

GÖDSLING MED ÅTERVUNNEN GÖDSEL

Planering, praxis och möjligheter i framtiden



Till Läsaren

Återvinning av näringsämnen var ett livsvillkor för jordbruket ända fram tills mineralgödsel blev vanlig. Återvinning är fortfarande en relativt betydande del av livsmedelsproduktionen. Till exempel husdjursgödsel är den vanligaste källan till återvunna näringsämnen. Visserligen har utnyttjandet av husdjursgödsel i och med gårdarnas specialisering koncentrerat sig mest till husdjursgårdar, och på växtodlingsgårdar får marken återvunnen näring i huvudsak bara av växtrester. I bägge produktionsinriktningarna återvinns organiska material och näringsämnen, men det finns utrymme för förbättring. Det finns en risk för att kollagret i jordmånen minskar i områden som specialiserar sig på produktion av spannmål och specialväxter, och i områden med koncentrerad husdjursproduktion kan det finnas för mycket husdjursgödsel i förhållande till växtproduktionen i området. En viktig fördel med återvunna gödselmedel som tillverkas av återvinningsbara biomassor är att näringsämnen och organiska material kan fördelas och cirkuleras bättre mellan olika regioner och gårdar.

De återvinningsbara biomassor som årligen bildas i Finland innehåller fosfor i ungefär samma mängd som behövs i fosforgödslingen i Finland. Därtill vore det möjligt att producera över en tredjedel av gödselkvävet genom återvinning (situationen per 2018). Samtidigt varierar priset på fossila produktionsinsatser, och förr eller senare kommer priset att stiga då lagren krymper. Alla metoder är nödvändiga för att bromsa upp klimatförändringen, och jordbrukets roll i kolbindningen kan bli central. Det är hög tid att ta större kliv mot ett jordbruk som är mer återvinningsvänligt och kolbindande. En metod för att göra detta är att utöka produktionen och användningen av återvunna gödselmedel. Andra möjliga benämningar för dessa gödselmedel är återvinningsgödsel eller kretsloppsgödsel.

För jordbrukarna ersätter återvunna gödselmedel inte bara mineralgödsel, utan de möjliggör också förbättring av markbördigheten och upprätthållande av en livskraftig mikrobflora i jorden. När det blir vanligare i livsmedelshandeln med spårbara produkter och speciellt profilerade varumärken, har jordbrukare som använder återvunna gödselmedel möjlighet att förbättra de egna produkternas marknadsställning bl.a. med ett litet kolavtryck. Användning av återvinningsgödsel kan också främja specialisering till exempel inom den ekologiska marknaden eller en annan specialmarknad, och kan minska beroendet av prisvariationer på produktionsinsatserna. Incitamenten för ett miljövänligt jordbruk utvecklas, och också konsumenterna är intresserade av den producerade matens miljökonsekvenser. Genom att förutse denna utveckling har jordbrukarna möjlighet att effektivt dra nytta av förändringen och ta vara på nya möjligheter till affärsverksamhet.

Denna guide presenterar de grundläggande principerna för användningen av återvunna gödselmedel. Den vägleder läsaren till gällande lagstiftning och rådande produktutbud i skrivande stund (maj/2019), och därtill finns det i slutet en lista över fördjupande guider och instruktionsvideor över ämnet. Guidens syfte är att göra olika sätt för återvinning i jordbruket mer kända såväl bland jordbrukare som bland gödseltillverkare.

Trevliga lässtunder!

Ari-Matti Seppänen, Sari Luostarinen & Liisa Pesonen

ISBN 978-952-326-898-2 (Tryckt)

ISBN 978-952-326-899-9 (Webbpublikation)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-899-9>

Copyright: Naturresursinstitutet (Luke)

Författare: Ari-Matti Seppänen, Sari Luostarinen, Liisa Pesonen

Översättare: Semantix Finland Oy

Språkgranskning: Matts Nysand

Utgivare och förläggare: Naturresursinstitutet (Luke), Helsingfors 2020

Publiceringsår: 2020

Pärmbild: Liisa Pesonen, Luonnonvarakeskus

Försäljningen av publikationen: <http://luke.juvenesprint.fi>

Grafik och layout: Mainostoimisto Kuke Oy

INNEHÅLL

VAD ÄR ÅTERVUNNEN GÖDSEL?	4
Användningsbegränsningar	4
Duglighet för ekologisk odling	5
Användningsändamål och effekter	
i jordbruket	5
Användning som gödselmedel	5
Användning som jordförbättringsmedel	6
FORMER AV ÅTERVUNNA GÖDSELMEDEL	6
Slamartade	6
Fastgödselartade	6
Flytande	7
Slagg och kristaller	7
Aska och biokol	7
Pelletter och granulat	7
LOGISTIK	8
Lagringslösningar	8
Noggrann och effektiv spridning	9
Återvunna gödselmedel i precisionsodling	12
ODLINGSPLANERING	13
Planering av gödsling	13
BILAGOR	15
Bilaga 1. Närmare information om spridning och planering	15
Bilaga 2. Exempel på typbenämningar för olika gödselmedel	15

VAD ÄR ÅTERVUNNEN GÖDSEL?

Definition

Med återvunnen gödsel avses gödselmedel (gödselprodukter) som har framställts av olika återvinningsbara sidoflöden. De kan dels vara gödsel som vad gäller näringsinnehåll liknar mineralgödsel, dels jordförbättringsmedel innehållande organiska substanser. Andra möjliga benämningar för dessa gödselmedel är återvinningsgödsel eller kretsloppsgödsel.

Återvunnen gödsel erbjuds och utvecklas för många användningsändamål, som gödsling, jordförbättring och kalkning. Återvunnen gödsel kan delas in i tre olika grupper: organiska gödselmedel, oorganiska gödselmedel, samt kalkningsmedel och organiska jordförbättringsmedel. Med **gödselmedel** försöker man förbättra växternas tillväxt genom att öka den tillgängliga näringsmängden och/eller näringsbalansen. Med **kalknings- och jordförbättringsmedel** eftersträvar man förbättrad tillväxt genom att förbättra tillväxtförhållandena i jordmånen. Största delen av de återvunna gödselprodukterna innehåller fortfarande organiska ämnen, men också oorganiska återvunna gödselprodukter tillverkas. Kända exempel på organiska gödselmedel är melass och vinass, som uppkommer som sidoflöden av socker- och jästtillverkning. Exempel på organiska jordförbättringsmedel är bland annat rötresten och jordförbättringskomposter som används i grönybyggnad. De återvunna kalkningsmedlen omfattar bland annat masugnsslagg och mesakalk, medan det oorganiska gödselmedlet ammoniumsulfat (AMS) å sin sida kan ha sitt ursprung till exempel i rötresten.

Återvunna gödselprodukter bildas direkt som sidoflöden av olika industriella processer och också som slutprodukter i olika processeringsteknologier. Vanliga exempel på processer som producerar återvunnen gödsel är rötning och kompostering. De nyaste exemplen är bl.a. avdunstning och strippning av ammoniumkväve. De metoderna används bl.a. i förädling av flytande fraktioner som avskilts från rötresten. Därtill är till exempel processer som grundar sig på membranfiltrering och pyrolys under utveckling.

Som råvara till återvunnen gödsel är det möjligt att använda många olika biomassor som innehåller näringsämnen och/eller kol. De **viktigaste materialen** är stallgödsel från husdjursproduktionen, separat insamlat bioavfall och reningsverksslam från samhällena och industrin samt aska och slam från skogsindustrin.

