens mineralisering under våren/försommaren
- Förväntad skörd

Kväveupptaget på hösten kan du få fram på några olika sätt. Ett sätt är att klippa all ovanjordisk bladmassa på en kvadratmeter av fältet sent på hösten när tillväxten har avstannat, och sedan väga bladmassan. Mer information och en film om hur du ska göra det finns på www.svenskraps.se. Ett annat sätt är att använda till exempel N-sensor för att bedöma kväveupptaget på hösten. Om du inte haft möjlighet att väga eller mäta för att få fram upptaget kan du göra en uppskattning av upptaget utifrån bilderna nedan. Det är alltid bättre att göra ett antagande av höstupptaget än att inte ta med det alls.

Du ska också uppskatta ett värde för mineraliseringen under vår/försommar. Låg kvävemineralisering kan antas vara 10-20 kg per hektar, medelhög mineralisering kan antas vara 30 kg per hektar och hög mineralisering 40-50 kg per hektar. Utgå från tidigare erfarenhet från fältet och vilken förfrukt du haft, samt om du regelbundet tillför organiska gödselmedel till fältet.

Till sist ska du också uppskatta skördepotentialen genom att utgå från normalskörd på fältet och en bedömning av hur grödan ser ut.

När du fått fram alla dessa tre parametrar kan du antingen ta fram ditt kvävebehov genom att titta i tabellerna i kapitel 4.5.2.2 eller räkna fram det enligt kapitel 4.5.2.3.

4.5.2.1 Att hantera låga kvävebehov

När du tar fram ditt kvävebehov för våren kan det hända att behovet blir mycket lågt eller till och med noll. Detta sker om höstoljeväxterna har tagit upp stora mängder kväve på hösten. Försöksresultaten har visat på optimala kvävegivor ända ner till noll kg kväve per hektar, så det är rimligt att tro att höstoljeväxterna kan klara sig utan tillfört kväve på våren. I vissa fall kan det ändå vara motiverat med en startgiva på våren, men beräkningen visar att kvävebehovet är mycket lågt. Lägg i sådana fall en liten giva och lämna gärna en nollruta i fältet. På så sätt kan du se hur oljeväxterna klarar sig utan kväve på våren och kan ta hänsyn till det nästa gång du odlar höstoljeväxter.

På nedanstående bilder kan du se exempel på hur höstrapsen sett ut under sen höst vid olika kväveupptag. Ramarna är 1 kvadratmeter stora.

Höstupptag 16 kg N/ha

Höstupptag 49 kg N/ha

Höstupptag 77 kg N/ha

Höstupptag: 90 kg N/ha

Foton: Lena Engström

4.5.2.2 Ta fram kvävebehovet ur tabeller med tre olika nivåer på markens mineralisering

På nästa sida hittar du tre tabeller (13a-13c) med riktgivor utifrån tre nivåer av mineralisering under vår/försommar. Om du har ett fält som vanligtvis har en låg mineralisering på våren och försommaren, titta i tabell 13a. Om du har ett fält med medelhög mineralisering tittar du i tabell 13b. Och om du har ett fält med hög mineralisering titta i tabell 13c. Riktgivorna i tabellerna är avrundade till jämna femtal.

Exempel om du har klippt och vägt bladmassa på hösten
Medelbra fält när det gäller kvävemineralisering – Gå till tabell 13b
Höstklippning gav 1,8 kg bladmassa på en kvadratmeder – Titta på raden för 1,8 kg i kolumnen Vikt bladmassa (kg/m²)
Förväntad skörd är cirka 3 500 kg – Titta i kolumnen för 3 500 kg skörd
Resultat: Vårbehovet är cirka 90 kg N/ha

Exempel om du har mätt eller uppskattat kväveupptaget
Mycket bra fält när det gäller kvävemineralisering – Gå till tabell 13c
Du har inte klippt bladmassa på hösten, men beståndet under sen höst ser ut ungefär som bilden med höstupptag 77 kg kväve per hektar så du antar att upptaget är cirka 80 kg/ha – Titta på raden för 80 kg kväve per hektar i kolumnen Kväveupptag höst (kg N/ha)
Förväntad skörd är cirka 3000 kg – Titta i kolumnen för 3000 kg skörd
Resultat: Vårbehovet är cirka 85 kg N/ha

Tabell 13a. Riktgivor för kvävegödsling på våren till höstoljeväxter 2017. Låg mineralisering vår/försommar (15 kg N/ha)

Kväveupptag höst (kg/ha)	Vikt bladmassa (kg/m²)	Skörd (kg/ha) 2500	3000	3500	4000	4500	5000
20	0,4	175	185	195	205	215	225
40	0,7	150	160	170	185	195	205
60	1,1	130	140	150	160	170	180
80	1,4	105	120	130	140	150	160
100	1,8	85	95	105	115	125	140
120	2,1	65	75	85	95	105	115
140	2,5	40	50	60	75	85	95
160	2,8	20	30	40	50	60	70

Tabell 13b. Riktgivor för kvävegödsling på våren till höstoljeväxter 2017. Medelhög mineralisering vår/försommar (30 kg N/ha)

Kväveupptag höst (kg/ha)	Vikt bladmassa (kg/m²)	Skörd (kg/ha) 2500	3000	3500	4000	4500	5000
20	0,4	155	165	180	190	200	210
40	0,7	135	145	155	165	180	185
60	1,1	115	125	135	145	155	165
80	1,4	90	100	110	120	135	145
100	1,8	70	80	90	100	110	120
120	2,1	45	55	70	80	90	100
140	2,5	25	35	45	55	65	75
160	2,8	5	15	25	35	45	55

Tabell 13c. Riktgivor för kvävegödsling på våren till höstoljeväxter 2017. Hög mineralisering vår/försommar (45 kg N/ha)

Kväveupptag höst (kg/ha)	Vikt bladmassa (kg/m²)	Skörd (kg/ha) 2500	3000	3500	4000	4500	5000
20	0,4	140	150	160	170	180	195
40	0,7	120	130	140	150	160	170
60	1,1	95	105	115	130	140	150
80	1,4	75	85	95	105	115	125
100	1,8	50	65	75	85	95	105
120	2,1	30	40	50	60	70	85
140	2,5	10	20	30	40	50	60
160	2,8	0	0	5	20	30	40

Har du funderingar kring låga riktgivor, se kapitel 4.5.2.1

4.5.2.3 Räkna fram kvävebehovet med hjälp av Höstrapssnurran

Du kan beräkna vårkvävegivan på www.greppa.nu under Räkna själv/ Höstrapssnurran. Där kan du sätta in dina värden och få ut en beräknad vårkvävegiva.

Om du vill räkna fram kvävebehovet själv kan du använda ekvationerna nedan. Den första använder du om du klippt och vägt bladmassa. Den andra använder du om du mätt kväveupptaget med N-sensor eller använder bilderna som underlag för bedömning.

Om du har klippt och vägt bladmassa på hösten
Rekommenderad giva = 159 – (61,9 * vikt bladmassa i kg/m^2) – (1,1 * mineralisering i kg N/ha) + (0,021 * skörd i kg/ha)

Exempel
Höstklippning ger 1,1 kg bladmassa på en kvadratmeter
Mineraliseringen på fältet uppskattas till 15 kg N/ha
Förväntad skörd är cirka 3 000 kg/ha
Rekommenderad giva = 159 – (61,9 * 1,1) – (1,1 * 15) + (0,021 * 3000)
= 137 kg N/ha

Om du har mätt eller uppskattat kväveupptaget
Rekommenderad giva = 159 - (1,1 * kväveupptag höst i kg/ha) - (1,1 * mineralisering i kg N/ha) + (0,021 * skörd i kg/ha)

Exempel
Du har inte gjort någon höstklippning, men du uppskattar kväveupptaget på hösten till cirka 80 kg/ha efter jämförelse med bilderna
Mineraliseringen på fältet uppskattas till 45 kg N/ha
Förväntad skörd är cirka 4000 kg/ha
Rekommenderad giva: 159 – (1,1 * 80) – (1,1 * 45) + (0,021 * 4000)
= 106 kgN/ha

4.5.3 Känslighetsanalys oljeväxter saknas

Beräkningen som ligger till grund för riktgivorna till höstoljeväxter bygger på en priskvot på 3. Det betyder att kvävepriset är tre gånger högre än priset på höstoljeväxter. Det motsvarar till exempel ett kvävepris på 9 kr per kg och ett pris på höstoljeväxter på 3 kr per kg. Men eftersom ekvationen innehåller flera andra faktorer så har priskvoten en mindre betydelse för rekommendationerna. Därför har vi inte gjort någon känslighetsanalys för höstoljeväxter.

4.5.4 Strategier för höstoljeväxter – dela givan på våren

Höstoljeväxter har kraftig tillväxt redan under hösten. För att de ska utvecklas optimalt efter stråsädesförfrukt behöver de cirka 40–60 kg kväve per hektar på hösten. Om plantorna är kraftiga på hösten men inte har börjat sträcka på sig ökar chanserna för en god övervintring. Dessutom minskar behovet av kväve på våren om beståndet är kraftigt och övervintringen har varit god.

Kvävegivan på våren bör delas upp i två givor och grundrekommendationen är att använda gödselmedel med ammoniumnitrat och svavel till båda givorna. Den första givan bör du lägga på nattfrusen mark eller så fort marken bär efter tjällossningen. Tänk dock på att i känsliga områden får du

inte gödsla under perioden november till februari. Den första givan ska täcka ungefär halva vårens kvävebehov. Resten ger du när du med säkerhet vet att oljeväxterna övervintrat eller cirka fyra veckor efter den första givan.

Om du inte har lagt något kväve före mitten av april bör du lägga hela givan på en gång. I sådana fall bör du dra ner något på skördeförväntningarna och därmed även kvävegivan. Annars är risken stor för tidig liggbildning.

4.5.5 Riktgivor till våroljeväxter och lin – baseras på äldre försök

I tabell 14 redovisar vi rekommendationer för våroljeväxter och lin. Riktgivorna för våroljeväxter baseras på äldre försöksmaterial som redovisats av Bengtsson & Cedell (1993). Under 2017 räknar vi med att revidera rekommendationerna för våroljeväxter eftersom försöksserien Kvävestegar i vårraps då är klar och vi har nyare försöksmaterial att utgå ifrån. Den skörderelaterade justeringen av gödslingen till våroljeväxter och lin är 20 kg kväve per ton skördeavvikelse.

Tabell 14. Riktgivor för kvävegödsling till våroljeväxter och lin 2017. Gäller för mineraljord och med förfrukt stråsäd

	Skörd (ton/ha)			
Gröda	1,5	2,0	2,5	3,0
Våroljeväxter	100	110	120	130
Oljelin	50	70	90	

4.6 Kväverekommendationer och strategier till slåtter- och betesvall

4.6.1 Kväverekommendationer till slåttervall

Rekommendationerna för kvävegödsling till slåttervall är uppdaterade i år. Vi har baserat dem på en sammanställning av kvävegödslingsförsök till vall i södra och mellersta Sverige som Bodil Frankow-Lindberg har gjort under 2015 (Frankow-Lindberg, 2015). Resultatet har blivit att den rekommenderade kvävegivan till slåttervall är näst intill oförändrad jämfört med förra året, trots att kvävepriset har sjunkit.

Rekommendationer för gräsvallar och blandvallar med olika klöverhalter visas i tabell 15. Med gräsvall avser vi både vallar med traditionella arter som ängssvingel och timotej, och nyare arter som rörsvingelbybrider.

Riktgivan för gräsvall i alla skördesystemen är justerad med 20 kg kväve per ton ts ökad eller minskad skörd vid alla skördenivåer (Gustavsson Anne-Maj, muntligt meddelande, 2016).

Rekommendationerna i tabell 15 påverkas av:

- antal skördar
- skördenivå
- mängd baljväxter i vallen
- markens kväveleverans
- kostnad för kväve och värdet på vallfodret
- vilket djurslag som ska äta vallfodret

I kommande stycken kan du läsa mera om hur de olika faktorerna påverkar vallfodret.

Tabell 15. Riktgivor för kvävegödsling till vall 2017 vid två, tre eller fyra skördar per år, kg kväve per hektar. Skördenivån avser bärgad skörd efter ca 15 % fältförluster.

	Bärgad skörd (ton ts/ha)						
Typ av vall och antal skördar	6	7	8	9	10	11	12
Två skördar							
Gräsvall	130	150	170	190			
Blandvall, 10 % klöver	115	135	155	170			
Blandvall, 20 % klöver	90	105	120	135			
Blandvall, 40 % klöver	40	45	50	55			
Tre skördar							
Gräsvall		180	200	220	240	260	
Blandvall, 10 % klöver		160	180	195	215	235	
Blandvall, 20 % klöver		135	150	165	180	195	
Blandvall, 40 % klöver		80	90	100	110	115	
Fyra skördar							
Gräsvall		230	250	270	290	310	330
Blandvall, 10 % klöver		205	225	240	260	280	295
Blandvall, 20 % klöver		170	185	200	215	230	245
Blandvall, 40 % klöver		105	110	120	130	140	150

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.

4.6.1.1 Nytt försöksunderlag för rekommendationerna

I sammanställningen ingår gödslingsförsök med kväve till rena gräsvallar och blandvallar med röd- och/eller vitklöver (Frankow-Lindberg, 2015). Följande försök ingår: L6-4421, L6-5522, L6-4423, L6-472, L6-5071, R6-5285 och data från Salomon m.fl. (2013). Försöken har skördats tre gånger per säsong. Det saknas ogödslade led i både L6-4421 och L6-4423. Om det saknas ogödslade led är det svårt att veta platsens produktionsförmåga och även att beräkna en produktionsfunktion. Det är enbart i serien R6-5285 som kvävegivan har varit högre än den optimala vilket gör det svårt att få fram en produktionsfunktion från övriga försök. Data från Salomon har inte tagits med i den slutliga sammanställningen eftersom markens mineralisering verkar vara väldigt hög, inte ens i rena gräsvallar har kvävegödslingen höjt skörden nämnvärt.

Rekommendationerna för gräsvallar och tre skördar i tabell 15 utgår ifrån Frankow-Lindbergs sammanställning. Än så länge finns det ganska få vallförsök med kvävestegar till gräs- eller blandvall. Ofta är skördarna väldigt höga och de optimala kvävegivorna låga i blandvallar. Vi anser därför att det behövs fler försök och mer erfarenhet för att bekräfta de lägre kvävebehoven till blandvallar. Om du till exempel uppskattar att klöverbeståndet är tätare än vad det verkligen är kan låga kvävegivor få stora konsekvenser på skördemängden. För blandvallar har vi därför valt att utgå från rekommendationerna för gräsvallar och justerat givorna utifrån klöverhalt enligt tabell 16, läs mera nedan.

I beräkningen har vi dragit av ca 15 % för fältförluster jämfört med skördarna i försöken. I fältförsöken bärgas all gröda utan spill från fältet, något som ofta inte är möjligt i praktiken.

I de flesta fall är produktionsfunktionen beräknad som en andragradsekvation, där skörden ökar med ökande kvävegiva för att slutligen nå ett optimum. I blandvallar är det ofta så att ökande kvävegiva först sänker skörden när klöverhalten sjunker. När kvävegivan har stigit så pass mycket att gräsen gynnas ökar skörden igen.

En tydlig skillnad i den nyare sammanställningen är att både gräs- och blandvallarna avkastar betydligt mer än i det tidigare underlaget (Kornher, 1982). Ekonomiskt optimal kvävegiva ligger högre i gräsvallar med rörsvingelhybrider jämfört med traditionella arter som timotej och ängssvingel. Det beror delvis på att skörd vid optimal kvävegiva är högre i gräsvallarna med rörsvingelhybrider. Det i sin tur gör att rekommendationerna vid vald skördenivå hamnar på samma kvävegiva för de olika typerna av gräsvallar.

4.6.1.2 Beräkna kvävegivor till två eller fyra skördar

För fyra skördar har kvävegivan vid samma skördenivå ökats med 50 kg kväve per hektar jämfört med för tre skördar (Frankow-Lindberg och Jansson, 2014). I ett fyrskördesystem ökar råproteinhalten och smältbarheten eftersom skördarna tas tidigare jämfört med i ett treskördesystem.

För gräsvall med två skördar har givan räknats ned med ca 30 kg kväve per hektar jämfört med för tre skördar. (Anne-Maj Gustavsson, 2016, muntligt meddelande).

4.6.1.3 Gödsla vallen efter fältets skördepotential

Börja med att uppskatta skördepotentialen utifrån tidigare års skördenivåer på fältet. Utgå från den uppskattade skördenivån i tabellen och läs av rekommendationen för den typ av vall som du har. Du kan inte självklart gödsla dig till en högre skörd. Det innebär att om du normalt sett har en skörd på 8 ton ts per hektar ökar den inte automatiskt till 9 ton ts per hektar bara

Foto: Mårten Svensson

för att du gödslar till en skörd på 9 ton ts per hektar. Vi bedömer att det är ekonomiskt optimalt att gödsla med de kvävegivor som anges för respektive valltyp, skördenivå och antal skördar.

Ensileringsförlusterna kan variera väldigt mycket och därför utgår rekommendationerna från bärgad skörd efter fältförluster. Du har antagligen bra koll på den utfodrade mängden grovfoder och kan uppskatta skörden utifrån den, men då ingår både fält- och ensileringsförluster. För att uppskatta skörden kan du använda följande Praktiska råd från Greppa Näringen: Hjälpreda för beräkning av vallskörd – Vagnar och/eller balar eller silos som finns på www.greppa.nu.

4.6.1.4 Baljväxter i vallen minskar behovet av kväve

Kvävegödsling gynnar gräsen på baljväxternas bekostnad. Att gynna gräsen kan förbättra gräsens möjlighet att ta över utrymme som utvintrade klöverplantor lämnar. Redan vid en låg klöverhalt i vallen bidrar klövern till en ökad proteinhalt i vallfodret. I tabell 15 anger vi rekommendationer för 10, 20 respektive 40 % klöver.

Om du vill uppnå en hög klöverhalt i den färdiga skörden, över 40 %, krävs att det finns ett mycket tätt bestånd av klöver på våren. Även för att kunna använda justeringen för 20 % klöver eller mera krävs att det finns ett bra klöverbestånd på våren. Rekommendationerna i tabell 15 har tagits fram utifrån den justering som redovisas i tabell 16. Tabellen visar hur du kan gödsla blandvallar om du eftersträvar en viss klöverandel i vallfodret. Enligt studier i norra Sverige (Gustavsson, 1989) ledde halv kvävegiva till blandvall jämfört med normal gödsling till gräsvall i ett tvåskördesystem till en klöverandel på 30–40 %. Samtidigt var det möjligt att behålla skördenivån.

Baljväxterna är olika känsliga för konkurrens. Innan de är etablerade, som under insåningsåret, är de särskilt känsliga. För att gynna baljväxterna sänk kvävegivan, dra ned utsädesmängden och skörda skyddsgrödan tidigt. I växande vall är vitklöver känsligast för konkurrens och kvävetillförsel, därefter kommer rödklöver och sist lusern (när den väl är etablerad). Rödklöver drabbas lättast av utvintring på grund av olika svampsjukdomar.

Minskad gödsling påverkar även vallfodrets kvalitet som innehåll av råprotein, fiber och smältbarhet eftersom artsammansättningen förändras.

Tabell 16. Justering av kvävegivan till blandvall vid olika mål för klöverhalt jämfört med gräsvall. Gräsvall = 100 %.

		Kvävegödsling till blandvall i procent av kvävegödsling till gräsvall						
Önskad klöverhalt	Antal skördar	<10%	10%	20%	30%	40%	50%	>50%
Relativ kvävegiva	2	100%	90%	70%	50%	30%	0%	0%
	3 eller 4	100%	90%	75%	60%	45%	30%	0%

För att räkna ut rekommendationen för en blandvall utgår du från kvävegivan till gräsvall och multiplicerar den med procentsatsen i tabellen för den önskade klöverhalten, se exemplet nedan. Justeringen är uppdelad i gödsling vid två respektive tre eller fyra skördar.

Tänk på att det måste finnas gott om klöver på våren för att du ska uppnå ditt mål för klöverhalten. Det räcker inte bara med att sänka kvävegivan.

Det kan vara svårt att bedöma klöverhalten i fält eftersom klöverns blad är horisontella och gräsens vertikala. Dessutom har baljväxterna och gräsen lite olika tillväxttakt. Till hjälp för att bestämma rödklöverhalten finns en skrift som heter Bestämning av rödklöverhalten i vall (Gustavsson, 2002).

Exempel:
Vad blir totala kvävegivan för blandvall med en förväntad skörd på 8 ton ts per ha, skördad tre gånger och med målet att nå 30 % klöver?

Gör så här: Titta i tabell 15- rekommendationen för gräsvall med tre skördar, den blir 200 kg kväve vid 8 ton ts.
Justeringen i tabell 16 är 60 % av totalgiva om klöverhalten ska bli 30 %.
200 kg kväve*0,60=
120 kg kväve

Foto: Mårten Svensson

4.6.1.5 Markens kvävebidrag varierar med djurtäthet, mullhalt, fukt och temperatur

Skördenivån i en helt ogödslad vall kan ge en ledtråd om hur mycket kväve marken och baljväxterna bidrar med. På gårdarna där vallförsöken har anlagts har det ofta funnits cirka en djurenhet per hektar. Ett vuxet nötkreatur räknas som en djurenhet. Om djurhållningen är betydligt större eller mindre än en djurenhet per hektar behöver du justera kvävegivan för en högre eller lägre mineralisering. Justeringen beror på att det frigörs mer eller mindre kväve från stallgödseln på sikt. Skillnaderna mellan olika år kan vara mycket stora. Mineraliseringen påverkas bland annat av markens temperatur, mullhalt och fuktighet.

4.6.2 Känslighetsanalys – vallgivorna påverkas relativt lite vid förändrade kostnader

Om kvävepriset ökar med 2 kr per kg kväve från 8,00 till 10,00 kr per kg kväve minskar den optimala kvävegivan till gräsvall med 20 kg kväve per ha för tre skördar. Skörd vid optimal kvävegiva minskar då med 260 kg ts per hektar.

Om värdet på vallen sjunker med 0,20 kr per kg ts minskar den optimala kvävegivan med 25 kg kväve per ha och skörden med ca 340 kg ts per hektar.

Om värdet på vallfodret istället stiger med 0,20 kr per kg ts ökar den optimala kvävegivan med 15 kg kväve per ha och skörd vid optimum med ca 150 kg ts per hektar.

Om ditt mål för vallfodret är en given råproteinhalt spelar priskvoten mindre roll och du bör i stället titta på tidigare resultat från foderanalyser och skördenivåer.

Foto: Janne Andersson

4.6.3 Olika djurslag behöver olika kvalitet på vallfodret

Rekommendationerna i tabell 15 har vi beräknat för att du ska få fram ett grovfoder med bra näringsmässig kvalitet när vallfoder är enda grovfodret. Det passar främst till högproducerande mjölkkor eller växande ung- eller köttdjur. Fodret behöver skördas relativt tidigt. I tabell 17 visas vilka grovfoderkvaliteter som är lämpliga till olika djurslag.

Blandvall med en måttlig klöverandel ger ofta ett gynnsammare förhållande mellan energi och protein i vallfodret än en ogödslad klöverdominerad vall. I foderstater med majs eller HP-massa som energikälla kan dock blandvall med mycket baljväxter passa bra som foder.

För att höja proteinhalten i vallfodret behöver du antingen öka gödslingen eller välja en fröblandning med mera baljväxter och gynna dem redan under insåningsåret. Om du vill räkna på hur mycket du behöver gödsla för att nå en viss råproteinhalt kan du använda en räknesnurra som finns på www.grovfoderverktyget.se eller i Praktiska råd från Greppa Näringen som heter Råd om kvävegödsling till vallen, www.greppa.nu. Råproteinhalten blir högst i förstaskörden vid tidig skörd och en sval vår eller i återväxterna när baljväxterna tar mera plats.

Om ditt mål istället är ett foder med lägre näringsinnehåll kan du skörda vallen något senare och sänka gödslingen. Vill du producera vallfoder till hästar bör du åtminstone lägga en liten kvävegiva för att minska sockerhalten i fodret. Det finns en risk att råproteinhalterna blir för höga till hästar om vallen gödslas enligt tabell 15.

Tabell 17. Kvalitetskrav på grovfoder hos olika djurgrupper när vallfoder är enda grovfodret, (Frankow- Lindberg, 2015).

Djurslag	Energibehov omsättbar energi, (MJ/kg ts)	Råprotein (g/kg ts)
Mjölkkor, 1:a halva laktationen	11,0-11,5	150
Mjölkkor, 2:a halva laktationen	10,5-11,0	170
Mjölkkor, sintid	9,5-10,0	140
Växande kvigor, 2:a halva laktationen	10,5-11,0	
Växande köttdjur	11,0-11,5	170
Häst, avelsdjur	>9,0	>72
Häst, högpresterande	11,0-11,5	>50
Övriga hästar	6,5-8,0	>50

4.6.4 Vid god tillgång på mark – gödsla mindre än rekommendationerna

Vid extensiv vallodling, till exempel en skörd per år och eventuellt efterföljande bete, kan du minska kvävegivan till cirka 50 kg kväve per hektar. Om du vill ha bra kvalitet på vallfodret men du är inte så beroende av att få hög skörd på varje hektar, kan du också sänka gödslingen relativt mycket i förhållande till tabell 15. I sådana fall kan den optimala kvävegivan för slåttervall vara mycket låg eller noll. Då får du antagligen en baljväxtrik vall med bra kvalitet men med lägre avkastning per hektar (Hallin, 2014).

4.6.5 Betesvall

Du kan gödsla betesvall på åker efter varje avbetning. Om den innehåller vitklöver och gräs är cirka 0–20 kg kväve per hektar lagom, och är det mest gräs är 25–35 kg kväve per hektar lagom. Det är bra om du inte överstiger 150 kg kväve per hektar totalt på betesvallen.

4.6.6 Strategier för slåttervall vid två, tre och fyra skördar

Odlingstekniken har stor betydelse när du odlar slåttervall. Skördetidpunkt och kvävetillförsel är de två viktigaste faktorerna som styr vallens kvalitet. Skörda förstaskörden tidigt så finns goda förutsättningar för att du ska få ett grovfoder med hög kvalitet till högproducerande eller växande djur. Vallprognoser för förstaskörd hittar du bl.a. på www.vallprognos.se. Där kan du se när det beräknas bli lagom tidpunkt att skörda vall på ett antal platser i landet.

I tabell 18 visar vi förslag på fördelningen av kväve till de olika delskördarna.

Fördela kvävegivan till två skördar: Lägg cirka 60 % av totalgivan till första skörden och 40 % till andra skörden. Det innebär att om totala givan är 150 kg kväve, lägg 90 kg till förstaskörd och 60 kg till andraskörd. Fördela kvävet på samma sätt i blandvall.

Fördela kvävegivan till tre skördar: Lägg 40, 30 och 30 % av totalgivan till respektive delskörd i gräsvall. Om det finns mycket baljväxter i vallen ge ca 40-50 % till förstaskörd, 35 % till andraskörd och 15-25 % till tredjeskörd. Om du vill gynna klövern kan du utesluta kväve helt till sista skörden.

Fördela kvävegivan till fyra skördar: Lägg ca 35, 25, 20 och 20 % av totalgivan till respektive delskörd. Innehåller vallen mycket baljväxter minska givan till sista skörden och omfördela kvävet något till de andra skördarna.

Tabell 18. Förslag på fördelning av kväve till de olika delskördarna.

Andel av kvävet till respektive delskörd (%)	Valltyp	Första-skörd	Andra-skörd	Tredje-skörd	Fjärde-skörd
Två skördar	Gräs	60	40		
	Blandvall	60	40		
Tre skördar	Gräs	40	30	30	
	Blandvall	40-50	35	15-25	
Fyra skördar	Gräs	35	25	20	20
	Blandvall	30-40	25-30	20-25	10-20

4.6.6.1 Tillför kväve på våren när vallen grönskar

Stallgödsla vallen på våren när den börjar grönska och direkt efter skörd för att grödan inte ska smutsas ned. Minst tre veckor bör gå mellan gödsling och skörd. Om du har erfarenhet av låga råproteinhalter i vallfodret i förstaskörd kan du prova att lägga kvävet lite senare än du normalt brukar göra. Det kan höja råproteinhalten något.

Om det är så torrt att skörden blir lägre än det du har gödslat för bör du ta hänsyn till överblivet kväve vid gödslingen till efterföljande skörd. Minska också den totala kvävegivan med motsvarande mängd. Vid torka är det ofta bättre att skörda istället för att vänta på regn eftersom vallens tillväxt avtar när gräsen har gått i ax och baljväxterna i blom.

4.6.6.2 Börja gödslingsplaneringen med stallgödseln och komplettera med mineralgödsel

När du planerar gödslingen av vallen börja med stallgödseln. Stallgödsel från nötkreatur passar bra som gödselmedel till vall med hänsyn till dess växtnäringsbehov. Kväveutnyttjandet blir högre om du kan sprida gödseln vid fuktigt, vindstilla och svalt väder. Vårspridning av flytgödsel och urin samt höstspridning av fastgödsel brukar kunna ske under bra väderförhållanden.

Måttliga givor av flytgödsel till vall under hösten bedöms kunna ge ett godtagbart kväveutnyttjande (Lindén, 2008, Palmborg et al, 2014, Aronsson et al, 2014). Däremot kan fosforläckaget öka vid spridning av stallgödsel på hösten (Aronsson et al, 2014). Med tanke på vallens kaliumbehov passar det också bra att ge flytgödsel eller urin till återväxterna. Vid torrt väder kan kväveeffekten bli låg på grund av stor ammoniakavgång. Beräkna när och hur du kan utnyttja stallgödseln bäst i Stallgödselkalkylen som finns på www.greppa.nu, gå till Räkna själv.

Om du behöver komplettera stallgödseln med mineralgödsel, lägg främst ammoniumnitrat med svavel till förstaskörd, så kan du lägga ett rent kvävegödselmedel som till exempel N34 till återväxterna. Läs mera om svavlets tillgänglighet i stallgödsel och svavelgödsling i kapitel 3 och 8.

4.7 Kväverekommendationer till potatis

4.7.1 Riktgivor för potatis – anpassa givan till sort och kvalitetskrav

Till potatis är det mycket viktigt att anpassa kvävegödslingen till förväntad skördenivå, men också till sort och användningsområde. Det är minst lika viktigt att uppnå rätt kvalitet som att få en hög skörd för att få god ekonomi i odlingen.

Gödslingsråden är allmänt hållna och i det enskilda fallet kan du behöva justera gödslingen utifrån din egen erfarenhet eller efter samråd med specialrådgivare. Gödsling och skötsel av kontrakterade potatisodlingar ska du göra enligt det kontrakterande företagets anvisningar. Riktgivorna i tabell 19 sammanfattar de rekommendationer som redovisas i boken ”Odla potatis – en handbok” (Nilsson m.fl., 2012).

Den lägre skörden i intervallen i tabell 19 är främst aktuell i norra delen av landet. Sorten King Edward avkastar inte lika mycket som sorter av Bintjetyp. Därför bör inte kvävegivan ligga på för höga nivåer, eftersom du då riskerar att få försämrad kokkvalitet om du odlar King Edward.

Tabell 19. Riktgivor för kvävegödsling till potatis 2017. Gäller för mineraljord och med stråsäd som förfrukt (Nilsson m. fl., 2012).

Potatissort eller användningsområde	Skörd (ton/ha)				
	20	30	40	50	60
Färskpotatis	60	80			
Mycket lågt kvävebehov t ex Ditta		40 - 50	60 - 70	80 - 90	100 - 110
Lågt kvävebehov t ex Fakse, Inova, Princess		60 - 70	80 - 90	100 - 110	120 - 130
Måttligt kvävebehov t ex King Edward, Asterix, Melody		90 - 100	120 - 130	150 - 160	170 - 180
Högt kvävebehov Bintje, Fontane, Superb		100 - 110	130 - 140	160 - 170	180 - 190

4.7.2 Strategier för potatis – dela givan för bättre kvalitet

För att du ska kunna vara säker på att potatisen kan utnyttja tillförd växtnäring måste du se till att vattenförsörjningen är tryggad, till exempel genom bevattning. Genom att dela kvävegivan till potatis kan du uppnå både ökad skörd och förbättrad kväveeffektivitet, under förutsättning att det finns möjlighet till bevattning. Detta beror på att det blir en gynnsammare fördelning mellan blast och knöltillväxt. Dessutom bidrar kvävetillförsel under växtsäsongen till att förlänga blastens livslängd och därmed knöltillväxtperioden. Du kan även öka potatisens utnyttjande av tillförd växtnäring genom att radgödsla.

Dela kvävegivan genom att tillföra cirka 50 % av kvävet i anslutning till sättningen och resterande kväve i två likstora givor, 3 och 6 veckor efter uppkomst. Använd ett NPK-gödselmedel med lågt klorinnehåll vid grundgödsling eller engångsgödsling och ett ammoniumnitratbaserat gödselmedel vid tilläggsgödsling. För potatisens kvalitet är det viktigt att följa balansen i tillförsel av kväve och kalium. För lite kalium kan ge försämrad kvalitet. Ofta finns det därför ett behov av högre kaliumgivor än vad man tillför med NPK-

Foto: Hans Jonsson

Foto: Hans Jonsson

gödselmedel, och då kan man använda ett NK-gödselmedel med låg klorhalt 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. Vid odling av fabrikspotatis finns inte samma risk för kvalitetsnedsättning som vid odling av matpotatis. I första hand är det flytgödsel som bör användas och givan bör begränsas till maximalt 50 % av kvävebehovet, räknat som ammoniumkväve.

4.8 Kväverekommendationer till sockerbetor

4.8.1 Riktgivor för sockerbetor – anpassa efter tidigare års resultat

Ekonomiskt optimal kvävegiva till sockerbetor uppgår i medeltal till 100-120 kg kväve per hektar vid bredspridning. Vid radgödsling eller djupmyllning kan du minska kvävetillförseln med cirka 20 kg per hektar jämfört med vid bredspridning. Om du gödslar med 20 kg för mycket eller för lite kväve per hektar påverkar bara det ekonomiska resultatet marginellt.

Utöver den allmänna rekommendationen bör du även justera kvävegivan i förhållande till tidigare års resultat när det gäller sockerhalt, under förutsättning att andra odlingsfaktorer som också påverkar sockerhalt är normala. Exempel på sådana faktorer är plantantal, blastning, såtid och skördetidpunkt. Låg sockerhalt, högt blåtal och högre K+Na-tal jämfört med normvärden antyder att kvävetillgången varit för hög.

4.8.2 Strategier för sockerbetor – radmylla för högre kväveutnyttjande

Kvävegödsling till sockerbetor kan göras på olika sätt. Traditionellt har kvävet antingen brukats ner före sådd eller tillförts direkt efter sådd, men numera tillämpas också radmyllning eller djupmyllning inom sockerbetsodlingen. Denna teknik medför förbättrat kväveutnyttjande och därmed mindre behov av kväve. Radmyllning innebär att gödsling sker samtidigt som sådden och att gödseln placeras på ett bestämt avstånd i sidled från betfröet. Djupmyllning sker med moderna kombimaskiner i en separat arbetsoperation före sådden och medför att avståndet i sidled mellan gödsel och betfrö varierar.

Vid nedbrukning eller radmyllning/djupmyllning används ammoniumnitratbaserade gödselmedel. Det är bra att använda ett gödselmedel som även innehåller natrium för att tillgodose betornas behov av natrium. Sockerbetor har en lång växtsäsong och kan därför utnyttja kväve som mineraliseras från mark och stallgödsel under en stor del av säsongen.

Undvik att sprida stallgödsel på lerjordar före sådd av sockerbetor eftersom det finns risk för packningsskador och försämrad plantetablering. Däremot kan du plöja ner stallgödsel på jordar som kan vårplöjas. För att få en bra kvalitet är det viktigt att ge en måttlig giva av stallgödsel, det vill säga maximalt hälften av grödans kvävebehov, och att få till en jämn spridning av gödseln.

4.9 Kväverekommendationer och strategier för majs

Majsodling har blivit allt vanligare i Sverige på platser med gynnsamma klimatiska förhållanden och med tidig sorter. Under åren 2007–2009 gjordes ett 15-tal försök med kväve och fosforgödsling till majs (Tell & Axelson, 2010). Försöksresultaten visar att det ofta är en stor variation i optimal kvävegiva mellan olika försöksplatser som bland annat beror på variationer i markens kväveleverans.

När vi väger samman resultaten från försöken med praktisk erfarenhet i Sverige och danska försöksresultat blir rekommendationen att tillföra 150 kg kväve per hektar vid en skördenivå på 10 ton ts per hektar eller högre. Det är viktigt att justera givan efter förväntad kväveleverans från marken. Om du regelbundet har tillfört mycket stallgödsel på fältet så kan du förvänta dig en högre leverans av markkväve, vilket gör att du kan minska kvävegivan. Om du har en lägre förväntad skörd än 10 ton ts så bör du justera ner kvävegivan med 15 kg kväve per ton lägre skörd.

Man får ofta en god skörderespons av att tillföra stallgödsel till majs. Därför är det lämpligt att ge en grundgiva med flytgödsel på våren. Det lättillgängliga kvävet i stallgödseln ska naturligtvis räknas med i den totala kvävegivan för året.

Majs behöver en mindre mängd lättillgänglig växtnäring tidigt på säsongen. I försöken såg man att majsen svarar bra på en startgiva av fosfor utöver den fosfor som finns i stallgödseln, särskilt om den gavs i kombination med en mindre kvävegiva (Tell & Axelson, 2010). Enligt försöken ökade halten råprotein i majsen något när man ökade den totala kvävegivan. En delad kvävegiva gav däremot inte signifikant högre råproteinhalt jämfört med att ge allt kväve vid ett tillfälle. Det fanns inte något samband med ökad kvävegiva varken för ts-halt, stärkelse eller innehåll av fiber (NDF).

Det är vanligt att majs odlas på samma skifte år efter år och den totala mängden kväve och fosfor som tillförs är ofta större än bortförseln. Det gör att återkommande majsodling på samma skifte år efter år kan öka risken för förluster av kväve och fosfor. För att minska risken och öka växtnäringsutnyttjandet är det viktigt att flytta runt majsodlingen mellan olika skiften och att anpassa givan efter skiftets växtnäringsstatus.

4.10 Kväverekommendationer och strategier för salix

Gödslingsförsök med kväve har genomförts i etablerade salixodlingar de senaste åren (Aronsson & Rosenqvist, 2011). Försöken har inte haft olika kvävenivåer utan de har haft karaktär av strategiförsök. Därför går det inte att beräkna ekonomiskt optimal kvävegiva på traditionellt vis. Utöver ogödslade led ingick äldre rekommendationer med 60 kg kväve per hektar år ett, 100 kg kväve per hektar år två och 60 kg kväve per hektar år tre. Dessutom ingick ett led med låg intensitet med en engångsgiva på 160 kg kväve per hektar första året efter skörd samt ett led med intensiv odling med 160 kg kväve per hektar varje år under ett treårigt omlopp.

I medeltal gav den högsta givan bäst ekonomiskt utbyte, men med tanke på att den gav ett måttligt merutbyte för gödsling utöver engångsgivan och att det

behövs speciell spridarutrustning i växande salix blir vår rekommendation att tillföra cirka 160 kg kväve per hektar som engångsgiva på våren efter skörd.

I försöken ovan användes moderna sorter. Odlar du äldre sorter får du göra en bedömning utifrån erfarenheter om tidigare års skördar och gödsling. Engångsgödsling med måttlig giva, upp till 150 kg kväve per hektar bedömer vi ligga närmast till hands. Har du fått svaga gödslingseffekter tidigare kan du utesluta gödsling.

När du etablerar salix bör du se till att grödan har tillgång på fosfor och kalium. Det gör du genom att tillföra 20–30 kg fosfor per hektar och 50–80 kg kalium per hektar om P-AL eller K-AL-klassen är III eller lägre. Vid högre P-AL eller K-AL-klasser kan du eventuellt utesluta grundgödsling. Ibland används avloppsslam vid salixodling. Då tillgodoses grödans behov av både fosfor och kalium genom slammet. Avloppsslammet innehåller också växttillgängligt kväve, som du bör räkna med när du bestämmer total kvävegiva.

4.11 Justera kvävegivan efter förfrukten

Förfruktsvärdet av en gröda beror på tre olika faktorer:

- Om det finns kväve kvar i marken från skörderester, rötter och eventuella baljväxtknölar
- Om förfruktens rötter har haft en positiv inverkan på markens struktur
- Om förfrukten har haft en sjukdomssanerande effekt

Alla dessa tre faktorer kan påverka grödans kväveutnyttjande. I tabell 20 finns en uppskattning av olika grödors förfruktsvärde uttryckta som total kväveefterverkan (Lindén, 2008; Persson & Olsson, 2011). Med kväveefterverkan menas motsvarande mängd gödselkväve som man behöver tillföra för att få samma kväveeffekt som förfrukten ger. Vid beräkning av mängd gödselkväve antas att gödselns verkningsgrad är 75 %.

I tabell 20 finns även de skördeökningar som olika förfrukter kan förväntas ge i spannmål. Om du får en skördeökning av en god förfrukt så ska du räkna upp kvävebehovet med 15-20 kg per ton skördeökning innan du gör ett avdrag för kväveefterverkan (se räkneexemplet).

Tabell 20. Olika grödors förfruktsvärden uttryckta som skördepåverkan och som kväveefterverkan (Lindén, 2008; Persson & Olsson, 2011)

	Skördepåverkan i efterföljande gröda (kg/ha)		Kväveefterverkan till efterföljande gröda (kg N/ha)	
Förfrukt	Höstvete	Vårsäd	Höstvete	Vårsäd
Höstsäd, korn	0	0	0	0
Havre	700	0	0	0
Höstraps	1 200		40	
Våroljeväxter	800	500	20	20
Foderärter	1 000	500	35	25
Åkerbönor	700	700	25	25
Potatis	800	800	10	10
Sockerbetor	500	800	25	20
Blandvall	800	500	40	40
Gräsvall	400	200	15	15

Så här justerar du kvävebehovet efter förfrukt

Exempel:
Fodervete i Svealand
Normalskörd med spannmål

som förfrukt:	6 ton/ha
Stallgödsel	Nej
Mullhalt	Mindre än 4 %
Rekommenderad kvävegiva:	140 kg N/ha
Förfrukt blandvall:	Ökad skörd 800 kg/ha = 0,8 ton/ ha
Ökat kvävebehov av skördeökning:	0,8 ton/ha + 15 kg/ton = 12 kg/ha
Totalbehov:	140 kg N/ha + 12 kg/ha = 152 kg N/ha
Kväveefterverkan av blandvall:	40 kg N/ha
Nettobehov:	152 – 40 kg N/ha = 112 kg N/ha

Foto: Pernilla Kvarmo

Rättika är vanlig som mellangröda.

Även fånggrödor, mellangrödor och framför allt gröngödslingsvall kan ge en god kväveeffekt på efterföljande gröda (tabell 21). Det gäller dock bara om klövern har utvecklats väl. Det finns bara ett begränsat försöksunderlag, men det är rimligt att räkna med en skördeökning på 1–3 ton spannmål per hektar efter en klöverdominerad gröngödslingsvall.

Om du odlar rajgräs som fånggröda så är förfruktseffekten ofta jämförbar med stråsäd som förfrukt. Det gäller om du har rajgräs som fånggröda enstaka år. Om du regelbundet odlar rajgräs som fånggröda kan du på sikt förvänta dig en något ökad kväveleverans till efterkommande gröda. Den bästa kväveeffekten av rajgräs får du på lätta jordar i områden med milt klimat. Direkt efter att rajgräset brukas ner är innehållet av växttillgängligt mineralkväve i marken normalt sett lågt och en del kväve kan till och med bindas in och bli otillgängligt. Detta kompenseras dock längre fram under växtsäsongen genom något ökad mineralisering. Om du vårplöjer kan eventuellt denna ökade mineralisering komma för sent för att årets gröda ska kunna få del av det extra kvävet.

Tabell 21. Kväveeffekt uttryckt som kväveefterverkan efter fånggrödor, mellangrödor och gröngödslingsvallar.

Fånggrödor eller mellangrödor insådda i vår- eller höstsäd	Kväveefterverkan (kg N/ha)	
	Höstplöjning	Vårplöjning
Rajgräs	0	0
Rödklöver	35	45
Vitklöver	40	45
Rödklöver och rajgräs i blandning	20	15

Gröngödslingsvall	Tidig höstplöjning och höstsådd	Sen höstplöjning eller vårplöjning och vårsådd
Rödklöver, alsikeklöver	80	90
Rödklöver+gräs	50	60
Vitklöver	90	100
Vitklöver+gräs	60	80

4.12 Gödsla mindre på jordar med hög mullhalt

På jordar med hög mullhalt har man normalt en hög kvävemineralisering och jorden levererar mycket kväve. Om du ger en för hög kvävegiva till grödan på en jord med hög mullhalt så blir kväveutnyttjandet sämre samtidigt som risken för förluster ökar och du kan även få problem med liggsäd. Men det är svårt att ge riktvärden för kvävegivor för jordar med hög mullhalt eftersom kväveleveransen från den här typen av jordar varierar mycket beroende på det organiska materialets ursprung.

Ett mindre antal försök med korn på mulljord (mer än 40 % mull) visar att det finns ett litet behov av att tillföra kväve även på dessa jordar (Mattsson, 2006). Praktiska erfarenheter tyder på att det oftast behövs en startgiva på cirka 30 kg kväve per hektar för att få en bra vårsädesgröda på mulljord. Detta kan tolkas som att kväveleveransen är 50–70 kg/ha högre till vårsäd på mulljord (mer än 40 % mull) än på en måttligt mullhaltig mineraljord (cirka 4 % mull). Om man räknar om kväveleveransen inom intervallet 4–40 % mull (genom en rak interpolering), så motsvarar varje procentenhet mull en kväveleverans på nära 2 kg per hektar. Det betyder att du kan minska kvävegivan med cirka 2 kg per hektar för varje procentenhet över 4 % mull i jorden (se räkneexempel).

Uppskattning av kvävebehov i mulljordar

Exempel mullhalt mellan 4 och 40 %

Foderkorn i södra Götaland	
Normalskörd på fältet:	5 ton/ha
Stallgödsel	Nej
Mullhalt	20 %
Rekommenderad kvävegiva:	80 kg N/ha
Mullhalt över 4 %:	20 – 4 = 16%
Minskat kvävebehov pga mullhalt:	2 kg/ha * 16 % = 32 kg/ha
Nettobehov:	80 – 32 kg N/ha = 48 kg N/ha

Exempel mullhalt över 40 %

Foderkorn i södra Götaland	
Normalskörd på fältet:	5 ton/ha
Stallgödsel	Nej
Mullhalt	42 %
Rekommenderad kvävegiva:	80 kg N/ha
Mullhalt över 4 %:	42 – 4 = 38 %
Minskat kvävebehov pga mullhalt:	2 kg/ha * 38 % = 76 kg/ha
Nettobehov:	80 – 76 kg N/ha = 4 kg N/ha

Foto: Hans Jonsson

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

I exemplet ovan minskar kvävebehovet med 76 kg kväve per hektar och nettobehovet blir endast 4 kg kväve per hektar. I många fall kan det ändå vara bra att lägga en startgiva på 30 kg kväve per hektar, även på mulljorden.

Att beräkna kvävegivan enligt räkneexemplet ovan ska du se som ett preliminärt råd, som kan behöva anpassas efter din egen erfarenhet från tidigare odling på fältet.

Om du ger en låg kvävegiva och använder NPK-gödselmedel som är anpassade för mineraljordar kommer grödan att få för lite fosfor och kalium. Därför kan du behöva komplettera med fosfor och kalium i en separat gödsling.

4.13 Optimal gödsling gynnar både ekonomi och miljö

Kväveutnyttjandet i en gröda är högst vid låga och måttliga kvävegivor. Om du gödslar mer än ekonomiskt optimal giva minskar kväveutnyttjandet allt mer, samtidigt som risken för förluster ökar. Det är en nackdel att gödsla mer än den ekonomiskt optimala givan, både med hänsyn till ekonomi, resurshushållning och miljö. Därför ska du undvika överoptimala givor.

Det är vanligt att man lägger lite för mycket kväve i höstveteodling, enligt en undersökning av gödsling och skördar på ett stort antal gårdar med certifierad spannmålsproduktion (Stenberg m.fl., 2009). Ofta beror det på en oro att nå tillräckligt hög proteinhalt som leder till en viss säkerhetsgödsling. Riktgivorna i tabell 11 är dock anpassade för att önskad kvalitet ska uppnås. Det är särskilt vanligt att man ger lite för mycket kväve på gårdar med stallgödsel. Risken är då att man får liggsäd om man lägger för mycket kväve på denna typ av gårdar under år med hög mineralisering. Genom att anpassa givan under säsongen efter årsmån och mineralisering kan du styra gödslingen så att du undviker både för höga och för låga kvävegivor.

Kväveutlakning från havre ökade exponentiellt då gödslingen överskred den optimala givan enligt en undersökning av Delin & Stenberg (2012). Men så länge skördeutbytet var minst 10 kg mer skörd för varje extra kg kväve så var utlakningen av kväve måttlig. Detta överensstämmer med ekonomiskt optimal gödsling. Blir det lägre skördeutbyte, alltså gödsling över ekonomiskt optimum, ökar kväveutlakningen för varje extra kilo kväve som tillförs.

4.14 Anpassa gödselgivan efter såtidpunkt

Tidig vårsådd innebär bättre utnyttjande av växtsäsongen och leder ofta till högre skörd. Sen sådd medför som regel lägre skörd. Riktgivorna i tabell 11 utgår från normal såtidpunkt.

När du planerar gödslingen ska du anpassa skördeförväntningarna till såtidpunkt. Om sådden sker tidigare eller senare än normalt, kan du antingen justera skördeförväntningarna och få en annan riktgiva eller för vårsäd schablonmässigt ändra enligt nedan.

Anpassa gödslingen efter såtidpunkt
Sådd av vårsäd upp till 10 dagar tidigare än normalt: + 1 kg kväve per dag
Sådd av vårsäd upp till 10 dagar senare än normalt: - 1 kg kväve per dag

Foto: Göran Molin

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

5 Fosfor

5.1 Riktgivor för fosfor – gödsla efter grödans behov och markens fosfortillstånd

När du planerar din fosforgödsling ska du anpassa gödslingen dels efter grödans behov, dels efter markens fosfortillstånd (P-AL-tal). Fosforrekommendationerna är bland annat framtagna utifrån fältförsök i olika grödor och två rapporter av Bertilsson m.fl. (2005) och Börjesson m.fl. (2015) samt praktisk erfarenhet. I rapporterna beräknades de P-AL-tal (underhålls-P-AL) där det är ekonomiskt lönsamt att tillföra lika mycket fosfor som grödan för bort. Det innebär att kostnaden för ersättningsgödsling är lika stor som värdet av skördeökningen som gödslingen ger. Olika grödor har olika stort fosforbehov och förmåga att ta upp fosfor ur marken. Därför har grödorna olika underhålls-P-AL. Även priset på produkterna och på fosfor påverkar underhålls-P-AL.

Med de priser som vi har antagit i nuläget är ersättningsgödsling lönsam vid P-AL-tal på cirka 5-7 mg/100g jord för korn, cirka 3-4 mg/100g jord för höstvete, cirka 6-8 mg/100g jord för oljeväxter, cirka 10 mg/100 g jord för sockerbetor och potatis samt cirka 3 mg/100g jord för vall (Bertilsson m.fl., 2005; Börjesson m.fl., 2015).

Det är svårare att utifrån försöksresultat säga hur stora fosforgivorna bör vara vid högre eller lägre P-AL-tal. Vår bedömning är dock att det är lönsamt att gödsla med lite mer fosfor än ersättning vid lägre P-AL-tal än underhålls-P-AL och att en mindre giva kan vara lönsam även om P-AL-talet är högre än underhålls-P-AL. Därför rekommenderar vi en mindre giva i klass IVA för många grödor och även i klass IVB och V för de grödor som är särskilt fosforkrävande. Ett skäl till en mjuk övergång av rekommendationerna mellan klasserna är att det alltid finns en viss osäkerhet i försöksresultaten och att det är svårt att veta markens exakta P-AL-tal vid varje tillfälle och på varje plats på fältet.

I tabellen har vi avrundat givorna till jämna femtal för att visa att siffrorna inte är exakta. I praktiken behöver du välja en strategi för hela växtföljden som är anpassad både efter de enskilda grödornas behov och miljömässiga hänsyn, samtidigt som den ska fungera praktiskt med hantering och spridning.

Rekommendationerna i tabell 22a är inte bindande regler för maximal giva på enskilda fält, utan de är baserade på vad som är ekonomiskt optimalt och långsiktigt hållbart.

Tabell 22a. Riktgivor för fosforgödsling till olika grödor

Gröda	Skörde-nivå (ton/ha)	Bortförsel av P (kg/ha)	Rekommenderad fosforgiva (kg P/ha)					
			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[a)]	2	12	25	20	15	10	0	0
Höstoljeväxter	3,5	21	35	30	25	15	0	0
Slåttervall, ts	6	14	25	15	10	0	0	0
Fodermajs, ts	10	26	35	30	25	20	15	15
Potatis[b)]	30	15	70	50	40	30	15	15
Sockerbetor	60	24	45	40	30	20	10	0
Ärter/åkerböna	3,5	13	25	20	15	5	0	0
Betesvall på åker			15	5	0	0	0	0

[a)] fosforgivan till oljelin minskas med 5 kg P/ha

[b)] rekommenderad giva räcker till en efterföljande gröda

Om skördenivån är högre eller lägre än den angivna skördenivån i tabell 22a bör du öka eller minska fosforgivan enligt tabell 22b. Om rekommendationen är noll enligt tabell 22a, bör du inte fosforgödsla alls även om du har en högre förväntad skörd än den angivna skördenivån.

Tabell 22b. Justering av fosforgivan beroende på skördenivå

Gröda	Justering per ton avvikelse i skörd (kg P/ha)
Stråsäd, ärter	3
Oljeväxter	5
Slåttervall (ts), majs (ts)	3
Potatis, sockerbetor	0,5

5.1.1 Ta även hänsyn till fosfor i alven

Om du har analyserat P-AL-talet i alven så bör du även ta hänsyn till fosforstatusen i alven när du planerar gödslingen. Det bästa är att ta jordprover från cirka 40–60 cm djup när du ska analysera P-AL i alven. Det ger en bättre bild av alven som helhet än om du tar prover direkt i anslutning till matjorden (på 20-40 cm djup).

På lerjordar med god dränering når rötterna oftast ned till cirka en meter för vårsådda grödor och 1–2 meter och ibland ännu mer för höstsådda grödor. Ligger P-AL i alven i klass III kan rekommendationerna i tabell 22a minskas med 5 kg fosfor per hektar. Om P-AL i alven ligger i klass IV–V kan de minskas med 10 kg fosfor per hektar. Det gäller dock under förutsättning att rötterna verkligen når ner och kan ta upp fosfor från alven.

5.1.2 Fosforrekommendationer vid höga pH-värden

P-AL-metoden är standardmetod för att analysera fosfor i jorden i Sverige. Den används också i bland annat Norge och Nederländerna. Metoden fungerar bäst på jordar med lägre pH-värden än 7. Den lösning som används vid analysen innehåller ammoniumlaktat och acetat (AL-lösning) och har ett pH på 3,75. Om jordprovet har ett högt pH så löser AL-lösningen upp kalciumbunden fosfor som normalt är svårtillgänglig för växterna. Metoden kan alltså överskatta mängden växttillgänglig fosfor i jordar med höga

pH-värden. Om markens pH-värde är högre än 7 kan det vara motiverat att gödsla grödor i öppen odling som om markvärdet vore en P-AL-klass lägre än vad analysen anger.

Ett annat alternativ för jordar med pH över 7 är att analysera fosforinnehållet enligt någon annan metod, till exempel Olsen-metoden (Olsen-P), där man använder en lösning med natriumbikarbonat som har ett pH-värde på 8,5. Olsen-P används bland annat i Danmark och det finns gott om referensvärden för danska jordar. För svenska jordar är dock erfarenheten begränsad eftersom metoden historiskt inte har använts i Sverige, så tyvärr finns det inga gödslingsrekommendationer kopplade till Olsen-P för svenska jordar ännu.

Flera försök har gjorts att ”översätta” analysvärden från en metod till en annan, men det har visat sig svårt eftersom sambanden ser olika ut för olika jordar. Det är alltså inte så enkelt att det går att rita upp ett diagram med en kurva som visar sambandet mellan till exempel Olsen-P och P-AL.

5.2 Strategier för fosforgödsling

5.2.1 Fördela fosforn inom växtföljden

Du bör i första hand tillföra fosfor till varje gröda, men i vissa fall kan det vara motiverat att ge lite mer eller lite mindre än behovet. Vissa grödor, till exempel sockerbetor, majs och potatis, är mer krävande och ger bättre ekonomiskt utbyte av fosforgödsling än andra. Då kan det vara bra att lägga lite mer fosfor till dessa grödor så att det även räcker till hela eller delar av behovet kommande år. Störst andel av växtföljdens fosfortillförsel bör tillföras den mest krävande grödan i växtföljden. De år du har grödor som svarar mindre på fosforgödsling kan du ge en mindre giva än rekommendationen, men det är viktigt att du balanserar fosfortillförseln sett över hela växtföljden. Beroende på vilka grödor du odlar, vilken P-AL-klass din mark har och hur mycket fosfor som förs bort med skörden, så bör du anpassa den sammanlagda tillförseln i växtföljden så att du på sikt når lämpligt P-AL.

5.2.2 Potatis, sockerbetor och majs är fosforkrävande

Potatis har ett begränsat rotsystem och därmed ett dåligt fosforutnyttjande, samtidigt som det är en fosforkrävande gröda. Därför bör du prioritera fosforgödsling till potatis i växtföljden. Rekommendationen till potatis i tabell 21a är betydligt högre än bortförseln, men då ingår även fosforbehovet till en efterföljande gröda. Fosfor är viktigt för potatis eftersom det ökar och påskyndar knölbildning och minskar risken för blötkokning och missfärgning. Fosfor gör också att torrsubstanshalten ökar och man får en snabbare mognad och bättre lagringsegenskaper. Genom att radmylla gödseln i samband med sättning eller kupning kan du förbättra fosforutnyttjandet.

Även sockerbetor är fosforkrävande (Ekelöf, 2016a, Hansson, 2016). Därför bör du prioritera fosforgödsling till sockerbetorna i växtföljden. Om du tillför mer än rekommendationen ska du givetvis ta hänsyn till det när du gödslar den efterföljande grödan.

Majs är också en gröda som ofta svarar bra på fosforgödsling. I en försöksserie med ensilagemajs gav en startgiva med fosfor positiva effekter på skörden oavsett markens fosforstatus (Tell och Axelsson, 2010). Bäst effekt fick man vid en startgiva med både fosfor och kväve. Du bör dock tänka på risken för fosforförluster om du gödslar en jord som redan har högt P-AL-tal, särskilt om du odlar majs på samma fält år efter år.

5.2.3 Prioritera vårsäd före höstvete

I en försökserie med korn gav gödsling med fosfor i kombination med kalium en skördeökning och god lönsamhet på jordar med P-AL-klass II och III (Gruvaeus, 2007). Det gällde även på lerjordar som normalt inte har lika stort kaliumbehov. Både korn och havre har i försöken svarat bättre på fosforgödsling än höstvete (Gruvaeus, 2007; Krijger, 2009). Anledningen till det är förmodligen att vårsädens rotsystem är mindre och därmed når en mindre jordvolym där fosfor kan tas upp. Därför bör du prioritera att fosforgödsla vårsäd hellre än höstvete i spannmålsväxtföljder.

I två försökserier med ärter (Gruvaeus, 2005a) och åkerböna (Krijger, 2015) på jordar i P-AL-klass II-IV gav fosforgödsling ingen tydlig skördeökning oavsett jordens fosforklass. Därför behöver du inte prioritera fosforgödsling till ärter eller åkerböna i växtföljden.

5.2.4 Höstgödsling med fosfor – mylla eller bruka ned gödseln

Höstgödsling med fosfor är motiverat till höstoljeväxter och till höstsäd om jorden har P-AL-klass II eller lägre. Höstgödsling kan dock innebära att risken för fosforförluster ökar. Därför bör du i möjligaste mån mylla eller bruka ned gödseln. Om P-AL-klassen är III eller högre kan du fosforgödsla under våren.

Det är ganska vanligt att sprida stallgödsel på vall under hösten. Fördelen är att det är relativt liten risk för kväveförluster och att det inte medför så mycket markpackning om marken inte är allt för blöt. Nackdelen är att risken för ammoniakförluster och fosforförluster kan öka när du sprider stallgödsel utan att mylla eller bruka ner den. Vallstubben ger dock ett visst skydd mot erosion och fosforförluster. Om du tillför måttliga givor och undviker de mest erosionskänsliga skiftena går det oftast bra att sprida stallgödsel till vall under hösten. Se dock till att följa de regler och begränsningar för höstspridning som finns i Jordbruksverkets föreskrifter (se kapitel 3).

5.2.5 Radmylla gödseln för bättre effekt och mindre risk för förluster

Till vårsådda grödor får du en bättre effekt om du radmyllar fosfor än om du bredsprider och brukar ner gödseln i såbädden. Vid radmyllning av fosfor till potatis kan du minska givan med 10–20 %. Om du placerar gödseln så ökar fosforkoncentrationen närmast rötterna i marken. Grödan kan då utnyttja tillförd fosfor bättre. Risken för fosforförluster genom ytavrinning och makroportransport minskar också, vilket gör att myllningen är en fördel även miljömässigt.

5.3 Fosforstrategier på lång sikt

Vid riktigt låga P-AL-tal är det ofta ekonomiskt lönsamt att på sikt gödsla upp marken med fosfor genom att tillföra mer fosfor än vad grödorna för bort under ett växtföljdsomlopp. Vid höga P-AL-tal är det både ekonomiskt och miljömässigt bra att i stället tära på markens förråd och gödsla med en mindre mängd fosfor än vad grödan för bort (Bertilsson m.fl., 2005).

På lång sikt bör du sträva mot att marken ska få lämpligt fosfortillstånd beroende på din odlingsinriktning. I en växtföljd med spannmål och vall är det normalt sett inte lönsamt att gödsla mer än vad grödan för bort om man har en svag P-AL-klass III, med P-AL-tal 4-6 mg/100 g jord. Om oljeväxter

Foto: Erik Karlsson

Enligt den senaste gödselmedels-undersökningen (SCB 2012/2013) tillförs ca 30 % av fosforn till åkermarken via mineralgödsel och cirka 70 % via organiska gödselmedel, främst stallgödsel

ingår i växtföljden kan det vara lämpligt att sträva efter en lite starkare klass III med P-AL-tal 6-8 mg/100 g jord. För de mest fosforkrävande grödorna som sockerbetor eller potatis kan det vara ekonomiskt lönsamt att sträva efter P-AL-klass IVA med P-AL-tal upp till 10-11 mg/100 g jord (Börjesson m.fl., 2015; Bertilsson m.fl., 2005).

Förändringar av P-AL i marken går långsamt både uppåt och nedåt eftersom marken buffrar för förändringar. Det finns inga absoluta sanningar om hur snabbt en förändring av gödslingen slår igenom i ändring av fosfortillståndet. Men med hjälp av regelbunden markkartering och återkommande växtnäringsbalansberäkningar kan utvecklingen i marken följas. I långliggande försök har det på flera års sikt visat sig att P-AL-talet sjunker något om tillförseln är lika stor som grödans bortförsel. Förändringen är dock långsam. Det rör sig om en sänkning på mindre än 0,5 enheter på 20 år och det gäller framför allt vid låga P-AL-tal i marken (Börjesson m.fl., 2015).

5.4 Undvik överdriven uppgödsling och fosforförluster

I genomsnitt för Sverige är fosforgödslingen numera i stort sett lika stor som bortförseln med grödan. Gödslingen är dock ojämnt fördelad. På vissa marker, ofta i områden där det finns ett överskott av stallgödsel, är fosforgödslingen fortfarande betydligt större än bortförseln, vilket på sikt gör att P-AL-talet i marken ökar. Oavsett vilken gröda som odlas är det inte motiverat, vare sig ekonomiskt eller med tanke på att fosfor är en ändlig resurs, att gödsla upp marken till högre P-AL-klass än III-IV A.

På jordar med högt P-AL-tal och/eller liten förmåga att binda fosfor (om jorden har ett lågt innehåll av järn och aluminium) kan dessutom jordens fosformättnadsgrad bli hög, vilket ökar risken för fosforförluster. Även vid yterosion och ”inre erosion” (makroporflöde) blir fosforförlusterna större om marken har ett högt fosforinnehåll. Därför är det viktigt att undvika stallgödselspridning på jordar som har höga P-AL-tal. Du bör även undvika stora flerårsgivor av fosfor, eftersom det ökar risken för fosforförluster.

Foto: Hans Jonsson

Vid yterosion eller ”inre erosion” (makroporflöde) kan ett högt fosforinnehåll i jorden medföra högre fosforförluster.

För att minska risken för fosforförluster så bör du, förutom att gödsla efter grödans behov, se till att ha en väl fungerande dränering på fälten, bra markstruktur och god infiltrationskapacitet. Det minskar risken för att lerpartiklar ska följa med avrinnande vatten och föra med sig fosfor från fältet.

På sluttande fält kan du minska risken för fosforförluster via ytavrinning genom att bearbeta på tvären gentemot marklutningen, ha marken bevuxen under höst och vinter och undvika att höstharva mark som ska vårsås. På de mest utsatta ställena, till exempel runt dräneringsbrunnar, kan det vara

lämpligt att anlägga gräsbevuxna skyddszoner. Inom känsliga områden går det att söka stöd (miljöersättning) både för skyddszoner längs vattendrag och anpassade skyddszoner inne i fält via landsbygdsprogrammet.

5.5 Fosfor i organiska gödselmedel

5.5.1 Fosfor i stallgödsel – på lång sikt lika tillgänglig som fosfor i mineralgödsel

På kort sikt är effekten av fosfor som tillförs via stallgödsel cirka 60–70 % jämfört med motsvarande mängd fosfor i mineralgödsel, men på lång sikt är fosforn i stallgödsel lika tillgänglig som i mineralgödsel (Delin m.fl. 2014).

Om du tillför fosfor via stallgödsel kan det av praktiska skäl vara aktuellt att gödsla för mer än ett år. Men räkna alltid på gödslingen så att du får rätt mängd fosfor totalt sett över hela växtföljden.

5.5.2 Fosfor i slam – lägre tillgänglighet på kort sikt beror på fällningskemikalierna

Vid gödsling med slam ger man ofta en maximalt tillåten giva på 22 kg fosfor per hektar för upp till 7 år framåt. Det innebär att mängden fosfor som tillförs vid ett och samma tillfälle kan vara över 150 kg per hektar, vilket är mycket mer än fosforbehovet i de flesta odlingssituationer. Slammet kan förväntas tillgodose hela fosforbehovet för grödorna under det antal år som givan avser.

