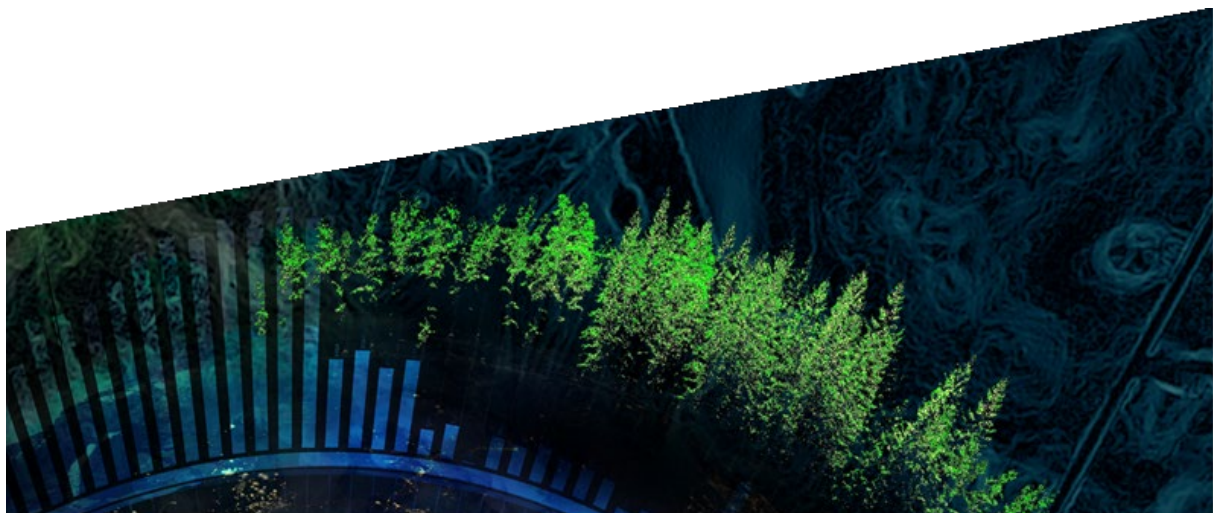




Vilka aspekter finns det att beakta kring gödselseparering och dess transporter?

What aspects are there to consider regarding manure separation and its transport?

Emil Karlsson & Magnus Nyholm



Examensarbete/Självständigt arbete • 7,5p • Grundnivå, G1E

Lantmästare - kandidatprogram.

Alnarp 2020

Vilka aspekter finns det att beakta kring gödselseparering och dess transporter?
What aspects are there to consider regarding manure separation and its transport?

Emil Karlsson & Magnus Nyholm

Handledare: Torsten Hörndahl, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Thomas Prade, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 7,5 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G1E

Kurstitel: Självständigt arbete i lantbruksvetenskap, G1E-Lantmästare-kandidatprogram

Kurskod: EX0942

Program/utbildning: Lantmästare - kandidatprogram

Kursansvarig inst.: SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2020

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord:

Gödselseparation, fosfor, övergödning, transport och dess miljöpåverkan.

Förord

Lantmästar- kandidatprogramet omfattar antingen 2 -eller 3-års universitetsstudier studier för studenterna på vardera 120 och 180 högskolepoäng. Efter tvåårs studier finns möjlighet för studenterna att examineras och kunna ta en lantmästarexamen vid treårs studier kan en kandidatexamen. För att kunna ta sin examen ingår det som ett obligatoriskt kursmoment att genomföra ett självständigt arbete med en skriftlig rapport och att presentera arbetet vid ett seminarium. Arbetet kan ha genomförts som tex en försöksstudie som sammanställs alternativt gör man en analysering av en sammanställning av litteratur. Arbetsinsatsen omfattar 7,5 hp vilket motsvarar 5–6 veckors heltidsstudier.

Studien har gjorts för att utvärdera ifall det är lönsammare att separera flytgödsel och sedan transportera fiberfraktionen för att uppnå önskad fosforgiva. På detta vis skulle den totala transporten kunna minskas och det skulle vara lättare att få fosfor ifrån stallgödseln mer utspridd över Sveriges åkerareal.

Vi vill tacka Torsten Hörndahl som har varit våran handledare och ställt upp med svar och rådgivning i detta arbete. Ett tack ska och Peter Ingemann-Whalgren ha på WIP innovation för att gett oss en del data och rådgivning.

Emil Karlsson & Magnus Nyholm
Alnarp maj 2020

Innehåll

Sammanfattning	5
Abstract	6
Inledning.....	7
Bakgrund	7
Mål och syfte	8
Avgränsningar	8
Material och metod - litteraturgenomgång.....	9
Litteraturgenomgång	10
Vakuumavdunstning	10
Centrifugering.....	10
Skruvpress	10
Mekanisk-kemisk process.....	11
Användning	11
Separator och separeringskostnader	12
Spridningsteknik	12
Transport	13
Transport och spridningskostnader.....	14
Miljö	15
Material och metod - systemstudie.....	16
Kostnader för Näringsämnen.....	16
Resultat.....	20
Kostnader.....	20
Miljö	23
Diskussion	25
Slutsatser	27
Referenser.....	28

Sammanfattning

I dagens jordbruk finns det en ojämn fördelning utav näringsämnen från den animaliska gödseln. De flesta djurgårdarna är belägna i skogs och mellanbygd där det oftast inte finns tillräckligt med spridningsareal. Ute på slättmarkerna finns mer areal att tillgå men djurtätheten här blir ofta allt glesare och tillgången på stallgödsel minskar. Idag har oftast rena växtodlingsgårdar en negativ fosforbalans på ca -4 kg p/ha (Wikström, 2020). Att transportera gödsel kostar pengar och kräver oftast att stora volymer transporteras.

Tanken är att med modern teknik kunna öka koncentrationen av växtnäringsämnen i gödseln genom att man separerar ut en flytande och en fast fraktion som erhåller olika halter av näringsämnen. Då skulle det bli mer intressant att transportera den separerade gödseln längre sträckor efter som det skulle krävas färre transporter för att uppnå samma fosforgiva.

Arbetet har utvärderat om det är mer lönsamt att flytta den separerade gödseln för fosfors skull i en mer koncentrerad vara för att få upp fosforvärden och mull på gårdar som inte annars har tillgång på separerad gödsel samt även undersökt påverkan som transporterna har för miljön.

Sammanställningen av all data har bearbetats i ett Excel dokument. Det fanns en tydligt skillnaden mellan separerad gödsel och flytgödsel, främst för miljön men även för ekonomiska aspekter. Vi har sedan valt att visa resultatet i rapporten med linjediagram för att enkelt följa upp skillnaden när det blir lönsamt med att separera gödseln, där har vi tagit hänsyn till en rad olika faktorer, ex kostnad för separering, transport och spridningskostnad och växtnäringsinnehållet mm.

Utifrån arbetet har följande slutsatser dragits:

- Den fasta fraktionen från separerad svinflytgödsel är lönsamt att transportera från 18 km och uppåt. Den fasta fraktionen från separerad nötflytgödsel är först lönsamt att transportera när sträckan överstiger 45 km. Detta jämfört med att transportera flytgödsel för båda djurslagen.
- På gårdsnivå är skruvpress det vanligaste. Det finns mer avancerade och effektivare tekniker men de blir oftast för dyra och komplexa eftersom de andra teknikerna har ler moment och kräver emellanåt kemikaliska insatser.

Ekonomiska fördelar finns för att transportera separerad gödsel istället för flytgödsel. Miljömässiga fördelar finns i större utsträckning än ekonomiska fördelar

Abstract

In today's agriculture, there is an uneven distribution of nutrients from animal manure. Most animal farms are located in forests and intermediate areas where there is usually not enough spreading area. On the plains there is more area available for spreading, however, the number of animals here is often becoming increasingly low and the availability of manure is diminishing. Today, pure crop production farms usually have a negative phosphorus balance of about - 4 kg P / ha (Wikström, 2020). Transporting manure costs money and usually requires large volumes to be transported.

The idea is to use modern technology to increase the concentration of nutrients in the manure by separating a liquid and a fiber fraction which obtain different levels of the nutrients. Then it would be more profitable to transport the fiber fraction of the manure longer distances as less manure has to be transported to achieve the same phosphorus yield.

The work will evaluate whether it is more profitable to move the fiber fraction of the manure. For the sake of phosphorus in a more concentrated product to obtain higher phosphorus values and organic matter content on farmland that do not otherwise have access to manure and will also touch on the impact that the transport has on CO₂ emission.

There was a clear difference between separated manure and floating manure in terms of. We have then chosen to show the result in the line diagram report to easily follow up the difference when it becomes profitable to separate the manure.

The following conclusions have been drawn from the work:

- The fiberfraction of separated pig manure is profitable to transport 18 km or longer. The fiberfraction of separated cattle manure is only profitable to transport when the distance exceeds 45 km. This compared with transporting slurry from both species.
- At farm level, screw press is the most common. There are more advanced and more efficient techniques, but they are usually too expensive and complex and often require chemical action.
- Economic benefits exist for transporting separated manure instead of floating manure. Environmental benefits were greater than economic benefits as there is a more significant difference, when environmental benefits become direct while the economic ones become more profitable at a longer distance.

