

Agtech 2030

Användning av cirkulära gödnings- produkter i Östergötland

Niklas Lindell



Vad förhindrar en större återanvändning av näringsämnen inom regionen och var finns behoven inom forskning och innovation?

Agtech innovation nr 3

Användning av cirkulära gödningsprodukter i Östergötland

Niklas Lindell

Agtech 2030
c/o Linköpings universitet
Att. Per Frankelius
IEI
581 83 Linköping
www.agtech2030.com

Linköping 2020

Användning av cirkulära gödningsprodukter i Östergötland
av Niklas Lindell
Nummer 3 i rapportserien Agtech innovation

© 2020 Författarna och Agtech 2030
Licens: Creative Commons Erkännande 4.0

ISBN 978-91-7929-075-7 (tryckt)
ISBN 978-91-7929-076-4 (PDF)
<https://doi.org/10.3384/9789179290764>

Tryckning: LiU-Tryck, Linköping 2020

Förord

Den här rapporten är resultatet av en förstudie som handlar om analys av gödselströmmar. Projektet har bedrivits vid Linköpings universitet inom ramen för innovationsinitiativet Agtech 2030.

Ämnet gödselströmmar är angeläget att få belyst så att vi kan hantera gödseln på bästa sätt framgent. Den här rapporten – som ingår i rapportserien Agtech Innovation – är ett bidrag till denna belysning.

Linköping 3 september 2020

Per Frankelius
Processledare, Agtech 2030

Användning av cirkulära gödningsprodukter i Östergötland

Vad förhindrar en större återanvändning av näringsämnen inom regionen och var finns behoven inom forskning och innovation?



Författare: Niklas Lindell
Övervakning: Geneviève Metson

Sammanfattning

Syftet med denna studie var att svara på tre huvudsakliga frågeställningar:

- Vilka barriärer begränsar återanvändningen av näringsämnen inom jordbruket i Östergötland?
- Vilka lösningar kan möjliggöra en ökad användning av återvunna näringsämnen inom jordbruket i Östergötland?
- Inom vilka områden finns det behov av nya innovationer och forskning för att öka användningen av återvunna näringsämnen?

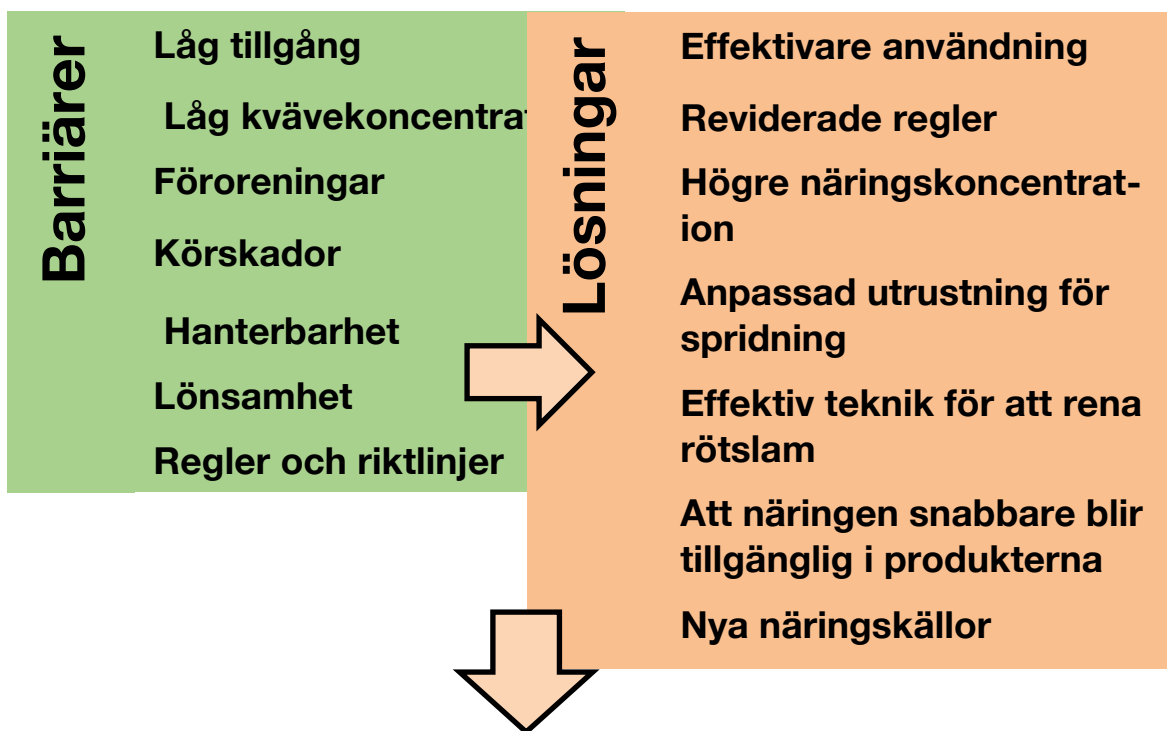
Intervjuer utfördes med 25 informanter, som utgjordes av konventionella och ekologiska lantbrukare i Östergötland, representanter för lantbruksorganisationer, odlingsrådgivare samt innovatörer som arbetar med näringsåtervinning inom jordbruket. Informationen från intervjuerna jämfördes sedan med tidigare studier för att identifiera var behovet av nya innovationer och forskning finns. Dessutom intervjuades 18 stadsnära trädgårdsodlare för att identifiera möjliga skillnader mellan denna grupp och storskaliga lantbrukare.

Informanter från samtliga intressegrupper ansåg att ett säkert sätt att återanvända näring från avloppsslam är ett viktigt steg för öka näringsåtervinningen, trots att det inte är en lika stor näringskälla som stallgödsel. Det verkar dock finnas olika åsikter om hur detta ska göras, vilket gör att mer forskning inom området behövs. För att Sverige ska nå sina mål för miljö och livsmedelsproduktion finns ett forskningsbehov inom följande områden:

1. Tillgång till information om hållbar näringshantering,
2. Certifieringar, acceptans och standardiseringar av cirkulära gödningsprodukter,
3. Logistiska problem som påverkar tillgängligheten av cirkulära produkter inom regionen.

Nya innovationer kan lösa problem inom området på flera sätt, från tillgängliga informationsplattformar och praktiska odlingsförsök till nya maskiner och cirkulära produkter.

Genom intervjuerna identifierades barriärer som **förhindrar** användningen av olika cirkulära gödningsprodukter; vad som behöver ske för att barriärerna ska **lösas**; samt var det finns **behov** av forskning och nya innovationer. En sammanfattande figur av slutsatserna presenteras nedan.



Behov av forskning och innovationer

Optimerad användning av tillgänglig stallgödsel.

Plattform med information om hur mycket man behöver gödsel beroende på produkt, gröda, väder och markförhållande.

Högre näringskoncentration i biogödsel

Revidering av regelverk angående tillåtna koncentrationer av ämnen i produkter för att stimulera produktionen och användningen av biogödsel och röttslam.

Högre kvävehalt hos cirkulära gödningsprodukter

Testodlingar som ger information om hur olika produkter ska hanteras, effekten på tillväxt, förekomst av föroreningar och vilken teknik för spridning som krävs.

Forskning om behovet av mikronäringssämnen och mullämnen.

Forskning och kommunikation angående klimatmässiga fördelar med att använda cirkulära gödningsprodukter.

