



Noregs miljø- og
biovitskaplege
universitet

Masteroppgåve 2018 30 stp

Handelshøyskolen

Eirik Romstad

Husdyrgjødselkostnad i norsk mjølkeproduksjon - resultat frå eit rettleiingsprosjekt

Bård Oliver Gjellestad

Master i husdyrvitskap

Fakultet for biovitskap

Føreord

Denne oppgåva markerer avslutninga på ein mastergrad i husdyrvitskap ved Noregs miljø- og biovitskaplege universitet (NMBU). Oppgåva er skriven på Handelshøyskolen og er eit resultat av ynskje eg har hatt gjennom heile studiet, nemleg å kombinera husdyrfag, plantefag og økonomi. Dermed vart det naturleg å skriva om husdyrgjødseleøkonomi.

Takk til Eirik Romstad som har vore hovudrettleiaren min ved NMBU. Takk for god rettleiing og innspel til oppgåva. Eg vil også takka Tine, med Bjørn Gunnar Hansen og Petter Klette som har bidrege med talmaterialet og god rettleiing. Særleg takk til Bjørn Gunnar, som både gjennom datahandsaminga og skriveprosessen har komme med gode innspel og kommentarar som vert sett stor pris på.

Til slutt, ein stor takk til Margun Karin og Karstein. Takk for hjelpa og støtta de har gitt meg gjennom heile studiet.

Bård Oliver Gjellestad

Ølensvåg, mai 2018

Samandrag

Målet med denne oppgåva er å undersøka kostnadane knytt til husdyrgjødselhandtering og måtar å redusera desse. Oppgåva har ein teoridel som gjev bakgrunn for temaet og ei undersøking av talmateriale henta frå norske gardsbruk med mjølkeproduksjon.

Tala i denne oppgåva er samla inn i eit dataprogram kalla *Grovfôrøkonomi* gjennom forskings- og formidlingsprosjektet *Grovfôr 2020*. Det vart brukt lineær regresjon for å analysera handteringskostnaden for husdyrgjødsel og logistisk regresjon for å finna faktorar som avgjer kva metode som vert nytta.

Ut frå analysane fann vi at husdyrgjødselkostnad per tonn er svært avhengig av avstand og gjødselmengde totalt. Grunnen til at køyreavstand er så sentralt kan både skuldast at transport er dyrt og at transport er ein sentral del av husdyrgjødselhandteringa. Vidare er dei faste kostnadane sentrale då gjødselmengde totalt er ein viktig faktor. Dette viser at ein har fordelar av å vera stor når ein skal handtera husdyrgjødsel.

Det viste seg også at slangespreiar gjev effektiv og billeg handtering av husdyrgjødsel. Ut frå analysane av val av metode såg vi at sannsynet for at ein brukar slangespreiing aukar om ein har kort køyreavstand, mange tonn og låg eigardel i husdyrgjødselreiskapane.

Oppgåva viser at det er mange som nyttar ein kombinasjon av vogn og slangespreiar og av resultatene ser vi at i nokre høve gjev dette lågare kostnader. Vi fann at bruk av slangespreiar gjev lågare kostnad enn bruk av vogn. Dermed konkluderer vi med at det er ein samanheng mellom val av metode og husdyrgjødselkostnad.

I mjølkeproduksjonen vil derfor samarbeid og andre tiltak som reduserer transportkostnaden slik at ein får utnytta stordriftsfordelane anbefalast. Det er også tydeleg at slangespreiing bør brukast der det er høve til det, då det gjev lågare kostnader. På ei anna side krev slangespreiing korte avstandar mellom lager og jorde, men med å organisere mellomtransport med til dømes lastebil kan ein nytta slangespreiar også her.

Abstract

The aim of this work was to investigate the cost of handling animal manure and how reducing them. The thesis is build up by a part where we try to give the reader a background for the subject and a part where we analyse data from Norwegian dairy farms.

Data is collected into a program called *Grovfôrøkonomi* (“*economy of forage production*”) through a project called *Grovfôr 2020*. To analyse the data, we used linear regression for the handling cost and logistic regression for finding factors affecting the choice of technology for handling manure.

We found that the handling cost per ton were strongly affected by the distance and the quantum handled per year. The reason that transport distance is so crucial could both be because transporting is expensive, but also because transport is a large and essential part of handling animal manure. We also saw that fixed cost are playing a large role since quanta is important. Thus, it is scale advantage when handling animal manure.

Our analysis also shows that use of drag hose method gives an efficient and cheap handling of manure. From the analysis of choice of technology, we saw that the probability of using drag hose increase if a farmer has short transport distance, many tons and low shereholding.in manure-handling machinery.

This work shows that there are many farmers using a combination of drag hose and tanker and the result shows that in some cases this combination gives lower costs. We conclude that choice of technology is an important way to reduce costs of handling manure and the relation is that drag hose gives lower costs than traditional tanker systems.

In Norwegian dairy production we therefor can recommend cooperation and other initiatives that reduces the transportation costs so that the scale advantages can be utilized. It is clear that the drag hose method should be used where it possible, since this gives low costs. However, drag hose requires short distances between storage and field, but for instant by using truck for transportation, drag hose method also can be used here.

Innholdsliste

Føreord	III
Samandrag.....	V
Abstract.....	VII
Innholdsliste.....	IX
1 Innleiing	1
1.1 Bakgrunn og problemstilling	2
1.2 Oppbyggnaden av oppgåva.....	3
2 Nærare bakgrunn for husdyrgjødslekostnaden.....	5
2.1 Husdyrgjødsel	5
2.2 Bruken av husdyrgjødsel i mjølkeproduksjonen.....	5
2.2.1 Mengde gjødsel.....	6
2.3 Utstyr og mekanisering.....	7
2.3.1 Røring.....	7
2.3.2 Lessing.....	8
2.3.3 Transport.....	8
2.3.4 Spreiing.....	8
2.4 Slangespreiar.....	9
2.5 Lastebil	9
2.6 Tilhøve som kan påverka kostnaden ved ulike operasjonar	11
2.6.1 Kostnad ved røring.....	11
2.6.2 Lessekostnad.....	11
2.6.3 Spreiekostnad.....	11
2.7 Viktige kostnadstypar på traktorar og maskinar	12
2.8 Tilhøve som kan påverka talet timar per tonn	13
2.8.1 Kapasitet på ustyret	13
2.8.2 Arealet og tal gjødslingar	14

2.8.3	Køyreavstand	14
2.8.4	Samarbeid	15
2.8.5	Storleiken på jordstykkja og arrondering	15
2.9	Tilhøve som kan påverka kostnaden per time	15
2.9.1	Sameige	15
2.9.2	Leige	16
2.9.3	Drivstoffbruk.....	16
2.9.4	Type utstyr	16
2.10	Andre tilhøve som påverkar val av utstyr	16
2.11	Liknande studiar	17
3	Datainnsamling og val av statistisk metode	19
3.1	Prosjektet <i>Grovfôr 2020</i>	19
3.2	Innsamling av data	19
3.3	Kvalitetssikring av data	19
3.4	Føresetnadar.....	20
3.5	Inndeling i soner.....	20
3.6	Responsvariablar.....	23
3.6.1	Husdyrgjødselkostnad	23
3.6.2	Utstyr/metode.....	23
3.7	Forklaringsvariablar	24
3.7.1	Køyreavstand	24
3.7.2	Mengde husdyrgjødsel totalt.....	24
3.7.3	Mengde husdyrgjødsel per dekar	24
3.7.4	Eigardel i husdyrgjødselreiskapar	24
3.8	Statistikk	24
3.8.1	Lineær regresjon.....	24
3.8.2	Logistisk regresjon	25
3.8.3	Nivå for signifikans.....	26
3.8.4	Vurdering av utvida modellar	26
4	Resultat og diskusjon	29

4.1	Husdyrgjødselkostnad	29
4.2	Val av metode	32
4.2.1	Slangespreiar.....	32
4.2.2	Kombinera slangespreiing og vogn.....	35
4.3	Moglege feilkjelder	37
4.3.1	Registreringar.....	37
4.3.2	Multikollinearitet.....	38
4.3.3	Tilpassing hjå bøndene	38
5	Konklusjon.....	39
5.1	Vidare studiar.....	39
6	Kjelder.....	41
	Vedlegg.....	i
	Modell 1: Husdyrgjødselkostnad forklart av avstand og mengde.....	i
	Modell 2: Husdyrgjødselkostnad forklart av avstand, mengde og metode.....	iii
	Modell 3: Val av slangespreiar forklart av avstand og mengde.....	v
	Modell 4: Utvida modell for val av slangespreiing	vii
	Modell 5: Val av kombinerer forklart av avstand og mengde	ix
	Modell 6: Utvida modell for val av kombinerer.....	xi

1 Innleiing

Mjølkeproduksjonen vert i mange samanhengar sett på som ein av berebjelkane i norsk landbruk. Dette er mellom anna på grunn av at det er ein produksjon som er robust og i stand til å gje eit godt inntektsgrunnlag for mange bønder (Vik 2011). Vidare kan dette også ha bakgrunn i at klimaet i store deler av landet berre gjer det mogleg å driva med grovfôr dyrking. Dette gjer at grovfôrbasert husdyrproduksjon har stor betydning her i landet (Knutsen 2016).

Mjølkeproduksjonen er på mange måtar todelt, der den eine delen er det som skjer inne i fjøset, til dømes fôringa, stell av dyra, mjølking osv. og det som skjer utandørs, grovfôrproduksjonen med til dømes jordarbeidet og haustinga. Bindeleddet mellom desse aktivitetane er på den eine sida bruken av grovfôret inne i fjøset og på den andre sida bruken av husdyrgjødsel ute på jordene. Denne oppgåva vil konsentrera seg om det sistnemnde bindeleddet, husdyrgjødselhandteringa.

Ei analyse av driftsgranskningane frå 2010 til 2014, såg på kva som påverka økonomien i mjølkeproduksjonen (Ystad et al. 2016). Dei fann at kostnadsnivå, investeringsstrategi, bruk av arbeidskraft og storleik på produksjonen er viktige faktorar for variasjonen i lønsemda og dei meina vidare studiar må blant anna sjå på samanhengen mellom ulike investeringsstrategiar og lønsemd.

Lønsemd er alltid noko gardbrukarane er på jakt etter, og med auka produksjon vert marginane mindre og verdien av å utnytta ressursane ein har, som til dømes husdyrgjødsel, vert større (Lazarus et al. 2009) Denne oppgåva vil prøva å belysa korleis ulike faktorar påverkar kostnadane omkring husdyrgjødselhandtering, og med mål om å finna ut korleis bonden kan redusera kostnadane og auka lønsemda.

I følgje ein gjennomgang av Eltun et al. (2010), vart det på slutten av 1980-talet og på byrjinga av 1990-talet gjort ei rad med forsøk på dette fagfeltet. Desse vart i stor grad presentert i boka Husdyrgjødsel (Tveitnes 1993). Etter dette har forskingsaktiviteten minka på fagfeltet, men det er gjort ein del forskning knytt til husdyrgjødsel og miljøomsyn, då særleg kring ammoniakkutslepp. I seinare tid er det også utført større kartleggingar som til dømes ei utvalsundersøking av Statistisk sentralbyrå (Gundersen & Heldal 2013) og ei analyse av køyrekostnadar knytt til mjølkeproduksjonen (Kårstad et al. 2015). Etter kva underteikna har funne er det få studiar direkte på samanhengen mellom husdyrgjødselhandtering og økonomi under norske tilhøve.

Utviklinga i jordbruket går mot større bruk og meir spesialisering. Medan kvar jordbruksverksemd i 1999 dreiv 147 daa i snitt var tilsvarande tal i 2015 234 (Knutsen 2016). Med tanke på husdyrgjødsel vil dette for husdyrbruka bety at ein må køyra større mengde og over større avstandar for å få ut husdyrgjødsla (Kårstad et al. 2015). Dette gjev auka kostnader og gjer at det utstyret som tidlegare passa, no er for lite og for dårleg tilpassa lengre transportavstandar.

1.1 Bakgrunn og problemstilling

Gjennom prosjektet *Grovfôr 2020* har det vist seg at handteringa av husdyrgjødsla og transportavstandar betyr mykje på grovfôrkostnaden (Nærland 2018; Simonsen 2017). Stor variasjon tyder på at det kan vera mykje å henta på å finna rasjonelle løysingar som er tilpassa både mengda som skal handterast, køyreavstandane og arronderinga på gardsbruket. I Simonsen (2017) meina dei at kapasiteten på utstyret er ei utfordring og at det er viktig for økonomien at kapasiteten er rett.

Ein sentral del og ein av dei største kostnadane med husdyrgjødselhandteringa er transporten. Husdyrgjødsla inneheld lite tørrstoff og transporten vil derfor relativt til næringsverdien, til dømes samanlikna med kunstgjødsel, vera veldig kostbar. Å få til ein effektiv transport vil både spara pengar, frigjera verdifull arbeidskapasitet og redusera utsleppa av klimagassar. Det er derfor interessant å undersøkje transportkostnaden knytt til husdyrgjødsla for å finna ut kva ein som bonde kan gjera for å redusera kostnader og arbeidstid. Men transporten og metoden som vert brukt heng saman med spreimetoden og ein må sjå desse i samanheng.

Med bakgrunn i det som er nemnd ovanfor skal denne oppgåva prøva å svara på:

Korleis redusera kostnadane knytt til handteringa av husdyrgjødsel i norsk mjølkeproduksjon?

Det er mange måtar å ta tak i ei slik problemstilling, ein kan til dømes prøva å finna måtar å redusera mengda, slik at det er færre tonn som treng å handterast. Ein kan vidare sjå på eigarstruktur, samarbeidsopplegg og liknande tiltak for å få ned køyreavstandane. Også utforminga av tilskot kan vera interessant i denne samanhengen. Desse tiltaka krev i stor grad politiske føringar og kan i liten grad kan påverkast av bonden sjølv.

Denne oppgåva vil konsentrera seg om å finna dei viktigaste faktorane som påverkar kostnaden med å handtera gjødsla frå lageret til jordet. Vidare vil ein ta utgangspunkt i dei føresetnadane som er på kvar gard, med tanke på til dømes mengde og avstandar, og fokusera

på korleis bøndenes val av metode og utstyr verkar inn. Her vil det vera naturleg å sjå på kva som under ulike føresetnadar kan vera gode tiltak for å fremja lønsemda i produksjonen.

For å avgrense oppgåva har vi derfor valt å sjå nærare på både kva ulike faktorar som spelar inn på handteringskostnaden per tonn og korleis metode påverkar denne.

Det er ut frå dette formulert to delproblemstillingar:

- 1. Kva er dei viktigaste faktorane som påverkar kostnaden per tonn for husdyrgjødselhandtering?**
- 2. Er det ein samheng mellom val av transport- og spreiemetode og handteringskostnaden per tonn?**

Ut frå desse delproblemstillingane følgjer tilhøyrande hypotesar:

- 1.**
 - Dei viktigaste faktorane som påverkar kostnaden per tonn for husdyrgjødselhandtering er val av utstyr, køyreavstand og gjødselmengde
- 2.**
 - Val av utstyr er avhengig av køyreavstand og gjødselmengde
 - Slangespreiing gjev låg kostnad per tonn
 - Å tilpassa utstyret til garden ved å kombinera slangespreiar og vogn gjev låg kostnad per tonn
 - Slangespreiing krev kort avstand
 - Kombinering av slangespreiar og vogn krev stor gjødselmengde

1.2 Oppbyggnaden av oppgåva

I denne oppgåva vil vi i kapittel 2 setja lesaren inn i husdyrgjødselhandtering og faktorar som påverkar kostnaden. Her vil både ulike arbeidsoperasjonar, ulike metodar og føresetnadane for å bruka dei ulike teknologiane vera inkludert. Vidare, i kapittel 3, vil vi presentera datamaterialet som er henta inn og kort gå gjennom statistikken som er nytta. Resultata frå analysane vert presentert og diskutert i kapittel 4, før vi i kapittel 5 oppsummerer oppgåva i ein konklusjon.

