



# Rekommendationer för gödsling och kalkning **2022**



# Innehåll

<b>Förord</b>	<b>4</b>	<b>6 Kalium</b>	<b>88</b>
		6.1 Kalium i marken	88
<b>1 Behovsanpassad gödsling</b>	<b>5</b>	6.2 Riktgivor och strategier för kaliumgödsling	88
1.1 Markkartering är en grundförutsättning	6	<b>7 Magnesium, svavel och mikronäringsämnen</b>	<b>93</b>
1.2 Gödslingsstrategi efter grödans behov	9	7.1 Tillgängligheten är mer avgörande än mängden	93
1.3 Optimal gödsling gynnar både ekonomi och miljö	11	7.2 Magnesium – risk för brist på lätta jordar	95
1.4 Växtnäringsbalanser ger facit på växtnärings effektiviteten	12	7.3 Svavel – gödsla i proportion till kväve	96
<b>2 Gödselmedel</b>	<b>14</b>	7.4 Bor – upptaget påverkas av torra	97
2.1 Mineralgödsel	14	7.5 Mangan – tillgänglighet styrs av markens pH och syrehalt	98
2.2 Stallgödsel	16	7.6 Koppar – förrådet i jorden ökar med stigande lerhalt	99
2.3 Biogödsel	29	7.7 Övriga mikronäringsämnen och samspel mellan ämnen	100
2.4 Avloppsslam	30	<b>8 Kalkning</b>	<b>101</b>
2.5 Gödselmedel för ekologisk odling	32	8.1 Kalka för att bibehålla eller höja pH-värdet	101
<b>3 Spridningsteknik</b>	<b>35</b>	8.2 Flera processer påverkar markens pH-värde	101
3.1 Teknik för spridning av mineralgödsel och organiska gödselmedel	35	8.3 Kalka för bättre odlingsegenskaper	102
3.2 Teknik för spridning av stallgödsel	37	8.4 Olika mål för pH-värdet på olika jordar	103
3.3 Teknik för att styra gödselgivan	39	8.5 Effekten beror på kalkens ursprung och egenskaper	104
3.4 Sensorer och andra verktyg mäter kväveupptag i fält	39	8.6 Olika kalkmängd krävs på olika jordar	106
<b>4 Riktgivor och strategier för kvävegödsling</b>	<b>41</b>	8.7 Strukturkalk förbättrar lerjordens struktur	107
4.1 Riktgivor som utgångspunkt i planeringen	41	<b>9 Referenser</b>	<b>109</b>
4.2 Kväverekommendationer och strategier för stråsäd	43	<b>Bilaga 1 Schema för bestämning av kvävebehov via mineralgödsel</b>	<b>114</b>
4.3 Kväverekommendationer och strategier för oljeväxter	53	<b>Bilaga 2 Att tänka på när du sprider stallgödsel på sand- och mojordar, för att få bästa näringsutnyttjandet och minimera förlusterna</b>	<b>115</b>
4.4 Kväverekommendationer och strategier för slätter- och betesvall samt gräsfrövall	58	<b>Bilaga 3 Att tänka på när du sprider stallgödsel på lerjordar, för att få bästa näringsutnyttjandet och minimera förlusterna</b>	<b>116</b>
4.5 Kväverekommendationer för potatis	69	<b>Bilaga 4 God markkarteringssed (GMS) enligt Markkarteringsrådet</b>	<b>117</b>
4.6 Kväverekommendationer för sockerbetor	70		
4.7 Kväverekommendationer och strategier för fodermajs	71		
4.8 Kväverekommendationer och strategier för salix	72		
4.9 Justera kvävegivan efter förfrukten	72		
4.10 Gödsla mindre på jordar med hög mullhalt	74		
<b>5 Fosfor</b>	<b>76</b>		
5.1 Gödsla efter grödans behov och markens fosforinnehåll	76		
5.2 Riktgivor för fosfor	78		
5.3 Strategier för fosforgödsling	81		
5.4 Minska risken för fosforförluster	85		

# 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.

I årets skrift har vi uppdaterat rekommendationer utifrån nya försöksresultat och aktuella priskvoter för spannmål och vall. Vi har sett över kaliumkapitlet och gjort ändringar i texten med hänsyn tagen till nya försöksresultat. En arbetsgrupp i markkarteringsrådet har hjälpt oss att se över texten God markkarteringssed i [bilaga 4](#). I alla kapitel har vi gjort mindre språkliga justeringar och sett över layouten 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, Gunilla Frostgård, Emma Hjelm, Pernilla Kvarmo, Ulrika Listh, Johan Malgeryd och Christer Johansson.

## **Redaktör**

Emelie Andersson

## **Layout**

Hellsten Kommunikation

## **Omslagsfoto**

Pernilla Kvarmo

# 1 Behovsanpassad gödsling

För bästa ekonomiska resultat av odlingen behöver du anpassa gödslingen efter grödans behov och skördepotential samt efter markens och årets förutsättningar. Planera utifrån odlingsmål, markkartering, förfrukt och erfarenhet. Anpassa sedan kvävegivan efter årsmånen och markens egen kväveleverans.

När du lyckas att uppnå ekonomiskt optimum, gödslar du också med största möjliga näringseffektivitet, vilket ger minsta möjliga miljöpåverkan.

## För att kunna optimera växtnäringstillförseln är det viktigt att

- planera gödslingen efter gröda, förfrukt, odlingsmål, erfarenhet och aktuell markkarta. För fosfor och kalium bör planen sträcka sig över hela växtföljden
- anpassa kvävegödslingen efter årsmån och skördepotential (att anlägga nollrutor är ett bra sätt att följa kväveleveransen)
- stämma av kort- och långsiktigt genom att göra växtnäringsbalanser på fältnivå och/eller gårdsnivå
- variera givan inom fältet med hjälp av markkarta och andra hjälpmedel
- följa grödorna under säsongen och vidta åtgärder vid behov. Exempelvis kan växtanalys visa om mikronäring behöver tillföras.



**Bild 1.** Oftast tas jordprover vid markkartering med jordborr som är monterad på en fyrhjulning. Provplatsernas positioner fastställs med GPS. **Foto:** Magnus Westöö

## 1.1 Markkartering är en grundförutsättning

Det är viktigt att ha en aktuell markkarta för att kunna behovsanpassa tillförseln av växtnäring och kalk. Med markkartering menar vi jordprovtagning och analys av växtnäring samt pH-värde kopplade till en karta över fälten. Även jordart och mullhalt kan analyseras.

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

### 1.1.1 Analysera efter dina behov

Beroende på vilken jordart och odlingsinriktning du har, 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, bör du även göra dem på alla prover.

På lätta jordar, på mulljordar och på jordar där det kan finnas risk för brist på koppar (Cu), bör du även beställa analys av detta ämne. Om du ska beräkna kalkbehovet behöver du analysera lerhalt och mullhalt samt pH. Lerhalten är oförändrad över tid, så den analysen kan man utesluta vid kommande markkartering. Lerhalt, mullhalt och pH kan också ge vägledning om växttillgänglighet av andra näringsämnen och eventuella risker för brister. Du kan läsa mer om detta i [kapitel 7](#).

För att bestämma lättlöslig fosfor, kalium, magnesium och kalcium använder man AL-lösning (ammoniumacetat-laktat), medan man använder HCl-lösning (saltsyra) för att bestämma det svårlösliga förrådet.

Gödslingsrekommendationerna för fosfor ([kapitel 5](#)) grundar sig på jordens innehåll av lättlöslig fosfor, P-AL. För kalium används både K-AL och K-HCl. K-HCl ger värdefull information om jordens långsiktiga leverans av kalium. Jordarnas förråd av kalium kan också bedömas utifrån lerhalten. Lätta jordar har ett litet kaliumförråd medan styva jordar oftast har ett större kaliumförråd.

Jordens innehåll av lättlöslig fosfor (P-AL) delas in i sex klasser, medan innehållet av kalium delas in i fem klasser ([tabell 1](#)). Du kan läsa mer om metoder för fosforanalys i [kapitel 5](#).

**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					

### 1.1.2 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. Då kan du flytta enskilda provpunkter i rutnätet eller lägga till nya punkter för att få med variationen (Wetterlind m. fl, 2018). Som stöd för ny provplacering kan du till exempel använda mätningar med marksensorer, variationer i grödan som syns på satellitbilder, skördekartor eller grödsensormätningar, jordartsinformation från gamla karteringar eller digitala åkermarkskartan (läs mer på [precisionsskolan.se](http://precisionsskolan.se)).

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).

### 1.1.3 Gödsling och kalkning kan påverka analysresultaten

Du ska provta tidigast en månad efter senaste gödsling och tidigast ett år efter kalkning för att vara säker på att utförd gödsling eller kalkning inte 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 gödselgivor 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 före första vallåret eller efter andra vallåret (Gruvaeus, 1989). Läs mer om kaliumgödsling till vall i [kapitel 6](#).

### 1.1.4 Markkartera med fem till femton års mellanrum

Normalt bör du markkartera med fem till femton års mellanrum. Läs mer om markkartering i bilaga 4.

**Kortare 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 och vid intensiv vallodling utan regelbundna uppföljningar med växtnäringsbalanser. 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 endast tillför mineralgödsel eller har en 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 med nästa kartering.



**Bild 2.** 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



## 1.2 Gödslingsstrategi efter grödans behov

Ett viktigt mål med gödslingen är uppnå högsta möjliga effektivitet av den växtnäring du tillför. Genom att anpassa gödslingen efter på hur mycket som förs bort med skörden samt fältets leverans av olika näringsämnen, ökar du gödslingseffektiviteten.

### 1.2.1 Bortförel med grödan

Mängden växtnäring som förs bort från fältet beror på skördens storlek och näringsinnehåll. [Tabell 2](#) visar exempel på bortförel 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 rotsystemet. 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
Oljevaxter	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
Socketbetor, betor	65	120	21	80–100
Socketbetor, blast	30	100	15	150

### 1.2.2 Gödslingsstrategi för fosfor och kalium

För fosfor och kalium kan du välja gödslingsstrategi utifrån markvärden och vilka grödor du odlar i växtföljden. Låt den mest krävande grödan bestämma vilket innehåll av fosfor och kalium som ska bibehållas. Markkartan och grödornas behov ger vägledning för om du bör förbättra markens näringsstatus över tid eller om du kan tära på förrådet.

Om du till exempel odlar grödor som är känsliga för låga fosforvärden bör du sträva efter att bibehålla högre fosfortal än om du odlar grödor som inte kräver lika mycket fosfor. Läs mer om strategier för gödsling med fosfor och kalium i [kapitel 5](#) och [6](#).

Genom att göra en växtnäringsbalans på gårdsnivå eller på fältnivå över hela växtföljden, kan du få information om huruvida markens fosfor- och kaliuminnehåll ökar eller minskar över tid. Då har du också möjlighet att gödsla mer

till de grödor som svarar mest på gödningen och mindre till de grödor i växtföljden som inte ger samma utbyte det enskilda året.

Du ska också fundera över om du vill använda sammansatta gödselmedel eller om det är lämpligare att använda enkla gödselmedel:

- Om fälten har ett ojämnt innehåll av fosfor och kalium och du vill jämna ut nivåerna är det lämpligt att precisionsgödsla med dessa näringsämnen ett i taget.
- Har du jämna fält och vill kombiså är det lämpligt att använda ett sammansatt gödselmedel som exempelvis en NPKS-produkt. Då sparar du dessutom körningar.

Använder du organiska gödselmedel ska dessa utgöra en grund och vid behov kompletteras med mineralgödsel.



**Bild 3.** Vid behov kan organiska gödselmedel kompletteras med mineralgödsel.

**Foto:** Mårten Svensson

### 1.2.3 Kvävestrategin ska möjliggöra årsmånsanpassning

Skördepotential och odlingsmål avgör varje grödas totala kvävebehov. Detta behov kan tillfredsställas genom gödsling, men också genom markens egen leverans av kväve.

Eftersom markens kväveleverans (restkväve från året innan, förfrukts-effekter samt mineralisering) varierar mycket beroende på årsmånen, måste gödningen anpassas noga efter varje enskilt års förutsättningar.

För att kunna anpassa mängden kväve till årets förutsättningar och för att minska riskerna för förluster bör du planera för två eller flera kvävegivor till de flesta grödor. Genom att lägga lite mindre kväve än genomsnittliga behovet till stråsåden inför stråskjutningen, möjliggör du för anpassning efter totala behovet. Skulle årets skördepotential vara låg eller markens egen kväveleverans vara hög, behöver du kanske inte komplettera med mer kväve. Men om det visar sig att grödan har hög potential eller om markens mineralisering är låg, kompletterar du med mer kväve.

Du kan skapa dig en god uppfattning om markens kväveleverans för ett enskilt år genom att anlägga noll- och maxrutor:

- En **nollruta** är en jämförelseyta på fältet som inte är kvävegödslad. Rutan skapar du enkelt genom att lägga en presenning över grödan före varje gödslingsstillfälle. Vid kombisådd kan du stänga gödslingsutmatningen på ett par meter. Du kan uppskatta kväveupptaget i nollrutorna på flera sätt. Genom att titta på grödans färg eller mäta strålängden kan du bilda dig en uppfattning. Mer exakt resultat får du om du har möjlighet att mäta med en kvävesensor. Jämför nollrutans upptag med omkringliggande normalgödslad gröda. Då ser du skillnaden i kväveupptag och förstår om markens kväveleverans är stor eller liten. Detta kan vara en god hjälp när resterande kvävebehov ska bestämmas.
- Förutom nollrutorna kan du också anlägga en så kallad **maxruta**. I maxrutorna 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. Om maxrutorna är betydligt frodigare än omkringliggande gröda vid tidpunkten för axgång eller senare, kan det indikera att komplettering behövs.

Det finns idag också flera tekniska hjälpmedel att använda för att bestämma totala genomsnittliga kvävebehovet ett enskilt år, exempelvis N-tester. Kvävegödslingsbehovet varierar också inom samma fält. För att variera kvävegivan över fältet kan till exempel CropSAT användas. Läs mer om teknik för att bedöma gödslingsbehovet i [kapitel 3](#).

### 1.3 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.

Kväveförsök i höstvetete har visat att restkvävemängden i marken efter skörd ökar först efter det att mängden tillfört kväve överstiger ekonomiskt optimum.



**Bild 4.** Om du gödslar mer än optimum minskar kväveutnyttjandet samtidigt som risken för kväveförluster ökar. I värsta fall kan liggsäd förstöra skörden. **Foto:** Hans Jonsson

## 1.4 Växtnäringsbalanser ger facit på växtnäringseffektiviteten

En växtnäringsbalans gör du genom att räkna på skillnaden mellan tillförd och bortförd växtnäring. Detta kan göras på olika nivåer och för kortare och längre tid. 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.

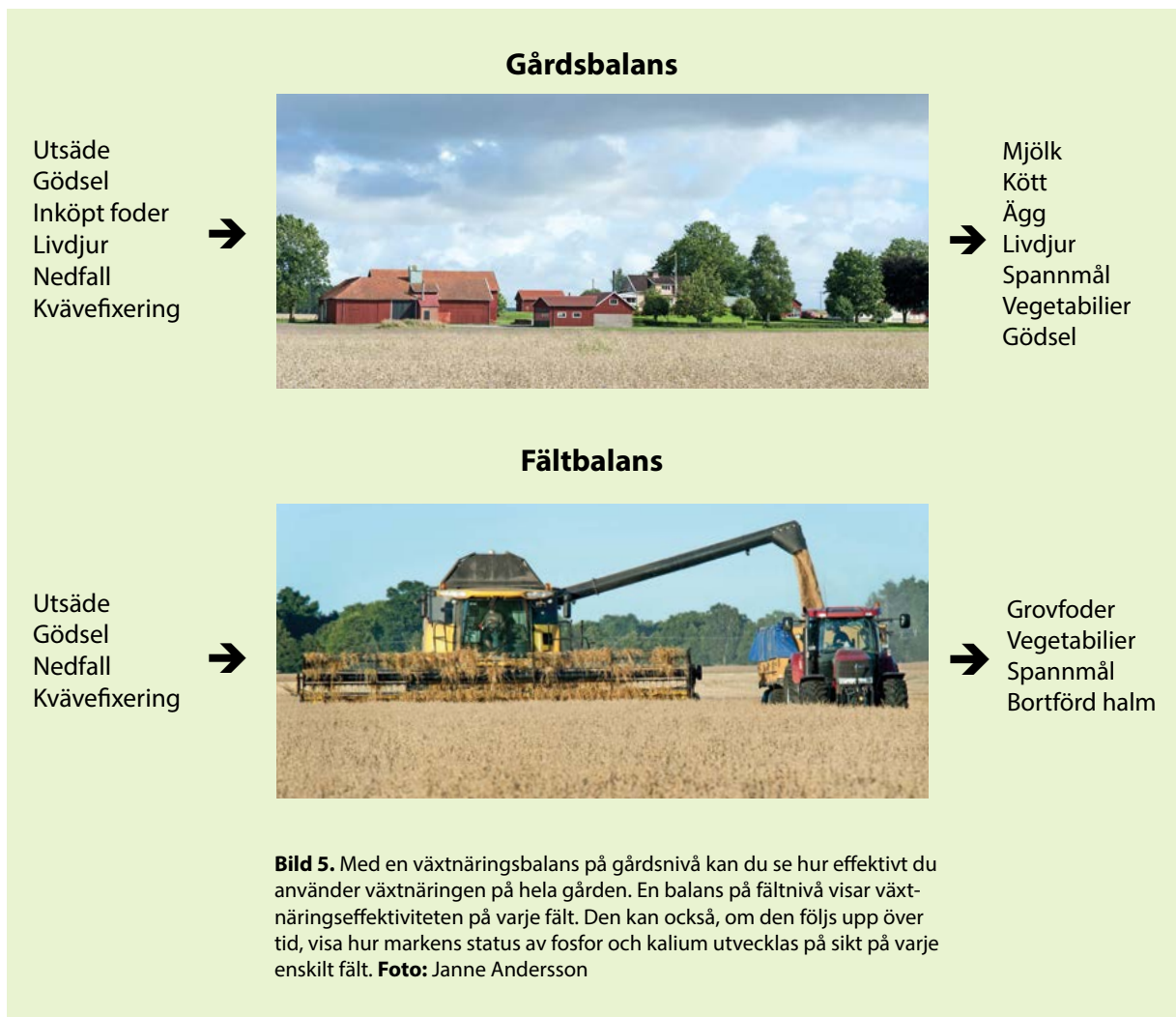
### Gårdsbalans:

Du kan räkna på hela gården för att få koll på flödena av växtnäring. I tillförseln summerar du all inköpt växtnäring. Den tillförs i form av foder, levande djur, organisk gödsel, mineralgödsel, atmosfäriskt nedfall och fixering via baljväxter. Från denna summa dras sedan bortförseln, det vill säga all näring som lämnar gården i växt- och djurprodukter samt stallgödsel. Du kan själv göra en växtnäringsbalans på Greppa Näringens webbsida [greppa.nu](https://www.greppa.nu), under Mina sidor.

Inom Greppa Näringen har vi gjort sammanställningar av ett stort antal växtnäringsbalanser på gårdsnivå från gårdar med olika driftsinriktningar vilket gör att vi har ett gediget referensmaterial (Hjelm m fl., 2021). 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.

### Fältbalans:

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 markarteringstillfällena. Du kan läsa mer om fosfor och kalium i [kapitel 5](#) och [6](#). 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.



### 1.4.1 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 växtnäringsstillstånd.

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 stallgödselets 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.

# 2 Gödselmedel

## 2.1 Mineralgödsel

### 2.1.1 Kvävegödselmedel med olika egenskaper

Enkla kvävegödselmedel står för ungefär två tredjedelar av kvävetillförseln via mineralgödsel (Jordbruksverket, 2020). Det vanligaste enkla kvävegödselmedlet är kalkammonsalpeter (N<sub>27</sub>). Det innehåller oftast även svavel (S), till exempel NS 27-3 eller NS 27-4. Kvävet i dessa gödselmedel består av ammoniumnitrat. Ammonium fastläggs lätt i marken och är därför mer svårtillgängligt för växterna. När ammoniumkvävet omvandlats till nitrat är det löst i markvätskan och kan därmed transporteras till rötterna för upptag. Rent ammoniumnitrat (N<sub>34</sub>) förekommer också, men användningen som gödselmedel är begränsad.