Ny spridningsteknik som ej ger körskador

En enkel metod för att mäta näringsinnehållet i stallgödsel direkt vid gården

En metod för att göra näringen i stallgödsel växttillgänglig snabbare

En ökad tillgång på REVAQ-certifierat röttslam inom regionen

Innehåll

Sammanfattning	2
Index	6
1. Livsmedelsproduktion och miljömål	8
2. Jordbruket i Östergötland	9
3. Intervjuer	12
4. Intervjuresultat	14
Begränsningar och lösningar	19
Rötslam	19
Stallgödsel	22
Biogödsel	23
Övriga barriärer och lösningar	26
4. Forskning och innovation	28
Kommunikation	31
Stadsnära jordbrukare	32
Metod	Fel! Bokmärket är inte definierat.
5. Referenser	33

Ordförklaring

Cirkulär gödningsprodukt

Med cirkulär gödningsprodukt avses gödselprodukter som har framställts från återvinningsbart organiskt avfall. Det kan bland annat vara stallgödsel, röt slam eller jordförbättringsmedel med organiska substanser.

Biogödsel

Jordbruksverket definierar biogödsel som rötrest från biogasanläggningar med rötning av produkter som stallgödsel, matrester från hushåll och restauranger samt organiskt material från livsmedelsindustrin. När biogassubstratet rötas bildas en så kallad rötrest. Beroende på vilket rötningssubstrat som används kan biogödsel bli godkänt att användas både inom KRAV-certifierad och ekologisk odling.

Röt slam

Röt slam är rötat slam från avloppsreningsverk och är en annan form av rötrest än biogödsel. Det finns ett certifieringssystem för röt slam som kallas för Revaq, vilket innebär att slammet varudeklaras och att VA-branschen kontinuerligt arbetar med att förbättra kvaliteten på slammet. Målet är att skapa en hållbar återföring av växtnäring samt hantera eventuella risker i dagsläget. Därför är villigheten att använda röt slam som gödselprodukt högre om det levereras från ett Revaq-certifierat reningsverk. Röt slam är enbart tillåtet för användning inom konventionell odling.

NPK-halt

NPK-halt är näringsinnehållet av kväve (N), fosfor (P) och kalium (K). Ett NPK 12-3-7 innebär till exempel att det finns 12 % kväve, 3 % fosfor och 7 % kalium i gödningsprodukten.

TS-halt

TS-halt anger hur mycket vatten och hur mycket torr substans det finns i ett material. Om TS-halten är 55 %, så består gödningsprodukten av 55 % torr substans och 45 % vatten.



1. Livsmedelsproduktion och miljömål

När jordbruksmark skördas transporteras näringsämnen bort från marken via grödorna och koncentreras i städer och samhällen i form av livsmedel (både växt- och animalieprodukter). När livsmedlen konsumeras transporteras näringen genom våra kroppar och hamnar i avloppssystemen, samtidigt som en del slutar som matavfall. För att bevara jordbruksmarkens långsiktiga produktivitet behöver därför stora mängder näringsämnen tillsättas till jordbruksmarken varje år. De näringsämnen som är mest begränsande för livsmedelsproduktionen idag är kväve (N) och fosfor (P). Användningen av dessa ämnen innebär dessutom konsumtion av ändliga resurser, fosfor-rika mineral och naturgas för framställning av kvävegödselprodukter. De behöver därför återanvändas för att förhindra att tillgången till dem kommer att begränsa framtida livsmedelsproduktion¹.

I dagsläget återanvänds inte näringsämnen i den utsträckning som skulle vara möjlig, varken i Östergötland eller i Sverige som helhet. Det gör jordbruket beroende av att importera mer näringsämnen i form av mineralgödsel än vad som behövs om användningen vore effektivare. En del av den näring som sprids på jordbruksmarken sköljs dessutom bort via regnvatten medan en del aldrig blir tillgänglig för att tas upp av grödorna². Läckaget av näringsämnen som importerats och spridits på svenska jordbruksmarker har under många år bidragit till bland annat ackumulation av fosfor i sedimenten i flera svenska sjöar, och det har skapat flera miljörelaterade problem. Den mest påtagliga är övergödning av sjöar och av Östersjön.

För att minska på importen av näringsämnen krävs det att mer näringsämnen kan återvinnas och återanvändas inom jordbruket än vad som görs idag. För att lyckas med detta har det införts strategiska mål på både EU och nationell nivå. Ett exempel är att en viss andel av det matavfall som samhället genererar ska återvinnas och återanvändas. Flera av de svenska miljömålen är kopplade till en effektiv återvinning och återanvändning av näringsämnen: God bebyggd miljö, Ett rikt odlingslandskap, Ingen övergödning och Begränsad klimatpåverkan. För att nå dessa mål krävs fortsatt utveckling och användning av cirkulära gödningsprodukter som kan återföra tillgängliga näringsämnen till jordbruksmarken.

Trots förekomst av cirkulära gödningsprodukter behöver fortfarande mycket mineralgödsel importeras för att fylla jordbrukets näringsbehov. Detta innebär att näringsämnen ännu inte återförs i den utsträckning som krävs för att göra oss mindre beroende av näringsimport och mer anpassningsbara till fluktuerande tillgång på mineralgödsel³. Då priset dessutom väntas stiga kraftigt i framtiden, i takt med att

¹ Karlsson et al.,2017

² Linderholm,2011

³ Eriksson, 2018

tillgången på t.ex. fosformineraler minskar, kommer det att bli ännu viktigare att återanvända näringsämnen för att hålla nere kostnaderna för livsmedelsproduktion. Syftet med denna förstudie var därför att identifiera var i näringens kretslopp det finns behov av nya innovationer och lösningar för att kunna återvinna och återanvända mer näringsämnen än vad som görs idag inom Östergötland.



2. Jordbruket i Östergötland

Sverige har som målsättning att öka andelen närproducerad mat och öka den ekologiska produktionen och konsumtionen av livsmedel inom landet. För att uppnå en hållbar livsmedelsproduktion måste produktionen bli mer resurseffektiv, samtidigt som miljöbelastningen måste hållas så låg som möjligt. För att öka

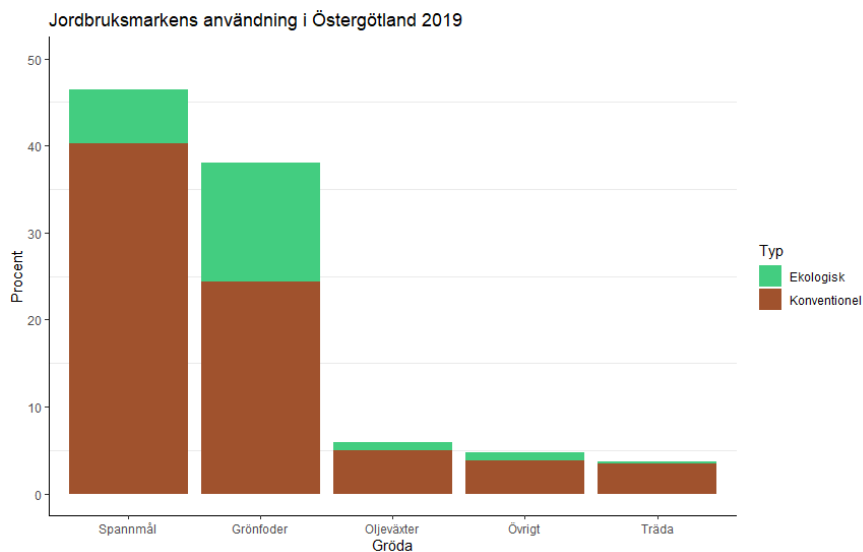
resurseffektiviteten behöver bland annat användningen av växtnäring vara så ansvarsfull som möjligt⁴.

För att stimulera en sådan förändring satte Sveriges regering år 2017 två mål för den ekologiska produktionen⁵:

- 30 procent av svensk jordbruksmark ska brukas ekologiskt år 2030
- 60 procent av all mat som serveras i offentliga kök ska bestå av ekologiska livsmedel (till exempel i skolor, på äldreboenden och på sjukhus).

Dessa mål påverkar användningen av växtnäring på flera sätt, dels ökar efterfrågan på cirkulära gödningsprodukter då mineralgödsel inte är tillåtet inom ekologisk odling. Men det är samtidigt inte möjligt att nå målen om inte tillgången av cirkulära gödningsprodukter är tillräcklig.

I dagsläget bedrivs ekologisk odling på cirka 20 procent av Sveriges jordbruksmark, vilket innebär att arealen ekologisk jordbruksmark behöver öka med 50 procent under de kommande 10 åren⁶. I Östergötland bedrivs redan idag ekologisk odling på 27 procent av regionens ca 200 000 hektar jordbruksmark⁷, vilket gör länet till ett av de fem län med högst andel ekologisk odling. Under de senaste tre åren har ökningen av andelen ekologisk jordbruksmark dock nästan avstannat i länet, med enbart 1 procent ökning sedan 2017⁸.



Figur 1. Användning av jordbruksmarken i Östergötland 2019, fördelat på olika grödor. Data från Statistiska centralbyrån [SCB].2020b & Statistiska centralbyrån [SCB]. 2020c.

⁴ Franke et al.,2018

⁵ Jordbruksverket, 2020

⁶ Statistiska centralbyrån [SCB]. 2020b

⁷ Statistiska centralbyrån [SCB],2020c

⁸ Statistiska centralbyrån [SCB]. 2020b, 2019 & 2018

I Östergötland används huvudsakligen tre olika gödningsprodukter som kan klassas som cirkulära: 1. Stallgödsel, 2. Biogödsel, som är rötrest från biogasanläggningar som rötat stallgödsel, matrester från hushåll och restauranger samt organiskt material från livsmedelsindustrin, och 3. Röt slam som är rötat slam från REVAQ-certifierade avloppsreningsverk. Rötrest bildas i biogasanläggningar och innehåller alla de näringsämnen som fanns i avfallet som rötades för att bilda biogas⁹. Denna rötrest kan kallas för både biogödsel och röt slam beroende på vilket material som har rötats, och användningen regleras av olika regelverk och prissättningar. Båda dessa produkter levereras till lantbrukare som kan återföra näringen från rötsubstratet till sin jordbruksmark.

Värt att notera med röt slam från avloppsreningsverk är att det i dagsläget är osäkert om det ska vara tillåtet att sprida slam på jordbruksmark, och användningen är redan idag mycket begränsad av lagar och riktlinjer. Till exempel måste det REVAQ-certifierade slammet lagras i 6 månader innan det får spridas på jordbruksmark och det tillåts enbart inom konventionell odling. I den statliga utredningen "Hållbar slamhantering" som publicerades i januari 2020¹⁰, föreslås antingen ett förbud mot spridning av slam, eller att enbart kvalitetssäkrat avloppsslam ska få spridas på jordbruksmark. Samtidigt så är fosfor en kritisk råvara enligt EU och den behöver återvinnas, vilket gör att näringsämnen från slammet behöver utvinnas och återanvändas. Även andra näringsämnen som kväve och kalium behöver tas tillvara från slammet då naturgasreserverna som används till produktion av mineralgödselkväve är begränsade¹¹. Länsstyrelsen Östergötland skrev ett yttrande till den statliga utredningen, där man uttrycker att man inte anser att det finns motiv för ett fullständigt förbud mot slamspridning. I stället stöds förslag två "vilket innebär ett förbud mot spridning av avloppsslam på alla marker utom produktiv jordbruksmark"¹².

För att kunna arbeta mot att möta regionens behov av näringsämnen, och samtidigt uppfylla de nationella målen angående livsmedelsproduktion, kommer det att krävas nya innovationer som ökar återanvändningen av näringsämnen. För att ta reda på vilka innovationer som krävs är det viktigt att veta vad som i dagsläget förhindrar en större återanvändning av näringsämnen och vad som behöver ske för att öka användningen av cirkulära gödningsprodukter i Östergötland. Följande rapport syftar till att fylla denna kunskapslucka genom intervjuer utförda under sommaren 2020.

⁹ Salomon & Wivstad, 2013

¹⁰ Hållbar slamhantering, 2020, Statens offentliga utredningar, SOU 2020:3

¹¹ Jönsson, 2019

¹² **Länsstyrelsen Östergötlands yttrande 2020-05-18, s. 1**



3. Intervjuer

Intervjuer genomfördes med olika aktörer inom Östergötland för att få ökad förståelse över var behovet av innovation och forskning finns för att göra hanteringen av växtnäring inom regionen hållbarare. Semistrukturerade intervjuer genomfördes med konventionella och ekologiska lantbrukare, trädgårdsbrukare, innovatörer och representanter för rådgivningsorganisation under sommaren 2020 (Tabell 1). De valdes ut genom "snöbollsmetoden" men även genom slumpmässiga urval. Deltagare intervjuades under cirka 15–40 minuter, antingen per telefon eller under ett fysiskt möte, med varierande frågor beroende på informantens roll inom jordbruket. Intervjuerna utfördes antingen via telefon eller ansikte mot ansikte. Frågorna handlade bland annat om vilka egenskaper som är viktigast i en

växtgödningsprodukt, vilka problem som försvårar användningen av cirkulära gödningsprodukter, vilka de största problemen med växtnäringshantering är idag och vilken information som är viktigast för lantbrukare att ha tillgång till angående en växtnäringsprodukt?

Tabell 1. Lista över informanter som deltagit i studien

Informant	Antal	Övrig information
Lantbrukare	Ekologisk (6) Konventionell (7) Delvis ekologisk (2) Stadsnära trädgårdsbrukare (18)	Majoriteten av lantbrukarna bedriver enbart växtodling
Nätverkare	3	Nätverkare representerades av lantbruksorganisationer och växtodlingsrådgivare
Innovatörer	7	Innovatörerna representerades av biogasproducenter, maskinstationer, leverantörer av cirkulära gödningsprodukter och REVAQ-certifierade avloppsreningsverk.



4. Utmaningar inom lantbruket

Den största utmaningen för lantbrukare är att veta när och hur mycket man ska gödsla för att optimera sin skörd (Tabell 2). Ekologiska lantbrukare lyfte även fram körskador som uppstår när tunga maskiner sprider biogödsel och rötslam på jordbruksmarken som en stor utmaning. De stora utmaningarna ligger därmed inom att inte begränsa sin skörd efter tillgången på näringsämnen, och

”Det krävs väldigt tunga ekipage för att sprida tillräckligt mycket biogödsel eller rötslam, detta gör att det blir dyrt att frakta och skapar körskadeproble-

att hitta nya spridningsmetoder för stora volymer av organisk växtnäring. Enligt informanterna skulle mer av näringen som man tillsätter bli tillgänglig för grödorna om

markskadorna minskade, och därmed skulle det behöva spridas mindre för att fylla näringsbehovet. Detta stämmer överens med resultaten från en tidigare intervjustudie från Östergötland där informanterna upplevde markpackningsskadorna som det största problemet med biogödsel¹³.

”Att veta vad som är optimal giva är min största utmaning, speciellt vad gällande kväve”.

Tabell 2. Informanternas största utmaningar angående växtnäringsanvändning. Svaren är uppdelade i kategorier och svarsfrekvensen uppges inom parentes.

Vad är din största utmaning när det gäller växtnäringsanvändning?	
Tema	Svar
Dose- ring	Hur mycket jag borde gödsla och när jag ska göra det för att få så stor skörd som möjligt (8)
	Det finns inte tillräckligt med information om hur mycket man ska gödsla i olika situationer (2)
	Att förstå tillräckligt mycket om hela växtnäringsprocessen för att använda gödningen på ett optimalt sätt (1)
	Att gödsla med tillräckligt mycket kväve (1)
	Att få tillräckligt mycket fosfor till min odling, biogödseln som jag använder skulle behöva innehålla mer fosfor (1)
	Det är svårt att hantera de tillgängliga cirkulära gödningsprodukterna vilket ger lägre precision i gödslingen och mer urlakning till vattendragen (1)
	Det är svårt att veta hur mycket av näringen man tillsätter faktiskt tas upp av växten, därför blir det svårt att dosera (1)
	Att gödsla vid rätt tillfälle så att näringen blir tillgänglig när grödorna behöver den som mest (1)
	Det är svårt att dosera med cirkulära gödningsprodukter då substratet behöver brytas ned innan näringen blir växttillgänglig (1)
	Sprid- ning
En nackdel med biogödsel är att det är låg näringskoncentration, vilket gör att man behöver sprida stora volymer som skapar markskador (1)	
Ett problem är att gödselspridningen idag till stor del sköts av maskinstationer. Då många använder stationerna bildas köer då man måste vänta med att gödsla tills det blir ens tur. Då kan det bli så att man måste gödsla när det är dåliga väderförhållanden till exempel (1)	
Kost- nader	Dyrt att frakta biogödsel (1)
	Priset på biogödsel (1) Ekologisk gödning som Biofer är för dyrt (1)

¹³ Ersson, 2014

**Regle-
ringar
och la-
gar**
**Till-
gång**

Om jag skulle transportera in mer stallgödsel hade det helt enkelt blivit för dyrt så det lönar sig inte (1)

Det är för dyrt att göra tester på jordens näringsinnehåll vilket gör att man inte kan öka sin gödningsprecision (1)

Det är inte tillåtet att sprida Biogödsel vid KRAV-odling efter axgång eller på vallodling (1)

För låg tillgång till stallgödsel (2)

Jordbruket har blivit centraliserat så att djuren finns för långt bort för att det ska vara värt för växtodlarna att betala för den långa frakten (1)

För både konventionella och ekologiska lantbrukare är koncentrationen av näringsämnen den viktigaste informationen om en gödningsprodukt (Tabell 3), vilket stämmer överens med resultaten i Tabell 2. Men det framgår också tydligt att det finns en stark vilja att inte sprida föroreningar i form av tungmetaller, läkemedelsrester och mikroplaster på jordbruksmarken. Innovatörerna uppgav ofta att den viktigaste informationen som deras kunder brukar vilja ha berör föroreningar. Detta kan till stor del bero på att innovatörer som arbetar med biogödsel och röttslam berörs mycket av regleringar gällande föroreningshalter.

För att skapa en cirkulär gödningsprodukt utan föroreningar sker idag en hel del forskning om att utvinna fosfor ur avloppsslam¹⁴. Anledningen är att det är osäkert om röttslammet från avloppsreningsverk kommer att få fortsätta spridas på svensk jordbruksmark¹⁵.

”Det viktigaste är att produkten är ren, inte innehåller till exempel kadmium, ogräs, eller andra substanser som kan ha negativ påverkan”.

”Man vill veta vilken produktionsökning den kommer ge, så att man kan jämföra med det man använder nu”

¹⁴ Harder et al.,2019

¹⁵ Research Institutes of Sweden [RISE],2020

Varför använder du din nuvarande gödningsprodukt?

- Den har bra NPK-förhållande
- Jag vill ha mullbildande ämnen
- Jag vill använda vår egen stallgödsel
- Den är enkel att få tag på
- Jag vill optimera tillväxten
- Den är prisvärd
- Den är enkel att sprida
- Den luktar inte så mycket
- En stor del av näringen blir växttillgänglig
- Den är ekologisk

Tabell 3. Information som är viktigast att ha om en gödningsprodukt, enligt informanterna från lantrbudssektorn. Svaren är uppdelade i kategorier och svarsfrekvensen uppges inom parentes.

Vilken information är viktig att veta om en gödningsprodukt?	
Tema	Information
Innehåll	Innehållet av näringsämnen (10) Att produkten inte innehåller tungmetaller, sprider ogräs eller mikroplaster (8) Produktens form och textur (1)
Testodlingsförsök	I vilken kemisk form finns kvävet? (1) Praktiska försök då man testkört spridning, effektivitet, transporter och lagring (2) Logistiken i hur produkten ska hanteras från att den produceras fram tills att den ligger i marken (1) Hur stor skördeökning kommer jag få? (3)
Dosering	Att man inte får markskador vid spridning (1) Hur man ska optimera givorna med produkten så att det passar odlingar med specifika grödor på en specifik plats vid ett visst tillfälle (4) Information om smidiga sätt att sprida förnybara gödselmedel skulle vara bra då de nuvarande gödslingsmetoderna är anpassade för mineralgödselspridning (1) kvalitet på produkten för en jämn spridning (1)
Växtnäringstillgänglighet	Hur lång tid tar det innan växterna kan ta upp näringen och hur stor del av näringen blir tillgänglig för grödorna (2) Hur mycket fukt det krävs för att näringen ska bli tillgänglig (1)
Kostnader	Priset, för att avgöra hur mycket produktionen måste öka med för att motivera ett byta av gödningsmetod (1)

Regler och riktlinjer

Kostnader som uppstår vid varje steg i användningen (1)

Man behöver veta att användandet inte binder några långsiktiga kostnader (1)

Att gödningen är godkänd för KRAV-odling (1)

Att produkten är godkänd för ekologisk odling (1)

5. Begränsningar och lösningar inom lantbrukssektorn

För att se vad som begränsar användningen av cirkulära gödningsprodukter i Östergötland, och vad som skulle behöva ske för att mer näring ska kunna återanvändas fick informanterna svara på följande frågor:

1. Vad begränsar hur mycket cirkulära gödningsprodukter du använder?
2. Vilken förändring hade gjort att du skulle kunna använda mer återvunnen näring?
3. Var tycker du att det krävs mer forskning för att öka användningen av cirkulära gödningsprodukter?

För att tydliggöra resultatet har svaren på dessa frågor delats upp i fyra olika delar. Del 1: Röttslam, del 2: Stallgödsel, del 3: Biogödsel och del 4: Övriga hinder och lösningar.

Röttslam

Det behov av förändring som nämndes oftast i intervjuerna relaterar till användningen av röttslam från avloppsreningsverk. Informanter från samtliga grupper ansåg att de riktlinjer och regler som påverkar användningen av röttslam, samt den negativa opinion som enligt några informanter finns angående användningen, är nyckelfrågan för att återanvända mer växtnäring inom Östergötland. Intressant är att enbart två informanter hävdade att orsaken till att inte mer röttslam används är att det faktiskt innehåller för mycket föroreningar. Betydligt fler informanter var av åsikten att nuvarande regleringarna är för hårda, då det enligt dem inte finns några vetenskapliga bevis för att användning av röttslam skulle ha några negativa hälsokonsekvenser (Tabell 4).

Tabell 4. Intervjuade lantbruksaktörers uppfattning om barriärer som förhindrar användning av röttslam, lösningar som skulle möjliggöra en ökad användning, samt behov av forskning och innovation för att öka användningen av röttslam. Svarefrekvensen ges inom parentes.

Barriärer	Lösningar	Innovation och forskning
Lagar och regleringar begränsar tillgången (7)	Ändringar av lagar och regleringar (11)	Finns det negativa hälsoaspekter? (6)
	Öka produktion av REVAQ-certifierat röttslam (3)	Vilka positiva effekter ger mikronäringsämnen och mullbildande ämnen? (5)

Försäljningssvårigheter (4)	Informera konsumenter (4)	Vilken klimatnytta ger det att använda cirkulära gödningsprodukter? (1)
	Minska lukten (1)	
Föroreningar (2)	Nya metoder för att rena rötslam (5)	Nya tekniker med effektivare rening (4)

Att det råder delade åsikter om riktlinjer och regler angående rötslam kan grunda sig i hur man väljer att utöva evidens-baserad lagstiftning¹⁶. I dagsläget finns det ingen vetenskaplig evidens för att slammanvändning skulle generera högre halter av tungmetaller, mikroplaster eller läkemedelsrester i grödor. Men samtidigt finns en målsättning att minimera förekomsten av potentiellt skadliga ämnen inom jordbruket, vilket skapar ett dilemma. Det finns dock studier från svensk jordbruksmark som undersökt om rötslammet har någon påverkan på jordbruksmarkens innehåll av mikroplaster och antibiotikaresistenta bakterier. Enligt studien som fokuserar på

”Jag tycker att det skulle var mycket intressant om man visste hur mycket mikronäringsämnen som behövs för att fylla växternas behov, så att man kan ge ut rekommendationer baserat på det”

mikroplaster finns det ingen tydlig skillnad i mikroplastkoncentration mellan mark som gödslats med rötslam och jordbruksmark som enbart gödslats med mineralgödsel¹⁷. Det fanns inte heller någon oroväckande förekomst av antibiotika-resistenta bakterier i jordbruksmark som gödslats med rötslam¹⁸. Hushållningssällskapet skriver i rapporten slamspridning på åker-

mark (2015) att försök med slamspridning entydigt har visat att slamtillförseln inte haft någon negativ påverkan på växternas upptag av tungmetaller, men att halterna av koppar, kvicksilver och zink ökat i jorden¹⁹.

Den vanligaste åtgärden som skulle leda till en ökad återanvändning av näringsämnen var enligt elva informanter att regelverket angående rötslam skulle behöva förändras (tabell 4), det finns en

stor vilja att använda mer rötslam då informanterna inte anser att det medför någon hälsorisk för konsumenter. Vissa informanter förklarar vidare att det krävs en opinionsförändring så att jordbrukare som använder rötslam inte behöver oroa sig över

”Hur ska de mindre reningsverken kunna bedriva utveckling inom slamfrågan? Mindre reningsverk har lägre resurser så man kan inte skaffa sig modern reningsteknik. Det finns inga ekonomiska resurser att REVAQ-certifiera sig helt enkelt”

¹⁶ Oberg & Mason-Renton,2018

¹⁷ Ljung et al., 2018

¹⁸ Rutgersson et al.,2020

¹⁹ Andersson, 2015

att det ska begränsa deras möjligheter till att sälja sina växter. Även branschorganisationen Svenskt Vatten bekräftar att en del livsmedelsindustrier och en del opinionsbildare är negativa till slamgödsling²⁰.

Alternativet till att sprida avloppsslam är i dagsläget innovativ teknik som kan utvinna fosfor från rötslam som förbränts²¹. Denna metod är på vissa sätt ej optimal, då vi på sikt även behöver återvinna andra ämnen än fosfor från rötslammet²². Här finns ett behov av forskning enligt sex informanter, de hävdar att man i dagsläget inte känner till grödornas krav på mikronäringsämnen och mullbildande ämnen. Eftersom rötslam innehåller både organiskt material som bidrar till mullbildning och mikronäringsämnen skulle spridning av rötslam på sikt kunna vara viktigt för att motverka att jordbruksmarken försämras.

För att öka användningen av rötslam föreslår sex informanter att man behöver säkerställa om det medför större hälsorisker att använda rötslam än vad det gör att använda andra organiska gödningsprodukter som stallgödsel och biogödsel (tabell 4). Fyra informanter ser även ett behov av nya reningsteknik, som även mindre reningsverk har råd med för att öka tillgången på REVAQ-certifierat rötslam.

I en rapport som publicerades av RISE där representanter från VA-branschen, kommuner, lantbruksaktörer, företag och myndigheter deltog²³ skriver författarna att följande utmaningar behöver lösas angående användningen av slam från avloppsreningsverk:

- ”Det finns en avsaknad av helhetssyn på hur växtnäringsämnen bör hanteras i en cirkulär ekonomi
- Existerande regelverk och styrmedel gynnar inte implementering av cirkulära lösningar
- Det finns ingen utvecklad marknad för gödselprodukter som har ursprung i avloppsfraktioner
- Den teknik som behövs för cirkulär hantering av näringsämnen är mestadels omogen”

Baserat på informanterna som deltagit i denna studie och rapporten från RISE verkar det som att nuvarande regleringar och lagar är en stor begränsning för näringsåteranvändning i form av slam från avloppsreningsverk.

²⁰ Svenskt vatten, 2013

²¹ Dagerskog & Olsson, 2020

²² Jönsson, 2019

²³ Research institutes of Sweden [RISE],2020

Stallgödsel

Den enskilt största anledningen till att inte mer organisk växtnäring används är enligt de konventionella lantbrukarna tillgången till stallgödsel (Tabell 5). För att öka tillgången på stallgödsel föreslogs att fler lantbrukare behöver inkludera husdjursuppfödning i sin verksamhet, men det nämndes även att det stallgödsel som produceras behöver användas effektivare.

”En teknik som kan mäta näringsinnehållet i stallgödsel direkt på gården skulle underlätta använd-

För att kunna använda stallgödsel effektivare berättade två informanter att man behöver mer information om hur stallgödsel ska doseras under gödslingen. Framför allt efterfrågades en snabb metod som kan mäta näringsinnehållet i stallgödsel direkt på plats vid lantbrukarens gård. För att möjliggöra en effektivare användning av stallgödsel så finns det ett behov av lättillgänglig information som hjälper lantbrukaren att anpassa sin användning efter gödningsproduktens näringsinnehåll, jordbruksmarkens egenskaper, rådande

”Jag vill veta hur mycket stallgödsel jag behöver sprida för att tillsätta en viss mängd växttillgänglig näring”

väderförhållanden och gröda (Tabell 5); noterbart från intervjuerna var att lantbrukare som ej hade tillgång till stallgödsel gärna skulle ha använt det om tillgången funnits. I dagsläget finns redan verktyg som lantbrukare kan använda för att få nödvändig information om hur mycket som behöver gödslas med olika produkter. Till exempel så har Greppa näringen utvecklat programmet ”VERA” för bland annat detta²⁴. I dagsläget verkar det som att tillgängliga verktyg och information om växtnäringshantering inte når ut till alla jordbrukare, varför det finns ett forskningsbehov kring hur kunskapen ska kommuniceras.

”Man vet inte exakt hur mycket näring man tillsätter när man använder stallgödsel”

Tabell 5. Intervjuade lantbruksaktörers uppfattning om barriärer som förhindrar användning av stallgödsel, lösningar som skulle möjliggöra en ökad användning, samt behov av forskning och innovation för att öka användningen av stallgödsel. Svarsfrekvensen ges inom parentes.

Barriärer	Lösningar	Innovation och forskning
	Öka tillgången genom att använda det	En informationsplattform som gör befintlig

²⁴ Greppa näringen, 2020

Tillgången på stallgödsel är för låg i Östergötland (9)	stallgödsel som finns effektivare (1)	information tillgänglig för lantbrukare
	Öka produktionen av stallgödsel i Östergötland (2)	
Osäkerheter i dosering försvårar användning (2)	Ta reda på näringsinnehållet och mängden växttillgänglig näring i stallgödsel (2)	En metod som gör näringen i stallgödsel snabbare tillgänglig för grödan (4)
		En analysmetod som snabbt kan ge näringsinnehållet i stallgödsel direkt hos lantbrukaren (3)

Biogödsel

Den största barriären för större återanvändning av näringsämnen var enligt majoriteten av de ekologiska jordbrukarna de stora markskadorna som uppstår när tunga fordon sprider biogödsel (Tabell 6). Markskadorna uppstår eftersom biogödsel har en låg TS-halt med runt 95% vatten, vilket innebär att stora mängder vatten behöver fraktas till och spridas på jordbruksmarken. Enligt fyra informanter finns behov av ny spridningsteknik för att undgå markskadorna. En metod som redan används för att sprida biogödseln utan markskador är att använda ett slangsystem där biogödseln pumpas från en närliggande lagringsbrunn. Enligt några informanter kan detta system tyvärr inte användas av alla då man behöver en lagringsbrunn för biogödsel intill åkermarken (Tabell 6). Det blir därför en stor investering och arbetsbelastning om man ska sprida biogödsel med denna metod på stora ytor, eller om man har flera mindre och utspridda fält.

Att problemet med markpackning begränsar användningen av biogödsel framgick även i två tidigare svenska studier där markpackning lyftes fram som ett stort problem med behov av nya innovationer.^{25 26}

²⁵ Odhner et al., 2015

²⁶ Ersson, 2014

Tabell 6. Intervjuade lantbruksaktörers uppfattning om barriärer som förhindrar användning av biogödsel, lösningar som skulle möjliggöra en ökad användning, samt behov av forskning och innovation för att öka användningen av biogödsel. Svansfrekvensen gas inom parentes..

Barriärer	Lösningar	Innovation och forskning
Markskador i samband med spridning (5)	Öka näringskoncentrationen (5)	Hur kan man öka koncentrationen av näring i biogödsel? (3)
	Utveckla ny spridningsteknik (4)	Ny spridningsutrustning som ej genererar markskador (4)
	Separera den fasta fraktionen från den flytande utan att förlora näring (2)	Vilka rötningssubstrat ger högst näringsinnehåll? (1)
För dyrt för lantbrukaren (5)	Bidra med nödvändig logistik (1)	Ny logistik som kan transportera biogödseln billigare (1)
För hårda begränsningar över innehåll av metaller (3)	Ändrade regler och riktlinjer (3)	Vilka positiva effekter ger återvinning av mikronäringsämnen och mullbildande ämnen? (5)
Det är för låg tillgång (2)	Öka tillgången genom att tillåta nya substrat för rötning (2)	Revidering av regelverk och certifikationskrav (3)
	Öka produktionen av biogödsel genom att öka användningen av biogas (1)	
Tillgången på KRAV-godkända råvaror är för låg (2)	Öka tillgången genom att tillåta rötning av fler substrat vid KRAV-certifierat biogödsel (3)	

Två innovatörer berättade att mer biogödsel skulle kunna användas om det fanns en större produktion (Tabell 6). En av dessa informanter berättade att biogödselproduktionen begränsas av hur mycket biogas som produceras och säljs. Den andra innovatören berättade att det är svårt att få tillgång till tillräckligt mycket KRAV-godkända råvaror som kan användas som rötsubstrat, vilket krävs för att biogödseln ska få användas inom KRAV-odling. Enligt informanten är efterfrågan på KRAV-godkänt biogödsel betydligt högre än efterfrågan på icke certifierad biogödsel. Anledningen till detta är enligt informanten att man inte kan konkurrera med priset på andra gödselmedel ämnade för den konventionella marknaden.

För att öka mängden biogödsel som används inom Östergötland tyckte fem informanter att näringskoncentrationen i biogödsel skulle behöva öka. På det sättet skulle volymerna minska, vilket skulle leda till mindre körsador men även lägre transportkostnader, vilket i dagsläget är den största kostnaden för lantbrukare som

använder biogödsel²⁷. Enligt en informant försvinner kvävet när man försöker separera bort vätska och minska volymen, vilket är negativt då kvävehalten redan är för låg enligt vissa lantbrukare. Något som komplicerar problemet är att för höga halter av ammoniumkväve i rötchammaren hämmar biogasproduktionen, varpå producenten kan behöva sänka koncentrationen genom spädning för att få en stabil process²⁸. Detta leder till att biogödseln som bildas får en lägre näringskoncentration, varpå en större volym med biogödsel behöver spridas för att fylla grödornas näringsbehov.

Fyra informanter tyckte att det behöver tas fram nya spridningstekniker som kan sprida biogödsel utan att generera markskador, och som kan användas av fler lantbrukare. Något som informanterna tror skulle öka tillgången på biogödsel är om tillgången på KRAV-godkända rötsubstrat ökade, en informant tyckte att de nuvarande reglerna för vad som får rötas kändes ologiska och kontraproduktiva för Sveriges miljömål.

”Den tekniska utformningen behöver utvecklas, så att man kan sprida mindre volymer men ändå behålla näringen.”

”Spridningstekniken är nog den allra största barriären. Det är för stora och tunga fordon som sprider gödsel. Marken behöver ha en bra struktur och vara väl-dränerad för att grödorna ska kunna ta till sig näringen på ett bra sätt, därför kan markpackningsskadorna motverka det positiva”

²⁷ Ersson, 2014

²⁸ Schnürer & Nordberg, 2008

Övriga barriärer och lösningar

Några av de barriärer som förhindrar näringsåteranvändning enligt informanterna var för generella för att kopplas till en viss gödningsprodukt. Två informanter tyckte till exempel generellt att det behöver utvecklas en cirkulär gödningsprodukt med högre kvävekoncentration än vad som finns på marknaden idag (Tabell 7). Några informanter tyckte även att det i dagsläget inte görs nog för att utforska möjligheter att använda restprodukter från nya flöden som ej används inom jordbruket. Andra barriärer som nämndes var lägre skördar och doseringssvårigheter vid användning av cirkulära gödningsprodukter.

Några informanter tyckte att en ökad återanvändning av organiska restprodukter från till exempel byggbranschen, skogsbruket och gruvbrytning skulle vara ett viktigt steg mot en hållbar näringshantering. Något som ofta nämndes i intervjuerna var behovet av en cirkulär produkt där näringen blir tillgänglig fortare, för att förenkla användningen och möjliggöra större precisionsodling. Enligt några studier²⁹ har biogödsel en hög andel växttillgängligt kväve i jämförelse med andra organiska gödningsprodukter, och det är därför möjligt att innovation som ökar användningen av biogödsel även tillgodoser detta behov till viss del. För att återanvända så mycket näring som möjligt krävs det att den stallgödsel som produceras används så effektivt som möjligt, varför innovationer som kan påverka näringstillgängligheten i gödningsprodukter behöver utforskas enligt fyra informanter (Tabell 7).

Tabell 7. Intervjuade lantbruksaktörers uppfattning om generella barriärer som förhindrar återanvändning av näringsämnen, lösningar som skulle möjliggöra en ökad användning, samt behov av forskning och innovation för att öka återanvändningen. Svarsfrekvensen gas inom parentes.

Barriärer	Lösningar	Innovation och forskning
Det är för mycket fosfor i jämförelse med kväve i cirkulära gödningsprodukter (2)	En cirkulär gödningsprodukt med högre kvävehalt (3)	Ta fram en cirkulär gödningsprodukt med högre kvävehalt (1)
		Går det att tillsätta kväve med hjälp av kvävefixerande bakterier? (1)
		Tillsättning av kväve till redan existerande gödningsprodukter (1)
Det är för lite näringsåtervinning från andra områden (2)	Återanvänd material från till exempel byggbranschen,	

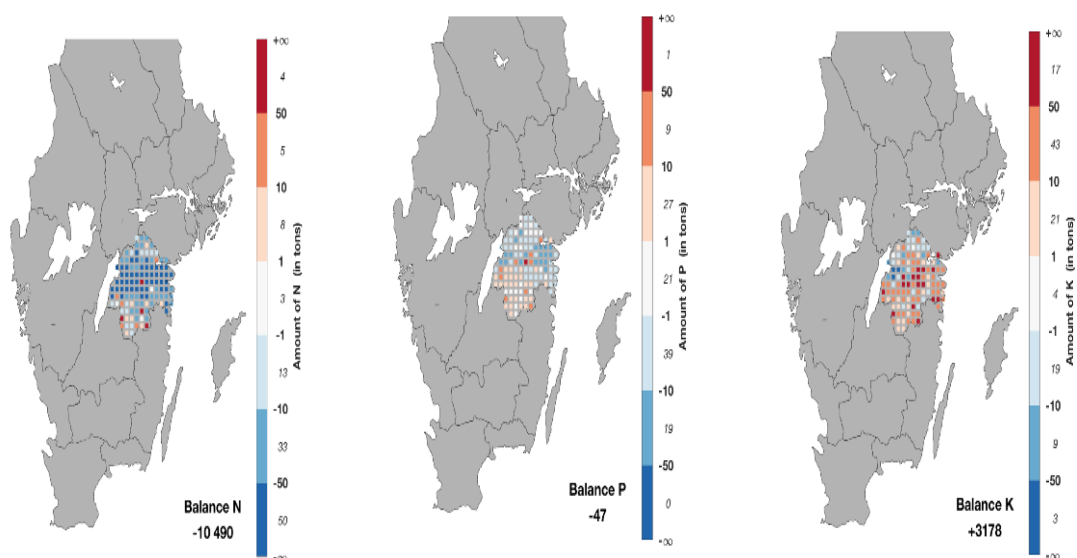
²⁹ Odhner et al., 2015

	skogsbruket och gruvbranschen inom jordbruket (4)	
Sämre skördar (1)	Ge ekonomiskt stöd till lantbrukare som använder cirkulära gödningsprodukter (1)	Ta fram en gröda som använder näring effektivare (1)
Det är svårare att dosera rätt med återvunnen näring (1)	Näringen behöver bli tillgänglig fortare (5)	Framställa en metod för att göra näringen tillgänglig (4)



5. Forskning och innovation

Det har utförts forskning på Linköpings universitet i syfte att se hur stor andel av Sveriges näringsbehov som skulle kunna fyllas enbart genom effektiv användning och transport av stallgödsel och avloppsslam. Beräkningarna fokuserade på behovet av, och tillgången på, fosfor (P), kväve (N) och kalium (K). Näringsbalansen i Östergötland beräknades genom att näringsbehovet och tillgången i varje 10x10km zon inom regionen räknades ut och sedan adderades till länets totala näringsbalans. Om stallgödseln och röttslammet ej transporteras visar beräkningarna att det år 2015 inte gick att tillgodose regionens näringsbehov enbart med stallgödsel och avloppsslam, men att det fanns ett överskott av kväve i några områden. Det fanns dessutom ett behov av fosfor i de norra delarna av regionen, medan behovet teoretiskt skulle kunna fyllas i de södra delarna. Gällande kalium fanns det generellt ett överskott inom regionen (Figur 2)³⁰.

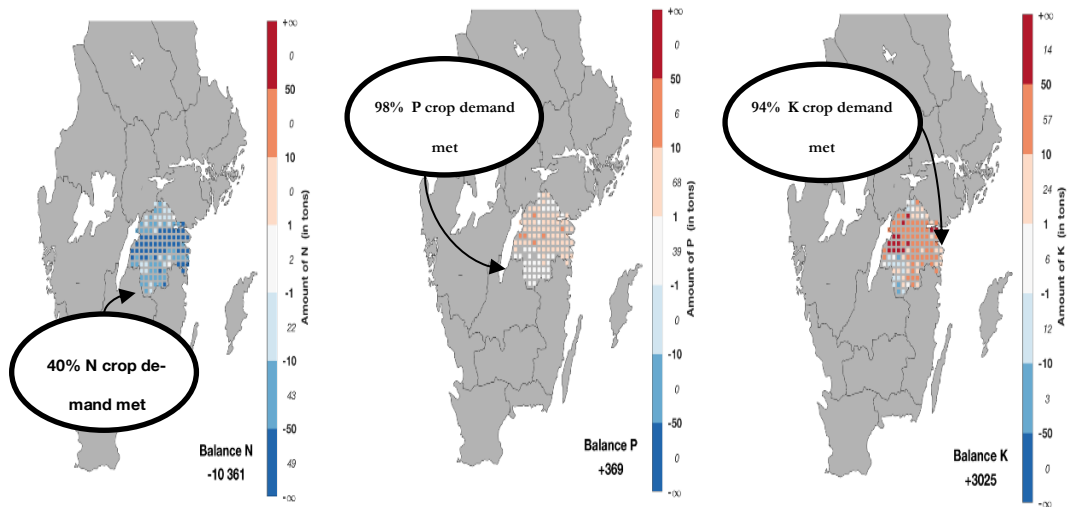


Figur 2. Näringsbalansen inom Östergötland om stallgödseln och slammet används där det produceras (data från 2015; Källa: Akram, Metson and Quttineh, LiU)

För att optimera användningen av stallgödsel och röttslam konstruerades ett scenario där gödningen kunde omfördelas genom skickas till biogasanläggningar för rötning och därefter skicka biogödseln till områden som behöver mer näring. I detta scenario skulle enbart stallgödseln och slammet som produceras inom regionen nästan räcka för att fylla hela regionens behov av kalium och fosfor, men ej behovet av kväve (Figur 3). Anledningen till att behovet av näringsämnen inte kunde fyllas helt, samtidigt som det appliceras för mycket näring i några områden, är att

³⁰ Metson & Quttineh

samtliga näringsämnen antogs transporteras tillsammans i ett biogödsel, samt att det finns en begränsning på hur långt gödningen kan transporteras.



Figur 3. Näringsbalansen i Östergötland efter att näringen i gödsel och rötslam omfördelats via biogasanläggningar.

Eftersom det inte går att fylla hela regionens näringsbehov genom att återcirkulera stallgödsel och rötslam är det viktigt att det gödsel som finns används så effektivt som möjligt. Det finns dessutom ett behov av att öka tillgången av cirkulära gödningsprodukter inom Östergötland.

Trots att avloppsslam inte är en lika stor näringskälla som stallgödsel, ansåg informanter från samtliga intressegrupper att ett säkert sätt att återanvända den näringen är ett viktigt steg för ökad näringsåtervinning. Det verkar dock finnas olika åsikter om hur detta ska göras, vilket gör att mer forskning inom detta område är viktigt. För att Sverige ska nå sina mål för miljö och livsmedelsproduktion finns ett forskningsbehov inom följande tre områden:

1. Tillgång till information om hållbar näringshantering,
2. Certifieringar, acceptans och standardiseringar av cirkulära gödningsprodukter,
3. Logistiska problem som påverkar tillgängligheten av cirkulära produkter inom regionen.

Innovationer kan lösa problem kring dessa områden på flera sätt, från att skapa tillgängliga informationsplattformar och praktiska odlingsförsök till nya maskiner och cirkulära produkter (Tabell).

Tabell....? Behov av forskning och innovationer för att öka återanvändningen av cirkulära gödningsprodukter enligt vad som framkommit genom intervjuer av 23 aktörer inom lantbrukssektorn i Östergötland kompletterat med litteraturstudier.

Behov av forskning och innovationer

- Ett verktyg som lantbrukare enkelt kan använda för att bedöma hur mycket gödning man behöver sprida för att fylla växternas näringsbehov, beroende på bland annat gödningsprodukt, gröda, väderförhållanden och jordegenskaper.
- En enkel metod för att mäta näringsinnehållet på stallgödsel direkt vid gården
- Testodlingar där lantbrukare kan se bland annat hur olika gödningsprodukter ska hanteras, gödningens effekt på tillväxt, förekomst av föroreningar och vilken teknik som krävs
- Effektiviserad användning av stallgödsel för att fylla en så stor del av Östergötlands näringsbehov som möjligt
- En metod för att göra näringen i stallgödsel växttillgänglig.
- En cirkulär gödningsprodukt med högre kvävehalt än vad som finns idag
- Regelverk behöver justeras för att stimulera produktionen och användningen av biogödsel och avloppsslam.
- Långsiktiga försök för att undersöka effekter av att tillföra mullämnen och mikronäringsämnen till jordbruksmark
- Forskning och kommunikation angående klimatmässiga fördelar med att använda cirkulära gödningsprodukter.
- En ökad tillgång av REVAQ-certifierat avloppsslam inom regionen
- Ökad näringskoncentration i biogödsel
- Spridningsutrustning som kan sprida stora volymer utan att orsaka markpackning



Kommunikation

Majoriteten av informanterna uppgav att rådgivningsorganisationer och konsulter var deras huvudsakliga informationskälla gällande växtnäringsanvändning. Även tillverkare av växtnäringsprodukter, universitet, tidskrifter, grupper för erfarenhetsutbyte och enkla sökningar på internet var några av svaren.

Informanterna hade mycket varierande åsikter gällande vilken målgrupp i samhället som skulle behöva bli mer insatt i växtnäringsfrågan. Svaren inkluderade lokala, nationella och EU-politiker, forskare, allmänheten, lantbrukare med växtodling, myndigheter och miljöintresserade konsumenter. De var dock eniga om att ansvaret att nå ut med information till dessa målgrupper delas av lantbruksorganisationer

och forskare. Vissa svar inkluderade även myndigheter, lantbrukare och tillverkare av växtnäringsprodukter.

Stadsnära jordbrukare

En ytterligare plattform för innovation och forskning är det småskaliga stadsnära trädgårdsbruket. Under intervjuer med målgruppen framgick det tydligt att majoriteten helst vill använda sig av närproducerade gödningsprodukter som anses vara ”naturliga”. Detta styrks av att majoriteten (83%) av informanterna uppgav att man använder sig av cirkulära gödningsprodukter, som t.ex. stallgödsel. Generellt verkar det även vara ett lägre fokus på hög skörd jämfört med vikten av skördestorleken i svaren från lantbrukarna. De stadsnära odlarna använder sig dessutom av helt andra nätverk för att få information om näringsanvändning. Den vanligaste källan till information var producenten genom ”läsa på förpackning” metoden och tips från familj och vänner. Dessa svar tyder på att innovationer som riktar sig mot denna målgrupp behöver anpassas till dessa behov.

Trots ett lägre fokus på produktion visar preliminära resultat att det finns en överaplicering av fosfor inom den småskaliga trädgårdsodlingen i Linköping.

4. Referenser

- Andersson, P. G. (2015). Slamspridning på åkermark. Fältförsök med kommunalt avloppsslam från Malmö och Lund under åren 1981–2014. Hushållningssällskapens rapportserie, 17.
- Dagerskog, L., & Olsson, O. (2020). Swedish sludge management at the crossroads. Stockholm Environment Institute.
- Eriksson, C. (2018). Livsmedelsproduktion ur ett beredskapsperspektiv. (SLU Future Food Reports 1).
- Ersson, C. (2014). Biogödsel- Ett gödselmedel i tiden? Institutionen för fysik, kemi och biologi. Linköping: Linköpings universitet
- Franke,U., Andersson,A., Bollmark,L., & Lööv,H. (2018). Hållbar produktion och konsumtion av mat. Jordbruksverket (Rapport 2018:17)
- Greppa näringen. (2020) VERA. Hämtad från: <https://adm.greppa.nu/vera.html>
- Harder, R., Wielemaker, R., Larsen, T. A., Zeeman, G., & Öberg, G. (2019). Recycling nutrients contained in human excreta to agriculture: Pathways, processes, and products. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 49(8), 695-743.
- Hållbar slamhantering, (2020), Statens offentliga utredningar, SOU 2020:3.
- Jordbruksverket. (2020), Om ekologisk produktion. Hämtad från: <https://jordbruksverket.se/jordbruket-miljon-och-klimatet/ekologisk-produktion>
- Jönsson, H. (2019). Fosfor, kväve, kalium och svavel-tillgång, sårbarhet och återvinning från avlopp (No. 105). Institutionen för energi och teknik, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, Sweden.
- Karlsson, J., Rööös, E., Sjunnestrand, T., Pira, K., Larsson, M., Andersen, B. H., ... & Brubæk, S. (2017). Future Nordic Diets. Exploring ways for sustainably feeding the Nordics (Vol. 2017566). Nordic Council of Ministers.
- Linderholm, K. (2011). Fosfor och dess växttillgänglighet i slam–en litteraturstudie. *Svenskt Vatten*.
- Ljung, E., Olesen, K. B., Andersson, P. G., Fältström, E., Vollertsen, J., Wittgren, H. B., & Hagman, M. (2018). Mikroplaster i kretsloppet. *Svenskt Vatten Utveckling Rapport*, 13.
- Länsstyrelsen Östergötlands yttrande.** 2020-05-18. Yttrande över betänkande Hållbar slamhantering, SOU 2020:3
- Metson, G., & Quttineh, N.H. (uå). Opublicerat manuskript. Institutionen för fysik, kemi och biologi. Linköping: Linköpings universitet
- Oberg, G., & Mason-Renton, S. A. (2018). On the limitation of evidence-based policy: Regulatory narratives and land application of biosolids/sewage sludge in BC, Canada and Sweden. *Environmental Science & Policy*, 84, 88-96.
- Odhner, P., Sernhed, K Sven-Erik, S., & Juhlin, M. (2015). Biogödsel i Skåne: en inventering och marknadsanalys. Sveriges lantbruksuniversitet Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap, (Rapport 2015: 25).

Research institutes of Sweden [RISE].(2020). Forskning- och innovationsagenda för återvinning av näringsämnen ur avlopp. (RISE Rapport: 2020:54). Hämtad från <https://www.ri.se/sv/media/5061/download>

Rutgersson, C., Ebmeyer, S., Lassen, S. B., Karkman, A., Fick, J., Kristiansson, E., ... & Larsson, D. J. (2020). Long-term application of Swedish sewage sludge on farmland does not cause clear changes in the soil bacterial resistome. *Environment International*, 137, 105339.

Salomon, E. & Wivstad, M. (2013). Rötrest från biogasanläggningar - återföring av växtnäring i ekologisk produktion. Swedish University of Agricultural Sciences, EPOK - Centrum för ekologisk produktion och konsumtion.

Schnürer, A., & Nordberg, Å. (2008). Ammonia, a selective agent for methane production by syntrophic acetate oxidation at mesophilic temperature. *Water Science and Technology*, 57(5), 735-740.

Statistiska centralbyrån [SCB]. (2020b). Ekologisk växtodling 2019. (JO 13 SM 2001). Hämtad från <https://www2.jordbruksverket.se/download/18.5f68b8817259cbad2a18208/1590668523920/JO13SM2001.pdf>

Statistiska centralbyrån [SCB]. (2019). Ekologisk växtodling 2018. (JO 13 SM 1901). Hämtad från https://www.scb.se/contentassets/4cd55499cc8d417d975775e02076e9ff/jo0114_2018a01_sm_jo13sm1901.pdf

Statistiska centralbyrån [SCB]. (2018). Ekologisk växtodling 2017. (JO 13 SM 1801). Hämtad från https://www.scb.se/contentassets/93c76eaa82a74784a1da5d6feaf8106d/jo0114_2017a01_sm_jo13sm1801.pdf

Statistiska centralbyrån [SCB]. (2020c) Jordbruksmarkens användning 2020. (JO 10 SM 2001). Hämtad från <https://www2.jordbruksverket.se/download/18.18a912691721f3e70327f132/1589801679873/JO10SM2001.pdf>

Svenskt Vatten (2013). Slamanvändning och strategier för slamanvändning. Meddelande M137. Svenskt Vatten.