På kort sikt är dock fosforns tillgänglighet i avloppsslam lägre än i både stallgödsel och mineralgödsel (Delin m.fl. 2014; Linderholm, 1997). Det beror på att fosforn binds hårt av de fällningskemikalier som används i reningsverken. På jordar där fosfor från slammet frigörs långsamt, till exempel på grund av lågt pH-värde, kan du behöva komplettera med mineralgödselfosfor under det första året efter slamtillförseln. I skånska försök har man fått både positiv skördeeffekt och ökat P-AL-tal efter många års slamgödsling inom de ramar som föreskrifterna från Naturvårdsverket anger (Andersson, 2015).

6 Kalium

Målsättningen med kaliumgödsling är att nå lönsam skördeökning och att behålla ett bra kaliumtillstånd i marken (Ericson & Hahlin, 1984). Med de priser som vi har antagit för kalium och skördeprodukter så finns det inte anledning att göra några stora ändringar av rekommendationerna jämfört med förra året.

I marken finns kalium löst i markvätskan, utbytbart, fixerat eller i lermineralen. Det kalium som finns bundet i lermineralen utgör det största förrådet men det är mycket svåråtkomligt för växterna. Genom vittring frigörs kalium och blir utbytbart. Växterna tar främst upp det kalium som finns i markvätskan och det som är utbytbart. Kalium som är löst i markvätskan är lättrörligt och kan också läcka ut, framförallt ur sandiga och mullrika jordar.

På många jordar gör kaliumvittringen att grödorna får sitt kaliumbehov tillgodosett till stor del, men det är inte självklart att gödsling enligt tabell 22a tillsammans med vittring kan balansera bortförsel med grödan och utlakning.

Foto: Jens Blomquist

På lerjordar kan vittring bidra med kalium till grödornas behov, medan lätta jordar kräver mer kaliumtillförsel. Oftast har lätta jordar lägre K-AL-klass än lerjordar.

6.2 Riktgivor för kalium

6.2.1 Gödsla efter bortförsel och markens innehåll av kalium

Vid en markkartering ger förrådsklassen av kalium (K-HCl) en fingervisning om hur stabilt K-AL-talet är. I K-HCl-klass III eller högre säger man att vittringen balanserar bortförseln av kalium med spannmåls- och oljeväxtgrödor under lång tid. Därför kan du hoppa över kaliumgödsling till grödor med litet kaliumbehov på jordar med K-AL-klass III under förutsättning att K-HCl-klassen är III eller högre och att K/Mg-kvoten inte är för låg (se kapitel 6.4). Däremot finns det goda skäl att kaliumgödsla vid K-AL-klass III om K-HCl ligger i klass I eller II eftersom K-AL-talet påverkas mer direkt i sådana lägen.

Bortförseln av kalium med grödorna varierar i hög utsträckning. För stråsäd och oljeväxter som odlas på marker med K-AL-klass i gränstrakten mellan klass II och III rekommenderar vi att du tillför lika mycket som du för bort, så kallad ersättningsgödsling.

Till vall rekommenderar vi att du tillför lite mindre kalium än du för bort, förutom till äldre vallar i K-AL-klass I. Full ersättning leder nämligen till onödigt hög kaliumhalt i vallfodret. Men eftersom vallen under det första året tar upp mycket av det kalium som finns tillgängligt i marken så behöver du gödsla mer till äldre vallar än till förstårsvallen. Om du gör en jordanalys i liggande vall under pågående vallperiod bör du gödsla enligt rekommendationerna för vall I, oberoende av vallålder, året efter analysen är gjord. Anledningen är att du på grund av vallens höga kaliumupptag förmodligen kommer att få ett lägre värde på K-AL jämfört med vad du skulle ha fått om du hade gjort analysen under någon annan del av växtföljden. Till den gröda som kommer efter en flerårig vall bör givan ökas med cirka 20 kg kalium per hektar jämfört med rekommendationerna i tabell 23 om vallen inte gödslats i balans med bortförseln av kalium.

Till sockerbetor rekommenderar vi att tillförseln av kalium generellt bör ligga lägre än bortförseln, eftersom kaliumvittringen oftast är god på de jordar där sockerbetor odlas.

Många nya potatissorter har ett högt kaliumbehov och kalium minskar risken för mörkfärgning i potatis därför bör tillförseln av kalium vara högre än bortförseln på jordar med K-AL-klass I-III.

6.2.2 Bortförsel av halm eller blast ökar kaliumbehovet

Våra riktgivor förutsätter att halm eller blast brukas ned. Om du för bort halm eller blast påverkas kaliumtillståndet i ett längre tidsperspektiv. Det är framförallt lätta jordar som påverkas, eftersom den kaliumlevererande förmågan är lägre på de jordarna. I sådana fall bör du justera givan enligt kommentar under tabell 23a. Denna ”extragödsling” till följd av extra bortförsel behöver inte ske på lerjordar i K-AL-klass IV och V.

Tabell 23a. Riktgivor för kaliumgödsling till olika grödor

Gröda	Skörde-nivå (ton/ha)	Bortförsel av K (kg/ha)	Rekommenderad kaliumgiva (kg K/ha)				
			I	II	III	IV	V
Stråsäd[a)]	5	22	40	30	10	0	0
Våroljeväxter	2	16	40	30	10	0	0
Höstoljeväxter	3,5	28	55	45	25	10	0
Slåttervall, ts, vall I	6	150	120	80	40	0	0
Slåttervall, ts, vall II o äldre	6	150	160	120	80	40	0
Fodermajs, ts	10	80	150	120	80	50	0
Potatis[b)]	30	150	260	210	160	110	0
Sockerbetor[c)]	60	120	110	80	40	20	0
Ärter/ åkerböna	3,5	35	50	40	20	0	0
Betesvall på åker			40	20	0	0	0

[a)] vid bortförsel av halm ökas givan med 20 kg K/ha (inte på lerjordar i K-AL-klass IV–V)

[b)] vid odling av stärkelsepotatis minskas K-givan med 50–100 kg K/ha då kalium sänker stärkelsehalten

[c)] vid bortförsel 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

Vid avvikelse uppåt eller nedåt från angiven skördenivå bör du höja eller sänka kaliumgivan enligt tabell 23b.

Tabell 23b. Justering av kaliumgivan beroende på skördenivå

Gröda	Justering per ton avvikelse i skörd (kg K/ha)
Stråsäd	5
Oljeväxter, ärter	10
Majs (ts)	10[a)]
Slåttervall (ts)	20
Potatis	4
Sockerbetor	1,5-2[b)]

[a)] Justera upp till max 150 kg K/ha
[b)] Justera med den högre nivån i K-AL klass I och den lägre nivån i K-AL-klass II-IV

6.3 Strategier för kaliumgödsling – grödan kan ta upp för mycket kalium vid höga givor

Huvudregeln för kaliumgödsling är att kalium ska tillföras årligen och att givan ska anpassas till den aktuella grödan och K-AL-klassen. Kaliumbehovet är störst på lerfria och lerfattiga mineraljordar samt på mulljordar. Undvik förrådsgödsling eller uppgödsling med kalium på dessa jordar, särskilt i nederbördsrika trakter. Med tanke på risken för utlakningsförluster blir en sådan åtgärd oekonomisk.

Du får i regel bättre kaliumeffekt vid vårgödsling till vårsådda grödor jämfört med höstgödsling. Det är också mest praktiskt eftersom kalium då kan tillföras med NPK-gödselmedel.

Om halmen förs bort så förs även mycket kalium bort från fältet. Då behöver det ersättas med extra kaliumgödsling, särskilt på lätta jordar.

Foto: Hans Jonsson

Inför höstsådd är höstgödsling ett alternativ på jordar med låg kaliumklass. Eventuella kaliumförluster vid höstspridning av fast stallgödsel kan uppvägas av arbetstekniska fördelar. Ytterligare skäl för höstgödsling av kalium till höstsäd kan vara om det samtidigt finns ett höstgödslingsbehov av fosfor under hösten. På jordar med normalt växtnäringstillstånd anses vårgödsling med kalium till höstsäd fungera väl. Kalium i stallgödsel anses ha samma effekt som kalium i mineralgödsel.

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 du dela den totala kaliumgivan till gräsvall så lika som möjligt mellan de olika delskördarna. Är kaliumbehovet litet (mindre än 60 kg kalium per hektar) kan du med fördel ge hela kaliumgivan till återväxten.

När det gäller sockerbetor bör du gödsla flera veckor före sådd på grund av kaliumets höga saltindex. Annars finns det risk att plantantalet påverkas negativt (Ekelöf, 2016b).

6.4 Förhållande mellan kalium och magnesium (K/Mg-kvot)

När växten tar upp näring konkurrerar kalium och magnesium med varandra om utrymmet vid transporten in genom rotytan. Finns det för mycket kalium i förhållande till magnesium kan växten få brist på magnesium. Därför är det viktigt att ta hänsyn till förhållandet mellan K-AL och Mg-AL i din jord när du gödslar. För att undvika magnesiumbrist bör K/Mg-kvoten inte vara högre än motsvarande värdena i tabell 24.

Tabell 24. Maximalt godtagbar K/Mg-kvot vid olika K-AL-klasser

	K-AL-klass K-AL-tal, mg/100 g jord		
	I–II (<8)	III (8–16)	IV–V (>16)
K/Mg-kvot	2,5	2	1,5

7 Magnesium, svavel och mikronäringsämnen

Foto: Karl-Arne Hedene

Magnesiumbrist i korn.

Vi relaterar normalt inte gödslingsbehovet av magnesium (Mg), svavel (S) och mikronäringsämnen till skördens storlek. I princip gäller dock även här ett skörderelaterat samband. Specialgrödor gödslas ofta med en del av dessa näringsämnen, men för övriga grödor är det tillräckligt att gödsla vid förekomst av bristsymtom, låga markvärden eller avvikande foderanalyser.

7.1 Magnesium – högst behov i sockerbetor och potatis

Sockerbetor och potatis är de grödor som har störst magnesiumbehov, cirka 35 kg magnesium per hektar, medan stråsäd har ett lägre behov och behöver cirka 10 kg per hektar. Behovet hos oljeväxter, vall och ärter ligger på 15–20 kg per hektar.

Det är risk för magnesiumbrist om Mg-AL-talet understiger 4–10 mg/100 g jord. Det beror dock på jordarten var i intervallet Mg-talet bör vara. På lerjordar som normalt har ett högt kaliuminnehåll behöver Mg-talet vara i närheten av det högre värdet i intervallet. Annars är risken stor att K/Mg-kvoten blir för hög. På lätta jordar kan det vara tillräckligt med ett innehåll kring den lägre nivån. För att säkrare kunna bedöma magnesiumbehovet bör du alltså tänka på förhållandet mellan K-AL och Mg-AL i marken. Du kan läsa mer om K/Mg-kvot i kapitel 6.4.

7.1.1 Bristsymptom magnesium – syns först på äldre blad

Bristsymptom syns först på äldre blad eftersom magnesium är lättrörligt i växten och därför transporteras från äldre blad till blad i tillväxt. I stråsäd ser du magnesiumbrist som pärlbandsmarmorering. Om du håller upp bladen mot ljuset ser du ett band av mörkgröna fläckar. På betor ser du magnesiumbrist som gula fläckar mellan bladnerverna.

7.1.2 Magnesiumgödsling – möjligt att förrådsgödsla

Magnesium kan lakas ut från lätta jordar. Förrådsgödsling är trots detta rimlig i de flesta fall. För att höja Mg-AL-talet en enhet krävs cirka 30 kg AL-lösligt magnesium per hektar. I dolomit är endast en mindre del AL-lösligt magnesium.

Kostnaden för magnesiumgödsling varierar väldigt mycket beroende på vilket magnesiumgödselmedel du använder. Vid låga till måttliga pH-värden är magnesiumhaltig kalk lämpligast, medan du behöver dyrare alternativ vid höga pH-värden.

Magnesiumtillförseln bör anpassas efter olika kalktillstånd enligt nedan:

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

Får du magnesiumbrist i växande gröda finns bladgödsling som alternativ. Lämpliga gödselmedel är i så fall magnesiumsulfat eller magnesiumhydroxid.

Du kan underhålla magnesiumtillståndet i jorden med magnesiumhaltiga gödselmedel som vissa N-, NK-, K- och NPK-gödselmedel. Tänk också på stallgödselns magnesiuminnehåll. Huvuddelen av magnesium finns i den fasta delen.

7.2 Svavel – minskat nedfall ger ökat gödslingsbehov

Med undantag för oljeväxter så är grödornas svavelbehov i samma storleksordning som behovet av magnesium. Det vill säga cirka 35 kg svavel per hektar för potatis och sockerbetor, cirka 10 kg/ha hos stråsäd och cirka 15–20 kg per hektar för vall och ärter. Oljeväxter har ett behov på cirka 30 kg per hektar, alltså nästan dubbelt så stort som behovet av magnesium.

Till följd av minskade utsläpp, mer koncentrerade gödselmedel och minskad fosforgödsling har den ”passiva” svaveltillförseln minskat betydligt. Det innebär att du behöver planera för svavelgödsling i växtföljden för att undvika svavelbrist hos grödorna.

Efter kvävegödsling kan det bli en obalans mellan kväve och svavel i matjorden om du inte använder ett gödselmedel som även innehåller svavel. Då ökar risken för svavelbrist med ökade kvävegivor.

7.2.1 Bristsymptom svavel – de yngre bladen gulnar och blir flammiga i oljeväxter

Vid svavelbrist i oljeväxter gulnar bladen och blir flammiga. Dessutom kan bladkanterna bli lilafärgade. Bladnerverna behåller dock sin gröna färg. Färgen på blommorna ändrar också karaktär och blir blekgul. Svavelbristsymptomen i stråsäd påminner om kvävebrist. Skillnaden är att det i första hand är de yngre bladen som bleknar vid svavelbrist medan de äldre bladen gulnar först vid kvävebrist. Det beror på att svavel är svårrörligt i växten medan kvävet är lättrörligt.

7.2.2 Svavelgödsling – tillför kväve och svavel i balans

Växttillgängligt svavel i marken förekommer som sulfatjon. Denna jon binds svagt till markpartiklarna och följer lätt med vattnet nedåt i markprofilen. Förrådsgödsling är därför inte möjlig.

Du kan underhållsgödsla med svavel genom att använda olika svavelinnehållande kvävegödselmedel eller genom olika NPK-, NP-, K-, P- och PK-gödselmedel. Om du väljer kvävegödselmedel med ett förhållande mellan kväve och svavel som motsvarar grödans behov, till exempel NS 27-4, bör du använda dessa vid samtliga spridningstillfällen, utom möjligtvis vid mindre kompletteringsgivor.

Foto: Peder Waern

Svavelbrist i oljeväxter.

Om du vid huvudgivan använder kvävegödselmedel som har mer svavel än vad som motsvarar grödans behov, kan kvävegödselmedel utan svavel användas vid senare givor. Det finns också gödselmedel med relativt högt svavelinnehåll. Då behöver du anpassa gödslingen så att förhållandet mellan kväve och svavel blir lämpligt för grödan.

Stallgödsel innehåller också svavel, men den största delen är organiskt bundet och därför är den inte direkt tillgänglig för grödan. När stallgödseln mineraliseras så är kväve och svavel i rätt proportion i förhållande till varandra för gödsling till spannmål och gräs. Tänk dock på att du kan behöva tillföra extra svavel om du även använder ett kvävegödselmedel utan svavel eller har mycket kvävefixerande växter.

Gödslingsbehovet av svavel till oljeväxter och högproducerande blandvallar är 15–25 kg svavel per hektar. Till övriga grödor som har ett svavelbehov, främst höstsäd och vallar, kan du normalt begränsa givan till 10–15 kg per hektar. Till vallen kan du ge hela givan till första skörden eftersom svavel inte lyxkonsumeras. Vid bladgödsling rekommenderar vi i storleksordningen 5 kg per hektar.

Vid akut brist kan du svavelgödsla med lättillgängligt svavel som sprutas ut, men kombinera gärna med spridning av svavel i fast form för att nå tillräckliga svavelmängder.

7.3 Bor – stort behov hos oljeväxter, sockerbetor och baljväxter

Grödornas borbehov varierar från 0,1 till 1 kg bor per hektar. Borkrävande grödor som oljeväxter, sockerbetor, klöverfrövall och övriga baljväxter riskerar att få brist 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 visar sig i första hand på mullfattiga lätta jordar med högt pH-värde, speciellt vid torka.

7.3.1 Bristsymptom bor – hämmade toppskott och ojämn mognad

Borbrist visar sig bland annat i hämmad toppskottstillväxt och missbildning av unga blad. I oljeväxt- och klöverfröodlingar ger borbrist ojämn mognad och lägre fröskörd. På sockerbetor kallas bristen hjärtröta och kännetecknas av att tillväxtpunkten kan svartna och dö.