Användningsbegränsningar

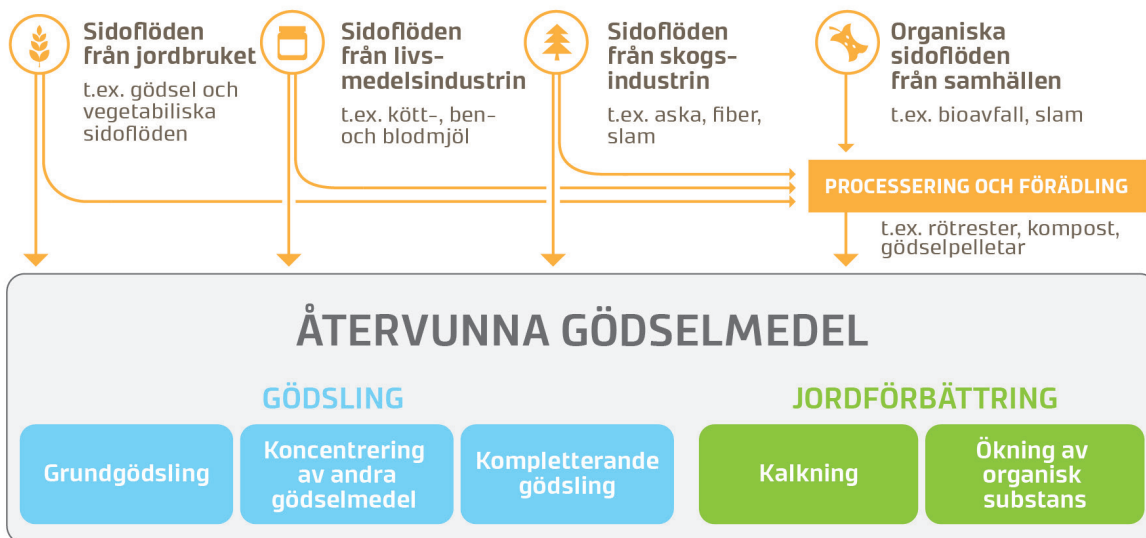
Tillverkaren ansvarar för att återvunna gödselprodukter är lagenliga*, säkra och högklassiga. Produkternas allmänna ofarlighet för miljön, växterna och människa/orna/djuren ska bedömas. Tillverkaren ska också säkerställa att produkterna inte innehåller skadliga ämnen i mängder som överstiger gränsvärdena, och att de processer som använts i produktionen har genomförts enligt lagstiftningen. **Slutanvändaren** omfattas av den miljö- och gödselmedelslagstiftning** som anknyter till spridning och lagring, och som det finns skäl för användaren att studera. I synnerhet de användningsbegränsningar som gäller gödselmedel innehållande reningsverksslam ska beaktas***.

* lagen om gödselproduktion (539/2006) och förordningen om gödselproduktion (24/11)

** nitratförordningen (1250/2014), nitratdirektivet (91/676/ETY), lagen om gödselproduktion (539/2006) och förordningen om gödselproduktion (24/11)

*** JSM:s förordning (12/12)

Se också:
Proagria, 2013. Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa.



Råvaror och användningsändamål för återvunna gödselmedel

Duglighet för ekologisk odling

Trots att återvunna gödselmedel är ett alternativ till mineralgödsel, är de inte alla dugliga för ekologisk odling. EU:s lagstiftning för ekologisk odling innehåller precisa användningsbegränsningar för gödselmedlen och gränser för tillåtna ämnen. Det är tillåtet att använda en del av dessa (t.ex. biopolymerer) som tillsatser i ekologiska gödselmedel, så länge som produktens typbenämning inte ändras på grund av användningen. I skrivande stund gäller de **absoluta begränsningarna** reningsverksslam och mineralkväveslam, vars användning i återvunna gödselprodukter hindrar att produkten används i ekologisk odling. En uppdaterad lista över de gödselmedel som lämpar sig för ekologisk odling förs av Livsmedelsverket*.

* I skrivande stund har Livsmedelsverkets förteckning över ekologiska gödselmedel uppdaterats 30.4.2019 <https://www.ruokavirasto.fi/sv/odlare/ekologiska-gardar/ekovaxter/produktionsinsatser/godsling/>

Användningsändamål och effekter i jordbruket

I gödslingsanvändning har återvunna gödselmedel beträffande sina egenskaper hittills legat närmare stallgödsel än mineralgödselmedel, men nya längre förädlade produkter är också tillgängliga och under utveckling. Produkternas egenskaper avviker från varandra beroende på tekniken i processanläggningen och driftslösningarna samt de använda råvarorna. Också mängden näringsämnen i löslig form varierar. Halterna av näringsämnen i ett gödselmedel från samma anläggning kan också variera mellan olika partier. Det lönar sig för användare av återvunna gödselprodukter att ta del av de olika produkternas egenskaper och att från **fall till fall** välja de produkter som lämpar sig för olika gödslingsåtgärder. Det är värt att notera att många produkter utöver näringsämnen också innehåller orga-

niska substanser, som har positiva effekter för jordmånens struktur, vattenhushållning, skördeproduktionsförmåga och mikrobiella verksamhet. Till skillnad från mineralgödsel ger återvunna gödselmedel en kombinerad **gödlings- och jordförbättringseffekt**.

Användning som gödselmedel

Återvunna gödselmedel kan fungera som huvudsaklig källa för växtnäring i odlingen. Vid behov kan man komplettera med mineralgödsel, med andra återvunna gödselmedel eller med biologisk kvävebindning. Näringshalterna i återvunna gödselmedel är i allmänhet inte lika höga som i mineralgödselmedel, men tekniskt sett är det möjligt att genom anrikning uppnå samma näringshalter som i mineralgödsel. De högsta näringshalterna finns i till exempel köttbens- och blodmjölsbaserade gödselmedel (i skrivande stund finns på marknaden t.ex. ett gödselgranulat med NPK-halterna 8-4-8). Gödselmedel med något lägre näringshalter (t.ex. rötrester) fungerar på liknande sätt som stallgödsel, och användningen av sådana begränsas av gränserna för antingen totalkväve eller fosfor. Man bör vara uppmärksam med att **dosera rätt mängd lösligt kväve**, eftersom skördeeffekten av det kväve som är bundet till den organiska substansen uppkommer först då kvävet mineraliseras, och den exakta tidpunkten för detta kan inte förutses.

Starkare återvunna gödselmedel kan också användas för att koncentrera dvs. höja näringshalten i svagare (mindre koncentrerade) gödselmedel, såsom flytgödsel. Vid blandning av olika gödselmedel finns det dock skäl att säkerställa att det är tryggt att blanda dem. Blandning av gödselmedel som innehåller oorganiska nitrattyper i organiska gödselmedel är särskilt farligt på grund av den brand- och explosionsfara som följer av detta. Överlag rekommenderas det inte att blanda oorganiska gödselmedel med organiska gödselmedel, om de sinsemellan reagerar kemiskt.

Tidpunkten för spridningen av gödselmedel ska väljas enligt grödornas upptagning av näringsämnen, vilket i praktiken förutsätter att gödslingen görs i samband med sådden. Gödselmedel som innehåller **en stor mängd lösliga näringsämnen** (t.ex. rejektvatten) lämpar sig för växter som snabbt behöver näringsämnen, såsom spannmål, medan gödselmedel i **vilka näringsämnena är bundna till organiska substanser** (t.ex. komposter), frigör näringsämnen under hela tillväxtperioden och lämpar sig väl för bl.a. rotfrukter och även för förrådsgödsling dvs. gödsling för flera års näringsbehov. En del gödselmedel (såsom ammoniumsulfat) lämpar sig också för spridning i växande gröda.

Användning som jordförbättringsmedel

Återvunna gödselmedel har två centrala jordförbättringseffekter: **kalkning och ökning av organisk substans i jorden**. Därtill kan de användas för att tillföra sekundära näringsämnen och spårämnen. Bl.a. kalk- och askbaserade jordförbättringsmedel, vars neutraliseringsförmåga höjer markens pH, lämpar sig för kalkning. Minskning av surheten, det vill säga höjning av pH, förbättrar användbarheten av växtnäringsämnen och jordens mikrobiella aktivitet, i synnerhet i sura åkermarker, som är typiska i Finland.