Andra enkla kvävegödselmedel som används i mindre omfattning är kalksalpeter (N<sub>15,5</sub>), urea (N<sub>46</sub>) och olika flytande produkter med varierande innehåll av urea, ammonium och nitratkväve (till exempel N<sub>30</sub> och flytande NS 27-3). Flytande NS 27-3 innehåller dessutom ammoniumsulfat. 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. I försöksserien L3-2300 som låg 2016-2018 jämfördes effekten av olika kvävegödselmedel. Resultaten visar att för att nå samma kväveskörd är kvävebehovet ungefär lika stort för Axan, N<sub>34</sub> och urea. För kalksalpeter behövdes mindre kväve jämfört med Axan för att nå samma kväveskörd, för sulfammo något mer och för flytande NS 27-3 ytterligare mer (Jönsson & Hansson, 2018). Äldre försök har dock visat att vid gödsling av urea i höst-säd är kväveeffekten sämre jämfört med gödselmedel baserade på ammoniumnitrat. I vårsäd där gödselmedlet myllas ner är effekten däremot jämbördig även i äldre försök.

De olika kvävegödselmedlen påverkar markens pH-värde på olika sätt och olika mycket. Läs mer i [kapitel 8.2](#).

### 2.1.2 Sammansatta gödselmedel beroende på ändamål

NPK-gödselmedel har ett brett användningsområde och finns även med tillsats av svavel (S), natrium (Na), magnesium (Mg) och mikronäringsämnen främst avsedda för oljevaxter, sockerbetor, potatis och frilandsgroänsaker. Tidigare har NPK-gödselmedlen mest använts vid sådd av vårsäd samt till oljevaxter och vallar, men på senare tid har de också mer och mer börjat användas vid vårgödsling i höstsådda 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, 72 % av all fosfor och 77 % av allt kalium som säljs via mineralgödsel i Sverige (Jordbruksverket, 2020).



**Bild 6.** Det vanligaste kvävegödselmedlet är ammoniumnitrat. **Foto:** Mårten Svensson

Om du använder NPK kan du få svårare att anpassa gödningen till aktuella markförhållanden det enskilda året än om du gödslar med P- eller PK-gödselmedel i kombination med enkla kvävegödselmedel. I praktiken kan det dock vara svårt att hantera många olika gödselmedel på gården.

Till höstsådda grödor rekommenderas höstgödning med fosfor och kalium om markens innehåll av dessa ämnen är lågt. Aktuella gödselmedel är till exempel P<sub>20</sub>, 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.

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

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

### 2.1.3 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 koldioxid-ekvivalenter per kg kväve (kg CO<sub>2</sub>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 växthusgasar.

### 2.1.4 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.

#### 2.1.4.1 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.

#### 2.1.4.2 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 överstiger 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. Gränsen inför sådd av övriga höstgrödor kommer att sänkas till 30 kg per hektar i kommande föreskriftsändring. Du ska anpassa mängden lättillgängligt kväve som du tillför till grödornas behov på hösten.

## 2.2 Stallgödsel

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

Värdena i tabell 3 kan inte tillämpas på fjäderfägödsel eftersom den har annorlunda egenskaper jämfört med annan stallgödsel. Bland annat krävs det betydligt högre ts-halter för att den ska kunna staplas till angiven höjd. Volymvikten är också högre. Eftersom fåglar utsöndrar en stor del av kvävet som urinsyra är andelen ammoniumkväve liten i färsk gödsel och gödsel som lagrats torrt, men den ökar om gödseln fuktas upp.

**Tabell 3.** Egenskaper hos olika typer av stallgödsel. Värdena i tabellen kan inte tillämpas på fjäderfägödsel.

Gödselslag	Ts-halt (%)	pH-värde	Andel NH <sub>4</sub> -N (%) <sup>a)</sup>	Ungefärlig C/N-kvot	Volymvikt (kg/m <sup>3</sup> )	Hanteringsegenskaper
Urin	1–5	7,5–9	90	2	1 000	Pumpbar
Flytgödsel	3–12	6,5–8	50–70	<10	1 000	Pumpbar
Kletgödsel	12–16	7–8,5	40–50	12	900	Flyter ut
Kletgödsel	15–20	7–8,5	40–50	15	900	Ej helt stapelbar
Fastgödsel	18–25	7,5–9	25	20	750	Kan staplas >1 m
Djupströgödsel	>25	7,5–9	10	30	500	Kan staplas >2 m

a) Andelen NH<sub>4</sub>-N avser procent av totalt kväveinnehåll. Där det finns intervall avser den lägre siffran nötgödsel och den högre svinggödsel.

### 2.2.1 Räkna ut behovet av lagringskapacitet

Hur mycket gödsel som produceras och gödselns egenskaper varierar med bland annat djurslag, foderstat, inhysningssystem, gödselhantering, mängd och typ av strömedel och intensitet i produktionen. I tabell 4 hittar du normaltal för hur mycket gödsel som produceras från olika djurslag. Du kan använda värdena i tabellen för att räkna fram behovet av lagringskapacitet, men i praktiken kan gödselmängden variera. För flytgödsel och urin kan även en liten förändring i ts-halt ha stor inverkan på gödselvolymen. Var uppmärksam på detta när du beräknar behovet av lagringskapacitet. I beräkningsprogrammet Vera går det att göra mer gårdsanpassade beräkningar. Mer information om Vera hittar du på [greppa.nu/vera](http://greppa.nu/vera).



**Bild 7.** Beroende på djurslag, foderstat, strömedel och gödselhantering kan du beräkna hur mycket gödsel som produceras och vad den innehåller. **Foto:** Janne Andersson



## Så beräknas schablonvärdena

När vi har räknat fram behovet av lagringskapacitet har vi summerat träck- och urinproduktion, strötillsats, vattenspill, tvättvatten och vattentillskott via nederbörd. Vi har också tagit hänsyn till omsättningsförluster vid lagring av fast- 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 suggs upp av ströet och hamnar i fastgödseln medan resten hamnar i urinbehållaren. För kletgödsel har vi räknat med att andelen urin som suggs upp är 50 %.

I schablonvärdena ingår 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 %. Tillskottet via dräneringsvatten från gödselplatta som leds till urin- eller flytgödselbehållaren har vi baserat på antagandet 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. 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 nöt och 20 % för svin.

Hur stort behovet av lagringskapacitet är beror till stor del på gödselns torrsubstanshalt. För fasta gödselslag påverkas det också av volymvikten och hur stora omsättningsförlusterna blir vid lagring. Baserat på gödselanalyser har vi antagit rimliga ts-halter för respektive djur- och gödselslag och på så sätt standardiserat mängden gödsel som varje djurkategori producerar, se [tabell 4](#) med tillhörande noter.

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

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

Djurslag	Producerad mängd gödsel per djurplats och år vid olika lagringstid (m <sup>3</sup> )											
	Fastgödsel <sup>a)</sup>				Urin + gödselvatten				Flytgödsel <sup>b)</sup>			
	Lagringstid (antal månader)				Lagringstid (antal månader)				Lagringstid (antal månader)			
	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12
<b>Nöt</b>												
Mjölko, 8 000 kg ECM <sup>d)</sup> /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
Mjölko, 10 000 kg ECM <sup>d)</sup> /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
Mjölko, 12 000 kg ECM <sup>d)</sup> /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
<b>Svin</b>												
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
<b>Övriga djurslag</b>												
Värphöns 100 st <sup>e)</sup>	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	Djupströgödsel <sup>d)</sup>			
	Lagringstid (antal månader)			
	6	8	10	12
<b>Nöt</b>				
Mjölkkö, 8 000 kg ECM <sup>d)</sup> /år	14,4	19,2	23,9	28,7
Mjölkkö, 10 000 kg ECM <sup>d)</sup> /år	14,6	19,5	24,4	29,3
Mjölkkö, 12 000 kg ECM <sup>d)</sup> /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
<b>Svin</b>				
Sugga i produktion, 2,2 omg/år	2,6	3,5	4,3	5,2
<b>Övriga djurslag</b>				
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, sugga och slaktsvin 750 kg/m<sup>3</sup>; värphöns och unghöns 900 kg/m<sup>3</sup>. Ts-halt: Nöt 18 %, svin 24 %, värphöns och unghöns 30 %.

b) Volymvikt för flytgödsel: 1 000 kg/m<sup>3</sup>. Ts-halt före tillskott av nederbörd: Mjölkkor 9 %, övriga nöt 10 %, slaktsvin 6 %, sugga 8 %, sinsugga 10 %, värphöns 12 %.

c) Volymvikt för djupströgödsel: Slaktkyckling och kalkon: 600 kg/m<sup>3</sup>, övriga djurslag: 500 kg/m<sup>3</sup>. Ts-halt: Nöt 28 %, svin 30 %, slaktkyckling och kalkon 50 %.

d) ECM = energikorrigerad mjölk.

e) Medelvärde för frigående höns och höns i inredda burar.

## 2.2.2 Hur mycket växtnäring innehåller stallgödseln?

Tabell 5 visar mängden kväve, fosfor och kalium som djuren utsöndrar per djurplats och år (brutto före förluster). 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).

Utfodringen och hur produktionen bedrivs varierar mellan olika gårdar och det påverkar mängden växtnäring i stallgödseln, både per djurplats och per ton gödsel. 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.). I beräkningsprogrammet Vera kan du välja om du vill räkna på schablonvärden eller göra en stallbalans (växtnäringsbalans för djurhållningen) baserad på den egna gårdens foderstat och produktion. Med en stallbalans får du mer exakta värden på hur mycket kväve, fosfor och kalium gödseln på just din gård innehåller.

**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
<b>Nöt</b>			
Mjölkkko, 8 000 kg ECM <sup>a)</sup> /år	132	15,2	114
Mjölkkko, 10 000 kg ECM <sup>a)</sup> /år	142	16,5	106
Mjölkkko, 12 000 kg ECM <sup>a)</sup> /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
<b>Svin</b>			
Sugga, 2,2 omg/år (inkl. 23 smågrisar till 30 kg)	35	6,7 <sup>b)</sup>	13
Slaktsvin, 3,0 omg/år	10	1,6 <sup>b)</sup>	4,3
<b>Övriga djurslag</b>			
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 <sup>b)</sup>	24
Unghöns 100 st, 2,2 omg/år	23	6,0 <sup>b)</sup>	7,6
Slaktkyckling 100 st, 7,0 omg/år	39	7,6 <sup>b)</sup>	15
Kalkon 100 st, 2,3 omg/år (medeltal av höna 0–10 v och tupp 0–19 v)	125	35	43



**Bild 8.** Foderstaten påverkar hur mycket växtnäring gödseln innehåller. Om du inte använder foder med tillsats av fytas till grisar eller fjäderfä blir fosforinnehållet högre än vad som anges i [tabell 5](#). **Foto:** Janne Andersson

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 växtnäringsinnehåll per 10 ton gödsel efter lagring och ungefärlig kväveeffekt vid vårspridning. I praktiken är dock variationerna stora. Använd därför 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 ammoniumkväve (% av tot-N)	Ungefärlig kväveeffekt vid vårspridning (kg per 10 ton)
	Tot-N	P	K		
<b>Fastgödsel</b>					
Fastgödsel, nöt	52	15	50	25	10
Fastgödsel, svin <sup>a)</sup>	65	25	25	25	10
Fastgödsel, höns, 30 % ts <sup>b)</sup>	150	41	65	60	90
Fastgödsel, höns, 60 % ts <sup>b)</sup>	275	88	140	40	110
<b>Djupströ/ströbädd</b>					
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
<b>Urin</b>					
Urin, nöt, täckt behållare <sup>c)</sup>	35	<1	50	90	25
Urin, svin, täckt behållare <sup>d)</sup>	18	2	12	90	15
<b>Flytgödsel</b>					
Flytgödsel, nöt, 9 % ts <sup>d)</sup>	43	6	38	50	15
Flytgödsel, svin, 8 % ts <sup>e)</sup>	36	8	19	70	20
Flytgödsel, svin, 6 % ts <sup>e)</sup>	27	6	14	70	15
Flytgödsel, höns, 12 % ts	60	15	24	75	45

a) avser gödsel från sugor – gödsel från slaktsvin har något högre kväveinnehåll.

b) avser kletig respektive torr fastgödsel från värphöns

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 sugor har något lägre kväveinnehåll.

### 2.2.3 Effekten varierar beroende på gödselslag, spridningsteknik och tidpunkt

Stallgödsel har en mer varierande och i vissa fall långsammare kväveeffekt än mineralgödsel. Hur snabbt du får effekt av stallgödseln beror bland annat på hur mycket ammoniumkväve respektive organiskt bundet kväve gödseln innehåller. Andelen växttillgängligt kväve varierar beroende på gödselslag, från ca 10 % för djupströgödsel till 90 % för urin – se tabell 3 och 6. Resten av kvävet är organiskt bundet och frigörs allt eftersom det organiska materialet bryts ner.

Färsk djupströgödsel har svag kväveeffekt medan komposterad djupströgödsel kan ge ungefär lika mycket kväve som fastgödsel. Kletgödselns kväveeffekt ligger någonstans mittemellan fast- och flytgödsel. Torvinblandning minskar ammoniakavgången från både stall och lager för fasta gödselslag och kan förbättra gödselns kväveeffekt ytterligare.

När på året och till vilken gröda du sprider gödseln har också stor betydelse för kväveutnyttjande och förluster. Vid sommarspridning på vall kan kväveförlusterna via ammoniakavgång bli stora.

### 2.2.3.1 Analysera flytgödsel och urin

Genom att analysera stallgödseln får du ett bättre underlag för att bedöma kväveeffekten. Skillnaderna mellan olika gårdar är ofta stora och kväveinnehållet kan också variera under året på en och samma gård.

Oftast är det aktuellt att analysera gödseln i samband med vårspridning. Du kan analysera gödselns innehåll av ammoniumkväve själv med hjälp av en kvävemätare för gårdsbruk, den så kallade ”kväveburken”. Du kan också skicka in ett gödselprov till ett laboratorium för analys.

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 bara analyser av flytgödsel och urin. Instruktioner för provtagning och hantering av gödselprover, beställning av provburkar och följesedlar hittar du på laboratoriernas webbplatser.

För de flesta gödselslag kan du också räkna fram stallgödselns kväveeffekt utifrån innehållet av ammoniumkväve efter avdrag för förluster i stall, under lagring och i samband med spridning. Undantaget är fast fjäderfågödsel där en stor andel av kvävet kan finnas i form av urinsyra vilket ger en högre kväveeffekt jämfört med innehållet av ammoniumkväve. Kol-/kväveknoten har också betydelse. Läs mer om det och om kväveeffekten hos olika typer av stallgödsel och andra organiska gödselmedel i skriften [Att sprida organiska gödselmedel](#) (Delin & Engström, 2021).

### 2.2.3.2 Bäst kväveeffekt vid vårspridning

Flytgödsel, urin och biogödsel ger normalt bäst effekt vid spridning på våren och i växande gröda eftersom de innehåller en stor andel lättillgängligt kväve. Det gäller även fjäderfågödsel. I försök har man fått mycket goda effekter av svinflytgödsel som bandspridits på våren i växande höstgröda (Hammarstedt, 2013). Det ammoniumkväve som finns kvar efter spridningsförluster i flytgödsel från svin antas ha lika stor effekt som mineralgödselkväve medan ammoniumkvävet i nötflytgödsel antas ha 75 % effekt jämfört med mineralgödselkväve.

Vid höstspridning av flytgödsel, urin och biogödsel kan kväveeffekten variera, men som regel är den lägre än på våren. Under senhösten och vintern är det stor risk för förluster genom utlakning och denitrifikation om det finns mycket lättillgängligt kväve i marken. Därför bör du i möjligaste mån undvika eller i varje fall begränsa höstspridning av dessa gödselslag, särskilt på obevuxen mark men också till andra grödor än höstoljeväxter och vall. Höstoljeväxter kan dock ta upp en hel del kväve på hösten. Sprider du inför sådd av höstoljeväxter eller till gräsdominerad vall kan du få ett godtagbart kväveutnyttjande.

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 i marken under höst och vår och blir

tillgängligt för grödan snabbare än om du sprider gödseln på våren. Om du sprider fast- eller djupströgödsel på våren 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 har sått in vall eller en fånggröda som fortsätter växa på hösten.

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 de gasformiga kväveförlusterna via denitrifikation vara betydande. Om du vill räkna på stallgödselns kväveeffekt och ekonomiska värde vid olika spridningstidpunkter kan du använda beräkningsverktyget Gödselkalkylen. Den finns på Greppa Näringsens webbplats [greppa.nu](http://greppa.nu) och som en del i beräkningsverktyget Vera. En ny, förbättrad version av gödselkalkylen med fler valmöjligheter lanserades under hösten 2021.

### 2.2.3.3 Minska förlusterna genom att sprida vid rätt tidpunkt och bruka ner gödseln snabbt

Sprider du stallgödsel vid mulet, svalt och fuktigt väder och brukar ned gödseln snabbt kan du hålla ammoniakförlusterna på en rimlig nivå. Det är helt avgörande för att du ska få god effekt av ammoniumkvävet. Efter spridning kan du förlora stora mängder kväve i form av ammoniak om du inte myllar eller brukar ner gödseln tillräckligt snabbt. Förlusterna blir särskilt stora vid soligt, blåsigt och varmt väder. Vid spridning på vall efter första skörd kan i ogynnsamma fall allt ammoniumkväve gå förlorat.



**Bild 9.** Genom att snabbt bruka ner gödseln efter spridning kan du begränsa ammoniakförlusterna. Då utnyttjas kvävet i stallgödseln bättre. **Foto:** Henrik Nätterlund

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 minska risken att stallgödsel rinner av på markytan ska du undvika att sprida gödsel på frusen eller snötäckt mark eller där det är risk för ytavrinning eller stående vatten på fältet. Läs mer om regler kring detta i [avsnitt 2.2.4](#).

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.

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 gödselytan mindre samtidigt som gödseln lättare tränger ner i marken där den kommer i kontakt med jordpartiklar.

Om du använder ytmyllningsaggregat för att sprida flytgödsel på vall får du både lägre kväveförluster och bättre foderhygien. Läs mer om spridningsteknik i [kapitel 3](#).

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

#### 2.2.3.4 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 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 schablonvärdena i [tabell 6](#). En variation på  $\pm 50$  % är inte ovanligt. Varierande ts-halt, foderstater och halter av fosfor och kalium i fodermedlen är de främsta orsakerna.



**Bild 10.** Bandspridning i växande gröda ger bättre kväveeffekt än bredspridning. När gödseln läggs i strängar på marken och inte på bladverket blir ammoniakavgången lägre genom att den gödselbemängda ytan minskar. Gödseln tränger också lättare ner i marken. **Foto:** Jens Blomquist

### 2.2.3.5 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 gödseln 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 omräknade enligt angivna ts-halter.

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, till exempel oljeväxter. Läs mer om magnesium, svavel och mikronäringsämnen i [kapitel 7](#).

**Tabell 7.** Riktvärden för innehåll av kalcium, magnesium, svavel och mikronäringsämnen i stallgödsel. Värdena avser gödsel från konventionell djurhållning. Stallgödsel från ekologisk 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

### 2.2.3.6 Ta hänsyn till stallgödselns långtidseffekt

Stallgödseln innehåller mullämnen som bidrar till att bygga upp markens struktur och bördighet. Det organiskt bundna kvävet frigörs successivt och behöver mineraliseras innan det kan utnyttjas av växterna. De mer svårnedbrytbara fraktionerna bidrar till att bygga upp markens mullhalt och har en långsam verkan som varar i flera år.

