



CHALMERS

Logistik och hantering av hästgödsel

En kartläggning av dagens logistiksystem för hästgödsel
samt förbättringsförslag för framtida system

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Ekonomi och Produktionsteknik*

CAROLINA BRÄNNSTRÖM
HANNA GULDBRAND

Institutionen för Fysik
Avdelningen Kondenserade Materiens Fysik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2016

Logistik och hantering av hästgödsel

En kartläggning av dagens logistiksystem för hästgödsel
samt förbättringsförslag för framtida system

CAROLINA BRÄNNSTRÖM
HANNA GULDBRAND

Institutionen för Fysik
Avdelningen Kondenserade Materiens Fysik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2016

Logistik och hantering av hästgödsel

En kartläggning av dagens logistiksystem för hästgödsel
samt förbättringsförslag för framtida system

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet Ekonomi och Produktionsteknik

CAROLINA BRÄNNSTRÖM
HANNA GULDBRAND

© CAROLINA BRÄNNSTRÖM & HANNA GULDBRAND, 2016

Institutionen för Fysik
Avdelningen Kondenserade Materiens Fysik
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
SE-412 96 Göteborg, Sverige
Telefon: + 46 (0)31-772 10 00

Chalmers Reproservice
Göteborg, Sverige 2016

Förord

Examensarbetets omfattning är femton högskolepoäng och arbetet utfördes vid Chalmers Tekniska Högskola i samarbete med TecnoFarm, SP, Kungälvs kommun och Kungälv Energi. Studenterna är skrivna på programmet Ekonomi och Produktionsteknik, dock är examensarbetet utfört i samarbete med institutionen Teknisk Fysik. Detta har inte påverkat arbetets utfall då ämnet arbetet berör är logistik vilket är en betydande del av programplanen för Ekonomi och Produktionsteknik.

Vi vill först och främst tacka alla stallägare som har ställt upp på intervjuer och bjudit in oss på besök till sina stall. Möjligheten för oss att ställa frågor och ha en öppen dialog med er har gett oss mycket kunskap och insikt i er verksamhet. Vi vill också tacka personalen på åkerierna som ställt upp på intervjuer och kontinuerligt svarat på frågor via telefon och mail under arbetets gång.

Vi vill rikta ett stort tack till vår handledare Martin Svanberg som varit till mycket stor hjälp under hela arbetet. Vi vill även tacka Christian Finnsgård, teknisk doktor vid Chalmers Tekniska Högskola, som bidragit med värdefulla synpunkter under arbetets gång.

Hästföretagaren Maria Kjellberg vill vi tacka för att hon anordnade studiebesök på majoriteten av stallen och även för åsikter och synpunkter som bidragit till arbetet.

Vi vill tacka Per Wennerberg, konsult från TecnoFarm, som drivit förstudien till detta projekt. Han har gett oss värdefull information om projektet, anordnat möten med hela projektgruppen och bidragit med värdefulla kontakter.

Sammanfattning

Jordbruksverket i samarbete med Statistiska centralbyrån (2011) uppskattade i en undersökning år 2010 att antalet hästar i Sverige var 362 000. Gödselhanteringen utgör för många stallägare ett stort problem och är i vissa fall mycket kostsam, speciellt för de hästägare med hästar placerade i och omkring tätorter (Hästföretagarna i Göteborgsregionen, 2015). Lagringen av gödsel kräver stora ytor och förflyttningen av gödseln kan leda till kostsamma och komplicerade transporter för många hästägare.

Hästföretagarna i Göteborgsregionen påbörjade år 2011 ett projekt för att finna sätt att göra gödselhanteringen mer lönsam och miljövänlig och ha möjlighet att tillvarata närings- och energiinnehållet i gödseln. Efter en förstudie framtogs förslaget att samröta matavfall med hästgödsel för att producera biogas. Detta arbete genomförs vid Chalmers och behandlar den logistiska delen av projektet. Forskningsfrågorna som besvaras är hur dagens logistiksystem ser ut och vilka de bakomliggande faktorerna till dess struktur är, samt vilken förbättringspotential som finns för ett framtida system.

För att få förståelse för problematiken påbörjades en identifikation av problemet och en teoretisk referensram togs fram. Tre åkerier samt sju stallägare intervjuades och studiebesök gjordes på samtliga stall. Ur detta framkom att gödselhanteringen ser mycket olika ut för stallen och att alternativen är begränsade.

Faktorer som identifierats som avgörande vid energiproduktion av hästgödsel har tagits fram samt hur detta har en inverkan på logistiken. Faktorerna är:

- Geografisk placering av stallen
- Varierande insamlingsfrekvens
- Varierande storlek på stallen
- Maxlasten vid transport avgörs av vikten, inte volymen
- Lastning från lagringsplats till lastbärare
- Varierande framkomlighet på vägarna
- Utrymme vid lagringsplatsen
- Ojämn mark vid lagringsplatsen
- Estetiska krav på lagringsplats
- Gödselns egenskaper vid lagring
- Väderförhållanden
- Gödselkvalitet
- Lagstiftning kring lagringskapacitet

Dessa faktorer begränsar eller möjliggör en effektiv logistik. Begränsningar som identifierats är bland annat planeringssvårigheter, val av lastbärare och fordon samt lagringsplats.

Rekommendationer utifrån de olika faktorernas påverkan på logistiken har tagits fram. För att underlätta logistiken bör standarder införas med hjälp av nyckelparametrar, så som frekvens, vikt och avstånd. Förslagsvis bör de stora stallen använda sig av containerlösning och samlastningsmöjligheter bör ses över. För de små stallen ges två förslag på standardiserade system; kärl- samt storsäckssystem. Dessa system gör det möjligt att utnyttja maximal fyllnadsgrad på lastbärarna och möjliggör samlastning med gödseln från flera stall. En fast insamlingsfrekvens hade möjliggjort ett jämnare flöde och underlättat för planering och eventuellt samlastning. Avslutningsvis krävs teknisk utveckling inom området och logistik för gödselhantering i allmänhet för att utveckla stallverksamhet.

Abstract

Swedish Board of Agriculture in cooperation with Statistics Sweden (2011) estimated the number of horses in Sweden to 362 000 in 2010. For many stable owners the handling of horse manure is an expensive and complicated problem, especially for the stables close to the cities. (Hästföretagarna i Göteborgsregionen, 2015). The storage of horse manure requires large areas and the handling and transports of manure are often complicated for the stable owners.

In 2011 Hästföretagarna i Göteborgsregionen began to find a way of making the handling of horse manure more profitable and environmentally friendly. They wanted to find a solution to reuse the nutrient and energy value in the manure. As a result, a feasibility study where the possibility to produce biogas from horse manure and food waste was made. This report is a part of the project that investigates the logistics. The report answers questions about how the logistics system looks like today and what factors that affects its structure, as well as the improvement potential that exists for a future system.

To understand the complexity of the problem and identify the situation a frame of reference was developed. Seven stable owners and three road carriers were interviewed and study visits were made to all the stables. Some observations were that the stables handling of horse manure differs from each other and the options of handling are limited for many stables.

The factors that are crucial when producing energy from horse manure and their impact on logistics have been identified. The factors are:

- Geographic location of the stables
- Varying frequency of collection
- Various size of stables
- The maximum load during transport is determined by weight, not volume
- Loading from storage to the load carrier
- Accessibility on the roads
- Space at the storage location
- Soil conditions at the storage location
- Aesthetic demands on storage
- The characteristics of horse manure during storage
- Weather Conditions
- Quality of manure
- Storage capacity regulations

These factors either limit or enable efficient logistics. The constraints that has been identified includes difficulties in planning, choice of cargo carrier and vehicles.

Recommendations based on how the factors impact the logistics have been developed. To create standards to the logistics key parameters such as frequency, weight and distance can be used. By recommendation the stables with a large number of horses should use container and the possibility of joint loading should be considered. For the small stables two proposals are given; vessel- and big bag system.

These systems make it possible to utilize the maximum filling rate of the load carriers and enables joint loading during transport. A consistent frequency of collection enables a steady flow and makes the planning easier. Finally, technology development in the future will encourage the stables and make the logistics easier.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Precision av forskningsfrågor	2
1.4	Avgränsningar	3
1.5	Rapportens disposition	4
2	Metod	5
2.1	Genomförande	5
2.2	Litteraturstudie	5
2.3	Datainsamling	6
2.3.1	Studiebesök	6
2.3.2	Intervjuer	6
2.3.3	Enkätundersökning	7
2.4	Reliabilitet och validitet	7
3	Teoretisk referensram	8
3.1	Stall	8
3.1.1	Geografisk placering samt gödselproduktion	8
3.1.2	Biologisk karaktäristik	9
3.1.3	Strömedel	10
3.2	Gödsellagring och hantering	12
3.2.1	Gödselplatta	13
3.2.2	Container	13
3.2.3	Storsäck	14
3.2.4	Gödselstuka	14
3.2.5	Väderpåverkan	15
3.3	Transport	15
3.3.1	Liftdumper – container och fordon	15
3.3.2	Lastväxlare – container och fordon	16
3.3.3	Flakbil med kran	17
3.3.4	Baklastare och kärl	17
3.3.5	Hjullastare eller traktor med skopa	18
3.3.6	Insamlingsfrekvens vid biogasproduktion	18
3.3.7	Kostnader	19
3.3.8	Samlastning	19
3.3.9	Transporters miljöpåverkan	19
3.3.10	Liknande transportsystem – skogsindustrin	20
3.4	Förädling av hästgödsel	20
3.4.1	Hästgödsels värde	20
3.4.2	Biogasproduktion	20
3.4.3	Förbränning	21
3.4.4	Jordförbättring	21
4	Resultat och analys	22
4.1	Stallägare	22
4.1.1	Geografisk placering	22
4.1.2	Stallens gödsellagring	23
4.1.3	Alternativ gödsellagring	27
4.1.4	Begränsningar vid utformning av gödsellagringsplats	28
4.1.5	Strömedel	30

4.1.6	Hantering och transport.....	31
4.1.7	Kostnader	32
4.2	Åkerier	34
4.2.1	Dagens lastbärare och fordon.....	34
4.2.2	Hantering och transport.....	35
4.2.3	Kostnader	36
4.2.4	Alternativa lastbärare och fordon.....	37
4.3	Sammanfattning av resultat och analys	39
5	Diskussion och förbättringsförslag	40
5.1	Geografisk placering och insamlingsfrekvens.....	41
5.2	Stallens varierande storlek - lastning och maxlast	41
5.2.1	Rekommendationer för stora stall.....	42
5.2.2	Rekommendationer för små stall.....	42
5.2.3	Rekommendationer angående gödselplatta.....	43
5.3	Variierande framkomlighet på vägarna.....	43
5.4	Utrymme vid lagringsplatsen	44
5.5	Ojämn mark vid lagringsplatsen	44
5.6	Estetiska krav på lagringsplatsen	44
5.7	Gödsleegenskaper vid lagring och gödselkvalitet samt vädrets påverkan	44
5.8	Lagstiftning kring lagringskapacitet.....	45
5.9	Framtidspotential.....	46
6	Slutsatser	48
	Litteraturförteckning.....	50
	Bilaga 1 - Intervjumall stallägare	53
	Bilaga 2 - Intervjumall åkeri	54
	Bilaga 3 - Enkät till hästägare	55
	Bilaga 4 - Information om stallen	56
	Bilaga 5 - Information om åkerierna.....	58
	Bilaga 6 - Räkneexempel, kostnader för stallägare	60

Figur- och tabellförteckning

Figur 1. Försörjningskedja för hästgödsel.....	3
Figur 2. Bilden visar de kommuner som stallägarna och åkerierna som behandlas i studien är verksamma i..	3
Figur 3. Visualisering av metodprocessen.....	5
Figur 4. Visualisering av den studerade försörjningskedjan för hästgödsel. Punkterna under respektive sektion är de påverkande faktorerna som beskrivs i kommande kapitel.....	8
Figur 5. Metangasutbyte för hästgödsel med torv-, halm-, spånsströmedel samt för respektive strömedel....	12
Figur 6. Storsäckar i varierande storlekar.....	14
Figur 7. Bilden till vänster visar en liftdumperbil och bilden till höger visar en öppen liftdumperbehållare på tio kubikmeter.....	16
Figur 8. Liftdumperflak på tio kubikmeter med öppningsbar bakgavel.....	16
Figur 9. Bilden till vänster visar en lastväxlarbil. Bilden till höger visar en lastväxlarcontainer som rymmer 30 m ³	16
Figur 10. Bilden visar en flakbil med kran.....	17
Figur 11. Bilden till vänster visar en baklastare och högra bilden visar kärl i olika modeller.....	17
Figur 12. Bilden visar en hjullastare.....	18
Figur 13. Diagrammet illustrerar ungefärliga värden för metanproduktionen per gram VS för hästgödsel med halmpellets.....	18
Figur 14. Struktur för kapitel 4.....	22
Figur 15. Vänstra bilden visar stall A's gödselplatta. Högra bilden visar stall A's egna container.....	23
Figur 16. Stall A's hjullastare som används vid pålastning till containern.....	24
Figur 17. Gödselplattan vid stall B.....	24
Figur 18. Stall C. Vänstra bilden visar en av gödselplattorna och den högra bilden visar containern som gödseln förflyttas till. I bakgrunden på högra bilden syns gödselplattan.....	25
Figur 19. Stall E. Till vänster i bild syns containern. Till höger i bild syns en del av gödselplattan.....	25
Figur 20. Stall F's container. Bilden till vänster visar rampen från stallgången ut till containern. Bilden till höger visar containerns placering bakom stallet.....	26
Figur 21. Gödselplattan vid stall D försedd med tak.....	27
Figur 22. Gödselplattan vid stall G.....	27
Figur 23. Bilden visar stall A's gödselplatta där problem med näringsläckage förekommer.....	29
Figur 24. Stall D's ränna för gödselvatten.....	29
Figur 25. Stallens gödselhanteringskostnader per häst och år. För de stall som angivit ett intervall har genomsnitt beräknats.....	33
Figur 26. Uppskattning av metanproduktion av hästgödsel med halmpellets som samlas in var sjätte vecka.....	41
Figur 27. Hanteringskedjan för hästgödsel enligt rekommendationer i rapporten.....	46
Tabell 1. Visar de olika strömedlens uppsugningsförmåga, pris samt lämplighet för biogasproduktion.....	11
Tabell 2. Visar lagringstid för hästgödsel inom olika områden, beroende av antalet hästar.....	13
Tabell 3. Avgörande faktorer för respektive stall vid val av hantering samt ändamål och hämtningsfrekvens.....	31
Tabell 4. Avgörande faktorer vid val av åkeri.....	32
Tabell 5. Visar gödselhanteringskostnader för stallen per år.....	33
Tabell 6. Åkeriernas pris för containerhyra, transport och hantering av hästgödsel.....	37
Tabell 7. Genomsnittliga gödselhanteringskostnader för stall med olika antal hästar. Kalkylen är baserad på priserna i tabell 6.....	37
Tabell 8. Avgörande faktorer när hästgödsel används i energiförsörjningskedjor samt vilken inverkan dessa har på logistiken.....	39
Tabell 9. Faktorernas inverkan på logistiken samt förbättringsförslag.....	40

1 Inledning

Kapitlet har för avsikt att beskriva bakgrunden till studien. Syfte och forskningsfrågor presenteras samt avgränsningar anges. Avslutningsvis presenteras rapportens disposition för att underlätta för läsaren.

1.1 Bakgrund

Jordbruksverket i samarbete med Statistiska centralbyrån (2011) uppskattade i en undersökning år 2010 att antalet hästar i Sverige var 362 000. Mellan åren 2004, då den föregående skattning gjordes, och 2010 ökade antalet hästar kraftigt, vilket det förväntas göra även i framtiden (Braam, 2012). Omkring 75 % av hästarna antas vara placerade i tätorter eller områden utanför jordbruksmark (Enhäll, 2011). En normalstor häst producerar dagligen mellan 20 och 30 kg träck och urin (Steineck et al., 2000). Detta resulterar i åtta till tio ton hästgödsel per år och häst, inklusive strömedel och vätska.

Gödselhanteringen utgör för många ett stort problem och är i vissa fall mycket kostsam, speciellt för de hästägare med hästar placerade i och omkring tätorter (Hästföretagarna i Göteborgsregionen, 2015). Lagringen av gödsel kräver stora ytor vid stallet och förflyttningen av gödseln kan leda till kostsamma och komplicerade transporter för många hästägare (Hammar, 2001). Beroende på faktorer som stallens storlek och placering kan olika lagrings- och hanteringsalternativ vara olika kostnadseffektiva samt miljövänliga för stallen.

Hästgödsel innehåller växtnärings- samt mullråämnen som kan ge näring till växtligheten i omgivningen (Steineck et al., 2000). Ett bra alternativ ur miljösynpunkt är att återföra dessa ämnen till naturen för att skapa ett kretslopp. Då dessa ämnen finns i koncentrerad grad i hästgödsel är det dock viktigt att detta görs på rätt sätt och att inget näringsläckage sker vid transporter eller lagring. Ett miljömässigt krav vid hantering är alltså att begränsa eventuellt överflödigt näringsläckage och på så sätt reducera miljöbelastningen. Regelverk och lagstiftning kring hantering och lagring av hästgödsel måste följas för att minska risken för miljöbelastning.

Hästföretagarna i Göteborgsregionen påbörjade år 2011 ett projekt för att finna sätt att göra gödselhanteringen mindre kostsam och miljövänlig och dessutom ha möjlighet att tillvarata närings- och energiinnehållet i gödseln. Wennerberg & Dahlander (2013) från TecnoFarm gjorde tillsammans med Hästföretagarna i Göteborgsregionen en förstudie där olika hanteringskedjor för hästgödsel undersöktes och möjligheten att använda hästgödsel som en resurs i samhället utreddes. Man kom då fram till att hästgödsel effektivt kan användas vid samrötning med matavfall vid produktion av biogas. Till följd av detta påbörjades år 2015 en ny studie i samarbete med Energigården-Agroväst, Kungälv Energi, SP, Chalmers och Göteborgs Universitet angående en eventuell byggnation av en biogasanläggning för samrötning av matavfall och hästgödsel i Göteborgsregionen.

Hästgödsel kan på flera sätt förädlas för att skapa ett värde för gödseln (Wennerberg & Dahlander, 2013). Bland annat kan gödseln användas vid energiproduktion så som biogasproduktion. En eventuell biogasanläggning skulle kunna gynna hästägarna, då ett mer ekonomiskt och tidssparande system för lagring, transport och hantering av hästgödseln skulle kunna skapas. Biogasproduktion skulle även öka produktionen av förnyelsebara drivmedel. Regeringen formulerade år 2009 i klimat- och energipropositionen ett mål angående en fossilbränsleoberoende transportsektor i Sverige från år 2030 (Sköldberg et al. 2010), vilket

bör genomföras med satsningar på förnyelsebara drivmedel, däribland biogas. Enligt Svensk Energi och Elforsk (2010) är potentialen för biogasproduktion i Sverige betydligt större än nuvarande produktion, vilket kan göra detta projekt betydelsefullt för framtidens energiförsörjning. Gödsel utgör idag en liten del av det substrat som används i svenska biogasanläggningar, men förhoppningen är att mängden gödsel som används till biogasproduktion ska kunna ökas i framtiden (Linné et al., 2008).

Företaget Swedegas äger ett gasnät som går från Stenungssund norr om Göteborg, längs Sveriges västkust ner till Dragör i Danmark (www.swedegas.se). Naturgasen från detta nät försörjer alltifrån kommuner och fordonsägare till industriföretag. Som biogasproducent kan den producerade gasen injiceras i Swedegas nät för försäljning. Då ledningen passerar det aktuella området är läget runt Göteborg mycket fördelaktigt för placering av en biogasanläggning.

Sammanfattningsvis är problemet att kartlägga systemet idag och finna en bra logistklösning för insamlingen av hästgödsel hos stallägarna i området som är både ekonomiskt och miljömässigt hållbar. Hästgödsel används idag inte som en resurs för samhället vilket vore möjligt i framtiden om det hanteras på rätt sätt. Potentialen att utnyttja energiinnehållet i gödseln till produktion av biogas är stor, men dagens logistiksystem för hästgödsel utgör ett problem som kräver vidare utredning.

1.2 Syfte

Arbetets syfte är att identifiera hur insamling av hästgödsel kan göras både ekonomiskt och miljömässigt hållbar. Detta för att undersöka möjligheten att gynna stallägare genom en mindre kostsam och mer effektiv gödselhantering och dessutom möjliggöra energiproduktion.

1.3 Precision av forskningsfrågor

Med hänsyn till problematiken beskriven i bakgrunden ovan och avsikt att uppnå studiens syfte har forskningsfrågor formulerats. Dessa frågor avses besvaras under arbetes gång.

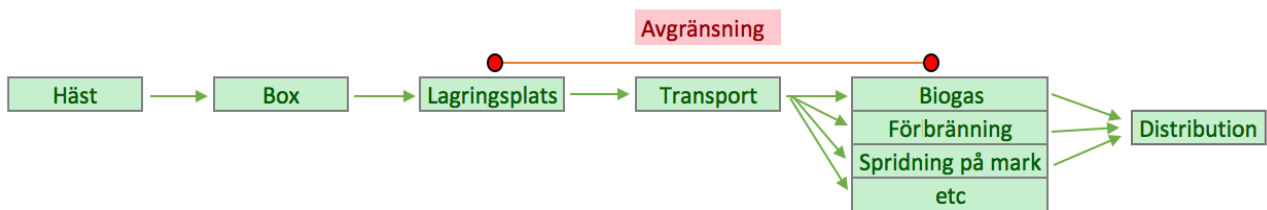
Hur ser dagens logistiksystem för hästgödsel ut och vilka är de bakomliggande faktorerna till dess struktur?

Med frågan avses att kartlägga hur logistiksystemet för hantering av hästgödsel ser ut idag och vad som har format detta system. Detta för att sedan kunna besvara nästa forskningsfråga.

Vilka förbättringar kan göras för att få ett effektivare framtida logistiksystem för hästgödsel?

Då den första forskningsfrågan besvarats kommer resultatet analyseras och baserat på detta kommer potentiella förbättringsförslag diskuteras. Även hur logistiksystemet påverkas och förändras om gödseln ska användas till produktion av biogas kommer behandlas.

1.4 Avgränsningar

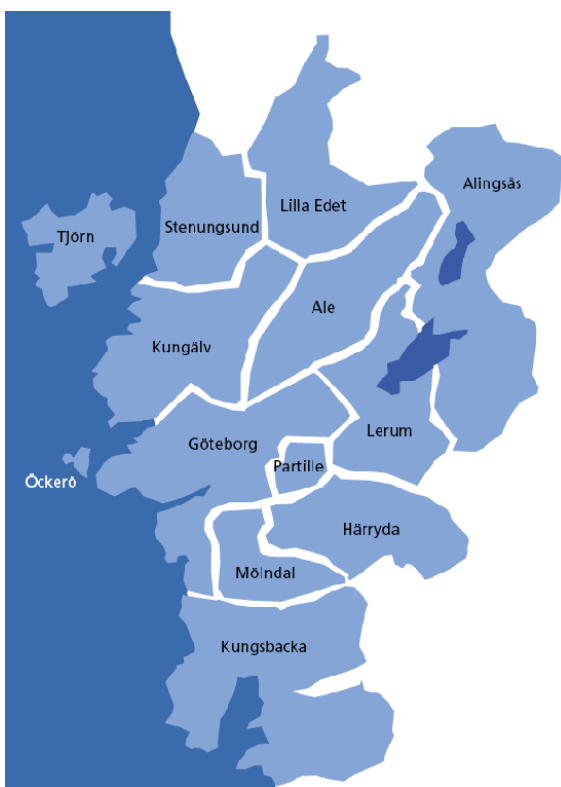


Figur 1. Försörjningskedja för hästgödsel.

Figur 1 visar hela försörjningskedjan för hästgödsel. Detta arbete belyser till största del hur transporter ska gå till mellan stallet och mottagaren. Till viss del kommer fokus även vara på hur gödseln lagras på gården då detta påverkar val av lastbärare, hur pålastning till fordon ska ske samt val av fordon vid transporten. Hur varje stall flyttar gödseln från boxen till lagringsplatsen kommer inte att utredas. Däremot kan det komma att nämnas då vissa lagrings- och transportalternativ, så som storsäckar, kräver särskilda metoder.

Arbetet behandlar transporter av hästgödsel som ska gå till förädling. Då förbättringar av logistik och transporter studeras förutsätts att hästgödseln ska gå till energiproduktion. Arbetet kommer inte beröra hur förädlingen går till eller vidare distribution. Alltså kommer ingen helhetskalkyl göras.

Geografisk kommer arbetet begränsas till Göteborgsregionen och närliggande kommuner. De staller och åkerier som kommer kontaktas är verksamma inom området som visas på kartan i figur 2. De kommuner som är aktuella är Lilla Edet, Alingsås, Stenungsund, Tjörn, Orust, Ale, Kungälv, Lerum, Göteborg, Partille, Öckerö, Härryda, Mölndal samt Kungsbacka.



Figur 2. Bilden visar de kommuner som stallägarna och åkerierna som behandlas i studien är verksamma i (Business Region Göteborg, 2015). Återgiven med tillstånd.

1.5 Rapportens disposition

Kapitel 1 - Inledning

Kapitlet har för avsikt att beskriva bakgrunden till studien. Syfte och forskningsfrågor presenteras samt avgränsningar anges. Avslutningsvis presenteras rapportens disposition för att underlätta för läsaren.

Kapitel 2 - Metod

I detta kapitel beskrivs studiens tillvägagångssätt samt vilka metoder som använts. Till sist utvärderas också metodens lämplighet utifrån begreppen validitet och reliabilitet.

Kapitel 3 - Teoretisk referensram

Problemet identifieras och visualiseras och relevant litteratur presenteras.

Kapitel 4 - Resultat och analys

I kapitlet summeras och analyseras resultaten i förhållande till forskningsfrågorna. Dagens logistiksystem för gödselhantering presenteras och de faktorer som ligger till grund för strukturen analyseras.

Kapitel 5 - Diskussion och förbättringsförslag

I detta kapitel diskuteras resultaten och förbättringsförslag ges för hur logistiksystemet kan effektiviseras.

Kapitel 6 - Slutsatser

I kommande kapitel ges en sammanfattning, slutsatser presenteras samt förbättringsförslagen förtydligas.

2 Metod

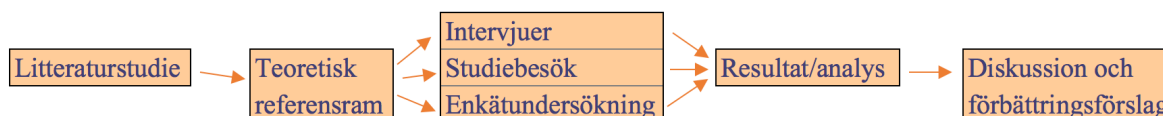
I detta kapitel beskrivs studiens tillvägagångssätt samt vilka metoder som används. Till sist utvärderas också metodens lämplighet utifrån begreppen validitet och reliabilitet.

2.1 Genomförande

Studien har genomförts under perioden januari-maj 2016 men inleddes med ett möte med samtliga involverade parter i mitten av december för att få förståelse för vad som förväntades och vad som redan var gjort. Studien är en del av ett projekt som började redan år 2011 och kallas Gödselprojektet (Hästföretagarna i Göteborgsregionen, 2015). Projektet i sin helhet ska hitta hållbara samt lönsamma lösningar att delvis hantera hästgödsel men även ta tillvara på gödselns energi- och näringsvärde. Ytterligare möten med samarbetsparterna har skett under två tillfällen under våren.

När detta examensarbete påbörjades var inriktningen att se över logistiken från stall till en biogasanläggning. Under arbetets gång har inriktningen ändras något och har istället riktats mer mot energiproduktion i allmänhet.

I figur 3 visualiseras arbetets metodprocess. För att få förståelse för problematiken påbörjades en identifikation av problemet. En litteraturstudie genomfördes för att få kunskap om ämnet. Litteraturstudien resulterade i en teoretisk referensram där teoretisk information om problemet beskrivs. För att samla data om nuläget för stallägarna och åkerierna angående gödselhantering genomfördes studiebesök, intervjuer samt en enkätundersökning. Resultatet sammanställdes och analyserades i förhållande till forskningsfrågorna. Vidare diskuterades resultatet för att komma fram till rekommendationer och förbättringsförslag till dagens gödselhantering.



Figur 3. Visualisering av metodprocessen.

2.2 Litteraturstudie

Initialt krävdes kunskapsinsamling i stor omfattning för att få information om tidigare studier som berör ämnet samt dagens situation. Denna kunskap har samlats in genom olika källor, Chalmers databaser och Google har använts för att finna grundläggande kunskap om hästverksamhet, gödselhantering, åkeriverksamhet samt biogasproduktion. För grundläggande information om djurhållning, jordbruk och miljö studerades bland annat Jordbruksverkets (www.jordbruksverket.se) hemsida. Då Jordbruksverkets rekommendationer är direkt baserade på Sveriges lagstiftning anses Jordbruksverkets riktlinjer i hög grad relevanta och informationen vara av god validitet. För kunskap om transporter samt logistiska system granskades bland annat rapporter från organisationer så som Institutet för jordbruks- och miljöteknik, JTI (www.jti.se) samt åkeriers och avfallsföretags hemsidor.

Den största delen av litteraturen har bestått av rapporter men även tidigare liknande forskning. Ytterligare information om aktuella lagar och regler som påverkar utfallet har även studerats för att kunna ha detta i åtanke när intervjufrågor samt slutsatser framtagits, däribland Miljöbalken (MB, SFS 1998:808). För kunskap som specifikt berör projektet i Kungälv samt

Göteborgsregionen har förstudien "Hästgödsel som en resurs" skriven av Wennerberg och Dahlander (2013) beaktats.

2.3 Datainsamling

För att samla in data om nuläget har studiebesök samt intervjuer genomförts och en enkätstudie utformats.

2.3.1 Studiebesök

Studiebesök har gjorts på sju stall där ett konkret och rådande perspektiv kunde betraktas. Detta var väsentligt för att kunna göra en korrekt bedömning av stallägarnas nuvarande situation. De fyra första studiebesöken gjordes tillsammans med representant från Hästföretagarna i Göteborgsregionen samt två representanter från Kungälv Energi. De två stallen som efter detta besöktes tog kontakt på eget initiativ på grund av att de gärna ville bidra till studien. Vid dessa studiebesök har även fotografering utförts för att tydliggöra vissa delar av studien. Strax efter dessa studiebesök genomfördes även utförliga intervjuer för bästa möjliga resultat.

För att få en bra spridning valdes stall med varierande förhållande. De faktorer som togs hänsyn till var antalet hästar samt gödselhanteringsätt idag.

2.3.2 Intervjuer

Intervjuer är en kvalitativ form av insamling av information (Ahrne & Svensson, 2011). Syftet med kvalitativa metoder är att tolka upplevelser och åsikter hos människor och få en uppfattning om hur de tolkar problemet. Fördelen är att man då får ta del av informationen direkt från källan.

Intervjuer har genomförts med både stallägare samt åkerier för att få en uppfattning om hur problemet ser ut och hur hanteringen av gödsel går till idag. De sju stallägare som också har besökts har intervjuats, se bilaga 1 för fullständiga intervjufrågor. Intervjuerna skedde över telefon efter samtliga studiebesök. Frågorna var utformade så öppna som möjligt. Öppna frågor förväntas bidra till mer omfattande svar och åsikter blir lättare att identifiera (Kvale & Brinkmann, 2009). De öppna frågorna lät stallägarna svara fritt på ett sätt de kände sig bekväma med och gav utrymme för eventuella följdfrågor under intervjun. Intervjuerna pågick under cirka 20-40 minuter. Då studiebesök redan genomförts där stallägarna medverkat fungerade dessa intervjuer mycket som en komplettering. Intervjuerna med stallägarna var mycket viktiga för studiens syfte och för att kunna göra en korrekt bedömning av stallägarnas nuvarande situation.

Även åkerier har intervjuats för att få en uppfattning om vilka lastbärare och fordon som används samt för att få en bild av hur logistikflödet ser ut idag. De åkerier som stallägarna nämnde under intervjuerna kontaktades, varav några ville medverka och bli intervjuade. Dessa intervjuer har skett över telefon då det ansågs mest effektivt eftersom åkerierna varit spridda geografiskt och det har funnits svårigheter att få tag på rätt person eller på någon som är villig att svara på frågor. Totalt tre åkerier har medverkat i intervjuer. Frågorna som ställdes var även här öppna utformade för att ge möjlighet för så utförliga svar som möjligt, dock var vissa frågor formulerade för att få exakta svar när det gäller till exempel prissättning. Intervjuerna varierande mellan 30-45 minuter och inkluderade frågor så som vilka fordon och lastbärare som används idag, samt om kostnader för transport, hantering och containerhyra. För fullständiga frågor som ställts se bilaga 2.

Då syftet med kvalitativa studier är att få en djupare förståelse för individuella fall har varje intervju fokuserat på att identifiera problemet och samla in upplevelser och åsikter (McCracken, 1988). Kvalitativa studier fokuserar på ett litet antal människor och generaliseringar ett totalt resultat med bland annat siffror som kan vara osäkra. Siffror och tabeller kan däremot sammanställas för att göra resultatet mer lättöverskådligt och lätthanterligt. Resultatet från intervjuerna i denna studie har sammanställs i tabeller och räkneexempel för att åskådliggöra resultatet.

2.3.3 Enkätundersökning

Under förstudien för projektet samlade Hästföretagarna i Göteborgsregionen in uppgifter från hästägare som bedriver verksamhet i bolagsform och som var intresserade att delta i projektet. Informationen sammanställdes i ett Excel-dokument och överlämnades till författarna för detta examensarbetet inför arbetets start. I början av examensarbetet gjordes en enkätundersökning för att komplettera detta Excel-dokument för ytterligare statistik från hästföretagare. Enkäten delades ut till hästägarna genom ett forum där många hästägare är aktiva. Undersökningen har använts för att kunna göra statistiska antaganden. Totalt samlades information från 124 hästföretagare in. För fullständiga frågor se bilaga 3.

2.4 Reliabilitet och validitet

Metodvalens lämplighet kan utvärderas utifrån validitet och reliabilitet. Enligt Bryman och Bell (2007) är metodens reliabilitet hur pålitligt resultatet för en studie är. Validitet definieras som hur väl de mätinstrument som använts mäter det de är ämnade att mäta.

För att öka validiteten i arbetet har flera olika slags källor medvetet använts för datainsamling och som grund för teoretisk referensram. Triangulering innebär att validera studien genom flera olika insamlingsmetoder (Patel & Davidson, 2003).

Då denna studie bygger på hur gödselhantering ser ut i praktiken ger studiebesöken samt intervjuer med både åkerier och stallägare en hög validitet till studien då dessa besök och intervjuer speglar verkligheten. En risk är dock att ett urval har skett som ger en kvalitativ bild av hur de intervjuade ser på problemet, men inte en bild av hur alla stallägare eller åkerier i Sverige ser på detsamma. För att minimera denna risk har urvalet gjorts för att få en spridning på svaren.

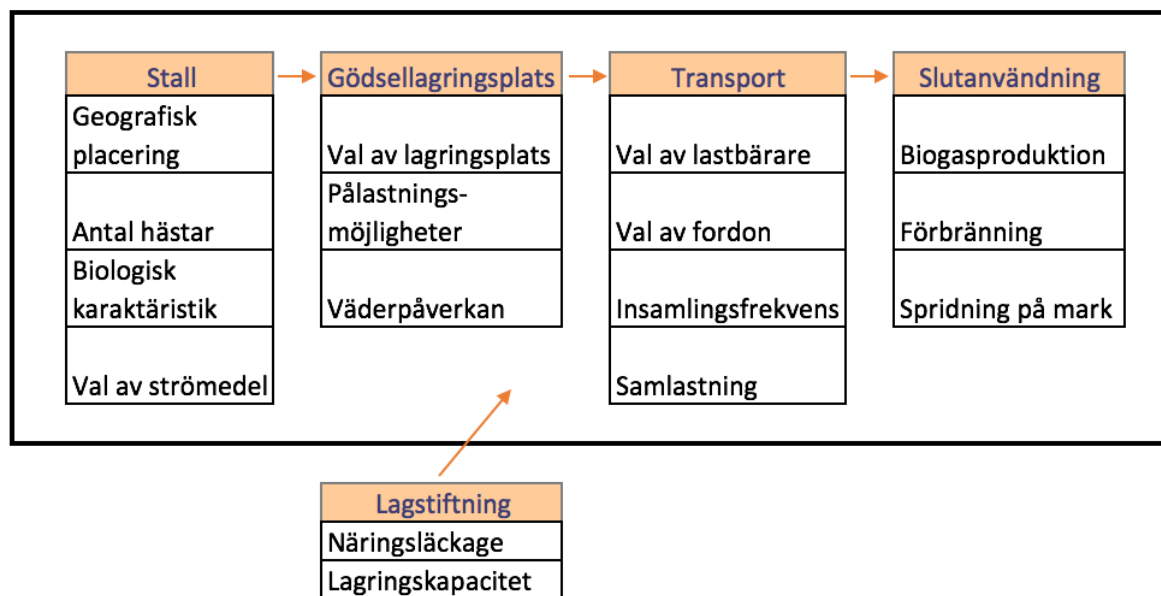
Under intervjuerna fördes anteckningar. Detta kan resulterat i att vissa anteckningar fallit bort eller misstolkats. Även frågorna kan ha misstolkats av de intervjuade eftersom de var öppet ställda. Då intervjuerna genomfördes kan också vissa svar känts irrelevanta och inte antecknats. Detta kan påverka reliabiliteten i undersökningen. För att minimera en försämrad reliabilitet har två intervjuare alltid deltagit i intervjuer och på studiebesök, vilket höjer tillförlitligheten enligt Patel och Davidsson (2003). När oklarheter uppstått efter kontakt med antingen stallägare eller åkerier har ytterligare kontakt tagits för att minska risken för missförstånd och öka reliabiliteten.

Då intervjumallar och enkätundersökningen gjordes i början av studien låg författarnas dåvarande åsikter och tankar till grund för detta. Om intervjumallen och enkätstudien gjorts idag är det möjligt att vissa frågor formulerats annorlunda då nya tankebanor dykt upp allteftersom mer kunskap om ämnet samlats in. Intervjumallarna samt enkäten utvärderades av handledare innan användning vilket kan anses öka reliabiliteten.

3 Teoretisk referensram

Problemet identifieras och visualiseras och relevant litteratur presenteras.

En visualisering gjordes efter att grundläggande information om hästgödselhantering samlats in, se figur 4. En försörjningskedja innehåller hela flödet från första punkt till slutanvändning (Lumsden, 2012). Denna försörjningskedja visar flödet för hästgödsel och möjliga påverkande faktorer på logistiken.



Figur 4. Visualisering av den studerade försörjningskedjan för hästgödsel. Punkterna under respektive sektion är de påverkande faktorerna som beskrivs i kommande kapitel.

3.1 Stall

I kommande avsnitt presenteras vilka faktorer för respektive stall som kan påverka logistiksystemet. Först behandlas stallens geografiska placering samt varierande gödselproduktion, gödselns karaktäristik och slutligen hur val av strömedel påverkar logistiken och energiproduktion.

3.1.1 Geografisk placering samt gödselproduktion

Enligt en rapport skriven av Jordbruksverket (2011) i samarbete med Statistiska centralbyrån uppskattades att det år 2010 fanns 362 700 hästar i Sverige på totalt 77 800 platser. Detta resulterar i ett genomsnitt på 4,7 hästar per stall. Då antalet hästar varierar från olika stall leder detta till en varierande gödselproduktion per stall. Samma undersökning visar att tre fjärdedelar av alla hästar är placerade i tätort eller områden nära tätorter. En tätort definieras enligt undersökningen som ort med fler än 10 000 invånare och tätortsnära områden begränsas i Göteborg till 60 km från Göteborgs stadskärna. I Västra Götalands län uppskattas det finnas 48 000 hästar fördelade på 12 100 platser, vilket resulterar i ett genomsnitt på fyra hästar, något lägre än nationellt.

En normalstor häst producerar dagligen mellan 20 och 30 kg träck och urin, inklusive strömedel (Steineck et al., 2000). Den årliga hästgödselproduktionen blir då åtta till tio ton gödsel per häst. Vid kommande beräkningar i denna studie kommer 30 kg träck och urin att användas som standard. Enligt "Hästgödsel som en resurs" (2013) uppskattas den aktuella volymen hästgödsel i Göteborgsregionen uppgå till 18 697 ton/år från cirka 100-200 stall som drivs i bolagsform. Denna undersökning är inte en komplett beskrivning av den totala

gödselproduktionen utan endast de stall som anmält intresse för projektet beskrivet i avsnitt 1.1 är inkluderade. Den totala gödselproduktion är svåruppskattad då exakt kartläggning av stall och antal hästar saknas. Då antalet hästar varierar kraftigt mellan stallen går det inte att generalisera gödselproduktionen per stall.

3.1.2 Biologisk karaktäristik

Hästgödsel i generell benämning består av träck och urin från hästen samt i vissa fall strö och vatten (Albertsson et al., 2016). Osmälta foderrester som passerar genom hästen är den huvudsakliga beståndsdel i träck. I denna rapport används benämningen hästgödsel som då innefattar träck, urin och strö.

All stallgödsel delas in i kategorier efter konsistens; urin, flyt-, klet-, fast- samt djupströgödsel (Albertsson et al., 2016). Det som avgör vilken kategori ett gödsel faller under är gödselns konsistens och hanteringssegenskaper, så som staplingsförmåga. Varje gödselkategori har vissa egenskaper och karaktäriseras av gödselns torrsubstanshalt, vidare benämnt TS-halt, pH-värde, procent av totalt kväveinnehåll, samt materialets nedbrytbarhet. Hästgödsel kategoriseras som djupströgödsel.

Med TS-halten menas torrsubstanshalten, alltså den del av gödseln som är torrsubstans och inte vätska (Carlsson & Uldal, 2009). Den gödsel som kategoriseras som djupströgödsel har en TS-halt på över 25 % och varierar beroende på djur. En påverkande faktor för TS-halten i hästgödsel är strömedlet som påverkar hur mycket av vätskan i gödseln som suggs upp (Karlsson & Salomon, 2002). Efter undersökningar gjorda av Olsson et al. (2014) har det konstaterats att TS-halten varierar kraftigt mellan olika stall och olika hästar. I undersökningen har de funnit att hästgödsel har en TS-halt på mellan 30-55 %. Steineck et al. (2001) genomförde vid JTI en undersökning av snabbkompostering av hästgödsel där värden på gödseln mättes. I denna studie är resultatet att hästgödsel med halm har en TS-halt på 33 %. Då TS-halten anger hur torrt gödseln är ger värdet också en indikation på gödselns densitet och därmed vikt (Eriksson et al., 2015). En låg TS-halt innebär hög densitet, alltså högre vikt.

Gödselns glödförlust benämns VS-halt, på engelska volatile solids (Carlsson & Uldal, 2009). Denna halt anger materialets organiska innehåll och avgörs med hjälp av hur mycket förbränningsbar substans som finns vid 550°C. Det organiska materialet är en del av torrsubstansen i ämnet, vilket gör att VS-halten är en del av TS-halten. Då det endast är det organiska innehållet av TS-halten, alltså VS-halten, som bryts ned vid biogasproduktion är en hög VS-halt fördelaktig. En hög VS-halt kommer alltså leda till ett högt gasutbyte per volymenhet. Hästgödsel har en ungefärlig VS-halt på 80% av TS-halten.

Gödsel innehåller många ämnen som ger viktig näring till växtligheten i omgivning. Hästgödsel består till stor del av kväve, fosfor och kalium, men innehåller även små mängder av svavel, magnesium, kalcium, järn och mangan (Steineck et al., 2000). Förutom dessa växtnäringsämnen innehåller hästgödsel mullråämnen och organiska material, som är viktiga för att odlingsmarker ska bibehålla sin bördighet (Carlsson & Uldal, 2009).