Tillförsel av organisk substans förbättrar jordens mullhalt, porositet, vattengenomsläpplighet, förmåga

att hålla vatten och näringsämnen, och jordmikrobernas aktivitet. Med tillförsel av organisk substans är det också möjligt att förbättra jordens förmåga att anpassa sig till utmanande väderförhållanden. Näringsämnen är ofta också bundna till den organiska substansen i jordförbättringsmedel, varför användningen av sådana kan öka **lagret av näringsämnen i jorden** och ge flerårig gödslingseffekt. Vissa jordförbättringsmedel, såsom nollfiber, har också näringshållande egenskaper (t.ex. högt C:N-förhållande), vilka möjliggör att de används för att tillvarata näring t.ex. när man bearbetar in gröngödslingsvallar i jorden.

På grund av att jordförbättringsmedlens näring i allmänhet är svårlöslig och inte urlakas lätt, lämpar de sig i allmänhet för höstspridning. Kalkningsmedel kan också spridas på snön på vintern. Det rekommenderas inte att produkter som håller näringsämnen och/eller vatten (t.ex. fiber) sprids i samband med vårsådd.

Utöver att de ger produktionsmässiga nyttor kan återvunna gödselmedel och jordförbättringsmedel tillföra organisk substans till jordbruksmarken från områden utanför gården. Vid upprepad användning kan detta synas också som ett ökat kollager i åkermarken, och då skulle användningen av jordförbättringsmedel kunna minska jordbrukets koldioxidutsläpp och totala miljöbelastning. I skrivande stund är detta föremål för allt fler studier för att bekräfta effekterna och utveckla bästa praxis.

FORMER AV ÅTERVUNNA GÖDSELMEDEL

Se också Bilaga 2.

Slamartade

Slamartade återvunna gödselmedel omfattar pumpbara gödselmedel, som till sin konsistens liknar flytgödsel från kreatur. Sådana kan bildas till exempel i samband med rötning av olika råvaror och de är inte särskilt långt förädlade. Torrsubstanshalten är låg (~2-10 %) och också **näringsämneshalterna är små**. Näringsämnena kan dock vara mer användningsdugliga för växterna än i flytgödsel. Trots en hög vattenhalt innehåller slamartade gödselmedel också organisk substans, vilket ger jordförbättringseffekt.

På grund av risken för avdunstning och urlakning av kväve ska man använda rätta lagrings- och spridningsmetoder för att kvävegödslingen ska lyckas. Priset på slamartade gödselprodukter består i skrivande stund ofta bara av priset på frakten och spridningsarbetet, varför de erbjuder ett förmånligt sätt att

tillföra näringsämnen och organisk substans till åkern. Vartefter marknaden för organiska återvunna gödselprodukter utvecklas och priserna på övriga odlingsinsatser varierar, kommer prisrelationerna mellan olika gödselformer sannolikt att ändras. Användningen av slamartade produkter kommer sannolikt också att minska i och med att förädlingsgraden stiger.

Fastgödselartade

Återvunna gödselmedel med en konsistens som påminner om fast stallgödsel har ofta sitt ursprung i olika torknings- och separeringsprocesser eller i kompostering. Deras torrsubstanshalt ligger kring 30 % eller mer, och största delen av torrsubstansen utgörs av organisk substans. En del av de fastgödselartade produkterna är till sin karaktär **fosforhaltiga gödselmedel**, och en del är **fiberaktiga produkter** som är avsedda som jordförbättringsmedel och har små näringsämnesmängder. Vid användning av dessa produkter finns det inte stora risker för urlakning eller kväveavdunst-

ning, eftersom det finns bara en liten mängd kväve i dessa och näringsämnen är bundna till den organiska substansen. Följaktligen lämpar de sig väl för höst-spridning, om man i samband med spridningen sår en höstsådd gröda. Också fasta återvunna gödselprodukter är i skrivande stund tillgängliga bara till fraktpriset.

Flytande

Flytande återvunna gödselmedel innehåller i allmänhet bara små mängder torrsubbstans och organisk substans, eller inte alls organisk substans. Undantaget är vinasser, som innehåller stora mängder torrsubbstans och organisk substans, men är dock i flytande form. Flytande återvunna gödselprodukter är också ofta **mer koncentrerade** än andra former av återvinningsgödsel vad gäller **näringshalterna**. De produkter som saknar fosfor lämpar sig väl för kompletteringsgödsling av kväve, kalium eller svavel, och de som har små fosforhalter lämpar sig också för att höja näringshalterna i andra återvunna gödselprodukter. En del av de flytande återvunna gödselprodukterna är i skrivande stund säsongprodukter, vilket begränsar deras tillgänglighet. Priset på flytande produkter per näringsämneskilo kan understiga eller motsvara priset på mineralgödsel.

Slagg och kristaller

Torrsubbstanshalten i slagg- och kristallartade produkter är hög (över 70 %). Sådana produkter utgörs av slagg som bildas som sidoflöden i olika industriella processer och kristallartade produkter som produceras genom kristallisering av flytande produkter. Kända exempel är gips som bildas i gödselindustrin och masugnsslagg från metallindustrin. Produkterna **varierar stort sinsemellan** och användarna bör ägna särskild uppmärksamhet åt att bedöma produktens lämplighet för det avsedda skiftet och spridningstidpunkten. Tillgången på slagg är stor och den kan transporteras också långa sträckor. Tillgången på kristaller är inte lika bra, men deras näringshalter kan vara till och med högre än i flytande återvunna gödselprodukter. Kristallisering vidareutvecklas också, bl.a. med framställning av struvit.

Aska och biokol

Aska från förbränning och biokol från pyrolys är **mångsidiga jordförbättringsmedel** och **tillsatsämnen i kompostering**. De centrala egenskaperna för dessa är förmåga att hålla vatten och näringsämnen, kalkningseffekt och en hög halt av spårämnen, och vad gäller biokol också tillförsel till marken av mycket långlivad organiskt substans. Av huvudnäringsämnena saknas

i allmänhet kväve i aska och biokol (en aning kväve finns dock i biokol), medan fosfor och kalium å sin sida bevarats. Som tillsatsämnen i kompostering kan de effektivisera processen och minska kvävesvinnet. **Det centrala för egenskaperna hos aska och biokol är de använda råvarorna.** Till exempel porösa träslag producerar mer poröst kol. Också pyrolys av stallgödsel och reningsverksslam är under utveckling. Därtill påverkar processens temperatur och efterbehandlingen slutproduktens egenskaper. Alla egenskaper uppträder inte tillsammans, utan till exempel ett bra gödselvärde garanterar inte en bra kalkningseffekt. Biokols jordförbättringseffekt är störst i utarmad storkornig jord, aska å sin sida ökar inte egentligen kolet i jordmånen, men vad gäller övriga jordförbättringsegenskaper liknar den biokol. Vid användning av aska och biokol i åkergrödsling är det viktigt att granska produktbeskrivningen för den produkt som används, om det är tillåtet att använda den på skiftet i fråga, och beakta de gränser som ställts för skadliga ämnen i planeringen av grödslingen. De halter av askors skadliga ämnen vilka är tillåtna i jordbruket är lägre än i skogsbruket. Aska som lämpar sig för skogsgödsel är med andra ord inte nödvändigtvis tillåten i jordbruk. I skrivande stund är tillgången på aska bra och också tillgången på biokol är tilltagande, även om priset är relativt högt (till och med 250 €/m³).