Vid regelbunden tillförsel av stallgödsel motsvarande ett ton torrsubstans per hektar och år i minst 30 år ökar markens kväveleverans med cirka 10 kg kväve per hektar och år genom den långsiktiga stallgödsleffekten. 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 per hektar 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 kväverekommendationerna 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 suggor i produktion	18
100 värphöns	10
200 slaktkycklingar	10

När du ska räkna ut grödornas kvävebehov enligt [bilaga 1](#) bör du justera givan i alla grödor utom vall för att ta hänsyn till den långsiktiga stallgödseffekten. För vall ingår den långsiktiga stallgödseffekten redan i rekommendationerna med 20 kg kväve per hektar, se [tabell 20](#). Anledningen till detta är att vallodling utan stallgödsel är ovanligt och de flesta vallgödslingsförsök har legat på platser med regelbunden stallgödsetillförsel. Vid lägre eller högre djurtäthet än en djurenhet per hektar gör du ett tillägg eller avdrag i kväverekommendationen till vall i proportion till värdena i [tabell 8](#). Om det tidigare bara varit 0,5 djurenheter per hektar bör du alltså höja kvävegivan till vall med 10 kg kväve per hektar jämfört med vad som anges i [tabell 20](#).

#### 2.2.3.7 Anpassa givan till grödans behov

Stora stallgödselgivor innebär ökad risk för förluster och sämre växtnäringsutnyttjande. Generellt är det en god regel att tillföra måttliga givor av stallgödsel oavsett tidpunkt. 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. 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 [bilaga 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 bedöma fosforbehovet. I dag finns teknik för att skapa tilldelningsfiler och styra stallgödselgivan inom fält efter till exempel markens fosforklass. Läs mer om spridningsteknik i [kapitel 3](#) och fosforgödsling i [kapitel 5](#).

## 2.2.4 Regler för spridning av stallgödsel och andra organiska gödselmedel

Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring (SJVFS 2004:62) och Statens jordbruksverks föreskrifter om hänsyn till natur- och kulturvärden i jordbruket (SJVFS 2020:2) innehåller regler för spridning av gödsel i jordbruksföretag. En ny version av SJVFS 2004:62 med bland annat nya schablonvärden för stallgödsel kommer att träda i kraft 1 mars 2022. Den nya föreskriften (SJVFS 2021:37) hittar du på Jordbruksverkets webbplats.

Spridningsreglerna omfattar bland annat regler för hur mycket kväve och fosfor man får tillföra vid spridning av stallgödsel och andra organiska gödselmedel, begränsningar i när och hur gödsel får spridas, krav på skyddsavstånd vid gödselspridning intill sjöar och vattendrag i känsliga områden och förbud mot spridning av gödsel på naturbetesmarker. Gödsel får heller inte spridas så att den hamnar utanför åkern.

Vissa regler gäller i hela landet medan andra varierar beroende på om gården ligger i eller utanför känsligt område. I Skåne, Halland och Blekinge finns det också särskilda regler för att minska ammoniakavgången. Mer information om reglerna och vilka områden som betraktas som känsliga hittar du på Jordbruksverkets webbplats, <https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtnaring>.

Kommunen kan också ställa mer långtgående krav inom till exempel detaljplanlagt område och vattenskyddsområde.

Skriften Gödsel och miljö är en vägledning till regler om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring (främst lagring och spridning av gödsel) som Jordbruksverket tagit fram (Eskilsson, 2014). En uppdaterad version av skriften kommer i början av 2022. Du kan ladda ner den senaste versionen från [Jordbruksverkets webbutik](#).

Här nedan sammanfattar vi några av de viktigaste reglerna för spridning av stallgödsel. Du kan läsa mer om regler som gäller specifikt för slam i [kapitel 2.4.2](#).

### 2.2.4.1 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.

Om det finns betesdjur på gården får du också räkna in betesmark i spridningsarealen i den omfattning som den bidrar till foderstaten på årsbasis. Om till exempel 20 % av djurens årliga foderintag kommer från betet får högst 20 % av spridningsarealen utgöras av betesmark.

#### 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.



**Bild 11.** Karta över Sveriges känsliga områden enligt nitratdirektivet. Grönfärgade områden är känsliga.  
**Källa:** Jordbruksverket

### 2.2.4.2 Hela landet - förbjudet att sprida gödsel i naturbetesmarker

Enligt Statens jordbruksverks föreskrifter om hänsyn till natur- och kulturvärden i jordbruket (SJVFS 2020:2) är det förbjudet att sprida gödsel i naturbetesmarker. Det är också förbjudet att sprida gödsel så att den hamnar utanför åkern. Syftet är att värna den biologiska mångfalden.

### 2.2.4.3 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 11 till vänster på föregående sida. 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. Här nedan kan du se en kort sammanfattning av de viktigaste reglerna som gäller i känsliga områden. Det är vissa regler som endast gäller i Blekinge, Skåne och Halland.

#### I alla känsliga områden gäller att

- gödselmedel inte får spridas närmare än två meter från fältkant som gränsar till vattendrag eller sjö\*
- gödselmedel inte får spridas på jordbruksmark som gränsar till vattendrag eller sjö och där markens lutning mot vattnet överskrider 10 %\*
- inga gödselmedel får spridas under perioden 1 november–28 februari\*
- det är förbjudet att sprida gödselmedel på vattenmättad, översvämmad, snötäckt eller frusen mark\*
- kvävetillförseln via stallgödsel inte får 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\*. **Denna gräns kommer att sänkas till 30 kg per hektar från och med 1 mars 2022 i kommande föreskriftsändring.**

\* Gäller alla typer av gödsel, både stallgödsel, andra organiska gödselmedel och mineralgödsel.

Dessutom ska tillförseln av kväve via gödselmedel begränsas så att den inte överstiger grödans behov med hänsyn till förväntad skördenivå och kväveleverans från marken på växtplatsen. Det finns också krav på att dokumentera hur kvävebehovet har beräknats.

Utöver dessa regler finns det också begränsningar i när och till vilka grödor stallgödsel och andra organiska gödselmedel får spridas under hösten. De syftar främst till att minska risken för kväveutlakning och varierar mellan olika delar av de känsliga områdena.

**I känsliga områden utanför Blekinge, Skåne och Halland gäller följande:**

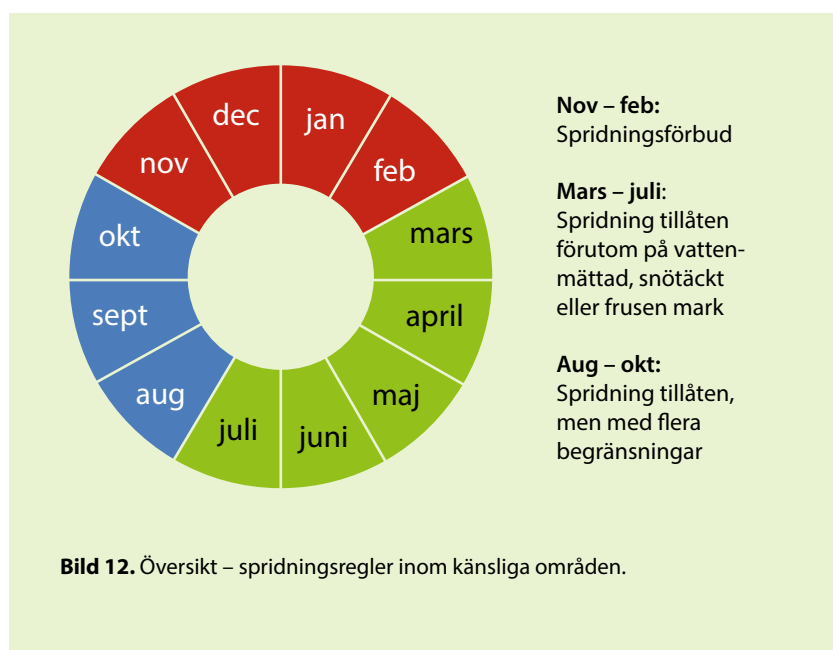
- 1 augusti–31 oktober: Stallgödsel och andra organiska gödselmedel får endast spridas i växande gröda eller inför höstsådd.
- 1–31 oktober: Fasta gödselslag (med undantag för fjäderfågödsel) får även spridas på obevuxen mark utan krav på höstsådd.
- 1–31 oktober: Fasta gödselslag som sprids på obevuxen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

**I känsliga områden i Blekinge, Skåne och Hallands län gäller istället:**

- 1 augusti–31 oktober: Stallgödsel och andra organiska gödselmedel får endast spridas i växande gröda eller inför sådd av höstoljeväxter. På lerjordar är dock spridning även tillåten inför höstsådd av annan gröda än oljeväxter.
- 1–31 oktober: Fasta gödselslag (med undantag för fjäderfågödsel) får även spridas på obevuxen mark utan krav på höstsådd.
- 1–31 oktober: Fasta gödselslag som sprids på obevuxen mark ska brukas ner inom 4 timmar.

**I hela Blekinge, Skåne och Hallands län gäller att**

- stallgödsel som sprids på obevuxen mark ska myllas ned inom 4 timmar (OBS! Inom känsliga områden ska fasta gödselslag som sprids under perioden 1–31 oktober brukas ner inom 4 timmar)
- spridning av flytgödsel i växande gröda ska ske med bandspridningsteknik eller annan liknande teknik som innebär att gödseln placeras på marken under växttäcket, myllningsaggregat, teknik som innebär att 1 del gödsel späds ut med minst 1/2 del vatten före spridning eller teknik som innebär att spridningen följs av bevattning med minst 10 mm vatten. Om det regnar får regnmängden räknas från kravet på minst 10 mm vatten.



#### 2.2.4.4 Utanför känsliga områden – bruka ned gödseln inom 12 timmar om du sprider på senhöst eller vinter

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

## 2.3 Biogödsel

Med biogödsel menar vi rötrest från biogasanläggningar. Substraten som man matar anläggningen med, är ofta 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 orötad.

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.



**Bild 13.** Du får oftast en snabbare kväveeffekt av biogödsel än av orötad stallgödsel eller annan organisk gödsel eftersom en del av det organiskt bundna kvävet mineraliseras under röttningsprocessen. **Foto:** Mårten Svensson

## 2.4 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 svårösliga fosforföreningar. Även om lagkravet tillåter 7 årsgivor bedömer vi att större givor än 5 årsgivor är olämpligt i de flesta fall.

### 2.4.1 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 certifieringsystemet 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](http://svensktvatten.se).

### 2.4.2 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 omfattar definitionen ”övriga organiska gödselmedel” även avloppsslam och alla spridningsregler som gäller ”övriga organiska gödselmedel” gäller därmed även vid slamspridning.

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 slammets 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. Läs mer i [kapitel 2.2.4.1](#).

**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 <sup>a)</sup>
Krom (Cr)	60	40
Kvicksilver (Hg)	0,3	1,5
Nickel (Ni)	30	25
Zink (Zn)	100	600

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

### 2.4.3 Särskilda villkor för slamanvändning

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. Utredningens betänkande SOU 2020:3 [Hållbar slamhantering](#) (Holmgren m.fl., 2020) publicerades i januari 2020 och finns tillsammans med inkomna remissvar på regeringen webbplats, [regeringen.se](#).

Redan 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 slamgödsblad 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 slamgödsblad 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.

## 2.5 Gödselmedel för ekologisk odling

En väl genomtänkt växtföljd som ger ett lågt sjukdomstryck lägger en bra grund för en frisk gröda som kan utnyttja växtnäring effektivt. Etableringen av grödan är viktig förutom att strukturen i marken gynnar rotsystemet. Då får grödan goda förutsättningar att ta upp växtnäringen bra genom markprofilen. Växtnäringstillförsel i ekologisk odling sker huvudsakligen genom att

- odla baljväxtrika vallar, trindsäd och grüngödslingsgrödor
- odla växter med djupt rotsystem
- 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.

### 2.5.1 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](http://jordbruksverket.se). Information om KRAV:s regler finns på KRAV:s webbplats, [krav.se](http://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. Det är 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 tillåtet att använda biogödsel från biogasproduktion där viss typ av slakteriavfall används i rötningen. Biogasanläggningen ska då vara KRAV-certifierad eller tillåtetbedömd. Du hittar en lista på aktuella anläggningar på LRF:s webbplats [lrf.se](http://lrf.se). Om biogödseln 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 animaliska biprodukter med hygieniserade slaktrester som blod- eller benmjöl, ofta komponenter i olika ekopellets, gäller särskilda regler för spridning i växande grödor. Reglerna hittar du under [Nationella riktlinjer](#).



### 2.5.2 Mylla 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 ännu bättre effekt vid myllning med högre skörd (Delin & Engström, 2021).

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 bandspredning med släpslangsramp i växande gröda.



**Bild 14.** Du får bäst effekt av både fasta och flytande organiska gödselmedel om du myllar eller brukar ner dem. **Foto:** Henrik Andersson

### 2.5.3 Kol/kväveknoten 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/kväveknot. 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 totalkvävet som kan förväntas bli tillgängligt för grödan under växtsäsongen. Mineralgödselvärdet anges oftast i procent av gödselns totala kväveinnehåll (Delin & Engström, 2021).

I flera fältförsök i spannmål med köttmjölspellets (Biofer och Ekoväx) blev 50–90 % av totalkvävet tillgängligt för grödan under spridningsåret. Motsvarande mineralgödselvärdet 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, 2021).

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, 2021):

- 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 4–5 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, 2021). De två–tre följande åren är efterverkan ofta kring 3–5 %.

### 2.5.4 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.

# 3 Spridningsteknik

## 3.1 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 växtskydds-sprutan.

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, läs mer i [kapitel 2](#). 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.

### 3.1.1 När passar bredspridning, rampspridning och kombisådd?

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 i diameter. 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.



**Bild 15.** Använd lämplig spridningsteknik för att utnyttja gödseln optimalt och minimera förlusterna. Kantspridningsutrustning minskar risken för att gödseln hamnar utanför fältet. **Foto:** Jens Blomquist

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, läs mer i [kapitel 2](#). 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.

### 3.1.2 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 medlem i Greppa Näringen så finns möjligheten att genomföra rådgivningen Test av mineralgödselspridare (modul 16B) under förutsättning att den är upphandlad i ditt län. Läs mer på [greppa.nu](http://greppa.nu).

**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



**Bild 16.** I Greppa Näringen finns möjligheten att genomföra test av mineralgödselspridare.

**Foto:** Christer Johansson

## 3.2 Teknik för spridning av stallgödsel

### 3.2.1 Sprid med tankvagn eller matarslang



**Bild 17.** Gödseltunna eller tankvagn med släpfotsramp ger ofta högre markpackning. **Foto:** Christer Johansson

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 m<sup>3</sup> till över 25 m<sup>3</sup> 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 körskador. För att minska dessa risker blir det allt vanligare med 24 m arbetsbredd, vilket minskar antalet körspår. Jämför kostnader och markpackning för olika spridare och tekniker i verktyget Gödselkalkylen på [greppa.nu](http://greppa.nu).

#### 3.2.1.1 Matarslang minskar markpackningen



**Bild 18.** Med matarslangsystem går det att minska markpackningen jämfört med att köra med en tankvagn. **Foto:** Christer Johansson

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 spridararramp 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.

#### 3.2.1.2 Bredspridning, bandspridning eller myllning

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

##### **Bredspridning är vanligast**

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 försämrade kvalitet på ensilaget.

### Spridning med släpslang eller släpfot minskar förlusterna

Med släpslang/släpfotsramp bandsprider man gödseln i strängar på markytan. Fördelarna jämfört med breddspridning är framför allt lägre ammoniak- och luktagång och minskad nedsmutsning av grödan vid spridning i växande stråsåd 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 breddspridning, till exempel föroreningar i gödseln. Rampens fasta arbetsbredd gör att man kan använda fasta körspår, vilket minskar körskadorna. Bandspridning ger lägre ammoniakförluster än breddspridning i växande gröda och på stubb. Det beror på att ytan som täcks av gödsel och som ammoniak kan avgå från blir mindre.

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 stråsåd 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.

### Myllning ger lägst kväveförluster via ammoniakavgång

Vid ytmyllning av flytgödsel i stubb eller på bearbetad jord, så kallad svartjord-smyllning, 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 stråsåd 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. Myllning kan i vissa fall öka förlusterna av lustgas vid spridning i vall. Eftersom de totala kväveförlusterna minskar jämfört med bandspridning är myllning ändå att rekommendera (Rodhe, 2014).

### 3.2.2 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.



**Bild 19.** Med släpfot får man en bättre markkontakt. **Foto:** Johan Malgeryd



**Bild 20.** Traktor med matarslang och myllningsaggregat för spridning i vall minskar ammoniakförlusterna. **Foto:** Pernilla Kvarmo

- 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. (DLG 2006a; 2006b).

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



**Bild 21.** Tvåstegspridare som sprider fastgödsel. **Foto:** Christer Johansson

### 3.3 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  $K_2O$ -innehåll i varje lass.

### 3.4 Sensorer och andra verktyg mäter kväveupptag i fält

Tidigare har man ofta utgått från hela fältet när man beslutat om gödsling. Om du använder sensorteknik 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.



**Bild 22.** I CropSAT kan du skapa tilldelningsfiler till spridare utifrån satellitbilder som visar vegetationsindex. **Foto:** [Cropsat.se](https://cropsat.se)

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](https://cropsat.se)) är exempel på ett webbaserat verktyg med satellitbilder tagna under växtodlingssäsongen. CropSAT visar ett vegetationsindex som är korrelerat till biomassa och kväveinnehåll. På [cropsat.se](https://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 gödslingen 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](https://greppa.nu) och på Precisionsskolans webbplats, [precisionsskolan.se](https://precisionsskolan.se).



**Bild 23.** Kvävesensorn på traktorns tak läser av grödans färg och täthet. Gödselspridaren varierar sedan kvävegödslingen efter grödans behov. **Foto:** Lantmännen



# 4 Riktgivor och strategier för kvävegödsling

## 4.1 Riktgivor som utgångspunkt i planeringen



**Bild 24.** 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 oljeväxter utifrån gödslingsförsök inom den regionala försöksverksamheten och utifrån forskningsresultat. Använd riktgivorna när du planerar gödslingen inför kommande säsong.

Riktgivorna för spannmål och oljeväxter 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 stallgödsel-effekt om inte djurhållningen är betydligt större eller mindre än en djurenhet per hektar.

Uppskatta ungefärlig skördenivå på fältet och läs i [tabell 13](#) 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.

I riktgivorna ska du räkna in allt kväve som tillförs i lättillgänglig form med stallgödsel och mineralgödsel. Tänk på att justera givan efter kväveeffektiviteten hos det gödselmedel du väljer. Läs mer i [kapitel 2.1](#).

Under säsongen behöver du anpassa givan efter årets förutsättningar, det vill säga nederbörd, temperatur, förfrukt och hur grödan ser ut, men också efter övriga förhållanden på det enskilda fältet, läs mer i [kapitel 1](#). Genom att anlägga nollrutor i fältet kan du uppskatta kväveleveransen från marken, läs mer i [kapitel 1.2.3](#). 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, läs mer i [kapitel 3.3](#).



**Bild 25.** Vid optimal giva är kostnaden för det sista kilot kväve lika stor som värdeökningen för skördeprodukten. **Foto:** Erik Karlsson

#### 4.1.1 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.

#### 4.1.2 Antagna kostnader och intäkter

Från och med 2018 räknar vi med ett femårsmedelvärde för priser på gödsel och skördeprodukter. Rekommendationerna räknas fram med hjälp av en priskvot som är kvävepriset delat med nettopriset för varan. 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 4.2.3](#)). Därför har vi valt att tona ner priskvotens betydelse för gödslingsnivån.

I skrivande stund är marknaden för mineralgödselkväve dock turbulent och kvävepriserna är historiskt höga hösten 2021. Därför har vi gjort en känslighetsanalys för höstvet och vall där vi visar hur mycket den rekommenderade givan ökar eller minskar vid olika prisnivåer, läs mer i [kapitel 4.2.2](#) och [4.4](#).

För spannmål grundar sig femårsmedelvärdet på Lantmännens priser för Pool 1 under de fem senaste åren (2016–2020). När vi beräknat optimum har vi dragit 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 odlingsäsong (2016–2020).

Antagna priser inför 2022. Sju tabeller med priser för gödsel, spannmål, vall, rörliga kostnader och prisjustering protein höstvet, malkorn och vårvet.