Inledning

Bakgrund

I dagsläget så är det organiska gödselmedlet ojämnt fördelat över Sverige där mycket utav djurgårdarna är koncentrerade i skogsbygd eller mellanbygd där det inte finns så mycket mark att tillgå, medan i slättbygd är djurtätheten glesare (Johansson, et al., 2014). Detta leder till övergödning av framförallt fosfor på den mark som finns i de djurtätaområdena, till största del områden med mycket mjölkkor. Medan för en växtodlingsgård utan tillgång till stallgödsel sjunker klasser av fosfor och mullhalt. I genomsnitt har en växtodlingsgård en negativ fosforbalans på -4 kg P/ha (Wikström, 2020). Ska gödseln från djurproduktion fraktas i flytande form så krävs det stora mängder för att uppnå en önskvärd giva av fosfor då flytgödseln har en låg koncentration av fosfor. Det gör att det inte är ekonomiskt försvarbart att flytta det en längre sträcka. Det kan vara fördelaktigt att koncentrera fosfor i en fraktion som är mer lönsamt att transportera längre sträckor. Sverige är i ett stort behov av att köpa in fosfor i form av konstgödsel. Befintliga mängder av djurgödseln räcker inte till rör att täcka behovet. I Finland har de gjort studier på detta som däremot visar att om det skulle vara möjligt att sprida gödseln efter grödans behov med en mer koncentrerad vara utav fosfor hade inte Finland behövt använda sig av någon handelsgödsel i hela landet (Marttinen 2017)

Fosfor som grundämne finns alltid kvar och är livsnödvändig för matproduktionen. Fosfor utvinns som fosfatmalm och fosfatmalmen är en ändlig produkt. Eftersom 95 % av all världens fosfatmalm finns i endast ett fåtal länder med begränsad brytning kan det bli bekymmer att få tag i fosfor i framtiden. Länderna prioriterar sin egen matproduktion när brytningen av fosfatmalmen minskar. Så exporten kommer minska och då är det bra att söka efter andra lösningar (Naturvetarna, 2018).

Det är detta som utgör motivering till att detta är intressant och viktigt att det finns teknik som kan koncentrera mängden fosfor i organiska gödselmedel för att få en jämn fördelning av fosfor över åkermarken, eftersom fosfor inte kommer vara lika lätt att få tag på i framtiden. Detta kan vara en hjälp på vägen för att lättare nå upp till några av de mål som berör jordbruks utav Förenta Nationernas 17 globala mål i agenda 2030 för hållbar utveckling. Ett exempel på några mål som berörs är punkt 12 *Hållbar konsumtion och produktion*, punkt 14 *Hav och Marina resurser* och punkt 15 *Ekosystem och biologisk mångfald*. (Regeringskansliet, 2016)

Mål och syfte

Syftet är att utvärdera om det är mer lönsamt att flytta den separerade gödseln för fosfors skull i en mer koncentrerad vara. Detta för att få upp fosforvärden och mullhalt på gårdar som inte annars har tillgång organiska gödselmedel, samt även undersöka de olika miljöaspekter (ex växthusgaser) som transportererna har för miljö.

Följande frågeställningar kommer att besvaras:

- Vid vilka transportavstånd kommer det att vara lönsamt att transportera separerad gödsel?
- Vilken teknik och metod är mest fördelaktig för att separera gödsel för att göra transport mest effektiv?
- Finns det fördelar ekonomiskt och miljömässigt?

Avgränsningar

Arbetet kommer inte beröra hur den separerade gödselns torrs substans är som strömedel och andra användningsområden, utan mer fördjupa oss på flytgödsel och fiberfraktionen som ett tänkt gödselmedel. I arbetet kommer inte separerad gödsel och fastgödsel att jämföras. Arbetet kommer i huvudsak inte att beröra separering av rötresten eller gå in på biogasproduktion.

Material och metod - litteraturgenomgång

För att hitta material till denna litteraturstudie har Google Scholar, primo och epilson använts i så stor utsträckning som möjligt för att hitta relevant och trovärdiga fakta. På SLU Alnarps bibliotek har det också funnits användbar information i form av tidskrifter. Användbara sökord har varit ord som gödselseparation, fosfor, övergödning och transport och dess miljöpåverkan. Dessa ord har gett ett brett fönster för mycket användbar information till denna studie. Det har använts Skånes maskinstationsförening katalog för att få reda på maskinkostnader.

Litteraturgenomgång

Det finns olika tekniker och lösningar för att koncentrera andelen fosfor i gödseln från djurproduktionen. I Sverige är tekniken och användningen i uppstartsfasen men man ser ett ökat intresse för tekniken på marknaden (Johnsson 2016). Gödselseparering bygger på att man delar gödseln i en fast och en flytande fraktion med hjälp av olika tekniker. Fraktionerna innehåller olika koncentrationer av näringsämnen och kan spridas och användas på olika sätt. Inom tekniken kring gödselseparering finns det flera olika varianter för att skilja gödsel fibrerna från den flytande delen. Här presenteras vakuumavdunstning, centrifugering och skruvpressning.

Vakuumavdunstning

Metoden för att separera gödseln bygger på att materialet värms upp och vattnet avdunstar så att endast den fasta delen återstår. För att hushålla på energin som går åt till uppvärmningen så sker denna process under vakuum. Metoden är effektiv men har ett högt energibehov. Tekniken förekommer inte direkt i jordbrukssammanhang men är vanligare i industrisammanhang (Avfall Sverige 2008)

Centrifugering

Dekanterscentrifugering är en metod som idag används inom gödselseparering. Metoden används mycket inom avvattning för avloppsvatten (Avfall Sverige 2008). Tekniken utgår ifrån de fysiska lagarna kring centrifugering där materialet (gödseln) sätts i en roterande trumma med en hastighet på mellan 3000–4000 varv per minut. Den torra delen som uppstår när vätskan eller rejektvätskan med centrifugalkraften pressats ut transporteras slutligen vidare med en skruvtransportör (Avfall Sverige 2008).

Skruvpress

Vid separering av gödsel med en skruvseparator skiljs vätskan från fibrerna med hjälp av en skruv som placerats i en cylinder. Gödseln pumpas i en ledning med en pump från gödselbehållaren till separatorns inlopp i ena änden av cylindern. Det cylindriska röret är försett med sil-liknande hål där vätskan pressas ut i samband med att skruven roterar. För att kunna skilja ut mer vätska och få en torrare fiberfraktion är cylinderns ena ände försedd med en platta som gör att materialet stoppas upp. Med trycket som blir när skruven tvingar materialet mot plattan separeras materialet ytterligare. Fiber materialet som pressats fram hamnar oftast i en hög vid skruvens slut och får tas om hand med en lastmaskin och läggas på hög. Vätskedelen fångas upp under cylinderns silöppningar och transporteras med en pumpledning eller självfall till en behållare, vanligtvis en flytgödselbrunn. Skruvpressen är inte lika effektiv som andra separeringstekniker för det höga trycket i cylindern medför att en viss del fibrer kan passera genom silen. Då innehåller den flytande delen en något högre fiberhalt jämfört med andra system. Tekniken med skruvseparator är relativt enkel att installera och använda på gårdar (Hjort et, al 2009). Beroende på fabrikat och storlek kan med en skruvpress det i vissa fall pressas i genomsnitt 25–30 m³/ timme och erhålla en torrs substans i fiberfraktionen på 30–35 % TS (DelaVal AB u.å.).

Mekanisk-kemisk process

I Europa finns det områden som har väldigt höga gödselöverskott och efter ändrad lagstiftning om maxantal kg fosfor/ha blivit tvungna att transportera gödsel långa sträckor, ibland även över gränserna till andra länder. I Nederländerna har företaget Nijhuis Industriest tillsammans med många partners byggt anläggningen Groot Zevent Digestion, för att få en koncentrerad vara utav de växtnäringsämnen som är önskvärda. Processen är avancerad och energikrävande (Bergström, uå)

Processen går till på följande vis att gödseln som kommer in till anläggningen förs igenom en biogasanläggning som producerar el som används för att driva hela denna anläggning. När gödseln har processats separeras rötresten, antingen med en skruvpress eller dekantercentrefugering. I fiberfraktionen efter separeringen tillsätts det fyra liter svavelsyra/ton fiberfraktion för att sänka pH ner till 5,5. Detta är en process som tar en och en halv timme. Efteråt utvinns omkring 80 % av all fosfor ifrån fiberfraktionen och resterande 20 % finns kvar i vätskedelen (Bergström uå). Efteråt så tillsätts kalciumhydroxid (CaOH) till den fosforrika fiberfraktionen för att här bilda fasta kalciumfosfat som sedimenterar. Nu består fiberfraktionen av 3–6 % fosfor och kan användas fuktig eller torkas innan transport (Bergström uå)

Flytande varan som blir kvar efter separeringen processas återigen. För att få ut en kväverik vara så förångas den separerade rötresten genom upphettning och reducerat tryck för att spara på energi, liknande som i vakuumavdunstingen. Här skiljs ammoniumet och delar av vattnet åt ifrån rötresten och i ammoniumet som har förångats tillsätts här svavelsyra och ammoniumsulfat bildas. Detta ammoniumsulfat innehåller mellan 7–8 % kväve. Denna process kallas för Ammoniumstripping. Kvar här utav den vara som inte har förångats innehåller kalium, denna vara filtreras. Ut kommer rent vatten åt ett håll och en kaliumrik produkt åt ett annat håll på 7–10 % kalium. (Bergström uå)

Enligt företaget Nijhuis industries så kan det utvinnas mellan 60–80 % rent vatten av den gödsel som processas. Trots en väldigt energikrävande process för behandling av rötresten så ska biogasanläggningen bli en nettoproducent av el (Nijhuis industries uå).