Pelletter och granulat

Av återvunna gödselmedel är de pelletterade och granulerade produkterna de som till formen ligger närmast mineralgödsel. Alla torrsubbstans- och näringshaltiga, återvinningsbara sidoflöden kan användas som råvara till pelletter och granulat. Pelleterings- och granuleringsprocesserna förutsätter att den inmatade massan har en **hög torrsubbstanshalt** (> 85 %), varför det i allmänhet är nödvändigt att förtorka den massa som ska matas in. Pelletter får sin form i en process som baserar sig på värme och mekanisk press, medan granulat å sin sida bildas med ett överdragningsmedel och mekanisk rullning. Slutprodukten av bägge processerna innehåller över 90 % torrsubbstans, och den sällas till granulat av önskad storlek innan den packas. Med användning av överdragningsmedel är det möjligt att uppnå den eftersträlvade hårdheten såväl för pelletter som för granulat, och på så sätt har de gjorts **lämpliga också för så- och gödslingsmaskiner**. Näringsinnehållet i såväl pelletter som granulat kan i produktionsskedet optimeras genom att tillsätta mineralgödselnäring eller återvunna näringskomponenter från sidoflöden. Också jordförbättringsmedel med lågt näringsvärde kan pelletteras eller granuleras. Utmaningen i produktionen utgörs av hög energikonsumtion och kvävesvinn.

LOGISTIK

I motsats till mineralgödsel transporteras återvunna gödselprodukter inte nödvändigtvis på bekant sätt i storsäckar. Ovan redogjordes för de återvunna gödselprodukternas många olika former, vilket också innebär ett behov av olika lösningar för lagring, transport och spridning. Ju mer utspädd produkt och ju större massa, desto närmare varandra borde tillverkaren och slutanvändaren finnas.

Lagringslösningar

Alla gödselprodukter ska kunna lagras fram till dess att de behövs. Lagring utanför spridningstidpunkten är vanligen också en förutsättning för tillverkning och användning av återvunna gödselprodukter. Såväl tillverkare som slutanvändare kan ha lager. Vid lagring är det viktigt att säkerställa att produkternas kvalitet bevaras genom att **minimera kvävesvinnet och ta hand om eventuellt sippervatten**.

Stallgödsellager som tagits ur bruk på mottagande gårdar kan lämpa sig som lager för återvunna gödselprodukter. Mer utspädda vätskor och slam kan lagras i flytgödselbehållare och torra massor i fastgödsellager. Fasta produkter kan också lagras inom ramen för villkoren i lagstiftningen (i skrivande stund niträtförordningen [1250/2014](#)) i en stack, antingen vid gårdscentrumet eller på åkern. Det är också möjligt att bygga behållare för flytande gödsel vid åkermark som ligger längre bort (sådana brukar kallas satellitbehållare om man också har behållare vid gårdscentrumet). Man kan också hyra flyttbara containrar, t.ex. fartygscontainrar för lagring på avlägsnare åkrar. För koncentrerade flytande produkter används ofta IBC-behållare, som vintertid ska lagras i ett tillräckligt varmt utrymme för att hindra att produkten fryser. Granulerade produkter lämpar sig för storsäckar, men också de ska skyddas mot fukt.

Spridningsutrustning

Spridningsutrustning för kreatursflytgödsel lämpar sig för **slamartade gödselmedel**, och många tillverkare av återvinningsgödsel erbjuder också sådan utrustning som entreprenadtjänst. På grund av transportkostnaden som orsakas av den höga vattenhalten i slamartade gödselmedel är det ekonomiskt lönsamt att använda dem bara i områden nära processanläggningen.

Fasta, ej granulerade, gödselprodukter sprids ut antingen med **spridningsutrustning för fast stallgödsel eller för kalk**. Största delen av de fasta gödselprodukterna innehåller bara en liten mängd lösliga näringsämnen, så

Om det på gården inte från tidigare finns förvaringsmöjligheter för slam, kan man anlägga en tät lagerbassäng på marken, en så kallad slamlagun. Lagerbassänger anlagda med gummimatta på marken är en förmånlig lösning för lagring av slam, som är välfungerande om den genomförs på rätt sätt. Eftersom det inte bildas något naturligt svämtäckle eller någon ytskorpa på ytan av slamartade gödselprodukter så som det gör på flytgödsel från kreatur, ska lagerbassänger dock täckas med t.ex. cellplast för att minimera kvävesvinnet.



Slamlagun. (Bild: Maarit Hellstedt, Luke)

Det ska vara möjligt att nå alla lagerutrymmen och andra lagerplatser med tunga fordon också på vintern, så att gödselprodukterna kan levereras också under mindre bråda tider. Man bör ta reda på villkoren för lagerplatserna i den aktuella lagstiftningen (i skrivande stund niträtförordningen [1250/2014](#)).

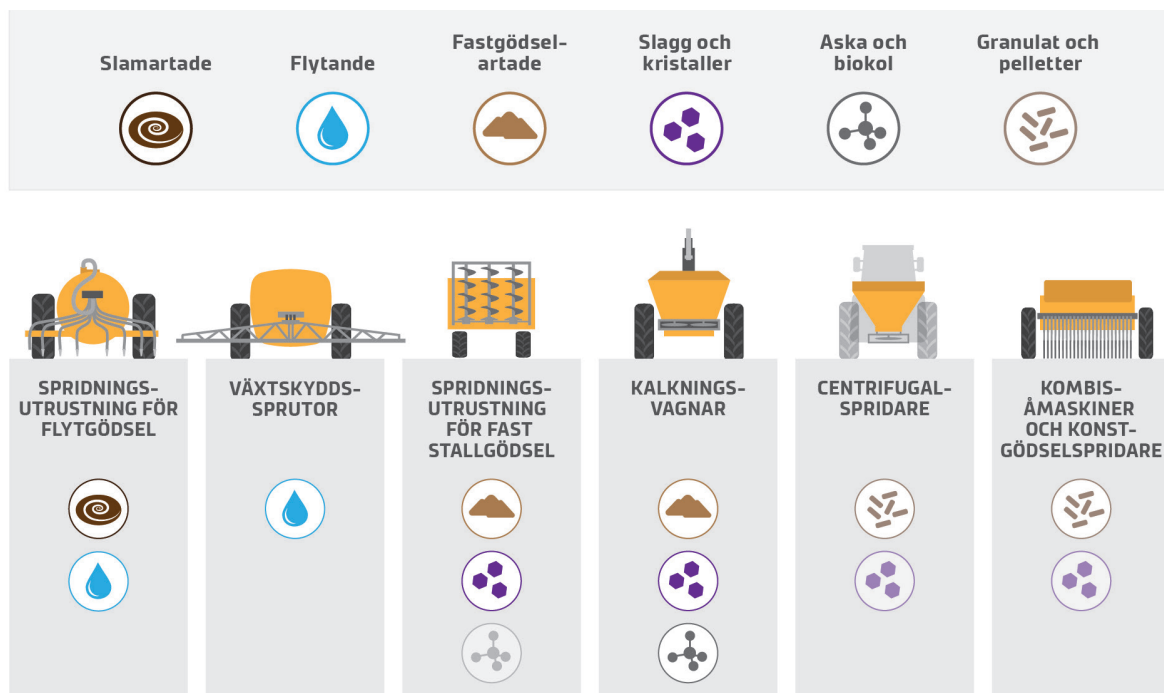
Ytterligare information

Hellstedt, M. & Kivinen, T. 2015. Maanvaraisten tiivistettyjen varastoaltaiden rakentamisen täydentävät ohjeet. Luonnonvarakeskus 76/2015
<http://jukuri.luke.fi/handle/10024/531518>

Tampio, E. ym. 2018. Opas kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajille. Luonnonvarakeskus 37/2018
<http://jukuri.luke.fi/handle/10024/542240>

hanteringen av dessa är inte förknippad med stora risker för direkt urlakning eller kväveavdunstning. De ska dock myllas ner enligt kraven i lagstiftningen och de lämpar sig väl också för **höstspridning** i samband med höstsådd. Undantaget till detta utgörs av näringsrikare fasta gödselprodukter, såsom köttbensmjöl, som inte rekommenderas för spridning på hösten.