Gödsel	Pris (kr/kg)
Kväve	9,25
Fosfor	20,22
Kalium	7,67

Spannmål	Pris (kr/kg)
Höstvet (bröd)	1,52
Höstvet (foder)	1,47
Vårkorn (malt)	1,63
Vårkorn (foder)	1,34

Vall	Pris på rot (kr/kg ts)
3 skördar	0,70

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
<b>11,0–11,5</b>	<b>0</b>
10,9	-1
10,8	-2
10,7	-3
10,6	-4
10,5	-5
<b>&lt; 10,5</b>	<b>Foder</b>

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

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

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 för foderve och foderkorn. Fler skördar ger spädare växtmaterial och högre näringsmässig kvalitet.

## 4.2 Kväverekommendationer och strategier för stråsäd

### 4.2.1 Optimal giva utgår från hur skörd och proteinhalt varierar med ökande kvävegödsling

För höstvede och vårkorn finns det relativt gott om försök med varierande kvävegivor, så kallade kvävestegar. Vi använder 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 genomförs tillräckligt många försök eller om försöken inte varit representativa för odlingen i området. För övriga stråsådesgrödor använder vi de försöksresultat som finns tillgängliga och gör jämförelser med höstvede och vårkorn. I gödslingsförsöken används främst mineralgödsel i form av ammoniumnitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Som kompletteringsgiva används kalksalpeter.

Vi har beräknat ekonomiskt optimal kvävegiva efter hur skörd och proteinhalt varierar med ökande kvävegödsling. Vi har anpassat skörd och proteinhalt efter tredjegradsfunktioner och beräknat nettointäkten för olika kvävenivåer utifrån antagna priser. 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 brövede 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 brövede 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 kvävegödsling. Vid höga skördenivåer är korrektionsfaktorn lägre för vissa stråsådesgrödor för att minska risken för liggsäd. Risken för liggsäd är störst i vårsäd, råg och höstkorn. I höstvede och rågvede 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 brövede 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 2022. Gäller för mineraljord och med förfrukt stråsäd. Utgå alltid från normalskörd på fältet. Du kan inte läsa tabellen baklänges och räkna med att en högre kvävegiva automatiskt kommer att ge en högre skörd.

Gröda	Skörd (ton/ha)								
	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Höstvetete bröd, södra Götaland			120	140	160	180	200	220	240
Höstvetete foder, södra Götaland			125	140	155	170	185	200	215
Höstvetete bröd, norra Götaland & Svealand		105	125	145	165	185	205	225	245
Höstvetete foder, norra Götaland & Svealand		110	125	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 <sup>a)</sup>		125	145	165	185	205			
Korn foder, södra Götaland <sup>a)</sup>		70	85	100	115	130	145		
Korn malt, södra Götaland <sup>a)</sup>		70	85	100	115	130	145		
Korn foder, norra Götaland & Svealand <sup>a)</sup>	50	75	90	105	120	135			
Korn malt, norra Götaland & Svealand <sup>a)</sup>		75	90	105	120	135			
Korn, Norrland <sup>a)</sup>	45	65	85	100					
Havre, södra Götaland <sup>a)</sup>		55	75	90	105				
Havre, norra Götaland & Svealand <sup>a)</sup>	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.

#### 4.2.2 Höga priser påverkar rekommendationerna

För att ge en bild av hur priskvoten påverkar riktgivorna har vi beräknat den ekonomiskt optimala givan vid varierade kväve- och spannmålspriser. Beräkningarna utgår ifrån en skörd på 8 ton per hektar för höstvetete till bröd (tabell 14) och 7 ton per hektar för höstvetete till foder (tabell 15). Tabellerna nedan visar hur olika priskvoter teoretiskt kan påverka optimal giva. I praktiken sker dock justeringar på marknaden så att de ”extrema värdena” för priskvoter sällan blir långvariga.

Ett fördubblat kvävepris kan teoretiskt motivera att minska gödningen med cirka 10-25 kg N per hektar för höstvetete, men det finns många andra aspekter att ta hänsyn till som kvalitetskrav, foderbehov, markens egenskaper, väder med mera. De biologiska faktorerna som till exempel nederbörd, temperatur och fältets kväveleverande förmåga påverkar gödslingsbehovet mer än prisförändringarna, läs mer i [kapitel 4.1.2](#).

**Tabell 14.** Riktgiva för 8 ton höstvetete bröd per hektar vid olika priskvoter. Tabellen visar hur priskvoter teoretiskt kan påverka optimal giva. Ett fördubblat kvävepris kan teoretiskt motivera att minska gödslingen med cirka 10-25 kg N per hektar, men det finns många andra aspekter att ta hänsyn till som kvalitetskrav, foderbehov, markens egenskaper, väder med mera. De biologiska faktorerna som till exempel nederbörd, temperatur och fältets kväveleverande förmåga påverkar gödslingsbehovet mer än prisförändringarna, läs mer i [kapitel 4.1.2](#).

Spannmålspris (brutto) kr/kg	Kvävepris (kr/kg)	Priskvot <sup>a)</sup>	8 ton/ha brödvetete	
			Södra Götaland (kg N/ha)	Norra Götaland och Svealand (kg N/ha)
1,52	9,25	7,3	180	180
2,50	9,25	4,1	210	200
1,52	18,50	14,6	155	155
2,50	18,50	8,2	170	175
1,52	25,00	19,8	135	140
2,50	25,00	11,1	160	160

a) Priskvot = kvävepris delat med spannmålspris (efter avdrag på 0,25 kr/kg för rörliga kostnader).

**Tabell 15.** Riktgiva för 7 ton per hektar höstvetete foder vid olika priskvoter. Tabellen visar hur priskvoter teoretiskt kan påverka optimal giva. Ett fördubblat kvävepris kan teoretiskt motivera att minska gödslingen med cirka 10-25 kg N per hektar, men det finns många andra aspekter att ta hänsyn till som kvalitetskrav, foderbehov, markens egenskaper, väder med mera. De biologiska faktorerna som till exempel nederbörd, temperatur och fältets kväveleverande förmåga påverkar gödslingsbehovet mer än prisförändringarna, läs mer i [kapitel 4.1.2](#).

Spannmålspris (brutto) kr/kg	Kvävepris (kr/kg)	Priskvot <sup>a)</sup>	7 ton/ha fodervete	
			Södra Götaland (kg N/ha)	Norra Götaland och Svealand (kg N/ha)
1,47	9,25	7,6	155	155
2,45	9,25	4,2	185	180
1,47	18,50	15,2	120	120
2,45	18,50	8,4	150	150
1,47	25,00	20,5	100	100
2,45	25,00	11,4	135	135

a) Priskvot = kvävepris delat med spannmålspris (efter avdrag på 0,25 kr/kg för rörliga kostnader).

### 4.2.3 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 brödvetete 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 190 kg per hektar för olika år och olika platser i norra Götaland och Svealand vid skördar på 7–8 ton per hektar. Det ger en variation på +/- 60 kg per hektar jämfört med riktvärdet. Detta visar hur viktigt det är att du anpassar givan till förutsättningarna på ditt eget fält.



**Bild 26.** 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 gödningen i fältet. Om nollrutan är tunn och blek medan fältet i övrigt är frodigt, kan du i stället behöva öka gödningens nivå. **Foton:** Katarina Börling

#### 4.2.4 Riktgivorna för höstvetet utgår från aktuella försöksresultat

För höstvetet utan proteinbetalning i södra Götaland har 28 försök i Skåne och Halland med stråsåd som förfrukt från åren 2011–2020 använts i beräkningarna. Beräkningar med antagna priser ger ett medelvärde på optimum för höstvetet utan proteinbetalning på 197 kg kväve per hektar vid skördenivån 9 785 kg per hektar och proteinhalten 11,0 %.

För höstvetet med proteinbetalning i södra Götaland har vi inte tagit med försöken med fodersorter. Försöksunderlaget består därför av 19 försök. Beräkningar med antagna priser ger ett medelvärde på optimum för höstvetet med proteinbetalning på 219 kg kväve per hektar vid skördenivån 9 997 kg per hektar och proteinhalten 12,0 %.

För höstvetet utan proteinbetalning i norra Götaland och i Svealand har 66 försök från åren 2011–2020 använts i beräkningarna. Beräkningar med antagna priser ger ett medelvärde på optimum för höstvetet utan proteinbetalning på 199 kg kväve per hektar vid skördenivån 9 884 kg per hektar och proteinhalten 11,0 %.

För höstvetet med proteinbetalning i norra Götaland och Svealand har vi inte tagit med försöken med fodersorter. Försöksunderlaget består därför av 54 försök. Beräkningar med antagna priser ger ett medelvärde på optimum för höstvetet med proteinbetalning på 222 kg kväve per hektar vid skördenivån 9 948 kg per hektar och proteinhalten 12,0 %.

##### 4.2.4.1 Anpassa gödningen efter sort

Höstvetesorterna kan delas in i tre grupper utifrån hur kvävebehovet varierar: hög-, medel-, respektive lågproteinsorter enligt försöksserie L7–150 (Hammarstedt & Nilsson, 2019; 2020).



**Bild 27.** Höstvetet. **Foto:** Urban Wigert

Högproteinsorterna Praktik, Julius, Linus, Etana och Bright 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, som krävs vid odling av brödvete.

Lågproteinsorterna Mariboss, Torp och Hereford ger ofta höga skördar, men 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 fodervete, 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 Ellvis, 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 ekonomiskt optimal kvävegiva.

#### 4.2.5 Strategier för höstveten – välj strategi efter odlingsinriktning

Välj en gödslingsstrategi som passar inriktningen och kvalitetskraven i din odling. Det är 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 genom utlakning och lustgasavgång.

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 höstveten 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 1](#)).



**Bild 28.** Genom att dela upp gödslingen i flera kvävegivor minskar du riskerna för förluster och gör det möjligt att anpassa totala kvävegivan efter årets förutsättningar.  
**Foto:** Janne Andersson

En tidig gödning kan öka bestockningen till sent sådd höstvet. Tänk på att en tidig giva kompenserar oftast inte skördebortfallet i ett svagt bestånd som haft en dålig etablering eller utvintrat. Utan risken är då större att kvävet försvinner innan grödan hinner ta upp det. I ett bra höstvetebestånd finns det normalt sett inte något behov av tidig kvävegödning på våren för att gynna bestockningen.

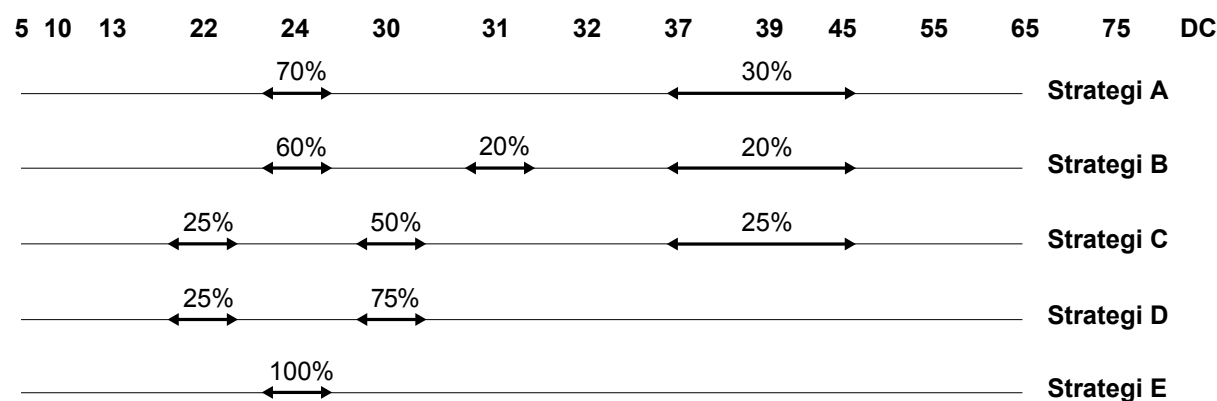
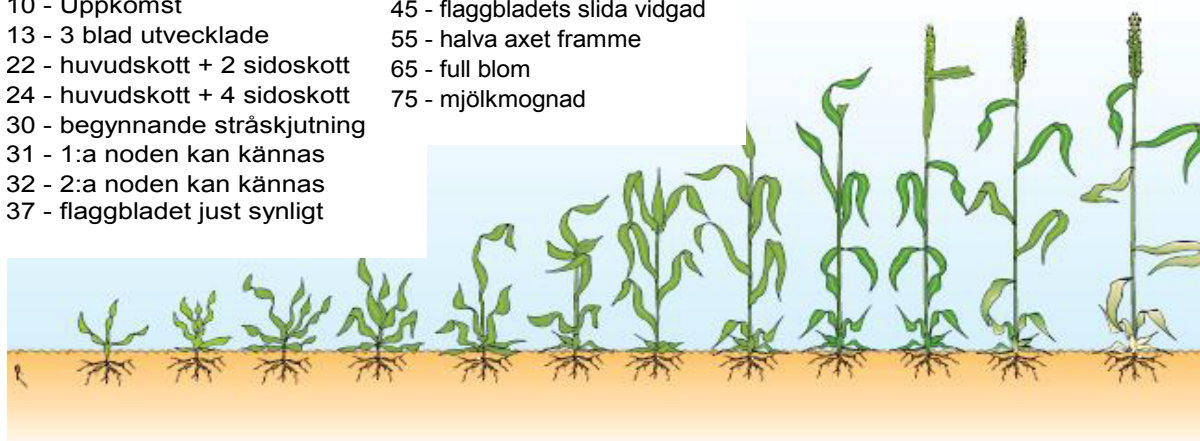
Kvävet på våren bör läggas så att det är tillgängligt inför stråskjutningen. Om det inte finns tillräckligt med kväve för plantan inför stråskjutningen kan antalet skott reduceras. Grödan kan dock till viss del kompensera färre antal skott med fler småax och större kärnor. Utvecklingsrytmen i olika höstvetesorter 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 gödning i växande gröda.

### Strategier för kvävegödning till höstvet

Utvecklingsstadiet för stråsådd 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 - mjölkmoget                     |
| 30 - begynnande stråskjutning  |                                     |
| 31 - 1:a noden kan kännas      |                                     |
| 32 - 2:a noden kan kännas      |                                     |
| 37 - flaggbladet just synligt  |                                     |



**Bild 29.** Bilden visar olika strategier för kvävegödning till höstvet och ungefär hur stor andel av den totala kvävegivan som du bör ge vid olika utvecklingsstadiet.



#### 4.2.5.1 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 gödningen 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 gödning 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 gödning 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 sidokotten 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.

#### 4.2.5.2 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 gödningen 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.

#### 4.2.5.3 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 för att minska risken för kväveförluster. I försök där man jämfört engångsgiva med delad giva visar det sig att måttliga kvävenivåer i allmänhet resulterar i lika hög skörd, medan proteinhalten oftast blir lägre vid engångsgivor.

Om du har måttliga skördeförväntningar, inga krav på proteinhalt och den totala givan inte är högre än 120 kg kväve per hektar, 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.

#### 4.2.6 Riktgivor och strategier för rågvete – dela givan

Under åren 2001–2008 ingick rågvete i sort/kväveförsök i norra Götaland och Svealand tillsammans med höstvetete. Även om det inte fanns några försök i södra Götaland, kan vi anta att motsvarande förhållanden gäller även där. Ekonomiskt optimal kvävegiva ligger ungefär som för fodervete, men pris-skillnaden 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 höstvetete.

#### 4.2.7 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 och för att möjliggöra anpassning efter uppskattad skördenivå samt årsmån. En tidig kvävegiva ökar grödans bestockning. Men var försiktig med tidig giva till ett mycket tätt bestånd då det ökar risken för liggsäd.

Huvudgivan bör läggas i tid inför stråskjutningen. Håller du nere huvudgivan kan du bättre anpassa gödningen utefter årsmån. Om du bedömer en högre skördepotential och om tillväxtbetingelserna är goda, kan du komplettera med mer kväve i mitten av stråskjutningen.

#### 4.2.8 Riktgivor och strategier för höstråg – något lägre givor än i höstvetete

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.



Bild 30. Rågvete. Foto: Lina Norrlund



Bild 31. Blommande råg. Foto: Lina Norrlund

Precis som för höstkorn bör du dela kvävegivan till höstråg på grund av risken för liggsäd och för att bättre anpassa gödningen utefter skördepotential och tillväxtbetingelser. Var försiktig med tidig kvävegiva till ett frodigt bestånd för att minska risken för liggsäd. Läggt huvudgivan i tid inför stråskjutningen och komplettera med ytterligare giva om behov finns.

#### 4.2.9 Riktgivor och strategier för vårveete – dela kvävegivan för att nå hög proteinhalt

Rekommendationerna för vårveete 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 höstveete.

Om du ska nå tillräcklig proteinhalt i vårveete 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. Proteinhalten i vårveete 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.

#### 4.2.10 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. I södra Götaland har vi använt resultat från 19 försök under perioden 2010–2020 med stråsäd som förfrukt. Försöken från 2014 tas inte med då de inte var representativa för produktionen i området. 2019 fanns inga försök utlagda. Vi har också tagit hänsyn till resultatet från 6 försök i Skåne från 2010–2011 med sockerbetor som förfrukt. Utifrån antagna priser blir optimal kvävegiva i södra Götaland för foderkorn i medeltal 126 kg kväve per hektar och skörd vid optimal giva 7 792 kg per hektar och proteinhalten 10,0 %. För malkorn blir optimal giva i medeltal 125 kg kväve per hektar och skörd vid optimal giva 7 748 kg per hektar och proteinhalten 10,0 %.

För vårkorn i norra Götaland och Svealand använde vi 34 försök från perioden 2010–2020 med stråsäd som förfrukt. Med antagna priser blir optimal giva för foderproduktion i medeltal 118 kg kväve per hektar och skörd vid optimal giva 6 815 kg per hektar och proteinhalten 11,0 %. För malkorn blir optimal giva i medeltal 115 kg kväve per hektar och skörd vid optimal giva 6 773 kg per hektar och proteinhalten 11,0 %.

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.

Om det varit svårt att få tillräckligt hög proteinhalt i malkornet under de senaste åren, 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.

#### 4.2.11 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 grynhavre kan du öka kvävegivan med 5–10 kg per hektar jämfört med rekommendationerna för havre i [tabell 13](#).



**Bild 32.** Optimal giva varierar mycket mellan olika fält och olika år. Justera kvävegivan efter det enskilda fältet och årets förutsättningar. **Foto:** Janne Andersson

#### 4.2.12 Strategier för vårkorn och havre – delade givor ger möjlighet att årsmåsanpassa

Att dela givan minskar risken för liggsäd och kväveförluster i form av lustgas och utlakning. Dessutom blir det lättare att anpassa givan utefter skördepotential.

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).



**Bild 33.** Tidig sådd resulterar ofta i högre skörd. Då kan du behöva öka kvävegivan något. Vid sen sådd kan du minska kvävegivan. **Foto:** Göran Molin



**Bild 34.** Klipp en kvadratmeter höstraps på hösten och uppskatta mineralisering och skörd för att bedöma kvävegivan på våren. **Foto:** Anders Lindgren

Om du sprider stallgödsel till foderkorn eller havre kan du komplettera den 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 om spridningstidpunkt i [kapitel 2.2.3](#).

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.

#### 4.2.12.1 Anpassa gödselgivan efter såtidpunkten

Riktgivorna i [tabell 13](#) utgår från normal såtidpunkt. Vid tidig vårsådd utnyttjas växtsäsongen på ett bättre sätt, vilket ofta ger en högre skörd. Sen sådd medför som regel lägre skörd. Justera skördeförväntningarna eller ändra enligt tumregeln nedan.

#### Anpassa gödslingen 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

## 4.3 Kväverekommendationer och strategier för oljeväxter

### 4.3.1 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.

### 4.3.2 Vårgödsling till höstoljeväxter – utgå från höstupptag, mineralisering och skörd

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

**Kväveupptag 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](http://svenskraps.se).
- använda 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 16–18 eller räkna fram det enligt [kapitel 4.3.2.2](#).

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). Modellen är framtagen utifrån försök i höstraps, men du kan utgå från den även när du planerar vårgödsling till höstrybs.

