



Rekommendationer för gödsling och kalkning **2021**

Innehåll

Förord	4	6 Fosfor	71
1 Inledning	5	6.1 Gödsla efter grödans behov och markens fosforinnehåll	71
2 Allmänt om gödning	6	6.2 Riktgivor för fosfor	72
2.1 Markkartering är en förutsättning för behovsanpassning	7	6.3 Strategier för fosforgödning	75
2.2 Hur mycket växtnäring förs bort?	10	6.4 Minska risken för fosforförluster	79
2.3 Kvävegiva efter grödans behov	10	7 Kalium	82
2.4 Optimal gödning gynnar både ekonomi och miljö	12	7.1 Riktgivor för kalium	82
2.5 Växtnäringsbalanser kan göras på många olika nivåer	13	7.2 Strategier för kaliumgödning – störst behov på jordar med låg lerhalt	84
3 Gödselmedel	15	8 Magnesium, svavel och mikronäringsämnen	86
3.1 Mineralgödsel	15	8.1 Tillgängligheten är mer avgörande än mängden	86
3.2 Stallgödsel	16	8.2 Magnesium – risk för brist på lätta jordar	87
3.3 Biogödsel	29	8.3 Svavel – gödsla i proportion till kväve	88
3.4 Avloppsslam	30	8.4 Bor – upptaget påverkas av torka	89
3.5 Gödselmedel för ekologisk odling	32	8.5 Mangan – tillgänglighet styrs av markens pH och syrehalt	90
4 Spridningsteknik	35	8.6 Koppar – förrådet i jorden ökar med stigande lerhalt	91
4.1 Teknik för spridning av mineralgödsel och organiska gödselmedel	35	8.7 Övriga mikronäringsämnen och samspel mellan ämnen	92
4.2 Teknik för spridning av stallgödsel	36	9 Kalkning	94
4.3 Teknik för att styra gödselgivan	38	9.1 Kalka för att bibehålla eller höja pH-värdet	94
5 Riktgivor och strategier för kvävegödning	39	9.2 Flera processer påverkar markens pH-värde	94
5.1 Riktgivor som utgångspunkt i planeringen	39	9.3 Kalka för bättre odlingsegenskaper	95
5.2 Kväverekommendationer och strategier för stråsäd	41	9.4 Olika mål för pH-värdet på olika jordar	96
5.3 Kväverekommendationer och strategier för oljeväxter	50	9.5 Effekten beror på kalkens ursprung och egenskaper	97
5.4 Kväverekommendationer och strategier för slåtter- och betesvall samt gräsfrövall	55	9.6 Olika kalkmängd krävs på olika jordar	98
5.5 Kväverekommendationer för potatis	64	9.7 Strukturkalk förbättrar lerjordens struktur	100
5.6 Kväverekommendationer för sockerbetor	65	Bilaga 1	106
5.7 Kväverekommendationer och strategier för fodermajs	66	Bilaga 2	107
5.8 Kväverekommendationer och strategier för salix	67	Bilaga 3	108
5.9 Justera kvävegivan efter förfrukten	67	Bilaga 4	109
5.10 Gödsla mindre på jordar med hög mullhalt	69		

Förord

Jordbruksverket tar årligen fram rapporten ”Rekommendationer för gödsling och kalkning”. Syftet är att ge underlag vid planeringen av ekonomiskt optimal gödsling och kalkning på den enskilda gården, främst inom konventionell odling. Rekommendationerna bygger på resultat från fältförsök, praktisk erfarenhet och på antaganden om priser. De är inte juridiskt bindande. Vi bedömer att de givor som vi rekommenderar begränsar risken för förluster av växtnäring.

Rekommendationerna är generella och gäller för större regioner och i vissa fall hela landet. Det är viktigt att anpassa gödslingen utifrån fältets och årets förutsättningar genom att använda de verktyg som finns tillgängliga för att bedöma grödans näringsbehov som till exempel markkartering, nollrutor för att uppskatta kväveleveransen från marken, mätning av grödans kväveupptag med hjälp av sensorer och vegetationskartor från satellitbilder.

Nytt för i år är ett teknikkapitel ([kapitel 4](#)) där vi skriver om spridningsteknik, test av spridare och styrning av gödsel. Vi har även uppdaterat årets rekommendationer utifrån nya försöksresultat och aktuella priskvoter för spannmål och vall. Vi har sett över fosfor- och kalkkapitlet och gjort ändringar i texten utefter nya försök. En arbetsgrupp i markkarteringsrådet har hjälpt oss att se över texten i [kapitel 2](#) och God markkarteringssed. I alla kapitel har vi fortsatt att göra mindre språkliga justeringar för att öka läsbarheten.

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

Författare

Emelie Andersson, Pernilla Kvarmo, Johan Malgeryd, Emma Hjelm, Maria Stenberg, Ulrika Listh, Katarina Börling, Pauliina Jonsson, och Christer Johansson

Redaktör

Emelie Andersson

Layout

Hellsten Kommunikation

Omslagsfoto

Christer Johansson

1 Inledning

För att nå en ekonomiskt optimal växtodling behöver du anpassa gödslingen efter grödans behov och skördepotential. Du måste också ta hänsyn till förhållanden på det enskilda fältet som jordmån, förfrukt, tidigare gödsling och hur grödan utvecklas under säsongen. Det är även viktigt att anpassa givan efter årets förutsättningar såsom nederbörd och temperatur.

När det är dags att gödsla är det ofta svårt att avgöra hur stor den ekonomiskt optimala givan för året kommer att bli. På senare år har det dock kommit många nya hjälpmedel för att underlätta den här bedömningen. Det finns flera verktyg för att bedöma markens mineralisering och grödans utveckling, till exempel kan du mäta kväueupptag i nollrutor och i fält med satellitverktyget CropSAT eller kväuesensorer vid mätning i fält. Det ger dig större 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 till vatten och luft ofta är större från den odlade jorden än från skogs- och naturmark. För att få så stor nytta som möjligt av tillförd växtnäring och samtidigt minimera förlusterna gäller det att använda lämplig spridningsteknik för gödsel 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 rent tekniskt.

Avsikten med Rekommendationer för gödsling och kalkning 2021 är att ge råd som ska ligga till grund för en ekonomiskt optimal gödsling främst för konventionell odling och kalkning, samtidigt som de ligger inom gränserna för en miljömässigt hållbar gödslingsinsats.



Använd lämplig spridningsteknik för att utnyttja gödseln optimalt och minimera förlusterna. Kantspridningsutrustning minskar risken för att gödseln hamnar utanför fältet.

Foto: Jens Blomquist

2 Allmänt om gödsling

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

Eftersom kväve (N) framför allt ger effekt under det år det tillförs är det viktigt att följa markens kväveleverans och grödans upptag av kväve under odlings-säsongen för att kunna anpassa gödslingen. Det är särskilt viktigt att följa mineraliseringen i marken på gårdar med stallgödsel eftersom det finns stora mängder kväve i stallgödseln som kan frigöras under säsongen.

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.

För att kunna anpassa gödslingen är det viktigt att

- ha en aktuell markkarta
- göra växtnäringsbalanser på fältnivå och/eller gårdsnivå
- an lägga nollrutor för att se hur mycket kväve marken levererar
- använda markkarta, kvävesensor och andra verktyg för att variera givan inom fältet



Oftast tas jordprover vid markkartering med jordborr som är monterat på en fyrhjuling. Provpplatsernas position fastställs med GPS. **Foto:** Magnus Westöö

2.1 Markkartering är en förutsättning för behovsanpassning

Det är viktigt att ha en aktuell markkartering för att kunna behovsanpassa gödningen. Med markkartering menar vi jordprovtagning och analys av växt-näring och pH-värde kopplat till en karta över fälten. Även jordart och mullhalt kan analyseras. Analyserna anger innehållet av växtnäring per viktenhet jord, medan växterna tar upp näringen från en viss volym jord. Därför kan det vara bra att även ta reda på jordens volymvikt.

Numera märker man oftast ut var provet är taget med hjälp av geografiska positioneringssystem (GPS). Då kan man återkomma till samma plats vid en omkartering och se förändringar mellan provtagningarna. Dessutom ger det möjligheter att anpassa gödning och kalkning inom fältet på ett bättre sätt. Du hittar mer information om markkartering och analyser i [bilaga 4](#).

2.1.1 Analysera efter dina behov

Beroende på vilken jordart och odlingsinriktning du har så behöver du olika typer av analyser. Viktigast är att bestämma pH-värde samt fosfor och kalium. Lättlösligt magnesium (Mg) och kalcium (Ca) kan analyseras i samma extrakt som fosfor och kalium. Om du får dessa analyser utan extra kostnad så bör du även göra dem på alla prover.

På lätta jordar, på mulljordar och på jordar där det kan finnas risk för brist på bor (B) eller koppar (Cu), bör du även beställa analys av dessa ämnen. Om du ska beräkna kalkbehovet behöver du analysera lerhalt och mullhalt tillsammans med pH. Lerhalten är oförändrad över tid, så den analysen kan man utesluta vid kommande markkartering. Lerhalt, mullhalt och pH kan ge vägledning om växttillgänglighet av andra näringsämnen och eventuella risker för brister. Du kan läsa mer om detta i [kapitel 8](#).

Gödslingsrekommendationerna för fosfor grundar sig på jordens innehåll av lättlöslig fosfor, P-AL. För fosfor kan du inte använda P-HCl för att bedöma gödslingsbehovet, men det kan användas vid beräkning av markens fosforbalans. För kalium används både K-AL och K-HCl. K-HCl ger värdefull information om jordens långsiktiga leverans av kalium. Dessutom kan man bedöma jordarnas förråd av kalium utifrån lerhalten. Lätta jordar har ett litet kaliumförråd medan styva jordar oftast har ett större kaliumförråd.

För att bestämma lättlöslig fosfor, kalium, magnesium och kalcium använder man AL-lösning (ammoniumacetat-laktat), medan man använder HCl-lösning (saltsyra) för att bestämma svårslösligt förråd av dessa ämnen. 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](#)). Du kan läsa mer om olika metoder för fosforanalys i [kapitel 6](#).

Tidigare var det vanligt att mineralkväveprover togs på våren för att bedöma tillgängligt kväve inför växtodlingssäsongen. Det har visat sig att sambandet mellan mineralkväve i marken på våren och markens mineralisering under växtodlingssäsongen är mycket svagt. Därför är det inte meningsfullt att analysera markkväve på våren för att bedöma kvävebehovet under kommande säsong. Däremot kan det vara värdefullt att analysera markkväve efter skörd till exempel i fältförsök, för att se hur mycket restkväve som finns kvar i marken vid olika kvävegödslingsnivåer.

Tabell 1. Klassindelning och halter av fosfor (P) och kalium (K) i jord.

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					

2.1.2 Täck in variationen inom fälten

Det är viktigt att täcka in så mycket som möjligt av variationen inom fälten i markkarteringen. Det är nödvändigt för att kunna anpassa gödsling och kalkning efter ett varierande behov, och för att få ett rättvisande medelvärde. Det vanligaste sättet är att ta ett prov per hektar i ett regelbundet rutnät över fälten. På så vis får du god geografisk täckning.

Ibland kan variationen inom fält göra att ett regelbundet rutnät missar övergångar till exempel i jordart. Dessutom kan prover hamna på fläckar som inte är representativa. I så fall kan du anpassa provplaceringen efter annan information om fältet. Det kan till exempel vara mätningar med marksensorer (till exempel konduktivitets- eller gammamätning), variationer i grödan som syns på satellitbilder, skördekartor eller grödsensormätningar, jordartsinformation från gamla karteringar eller digitala åkermarkskartan (läs mer på precisionsskolan.se). Då kan du flytta enskilda provpunkter i rutnätet eller lägga till nya punkter för att få med variationen (Wetterlind m. fl, 2018).

Hur tätt du behöver ta prov beror på hur stor variation du har inom fältet och hur du har tänkt använda analyserna. Ett prov per hektar ger en bild av den övergripande variationen inom fältet och fungerar generellt bättre som underlag för precisionsstyrning av växtnäring och kalk än ett medelvärde för fältet (Söderström, 2008). Om du har stor variation inom fältet eller om du vill fånga en mer detaljerad variation i jordart och näringsämnen är det bra att ta två prov per hektar. Fler prov ger säkrare kartor vid en interpolation (Söderström, 2010). Du kan få vägledning om variationen på fältet och lämplig provtäthet genom sensormätningar och annan bakgrundsinformation som nämnts ovan.

2.1.3 Gödsling och kalkning kan påverka analysresultaten

Du ska provta tidigast en månad efter senaste gödsling och tidigast ett år efter kalkning för att säkerställa att gödselkorn och kalk har hunnit lösas upp. Då minskar risken för att gödsling eller kalkning påverkar analyserna.

Vill du se trender mellan olika karteringsomgångar är det viktigt att du tar proverna på samma plats i växtföljden. Du bör sträva efter att ta proverna vid samma årstid under liknande fuktförhållanden i marken och ungefär lika lång tid efter senaste stora gödselgivan. Det är svårt att pricka helt rätt. När du tolkar analysen är det viktigt att du är medveten om var i växtföljden du tog proverna och när du tillförde större gödselgivorna senast.

Höga givor av framför allt organiska gödselmedel påverkar analyserna. Stora givor av fosfor (till exempel 100 kg P per hektar) höjer P-AL tillfälligt och det kan vara förhöjt under ett antal år efter givan (Ringdahl, 2018). Ett exempel på betydelsen av när i växtföljden provtagningen görs är att K-AL-analysvärdena i vall blir väldigt olika om man tar provet innan första vallåret eller efter andra vallåret (Gruvaeus, 1989). Du kan läsa mer om kaliumgödsling till vall i [kapitel 7](#).

2.1.4 Markkartera med fem till femton års mellanrum

Normalt bör du markkartera med fem till femton års mellanrum. Kort intervall kan vara aktuellt om du odlar specialgrödor med stort näringsbehov som potatis och sockerbetor, eller om det finns stort kalkbehov. På lättare jordar med lägre buffringsförmåga kan du förvänta dig snabbare förändringar av till exempel pH och kalium. Därför kan det vara aktuellt med kortare intervall mellan markkarteringarna på lätta jordar. Det gäller även på gårdar med tillförsel av stora mängder organiska gödselmedel om man inte gör växt-näringsbalanser regelbundet. Vid kortare tidsintervall mellan provtagningarna kan du snabbare avgöra om markens växtnäringsinnehåll ökar, minskar eller ligger kvar på oförändrad nivå.

Längre intervall kan vara aktuellt om du har jämna jordarter, inget behov av kalkning och måttlig tillförsel av organiska gödselmedel samt om du gör regelbundna växtnäringsbalanser för fosfor och kalium eller uppföljningskarteringar. Om den första uppföljande karteringen visar förväntade resultat utifrån gödsling och skörd och om du fortsätter att följa gödslingsråden, kan du också vänta längre innan nästa kartering. Om du har låga innehåll av växtnäring är det viktigt att du markkarterar regelbundet så att du inte får skördesänkningar på grund av felaktig gödsling.



Med markkartan som underlag kan du variera mängden gödsel eller kalk inom fältet. Färgmarkeringarna på markkartan visar interpolerade värden mellan provpunkterna, i detta fall pH. **Foto:** Hushållningssällskapet

2.2 Hur mycket växtnäring förs bort?

Mängden växtnäring som förs bort från fältet beror på skördens storlek och näringsinnehåll. Om du har en högre skördenivå eller proteinhalt förs mer växtnäring bort än om du har lägre skördenivå eller proteinhalt. Proteinhalten påverkar främst bortförsel av kväve. [Tabell 2](#) visar exempel på bortförsel av växtnäring med några olika grödor vid en angiven skördenivå och normala halter av kväve, fosfor och kalium.

I stråsådens halm och rötter finns cirka 40 % av grödans totala kväveinnehåll. Av det totala näringsinnehållet i en vallgröda finns ungefär en tredjedel i rot-systemet. Brukar du ner halm och blast återgår en stor del av växtnäringen direkt till jorden. Om du använder skörderesterna som strö eller foder till egna djur kan merparten av näringen återföras med stallgödseln.

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

Gröda	Skörd ton/ha	Kg/ha		
		N	P	K
Fodervete, kärna, 11 % protein	6	100	19	26
Brödvete, kärna, 12 % protein	7	110	22	30
Korn, kärna	5	80	17	22
Stråsådeshalm	4	30	4	40
Oljeväxter	3,5	126	25	28
Ärter	3,5	120	14	35
Potatis, knölar	40	105	21	200
Vall, 25 % klöver	6 (ts)	140	16	150
Sockerbetor, betor	65	120	21	80–100
Sockerbetor, blast	30	100	15	150

2.3 Kvävegiva efter grödans behov

2.3.1 Sensorer och andra verktyg mäter kväveupptag i fält

Tidigare har man ofta utgått från hela fältet när man beslutat om gödsling. Om du använder sensortechnik och geografisk positionering med hjälp av satellit (GPS) kan du variera givan efter hur markförhållanden och skördepotential varierar inom fältet.

Det finns flera verktyg för att bestämma hur mycket kväve grödan har tagit upp i fält. Du kan göra snabbanalyser där du klipper några skott och får ett värde på nitrathalten i växtsaften. Det finns också små sensorer som du kan bära med dig ut i fält och som mäter reflekterande ljus eller genomlyser bladet. Då får du ett mått på kväveinnehåll i grödan och i vissa fall även biomassa. Det finns även sensorer som kan monteras på traktorn och som mäter grödans ljusreflektion under körning. Då kan du styra och variera kvävetillförseln i växande gröda med hänsyn till grödans färg och täthet.

Ett annat alternativ är att använda styrfiler från nytagna satellitbilder som du kopplar till gödselspridaren och reglerar utmatningen av gödsel efter inom fältet. CropSAT (cropsat.se) är exempel på ett webbaserat verktyg med

I CropSAT kan du skapa tilldelningsfiler till spridare utifrån satellitbilder som visar vegetationsindex.

Foto: Cropsat.se



satellitbilder tagna under växtodlingssäsongen. CropSAT visar ett vegetationsindex som är korrelerat till biomassa och kväveinnehåll. På cropsat.se finns bilder från hela Sverige. Du kan förstora ditt fält och se hur vegetationsindex varierar inom fältet. Du kan även använda CropSAT för att göra styrfiler för gödselspridaren så att du kan variera gödningen efter vegetationsindex. Upplösningen i bilderna sträcker sig i allmänhet ned till 20 × 20 m och i vissa fall ända ned till 10 × 10 m.

Alla metoder som utnyttjar den gröna färgen som styrmedel för kvävegödsling förutsätter att grödan är frisk, att det inte finns några andra växtnäringsbrister förutom eventuell kvävebrist och att det inte finns alltför stora mängder ogräs i förhållande till grödan.

Det är bra att kombinera olika metoder när du ska bedöma hur mycket kväve grödan behöver. Du kan använda metoderna både för att bedöma kvävenivån och hur gödseln ska fördelas inom fältet. Du kan läsa mer om olika verktyg och metoder till exempel på Greppa Näringens webbplats, greppa.nu och på Precisionsskolans webbplats, precisionsskolan.se.



Kvävesensorn på traktorns tak läser av grödans färg och täthet. Gödselspridaren varierar sedan kvävegödslingen efter grödans behov. **Foto:** Lantmännen

2.3.2 Växtanalys om du misstänker brist

Om du misstänker att grödan lider brist på något växtnäringsämne kan du lämna in växtprov för analys, framför allt om du misstänker mikronäringsbrister. Med analysvaret får du normalt råd om vilka gödslingsåtgärder du bör göra. Det är viktigt att du bestämmer grödans utvecklingsstadium innan du skickar in växtprovet.

2.3.3 Nollruta för kväve visar markens mineralisering

Med nollruta menar vi en jämförelseyta på fältet som inte är gödslad med kväve. Du skapar den enkelt genom att lägga en presenning över grödan innan varje tillfälle du ska gödsla med kväve eller genom att stänga av gödselutmatningen under några meter vid kombisådd.

Du kan uppskatta kväveupptaget i nollrutan på flera sätt. Du kan titta på grödans färg och mäta grödans höjd eller mäta med en kvävesensor, om du har tillgång till det. Jämför nollrutans upptag med omkringliggande normalgödslad gröda för att få en uppfattning om markens kväveleverans och hur mycket av det tillförda gödselkvävet som har tagits upp. Då blir det lättare att anpassa kvävegödslingen efter årsmånen.

2.3.4 Maxruta visar högsta möjliga kväveupptag

Förutom nollrutan kan du också an lägga en så kallad maxruta. I maxrutan lägger du på extra kväve utöver normal kvävegödsling, så att du är säker på att grödan inte lider av kvävebrist. Bedöm grödan i maxrutorna på samma sätt som i nollrutorna och jämför med omkringliggande gröda.

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

2.4 Optimal gödsling gynnar både ekonomi och miljö

Störst skördeökning per kilo kväve får du vid låga och måttliga kvävegivor. Kväveutnyttjandet sjunker om du gödslar över ekonomiskt optimum. Samtidigt ökar risken för stora restkvävemängder i marken efter skörd och det ökar i sin tur risken för förluster genom utlakning eller lustgasavgång från marken. Även risken för liggsäd ökar, speciellt om det även är hög mineralisering i marken. Med hänsyn till ekonomi, resurshushållning och miljö bör du därför undvika att gödsla mer än den ekonomiskt optimala givan.

Kväveutlakningen ökade betydligt från försöksfält med havre då gödslingen överskred den optimala givan enligt en undersökning av Delin & Stenberg (2012). Men så länge man fick minst 10 kg högre skörd för varje extra kg kväve så ökade utlakningen obetydligt. Detta stämmer relativt väl med ekonomiskt optimal gödsling. Blir skördeökningen mindre än 10 kg per extra kg kväve så ökar kväveutlakningen för varje ytterligare kilo kväve som tillförs.



Om du gödslar mer än optimum minskar kväveutnyttjandet samtidigt som risken för kväveförluster ökar. I värsta fall kan liggsäd spolia skörden. **Foto:** Hans Jonsson

2.5 Växtnäringsbalanser kan göras på många olika nivåer

En växtnäringsbalans gör du genom att räkna på skillnaden mellan tillförd och bortförd växtnäring. Växtnäringsbalanser kan göras på fält-, gårds-, regions- eller landsnivå. För dig som lantbrukare är det intressant att göra balanser både på fältnivå och på gårdsnivå för att analysera gårdens växtnäringsanvändning. Du kan räkna på kväve, fosfor och kalium, eller andra växtnäringsämnen. För att kunna jämföra olika balanser eller överskott måste de vara gjorda på samma sätt och ha samma avgränsning. Det går inte att jämföra en balans för ett fält med en balans för hela gården.

När du gör en **växtnäringsbalans på gårdsnivå** räknar du med all växtnäring som köps in i form av foder, levande djur, organisk gödsel och mineralgödsel. Ta även hänsyn till atmosfäriskt nedfall och baljväxternas kvävefixering. I bortförsel från gården räknar du in all näring som lämnar gården, till exempel växt- och djurprodukter och stallgödsel. Du kan själv göra en växtnäringsbalans på Greppa Näringens webbsida greppa.nu, under Mina sidor.

Inom Greppa Näringen har vi gjort sammanställningar av ett stort antal växtnäringsbalanser på gårdsnivå från gårdar med olika driftsinriktning, vilket gör att vi har ett gediget referensmaterial (Nilsson & Olofsson, 2015). Det finns stora skillnader i växtnäringsutnyttjande mellan olika produktionsinriktningar men även mellan enskilda gårdar. Genom Greppa Näringens rådgivning kan du få hjälp att analysera din växtnäringsbalans och få tips om olika åtgärder. Om du har ett stort växtnäringsöverskott kan du få råd om hur du kan minska överskottet och utnyttja växtnäringen på ett mer effektivt sätt.

När du gör en fältbalans räknar du på tillförsel och bortförsel för ett visst fält. För fosfor och kalium kan du relatera balansen till markkartan och din odlingsinriktning. Då får du en indikation på fosfor- och kaliumtillståndets utveckling mellan markkarteringstillfällena. Du kan läsa mer om fosfor och kalium i [kapitel 6](#) och [7](#). 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.

Gårdsbalans

Utsäde
Gödsel
Inköpt foder
Livdjur
Nedfall
Kvävefixering



Mjölk
Kött
Ägg
Livdjur
Spannmål
Vegetabilier
Gödsel

Fältbalans

Utsäde
Gödsel
Nedfall
Kvävefixering



Grovfoder
Vegetabilier
Spannmål
Bortförd halm

Med en växtnäringsbalans på gårdsnivå kan du se hur effektivt du använder växtnäringen. En balans på fältnivå kan visa hur växtnäringsinnehållet i marken utvecklas på sikt. **Foto:** Janne Andersson

2.5.1 Gör en växtodlingsplan

Genom att dokumentera planerad tillförsel av växtnäring och kalk i en växtodlingsplan som uppdateras efter eventuella justeringar samt skördenivåer, kan du hålla koll på tillförda mängder på längre sikt. Om du regelbundet markkarterar och gör växtnäringsbalanser ser du tydligt skillnaden mellan tillförsel och bortförsel. På lång sikt kan det leda mot önskat växtnärings-tillstånd.

Ligger din gård inom känsligt område enligt Jordbruksverkets föreskrift om miljöhänsyn i jordbruket, SJVFS 2004:62, behöver du dokumentera hur du har beräknat grödornas kvävebehov utifrån förväntad skörd och riktiga för respektive gröda, se [bilaga 1](#). Du behöver också ta hänsyn till stallgödsels långsiktiga kväveeffekt, förfruktseffekt, om du odlar på mulljord och hur mycket kväve som kommer från stallgödsel och andra organiska gödselmedel. Oftast kan du ange dessa uppgifter i ett växtodlingsprogram. Har du inte tillgång till ett program behöver du dokumentera uppgifterna enligt [bilaga 1](#) på annat sätt.

3 Gödselmedel

3.1 Mineralgödsel

3.1.1 Kvävegödselmedel med olika egenskaper

Enkla kvävegödselmedel står för ungefär två tredjedelar av kvävetillförseln via mineralgödsel (Jordbruksverket, 2016). Det vanligaste enkla kvävegödselmedlet är kalkammonsalpeter (N₂₇). Det innehåller oftast även svavel (S), till exempel NS 27-3 eller NS 27-4. Kvävet i dessa gödselmedel består av ammoniumnitrat. Ammoniumkvävet måste omvandlas till nitrat för att bli växttillgängligt medan nitratkvävet är direkt tillgängligt för grödan. Rent ammoniumnitrat (N₃₄) förekommer också, men användningen som gödselmedel är begränsad.



Det vanligaste kvävegödselmedlet är ammoniumnitrat.

Foto: Mårten Svensson

Andra enkla kvävegödselmedel som används i mindre omfattning är kalksalpeter (N_{15,5}), urea (N₄₆) och olika flytande produkter med varierande innehåll av urea, ammonium och nitratkväve (till exempel N₃₀ och flytande NS 27-3). Flytande NS 27-3 innehåller dessutom ammoniumtiosulfat. Tiosulfatdelen bromsar upp omvandlingen från urea till ammoniumkväve. Kalksalpeter innehåller enbart kväve i form av nitrat som är direkt tillgängligt för växterna. Därför är kalksalpeter mer snabbverkande än andra kvävegödselmedel. Det har också en säkrare effekt vid torr väderlek. Urea måste omvandlas i flera steg innan kvävet blir tillgängligt. Ammonsulfat (NS 21-24) innehåller enbart ammoniumkväve medan Sulfammo 22 innehåller både ammonium- och ureakväve. NS 30-7 är en blandning av ammoniumnitrat och ammonsulfat.

De olika kvävegödselmedlen påverkar markens pH-värde på olika sätt och olika mycket. Kalksalpeter ger ett högre pH i jorden. Kalkammonsalpeter har en neutral eller svagt sur verkan medan ammoniumnitrat, ammoniumsulfat och urea har en försurande effekt, se [tabell 28](#).

3.1.2 Sammansatta gödselmedel beroende på ändamål

NPK-gödselmedel har ett brett användningsområde och finns även i specialvarianter med tillsats av svavel (S), natrium (Na), magnesium (Mg) och mikronäringsämnen främst avsedda för oljeväxter, sockerbetor, potatis och frilandsgroänsaker. Tidigare har NPK-gödselmedlen mest använts vid sådd av vårsädd samt till oljeväxter och vallar, men på senare tid har de också mer och mer börjat användas vid vårgödsling i höstsädda grödor. Förstaårseffekten av fosfor som läggs på markytan är dock sämre än om fosfor blandas in i jorden. NPK-produkter står för ungefär 32 % av allt kväve, 70 % av all fosfor och 77 % av allt kalium som säljs via mineralgödsel i Sverige (Jordbruksverket, 2016).

Beroende på grödornas växtnärsbehov och markens fosfor- och kaliumklass kan du välja gödselmedel med lämplig sammansättning. I praktiken kan det dock vara svårt att hantera många olika gödselmedel på gården.

Om du använder NPK kan du också få svårare att anpassa gödslingen till aktuella markförhållanden det enskilda året än om du gödslar med P- eller PK-gödselmedel i kombination med enkla kvävegödselmedel.

Till höstsådda grödor rekommenderas höstgödsling med fosfor och kalium om markens innehåll av dessa ämnen är lågt. Aktuella gödselmedel är till exempel P20, PK 11–21 eller NP 12–23. Till höstoljeväxter och andra grödor som har ett förhållandevis stort kvävebehov på hösten kan du också välja ett NPK-gödselmedel.

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

NP 11–21 används, förutom vid gödsling i samband med höstsådd, också ofta vid startgödsling till majs på våren.

3.1.3 Välj gödselmedel med låg klimatpåverkan

En stor del av klimatavtrycket i växtodlingen kommer från användningen av mineralgödsel, och då framför allt tillverkningen av kvävegödselmedel. Du kan minska odlingens påverkan på klimatet drastiskt genom att välja produkter som är tillverkade med bästa möjliga teknik (BAT – Best Available Technique). Klimatavtrycket från olika gödselmedel uttrycks som kg koldioxidekvivalenter per kg kväve ($\text{kg CO}_2\text{e/kg N}$). Klimatavtrycket har de senaste åren halverats för många kvävegödselmedel. Det finns dock fortfarande vissa tillverkare som använder sig av äldre teknik med höga utsläpp av växthusgaser.

3.1.4 Regler för spridning av mineralgödsel

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

3.1.4.1 Hela landet – bruka ned urea inom 4 timmar

Mineralgödsel som innehåller urea ska du mylla eller bruka ned inom 4 timmar vid spridning på obevuxen mark.

3.1.4.2 Känsliga områden – sprid inte gödsel för nära sjöar och vattendrag

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.

Du får tillföra högst 60 kg lättillgängligt kväve per hektar inför sådd av höstoljeväxter och högst 40 kg lättillgängligt kväve per hektar inför sådd av övriga höstgrödor. Du ska anpassa mängden lättillgängligt kväve som du tillför till grödornas behov på hösten.

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 djupströ gödsel beroende på konsistens och hanteringsegenskaper ([tabell 3](#)).

Tabell 3. Egenskaper hos olika typer av stallgödsel. Fjäderfärgödsel har delvis annorlunda egenskaper. Värdena i tabellen kan du därför inte tillämpa på fjäderfä gödsel.

Gödselslag	Ts-halt (%)	pH-värde	Andel NH4-N (%) ^{a)}	Ungefärlig C/N-kvot	Hanterings-egenskaper
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.



Beroende på djurslag, foderstat, strömedel och gödselhantering kan du beräkna hur mycket gödsel som produceras och vad den innehåller.
Foto: Janne Andersson

3.2.1 Räkna ut ditt lagringsbehov

Hur mycket gödsel som produceras från olika djurslag och gödselns egenskaper varierar med bland annat foderstat, inhysningssystem, gödselhantering, mängd och typ av strömedel och intensitet i produktionen, se [tabell 4](#).

När vi har räknat fram lagringsbehovet har vi summerat träck- och urinproduktion, strö tillsats, vattenspill, tvättvatten och vattentillskott via nederbörd. Vi har också tagit hänsyn till omsättningsförluster vid lagring av fastgödsel och djupströgödsel. När vi har räknat fram fördelningen av torrsubstans (ts), kväve, fosfor och kalium mellan fastgödsel och urin har vi för mjölkkor förutsatt att 25 % av urinen sugas upp av ströet och hamnar i fastgödseln medan resten hamnar i urinbehållaren. För kletgödsel har vi räknat med att andelen urin som sugas upp är 50 %.

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

Hur stort ditt lagringsbehov är beror till stor del på gödselns torrsubstanshalt. Baserat på gödselanalyser har vi antagit ts-halter för respektive djur och gödselslag och på så sätt standardiserat mängden gödsel som varje djurkategori producerar, se [tabell 4](#). Du behöver dock tänka på att i praktiken varierar torrsubstanshalten vilket påverkar gödselmängden.

Vi har antagit att ts-halterna i flytgödsel före vattentillskott via nederbörd är:

- 9 % ts för mjölkkor
- 6 % ts för slaktsvin
- 10 % ts för sinsugor
- 10 % ts för övriga nöt
- 8 % ts för sugor
- 12 % ts för värphöns

För mjölkkor tillkommer 200–450 liter diskvatten per ko och månad. Den större vattenmängden gäller för stallar med mjölkkningsrobot.

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

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

Djurslag	Producerad mängd gödsel per djurplats och år vid olika lagringstid (m ³)											
	Fastgödsel ^{a)}				Urin + gödselvatten				Flytgödsel ^{b)}			
	Lagringstid (antal månader)				Lagringstid (antal månader)				Lagringstid (antal månader)			
	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12
Nöt												
Mjölkkko, 8 000 kg ECM ^{d)} /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
Mjölkkko, 10 000 kg ECM ^{d)} /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
Mjölkkko, 12 000 kg ECM ^{d)} /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
Diko, 6 mån stallperiod	3,9				2,2				6,1			
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
Svin												
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
Övriga djurslag												
Värphöns 100 st ^{e)}	2,0	2,7	3,3	4,0					5,0	6,6	8,2	9,9
Unghöns 100 st, 2,2 omg/år	0,6	0,8	1,0	1,2					1,5	2,0	2,5	3,0

Djurslag	Djupströ gödsel ^{d)}			
	Lagringstid (antal månader)			
	6	8	10	12
Nöt				
Mjölkkö, 8 000 kg ECM ^{d)} /år	14,4	19,2	23,9	28,7
Mjölkkö, 10 000 kg ECM ^{d)} /år	14,6	19,5	24,4	29,3
Mjölkkö, 12 000 kg ECM ^{d)} /år	15,3	20,3	25,4	30,5
Diko, 6 mån stallperiod	7,0			
Kviga/stut < 1 år	3,4	4,5	5,6	6,7
Kviga/stut > 1 år	6,0	8,0	10,0	12,0
Svin				
Sugga i produktion, 2,2 omg/år	2,6	3,5	4,3	5,2
Övriga djurslag				
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			
Slaktkyckling 100 st, 7,0 omg/år	0,7	1,0	1,2	1,5
Kalkon 100 st, 2,3 omg/år	2,4	3,1	3,9	4,2

^{a)} Volymvikt för fastgödsel: Nöt, suga och slaktsvin 750 kg/m³; värphöns och unghöns 900 kg/m³. Ts-halt: Nöt 18 %, svin 24 %, värphöns och unghöns 30 %.

^{b)} Volymvikt för flytgödsel: 1 000 kg/m³. Ts-halt före tillskott av nederbörd: Mjölkkor 9 %, övriga nöt 10 %, slaktsvin 6 %, suga 8 %, sinsuga 10 %, värphöns 12 %.

^{c)} Volymvikt för djupströ gödsel: Slaktkyckling och kalkon: 600 kg/m³, övriga djurslag: 500 kg/m³. Ts-halt: Nöt 28 %, svin 30 %, slaktkyckling och kalkon 50 %.

^{d)} ECM = energikorrigerad mjölk.

^{e)} Medelvärde för frigående höns och höns i inredda burar.

3.2.2 Hur mycket växtnäring innehåller stallgödseln?

[Tabell 5](#) visar mängden växtnäring som djuren utsöndrar per djurplats och år (bruttomängder före omsättningsförluster). Värdena är beräknade utifrån standardfoderstater för varje djurslag. Från 2011 och framåt har vi uppdaterat foderstaterna för mjölkkor, svin och fjäderfä. Beräkningarna för nötkreatur och grisar är baserade på Jordbruksverkets rapporter 2001:13 (svin) och 1995:10 (nöt). För övriga djurslag har vi gjort kalkyler över växtnäringsutsöndringen med hjälp av information från rådgivare och forskare. Utfodringen och hur produktionen bedrivs varierar mellan olika gårdar och det påverkar mängden växtnäring i stallgödseln, både per djurplats och per ton gödsel.

I beräkningsprogrammet Vera kan du beräkna växtnäringsinnehållet i din stallgödsel. Du kan välja om du vill räkna på schablonvärden eller göra en stallbalans (växtnäringsbalans för djurhållningen) baserad på den egna gårdens foderstat och produktion. Med en stallbalans får du mer exakta värden på hur mycket kväve, fosfor och kalium gödseln på just din gård innehåller. Du kan läsa mer om beräkningsprogrammet Vera på Greppa Närings webbplats greppa.nu.

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
Nöt			
Mjölkkö, 8 000 kg ECM ^{a)} /år	132	15,2	114
Mjölkkö, 10 000 kg ECM ^{a)} /år	142	16,5	106
Mjölkkö, 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
Svin			
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)}	4,3
Övriga djurslag			
Häst, fritid (500 kg)	48	9	58
Häst, ponny (300 kg)	33	6,4	42
Får inkl. 1,8 lamm	14	2,0	19
Värphöns 100 st (genomsnitt, inredd bur och frigående)	68	14,8 ^{b)}	24
Unghöns 100 st, 2,2 omg/år	23	6,0 ^{b)}	7,6
Slaktkyckling 100 st, 7,0 omg/år	39	7,6 ^{b)}	15
Kalkon 100 st, 2,3 omg/år (medeltal av höna 0–10 v och tupp 0–19 v)	125	35	43

^{a)} ECM = energikorrigerad mjölk.

^{b)} Förutsätter användning av foder med tillsats av fytas. Om fytas inte används blir fosforinnehållet i gödseln högre.

[Tabell 6](#) visar riktvärden för växtnäringens innehåll per 10 ton gödsel efter lagring. I praktiken är dock variationerna stora. Därför ska du alltid använda tabellvärdena med försiktighet.

Tabell 6. Riktvärden för växtnäringsinnehåll i stallgödsel efter lagring och ungefärlig 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)	Ungefärlig kväveeffekt vid vårspridning (kg per 10 ton)
	Tot-N	P	K		
Fastgödsel					
Fastgödsel, nöt	52	15	50	25	10
Fastgödsel, svin ^{a)}	65	25	25	25	10
Fastgödsel, höns, 30 % ts ^{b)}	150	41	65	60	90
Fastgödsel, höns, 60 % ts ^{b)}	275	88	140	40	110
Djupströ/ströbädd					
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
Ströbäddsgödsel slaktkyckling, 50 % ts	380	86	170	20	150
Ströbäddsgödsel kalkon, 50 % ts	360	125	155	20	140
Urin					
Urin, nöt, täckt behållare ^{c)}	35	<1	50	90	25
Urin, svin, täckt behållare ^{c)}	18	2	12	90	15
Flytgödsel					
Flytgödsel, nöt, 9 % ts ^{d)}	43	6	38	50	15
Flytgödsel, svin, 8 % ts ^{e)}	36	8	19	70	20
Flytgödsel, svin, 6 % ts ^{e)}	27	6	14	70	15
Flytgödsel, höns, 12 % ts	60	15	24	75	45

^{a)} avser gödsel från suggor – gödsel från slaktsvin har något högre kväveinnehåll.

^{b)} avser kletig respektive torr fastgödsel från värphöns resp. ströbäddsgödsel från slaktkyckling.

^{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.



Foderstaten påverkar hur mycket växtnärings gödseln innehåller. Om du inte använder foder med fytas till grisar eller fjäderfä blir fosforinnehållet högre än vad som anges i [tabell 5](#).

Foto: Janne Andersson

3.2.3 Effekten beror på gödselslag, lagring och spridning

Vi beräknar gödslingseffekten utifrån utsöndrade växtnäringsmängder från de olika djurslagen men också utifrån hanteringen av gödseln. När på året och till vilken gröda du sprider gödseln har också stor betydelse för grödans kväveutnyttjande.

3.2.3.1 Analysera flytgödsel och urin

Genom att analysera koncentrationen av ammoniumkväve i stallgödseln får du ett bättre underlag för att bedöma kväveeffekten. Oftast är det aktuellt att analysera gödseln i samband med vårspridning. Du kan göra analysen själv med hjälp av en kvävemätare för gårdsbruk, den så kallade "kväveburken". Du kan också skicka in ett gödselprov till ett laboratorium för analys. Skillnaderna mellan olika gårdar är ofta stora och kväveinnehållet kan också variera under året på en och samma gård.



Begränsa ammoniakförlusterna genom att snabbt bruka ner gödseln efter spridning. Då utnyttjas kvävet i stallgödseln bättre. **Foto:** Henrik Nätterlund

Det är viktigt att gödseln är väl omblandad när du tar ut provet, särskilt om innehållet av ts, fosfor och totalkväve ska analyseras. Eftersom det är svårt att ta ut representativa prover av fast- och kletgödsel rekommenderar vi att du bara analyserar flytgödsel och urin. Du kan hitta instruktioner för provtagning och hantering av gödselprover på laboratoriernas webbplatser.

Du kan också räkna fram stallgödsels kväveeffekt utifrån innehållet av ammoniumkväve och efter att avdrag för förluster i stall, under lagring och i samband med spridning är gjorda. Undantaget är fast fjäderfägödsel där en stor andel av kvävet kan finnas i form av urinsyra vilket ger en högre kväveeffekt jämfört med innehållet av ammoniumkväve. Andelen växttillgängligt kväve varierar beroende på gödselslag, från ca 10 % för djupströgödsel till 90 % för urin. Resten av kvävet är organiskt bundet och frigörs allt eftersom det organiska materialet bryts ner.

3.2.3.2 Bäst kväveeffekt vid vårspridning

Stallgödsel har i vissa fall en långsammare kväveeffekt än mineralgödsel. Hur snabbt du får effekt av stallgödseln beror bland annat på hur mycket ammoniumkväve respektive organiskt bundet kväve stallgödseln innehåller. I [tabell 6](#) hittar du ungefärlig kväveeffekt vid vårspridning av stallgödsel.

Flytgödsel, urin och biogödsel ger normalt bäst effekt vid spridning på våren och i växande gröda eftersom de innehåller en stor andel lättillgängligt kväve. Detta gäller även fjäderfägödsel. I försök har man fått mycket goda effekter av svinflytgödsel som spridits med släpslangar på våren i växande höstgröda (Hammarstedt, 2013).

Vid höstspridning av flytgödsel, urin och biogödsel kan kväveeffekten variera, men som regel är den lägre än på våren. Under senhösten och vintern är risken stor för förluster genom utlakning och denitrifikation om det finns mycket lättillgängligt kväve i marken. Sprider du inför sådd av höstoljeväxter eller till gräsdominerad vall kan du 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 spridning på hösten som på våren. Risken för förluster vid höstspridning kan uppvägas av att en del av det organiskt bundna kvävet omsätts under höst och vår och blir tillgängligt

för grödan snabbare än om du sprider gödseln på våren. Men tänk på att om du sprider fastgödsel på våren så kommer en del kväve att frigöras på hösten efter att grödan är skördad. Därför bör du bara sprida på våren om du planerar en höstväxande gröda eller en fånggröda på hösten. Färsch djupströgödsel har svag kväveeffekt medan komposterad djupströgödsel kan ge ungefär lika mycket kväve som fastgödsel. Vi bedömer att kletgödselns kväveeffekt ligger mittemellan fast- och flytgödsel. Torvinblandning minskar ammoniakavgången från både stall och lager och kan förbättra gödselns kväveeffekt ytterligare.

Förlusterna och därmed också kväveeffekten av höstspridd stallgödsel, påverkas av nederbörd, temperatur, jordart, geografiskt läge och om marken är bevuxen under höst och vinter. Störst risk för utlakningsförluster är det på lätta jordar i varmt, nederbördsrikt klimat. På lerjordar kan gasformiga kväveförluster via denitrifikation vara betydande. Om du vill räkna på stallgödselns kväveeffekt vid olika spridningstidpunkter kan du använda beräkningsverktyget "Stallgödselkalkylen". Den finns på Greppa Näringsens webbplats greppa.nu eller som en del i beräkningsverktyget Vera.

3.2.3.3 Sprid vid rätt tidpunkt och bruka ner gödseln snabbt

Sprider du stallgödseln vid mulet, svalt och fuktigt väder och brukar ner gödseln snabbt kan du hålla ammoniakförlusterna på en rimlig nivå. Spridning i lämpligt väder och snabb nedbrukning är helt avgörande för att du ska 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, blåsig och varmt väder.

Om du sprider stallgödsel när marken är frusen kan kväveförlusterna via ammoniakavgång öka på grund av att gödseln inte kommer i tillräckligt god kontakt med markpartiklarna. Frusen mark innebär också större risk för fosforförluster via ytavrinning i samband med regn eller snabb snösmältning. För att undvika att stallgödsel rinner av på markytan ska du inte sprida på frusen eller snötäckt mark eller där det är risk för ytavrinning eller stående vatten på fältet.

Om du brukar ner gödseln i nära anslutning till spridningen kan förlusterna 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 efter spridningsförluster i flytgödsel från svin antas ha lika stor effekt som mineralgödselkväve medan ammoniumkvävet i nötflytgödseln antas ha 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.

Om du använder ytmyllningsaggregat för att sprida stallgödsel på vall så får du både lägre kväveförluster via ammoniakavgång och bättre foderhygien. Läs mer i [kapitel 4](#).

Kväve från stallgödsel frigörs under hela säsongen, även efter att kväveupptaget i många grödor har upphört. Då finns risk för att kvävet utlakas under höst och vinter. Störst risk är det om du sprider djupströgödsel på våren eller senare under växtsäsongen. I sådana fall är det bra om du sår in vall eller en fånggröda vilket gör att du minskar risken för utlakningsförluster under hösten och vintern efter huvudgrödan. I [bilaga 2](#) och [3](#) hittar du ett schema över vid vilka tidpunkter och till vilka grödor du bäst sprider din stallgödsel beroende på gödselslag. [Bilaga 2](#) hanterar sand- och mojordar och [bilaga 3](#) lerjordar.

3.2.3.4 God effekt av fosfor och kalium i stallgödsel

Andelen oorganisk fosfor är cirka 90 % i flytgödsel och 50–80 % i fastgödsel. På lång sikt är fosfor i stallgödsel lika tillgänglig som i mineralgödsel, men på kort sikt brukar man räkna med att fosforeffekten är 60–70 % jämfört med mineralgödsel. Kalium i stallgödsel förekommer främst i oorganisk form 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 ovanligt. Varierande ts-halt, foderstater och halter av fosfor och kalium i fodermedlen är de främsta orsakerna.



Bandspridning i växande gröda ger högre kväveeffekt än bredspridning. När gödseln läggs i strängar på marken och inte på bladverket blir ammoniakavgången lägre och gödseln tränger lättare ner i marken. **Foto:** Jens Blomquist

3.2.3.5 Räkna med övriga växtnäringsämnen också

Förutom kväve, fosfor och kalium innehåller stallgödseln även kalcium, magnesium, svavel och mikronäringsämnen. I [tabell 7](#) kan du se ungefär hur mycket av dessa ämnen stallgödseln innehåller. Värdena är i huvudsak hämtade från Naturvårdsverkets rapport 4974 (Steineck m.fl., 1999) och JTI-rapport Lantbruk & industri 349 (Salomon m.fl., 2006), men är omräknat enligt angivna ts-halter.

Näringsinnehållet i foderstaten och hur djurproduktionen bedrivs styr hur mycket växtnäring stallgödseln innehåller. En effektiv produktion där foder och andra insatsmedel utnyttjas väl ger mindre näring kvar i gödseln eftersom en större andel hamnar i produkterna som säljs (mjölk, kött, ägg, livdjur etc.). Fodertillsatser, till exempel zink (Zn), påverkar gödselns innehåll av mikronäringsämnen och tungmetaller. Foder som odlats på jord med lågt innehåll av mikronäringsämnen ger mikronäringsfattig gödsel.

Stallgödsel innehåller en del svavel, men andelen växttillgängligt svavel är liten eftersom det mesta är bundet i organisk form. På sikt kan du räkna med att svavel och kväve mineraliseras från stallgödseln i förhållandet 1:10, vilket är rätt proportioner för de flesta grödor utom de mest svavelkrävande grödorna som till exempel oljeväxter (läs mer i [kapitel 8.3.1](#)).

Tabell 7. Riktvärden för innehåll av övriga växtnäringsämnen i stallgödsel. Värdena avser gödsel från konventionell djurhållning. Stallgödsel från eko- logisk nötkreaturshållning innehåller ofta något mer kalcium men mindre svavel, magnesium, koppar och mangan.

Växtnäringsämne	Näringsinnehåll i stallgödsel (kg/10 ton)			
	Nöt		Svin	
	Fastgödsel 18 % ts	Flytgödsel 9 % ts	Fastgödsel 24 % ts	Flytgödsel 8 % ts
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

3.2.3.6 Ta hänsyn till stallgödselns långtidseffekt

Stallgödseln innehåller mullämnen som bidrar till att bygga upp markens struktur och bördighet. Det organiskt bundna kvävet mineraliseras och frigörs successivt innan det utnyttjas av växterna. Det mer svårnedbrytbara bidrar till att bygga upp markens mullhalt och har en långsam verkan som varar i flera år. Vi räknar med att markens kväveleverans ökar med cirka 10 kg kväve per hektar och år genom den långsiktiga stallgödseffekten. Förutsättningen är regelbunden tillförsel av stallgödsel motsvarande ett ton torrsbstans per hektar och år i minst 30 år. Efter cirka 10 års regelbunden tillförsel av samma mängd stallgödsel kan du räkna med att kväveleveransen ökar med 5 kg per hektar och år. Det går också att beräkna långsiktig kväveeffekt utifrån hur många djur som funnits på gården under de senaste 30 åren, se [tabell 8](#).

Tabell 8. Långsiktig kväveeffekt efter minst 30 års djurhållning med angivet djurantal. Värdena gäller i all växtodling förutom vall. I kväve-rekommendationerna till vall ingår redan en långsiktig kväveeffekt motsvarande 20 kg per hektar och år.

Antal djur per hektar (motsvarar 1 djurenhet)	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 sugor i produktion	18
100 värphöns	10
200 slaktkycklingar	10

Ska du ta hänsyn till den långsiktiga stallgödseffekten bör du justera givan i alla grödor utom vall när du ska räkna ut grödornas kvävebehov enligt [bilaga 1](#). För vall tar vi hänsyn till den långsiktiga stallgödseffekten med 20 kg kväve per hektar i rekommendationerna, se [tabell 16](#). Anledningen till detta är att vallodling utan stallgödsel är ovanligt och de flesta vallgödslingsförsöken har legat på platser med regelbunden stallgödsetillförsel. Vid lägre eller högre djurtäthet än en djurenhet per hektar gör du ett tillägg eller avdrag i rekommendationen i vall enligt [tabell 8](#). En djurenhet per hektar motsvarar 1 mjölkko, 6 kalvar eller 3 övriga nötkreatur per hektar. Om det tidigare bara varit 0,5 djurenheter per hektar ska du alltså höja kvävegivan till vall med 10 kg kväve per hektar jämfört med vad som anges i [tabell 16](#).

3.2.3.7 Anpassa givan till grödans behov

Stora stallgödselgivor innebär ökad risk för förluster och sämre växtnäring-utnyttjande. Generellt är det en god regel att tillföra måttliga givor av stallgödsel oavsett tidpunkt. Du bör inte lägga mer än cirka 30 ton nötflytgödsel, 25 ton svinflytgödsel eller 20 ton urin per hektar vid vårspridning. Om du sprider i växande vall är det särskilt viktigt att hålla nere givorna med tanke på foderhygien. Vid höstspridning bör du minska givan med 5–10 ton per hektar jämfört med vårspridning. Du bör heller inte lägga mer än 30 ton fastgödsel per hektar. Fjäderfärgödsel 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 finns 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. Använd markkartan som ett hjälpmedel för att se fosforbehovet. I dag finns teknik för att skapa tilldelningsfiler och styra stallgödselgivan inom fält efter till exempel markens fosforklass.

3.2.4 Regler för spridning av stallgödsel

Skriften Gödsel och miljö 2014 är en vägledning om regler för spridning av stallgödsel och andra organiska gödselmedel som Jordbruksverket tagit fram (Eskilsson, 2014). Du kan ladda ner den från Jordbruksverkets webbplats, jordbruksverket.se.

Regler för spridning av stallgödsel och andra organiska gödselmedel hittar du i Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljö-hänsyn i jordbruket vad avser växtnäring. En ny version av föreskriften med bland annat nya schablonvärden för stallgödsel kommer under 2021.

Här nedan sammanfattar vi några av de viktigaste reglerna för gödsel-spridning. Du kan läsa mer om vad som gäller specifikt för slam i [kapitel 3.4.2](#).

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

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 krävs att spridning har ägt rum någon gång under femårsperioden.

Du får också räkna med betesmark om det finns betesdjur på gården. Betesmarken får då räknas med i den omfattning som den bidrar till foderstaten på årsbasis. Till exempel, om 20 % av djurens årliga foderintag kommer från betet får högst 20 % av spridningsarealen utgöras av betesmark.



Karta över Sveriges nitratkänsliga områden. Grönfärgade områden är nitratkänsliga.

Källa: Jordbruksverket.

I spridningsarealen får du inte räkna in:

- mark som ligger i träda
- mark där förbud mot spridning råder eller där spridning är olämplig, till exempel närhet till ytvatten eller vattentäkt

3.2.4.2 Känsliga områden – begränsningar under höst och vinter

Enligt EU:s nitratdirektiv måste alla medlemsländer peka ut känsliga områden. En översiktlig karta över nitratkänsliga områden i Sverige ser du i bild till vänster. Mer exakt vilka områden som ingår kan du se i bilaga 1–3 i föreskriften SJVFS 2004:62. Vart fjärde år ser Jordbruksverket över vilka områden som ska ingå. Gränserna för de känsliga områdena justerades något i den version av föreskrifterna som trädde i kraft den 1 april 2016. Här nedan kan du se en kort sammanfattning av de viktigaste reglerna som gäller i känsliga områden. Det är vissa regler som endast gäller inom känsliga områden i Blekinge, Skåne och Halland.

I alla känsliga områden gäller

- Gödsel får inte spridas närmare än två meter från fältkant som gränsar till vattendrag eller sjö*.
- Gödsel får inte spridas på jordbruksmark som gränsar till vattendrag eller sjö och där markens lutning mot vattnet överskrider 10 %*.
- Generellt spridningsförbud för gödselmedel 1 november–28 februari*.
- Förbud mot att sprida gödselmedel på vattenmättad, snötäckt eller frusen mark*.
- Kvävetillförseln via stallgödsel och andra organiska gödselmedel får inte överstiga 170 kg totalkväve per hektar och år, räknat som ett genomsnitt på hela spridningsarealen det aktuella året.

- Max 60 kg lättillgängligt kväve per hektar får tillföras inför sådd av höstoljeväxter*.
- Max 40 kg lättillgängligt kväve per hektar får tillföras inför sådd av övriga höstgrödor*.

* Gäller stallgödsel, andra organiska gödselmedel och mineralgödsel.

I känsliga områden utanför Blekinge, Skåne och Halland gäller dessutom

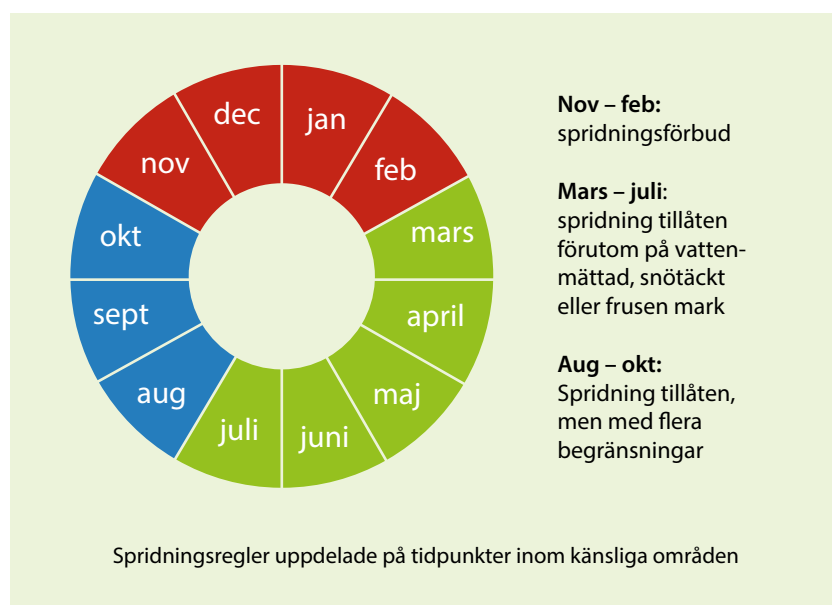
- 1 augusti–31 oktober: Stallgödsel och andra organiska gödselmedel får endast spridas i växande gröda eller inför höstsådd.
- 1–31 oktober: Fastgödsel (med undantag för fjäderfägödsel) får även spridas på obevuxen mark utan krav på höstsådd.
- 1–31 oktober: Stallgödsel som sprids på obevuxen mark ska brukas ner inom 12 timmar.

I känsliga områden i Blekinge, Skåne och Hallands län gäller i stället

- 1 augusti–31 oktober: Stallgödsel och andra organiska gödselmedel får endast spridas i växande gröda eller inför sådd av höstoljeväxter. Om markens lerhalt överstiger 15 % får spridning även ske inför höstsådd av annan gröda än oljeväxter.
- 1–31 oktober: Fastgödsel (med undantag för fjäderfägödsel) får även spridas på obevuxen mark utan krav på höstsådd.
- Vid spridning på obevuxen mark ska gödseln brukas ned inom 4 timmar oavsett gödselslag och spridningstidpunkt.

I hela Blekinge, Skåne och Hallands län gäller

- Spridning av flytgödsel i växande gröda ska göras med bandspridningsteknik, myllningsaggregat, teknik som innebär utspädning före spridning eller teknik som innebär att spridningen följs av bevattning.



3.2.4.3 Utanför känsliga områden – bruka ned gödseln inom 12 timmar på senhöst eller vinter

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 menar vi rötrest från biogasanläggningar. Det man matar anläggningen med, substraten varierar men ofta är det en blandning av olika organiska restprodukter som till exempel stallgödsel, matrester från hushåll och restauranger, restprodukter från livsmedelsindustrin och ensilerade växtprodukter. I biogasanläggningen omvandlas delar av det organiska materialet till gas (främst metan, koldioxid och vattenånga). Växtnäringen (N, P, K, S och mikronäringsämnen) passerar däremot anläggningen i stort sett utan förluster och finns alltså kvar i biogödseln.

Under rötningen i biogasanläggningen avgår kol i gasform främst som metan och koldioxid. Då minskar mängden kol i biogödseln och kol/kväve-kvoten (C/N) sjunker jämfört med den i de ingående råvarorna. Samtidigt mineraliseras en del av det organiskt bundna kvävet och blir mer tillgängligt. Därför kan du förvänta dig en snabbare kväveeffekt från biogödsel än vad du hade fått om du hade spridit de restprodukter som förs in i biogasanläggningen direkt. Andelen ammoniumkväve brukar vanligtvis vara cirka 10 procentenheter högre i rötad stallgödsel än i öröad.

Ofta brukar leverantören tillhandahålla analysvärden som visar hur mycket växtnäring och andra ämnen biogödseln innehåller. Om du lagrar biogödseln på gården utan täckning kan det vara bra att göra en ny analys av ammoniumkväve inför spridning.

Då biogödseln innehåller en större andel ammoniumkväve och har högre pH-värde än obehandlad stallgödsel ökar risken för ammoniakavgång vid lagring och spridning. Därför är det extra viktigt att du täcker rötrestbehållaren och använder spridningsteknik som minskar ammoniakavgången, till exempel bandspridning med släpslang i växande gröda, ytmyllning eller snabb nedbrukning.

Biogödsel som är certifierad enligt Avfall Sveriges certifiering SPCR 120 är godkänd av flertalet branschföreningar och många uppköpare. Håll dig uppdaterad och kontrollera alltid uppköparens krav innan du tar emot och sprider biogödsel.



Du får oftast en snabbare kväveeffekt av biogödsel än av öröad stallgödsel eller annan organisk gödsel eftersom en del av det organiskt bundna kvävet mineraliseras under röttningsprocessen. **Foto:** Mårten Svensson

3.4 Avloppsslam

Avloppsslam påminner i flera avseenden om stallgödsel. Slammet innehåller dock inte lika mycket ammoniumkväve och kalium eftersom dessa ämnen i stor utsträckning lämnar reningsverken med utgående vatten. En hel del kväve avgår också i gasform i samband med kvävereningen. Trots det kan du räkna med en viss kväveeffekt av slam. Fosforinnehållet är högt eftersom en stor del av fosfor i avloppsvattnet fälls ut och hamnar i slammet. Fosfor är dock inte lika lättillgänglig som i mineralgödsel eftersom fällningskemikalierna som används i reningsverken skapar svårslösliga fosforföreningar.

3.4.1 Begär en varudeklaration för slammet

Det är bra om du ber om en varudeklaration som anger hur mycket växtnäring slammet innehåller och att det innehåller tillräckligt låga halter av tungmetaller och svårnedbrytbara organiska ämnen. Via certifieringssystemet Revaq (Renare vatten – bättre kretslopp) arbetar branschen kontinuerligt med att förbättra kvaliteten på slammet, bland annat genom att minska tillförseln av metaller och andra farliga ämnen uppströms reningsverken. Målet är att skapa en hållbar återföring av växtnäring samt hantera riskerna på vägen dit. Mer information om Revaq och vad certifieringen innebär hittar du på Svenskt Vattens webbplats svensktvatten.se.

3.4.2 Regler för spridning av slam – begränsad tillförsel av fosfor och metaller

Regler för spridning av slam finns både i Jordbruksverkets och i Naturvårdsverkets föreskrifter. I Jordbruksverkets föreskrift SJVFS 2004:62 jämföras avloppsslam med stallgödsel när det gäller spridning, med undantag för kravet på nedbrukning inom 4 timmar i södra Sverige och begränsningen på max 170 kg totalkväve per hektar och år i känsliga områden (se [avsnitt 3.2.4](#)).

Du får inte använda avloppsslam på betesmark, inte heller på åkermark du ska använda för bete eller där du ska skörda vallfodergrödor inom tio månader räknat från slamspridningstillfället. Du får inte heller sprida slam på mark där du odlar eller ska odla bär, potatis, rotfrukter, grönsaker eller frukt (gäller inte frukt på träd) som ska skördas inom tio månader. Det gäller också produkter som normalt är i direkt kontakt med jorden och normalt konsumeras råa, under tio månader före skörden enligt Naturvårdsverkets föreskrift SNFS 1994:2.

Du måste anpassa mängden slam efter markens fosfortillstånd och tungmetallinnehåll samt slammet innehåll av totalfosfor, ammoniumkväve och tungmetaller enligt Naturvårdsverkets föreskrifter (SNFS 1994:2). 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.

Tänk på att du även måste följa Jordbruksverkets föreskrifter om organiska gödselmedel, SJVFS 2004:62. Stallgödsel och andra organiska gödselmedel får inte spridas i större mängd än vad som motsvarar 22 kg totalfosfor per hektar 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 ett visst år om du sprider mindre på en annan del eller ett annat år så att medeltalet blir högst 22 kg fosfor per hektar och år.

räknat på en löpande femårsperiod. För att marken ska få räknas som spridningsareal måste spridning ha ägt rum någon gång under femårsperioden. Denna bestämmelse gäller i hela landet.

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 ännu mer i jordar där de redan är höga får avloppsslam inte spridas alls på åkermark med metallhalter över en viss nivå enligt Naturvårdsverkets föreskrifter. Det finns även gränsvärden för hur stor mängd metaller som får tillföras på marker där spridning är tillåtet, se [tabell 10](#).

Tabell 10. Högsta tillåtna metallhalter i åkermark och maximal tillförsel av metaller vid användning av avloppsslam enligt Naturvårdsverkets föreskrifter SNFS 1994:2.

Metall	Gränsvärden för metallhalter 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
Kviksilver (Hg)	0,3	1,5
Nickel (Ni)	30	25
Zink (Zn)	100	600

^{a)} Större mängder kan godtas om den aktuella åkermarken behöver koppartillskott.

I juli 2018 tillsatte regeringen en utredning som skulle föreslå hur ett krav på utvinning av fosfor ur avloppsslam och ett förbud mot att sprida avloppsslam bör utformas. Utredningen med remissvar finns på regeringens webbplats, [regeringen.se](#). Under 2012–2013 genomförde Naturvårdsverket ett arbete om hållbar återföring av fosfor från avloppsslam och andra fosforhaltiga restprodukter till exempel biogödsel och kompost på uppdrag från regeringen. I Naturvårdsverkets rapport 6580, Hållbar återföring av fosfor (Naturvårdsverket, 2013), kan du läsa mer om återföring av fosfor och om olika fosforresurser och deras innehåll av oönskade ämnen.

För närvarande är det möjligt att sälja slamgödselad spannmål inom ordinarie handel, men inte i alla kvalitetssegment. Förutsättningen är att slammet uppfyller kraven i branschorganisationen Svenskt Vattens certifieringssystem, Revaq. Innan du bestämmer dig för att ta emot slam bör du ta reda på om det finns särskilda villkor för slamanvändning i dina odlingskontrakt eller leveransvillkor. En del livsmedelsföretag vill inte köpa grödor som odlats på slamgödselad mark. Avloppsslam är heller inte tillåtet att använda i ekologisk odling. Certifieringssystemet Revaq har regler som även berör spridning av slam. Uppdatera dig med aktuella certifieringsregler inför varje spridningstillfälle.

3.5 Gödselmedel för ekologisk odling

Inom ekologisk odling är det viktigt att ha en varierad växtföljd och att behålla eller höja markens bördighet och biologiska mångfald genom att

- odla baljväxtrika vallar, trindsäd och gröngödslingsgrödor
- odla växter med djupt rotsystem
- bruka ner organiskt material
- använda stallgödsel och andra biprodukter

Stallgödsel, biprodukter och annat organiskt material ska i första hand komma från ekologisk produktion. Vissa typer av stallgödsel och biprodukter från konventionell produktion får också användas om de uppfyller fastställda krav.

3.5.1 Vilka gödselmedel är tillåtna i ekologisk odling?

EU:s och KRAV:s regler styr vilka gödselmedel du får använda i ekologisk odling. Grundprincipen är att allt som inte uttryckligen är tillåtet att använda enligt reglerna, är förbjudet. KRAV:s regler är i hög grad anpassade till EU:s regler, men KRAV har ytterligare några regler utöver EU:s regler. Du kan läsa mer om EU:s regler på Jordbruksverkets webbplats, jordbruksverket.se. Information om KRAV:s regler finns på KRAV:s webbplats, krav.se.

EU:s regler för ekologisk produktion förordar framför allt stallgödsel från ekologisk djurhållning, men du får använda stallgödsel från några typer av konventionell djurhållning. Dock är det inte tillåtet att använda stallgödsel från ett antal former av mer intensiv konventionell djurhållning, till exempel från specialiserad produktion av nötkreatur i spaltgolvsboxar och från vissa typer av produktion av slaktsvin och fjäderfä. Det är sedan 2014 även tillåtet att använda biogödsel från biogasproduktion där viss typ av slakteriavfall används i rötningen. Biogasanläggningen ska då vara KRAV-certifierad eller tillåtet-bedömd. Du hittar en lista på aktuella anläggningar på LRF:s webbplats lrf.se. Om rötresten kommer från animaliska råvaror får den inte spridas på någon ätlig del av grödan.

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, till exempel kycklinggödsel, vinass, köttmjöl, benmjöl, blodmjöl eller andra biprodukter från livsmedelsindustrin. Vissa oorganiska gödselmedel är också tillåtna enligt EU:s regler till exempel kaliumråsalt, kaliumsulfat framställt av kaliumråsalt genom fysikalisk extraktion, och kalimagnesia. Naturligt förekommande magnesiumsulfat (kieserit) är också tillåtet. Kontakta ditt kontrollorgan för mer information om vilka gödselmedel du får använda.

Om du använder produkter med hygieniserade slaktrester som blod eller benmjöl, ofta komponenter i olika ekopellets, behöver du anmäla detta till Jordbruksverket. Blanketten för anmälan av spridning av animaliska biprodukter hittar du i Jordbruksverkets webbutik, blankett D192, webbutiken.jordbruksverket.se/.

3.5.2 Kombiså eller bruka ner organiska gödselmedel

Fasta, organiska gödselmedel är ofta pelleterade men kan också säljas i mjölform, som granulat eller minigranulat. Växtnäringsinnehåll och kemisk sammansättning varierar beroende på vilka råvaror som ingår. Växtnäringsinnehållet ligger ofta lägre än i mineralgödsel men högre än i stallgödsel. Det är vanligt med givor mellan 500 och 1000 kg per hektar. Välj en spridningsteknik som passar gödselslaget och den giva du har tänkt sprida. Du får bäst effekt av både fasta och flytande organiska gödselmedel om du myllar eller brukar ner dem. Pelleterade produkter kan kombisås eller bredspridas med mineralgödselspridare. Om du kombisår får du som regel ett bättre kväveutnyttjande samtidigt som du undviker problem med fåglar som kan äta betydande mängder gödselpellets. Nyare försök visar att du får ett bättre kväveutnyttjande av pelletsen på lerjordar om du myllar ner den 4–6 cm. På lättare jordar visar försöken en tendens till högre skörd vid myllning. I praktiken tillämpas ofta ännu djupare myllning, ner till 7–8 cm, särskilt på tyngre lerjordar (Ekologisk försöksrapport 2019).

Flytande produkter som till exempel vinass, fruktsaft från stärkelseindustrin och biogödsel kan du med fördel mylla ned i samband med radhackning. Andra alternativ är bredspridning och nedbrukning före sådd eller bandspridning med släpslangsramp i växande gröda.



Du får bäst effekt av både fasta och flytande organiska gödselmedel om du myllar eller brukar ner dem. **Foto:** Henrik Andersson

3.5.3 Kol/kvävekvoten visar hur mycket kväve som blir tillgängligt

Hur snabbt kvävet i organiska gödselmedel blir tillgängligt för växterna varierar mellan olika gödselmedel och påverkas bland annat av gödselmedlets kol/ kvävekvot. Men det påverkas också av spridningstidpunkt, spridningsteknik, nedmyllning samt markens fuktighet och temperatur.

Effekten av kväve under spridningsåret kan anges i förhållande till kväveeffekten hos mineralgödsel. Mineralgödselns effekt sätts till 100 % och effekten av de organiska gödselmedlen anges i relation till detta. Det värde du får fram kallas mineralgödselvärdet och beskriver hur stor andel av total-

kvävet 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 var 50–80 % för vinass och 60–80 % för biogödsel. För stallgödsel, förutom fjäderfägödsel, var mineralgödselvärdet ungefär lika stort som andelen ammoniumkväve vid spridning. För nötflytgödsel blev till exempel 30–50 % av kvävet tillgängligt under spridningsåret (Delin & Engström, 2014).

Med hjälp av kol/kväveknoten (C/N-kvoten) kan du få en uppfattning om hur stor andel av kvävet som kan bli tillgänglig för grödan. Generellt sett blir större andel kväve snabbt tillgängligt om C/N-kvoten är låg. 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 och blodmjöl, kan du räkna med att 60–80 % av kvävet frigörs första året.
- För pelleterade köttmjölsprodukter med C/N-kvot 45 frigörs 50–90 % av kvävet.
- Hästgödsel och vissa kompostmaterial med höga 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 året efter spridning. Effekten kan då vara 0–20 % av den mängd kväve som tillförts första året (Delin & Engström, 2014). De två–tre följande åren är efterverkan ofta kring 3–5 %.

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 hektar och år under en femårsperiod.

4 Spridningsteknik

4.1 Teknik för spridning av mineralgödsel och organiska gödselmedel

Det finns fyra olika tekniker för att sprida mineralgödsel. Är gödseln i fast form (granulerad, prillad eller kornad) kan den bredspridas med centrifugal- eller rampspridare eller myllas med kombisåmaskin i samband med sådd. Är den i flytande form kan spridningen ske med hjälp av växtskyddssprutan.

Fasta, organiska gödselmedel är ofta pelleterade men kan också säljas i mjölform, som granulat eller minigranulat. Växtnäringsinnehållet ligger ofta lägre än i mineralgödsel men högre än i stallgödsel. Det är vanligt med givor mellan 500 och 1000 kg per hektar. Välj en spridningsteknik som passar gödselslaget och den giva du har tänkt sprida.

Vid bredspridning har centrifugalspridaren en fördel med en hög kapacitet till en lägre investeringskostnad än rampspridaren. Rampspridaren ger dock full giva ända ut till fältkant samtidigt som den är mindre vindkänslig.

För att få ett bra spridningsresultat krävs dock att gödselmedlet uppfyller kraven för fysikaliska egenskaper. För en centrifugalspridare med 24 m arbetsbredd ska gödselkornen ha en tryckhållfastighet på minst 3 kg och medelkornstorleken ska ligga över 2 mm. Rampspridare och kombisåmaskiner med valsutmatning är mindre känsliga för hårdhet och kornstorlek, men dammig och fuktig gödsel bildar klumpar och beläggningar på utmatningsvalsar vilket kan påverka både utmatning och spridningsbild.

Centrifugalspridaren kan förses med lastceller för att underlätta kalibrering och styrning av givan. Den stora nackdelen är dock spridning intill fältkanter. Den tekniska utmaningen är att begränsa kastlängden mot fältkant samtidigt som givan inåt fältet inte blir för hög. Några lösningar på marknaden är led-skenor, justering av varvtal samt förflyttning av nedsläppspunkt på tallriken.

Kastlängden ut mot fältkanten begränsas, men det gäller också att spridningsbilden in mot fältet blir acceptabel. Kastlängden ut mot fältkant kan i regel ställas in i två lägen:

- Miljöoptimerad
- Skördeoptimerad

Den miljöoptimerade inställningen används exempelvis intill en kant där ingen gödsel får spridas utanför fältkanten. Enligt Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS 2020:2) om hänsyn till natur- och kulturvärden i jordbruket får mineralgödsel, stallgödsel samt slam eller andra organiska gödselmedel inte spridas på åkermark så att de hamnar utanför åkern. I den skördeoptimerade lösningen sprids mer av granulatet intill fältkanten och mängden som hamnar utanför fältkanten ökar i regel med någon procent. Inställningen används när man kan acceptera att gödsel hamnar utanför fältkanten, exempelvis på ett närliggande skifte.

4.1.1 Testa din spridare

En annan förutsättning för att nå ett bra spridningsresultat är att spridaren är korrekt inställd. Instruktionsboken ger bra grundförutsättningar, men slitage och variationer i gödselmedlens egenskaper påverkar också spridningsresultatet. Att testa spridaren i fält är den bästa lösningen för att få ett bra spridningsresultat. Ett test med spridarbackar ger en snabb uppfattning om resultatet. Dessa kan köpas från flera leverantörer och vissa organisationer tillhandahåller dem för utlåning. Är du Greppa-medlem så finns möjligheten att genomföra modul 16B (Test av mineralgödselspridare) under förutsättning att den är upphandlad i ditt län.

Tabell 11. Bedömning av spridningsjämnhet. En variationskoefficient på upp till 15 % accepteras i fält.

Variationskoefficient	Bedömning
0–5 %	Mycket bra
5–10 %	Bra
10–15 %	Tillfredsställande
15–20 %	Ej tillfredsställande
> 20 %	Dålig



I Greppa Näringen finns möjligheten att genomföra test av mineralgödselspridare. **Foto:** Christer Johansson

4.2 Teknik för spridning av stallgödsel

4.2.1 Flytgödsel och urin

Tankvagn är den vanligaste tekniken för transport och spridning av flytgödsel och urin. Samma teknik används också vid spridning av andra flytande organiska gödselmedel, t.ex. rötrest från biogasframställning och vinass. På moderna tankvagnar är centrifugalpumpen ofta tillräckligt dimensionerad för att flödet ska kunna hållas konstant med flödesreglering. Flödet delas då mellan spridning och retur till tanken. Nyttillverkade tankvagnar finns i storlekar från 12 m³ till över 25 m³ och trenden har gått mot allt större vagnar för ökad transportkapacitet. Problemet är dock de stora totalvikterna. De stora vagnarna kan väga 30 ton vilket innebär en stor risk för markpackning och körsador. För att minska dessa risker blir det allt vanligare med 24 m arbetsbredd, vilket minskar antalet körspår.

En annan lösning för att behålla en hög spridningskapacitet är pumpning av gödsel. Ett flertal tillverkare marknadsför matarslangsystem där gödseln pumpas från en gödselbehållare eller ett mellanlager vid fältkanten. Med ett mellanlager vid fältkanten kan du få hög spridningskapacitet även med en mindre tankvagn. Transporten mellan gård och mellanlager kan då skötas med en större tankvagn eller med lastbil. Mellanlagret kan utgöras av till exempel en växelflakscontainer eller en begagnad tank från en lastbil. I ett system för spridning med matarslang pumpas gödseln från lagringsbehållaren eller ett mellanlager via en matarslang till en traktorburen spridarramp eller myllningsaggregat. System med matarslang är fortfarande ovanliga, men intresset har ökat på senare tid. Tekniken gör det möjligt att i högre grad styra flytgödselspridningen till de tillfällen då du får bäst växtnäringseffekt.



Med matarslangsystem går det att minska på markpackningen jämfört med att köra med en tankvagn. **Foto:** Håkan Alfredsson

4.2.1.1 Myllning minskar kväveförlusterna via ammoniakavgång

Principiellt skiljer man mellan bredspridning där gödsels sprids över hela markytan, bandspridning där den läggs i strängar eller band på marken och myllning där den placeras nere i marken.

Den enklaste och billigaste tekniken är bredspridning över hela markytan. Den vertikala spridarplattan är vanligast. Den riktar gödseln nedåt och utåt sidorna och påverkas därför mindre av vinden. Fördelarna med bredspridning är framför allt att tekniken är relativt billig och okomplicerad. Nackdelarna är att avgången av både lukt och ammoniak kan bli stor. Den exponerade gödselytan blir stor, särskilt vid spridning på vall, stubb eller i växande stråsäd. Vid spridning på vall är risken också stor att gödsel följer med vid skörd och ger försämrad kvalitet på ensilaget.

Med släpslang/släpfotsramp bandsprider man gödseln i strängar på markytan. Fördelarna jämfört med bredspridning är framför allt lägre ammoniak- och luktagång och minskad nedsmutsning av grödan vid spridning i växande stråsäd och vall. Bandspridning ger dessutom en bestämd arbetsbredd och bättre spridningsjämnhet i sidled. En nackdel kan vara att tekniken är mer känslig för störningar än spridarplattan som används vid bredspridning, till exempel föroreningar i gödseln. Rampens fasta arbetsbredd gör att man kan använda fasta körspår, vilket minskar körskadorna. Bandspridning ger lägre ammoniakförluster än bredspridning i växande gröda och på stubb. Det beror på att ytan som täcks av gödsel och som ammoniak kan avgå från blir mindre.



Med släpfot får man en bättre markkontakt. **Foto:** Johan Malgeryd

Släpfoten ger bättre markkontakt än släpslangen. Den har till skillnad från släpslangen en fjädrande upphängning och söker sig fram längs markytan. Vid spridning i växande gröda och på vall viker släpfoten undan strån och växtdelar och gödseln placeras i strängar under vegetationen med god markkontakt. Om jorden är lucker, till exempel vid spridning i växande stråsäd eller på öppen jord placeras gödseln till och med under markytan. Vid sådana förhållanden blir ammoniakavgången nästan lika låg som vid spridning med myllningsaggregat. Vid spridning på vall däremot blir ammoniakavgången ungefär densamma som vid spridning med släpslangsramp. Teknikens fördelar jämfört med myllningsaggregat är lägre dragkraftsbehov, större arbetsbredd och mindre vikt.

Vid ytmyllning av flytgödsel i stubb eller på bearbetad jord, så kallad svartjordsmyllning, kan relativt enkla och billiga myllare användas. Vanligast är kultivatoraggregat. Principen är densamma som för en vanlig kultivator, men till varje kultivatorpinne är en gödselslang kopplad. För ytmyllning av flytgödsel i vall och växande stråsäd används skivbillsaggregat. Aggregat med två vinkelställda skivor har visat sig fungera bäst under hårda markförhållanden (Rodhe, L. 2003.). Jämfört med andra metoder ger spridning med myllningsaggregat avsevärt lägre förluster av ammoniak. Öppen ytmyllning på vall kan minska ammoniakavgången med 50 % jämfört med bandspridning. Myllningsaggregat kräver dock större dragkraftsbehov och har en begränsad arbetsbredd och högre spridningskostnad.

4.2.2 Fast- och kletgödsel

Dagens fastgödselspridare är konstruerade för att sprida olika typer av fastgödsel och andra organiska gödselmedel med olika ts-halter. De har en hydrauliskt driven bottenmatta och kan också utrustas med lastceller för enklare kalibrering och styrning. Spridare med skruvutmatning förekommer också. De är framför allt anpassade för spridning av kletgödsel. Det finns olika lösningar för sönderdelning och fördelning av stallgödseln:

- Horisontella spridarvalsar.
- Vertikala spridarvalsar.
- Roterande tallrikar.
- Tvåstegspridare med horisontella valsar samt spridartallrikar eller vingar.

I rapporter från tyska DLG (Lantbruksorganisation som bl.a. testar lantbruksmaskiner) kan man hitta testresultat från olika typer av gödselspridare, se [tabell 12](#).

Tabell 12. Exempel på spridningsresultat från DLG-tester av stallgödselspridare.

Spridartyp	Stallgödseltyp	Giva, ton/ha	Arbetsbredd, m	Variationskoefficient, %
Två stående valsar, Samson SP 12 (DLG. 2006a)	Ströbädd	10	11	14
	Ströbädd	30	13	17
	Höns gödsel	2,7	7,5	17
Tvåstegspridare, Bergman TSW 2016 S (DLG. 2006b)	Ströbädd	10	17,5	15
	Ströbädd	30	18	16
	Höns gödsel	2,7	10	17

4.3 Teknik för att styra gödselgivan

Det finns idag stora möjligheter att precisionsstyra både mineral- och stallgödsel. Genom GPS-tekniken kan centrifugalspridaren anpassa inställning av spridaren vid exempelvis kilkörning. Tekniken innebär också att till och frånslag styrs automatiskt vid vändteg för att undvika dubbelspridning. Traktormonterade sensorer kan mäta biomasseindex och därigenom direkt styra givan till en mineralgödselspridare. Via satelliter kan data erhållas och tillverka styrfiler genom exempelvis CropSAT.

Med hjälp av markkartering och lämplig programvara kan man tillverka styrfiler till både flyt- och fastgödselspridare för att styra givan vid spridning av stallgödsel efter markens fosforinnehåll. Några leverantörer kan även idag utrusta flytgödseltunnor med NIR-instrument som mäter ts-halt, totalkvävet, ammoniumkväve och K₂O-innehåll i varje lass.

5 Riktgivor och strategier för kvävegödsling

5.1 Riktgivor som utgångspunkt i planeringen



Använd riktgivorna för att planera gödslingen, men anpassa givan efter fältets förutsättningar.

Foto: Hans Jonsson

Vi har tagit fram riktgivor för kvävegödsling till spannmål, vall och oljevaxter utifrån gödslingsförsök inom den regionala försöksverksamheten och utifrån forskningsresultat. Använd riktgivorna när du planerar gödslingen inför kommande säsong. Uppskatta ungefärlig skördenivå på fältet och läs av i tabellen hur mycket kväve som behövs vid den förväntade skördenivån. Därefter anpassar du givan efter förfrukt, mineralisering mm. Förutsättningarna varierar kraftigt mellan olika fält och endast i undantagsfall kommer siffrorna i tabellerna att stämma för ett enskilt fält.

Utgå alltid från normalskörd på fältet. Du kan inte läsa tabellerna baklänges och räkna med att en högre kvävegiva automatiskt kommer att ge en högre skörd.

Rekommendationerna för vårsäd är anpassade till att gödseln radmyllas. Om du bredsprider och 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 Götaland.

Om du odlar stråsäd eller stråsäd i blandning med baljväxter som en skyddsgröda till vallinsädd kan du sänka gödslingen till skyddsgrödan med minst 20–30 kg kväve per hektar jämfört med rekommendationerna i [tabell 13](#), för att gynna vallen (läs mer i [kapitel 5.4.7](#)).

5.1.1 Anpassa till förutsättningar på gården

I riktgivorna ska du räkna in allt kväve som tillförs i lättillgänglig form med stallgödsel och mineralgödsel. Riktgivorna för spannmål och oljevaxter är anpassade efter odling på mineraljordar med spannmål som förfrukt och på gårdar utan djur. Du kan alltså behöva ändra kvävegivan om du har en annan förfrukt än spannmål eller om du har haft djur på gården under lång tid. Du kan även använda schemat i [bilaga 1](#) för att göra justeringar.

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

Under säsongen behöver du anpassa givan efter årets förutsättningar, det vill säga nederbörd, temperatur och hur grödan ser ut, men också efter övriga förhållanden på det enskilda fältet. Genom att anlägga nollrutor i fältet kan du uppskatta kväveleveransen från marken, läs mer i [kapitel 2.3.3](#). Utnyttja också din egen erfarenhet av markens mineralisering, normal proteinhalt i grödan och risk för liggsäd. Om du har möjlighet är det ofta lönsamt att variera kvävegivan inom fältet så att grödan varken får för lite eller för mycket kväve.



Vid optimal giva är kostnaden för det sista kilot kväve lika stor som värdeökningen för skördeprodukten. **Foto:** Erik Karlsson

5.1.2 Optimal kvävegiva – kostnad för kväve lika stor som värdeökning för skördeprodukt

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

Gödslingsförsök ligger ofta på platser med bra förutsättningar och höga skördenivåer vid optimal kvävegiva. Om förutsättningarna är sämre så är ofta även den optimala kvävegivan lägre. Ta hänsyn till förutsättningarna och genomsnittliga skördenivåer på det enskilda fältet när du ska bedöma lämplig giva.

5.1.3 Antagna kostnader och intäkter

Från och med 2018 räknar vi med ett femårsmedelvärde för priser på gödsel och skördeprodukter. Erfarenheten visar att priskvoten påverkar de rekommenderade kvävegivorna betydligt mindre än de biologiska faktorerna som till exempel nederbörd och mineralisering i marken. Priskvotens betydelse har ofta legat inom +/- 10 kg per hektar, medan skillnaden i optimal gödsling mellan olika försöksplatser och år kan vara +/- 85 kg per hektar för liknande skördar (se [kapitel 5.2.2](#)). Därför har vi valt att tona ner priskvotens betydelse för gödslingsnivån. Vi gör heller ingen känslighetsanalys med priskvotens betydelse för den optimala givan.

För spannmål grundar sig femårsmedelvärdet på Lantmännens priser för Pool 1 under de fem senaste åren (2015–2019). När vi beräknat optimum har vi dragit vi bort rörliga, skördeberoende kostnader från spannmålspriset. Vi har även gjort prisjusteringar utifrån proteinhalt för brödvete och malkorn. För gödsel grundar sig femårsmedelvärdet på priset för kväve, fosfor och kalium i juli inför respektive odlingssäsong (2015–2019).

Eftersom flera olika faktorer används för att beräkna optimal kvävegiva till oljeväxter så har variationer i priskvoten inte så stor betydelse för rekommendationerna. Därför används en fast priskvot på 3 för oljeväxter. Det motsvarar ett pris på 3,30 kr per kg för höstraps om kvävepriset är 10 kr per kg.

Antagna priser inför 2021. Sju tabeller med priser för gödsel, spannmål, vall, rörliga kostnader och prisjustering protein höstvete, malkorn och vårvete.

Gödsel	Pris (kr/kg)
Kväve	9,14
Fosfor	19,04
Kalium	7,53

Spannmål	Pris (kr/kg)
Höstvete (bröd)	1,47
Höstvete (foder)	1,40
Vårkorn (malt)	1,62
Vårkorn (foder)	1,31

Vall	Pris på rot (kr/kg ts)
3 skördar	0,68

Rörliga kostnader spannmål	Pris (kr/kg)
P, K	0,09
Tröskning	0,03
Torkning	0,09
Frakt	0,05
Summa (cirka)	0,25

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

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

Vårvete	
Proteinhalt (%)	Prisjustering (öre/kg)
≥ 14,0	+10
13,9	+8
13,8	+6
13,7	+4
13,6	+2
13,0–13,5	0
12,9	-2
12,8	-4
12,7	-6
12,6	-8
12,5	-10
< 12,5	Foder

Eftersom det inte finns någon reguljär marknad för vall och eftersom skörde- och lagringskostnaderna varierar kraftigt, har vi valt att uppskatta värdet för vallen på rot före skörd. Vi uppskattar att vallfoderpriset på rot motsvarar ungefär halva spannmålspriset efter att rörliga kostnader har dragits av. Fler skördar ger spädare växtmaterial och högre näringsmässig kvalitet. Därför har vi räknat med ett högre värde på vallen vid fler skördar.

5.2 Kväverekommendationer och strategier för stråsäd

5.2.1 Optimal giva utgår från de 10 senaste årens försök

För höstvet och vårkorn finns det relativt gott om försök med varierande kvävegivor, så kallade kvävestegar. Där använder vi resultat från de senaste 10 årens försök vilket ger en bild av aktuellt sortmaterial och aktuell odlings-teknik. I vissa fall har vi fått göra undantag, bland annat om det inte genom-förts tillräckligt många försök eller om försöken inte varit representativa för odlingen i området. För övriga stråsädesgrödor använder vi de försöksresultat som finns tillgängliga och gör jämförelser med höstvet och vårkorn. I gödslingsförsöken används främst mineralgödsel i form av ammoniumnitrat (NH_4NO_3).

Vi har beräknat ekonomiskt optimal kvävegiva efter hur skörd och protein-halt varierar med ökande kvävegödsling. Vi har anpassat skörd och protein-halt efter tredjegradsfunktioner och beräknat nettointäkten för olika kväve-nivåer utifrån de priser som vi har antagit. Därefter bestäms den kvävegiva som är ekonomiskt optimal för varje enskilt försök.

Vi utgår sedan från ett medelvärde för alla försök och korregerar givan till olika skördenivåer. För all 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 justerar vi ner kvävegivan med 20 kg kväve per ton skörd jämfört med de högre skördenivåerna för all typ av spannmål eftersom det förmodligen finns flera andra begränsningsfaktorer i odlingen än kväve-gödsling. Vid höga skördenivåer är korrektionsfaktorn lägre för vissa strå-sädesgrödor för att minska risken för liggsäd. Risken för liggsäd är störst i vårsäd, råg och höstkorn. I höstvet och rågvete är risken för liggsäd mindre. Riktgivorna för råg i [tabell 13](#) är anpassade för att tillväxtreglering används, medan övriga grödor är anpassade för odling utan tillväxtreglering.

Vi har delat upp rekommendationerna i tre regioner, södra Götaland (Skåne och Halland), norra Götaland och Svealand respektive Norrland eftersom områdena har olika odlingsförutsättningar och den optimala gödslingsnivån därför kan skilja mellan regionerna. Riktgivorna i [tabell 13](#) är anpassade för att uppnå önskad kvalitet, till exempel den proteinhalt som krävs för leverans som brödvete eller malkorn. Riktgivorna är avrundade till jämna femtal för att visa att det inte är några exakta siffror.

Tabell 13. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha till stråsäd 2021. Gäller för mineraljord och med förfrukt stråsäd.

Gröda	Skörd (ton/ha)								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Höstvete bröd, södra Götaland			125	145	165	185	205	225	245
Höstvete foder, södra Götaland			115	135	150	165	180	195	210
Höstvete bröd, norra Götaland & Svealand		100	120	140	160	180	200	220	240
Höstvete foder, norra Götaland & Svealand		100	120	140	155	170	185	200	215
Rågvete/höstkorn, södra Götaland			110	130	145	160	175		
Rågvete/höstkorn, norra Götaland & Svealand		95	115	135	150	165	180		
Råg, södra Götaland			95	115	130	135	140		
Råg, norra Götaland & Svealand		80	100	120	135	140	145		
Vårvete ^{a)}		125	145	165	185	205			
Korn foder, södra Götaland ^{a)}		60	80	95	110	125	140		
Korn malt, södra Götaland ^{a)}		65	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)}	45	65	85	100					
Havre, södra Götaland ^{a)}		55	75	90	105				
Havre, norra Götaland & Svealand ^{a)}	45	65	85	100	115				

^{a)} Givorna till vårsäd avser radmyllning av gödsel. Vid bredspridning öka givan med ca 5 kg N/ha i södra Sverige och med 10 kg N/ha i övriga landet.

5.2.2 Stora variationer i optimal giva

För att ge en bild av hur stor variationen i optimal giva är mellan olika försök och olika år kan vi nämna att den optimala givan för brödvete i norra Götaland och Svealand varierade mellan 99 och 272 kg per hektar för de försök som hade en skörd vid optimum på 8–9 ton per hektar, alltså +/- 85 kg per hektar jämfört med riktvärdet.

För malkorn varierade den optimala givan i försöken mellan 70 och 167 kg per hektar för olika år och olika platser i norra Götaland och Svealand vid optimumskördar på 7–8 ton per hektar. Det ger en variation på +/- 50 kg per hektar jämfört med riktvärdet. Detta visar hur viktigt det är att du anpassar givan till förutsättningarna på ditt eget fält.



Lägg ut en presenning eller stäng av gödselutmatningen några meter så får du en nollruta där du ser hur mycket kväve marken levererar. Om nollrutan är frodig och grön kan du minska gödslingen i fältet. Om nollrutan är tunn och blek medan fältet i övrigt är frodigt, kan du i stället behöva öka gödslingsnivån. **Foton:** Katarina Börling



Höstvete. **Foto:** Urban Wigert

5.2.3 Riktgivor för höstvete – anpassa efter årsmån

För höstvete utan proteinbetalning i södra Götaland har 29 försök i Skåne och Halland med stråsäd som förfrukt från åren 2010–2019 använts i beräkningarna. Beräkningar med antagna priser ger ett medelvärde på optimum för höstvete utan proteinbetalning på 190 kg kväve per hektar vid skördenivån 9 510 kg per hektar och proteinhalten 11,0 %.

För höstvete med proteinbetalning i södra Götaland har vi inte tagit med försöken med fodersorter. Försöksunderlaget består därför av 23 försök. Beräkningar med antagna priser ger ett medelvärde på optimum för höstvete med proteinbetalning på 214 kg kväve per hektar vid skördenivån 9 560 kg per hektar och proteinhalten 12,0 %.

För höstvete utan proteinbetalning i norra Götaland och i Svealand har 65 försök från åren 2010–2019 använts i beräkningarna. Beräkningar med antagna priser ger ett medelvärde på optimum för höstvete utan proteinbetalning på 193 kg kväve per hektar vid skördenivån 9 590 kg per hektar och proteinhalten 11,3 %.

För höstvete med proteinbetalning i norra Götaland och Svealand har vi inte tagit med försöken med fodersorter. Försöksunderlaget består därför av 53 försök. Beräkningar med antagna priser ger ett medelvärde på optimum för höstvete med proteinbetalning på 219 kg kväve per hektar vid skördenivån 9 880 kg per hektar och proteinhalten 12,0 %.

5.2.3.1 Anpassa gödslingen efter sort

Höstvetesorterna kan delas in i tre grupper utifrån hur kvävebehovet varierar: hög-, medel-, respektive lågproteinsorter enligt en pågående försöksserie som heter L7–150 (Hammarstedt & Nilsson, 2019).

Högproteinsorterna Praktik, Julius, Linus och Etana hade relativt höga proteinhalter vid ekonomiskt optimal gödsling, oavsett skördenivå (12–13 %). Därför lämpar sig dessa sorter för odling med krav på en viss proteinhalt, till exempel vid odling av brödvete.

Lågproteinsorterna Mariboss, Torp och Hereford hade proteinhalter på 10–11 % vid optimum. Det är svårt att höja proteinhalten i dessa sorter även om man försöker reglera med kvävegödslingen. Därför passar dessa sorter bäst för odling utan krav på proteinhalt som till exempel vid odling av foder-vete, stärkelsevete eller etanolvete.

För mellangruppen kan proteinhalten i viss mån regleras med gödslingen beroende på vad spannmålen ska användas till. I denna grupp fanns sorterna Elvis, Reform, Brons, Informer och Hallfreda. Eftersom det kan vara svårt att reglera proteinhalten med gödslingen är det viktigt att välja en sort som passar odlingsinriktningen på gården.

För Mariboss visar tidigare försök att den svarar bra skördemässigt på relativt låga kvävegivor. Därför kan du dra ner kvävegivan cirka 10–20 kg per hektar jämfört med rekommendationerna i [tabell 13](#) och ändå nå optimal kvävegiva.

5.2.4 Strategier för höstvet – välj strategi efter odlingsinriktning

Välj en gödslingsstrategi som passar inriktningen och kvalitetskraven i din odling. Det är oftast en fördel att dela upp kvävegödslingen i flera givor så att du kan anpassa gödslingen under säsongen. Det minskar risken för liggsäd och även risken för kväveförluster efter vårregn.

För att få en bra kväveeffektivitet är det viktigt med ett väl etablerat bestånd under hösten. Normalt sett är det inte lönsamt att gödsla med kväve till höstvet på hösten. Det kan ändå vara ekonomiskt och miljömässigt försvarbart att lägga en mindre mängd kväve under hösten om det ingår i ett annat gödselmedel med till exempel fosfor och kalium (Gruvaeus, 2005b). Tänk dock på att följa lagkraven för gödsling med kväve till höstsäd på hösten (se [kapitel 3](#)).

I ett bra höstvetebestånd finns det normalt sett inte heller 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.

Kvävet på våren bör läggas så att det är tillgängligt inför stråskjutningen. Om det inte finns tillräckligt med kväve för plantan inför stråskjutningen 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 baseras på att du använder gödselmedel med ammoniumnitrat eller kalksalpeter vid gödsling i växande gröda.



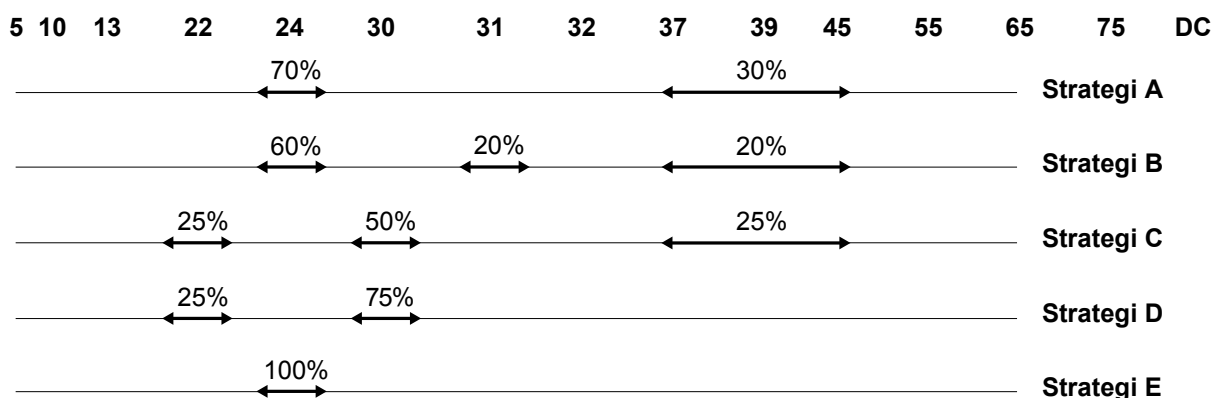
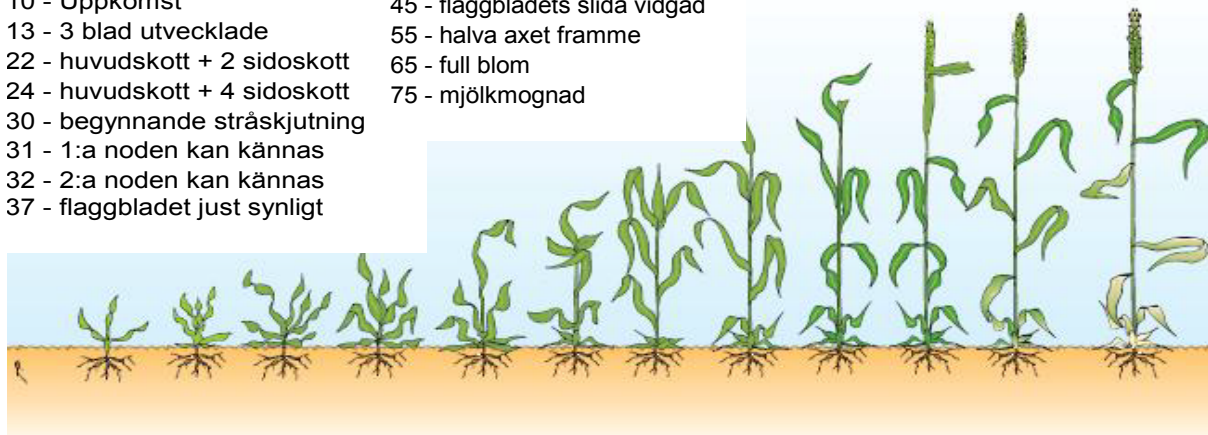
Det är oftast en fördel att dela upp gödslingen i flera kvävegivor. Välj en strategi som passar din odlingsinriktning.

Foto: Janne Andersson

Strategier för kvävegödsling till höstvet

Utvecklingsstadier för stråsäd enligt Zadoks skala (DC)

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



Bilden visar olika strategier för kvävegödsling till höstvet och ungefär hur stor andel av den totala kvävegivan som du bör ge vid olika utvecklingsstadier.

5.2.4.1 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 bör du dela upp kvävegivan i minst två givor. Vanligen delas gödslingen upp i huvudgiva och kompletteringsgiva. Grundrekommendationen är att tillföra cirka 70 % av totalmängden som huvudgiva i senare delen av bestockningsfasen och att komplettera med cirka 30 % (strategi A).

Avvakta så länge som möjligt med den sista kvävegivan. Då har du möjlighet att öka, minska eller helt avstå från ytterligare gödsling beroende på markens mineralisering och hur grödan ser ut. Fältförsök har visat att sista givan strax före axgång (i DC 45, när flaggbladets slida är vidgad) ger samma skördenivå men högre proteinhalt och tusenkornvikt jämfört med att tillföra allt kväve före stråskjutning (Nilsson, 2016). Andra fältförsök visar att det går att påverka både skörd och proteinhalt vid gödsling fram till avslutad blomning (DC 69). Men då behöver kvävet ges i form av kalksalpeter så att det är direkt växttillgängligt (Jönsson & Hansson, 2018).

Ett alternativ på fält med svag kvävetillgång i försommartorra områden är att lägga en tidig, 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 25 % av planerad totalgiva (strategi D). Resterande 75 % av kvävet läggs strax före stråskjutningen. Du har dock ingen möjlighet att årsmånsanpassa givan med denna strategi.

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

Om du förväntar dig höga skördar och det är angeläget att nå viss proteinhalt kan du dela upp givan på tre eller fyra tillfällen.

Minska huvudgivan i bestockningsfasen något jämfört med strategi A och fördela resterande kvävemängd ungefär lika mellan en giva i tidig stråskjutning och en sen kompletteringsgiva. Fördelningen kan då bli 60 % till huvudgivan, 20 % vid tidig stråskjutningsfas och 20 % kompletteringsgiva (strategi B). Precis som för en tvådelad giva är det bra att avvakta så länge som möjligt med den sista kvävegivan och anpassa den efter markens mineralisering och hur grödan ser ut. Försöksresultat visar att du kan få effekt av gödslingen ända fram till avslutad blomning (se resonemang för strategi A) (Jönsson & Hansson, 2018).

I vissa fall kan första givan behöva läggas relativt tidigt för att klara en eventuell torrperiod, precis som i strategi D. Då kan det vara lämpligt att lägga 25 % av den totala kvävegivan i bestockningsfasen och sedan 50 % strax före stråskjutning och 25 % vid en sen kompletteringsgiva (strategi C). Fördelen jämfört med strategi D är att du då kan anpassa den sista givan efter årsmånen.

5.2.4.3 Engångsgiva vid låga givor utan krav på protein

Normalt sett är det alltid en fördel att dela kvävegivan och undvika stora givor tidigt under säsongen. I försök där man jämfört engångsgiva med delad giva visar det sig att man vid måttliga kvävenivåer i allmänhet får lika hög skörd, medan proteinhalten oftast blir lägre vid engångsgivor. Men om du har måttliga skördeförväntningar, inga krav på proteinhalt och den totala givan inte är högre än 120–140 kg kväve per hektar så kan du ändå ge allt kväve som en engångsgiva (strategi E). I så fall ska du tillföra kvävet under senare delen av bestockningsfasen (DC 23–24) så att kvävet är tillgängligt under stråskjutningen.

5.2.5 Riktgivor och strategier för rågvete – dela gärna givan

Under åren 2001–2008 ingick rågvete i sort/kväveförsök i norra Götaland och Svealand tillsammans med höstvet. Även om det inte fanns några försök i södra Götaland så kan vi anta att motsvarande förhållanden gäller även där. Ekonomiskt optimal kvävegiva ligger ungefär som för fodervete men prisskillnaden mellan fodervete och rågvete gör dock att rekommendationen till rågvete är något lägre än till fodervete.

Vid höga kvävegivor bör du alltid dela gödselgivan. Du kan 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 bestockningsstadium. Vid givor upp till cirka 120 kg kväve per hektar kan du ge en engångsgiva. Lämplig tidpunkt för gödsling är då ungefär som för höstvet.



Rågvete. Foto: Lina Norrlund

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

För höstkorn har vi använt resultat från 23 kväveförsök i höstkorn i södra Sverige och i Mellansverige från 2010–2012. Kväveoptimum i försöken låg något över det för fodervete, men då vi bara har tre års försök och det dessutom finns risk för liggsäd i höstkorn har vi valt att lägga rekommendationen på samma nivå som för rågvete.

Du bör normalt dela kvävegivan till höstkorn på grund av risken för liggsäd. Tillför cirka hälften av kvävebehovet tidigt då grödan börjar växa och andra halvan då grödan är i sent bestockningsstadium.

5.2.7 Riktgivor och strategier för höstråg – något lägre givor än i höstvet



Blommande råg. Foto: Lina Norrlund

I höstråg genomfördes 12 kväveförsök i norra Götaland och i Svealand under åren 2006–2008. I försöken jämfördes led med och utan tillväxtreglering. Tillväxtregleringen ökade odlingssäkerheten och skördepotentialen i viss utsträckning. Optimal gödslingsnivå i försöken var genomgående lägre än i de flesta höstveteförsök. Det gällde både i led med och utan tillväxtreglering. Skördeökningen var måttlig för givor över 120 kg kväve per hektar.

Eftersom det finns få försök med råg i Sverige har vi även vägt in resultat av danska försök samt praktisk erfarenhet för att bestämma lämpliga riktgivor. Eftersom responsen över 120 kg kväve per hektar var liten och med tanke på risken för liggsäd justeras givorna endast upp med 5 kg kväve per ton för högre skördar än 7 ton per hektar. Utan tillväxtreglering bör du gödsla med högst cirka 100 kg kväve per hektar.

Precis som för höstkorn bör du dela kvävegivan till höstråg på grund av risken för liggsäd. Tillför cirka hälften av kvävebehovet tidigt då grödan börjar växa och resten då grödan är i sent bestockningsstadium.

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

Rekommendationerna för vårvete syftar till att nå minst 13 % proteinhalt och vi har gjort en prisjustering för proteinhalt vid beräkning av optimal giva. Riktgivorna grundar sig på ett äldre försöksmaterial tillsammans med försöksmaterialet för höstvet.

Om du ska nå tillräcklig proteinhalt i vårvete är det viktigt att dela upp kvävegivan i två eller tre givor. Dessutom krävs ofta att marken kan leverera tillräckligt med kväve, som till exempel mullrika jordar, en kväverik förfrukt eller att mycket stallgödsel har tillförts. Proteinhalterna i vårvete är även sortberoende, därför är sortvalet viktigt om du strävar efter att kunna sälja vårvetet som brödvete (Johansson, 2017).

Den första kvävegivan tillför du i anslutning till sådden. Den andra givan tillför du normalt under stråskjutningsfasen, men i försommartorra områden bör du tillföra den andra givan redan under bestockningsfasen. Du kan även tillföra en tredje giva runt axgång för att höja proteinhalten.

5.2.9 Riktgivor för vårkorn – stor variation mellan platser och år

Det finns ett relativt stort försöksmaterial i vårkorn eftersom det genomförs kväveförsök i vårkorn i stort sett varje år. Sambandet mellan optimal giva och skörd vid optimum i de olika försöken är dock svagt. Det beror bland annat på att den optimala givan styrs av hur mycket kväve marken levererar. Sambandet blir betydligt bättre om vi även tar hänsyn till hur mycket kväve nollrutan har tagit upp i varje försök. Därför är det bra om du kan lägga en nollruta för att kunna uppskatta hur mycket kväve grödan tar upp där och sedan anpassa givan i fältet efter det.

För att få rätt proteinhalt i malkorn är det viktigt att justera kvävegivan utifrån de lokala förhållandena och din egen erfarenhet. Om det är ett torrt år med lägre skördenivåer eller om du fått för höga proteinhalter de senaste åren kan du behöva minska kvävegivan jämfört med rekommendationerna. Om du ofta får för höga proteinhalter kan du undersöka möjligheten att odla malkorn för whiskeyframställning där det finns en nedre gräns men ingen övre gräns för proteinhalt.

Motsatsen gäller om det varit svårt att få tillräckligt hög proteinhalt i malkornet under de senaste åren. Då kan du behöva öka kvävegivan i förhållande till riktgivorna och tidigare års gödsling, och/eller omfördela kvävet över odlingssäsongen. En senare kvävegiva ger oftast en högre proteinhalt än en tidig giva. Vid gödslingen behöver du också ta hänsyn till att vissa malkornssorter som till exempel RGT Planet har lägre proteinhalt än andra sorter.

I södra Götaland har det varit ganska få försök i vårkorn med stråsäd som förfrukt de senaste tio åren. Vi har använt resultat från 14 försök under perioden 2010–2018 med stråsäd som förfrukt. Försöken från 2014 tas inte med då de inte var representativa för produktionen i området. För att utöka försöksmaterialet har vi även använt oss av 34 försök i norra Götaland och i Svealand. Vi har också tagit hänsyn till resultatet från 14 försök i Skåne från 2008–2011 med sockerbetor som förfrukt. Utifrån antagna priser blir optimal kvävegiva i södra Götaland för foderkorn i medeltal 116 kg kväve per hektar och skörd vid optimal giva 6 980 kg per hektar och proteinhalten 10,7 %. För malkorn blir optimal giva i medeltal 115 kg kväve per hektar och skörd vid optimal giva 6 940 kg per hektar och proteinhalten 10,7 %.

För vårkorn i norra Götaland och Svealand använde vi 34 försök från perioden 2010–2018 med stråsäd som förfrukt. Med antagna priser blir optimal giva för foderproduktion i medeltal 112 kg kväve per hektar och skörd vid optimal giva 6 630 kg per hektar och proteinhalten 10,8 %. För malkorn blir optimal giva i medeltal 113 kg kväve per hektar och skörd vid optimal giva 6 620 kg per hektar och proteinhalten 10,8 %.

5.2.10 Riktgivor för havre – något lägre givor än för foderkorn

I havre finns endast ett fåtal gödslingsförsök och de är relativt gamla. Därför bedömer vi att det är rimligt att relatera havrerekommendationen till försöksmaterialet i vårkorn. Eftersom priset för havre är något lägre än för korn ligger riktgivorna för havre som ska användas till foder, 5 kg per hektar lägre än rekommendationerna för foderkorn. Om du odlar grynshavre kan du öka kvävegivan med 5–10 kg per hektar jämfört med rekommendationerna för havre i [tabell 13](#).



Optimal giva varierar mycket mellan olika fält och olika år. Justera kvävegivan efter det enskilda fältet och årets förutsättningar.
Foto: Janne Andersson

5.2.11 Strategier för vårkorn och havre – delade givor ger möjlighet att årsmånsanpassa

Det är vanligt att gödsla med en engångsgiva till korn och havre i samband med sådd, särskilt vid foderodling. Risken är dock att en del kväve kan försvinna genom utlakning eller denitrifikation om det kommer mycket nederbörd efter sådd.

I fältförsök med malkorn har man fått ungefär samma skörd och samma proteinhalt oavsett om man har gett en engångsgiva eller om man har delat upp gödslingen. Fördelen med att dela upp givan är att du kan anpassa den andra givan efter hur grödan ser ut och hur stor mineralisering det är från marken. Därför kan det vara bra att lägga cirka 70 % av kvävebehovet vid sådd och sedan tillföra resterande 30 % i växande gröda. Andra givan bör du lägga i tidig stråskjutning (när grödan har en till två noder, DC 31–32).

Om du sprider stallgödsel till vårsäd kan du komplettera det med mineralgödsel för att nå önskad kvävenivå. Du kan till exempel grundgödsla med mineralgödsel vid sådd och sedan gödsla med flytgödsel i växande gröda (ungefär när grödan är 10–15 cm hög) med marknära spridning. Effekten av flytgödseln kan dock bli liten om det är mycket torrt vid och efter spridningstillfället, läs mer i [kapitel 3.2.3.2](#).

På lätta jordar där risken för packning inte är så stor kan du sprida stallgödsel före sådd. Då kan du komplettera med mineralgödsel före eller efter sådd.



Tidig sådd resulterar ofta i högre skörd. Då kan du behöva öka kvävegivan något. Vid sen sådd kan du minska kvävegivan.

Foto: Göran Molin

5.2.11.1 Anpassa gödselgivan efter såtidpunkten

Riktgivorna i [tabell 13](#) utgår från normal såtidpunkt. Vid tidig vårsådd utnyttjas växtsäsongen på ett bättre sätt och det ger ofta en högre skörd. Sen sådd medför som regel lägre skörd.

Anpassa skördeförväntningarna till såtidpunkten när du planerar gödslingen. Om vårsådden är tidigare eller senare än normalt, kan du antingen justera skördeförväntningarna och få en annan riktgiva eller ändra enligt tumregeln nedan.

Anpassa gödningen till vårsäd 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

5.3 Kväverekommendationer och strategier för oljeväxter

5.3.1 Höstgödsling till höstoljeväxter

Höstoljeväxter behöver ha tillgång till kväve redan på hösten för att få en bra tillväxt. Efter en spannmålsgröda behöver höstraps cirka 60 kg kväve per hektar vid sådd (Gunnarson & Nilsson, 2010). Om du har en bra förfrukt, till exempel klövervall eller ärter, eller om det finns mycket restkväve kvar i marken, kan du normalt sett dra ner på kvävegivan till höstrapsen. Enligt spridningsreglerna får du lägga maximalt 60 kg lättillgängligt kväve inför sådd av höstoljeväxter inom nitratkänsligt område.

5.3.2 Vårgödsling till höstoljeväxter – utgå från höstupptag, mineralisering och skörd

För att bestämma kvävegivan på våren till höstoljeväxter behöver du bedöma kväueupptag på hösten, mineralisering samt förväntad skörd i dina höstoljeväxtfält.

Kväueupptag på hösten kan du bestämma genom 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 instruktionsfilm finns på svenskraps.se.
- använda till exempel en traktorburen kvävesensor och köra i fältet.
- göra en uppskattning utifrån bilderna på nästa sida.

Mineraliseringen under vår/försommar bedömer du utifrån tidigare erfarenhet från fältet, vilken förfrukt det är och om du regelbundet tillför organiska gödselmedel. Du kan använda följande riktvärden:

- Låg mineralisering – 10–20 kg per hektar
- Medelhög mineralisering – cirka 30 kg per hektar
- Hög mineralisering – 40–50 kg kväve per hektar

Förväntad skörd bedömer du genom att utgå från normalskörd på fältet och hur grödan ser ut.

Ta sedan fram kvävebehovet genom att antingen titta i tabellerna [14a–14c](#) eller räkna fram det enligt [kapitel 5.3.2.2](#).

Kvävebehovet till höstoljeväxter är lägre på våren om grödan har tagit upp mycket kväve under hösten. Behovet minskar också om det är en hög mineralisering under våren/försommaren, medan behovet är högre vid hög skördenivå. Modellen som vi använder för att beräkna riktgivor är framtagen utifrån 27 försök med höstraps utförda 2011–2016 (Engström, 2015). Även om modellen är framtagen utifrån försök i höstraps kan du utgå från den även när du planerar vårgödsling till höstrybs.



Klipp en kvadratmeter höstraps på hösten och uppskatta mineralisering och skörd för att bedöma kvävegivan på våren. **Foto:** Anders Lindgren

Exempel på hur höstrapsen kan se ut under sen höst vid olika kväveupptag. Ramarna är 1 m² stora.



Höstupptag 16 kg N/ha



Höstupptag 49 kg N/ha



Höstupptag 77 kg N/ha



Höstupptag 90 kg N/ha

Foto: Lena Engström

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

I tabellerna [14a–14c](#) hittar du riktgivor utifrån tre nivåer av mineralisering under vår/försommar. Om du har ett fält som har en låg mineralisering på våren och försommaren läser du i [tabell 14a](#). Om du har ett fält med medelhög mineralisering läser du i [tabell 14b](#). Och om du har ett fält med hög mineralisering läser du i [tabell 14c](#). Riktgivorna i tabellerna är avrundade till jämna femtal. Om du har funderingar kring låga riktgivor kan du läsa mer i [kapitel 5.3.2.3](#).

Exempel om du har klippt och vägt bladmassa på hösten

Medelhög mineralisering – Gå till [tabell 14b](#).

Höstklippning gav 1,8 kg bladmassa på en kvadratmeter – Läs på raden för 1,8 kg i kolumnen Vikt bladmassa (kg/m²).

Förväntad skörd är cirka 3 500 kg – Läs i kolumnen för 3 500 kg skörd.

Resultat: Vårbehovet är cirka 90 kg kväve per hektar.

Exempel om du har mätt eller uppskattat kväveupptaget

Hög mineralisering – Gå till [tabell 14c](#).

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 – Läs på raden för 80 kg kväve per hektar i kolumnen Kväveupptag höst (kg N/ha).

Förväntad skörd är cirka 3 000 kg – Läs i kolumnen för 3 000 kg skörd.

Resultat: Vårbehovet är cirka 85 kg kväve per hektar.

Tabell 14a. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha på våren till höstoljeväxter. **Låg mineralisering** vår/försommar (15 kg N/ha)

Kväveupptag höst (kg/ha)	Vikt bladmassa (kg/m ²)	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 14b. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha på våren till höstoljeväxter. **Medelhög mineralisering** vår/försommar (30 kg N/ha)

Kväveupptag höst (kg/ha)	Vikt bladmassa (kg/m ²)	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 14c. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha på våren till höstoljeväxter. **Hög mineralisering** vår/försommar (45 kg N/ha)

Kväveupptag höst (kg/ha)	Vikt bladmassa (kg/m ²)	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

5.3.2.2 Räkna fram kvävebehovet med hjälp av Höstrapssnurran

Du kan beräkna vårkvävegivan i vår höstrapssnurra på Greppa Näringens webbplats, greppa.nu. I beräkningssnurran kan du sätta in dina värden och få ut en rekommenderad vårkvävegiva.

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

Om du har klippt och vägt bladmassa på hösten

Rekommenderad giva = $159 - (61,9 \times \text{vikt bladmassa i kg/m}^2) - (1,1 \times \text{mineralisering i kg N/ha}) + (0,021 \times \text{skörd i kg/ha})$.

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 = $159 - (61,9 \times 1,1) - (1,1 \times 15) + (0,021 \times 3\,000)$
= 137 kg kväve per hektar.

Om du har mätt eller uppskattat kväveupptaget

Rekommenderad giva = $159 - (1,1 \times \text{kväveupptag höst i kg/ha}) - (1,1 \times \text{mineralisering i kg N/ha}) + (0,021 \times \text{skörd i kg/ha})$.

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 4 000 kg/ha.

Rekommenderad giva: $159 - (1,1 \times 80) - (1,1 \times 45) + (0,021 \times 4\,000)$
= 106 kg kväve per hektar

5.3.2.3 Om du får mycket lågt 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 att den optimala kvävegivan kan vara 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 vara motiverat med en startgiva på våren, även om 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.

5.3.3 Strategier för höstoljeväxter – första vårgivan så tidigt som möjligt

Höstoljeväxter har kraftig tillväxt redan under hösten. Därför behöver du oftast gödsla dem direkt vid sådd om du har stråsäd som förfrukt. Om du däremot har en förfrukt som ger god kväveefterverkan kan du dra ner eller låta bli kvävegivan på hösten. Det är viktigt att se till att du sår och gödslar i god tid på hösten så att grödan hinner växa till sig före invintring. Om plantorna är kraftiga på hösten men inte börjat sträcka på sig ökar chanserna för en god övervintring. Dessutom minskar behovet av kväve på våren om beståndet är kraftigt och övervintringen varit god.

Du bör dela upp kvävegivan på våren i två givor och vår grundrekommendation är att du använder 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 du i känsliga områden inte får 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.

5.3.4 Riktgivor för våroljeväxter och lin

Under 2014–2016 har Engström, SLU genomfört 17 försök med kvävegödsling till hybridvåraps (Engström, 2017). Sambandet mellan skördenivå och optimal giva var mycket svagt på grund av variation i markens kväveleverans på försöksplatserna och variation i nederbörd och årsmån. I medeltal var optimal kvävegiva i försöken något högre än den riktgiva vi anger, men vi har i dagsläget valt att behålla riktgivorna på samma nivå som tidigare (tabell 15). Eftersom variationen i försöken var så stor och en betydande del berodde på andra faktorer än skördenivån, så blir avvikelserna från försöksresultaten inte mindre även om vi ökar kvävegivan jämfört med nuvarande riktgivor. Däremot är det viktigt att anpassa kvävegivan både efter förväntad skörd och efter odlingsplatsens förutsättningar, årsmån och hur grödan utvecklas.

Ett fåtal kväveförsök samt praktisk erfarenhet ligger bakom riktgivorna i oljelin (Krijger och Gunnarson, 2011b; Gunnarson, 2014). Den skörderelaterade justeringen av gödslingen till våroljeväxter och lin är 20 kg kväve per ton skördeavvikelse.



Blommande oljelin.
Foto: Urban Wigert

Tabell 15. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha till våroljeväxter och lin. Gäller för mineraljord och med förfrukt stråsäd.

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

5.4 Kväverekommendationer och strategier för slåtter- och betesvall samt gräsfrövall

5.4.1 Kväverekommendationer för slåttervall

Rekommendationer för gräsvallar och blandvallar med olika klöverhalter visas i [tabell 16](#). Med gräsvall avser vi både vallar med traditionella arter som ängssvingel och timotej, och nyare arter som rörsvingelhybrider. Riktgivan för gräsvall i alla skördesystemen är justerad med 20 kg kväve per ton ts ökad eller minskad skörd vid alla skördenivåer (Anne-Maj Gustavsson, muntligt meddelande, 2016).

Rekommendationerna i [tabell 16](#) påverkas av:

- skördenivå
- antal skördar
- 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 16. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha till vall vid två, tre eller fyra skördar per år. Skördenivån avser bärgad skörd efter 15% fältförluster. Riktgivorna är oförändrade jämfört med 2020.

Gröda	Bärgad skörd (ton ts/ha)						
	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		160	180	200	220	240	
Blandvall, 10 % klöver		145	160	180	200	215	
Blandvall, 20 % klöver		120	135	150	165	180	
Blandvall, 40 % klöver		70	80	90	100	110	
Fyra skördar							
Gräsvall		210	230	250	270	290	310
Blandvall, 10 % klöver		190	205	225	245	260	280
Blandvall, 20 % klöver		160	175	190	205	220	235
Blandvall, 40 % klöver		95	105	115	120	130	140

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.

5.4.1.1 Bakgrund till rekommendationerna för vall

Rekommendationerna för gräsvallar och tre skördar i [tabell 16](#) utgår från Bodil Frankow-Lindbergs sammanställning (Frankow-Lindberg, 2017). I sammanställningen ingår försök med kväve till rena gräsvallar och blandvallar med röd- och/eller vitklöver. Ofta är skördarna väldigt höga och de optimala kvävegivorna låga i blandvallar. För blandvallar har vi därför valt att utgå från rekommendationerna för gräsvallar och justerat givorna utifrån klöverhalt enligt [tabell 17](#).

I de flesta fall är produktionsfunktionen beräknad som en andrags-ekvation, 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.

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. Därför kan du gödsla vallar med timotej och ängssvingel max 10 kg mer jämfört med nyare arter vid samma skördenivå.

5.4.1.2 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. Andra faktorer än kväve som markens egenskaper och väderförhållanden kan begränsa skördenivån och därför kan du inte självklart gödsla dig till en högre skörd. Det innebär exempelvis att om du normalt sett tar en skörd på 8 ton ts per hektar ökar den inte automatiskt till 9 ton ts per hektar bara för att du ökar gödslingen motsvarande 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.



I vallen är det viktigt att justera gödslingen beroende på antal skördar, baljväxtandel och kvalitetskrav på fodret. **Foto:** Mårten Svensson

5.4.1.3 Beräkna kvävegivor till två eller fyra skördar

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

För gräsvall med två skördar har vi rekommenderat en lägsta giva på 150 kg kväve vid 7 ton ts i skörd. Skillnaden i rekommenderad kvävegiva mellan två och tre skördar blir då liten. (Anne-Maj Gustavsson, 2017, muntligt meddelande). Om kvävepriset sjunker eller om priset för vall på rot stiger kommer rekommendationerna för två skördar att höjas. Då beräknas rekommendationerna utifrån tre skördar men med ett avdrag på 30 kg kväve vid samma skördenivå.

5.4.1.4 Baljväxter i vallen minskar behovet av kväve

Kvävegödsling gynnar gräsen på baljväxternas bekostnad. Att gynna gräsen kan förbättra deras möjlighet att ta över utrymme som utvintrade klöverplantor lämnar. Redan vid en låg klöverhalt i vallen bidrar klöver till en ökad proteinhalt i vallfodret. I [tabell 16](#) anger vi kväverekommendationer 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. Ett tätt bestånd krävs även för att du ska kunna använda justeringen för 20 % klöver eller mer. Rekommendationerna i [tabell 16](#) har tagits fram utifrån den justering som redovisas i [tabell 17](#). 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.

Tabell 17. Relativ kvävegiva till blandvall jämfört med kvävegiva till gräsvall vid olika målnivåer för klöverhalt.

	Önskad klöverhalt						
	<10%	10%	20%	30%	40%	50%	>50%
Rel. kvävegiva vid 2 skördar	100%	90%	70%	50%	30%	0%	0%
Rel. kvävegiva vid 3 eller 4 skördar	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.

Det är lätt att överskatta klöverandelen 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 skriften Bestämning av rödklöverhalten i vall (Gustavsson, 2001).

Baljväxterna är olika känsliga för konkurrens. 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. Innehållet av till exempel råprotein, fiber och smältbarhet förändras med förändrad artsammansättning.

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: Läs i [tabell 16](#), rekommendationen för gräsvall med tre skördar är 180 kg kväve vid 8 ton ts.

Justeringen i [tabell 17](#) är 60 % av totalgivan om klöverhalten ska bli 30 %.

$180 \text{ kg kväve} \times 0,60 = \mathbf{108 \text{ kg kväve}}$



Om du har mycket baljväxter i vallen så minskar behovet av kväve.

Foto: Linda af Geijersstam

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

Mineraliseringen påverkas bland annat av markens temperatur, mullhalt och fuktighet. 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 djurtätheten är betydligt högre eller lägre behöver du justera kvävegivan nedåt eller uppåt. Justeringen beror på att det frigörs mer eller mindre kväve från stallgödseln men skillnaderna mellan olika år kan vara mycket stora.

5.4.2 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 vallprognos.se. Där visas den beräknade tidpunkten för skörd utifrån provklippningar i vallar för ett antal platser i landet. Där finns också temperatursummor för att bestämma timotejens skördetidpunkt.

I [tabell 18](#) finns förslag på fördelning 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 tredjaskörd. 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 eller uteslut kvävet till sista skörden. Eventuellt kan du omfördela en del av kvävet till de andra skördarna.

Tabell 18. Förslag på fördelning av kväve i kg N/ha 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

5.4.2.1 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 ner. Det bör gå minst tre veckor mellan gödsling och skörd för att du inte ska få problem med sporer i mjölken.

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 gödlat 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.

5.4.2.2 Planera in stallgödseln först och komplettera med mineralgödsel

Börja med stallgödseln när du planerar gödslingen av vallen. Stallgödsel från nötkreatur passar bra som gödselmedel till vall med hänsyn till dess växt-näringsinnehåll. 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.

5.4.3 Kvävegivorna till vallen påverkas relativt lite vid förändrade kostnader

I [kapitel 5.1](#) kan du se vilka priser på gödsel och skördeprodukter vi har antagit vid beräkningarna. Från och med 2018 räknar vi med ett femårs-medelvärde för priser på gödsel och skördeprodukter. Erfarenheten visar att priskvoten påverkar de rekommenderade kvävegivorna betydligt mindre än de biologiska faktorerna som till exempel nederbörd och mineralisering i marken. Om priset på kväve har ökat eller minskat med 2 kr per kg har den optimala kvävegivan varierat med ca +/- 40 kg per hektar, medan skillnaden i optimal gödsling mellan olika försöksplatser och år kan vara mycket stor. Därför gör vi inte längre någon känslighetsanalys med priskvotens betydelse för den optimala givan.



Blandvall med en måttlig klöverandel ger ofta ett gynnsammare förhållande mellan energi och protein i vallfoder till mjölkkor än en ögödslad klöverdominerad vall. **Foto:** Janne Andersson

5.4.4 Olika djurslag behöver olika kvalitet på vallfodret

Rekommendationerna i [tabell 16](#) 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 kött-djur. Fodret behöver sköras relativt tidigt. I [tabell 19](#) ser du 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 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. Läs mer om gödsling under insåningsåret i [kapitel 5.4.7](#). Om du vill räkna på hur mycket du behöver gödsla för att nå en viss råproteinhalt kan du använda en räknasnurra som finns på grovfoderverktyget.se eller i Råd om kvävegödsling till vällen, Praktiska råd från Greppa Näringen. 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 vällen något senare och sänka gödslingen. Vill du producera vallfoder till hästar bör du åtminstone lägga en liten kvävegiva för att minska sockerhalten i fodret. Däremot bör du gödsla vällen mindre än rekommendationen i [tabell 16](#) för att råproteinhalten inte ska bli för höga om målet är hästfoder.

Tabell 19. Kvalitetskrav på grovfoder hos olika djurgrupper när vallfoder är enda grovfodret (Frankow-Lindberg, 2017).

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

5.4.5 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 inte är så beroende av att få hög skörd på varje hektar, kan du också sänka gödslingen relativt mycket i förhållande till [tabell 16](#). I sådana fall kan den optimala kvävegivan för slåttervall vara mycket låg eller noll. Då får du troligtvis en baljväxtrik vall med bra kvalitet men med lägre avkastning per hektar (Hallin, 2014).

5.4.6 Betesvall

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

5.4.7 Gödsling under insåningsåret

Anläggningen av vallen är kanske det viktigaste momentet för att få en hållbar och högavkastande vall. Det är då du kan påverka vallens sammansättning mest. Baljväxterna är särskilt känsliga för konkurrens innan de är etablerade. De gynnas om du sänker kvävegivan, drar ned utsädesmängden för skyddsgrödan och skördar den tidigt under insåningsåret. Vilken skyddsgröda du väljer eller om du sår in i renbestånd påverkar vallens botaniska sammansättning och avkastning. Naturligtvis behöver beslutet också grunda sig på ekonomi för de olika grödorna och gårdens foderbehov.

- **Insådd i skyddsgröda:** Det är viktigt att du sänker kvävegödslingen ordentligt om du sår in vall i en skyddsgröda. Skyddsgrödan kan bestå av enbart stråsäd eller stråsäd i blandning med baljväxter och den kan antingen skördas grön som grönfoder eller helsäd, eller tröskas. Sänk gödslingen till skyddsgrödan med minst 20–30 kg kväve jämfört med rekommendationerna i [tabell 13](#) om du sår in vall, se [grovfoderverktyget.se](#). Har du en blandning av stråsäd och baljväxter ska du enbart beräkna gödslingen efter stråsädesskörden. Baljväxterna i skyddsgrödan behöver inget extra kväve.
- **Insådd i renbestånd:** Insådd i renbestånd brukar vara ett bra sätt att etablera en tät och baljväxtrik vall, även om också en del ogräs har lättare att breda ut sig. Består insådden enbart av gräs kan en mindre kvävegiva ge en tät och ogräsfri vall. Däremot behöver du inte gödsla insådd av blandvall i renbestånd. Putsa den gärna några gånger för att missgynna ogräs och ta eventuellt en skörd.
- **Insådd i ettåriga gräs:** Insådd i ettåriga gräs som westerwoldiskt eller italienskt rajgräs behöver gödslas och putsas eller skördas upprepade gånger. Det kan vara lämpligt att lägga 60–80 kg kväve till förstaskörden och sedan 40–60 kg till återväxterna ([grovfoderverktyget.se](#)). Var försiktig så att insådden inte blir sönderkörd eller utkonkurrerad av de snabbväxande rajgräsen. Utsädesmängden för westerwoldiskt rajgräs bör vara max 10 kg per hektar för att insådden inte ska konkurreras ut.



Minska utsädesmängden och sänk gödslingen till skyddsgrödan under insåningsåret så gynnar du baljväxterna. **Foto:** Linda af Geijersstam

5.4.8 Kväverekommendationer för gräsfrövall

Odling av gräsfrövall är en viktig nischproduktion i landet. Kvävegödsling under hösten till gräsfrövall styr bland annat hur många skottbärande ax som kan skördas under påföljande år. Det varierar hur många år olika arter och sorter kan skördas. Är vallen tät och väletablerad kan den skördas upp till fyra år vilket kan vara fallet för till exempel timotej, medan engelskt rajgräs oftare bara skördas ett år.

Gödslingsråden i [tabell 20](#) är hämtade från Svenskrapsodlingsvägledning för respektive art. Rekommendationerna är uppdelade på insåningsåret och fröskördeåren. Fröskördeåren är i sin tur uppdelade på vår och höstgödsling.

För samtliga gräsfröarter är rekommendationen att gödsla med cirka 15 kg fosfor, 50 kg kalium och 15 kg svavel per hektar. Kväverekommendationerna för engelskt rajgräs, hundäxing, rödsvingel, rörsvingel, timotej och ängssvingel förutsätter att gräsen tillväxtregleras. Annars behöver kvävegivan på våren sänkas med 20–30 kg N/ha.

Tabell 20. Kvävegödslingsrekommendationer till gräsfrövall.

Källa: Odlingvägledning för konventionell odling av gräsfrövall på svenskraps.se.

	Insåningsåret	Fröskördeåren	
		Vår	Höst
Engelskt rajgräs	30 kg/ha direkt efter skörd av insåningsgrödan om insådden är svag.	Grönytesorter^{a)}: 130–150 kg/ha vid tillväxtstart i mars ^{c)} . Givan kan delas. Fodersorter^{b)}: 150–170 kg/ha i början/mitten av april. Givan kan delas. Tetraploida sorter har ofta större kvävebehov än diploida.	
Hundäxing	Vid svaga bestånd gödslas 30 kg/ha direkt efter skörd av insåningsgrödan. 60 kg/ha i slutet av september eller början av oktober efter sista putsning.	120–130 kg/ha vid tillväxtstart ^{c)} .	60 kg/ha i början av oktober efter sista putsningen
Rödsvingel	Insådd i vårstråsäd: 30 kg/ha direkt efter skörd av skyddsgrödan och 60 kg/ha kväve efter sista putsning. Insådd i höstvet: 60 kg/ha efter sista putsning. Svaga insådder får 30 kg/ha N direkt efter skörd av insåningsgrödan.	60–80 kg/ha vid tillväxtstart ^{c)} . Lägsta givan till sorter med långa utlöpare.	Efter sista putsning 50–70 kg/ha. Den lägre givan till sorter med inga eller korta utlöpare.
Rörsvingel	Vid svaga bestånd gödslas 30 kg/ha direkt efter skörd av insåningsgrödan. 60 kg/ha i slutet av september eller början av oktober efter sista putsning.	90–130 kg/ha vid tillväxtstart beroende på sorttyp ^{c)} .	60 kg/ha i början av oktober efter sista putsningen.
Timotej	Under andra halvan av september tillförs 30–45 kg/ha. Svaga insådder gödslas direkt efter skörd av insåningsgrödan med 30 kg/ha och tillförs ca 40 kg/ha under andra halvan av september.	80–120 kg/ha ^{c)} . I tidiga sorter ska kvävet ges i mitten av april och i sena sorter 10–14 dagar senare. Vårens kvävegiva kan delas 60 + 60 kg/ha.	Höstgödslingen kan uteslutas om etableringen är bra. Är insådden svag kan den behöva gödslas.
Ängsgröe	Insådd i spannmål: 30 kg/ha direkt efter skörd av skyddsgrödan och 60–70 kg/ha efter sista putsning. Insådd i höstraps: 50–60 kg/ha efter sista putsning.	Startar tillväxten tidigt på våren. Redan i början av mars kan gödsling vara aktuell. Beroende på höstkvävegivans storlek tillförs 70–100 kg/ha.	60 kg/ha i början av oktober efter sista putsningen
Ängssvingel	Om insådden är svag tillförs 30 kg/ha direkt efter skörd av insåningsgrödan. 60 kg/ha i slutet av september/början oktober.	80–110 kg/ha i slutet av mars/början av april ^{c)} .	60 kg i slutet av september/början oktober efter sista putsningen

^{a)} Grönytesorter används på golfbanor och gräsmattor.

^{b)} Fodersorter används i grovfoderproduktion.

^{c)} Förutsätter tillväxtreglering, minska annars vårgivan med 20–30 kg/ha

5.5 Kväverekommendationer för potatis

5.5.1 Riktgivor för potatis – anpassa givan till sort och kvalitetskrav

Anpassa kvävegödslingen till potatis efter förväntad skördenivå, sort och användningsområde. Kvävegödslingen höjer avkastningen men påverkar också kvaliteten, och det är minst lika viktigt att uppnå rätt kvalitet som att få en hög skörd för att få god ekonomi i odlingen. Det är viktigt att ha rätt balans mellan växtnäringsämnen kväve, fosfor och kalium. För mycket kväve kan ge ökad blötkokning och ökad grad mörkfärgning efter kokning.

Gödslingsråden är allmänt hållna och du behöver justera gödslingen utifrån din egen erfarenhet eller efter samråd med specialrådgivare. Har du odlingskontrakt ska du gödsla enligt det kontrakterande företags anvisningar.

Riktgivorna i [tabell 21](#) sammanfattar rekommendationer från boken "Odlar potatis – en handbok" (Nilsson m. fl., 2012).

Den lägre skörden i intervallen i [tabell 21](#) är främst aktuell i norra delen av landet. Sorten King Edward avkastar inte lika mycket som sorter av Bintjety. Därför bör du hålla nere kvävenivåerna om du odlar King Edward, så att du inte riskerar försämrade kokkvalitet. Sorter med lågt kvävebehov ökar inte i avkastning även om kvävegivan höjs.

Tabell 21. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha till potatis. 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 t.ex. Bintje, Fontane, Superb		100–110	130–140	160–170	180–190



5.5.2 Strategier för potatis – dela givan för bättre kvalitet

Potatisen utnyttjar växtnäringen bäst när det finns jämn tillgång på vatten. Potatisodling med möjlighet till bevattning är därför det mest optimala. Du kan även öka potatisens utnyttjande av tillförd växtnäring genom att radgödsla. Potatisen har lång växtsäsong och behovet av näring är därmed också utdraget. Det är ofta fördelaktigt att dela både kväve- och kaliumgivorna.

Genom delad kvävegiva kan du uppnå både ökad skörd och förbättrad kväveeffektivitet, under förutsättning att det finns möjlighet till bevattning. Delad giva ger en gynnsammare fördelning mellan blast och knöltillväxt. Dessutom bidrar kvävetillförsel under växtsäsongen till att förlänga blastens livslängd vilket är fördelaktigt för sena sorter och därmed knöltillväxtperioden.

Eftersom kväve till potatis påverkar kvaliteten är det viktigt att anpassa gödslingen till sort och användningsområde.

Foto: Hans Jonsson

Tillför cirka 50 % av kvävet i anslutning till sättningen och resterande kväve i två lika stora givor, 3 och 6 veckor efter uppkomst. Använd ett NPK-gödselmedel med lågt klorinnehåll (høgt klorinnehåll ger lägre torrsubstans) vid grundgödsling och ett ammoniumnitratbaserat gödselmedel vid eventuell tilläggsgödsling.

Inför den sista tilläggsgödslingen bör du göra en uppskattning av förväntad skörd. Gör en provgrävning och bedöm antalet knölar och knölstorlek. Bedöm också fältets blastutveckling och tillväxt samt hur långt det är kvar till mognad.

För potatisens kvalitet är det viktigt att ha balans mellan kväve och kalium. För lite kalium i förhållande till kväve kan ge försämrad kvalitet. Ofta behövs mer kalium än vad som tillförs med NPK-gödselmedel. Då kan du använda ett NK-gödselmedel med låg klorhalt vid det andra gödslingstillfället och eventuellt komplettera med kalimagnesia eller polysulfat.

Potatis har, med undantag av färskpotatis, lång växtperiod och kan därmed 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 bör du använda flytgödsel och du bör begränsa givan till maximalt 50 % av kvävebehovet, räknat som ammoniumkväve.

5.6 Kväverekommendationer för sockerbetor

5.6.1 Riktgivor för sockerbetor – anpassa efter tidigare års resultat

Ekonomiskt optimal kvävegiva till sockerbetor är cirka 100–120 kg kväve per hektar om du bredsprider gödseln. Om du radgödselar eller djupmyllar räcker det med cirka 80–100 kg kväve per hektar. Justera även kvävegivan i förhållande till tidigare års sockerhalt, under förutsättning att andra odlingsfaktorer som också påverkar sockerhalten är normala. Exempel på sådana faktorer är plantantal, blastning, såtid och skördetidpunkt. Om du har låg sockerhalt, høgt blåtal och høgre K+Na-tal jämfört med normvärdena kan det tyda på att kvävetillgången har varit för hög.

5.6.2 Strategier för sockerbetor – radmylla för høgre kväveutnyttjande

Traditionellt har kväve till sockerbetor brukats ner före sådd eller tillförts direkt efter sådd. Numera tillämpas också radmyllning eller djupmyllning vilket ger bättre kväveutnyttjande och lägre kvävebehov. Vid radmyllning sker gödsling samtidigt som sådden och gödseln placeras på ett bestämt avstånd i sidled från betfrøet. Djupmyllning sker före sådden och därför varierar avståndet i sidled mellan gödsel och betfrø.

Vid nedbrukning eller radmyllning/djupmyllning används gödselmedel med ammoniumnitrat. Det är bra att använda ett gödselmedel som även innehåller natrium eftersom betorna har ett relativt stort behov, cirka 60 kg natrium per hektar. Det är dock viktigt att undvika de negativa effekterna



Om du radmyllar gödseln till sockerbetor får du ett bättre kväveutnyttjande.

Foto: Hans Jonsson

av skorpbildning och plantbortfall som kan uppstå. Både äldre och nya försöksresultat tyder på cirka 3 % ökad sockerskörd vid tillförsel av natrium (Ekelöf, J. 2019).

Sockerbetor har en lång växtsäsong och kan därför utnyttja markkväve och stallgödsel under en stor del av säsongen. Det är oftast inte lämpligt att sprida stallgödsel på lerjordar före sådd av sockerbetor eftersom det finns risk för packningsskador och försämrade plantetablering. På jordar där det är möjligt att vårplöja kan du däremot plöja ner stallgödsel före sådd. För att få en bra kvalitet är det viktigt att ge en måttlig giva av stallgödsel. Ge maximalt hälften av grödans kvävebehov som stallgödsel, och se till att få en jämn spridning av gödseln.

5.7 Kväverekommendationer och strategier för fodermajs

För fodermajs rekommenderas cirka 150 kg kväve per hektar vid en skördenivå på 10 ton ts per hektar eller högre, se [tabell 22](#). Du behöver justera givan för varje enskilt skifte eftersom optimum varierar stort beroende på hur mycket kväve marken levererar. Om du regelbundet tillför stallgödsel kan du förvänta dig en högre leverans av kväve i marken, vilket gör att du kan minska kvävegivan. Om du har en lägre förväntad skörd än 10 ton ts per hektar bör du minska kvävegivan med 15 kg kväve per ton ts minskad skörd.

Rekommendationerna grundar sig på ett 15-tal svenska försök med kväve- och fosforgödsling till majs från 2007–2009 (Tell & Axelson, 2010) samt danska försöksresultat och praktisk erfarenhet i Sverige. Försöksresultaten visade att det är en stor variation i optimal kvävegiva mellan olika försöksplatser som bland annat beror på variationer i markens kväveleverans.

Tabell 22. Riktigivor för kvävegödsling i kg N/ha till fodermajs på mineraljord. Underlag Tell och Axelsson, 2010, danska försök och praktisk erfarenhet.

Gröda	Skörd (ton ts/ha)				
	8	9	10	11	12
Majs	120	135	150	150	150

Stallgödsel ger ofta en god skörderespons i majs, därför passar det ofta bra att ge en grundgiva med flytgödsel på våren. Det lättillgängliga kvävet i stallgödseln ska du naturligtvis räkna med i den totala kvävegivan för året. Om du kompletterar med mineralgödselkväve se till så att gödselkorn inte hamnar i bladstruten. Det kan skada majsens tillväxtpunkt.

Majs behöver lite lättillgängligt kväve och fosfor tidigt på säsongen. I försöken svarade majs bra på en startgiva av fosfor utöver det som fanns i stallgödseln, särskilt om den gavs i kombination med en mindre kvävegiva (Tell & Axelson, 2010). Enligt försöken ökade halten råprotein i majs 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 mellan ökad kvävegiva och ts-halt, innehåll av stärkelse eller 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 utlakning av kväve och fosfor. Du kan minska risken för förluster och öka växtnäringens utnyttjandet genom att flytta runt majsodlingen mellan olika skiften och anpassa givan efter skiftets växtnäringssstatus.

5.8 Kväverekommendationer och strategier för salix

5.8.1 Kvävegödsla på våren efter skörd



I moderna salixsorter kan du gödsla en gång per omlopp med 160 kg kväve per hektar, helst på våren året efter skörd.

Foto: Urban Wigert

Det finns kvävegödslingsförsök genomförda i etablerade salixodlingar under 2008–2010 men dessa saknar olika kvävenivåer och har istället varit mer inriktade på olika gödslingsstrategier. Därför kan vi inte beräkna ekonomiskt optimal kvävegiva på samma sätt som för andra grödor.

I de försök som genomförts (Aronsson & Rosenqvist, 2011) jämfördes ett ögödslat led med tre olika gödslingsstrategier och varierande kvävemängder under ett treårigt omlopp. I försöken 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. Det ingick också en strategi med låg intensitet där en engångsgiva på 160 kg kväve per hektar lades första året efter skörd samt en strategi med intensiv odling där 160 kg kväve per hektar lades varje år under ett treårigt omlopp.

Bäst ekonomiskt utbyte i medeltal gav strategin med 160 kg kväve per hektar varje år. Men det var liten skillnad jämfört med att ge en engångsgiva på 160 kg kväve per hektar första året efter skörd. Om du ska gödsla varje år i växande salix behöver du dessutom speciell spridarutrustning, vilket du kan undvika genom att enbart gödsla efter skörd. Därför är vår rekommendation att du tillför cirka 160 kg kväve per hektar som engångsgiva på våren året efter skörd.

I försöken ovan användes moderna sorter. Om du odlar äldre sorter får du göra en bedömning utifrån erfarenheter från tidigare års skördar och gödsling. Engångsgödsling med måttlig giva, upp till 150 kg kväve per hektar ligger närmast till hands. Har du fått svaga gödslingseffekter tidigare kan du avstå från att gödsla.

5.8.2 Grundgödsla salix med fosfor och kalium vid plantering

När du etablerar salix bör du gödsla med 20–30 kg fosfor per hektar och 50–80 kg kalium per hektar om P-AL och K-AL ligger i klass III eller lägre. Vid högre P-AL eller K-AL klasser kan du eventuellt utesluta grundgödsling. Om du använder avloppsslam vid salixodling täcker det grödans behov av både fosfor och kalium. Avloppsslammet innehåller också växttillgängligt kväve som du bör räkna med när du bestämmer den totala kvävegivan.

5.9 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 23](#) finns en uppskattning av olika grödors förfruktsvärde uttryckt som 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 beräkningen antogs att gödselns verkningsgrad är 75 %.

I [tabell 23](#) 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 längre ner).

Tabell 23. Olika grödors förfruktsvärden uttryckta som skördepåverkan och som kväveefterverkan (Lindén, 2008; Persson & Olsson, 2011).

Förfrukt	Skördeökning i efterföljande gröda (kg/ha)		Kväveefterverkan till efterföljande gröda (kg N/ha)	
	Höstvete	Vårsäd	Höstvete	Vårsäd
Höstsäd, korn	0	0	0	0
Havre	700	0	0	0
Höstraps	1 200		40	
Värljeväxter	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 med blandvall som förfrukt

Normalskörd med spannmål som förfrukt: 6 ton/ha

Stallgödsel: Nej

Mullhalt: Mindre än 4 %

Rekommenderad kvävegiva: 140 kg N/ha

Ökad skörd av förfrukt blandvall: 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

Även fånggrödor, mellangrödor och framför allt gröngödslingsvall kan ge en god kväveeffekt på efterföljande gröda, se [tabell 24](#). Det gäller dock bara om klöver i gröngödslingsvallen har utvecklats väl. Det finns 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 under enstaka år så är förfruktseffekten ofta jämförbar med stråsäd som förfrukt. 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 mildt 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 i marken och bli otillgängligt. Denna effekt är dock kortvarig och kompenseras längre fram under växtsäsongen genom något ökad mineralisering. Om du vårplöjer kan eventuellt den ökade mineraliseringen komma alltför sent för att årets gröda ska kunna få del av det extra kvävet.

Om du odlar oljerättika som eftersådd fånggröda eller mellangröda är kvävehalten högre och kväve mineraliseringen snabbare än hos gräs. Det innebär att du ofta kan räkna med en högre och snabbare kväveeffekt. Sätidpunkten av oljerättikan är då en viktig faktor.



Oljerättika är en fånggröda med djupt rotsystem som förbättrar jordens struktur.

Foto: Pernilla Kvarmo

Sommarsådd oljerättika innebär ofta att plantorna har utvecklats långt under hösten. Då har de en låg kvävehalt (kol/kväve-kvoten är hög) och därför mineraliseras kväve långsamt. Oljerättika som är sådd i augusti eller senare har ofta en hög kvävehalt vilket kan innebära att kväve från plantorna frigörs snabbt efter frost eller avdödning. Hur snabbt beror på temperaturen och vädret under höst och vinter (Aronsson, m. fl. 2012).

På jordbruksverket.se hittar du de aktuella stödregler som rör till exempel fånggrödor och mellangrödor.

Tabell 24. Kväveeffekt uttryckt som kväveefterverkan efter fånggrödor, mellangrödor och gröngödslingsvallar.

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

Gröngödslingsvall	Kväveefterverkan (kg/ha)	
	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

5.10 Gödsla mindre på jordar med hög mullhalt

Jordar med hög mullhalt har normalt en hög kväve mineralisering vilket minskar behovet av kvävegödsling. Om du ger för mycket kväve på en jord med hög mullhalt så blir kväveutnyttjandet sämre samtidigt som risken för förluster ökar och du kan även få problem med liggsäd. I [Bilaga 1](#) hittar du

ett schema för bestämning av kvävebehov för mineralgödsel. Det behöver du som bor inom nitratkänsligt område använda. I beräkningen behöver du bland annat ta hänsyn till en ökad kväveleverans på mulljord.

Det är svårt att ge riktvärden för kvävegödsling på jordar med hög mullhalt eftersom kväveleveransen varierar beroende på det organiska materialets ursprung. Försök och praktisk erfarenhet tyder på att det oftast behövs en startgiva på cirka 30 kg kväve per hektar för att få en bra vårsädesgröda på mulljord med mer än 40% mull (Mattsson, 2006). Detta kan tolkas som att kväveleveransen är 50–70 kg per hektar högre till vårsäd på mulljord (mer än 40 % mull) än på en måttligt mullhaltig mineraljord (cirka 4 % mull). Om vi antar att kväveleveransen har ett linjärt samband med mullhalten inom intervallet 4–40 % mull, 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). Du bör dock alltid utgå från din egen erfarenhet av tidigare odling på fältet.

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

Uppskattning av kvävebehov i mulljordar

Exempel 1: 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 på grund av mullhalt: $2 \text{ kg/ha} \times 16 \% = 32 \text{ kg/ha}$

Nettobehov: $80 - 32 \text{ kg N/ha} = 48 \text{ kg N/ha}$

Exempel 2: 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 på grund av mullhalt: $2 \text{ kg/ha} \times 38 \% = 76 \text{ kg/ha}$

Nettobehov: $80 - 76 \text{ kg N/ha} = 4 \text{ kg N/ha}$

I exempel 2 minskar kvävebehovet med 76 kg kväve per hektar och nettobehovet blir endast 4 kg kväve per hektar. Ofta kan det ändå vara bra att lägga en startgiva på 30 kg kväve per hektar.

6 Fosfor

6.1 Gödsla efter grödans behov och markens fosforinnehåll

Fosfor är ett viktigt näringsämne som även kan orsaka övergödning. Fosfor har en nyckelroll vid växtens energiomsättning och ingår i proteiner och i arvsmassan. Fosfor spelar också en stor roll för rotbildning, blomning, fruktsättning och mognad. Anpassa fosforgödslingen till grödans behov och markens fosforinnehåll och sträva efter att på sikt nå en lämplig fosforklass (P-AL-klass) i marken för de grödor du odlar.

6.1.1 Lär känna din jord genom markkartering och fosforbalans

För att kunna gödsla rätt behöver du veta hur mycket fosfor marken innehåller. Du behöver alltså ha en aktuell markkarta som visar hur markens fosforklass varierar mellan olika fält och delar av fält. Eftersom fosforhalten ändras långsamt är det lagom att markkartera med 5–15 års mellanrum. Läs mer om markkartering i [avsnitt 2.1](#) och [bilaga 4](#).

Ofta är det ganska stor variation i fosforhalt inom ett skifte. Genom att använda markkartan och precisionsgödsel även inom fältet kan du anpassa givan efter behovet på varje del av fältet och på så sätt få större nytta av den fosfor du lägger. Det är positivt för både ekonomi och miljö. Med en modern spridare utrustad med GPS kan du göra tilldelningsfiler utifrån markkartan och styra gödslingen automatiskt. Har du en äldre spridare kan du anpassa givan manuellt genom att till exempel variera körhastigheten. Läs mer om styrning av mineralgödsel i [kapitel 4](#).

Komplettera gärna med en växtnäringsbalans på fältnivå så att du vet hur mycket fosfor som förs bort från fältet i förhållande till gödslingen under en växtföljd. På så sätt får du grepp om trenderna och kan se om markens fosforförråd ökar eller minskar över tid.

6.1.2 Ta hänsyn till fosfor i alven

På jordar med bra markstruktur och god dränering når rötterna för vårsådda grödor oftast ner till cirka en meters djup. För höstsådda grödor och sockerbeter kan de nå 1–2 meters djup och ibland ännu mer. Framför allt om matjorden innehåller lite fosfor och vid torra förhållanden kan en betydande del av fosforupptaget komma från alven. Om det är högt P-AL-tal i alven kan du eventuellt minska fosforgödslingen något. Det gäller dock under förutsättning att rötterna verkligen når ner och att det inte är högt pH i alven, eftersom mängden växttillgänglig fosfor i så fall kan vara lägre än vad analysen visar (Börling m.fl., 2004).

Om du ska analysera P-AL i alven är det bra att ta jordprover på ungefär 40–60 cm djup. Det ger en bättre bild av alven som helhet än om du tar prover direkt i anslutning till matjorden (till exempel på 20–40 cm djup). I försök har det visat sig att tidigare gödsling ofta bara påverkar fosforstatusen ner till cirka 40 cm djup. Djupare ner i markprofilen påverkas fosforstatusen mer av markens egenskaper (Hahlin & Ericsson, 1981; Börling m.fl., 2004).

6.2 Riktgivor för fosfor

I [tabell 25a](#) finns rekommendationer för fosforgödsling till de vanligaste grödorna vid olika fosforklasser.

Grödorna svarar ganska olika på fosforgödsling i olika odlingssituationer och det är svårt att veta markens exakta fosforhalt. För att visa att behovet inte kan bestämmas exakt har vi avrundat de rekommenderade givorna i [tabell 25a](#) till jämna femtal kg. Rekommendationerna i [tabell 25a](#) baseras på vad som är ekonomiskt optimalt och långsiktigt hållbart och ska inte ses som bindande för maximal giva på enskilda fält.

Tabell 25a. Riktgivor för fosforgödsling till olika grödor. Rekommendationerna i tabellen är anpassade efter bredspridning.

Gröda	Skördenivå (ton/ha)	Bortförsel av P (kg/ha)	Rekommenderad fosforgiva (kg/ha) P-AL-klass					
			I	II	III	IVA	IV B	V
Vårsäd	5	17	25	20	15	5	0	0
Höstsäd	7	22	30	25	20	10	0	0
Våroljeväxter	2	14	30	25	15	10	0	0
Höstoljeväxter	3,5	25	40	35	25	15	0	0
Slättervall, ts	6	13–20	25	15	10	0	0	0
Fodermajs, ts	10	25 ^{b)}	35	30	25	20	15	15
Potatis ^{a)}	40	21	75	55	45	35	20	15
Sockerbetor	65	21 ^{c)}	60	45	35	25	10	0
Ärter/åkerböna	3,5	14–21 ^{d)}	20	15	10	0	0	0
Lin	2	10	15	10	5	0	0	0
Betesvall på åker			15	5	0	0	0	0

^{a)} Rekommenderad giva räcker till en efterföljande gröda förutsatt att den totala fosfortillförseln i växtföljden är tillräcklig stor.

^{b)} Avser majsensilage.

^{c)} Endast betor, ej blast.

^{d)} Den lägre siffran gäller ärter, den högre åkerböna.

Riktgivorna är framtagna utifrån fältförsök i olika grödor och praktisk erfarenhet. Bland annat har vi utgått från två rapporter, Bertilsson m.fl. (2005) och Börjesson m.fl. (2015), där författarna beräknade underhålls-P-AL (UPAL) för olika grödor, det vill säga det P-AL där det är ekonomiskt lönsamt att tillföra lika mycket fosfor som grödan för bort. Kostnaden för ersättningsgödsling är då lika stor som värdet av den skördeökning gödslingen ger. Eftersom olika grödor har olika stort fosforbehov och varierande förmåga att ta upp fosfor har grödorna olika UPAL. UPAL påverkas även av priset på skördeprodukterna och priset på fosfor (Bertilsson m.fl., 2005; Börjesson m.fl., 2015).

Tabell 25b. Med de priser vi har antagit är ersättningsgödsling lönsam vid följande P-AL-tal (UPAL) och klasser.”

Gröda	UPAL ^{a)} (mg/100 g jord)	P-AL klass
Korn	4–8	III
Höstvete	2–4	II
Oljeväxter	5–6	III
Potatis, sockerbetor	10	IVA

^{a)} Underhålls-P-AL, det vill säga det P-AL-tal där det är ekonomiskt lönsamt att tillföra lika mycket fosfor som grödan för bort.

Börjesson m.fl. (2015) har även räknat på vad som händer vid olika gödslingsstrategier om man utgår från att marken har ett P-AL-tal på 3 respektive 10 mg P/100 g jord. Vi har använt dessa beräkningar för att ta fram rekommendationer vid låga respektive höga P-AL-klasser.

6.2.1 Justera givan efter skördenivå

Om skördenivån är högre eller lägre än vad som anges i [tabell 25a](#) bör du öka eller minska fosforgivan enligt [tabell 25c](#). Om rekommendationen är noll enligt [tabell 25a](#) ska du inte fosforgödsla alls även om förväntad skörd är högre än den angivna skördenivån.

Tabell 25c. Justering av fosforgivan beroende på skördenivå.

Gröda	Justering per ton avvikelse i skörd (kg P/ha)
Stråsäd, ärter	3
Oljeväxter	7
Slåttervall (ts), majs (ts)	3
Potatis	0,5
Sockerbetor	0,33

6.2.2 Placera gödseln nära utsädet för bättre effekt och mindre risk för förluster

Rekommendationerna i [tabell 25a](#) är anpassade efter bredspridning av fosfor. I många grödor får du en bättre gödslingseffekt om du radmyllar eller kombisår fosforgödseln än om du bredsprider och sedan brukar ner den i såbädden (Mattsson, 1974; Mattsson, 1993; Gruvaeus, 1997; Ekelöf, 2016a). Det gäller särskilt i vårsådda grödor med litet rotsystem som behöver tillgång till fosfor tidigt på våren, till exempel potatis, majs och sockerbetor, men även vårsäd gynnas av radmyllning. Om du radmyllar eller kombisår gödseln ökar fosforkoncentrationen närmast rötterna i marken och växten kommer åt fosfor tidigare på våren när den ännu inte har så stort rotsystem. Radmyllningen är en fördel även miljömässigt genom att risken för fosforförluster via ytvärning och makroporttransport minskar. Makroporer är stora porer eller torksprickor i jorden där jordpartiklar och fosfor kan transporteras ned till dräneringsrören och vidare ut i diken och vattendrag vid mycket nederbörd.

6.2.3 Fosforrekommendationer vid höga pH-värden och efter kalkning

Att analysera fosfor med P-AL-metoden fungerar bäst på jordar med pH-värden under 7. Den extraktionslösning som används vid analysen (ammonium-laktat-acetat) har ett pH på 3,75. Om jordprovet har ett högt pH löses även kalciumbunden fosfor ut som egentligen är svårtillgänglig för växterna. Metoden överskattar alltså mängden växttillgänglig fosfor i jordar med höga pH-värden. Om pH-värdet i jorden är högre än 7 kan det därför vara motiverat att gödsla som om värdet vore en P-AL-klass lägre än vad analysen anger.



Cirka 38 % av fosfor som sprids på åkermark tillförs via mineralgödsel och 62 % via organiska gödselmedel, främst stallgödsel (SCB, 2020). **Foto:** Mårten Svensson

Ett annat alternativ för jordar med pH över 7 är att analysera fosforinnehållet med någon annan metod, till exempel Olsenmetoden (Olsen-P) där extraktionslösningen har ett pH-värde på 8,5. Denna metod används bland annat i Danmark. Det finns dock få resultat från fältförsök på jordar med höga pH. Därför saknar vi i Sverige gödslingsrekommendationer kopplade direkt till Olsen-P. Flera försök har gjorts för att "översätta" analysvärden mellan P-AL och Olsen-P, men det har visat sig vara svårt eftersom sambanden ser olika ut för olika jordar.

Då intresset för att strukturkalka har ökat på senare år har det även funnits en oro för att fosfor blir mindre tillgänglig i samband med kalkning. I en studie som Simonsson m.fl. har gjort vid SLU kunde man dock inte se några negativa effekter på tillgänglighet eller upptag av fosfor på grund av kalkning vare sig man kalkat med strukturkalk eller med vanligt kalkstensmjöl. Därför behöver du inte öka fosforgödslingen även om du har kalkat din jord (Simonsson m.fl., 2016).

6.2.4 Fosfor i stallgödsel – lika tillgänglig som i mineralgödsel på lång sikt

Enligt SCB (2020) kom 55 % av all fosfor som tillfördes svensk åkermark 2018/2019 från stallgödsel. På kort sikt är effekten av fosfor som tillförs via stallgödsel cirka 60–70 % jämfört med motsvarande mängd fosfor i mineralgödsel. På lång sikt är fosfor i stallgödsel lika tillgänglig som i mineralgödsel (Delin m.fl., 2014).

Om du använder stallgödsel kan det av praktiska skäl vara aktuellt att gödsla för mer än ett år. Anpassa stallgödseltillförseln efter markkartan och gör alltid en fosforbalans så att du får rätt mängd fosfor totalt sett över växtföljden.

6.2.5 Fosfor i avloppsslam – lägre tillgänglighet på kort sikt

I skånska försök har man fått både en positiv skördeeffekt och ökad fosforhalt i marken efter många års slamgödsling (Andersson, 2015). Vid slamgödsling är det vanligt att ge en maximalt tillåten giva på 22 kg fosfor per hektar och år för upp till sju 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 då förväntas täcka hela fosforbehovet för grödorna under dessa år.

På kort sikt är dock fosfors tillgänglighet i avloppsslam lägre än i både stallgödsel och mineralgödsel (Delin m.fl., 2014; Linderholm, 1997). Det beror på att fosfor 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 i jorden, kan du behöva komplettera med mineralgödsel fosfor under det första året efter att du har gödslat med slam.

Med tanke på risken för läckage av både fosfor och kväve är det en fördel om slamspridningen kan delas upp på flera år så att du inte tillför alltför stora mängder vid ett och samma tillfälle.

6.3 Strategier för fosforgödsling

Sträva efter lämpligt P-AL och fördela fosfor rätt i växtföljden

- Anpassa gödslingen efter vilka grödor du odlar och sträva efter att nå en lämplig fosforklass i marken på lång sikt.
- Odlar du bara spannmål och vall är det lämpligt att ligga i övre delen av P-AL-klass II eller nedre delen av P-AL-klass III.
- Odlar du fosforkrävande grödor som potatis, sockerbetor, majs eller oljeväxter är det lämpligt att ligga i övre delen av P-AL-klass III eller nedre delen av klass IV A.
- Normalt sett är det inte lönsamt att gödsla upp marken mer än till mitten av klass IV A.
- Prioritera gödsling till de mest fosforkrävande grödorna i växtföljden.
- Fosforgödsling på hösten till hösträps förbättrar övervintringen.
- Om du har en spannmålsväxtföljd ska du i första hand fosforgödsla vårsäden. I P-AL-klass II eller lägre bör du även fosforgödsla höstsäden.
- Du behöver inte prioritera fosforgödsling till lin, ärter, åkerböna och vall. Någon gång under växtföljden bör du dock ersätta den fosfor som förts bort om jorden ligger i P-AL-klass III eller lägre.

6.3.1 Fosforstrategier på lång sikt

På sikt bör du sträva efter att marken ska få ett lämpligt fosforinnehåll för den odlingsinriktning du har på gården. Om du bara odlar spannmål och vall är det ett rimligt mål att ligga i övre delen av klass II eller nedre delen av klass III. Odlar du fosforkrävande grödor som potatis, sockerbetor, majs eller oljeväxter är det rimligt att ligga i övre delen av klass III eller nedre delen av klass IVA. Normalt sett är det inte lönsamt att gödsla upp marken mer än till mitten av klass IVA.

Vid låga P-AL-tal är det oftast ekonomiskt lönsamt att gödsla upp marken på lång sikt genom att tillföra lite mer fosfor än vad grödorna för bort under ett växtföljdsomlopp, särskilt om du har fosforkrävande grödor i växtföljden. Vid höga P-AL är det både ekonomiskt och miljömässigt bra att i stället utnyttja markens förråd och gödsla med mindre mängd fosfor än vad grödan för bort (Bertilsson m.fl., 2005).

Förändringar av P-AL i marken går långsamt både uppåt och nedåt eftersom marken buffrar. Det är svårt att säga hur snabbt gödslingen ger utslag på olika jordar. Därför bör du följa utvecklingen i marken genom att markkartera regelbundet och göra fosforbalanser på fältnivå. I fältförsök har det på lång sikt visat sig att P-AL-talet sjunker något om man tillför lika mycket fosfor som grödan för bort. Förändringen är dock mycket långsam. Det rör sig om en minskning på mindre än 0,5 mg/100 g jord under 20 år och det gäller framför allt om man redan har lågt P-AL i marken (Börjesson m.fl., 2015).

Lönsamma strategier på lång sikt

Exempel på ekonomiskt lönsamma strategier för fosforgödsling i en växtföljd med spannmål och oljeväxter i Mellansverige. Strategierna är framtagna från resultat i långliggande fältförsök (Nätterlund, 2016).

Det finns inga grödor där det lönar sig att sträva efter ett P-AL över 10 mg/100 g jord (Bertilsson m. fl, 2005).

Om fosfortalet i marken är 5 mg/100 g jord (nedre delen av P-AL-klass III)

- På 10 års sikt är det mest lönsamt att tillföra lika mycket fosfor som grödan för bort
- På 15–20 års sikt är det mest lönsamt att gödsla mer än vad grödan för bort (fältbalans till +5 kg fosfor per hektar och år) för att behålla markens fosforstatus.

Om fosfortalet i marken är 10 mg/100 g jord (mitten av P-AL-klass IVA)

- På 10 års sikt är det mest lönsamt att inte gödsla med fosfor alls.
- På 20–25 års sikt är det mest lönsamt att tillföra lika mycket eller lite mindre fosfor än vad grödan för bort (fältbalans på cirka -5 kg fosfor per hektar och år). Lägg fosfor till de mest fosforkrävande grödorna i växtföljden, i detta fall oljeväxterna.

6.3.2 Gödsla potatis, sockerbetor och majs i första hand

Om du odlar potatis, sockerbetor eller majs bör du prioritera fosforgödsling till dessa grödor eftersom de är fosforkrävande och svarar bra på fosforgödsling.

Fosfor är viktigt för potatis eftersom det ökar och påskyndar knölbildning och minskar risken för blötkokning och missfärgning. Det gör också att torrsushalten ökar och ger en snabbare mognad och bättre lagringsegenskaper (Rölin, pers. meddelande).

Potatis har ett begränsat rotsystem och har därmed svårt att utnyttja fosfor i markprofilen. Rekommendationen till potatis i [tabell 25a](#) är betydligt högre än bortförselein i nästan alla P-AL-klasser, men då ingår även fosforbehovet till en efterföljande gröda förutsatt att den totala fosfortillförselein i växtföljden är tillräckligt stor. Om du radmyllar gödseln i samband med sättnings eller



Majs är en fosforkrävande gröda, precis som potatis och sockerbetor.
Foto: Urban Wigert

kupning kan du minska givan med 10–20 % eftersom potatisen kan utnyttja gödseln bättre då (Nilsson m.fl., 2012). Även vid höga fosforklasser rekommenderas en mindre giva för att säkra att det finns nyligen tillförd fosfor som är tillgänglig för potatisen. Det är bra att göra bladanalys under säsongen och anpassa gödslingen efter vad analysen visar. Om du har högt P-AL och bra fosforleverans från marken kan dock potatisen klara sig helt utan fosforgödsling.

Sockerbetor har ett begränsat rotsystem i början av säsongen och kräver god tillgång på fosfor för att ge full skörd. I en artikel som bygger på resultat från de skånska bördighetsförsöken och ett stort antal andra försök med sockerbetor visar Ekelöf (2020) att det lönar sig att tillföra ganska stora mängder fosfor till sockerbetor vid låga P-AL-tal i marken (klass I och II). Därför har vi i år höjt rekommenderad giva i dessa klasser. En uppjustering av skördenivån till 65 ton/ha har också föranlett mindre höjningar i P-AL-klass III och IVA.

Det är viktigt att sockerbetorna får tillgång till fosfor tidigt då marktemperaturen fortfarande är låg och rotutvecklingen inte har kommit så långt. Därför är det bra om du radmyllar eller kombisår gödsel som innehåller fosfor. Om du radmyllar gödseln kan du minska fosforgivan något (Ekelöf, 2016a, Olsson, 2016).

Majs är en annan gröda som svarar bra på fosforgödsling. I en försöksserie med ensilagemajs gav en startgiva med fosfor positiva effekter på skörden oavsett markens fosforstatus (Tell & Axelson, 2010). Bäst effekt fick man vid en startgiva med både fosfor och kväve. Eftersom majs ofta odlas på samma fält år efter år och ofta på fält med högt fosforinnehåll är det viktigt att tänka på risken för fosforförluster om du gödslar en jord som redan har högt P-AL-tal. Med tanke på fosforutnyttjandet och risken för läckage är det bäst om majsens kan ingå i växtföljden och rotera mellan olika fält.

6.3.3 Prioritera fosfor till höst- och vårraps om du odlar oljeväxter

Oljeväxter (förutom lin) gynnas av att marken har en god fosforstatus. Om du odlar oljeväxter bör du alltså även prioritera fosforgödsling till höst- och vårraps i växtföljden. Det är bra att fosforgödsla dessa grödor tidigt, helst i samband med sådd. För höstraps bör fosforgödsling helst ske på hösten i samband med sådd. Förutom att det har en skördehöjande effekt är det också viktigt för övervintringen. I försök övervintrade höstrapsen betydligt bättre om kväve, svavel, fosfor, kalium, bor och magnesium tillfördes på hösten jämfört med om enbart kväve och svavel tillfördes (Gunnarson, 2014). Mylla eller bruka ner fosfor om du sprider på hösten och se till att sprida gödseln vid lämpliga förhållanden för att minska risken för förluster. Vid större givor bör du dela fosforgivan så att du ger en del på hösten vid sådd och resten tidigt på våren.

Om höst- eller våroljeväxter (förutom lin) ingår i växtföljden är det lämpligt att inte ha lägre P-AL-klass än III i marken.



Raps gynnas av god fosfortillgång. Prioritera fosforgödsling till oljeväxter i växtföljden.
Foto: Janne Andersson

6.3.4 Prioritera vårsäd före höstsäd

I en spannmålsväxtföljd bör du i första hand fosforgödsla vårsäd. Vårsädens rotsystem är mindre än höstsädens och når därför en mindre jordvolym där fosfor kan tas upp. Odlar du både havre och korn bör du prioritera kornet före havren. I försök har både korn och havre på jordar med P-AL-klass II och III svarat bra på fosforgödsling (Gruvaeus, 2007; Krijger, 2009). Havre verkar dock inte vara lika känslig som korn för låga fosforhalter i marken enligt en utvärdering av de långliggande bördighetsförsöken (Börjesson m.fl., 2015). Vid fosforgödsling till korn sjönk proteinhalten medan stärkelsehalten ökade (Gruvaeus, 2007).

Om jorden har P-AL-klass II eller lägre bör du även fosforgödsla höstsäden. Gödsla i så fall redan i samband med sådd så att grödan har tillgång till fosfor på hösten och vid den tidiga tillväxten på våren (Gruvaeus, 2005b). Höstgödsling kan öka risken för fosforförluster, men genom att kombiså, mylla eller bruka ned gödseln minskar du risken för förluster och förbättrar effekten av tillförd fosfor. Höstsädens kvävebehov på hösten är litet och täcks normalt av markens mineralisering. Därför bör du använda gödselmedel som innehåller lite eller inget lättillgängligt kväve vid höstgödsling, till exempel MAP (NP 12–23), PK 11–21 eller P 20.

6.3.5 Lin, ärter, åkerböna och vall kräver inte mycket fosfor

Lin, ärter och åkerböna kräver lite fosfor. Du kan därför prioritera ned fosforgödsling till dessa grödor i växtföljden. I försök med fosforgödsling till lin gav gödslingen ingen skördeökning alls (Krijger & Gunnarson, 2011a). Fosforgödsling gav heller ingen tydlig skördeökning på jordar i P-AL-klass II–IV i två olika försökserier med ärter (Gruvaeus, 2005a) respektive åkerböna (Krijger, 2015). Någon gång under växtföljden bör du dock se till att ersätta den fosfor som förts bort om jorden ligger i P-AL-klass III eller lägre.

Vallen är ytterligare en gröda som inte ger någon tydlig skördeökning vid fosforgödsling i försök (Börjesson m.fl., 2015). Därför ligger rekommendationen till vall på en fosforgödsling som motsvarar bortförsel i P-AL-klass II.

Det förekommer att stallgödsel sprids på vall under hösten även om vår- och sommarspridning numera är betydligt vanligare. Enligt SCB (2020) sprids stallgödsel under hösten på 15 % av slåttervallsarealen. Fördelen är att gödsellagret kan tömmas inför vintern och att risken för markpackning är



Ärter är inte så fosforkrävande.
Foto: Urban Wigert

liten om marken är relativt torr. Nackdelen är att risken för ammoniak- och fosforförluster kan öka om 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 att sprida på skiften där det finns risk för ytaavrinning går det oftast bra att sprida stallgödsel till vall under hösten. Glöm inte att följa de regler och begränsningar för höstspridning som finns i Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS 2004:62). Läs mer om spridningsreglerna i [kapitel 3.2.4](#).

6.4 Minska risken för fosforförluster

6.4.1 Bra dränering och markstruktur minskar förlusterna och förbättrar växtnäringsutnyttjandet

Med en väl fungerande dränering, bra markstruktur och god infiltrationskapacitet ger du grödan förutsättningar att utveckla ett bra rotsystem som kan ta upp vatten, fosfor och andra näringsämnen ur en stor jordvolym. Samtidigt minskar risken för att jordpartiklar ska följa med avrinnande vatten och föra med sig fosfor från fältet.

Om du har lerjordar kan du strukturkalka. Strukturkalkning förbättrar markstrukturen och minskar risken för fosforförluster (Berglund & Blomquist, 2015). Strukturkalk är dock inte tillåtet inom ekologisk produktion. Läs mer om strukturkalkning i [kapitel 8.6](#) och i Greppa Näringsens praktiska råd nr 23 Strukturkalkning – bra för både mark och miljö (Berglund & Blomquist, 2015).

Om du ska göra om dräneringen på fält med lerjord bör du överväga att anlägga kalkfilterdiken genom att blanda in strukturkalk i återfyllnadsmassorna. Därigenom ökar markens infiltrationskapacitet 10–30 gånger samtidigt som fosforläckaget minskar. Mätningar i Greppa Fosfors pilotområde i Östergötland där ena halvan av ett fält kalkfilterdikades medan den andra täckdikades på konventionellt sätt visar att fosforförlusterna kan minska med upp till 80 %.

6.4.2 Undvik uppgödsling av fosforrika jordar

I genomsnitt för hela Sverige gödslar vi med ungefär lika mycket fosfor som grödan för bort. Men gödseln är ojämnt fördelad mellan olika områden. I djurtäta områden där det finns ett överskott av stallgödsel kan fosforgödslingen vara betydligt större än bortförseln, vilket på sikt ökar fosforinnehållet i marken i dessa områden medan många växtodlingsgårdar har underskott i fosforbalansen.

Undvik att sprida stallgödsel på fält som redan har hög fosforhalt eftersom fosfor då inte utnyttjas på bästa sätt och risken för förluster kan öka. Försök i stället att sprida stallgödsel på andra fält, samarbeta med växtodlingsgårdar som har mer nytta av stallgödseln eller i varje fall tillföra mindre fosfor än grödan för bort så att markens fosforinnehåll inte ökar ytterligare. Undvik också att sprida stora givor av fosfor som täcker flera års behov eftersom det ökar risken för förluster. Oavsett vilken gröda du odlar är det inte motiverat, vare sig ekonomiskt, miljömässigt eller med tanke på att fosfor är en ändlig resurs, att gödsla upp marken högre än till P-AL-klass III–IVA.

Om jorden har högt P-AL och/eller liten förmåga att binda fosfor, kan jordens fosformätnadsgrad bli hög. Då ökar risken för fosforförluster. Jordens förmåga att binda fosfor är högre ju mer järn och aluminium den innehåller. Genom att även analysera järn (Fe-AL) och aluminium (Al-AL) när du markkarterar och analyserar P-AL kan du få ett mått på jordens kapacitet att binda fosfor och fosformätnadsgrad.



Vid snösmältning och häftiga regn som leder till ytavrinning och erosion sker ofta stora fosforförluster på kort tid. Med en god markstruktur och väl fungerande dränering förebygger du sådana problem. **Foto:** Hans Jonsson

6.4.3 Undvik att sprida gödsel där det finns risk för ytavrinning, erosion eller stående vatten

För att minska risken för fosforförluster är det viktigt att du undviker att sprida gödsel vid tidpunkter och på platser där det finns risk för ytavrinning, erosion eller stående vatten. Det gäller särskilt om du inte kan mylla eller bruka ner gödseln, till exempel på vall. Tänk också på att det under sommaren kan bildas torksprickor på lerjordar där fosfor kan läcka ut via dränerings-systemet i samband med gödsling och häftiga regn, så kallat makroporflöde eller inre erosion.

6.4.4 Håll marken bevuxen och anlägg skyddszoner

På sluttande fält kan du minska risken för fosforförluster via ytavrinning genom att jordbearbeta på tvären mot marklutningen och genom att ha marken bevuxen under höst och vinter. Undvik att höstharva plöjd mark som ska vårsås. På de mest utsatta ställena, till exempel runt dräneringsbrunnar, kan det vara bra att anlägga gräsbevuxna skyddszoner. Om gården ligger inom känsliga områden (se [avsnitt 3.2.4.2](#)) kan du söka miljöersättning via landsbygdsprogrammet både för skyddszoner längs vattendrag och anpassade skyddszoner på erosionskänsliga platser inne i fält.

6.4.5 Fånga fosfor med en fosfordamm

I områden med stora fosforförluster kan det även vara effektivt att anlägga en fosfordamm för att fånga upp fosfor som lämnat fältet och är på väg ut i sjöar och vattendrag. Läs mer om fosfordammar i Greppa Näringens praktiska råd nr 25 [Fånga fosfor med en fosfordamm](#) (Börling, 2017).



En gräsbevuxen skyddszon kan fånga upp jordpartiklar med fosfor så att inte fosfor hamnar i vattendraget. **Foto:** Katarina Börling

7 Kalium

I marken finns kalium antingen löst i markvätskan, utbytbar, fixerat mellan eller hårt bundet i lermineralen. Det kalium som finns bundet i lermineralen utgör det största förrådet men det är mycket svårt för växterna att komma åt. Genom vittring frigörs kalium och blir utbytbar. Växterna tar främst upp kalium som finns i markvätskan och det som är utbytbar. Kalium som är löst i markvätskan är lätttrörligt och kan också läcka ut, framför allt ur sandiga och mullrika jordar (Hahlin & Ericsson 1984).

Vittring av kalium varierar mycket och beror på hur mineralerna är sammansatta, men också på kaliumbalansen i fältet. I en undersökning av kaliumvittringen från 8 svenska försök (bördighetsförsök och odlingssystemförsök) varierade vittringen av kalium mellan 35 och 65 kg per hektar och år för lerjordar medan vittringen i sandjordar var 8 kg per hektar och år. Nivån på förrådskalium, ett K-HCl, visar hur stabil vittringen är över tid. Undersökningen visade också att förrådet av kalium är uttömt efter 30–300 år (Andrist Rangel, 2008).



På lerjordar kan vittring bidra med kalium till grödornas behov, medan lätta jordar kräver mer kaliumtillförsel. **Foto:** Jens Blomquist

7.1 Riktgivor för kalium

7.1.1 Gödsel efter bortförsel och markens kaliuminnehåll

Bortförsel av kalium med grödorna varierar mycket. För stråsäd och oljeväxter som odlas på jordar med K-AL-klass II eller III rekommenderar vi att du tillför lika mycket kalium som du för bort, så kallad ersättningsgödsling.

Vid en markkartering ger förrådet av kalium (K-HCl) en fingervisning om hur stabilt K-AL-talet är. Är förrådet av kalium lågt som till exempel i K-HCl-klass I eller II finns det goda skäl att kaliumgödsel även om K-AL-klassen är III. Då är vittringen av kalium från markförrådet begränsad och K-AL-talet påverkas mer direkt. Om K-HCl-klassen är III eller högre kan du däremot räkna med att vittringen ofta balanserar bortförseln av kalium i en växtföljd med spannmåls- och oljeväxtgrödor under lång tid. Du behöver alltså inte prioritera kaliumgödsling till grödor med litet kaliumbehov på jordar med K-AL-klass III om K-HCl-klassen är III eller högre och om K/Mg-kvoten inte är för låg (se [kapitel 8.2.4](#)).

Till vall rekommenderar vi att du tillför mindre kalium än du för bort, förutom till äldre vallar som odlas på marker i K-AL-klass I. Lika stor tillförsel som bortförsel med skörd kan leda till för hög kaliumhalt i vallfodret. Eftersom vallen tar upp mycket av det kalium som finns tillgängligt i marken under det första året behöver du prioritera högre kaliumgödsling till äldre vallar än till förstaårsvallen.

Om du gör en jordanalys i liggande vall bör du alltid gödsla enligt rekommendationerna för första vallåret, året efter att jordanalysen är gjord. Anledningen är att du på grund av vallens höga upptag av kalium förmodligen kommer att få ett lägre värde på jordens lättlösliga innehåll av kalium jämfört med om du hade gjort analysen i en annan gröda i växtföljden. Till den gröda som kommer efter en flerårig vall bör du öka givan med cirka 20 kg kalium per hektar jämfört med rekommendationerna i [tabell 26a](#) under förutsättning att vallen inte gödslats i balans med bortförsele av kalium.

Till sockerbetor rekommenderar vi att tillförsele av kalium generellt bör ligga lägre än bortförsele eftersom kaliumvittringen i många fall är god på de jordar där sockerbetor odlas. I sockerbetor samverkar natrium med kalium och om du gödslar med både natrium och kalium kan du öka utväxlingen av tillfört kalium (Ekelöf, 2016b).

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

7.1.2 Bortförsel av halm eller blast ökar kaliumbehovet

I [tabell 26a](#) hittar du riktgivor för kalium till olika grödor (Hahlin & Ericsson 1984 och Mattson L 2005). Riktgivorna förutsätter att halm eller blast brukas ner. Om du för bort halm eller blast påverkas kaliumtillståndet i ett längre tidsperspektiv. Det är framför allt lätta jordar som påverkas eftersom den kaliumlevererande förmågan är lägre på dessa jordar. I sådana fall bör du justera givan enligt kommentar under [tabell 26a](#). Denna "extragödsling" till följd av extra bortförsel behöver du inte göra på lerjordar i K-AL-klass IV och V.

Tabell 26a. Riktgivor för kaliumgödsling till olika grödor.

Gröda	Skördenivå (ton/ha)	Bortförsel av K (kg/ha)	Rekommenderad kaliumgiva (kg/ha) K-AL-klass				
			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 vall I, ts	6	150	120	80	40	0	0
Slåttervall, vall II o äldre, ts	6	150	160	120	80	40	0
Fodermajs, ts ^{b)}	10	95	150	120	80	50	0
Potatis ^{c)}	40	200	300	250	200	150	0
Sockerbetor ^{d)}	65	80–100	120	90	50	30	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)} Avser majsensilage.

^{c)} vid odling av stärkelsepotatis minskas givan med 50–100 kg K/ha då för mycket kalium sänker stärkelsehalten.

^{d)} vid bortförsel av blast ökas givan med 75 kg K/ha i K-AL klass I och II samt med 40 kg K/ha i K-AL-klass III.

Om skördenivån är högre eller lägre än vad som anges i [tabell 26a](#) bör du öka eller minska fosforgivan enligt [tabell 26b](#).

Tabell 26b. Justering av kaliumgivan beroende på skördenivå.

Gröda	Justering per ton avvikelse i skörd (kg K/ha)
Stråsäd	5
Oljeväxter, ärtor	10
Majs (ts)	10 ^{a)}
Slättervall (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.

7.2 Strategier för kaliumgödsling – störst behov på jordar med låg lerhalt

Huvudregeln för kaliumgödsling är att kalium ska tillföras varje år och att givan ska anpassas till den aktuella grödan och K-AL-klassen. Kaliumbehovet är störst på lerbria och lerbattiga mineraljordar samt på mulljordar. Undvik förrådsgödsling eller uppgödsling med kalium på dessa jordar, särskilt i nederbördsrika trakter. En sådan åtgärd blir olönsam eftersom det är stor risk för att kalium utlakas och därmed försvinner från marken.



Om halmen förs bort så försvinner även mycket kalium från fältet. Då behöver det ersättas med extra kaliumgödsling, särskilt på lätta jordar. **Foto:** Hans Jonsson

Du får i regel bättre kaliumeffekt vid vårgödsling till vårsådda grödor jämfört med höstgödsling. Inför höstsådd är höstgödsling ett alternativ på jordar med låg kaliumklass. Arbetstekniska fördelar kan då väga upp eventuella kaliumförluster vid höstspredning av fast stallgödsel. Ytterligare skäl för höstgödsling av kalium till höstsäd kan vara om grödan samtidigt har ett behov av fosfor under hösten. Gödsling med kalium till höstsäd på våren fungerar väl på jordar som inte har låga kaliumklasser. Kalium i stallgödsel anses ha samma effekt som kalium i mineralgödsel.

Vid stora engångsgivor av kalium kan balansen med andra näringsämnen, speciellt magnesium, bli störd. Detta är särskilt påtagligt vid odling av vall med hög andel 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).

7.2.1 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. Du kan läsa mer om detta i [kapitel 8.2.4](#).

8 Magnesium, svavel och mikronäringsämnen

Förutom kväve, fosfor och kalium kan du behöva tillföra ett antal andra näringsämnen för att undvika brister och därmed skördesänkningar eller kvalitetsproblem. Vi brukar dela upp näringsämnen i mikro- och makronäringsämnen. Mikronäringsämnen är ämnen som växterna behöver i små mängder till skillnad från makronäringsämnen som behövs i större mängder. Till makronäringsämnena räknas förutom kväve, fosfor, kalium, bland annat svavel och magnesium. Av mikronäringsämnena skriver vi främst om bor, mangan och koppar eftersom det är störst risk för brist av dessa ämnen i våra jordbruksgrödor.

Vad påverkar tillgängligheten och vilka åtgärder kan du göra för att undvika brist?

- Markens pH-värde är den enskilt viktigaste faktorn som påverkar tillgängligheten av mikronäringsämnen.
- Högt pH-värde ger sämre tillgänglighet jämfört med lågt pH för alla ämnen utom molybden. I praktiken märks detta framför allt för mangan och zink.
- I mullrika jordar kan koppar bindas hårt till det organiska materialet. Tillgängligheten för mangan och järn kan också vara låg om jorden har en lucker struktur.
- Förrådet av mikronäringsämnen är mindre i lätta jordar jämfört med i lerigare jordar.
- Torka och kyla kan minska upptaget i växterna på grund av minskad rotaktivitet.
- Svavel behöver du tillföra regelbundet till alla grödor i proportion till kvävetillförseln.
- För magnesium och mikronäringsämnen bedömer du behovet av gödsling beroende på förhållanden i marken, vilken gröda du odlar samt väderförhållanden.

8.1 Tillgängligheten är mer avgörande än mängden

Den totala mängden mikronäringsämnen i marken är ofta stor i förhållande till grödans behov. Ofta är det istället tillgängligheten för växterna som avgör hur stort upptaget i grödan blir och som också påverkar risken för att brist ska uppstå. Markens pH-värde är den enskilt viktigaste faktorn som i olika grad påverkar tillgängligheten av mikronäringsämnen. Alla ämnen utom molybden är mindre tillgängliga vid högt pH-värde än vid lågt. Det är framför allt för mangan och zink som anses ge en gradvis försämrad tillgänglighet på jordar med pH-värde över 6,5. Även i mullrika jordar kan det bli brister,

dels eftersom vissa ämnen, framför allt koppar, binds hårt till det organiska materialet. Dels för att dessa jordar ofta har en mycket lucker struktur, vilket minskar tillgången på mangan och järn. En jord med låg lerhalt har dessutom ofta ett mindre förråd av många mikronäringsämnen jämfört med lerjordar, vilket också kan leda till en ökad risk för brist.

Väderleken spelar också in. Kyla och torka medför minskad rotaktivitet samt långsammare upplösning och transport av olika ämnen som ökar risken för brist. Eftersom många mikronäringsämnen rör sig långsamt i marken kan grödans rotsystem påverka förmågan att ta upp de mängder som grödan behöver. Vid ett begränsat rotsystem kan inte grödan utnyttja lika stora jordvolymer och därmed kan näringsupptaget påverkas negativt.

I kommande avsnitt går vi igenom hur du kan göra en riskvärdering och bedöma om dina fält ligger i riskzonen för att drabbas av brist på magnesium, svavel, bor, mangan eller koppar samt hur du på bästa sätt åtgärdar en eventuell brist. I [tabell 27](#) finns en sammanfattning av risken för brist samt hur och när du bör gödsla.

8.2 Magnesium – risk för brist på lätta jordar



Magnesiumbrist i korn.
Foto: Karl-Arne Hedene

8.2.1 Förekomst i marken och växtupptag

Magnesium förekommer i olika typer av mineral i jorden och mängden magnesium i marken påverkas i hög grad av jordarten. Jordar med hög lerhalt har generellt ett större förråd än sandjordar. Magnesium lakas också ut i högre utsträckning på lätta jordar. Grödans upptag av magnesium påverkas både av förrådets storlek och av tillgängligheten i marken.

8.2.2 Riskvärdering för brist och bristsymtom

Om du har lätta jordar ökar risken för magnesiumbrist. Även pH-värdet kan ha betydelse där mycket låga pH-värden, < 5,5, minskar tillgängligheten. Stallgödsel ger ett betydande tillskott av magnesium och om du regelbundet tillför stallgödsel minskar risken för brist. För att bedöma markens status kan du göra en jordanalys. Analysen görs normalt med extraktion av ammoniumlaktat (Mg-AL) och ingår oftast när du gör en markkartering. Halterna bör ligga på minst 4–10 mg per 100 g jord för att du ska undvika problem med magnesiumbrist (Lagerquist, 1970; Nilsson, 1975). Odlar du magnesiumkrävande grödor bör halten i jorden ligga i den övre delen av intervallet. Lerjordar kräver också ett högre magnesiumtal än sandjordar. När du bedömer risken för magnesiumbrist bör du även titta på förhållandet mellan magnesium och kalium (se [kapitel 8.2.4](#)).

Symtom på magnesiumbrist kan du se först på äldre blad eftersom magnesium är lätttrörligt i växten. I stråsäd kan du se magnesiumbrist i form av gröna fläckar eller ”klorofyllklumpar” som visar sig i band längs bladen. Hos sockerbetor och potatis uppträder magnesiumbrist istället i form av blad som gulnar mellan bladnerverna. I potatis förblir bladkanterna ofta gröna.

8.2.3 Behov och gödsling

Sockerbetor och potatis har störst magnesiumbehov, cirka 35 kg per hektar, medan oljeväxter, vall och ärter behöver cirka 15–20 kg och spannmål cirka 10 kg per hektar.

Vid behov kan du gödsla med magnesiumhaltiga mineralgödselmedel. Du kan också förrådsgödsla med magnesium. Det billigaste sättet att tillföra magnesium om fältet också behöver kalkas är att välja kalk som innehåller magnesium. Annars kan du förrådsgödsla med kieserit (magnesiumsulfat) eller kalimagnesia.

8.2.4 Konkurrens mellan kalium och magnesium (K/Mg-kvot)

Kalium och magnesium konkurrerar med varandra vid upptaget i växten och därför är det viktigt att du ser till att balansen mellan dessa båda ämnen ligger på en bra nivå. Det är främst magnesiumupptaget som kan påverkas negativt vid höga kaliumtal i marken. För att bedöma risken för magnesiumbrist behöver du både titta på magnesiumtalet i marken och på kvoten mellan kalium och magnesium (K/Mg-kvoten). Är kvoten för hög så riskerar grödan att drabbas av magnesiumbrist trots att markens innehåll av magnesium egentligen är tillräcklig. Hög kvot kan också leda till att skörden inte ökar eller att den till och med sjunker efter en eventuell kaliumgödsling eftersom magnesiumbristen då förvärras.

Exakt vad kvoten bör ligga på är inte kartlagt och varierar också med jordart, pH-värde samt vilken gröda som odlas. Äldre studier tyder på att kvoten bör ligga mellan 1 och 3 för magnesiumkrävande grödor som potatis och sockerbetor, medan kvoten troligen kan vara något högre för andra jordbruksgrödor (Nilsson, 1975; Havlin m.fl., 2005). Värden i den övre delen av intervallet (2–3) kan accepteras i låga K-AL-klasser (I–II) och när du odlar grödor med relativt litet magnesiumbehov som till exempel spannmål. Vid lågt K-AL-tal där kvoten samtidigt är låg (< 1) kan istället kaliumupptaget påverkas negativt. Detta har rapporterats i tidigare studier, men det är osäkert hur stor påverkan detta har på skörden (Hahlin m.fl., 1980; Hahlin, 1991).

8.3 Svavel – gödsla i proportion till kväve

8.3.1 Förekomst i marken och växtupptag

En stor del av svavlet i marken finns bundet i organisk form och frigörs på samma sätt som kväve vid mineralisering av organiskt material. Svavel tas upp i växten i form av sulfationer, som liksom nitrat lätt kan lakas ut. Svavel i organiska gödselmedel kan ha en långsiktig effekt på grödans svavelförsörjning när det organiska materialet successivt mineraliseras. Svavel hör tätt samman med kväve i växtens uppbyggnad, där båda dessa behövs för att bland annat bygga aminosyror och proteiner. När mineralkväve tillförs behöver därför även svavel tillföras i rätt proportion för att undvika svavelbrist. Förhållandet mellan kväve och svavel bör vara 10 till 1–1,5 för stråsäd och 10 till 2–2,5 för oljeväxter.



Svavelbrist i oljevaxter.
Foto: Peder Waern

8.3.2 Riskvärdering för brist och bristsymtom

Tillför svavel regelbundet och till alla grödor så undviker du brister. Störst risk för brist är det på jordar med låg mullhalt och där organiska gödselmedel inte tillförs. Symtom på svavelbrist syns som gulnande blad, precis som vid kvävebrist. Skillnaden är att svavelbrist främst syns på yngre blad och kvävebrist på äldre blad. Vid brist i spannmål får bladen ofta ett gulrandigt utseende och oljevaxter kan få lilafärgade bladkanter. Svavelbrist leder till försämrad tillväxt och bestockning samt försenad och minskad blomning och kärn- eller frösättning. En obalans mellan kväve och svavel gör att det tillförda kvävet inte kan utnyttjas fullt ut.

8.3.3 Behov och gödsling

Oljevaxter samt potatis och sockerbetor har störst behov av svavel, cirka 30–40 kg per hektar. Därefter kommer baljväxter och vall, cirka 15–20 kg per hektar. Spannmål har lägst behov, cirka 10–15 kg per hektar.

Det går inte att förrådsgödsla med mineraliskt svavel utan det behöver tillföras årligen, lämpligen i form av svavelhaltiga mineralgödselmedel. Tillförsel av organiska gödselmedel ger en långsiktig svaveleffekt och kvoten mellan kväve och svavel i stallgödsel stämmer ofta väl överens med grödans behov. Till svavelkrävande grödor kan du behöva tillföra extra svavel om du använder organiska gödselmedel. Många kvävegödselmedel är anpassade för att ge en bra balans mellan kväve och svavel. Om du använder ett gödselmedel som täcker hela grödans svavelbehov vid huvudgivan kan du gödsla med ett kvävegödselmedel utan svavel vid kompletteringsgivorna. Till vallar kan du också ge hela svavelbehovet till förstaskörden.

Om det uppstår svavelbrist akut kan du bladgödsla med svavel, men då måste du komplettera med svavel i fast form för att täcka hela behovet.

8.4 Bor – upptaget påverkas av torka

8.4.1 Förekomst i marken och växtupptag

Bor är relativt lätttröligt i marken och lakas lätt ut med nederbörd, särskilt på sandiga jordar. Bor frigörs från organiskt material i marken vilket gör att halterna ofta är lägre på mullfattiga jordar. Jordar nära västkusten har ofta förhöjda borhalter eftersom bor tillförs från havet med västliga vindar (Eriksson m.fl., 1997).

Mängden växttillgängligt bor påverkas i högre grad än andra ämnen av markfukt. Torka leder till en försämrad transport av bor till rotzonen. Det leder också till en minskad mineralisering av organiskt material vilket ger mindre frigjort och löst bor i markvätskan. Eftersom rottillväxten också kan hämmas vid lågt borupptag kan det göra att situationen blir ännu värre. Tillgängligheten av bor påverkas också av pH-värdet där både jordar med högt och lågt pH-värde kan ge försämrad tillgänglighet för grödan. Optimalt pH-intervall är 6,0–7,5 (Wong m.fl., 2005; Bell, 1997). Över pH 7,5 minskar tillgängligheten snabbt om pH-värdet stiger ännu mer. Också kalkning kan leda till försämrat borupptag eftersom bor kan reagera med kalken och bli otillgänglig för grödan.

8.4.2 Riskvärdering för brist och bristsymtom

Det går att analysera mängden bor i jorden genom en jordanalys med varm-vattenextraktion. Men eftersom det i försök har varit svårt att koppla tidigare riktvärden till respons på skörd är det oklart vilka värden som visar på brist. Därför anses analysen ha ett begränsat värde. Det finns inte heller något gränsvärde som indikerar risk för brist. Trots det vet vi att risken för borbrist påverkas av jordart, pH och vattenhalt. Högre halter krävs på lerjordar jämfört med lätta jordar men även vid torra förhållanden. På alkaliska jordar (pH > 7,5–8) krävs också ett högre bortal för att inte känsliga grödor ska få borbrist (Keren, 1996).

Borbrist orsakar skador på grödans tillväxtzoner. Det gör att bristsymtom ofta uppträder i bladkanter och i toppen på skott. Bladen hos oljeväxter och sockerbetor gulnar ofta i kanterna och kan bli deformerade (inrullade bladkanter eller skålförmiga blad). Hos sockerbetor svartnar tillväxtpunkten och vid allvarlig brist sprider sig det ner till rotnölen som blir svartfärgad, så kallad hjärtröta. Borbrist påverkar också blomningen negativt vilket kan ge dålig eller ojämn frösättning i oljeväxter och klöverfrö. Eftersom blommorna är extra känsliga kan frösättningen påverkas negativt även om inga synliga symtom finns på övriga delar av plantan.

8.4.3 Behov och gödsling

Till borkrävande grödor som sockerbetor, klöverfrö och oljeväxter kan du med fördel tillföra bor genom borhaltiga mineralgödselmedel vid behov. Du kan även tillföra bor genom bladgödsling. Bladgödsling ger snabb effekt men kan behöva upprepas vid flera tillfällen för att ge tillräckligt med bor till nytillväxt och till blommor. Du bör inte förrådsgödsla med bor eftersom det är lätttröligt i marken och lätt lakas ut.

8.5 Mangan – tillgänglighet styrs av markens pH och syrehalt

8.5.1 Förekomst i marken och växtupptag

Förrådet av mangan i marken är alltid mycket stort. Det är i stället den växttillgängliga fraktionen som avgör hur stort växtupptaget blir och därmed också risken för brist. Markens pH-värde och syrehalt är de två viktigaste faktorerna som reglerar mängden växttillgängligt mangan i marken. Risken för brist ökar med stigande pH och tillgängligheten minskar redan vid ett pH-värde över 6,5. Vid syrerika förhållanden i marken omvandlas mangan till svårtilgängliga former som inte kan tas upp av växten.

8.5.2 Riskvärdering för brist och bristsymtom

Det finns inga tillförlitliga jordanalyser för att bestämma den växttillgängliga fraktionen av mangan i marken. Istället får du bedöma situationen utifrån markens egenskaper, tidigare erfarenheter och väderförhållanden. Förhöjd risk för manganbrist uppkommer på lätta och mullrika jordar som ofta är luckra och syrerika, samt vid torka. Om du är osäker kan du ta en växtanalys för att bedöma grödans status, men eftersom förhållandena i marken ofta ändras snabbt kan det vara svårt att på detta sätt bedöma den långsiktiga effekten på grödan.



Manganbrist i havre.
Foto: Peder Waern

Manganbrist yttrar sig på olika sätt i olika grödor, men uppträder alltid på de yngre bladen. Hos spannmål syns gråaktiga fläckar på bladen, ofta med en brun kant och i rader mellan bladnerverna. Vete får ofta ljusare fläckar än havre och korn. Hos sockerbetor och oljeväxter uppträder manganbrist i form av gulnande prickar eller fläckar som ofta bildar ett mosaikliknande mönster. Området intill bladnerverna förblir ofta grönt. Symtomen kan likna de vid magnesiumbrist, men dessa symtom uppträder först på de äldsta bladen. På potatisplantor ses manganbrist som mörka prickar (nekroser) på bladen.

Ett tydligt kännetecken på manganbrist är också att grödan är grönare och friskare i körspåren på grund av mer syrefattiga förhållanden på dessa delar av fältet.

8.5.3 Behov och gödsling

Alla grödor kan drabbas av manganbrist men spannmål, sockerbetor och oljeväxter är känsligast.

Det effektivaste sättet att tillföra mangan är i form av bladgödsling. Markgödsling har sällan någon effekt eftersom det oftast är tillgängligheten som är problemet och det som tillförs marken snabbt blir otillgängligt för växterna. Eftersom manganbrist på hösten kan leda till ökad risk för utvintring kan gödsling på hösten vara motiverat. Positiva effekter av detta har visats främst i höstkorn (Stoltz & Wallenhammar, 2012), men höstgödsling har också gett skördeökningar i höstraps (Gunnarson, 2015). Du kan även använda surgörande gödselmedel, till exempel ammoniumkväve som sänker pH-värdet i rotzonen eller välta efter sådd för att öka tillgängligheten av mangan och därmed minska risken för brist.

Tillfälliga, övergående manganbrister uppkommer relativt ofta på våren på många jordar. Mangantillgången kan då variera snabbt och ofta försvinner bristen av sig själv efter nederbörd. Försök har visat att mangangödsling i dessa fall har svag eller ingen effekt på skörden och gödsling är därför inte motiverad. Om du har svårt att avgöra hur långvarig bristen blir så får du använda dig av tidigare erfarenheter för din jord.

Tänk på att du kan behöva upprepa mangangödslingen flera gånger vid kraftig eller långvarig brist. Detta för att säkerställa att mängderna blir tillräckligt stora och att nytillväxten får sitt behov tillgodosett. På jordar där du vet att brist kan uppstå kan du också prova att beta fröet med mangan och kombinera med bladgödsling.

8.6 Koppar – förrådet i jorden ökar med stigande lerhalt

8.6.1 Förekomst i marken och växtupptag

Liksom för övriga mikronäringsämnen är förrådet av koppar ofta relativt stort i förhållande till grödans årliga behov, men här kan ändå mängden koppar i marken påverka upptaget. Mängden koppar stiger generellt med ökad lerhalt. Kopparbrist uppstår på jordar där förrådet av koppar i marken är litet.

Tillgängligheten minskar till viss del vid höga pH-värden, men effekten är inte alls lika tydlig som för exempelvis mangan. Låga koppartal i mark och gröda är vanligare i södra och västra Sverige än i Mälardalen och i östra Götaland. Kopparbrist har under lång tid uppmärksammats på framför allt muljordar i sydvästra Sverige (Carlgrén, 2003).

8.6.2 Riskvärdering för brist och bristsymtom

Traditionellt analyseras koppar i marken genom en stark extraktion med saltsyra (Cu-HCl) som bedömer markförrådets storlek. Halter under 6–7 mg koppar per kg jord anses ge förhöjd risk för kopparbrist enligt äldre studier (Stenberg m.fl., 1949; Lundblad & Johansson, 1956). Även om det finns en viss koppling mellan förrådet av koppar i marken och grödans upptag så ger denna analys endast en indikation på risken för brist. Att enbart titta på jordarten ger också relativt mycket information. Lätta, sandiga jordar samt jordar med hög mullhalt ökar risken för brist. Koppar binds lätt till det organiska materialet och blir därmed svårtillgängligt för grödan. Om du är osäker på om du har problem med kopparbrist kan du också ta en växtanalys under säsongen för att bedöma kopparinnehållet i grödan.

Det tydligaste tecknet på kopparbrist i spannmål är att bladspetsarna på grödans unga blad gulnar, så kallad gulspetssjuka. Plantorna kan också få onormalt många sidoskott vilket ger ett ”buskigt” intryck.



Kopparbrist i havre.
Foto: Karl-Arne Hedene

8.6.3 Behov och gödsling

Spannmål är bland de grödor som är känsligast för kopparbrist, där vete och havre och till viss del även korn är känsligare än råg. Ofta drabbas den vårsådda spannmålen värre eftersom rotsystemet inte är lika välutvecklat som hos höstgrödorna. Med ett mindre rotsystem minskar också förmågan att ta upp koppar ur marken.

På jordar med ett litet förråd av koppar, ofta sandiga jordar, kan du förråds-gödsla marken med koppar. På mullrika jordar är en markgödsling däremot ineffektiv eftersom tillgängligheten ofta är problemet och koppar som tillförs binds fast i marken. Därför är det bättre att bladgödsla på dessa jordar. Även vid akut brist är det bättre att bladgödsla eftersom det verkar snabbare än markgödsling.

8.7 Övriga mikronäringsämnen och samspel mellan ämnen

Låga halter av zink har uppmärksammats i en del försök på flera platser i landet, men anses inte vara ett utbrett problem. Järnbrist kan uppträda på alkaliska jordar med pH-värden över 7,5 och under torra förhållanden, men brister anses vara ovanliga.

Ibland uppstår obalanser i grödan vilket kan leda till indirekta brister även om halten i marken egentligen är tillräcklig. Det finns många olika positiva och negativa samspel mellan ämnen. Som exempel kan vi nämna att hög fosforgödsling kan öka risken för zinkbrist.

Ibland blir obalansen ett problem först i nästa steg när grödan används till exempel som foder. Här kan balansen mellan molybden och koppar nämnas

där höga molybdenhalter kan leda till kopparbrist hos idisslare. Detta problem har uppmärksamats bl.a. i delar av Västergötland och västra Östergötland till följd av naturligt höga molybdenhalter i jordarnas moder-material. I en artikel av Axelson m.fl. (2018) finns en karta med riskområden utritade. Ligger din gård i ett område med risk för höga molybdenhalter rekommenderar vi att du gör en analys av molybden och koppar i ditt foder.

Tabell 27. Gränsvärden för brister, känsliga grödor samt gödslingsråd för magnesium, svavel, bor, mangan och koppar.

	Magnesium, Mg	Svavel, S	Bor, B	Mangan, Mn	Koppar, Cu
Risk för brist	Om jordanalys visar 4–10 Mg/100 g jord. Det högre värdet vid hög lerhalt och krävande grödor.	Om växtanalys visar på en N/S kvot >16–20 ^{a)}	Oklart vilka värden som visar på brist.	I känsliga grödor om pH > 6,5 och/eller jorden är lucker.	Om jordanalys visar <6–7 mg Cu/kg jord ^{b)}
Jordar där brist i första hand uppträder	Lätta jordar och jordar med lågt pH, <5,5	Mullfattiga jordar, hög kvävegödsling	Torka och på jordar med pH-värde under 6,0 eller över 7,5. Kalkning kan minska upptaget.	Lätta och/eller mullrika jordar med högt pH och lucker struktur	Lätta jordar och/ eller mulljordar, framför allt mulljordar i sydvästra Sverige
Tillför i första hand	Vid kalkbehov tillför kalk som innehåller magnesium. Annars gödsla med mineralgödsel.	Mineralgödsel med svavel, tillför i proportion till kväve	Gödsla årets gröda med mineralgödsel alternativt bladgödsla	Bladgödsla, välta efter sådd	Förrådsgödsla sandiga jordar. Bladgödsla mullrika jordar.
Förrådsgödsling	50–100 kg Mg/ha ^{c)}	-	-	-	5–7 kg Cu/ha
Gödsling till årets gröda	10–20 kg Mg/ha	10–30 kg S/ha. Tillför svavel i proportion till kväve.	Borkrävande grödor: 0,5–1,5 kg B/ha	Inte aktuellt	0,5–1,0 kg Cu/ha
Bladgödsling i växande gröda	1–2 kg Mg/ha	5–8 kg S/ha	0,2–0,5 kg B/ha	0,1–2 kg Mn/ha ^{d)}	0,15–0,5 kg Cu/ha

^{a)} Reuter & Robinsson, 1997.

^{b)} Upp till det dubbla värdet på mulljordar på grund av lägre volymvikt.

^{c)} Rekommenderade Mg-givor kan överskridas om man tillför dolomit.

^{d)} Manganbehandling kan behöva upprepas.

9 Kalkning

9.1 Kalka för att bibehålla eller höja pH-värdet

Kalktillståndet i marken uttrycks oftast som pH-värde och ger ett mått på koncentrationen vätejoner i marken. Kalkning av åkermark hjälper till att bibehålla eller höja markens pH-värde. Ett lämpligt pH-värde i marken gör flera växtnäringsämnen mer tillgängliga för växterna. Kalkningen tillför också kalciumjoner vilket är positivt för vissa grödor vid låga kalciumtal i marken (Ca-AL) (Mattsson, 2010b). Vilket pH-värde som är optimalt beror på jordarten och på vilka grödor du odlar i din växtföljd. Du kan också strukturkalka lerjordar för att förbättra markstrukturen och minska fosforförlusterna, men då är det viktigt att använda särskild strukturkalk (se [kapitel 9.7](#)).

9.2 Flera processer påverkar markens pH-värde

Åkermark som inte kalkas regelbundet försuras på sikt. Det beror på grödornas upptag och bortförsel av växtnäringsämnen, markandning (rotandning och nedbrytning av organiskt material), utlakning, nedfall av kväve- och svaveloxider och användning av surgörande kvävegödselmedel (Ericsson & Bertilsson, 1982).

De grödor du odlar och gödselmedel du använder påverkar markens pH-värde. Baljväxtvallar har en starkt försurande effekt på grund av att de tar upp och för bort mer baskatjoner såsom kalium, kalcium och magnesium än övriga grödor. Används grödan som foder och resterna förs tillbaka till jorden i form av stallgödsel blir den försurande effekten mindre. Odling av spannmål har endast en svag försurande effekt om halmen återförs. Det är bortförsel av halm som försurar marken (Persson, 2003).

Kvävegödsling med gödselmedel som innehåller nitratkväve (NO_3^-) har en kalkverkan medan ammoniumkväve (NH_4^+) har en försurande verkan i marken (Eriksson m.fl., 2010). Det går att räkna ut en teoretisk kalkverkan utifrån hur mycket ammonium, nitrat och basiska ämnen ett gödselmedel innehåller (Ericsson & Bertilsson, 1982). Kalksalpeter som nästan enbart innehåller nitratkväve har en kalkverkan. Kalkammonsalpeter (N_{27}) har en neutral eller svagt sur verkan medan ren ammoniumnitrat (N_{34}), olika NPK-gödselmedel, ammoniumsulfat ($\text{NS } 21-24$) och urea har en försurande effekt, se [tabell 28](#) (Ericsson & Bertilsson, 1982). Urea ger till att börja med en kalkverkan när karbonat frigörs, men slutresultatet är en försurning då kvävet som omvandlats till ammonium omsätts. Läs mer om kvävegödselmedel i [kapitel 3.1.1](#).

Organiska gödselmedels påverkan på pH i marken är sammansatt av flera processer. Stallgödsels överskott av positiva joner ger en viss kalkverkan i marken. Om stallgödselspridningen leder till kväeutlakning har den processen däremot en försurande verkan (Persson, 2003; Ericsson & Bertilsson, 1982).



Kalkning motverkar försurning och höjer jordens pH. **Foto:** Jens Blomquist

Tabell 28. Försurande effekt eller kalkverkan av olika kväveformer. (Ericsson & Bertilsson, 1982).

	Försurande verkan kg CaO/kg N	Kalkverkan kg CaO/kg N
Ammoniumnitrat (N34)	1	
Kalkammonsalpeter (N27)	0,5	
Ammonsulfat (NS 21–24)	3	
Kalksalpeter (N15,5)		0,7
Urea (N46) ^{a)}	1	

^{a)} Urea ger initialt en positiv pH-effekt, men slutresultatet är en försurande verkan.

9.3 Kalka för bättre odlingsegenskaper

Kalkning förbättrar oftast en jords odlingsegenskaper. Ett optimalt kalktillstånd underlättar jordbearbetning och rottillväxt på aggregatbildande jordar (lerjordar) samtidigt som bland annat fosfors tillgänglighet ökar. Grödans upptag av giftiga tungmetaller, till exempel kadmium, minskar (Kleja, m. fl., 2006). Kalkning minskar normalt också mängden utbytbar aluminium i marken. Det är positivt eftersom fria aluminiumjoner är giftiga för växtrötterna. Kalkningen påverkar också markens mikroflora så att jordbakterier gynnas på svamparnas bekostnad (Haak & Simàn, 1992). Rotbrandssvampar som angriper sockerbeter missgynnas av ett högt pH. Ett kalciuminnehåll (Ca-AL) över 250 mg per 100 gram jord kan minska angrepp och uppförökning av de svamparna (Olsson m.fl., 2010).

Sockerbeter, oljeväxter och lusern är särskilt beroende av att kalktillståndet är tillfredsställande. I äldre svenska kalkförsök (1983–1990) undersöktes kalkningens effekt på vanliga lantbruksgrödor (stråsäd, vall, raps, potatis, ärter, sockerbeter) på fastmarksjordar. När försöken startade låg pH mellan 5,0 och 6,1 och försöksleden kalkades som mest upp till pH mellan 6,1 och 6,8. Kalkens positiva skördeffekt var högre hos vårsäd än hos höstsäd. Hos vårsåden var merskörden lägst för havre (Haak & Simàn, 1992).

Ibland konstateras svag eller till och med negativ skördeeffekt av kalkning. En orsak kan vara att ett högre pH-värde minskar tillgängligheten för vissa näringsämnen. Det är framför allt mangan och zink som det ger en gradvis försämrade tillgänglighet på jordar med pH över 6,5. För koppar minskar tillgängligheten till viss del vid höga pH-värden och för bor minskar tillgängligheten för pH över 7. Vid kalkning på jordar med låg halt av något av dessa näringsämnen kan det vara bra att göra en växtanalys och eventuellt gödsla om växtanalysen visar på brist. Läs mer om mikronäringsämnenas tillgänglighet i [kapitel 8](#).

9.4 Olika mål för pH-värdet på olika jordar

Med en grundkalkning kan du höja markens pH-värde till önskvärd nivå. Eftersom försurande processer ständigt pågår måste kalk även tillföras regelbundet. Det kallas underhållskalkning.

I [tabell 29](#) anger vi mål-pH för olika jordar. Riktvärdet för ett gott kalktillstånd på mineraljordar med mullhalt under 6 % är pH 6,5 på lerjordar och 6,0 på lätta jordar. Normalt bör du kalka om pH-värdet understiger målpH med 0,3–0,5 enheter.

Mål-pH minskar med ökande mullhalt. På mycket mullrika mineraljordar bedömer vi att mål-pH bör ligga cirka 0,5 pH-enheter lägre än på måttligt mullhaltiga jordar. Vid sockerbetsodling bör riktvärdet generellt ligga ungefär 0,5 pH-enheter högre än vid annan odling.

På mulljordar riskerar kalkning gynna mineralisering vilket leder till ökad bortodling (Eriksson m.fl., 2011). I äldre försök på mulljordar har mål-pH varierat för olika jordar men resultaten indikerar att pH bör ligga kring 5,5 för bästa fosfortillgänglighet (Davis & Lucas, 1959).

På jordar med mullhalt över 12 % kan du analysera halten av utbytbar aluminium (Al-AS) för att få ytterligare vägledning om kalkningsbehovet. Anledningen är att halten utbytbar aluminium inte alltid är hög trots ett lågt pH-värde. Om mängden utbytbar aluminium är mindre än 1,0 mg per 100 ml jord, vilket motsvarar cirka 20 kg Al-AS per hektar i matjordsskiktet, kan uppmätt pH vara lite lägre än riktvärdet innan du behöver kalka (Ståhlberg, 1982). Praktiska erfarenheter av Al-AS-metoden finns framför allt i Mellansverige.

Tabell 29. Mål-pH utifrån jordart och mullhalt.

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

^{a)} mf = mullfattig, nmh = något mullhaltig, mmh = måttligt mullhaltig, mr = mullrik, mkt mr = mycket mullrik, minbl mullj = mineralblandad mulljord

9.4.1 Ta jordprover vid samma tid på året

Vid markkartering rekommenderar vi att du gör återkommande provtagning på samma plats i växtföljden och vid samma årstid under liknande fukt-förhållanden i marken och ungefär lika lång tid efter senaste stora gödselgivan. Tänk på att ta återkommande jordprov för pH-bestämning vid samma tidpunkt på året då värdet kan variera med omkring 0,2–0,3 pH-enheter under året. Under odlingssäsongen minskar pH något på grund av bland annat kvävegödsling och rötternas aktivitet medan pH ökar något under vintern. Är odlingssäsongen torr kan skillnaden i pH mellan höst och vår vara extra tydlig då uppblötningen av jorden ger en kalkeffekt (Murdock m.fl., 2006). Se vidare om vikten av likvärdiga förhållanden vid återkommande markkartering i [kapitel 2.1.3](#).

Mätmetoden skiljer mellan länder

Tänk på att pH-värden inte är direkt jämförbara mellan länder. I Sverige används destillerat vatten när pH bestäms medan mätning i en lösning av kalciumklorid (CaCl_2) är vanligt i många andra länder, exempelvis Danmark. Genom att addera 0,5 enheter till ett pH-värde mätt i kalciumklorid kan man uppskatta motsvarande pH-värde enligt den svenska metoden.

9.5 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 för att uppnå samma effekt om du använder grövre och hårdare produkter jämfört med mjölformiga produkter (Mattsson, 2010a).

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 har du inte nått full effekt av den krossade produkten ens efter fem år.

9.5.1 CaO-värdet anger syraneutraliserande förmåga

Olika kalkningsmedels syraneutraliserande förmåga uttrycks som CaO-värde, i procent. Kalkstensmjöl har ett CaO-värde på cirka 50 %. Den syraneutraliserande förmågan beror också på produktens löslighet i vatten. Kalkstensmjöl har låg löslighet medan bränd och släckt kalk har hög löslighet.

CaO-värdet ska inte förväxlas med kalkens kemiska sammansättning där kalkstensmjöl består av kalciumkarbonat (CaCO_3), släckt kalk består av kalciumhydroxid (Ca(OH)_2), dolomit av kalciummagnesiumkarbonat $\text{CaMg(CO}_3)_2$ och bränd kalk av kalciumoxid (CaO).

Finns ett magnesiumbehov samtidigt som fältet också behöver kalkas är kalkning med dolomitkalk det billigaste alternativet. Läs mer om magnesiumgödsling i [kapitel 8.2](#).

På marknaden finns ett stort antal kalkningsmedel. Produkterna kan delas in i olika grupper enligt EU-standard EN 14069:2017. De viktigaste redovisas nedan.

Produkter med naturligt ursprung	Syraneutraliserande förmåga (CaO-värde)
Kalksten (CaCO_3)	minimum 45 %
Dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)	minimum 48 %
Bränd kalk (CaO)	minimum 85 %
Släckt kalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)	minimum 65 %
Biprodukter från industriella processer	
Silikatkalker – masugnsslagg	minimum 42 %
Sockerbrukskalk	minimum 37 %
Mesakalk från pappersmassa-framställning	cirka 51 %
Angivna CaO-värden avser torr vara.	

9.5.2 Kalkvärde enligt Erstad anger tillgängligheten

För att lättare kunna värdera och jämföra olika kalkprodukter och beräkna hur mycket du behöver av respektive produkt har kalkvärden enligt Erstad tagits fram för olika kalkprodukter (Erstad m.fl., 1999). Kalkvärdet tar hänsyn till produktens CaO-innehåll, geologiskt ursprung och kornstorleksfördelning och anges för både ett och fem år. Kalkvärdet för ett år avser den CaO-verkan i procent som förväntas ha snabb tillgänglighet och kalkvärdet på fem år den CaO-verkan i procent som är tillgängligt under lång tid. Om du inte har behov av en snabb pH-höjning bör du i första hand jämföra femårsvärdena. Arbetet har gjorts i samarbete mellan SLU och Svenska Kalkföreningen.

Företag som säljer kalk anger vanligen kalkvärdet för sina produkter. Kalkvärden på kort sikt (ett år) ligger inom intervallet 26–54 % och på längre sikt (fem år) mellan 36 % och 54 % för de flesta kommersiella produkter.

9.6 Olika kalkmängd krävs på olika jordar

9.6.1 Anpassa kalkmängden efter lerhalt och mullhalt

Hur mycket kalk som behöver tillföras en jord för att åstadkomma en viss pH-höjning kan uppskattas utifrån lerhalt och mullhalt. I [tabell 30](#) anges den mängd CaO per hektar i form av kalkstensmjöl som behöver tillföras en jord utifrån dess innehåll av ler och mull. Eftersom kalkstensmjöl har en kalkverkan om cirka 50 % CaO innebär 2 ton CaO per hektar i tabellen att man ska tillföra 4 ton kalkstensmjöl per hektar.

Trots att tabellen är grundad på ett stort antal kalkningsförsök (Haak & Simán, 1992) kan det vara svårt att exakt förutsäga hur mycket pH kommer att höjas av en viss kalkgiva i det enskilda fallet. Vid odling av grödor som har en stor försurande verkan kan mer kalk behöva tillföras för att nå önskat pH.

I [tabell 28](#) finns bara uppgifter för jordar med upp till 20 % mull 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 kalkbehovet är stort är det bättre att kalka stegvis och göra upprepade jordanalyser. 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 anpassa odlingen.

Tabell 30. 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 (Gustafsson, 1999) (Gustavsson, 1999). Eftersom kalkstensmjöl har en kalkverkan motsvarande cirka 50 % CaO innebär till exempel 2 ton CaO per hektar i tabellen att man ska tillföra 4 ton kalkstensmjöl per hektar.

Mullhalt (%)	Förkortning ^{a)}	Kalkbehov (ton CaO/ha) utifrån jordart och mullhalt i %					
		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

9.6.2 Flera sätt att bestämma lerhalt

Det finns flera sätt att bestämma lerhalten. Bestämning av lerhalt tar inte hänsyn till vilka mineral som ingår. Våtsiktning och sedimentationsanalys är en relativt dyr metod, men den ger ett säkert värde. Har du en gång gjort en lerhaltsanalys eller komplett jordartsbestämning behöver du inte göra om den.

Det finns även indirekta metoder. På markdata.se finns det en digital lerhaltskarta där du kan se lerhalter för svensk åkermark upp till norra Hälsingland med en upplösning på 50×50 meter. Det finns även möjlighet att bestämma jordens lerhalt med hjälp av olika sensorer, till exempel EM38 och den så kallade "Mullvaden". Du kan även bestämma lerhalten indirekt genom att utgå från K-HCl, dvs. markens förråd av kalium. 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.

9.6.3 Variera kalkgivan inom fältet

Du kan också variera kalkmängden efter behov inom fältet. Om du har markkarterat med GPS-bestämda provplatser går det att ta fram en styrfil utifrån uppgifter om lerhalt, mullhalt, pH, kalcium- och magnesiuminnehåll. Dessutom går det att ta hänsyn till gårdens odlingsinriktning och växtföljd. Om du kalkar efter en sådan styrfil kommer kalken att spridas där den bäst behövs. Det ger bättre ekonomiskt utbyte samtidigt som fältet blir jämnare och därmed lättare att odla.

På den interaktiva åkermarkskartan på markdata.se kan du även göra styrfiler för kalkning av dina fält efter lerhalt och pH. Däremot finns inte möjlighet att ta hänsyn till exempelvis gyttjeleror eller magnesiumbehov i denna tjänst.

9.7 Strukturkalk 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 den blir mer lättbearbetad och torkar upp snabbare. Strukturkalkningen kan också minska fosforförlusterna från fältet. I fältförsök har skördenivån ökat eller minskat med upp till 10 % efter strukturkalkning.

9.7.1 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 brukar kalken på ett bra sätt. Om fältet har en dålig dränering eller huvudavvattningen inte fungerar tillfredsställande är det viktigt att åtgärda dessa problem först innan du sätter i gång att strukturkalka.

Strukturkalkning ska göras vid bra väderlek, låg markfuktighet och hög marktemperatur för att få önskad effekt. Strukturkalka vid ett tillfälle i växtföljden då jorden redan har en så god struktur som möjligt, till exempel i augusti efter en tidigt skördad gröda, exempelvis höstraps eller vallbrott. Snabb och



Bruka ner strukturkalken snabbt och noggrant för att få så god effekt som möjligt. **Foto:** Dennis Wiström

noggrann inblandning i jorden är också viktigt för att få en bra effekt. Du bör köra minst två gånger, gärna fler, med kultivator i olika riktningar så att kalken blandas in i jorden på ett bra sätt. Bearbeta till samma djup som du normalt bearbetar jorden. En regnig höst med dåliga förhållanden är det bättre att skjuta på strukturskalkningen till nästa år.

I försök med stigande givor av strukturskalk har strukturskalkningen även gett en betydande pH-effekt, när pH undersöktes ett år efter spridningen. En giva på 8 ton strukturskalk gav upphov till en ökning med drygt 0,6 pH-enheter i fält med lågt pH vid start (<6,5) medan höjningen var mindre på försöksplatser med högre pH redan vid start. Resultaten kommer från två fältförsök i Östergötland och Uppland samt från 28 statistiskt utvärderade provytor i LOVA-projekt i Skåne (Blomquist & Berglund, 2019).

Du kan strukturskalpa även om det inte finns behov att höja pH. Det finns då en risk att vissa växtnäringsämnen, till exempel mangan, kan bli mindre tillgängliga direkt efter strukturskalkning på grund av att pH i marken höjs.

9.7.2 Anpassa givan efter förhållandena på fältet

Det saknas tillräckligt med försöksunderlag för att bestämma exakt vilken kalkgiva som är optimal med hänsyn till lerhalt och strukturskalkningens samtliga effekter. Ur praktisk och ekonomisk synvinkel bedöms en rimlig giva vara cirka 5–9 ton produkt per hektar. Den lägre givan gäller lerjordar med lite lägre lerhalt medan den högre givan passar på styvare lerjordar med högre lerhalt och sämre struktur. Vid riktigt höga lerhalter och på delar av fältet där markstrukturen är särskilt dålig kan du behöva öka mängden ytterligare.

Precis som vid gödsling finns det möjlighet att variera kalkmängden inom fältet vid strukturskalkning. När man gör en styrfil för strukturskalkning används uppgifter från markkartering och digital lerhaltskarta, men även information från brukaren. Du kan göra en styrfil för strukturskalkning utifrån lerhalt på markdata.se.

9.7.3 Använd rätt sorts kalk

För att få önskad effekt av strukturskalkningen måste du använda kalk som innehåller så kallad fri kalk (kallas ibland aktiv CaO av branschen). Bränd och släckt kalk (CaO respektive Ca(OH)₂) innehåller stor andel fri kalk. Vanlig jordbrukskalk består till största delen av kalciumkarbonat (CaCO₃) och har svag struktureffekt. De produkter som i dag marknadsförs som strukturskalk 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.

10 Referenser

- Andersson, P. G. 2015. Slamspridning på åkermark. Hushållningssällskapens rapportserie nr 17.
- Andrist Rangel, Y. 2008. Quantifying Mineral Sources of Potassium in Agricultural Soils. Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 2008:53.
- Aronsson, H., N. Bergkvist G., Stenberg, M. & Wallenhammar, A.-C. 2012. Gröda mellan grödorna – samlad kunskap om fånggrödor. Jordbruksverket Rapport 2012:21.
- Aronsson, P. & Rosenkvist, H. 2011. Gödslingsrekommendationer för Salix 2011. Inst. för växtproduktions biologi, SLU, Uppsala.
- Axelsson, U., Jonsson, A. & Söderström, M. 2018. Risk assessment of high concentrations of molybdenum (Mo) in forage. Environmental Geochemistry and Health, 40: 2685-2694.
- Bell, R.W. 1997. Diagnosis and prediction of boron deficiency for plant production. Plant and Soil, 193:149-168.
- Berglund, K. & Blomquist, J. 2015. Strukturkalkning – bra för både mark och miljö. Praktiska råd Nr 23, Greppa Näringen.
- Bertilsson, G., Rosenqvist, H. & Mattsson, L. 2005. Fosforgödsling och odlingsekonomi med perspektiv på miljömål. Naturvårdsverkets rapport 5518.
- Blomquist, J. & Berglund, K. 2019. Högre utväxling av strukturkalk vid lägre pH. Arvensis nr 8 2019.
- 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.
- Börling, K. 2017. Fånga fosfor med en fosfordamm. Praktiska råd nr 25, 2017. Greppa Näringen.
- Börling, K., Barberis, E. & Otabbong, E. 2004. Impact of long-term inorganic phosphorus fertilization on accumulation, sorption and release of phosphorus in five Swedish soil profiles. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 69:11-21.
- Carlgren, K. 2003. Fälthörsök med koppargödsling. Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, avdelningen för växtnäringsslära, rapport nr 203.
- Davis, J.F. & Lucas, R.E. 1959. Organic Soils, Their Formation, Distribution Utilization and Management. Michigan State University, East Lansing, Michigan. Department of Soil Sciences, Agricultural Experiment Station, Special Bulletin 425, 156 pages
- Delin, S. & Engström L., 2014. Att sprida organiska gödselmedel. Jordbruksinformation 9 – 2014. Jordbruksverket, Jönköping. <https://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.
- DLG. 2006a. Stallungstreuer. Samson SP 12. 2016 S. Prüfbericht 4963.
- DLG. 2006b. Universal- und Industriestrewagen. BergMann Tsw 2016 S. Prüfbericht 4968.
- 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.
- Ekelöf, J. 2019. Kalium og natrium giver mere sukker. Nordic Beet research. Annual Report nr 340 2019.
- Ekelöf, J. 2020. Höj din sockerhalt med intensivare PK-gödsling. Betodlaren nr 2-2020, s. 51–54.
- Engström, L. 2015. Uppdatering av rekommendationer för kvävegödsling till höstraps. Jordbruksverket, Intern rapport.
- Engström, L. 2017. Bättre utnyttjande av skördepotentialen i vårraps. Slutrapport SLF H1333148.
- Ericsson, J. & Bertilsson, G. 1982. Regionala behov av underhållskalkning. Inst. för markvetenskap. Avd för växtnäringsslära. Rapport nr 144. SLU.
- Eriksson, J., Andersson, A. & Andersson, R. 1997. Tillståndet i svensk åkermark. Naturvårdsverket, rapport 4778.

- Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I. & Simonsson, M. 2011. Marklära. SLU.
- 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. 2014. Gödsel och miljö 2014. Övrigt 206. Jordbruksverket, Jönköping. <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr206.html>
- Frankow-Lindberg, B. 2017. Uppdatering av kväve-gödslingsrekommendationer för vall, Rapport No. 24, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi. Uppsala.
- Frankow-Lindberg, B. & Jansson J. 2014. Avkastning, kvalitet, uthållighet och ekonomi hos intensivt skördade vallar (R6-5010). Slutrapport för projekt V1060007 (SLF). Institutionen för växtproduktions-ekologi, Sveriges lantbruksuniversitet, Hushållnings-sällskapet Sjuhärad.
- Fredriksson, L. & Haak, E. 1995. Svenska åkermarks-profiler. 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 höstvet. Mellansvenska försöksrapporten.
- Gruvaeus, I. 1997. Placement of P. Results from Swedish trials in spring barley. Kungliga Skogs- & Lantbruksakademiens Tidskrift 137(7), 89–91.
- Gruvaeus, I. 1989. Kalium till slättervall. SJFD Meddelande nr 34.
- Gunnarson, A. 2014. Gödslingsförsök i höst och vårraps. Mellansvenska försöksrapporten.
- Gunnarson, A. 2015. Mikronäring till höstraps. Mellansvenska försöksrapporten.
- Gunnarson, A. & Nilsson, B. 2010. Kvävestrategier till höstraps. Mellansvenska försöksrapporten.
- Gustafsson, K. 1999. Models for precision application of lime. 2nd European Conference on Precision Agriculture, Odense, Danmark.
- Gustavsson, A-M. 1989. Kvävegödslings och klövers betydelse i vällen. Grovfoder nr 1. SLU, 1989.
- Gustavsson, K. 1999. Precisionsodling – för miljö och ekonomi. KSLA Akademisammankomst 2019.
- Gustavsson, A-M. 2001. Bestämning av rödklöverhalten i vall, Nytt från institutionen för Norrländsk jordbruksvetenskap. Ekologisk odling. Sveriges Lantbruksuniversitet, nr. 3
- Haak, E. & Simán, G. 1992. Fältförsök med kalkning av fastmarksjordar till olika basmättnadsgrad. Avdelningen för växtnäringsslära, SLU Rapport 188.
- Hahlin, M. 1991. Kaliumgödslingseffektens beroende av balansen mellan kalium och magnesium II. Fältförsök, serie R3-8024. Institutionen för markvetenskap, Avd. för växtnäringsslära, Sveriges lantbruksuniversitet, rapport nr 183.
- Hahlin, M., Johansson, L. & Nilsson, L-G. 1980. Kaliumgödslingseffektens beroende av balansen mellan kalium och magnesium I. Kärnförsök. Institutionen för markvetenskap, Avd. för växt-näringsslära, Sveriges lantbruksuniversitet, rapport nr 131.
- Hahlin M. & Ericsson, J. 1981. Fosfor och fosfor-gödsling. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 294.
- Hahlin, M. & Ericsson, J. 1984. Kalium och kalium-gödsling. Aktuellt från Lantbruksuniversitetet 333.
- Hallin, O. 2014. Kvävegödslingsstrategi till blandvall, Försöksrapport Mellansverige, sid 80–87.
- Havlin, J.L., Beaton, J.D., Tisdale, S.L. & Nelson, W.L. 2005. Soil Fertility and Fertilizers – An introduction to nutrient management (7:e upplagan). Pearson Education Inc., New Jersey, USA. 515 s.
- Hammarstedt, M. 2013. Organiska gödselmedel till höstvet. Mellansvenska försöksrapporten.
- Hammarstedt, M. & Nilsson, M. 2019. Kvävebehov hos olika höstvetesorter. Försöksrapport Skåneförsöken.
- Johansson, A. 2017. Odlar vårvet till foder. Arvensis, nr 8.
- Jordbruksverket. 1995. Gödselproduktion, lagrings-behov och djurtäthet vid nötkreaturshållning. Rapport 1995:10.
- Jordbruksverket. 2001. Gödselproduktion, lagrings-behov och djurtäthet i olika djurhållningssystem med grisar. Rapport 2001:13.
- Jordbruksverket. 2016. Försäljning av mineralgödsel 2014/15. Statistikrapport 2016:01, Jordbruksverket, Jönköping.

- Jordbruksverket. 2020. Statens Jordbruksverks föreskrifter om hänsyn till natur- och kulturvärden i jordbruket. SJVFS 2020:2.
- Jönsson, E. & Hansson, G. 2018. Kväveform och strategi i höstvet. Sverigeförsöken.
- Keren, R. 1996. Boron. Ur: Methods of soil analysis. Part 3 Chemical methods (Red. Sparks, DL). Soil Science Society of America, book series nr 5.
- Kleja, D. B. Elert, M. Gustafsson, J. P. Jarvis, N. & Norrström, A-C. 2006. Metallerens mobilitet i mark. Naturvårdsverket. Rapport 5536.
- 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.
- Krijger, A-K. & Gunnarson, A. 2011a. NPKbehov i oljelin, M-38036. Mellansvenska försöksrapporten.
- Krijger, A-K. & Gunnarson, A. 2011b. Kvävebehov i oljelin, M3-2288, Mellansvenska försöksrapporten 2011.
- Lagerquist, R. 1970. Rapport från försöksserie med stigande mängder magnesium till sockerbeter och potatis i södra jordbruksförsöksdistriktet. Försöksserie R3(L3)-5600. Rapporter från avdelningen för växtnäringslära, Lantbrukshögskolan, Uppsala, rapport nr 20.
- Linderholm, K. 1997. Fosfors 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.
- Lundblad, K. & Johansson, O. 1956. Resultat av de senaste årens svenska mikroelementförsök. I. Försök med koppar. Statens jordbruksförsök, meddelande nr 61. Stockholm.
- Mattsson, L. 2006. Kväveintensitet i korn – avkastning och kväveupptag. Avd för växtnäringslära, SLU, rapport 212.
- Mattsson, L. 1974. Rapport från försök med radmyllning av gödsel. Rapporter från avdelningen för växtnäringslära. Nr 83.
- Mattsson, L. 1993. Kombisådd och radmyllning. Meddelande från Södra jordbruksförsöksdistriktet. SLU.
- Mattsson, L. 2010a. Geologiskt ursprung och kornstorlek avgör kalkeffekten. Inst. för mark och miljö, SLU, Rapport 5.
- Mattsson, L. 2010b. Långsiktig skördenivå, N- och Ca-inverkan. Rapport från växtodlings- och växtskydds dagar i Växjö den 7 och 8 december 2010.
- Miljödepartementet. 2018. Kommittédirektiv Dir 2018:67, Giftfri och cirkulär återföring av fosfor från avloppsslam.
- Murdock, L. & Call, D. 2006. Managing Seasonal Fluctuations of Soil Tests Lloyd Murdock and Dottie Call. University of Kentucky.
- Naturvårdsverket. 2013. Hållbar återföring av fosfor. Rapport 6580.
- Nilsson, A. 2016. Kvävestrategiers effekt på skörd och skördekomponenter i höstvet 2013–2015. Examensarbete. Institutionen för mark och miljö. SLU. Uppsala.
- Nilsson, H. & Olofsson, S. 2015. Miljöeffekter på Greppa Näringens gårdar – resultat från rådgivningen 2001–2013. Greppa Näringen.
- Nilsson, I., Rölin, Å. & van Schie, A. 2012. Odlar potatis – en handbok. Hushållningssällskapet Skaraborg.
- Nilsson, L-G. 1975. Magnesiumgödsling – intensitet och gödselmedelslag. Försöksserier 3-5600 och 3-5001. Rapporter från avdelningen för växtnäringslära, Lantbrukshögskolan, Uppsala, rapport nr 99.
- Nätterlund, H. 2016. Högre skördar kräver mer fosfor. Arvensis. Nr 8.
- Olsson, R. 2016. P på 5T. Tema växtnäring till sockerbeter. Del 1 – Fosfor. Betodlaren, Nr 2.
- Olsson, Å., Persson, L. & Olsson, S. 2010. Variations in soil characteristics affecting the occurrence of *Aphanomyces* root rot of sugar beet – risk evaluation and disease control. Soil biology & biochemistry 43:316-323.
- Persson, J. 2003. Kväveförluster och kvävehushållning. Förbättringsmöjligheter i praktiskt jordbruk. Institutionen för markvetenskap Avd. för växtnäringslära, SLU, Uppsala. Rapport 207.
- Persson, L. & Olsson, Å. 2011. Sockerbeter som förfrukt till höstvet. Effekt på skörd. Betodlaren 4:3841.
- Ringdahl, F. 2018. Hur bra är dagens rekommendationer för markkartering? – Förändringar av fosforhalter i svensk åkermark över tid. Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU Uppsala. 2018:01.

Rodhe, L. 2003. Ytmyllning av flytgödsel till vall – sparar kväve men kräver kraftigare traktor. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Nr 103.

Salomon, E., Malgeryd, J., Rogstrand, G., Bergström, J. & Tersmeden M. 2006. Halter av växtnäring och spårelement i lagrad gödsel från värphöns. JTI-rapport Lantbruk & industri 349, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala.

SCB. 2020. Gödselmedel i jordbruket. 2018/19. Mineral- och stallgödsel till olika grödor samt hantering av stallgödsel. Statistiska meddelanden MI 30 SM 2002, Statistiska centralbyrån, Örebro.

Simonsson, M. Kätterer, T. & Börjesson, G. 2016. Upptag och fastläggning av fosfor i långliggande kalk och fosforförsök: kalkning som produktions- och miljöåtgärd: Slutrapport, projekt nr H1133140.

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

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

Stenberg, M., Ekman, P., Lundblad, K., & Svanberg, O. 1949. Om kopparhalt i jord och vegetation och resultat av fleråriga gödslingsförsök i koppar. Meddelande från Kungliga lantbruksakademiens vetenskapsavdelning, nr 4. Uppsala.

Steineck, S., Gustafson, G., Andersson, A., Tersmeden, M. & Bergström, J. 1999. Stallgödselns innehåll av växtnäring och spårelement. Naturvårdsverkets rapport nr 4974.

Stoltz, E. & Wallenhammar, A-C. 2012. Mangan-tillförsel i höstkorn ökar övervintring och skörd på jordar med manganbrist. Slutrapport till SLF-projekt H1020003-SVX.

Ståhlberg, S. 1982. Estimation of requirement of liming by determination of exchangeable soil aluminium. Acta Agric. Scand. 32:4, 357–367.

Söderström, M. 2008. Traditionell markkartering i precisionsodling Sammanställning av markkarteringsstatistik 1998–2002. Institutionen för mark och miljö, Precisionsodling och pedometri, Precisionsodling Sverige Teknisk Rapport nr 15.

Söderström, M. 2010. Interpolerade markkartor – några riktlinjer. Institutionen för mark och miljö, Precisionsodling och pedometri, Precisionsodling Sverige Teknisk Rapport nr 21.

Tell, J. & Axelson, U. 2010. Kväve och fosforgödsling till majs. Försöksrapport 2010 för Mellansvenska försökssamarbetet och Svensk Raps.

Wetterlind, J., Stenberg, B. & Söderström, M. 2018. Ny markkarteringsstrategi anpassad för modellering och precisionsodling. Institutionen för mark och miljö, Precisionsodling och pedometri, Precisionsodling Sverige. Teknisk Rapport nr 42.

Wong, M.T.F., Bell, R.W. & Frost, K. 2005. Mapping boron deficiency risk in soils of southwest Western Australia using a weight of evidence model. Australian Journal of Soil Research, 43:811-818.

Personliga meddelanden

Brohede, Leif. Eurofins Lidköping.
Gustavsson, Anne-Maj. SLU. 2016, 2017.
Rölin, Åsa. Hushållningssällskapet, 2017.

Bilaga 1

Schema för bestämning av kvävebehov via mineralgödsel

	kg kväve per hektar
Riktgiva utifrån förväntad skörd enligt rekommendation i tabell 13 , 14 , 15 , 16 , 21 eller 22	
Gör avdrag för:	
Stallgödsels långtidseffekt, se tabell 8 *	-
Förfruktseffekt från föregående gröda, se tabell 23	-
Mulljord, se nedan	-
Planerad tillförsel av stallgödsel eller andra organiska gödselmedel till årets gröda, se tabell 6	-
Årets beräknade behov av mineralgödselkväve eller annan kompletteringsgödsling med kväve	=

*För vall förutsätter den långsiktiga kväveeffekten att du har tillfört stallgödsel motsvarande ca en djurenhet per hektar. Om stallgödseltillförseln eller mineraliseringen är högre eller lägre är så justerar du värdet även för vallen.

Enligt Jordbruksverkets föreskrifter, SJVFS 2004:62, ska du som ligger i känsligt område räkna ut grödans kvävebehov genom att ta hänsyn till ett antal faktorer. Du kan använda uppställningen ovan för att göra beräkningen. För vall behöver du inte alltid ta hänsyn till stallgödsels långtidseffekt. Det kan du läsa mer om i punkt 1 nedan.

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 [13](#), [14](#), [15](#), [16](#), [21](#) eller [22](#).

Sedan ska du justera givan för följande faktorer:

1. Om du har 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](#). För vall förutsätter den långsiktiga kväveeffekten att du har tillfört stallgödsel motsvarande ca en djurenhet per hektar. Om stallgödseltillförseln eller mineraliseringen är högre eller lägre är så justerar du värdet även för vallen.
2. Om du har haft en förfrukt som ger högre kväveeffterverkan än stråsäd så ska du justera för det. Du kan hämta uppgifter från [tabell 23](#).
3. Definitionen på mulljord är minst 40 % mull, men du kan alltså räkna med en extra kväveleverans från mull redan vid betydligt lägre mullhalt. Mineraliseringen från mulljordar kan variera stort. Läs mer om hur du kan justera för mulljord i [kapitel 5.10](#).
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 göra en mer detaljerad beräkning av kväveeffekten i beräkningsverktyget "Stallgödselkalkylen" på Greppa Näringens webbplats greppa.nu. Gödselkalkylen finns även som en del i beräkningsverktyget VERA. För övriga organiska gödselmedel kan du uppskatta kväveeffekten utifrån halten ammoniumkväve i gödselmedlet.

Bilaga 2

Att tänka på när du sprider stallgödsel på sand- och mojordar, för att få bästa näringsutnyttjandet och minimera förlusterna.

		I första hand...	Alternativt...	Bör undvikas...
Flytgödsel	Nöt ¹⁾	- till 1:a skörd i vall II–IV tidig vår när marken bär, max 25 ton/ha. - till vårsäd med vallinsädd, vårplöjning eller snabb nedbrukning. - omedelbart efter 1:a skörd i vall II–IV. Bra alternativ vid sporproblem men stor risk för ammoniakavgång. Myllning och spridning före regn minskar ammoniakavgången.	- på hösten inför 1:a skörd i vall II–IV. Alternativ vid sporproblem men risk för kväve- och fosforförluster. - före sädd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha³ – tänk på 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. - före vallbrott, särskilt på sommaren eller tidig höst inför sädd av höstsäd.
	Svin	- till vårsädda grödor med lång vegetationsperiod, t.ex. sockerbeter eller potatis, vårplöjning, max 50–70 % av N-givan. - i växande stråsäd eller oljevaxter med bandspridningsteknik när grödan är 10–15 cm hög.	- till övriga vårsädda grödor, t.ex. stråsäd. - före sädd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha³ – tänk på svavelbehovet.	- på hösten före sädd av höstsäd - p.g.a. stor utlakningsrisk.
Fastgödsel	Nöt ¹⁾	- till vårsäd med vallinsädd, vårplöjning eller snabb nedbrukning. - till 1:a skörd i vall II–IV, höst max 25 ton/ha. Viktigt att gödseln finfördelas väl. - till vårsädda grödor, helst grödor med lång vegetationsperiod, vårplöjning eller snabb nedbrukning. Komplettera gärna vårsäd med en fånggröda.	- till 1:a skörd i vall II–IV tidig vår, max 25 ton/ha. Viktigt att gödseln finfördelas väl. - före sädd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha³ – tänk på svavelbehovet.	- på våren till 1:a skörd i vall I. - till vall om gödseln inte kan finfördelas och spridas jämnt. - på hösten före sädd av höstsäd, p.g.a. dåligt kaliumutnyttjande och utlakningsrisk.
	Svin	till grödor med lång vegetationsperiod, t.ex. sockerbeter eller potatis, vårplöjning. Så gärna in fånggröda i vårsäd.	före sädd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha³ – tänk på svavelbehovet.	höstspridning till andra grödor än höstraps, p.g.a. utlakningsrisk.
Urin	Nöt ²⁾	- till 1:a skörd i vall II–IV på våren, max 15–20 ton/ha. Se upp med för hög kaliumhalt i vallfodret och brännskador vid spridningen i klöverrik vall. - till 2:a skörd i vall, max 15–20 ton/ha. Bandspridning, regn och kyla vid spridning minskar ammoniakavgången.	- till vårsäd med vallinsädd, dock stor risk för överskott och utlakning av kalium. - till övriga vårsädda grödor. Snabb nedbrukning minskar ammoniakavgången.	till betesvall såvida den inte också skördas. Betesvall har mycket lågt behov av fosfor och kalium.
	Svin	till vårsädda grödor på våren eller före sädd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha³. Snabb nedbrukning viktigt för att minska ammoniakavgången, särskilt vid höga marktemperaturer i augusti.	i växande gröda med bandspridningsteknik, max 20 ton/ha. Sprid om möjligt före regn för att minska ammoniakavgången.	- på hösten p.g.a. stor utlakningsrisk. - till betesvall p.g.a. parasitrisk.

¹⁾ För att förhindra sporer i mjölken bör så lång tid som möjligt passera mellan gödselspridning och skörd i vall. Undvik stora gödselgivor och se till att fast- och kletgödsel sprids jämnt och finfördelas väl. Myllning av flytgödsel minskar risken för sporer i ensilaget. God hygien vid mjölkningen är avgörande, liksom rätt skördeteknik. Ensilage förtorkas och hö torkas så snabbt som möjligt. Undvik direktskörd. Använd tillsatsmedel vid ensilering. Hacka, packa och täck noggrant och plasta in ensilagebalar väl. Hö innebär mindre risk för sporproblem än ensilage.

²⁾ Ensilagesaft i urinen kan ge sporproblem vid spridning till vall. Det motverkas genom förtorkning av ensilage, snabb torkning av hö och god hygien vid mjölkning.

³⁾ Krav i känsligt område enligt SJVFS 2004-62.

Bilaga 3

Att tänka på när du sprider stallgödsel på lerjordar, för att få bästa näringsutnyttjandet och minimera förlusterna

		I första hand...	Alternativt...	Bör undvikas...
Flytgödsel	Nöt ¹⁾	- till 1:a skörd i vall II–IV tidig vår när marken bär, max 25 ton/ha. - omedelbart efter 1:a skörd i vall II–IV. Bra alternativ vid sporproblem, men stor risk för ammoniakavgång. Myllning och spridning före regn minskar ammoniakavgången.	- på hösten inför 1:a skörd i vall II–IV. Max 25 ton/ha. Alternativ vid sporproblem men risk för kväve- och fosforförluster. - till vårsäd med vallinsädd, snabb nedbrukning. - före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha³ – tänk på 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.
	Svin	i växande stråsäd eller oljeväxter på våren med bandspridningsteknik när grödan är i 10–15 cm hög.	- till vårsådda grödor efter 28 feb³ följt av snabb nedbrukning - före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha³ – tänk på svavelbehovet.	- i vårbruk om detta ger packningsskador eller nedbrukningen försenas. - före sådd av höstsäd p.g.a. risk för utlakning och denitrifikation.
Fastgödsel	Nöt ¹⁾	till 1:a skörd i vall II–IV, höst, max 25 ton/ha. Viktigt att gödseln finfördelas väl.	- till 1:a skörd i vall II–IV, tidig vår, max 25 ton/ha. Viktigt att gödseln finfördelas väl. - inför vårsådda grödor under oktober³	- på våren till 1:a skörd i vall I. - till vall om gödseln inte kan finfördelas och spridas jämnt. - på hösten före sådd av höstsäd p.g.a. risk för denitrifikation och dåligt kaliumutnyttjande. - till vårsådda grödor på våren om det ger packningsskador, problem med såbädden eller försenad sådd
	Svin	före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha³ – tänk på svavelbehovet.	- till vårsådda grödor om gödseln kan finfördelas och spridning ske utan packningsskador. - på hösten före sådd av höstsäd.	till vårsådda grödor på våren om det ger packningsskador, problem med såbädden eller försenad sådd.
Urin	Nöt ²⁾	- till 1:a skörd i vall II–IV på våren, max 15–20 ton/ha. Se upp med för hög kaliumhalt i vallfodret och brännskador vid spridning i klöverrik vall. - till 2:a skörd i vall, max 15–20 ton/ha. Bandspridning, regn och kyla vid spridning minskar ammoniakavgången.	till vårsäd med vallinsädd, men stor risk för överskott av kalium.	till betesvall såvida denna inte också skördas. Betesvall har mycket lågt behov av fosfor och kalium.
	Svin	i växande gröda med bandspridningsteknik när grödan är 10–15 cm hög, max 20 ton/ha. Sprid om möjligt före regn och vid låg temperatur för att minska ammoniakavgången.	före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha³. Snabb nedbrukning viktigt för att minska ammoniakavgången, särskilt vid höga marktemperaturer i augusti – tänk på svavelbehovet.	- före sådd av höstsäd p.g.a. risk för utlakning och denitrifikation utom sådd av höstraps. - i vårbruk om det ger packningsskador eller försenad sådd. - till betesvall p.g.a. parasitrisk.

¹⁾ För att förhindra sporer i mjölken bör så lång tid som möjligt passera mellan gödselspridning och skörd. Undvik stora gödselgivor och se till att fast- och kletgödsel sprids jämnt och finfördelas väl. Myllning av flytgödsel minskar risken för sporer i ensilaget. God hygien vid mjölkningen är avgörande, liksom rätt skördeteknik. Ensilage förtorkas och hö torkas så snabbt som möjligt. Undvik direktskörd. Använd tillsatsmedel vid ensilering, hacka, packa och täck noggrant och plasta in ensilagebalar väl. Hö innebär mindre risk för sporproblem än ensilage.

²⁾ Ensilagesaft i urinen kan ge sporproblem vid spridning till vall. Motverkas av förtorkning av ensilage, snabb torkning av hö och god hygien vid mjölkning.

³⁾ Krav i känsligt område enligt SJVFS 2004-62.

Bilaga 4

God markkarteringssed (GMS) enligt Markkarteringsrådet

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. 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 på 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 2020:

AgriLab AB	Jordbruksverket	Nordic Beet Research	Sveriges lantbruksuniversitet
Agroväst Livsmedel AB	Lantmännen	Nordkalk	Yara
Dataväxt	LMI	Odling i balans	
Eurofins Food & Agro	Lovanggruppen	SOYL	
Hushållningssällskapen	Länsstyrelserna	Svenska Kalkföreningen	

Kontaktpersoner Markkarteringsrådet:

Johanna Wetterlind, SLU, ordförande, johanna.wetterlind@slu.se

Hans Augustinsson, Hushållningssällskapet Östergötland, sekreterare, hans.augustinsson@hushallningssallskapet.se

Markkartering

Provpunktsplacering

- Provpunkterna fördelas systematiskt i ett rutnät över fältet eller anpassat efter skillnader i jordart och mullhalt.
- Genom att använda bakgrundsinformation kopplat till variationer i jordart och mullhalt kan provpunkterna flyttas lite så att variationen blir så bra representerad som möjligt (läs mer i [kapitel 2.1](#)). Det finns flera alternativa metoder för att hitta variationer inom fältet, till exempel
 - mätning med marksensor, t.ex. konduktivitetsmätning eller gammamätning.
 - digitala jordartskartan eller gamla markkarteringsresultat.
 - satellitbilder, skördekartor eller grödsensormätningar.
- Punkterna GPS-positioneras. Detta gör det möjligt att återkomma till exakt samma punkt vid uppföljande kartering och möjlighet att återanvända jordarts- och förrådsanalyser.

Provtäthet

- Standard är att ta 1 prov per hektar.
- Glesare provtagning (0,5–1 prov per ha) kan tillämpas

- på fält med jämna jordarts- och mullhaltsförhållanden
- när översiktlig jordartskartering genomförts
- Tätare provtagning (1–2 prov per ha) kan tillämpas
 - vid första karteringen om det saknas annan information om variationen
 - på fält med varierande jordart och mullhalt
 - vid precisionsodling

Provtagningsteknik

- Ett jordprov ska innehålla minst 10 borrhstick till 20 cm djup, tagna inom en cirkel med 3–5 m radie¹. Centrum för cirkeln mäts med GPS.
- Det är viktigt att borrhsticken fördelas väl inom provtagningsytan så att ojämnheter utjämnas.
- På små fält med enhetlig jordart och samma brukningshistoria där man planerar att ta bara ett prov ska borrhsticken fördelas över hela fältet.
- All jord som provtas ska läggas i provkartongen. En kartong på knappt 4 dl bör vara full vid provtagningen.
- Det finns jordborrar med olika diameter, men en förutsättning för korrekt provtagning är att kartonger avsedda för respektive borrhstyp används. Normal kartongstorlek är 8,5 x 8,5 x 5 cm. För att få plats med 10 borrhstick i denna kartong ska borret vara max 15 mm i diameter.

Provtagningstidpunkt

- Provtagning utförs under perioden augusti till vårbruk, men i första hand på hösten. Det är viktigt att uppföljande kartering sker vid samma tidpunkt på året som den föregående karteringen.
- Provtagning bör göras tidigast en månad efter tillförsel av mineralgödsel, och tidigast ett år efter kalkning. Detta för att säkerställa att gödselkorn och kalk har hunnit lösas upp.
- Höga givor av framför allt organiska gödselmedel påverkar markkarteringsanalyserna. Vill man titta på trender mellan olika karteringsomgångar är det viktigt att proverna tas vid samma årstid, på samma plats i växtföljden och lika lång tid efter att fältet gödslats med större givor organisk gödsel. Om detta inte är möjligt är det mycket viktigt att ta hänsyn till de olika förutsättningarna vid tolkning av karteringen.

Provtagningsintervall

- Normalt provtagningsintervall är 5–15 år.
- Kort intervall kan vara lämpligt på fält med
 - specialgrödor
 - ojämna jordartsförhållanden
 - stort behov av kalkning
 - tillförsel av organiska gödselmedel utan regelbunden uppföljning med växtnäringsbalanser
 - lättare jordar, kopplat till pH och K
- Långt intervall kan vara aktuellt på fält med
 - jämna jordartsförhållanden
 - regelbundna uppföljningar av växtnäringsbalanser
 - tillförsel av organiska gödselmedel och regelbunden uppföljning med växtnäringsbalanser

Analyser

Analys och analysfrekvens	Användningsområde	Gränsvärden/ Klassgränser	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
pH Samtliga prov	Upplýser tillsammans med jordart och mullhalt om kalkbehov. För bedömning av flera näringsämnenas tillgänglighet (P, Mn m.fl.). Sockerbetor är en gröda känslig för lågt pH. Korn är känsligast av spannmålsslagen, men stora sortskillnader finns³⁾. Näringsämnenas tillgänglighet vid olika pH-värden framgår av bild i t.ex. Brady⁴⁾.	Optimalt växtnäring-utnyttjande 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 växtnäring-utnyttjande 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 och 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 är nedre gräns för jordar med höga lerhalter.	Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år.	
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.	

Analys och analysfrekvens	Användningsområde	Gränsvärden/ Klassgränser	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
Kalcium – lättlösligt (Ca-AL) Om analysresultatet erhålls från laboratorium utan extra kostnad, rekommenderas analys på samtliga prov. Annars efter rådgivares bedömning.	Framför allt för bestämning av basmättnadsgraden. Se kalkbehovsberäkning. För sockerbetor finns ett samband mellan Ca-AL och risken för angrepp av <i>Aphanomyces cochlioides</i> .	På jord med gott kalktillstånd är brist ovanlig. Störst risk för brist på mulljord och lätta jordar ³⁾ . 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 <i>A. cochlioides</i> .	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 ³⁾ .	6–8 mg/kg jord	Främst aktuellt vid nykartering. Vid låga värden bör ny analys göras vid omkartering.	
Al-AS-metoden Modifierad enligt Ståhlberg ⁶⁾ , komplement för att bedöma behovet av kalkning.	Används på mycket mullrika jordar och mulljordar om pH-värdet är minst 5,1.	Gränsvärdet är 1 mg Al-AS/100 ml jord vilket motsvarar 11–19 mg/kg jord beroende på volymvikt.		
Mullhalt Mullhalten beräknas på basis av glödningsförlust och lerhalt. Användningsområdet avgör analysbehov och -frekvens. Se t.ex. kalkbehovsberäkning.	Ger uppfattning om jordens basutbyteskapacitet, potential för kväve mineralisering, 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. I M) 20–40 % Mulljord (M) mer än 40 %		
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.		
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.	

Analys och analysfrekvens	Användningsområde	Gränsvärden/ Klassgränser	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
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.	
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: vårve > höstve > havre > korn > råg.	Prov tas enligt kontraktsregler.	Delprov tas ut på laboratoriet enligt provtagarens anvisningar efter provberedning och homogenisering.
Kadmium (Cd) och övr tungmetaller På fält där höga halter befaras och slamspridning planeras.	Om det kan antas att gränsvärden överskrids ⁷⁾ ska markens metallhalter kontrolleras innan avlopps-slam 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 borstick på en areal som maximalt representerar 5 ha ⁷⁾ .
Kadmium (Cd) och fosfor (P) På fält där slamspridning planeras.	Om det inte kan antas att gränsvärden överskrids ⁷⁾ .	Cd-analys enl SNFS 1994:2.	Före spridning av avloppsslam för att tillgodose reglerna för slamcertifiering.	Provtagning enligt 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 malkorn, 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 under-representerade.

¹⁾ Lindén, B. 2000. Erforderligt antal borstick vid jordprovtagning. Rapport till markkarteringsrådet 2000–01–19. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU.

²⁾ Wiklander, L. 1976. Marklära. 1976. LHS Uppsala.

³⁾ Aasen, I. 1986. Mangelsjukdomar og andre ernæringsforstyrrelser hos kulturplanter: årsaker – symptom – rådgjerder. Landbruksforlaget Oslo.

⁴⁾ Brady, N.C. & Weil, R.R. 1999. The nature and properties of soils. 12th ed. Prentice-Hall Inc. Upper Saddle River.

⁵⁾ Kjellquist, T. 1998. K/ Mg-kvoten. Växtpressen nr 3 1998.

⁶⁾ Ståhlberg, S. 1982. Estimation of Requirement of Liming by Determination of Exchangeable Soil Aluminium. Acta Agric. Scand. 32:4, 357–367.

⁷⁾ 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
JO20:12



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling: Europa
investerar i landsbygdsområden