I största delen av fallen sprids **flytande** återvunna gödselprodukter med **spridningsutrustning för flytgödsel**. För mer koncentrerade flytande produkter lämpar sig flytgödselutrustning dock inte, eftersom den eftersträvalade spridningsmängden är mindre än vad flytgödselutrustningen är konstruerad för. Till exempel näringskon-



Spridningsutrustning som lämpar sig för olika former av återvunna gödselmedel

centrat som avskilts ur rötresten genom avdunstning eller membranfiltrering, eller potatiscellsaft lämpar sig inte för spridare av flytgödsel utan att de först **omkonstrueras** för den lilla spridningsmängden.

Å andra sidan lämpar sig ammoniumsulfat (AMS) på grund av den lilla mängden fasta partiklar för spridning med **växtskyddssprutor**. Spridningsmetoderna utvecklas och det är möjligt att nya lösningar börjar erbjudas såväl för entreprenad som för gårdarnas eget bruk. I spridningen av kvävehaltiga flytande gödselmedel (t.ex. kvävevatten), ska man ägna särskild uppmärksamhet åt att förebygga att kväve avdunstar.

För spridning av **granulerade eller pelletterade** återvunna gödselmedel lämpar sig **centrifugalspridare och kalkspridare** bäst, på grund av att spridningsmängderna är av samma storleksklass. Spridningen kan ytterligare preciseras med kalkningsvagnar som innehåller ett självständigt spridningssystem för gödselgranulat. I så fall är det möjligt att sprida ut två återvunna gödselmedel samtidigt. Vid användning av centrifugalspridare är det möjligt att det uppkommer problem i form av välvning (gödseln hänger upp sig i behållaren och rinner inte ner), ojämn spridningsbild och söndersmulning av granulatet. En del av de granulerade produkterna lämpar sig också för kombisåmaskiner på grund av lämplig hårdhet, granulatstorlek, renhet och mineralgödselartad näringshalt. Spridningsmängderna och -precisionen för dessa produkter ligger på samma nivå som för motsvarande mineralgödselmedel. Också **kristallina** produkter (t.ex. kristalliserat ammoniumsulfat) kan vara möjliga att spridas med centrifugalspridare och kombisåmaskiner om partikelstorleken och hårdheten är lämplig.

Vid hantering av **aska och biokol** är det på grund av dammexponeringen viktigt att ägna uppmärksamhet åt arbetssäkerheten. För att minska dammbildningen kan man före spridningen antingen **fukta** dem till exempel i en skruvtransportör eller **blanda** dem med någon annan återvunnen gödsel som ska spridas. Fukta aska och biokol sprids med en **kalkningsvagn**, medan blandningar sprids med den spridningsutrustning som det huvudsakliga näringsämnet förutsätter. Spridningsmängderna varierar efter behovet och produkten och ligger mellan 4 och 30 t/ha. Den mest gynnsamma spridningstidpunkten är **hösten eller tidigt på våren**. Spridning i samband med sådden och på sommaren ska undvikas, eftersom biokol och aska binder näring och biokol även binder vatten, vilket kan minska närings- och vattentillgången för grödan och orsaka skördeförlust.

Noggrann och effektiv spridning

När man sprider återvunna gödselmedel ska man sträva efter att **undvika kvävesvinn, åstadkomma en jämn spridning och minimera markpackning på åkern**. Med effektiva maskinkedjor, t.ex. genom att undvika körning med tomma maskiner, och genom att passa in de olika arbetsmomenten vid optimala tidpunkter, fördröjer inte något arbetsmoment något annat arbetsmoment. Många tillverkare av återvinningsgödsel erbjuder olika **entreprenad- och transporttjänster** för att underlätta dessa arbetsmoment, och det kan förmodas att tjänsterna blir fler vartefter användningen av återvunna gödselmedel blir vanligare. Jordbrukarna kommer att få fler möjligheter att välja vilka arbeten de utför och vilka de köper som tjänst.

För att undvika kväveavdunstning rekommenderas det att kvävehaltiga återvunna gödselmedel sprids vid svalt och vindstilla väder. De ska också **myllas ner** så fort som möjligt efter spridningen (i skrivande stund är kravet inom ett dygn, [1250/2014](#)). Med slamartade produkter är det möjligt att minska kvävesvinnet med myllningsaggregat, som placerar slammet under jordytan. Då behövs ingen myllning som separat arbetsmoment. Myllningsaggregat kan också användas för gödsel i flytande form, men eftersom de lätt absorberas i marken är deras kväve i allmänhet inte lika känsligt för avdunstning, varför också släpplangspridning kan fungera. Vid spridning i gröda är placering under jordytan inte nödvändig.

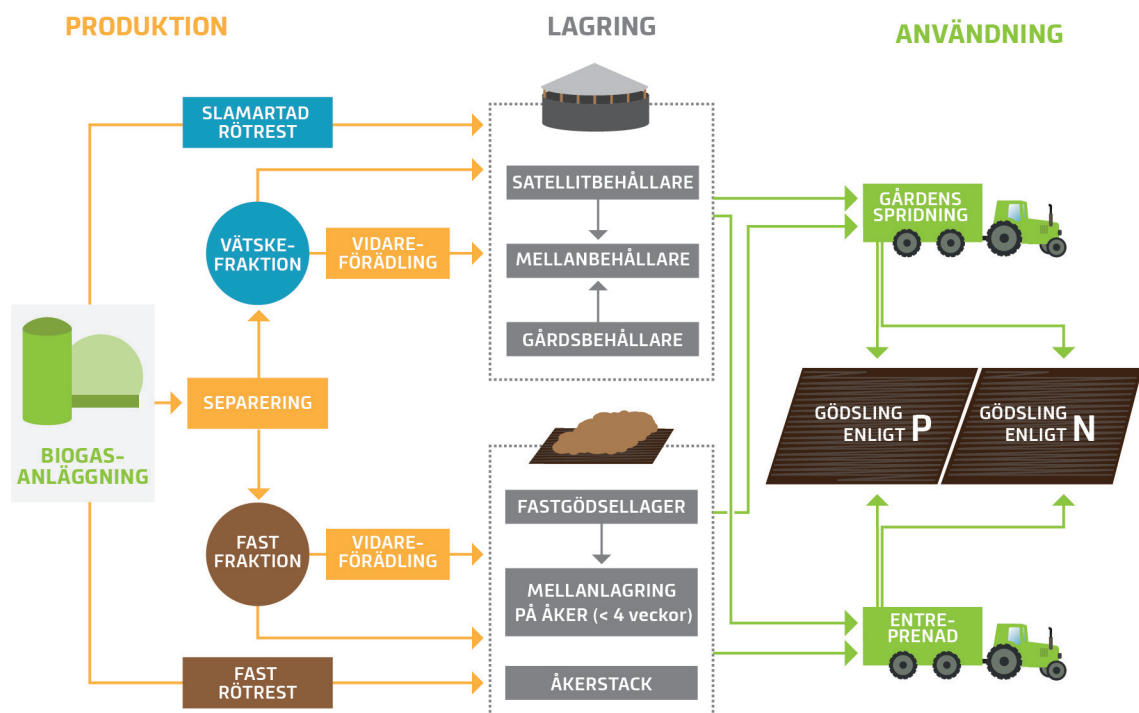
Också fasta och granulerade gödselmedel ska myllas så fort som möjligt efter spridningen (i skrivande stund är kravet inom ett dygn, [1250/2014](#)). Ingen placeringsutrustning är tillgänglig för gödsel av fast typ, varför myllningen måste göras med jordbearbetning. För att säkerställa tillgången till näringsämnen och minimera avdunstning rekommenderas det att använda myllning som placerar näringsämnena inom räckhåll för växterna i jordens ytskikt, men som dock inte lämnar produkten på markytan.

Fosfor avdunstar inte, men den kan urlakas. Ytavrinningen minskar med myllning. Därtill kan fosforurlakning förebyggas genom att använda det jordförbättringsmedel som är lämpligast för skiftet i fråga, t.ex. strukturfiber, kalk eller gips. Jordförbättringsmedlens förbättrande effekt på multhalten och mikrobaktiviteten binder också fosfor till markens näringsförråd.