Exempel på hur höstrapsen kan se ut under sen höst vid olika kväveupptag. Ramarna är 1 m<sup>2</sup> stora.



**Bild 35.** Höstupptag 16 kg N/ha



**Bild 36.** Höstupptag 49 kg N/ha



**Bild 37.** Höstupptag 77 kg N/ha



**Bild 38.** Höstupptag 90 kg N/ha

**Foto:** Lena Engström

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

I tabellerna 16–18 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 16](#). Om du har ett fält med medelhög mineralisering läser du i [tabell 17](#). Och om du har ett fält med hög mineralisering läser du i [tabell 18](#). Riktgivorna i tabellerna är avrundade till jämna femtal. Om du har funderingar kring låga riktgivor kan du läsa mer i [kapitel 4.3.2.3](#).

#### Exempel om du har klippt och vägt bladmassa på hösten

Medelhög mineralisering – Gå till [tabell 17](#).

Höstklippning gav 1,8 kg bladmassa på en kvadratmeter – Läs på raden för 1,8 kg i kolumnen Vikt bladmassa (kg/m<sup>2</sup>).

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 18](#).

Du har inte klippt bladmassa på hösten, men beståndet under sen höst ser ut ungefär som det på bilden med höstupptag 77 kg kväve per hektar. Du antar då att kväveupptaget 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 16.** 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 <sup>2</sup> )	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 17. Riktgivor för kvävegödning i kg N/ha på våren till höstoljeväxter. Medelhög mineralisering vårförsommar (30 kg N/ha).**

Kväveupptag höst (kg/ha)	Vikt bladmassa (kg/m <sup>2</sup> )	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 18. Riktgivor för kvävegödning i kg N/ha på våren till höstoljeväxter. Hög mineralisering vårförsommar (45 kg N/ha).**

Kväveupptag höst (kg/ha)	Vikt bladmassa (kg/m <sup>2</sup> )	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

#### 4.3.2.2 Räkna fram kvävebehovet med hjälp av Höstrapssnurran

Du kan beräkna vårkvävegivan i vår höstrapssnurra på Greppa Näringens webbplats, [greppa.nu](http://greppa.nu). I beräkningsnurrarna 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

**4.3.2.3 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.

**4.3.3 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.

### 4.3.4 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 19). Eftersom variationen i försöken var så stor och en betydande del berodde på andra faktorer än skördenivån, så blir avvikelser 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 gödningen till våroljeväxter och lin är 20 kg kväve per ton skördeavvikelse.



**Bild 39.** Blommande oljelin. **Foto:** Urban Wigert

**Tabell 19.** 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	

## 4.4 Kväverekommendationer och strategier för slåtter- och betesvall samt gräsfrövall

### 4.4.1 Kväverekommendationer för slåttervall

Rekommendationer för gräsvallar och blandvallar med olika klöverhalter visas i tabell 20. 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 20 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 20.** Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha till slåttervall vid två, tre eller fyra skördar per år. Skördenivån avser bärgad skörd efter 15% fältförluster. Riktgivorna är oförändrade jämfört med 2021.

Gröda	Bärgad skörd (ton ts/ha)						
	6	7	8	9	10	11	12
<b>Två skördar</b>							
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			
<b>Tre skördar</b>							
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	
<b>Fyra skördar</b>							
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

#### 4.4.1.1 Bakgrund till rekommendationerna för vall

Rekommendationerna för gräsvallar och tre skördar i [tabell 20](#) 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 21](#). Har du krav på hög proteinhalt och odlar gräsvall bör du höja gödningen jämfört med givorna i [tabell 20](#).

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

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. Egentligen ligger optimal kvävegiva ungefär 10 kg högre till gräsvall med timotej och ängssvingel jämfört med nyare arter vid samma skördenivå.

#### 4.4.1.2 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, såsom 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.



**Bild 40.** Justera gödslingen beroende på antal skördar, baljväxtandel och kvalitetskrav på fodret. **Foto:** Mårten Svensson

#### 4.4.1.3 Vad händer om priserna ökar?

I kapitel 4.1 kan du se vilka priser vi har antagit vid beräkningarna. Från och med 2018 räknar vi med ett femårsmedelvärde. Erfarenheten visar att priskvoten påverkar de rekommenderade kvävegivorna relativt lite, mindre än de biologiska faktorerna som till exempel nederbörd och mineralisering i marken. Men under året har kväve- och spannmålspriserna ökat kraftigt och marknaden har varit turbulent. Nedan ser du fyra exempel för optimal kvävegiva och beräknad nettoskörd vid optimum för gräsvall med tre skördar och förändrade kostnader för vall och kväve.

I exemplen nedan avser vallkostnaden kostnaden för vall på rot eller efter att rörliga kostnader är avdragna. Optimal kvävegiva och beräknad nettoskörd vid optimum redovisas först för gräsvall med traditionella arter och sedan med rörsvingelhybrider, båda med tre skördar.

**Exempel 1.** Om kvävepriset stiger till 18,50 kr per kg och vallkostnaden är kvar på ca 0,70 kr per kg ts (samma som i tabell 20), sjunker optimal kvävegiva till ca 150-170 kg/ha och nettoskörd vid optimum beräknas till 8680–10100 kg ts/ha. Det betyder att rekommendationen till 9 ton ts per ha sjunker med ca 45 kg kväve till gräsvall med tre skördar.

**Exempel 2.** Om kvävepriset stiger till 18,50 kr per kg och vallkostnaden till ca 1,40 kr per kg ts, blir rekommendationerna samma som i tabell 20 för gräsvall vid tre skördar. Tabell 20 är beräknad utifrån en kvävekostnad på 9,25 kr/kg och en vallkostnad på 0,70 kr/kg ts.

**Exempel 3.** Om kvävepriset stiger till 23,10 kr/kg och vallkostnaden är kvar på 0,70 kr/kg ts sjunker optimal kvävegiva till 120-130 kg/ha och beräknad nettoskörd vid optimum till 7930–9070 kg ts/ha. Det betyder att rekommendationerna sjunker med ca 60 kg kväve per hektar till gräsvall vid tre skördar.

**Exempel 4.** Om kvävepriset stiger till 23,10 kr/kg och vallkostnaden stiger till 1,40 kr/kg ts sjunker optimal kvävegiva till 210-240 kg/ha och beräknad nettoskörd vid optimum till 9790–11370 kg ts/ha. Det betyder att rekommendationerna sjunker marginellt, med ca 10 kg kväve per hektar, till gräsvall vid tre skördar.

Var observant på att när gödningen förändras påverkas även proteinhalten, artsammansättning och vallens kvalitet, läs mer i [kapitel 4.4.1.5](#).

#### 4.4.1.4 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.

#### 4.4.1.5 Baljväxter i vallen minskar behovet av kväve

Kvävegödning 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 20](#) 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 20](#) har tagits fram utifrån den justering som redovisas i [tabell 21](#). 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 gödning till gräsvall i ett tvåskördssystem till en klöverandel på 30–40 %. Samtidigt var det möjligt att behålla skördenivån.

**Tabell 21.** 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 bärgad skörd på 8 ton ts per ha, skördad tre gånger och med målet att nå 30 % klöver?

Gör så här: Läs i [tabell 20](#), rekommendationen för gräsvall med tre skördar är 180 kg kväve vid 8 ton ts.

Justeringen i [tabell 21](#) är 60 % av totalgivan om klöverhalten ska bli 30 %.  
 $180 \text{ kg kväve} \times 0,60 = \mathbf{108 \text{ kg kväve}}$



**Bild 41.** Om du har mycket baljväxter i vallen så minskar behovet av kväve.

**Foto:** Linda af Geijerstam

#### 4.4.1.6 Markens kvävebidrag varierar med djurtäthet, mullhalt, fukt och temperatur

Frigörelsen av kväve från organiskt material i marken (mineraliseringen) påverkas bland annat av markens temperatur, mullhalt och fuktighet. Anlägg ogödslade rutor för att se hur vallens höjd och färg påverkas av gödningen. Det ger dig en uppfattning 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. Läs mer om årsmånsvariation i [kapitel 1](#).

#### 4.4.2 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](http://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 22](#) 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 tredjeskörd. Om du vill gynna klöveren kan du helt utesluta kväve till sista skörden. Eventuellt kan du omfördela en del av kvävet till de andra skördarna.

**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 22. 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

#### 4.4.2.1 Tillför kväve på våren när vallen grönskar

Tillför kväve på våren när vallen börjar grönska och direkt efter skörd. Stallgödsel behöver tillföras senast när vallen 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. Läs mer om näringsinnehåll i stallgödsel i [kapitel 2.2](#) och om spridningsteknik i [kapitel 3.2](#).

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. Det pågår forskning om att dela första kvävegivan till vall för att kunna anpassa den bättre efter årsmån utan att man får skörde-förluster (Hallin & Gustavsson, 2019). Observera att alltför sen gödsling kan höja nitrathalterna i fodret. Läs mer om att anpassa kvävegivan efter årsmån i [kapitel 1](#).

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

#### 4.4.2.2 Planera in stallgödseln först och komplettera med mineralgödsel

Börja med stallgödseln när du planerar gödningen 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. Läs mer om näringsinnehåll i stallgödsel i [kapitel 2.2](#) och om spridningsteknik i [kapitel 3.2](#).





**Bild 42.** Blandvall med en måttlig klöverandel ger ofta ett gynnsammare förhållande mellan energi och protein i vallfoder till mjölkkor än en ogödslad klöverdominerad vall. **Foto:** Janne Andersson

#### 4.4.3 Olika djurslag behöver olika kvalitet på vallfodret

Rekommendationerna i [tabell 20](#) 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 köttjur. Fodret behöver skördas relativt tidigt. I [tabell 23](#) 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 gödningen eller välja en fröblandning med mera baljväxter och gynna dem redan under insåningsåret. Läs mer om gödning under insåningsåret i [kapitel 4.4.5](#). Om du vill räkna på hur mycket du behöver gödsla för att nå en viss råproteinhalt kan du använda en räknesnurra som finns på [grovfoderverktyget.se](http://grovfoderverktyget.se) eller i [Råd om kvävegödning till vällen](#), Praktiska råd från Greppa Näringen. Råproteinhalten blir högst i förstaskörden vid tidig skörd 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 gödningen. Vill du producera vallfoder till hästar bör du kvävegödsla för att minska sockerhalten i fodret. Däremot kan du ge mindre än rekommendationen i [tabell 20](#) för att råproteinhalten inte ska bli för höga.

**Tabell 23.** 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)
Mjölkkor, 1:a halva laktationen	11,0–11,5	150
Mjölkkor, 2:a halva laktationen	10,5–11,0	170
Mjölkkor, sintid	9,5–10,0	140
Växande kvigor, 2:a halva laktationen	10,5–11,0	170
Växande köttdjur	11,0–11,5	170
Häst, avelsdjur	>9,0	>72
Häst, högpresterande	11,0–11,5	>50
Övriga hästar	6,5–8,0	>50

#### 4.4.4 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.

#### 4.4.5 Gödning 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 gödglas 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](http://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.



**Bild 43.** Minska utsädesmängden och sänk gödningen till skyddsgrödan under insåningsåret så gynnar du baljväxterna. **Foto:** Linda af Geijersstam

#### 4.4.6 Kväverekommendationer för gräsfrövall

Odling av gräsfrövall är en viktig nischproduktion i landet. Kvävegödning 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. År 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 24](#) är hämtade från Svensk raps odlingsvägledning för respektive art. Rekommendationerna är uppdelade på insåningsåret och fröskördeåren. Fröskördeåren är i sin tur uppdelade på vår- och höstgödning.

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 ängsvingel förutsätter att gräsen tillväxtregleras. Annars behöver kvävegivan på våren sänkas med 20–30 kg N/ha.

**Tabell 24.** Kvävegödslingsrekommendationer till gräsfrövall om den tillväxtregleras. Tillväxtregleringen gäller alla arter utom ängsgröe. Utan tillväxtreglering behöver vårgivan sänkas med 20-30 kg kväve/ha.Källa: Odlingvägledning för konventionell odling av gräsfrövall på [svenskraps.se](http://svenskraps.se).

	Insåningsåret	Fröskördeåren	
		Vår	Höst
<b>Engelskt rajgräs</b>	30 kg/ha direkt efter skörd av insåningsgrödan om insådden är svag.	<b>Grönytesorter<sup>a)</sup>:</b> 130–150 kg/ha vid tillväxtstart i mars <sup>c)</sup> . Givan kan delas. <b>Fodersorter<sup>b)</sup>:</b> 150–170 kg/ha i början/mitten av april. Givan kan delas. Tetraploida sorter har ofta större kvävebehov än diploida.	
<b>Hundäxing</b>	Vid svaga bestånd gödglas 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 <sup>c)</sup> .	60 kg/ha i början av oktober efter sista putsningen.
<b>Rödsvingel</b>	<b>Insådd i vårstråsäd:</b> 30 kg/ha direkt efter skörd av skyddsgrödan och 60 kg/ha efter sista putsning. <b>Insådd i höstvet:</b> 60 kg/ha efter sista putsning. Svaga insådder får 30 kg/ha direkt efter skörd av insåningsgrödan.	60–80 kg/ha vid tillväxtstart <sup>c)</sup> . Lägsta givan till sorter med långa utlöpare.	Efter sista putsning 50–70 kg/ha. Den lägre givan till sorter med inga eller korta utlöpare.
<b>Rörsvingel</b>	Vid svaga bestånd gödglas 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 <sup>c)</sup> .	60 kg/ha i början av oktober efter sista putsningen.
<b>Timotej</b>	Under andra halvan av september tillförs 30–45 kg/ha. Svaga insådder gödglas direkt efter skörd av insåningsgrödan med 30 kg/ha och tillförs ca 40 kg/ha under andra halvan av september.	80–120 kg/ha <sup>c)</sup> . 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 gödglas.
<b>Ängsgröe</b>	<b>Insådd i spannmål:</b> 30 kg/ha direkt efter skörd av skyddsgrödan och 60–70 kg/ha efter sista putsning. <b>Insådd i höstraps:</b> 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.
<b>Ängs-svingel</b>	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 <sup>c)</sup> .	70–90 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.

## 4.5 Kväverekommendationer för potatis

### 4.5.1 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 knölens kvalitet, 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 växtnäringsämnena kväve, fosfor och kalium. För mycket kväve kan ge ökad blötkokning och ökad grad mörkfärgning efter kokning. För lite kväve ger låg skörd och ökad risk för blötkokning eller mörkfärgning.

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 25](#) sammanfattar rekommendationer från boken ”Odling potatis – en handbok” (Nilsson m. fl., 2012).

Den lägre skörden i intervallen i [tabell 25](#) är främst aktuell i norra delen av landet. Sorten King Edward avkastar inte lika mycket som sorter av Bintjetyp. 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.



**Bild 44.** Eftersom kväve till potatis påverkar kvaliteten är det viktigt att anpassa gödslingen till sort och användningsområde. **Foto:** Hans Jonsson

**Tabell 25.** 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

### 4.5.2 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.

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 (högt klorinnehåll ger lägre torrsbstans) 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.

## 4.6 Kväverekommendationer för sockerbetor

### 4.6.1 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 rad- eller djupmyllar räcker det med cirka 80–100 kg kväve per hektar.

Genom att jämföra kvalitetsparametrarna sockerhalt, blåtal och K+Na-tal med normtalet kan du bilda dig en uppfattning om du ligger rätt i kvävenivå på ett fält. Om du ofta har kvalitetsproblem på samma fält, kan detta bero på att marken levererar mycket kväve. Då bör du överväga att sänka gödslingsnivån nästa gång du återkommer med sockerbetor på just det fältet.

### 4.6.2 Strategier för sockerbetor – radmylla för högre kväveutnyttjande

Traditionellt har kväve till sockerbetor bredspridits och myllats ner före sådd. Ett vanligt alternativ sedan flera år är djupmyllning före sådd. Mest effektivt är dock att radmylla gödseln i samband med sådden. Att placera gödseln i anslutning till fröet ger bättre kväveutnyttjande och lägre kvävebehov. Modern radmyllningsteknik placerar gödseln på ett bestämt avstånd i sidled från betfröet. Djupmyllning sker före sådden och därför varierar avståndet i sidled mellan gödsel och betfrö.

Tänk på att tillföra natrium i samband med kvävegödslingen. Betornas natriumbehov är cirka 60 kg per hektar.



**Bild 45.** Om du radmyllar gödseln till sockerbetor får du ett bättre kväveutnyttjande. **Foto:** Hans Jonsson

Både äldre och nya försöksresultat visar cirka 3 % ökad sockerskörd vid tillförsel av natrium (Ekelöf, J. 2019).

Sockerbeter 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 sockerbeter, 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 undvika kvalitetsproblem 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.

## 4.7 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 26](#). Du behöver justera givan för varje enskilt skifte eftersom optimum varierar 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 bland annat beroende på skillnader i markens kväveleverans.

**Tabell 26.** Riktgivor 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 för det mesta 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. Använd [bilaga 1](#) för att dokumentera det beräknade kvävebehovet. 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 majsens 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 majsens 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 bortförsele. Det gör att återkommande majsodling på samma skifte år efter år kan öka risken för utlak-

ning av kväve och fosfor. Du kan minska risken för förluster och öka växt-näringsutnyttjandet genom att flytta runt majsodlingen mellan olika skiften och anpassa givan efter skiftets växtnäringsstatus.

## 4.8 Kväverekommendationer och strategier för salix

### 4.8.1 Kvävegödsla på våren efter skörd

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 tre-årigt 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. Har du fått svaga gödslingseffekter tidigare kan du avstå från att gödsla.



**Bild 46.** 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

## 4.9 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 baljväxtnölar
- 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 27](#) finns en uppskattning av olika grödors förfruktswärde 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.

I [tabell 27](#) 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 27.** 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	
Våroljeväxter	800	500	20	20
Foderärter	1 000	500	35	25
Åkerbönor	700	700	25	25
Potatis	800	800	10	10
Socketbetor	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 grüngödslingsvall kan ge en god kväveeffekt på efterföljande gröda, se [tabell 28](#). Det gäller dock bara om klöver i grüngödslingsvallen 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 grüngödslingsvall.

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 växtodlingssäsongen genom något ökad mineralisering. Om du vårplöjer kan den ökade mineraliseringen komma för 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 kvävemineraliseringen snabbare än hos gräs. Det innebär att du ofta kan räkna med en högre och snabbare kväveeffekt. Såtidpunkten av oljerättikan är då en viktig faktor.

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 andra halvan av 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. I halländska försök gav till exempel oljerättika sådd i slutet av augusti efter vårkorn inte minskad utlakning jämfört med vårkorn utan fånggröda (Aronsson, m. fl. 2012).

Hur stor kväveeffterverkan blir efter en mellangröda beror även på faktorer såsom nederbörd och temperatur under vintern. På lätta jordar är en tidig vårbrytning av mellangrödan positiv för att minska läckagerisken av kväve. I den danska DCA rapport nr 174 (Eriksen m.fl., 2020) anges en reducerad kvävegiva mellan 12 och 45 kg kväve per hektar efter en mellangröda. Exempel på resultat av efterverkan av olika mellangrödor (b.la. oljerättika och råg, ej baljväxter) från tre danska försök sådda hösten 2019 visade på 8 respektive 13 kg ökat kväveupptag i efterföljande vårkorn beroende på om mellangrödan bröts på senhösten eller våren. De danska försöken är utförda på relativt lätta jordar med 5-15 procent lerhalt (Pedersen, 2020).

På [jordbruksverket.se](http://jordbruksverket.se) hittar du de aktuella stödregler som rör till exempel fånggrödor och mellangrödor.



**Bild 47.** Oljerättika är en fånggröda med djupt rotsystem som förbättrar jordens struktur. **Foto:** Pernilla Kvarmo

**Tabell 28.** Kväveeffekt uttryckt som kväveeffterverkan efter fånggrödor, mellangrödor och grüngödslingsvallar.

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

Grüngödslingsvall	Kväveeffterverkan (kg/ha)	
	Tidig höstplöjning och höstsäd	Sen höstplöjning eller vårplöjning och vårsäd
Rödklöver, alsikeklöver	80	90
Rödklöver+gräs	50	60
Vitklöver	90	100
Vitklöver+gräs	60	80

## 4.10 Gödsla mindre på jordar med hög mullhalt

Jordar med hög mullhalt har normalt en hög kvävemineralisering 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. 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 på mulljordar

#### Exempel 1: Mullhalt mellan 4 och 40 %

Foderkorn i södra Götaland

Normalskörd på fältet: 5 ton/ha

Stallgödsel: nej

Mullhalt: 20 %

Rekommenderad kvävegiva: 85 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:  $85 - 32 \text{ kg N/ha} = 53 \text{ kg N/ha}$**

#### Exempel 2: Mullhalt över 40 %

Foderkorn i södra Götaland

Normalskörd på fältet: 5 ton/ha

Stallgödsel: Nej

Mullhalt: 42 %

Rekommenderad kvävegiva: 85 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:  $85 - 76 \text{ kg N/ha} = 9 \text{ kg N/ha}$**

I exempel 2 minskar kvävebehovet med 76 kg kväve per hektar och nettobehovet blir endast 9 kg kväve per hektar. Ofta kan det ändå vara bra att lägga en startgiva på 30 kg kväve per hektar.

# 5 Fosfor

Fosfor är ett viktigt näringsämne som även kan orsaka övergödning om det hamnar i vattendrag, sjöar och hav. Fosfor har en nyckelroll vid växtens energiomsättning och ingår i proteiner och i arvsmassan. Fosfor spelar också en stor roll för rotbildning, bestockning, blomning, fruktsättning och mognad.

## 5.1 Gödsla efter grödans behov och markens fosforinnehåll

I rutan nedan har vi sammanfattat några viktiga råd när det gäller fosforgödsla:

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

- Se till att ha en aktuell markkarta.
- Komplettera gärna med en växtnäringsbalans så att du vet hur mycket fosfor som förs bort från fältet i förhållande till gödslingen under en hel växtföljd.
- Anpassa fosforgödslingen till grödans behov och markens fosforinnehåll. Glöm inte att justera givan efter skördenivå!
- Placera gödseln nära utsädet för bättre effekt och mindre risk för förluster.
- Sträva efter att på sikt nå en lämplig fosforklass i marken för de grödor du odlar.
  - Odlar du bara spannmål och vall kan det räcka 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 gödsla till de mest fosforkrävande grödorna i växtföljden.
  - Gödsla potatis, sockerbetor och majs i första hand.
  - Prioritera fosfor till höst- och vårraps om du odlar oljeväxter. Fosforgödsla på hösten till höstraps förbättrar också övervintringen.
  - Om du har en spannmålsväxtföljd bör du i första hand fosforgödsla vårsäden. I P-AL-klass II eller lägre bör du även fosforgödsla höstsäden.
  - Du behöver inte prioritera fosforgödsla till lin, ärter, åkerböna och vall. Någon gång under växtföljden bör du dock ersätta den fosfor som förts bort med dessa grödor om jorden ligger i P-AL-klass III eller lägre.
- Bra dränering och markstruktur minskar fosforförlusterna och förbättrar växtnäringsutnyttjandet.
- Undvik uppgödsla av redan fosforrika jordar.

### 5.1.1 Lär känna din jord genom att markkartera och gör en fosforbalans

Åkermark innehåller ganska mycket fosfor, i genomsnitt ca 2 000 kg per hektar med en variation från 900 till 3 600 kg i matjorden (Bergström m.fl., 2008). Mycket är dock mer eller mindre hårt bundet och endast en ytterst liten del är löst i markvätskan. Braun (2020) studerade dynamiken i utbytet mellan olika fosforpooler i marken och kunde i en doktorsavhandling bland annat visa att tillförseln av fosfor från den långsamma poolen är viktig för växternas fosforupptag.

För att kunna gödsla rätt behöver du ha en aktuell markkarta som visar markens innehåll av växttillgänglig fosfor och hur det varierar mellan olika fält och delar av fält. Fosforhalten ändras som regel långsamt. Beroende på jordartsförhållanden, odlingsinriktning och om du gör växtnäringsbalanser regelbundet är det lagom att markkartera med 5–15 års mellanrum. Läs mer om markkartering i [avsnitt 1.1](#) och [bilaga 4](#).

Ofta är det ganska stora variationer i fosforhalt inom ett skifte. Genom att använda markkartan och precisionsgödsla 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 variera körhastigheten. Läs mer om styrning av mineralgödsel i [kapitel 3](#).

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

### 5.1.2 Fosfor i alven kan också ha betydelse

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, 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 under förutsättning att rötterna verkligen når ner och att pH-värdet i alven inte är högt, 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 lämpligt att ta jordprover på ungefär 40–60 cm djup. Det ger en bättre bild av alven som helhet än om du tar prover i direkt 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 fosforinnehåll mer av markens egenskaper (Hahlin & Ericsson, 1981; Börling m.fl., 2004).

## 5.2 Riktgivor för fosfor

I [tabell 29](#) 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 till jämna femtal kg. Rekommendationerna i [tabell 29](#) baseras på vad som är ekonomiskt optimalt och långsiktigt hållbart och ska inte ses som bindande för maximal giva på enskilda fält.

**Tabell 29.** 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	IV A	IV B	V
Värsäd	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
Slåttvall, ts	6	13–20	25	15	10	0	0	0
Fodermajs, ts	10	25 <sup>b)</sup>	35	30	25	20	15	15
Potatis <sup>a)</sup>	40	21	75	55	45	35	20	15
Socketbetor	65	21 <sup>c)</sup>	60	45	35	25	10	0
Ärter/åkerböna	3,5	14–21 <sup>d)</sup>	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).

När du etablerar salix bör du gödsla med 20–30 kg fosfor per hektar och om P-AL i klass III eller lägre. Vid högre P-AL-klasser kan du eventuellt avsluta grundgödsling. Om du använder avloppsslam vid salixodling täcker det grödans behov av både fosfor och kalium.

Med de priser vi har antagit är ersättningsgödsling lönsam vid de P-AL-tal och klasser som visas i [tabell 30](#).

**Tabell 30.** Underhålls-P-AL (UPAL) för olika grödor med de priser vi har antagit.

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

a) 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. Dessa beräkningar har vi använt för att ta fram rekommendationer vid låga respektive höga P-AL-klasser.

### 5.2.1 Justera givan efter skördenivå

Om skördenivån är högre eller lägre än vad som anges i [tabell 29](#) bör du öka eller minska fosforgivan enligt [tabell 31](#). Om rekommendationen enligt [tabell 29](#) är noll behöver du inte fosforgödsla alls även om förväntad skörd är högre än den angivna skördenivån.

**Tabell 31.** 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

### 5.2.2 Placera gödseln nära utsädet för bättre effekt och mindre risk för förluster

Rekommendationerna i [tabell 29](#) är anpassade efter bredspridning av fosfor. I många grödor blir gödningseffekten bättre om du radmyllar eller kombisår fosforgödseln än om du bredsprider och 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, exempelvis 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 ytavrinning och makroportransport 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.

### 5.2.3 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.



**Bild 48.** Cirka 38 % av fosfor som sprids på åkermark tillförs via mineralgödsel och 62 % via organiska gödselmedel, främst stallgödsel (SCB, 2020). **Foto:** Märten 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 där man också har analyserat fosforinnehållet med Olsenmetoden. 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 av Simonsson m.fl. 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).

### 5.2.4 God effekt av fosfor i stallgödsel

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 en fosforbalans så att du får rätt mängd fosfor totalt sett över växtföljden.



### 5.2.5 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 slamgödning (Andersson, 2015). Vid slamgödning är det tillåtet att ge en maximal giva på 22 kg fosfor per hektar och år för upp till sju år framåt, även om det numera är vanligare att man gödskar för högst fem år åt gången. Även med en femårig giva kan mängden fosfor som tillförs vid ett och samma tillfälle vara över 100 kg per hektar, vilket är mycket mer än fosforbehovet i de flesta odlingsituationer. Slammet kan då förväntas täcka hela fosforbehovet för grödorna under dessa år.

Effekten av fosfor i avloppsslam har enligt Delin & Engström (2021) visat stor variation beroende på mängd fällningskemikalie som tillsatts i reningsverket. I en svensk studie har fosfor i slam enligt samma källa gett knappt hälften så stor effekt som mineralgödselfosfor första året. På kort sikt är alltså 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, kan du behöva komplettera med mineralgödselfosfor under det första året efter att du har gödlat med slam.

Med tanke på risken för läckage av både fosfor och kväve är det en fördel om slamspridningen kan delas upp så att du inte tillför alltför stora mängder vid ett och samma tillfälle. Vid spridning inför höstsådd i känsliga områden kan också mängden lättillgängligt kväve vara begränsande, särskilt när högsta tillåtna tillförsel till andra grödor än höstoljeväxter nu sänks från 40 till 30 kg per hektar.

## 5.3 Strategier för fosforgödning

### 5.3.1 Sträva efter lämpligt fosforinnehåll i marken 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 kan det räcka att ligga i övre delen av P-AL-klass II eller nedre delen av klass III. Odlar du fosforkrävande grödor som potatis, sockerbetor, majs eller oljeväxter är det lämpligt 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).

Kirchmann m.fl. (2020) studerade sambandet mellan olika markparametrar och normskördar i 90 olika skördeområden med bland annat data från 12 554 matjordsprover i Jordbruksverkets stora jordartskartering 2013 som grund. Författarna kunde bland annat konstatera att det fanns en positiv korrelation mellan P-AL och skörd upp till P-AL-klass IVA för höstvete. Dock går det inte att utifrån denna studie dra slutsatsen att det är fråga om orsak och verkan –

det kan också vara en samvariation där andra faktorer som påverkar skörden spelar in. Exempelvis vet vi inget om hur lantbrukarna har gödlat sina fält. På vissa håll bedrivs jordbruket extensivt medan det är mer intensivt i slättbygderna där förutsättningarna för höga skördar är goda.

Förändringar av P-AL i marken går långsamt både uppåt och nedåt eftersom marken buffrar. Det är svårt att säga hur snabbt gödningen 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 visat sig att P-AL-talet sjunker något på lång sikt 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 fosforgödning 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 på +5 kg fosfor per hektar och år) för att bibehålla 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.

### 5.3.2 Gödsla potatis, sockerbetor och majs i första hand

Om du odlar potatis, sockerbetor eller majs bör du i första hand fosforgödsla dessa grödor eftersom de är fosforkrävande och svarar bra på fosforgödning.

Potatis har ett begränsat rotsystem och därmed svårt att utnyttja fosfor i markprofilen. Fosfor är viktigt för potatis eftersom det ökar och påskyndar knölbildningen och minskar risken för blötkokning och missfärgning. Det gör också att torrsubstanshalten ökar och ger en snabbare mognad och bättre lagringsegenskaper (Rölin, pers. meddelande).

Rekommendationen till potatis i [tabell 29](#) är betydligt högre än bortförseln i nästan alla P-AL-klasser, men då ingår även fosforbehovet till en efterföljande gröda förutsatt att den totala fosfortillförseln i växtföljden är tillräckligt stor. Även vid höga fosforklasser rekommenderas en mindre giva för att säkra att det finns nyligen tillförd fosfor som är tillgänglig för potatisen. Om du rad-

myllar gödseln i samband med sättning eller kupning kan du minska givan med 10–20 % eftersom potatisen kan utnyttja fosfor bättre då (Nilsson m.fl., 2012). 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 sockerbeter visar Ekelöf (2020) att det lönar sig att tillföra ganska stora mängder fosfor till sockerbeter vid låga P-AL-tal i marken (klass I och II).

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 att radmylla eller kombiså gödsel som innehåller fosfor. Om du radmyllar gödseln kan du minska fosforgivan något (Ekelöf, 2016a, Olsson, 2016).



**Bild 49.** Majs är en fosforkrävande gröda, precis som potatis och sockerbeter. **Foto:** Urban Wigert

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. Majs odlas ofta på samma fält år efter år och på fält med högt fosforinnehåll. Därför 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 majs kan ingå i växtföljden och rotera mellan olika fält.

### 5.3.3 Prioritera fosfor till höst- och vårraps om du odlar oljevaxter

Oljevaxter (förutom lin) gynnas av att marken har en god fosforstatus. Om höst- eller våroljevaxter (förutom lin) ingår i växtföljden är det lämpligt att inte ha lägre P-AL än mitten av klass III i marken. Odlar du oljevaxter bör du även prioritera fosforgödsling till höst- och vårraps i växtföljden. Det är bra att fosforgödsla dessa grödor tidigt, helst i samband med sådd.

Höstraps bör helst fosforgödslas 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 man tillförde enbart kväve och svavel (Gunnarson, 2014). Kombiså, 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 kan du dela fosforgivan så att du tillför en del på hösten vid sådd och resten tidigt på våren.



**Bild 50.** Raps gynnas av god fosfortillgång. Prioritera fosforgödsling till oljevaxter i växtföljden. **Foto:** Janne Andersson

### 5.3.4 Prioritera vårsäd och höstkorn före annan höstsäd

I en spannmålsväxtföljd bör du i första hand fosforgödsla vårsäd, men även höstkorn gynnas av god tillgång på fosfor. Vårsädens rotsystem är mindre än höstsädens och når därför en mindre jordvolym där det kan ta upp fosfor. 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). Detta kan ha berott på att skördeökningen som NPK gav i dessa försök ledde till att kväve blev begränsande.

Om jorden ligger i 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). Gruvaeus (2018) kunde bland annat konstatera att svag fosfortillgång på hösten försämrade bestockningen i höstvet och höstkorn. 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, NPK med lågt kväveinnehåll eller P 20.

### 5.3.5 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 försöksrader med ärter (Gruvaeus, 2005a) respektive åkerböna (Krijger, 2015). Någon gång under växtföljden bör du dock se till att ersätta den fosfor som förts bort med dessa grödor också om jorden ligger i P-AL-klass III eller lägre.

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



**Bild 51.** Ärtor är inte så fosforkrävande. **Foto:** Urban Wigert

Även om vår- och sommarspridning numera är betydligt vanligare förekommer det att stallgödsel sprids på vall under hösten. 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 relativt liten om marken är torr. Nackdelen är att risken för ammoniak- och fosforförluster ökar 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 ytavrinning går det oftast bra. Glöm inte att följa de regler och begränsningar för höstspridning som finns i Jordbruksverkets föreskrifter (SJVFS 2004:62). Läs mer om spridningsreglerna i [kapitel 2.2.4](#).

## 5.4 Minska risken för fosforförluster

### 5.4.1 Bra dränering och markstruktur minskar fosforförlusterna 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, 2019). Strukturkalk är dock inte tillåtet inom ekologisk produktion. Naturligt förekommande gips får användas i ekologisk produktion, men gips har betydligt kortvarigare struktureffekt. Läs mer om strukturkalkning i [kapitel 8.7](#) och i Greppa Näringens 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 %.

### 5.4.2 Undvik uppgödsling av redan 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 fosfortillförseln vara betydligt större än bortförseln. På sikt ökar fosforinnehållet i marken i dessa områden medan många växtodlingsgårdar har underskott i fosforbalansen.

Undvik att sprida stallgödsel på fält där marken 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 i möjligaste mån att sprida stora givor som täcker

flera års fosforbehov 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 mer än till mitten av P-AL-klass IVA.

Om jorden har högt P-AL och/eller liten förmåga att binda fosfor kan jordens fosformättnadsgrad bli hög. Då ökar risken för fosforförluster. Alvens egenskaper har dock stor betydelse. Även om fosforinnehållet i matjorden är högt kan alven bidra till att fånga upp den fosfor som läcker från matjorden om vattnet infiltrerar genom markprofilen. 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 fosformättnadsgrad.



**Bild 52.** Vid snösmältning och häftiga regn som leder till ytavrinning och erosion sker ofta stora fosforförluster på kort tid. Med en väl fungerande dränering och god markstruktur kan du förebygga sådana problem. **Foto:** Hans Jonsson

### 5.4.3 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. På lerjordar kan det under sommaren bildas torksprickor där fosfor och jordpartiklar kan transporteras ut via dräneringsystemet i samband med gödsling och häftiga regn genom så kallat makroflöde eller inre erosion. Sådan erosion ser man oftast inte med blotta ögat.

### 5.4.4 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 i så stor utsträckning som möjligt 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 känsligt område (se [avsnitt 2.2.4.3](#)) kan du söka miljöersättning via landsbygdsprogrammet både för skyddszoner längs vattendrag och anpassade skyddszoner inne i fält, exempelvis runt dräneringsbrunnar.



**Bild 53.** En gräsbevuxen skyddszon kan fånga upp jordpartiklar med fosfor så att inte fosfor hamnar i vattendraget. **Foto:** Katarina Börling

#### 5.4.5 Fånga fosfor med en fosfordamm

I områden med stora fosforförluster kan det även vara effektivt att anlägga en fosfordamm för att fånga upp partikelbunden 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).

# 6 Kalium

Kalium har ett flertal viktiga funktioner i växten. Bland annat hjälper kalium växterna att hålla upp saftspänningen i cellerna, det som även kallas turgor. Näringsämnet används också för fotosyntes samt för protein- och stärkelse-syntes. Brist på kalium gör grödan mer torkkänslig. För höstsådda grödor kan alltför låg tillgång medföra sämre vinterhärdighet.

## 6.1 Kalium i marken

I marken finns kalium löst i markvätskan, utbytbart 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 utbytbart. Växterna tar främst upp kalium som finns i markvätskan och det som är utbytbart. Kalium som är löst i markvätskan är relativt lätt rörligt och kan också lakas ut, framför allt ur sandiga och mullrika jordar (Hahlin & Ericsson 1984).

Hur mycket kalium som frigörs genom vittring varierar mycket och beror på hur mineralerna är sammansatta, men också på kaliumbalansen i fältet. I en undersökning av kaliumvittringen i 8 svenska försök (bördighetsförsök och odlingssystemförsök) varierade vittringen av kalium mellan 35 och 65 kg per hektar och år för lerjordar. För sandjordar var vittringen betydligt lägre, endast 8 kg per hektar och år. Nivån av förrådskalium, (K-HCl) ger en bild av hur stabil vittringen är över tid. Undersökningen visade också att förrådet av kalium är uttömt efter 30–300 år (Andrist Rangel, 2008).



**Bild 54.** På lerjordar kan vittring bidra med kalium till grödornas behov, medan lätta jordar kräver kaliumtillförsel via gödsling. **Foto:** Jens Blomquist

## 6.2 Riktgivor och strategier för kaliumgödsling

### 6.2.1 Gödsla efter grödans behov och markens kaliuminnehåll

Grundregeln är att planera kaliumgödslingen efter bortförsel med grödan och markens egen leverans av kalium. Gödlingsbehovet är störst på jordar med låg lerhalt. K-AL-talet visar mängden lättillgängligt kalium, medan förrådet av kalium (K-HCl) ger en fingervisning om hur stabilt K-AL-talet är. Är förrå-



det av kalium lågt, som till exempel i K-HCl-klass I eller II, finns det goda skäl att kaliumgödsla även om K-AL-klassen är III. Då är vittringen av kalium från markförrådet begränsad och K-AL-talet påverkas snabbare. 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 7.2.4](#)). De flesta grödor behöver ta upp mycket kalium, men för stråsäd och oljeväxter återförs också stor mängd kalium till fältet med halm.

### 6.2.2 Bäst kaliumeffekt vid vårgödsling

Du får i regel bättre kaliumeffekt vid vårgödsling till vårsådda grödor jämfört med höstgödsling. Inför höstsädd är höstgödsling ett alternativ på jordar med låg kaliumklass. En anledning att tillföra kalium på hösten är att näringsämnet kan bidra till förbättrad vinterhärdighet. Ytterligare skäl för höstgödsling med kalium till höstsädd kan vara om grödan samtidigt har ett behov av fosfor under hösten. Då kan NPK vara ett lämpligt val av gödselmedel. Kalium i stallgödsel anses ha samma effekt som kalium i mineralgödsel. Av praktiska skäl kan höstspredning av fasta stallgödselslag vara aktuellt trots eventuella kaliumförluster. Gödsling med kalium till höstsädd på våren fungerar väl på jordar som inte har låga kaliumklasser.

Vid stora engångsgivor av kalium kan balansen med andra näringsämnen, speciellt magnesium, bli störd. Läs mer i [kapitel 7.2.4](#).

### 6.2.3 Bortförsel av halm eller blast ökar kaliumbehovet

I [tabell 32](#) 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 32](#). Denna ”extragödsling” till följd av extra bortförsel behöver du inte göra på lerjordar i K-AL-klass IV och V.

**Tabell 32. 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 <sup>a)</sup>	5	22	40	30	10	0	0
Våröljeväxter	2	16	40	30	10	0	0
Höstöljeväxter	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 <sup>b)</sup>	10	95	150	120	80	50	0
Potatis <sup>c)</sup>	40	200	300	250	200	150	0
Socketbetor <sup>d)</sup>	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 32](#), bör du öka eller minska kaliumgivan enligt [tabell 33](#).

**Tabell 33. Justering av kaliumgivan beroende på skördenivå.**

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

a) Justera upp till max 150 kg K/ha.

b) Justera med den högre nivån i K-AL klass I och den lägre nivån i K-AL-klass II–IV.

## 6.2.4 Kaliumgödsling till olika grödor

### 6.2.4.1 Stråsäden tar upp nästan lika mycket kalium som kväve

Upptaget av kalium är stort i stråsäd, men bortförslin är däremot relativt låg om du lämnar halmen kvar på fältet. En höstvetegröda som avkastar 10 ton behöver ta upp cirka 250 kg kalium, men för bara bort cirka 45 kg med kärnsköörden. För stråsäd som odlas på jordar med K-AL klass I eller II rekommenderar vi att du tillför något mer kalium jämfört med det som förs bort. Vid odling av stråsäd på jordar i K-AL-klass III-V bör du däremot tillföra en något lägre mängd jämfört med bortförslin.

**Stråsäd efter vallbrott kräver ofta mer kalium.** En flerårig vall tömmer profilen effektivt på kalium. Därför är det viktigt att tillgodose stråsädens behov efter vallbrottet, särskilt om lerhalten inte är så hög.

#### 6.2.4.2 Höstrapsen tar upp mycket kalium på kort tid

Oljeväxter för bort lite kalium med fröet, så enligt ersättningsprincipen är behovet lågt. Men rapsen tar upp mycket kalium under kort tid på våren, när stjälk och blast utvecklas. Det stora behovet under begränsad tid gör att vittningen kan ha svårt att hinna tillfredsställa rapsens behov. Speciellt om du odlar höstraps på lite lättare jordar, bör du se till att grödan är försedd med tillräckligt mycket kalium.

#### 6.2.4.3 Kaliumgödsling till slåttervall – en balansgång

I en normal slåttervall bortförs mellan 200 och 250 kg kalium med skörden varje år, samtidigt som mycket kalium ofta återförs med stallgödsel. Vallens kaliumförsörjning är en balansgång och kaliumanalysen en färskvara. Det är viktigt att anpassa gödslingen till varje delskörd, eftersom vallen kan ”lyxkonsumera” kalium. Om du tillför mycket kalium till första skörden kan det medföra höga halter i grovfodret, vilket i sin tur medför risk för kornas hälsa. Får vallen däremot för lite kalium kan det å andra sidan medföra skördeförluster.

Försök styra stallgödsetillförseln till andra och tredjeårsvallarna för att minska risken för alltför hög kaliumtillgång till första årets vallskörd. Är kaliumbehovet litet, det vill säga mindre än 60 kg kalium per hektar, kan du med fördel ge hela kaliumgivan till återväxten.

En färsk jordanalys är ett bra verktyg inför gödsling till första årets vall. 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 32](#) under förutsättning att vallen inte gödslats i balans med bortförseln av kalium.

Vi rekommenderar att du tillför mindre kalium än du för bort, förutom till 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.

**Grovfoderanalysen** är ett bra facit på hur du lyckats med kaliumgödslingen. Kaliumhalten bör ligga mellan 20 och 30 gram kalium per kg ts. Om analysen visar lägre värde har du förmodligen förlorat i skörd, men om analysen visar högre värde ökar risken för att djurhälsan påverkas.

#### 6.2.4.4 Sockerbetor är känsliga för kaliumbrist – se upp på lätta jordar

Till sockerbetor på lerjordar rekommenderar vi att tillförseln av kalium generellt bör ligga lägre än bortförseln, eftersom vittningen i många fall kan bidra under betornas långa tillväxtperiod. Men på lättare jordar är det mycket viktigt att försäkra sig om att kalium inte är begränsande för betornas tillväxt. I sockerbetor samverkar natrium med kalium och om du gödslar med både natrium och kalium kan du öka utväxlingen av tillfört kalium (Ekelöf, 2016b).

#### 6.2.4.5 Kalium påverkar potatisens kvalitet

Potatis odlas ofta på lätta jordar och många moderna potatissorter har ett högt kaliumbehov. Kalium minskar risken för mörkfärgning och därför bör tillförsel av kalium vara högre än bortförsel på jordar med K-AL-klass I–III.

Framförallt i matpotatisodling bör du vara noga med att balansera kaliumtillförseln väl. Alltför mycket kalium sänker ts-halten och kan öka risken för blötkokning.

Potatis odlas på lätta jordar och eftersom kalium är lätttrörligt i dessa jordtyper kan det vara en fördel att dela kaliumgivorna. Vanligen gödglas med produkter baserade på kaliumsulfat eller kalimagnesia till potatis eftersom grödan anses vara klorkänslig.

#### 6.2.4.6 Gödsla salix med kalium vid etableringen

Vid etablering av salix bör du gödsla med 50–80 kg kalium per hektar om K-AL-klassen är III eller lägre. Vid högre K-AL-klass kan du eventuellt utesluta grundgödslning. Om du använder avloppsslam vid salixodling täcker det grödans behov av både fosfor och kalium.



**Bild 55.** Om halmen förs bort försvinner även mycket kalium från fältet. Då behöver det ersättas med extra kaliumgödslning, särskilt på lätta jordar. **Foto:** Hans Jonsson

#### 6.2.5 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 7.2.4](#).

# 7 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.
- Torra och kyla kan minska upptaget i växterna på grund av minskad rottillväxt och långsammare näringstransport i marken.
- Svavel behöver du tillföra regelbundet till alla grödor i proportion till kvävetillförseln.
- För magnesium och mikronäringsämnen bedömer du behovet av gödsling efter förhållandena i marken, vilken gröda du odlar samt väderförhållandena.

## 7.1 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 tillgänglig-

het 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 rottillväxt samt långsammare upplösning och transport av olika näringsämnen och det 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. Med ett begränsat rotsystem kan inte grödan utnyttja lika stora jordvolymen 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 34](#) finns en sammanfattning av risken för brist samt hur och när du bör gödsla.

**Tabell 34.** Gränsvärden för brister, känsliga grödor samt gödslingsråd för magnesium, svavel, bor, mangan och koppar.

	Magnesium, Mg	Svavel, S	Bor, B	Mangan, Mn	Koppar, Cu
<b>Risk för brist</b>	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 <sup>a)</sup>	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 <sup>b)</sup>
<b>Jordar där brist i första hand uppträder</b>	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
<b>Tillför i första hand</b>	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.
<b>Förrådsgödsling</b>	50–100 kg Mg/ha <sup>c)</sup>	-	-	-	5–7 kg Cu/ha
<b>Gödsling till årets gröda</b>	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
<b>Bladgödsling i växande gröda</b>	1–2 kg Mg/ha	5–8 kg S/ha	0,2–0,5 kg B/ha	0,1–2 kg Mn/ha <sup>d)</sup>	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 magnesiumgivor kan överskridas om man tillför dolomit.

d) Manganbehandling kan behöva upprepas.

## 7.2 Magnesium – risk för brist på lätta jordar



**Bild 56.** Magnesiumbrist i korn.  
**Foto:** Karl-Arne Hedene

### 7.2.1 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.

### 7.2.2 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, lägre än 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 ammonium-laktat (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 7.2.4](#)).

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

### 7.2.3 Behov och gödsling

Sockerbeter 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.

### 7.2.4 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).

## 7.3 Svavel – gödsla i proportion till kväve

### 7.3.1 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. Organiska gödselmedel kan ha en långsiktig svaveleffekt 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.

### 7.3.2 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 oljeväxter 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.

### 7.3.3 Behov och gödsling

Oljeväxter 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



**Bild 57.** Svavelbrist i oljeväxter.  
**Foto:** Peder Waern



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.

## 7.4 Bor – upptaget påverkas av torka

### 7.4.1 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.

### 7.4.2 Riskvärdering för brist och bristsymtom

Det går att analysera mängden bor i jorden genom en jordanalys med varmvattenextraktion. 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 bor-tal 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 skålformiga blad). Hos sockerbetor svartnar tillväxtpunkten och vid allvarlig brist sprider sig det ner till rotknölen 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.

### 7.4.3 Behov och gödsling

Till borkrävande grödor som sockerbeter, 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 lättörligt i marken och lätt lakas ut.

## 7.5 Mangan – tillgänglighet styrs av markens pH och syrehalt

### 7.5.1 Förekomst i marken och växtupptag

Förrådet av mangan i marken är alltid mycket stort. Det är istället 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 svårtillgängliga former som inte kan tas upp av växten.

### 7.5.2 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 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 sockerbeter 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.

### 7.5.3 Behov och gödsling

Alla grödor kan drabbas av manganbrist men spannmål, sockerbeter 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.



**Bild 58.** Manganbrist i havre.  
**Foto:** Peder Waern

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). I höstvetete är underlaget mycket begränsat och resultaten otydliga. De försök som har genomförts har inte visat på några signifikanta skördeökningar utom på enskilda platser (Finnfors, 2019). Det behövs fler försök på jordar där risken för manganbrist är stor för att kunna veta om och när mangantillförsel till höstvetete är motiverad.

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.



**Bild 59.** Kopparbrist i havre.  
**Foto:** Karl-Arne Hedene

## 7.6 Koppar – förrådet i jorden ökar med stigande lerhalt

### 7.6.1 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 uppmärksamats på framför allt mulljordar i sydvästra Sverige (Carlgren, 2003).

### 7.6.2 Riskvärdering för brist och bristsymtom

Traditionellt analyseras koppar i marken genom en stark extraktion med saltsyra (Cu-HCl) vilket ger en bedömning av 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.

### 7.6.3 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 vår-sådda 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.

## 7.7 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 fosfor-gödsling kan öka risken för zinkbrist.

Ibland blir obalansen ett problem först i nästa steg när grödan till exempel används som foder. Här kan balansen mellan molybden och koppar nämnas där höga molybdenhalter kan leda till kopparbrist hos idisslare. Detta problem har uppmärksammats bland annat i delar av Västergötland och västra Östergötland till följd av naturligt höga molybdenhalter i jordarnas modermaterial. 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.

# 8 Kalkning

## 8.1 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. Du kan också strukturkalka lerjordar för att förbättra markstrukturen och minska fosforförlusterna, men då är det viktigt att använda särskild strukturkalk (se [kapitel 8.7](#)).

## 8.2 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 svagt försurande effekt om halmen återförs. Det är främst bortförsel av halm som försurar marken (Persson, 2003).

Kvävegödslin med gödselmedel som innehåller nitratkväve ( $\text{NO}_3^-$ ) har en kalkverkan medan ammoniumkväve ( $\text{NH}_4^+$ ) har en försurande verkan i marken (Eriksson m.fl., 2011). 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 (N27) har en neutral eller svagt sur verkan medan ren ammoniumnitrat (N34), olika NPK-gödselmedel, ammoniumsulfat (NS 21–24) och urea har en försurande effekt, se [tabell 35](#) (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.

Organiska gödselmedel påverkar pH i marken genom flera olika processer. Stallgödselns överskott av positiva joner ger en viss kalkverkan i marken. Om stallgödselspridningen leder till kväveutlakning har den processen däremot en försurande verkan (Persson, 2003; Ericsson & Bertilsson, 1982).



**Bild 60.** Kalkning motverkar försurning och höjer jordens pH. **Foto:** Jens Blomquist

**Tabell 35.** Försurande verkan 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) <sup>a)</sup>	1	

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

### 8.3 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). Många rotbrandssvampar, exempelvis algsvamparna dit bland annat *Aphanomyces* och *pythium* hör, missgynnas av ett högt pH och ett högt kalciuminnehåll. Dessa svampar angriper grödor såsom sockerbeter, rödbeter och ärter. För sockerbeter kan ett

pH på minst 7 och ett kalciumtal (Ca-AL) på minst 250 mg per 100 gram jord minska uppförökningen och angreppen av de svamparna (Olsson m.fl., 2010).

Sockerbetor, 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 skördeeffekt var högre hos vårsäd än hos höstsäd. Hos vårsäden 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 försämrad 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. Efter 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 7](#).

## 8.4 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 36](#) 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 mål-pH 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. På mulljordar ligger mål-pH cirka 1–1,5 pH-enheter lägre än på mineraljord (Lucas, & Davis, 1961). Vid sockerbetsodling bör riktvärdet generellt ligga ungefär 0,5 pH-enheter högre än vid annan odling.

På mulljordar riskerar kalkning att gynna mineralisering vilket leder till ökad bortodling (Eriksson m.fl., 2011). På mulljordar är tillgängligheten för de flesta näringsämnena optimal kring pH 5,5. pH-värdet kan behöva följas upp oftare än på mineraljordar eftersom effekten av kalkning varierar (Eastern Canada Soil and Water Conservation Centre, 1997). Även äldre försök på mulljordar 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 36. Mål-pH utifrån jordart och mullhalt.

Mullhalt (%)	Förkortning <sup>a)</sup>	Mål-pH utifrån jordart och lerhalt i %					
		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

### 8.4.1 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 fuktförhållanden 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 under året. Under odlingsäsongen minskar pH något på grund av bland annat kvävegödsling och rötternas aktivitet medan pH ökar något under vintern. Är odlingsäsongen 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 1.1.3](#).

#### 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 ( $\text{CaCl}_2$ ) är vanligt i många andra länder, exempelvis Danmark. Genom att addera 0,5 enheter till ett pH-värde mätt i kalciumklorid kan man ungefärligen uppskatta vilket pH det motsvarar enligt den svenska metoden.

## 8.5 Effekten beror på kalkens ursprung och egenskaper

För att kunna karaktärisera en kalkprodukt måste man ta hänsyn till dess geologiska ursprung, hårdhet och finfördelningsgrad. Generellt gäller att det krävs en högre kalkgiva 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.



### 8.5.1 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 ( $\text{CaCO}_3$ ), släckt kalk består av kalciumhydroxid ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), dolomit av kalciummagnesiumkarbonat  $\text{CaMg(CO}_3)_2$  och bränd kalk av kalciumoxid ( $\text{CaO}$ ).

Finns ett magnesiumbehov samtidigt som fältet också behöver kalkas är kalkning med dolomitkalk det billigaste alternativet. Läs mer om magnesiumgödsling i [kapitel 7.2](#).

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

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

### 8.5.2 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, geologiska ursprung och kornstorleksfördelning och anges för både ett och fem år. Kalkvärdet för ett år avser den kalkverkan i procent CaO som förväntas ha snabb tillgänglighet och kalkvärdet på fem år den kalkverkan i procent CaO 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.

## 8.6 Olika kalkmängd krävs på olika jordar

### 8.6.1 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 37](#) anges den mängd CaO per hektar i form av kalkstensmjöl som behöver tillföras en jord för att höja pH-värdet 0,5 enheter 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 37](#) 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 37.** Kalkbehov 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 <sup>a)</sup>	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

### 8.6.2 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](http://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.

### 8.6.3 Variera kalkgivan inom fältet

Du kan också variera kalkmängden efter behov inom fältet. Om du har markerat 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 ett bättre ekonomiskt utbyte samtidigt som fältet blir jämnare och därmed lättare att odla.

På den interaktiva åkermarkskartan på [markdata.se](http://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 gytjtjeleror eller magnesiumbehov i denna tjänst.

## 8.7 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.

### 8.7.1 Strukturkalka bara lerjordar

Strukturkalkning fungerar bara på lerjordar. För att få bra effekt bör du bara strukturkalka mark med god bärighet och köra under perioder när det är möjligt att bruka ner 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 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 strukturkalkningen till nästa år.

I försök med stigande givor av strukturkalk har strukturkalkningen även gett en betydande pH-effekt, när pH undersöktes ett år efter spridningen. En giva på 8 ton strukturkalk 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



**Bild 61.** Bruka ner strukturalken snabbt och noggrant för att få så god effekt som möjligt. **Foto:** Dennis Wiström

i Östergötland och Uppland samt från 28 statistiskt utvärderade provvytor i LOVAprojekt i Skåne (Blomquist & Berglund, 2019).

Du kan strukturalka 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 strukturalkning på grund av att pH i marken höjs.

### 8.7.2 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 strukturalkningens 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 jordar 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 strukturalkning. När man gör en styrfil för strukturalkning används uppgifter från markkartering och digital lerhaltskarta, men även information från brukaren. Du kan göra en styrfil för strukturalkning utifrån lerhalt på [markdata.se](http://markdata.se).

### 8.7.3 Använd rätt sorts kalk

För att få önskad effekt av strukturalkningen måste du använda kalk som innehåller så kallad fri kalk (kallas ibland aktiv CaO av branschen). Bränd och släckt kalk (CaO respektive Ca(OH)<sub>2</sub>) innehåller stor andel fri kalk. Vanlig jordbrukskalk består till största delen av kalciumkarbonat (CaCO<sub>3</sub>) och har svag struktureffekt. De produkter som i dag marknadsförs som strukturalk 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.

# 9 Referenser

- Andersson, P. G. 2015. Slamspridning på åkermark. Hushållningssällskapets 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 växtproduktionsbiologi, 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.
- Bergström L, Linder J. & Andersson R. 2008. Fosforförluster från jordbruksmark – vad kan vi göra för att minska problemet? *Jordbruksinformation* 27 – 2008, Jordbruksverket.
- 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.
- Braun, S. 2020. Long-term phosphorus supply in agricultural soils. Size and dynamics of fast- and slow-desorbing phosphorus pools. Doctoral Thesis No 2020:57, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, SLU, Uppsala.
- 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. Fältförsök med koppargödsling. Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, avdelningen för växtnäringlära, 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. 2021. Att sprida organiska gödselmedel. *Jordbruksinformation* 2 – 2021. Jordbruksverket, Jönköping. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/jo212.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. Stalldungstreuer. Samson SP 12. 2016 S. Prüfbericht 4963.
- DLG. 2006b. Universal- und Industriestrewagen. BergMann Tsw 2016 S. Prüfbericht 4968. Eastern Canada Soil and Water Conservation Centre. 1997. *Management and Conservation Practices for Vegetable Production on Peat Soils*.
- 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. Hög 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 växtnäringslära. Rapport nr 144, SLU.
- Eriksen, J., Thomsen, I. K., Hoffmann, C. C., Hasler, B., Jacobsen, B. H. 2020. Virkemidler til reduktion af kvælstofbelastningen af vandmiljøet. Aarhus Universitet. DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. 452 s. – DCA rapport nr. 174 <https://dcapub.au.dk/djfpdf/DCArapport174.pdf>.
- 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>.
- Finnfors, D. 2019. Winterfitness i höstvetete L3-1034. Försöksrapport Sverigeförsöken sid. 42-44
- Frankow-Lindberg, B. 2017. Uppdatering av kvävegödslingsrekommendationer 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 växtproduktionsökologi, Sveriges lantbruksuniversitet, Hushållningssällskapet Sjuhärad.
- Fredriksson, L. & Haak, E. 1995. Svenska åkermarksprofiler. Kungl. Skogs och Lantbruksakademiens Tidskrift. Nr 13. 1995.
- Gruvaeus, I. 2007. NPKS till vårkorn med stigande fosforgiva. Mellansvenska försöksrapporten.
- Gruvaeus, I. 2005a. Gödsling med S, P, K och N till ärtor. Mellansvenska försöksrapporten.
- Gruvaeus, I. 2005b. Kväve och fosfor på hösten till höstvetete. 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.
- Gruvaeus I., 2018. Utnyttja skördepotentialen med YaraMila. Växtpressen nr 1, 2018, s. 6-8.
- 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. Kvävegödslingens och klöverns betydelse i vallen. Grovfoder nr 1. SLU, 1989.
- Gustavsson, K. 1999. Precisionsodling – för miljö och ekonomi. KSLA Akademisammankomst 1999.
- 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 växtnäringslära, SLU Rapport 188.
- Hahlin, M. 1991. Kaliumgödslingseffektens beroende av balansen mellan kalium och magnesium II. Fältförsök, serie R3-8024. Institutionen för markvetenskap, Avd. för växtnäringslära, 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 växtnäringslära, Sveriges lantbruksuniversitet, rapport nr 131.
- Hahlin M. & Ericsson, J. 1981. Fosfor och fosforgödsling. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 294.
- Hahlin, M. & Ericsson, J. 1984. Kalium och kaliumgödsling. Aktuellt från Lantbruksuniversitetet 333.

- Hallin, O. & Gustavsson, A-M. 2019. Kvävegödsling och kvävestrategi till blandvall. Försöksrapport Sverigeförsöken, sid. 105–112
- 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 höstvetete. Mellansvenska försöksrapporten.
- Hammarstedt, M. & Nilsson, M. 2019. Kvävebehov hos olika höstvetesorter. Sverigeförsöken.
- Hammarstedt, M. & Nilsson, M. 2020. Kvävebehov hos olika höstvetesorter. Sverigeförsöken.
- Hjelm, E., Linge, C., Nilsson, H., Olofsson, S. 2021. Växtnäringsflöden på gårdar inom Greppa Näringen. Jordbruksverket. Rapport 2020:15.
- Holmgren G., Larsson F., Johansson M. & Lindblad Hammar I., 2020. Hållbar slamhantering. Betänkande av Utredningen om en giffri och cirkulär återföring av fosfor från avloppsslam. SOU 2020:3.
- Johansson, A. 2017. Odlar vårmete till foder. Arvensis, nr 8.
- Jordbruksverket. 1995. Gödselproduktion, lagringsbehov och djurtäthet vid nötkreaturshållning. Rapport 1995:10.
- Jordbruksverket. 2001. Gödselproduktion, lagringsbehov och djurtäthet i olika djurhållningssystem med grisar. Rapport 2001:13.
- Jordbruksverket. 2004. Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring. Jordbruksverket, Jönköping. Den nya versionen som träder i kraft 1 mars 2022 har nr 2021:37.
- Jordbruksverket. 2020. Försäljning av mineralgödsel 2018/19. Statistikrapport 2020:04, Jordbruksverket, Jönköping.
- Jordbruksverket, 2020. Statens Jordbruksverks föreskrifter om hänsyn till natur- och kulturvärden i jordbruket (SJVFS 2020:2). Jordbruksverket, Jönköping.
- Jönsson, E. & Hansson, G. 2018. Kväveform och strategi i höstvetete. 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.
- Kirchmann H., Börjesson G., Bolinder M., Kätterer T. & Djodjic F. 2020. Soil properties currently limiting crop yields in 90 yield survey districts and 10 long-term field experiments. European Journal of Agronomy 120 (2020).
- Kleja, D. B. Elert, M. Gustafsson, J. P. Jarvis, N. & Norrström, A-C. 2006. Metallers mobilitet i mark. Naturvårdsverket. Rapport 5536.
- Krijger, A-K. 2009. NPKS till havre med stigande fosfor-giva. 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, M3-8036. 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 växt-näringslära, 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 förfruktars efterverkan – effekter på kvävegödslingsbehovet till stråsåd. 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.
- Lucas, R. E.,; Davis, J. F. 1961. Relationship Between pH Values of Organic Soils and Availabilities of 12 Plant Nutrients. Soil Science vol. 92 nr 3 s 177-182.
- Mattsson, L. 2006. Kväveintensitet i korn – avkastning och kväveupptag. Avd för växt-näringslära, SLU, rapport 212.
- Mattsson, L. 1974. Rapport från försök med radmyllning av gödsel. Rapporter från avdelningen för växt-näringslära. 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, 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.
- Pedersen, Jon Birger. Oversigt over Landsforsøgene, Seges. 2020.
- 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* 4:38-41.
- 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.
- Rodhe, L. 2014. Minska utsläpp av växthusgaser från stallgödsel. Praktiska råd Nr 22, Greppa Näringen.
- 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. Upp- tag och fastläggning av fosfor i långliggande kalk- och fosforförsök: kalkning som produktions- och miljö- åtgärd: Slutrapport, projekt nr H1133140.
- Statens Jordbruksverks författningssamling. Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd. (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växt- näring.
- Statens Naturvårdsverks författningssamling. Kun- görelse 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 resul- tat av fleråriga gödslingsförsök i koppar. Meddelande från Kungliga lantbruksakademiens vetenskapsavdel- ning, 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. Mangantillför- sel i höstkorn ökar övervintring och skörd på jordar med manganbrist. Slutrapport till SLF-projekt H102- 0003-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 pre- cisionsodling. Sammanställning av markkarterings- statistik 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, Pre- cisionsodling och pedometri, Precisionsodling Sverige Teknisk Rapport nr 21.
- Tell, J. & Axelson, U. 2010. Kväve- och fosforgödsling till majs. Försöksrapport 2010 för Mellansvenska för- sökssamarbetet 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, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25 eller 26	
Gör avdrag för:	
Stallgödsels långtidseffekt, se tabell 8*	-
Förfruktseffekt från föregående gröda, se tabell 27	-
Mulljord, se nedan	-
Planerad tillförsel av stallgödsel eller andra organiska gödselmedel till årets gröda, se tabell 6	-
<b>Årets beräknade behov av mineralgödselkväve eller annan kompletteringsgödsling med kväve</b>	<b>=</b>

\* Riktgivorna för vall är anpassade utifrån att gården har en djurenhet per hektar. Därför behöver du inte justera gödslingen till vallen för långsiktig stallgödsleffekt om inte djurhållningen är betydligt större eller mindre än en djurenhet per hektar.

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, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25 eller 26.

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 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 27.
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 4.10.
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](http://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 <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till 1:a skörd i vall II–IV tidig vår när marken bär, max 25 ton/ha.</li> <li>till vårsäd med vallinsädd, vårplöjning eller snabb nedbrukning.</li> <li>omedelbart efter 1:a skörd i vall II–IV. Bra alternativ vid sporproblem men stor risk för ammoniakavgång.</li> <li>Myllning och spridning före regn då det minskar ammoniakavgången.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>på hösten inför 1:a skörd i vall II–IV. Alternativ vid sporproblem men risk för kväve- och fosforförluster.</li> <li>före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha<sup>3</sup> – tänk på svavelbehovet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>på våren till 1:a skörd i vall I.</li> <li>till vall där närmaste skörden ska betas.</li> <li>på hösten utom till vall och höstraps p.g.a stor utlakningsrisk.</li> <li>före vallbrott, särskilt på sommaren eller tidig höst inför sådd av höstsäd.</li> </ul>
	Svin	<ul style="list-style-type: none"> <li>till vårsådda grödor med lång vegetationsperiod, t.ex. sockerbetor eller potatis, vårplöjning, max 50–70 % av N-givan.</li> <li>i växande stråsådd eller oljeväxter med bandspridningsteknik när grödan är 10–15 cm hög.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till övriga vårsådda grödor, t.ex. stråsådd.</li> <li>före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha<sup>3</sup> – tänk på svavelbehovet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>på hösten före sådd av höstsäd p.g.a. stor utlakningsrisk.</li> </ul>
Fastgödsel	Nöt <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till vårsäd med vallinsädd, vårplöjning eller snabb nedbrukning.</li> <li>till 1:a skörd i vall II–IV, höst max 25 ton/ ha. Viktigt att gödseln finfördelas väl.</li> <li>till vårsådda grödor, helst grödor med lång vegetationsperiod, vårplöjning eller snabb nedbrukning. Komplettera gärna vårsäd med en fånggröda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till 1:a skörd i vall II–IV tidig vår, max 25 ton/ha. Viktigt att gödseln finfördelas väl.</li> <li>före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha<sup>3</sup> – tänk på svavelbehovet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>på våren till 1:a skörd i vall I.</li> <li>till vall om gödseln inte kan finfördelas och spridas jämnt.</li> <li>på hösten före sådd av höstsäd p.g.a. dåligt kaliumutnyttjande och utlakningsrisk.</li> </ul>
	Svin	<ul style="list-style-type: none"> <li>till grödor med lång vegetationsperiod, t.ex. sockerbetor eller potatis, vårplöjning. Så gärna in fånggröda i vårsäd.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha<sup>3</sup> – tänk på svavelbehovet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>höstspridning till andra grödor än höstraps, p.g.a. utlakningsrisk.</li> </ul>
Urin	Nöt <sup>2)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>till 2:a skörd i vall, max 15–20 ton/ ha.</li> <li>Bandspridning. Regn och kyla vid spridning minskar ammoniakavgången.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till vårsäd med vallinsädd, dock stor risk för överskott och utlakning av kalium.</li> <li>till övriga vårsådda grödor. Snabb nedbrukning minskar ammoniakavgången.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till betesvall såvida den inte också skördas. Betesvall har mycket lågt behov av fosfor och kalium.</li> </ul>
	Svin	<ul style="list-style-type: none"> <li>till vårsådda grödor på våren eller före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha<sup>3</sup>. Snabb nedbrukning viktigt för att minska ammoniakavgången, särskilt vid höga marktemperaturer i augusti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i växande gröda med bandspridningsteknik, max 20 ton/ha. Sprid om möjligt före regn för att minska ammoniakavgången.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>höstspridning p.g.a. stor utlakningsrisk.</li> <li>till betesvall p.g.a. parasitrisk.</li> </ul>

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 <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till 1:a skörd i vall II–IV tidig vår när marken bär, max 25 ton/ha.</li> <li>omedelbart efter 1:a skörd i vall II–IV. Bra alternativ vid sporproblem, men stor risk för ammoniakavgång.</li> <li>Myllning och spridning före regn minskar ammoniakavgången.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>på hösten inför 1:a skörd i vall II–IV. Max 25 ton/ha. Alternativt vid sporproblem men risk för kväve- och fosforförluster.</li> <li>till vårsäd med vallinsådd, snabb nedbrukning.</li> <li>före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha<sup>3</sup> – tänk på svavelbehovet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>på våren till 1:a skörd i vall I.</li> <li>till vall där närmaste skörden ska betas.</li> <li>på hösten utom till vall och höstraps p.g.a stor utlakningsrisk.</li> </ul>
	Svin	<ul style="list-style-type: none"> <li>i växande stråsådd eller oljeväxter på våren med bandspridningsteknik när grödan är i 10–15 cm hög.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till vårsådda grödor efter 28 feb<sup>3</sup> följt av snabb nedbrukning</li> <li>före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha<sup>3</sup> – tänk på svavelbehovet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>i vårbruk om detta ger packningsskador eller nedbrukningen försenas.</li> <li>före sådd av höstsäd p.g.a. risk för utlakning och denitrifikation.</li> </ul>
Fastgödsel	Nöt <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till 1:a skörd i vall II–IV, höst, max 25 ton/ha. Viktigt att gödseln finfördelas väl.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till 1:a skörd i vall II–IV, tidig vår, max 25 ton/ha. Viktigt att gödseln finfördelas väl.</li> <li>inför vårsådda grödor under oktober<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>på våren till 1:a skörd i vall I.</li> <li>till vall om gödseln inte kan finfördelas och spridas jämnt.</li> <li>på hösten före sådd av höstsäd p.g.a. risk för denitrifikation och dåligt kaliumutnyttjande.</li> <li>till vårsådda grödor på våren om det ger packningsskador, problem med såbädden eller försenad sådd</li> </ul>
	Svin	<ul style="list-style-type: none"> <li>före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha<sup>3</sup> – tänk på svavelbehovet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till vårsådda grödor om gödseln kan finfördelas och spridning ske utan packningsskador.</li> <li>på hösten före sådd av höstsäd.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till vårsådda grödor på våren om det ger packningsskador, problem med såbädden eller försenad sådd.</li> </ul>
Urin	Nöt <sup>2)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>till 2:a skörd i vall, max 15–20 ton/ha.</li> <li>Bandspridning. Regn och kyla vid spridning minskar ammoniakavgången.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till vårsäd med vallinsådd, men stor risk för överskott av kalium.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>till betesvall såvida denna inte också skördas. Betesvall har mycket lågt behov av fosfor och kalium.</li> </ul>
	Svin	<ul style="list-style-type: none"> <li>i växande gröda med bandspridningsteknik när grödan är 10–15 cm hög, max 20 ton/ha.</li> <li>Om möjligt före regn och vid låg temperatur för att minska ammoniakavgången.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>före sådd av höstraps, max 60 kg lättillgängligt N/ha<sup>3</sup>. Snabb nedbrukning viktigt för att minska ammoniakavgången, särskilt vid höga marktemperaturer i augusti – tänk på svavelbehovet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>före sådd av höstsäd p.g.a. risk för utlakning och denitrifikation utom sådd av höstraps.</li> <li>i vårbruk om det ger packningsskador eller försenad sådd.</li> <li>till betesvall p.g.a. parasitrisk.</li> </ul>

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 2021:

Agrilab AB	Jordbruksverket	MEWAB	Svenska Kalkföreningen
Dataväxt	Lantmännen	Nordic Beet Research	SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Eurofins Food & Agro	LMI	Nordkalk	Yara
Hushållningssällskapen	Lovanggruppen	SOYL	

#### Kontaktpersoner Markkarteringsrådet:

Johanna Wetterlind, SLU, ordförande, [johanna.wetterlind@slu.se](mailto:johanna.wetterlind@slu.se)

Hans Augustinsson, Hushållningssällskapet Östergötland, sekreterare, [hans.augustinsson@hushallningssallskapet.se](mailto:hans.augustinsson@hushallningssallskapet.se)

### Markkartering

#### Provpunktspacering

- 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 1.1](#)). Det finns flera alternativa metoder för att hitta variationer inom fältet, till exempel
  - mätning med marksensor, t.ex. konduktivitetmätning 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 radie<sup>1</sup>. 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 med växtnäringsbalanser
  - tillförsel av organiska gödselmedel och regelbunden uppföljning med växtnäringsbalanser

## Analyser

Analys och analysfrekvens	Användningsområde	Gränsvärden/ Klassgränser	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
<b>pH</b> Samtliga prov	<p>Upplyser tillsammans med jordart och mullhalt om kalkbehov.</p> <p>För bedömning av flera näringsämnen tillgänglighet (P, Mn m.fl.). Sockerbetor är en gröda känslig för lågt pH. Korn är känsligast av spannmåls-slagen, men stora sortskillnader finns<sup>3)</sup>.</p> <p>Näringsämnen tillgänglighet vid olika pH-värden framgår av bild i t.ex. Brady<sup>4)</sup>.</p>	<p>Optimalt växtnäringsjordar med &lt; 6 % mull vid pH 6,0–6,5, beroende på lerhalt; högre pH-värde vid högre lerhalt.</p> <p>Med ökande mullhalt är pH-kravet för att uppnå optimalt växtnäringsutnyttjande 0,2–1,0 pH-enheter lägre.</p> <p>Vid sockerbetsodling bör pH-värdet vara 0,5 pH-enhet högre än vid annan odling på samtliga jordar.</p>	<p>Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år. Tätare vid lågt pH eller frekvent användning av surgörande gödselmedel. Även aktuellt vid uppföljningskartering.</p> <p>Det är viktigt att utföra omkartering vid samma tidpunkt på året som grundkarteringen. Särskilt viktigt är detta för pH-analysen.</p>	
<b>Fosfor – lättlöslig (P-AL)</b> Samtliga prov	För bedömning av behov av fosforgödsling. Känsligaste jordbruksgrödorna är sockerbetor och potatis.	<p>Fosforhalt, mg P/100 g:</p> <p>klass I: &lt; 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: &gt;16</p> <p>Vid höga pH-värden kan fosforinnehållet överskattas med denna metod.</p>	Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år. Även aktuellt vid uppföljningskartering.	
<b>Kalium – lättlösligt (K-AL)</b> Samtliga prov	För bedömning av behov av kaliumgödsling. Störst risk för brist på lätta jordar och mulljordar samt vid intensiv vallodling.	<p>Kaliumhalt, mg K/100 g:</p> <p>klass I: &lt; 4,0 klass II: 4,1–8,0 klass III: 8,1–16,0 klass IV: 16,1–32,0 klass V: &gt; 32</p>	Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år. Även aktuellt vid uppföljningskartering.	
<b>Magnesium – lättlösligt (Mg-AL)</b> 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.	
<b>K/Mg-kvot</b> Beräknas på basis av K-AL och Mg-AL	<p>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.</p> <p>Vallfoder till idisslare med för lågt Mg-innehåll kan leda till stall- och beteskramp m.m.</p>	<p>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</p> <p>Är kvoten lägre än 0,7 i K-AL-klass IV rekommenderas kaliumgödsling enligt klass III.</p>	Vid varje omkartering, normalt vart 10:e år.	

Analys och analysfrekvens	Användningsområde	Gränsvärden/ Klassgränser	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
<b>Kalcium – lättlösligt (Ca-AL)</b> 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 <sup>3)</sup> . 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.	
<b>Kalium – förråd (K-HCl)</b> 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.	
<b>Koppar – förråd (Cu-HCl)</b> 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 <sup>3)</sup> .	6–7 mg/kg jord	Främst aktuellt vid nykartering. Vid låga värden bör ny analys göras vid omkartering.	
<b>Al-AS-metoden</b> Modifierad enligt Ståhlberg <sup>5)</sup> , 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.		
<b>Mullhalt</b> Mullhalten beräknas på basis av glödgning förlust 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 %		
<b>Volymvikt</b> 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.		
<b>Lerhalt</b> Användningsområdet avgör analysbehov, -frekvens och -metod.  <b>Förenklade metoder:</b> omräkning av analysvärden från NIR eller K-HCl.  <b>Utförligare metoder:</b> 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.	
<b>Jordart – mekanisk analys</b> Användningsområdet avgör analysbehov, -frekvens och -metod.  Analyseras på utvalda punkter som antas representera olika jordartsområden.	Jordens sammansättning med avseende på mineraldelens partikelfraktion (ler, mjåla, mo och sand) och mullhalt.		Denna analys behöver inte upprepas.  Jordarten förändras ej.	



Analys och analysfrekvens	Användningsområde	Gränsvärden/ Klassgränser	Provtagningsintervall	Noggrannhet vid provtagning och vid analys
<b>Kalkbehovsberäkning</b> 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.		
<b>Kadmium (Cd)</b> 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: vårveete > höstveete > havre > korn > råg.	Prov tas enligt kontraktsregler.	Delprov tas ut på laboratoriet enligt provtagarens anvisningar efter provberedning och homogenisering.
<b>Kadmium (Cd) och övriga tungmetaller</b> På fält där höga halter befaras och slamspridning planeras.	Om det kan antas att gränsvärdet överskrids <sup>7)</sup> ska markens metallhalter kontrolleras innan avloppsslam sprids.	Tungmetaller (enligt SNFS 1994:2): bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink.	Före spridning av avloppsslam.	Provet ska bestå av minst 0,5 l, uttaget med 25 borrstick på en areal som maximalt representerar 5 ha <sup>7)</sup> .
<b>Kadmium (Cd) och fosfor (P)</b> På fält där slamspridning planeras.	Om det inte kan antas att gränsvärdet överskrids <sup>7)</sup> .	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.
<b>Mineralkväve</b> 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 <sub>4</sub> -N+ NO <sub>3</sub> -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. 2008. Erforderligt antal borrstick 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 ernæringsforstyringer 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.







# Jordbruks verket

Jordbruksverket  
551 82 Jönköping  
Tfn 036-15 50 00 (vx)

E-post: [jordbruksverket@jordbruksverket.se](mailto:jordbruksverket@jordbruksverket.se)  
[www.jordbruksverket.se](http://www.jordbruksverket.se)

ISSN 1102-8025  
JO21:9



Europeiska jordbruksfonden  
för landsbygdsutveckling, Europa  
investerar i landsbygdsområden