Om hästgödsel inte hanteras rätt kan växtnäringsämnen gå förlorade, vilket kan vara miljöfarligt (Steineck et al., 2000). Kväve kan både gå förlorat till vatten och luft. Ytavrinning i form av nitrat och urlakning till vatten är vanligt. Kväve kan avgå i luften i form av ammoniak, kvävgas, eller andra kväveoxider. Då ammoniak avgår i för hög grad till luft från gödseln under lagringen eller spridning kan detta leda till försurning samt övergödning.

Då gödseln lagras kommer en kompostering ske. De organiska ämnena i gödseln bryts under syrerika förhållanden ned och bildar ammoniak, koldioxid och vatten. Under denna process skapas värme och temperaturen i gödseln kan stiga så mycket som till 60-70°C. Denna värmeökning förhindrar spridning av mikroorganismer som innehåller skadliga ämnen. Komposteringen av gödsel kallas i folkmun att gödseln *brinner*. Då gödseln brinner kan gödselns volym och vikt minska med så mycket som 30-50 % av det färska gödselns volym och vikt. Detta innebär också att näringsinnehållet ökar procentuellt (Malgeryd & Persson, 2013). Då kompostering ska ske krävs att vatten tillsätts eftersom hästgödsel ofta är för torrt för att komposteras själv. För att få en optimal kompostering krävs även omrörning i gödseln (Steineck et al., 2000).

Material från djurriket som ännu inte bearbetats av naturen benämns som *animaliska biprodukter*, ABP (Steinwig, 2015). EU:s lagstiftning gällande ABP tillsammans med en svensk kompletterande föreskrift justerar hanteringen av dessa produkter. I lagstiftningarna innefattas insamling, transport, lagring och bearbetning. De animaliska biprodukterna delas in i tre kategorier varav kategori ett är mest miljöfarlig och tre är minst miljöfarlig. Hästgödsel som kategoriseras som naturgödsel faller under kategori två. Med hänsyn till smittorisk ställs en del krav vid bearbetning av animaliska biprodukter. Ett kriterium är att materialet innan förädling ska hygieniseras i 70°C i en timme för att sedan finfördelas till delar om max 12 mm.

All stallgödsel som ska transporteras bort från stallet måste vara spårbar. Både den som tar emot och för bort stallgödsel eller andra organiska gödselmedel har en dokumentationsskyldighet. Denna dokumentation ska visa gödselslag, mängd gödsel, den mängd totalfosfor som gödseln motsvarar, datum för mottagandet och varifrån gödseln kommer. Denna dokumentation ska sparas och finnas till hands i minst sex år (SJVFS 2009:82).

3.1.3 Strömedel

Strömedel placeras som underlag där hästen står och används främst för att suga upp träck och urin och ge hästen ett torrt och mjukt underlag (Malgeryd & Persson, 2013). Det är många olika faktorer som påverkar valet av strömedel i boxar och spiltor för hästägare, så som pris, kvalitet på strömedlet, utseende och även vad den individuella hästen föredrar (Wennerberg & Dahlander, 2014). Några vanliga strömedel i boxar i Sverige är torv, träspån, träpellets, halmpellets och hackad halm eller långhalm. Med hackad halm avses halm med strån upp till fem cm. Beroende på hur gödseln ska hanteras efter lagring är olika strömedel mer eftertraktade av de aktörer som ska hantera gödseln.

Torv har hög uppsugningsförmåga och är lättillgängligt och ger gödseln en fin struktur som lämpar sig bra för kompostering och jordbruk (Wennerberg & Dahlander, 2014). Badden är mörk, vilket många hästägare ser som negativt då det kan vara svårt att identifiera gödseln, vilket försvårar vid mockningen. Träspån används ofta för att få en ljus bädd, vilket är eftertraktat ur många hästägares perspektiv för att få en ren känsla i stallet. Träspån har en god uppsugningsförmåga, men spånen kräver lång tid att förmultna, vilket kan försvåra möjligheten att bli av med gödseln då det inte är eftertraktat till kompostering eller jordbruk. Träpellets är billigt och lättillgängligt och ger även det en ljus ströbädd. Däremot är pelletsen ofta hård och vattentillförsel kan krävas i boxen. Att använda sig av långhalm är billigt och lättillgängligt, däremot är det många hästar som tycker halm är aptitligt och gärna äter strömedlet. Det krävs också stora lagringsutrymmen för halmen. Den hackade halmen är mindre aptitlig för hästarna och har en bättre uppsugningsförmåga än långhalm, det är

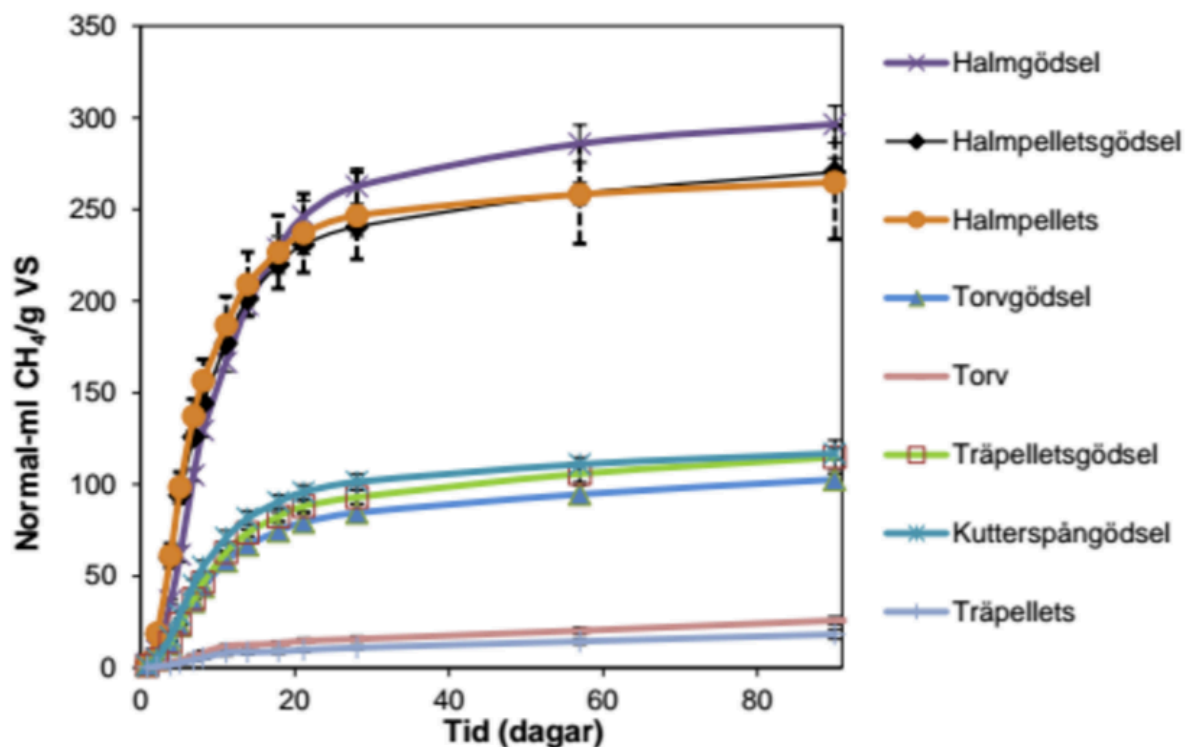
däremot något svårare att få tag på än hel halm och priset är något högre om man inte beställer mycket stora kvantiteter. Halmpellets har i sin tur ännu bättre uppsugningsförmåga än både hel och hackad halm, men har däremot ett högre pris. Även halmpellets kan kräva vattentillförsel för att få en mjukare struktur. I tabellen nedan visas de olika strömedlens uppsugningsförmåga samt inköpspris för stallägarna.

Strömedel	Vattenbindande förmåga, kg vatten/ kg TS	Pris, kr/kg	Lämplighet för biogas
Torv	7,5 - 12	1,81	–
Träspån	4,6	2,28	–
Halmpellets	3,7 - 4,5	2,46	+++
Hackad halm	3,6 - 4	2,32	++
Långhalm	3,3	1,5	–
Träpellets	2,7 - 3,25	2,19	+

– Ej lämplig + Mindre lämplig
 ++ Lämplig +++ Mycket lämplig

Tabell 1. Visar de olika strömedlens uppsugningsförmåga, pris samt lämplighet för biogasproduktion (www.rsmustang.se, Wennerberg & Dahlander, 2014).

Då metanproduktionen vid rötning av det organiska materialet är den avgörande faktorn vid biogasproduktion är detta lämpligt att jämföra då olika strömedel används. Beroende på vilket strömedel som används vid rötningen kommer metangasproduktionen variera (Recebli et al., 2015). Enligt en undersökning genomförd av Olsson et. al (2014) gjord vid JTI bör halm användas som strömedel för att få en effektivare biogasproduktion. Halmen bör vara i form av hackad halm eller halmpellets, då det annars krävs ytterligare bearbetning före biogasproduktionen i form av sönderdelning av halmen. Det framkommer tydligt i grafen, i figur 5, att hästgödsel med halm eller halmpellets producerar betydligt större mängd metangas. Även i litteraturstudien genomförd av Wennerberg och Dahlander (2013) presenteras samma resultat.



Figur 5. Metangasutbyte för hästgödsel med torv-, halm-, spånsströmedel samt för respektive strömedel (Olsson et al., 2014). Återgiven med tillstånd.

Hur mycket strömedel gödseln innehåller påverkar gödselns volym (Olsson et al., 2014). Då så lite strömedel som möjligt medföljer gödseln kommer metangasutbytet kunna maximeras eftersom strömedlet minskar metangasutbytet. Vid mockning medföljer alltid en viss mängd strömedel, i vissa fall så mycket som 90 % strömedel (Malgeryd & Persson, 2013). Ett strömedel med god uppsugningsförmåga möjliggör att mindre strömedel följer med vid mockning, vilket är fördelaktigt vid biogasproduktion. Fler faktorer som avgör hur mycket strömedel som medföljer i gödseln är hur lättmockad gödseln är och hur lätt det är att urskilja träck och urin från bädden. Johansson och Wettbergs (2012) har genomfört mätningar på skillnaden i gödselmängden då halmpellets och torv används. Deras observationer var att gödselmängden blir betydligt lägre, upp till 30 %, då halmpellets används. Alltså medföljer mer strömedel då torv används trots att torv har en bättre uppsugningsförmåga än halmpellets.

3.2 Gödsellagring och hantering

Stallens utformning av gödsellagring varierar, detta bland annat på grund av olika preferenser och förutsättningar (Malgeryd & Persson, 2013). Det finns lagar och regler som måste tas hänsyn till kring lagringskapacitet och för att förhindra näringsläckage. Dessa sätter begränsningar för hur lagringsplatsen ska utformas. Kraven ställs i synnerhet endast på jordbruksföretag men tillsynsmyndigheten kan komma att ställa samma krav på enskilda hästägare. Nedan beskrivs de vanliga typerna av lagringssystem; container, gödselplatta och lagring direkt på marken i en så kallad gödselstuka. Även storsäckssystem kommer att nämnas som lagringsalternativ och vådrets påverkan belyses.

Kravet och lagstiftningen angående lagringskapacitet per stall för hästföretagare beror på antalet hästar och om stallet befinner sig inom eller utanför nitratkänsligt område (Malgeryd & Persson, 2013). Med detta menas vissa områden i Sverige som är extra känsliga för kväveläckage och därav kräver skärpta regler kring hanteringen. Om stallet befinner sig utanför känsligt område, ställs inga krav om antalet hästar är tio eller färre.

Lagringskapacitetskraven för stall inom känsligt område gäller för dem som har fler än två hästar. I vissa enskilda fall kan kravet på lagringsbehov ökas något mer än de schablonvärden som presenteras nedan, detta beroende på exempelvis en längre vinterperiod eller fler än 100 hästar. Samtliga gödsellagringsplatser, oberoende av utformning ska vara sådana att ingen form av avrinning eller läckage till omgivningen uppstår enligt Miljöbalken (MB, SFS 1998:915) 7 §, förordning om miljöhänsyn i jordbruket. Dock måste klargöras att varje fall prövas enskilt (Steineck et al., 2000). Nedanstående tabell visar hur antalet hästar och område påverkar vilken lagringskapacitet mätt i månader man som stallägare minst måste ha på sitt stall.

Antal hästar	Inom känsligt område (Skåne, Halland, Blekinge, Gotland, Öland samt känsliga kustområden)	Övriga känsliga områden	Områden utanför känsliga områden
> 100 st	8 mån	8 mån	8 mån
> 10 - 100 st	8 mån	6 mån	6 mån
> 2 - 10 st	6 mån	6 mån	inga generella bestämmelser

Tabell 2. Visar lagringstid för hästgödsel inom olika områden, beroende av antalet hästar (Malgeryd & Persson, 2013). Författarnas egen tabell.

De djurhållare med två eller färre hästar behöver inte förhålla sig till några regler angående lagringskapacitet, då inga generella bestämmelser finns för dessa (Jordbruksverket, 2016). Det bör dock påpekas att de ändå behöver följa de regler som berör näringsläckage. Om gödseln används för spridning är det Jordbruksverkets föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2015:21) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring som sätter begränsningar.

3.2.1 Gödselplatta

En gödselplatta är vanligtvis gjuten i betong och har med fördel en kant som håller plattan tät och förhindrar att gödselvatten läcker ut till omgivningen (Malgeryd & Persson, 2013). En högre stödmur på två eller tre av sidorna gör att gödseln kan staplas högre och det kan då lagras en större volym på mindre yta (Jordbruksverket, 2016). Gödselplattan bör vara anlagd så att den lutar in mot kanten, då sugts gödselvattnet upp av gödseln och reducerar riskerna för näringsläckage. Enligt Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring (SJVFS 2015:21, 3 §) ska gödsellagringsplatsen placeras så att det inte uppstår någon form av olägenhet för människors hälsa, så som till exempel lukt eller flugor, för hushåll i närområdet.

3.2.2 Container

Detta alternativ används främst när stallägaren inte har egen mark att sprida den lagrade gödseln på men är också ett lämpligt alternativ för de stall som finns belägna i tätortsområde och därmed har begränsade lagringsutrymme (Steineck et al., 2000). Containern måste vara tät eftersom inget läckage får uppstå och ska tömmas när den är full (Jordbruksverket, 2016). Då stallägaren själv inte kan ta tillvara på hästgödseln upprättas det vanligtvis ett avtal med ett avfallsbolag som kommer och hämtar containern när den blir full (Nationella Stiftelsen för Hästhållningens Främjande, 2007). Det finns även de som samarbetar med jordbrukare i

närområdet som vill sprida hästgödseln på sin mark. Även här gäller att lagringsplatsen placeras så att ingen form av olägenhet för människors hälsa uppstår (SJVFS 2015:21).

3.2.3 Storsäck

Idag är det högst ovanligt att stallägare använder sig av storsäckar för att lagra hästgödsel. Det är dock mer vanligt att storsäckar eller smäsäckar används för att sälja hästgödsel som jordförbättringsmedel (www.brudberget.se). Det finns ingen förordning i lagstiftningen som förbjuder användandet av storsäckar som transportalternativ, däremot gäller samma krav angående lagringskapacitet som för de andra alternativen och dessutom att behållaren är helt tät både vid lagring och transport enligt Miljöbalkens allmänna hänsynsregler (MB, SFS 1998:808, kap. 2).

En storsäck är en förstärkt säck gjord i hållbart material som har öglor för att underlätta förflyttning av säcken med hjälp av en kran (Åströms Åkeri, 2015), se figur 6. Många storsäckar har en öppningsbar botten, vilket kan ses som en fördel vid tömning. De flesta varianterna kan fås med en så kallad innersäck för att ytterligare förhindra läckage. Dessa säckar finns i flera olika storlekar och varianter och går att få kundanpassade vid önskemål (FairFlex International, 2015).



Figur 6. Storsäckar i varierande storlekar.

3.2.4 Gödselstuka

Vid tillfällig lagring eller kompostering av gödseln kan detta ske direkt på mark vilket då kallas för gödselstuka (SJVFS 2015:21). Detta kategoriseras som en mellanlagring och får därmed inte användas för mer än tillfällig lagring och tiden för lagring ska vara så kort som möjligt enligt Miljöbalken (MB, SFS 1998:808, kap. 2). För att få använda sig av gödselstuka krävs det att det är inom ett område som inte är nitratkänsligt eller att näringsläckaget bedöms som mycket litet. Stukan ska placeras så att avrinning inte kan ske och att det inte finns någon risk för översvämning eller hög grundvattennivå. Även denna lagringsvariant ska utformas så att det inte uppkommer någon form av olägenhet som till exempel lukt eller flugor för hushåll i närheten av stallet.

3.2.5 Väderpåverkan

Vid utformningen av gödsellagringsplatsen är det lämpligt att inkludera en förslutning eller tak över platsen. Detta för att reducera eller förhindra att behållaren fylls med vatten på grund av nederbörd. Ju mer vatten som samlas i behållaren eller på betongplattan desto större risk att gödselvattnet läcker ut och bidrar till näringsläckage. Detta är inget krav men är att föredra (Jordbruksverket, 2016). Ytterligare en faktor som påverkas om gödseln kontamineras med vatten är att TS-halten minskar, och därmed ökar densiteten på gödseln (Olsson et al., 2014). Med andra ord ökar vikten på godset och det medför att man inte kan transportera lika stor volym som gödsel med låg TS-halt.

3.3 Transport

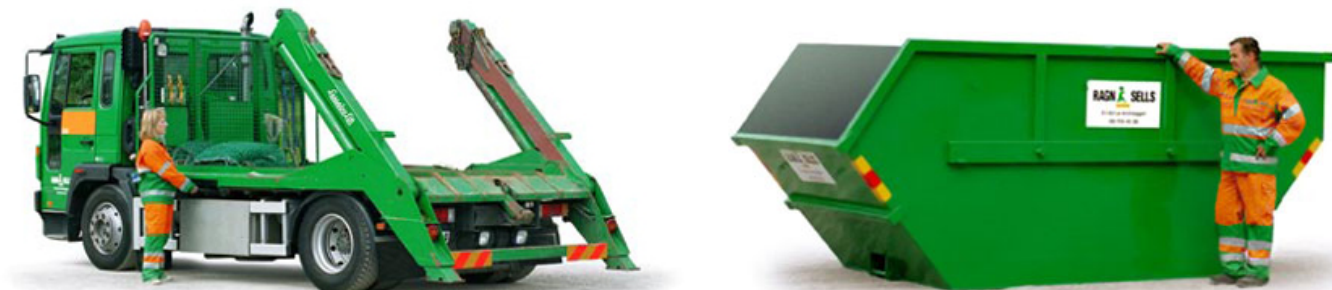
I tidigare avsnitt har lagringsmöjligheter vid stallen beskrivits. Hur gödseln sedan ska förflyttas från lagringsplatsen till fordonet samt vilket fordon som kan användas kan bestämmas på flera sätt.

Då gods ska transporteras krävs avgörande om det är vikt eller volym som sätter begränsningar (Olsson et al., 2014). Gödselns densitet påverkar hur stor volymvikten är, alltså spelar även TS-halt roll. I den praktiska undersökningen genomförd av Olsson et al. (2014), där hästgödsel samrötas med nötflytgödsel undersöktes vad som satte begränsning på lasten. I försöket konstaterades att vikten var det som begränsade maxlasten. Vid transport av hästgödsel användes i detta fall en lastväxlarcontainer, på 30 kubikmeter med en begränsning på 10-13 ton maxlast. Även vid det torraste gödseln med högst TS-halt, och därmed lägst densitet, var vikten den begränsande faktorn. Enligt beräkningar krävs en godsdensitet på under 300 kg/m³, vilket är betydligt lägre än densiteten för hästgödsel.

Eftersom vissa vägar inte klarar tunga fordon har Transportstyrelsen kategoriserat Sveriges vägar (Transportstyrelsen, 2012). Enligt Transportstyrelsens regler för buss- och godstrafik beror den maximala bruttovikten, vilket i sin tur begränsar maxlasten, av fordonets axelavstånd. I Sverige är högsta maximala bruttovikten för ett fordon 64 ton, då krävs ett axelavstånd på 20,2 meter eller längre. Alla vägar i Sverige klassificeras efter bruttovikt och maximalt axelstånd och delas in i kategorierna BK1, BK2 och BK3 där den sistnämnda är den kategori som tål minst belastning från fordonet. Då vägarna och vägförhållandena ständigt förbättras ökas bruttovikten och sedan år 2014 har bruttovikten ökat från 60 till 64 ton för buss och godsfordon (Engström et al., 2015). När maxlasten för ett fordon ökas kommer kostnader och energiåtgång minska, vilket gör det möjligt att effektivisera framtidens transporter.

3.3.1 Liftdumper – container och fordon

En så kallad liftdumpercontainer är öppen och används ofta för byggmaterial eller liknande, men kan även användas för andra material och gods (www.ragnsells.se). Storlek på denna typ av container är mellan åtta till tio kubikmeter. Standardmått som RagnSells har på sina liftdumpercontainrar som rymmer tio kubikmeter är L3100 x B1810 x H1900 mm. Det finns även en variant på denna behållare kallad liftdumperflak som också rymmer tio kubikmeter. Dessa är lägre än liftdumpercontainer och har måtten L4450 x B1710 x H1300 mm. Detta flak är också öppet upptill men har även en öppningsbar bakdel som möjliggör att man kan köra in med exempelvis en skottkärra. Båda behållarna hämtas med en liftdumperbil, denna kan byggas på med en utskjutsdel vilket gör att det kan transporteras två containrar vid ett och samma tillfälle (www.ragnsells.se). Se figur 7 och 8 för bilder på fordon och containrar.



Figur 7. Bilden till vänster visar en liftdumperbil och bilden till höger visar en öppen liftdumperbehållare på tio kubikmeter (www.ragnsells.se). Återgiven med tillstånd.



Figur 8. Liftdumperflak på tio kubikmeter med öppningsbar bakgavel (www.ragnsells.se). Återgiven med tillstånd.

3.3.2 Lastväxlare – container och fordon

En lastväxlarbehållare är större än vad liftdumperbehållarna är, oftast mellan 20-30 m³ (www.ragnsells.se). Denna container är öppningsbar baktill, utan förslutning upptill och även denna är anpassad främst för byggmaterial. Denna behållare har enligt RagnSells beskrivning måtten L6000 x B2500 x H2300 mm. Containern hämtas med en så kallad lastväxlare eller lastväxlarbil, med släp kan en och samma bil transportera tre containrar samtidigt. Se figur 9 för förtydligande.



Figur 9. Bilden till vänster visar en lastväxlarbil. Bilden till höger visar en lastväxlarcontainer som rymmer 30 m³ (www.ragnsells.se). Återgiven med tillstånd.

3.3.3 Flakbil med kran

I figur 10 visas en flakbil med kran. Detta fordon är även kallad kranbil och hämtar styckegods som i många fall är farligt avfall (www.ragnsells.se). Behållare eller lastbärare som kan hämtas av denna typ av fordon är exempelvis; kryo-boxar, lots-behållare, fat, batteriboxar eller storsäckar etc. Denna typ av fordon finns i varierande storlekar och är för det mesta utrustade med våg och bakgavelhiss enligt RagnSells.



Figur 10. Bilden visar en flakbil med kran (www.ragnsells.se). Återgiven med tillstånd.

3.3.4 Baklastare och kärl

För hämtning av hushållsavfall, papper, kompost med mera kan fordonet baklastare användas (www.ragnsells.se). Avfallet töms och komprimeras i fordonet. Dessa fordon kan specialanpassas för både kärl- och containertömning. Fordonen är anpassade för insamling av avfall på större områden. Det finns även flerfackad baklastare där flera behållare finns i fordonet för att olika avfall ska kunna tömmas i olika fack. Kärlen som kan användas till avfall som töms i baklastaren kan specialanpassas efter behov och finns i flera färger samt med eller utan lock. Se figur 11 för bild på baklastare och kärl i olika storlekar.



Figur 11. Bilden till vänster visar en baklastare och högra bilden visar kärl i olika modeller (www.ragnsells.se). Återgiven med tillstånd.

3.3.5 Hjullastare eller traktor med skopa

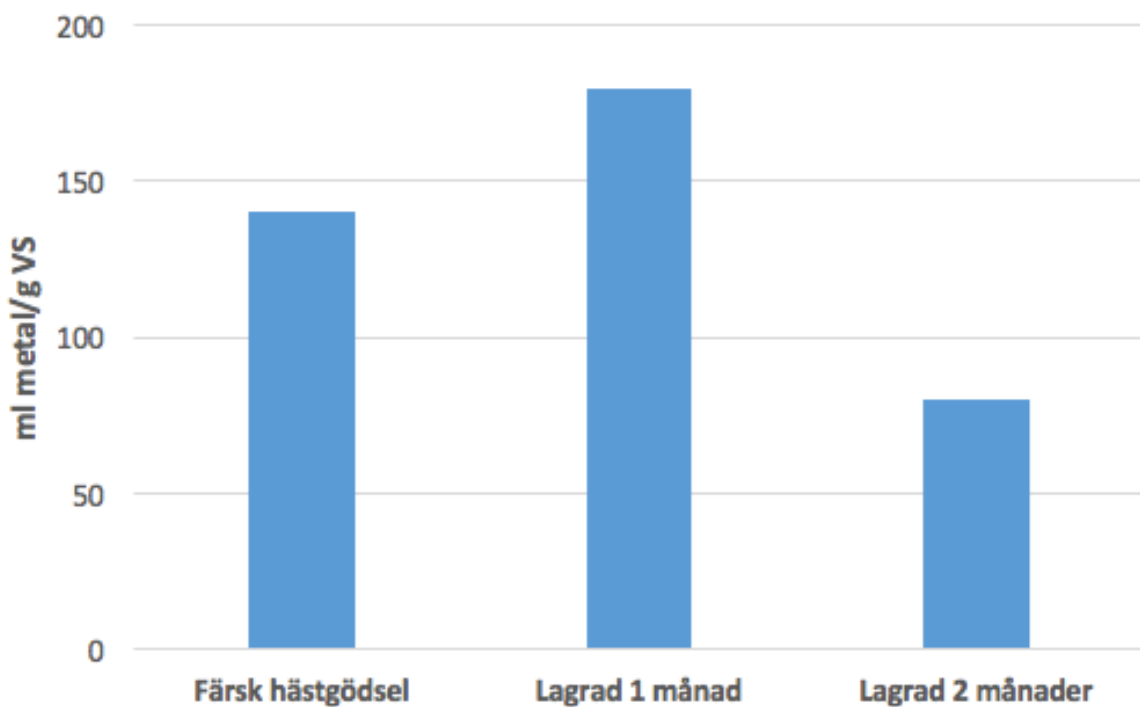
De stall som har en gödselplatta kan använda sig av en traktor eller hjullastare med skopa för att flytta gödseln från plattan till transportfordonet, se figur 12. En hjullastare enligt Nationalencyklopedin (2016) är ett terränggående, gummihjulsburet fordon som är utrustat med en hydrauliskt styrd skopa. En hjullastare är designad för att på ett effektivt sätt kunna förflytta till exempel grus eller jord från marknivå till ett flak på en lastbil.



Figur 12. Bilden visar en hjullastare (www.gt-center.se). Återgiven med tillstånd.

3.3.6 Insamlingsfrekvens vid biogasproduktion

Enligt en studie gjord vid Högskolan i Halmstad (Mattsson et al., 2015) undersöktes hur metanproduktionen påverkas över tid för hästgödsel där strömedlet som använts var halmpellets. Denna studie visar att hästgödseln som lagrats en månad hade högst metanproduktion per gram VS, se figur 13.



Figur 13. Diagrammet illustrerar ungefärliga värden för metanproduktionen per gram VS för hästgödsel med halmpellets (Mattsson et al., 2015). Författarnas egna diagram.

3.3.7 Kostnader

Transportkostnaderna avgörs av bland annat godsets vikt och transportavstånd (Olsson et al., 2014). I försöket genomfört av Olsson et al. (2014) beräknas transportkostnaderna för lastväxlare till 1,5 kr/ton och km, med en medelhastighet på 40 km/h och en medellast på 35 ton. Kostnader är baserade på relativt långa transporter med bra väglag. Dessa beräkningar resulterar i en total transportkostnad på 800-950 kr/h. Pålastningskostnaderna samt framkörningskostnaderna vid gården beräknades till 19 kr/ton, vilket baserades på tidsåtgång för lastningen. Gödseln förvarades på gödselplatta och lastades i containrarna då lastväxlaren anlände. Ingen hänsyn i variation av TS-halt har tagits och halten förutsätts vara 35 % (Olsson et al., 2014).

Engström et al. (2015) genomförde ett pilotprojekt för att undersöka möjligheter till energieffektivisering av logistik inom jordbruket. I denna rapport sätts transportkostnaderna, inklusive förare och bränsleförbrukning till 950 kr/h, utan förare och bränsleförbrukning 650 kr/h för lastbil med släp.

3.3.8 Samlastning

Inom logistik strävas det efter ett förbättrat resursutnyttjande vilket kan göras genom att öka fyllnadsgraden i transporter (Lumsden, 2012). Idag ligger fyllnadsgraden på lastbilstransporter generellt runt 40-60 %, vilket indikerar att en markant förbättring kan ske. Genom att samlasta gods kan kostnader och påverkan på miljön sänkas eftersom fyllnadsgraden ökas. Samlastning kan antingen ske genom att gods samlas upp från flera platser för att transporter till en gemensam plats eller att gods lotsas från en plats och med hjälp av transporter sprids till flera slutpunkter. En uppsamlingsplats eller samlastningscentral kan vara fördelaktigt för att organisera samlastning om båda dessa flöden ska ske. Studier visar att det genom samlastning är möjligt att reducera 20-25 % av körda transportkilometer. Dock ökar även fordonets bränsleförbrukning då fyllnadsgraden ökar. När graden ökar från 50 till 100 % ökar bränsleförbrukningen med cirka 20 %. Idag syns tydliga trender på att antalet tomma laster minskar, en drivkraft för företagen är de ekonomiska fördelarna i att reducera antalet tomma laster (Lumsden, 2012).

3.3.9 Transporters miljöpåverkan

Då miljöfrågan blir viktigare i dagens samhälle diskuteras också transportsystemens miljöpåverkan alltmer (Lumsden, 2012). De senaste åren har transportsektorn ställts inför en rad krav om minskade miljöutsläpp och miljövänligare transporter, där alternativa bränslen sätts i fokus. Transportsektorn släpper ut en rad olika emissioner ut i luften som är skadliga både för människan och för omgivningen.

Det mest betydande för vägtransporters miljöpåverkan är bränsleförbrukningen (Lumsden, 2012). Vilket drivmedel som väljs är en faktor som är väsentlig för hur stor miljöpåverkan blir. Till skillnad från fossila bränslen är alternativa drivmedel oftast mer miljövänliga däremot är det vanligtvis dyrare både i produktion och drift. En annan påverkande faktor är vägförhållanden. Lägre emissionsnivåer kan fås genom vägar som är raka och plana så som motorväg. Bränsleförbrukningen på en motorväg där hastigheten är 90 km/h är mindre än hälften jämfört med då man kör i stadstrafik i 50 km/h. Även koldioxid- och partikelutsläppen blir över det dubbla i stadstrafik till skillnad från motorväg. Ett annat sätt att minska bränsleförbrukningen är att anpassa hastigheten och använda sig av så kallad *EcoDriving*. Det har visat sig att det kan skilja så mycket som 100 % i bränsleförbrukning beroende på hur föraren kör. Generellt bör man köra i en lägre hastighet då en högre hastighet genererar högre bränsleförbrukning samt hålla jämn hastighet (Lumsden, 2012).

3.3.10 Liknande transportsystem – skogsindustrin

Fordonen som används inom skogsindustrin kan vanligtvis transportera upp till tre containrar som rymmer 30-40 m³ vardera (Kunskap Direkt, 2009). Då dessa transporter ofta sker på vägar med låg kapacitet sätts vissa begränsningar. Om vägarna eller vändzoner sätter begränsningar och lastbil med släp inte tillåts kan fordonet transportera en container i taget ut till en större anknytande väg. När upp till tre containrar är hämtade kopplas släpet på fordonet och containrarna lastas för vidare transport.

3.4 Förädling av hästgödsel

Det har tidigare varit lagligt att deponera hästgödsel och annat organiskt material med mindre än 10 % organisk substans på avfallsanläggningar (Hammar, 2001). Detta gjordes av många stallägare som inte hade möjlighet att sprida på egen mark eller mark i närheten. År 2005 förbjöds deponering av hästgödsel med syfte att reducera och förhindra konsekvenser som organiskt avfall kan orsaka då det deponeras så som näringsläckage, samt för att ta till vara på näringsämnen och återföra dessa till naturen (SFS 2015:532). Detta ledde till förhöjda gödselhanteringskostnader för flera stall då alternativen blev färre (Mattsson et al., 2015). Nedan följer tre av de vanligaste alternativen för hantering av hästgödsel idag.

3.4.1 Hästgödselns värde

I förstudien skriven av Wennerberg och Dahlander (2013) är syftet att utveckla ett system där hästgödseln ses som en resurs och inte avfall. För att reducera stallägarnas gödselhanteringskostnader kan hästgödseln förädlas och på så sätt kan gödseln få ett värde. Med hjälp av olika förädlingsätt kan närings- och energiinnehållet tas tillvara och skapa ett hållbart kretslopp.

3.4.2 Biogasproduktion

Biogas bildas då organiska material bryts ner i syrefattiga miljöer (Hansson & Christensson, 2006). Det organiska materialet kan innehålla exempelvis matavfall, gödsel, rester från reningsverk och slakteriavfall. Det finns flertalet olika rötningsprocesser och rötningen kan ske under många olika förhållanden. Det väsentliga för samtliga biogasprocesser är att de organiska ämnena bryts ned för att i huvudsak bilda metangas och koldioxid. Nedbrytningen sker med hjälp av mikroorganismer alltså skapas en miljö där mikroorganismerna trivs. Miljön ska vara syrefri, lagom sur och ha en jämn temperatur. Vanligtvis rötas det organiska materialet i 20-25 dagar. Beroende på vilken typ av organiskt material som används kan metangasproduktionen påverkas och ett material med hög VS-halt är att föredra för en hög metangasproduktion. Det material som kvarstår efter rötningen benämns som rötrest eller biomassa och kan användas som växtnäring vid odling (Hansson & Christensson, 2006).

Som tidigare nämnts har det i förstudien av Wennerberg & Dahlander (2013) undersökts möjligheten att samröta hästgödsel med matavfall för att producera biogas. På så sätt tas energiinnehållet i det organiska materialet i hästgödseln tillvara. Flera faktorer som tas upp i detta arbete bör då tas i hänsyn för att kunna utvinna maximalt energiutbyte.

Den producerade biogasen kan sedan användas till drivmedel, el och värme (Hansson & Christensson, 2006). För att kunna använda gasen till drivmedel behöver den raffineras för att öka halten metan. Potentialen för biogasproduktionen i Sverige är betydligt större än vad som produceras eftersom det finns stora mängder organiskt avfall där energiinnehållet idag inte utvinns (Sköldberg et al., 2010).

3.4.3 Förbränning

Ytterligare ett sätt att utvinna energi från hästgödsel är vid förbränning (Malgeryd & Persson, 2013). Kraven för att en anläggning ska få förbränna avfall är i allmänhet höga och det är endast 80 anläggningar i Sverige som uppfyller dessa (Asplind, 2016). Vid förbränning av endast hästgödsel krävs det att den torkas eller att den blandas med mer energirikt organiskt material så som halm, träspån eller pellets (Rantamäki-Lahtinen, 2016). Ett annat sätt är att först göra pellets av gödseln för att sedan förbränna den. Det finns ett antal mindre anläggningar i Sverige som har tillstånd att förbränna hästgödsel (Wennerberg, 2013).

Efter förbränningen kvarstår rester i form av aska som innehåller näringsämnen. Askan kan spridas på mark för att återföra dessa ämnen till växtligheten (Rantamäki-Lahtinen, 2016).

3.4.4 Jordförbättring

Hur kompostering sker nämns tidigare i texten under avsnitt 3.1.2 där förändringar i hästgödsels egenskaper vid lagring beskrivs. Denna komposteringsprocess kan utnyttjas för att sedan använda gödseln som komponent i jordförbättringsmedel. Komposteringsprocessen kan påskyndas genom tillförsel av vatten och syre (Steineck et al., 2000).

För att få sälja gödseln krävs att vissa förutsättningar uppfylls under komposteringen och anläggningen måste vara godkänd av Jordbruksverket. För att anläggningen ska godkännas krävs att den har mätsystem och loggning av temperaturen i komposten. För att gödseln ska hygieniseras krävs en temperatur på över 70°C i minst en timme (Wennerberg & Dahlander, 2013).

Det finns företag som specialiserar sig på jord och jordförbättringsprodukter (www.brudberget.se). Stallgödsel, sand och torv kan blandas för att skapa en näringsrik jord som kan användas i trädgårdar och vid plantering. Stallgödsel kan också användas koncentrerat som gödslingsmedel.

4 Resultat och analys

I kapitlet summeras och analyseras resultaten i förhållande till forskningsfrågorna. Dagens logistiksystem för gödselhantering presenteras och de faktorer som ligger till grund för strukturen analyseras.

För att få en överblick över kapitlet visualiseras strukturen i figur 14 nedan. I avsnitt 4.1 beskrivs resultatet från intervjuer med stallägare samt studiebesök och resultatet analyseras utifrån forskningsfrågorna. I avsnitt 4.2 presenteras och analyseras resultatet från intervjuer med åkerier.

4.1 Stallägare	4.2 Åkerier
4.1.1 Geografiska placering	4.2.1 Dagens lastbärare och fordon
4.1.2 Stallens gödsellagring	4.2.2 Hantering och transport
4.1.3 Alternativ gödsellagring	4.2.3 Kostnader
4.1.4 Begränsningar vid utformning av gödsellagringsplats	4.2.4 Alternativa lastbärare och fordon
4.1.5 Strömedel	
4.1.6 Hantering och transport	
4.1.7 Kostnader	

Figur 14. Struktur för kapitel 4.

4.1 Stallägare

Följande avsnitt redogör för resultat och en analys genomförs av intervjuer med stallägare i förhållande till teorin och forskningsfrågorna. Grundläggande information om stallens gödselhantering och förutsättningar finns i bilaga 4.

4.1.1 Geografisk placering

Då stallen har en geografisk spridning krävs en god planering för att få ett flöde där gödseln transporteras. Från studiebesöken samt intervjuerna framkommer att stallen ligger geografiskt utspritt. Då stallens placering varierar är också tillgängligheten till stallen varierande. Några av de besökta stallen ligger inte i anslutning till stora vägar utan nås via vägar som har begränsad framkomlighet. Detta skulle i sin tur kunna ge begränsningar när det gäller val av transportsystem.

Vägen fram till stall B var enligt observationer något svårframkomlig då vägen var smal och ojämn. Efter intervju med stallägaren framkom att detta inte är ett problem för det åkeri som idag hämtar gödseln utan hämtningen sker utan problem. Vid transport till och från stall F behöver fordonet köra på en BK3-väg, vilket sätter begränsningar på fordonets maxvikt. Detta togs i beaktande när lastbärare valdes. En för stor container kunde inte transporteras på vägen, alltså valdes en mindre variant. Följaktligen sätter stallens geografiska placering samt framkomligheten på vägarna förutsättningar för transport vid val av lastbärare och fordon.

Alla stallägare som intervjuats har olika sätt att lagra och hantera gödseln. En anledning till detta är att stallen har en varierande storlek samt varierande förutsättningar. På grund av

stallens olika storlek varierar den producerade gödselmängden och olika lösningar kan behöva utvecklas. Eftersom gödselproduktionen varierar påverkas hämtningsfrekvensen. Stallens storlek sätter då förutsättning för logistiksystemet i form av hämtningsfrekvens på grund av gödselmängden.

4.1.2 Stallens gödsellagring

De som har möjlighet att lagra gödseln på gödselplatta väljer oftast detta alternativ. Enligt enkätstudien använder 69 % av de tillfrågade stallen sig av gödselplatta som lagringsplats för gödsel. De intervjuade stallägarna menar att detta beror dels på att löpande kostnader, så som containerhyra, inte uppstår samt att förflyttningen av gödseln från box till gödsellagringsplats kan underlättas. Att investera i en gödselplatta skulle vara kostsamt men stall F tror att en gödselplatta skulle minska deras kostnader på lång sikt. Sammanfattningsvis tror stall F att en gödselplatta skulle vara en dyr investering men skulle kunna sänka stallets löpande kostnader, så som containerhyra.

I de fall container används som lagringsplats krävs olika alternativ för att lägga gödseln i containern. Ett alternativ är att använda sig av en hjullastare för att förflytta gödseln från marken till containern. Då denna eller motsvarande utrustning inte finns tillgänglig krävs manuellt arbete som skapa ergonomiska problem. Detta kan försämra arbetsmiljön för hästägarna och eventuell stallpersonal. Ett annat alternativ är att bygga någon sorts ramp upp till containern alternativt direkt från stallet. Ett tredje alternativ som nämnts under studiebesöken är att sänka ned containern under marknivå för att kunna tippa gödseln direkt från skottkärra.

Stall A använder sig främst av gödselplatta men äger själva en container som de brukar som extra lagringsplats då plattan blir full. I deras fall användes en hjullastare med skopa för att förflytta gödseln från marken till container. Hjullastaren är även godkänd att köra i stallgången vilket reducerar det manuella arbetet då mockning sker direkt i skopan som står i stallgången. Se figur 15 och 16 för förtydligande.



Figur 15. Vänstra bilden visar stall A's gödselplatta. Högra bilden visar stall A's egna container. Författarnas egna bilder.



Figur 16. Stall A's hjullastare som används vid pålastning till containern. Författarnas egen bild.

Stall B, C samt E lagrar alla i första hand sin gödsel på platta för att sedan med hjälp av hjullastare förflytta gödseln till containern för att möjliggöra vidare transport. Stall B lastar endast över gödseln då hämtning ska ske. Framför gödselplattan vid stall B finns gott om utrymme för fordonet att vända, som visas i figur 17.



Figur 17. Gödselplattan vid stall B. Författarnas egen bild.

Stall C samt E hyr containern som de har på plats och lastar själva med jämna mellanrum över gödseln från plattan till containern. Stall C är placerat i centrala Göteborg och utrymmet vid stallet är begränsat. Då gödseln mockas från boxarna läggs det på en av de två små gödselplattorna utanför stallet. Dessa gödselplattor är endast godkända som temporär lagringsplats och gödseln måste förflyttas inom några timmar. En hjullastare används då för att fylla containern som är försedd med tak och placerad vid plattorna. Se figur 18 för bild på en av gödselplattorna samt containern.



Figur 18. Stall C. Vänstra bilden visar en av gödselplattorna och den högra bilden visar containern som gödseln förflyttas till. I bakgrunden på högra bilden syns gödselplattan. Författarnas egna bilder.

Stall E, se figur 19, fyller också sin container med jämna mellanrum med gödseln som i första hand läggs på gödselplattan.



Figur 19. Stall E. Till vänster i bild syns containern. Till höger i bild syns en del av gödselplattan. Författarnas egen bild.

Stall F använder sig idag av containerlösning då de inte har en godkänd gödselplatta enligt miljökontoret. De har en ramp för att fylla containern. Stallet är placerat i en backe vilket möjliggör att containern kan ställas i direkt anknäytning till stallets bakdörr, se figur 20. Vid bakdörren finns en utfällbar ramp som används för att tippa gödseln direkt i containern. I detta fall möjliggör stallets placering och förutsättningar en effektiv fyllning av lagringsenheten.



Figur 20. Stall F's container. Bilden till vänster visar rampen från stallgången ut till containern. Bilden till höger visar containerns placering bakom stallet. Författarnas egna bilder.

Det är fördelaktigt om containern är fylld när fordonet anländer till stallet för hämtning av gödseln då pålastningstiden kan minskas. En kortare pålastningstid leder till reducerad transporttid, vilket skulle kunna vara fördelaktigt om prisförhandling med åkeri görs. För att sammanfatta är container som lagringsplats en enkel lösning när gödseln ska transporteras vidare från stallet av ett åkeri då gödseln redan ligger i lastbärare som endast plockas upp av fordonet. Däremot krävs en lösning i stallet för att fylla containern. Utifrån observationer vid stallbesöken används lastväxlarcontainer på samtliga stall som använder container. Anledningen till detta skulle kunna vara att dessa stall har ett stort antal hästar.

Stall D och G använder sig endast av gödselplatta och gödseln hämtas och sprids direkt på mark. Alltså används ingen container eller annan lastbärare för vidare transport. Stall D har en gödselplatta som är försedd med tak. Längs med husväggen finns en ramp med räcke där skottkärran tippas ifrån för att kunna stapla gödseln högre. Figur 21 visar stall D's gödselplatta. Till höger i bild visas brunnen gödsel medan gödseln till vänster är färsk.



Figur 21. Gödselplattan vid stall D försedd med tak. Författarnas egen bild.

Stall G som endast har 4 hästar använder sig av en mindre gödselplatta för lagring av gödsel, se figur 22. Plattan ligger i anslutning till stallet och en skottkärra används för att fylla plattan.



Figur 22. Gödselplattan vid stall G. Författarnas egen bild.

Stallens förutsättningar och placering möjliggör olika lösningar för hur gödsellagringen kan planeras. På grund av detta kan det också sätta begränsningar för logistiken då det kan vara svårt att införa standarder för lagring som kan vara fördelaktiga ur ett logistiskt perspektiv.

4.1.3 Alternativ gödsellagring

Inget av stallen som besökts använder sig idag av storsäckssystem för hantering av hästgödsel. När detta alternativ nämnts under intervjuerna har lösningen fått delad respons. Vissa stallägare har varit mycket positiva till förslaget och tror att det skulle underlätta lagringen vid stallet eftersom de då förväntar sig en högre insamlingsfrekvens än i dagsläget vilket leder till mindre lagringsytor. Detta kan bero på att de varit insatta i diskussionen kring biogasproduktion av hästgödsel och förstått att färskt hästgödsel krävs vid sådan produktion. Vissa stallägare har inte hört om storsäckar som ett alternativ. Ett bekymmer vissa stallägare såg var att ett storsäckssystem skulle kräva en upphängningsanordning eller liknande för att få gödseln i säcken. Flera stallägare ansåg att antalet säckar skulle bli mycket högt och för att lagringen skulle fungera krävs en hög insamlingsfrekvens. De sex större stallen som besökts har haft mellan 28-84 hästar. Det stora antalet hästar är betydligt större än genomsnittet i Göteborgsregionen, 4,7 hästar per stall, och dessa skulle producera ett stort antal säckar. Ett stort antal säckar kan leda till längre hanteringstid när på- och avlastningen till fordonet kan ta

lång tid. Nedan följer ett exempel på hur många storsäckar några av de medverkande stallen skulle fylla under en månad.

En häst producerar cirka **833 kg** per månad.

En storsäck rymmer **1 m³**.

→ **1,7 storsäckar** per månad och häst.

För stall C som har **84 hästar** leder detta till månatlig fyllnad av **143 storsäckar**.

För stall F som har **28 hästar** leder detta till en månatlig fyllnad av **48 storsäckar**.

För stall G som har **4 hästar** leder detta till en månatlig fyllnad av **7 storsäckar**.

I exemplet är gödselproduktionen beräknad på en normalstor häst och storsäckens volym är beräknad på en standard storsäck som skulle vara lämplig för gödsellagring.

För stall med få hästar, exempelvis stall G, kan storsäckar vara fördelaktigt då gödseln blir mer lätthanterligt. Storsäckarna gör att gödseln inte syns och gödsellagringen kan bli mer diskret. Vid lagring i storsäck förutsätts att kompostering av gödseln inte påbörjas och insamlingsfrekvensen behöver vara relativt hög. Storsäckar kan alltså vara fördelaktigt vid lagring av gödsel för stall med få hästar, däremot kan logistiken påverkas negativt om antalet säckar blir för många och hanteringstiden ökar.

4.1.4 Begränsningar vid utformning av gödsellagringsplats

Vissa av stallägarna uppger att deras estetiska krav på lagringsplatsen är höga. Stallägarna vill inte att gödsellagringsplatsen ska synas för mycket och förstöra helhetsintrycket på gården. Många stallägare tycker att en containern skulle vara mycket iögonfallande jämfört med den övriga miljön på gården, vilket förstör gårdens utseende. Detta skulle kunna vara en anledning till varför många av stallägarna som besökts placerar lagringsplatsen bakom stallet. Därmed kan vissa lagringsplatser vara något svårtillgängliga och stora fordon kan ha svårt att nå fram. Pålastningen kan försvåras om tillräckligt utrymme för fordonet inte finns och transporttiden öka. Sammantaget kan hästägarnas krav på gödsellagringsplatsens estetik sätta begränsningar för utformning och placering av gödsellagringsplats, vilket kan påverka logistiken vid hämtningen av gödsel.

Då gödsel lagras finns som nämnt i kapitel 3.1.2 risker för näringsläckage om lagringsplatsen inte uppfyller de krav som ställs. Om container används som lagringsplats ska denna vara tät för att förhindra läckage. Ett tak kan även förekomma för att minska risken för att regnvatten kontaminerar gödseln. Det enda stallet som har ett konstaterat problem med näringsläckage är stall A som har en gödselplatta i direkt anslutning till ett dike, se figur 23. För att eliminera problemet helt, hade en ombyggnation av gödselplattan krävts. Istället görs regelbundet små justeringar för att minska läckaget. Eftersom gödsel är ett gods som riskerar att leda till negativ inverkan på miljön då läckage sker krävs vissa åtgärder både vid lagring och transport för att följa lagstiftningen. Detta sätter förutsättningar för lagring och transport i termer av val av lagringsplats och lastbärare.



Figur 23. Bilden visar stall A's gödselplatta där problem med näringsläckage förekommer. Författarnas egna bild.

För att undvika näringsläckage vid stall D har en ränna placerats i ytterkanten av gödselplattan, se figur 24. Gödselvatten samlas i ränna och rinner ner till en stängd brunn som töms med jämna mellanrum.



Figur 24. Stall D's ränna för gödselvatten. Författarnas egna bild.

Av de stall som besökts har endast ett, stall C, en täckt container. Stall C vill minska regnvattnet som når gödseln, då det kommer väga mer eftersom containern är tät och vattnet samlas i containern. Eftersom de betalar mottagaravgift till avfallsanläggningen per ton skulle detta öka deras kostnader. Som nämnts i kapitel 3.1.2 är gödsel ett tungt gods där vikten begränsar fyllnadsgrad på fordonet när container används. Alltså är det ur ett logistiskt perspektiv fördelaktigt att ha ett torrt gödsel med hög TS-halt då det går att öka volymen och möjliggöra transporter med större andel gödsel. Ett tak på containern ger ett torrare gödsel och på så sätt kan vikten sänkas och större volym lastas i containern.

Däremot kan en öppen container med dränering starta en kompostering då vatten kontaminerar gödseln. Stall E samt F har öppna containrar och ser det som en stor fördel att

regn når gödseln och startar en kompostering för att minska vikt och volym. En minskad vikt och volym gör att det går att lasta mer gödsel i containern och hämtningsfrekvensen kan sänkas.

Om gödseln ska användas till biogasproduktion krävs färskt gödsel i stora volymer för att få så hög effektivitet som möjligt i produktionen. Då gödseln lagras länge kommer vikten och volym minska och energiinnehållet reduceras. Sammanfattningsvis sätter lagringen av gödseln samt vad gödseln ska användas till förutsättningar för hur logistiksystemet ska planeras.

4.1.5 Strömedel

Utifrån intervjuerna med stallägarna framkommer att många väljer strömedel efter praktiska samt estetiska skäl, eftersom god uppsugningsförmåga och ljus nyans uppskattas. Många anser att en ljus nyans ger ett fräschare och mer städat intryck i stallet. Om strömedlet har god uppsugningsförmåga underlättas mockningen och gödseln blir lättare att separera från bädden, vilket i sin tur sparar tid. En god uppsugningsförmåga hos strömedlet sparar också plats på lagringsplatsen då mindre mängd bädd behöver mockas och kan lämnas kvar i boxen. Mindre mängd gödsel resulterar i färre hämtningstillfällen och möjliggör därmed sänkta transportkostnader för stallägarna. Strömedlets inköpspris betraktas också som en avgörande faktor vid val av strömedel. De estetiska och ekonomiska kraven från stallägarna samt de praktiska skälen vid mockning kan alltså påverka transportsystemet i form av hämtningsfrekvens.

Stallägarna är överlag nöjda med sitt val av strömedel men samtliga intervjuade är beredda att byta strömedel om detta skulle sänka deras totala kostnader genom att sänka hanterings- samt transportkostnaderna av gödsel. Stallägarna använder sig av flera olika sorters strömedel. I de stall med inackorderade hästar används olika strömedel av de inhyrda hästägarna. Vissa stallägare låter då hästägarna själva köpa in det strömedel som de önskar använda medan andra erbjuder strömedel som ingår i hyran. Inget av stallen har en begränsning, det vill säga att vissa strömedel inte skulle få användas.

Stall F och G använder sig av samma strömedel till samtliga hästar. Stall F använder sig av träpellets i boxarna då de anser att det har bäst uppsugningsförmåga samt träspån till ligghallarna utomhus. Enligt litteratur har träpellets en relativt låg uppsugningsförmåga, men variationer i kvalitet kan dock förekomma. Stall G använder sig av halmpellets samt halm till samtliga hästar. De anser att halmpelletsens uppsugningsförmåga är god och halmen gör bädden mjukare för hästarna.

Torv används av flera stall; A, B, C samt D, men oftast i kombination med andra strömedel. Anledning är att uppsugningsförmågan är bra och därmed kan tiden för mockning och gödselvolymen reduceras. Torv är också relativt billigt att köpa in och ger en bra bädd i boxen. Stall B blandar torv med halm för att få en mjukare bädd. Stall C blandar torv med spån för att få ett ljusare och fräschare intryck. Stall D använder torv som bas och sedan halmpellets ovanpå för att få god uppsugningsförmåga och lättmockad bädd.

Ur ett logistiskt perspektiv är det strömedel med högst uppsugningsförmåga och som är mest lättmockat mest fördelaktigt eftersom det då går att minimera gödselvolymen. En minimerad gödselvolym kan innebära lägre hämtningsfrekvens vilket skulle kunna sänka stallens transportkostnader. Även mottagaravgift på avfallsanläggningen eller annan anläggning sänks eftersom mindre gödselmängd levereras.

Gödselkvaliteten samt gödselns egenskaper varierar beroende på strömedel och olika gödselkvalitet är fördelaktig beroende på ändamål. Om hästgödseln ska användas till energiproduktion krävs ett högt energiinnehåll. Beroende på vilken typ av förädlingsmetod som ska användas finns även andra påverkande faktorer, så som val av strömedel. Då gödseln ska användas till biogasproduktion är halmpellets mest fördelaktigt. När gödseln ska användas till jordförbättring krävs ett lättredobrytbart strömedel, så som torv. Stall C hade tidigare ett samarbete med jordbruk där endast torv var godkänt när gödseln gick till jordförbättring. En bra gödselkvalitet med högt energiinnehåll enligt energiproducenten går emot vad stallägarna anser är god gödselkvalitet. Hänsyn till detta bör tas när strömedel ska väljas.

4.1.6 Hantering och transport

Efter intervjuerna med stallägarna kan det konstateras att hantering och transport av gödsel ser olika ut för olika stall. Varje stall har en lösning som passar in i verksamheten och många hanterings- och transportlösningar är anpassade för stallen. De flesta stallägare menar att om det skulle funnits möjlighet till spridning på egen mark eller samarbete med jordbruk i närheten skulle detta alternativ vara att föredra då de tror att detta alternativ genererar lägst hanteringskostnader.

För stallägarna är det flera faktorer som påverkar valet av hantering och vissa stallägare saknar alternativ. I tabell 3 visas de avgörande faktorerna för respektive stall samt ändamål och insamlingsfrekvens.

Stall	Avgörande faktorer vid val av hantering	Ändamål	Hämtningsfrekvens
A	Enkel hantering och lågt pris	Spridning på närliggande mark	2 ggr/år
B	Lågt pris. Spridning på närliggande mark hade varit att föredra, men möjlighet saknas.	Jordförbättring	2 ggr/år
C	Enkelhet	Förbränning på avfallsanläggning	8 - 10 ggr/månad
D	Miljövänligt och har behov av gödsel till egen mark	Sprider på egen mark	3 - 4 ggr/år
E	Lågt pris, enkel hantering	Jordförbättring / förbränning på avfallsanläggning	Varannan månad
F	Lågt pris	Jordförbättring	Var 3:e vecka
G	Lågt pris och miljövänligt	Spridning på närliggande mark	2 ggr/år

Tabell 3. Avgörande faktorer för respektive stall vid val av hantering samt ändamål och hämtningsfrekvens.

Stall A och G har förmånen att ha ett jordbruk i närheten som gärna hämtar och tar hand om gödseln för att sedan sprida på sina marker med egen maskinkapacitet. På stall A hämtas gödseln två gånger per år, vilket är något låg frekvens för stallet och containern används då som extra lagringsplats. Även på stall G hämtas gödseln två gånger per år. Stall D sprider gödseln på egen mark men har inte själv maskinkapacitet utan får hjälp av jordbrukare i närheten vid spridning. Spridning brukar ske tre till fyra gånger per år. Ingen av stallägare A, D eller G är medverkande vid hämtningen och pålastningen av gödseln utan jordbrukarna sköter detta själva.

För stall B, C och F behöver gödseln transporteras bort från stallen då ingen av dem har egen mark eller samarbetar med jordbrukare som har mark i närheten av stallen där gödseln kan spridas. Även stall E behöver under vissa perioder transportera bort gödseln då samarbete med jordbruk endast sker enligt överenskommelse. Dessa stall beställer transporter från olika åkerier som sedan transporterar bort gödseln till olika mottagare.

För stallägarna som anlitar åkerier finns vissa faktorer som har påverkat valet av åkeri. Dessa faktorer sammanfattas i tabell 4.

Stall	Avgörande faktorer vid val av åkeri
B	Lågt pris
C	Anpassningsbar för verksamheten samt enkelhet
E	Lågt pris, enkel hantering, rekommendationer från andra ställägare
F	Lågt pris

Tabell 4. Avgörande faktorer vid val av åkeri.

Gödselhanteringen är endast en konsekvens av stallägarnas verksamhet och samtliga stallägare vill lägga så lite pengar och tid på hanteringen som möjligt. Stallägarna är måna om att hämtningen av gödsel ska ske så självständigt som möjligt av åkerierna och på grund av detta är de inte helt insatta i hur transporterna går till. Stallägarna är inte heller helt insatta i vart gödseln transporteras eller vem mottagaren är, däremot är de medvetna om gödseln ändamål.

De stallägarna som anlitar åkerier kontaktar åkeriet när gödsellagringsplatsen är full och de vill att hämtning ska ske. Detta för att kunna utnyttja sin egen lagringskapacitet maximalt. En risk med detta är att hästägarna fyller containern för mycket och maxlasten för fordonet överskrids.

4.1.7 Kostnader

Som nämnts ovan hämtas och sprids gödseln från stall A samt G på mark i närheten, vilket inte leder till några gödselhanteringskostnader. Detta hanteringssätt kan bli positivt för både stallägarna, som inte får några kostnader för gödselhantering, och för jordbrukarna som inte behöver betala för gödseln. Stall D som däremot sprider på egen mark och tar hjälp av jordbrukare i närheten betalar för deras arbetskraft samt maskin användning. Stall D's hanteringskostnader blir totalt 50 000-80 000 kr per år. Detta resulterar i en årlig gödselhanteringskostnad på 1 489 kr per häst.

För de som använder sig av åkerier som transporterar bort gödseln skiljer sig kostnaderna. För dessa stallägare kan kostnaderna delas upp i:

- *Containerhyra*
Löpande kostnad beroende på containerstorlek och modell.
- *Transportkostnad*
Stallägarna debiteras per hämtningstillfälle.

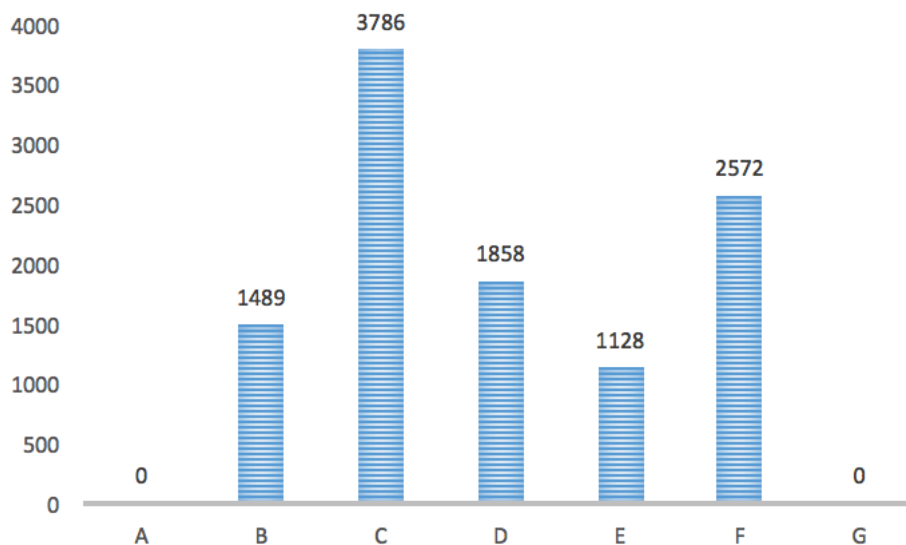
- *Mottagaravgift*

Betalas till mottagaren och avgörs av vikt eller volym gödsel.

Tabell 5 visar stallens gödselhanteringskostnader per år och figur 25 visar stallens gödselhanteringskostnader per år och häst.

Stall	Kostnad per år
A	0 SEK
B	70 000 SEK
C	276 000 - 360 000 SEK
D	50 000 - 80 000 SEK
E	36 096 SEK
F	60 000 - 84 000 SEK
G	0 SEK

Tabell 5. Visar gödselhanteringskostnader för stallen per år.



Figur 25. Stallens gödselhanteringskostnader per häst och år. För de stall som angivit ett intervall har genomsnitt beräknats.

Denna tabell och figur visar att gödselhanteringskostnaderna är mycket olika för stallen. Det är svårt att dra generella slutsatser om vad som är de avgörande faktorerna som bestämmer kostnaderna för dessa stall. Faktorer som kan påverka är var stallen ligger geografiskt i förhållande till vart gödseln ska transporteras, val av container samt storlek på stallen med mera.

4.2 Åkerier

Följande avsnitt beskriver hur dagens system ser ut samt vilka faktorer som har format detta. Resultatet presenteras samt en analys genomförs av intervjuer med åkerier i förhållande till teorin och forskningsfrågorna. För information om åkerierna se bilaga 5.

4.2.1 Dagens lastbärare och fordon

Intervjuerna har gjorts med tre stora åkerier som alla har flera olika lösningar inom transport. Alla företag har möjlighet att hyra ut och transportera gods eller avfall i containrar, olika kärl, på flakbil med mera. Varianterna av lastbärare är många och pålastning med hjälp av bland annat kran eller skopa kan erbjudas vid hämtning av gods eller avfall.

Idag använder sig åkerierna av containrar som lastbärare då hästgödsel ska transporteras. Anledning som uppges till att container används är att det är ett enkelt och standardiserat system, som även används till annat gods. Det är enkelt att placera ut containrar vid stallen för att sedan hämta med containerbil.

Samtliga åkerier använder sig av liftdumper- eller lastväxlarcontainer för hästgödsel, detta resulterar i att tillhörande fordon, alltså antingen liftdumper- eller lastväxlarbil används. Åkerierna erbjuder vanligtvis en standardstorlek på container för hästgödsel till alla stallägare. Dock kan variationer beroende av stallens storlek och insamlingsfrekvens påverka valet av containerstorlek och modell. Containrar som är öppna upptill är vanligast. Detta för att hästgödseln behöver tippas i lastbäraren för att fylla denna.

Åkeri A uppger att lastväxlarcontainer oftast används till de stall med större volym gödsel och liftdumpercontainer används vid mindre gödselvolym. Åkeri B hyr oftast ut liftdumpercontainer med storlek på tio kubikmeter till kunder med hästgödsel. Anledningen att de inte använder lastväxlarcontainer är att dessa kräver plan mark och stor yta vid på- och avlastning till fordonet. Detta saknas ofta vid stall där marken är ojämn och ibland lerig och därför används liftdumpercontainer i det flesta fall. Åkeri C hyr oftast ut liftdumpercontainrar med storleken fem kubikmeter till de kunder som vill transportera hästgödsel. Däremot görs undantag då stallen är stora.

För att undvika att containern överfylls av stallägaren har åkerierna olika strategier. Åkeri A och B har informerat sina kunder om att containern endast kan fyllas cirka tre fjärdedelar för att inte riskera att fordonets maxlast överskrids. Åkeri B väger gödseln då det anländer till anläggningen, om övervikt förekommer skickas avvikelser vidare till berörda personer och kunden kontaktas. Både åkeri A och B har stort förtroende för att stallägarna själva ska undvika att överskrida maxlasten för fordonet. Åkeri C har valt att använda containrar med storleken fem kubikmeter med anledning av att för att fordonet som hämtar containern inte ska bli överlastat. Även om containern fylls till brädden kommer vikten inte överskrida maxlasten för en liftdumperbil.

Standarden för samtliga åkerier är att alla de uthyrda containrar är dränerade och ska alltså släppa igenom regnvatten för att inte överfyllas då de står ute utan tak. När hästgödsel lagras i en dränerad container kommer regnvattnet att rinna genom gödseln och kan leda till näringsläckage.

Risken för näringsläckage har åkerierna valt att hantera på olika sätt. Åkeri A och C använder dränerade containrar till transport av hästgödsel och det är upp till stallägaren att se till att näringsläckage inte sker. Stallägaren får själv se till att containern står på en plats där läckage

kan ske utan att påverka omgivningen eller hålla gödseln torr. Man kan också be om en tät container utan dränage eller en täckt container med något form av tak. Åkeri B använder sig av helt täta containrar för hantering av hästgödsel, detta för att helt utesluta att näringsläckage sker. Åkeri B har inte heller tak som standard på sina containrar.

Åkeri C uppger att vissa stallägare som har en tät container efterfrågar tak eftersom de betalar mottagaravgift per ton gödsel. Om regnvatten samlas i containern ökar vikten och avgiften blir högre. Ett exempel på ett stall som har bett sitt åkeri om tak på sin container är stall C.

Värt att nämna från intervjun med åkeri C är att det är upp till kunden att komma med förslag och avgöra vilken container som ska användas. Åkeri C påpekar att det i stall görs mycket manuellt arbete och ergonomin bör betraktas. Till exempel kan stallägarna be om container med låg kant för att lättare få i gödseln i containern och undvika ergonomiska problem.

4.2.2 Hantering och transport

Två av de kontaktade åkerierna, B samt C, har egna avfallsanläggningar dit hästgödseln transporteras för att sedan förbrännas. Åkeri B's anläggning ligger cirka nio mil norr om Göteborg och Åkeri C har en anläggning strax öster om Göteborgs stadskärna. Åkeri A har ingen egen avfallsanläggning utan transporterar gödseln till åkeri C's anläggning då det är den enda avfallsanläggningen i Göteborg som tar emot hästgödsel. För samtliga åkerier är gödselhantering ingen kärnverksamhet utan endast något som utförs vid kundefterfrågan.

För samtliga åkerier bestäms insamlingsfrekvensen av stallägarna. Stallägarna ringer när containern är full och åkeriet hämtar inom de närmsta dagarna.

Åkeri A och C hämtar containern vid stallet och samma container körs tillbaka när den är tömd. Åkeri B brukar ha med sig en tom container direkt vid hämtning för att inte behöva åka tillbaka till samma stall ytterligare en gång. Anledningen till detta är att deras transportavstånd till anläggningen är långt.

Inget av av åkerierna utför samlastning av hästgödsel idag. Dock menar samtliga åkerier att samlastning i allmänhet är bra ur ett logistiskt perspektiv då man kan minska transportkostnaderna och utsläppen. Åkeri B trycker på att samlastning i deras fall varit mycket fördelaktigt, både ur ett ekonomiskt och miljömässigt perspektiv, på grund av det långa transportavståndet. Däremot är gödselhantering en svårplanerad verksamhet som i dagsläget inte fungerar att samlasta eftersom kunderna dels ringer vid behov och volymen gödsel är i förväg svår att uppskatta beroende på olika faktorer. Gödselproduktionen kan variera beroende på exempelvis köpta eller sålda hästar eller sommarbete. Strävan för att uppnå ett bra logistiksystem är i detta fall att maximera fyllnadsgraden på transporterna, vilket kan vara svårt om hämtningar ska planeras långt i förväg.

Åkeri B säger att det i teorin hade varit möjligt att använda ett släp till lastväxlarbilen för att kunna lasta upp till tre containrar från olika stall med upp till 13 ton hästgödsel i varje. Ur aspekten att transporterna ska vara så billiga och miljövänliga som möjligt hade detta varit ett bra alternativet, men frekvensen och verksamhetens omfattning sätter begränsning. En liftdumperbil kan hämta upp till två containrar, men maxlasten är endast sex ton för dem totalt. Då hästgödsel är ett tungt gods kommer maxvikten inte kunna utnyttjas utan containrarna hade därmed fått köras halvfyllda.

Sammanfattningsvis tycker åkerierna att det viktigaste för ett välfungerande logistiksystem för hämtning av hästgödsel är att hämtningarna kan planeras. En förutsättning för detta är att insamlingen sker regelbundet för att kunna möjliggöra eventuell samlastning. En jämn insamlingsfrekvens och stor gödselmängd är att föredra.

4.2.3 Kostnader

För att belysa problemet med transporter av hästgödsel beskrivs de kostnader som stallägarna faktureras. Från intervjuerna fås ett pris som de ska betala, däremot kan åkerierna inte gå ut med hur prissättning görs eller exakta självkostnader på grund av konkurrens. Som nämnts i avsnitt 4.1.7 kan kostnaderna för hantering av hästgödsel delas upp i:

- Containerhyra
- Transportkostnad
- Mottagaravgift

En kostnad som uppstår för de flesta stallägare som väljer att anlita ett åkeri för att transportera bort gödseln från stallet är hyra av container. De åkerier som intervjuats har ett stort utbud av containrar och stallägarna kan själva anpassa valet av container efter sin verksamhet. Åkeri A samt B tar ut hyra för container månadsvis medan åkeri C tar ut en hyra per dygn. Åkerierna har angivit ungefärliga siffror på vad månadshyran är för de containrar som är vanligast i de mest frekvent använda storlekarna. Åkeri B har en billigare containerhyra än de övriga åkerierna och hyran för en tio kubikmeter liftdumper är 310 kr per månad. Åkeri C har en hyra på 570 kr per månad för en fem kubikmeter liftdumper, alltså en betydlig högre kostnad storleksmässigt då också en mindre container leder till mer frekvent hämtning. Åkeri A har en containerhyra på 350-550 kr beroende på vilken sorts container och vilken volym som önskas. Kostnaden för containerhyran är svår att påverka. Det är fast kostnad för varje åkeri.

Då stallägarna anlitar ett åkeri för transport av deras gödseln uppstår alltid en transportkostnad. Denna kostnad varierar kraftigt beroende på vilket åkeri som anlitas. Åkeri B utmärkte sig från de övriga åkerierna genom att ha en fast transportkostnad oberoende av avstånd. De övriga två åkeriernas har en rörlig transportkostnad som avgörs av två faktorer; avstånd samt vilken container som hyrts, alltså vilket fordon som krävs för hämtning. För åkeri A är den största avgörande faktorn för transportkostnaderna avståndet som godset ska transporteras. För åkeri C är det avståndet och valet av container som avgör. Däremot påverkas inte priset lika kraftigt utan är mer jämnt beroende på avstånd och val av container.

Nästa kostnad som stallägarna debiteras är en mottagar- eller behandlingsavgift när gödseln anländer till mottagaranläggningen. Avgiften ligger på mellan 250 och 375 kr per ton för åkerierna och varje anläggningen har ett fast pris oavsett ursprung samt kvalitet. Denna kostnad tillkommer endast då stallägaren vill att gödseln ska transporteras till någon anläggning som tar ut en avgift. Åkeri A har även avtal med vissa stallägare som samarbetar med jordbrukare som då använder gödseln till spridning på mark. I dessa fall transporterar åkeri A gödseln från stallet till jordbrukaren och stallägaren och jordbrukaren kommer själva överens om en eventuell ersättning, alltså uppkommer ingen mottagar- eller behandlingsavgift. Även om gödseln ska användas till jordförbättring eller liknande tas en mottagaravgift ut. Efter kontakt med företag som erbjuder tjänster inom jordförbättring framkom att mottagaravgiften är ungefär den samma som till en avfallsanläggning. Skillnaden är att priset bestäms av antalet kubikmeter och inte antalet ton.

I tabell 6 presenteras kostnader som beskrivs ovan för respektive åkeri.

Åkeri	Containerhyra per månad	Transportkostnad per hämtning	Mottagaravgift per ton
A	350 - 550 SEK	600 - 1500 SEK	375 SEK
B	310 SEK	3 500 SEK	250 SEK
C	570 SEK	600 - 800 SEK	250 SEK

Tabell 6. Åkeriernas pris för containerhyra, transport och hantering av hästgödsel.

Utifrån intervjuerna med åkerierna framkom det att det vanligaste för stallägare som anlitar åkerier för transport av hästgödsel är att både hyra container och transportera gödseln till en mottagare. Alltså uppstår oftast samtliga tre ovanstående kostnader. Dessa kostnader resulterar i en totalkostnad för stallägarna. En överslagskalkyl har gjorts för den genomsnittliga gödselhanteringskostnaden för 5, 20 respektive 40 hästar. Se tabell 7 för resultat. För fullständiga beräkningar se bilaga 6.

Antal hästar	Containerhyra	Transportkostnad	Mottagaravgift	Total kostnad	Total kostnad per häst
5	443 SEK	1 983 SEK	1 313 SEK	3 739 SEK	748 SEK
20	443 SEK	7 140 SEK	5 250 SEK	12 833 SEK	642 SEK
40	443 SEK	14 280 SEK	10 500 SEK	25 223 SEK	631 SEK

Tabell 7. Genomsnittliga gödselhanteringskostnader för stall med olika antal hästar. Kalkylen är baserad på priserna i tabell 6.

Denna beräkning är endast ett uppskattat genomsnitt. Siffrorna som använts är angivna av åkerierna och är baserade på de vanligast förekommande lösningarna. Detta gör att kostnaderna inte ger en fullständig bild eftersom de inte är skalenliga utan är generaliserade. Denna kalkyl visar att det är mycket svårt att uppskatta gödselhanteringskostnaderna då det är svårt att få uppgifter om exakta kostnader och vad som ingår i dessa. Beräkningarna har gjorts för att belysa problematiken och få förståelse för att kostnaderna påverkas av många faktorer.

Den största kostnaden för det flesta stallägare är transportkostnaden som avgörs av hämtningsfrekvensen. Även mottagaravgiften, som avgörs av det levererade gödselns vikt, är en nästan lika stor kostnad. Containerhyran är mycket liten jämfört med dessa två kostnadsposter. Transportkostnaden betalas per hämtning och är alltså mycket beroende av att frekvensen av hämtningar. Transporter av hästgödsel skulle bli billigare med färre transporttillfällen. Detta förutsätter att större containrar kan användas för att kunna transportera bort samma volym gödsel per tidsperiod. Transportkostnaderna avgörs också av vilket fordon som används. Detta har inte tagits i hänsyn till i dessa beräkningar då information om detta inte angivits från åkerierna. Mottagaravgiften är helt beroende av hur många ton gödsel som levereras till avfallsanläggningen eller liknande anläggning. För de alternativ som används idag och som i studien så kan denna kostnad inte minska om inte gödselmängden minskar.

För stallägarna är det svårt att påverka kostnaderna i dagsläget. Det som behövs är ett strukturerat logistiksystem för hämtning av hästgödsel.

4.2.4 Alternativa lastbärare och fordon

Varken åkeri A eller B nämner något annat alternativ till lastbärare utan ser container som det självklara valet. Åkeri C däremot ger förslag om möjligheten att använda någon form av kärl

med hjul, liknande de som idag används i våra hushåll för hushållsavfall. Dessa kärl kan storleks- och formanpassat för att passa verksamheten. Åkeri C menar att en fördel med kärl skulle vara att godset då kunde komprimeras i en baklastare. Ur ett praktiskt perspektiv för stallägarna anser åkeri C dock att container ändå är det bästa alternativet. Den främsta anledningen är att lagring av gödsel i kärl skulle antagligen uppta en större yta vid stallen än tidigare. Ett annat problem om detta alternativ hade varit aktuellt är att kärlden hade behövt införas som standard vid samtliga stall för att fungera som lagringssätt.

Inget åkeri använder sig idag av storsäckar vid gödselhantering. Under intervjun med åkeri B nämndes storsäckar och åkeriet tillfrågades om hur ett logistiksystem för storsäckar skulle kunna se ut. En gissning av den intervjuade var att en flakbil skulle kunna användas som fordon samt en kran för på- och avlastning till flakbilen. Detta fordon och redskap används idag för annat gods och avfall i storsäck. Enligt åkerierna finns storsäckar i många olika varianter och material. De vanligaste säckarna har olika många öglor upptill; en- och tvåöglesäckar samt fyröglesäckar. Dessa öglor används när säckarna ska lyftas på och av fordonet. Beroende på säckarnas storlek och konstruktion har de olika brukslast, alltså hur mycket de får fyllas. Det finns både öppna säckar och de som är förslutningsbara, antingen endast upp till eller i båda ändarna. Enligt åkeri A är storsäckar ett smidigt alternativ för bland annat byggmaterial som tar liten plats då en container inte behöver placeras ut. De tomma säckarna går att vika ihop och de fyllda säckarna går att stapla på varandra.

Åkerierna erbjuder storsäckar som är antingen helt öppna upptill eller förslutningsbara genom knytning eller dragsnöre. Inget av åkerierna har säckar som är förslutningsbara i båda ändarna. Enligt kontakt med Jordbruksverket finns det ingen lagstiftning som förbjuder användandet av storsäckar för hantering av hästgödsel däremot krävs att säcken är tät för att undvika näringsläckage. Åkeri A uppger att materialet i storsäckarna är helt täta men att en förslutning aldrig går att få helt tät utan risk att vatten rinner igenom säcken. Förslutning både i botten och toppen kan alltså innebära risk för näringsläckage om säcken står ute i regn. Om storsäck ska användas till hästgödsel behöver säcken antingen stå på ett torrt ställe exempelvis med tak eller på en plats där läckage inte påverkar omgivning, exempelvis på en gödselplatta. Även under transport krävs att säcken förvaras så att läckage inte sker.

Vid biogasanläggningen eller annan anläggning krävs att gödseln töms från storsäckarna, vilket även här skapar extra hantering. Säckar med öppningsbar botten hade varit ett alternativ eftersom säcken då kan hängas upp och tömmas utan att behöva vändas. Som nämnts tidigare kan säckar med förslutningsbar botten innebära risker för näringsläckage om säckarna inte hanteras på rätt sätt vid lagring och transport.

4.3 Sammanfattning av resultat och analys

I detta avsnitt summeras faktorer som presenterats och analyserats i kapitlet och inverkan på logistiken förklaras i tabell 8.

Faktorer som är avgörande då hästgödsel används i energiförsörjningskedjor	Inverkan på logistiken
Geografisk placering	Svårt att planera för hög belägningsgrad på fordonen
Varierande insamlingsfrekvens	
Varierande storlek på stall	Beroende på olika storlekar på stallen kan flera lösningar krävas
Maxlast vid transport avgörs av vikten, inte volymen	Större containers kan inte fyllas helt då maxlasten för fordonet överskrids
Lastning från lagringsplats till lastbärare	Manuellt arbete kan leda till ergonomiska problem, resurser så som hjullastare kan komma att krävas
Varierande framkomlighet på vägarna	Framkomligheten till stallen kan sätta begränsningar vid val av lastbärare och fordon, skapar planeringsrestriktion
Utrymme vid lagringsplatsen	Kan skapa begränsningar vid val av fordon och lastbärare då vissa kan få problem vid vändning
Ojämn mark vid lagringsplatsen	Kan begränsa val av container, exempelvis kräver lastväxlarcontainer plan mark
Estetiska krav på lagringsplatsen	Kan påverka utformningen av lagringsplats samt placering
Gödselns egenskaper vid lagring	Trade-off mellan transporteffektivitet och gödslets energiinnehåll
Väderförhållanden	Nederbörd minskar gödslets vikt och volym, dock minskar även energiinnehållet
Gödselkvalitet	Trade-off mellan gödselkvalitet för stallägare och energiproducenter då olika strömedel används
Lagstiftning kring lagringskapacitet	Investeringen i en lagringsplats kan vara kostsam på grund av krav på lagringskapacitet

Tabell 8. Avgörande faktorer när hästgödsel används i energiförsörjningskedjor samt vilken inverkan dessa har på logistiken.

5 Diskussion och förbättringsförslag

I detta kapitel diskuteras resultaten och förbättringsförslag ges för hur logistiksystemet kan effektiviseras.

Faktorernas inverkan på logistiken som behandlats i kapitel 4 visas samt åtgärder och förbättringsförslag presenteras för framtida utveckling av logistiksystem, se tabell 9.

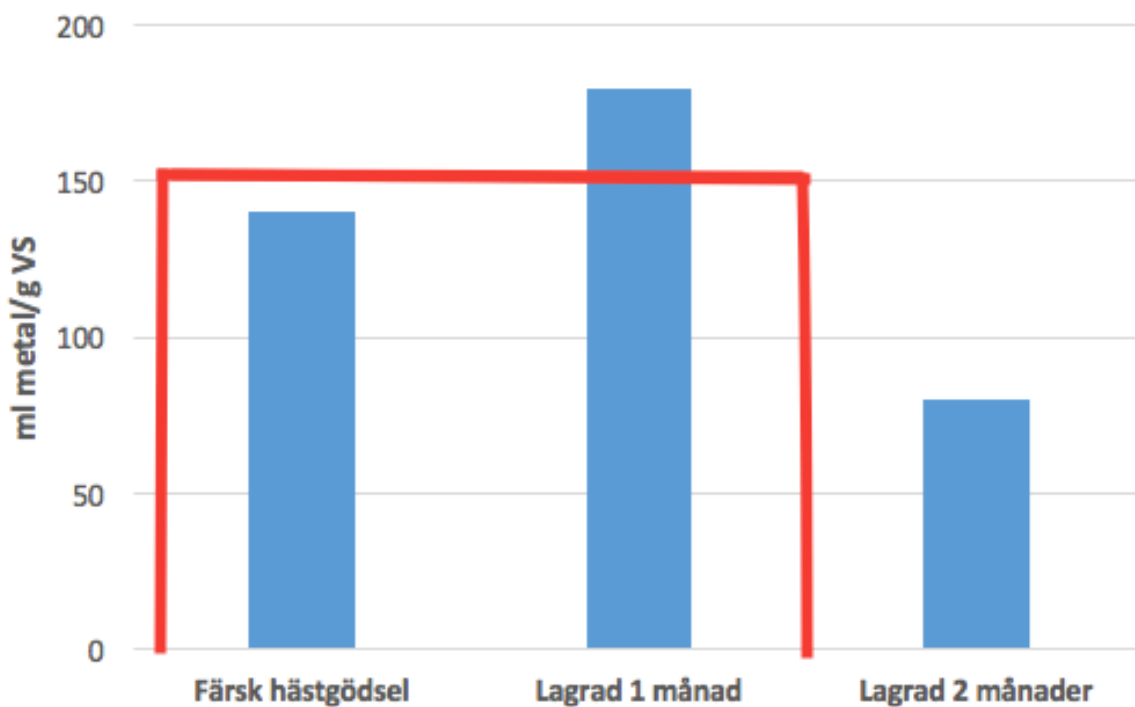
Inverkan på logistiken	Förbättringsförslag
Svårt att planera för hög belägningsgrad på fordonen	Fast insamlingsfrekvens krävs för att kunna få ett välplanerat flöde och möjliggöra samlastning
Beroende på olika storlekar på stallen kan flera lösningar krävas	Införa standarder och koncept utifrån identifierade nyckelparametrar så som frekvens, volym och avstånd, vilket kan lösas genom exempelvis matematisk modellering
Större containers kan inte fyllas helt då maxlasten för fordonet överskrids	Visuella hjälpmedel för stallägarna att containern har uppnått sin maximala fyllnadsgrad
Manuellt arbete kan leda till ergonomiska problem, resurser så som hjullastare kan komma att krävas	Teknisk utveckling för stallägarna, exempelvis vid mockning, alt. anpassade lastbärare så som nedsänkt container
Framkomligheten till stallen kan sätta begränsningar vid val av lastbärare och fordon, skapar planeringsrestriktion	Befintliga lösningar kan komma att kräva modifiering, exempelvis att stall har två små containrar som fordonet hämtar i omgångar
Kan skapa begränsningar vid val av fordon och lastbärare då vissa kan få problem vid vändning	Det krävs god kännedom om varje stalls förutsättningar. Exempelvis kan lösning med två containrar på samma stall även vara en lösning för denna faktor
Kan begränsa val av container, exempelvis kräver lastväxlarcontainer plan mark	Då gödselns värde identifierats och transportkostnaderna eventuellt kan sänkas med hjälp av standardiserade och bättre fordon kan incitament skapas för stallägarna att förbättra marken vid lagringsplatsen
Kan påverka utformningen av lagringsplats samt placering	Ny utformning/design av lastbärare som används till lagring alternativt lagringsplatsen
Trade-off mellan transporteffektivitet och gödselns energiinnehåll	Utveckla tvärvetenskapliga matematiska modeller där gödselns energiförlust jämförs med förlust i transportkostnader i förhållande till gödselns värde
Nederbörd minskar gödselns vikt och volym, dock minskar även energiinnehållet	Täkt lagringsplats om förädlingen kräver det
Trade-off mellan gödselkvalitet för stallägare och energiproducenter då olika strömedel används	Anpassa strömedel till slutanvändning
Investeringen i en lagringsplats kan vara kostsam på grund av krav på lagringskapacitet	Politiskt initiativ krävs eftersom framtidens system kan innebära högre insamlingsfrekvens och därmed möjliggöra behov av mindre lagringsplats än kravet idag

Tabell 9. Faktorernas inverkan på logistiken samt förbättringsförslag.

Det är oftast inte en faktor som påverkar i en situation utan flera faktorer samverkar och ger en gemensam påverkan på logistiken. På samma sätt är det flera av förbättringsförslagen som enskilt kan påverka flera delar av logistiken positivt. Alltså är systemet komplext och det är svårt att avgöra vilka faktorer som har störst inverkan på logistiken.

5.1 Geografisk placering och insamlingsfrekvens

Stallens geografiska spridning och varierande insamlingsfrekvens leder till svårigheter för åkerierna att planera för hög beläggingsgrad på fordonen. Logistiken kräver god planering för att få ett jämnt flöde med hög beläggingsgrad på fordonen, då kan samlastning vara mycket fördelaktigt. Något som skulle kunna underlätta planeringen och öka beläggingsgraden är en fast insamlingsfrekvens för stallen. Insamlingsfrekvensen bör avgöras efter vilken typ av förädling gödseln ska genomgå. Om hästgödsel ska användas till biogasproduktion har gödseln bäst kvalitet efter fyra veckor. För att få mycket hästgödsel av bra kvalitet kan grovt räknat sjätte vecka vara en rekommenderad insamlingsfrekvens. Det röda strecket i figur 26 visar ett uppskattat medeltal av metanproduktion för blandat gödsel från färskt upp till sex veckor. Av den litteratur som studerats är detta endast en uppskattning som kräver vidare undersökning.



Figur 26. Uppskattning av metanproduktion av hästgödsel med halmpellets som samlas in var sjätte vecka.

5.2 Stallens varierande storlek – lastning och maxlast

Stallens varierande storlek kan göra att flera lösningar för logistiksystemet kan komma att krävas. Eftersom varje stall har olika förutsättningar och olika mängd producerad gödsel kan det vara problem att införa samma standard för samtliga stall. Hur gödseln lagras och transporteras bort från stallet bör variera beroende av stallets storlek. Således bör standarder och koncept utvecklas med hjälp av identifierade nyckelparametrar så som frekvens, volym och avstånd med mera. Dessa parametrar kräver matematisk modellering för framtagning och

kräver vidare utveckling. Förslag på hur dessa standarder kan se ut för varierande storlek på stall har tagits fram och presenteras nedan.

5.2.1 Rekommendationer för stora stall

För de stallägare med stort antal hästar föreslås ett containersystem för lagring och transport. Fördelar med containrar är att lagringen och hanteringen är enkel, systemet är robust och standardiserat, vilket är mycket positivt ur logistisk synpunkt. Containrarna går att anpassa efter kundens förutsättningar så det går att utnyttja maximal fyllnadsgrad. Då ett stort antal hästar innebär en stor mängd gödsel är containersystem ett bra alternativ eftersom containern rymmer stor volym, ingen omlastning vid transport krävs och hämtningen blir enkel för båda parter. Vid få antal hästar finns risken att den maximala fyllnadskapaciteten inte utnyttjas om insamling ska ske vid fasta tider, grovt uppskattat var sjätte vecka. Lastväxlarcontainrar finns i större storlekar än liftdumpercontainrar, därmed är lastväxlarcontainer fördelaktigt för de stora stallen. Ett lastväxlarfordon kan ta betydligt större mängd gods än ett liftdumperfordon då flera containrar kan transporteras samtidigt. Om samlastning av containrar med gödsel från fler stall ska gå att genomföra krävs att lastväxlare används.

För att lasta gödseln till containern finns olika alternativ. De alternativ som har använts vid de stall som besökts beskrivs i avsnitt 4.1.2. Generellt har stall idag dåligt teknisk utrustning som kan användas vid mockning och stor potential för utveckling finns. Vid mockning används ofta manuellt arbete som kan leda till ergonomiska problem. För att sedan fylla containern krävs ofta resurser, så som hjullastare på grund av containerns höjd. Om containern sänks ned under marknivå krävs ingen hjullastare utan gödseln kan tippas direkt i containern. För att undvika arbetsmoment med dålig ergonomi som kan uppstå då skottkärra används kan någon form av behållare med hjul dras med i stallgången vid mockning.

Ett problem då container används är att det finns risk för att maxlasten överskrids. En rekommendation för att underlätta för stallägarna och reducera risken för fordon med övervikt är att visuella hjälpmedel kan användas. Exempelvis kan en linje målas på insidan av containern för att ge en indikation på när containern är fullastad. Ett annat alternativ kan vara att ha en mätstav som markerats med maxgränsen. Denna mätstav sänks ned i containern för att anvisa hur mycket mer man får fylla containern. Det kan eventuellt vara svårt att få igenom mätstaven i gödseln beroende på gödselns konsistens.

5.2.2 Rekommendationer för små stall

För de stall med mindre antal hästar krävs andra standarder vid föreslagen insamlingsfrekvens. Två system ses som möjliga lösningar och bör undersökas vidare; storsäckssystem samt kärssystem. Dessa system kräver ingen omfattande teknisk utrustning för stallen, så som hjullastare, utan systemen är konstruerade för att underlätta det manuella arbetet. Eftersom kär- och storsäckssystem till skillnad från containersystem bygger på att flera små lagringseenheter ska fyllas får mängden hästgödsel inte bli för stor då detta medför mer hantering och kan öka hanteringstiden. Efter beräkningar i avsnitt 4.1.2 angående fyllnaden av storsäckar uppskattas att ett maximalt antal hästar när storsäcks- eller kärssystem skulle vara rimligt är 5-10 stycken, men undantag kan förekomma.

Kärl som idag används till vårt hushållsavfall och annat avfall och är ett obeprövat system för hästgödselhantering som därför endast går att spekulera kring. Kärlen går att specialanpassas så att storlek och utformning passar för stallmiljö. Förslagsvis kan kärlet vara låga och försedda med robusta hjul som gör det möjligt att dra med sig kärlet i stallgången vid mockning för att lägga gödseln direkt i lagringseenheten. Detta skulle underlätta för hästägarna

vid mockning eftersom hanteringsstegen blir färre då användning av skottkärre elimineras. De robusta hjulen gör det sedan möjligt att dra ut kärlet på gårdsplanen, där ojämn mark kan förekomma.

Idag hämtas hushållsavfallet som finns i kärle med en baklastare och avfallet komprimeras sedan direkt i fordonet. Åkeriet som nämnt kärle och baklastare som alternativ under intervjun uppger att det i teorin är möjligt även för hästgödsel. Förmodligen finns inga tekniska hinder för detta system, däremot krävs mer praktisk planering. Bland annat bör det ses över om fordonen endast ska användas till hästgödsel eller även annat gods. Om annat gods ska transporteras krävs att fordonet tvättas, vilket är kostsamt. Stallägarna kommer antagligen behöva köpa in sina egna kärle. Då detta system i teorin är skulle vara ett möjligt system för hästgödsel rekommenderas att det studeras närmare.

Det andra alternativet för små stall är storsäckssystemet. För att fylla säcken kan någon form av upphängning krävas. Denna upphängningsanordning kan konstrueras med hjul så att det är möjligt att förflytta säcken i stallgången vid mockning, på samma sätt som kärlet. Fördelarna med storsäckar är att de går att försluta så att gödseln inte besväras omgivningen samt att de går att stapla på varandra för att minimera lagringsutrymmet. Mest lämpligt är att använda en flakbil med kran för hämtning av storsäckarna, då krävs inget manuellt arbete från stallägarna utan åkerierna sköter hämtningen självständigt. På grund av det begränsade utbudet av storsäckar idag krävs vidareutveckling av storsäckar specialanpassade för hästgödsel. De säckar som finns på marknaden är utformade för engångsbruk, vilket inte är hållbart ur miljöperspektiv utan bör utvecklas.

5.2.3 Rekommendationer angående gödselplatta

Om gödseln ska användas för spridning på mark i närheten rekommenderas en gödselplatta. Detta på grund av att gödseln enligt observationer vanligtvis hämtas med hjullastare eller liknande. En container hade då blivit en onödig kostnad samt ökat hanteringsstegen eftersom arbetsmoment skapas när gödseln ska läggas i containern samt tömmas. När gödseln lagras på gödselplatta kommer en kompostering påbörjas. Om gödsel ska spridas på mark är detta ingen nackdel eftersom näringsinnehållet i gödseln ändå bevaras.

Om gödseln ska transporteras bort från stallet anses gödselplatta inte vara fördelaktigt då det skapar extra arbetsmoment för att fylla container eller annan lastbärare med gödsel från plattan när transport ska ske. Om denna pålastning sker manuellt eller med hjälp av hjullastare av stallägarna själva kan den ses som en dold kostnad för stallägarna. Det är inget som kommer att kosta dem pengar men tar däremot tid och kräver arbetskraft. Om åkeriet utför pålastningen blir kostnaden synlig och kan generera en högre transportkostnad.

För att minimera den dolda kostnad då container används kan pålastningen förenklas genom att exempelvis sänka ned containern under marknivå. Trots att detta kräver en investering kan de dolda kostnaderna sänkas och pålastningen bli mindre kostsam i längden.

5.3 Varierande framkomlighet på vägarna

För att transportera container, säckar eller kärle till avsedd slutmottagare kan framkomligheten sätta begränsningar. Då framkomligheten på vägarna varierar kan fordonet ha svårigheter att nå fram till stallet, vilket i sin tur sätter begränsningar vid val av lastbärare. Detta gör att de standarder som rekommenderas kan kräva individuell anpassning. Problematiken med begränsad framkomlighet på vägarna kommer vara svårt att förändra. Däremot finns det lösningar att kringgå problemet. En metod som nämnts i avsnitt 3.3.10 är att fordonet vid

behov kan lämna släpet vid en större väg för att sedan köra in på den mindre vägen och hämta lasten som sedan lämnas vid släpet. Detta kan upprepas tills all last är hämtad. För att applicera detta på logistiksystemet för hantering av hästgödsel skulle stallet kunna använda sig av två eller flera mindre containrar som fordonet kan hämta i omgångar. Detta kan göra begränsningarna mindre vid val av fordon. Lastbärarna som används för skogsindustrin är naturligtvis inte lämpliga för hästgödselhantering, däremot kan samma princip tillämpas.

5.4 Utrymme vid lagringsplatsen

En annan faktor som kan skapa begränsningar vid val av fordon och lastbärare är utrymmet vid lagringsplatsen, eftersom vissa fordon då kan få problem vid pålastning och vändning. Det krävs god kännedom och kartläggning av varje stalls förutsättningar för att utröna vart begränsningar finns. Om utrymmet är begränsat kan tidigare nämnd metod i 5.3 med att fordonet lämnar släp längre bort vara ett alternativ då fordonet blir mer lättmanövrerat utan släp. Det är dock viktigt att nämna att enstaka stall med lite utrymme inte ska begränsa valet av fordon och lastbärare för hela systemet. Om dessa stall med litet utrymme begränsar hela system kan det medföra att stall som kapacitetsmässigt kan använda större och tyngre containrar inte gör det. Detta kan i sin tur leda till sämre effektivitet i hela systemet.

5.5 Ojämn mark vid lagringsplatsen

Markförhållanden vid stallen är ytterligare en faktor som kan begränsa valet av container, exempelvis kräver lastväxlarcontainer jämn mark vid pålastning. För att skapa incitament hos stallägarna att förbättra marken vid lagringsplatsen krävs ett förädlingsätt som skapar värde hos gödselns identifieras och att stallägarnas kostnader för gödselhantering därmed sänks. Då ett standardiserat containersystem kan användas kan transportkostnaderna för stallägarna eventuellt reduceras eftersom standardiserade och bättre anpassade fordon kan användas.

5.6 Estetiska krav på lagringsplatsen

Vid utformning av gödsellagringsplats och i vissa fall containerval kan även stallägarnas estetiska krav sätta begränsningar. För att stallägarna ska vara nöjda med utseendet av lagringsplatsen kan utformning och design ses över med målet att få en diskret lagringsplats. Ett förslag kan vara att sänka ned containern under marknivå för att göra den mindre synlig. Ett annat förslag är att se över färgvalet på containrarna. Många containrar har idag en stark färg som tar mycket uppmärksamhet. Om storsäckar eller kärl sätts i system bör även färgvalet på dessa ses över för att göra dessa så diskreta som möjligt.

5.7 Gödselegenskaper vid lagring och gödselkvalitet samt vädrets påverkan

Även gödselns karaktäristik har en inverkan på logistiksystem och de karaktäristiska förändringarna vid lagring bör beaktas. Gödseln kommer vid lagring börja komposteras och därmed minskar vikt och volym. Väderförhållanden är en viktig faktor som påverkar komposteringens hastighet och nederbörd påskyndar komposteringen av gödsel. Minskad vikt och volym innebär förhöjd transporteffektivitet eftersom mindre gödsel behöver transporteras, vilket sänker insamlingsfrekvensen. Ur stallägarnas perspektiv är det alltså positivt att gödseln får brinna så mycket som möjligt före transport eftersom det sänker transportkostnaderna.

Om gödseln ska användas till biogasproduktion bör förändringen av energiinnehåll i gödseln under lagring tas i beaktande. Gödsel som har lagrats i fyra veckor är optimalt för biogasproduktion, alltså sätter detta begränsningar för insamlingsfrekvensen. Gödseln bör inte utsättas för nederbörd eftersom kompostering då påskyndas och energiinnehållet sänks.

Förslagsvis kan ett tak eller förslutning användas över containern eller lagringsplatsen för att undvika detta.

Då förädlingen inte kräver energirik gödsel är en försluten gödsellagringsplats överflödigt eftersom det bevarar gödselns vikt och volym, vilket inte är att föredra ur transportsynpunkt. Alltså krävs en kompromiss då insamlingsfrekvensen och hur gödseln lagras ska bestämmas eftersom aktörernas intressen ställs emot varandra. För att ta reda på lönsam insamlingsfrekvens krävs utveckling av tvärvetenskapliga matematiska modeller där gödselns energiförlust jämförs med minskade transportkostnader i förhållande till gödselns värde. Exempelvis kan gödselns värde vid utvinning av energi kompensera för en förhöjd transportkostnad på grund av ökad insamlingsfrekvens.

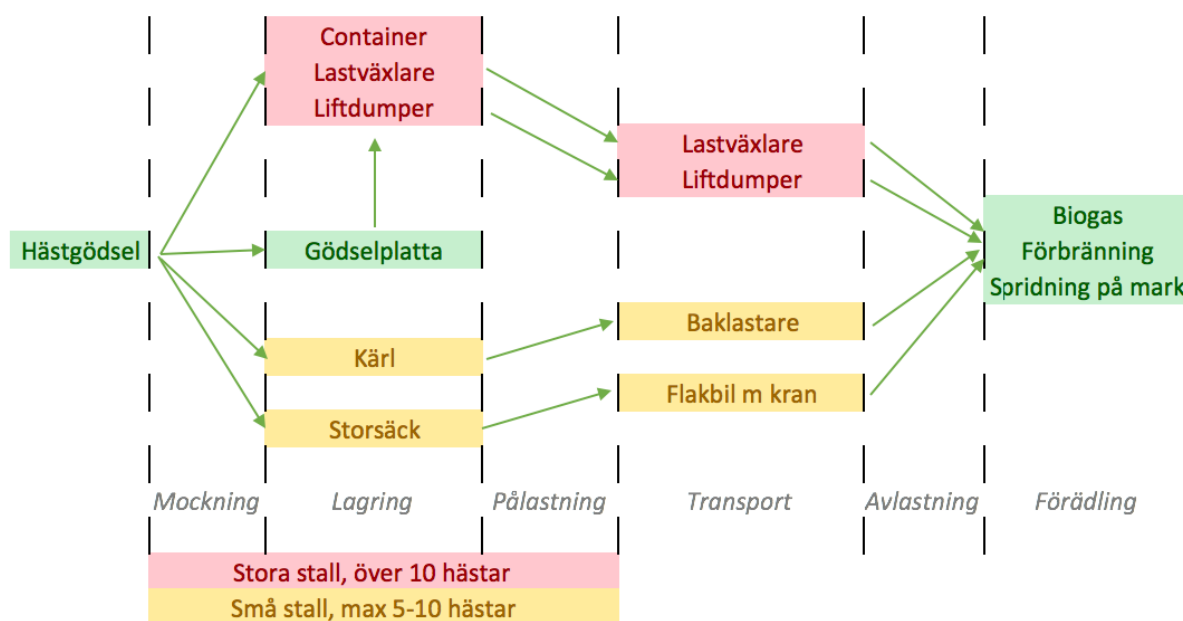
För stallägarna väljs strömedel utifrån funktionalitet och estetiska krav och valet av strömedel påverkar gödselkvaliteten och vilka egenskaper gödseln får. När gödseln ska användas till energiproduktion är producenten mån om att strömedlet som används genererar ett maximalt energiutbyte. Detta måste tas hänsyn till då strömedel väljs och det bör väljas efter slutanvändning. Om stallägarna ska motiveras att byta strömedel krävs att värdet på gödseln är tillräckligt stort för att få en lönsamhet. För biogasproduktion spelar strömedlet stor roll för energiutbytet och halmpellets eller hackad halm är att föredra. Om gödseln används till jordförbättring är mottagarens krav att träspån inte används utan föredrar ett strömedel som lätt bryts ned, så som torv. För det gödsel som förbränns på avfallsanläggningar spelar det ingen roll för mottagaren vilket strömedel som används.

5.8 Lagstiftning kring lagringskapacitet

Krav på lagringskapaciteten för stallägarna är en faktor som påverkar flera av de ovanstående förslagen. Om gödseln i framtiden kommer användas till biogasproduktion och insamlingsfrekvensen därmed ökar kommer denna lagringskapacitet för stallen vara överflödigt. Hästföretagarna i Göteborgsregionen skickade år 2015 in ett remissvar till Näringsdepartementet angående generella krav på lagring av gödsel. De menar att kraven för utrymme bör anpassas efter hur gödseln ska användas. Exempelvis borde mindre utrymme krävas om gödseln ska användas till förädling där färsk gödsel krävs, så som biogasproduktion. Denna lagändring anses relevant i sammanhanget och bör följas upp.

5.9 Framtidspotential

För att få en överblick av gödselns hanteringskedja enligt rekommendationerna ovan visualiseras detta i figur 27.



Figur 27. Hanteringskedjan för hästgödsel enligt rekommendationer i rapporten.

För de flesta produktflöden börjar processen i en industriell miljö. Processen för gödselhantering däremot har sin början i en mer privat miljö. Dagens logistiksystem för hushållsavfall startar även den i en privat miljö vilket gör att det finns vissa likheter med gödselhantering. Därmed kan systemet användas som referens vid utveckling av ett gödselhanteringssystem.

Den tekniska utvecklingen i stallen ligger långt efter utvecklingen i industrin, bland annat sköts mockningen på samma traditionella sätt som det gjorts under lång tid. Det finns stor potential för teknisk utveckling som skulle gynna stallverksamheten och hästägarnas arbetsmiljö i stallet.

Potentialen för vidare utveckling innefattar även lastbärare och andra redskap vid transport. Exempelvis bör alla containrar gå att samlasta, vilket idag inte är möjligt för liftdumpercontainrar som är fullastade med hästgödsel. Lastväxlarcontainrar går däremot att samlasta, dock finns containrarna som standard i stora modeller; 30 kubikmeter och större. Antingen bör samlastningsmöjligheter för liftdumprar ses över alternativt möjligheten att utveckla mindre lastväxlarcontainrar. Många andra logistiksystem har specialanpassade lastbärare och fordon. Till exempel systemet för hämtning av hushållsavfall och även inom skogsindustrin. Utvecklingen av lastbärare och fordon kan med fördel även studeras när det gäller gödselhantering.

Möjligheten att samlasta gödsel med annat gods bör noggrant ses över och studeras vidare då detta kan sänka transportkostnaderna. Biomassan som bildas vid biogasproduktion skulle kunna transporteras från biogasanläggningen och ut till jordbrukare i närheten av stallen där gödseln hämtas. På så sätt skulle belägningsgraden på fordonet vara hög och mer konstant. Även strömedel som ska levereras till stallen skulle kunna samlastas med gödseln för att höja belägningsgraden på transporterna.

Om hästgödsel förädlas kan ett värde skapas och hästgödseln kan ses som en resurs för samhället. När ett värde i hästgödseln skapats är förhoppningen att fler aktörer blir intresserade av att utveckla ytterligare affärsmodeller för förädling av hästgödsel. För stallägarna är gödselhanteringen endast en konsekvens av deras verksamhet, alltså är deras strävan att sänka sina gödselhanteringskostnader, vilket kan skapa incitament för stallägarna att underlätta för logistiken och förändra sina stall mot standarder. För en fortsatt utveckling av logistiksystemet krävs det alltså att värdet i hästgödsel identifieras så att stallägarna, åkerierna och slutmottagaren ser potentialen i systemet och därmed är beredda att skapa standarder för att få ett välfungerande logistiksystem.

6 Slutsatser

I kommande kapitel ges en sammanfattning, slutsatser presenteras samt förbättringsförslagen förtydligas.

Denna studie har kartlagt hur hanteringen av hästgödsel ser ut idag och vilka faktorer som är avgörande samt hur dessa har en inverkan på logistiken. För många stallägare är gödselhanteringen kostsam och logistiksystemen för hämtning av hästgödsel är inte effektiva. Dagens hanterings har identifierats genom observationer vid stall samt i intervjuer med stallägare och åkerier. Nedanstående punkter har identifierats som avgörande faktorer vid energiproduktion av hästgödsel:

- Geografisk placering av stallen
- Varierande insamlingsfrekvens
- Varierande storlek på stallen
- Maxlasten vid transport avgörs av vikten, inte volymen
- Lastning från lagringsplats till lastbärare
- Varierande framkomlighet på vägarna
- Utrymme vid lagringsplatsen
- Ojämn mark vid lagringsplatsen
- Estetiska krav på lagringsplats
- Gödselns egenskaper vid lagring
- Väderförhållanden
- Gödselkvalitet
- Lagstiftning kring lagringskapacitet

Dessa faktorer har en inverkan på logistiken och kan framförallt sätta begränsningar eller möjliggöra effektiv logistik. Förbättringsförslag och rekommendationer har angivits för respektive faktor.

Stallens storlek sätter begränsningar för logistiken då gemensamma standarder är svårapplicerade för samtliga stall. Med hjälp av nyckelparametrar så som frekvens, volym och avstånd rekommenderas att standarder som är beroende av stallens storlek tas fram. Det rekommenderas att de stora stallen använder sig av containersystem. För de små stallen förslås två alternativ på standardiserade system; kärl- samt storsäckssystem.

Kärl- samt storsäckssystem gör det möjligt att utnyttja maximal fyllnadsgrad på lastbärarna och möjliggör samlastning med gödseln från flera stall. För att idag möjliggöra effektiv samlastning av containrar krävs lastväxlare på grund av de nuvarande fordonens maxlast. Då storleksutbudet av lastväxlarcontainrar är begränsat finns risken att medelstora stall inte utnyttjar maximal fyllnadsgrad. Därmed rekommenderas att utbudet av storlekar på lastväxlarcontainrar utvidgas. För att samlastning ska vara möjligt med exempelvis liftdumpercontainer krävs att åkerier ser över fordonens kapacitet. Specialanpassning av lastbärare och fordon bör alltså studeras vidare för att främja utvecklingen av transport av hästgödsel.

För att undvika ergonomiska problem då container används föreslås att antingen använda en hjullastare vid mockning och förflyttning av gödsel eller sänka ned containern under marknivå. En nedsänkt container kan också göra lagringsplatsen mer diskret vilket vissa

stallägare skulle föredra då det skapar ett bättre helhetsintryck av stallet. Ytterligare estetiska förbättringar på lagringsplatsen är att utformning och design av containrar, storsäckar och kärl ses över.

För att underlätta planering och möjliggöra ett jämnare flöde föreslås att en fast insamlingsfrekvens införs. Om insamlingsfrekvensen är förutbestämd underlättas planeringen för både stallägarna och åkerierna samt en högre beläggningsgrad på fordonen och samlastning blir då möjligt.

För att ta reda på lönsam insamlingsfrekvens och lagringsform krävs utveckling av tvärvetenskapliga matematiska modeller där gödselns energiförlust under lagring jämförs med minskning i transportkostnader i förhållande till gödselns värde vid förädling.

Vid insamling kan vägarnas framkomlighet sätta gränser när det gäller val av fordon och därmed lastbärare. Om en ordentlig kartläggning av stallens förutsättningar utförs kan anpassningar göras i planeringen. Exempelvis kan ett stall ha två mindre containrar som hämtas i omgångar istället för en stor, vilket medför mindre belastning på vägen.

En avgörande slutsats för hela systemet är att förståelse för hästgödselns värde måste skapas. Genom förädling av gödseln kan incitament att utveckla hanteringen av hästgödsel uppstå, både för åkerierna och stallägarna. En marknad måste kartläggas för att kunna skapa betalningsvilja och därmed värde i hästgödseln.

Om en biogasproducent funnits med i systemet hade hästgödseln värde tydliggjorts eftersom energi kan utvinnas och säljas till marknadspris. Vissa förutsättningar och implikationer för logistik och hantering då hästgödseln ska användas till biogas:

- Fast insamlingsfrekvens, grovt uppskattat var sjätte vecka
- Halmpellets eller hackad halm bör användas som strömedel
- Lagringsplatsen bör ha ett tak för att minimera energiförlust vid lagring

Avslutningsvis krävs teknisk utveckling för stallverksamhet samt gödselhantering i allmänhet. I stallen finns stor potential i tekniska utveckling då mockning i de flesta stall fortfarande sker med hjälp av skottkärra och manuellt arbete. Specialanpassade lastbärare och fordon behöver utformas för att underlätta både vid lagring och transport. Således behöver ett värde på hästgödsel skapas för att intressera aktörer att bidra med denna tekniska utveckling samt att effektivisera logistiksystemet.

Litteraturförteckning

- Ahrne, G., & Svensson, P. (2011). *Handbok i kvalitativa metoder*. Malmö: Liber.
- Albertsson, B., Börling, K., Kvarnmo, P., Listh, U., Malgeryd, J., & Stenberg, M. (2016). *Rekommendationer för gödsling och kalkning 2016*. Jönköping: Jordbruksverket.
- Asplind, S. (2016). *Avfallsförbränning*. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledninga/Forbranning/Avfallsforbranning/>
- Braam, Å. (2012). *Hästskattningar 2004 och 2010 - En analys utifrån näringens perspektiv*. Jönköping: Jordbruksverket.
- Bryman, A., & Bell, E. (2007). *Business research methods* (Vol. 2). New York: Oxford University Press.
- Business Region Göteborg. (2015). *Regionens 13 kommuner*. Hämtat från <http://www.wps.businessregion.se/huvudmeny/omoss/regionens13kommuner.7304.html>
- Carlsson, M., & Uldal, M. (2009). *Substrathandbok för biogasproduktion*. Malmö: Svenskt Gastekniskt Center AB.
- Engström, J., Gunnarsson, C., Baky, A., Sindhøj, E., Eksvärd, J., Orvendal, J., & Sjöholm, N. (2015). *Energieffektivisering av jordbrukets logistik - pilotprojekt för att undersöka potentialer*. Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Lantbruk & Industri. Uppsala: JTI.
- Enhäll, J. (2011). *Hästar och anläggningar med häst 2010*. Statistikenheten. Jönköping: Jordbruksverket.
- Eriksson, O., Hadin, Å., Hennessy, J., & Jonsson, D. (2015). *Hästkrafter och hästnäring - hållbara systemlösningar för biogas och biogödsel*. Högskolan i Gävle. Gävle: Gävle University Press.
- FairFlex International. (2015). *FairFlex International*. Hämtat från <http://fairflex.ehemsida.se/storsackar>
- Hästföretagarna i Göteborgsregionen. (2015). *Gödselprojektet*. Hämtat från <http://www.hastforetagarnagoteborg.se/godselpjektet/>
- Hammar, M. (2001). *Hästgödsel och ekonomi*. Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Teknik för lantbruket. Uppsala: JTI.
- Hansson, A., & Christensson, K. (2006). *Gårdsbaserad biogasproduktion - en möjlighet för det ekologiska lantbruket*. Jönköping: Jordbruksverket.
- Johansson, I., & Wettberg, C. (2012). *Jämförelse mellan halmpellets och kutterspån som strömmaterial*. Fakulteten för Veterinärmedicin och husdjursvetenskap, Hippologenheten. Strömsholm: Sveriges lantbruksuniversitet.

- Jordbruksverket. (2016). *När du lagrar stallgödsel*. Hämtat från <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtnaring/lagrastallgodsel.4.1a4c164c11dcdaebe12800084.html>
- Jordbruksverket. (2016). *Riktlinjer för hantering av hästgödsel*. Jönköping: Jordbruksverket.
- Kalsson, S., & Salomon, E. (2002). *Djupströgödsel till vårsäd - höst- och vårspridning av färsk och mellanlagrad gödsel*. Institutionen för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala: JTI.
- Kunskap Direkt. (2009). *Transport av skogsbränsle med containerbil*. Hämtat från <http://www.kunskapdirekt.se/sv/KunskapDirekt/skogsbransle/Grenar-och-toppar/Transport-av-skogsbransle/Lastning-av-containerbil/>
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2009). *Den kvalitativa forskningsintervjun*. Lund: Studentlitteratur.
- Linné, M., Ekstrandh, A., Engelsson, R., Persson, E., Björnsson, L., & Lantz, M. (2008). *Den svenska biogaspotentialen från inhemska råvaror*. Malmö: Avfall Sverige.
- Lumsden, K. (2012). *Logistikens grunder*. Lund: Studentlitteratur AB.
- Malgeryd, J., & Persson, T. (2013). *Hästgödsel - en naturlig resurs*. Jönköping: Jordbruksverket.
- Mattsson, M., Karlsson, N., & Bergström Nilsson, S. (2015). *Biogas från hästgödsel i Halland*. Halmstad: Högskolan i Halmstad.
- McCracken, G. (1988). *The long interview. Qualitative Research Methods*. London: Sage Publications.
- Nationalencyklopedin. (2016). *Hjullastare*. Hämtat från <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/hjullastare>
- Nationella Stiftelsen för Hästhållningens Främjande. (2007). *Hästhusesyn - Praktisk guide för lagar och krav*. Stockholm: Edita Västra Aros AB.
- Olsson, H., Andersson, J., Edström, M., Rogstrand, G., Persson, P.-O., Andersson, L., . . . Thorell, K. (2014). *Samrötning av hästgödsel med nötflytgödsel*. Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala: JTI.
- Patel, R., & Davidson, B. (2003). *Forskningsmetodikens grunder: Att planera, genomföra och rapportera en undersökning (Vol. 3)*. Lund: Studentlitteratur.
- Rantamäki-Lahtinen, L. (2016). *Förbränning av hästgödsel*. Hämtat från http://www.hippolis.fi/se_innohorse/se_manure/se_good_practices/se_incineration/
- Recebli, Z., Selimli, S., Ozkaymak, M., & Gonc, O. (2015). *Biogas production from animal manure*. Engineering Science and Technology, Engery Systems Engineering Department. Kuala Lumpur: School of Engineering, Taylor's University.

Sköldberg, H., Löfblad, E., Holmström, D., & Rydén, B. (2010). *Ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030*. Stockholm: Svensk Energi & Elforsk.

Steineck, S., Svensson, L., Jakobsson, C., Karlsson, S., & Tersmeden, M. (2000). *Teknik för lantbruken: Hästar – gödselhantering*. Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala: JTI.

Steineck, S., Svensson, L., Tersmeden, M., Åkerhielm, H., & Karlsson, S. (2001). *Miljöanpassad hantering av hästgödsel*. Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Lantbruk & Industri. Uppsala: JTI.

Steinwig, C. (2015). *Animaliska biprodukter*. Hämtat från <http://www.avfallsverige.se/avfallshantering/biologisk-aatervinning/animaliska-biprodukter/>

Transportstyrelsen. (2012). *Bruttoviktstabeller*. Hämtat från <http://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Yrkestrafik/Gods-och-buss/Matt-och-vikt/Bruttoviktstabeller/>

Wennerberg, P., & Dahlander, C. (2013). *Hästgödsel som en resurs*. TechnoFarm. Källby: TecnoFarm.

Wennerberg, P., & Dahlander, C. (2014). *Halmpelletsens möjligheter att öka värdet och biogasutbytet i fastgödsel*. TechnoFarm, Lantbruks & Miljöteknik. Skara: Agroväst.

Åströms Åkeri. (den 21 04 2015). *Storsäck - Samla avfallet i storsäck*. Hämtat från <http://www.astromsakeri.se/tag/storsack/>

Lagstiftning:

SFS 1998:808. *Miljöbalk: Allmänna hänsynsregler m.m.* Stockholm: Näringsdepartementet.

SFS 1998:915. *Förordning om miljöhänsyn i jordbruket*. Stockholm: Näringsdepartementet.

SFS 2015:532. *Förordning om ändring i förordningen (2001:512) om deponering av avfall*. Stockholm: Näringsdepartementet.

SJVFS 2009:82. *Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring samt beslut om Statens jordbruksverks allmänna råd (2005:1) om lagring och spridning av gödsel m.m.* Jönköping: Statens Jordbruksverk.

SJVFS 2015:21. *Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring*. Jönköping: Statens jordbruksverk.

Bilaga 1 – Intervjumall stallägare

Bakgrundsinformation

1. Vem är du? Befattning och bakgrund.
2. Geografisk placering av stallet?
3. Hur många hästar finns i stallet?

Strömedel

4. Vilket strömedel används idag?
5. Varför används detta strömedel?
6. Vilken flexibilitet har ni att byta strömedel? Om halmpellets eller hackad halm ej används, är ni villiga att byta till halmpellets?
7. Var köps strömedlet in? Är ni nöjda med kvaliteten?

Om stallet och lagring

8. Hur ser er gödsellagring ut?
9. Hur stor lagringskapacitet har ni?
10. Varför har ni valt detta alternativ? Fördelar och nackdelar?
11. Vilken flexibilitet eller möjlighet har ni att byta utformning av gödsellagring?
12. Hur ser lastningsmöjligheterna ut vid lagringsplatsen?
13. Hur skulle ni vilja att lastning går till?
14. Skulle ni vara intresserade av att använda er av storsäckssystem? Varför/varför inte?
15. Har ni problem med näringsläckage vid er nuvarande lagringsplats?

Hantering och transport av gödseln

16. Hur hanteras gödseln efter lagring? Samarbete med lantbruk, sprider på egen mark, köper tjänst?
17. Vad har påverkat val av hantering?
18. Vilket transportsystem används för att lasta och frakta bort gödseln?
19. Hur ofta hämtas gödseln? Skulle ni vilja att det hämtas oftare eller mer sällan? Varför?
20. Vilka faktorer är avgörande när ni väljer transportör?
21. Vilka krav har ni på transportören när det gäller flexibilitet och precision? Vilka krav har transportören på er?
22. Vad betalar ni för att transportera bort gödseln? Containerhyra, transportkostnader, mottagaravgifter?
23. Hur är framkomligheten till stallet? Hur ser transportvägen fram till stallet ut samt hur är vändmöjligheterna vid lastningsplatsen?

Övrigt

24. Vad anser du vara viktigt för välfungerande logistik för hämtning av hästgödsel?
25. Är ni villiga att ändra ert hanteringssystem av gödsel mot en standard för att vara med i detta eller ett liknande projekt?
26. Övrigt

Bilaga 2 – Intervjumall åkeri

Bakgrundsinformation om den som intervjuas och om företaget

1. Vem är du? Befattning och bakgrund?
2. Kort beskrivning av företaget.

Transportsystem

3. Vilken typ av transportfordon använder ni?
4. Vilka faktorer har avgjort vilka transportfordon ni ska ha?
5. Vilka av- och pålastningsredskap använder ni?
6. Vilka faktorer har avgjort vilka pålastningsredskap ni ska ha?
7. Hur långa är era transportavstånd? Har ni ett begränsat avstånd? Vad är medel-, max-, och minavstånd?
8. Varifrån utgår era transporter?
9. Har ni idag olika lastbärare för olika gods? Lämnas samma container tillbaka till samma ställe?
10. Vad avgör kostnaderna för transporterna? Avgör avstånd, frekvens, volym, typ av lastbärare eller liknande?
11. Hur kan hästägarna bidra till att transporterna blir billigare?
12. Övrigt, vad kan göras för att sänka transportkostnader?

Kunder

13. Vilka är till största del era kunder? Privatpersoner eller företag?
14. Vem har ansvar för containrar ni hyr ut? Vem ansvara om näringsläckage skulle förekomma?
15. Hur ser generellt kundernas krav på leverensservice ut? Sker hämtningar regelbundet eller vid behov?

Gödselhantering

16. Vad erbjuder ni för tjänster gällande gödselhantering idag?
17. Om tjänster inte erbjuds, vad beror det på? Finns ingen efterfrågan eller är det ett aktivt val?
18. Vad kostar era gödselhanteringstjänster? Vad avgör dessa kostnader?
19. Vad krävs av stallägarna för att ni ska hämtat gödseln? Krävs vissa standarder?
20. Vad gör ni med gödseln ni hämtat?
21. Hur passar hantering och transport av gödsel in planeringsmässigt med er övriga verksamhet?
22. Är gödselhanteringen en kärn- eller extraverksamhet?
23. Vad är mest kostnadseffektivt, att hämta ofta och lite eller mycket och sällan?

Övrigt

24. Vad är viktigt för ett väl fungerande logistiksystem för hämtning av hästgödsel enligt er?
25. Övrigt.

Bilaga 3 – Enkät till hästägare

1. Geografisk placering av stallet?
2. Antal hästar i stallet?
3. Vilket sorts strömedel används?
 - Halmpellets
 - Hackad halm
 - Långhalm
 - Torv
 - Träspån
 - Träpellets
 - Annat
4. Är ni flexibla att byta strömedel?
5. Hur ser er gödsellagring ut idag?
 - Betongplatta med tak
 - Betongplatta utan tak
 - Försluten container
 - Öppen container
 - Annat
6. Hur stor är er lagringskapacitet?
7. Hur hanteras gödseln efter lagring?
 - Samarbete med jordbruk
 - Köper tjänst
 - Sprider på egen mark
 - Annat
8. Vid köpt tjänst, vilken transportör använder ni er av och vad betalar ni?
9. Hämtas gödseln regelbundet eller tar ni kontakt vid behov? Hur ofta sker hämtning?

Övriga kommentarer/åsikter

Bilaga 4 – Information om stallen

Stall	Typ av stall	Antal hästar	Strömedel	Lagring	Övrigt lagring
A	Inackordering	52	Torv	Gödselplatta + Container	Använder till största del gödselplatta. Om plattan skulle bli full flyttas gödslet till container mha hjullastare med skopa, egen container.
B	Ridskola + inackordering	47	Torv + halm	Gödselplatta	Egen hjullastare som flyttar gödslet till åkeriets containrar
C	Ridskola + inackordering	84	Träspån (mest) + träpellelets + torv	2 plattor + 1 container	Flera gånger om dagen flyttas gödslet från plattorna till containern då det bara får förvaras på plattorna under en kortare tid, hyr container av Renova
D	Inackordering	35	Torv (60%) + Halmpellelets (40%)	Gödselplatta med tak	Egen hjullastare som kan användas för att flytta gödslet
E	Inackordering	32	Träspån + Träpellelets	Gödselplatta + Container	Gödslet tippas på gödselplattan för att sedan flyttas med egen hjullastare till containern som hyrs av IL Recycling
F	Ridskola + inackordering	28	Träpellelets + Träspån	Container	Byggt ramp från stall ut över container, hyrd av åkeriet Johnny Bråttom
G	Privat	4	Halmpellelets + långhalm	Gödselplatta	Har en bit att gå med skottkärran för att nå gödselplattan

Stall	Utrymme/placering	Kostnad/år	Kostnad/häst och år	Övrigt
A	Ligger precis vid trafikerad väg, lite ont om plats vid lastning	0 SEK	0 SEK	Mycket insatt i projekt, vill främja miljön
B	Gott om plats för lastning och vändning, vägen till stallet var något smal och hålig.	70 000 SEK	1 SEK	Tror mycket på detta projekt. Vill sänka sina kostnader
C	Gott om plats för lastning men för lite plats för att vända vid lagringsplats	276 000-360 000 SEK (607 kr/månad hyra, 2500 kr per transporttillfälle)	3 286-4 286 SEK	Ett problem för dom är det estetiska, lösningen idag är inte fin utåt, vill vara ett fint stall, ligger mitt i stan, har inte så många val när det gäller åkerier
D	Mycket gott om utrymme	50 000-80 000 SEK	1 429-2 286 SEK	Mycket mån om att hitta en lösning som gör stallet mer miljövänlig och ekologisk alternativt sänker kostnaderna.
E	Gott om plats för lastning men för lite plats för att vända vid lagringsplats	36 096 SEK (container: 2349 sek/kvartal, transport: 3950 sek/varannan månad, till bonde 3000 sek/år)	1128 SEK	Funderar på om hennes anläggning skulle kunna vara en uppsamlingsplats för fler mindre stall om detta projekt skulle fungera
F	Gott om plats för lastning och vändning, dock BK3 väg till anläggning	60 000- 84 000 SEK. (container: 700-800 sek, transport: 1500 sek/hämtning, mottagaravgift: 2500 sek/hämtning)	2 143-3 000 SEK	Tycker deras gödselhantering är alldeles för dyr. Vill/kan inte ta ut mer för ridskola eller inackorderade hästar
G	Liten grusväg fram till gödselplattan, något trångt med plats.	0 SEK	0 SEK	Vill ta till vara på energin (=värmn) när gödslet brinner, det borde ju finnas alternativ...

Bilaga 5 – Information om åkerierna

Åkeri	Erbjuder tjänst	Kärn-/extraverksamhet	Hämtningsfrekvens
A	Ja	Extra	Kunden ringer vid behov
B	Ja	Extra	Kunden ringer vid behov
C	Ja	Extra	Kunden ringer vid behov

Åkeri	Lastbärare	Fordon	Hantering
A	Lastväxlarcontainer och liftdumpercontainer	Lastväxlare och liftdumper	Förbränning- Sävenäs
B	Lastväxlarcontainer och liftdumpercontainer, Vanligast med liftdumper	lastväxlare och liftdumper	Förbränning- Vänersborg
C	Lastväxlarcontainer och liftdumpercontainer	lastväxlare och liftdumper	Förbränning- Sävenäs

Åkeri	Transportkostnad/tillfälle	Containerhyra/ månad	Mottagaravgift/ton
A	600-1500 SEK	350-550 SEK	375 SEK
B	3500 SEK	310 SEK (liftdumper 10 m3)	250 SEK
C	600- 800 SEK	570 SEK (liftdumper 5 m3)	250 SEK

Åkeri	Avgörande faktorer på priset	Övrigt
A	Transport: avsänd Containerhyra: val av container som då påverkar fordonet	
B	Containerhyra: val av container/fordon	Fast transportpris eftersom transporten till Vänersborg blir lång. Egen avfallsanläggning för förbränning. Ingen samlastning/omlastning sker av hästgödsel, utan kör direkt.
C	Transport: storlek på container Containerhyra: val av container/fordon	Egen anläggning för förbränning, enda i Göteborgsområdet som ar emot hästgödsel för förbränning.

Bilaga 6 – Räkneexempel, kostnader för stallägare

Åkeri	Antal hästar	Vikt gödsel/månad (kg)	Storlek container (m3)	Hämtningar per månad	Containerhyra per månad	Transportkostnad per hämtning
A	5	4,5	10	1	450 SEK	1 050 SEK
B	5	4,5	10	1	310 SEK	3 500 SEK
C	5	4,5	5	2	570 SEK	700 SEK
A	20	18	10	3,6	450 SEK	1 050 SEK
B	20	18	10	3,6	310 SEK	3 500 SEK
C	20	18	5	7,2	570 SEK	700 SEK
A	40	36	10	7,2	450 SEK	1 050 SEK
B	40	36	10	7,2	310 SEK	3 500 SEK
C	40	36	5	14,4	570 SEK	700 SEK

Åkeri	Transportkostnad per månad	Mottagaravgift per ton	Mottagaravgift per månad	Total kostnad per månad
A	1 050 SEK	375 SEK	1 688 SEK	3 188 SEK
B	3 500 SEK	250 SEK	1 125 SEK	4 935 SEK
C	1 400 SEK	250 SEK	1 125 SEK	3 095 SEK
A	3 780 SEK	375 SEK	6 750 SEK	10 980 SEK
B	12 600 SEK	250 SEK	4 500 SEK	17 410 SEK
C	5 040 SEK	250 SEK	4 500 SEK	10 110 SEK
A	7 560 SEK	375 SEK	13 500 SEK	21 510 SEK
B	25 200 SEK	250 SEK	9 000 SEK	34 510 SEK
C	10 080 SEK	250 SEK	9 000 SEK	19 650 SEK

Åkeri	Antal hästar	Containerhyra	Transportkostnad	Mottagaravgift	Total kostnad	Total kostnad per häst
A	5	443 SEK	1 983 SEK	1 313 SEK	3 739 SEK	748 SEK
B	20	443 SEK	7 140 SEK	5 250 SEK	12 833 SEK	642 SEK
C	40	443 SEK	14 280 SEK	10 500 SEK	25 223 SEK	631 SEK