Spridare för fast stallgödsel kan ge ojämnt spridningsresultat (bild: Lukes arkiv)

Spridningsjämnheten beror på det återvunna gödselmedlet och den spridningsutrustning som används. Gödselmedel som liknar mineralgödsel ger en spridningsjämnhet som motsvarar jämnheten vid mineralgödsling. Också spridningsjämnheten med släpplangsramp och myllningsaggregat är bra, i synnerhet när man använder körspårnavigator i traktorn, och om den gödsel som ska spridas är av jämn kvalitet och/eller väl blandad. Med bredspridning av slam eller precisionsspridning av fasta gödselmedel är det utmanande att uppnå en lika jämn spridning. Det väsentliga är att anpassa spridningshastigheten efter utrustningens kapacitet att producera ett så jämnt spridningsresultat som möjligt. Till exempel om man justerar hastigheten på bottentransportören i en spridare för fast stallgödsel att gå för snabbt, väller gödsel över spridartallrikarna och faller på marken i ett tjockare stråk vid tallrikarna, så spridningen blir ojämn i sidled. I så fall är det inte möjligt att jämna ut den spridda gödseln efteråt ens genom att mylla i tvärriktningen.



Möjliga logistikkedjor för återvunna gödselmedel från en biogasanläggning.

För att reducera spridningskostnaderna är det viktigt att **transport- och spridningsutrustningarna är åtskilda**. Tung transportutrustning ska framföras med däck som anpassats för vägtrafiken, och det ska vara möjligt att lossa lasten utan att köra på åkern. Detta kan förutsätta att en åkerväg anläggs till vändtegen. Däcktrycket i spridningsutrustningen ska hållas lågt (<1 bar), för att undvika att åkermarken packas. En annan möjlighet att undvika markpackning i körspåren är spridningsmaskiner utrustade med möjlighet till krabbstyrning. Det betyder att alla hjul är styrbara och styrs åt samma håll, så att inget hjul går i ett annat hjuls spår, utan varje hjul gör ett eget spår. Det rekommenderas att man bygger behållare för flytande gödsel i anslutning till större åkerområden, vilket möjliggör s.k. direkt-spridning. Det betyder att man inte använder någon tankvagn, utan bara en traktorburen spridarramp till vilken gödseln pumpas direkt från lagerbehållaren med en matarslang, som traktorn drar efter sig. Ekipaget är då mycket lättare, och nutida matarslangar tillåter spridning upp till 2 km radie. Direktspridning kan också genomföras med en fartygs- eller annan container som lager, varvid man får en mobil lösning. Andra metoder för att undvika markpackning är att ha ett ständigt växttäck och att upprätthålla vattenhushållningen i åkern, såsom att iståndsätta diken.

För att spridningsarbetet ska framskrida raskt, är det ofta nödvändigt att inrätta ett **mellanlager** som en del av spridningskedjan. Som mellanlager för slamartade gödselmedel lämpar sig t.ex. en flyttbar gödselcontainer, som möjliggör kontinuerlig spridning. Då behöver inte heller transport- och spridningsekipagen tidssyn-



Lastning av fast gödsel. (bild: Luke arkiv)

kroniseras och mötas vid åkerkanten. Fasta gödselmedel (torrsubstans 30 % eller mer) kan mellanlagras (< 4 veckor) i en hög på åkern. Då rekommenderas att spridarmvagnen lastas med grävmaskin eller att vagnen har egen lastare, för att undvika fram- och tillbakakörning under lastningen. Flytande och granulerade produkter behöver inte mellanlager om de är packade i IBC-behållare eller storsäckar. Mellanlagrens och transportutrustningens kapacitet ska vara dimensionerade efter transportavstånden, så att spridningen blir kontinuerlig. Detta kan innebära ett behov av flera mellanlager.

Det lönar sig för jordbrukaren att utreda möjligheterna att använda en **entreprenadtjänst**, som sköter såväl transporten och mellanlagringen av återvunna gödselmedel, som även planeringen och genomförandet av spridningen. Också gödseltillverkare erbjuder entreprenadtjänster och handledning i planeringen av gödslingen. Det kan väntas att sådan serviceverksamhet blir allt vanligare på marknaden för återvunna gödselmedel.

Finjustering av jämnheten i bredspridning

1. **Granska produktbeskrivningen** och överensstämelsen med dina tidigare spridningserfarenheter
2. **Gör en provspridning.** Lägg först ut t.ex. hinkar, tvättfat eller mattor på den tilltänkta spridningsbredden. Kontrollera gödselmängden i dessa, för att säkerställa spridningsbredden och -jämnheten.
3. **Justera bottentransportörens hastighet** så att spridningsjämnheten blir så bra som möjligt.
4. **Justera körhastigheten** så att den ger rätt spridningsmängd per hektar.
5. **Håll ett sådant avstånd mellan kördragen** att kördragens spridningsbilder överlappar varandra så jämnheten i sidled blir optimal.
6. **Mylla gödseln** i tvärgående riktning i förhållande till spridningen, om möjligt.

Ytterligare information: Naturresursinstitutet, publikationen Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 46/2015.

Återvunna gödselmedel i precisionsodling

Text: Liisa Pesonen

I precisionsodling doserar man näringsämnena enligt behovet på olika delar av åkern. Då beaktar man både de näringsämnena som redan finns i marken och de som frigörs ur jorden till växternas förfogande under växtperioden. De inbördes förhållandena mellan näringsämnena som växterna behöver kan variera från en åkerdel till en annan. Detta innebär att förhållandena mellan olika näringsämnen bör kunna ändras på flexibelt sätt under körningen vid gödsling.

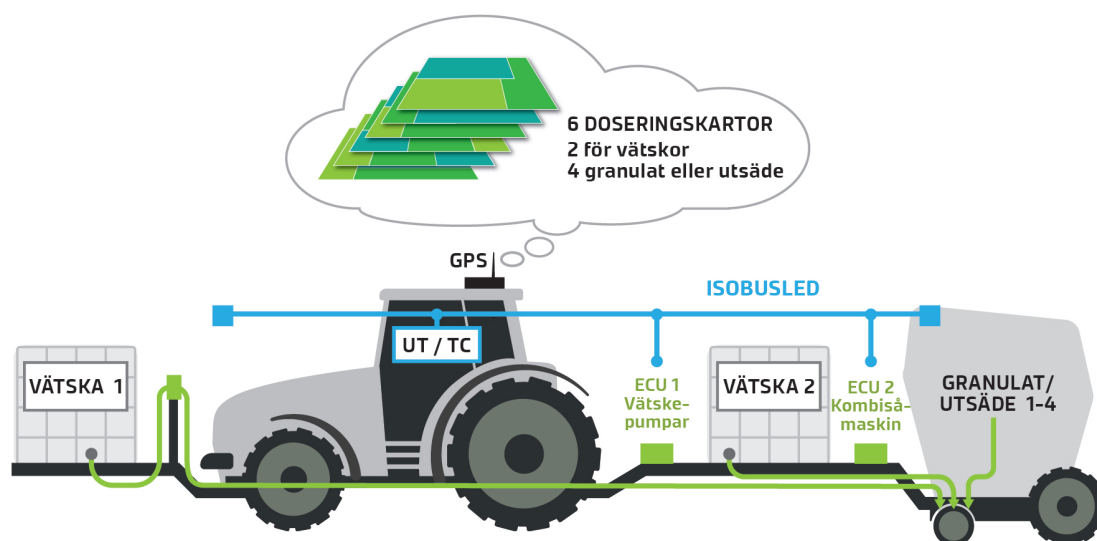
I finländska förhållanden utnyttjar ettåriga grödor gödselmedlen bäst då de placeras i marken nära fröna i samband med sådden. I återvunna gödselmedel finns det ofta ett till två dominerande huvudnäringsämnen, vilket gör dem intressanta för precisionsodling eftersom den kräver olika platsspecifika "näringsämnescocktails" för att lyckas. Då doserar man olika gödselkvaliteter under spridningen från olika cisterner individuellt till varje växtplats.

Vanliga kombisåmaskiner är konstruerade för granulerade gödselmedel. Existerande kombisåmaskiner kan emellertid kompletteras med utrustning för dosering av flytande gödselmedel, utan att nämnvärt ändra såmaskinens konstruktion. Flytande gödselmedel doseras med pump- och flödesregleringsteknik via slangar till samma billar på kombisåmaskinen genom vilka de granulerade gödselmedlen placeras i jorden. Därför kan cisternerna för de flytande gödselmedlen placeras på valfria platser framför eller bakom maskinkombinationen eller på bogserade kombisåmaskiners dragbom.

I en sådan här maskinkombination för precisionsgödsling kan man utnyttja den öppna ISOBUS-standardens för reglertekniken och dess datastrafik mellan traktorn, kombisåmaskinen och gödselpumparna. Då består maskinkombinationen av en ISOBUS-kompatibel traktor med en Task Controller (TC) och användargränssnitt (UT), en positioneringsanordning (GPS) och två ISOBUS-redskap: en kombisåmaskin (styrenhet ECU 2) och ett doseringsaggregat (styrenhet ECU 2) med pumpar och flödesreglering för flytande gödsel.

Flytande gödselmedel som doseras med ett sådant maskinsystem ska helst ha en surhetsgrad (pH) som är nära neutral, för att förebygga att metallidlar rosttar. I valet av vätskepumpar och hydraulikdelar finns det skäl att komma ihåg att till exempel sulfat fräter mässingsdelar. Flytande gödselmedel får inte innehålla skräp eller klumpar som stockar igen systemets silar. Det är skäl att röra om i vätskecisternerna innan spridningsarbetet inleds. Under åkerkörningen är vätskan i rörelse i cisternerna och så den hålls välblandad.

Vad gäller kväve kan en precisionsjustering göras ännu under växtperioden, som en platsspecifik tilläggsgödsling. Av återvunna gödselmedel lämpar sig flytande ammoniumsulfat väl för dosering i beståndet med precisionsväxtskyddssprutor. Genom att utmana och utnyttja de möjligheter som teknologin erbjuder är det möjligt att utveckla odlingsmetoder som effektivt utnyttjar återvunna gödselmedel.



Samtidig sådd och gödsling med flera återvunnagödselmedel med Isobus-teknik.
Närmare information om Isobus-tekniken: <https://www.aef-online.org/the-aef/isobus.html>

ODLINGSPLANERING

Planering av gödsling

Beräkningssättet för spridningsmängden för återvunna gödselmedel avviker inte i hög grad från det bekanta beräkningssättet för mineralgödselmedel och stallgödsel. I skrivande stund begränsas spridningsmängden av villkoren för miljöersättning ([programperioden 2014-2020](#)) och/eller nitratförordningen ([1250/2014](#)). Som kompletterande gödselmedel kan man använda antingen mineralgödselmedel eller koncentrerade återvunna gödselmedel.

I **datorprogrammen för odlingsplanering** använder man återvunna gödselmedel på liknande sätt som stallgödsel, på så sätt att näringsvärdena i gödselns produktdeklaration ersätter stallgödselanalysen och tabellvärdena för stallgödsel. Produktuppgifterna för många gödselmedel finns färdigt i programmen. **Vid valet av lämpligt gödselmedel** ska du utöver gödslingsbehovet beakta möjligheterna att lagra och sprida produkten på din gård och åkrarnas känslighet för markpackning.

De viktigaste omständigheterna att beakta är **gränsvärdena** för kväve och fosfor. Också svavelhalten i gödselmedlen kan begränsa användningen, i synnerhet på svavelhaltiga marker. Återvunna gödselmedel som innehåller 10 % stallgödsel eller mer får spridas högst så mycket att det spridda totalkvävet är högst 170 kg/ha per år. För övriga återvunna gödselmedel är gränsvärdet för spridd mängd lösligt kväve i skrivande stund fastställt enligt odlingsväxt och jordart i nitratförordningen. Om lösligt kväve sprids ut i större mängd än 150 kg/ha, ska det delas i två omgångar, mellan vilka det ska vara en paus på minst två veckor. På hösten får lösligt kväve spridas högst 35 kg/ha. I vanlig, dvs. icke-ekologisk odling rekommenderas att man ger hälften av det lösliga kvävet i form av mineralgödsel i samband med sådden, så att tillgången på kväve säkerställs i början av växtperioden. Mineralkvävet kan också ersättas med ett koncentrerat återvunnet gödselmedel i flytande form, så länge som det placeras där granulära medel skulle placeras och en tillräckligt stor andel av det lösliga kvävet är i nitratform.

Beräkningsprocessen för spridningsmängden

- **Granska** spridningsutrustningens lämplighet för spridningsarbetet eller förhandla med en entreprenör. Justera spridningsmängderna vid behov så att de lämpar sig för utrustningen.
- **Ta del** av produktbeskrivningen. Bästa praxisen är att begära en produktbeskrivning separat för varje gödselparti. Kontrollera också tillgången på gödselprodukten, och vid behov dugligheten för ekologisk odling.
- **Granska** gårdens ingångna förbindelser och villkoren för dem, även för enskilda gödslingsobjekt (skiften). Observera också åtgärder enligt skifte.
- **Räkna** ut den maximalt tillåtna spridningsmängden (kg/ha eller m³/ha), antingen enligt gränsen för totalkväve (om gödselmedlet innehåller 10 % stallgödsel eller mer), eller enligt gränsen för lösligt kväve.
- **Kontrollera** att gränsvärdena för spårämnen och tungmetaller inte överskrids. Om fosforgränserna i förbindelsevillkoren för miljöersättning överskrids, räkna ut en utjämning över fem år.
- **Bedöm** om det därtill behövs kompletterande gödsling med kväve.

Om kompletteringsgödsling används

- **Anpassa** den sammanräknade mängden näringsämnen till gränsvärdena. Vid spridning av flera gödselmedel samtidigt är det bäst att stäva efter lika långa fyllningscykler för maskinens gödselbehållare.

De gödslingsgränser som presenterats här kan ändras i och med ändring av lagstiftningen och med frivilliga system. Ta reda på de gällande gödslingsgränserna alltid då du planerar gödsling!

Enligt avtalsvillkoren för miljöersättning ska fosfor spridas enligt fosforklassen för odlingsmarken och enligt skördemålet i en mängd på 0–34 kg/ha/år för spannmål och 5–52 kg/ha/år för vall. I förbindelsevillkoren för miljöersättning för [programperioden 2014–2020](#) är det fastställt vilken andel av totalfosfor i gödselmedlen som ska beaktas i gödslingen. För mineralgödsel, stallgödsel och potatiscellsaft är den 100 %, för pålsdjursgödsel, köttbensmjöl och sidoflöden från livsmedelsindustrin 60 % och för aska 40 %. På återvunna gödselmedel tillämpas detta utifrån den råvara som de innehåller mest av. Om den mängd fosfor som ska spridas något år överstiger den tillåtna årliga mängden, är det möjligt att utjämna överskridningen under en femårsperiod. Undantaget för stallgödsel gäller inte för återvunna gödselmedel.

Gränsvärden har fastställts också för spridningsmängderna (g/ha/år) för **tungmetaller** (Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Zn) för gödselmedel som innehåller reningsverksslam*. För återvunna gödselmedel har maximibelastningen av kadmium fastställts till 1,5 gram per hektar per år, eller 7,5 g/ha utjämnat över en tidsperiod på 5 år. Jordbruksanvändning av askgödsel till vilken har tillsatts bor har förbjudits i grundvattenområden.

* JSM:s förordning (12/12).
Livsmedelsverket, Användning av avloppsslam som gödselbrikat.

