



Høgskolen i **Hedmark**

AØL-Anvendt økologi og landbruksfag - Blæstad

Simen Hammersborg Brynildsen

## Bacheloroppgave

# ”Spredersystemer for tørr husdyrgjødsel”

”Systems for applying dry poultry manure”

Landbruksteknikk

2013

Samtykker til utlån hos høgskolebiblioteket

JA  NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA  NEI

# 1. Forord

Denne oppgaven er utarbeidet som en avslutning av min treårige utdanning innen landbruksteknikk ved Høgskolen i Hedmarks avdeling på Blæstad.

Prosessen med å utforme en slik oppgave er lang og tidkrevende, det skal innhentes kilder som igjen skal sjekkes og dobbeltsjekkes for å sikre god kvalitet i oppgaven. APA standarden<sup>1</sup> er i denne skriveprosessen har både blitt min beste venn og min verste fiende, men jeg har kommet gjennom hele prosessen med hodet over vann.

Oppgaven er av en slik art at den kan kalles et litteraturstudium, selve oppgaven går ut på å kartlegge allerede eksisterende systemer for spredning av tørr husdyrgjødsel. Det er ikke utført noen forsøk i sammenheng med utformingen av oppgaven og oppgaven vil med dette basere seg på eventuelle tidligere utførte tester og forsøk.

Jeg vil rette en stor takk til Hans Christian Endrerud som har vært min veileder under hele bachelorprosessen. Uten han ville oppgaven aldri ha oppnådd den vitenskapelige strukturen eller det kunnskapsnivået den har i dag. Jeg vil også rette en takk til Rolf Gjølstad for fremskaffelse av relevant informasjon og datamateriale i sammenheng med oppgaven. Jeg må også rette en takk til de bøndene som har vært svært behjelpelige og gladelig har delt av sin kunnskap og sine erfaringer rundt emnet. En siste takk må rettes til Sarah Louise Loftheim, bibliotekar hos høgskolen i Hedmarks avdeling for anvendt økologi og landbruksfag, campus Evenstad, for eksepsjonell hjelp med innsamling og fremskaffelse av informasjon i forkant av skriveprosessen.

Hamar 3.juni 2013

---

Simen Hammersborg Brynildsen

---

<sup>1</sup> APA-standard er en standard for referanser og kildehenvisninger i en vitenskapelig tekst, brukt av Høgskolen i Hedmark.

---

## Innholdsfortegnelse

<b>1. Forord</b> .....	<b>2</b>
<b>Norsk sammendrag</b> .....	<b>5</b>
<b>Engelsk sammendrag (abstract)</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Innledning</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Introduksjon</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Historikk</b> .....	<b>8</b>
2.2.1 Den spede begynnelse.....	8
2.2.2 Kjededrift.....	8
<b>2.3 Oppgaven</b> .....	<b>12</b>
<b>3. Material og metode</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1 Litteraturstudium</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2 Concept screening</b> .....	<b>13</b>
<b>3.3 Screening kriterier</b> .....	<b>14</b>
<b>3.4 Feltbesøk</b> .....	<b>15</b>
<b>4. Resultater</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1 Driftssystemer</b> .....	<b>16</b>
4.1.1 Hydraulisk drift.....	16
4.1.2 PTO-drift.....	16
<b>4.2 Utmatingsystemer</b> .....	<b>18</b>
4.2.1 Bunnbelte.....	18
4.2.2 Skruer.....	19
4.2.3 Hydraulisk vegg.....	20
<b>4.3 Spredersystemer</b> .....	<b>21</b>
4.3.1 Bakutkast <sup>u</sup> / rotorer.....	21
4.3.2 Bakutkast <sup>m</sup> / stående rotorer.....	23
4.3.3 Bakutkast <sup>m</sup> /liggende rotorer.....	24
4.3.4 Sideutkast.....	25
<b>4.4 Presisjonslandbruk</b> .....	<b>27</b>
4.4.1 Global positioning system (GPS).....	27
4.4.2 Veiceller.....	27
4.4.3 Standardisert kalibrering.....	29

---

4.4.4	Concept screening resultater .....	32
<b>5.</b>	<b>Diskusjon .....</b>	<b>33</b>
<b>6.</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>35</b>
<b>7.</b>	<b>Tabell-og figurliste .....</b>	<b>36</b>
<b>8.</b>	<b>Siterte verk .....</b>	<b>38</b>

## Norsk sammendrag

I en tid hvor presisjonslandbruket får en sterkere posisjon i det norske landbruket, er behovet for gode og presise spredersystemer for husdyrgjødsel større enn aldri før. Denne oppgaven er utarbeidet som en kartleggingsoppgave, og tar med dette for seg de ulike spredersystemene som finnes for tørr husdyrgjødsel på markedet i dag. Oppgaven starter med en presentasjon av de systemene vi kjenner til, helt fra gjødselvognens spede begynnelse og frem til de moderne vognene vi kjenner i dag. Det vil også bli kartlagt ulike driftssystemer og systemer for utmating av gjødsel.

Oppgaven tar også for seg de løsningene som i dag foreligger for å kunne få en så presis spredning av denne typen husdyrgjødsel som mulig. Gjennom arbeidet med innhenting av bakgrunnsstoffet i forkant av skriveprosessen, ble det fort klart at det fantes mange ulike systemer for spredning av tørr husdyrgjødsel. Disse ble kartlagt og nærmere beskrevet før det ble gjennomført en concept screening analyse for å kunne se om det fantes et overlegent system der ute. Ut ifra denne analysen ble det klart at det var to systemer som skilte seg ut, med kun 1 poeng mellom første og andreplass. ”Vinneren” ble et spredersystem med utkast bak på vognen og med stående rotor og sprederskiver, tett etterfulgt av et tilnærmet likt system med liggende rotor for oppmaling av gjødsel. Også denne med påmonterte sprederskiver. Betydningen av disse funnene betyr at det er de to mest solgte spredersystemene for denne typen husdyrgjødsel også er de to mest optimale ut ifra de forutsetninger som ble fastsatt på forhånd.

## Engelsk sammendrag (abstract)

In a time where precision agriculture becomes more and more important in the Norwegian agriculture, the need for appropriate and accurate systems for applying dry poultry manure are therefore larger than ever before. This paper has been prepared as a mapping task and should give a better understanding of the systems for dry manure that can be found on the market today. The paper begins with a presentation of the systems we know, from the manure wagons very beginning and up to the modern spreaders we know today. There will also be a survey of various operating systems and systems for dispensing the manure.

The paper also examines the solutions that currently exist, in order to obtain an even and precise distribution of poultry manure as possible. Through the work of obtaining the background material prior to the writing, it soon became clear that there were many different systems for spreading dry manure out there.. These were mapped and described before it was completed a concept screening analysis to see if there was a superior system out there. Based on this analysis, it became clear that there were two systems that stood out, with only one point between first and second place. "The winner" was a spreader system with draft behind the wagon and with vertical augers and spreader disks. Closely followed by a virtually identical system with horizontal augers for grinding the manure into smaller pieces. Also this one has a spreader disk assembly. The significance of these findings shows that there are the two best-selling spreader systems for poultry manure also the two most optimal. Based on the criteria that were determined in advance.

---

## 2. Innledning

### 2.1 Introduksjon

Verdens matvareproduksjon er i stadig forandring, vi blir flere og flere.. Matvaremangelen øker og øker, dermed må hver lille jordlapp utnyttes best mulig. I Norge har regjeringen satt som mål å øke matproduksjonen med 20% innen 2030 (Landbruks- og matdepartementet, 2011). For å klare dette er det i mine øyne helt åpenbart at fokus på god agronomi, presisjon og nøyaktighet i alle ledd er kritiske suksessfaktorer. Det er på så måte ikke rom for å ta ting "litt på slumpen" eller at man benytter uttrykk som at "vi har på litt ekstra så er vi sikre". Denne tankemåten medfører høyere kostnad og høyere forbruk av både diesel og gjødsel enn nødvendig. I dag blir også dokumentasjon mer og mer viktig. Dette gjelder både ovenfor de krav myndighetene stiller, men er også et verktøy i en tid hvor entreprenørvirksomhet blir mer og mer vanlig. Ved hjelp av presisjonsverktøy (GPS, veiceller etc.) kan kunden få dokumentasjon på alt som er gjort; hvor kjøresporene er, ant kg/daa osv.

Hele poenget med tilførsel av husdyrgjødsel på jordene er for å tilføre plantene de nødvendige næringsstoffene de trenger for å vokse. Husdyrgjødsel kan på mange måter anses som et overflødig avfallsstoff. Dette avfallsstoffet har en næringsverdi for plantene på lik linje med kunstgjødsel, disse næringsstoffene er nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K) (McKinnon, 2009). Det vil derfor medføre en meget liten merkostnad for bonden å spre denne gjødselen på jorden. Man vil i mine øyne oppnå både en besparelse av kunstgjødsel, men også en økonomisk gevinst relatert til reduserte utgifter som følge av redusert bruk av kunstgjødsel. Prisen på kunstgjødsel, for eksempel, fullgjødselen 22-3-10 har de siste årene hatt en svingning i takt med kornpris og kronekurs ifølge norsk landbruksrådgivnings nettsider (Kval-Engstad, 2011).

Når man skal sammenligne ulike systemer helt fra den spede begynnelse og frem til dagens spredere blir det naturlig at mange av de samme prinsippene går igjen, men at hver produsent har gjort sine egne modifikasjoner. Denne oppgaven er ikke under noen som helst omstendighet en produsentavhengig oppgave. Oppgaven har en vitenskapelig oppbygning og vil ha et objektivt syn i forhold til problemstillingen. Oppgaven har referanser til egne opplevelser og erfaringer, samtaler med bønder, entreprenører, selgere og distribusjonsapparat.

## 2.2 Historikk

### 2.2.1 Den spede begynnelsen

I den spede begynnelsen var ikke gjødselsvognene rundt omkring voldsomt avanserte. På denne tiden foregikk all utgjødsling ved hjelp av manuell arbeidskraft. Det besto i å lesse opp gjødselen med spader og skuffer over i en enkel vogn som ble trukket av en eller flere hester avhengig av vognstørrelsen. Når man så fikk transportert gjødselen ut på jordet eller over i et lager var det bare å losse alt ut av vognen igjen, dette ble også gjort for ”håndmakt”. Denne prosessen gjentok man helt til husdyrrommet var tomt for gjødsel. Bøndene og deres medhjelpere, stort sett familiemedlemmer som bodde på gården, synes det var tungvint å både måtte lesse og losse gjødselen for hånd. Det ble derfor utviklet en vogn man kun måtte lesse for hånd, mens lossingen foregikk ved hjelp av en enkel tipp funksjon. Dette foregikk på den måten at man enkelt og greit hadde en eller to bolter lokalisert foran på vognen slik at man kunne løfte hele planet vertikalt rundt et pivoteringspunkt<sup>2</sup> slik at planet løftes i fremkant, men sitter fast i bakkant. Den andre metoden var at man hadde en bolt plassert foran på vognen og en bolt bak på vognen, dro man ut disse kunne man enkelt tippe vognen sidelengs. Etter at gjødselen ble tippet ut av vognen måtte de spre den for hånd, haugene var relativt små, men gav allikevel ekstra jobb. Det var på tide med en fornyelse av gjødselhåndteringen.

### 2.2.2 Kjededrift

Kjededriften kan anses som en liten revolusjon innenfor håndteringen av tørr husdyrgjødsel, nå trengte man ikke å tømme vognene manuelt lengre. I 1875 designet amerikaneren Joseph Kemp den første funksjonelle automatiske gjødselsprederen, vist i figur 1 (Wikipedia, 2013). Dette var mer en automatisert gjødselsvogn enn en gjødselspreder. Vognen hadde et bunnbelte som dro gjødselen bakover i vognen og dumpet den ut i bakkant. Bunnbeltet ble drevet av vognens hjul, med overføring over til driften av bunnbeltet ved hjelp av reimer. Vognen Joseph Kemp utformet krevde fortsatt at arbeiderne måtte spre gjødselen utover jordet manuelt, de slapp derimot å tømme vognen for hånd. Noe manuelt arbeid ble altså spart.

---

<sup>2</sup> Pivoteringspunkt, også kalt omdreiningspunkt. Kan best forklares som et slags hengsel (et slikt man finner på dører og vinduer), hjelper et objekt å rotere/dreie rundt et annet.



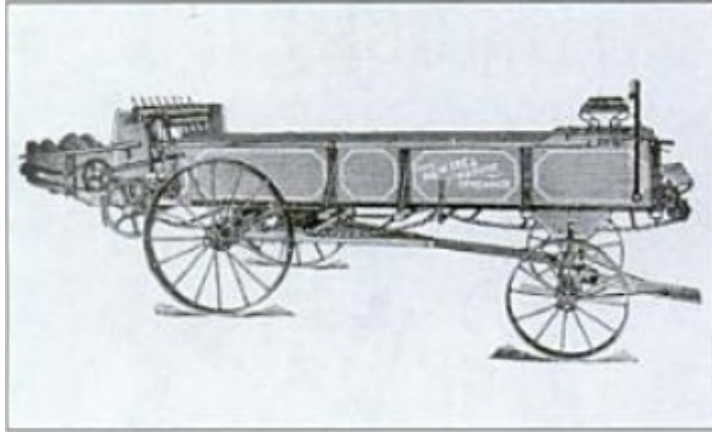


Figur 1 Bildet viser vognen Joseph Kemp utformet i 1875, hentet den 3.mai 2013 fra følgende nettsted

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/1/13/Jskempspreadrad.JPG>.

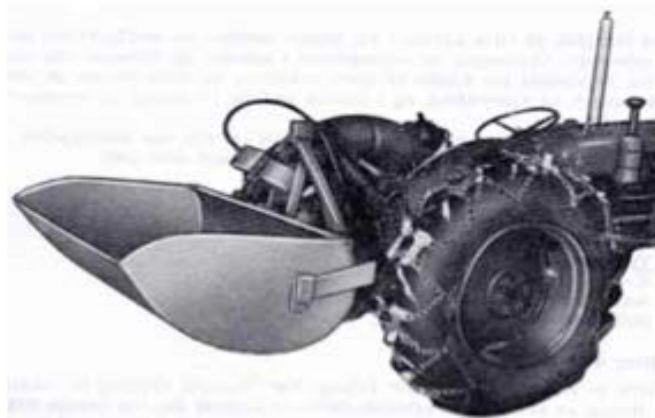
Dette førte, som nevnt, fortsatt ikke til noe voldsom innsparing av arbeidskraft. 18. Oktober 1899 startet derfor skolemesteren Joseph Oppenheim opp produksjonen av den første bredspredende gjødselvognen. Bakgrunnen for dette var hans bekymring angående at hans eldste skoleelever, for det meste gutter, ofte ble borte fra skolen for å hjelpe til med gjødselhåndteringen. (Wikipedia, 2013) Vognen Joseph Oppenheim utviklet hadde, i tillegg til det overnevnte bunnbeltet, to "visper" eller rotoror påmontert bak på vognen. Disse rotorene hadde i oppgave å male opp gjødselen i mindre biter, men dette var ikke nok for skolemester Oppenheim. Han utviklet i tillegg en tredje rotor montert helt bakerst på sprederorganet, det var her spredereffekten skulle oppnås. Dette løste han ved å montere biter av tre utformet som små padleårer på en aksling av stål. Disse "padleårene" ble påmontert i en vinkel (ikke spesifisert i datamaterialet) og skapte en spredereffekt, spredereffekten var derimot ikke sammenlignbar mot de bredder man kan oppnå i dag. Men Oppenheim oppnådde det han ville, han sparete her arbeidskraft og trengte kun å laste opp vognen manuelt og behovet for manuell arbeidskraft til gjødselhåndtering sank drastisk. Justeringsmulighetene ved Oppenheims patent var få eller ikke tilstedeværende. Den eneste

justeringen man hadde var kjørehastigheten, men vognen ville uansett kastet ut lik mengde gjødsel pr. arealenhet. Ved å ha en høyere kjørehastighet ville man kunne oppnådd en høyere grad av "oppmaling" slik at den gjødselen man spredte ut besto av mindre fraksjoner, men samme kg/areal forhold. På bildet under kan vi se et bilde av Oppenheims design.



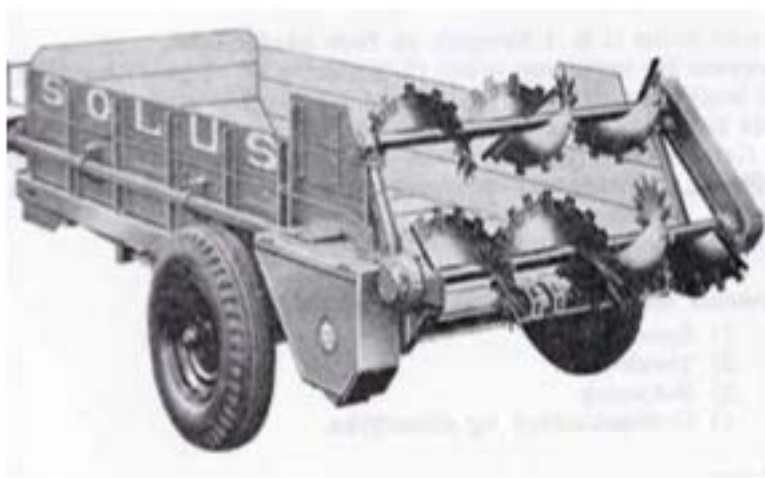
Figur 2 Gjødselvogn med "bredspreidingsutstyr" fra 1899, hentet den 3.mai . 2013 fra følgende nettsted <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/c/c2/Manurespreader.JPG>

Etter hvert som traktoren gjorde sitt inntog på gårdene her til lands ble det også laget gjødselutstyr for disse. I årene mellom 1950 og 1960 ble det tatt i bruk transportskuffer for uttak av gjødsel fra gjødsellageret, disse ble også brukt til transport av gjødselen ut på åkeren. Skuffa ble produsert av en rekke norske verksteder. Skuff med karmklaff kom fra Jutul og Dalen, mens fra Ringland kom det en versjon med hydraulisk sylinder for fylling og tømning av skuffa (Weseth, 2007). Under ser vi et bilde av skuffen Ringland produserte:



Figur 3 Ringland transportskuffe for gjødsel hentet fra LTI rapport om feltmekanisering i landbruket (Weseth, 2007) den 15.mai 2013.

Transportskuffen var en passende løsning for gårdsbruk med korte transportavstander fra gjødsellageret og ut på åkeren. Traktorer med lesseapparat ble tidlig tatt i bruk på større gårdsbruk her til lands for uttak og lessing av gjødselvogner. Gjødselvognens behov meldte seg hos de med lengre transportavstander og større jordlapper, nå gjaldt det å få med seg mest mulig gjødsel pr. tur. Under kan vi se et bilde av en Solus gjødselvogn, produsert av H. Sønderby & Co Maskinfabrikk i Danmark og forhandleren i Norge var A/S Agroteknikk i Mysen. (Weseth, 2007)



*Figur 4 Solus gjødselvogn hentet fra LTI rapport om feltmekanisering i landbruket (Weseth, 2007) den 15.mai 2013.*

Studerer vi vognen over nærmere ser vi at utformingen av rotorene bak på vognen bygger på samme prinsipp som beskrevet for vognen Oppenheim produserte i 1899, dog med en noe mer driftssikker patent. Dette skyldes i hovedsak materialvalget og den forbedrede stål kvaliteten man i nyere tid har opparbeidet seg, kontra stål kvaliteten Oppenheim opererte med i 1890.

## 2.3 Oppgaven

Oppgaven vil ha en landbruksteknisk tilnærming og vil derfor inneholde en del teknisk terminologi, denne vil bli forklart etter beste evne slik at den blir forståelig uavhengig av leserens utdanning og bakgrunn. Denne oppgaven er et rent litteraturstudium og vil derfor ikke inneholde forsøk utført av forfatteren selv eller andre. Begrunnelsen for det manglende forskningsgrunnlaget er at det er utført meget få forsøk på temaet oppgaven omslutter. Produsentenes testresultater fra utviklingen av de ulike systemene betraktes som konfidensiell informasjon og har derfor ikke vært tilgjengelig for verken forfatteren, de ansatte på biblioteket eller distribusjonsapparatet. Det finnes mangt et forsøk på gjødselens virkninger i jorda, men ingen på selve teknikken og utstyret som skal spre og fordele gjødselen. Oppgaven vil ta for seg ulike systemer for både utmating og spredning av tørr husdyrgjødsel, da også tørr spredning. Personlig erfaring sier meg at det finnes bønder der ute som velger å blande gjødselen med vann og spre den med en blautgjødselvogn. Dette vil ikke bli videre spesifisert eller utdypet i denne oppgaven. Vi kan dermed koke det hele ned til en enkelt setning, nemlig problemstillingen.

Min problemstilling får dermed påfølgende ordlyd: *"Kartlegging av spredersystemer for tørr husdyrgjødsel med fokus på servicevennlighet, oppbygging, robusthet, presisjon, holdbarhet og grad av innovasjon"*.

Man kan dermed si at oppgavens hovedmål er å opparbeide en samling over de ulike systemene for spredning av tørr husdyrgjødsel fra fortiden, de vi har i dag og det vi ønsker å se i fremtiden. Oppgavens delmål vil være å sammenligne de ulike løsningene ut ifra de kriteriene det opplyses om i problemstillingen og i sammenligningstabellen (concept screening).

## 3. Material og metode

### 3.1 Litteraturstudium

Som tidligere nevnt er oppgaven et rent litteraturstudium. Min opprinnelige tanke med oppgaven var å kombinere et litteraturstudium med en konstruksjonsoppgave, slik at jeg sammenlignet det som allerede fantes og konstruerte noe jeg så på som en bedre løsning. Denne ideen ble imidlertid fort skrinlagt da jeg innså arbeidsmengden dette ville medføre. Jeg har i mitt litteraturstudium tatt for meg den informasjonen som foreligger i bøker, på nettet, hos salgsapparat og fra bøndene selv. Det er tross alt bøndene som bruker vognene dag ut og dag inn og dermed har den beste oversikten over systemenes virkemåter. Jeg har også benyttet meg av den kompetansen som innehas av skolens bibliotekansatte for å finne frem til eventuelle forsøksresultater. Det skal sies at dette ikke har båret frukter, så dette medfører at det i oppgaven ikke vil bli henvist til rene spredertekniske forsøk. Det er utført utallige forsøk på husdyrgjødselens virkning på jordkvaliteten, men ikke på utstyret dette skal kjøres ut med. Personlig mener jeg at dette ikke svekker oppgavens troverdighet eller faglige nivå. Oppgavens kriterier ble derfor endret ut ifra det som opprinnelig ble satt opp før skrivingen satte i gang.

### 3.2 Concept screening

*Concept screening* er en metode som benyttes for å rangere ulike alternativer opp mot hverandre ut ifra en rekke kriterier man har fastsatt på forhånd. Dette kan gjelde forskjellige design for et nytt produkt man skal lansere, egenskaper for et produkt kontra et annet eller som i dette tilfellet; sammenligning av spredersystemer for tørr husdyrgjødsel. Undersøkelsen settes opp skjematisk med kriteriene i en kolonne og de ulike alternativene i en annen. Det mest brukte oppsettet er å ha kriteriene oppsatt vertikalt til venstre i skjemaet og de ulike alternativene horisontalt oppsatt fra venstre mot høyre slik som vist i eksempelet på neste side hentet fra creating minds nettsider (Straker, sa).

Criteria	Base option	Option 1	Option 2	Option 3
Material cost	0	-1	+1	-1
Reliability	0	+1	-1	-2
Production cost	0	-2	+3	+3
Production time	0	+1	-1	+1
Total	0	-1	+2	+1

Figur 5 Eksempel på oppsett av en concept screening hentet 21.mai 2013 fra nettsiden [http://creatingminds.org/tools/concept\\_screening.htm](http://creatingminds.org/tools/concept_screening.htm)

### 3.3 Screening kriterier

For å kunne gjennomføre en concept screening sammenligning (nærmere forklart i forrige avsnitt) må vi lage noen kriterier vi skal legge til grunn for den rangering vi skal foreta senere. Det er viktig med fastsatte kriterier da dette vil gi en rettferdig og objektiv rangering av systemenes egenskaper. De kriteriene som er lagt til grunn for rangeringssystemet er følgende:

- Grad av innovasjon
  - o Får vi her noe man ikke har kunnet få tidligere?
- Servicevennlighet
  - o Hvor ofte må vi ha service på vognen?
  - o Hvor enkelt er det å ta service?
- Presisjon
  - o Oppnår vi ønsket mengde pr. arealenhet?
  - o Hvor jevnt blir sprederbildet?
- Holdbarhet
  - o Hvor lenge holder slitedelene?
  - o Hvor stor slitasje medfører et års bruk?
- Oppmalingsevne
  - o Hvor god oppmaling av gjødselen vil vogna gi?
- Utmatingssevne
  - o Hvor "rent" blir det i vogna etter endt økt (tømmingsgrad)?
  - o Hvor jevnt klarer vognen å mate ut gjødselen?

Selve concept screening utførelsen kommer i kapittel ”4.4.5 Concept screening resultater”. Karakterene som blir brukt strekker seg fra 1-6 hvor 1 er svært dårlig og 6 er svært god innfrielse av kravene fra forrige side.

### 3.4 Feltbesøk

For å kunne skaffe relevant oversikt over de ulike systemenes sprederegenskaper, ble ulike forhandlere av gjødselspredere for tørr husdyrgjødsel kontaktet (Harald Bjerkes Eftf. Og Hektner Maskin). Messebesøk på både Agri Technica i 2012 og SEMA i 2013 har også gitt meg bedre forståelse over hvordan disse systemene fungerer. På disse messene har jeg vært i kontakt med konstruktørene bak vognene, som har gitt meg et innblikk i hvordan de tenker under konstruksjonen av nye modeller og løsninger.

## 4. Resultater

### 4.1 Driftssystemer

#### 4.1.1 Hydraulisk drift

Hydraulikk kan forenkles til et enkelt uttrykk, energioverføring ved hjelp av væske i bevegelse (Store Norske Leksikon, 2013). Væsken det er snakk om når det gjelder hydraulikk, er olje. Grunnen til at det er væske brukes er blant annet at væske kan overføre trykk i alle retninger, er nesten umulig å komprimere og fyller det tomrommet den har til disposisjon (Mangerud, 1990). Her benyttes en olje som innehar helt spesielle egenskaper. Denne oljen må kunne motstå høyt trykk og varme. På hydrauliske systemer med store oljemengder og høyt arbeidstrykk benyttes det ofte en oljekjøler for å forhindre at oljen ”skiller seg”. På rene hydraulikksystemer brukes en rendyrket hydraulikkolje, mens på traktorer benyttes en ”universalolje”. Dette er en olje som fungerer både som girolje og hydraulikkolje, denne er da naturligvis noe tykkere og har dermed en høyere viskositet. Hva sikkerhet angår er det viktig å lagre oljen etter myndighetenes krav, disse finnes i ”veiledning om oppbevaring av brannfarlig væske i stasjonære lagertanker” utgitt i februar 1994 av direktoratet for brann- og eksplosjonsvern. (Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern, 1994)

Hydraulikken tar mer og mer over der det tidligere ble brukt drev og clutcher for å koble ut og inn en funksjon under drift av vognen. Dette kan være for eksempel drift og hastighetsjustering av bunnbeltet, drift og justering av hastighet/kraft i en hydraulisk utmatingsvegg. Hydraulisk drift har den fordelen at den trinnløst kan justeres med tanke på mengde og kraft med relativt enkle grep. Komponenter som kan benyttes til dertil egnede formål er strupeventiler og spoleventiler.

#### 4.1.2 PTO-drift

PTO-drift (eller power take off system som er den rette tekniske betegnelsen) går rett og slett ut på å ta kraft fra en kilde, for eksempel en forbrenningsmotor, og overføre denne kraften til en forbruker (Wikipedia, 2013). En slik forbruker kan for eksempel være en snøfreser, gjødselspreder eller annet påmontert utstyr. Ulike metoder for å overføre kraft fra en kilde til en forbruker har eksistert i lang tid. Ulike hjemmelagde løsninger kan dateres tilbake så sent



---

som til 1878, men den første produsenten av PTO på en traktor var International Harvester (IH) i 1918. I dag er alle traktorer som blir solgt stort sett utstyrt med et PTO-uttak, eller for å bruke et norsk terminologi kalles det for kraftuttak. Vi kategoriserer gjerne de ulike oppbygningene av et PTO system slik Jan Kåre Bøe gjør i boken ”traktorer og basismaskiner”:

- a) Kløtsjvhengig kraftuttak
- b) Frittløpende/delvis uavhengig kraftuttak
- c) Uavhengig kraftuttak
- d) Vegavhengig kraftuttak
- e) Giravhengig kraftuttak

(Bøe, 2005)

Dette uttaket er da montert bak på traktoren, rett i overkant av trekk kroken. Flere og flere får øynene opp for å også benytte seg av frontmonterte kraftuttak i samhandling med ulike typer utstyr som slåmaskiner, snøfresere, jordfreser og lignende. Det finnes to standardiserte hastigheter (RPM, rotasjoner pr minutt) som benyttes av traktor-og utstyrproducenter, 540 og 1000. I tillegg blir noen traktorer utstyrt med to ekstra ”gir” for kraftuttaket, 540E og 1000E, der E står for economy og er et alternativ som gjør at traktoren bruker mindre effekt for å opprettholde hastigheten. Men under tunge arbeidsoperasjoner vil ikke economy gi nok kraft.

Kraftuttaksdrevne gjødselsvogner har vært på markedet i lang tid, men hydraulikken tar over mer og mer når det kommer til drift av komponenter som ofte skal skifte hastigheter. Når det kommer til komponenter som skal ha en jevn hastighet gjennom hele arbeidsoperasjonen er PTO en uslåelig løsning. I og med at PTO tappen henter kreftene sine direkte fra traktorens motor sikrer dette en sikker og krafteffektiv løsning. Traktorens PTO har også en egen girkasse som skifter mellom de foregående nevnte hastighetene 540, 540E, 1000 og 1000E. Oppbygningen av gjødselsvognens system for overføring av kraft fra traktorens PTO uttak og til de ulike forbrukerne på vognen er ulikt fra produsent til produsent. Her vektlegges driftssikkerhet, kostnader knyttet til utvikling, kostnader knyttet til materialvalg og selvsagt vekt. De siste årene har bøndene igjen blitt mer og mer opptatt av jordpakking, kjørespor og jordas bæreevne. Dette er faktorer som var på vei inn i glemmeboken etterhvert som enkeltbrukene ble større og driftsenhetene færre. Fokuset på disse tingene er heldigvis på vei

tilbake, både hos utstyrproducentene og hos den enkelte gårdbruker (personlig kommunikasjon <sup>v</sup>/Rolf Gjølstad, 6. mai 2013).

## 4.2 Utmatingsystemer

Fellesnevneren for de tre utmatingsprinsippene under er at de har i oppgave å frakte gjødselen bakover til spredersystemet i vognen. Har vognen et sideutkast er dette stort sett plassert foran på vognen og gjødselen må derfor fraktes fremover. Noen modeller har også midtmonterte sideutkast. Det er i slike systemer viktig å passe på at utmatingsystemet ”forsyner” seg like mye fra begge sider (foran og bak i vognen). Utmatingsystemene skal også sikre en god applikasjonsrate gjennom hele spredorganet. Med applikasjonsrate menes evnen utmatingsystemet har til å sikre jevn tilførsel av gjødsel ut ifra den ønskede gjødselmengden vognen skal gi.

### 4.2.1 Bunnbelte

Oppbygningen av et bunnbelte er stort sett lik hos de fleste produsenter, men utforming og materialvalg er noe ulikt. Produsenten Bunning har valgt å utforme sine bunnbelter i vognens fulle bredde for å oppnå en jevn utmating av gjødselen. Med dette mener de at de skal kunne unngå at det ligger igjen gjødsel i deler av vognen, og at vognen skal bli helt tom under kjøring. De argumenterer også for at med et bunnbelte i full bredde unngår man at den ene siden av beltet får hurtigere enn den andre. Trekkraften kommer fra en oljemotor montert på den ene siden og ved hjelp av en gjennomgående aksling overføres kraften til den andre siden av beltet. Det ligger et kjede på hver ytterkant av bunnbeltet som tverrliggerne er satt fast i (G.T. Bunning & Sons Limited, sa).

Produsenten Ktwo Sales Ltd. har valgt en annen løsning for sine vogner, de har valgt å benytte seg av to eller flere smalere bunnbelter i stedet for et bredt som dekker hele vognens bredde. De mener at dette vil føre til en bedre gjødselstrøm gjennom hele vognen. Selv om bunnbeltene går parallelt skal de holde samme hastighet gjennom hele gjødseloperasjonen. Begynner et belte å rotere hurtigere enn de andre vil dette føre til ujevn spredning, det samme gjelder om et av beltene sakker av i forhold til de andre. Dette har de løst ved å benytte seg av samme type oppbygging av driftsenheten som konkurrenten Bunning, nemlig ved at alle beltene blir drevet av en oljemotor gjennom en felles aksling.

## 4.2.2 Skruer

Skruer er en vel utprøvd og fungerende løsning for transport av ”løse” landbruksprodukter. Skruer brukes blant annet til transport av gjødsel, korn, flis og kraftfôr. Skruene er utformet som en hel gjennomgående aksling med påsveisede ”gjenger”. En slik transport skrue er helt lik i utforming som en vanlig tre skrue som benyttes for å skru sammen treverk eller andre byggematerialer.



Figur 6 Bilde av en treskrue hentet fra <http://nettbutikk.wuerth.no/festemidler/skruer-for-tre-og-betong/treskruer-4-0-6-0mm-assy-3-0-1> den 10.mai 2013.



Figur 7 Utforming av bunnskruer i John Deeres gjødselvogner hentet fra [http://www.deere.com/en\\_US/docs/non\\_current/dsfe37081\\_all\\_purpose\\_manure\\_spreader\\_ms13\\_lit.pdf](http://www.deere.com/en_US/docs/non_current/dsfe37081_all_purpose_manure_spreader_ms13_lit.pdf) den 10.mai 2013.

Som vi kan se av de to foregående figurene (Figur 6 og 7) er utformingen relativt lik eller om ikke identisk, en benytter seg altså av de egenskapene en skrue har til å overføre rotasjonskrefter til bevegelsesenergi i lengderetningen. Det som får treskruen til å skru seg ned i treverket er det samme som får gjødselen til å forflytte seg i lengderetningen av skruen. I figur 7 vil skruene rotere motsatt vei av hverandre for å oppnå lik transportretning. Skruene vil da dra gjødselen bakover eller fremover i vognen avhengig av rotasjonsretningen. Svakheten med dette konseptet er at det har lett for å ligge igjen gjødsel under og imellom

skruene. Dette bør fjernes før vognen eventuelt lånes ut til noen andre, settes bort for lagring eller det skal kjøres gjødsel for noen andre (entreprenørkjøring). Dette systemet er følsomt for stein i gjødselen, da denne vil kunne bøye gjengene og med dette hemme transportersevnen. I verste fall vil den kunne bøye hele skruen, og da må denne skruen enten rettes eller skiftes ut.

### 4.2.3 Hydraulisk vegg

Et siste alternativ for å transportere gjødselen fra et sted til et annet i vognen er å benytte seg av en hydraulisk drevet vegg som vist på bildene under:



Figur 8 Gjødselvogn med hydraulisk vegg hentet fra

[http://www.deere.com/en\\_US/docs/non\\_current/dsfe37081\\_all\\_purpose\\_manure\\_spreader\\_ms13\\_lit.pdf](http://www.deere.com/en_US/docs/non_current/dsfe37081_all_purpose_manure_spreader_ms13_lit.pdf) den 14.mai 2013.

Som vi ser av bildet over til høyre, er veggen utformet med en skråkant i underkant for å oppnå en "skrapeeffekt" og på denne måten få med seg all gjødselen ut av vognen. Veggen blir skjøvet ut av teleskopisk hydraulisk sylinder og teleskopfunksjonen gjør at sylindere tar mye mindre plass enn en konvensjonell sylinder. Man er også avhengig av at veggen klarer å skrape med seg all gjødselen på et skyv, ellers vil det ligge igjen gjødsel mellom veggen og karmen på vognen. Denne gjødselen vil ikke bli utnyttet og den vil oppta plass og begrense det utnyttbare volumet vognen har. Dette er en løsning som krever noe ettersyn, men ikke

stort mer enn de andre løsningene som er nevnt i oppgaven. Men det er viktig å ettersøke at veggen sklir lett og ikke skaper i selve vognen, at den går rett, at sylindren ikke lekker olje og at veggen er uten skader. Det å ettersøke hvor stort trykk gjødselen får inn mot spredersystemet er også meget viktig. Er dette trykket for stort vil i verstefall denne utmatingen kunne skade både spredersystemet og selve utmatingssystemet. Produsenten leverer dette utmatingssystemet i kombinasjon med enten stående eller liggende rotor, dette er prinsipper som blir beskrevet senere i oppgaven. Denne løsningen er heller ikke så følsom for stein i gjødselen som andre utmatingssystemer (Frontier equipment, 2007).

## 4.3 Spredersystemer

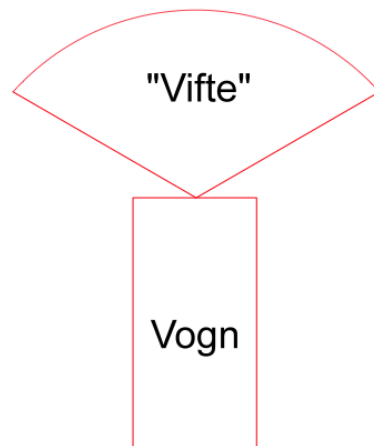
### 4.3.1 Bakutkast <sup>u</sup>/ rotor

Vi har selv en slik gjødselspreder på vår egen gård. Dette er en spredde av eldre årgang og det finnes derfor ingen dokumentert informasjon rundt denne, da deler av vognen er egenprodusert. Dette kapitlet vil derfor bli utformet ved hjelp av forfatterens egne erfaringer gjennom flere års bruk av sprederen. Dette er et system som baserer seg på at gjødselen har et høyt tørrstoffinnhold, nærmere 65-70%, for at sprederen skal kunne fungere optimalt. Sprederen har, slik det fremgår av overskriften, ingen valser for knusing av gjødsel eller for å bidra til spredereffekt. Dette gir en enkel og driftssikker gjødselsvogn med få bevegelige deler og dermed mindre som kan gå i stykker. Under kan vi se et bilde av vognen:



*Figur 9 Gjødselsvogn på Botner gård, tatt av forfatteren selv den 19.oktober 2012.*

På bildet fra forrige side ser vi en gjødselsvogn uten rotor for oppmaling av gjødsel. Sprederen er derfor ikke like følsom for eventuelle fremmedlegemer i gjødselen som andre mer moderne spredere kan være. Her er det kun en sprederskive, men ideelt bør det være to sprederskiver slik at spredningen blir god til begge sider. Har man kun en sprederskive og punktet der gjødselen slippes ned på skiven blir feil, blir spredningen kun til den ene siden for vognen. Har man som i dette tilfellet to mateskruer (disse drar gjødselen bakover i vognen) vil disse gi oss to ulike nedslippspunkt på sprederskiven og vil med dette føre til bedre spredning til begge sider av vognen. I dette tilfellet vil en slags "vifte" effekt oppnås og dette vil også kunne oppnås med kun en sprederskive om nedslippspunktet er riktig. Under kan vi se en enkel skisse av hvordan dette vil vises bak gjødselsprederen:



*Figur 10 "Vifteeffekt". Utarbeidet av forfatteren selv 30.04.2013 ved hjelp av programmet AutoCAD.*

Denne sprederen blir drevet av traktorens PTO uttak (forklart grundig tidligere i oppgaven). Gjødselsprederen har en rekke tannhjul og drev som overfører kraften til bunnskruene og til sprederskiven bak på vognen. Denne vognen er også utstyrt med en enkel hydraulisk bakluke for å hindre søl under transport, men i dette tilfellet blir ikke luken brukt i sammenheng med regulering av kg/daa forholdet. Selve spredersystemet er utstyrt med kun en brytebolt<sup>3</sup>, dette for å forhindre overbelastning av systemet. Blir motstanden i systemet for stort vil bolten ryke av og alt i selve vogna vil stoppe opp, mens PTO akslingen fra traktoren vil kunne fortsette rotasjonen. Startes derimot sprederen mens bakluken står i nedre posisjon (lukket) vil enten brytebolten eller bakluken kunne ryke av eller bli ødelagt.

---

<sup>3</sup> Brytebolt: Bolt av en spesifisert kvalitet for å hindre overbelastning av systemet., stålqualiteten avgjøres av hvor stor kraft (N/mm<sup>2</sup>) den skal tåle.

### 4.3.2 Bakutkast <sup>m</sup>/ stående rotorer

Dette er designet mange av dagens produsenter velger for sine vogner, enten det er med eller uten sprederskiver. Virkemåten av systemet er like enkelt som det er genialt.



*Figur 11 Standardutgave av Bunning lowlander 105.  
Hentet fra <http://gtbunning.com/lowlander.pdf> den 30.04.2013.*

På bildet over kan vi se utformingen av en standardmodell fra produsenten G.T. Bunning. De vertikale rotorene har vend - og utskiftbare kniver som bidrar til enda bedre oppmaling av gjødselen ved krevende forhold. Gjødselstrømmen i dette systemet blir som følgende; et bunnbelte (nærmere beskrevet tidligere i oppgaven på side 18) trekker gjødselen bakover i vognen og når gjødselen møter rotorene, blir den malt opp til mindre fraksjoner. Samtidig fører utformingen av rotorene (skrueutforming) til at gjødselen trekkes nedover mot selve spredersorganet og gjødselen blir så slynget til begge sider av vognen og skaper et godt sprederbilde. Selve spredersbredden oppgis til å være opp mot 16 meter uten sprederskiver og opp til 24 meter dersom det monteres sprederskiver. Systemet er heller ikke veldig følsomt for stein eller fremmedlegemer i gjødselmassen (G.T. Bunning & Sons Limited, sa).

Denne vognen blir også drevet av traktorens PTO aksling og fra traktorens tipputtak. PTO akslingen driver rotorene bak på vognen. Det går en aksling under hele vognen direkte bak til en girkasse som er plassert under spredervalsene. Dette sikrer jevn og stabil drift samtidig som effektbehovet synker, sammenlignet med en vogn der alt blir drevet ved hjelp av PTO akslingen. Det som drives av traktorens tipputtak er driften av bunnbeltet og eventuelt annet

påmontert utstyr. Bunnbeltet styres hydraulisk for å kunne ha en trinnløs reguleringsmulighet på utmatingshastigheten. Dette styres gjennom en elektronisk controller (ekstrautstyr). Denne styrer en elektrisk spoleventil som er påmontert oljetilførselen før den går inn på motoren. Påmontert utstyr kan være hydraulisk vegg for stenging av gjødsel og hydrauliske dører bak på vognen. Lemmen og dørene (ekstrautstyr) har som oppgave å hindre gjødselen fra å renne ut av vognen under lessing og transport. Lemmen og dørene er standardutstyr på vogner som skal leveres til Norge, dette er et krav fra vegvesenet (personlig kommunikasjon <sup>v</sup>/Rolf Gjølstad, 30. april 2013).

### 4.3.3 Bakutkast <sup>m</sup>/liggende rotoror

En annen løsning for vogner med utkast bak på vognen er å benytte seg av liggende valser. Dette er i bunn og grunn det samme systemet som både Kemp og Oppenheim benyttet på sine vogner, dog med enkelte modifikasjoner og moderniseringstiltak. Grunntanken i disse systemene er at man benytter seg av et eller flere bunnbelter for transport av gjødselen internt i vognen, mens valsene bak maler opp og sprer gjødselen ut av vognen (personlig kommunikasjon <sup>v</sup>/Rolf Gjølstad, 30. april 2013). De to største produsentene av slike vogner for det norske markedet er Bunning og Ktwo. Begge de to produsentene benytter seg av bunnbelte(r) på sine vogner (ulikhetene er beskrevet tidligere i kapittel. "4.2.1 Bunnbelte"). Rotorene i bakkant av vognen er utstyrt med vend - og utskiftbare kniver, dette for å sikre enda bedre oppmaling av gjødselen og dermed oppnå et jevnere sprederbilde. Skal bredere spredereffekt oppnås med disse systemene anbefales det å montere sprederskiver under rotorene slik som vist på bildet under (Ktwo Sales Ltd., sa):



*Figur 12 Bildet viser en vogn fra Ktwo med (fra bunn mot topp av bildet) sprederskiver, bunnbelter, oppmalingsrotorer og hydraulisk luke. Hentet fra <http://www.ktwosales.co.uk/assets/PDFs/Bio-leaflet.pdf> den 26.mai 2013.*



---

Hver av rotorene som kan sees på bildet fra forrige side har 4 rekker med kniver montert ikke-aksialt på hverandre. Det vil si at de skaper en skrueutforming for bedre oppmalingssevne av gjødselen før den faller ned på sprederskivene. Dette fører derimot tid at systemet er noe mer følsomt for stein og fremmedlegemer i gjødselmassen enn andre. Med sprederskiver montert opplyser Ktwo Sales på sine egne nettsider at vognen har en maksimal spredrebredde på 24 meter (Ktwo Sales Ltd., sa), noe som også bekreftes av Rolf Gjølstad (personlig kommunikasjon 6.mai 2013).

#### 4.3.4 Sideutkast

Her spres gjødselen ut på siden av vognen, enten helt foran eller på midten av vognen. Enkelte produsenter benytter seg av store kastehjul montert foran i vognen, disse fungerer på den måten at gjødselen blir matet inn i små kopper på hjulet og deretter blir slynget ut av vognen. Dette systemet benytter seg av sentrifugalkreftene som oppstår når kastehjulet roterer med stor hastighet, som kan sammenlignes med å bli presset utover i en karusell på tivoli. Utmatingssystemet i disse vognene baserer seg uten unntak på skruer, dette for å sikre et jevnt gjødseltrykk mot sprederskivene. Denne løsningen er derimot meget lite ømfintlig ovenfor stein og andre fremmedlegemer i gjødselmassene. Man bør derimot være ekstra påpasselig ved kjøring med sprederskivene rettet mot hus eller der det oppholder seg mennesker. Disse systemene kjøres på 1000 °/min på traktorens PTO og kan dermed oppnå en ekstremt lang kastelengde dersom legemet som spres har en høy egenvekt (personlig kommunikasjon /Rolf Gjølstad, 9.mai 2013). Denne løsningen er spesielt godt egnet dersom man har bratte jorder eller skal spre gjødsel i skråninger, da kan man kjøre på toppen av skråningen og kaste gjødselen nedover. Og unngår med dette veltefaren man normalt ville hatt om man skulle kjørt lengre ned i skråningen.

Produsenten Shelbourne Reynolds baserer seg på en litt annen utforming av sitt spredersystem. De har plassert sitt spredersystem litt fremfor midten av vognen og trekker gjødselen hit ved hjelp av en enkeltstående skrue. Skruen er montert på en gjennomgående aksling gjennom hele vognen, men selve skruebladene er montert med motsatt retning av hverandre. Dette fører til at gjødselen trekkes fra både frem-og bakparten av vognen mot sprederskivene. Skruen drives av traktorens PTO-uttak, med dette sikres det jevn og sikker drift av skruen. Bildet på neste side (Figur 13) viser utformingen av skruen vist bak fra vognen.



Figur 13 Bunnskrue i gjødselspreder med sideutkast hentet fra [http://www.shelbourne.com/3/products/2/livestock/3\\_powerspread-manure-spreader/101\\_powerspread-pro-lwb](http://www.shelbourne.com/3/products/2/livestock/3_powerspread-manure-spreader/101_powerspread-pro-lwb) den 27.mai 2013.

Bildet over viser skruen som ble omtalt på forrige side. Ser man nøye etter kan en se at det er montert flere ”kastevinger” midt mellom de to skruerbladmontasjene. Disse er med på å mate gjødselen ut gjennom åpningen til høyre og ut til spredersystemet. Uten disse ville det blitt liggende igjen gjødsel under skruen på dette punktet og sprederen ville ikke blitt helt tom for hver kjøring. Blir det liggende igjen gjødsel mellom hver kjøring vil dette føre til mindre lastevolum og begrensninger i kapasiteten på de neste fyllingene (Shelbourne Reynolds Engineering Ltd., 2013). Under kan vi se et bilde av selve spredersystemet på vognen (Shelbourne Reynolds Engineering Ltd., 2013):



Figur 14 Spredersystem fra vogn med sideutkast hentet fra [http://www.shelbourne.com/3/products/2/livestock/3\\_powerspread-manure-spreader/101\\_powerspread-pro-lwb](http://www.shelbourne.com/3/products/2/livestock/3_powerspread-manure-spreader/101_powerspread-pro-lwb) den 27.mai 2013.

---

Fra bildet på foregående side kan vi se utformingen av spredersystemet Shelbourne har valgt for sine vogner. Her kommer gjødselen ut fra ”kastevingene” og detter ned på sprederroteren. Sprederroteren blir drevet av traktorens kraftuttak. Den høye rotasjonshastigheten (ikke angitt fra produsenten) sørger for at gjødselen blir malt opp og slynget bort fra vognen. På sprederroteren er det montert knivsatser for enda bedre oppmaling av gjødselen, disse kan skiftes ut etter hvert som de blir utslitt (Shelbourne Reynolds Engineering Ltd., 2013).

## 4.4 Presisjonslandbruk

### 4.4.1 Global positioning system (GPS)

Vi kan i våre dager ikke snakke om presisjonslandbruk uten å komme innom GPS noe sted i litteraturen. Nøyaktighet og presisjon blir viktigere og viktigere i dagens landbruk, både nyere traktorer og treskere leveres med GPS systemer. Disse systemene varierer i både presisjon og utstyrsnivå. I dag kan traktoren og treskeren følge en linje helt selv, det eneste sjåføren trenger å gjøre er å følge med på at alt går som det skal (Lantmännen Maskin AS, sa).

Dette systemet fungerer på en enkel måte. Posisjonsbestemmelsen fungerer ved måling av hvor lang tid signalet bruker fra en satellitt til en mottaker. For å klare å finne din eksakte posisjon trenger mottakeren 3 satellitter innenfor rekkevidde og i tillegg en satellitt for å korrigere for eventuelle signalfeil eller svak signalstyrke. Dette settes inn i en likning og kalkulerer eksakt posisjon (Store Norske Leksikon, 2013). Med de gratissignalene som i dag foreligger gis en nøyaktighet på 10cm eller bedre. Med en mobil bakkestasjon (RTK-Real Time Kinematic) vil man kunne komme ned på en nøyaktighet ned til 2cm eller bedre. RTK baserer seg på GSM mobilnettet og dekker i dag en radius på 10 km (Tømte, 2013).

### 4.4.2 Veieceller

Veieceller, også kalt vektsensorer, benyttes nå i mange ulike redskaper i landbruket. Det brukes i blant annet skurtreskere som avlingsregistratorer (Lantmännen Maskin AS, sa), i korntørkeanlegg som registreringsverktøy for uttørket vannmengde (personlig kommunikasjon v/Gjermund Lesteberg, 4.september 2012) og nå i spredere for kunstgjødsel i samsvar med GPS (Amazonen-Werke H.Dreyer GmbH & Co. KG, sa). For å oppnå en best

mulig utnyttelse av veiecellen i samsvar med spredningsutstyr mener jeg den bør benyttes i kombinasjon med GPS. På den måten kan man få plassert ut nøyaktig rett mengde materiale (for eksempel husdyrgjødsel) på et bestemt punkt og/eller område, man unngår og spre det samme området flere ganger og senker med dette både tidsbruk og kostnad.

Med en veiecelle integrert i spredersystemet vil brukeren enkelt kunne overvåke den gjødselmengden som spres på det aktuelle tidspunktet. Med dette vil brukeren kunne gjøre justeringer underveis dersom kg/daa forholdet ikke innehar den ønskede verdien. Veiecellen viser også vognens nyttelast på det aktuelle tidspunktet slik at brukeren vet hvor mye gjødsel som er igjen i sprederen. Slik det foreligger i dag er det ingen spredersystemer for tørr husdyrgjødsel som samsvarer med bruk av GPS på en slik måte at den selv regulerer sprederbilde eller spredermengde for å unngå at man sprer et område flere ganger. Man kan derimot programmere traktorens GPS-system slik at kjøresporene legges opp etter sprederbredden. I praksis vil dette bety at ved å legge inn en sprederbredde på totalt 24 meter, vil GPS-systemet legge opp til at traktorens midtpunkt vil passere 24 meter ved siden av på neste drag.

Under kan vi se et bilde av displayet til Ktwos veiecelle system (Ktwo Sales Ltd., sa):



Figur 15 Display for Ktwos veiecelle system, hentet fra <http://www.ktwosales.co.uk/assets/PDFs/Bio-leaflet.pdf> den 26.mai 2013.

### 4.4.3 Standardisert kalibrering.

Kalibrering av utstyr er en viktig del av alt jordbruk; hvis ikke utstyret rett innstilt vil det på sikt kunne skade utstyret. Kalibrering er også et verktøy i bevisstgjøringen av at man faktisk tilfører ønsket mengde av for eksempel såfrø fra en såmaskin eller husdyrgjødsel fra en gjødselspreder. Tilføres det for lite vil en ikke oppnå ønsket effekt av arbeidsinnsatsen, mens om man derimot tilfører for mye vil en også kunne oppnå uønskede effekter. Disse effektene vil kunne resultere i for ”sur” jord (for høyt innhold av for eksempel ammoniakk). Det finnes ingen direkte sammenheng mellom gjødselmengde og plantevekst. Plantene har et visst næringsopptak og den gjødselmengden som blir ”til overs” i jorden kan i verstefall føre til avrenning til innsjøer og vassdrag. Disse vil kunne gro igjen eller få økt algeoppblomstring. (Hasselfoss Garden, 2013)

Det er derfor fastsatt noen standardiserte kalibreringsmetoder for gjødselspredere beregnet for spredning av tørr husdyrgjødsel, men kan også benyttes for kalibrering av kunstgjødselspredere.

#### *Metode 1.*

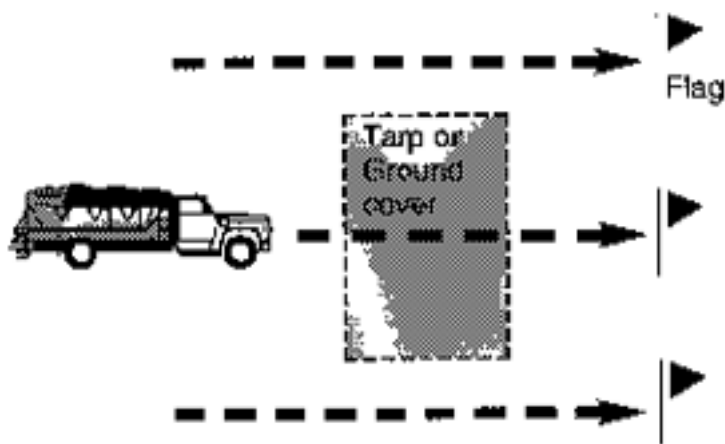
Metode 1 den enkleste formen for kalibrering man kan gjøre, men den kan by på utfordringer dersom arealet er så stort at vognen må fylles flere ganger. Her gjelder det å kjenne til hvor mye gjødsel sprederen inneholder (vekt i kg) og hvor stort areal som skal spres (dekar). Sjåføren kjører over det angitte arealet tre eller flere ganger, på en slik måte at gjødselen fordeles jevnt utover hele arealet. Det anbefales å kjøre i et sjakkbrett lignende mønster for å sikre jevn spredning. Man kjører på denne måten til gjødselsprederen er helt tom. Rommer spredervognen for eksempel 10 000 kg og jordet er 10 dekar stort, vil en oppnå en gjødselmengde på 1000 kg pr. dekar. Om sjåføren derimot ikke kjenner til hvor mye gjødsel som er med i vognen i kg kan dette enkelt regnes ut ved å gange det totale volumet av vognen med gjødselens egenvekt. Denne er oppgitt til 0,4977 kg/liter (Mitchell & Tyson, 2001). Får ikke sjåføren det kg/daa forholdet som er ønsket, gjøres små justeringer og gjentar prosessen frem til ønsket mengde oppnås.

#### *Metode 2.*

Metode 2 baserer seg på å bruke en presenning eller liknende for å dekke over et gitt areal. Grunnen til at dette gjøres er for i etterkant å kunne samle opp gjødselen som blir spredt utover dette arealet, og dermed kunne regne seg frem til kg/daa forholdet. Det man i praksis

gjør er å legge ut presenningen på et så flatt område på jordet som mulig, og sikrer denne slik at den ikke kan fly av gårde eller flytter på seg. Denne må matche med sprederbredden av vognen. Er sprederbredden justerbar, kan denne justeres ned om man ikke har stor nok presenning. Ideen bak denne metoden er at man kjører et drag midt på presenningen og et drag på hver side slik at det kun spres halv bredde. På denne måten blir gjødselen fordelt jevnt utover presenningen. Et godt tips for å oppnå rette drag er å plassere flagg eller pinner i den ene enden slik at sjåføren har noe å sikte etter. Er traktoren utstyrt med et GPS system med autosteering, er dette det beste å benytte seg av for å kunne få helt rette kjørespor. Det er viktig at man starter å spre gjødselen før man kjører innpå presenningen, dette for å få et så nøyaktig tall som mulig. Etter å ha gjennomført de tre passeringene samles all gjødselen opp og veies. Er det brukt en presenning med størrelse 10m x 10m, dekker denne et areal på 100m<sup>2</sup>. Man tar så den totale vekten spredd på presenningen, dividerer denne med totalt m<sup>2</sup> presenning og multipliserer svaret med 1000. Resultatet blir et kg/daa forhold. Er ikke dette i samsvar med ønsket mengde, gjøres justeringer og prosessen gjentas til man er fornøyd (Mitchell & Tyson, 2001).

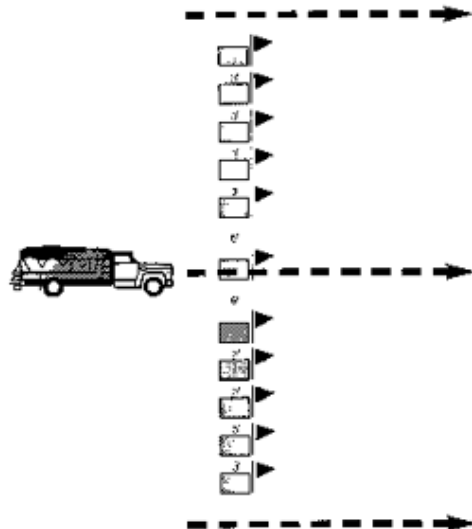
Under vises en figur som viser opplegg for kalibreringen (Mitchell & Tyson, 2001):



Figur 16 Illustrasjon over kjøreretning, presenning, flagg og kalibreringsopplegg hentet fra <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0889/> den 28.mai 2013

### Metode 3.

Metode 3 bygger mye på det samme prinsippet som metode 2. Den største forskjellen er at det her ikke brukes presenning for å samle opp gjødselen, men små bokser som plasseres jevnt gjennom hele sprederbildet som vist på bildet under (Mitchell & Tyson, 2001):



Figur 17 Viser kalibreringsopplegg, fordeling av bokser og flagg. Hentet fra <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0889/> den 28.05.2013

Som vist i figuren over kjøres det også her tre ganger for å få med hele sprederbildet i kalibreringen. I motsetning til i metode 2 må det her samles inn gjødsel fra hver av boksene. I denne kalibreringsmetoden er det ikke mengden vi er ute etter, men en kontroll av sprederbildet og at gjødsel fordelingen er så unison som mulig. Man kontrollerer dermed fordelingen av gjødsel gjennom hele bredden, enten ved å kontrollere dette visuelt eller ved å veie innholdet av hver boks. Har man helt lik mengde i alle boksene er sprederbildet jevnt og sprederer er optimalt innstilt. Er det mer i noen bokser enn andre bør en gjøre justeringer på sprederorganet, tømme alle boksene og gjøre testen på nytt til resultatet er tilfredsstillende (Mitchell & Tyson, 2001).

#### 4.4.4 Concept screening resultater

Systemer Kriterier	Bakutkast uten rotorer	Bakukast med stående rotorer	Bakutkast med liggende rotorer	Sideutkast
Innovasjon	1	5	4	4
Service	5	4	4	5
Presisjon	2	5	5	3
Holdbarhet	5	6	6	6
Oppmaling	2	6	6	4
Utmating	6	6	6	4
<b>Totalt</b>	<b>21</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>26</b>

Tabell 1 Concept screening tabell utarbeidet av forfatteren selv.

Over ser vi tabellen med oversikt over min karaktersetting for de ulike spredersystemene. Karakterene som blir brukt strekker seg fra 1-6 hvor 1 er svært dårlig og 6 er svært god innfrielse av kravene fra forrige side. Karakterene er utdelt etter beste skjønn av forfatteren selv, selvsagt med en objektiv vektning av systemenes fordeler og ulemper. Som vi ser er det systemet med bakutkast og stående rotorer som får den høyeste poengsummen, tett etterfulgt av bakutkast med liggende rotorer. Det er da helt klart disse to som skiller seg ut i forhold til de andre.



---

## 5. Diskusjon

Bakgrunnen for denne oppgaven var å kartlegge de ulike systemene for spredning av tørr husdyrgjødsel. Oppgaven tar for seg både den historiske utviklingen, men også mer spesifikt de systemene bøndene benytter seg av i dag.

Med bakgrunn i det jeg lært sett i prosessen med utarbeiding av denne, oppgaven finnes det utallige løsninger for spredning av tørr husdyrgjødsel. Ut ifra concept screening testen har jeg funnet en klar vinner, men de andre systemene kommer også relativt godt ut. Hvilke kriterier som bør legges til grunn for valg av gjødselvogn, er det like mange meninger rundt som det finnes bønder. Det er allikevel noen trekk som går igjen, ifølge Rolf Gjølstad hos Harald Bjerkes Eftf; Servicevennlighet, robusthet, presisjon, kasteevne og pris er de kriteriene flest legger til grunn før innkjøp av ny gjødselvogn. Dette er kriterier produsentene må ta med seg under utviklingen av sine vogner.

Det virker som produsentene av de vognene vi har på det norske markedet i dag har utkastet bak på vognen, mens det i USA og andre land er mer aktuelt med utkast på siden av vognen. Hvorfor det ikke er flere vogner i Norge med utkast på siden er vanskelig å tenke seg, det kan rett og slett skyldes at dette systemet betraktes som ineffektivt. Det vil være mer utfordrende å klare og kjøre effektivt med en slik vogn på jorder som ikke er rektangulære. I Norge dyrkes hver en flekk og mange bønder har ingen rektangulære jorder. Det er heller ikke fastsatt noen fast kastelengde i disse vognene og det er derfor en lavere grad av nøyaktighet enn i de andre systemene beskrevet i oppgaven. Samtidig er det hensiktsmessig med et slik system dersom man driver med for eksempel frukttrær eller liknende. Da vil en kunne kjøre mellom rankene og legge gjødselen rett ved siden av vognen, dersom man kjører med en lav hastighet på kraftuttaket. Mot en spreder med utkastet bak som også vil legge gjødsel rett bak vognen, der den ikke vil gi noe næringstilførsel for trærne.

Men hvorfor er ikke disse spredersystemene mer tilrettelagt opp mot eksisterende GPS systemer fra traktorprodusentene? Per dags dato kan man ikke få et spredersystem for tørr husdyrgjødsel som vil regulere seg selv for å unngå dobbeltgjødsling på samme måte som en kunstgjødselspreder (personlig kommunikasjon <sup>v</sup>/Rolf Gjølstad 6.mai 2013). Hadde dette vært et alternativ, ville bonden kunne fått en mye mer optimal spredning, samtidig som det ville vært tidsbesparende. Derimot er det ikke alle bønder i Norge som har GPS systemer på sine traktorer og det kan derfor diskuteres hvor mange i Norge som ville kjøpt dette på sine

vogner. På verdensbasis hvor GPS teknologi er mye mer utbredt ville det helt klart vært et konkurransefortrinn for den produsenten som kom med dette på markedet før andre leverandører.

De fleste spredersystemene som er omtalt i denne oppgaven har en lav servicekostnad, men nok en gang er det ingen regel uten unntak. Jo mer utstyr og bevegelige deler man monterer på et redskap, desto større er muligheten for at dette kan gå i stykker. Er sprederskiver montert på en gjødselvogn og man får med en stor stein i lasset vil denne i verstefall kunne rive av en eller flere blader på sprederskivene. Dette koster bonden både tid og penger i form av driftsstans, tapt kjøretid og utgifter til både deler og mekaniker for montasje om ikke bonden monterer dem selv.

Når det kommer til det som omhandler utmatingsystemer kan man diskutere om det er noen klar vinner. Både doble skruer og bunnbelter har fått toppscore, mens hydraulisk vegg og enkeltstående skrue er noe lavere score. En hydraulisk vegg sikrer jevnt trykk mot hele sprederorganet, men det tilfører mye ekstra vekt og krever mer vedlikehold. En enkeltstående skrue som trekker både forfra og bakfra i vognen vil kunne skape store vibrasjoner, selv om dette er den mest ideelle løsningen for spredersystemer med utkast på siden.

Et av de kriteriene jeg satt opp i min problemstilling var robusthet, det vil si hvor solid vognen er bygget. Her må produsentene spørre seg selv om de skal konstruere en vogn som er tilnærmet evigvarende eller om de baserer seg på å selge mye reservedeler. Stort salg av reservedeler vil gi god inntekt, men vil kunne svekke produsentenes omdømme. Konstrueres en så god vogn at den aldri vil gå i stykker, tjener produsenten ikke mer penger enn én gang pr kunde. Her kommer også prisaspektet inn i bildet, en solid og robust vogn vil sannsynligvis være dyrere å produsere enn en som er mindre robust, men med den mindre robuste løsningen kan man tjene mer penger på reservedeler.

## 6. Konklusjon

Hele denne skriveprosessen har vært meget interessant og utrolig lærerik. Den har også krevd en del mer arbeidsinnsats enn jeg først så for meg. Gjennom systematisk arbeid med både kartlegging og synsing har jeg kommet frem til at det finnes mange gode systemer der ute, og at bøndene selv må velge de spredersystemene som passer best for sin driftsform. En bonde som har både tørr husdyrgjødsel fra kyllingproduksjon og i tillegg har behov for å spre talle, fra for eksempel okser, har andre behov enn en som kun skal spre gjødsel fra kyllingproduksjon.

Concept screening analysen viser at vogner med utkast bak og med stående rotor er det beste systemet som finnes i dag, men slik det fremgår av kapittel 4.4.4 er også bakutkast med liggende rotor et godt alternativ. Er man redd for at det er stor innblanding av stein i gjødselmassene bør en vogn med stående rotor velges fordi dette systemet er mindre følsomt for stein og andre fremmedlegemer, samtidig som det sikrer god sprederbredde. Er man derimot mindre redd for innblanding av stein og fremmedlegemer kan man fint benytte et system med liggende rotor.

Områder som kan være aktuelle for en fremtidig oppgave vil kunne være følgende:

- Utføre spredertekniske forsøk.
- Sende ut spørreundersøkelse til bønder med ulike spredersystemer og innhente deres erfaringer, både positive og negative.
- Inkludere gjødselens innvirkning på jordkvaliteten.
- Utføre forsøk på sammenhengen mellom vognens egenvekt og trekkraftbehovet.
- Utføre forsøk på hvordan gjødselens vanninnhold påvirker spredersystemet virkningsgrad.

Ved å inkludere de overnevnte områder i en fremtidig oppgave vil det sikres et bredere datagrunnlag i forkant. Dette datagrunnlaget ville styrket en fremtidig oppgave rent vitenskapelig og hevet det faglige nivået.

## 7. Tabell-og figurliste

Tabell 1 Concept screening tabell utarbeidet av forfatteren selv. ....	32
Figur 1 Bildet viser vognen Joseph Kemp utformet i 1875, hentet den 3.mai 2013 fra følgende nettsted <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/1/13/Jskempspreadrad.JPG">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/1/13/Jskempspreadrad.JPG</a> . ....	9
Figur 2 Gjødselvogn med "bredspredningsutstyr" fra 1899, hentet den 3.mai . 2013 fra følgende nettsted <a href="http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/c/c2/Manurespreader.JPG">http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/c/c2/Manurespreader.JPG</a> .....	10
Figur 3 Ringland transportskuffe for gjødsel hentet fra LTI rapport om feltmekanisering i landbruket (Weseth, 2007) den 15.mai 2013. ....	10
Figur 4 Solus gjødselvogn hentet fra LTI rapport om feltmekanisering i landbruket (Weseth, 2007) den 15.mai 2013.....	11
Figur 5 Eksempel på oppsett av en concept screening hentet 21.mai 2013 fra nettsiden <a href="http://creatingminds.org/tools/concept_screening.htm">http://creatingminds.org/tools/concept_screening.htm</a> .....	14
Figur 6 Bilde av en treskrue hentet fra <a href="http://nettbutikk.wuerth.no/festemidler/skruer-for-tre-og-betong/treskrue-4-0-6-0mm-assy-3-0-1">http://nettbutikk.wuerth.no/festemidler/skruer-for-tre-og-betong/treskrue-4-0-6-0mm-assy-3-0-1</a> den 10.mai 2013.....	19
Figur 7 Utforming av bunnskruer i John Deeres gjødselvogner hentet fra <a href="http://www.deere.com/en_US/docs/non_current/dsfe37081_all_purpose_manure_spreader_ms13_lit.pdf">http://www.deere.com/en_US/docs/non_current/dsfe37081_all_purpose_manure_spreader_ms13_lit.pdf</a> den 10.mai 2013.....	19
Figur 8 Gjødselvogn med hydraulisk vegg hentet fra <a href="http://www.deere.com/en_US/docs/non_current/dsfe37081_all_purpose_manure_spreader_ms13_lit.pdf">http://www.deere.com/en_US/docs/non_current/dsfe37081_all_purpose_manure_spreader_ms13_lit.pdf</a> den 14.mai 2013.....	20
Figur 9 Gjødselvogn på Botner gård, tatt av forfatteren selv den 19.oktober 2012.....	21
Figur 10 "Vifteeffekt". Utarbeidet av forfatteren selv 30.04.2013 ved hjelp av programmet AutoCAD. ....	22

---

Figur 11 Standardutgave av Bunning lowlander 105. Hentet fra <a href="http://gtbunning.com/lowlander.pdf">http://gtbunning.com/lowlander.pdf</a> den 30.04.2013. ....	23
Figur 12 Bildet viser en vogn fra Ktwo med (fra bunn mot topp av bildet) sprederskiver, bullbelter, oppmalingsrotorer og hydraulisk luke. Hentet fra <a href="http://www.ktwosales.co.uk/assets/PDFs/Bio-leaflet.pdf">http://www.ktwosales.co.uk/assets/PDFs/Bio-leaflet.pdf</a> den 26.mai 2013. ....	24
Figur 13 Bunnskrue i gjødselspreder med sideutkast hentet fra <a href="http://www.shelbourne.com/3/products/2/livestock/3_powerspread-manure-spreader/101_powerspread-pro-lwb">http://www.shelbourne.com/3/products/2/livestock/3_powerspread-manure-spreader/101_powerspread-pro-lwb</a> den 27.mai 2013. ....	26
Figur 14 Spredersystem fra vogn med sideutkast hentet fra <a href="http://www.shelbourne.com/3/products/2/livestock/3_powerspread-manure-spreader/101_powerspread-pro-lwb">http://www.shelbourne.com/3/products/2/livestock/3_powerspread-manure-spreader/101_powerspread-pro-lwb</a> den 27.mai 2013. ....	26
Figur 15 Display for Ktwos veicelle system, hentet fra <a href="http://www.ktwosales.co.uk/assets/PDFs/Bio-leaflet.pdf">http://www.ktwosales.co.uk/assets/PDFs/Bio-leaflet.pdf</a> den 26.mai 2013. ....	28
Figur 16 Illustrasjon over kjøreretning, presenning, flagg og kalibreringsopplegg hentet fra <a href="http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0889/">http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0889/</a> den 28.mai 2013 .....	30
Figur 17 Viser kalibreringsopplegg, fordeling av bokser og flagg. Hentet fra <a href="http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0889/">http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0889/</a> den 28.05.2013 .....	31

## 8. Siterte verk

Amazonen-Werke H.Dreyer GmbH & Co. KG. (sa). *Amazon info*. Hentet Mai 26, 2013 fra Displayinfo: <http://info.amazone.de/DisplayInfo.aspx?id=24293>

Bagley, M. F., Breen, P. M., Bryhn, H., Bøe, K. E., Garseth, Å. H., Gjevre, A. G., et al. (2002). *Fjørfeboka*. (M. F. Bagley, Red.) Oslo, Norge: Fagsenteret for fjørfe og Landbruksforlaget.

Bøe, J. K. (2005). *Traktorer og basismaskiner*. Institutt for matematiske realfag og teknologi.

Direktoratet for brann- og eksplosjonsvern . (1994, Februar). *Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap*. Hentet Mai 7, 2013 fra Veiledning om oppbevaring av brannfarlig væske i stasjonære lagertanker : [http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/Tidligere/Veiledning/veil\\_lagertanker.pdf](http://www.dsb.no/Global/Publikasjoner/Tidligere/Veiledning/veil_lagertanker.pdf)

Frontier equipment. (2007, Juli 4). *Frontier hydraulic push-manure spreaders*. Hentet Mai 14, 2013 fra [http://www.deere.com/en\\_US/docs/non\\_current/dsfe39140\\_hyd\\_push\\_manure\\_spreader\\_lit.pdf](http://www.deere.com/en_US/docs/non_current/dsfe39140_hyd_push_manure_spreader_lit.pdf)

G.T. Bunning & Sons Limited. (sa). *gtbunning.com/lowlander.pdf*. Hentet Mai 2, 2013 fra <http://gtbunning.com/lowlander.pdf>

Hasselfoss Garden. (2013). *Hasselfoss Garden*. Hentet April 25, 2013 fra Gjødse og miljøet: <http://www.hasselforsgarden.no/hjem/hageskole/gjoedselskole/gjoedsel-og-miljoet>

Ktwo Sales Ltd. (sa). *Assets*. Hentet Mai 26, 2013 fra PDFs: <http://www.ktwosales.co.uk/assets/PDFs/Bio-leaflet.pdf>

Kval-Engstad, O. (2011, Januar 17). *Norsk Landbruksrådgiving - Fagartikler*. Hentet Mai 24, 2013 fra Gjødsepriser januar-april 2011: <http://www.lr.no/fagartikler/7994/>

Landbruks- og matdepartementet. (2011, Desember sa). *Meld. St 9. Landbruks- og matpolitikken*. (O. Løvik, & H. E. Riise, Red.) Hentet Mai 9, 2013 fra

---

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/lmd/dok/regpubl/stmeld/2011-2012/meld-st-9-20112012/2.html?id=664982>

Lantmännen Maskin AS. (sa). *Dokumenter*. Hentet Mai 26, 2013 fra NO kataloger: [http://www.lantmannenmaskin.no/Documents/\\_NO\\_kataloger/Claas%20Kataloger/Claas%20Lexion\\_liten.pdf](http://www.lantmannenmaskin.no/Documents/_NO_kataloger/Claas%20Kataloger/Claas%20Lexion_liten.pdf)

Mangerud, K. (1990). *Dus med traktorhydraulikken*. (c. p. Dalen, Red.) Stange, Hedmark, Norge: A/S Landbruksforlaget.

McKinnon, K. (2009, August 12). *Skolehagen*. (Bioforsk) Hentet Mai 21, 2013 fra Gjødsling: [http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/tema/artikkel?p\\_dimension\\_id=19960&p\\_menu\\_id=19975&p\\_document\\_id=52313&p\\_dim2=19976](http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/tema/artikkel?p_dimension_id=19960&p_menu_id=19975&p_document_id=52313&p_dim2=19976)

Mitchell, C., & Tyson, T. (2001, Oktober sa). *Alabama cooperative extension system*. Hentet Mai 27, 2013 fra Publications: <http://www.aces.edu/pubs/docs/A/ANR-0889/>

Shelbourne Reynolds Engineering Ltd. (2013). *Products*. Hentet Mai 27, 2013 fra Powerspread: [http://www.shelbourne.com/3/products/2/livestock/3\\_powerspread-manure-spreader/101\\_powerspread-pro-lwb](http://www.shelbourne.com/3/products/2/livestock/3_powerspread-manure-spreader/101_powerspread-pro-lwb)

Srinivasan, A. (2006). *Handbook of precision agriculture - Principles and Applications* (Vol. 1). Binghamton, New York, USA: Food Products Press.

Store Norske Leksikon. (2013, Februar 28). *Hydraulikk-Store norske leksikon*. Hentet Mai 7, 2013 fra <http://snl.no/hydraulikk>

Store Norske Leksikon. (2013, Februar 28). *Moderne navigasjon*. Hentet Mai 27, 2013 fra GPS: <http://snl.no/GPS>

Straker, D. (sa). *Creating Minds.org*. (D. Straker, Produsent) Hentet Mai 15, 2013 fra concept screening: [http://creatingminds.org/tools/concept\\_screening.htm](http://creatingminds.org/tools/concept_screening.htm)

Tømte, G. (2013, April 17). *Felleskjøpet*. Hentet Mai 28, 2013 fra Landbruk: <http://www.felleskjopet.no/landbruk/Sider/John-Deere-okker-presisjonen.aspx>

Weseth, G. (2007, Desember). Glimt fra mekaniseringen av vårt landbruk 1850-2000. Ås, Norge.

Wikipedia. (2013, Mars 29). *Power take-Off*. Hentet Mai 3, 2013 fra [http://en.wikipedia.org/wiki/Power\\_take-off](http://en.wikipedia.org/wiki/Power_take-off)

Wikipedia. (2013, April 22). *Spreader*. Hentet April 29, 2013 fra Manure: [http://en.wikipedia.org/wiki/Manure\\_spreader](http://en.wikipedia.org/wiki/Manure_spreader)