Användning

Den flytande delen som uppstår i samband med gödselsepareringen har en ts-halt på 5–6 % samt även goda egenskaper och innehåll som lämpar sig till vallgrödor då den flytande fraktionen tas upp bra av jorden och lämnar lite gödselrester i ytan. Den har även ett lämpligt näringsinnehåll till vallen eftersom det går att tillföra mer flytgödsel /ha efter gödseln separerats så det går att lägga en högre giva av kväve och kalium. (Milston 2016).

I samband med att gödseln separeras så fördelas näringsämnena så att fiberfraktionen får ett högre innehåll av fosfor och den flytandedelen får en högre kvävehalt. I och med denna fördelning kan man anpassa sin spridning av näringsämnena så att jordar och grödor får så bra förhållanden som möjligt (Kekkonen et, al 2018) . Möjligheten med den lägre halten av fosfor i den flytandedelen är att man nu kan sprida ut en högre kvävegiva utan att vara lika begränsat

av de 22 kg fosfor/ hektar som idag är maxrekommendationerna (SJVFS 2004:62). Användning av den fiberfraktion som uppstår vid separeringen går att nyttja som strö till kor eller som gödslingsmedel på åkrar. Som gödslingsmedel lämpar sig fiberfraktionen ypperligt på jordar med låga halter av fosfor och mull. I vissa fall har det visat sig att vid spridning av fiberfraktionen krävs endast hälften av volymen jämfört med vanlig flytgödsel för att uppnå samma fosforgiva (Kekkonen et al u.å)

Behovet av lagring i form utav gödselbrunnar eller laguner minskar eftersom den flytande delen minskar efter separering. (Milston 2016). Det ger då möjlighet att i viss mån klara sig på befintlig gödsellagring i samband med en ökning av djurantal. Man räknar med en minskning i gödselvolym på 15–30 % efter separeringen (Johnsson 2016). Med i planeringen måste även en lagringslösning finnas till fiberfraktionen som uppstår, förslagsvis plansilofack med tak eller tillfälligt i en gödselhög ute i fält innan spridning (KEY Dollar u.å.).

Separator och separeringskostnader

Kostnaden för att separera gödsel kan variera beroende på val utav teknik och hur väl utnyttjad separatorn är. Ett flertal lösningar finns för att utnyttja separatorn i en högre grad och på så vis få en bättre ekonomi. En möjlighet är att gemensamt ihop med en närliggande djurgård investeras i en gödselseparator alternativt hyra in en tjänst som erbjuder gödselseparering.

I ett danskt försök kring separering av gödsel med skruvseparator har man kommit fram till en separeringskostnad på ca 19 kr/ ton förutsatt att man separerar ca 15 000 ton/ år (Jacobsen 2011). Kostnaden för separatorn var ca 330 000 SEK för den valda modellen. Den totala summan för en komplett anläggning som exempelvis rör/ slangar och andra materiella delar till anläggningen uppgick till en kostnad av 1,3 miljoner SEK. Givetvis så spelar vald utrustning, storlek och teknik samt mängden separerad gödsel in på vad som kommer att bli kostnaden att separera per ton.

Spridningsteknik

Att sprida flytgödsel kan göras på olika sätt. I dagens läge är det vanligaste att använda sig av bandspridning för att minska ammoniakavgången. Ett annat alternativ som används mer sällan är bredspridning med platta. Denna teknik är den som är mest vindkänslig och mest utsatt för ammoniakavgång då den har störst expansionsyta och minst kontakt med marken. En fördel med bredspridning är att den inte är lika känslig för föroreningar i gödseln. Myllningsaggregat och svartjordsmyllare är två andra tekniker men som är dyrare och därför mer sällsynt men de har oftast en väldigt liten ammoniakavgång (Ehernebo 2005).

Att sprida flytgödsel kontra att sprida fiberfraktionen skiljer sig lite åt. Spridningen av fiberfraktionen kräver en fastgödselspridare. Till detta behövs också en hjullastare eller liknande för att kunna lasta gödseln medan en flytgödseltunna med egen kran går det endast åt en traktor till att dra gödseltunnan med.

I huvudsak finns det två olika tekniker för spridning av fastgödsel, en teknik är att sprida med en så kallad enstegsspridare. Denna spridare har två stående valsar som kastar ut gödseln direkt. Enstegsspridare lämpar sig bäst ifall det är stor del halm i gödseln. Den andra tekniken är tvåstegsspridare. Här är det först liggande valsar som river ner gödseln till två tallrikar som sprider iväg gödseln. Med denna teknik är det lättare att få en jämn spridning eftersom en tvåstegsspridare har högre precision än enstegsspridare. Senare tid har även flera fastgödselspridare börjat att vara utrustade med vågceller för att få ännu högre precision (Sörkvist et.al 1999).

Transport

Vid transport av flytgödsel på längre sträckor är lastbil ett bra alternativ att använda sig utav. Ett exempel är en lastbil med trailer som kan lasta uppemot 40 m³. Lastbilen kan vara utrustad med en kranarm med egen pump för smidigast betjäning. Vid kortare sträckor upp till 2000 meter kan pumpning av gödsel i pipelines förekomma (Odnher et al, 2015).

I Sverige står transportsektorn för ca 90 % av koldioxidutsläppen som berör vägtransporter inom landet (Naturvårdsverket 2019)). Med ett ökande transportbehov överlag så skedde 2018 en ökning av transporterernas utsläpp med 120 000 ton. Samma år registrerades ett medel utsläpp på 159 g koldioxid per kilometer (Johansson 2019).

För att minska de stora koldioxidutsläppen från vägtransporter som bidrar till klimatförändringen så finns det några åtgärder för att minska användningen av fossila bränslen. I dagens läge har forskningen lett till lösningar som alternativa drivmedel som är förnybara, bättre energiutnyttjande och arbete kring en bättre logistik (Naturvårdsverket 2020). För att trafiken skall kunna nå klimatmålen för 2030 så måste klimatutsläppen minska med ca 8 procent årligen för att kunna sänka utsläppen med totalt 70 procent (Naturvårdsverket 2020).

Densiteten påverkas av ts-halt och vikten respektive volymen påverkas av mängden som ska transporteras. För fiberfraktionen kan vikten och volymen variera beroende på vilken densitet och TS-halt som fiberfraktionen innehar. Ett vanligt koncept vid flytt av fiberfraktion eller annan typ utav gödsel med liknande TS-halt är att hantera med flakbilar vid längre transporter. Vid flytt av fiberfraktion behövs även en hjullastare eller liknande för att kunna lasta gödseln. (Brännström & Guldbbrand, 2016)

Transport och spridningskostnader

Dessa kostnader är svåra att beräkna och kostnaden varierar givetvis beroende på utrustning, transportavstånd, tid för fyllning, vägarnas egenskaper, medelhastighet och olika tekniker för transport och spridning. Kostnaderna går att redovisa som antingen en kostnad per timme eller per kubikmeter.

I tabeller från Maskinkalkylgruppen (2019) finns uppgifter på olika kostnader vid varierande utrustning och kapacitet. Beroende på traktorns storlek och flytgödselspridarens storlek varierar priset. Priset per timme vid körning med en 90 kW traktor och en flytgödselspridare med boggi och en lastkapacitet på 10 m³ ligger priset på kring 755 kr/tim. Med större traktor och spridare ökar även priset. 1 850 kr/tim blir priset med en traktor på 180 kW och en spridare som har en treaxlig boggi med styrfunktion och rymmer 25 m³. Priset per kubikmeter är helt beroende på hur många kubik det kan tänkas att köras per timme. I den första kombinationen som redovisas ovan med traktorn på 90 kW, skulle vid en kapacitet på 3 lass/tim ha en kubikkostnad på 25 kr. Skulle det finnas möjlighet att öka kapaciteten till 4 lass/ timme skulle kostnaden per kubikmeter bli 19 kr. I det andra alternativet med traktor på 180 kW är priset vid tre respektive fyra lass 17 och 13 kr/ m³. Genomgående skiljer det mellan 4 - 6 kr/ m³ om man kör tre eller fyra lass per timme.

Den totala kostnaden inom jordbruket för drivmedel ligger på 2,5 miljarder kronor och motsvara ca 5–6 % av de totala kostnaderna. Redan vid 3 km är det mer lönsamt att transportera gödsel med lastbil kontra att transportera den med traktor (Engström, et al, 2015). Kostnaden för transporten vid flyttning av gödseln till mobil eller stationär gödselbehållare/brunn kan ske både med traktor och lastbil. Idag kan studier visa att lönsamheten med att flytta gödseln med lastbil finns redan vid korta avstånd bara några kilometer (Maskinkalkylgruppen 2019). Detta ligger till grund för att det idag finns lastbilar som är specialbyggda för att transportera flytgödsel. Många har lastkapacitet på över 30 m³. Den lägre bränsleförbrukningen, högre medelhastigheten i kombination med den stora lastvolymen gör att traktorekipage prioriteras bort. Maskinkalkylgruppen redovisar ett exempel angående vad en lastbil kostar per timme och även en kostnad per m³. Exemplet bygger på att en lastbil kostar 1 050 kr/h med en lastkapacitet på 35 m³ och kan per timme transportera tre lass. Kostnaden per kubikmeter blir då $35 \text{ m}^3 * 3 = 105 \text{ m}^3$ sen divideras timpriset med volymen $1050 / 105 = 10 \text{ kr/ m}^3$ (Maskinkalkylgruppen 2019). Transport av gödsel längre sträckor med en gödselspridare är inte effektivt eller lönsamt då spridaren inte är konstruerad för längre transporter utan mer anpassad för spridning i fält. Lastbilar och traktorer med gödselsläp är det som dominerar transporter eftersom de har kapacitet att få med sig en större volym och ekipagen erhåller bättre vägegenskaper som gör att man har en högre medelhastighet och kan köra fler lass per timme. (Johansson 2019)

Eftersom flytgödsel har en hög vattenhalt så är koncentrationen av växtnäringen oftast låg. Detta leder till att det är mest kostnadseffektivt att sprida gödseln så nära gården som möjligt. Det är inte bra då det kan leda till övergödning. (Engström et al, 2015) Kostnaden för att flytta gödsel långa vägar kan vara stor. Oftast är det just också det fält längst bort ifrån gården där gödseln kan göra störst nytta. (Blackert, 2009).