7.3.2 Borgödsling – undvik förrådsgödsling

Bor i växttillgänglig form är lättrörligt i marken. Därför är förrådsgödsling inte att rekommendera. Vid behov tillför du 1–2 kg bor per hektar till oljeväxter, sockerbetor och klöverfrövall och 1 kg per hektar till potatis och åkerbönor. Borbehovet till sockerbetor och potatis tillgodoser du enklast genom att gödsla med gödselmedel anpassade för dessa grödor. Till andra grödor kan du använda borhaltiga bladgödselmedel. Det kan du göra både före sådd och i växande gröda. Bor är svårrörligt i växten och därför är det viktigt att bladgödsla när bristsymptom uppstår så att nya blad får sitt borbehov tillfredsställt.

7.4 Koppar – risk för brist på mulljordar och lätta jordar

Kopparbehovet är normalt mindre än 100 g koppar per hektar. Har du ett kopparinnehåll i marken på mindre än 7 mg/kg jord finns risk för kopparbrist, detta motsvarar cirka 15 kg koppar per hektar 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 sockerbetor intar en mellanställning, medan råg, raps och ärter anses vara toleranta mot låga koppartal.

7.4.1 Bristsymptom koppar – gulspetssjuka och buskiga plantor

Kopparbrist på korn och havre yttrar sig som ”gulspetssjuka”. Brist leder även till sämre stråstyrka, buskigare växtsätt och dålig kärnmatning.

7.4.2 Koppargödsling – förrådsgödsla eller bladgödsla

Har du låga koppartal, det vill säga lägre än 6-8 mg/kg jord bör du förrådsgödsla för 5–7 år. Detta gör du genom att spruta 5–10 kg koppar i form av kopparoxiklorid eller kopparsulfat på obevuxen mark. På mulljordar fungerar dock förrådsgödsling dåligt. Lågt pH på mulljordar gör att koppar binds fast i jorden.

Vid akut kopparbrist, som framför allt drabbar stråsäd på organogena eller lätta jordar, kan du också bladgödsla med kopparoxikloridlösning eller kopparhaltiga bladgödselmedel.

Foto: Karl-Arne Hedene

Kopparbrist i havre.

7.5 Mangan – tillgänglighet styrs av pH-värde och syrehalt i marken

Mangan (Mn) behöver grödan normalt cirka 0,5 kg mangan per hektar. Det är störst risk för manganbrist 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 omvandlas till en svårtillgänglig form.

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

De känsligaste grödorna är höstkorn, havre, vete, sockerbetor och potatis. Ärter 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.

Foto: Peder Waern

Manganbrist i havre.

Foto: Peder Waern

Manganbrist i korn

7.5.1 Bristsymptom mangan - yngre blad får gråa fläckar

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.

7.5.2 Mangangödsling - bladgödsling ofta effektivt

För att få effekt av mangangödslingen måste du tillföra gödseln direkt på bladen genom sprutning, detta eftersom manganet läggs fast vid tillförsel via jorden. Du kan använda gödselmedel som innehåller mangansulfat, mangannitrat, mangankarbonat eller komplexbundet mangan. Samtliga finns i flytande form. Vid starka bristsituationer krävs två eller tre behandlingar för att hålla grödan symptomfri.

Tabell 25. Gränsvärden för brister, känsliga grödor samt gödslingsråd för magnesium, svavel, bor, koppar och mangan

	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]	Borkrävande grödor: sandjord <0,5 lerig jord <0,6-0,7 lerjord <0,8-1,0 mg B/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 jordar med högt pH, i synnerhet vid torka.	Mulljordar och sandjordar	Lätta jordar, mullrika jordar med högt pH
Grödor där brist i första hand uppstår	Potatis, sockerbetor	Oljeväxter, höstsäd, gräsvall, ärter	Sockerbetor (hjärtröta), oljeväxter, klöverfrö, åkerbönor	Vårsäd (gulspetssjuka)	Vårsäd/höstsäd (gråfläcksjuka i havre), sockerbetor, potatis
Grundgödsling	50–100 kg Mg/ha[4]	-	-	5–7 kg Cu/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
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 [6]

[1] Leif Brohede, Eurofins, pers meddelande
[2] Sjöqvist & Carlgren, 1999
[3] Upp till det dubbla värdet på mulljordar p.g.a. lägre volymvikt
[4] Rekommenderade Mg-givor kan överskridas vid användande av dolomit
[5] Kan kombineras med annan besprutning enligt anvisning
[6] Manganbehandling kan behöva upprepas

8 Kalkning

8.1 Kalka för att bibehålla eller höja pH-värdet

Oftast kalkar man åkermark för att motverka försurning eller höja pH-värdet i marken. Man kan också strukturkalka lerjordar för att förbättra markstrukturen och minska fosforförlusterna, men då är det viktigt att man använder särskild strukturkalk (se kapitel 8.6).

Det som gör att marken på sikt försuras vid odling är vårt fuktiga klimat, nedfall av svavel- och kväveföreningar, grödornas upptag och bortförsel av näringsämnen, markandning samt användning av surgörande kvävegödselmedel. Grödornas upptag av näringsämnen och kvävegödslingen kan tillsammans stå för ungefär hälften av den försurande effekten.

Det som du kan påverka i din odling är vilka grödor du odlar och vilka gödselmedel du använder. Baljväxter är till exempel mer försurande än stråsäd på grund av att de tar upp mer baskatjoner.

Foto: Jens Blomquist

Kalkning motverkar försurning och höjer jordens pH.

Gödsel som innehåller kväve kan antingen ha en försurande verkan eller en kalkverkan. Med utgångspunkt från hur mycket ammoniumkväve, nitratkväve samt basiska ämnen som olika gödselmedel innehåller kan man räkna ut den teoretiska kalkverkan. Ammoniumnitrat, kalkammonsalpeter och ammonsulfat har en försurande verkan (Ericsson & Bertilsson, 1982), medan kalksalpeter har en kalkverkan. Urea ger initialt en positiv pH-effekt när karbonat frigörs, men slutresultatet är en försurning med omkring 1 kg CaO per kg N då kvävet som omvandlats till ammoniumform omsätts.

Användning av stallgödsel och andra organiska gödselmedel motverkar försurning. Stallgödsel från nötkreatur har större kalkverkan än gödsel från svin och fjäderfä.

Försurande effekt/kalkverkan av olika kväveformer		
	Försurande verkan (kg CaO/kg N)	Kalkverkan (kg CaO/kg N)
Ammoniumnitrat	1	
Kalkammonsalpeter	0,5	
Ammonsulfat	3	
Kalksalpeter		0,7
Urea[a)]	1	

[a)] Urea ger initialt en positiv pH-effekt, men slutresultatet är en försurande verkan.

8.2 Kalkning oftast positivt för odlingen

Kalkning är normalt sett positivt för en jords odlingsegenskaper. Ett bra kalktillstånd underlättar brukning och rottillväxt på aggregatbildande jordar samtidigt som fosforns tillgänglighet ökar. Vidare motverkas grödans upptag av giftiga tungmetaller, till exempel kadmium. Vid låga pH-värden ökar också normalt mängden utbytbart aluminium i marken. Eftersom fria aluminiumjoner är giftiga för växtrötterna vill man motverka det med kalkning. Biologiskt medför ett bra kalktillstånd att bakterier gynnas på svamparnas bekostnad.

Olika grödor är olika beroende av ett bra kalktillstånd. Sockerbetor, oljeväxter och lusern är särskilt beroende av att kalktillståndet är tillfredsställande. I försök var effekten av kalkning större i korn än i höstvete (Haak & Simàn, 1992) .

Ibland konstateras svag eller till och med negativ skördeeffekt av kalkning. Det kan i vissa fall bero på att ett högre pH-värde minskar tillgängligheten för vissa näringsämnen, till exempel mangan, koppar, bor och zink. Vid kalkning på jordar med låg halt av något sådant näringsämne kan det vara bra att göra en växtanalys och eventuellt gödsla med detta ämne om växtanalysen visar på brist.

8.3 Olika mål för pH-värdet på olika jordar

Kalktillståndet i marken uttrycks oftast som pH-värde. I Sverige mäts pH-värdet i destillerat vatten, medan mätning i en lösning av kalciumklorid ($CaCl_2$) är vanligt i många andra länder. För att jämföra mätvärden kan man översätta ett pH-värde mätt i kalciumkloridlösning genom att addera 0,5 till detta värde för att uppskatta motsvarande pH-värde mätt i destillerat vatten. Alla pH-värden som nämns här avser pH uppmätt i destillerat vatten.

I tabell 26 anges mål-pH för olika jordar. Riktvärdet för ett gott kalktillstånd på mineraljordar med mullhalt under 6 % är pH 6,5 på lerjordar och pH 6,0 på lätta jordar, det vill säga lerfria och lerfattiga jordar. Riktvärdena ska inte betraktas som miniminivåer utan som målnivåer för kalkningsåtgärder. Kalkning bör normalt genomföras om pH-värdet understiger mål-pH med 0,3–0,5 enheter.

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

Även om pH-värdet är 0,3–0,5 enheter lägre än mål-pH kan det av olika skäl finnas anledning av avvakta med kalkning. På jordar med mullhalt över 12 % kan du analysera halten utbytbart aluminium (Al-AS) för att få ytterligare vägledning om kalkningsbehovet. På vissa jordar är inte halten av utbytbart aluminium så hög trots ett lågt pH-värde. Om mängden utbytbart aluminium är mindre än 1,0 mg/100 ml jord, vilket motsvarar 20 kg Al-AS/ha i matjordsskiktet, kan uppmätt pH vara lite lägre än mål-pH innan du behöver kalka (Ståhlberg, 1982). Praktiska erfarenheter av Al-AS-metoden finns framför allt i Mellansverige.

Tabell 26 . Mål-pH för jordar med varierande ler- och mullhalt

		Mål-pH utifrån jordart och lerhalt					
Mullhalt (%)	Förkortning[a)]	Sand- & mojordar <5%	Leriga jordar 5–15%	Lättlera 15–25%	Mellanlera 25–40%	Styv lera 40–60%	Mycket styv lera >60%
<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

[a)] mf = mullfattig, nmh = något mullhaltig, mmh = måttligt mullhaltig, mr = mullrik, mkt mr = mycket mullrik, minbl mullj = mineralblandad mulljord, mullj = mulljord

8.4 Kalkmängden beror på pH, mullhalt och lerhalt

Enbart pH-värdet ger inte något mått på mängden kalk som behövs eftersom mängden kalk som går åt för att höja pH-värdet en enhet varierar med lerhalt och mullhalt. Detta framgår av tabell 27, 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.

Lerhalten bestäms ofta indirekt genom att man utgår från K-HCl-talet. Sambandet mellan lerhalt och K-HCl varierar dock mellan olika jordar. Enligt Fredriksson & Haak (1995) är kvoten mellan K-HCl-talet och lerhalten cirka 10 i norra och östra Sverige, 8 i Västsverige samt 6 i södra delen av landet. Att beräkna kalkbehovet utifrån K-HCl-analysen innebär alltså en viss osäkerhet. Det finns även indirekta metoder att bestämma jordens lerhalt med hjälp av olika sensorer, till exempel EM38 och den så kallade ”Mullvaden”. Lerhaltsbestämning genom våtsiktning och sedimentationsanalys är dyrare än indirekt bestämning men ger ett säkrare värde på lerhalten. Har man en gång gjort en lerhaltsanlys eller komplett jordartsbestämning så behöver den inte göras om.

Numera finns det möjlighet att variera kalkmängden efter behov inom fältet. Om du har gjort en markkartering med GPS-bestämda provplatser så går det att ta fram en styrfil som används vid kalkningen utifrån uppgifter om lerhalt, mullhalt, pH, kalcium, och magnesium. Dessutom kan man ta hänsyn till gårdens odlingsinriktning och växtföljd. Om du gör en kalkning efter en sådan styrfil så kommer kalken att spridas där den bäst behövs vilket ger bättre ekonomiskt utbyte samtidigt som fältet blir jämnare och därmed lättare att odla.

Vid höga beräknade kalkbehov (över 3–4 ton CaO per hektar) rekommenderas stegvis uppkalkning. Efter att du kalkat första gången bör du upprepa jordprovtagningen och vid behov kalka ytterligare en gång. Om den första kalkningen inte ger märkbar förbättring av kalktillståndet bör du fundera på att ändra odlingsinriktning.

Om du använder kalkstensmjöl kan du räkna med full effekt året efter kalkning. För krossad kalksten kan förstaårseffekten vara ungefär hälften så stor. På sikt kommer du att få ungefär lika stor effekt av de båda produkttyperna, men vanligen får du inte full effekt av den krossade produkten ens efter 5 år.

Tabell 27 . Kalkbehov, ton CaO per hektar i form av kalkstensmjöl, för att höja pH-värdet med cirka 0,5 enheter inom pH-intervallet 5,0–6,5 (efter Gustafsson, 2000)

		Kalkbehov (ton CaO/ha) utifrån lerhalt och jordart					
Mullhalt (%)	Förkortning[a)]	Sand- & mojordar <5%	Leriga jordar 5–15%	Lättlera 15–25%	Mellanlera 25–40%	Styv lera 40–60%	Mycket styv lera >60%
<2	mf	0,5	1	2	3	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

[a)] mf = mullfattig, nmh = något mullhaltig, mmh = måttligt mullhaltig, mr = mullrik, mkt mr = mycket mullrik

8.4.1 Kalkning på mulljordar

I tabell 27 finns bara uppgifter för jordar med upp till 20 % mullhalt eftersom försöksunderlaget för mineralblandade mulljordar och mulljordar är begränsat. Vid mullhalter över 20 % kan du uppskatta kalkbehovet med hjälp av uppgifterna för jordar med 12–20 % mullhalt. Om du har stort kalkbehov är det bättre att kalka stegvis och göra upprepade jordanalyser.

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 tolkningsparameter. Numera betyder odlingen på utpräglade mulljordar mindre och eftersom inblandning av mineraljord nästan regelmässigt förekommer på jordar som går under benämningen mulljordar, kan nettokalkbestämning ge svårtolkade värden. Det beror på att kalcium från mineralpartiklarna löses ut vid analysen och ger ett för högt värde på kalktillståndet. Därför rekommenderas numera i första hand traditionell pH-bestämning även på mulljordar.

8.5 Effekten beror på kalkens ursprung och egenskaper

För att kunna karaktärisera en kalkprodukt måste man ta hänsyn till dess geologiska ursprung, hårdhet och finfördelningsgrad. Generellt gäller att det krävs en högre kalkgiva om du använder grövre och hårdare produkter jämfört med mjölformiga produkter om du ska uppnå samma effekt (Mattsson, 2010).

För att lättare kunna värdera olika kalkprodukter och beräkna hur mycket kalk du behöver av respektive produkt har ”kalkvärden enligt Erstad” (Erstad m.fl., 1999) tagits fram för olika kalkprodukter. Företag som säljer kalkningsmedel anger vanligen kalkvärdet för sina produkter. Kalkvärdet tar hänsyn till produktens CaO-innehåll, geologiskt ursprung och kornstorleksfördelning. Kalkvärdet anges för både ett och fem år. Om du inte har behov av en mycket snabb pH-höjning bör du i första hand jämföra 5-årsvärdena. Arbetet har gjorts i samarbete mellan SLU och Svenska Kalkföreningen.

Olika kalkningsmedels syraneutraliserande förmåga uttrycks som CaO-värde i procent. Bränd kalk har den högsta neutraliserande förmågan med ett CaO-värde på ca 90 % och därefter kommer släckt kalk med ca 70 % CaO och kalkstensmjöl med ca 50 % CaO. Den syraneutraliserande förmågan beror också på produktens löslighet i vatten. Kalkstensmjöl har låg löslighet och bränd och släckt kalk hög löslighet.

CaO-värdet ska inte förväxlas med kalkningsmedlets kemiska sammansättning där kalkstensmjöl består av kalciumkarbonat ($CaCO_3$), släckt kalk består av kalciumhydroxid ($Ca(OH)_2$) och bränd kalk av kalciumoxid (CaO). På marknaden finns ett stort antal kalkningsmedel. Produkterna kan indelas i olika grupper enligt EU-standard EN 14069:2003. De viktigaste redovisas nedan.

Produkter med naturligt ursprung:	
Kalksten	minimum 45 % CaO
Dolomit	minimum 48 % CaO
Bränd kalk	minimum 85 % CaO
Släckt kalk	minimum 65 % CaO
Biprodukter från industriella processer:	
Silikatkalker – masugnsslagg	minimum 42 % CaO
Sockerbrukskalk	minimum 37 % CaO
Mesakalk från pappersmassaframställning	cirka 51 % CaO

Angivna CaO-värden avser torr vara.

8.6 Strukturkalkning förbättrar lerjordens struktur

Att strukturkalka är ett sätt att förbättra och stabilisera markstrukturen på lerjordar. En bra markstruktur förbättrar också jordens närings- och vattenhållande förmåga och gör att jorden blir mer lättbearbetad och torkar upp snabbare. Den kan också minska fosforförlusterna från fältet. I fältförsök har skördenivån ökat eller minskat upp till 10 % efter strukturkalkning.

Foto: Dennis Wiström

Strukturkalken ska brukas ner snabbt och noggrant för att få så god effekt som möjligt.

8.6.1 Strukturkalka bara lerjordar

Strukturkalkning fungerar bara på lerjordar. För att få bra effekt bör du bara strukturkalka mark med god bärighet och köra när det är möjligt att bruka ner kalken på ett bra sätt. Om du har en dålig dränering så är det bättre att åtgärda dräneringen först och strukturkalka sedan.

Strukturkalka vid ett tillfälle i växtföljden då jorden redan har en så god struktur som möjligt, till exempel i augusti efter en tidigt skördad höstgröda (t.ex. höstraps) eller vallbrott. Snabb och noggrann inblandning, gärna samma dag, är viktigt för att få en bra effekt. Du bör köra minst två gånger, gärna fler, med kultivator i olika riktningar för att kalken ska blandas in i jorden på ett bra sätt. Bearbeta till samma djup som du normalt bearbetar jorden. Om det är en regnig höst med otjänliga förhållanden är det bättre att skjuta på strukturkalkningen till nästa år.

Om pH-värdet i jorden är lågt så bör du först kalka upp jorden till önskat pH innan du börjar strukturkalka. Du kan strukturkalka även om det inte finns behov att höja pH. Det finns en liten risk för att växtnäringsämnen, till exempel mangan, kan bli mindre tillgängliga direkt efter strukturkalkning på grund av att pH i marken höjs. Risken är dock förhållandevis liten eftersom det krävs stora kalkmängder för att påverka pH-värdet i jorden annat än tillfälligt.

8.6.2 Anpassa givan efter förhållandena på fältet

Det finns inget försöksunderlag för att bestämma exakt vilken kalkgiva som är optimal med hänsyn till lerhalt och strukturkalkningens samtliga effekter. Ur praktisk och ekonomisk synvinkel bedöms en rimlig giva vara cirka 5–7 ton produkt per hektar. Du kan dock behöva öka mängden där det är höga lerhalter och på delar av fältet där markstrukturen är särskilt dålig.

Precis som vid gödsling finns det möjlighet att variera kalkmängden inom fältet vid strukturkalkning. När man gör en styrfil för strukturkalkning används både uppgifter från markkartering och lerhaltskarta, men även information från markägaren.

8.6.3 Använd rätt sorts kalk

För att få önskad effekt på markstrukturen måste du använda kalk som innehåller så kallad fri eller reaktiv kalk. Bränd eller släckt kalk (CaO respektive $Ca(OH)_2$) innehåller till stor andel fri kalk. Vanlig jordbrukskalk däremot består till största delen av kalciumkarbonat ($CaCO_3$) och har svag struktureffekt. De produkter som i dag marknadsförs som strukturkalk är blandprodukter som innehåller en viss andel bränd eller släckt kalk och resten kalkstensmjöl. Ren bränd eller släckt kalk används inte eftersom det medför stora risker när det gäller arbetsmiljö och hantering.

Referenser

Andersson, P G. 2015. Slamspridning på åkermark. Hushållningssällskapens rapportserie nr 17.

Aronsson H, Liu J, Torstensson G, Ekre E, Salomon E.2014. Minska risken för kväve- och fosforläckage i odlingssystem med spridning av nöt- och svinflytgödsel, Vallkonferens 2014, Institutionen för växtproduktionsekologi, rapport nr 18, SLU, Uppsala.

Aronsson, P. & Rosenkvist, H. 2011. Gödslingsrekommendationer för Salix 2011. Inst. för växtproduktions- biologi, SLU, Uppsala. http://urn.kb.se/ resolve?urn=urn:nbn:se: slu:epsilone281.

Bengtsson, A. & Cedell, T. 1993. Våroljeväxternas N-gödsling. Svensk frötidning nr 3 1993.

Bertilsson, G., Rosenqvist, H. & Mattsson, L. 2005. Fosforgödsling och odlingsekonomi med perspektiv på miljömål. Naturvårdsverkets rapport 5518.

Börjesson, G., Nätterlund, H., Kätterer, T. & Kirchmann, H. 2015. Interaktioner mellan P- och N-gödsling. SLF projekt H1233102, slutrapport 29 oktober 2015. 10pp. Stiftelsen Lantbruksforskning, Stockholm. URL: http://www.lantbruksforskning.se/projektbanken/interaktioner-mellan-p-och-n-godsling/.

Delin S. & Engström L., 2014. Att sprida organiska gödselmedel. Jordbruksinformation 9 – 2014. Jordbruksverket, Jönköping. http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/jo149.html

Delin, S. Nyberg, A. & Sarajodin, J. 2014. Fosforgödslingseffekt av olika restprodukter. Inst för mark och miljö, SLU. Rapport 13.

Delin S., Stenberg B., Nyberg A. & Brohede L. 2010. Potentiella mätmetoder för att uppskatta kvävegödslingsvärdet hos organiska gödselmedel. Rapport 6. SLU, Institutionen för mark och miljö.

Delin, S. & Stenberg, M. 2012. Nitratutlakning beroende på kvävegödslingsnivå och skörderespons i havre på en lätt jord. Inst för mark och miljö, SLU. Rapport 10.

Ekelöf, J. 2016a. Tema växtnäring till sockerbetor. Del 1 – Fosfor. Betodlaren, Nr 2.

Ekelöf, J. 2016b. Tema växtnäring till sockerbetor. Del 2 – Kalium. Betodlaren, Nr 3.

Ericsson, J. & Bertilsson, G. 1982. Regionala behov av underhållskalkning. Inst för markvetenskap. Avd för växtnäringslära. Rapport nr 144. SLU.

Ericson, J. & Hahlin, M. 1984. Kalium och kalium-gödsling. Aktuellt från Lantbruksuniversitetet 333.

Erstad, K.J. & Linke, J. 1999. Reactivity by soil incubation and ENV 1 year of new dolomitic and calcitic products from northern Europe. Rådgivande Agronomar Rapport 4/99. Korssund, Norge.

Eskilsson J., 2013. Gödsel och miljö 2014. Övrigt 206. Jordbruksverket, Jönköping. http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr206.html

Frankow-Lindberg, B. 2015. Uppdatering av kvävegödslingsrekommendationer för vall, Institutionen för Växtproduktionsekologi. SLU.

Frankow-Lindberg, B. och Jansson J. 2014. Slutrapport för projekt V1060007 (SLF): Avkastning, kvalitet, uthållighet och ekonomi hos intensivt skördade vallar (R6-5010), Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet, Hushållningssällskapet Sjuhärad.

Fredriksson, L. & Haak, E. 1995. Svenska åkermarksprofiler. Kungl. Skogs och Lantbruksakademiens Tidskrift. Nr 13. 1995.

Gruvaeus, I. 2007. NPKS till vårkorn med stigande fosforgiva. Mellansvenska försöksrapporten.

Gruvaeus, I. 2005a. Gödsling med S, P, K och N till ärtor. Mellansvenska försöksrapporten.

Gruvaeus, I. 2005b. Kväve och fosfor på hösten till höstvete. Mellansvenska försöksrapporten.

Gunnarson, A. 2015. Gödslingsförsök i höst- och vårraps. Mellansvenska försöksrapporten.

Gustafsson, K. 2000. Odal. När, Vad, Hur 2001.

Gustavsson A-M. 2001. Bestämning av rödklöverhalten i vall, Nytt från institutionen för Norrländsk jordbruksvetenskap för ekologisk odling, Sveriges Lantbruksuniversitet, nr. 3

Haak, E. & Simán, G. 1992. Fältförsök med kalkning av fastmarksjordar till olika basmättnadsgrad. Avdelningen för växtnäringslära, SLU Rapport 188.

Hallin, O. 2014. Kvävegödslingsstrategi till blandvall, Försöksrapport Mellansverige, sid 80-87.

Hammarstedt, M. 2013. Organiska gödselmedel till höstvete. Mellansvenska försöksrapporten.

Hansson, G. 2016. Fastliggande försök med P och K på uppgödslade jordar, L3-8033. http://nordicbeet.wp-bysted.net/nbr-publications/sammanfattning-oever-fastliggande-foersoek-med-p-och-k-paa-uppgoedslade-jordar-l3-8033/

Jordbruksverket. 1995. Gödselproduktion, lagringsbehov och djurtäthet vid nötkreaturshållning. Rapport 1995:10.

Jordbruksverket. 2001. Gödselproduktion, lagringsbehov och djurtäthet i olika djurhållningssystem med grisar. Rapport 2001:13.

Kornher, A. 1982. Vallskördens storlek och kvalitet. SLU. Grovfoder nr 1, sid 5-32, 1982.

Krijger, A-K. 2009. NPKS till havre med stigande fosforgiva. Mellansvenska försöksrapporten.

Krijger, A-K. 2015. Gödsling med S, P, K, N och B till åkerböna. Mellansvenska försöksrapporten.

Lindell, I. 2012. Svinflytgödsel på tjäle till höstvete. Försöksrapport Skåneförsöken.

Linderholm, K. 1997. Fosforns tillgänglighet i olika typer av slam, handelsgödsel samt aska. VA-forsk Rapport 1997:6.

Lindén, B. 2008. Olika förfrukters efterverkan – effekter på kvävegödslingsbehovet till stråsäd. Rapport 14. Avd för precisionsodling, SLU, Skara.

Lindén B. 2008. Flytgödselspridning på hösten: möjligheter att minska kväveutlakningsriskerna genom olika åtgärder i växtodlingen, Precisionsodling 2008:2. SLU, Skara.

Mattsson, L. 2006. Kväveintensitet i korn – avkastning och kväveupptag. Avd för växtnäringslära, SLU, rapport 212.

Mattsson, L. 2010. Geologiskt ursprung och kornstorlek avgör kalkeffekten. Inst för mark och miljö, SLU, Rapport 5.

Naturvårdsverket. Kungörelse SNFS (1994:2) med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket.

Naturvårdsverket. 2013. Hållbar återföring av fosfor. Rapport 6580.

Naturvårdsverket. 1996. Användning av avloppsslam i jordbruket. Naturvårdsverkets rapport 4418.

Nilsson, A. 2016. Kvävestrategiers effekt på skörd och skördekomponenter i höstvete 2013-2015. Examensarbete. Institutionen för mark och miljö. SLU. Uppsala.

Nilsson, I., Rölin, Å. & van Schie, A. 2012. Odla potatis – en handbok. Hushållningssällskapet Skaraborg.

Palmborg C., Rodhe L., Delin S. 2014. Flytgödsel till vall på hösten- fördelar och risker, Vallkonferens 2014, Institutionen för växtproduktionsekologi, rapport nr 18, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Persson, L. & Olsson, Å. 2011. Sockerbetor som förfrukt till höstvete. Effekt på skörd. Betodlaren 4:3841.

SCB. 2013. Gödselmedel i jordbruket 2012/2013. 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).

Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring

Stenberg, M., Söderström, M., Gruvaeus, I., Stenberg, B., Bjurling, E., Gustafsson, K., Krijger, A-K. & Pettersson, C-G. 2009. 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 växtnäringsutlakning på en grovmojord med handels och stallgödslade odlingssystem i södra Halland. Avd för vattenvårdslära, SLU, Ekohydrologi nr 28.

Wallgren, B. & Lindén, B. 1993. Fånggrödor och plöjningstidpunkters inverkan på kvävemineralisering och kväveupptagning. Inst för växtodlingslära, SLU, Växtodling 45.

Personliga meddelanden:

Brohede, Leif. Eurofins Lidköping.

Engström, Lena. SLU. 2015

Gustavsson Anne-Maj. SLU. 2016

Bilaga 1

Schema för bestämning av kvävebehov via mineralgödsel

		Kg kväve per hektar
Riktgiva enligt rekommendationstabell (se tabell 11, 13, 14 eller 19)		
Gör avdrag för:		
Stallgödselns långtidseffekt (se tabell 8)	-	
Förfrukt (se tabell 20)	-	
Mullhalt (se nedan)	-	
Stallgödsel till årets gröda (se tabell 6)	-	
Årets beräknade behov av mineralgödselkväve	=	

Enligt Jordbruksverkets föreskrifter ska du räkna ut grödans kvävebehov genom att ta hänsyn till ett antal faktorer. Du kan använda schemat ovan för att göra beräkningen. Du kan dock inte använda detta schema för vall.

Så här gör du:

Börja med att titta på rekommenderad kvävegiva för respektive gröda och vid den skördenivå som du tror att du får. Du hämtar dessa uppgifter från tabell 11, 13, 14 eller 19.

Sedan ska du justera givan för följande faktorer:

1. Om du använt stallgödsel regelbundet under en längre tid så kommer det att öka mineraliseringen från marken. Därför ska du göra ett avdrag för långtidseffekt från stallgödsel. Du kan hämta uppgifter från tabell 8.
2. Om du har haft en förfrukt som ger högre kväveefterverkan än stråsäd så ska du justera för det. Du kan hämta uppgifter från tabell 20.
3. Om du har en mullhalt som är högre än 4 % mull så ska du minska kvävegivan med 2 kg kväve per hektar för varje procentenhet som mullhalten överstiger 4 % enligt resonemang i kapitel 4.12. Normalt sett bör du dock ändå ge en startgiva på cirka 30 kg kväve per hektar till vårsäd även om beräkningen visar en lägre giva. Definitionen på mulljord är minst 40 % mull, men du kan alltså räkna med en extra kväveleverans från mull redan vid betydligt lägre mullhalt.
4. Om du tillför stallgödsel eller andra organiska gödselmedel ska du justera för kväveeffekten i den gödseln. För stallgödsel hittar du kväveeffekten i tabell 6. Du kan även använda en mer detaljerad beräkning av kväveeffekten i beräkningsverktyget ”Stallgödselkalkylen”. Det finns på Greppa Näringens hemsida, se under ”Räkna själv” på www.greppa.nu. För övriga organiska gödselmedel kan du uppskatta kväveeffekten utifrån halten ammoniumkväve i gödselmedlet.

Bilaga 2

Spridning av stallgödsel på sand- och mojordar

		I första hand…	Alternativt…	Bör undvikas…
Flyt-göd-sel	**nöt**	• 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.	• 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 – uppmärksamma svavelbehovet.	• på våren till 1:a skörd i vall I. • till vall där närmaste skörden ska betas. • på hösten utom till vall och höstraps, p g a stor utlakningsrisk. • i växande gröda förutom vall, • p g a stor ammoniakavgång och dåligt kaliumutnyttjande.
		För att förhindra sporer i mjölken är det önskvärt med så lång tid som möjligt mellan spridning och skörd. Myllning av gödseln minskar risken för sporer i ensilaget. God hygien vid mjölkningen är avgörande liksom rätt skördeteknik. Det innebär för hö: snabb torkning, för ensilage: förtorkning, tillsatsmedel, noggrann packning och plastning. Undvik direktskörd.		
	svin	• 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 när grödan är 10–15 cm, max 20 ton/ha.	• före höstrapssådd, max 20 ton/ha – uppmärksamma svavelbehovet.	• på hösten före höstsäd, p g a stor utlakningsrisk.
Fast-göd-sel	**nöt**	• 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.	• till vårsådda grödor, helst med lång vegetationsperiod, vårsäd kompletteras med fånggröda, vårplöjning, max 30 ton/ha. • före höstrapssådd max 25 ton/ha – uppmärksamma svavelbehovet.	• 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.
		För att förhindra sporer i mjölken är det önskvärt med så lång tid som möjligt mellan spridning och skörd. God hygien vid mjölkningen är avgörande. Ensilage förtorkas och hö torkas snabbt. Hö innebär mindre risk för problem än ensilage.		
	svin	• till grödor med lång vegetationsperiod, t ex sockerbetor eller potatis, vårplöjning, max 30 ton/ha.	• före höstrapssådd max 25 ton/ha – uppmärksamma svavelbehovet.	• höstspridning till annat än höstraps, p g a utlakningsrisk.
Urin	**nöt**	• 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/regn/kyla vid spridning minskar ammoniakavgången.	• till vallinsådd, men stor risk för överskott och utlakning av kalium, max 20 ton/ha. • till vårsådda grödor, max 20 ton/ ha. Omedelbar nedbrukning eller släpslangspridning.	• till betesvall såvida denna inte också utnyttjas för skörd. Betesvall har mycket lågt behov av fosfor och kalium.
		Ensilagesaft i urinen kan ge sporproblem vid spridning till vall. Motverkas av förtorkning av ensilage, snabb torkning av hö och god hygien vid mjölkning.		
	svin	• till vårsådda grödor eller före höstrapssådd, max 20 ton/ ha. Omedelbar nedbrukning eller släpslangspridning.	• till växande gröda med släpslangspridning. Ej sen spridning p g a stor risk för ammoniakförluster. Max 20 ton/ha	• höstspridning pga utlakningsrisk. till betesvall pga parasitrisk.

Bilaga 3

Spridning av stallgödsel på lerjordar

		I första hand…	Alternativt…	Bör undvikas…
Flytgödsel	**Nöt**	• 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.	• på hösten , senast i oktober, inför 1:a skörd i vall II–IV. Max 25 ton/ha. Alternativ vid sporproblem men risk för kväveförluster. • till vallinsådd, snabb nedbrukning, max 30 ton/ha. • före höstrapssådd max 20 ton/ha – uppmärksamma svavelbehovet.	• på våren till 1:a skörd i vall I. • till vall där närmaste skörden ska betas. • på hösten utom till vall och höstraps, p g a stor risk för utlakning och denitrifikation. • i växande gröda förutom vall, p g a stor ammoniakavgång och dåligt kaliumutnyttjande.
		För att förhindra sporer i mjölken är det önskvärt med så lång tid som möjligt mellan spridning och skörd om fodret ska användas till mjölkkor. Myllning av gödseln minskar risken för sporer i ensilaget. God hygien vid mjölkningen är avgörande liksom rätt skördeteknik. Det innebär för hö: snabb torkning, för ensilage: förtorkning, tillsatsmedel, noggrann packning och plastning. Undvik direktskörd.		
	Svin	• till växande gröda, höstvete, oljeväxter eller vårsäd med släpslang när grödan är i 10–15 cm, max 20 ton/ha.	• till vårsådda grödor efter 28 februari, max 20 ton/ha. (Beakta krav på nedbrukning efter nedbrukning) • före höstrapssådd, max 20 ton/ha – uppmärksamma svavelbehovet.	• till vårbruk, om detta ger packningsskador och nedbrukningen försenas. • före sådd av höstsäd p g a risk för utlakning och denitrifikation.
Fastgödsel	**Nöt**	• till 1:a skörd i vall II–IV, höst, max • 25 ton/ha. Viktigt att gödseln kan finfördelas.	• 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	• 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 höstsäd, p g a dåligt kaliumutnyttjande.
		För att förhindra sporer i mjölken är det önskvärt med så lång tid som möjligt mellan spridning och skörd om fodret ska vara till mjölkkor. God hygien vid mjölkningen har avgörande betydelse. Ensilage förtorkas och hö torkas snabbt. Hö innebär mindre risk för problem än ensilage.		
	Svin	• till höstraps, före sådd, max 25 ton/ha – uppmärksamma svavelbehovet.	• till vårsådda grödor om gödseln kan finfördelas och spridning sker utan packningsskador, max • 25 ton/ha. • före sådd av höstsäd, max 25 ton/ha.	• till vårsådda grödor om detta innebär packningsskador, problem med såbädden och försenad sådd.
Urin	**Nöt**	• 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/regn/kyla- vid spridning minskar ammoniakavgången.	• till vallinsådd, men stor risk för överskott av kalium, max 20 ton/ha.	• till betesvall såvida denna inte också utnyttjas för skörd. Betesvall har mycket lågt behov av fosfor och kalium.
		Ensilagesaft i urinen kan ge sporproblem vid spridning till vall. Motverkas av förtorkning av ensilage, snabb torkning av hö och god hygien vid mjölkning.		
	Svin	• till växande gröda med släpslangspridning i 10–15 cm stadiet, max • 20 ton/ha. Sprid om möjligt före regn för att minska ammoniakavgången.	• före höstrapssådd max 20 ton/ha. Nedbrukning bör ske snarast för att undvika kraftig ammoniakavgång vid höga temperaturer i augusti. Uppmärksamma svavelbehovet	• före sådd av höstsäd pga risk för utlakning och denitrifikation, eller i vårbruk p g a packningsskador. • till betesvall pga parasitrisk.

Bilaga 4

God markkarteringssed (GMS) enligt Markkarteringsrådet september 2016

Syftet med markkartering är att ge lantbrukaren ett verktyg för att behovsanpassa gödsling och kalkning. God markkarteringssed (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 markkarteringen 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 markkartering 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 2016:

Agrilab AB
Agroväst Livsmedel AB
BLGG AgroXpertus AB
Eurofins Food & Agro
Hushållningssällskapen
Jordbruksverket
Odling i Balans
Lantmännen
Lovanggruppen
Länsstyrelserna
Nordic Beet Research
Svenska Kalkföreningen
Sveriges lantbruksuniversitet
Yara

Markkartering

Standardkartering med GPS-positionering	Provtagningsintervall	Provtagningsteknik	Provtäthet	Provhantering
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 cirka 10 års intervall (se vidare text). Under perioden mellan två punktkarteringar kan någon form av uppföljningskartering användas. **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 gränszoner mellan olika jordarter i fältet. Denna mätning kan eventuellt ge underlag för en glesare provtagning.	**Normalt vart 10:e år.** **Längre intervall (11–15 år) kan vara aktuellt på fält med:** • 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 stallgödseltillförsel	Ett jordprov ska innehålla minst 10 borrstick [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 borrsticken 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 borrsticken fördelas över hela fältet enligt ytkarteringsmetoden [2]. En kartering av markens ledningsförmåga kan tjäna som underlag för fördelning av prover över ett fält.	Standard är 1 prov/ha. Vid denna provtäthet är avståndet mellan provpunkterna cirka 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: • med jämna jordarts- och mullhaltsförhållanden • utan kalkningsbehov • när översiktlig jordartskartering genomförts. **Tätare provtagning** (1–2 prov per ha) kan tillämpas på fält: • vid första karteringen • med varierande jordarter och mullhalter • med precisionsodling	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 borrtyp 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.
Ytkartering Ett representativt prov tas ut på ett mindre skifte.	**Minst vart 10:e år** Ett alternativ till punktkartering på fält mindre än 3 ha med jämna jordartsförhållanden och utan kalkningsbehov.	Ett jordprov ska innehålla 15–20 borrstick till 20 cm djup, tagna så att hela ytan väl representeras väl.	1 prov per skifte, dock får ett prov maximalt representera 3 ha.	Se ovan.

Kartering utan GPS-positionering	Provtagningsintervall	Provtagningsteknik	Provtäthet	Provhantering
Punktkartering Provpunkterna fördelas systematiskt över fältet, eller anpassat efter jordarts- och mullhaltsskillnader. Används vid grundkartering och därefter med cirka 10 års intervall (se vidare text). Under perioden mellan två punktkarteringar kan någon form av uppföljningskartering användas.	**Normalt vart 10:e år.** **Längre intervall (11–15 år) kan vara aktuellt på fält med:** • 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	Ett jordprov ska innehålla minst 10 borrstick [2] till 20 cm djup [2], tagna inom en cirkel med 3–5 m radie. Det är viktigt att borrsticken 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 borrsticken fördelas över hela fältet enligt ytkarteringsmetoden [2]. En kartering av markens ledningsförmåga kan tjäna som underlag för fördelning av prover över ett fält. (se vidare i avsnittet GPS-kartering)	Standard är 1 prov/ha. Vid denna provtäthet är avståndet mellan provpunkterna cirka 100 m. **Glesare provtagning** (0,5–1 prov per ha) kan tillämpas på fält: • med jämna jordarts- och mullhaltsförhållanden • utan kalkningsbehov **Tätare provtagning** (1–2 prov per ha) kan tillämpas på fält: • vid första karteringen • med varierande jordarter och mullhalter	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 borrtyp används. 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 .
Ytkartering Ett representativt prov tas ut på ett mindre skifte.	**Minst vart 10:e år** Ett alternativ till punktkartering på fält mindre än 3 ha med jämna jordartsförhållanden och utan kalkningsbehov.	Ett jordprov ska innehålla 15–20 borrstick till 20 cm djup, tagna så att hela ytan representeras väl.	1 prov per skifte, dock får ett prov maximalt representera 3 ha.	Se ovan.

Uppföljningskartering	Provtagningsintervall	Provtagningsteknik	Provtäthet	Provhantering
Positionerad punktkartering Med hjälp av tidigare punktkartering tas intressanta provpunkter ut med hjälp av GPS-positionering eller annat hjälpmedel för att fastställa provplatsens läge.	**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.	Ett jordprov ska innehålla minst 10 borrstick [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 ojämnheter utjämnas.	Antalet punkter som provtas bör vara cirka 1/5 av antalet vid punktkartering. Anpassas efter skiftets jämnhet. Dock minst tre prov per skifte som har större areal än 5 hektar.	Se ovan.
Linjekartering Då linjekartering tidigare använts kan denna användas för uppföljningskartering. OBS linjekartering kan inte användas som uppföljning på fält där linjekartering inte gjorts tidigare.	**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.	Längs linjen provtas minst 20 borrstick 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.	Varje linje bör högst representera 15 ha.	Se ovan.
Omkartering	**Provtagningsintervall**	**Provtagningsteknik**	**Provtäthet**	**Provhantering**
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 förrådsanalyser och mullhaltsanalyser vid ett omkarteringstillfälle. När karteringen inte är GPS-positionerad skall förrådsanalysen tas om vid omkarteringstillfället för att beakta positioneringsvariationer.	**Normalt vart 10:e år.** **Längre intervall (11–15 år) kan vara aktuellt på fält med:** • 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 stallgödseltillförsel • förväntat resultat vid första omkarteringen samtidigt som PK-balans beräknats.	Ett jordprov ska innehålla minst 10 borrstick [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 borrsticken 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 borrsticken fördelas över hela fältet enligt ytkarteringsmetoden [2]. En kartering av markens ledningsförmåga kan tjäna som underlag för fördelning av prover över ett fällt.	Standard är 1 prov/ha. Vid denna provtäthet är avståndet mellan provpunkterna cirka 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: • med jämna jordarts- och mullhaltsförhållanden • utan kalkningsbehov • när översiktlig jordartskartering genomförts. **Tätare provtagning** (1–2 prov per ha) kan tillämpas på fält: • vid första karteringen • med varierande jordarter och mullhalter • med precisionsodling	Se ovan

Analyser

Analys och analys-frekvens	Användningsområde	Gränsvärden / Klass-gränser för lufttorr jord	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid prov-tagning och vid analys
pH Samtliga prov	Upplyser tillsammans med jordart och mullhalt om kalkbehov. För bedömning av flera näringsämnens tillgänglighet (P, Mn m fl). Sockerbetor är en gröda känslig för lågt pH. Korn är känsligast av spannmålsslagen, men stora sortskillnader finns [5]. Näringsämnens tillgänglighet vid olika pH-värden framgår av bild i t.ex. [6].	Optimalt växtnäringsutnyttjande 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 växtnäringsutnyttjande 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.	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.	
Fosfor – lättlöslig (P-AL) Samtliga prov	För bedömning av behov av fosforgödsling. Känsligaste jordbruksgrödorna är sockerbetor och potatis.	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 kan fosforinnehållet överskattas med denna metod.	Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år. Även aktuellt vid uppföljningskartering.	
Kalium – lättlösligt (K-AL) Samtliga prov	För bedömning av behov av kaliumgödsling. Störst risk för brist på lätta jordar och mulljordar samt vid intensiv vallodling.	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	Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år. Även aktuellt vid uppföljningskartering.	
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.	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.	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.	Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år.	

Analys och analysfrekvens	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. Vallfoder 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 .	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. För sockerbetor finns ett samband mellan Ca-AL och risken för angrepp av Aphanomyces cochlioides.	På jord med gott kalktillstånd är brist ovanlig. Störst risk för brist på mulljord och lätta jordar [5]. Känsliga grödor är vallbaljväxter och potatis (rostfläckighet: minst 70 mg per 100 g jord för måttligt känsliga sorter, 100 mg per 100 g för känsliga sorter). För sockerbetor bör Ca-AL vara högre än 250 mg/100g jord för att minska risken för angrepp av A. cochlioides.	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 mulljordar. 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, oljeväxter 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) utlakas bor lätt vid stora nederbördsmängder. Ju högre pH-värdet är desto mindre utlakningsbenäget är bor [5]. Analysen är därför osäker vid låga pH-värden.	
Al-AS-metoden modifierad enligt Ståhlberg [8], komplement för att bedöma behovet av kalkning	Används på mycket mullrika jordar och mulljordar om pH-värdet är minst 5,1.	mullhalt % Al-AS mg/kg vol.vikt kg/l Al-AS kg/ha 10–60 11–19 0,9–0,5 20 Motsvarar ca 1 mg Al-AS/100 ml jord		

Analys och analys-frekvens	Användningsområde	Gränsvärden / Klassgränser	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid prov-tagning och vid analys
Mullhalt Mullhalten beräknas på basis av glödgningsförlust och lerhalt. Användningsområdet avgör analysbehov och -frekvens. Se t.ex. kalkbehovsberäkning.	Ger uppfattning om jordens basutbyteskapacitet, potential för kvävemineralisering, brukningsegenskaper och dosering av jordherbicid. Mullhalt används för kalkbehovsberäkning.	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 (t.ex. sa M el. l M) 20–40 % Mulljord (M) mer än 40 %	Vid varannan omkartering, ca vart 20:e år. Tätare om mycket stallgödsel tillförs eller vall ofta odlas.	
Volymvikt Vart 5:e prov på mulljordar och mycket mullrika mineraljordar. Volymvikt kan mätas direkt, eller beräknas approximativt med hjälp av mullhalt.	För att kunna ge gödslingsråd för mulljordar och mycket mullrika mineraljordar (mer än 12 % mull).	Normal volymvikt i mineraljord är 1,25 kg/l . Om värdet är lägre kan det vara aktuellt att justera rekommendationen för gödsling.	Vid varannan omkartering, ca vart 20:e år.	
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.	Ger information om jordens brukningsegenskaper, behov av kalium- och magnesiumgödsling och risk för utlakning av växtnäringsämnen.	< 5 %: lerfria och svagt leriga jordar 5–15 %: leriga jordar 15–25 %: lättleror 25–40 %: mellanleror 40–60 %: styva leror > 60 %: mycket styva leror	Lerhalten förändras ej.	
Jordart – mekanisk analys Användningsområdet avgör analysbehov, -frekvens och -metod. Analyseras på utvalda punkter som antas representera olika jordartsområden.	Jordens sammansättning med avseende på mineraldelens partikelfraktioner (ler, mjäla, mo och sand) och mullhalt.		Denna analys behöver inte upprepas. Jordarten förändras ej.	

Analys och analys-frekvens	Användningsområde	Gränsvärden / Klass-gränser	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid prov-tagning och vid analys
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.	Metoder för att bestämma mängden kalk (ton CaO per ha) som behöver tillföras för att uppnå lämpligt pH eller lämplig basmättnadsgrad.	Målnivå: pH 6,0 på lätta jordar och pH 6,5 på lerjordar. På mullrika jordar 0,2–1,0 enheter lägre. Vid sockerbetsodling bör värdena ligga 0,5 enhet högre på samtliga jordar.		
Kadmium (Cd) Delprov från samtliga jordprov från maximalt 15 ha enligt kontraktsregler. Uppslutning av 5 g jord i 7 M salpetersyra enligt SS-028311.	Prov tas för bedömning av risk för höga Cd-halter i skördeprodukten. I de fall där Cd-halten befaras vara hög på del av arealen bör analysen omfatta mindre områden än 15 ha.	Enligt kontrakt finns en högsta gräns på 0,30 mg/kg. Växttillgängligheten ökar vid pH-värden <6. Art- och sortskillnader finns i upptag: vårvete >höstvete >havre >korn >råg	Prov tas enligt kontraktsregler.	Delprov tas ut på laboratoriet enligt provtagarens anvisningar efter provberedning och homogenisering.
Kadmium (Cd) & övr tungmetaller På fält där höga halter befaras och slamspridning planeras.	Om det kan antas att gränsvärden överskrids [9] ska markens metallhalter kontrolleras innan avloppsslam sprids.	Tungmetaller (enligt SNFS 1994:2): bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink	Före spridning av avloppsslam	Provet ska bestå av minst 0,5 l, uttaget med 25 borrstick på en areal som maximalt representerar 5 ha [9].
Kadmium (Cd) och fosfor (P) På fält där slamspridning planeras	Om det inte kan antas att gränsvärden överskrids [9].	Cd-analys enl SNFS 1994:2	Före spridning av avloppsslam för att tillgodose reglerna för slamcertifiering	Provtagning enl ovanstående ruta, men provet får representera 15 ha.
Mineralkväve Separat provtagning med speciella borrar. Proverna fryses. Provtagning sker lämpligen till 60 cm djup.	Provtagning sker främst på vårvintern – försommaren för att anpassa årets kvävegödselgiva.	Mineralkväve (NH_4-N+ NO_3-N)	Prov tas främst vid odling av maltkorn, brödvete och potatis, speciellt viktigt efter kväverika förfrukter och på stallgödselgårdar.	Provtagningen måste ske på ett sådant sätt att delar av djupet 0–60 cm inte blir över- eller underrepresenterade.

Referenser

(1) Mattsson, L. 2000. Provtagningsfrekvens. Rapport till markkarteringsrådet 2000-01-19, bilaga 9. Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för växtnäringslära, 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. Skånskt lantbruk Nr 2. Hushållningssällskapen i Kristianstads- och Malmöhus län.

(4) Wiklander, L. 1976. Marklära. 1976. LHS Uppsala.

(5) Aasen. I. 1986. Mangelsjukdomar og andre ernæringsforstyrringar hos kulturplanter: årsaker – symptom – rådgjerder. 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 naturvårdsverks 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
JO16:24

Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden