

Återvinning av hästgödsel: näringskälla för grödor och energikälla för människor

Mika Lynx Lander

Examinator: György Barabas
Handledare: Geneviève S. Metson, Uno Wennergren

Innehåll

Sammanfattning.....	1-2
Ordbok.....	2-3
1. Inledning.....	3-5
2. Metoder.....	6-15
2.1. Intervjuer och enkät.....	6-7
2.2. Nå människor – Intervju och enkät.....	7-7
2.3. Uppskattning av vart hästarna finns.....	7-9
2.4. Hur många hästar är vart?... ..	9
2.5. Beräkna gödselnäringsinnehåll, per häst och år.....	9-12
2.6. Sveriges näringskarta.....	12
2.7. Vilken skulle vara den ideala transporten?... ..	12-14
2.8. Beräkningar av biogaspotentialen.....	14-15
3. Resultat.....	15-43
3.1. Enkät och intervjuer.....	15-40
3.2. Näringsbalans?... ..	40-42
3.3. Optimal transport: Optimeringsanalys.....	42
3.4. Hästgödsels biogaspotential.....	42-43
4. Diskussion.....	43-49
5. Samhällsmässiga och etiska överväganden.....	50
6. Tack för hjälpen.....	50
7. Referenser.....	50-61
8. Bilagor (Finns endast i den engelska versionen).....	61-
8.1. Detaljerad metod	
8.2. Intervjuguide.....	
8.3. Samtycke.....	
8.4. Enkätfrågor.....	
8.5. Affisch.....	
8.6. Facebook-inlägg.....	
8.7. QGIS 3.22.....	
8.8. Enkät svar mer detaljerade.....	
8.9. Intervjuresultat mer detaljerade.....	

Sammanfattning

Svårigheten för hästägare att hitta ett hållbart och ekonomiskt gångbart sätt att bli av med sin hästgödsel har tagits upp på olika sätt (i litteratur). Detta examensarbete är en undersökning av problemet: hur stort det är, inklusive attityder till och erfarenheter av att använda hästgödsel. Hästskötare, lantbrukare, biogasföretag och trädgårdsägare deltog i en undersökning och intervjuer. Teoretiska beräkningar var också en del av detta examensarbete som ett sätt att få en överblick över: Sveriges näringsbalans mellan stallgödsel och grödornas näringsbehov, det optimerade sättet för Sverige som helhet att transportera gödsel dit grödan behöver näringen, den teoretiska biogaspotentialen för hästgödsel i Sverige. Flera insikter kom från 80 enkätsvar och 12 intervjuer: a. Valet av strö påverkas av många faktorer. Det finns ingen universell strö-preferens för alla hästskötare. b. Ströet som används hindrar inte de flesta lantbrukare från att använda hästgödseln, eftersom de ofta komposterar gödseln före användning.

c. Att hitta en bonde som kan ta gödseln är inte alltid lätt, men det är den vanligaste användningen av gödseln. Det finns inget vanligt sätt för lantbrukare och hästskötare att komma i kontakt. Att inte kunna skapa kontakt är ett problem från båda sidor, ett problem som ett dedikerat forum kanske kan lösa.

d. Hästgödsel hamnar i skogarna längst norrut i Sverige, på grund av att det saknas en lösning som är ekonomiskt och hållbart genomförbar. Det finns också en risk att gödseln ligger på överdimensionerade gödselplattor i över 10 år, möjligen för att det kostar att hitta någon som kan ta den. e. Hästgödsel är eftertraktat av trädgårdsägare och de flesta trädgårdsägare sa att det fungerar bra i deras trädgård. Vissa hästskötare har fått betalt av trädgårdsägare för sin komposterade gödsel alternativt sin ströfria färskgödsel. f. Biogasföretag tittar på fast gödsel (så som hästgödsel) att utvinna biogas ur. Alternativet att investera i gårdsbaserade biogasanläggningar placerade på hästhållningsanläggningen finns.

Undersökningen innefattade också en teoretisk metod: Mängden hästgödsel och dess 3 huvudnäringsämnen (kväve, fosfor, kalium) beräknades och jämfördes med andra typer av gödsel, och med grödornas näringsbehov. Det söktes efter ett optimalt sätt att transportera gödseln (hästgödsel och andra typer), för att fylla grödans näringsbehov. Det gjordes via en optimeringsmodell, med begränsningen: inget överskott av näringsämnen.

Optimeringsmodellen fann ingen möjlig lösning, vilket tyder på att det finns för mycket näring i gödseln i Sverige jämfört med grödors näringsbehov. Det finns åtminstone för

mycket av ett av de tre beräknade näringsämnena (kväve, fosfor, kalium). Beräkningarna resulterade i att över 1 900 000 000 kWh/år skulle kunna vinnas genom att utvinna all Sveriges beräknade hästgödsel för biogas, om halmströ användes. Vilket innebär att biogas från hästgödsel i teorin skulle kunna täcka 1,1 % av Sveriges energibehov för år 2022. Jag föreslår att lantbrukare på jakt efter hästgödsel försöker lägga upp en fråga på Facebook i hästhållargrupper specifika för deras område, i brist på ett dedikerat forum. Om hästgödsel och gödsel i allmänhet användes till biogas och sedan fördelades på åkrarna, så skulle det kunna bidra till den tillgängliga energin och ersätta mycket av de mineralgödselmedel som används i Sverige. Det skulle göra mer mineralgödselmedel tillgängliga för de delar av världen med näringsbrist, vilket potentiellt kan lindra svält.

Ordbok över häst/jordbruk/biogasspecifika ord

De svenska orden ingår som de var de ord som faktiskt används i enkätsvar och intervjuer samt föreskrifter. Dessa är de engelska översättningarna som används i detta arbete och deras avsedda betydelse.

Engelska ord	Svenska ord	Betydelse
Box stall	Box	En separat inhägnad (ofta inne i ett stall) som hästen i allmänhet är fri att röra sig i.
Clamp	Stuka	En hög med gödsel för tillfällig lagring, med eller utan ett yttre lager av plast.
C/N-ratio	Kol/kväve kvot	Mängden kol jämfört med mängden kväve i hästgödseln.
Co-digestion plant	Samrötningsanläggning	En biogasanläggning som använder flera substrat
Field kept horses	Lösdrift	Hästar är i en hage med ett skydd. De ska ha tillgång till skydd med rent och torrt underlag när temperaturen är under 5°C.
Fertilizer spreader	Gödselspridare	Maskin som används för att sprida gödsel
Composting worms	Gödselmask	Maskar som komposterar gödseln snabbare.
Cultivation border	Odlingsgräns	En gräns som avgörs av klimatet, ovanför vilken det är svårt att odla grödor.
Digestate	Biogödsel/Rötrest	Den flytande eller fasta restprodukten från biogasutvinningsprocessen som innehåller näringsämnena. Kväve är mer lättillgängligt i det än före processen.

Hygenised	Hygieniserad	Behandlas så att den är fri från bakteriella och virusinfektioner, ofta genom värme.
Initial batch of bakteria	Ymp	Initial mängd aktiva bakterier som används för att starta en biogasprocess.
Leys	Vall	Odling av fodergröda.
NPK	NPK	Kväve, Fosfor och Kalium.
Nutrients	Näringsämnen	När det används i denna avhandling hänvisas det till näringsämnena Kväve (N), Fosfor (P) & Kalium (K).
Permanent bed	Permanent bädd	Ett lager strö som inte byts ut ofta, i sin helhet. Den absorberar fortfarande och utgör en bekväm och ren säng för hästen.
Screw feeder	Inmatningsskruv	Skruv som matar in bränsle i en ugn eller biogasanläggning.
Stockpile	Stuka	En hög med fast gödsel lagrad antingen under en plastduk på marken eller utan en.
Substrate	Substrat	Material som bakterierna i biogasanläggningar producerar metan från.
Weed harrow	Ogräsharv	Ett verktyg för mekanisk ogräsbekämpning.

1. Introduktion

Hästgödsel är en resurs, en resurs som ibland lämnas oanvänd, och det finns mycket hästgödsel i Sverige. Antalet hästar i Sverige beräknas av Jordbruksverket uppgå till cirka 350 000 (mejlkonversation 1 april 2022), vilket är fler än antalet mjölkkor i landet år 2022 (Jordbruksverket, nd-a). Varje häst beräknas producera cirka 8,7 ton gödsel varje år (Hennessy & Eriksson, 2015a). Den faktiska massan, volymen och näringsämnet av gödsel som produceras nationellt och inom en gård beror på många faktorer inklusive: storleken på varje häst (Smith & Swanson, 2009), det foder den ges (Hadin et al., 2016) och vilket strö som används (Airaksinen et al., 2001; Hadin et al., 2016, 2016 Eriksson; 2016, 22). Detta examensarbete undersöker den aktuella statusen för hästgödsel i Sverige: Mängd, näringsinnehåll, rumslig fördelning, användning och attityder både i häststallar och hos användare angående hantering av hästgödsel. I det här examensarbetet formulerar och undersöker jag även olika möjliga framtida scenarier.

Endast 38 % av hästhållarna med få hästar sprider sin hästgödsel på mark de hyr eller äger. Mycket hästgödsel används av någon annan, i första hand lantbrukare (Persson & Lindgren,

2022). Många ridskolor har ingen långsiktig plan för sin hästgödsel eller tillräckligt med mark för att sprida den på. Det är ibland svårt för ridskolor nära tätbebyggda områden att hitta lösningar för sin hästgödsel som de har råd med (Lood & Odenius, 2017). En liten del av hästgödseln lagras antingen på obestämd tid eller dumpas i skogen, inget av det en bra lösning (Persson & Lindgren, 2022).

En ökning av näringsämnen i naturliga livsmiljöer är ett allvarligt hot mot rödlistade arter i den svenska rödlistan 2020, både på land och i vatten (Eide et al., 2020). I deras experiment Aronsson et al. (2022) fann att om gödsel lämnas i hagar finns det risk för att fosfor läcker ut i närliggande vatten till följd av nederbörd på gödseln. Detta är en risk med ej korrekt behandlad hästgödsel i allmänhet (Persson & Lindgren, 2022). Hästgödsel innehåller kväve, fosfor och kalium (NPK) och andra näringsämnen (Malgeryd & Hugosson, 2021b; Steineck et al., 2000). Näringsämnen som rinner ut i vattenvägar riskerar att orsaka övergödningsproblem, såsom algbloomning och minskat tillgängligt syre i till exempel Östersjön (Eide et al., 2020; Malgeryd & Hugosson, 2021b).

Näringen i hästgödseln kan återföras tillbaka till växter när gödseln används som gödning på åkrar och trädgårdar eller som jordförbättring (Gronfors, 2019; Steineck et al., 2001). Hästgödsel är godkänt som ekologiskt gödselmedel och godkänt för KRAV-certifierad odling (4.8 Gödselmedel Och Jordförbättringsmedel , 2021; *Ekologisk produktion* , 2023; Ögren, 2015). Det är också möjligt att utvinna biogas ur hästgödsel och att använda rötresterna, restprodukten, som gödningsmedel (Berglund, 2014; Ögren, 2015). Det finns andra föreslagna eller tillämpade användningsområden för hästgödsel: som en del av pellets som förbränns för fjärrvärme eller bara förbränns när den blandats med spånströ för värme (Fagerström & Rydstedt, 2021; Lood & Odenius, 2017), som ett sätt att rena oljeförorenad jord (Återvinningscentralen.se, 2007), som täck material i gruvor (Kumpula, 2014) och som strömaterial för kor (Ratcovich, 2016). Ändå verkar det mesta av hästgödseln återföras till jorden som gödning eller liknande enligt Persson och Lindgren (2022).

Att använda hästgödsel som gödsel är inte en lösning överallt i Sverige. Ett exempel är Kiruna kommun där klimatet inte är bra för odling, det finns inget större intresse för odling där. Kiruna kommun skulle kunna utvinna biogas ur hästgödseln blandad med annat avfall. Att göra det skulle inte vara ekonomiskt självförsörjande, men det skulle minska miljöpåverkan med cirka 683 ton koldioxidekvivalenter/år (Kumpula, 2014) . Den potentiella miljöbesparingen och att restprodukten från biogasutvinning kan återföras till

näringskretsloppet som gödningsmedel (Ögren, 2015) gör biogas intressant. Tyngdpunkten för denna studie kommer dock att läggas på hästgödsel som gödsel direkt eftersom det är den vanligaste metoden (Persson & Lindgren, 2022).

Det är inte alltid lätt att använda hästgödsel som gödsel, även i mer fördelaktiga klimat. Hästgödsel är en bra källa till fosfor och kalium, men en dålig kvävekälla. Mikroorganismer behöver kväve för att smälta kolföreningarna i den färska hästgödseln, och i ströet som följer med. Dessa mikroorganismer kan konkurrera med närliggande växter om det kväve de behöver, vilket kan orsaka kvävebrist för grödan. Därför är förhållandet mellan mängden kol och kväve i gödseln viktigt (Chen et al., 2014; Persson & Lindgren, 2022; Steineck et al., 2001). Hästgödsel i sig har ett C/N-tal på 25, strö ej inräknat (Eriksson et al., 2015), det betyder att hästgödsel utan strö har ett C/N-tal som är tillräckligt högt för att ligga på gränsen till där det finns risk för kvävebrist (Stendahl, 2020). Ströet bidrar med kol som höjer förhållandet ännu mer: torv ger minst ökning (till 26-27 C/N) jämfört med andra material som träspån (till 39-50 C/N) och halm (till 42-52 C/N) (Eriksson et al., 2015). Det strö som används i stall har en effekt på grödorna, vilket är varför de strötyper som används ibland bestäms utifrån lantbrukarens behov snarare än hästskötarens (Lood & Odenius, 2017).

En del hästgödsel som används i trädgårdar har orsakat missbildningar av växterna, på grund av att det fanns pyralider i hästgödseln. Pyralider används som herbicider och har hamnat i hästgödseln antingen via halmen som används som strö eller via fodret (Nilsson, 2021; Pia, 2023).

Att hantera hästgödsel är inte alltid lätt. Avhandlingens mål är att lära sig om dagens hästgödselhantering och om dess potentiella framtid. Detta utreds i 3 steg: 1. Fråga hästskötare, hästgödsel användare och potentiella framtida användare om deras erfarenheter och tankar kring hästgödselhantering. Detta examensarbete innehåller intervjuer med både hästhållare och användare av hästgödsel. Målet är att ta reda på hur väl deras behov matchar och att lära av deras erfarenheter. 2. Utredda vad som skulle hända om optimal fördelning av hästgödsel i Sverige var en realitet. Den transporteras från där den är i överskott till där den behövs för att täcka grödornas näringsbehov. 3. Undersöka biogaspotentialen i Sveriges hästgödsel.

2. Metoder

Jag samlade in information via fem metoder: 1. 12 djupa intervjuer (2022-09-15 → 2022-12-14). 2. En online-enkät med 80 svaranden (2022-09-30 → 2022-11-29). 3. Litteraturstudier. 4. Tog emot bearbetad data i ett 5x5 km rutnät från Metson et al. (2022), som innehåller växtnäringsbehovets och gödselns (från lantbruksdjur exklusive hästar) behov av och mängd av NPK. Datan har olika källor, bearbetad data i rutnät (5x5km) nivå finns på <https://gitlab.liu.se/future-land-use/public-map-automation>. För detaljer se Metson et al 2022.

5. Kontakta organisationer för att få information om vart hästar finns, eller om faktorer som gynnar hästhållning. Dessa organisationer var: Jordbruksverket, Naturvårdsverket och Lantmäteriet.

2.1 Intervjuer och Enkät

Intervjuer

Jag använde den semistrukturerade intervjustilen. Den semistrukturerade intervjustilen innebär noggrant förberedda frågor som kan följas av flexibla frågor som beror på svaren (George, 2022). Uppföljningsfrågorna improviserades utifrån intervjupersonens svar.

Kallio et al. (2016) gav de steg jag följde för att bygga en intervjuguide (bilaga 2: Intervjuguide). Medan tidigare intervjuer och mina handledares erfarenhet av hästgödselhantering låg till grund för frågorna (Alonzo & Henriksson, 2016; Bäckström, 2016; Lood & Odenius, 2017; Sundström, 2022). Det var viktigt att skriva frågorna på ett opartiskt sätt, eftersom svar kan påverkas av hur frågor formuleras (Freeman, 2019). Frågorna reviderades flera gånger, av handledare och familj, innan frågorna till hästhållare testades i den första intervjun. Intervjupersonen godkände frågorna, så de användes för resten av intervjuerna. Inga andra frågor testades. Jag intervjuade sex personligen, sex via telefon och en svarade på alla frågor via e-post. Jag samlade in lämpliga samtyckesdokument (se bilaga: 3. Samtycke) för varje intervju.

Enkät

För många frågor och öppna frågor kan öka avhoppen halvvägs genom en enkät, vilket är känt av erfarenhet av Geneviève S. Metson och Freeman (2019). Jag konstruerade enkäten genom att: 1. Använda programmet Survey&Report (*Enkätverktyg - Skapa Enkäter Med Artologik Survey&Report* , nd) med åtkomst via Linköpings universitet. Den har ett verktyg "logik" som gjorde det möjligt för programmet att endast ställa relevanta frågor till deltagarna, baserat på deras svar på en tidigare fråga (bilaga: 4. Enkätfrågor). 2. Endast inkludera de viktigaste

intervjufrågorna för att besvara målen. 3. Formulera de flesta av dem som slutna frågor med givna alternativ, inklusive alternativet "annat" med möjlighet att förklara i fritext. 4. Revidera den flera gånger med hjälp av feedback från mina handledare och andra kontakter. 5. Länka den färdiga enkäten till en URL-länk och två QR-koder, en för engelska och en för svenska, med hjälp av verktyg i programmet Enkät&Rapport.

Enkäten fick feedback från en deltagare när den var aktiv, så jag uppdaterade den därefter (bilaga: 4. Enkätfrågor). Två enkätdeltagare lämnade också meddelanden i enkäten, i fritextalternativet, och uppmanade mig att mejla dem med fler frågor. En svarade via e-post och den andra deltog i en telefonintervju.

2.2 Nå människor – Intervju och enkät

Ett viktigt steg var att nå människor med information om projektet, det gjorde jag genom att:

1. Skapa en informationsaffisch (bilaga: 1. Detaljerad metod: Nå människor & 5. Poster). 2. Mejla personer som hanterar hästar i Kalmar kommun, dessa mejl innehöll affischen och ytterligare information. Jag hittade deras kontaktuppgifter genom att söka på ord, på svenska, som "hästar i Kalmar" eller "ridskolor i Kalmar". 3. Mejla biogasföretag inom och utanför Kalmar kommun, med samma information och affisch. 4. Följa upp många av mejlen med ett telefonsamtal 12 dagar senare. Många hade lagt märke till mejlet, men inte svarat på det. Dessa inledande kontakter resulterade i några intervjuer. De intervjuerna gav tips om andra jag kunde kontakta för fler intervjuer. 5. Skriva ett Facebook-inlägg om projektet, och sprida det (bilaga: 6. Facebook-inlägg). Platser för sociala medier jag lade upp det på: a. Min personliga sida (Facebook). b. Min företagssida (Facebook & Instagram) c. Alla offentliga häst-, jordbruks- och trädgårdsrelaterade grupper på Facebook som jag kunde hitta, där inlägget inte stred mot reglerna. 6. Söka efter "hästförening" över hela Sverige. Jag mailade de resulterande organisationerna om projektet, inklusive affischen. Några av dem svarade och ville skriva om det på sina sociala medier, ofta Facebook-sidor eller grupper som jag inte kunde posta i.

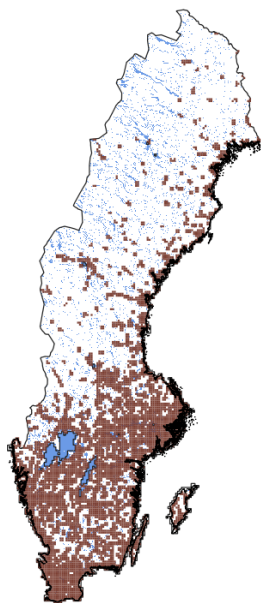
2.3 Uppskattning av vart hästarna finns

Det var viktigt att sätta hästgödseln i ett sammanhang med andra gödseltyper och grödans näringsbehov, för att förstå nuläget och möjligheterna. Det aktuella scenariot i Metson et al. (2022) hade data om grödans näringsbehov (NPK) och om tillgänglig näring, från gödseltyper utom hästgödsel. (Metson et al., 2022) .

Jag behövde veta var hästgödseln fanns och var den behövdes, inom 5x5 km, för att förstå den nuvarande situationen för hästgödsel i Sverige. Det fanns ingen databas med placeringen av alla hästar i Sverige. Jordbruksverket hade lite information, eftersom varje hästplats måste vara registrerad från och med april 2021 (*Nya Krav På Registrering Av Hästar* , 2021). De hade endast 197 519 hästar registrerade, av de uppskattningsvis 350 000 hästar som finns i Sverige (Djurregisterenheten Jordbruksverket, personlig kommunikation, 1 april^{och} 8 september²⁰²²).

De uppgifter jag kunde få från Jordbruksverket var: a. Antal hästar och anläggningar med hästar i respektive kommun för 2022-09-02, enligt deras register (Djurregisterenheten Jordbruksverket, personlig kommunikation, 1 april^{och} 8 september²⁰²²). b. Den papperstryckta placeringen av platser som hyser hästar inom Kalmar kommun för 2022-09-02. Jag använde koordinater endast för anläggningar i Kalmar kommun, på grund av tidsbrist. Målet var en upplösning på 5x5 km för hästdata, samma upplösning som data för gödsel- och grödans näringsbehov-data från Metson et al. (2022). De tillgängliga uppgifterna räckte inte för att nå den lösningen. Så jag gjorde uppskattningar baserade på antaganden om hästplatser och använde dem i QGIS 3.22 (bilaga 7. QGIS 3.22). De uppskattningar som används för hästplatser beskrivs nedan, och mer detaljerat i bilaga (bilaga 1. Detaljerad metod: Hästplatser).

Uppskattningen av hästplatserna (figur 1) följde 2 antaganden: 1. Hästar befinner sig inom en buffertzona på 2,5 km från befolkade områden. Zasada et al. (2013) , undersöknings- och intervjuresultat visade att hästar i allmänhet är nära befolkade områden, eller nära människors hem. Jag simulerade denna närhet med en 2,5 km buffertzona. 2. Byggnader av 30m² eller större, inrymmer hästar. Hästar behöver sällskap (Svenneback, 2018) , och ett stall av denna storlek möjliggör ordentliga boxar för 2 av de största hästarna enligt Jordbruksverket (2021) . Alla kartlagerrutor som uppfyllde båda dessa antaganden ansågs ha hästar.



Figur 1. Uppskattning av hästlägen, bruna torg, en kombination av anläggningsbehov och närhet till bebyggelse.

Hur bra stämmer approximationen med verkligheten?

Endast 10 % (21 av 203) av de kända hästplatserna i Kalmar kommun omfattades inte av de rutor som enligt uppskattningen antas ha hästar. De kända hästplatserna var från Jordbruksverket.

2.4 Hur många hästar är vart?

Antalet hästar att anvisa för varje kommun var de registrerade hästarna hos Jordbruksverket (för 2022-09-02), eftersom de hade en anvisad plats. Jag dividerade det registrerade antalet hästar för varje kommun, med antalet rutor som uppskattas ha hästar i varje kommun. Alla rutor som antogs ha hästar i en kommun tilldelades samma resulterande antal hästar. De registrerade hästarna var ca 56 % av det antal hästar som Jordbruksverket uppskattade för Sverige.

2.5 Beräkna gödselnäringsinnehåll, per häst och år

Beräkningarna krävde siffror för den genomsnittliga hästens: a. Gödselvikt. b.

Gödselnäringsinnehåll (NPK). c. Strömängd och typ, eftersom ströet även påverkar gödselnäringsinnehåll (Olsson et al., 2014a). Som dessa värden användes medelvärden som beräknats från flera olika källor. Den rena hästgödselvikten som användes var 8398 kg/år, strö ej inkluderat (Airaksinen, 2006; Hennessy & Eriksson, 2015b; Wartell et al., 2012; Westendorf & Krogmann, 2006). Medelvärdet som används för näringsinnehållet i hästgödseln inkluderade inte ströets näringsinnehåll. Näringsinnehållet i ströet hanterades

separat, för att så exakt som möjligt representera de strötyper och -mängder som används i Sverige (Airaksinen, 2006; Malgeryd & Hugosson, 2021a; Steineck et al., 2000). De resulterande siffrorna finns i bilaga: 1. Detaljerad metod: Hästgödselinnehåll.

Beräkning av strö och dess näringsinnehåll

Spån och halm var de mest använda strötyperna enligt enkätresultaten (Resultat: 3.1.1 Enkät: Ströanvändning). De flesta av de intervjuade (6 av 8) som håller hästar nämnde att de också använder spån, antingen på egen hand eller i kombination med något annat (Resultat: 3.1.2.2 Faktorer som påverkar hästgödseln). En annan enkät gjord av Öst 2021 med fler svarande, 265 hästägare, fann att träpellets (33 %) och träspån (29 %) var de bäddtyper som användes mest (Öst, 2021). Spån och halm var de vanligaste strötyperna i enkätresultaten, jag använde 3 olika kombinationer av dem i beräkningarna: 1. 50 % av hästarnas ströbehov tillgodoses med spån och 50 % med halm. Enkätresultaten sa att det är lika vanligt att använda bara spån som att använda bara halm. 2. 100 % av ströbehovet tillgodoses med halm. Halm är det effektivaste ströet när det gäller metanutvinning, enligt intervjuer med och svar från experter inom biogasutvinning. Detta strö är idealiskt vid beräkning av hästgödselns biogaspotential. 3. Det mesta, 75 %, av behovet tillgodoses av träspån eller pellets med tillsats av lite halm, 25 %. Denna kombination står för att trä är den mest använda strötypen enligt Öst (2021), och behåller halmen enligt enkätresultaten.

Siffror på hur mycket strö den genomsnittliga hästen behöver varje dag (100 %) behövdes för att dessa kombinationer skulle vara användbara, halm och träspån separat. För vilket jag använde medelvärden av belopp från flera källor: a. 3,4 kg halm /dag (Bengtsson & Martinell, 2016; Fyhr & Pirooz, 2022), b. 7,34 kg träspån /dag (S. Andersson & Fredin, 2011; Bengtsson & Martinell, 2016; Fyhr & Pirooz, 2022; Johansson & Wettberg, 2012).

Kunskap om hur många dagar en genomsnittlig häst använder strö under ett år behövdes också för att få ett bra ettårs medel. Hästar, inte alla, i Sverige tillbringar en del av året ute i hagar istället för inne i stall med strö. Detta skiljer sig mellan platser och kan skilja sig mellan 2-7 månader (Hästhantering - Sommarbete - hur länge?, 2010; Sandström, 2012; Wallberg, 2010). Reglerna säger att hästar som är ute mer än 16h/dag när temperaturen är under 5°C ska ha: Tillgång till väder- och vindskydd samt en torr och ren liggplats hela tiden (Skötsel och stallmiljö för hästar, nd). Jag antog att strö används för att skapa den nödvändiga torra och rena platsen. Vilket gjorde att jag bara tog med strö för det antal dagar på året då temperaturen är under 5°C. Sverige delades in i 4 olika delar för att ta hänsyn till skillnaden i klimat (se tabell 4) (bilaga: 1. Detaljerad metod: Beräkna strö och dess näringsinnehåll).

Tabell 4. Det beräknade behovet av halm och träspån som strö för 3 kombinationer och de 4 olika delarna av Sverige.

Medelhästens användning av strö/år	Träspån	Halm	Enhet
50/50 Norra Norrland	811,07	375,7	Kg/häst/år
50/50 Södra Norrland	726,66	336,6	Kg/häst/år
50/50 Svealand	587,2	272	Kg/häst/år
50/50 Götaland	462,42	214,2	Kg/häst/år
75/25 Norra Norrland	1216,605	187,85	Kg/häst/år
75/25 Södra Norrland	1089,99	168,3	Kg/häst/år
75/25 Svealand	880,8	136	Kg/häst/år
75/25 Götaland	693,63	107,1	Kg/häst/år
100 Norra Norrland	-	751,4	Kg/häst/år
100 Södra Norrland	-	673,2	Kg/häst/år
100 Svealand	-	544	Kg/häst/år
100 Götaland	-	428,4	Kg/häst/år

Ströets näringsinnehållsdata från Olsson et al. (2014), gjorde det möjligt för mig att beräkna näringsinnehållet i strö mängderna i tabell 4. Näringen från halm och träspån för de kombinerade strötyperna lades samman, för att täcka 100 % av hästens genomsnittliga behov.

Totalvikt och näringsinnehåll

Jag beräknade sedan siffrorna för vikt och näringsinnehåll i gödseln genom att: a. Lägga ihop vikterna av ren hästgödsel med vikten av de olika strökombinationerna. Jag fick därmed vikten för varje ströblandad gödseltyp, för den genomsnittliga hästen. b. Lägga ihop gödselns näringsinnehåll med ströets näringsinnehåll, vilket gav det totala näringsinnehållet. c. Multiplicera det totala näringsinnehållet med antalet hästar som tilldelats varje ruta på kartan. Det resulterade i en uppskattning av var näringsämnen (N, P & K) och vikten finns och i vilken mängd per år för de 3 olika ströscenarierna. Jag räknade med kväveförlusten till atmosfären från gödseln, genom att minska tillgängligt kväve i varje ruta med 11 %

(Malgeryd & Hugosson, 2021a; Malgeryd & Persson, 2013) (bilaga: 1. Detaljerad metod: Totalt näringsinnehåll).

2.6 Sveriges näringskarta

Näringsöverskottet eller näringsbristen i Sverige gjordes till en karta genom att: a. Lägga ihop de näringsämnen som är tillgängliga från hästgödsel i varje ruta (5x5 km), med de näringsämnen som är tillgängliga från andra gödseltyper i samma ruta (Metson et al., 2022) . b. Subtrahera näringsbehovet för grödorna i den rutan. Den resulterande kartan över näringsbalansen visar hur det skulle bli om gödseln inte transporteras.

2.7 Vilken skulle vara den ideala transporten?

Den genomsnittliga hästgödselvikten och NPK-halten för de registrerade hästarna användes för att beräkna den minsta gödseltransport som behövdes för att undvika överskott av näringsämnen. Nils-Hassan Quttineh körde en optimeringsmodell åt mig, som ett sätt att beräkna vad de optimala transportlösningarna för Sverige som helhet skulle vara.

Optimeringsmodellen hade en huvudfunktion (den objektiva funktionen) och en delmängd av regler (krav), som begränsade funktionens utdata till mer realistiska förhållanden. Varje del av funktionen och reglerna förklaras i tabell 5a-c.

Den objektiva funktionen:

Beräknar den optimala transporten

$$z = \sum_i \sum_j D_{ij} \times x_{ij}$$

Tabell 5a. Komponenter och förklaringar:

z	Minsta möjliga transportkostnad definierad som: <i>distance (avstånd)</i> $\times$ <i>weight(vikt)</i> (kg)summerad över alla transporter.
i	Den rutan med näringsämnen att ge som beräknas just nu, alla dessa rutor kallas tillsammans I .
j	Den rutan med efterfrågan (av näring) som beräknas just nu, alla efterfråge-rutor tillsammans kallas J .
D_{ij}	Transportavstånd från ruta i till ruta j
x_{ij}	Antal kg som skickas från ruta i till ruta j

Krav:

1. Allt utbud i varje ruta måste skickas iväg, det är möjligt att det skickas till samma ruta men det måste skickas iväg för att fylla efterfrågan.

$$\sum_{j \in J} x_{ij=s_i} \quad i \in I$$

Tabell 5b. Komponenter och förklaringar:

$\in$	För varje _ som tillhör gruppen _
s_i	Utbud, i kg, i ruta i

Och

2. Varje ruta tilldelas inte mer av ett näringsämne (N, P eller K) än vad den behöver.

Relaxationskoefficienten (relaxationskoefficienter för näringsämnena) används för att justera mängden överapplicering som tillåts.

$$\sum_{i \in I} c_i^n x_{ij} \leq d_j^n a_i^n \quad j \in J, n \in N$$

Tabell 5c. Komponenter och förklaringar:

d_j^n	Efterfrågan på näringsämne n, i kg, i ruta j
c_i^n	Koncentrationen av näringsämne n i ruta i
a_j^n	Relaxationsfaktor för näringsämne n acceptabel att transportera till ruta j
n	Det näringsämne som beräknas just nu. Hämtat från listan N som innehåller näringsämnena N, P och K.

3. Inga negativa mängder kan transporteras av modellen, eftersom detta inte är möjligt i praktiken.

$$x_{ij} \geq 0 \quad i \in I, j \in J$$

Relaxationskoefficienter för näringsämnena

Relaxationskoefficienter anger hur mycket mer av ett specifikt näringsämne som tillåts skickas till en ruta, jämfört med behovet i den rutan. Relaxationskoefficienter (tabell 6)

användes av två skäl: 1. För att modellen skulle fungera. 2. Att göra modellen mer realistisk när det kommer till näringstillförsel. Se bilaga: 1. Detaljerade metoder:

Relaxationskoefficienter, för resonemanget bakom de använda siffrorna.

Tabell 6. Tilldelade relaxationskoefficienter. Allt över 1 möjliggör att mer än behovet i en ruta kan transporteras till den rutan.

Näringsämne	Relaxationskoefficient	Anteckningar
Fosfor (P)	1.10	
Kväve (N)	1.20	I kommuner utan nitratkänsliga områden
Kväve (N)	1	I kommuner med nitratkänsliga områden
Kalium (K)	3	

2.8 Beräkningar av biogaspotentialen

Jag beräknade hästgödselns biogaspotential genom att följa Olsson et al. (2014), och baserade det på flera antaganden för att göra det möjligt att beräkna:

1. All hästgödsel används för biogasutvinning, innan rötresterna används som gödsel.
2. Hästgödseln används för biogasutvinning där hästarna finns, gödseln flyttas inte. Detta antagande eliminerar transporten till biogasanläggningar, eftersom den framtida placeringen av anläggningar som kan bearbeta hästgödsel är okänd.
3. Halm är den enda strötypen som används för alla hästar. Halm är den mest effektiva strötypen för biogasutvinning (enligt mejlkorrespondens med ett biogasföretag, intervju med biogasanläggning och en biogasforskare) (Olsson et al., 2014b) .

En biogaskarta skapades med hjälp av dessa 3 antaganden.

Det sista steget i biogasberäkningarna var att lägga till antalet hästar som uppskattades finnas, men inte registrerats. Vilket krävde ett sista antagande:

4. Oregistrerade hästar finns i sydligaste delen av Sverige (Götaland), de använder lika mycket halm som de hästar som är registrerade där. Hästar i Götaland beräknades använda minst mängd strö, så detta antagande minimerade risken för överskattning av mängden strö.

Hur mycket biogas skulle produceras?

Stegen som användes för att ta reda på biogaspotentialen för den registrerade hästens gödsel var: 1. Beräkna torrsubstansen för de 4 olika delarna av Sverige, genom att ta 35 % av gödselvikten för hästgödseln/häst/år för de 4 delarna. Jag antog att resten av vikten var vatten. 2. Multiplicera vikterna av torrsubstansen med 0,9 för att få de flyktiga fastämnena och

omvandla sedan resultaten till ton. 3. Multiplicera de flyktiga fasta ämnena i ton med 200, för att få metanutbytet i Nm^3 /häst/år för de fyra delarna av Sverige. 4. Använda kartan över hästantal i QGIS (skapad i: 2. Metoder: Hur många hästar finns var?). Multiplicera metanutbytet med antalet hästar i varje ruta på kartan. Detta steg gjordes 4 gånger, en för varje del av Sverige. 5. Multiplicera metanutbytet i varje ruta med 9,81, för att få den energi en häst producerar om året i kWh enligt Eriksson (2010). Vilket resulterade i kartor över den potentiella kWh som de registrerade hästarna kan producera.

Optimeringsmodellen behövde vikten av rötresterna för den registrerade hästarnas gödsel, jag beräknade den enligt Olsson et al. (2014) (bilaga: 1. Detaljerad metod: Biogaspotentialberäkningar). I beräkningarna antogs att näringsämnena förblev desamma som tidigare, med undantag för att 50 % av det totala kvävet är i form av ammonium. Detta antagande var i enlighet med Olsson et al. (2014).

Jag beräknade också potentialen för de oregistrerade, men uppskattade, antalet hästar enligt Jordbruksverket genom att: 1. Subtrahera antalet hästar placerade i alla rutor från de 350 000 hästar som Jordbruksverket uppskattar finns i Sverige. 2. Multiplicera det resulterande antalet hästar med metanutbytet per häst och år i Götaland (bilaga: 1. Detaljerad metod: Biogaspotentialberäkningar). 3. Multiplicera resultatet med transformationskoefficienten, 9,81, för att få allt i kWh. 4. Addera resultatet från steg 3 till biogasen beräknad från de registrerade hästarna. Jag hade inget sätt att placera ut de oregistrerade hästarna, så deras energipotential visades inte på kartan.

3. Resultat

Resultatavsnittet har 2 separata delar: 1. Resultaten från enkäter och intervjuer, som delvis användes för att anpassa antagandena bakom optimeringsanalysen. 2. Beräkningarna och analysresultaten, såsom: Näringsbalans, Optimeringsanalysresultat och biogaspotential.

3.1 Enkät och intervjuer

Onlineenkäten fick 80 svar och jag höll 12 intervjuer. Två av de 80 som svarade på enkäten kontaktade mig och svarade på fler frågor, en via e-post och en genom en bonusuppföljningsintervju. Resultaten från undersökningen och intervjuerna presenteras först separat och sammanfattas sedan tillsammans.

3.1.1 Enkät

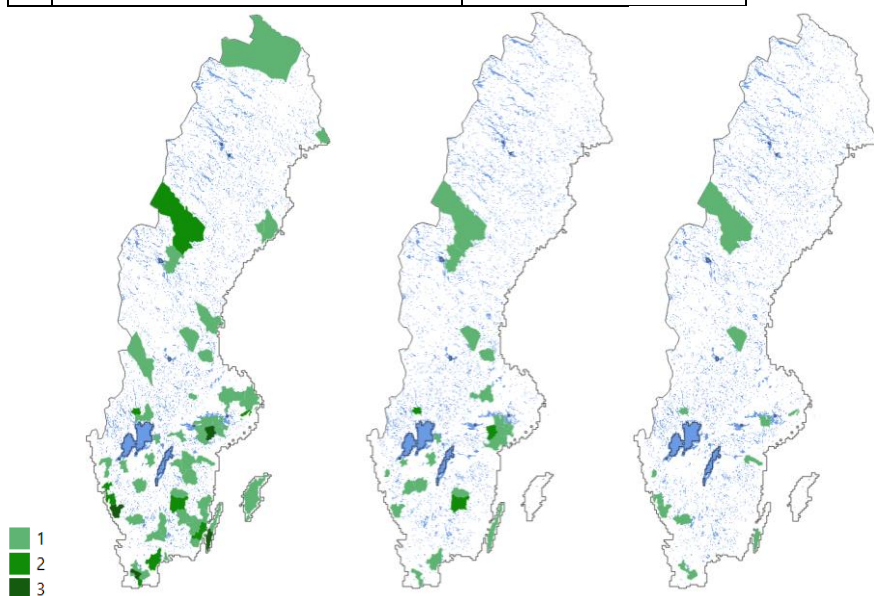
Jag har sammanfattat enkätsvaren här (bilaga: 8. Enkät svar mer utförliga). Procentsatsen för vissa svar kan se udda ut p.g.a. att svaranden kunde välja mer än ett svar per fråga och att procentsatserna avrundats till heltal.

3.1.1.1 Vem svarade på enkäten?

De flesta svar kom från personer som hanterar eller äger hästar (tabell 6). Människor från kommuner över hela Sverige svarade på webbenkäten (figur 8), vilket minskar risken för lokala partiskheter i svarsdata.

Tabell 6. De flesta svaren på online-enkäten kom från personer som hanterar eller äger hästar. Hästgödselhanteringsrollerna utesluter inte varandra.

	Roll	Svar av 80
1	Hästägare, ryttare eller hästskötare	78
2	Användare av hästgödsel i trädgård	27
3	Användare av hästgödsel för lantbruk	14
4	Biogas	1



Figur 8. Svarsfördelning av: Vänster: häst-ägare/hållare/ryttare. Mitten: Trädgårdsägare. Höger: Lantbrukare. Den gröna nyansen visar hur många svar som kom in från varje kommun.

3.1.1.2 Sammanfattning hästägare/hållare/ryttare

De vanligaste svaren från hästägare/hållare och ryttare:

Stall storlek

Stall med mindre än 7 hästar är vanliga (39 av 78 svar).

Orsaker till hästplacering

Hästägares skäl till sin hästs eller hästars placering var: a. Att de hade ett eget stall. b. De hade sina hästar hemma. c. Stallet låg nära deras hem (i 49 svar, endast 4 svar med andra skäl än a, b eller c).

Stallägare eller föreningar hade många skäl till stallets läge, de 2 mest framträdande var att stallet var: a. Nära civilisationen. b. Ett arv (10 av 47 svar vardera).

Ryttares skäl att använda en specifik anläggning verkade vara mer gemenskaps- eller hästorienterade än tydligt platsberoende, jämfört med hästägare (men det var bara 6 svar).

Ströanvändning

På samma plats används vanligtvis mer än en strötyp. De två mest nämnda strötyperna var träspån (50 av 157 svar) och halm (49 svar). Fem svar nämnde bruket av lösdrift (av de 13 fritextsvaren på ströfrågan), några av dem nämnde att det minskar mängden strö i gödseln.

De tre vanligaste anledningarna till valet av strö var: a. Det är det enklaste ströet att få tag på. b. Bättre miljö i stallet. c. Hästarna är friskare eller gladare. Varje strötyp hade sina egna vanligaste orsaker, listade här i ordning efter ströets popularitet:

1. Spån – Lättast att få tag på (30 av 50) & Bättre stallmiljö (27 av 50).
2. Halm – Gladare/friskare hästar (29 av 49)
3. Träpellets – Bättre stallmiljö (17 av 29).
4. Torv – Bättre stallmiljö (13 av 19).
5. Halmpellets – Gladare/friskare hästar (3 av 6).

Hästgödselanvändning

De flesta svarade att deras hästgödsel används till fodergrödor (41 av 121 svar), till andra grödor (37 svar) eller i trädgårdar (32 av 78 svar från hästhållare). Så, hästgödseln används främst till växter. De mest frekvent nämnda grödorna var vall och potatis (bilaga: 8. enkätsvar utförligare tabell 8).

Orsaker bakom användningen av hästgödsel

Det fanns 3 vanliga orsaker bakom användningen av hästgödsel: 1. Det är det billigaste alternativet (31 av 142 svar, 44%). 2. Det är det bästa alternativet för miljön (26 svar, 37%). 3. Det kräver den kortaste transportsträckan (25 svar, 36%).

Det är också intressant att 16 svar (23%), bara kunde hitta en lösning för sin hästgödsel. Det indikerar att det inte finns gott om alternativ för hästgödsel. Det indikerades vidare av två fritextsvar som nämnde svårigheten att bli av med gödseln: Ett på grund av allt hårdare miljölagar, vilket gör det svårare att hitta en bonde som accepterar gödseln. Den andra på grund av brist på jordbruksmark i norra Sverige.

Två fritextsvar sa att en önskan eller förfrågan från en bonde om att få hästgödseln var orsaken till hur deras hästgödsel används. Så, vissa lantbrukare vill ha hästgödsel.

Andra skäl som angavs som fritext inkluderar: a. Värdet av hästgödsel. b. Använder den till vall. c. Tjäna pengar genom att sälja dem till trädgårdsägare. d. Har en överdimensionerad gödselplatta, som inte behöver tömmas ofta. Den komposterade gödseln används sedan i trädgårdar. e. För betesgödsling, för att öka användningen av de begränsade betesmarkerna som finns tillgängliga. f. Näringscirkulationen som sker när hästgödsel används för att odla hästfoder, nämndes av 7 av fritextsvaren.

Användare av gödseln

Nästan lika många svar nämnde att hästhållare använder sin gödsel själva (54 av 105 svar, 71 %), som de som säger att andra använder deras hästgödsel (51 svar, 67 %).

Det var ungefär lika vanligt att hästhållare som använder sin hästgödsel kompletterade med annan gödning (23 av 54 svar, 43 %), som att de använde endast hästgödseln (21 svar, 39 %). Det vanligaste skälet till att kombinera hästgödsel med andra gödselmedel var: Hästgödseln täcker inte näringsbehovet (16 av 32 svar, 69%).

De flesta av de svarande hade inte behövt några speciella anpassningar för att använda hästgödsel (45 svar av 52, 86,5 %).

Den vanligaste anpassningen var en konstruktion av en gödselplatta (2 av 4 fritextsvar).

Andra anpassningar var: a. Byte av strötyp. b. Anpassning av lagringstiden på gödselstacken. c. Investering i gödselspridare för fastgödsel. d. Packning av gödseln i påsar, för att göra det lättare för trädgårdsägare att hämta mer.

Transportsträcka

Hästgödseln transporteras mestadels korta sträckor: 0-500m (56,6%), eller mellan 500m och 1km, (36,8%). Några av de längsta avstånden som rapporterades var cirka 30 km (3 svar).

Den längsta var en ohållbar sträcka på cirka 360 km, mer detaljer i avsnittet nedan.

Utökad information från hästskötarens respondent som bjöd in till ytterligare frågor

En hästskötare bjöd in mig att ställa fler frågor via deras svar på enkäten.

De finns ovanför odlingsgränsen. Det finns ingen mark som lämpar sig att sprida gödseln på, inga åkrar och knappt några trädgårdar som odlar växter. Trädgårdsskötsel sker, men i en skala för liten för att hästgödseln ska kunna användas där.

För att hantera gödseln på ett lagligt sätt: De skulle behöva transportera gödseln till en biogasanläggning cirka 36 mil bort. Det är oklart var rötresten skulle ta vägen efter det. Att transportera hästgödseln dit fungerar varken ur miljö- eller ekonomisk synpunkt. Alla hästskötare där uppe har samma problem, även en kommunägd anläggning. Hästskötaren har en dialog med miljökontoret i sin kommun om problemet.

De vill torka gödseln och elda upp den, värmen från det skulle användas för att värma upp deras byggnader. Miljökontoret tycker att det är en bra idé. Lösningen är för dyr för hästhållaren, eftersom det kräver att en hel del saker byggs: a. En bränsleugn. b. En tork. c. En kulvert. d. Konvertering av värmesystemet från el till vattenburet. Den här lösningen kräver alltså bidrag från Jordbruksverket, som administreras av länsstyrelsen. Deras bidragsansökan avslogs av länsstyrelsen. Motiveringen: Vinsten för hästhållarföreningen av att de privata byggnaderna värmdes upp gick inte att fastställa.

Vinsten skulle vara obefintlig enligt hästhållaren. En sådan investering skulle vara ett tillfälle att testa en småskalig version av en sådan anläggning, enligt dem. Det finns flera aspekter som anläggningen skulle testas för: a. Hur det fungerar med extra blöt gödsel. Deras hästar är på lösdrift och gödseln innehåller inte mycket strö. b. Hur den hanterar fryst hästgödsel, på grund av den höga risken för frysning.

De köper sitt foder som hö på 25 mils avstånd, en plats som har egna djur och som inte är i behov av mer gödsel än vad de redan har.

Hästskötarnas hästgödsel sprids just nu över deras marker i brist på lösning. Marker där inget odlas, därför är de olämpliga för spridning av hästgödsel.

3.1.1.3 Sammanfattning trädgårdsmästare

Kvalitet på hästgödsel som används

Trädgårdsägare använder alla stadier av hästgödsel: a. Färskt (15 svar av 89, 56%). b. Delvis komposterad (19 svar, 70%). c. Fullkomposterad (21 svar av 89, 78%). Hästgödseln som används är vanligtvis blandad med halm (11 svar, 40,7 %), eller träspån (10 svar, 37 %).

Hästgödsel används till

Hästgödsel används till massor av trädgårdsväxter, mest till ätliga grödor (27 av 56 svar, 100%).

Hästgödsel användbarhet i trädgårdar

15 av 20 svar var odelat positiva till användningen av hästgödsel. De nämnde fördelar som: a. Hästgödsel förbättrar markens förmåga att hålla kvar vatten och näringsnivåer. b. Hästgödsel är gratis. c. Hästgödsel luktar inte lika mycket, eller är lika starkt, som hönskötsgödsel.

De fyra mer tveksamma svaren nämnde farhågor: a. Hästgödseln kan innehålla pyralider, det hade de inte upplevt själva. b. Läkemedelsrester och kadmiumhalter som resultat av användning av halm som strötyp. c. Näringsinnehållet i hästgödsel. Ett svar nämnde behovet av att tillsätta hönskötsgödsel för att öka kvävehalten eftersom deras hästgödsel hade låga kvävehalter. d. Färsk hästgödsel, det hade inte fungerat bra för alla deras grödor.

3.1.1.4 Sammanfattning Lantbrukare

Hästgödsel används till

De flesta gårdarna använder hästgödseln till fodergrödor (10 av 22 svar, 77%).

Hästgödsel kombinerat med andra gödselmedel

Fler lantbrukare kombinerar hästgödseln med andra gödselmedel (8 svar av 13, 62 %), jämfört med att använda hästgödseln på egen hand (5 svar, 39 %). Brist på näringsämnen i hästgödseln var den vanligaste orsaken till att man kombinerade den med andra gödselmedel (6 av 9 svar, 86%).

Kvalitet på hästgödsel som används

De flesta lantbrukare använder delvis komposterad (9 svar av 47, 75 %) eller helt komposterad (8 svar, 67 %) hästgödsel. De två vanligaste strötyperna som ingår i denna gödsel är halm (8 svar, 67 %) och träspån (6 svar, 50 %).

Användbara strötyper

De föredragna strömaterialen för lantbrukare är halm (11 av 45 svar, 92 %) och halmpellets

(10 svar, 83 %). Alla vanliga strötyper (spån, träpellets, halm, halmpellets & torv) var användbara för 7-11 av respondenterna. Tidningsbitar var minst användbara (1 svar, 8%). Ett svar sade att kompostering av gödseln gör att typen av strömaterial inte har någon effekt.

Anpassningar för hästgödsel

De flesta lantbrukare (10 av 12 svar, 83 %) hade inte behövt några anpassningar till innan de kunde använda hästgödsel. De anpassningar de två resterande svarande hade gjort var gödselplattkonstruktioner. En angav att de hade konstruerat gödselplattan för att kunna kompostera hästgödseln innan gödseln appliceras på åkern, som förberedelse för att odla grödor där.

Komposteringsmetoder

Olika metoder för kompostering av hästgödsel nämndes: a. Bonden hyr ut containrar till stall. Den färska hästgödseln lagras i dem. De fyllda containrarna transporteras sedan till en mellanlagringsgödselplatta som ägs av lantbrukaren, där hästgödseln komposteras. b. Hästgödseln behandlas med kompostmask för att påskynda komposteringsprocessen.

Lantbrukare som hästgödseln inte fungerade för.

Ingen i denna kategori svarade på enkäten.

3.1.1.5. Biogasproduktion

Denna kategori hade en respondent; de lämnade en kommentar som uppmanade mig att kontakta dem med ytterligare frågor. Jag har sammanfattat deras svar nedan, från både enkät och uppföljningsmail.

Smågårdsbaserade anläggningar

De är ett biogasföretag som installerar små biogasanläggningar. Anläggningarna är utformade för att placeras på gårdarna, där hästgödseln finns. Dessa anläggningar kan använda hästgödsel på egen hand, inget behov av att blanda i annat avfall. Halm och halmpellets ger mest gasutvinning tillsammans med gödseln, så det är de strötyper som passar bäst för gasutvinning.

Den nuvarande användningen av hästgödsel

De har (den 14nde november 2022) två anläggningar som endast är avsedda att röta hästgödsel, en i södra Tyskland och en i Polen. De ska snart (uttalat den 14nde november 2022) lägga en anläggning utanför Trelleborg.

Det tog lite längre tid än beräknat innan den beräknade gasmängden producerades, i de två

anläggningarna. Det krävde bara ett par cykler mer än beräknat, förmodligen på grund av en dålig initial sats av gasproducerande bakterier. De har inte hittat några andra problem.

De skickade också en rapport från en av sina anläggningar i Österrike, där de använde material från en gård i Österrike och elittävlingshästgödsel från en svensk gård. Där man fann att typen av pellets som gödseln blandas med är viktigt, halm är bäst. De fann också att foder är en faktor, men inte lika viktig som strötypen.

Hästgödselns energipotential

Enligt deras forskning: De flesta tillgängliga studier och rapporter säger att 250 ton hästgödsel blandat med halm eller halmpellets ger cirka 40 000 kwh el och cirka 60 000 kwh värme.

Dessa siffror matchar resultaten från deras anläggningar.

Rötgas och dess användning

Materialet de lägger i processen förväntas minska med cirka 10-15 % under röttningsprocessen. Näringsmängden förblir densamma, den blir bara mer koncentrerad efter rötningen. Deras röttningsprocess görs i termofila intervallet (cirka 55°C), den varmare temperaturen där det fortfarande är möjligt att hysa biogasproducerande bakterier. Den varma temperaturen gör att en hygienisering av materialet sker under biogasutvinningen. De flesta av de potentiellt skadliga ämnena förstörs av värmen. Det resulterande rötrestmaterialet kan användas som jordförbättring eller gödningsmedel på vilken mark som helst, den anses vara säker från patogener. Rötresten från hästgödsel kan i många fall ersätta stora delar av mineralgödsel.

3.1.2 Intervjuer

Jag intervjuade personer som hanterar hästgödsel i Kalmar kommun. Några av de intervjuade var verksamma utanför kommunen, såsom: a. En hästkapplöpningsanläggning i södra Sverige. b. En biogasanläggning i södra Sverige. c. En forskare inom området biogasutvinning (tabell 7).

Jag intervjuade också en lantbrukare som använder kogödsel från djupströbädd. Intervjun hade varit användbar om hästgödsel hade ansetts olämpligt för odling. Svaren skulle ha visat vilka effekter en större mängd strö har på jordbruket, fritt från effekterna av hästgödsel. Det visade sig att den kontrollgruppen inte behövdes.

Svaren på frågorna var varierande, vissa svarade inte på alla frågor medan andra svarade på samma fråga flera gånger. Alla individer som äger en anläggning som håller hästar eller har en häst som de tar hand om eller äger kallas hästskötare i intervjuresultaten.

Tabell 7. Rollerna för personer som intervjuades eller svarade på frågorna via e-post. De 2 intervjupersonerna som är involverade i biogas är främst involverade i våtrötning.

Roll	Antal intervjupersoner
Hästägare	3
Förening som håller hästar	1
Travbana	1
Ridskola	1
Stallägare	1
Stallägare och lantbrukare	1
Lantbrukare	1
Ekologisk lantbrukare	1
lantbrukare som använder kogödsel från djupströbädd	1
Biogasanläggning	1
Biogasforskare	1

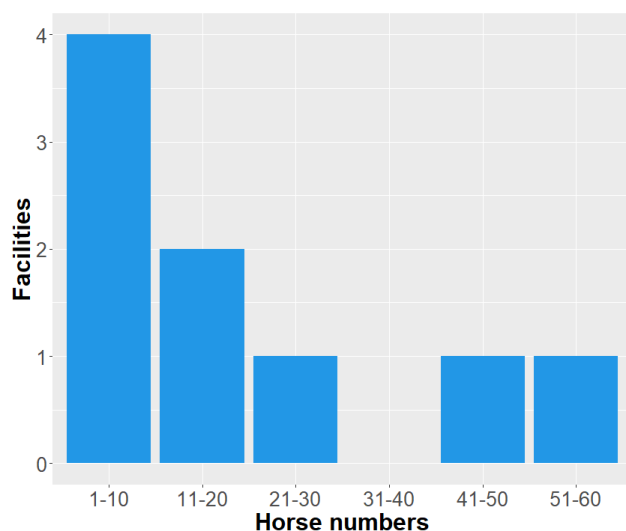
3.1.2.1 Hästhållning

Detta avsnitt innehåller information om hästhållning som inte direkt påverkar hästgödselns kvalitet eller användbarhet.

Antal hästar

Hästkapplöpningsanläggningen hade cirka 60 hästar permanent men antalet uppstallade hästar varierade kraftigt på grund av tillfälligt uppstallade hästar under tävlingsevenemang. Antalet hästar varierade från 3 upp till 45 vid anläggningar med mer konstant antal hästar (Figur 9).

Figur 9: Det antalet hästar som finns i anläggningarna permanent, baserat på bilaga tabell 13 (finns i bilaga:9. Intervjuresultat mer detaljerade).



Hästhållningsstilar

Boxar var en uppställningslösning tillgänglig för alla hästar, 4 av 7 intervjupersoner hade också möjlighet att ha sina hästar på lösdrift. En av hästhållarnas hästar är endast i sina boxar när de är sjuka eller strax före en aktivitet, de är på lösdrift resten av tiden med tillgång till skydd. Skydden är utrustade med halmströ mellan oktober och mars, träspån är den strötyp som används för deras boxar.

Människor som använder anläggningarna

Antalet personer som använde anläggningarna varierade: a. Lika många personer som antal hästar i varje anläggning (4 av 8 intervjuade hästskötare). b. Två anläggningar användes av färre människor än antalet hästar i den. c. Tre anläggningar användes av många människor, de anläggningarna hade olika sätt att uppskatta användningen: 1. 28458 besökare per år. 2. 300-350 uppsittningar i veckan. 3. 200 medlemmar och 300 000 besökare årligen. Den sista anläggningen var den enda som hade andra anledningar för folk att besöka den, förutom hästarna.

Anläggnings/stall historia

De flesta av hästhållningsanläggningarna har historiskt sett använts för att hysa hästar eller andra lantbruksdjur (6 av 7 svar). En anläggning hade byggts av den nuvarande användaren. Två ladugårdar hade gjorts om till häststallar, på grund av stallbehovet i området.

Hästens placering

Den vanligaste anledningen till hästarnas placering var att vara nära ett befolkat område (4 av 7 svar): a. Hem. b. Barnets skola. c. Där kundkretsen bor. d. Ge stadsbarn möjlighet att träffa bondgårdsdjur. Ett lokalt behov av stall var anledningen till att två ladugårdar blev häststallar. Flera skäl nämndes en gång: a. Möjligheten att rida i en skog. b. Arv. c. Vi letade efter en hästgård.

Den längsta listan av kriterier tillhörde den som byggde sin egen anläggning: a. Tillräckligt utrymme för betesmarker. b. Nära samma tätort som den tidigare anläggningen, eftersom det är där deras kunder bor. c. Minsta risk för inträngt läge p.g.a. nya framtida byggnader i närheten. Att vara nära befolkade områden är därför fördelaktigt eftersom det minskar reseavstånden, men för nära kan leda till problem med: a. Byggnader som står för nära. b. Brist på betesmarker. c. Aktiviteter i närliggande anläggningar som kan äventyra hästarna, med till exempel skräp som blåser in på betesmarker.

3.1.2.2 Faktorer som påverkar hästgödseln

Strötyper som används

Spån var den mest nämnda strötypen (tabell 8), nämnd av sju och används för närvarande av sex personer. En av de intervjuade hade fått byta spån mot torv när de bytte anläggning, det var gödselbrukarens önskemål. Halm används av 4 intervjupersoner, men de använder det inte som sin huvudsakliga strötyp. Halm används: a. I skydd för hästar i lösdrift under den kalla årstiden. b. I kombination med andra strötyper. c. Som underhållning för tillfälligt sjuka hästar på stallvila.

Tabell 8. Antalet gånger som varje strötyp nämndes att de används just nu, de flesta nämnde flera bäddtyper.

Strötyp	Antal som använder den typen av strö
Träspån	6
Halm	4
Torv	2
Träpellets	2
Torvmix	1

Nämnda kombinationer	
Träspån och halm	2
Träpellets och träspån	1
Torv, torvmix och halm	1
Träpellets, träspån och halm	1

Skäl för val av strö

Det fanns många skäl för och emot olika strötyper (tabell 14 i bilaga: 9. Intervjuresultat mer detaljerade).

Ibland använde sig en anläggning av en kombination av strötyper. Detta kunde vara i samma stall, i olika boxar eller att en annan typ används för hästarna i lösdrift.

Mängden strö som används är inte lika fördelad mellan strötyperna där de kombinerar flera typer. Blandningen kan också ske över tid, som ett resultat av en balansgång mellan olika faktorer: a. Kostnaden för olika strömaterial. b. Utrymmeseffektivitet på gödselplattan. c. Transporteffektivitet. d. Fördelar för den slutliga användningen av gödseln.

En aspekt som också påverkar valet av strö är det föredragna sättet att använda ströet. Permanenta bäddar är, enligt en intervjuad, gjorda genom att blanda ihop urinen och ströet närmast golvet för att skapa ett tätt lager som fångar in urinen. Vissa strömaterial är lättare att skapa bäddar av än andra. Dessa permanentbäddar genererar värme och kräver också mindre arbete och mindre strö, eftersom de bara behöver bytas ut helt en eller två gånger om året. De fungerar bara för hästar som inte rör runt i sitt strö. Om bädden störs: processen måste göras om.

Strö mängd som används

Intervjupersonernas grova uppskattningar visade att mängden strö som behövs för en häst kan variera mycket (tabell 9).

Tävlingshästarna stack ut när det gäller strö-behov, tävlingsbanor använder mycket strö jämfört med deras hästgödsel. Detta är ett resultat av reglerna från Svensk Travsport angående drogtestar inför tävlingar: det finns risk för ett positivt drogtest på grund av förorenat strö i stall från en häst som tidigare hållits där. Mycket lite överföring krävs från en medicinerad häst eller från mänskliga saker, inklusive pepparkakor, för att en häst ska diskvalificeras. Så, ströet byts ut helt och gäst-boxen saneras mellan hästar som besöker varje tävlingsanläggning.

Detta resulterar i att mycket rent och torrt strö hamnar i gödselhögen tillsammans med gödseln.

Tabell 9. Uppskattningar av hur mycket strö som används när mestadels en strötyp används, dessa är grova uppskattningar eller härledda från grova uppskattningar för att få liknande enheter.

Strö	Belopp att starta	Belopp löpande
Torv	1200-1500L eller 120-200kg var 6:e-12:e månad (för att starta en permanentbädd)	300L eller 30-40kg/månad och häst
Torvblandning		26,7 L eller 2,7- 2,9 kg/månad och häst
Träspån		306L- 382L eller 13,9kg- 17,4kg/månad och häst
		44 - 50kg /månad och häst
Träpellets		120 kg – 130 kg/månad och häst

Hur mycket hästgödsel genereras?

Mängden hästgödsel var ibland svår att svara på, men jag fick några uppskattningar (tabell 10).

Tabell 10: Grov uppskattning av gödselmängden per häst i månaden, tävlingshästar ej inkluderade.

Hästgödselmängd (l/månad och häst)	Omständigheter
2800- 5600L skottkärror /mån och häst	Torvströ
220 L eller 45 kg/månad och häst	Fälthållna hästar: Ren hästgödsel
830 - 925L /mån och häst	Torv mix strö

5600- 8400L /mån och häst	Träspån och halmströ
930 - 1865L /mån och häst	Träspån

Idealisk hästgödsel

Den ideala hästgödseln skiljer sig beroende på användningsområde.

Lantbrukare

Den idealiska hästgödseln att få är inte universell. En ekobonde: Hästgödsel blandat med halm eller eventuellt torv vore idealiskt, men hen skulle också överväga träspån. Hen skulle tjäna på mer kalium och kol i gödselblandningen. En annan lantbrukare: Ströfri hästgödsel eller helt komposterad hästgödsel (strö ingår) skulle vara idealiskt. Hen föredrar även hästgödsel blandat med torv då kvävet är mindre bundet där. Gödsel blandat med spån skulle också fungera. Hen ogillade hästgödsel blandat med halm av flera skäl: a. Det tog lång tid att kompostera. b. Den innehöll mycket luft. c. Det var ineffektivt att transportera. En tredje lantbrukare som odlade vall: Ingen hästgödsel eller fast gödsel är idealiskt eftersom hen inte vänder jorden.

Transport/förvaring

Hästgödsel som inte tar onödigt utrymme jämfört med dess vikt är den ideala hästgödseln för transport. Gödselvikten bör helst avgöra om en container och fordon är fulla, inte volymen. Halm är inte det idealiska ströet för transport eller för lagringseffektivitet eftersom det är mycket skrymmande, enligt två intervjupersoner.

Biogas

Halm ger mest biogas av strötyperna, men långa strå av halm kan fastna runt vissa delar av systemet. Den ideala hästgödseln för biogasutvinning skulle vara blandad med små bitar av halm, så som pellets.

Ett mekaniskt steg för att minska strålängden ingår i den övervägda anpassningen till att använda mer fast gödsel. Användningen av halmpellets skulle inte kräva detta steg då halmpellets skulle lösas upp i små bitar av halm när de blandas med det flytande substratet i den våta biogasutvinningsprocessen.

3.1.2.3 Hästgödselhantering

Tidigare, nuvarande och utsikterna för framtida hästgödselhantering och faktorer som påverkar denna.

Gödselanvändning

Svaren för detta ämne är indelade i olika avsnitt, beroende på intervjupersonernas roll.

Hästkötare

Det mesta av hästgödseln används av lantbrukare eller på åkrar. All gödsel från fem av åtta hästhållningsanläggningar transporteras bort för att användas av lantbrukare: a. En av dessa lantbrukare förvandlar det till säljbart gödselmedel. b. Två av lantbrukarna använder det för ekologiskt jordbruk. Lantbruk eller lantbrukare var också destinationen för mycket av gödseln från de flesta andra anläggningarna. Endast en anläggning hade en lösning som inte involverade en lantbrukare, åkrar eller vall.

Tre av åtta hästkötare har en kombination av användningsområden för sin hästgödsel. En liten mängd hästgödsel används för biogasutvinning, men alla kombinationer innebär att det används i trädgårdar. Användningen i trädgårdar tenderar att vara sällan och i liten skala: a. Trädgårdsägare uppskattade när de blev inbjudna att komma och hämta gödseln gratis, då den hade komposterats väl. b. Den används i hästshållarnas trädgård.

En av anläggningarna tillhandahåller sin hästgödsel till trädgårdsägare i större skala: 1. De har sina hästar på lösdrift. 2. De samlar den strö-fria hästgödseln i påsar, så att vem som helst kan plocka upp en eller flera påsar. 3. Trädgårdsägarna kan betala en frivillig summa (swish) i gengäld för påsarna, vilket de flesta gör. Påsarna hämtas i allmänhet snabbt, mindre snabbt under vintern. Den anläggningen är inte den enda med denna idé: En av lantbrukarna nämnde att en anläggning som de brukade ta hand om gödseln från, hade bestämt sig för att sälja sin gödsel i påsar till trädgårdsägare istället.

Hästgödsel har i ett fall ersatt konstgödsel. De använde tidigare konstgödsel för att öka avkastningen på sina betesmarker, på grund av brist på betesmarker. Konstgödseln hade blivit omöjliga att få tag på, så de använder sin egen hästgödsel istället.

Gödselplattorna är ibland så överdimensionerade att det nästan inte finns någon risk att platsen någonsin tar slut. I ett fall: Gödseln hade legat på en överdimensionerad gödselplatta i över 10 år.

Lantbrukare

Den typ av hästgödsel som de intervjuade lantbrukarna använder är antingen delvis eller helt komposterad. Lantbrukarna delvis komposterar gödseln själva, på en stor gödselplatta eller i en stuka innan de plöjer ner den. En av dem lägger till löv och grenar till gödseln, för att underlätta komposteringsprocessen.

Båda använder andra gödselmedel i kombination med hästgödseln, antingen konstgödsel eller kogödsel. Hästgödseln ökar humushalten och luftningen av ler-rik jord, men det minskar inte en av lantbrukarnas kortsiktiga behov av konstgödsel med mer än 10 %. En av dem har planer på att blanda hästgödseln med hönsgödsel med motiveringen att hönsgödseln skulle kompletteras med kaliumet i hästgödseln.

Lantbrukarna hade några motstridiga tankar om användningen av hästgödsel i ekologisk odling: En av lantbrukarna hade provat hästgödsel i ekologisk odling och upplevt stora problem med ogräs (Chenopodiaceae), eftersom de inte kunde använda herbicider. Den andra lantbrukaren (en rent ekologisk bonde) menade att de höjda temperaturerna under komposteringsprocessen, dödar en del av ogräsfröna och gör det lättare att hantera. Hen sa att svåra problem med ogräs (Chenopodiaceae) snarare är kopplade till flytande gödsel, som inte har någon komposteringsprocess. Hen hade också några tips för ogräshantering: a. Chenopodiaceae kan hanteras med en ogräsharv i hjärtbladsstadiet. b. Det är viktigare att ge grödan ett försprång, snarare än att eliminera ogräs helt. Olika grödor behöver olika hjälpmedel för att få ett försprång.

Inte heller det höga C/N-förhållandet i hästgödsel berörde den rent ekobonden som menade att: a. Kvoten är hög innebär att gödseln släpper ut näring över tid, vilket är fördelaktigt inför nästa år. b. Tillförsel av gödsel och halm till jorden förändrar markstrukturen och det mikrobiella livet till det bättre.

Hästgödsel används för att gödsla: Raps, höstvet, rågvete, havre, majs, solrosor, potatis och jordförbättring. Två lantbrukare sa att hästgödsel inte är användbart på vallar, eftersom vallar inte plöjs och hästgödsel är fastgödsel.

Biogas

Biogasanläggningens nuvarande system är i första hand byggt för att hantera flytande substrat. De använder bara en mycket liten mängd hästgödsel, eftersom hästgödsel är väldigt fast och torrt. En förenklad bild av deras nuvarande process: 1. Det mestadels flytande substratet delas upp i mindre bitar. 2. Blandas till en homogen soppa. 3. Hygienisering (70 ° C i 1 timme). 4. Digestion (bakterierna skapar gas). 5. Uppsamling av gas som frigörs efter rötningen. 6. Tank där lantbrukare hämtar rötresten. 6. Gasrening och gaskompression. Denna process kan förändras: De undersöker möjligheten att ändra delar av processen för att möjliggöra mer torra och fasta substrat, som hästgödsel.

Biogasforskaren sa att den intervjuade biogasanläggningen inte är den enda samrötningsanläggningen som tittar på att öka sitt intag av fast substrat. Forskaren nämnde två framtida anläggningar, en i Mönsterås och en i Götene.

Hästgödselhantering där hästarna hålls

Det finns många olika sätt att hantera hästgödsel, även innan den slutgiltiga användningen (tabell 11). Tre hästhållare nämnde mer än en hanteringsmetod som sker på plats.

Tabell 11. Olika sätt som hästgödseln hanteras där hästarna finns.

Hantering på hästplats	Antal omnämnan	Angivna skäl för denna hantering
Färsk gödsel transporteras bort från gödselplattan	3	Liten gödselplatta
Omnämnan om gödsel borttagen från betesmarker	3	
Delvis komposterad hästgödsel borttransporterad	2	
Läggs i säckar (endast hästgödsel), från bete	1	Säckar är lättare att hämta upp för trädgårdsägare
Läggs på hög med andra gödseltyper	1	
Torrt strö läggs med gödseln på gödselhögen	1	Hästkapplöpningsbestämmelser
Lämnats i betesmarker och spridit ut över dem för att gödsla betesmarkerna, tidigare användes andra gödselmedel till detta.	1	Svårt att få tag i konstgödsel
Komposterar helt på gödselplattan, blandas runt med hjälp av en traktor. Transporteras bort 2-3 gånger per år.	1	
Lagras länge på gödselplatta (mer än 10 år)	1	Jättestor gödselplatta jämfört med gödseln den används till, man behöver inte betala för att transportera bort den

Storleken på gödselplattan eller containern påverkar hanteringen på hästhållningsplatserna. En av hästkötarna sa att även den slutliga användningen av hästgödseln påverkas av lagringskapaciteten på hästhållningsplatsen. Hen menade att kraven på en gödselplatta idag är utformade för att gödseln ska transporteras bort och användas inom lantbruket, andra användningsområden kan kräva större plattor med olika utformningar.

Tidigare gödselhantering

Gödseln hade ofta använts eller hanterats annorlunda tidigare (5 av 8) (tabell 12).

Tabell 12. Tidigare hanteringsmetoder. Två av dem var metoder för att bränna, en verkar ha berott på brist på alternativ.

Tidigare hantering av hästgödsel	Den intervjuades tankar	Antal intervjupersoner.
Skickas till lantbrukare		2
Körde runt och sålde säckar till trädgårdsägare	Mycket jobb. Det var torvblandad hästgödsel som hade komposterats i 6-12 månader.	1
Brändes på en åker för att bli av med den.	Inte bra.	1
Används i en ugn för att värma upp anläggningar i närheten	Det var ständigt problem med ugnen: Speciellt med att matarskruven fastnade, på grund av frusna gödselbitar eller borttappade saker (så som hästskor och limförband).	1
Hästgödselcontainern kördes till lantbrukare, av ett transportföretag		1

Höga fosforhalter

Biogasforskaren sa: Det finns en tendens att gårdar med djur har mycket fosfor i marken, och större fosforläckage. Mycket av den fosfor som kommer in i Östersjön från Sverige kommer från jordbruksgödselhantering. Fosfor är den främsta drivkraften för övergödningen av Östersjön.

Forskaren försöker se om rötresten kan separeras från dess fosfor, de letar efter ett sätt att minska fosfor som återförs till gårdarna.

Förutsättningar för att hästgödseln ska vara användbar

Hästkötare

Fem av åtta hästhållare nämnde inga förutsättningar för att hästgödseln skulle vara användbar. De tre sistnämnda nämnde tre olika krav; a. Torv som strö, eftersom gödseln görs om till säljbart gödselmedel av en lantbrukare. b. Endast strö, foder och gödsel i gödselhögen. Det ska inte finnas plast eller stenar. Detta för att göra gödseln lätt att använda i gödselspridaren. c. Grenar eller stora döda djur kan inte placeras på gödselhögen, det går bra att lägga mindre djur som höns och kaniner där. Denna gödsel används för biogasutvinning.

Lantbrukare

Inget skräp i gödseln, användandet av tidningsurklipp hade tidigare resulterat i att folk slängt en massa olika skräp i gödselbehållaren. Så den lantbrukaren hade beslutat att inte acceptera pappersströ.

Biogas

Gödseln behöver ha halm som strö, eftersom halm i sig producerar biogas medan torv eller spån bara passerar processen. Gasen som produceras kan fördubblas om halm används som strö jämfört med träspån. En potentiell svårighet med hästgödsel är att den komposteras ganska snabbt, vilket begränsar dess biogaspotential. Så ju färskare hästgödsel desto bättre.

Anpassningar för att använda hästgödsel

Lantbrukare

En lantbrukare har lättare att gödsla sena grödor med fast gödsel, eftersom det ger dem mer tid att hyra en gödselspridare. Båda lantbrukarna som använder hästgödsel nämnde att de har ställen att lagra gödseln medan den helt eller delvis komposteras.

Biogas

Att anpassa den våta biogasutvinningsprocessen för mer hästgödsel innebär att anpassa den till mer fasta substrat, inklusive halm och potentiellt skräp. Detta skulle kräva en process för att dela halmen i små bitar och för att extrahera skräp som metall från substratet. Delningsprocessen kunde hoppas över om ströet bestod av redan delat halm (halmpellets). Långa halmbitar tenderar att trassla in sig runt blandaren i rötkamrarna, där vätskan hålls helt blandad.

Ökningen av fasta ämnen skulle förtjocka konsistensen och tappa till systemet. Att ha hygieniseringen och biogasutvinningen i samma skede kanske löser detta, det är en lösning

som övervägs av biogasföretaget. Denna lösning skulle ta bort de mindre hygieniseringstankarna som används idag, där igensättning kan inträffa. De större röttankarna som krävs skulle ha tillräckligt med utrymme för vätskor för att möjliggöra utspädning av de fasta substraten, vilket skulle minska risken för igensättning. Det finns biogasproducerande bakterier som trivs i högre temperaturer men bara vid cirka 50-55 °C , vilket inte är kompatibelt med dagens hygieniseringstemperaturer på 70 °C . Hygieniseringen skulle behöva ske vid lägre temperaturer för att kunna hysa eventuella biogasproducerande bakterier. Lägre temperaturer innebär att biogasutvinningen och hygieniseringsstadiet skulle behöva längre tid för att uppfylla hygieniseringskraven (cirka 10h), jämfört med nuvarande hygieniseringstid (1h). Dessa potentiella förändringar kräver noggrann utredning, eftersom nyckeln till biogasutvinning är att hysa en välmående koloni av metanproducerande bakterier. Bakterierna har specifika krav för att trivas vad gäller saker som värme och kemisk sammansättning av underlaget.

Efterfrågan på hästgödsel

Hästgödsel är attraktivt för trädgårdsägare: a. Möjligheten att få hästgödsel har efterfrågats av trädgårdsägare. b. Helkomposterad hästgödsel har hämtats av trädgårdsägare efter inbjudan. c. Hästskötarna både är och har tjänat pengar på ren (strö-fri) hästgödsel i säck. d. Tre olika hästskötare nämnde en efterfrågan på hästgödsel från trädgårdsägare. Två av dessa hästskötare hade försett många tacksamma trädgårdsägare med sin hästgödsel. e. När en av hästskötarna lägger ut 20 sopsäckar med ren hästgödsel på fredagen är alla påsar borta följande måndag.

Vissa lantbrukare vill inte ha hästgödsel: En hästhållare hade kommit fram till att det är allt färre lantbrukare som tar emot hästgödsel, som ett resultat av att de letat efter en lantbrukare som kan använda deras. Vilket får medhåll av en lantbrukare som ville ha flytande kogödsel istället för hästgödsel. Det gavs flera skäl till att hen föredrar kogödsel: a. Brist på kväve i hästgödsel. b. Fast hästgödsel är inte idealiskt att sprida på vall. Hästgödsel måste vändas ner i marken och att vända jorden görs i allmänhet inte med vall. c. Flytande gödsel är kompatibelt med hens gödselspridare.

Andra lantbrukare är mer neutrala till svagt positiva: En av de två lantbrukare som använder hästgödsel sa att hästgödsel från orter med 4-5 hästar i sig inte är värdefullt. Transporten och hanteringen kostar mer än vad gödseln är värd. Hen nämnde också att det bara ersätter 10 % av de mineralgödselmedel som de använder. Hen använder hästgödseln för jordförbättring och de skulle kunna använda mer, men använder inte mer till följd av kostnaderna.

Hästkötarna som ber hen att ta hand om deras hästgödsel är inte redo att betala vad hyran och transporten av en container skulle kosta.

Den siste lantbrukaren var mycket positiv till hästgödsel: Hen hade aktivt sökt hästgödsel och var i behov av mer, men letandet krävde tid som hen inte hade. Lantbrukaren ville ha hästgödsel på grund av: a. Eftersom hen är en ekologisk lantbrukare får hen inte använda konstgödsel. b. Hästgödsel luktar mindre och mer behagligt för lokalbefolkningen än höns gödsel. c. Halmströ innehåller Kalium (K) som är dyrt och svårt att få tag på. Ekobonden var också mycket intresserad av att få rötrest från biogasutvinning.

Biogasbolaget undersöker möjligheten att öka sitt intag av fast substrat genom att rekonstruera delar av sitt system. De överväger hästgödsel som ett möjligt framtida substrat. Den högre kolhalten i hästgödsel är gynnsam för biogasutvinning, eftersom de metanproducerande bakterierna behöver en viss mängd kol för att trivas. De undersökte att använda fasta substrat, eftersom det verkade vara mycket hästgödsel och annan fast gödsel tillgänglig.

3.1.2.4 Hanteringsavtal

Att etablera kontakt

Hästgödselanvändarna och hästkötarna hade olika sätt på vilka de hade etablerat kontakt med varandra (tabell 13).

Tabell 13. Kontaktsätt för gödselhanteringssamverkan. Hästkötare initierade ofta kontakten.

Metod för att skapa kontakt	Antal svar
Kontakt från start (markägande)	1
Hästkötare sökte efter en hö-leverantör	1
Hästkötaren kontaktade lantbrukaren (genom inkopplad tredje part), lantbrukaren var känd för att transportera gödsel	1
Hästkötare sökte genom sociala kontakter	2
Hästkötare ringdes upp och ombads byta	1

En av lantbrukarna hade blivit uppsökt av flera hästkötare men de kunde inte komma överens om något pris. De priser som lantbrukaren erbjöd var för höga för hästkötarna, så de kom inte överens.

Många av de kontaktvägar som nämns (tabell 13) var från kontakter, eller tillfällighet genom att ringa eller fråga runt eller höra omnämnanden av någon. Det verkar inte finnas något universellt och enkelt sätt att nå ut, varken för hästskötare eller hästgödselanvändare. Detta lyftes fram av en av lantbrukarna som ville ha mer hästgödsel, men som inte hade tid att fråga runt.

Typ av avtal

Tre olika typer av avtalstyper fanns (tabell 14).

Två handelsavtal innebar att hästhållningsanläggningen köpte hö, och att hö-lantbrukaren tog hand om hästgödseln. En handel innebar att hästgödsel byttes mot flytande kogödsel, vilket passade hästhållarens behov bättre när de odlade vall.

Endast en av hästhållningsanläggningarna hade ett skriftligt avtal om hantering av hästgödsel. Avsaknaden av ett skriftligt avtal kan göra det svårt att veta vad som kommer att hända, om till exempel en ny person tar över på den sida som hanterar gödseln.

Tabell 1 4. Olika typer av avtal och hur vanliga de är. Handel: Hästgödseln ingick i en handel för annat också, inte bara en betalning. Muntligt kontinuerligt: inget skriftligt avtal, men det finns en förståelse som fungerar för nu.

Typ av avtal	Antal anläggningar
Handel kontinuerligt	3
Verbal kontinuerlig	3
Skriftlig	1

Avtalsspecifikationer:

Gödseln lagras antingen på en gödselplatta eller i en container innan transport, containern hyrs ibland av lantbrukaren. Sex av sju avtal innebär att hästskötaren inte transporterar sin gödsel. I fem av dessa fall transporterar lantbrukaren bort gödseln från hästhållningsanläggningen och kommunen hanterar den i det sista fallet. Hur ofta gödselförrådet töms varierar: a. En gång i veckan. b. Varannan eller var tredje vecka. c. Tre gånger, två gånger eller till och med en gång om året. Den nödvändiga frekvensen kan variera över tid, beroende på variationer i mängden hästgödsel och storleken på lagringsytan. Denna variation i frekvens hanteras i allmänhet via kommunikation, mellan hästskötarna och den som tömmer gödseln.

Alla affärer mellan hästskötare och trädgårdsägare som nämns var på engångsbasis, inte ett pågående förhållande till specifika trädgårdsägare: a. Trädgårdsägare kunde plocka upp ren hästgödsel och kanske swisha en frivillig summa för det. b. Trädgårdsägare var en gång inbjudna att hämta väl komposterad gödsel, från en gödselhög som var redo för tömning.

Betalningen för gödseln löses på olika sätt: a. Det är en del av en större affär där hästskötaren köper hö eller andra jordbrukstjänster av en lantbrukare. b. De rent pengamässiga arrangemangen var antingen trädgårdsägare som betalade för hästgödseln, eller hästskötare som betalade för hanteringen av sin hästgödsel. c. Pengarna till en lantbrukare för att ta gödseln behöver ibland täcka kostnaden för varje gödselhanteringssteg, vilket gör det dyrare än hästskötarna förväntar sig. d. Det kan också vara en penga-lös handel. En hästskötare betalar elen för de kommunägda offentliga toaletterna på deras fastighet, medan kommunen löser deras gödselomhändertagande. Ett annat exempel är en hästskötare som byter ut sin hästgödsel mot kogödsel, utan avgift.

Gödseltransportsträcka

Den nuvarande gödselanvändningen kräver i många fall att hästgödseln transporteras, transportsträckorna varierar (se tabell 15) men var oftast mindre än 5 km.

Tabell 15. Transportsträcka för hästgödseln, någon plats hästgödsel hade mer än en destination.

Transporterad sträcka
0 km eller extremt kort
200m
1 km
2 km
4,4 km
4,6 km
3-5 km
7,5 km
8,6-9,4 km
10,5 km
17,5 km

Alla 5 intervjupersoner var överens om att hästgödseln helst borde transporteras så kort som möjligt, en nämnde att den åtminstone inte borde transporteras från kommunen.

Tankar om hästgödsel värd, hästhantering

Fyra av sju hästskötare ansåg att det var en nödvändighet att betala för sin hästgödselhantering, de med andra lösningar föredrog att inte betala.

3.1.2.5 Tankar kring framtida affärer med hästgödsel

Hästskötare

De tre hästskötarna som svarade ansåg att det var realistiskt att få betalt för sin hästgödsel. En av dem byggde sitt resonemang på att konstgödseln har blivit extremt dyra. De två andra hade fått betalt av trädgårdsägare för sin hästgödsel, det tyckte de var väldigt realistiskt.

En hästskötare hade läst om att lantbrukare använde hästgödsel som strö till sina kor, men de hade inte hört talas om att det gjordes i närheten av Kalmar.

Lantbrukare

En ekobonde som använder hästgödsel nämnde att alla andra gödseltyper kostar, priserna har ökat på grund av brist på konstgödsel. Hen har sett en attitydförändring bland konventionella lantbrukare. Konventionella lantbrukare tittar på att gödsla sina jordar med gödsel och *fabacea* (ärtväxter), men de är väldigt rädda för ogräs. Ekobonden resonerade att den vanligtvis små mängden hästgödsel som finns på varje plats troligen kommer att hindra en liknande prishöjning för hästgödsel. De tror att hästskötare kommer att kunna be lantbrukare komma och hämta sin hästgödsel gratis.

”Hästgödsel kan inte bara ligga i en hög och vara ett problem att bli av med. Det är för värdefullt för det, särskilt för ekologiska lantbrukare.” – lantbrukaren.

De två lantbrukarna som använde hästgödsel hade mycket olika nuvarande avgifter för hantering av hästgödsel: Den ene i föregående stycke tar det gratis och den andra tar betalt för varje gödselhanteringssteg. Båda lantbrukarna var överens om att de höga priserna på konstgödsel kunde göra det så att hästskötarna åtminstone inte skulle behöva betala för att bli av med sin hästgödsel.

Biogas

Biogasforskaren sa att det finns gödselfördelar med rötgas från hästgödsel, jämfört med hästgödsel som inte har gått igenom biogasprocessen. Nästan all växtnäring från hästgödseln kommer också att finnas i röresterna, med skillnaden att kvävet (ammonium) blir direkt

användbart för växter. Till skillnad från det mesta av kvävet (organiskt bundet) i färsk hästgödsel, som blir tillgängligt senare. Kvävet finns i en mer tillgänglig form i rötresterna, vilket innebär en ökad risk för att kväve kommer ut i luft och vatten. Detta tillgängliga kväve ökar chanserna för optimal kväveanvändning: Det gör det lättare för lantbrukare att se till att deras växter har det kväve som behövs när de behöver det.

3.1. 3. Sammanfattning: Intervjuer och enkät

En viktig anledning till hästarnas placering är att vara nära befolkade områden, för att skapa enkel tillgång till hästarna. Risken med bebyggda områden är att de kan expandera närmare hästhållningsanläggningen, vilket kan orsaka problem med till exempel att skräp blåser in i betesmarker.

Träspån är den vanligaste strötypen följt av halm. Halm används nog på många ställen i mindre mängder, för att ge underhållning åt hästarna. Det vanligaste skälet till att använda spån var att det är billigt eller lätt att få tag på, en intervjuperson påpekade att de höga elkostnaderna kan ändra på det. Olika lantbrukare har olika ströpreferenser, jordbruket som helhet kräver ingen specifik strötyp. Biogasutvinning fungerar bäst om halm används som strötyp.

Det mesta av hästgödseln används till växter, mest på åkrar men även i trädgårdar. Hästgödsel kombineras ofta med andra gödselmedel för att täcka grödornas näringsbehov. Endast ett fåtal hade gjort anpassningar för att kunna använda hästgödsel. De vanligaste anpassningarna: a. Konstruktionen av en gödselplatta. b. Hyra eller investera i en rejäl gödselspridare. c. Packa hästgödsel i påsar för trädgårdsägare.

Hästkötare med flera alternativ för sin hästgödsel har tre huvudsakliga skäl till sitt val: a. Kostnaden. b. Miljökonsekvenser. d. Transportavståndet. Alla kan inte välja: 23 % av hästkötarna som svarade på undersökningen hade bara hittat ett alternativ för sin hästgödsel. Det blir ofta en kostnad för hästkötaren, om någon annan ska ta hand om deras hästgödsel.

En del lantbrukare och trädgårdsägare letar efter hästgödsel. Flera hästkötare har antingen trädgård eller säljer eller ger sin hästgödsel till trädgårdsägare. Jag intervjuade en lantbrukare som vill ha hästgödsel, men som saknar tid att leta efter det. Ett tidseffektivt sätt att koppla samman lantbrukare med hästkötare verkar behövas. Biogasanläggningar tittar på hästgödsel, som ett framtida substrat. Det finns också en möjlighet för hästkötare att driva sin egen biogasanläggning: Med hjälp av företag, som Mobigas som är specialiserat på små till

medelstora torr-rötningsanläggningar. Användningen av hästgödsel för biogas minskar inte NPK-halten, men det gör kvävet i den mer direkt tillgängligt för växter.

Både undersökningen och intervjuerna fann några fall med mindre än idealisk hästgödselhantering, till exempel långtidslagring på gödselplatta. Till och med några fruktansvärda sätt att bli av med gödseln nämndes, som en sista utväg när alternativen är få eller inga existerande: den sprids på olämpliga marker eller tidigare bränts på en åker. Jag hittade två möjliga orsaker till mindre än idealisk hästgödselhantering: a. Bristen på hanteringsmöjligheter i närheten är särskilt påtaglig i Norra Sverige. b. Kostnaden för att få någon att hämta gödseln.

3.2 Näringsbalans?

Näringsämnen i hästgödsel i Sverige

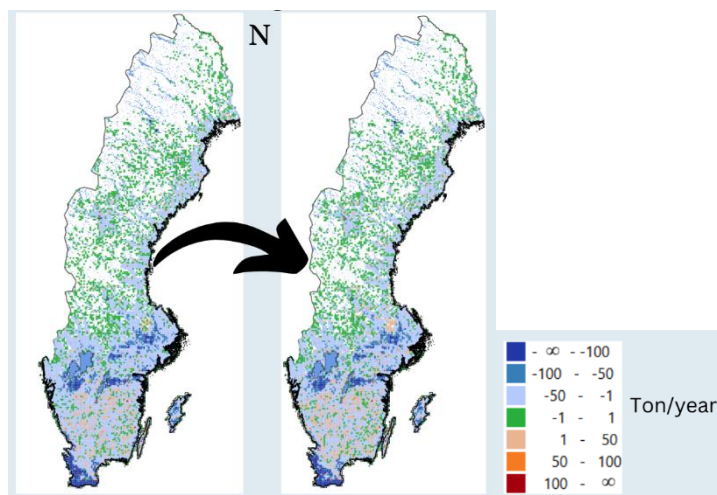
Det sammanställda näringsinnehållet i hästgödsel över de olika strökombinationerna (tabell 18).

Tabell 18. Mängden näringsämnen i hästgödsel i Sverige baserat på beräkningar. Var och en av de 3 beräknade strötyperna bidrar med olika näringskoncentrationer: a. 50% träspån & 50% halm: max kalium. b. 75% träspån & 25% halm: max kväve och min fosfor och kalium. c. 100% halm: max fosfor och min kväve.

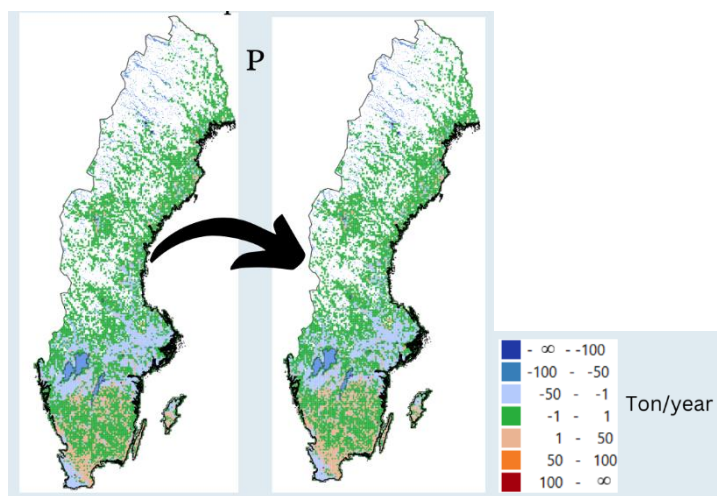
Näringsämnen	Min kg/år	Max kg/år
Kväve (N)	10702586,28	11130916,49
Fosfor (P)	2074139,049	2116947,734
Kalium (K)	12902948,73	13077336,33

Uppdaterade näringsbalanskartor

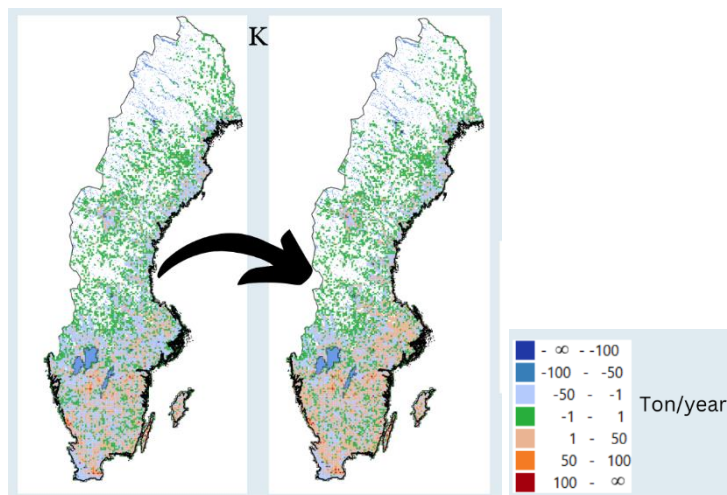
Överskottet av alla 3 näringsämnen (NPK) ökade i den beräknade näringsbalansen, när hästgödsel ingick (figur 9a-c).



Figur 9a: Näringsbalanser av kväve beräknade av: Vänster: Total tillförsel av kväve från all gödsel (från nötkreatur, gris, fjäderfä och får) utom hästgödsel, minus grödans behov av kväve. Höger: Total tillförsel av kväve från all gödsel, inklusive hästgödsel, minus grödans behov av kväve. Antalet rutor (5x5km) med mer än 1 ton överskott av kväve per år ökade med 46%.



Figur 9b: Näringsbalanser av fosfor beräknade av: Vänster: Total tillförsel av fosfor från all gödsel (från nötkreatur, gris, fjäderfä och får) utom hästgödsel, minus grödans efterfrågan på fosfor. Höger: Total tillförsel av fosfor från all gödsel, inklusive hästgödsel, minus grödans efterfrågan på fosfor. Antalet rutor (5x5km) med mer än 1 ton för mycket fosfor per år ökade med 15%.



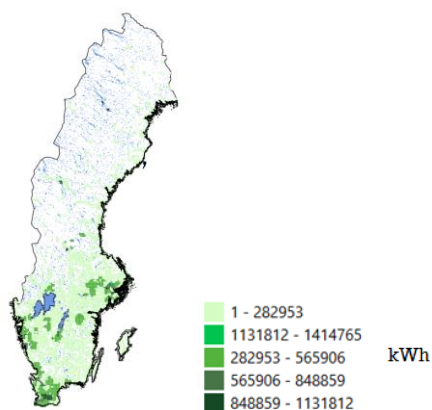
Figur 9c: Näringsbalanser av kalium beräknade av: Vänster: Total tillförsel av kalium från all gödsel (från nötkreatur, gris, fjäderfä och får) utom hästgödsel, minus grödans efterfrågan på kalium. Höger: Total tillförsel av kalium från all gödsel, inklusive hästgödsel, minus grödans behov av kalium. Antalet rutor (5x5km) med mer än 1 ton för mycket kalium per år ökade med 40%.

3.3 Optimal transport: Optimeringsanalys

Optimeringsanalysen kunde inte hitta en lösning, den hittade ingen lösning där näringsämnen inte överappliceras någonstans. Optimeringsanalysens brist på lösning betyder att Sverige har för mycket näring i gödseln (från nötkreatur, gris, fjäderfä, får och hästar) jämfört med näringsbehovet som grödorna har. Gödsel är ett paket med näringsämnen, vilket gör att Sverige har för mycket av minst ett näringsämne som ingår i beräkningarna (N, P eller K) jämfört med näringsbehovet.

3.4 Hästgödsels biogaspotential

Den beräknade biogaspotentialen från hästar registrerade hos Jordbruksverket är 1077962173,24 kWh/år, se figur 10 för fördelningen. Biogaspotentialen ökade till 1917554509 kWh/år, när det uppskattade men inte registrerade antalet hästar inkluderades. Biogasen från hästgödsel skulle teoretiskt kunna täcka 1,1 % av Sveriges energibehov under 2022, och motsvara 5,8 % av den energi som produceras av vindkraft i Sverige 2022 (Vanliga Frågor Om Vindkraft, 2023).



Figur 10. Biogaspotentialen per år för hästar registrerade på en plats. Gjorda antaganden: a. Endast halm användes som strö till hästar. b. All hästgödsel användes för biogasutvinning, på hästplatsen.

4. Diskussion

Hästgödsel ses inte enbart som avfall. Det ses som en resurs eller en möjlighet av vissa trädgårdsägare, lantbrukare och biogasföretag. Svårighetsgraden att hitta någon att ta hand om hästgödseln är platsberoende. Det verkar omöjligt på vissa ställen i Norra Sverige: Där bristen på genomförbara alternativ resulterar i att hästgödsel läggs på olämpliga områden, bara för att bli av med det. Problemet är de långa avstånden till ställen där hästgödseln kan användas, vilket även påverkar övriga restprodukter i norra Sverige: Till exempel matrester i Kiruna kommun, som transporteras till Bodens biogasanläggning mer än 30 mil bort från Kiruna (Boden till Kiruna , nd; Matavfall , 2024) .

Långsiktiga skriftliga hanteringsavtal mellan hästhållare och hästgödselanvändare är sällsynta. De befintliga avtalen är ofta löpande, vilket kan vara riskabelt om något förändras.

Det tycks inte vara några generellt konflikterand strötypsbehov mellan lantbrukare och hästskötare, trots olika förmågor att binda kväve (Malgeryd & Persson, 2013). Den förväntade konflikten vad gäller behov motarbetas av att: a. Jordbrukare använder komposterad hästgödsel, vilket kringgår risken för kvävebrist för grödorna. b. Olika lantbrukare har olika ströpreferenser.

Priset för hästgödsel och dess hantering kan vara en oenighet mellan lantbrukare och hästskötare och en anledning till att vissa inte hittar en överrenskommelse.

Hästgödselhantering kostar ofta pengar, vilket kan få hästskötare med överdimensionerade gödselplattor att lagra sin hästgödsel under lång tid istället. Hästskötare behöver regelbundet inspektera sina gödselplattor för sprickor (Lagra Gödsel Utan Avrinning - Faktablad

Miljökontoret, nd; Malgeryd & Persson, 2013), en gödselhög som lagras under lång tid kan göra det svårare att upptäcka sprickor. Persson och Lindgren (2022) fann att en av fyra hästskötare behövde förbättra sina kontrollrutiner för sin gödsellagring, för att tidigt kunna upptäcka och lösa eventuella problem. Upptäckta sprickor kan leda till att näringsämnena läcker ut, kostnaden för utläckt hästgödsel kan bli betydande (Gyllström et al., nd). Jag tror att risken för sämre än optimal hantering av hästgödsel skulle minska drastiskt eller till och med försvinna, om alla hästskötare hade ett gratis alternativ för sin hästgödsel. Det är särskilt svårt att hitta lösningar i norra Sverige, vilket bör åtgärdas i framtida satsningar på att minska övergödning och näringsläckage.

Vissa hästskötare lägger till kompostmaskar för att kompostera sin gödselhög snabbare, trots att maskarna inte sägs vara effektiva i det svenska klimatet enligt Steineck et al. (2000). *Dendrobaena veneta* eller *Eisenia foetida* verkar vara den art som används, enligt forum och säljare (*Italienska Kompostmaskar Säljes* , nd; *Skriv Ut Om Kompostmask* , 2023; Ridsport, 2013). Maskarna sägs påskynda komposteringen av gödseln, vilket sparar utrymme på gödselplattan till följd av att den komposterade gödseln blir mer kompakt (*Skriv Ut Om Kompostmask* , 2023). *Eisenia foetida* har noterats i Sverige före 2007 medan *Dendrobaena veneta* hade noterats som en kompostmask introducerad i Danmark (RJ Blakemore, 2007). Att använda kompostmaskar för att förkorta komposteringsstiderna för hästgödsel kan vara värt att prova, om arterna som används inte är invasiva.

Hästgödsel bidrar med mindre andel av grödans behov av N, P och K än vad den sammanlagda gödseln från andra lantbruksdjur gör. Tabell 19 ger en jämförelse.

Tabell 19. Kväveförlusten ingår endast i hästgödseldelen av denna tabell, för att undvika risken för dubbel kväveförlust (11 % N-förlust som används för hästgödsel). Ströets näringsinnehåll: År för 50% halm 50% träspån. Det beräknades för alla hästar om året som om de alla vore i Svealand, för att ge en överblick.

		% av odlingsbehovet			
		Totalt N	N med förlust	P	K
Registrerat antal hästar 197 519	Gödsel Strö	5,3 0,5	4,7 0,5	10,8 0,3	24 1
Total		5,8	5,2	11	25
Uppskattat antal hästar 350 000	Gödsel Strö	9,4 0,9	8,4 0,9	19,1 0,5	24 1,7
Total		10,3	9,3	19,6	25,7

Annan gårdsgödsel (förutom häst)		40,8	-	85,4	137,7
-------------------------------------	--	------	---	------	-------

Att ha hästar på lösdrift kan ibland öka önskvärdheten för deras hästgödsel, eftersom det minskar ströet i gödseln. Det kan skapa möjlighet att ge bort eller till och med sälja den ströfria hästgödseln till trädgårdsägare. Det verkar finnas en stor efterfrågan på hästgödsel bland trädgårdsägare, där de flesta med erfarenhet av att använda det är nöjda med det. De verkar uppskatta att få ströfri hästgödsel i säck.

En av trädgårdsägarna var orolig för risken för pyralider i hästgödseln, men ingen i denna studie nämnde några problem eller misstänkte problem med växttillväxt på grund av pyralider. Det finns regler som begränsar hur halm behandlad med pyralider får användas, inklusive hästgödsel som innehåller denna halm (Jordbruksverket, Växtskyddscentralen, 2022). Det är viktigt att kontrollera så att inget som hästarna använder har behandlats med pyralider, men detta tillvägagångssätt kanske inte alltid är möjligt. Ett annat sätt att kontrollera gödseln: 1. Odlar pyralidkänsliga snabbväxande växter som bönor, med hjälp av oförorenad jord. 2. Tillsatt hästgödsel till några plantor när deras blad har börjat synas, använd resten av plantorna som kontroller. Skador i form av missformade blad kan börja dyka upp redan inom två veckor (Nilsson, 2021) .

Användningen av pyralidfri hästgödsel i trädgårdar är bra för hästskötare, men det är också viktigt att inte övergödsla trädgårdar. Sieczko et al. (2023) fann att vissa trädgårdar gödslades med mycket högre P- och N-mängder än de vanliga nivåerna som används för jordbruksmark. De fann också att "trädgårdarna uppvisade stort näringsläckage per odlad areal jämfört med observerat näringsläckage i jordbruket på landsbygden i liknande klimat." (Sieczko et al., 2023, s. 1). Så trädgårdar är inte lösningen för all hästgödsel.

Det verkar finnas ett problem med att skapa kontakt mellan hästskötare och hästgödselanvändare. En lantbrukare ville ha hästgödsel men tyckte att sökandet efter det var för tidskrävande. En plattform dedikerad till att skapa dessa kopplingar för hästgödselhantering kan potentiellt öka antalet gratislösningar. Facebook-grupper dedikerade till hästgödsel för olika delar av Sverige skulle potentiellt kunna underlätta detta. Det skulle inte kräva några tidigare kontaktuppgifter eller personlig kunskap, och det skulle spara tid eftersom det skulle nå många människor samtidigt. Jag skulle rekommendera alla som letar efter hästgödsel att skriva om det i en lokal hästhållningsfokuserad Facebook-grupp, eftersom

jag fick många svar på min hästgödselcentrerade enkät efter att jag skrivit om det i dessa grupper.

Hästgödsel användningen påverkas av mycket, bland annat kriget i Ukraina. Kriget ökade priserna på mineralgödsel (IFPRI, 2022), vilket gjorde att det var mer sannolikt att hästgödsel användes istället. Kriget påverkar också elpriserna, folk tittar på andra alternativ för att värma upp sina hem med eld: Vilket var resonemanget i svaren till varför kriget i Ukraina potentiellt också kan leda till minskat tillgängligt träspån för strö. Den resulterande strötypsändringen skulle inte hindra lantbrukare från att använda gödseln, eftersom svaren visade att lantbruket kan använda hästgödsel blandat med de flesta strötyper. Bristen på träspån skulle inte heller vara ett problem för biogasutvinning, eftersom halm är det perfekta underlaget för det.

Halm som strötyp har också fördelen av att cirkulera näringsämnena och kolet från åkern tillbaka till åkern. Näringsämnena och kolet i träbaserade strötyper cirkulerar inte lika snyggt. De kommer från skogsmarken och hamnar troligen på åkrarna. Det leder till ökande kol och näringsämnen på fälten, och en utarmning av dem i skogarna. Jag skulle inte rekommendera en övergång till torv i allmänhet, torv är en bra kol-lagring när den lämnas kvar i våtmarker eller i återvätnade våtmarker. Kolet som lagras i torven släpps ut i atmosfären som koldioxid om torven syresätts (*Våtmarker och klimat*, 2023).

Tävlingsbanor (trav etc.) kanske kan öka tillgången på strö. De har i allmänhet en stor mängd rent men för dem oanvändbart strö, på grund av deras superstränga drogtestprotokoll. Detta strö är oanvändbart för tävlande hästar på grund av risken för diskvalificering, men det är rent och bör gå hur bra som helst att använda till hästar som inte tävlar. Tävlingsbanor kanske kan ge eller sälja det rena men för dem oanvändbara ströet. Det finns också möjlighet att öka det tillgängliga ströet genom att rena och återanvända träspån (Malgeryd & Persson, 2023).

Hästgödsel i Sverige har en teoretisk biogaspotential att ersätta över 210 700 000 liter motorbensin (etanolfri) per år, energimässigt. Med tanke på att CO_2 -utsläppen från hästgödseln och halmen redan är i omlopp, kan denna ersättning skona atmosfären runt 497 300 000 kg CO_2 i utsläpp per år (*Energiinnehåll, densitet och koldioxidutsläpp*, 2019). Alla näringsämnen i gödseln som är användbara för grödor hamnar i rötresterna, tillgängliga och redo att användas som gödsel. Den utvunna biogasen kan också användas istället för naturgas för att skapa kvävegödsel (Ahlgren et al., 2008), vilket skulle skapa ett rent kvävegödselmedel oberoende av fossilt bränsle. Kvävegödseln skulle kunna användas för att komplettera hästgödseln, eftersom den ofta behöver kvävetillskott (Steineck et al., 2000). Den potentiella

biogasenergin från hästgödseln finns i mellersta och södra Sverige, de delar med högst energipriser (E. ON, 2023). Att använda hästgödsel för biogas skulle kunna sänka de höga energipriserna. Biogasanläggningar tittar närmare på hästgödsel, men det finns också småskaliga alternativ där stallägare kan bygga sin egen gårdsbaserade biogasanläggning. Det kan de göra med hjälp av till exempel Mobigas, ett företag specialiserat på mindre och medelstora torrrötningsanläggningar (personlig korrespondens Alf Johnsson, 1^{mars} 2023). Biogasutvinning främjar användningen av restprodukten som gödningsmedel eftersom att den: a. Minskar patogener, när de hygieniserats korrekt (*Naturgödsel och slam* - SVA, 2023) och ogräs i gödseln. b. Gör mer av kvävet i gödseln tillgängligt för växter (Hansson & Christensson, 2006). Om restprodukten från flera stall har utvunnits för biogas och hygieniserats tillsammans i en lantbruksnämnd godkänd process; det går att transportera allt tillsammans (Personlig korrespondens med Jordbruksverket 2023-11-17). Så det kan underlätta transporten. Processen minskar dock mängden kol i gödseln, vilket kan göra hästgödseln mindre effektiv som jordförbättring (Sundström, 2022).

Optimeringsanalysen kunde inte hitta ett sätt att fördela gödseln utan att skapa ett överskott av en eller flera näringsämnen (N, P eller K) någonstans. Ett beräknat överskott av näringsämnen som kan vara för en eller kanske för alla de analyserade näringsämnena (N, P och K), eftersom gödsel innehåller en kombination av dem alla. Resultaten tyder på att Sverige har för mycket näringsämnen jämfört med grödornas näringsbehov. Vilket stöds av resultaten av Rundgren (2021): Sverige importerar mer kol än vad landet exporterar och näringsämnena förväntas följa med kolimporten. Ytterligare förtydliganden av situationen i Sverige behövs då optimeringsmodellen bygger på antaganden och förenklingar, men den tyder på ett överskott av näringsämnen. Att ha för mycket näringsämnen kan bidra till ytterligare övergödning. Den riskerar att läcka ut i vattendrag, sjöar och Östersjön där den bidrar till utbredningen av syrefria bottenar i Östersjön (Carstensen & Conley, 2019). Så det är viktigt att se till att gödseln kommer att återvinnas, för att säkra mattillgången och för att undvika utdöenden.

Det idealiska scenariot som jag ser det vore om all hästgödsel användes för biogasutvinning och i och med det fungerade som en energikälla. Sedan användes som gödningsmedel, kombinerat med andra typer av gödningsmedel för att täcka grödans näringsbehov. Hästgödsel skulle utvinnas för biogas, eventuellt på gårdsbaserade anläggningar, vilket skulle minska dess vikt och därmed kostnaden för transporten till fälten. Flera närliggande hästskötare skulle kunna investera i samägd anläggning, som Sundström (2022) föreslår.

Brist på utrymme för gödselplattor skulle vara mindre problem, eftersom gödseln skulle användas mer direkt.

Hästkötarna i Norra Sverige skulle fortfarande behöva långa gödseltransporter på grund av långa avstånd till åkrar. En lösning för deras transportkostnader skulle behövas. Rötresten från hästgödseln samt andra typer av gödsel skulle vara de primära sätten att gödsla åkrar.

Mineralgödsel eller konstgödsel skulle endast användas för att täcka bristen på specifika näringsämnen som grödorna behöver. Att minska mängden mineralgödselmedel som används skulle gynna pollinerarna, eftersom syntetiska gödselmedel har setts förändra binas pollineringsbeteende (Hunting et al., 2022). Vi skulle ha ett överskott av gödselmedel, enligt resultaten av optimeringsmodellen. Överskottsgödseln skulle möjligen kunna användas i andra länder och de konstgödselmedel som Sverige normalt använder skulle vara tillgängliga för andra. Det skulle kunna bidra till att minska näringsbristen i andra delar av världen, inklusive länder där Sverige får produkter ifrån. Att tillföra näringsämnen till platser med underskott, kan minska en orsak till svält. Det skulle kunna göra det möjligt att producera mer mat på mindre mark genom att minska skörd-avståndet, vilket skulle motverka förlust av livsmiljöer orsakad av livsmedelsbrist (Hannah Ritchie, 2021; IFPRI, 2022; *När fosfor sinar blir det svält*, 2010; Roy & Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006).

Därför föreslår jag ytterligare utredning av näringsbalansen i Sverige och av möjligheten att utnyttja mer av näringsämnena i gödseln istället för konstgödsel. Kombinerat med en utredning av möjligheten att fördela näringsöverskottet till länder som har näringsbrist.

Föreslagna förbättringar och åtgärder:

- Skapandet av ett kontaktforum gällande hästgödsel, riktat till hästgödsel användare och hästkötare. Alternativt: använd Facebook-grupper för hästkötare i ditt specifika område om du letar efter tillgänglig hästgödsel.
- Se över alternativet att använda hästgödseln till biogas, även i en lokal anläggning. Det skulle ge energi och öka dess användbarhet inom jordbruket.
- Att använda kompostmaskar för att förkorta komposteringstider av hästgödsel verkar värt att prova, om ingen av de använda arterna visar sig vara invasiv.
- Ha hästarna på lösdrift för att få ströfri hästgödsel eller se till att hästgödseln komposterar helt, det gör det mer attraktivt för trädgårdsägare att använda.
- Kontrollera hästgödseln för pyralider med hjälp av pyralidkänsliga växter, för att försäkra trädgårdsägare att hästgödseln är säker att använda.

- Trädgårdsägare måste vara försiktiga så att de inte övergödslar.
- Att byta till en halmbaserat strö skulle göra det möjligt för närings- och kol-cirkulation (från åker till häst, tillbaka till åker).
- Tävlingsbanor skulle kunna undersöka deras möjlighet att separera deras rena strö (som inte kan användas för tävlande hästar), från det smutsiga som har blandas med gödsel och urin. Det kan vara möjligt att ge eller sälja den till folk som kan återanvända den, antingen som strö eller till annat.
- Sveriges näringsbalans och möjligheten att använda mer av näringsämnena i gödseln istället för konstgödsel är ett område som skulle kunna behöva utredas ytterligare. Utredningen skulle helst också titta på möjligheten att fördela näringsöverskottet till länder med näringsbrist.

Potentiella felkällor

Det kan finnas ett glapp mellan kol- och kvävehaltstalen, vilket främst påverkar beräkningen av biogaspotentialen. De flesta av de siffror som används för näringsinnehåll och mängd hästgödsel per häst härstammar från olika källor, den genomsnittliga hästen för dessa siffror kan ha olika egenskaper. Detta glapp hade ingen effekt på optimeringsmodellen, eftersom den inte hittade ett sätt att fördela gödseln utan överskott. Som ett resultat använde den inte massan av hästgödseln för att välja det optimala transportsättet.

Beslutet om ett avstånd inom 2,5 km från tätbebyggt område är en av många uppskattningar eller medeltal som används i beräkningarna. Användningen av uppskattningar och medelvärden gör de beräknade resultaten mer till en indikation på situationen och dess möjligheter, snarare än en presentation av den faktiska situationen.

Den beräknade kvävemängden är en osäker siffra eftersom kväveförlusten till luften varierar, medan fosfor och kalium endast förloras genom vattenavrinning (Malgeryd & Persson, 2013).

Intervju/enkätframgång/utvärdering

Taktiken att be intervjupersoner om tips om fler personer att intervjua, gav mer och mer personer att höra av sig till med tiden. Jag var tvungen att hoppa över flera tips om personer som kan ha varit öppna för en intervju på grund av tidsbrist. Människor var mer benägna att gå med på en telefonintervju jämfört med en fysisk intervju. Hästskötare/hållare/ägare var ganska lätta att komma i kontakt med genom inlägg på sociala medier, möjligen på grund av ämnets betydelse för dem. Inläggen på sociala medier (Facebook) för att sprida undersökningen fick flera svar.

5. Samhällsmässiga och etiska överväganden

Alla intervjuer och deltagande i enkäten var frivillig och gjordes med informerat samtycke, informerat antingen genom: a. Ett samtyckesformulär på första sidan av enkäten. b. Ett tryckt samtyckesformulär före en intervju på plats. c. Genom en serie samtyckesfrågor i början av varje telefonintervju. d. Genom att de bestämmer sig för att skicka mig ett svarsmail, med svar på mina frågor.

Jag kontaktade endast de deltagare i enkäten som uttryckligen uppmanade mig att göra det, genom deras enkätsvar. Detta tillsammans med anonymiteten för alla deltagare och att jag i mitt sökande efter intervjupersoner alltid accepterat ett ”nej”, gör denna uppsats väldigt etisk.

Det finns dock alltid en risk för missförstånd och feltolkningar av svaren från en enkät eller intervjuer.

6. Tack för hjälpen:

Tack till: a. Nils-Hassan Quttineh, för att göra optimeringsmodellen möjlig. b. Alla intervjupersoner och alla respondenter i undersökningen, inklusive alla som hjälpte till att sprida information om detta projekt.

7.Referenser (dessa är också översatta, den engelska versionen har grund varianten) Böcker

Barnard C., Gilbert F., McGregory P. (2017). Att ställa frågor i biologi – En guide till hypotesprövning, experimentell design och presentation i praktiskt arbete och forskningsprojekt. 5^{te} upplagan. Pearson utbildning begränsad.

Program och kartlager

Enkätverktyg—Skapa enkäter med Artologik Survey&Report . (nd). [Datorprogramvara].

Artisan Global Media. Hämtad 16 september 2022, från

<https://www.artologik.com/se/survey-report>

Nationella marktäckedata 2018 basskikt (Produktbeskrivning Utgåva 2.2). (2020).

Naturvårdsverket. <https://gpt.vic->

[metria.nu/data/land/NMD/NMD_Produktbeskrivning_NMD2018Basskikt_v2_2.pdf](https://gpt.vic-metria.nu/data/land/NMD/NMD_Produktbeskrivning_NMD2018Basskikt_v2_2.pdf)

Naturvårdsverket. (2020, 1 juli) *Nationella marktäckedata 2018; basskikt—*

MetadataKatalogen [Karta]. (nd). Hämtad 26 september 2022, från

<https://metadatakatalogen.naturvardsverket.se/metadatakatalogen>

Lantmäteriet. (1985-nutid) *GSD-Väggkartan, vektor* [Karta]. Lantmateriet.se. Hämtad 29

september 2022, från <https://www.lantmateriet.se/oppnadata>

PRODUKTBESKRIVNING GSD-Väggkartan, vektor (4.7). (2020). Lantmäteriet.

Andra

4.8 *Gödselmedel och jordförbättringsmedel* . (2021). KRAV. <https://regler.krav.se/unit/krav-article/54b649c5-a78e-4508-9973-a6b26b814c9f>

Ahlgren, S., Baky, A., Bernesson, S., Nordberg, Å., Norén, O., & Hansson, P.-A. (2008).

Ammoniumnitratgödseltillverkning baserad på biomassa – Miljöeffekter ur ett livscykelperspektiv. *Bioresource Technology* , 99 (17), 8034–8041.

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.03.041>

Airaksinen, S. (2006). *Strö och gödselhantering i häststallar* [Doktorsavhandling].

Institutionen för miljövetenskap Kuopios universitet.

Airaksinen, S., Heinonen-Tanski, H., & Heiskanen, M.-L. (2001). Kvaliteten på olika

strömmaterial och deras inverkan på komposterbarheten av hästgödsel. *Journal of*

Equine Veterinary Science , 21 (3), 125–130. [https://doi.org/10.1016/S0737-](https://doi.org/10.1016/S0737-0806(01)70108-6)

0806(01)70108-6

Alonzo, Y., & Henriksson, G. (2016). *Rapport från projektet Hästgödsel i kretslop—Sjuhärad* (s. 60).

Andersson, E., Frostgård, G., Hjelm, E., Kvarmo, P., & Listh, U. (2022). *Rekommendationer för gödsling och kalkning 2022* . 124.

Andersson, S., & Fredin, A. (2011). *UTVÄRDERING AV WELLPAPPSTRÖ AVSEENDE GÖDSELVOLYM, STRÖÅTGÅNG, ARBETSTID OCH EKONOMISKT UTFALL* .

- Återvinningscentralen.se. (2007). *Hästgödsel Ett avfall med många användningsområden* .
<http://www.atervinningscentralen.se/web/page.aspx?refId=195>
- Bäckström, E. (2016). *Hantering av hästgödsel i ridskoleverksamheter* . 22.
- Bengtsson, J., & Martinell, A. (2016). *Utvärdering av stallpellets som strömmaterial* . SLU Uppsala.
- Berglund, G. (2014, 24 januari). *Hästgödsel ger bra biogas—Med rätt sorts strö* . Land Lantbruk. <https://www.landlantbruk.se/lantbruk/hastgodsel-ger-bra-biogas-med-ratt-sorts-stro/>
- Boden till Kiruna* . (nd). [Google Maps]. Boden till Kiruna. Hämtad 14 mars 2024, från <https://www.google.com/maps/dir/Boden+biogas+factory,+Lavettv%C3%A4gen,+Boden/Kiruna/@66.7489945,18.3345642,7z/am=t/data=!3m1!4b1!4m15!4m14mx01s!s!f59fff3c9a3d3:0xb45a6bccdbe2de65!2m2!1d21.6711392!2d65.8005061!1m5!1m1!1s0x45d08e2ae4257c2b:0x4034506de8c8660!2m2!1d20.225282!2d67.8557995!3e0!5i1?entry=ttu>
- Carstensen, J., & Conley, DJ (2019). Östersjöhypoxi har många former och storlekar. *Limnology and Oceanography Bulletin* , 28 (4), 125–129.
<https://doi.org/10.1002/lob.10350>
- Chen, B., Liu, E., Tian, Q., Yan, C., & Zhang, Y. (2014). Markens kvävedynamik och skörderester. En recension. *Agronomy for Sustainable Development* , 34 (2), 429–442.
- E. PÅ. (2023, 11). *Dagens elpris- vad ligger elpriset på idag?*
<https://www.eon.se/el/elpriser/aktuella>
- Eide, W., Karin Ahrné, Ulf Bjerke, Sanna Nordström, Elisabet Ottosson, Jonas Sandström, & Sebastian Sundberg. (2020). *Tillstånd och trender för arter och deras livsmiljöer* –

- rödlistade arter i Sverige 2020* (24; SLU Artdatabanken rapporterar). SLU Artdatabanken.
- Ekologisk produktion* . (2023, 5 maj). [Text]. <https://jordbruksverket.se/jordbruket-miljon-och-klimatet/ekologisk-produktion>
- Energiinnehåll, densitet och koldioxidutsläpp* . (2019, 28 november). Drivkraft Sverige. <http://207.154.197.103/uppslagsverk/fakta/berakningsfaktorer/energiinnehall-densitet-och-koldioxidemission/>
- Enkätverktyg—Skapa enkäter med Artologik Survey&Report* . (nd). [Datorprogramvara]. Artisan Global Media. Hämtad 16 september 2022, från <https://www.artologik.com/se/survey-report>
- Eriksson, O. (2010). Miljöteknikbedömning av naturgas jämfört med biogas. I P. Potocnik (Ed.), *Natural Gas* . Sciyo. <https://doi.org/10.5772/9837>
- Eriksson, O., Hadin, Å., Hennessy, J., & Jonsson, D. (2015). *Hästkrafter och hästnäring – hållbara systemlösningar för biogas och biogödsel* (43; s. 64).
- Eskilsson, J. (2021). *Statens Jordbruksverks föreskrifter* . 56.
- Fagerström, A., & Rydstedt, A. (2021). *Hästgödsel och hampapelletts för energiutvinning* . IVL Svenska Miljöinstitutet AB. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ivl:diva-3416>
- Freeman, L. (2019, 5 februari). *Hur ställer jag bra enkätfrågor? Här är vad du behöver veta* . Lättvis. <https://www.positly.com/how-do-i-ask-good-survey-questions-heres-what-you-need-to-know/>
- Fyhr, J., & Pirooz, D. (2022). *Foder- och ströåtgång, gödselproduktion samt arbetstid i olika stallsystem* . SLU Uppsala.
- George, T. (2022, 27 januari). *Semistrukturerad intervju | Definition, guide och exempel* . Scribbr. <https://www.scribbr.com/methodology/semi-structured-interview/>

- Greiner, HG, Stonehouse, AMT och Tiegs, SD (2011). Köldtolerans bland komposterande daggmaskarter för att utvärdera invasionspotential. *The American Midland Naturalist* , 166 (2), 349–357. <https://doi.org/10.1674/0003-0031-166.2.349>
- Gronfors, D. (2019). *Hantering av hästgödsel* .
https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/335076/gronfors_daniel.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Gyllström, M., Larsson, Martin, Mentzer, J., Petersson, JF, Cramér, M., Boholm, P., & Witter, E. (nd). *Åtgärder mot övergödning för att nå god ekologisk status—Underlag till vattenmyndigheternas åtgärdsprogram* (2016:19; Länsstyrelsens Rapportserie). Vattenmyndighetens kansli. Hämtad 7 april 2023, från <https://www.vattenmyndigheterna.se/download/18.6e75aae16a5913048919eba/1557917587207/%C3%85tg%C3%A4rder%20mot%20%C3%B6verg%C3%B6dning%20f%C3%B6r%20att%20n%C3%A5%20god%20ekologiskt%20status%20-%20Underlag%20till%20vattenmyndigheternas%20%C3%A5tg%C3%A4rdsprogram%202016:19.pdf>
- Hadin, Å., & Eriksson, O. (2016). Hästgödsel som råvara för anaerob rötning. *Avfallshantering* , 56 , 506–518. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.06.023>
- Hadin, Å., Eriksson, O., & Hillman, K. (2016). En genomgång av potentiella kritiska faktorer vid hästhållning för anaerob nedbrytning av hästgödsel. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 65 , 432–442. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.06.058>
- Hannah Ritchie. (2021, 9 september). *Kan vi minska användningen av gödsel utan att ge avkall på livsmedelsproduktionen? Vår värld i data*.
<https://ourworldindata.org/reducing-fertilizer-use>
- Hansson, A., & Christensson, K. (2006). *Gårdsbaserad biogasproduktion -en möjlighet för det ekologiska lantbruket—Råd i praktiken* (Jordbruksinformation 1–2006;

- Jordbruksinformation). Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/JO06_1.pdf
- Hästantering—Sommarbete—Hur länge??* (2010, 19 april). Bukefalos.
<https://www.bukefalos.se/threads/sommarbete-hur-laenge.1040573/>
- Hennessy, J., & Eriksson, O. (2015a). *Energi och näringsämnen från hästgödsel Livscykeldatainventering av hästgödselhanteringssystem i Gävleborg, Sverige* (sid. 42) [Forskningsrapport]. Högskolan i Gävle.
- Hennessy, J., & Eriksson, O. (2015b). *Energi och näringsämnen från hästgödsel: Livscykeldatainventering av hästgödselhanteringssystem i Gävleborg, Sverige* (4). Högskolan i Gävle Press. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hig:diva-20782>
- Historia* . (nd). [Text]. Hämtad 6 oktober 2022, från <https://malung-salen.se/kommun-och-politik/historia>
- Hunting, ER, England, SJ, Koh, K., Lawson, DA, Brun, NR, & Robert, D. (2022). Syntetiska gödningsmedel förändrar blommors biofysiska signaler och humlors födosöksbeteende. *PNAS Nexus* , 1 (5), pgac230.
<https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac230>
- IFPRI. (2022, 25 april). Höga gödselmedelspriser bidrar till stigande globala livsmedelsförsörjningsproblem. *IFPRI: International Food Policy Research Institute* .
<https://www.ifpri.org/blog/high-fertilizer-prices-contribute-rising-global-food-security-concerns>
- Italienska kompostmaskar säljes* . (nd). [Forum]. Hämtad 13 november 2023, från <https://www.alternativ.nu/index.php?topic=164973.0>
- Johansson, I., & Wettberg, C. (2012). *JÄMFÖRELSE MELLAN HALMPELLETS OCH KUTTERSPÅN SOM STRÖMATERIAL* . SLU Strömsholm.

- Jordbruksverket. (nd-a). *Antal djur och jordbruksföretag med djur efter Län, Kategori, Variabel, Tabelluppgift och År*. SiteTitle . Jordbruksverkets Statistikdatabas. Hämtad 22 april 2022, från https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas__Lantbrukets%20djur__Lantbruksdjur%20i%20juni/JO0103View/Latout/tablexView/Latout.
- Jordbruksverket. (nd-b). *Lagra gödsel* [Text]. Hämtad 4 april 2022, från <https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtnaring/lagra-godsel>
- Jordbruksverket. (2021). *Föreskrifter om ändring i statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (sjvfs 2019:17) om hästhållning*;
- Jordbruksverket, Växtskyddscentralen. (2022). *Nr 10, 2022. Halmhantering efter behandling med pyralider* [Ogräsbrev 10 2022]. <https://jordbruksverket.se/vaxter/odling/vaxtskydd/aktuellt-fran-vaxtskyddscentralerna/ograsbrev>
- Kallio, H., Pietilä, A.-M., Johnson, M., & Kangasniemi, M. (2016). Systematisk metodöversikt: Utveckla ett ramverk för en kvalitativ semistrukturerad intervjuguide. *Journal of Advanced Nursing* , 72 (12), 2954–2965. <https://doi.org/10.1111/jan.13031>
- Klimatindikator—Vegetationsperiodens längd | SMHI* . (nd). Hämtad 20 december 2022, från <https://www.smhi.se/klimat/klimatet-da-och-nu/klimatindikatorer/klimatindikator-vegetationsperiodens-langd-1.7887>
- Kumpula, V. (2014). *Insamling och behandling av matavfall i Kiruna* . <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:miun:diva-22193>
- Lagra gödsel utan avrinning—Faktablad Miljökontoret* . (nd). Eskilstuna Kommun miljökontoret.

- Lood, S., & Odenius, C. (2017, 6 december). *Gödselhantering på ridskolor* [Grundnivå, G2E]. SLU, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi.
<https://stud.epsilon.slu.se/13044/>
- Malgeryd, J., & Hugosson, K. (2021a). *Så använder du hästgödsel i växtodlingen*. Greppa näringen.
- Malgeryd, J., & Hugosson, K. (2021b). *Så hanterar du hästgödseln rätt* (Praktiska råd). Greppa näringen.
<https://greppa.nu/download/18.416a3dae17d02a6eb8151871/1636540356526/Praktiskt-rad-30-Hastgodselsel.pdf>
- Malgeryd, J., & Persson, T. (2013). *Hästgödsel -en naturlig resurs* (s. 32). Jordbruksverket.
https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo13_5.pdf
- Martinsson, S., & Erséus, C. (2018). Hybridisering och artavgränsning av Scandinavian *Eisenia* spp. (Clitellata: Lumbricidae). *European Journal of Soil Biology*, 88, 41–47.
<https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2018.06.003>
- Matavfall*. (2024, 19 februari). [Text]. Tekniska Verken.
<https://www.tekniskaverkenikiruna.se/avfall-och-atervinning/sophamtning/matavfall>
- Metson, GS, Sundblad, A., Feiz, R., Quttineh, N.-H., & Mohr, S. (2022). Svenska livsmedelssystemomvandlingar: Att tänka om biogastransportlogistik för att anpassa sig till lokalt jordbruk. *Hållbar produktion och konsumtion*, 29, 370–386.
<https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.10.019>
- När fosforin blir det svårt*. (2010, 4 maj). Forskning & Framsteg.
<https://fof.se/artikel/2010/4/nar-fosforin-blir-det-svart/>

Nationella marktäckedata 2018 basskikt (Produktbeskrivning Utgåva 2.2). (2020).

Naturvårdsverket. <https://gpt.vic->

[metria.nu/data/land/NMD/NMD_Produktbeskrivning_NMD2018Basskikt_v2_2.pdf](https://gpt.vic-metria.nu/data/land/NMD/NMD_Produktbeskrivning_NMD2018Basskikt_v2_2.pdf)

Nationella marktäckedata 2018; basskikt—MetadataKatalogen . (nd). Hämtad 26 september 2022, från

<https://metadatakatalogen.naturvardsverket.se/metadatakatalogen/GetMetaDataById?id=8853721d-a466-4c01-afcc-9eae57b17b39>

Naturgödsel och slam—SVA . (2023, 19 oktober). <https://www.sva.se/amnesomraden/sakert-foder-och-vatten/smittspridning-via-foder-och-vatten/naturgodsels-och-slam/>

Nilsson, U. (2021). *Rester av bekämpningsmedel i växtnäring Slutrapport om skador på växter orsakade av växtnäring* . Fritidsodlingens Riksorganisation. https://for.se/wp-content/uploads/2021/07/Slutrapport_klopyralid_FOR_2021_webb-1.pdf

Nya krav på registrering av hästar . (2021, sommar). Svensk Travsport.

<https://www.travsport.se/arkiv/nyheter/2021/februari/nya-krav-pa-registrering-av-hastar/>

Ögren, E. (2015). *Gödselmedel för ekologisk odling 2015 Specialgödselmedel och stallgödsel* (s. 12). Jordbruksverket.

Olsson, H., Andersson, J., Edström, M., Rogstrand, G., Persson, P.-O., Andersson, L., Bobeck, S., Assarsson, A., Benjaminsson, A., Jansson, A., Alexandersson, L., & Thorell, K. (2014a). *Samrötning av hästgödsel med nötflytgödsel* . 62.

Olsson, H., Andersson, J., Edström, M., Rogstrand, G., Persson, P.-O., Andersson, L., Bobeck, S., Assarsson, A., Benjaminsson, A., Jansson, A., Alexandersson, L., & Thorell, K. (2014b). *Samrötning av hästgödsel med nötflytgödsel* . 62.

Öppna data . (nd). Lantmateriet.se. Hämtad 29 september 2022, från

<https://www.lantmateriet.se/oppnadata>

- Öst, G. (2021). *Strömaterial för hästar– en beskrivning av olika strömaterial utifrån hästens välfärd, hästägares kriterier och miljöpåverkan* . Sveriges lantbruksuniversitet.
- Persson, T., & Lindgren, H. (2022). *Växtnäringstillsyn på hästgårdar 2021- Tillsynsprojekt om lagring, avyttring och spridning av hästgödsel samt skötsel av hagar där hästar går året om* (2022:4). Jordbruksverket.
- Pia. (2023, 12 juni). Hästgödsel på Pungpinans koloniområde. *FOR - Fritidsodlingens riksorganisation* . <https://for.se/2023/06/12/hastgodsels-pa-pungpinans-koloni/>
- PRODUKTBESKRIVNING GSD-Väggkartan, vektor* (4.7). (2020). Lantmäteriet.
- Ratcovich, E. (2016, 8 juni). *Strömedel till mjölkkor* [Grundnivå, G2E]. SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV). <https://stud.epsilon.slu.se/9175/>
- Ridsport. (2013, 7 maj). *Maskar i miljöarbetet* . Ridsport.
<https://www.tidningenridsport.se/maskar-i-miljoarbetet/>
- RJ Blakemore. (2007). *Skandinaviska daggmaskar-en checklista över arter* (s. 7).
<http://www.annelida.net/earthworm/Scandinavian.pdf>
- Roy, RN, & Food and Agriculture Organization of the United Nations (Eds.). (2006).
Växtnäring för livsmedelssäkerhet: En guide för integrerad näringshantering . FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation.
- Rundgren, G. (2021). Koll på kolet Kolflödet i det svenska jordbruksoch livsmedelssystemet.
kungl. skogs- och lantbruksakademiens tidskrift , Nummer 2 • 2021 (Årgång 160), 52.
- Sandström, S. (2012). *Stereotypa beteenden hos hästar* . Högskolan i Halmstad.
- Skötsel och stallmiljö för hästar* . (nd). [Text]. Jordbruksverket. Hämtad 25 oktober 2022, från
<https://jordbruksverket.se/djur/landbruksdjur-och-hastar/hastar/skotsel-och-stallmiljo>
- Skriv ut om kompostmask* . (2023). <http://www.kompostmask.se/utskrift.htm>
- Smith, C., & Swanson, C. (2009). *Hästgödselhantering* .

- Steineck, S., Svensson, L., Jakobsson, C., Karlsson, S., & Tersmeden, M. (2000). *Hästar gödselhantering—PDF Gratis nedladdning* . Institutet för jordbruks- och miljöteknik.
<https://docplayer.se/9129355-Hastar-godselhantering-staffan-steineck-lennart-svensson-christine-jakobsson-stig-karlsson-marianne-tersmeden.html>
- Steineck, S., Svensson, L., Tersmeden, M., Åkerhielm, H., & Karlsson, S. (2001).
Miljöanpassad hantering av hästgödsel (s. 19).
- Stendahl, J. (2020, 26 maj). *Kol/kväve-kvot* . SLU.SE.
<https://www.slu.se/miljoanalys/statistik-och-miljodata/miljodata/webbtjanster-miljoanalys/markinfo/markinfo/markkemi/kolkvave-kvot/>
- Stigebrandt, A., & Andersson, A. (2020). Övergödningen av Östersjön har förstärkts och vidmakthållits av en stor intern fosforkälla. *Frontiers in Marine Science* , 7 , 572994.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2020.572994>
- Sundström, L. (2022, 22 mars). *Hästgödsel—En värdefull resurs* [Grundnivå, G2E]. SLU, Institutionen för mark och miljö. <https://stud.epsilon.slu.se/17629/>
- Svenneback, Å. (2018, 4 maj). Länsstyrelsen kräver sällskap till ensam häst. *SVT Nyheter* .
<https://www.svt.se/nyheter/lokalt/orebro/lansstyrelsen-kraver-sallskap-till-ensam-hast>
- Vanliga frågor om vindkraft* . (2023, 4 april). Naturskyddsföreningen.
<https://www.naturskyddsforeningen.se/artiklar/vanliga-fragor-om-vindkraft/>
- Våtmarker och klimat* . (2023, 18 augusti). Naturvårdsverket.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/vatmark/vatmarker-och-klimat/>
- Vegetationsperiod* | *SMHI* . (nd). Hämtad 20 december 2022, från
<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/fenologi/vegetationsperiod-1.6270>
- Wallberg, S. (2010). *Hästhållningen i Sverige 2009* . Sveriges Lantbruksuniversitet.

Wartell, BA, Krumins, V., Alt, J., Kang, K., Schwab, BJ, & Fennell, DE (2012).

Metanproduktion från hästgödsel och stallavfall med strö av barrträ. *Bioresource Technology* , 112 , 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.02.012>

Westendorf, M., & Krogmann, U. (2006, 19 maj). *Hästgödselhantering: Ströbruk* | *Equine Science Center* . https://esc.rutgers.edu/fact_sheet/horse-manure-management-bedding-use/

Zasada, I., Berges, R., Hilgendorf, J., & Piorr, A. (2013). Hästskötsel och den stadsnära utvecklingen i Berlins huvudstadsregion. *Journal of Land Use Science* , 8 (2), 199–214. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2011.628706>

Bilagor

När det kommer till bilagorna hänvisar jag till den engelska versionen av uppsatsen, då de är mer korrekta där.