



Høgskolen i **Hedmark**

Avdeling for anvendt økologi og landbruksfag, institutt for jordbruksfag på Blæstad

Eivind Arnesen

Bacheloroppgave

Ombygging av girspaker og giroverføringer for bedre førermiljø i John Deere 3130.

Rebuilding of gear levers and gear linkages for better driver environment in John Deere 3130

Bachelor i landbruksteknikk

2013

Samtykker til utlån hos høgskolebiblioteket

JA NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA NEI

Forord

Denne oppgaven var en ide jeg fikk i forbindelse med min interesse for eldre traktorer og landbruk. Eldre traktorer kan være ganske slitsomme å kjøre i lengden, med dårlig ergonomi og tunge betjeningsorganer. Jeg ville derfor se på mulighetene for å flytte girspakene, ved å konstruere nye girspaker og overføringer. Dette for å få bedre kjørekomfort, og gjøre det enklere å stige ut og inn av hytten. Men det skulle lages enkelt og basere seg på den originale girkassen i traktoren.

Jeg har alltid vært praktisk anlagt og ville derfor velge en bacheloroppgave som jeg kunne kombinere det med det skriftlige. Så oppgaven er utført både teoretisk og praktisk. Bilder og tegninger er tatt i fra den virkelige ombyggingen av traktoren som har blitt innkjøpt til dette formålet. Ombyggingen kan være interessant for eiere av gamle traktorer som vil ta vare på kroppen sin i årene fremover. Men først og fremst er det en oppgradering av egen traktor til privat bruk.

Mine veiledere har hatt oppsyn med, og veiledet, under hele prosessen. Jeg vil rette stor takk til dem, og alle andre som har vært involvert i min bacheloroppgave:

Gunnar Øiestad – Veileder og foreleser ved Høgskolen i Hedmark.

Hans Christian Endrerud – Veileder og Associate Professor ved Høgskolen i Hedmark.

Stein Amundsen Morthov – Engineer Høgskolen i Hedmark.

Elisabeth Røe – Studieadministratør Høgskolen i Hedmark.

Arne Petter Lundestad – 2.klasse landbruksteknikk Høgskolen i Hedmark.

Signatur

Eivind Arnesen

Innhold

Innhold

FORORD	2
INNHold.....	3
FIGURLISTE	6
TABELLISTE.....	11
NORSK SAMMENDRAG.....	12
ENGELSK SAMMENDRAG (ABSTRACT)	13
1. INNLEDNING	14
2. PROSJEKTPLANLEGGING	19
2.1 HOVEDMÅL.....	19
2.2 DELMÅL.....	19
2.3 ØKONOMISKE MÅL	20
2.4 ARBEIDSPLAN	21
2.5 BEGRENSNINGER	21
3. GIROVERFØRINGSSYSTEMER	22
3.1 MEKANISK GIROVERFØRING	22
3.1.1 <i>Komponenter ved mekanisk overføring</i>	22
3.2 ELEKTRISK GIROVERFØRING	27
3.2.1 <i>Komponenter ved elektrisk overføring</i>	27
3.3 HYDRAULISK ELLER PNEUMATISK GIROVERFØRING.....	32
3.3.1 <i>Komponenter ved hydraulisk/pneumatisk overføring</i>	32
4. ERGONOMI.....	36
4.1 TRAKTORERGONOMI	36
4.2 BELASTNINGER	36

4.3	BETJENINGSMOTSTAND	37
4.4	ERGONOMI I JOHN DEERE 3130	38
5.	MATERIALE/METODE	39
5.1.1	<i>Metode for konstruksjon</i>	39
5.1.2	<i>Objektiv test</i>	41
5.2	HOVEDMATERIALER	42
5.2.1	<i>Stag/hylser/aksler</i>	43
5.2.2	<i>Bolter/skruer/muttere</i>	43
5.3	ØVRIGE MATERIALER.....	44
5.4	2D OG 3D KONSTRUKSJON	46
6.	RESULTATER	47
6.1	FØRBEREDELSE	47
6.2	OMBYGGING AV HURTIGGIR BETJENING	50
6.2.1	<i>Eksisterende betjening</i>	50
6.2.2	<i>Elektronikkenhet</i>	51
6.2.3	<i>3D konstruksjon av ny hurtiggir betjening</i>	52
6.2.4	<i>Konstruksjon av hurtiggir braketter i praksis</i>	54
6.2.5	<i>Kobling av elektronikk</i>	57
6.3	OMBYGGING AV GIRSPAKER.....	59
6.3.1	<i>Valg av overføringsmetode og planlegging av ombygging</i>	59
6.3.2	<i>3D konstruksjon av nye girooverføringer</i>	61
6.3.3	<i>Konstruksjon av nye girspaker og girooverføring i praksis</i>	68
6.3.4	<i>Konstruering av deksler</i>	79
6.3.5	<i>Ferdig prototype</i>	82

6.4	ERGONOMI OG PRØVEKJØRING.....	83
6.4.1	<i>Ergonomi</i>	83
6.4.2	<i>Prøvekjøring</i>	85
6.5	BREGNINGER PÅ DE NYE GIROVERFØRINGENE	88
6.5.1	<i>Kontroll av skjærspenning og hullkantrykk I festepunkt mellom girspak og strekkfisk</i>	88
6.5.2	<i>Kontroll av sveis, mellom aksel og flattjern, mot originale girspaker</i>	91
6.5.3	<i>Kontroll av bøyespenning på flattjernarm fra aksel under gulv og bakover</i>	94
6.6	UTGIFTER.....	96
7.	DISKUSJON	97
8.	KONKLUSJON	98
8.1	KONKLUSJON AV OPPGAVEN.....	98
8.2	VEIEN VIDERE	98
	LITTERATURLISTE	99
	VEDLEGG 1	102
	DELETEGNINGER AV DELER TIL HURTIGGIR OMBYGGINGEN	102
	DELETEGNINGER NYE GIRSPAKER OG GIROVERFØRINGER GRUPPEGIRSPAK, VENSTRE SIDE	105
	DELETEGNINGER AV NYE DEKSELER	110

Figurliste

Figur 1: 1967 Valmet 900, fra Valtra Inc., 2013.....	14
Figur 2:1967 Valmet 900, fra Valtra Inc., 2013.....	14
Figur 3: Volvo T500, av forfatteren, 2011.....	15
Figur 4: Volvo BM T500, av forfatteren, 2013.....	16
Figur 5:Strekfisk, fra Biltema, 2013.....	23
Figur 6: Stabstag Citroen, fra Biltema, 2013	23
Figur 7: Bolter med skruer, fra Astrup, 2013.....	24
Figur 8: Nagler, fra All-Biz Ltd, 2013.	24
Figur 9: Kuleledd, fra Telmo, 2013.....	24
Figur 10: Fjærer, fra Biltema, 2013.....	25
Figur 11: Tannhjul, fra Delta Maskinering AS, 2013.	25
Figur 12:Wire fjernstyring, fra Økonomi-deler, 2013.....	26
Figur 13: Stoppwire, fra Økonomi-deler, 2013.....	26
Figur 14 Step motor, fra Xylotex, 2013.	27
Figur 15: Puls bredde modulasjon, fra Embedded, 2013	28
Figur 16: Puls bredde modul, fra NKC Electronics, 2013.	28
Figur 17: Elektrisk servo, fra Hobbycompaniet, 2013.	29
Figur 18: Actuator, fra Progressive Automations, 2013.	30
Figur 19: Elektrisk Joystick, fra Torp Maskin, 2013.	30
Figur 20: Induktive givere, fra Omron Corporation, 2013.....	31
Figur 21: Solenoid, fra Murphy Industries, 2013.....	31
Figur 22: Potensiometer, fra Wikipedia, 2013.	32
Figur 23: Hovedsyylinder, fra Biltema, 2013.	33
Figur 24: Slavesylinder, fra Carparts, 2013.	33
Figur 25: Hydraulikksentral, fra Økonomi-deler, 2013.	34
Figur 26: Akkumulatortank, fra Maritim, 2013.	34
Figur 27: Tannhjulspumpe, fra Økonomi-deler, 2013.	35
Figur 28: Aircondisjon kompressor, fra Økonomi-deler, 2013.....	35
Figur 29: God ergonomi i førerhytte for traktor. Fra Bøe, 2005, s. 346.	37
Figur 30: Anbefalinger for betjeningsmotstander i betjeningsorganer i traktor. Fra Bøe, 2005, s 346.	38
Figur 31: Dreieverkstedet på Blæstad, av forfatteren, 2013.....	39

Figur 32: Båndsag på Blæstad, av forfatteren, 2013.	39
Figur 33 t.v.: Esab MIG sveiseapparat, av forfatteren, 2013.	40
Figur 34 t.h.: Smergel, av forfatteren, 2013.	40
Figur 35: Søylebormaskin, av forfatteren, 2013.....	40
Figur 36 t. v.: Dreiebenk på Blæstad, av forfatteren, 2013.	41
Figur 37: Digital fiskevekt fra Biltema, av forfatteren, 2013.....	41
Figur 38: Utvelgelsesprosess for materialer, av forfatteren.	42
Figur 39: Spakhåndtak 2 knapper, fra Økonomi-deler AS, 2013.....	45
Figur 40: Sentrallåsmotor fra Chrysler PT Cruiser, av forfatteren, 2013.....	46
Figur 41: John Deere 2130, av forfatteren, 2012.	47
Figur 42: John Deere 3130, av forfatteren, 2013.	48
Figur 43: Førermiljø John Deere 3130, av forfatteren, 2013.	49
Figur 44 t.v.: Original hurtiggir betjening i traktoren, av forfatteren, 2013.....	50
Figur 45 t.h.: 3D tegning av original hurtiggir betjening, av forfatteren, 2013.	50
Figur 46: Sentrallåsmotor Chrysler PT Cruiser, av forfatteren, 2013.	51
Figur 47: Inni sentrallåsmotor Chrysler PT Cruiser, av forfatteren, 2013.	52
Figur 48: 3D konstruksjon av traktorhytte, av forfatteren, 2013.....	52
Figur 49: Figur av ny hurtiggirenhet ved minimum utslag, av forfatteren.....	53
Figur 50: Figur av ny hurtiggirenhet ved maks utslag, av forfatteren.....	53
Figur 51: Den røde sirkelen markerer ny hurtiggirenhet montert på traktor. Bildet er fra venstre side av førerhytten, gjennom venstre dørramme. Av forfatteren, 2013.....	54
Figur 52: Brakett til elektronikkenheten, av forfatteren, 2013.....	54
Figur 53 t.v.: Brakett på ny hurtiggirenhet med lengdejusterbart ledd, minste lengde. Av forfatteren, 2013.	55
Figur 54 t.h.: Brakett på ny hurtiggirenhet med lengdejusterbart ledd, største lengde. Av forfatteren, 2013.	55
Figur 55: Ny hurtiggirenhet, av forfatteren, 2013.	55
Figur 56 t.h.: Brakett på ny hurtiggirenhet brakett ferdig lakkert av forfatteren, 2013.....	56
Figur 57 t.v.: Brakett på ny hurtiggirenhet med lengdejusterbart ledd ferdig lakkert av forfatteren, 2013.	56
Figur 58: Festebolt til ny hurtiggirenhet på hurtiggirhendel, av forfatteren, 2013.	56
Figur 59: Ny hurtiggirenhet montert i traktor, av forfatteren, 2013.....	57
Figur 60: Koblingsskjema for ny hurtiggirenhet med bryter 1 og dobbeltrele 1 innkoblet, av forfatteren, 2013.	57

Figur 61: Dobbeltreleene til hurtiggirenheten, av forfatteren, 2013.	58
Figur 62: Ny hurtiggirbetjening på høyre girspak, av forfatteren, 2013.	58
Figur 63: Ny hylse under gulv, av forfatteren.	61
Figur 64: Ny aksel inni hylse under gulv, av forfatteren.	62
Figur 65 t.v.: Kilespor på enden av aksel, av forfatteren, 2013.	62
Figur 66 t.h.: Innfestning på flattjern mot aksel, av forfatteren, 2013.	62
Figur 67: Flattjernet som går bakover, og er festet til akselen under gulvet, av forfatteren, 2013.	63
Figur 68: Strekkfisk, av forfatteren, 2013.	63
Figur 69: Ny brakett til nye girspaker, av forfatteren, 2013.	63
Figur 70: Ny girspakdel, av forfatteren, 2013.	64
Figur 71 t.v.: Ny girspak, av forfatteren, 2013.	64
Figur 72 t.h.: Ny girspak med brakett, joystickhåndtak og strekkfisk, av forfatteren, 2013..	64
Figur 73: Gammel girspak kappet og med innfestning til ny vaier, av forfatteren, 2013.	65
Figur 74: Nye girspaker med overføringer, uten/med deksel. Av forfatteren, 2013.	65
Figur 75: Nytt gulvdeksel, av forfatteren, 2013.	66
Figur 76: Pilen viser nytt gulvdeksel montert i førerhytten, sett inn fra venstre side på tegningen. Av forfatteren, 2013.	66
Figur 77: Nytt deksel til nye girspaker, av forfatteren, 2013.	67
Figur 78: Førerhytte med nye girspaker og girooverføringer, sett fra siden. Av forfatteren, 2013.	67
Figur 79 t.v.: Førerhytte med nye girspaker og girooverføringer, sett forfra. Av forfatteren, 2013.	68
Figur 80 t.h.: Førerhytte med nye girspaker og girooverføringer, sett undenifra på høyre side av hytten. Av forfatteren, 2013.	68
Figur 81: Ny hylse konstruert, av forfatteren, 2013.	69
Figur 82: Akselen som skal inn i hylsen under gulvet, av forfatteren 2013.	70
Figur 83: Innfestning på flattjernarm til aksel, av forfatteren, 2013.	70
Figur 84: Hull i enden av flattjernarmen, av forfatteren, 2013.	71
Figur 85: Flattjernarm, av forfatteren, 2013.	71
Figur 86: Festebrakett til ny girspak, av forfatteren, 2013.	72
Figur 87: Ny girspakdel, av forfatteren, 2013.	72
Figur 88: Girspakdel, av forfatteren, 2013.	73
Figur 89: Støttetaginnfestning i på girspakbrakett, av forfatteren, 2013.	73

Figur 90: Støttestaginnfestning i gulv, av forfatteren, 2013.....	74
Figur 91: Ombygd strekkfisk, av forfatteren, 2013.....	74
Figur 92 t.v.: Joystickhåndtak fra Økonomi-deler AS, av forfatteren, 2013.....	75
Figur 93 i midten: Vaierinnfestning på ny girspak, av forfatteren, 2013.....	75
Figur 94 t.h.: Vaierinnfestning på eksisterende girspaker, av forfatteren, 2013	75
Figur 95: Den gamle girspaken etter at den har blitt kappet, av forfatteren, 2013.....	75
Figur 96: Ny overføring, akselen som sitter under gulvet og er tredd over den eksisterende avkappede girspaken. Av forfatteren, 2013.....	76
Figur 97: Hylse under gulvet, sett under forfra. Armen som går bakover ses helt til høyre i bildet, av forfatteren, 2013.	76
Figur 98: Armen under gulvet som festes i strekkfisken, som videre går opp igjennom gulvet til den nye girspaken. En fjær er festet til armen for å hjelpe til å holde flattjernet i riktig posisjon. Bildet er tatt bakfra under traktorhytten, av forfatteren, 2013.....	77
Figur 99: Strekkfisken kommer opp igjennom gulvet i hytten og festes til den nye girspaken inne i hytten. Bildet er tatt inne i hytten fra førersetet, sett oven ifra og nedover. Av forfatteren, 2013.	77
Figur 100: Den nye girspaken på venstre siden inne i førerhytten, bilde tatt ifra førersetet. Av forfatteren, 2013.....	78
Figur 101: De nye girspakene med overføringer, av forfatteren, 2013.....	78
Figur 102: Nytt gulvdeksel, av forfatteren, 2013.	79
Figur 103: Vegger på gulvdeksel, av forfatteren, 2013.....	79
Figur 104: Avstiving av gulvet, av forfatteren, 2013.....	80
Figur 105: Nytt gulvdeksel montert i traktorhytten, av forfatteren, 2013.....	80
Figur 106: Gjengstag sveiset i gulvet, merket med en rød ring. Av forfatteren, 2013.....	81
Figur 107: Nytt girdeksel venstre side, sett fra undersiden. Av forfatteren, 2013.	81
Figur 108: Nytt girdeksel venstre, sett fra oversiden. Av forfatteren, 2013.....	82
Figur 109: Bilder av ferdig prototype, av forfatteren, 2013.....	83
Figur 110: På bildet ser vi den gamle plasseringen av betjeningsinnretninger for gir og hurtiggir. Girspakene på gulvet mellom beina, og hurtiggirspaken til venstre for rattstammen (rødt håndtak). Av forfatteren, 2013.	84
Figur 111: Førermiljøet med de nye girspakene montert. Gruppegirspaken til venstre i bildet, og 1-2-3 girspaken til høyre i bildet. Hurtiggiret betjenes med to knapper på den høyre girspaken, av forfatteren, 2013.....	84
Figur 112: Plater oppå gulv som forsterkning, av forfatteren, 2013.....	87

Figur 113: Ettermontering av fjær på ny girooverføring, av forfatteren, 2013.....	87
Figur 114: Festepunkt mellom girspak og strekkfisk markert med rød ring, av forfatteren, 2013.....	88
Figur 115: Sveis mellom aksel og flattjern, av forfatteren, 2013.....	91
Figur 116: Flattjernarm, av forfatteren, 2013.....	94
Figur 117: Stressanalyse i Inventor av flattjern, av forfatteren, 2013.....	95

Tabelliste

Tabell 1: Delmål i prosjektet, av forfatteren, 2013.	20
Tabell 2: Arbeidsplan for prosjektet, av forfatteren, 2013.	21
Tabell 3: Valg av overføringsmetode, av forfatteren, 2013.	59
Tabell 4: Oversikt over utgifter i forbindelse med den praktiske ombyggingen av John Deere 3130, av forfatteren, 2013.	96

Norsk sammendrag

Traktoren har vært bondens arbeidsjern siden den overtok etter hesten. Vi ser ofte nye traktorer på gårder og jorder, men mange bruker fortsatt den gamle trofaste fra 1960 – 1980 tallet. Disse traktorene fungerer fint i jordbruket eller som hobbytraktor enda, men kan være slitsomme å arbeide med i lengden. Noen traktorprodusenter var tidlig ute med å fokusere på komfort og ergonomi traktorhytta, slik som Valmet og Volvo BM. Men for de fleste traktorprodusenter kom ikke dette på planen før ut på 1980 tallet.

Bacheloroppgaven er tilpasset opplæringen jeg fikk i min studie i landbruksteknikk ved Høgskolen i Hedmark avd. Blæstad. Med en forkjærlighet for eldre traktorer, fikk jeg en ide om å lage en bacheloroppgave hvor jeg ser på dette med ergonomi og komfort i traktorhytten i forhold til girskift. Et bedre arbeidsmiljø i førerhytten, i sammen med god funksjonalitet ble et fokus. Og med en hypotese at en del eldre traktorer kan bygges om med enkle grep for å bedre førermiljø i hytta, gikk jeg til innkjøp av en 1979 John Deere 3130 for å teste ut denne. Traktoren har en usynkronisert girkasse, og giroverføringsmetode måtte velges med omhu. Tre ulike metoder, mekanisk, elektrisk og hydraulisk/pneumatisk ble da vurdert og tatt en avgjørelse på.

Nye mekaniske giroverføringer og girspaker ble konstruert i 3D i et tegneprogram på dataen, og i virkeligheten. Innsteget og gulvplass ble forbedret ved å slette ut gulvet der girspaker har stått. Resultatet av ombyggingen ble en traktor hvor det var betydelig bedring i førermiljø, og bedre innstigning i førerhytten. Ergonomien ligger innenfor områdene hvor belastningsskader er minimale. Girskift går som en drøm, og man slipper å skifte sittestilling for å nå girspakene. Men det kan fort føles ut som man kjører en nyere traktor, og man må hele tiden tenke at det er en usynkronisert girkasse man skal betjene.

Ombyggingen er dokumentert med bilder og tekst, og har blitt utført uten store inngrep på den originale designen på traktoren. Kroppen kan spares ved å gjøre hverdagen litt lettere.

Engelsk sammendrag (abstract)

The tractor has been the farmer's trusty worker since it took over after the horse. We often see new tractors on farms and fields, but the old faithful tractors from 1960 – 1980's is still used by many people. These tractors is working fine in agriculture work or as a hobby tractor yet, but might be exhausting to work with in the long run. Some tractor producers focused early on comfort and ergonomics the tractor cabin, such as Volvo BM and Valmet. But for most tractor manufacturers it was not considered before the 1980's.

The bachelor's thesis is adapted to the training I got in my study in agricultural engineering at the Hedmark University College on Blæstad. With a penchant for old tractors, I got an idea to make a bachelor's thesis in where I look at the ergonomics and comfort in the tractor cabin related to the gear shifts. A good working environment in the driver's cabin, along with good functionality became a focus. With a hypothesis that some older tractors rebuilds with simple steps to improve driver environment in the cabin, I purchased a 1979 John Deere 3130 to test out this. The tractor has an unsynchronized gearbox, and the choice of gearlinkages had to be chosen with care. Three different methods, mechanical, electrical and hydraulic/pneumatic was then reviewed and made a decision on.

New mechanical gearlevers and gearlinkages were constructed in 3D in a drawing program on my computer, and in real life. The entering of the cabin and floor space was improved by leveling out the floor where the old gear levers was. The result of the rebuilding was a tractor with significant improvement in the driver environment and easier entering in the cabin. Ergonomics is located within areas where repetitive strain injury is minimal. Gear shifts runs like a dream and you won't have to change your sitting position to reach the gearlevers. But it can quickly feel like driving a newer tractor, and you have to constantly have in your mind that it is an unsynchronized transmission you are operating.

The modifications are documented with pictures and text, and it has been done without much intervention on the original design of the tractor. The body can be spared by making everyday life a bit easier.

1. Innledning

Traktorer har blitt bygd i mange former og størrelser siden dens opprinnelse. De fleste kjenner den tradisjonelle traktoren som en doning med to små hjul foran og to stor hjul bak, med en dieselmotor. Traktoren ble laget som et landbruksredskap for å hjelpe bonden i sitt arbeid på åkeren. Bøndene ble storfornøyd med å få lettet sitt arbeid og få en lettere hverdag. Siden den tid har traktorene blitt utviklet betraktelig og blitt ganske avanserte. Men mange bruker ennå «gårsdagens» traktorer fra 50 – 80 tallet. De fungerer utmerket ennå, blant annet til lettere arbeid på gården. Men man merker stor forskjell i arbeidsmiljø på gamle og nye traktorer. Ergonomen i de gamle traktorene er ikke spesielt god, og mange av dem er ganske tungkjørte.

En traktorprodusent tok et tak i dette med førermiljø og ergonomi ganske tidlig. Det var det finske merket Valmet. De satte fokus på føreren og ville konstruere en traktor som oppfylte førerens krav til arbeidsmiljø. I 1967 presenterte de Valmet 900 (fig. 1 og 2) som kom med integrert hytte, og girspakene på høyre side i førerhytten (Niskanen, 2010)(Valtra, 2013).

Girkassen var fullsynkronisert, og førerhuset hadde nesten flatt gulv med god adkomst og velplasserte betjeningsorganer. Traktoren vakte stor oppsikt da den kom med mange nyheter. Girskift ble enklere, uten det å måtte bøye seg fram og romstere mellom setet og rattet.



Figur 1: 1967 Valmet 900, fra Valtra Inc., 2013.



Figur 2: 1967 Valmet 900, fra Valtra Inc., 2013.

Volvo BM (Bolinder – Munktell) kom i 1974 med traktoren T500, som hadde girspaker på venstre side i hytta (bildet øverst til venstre på figur 3), og flatt gulv. Girene 1.-4. har en egen girspak, og uttaket er en hendel på toppen av girkassen (bildet nederst til venstre på figur 3). Fra denne er det laget originale overføringer fra toppen av girkassen til girspaken på siden, i stedet for en spak rett opp fra girkassen gjennom gulvet. Girkassen har 4 gir som man girer oppover ved å føre girspaken fremover, og nedover ved å flytte girspaken bakover (bildet øverst i midten på figur 3). Alle girene ligger altså på rekke, noe som gjør det enklere med overføringer. Girspaken er en cirka 30 centimeter lang flattjernbit som i motsatt ende av håndtaket er tredd inn på en aksel, under akselen stikker flattjernbiten omtrent 10 centimeter ned. I enden av den 10 centimeter lange flattjernbiten er det festet et rundt stag med en kulekobling. Dette staget kobler sammen girspaken med hendelen på toppen av girkassen. Så når man skyver girspaken framover, trekker man hendelen på girkassen bakover.



Figur 3: Volvo T500, av forfatteren, 2011.

På innsiden av hovedgirspaken, er det en girspak til som betjener gruppegiret. Der man har valgene høy- og lavserie fremover, nøytral og revers. Uttakene til disse girene på girkassen, er på venstre side. Denne spaken har fire posisjoner: fremover som er lavserie forover, bakover som er revers, midtstilling som er nøytral, og til høyre for nøytral som er høyserie framover (bildet øverst til høyre på figur 3). Denne spaken har to runde stag fra girspaken og ned til hendler på en aksel under hytten. Fra disse hendlene går det nye runde stag til hendlene på siden av girkassen (bildet nederst i midten på figur 3). Alle overføringer har mekanisk utførelse med stag. I denne traktoren er det lagt vekt på bedre ergonomi inne i hytten, og bedre gulvplass.



Figur 4: Volvo BM T500, av forfatteren, 2013.

Men de fleste andre traktorprodusenter behold sin plassering av girspakene i lang tid framover, noen helt fram til 90 – tallet. Så Valmet og Volvo BM var tidlig ute med godt førermiljø.

Når man har kjørt gammel traktor i mange år med gir mellom beina oppå girkassa, finner man ut at det er ganske tungvint betjening. På de tidligste traktorene er det trangt mellom ratt og sete, og derfor ganske trangt å sitte og gire. Spesielt hvis man sitter og følger med bakover på redskapen man bruker på jordet. Det er i tillegg trangt å tre beina mellom setet og girspakene. På litt nyere eldre traktorer (modeller i slutten av 70 tallet) hvor man har litt flatere gulv, er ofte girspakene litt korte. Man må sitte og strekke seg nedover til spakene for å få giret. Dette gjør at det er ganske slitsomt å kjøre gamle traktorer i lengden. Ikke er det spesielt ergonomisk, men heller tungt betjent og en oppskrift til belastningsskader. Jeg tenker å kikke på girsystemet og girskifting på disse gamle traverne. Og vurdere om det kan gå an å bygge dette om, slik at man får et bedre førermiljø.

Min ide er å flytte girspakene fra midt oppå girkassa gjennom gulvet, og til sidene inne i hytta. Montere braketter med girspaker på innerskjermene, ved armlenene. Og lage nye overføringer under gulvet. Ved å flytte girspakene til siden inne i hytta på traktoren, får man en mye bedre ergonomisk stilling på armene når man skal gire. Dette gjør at traktoren blir mer lettkjørt, og man sliter ikke så mye på kroppen. Men det å flytte girspaken krever at man

må ha en form for overføring fra girspaken til girkassen. Jeg har studert overføringer på de traktorene som kom tidligst med sidegir, for å få en ide om hvordan dette skal løses. På traktorer fra sent 70-tall eller tidlig 80-tall er det gjort litt forskjellige løsninger på girooverføring på de forskjellige traktormerkene. Felles for mange er at det er brukt overføring i form av stag, altså en mekanisk overføring. Men man har flere muligheter for å lage overføring som kan være interessant. Jeg skal undersøke tre hovedmetoder for overføring av krefter. Mer utfyllende om metodene kommer i kapittel 3.

Det ene metoden er mekanisk overføring. Dette er den enkleste metoden for å overføre bevegelse fra girspak til girkasse. Man har mekanisk overføring i form av stag og skruer, for og da få en lineær bevegelse. Man kan få mange ledd som igjen kan gi mye slark og upresise bevegelser. Man kan og ha mekanisk overføring i form av vaier i strømpe. Man får en lineær bevegelse med få komponenter, og mindre slark. Man er avhengig av å ha en litt tykk og stiv vaier som kan både skyve og trekke. Slik overføring kan man blant annet finne på noen nyere biler med framhjulstrekk, og som overføringer mellom frontlasterspak og sentral.

En annen metode er elektrisk overføring. Der må man ha litt forskjellige komponenter som overfører bevegelsene fra girspaken til girkassen. Komponentene kan være elektromagneter, elektromotorer, ledninger og servoer. Man er avhengig av å ha strømforsyning hele tiden. Systemet kan være sårbart for kortslutning og dårlig kontakt hvis man ikke bygger på rett måte. Denne overføringen trenger man ikke nødvendigvis å bestå av mange komponenter, så man har mindre kjangs for å få slark og upresis overføring.

Det siste metoden jeg kommer til å vurdere er hydraulisk/pneumatisk overføring. Man må da ha et lukket system med olje eller luft. Dette systemet blir mye likt et bremsesystem, der bruker man muskelkraft for å overføre krefter via oljesystemet. Man skaper et trykk med en håndbevegelse som overfører trykket fra girspaken til girkassen. Systemet kan bli avansert med en del komponenter. Det vil være avhengig av at det er tett hele tiden.

Hydraulikksystemet er sårbart for luft og lekkasjer.

De gamle girkassene er som oftest ikke synkroniserte, og kan derfor være leie å få i gir til tider. Man er avhengig av å ha førlighet med girkassen hele tiden. Derfor er det viktig å ha et system der man kan kjenne på girspaken at man treffer girene i girkassa. For å skåne girkassen, må man hele tiden kunne bruke akkurat den kraften man som trengs for å utføre et

girskift. Hvis man har en hjelpekraft som tvinger girkassen i gir vil man fort ødelegge den. Derfor må hjelpekraften være så liten som mulig.

Formålet med denne oppgaven er å lage bedre ergonomi i eldre traktorer. I denne oppgaven er en 1979 John Deere 3130 benyttet som forsøksobjekt. Min hypotese er at en del eldre traktorer kan bygges om med enkle grep for å bedre kjørekomfort, funksjonalitet og tilgjengelighet i hytta. Det gjøres en research på de forskjellige mulighetene for overføring som er nevnt ovenfor. Komponenter skal gås igjennom og undersøkes. For så å utføre en utvelgelsesprosess for å finne den aktuelle metoden som skal brukes. Hypotesen blir testet ut praktisk og teoretisk for enten å bli bekreftet eller avkreftet.

For å teste ut om ombyggingen ble en forbedring fra det originale, vurderes det å få objektive meninger fra tilfeldig valgte personer. Dette skal foregå som en testkjøring med et testpanel gjennom en oppsatt løype. Testpanelet skal først prøvekjøre skolens traktor, en John Deere 2130, som det er tilnærmet identisk betjening i hytten som traktoren som ombygges. Denne traktoren er original fra fabrikk. Deretter prøvekjøres den ombygde traktoren, John Deere 3130, som beskrives i denne oppgaven. Traktorene skal så bedømmes etter ulike kriterier.

2. Prosjektplanlegging

2.1 Hovedmål

I denne bacheloroppgaven er det et mål om å oppnå bedre ergonomi i en gammel John Deere 3130 traktor. Dette ved å flytte girspaker og lage giroverføringer mellom de nye og de gamle girspakene. Førermiljøet vil bedres, og man er mindre utsatt for belastningsskader. Planen var siden bestemmelse av bacheloroppgave å utføre dette i både i teori og praksis.

Motivasjonen for å skrive en stor bacheloroppgave var å gjøre det i praksis, noe som styrker oppgaven og hjelper til å underbygge teorien. Men det viktigste med denne oppgaven er et godt skriftlig resultat slik at en utenforstående person kan få en oppfattelse av hvor forfatteren vil med sin tankegang.

2.2 Delmål

Hovedmålet kan deles inn i delmål, som går nærmere inn på hvordan dette blir oppnådd. Det er 8 delmål som har ulike prosesstrinn for å nå målet. Dette er beskrevet i tabell 1 under. Ved å ha slike trinn, får man en plan å jobbe etter. Man ser og hvor mye arbeid som må til for å oppnå hovedmålet.

Tabell 1: Delmål i prosjektet, av forfatteren, 2013.

Målnr.	Delmål	Prosesstrinn
1	Bakgrunnskunnskap	Litteraturstudie
		Samtale med veiledere
		Internettsøk
		Produsenter av traktorer
		Tidligere arbeid
2	Ombyggingssubjekt	Vurdering
		Økonomi
3	3d tegning av traktorhytte med girspaker	3d konstruksjon
		Måling av virkelig hytte
		Konstruksjon av nye girspaker
		Konstruksjon av nye giroverføringer
4	Ergonomi	Plassering av nye girspaker i 3d
		Plassering av nye girspaker i virkeligheten
		Testing av ny plassering av girspaker
		Vurdering
5	Praktisk ombygging	Overføringstype
		Økonomi
		Komponenter
		Plassering
		Ferdigstilling
6	Rapportering	Veiledning
		Oppbygging
		Innhold
		3d tegninger
		Bilder
7	Konstruksjonsberegninger	Veiledning
		Beregne krefter i deler av nye overføringer
8	Materialvalg	Velge egnede materialer og deler
		Økonomisk beregning av utgifter

2.3 Økonomiske mål

Den praktiske ombyggingen i oppgaven vil komme til å koste noen tusen kroner. Et budsjett for oppgaven vil ikke bli laget, men en økonomisk oversikt over utgifter. Alle kostnader vil bli dekket av forfatteren. Det er tiltenkt en lavbudsjettsombygging, og utgifter holdes på et minimum.. Men de nødvendige materialer kjøpes i den kvaliteten og kvantum som er nødvendig.

2.4 Arbeidsplan

En tidsplan fra august 2012 og til juni 2013 er utarbeidet og fulgt slik som tabellen under viser. Formelt er perioden/blokken med bacheloroppgave som fag, fra 15. april til 4. juni i 2013. Men som det går fram av arbeidsplanen ble det startet å jobbe med bacheloroppgaven da skoleåret begynte i august 2012. Jeg har klart sett fordeler med å begynne så tidlig med oppgaven, for skulle jeg bare benyttet tiden da faget begynte ville nok ikke tiden strukket til.

Tabell 2: Arbeidsplan for prosjektet, av forfatteren, 2013.

Arbeidsplan											
Gjøremål	2012					2013					
	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mars	Apr	Mai	Juni
1	Forberedelser og research										
2			Innkjøp av traktor								
3				Levering av traktor							
4						Tegning i 3d Autodesk Inventor					
5						Skriving av oppgave					
6						Praktisk ombygging av hurtig-gir					
7								Praktisk ombygging av gir			
8								Prøvekjøring 1			
9								Prøvekjøring 2			
10									Prøvekjøring 3		
11											Innlevering

2.5 Begrensninger

I denne oppgaven er det fokus på ergonomi rundt girskift. Den praktiske ombyggingen er tidkrevende og nøysom. Så det vil kun bli ombygd nye girspaker med overføringer og finisharbeid rundt dette. Finisharbeid vil si å pakke inn de nye konsollene med tynnplate stål, lage nytt gulvdeksel over gamle girspaker, og lakkering av nye deler. Traktorhytten skal pusses opp innvendig med lakk og nye paneler, men dette vil ikke være en del av bacheloroppgaven.

I den skriftlige delen vil jeg gå litt nærmere inn på historikk rundt traktorer og ergonomi, førermiljø, beskrivelse av ombyggingen, konstruksjonsberegninger og prosjektplanlegging.

3. Girooverføringsystemer

3.1 Mekanisk girooverføring

En av metodene for å koble sammen girspaken til girkassen er å bruke mekanisk overføring. Man overfører da bevegelsene fra girspaken ved bruk av ulike typer mekaniske komponenter, som gir riktig bevegelse på girkassa så man treffer det giret man ønsker. Det blir brukt muskelkraft for å bevege girspaken og overføringene. Her blir det ikke brukt noen andre krefter enn det man bruker i armer og kroppen. Man har da en førlighet med girspaken, overføringene og girkassen, som gir en presis skiftning av gir. Ved giring med en girkasse som ikke er synkronisert, er det ganske viktig å treffe girene riktig slik at man ikke ødelegger girkassen. Man får ikke brukt mere krefter enn det man kan overføre selv. Så dette gjør at man kan gi en skånsom, men presis, giring, og treffe girene uten tvinge tannhjulene i girkassen mot hverandre.

3.1.1 Komponenter ved mekanisk overføring

Ved mekanisk overføring er det mange komponenter som kan benyttes. Jeg skal gjennomgå en del av dem, og vurdere de i forhold til størrelse, anvendelse og presisjon. Et viktig moment på et girsystem er at det er anvendelig og presist. Det kan hovedsakelig skilles mellom to typer mekanisk overføring, stag og wire.

Overføring med stag

I traktor med sidemontert girspak blir det ofte brukt overføring med stag fra girspaken til girkassen. Stagene blir gjerne brukt sammen med ledd eller bolter for å gi en lineær bevegelse. Det er ikke bestandig girspaken står direkte ovenfor tilknytningspunktet til girkassen, da må man dele opp overføringen i flere ledd. Men jo flere ledd man har i overføringen jo flere punkter kan det oppstå slark i. Det er derfor viktig å tenke nøye igjennom hvilke komponenter som skal benyttes. Men det er også viktig at man får riktig bevegelse på girkassen i forhold til girspaken.

- **Stag**

Stagene som brukes er som regel laget i stål, men andre metaller blir og brukt i

forbindelse med vektreduksjon. På en traktor er ikke en så liten vektøkning som et stag noe å tenke på. Så her bruker man

nesten utelukkende stål som materiale. Stagene kommer i ulike lengde og tykkelse etter behov. De kan være flate, firkantede eller runde, alt etter hva man trenger. Ved å bruke en gjengestang og hylse som stag, for eksempel en strekkfisk, kan man og ha store muligheter for å justere lengden på staget. Da blir det enkelt å justere presisjon.

Staget gir en nøyaktig overføring, og gir i seg selv liten slark eller ettergivning. Det kan modifieres til akkurat den størrelsen eller formen man vil ha, og har stor anvendelighet.

Noen stag har et hull i hver ende, for fast avstand mellom punktene man skal forbinde.



Figur 5: Strekkfisk, fra Biltema, 2013.



Figur 6: Stabstag Citroen, fra Biltema, 2013

- **Bolt/skrue**

Bolter kommer i alle mulige størrelser og former. Vanligvis er disse laget av metall med ulike strekkfastheter. De kommer med eller uten gjenger, og med eller uten hode. Til overføringer blir det brukt både det ene og det andre. Mest vanlig er nok gjenget sekskanthodeskrue med en mutter, enten vanlig mutter eller låsemutter. Det blir ofte brukt en låseskive, eller låsesplint, for å hindre at mutteren skrur seg av skruen. Bolten/skruen blir gjerne brukt som bindeledd mellom to komponenter. Mellom to stag, eller mellom girspak og stag og liknende. Bolten/skruen gjør at man får et bindeledd, og kan videre endre retning på bevegelsen på overføringen. Eller fortsette samme vei.

Det kan være et knutepunkt for flere stag. Man har i det hele tatt mange bruksmuligheter, og de er å få i den størrelsen og formen man måtte trenge. Ulempen med mange bolte-/skruelledd er at det kan bli mye slark etter lang tids bruk.

Boltene/skruene blir slitt ned, strekt, eller går i fra hverandre, og man får mindre presisjon i overføringene. Dette må vurderes ved bygging hvilke steder som er utsatt.



Figur 7: Bolter med skruer, fra Astrup, 2013.

- **Nagler**

Nagler kommer i alle mulige størrelser og blir som regel produsert i stål eller aluminium. De blir gjerne brukt som bindeledd mellom to stag, eller mellom stag og girspak. Naglen har omtrent samme bruksområde som skruen. Den har relativ stor anvendelighet. Men her, som med bolten/skruen, kan det bli mye slark ved mange ledd med nagler. Disse blir slitt med årene og har ikke mulighet for

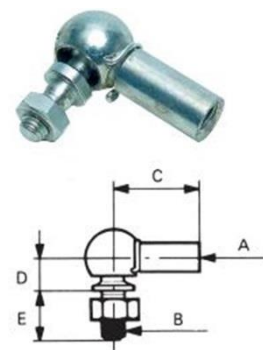
etterstramming. Når naglene blir slitt må de byttes ut med nye. Hullene som naglene går igjennom, har en tendens til å bli utvidet og det oppstår slark.



Figur 8: Nagler, fra All-Biz Ltd, 2013.

- **Kulekobling**

Et ledd mellom to stag, eller mellom girspak/girkasse og et stag, kan være kulekoblingen. Kulekoblingen består av en kule og skål som kobles sammen. De blir laget i stål, og det ligger som regel fettfilm mellom kulen og skåla for å minske slitasje. De blir brukt mye mellom stag/deler som skal bevege seg i ulik retning.



Figur 9: Kuleledd, fra Telmo, 2013.

Man har slike kulekoblinger i enden av styrestag, stabilisatorstag og i forbindelse med girspaken på traktorer og biler. Kulekoblingen har stor anvendelighet og kommer i ulike størrelser og former. Men som mye annet har kulekoblingen en viss levetid før den blir slarkete og gir stor unøyaktighet. Man må vurdere hvor man plasserer denne komponenten så ikke man får et svakt punkt.

- **Fjær**

Fjærene blir laget i stål med ulik legering og kommer i alle mulige størrelser, lengder, former og styrke. Fjærene festes mellom to stag eller et annet sted på overføringen. Når man



Figur 10: Fjærer, fra Biltema, 2013.

da overfører krefter fra girspaken til komponentene i overføringen, må man ta i så mye at man overviner spennet i fjæren. Fjæren har da strekt seg maksimalt og vil dra med seg resten av overføringen og trekke seg sammen. Ulempen er her at spennet i fjæra vil bli mindre og mindre etter lang tids bruk. Man vil da få en mer upresis overføring.

- **Tannhjul**

Som i girkassen, kan man bruke tannhjul sammen med andre komponenter for å overføre bevegelser fra girspaken til girkassen. De blir produsert i mange størrelser, former, legeringer og fastheter.



Figur 11: Tannhjul, fra Delta Maskinering AS, 2013.

Forskjellig utveksling mellom tannhjul kan gi nøyaktig overføring ved ulike bevegelser med girspaken.

Dette er en komponent som er mye brukt på landbruksmaskiner og redskap. Men en sammensetning av mange tannhjul vil gi mye slark/dødgang, spesielt etter mye bruk. Her er det viktig, som med andre komponenter, å smøre jevnlig for å minske slitasje.

Overføring med wire

Noen produsenter av biler og traktorer velger å bruke wireoverføring i stedet for stag. Man bruker da mindre komponenter, og kan få større nøyaktighet. Wiren man bruker er ofte såpass tykk at man ikke får problemer med strekk. Men det er komponentene i enden av wiren, som tilkobler den til girspak og girkasse, som kan gi slark og unøyaktighet. Mer vanlig bruk av wire på traktorer er mellom hurtiggirspak og girkasse, eller til utløsning av tilhengerkrok.

- **Wire**

Den wiren som er aktuell å bruke i en girooverføring er med wire med strømpa. Wiren er festet i hver ende og glir i strømpen ved bevegelse. De kommer i forskjellig lengder, størrelse, legering og materiale. Vanligvis brukes stål eller aluminium i wiren, og i strømpa benyttes likt materiale eller plast. Wiren kan i seg selv være belagt av plast for å hindre korrosjon. Til girooverføring er det mest kurant å bruke en litt tykk wire som strekker seg. Når den er litt tykk kan den overføre bevegelse to veier, både i draretning og i skyveretning. Er den for tynn vil den kun greie å overføre bevegelse i dra-retning, slik som på en gasswire eller bremsewire. Noen biler bruker to slike tykke wirer som girooverføring (Toyota og Opel bl.a.). Den ene wiren overfører fram og bakover bevegelse, og den andre sideveis bevegelse. Wiren har god anvendelighet og kommer i flere størrelser og lengder. Man får forskjellig tilknytningspunkter på enden på den slik at den kan tilpasses akkurat det man skal bruke den til.

Ellers brukes de samme komponentene på enden av wiren som ved bruk av overføring med stag, vanlig er kulekobling eller universalledd. Ved tilkobling til girspaken er kulekobling mellom wirer og girspak mye brukt. Man får da bevegde girspaken i ulike vinkler i forhold til wiren, samtidig



Figur 13: Stoppwire, fra Økonomi-deler, 2013.



Figur 12: Wire fjernstyring, fra Økonomi-deler, 2013.

som man får bevegelse i wirene i den retningen man vil ha. Mellom wiren og girkassen blir det gjerne brukt kulekobling her og, eller skrueforbindelse. Ved å bruke wire får man få komponenter som kan lage slark/svake punkter.

3.2 Elektrisk girooverføring

Hvis man skal bruke en litt mer avansert løsning som kanskje tar mindre plass, kan elektrisk girooverføring være tingen. Her bruker man da en elektrisk komponent som en girspak. Den har ledning- eller signalforbindelse, til en elektrisk komponent på girkassen. Man får en løsning som muligens tar mindre plass enn en mekanisk overføring. Elektrisk overføring er avhengig av strømtilførsel til komponentene hele tiden for å fungere. Om det blir strømprudd kan back-up batterier drive disse hvis komponenten er konstruert med det. Men med denne type overføring kan det være vanskelig å få føling med selve giringen inne i girkassen, noe som er viktig ved giring på gamle usynkroniserte girkasser. Dette er en av faktorene som må vurderes ved bruk av elektrisk overføring. Noe som kan være aktuelt i forbindelse med denne problemstillingen er et system som har progressiv styrke. Man vil da få en litt mer kontrollert bevegelse på girskiftet, og noe førlighet.

3.2.1 Komponenter ved elektrisk overføring

Som regel har elektriske komponenter som brukes som overføring, mulighet for justering av førlighet på bevegelser. Noe som er ganske viktig for å få en presis og samkjørt bevegelse av mellom sender og mottaker. Aktuelle komponenter kan være:

- **Step motor**

Step motoren er oppbygd nesten som en elektromotor. Den består i hovedsak av en stator og en rotator som snurrer til et bestemt punkt. Den har en rekke elektromagneter rundt statoren og rundt rotoren, som gjør at rotoren kan stoppe på et bestemt punkt, som man programmerer



Figur 14 Step motor, fra Xylotex, 2013.

inn. Med alle disse magnetene kan rotoren ha mange stoppepunkter, eller step, som gjør at den roterer så mye man ønsker. Man kan feste et tannhjul på enden av rotoren på stepmotoren, og en tannstang på girspaken som skal flyttes. Da kan man bruke denne til å flytte girspaken i bestemte posisjoner.

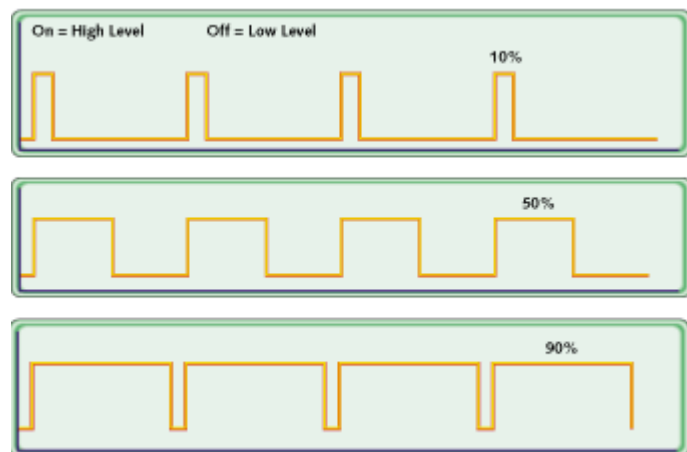
- **Puls-bredde modulering (PWM – Pulse-Width Modulation)**

Puls bredde modulering er en måte å styre analoge DC kretser med en spenningskontroll. I en vanlig analog krets har forbrukeren enten full spenning, eller ingen spenning fra spenningskilden (eks. batteri). For å kunne variere hvor mye spenning man skal ha til en hver tid kan man bruke en puls-bredde modul. Man koder den analoge spenningen med firkantede pulser, og har en høy oppløselig teller som

teller hver «på» syklus som spenningen er delt inn i. Hver puls har en bestemt lengde «på» og «av» etter hvor stor andel (%) av spenningen man skal bruke. Har for eksempel en spenningskilde 12 volt og hver puls en 10 % lengde «på» og 90 % «av» vil man få 1,2 volt spenning til forbrukeren.

Puls bredde modulen pulserer av og på hele tiden. Den vil gi full spenning i «på» perioden og ingen spenning i «av» perioden. Ved å variere lengdene av «på» og «av» pulsene, bestemmer man hvor mye spenning som går videre fra PWM modulen (Michael Barr, 2001).

Et eksempel på en slik modul som man bruker ganske ofte er styring av hastighet på kupèvifte i traktor eller bil.



Figur 15: Puls bredde modulasjon, fra Embedded, 2013



Figur 16: Puls bredde modul, fra NKC Electronics, 2013.

- **Servo**

Servoen fungerer på en litt annen måte enn step motoren. Men denne er ganske likt oppbygd. Det er dog vanskelig å få akselen på servoen til å snurre konstant. På akselen sitter det et potensiometer som føler posisjonen på akselen. Hver posisjon har en kode, disse posisjonene kan være forhåndsbestemte grader som akselen er vinklet i. Man bruker en radiosender eller joystick til å sende kodede signaler til potensiometeret. Hvis akselen står i feil posisjon i forhold til koden på potensiometeret, vil den vri seg til potensiometeret får samme kode som er sendt til den. På denne måten kan man bestemme hvilken posisjon servoen skal stå i. Det er ofte en arm på enden av akselen som brukes til å overføre de ulike posisjonene til andre komponenter. Små slike servoer er mye brukt til styring og gasspådrag til radiostyrte biler, fly og helikopter.

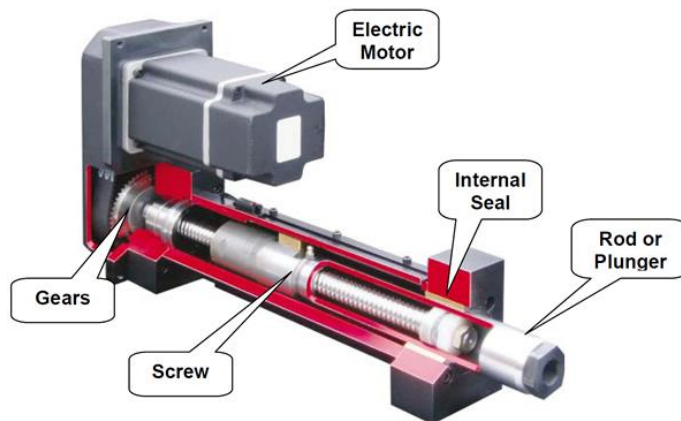


Figur 17: Elektrisk servo, fra Hobbycompagniet, 2013.

Servoer brukes på roboter til ulike formål, for å bevege en komponent i en bestemt retning. En liknende servo kan brukes på en girspak med en mekanisk overføring mellom uttaket på girkassen til armen på servoen. Man kan bruke en joystick som radiosender til servoen, det blir da et trådløst overføringssystem.

- **Aktivator**

Denne komponenten er ganske lik en hydraulisk sylinder med stempel og flaske. Aktivatorene kan ha litt ulike oppbygninger. Men vanlig med elektriske aktivatorer er at en elektromotor driver/dreier en gjengestang som stempelet sitter på. Når elektromotoren snurrer, vil gjengestangen skru stempelet inn eller ut av flasken. Aktivatoren kan brukes til å skyve/dra noe fra et punkt til et annet innenfor stempelets rekkevidde.



Figur 18: Actuator, fra Progressive Automations, 2013.

- **Joystick/styrespak**

Som girspaksender kan man bruke en joystick/styrespak til å sende signaler til mottakeren/komponenten på girkassen. Posisjonen til joysticken vil gi et signal til komponenten på girkassen som vil flytte seg til den posisjonen som tilsvarer signalet. Her har man mange muligheter til å legge inn akkurat de signalene og bevegelsene man vil. Man bruker joystick ofte til å styre elektriske servoer, stepmotorer og puls bredde moduler. Det er som regel en eller flere knapper på joysticken som man kan bruke til ulike tilleggsfunksjoner. Slike spaker brukes for eksempel til lasterspaker i traktor, eller i gravemaskiner til styring av elektronisk hydraulikk.



Figur 19: Elektrisk Joystick, fra Torp Maskin, 2013.

- **Føler/giver/sensor**

For å angi posisjon på bevegelige deler i overføringen kan man bruke følere til å si ifra når man har oppnådd riktig posisjon. Man kan sette følere til hver posisjon til hvert gir slik at man får signal når giroverføring treffer det ønskelige giret. Signalet kan for eksempel gi strøm til en pære som lyser opp da riktig plassering er oppnådd.



Figur 20: Induktive givere, fra Omron Corporation, 2013.

- **Elektromagnet**

«En leder viklet til en spole blir en elektromagnet. Når vindingene ligger tett inntil hverandre, danner de et felles, kraftigere magnetfelt.» (Larsson, 2007, s. 36.)

Ofte blir dette brukt i form av magnetventiler på traktor. Disse gjør at man kan styre hydrauliske retningsventiler med elektronikk. Finnes og som innslag i startere for å bevege tannhjulet i starteren i inngrep med startkranen på motoren. Et annet ord for elektromagnet er solenoid.



Figur 21: Solenoid, fra Murphy Industries, 2013.

- **Ledninger/kabler**

Ledninger og kabler må til for å tilføre strøm og jord til komponentene. Brukes og for å sende signaler mellom komponenter (Isobus).

- **Potensiometer**

«Potensiometeret er en resistor der resistansen (motstanden) kan varieres.» (Larsson, 2007, s. 68.) .

Elektronisk gasspedal på nyere traktorer er i form av et potensiometer som kommuniserer med styreenheten, og sier ifra hvor mye diesel dysene skal tilføre motoren.



Figur 22: Potensiometer, fra Wikipedia, 2013.

3.3 Hydraulisk eller pneumatisk girooverføring

Den siste metoden for girooverføring er hydraulisk eller pneumatisk overføring. Dette er litt mer vanlig på for eksempel skip og lastebiler. Man bruker da et lukket system med hydraulikkolje eller luft i rør, som gjør handlingen mellom girspaken og girkassen. I min bacheloroppgave ville det vært aktuelt å bruke en mastersylinder (hydraulikksentral) på girspaken, og en slavesylinder på girkassen, med rørforbindelse imellom. Dette blir mere likt bremsesystemet, eller hydraulisk kløtsjoverføring på en bil.

Girspaken står i forbindelse med mastersylinderen (hydraulikksentralen), og vil pumpe et trykk i det aktuelle røret som girspaken beveger seg mot. En slavesylinder på girkassen mottar trykket fra rørforbindelsen, gjør en aktuell handling i form av en bevegelse. Som regel er bevegelsen et stempel som blir presset utover.

Det er viktig å ha tette forbindelser i systemet slik at man ikke får lekkasjer, da vil systemet svikte eller bli upresist. Ellers kan det være et meget presist system med mulighet for å justere trykk eller krefter som til føres systemet.

3.3.1 Komponenter ved hydraulisk/pneumatisk overføring

- **Hovedsylinder**

Hovedsylinder er den delen som distribuerer olje eller krefter i den riktige retningen. Denne sitter i forbindelse med en hydraulikkpumpe som mater den med oljetrykk,

som på en traktor. Eller så kan den ha en beholder/akkumulator som mater den med olje og man pumper trykket selv, slik som på bremsene på en bil. Det kan være ulike kretser som blir styrt av hovedsylindere.

Man får mange type hovedsylindrer/sentraler med ulike antall kretser og størrelse. Disse kan være mekanisk styrt eller elektrisk styrt.



Figur 23: Hovedsylindere, fra Biltema, 2013.

- **Slavesylindere**

Denne sylindere sitter i andre enden av kretsen for hovedsylindere og utfører bevegelsen fra trykket som blir sendt. Et eksempel er bremsene på en bil, man pumper trykk i hovedsylindere som sender et oljetrykk gjennom rørene ned til bremsekaliperen (slavesylindere), da vil stemplet i den bli trykket utover.



Figur 24: Slavesylindere, fra Carparts, 2013.

- **Rør og koblinger**

Rør og koblinger lager forbindelse mellom komponenter i hydraulikk-/pneumatikk-systemet, og fungerer som overføringer av trykket. Det er viktig å ha riktig dimensjon på rørene og koblingene, slik at trykk og mengde i systemet blir korrekt.

- **Sentral**

Dette er en sammensetning av flere retningsventiler, eller hovedsylindere. Det er en tilkobling av trykk, og en tilkobling av retur, og et nettverk av kanaler som distribuerer olje/luften til alle retningsventilene. Hver retningsventil har to kretser ut, og er dobbeltvirkende. Man styrer retningen av olje-/lufttrykket til den kretsen man ønsker med en sentral.



Figur 25: Hydraulikksentral, fra Økonomi-deler, 2013.

- **Ekspansjonstank/beholder/akkumulator**

Over hovedsylinderen er det gjerne en beholder med olje, eller en akkumulator med luft. Denne gjør at et hele tiden er tilgjengelig med luft/olje til systemet slik at man opprettholder trykket. Lekkasje vil føre til trykktap i systemet, og det vil ikke fungere skikkelig.



Figur 26: Akkumulatortank, fra Maritim, 2013.

- **Pumpe/kompressor**

En oljepumpe gjør som navnet tilsier, pumper olje og lager et trykk. Trykket og mengden av olje bestemmes av pumpetype og størrelse. Man har mange typer oljepumpe, avhengig av produsenten og etterspørsel.

Til sentraler på traktor brukes traktorens hydraulikkoljepumpe som betjener alt av trykkbehov til de ulike komponenter. I en hovedsylinder til brems

og clutch, sitter det som regel en stempelpumpe som betjenes med muskelkraft.



Figur 27: Tannhjulpumpe, fra Økonomi-deler, 2013.

En kompressor benyttes til å komprimere vanlig luft til trykkluft. Denne kan monteres på motoren og være drevet av en reim, eller drives elektrisk. Man får mange typer og størrelser på kompressor, avhengig av behov. På nyere traktorer er det vanlig med en kompressor til å komprimere gass i forbindelse med aircondisjonsanlegg. Denne er montert på motoren og drives med reim.



Figur 28: Aircondisjon kompressor, fra Økonomi-deler, 2013.

4. Ergonomi

«Ergonomi, studiet av tilpasningen mellom maskin, arbeidsmiljø og de varierende fysiske og psykiske forutsetninger mennesket har» (Store Norske Leksikon, 2013). Ordet ergonomi kommer fra de greske ordene ergon, «arbeid», og nomos, «lov».

I følge Arbeidstilsynet er landbruk et utsatt yrke for uheldige arbeidsstillinger. Noe som blant annet gjelder bruk av gamle maskiner og redskap.

4.1 Traktorergonomi

For å oppnå god ergonomi er det viktig å tilpasse førermiljøet slik at man ikke sliter ut kroppen fysisk eller psykisk i løpet av en arbeidsdag (Bøe, 2005, s. 341-342). I de travleste periodene av året tilbringer en bonde mesteparten av dagene bak rattet i en traktor.

Maskinergonomisk forskning ble et stort tema i etterkrigsårene etter 2. verdenskrig.

Forskningen hadde sine røtter fra krigen, og ville være med på å øke ytelsen til militæret.

Dette banet vei for en rekke anbefalinger som gir grunnlag for blant annet arbeidsmiljøloven.

Men i landbruket ble ikke dette et interessant tema før i 60 årene. Men det var ikke før på 70 tallet man så en utvikling av traktorer med bedre løsninger for arbeidsmiljø. Noe som i dag er et viktig argument for traktorprodusenter og kunder.

4.2 Belastninger

Godt trente menneskekropper tåler store fysiske belastninger (Bøe, 2005, s. 343-345). Men man skiller gjerne mellom to typer av fysiske belastninger:

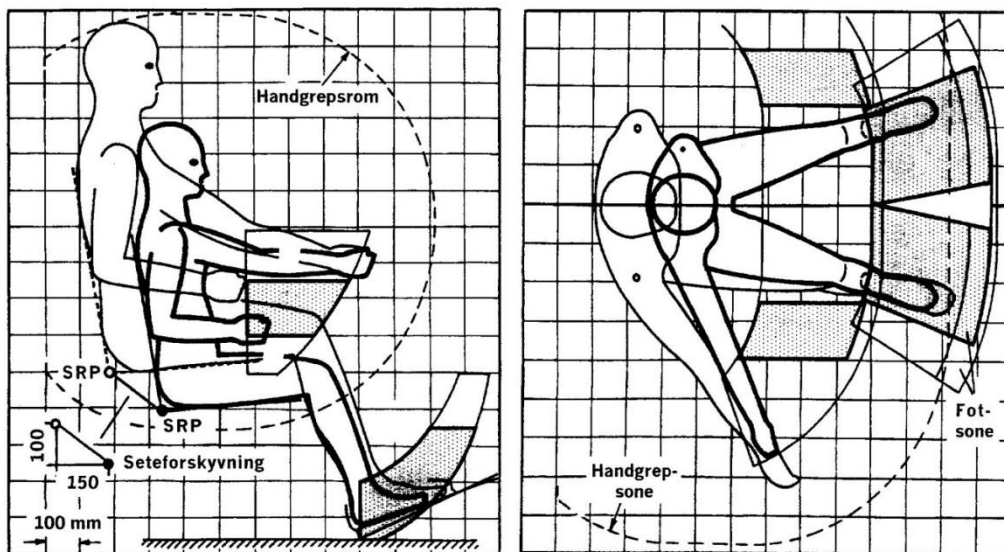
- «Dynamisk belastning, der muskelfibrene trekkes sammen og avlastes i rytmiske bevegelser.
- Statisk belastning, der muskelfibrene forblir sammentrukket over en lengre periode i en spesiell arbeidsstilling uten avlastning» (Bøe, 2005, s. 3459).

Statisk belastning oppnås gjerne når man sitter vridd eller bøyd i en posisjon lenge, eller man har armer i en anstrengt posisjon lenge. Skjelett, sener, og ledd (m.m.) kan ta skade av slik belastning over tid, og vil være uheldig. Slike arbeidsstillinger bør unngås ved å utforme et godt arbeidsmiljø i førerhytten.

4.3 Betjeningsmotstand

Betjeningsmotstand i kontrollorganer er noe man opplever ofte i forbindelse med girspaker og pedaler. Det er viktig at disse er plassert riktig, og fungerer på en tilfredsstillende måte. Blir det for tungt å betjene organene vil man få belastningsskader over tid. Andre kontrollorganer slik som utløser til trekk-krok og avvitringsveiv sitter gjerne kronglete til og kan gi uvante og ubehagelige kroppsbevegelser. Men disse betjenes bare som regel en gang i blant.

Utviklingen av betjeningsorganer i traktorhytten har vært stor de siste 15-20 årene. Man ser mer bruk av elektrisk betjening, mindre motstand i betjeningsorganer, og bedre plassering som en følge av dette. I figur 29 under, ser vi innenfor hvilket område bein og armer bør ha sine bevegelser for å unngå belastningsskader. Kontrollorganer bør være innenfor de grå sonene for å oppnå et godt førermiljø.



Figur 12.8. Ergonomiske grenser for plassering av betjeningsorganer i førerhytta hos en traktor, sett fra siden og ovenfra. De grå sonene markerer områder der betjeningsorganer kan beveges uten at det oppstår merkbare statiske belastninger på muskler og ledd. I disse sonene kan man også mobilisere størst muskelkraft. Den stiplede linjen markerer yttergrensene for bekvem handbetjening, f.eks. i taket. Stor og liten person angir ytterlighetene i betjeningssonene og justeringsmuligheter som må finnes for setet, evt også ulike konsoller.

Figur 29: God ergonomi i førerhytte for traktor. Fra Bøe, 2005, s. 346.

I figur 30 ser vi ergonomiske anbefalinger for betjeningsmotstand i betjeningsorganer i traktorer. For ikke å få belastningsskader i kroppen, er det viktig at traktorene oppfyller kravene for betjeningsmotstand.

Betjeningsmåte og betjeningsmotstand	Bruksfrekvens		
	Høg (N)	Iblant (N)	Lav (N)
Fingerregulering	2-5	24	40
Handspak, for/bakover	5-15	80	140
Handspak, sidevegs	5-15	40	60
Ratt, med to hender	5-50	-	230
Ratt, med en hand	5-15	-	-
Pedaler, regulert med fot	15-90	150	250
Pedaler, regulert med tå	20-30	50	-

Figur 30: Anbefalinger for betjeningsmotstander i betjeningsorganer i traktor. Fra Bøe, 2005, s 346.

4.4 Ergonomi i John Deere 3130

I bacheloroppgavens ombyggingsobjekt, som er en John Deere 3130, er førermiljø begynt å bli et fokus. I førerhytten er det lite gjennomtenkt ergonomisk med tungt betjente girspaker på gulvet mellom beina. Man må lene kroppen framover og strekke armene ned mellom beina for å utføre et girskift. Det er trangt mellom setet og rattet, og man kan risikere å få armene i klem ved girskift i ulendt terreng. Hodet og øynene får en gal vinkling i forhold til optimalt syn fremover og til siden, når man bøyer seg ned. I tillegg kan en slik bevegelse gjøre at man ufrivillig trekker i rattet med motsatt arm. Girskift med de originale girspakene kan være en risikofylt affære langs veien hvis man er uoppmerksom.

Ved å flytte girspaken til hver side i hytten får man en bedre ergonomisk plassering på disse. De nye girspakene vil sitte i en slik høyde at de er i den bekvemme grå sonen som beskrives i det venstre bildet på figur 29. Ut i fra bekvem armposisjon sideveis kommer de nye girspakene til å sitte i periferien av gråsonen beskrevet i det høyre bildet i figur 29. Plasseringen av de nye girspakene vil bidra til et bedre førermiljø med mindre mulighet for belastningsskader. Det vil bli enklere å betjene girspakene, uten å måtte lene kroppen framover. Og man har god oversikt der man skal se, og betjeningsmotstanden minker noe med de nye overføringene.

5. Materiale/Metode

Hovedmålet med den praktiske ombyggingen i oppgaven, er å konstruere nye girspaker og giroverføringer, samt lage et slett gulv over girspakene. I dette kapitlet går det fram hvordan dette har blitt utført, og med hvilke materialer.

5.1.1 Metode for konstruksjon

Arbeidsstedet og traktoren vil befinne seg på dreieverkstedet (figur 31) på Høgskolen i Hedmark, avd. AØL på Blæstad.



Figur 31: Dreieverkstedet på Blæstad, av forfatteren, 2013.

Konstruksjonsstålet blir hentet fra stålbuia i nabobygget for dreieverkstedet. Kapping av materialer blir gjort en vinkelsliper, båndsg, baufil, og pneumatisk stikksag. På båndsgen kan det justeres vinkel på kuttet, hastighet på sagbladet og trykket på sagbladet mot materialet (senkehastighet).



Figur 32: Båndsg på Blæstad, av forfatteren, 2013.

For sammenføring av stålet med sveisefuge, vil et Esab 3-fas Mig sveiseapparat benyttes. Sveiseapparatet har dekk-gass og selvmatende sveisepistol. Strømstyrke, gassmengde og trådmatingshastighet er justerbart.



Figur 33 t.v.: Esab MIG sveiseapparat, av forfatteren, 2013.



Figur 34 t.h.: Smergel, av forfatteren, 2013.

Sliping av stål og sveis vil bli gjort med smergel og vinkelsliper med smergelskive/lamellskive. For finere sliping brukes håndholdt fil og drill med slipestein. Boring av hull opp til 12 mm blir gjort med batteri og strømdreven drill. For boring av større hull benyttes søylebormaskin. Til boring av hylser har det blitt brukt dreiebank, for størst mulig presisjon.

Akselen under gulvet har blitt dreid 1 mm ned for å passe i hylsen den skulle inn i. Til dette har en eldre dreiebank blitt benyttet.

Til montering og sammenføring av komponenter har vanlig håndholdt verktøy blitt brukt. Tømmestokk og skyvelære har vært de måleverktøyene som hele tiden er med for å få komponenter i riktige størrelser.

Alt av verktøy som har blitt benyttet under ombyggingen har det vært tilgjengelig på i verkstedet på skolen.



*Figur 35:
Søylebormaskin, av
forfatteren, 2013.*



Figur 36 t. v.: Dreiebenk på Blæstad, av forfatteren, 2013.

For å måle krefter på ulike deler i overføringen er det bruk en digital fiskevekt fra Biltema. Denne vekten ble brukt for å måle krefter benyttet i beregninger, og for å sammenlikne betjeningsmotstand i nye og gamle girspaker.



Figur 37: Digital fiskevekt fra Biltema, av forfatteren, 2013.

5.1.2 Objektiv test

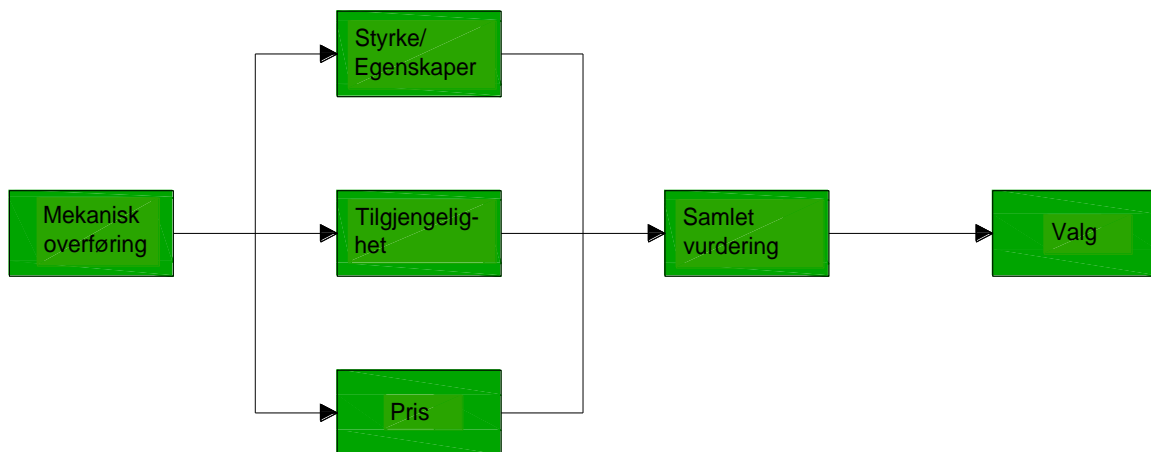
Et testpanel ble vurdert satt sammen for å få en objektiv vurdering av ombyggingen. Testpanelet var tenkt å først prøvekjøre skolens traktor, en John Deere 2130, som det er tilnærmet identisk betjening i hytten som traktoren som ombygges. Denne traktoren er original fra fabrikk. For deretter å prøvekjøre den ombygde John Deere 3130 som beskrives i denne oppgaven. Traktorene skulle så bedømmes etter ulike kriterier.

Men den objektive testen med testpanel forkastes av to grunner. Den ene grunnen er at etter personlig prøvekjøring og testing av prototype erfares det at betjeningen av traktoren er en tilvenningssak. Traktoren oppleves som litt vanskelig å kjøre ved starten av testingen, men etter en times kjøring går det lettere å betjene nye girspaker. Dette henger sammen med den usynkroniserte girkassen som generelt er litt vanskelig å betjene riktig.

Den andre grunnen er at ombyggingen har tatt vesentlig lengre tid en først antatt. Så av hensyn til å få ferdigstilt både det praktiske og det skriftlige i oppgaven, blir testpanelet nedprioritert.

5.2 Hovedmaterialer

Ved den praktiske ombyggingen av traktor med nye girspaker og giroverføringer, må egnede materialer velges. Siden valget av overføring har falt på mekanisk, er et metall et naturlig valg å bruke. Ved å bruke en liste med kriterier som skal oppfylles, blir det laget en utvelsesprosess slik at det best egnede materialet/metallet for mitt formål velges. Mine kriterier som er avgjørende for valget er styrke, tilgjengelighet og pris.



Figur 38: Utvelsesprosess for materialer, av forfatteren.

5.2.1 Stag/hylser/aksler

Ved alle overføringer som må konstrueres fra bunnen av er det viktig å velge et materiale det er greit å jobbe med. Forskjellige deler skal festes sammen ved hjelp av sveising, eller aksel forbindelser og stag. Så metallet må være sveisbart, kunne borres hull i, dreies og kappes. Metallet blir brukt i ulike former som rør, flattjern, hullprofil, firkantprofil osv., til ulike deler av overføringen. Da er det viktig å ha god tilgang av materialer. Det må ha en styrke som tåler krefter som på det meste er målt til 450 N. Det må også tåle lang tids bruk uten å bli slarkete i en tidlig fase. Prisen må være lav, da overføringene ikke skal være noe dyrt prosjekt.

Av de materialene/metallene som er å velge i til min overføring er:

- Konstruksjons stål S235
- Syrefast stål
- Rustfritt stål
- Galvanisert stål
- Aluminium

Mitt valg faller på konstruksjons stål S235 fordi det har alle oppfyller alle kriteriene i min utvelgelsesprosess. Skolen har og et stållager med konstruksjonsstål S235 som benyttes i undervisning, dette gjør at tilgjengeligheten ikke kunne vært bedre.

5.2.2 Bolter/skruer/muttere

Til sammenføring av noe ulike punkter mellom overføringen, trengs det skruer, bolter og muttere. Og ved utvelgelsesprosessen ble galvaniserte materialer i 8.8 kvalitet valgt.

5.3 Øvrige materialer

Strekkfisk

En strekkfisk trengs mellom den nye girspaken og overføringene for å kunne justere riktig avstand. Strekkfisken har spesifikasjoner:

- Stålkvalitet AISI 316 Syrefast stål.
- M10 dimensjon.
- Bruddgrense 3100 kg.
- 200-290 mm lengde.

(Biltema, 2013.)

Strekkfisken vil bli forlenget med rørprofil konstruksjonsstål i S235 kvalitet.

Rørsplint

Rørsplinten har en dimensjon Ø 6,5 mm og er 40 mm lang. Disse lages i fjærstål og har kvalitet DIN 1481, og en utvelgelsesprosess er unødvendig. Rørsplinter er fra et sortiment innkjøpt fra Würth.

Sveisetråd

Et MIG sveiseapparat benyttes til å hefte metallbitene sammen ved konstruksjon av deler i overføringen. Gassen som benyttes i apparatet er Mison 18 beskyttelsesgass. Sveisetråden i apparatet er 1 mm tykk, og består av forkobret stål SG2. Gass er innkjøpt fra AGA A/S, og sveisetråd er fra Esab.

Fettnipler og Fett

Ved bevegelige deler og sammenføyningspunkter vil det så langt det er mulig bli satt på fettnipler. Det vil bli gjenget i stålet og skrudd inn fettnipler av DIN 71412 rustfritt stål. Fettet som brukes er en multipurpose grease.

Lakk

En-komponent syregrunning fra Würth, en-komponent sort lakk fra Biltema, en-komponent grønn lakk fra Felleskjøpet, og sort Bengalakk Arcanol fra Maxbo brukes til å legge farge på de nye giroverføringene og girspakene.

Vaier

Til sideveis-bevegelsen på girspaken blir det benyttet en entråds pull/push vaier. Som navnet tilsier kan denne utføre både skyve- og trekkebevegelser. Vaieren har en spunnet stålstrømpe beskyttet utvendig og innvendig av et plastbelegg. Inne i strømpen er det en 1,5 mm tykk vaier av en tråd. Vaieren er innkjøpt fra Felleskjøpet og er egentlig av typen stoppwire til eldre traktorer.

Girhåndtak

På toppen av de nye girspakene skal det sitte et plasthåndtak som gir et godt grep i hånden. Håndtakene er et spakhåndtak uten, og et med, 2 knapper fra Økonomi-deler AS.



Figur 39: Spakhåndtak 2 knapper, fra Økonomi-deler AS, 2013.

Ledninger og kabelsko

Ledninger til forbindelse mellom knapper, releer og elektronikkenhet ble innkjøpt hos Biltema. Det samme ble kabelsko og krympestrømpe for å få forbindelse mellom ledninger og komponenter.

Fjær

To fjærer benyttes for å hjelpe til å holde de nye overføringene i nøytral posisjon. Det ble innkjøpt ett fjærsett i 20 deler fra Biltema, som kappes i riktig lengde. «10 trykkfjærer: 30,5 mm, med rettskårne ender. 10 strekkfjærer: 28 mm, med øye i den ene enden. Fås i dimensjonene 4,76–19,05 mm» (Biltema, 2013, art. nr. 19069).

Elektronikkenhet

En ny elektronikkenhet skal drive hurtiggiret ved ombyggingen. Denne enheten er en sentrallåsmotor fra døra på en Chrysler PT Cruiser (2001-). Sentrallåsmotoren drives av 12 volt og 4 ampere strøm.



Figur 40: Sentrallåsmotor fra Chrysler PT Cruiser, av forfatteren, 2013.

Releer

To doble releer fra biltema benyttes til å styre inn og ut bevegelsen på den nye elektronikkenheten. Disse styrer tilførsel av strøm og jord. Releene har 4 tilkoblinger 85 (jord), 86 (styrestrøm), 87 (det som skal styres, her elektronikkenheten) og 30 (12 volt).

5.4 2D og 3D konstruksjon

For tegning i 2D av figurer og skjemaer, er tegneprogrammene Autodesk AutoCAD 2012 – English benyttet. Autodesk Inventor Professional 2012 er benyttet til 3d konstruksjon, stressanalyse og deletegninger. Disse to tegneprogrammene er installert på privat pc som studentversjon ervervet på Høgskolen.

6. Resultater

6.1 Forberedelser

Høsten 2012 vurderes det hvilken traktor jeg kunne bruke til ombyggingen i min bacheloroppgave. I min oppmelding til bacheloroppgave skrev jeg at det var ønske om å benytte en av skolens traktorer til dette. Traktoren i mine tanker var en John Deere 2130 med Sekura OPU hytte og gir midt på gulvet. Denne traktoren er en god kandidat til å få bedre førermiljø i hytta.



Figur 41: John Deere 2130, av forfatteren, 2012.

Jeg fikk tilbakemelding av ansvarlige for traktorene på skolen at jeg kunne benytte traktoren, hvis jeg satte den i original stand igjen etter ombyggingen. Dette synes jeg virket rimelig og godtok dette. Men etter ytterligere vurdering synes jeg det hadde vært moro å beholde traktoren i ombygget tilstand, hvis dette ble en suksess. Jeg har en lang stund hatt lyst til å kjøpe meg en traktor selv. Så det ble heller til at jeg begynte å lete etter en aktuell traktor jeg kunne kjøpe. Traktoren som vekket mest interesse var en 1979 modell John Deere 3130. Denne har tilnærmet lik utseende som John Deere 2130`n til skolen. Den eneste forskjellen er at 3130 har større motor og hurtiggir.

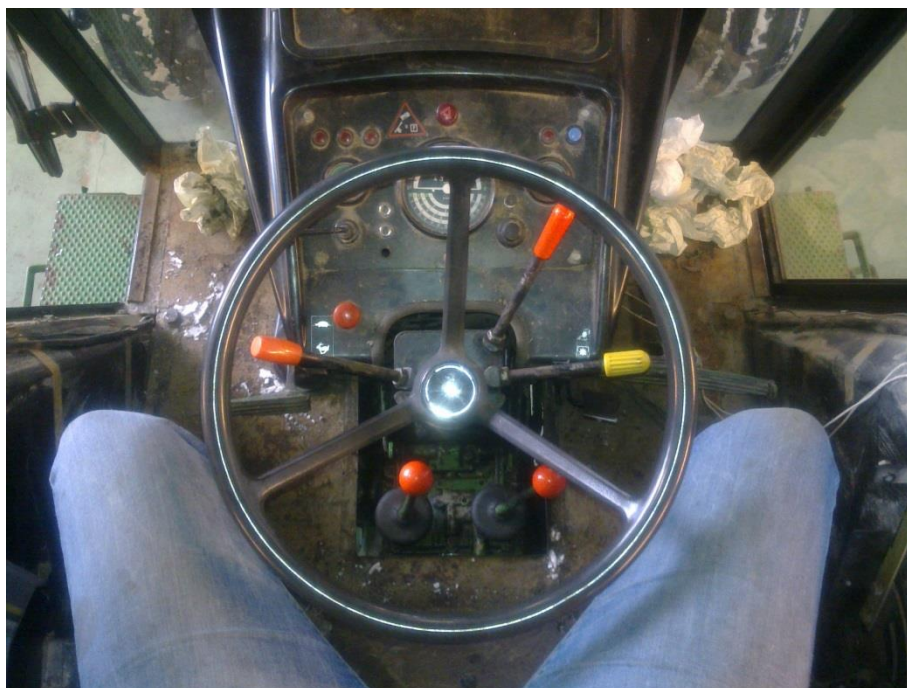


Figur 42: John Deere 3130, av forfatteren, 2013.

John Deere 3130 ble det gjort handel med i Hønefoss. Den ble sendt til FK i Hamar der jeg hentet den. Så ble den kjørt opp til Høgskolen i Hedmark av forfatteren og parkert der.

Traktor til bacheloroppgaven var da ordnet.

Traktoren har blitt prøvekjørt ganske mye, og det er gjort nøye vurderinger av ergonomien og ombyggingsmulighetene. Denne har en usynkronisert girkasse, og to girspaker på gulvet mellom beina (fig. 43). Den venstre girspaken betjener gruppegiret, og har valgene høy og lav framover, og revers. På den høyre girspaken girer man mellom 1 – 2 – 3. Med den usynkroniserte girkassen må man dobbelt kløtsje og gjerne mellomgasse litt for å treffe girene. Ved nedgiring er dette en nødvendighet, men ved giring oppover går det faktisk bra og gire vanlig med enkel kløtsjing. Det er trangt å gire mellom beina og rattet, og man må bøye seg en del for å nå girspakene. Hurtiggiret er hydraulisk og betjenes av en spak på venstre side av rattstammen.



Figur 43: Førermiljø John Deere 3130, av forfatteren, 2013.

Plasseringen av nye girspaker på siden, er viktig å tenke på. Man skal sitte komfortabelt i førersetet og rekke spaker og kontroller uten å måtte bevege seg unødig mye. Det er viktig å ha riktig vinkel og høyde slik at armene går i behagelig bevegelse ved girskifting. Så dette må vurderes nøye, og plasseres så ergonomien og førermiljøet blir best mulig.

Ved å korte ned girspaker på gulvet vil man få bedre plass til føtter og bein ved kjøring. Det blir og lettere å stige inn og ut av førerhytten. Så en plate må lages for å dekke over eksisterende girspaker etter de blir kappet ny høyde. Nye overføringer skal skjules mest mulig og plasseres om mulig på utsiden/undersiden av hytten. Det er mye å ta høyde for ved en slik ombygging.

6.2 Ombygging av hurtiggir betjening

6.2.1 Eksisterende betjening

Jeg valgte å begynne med hurtiggiret, ved den praktiske ombyggingen. Fra før av er hurtiggiret betjent med en manuell spak på venstreside av rattstammen (fig. 44 og 45). Selve innkoblingen i girkassen er hydraulisk og har ganske rask reaksjon når man girer.



Figur 44 t.v.: Original hurtiggir betjening i traktoren, av forfatteren, 2013.



Figur 45 t.h.: 3D tegning av original hurtiggir betjening, av forfatteren, 2013.

Fra spaken på rattstammen går det et stag til en hendel oppå girkassen. Denne hendelen veksler mellom høy og lav på hurtiggiret. Hendelen står rett foran girspakene og er omtrent 90 mm høy (se figur 57). Bevegelsen til hendelen på girkassen mellom høy og lav, er på cirka 15°. Fra innfestningshullet på toppen hendelen ble det målt hvor mye krefter som må til for å veksle mellom girene. Avlest kraft var 3,5 kg, eller 34,3 N.

Den nye hurtiggirbetjeningen ble etter vurdering og studering av nyere traktorer, bestemt at skal bli ombygd til elektrisk.

6.2.2 Elektronikkenhet

Det første på planen var å finne en elektronikkenhet som kunne dra/skyve denne hendelen både frem og tilbake. Mine tanker gikk da til en sentrallåsmotor fra døren på en personbil. Disse elektroniske enhetene har stag som beveger seg ut og inn, som drar et stag til låsekassa inne i døra. Denne virket perfekt til mitt prosjekt, og måtte undersøkes nøyere: Hvor sterk er denne elektroenheten? Hvilken slaglengde har den? Hvordan er den oppbygd? Og hvilken bil skal jeg lete i?

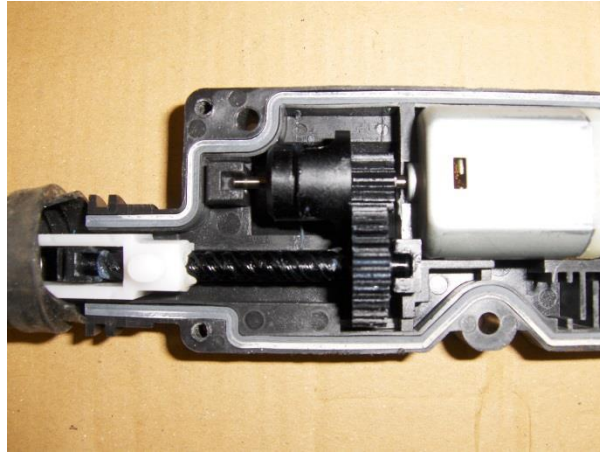
For å finne en egnet sentrallåsmotor dro jeg på et biloppuggeri. De hadde heldigvis noen liggende inne på lager som var demontert. Jeg lette igjennom og fant en fra en Chrysler PT Cruiser, og en fra en Mercedes Benz 124 som så ideelle ut. Disse ble innkjøpt for en billig penge og tatt med til skolen. Sentrallåsmotorene ble spent opp i en provisorisk jigg. Det ble brukt en skrustikke til å holde sentrallåsmotorene, og en tvinge til å holde en digital fiskevekt (fig. 37) for å måle krefter.

Chrysler PT Cruiser sentrallåsmotor ble målt til en styrke på 5 kg, eller 49,1 N. MB 124 sentrallåsmotor ble målt til en styrke på 4,5 kg, eller 44,2 N. Disse motorene skulle greie fint å betjene hurtiggir hendelen. Sentrallåsmotoren til Chrysler PT Cruiser ble valgt da den så mest egnet ut i utforming. Hele enheten er cirka 10 centimeter lang.



Figur 46: Sentrallåsmotor Chrysler PT Cruiser, av forfatteren, 2013.

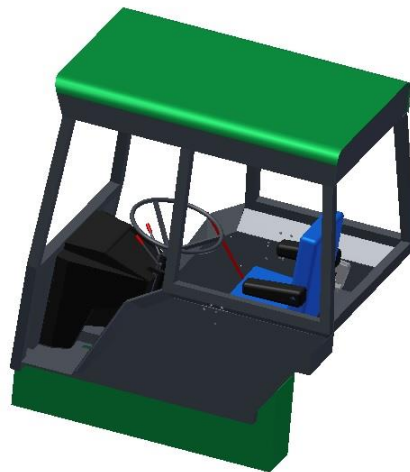
Inne i denne sentrallåsmotoren er det en elektromotor med et tannhjul på, videre mot et nytt tannhjul med en gjengestang på. Denne tannstangen skrur et stag ut og inn når elektromotoren blir aktivert.



Figur 47: Inni sentrallåsmotor Chrysler PT Cruiser, av forfatteren, 2013.

6.2.3 3D konstruksjon av ny hurtiggir betjening

Som neste ledd i min oppgave gikk jeg i gang med å konstruere hytten på traktoren i 3D, og benyttet tegneprogrammet Autodesk Inventor Professional 2012. Mål på traktorhytte og betjeningsorganer ble tatt parallelt med tegningen, for å få 3D konstruksjonen så riktig som mulig. Tegninger av original hytte uten ombygging ble ferdigstilt først, før konstruksjon av ny hurtiggirbetjening.



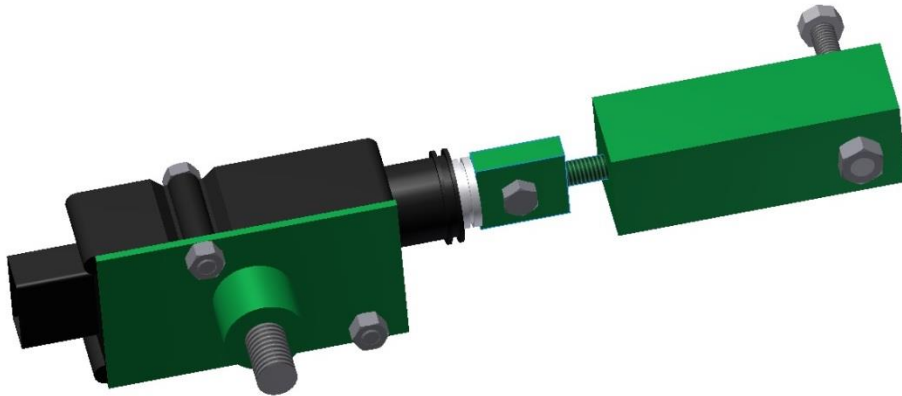
Figur 48: 3D konstruksjon av traktorhytte, av forfatteren, 2013.

Videre ble den nye elektronikkenheten med braketter konstruert etter idemyldring. Braketter ble tegnet enkelt men funksjonelt, og med minst mulig komponenter. Det ble og tatt høyde for at de ikke skulle ta stor plass ved montering.

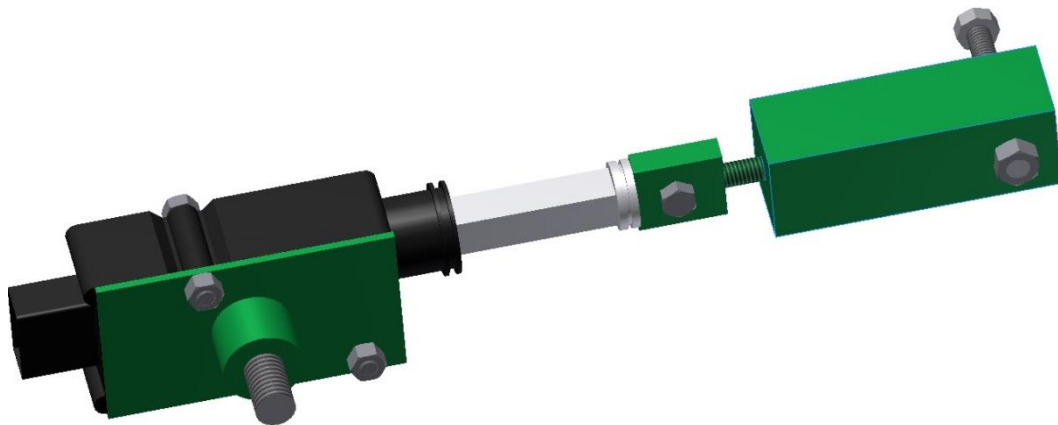
Komponenter til den nye hurtiggirbetjeningen består av:

- En brakett for å holde elektronikkenheten
- En hette med gjengestag
- En hylse med gjenget hull til gjengestaget og hull til montering på hurtiggirhendelen
- Et helgjenget stag ut i fra hurtiggirhendelen.

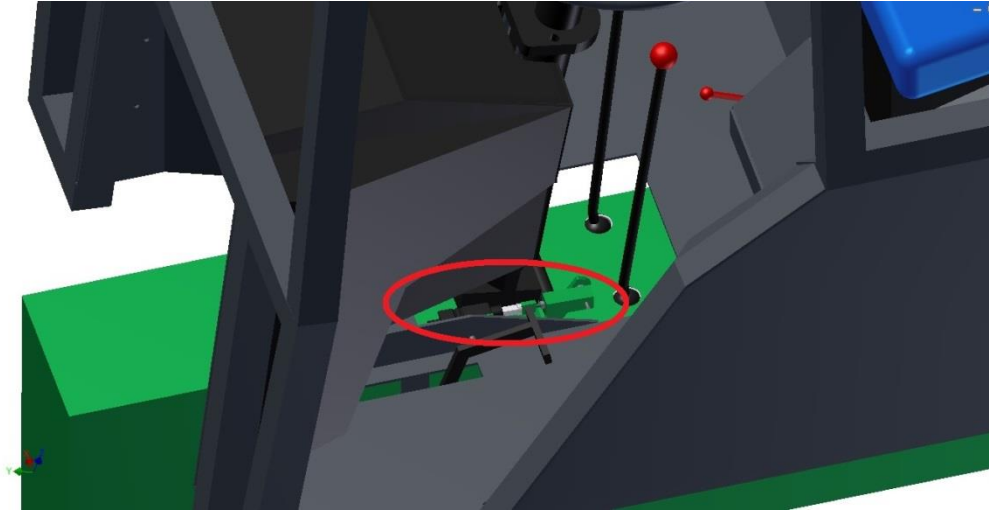
(se figur 49 og 50)



Figur 49: Figur av ny hurtiggirenhet ved minimum utslag, av forfatteren.



Figur 50: Figur av ny hurtiggirenhet ved maks utslag, av forfatteren.



Figur 51: Den røde sirkelen markerer ny hurtiggirenhet montert på traktor. Bildet er fra venstre side av førerhytten, gjennom venstre dørramme. Av forfatteren, 2013.

6.2.4 Konstruksjon av hurtiggir braketter i praksis

Konstruksjoner av ny hurtiggirenhet i 3D var laget og ideen var utviklet. Siste ledd i ombyggingen av hurtiggiret, var å demontere den originale hurtiggirbetjeningen, og konstruere de nye delene i virkeligheten.

Braketten som holder elektronikkenheten ble konstruert først. En 2 mm stålplate i konstruksjonsstål ble valgt som materiale. Lengde og bredde, 44 mm * 72 mm, ble målt opp og biten ble kappet ut. Deretter ble hullene for å feste elektronikkenheten målt og boret. To M5 muttere ble sveiset mot hullene for enklere montering av skruer. Så ble en 10 mm



Figur 52: Brakett til elektronikkenheten, av forfatteren, 2013.

gjengestagbit kappet i 30mm lengde og sveiset midt på platen på motsatt side av el. enheten. En hylse av 20 mm hullprofil rundstål ble kappet, og ei skive med 10 mm hull i senter, ble sveiset i den ene enden av hylse som styring. Hylsa ble tredd over gjengestaget på braketten og sveiset fast. Denne hylsen fungerer som avstandshylse.

Neste del som ble konstruert var hetta/hylsa med gjengestag som skal sitte over innfestningshullet på staget til elektronikkenheten (se figur 53 og 54). Denne skulle lages

slik at den passet akkurat over, for å unngå slark. Denne delen ble og laget i 2 mm konstruksjonsstål. En platebit ble målt opp og kappet ut. Biten ble så bøyd i en u slik at den passet akkurat rundt enden av staget på elektronikkenheten. To små platebiter ble kappet ut og sveiset over sidene i «u'en» som var åpne. Denne hadde da form som en boks med en åpen side. Så ble en 40 mm bit av et 6 mm gjengestag kappet og sveiset på motsatt ende av åpningen på biten. Neste steg var å slipe ned og justere biten så den passet akkurat over enden på staget på elektronikkenheten. Til sist ble det målt og boret 5 mm hull på de største flatene, for innfestning.

Siste brakett til hurtiggiret som ble konstruert var braketten mellom overnevnte hylse/hette og hurtiggirhendelen på girkassen. En 71 mm lang bit ble målt og kappet av et 20 * 20 mm firkantrør hullprofil. Et lokk til den ene enden ble kappet ut av en 2 mm konstruksjonsstålplate, og sveiset fast. Midt på lokket ble det boret et 6 mm hull, og en M6 mutter ble så sveiset fast over hullet. Som siste finish ble sveiser slipt.



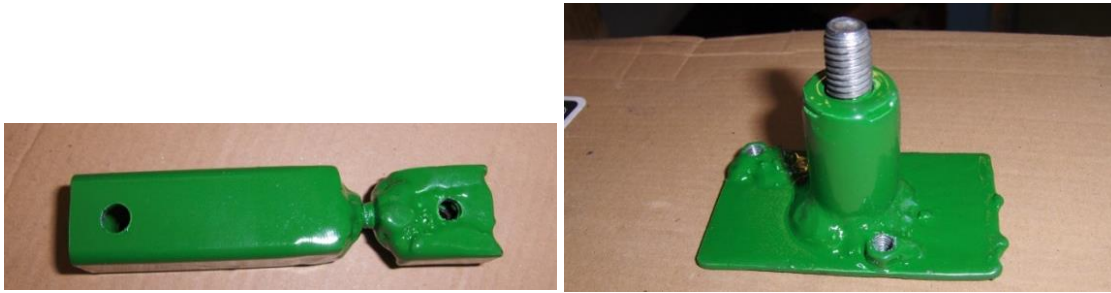
Figur 53 t.v.: Brakett på ny hurtiggirenhet med lengdejusterbart ledd, minste lengde. Av forfatteren, 2013.

Figur 54 t.h.: Brakett på ny hurtiggirenhet med lengdejusterbart ledd, største lengde. Av forfatteren, 2013.



Figur 55: Ny hurtiggirenhet, av forfatteren, 2013.

Til slutt ble delene grunnet og lakkert i John Deere grønn farge.



Figur 56 t.h.: Brakett på ny hurtiggirenhet brakett ferdig lakkert av forfatteren, 2013.

Figur 57 t.v.: Brakett på ny hurtiggirenhet med lengdejusterbart ledd ferdig lakkert av forfatteren, 2013.

En M6 * 40 mm helgjenget skrue ble montert på hurtiggirhendelen på traktoren, og et 10 mm hull ble boret i gulvet på hytta. Dette ble festepunktene for den nye hurtiggirenheten.



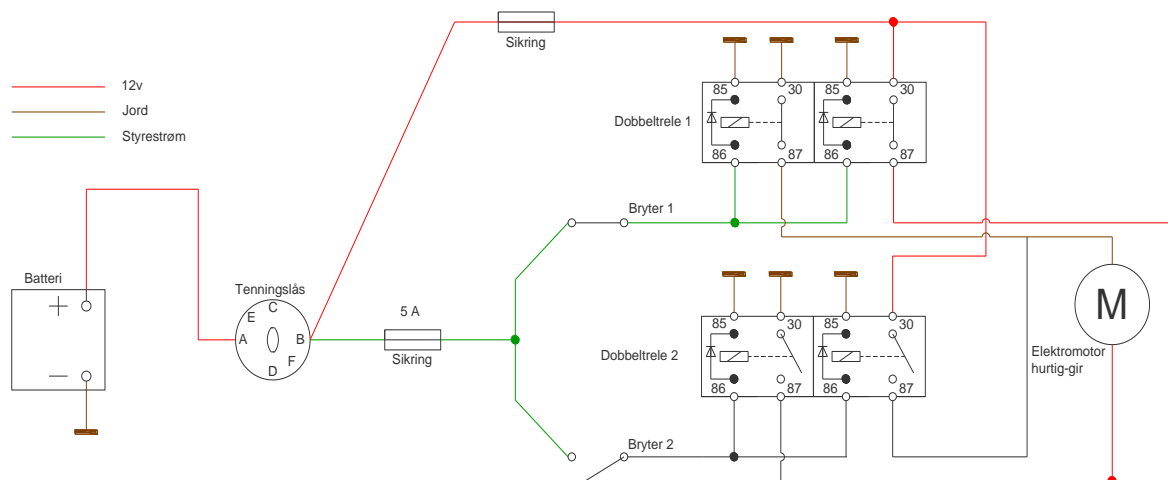
Figur 58: Festebolt til ny hurtiggirenhet på hurtiggirhendel, av forfatteren, 2013.



Figur 59: Ny hurtiggirenhet montert i traktor, av forfatteren, 2013.

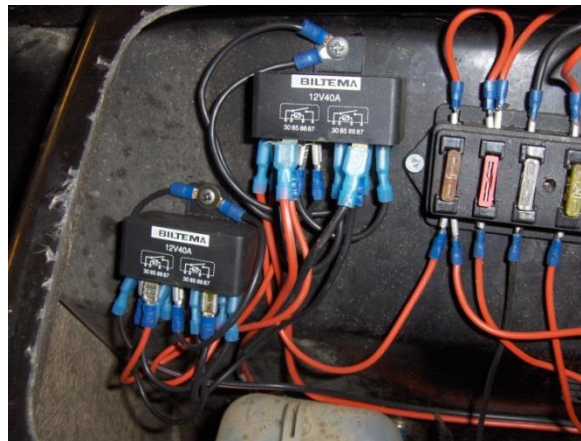
6.2.5 Kobling av elektronikk

Da den nye hurtiggirenheten var montert, måtte den elektriske styringen av den kobles opp. Elektronikkenheten skal gå både ut og inn for å gire mellom høy og lav på hurtiggiret. For å gjøre dette må strøm og jord kunne veksles om inn på enheten. I el skjemaet i figur 50 vises koblingsskjemaet for styringen av det elektroniske hurtiggiret. Her er bryter 1 innkoblet og dobbeltrele 1 er aktivt. Det vises da tydeligere hvilken vei strømmen går fra batteriet til elektronikkenheten.



Figur 60: Koblingsskjema for ny hurtiggirenhet med bryter 1 og dobbeltrele 1 innkoblet, av forfatteren, 2013.

Det ble laget to kretser, en for utover bevegelse og en for innover. Hver av kretsene har et dobbeltrele, den ene halvparten av releet styrer strømsiden og den andre jordsiden. Strøm inn på strømsiden (30) på releene blir hentet ut fra tenningslåsen og via en sikring. Styrestrøm blir tatt fra tenningslåsen via en sikring gjennom brytere og inn på releene (86). Jording til releene (85), og jordingssiden som skal til el enheten (30), går rett til karosseri. Så den ene bryteren gir styrestrøm til det ene dobbeltreleet, og den andre bryteren til det andre dobbeltreleet. Ved aktivering av den ene bryteren gjør at det ene dobbeltreleet gir strøm (87) og jord (87) til el enheten og aktiverer denne til å gå utover. Ved aktivering av bryter nummer 2 gjør at det andre dobbeltreleet gir strøm (87) og jord (87) motsatt av det første dobbeltreleet til el enheten. Denne vil da gå innover igjen.



Figur 61: Dobbeltreleene til hurtiggirenheten, av forfatteren, 2013.

Det elektriske hurtiggiret har nå strøm og jord, retningen styres av hver sin bryter. Strømstyrken er målt til 4 ampere ved aktivering av el enhet. Så på styrestrømkretsen ble det satt i en 5 ampere sikring. På 12V siden av releene er det hentet strøm fra en krets til arbeidslys som krever litt mer strøm, derav større sikring. Betjeningen til den nye hurtiggirenheten er to knapper/brytere på det høyre nye girspakhåndtaket



Figur 62: Ny hurtiggirbetjening på høyre girspak, av forfatteren, 2013.

6.3 Ombygging av girspaker

6.3.1 Valg av overføringsmetode og planlegging av ombygging

Innledningsvis ble det nevnt tre metoder for giroverføring som skulle vurderes. For å gjøre et best mulig valg av hvem metode som skal benyttes, vil det være lurt å bruke en elimineringsmetode. I tabell 3 er det satt opp positive og negative sider ved de ulike overføringstypene. Man får da gjort et valg ut i fra hvem som markerer seg med flest positive sider.

Tabell 3: Valg av overføringsmetode, av forfatteren, 2013.

Mekanisk overføring	
Positivt	Negativt
God tilgjengelighet på materiale.	Kan bli mange ledd/skjøter.
Billig å konstruere.	Mye konstruksjon.
God holdbarhet.	Lite avansert.
God følsomhet på bevegelser	
Nøyaktige bevegelser	
Lite vedlikehold	
Enkelt å justere	
Elektrisk overføring	
Positivt	Negativt
Lite konstruksjon.	Lite følsomhet med giringen.
Trenger lite plass ved montering.	Krever pålitelig tilkobling av strøm.
God ergonomi og lite energikrevende ved bruk.	Deler kan være dyre.
Nytenkende.	Krever en del avanserte komponenter.
	Krevende tilkoblinger
Hydraulisk/pneumatisk overføring	
Positivt	Negativt
Kan overføre proporsjonale krefter.	Krever en del plass ved montering.
God tilgjengelighet på komponenter	Følsom for lekkasjer.
	Lett å påføre for mye kraft ved girskift.
	Ved pneumatikk kreves en kompressor.
	Kan koste en del for komponenter
	Må lage mye rør.
	Krever litt vedlikehold.

Mekanisk overføring kommer best ut av elimineringen, og det blir da denne overføringsmetoden som vil bli benyttet i min ombygging. På traktoren er det som nevnt tidligere usynkronisert girkasse. Dette er tatt høyde for ved elimineringen. Det viktigste er å få et godt førermiljø i traktoren samtidig som det ikke går på bekostning av girkassen. Ei heller å lage noe som ikke er holdbart.

Før jeg skulle begynne med ombyggingen var det viktig å gjøre noen tester av eksisterende girspaker og girskifting. Den digitale fiskevekten (fig. 37) ble igjen benyttet, denne gangen for å teste hvor mye krefter man må bruke for å sette girkassen i gir.

Test av krefter ble gjort ved +10 °C og -5 °C for å se om det var noe forskjell ved lav temperatur. Dette viste seg og ikke å være tilfelle på denne traktoren, og det var ingen forskjell på testdata. I toppen av girspaken rett under girkulen ble det målt at man må tilføre 30 N med krefter på gruppegirspaken (høy- og lavserie fremover, og revers). Og 40 N med krefter på hovedgirspaken (1-2-3. gir).

Nye målinger ble tatt der jeg skulle feste de nye overføringene til de eksisterende girspakene. Dette var rett over mansjettene cirka 7 centimeter over kula i bunnen, som utgjør omdreiningspunktet til girspaken. Der nede ble det målt 350 N, med krefter på gruppegirspaken. På hovedgirspaken ble det målt 450 N med krefter. Sideveis flytting av girspakene har så lite motstand at det er av lite betydning for utformingen av de nye overføringene.

Det er altså betydelig mer krefter som må til for å skifte gir så langt ned på girspaken. De nye overføringene må tåle en del krefter og være solide spesielt ved innfesting til de eksisterende spakene. Samtidig må en ny girspak være forholdsvis lettbetjent å gire med for å få god ergonomi. Her er det en del faktorer som må tas høyde for. Men litt forskjellige løsninger kom opp under planleggingen, og jeg fikk flere innspill fra studenter og ansatte på høgskolen. Første tankene jeg hadde var å bruke tykke vaiere slik som mellom lasterspak og lastersentral som girooverføringer. Men etter litt grubling kom jeg frem til at dette løste ikke problemet med at de nye girspakene skulle være lette å gire med.

Så løsningen ble en mekanisk girooverføring med stag og aksler som skulle konstrueres fra bunnen av. Nye overføringer skulle skjules under gulvet og ha liten slark. Ideen til de nye overføringene blir beskrevet i neste kapittel.

6.3.2 3D konstruksjon av nye girooverføringer

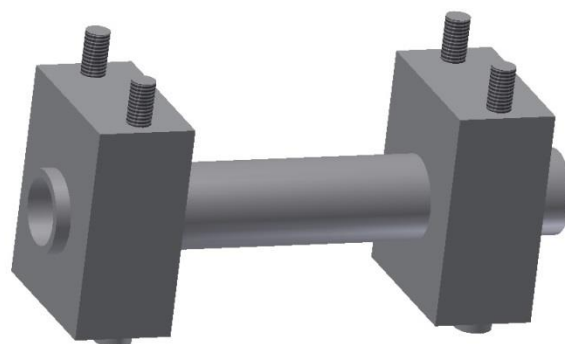
Som ved konstrueringen av ny hurtiggirenhet, ble også de nye overføringene til girspakene konstruert i 3D først. Førerhyttetegningen i Autodesk Inventor Professional 2012 ble fortsatt videre på. Så nå var det å planlegge hvordan de nye overføringene skulle utformes, og hvor de skulle bli plassert.

Det er to girspaker, hvor den ene girer mellom høy framover/lav framover/revers (gruppegirspak), og den andre girer mellom 1-2-3. Siden gruppegirspaken fungerer som «vendegirspak», ble det bestemt at den skal bli plassert på venstre side i hytten. Man får da brukt begge hender ved vending av fartsretning. Venstre hånden benyttes til å betjene girspaken, og høyrehånden kan betjene trepunkt eller ekstern hydraulikk. Man slipper og å fylle all plass på høyre side i hytten, når venstre side er omtrent ubrukt. Den høyre girspaken girer oppover og nedover, er det mer naturlig å ha denne på høyre side i hytta. Dette oppsettet ser man på nyere traktorer, et vendegir på venstre side av rattet, og girspak på høyre side av hytten. Håndtaket på girspaken på høyre side vil i tillegg ha to knapper til hurtiggirbetjeningen.

Nye overføringer vil bli identiske på hver side, men speilvendt for at det skal fungere riktig. Til bevegelse av ny girspak fremover og bakover brukes det stag og aksler som overføringer. Men til bevegelse sideveis er som det nesten ikke er noe motstand, og det vil bli brukt en push/pull wire som overføring.

Konstruering av de nye overføringene

Den første delen som konstrueres er en hylse (fig. 63). Den nye hylsen har festebraketter og vil bli montert under gulvet på førerhytten, på tvers av traktorens lengderetning. Den vil være på linje med de originale girspakenes omdreiningspunkt. Festebrakettene til hylsen er konstruert slik at de holder hylsen i riktig høyde i forholdet til gulvet i hytten. Hylsen har en lengde i underkant av avstanden mellom girkassen og ytre rammevange under hytten.



Figur 63: Ny hylse under gulv, av forfatteren.

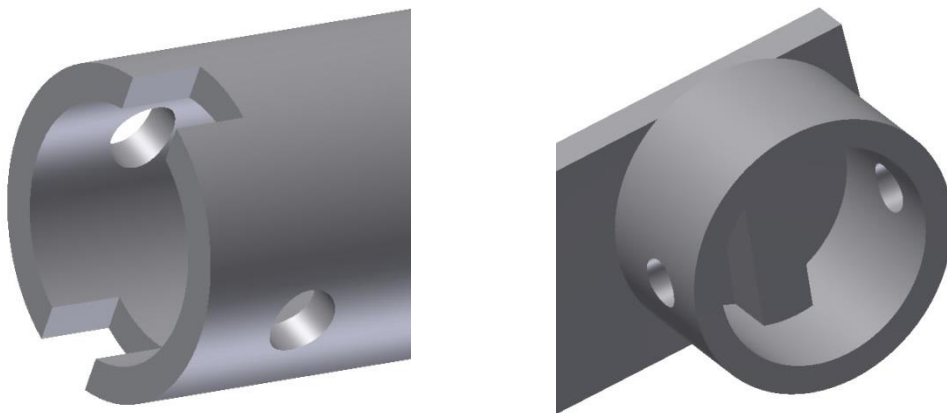
Inni hylsen skal det tres inn en aksel (fig. 64). På girkasseenden av denne akselen går det et tykt flattjern loddrett oppover. De gamle girspakene vil bli kappet i en lengde på cirka 80 mm for å få plass under en ny gulvplate. Flattjernet på akselen er like høy som de avkappede gamle girspakene. Øverst på siden av flattjernet mot de gamle girspakene, vil det være to rundjern på en lengde ut til enden av girspakens vandring sideveis. Det ene rundjernet vil ligge foran girspaken, og det andre vil ligge bak. Rundjernene stives av med et flattjern på enden. Denne akselen vil da fungere som ny skiftegaffel på den nye overføringen. Den vil dreies med lik bevegelse med den originale girspaken.



Figur 64: Ny aksel inni hylse under gulv, av forfatteren.

På motsatt ende av akselen for flattjernet, mot ytre rammen på hytten, vil det bli laget et kilespor og boret et hull (fig. 65). Dette er innfestning neste del i overføringen som er et langt flattjern (fig. 67). Flattjernet festes fast med en rørsplint, og har en rørbit med kile i som tres på enden av akselen (fig.66). De er i dette punktet kreftene mellom aksel og flattjern vil bli overført.

Dette flattjernet vil være stående, og strekke seg bakover i førerhyttens lengderetning. Det vil strekke seg like langt bak som de nye girspakene skal plasseres i hytten.



Figur 65 t.v.: Kilespor på enden av aksel, av forfatteren, 2013.

Figur 66 t.h.: Innfestning på flattjern mot aksel, av forfatteren, 2013.

Med styresporet vil flattjernet stå i riktig retning bakover og ikke treffe undersiden av gulvet ved bevegelse. Lengden på flattjernet vil være nesten omtrent som de gamle girspakene. Ved å få en god lengde på dette flattjernet vil gjøre at girskift vil gå lettere, kraft * arm (moment).



Figur 67: Flattjernet som går bakover, og er festet til akselen under gulvet, av forfatteren, 2013.

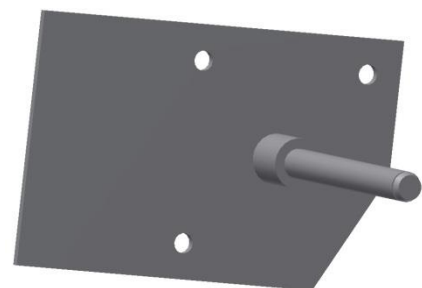
Fra bakenden på flattjernet vil det bli festet en strekkfisk (fig. 68) som skal gå opp igjennom gulvet på og festes i den nye girspaken inni hytten. Strekkfisken er justerbar og gjør at man får en mer nøyaktig overføring.



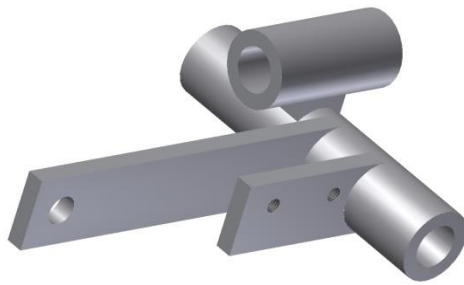
Figur 68: Strekkfisk, av forfatteren, 2013.

En girspakbrakett med en horisontal aksel blir festet på innerskjermen inne i hytten (fig. 69). Plasseringen av denne er bestemt på en plass som er ergonomisk riktig, og funksjonell. På denne horisontale akselen blir det tredd på en hylse (fig 70), dette utgjør omdreiningspunktet til frem

og bakover bevegelsen på den nye girspaken. Et flattjern midt på hylsen bakover vil feste strekkfisken til resten av overføringen. På toppen på tvers av hylsen vil det komme en ny hylse. Inne i denne hylsen vil det gå en

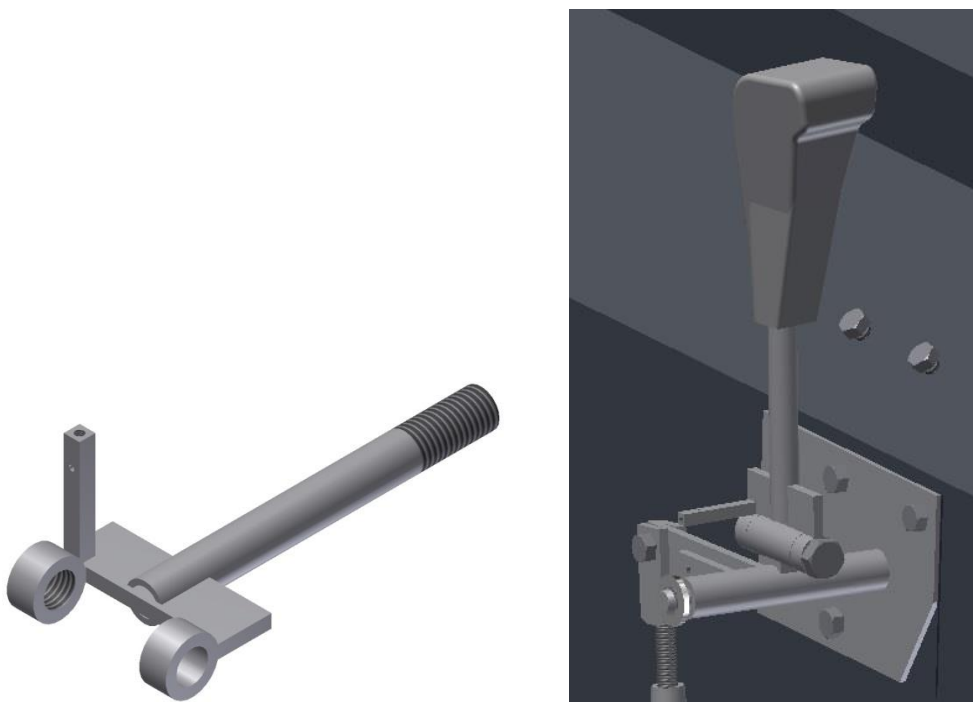


Figur 69: Ny brakett til nye girspaker, av forfatteren, 2013.



Figur 70: Ny girspakdel, av forfatteren, 2013.

aksel, som vil utgjøre omdreiningspunktet sideveis til den nye girspaken. Et flattjern med en kort hylse under i hver ende vil bli festet på akselen til sideveisbevegelsen på den nye girspaken (fig.71). En av de korte hylsene er gjenget, for å feste akselen som er i form av en bolt/skrue. På dette flattjernet vil den nye girspaken bli festet.



Figur 71 t.v.: Ny girspak, av forfatteren, 2013.

Figur 72 t.h.: Ny girspak med brakett, joystickhåndtak og strekkfisk, av forfatteren, 2013.

Et lite firkantjern festes under girspaken på siden av flattjernet (fig. 71). Et vertikalt hull 5mm fra ytre ende vil bli boret til vaieren. Et horisontalt gjenget hull i enden av firkantjernet

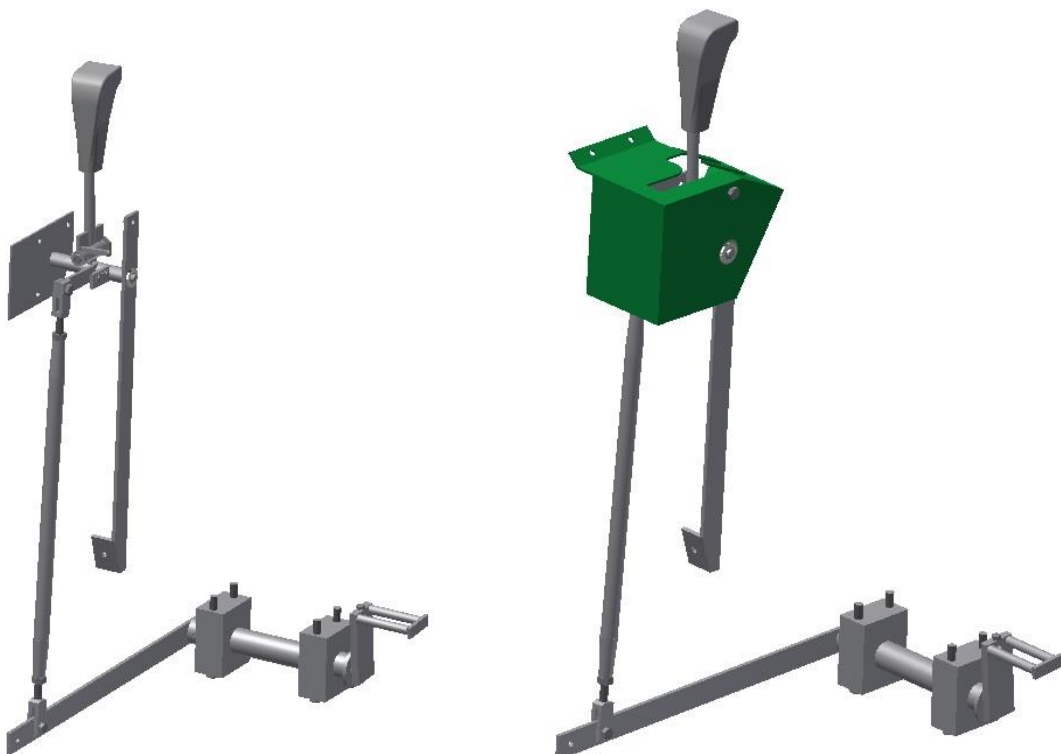
blir boret, for å sette i en festeskruer til vaieren. På det korte flattjernet på hylsen på girspakdelen, vil strømpen på vaieren bli festet (fig. 70). Her brukes to skruer og et tynt flattjern for å klemme fast strømpen.

På den originale girspaken vil det bli festet et tilsvarende firkantjern, som på nye girspaken (fig. 71). Firkantjernet festes på toppen av den avkappede originale girspaken mot de nye overføringene (fig. 73). Vaieren blir tredd gjennom et hull i firkantjernet, og en skruer i brukes til å feste vaieren. Strømpen til vaieren blir her nede tredd i gjennom toppen flattjernet på akselen under gulvet, og en skruer fester strømpen fast.



Figur 73: Gammel girspak kappet og med innfestning til ny vaier, av forfatteren, 2013.

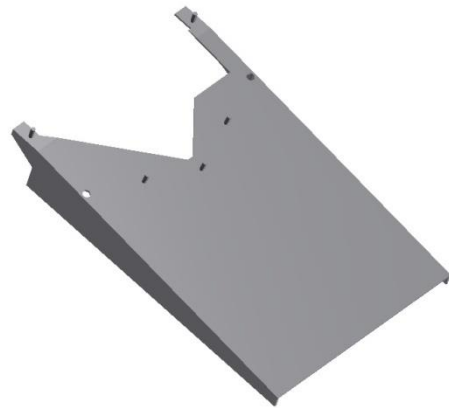
De nye girspakene med girooverføringer vil se ut slik som i figur 74. Alle komponentene som hører med til det nye systemet er montert, bortsett fra vaier for sideveisbevegelsen til girspaken.



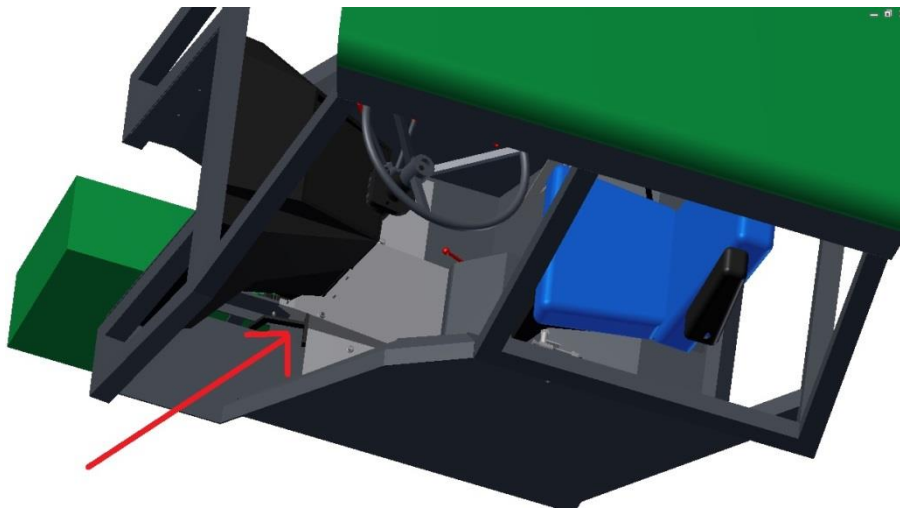
Figur 74: Nye girspaker med overføringer, uten/med deksel. Av forfatteren, 2013.

Nye deksler til de nye overføringene

Et nytt gulvdeksel konstrueres for å dekke over nye overføringer og gamle girspaker. På gulvet var det tidligere en gummimansjett som dekket over rattstamme og girspaker. Denne gummimansjetten blir beskjært og tilpasset det nye gulvdekselet. Festepunkter til gummimansjetten lages på gulvdekselet. For å få gulvet så lavt som mulig, må også det nye gulvdekselet bygge så lite som mulig over girspaker og giroverføringer. Dette ble tatt hensyn til i konstrueringen.



Figur 75: Nytt gulvdeksel, av forfatteren, 2013.



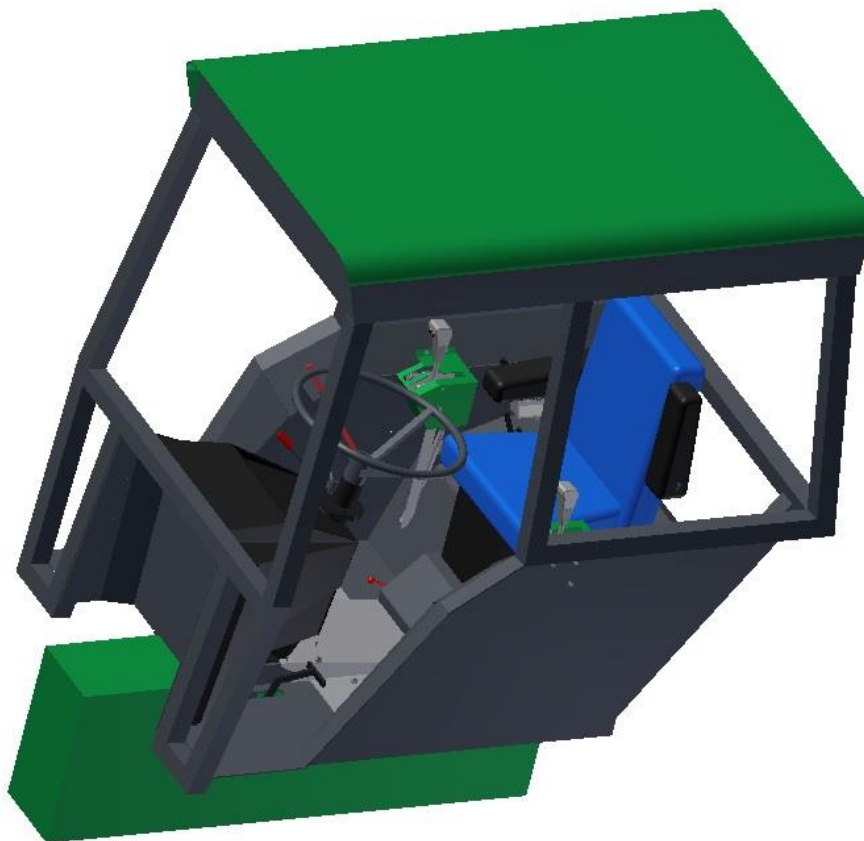
Figur 76: Pilen viser nytt gulvdeksel montert i førerhytten, sett inn fra venstre side på tegningen. Av forfatteren, 2013.

Nye deksler rundt de nye girspakene er de siste delene som må konstrueres. På toppen av dekselet er det spor til girspakens vandring til de ulike girene. Da vet man hvordan girsystemet på traktoren er. Plater blir bøyd til for å kle rundt topplaten. Dekslene er utformet med hensyn på størrelse, funksjonalitet og utseende. Dekslet har festepunkter i innerskjermen på traktorhytten og på støttestaget til de nye girbrakettene. Braketten til de nye girspakene (fig. 69) ble kappet litt i det ene hjørnet for å tilpasses de nye dekslene.

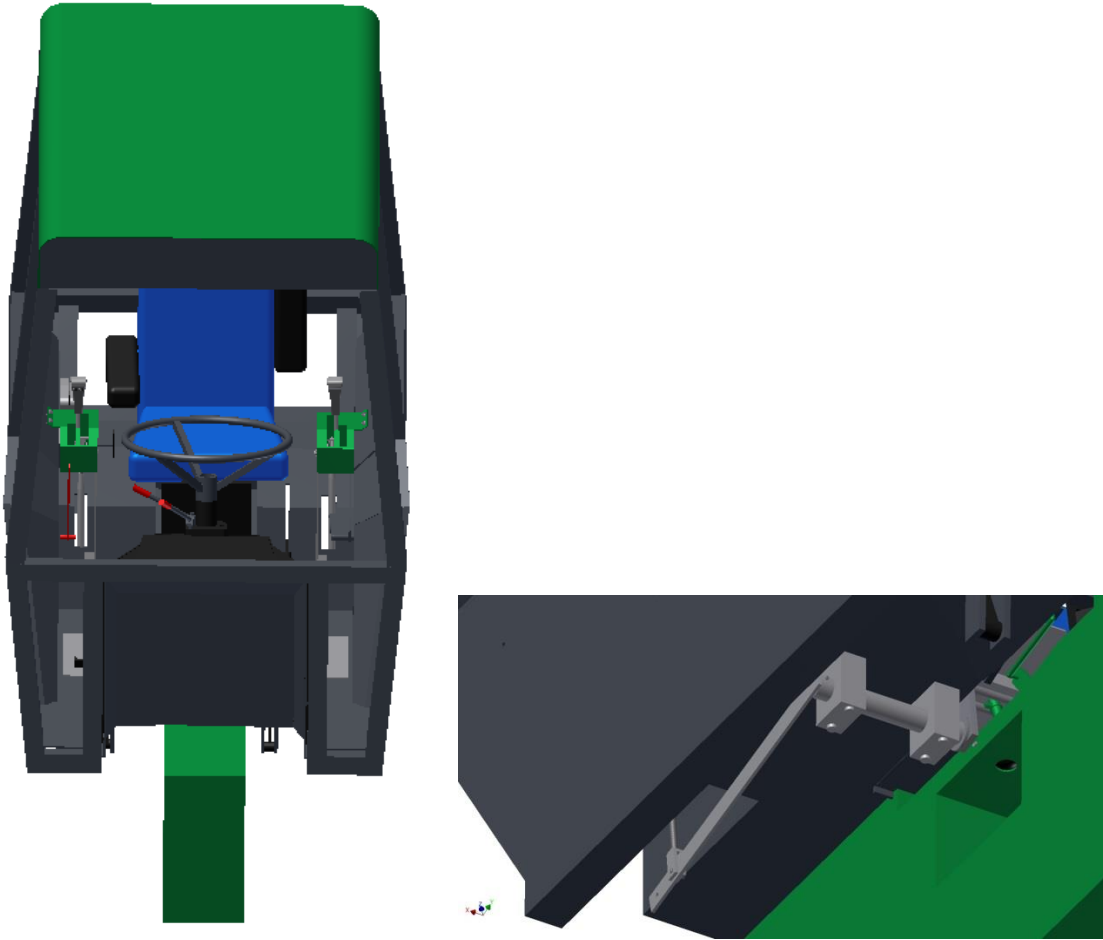


Figur 77: Nytt deksel til nye girspaker, av forfatteren, 2013.

I figur 74 og 75 ser vi alle de nye konstruerte delene montert i traktorhytten på sine respektive plasser. Alt komponenter er med, bortsett fra vaiere. Man får en oversikt over hvordan de nye girspakene med girooverføringer vil se ut og være plassert, og hvordan prototypen vil bli.



*Figur 78: Førerhytte med nye girspaker og girooverføringer, sett fra siden.
Av forfatteren, 2013.*



*Figur 79 t.v.: Førerhytte med nye girspaker og girooverføringer, sett forfra.
Av forfatteren, 2013.*

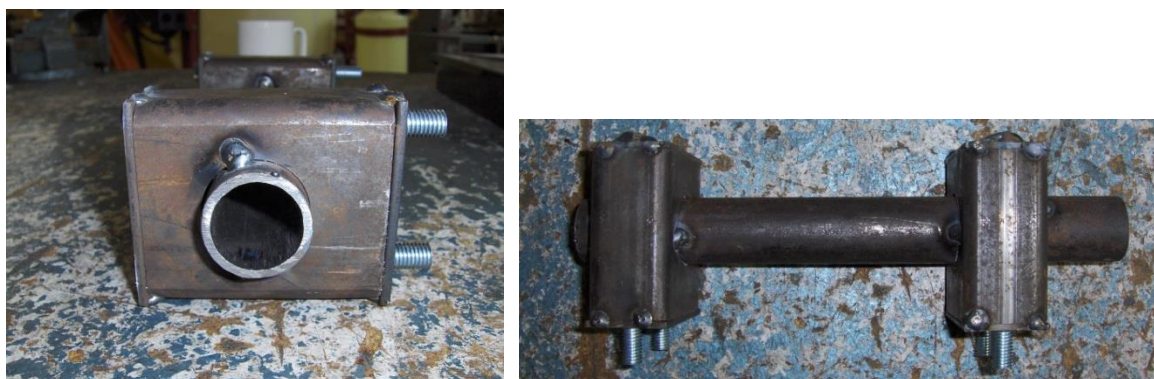
*Figur 80 t.h.: Førerhytte med nye girspaker og girooverføringer, sett
undenifra på høyre side av hytten. Av forfatteren, 2013.*

6.3.3 Konstruksjon av nye girspaker og girooverføring i praksis.

Tegninger for de nye girspakene og girooverføringene var klare, og siste steg var å konstruere disse i praksis ut i fra konstruksjonsstål. Ved å konstruere en av de nye girspakene med overføringer først, ville det være enklere og kjappere å konstruere den andre etterpå. Da har man en «mal» å gå etter. Og man får testet prototypen litt på en girspak, før andre siden konstrueres. Ny girspak med overføringer til gruppegiret ble tilfeldig valgt til å bli ombygd først. Denne siden er litt lettere å bygge på, da det er mindre betjeningsinnretninger som må bygges rundt enn høyre side. Under gulvet på denne siden er det lite hindringer, det samme gjelder inne i hytten. Kun håndbrekkspak og differensialsperre betjenes på venstre side.

Dele tegninger av de nye konstruksjonene med mål, ligger som vedlegg til oppgaven. Det er gått med cirka 200 timer på å konstruere ny prototype i praksis.

For å være sikkert på at mål og størrelser ved den praktiske konstruksjonen blir riktig, blir alle mål dobbeltsjekket i virkeligheten på traktor hytten og ikke bare fulgt tegninger slavisk. Den første delen som ble laget var hylsen som skal holde akselen under gulvet (figur 81). En rørprofil, med målene 34 mm utvendig og 27 mm innvendig, ble kappet 215,5 mm lengde. Hylsen ble så satt i dreiebenken og boret med et 27 mm bor for å ta bort ujevnheter. To firkantør hullprofiler ble deretter kappet på 70 mm. På endene på firkantørørene ble det sveiset på flattjernbiter for å tette. Disse firkantørørene skulle så tres inn på hylsen for å fungere som braketter. Så et 34 mm hull ble boret gjennom hver av firkantørørene. Da hullene var boret ble firkantørørene tredd inn på hylsen der de skulle stå, for så å bli sveiset fast. To 10 mm gjennomgående hull ble så boret loddrett gjennom firkantørørene i ytterkant av flattjernbitene som var sveiset på. Fire gjengestag ble kappet, og tredd gjennom hullene. I den ene enden ble gjengestagene sveiset fast til firkantørørene. Hull i gulvet på hytta på traktoren skulle bores, slik at den nye delen kunne festes fast.



Figur 81: Ny hylse konstruert, av forfatteren, 2013.

Etter hylsen ble akselen som skulle inni konstruert. Denne akselen var av 27 mm stålrør hullprofil med 3 mm vegger. Akselen ble kappet i 242 mm lengde, så ble det dreiet utvendig i dreiebenken for å ta vekk ujevnheter slik at det passet perfekt i hylsen. Et 10 mm langt flattjern i 40 mm * 10 mm profil ble kappet og sveiset fast i den ene enden av akselen etter riktige mål. To 10 mm rundjern på 65 mm ble kappet og sveiset på toppen av flattjernet. På andre enden av disse rundjernene ble det sveiset en flattjernbit som støtte. Et 6 mm hull til en vaier ble boret gjennom flattjernbiten mellom rundjernene. Et annet hull ble boret på toppen

av flattjernet mot 6 mm hullet. Det ble gjenget opp med en M4 gjengetapp, og skal ha en skrue i som låser strømpen på vaieren.

En skive ble tredd på akselen inn mot flattjernbiten og sveiset fast som avstandsstykke, slik at akselen får riktig plassering i hylsen. I andre enden ble det filt et styrespor til neste del, og boret et gjennomgående hull til en rørsplint.



Figur 82: Akselen som skal inn i hylsen under gulvet, av forfatteren 2013.

Fra akselen går det en arm bakover i lengderetningen av hytta. Armen kappes ut av et 30 mm * 5 mm flattjern, og er 48 mm langt. En rundjernbit i samme dimensjon som hylsen (34 mm) kappes til 20 mm. Et styrespor til en firkantjernbit files til på den ene enden av rundjernbiten, i henhold til akselen. Så kappes en firkantjernbit 6 mm * 6mm til i 34 mm lengde, som skal brukes til styretapp. Denne biten legges ned i styresporet og sveises fast. Et 6 mm gjennomgående hull bores på tvers av kilen, og passer til hullene i akselen. Gjennom hullene skal det en rørsplint for å låse flattjernet til akselen. Rundjernbiten med firkantjernbiten sveises fast på den ene enden av flattjernet (fig. 83). Et gjennomgående hull



Figur 83: Innfestning på flattjernarm til aksel, av forfatteren, 2013.

bores i gjennom rundjernbiten i henhold til akselen. I andre enden av det 48 mm lange flattjernet, bores et hull 2 mm fra enden, og et 7 mm fra enden.



Figur 84: Hull i enden av flattjernarmen, av forfatteren, 2013.

Den nye delen er ferdig konstruert og kan tres på akselen. Styretappen passer i styresporet på akselen, og hullene i rundjernbiten på flattjernarmen og i akselen går overens. Styresporet og kilen overfører kreftene fra akselen. I bakre ende av flattjernet bores et 8 mm hull 70 mm fra enden for innfestning til neste del i giroverføringen (fig. 84). (Det andre hullet på figuren ble boret i etterkant for feste til en fjær.)



Figur 85: Flattjernarm, av forfatteren, 2013.

Neste skritt var å konstruere delene som skal være inne i hytten. Første som skal lages er festebraketten til de nye girspakene (fig. 86). Denne kappes på 160 mm fra et 100 mm * 3 mm flattjern. En 12 mm rundjern kappes på 120 mm og sveises vinkelrett på det liggende flattjernet. Rundjernet fungerer som aksel for fram og bakover bevegelse på den nye girspaken.

En 20 mm rundjern kappes på 20 mm lengde. Det blir boret et 12mm gjennomgående hull i midten av denne, i dreiebenken. Rundjernet tres på akselen inn mot flattjernet og sveises fast. Denne fungerer som et avstandsstykke.

Et spor til en låsering blir filt på akselen i motsatt ende av flattjernet. Fire hull blir boret i flattjernbiten for å feste den til innerskjermen på traktoren.



Figur 86: Festebrakett til ny girspak, av forfatteren, 2013.

Deretter var det å konstruere ny girspak. Et 20 mm rundjern ble kappet i 88 mm lengde, og boret et 12 mm gjennomgående hull i. Et 9 mm flattjern i 20mm * 5 mm profil ble kappet og sveiset 40,5 mm i fra den ene enden av rundjernet vinkelrett ut. Et 8 mm hull ble boret i gjennom enden av flattjernet.

Et nytt flattjern i samme profil ble kappet i 35mm lengde og sveiset 23,5 mm fra samme enden av rundjernet vinkelrett ut (fig. 87). To 3,2 mm hull ble boret i flattjernet, for så å bli gjenget opp til M4.

Et 20 mm rundjern til ble kappet i 40 mm lengde, og boret et gjennomgående 12 mm hull i senter. Dette rundjernet ble sveiset 32 mm fra den ene enden på det andre rundjernet på tvers. Det 40 mm lange rundjernet fungerer som hylse til aksel for sideveisbevegelsen til den nye girspaken.



Figur 87: Ny girspakdel, av forfatteren, 2013.

Siste del på girspaken er selve delen som girspaken står på. En 60 mm lang flattjernbit av 20 mm * 5 mm ble kappet. To 20 mm rundjern på 10 mm lengde ble kappet. Det ene rundjernet ble det boret et 12 mm gjennomgående hull i litt eksentrisk på. Den andre rundtjernbiten ble det gjort omtrent samme prosedyre på, men gjenget et M12 hull på i stedet. De to rundjernene ble sveiset fast på det stående flattjernet i hver sin ende (fig 87).



Figur 88: Girspakdel, av forfatteren, 2013.

Et 14mm rundjern rørprofil ble kappet i 127 mm lengde, og gjenget 29 mm inn på den ene enden. I motsatt ende ble det filt et styrespør. Rundjernet ble så tredd på flattjernet, på motsatt side av de andre rundjerna, og sveiset fast (fig 88).

En 6 mm * 6 mm firkantjern ble kappet i 40 mm lengde. I den ene enden ble det boret et 3,2 mm hull som videre ble gjenget til M4. 10 mm inn på firkantjernet i samme ende ble det boret et 2 mm hull på tvers av det andre hullet. Dette er innfestning til vaieren til sideveisbevegelsen på girspaken. Firkantjernet ble så sveiset på siden flattjernet til girspaken.

Et støttetag til braketten til den nye girspaken ble laget for å støtte akselen ut i fra den (fig. 89). Et 485 mm lang flattjern ble kappet ut i fra 30 mm * 5 mm profil. 85 mm fra den ene enden ble det boret et 12 mm hull. 10 mm fra samme side ble det boret et 8 mm hull og sveiset en M8 mutter på ene siden. I andre enden ble det kappet av en bit av hjørnet tilsvarende vinkelen på gulvet i traktorhytta.



En 5 mm lang bit ble kappet av samme type flattjernprofil og boret et 8 mm hull midt på. Denne lille flattjernbiten ble sveiset på det andre store flattjernbiten i samme retning som vinkelen som ble kappet i forhold til gulvet (fig. 90).

Det nye støttetaget ble tredd innpå akselen på

Figur 89: Støttetaginnfestning i på girspakbrakett, av forfatteren, 2013.

braketten til girspaken, gjennom 12 mm hullet. Og så festet i gulvet på hytta gjennom hullet i den lille flattjernbiten. Et tilsvarende hull ble laget i gulvet på traktorhytta.



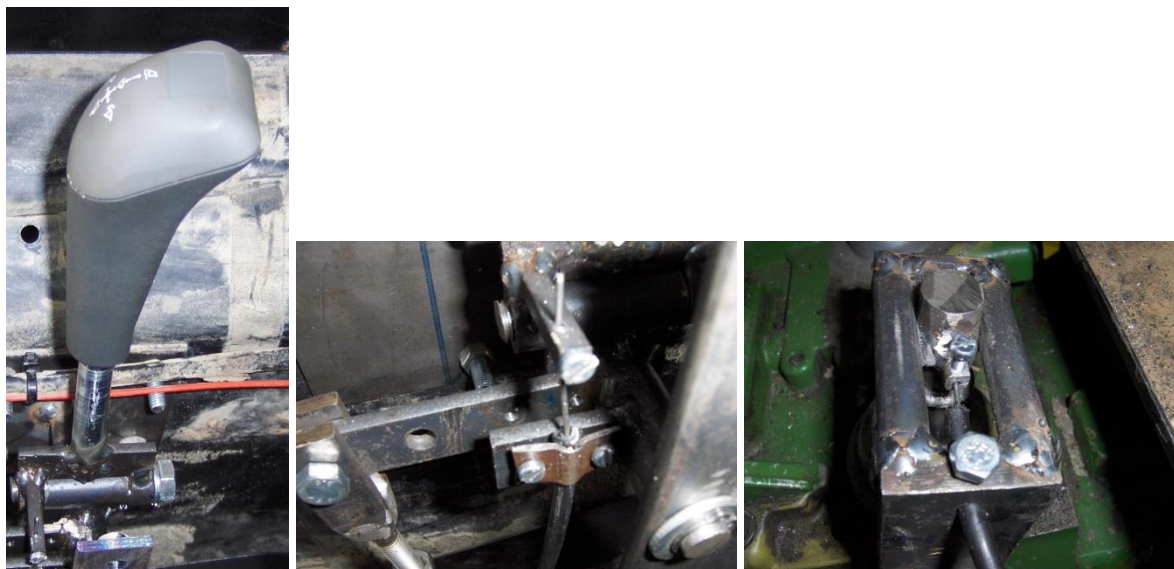
Figur 90: Støttestaginnfestning i gulv, av forfatteren, 2013.

Siste delen i den nye overføringen som konstrueres er en strekkfisk. Denne skal være mellom girspaken inne i traktorhytta, og armen under gulvet. En strekkfisk med 10 mm gjenger ble kjøpt i fra Biltema. Men hylsen til strekkfisken var for kort, så den ble kappet i to på midten, og et 350 mm rundjern rørprofil med 1 mm vegg ble skjøtet inn (se fig. 91). Nye gafler på hvert av gjengestagene til strekkfisken ble konstruert i 20 mm * 5 mm flattjern, da de originale ikke passet. Et gjennomgående 8 mm hull ble boret gjennom gaflene for innfestning. Hullet i den ene av jernene i gaflene ble gjenget i M8. Strekkfisken ble montert og den ene enden ble festet til den nye girspaken, og den andre enden til armen under gulvet.



Figur 91: Ombygd strekkfisk, av forfatteren, 2013.

Hull ble boret i hylser for å sette i smørenipler slik at man beskytter mot slitasje. Et joystickhåndtak fra Økonomi-deler AS skrudd på toppen av den nye girspaken. Og en pull/push fra Felleskjøpet vaier ble festet i den nye og den gamle girspaken.



Figur 92 t.v.: Joystickhåndtak fra Økonomi-deler AS, av forfatteren, 2013.

Figur 93 i midten: Vaierinnfestning på ny girspak, av forfatteren, 2013.

Figur 94 t.h.: Vaierinnfestning på eksisterende girspaker, av forfatteren, 2013

Den gamle girspaken ble kappet i 8 mm høyde fra omdreiningpunktet, slik at den nye overføringen kunne tres over.



Figur 95: Den gamle girspaken etter at den har blitt kappet, av forfatteren, 2013.

Den nye girspaken med giroverføringer er nå ferdig konstruert, og klar for testkjøring. Alle delene må justeres inn og tilpasses, slik at de fungerer tilfredsstillende.



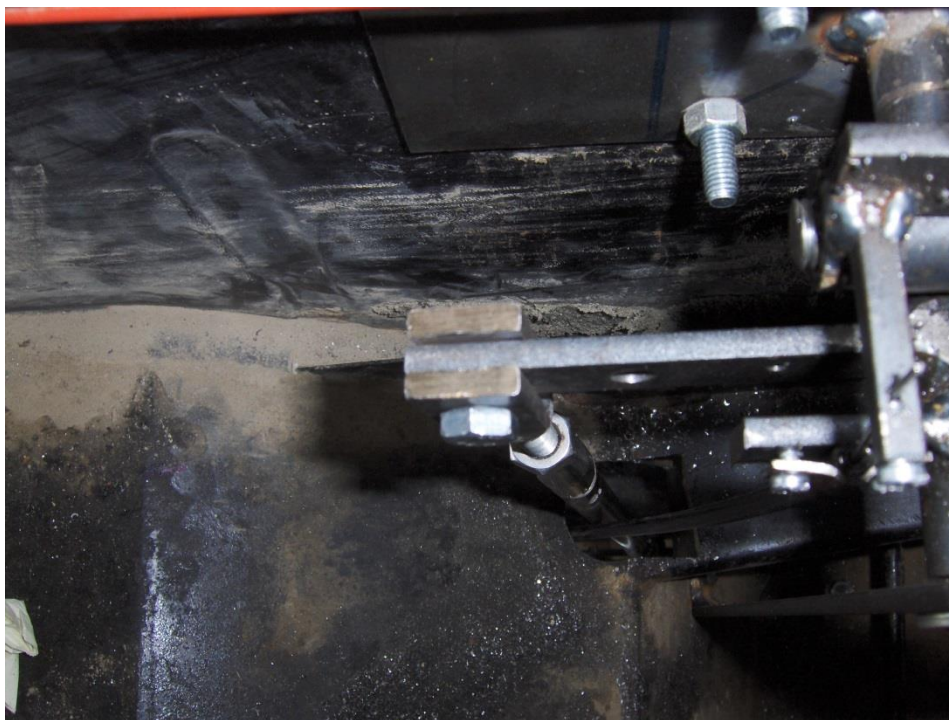
Figur 96: Ny overføring, akselen som sitter under gulvet og er tredd over den eksisterende avkappede girspaken. Av forfatteren, 2013.



Figur 97: Hylse under gulvet, sett under forfra. Armen som går bakover ses helt til høyre i bildet, av forfatteren, 2013.



Figur 98: Armen under gulvet som festes i strekkfisken, som videre går opp igjennom gulvet til den nye girspaken. En fjær er festet til armen for å hjelpe til å holde flattjernet i riktig posisjon. Bildet er tatt bakfra under traktorhytten, av forfatteren, 2013.



Figur 99: Strekkfisken kommer opp igjennom gulvet i hytten og festes til den nye girspaken inne i hytten. Bildet er tatt inne i hytten fra førersetet, sett oven ifra og nedover. Av forfatteren, 2013.



Figur 100: Den nye girspaken på venstre siden inne i førerhytten, bilde tatt ifra førersetet. Av forfatteren, 2013.



Figur 101: De nye girspakene med overføringer, av forfatteren, 2013.

Den nye girspaken og giroverføringene som skal sitte på høyre side inne i førerhytten, ble konstruert på samme måte som den første nye girspaken med giroverføringer. Girspaken på høyre side blir speilvendt i forhold til gruppegirspaken på venstre side.

6.3.4 Konstruering av deksler

For å få et flatere gulv og skjule gamle girspaker og overføringer i førerhytten, ble et nytt gulvdeksel konstruert. En platebit av 3 mm konstruksjonsstål ble kappet ut og tilpasset gulvet, og skjært til rundt rattstammen og kraftuttaksbetjening. To platebiter til ble kappet ut og sveiset på gulvdekslet som vegger. For å stive av gulvet ble to flattjern i 20 mm * 5 mm sveiset på høykant på undersiden av gulvdekslet.



Figur 102: Nytt gulvdeksel, av forfatteren, 2013.



Figur 103: Vegger på gulvdeksel, av forfatteren, 2013.

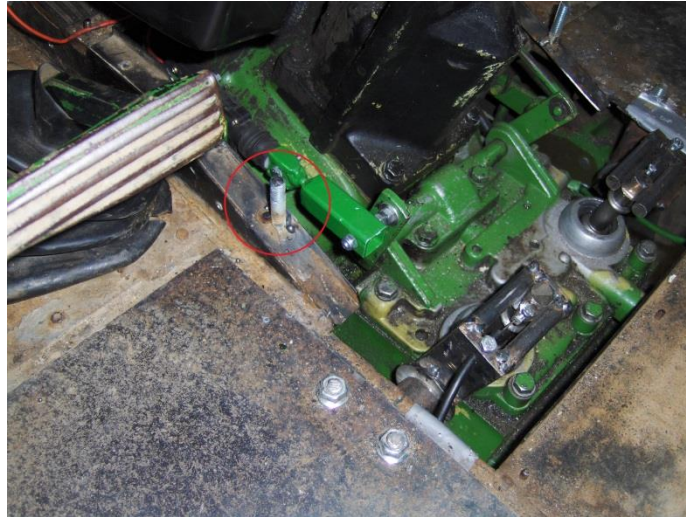


Figur 104: Avstiving av gulvet, av forfatteren, 2013.



Figur 105: Nytt gulvdeksel montert i traktorhytten, av forfatteren, 2013.

Det nye gulvdekslet måtte festes fast til gulvet i traktoren, så to gjengestag ble sveiset fast i gulvet, og to hull ble boret i det nye gulvdekslet. Gulvdekslet blir så tredd over gjengestagene og skrudd fast med muttere. Over rattstammen i traktoren er det tredd en gummimansjett. Og for å feste denne til den nye gulvplaten, ble det sveiset små 6 mm gjengestag som gummimansjettens tres på og festes med muttere (fig 109).



Figur 106: Gjengstag sveiset i gulvet, merket med en rød ring. Av forfatteren, 2013.

Deksel rundt de nye girspakene var det siste som skulle bli konstruert. Deksel til girspaken på høyre side (1-2-3 girspaken) ble laget først. En mal av papp ble skjært ut etter mål av bevegelsen til girspaken og omtrentlig størrelse. En platebit av 3 mm konstruksjonsstål ble så kappet ut og skjært etter pappmalen. To festepunkt i innerskjermen, og et i støttestaget til girspaken ble boret. Platebiten med sport til girspaken ble så kledd med en 1 mm plateremse. Et tilsvarende deksel til venstre girspak ble så laget. Resultatet ble seende ut som i figur 107 og 108.



Figur 107: Nytt girdeksel venstre side, sett fra undersiden. Av forfatteren, 2013.



Figur 108: Nytt girdeksel venstre, sett fra oversiden. Av forfatteren, 2013.

6.3.5 Ferdig prototype

Bilder av prototypen etter ferdigstilling og lakkering.





Figur 109: Bilder av ferdig prototype, av forfatteren, 2013.

6.4 Ergonomi og prøvekjøring.

6.4.1 Ergonomi

Etter konstruering av nye girspaker har ergonomien ved girskift blitt endret. Girspakene har ny plassering, og førermiljøet har blitt bedre. Hvis vi sammenlikner de gamle girspakene med de nye, ser man hvor stor forskjellene er. Man får en mye mer komfortabel stilling med kroppen ved betjening av girspakene, og er mindre utsatt for belastningsskader.



Figur 110: På bildet ser vi den gamle plasseringen av betjeningsinnretninger for gir og hurtiggir. Girspakene på gulvet mellom beina, og hurtiggirspaken til venstre for rattstammen (rødt håndtak). Av forfatteren, 2013.



Figur 111: Førermiljøet med de nye girspakene montert. Gruppegirspaken til venstre i bildet, og 1-2-3 girspaken til høyre i bildet. Hurtiggiret betjenes med to knapper på den høyre girspaken, av forfatteren, 2013.

6.4.2 Prøvekjøring

Etter ombygging var det tid for å prøvekjøre prototypen. Hurtiggiret ble ombygd først. Betjeningen av dette er en knapp for å gire ned og en knapp for å gire opp, på den nye girspaken på høyre siden. Giring av hurtiggiret ble først prøvd uten motoren på traktoren i gang. Dette var for å teste at alt fungerte som det skulle. Det elektriske var koblet opp riktig, alle kontakter og komponenter hadde kontakt. Ved trykking på knappene på girspaken fikk man en umiddelbar respons på elektronikkenheten som skøyv eller trakk hendelen oppå girkassen. Slaglengden på elektronikkenheten var litt lengre enn bevegelsen til hendelen oppå girkassen for å få den i gir. Men med litt slark i hendelen var dette perfekt, den går litt lenger enn selve punktet for inngrep. Man er da sikker på at man får vippt hendelen over inngrepspunkt, slik at den går skikkelig i gir.

Neste test var å prøve hurtiggiret under kjøring med traktoren. Traktoren ble kjørt ut av verkstedet og tatt på en testtur. Hurtiggiret ble prøvd med den nye betjeningen utallige ganger. Reaksjonen fra man trykker på knappen til hurtiggiret girer er umiddelbar. Girkassen reagerer med en gang, og girer opp og ned.

Så den nye hurtiggirbetjeningen og overføringene er en stor suksess med gode resultater for både reaksjon og ergonomi.

De nye girspakene ble tørrprøvd uten motoren i gang inne på verkstedet. Girooverføringene måtte justeres inn for å treffe riktig gir, og bevege seg lineært som de originale girspakene. Så ble de giret en del med for å teste ut hvordan de fungerte. Førsteintrykket var bra, de var lette å gire med og hadde en behagelig plassering i forhold til normal sittestilling. Men det var litt slark som kunne innhentes, spesielt på gruppegirspaken på venstre side. Slarken var i festepunktet mellom strekkfisk og ny girspak. Denne ble utbedret ved å klaringen på strekkfisken noe. Da dette var gjort virket girspakbevegelsene tilfredsstillende, og en testkjøring ble utført.

Ved testkjøring ute ble gruppegirspaken testet grundig først. Girspaken var enkel å bruke, behagelig plassert, og hadde riktige bevegelser. Det var lett å glemme at man kjørte en gammel traktor med usynkronisert girkasse, og at man må stoppe helt for å utføre et girskift på gruppegirspaken. Man får en falsk følelse av å kjøre nyere traktor, med den nye plasseringen av girspakene. Girspaken hadde noe lang vandring for å treffe girene, og få «vippt» den originale girspaken over. Men det er jo ikke en ny traktor som har blitt bygd om heller, så noe slark i girkassen må beregnes.

Siste test var på 1-2-3 girspaken. Testkjøringen ble gjort lang stund for å utføre en grundig test. Førsteintrykket var bra, girspaken satt behagelig plassert, lite betjeningsmotstand og man traff girene bra. Vandringen på denne girspaken var noe kortere enn gruppegirspaken, og virket litt tighere. Men ikke for tight heller, den skal jo gires med i fart så det er viktig at man får satt den skikkelig i gir uten plunder. Traktoren ble kjørt med i litt ulendt terreng med litt fart for å sjekke at ikke girspakene hoppet ut av gir. Noe som ikke var et tilfelle at skjedde.

Man fikk den samme falske følelsen av å sitte i en nyere traktor med girspaken på siden. Så ved begynnelsen av testkjøringen var det mye skraping i girkassen, da man ikke traff girene ordentlig. Traktoren virket rett og slett litt tung å gire med. Men etter en god stund med kjøring hvor man hadde i bakhodet at girkassen fortsatt var usynkronisert, gikk giringen mye bedre. Ved giring oppover må man enten gire raskt og bestemt, eller dobbelt kløtsje. Ved giring nedover må man dobbelt kløtsje og mellomgasse, for å treffe riktig med motorturtall og girkasse. Gjør man dette riktig får man satt traktoren i gir uten problemer. Så bruk av de nye girspakene på den gamle traktoren er en tilvenningssak. Alt fungerte etter forholdene bra på slutten av en lang testkjøring.

Et par ting ble lagt merke til under testkjøringen. Det ene var at gulvet under føttene beveget seg ved utføring av girskift. Dette fordi kreftene ved girskifting er større enn hva golvplaten er for dimensjonert for. For å utbedre dette ble en 4 mm plate kappet ut, og tilpasset hver side for så å bli plassert over det originale gulvet. Den nye platen ble festet i skruene til hylsen under gulvet (fig. 112).

En annen ting som måtte endres litt på var at de nye giroverføringene ble litt tunge. Så når de nye girspakene sto i nøytral, ble alt liggende i press nedover/bakover. Så det ble festet en fjær i hver av flattjernarmene under gulvet, for å hjelpe til å holde overføringene i riktig posisjon med girspakene i nøytral (fig. 113). Fjæren ble valgt ut etter hvor mye spenning den hadde, helst så lite som mulig. Den må ikke ha noe stor effekt da girspaken står i gir bakover, og fjæren blir strekt ut.

Da dette var utbedret ble ombyggingen fungerende bedre. Gulvet ble stivere, og beveget seg ikke under giring lenger. Og de nye girspakene sentrer seg i nøytral, og uten å dra girspaken ut av gir.



Figur 112: Plater oppå gulv som forsterkning, av forfatteren, 2013.



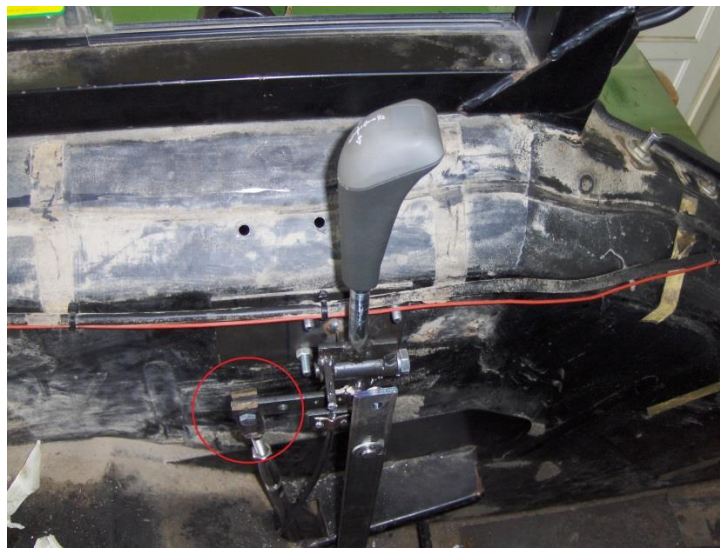
Figur 113: Ettermontering av fjær på ny giroverføring, av forfatteren, 2013.

Alt i alt var ombyggingen en stor forbedring, men og en tilvenning å bruke. Man får fort en falsk følelse av at det er en nyere traktor man kjører, og må hele tiden ha i bakhodet at den er gammel. Krefter målt for å sette de nye girspakene ble målt til 25N, noe som er en forbedring fra 40N som ble målt på toppen av de originale girspakene. Innsteget i førerhytten ble lettere med det nye gulvdekselet over de gamle girspakene. Utseendemessig ble det mer ryddig med et slett gulv.

6.5 Beregninger på de nye girooverføringene

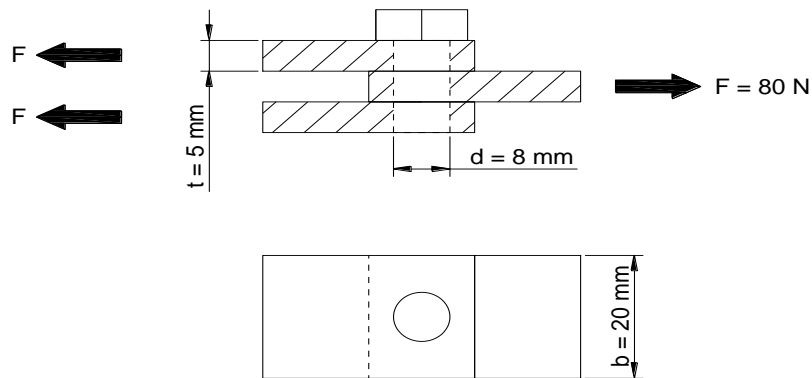
Noen beregninger ble gjort for å kontrollere om de nye overføringene er dimensjonert bra nok til å tåle kreftene som de blir påført. Det er blitt valgt ut tre sammenføyninger i overføringen som er interessante å regne på. Alle krefter er målt med en digital fiskevekt (fig. 37).

6.5.1 Kontroll av skjærspenning og hullkantrykk i festepunkt mellom girspak og strekkfisk.



Figur 114: Festepunkt mellom girspak og strekkfisk markert med rød ring, av forfatteren, 2013.

For å kontrollere om materialet og skrue er dimensjonert riktig, utføres beregning av skjærspenninger i skrue og hullkantrykk i flattjern. Skruen er en 8 mm i 8.8 kvalitet, og stålet i flattjernet er 5 mm * 20 mm s235 konstruksjonsstål. Største kreftene som oppstår er $F = 80 \text{ N}$.



$\sigma_{\text{flattjern}} = 225 \text{ N/mm}^2$, flytegrense konstruksjonsstål s 235.

$\sigma_{\text{skrue}} = 640 \text{ N/mm}^2$, flytegrense skrue 8.8 kvalitet.

$\gamma_m = 1,2$, materialkoeffisient.

$D = 8 \text{ mm}$, hulldiameter.

$n = 1$, Antall skruer.

$t = 5 \text{ mm}$, platetykkelse.

$b = 20 \text{ mm}$, platebredde.

$\tau_a =$ skjærspenninger ved avskjæring.

Avskjæring av skrue:

Dimensjonerende skjærspenning flersnittforbindelse;

$$\frac{\tau_{ad}}{\gamma_m} = \frac{\sigma_{skrue}}{\gamma_m} \cdot 0,75 = \frac{640}{1,2} \cdot 0,75 = 400 \text{ N/mm}^2$$

Opptredende skjærspenning flersnittforbindelse:

$$\frac{\tau_a}{\pi \cdot r^2} = \frac{F}{\pi \cdot 8^2} = 0,4 \text{ N/mm}^2$$

Kontroll:

$$\underline{\tau}_a = 0,4 < \underline{\tau}_{ad} = 0,4 \leq 400$$

Dimensjonerende skjærspenning er høyere enn opptredende skjærspenninger, og skruen vil holde.

Hullkantrykk:

Dimensjonerende hullkantrykk flersnittforbindelse:

$$\sigma_{H_d} = \frac{\sigma_{flattjern}}{\gamma_m} \cdot 1,65 = \frac{225}{1,2} \cdot 1,65 = 309,4 \text{ N/mm}^2$$

Opptredende hullkantrykk flersnittforbindelse:

$$\sigma_{H_{oppr.}} = \frac{F}{n \cdot D \cdot t} = \frac{80}{1 \cdot 8 \cdot 5} = 2 \text{ N/mm}^2$$

Kontroll:

$$\sigma_{H_{oppr.}} \leq \sigma_{H_d} = 2 \leq 309,4 \rightarrow OK!$$

(Johannessen, 2002, s. 59).

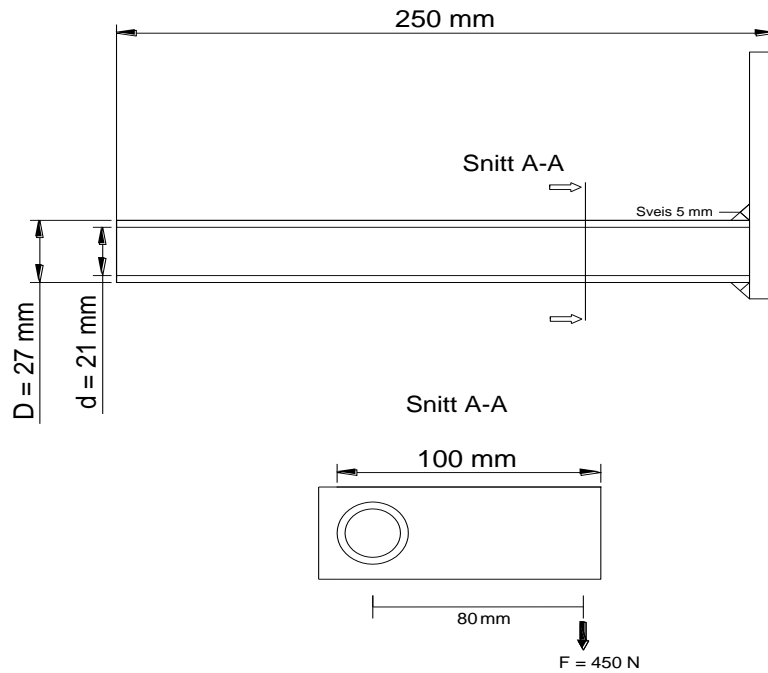
Som vi ser av regnestykkene er både materiale og skrue overdimensjonerte i denne innfestningen. Både opptredende skjærspenning og opptredende hullkantrykk mye lavere enn dimensjonerende. Både skrue og flattjern vil tåle kreftene de er utsatt for.

6.5.2 Kontroll av sveis, mellom aksel og flattjern, mot originale girspaker.



Figur 115: Sveis mellom aksel og flattjern, av forfatteren, 2013.

Ved å utføre en beregning av sveisen mellom akselen under gulvet og flattjernet som går opp parallelt med den gamle girspaken, kan man sjekke om dette er et svakt punkt i ombyggingen. Ved dette punktet i giroverføringen er det mest krefter i sving ved girskift. Akselen har en ytre diameter på 27 mm og indre diameter på 21 mm. Flattjernet er 10 mm * 40 mm, og både aksel og flattjern er av S235 konstruksjonsstål. Opptredende krefter er 450 N ved vridning. Det er sveiset 5 mm kilsveis mellom aksel og flattjern.



$$F = 450 \text{ N}$$

γ_f = lastfaktor, her 1,5 for dominerende last.

l_1 = totallengde aksel.

l_2 = lengde til last på flattjern.

D = ytre diameter aksel med sveis.

d = ytre diameter aksel

σ_{\perp} = normalspenninger rettvisklet på sveisesnittet og lengderetningen.

σ_{\parallel} = normalspenninger parallell med sveisesnittet og lengderetningen.

τ_{\perp} = skjærspenninger rettvisklet på sveisesnittet og lengderetningen.

T_{\parallel} = skjærspenninger rettvisklet på sveisesnittet og lengderetningen.

Bøying:

$$\sigma_b = \frac{M_b}{I_{x \text{ sveis}}} * y = \frac{M_b}{W_{x \text{ sveis}}} = \frac{F \times \gamma_f \times l_1}{\frac{\pi}{32} \times \frac{D^4 - d^4}{D}} = \frac{450 \text{ N} \times 1,5 \times 250 \text{ mm}}{\frac{\pi}{32} \times \frac{37 \text{ mm}^4 - 27 \text{ mm}^4}{37 \text{ mm}}} = 47,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\perp b} = \tau_{\perp b} = \frac{\sigma_b}{\sqrt{2}} = \frac{47,4 \text{ N}}{\sqrt{2}} = 33,5 \text{ N/mm}^2$$

Vridning:

$$\tau_v = \tau_{||v} = \frac{M_v}{I_{p \text{ sveis}}} \times r = \frac{M_v}{W_{p \text{ sveis}}} = \frac{F \times \gamma_f \times l_2}{\frac{\pi}{16} \times \frac{D^4 - d^4}{D}} = \frac{450 \text{ N} \times 1,5 \times 80 \text{ mm}}{\frac{\pi}{16} \times \frac{37 \text{ mm}^4 - 27 \text{ mm}^4}{37 \text{ mm}}} = 7,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_j = \sqrt{\sigma_{\perp b}^2 + 3\tau_{\perp b}^2 + 3\tau_{||v}^2} = \sqrt{33,5^2 + 3 \times 33,5^2 + 3 \times 7,6^2} = 68,3$$

Jevnførende spenning = opptredende spenning = 68,3 N/mm²

Kontroll av sveis etter Norsk Standard:

f_u = Bruddfasthet s235 konstruksjonsstål = 360 N/mm²

γ_M = Materialfaktor = 1,25 for kilsveis

β_w = Korrelasjonsfaktor S235 konstruksjonsstål = 0,8

Opptredende spenning \leq dimensjonerende spenning

$$\sigma_{oppotr.} = \sigma_j \leq f_d = \frac{f_u}{\gamma_M * \beta_w}$$

$$68,3 \text{ N} \leq \frac{360}{1,25 * 0,8}$$

$$\underline{68,3 \text{ N} \leq 360 \text{ N}} \quad \text{OK!}$$

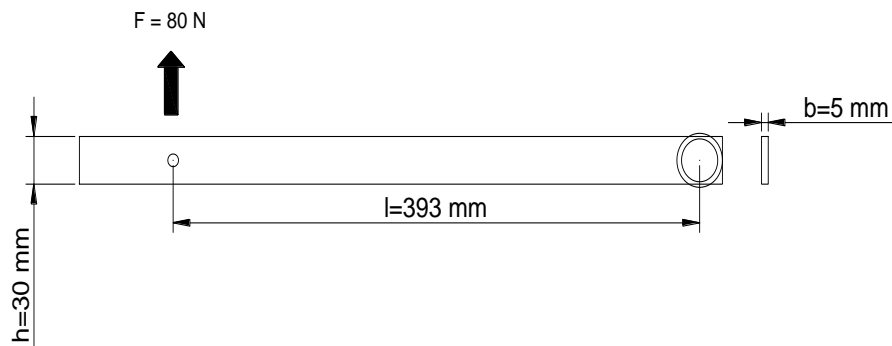
Den opptredende spenningen er mindre enn den dimensjonerende spenningen. Så sveisen vil tåle kraften som den blir påført.

6.5.3 Kontroll av bøyespenning på flattjernarm fra aksel under gulv og bakover.

Beregning gjøres for å finne bøyespenninger i flattjernarmen i den nye giroverføringen.



Figur 116: Flattjernarm, av forfatteren, 2013.



$$F = 80\text{ N}$$

$$b = 5\text{ mm}$$

$$h = 30\text{ mm}$$

$$y = h/2$$

$$\sigma_b = \text{bøyespenning}$$

Dimensjonerende bøyespenning

Etter tabell s.62 i Tekniske Tabeller (Johannessen, 2002), er tillatt bøyespenning for S235 konstruksjonsstål $\sigma_{bd} = 70 - 105\text{ N/mm}^2$. Dette er ved hurtig utsvingene belastninger, som vil oppstå ved et girskift.

Opptredende bøyespenning:

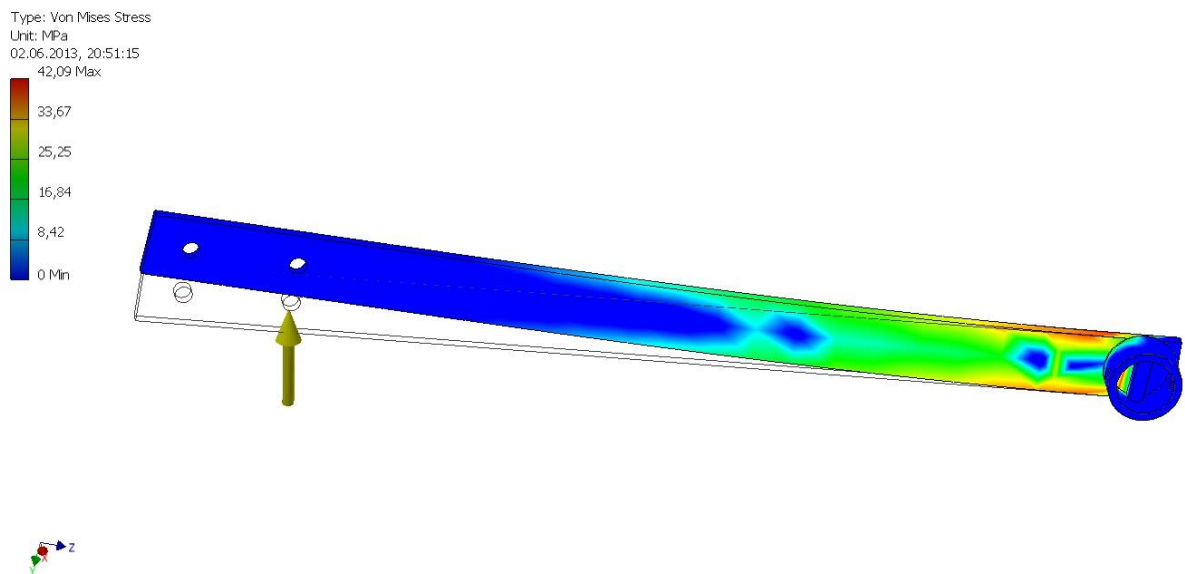
$$\sigma_{b_{opptr.}} = \frac{M_b}{I_x} * y = \frac{F * l}{\frac{b * h^3}{12}} * y = \frac{80N * 393mm}{\frac{5mm * 30mm^3}{12}} * 15mm = 41,9 N/mm^2$$

Kontroll av bøyespenninger:

$$\sigma_{b_{opptr.}} \leq \sigma_{b_d} = 41,9N/mm^2 \leq 105N/mm^2 \leftarrow OK!$$

Som kontrollen viser er opptredende bøyespenninger lavere enn dimensjonerende bøyespenninger. Flattjernet er derfor godt dimensjonert for å tåle kreftene det utsettes for.

Stressanalyse i Autodesk Inventor



Figur 117: Stressanalyse i Inventor av flattjern, av forfatteren, 2013.

Det ble utført en stressanalyse i Inventor i forbindelse med kontroll av bøyning på flattjernet. Det er satt en kraft på 80N der pilen på figur 117 er. Som det går fram av analysen er det størst bøyning og spenninger mot innfestningen til akselen. I dette området er det en maks spenning på 42,09 MPa = 42,09 N/mm². Dette er nesten det samme man får i svaret på

utregningene, som var $\sigma_b = 41,9 \text{ Nmm}^2$. Holdepunkter i testen ble satt til sidene på kilen inne i rørbiten på den ene enden. Materialet er godt innenfor grensene av hva det tåler.

6.6 Utgifter

En enkel tabell med oversikt over kostnader i forbindelse med den praktiske ombyggingen er utarbeidet all enkelhet. Det er gjort et grovt overslag over stålet og verkstedmateriell som er blitt brukt, da dette allerede var innkjøpt ved en annen anledning av høgskolen. Arbeidstimer med timespris er ikke tatt med.

Tabell 4: Oversikt over utgifter i forbindelse med den praktiske ombyggingen av John Deere 3130, av forfatteren, 2013.

Utgifter ved ombyggingen av John Deere 3130				
Produkt	Innkjøpssted	Antall	Pris	
Joystick spakhåndtak uten knapper	Økonomideler	1	500	kr
Joystick spakhåndtak m/2 knapper	Økonomideler	1	1056	kr
Stoppwire John Deere	Felleskjøpet	2	982	kr
Gjengestag M10 galvanisert	Biltema	2	200	kr
Mutter m/flens M10	Biltema	1	25	kr
Låsemutter M10	Biltema	1	25	kr
14 mm rør 1 meter	Tess	1	30	kr
Sentrallåsmotor Chrysler PT Cruiser	Jern og metallomsetning AS	1	50	kr
Dobbeltrele	Biltema	2	130	kr
Kabel twin rød/sort 1,5 mm ²	Biltema	1	90	kr
Kabel rød 1,5 mm ²	Biltema	1	35	kr
Kabel sort 1,5 mm ²	Biltema	1	35	kr
Konstruksjonsstål s235	Høgskolen i Hedmark	1	1000	kr
Verkstedmateriell	Høgskolen i Hedmark	1	500	kr
Bengalakk Arcanol	Maxbo	1	200	kr
Syregrunning	Würth	1		kr
Grønn lakk	Felleskjøpet	2	364	kr
Sort lakk	Biltema	1	70	kr
Gjengestag M8 galvanisert	Biltema	1	25	kr
Kantlist	Biltema	1	80	kr
SUM			5397	kr

7. Diskusjon

Bakgrunnen for denne oppgaven var å forbedre ergonomien og førermiljøet i en 1979 modell John Deere 3130. Et ønske om å ha en likeså praktisk oppgave som en teoretisk, var med på valget av oppgave. Som en person med stor interesse for gode gamle traktorer, ønsker jeg fortsatt å se disse i dagligdags bruk. En god gammel travet som en eldre John Deere med Sekura OPU førerhytte, er robust og holdbar. Disse ble det solgt mange av på 1970- og 80 tallet. Men det er relativt dårlig førermiljø i disse, derfor er de et godt utgangspunkt for forbedring.

Som en begynnelse for å få bedre ergonomi og førermiljø har nye girspaker med girooverføringer blitt konstruert i 3D og i virkeligheten. Både betjening for gir og hurtiggir har fått en ny og bedre plassering. En mekanisk og enkel, men velfungerende overføring, gjør at overføringsmekanismen er solid og tåler mange års bruk. Betjeningsmotstanden i girspaker er blitt noe mindre med det nye girspaksystemet. Den nye hurtiggirbetjeningen betjenes enkelt med et knappetrykk.

Ergonomisk sett er de nye girspakene plassert i en god armbevegelsessone for å unngå statiske belastningsskader. Man sitter godt i førerstolen, og rekker til girspaker uten å skifte stilling. Jeg har med det oppnådd et bedre førermiljø, og man påføres mindre skadelige belastninger på kroppen.

Beregninger viser at materiale og metodene for sammenføyning som er valgt, vil tåle kreftene som er sving. Montering av fettnipler som smørepunkter på bevegelige deler i overføringen, gjør at slitasje og motstand blir et minimum. Men økonomisk sett har ombyggingskostnadene blitt noe høye, hvis man inkluderer arbeidstimer. Komponenter har ikke vært den store kostnaden, men selve timene for konstrueringen har blitt mange vil øke utgiftene betraktelig.

Ingen av delene fra de nye konstruksjonene er innovative eller nyvinnende. Men satt i sammenheng bidrar de til å gjøre førerens hverdag enklere. Løsninger har kommet fra studering av nyere traktorer og biler. Traktoren i denne oppgaven har ikke blitt som en nyere traktor å kjøre. Men den har blitt enklere å betjene, og stige inn/ut fra enn originalt. Dette gjør at eldre traktorer som denne fortsatt er interessante å bruke som arbeidsplass.

Jeg føler at målet har blitt nådd med å få bedre ergonomi i John Deere 3130. Enkle men tidkrevende grep har blitt gjort for å få en mer lettkjørt traktor, uten store kostnader.

Hypotese kan bekreftes.

8. Konklusjon

8.1 Konklusjon av oppgaven

I begynnelsen av denne oppgaven ble det presentert målsetting og hypotese. Dette føler jeg at har blitt gjennomgått og utarbeidet på en god måte. Historikk og ergonomi er med på å styrke oppunder min teori og oppgave. Jeg har oppnådd det jeg ville med oppgaven som var å få en lettkjørt gammel John Deere 3130. Mange timer har gått med på å konstruere deler i 3D, og utvikle ideen til å fungere i praksis. Men å utføre ombyggingen i praksis fra teorien, har gjort at oppgaven har blitt ganske omfattende. Når man har med en slik praktisk del i bacheloroppgaven, og konstruerer en ny prototype, kreves det intens jobbing. Det har vært tidkrevende og nøysom arbeid, og man må ha en god forståelse for pasninger og dimensjonering. Tester og prøvekjøring har blitt gjort for å få data som brukes til å dimensjonere konstruksjonen. Men målet og en ferdigstilling har hele tiden vært i sikte.

8.2 Veien videre

Den nye prototypen må testkjøres i en lengre periode, og noen forbedringspunkter vil ganske sikkert dukke opp. En revurdering av vaiere brukt til sideveis bevegelse på girspakene, som kan være et svakt punkt. Bruk av en mer robust vaier kan nok med fordel gjøres, eller en bedre innfestning som minsker slitasjen på vaieren. Andre mekaniske løsninger kunne og vært interessante å prøve ut.

Man kan ta steget videre for å få enda bedre ergonomi i hytta på denne traktoren.

Eksempelvis ved å sette et ledd på rattstammen gjør at man kan få tiltratt i stedet for en stiv rattstamme. Man gjør det betydelig lettere å stige inn og ut av hytten. En annen ting som bedrer førermiljøet er å konstruere elektronisk betjent 3 punkt, og ekstern hydraulikk. Dette finner man på mange nyere traktorer.

Etter en slik oppgave får man god forståelse for prosessen som kreves ved et nytt produkt/konstruksjon. Fra ide til ferdig produkt er en lang prosess, og kan fort bli dyr. Så det er en grunn til at ting koster som det gjør. Jeg har vært innom mange av emnene i læreplanen for studiet i landbruksteknikk. Som igjen gjør at jeg får brukt mye av det har lært gjennom disse 3 årene som bachelorstudent. Jeg er godt fornøyd med valg av oppgave, resultat, og ser fram til å ta i bruk traktoren.

Litteraturliste

All-Biz Ltd. 2013. *Aluminium nagler, Istanbul* [Fotografi]. Lokalisert på

<http://www.tr.all.biz/no/aluminium-nagler-g177118>

Arbeidstilsynet. 2013. *Uheldige arbeidsstillinger*. Lokalisert på

<http://www.arbeidstilsynet.no/fakta.html?tid=227801>

Astrup AS. 2013. *Skruer/Festemateriell* [Fotografi]. Lokalisert på

<http://www.astrup.no/skruer>

Autodesk, Inc. (2013). Autodesk Inventor Professional 2012.

Biltema. (2013). *Fjær, 200 stk.* [Fotografi]. Lokalisert på

<http://www.biltema.no/no/Bygg/Festeelementer/Sortimentboks/Ovrig/Fjar-200-stk-191044/>

Biltema. (2013). *Fjærsett, 20 deler*. Lokalisert på

<http://www.biltema.no/no/Bygg/Festeelementer/Sortimentboks/Ovrig/Fjarsett-20-deler-19069/>

Biltema. (2013). *Hovedsyylinder VW*. [Fotografi]. Lokalisert på <http://biltema.no/no/Bil--->

[MC/Bilreservedeler/Bremsesystem/Bremsehdraulikk/Hovedbremsesyylinder/HOVEDSYLINDER-VW-661803/](http://biltema.no/no/Bil---MC/Bilreservedeler/Bremsesystem/Bremsehdraulikk/Hovedbremsesyylinder/HOVEDSYLINDER-VW-661803/)

Biltema. (2013). *Strekkfisk* [Fotografi]. Lokalisert på

<http://www.biltema.no/no/Bat/Monteringsdeler/Strekkfisk/Strekkfisk-25335/>

Biltema. (2013). *Strekkfisk*. Lokalisert på

<http://www.biltema.no/no/Bat/Monteringsdeler/Strekkfisk/Strekkfisk-25335/>

Biltema. (2013). *Stabilisatorstag Citroen* [Fotografi]. Lokalisert på

<http://www.biltema.no/no/Bil---MC/Bilreservedeler/Chassisdeler/For--og-bakstilling/Stabilisator/STABILISATORSTAG-CITROEN-72864/>

Bøe J.K. 2005. *Traktorer og basismaskiner*. Ås: UMB, Institutt for matematiske realfag og teknologi.

- Carparts. 2013. *Clutch-Slave-Sylinder* [Fotografi]. Lokalisert på <http://www.carparts.no/volkswagen/passat/drivverk/clutchsyylinder/partdesc-25385.html>
- Delta Maskinering AS. 2013. *Produkteksempler* [Fotografi]. Lokalisert på <http://www.deltamaskinering.no/produkteksempler>
- Johannessen J. 2002. *Tekniske tabeller (2 utg.)*. Oslo: J.W. Cappelens Forlag A/S.
- Hobbycompaniet AS. 2013. *102772 HPI SFL-11MG SERVO* [Fotografi]. Lokalisert på <http://www.hobbycomp.no/produkt/deler/hpi-servo/102772-hpi-sfl-11mg-servo>
- Larson S. (2007). *Bilelektro*. Oslo: Gyldendal Forlag
- Maritim Båttutstyr. 2013. *Akkumulatortank 2 liter syrefast* [Fotografi]. Lokalisert på <http://www.maritim.no/akkumulatortank-2-liter-syrefast>
- Michael Barr. (2001). *Introduction to pulse width modulation* [Bloggpost]. Lokalisert på <http://www.embedded.com/electronics-blogs/beginner-s-corner/4023833/Introduction-to-Pulse-Width-Modulation>
- Murphy Industries. 2013. *RP2300 series Fuel Rack Pull/Push Solenoids for Diesel Engines* [Fotografi]. Lokalisert på http://www.fwmurphy.co.uk/products/engine_controls/engmot_rp2300.htm
- Niskanen H. (2010). *Traction in action – Valtra`s six decades*. Porvoo: Bookwell Printing House
- NKC Electronics. 2013. *Zeroplus Pulse Width Trigger Module* [Fotografi]. Lokalisert på http://www.nkcelectronics.com/Zeroplus-Pulse-Width-Trigger-Module_p_386.html
- Omron Corporation. 2013. *Firkantet induktiv sensor av plast i miniatyrformat* [Fotografi]. Lokalisert på http://industrial.omron.no/no/products/catalogue/sensing/inductive_sensors/square_block_style/e2s/default.html
- Progressive Automations. 2013. *Linear Actuators An Introduction Part II* [Fotografi]. Lokalisert på <http://progressiveautomations.com/linear-actuators-introduction-part-a-40.html>
- Store Norske Leksikon. 2013. *ergonomi*. Lokalisert på <http://snl.no/ergonomi>

Telmo. 2013. *Kuleledd, TELEFLEX for 43 kabel (292737)* [Fotografi]. Lokalisert på <http://www.telmo.no/V%C3%A5re-leverand%C3%B8rer/Kontrollutstyr/Gir--and---Gass-tilbeh%C3%B8r/Kuleledd/Kuleledd--TELEFLEX-for-43-kabel-292737--010301069-p0000008255.aspx>

Torp Maskin AS. 2013. *Stoll frontlastere*. [Fotografi] Lokalisert på <http://www.torpmaskin.no/produkter/traktor-tilbehoer/stoll-frontlastere>

Valtra Inc. (2013). *1967 – Valmet 900 – Førerhus fra fabrikk*. Lokalisert på http://history.valtra.com/index.php?option=com_content&view=article&id=43%3Avalmet-900-turvaohjaamo-vakiovarusteena&catid=4&lang=no

Wikipedia. 2013. *Potentiometer* [Fotografi]. Lokalisert 12. mai 2013 på <http://en.wikipedia.org/wiki/Potentiometer>

Xylotex Inc. 2013. *Xylotex Stepper Motors* [Fotografi]. Lokalisert på <http://www.xylotex.com/StepperMotor.htm>

Økonomi-deler AS. 2013. *Hydraulikkpumpe 10,95 mm³ gr.2 høyre ap 200 d 218* [Fotografi]. Lokalisert på <http://www.okonomi-deler.no/Product.aspx?ProductId=HF%20930056&ipg=5637185907>

Økonomi-deler AS. 2013. *Joystick bryter, spakhåndtak 2 knapper*. [Fotografi]. Lokalisert på <http://www.okonomi-deler.no/Product.aspx?ProductId=A10269&ipg=5637164840>

Økonomi-deler AS. 2013. *Joystick vajer* [Fotografi]. Lokalisert på <http://www.okonomi-deler.no/Product.aspx?ProductId=HF%20294802-125&ipg=5637164841>

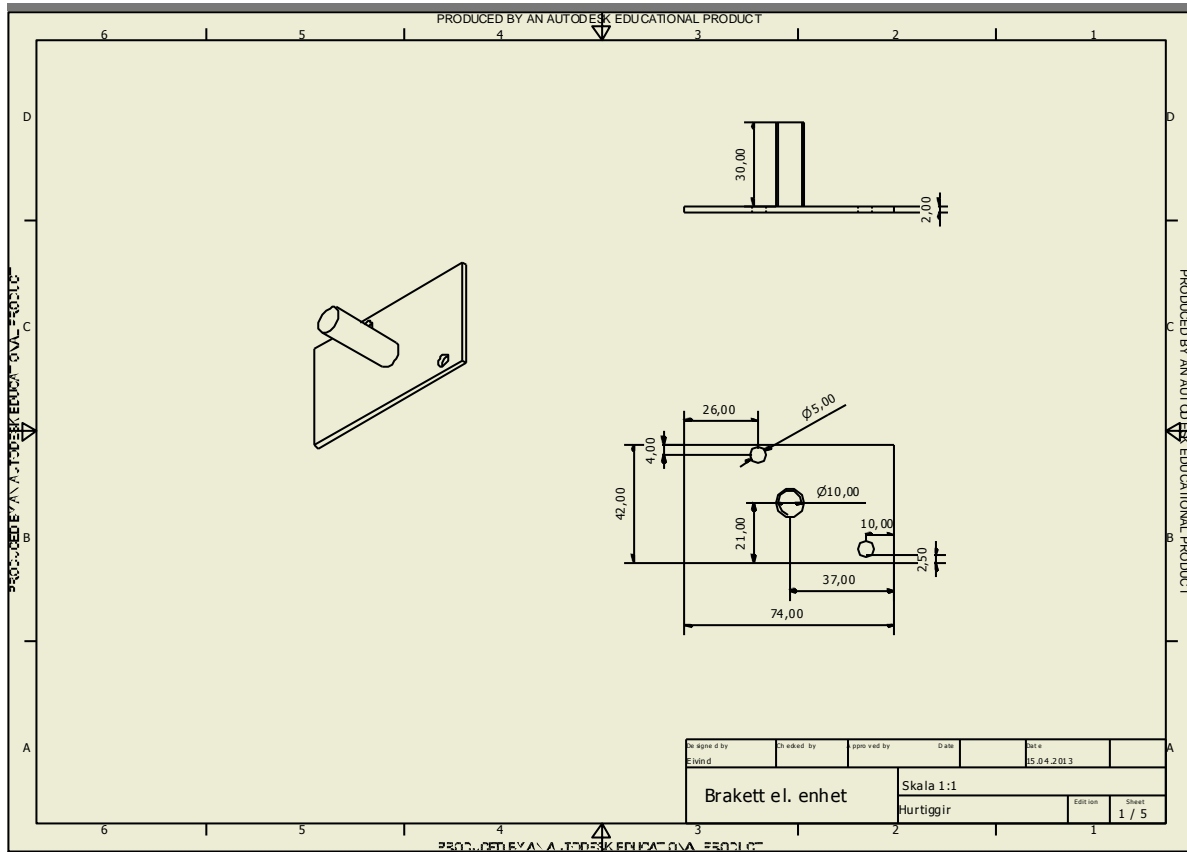
Økonomi-deler AS. 2013. *Kompressor Air Cond* [Fotografi]. Lokalisert på <http://www.okonomi-deler.no/Product.aspx?ProductId=DZ%2004363723>

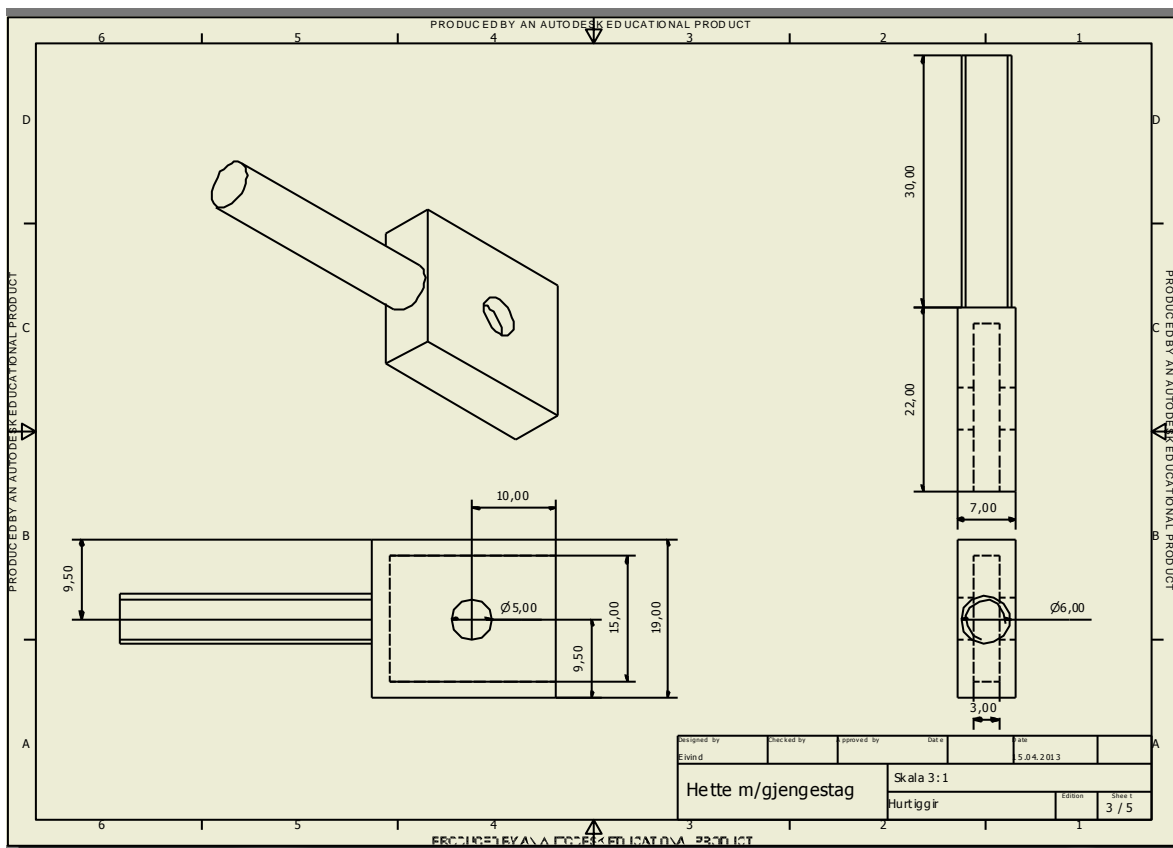
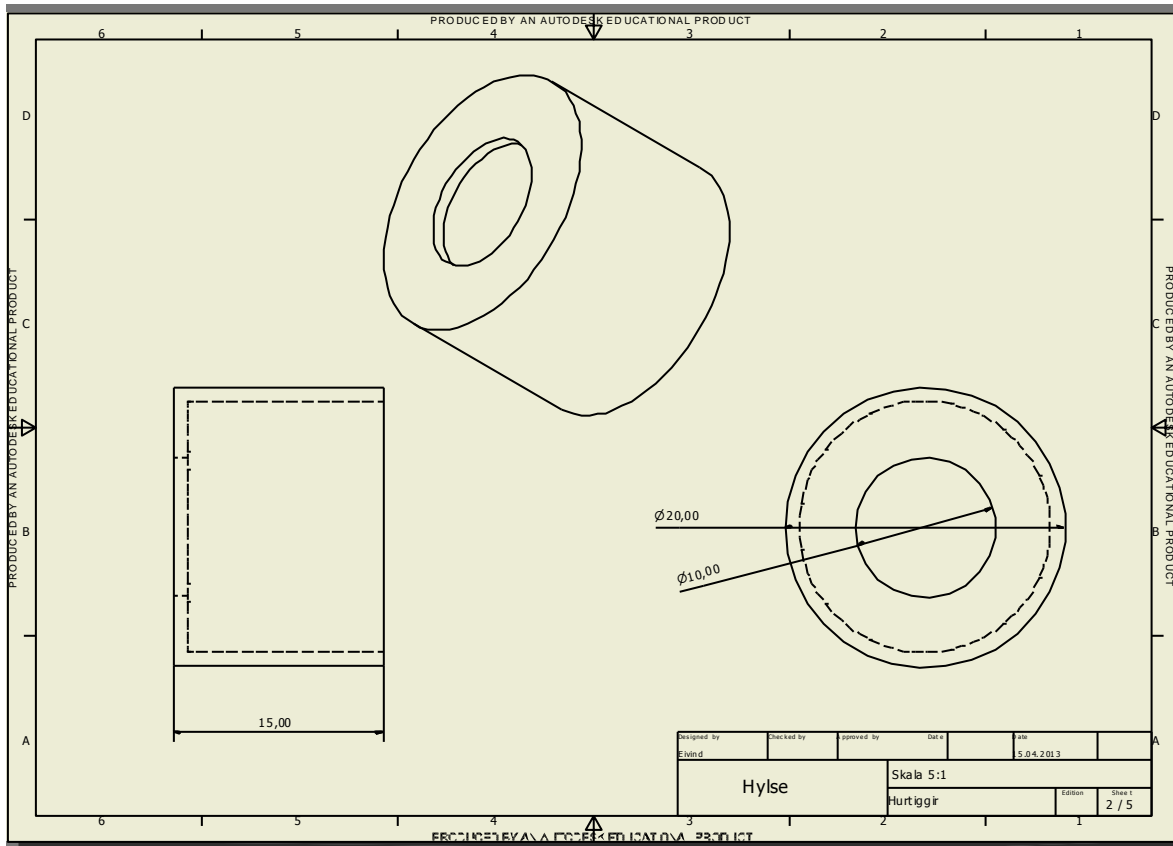
Økonomi-deler AS. 2013. *Seksjonsventil 60 l/min. HDS15/Komplett sentral* [Fotografi]. Lokalisert på <http://www.okonomi-deler.no/Product.aspx?ProductId=H47605&ipg=5637179505>

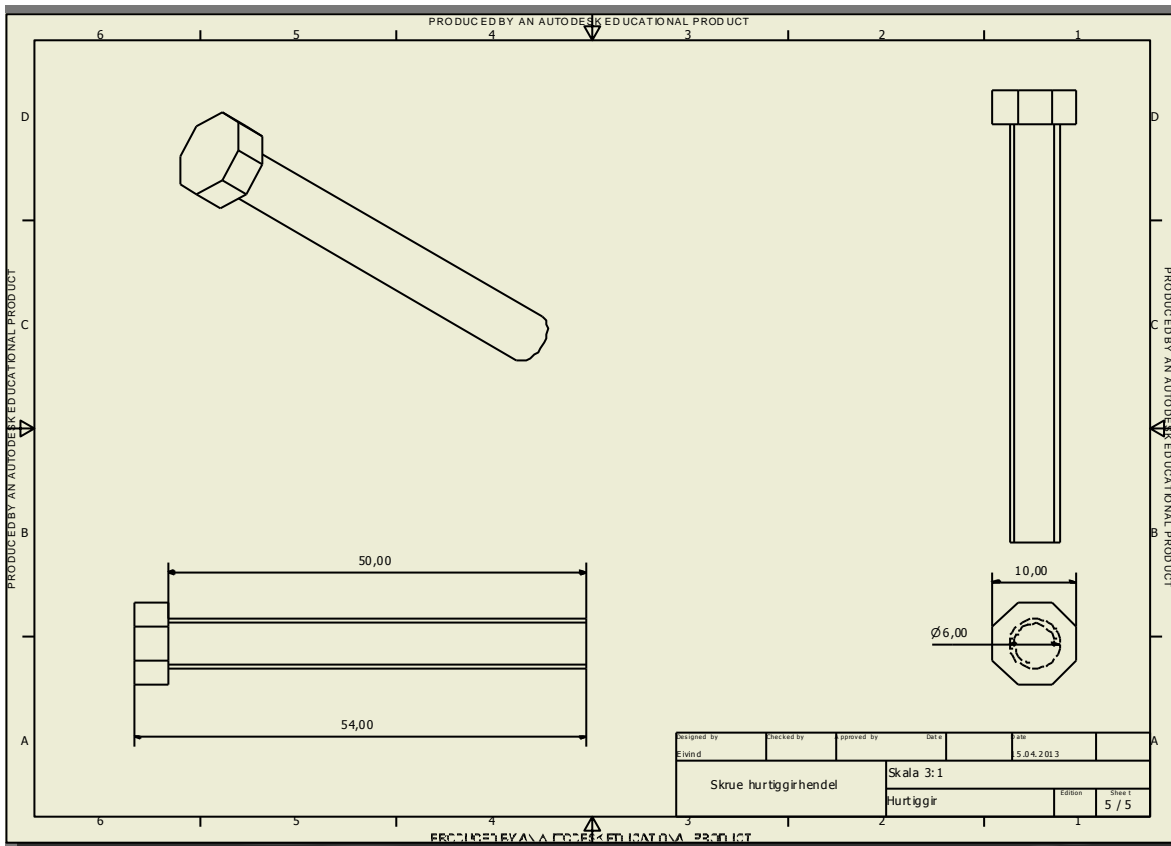
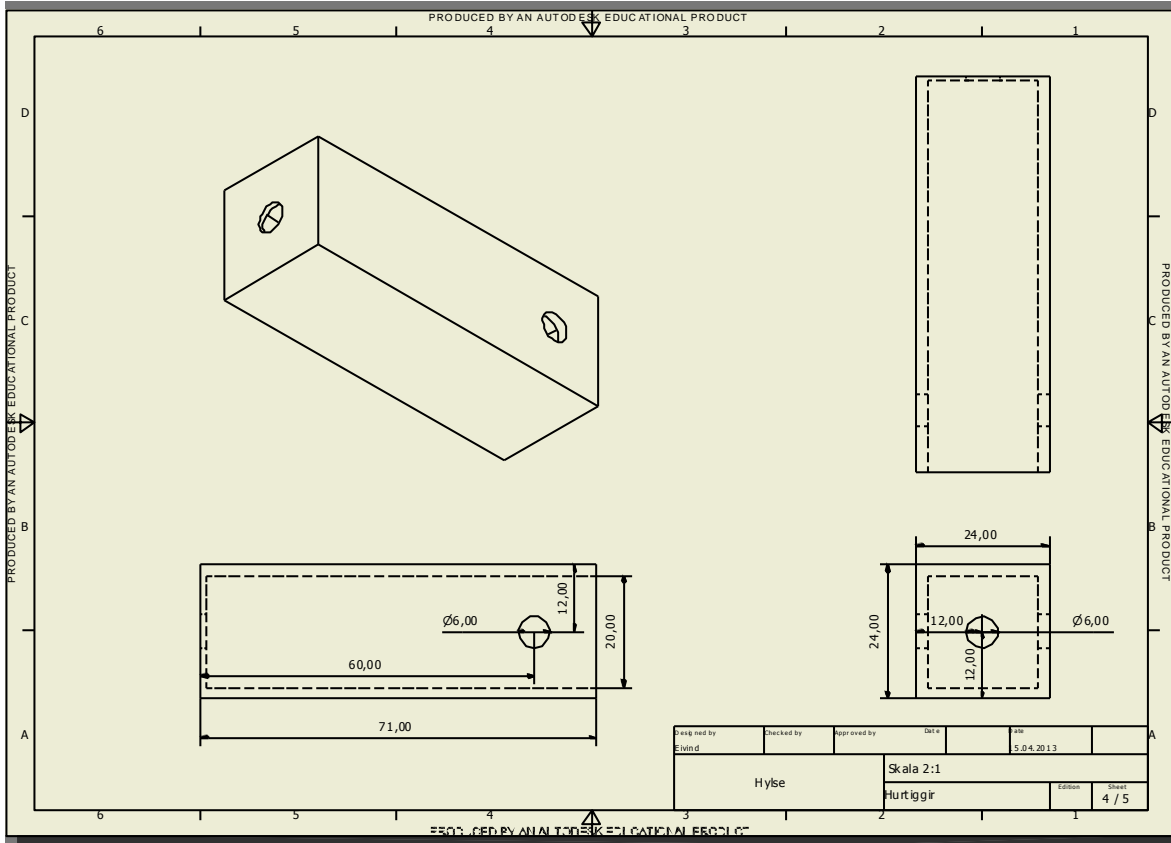
Økonomi-deler AS. 2013. *Vaier stopp 200 mm* [Fotografi]. Lokalisert på <http://www.okonomi-deler.no/Product.aspx?ProductId=DA%201>

Vedlegg 1

Deletegninger av deler til hurtiggir ombyggingen.

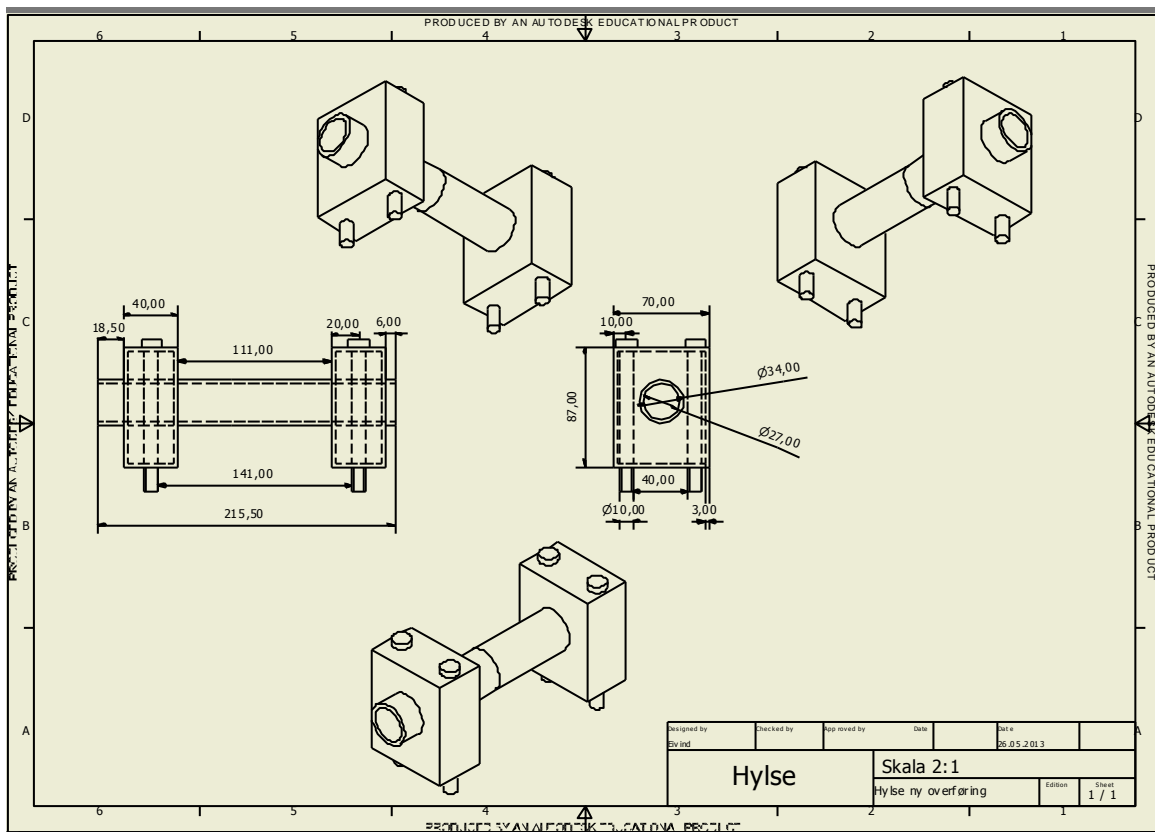


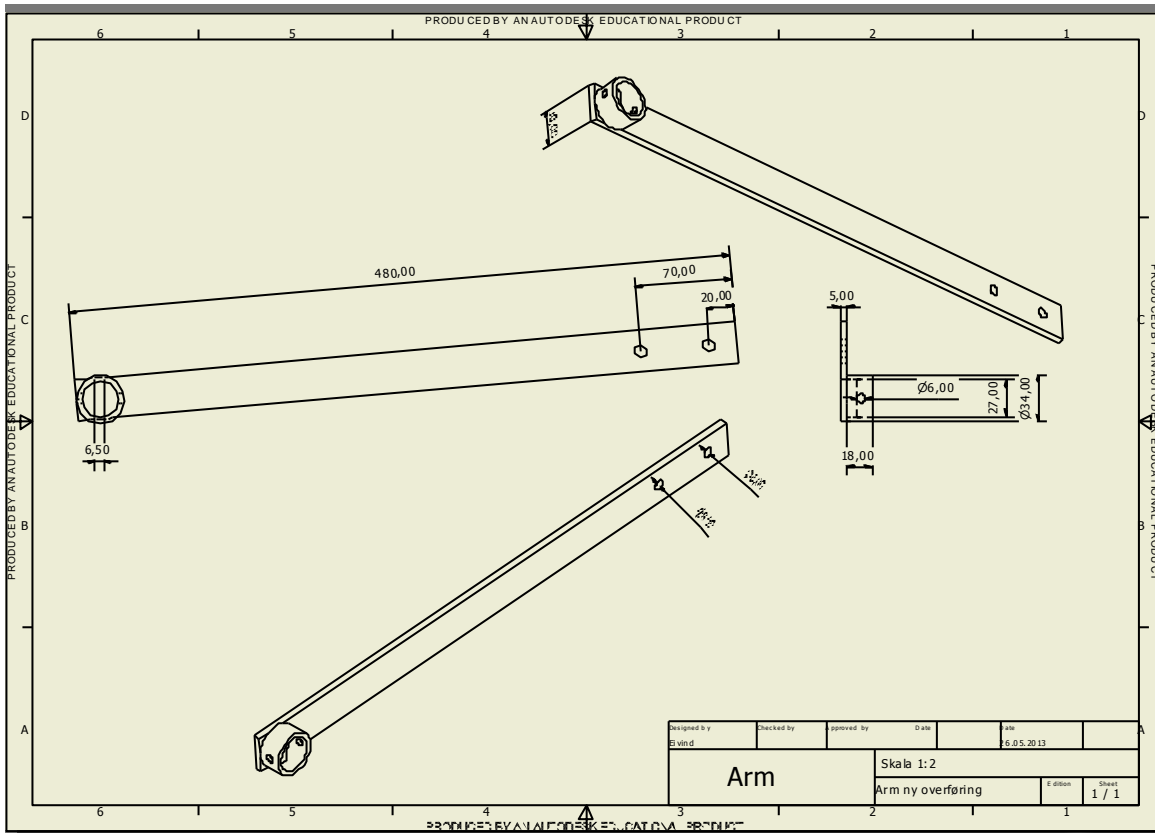
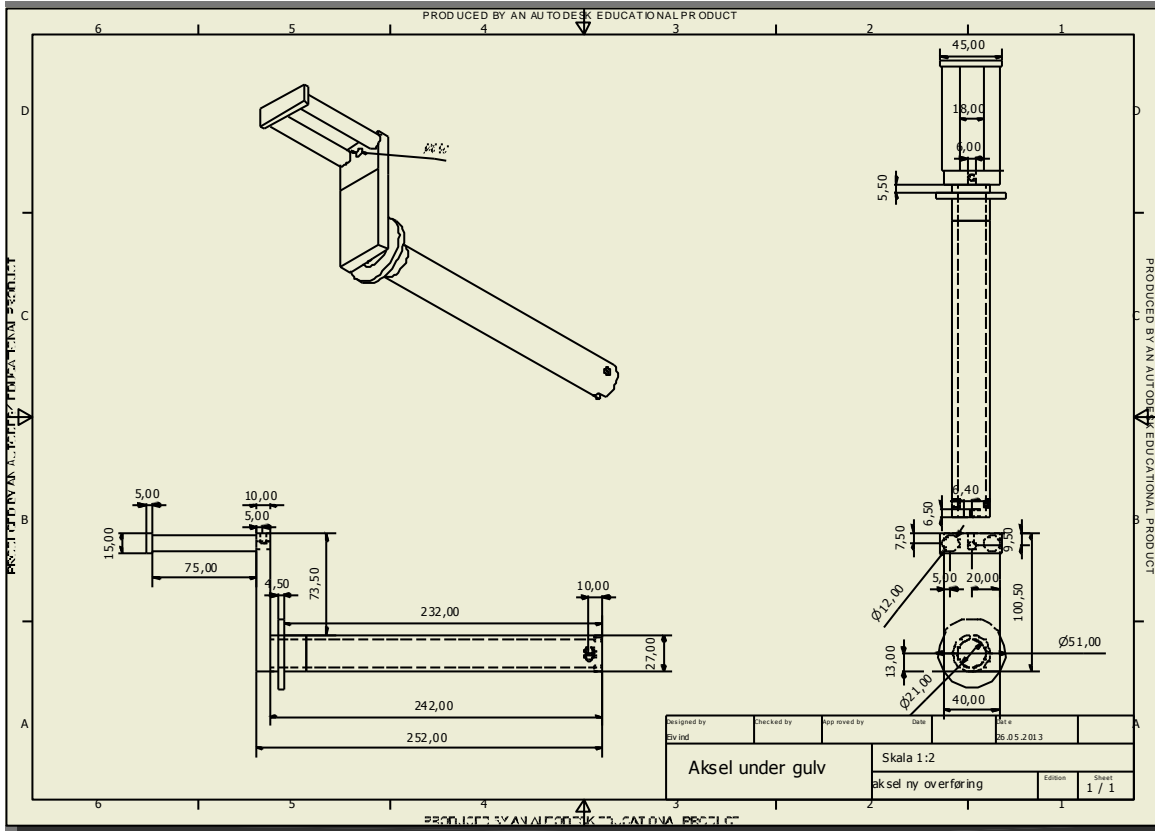


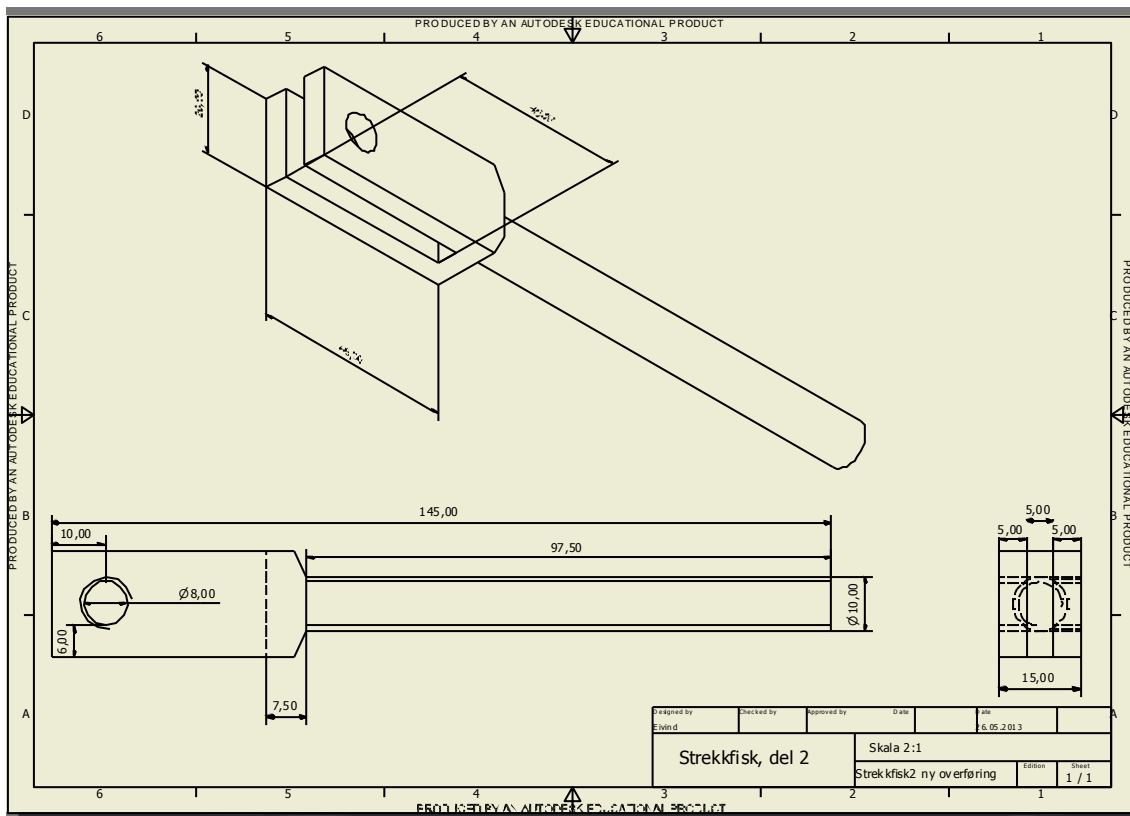
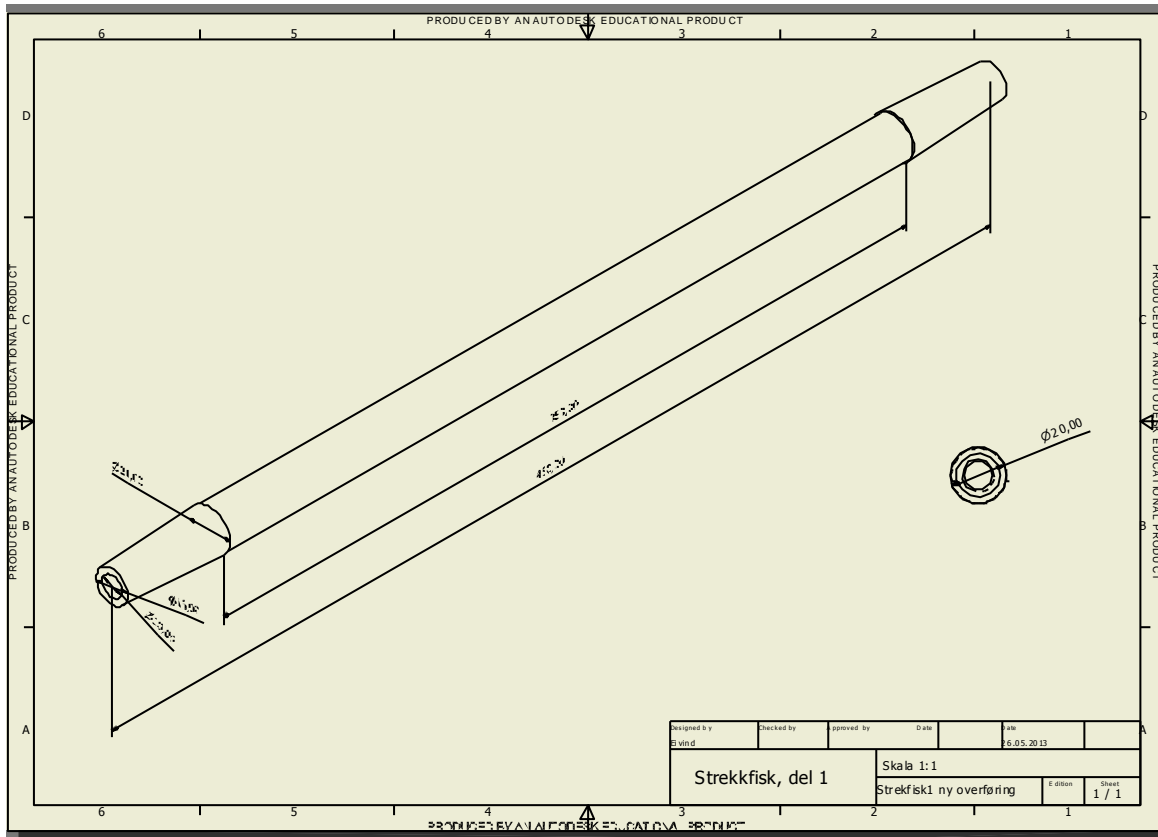


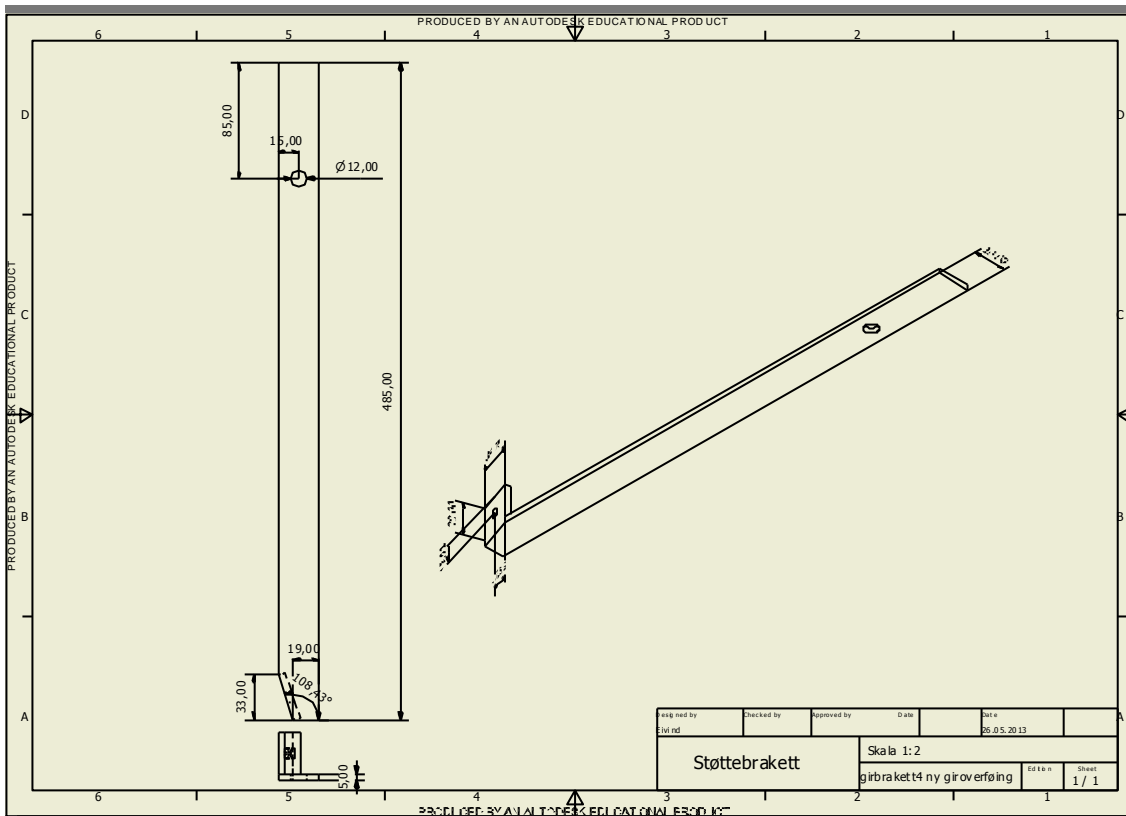
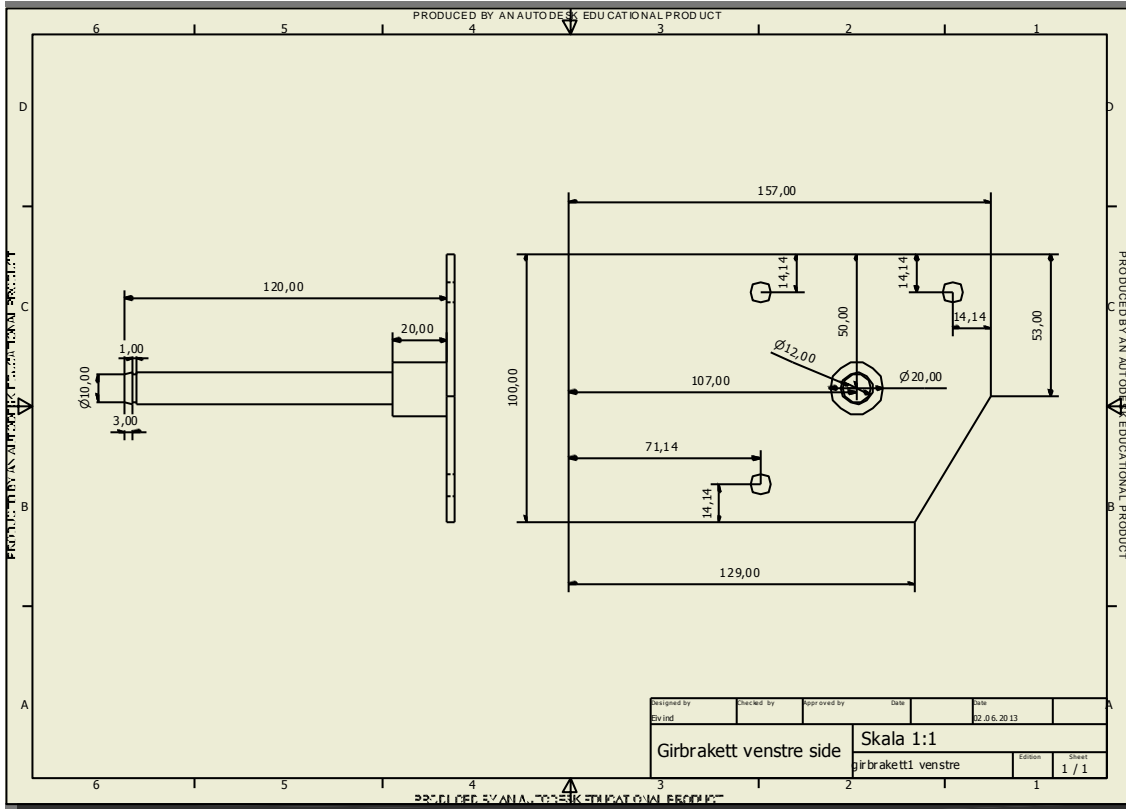
Deletegninger nye girspaker og giroverføringer gruppegirspak, venstre side.

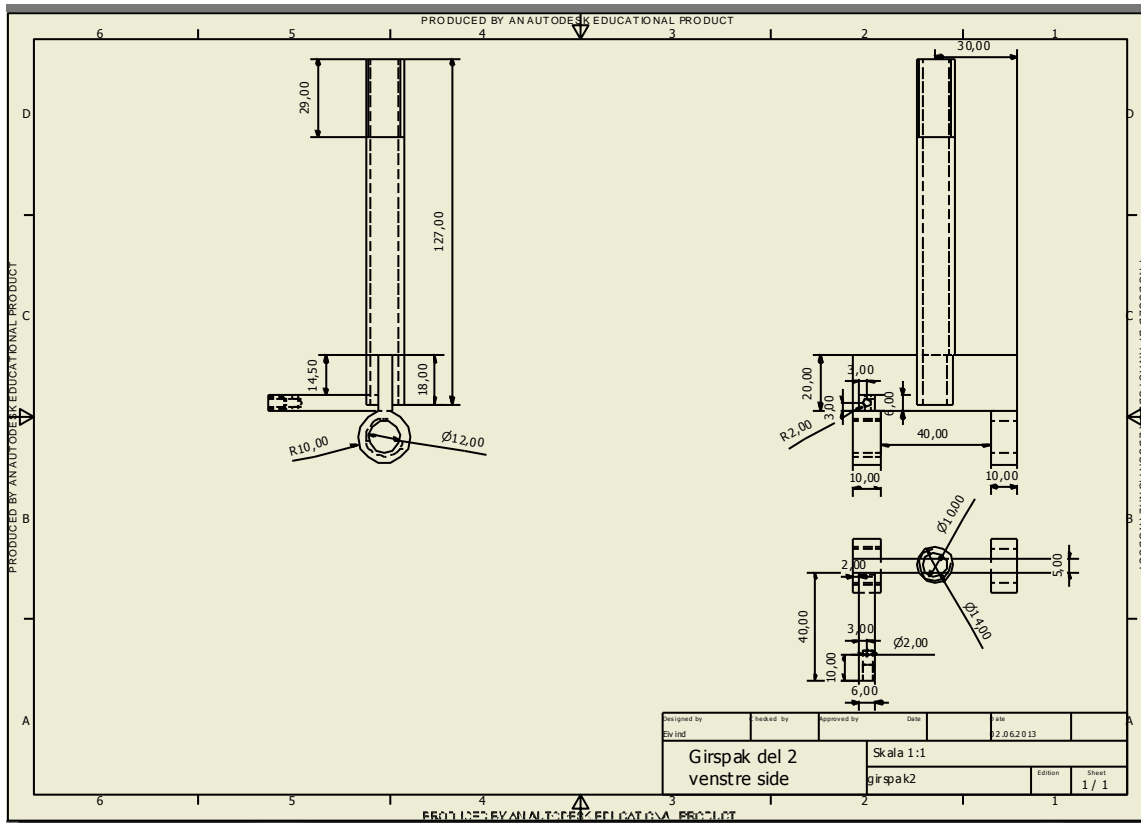
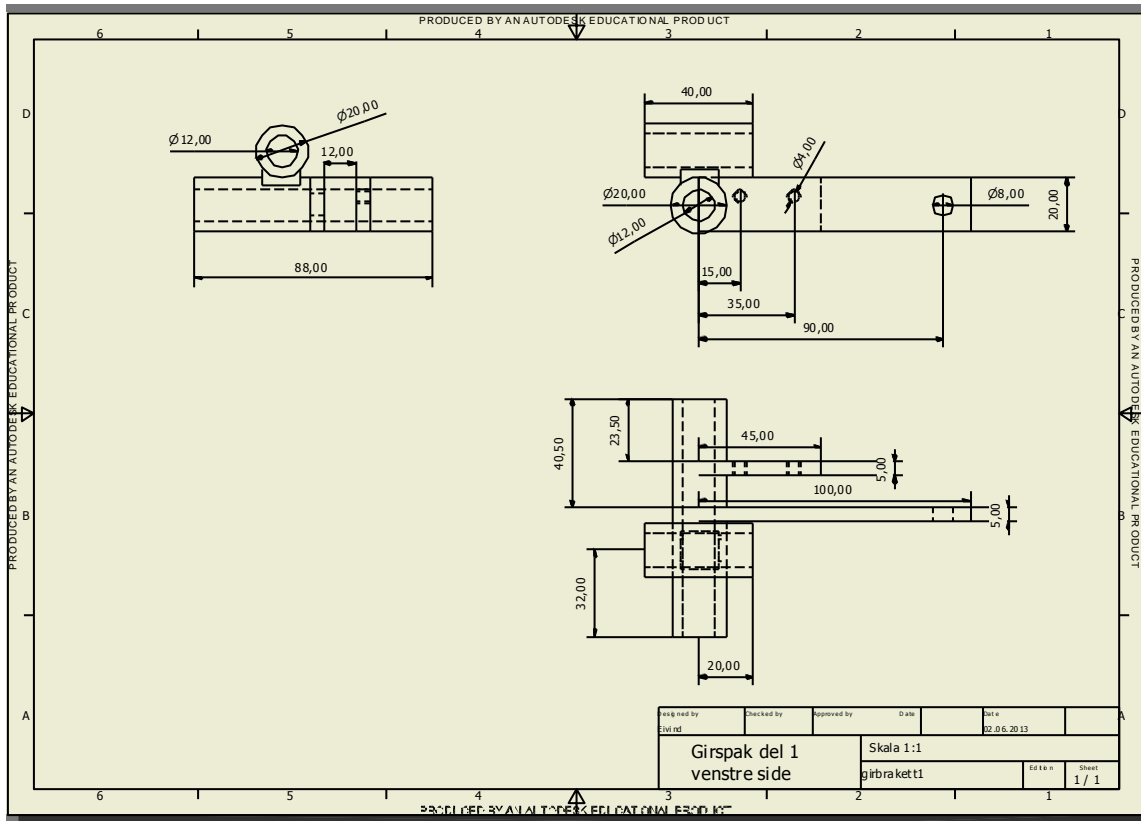
Deletegninger til den nye gruppegirspaken på venstre side. Den nye girspaken på høyre side (1-2-3 gir) består av like deler, bare de er speilvendt i forhold til venstre side. Festemateriell, vaier og fjær er det ikke deletegninger av.

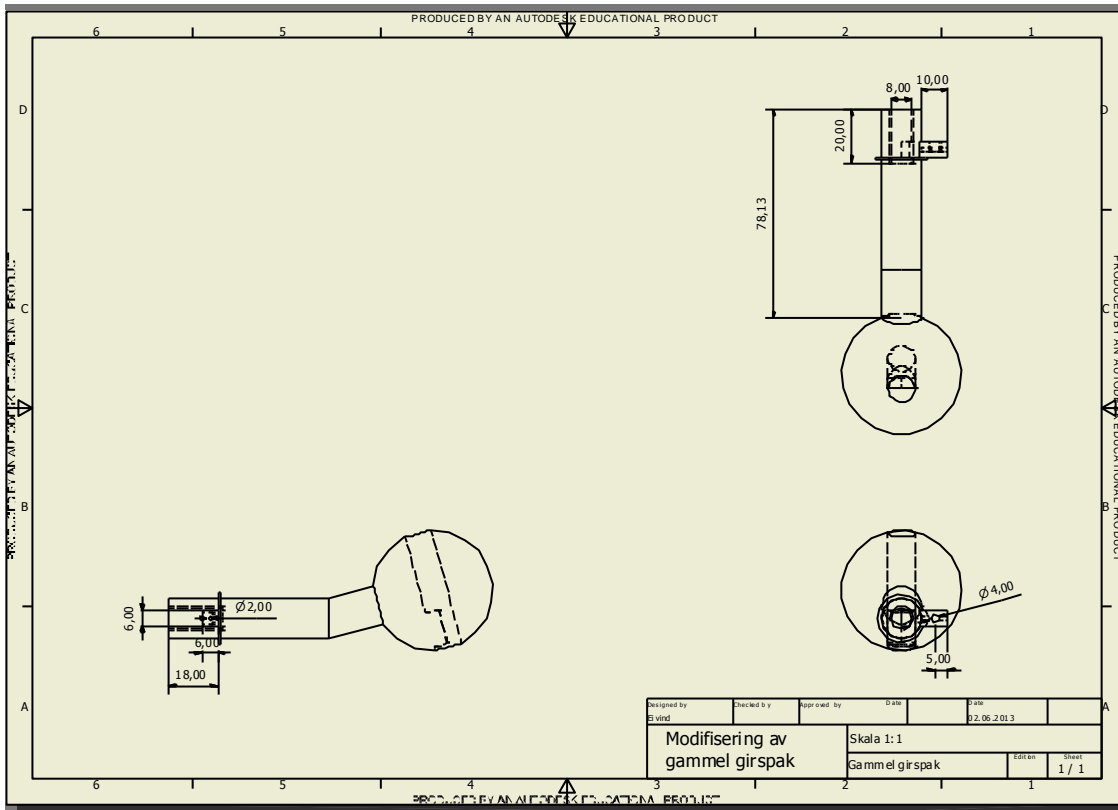












Deletegninger av nye deksler