I Engström et al, (2015) går det att få en besparing mellan 5–51 % av kostnader för att sprida gödsel för en mjölkgård beroende på vilken teknik som används för att separera flytgödseln. Skruvpress är den teknik som har lägst fosforutvinning ur flytgödseln. Det är alltså den teknik där den separerade gödseln innehåller minst fosfor och blir därför dyrast när det gäller transporten av separerad gödsel. I studien var inte kostnaden för separeringen inkluderad. Den teknik som är mest lönsam är mekanisk-kemisk där en besparing på hela 51 % kan göras. Med en separering av gödsel kan givan nära gården ökas av den flytande gödseln och längre bort kan fiberfraktionen läggas som har lägre innehåll av vatten och är en mer koncentrerad framförallt av fosfor.

Miljö

Klimatet är något som flitigt diskuteras i dagens samhälle och en punkt som ofta dyker upp är jordbrukets påverkan. Det kan handla om koldioxidutsläpp från produktion och transport, nötkreaturens metanutsläpp och jordbrukets påverkan av övergödning främst av kväve och fosfor i sjöar och vattendrag (Europeiska miljöbyrå 2019). Transporterna inom lantbruket blir en allt större miljöbelastning då lantbruken blir större och har mark utspridd med längre avstånd.

För att minska övergödning i sjöar och hav är det inte tillåtet att i Sverige sprida mer än 22 kg P/ ha och 170 kg N/ ha vid användning av stallgödsel (SJVFS 2004:62) Med separerad gödsel har man bättre kontroll och kan styra givan av kväve och fosfor. Det går att prioritera den flytande delen med högre kväve och lägre fosforinnehåll på jordar som har tillräckligt med fosfor och tvärtom använda fiberfraktionen på de jordar som behöver mer fosfor än kväve (Kekkonen et,al 2018). Andra regler för att förhindra att näringsämnen hamnar i sjöar och vattendrag är att man inte får sprida gödsel på översvämmad mark, betes och ängsmark, inte heller på mark som är täckt av snö eller är tjälad. I närheten av vattendrag gäller minst 2 meter ifrån åkerkant samt att åkern inte får luta mer än 10 % mot vattnet. Vid specialfall finns dispens att söka gällande tiden på året man behöver sprida. Mellan första november och sista februari är det förbjudet att sprida gödsel (SJVFS 2004:62.) Nedmyllningen av gödseln kort efter spridningen kan medföra att ammoniakavgången reduceras med upptill 90 %. Då gödsel och jord blandas minskar även risken för att näringsämnen ska nå vattendrag och sjöar via exempelvis ytavrinning i samband med ett kraftigt regn (Ehernebo 2005).

Material och metod - systemstudie

Kostnader för Näringsämnen

Vid jämförelse av gödselfraktionernas innehåll är det av intresse att se vad olika gödslingsmedel och näringsämnen har för pris. Mineralgödseln är från Yara AB och priserna är från Lantmännen och gällde (2020-04-01) och ligger till underlag för beräkningarna. Gödselmedlet Yara Axan (NS 27-4) som innehåller störst andel kväve men också svavel har ett kvävepris på 9,92 kr/ kg och Yaras fosforgödning (P20) kostar 25 kr/ kg P. Ett mineralgödselmedel som innehåller både kväve, fosfor och kalium (NPK) som Yaras 21-3-10 kostar 3,59 kr/ kg. För ekologiska bönder finns det biofer, ett vanligt NPK gödselmedel där är 10-3-1 och priset på den produkten är 4,01 kr/kg. (Lantmännen, 2020). Priserna för de olika gödselmedlen används i beräkningarna för att när det sprids separerad gödsel krävs det att det kompletteras med kväve och kalium i form av handelsgödsel, för att uppnå samma kväve och kalium giva om det hade gödslats med flytgödsel.

För att få fram de olika växtnäringsämnen för fiberfraktionen av separerad gödsel och flytgödsel före och efter separering har vi fått ta del av WIP innovations sammanställning som är ett medelvärde från flera gårdar som har en skruvpress för separering (Ingemann-Whalgren, WIP 2020). En tanke var att åka ut till flera olika gårdar själva och ta egna prover och skicka in för analys men på grund av Corona pandemi våren 2020 kunde vi inte göra detta.

Fakta ifrån WIP innovations har vi kunnat använda oss av i våra beräkningar för vad den separerade gödseln och flytgödseln innehåller före och efter separering. Den data vi fått tagit del av framgår i tabell 1.

Tabell 1 Gödselmedlens växtnäringsinnehåll och andra kostnader för nötflytgödsel.

Nöt	Flytgödsel	Separerad Fast fraktion	Separerad flytande fraktion
Fraktkostnad (kr/ton, km)	1,2 kr	1,0 kr	
Spridningskostnad kr/ton	17,0 kr	25,0 kr	
Fosforinnehåll (kg/ton)	0,60 kg	0,93 kg	0,42 kg
Kväveinnehåll (kg/ton)	2,15 kg	1,36 kg	1,67 kg
Kaliuminnehåll (kg/ton)	3,01 kg	2,73 kg	3,01 kg
Driftkostnad separator kr/ton		19,0 kr	
Extra kväve kr/ha		297,0 kr	
Extra Kalium kr/ha		190,8 kr	
Max giva fosfor/ha	22,0 kg	22,0 kg	
Koldioxidutsläpp kg/ton mil	0,5 kg	0,5 kg	
Ts halt %	9%	32%	4,37%

Tabell 2 Gödselmedlens växtnäringsinnehåll och andra kostnader för svinflytgödsel.

Svin	Flytgödsel	Separerad Fast fraktion	Separerad flytande fraktion
Fraktkostnad (kr/ton, km)	1,2 kr	1,0 kr	
Spridningskostnad kr/ton	17,0 kr	25,0 kr	
Fosforinnehåll (kg/ton)	0,60 kg	3,78 kg	1,80 kg
Kväveinnehåll (kg/ton)	1,89 kg	1,10 kg	0,34 kg
Kaliuminnehåll (kg/ton)	1,40 kg	1,94 kg	1,68 kg
Driftkostnad separator kr/ton		19,0 kr	
Extra kväve kr /ha		623,7 kr	
Extra Kalium kr/ha		339,2 kr	
Max giva fosfor/ha	22,0 kg	22,0 kg	
Koldioxidutsläpp kg/ton, mil	0,5 kg	0,5 kg	
Ts halt %	6%	31,7%	2,72%

I denna studie har det gjorts beräkningar där flytgödsel ifrån ko och svin har jämförts med separerad gödsel ifrån samma djurslag, i studien är det räknat med att använda en skruvpress tabell 3 nedan visar vilka formler som är använda för figurerna i resultatet där vi använt oss av data ifrån tabellen ovan

Tabell 3. Beskrivning av beräkningar i figur 1, 2 och 3.

Kategori	Beräkning	Ex beräkning 12 km
Figur 1. För flytgödseln. Lastning och lossning, transport med lastbil, spridning sker med gödseltunna.	$((22 \text{ kg P /fosforinnehåll}) * (\text{frakt} + \text{spridning kostnad}))$	Ex för 12 km: $((22/0,6) * (1,2 * 12 + 17)) = 1151 \text{ kr/ha}$
Figur 1. Fiberfraktion gödsel nöt. Lastning och lossning, transport med lastbil, spridning sker med gödseltunna. Tillägg med kostnad för extra N+K så att totalgivan blir samma (exkl spridning)	$((22 \text{ kg P /fosforinnehåll}) * (\text{frakt} + \text{spridnings kostnad}) + \text{extra kväve} + \text{extra kalium} + (\text{max fosforgiva /fosforinnehåll} * \text{driftskostnad}))$	Ex för 12 km: $((22/0,93) * (1 * 12 + 25)) + 297 + 190 + ((22/0,93) * 19) = 1813 \text{ kr/ha}$
Figur 1. Fiberfraktion gödsel svin. Lastning och lossning, transport med lastbil, spridning sker med gödseltunna. Tillägg med kostnad för extra N+K så att totalgivan blir samma (exkl spridning)	$((22 \text{ kg P /fosforinnehåll}) * (\text{frakt} + \text{spridnings kostnad}) + \text{extra kväve} + \text{extra kalium} + (\text{max fosforgiva /fosforinnehåll}) * \text{driftskostnad}))$	Ex för 12 km: $((22/3,78) * (1 * 12 + 25)) + 623 + 339 + ((22/3,78) * 19) = 1289 \text{ kr/ha}$
Figur 2. Nötflytgödsel Kväve	$(22 \text{ kg P /fosforinnehåll}) * \text{kväveinnehåll}$	Ex. $(22/0,6) * 2,15 = 78 \text{ kg N/ha}$
Figur 2. Fiberfraktion nötgödsel Kväve	$(22 \text{ kg P /fosforinnehåll}) * \text{kväveinnehåll}$	Ex. $(22/0,93) * 1,36 = 32 \text{ kg N/ha}$
Figur 2. Nötflytgödsel Kalium	$(22 \text{ kg P /fosforinnehåll}) * \text{kaliuminnehåll}$	Ex. $(22/0,6) * 3,01 = 110 \text{ kg K/ha}$
Figur 2. Fiberfraktion Nötgödsel Kalium	$(22 \text{ kg P /fosforinnehåll}) * \text{kaliuminnehåll}$	Ex. $(22/0,93) * 2,73 = 65 \text{ kg K/ha}$
Figur 3. Svinflytgödsel Kväve	$(22 \text{ kg P /fosforinnehåll}) * \text{kväveinnehåll}$	Ex. $(22/0,6) * 1,89 = 69 \text{ kg N/ha}$
Figur 3. Fiberfraktion svingödsel Kväve	$(22 \text{ kg P /fosforinnehåll}) * \text{kväveinnehåll}$	Ex. $(22/3,78) * 1,10 = 6 \text{ kg N/ha}$
Figur 3. Svinflytgödsel Kalium	$(22 \text{ kg P /fosforinnehåll}) * \text{kaliuminnehåll}$	Ex. $(22/0,6) * 1,4 = 51 \text{ kg K/ha}$
Figur 3. Fiberfraktion svingödsel Kalium	$(22 \text{ kg P /fosforinnehåll}) * \text{kaliuminnehåll}$	Ex. $(22/3,78) * 1,94 = 11 \text{ kg K/ha}$

Fakta som samlats in kring priser på transporter och spridning av gödsel bearbetades i programmet Excel se bilaga 1. Där har vi lagt in gödselns innehåll för separerad och oseparatorad, kostnader för transport, spridning. Vi har fokuserat på fosfor som har en central del i animalisk gödsel. Utifrån detta har vi räknat fram från vilken körsträcka det är mest lönsamt att transportera den fasta fraktionen som bildas vid gödselseparering. Uträkningarna grundar sig på olika kostnader t ex, frakt och spridningskostnad, total kostnad per hektar vid en giva vid 22 kg fosfor/ha men också fakta som jämför koldioxidutsläppen och hur mycket kväve och kalium som sprids/ha vid en giva av 22 kg fosfor/ha vid de olika gödselmedlen. Beräkningarna baseras på mängden fosfor som styr hur mycket gödsel som kan spridas/ha och vad det får för kostnader, utsläpp och givor av kväve och kalium.

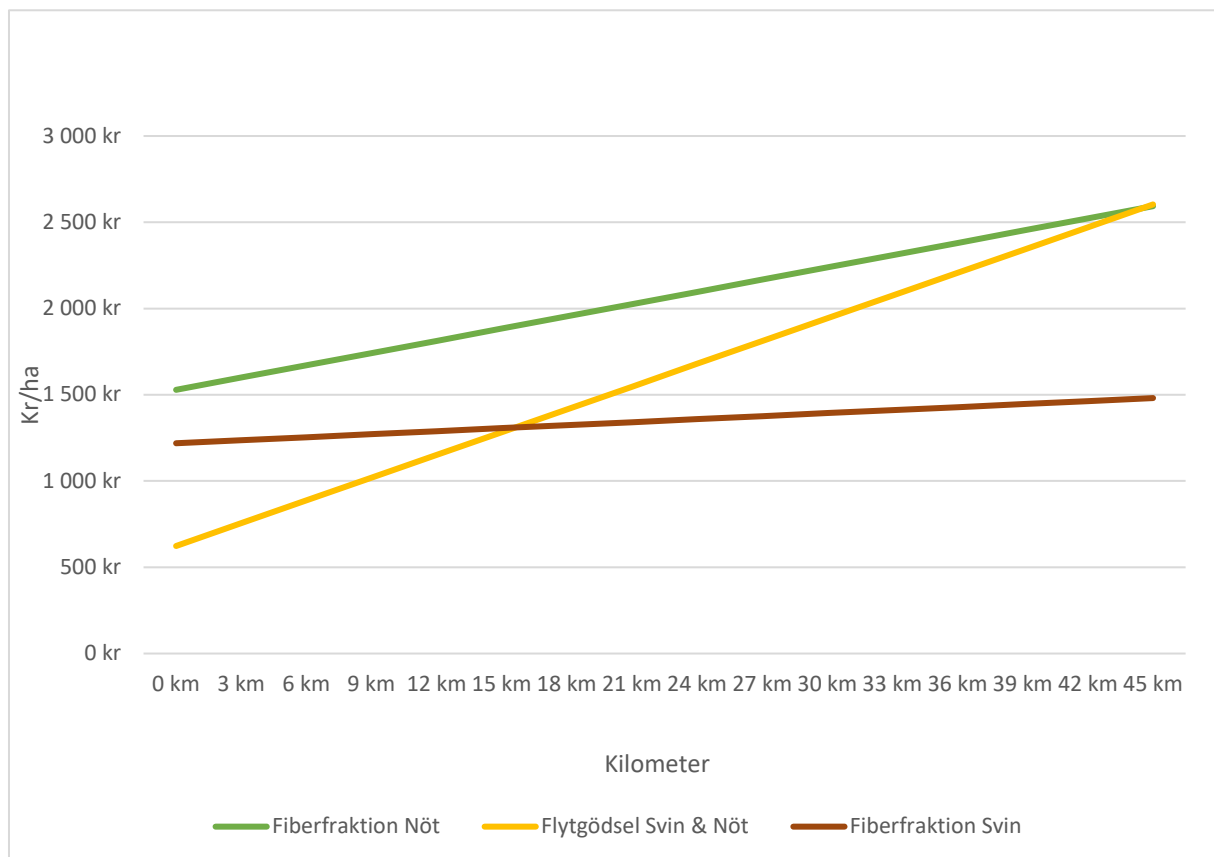
Resultat

Med hjälp av samanställning av de ekonomiska värdena har vi kommit fram till följande resultat. Nedan kommer de presenteras olika figurer som beskriver skillnaden mellan flytgödsel för svin och nöt jämfört med att sprida fiberfraktionen av separerad gödsel ifrån svin och nöt.

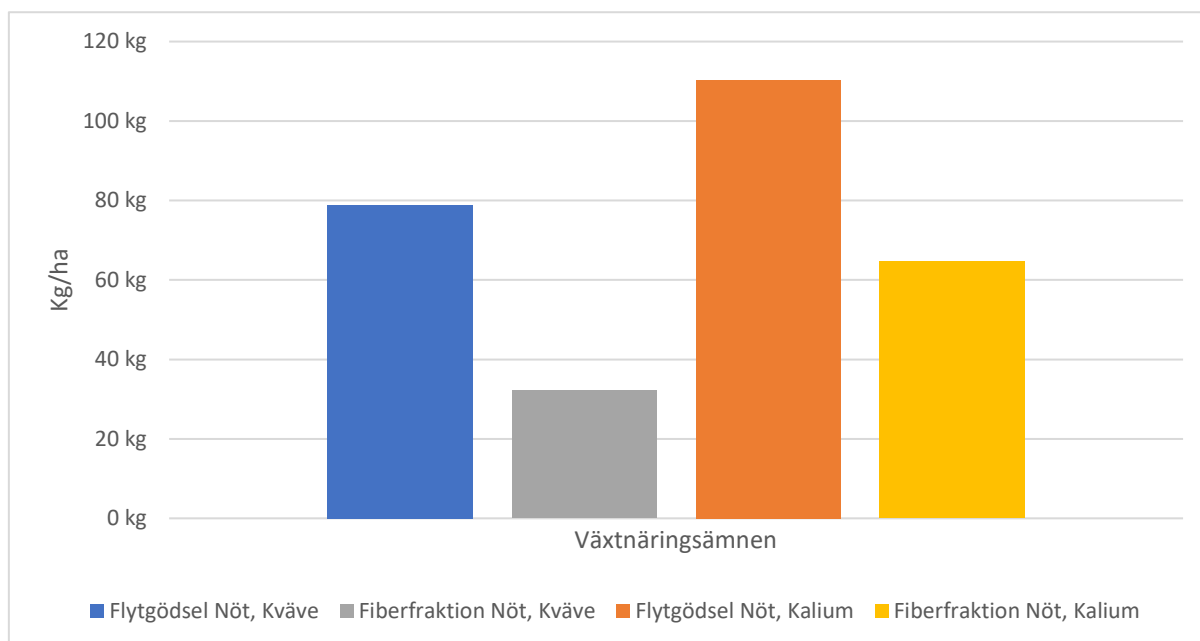
Kostnader

I figur 1 är det flera aspekter inräknade. Frakt och spridningskostnad, kostnader för fiberfraktionen och den extra kostnaden för kompletterings gödseln som behövs för att fiberfraktionen av separerad gödseln ska nå upp till samma mängd kväve och kalium som det blir vid spridning av flytgödseln. Dock är det inte tagit hänsyn till kostnaden för att sprida handelsgödseln. Det går att se att det är mer lönsamt att köra fiberfraktionen av svingödsel vid en sträcka på minst 15 kilometer, medan fiberfraktionen av separerad nötgödsel först är lönsamt att köra när sträckan överstiger 45 kilometer.