Planering av jordförbättring

I en optimal situation behövs inte särskilda justeringsåtgärder för jordförbättring, utan åkermarkens bördighet upprätthålls genom odlingen. Målet är en lucker jord med bra struktur, där såväl vattenhushållning som gasutbyte fungerar utomordentligt. Mark med bra struktur motstår också torka bättre och den är inte så utsatt för erosion. Åkerskiftets odlingshistoria, jordart och mullhalt avgör till stor del behovet av jordförbättringsmedel.

Utgångspunkten för planeringen av jordförbättringen är en granskning av åkerskiftet för att identifiera problempunkterna i markbördigheten. De viktigaste faktorerna för markbördigheten är vattenhushållningen, porositeten, surheten (pH), mullhalten, katjonbyteskapaciteten och innehållet av näringsämnen. Om redan en av dessa faktorer inte är i ordning, är detta en skördebegränsande faktor, i synnerhet vid svåra väderförhållanden. Det krävs en **flerårig jordförbättringsplan** för att ta itu med och åtgärda problem. När en eller flera upptäckta problempunkter lösts, går man vidare till följande.

Det finns många möjliga problempunkter beträffande markbördigheten, av vilka bara en del kan påverkas med jordförbättringsmedel. Utgångspunkten för jordförbättring och framgångsrik odling är att sörja för de grundläggande tillväxtfaktorerna. Täckdikningen och ytformningen av åkerskiftet ska vara i ordning, markpackning ska vara åtgärdad med mekaniska eller biologiska metoder, och man ska ha övergått från ensidig odling som sliter ut jorden till mångsidigare växtföljder, där man också utnyttjar biologisk kvävebindning samt bottengrödor och fånggrödor. Med jordförbättringsmedel är det möjligt att vidta justeringsåtgärder bl.a. för jordens grynstruktur, halt av organiska ämnen och surhet.

Jordförbättringsmedlens effekter är långvariga, de kräver ofta upprepad behandling, och största delen av effekterna visar sig först efter en längre tid. Det rekommenderas att jordförbättringsåtgärder inte vidtas bara under en enda växtperiod, utan att de vidtas som en del av ett helhetsinriktat åkerbruk och en helhetsinriktad odlingsplanering. Ett helhetsinriktat åkerbruk driver en positiv utveckling av jordens bördighet, som förbättrar åkerns kondition och produktivitet år för år.

Jordförbättringsprocessens faser:

- **Kartlägg** den grundläggande orsaken till problemet.
- **Utred** de lösningar som lämpar sig för problemet i fråga.
- **Välj** den lämpligaste metoden och tidpunkten för genomförandet enligt rekommendationerna och lagstiftningen.
- **Följ** resultaten och reflektera över behovet av ytterligare åtgärder.

BILAGOR

Bilaga 1. Närmare information om spridning och planering

Videor (på finska)

MTT, 2014. Teknik för spridning av organiska gödselmedel. Levilogi-projektet.
<https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/levilogi/levitystekniikka>

Luke, 2018. Förberedelser för precisionsgödsling. Circwaste-projektet.
<https://www.youtube.com/watch?v=8gOVISE4suA>

Luke, 2018. Demonstration av precisionsgödsling. Circwaste-projektet.
<https://www.youtube.com/watch?v=MhXVjeh0HUY&t=178s>

Guider

Ajosenpää, H. 2018. Lanta ja kierrätysravinteet viljelyn suunnittelussa -esitys.
<https://varsinais-suomi.mtk.fi/web/mtk-varsinais-suomi/maan-vesitalous-ja-kasvukunto>

Järki-hanke. 2017. Tietokortit ravinnekierrätyksestä ja kierrätyslannoitteista
https://www.jarhi.fi/sites/default/files/tietokortit-jarki-lannoite_0.pdf

Kapainen, P. 2015. Näin levität lantasi oikein. Luonnonvarakeskus.
https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/hankkeet/lantateko/materiaalit/LANTATEKO_oikeaoppinen_lannanlevitys.pdf

Kinnunen, O. ym. 2018. Hiilen ja typen mineraalisaatiotestit. Opas kierrätyslannoitetoimijoille. Soilfood.
<https://www.ym.fi/download/noname/%7B33AF6CC2-D78E-48A5-8499-25BF77CD881B%7D/138223>

Mattila, T. ym. 2018. Kuinka maan kasvukuntaa parannetaan? Helsingin yliopisto 189/2018.
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/288213>

Mattila, T. 2019. Lähestymistapoja lannoitus suunnitteluun. Suomen ympäristökeskus.
https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/302787/SYKEra%2028_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Proagria, 2013. Puhdistamolietteen käyttö maataloudessa. Vesilaitosyhdistys.
https://www.proagria.fi/sites/default/files/attachment/puhdistamolieteopas_201320032014s.pdf

Riikonen, A. 2017. Biohiili ja sen käyttö viherrakentamisessa - esiselvitys
http://intra.kaupunkitilaohje.hel.fi/?wpfb_dl=853

Tampio, E. ym. 2018. Opas kierrätyslannoitevalmisteiden tuottajille. Luonnonvarakeskus 37/2018
<http://jukuri.luke.fi/handle/10024/542240>

Tontti, T. ym. 2015. Orgaanisten lannoitevalmisteiden varastointi, levittäminen ja annostelu.
Luonnonvarakeskus 46/2015
<http://jukuri.luke.fi/handle/10024/518969>

Vieno, N. Ym. 2018. Puhdistamolietteiden sisältämien haitta-aineiden aiheuttamat riskit lannoitekäytössä.
Luonnonvarakeskus 58/2018.
<http://jukuri.luke.fi/handle/10024/543281>

Bilaga 2. Exempel på typbenämningar för olika gödselbriketter

Slamartade	Fastgödselartade	Flytande	Slagg och kristaller	Aska och biokol	Pelletar och granulat
					
Rötrest (då torrsubstansen <15 %)	Organiskt animaliskt gödselmedel	Melasseextrakt	Masugnsslagg	Aska av bifrakti- oner från spann- målsprocessering	Organiskt gödselmedel
Rejektvatten	Organisk mineral- gödsel	Organisk gödsel- lösning	Mesakalk	Trä- och torvaska	Torrt granulat eller mjöl
Kalkstabiliserat reningsverksslam (då torrsubstansen <15 %)	Jordförbättrings- kompost	Potatiscellsaft	Gips	Aska av animaliskt ursprung	Askhaltigt kalkgranulat



Europeiska jordbruksfonden för
landsbygdsutveckling: Europa
investerar i landsbygdsområden



Denna guide har producerats av Naturresursinstitutet i ett samarbete
som omfattade projekten:

Biokaasusta ravinteita, energiaa ja elinkeinotoimintaa maaseudulle, BioRaEE
(Näringsämnen, energi och näringsverksamhet till landsbygden av biogas) och
Maaseudun ravinteet hyötykäyttöön, MaRaHyöty II
(Landsbygdens näringsämnen i nyttoanvändning).

[BioRaEE](#) -projektet finansieras av EU:s Landsbygdsfond och [MaRaHyöty II](#) -projektet
av JSM:s finansiering för spetsprojekt inom den cirkulära ekonomin.

**Följande experter från Naturresursinstitutet har gett hjälp för produktionen och sakgranskningen
av guiden antingen direkt eller via offentligt material:**

Elina Tampio, Kristiina Regina, Liisa Pesonen, Kari Ylivainio, Maarit Hellstedt, Marja Jalli, Marleena
Hagner, Markku Vainio, Markku Järvenpää, Mikko Rahtola, Minna Sarvi, Petri Kapuinen & Tapio Salo

E-postadresser: fornamn.efternamn@luke.fi

Övriga experter

Airi Kulmala, MTK

Arja Nykänen, Miljöministeriet

Jaakko Karvonen, Finlands Miljöcentral

Juha Grönroos, Finlands Miljöcentral

Markku Huttunen, Karelia-AMK

Titta Berlin, Livsmedelsverket

Tuomas Mattila, Finlands Miljöcentral

Pirjo Salminen, Jord- och skogsbruksministeriet