



Høgskolen i **Hedmark**

Avdeling for anvendt økologi og landbruksfag

Blæstad

Sindre Skjelnes Tveit

Bacheloroppgåve

Enklare regulering av lufttrykk i dekk på traktor

Easier adjustment of tire pressure on tractors

Landbruksteknikk

2016

Samtykker til utlån hjå høgskulebiblioteket

JA NEI

Samtykker til tilgjengeleggjering i digitalt arkiv Brage

JA NEI

Forord

Denne oppgåva er utarbeida som ei avslutning på mitt treårige bachelorstudium i Landbruksteknikk ved Høgskulen i Hedmark avd. Blæstad.

Tanken på kva tema eg skulle skrive om i bacheloren min har leie i bakhovudet i frå fyrste studiedag. Litt etter litt fann eg ut at dekk og lufttrykk var noko eg interesserte meg spesielt for. Våren 2015 bestemte eg meg for at det var dette temaet eg skulle fordjupe meg i. Sjølve arbeidet med oppgåva har føregått i haust- og vårsemesteret, studieåret 2015/16.

Arbeidsprosessen har vore spanande og lærerik. Det har vore spanande å kunne fordjupe seg i noko ein interesserar seg for. Sjølv om det har vore frustrerande til tider, føler eg at eg sit att med mykje lærdom etter denne perioden med oppgåveskriving.

Eg ynskjer å rette ein stor takk til:

- Hans Christian Endrerud, fyrstemanuensis ved Høgskulen i Hedmark for god veileining gjennom denne perioden.
- Hanne Meyer, for sitt bidrag med både norsk- og engelskkunnskapar.
- Jørgen Skjelin, produksjef for Fendt hjå Eikmaskin AS, for god informasjon med Fendt VarioGrip og VarioGrip Pro.
- Christian Reinartz, consulting/sales agriculture hjå PTG, for god informasjon med PTG sine system.
- Randi Skjelnes, for sitt bidrag med korrekturlesing

Eg vil også få rette ein stor takk til medstudentar, familie, arbeidsgivar, gardbrukarar og førelesarar ved Høgskulen i Hedmark avd. Blæstad. Desse har komme med gode innspel og motivasjon igjennom heile bachelorperioden.

Blæstad, 1. Juni 2016

Sindre Skjelnes Tveit

Innhold

FORORD	2
INNHALD	3
TABELL OG FIGURLISTE	5
NORSK SAMANDRAG	6
ENGELSK SAMANDRAG (ABSTRACT)	7
1. INTRODUKSJON	8
1.1 AUKA AGRONOMISK FOKUS FOR AUKA MATPRODUKSJON	8
1.2 DEKK I LANDBRUKET	8
1.3 LUFTRYKKSREGULERING	9
1.4 PROBLEMSTILLING	10
2. MATERIAL OG METODE	11
2.1 STUDIUM.....	11
2.2 LITTERATUR OG FAGSTOFF	11
2.3 CONCEPT SCREENING	11
2.4 SCREENING KRITERIUM.....	12
2.5 3D-TEIKNING.....	13
3. RESULTAT	14
3.1 EFFEKTER VED LUFTRYKKSREGULERING	14
3.1.1 <i>Jordpakking</i>	14
3.1.2 <i>Trekraft</i>	17
3.1.3 <i>Dieselforbruk</i>	17
3.1.4 <i>Dekkslitasje</i>	18
3.2 FINNE RETT LUFTRYKK.....	18
3.2.1 <i>Trykk- og belastningstabell</i>	18
3.2.2 <i>Mobilapplikasjoner</i>	19
3.3 EKSISTERANDE SYSTEM FOR LUFTRYKKSREGULERING	20
3.3.1 <i>Fendt</i>	20
3.3.2 <i>PTG</i>	23

3.4	UTVIKLING AV EIGE KONSEPT	24
3.4.1	<i>Dei ulike alternativa</i>	24
3.4.2	<i>Concept screening resultat</i>	26
3.4.3	<i>Val av konsept</i>	26
3.4.4	<i>3D-teikningar</i>	27
4.	DISKUSJON	29
4.1	EFFEKTANE VED LUFTRYKKSREGULERING	29
4.2	FINNE RETT LUFTRYKK.....	29
4.3	EKSISTERANDE SYSTEM FOR LUFTRYKKSREGULERING.....	30
4.4	EIGE KONSEPT.....	30
5.	KONKLUSJON.....	31
5.1	OPPSUMERING AV MINE FUNN	31
5.2	FORSLAG TIL VIDARE ARBEID	31
	LITTERATURLISTE	33

Tabell og figurliste

Tabellar:

Tabell 1. Eksempel på concept screening, Straker, D., 2016	12
Tabell 2. Resultat frå concept screening, av forfattaren, 2016	26
Tabell 3. Resultat i frå val av kompressor, av forfattaren, 2016	26

Figurar:

Figur 1. Redusert lufttrykk, gjev redusert jordpakking, Fendt, 2016	15
Figur 2. Utstyret ein vel å køyre med, Terranimo, 2016	16
Figur 3. Grafar som syner jordpakking, Terranimo, 2016	16
Figur 4. Belastninga frå framakslingen på gyllevogna i jordprofilen, Terranimo, 2016	17
Figur 5. Modell av dekkslitasje, Tigges, M., 2015	18
Figur 6. Eksempel på trykk- og belastningstabell, Vianor, 2016	19
Figur 7. Eksempel på mobilapplikasjon, Trelleborg, 2016	20
Figur 8. Fendt VarioGrip, Fendt, 2016	21
Figur 9. Dekk nytta i Fendt VarioGrip Pro, Mitas Tyres, 2016	22
Figur 10. Lufttilførsel til dekk med PTG-system, PTG, 2016	23
Figur 11. Skisse av alternativ 1, av forfattaren, 2016	24
Figur 12. Skisse av alternativ 2, av forfattaren, 2016	25
Figur 13. Skisse av alternativ 3, av forfattaren, 2016	25
Figur 14. 3D-modell av heile konseptet, av forfattaren, 2016	27
Figur 15. Kompressoren i kassen, av forfattaren, 2016	27
Figur 16. Svivelen i hjulet, av forfattaren, 2016	27
Figur 17. Konseptet sett i frå sida med open kompressorkasse, av forfattaren, 2016	28
Figur 18. Konseptet sett i frå framsida, av forfattaren, 2016	28

Norsk Samandrag

I ei tid der det er befolkningsvekst og auka matbehov, blir maskinene større og presset på matjorda aukar. Denne oppgåva tar for seg lufttrykksregulering i dekk og korleis ein kan endre lufttrykket enklare. Også effektane lufttrykket gjev på jordet og vegen, som: jordpakking, trekraft, dieselforbruk og dekkslitasje blir gjennomgått. Det blir også sett på korleis ein kan finne det optimale lufttrykket i dekk for sine eigne maskiner til ei kvar tid. Ulike lufttrykksreguleringssystem er også noko som er kartlagt i denne oppgåva, både Fendt sitt system som ein kan få montert originalt i frå fabrikk, men også PTG som leverar system til ettermontering. Til slutt blei det utvikla ein ide til eit eige system for lufttrykksregulering.

Det viser seg at det kan vere ein del å spare på å køyre med rett lufttrykk når ein utførte ulike arbeidsoppgåver. Ein kan oppnå både auka avlingar og sparte kostnader ved å ha optimalt lufttrykk i dekk til ei kvar tid. For å køyre med rett lufttrykk må ein også kunne finne rett lufttrykk, der blei det sett på mobilapplikasjonar og trykk- og belastningstabellar som gode hjelpemiddel. Ved kartlegging av dei eksisterande systema for lufttrykksregulering, så viser det seg at det ikkje fins leverandørar av dette på den norske marknaden til ettermontering. Ein kan få slike system frå fabrikk på Fendt sine traktorar, men då berre på dei største modellseriane i frå 220hk og oppover.

Ved utviklinga av eit eige system for lufttrykksregulering, vart det fyrst komme opp med tre ulike alternativ som blei sett opp mot ein annan. Dette blei gjort i ei *concept screening*. Alternativet som kom best ut var eit konsept der kompressoren for luftfyllinga var montert i tre-punkten på traktoren, enten framme eller bak. Ideen bak dette konseptet var at det skulle vere mogleg å flytte systemet mellom ulike traktorar, slik at om ein har ulike traktorar til ulike arbeidsoppgåver, så skal det vere mogleg å bruke berre eit system på dei ulike traktorane. På denne måten vil det bli enklare for brukaren å regulere lufttrykket, men også moglegheiter for sparte kostnader.

Engelsk samandrag (Abstract)

In a time with high population growth and increased food needs, the machines are getting larger and the soil compaction is getting worse. This study have been looked in to how tire pressure adjustment can be done easier, and how optimized tire pressure can give different benefits; both for the soil, the farmer and the environment. With optimized tire pressure the soil will get minimized compaction, the tractors traction will be increased, the fuel consumption will be decreased, and the tire wear will be minimized. It turns out that with a system like this you can save cost on the production, and at the same time get bigger crops.

The study have also been looking in to different tire pressure regulation systems, both systems that are connected to your machine, but also smart phone applications and tables for the user to find the perfect tire pressure, so it manually can be optimized. The study has especially been looking in to different systems from Fendt, which is being installed at the factory, and systems from PTG, which can be retrofitted. It turns out that non of the retrofitted systems can be delivered in Norway yet, but the different systems from Fendt can be delivered on new tractor models from 220 hp. and up.

In the end of the study it was developed an own system for tire pressure regulation. In this process it was put up three different alternatives. These alternatives where matched against each other, in a concept screening. The alternative that came out as the winner was based on a concept where the compressor for the air filling was hooked to the three-point hitch, either in front or the back of the tractor. The idea behind this alternative is that it can easily be switched between different tractors, so you only need one system, even though you use different tractors for different tasks.

1. Introduksjon

1.1 Auka agronomisk fokus for auka matproduksjon

Me lever i ei verd med stadig aukande matbehov. Fokuset der blir ofte på å effektivisere, og ikkje alltid på dei agronomiske tilhøva. Avstandane og maskinene blir større, samstundes som dette skjer blir presset på jorda stadig aukande. Det fyrste og kanskje enklaste og viktigaste for å redusere skadar på jorda, er å køyre med riktig lufttrykk for arbeidsoppgåvene ein utfører (Mangerud, 2013). Det å køyre med riktig lufttrykk har også andre fordelar knytt til seg, det førar også til (Sloreby, 2009):

- Auka avlingar
- Auka trekkraft
- Mindre jordpakking
- Mindre dieselforbruk
- Mindre dekkslitasje

Ved å køyre på jordet med feil lufttrykk og ved dårlege tilhøve kan ein få eit avlingstap på opptil 25%, utan at ein ser det i jordoverflata. Ein kan også ende opp med ei dobling i dieselforbruket (Sloreby, 2009). Dette er i tilfelle der ein køyrer på feil tidspunkt og tilhøva er dårlege. Utslaga vil sjeldan bli så store, men det kan skje. Når det gjeld køyring på veg er det andre køyrereglar, her ynskjer ein ofte høgare lufttrykk for å minske rullemotstanden og dermed få ned dieselforbruk og dekkslitasje (Sloreby, 2009). Endring av lufttrykk kjem til å bli viktigare og viktigare i tida som vi no er inne i, der ein vekslar mellom vegkøyring og åkerkøyring gjerne fleire gongar i timen. Då blir det også viktigare å kunne ha optimalt lufttrykk i dekkka til ei kvar tid.

1.2 Dekk i landbruket

Dei fyrste dekkka nytta i landbruk var eigentleg ikkje dekk, men heile stålhjul. Bruk av gummidekk på traktor vart fyrst nytta tidleg på 1930-talet. Dette førte til ein auka komfort for føraren, i tillegg vart det ein betra drivstoffsøkonomi, betra trekkraft og bøndene kunne utføre arbeid i høgare hastigheit. I 1939 vart 85% av alle nye traktorar i USA seld med gummidekk (The Ohio State University, 2015).

I landbruket har det vore vanleg med diagonaldekk på maskiner og reiskap, fordi desse var sterkare enn radialdekk. Sjølv om radialdekk vart vanleg på bilar på 70-talet (Valmot, 2013), fortsette landbruket å bruke diagonaldekk utover på 2000-talet. Det var i 2003 at Michelin ”revolusjonerte” landbruksdekket. Dei presenterte då *XeoBib* som var eit radialdekk utstyrt med *Ultraflex* teknologi. Dette dekket gjorde at ein kunne køyre med eit mykje lågare lufttrykk en ein hadde gjort tidlegare, både på jordet og langs vegen. Dette var den fyrste typen lågtrykksdekk som vart produsert (Syljuåsen, 2015 A). Seinare har også andre landbruksdekkprodusentar komme med slike lågtrykksdekk. Lågtrykksdekk blir i dag merka *IF* (Improved Flexion) eller *VF* (Very Improved Flexion). Med *IF* dekk kan ein køyre med 20% lågare lufttrykk, og med *VF* dekk kan ein køyre med 40% lågare lufttrykk samanlikna med eit tradisjonelt landbruksdekk. (Syljuåsen, 2013)

Noko anna som også har vore brukt for å få ned spesielt jordpakking, er belter. Ein kan få belter til ettermontering, men nokre traktorar er også utstyrt med belter originalt. Då enten ved at alle hjula er bytte ut med belter, eller at ein har to hjul framme og to belter bak, eller at ein har eit belte på kvar side som går frå bakaksling til framaksling meir som på ein bulldoser. Sidan belter har ei så stor anleggsflate fører dette til redusert jordpakking og auka trekkraft (Hill, 2008). Belter på traktor er lite utbredt i Noreg. Dette kjem nok av at prisen er relativt høg og at traktorar som blir levert med belter originalt som regel er for store for det norske landbruket. Det er nokre få levrandørar av belter i Noreg.

Den tjekkiske dekkprodusenten Mitas, har utvikla eit dekk som dei kallar for PneuTrac, som tar dei beste eigenskapane i frå både dekk og belter (Østby, 2015). Det er eit dekk som ifølge produsenten sjølv har 53% større anleggsflate enn standard dekk. Dekket skal også gje 48% betre grep (Mitas, 2013). Dekket er enda ikkje i serieproduksjon, men er forventa i salg i løpet av tre år (Syljuåsen, 2015 B). Dette er nok eit dekk vi vil sjå meir til i framtida.

1.3 Lufttrykksregulering

Maskinene blir større og tyngre, og presset på jorda aukar. Då er det viktig å køyre med rett lufttrykk for å få minst mogleg øydelegging av jordstrukturen og best mogleg avling (Alsaker, 2014). Det fyrste ein må gjere for å regulere lufttrykket i dekket, er å finne ut kva lufttrykk som er det riktige. I dag har fleire av dei største produsentane av landbruksdekk, mobilapplikasjonar som ein kan laste ned til mobiltelefon sin (Gamme, 2014). Dette gjer det mykje enklare å finne det lufttrykket som høver best til dekket.

Når det gjeld måtar å regulere lufttrykket på har ein fleire alternativ. Det vanlegaste er nok å bruke ein stasjonær kompressor for å fylle dekket med. Dette er enkelt, men gir liten fleksibilitet. Dette er ei ulempe då ein helst bør kjøre med ulikt lufttrykk på veggen og på åkeren (Sloreby, 2009). Eksempelvis ved gyllekjøring, der det ofte er aktuelt å byte mellom veg og åkerkjøring fleire gongar i timen. Andre kjelder for luftfylling i dekk kan være:

- Kompressor som nyttar kraftuttaket på traktoren
- Kompressor som nyttar det hydrauliske systemet på traktoren
- Elektrisk kompressor som nyttar 12V-systemet på traktoren
- Eksisterande kompressor som høyrer til luftbremssystemet til traktoren

Det fins i dag leverandørar som leverar ettermonterbare system til traktoren, desse nyttar eksisterande eller ekstern kompressor. Traktorar frå Fendt kan bli levert med original lufttrykksregulering, men då berre til modellar som er over 162kW/220hk (Fendt, 2015 A). Det eksistera altså fleire moglegeheiter for å optimalisere lufttrykket i dekket, desse systema blir ofte kalla *CTIS* (Central Tire Inflation System) (Spicer, s.a.).

Luftrykksreguleringssystem blir ikkje berre nytta i landbruket, men også i militæret og transportnæringa. I Sverige var det eit krav i ei kontrakt, at kvar tredje tømmerbil skulle utstyrt med lufttrykksregulering. Det køyrer i dag 120 tømmerbilar med lufttrykksregulering på svenske vegar (Vikhammer, 2012). I Tyskland var det i 2011 registrert 2500 traktorar med system for lufttrykksregulering (Volk, Denker, Rose, 2011).

1.4 Problemstilling

Problemstillinga i bacheloroppgåva er følgjande: Kartlegge effektane ved korrekt lufttrykk og starte arbeidet med utvikling av eit eige lufttrykksreguleringssystem.

Delmål:

- Kartlegge metodar for å finne det rette lufttrykket i landbruksdekk
- Kartlegge eksisterande system for lufttrykksregulering

2. Material og metode

2.1 Studium

Denne bacheloroppgåva er ein kombinasjon mellom eit litteraturstudium og ei utviklingsoppgåve. Oppgåva vil ha ein landbruksteknisk tilnærming, sidan det er denne studielinja eg har gått her på Blæstad. Når det gjeld utviklingsdelen, blir den berre utført med ei teoretisk tilnærming. Dette grunnar i at verken tid eller pengar strekkjer til for å bygge ein prototype av konseptet. Sjølv om ideen ikkje vært sett ut i live og realisert i fysisk form, trur eg ikkje det har noko å sei for oppgåvas truverd. Det er ideen og sjølve utviklinga av denne som er viktig her.

2.2 Litteratur og fagstoff

Litteraturen i oppgåva er henta i frå bøker og artiklar som er funne på biblioteket, og i dei tilgjengelege databasane her på Blæstad. Det er også nytta litteratur og fagstoff frå andre søkemotorar på internett, slik som *Google Scholar*. Det blei også innhenta fagstoff frå studieturen Blæstad arrangerte til Agritechnica messa i Hannover, Tyskland, hausten 2015. Der var eg i kontakt med fleire produsentar av luftrykksreguleringsystem til traktorar og maskiner. I tillegg har eg hatt personleg kommunikasjon med leverandørar som kan levere slike system i Noreg.

2.3 Concept screening

Concept screening er ein metode for å rangere ulike alternativ, for å komme fram til den beste løysinga. Dette blir gjennomført ved å gje karakterar til ulike kriterium, det alternativet som får den høgste totalsummen er det beste (Straker, 2015). Det blir ofte nytta ein screeningtabell for å finne det beste alternativet i *concept screening*.

Criteria	Base option	Option 1	Option 2	Option3
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

Tabell 1. Eksempel på screeningtabell ved concept screening. Henta 13.04.16 frå nettsida: http://creatingminds.org/tools/concept_screening.htm

2.4 Screening kriterium

For å finne ut kva alternativ for luftrykksregulering som skulle arbeidast vidare med, blei det nytta ein screeningtabell. Her blei tre eigne alternativ sett opp mot to eksisterande system. Fendt sitt VarioGrip system og eit av tyske PTG sine system. Det blei gjeve poeng innanfor sju ulike kriterium:

- Plassering
 - Kor lett tilgjengelige er komponentane?
 - Er komponentane i vegen for sikten?
- Fylltid
 - Kor lang tid tar det å fylle dekk?
- Haldbarheit
 - Kor lang levetid har reguleringssystema?
- Vedlikehald
 - Kor lett er det å utføre vedlikehald?
 - Kor ofte må ein utføre vedlikehald?
- Nøyaktigheit
 - Kor nøyaktig fyller systemet luft?
 - Kor nøyaktig måler systemet luftrykk?
- Pris
 - Kva er kostnaden for eit slik system?
- Fleksibilitet
 - Kor fleksibelt er systemet?
 - Kan det nyttast på fleire traktorar?

Resultata og utføringa av concept screening, kjem i kapitlet: ”3.4.2 *Concept screening resultat*”. Karakterane som blei utdelt strekte seg i frå -2 til 2. Der -2 er dårlegast karakter og 2 den beste og 0 fungera som ein verken/eller karakter.

Det blei også utført ei concept screening for å finne det beste alternativet til kva type kompressor som skulle nyttast. Det vart nytta same karaktergjeving som ved den fyrste concept screeninga, med karakterar i frå -2 til 2. Resultata frå denne screeninga kjem i kapittel: ”3.4.3 *Val av konsept*”. Kriteria som blei brukt under denne screeninga var:

- Pris
 - Kva kostar kompressoren?
- Fylltid
 - Kor lang tid tar det å fylle dekket med denne kompressoren?
- Vedlikehald
 - Kor lett er det å utføre vedlikehald av kompressoren?
 - Kor ofte må ein utføre vedlikehald av kompressoren?
- Haldbarheit
 - Kor lang levetid har kompressoren?

2.5 3D-teikning

Når concept screening prosessen var gjennomført, blei alternativet ferdig utvikla og 3D-teikna i programmet Inventor Professional CAD 2016. Dette er eit program utvikla av Autodesk. Det blei nytta ein studentlisens for programmet som forfattaren har fått tilgang til i studietida her på Blæstad. Dei ferdige 3D-teikningane kjem i kapitlet: ”3.4.4 *3D-teikningar*”.

3. Resultat

3.1 Effektar ved lufttrykksregulering

3.1.1 Jordpakking

Pakkeskadar

Det er vanleg å dele pakkeskadar på jorda inn i to kategoriar. I boka *Hjulutstyr for landbruksmaskiner* frå 1989, beskriv forfattar Kjell Mangerud dei to typane pakkeskadar i jordstrukturen, på denne måten:

Pakkeskadar i pløyesjiktet:

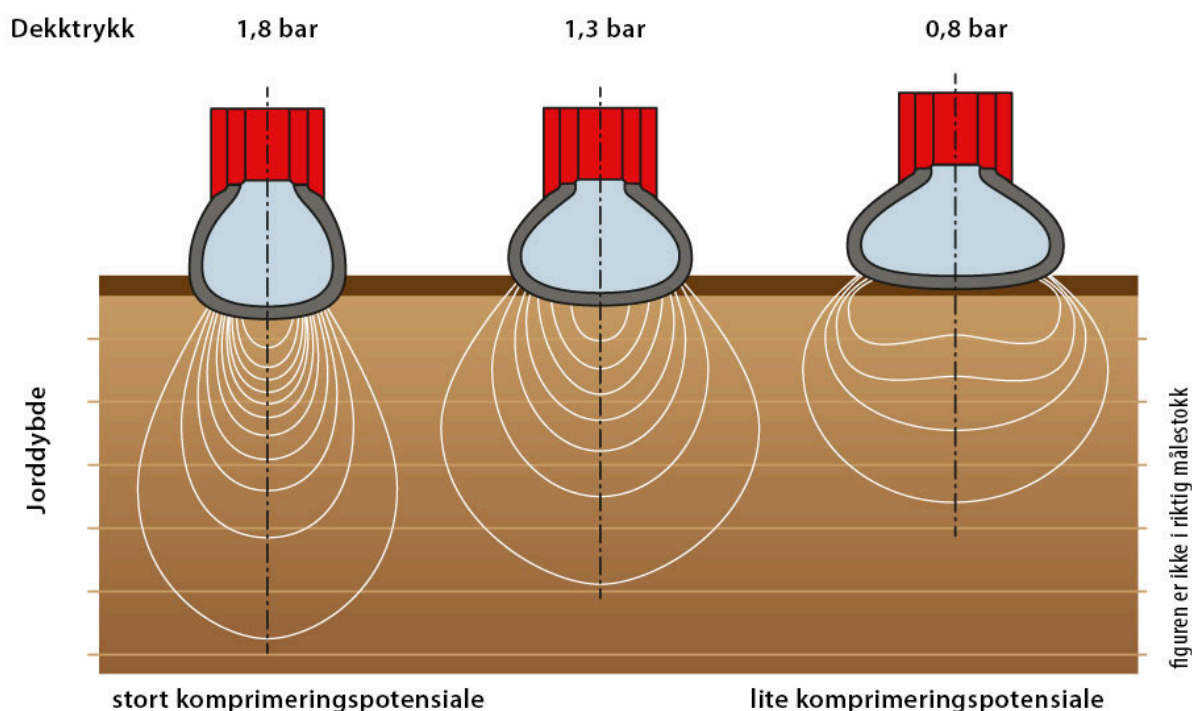
Pakkeskader i pløyesjiktet vil normalt være av mer kortvarig karakter. Ved pløying og annen jordbearbeiding vil vi løse opp pakkeskader, og i dette sjiktet vil de strukturoppbyggende prosesser gjentas ofte. Med strukturoppbyggende prosesser menes slik som frost/opptining, tørking/oppfukting og virkningen av forskjellige organismer. Skadene i dette sjiktet vil i noen grad bli utbedret i løpet av ett til tre-fire år. Pakkeskadene på eng kan i noen tilfeller være mer langvarige (Mangerud, 1989, s. 30).

Pakkeskadar under pløyesjiktet:

Pakkeskader under pløyesjiktet vil være av mer permanent karakter. De strukturoppbyggende prosessene (frost eller tørke) skjer kanskje bare en gang i året, kanskje ikke hvert år. Svenske forsøk med pakking med stor aksellast gjort i 1977 viser at det skjer lite i undergrunnen. I 1985, 8 år etterpå, var pakkingen på 35 cm djup nesten uforandret (Mangerud, 1989, s. 30).

Jordpakking er eit aukande problem på matjorda i Noreg og Europa, blant anna grunna større og tyngre maskiner (Økologisk Norge, 2013), men også grunna fleire overkøyningar. Minst 45% av overflata på ein åker blir overkøyrd kvart år, og andelen kan utan problem overstige 90% (Syljuåsen, 2015 A). I Storbritannia har Harper Adams University berekna kostnadane for jordpakking til 1,2 milliardar dollar per år, som svarar til om lag 10 milliardar norske kroner, med dagens kronekurs (Syljuåsen, 2015 A). Difor bør traktordekk køyrast med lågast mogleg lufttrykk på jordet. Dette fører til mindre køyrespor, betre trekkraft og mindre jordpakking (Sloreby, 2009). Fleire forsøk viser til at ved synlege skadar på åkeren, får ein eit avlingstap på over 25% (Mangerud, 2016, s. 3; Sloreby, 2009). Dette tyder at ein kan ha avlingstap opp til dette nivået utan at ein ser det.

Ved å senke lufttrykket, aukar ein kontaktflata mellom dekket og åkeren, dette gjev også redusert trykk i jorda. (Sloreby, 2009; Tigges, 2015, s. 2). Forskarar i dag antar at det gjennomsnittlege trykket i jorda er 25% større enn lufttrykket i dekket. Det vil sei at, erit dekktrykk på, 0,8 bar = jordtrykk på 1 bar. Eit dekktrykk på, 1,8 bar = jordtrykk på 2,25 bar. Sidan jordtrykket blir redusert ved å senka lufttrykket, bør lufttrykket haldast så lågt som mogleg for å beskytte jordstrukturen (Tigges, 2015, s.2).



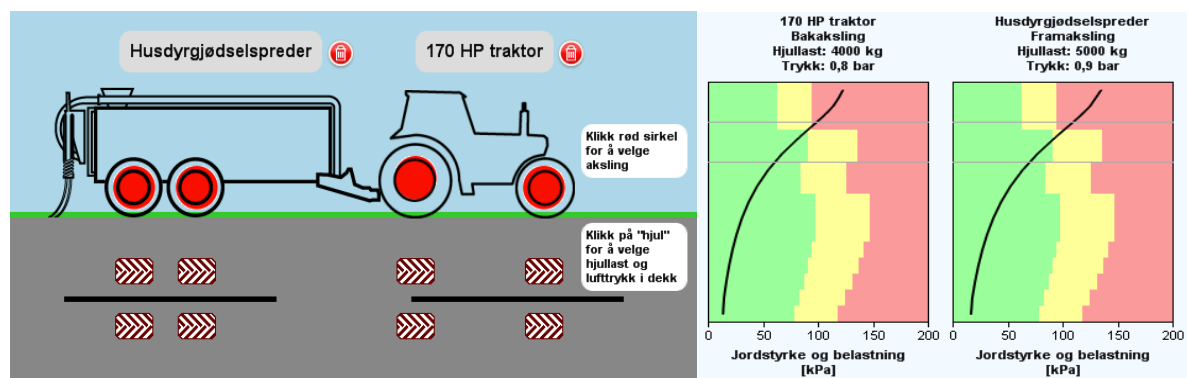
Figur 1. Redusert lufttrykk, gjev redusert jordpakking. Henta 20.04.16 frå nettsida: <http://www.fendt.com/no/10041.asp>

Forsøk utført i Sverige i 1977, viser ein direkte samanheng mellom jordpakking og feil lufttrykk. Der vart det ei auka jordpakking på 2 – 3%, ved ei doubling av lufttrykket i dekket (Riley, s.a.). Professor Inge Håkansson ved Sveriges lantbruksuniversitet har utvikla tommelfingerregelen: "Ingen aksel som skal gå på produksjonsjorda bør ha over 6 tonn og ingen dekk bør ha over 0,8 bar" (Mangerud, 2016, s. 3).

Terranimo

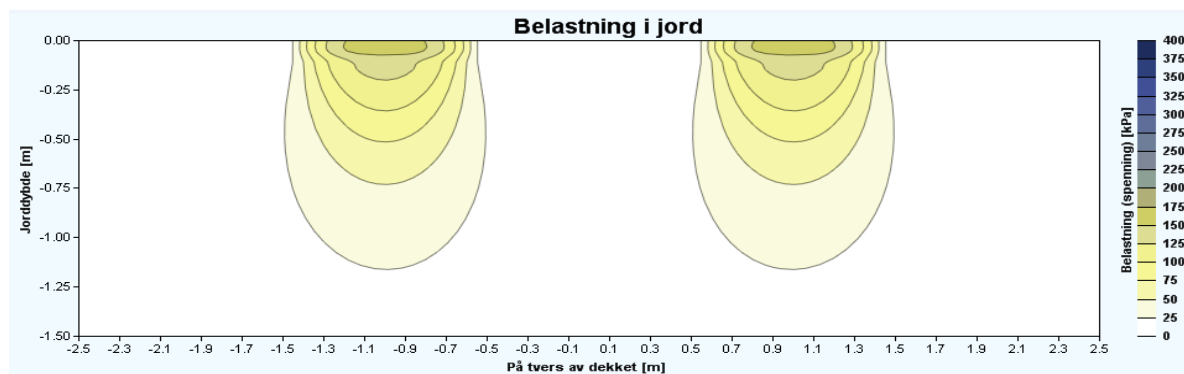
Terranimo som tyder, "Terramechanical model", er eit webbasert hjelpemiddel for å rekne ut kor stor jordpakkinga blir, med bruk av ulike traktorar/maskiner, jordtypar og fuktinnhald i jorda. Det er i hovudsak utvikla ved Universitetet i Aarhus, Danmark. Terranimo finst i ulike versjonar, blant anna ein global, dansk, norsk og sveitsisk versjon (Terranimo, 2015, s.1-2).

Terranimo bygger på eit tidlegare dansk hjelpemiddel kalla, ”*Jordværn online*”. Ved bruk av Terranimo vel ein kva utstyr ein køyrer med, traktor med ulike val av reiskap, skurtreskarar, sjølvgåande finsnittarar, eller andre typar sjølvgåande utstyr. Når ein har valt det utstyret ein skal køyre med, kan ein endre på hjullaster, dekktrykk, dekkprodusent og velje mellom den produsentens ulike dekkdimensjonar (ikkje alle produsentar er tilgjengelege). Når ein har valt det utstyret som skal nyttast, kan ein velje den jordtypen som stemmer best overeins med sine tilhøve. Det går også an å lage sin eigen jordtype, der ein legg inn %-andelen av leire, silt, sand og humus. Då vil ein oppnå ein korrekt jordtype for den åkeren ein skal arbeide på. I tillegg legg ein inn vassinnhaldet i jorda, altså om det er tørt, fuktig eller vått. Når alle parameter er ferdig utfylt, vil ein få opp ein modell som syner kor djup jordpakkinga er for kvart dekk. Det vil også komme opp ein graf som viser graden av jordpakking nedover i jordprofilen (Terranimo, 2015). I *figur 3*, ser ein dette tydeleg. Der den svarte streken er på det raude er det skadeleg jordpakking, lenger nedover kjem streken på det gule før den går over i grønt. Når streken er på det grønne så tyder dette at det ikkje er skadeleg jordpakking. I *figur 4*, ser vi korleis belastninga i frå framaksel på gyllevogna brer seg nedover i jorda.



Figur 2 t.v. Utstyret ein vel å køyre med. Skjermbilete frå www.terranimo.dk

Figur 3 t.h. Grafar som syner jordpakking. Skjermbilete frå www.terranimo.dk



Figur 4. Belastninga frå framakslingen på gyllevogna i jordprofilen. Skjermbilete frå www.terranimod.dk

3.1.2 Trekkraft

Ein av grunnane til å nytte lågare lufttrykk ved bruk av traktor på jordet, er for å auka trekkrafta på traktoren. Det er oppdaga at ved 0,6 bar lufttrykk har traktoren 25% betre trekkraft enn ved 1,5 bar (Sloreby, 2009). Andre forsøk viser at ein kan oppnå ein auka trekkraft på mellom 20 – 40% (Collings, 2008; Tigges, 2015 s. 3). Dette betyr at ein 60kW (80hk) traktor kan oppnå same trekkraft som ein traktor på 75kW (100hk) (Sloreby, 2009).

3.1.3 Dieselforbruk

Det er utført fleire forsøk på samanhengen mellom lufttrykket i dekk på traktoren og dieselforbruket. Forsøka syner at eit for høgt lufttrykk gjev auka sluring, djupe spor, dårlegare verkingsgrad og trekkraft, og dermed eit auka energibehov (Sloreby, 2009). Det vart utført eit forsøk i California i 1996, der oppnådde forskarane ei sparing på mellom 18 – 20% ved å køyre med rett lufttrykk ved jordarbeid (Lancas, Shafii, Sime, Upadhyaya, 1996, s. 31). Andre forsøk viser også at om ein har 1 centimeter djupe køyrespor, fører dette til eit auka dieselforbruk på 10%. Ved 10 centimeter djupe spor får ein ei dobling i dieselforbruket (Sloreby, 2009).

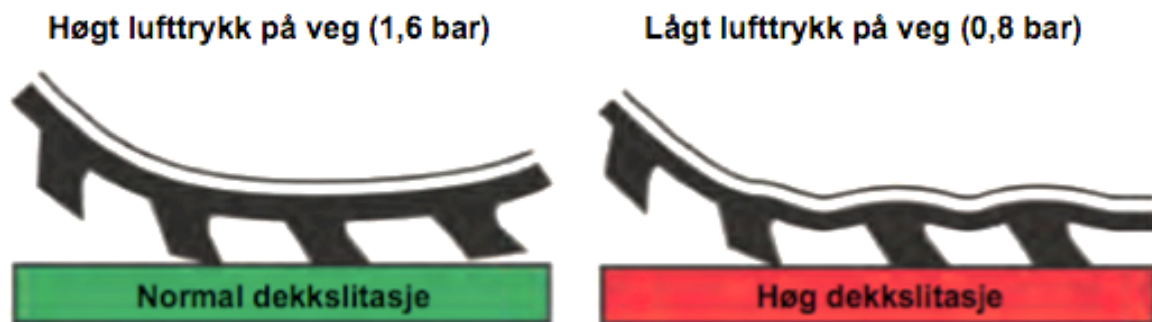
Det er også utført forsøk med å endre lufttrykket etter køyreforhalda. Ved å auke lufttrykket under vegkøyning, og dermed redusere rullemotstanden. Når dei då kom ut på åkeren reduserte dei lufttrykket for å få auka trekkraft. På denne måten klarte dei å kome fram til at dette kan føre til ein dieselbesparelse på 12 – 25% (Volk, Denker, Rose 2011; Tigges, 2015, s. 4). Kun ved å endre lufttrykket mellom vegkøyning og køyning ute på jordet.

Fendt reklamerar med at deira VarioGrip system, skal gje ein dieselbesparelse på 8% på jordet, og ein besparelse på 2% på vegen (Fendt, 2015 A).

3.1.4 Dekkslitasje

Generelt sett krev vegkøyning høgare lufttrykk enn ved køyning ute på jordet. Dette er grunna i at høgare lufttrykk fører til lågare dekkslitasje og lågare rullemotstand, som igjen fører til lågare dieselforbruk (Tigges, 2015 s. 4).

Omlag 90% av dekkslitasjen skjer ved køyning på veg. Dette er fordi asfalten er hard og urokkeleg i motsetnad til ute på jordet der det er ein mjuk, flyttbar masse (Tigges, 2015 s.4). Den tyske fabrikanten av lufttrykksreguleringsystem, PTG, påstår at ved å alltid køyre med rett lufttrykk ved vegkøyning kan dekket si levetid auke i frå 3000 – 5000 driftstimar. Dette er noko som svarar til omlag 66% auka levetid (PTG, s.a D). Dette er noko meir enn det Martin Tigges opplyser om i sin rapport, der han skriv at ved å auke lufttrykket under vegkøyning, kan ein oppnå ein reduksjon i dekkslitasjen på 30% (2015 s. 4). Ulike dekkprodusentar oppgjer også at dekk som vert køyrt med 10% lågare lufttrykk enn anbefalt kan føre til 15% kortare levetid for dekket (Collings, 2008).



Figur 5. Modell av dekkslitasje. Kjelde: Martin Tigges, 2015

3.2 Finne rett lufttrykk

3.2.1 Trykk- og belastningstabell

Ein måte å finne ut kva lufttrykk du skal køyre med i dekka er trykk- og belastningstabellar. Det fins generelle tabellar og tabellar knytt opp mot ulike dekkprodusentar. For å kunne nytte ein slik tabell må ein vite:

- Dekkdimensjon
- Akselvekt
- Arbeidshastighet

Når ein då les tabellen og finn dei opplysningane som stemmer overeins med sine dekk. Ved å finne dei rette akselvektene og finne ut kva hastigheiter ein skal arbeide med. Deretter kan ein lese av tabellen for å sjå kva lufttrykk ein skal nytte i dekk.

Eksempel på trykk- og belastningstabell, dekkdimensjon 600/60R38

600/65R38		Lufttrykk i dekket				
Pund (per kvadrattomme)	9	12	14	17	20	23
Bar	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6
Største hastighet i km/t	Maksimal last per hjul i kg					
65	2125	2455	2785	3075	3370	3660
50	2230	2575	2925	3230	3540	3845
40	2325	2690	3050	3370	3690	4010
30*	2445	2825	3200	3540	3875	4210
10**	2890	3335	3785	4185	4580	4980

* Gjelder også når en har stor trekraft eks. plog eller stor helling ** Gjelder når det ikke er stor trekraft, eks. harvin

Figur 6. Eksempel på trykk- og belastningstabell.

Henta 19.04.16 i frå nettsida:

http://ntgroup.studio.crasman.fi/pub/web/vianor/pdf/NO_vianor_heavy_mag_2016.pdf

3.2.2 Mobilapplikasjonar

Eit anna hjelpemiddel for å finne det rette lufttrykket til dekk, er å laste ned og nytte ein mobilapplikasjon til sin smarttelefon. I dag har 85% av Noregs befolkning tilgang til ein smarttelefon (Statistisk sentralbyrå, 2015). Dermed har mange moglegheit til å nytte dette alternativet. Det er fleire av dei største produsentane av landbruksdekk som i dag tilbyr mobilapplikasjonar for å finne rett lufttrykk til dekk. (Firestone, 2012; Michelin, 2014; Trelleborg, s.a). I desse mobilapplikasjonane legg ein inn ulike faktorar som:

- Vekta på akslingane
 - o Framme
 - o Bak
- Akselavstand
- Type reiskap
 - o Trepunktsmontasje (Plog, vossakasse, etc.)
 - o Trekkstangmontasje (Slepeslåmaskin, to-rotors samlerive, etc.)
 - o Tilhengarmontasje (Rundballepresse, gyllevogn, etc.)

- Reiskapsvekt
- Dekkmontering
 - o Enkle hjul
 - o Tvillinghjul
- Dekkdimensjon
 - o Framme
 - o Bak

Kva faktorar som må leggst inn kan variere noko i frå mobilapplikasjon til mobilapplikasjon. Når alle faktorane er lagt inn, vil ein få ut ein tabell med kva lufttrykk som skal nyttast i dekk med omsyn til farten på arbeidsoppgåve ein skal utføre.



Figur 7. Resultat etter å ha brukt Trelleborg sin mobilapplikasjon. Henta 15.04.16 frå nettsida:
<https://lh3.ggpht.com/B6wn0gezH4xPvszmuvMtxk0z94vrOx3oxNrWVEOSq2PvwcVKZZWHpmEAuJsa6Dmtlg=h900>

3.3 Eksisterande system for lufttrykksregulering

3.3.1 Fendt

Fendt er den einaste traktorprodusenten som i dag leverar system for lufttrykksregulering originalt i frå fabrikk (personleg kommunikasjon, J. Skjelin, 22. Februar 2016). Dei leverar to ulike system, VarioGrip og VarioGrip Pro. Dei har ulike verkemåte, men utfører den same jobben. Fendt har og utvikla eit system kalla Grip Assistant som er eit hjelpemiddel for å finne rett lufttrykk til ei kvar tid. Alle dei tre systema har fått prisar for si nyskaping innanfor landbruket (Fendt, 2015 A; Fendt, 2015 B; Fendt, 2015 C).

VarioGrip

Fendt sitt VarioGrip system blei lansert under Agritechnica i 2009 og fekk der sølvmedalje for si nyskaping (AGCO GmbH, 2015). Systemet vart ikkje satt i produksjon før 2013 på Fendt 800 og 900 serie (Eikmaskin AS, 2013, s. 14-15). Systemet brukar ein kraftig dobbel, vasskjølt kompressor og lufta blir pumpa ut via akslingane på traktoren. dette kan gjerast under køyring. (Fendt, 2015 A). Systemet kostar om lag 150 000 kr som ekstrautstyr (berre tilgjengelig på 800 og 900 serien) og det er per i dag ikkje levert nokon traktorar med dette montert her i Noreg (personleg kommunikasjon, J. Skjelin, 26. Mai 2016). Heile VarioGrip systemet blir styrt i frå den innebygde terminalen i traktorhytta, og har eit arbeidsområde i frå 0,6 – 2,5 bars trykk (Fendt, 2015 A).



Figur 8. Viser Fendt VarioGrip sine tilhøyrande komponentar. Henta 15.04.16 frå nettsida: <http://www.fendt.com/no/10041.asp>

VarioGrip Pro

Fendt sitt andre luftrykksreguleringssystem heiter VarioGrip Pro. Dette vart lansert på Agritechnica hausten 2015 og fekk gullmedalje for sin landbruksfaglige nyskaping (Fendt, 2015 B). VarioGrip Pro er berre tilgjengeleg på Fendt 900 og 1000 serie (personleg kommunikasjon, J. Skjelin, 22. Februar 2016). Systemet fungera berre på traktorar utstyrt med dekk i dimensjonen, 710/75R42 (Fendt, 2015 B). Verkemåten til VarioGrip og VarioGrip Pro er noko ulik. I Pro utgåva blir det i hovudsak ikkje nytta ein kompressor til å auke luftrykket i dekket med. Derimot er lufta allereie lagra i ein luftslange, som ligg inne i dekket. Denne slangen fungera som eit trykkreservoar, og lufta blir pressa frå luftslangen og

ut i dekket for å auke trykket. På denne måten klarar VarioGrip Pro å fylle dekket med 1 bar på 30 sekund (Fendt, 2015 B). Dette er 80% raskare enn VarioGrip modellen (Tande, 2015).



Figur 9. Viser dekket som blir nytta i Fendt VarioGrip Pro, med slangen inni dekket som fungera som trykkreservoar. Henta 02.05.16 frå nettsida: <http://www.mitas-tyres.com/gb/about/press-releases/mitas-aircell-dramatically-boosts-the-performance-of-tyre-inflation-systems-1/>

Grip Assistant

Fendt Grip Assistant er eit hjelpemiddel lansert for Fendt 1000 serie, og vart introdusert for marknaden under Agritechnica 2015, der det fekk sølvmedalje. Grip Assistant er konstruert for å finne det mest optimale lufttrykket til ei kvar tid (Fendt, 2015 C). For å finne rett lufttrykk må sjåføren taste inn:

- Reiskapstilkopling
- Reiskapstype
- Trekkmotstand
 - o Lett jord
 - o Medium jord
 - o Tung jord
- Dekkdimensjonar
- Arbeidshastigheit eller ballast

Grip Assistant har to modus: ”*SpeedSelect kalkulera riktig ballast og dekktrykk basert på ynskja arbeidshastighet, mens BallastSelect kalkulera riktig arbeidshastigheit og dekktrykk basert på traktorens vekt*” (Tande, 2015, eigen omsetning).

3.3.2 PTG

PTG er ei tysk familiebedrift som leverar lufttrykksreguleringsystem til ettermontering (PTG, s.a A). Dei leverar system til traktorar, men dei kan også levere reguleringsutstyr til anna hjulgående utstyr. Deriblant gyllevogner, tilhengarar, pickupvogner, sjølvgåande finsnittarar eller skurtreskarar (PTG, s.a B). PTG leverar fleire tusen reguleringsystem kvart år, til bønder, entreprenørar, dekkprodusentar og andre rundt om i heile verda (personleg kommunikasjon, C. Reinartz, 4. April 2016). Til traktor leverar PTG sju ulike reguleringsystem (PTG, s.a C). Det blir nytta både originalmonterte kompressorar, men også ettermonterte kompressorar som går både elektrisk og hydraulisk (personleg kommunikasjon, C. Reinartz, 9. November 2015). Sidan PTG leverer system til ettermontering, så må lufttilførselen frå kompressoren til dekket, utførast på ein annan måte enn det Fendt gjer, som produsera traktoren sjølv. PTG har fleire løysingar på dette, den metoden dei hovudsakleg nyttar, er å føre luftslangar over skjermen på traktoren, inn til ein svivel i senter av hjulet. Det går då ein ny slange frå svivelen til dekkventilen (personleg kommunikasjon, C. Reinartz, 4. April 2016) . Sjå *figur 10*. På denne måten krøllar ikkje slangane seg.



Figur 10. Modell av lufttilførselen til dekket, med eit av PTG sine system. Henta 18.04.16 frå nettsida: <https://www.facebook.com/PTG-Reifendruckregelsysteme-716990288388126/photos>

Til styring av systemet nyttar PTG enten ein eigenutvikla styringsterminal, eller ein kan nytte ISOBUS-tilkoplinga på traktoren. Om traktoren er utstyrt med dette, og dermed få styringa av lufttrykket direkte på den innebygde skjermen i traktorhytta (personleg kommunikasjon, C. Reinartz, 4. April 2016). Det er ingen leverandørar av PTG sine lufttrykksreguleringsystem i Noreg i dag (personleg kommunikasjon, C. Reinartz, 9. November 2015).

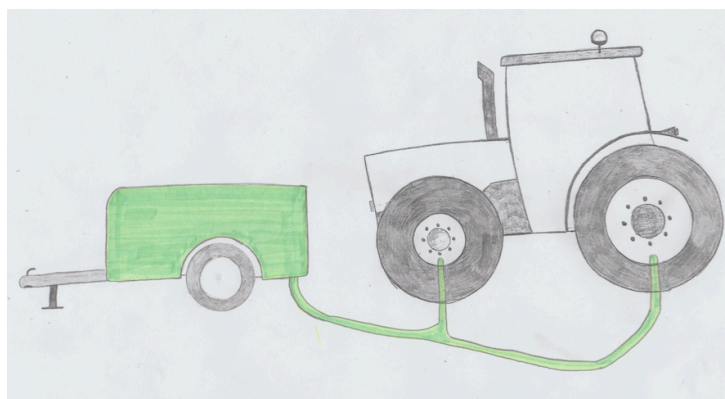
3.4 Utvikling av eige konsept

3.4.1 Dei ulike alternativa

Når eg fyrst skulle utvikle mitt eige konsept for lufttrykksregulering, var ideen å skapa noko nytt, som ikkje eksisterte på marknaden frå før. Då kom eg opp med tre ulike alternativ som eg sette opp mot kvarandre i ein screeningtabell. Ynskje for dei tre alternativa var at dei skulle vere eit bidrag til den norske marknaden, der det ikkje er så vanleg med luftbremsar og der det heller ikkje eksistera nokon leverandørar av slike system (sett bort i frå Fendt). Sidan alle alternativa er berekna til traktorar som ikkje har luftbremsar, nyttar alle tre alternativa ekstern kompressor. Desse tre alternativa blir sett opp mot Fendt sitt VarioGrip Pro system og PTG sitt system der dei nyttar seg av traktorens originale luftkompressor, og ikkje dei systema som nyttar ekstern kompressor.

Alternativ 1

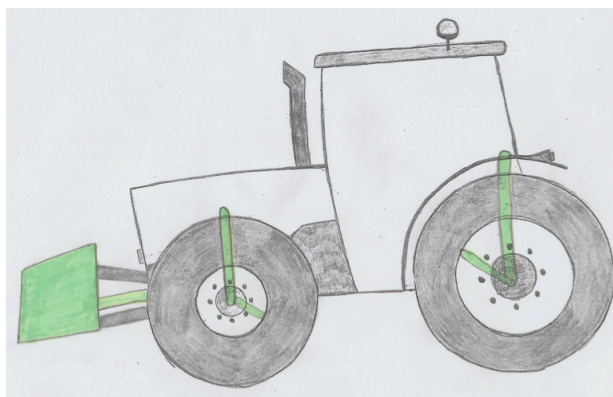
Det fyrste alternativet som kan nyttast for å regulere lufttrykket i dekk på traktoren er eit stasjonært system. Der er kompressoren plassert på for eksempel ein tilhengar. Kompressoren blir driven av eit aggregat som også er plassert på tilhengaren. Med dette systemet må ein fyrst køyre ut tilhengaren til det området eller den åkeren som arbeidet skal utførast på. For å fylle eller tappe dekk for luft må ein køyre inntil denne tilhengaren. Her vil det vere automatisk tilkopling til dekk og alt blir styrt frå traktorhytta.



Figur 11. Skisse av alternativ 1. Av forfattern, med tillating.

Alternativ 2

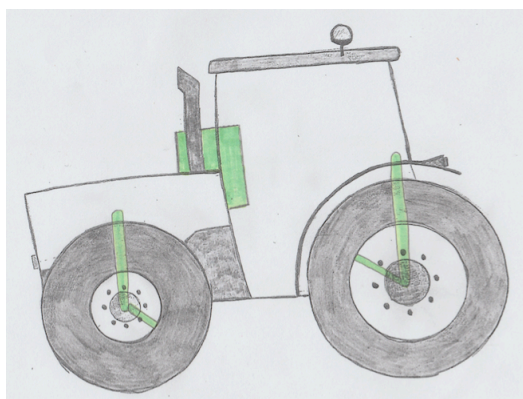
Det andre alternativet er eit system som kan minne om eit traktorlodd som enten heng bak eller framme i tre-punkten på traktoren. I dette alternativet er kompressoren montert i ein kasse som heng på traktorens tre-punkttilkopling, og lufta vil bli ført ut i dekkja med nokolunde same prinsipp som PTG nyttar for sine system. Alt vil bli styrt frå traktorhytta. Dette alternativet kan også flyttast mellom ulike traktorar, så lenge traktorane er utstyrte med luftslangar ut til hjula.



Figur 12. Skisse av alternativ 2. Av forfattern, med tillating.

Alternativ 3

Det tredje alternativet er eit system der kompressoren heng fastmontert på traktoren. Også her vil lufta bli køyrt i slangar ut til dekkja og alt vil bli styrt frå traktorhytta. Her er det ingen moglegheit for å flytte systemet over på andre traktorar, sidan kompressoren har ein permanent tilkopling.



Figur 13. Skisse av alternativ 3. Av forfattern, med tillating.

3.4.2 Concept screening resultat

Kriterium	Alternativ 1:	Alternativ 2:	Alternativ 3:	VarioGrip Pro	PTG
Plassering	2	1	-1	1	1
Fylltid	1	1	1	2	1
Haldbarheit	1	1	1	1	1
Vedlikehald	1	1	1	1	1
Nøyaktigheit	1	2	2	2	2
Pris	-1	0	0	-2	0
Fleksibilitet	1	1	-1	-1	-1
Sum	6	7	3	4	5

Tabell 2. Resultat frå concept screening. Utarbeida av forfattaren.

3.4.3 Val av konsept

Som resultatet i frå concept screeninga (tabell 2) i føregående kapitel, ser ein at det er alternativ 2 som fekk høgst totalsum. På bakgrunn av dette, valde forfattaren å gå for alternativ 2. Det vil sei ein kompressor som er montert i tre-punkten enten framme eller bak på traktoren, og som distribuerer lufta ut derifrå. Styringa av systemet vil skje med ein eigen terminal inne i traktorhytta. Når det gjeld val av kompressortype som systemet skal nytta, har ein tre alternativ. Det vart køyrt concept screening av desse alternativa:

- Kraftuttaksdriven kompressor
 - o Nyttar kraftuttaket på traktoren til å drifte kompressoren.
- Hydraulisk driven kompressor
 - o Nyttar det hydrauliske anlegget på traktoren for å drifte kompressoren.
- Elektrisk driven kompressor
 - o Nyttar det elektriske 12V-anlegget på traktoren for å drifte kompressoren

Kriterium	Kraftuttak	Hydraulisk	Elektrisk
Pris	-1	-1	2
Fylltid	2	2	-2
Vedlikehald	-1	1	1
Haldbarheit	1	1	0
Sum	1	3	1

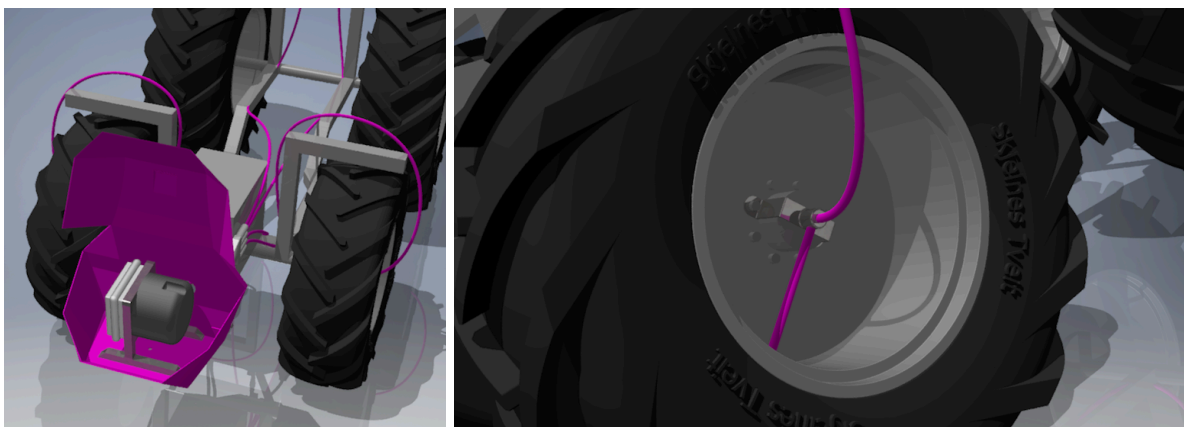
Tabell 3. Resultat i frå val av kompressor, concept screening. Utarbeida av forfattaren.

Som ein ser i ut i frå resultatane i *tabell 3*, så er det alternativet med hydraulisk drift som kjem best ut. Med bakgrunn i dette så valde forfattaren å gå for dette alternativet. Når det vart fastsett at konseptet ein skulle gå for var alternativ 2, med hydraulisk kompressor, vart det utforma 3D-teikningar av konseptet.

3.4.4 3D-teikningar

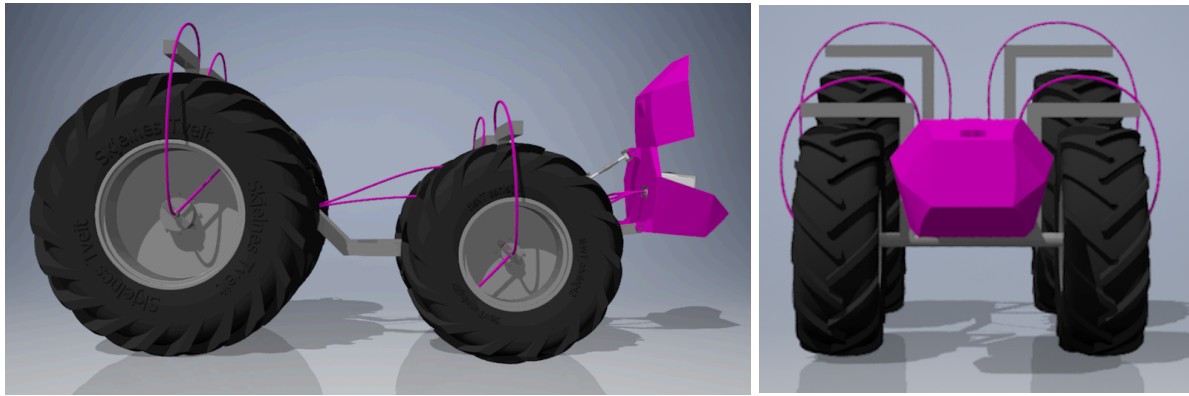


Figur 14. 3D-Modell av heile konseptet. Av forfattaren, med tillating.



Figur 15 t.v. Kompressoren i kassen. Av forfattaren, med tillating.

Figur 16 t.h. Svivelen i hjulet. Av forfattaren, med tillating.



Figur 17 t.v. Konseptet sett i frå sida med open kompressorkasse. Av forfattaren, med tillating.

Figur 18 t.h. Konseptet sett i frå framsida. Av forfattaren, med tillating.

Som ein ser utifrå dei ferdige 3D-teikningane så er det teikna ein modell, der den hydrauliske kompressoren sit i ein kasse som er montert i tre-punkten på traktoren. Lufta går frå kompressoren inn i ei ventilblokk som ein kan sjå i *figur 14*. Frå ventilblokka går lufta ut til dei ulike hjula via ein svivel (*figur 16*). Svivelen hjelper til å halde luftslangane i senter, slik at hjulet kan gå rundt. På denne måten er det berre slangen som går frå svivelen til luftventilen i dekket, som følgjer med hjulet rundt. Det er ikkje teikna inn nokon form for styringseining på 3D-teikningane, men denne vil sitje inne i traktorhytta. På denne måten blir det enkelt for føraren av traktoren å styre systemet.

Ideen var at ein skulle kunne flytte systemet mellom ulike traktorar. For at ein skal kunne flytte dette systemet mellom traktorar, må dei traktorane som skal nyttast vere utstyrt med; ventilblokk, luftslangar ut til hjula og svivel i felgen. Det einaste ein då treng å gjere, er å kople kassen med kompressoren i frå den eine traktoren og over på den andre. Styringseininga for systemet må også takast med i mellom dei ulike traktorane. På denne måten treng ein berre ein av kvar av dei dyrare komponentane (kompressor og styringseining).

4. Diskusjon

Bakgrunnen for denne oppgåva var å starte arbeidet med å utvikle eit eige system for lufttrykksregulering, men også sjå på effektane ved lufttrykksregulering og kartlegge eksisterande system for regulering av lufttrykk. Alt som er gjennomgått i denne oppgåva, burde kunne føre til ein betra agronomi. Dette igjen vil føre til auka avlingar, som kan mette ein stadig veksande verdsbefolkning.

4.1 Effektane ved lufttrykksregulering

Når det gjeld effektane ved lufttrykksregulering, ser ein at det kan vere ein del å spare på å bruke rett lufttrykk i dekk. Jordpakkinga går ned, trekkrafta går opp, dieselforbruket går ned, dekkslitasjen går ned og dekk får ei lengre levetid. Legg ein alle desse faktorane saman så vil det kunne vere store økonomiske og agronomiske fordelar å hente ved å regulere lufttrykket.

Sjølv om nokon av forsøka det er vist til i oppgåva er av eldre karakter, så underbygger den nyare forskinga det dei eldre har viser. Dette har nok med at forholda i jorda ikkje endrar seg særleg, sjølv om maskinene blir nyare og større. Forholdet mellom jord og dekk blir det same. Nokon av forsøka sprikar litt i resultata, med at nokon har oppnådd eit betre resultat enn andre. Dette kan grunne i at forsøka for eksempel er gjort med ulike jordtypar, maskiner eller dekk. Likevel så peiker dei i same retning og ingen er motstridande.

4.2 Finne rett lufttrykk

Det å finne rett lufttrykk er viktig både for å optimalisere arbeidet ein utfører, men også for å forlenge levetida på dekket. Det å bruke tabell eller mobilapplikasjon for å finne rett lufttrykk er noko som lettar arbeidet for deg som brukar. Når det gjeld bruken av slike hjelpemiddel, er det nok lurt å finne ein tabell eller applikasjon som er utvikla av den dekkprodusenten ein sjølv nyttar. Det er produsentane som kjenner dekk sine best og veit kva belastningar dekk tåler. Dekk med same dimensjon, men frå ulik produsent kan tåle ulike belastningar.

4.3 Eksisterande system for lufttrykksregulering

Det at det eksistera slike system både som originalt ekstrautstyr til traktoren og til ettermontering, viser nok at slike system har noko for seg. Det er ingen slike system i Noreg enda. Dette kan ha å gjere med at det ikkje har vore så stort fokus på lufttrykksregulering og at maskinene ikkje har vore så store som for eksempel lenger sørover i Europa. Originalmonterte system til traktor kjem nok til å komme meir og meir, spesielt sidan Fendt har byrja å tilby slike system som ekstrautstyr på sine traktorar. Det kan tyde på at også andre traktorprodusentar vil gjere det same. Sjølv om det i denne oppgåva berre blei sett på Fendt og PTG, betyr ikkje dette at det berre er desse som produsera slike system. Sjølv om Fendt er åleine på å levere system i frå fabrikk. Så er det fleire produsentar av system til ettermontering. Desse leverer nokolunde dei same produkta som PTG. Difor blei det bestemt å berre sjå på PTG sine system.

4.4 Eige konsept

Eit av måla når eg skulle utvikle mitt eige system, var at det skulle vere noko nytt som ikkje eksisterte på marknaden frå før. Dette føler eg, eg fekk til med konseptet mitt der kompressoren er plassert i ein flyttbar kasse som er festa i tre-punkten på traktoren. Det er ingen leverandørar på verdsmarknaden som eg kan finne, som leverar eit slikt konsept der ein kan flytte systemet mellom ulike traktorar. Fordelen med systemet, er at ein kan ha fleire traktorar til ulike arbeidsoppgåver. På den måten få ned kostnader grunna ein treng berre ein kompressor og styringseining, i staden for at kvar enkelt traktor må utstyrtast med eit komplett system. Dette er eit stort føremon. Ulempa er viss ein skal nytte to eller fleire traktorar samstundes, der alle skulle ha nytta lufttrykksregulering. For eksempel ved innhausting av gras der det ofte er fleire traktorar i sving for å køyre mellom finsnittar og silo. Ved desse tilhøva bør nok kvar enkelt traktor utstyrtast med reguleringsystem. Likevel er nok fordelane større enn ulempene med dette konseptet. Særleg for brukarar som ikkje ynskjer å investere så mykje pengar i eit slikt system.

5. Konklusjon

5.1 Oppsummering av mine funn

Det har vist seg at lufttrykket spelar inn på fleire faktorar, og at det å køyre med rett lufttrykk kan vere viktig for at bonden skal få ein betra økonomi. For eksempel dette med å oppnå ei betra trekkraft. Oppnår ein ei betra trekkraft på 25% så kan ein investere i ein 25% mindre traktor, som kostar mindre enn ein stor; Eller ein kan investere i 25% større reiskap å få utført arbeidet meir effektivt med same traktoren. Det viser seg å vere viktig å kunne til ei kvar tid å ha det optimale lufttrykket, ved å kunne endre det mellom jordet og vegen. Desse arbeidsoppgåvene krev to heilt ulike lufttrykk. På denne måten vil ein ha dei beste føresetnadane for å spare kostnader. Dette fins det system for i dag, men system til ettermontering er det ingen leverandørar av i Noreg. Fendt sine system er dessverre, berre berekna for dei største traktormodellane som det ikkje går så mange av i dagens norske landbruk.

Når det gjeld utviklingsdelen av oppgåva, så kom concept screeninga fram til at det var alternativ 2 som kom best ut. Konseptet med å ha eit systemet for lufttrykksregulering i tre-punkten og moglegheit for å flytte dette mellom ulike traktorar trur eg kan vere ein god idé og marknad for her til lands. Med eit slikt system slepp ein å investere i eit system til kvar traktor, noko som fører til auka kostnader. Når ein vidare ser på resultata kan det vere mykje å hente på slike system. Det å enklare kunne regulere lufttrykket i dekka på traktoren, vil kunne gjeve bonden meir avlingar, betra økonomi og ein enklare kvardag.

5.2 Forslag til vidare arbeid

Vidare arbeid rundt temaet lufttrykksregulering og som kan vere aktuelt for framtidige bacheloroppgåver, er for eksempel å bygge ein prototype av konseptet som vart utvikla i denne oppgåva. På denne måten kunne ein også utført eigne forsøk for å sjå på effektane ved regulering av lufttrykk opp mot tidlegare forsøk.

Det kunne også blitt utført ei spørjegransking for å kartlegge kor opptekne gardbrukarar og andre brukarar av landbruksmaskiner er av å regulere lufttrykk. Om dei tek lufttrykksregulering på alvor eller ikkje. Ein kunne også spørje om det kunne vore aktuelt å investere i eit slikt system for lufttrykksregulering og kor mykje dei ville vore villige til å betale for eit slikt system.

Eit anna alternativ kunne vore å køyre forsøk der ein samanliknar ulike dekkprodusentar, for å sjå om dei held det dei lovar. Og om det er forskjellar i kva dei ulike dekk taklar av belastning i forhold til lufttrykket i dekket. Det vil sjølvsagt vere viktig å vurdere dekk som kan samanliknast, og ikkje "*premiumdekket*" til ein produsent og "*billigdekket*" til ein annan.

Litteraturliste

- AGCO GmbH. (2015). *Silver medal for variogrip*. Lokalisert på:
http://www.fendt.com/int/tractors_fendt900vario_awards.asp
- Alsaker, K. (2014). *Jordkultur viktig for gode avlinger*. Lokalisert på:
<http://www.tunrappen.no/nyhetsarkiv/2014/23710/>
- Collings, A. (2008). *Tractor tyres: make sure your pressures are right*. Lokalisert på:
<http://www.fwi.co.uk/machinery/tractor-tyres-make-sure-your-pressures-are-right.htm>
- Eikmaskin AS. (2013). Fendt i toppklasse. *Eikebladet*, (3), s.14-15.
- Fendt. (2015 C). *The Fendt Grip Assistant – ideal ballasting and optimal tyre pressure*. Lokalisert på: http://www.fendt.co.uk/news-detail.asp?p=page_2866_web_en-GB
- Fendt. (2015 A). *VarioGrip*. Lokalisert på: <http://www.fendt.com/no/10040.asp>
- Fendt. (2015 B). *VarioGrip Pro for faster adjustment of tyre pressure*. Lokalisert på:
http://www.fendt.com/int/news-detail.asp?p=page_2830_web_en
- Firestone. (2012). *Tyre Pressure App For Smartphone*. Lokalisert på:
<http://agri.firestone.fr/en/news/tyre-pressure-app>
- Gamme, I. K. (2014). *Finn riktig dekktrykk med telefonen*. Lokalisert på:
<http://www.traktor.no/traktor/finn-riktig-dekktrykk-med-telefonen/>
- Hill, P. (2008). *Wheeler dealers*. Lokalisert på:
http://www.ivtinternational.com/downloads/june_july_2011/p29/tracks.pdf
- Lancas, K. P., Upadhyaya, S. K., Sime, M. & Shafi, S. (1996). *Overinflated tractor tires waste fuel, reduce productivity*. Lokalisert på:
<https://ucanr.edu/repositoryfiles/ca5002p28-69753.pdf>
- Volk, L., Denker, S. & Rose, S. (2011). *How to increase Diesel fuel efficiency in agriculture*. Lokalisert på: <https://www.landtechnik-online.eu/ojs-2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/2011-2-140-143/514>
- Mangerud, K. (1989). *Hjulutstyr for landbruksmaskiner*. Oslo: Landbruksforlaget.

- Mangerud, K. (2016). *Lavt lufttrykk reduserer jordpakkinga*. Lokalisert på:
http://ntgroup.studio.crasman.fi/pub/web/vianor/pdf/NO_vianor_heavy_mag_2016.pdf
- Mangerud, K. (2013). Pass på lufttrykket. *Økologisk landbruk* (2), s. 14-15.
- Michelin. (2014). *Michelin launches a free mobile application to calculate agricultural tire pressure in real conditions of use*. Lokalisert på: <http://www.michelin.com/eng/media-room/press-and-news/press-releases/Products-Services/Michelin-launches-a-free-mobile-application-to-calculate-agricultural-tire-pressure-in-real-conditions-of-use>
- Mitas. (2013). *Mitas Innovation*. Lokalisert på: <http://www.mitas-tyres.com/gb/about/mitas-innovation/>
- PTG. (s.a D). *Advantages of adjusted tyre pressure*. Lokalisert på:
http://ptg.info/Pages_E/02Home_adjusted_tyre_pressure_engl.html
- PTG. (s.a A). *PTG tyre inflation systemes*. Lokalisert på:
http://ptg.info/Pages_E/02Home_Frame_engl.html
- PTG. (s.a B). *The right tyre inflation system for any demand and every budget*. Lokalisert på:
http://ptg.info/Pages_E/03Products_Frame_engl.html
- PTG. (s.a C). *Tyre inflation systems*. Lokalisert på:
http://ptg.info/Pages_E/03Products_Frame_engl.html
- Riley, H. (s.a.). *Kva er årsaken til skadeleg jordpakking og korleis kan vi komma unna dei?* Bioforsk.
- Sloreby, B. (2009). *Reduser dieselkostnadene og unngå samtidig jordpakking*. Lokalisert på:
<http://www.norsklandbruk.no/article/reduser-dieselkostnadene-og-unnga-samtidig-jordpakking/>
- Spicer. (s.a.). *CTIS system*. Lokalisert på: <http://spicerparts.com/products/ctis>
- Statistisk sentralbyrå. (2015). *Norsk mediebrrometer*. Lokalisert på:
<https://www.ssb.no/statistikkbanken/SelectVarVal/saveselections.asp>
- Straker, D. (2015). *Concept Screening*. Lokalisert på:
http://creatingminds.org/tools/concept_screening.htm

-
- Syljuåsen, E. (2015 B). *Mitas kjører uten luft*. Lokalisert på:
<http://www.traktor.no/nyhet/mitas-kjarer-uten-luft/>
- Syljuåsen, E. (2015 A). *Ti år med Michelin Ultraflex*. Lokalisert på:
<http://www.traktor.no/nyhet/ti-ar-med-michelin-ultraflex/>
- Syljuåsen, E. (2013). *Verden ruller videre*. Lokalisert på:
<http://www.traktor.no/article/verden-ruller-videre/>
- Tande, O. (2015). *Se video av VarioGrip Pro og Grip Assistant*. Lokalisert på:
<http://gardsdrift.no/se-video-av-variogrip-pro-og-grip-assistant>
- Terranimo. (2015). *An introduction to Terranimo*. Lokalisert på:
<http://www.terranimodk/Dialogs/TerranimoIntroduction.pdf>
- The Ohio State University. (2015). *Rubber tractor tires*. Lokalisert på:
<http://fabe.osu.edu/about-us/history-department/rubber-tractor-tires>
- Tigges, M. (2015). *Central Tire Inflation Systems for Agricultural Vehicles*. American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Trelleborg. (s.a). *Load calculator*. Lokalisert på:
<http://www.trelleborg.com/en/wheels/resources--and--tools/agriculture--and--forestry--tires--resources/digital--tools/load--calculator>
- Valmøt, O. R. (2013). *John Boyd Dunlop ville forbedre de massive gummidekkene på sønnens sykkel...* Lokalisert på: <http://www.tu.no/industri/2013/09/30/john-boyd-dunlop-ville-forbedre-de-massive-gummidekkene-pa-sonnens-syssel...>
- Vikhammer, M. (2012). *På myke poter*. Lokalisert på:
<http://www.klikk.no/tungt/transportmagasinet/article792850.ece>
- Økologisk Norge. (2013). *Bekymret for matjorda*. Lokalisert på:
<http://www.oikos.no/aktuelt/bekymret-for-matjorda>
- Østby, M. (2015). *PneuTrac er på vei*. Lokalisert på: <http://gardsdrift.no/Nyheter/Siste-nytt/Oktober-2015/PneuTrac-er-paa-vei>