Figur 1. Kostnad per hektar vid en stallgödselgiva med 22 kg fosfor/ha och kompletteringsgödsling för att alla led ska ha samma kväve och kaliumgiva.



I figuren 2 nedan beskrivs hur många kg kväve och kalium som sprids per hektar när det läggs en giva på 22 kg fosfor per hektar. För nöt skiljer det mindre mellan flytgödsel och fiberfraktionen av separerad nötgödsel än vad det gör för svin. Trots att det skiljer mindre på växtnäringsämnen mellan fiberfraktionen av separerad nötgödsel och nötflytgödsel så blir det fortfarande dyrare att sprida fiberfraktionen av separerad nötgödsel än att köra nötflytgödsel längre sträckor upp till ett avstånd på 45 km till skillnad ifrån svingödseln där det behövs mer växtnäring i form av handelsgödsel och fortfarande blir lönsamt efter en sträcka redan på 15 km, (se figur 1).



Figur 2. Samanställning över mängden N och K [kg/ha] vid en giva på 22 kg P/ha vid spridning av svinflytgödsel respektive fiberfraktionen av separerad nötflytgödsel.

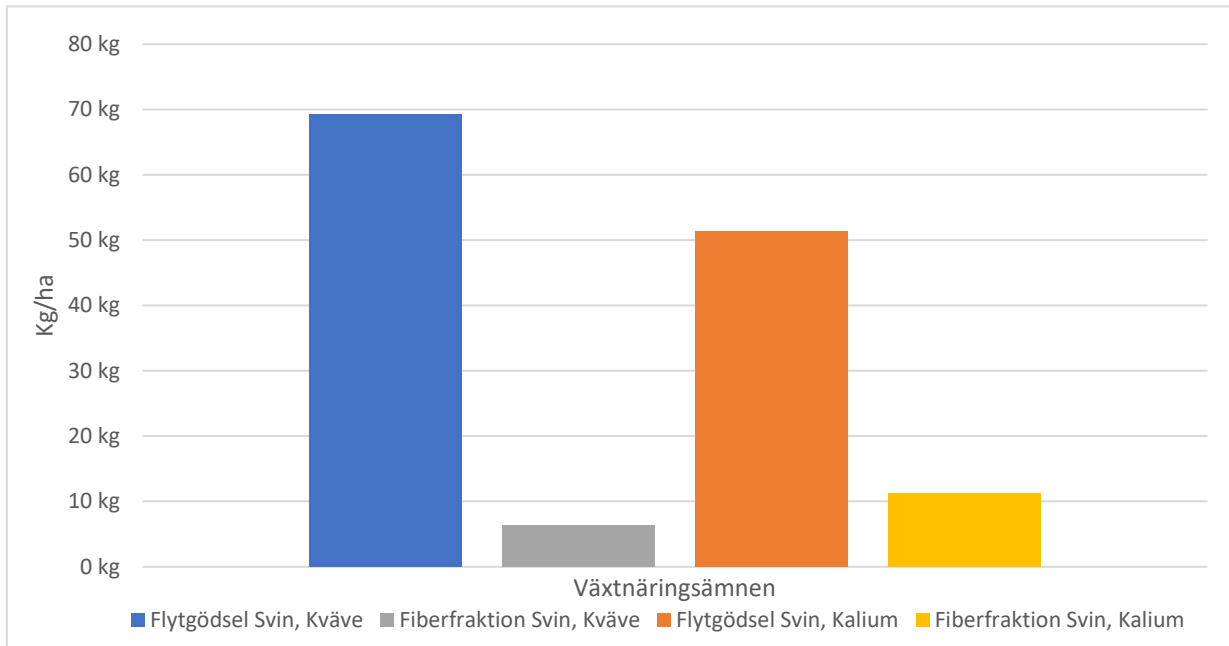
I tabell 4 beskrivs hur många ton extra nötflytgödsel det går att lägga om gödseln processas igenom en skruvpress innan den sprids och hur många extra kilo med kväve och kalium det blir per hektar. Organiskt material ökar med 43%, K med 43% och N med 10%. Med en skruvpress minskas den flytande delen mellan 15–30 %.

Tabell 4 förklarar hur många ton extra det går att gödsla ifall en skruvpress används före nötflytgödseln sprids.

	Spridning, mängd kg/ha vid max 22kg p utan separator	Spridning, mängd kg/ha vid max 22kg p med separator
Innehåll av P	0,6 kg P/ ton	0,42 kg P/ ton
Max giva per ha	Max ton/Ha 36,67	Max ton/Ha 52,38
NH4+	78,83 kg	87,30 kg
P	22,00 kg	22,15 kg
K	110 kg	157,70 kg

I figur 3 är det sammanställt hur många kg kväve och kalium som sprids per hektar när det läggs en giva på 22 kg fosfor per hektar. Det går att läsa i diagrammet att både mängden kväve och kalium skiljer mycket beroende om det sprids svinflytgödsel eller separerad svingödsel. För att nå upp till samma giva för kväve och kalium per hektar så behövs det tillsättas med handelsgödsel. Detta är en aspekt som vi har tagit hänsyn till i figur 1 ovan. Figur 3 är endast för svinflytgödsel och separerad svingödsel (fiberfraktion).

Figur 3. Samanställning över mängden N och K [kg/ha] vid en giva på 22 kg P/ha vid spridning av svinflytgödsel respektive fiberfraktionen av separerad svinflytgödsel.



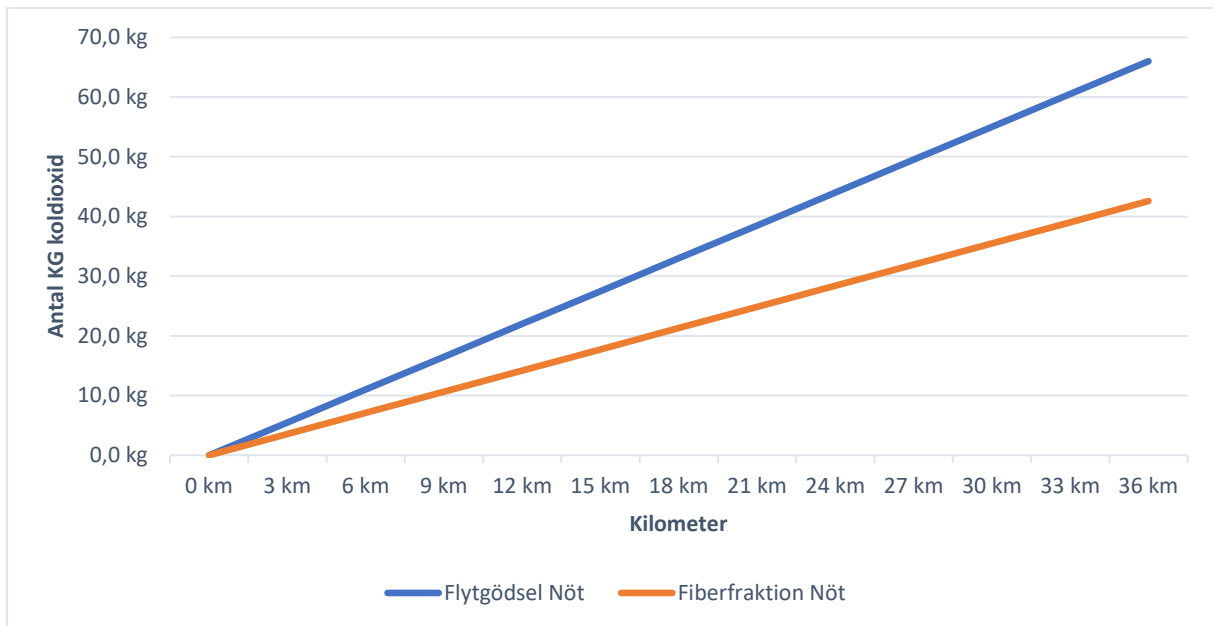
Det går att utläsa att det blir betydligt större effektivitet av att separera svinflytgödsel istället för nötflytgödseln. Även med denna tabell är det baserat på att gödseln processats i en skruvpress. Organiskt material ökar med 43%, K med 43% och N med 10%

Tabell 5. Redovisning av hur många ton det går att sprida ifall svinflytgödsel processas med en skruvpress innan den sprids.

	Spridning, mängd/ha vid max 22kg P utan separator	Spridning, mängd/ha vid max 22kg P med separator
	0,6 kg P/ton	0,34 kg P/ton
	Max ton/Ha 36,7	Max ton/Ha 64,4
NH4+	69,30 Kg	116,93 Kg
P	22,00 Kg	22,00 Kg
K	51,33 Kg	108,65 Kg

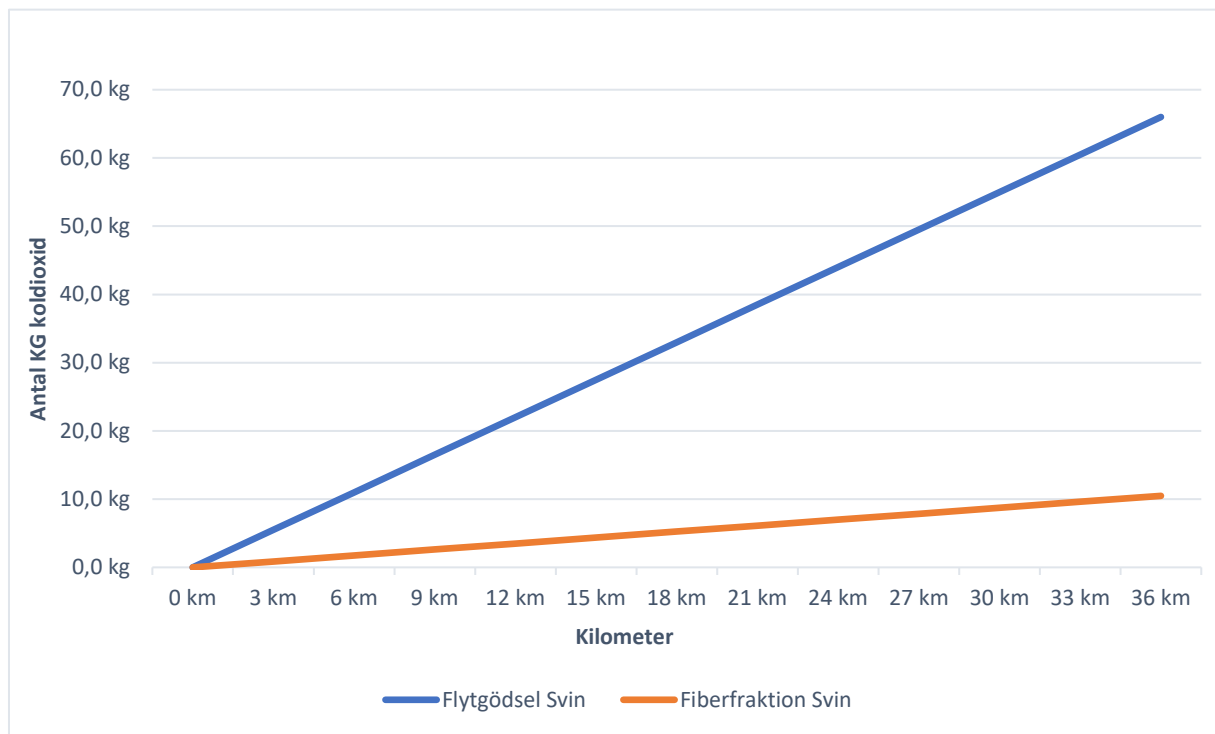
Miljö

I figur 4 beskrivs mängden koldioxid som släpps ut för frakten av nötflytgödsel och separerad nötgödsel (fiberfraktionen). Det är endast räknat på koldioxidutsläppen för frakten och det är räknat efter att gödseln fraktas med en lastbil. Koldioxidutsläppen för spridningen är inte medräknad. Dessa siffror motsvarar frakten för 22 kg fosfor/ha. Dessa uträkningar är baserade på uppgifter efter Green Cargo om hur många kilogram CO₂ en lastbil släpper ut för varje mil. (Green Cargo, 2014)



Figur 4 CO₂ utsläpp för fiberfraktionen av separerad nötgödsel och nötflytgödsel beroende på körsträcka.

Figur 5 nedan är räknad på samma vis som figuren ovan fast för svinflytgödsel istället för nötflytgödsel. I båda fallen blir det mindre koldioxidutsläpp av att köra fiberfraktionen istället för flytgödsel för att nå upp till 22 kg fosfor/ha. Men eftersom den separerade svingödseln koncentration av fosfor är betydligt högre än den separerade nötgödseln blir det stor skillnad även mellan de olika fiberfraktionerna.



Figur 5 CO₂ utsläpp för fiberfraktioner av separerad svingödsel och svinflytgödsel beroende på transportsträcka.

Diskussion

Vi tycker att det har varit intressant och lärorikt att fördjupa oss i olika aspekter rörande gödselseparering och tror att det är en lösning som kommer att tillämpas på fler gårdar. De miljömässiga aspekterna med anknytning till gödselseparering kan med litteraturens hjälp dra paralleller som tydliggör metoden/teknikens mindre klimatnegativa effekter, även inom områden som transport och näringsläckage.

Med den separerade gödseln ges möjlighet att optimera spridningen av näringsämnen då de olika fraktionerna innehåller olika koncentration av dessa. T ex har den vätskedel som uppstår vid separeringen en lägre halt fosfor och högre halt av kväve än vad vanlig flytgödsel har. Den fasta delen har ett högre innehåll av fosfor. Nu kan dessa fraktioner fördelas på de fält som behöver mer eller mindre kväve och fosfor. Det gör att risken för näringsläckage minskar och övergödningen i sjöar och vattendrag minskar.

Transportbehovet för gödsel kommer med hjälp av separering bli mindre då man kan transportera en mindre giva samma avstånd och man kan omfördela och köra den flytande fraktionen närmare gården eftersom växtnäringsämnena är mer koncentrerade. I våra beräkningar kom vi fram till att det blir mindre koldioxidutsläpp av att köra den separerade gödselns fiberfraktionen istället för flytgödsel för att nå upp till 22 kg fosfor/ha både för nötgödsel och svingödsel. Vi har visat att gödselseparering minskar transportbehovet och dess klimatbelastande utsläpp av koldioxid räknat per kg fosfor och per hektar om direktspridning av flytgödsel ersätts med spridning av den separerade fiberfraktionen.

Tekniken och lösningar kring gödselseparering med skruvpress verkar vara en metod som är lätt att installera och använda på djurgårdar. Många andra tekniker är mer avancerade och kräver en större investering. Dessa är mer effektiva och används mer industriellt på exempelvis biogasanläggningar eller avloppsreningsverk. Dessa anläggningar har ett mer kontinuerligt flöde och kan separera material under mer effektivare och jämna förhållanden då man har tillgång till en större volymmaterial till separatorn. Det är därför mer motiverat att använda mer avancerad teknik för effektivare separering. I lantbruket rör det sig om mindre volymer och man efterfrågar ofta flexibilitet på anläggningarna. Skruvpressens enkelhet och relativt låga investeringskostnad passar bättre till de gårdarna som intresserat sig för gödselseparering. Eftersom det blir allt vanligare med gödselseparering i Sverige så kommer även kunskapen och intresset att öka som bidrar till vidare utveckling av dagens teknik och lösningar. Att separera gödsel leder till många bra aspekter där den flytande fraktionen av gödseln blir enklare att sprida, genom lättare upptag för växten och bättre hygien för vallfoder.

En tanke till detta arbete är att det skulle kunna bildas en marknad kring fiberfraktionen av separerad gödsel. I första hand svinflytgödsel, då den blir mer koncentrerad. Vid spridning av fiberfraktionen av separerat svinflytgödsel behövs det endast sprida ca 5,8 ton för att nå upp till 22 kg fosfor/ha. Om man antar att en gård med svinproduktion inte har tillräckligt med spridningsareal så kan denna gård separera gödsel för att sälja och bli av med fosfor och sedan

kunna sprida en större mängd flytgödsel per hektar och därmed minska behovet av att köpa in kväve i forma av handelsgödsel. Samtidigt som den gården som tar emot/ köper fiberfraktionen får en gödsel som bidrar till ökad mullhalt och innehåller en del mikroämnen dessutom. Detta gör att Sverige kan få en mer jämnt fördelad spridning utav fosfor och ett minskat behov utav att köpa in fosfor som kan bli ett problem längre fram i tiden att få tag i. I resultat ifrån de egna beräkningarna vi har gjort går det utläsa att det kostar lika mycket att frakta och sprida separerad svingödsel en sträcka på 36 kilometer som det kostar att frakta och sprida svinflytgödsel av en sträcka på 18 kilometer. Detta baserat på att sprida en giva på 22 kg P/ha med samma mängd kväve och kalium för både typerna av gödselmedlen.

Det var intressant att se de stora skillnaderna mellan koldioxidutsläppen på att frakta fiberfraktionen jämfört med flytgödsel. Men tyvärr blir det svårt att få en ekonomisk lönsamhet för en separator för en gård med nötkreatur. För en gård med svin är det lättare att få lönsamhet i det, eftersom kostnaden för att producera ett ton fiberfraktion är så pass hög. Anledningen till att det blir svårare att få ekonomisk lönsamhet i en separator till nötkreatur är eftersom det först är mer lönsamt att köra separerad nötgödsel efter en sträcka på 45 km. Här skulle det behövas ett stöd för att få det vara mer lönsamt och det kan tyckas vara fördelaktigt eftersom det är så pass mycket bättre i miljösynpunkt.

Det är även svårt att beräkna alla aspekter angående transport för det är många parametrar som spelar in mer än avståndet. Vägars egenskaper och omlastningen i fält och på gårdar varierar stort. Vissa positiva effekter för miljön är svåra att utvärdera och kanske bara antas att det är bra. Med mer insamlade data om detta skulle det kunna bidra till ökad kunskap och säkrare resultat i framtiden. Med minskade transporter och ett effektivare gödselutnyttjande och näringsplacering bidrar detta till en minskad klimatpåverkan, minskad övergödning och försurningseffekt. I vissa fall väger detta tyngre än den ekonomiska lönsamheten. Men vi anser att dessa två aspekter (miljö och ekonomi) inte är antingen eller utan dessa måste båda vägas in för att något ska hålla i längden och kallas hållbart.

Andra användningsområden för den separerade gödselns torra fraktion kanske i framtiden kan intressera andra branscher än traditionella jordbruk. Trädgårdsodling och värmeenergi producenter finner möjligen i framtiden eventuell användning av detta i sin produktion.

Med hjälp av de aktuella siffrorna på olika kostnader som vi studerat har vi fått ett resultat som visar vid vilket avstånd det lönar sig att transportera den separerade gödselns fiberfraktion under de undersökta förutsättningarna. Uträkningen berör sträckans längd och givan vid 22 kg fosfor samt kostnader för spridning, transport, näringsämnen fosfor, kalium, kväve. Utifrån dessa siffror och gödselns innehåll före och efter separering har vi kommit fram till en summa vid en giva av 22 kg P per hektar och vid vilken körsträcka det börjar löna sig att transportera gödseln. Men det är svårt att bedöma parametrar som tex vägnas egenskap, tid, lossning och lassning. Man kanske kunde haft med något om antal lass man hinner köra per timme efter som att det är en intressant aspekt. Dessa parametrar hade kunnat ge ett annat resultat vid vilken sträcka det blir lönsamt men i beräkningsmallen är det svårt att lägga in. I övrigt anser vi att siffrorna är trovärdiga i ett teoretiskt sammanhang men i

praktiken är det mer ett riktvärde att förhålla sig till. Som inom många andra fall så krävs också här mer underlag och praktiska försök för att säkerställa ett tydligare riktvärde som är säkrare att använda sig av i praktiken. Man skulle även använda sig av flera gödselanalyser som visar innehållet i separerad och oseparatorad gödsel och räknat fram ett genomsnittligt värde och använd sig utav det i uträkningen.

Slutsatser

- Den fasta fraktionen från separerad svinflytgödsel är lönsamt att transportera från 18 km och uppåt. Den fasta fraktionen från separerad nötflytgödsel är först lönsamt att transportera när sträckan överstiger 42 km. Detta jämfört med att transportera flytgödsel för båda djurslagen.
- På gårdsnivå är skruvpress det vanligaste, det finns mer avancerade och effektivare tekniker men de blir oftast för dyra och komplexa eftersom de andra teknikerna har ler moment och kräver emellanåt kemikaliska insatser.
- Ekonomiska fördelar finns för att transportera separerad gödsel istället för flytgödsel. Miljömässiga fördelar finns i större utsträckning än ekonomiska fördelar.

Referenser

- Bergström, S (u.å) *Produktion av högkvalitativa gödselmedel baserade på rötrestes, Biogas 2020* Lilla Böslid, Hushållningssällskapet Halland. Tillgänglig: http://www.biogodsel.se/fileadmin/user_upload/Rapport_H%C3%B6gkvalitativa_g%C3%B6dselrester.pdf [2020-03-25]
- Blackert, C (2009) *Flytgödselspridning anpassad efter avstånd till fält*. Halland: Växa Halland. Tillgänglig: <http://grovfoderverktyget.se/Default.asp?p=31131&pt=&m=4458> [2020-03-24]
- Brännström, C & Gullbrand, H (2016) *Logistik och hantering av hästgödsel*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola. Högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och Produktionsteknik Tillgänglig: <https://odr.chalmers.se/handle/20.500.12380/239196> [2020-03-29]
- Delaval Sales (u.å.) *Gödselseparering*. Tillgänglig: <https://www.delaval.com/sv/vara-losningar/utgodslingsystem/godselhantering/godselseparering/godselseparering/> [2020-03-30]
- Ehernebo, M. (2005) *Spridning av stallgödsel*. Jönköping: Jordbruksverket Jordbruksinformation 15 – 2005
- Engström, J., Gunnarson, C., Baky, A., Sindhøj, E., Eksvärd, J., Orvendal, J. & Sjöholm, N. (2015) *Effektivisering av jordbrukets logistik* Uppsala: JTI institutet för jordbruks och miljöteknik JTI Rapport - lantbruk & industri nummer 44. Tillgänglig: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1062192/FULLTEXT01.pdf> [2020-05-04]
- Europeiska miljöbyrå (2019-12-10) *Jordbruket och klimatförändringarna*. Tillgänglig: <https://www.eea.europa.eu/sv/miljosignaler/miljosignaler-2015/artiklar/jordbruket-och-klimatforandringen> [2020-03-27]
- Green Cargo, (2014) *Transport och koldioxid*. Tillgänglig: <http://www.greencargo.com/sv/hallbar-logistik/hallbar-utveckling/transporter-och-co2/> [2020-05-01]
- Hjort, M., Christensen, K.V., Christenson, M.L. & Sommer, S.G. (2009). *Solid-liquid separation of animal slurry in theory and practice – a review*. *Agron. Sustain. Dev.* 30 (210) 153-180
- Johansson, C. (2019). *Spridningstekniker*. Jordbruksverket, Greppa näringen: Tillgänglig: https://adm.greppa.nu/download/18.6fd5d28c16f8ba7a70b44d69/1578646840075/Spridningstekniker_ChristerJohansson.pdf [2020-05-20]
- Johansson H. (2019) *Vägtrafikens utsläpp*. Borlänge: Trafikverket (Trafikverket 0423 PM) Tillgänglig: <https://www.ivl.se/download/18.57581b9b167ee95ab99180d/1551193568768/PM%20vägtrafikens%20utsläpp%20190221.pdf> [2020-03-26]
- Johansson, G., Jonasson, L., Rosenqvist, H. & Yngwe, K., (2014). *Skånskt lantbruk, en blick in i framtiden till år 2025*, UO: Hushållningssällskapet Skåne & Länsstyrelsen Skåne.

Johansson, H., (2016) Att separera gödseln kommer bli stort i Sverige. *Jordbruksaktuell* 2016-07-07. Tillgänglig: <https://www.ja.se/artikel/51190/video--att-separera-gdseln-kommer-bli-stort-i-sverige.html> [2020-06-23]

Kekkonen, P., Eskelinen, P. och Virtainen, J. (2018-12-21) *Separeringens fördelar*. Yrkehögskolan Savonia-ammattikorkeakoulu Reima Mattila Tillgänglig: <http://ravinnejaenergia.fi/sv/separeringens-fordelar/> [2020-03-18]

Keydollar (u.å.) *Gödselseparatorer* Tillgänglig: <https://keydollar.se/godselseparatorer/> 2020-03-16

Maskinklakygruppen & HIR Skåne (2019) *Maskinkostnader 2019. HIR skåne, Borgeby*

Marttinen S 2017-09-06. *Färsk utredning: Återvunnen gödsel påskyndar återvinningen av näringsämnen*. Tillgänglig: <https://www.luke.fi/sv/nyheter/farsk-utredning-atervunnen-godsel-paskyndar-atervinningen-av-naringsamnen/> [2020-03-24]

Milston Agri (2016) *Gödselseparering lantbruk* Tillgänglig: <https://www.milston.fi/sv/produkter/agri/> 2020-03-25

Naturvetarna, (2018). *Hur länge räcker fosfor?* Tillgänglig: <https://www.naturvetarna.se/vi-erbjuder/tidning-och-nyheter/2018/hur-lange-racker-> [2020-30-24]

Naturvårdsverket (2020) *Transporterna och miljön*. Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Transporter-och-trafik/> [2020-05-13]

Naturvårdsverket (2019) *Fakta om klimat* Tillgänglig: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Klimat/> [2020-05-13]

Norin, E. (2008) *Översikt över metoder för biogödselhantering*. Malmö: Avfall Sverige (Avfall Sverige Rapport: B2008:2) Tillgänglig: <http://docplayer.se/8083088-Oversikt-over-metoder-for-biogodselhantering-rapport-b2008-02-issn-1103-4092.html> [2020-05-13]

Nijhuis, (u.å.) *Nijhuis GENIUS*. Tillgänglig: <https://www.nijhuisindustries.com/solutions/resource-recovery/nijhuis-genius/> [2020-03-26]

Norin, E. (2008) *Översikt över metoder för biogödselhantering*. Malmö: Avfall Sverige (Avfall Sverige utveckling Rapport: B2008:2) Tillgänglig: <http://docplayer.se/8083088-Oversikt-over-metoder-for-biogodselhantering-rapport-b2008-02-issn-1103-4092.html> [2020-04-10]

Odhner, P., Sernhed, K., Svensson, S E. & Juhlin, M (2015) *Biogödsel i Skåne En inventering och marknadsanalys* Alnarp: SLU Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap (Rapport 2015:25) Tillgänglig: https://pub.epsilon.slu.se/12647/7/odhner_et_al_150925.pdf [2020-04-08]

Ingemann Whalgren, P. (2020) WIP Innovation. Telefon [2020-04-23]

Regeringskansliet, 2016. *Agenda 2030 för hållbar utveckling*. Tillgängligt:
<https://www.regeringen.se/regeringens-politik/globala-malen-och-agenda-2030/agenda-2030-for-hallbar-utveckling/> [2020-03-24]

SJVFS 2004:62 SJV:s föreskrifter om miljöhänsyn i jordbruket vad avser Växtnäring,
Jönköping: Statens jordbruksverk

Sörkvist, L. Helleberg, B. & Malmström, I (1999) Jordbrukets fältmaskiner. Stockholm: Natur och kultur

Wikström, L., (2020). Ökad kväveeffektivitet i växtodlingen. *Lantbrukets affärer*, 26 02, p. 17.