2 Nærare bakgrunn for husdyrgjødslekostnaden

For å ha ein bakgrunn for analysane som er gjort i denne oppgåva går vi i dette kapittelet gjennom korleis husdyrgjødsla vert brukt i mjølkeproduksjonen og korleis ulike tilhøve påverkar kostnaden for handteringa av denne. Dette inkluderer ei rask innføring i metodar og arbeidsoperasjonar. Vi har delt tilhøva som kan påverka kostnaden i to grupper, tilhøve som kan påverka talet timar og tilhøve som kan påverka timekostnaden. Til slutt er det eit avsnitt der vi har nemnd fleire faktorar som avgjer val av metode og utstyr.

2.1 Husdyrgjødsel

Husdyrgjødsel kan definerast som *ekskrement og/eller urin frå husdyr, vanlegvis også blanda med mindre mengder strø (halm, flis o.l.), nytta til gjødsel for planter* (Gundersen & Heldal 2013) og var fram til ca. 1950 det klart viktigaste gjødselslaget i jordbruket (Tveitnes 1993). Sjølv om kunstgjødsla har fått ein sentral plass i gjødslinga av jordbruksareala, og i enkelte område det einaste, er framleis husdyrgjødsla og handteringa av den viktig, både fordi den er eit «biprodukt» frå husdyrhaldet og må brukast, men også fordi den er ein ressurs både som gjødselslag og jordforbetningsmiddel (Tveitnes 1993).

Bruk av husdyrgjødsel er kjend frå gamal tid, men med utviklinga av naturvitskapen vart det utover 1800-talet auka kunnskap om gjødsla og handteringa betra seg både når det gjaldt lagring, strøtilsetjing og nedmolding, og ein fekk etter kvart utnytta næringsstoffa frå møkka betre (Tveitnes 1993). Det er mange faktorar som spelar inn på kor næringsrik husdyrgjødsla er, til dømes lagringstilhøve, fôrsamansetning, fôrstyrke og tørrstoffinnhald (Skøien 1995).

Sidan husdyrgjødsla ofte inneheld for lite nitrogen i forhold til fosfor og kalium samanlikna med kva plantane har behov for, vil det i dei fleste tilfelle vera nødvendig med tilførsel av kunstgjødsel i tillegg til husdyrgjødsla. Vidare vil det også vera mogleg å berre gjødsla med kunstgjødsel og dermed sleppa å køyra ut husdyrgjødsel, men for husdyrprodusentar vil ein alltid vera nøydd til å bruka opp mest mogleg av husdyrgjødsla slik at ein har plass til neste sesongs gjødselproduksjon.

2.2 Bruken av husdyrgjødsel i mjølkeproduksjonen

Når ein ser alle produksjonar under eitt vart det i undersøkinga til Gundersen og Heldal (2013) funne at kunstgjødsel vart brukt på 82% av arealet, medan husdyrgjødsel vart berre brukt på 41% av jordbruksarealet. Sjølv om husdyrgjødsla då berre utgjorde 32 % av

nitrogentilførselen, dekkja den omtrent halvparten av fosfor og kaliumtilførselen, høvesvis 49 og 54 prosent (Gundersen & Heldal 2013).

Det er vanskeleg å finna tal på korleis denne fordelinga er i mjølkeproduksjonen, men i og med at mjølkeproduksjonen i stor grad ligg i andre område enn der det vert dyrka korn kan ein tenkja seg at tala som gjeld gjødseltilførsel på eng og beite er dekkjande for desse gardsbruka. Om ein deler det inn etter gjødseltype vil 84% av engarealet vera gjødsla med kunstgjødsel og omtrent 55% av arealet vil få husdyrgjødsel minst ein gong i løpet av sesongen. (Gundersen & Heldal 2013)

Tilnærma all husdyrgjødsel frå mjølkeproduksjonen vert lagra som blautgjødsel (Eltun et al. 2010; Gundersen & Heldal 2013). Blautgjødsel vil seia at ekskrement og urin vert blanda i eitt og same lager. Vidare viser same undersøking at ca. 70% av husdyrgjødsla vert tilsett vatn før spreiring. Tilsetjing av vatn vert gjort for å få betre røre- og spreieeigenskapar (Kval-Engstad 2014), men har også dei fordelane at det vert mindre tilgrising på bladverket på plantene og mindre tap av ammoniakk (Tveitnes 1993). Sidan blautgjødsel er nærast einerådande i mjølkeproduksjonen, vil ikkje andre gjødselformer som til dømes land eller tørrgjødsel og handteringa av dei verta diskutert noko meir i denne oppgåva.

2.2.1 Mengde gjødsel

Særleg på grunn av ei tydeleg auke i mjølkeytinga har det vist seg at tal frå boka Husdyrgjødsel (Tveitnes 1993) er for låge og det er derfor komme oppdateringar av normene i seinare tid. I ein studie av Karlengen et al. (2012) var fôrvurderingsprogrammet NorFor brukt for å simulera utskiljing av næringsstoff frå storfe, og ut frå denne studia vart det laga nye normer for gjødselutskiljing for mjølkekyr ved ulik yting. Tabell 2.1 er ei samanlikning av dei gamle og dei nye normene.

Tabell 2.1: Samanlikning av gamal norm og oppdatere normer for mengde husdyrgjødsel for mjølkekyr (henta frå Rivedal (2016))

	Gamal norm	Oppdaterte mengder ved ulike ytingar (i EKM)				
		7000kg	8000kg	9000kg	10000kg	11000kg
Mengde (tonn/mnd)	1,5	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4
N-tot (kg/tonn gjødsel)	4,6	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
NH4-N (kg/tonn gjødsel)	2,6	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
P (kg/tonn gjødsel)	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7
K (kg/tonn gjødsel)	4,4	4,4	4,2	4,0	3,9	3,7

Tala i rapporten til Karlengen et al. (2012) viser kva kvart einskild dyr produserer, men er lite eigna til gjødselplanlegging, då det også vil verta blanda med strø og vatn (Nesheim & Halvorsen Sikkeland 2013) . I eit prosjekt i regi av Norsk Landbruksråving (Kval-Engstad 2014), prøvde dei å finna ut kor mykje vatn og strø som vart brukt. Resultata viste at strømengda varierte noko, men ville i dei fleste høve utgjera ein liten del av det totale gjødselvolumet.

Derimot såg dei at vassmengda i mange høve var stor og vil vera eit betydeleg tillegg når ein skal rekna totalmengda gjødsel ein må lagra og handtera. Med føresetnad om 7000 kg EKM i yting, 800 liter vatn for vask av mjølkeanlegg og 10% tillegg for diverse vassforbruk, til dømes vassforbruk i samband med kalvestell, vil dette gje eit behov for å lagra og handtera nær 3 tonn gjødsel per ku per måned (Kval-Engstad 2014).

Tilsetjing av vatn er som nemnd vanleg, og er i mange tilfelle eit føremon. Det er når ein har dårleg kapasitet på lageret (Kval-Engstad 2014) og/eller når det er snakk om vogntranstort over lengre avstandar (Henriksen 2016) at det er viktig å avgrensa vassinnblandinga, både ved å leia avløp frå vasking av mjølkeanlegg og liknande vekk frå gjødselkummen, og ha tak over eventuelle kummar som står utandørs for å unngå nedbør i lageret.

2.3 Utstyr og mekanisering

For å handtera den mengda gjødsel dyra har produsert trengs fleire arbeidsoperasjonar. Når ein omtalar arbeidsoperasjonane samla brukar ein ofte omgrepet handteringslinje. Dette fordi dei ulike operasjonane heng saman og det er viktig at desse er tilpassa kvarandre, til dømes med tanke på kapasitet (Skjølberg 1988). Arbeidsoperasjonane er her delt inn i røring, lessing, transport og spreining, ei inndeling som også er gjort i datamaterialet som skal undersøkast i denne oppgåva. Omtalen nedanfor skal gje eit innblikk i dei ulike operasjonane, men er ikkje utfyllande blant anna med tanke på kva ulike typar utstyr som finnast og korleis ein kan kombinera ulikt utstyr.

2.3.1 Røring

For å gjera gjødsla homogen må ein ha utstyr for å røra om i gjødsla. Røring er også viktig for å unngå botnfall (Sørensen et al. 2003). Utstyret kan i somme høve ha både røre- og lessefunksjon. Då er det som oftast er snakk om ei pumpe der ein kan skifta mellom å pumpa skiten ut eller å pumpa det rett tilbake i lageret, og med det trykket som pumpa dannar få røring i massen. I andre høve er utstyret berre retta mot røring og det vil då oftast vera snakk

om ein propell. Drifta i begge høve kan både vera elektrisk eller traktordriven der traktordrive utstyr ofte vil ha høgare kapasitet enn elektrisk (Skjølberg 1988).

2.3.2 Lessing

Som nemnd kan røring og lessing ofte gjerast med same utstyr, men i andre høve vera eige utstyr. Også her kan drifta vera elektrisk, til dømes ei dykkpumpe, eller traktordriven som til dømes kan vera langaksla eller montert på gjødsleporten (Skjølberg 1988). For dei som handterer gjødsla med eit slangesystem vil ein ikkje ha bruk for å lesse noko tank. Derimot treng ein ei høgtrykkpumpe som går kontinuerleg under transport og spreieing (Tveitnes 1993).

2.3.3 Transport

I hovudsak kan ein dela transportmetodane i to, transport i tank og transport i slange og røyr. Transport i slange (seinare kalla *slangespreiing*) krev ikkje noko særskilt transportreiskap, men krev ei Pumpe som går kontinuerleg og som pumpar gjødsla ut til eit spreieorgan.

I dei fleste høve vil transport i tank seia transport med traktor og tankvogn (seinare kalla *vogn*). Dette er vogner der alle er utstyrt med pumper, men typen Pumpe, innretninga på spreieorgan og eventuelt tilleggsutstyr varierer. Ein viktig skilnad mellom ulike vogner er om dei er sjølvlessande eller om dei krev ei ekstern Pumpe ved gjødsellageret (Tveitnes 1993).

I seinare tid er det fleire og fleire som tilbyr gjødseltransport med lastebil. Dette kan vera eit alternativ der det er transport etter køyreveg, der desse har høgare kapasitet og høgare hastigheit enn traktor og vogn. Det sparar både tid og diesel, samt gjev mindre slitasje på traktor og dekk (Heggset & Berge 2016).

2.3.4 Spreiing

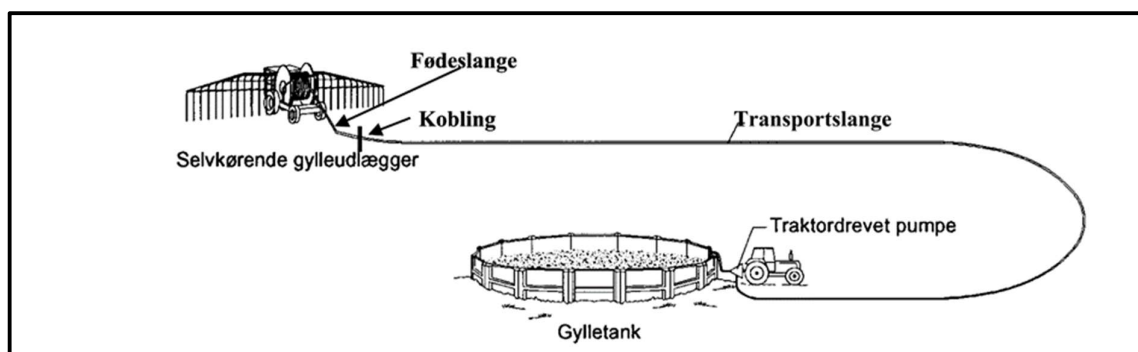
Det finnst mange metodar for transport og spreieing av husdyrgjødsel, men for å avgrensa lista er metodane her i hovudsak delt inn etter inndelinga i undersøkinga av Gundersen og Heldal (2013). Denne viser at breispreiing er den klart vanlegaste typen. Breispreiing vil sei at stråla frå pumpa treff ei plate og gjødsla vert kasta opp i lufta og fordeler seg i ei breidde på 12 til 15 meter. Teknologien er enkel, billeg og driftssikker, men ulempa er at breispreiing gjev ofte ujamn tilførsel og kan gje store tap av ammoniakk (Kval-Engstad 2011).

Derfor er det utvikla andre metodar for å gje jamnare spreieing og å redusera tapet av næringsstoff (Tveitnes 1993). Fleire av desse metodane har hatt ein klar framgang i perioden frå 2000 til 2013 og i 2013 utgjorde mengda gjødsel som vart spreia med stripespreiar eller

utstyr for direkte nedfelling 19% (Gundersen & Heldal 2013). Med stripespreiar legg ein gjødsla ned på bakken i striper med 20-40 cm avstand, medan ved nedfelling feller ein gjødsla ned i bakken (Kval-Engstad 2011). Det finnast fleire utformingar, men nedfelling kan til dømes skje ved hjelp av eit rulleskjær eller ved hjelp av høgt trykk (DGI).

2.4 Slangespreiar

Bruk av slangespreiar vil kort sagt bestå av ei pumpe ved gjødsellageret og slanger frå pumpa fram til ein traktor med spreieorgan (sjå figur 2.1) (Kval-Engstad 2011). Dei to største fordelane er at ein då kan køyra med ein relativt liten og lett traktor på jordene og at kapasiteten, gitt store nok jordstykke og grei arrondering, er større. Dette vil gje lågare trong for arbeidskraft (Sørensen & Green 2008).








Figur 2.1: Skisse over eit opplegg med slangespreiar (Sørensen et al. 2003). Normalt vil ein i staden for sjølvkøyrande utleggar i Noreg ha traktormontert spreieorgan.

Slangespreiing har mange fordelar, blant anna høg kapasitet og gjev lite køyreskadar, men arealet må liggja nær lageret og mange må derfor velja andre metodar (Heggset & Berge 2016). Når det gjeld rekkevidda til eit slangesystem så er det av fleire anslått rundt 1000 m som ei maksgrense (Kitchen et al. 2009; Kval-Engstad 2011), medan Sørensen et al. (2003) anslår opp til 3 km.

2.5 Lastebil

Lastebil er som nemnt aktuelt til transport av gjødsla, men i motsetning til vogn og slangespreiar er den lite eigna til spreieing. For å gje ein oversikt over ulike bruksområde for lastebiltransport har vi laga ei liste over aktuelle situasjonar.

Husdyrgjødselhandling med lastbil	
<p>Transport til vogn ved jorde, utkøyring med vogn</p>	
<p>Transport til permanent lager, utkøyring med vogn eller slange</p>	
<p>Transport til mellombels lager (t.d. container), utkøyring med vogn eller slange</p>	
<p>Transport og spreiring med kanon</p>	
<p>Transport til jordekant, der lastebilen fungerer som pumpe ved slangespreiing</p>	

Figur 2.2: Oversikt over ulike måtar å nytta lastebil for transport av husdyrgjødsel.

2.6 Tilhøve som kan påverka kostnaden ved ulike operasjonar

Her vil vi kommentera enkelte tilhøve som særskilt verkar inn på kostnadane knytt til dei enkelte arbeidsoperasjonane, med unntak av transportkostnaden. Denne vil i stor grad vera påverka av kapasitet og køyreavstand, faktorar som er nærare omtalt i avsnitt 2.8.

2.6.1 Kostnad ved røring

Det er fleire moment som kan påverka kostnaden ved røring. Mange tilset vatn for å betra handteringsegenskapane og meir vatn i husdyrgjødsla vil gje lettare røring (Skjølberg 1988). Tveitnes (1993) skriv at lagertype vil påverka behovet for røring, der eit rundt lager er lettare å røra i enn eit rektangulært lager. Søyler, ulik høgde, vinklar og påbygg vil også spela inn her. Effektiviteten til røreutstyret er ulik og effektbehovet kan variera.

2.6.2 Lessekostnad

I denne oppgåva er kontinuerleg pumping i eit opplegg for slangespreiing definert som lessing og ein viktig årsak til stor variasjon i lessekostnaden er derfor knytt til om det er brukt slangespreiing eller vogntransport. Enkelte vogner er som nemnd sjølvlessande og det er derfor ikkje rå og skilja ut kostnadar knytt til lessing frå transportkostnadane.

Når det gjeld kontinuerleg pumping i eit slangespreiarsystem vil både talet timar og kostnaden per time vera avhengig av lengda og diameteren på slangen, samt løftehøgde og konsistens på gjødsla. Eit døme er at om diameteren på røyra aukar frå 124 mm til 220 mm vil effektkravet gå betrakteleg ned (frå 11,5 til 1,5 kW)(Sørensen et al. 2003). I dømet gjekk ein ut i frå eit tørrstoff i gjødsla på berre 2 %, utslaga vil vera større med tjukkare gjødsl. Vidare vil også type pumpe spela inn. Desse faktorane gjeld også når det er snakk om lessing av vogn, men her vil betydninga av dei vera betrakteleg mindre.

2.6.3 Spreiekostnad

Det er særleg to faktorar som er viktige når det gjeld spreiekostnaden: arbeidsbreidde og tømmeastighet. Den største arbeidsbreidda har ein normalt med breispreiing, men også stripespreiing har relativt stor arbeidsbreidde. Vidare vil ulike typar nedfellingsutstyr ha smalare arbeidsbreidde, men desse er heller ikkje særleg utbreia metodar.

Breispreiing er den mest driftssikre og rimelegaste spreimetoden, så om ein vel å bruka andre metodar er det vanskeleg å forsvara investeringa økonomisk utan tilskot. Det er derfor det enten må vera moglegheit for miljøtilskot, eller om det er lagt andre faktorar enn økonomi til grunn ved valet at alternative spreimetodar (Heggset & Berge 2016).

2.7 Viktige kostnadstypar på traktorar og maskinar

Ein kan dela kostnadane for traktorar og maskinar opp i to hovudkategoriar, ein for kostnaden med å eiga og ein driftskostnad. Desse gruppene består av fleire ulike kostnadstypar og under er desse skildra med utgangspunkt i Kathleen (2011).

Avskrivningar:

Avskrivningar er ein kostnad som følgje av at maskinane minskar i verdi på grunn av alder og bruk, men òg at teknologien etterkvart vert forelda. Avskrivningar vert brukt i rekneskapen for å fordela utgifta til innkjøp over tid. Ein har fleire måtar å rekna avskrivningar på, men i hovudsak brukar ein to metodar, lineær avskrivning og saldoavskrivning. Lineær avskrivning er at ein fordeler kostnaden ut over antatt levetid, og avskriv med like beløp kvart år.

Saldoavskrivningar er at ein skriv av med ein gitt prosentsats av restverdien, noko som gjer at avskrivingsbeløpa vert mindre etter kvart som maskinen vert eldre. Saldoavskrivningar er brukt av skattemyndigheita og er derfor vanleg i eit skatterekneskap, mens lineære avskrivningar høver best i kalkylar, og er metoden som er brukt i datamateriale i denne oppgåva.

Rente:

I og med at investeringar i maskinar bind opp kapital, vil ein normalt rekne med ein alternativ avkastning på den investerte kapitalen. Det vil sei at ein ser kva sum ein går glipp av sidan ein ikkje har investert i det som gjer høgast forventa avkastning med tilsvarende risiko. Her bruker ein normalt ein prosentsats som seier noko om forventa avkastning på det investeringsalternativet som gjev best utbytte.

Forsikring:

Bønder vil normalt forsikra eigedelane sine mot tap som følgje av brann, tjuveri, ulukker og så vidare. Dette gjeld også maskinane, og for å få det totale biletet på kostnadar må også forsikringskostnadar takast med. Desse vil i praksis variera med blant anna type forsikring, dekningsgrad og type maskin, men i denne oppgåva er det brukt ein prosentsats av verdien til den aktuelle maskina.

Lager:

Ved å lagra maskinane inne og skåna dei for vêret vil ein både forlenga levetida, redusera vedlikehaldet og betra driftssikkerheita. Dette er normalt for mange av maskinane som er i bruk i handteringa av husdyrgjødsel og ein må derfor ta med kostnadane til dette i

utrekningane. I datamaterialet vårt er dette løyst ved å anslå kostnaden kvar eining med lagerplass kostar og deretter vert dette multiplisert med plassbehovet for kvar enkelt maskin i m².

Drivstoff og smørjemiddel:

Drivstoffkostnaden er basert på tal timar maskinen er i drift og er avhengig av det aktuelle drivstofforbruket og drivstoffprisen. Drivstofforbruket er veldig avhengig av kva type arbeid som vert utført, og kor stor motoren er. I datamaterialet vårt er traktorstorleikane delt inn i tre kategoriar og angitt eit gjennomsnittleg forbruk for kvar kategori.

Vedlikehald:

Den årlege vedlikehaldskostnaden vil normalt auka med auka tal timar traktoren er i bruk, men å gjera eit godt anslag på vedlikehaldskostnadene er veldig vanskeleg. Både type maskin, brukstimar, type arbeid den er brukt til og forholda den er brukt i er faktorar som påverkar denne kostnaden. I datamaterialet vårt er det lagt inn ein standardverdi på 1,5 % av verdien på maskinen som utgangspunkt, men den prosentsetsen er mogleg å endra etter skjønn.

Arbeid/personkostnad:

I tillegg til kostnadar knytt til maskinen vil det alltid vera personkostnadar knytt til handteringa av maskinane og elles til å få arbeidsoperasjonane utført. Grunngevinga for å rekna dette som ein kostnad kan gjerast ut frå alternativ bruk av denne arbeidskapasiteten, å leiga arbeidskraft vil frigjera tid ein kan bruka i andre oppgåver på garden, eller i arbeid utanom garden (Hansen 2008). Persontimar er det ei eiga utrekning av i datamaterialet vårt og er summen av arbeid for å køyra maskinen og arbeid utanom maskintimar som trengs for å klargjera, avslutta arbeidet o.l.

2.8 Tilhøve som kan påverka talet timar per tonn

Kostnaden for å handtera eitt tonn med husdyrgjødsel kan delast inn i to komponentar: talet timar og kostnaden per time. Talet timar er avhengig av til dømes kapasitet, driftsstorleik og arrondering og nedanfor vil vi presentera nokre viktige moment.

2.8.1 Kapasitet på utstyret

Ein av dei viktigaste faktorane som påverkar talet timar per tonn er kapasiteten på utstyret. Har utstyret høg kapasitet vil ein bruka færre timar per tonn. Når det gjeld transport i vogn er derfor tankstorleik heilt sentral. I følgje Sørensen (2003) vil ei halvering i tankstorleiken

redusera kapasiteten med 35 %. Men andre faktorar som transportfart og tømme­hastigheit vil også spela inn. Noko som er avgjerande for både tankvogner og slangespreiar er pumpekapasiteten, kor fort ein klarar å fylla vogna, eller kor mange liter i minuttet ein matar ut i slangane. For slangespreiing har, nesten uavhengig av pumpestorleiken, høg kapasitet når det er i drift, men det som i stor grad avgjer kapasiteten er kor stor del av tida som går med til å rigga utstyret opp og ned (Sørensen & Green 2008).

2.8.2 Arealet og tal gjødslingar

Talet gjødslingar vil i utgangpunktet i liten grad påverka kostnaden då både den totale mengda gjødsel og avstanden til jordene er den same. Når det gjeld slangespreiing vil dette vera av større interesse då det som nemnd er tida ein brukar til rigging som er viktig for kapasiteten og dermed kostnaden (Sørensen & Green 2008; Sørensen et al. 2003). Derfor vil same mengde fordelt på fleire gjødslingar med slepeslangar i teorien auka kostnadane per tonn. Det kan tenkjast at ein vil ha same effekt ved at utstyr for utkøyring med vogn eller lastebil også krev noko tid for å rigga, avkopling og vasking, men effekten på kostnaden vil vera marginal.

2.8.3 Køyreavstand

Ifølje Thuen og Tufte (2017) seier ein stor del av bøndene at avstand ikkje er til hinder for å få høge og gode grasavlingar på teigane, berre 18% svarar at dei er heilt eller ganske ueinig i dette. Dermed vert det konkludert med at avstand ikkje er ei hovudutfordring i grovfôr­dyrkinga. Derimot meina bortimot halvparten av dei spurde at avstand påverkar lønsemda negativt.

I 2015 vart det utført ein analyse av køyrekostnadar på mjølkeproduksjonsbruk i to bygder på vestlandet (Kårstad et al. 2015). Her viser dei at om ein til dømes reduserer køyringa med 30% på eit bruk som i utgangpunktet har mykje køyring vil ein spare i overkant av 12 000 kr i drivstoffkostnad og 70 arbeidstimar i året. Dette er monalege summar, men i følgje rapporten kan ein av grunnane til at lang transport etterkvart har vorte vanleg i mjølkeproduksjonen vera at transportkostnaden endå ikkje utgjer så mykje av dei totale kostnadane i drifta, eller at denne transporten finn stad i periodar der verdien av tid er låg.

Uansett er det klart at avstand er ein av dei viktigaste faktorane som påverkar husdyrgjødselkostnaden (Borton et al. 1995). Fleire snakkar om dekningspunkt (break-even point) i samband med transport av husdyrgjødsel. Dekningspunktet transport av husdyrgjødsel er definert som den avstanden der kostnaden med handteringa overstig dei sparte kostnadane

ein har med at husdyrgjødsla reduserer behovet for mineralgjødsel (Adhikari et al. 2005). Fordi vassinnblanding tynnar ut gjødsla meir enn den aukar gjødsleverdien vil dekningspunktet vera heilt avhengig av tørrstoffinnhaldet (Sindhøj & Rodhe 2013) og i følgje Kässä et al. (2013) vil ein redusera dekningspunktet med over 1 km ved å blanda inn 10% meir vatn.

2.8.4 Samarbeid

Samarbeid om husdyrgjødselhandtering kan vera alt frå samarbeid om kummar, slangar og utstyr, det kan vera at ein spreier for kvarandre, eller andre former for samarbeid. Felles for slike er at det ligg eit stort potensial for å spare både tid, kostnadar og miljø. I eit forskingsprosjekt i Møre og Romsdal viste Bergslid og Ebbesvik (2017) at potentialet for innsparingar var stort og ut frå deira eksempel vart det spart 65 timar med traktorkøyning, om lag 925 liter med diesel og 1,7 tonn med CO₂. Utfordringane etter deira syn er om nokon tek arbeidet med å vera tilretteleggjar og pådrivar for slike typar samarbeid og at det kanskje ligg utfordringar som til dømes spreining av høymolefrø og å greia og spreia til rett tid som gjer det utfordrande å få i gang slikt samarbeid.

2.8.5 Storleiken på jordstykkja og arrondering

Ein veit at det å driva større areal kan gje sparte kostnadar, både med tanke på fleire arbeids-/maskintimar å fordela arbeidet på, men også fordelar med tanke på å få til ei effektiv gjennomføring av husdyrgjødselhandteringa. Men dette fordrar at ikkje jordstykkja er for små og at utforminga, arronderinga, er ugunstig med tanke på effektiv drift. Til dømes vil slangespreiing ha låg kapasitet når arronderinga er vanskeleg og jordstykkja er små fordi ein må bruka mykje tid på tilrettelegging før spreininga (Kval-Engstad 2011).

2.9 Tilhøve som kan påverka kostnaden per time

Den andre komponenten som påverkar husdyrgjødselkostnaden per tonn er kostnaden per time. Nokre av faktorane som påverkar kostnaden per time er presentert nedanfor.

2.9.1 Sameige

I ein studie frå Sverige om maskinsamarbeid fann dei at deling av maskinar gjorde det mogleg for gardane å redusera kostnadane med 15% og investeringsbehovet med 50% (de Toro & Hansson 2004). Vidare varierte laglegheitskostnaden veldig frå år til år, men i dårlege år var den høg, sjølv for dei med stor maskinkapasitet. Dei fann også ut at alle dei bøndene som vart intervjuva var fornøgde med samarbeidet og resultatet det gav.

2.9.2 Leige

I følgje ei undersøking utført av AgriAnalyse (Thuen & Tuft 2017) oppgjev under ein tredjedel at dei set vekk deler av grovfôrproduksjonen sin til entreprenør og berre nokre få får entreprenørar til å utføra heile eller nesten heile grovfôrproduksjonen sin. Det er særleg rundballepressing som vert utført av innleigd entreprenør, kor heile 90% av dei som brukar entreprenør i grovfôrproduksjonen sin, leiger inn rundballepressing. Dei oppgjev ikkje nokre tal på kor vanleg det er å leiga entreprenør til husdyrgjødselhandteringa.

2.9.3 Drivstoffbruk

Drivstofforbruket er avhengig av typen og storleiken på traktoren, samt køyrestilen til sjåføren. Kårstad et al. (2015) nemner fleire ting som verkar inn, blant anna lufttrykket. Høgt lufttrykk gjev låg rullemotstand og auka trekkraft på veg. Vidare er effekten på traktoren viktig og i studien deira har dei brukt 17 og 19 l diesel per time for høvesvis ein traktor på 90 og 100 kW.

Ein studie av Engström et al. (2015) fann at dieselforbruket til transport av husdyrgjødsel var 0,28 l/tonn, men dette er sjølvsagt veldig avhengig av køyreavstanden. Dei samanlikna transportmetode og fann at forbruket av drivstoff vart redusert med mellom 47-65% prosent om ein gjekk frå traktor til lastebil.

2.9.4 Type utstyr

Det er stor variasjon i kor store kostnadane per time for traktor og maskin er og mykje av variasjonen skuldast typen utstyr. Fordi ustyret har ulik kvalitet er vedlikehaldsbehovet ulikt. Vidare vil slitastjen på utstyret vera heilt avgjerande for kva vedlikehaldskostnadane vert og kor lenge utstyret varer. Derfor vil vegtilhøve, køyrestil, mengda framandelement og ei rekkje andre faktorar i lag med kvaliteten på utstyret vera med å avgjera kostnaden per time.

Om ein bør bruka nytt eller gammalt utstyr, eller kor mange timar ein bør nytta traktoren i året er spørsmål som stadig vert stilt. I Lips (2017) sin studie antydar dei at livsløpskostnadene vil vera lågare om ein nyttar traktoren mykje, trass i at den er utsliten etter færre år.

2.10 Andre tilhøve som påverkar val av utstyr

I tillegg til økonomi er det ei rekkje faktorar som påverkar val av utstyr. I seinare tid er til dømes miljøvenleg spreieing vorte meir ønskjeleg. Derfor vert det i store deler av landet gitt miljøtilskot for ulike spreiemetodar, til dømes spreieing med nedlegging eller nedfelling. Same metodane gjev også mindre lukt, noko som også kan spela inn når bønder vel teknologiliner.

Sjølv om ein metode kan verka som meir effektiv og at den kan gje lågare kostnad, kan eigne eller andre sine erfaringar med brukarvenlegheit, driftssikkerheit og andre praktiske forhold også påverka vala ein tek. Ny teknologi krev ein ekstra motivasjon for å verta teke i bruk.

Eit sentralt omgrep når det gjeld alt utstyr som vert brukt på jorde er graden av jordpakking. Det utstyret som gjev lågast kostnad er ikkje nødvendigvis det same som gjev lågast jordpakking. Store vogner kan gje låg kostnad, men risikoen for jordpakking er også høg.

Tilgjengelegheit og fleksibilitet er sterke grunnar til at mange i stor grad har eige utstyr og liten grad av samarbeid. Det nyttar til dømes ikkje å basera seg på lastebiltransport om ikkje det er nokon i området som tilbyr denne tenesta. Vidare vil vogn vera meir fleksibelt enn slangespreiar då det krev mindre for å setja i gang for berre nokre få lass og fordi ein kan nytta det både på små og store jorde og jorde både nært og langt vekke. Kor og kor mange lager ein har vil også påverka fleksibiliteten i dei ulike teknologiane.

2.11 Liknande studiar

Husdyrgjødseløkonomi er eit område det ikkje er forska mykje på og dermed kan det vera vanskeleg å finna parallellar og talmateriale som underbyggjer denne oppgåva. Den forskinga som er gjort er også i stor grad basert på modellstudiar (t.d. Borton et al. 1995; Kässi et al. 2013; Skjølberg 1988; Sørensen 2003). Derfor kan studiar som denne oppgåva vera særskilt interessant med den bakgrunn at det er tal frå reelle gardsbruk, med til dels stor detaljgrad over dei ulike føresetnadane bøndene møter på i praksis.

3 Datainnsamling og val av statistisk metode

3.1 Prosjektet *Grovfôr 2020*

Denne oppgåva er skriven i samarbeid med Tine og talmaterialet er henta frå prosjektet *Grovfôr2020*, eit samarbeid mellom 15 ulike organisasjonar og føretak innanfor landbruket. Målet med prosjektet er å auka avlingane, samt auka bruken av grovfôr i norsk mjølkeproduksjon (Fagforum Grovfôr 2017).

3.2 Innsamling av data

Formålet med Grovfôr 2020-prosjektet er å samla og formidla kunnskap om grovfôrproduksjon, deriblant gjennom å arrangera regionale fagmøte med fokus på grovfôrøkonomi. Tala i denne masteroppgåva er samla inn i programmet *Grovfôrøkonomi* i forkant av desse samlingane og hadde som hensikt å gje eit bakgrunnsmateriale for diskusjon omkring økonomien på kvar einskild gard. Talmateriale er i etterkant, etter samtykke frå bøndene, samla i database kor ein kan plukka ut variablar for analyse.

Programmet Grovfôrøkonomi er eit Excel-basert utrekningsprogram laga med eit mål om å sjå på totaløkonomien i grovfôrproduksjonen. Her registrerer ein alle kostnader, arbeidstimar og maskinar som er brukt basert på rekneskapstal, noteringar og vurderingar frå bonden sjølv. Registreringane vart gjort av rådgjevarar i kvar region både i frå Tine og Norsk Landbruksrådgiving.

Tala er i stor grad basert på den einskilde rådgjevar si vurdering og skjønn, og då det har vore 40 til 50 ulike rådgjevarar som har registrert tala, fleire av dei for første gong, er det naturleg at det er ein del variasjon i kvaliteten på registreringane. Trass dette er vurderingane viktige, i og med at det er krevjande å talfesta mange av faktorane som spelar inn.

Av til saman sju regionale samlingar, fann to av samlingane stad våren 2017, tre om hausten og dei to siste våren 2018. Bakgrunnstala er derfor i stor grad baserte på grovfôrproduksjonen slik den var i vekstsesongane 2016 og 2017.

3.3 Kvalitetssikring av data

Datamateriale trong kvalitetssikring for å kunna nyttast i dataanalysar. Fleire gjennomgangar vart gjort for å kontrollera tala, og det viste seg etterkvart at nokre av registreringane for gjøselhandtering var så mangelfulle at dei ikkje kunne nyttast. Derfor vart 11 av dei 194 gardsbruka teke ut av datasettet.

Vidare var registreringane frå dei som nytta fleire metodar parallelt ei utfordring. Denne oppgåva tek utgangspunkt i kostnad per tonn. For å få eit snitt av metodane vart kostnadane vekta på bakgrunn av kva mengde som vart handtert med dei ulike metodane.

Det vart gjort ein gjennomgang av dei avhengige variablane og ekstreme observasjonar vart undersøke. I seks tilfelle vart det oppdaga at arbeidsoperasjonar mangla persontimar sjølv om det openbart var behov for personar for å operera maskinane. Dette vart korrigert ved at ein merka av for persontimar i Grovfôrøkonomi for dei aktuelle gardsbruka.

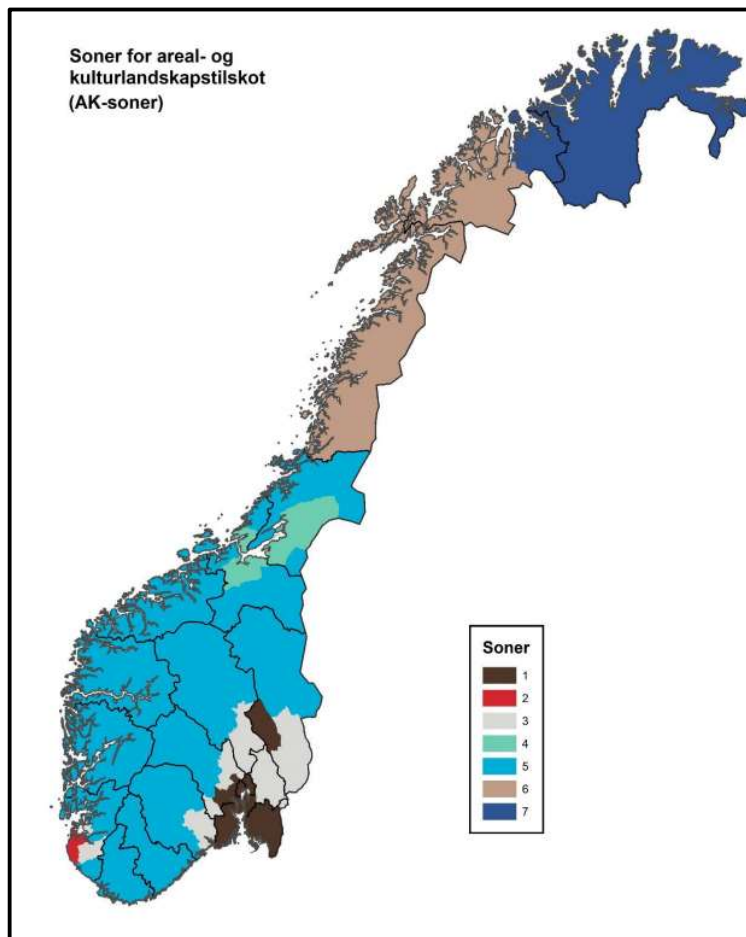
3.4 Føresetnadar

For å kunna rekna ut ein husdyrgjødselkostnad er ein nøydd til å gjera nokre føresetnadar. Blant anna er kostnaden for eige arbeid sett til 200 kr timen som standardverdi og berre nokre få bruk endra denne. Tilsvarende er det sett opp ein del standardverdiar, til dømes er vedlikehaldsutgiftene sett til 1,5% av verdien til traktorar og 35% ekstra tid til kopling, flytting, vasking osv. av maskinane ved ulike arbeidsoperasjonar. Likevel var det høve for rådgjevarane å endra desse.

I utrekningane i denne oppgåva er kostnadar knytte til lager teke ut. Dette blant anna fordi det kan vera vanskeleg å setja ein verdi på avskrivningar og vedlikehald av desse og at lageret ofte er ein integrert del av driftsbygningane. Det er også eit moment at lagerkostnaden like så godt kan belastast husdyrproduksjonen som grovfôrproduksjonen.

3.5 Inndeling i soner

På grunn av til dels store skilnadar i dei naturgjevne tilhøva rundt om i landet er arealtilskotet (AK) differensiert og landet er delt inn i ulike soner frå 1 til 7 (figur 3.1). Registreringane som er med i denne oppgåva vil også variere mellom ulike soner og tabell 3.1 viser talet bruk og gjennomsnittet av areal med husdyrgjødsel, køyreavstand og gjødselmengde for dei ulike sonene. På grunn av at vi berre har to observasjonar frå sone 7 er sone 6 og 7 slått saman.



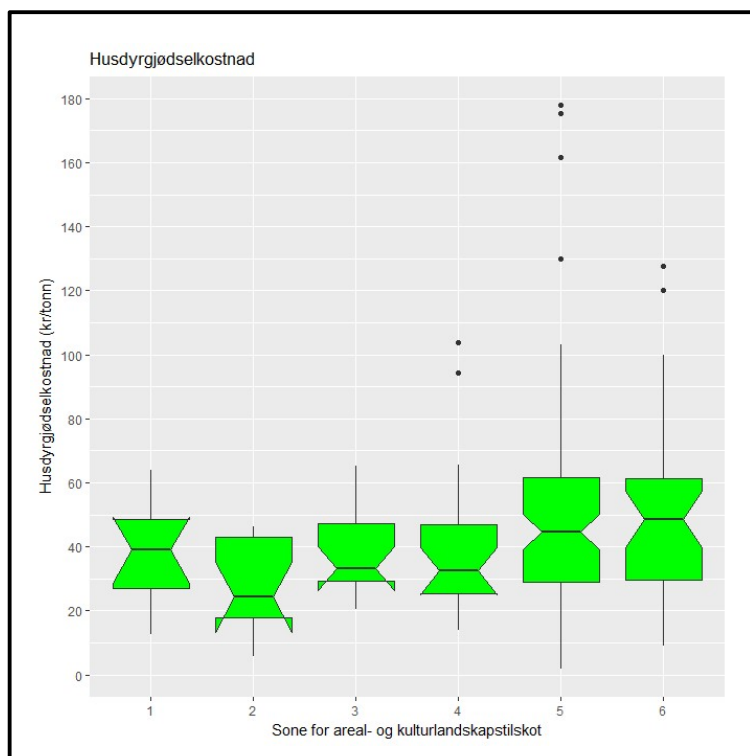
Figur 3.1: Kart over inndelinga av soner for areal- og kulturlandskapstilskot

Tabell 3.1: Oversikt over tal gardsbruk og gjennomsnittleg areal, køyreavstand og tonn husdyrgjødsel handtert for kvar sone

Tilskotssone AK	Tal gardsbruk	Areal med HG	Køyreavstand	Tonn handtert
1 Rundt Oslofjorden	11	312	1.6	1616
2 Jæren	13	404	1.5	2819
3 Flatbygder på austlandet*	17	334	1.2	1907
4 Rundt Trondheimsfjorden	21	423	1.8	2393
5 Resten av Sør-Noreg	89	316	2.1	2059
6 og 7 Nord	32	365	1.8	1949
Alle	183	345	1.8	2091

*I tillegg til ei rekkje kommunar på austlandet inkluderer sone 3 Gjesdal og Bjerkreim i Rogaland (gjeld 3 bruk i denne undersøkinga).

Vi forventar skilnader i husdyrgjødselkostnad mellom dei ulike sonene då det er store variasjonar i dei naturgjevne føresetnadane. Vi ser av figur 3.2 at sone 2 (Jæren) skil seg ut. Det gjer også sone 5 og 6 som har høgare kostnader enn dei andre sonene.



Figur 3.2: Boksplott av husdyrgjødselkostnad per tonn fordelt på dei ulike sonene for areal- og kulturlandskapstilskot. Prikkane viser ekstreme verdier.

Sidan vi veit både klima og arrondering på Jæren er særst god, har vi valt å ta ut dei 13 bruka i denne regionen frå analysane. I tillegg har vi valt å analysere sonene 1, 3 og 4 samla sidan dei i stor grad representerer flatbygdene på Austlandet og i Trøndelag. Resten av landet (sone 5 og 6) er analysert for seg.

Då enda vi opp med ei todeling der vi kalla sone 1, 3 og 4 *Flatbygdene*, medan sone 5 og 6 vart kalla *Distrikta*. I tabell 3.2 er ein oversikt over gjennomsnitta i desse to gruppene, og i tabell 3.3 tal bruk med ulike handteringsmetodar for husdyrgjødsel.

Tabell 3.2: Gjennomsnitt av husdyrgjødselkostnad, areal med husdyrgjødsel, køyreavstand og gjødselmengde for dei to gruppene

Område	Husdyrgjødselkostnad (kr/tonn)	Areal med husdyrgjødsel (daa)	Køyreavstand (km)	Gjødselmengde (tonn)
Flatbygdene	39	367	1.5	2050
Distrikta	50	329	2.0	2030

Tabell 3.3: Tal gardsbruk med ulike teknologiliner i dei to gruppene.

Område	Tal gardsbruk med tankvogn	Tal gardsbruk med slangespreiing	Tal gardsbruk med kombinasjon	n
Flatbygdene	30	13	6	49
Distrikta	79	16	26	121

3.6 Responsvariablar

3.6.1 Husdyrgjødselkostnad

Husdyrgjødselkostnad (HGK) er totale kostnader med handtering av husdyrgjødsel delt på tonn handtert. Eininga er kroner per tonn. Denne inkluderer eit eventuelt miljøtilskot som vert gjeve i enkelte område om ein vel å bruka metodar som er definerte som miljøvenlege.

Kostnadar for lagring, som avskrivningar og vedlikehaldsutgifter knytt til husdyrgjødsellager, er som nemnd ikkje med. I tabell 3.4 som viser enkel statistikk for husdyrgjødselkostnaden ser vi at gjennomsnittet for alle registreringane er 46 kr per tonn.

Tabell 3.4: Enkel statistikk over reponsvariabelen husdyrgjødselkostnad

Gjennomsnitt	Standardavvik	Minimum	25 %	Median	75 %	Maksimum	n
45.6	28.1	1.76	28.00	41.35	56.00	178.09	183

3.6.2 Utstyr/metode

Utstyret er delt inn i tre kategoriar; tankvogn (*vogn*), slangespreiar (*slange*) og kombinasjonar av desse (*kombi*). Kombinering vil anten seia at dei kombinerer vogn eller lastebil til transport og slangespreiing til spreieing, eller at dei brukar slangespreiing på deler av arealet og vogn på det resterande. Av tabell 3.5 ser vi blant anna at dei fleste nyttar vogn og at dei som nyttar slangespreiar eller ein kombinasjon av slangespreiar og vogn har større areal og større gjødselmengde. Det er også skilnad i køyreavstand mellom dei ulike teknologilinene.

Tabell 3.5: Tal gardsbruk og gjennomsnitt av areal med husdyrgjødsel, køyreavstand og gjødselmengde for dei ulike kategoriane utstyr.

Type utstyr	Tal gardsbruk	Areal med husdyrgjødsel (daa)	Køyreavstand (km)	Gjødselmengde (tonn)
Vogn	117	330	1.9	1766
Slange	31	389	0.9	2693
Kombi	35	352	2.6	2645

3.7 Forklaringsvariablar

3.7.1 Køyreavstand

Køyreavstand (*avstand*) er i denne samanhengen eit vekta gjennomsnitt av avstanden frå gjødsellageret til teigkanten éin veg. Det er vekta etter kor mange tonn det vert spreidd på kvart jorde i løpet av sesongen. Ein kan derfor også formulera det som den gjennomsnittlege avstanden ein må køyra eitt tonn husdyrgjødsel, på kvar gard.

3.7.2 Mengde husdyrgjødsel totalt

Mengde husdyrgjødsel totalt (*tonn totalt*) er mengda som er registrert spreidd på jordene, både det som vart brukt på attlegg og det som vart brukt på eng. Dette er den mengda som faktisk vert køyrt ut og inkluderer i mange høve også vatn som er blanda i for å få betre handteringsegenskapar og høgare utnytting av næringsstoffa.

3.7.3 Mengde husdyrgjødsel per dekar

Mengde husdyrgjødsel per dekar (*tonn per daa*) vil seia mengda husdyrgjødsel på bruket totalt i året, delt på det arealet det er spreia husdyrgjødsel på. Dette er det arealet det i løpet av sesongen er spreidd husdyrgjødsel på minst ein gong. For mange bønder tilsvarar dette om lag det arealet dei disponerer, medan andre vil ha areal det ikkje vert spreidd husdyrgjødsel på. Praktiske eller økonomiske omsyn kan gjera at ein ikkje fordeler husdyrgjødsel likt over heile arealet.

3.7.4 Eigardel i husdyrgjødselreiskapar

Alle maskinar brukt til husdyrgjødselhandtering er i Grovfôrøkonomi registrerte med ein aktuell verdi og ein prosentsats som seier kor stor del ein eig av reiskapen. Eigardel i husdyrgjødselreiskapar (*eigardel reiskap*) er forholdet mellom aktuell verdi på reiskapen og aktuell verdi multiplisert med eigardelen.

3.8 Statistikk

3.8.1 Lineær regresjon

For å analysera datamaterialet vart statistikkprogrammet «R Commander» brukt til å utføra lineær regresjon. Lineær regresjon viser samanhengen mellom ein responsvariabel (Y) og ein eller fleire forklaringsvariablar (X_1, X_2 osv.)

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_n X_n + \varepsilon$$

Der:

Y = Responsvariabel

α_0 = Skjeringspunktet der regresjonslinja treff y-aksen

α_n = Auke i Y når X_n aukar med ein eining

X_n = Forklaringsvariabel

ε = Feilledd (variasjon som ikkje er forklart av modellem)

For feilledda i lineær regresjon legg vi til grunn fire føresetnadar:

1. Forventningsrett: $E(\varepsilon) = 0$ (gjennomsnittet for populasjonen av ε er lik 0).
2. Homoskedastisk (konstant varians): $Var(\varepsilon) = \sigma^2$ (ε har lik varians uavhengig av mengde X_n).
3. $\varepsilon \sim N$ (ε er normalfordelt).
4. ε er uavhengige og identisk fordelte, dvs. ingen seriell korrelasjon.

Ein må skjekka at føresetnadane for feilledda er oppfylt for at modellen skal kunna tolkast rett og gje oss forventningsrette parameterestimater. Dette er gjort ved å plotta feilledda og plotta med tilhøyrande vurderingar ligg ved. For å vurdere kvaliteten på modellen har ein og sett på R^2 . Denne seier kor mykje av variasjonen i observasjonane som er forklart med modellen, og ein høg R^2 indikerer at modellen er god.

3.8.2 Logistisk regresjon

Logistisk regresjon viser samanhengen mellom ein kategorisk responsvariabel (Y) og fleire uavhengige forklaringsvariablar (X_1, X_2 osv.) (James et al. 2013).

$$p(Y) = \frac{e^{\alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_n X_n + \varepsilon}}{1 + e^{\alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_n X_n + \varepsilon}}$$

Der:

$p(Y)$ = Sannsynet for at Y inntreffer

α_0 = Skjeringspunktet der regresjonslinja treff y -aksen

α_n = Auke i sannsynet for at Y inntreffer når X_n aukar med ein eining

X_n = Forklaringsvariabel

ε = Feilledd (variasjon som ikkje er forklart av modellen)

I mangel på R^2 for logistisk regresjon, har vi valt å bruke ein metode som er kalla McFadden Pseudo- R^2 (McFadden 1977) som er definert slik (R-bloggers 2015):

$$1 - [\ln(LM)/\ln(L0)]$$

Der:

$\ln(LM)$ = log likelihood-verdien til modellen

$\ln(L0)$ = log likelihood for modlell med berre skjeringpunktet som forklaringsvariabel

Pseudo- R^2 går frå 0 til 1 og jo høgare verdi, jo større forklaringskraft.

3.8.3 Nivå for signifikans

Modellane viser om det er samanhengar mellom responsvariabelen og dei ulike forklaringsvariablane. Slike samanhengar kan vera sanne eller ha oppstått tilfeldig. P-verdien er sannsynet for at den observerte samanhengen er tilfeldig og vi ønskjer derfor så låg p-verdi som mogleg. Når p-verdien er innanfor ei gitt grense seier vi at resultatet er signifikant. Denne grensa er i oppgåva sett til 5% (p-verdi=0,05) og er markert med ei stjerne (*). Om p-verdien er mellom 0,05 og 0,1 er resultatata meir usikre og vi seier gjerne at vi ser ein tendens. Dette er markert med ein apostrof (').

3.8.4 Vurdering av utvida modellar

I analysane som er gjort har vi først starta med enkle modellar for så å utvida med fleire forklaringsvariablar. Ei årsak til det er at det ikkje er så mange observasjonar bak modellane grunna den inndelinga i soner vi har valt, jf. avsnitt 3.5.

Dessutan er det to ulemper med å bruka mange forklaringsvariablar: (i) sannsynet for multikollinearitet aukar, dvs. at nokre eller ein kombinasjon av forklaringsvariablane er lineært avhengige av kvarandre, og (ii) er at sjansen for å observera samanhengar som er

tilfeldige vert større, om ikkje ei utviding gjev ei klart betre forklaringskraft er utvidinga mislykka. Det er utvikla metodar for å måle om utvidinga gjev ein betre modell og i denne oppgåva er det nytta AIC og BIC. Lågare AIC og BIC tyder på at utvidinga var vellukka.

4 Resultat og diskusjon

Som nemnd i kapittel 3 er analysane gjennomførte for underutval av data for å fanga opp variasjon i veksthøve og topografi mellom ulike soner. På det viset fangar vi opp variasjon som ikkje kan forklarast med dei forklaringsvariablane som finst i datasettet. Ei ulempe med denne framgangsmåten er at talet på observasjonar i dei einskilde analysane vert lågare, noko som gjer argumenta sterkare for modellar med få forklaringsvariablar.

4.1 Husdyrgjødselkostnad

For å kunna redusera kostnadane knytt til husdyrgjødselhandtering er det viktig å kartleggja kva faktorar som er viktigast for variasjonen i kostnaden. Derfor har vi ut i frå problemstillinga nemnd i innleiinga laga ein enkel modell for husdyrgjødselkostnad per tonn (HGK).

Modell 1: Husdyrgjødselkostnad forklart av avstand og mengde

Hypotesen bak modellen er at husdyrgjødselkostnad per tonn aukar med auka køyreavstand og vert redusert med auka mengde husdyrgjødsel handtert i året.

$$\text{HGK} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Avstand} + \alpha_2 \text{Tonn totalt} + \varepsilon \quad (1)$$

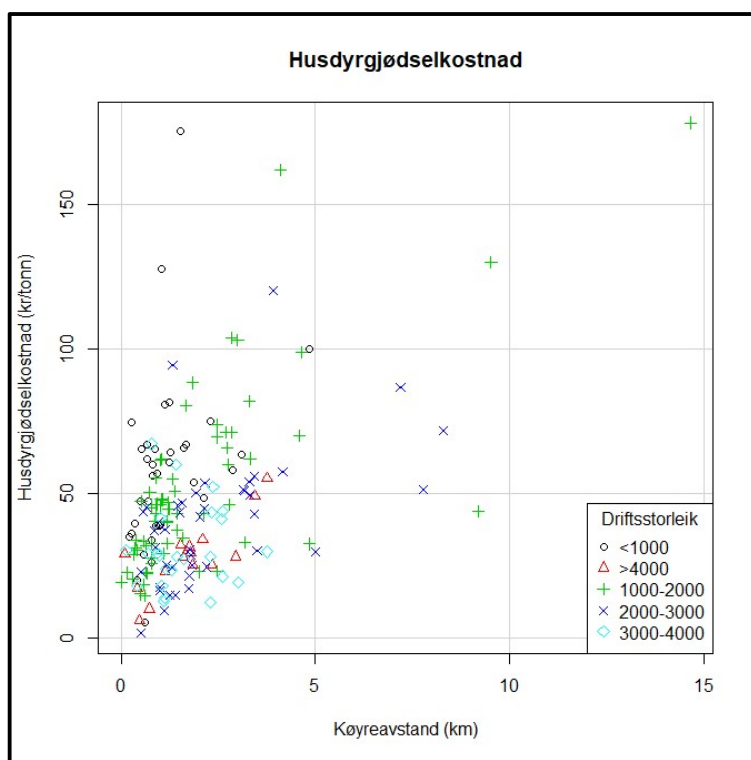
Tabell 4.1: Estimat og markering for signifikante variablar frå lineær regresjon av modell 1.

HGK (kr/tonn)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)	R ²
Flatbygdene	46.7 *	3.30 '	-6.25 *	0.19
Distrikta	49.5 *	8.75 *	-8.31 *	0.43

Tabell 4.1 viser at det er skilnad mellom dei to områda, men trass skilnaden viser den at avstand og mengde totalt er viktig for kostnaden. At det i Distrikta er ein så høg R² som 0,43, noko som vil sei at modellen forklarar 43 % av variasjonen, seier oss at desse to faktorane er heilt avgjerande i desse områda for kva husdyrgjødselkostnaden vert. Generelt ser vi at estimata er ein del lågare i Flatbygdene, noko som kan skuldast at det er andre faktorar som er viktigare her, men utvalet er ein del mindre ($n=49$ mot $n=121$ i Distrikta) og derfor er tala meir usikre for denne gruppa.

At både køyreavstand og mengde totalt verkar inn på kostnaden for handtering av husdyrgjødsel ser ein òg i figur 4.1. Mengde totalt kan ein sjå på som eit uttrykk for

driftsstorleik og saman med køyreavstand er dette føresetnader eit gardsbruk har og noko ein gardbrukar berre må forhalda seg til. Det vil sei at det er faktorar ein ofte ikkje kan gjera noko med, men det å ha kjennskap til at desse faktorane kan vera bakgrunn for dei vala ein gjer og gjev til dømes utslag i at ved lang køyreavstand vil ein prøva å avgrensa eller effektivisera køyringa. Blant anna kan ein samarbeida med naboar om bytte av møk eller redusera mengda per dekar på areal som ligg langt vekke.



Figur 4.1: Plott av samanhengen mellom køyreavstand (km) og husdyrgjødselkostnad (kr/tonn) for ulike driftsstorleikar. Driftsstorleiken er delt inn etter kor stor mengde husdyrgjødsel (tonn) garden handterer i året.

Grunnen til at køyreavstand er så sentralt kan både skuldast at transport er dyrt og at transport er ein sentral del av husdyrgjødselhandteringa. Då vi undersøkte datamateriale fann vi at kostnaden for lessing og transport utgjorde i snitt vel 60% av kostnaden per tonn. Ganske stor variasjon i køyreavstand gjer køyreavstand til ein sentral variabel.

Når det gjeld tonn husdyrgjødsel totalt, viser analysen at det er stordriftsfordelar i husdyrgjødselhandteringa, noko som tyder på at ein stor del av kostnadane er faste. Dermed er det viktig å få mange tonn å dela dei på for å redusera kostnaden per tonn. Dette indikerer også at samarbeidsordningar som sameige, samdrift eller det å leiga inn hjelp til røring,

transport og spreiring kan vera gode løysingar også for dei som ikkje har dei største gardsbruka.

Modell 2: Husdyrgjødselkostnad forklart av avstand, mengde og metode

Hypotesen bak modellen er at husdyrgjødselkostnad per tonn aukar med auka avstand og vert redusert med auke i tonn totalt. Vidare er hypotesen at kostnaden vert redusert med bruk av slangespreiar åleine, men aukar med å kombinera metodane.

$$\text{HGK} = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Avstand} + \alpha_2 \text{Tonn totalt} + \alpha_3 \text{Slange} + \alpha_4 \text{Kombi} + \varepsilon \quad (2)$$

Tabell 4.2: : Estimat og markering for signifikante variablar frå lineær regresjon av modell 2.

HGK (kr/tonn)	Skjerings- punkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)	Slange- spreiar	Kombi- nering	R2
Flatbygdene	47.8 *	2.3	-4.1 '	-12.3 '	-4.9	0.25
Distrikta	52.7 *	8.2 *	-6.9 *	-23.6 *	-8.9	0.49

Avstand og tonn totalt gjev framleis rett forteikn for alle forklaringsvariablane, men ingen signifikante verdiar for Flatbygdene. Derimot er det tydeleg at bruk av slangespreiar er heilt avgjerande for kostnaden i Distrikta. Det same ser ein også for Flatbygdene, men her er det berre ein tendens ($p\text{-verdi}=0,06$), og estimata er berre om lag halvparten så store som for Distrikta.

Kombinering har ikkje gitt noko signifikant utslag, men estimatet indikerer ein lågare kostnad for denne gruppa. Gruppa er likevel heterogen og ein måtte undersøkt gruppa nærare for å finna ut kva som gjev lågast kostnad, noko både utvalstorleiken og omfanget av denne oppgåva ikkje gjev rom for.

Slangespreiar gjev effektiv og billeg transport av husdyrgjødsel. Sidan transport (avstand) er viktig for kostnaden, er det truleg årsaka til at slangespreiing tydeleg gjev lågare kostnad. Sjølv flyttinga og spreinga av møkk er effektiv med slangespreiar, men totalbiletet på effektiviteten på slangespreiar er avhengig av tida ein brukar på rigging. Er til dømes teigane små og det krevst mykje flytting for å få brukt slangane vil riggetida redusera effektiviteten. Som nemnd tidlegare i oppgåva set også slangespreiing krav til avstanden og det er derfor fleire tilhøve som avgjer om ein gardbrukar har høve til å byta frå vogn til slangespreiar for å spara kostnadar.

Det er vesentleg skilnad på Flatbygdene og Distrikta i modell 1 og 2. Ein faktor som kan forklara dette er storleiken på utvalet. I tillegg verkar det som om Distrikta er ei meir heterogen gruppe med større variasjon, til dømes både i avstand og driftsstorleik.

4.2 Val av metode

Den lineære regresjonen har vist oss at metode er viktig for å kunna forklara kva faktorar som verkar på kostnaden og at gardbrukarar som nyttar slangespreiar har lågast kostnad. Dette gjer at denne metoden bør nyttast av flest mogleg, men samtidig veit ein at metoden har sine avgrensingar og at det berre er aktuelt for bruk med rette føresetnader.

For å finna ut kva faktorar som er viktige for val av metode er det utført enkel logistisk regresjon. For å halda modellane enkle og lettare å tolka har vi valt å samanlikna vogn og slangespreiing først for deretter å samanlikna vogn og kombineringsmetodar. Oppsettet er vist i tabell 4.3.

Tabell 4.3: Oversikt over talet observasjonar av ulike metodar i modell 3, 4, 5 og 6.

Modell	Metode	Kode i modellen	Tal gardsbruk (n)	
			Flatbygdene	Distrikta
3 og 4	<i>Vogn</i>	0	30	79
	<i>Slange</i>	1	13	16
	Totalt:		43	95
5 og 6	<i>Vogn</i>	0	30	79
	<i>Kombi</i>	1	6	26
	Totalt:		36	105

4.2.1 Slangespreiar

Modell 3: Val av slangespreiar forklart av avstand og mengde

Hypotesen bak modellen er at sannsynet for at ein har slangespreiar aukar med redusert køyreavstand og auka mengde totalt

$$p(\text{slangespreiar}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Avstand} + \alpha_2 \text{Tonn totalt} + \varepsilon \quad (3)$$

Tabell 4.4 Estimert og markering for signifikante variabler fra logistisk regresjon av modell 3.

p(slange)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)	Pseudo-R2
Flatbygdene	-1.23	-1.94 *	1.22 *	0.33
Distrikta	-1.41 *	-1.10 *	0.61 *	0.15

For å visa korleis dette vil gje utslag i praksis har vi sett opp ein tabell der ein har predikert sannsynet ved ulike avstandar og tonn totalt (tabell 4.5 og tabell 4.6). Ut frå modell 3 for Distrikta må ein ha over 3000 tonn og 300 meter i gjennomsnittleg køyreavstand om sannsynet for slange er over 0,5. Har ein lengre avstandar må ein ha større mengde for at sannsynet for slangespreiing er større enn vogn.

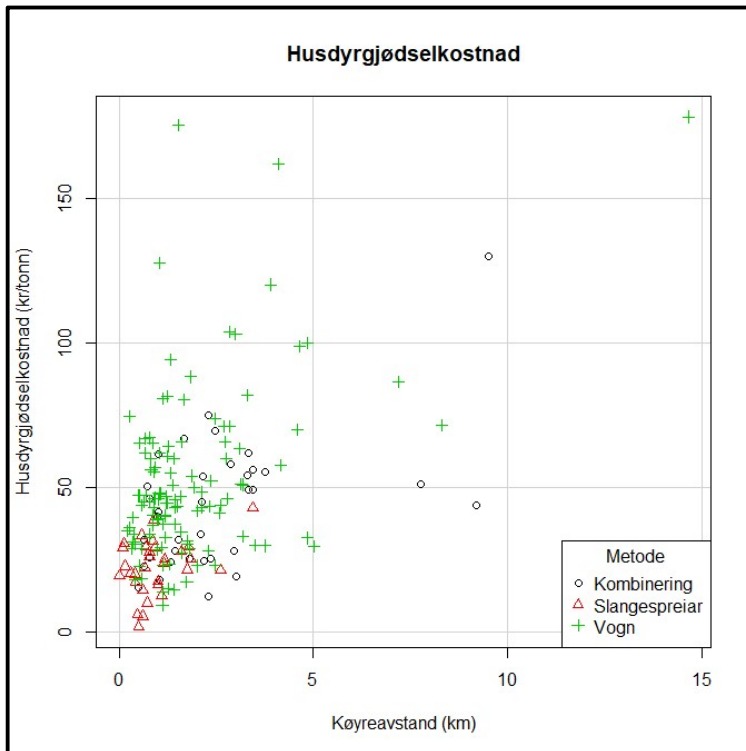
Tabell 4.5: Prediksjon av om det vert brukt slangespreiar på Flatbygdene ut i frå ulike køyreavstandar og ulik mengde husdyrgjødsel totalt.

km \ tonn totalt	1000	2000	3000	4000
0.3	Vogn	Slange	Slange	Slange
0.6	Vogn	Slange	Slange	Slange
0.9	Vogn	Vogn	Slange	Slange
1.2	Vogn	Vogn	Slange	Slange
1.5	Vogn	Vogn	Vogn	Slange

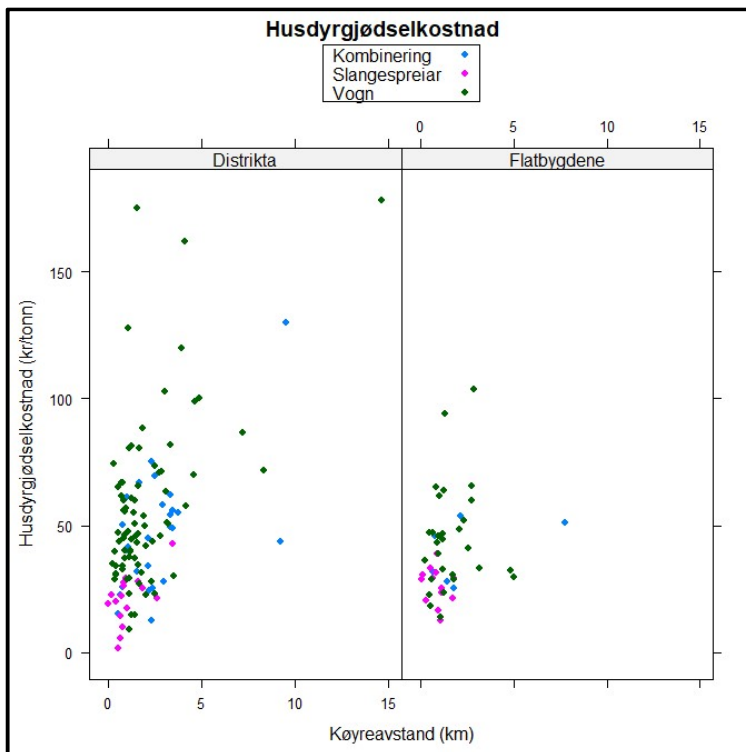
Tabell 4.6: Prediksjon av om det vert brukt slangespreiar i Distrikta ut i frå ulike køyreavstandar og ulik mengde husdyrgjødsel totalt.

km \ tonn totalt	1000	2000	3000	4000
0.3	Vogn	Vogn	Slange	Slange
0.6	Vogn	Vogn	Vogn	Slange
0.9	Vogn	Vogn	Vogn	Slange
1.2	Vogn	Vogn	Vogn	Vogn
1.5	Vogn	Vogn	Vogn	Vogn

Av figur 4.2 ser vi at vogn og kombinerings har til dels stor variasjon jamført med slange. Slangespreiing vert først og fremst nytta på bruk med køyreavstand mindre enn 1 km. Vidare viser figur 4.3 at slangespreiing gjev låg kostnad, men vert brukt berre ved korte avstandar. Dette er likt i begge grupper. Den store skilnaden mellom gruppene ser ut til å vera variasjonen for vogn og kombinerings, der ein har størst variasjon for både husdyrgjødselkostnad og avstand i Distrikta.



Figur 4.2: Plott over samanhengen mellom køyreavstand (km) og husdyrgjødselkostnad (kr/tonn) gruppert etter kva metode som vert nytta.



Figur 4.3: Plott over samanhengen mellom køyreavstand (km) og husdyrgjødselkostnad (kr/tonn), gruppert etter kva metode som vert nytta fordelt i dei to ulike gruppene.

Modell 4: Utvida modell for val av slangespreiar

Hypotesen bak modellen er at sannsynet for at ein har slangespreiar aukar med redusert avstand, auka mengde totalt, auka mengde per daa, og redusert eigardel av maskinar.

$$p(\text{slangespreiar}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Avstand} + \alpha_2 \text{Tonn totalt} + \alpha_3 \text{Tonn per daa} + \alpha_4 \text{Eigardel reiskap} + \varepsilon \quad (4)$$

Tabell 4.7: Estimat og markering for signifikante variablar frå logistisk regresjon av modell 4.

p(slange)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)	Tonn per daa	Eigardel reiskap	Pseudo-R2
Flatbygdene	0.57	-2.21 *	1.32 *	-0.16	-0.92	0.34
Distrikta	1.10	-1.12 *	0.90 *	0.22 '	-5.46 *	0.32

Dette seier oss at sannsynet for at ein brukar slangespreiing aukar om ein har kort køyreavstand, mange tonn, og for Distrikta sin del ein låg eigardel. Med andre ord vil store bruk med mykje jord rundt tunet bruka slangespreiing. Men truleg fordi slikt utstyr er kostbart har mange, særleg i Distrikta, valt å kjøpa utstyr i lag med naboar.

Når det gjeld tonn per daa er denne variabelen ikkje signifikant og har ulike forteikn i dei to gruppene som er analysert. Likevel er det ein tendens (p-verdi = 0,08) i Distrikta til at auka mengde gjev høgare sannsyn for slangespreiing. Denne samanhengen er mest truleg i motsett rekkefølge, der auka mengde husdyrgjødsel per dekar er eit resultat av at ein brukar slangespreiar. Dette er fordi meirkostnaden med å blanda i vatn er minimal samanlikna med om ein brukar vogn. Og som nemnd tidlegare har tilsetjing av vatn fleire føremon som blant anna betre handteringsegenskapar som kan vera viktige i eit slangespreiingssystem.

4.2.2 Kombinera slangespreiing og vogn

Modell 5: Val av kombinering forklart av avstand og mengde

Hypotesen bak modellen er at sannsynet for at ein kombinerer slangespreiing og vogn aukar med auka avstand og auka mengde totalt.

$$p(\text{kombinering}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Avstand} + \alpha_2 \text{Tonn totalt} + \varepsilon \quad (5)$$

Tabell 4.8: Estimat og markering for signifikante variablar frå logistisk regresjon av modell 5.

p(kombi)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)	Pseudo-R2
Flatbygdene	-3.11 *	0.23	0.53	0.07
Distrikta	-2.49 *	0.14	0.50 *	0.09

Modellen har låg forklaringsgrad og er dårleg med tanke på å forklara kva som avgjer om ein kombinerer metodar. I Distrikta er tonn totalt signifikant, og for å illustrera dette er det sett opp ei matrise over kva tid sannsynet for å kombinera metodar er over 0,5 (tabell 4.9). Denne viser at det er snakk om store gardsbruk, med til dels lange avstandar før kombinerer har størst sannsyn. Ut i frå dette er det få bruk det er aktuelt for, men modellen er dårleg og resultatene er derfor ikkje til å lita på.

Tabell 4.9: Prediksjon av om det vert brukt ein kombinasjon av metodar i Distrikta ut i frå ulike køyreavstandar og ulik mengde totalt.

km\tonn totalt	1000	2000	3000	4000	5000
1	Vogn	Vogn	Vogn	Vogn	Kombi
2	Vogn	Vogn	Vogn	Vogn	Kombi
3	Vogn	Vogn	Vogn	Vogn	Kombi
4	Vogn	Vogn	Vogn	Vogn	Kombi
5	Vogn	Vogn	Vogn	Kombi	Kombi
6	Vogn	Vogn	Vogn	Kombi	Kombi
7	Vogn	Vogn	Vogn	Kombi	Kombi

Modell 6: Utvida modell for val av kombinerer

Hypotesen bak modellen er at sannsynet for at ein kombinerer slangespreiing aukar med auka mengde per daa, auka avstand, auka mengde totalt og redusert eigardel av maskinar.

$$p(\text{kombinerer}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Avstand} + \alpha_2 \text{Tonn totalt} + \alpha_3 \text{Tonn per daa} + \alpha_4 \text{Eigardel reiskap} + \varepsilon \quad (6)$$

Tabell 4.10: Estimat og markering for signifikante variablar frå logistisk regresjon av modell 6.

p(kombi)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)	Tonn per daa	Eigardel reiskap	Pseudo-R2
Flatbygdene	-5.73	0.24	0.64	0.075	2.18	0.10
Distrikta	-3.10 *	0.25 *	0.56 *	0.453 *	-3.24 *	0.30

Å utvida modellen ga klart betre forklaringskraft for Distrikta, men for Flatbygdene som hadde få observasjonar er det som venta framleis ingen signifikante estimat. Resultata frå Distrikta tyder på at gardbrukarane går i lag for å kunna bruka begge metodar. Med andre ord vil dei samarbeida for å kunna nytta seg av slangespreiing der det er hensiktsmessig, og brukar vogn eller lastebil for mellomtransport og/eller for å spreia på jorde som ikkje høver til slangespreiing. Dette verkar som ei økonomisk fornuftig tilpassing hjå bøndene – ein har ikkje nok areal til å forsvara fleire teknologiliner, og går saman med andre bønder i same situasjon.

At tonn per dekar er signifikant har som nemnd under slangespreiing, truleg med at det i større grad vert blanda inn vatn ved der ein nyttar slangar og at dette i seg sjølv gjer at mengda per dekar går opp. Dette er kjend som ein god praksis der ein ikkje har lang transport med vogn.

Som nemnd fleire stader i oppgåva har mange bruk ikkje moglegheit å redusera kostnadar ved å nytta slangespreiing. For mange kan god organisering gjera at ein likevel kan ta i bruk denne metoden. Eit døme kan vera at ein for å kunna nytta slangespreiar trass lange avstandar kan ein byggja mellomlager og transportera gjødsla med lastebil i vinterhalvåret.

I andre høve kan det vera aktuelt å organisera seg i lag. Som vist i modell 4 nyttar Distrikta i stor grad sameige. Gjennom sameige er det fleire tonn å fordela dei faste kostnadane på, men eit velfungerande sameige krev godt samarbeid. Ei anna form for samarbeid er å samarbeida om utkøyringa. Eit døme kan vera å samarbeida om å nytta lastebil for mellomtransport og slangespreiing på fleire bruk som har teigar i same område.

4.3 Moglege feilkjelder

4.3.1 Registreringar

Då registreringane er gjort av mange ulike rådgjevarar og i mange tilfelle basert på skjønn, er potensiale for feilregistreringar til stades. Blant anna er vurderinga av tidsbruken ved slangespreiing noko som ved feil kan gi store utslag i denne oppgåva. Som nemnd er kapasiteten på denne metoden avhengig av riggetid, noko som kan vera vanskelegare å talfesta enn til dømes tida ein brukar på transport med vogn.

4.3.2 Multikollinearitet

Når ein set opp statistiske modellar er det viktig at ikkje forklaringsvariablane har for stort samspel mellom kvarandre, fordi dette vil då gje multikollinearitet. Problemet med dette er at ein då ikkje klarar å skilja mellom effekten dei ulike forklaringsvariablane har på responsvariabelen. I denne oppgåva kan det til dømes vera noko multikollinearitet mellom metode, avstand og gjødselmengde, då ein veit at slangespreiing føreset kort avstand og mange tonn totalt, noko som i seg sjølv gir lågare kostnad.

4.3.3 Tilpassing hjå bøndene

I modellane som forklarar val av utstyr er det til dels låge forklaringsgrader og dermed mykje variasjon som ikkje er forklart av modellen. Dette skuldast først og fremst at det er mange andre faktorar enn dei som er tatt med i modellane som spelar inn på valet av metode og utstyr. Vidare vil også noko av denne variasjonen skuldast at ikkje alle gardbrukarar har valt den mest optimale løysinga for bruket sitt ut frå dei data vi har. Til dømes kan ein bonde ha ein underdimensjonert maskinpark grunna høg gjeld, mens for andre bønder er det motsett: maskinparken verkar overdimensjonert, men med høg inntekt utanfor bruket og knapt med tid, kan det og vera ei rasjonell tilpassing.

Dette kan forklara noko av variasjonen, men på ei anna side vil ein gardbrukar søkja dei beste løysingane for sitt bruk. Bønder som er med på prosjekt som Grovfôr 2020 viser at dei ønskjer å finna dei beste løysingane, og derfor kan vi gå ut frå at resultata frå analysane våre er gode indikatorar på kva som gjev lågast kostnad.

5 Konklusjon

Problemstillinga i oppgåva er:

Korleis redusera kostnadane knytt til handteringa av husdyrgjødsel i norsk mjølkeproduksjon?

Vi kan ut frå resultatata konkludera med at køyreavstand og gjødselmengde totalt på gardsbruket er blant dei viktigaste faktorane som påverkar handteringskostnaden for husdyrgjødsel.

At køyreavstand har stor innverknad viser oss at husdyrgjødseltransport bør ha eit stort fokus når ein skal redusera kostnadar. Det å få til ei effektiv og billeg transportløysing vil for mange gjera stort utslag på kostnadssida. Vidare viser det seg at dei faste kostnadane er sentrale då mengde gjødsel også er ein av dei viktigaste faktorane for husdyrgjødselkostnaden. Derfor vil større bruk i gjennomsnitt få lågare kostnadar, men resultatata viser at ein også gjennom sameige kan redusera kostnadane per tonn.

Vidare ser vi også at val av metode vil vera viktig for å redusera husdyrgjødselkostnaden og konkluderer med at det er ein samanheng mellom metode for handtering av husdyrgjødsel og kostnad. Samanhengen er at dei som nyttar berre slangespreiar har lågare kostnadar enn dei som brukar vogn. Når ein veit at denne metoden både vil vera gunstig med tanke på jordpakking og kan vera gunstig for miljøet vil denne metoden vera å anbefala om tilhøva ligg til rette for metoden, men med lange avstandar vert lange nok slangar og stor nok pumpekapasitet ei utfordring.

Denne studien har vist at ein har kortare køyreavstandar og fleire tonn med gjødsel totalt når ein vel slangespreiing. Sjølv om det for enkelte gardsbruk er lite aktuelt med slangespreiar er det fleire kjende måtar å nytta slangespreiing også med lengre avstandar og færre tonn, til dømes ved å kjøpa utstyr i lag med naboar eller leiga lastebil til mellomtransport.

5.1 Vidare studiar

Oppgåva viser at det er mange som nyttar ein kombinasjon av vogn og slangespreiar og av resultatata ser vi ein tendens til at dette gjev lågare kostnadar. Det er mange måtar å kombinera dei ulike teknologiane på og dette gjer at gruppa er vanskeleg å analysera. I seinare studiar kan det derfor vera aktuelt å sjå på kva tid der er lønsamt å nytta to metodar og kva som er

suksesskriteria for slik kombinasjon av vogn og slangespreiar. Dette krev større utval og meir opplysningar om korleis dei kombinerer desse teknologiane enn det vi hadde tilgang på.

Vidare viser det seg at det er i mange høve stor skilnad mellom ulike geografiske område. Det kan ha samanheng med klimaet og dermed at dei er mindre utsett for jordpakking. Ei anna forklaring er at det har samanheng med teigstorleiken og arronderinga varierer mykje. Denne oppgåva har relativt få observasjonar og det er derfor behov for fleire observasjonar om ein skal gje svar på kva som er grunnen til skilnadane og korleis desse skilnadane gjev grunnlag for ulike strategiar i desse områda.

Det er vanskeleg å sjå på økonomien utan å også ta omsyn til i kva grad jorda vert pakka eller om noko utstyr slepp ut meir klimagassar enn andre. Derfor bør seinare studiar prøva å setja verdi på både klimaeffekten og graden av jordpakking og vurdere dette opp mot økonomiske omsyn.

6 Kjelder

- Adhikari, M., Paudel, K. P., Martin, N. R. & Gauthier, W. M. (2005). Economics of dairy waste use as fertilizer in central Texas. *Waste Management*, 25 (10): 1067-1074. doi: 10.1016/j.wasman.2005.06.012.
- Bergslid, R. & Ebbesvik, M. (2017). *Samarbeid om spredning av husdyrgjødsel–til beste for bonde, klima og økonomi*. NORSØK Faginfo 4/2017. Tilgjengeleg frå: <http://orgprints.org/32493/7/NORS%C3%98K%20Faginfo%20nr.%204%202017%20Samarbeid%20om%20spredning%20av%20husdyrgj%C3%B8sel%20Rose%20Bergslid.pdf> (lest 10.02.2018).
- Borton, L. R., Rotz, C. A., Person, H. L., Harrigan, T. M. & Bickert, W. G. (1995). Simulation to Evaluate Dairy Manure Systems. *Applied Engineering in Agriculture*, 11 (2): 301-310. doi: 10.13031/2013.25743.
- de Toro, A. & Hansson, P. A. (2004). Machinery Co-operatives—a Case Study in Sweden. *Biosystems Engineering*, 87 (1): 13-25. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2003.10.010.
- Eltun, R., Romstad, E., Øygarden, L., Bakken, L., Krogstad, T., Uhlen, A. K., Bjugstad, N., Bakken, A. K., Grønlund, A., Hauge, A., et al. (2010). *Kunnskapsstatus-bedre agronomi*. Bioforsk Rapport 66/2010. Tilgjengeleg frå: <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2460443>.
- Engström, J., Gunnarsson, C., Baky, A., Sindhøj, E., Eksvärd, J., Orvendal, J. & Sjöholm, N. (2015). *Energieffektivisering av jordbrukets logistik - pilotprosjekt för att undersöka potentialer*. JTI-rapport 2015, Lantbruk og Industri nr 441. Tilgjengeleg frå: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1062192/FULLTEXT01.pdf> (lest 15.03.2018).
- Fagforum Grovfôr. (2017). *Grovfôr 2020*. Tilgjengeleg frå: <https://grovfornett.nlr.no/grovf%C3%B4r-2020/> (lest 20.02.2018).
- Gundersen, G. I. & Heldal, J. (2013). *Bruk av gjødselressurser i jordbruket 2013. Metodebeskrivelse og resultater fra en utvalgsbasert undersøkelse*. SSB Rapporter 2015/24. Tilgjengeleg frå: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/artikler-og-publikasjoner/attachment/228465?ts=158d8456b90> (lest 10.01.2018).
- Hansen, Ø. (2008). *Hva koster grovfôret? Sjølkkostberegning for grovfôr på melkeproduksjonsbruk*. Notat 8/2008: Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning. Tilgjengeleg frå: nilf.no/publikasjoner/Notater/2008/N200808Hele.pdf (lest 05.02.2018).
- Heggset, S. & Berge, L. T. (2016). *Spredning av bløtgjødsel*. Husdyrgjødsel på Vestlandet - nye utfordringar. Tilgjengeleg frå: <https://www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMHO/Landbruk%20og%2>

- [omat/Husdyrgj%C3%B8dsel%20p%C3%A5%20Vestlandet%20-%20NLR.pdf](https://www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMHO/Landbruk%20og%20mat/Husdyrgj%C3%B8dsel%20p%C3%A5%20Vestlandet%20-%20NLR.pdf) (lest 04.03.2018).
- Henriksen, J. K. (2016). *Hvor langt er det lønnsomt å transportere husdyrgjødsel?* Husdyrgjødsel på Vestlandet - nye utfordringer. Tilgjengeleg frå: <https://www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMHO/Landbruk%20og%20mat/Husdyrgj%C3%B8dsel%20p%C3%A5%20Vestlandet%20-%20NLR.pdf> (lest 03.03.2018).
- James, G., Witten, D., Hastie, T. & Tibshirani, R. (2013). *An introduction to statistical learning*. New York: Springer.
- Karlengen, I., Svihus, B., Kjos, N. & Harstad, O. (2012). *Husdyrgjødsel; oppdatering av mengder gjødsel og utskillelse av nitrogen, fosfor og kalium*. Sluttrapport UMB. Tilgjengeleg frå: https://www.landbruksdirektoratet.no/no/dokumenter/publikasjoner/_attachment/20530?_ts=13badce2310&download=true (lest 11.01.2018).
- Kathleen, P. (2011). *Costs of owning and operating farm machinery in the Pacific Northwest*. A Pacific Northwest Extension Publication 2011, University of Idaho. Tilgjengeleg frå: <https://www.cals.uidaho.edu/edcomm/pdf/PNW/PNW0346/PNW346.pdf> (lest 23.01.2018).
- Kitchen, P., Suess, A. & Broadbent, S. (2009). *Report on an Efficient Liquid Manure. Application Study*. Project report Growing Forward. Tilgjengeleg frå: https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/farming-natural-resources-and-industry/agriculture-and-seafood/agricultural-land-and-environment/waste-management/manure-management/381010-1_report_on_efficient_manure_application_study.pdf (lest 03.03.2018).
- Knutsen, H. (2016). *Utsyn over norsk landbruk. Tilstand og utviklingstrekk 2016*. NIBIO Bok 3/2016. Tilgjengeleg frå: https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2425547/NIBIO_BOK_2016_2_3.pdf?sequence=1&isAllowed=y (lest 17.01.2018).
- Kval-Engstad, O. (2011). *Nye spredeteknikker – bedre bruk av blaut husdyrgjødsel*. Rapport fra Norsk Landbruksrådgiving. Tilgjengeleg frå: <https://www.nlr.no/media/ring/5172/NLR/Fagrappport%20Bedre%20spredeteknikk%20v1-1.pdf> (lest 17.01.2018).
- Kval-Engstad, O. (2014). *Bedre utnyttelse av husdyrgjødsel fra storfe* Fagrappport: Landbruk Nordvest. Tilgjengeleg frå: <https://nordvest.nlr.no/media/ring/1227/Oddbj%C3%B8rn/Fagrappport%20Bedre%20bruk%20av%20storfegj%C3%B8dsel.pdf> (lest 06.02.2018).
- Kässi, P., Lehtonen, H., Rintamäki, H., Oosträ, H. & Sindhöj, E. (2013). *Economics of manure logistics, separation and land application*. Knowledge Report Baltic Manure

- Tilgjengeleg frå:
http://www.balticmanure.eu/download/Reports/batman_economics_291013_pellervo_web.pdf (lest 04.03.2018).
- Kårstad, S., Haukås, T. & Hegrenes, A. (2015). *Analyse av kjørekostnader i mjølkeproduksjonen. Ei samanlikning av kjøring langs vegen ved grovfôrhausting og spreing av husdyrgjødsel i to bygder*. NIBIO Rapport 9/2015. Tilgjengeleg frå:
<https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/300770/NIBIO%20RAPPORT%201%20%289%29.pdf?sequence=3>.
- Lazarus, W. F., Hernandez, J. A. & Everett, L. (2009). *What's manure worth?: University of Minnesota*. Tilgjengeleg frå: <https://www.extension.umn.edu/agriculture/manure-management-and-air-quality/manure-application/whats-manure-worth/> (lest 11.01.2018).
- Lips, M. (2017). Length of Operational Life and Its Impact on Life-Cycle Costs of a Tractor in Switzerland. *Agriculture*, 7 (8): 68. doi: 10.3390/agriculture7080068.
- McFadden, D. (1977). *Quantitative methods for analyzing travel behavior of individuals: some recent developments*: Institute of Transportation Studies, University of California.
- Nesheim, L. & Halvorsen Sikkeland, E. (2013). *Mengd utskilt husdyrgjødsel—nye standardtal*. Bioforsk Rapport 109/2013. Tilgjengeleg frå:
[http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/106963/Bioforsk%20RAPPORT%20%208%20\(109\).pdf](http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/106963/Bioforsk%20RAPPORT%20%208%20(109).pdf) (lest 02.03.2018).
- Nærland, K. H. (2018). *Økonomi i kjøring av husdyrgjødsel*. Buskap 02/2018. Tilgjengeleg frå: <http://viewer.zmags.com/publication/484063a6#/484063a6/60> (lest 15.04.2018).
- R-bloggers. (2015). *Evaluating Logistic Regression Models*. Tilgjengeleg frå: <https://www.r-bloggers.com/evaluating-logistic-regression-models/> (lest 03.05.2018).
- Rivedal, S. (2016). *Blautgjødsel - mengder og næringsinnhald*. Husdyrgjødsel på Vestlandet - nye utfordringar. Tilgjengeleg frå:
<https://www.fylkesmannen.no/Documents/Dokument%20FMHO/Landbruk%20og%20omat/Husdyrgj%C3%B8dsel%20p%C3%A5%20Vestlandet%20-%20NLR.pdf> (lest 03.03.2018).
- Simonsen, H. (2017). *De beste har en strategi*. Gjødselektuelt 2/2017. Tilgjengeleg frå:
http://www.yara.no/gjodsel/Tools-and-Services/gjodselaktuelt/gjodselaktuelt-2017-1/de_beste_har_en_strategi.aspx (lest 23.01.2018).
- Sindhøj, E. & Rodhe, L. (2013). *Manure Handling Techniques on Case-Study Farms in Baltic Sea Region*. Knowledge Report Baltic Manure Tilgjengeleg frå:
<http://www.jti.se/uploads/jti/R->

- [417%20Baltic%20Manure%20WP3%20Task%204%20ESi,%20LR%20m.fl.pdf](#) (lest 15.03.2018).
- Skjøelberg, P. O. (1988). *Handtering og bruk av husdyrgjødsel. En økonomisk analyse. Forskningsmelding 5/1988*. Oslo: Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning.
- Skøien, S. (1995). *Jordkultur*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Sørensen, C. A. G. & Green, O. (2008). *Arbejdsbehov og kapacitet for slangesystem til udbringning af gylle*. Grøn Viden - Markbrug 328/2008. Tilgjengeleg frå: <https://pure.au.dk/ws/files/2509818/gvma328.pdf> (lest 02.03.2018).
- Sørensen, C. G. (2003). *A model of field machinery capability and logistics: the case of manure application*. *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* 5. Tilgjengeleg frå: <http://hdl.handle.net/1813/10358> (lest 11.04.2018).
- Sørensen, C. G., Jacobsen, B. H., Sommer, S. G. & Guul-Simonsen, F. (2003). *Håndtering af gylle ved brug af rørtransport. En teknisk-økonomisk analyse*. DJF rapport Markbrug 90/2003. Tilgjengeleg frå: <http://web.agrsci.dk/djffublikation/djfpdf/djfma90.pdf> (lest 01.03.2018).
- Thuen, A. E. & Tufte, T. (2017). *Engdyrking og grovførkvalitet. En spørreundersøkelse blant melkeprodusenter 2017*. Rapport 11/2011: AgriAnalyse. Tilgjengeleg frå: <https://www.agrianalyse.no/getfile.php/13589/Dokumenter/Dokumenter%202017/Rapport%2011%20-%202017Engdyrking%20og%20grovf%C3%B4rkvalitet%20%28web%29.pdf> (lest 26.01.2018).
- Tveitnes, S. (1993). *Husdyrgjødsel*. Ås: Statens fagtjeneste for landbruket.
- Vik, J. (2011). *Tilnærminger og strategier i norsk melkeproduksjon—en typologi*. Rapport 8/2011. Tilgjengeleg frå: <https://ruralis.no/wp-content/uploads/2017/05/14f16941d09870.pdf> (lest 10.02.2018).
- Ystad, E., Haukås, T., Hovland, I. & Staven, K. (2016). *Økonomisk variasjon i norsk landbruk. En analyse av datamaterialet i driftsgranskingene i jordbruket 2010–2014*. NIBIO Rapport 50/2016. Tilgjengeleg frå: https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2396228/NIBIO_RAPPORT_2016_2_50.pdf?sequence=3&isAllowed=y.

Vedlegg

Modell 1: Husdyrgjødselkostnad forklart av avstand og mengde

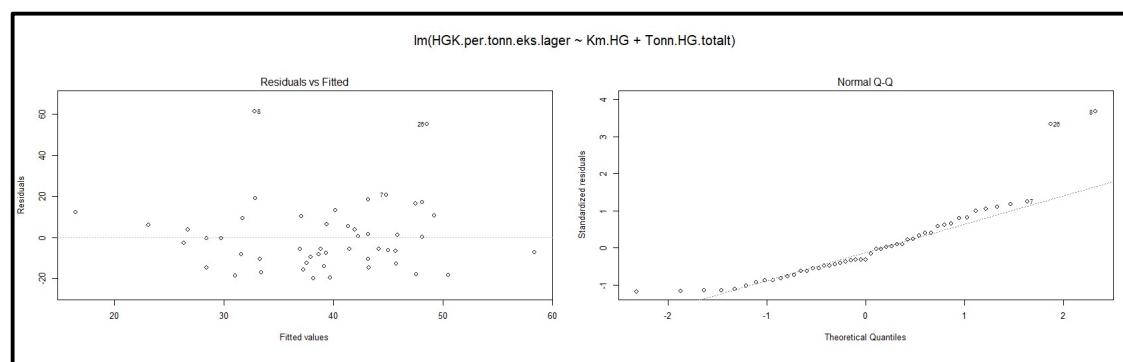
$$HGK = \alpha_0 + \alpha_1 Avstand + \alpha_2 Tonn\ totalt + \varepsilon \quad (1)$$

Modell 1a (Sone 1, 3 og 4 - Flatbygdene):

Modellen har rett forteikn på begge parametrane, men det er berre tonn totalt som er signifikant (tabell 0.1). Avstand har p-verdi på 0,07 og ein kan sei den viser ein tendens. Alt i alt forklarar modellen 19% av variasjonen og ut i frå residualplottet (figur 0.1) har residualane tilnærma lik variasjon og er normalfordelte, utanom frå to observasjonar. Samla sett kan ein derfor sei at modellen følger avtakingane.

Tabell 0.1: Resultat frå lineær regresjon av modell 1a.

	α_0	α_1	α_2
HGK (kr/tonn)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)
Estimat	46.7	3.3	-6.2
Standardavvik	5.7	1.8	2.2
T-verdi	8.3	1.8	-2.8
P-verdi	<0.001 *	0.072 ‘	0.007 *
R²	0,19		
AIC	422		
BIC	429		



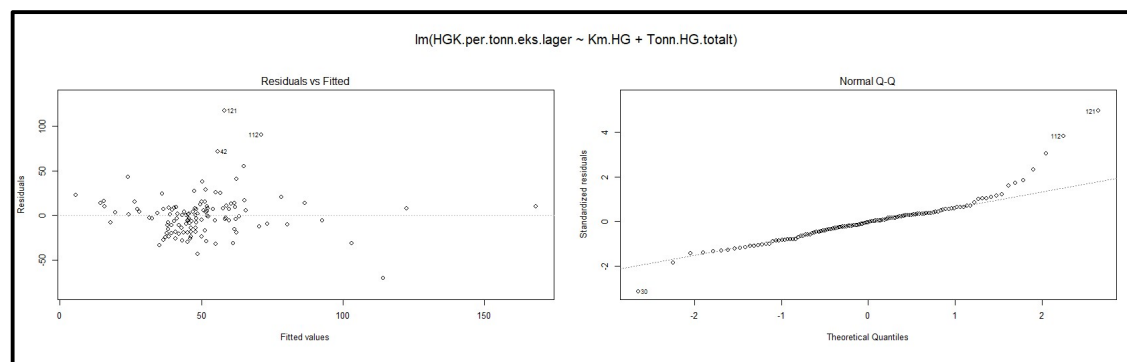
Figur 0.1: Residualplott og plott av normalfordeling for modell 1a.

Modell 1b (Sone 5 og 6 - Distrikta):

Tabell 0.2 viser at 43% av variasjonen i husdyrgjødselkostnad er forklart med denne modellen, som og har klare signifikante parameterverdier og forteikn som ein kunne forventa. Residualplottet (figur 0.2) viser oss at mange av observasjonane er samla rundt ein predikert verdi (fitted value) på 50, og ein kan sjå eit svakt mønster av systematisk variasjon for dei låge og høge verdiane. Ein har også nokre uteliggjarar i båd plott. Samla sett er modellen god for verdiar innanfor det normale område der dei fleste gardsbruk vil liggja og ein kan sei at modellen fyller dei føresetnadane ein antek for slike modellar.

Tabell 0.2: Resultat frå lineær regresjon av modell 1b.

	α_0	α_1	α_2
HGK (kr/tonn)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)
Estimat	49.4	8.7	-8.3
Standardavvik	4.3	1.1	1.5
T-verdi	11.6	8.1	-5.4
P-verdi	<0.001 *	<0.001 *	<0.001 *
R ²	0,43		
AIC	1116		
BIC	1127		



Figur 0.2: Residualplott og plott av normalfordeling for modell 1b.

Modell 2: Husdyrgjødselkostnad forklart av avstand, mengde og metode

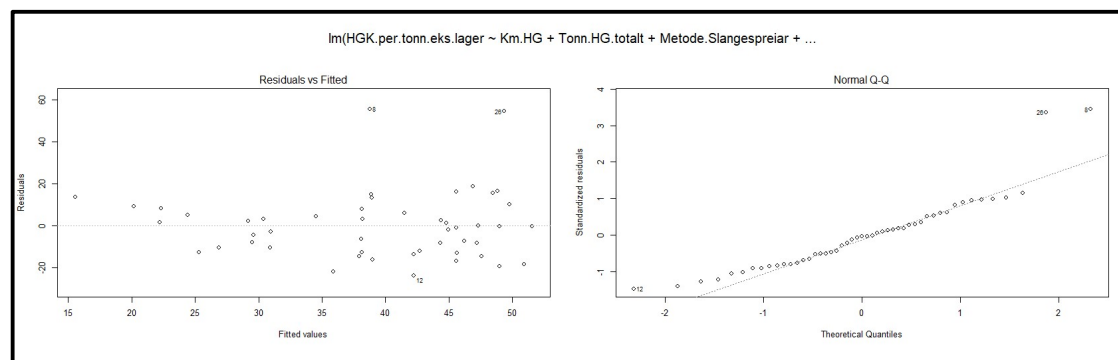
$$HGK = \alpha_0 + \alpha_1 Avstand + \alpha_2 Tonn\ totalt + \alpha_3 Slange + \alpha_4 Kombi + \varepsilon \quad (2)$$

Modell 2a (Sone 1, 3 og 4 - Flatbygdene):

Modell 2a er ei utviding av modell 1a. Sjølv om ein har auke i R², har ein verken reduksjon i AIC og BIC eller parameterestimater som er signifikante. Ein kan derfor sei at utvidinga var lite vellukka, men at den kan indikera at slangespreiing bidreg til lågare husdyrgjødselkostnad (p-verdi = 0,06). Residualplotta ser fine ut og det å anta lik variasjon og normalfordeling for feilledda ser rett ut for denne modellen.

Tabell 0.3: Resultat frå lineær regresjon av modell 2a.

	α_0	α_1	α_2	α_3	α_4
HGK (kr/tonn)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)	Slange- spreiar	Kombi- nering
Estimat	47.8	2.3	-4.1	-12.3	-4.9
Standard- avvik	5.6	1.9	2.4	6.4	7.7
T-verdi	8.6	1.2	-1.7	-1.9	-0.6
P-verdi	<0.001 *	0.232	0.098 †	0.062 †	0.527
R²	0,25				
AIC	422				
BIC	433				



Figur 0.3: Residualplott og plott av normalfordeling for modell 2a.

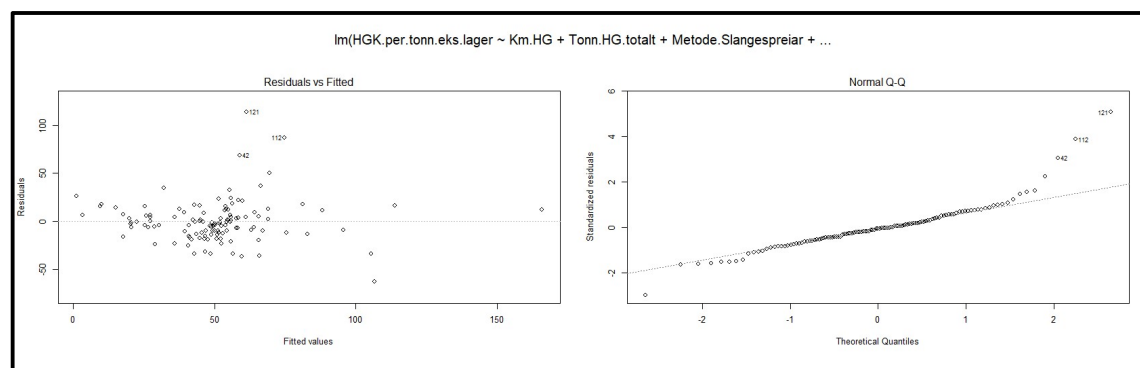
Modell 2b (Sone 5 og 6 - Distrikta):

Å utvida modellen ga i dette tilfelle større forklaringsgrad, då R^2 auka frå 0,43 til 0,49. Samstundes stadfestar reduksjon av AIC og BIC at utvidinga ga ein betre modell og vi fekk klare signifikante parameterestimater med forteikn som forventar på avstand, tonn totalt og dummyvariabelen for slangespreiing. Derimot ga ikkje dummyvariabelen for kombineringsmetodar noko signifikant verdi, sjølv om storleiken på den estimerte effekten av kombineringsmetode er betydeleg.

Residualplotta er som for modell 1, nokre uteliggjarar, men sjølv om feilledda ikkje er heilt normalfordelte, taklar lineær regresjon dette og ein kan derfor tolke resultatane.

Tabell 0.4: Resultat frå lineær regresjon av modell 2b.

	α_0	α_1	α_2	α_3	α_4
HGK (kr/tonn)	Skjerings- punkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)	Slange- spreiar	Kombi- nering
Estimat	52.7	8.2	-6.9	-23.6	-8.9
Standard -avvik	4.1	1.1	1.5	6.4	5.4
T-verdi	12.7	7.8	-4.5	-3.7	-1.6
P-verdi	<0.001 *	<0.001 *	<0.001 *	<0.001 *	0.102
R^2	0.49				
AIC	1105				
BIC	1122				



Figur 0.4: Residualplott og plott av normalfordeling for modell 2b.

Modell 3: Val av slangespreiar forklart av avstand og mengde

$$p(\text{slangespreiar}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Avstand} + \alpha_2 \text{Tonn totalt} + \varepsilon \quad (1)$$

Modell 3a (Sone 1, 3 og 4 - Flatbygdene):

Modell 3 er ein modell som viser oss kva som gjev auka sannsyn for at ein gardbrukar nyttar seg av slangespreiing. Vi ser av tabell 0.5 at begge parameterestimata i modell 3a er signifikante og at dei har forteikn som ein kan forventa. Modellen er god då den forklarar 33% av variasjonen i sannsynet for val av slangespreiar.

Tabell 0.5: Resultat frå logistisk regresjon av modell 3a.

	α_0	α_1	α_2
p(slange)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000tonn)
Estimat	-1.23	-1.94	1.22
Standardavvik	1.03	0.88	0.45
T-verdi	-1.19	-2.20	2.71
P-verdi	0.233	0.028 *	0.007 *
Pseudo-R²	0.33		
AIC	41		
BIC	46		

Modell 3b (Sone 5 og 6 - Distrikta):

Denne modellen har som vi ser i tabell 0.6 signifikante estimat for begge parametera og har dei forteikna ein forventna. Denne modellen froklarar berre 15% av variasjonen i sannsyn for slangespreiing og det vil vera andre viktige faktorar som også spelar inn.

Tabell 0.6: Resultat frå logistisk regresjon av modell 3b.

	α_0	α_1	α_2
p(slange)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000tonn)
Estimat	-1.41	-1.10	0.61
Standardavvik	0.63	0.49	0.23
T-verdi	-2.23	-2.23	2.61
P-verdi	0.026 *	0.026 *	0.009 *
Pseudo-R²	0.15		
AIC	79		
BIC	87		

Modell 4: Utvida modell for val av slangespreiing

$$p(\text{slangespreiar}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Avstand} + \alpha_2 \text{Tonn totalt} + \alpha_3 \text{Tonn per daa} + \alpha_4 \text{Eigardel reiskap} + \varepsilon \quad (2)$$

Modell 4a (Sone 1, 3 og 4 - Flatbygdene):

Modell 4a er ei utviding av modell 3a og for å evaluere utvidinga ser vi på AIC og BIC. Både desse har auka frå modell 3 til modell 4 og utvidinga ga oss ikkje større forklaringskraft. Dette ser vi også på at auken i R2 er minimal og at parametera vi utvidar med ikkje er signifiknate.

Tabell 0.7: Resultat frå logistisk regresjon av modell 4a.

	α_0	α_1	α_2	α_3	α_4
p(slange)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)	Tonn per daa	Eigardel reiskap
Estimat	0.56	-2.21	1.32	-0.16	-0.92
Standardavvik	2.52	1.01	0.51	0.34	1.36
T-verdi	0.22	-2.18	2.60	-0.49	-0.68
P-verdi	0.823	0.029 *	0.009 *	0.626	0.499
Pseudo-R ²	0.34				
AIC	45				
BIC	54				

Modell 4b (Sone 5 og 6 - Distrikta):

Å utvida modellen ga lågare AIC/BIC og dobling av R^2 slik at denne modellen har ein forklaringsgrad på 32 %. Vidare har ein framleis signifikante verdiar på avstand og tonn totalt, som i modell 3, og i tillegg klar signifikans på eigardel og ein tendens (p-verdi =0,08) på tonn per daa. Når det gjeld forteikna er avstand og eigardel negative og dei to andre positive, slik ein kunne forvente.

Tabell 0.8: Resultat frå logistisk regresjon av modell 4b.

	α_0	α_1	α_2	α_3	α_4
p(slange)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)	Tonn per daa	Eigardel reiskap
Estimat	1.10	-1.12	0.90	0.22	-5.46
Standard-avvik	1.36	0.50	0.29	0.13	1.68
T-verdi	0.81	-2.22	3.04	1.78	-3.24
P-verdi	0.419	0.027 *	0.002 *	0.075 ‘	0.001 *
Pseudo- R^2	0.32				
AIC	68				
BIC	81				

Modell 5: Val av kombinerings forklart av avstand og mengde

$$p(\text{kombinering}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Avstand} + \alpha_2 \text{Tonn totalt} + \varepsilon \quad (1)$$

Modell 5a (Sone 1, 3 og 4 - Flatbygdene):

Denne modellen har låg forklaringsgrad med ein R^2 på 0,07 (tabell 0.9). Den har heller ingen signifikante parameterestimater og vi kan derfor ikkje bruka denne modellen til å sei noko om sannsynet for val av metode for husdyrgjødselhandtering.

Tabell 0.9: Resultat frå logistisk regresjon av modell 5a.

	α_0	α_1	α_2
p(kombi)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000tonn)
Estimat	-3.11	0.23	0.53
Standardavvik	1.22	0.26	0.49
T-verdi	-2.55	0.86	1.08
P-verdi	0.011 *	0.389	0.279
Pseudo-R^2	0,07		
AIC	36		
BIC	41		

Modell 5b (Sone 5 og 6 - Distrikta)

Resultata frå den logistiske regresjonen av modell 5b (tabell 0.9) syner at av avstand og tonn totalt er det berre sistnemnde som med sikkerheit spelar inn på sannsynet for at ein gardbrukar vel å kombinera vogn og slangespreiing. Forklaringsgraden er låg ($R^2 = 0,09$) og det er andre faktorar som er viktige, som denne modellen ikkje forklarar.

Tabell 0.10: Resultat frå logistisk regresjon av modell 5b.

	α_0	α_1	α_2
p(kombi)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000tonn)
Estimat	-2.49	0.14	0.50
Standardavvik	0.53	0.10	0.18
T-verdi	-4.69	1.35	2.80
P-verdi	<0.001 *	0.178	0.005 *
Pseudo-R²	0.09		
AIC	112		
BIC	120		

Modell 6: Utvida modell for val av kombinerings

$$p(\text{kombinering}) = \alpha_0 + \alpha_1 \text{Avstand} + \alpha_2 \text{Tonn totalt} + \alpha_3 \text{Tonn per daa} + \alpha_4 \text{Eigardel reiskap} + \varepsilon \quad (2)$$

Modell 6a (Sone 1, 3 og 4 - Flatbygdene):

Modell 6 er ei utviding av modell 5 og resultatene frå analysen er vist i tabell 0.11. Å utvida modellen var ikkje vellukka, og ga høgare AIC og BIC og berre ein liten auke i R^2 . Vi har heller ikkje i denne modellen nokon signifikante forklaringsvariablar og modellen er lite eigna til å svara på hypotesane.

Tabell 0.11: Resultat frå logistisk regresjon av modell 6a.

	α_0	α_1	α_2	α_3	α_4
p(kombi)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)	Tonn per daa	Eigardel reiskap
Estimat	-5.73	0.24	0.64	0.07	2.18
Standard-avvik	3.53	0.26	0.53	0.35	2.70
T-verdi	-1.62	0.90	1.21	0.22	0.81
P-verdi	0.105	0.367	0.228	0.829	0.419
Pseudo-R^2	0,10				
AIC	39				
BIC	47				

Modell 6b (Sone 5 og 6 - Distrikta):

Tabell 0.12 viser resultatene frå modell 6b, som er ei utviding av modell 5b og ein kan i tabellen sjå at fleire verdiar tyder på at utvidinga var vellukka. Først og fremst auka forklaringsgraden frå 9 % til 30 % og både AIC og BIC vart reduserte. Også avstand, ein forklaringsvariabel som ikkje var signifikant i modell 5 er no under signifikansgrensa på 0,05. Dermed har vi ein modell med signifikante parameterestimater og forteikn som er slik ein forventar.

Tabell 0.12: Resultat frå logistisk regresjon av modell 6b.

	α_0	α_1	α_2	α_3	α_4
p(kombi)	Skjeringspunkt	Avstand (km)	Tonn totalt (1000 tonn)	Tonn per daa	Eigardel reiskap
Estimat	-3.10	0.25	0.56	0.45	-3.24
Standardavvik	1.41	0.12	0.23	0.13	1.48
T-verdi	-2.21	2.11	2.37	3.42	-2.19
P-verdi	0.027 *	0.035 *	0.018 *	0.001 *	0.028 *
Pseudo-R ²	0.30				
AIC	92				
BIC	105				



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway