

Kandidatnummer: 10013 og 10014

Vedlegg:

Innholdsliste:

INNHALDSLISSTE:	2
-----------------	---

1 VEDLEGG:.....FEIL! BOKMERKE ER IKKE DEFINERT.

1.1	VEDLEGG – SYMBOLFORKLARING:	3
1.2	VEDLEGG – EXCEL – ARK:	6
1.3	VEDLEGG – TEKNISKE SPESIFIKASJONAR:	35
1.4	VEDLEGG – REGELVERK:	37
1.5	VEDLEGG – GANTT DIAGRAM:	38
1.6	VEDLEGG – EKSISTERANDE LØYSING FRÅ EVOTEC:	39
1.7	VEDLEGG – VAL AV KONSEPT - KONSEPTLØYSINGAR:	41
1.7.1	Konsept 1 – Indre løysing	41
1.7.2	Konsept 1 – Alternativ 6:	43
1.7.3	Konsept 1 – Alternativ 7:	45
1.7.4	Konsept 1 – Alternativ 8:	47
1.7.5	Konsept 1 – Alternativ 9:	49
1.7.6	Konsept 1 – Alternativ 10:	50
1.7.7	Konsept 1 – Alternativ 11:	52
1.7.8	Konsept 2:	53
1.7.9	Konsept 3:	55
1.7.10	Konsept 4:	56
1.7.11	Konsept 5:	58
1.7.12	Konsept 6:	60
1.7.13	Andre konsept som ikkje har vorte jobba vidare med:	61
1.8	VEDLEGG – INFO SENDT TIL PLANETGIRLEVERANDØRAR:	64
1.9	VEDLEGG – MAILAR MELLOM PLANETGIRLEVERANDØRAR:	68
1.9.1	Brevini Dana:	68
1.9.2	Reggiana Riddutori – Danfoss:	70
1.9.3	Dinamic Oil:	71
1.9.4	Bonfiglioli – Geartech:	72
1.9.5	Wikov/Evotec:	74
1.10	VEDLEGG – UTMATTINGSDATA FOR AKSEL MATERIAL:	76
1.11	VEDLEGG – SPLINE UTREKNINGAR FRÅ EVOTEC:	80
1.12	VEDLEGG – VAL AV MOTOR:	82
1.13	VEDLEGG – SKYPEMØTE OG PLANETGIRKONSEPT:	84
1.14	VEDLEGG – SKRUEBEREKNINGAR:	86
1.14.1	2-delning av girhuset:	86
1.14.2	Planetgiret:	87
1.14.3	Bolting til dekk:	88
1.15	VEDLEGG - MONTERINGSANVISNING:	89
1.16	VEDLEGG – MASKINTEIKNINGAR:	108

1 VEDLEGG – SYMBOLFORKLARING:

Navn:	Symbol:	Enhet:	Navn:	Symbol:	Enhet:
Cont. Torque	M	Nm	Lagerkraft A:	A	N
Cont. Power	P	kW	Lagerkraft B:	B	N
Nom. Speed	n_{nom}	rpm	Max bøyemoment:	M_{b-max}	Nm
Max. Speed	n_{max}	rpm	Result. Bøyemom.	M_{b-res}	Nm
Peak torque	Singel	Nm	Vrimoment (torsjon):	M₁₋₂	Nm
Peak torque	Dual	Nm	Tillatt spenning	σ_{jt}=Re/1.5	N/mm ²
Antall motorar	x		Utmattingsfaktor:	α₀	
Totalutveksling	i_{TOT}		Nød. Diameter	d	mm
Motorturtall	n₁	rpm	Ny avrunda diameter:	d	mm
Turtall ut	n_{ut}	rpm	Ny annet arealmoment:	I₀₁	mm ⁴
Masse (cont. Torque)	m_{nom}	tonn	Ny jevnførnde spenning:	σ_{jt}	N/mm ²
Masse (Peak Torque - Single)	m_{peak}	tonn	Nedbøying tannhjul:	Y_F	mm
Masse (Peak Torque - Dual)	m_{peak}	tonn	Max - tannhjul 3:	Y_{max}	mm
Gravitasjon:	g	m/s ²	Sikkerhetsfaktor:	y/l = 1/3000	
Trommel diameter:	d	m	Tillatt maksimal nedbøying:	y_{max}/l	< 0,000333
Wire diameter:	d	m	Sikkerheit:	n	
Arm:	l	m	Maksimal vinkeldef.		grader
Utveksling:	i		Vinkel ved lager A:	θ_A	rad
Inngrepsvinkel tannhjul:	a	grader	Vinkel ved lager B:	θ_B	rad
Masse:	m_{min}	kg (35t)	Lillediameter:	d₁	mm
Kraft:	F_{min}	N (35t)	Avtrapnings radius (lager b):	r	mm
Moment:	M_{min}	Nm (35t)	Avstand maks moment:	l	m
Modul	m	mm	Fiberretningsfaktor	ψ_F	(tabell)
Tanntal	z₁		Dimensjonsfaktor:	ψ_D	d=55
Diameter	d₁	mm	Overflatefaktor:	ψ_O	slipt

Turtal	n_1	rpm	Reduksjonsfaktor:	η	
Elastisitetsmodul:	E	N/mm ²	Kjervfølsomheit:	η	(tabell)
Flytegrense:	R_e	N/mm ²	Kjervfaktor bøyning:	$\beta_{bøy}$	(tabell)
Bruddfastheit:	R_b	N/mm ²	Kjervfaktor torsjon:	$\beta_{torsjon}$	(tabell)
Utmattingsfastheit brudd:	σ_{F1}	N/mm ²	Strekkspenning:	σ_A	N/mm ²
Utmattingsfastheit pitting:	σ_{HI}	N/mm ²	Torsjonsspenning:	τ_v	N/mm ²
Deling	p	mm	Bøyemoment ved kjerv:	Radiell	Nmm
Delediameter	d_1	mm		Tangentiell	Nmm
Toppdiameter	d_{a1}	mm		Resulterande	Nmm
Bunndiameter	d_{f1}	mm	Bøyespenning (res):	σ_b	N/mm ²
Grunnsirkeldiameter	d_{b1}	mm	Ekvivalent middelvei:	σ_{em}	N/mm ²
Tannhøgde	h_1	mm	Ekvivalent amplitudeverdi:	σ_{ea}	N/mm ²
Topphøgde	h_{a1}	mm	Ekvivalent spenning:	σ_e	N/mm ²
Fothøgde	h_{f1}	mm	Breidda til tannhjul 1:	b_{1-2}	mm
Tanntjukkelse	s	mm	Massa til tannhjul 1:	$m_{tannhjul1}$	kg
Tannbreidde	b_{1-2}	mm	Totalmasse:	m_{TOT1}	kg
Breddefaktor	λ		Kritisk vinkelhastighet:	$\omega_{kritisk1}$	rad/s
Akseavstand	a_{1-2}	mm	Virkelig turtal:	n_1	rpm
Inngrepsvinkel	α	grader	Kritisk turtall:	$n_{kritisk1}$	rpm
Oversetningsforhold	i_{1-2}		Kritisk intervall:	$0,8 \cdot n_{krit}$	rpm
Utvexlingsforhold	u_{1-2}		Kritisk intervall:	$1,2 \cdot n_{krit}$	rpm
Minimumskrav:	$\epsilon_{\alpha\text{-minimum}}$	(høgre di beire)	Moment aksel 1	M_1	Nm
Profiloverdekning	$\epsilon_{\alpha1-2}$		Tangentiell kraft	F_{t1}	N
Overført effekt	P	kW	Avstand A til tannhjul:	a	m
Turtall (o/min)	n_1	rpm	Avstand B til tannhjul:	b	m
Periferihastighet	v_1	m/s	Tangentiell - Lager A:	A_{tan}	N
Lastfaktor	K_l		Tangentiell - Lager B:	B_{tan}	N
Vrimoment	M_1	Nm	Radiell - Lager A:	A_{rad}	N
Fordeling (total tangentiell) - antal gir		stykk	Radiell - Lager B:	B_{rad}	N
Tannkraft - tangentiell	F_{t1}	N	Resulterande lagerkraft:	A_{res}	N
Radialkraft	F_{r1}	N	Resulterande lagerkraft:	B_{res}	N
Resulterande radialkraft	F_{res1}	N	Innerdiameter:	d	mm
Utmattingsfastheit:	σ_{F1}	N/mm ²	Ytterdiameter:	D	mm
Inngrepstallfaktor:	Y_E		Diameter innerring:	F	mm
Tannformfaktor:	Y_F	($z1 = 26$)	Breidde:	B	mm
Bruddspenning:	σ_{brudd}	N/mm ²	Statisk bæretall:	C_0	N
Sikkerhetsfaktor:	S_F		Dynamisk bæretall:	C	N
Utrekna sikkerhetsfaktor:	S_{F1}		Konstant - rullelager:	p	
Materialfaktor:	Z_M	N/mm ²	Ekvivalent lagerbelastning:	P	N
Flankeformfaktor:	Z_H		Levetid (timar):	L_{10h}	timar
Pittingsspenning:	$\sigma_{pitting}$	N/mm ²	Kraft på grunn av vrimoment:	F	N
Sikkerhetsfaktor:	S_H		Kilebreidde:	b_k	mm
Flytegrense:	R_e	N/mm ²	Avstand kile til ytterkant (x2):	$l_{kile\ til\ ytter}$	mm
Bruddfastheit:	R_b	N/mm ²	Antal kilar:	n_{kilar}	stk
Strek - trykk:	0 +/- 440	Utmattingsdata	Kilelengd (valgt):	l_{kile}	mm
Bøyning:	0 +/- 510	Utmattingsdata	Kiledybd i aksel:	h_a	mm
Sikkerhetsfaktor:	n		Kiledybd i nav:	h_n	mm
Tillatt spenning:	σ_{till}	N/mm ²	Flatetrykk aksel:	p_{aksel}	N/mm ²
Densitet:	δ	kg/m ³	Flatetrykk nav:	p_{nav}	N/mm ²
Akseldiameter	d	mm	Skjærspenning:	τ	N/mm ²
Tann 1 - breidde	b_{1-2}	mm	Jamnførende spenning:	σ_{jf}	N/mm ²
Tann 1 - venstre forlengelse	x_1	mm	Tillatt flatetrykk:	$p_{tillatt}$	N/mm ²

Tann 1 - høyre forlengelse	x_2	mm	Sikkerheit aksel:	n_{aksel}	
Lager A - breidde	B_A	mm	Sikkerheit nav:	n_{nav}	
Lager B - breidde	B_B	mm	Sikkerheit mot skjærspenning:	n_t	
Totallengd	l_{tot}	mm	Lillediameter:	d_1	mm
Lengd mellom lager:		mm	Stordiameter (spline):	d_2	mm
Radiell kraft	F_{r1}	N	Pitch:	P	
	D_c	mm	Antal spor:	z	
	$d_c = D_k$	mm	Delediameter:	d	mm
	d_k	mm	Navets lengde:	l	mm
	h	mm	Flatetrykk:	p	N/mm^2

2 VEDLEGG – EXCEL – ARK:

Start parameter - Låste parameter			
Gravitasjon:	g	9,81	m/s ²
Trommel diameter:	d	0,600	m
Wire diameter:	d	0,036	m
Arm:	l	0,318	m
Utteksling:	i	0-35	(lavast mogleg)
Module:	m	0-12	
Inngrepsvinkel tannhjul:	a	20	grader
Masse:	m_{min}	35 000	kg (35t)
Kraft:	F_{min}	343 350	N (35t)
Moment:	M_{min}	109 185	Nm (35t)
Masse:	m_{max}	80 000	kg (80t)
Kraft:	F_{max}	784 800	N (80t)
Moment:	M_{max}	249 566	Nm (80t)

Fart			
Fart - skyting:		20% * Nom.speed	
Fart - hiving:		Nom.speed	
Fart - skyting :	Minimum	60	m/min
		1	m/s
		3,14	rad/s
		30,03	rpm
Fart - hiving:	Minimum	15	rpm
		25,02	rpm
		2,62	rad/s
		0,83	m/s
		50,00	m/min

Fart			
Speed range:		80-120	m/min
80 m/min:		80	m/min
		1,33	m/s
		4,19	rad/s
		40,04	rpm
120 m/min:		120	m/min
		2	m/s
		6,29	rad/s
		60,06	rpm

Sikkerhetsfaktorar

Tannhjul - profiloverdekning	ϵ_{α}	1,2	
Tannhjul - brudd (1,3 - 2,0)	S_F	1,3	
Tannhjul - pitting (1,0 - 1,5)	S_H	1	
Aksel - jevnførende spenning	σ_{jf}	1,5	
Aksel - nedbøying	$y/l = 1/3000$	1,5	
Aksel - vinkeldeformasjon	$\tan \alpha = 0,001$	1,5	
Aksel - utmatting		1,5	
Aksel - kritisk turtall		0,8 - 1,2	
Lager - Full levetid	L_{10h}	112 500	
Lager - Halv levetid	$L_{10h} / 2$	56 250	
Spline - Tillatt flatetrykk	$p_{till} = 40$	1,5	
Kile - flatetrykk aksel	$p_{till} = 750$	4	
Boltar		1	

Tap

Motor		1	
Steg 1 - Tannhjul 1-2		0,97	
Steg 2 - Tannhjul 3-4		0,97	
Steg 3 - Planetgir		0,97	
Lagertap		0,97	

Motordata - EM-PMI375 - T1100

Coolant temperature +40 ° C			
Cont. Torque	M	2100	Nm
Cont. Power	P	176	kW
Nom. Speed	n_{nom}	1200	rpm
Max. Speed	n_{max}	2400	rpm
Peak torque	Singel	2100	Nm
Peak torque	Dual	3270	Nm
Antall motorar	x	4	

Valgte parameter			
Planetgir - Wikov - 1 steg			
Utteksling	i	3,61	
Sylindriske tannhjul - 2 steg			
Modul 1-2	m_{1-2}	8	
Modul 3-4	m_{3-4}	10	
Tannhjul 1	z_1	26	
Tannhjul 2	z_2	68	
Tannhjul 3	z_3	22	
Tannhjul 4	z_4	70	
Tannhjulsbreidde 1-2	b_{1-2}	100	mm
Tannhjulsbreidde 3-4	b_{3-4}	130	mm
Annet			
Lagerlevetid	L_{10h}	112 500	timar
Angrepsvinkel (tann 3 og 4)	β	65	°

Verdiar pga valgte parameter			
Totalutteksling	i_{TOT}	30,04	
Motorturtall	n_1	1 200	rpm
Turtall ut	n_{ut}	40	rpm
Moment inn	M_{inn}	2100	Nm
Moment ut	M_{ut}	252 346,6	Nm
Masse	m	80,89	tonn
Utteksling			
Totalutteksling	i_{TOT}	30,04	
Utteksling planetgir	i_{5-6}	3,61	
Utteksling steg 2	i_{3-4}	3,18	
Utteksling steg 1	i_{1-2}	2,62	

Moment - utteksling - forhold - uten tap			
Moment - 1 - inn	M_1	2 100,0	Nm
Moment - 2-3	M_{2-3}	10 984,62	Nm
Moment - 4-5	M_{4-5}	69 902,10	Nm
Moment - 6 - Ut	M_{ut}	252 346,57	Nm
Moment - utteksling - forhold - med tap			
Moment - 1 - inn	M_1	2 100,0	Nm
Moment - 2-3	M_{2-3}	10 655,08	Nm
Moment - 4-5	M_{4-5}	65 770,88	Nm
Moment - 6 - Ut	M_{ut}	230 309,90	Nm
Masse - med tap	m_{tap}	74	tonn

Resulterende tabell	
Tannhjul 1	
Profiloverdekning	1,71
Tannbrudd	7,03
Pitting og riving	2,22
Aksel 2	
Grovdimensjonering	5,24
Nedbøying	6,10
Vinkeldeformasjon A	7,13
Vinkeldeformasjon B	8,10
Utmatting	3,04
Virkelig turtall	1200,0
Kritisk turtall $0,8 \cdot n_{krit}$	438,21
Kritisk turtall $1,2 \cdot n_{krit}$	657,32
Lager - gjennomsnittslast	
Lager A	150 359
Lager B	358 754
Koblinger - Kile	
Sikkerheit aksel:	12,21
Sikkerheit nav:	8,14
Skjærspenning:	15,40

Resulterende tabell	
Tannhjul 2	
Profiloverdekning	1,71
Tannbrudd	8,4
Pitting og riving	3,6
Tannhjul 3	
Profiloverdekning	1,69
Tannbrudd	2,19
Pitting og riving	1,20
Aksel 2	
Grovdimensjonering	5,63
Nedbøying	18,46
Vinkeldeformasjon A	10,85
Vinkeldeformasjon B	9,95
Utmatting	8,38
Virkelig turtall	458,8
Kritisk turtall $0,8 \cdot n_{krit}$	524,63
Kritisk turtall $1,2 \cdot n_{krit}$	786,94
Lager - gjennomsnittslast	
Lager A	188 414
Lager B	124 048
Koblinger - Spline	
Spline - tannhjul 2	1,60
Spline - tannhjul 3	2,03

Resulterende tabell	
Tannhjul 4	
Profiloverdekning	1,69
Tannbrudd	2,73
Pitting og riving	2,14
Aksel 3	
Grovdimensjonering	3,27
Nedbøying	1,66
Vinkeldeformasjon A	1,78
Vinkeldeformasjon B	1,50
Utmatting	7,32
Virkelig turtall	144,2
Kritisk turtall $0,8 \cdot n_{krit}$	624,20
Kritisk turtall $1,2 \cdot n_{krit}$	936,31
Lager - gjennomsnittslast	
Lager A	272 829
Lager B	175 175
Koblinger - Spline	
Spline - tannhjul 4	1,6
Spline - mot planetgir	1,58

Grove dimensjonar/turtall/utvekslinger

Steg 1

Tannhjul 1 (motor)

Modul	m	8	mm
Tanntal	z₁	26	
Diameter	d₁	208	mm
Turtal	n₁	1200	rpm

Tannhjul 2

Modul	m	8	mm
Tanntal	z₂	68	
Diameter	d₂	544	mm
Utveksling	i₁₋₂	2,62	
Turtal	n₂₋₃	458,8	rpm

Steg 2

Tannhjul 3

Modul	m	10	mm
Tanntal	z₃	22	
Diameter	d₃	220	mm
Turtal	n₂₋₃	458,8	rpm

Tannhjul 4

Modul	m	10	mm
Tanntal	z₄	70	
Diameter	d₄	700	mm
Utveksling	i₃₋₄	3,18	
Turtal	n₄₋₅	144,2	rpm

Steg 3 - Planetgir

Totalutveksling	i	3,61	
Turtall inn	n_{4-5}	144,2	rpm
Turtall ut	n_{ut}	39,95	rpm

Krefter og moment - Grov berekning

Aksel 1 - Tannhjul 1 - Inngående			
Vrimoment (effekt/turtal)	M_1	1 400,56	Nm
Vrimoment (mom/utveks)	M_1	2 100,00	Nm
Turtal	n_1	1200,00	rpm
Diameter	d_1	208	mm
Tangentiell kraft	F_{t1}	20 192	N
Radiell kraft	F_{r1}	7 349	N
Resultant	F_1	21 488	N

Aksel 2 - Tannhjul 2 og 3			
Vrimoment (effekt/turtal)	M_{2-3}	7 326,02	Nm
Vrimoment (mom/utveks)	M_{2-3}	10 984,62	Nm
Turtal	n_{2-3}	458,82	rpm
Diameter	d_2	544	mm
Tangentiell kraft	F_{t2}	20 192	N
Radiell kraft	F_{r2}	7 349	N
Resultant	F_2	21 488	N
Diameter	d_3	220	mm
Tangentiell kraft	F_{t3}	99 860	N
Radiell kraft	F_{r3}	36 346	N
Resultant	F_3	106 269	N

Aksel 3 - Tannhjul 4			
Vrimoment (effekt/turtal)	M_{4-5}	46 620,16	Nm
Vrimoment (mom/utveks)	M_{4-5}	69 902,10	Nm
Turtal	n_{4-5}	144,20	rpm
Diameter	d_4	700	mm
Tangentiell kraft	F_{t4}	99 860	N
Radiell kraft	F_{r4}	36 346	N
Resultant	F_4	106 269	N
Aksel 4 - Planetgir - Utgåande			
Vrimoment - ut	M_{ut}	252 347	Nm
Turtal	n_{ut}	39,95	rpm

Tannhjul - Material			
Material:	Seigherdingsstål 42 CrMo 4		
Elastisitetsmodul:	E	206 000	N/mm ²
Flytegrense:	R_e	650	N/mm ²
Bruddfastheit:	R_b	900 - 1100	N/mm ²
Utmattingsfastheit brudd:	σ_{FI}	350	N/mm ²
Utmattingsfastheit pitting:	σ_{HI}	1360	N/mm ²

Tannhjul 1				Tannhjul 2			
Modul	m	8		Modul	m	8	
Tanntall	z_1	26	tenner	Tanntall	z_2	68	tenner
Deling	p	25,13	mm	Deling	p	25,13	mm
Delediameter	d_1	208	mm	Delediameter	d_2	544,00	mm
Toppdiameter	d_{a1}	224,00	mm	Toppdiameter	d_{a2}	560,00	mm
Bunndiameter	d_{f1}	204,00	mm	Bunndiameter	d_{f2}	524,00	mm
Grunnsirkeldiameter	d_{b1}	195,46	mm	Grunnsirkeldiameter	d_{b2}	511,19	mm
Tannhøgde	h_1	18,00	mm	Tannhøgde	h_2	18,00	mm
Topphøgde	h_{a1}	8,00	mm	Topphøgde	h_{a2}	8,00	mm
Fothøgde	h_{f1}	10,00	mm	Fothøgde	h_{f2}	10,00	mm
Tanntjukkelse	s	12,57	mm	Tanntjukkelse	s	12,57	mm
Tannbreidde	b_{1-2}	100,00	mm	Tannbreidde	b_{1-2}	100,00	mm
Breddefaktor	λ			Breddefaktor	λ		
Akseavstand	a_{1-2}	376	mm	Akseavstand	a_{1-2}	376	mm
Inngrepsvinkel	α	20	grader	Inngrepsvinkel	α	20	grader
Oversetningsforhold	i_{1-2}	2,62		Oversetningsforhold	i_{1-2}	2,62	
Utvexlingsforhold	u_{1-2}	2,62		Utvexlingsforhold	u_{1-2}	2,62	
Minimumskrav:	$\epsilon_{s-\text{minimum}}$	1,2	(høgre di beire)	Minimumskrav:	$\epsilon_{s-\text{minimum}}$	1,2	(høgre di beire)
Profiloverdekning	$\epsilon_{\alpha 1-2}$	1,712		Profiloverdekning	$\epsilon_{\alpha 1-2}$	1,712	
Overført effekt	P	176 000	kW	Overført effekt	P	352 000	kW
Turtall (α/min)	n_1	1200,0	rpm	Turtall (α/min)	n_2	458,8	rpm
Periferihastighet	v_1	13,069	m/s	Periferihastighet	v_2	13,069	m/s
Lastfaktor	K_1	1,25		Lastfaktor	K_1	1,25	
Vrimoment	M_1	2100,00	Nm	Vrimoment	M_{2-3}	10984,62	Nm
Fordeling (total tangentiell) - antal gir		1	stykk	Fordeling (total tangentiell) - antal gir		2	stykk
Tannkraft - tangentiell	F_{t1}	25 240,38	N	Tannkraft - tangentiell	F_{t2}	25 240,38	N
Radialkraft	F_{r1}	9 186,75	N	Radialkraft	F_{r2}	9 186,75	N
Resulterende radialkraft	F_{res1}	26 860,26	N	Resulterende radialkraft	F_{res2}	26 860,26	N
Sikkerheit mot tannbrudd:				Sikkerheit mot tannbrudd:			
Utmattingsfastheit:	σ_{FI}	350	N/mm ²	Utmattingsfastheit:	σ_{FI}	350	N/mm ²
Inngrepstallfaktor:	Y_E	0,584		Inngrepstallfaktor:	Y_E	0,584	
Tannformfaktor:	Y_F	2,70	($z_1 = 26$)	Tannformfaktor:	Y_F	2,26	($z_2 = 68$)
Bruddspenning:	σ_{brudd}	49,75	N/mm ²	Bruddspenning:	σ_{brudd}	41,64	N/mm ²
Sikkerheitsfaktor:	S_F	1,3 - 2,0	Intermittent drift	Sikkerheitsfaktor:	S_F	1,3 - 2,0	Intermittent drift
Utrekna sikkerheitsfaktor:	S_{F1}	7,03		Utrekna sikkerheitsfaktor:	S_{F2}	8,40	
Sikkerheit mot pitting:				Sikkerheit mot pitting:			
Elastisitetsmodul:	E	206 000	N/mm ²	Elastisitetsmodul:	E	206 000	N/mm ²
Utmattingsfastheit:	σ_{HI}	1360	N/mm ²	Utmattingsfastheit:	σ_{HI}	1360	N/mm ²
Materialfaktor:	Z_H	268,51	N/mm ²	Materialfaktor:	Z_H	268,51	N/mm ²
Flankeformfaktor:	Z_{H1}	1,76		Flankeformfaktor:	Z_{H1}	1,76	
Pittingsspenning:	$\sigma_{pitting}$	613,44	N/mm ²	Pittingsspenning:	$\sigma_{pitting}$	379,32	N/mm ²
Sikkerheitsfaktor:	S_H	1,0 - 1,5	Intermittent drift	Sikkerheitsfaktor:	S_H	1,0 - 1,5	Intermittent drift
Sikkerheitsfaktor:	S_{H1}	2,22		Sikkerheitsfaktor:	S_{H2}	3,59	

Tannhjul 3				Tannhjul 4			
Modul	m	10		Modul	m	10	
Tannntall	z_3	22	tenner	Tannntall	z_4	70	tenner
Deling	p	31,42	mm	Deling	p	31,42	mm
Delediameter	d_3	220	mm	Delediameter	d_4	700	mm
Toppdiameter	d_{a3}	240,00	mm	Toppdiameter	d_{a4}	720,00	mm
Bunndiameter	d_{f3}	195,00	mm	Bunndiameter	d_{f4}	675,00	mm
Grunnsirkeldiameter	d_{b3}	206,73	mm	Grunnsirkeldiameter	d_{b4}	657,78	mm
Tannhøgde	h_3	22,50	mm	Tannhøgde	h_4	22,50	mm
Toppdiameter	h_{a3}	10,00	mm	Toppdiameter	h_{a4}	10,00	mm
Fothøgde	h_{f3}	12,50	mm	Fothøgde	h_{f4}	12,50	mm
Tannthjukkelse	s	15,71	mm	Tannthjukkelse	s	15,71	mm
Tannbredde	b_{3-4}	130,00	mm	Tannbredde	b_{3-4}	130,00	mm
Breddefaktor	λ			Breddefaktor	λ		
Akseavstand	a_{3-4}	460	mm	Akseavstand	a_{3-4}	460	mm
Inngrepvinkel	α	20	grader	Inngrepvinkel	α	20	grader
Översetningsforhold	i_{3-4}	3,18		Översetningsforhold	i_{3-4}	3,18	
Utvexlingsforhold	u_{3-4}	3,18		Utvexlingsforhold	u_{3-4}	3,18	
Minimumskrav:	$\epsilon_{c-minimum}$	1,2	(högre di beire)	Minimumskrav:	$\epsilon_{c-minimum}$	1,2	(högre di beire)
Profiloverdekning	$\epsilon_{\alpha 3-4}$	1,694		Profiloverdekning	$\epsilon_{\alpha 3-4}$	1,694	
Överfört effekt	P	352 000	kW	Överfört effekt	P	704 000	kW
Turtall (ω_{min})	n_3	458,8	rpm	Turtall (ω_{min})	n_4	144,2	rpm
Periferihastighet	v_3	5,285	m/s	Periferihastighet	v_4	5,285	m/s
Lastfaktor	K_1	1,25		Lastfaktor	K_1	1,25	
Vrimoment	M_{2-3}	10984,62	Nm	Vrimoment	M_{4-5}	69 902	Nm
Fordeling (total tangentiell) - antal gir		1	stykk	Fordeling (total tangentiell) - antal gir		2	stykk
Tannkraft - tangentiell	F_{t3}	124 825,17	N	Tannkraft - tangentiell	F_{t4}	124 825,17	N
Radialkraft	F_{r3}	45 432,65	N	Radialkraft	F_{r4}	45 432,65	N
Resultierende radialkraft	F_{res3}	132 836,18	N	Resultierende radialkraft	F_{res4}	132 836,18	N
Sikkerheit mot tannbrudd:				Sikkerheit mot tannbrudd:			
Utmattingsfastheit:	σ_{FI}	350	N/mm ²	Utmattingsfastheit:	σ_{FI}	350	N/mm ²
Inngrepstallfaktor:	Y_E	0,590		Inngrepstallfaktor:	Y_E	0,590	
Tannformfaktor:	Y_F	2,82	($z_3 = 22$)	Tannformfaktor:	Y_F	2,26	($z_4 = 70$)
Bruddspenning:	σ_{brudd}	159,83	N/mm ²	Bruddspenning:	σ_{brudd}	128,09	N/mm ²
Sikkerheitsfaktor:	S_F	1,3 - 2,0	Intermittent drift	Sikkerheitsfaktor:	S_F	1,3 - 2,0	Intermittent drift
Utrekna sikkerheitsfaktor:	S_{F3}	2,19		Utrekna sikkerheitsfaktor:	S_{F4}	2,73	
Sikkerheit mot pitting:				Sikkerheit mot pitting:			
Elastisitetsmodul:	E	206 000	N/mm ²	Elastisitetsmodul:	E	206 000	N/mm ²
Utmattingsfastheit:	σ_{HI}	1360	N/mm ²	Utmattingsfastheit:	σ_{HI}	1360	N/mm ²
Materialfaktor:	Z_H	268,51	N/mm ²	Materialfaktor:	Z_H	268,51	N/mm ²
Flankeformfaktor:	Z_H	1,76		Flankeformfaktor:	Z_H	1,76	
Pittingsspenning:	$\sigma_{pitting}$	1134,39	N/mm ²	Pittingsspenning:	$\sigma_{pitting}$	635,95	N/mm ²
Sikkerheitsfaktor:	S_H	1,0 - 1,5	Intermittent drift	Sikkerheitsfaktor:	S_H	1,0 - 1,5	Intermittent drift
Sikkerheitsfaktor:	S_{H3}	1,20		Sikkerheitsfaktor:	S_{H4}	2,14	

Akslinger - Material

Material:	EN 1.4418	S165M	
Elastisitetsmodul:	E	210 000	N/mm ²
Flytegrense:	Re	750	N/mm ²
Bruddfasthet:	Rb	900 - 1100	N/mm ²
Strek - trykk:	0 +/- 440	350 +/- 350	Utmattingsdata
Bøying:	0 +/- 510	410 +/- 410	Utmattingsdata
Sikkerhetsfaktor:	n	1,5	
Tillatt spenning:	σ_{till}	500,00	N/mm ²
Densitet:	δ	7800	kg/m ³

Aksel 1 - Motoraksling

Lengder og dimensjoner

Akseldiameter	d	55,00	mm
Tann 1 - bredde	b ₁₋₂	100,00	mm
Tann 1 - venstre forlengelse	x ₁	40	mm
Tann 1 - høyre forlengelse	x ₂	178	mm
Lager A - bredde	B _A	18	mm
Lager B - bredde	B _B	40	mm
Totallengd	l _{tot}	376,00	mm
Lengd mellom lager:		318,00	mm

Momentbetraktning av kvar kraftkomponent

Avstand A til tannhjul:	a	0,099	m
Avstand B til tannhjul:	b	0,248	m
Total lengd på aksel:	l	0,347	m
Radiell			
Radiell kraft	F _{r1}	9 187	N
Lagerkraft A:	A	6 566	N
Lagerkraft B:	B	2 621	N
Max bøyemoment:	M _{b-max}	650	Nm
Tangentiell			
Tangentiell kraft	F _{t1}	25 240	N
Lagerkraft A:	A	18 039	N
Lagerkraft B:	B	7 201	N
Max bøyemoment:	M _{b-max}	1 786	Nm

Grovdimensjonering			
Torsjonsspenning og bøyespenning			
Resultat. Bøyemom.	M_{b-res}	1 900	Nm
Vrimoment (torsjon):	M_{1-2}	2 100	Nm
Tillatt spenning	$\sigma_{jf}=Re/1.5$	500,00	N/mm ²
Utmattingsfaktor:	α_0	0,75	
Nød. Diameter	d	36,26	mm
Ny avrunda diameter:	d	55,00	mm
Ny annet arealmoment:	I_{01}	449 180	mm ⁴
Ny jevnførrende spenning:	σ_{jf}	143,22	N/mm ²
Sikkerhetsfaktor:	n	5,24	
Skjærspenning			
Max skjærspenning (lager B)	τ_Q	8,08	N/mm ²
Nedbøying			
Avstand A til tannhjul:	l_1	0,099	m
Avstand B til tannhjul:	l_2	0,248	m
Totallengd:	l_{tot}	0,347	m
Nedbøying tannhjul:	y_F	0,00000551	mm
Max - tannhjul 3:	y_{max}	0,00001895	mm
Sikkerhetsfaktor:	$y/l = 1/3000$	0,000333333	
Tillatt maksimal nedbøying:	y_{max}/l	0,00005462	< 0,000333
Sikkerheit:	n	6,10	

Vinkeldeformasjon ved lager A og B			
Maksimal vinkeldef.		0,057	grader
Vinkel ved lager A:	θ_A	0,000140	rad
		0,0080	< 0,057°
Vinkel ved lager B:	θ_B	0,000123	rad
		0,0071	< 0,057°

Utmatting - kilespor midt på tannhjul 1			
Lillediameter:	d_1	55,00	mm
Tann 1 - venstre forlengelse	x_1	40	mm
Tann 1 - høyre forlengelse	x_2	178	mm
Avtrapnings radius (lager b):	r	2	mm
Avstand maks moment:	l		m
Fiberretningsfaktor	ν_f	1	(tabell)
Dimensjonsfaktor:	ν_D	0,82	d=55
Overflatefaktor:	ν_o	0,93	slipt
Reduksjonsfaktor:	ν	0,76	
Reduserte forhold:	$0 \pm$	388,93	Bøying
	$410 \pm$	312,67	
Kjervfølsomhet:	η	0,84	(tabell)
r/d		0,036	mm
Kjervfaktor bøying:	$\beta_{bøying}$	2,20	(tabell)
Kjervfaktor torsjon:	$\beta_{torsjon}$	1,60	(tabell)
Strekkspenning:	σ_A	0,00	N/mm ²
Torsjonsspenning:	τ_v	64,28	N/mm ²
Bøyemoment ved kjerv:	Radiell	325	Nmm
	Tangentiell	893	Nmm
	Resulterande	950	Nmm
Bøyespenning (res):	σ_b	58,18	N/mm ²
Ekvivalent middelerverdi:	σ_{em}	64,28	N/mm ²
Ekvivalent amplitudeverdi:	σ_{ea}	127,99	N/mm ²
Ekvivalent spenning:	σ_e	64,28 \pm 104,44	N/mm ²
Sikkerheit:	n	3,04	

Kritisk turtall			
Densitet stål:	δ	7800	kg/m ³
Massa til akselen:	m_{aksel}	6,43	kg
Masse - tannhjul 1			
Breidda til tannhjul 1:	b_{1-2}	100	mm
Massa til tannhjul 1:	$m_{tannhjul1}$	26,50	kg
Totalmasse:	m_{TOT1}	32,93	kg
Kritisk vinkelhastighet:	$\omega_{kritisk1}$	57,36	rad/s
Virkelig turtall:	n_1	1200	rpm
Kritisk turtall:	$n_{kritisk1}$	547,76	rpm
Kritisk intervall:	$0,8 \cdot n_{krit}$	438,21	rpm
Kritisk intervall:	$1,2 \cdot n_{krit}$	657,32	rpm

Aksel 2			
Lengder og dimensjonar			
Aksel diameter	d	100,00	mm
Spline diameter	d_{spline}	120,00	mm
Tann 2 - breidde	b_{1-2}	100	mm
Tann 3 - breidde	b_{3-4}	130	mm
Tann 2 - venstre forlengelse	x_1	40	mm
Tann 3 - venstre forlengelse	x_2	8	mm
Tann 3 - høgre forlengelse	x_3	40	mm
Lager A - breidde	B_A	34	mm
Lager B - breidde	B_B	47	mm
Totallengd (+ segerring)	l_{tot}	399,00	mm
Lengd mellom lager:		318	mm
Momentbetraktning av kvar kraftkomponent			
Avstand A og tannhjul 2:	a	0,107	m
Avstand B og tannhjul 3:	b	0,129	m
Avstand tannhjul 2 og 3:	c	0,123	m
Radiell			
Radiell kraft	F_{r2}	9 187	N
Radiell kraft	F_{r3}	45 433	N
Lagerkraft A:	A	16 285	N
Lagerkraft B:	B	29 148	N
Max bøyemoment:	$M_{b-\text{max}}$	3 746	Nm
Tangentiell			
Tangentiell kraft	F_{t2}	25 240	N
Tangentiell kraft	F_{t3}	124 825	N
Lagerkraft A:	A	44 742	N
Lagerkraft B:	B	80 083	N
Max bøyemoment:	$M_{b-\text{max}}$	10 291	Nm

Grovdimensjonering			
Torsjonsspenning og bøyespenning			
Resultat. Bøyemom:	M_{b-res}	10 951	Nm
Vrimoment (torsjon):	M_{2-3}	10 985	Nm
Tillatt spenning	$\sigma_{jf}=Re/1.5$	500,00	N/mm ²
Utmattingsfaktor:	α_0	0,75	
Nød. Diameter	d	64,33	mm
Ny valt diameter:	d	100,00	mm
Ny annet arealmoment:	I_{01}	4 908 739	mm ⁴
Ny jevnførrende spenning:	σ_{jf}	133,13	N/mm ²
Sikkerhetsfaktor:	n	5,63	
Skjærspenning			
Max skjærspenning (lager B)	τ_Q	10,85	N/mm ²
Nedbøying			
Avstand tannhjul 2 og 3:	c	0,123	m
Avstand A og tannhjul 2:	a	0,107	m
Avstand A og tannhjul 3:	l_1	0,23	m
Avstand B og tannhjul 3:	l_2	0,129	m
Totallengd:	l_{tot}	0,359	m
Nedbøying tannhjul 3:	y_F	0,00000173	mm
Max - tannhjul 3:	y_{max}	0,00000647	mm
Sikkerhetsfaktor:	$y/l = 1/3000$	0,00033333	
Tillatt maksimal nedbøying:	y_{max}/l	0,00001805	< 0,000333
Sikkerheit:	n	18,46	

Vinkeldeformasjon ved lager A og B			
Maksimal vinkeldef.		0,057	grader
Vinkel ved lager A:	θ_A	0,000092	rad
		0,0053	< 0,057°
Vinkel ved lager B:	θ_B	0,000100	rad
		0,0057	< 0,057°

Utmatting - avtrapping ved lager B			
Lillediameter:	d_1	100,00	mm
Storediameter (spline):	d_2	120,00	mm
Tann 2 - venstre forlengelse	x_1	40	mm
Tann 3 - venstre forlengelse	x_2	8	mm
Tann 3 - høyre forlengelse	x_3	40	mm
Breidd på lager A	B_A	34	mm
Breidd på lager B	B_B	47	mm
Avtrappings radius (lager b):	r	2,5	mm
Avstand maks moment:	l	23,5	mm
Fiberretningsfaktor	η_F	1	(tabell)
Dimensjonsfaktor:	η_D	0,76	d=100
Overflatefaktor:	η_O	0,96	finslipt
Reduksjonsfaktor:	η	0,7296	
Reduserte forhold:	0 +/-	372,10	Bøying
	410 +/-	299,14	
Kjervfølsomhet:	η	0,84	(tabell)
r/d		0,0250	mm
D/d		1,2000	
Formfaktor bøying:	$\alpha_{bøying}$	2,4	(tabell)
Kjervfaktor bøying:	$\beta_{bøying}$	2,18	
Formfaktor torsjon:	$\alpha_{torsjon}$	1,87	(tabell)
Kjervfaktor torsjon:	$\beta_{torsjon}$	1,73	
Strekkspenning:	σ_A	0,00	N/mm ²
Torsjonsspenning:	τ_v	0,00	N/mm ²
Bøyemoment ved kjerv:	Radiell	684 975	Nmm
	Tangentiell	1 881 953	Nmm
	Resulterende	2 002 732	Nmm
Bøyespenning (res):	σ_b	20,40	N/mm ²
Ekvivalent middelerdi:	σ_{em}	0,00	N/mm ²
Ekvivalent amplitudeverdi:	σ_{ea}	44,39	N/mm ²
Ekvivalent spenning:	σ_e	0 +/- 44,18	N/mm ²
Sikkerheit:	n	8,38	

Kritisk turtall			
Densitet stål:	δ	7800	kg/m ³
Massa til akselen:	m_{aksel}	21,96	kg
Masse 1 - tannhjul 3			
Breidda til tannhjul 3:	b_{3-4}	0,130	m
Massa til tannhjul 3:	$m_{\text{tannhjul3}}$	30,58	kg
Totalmasse (3):	m_{TOT3}	41,56	kg
Kritisk vinkelhastighet:	ω_{kritisk3}	160,74	rad/s
Kritisk turtall:	n_{kritisk3}	1534,98	rpm
Masse 2 - tannhjul 2			
Breidda til tannhjul 2:	b_{1-2}	0,100	mm
Massa til tannhjul 2:	$m_{\text{tannhjul2}}$	175,17	kg
Totalmasse (2):	m_{TOT2}	186,15	kg
Kritisk vinkelhastighet:	ω_{kritisk2}	75,95	rad/s
Kritisk turtall:	n_{kritisk2}	725,31	rpm
Samla kritisk turtall med 2 masser			
Virkeleg turtall:	n_{2-3}	458,8	rpm
Dunkerleys:		0,0000023253	
Dunkerleys:	n_{krit}	655,78	rpm
Kritisk intervall:	$0,8 \cdot n_{\text{krit}}$	524,63	rpm
Kritisk intervall:	$1,2 \cdot n_{\text{krit}}$	786,94	rpm

Aksel 3

Lengder og dimensjonar

Aksel diameter	d	130,00	mm
Spline diameter - tann 4	d_{spline}	150,00	mm
Spline diameter - ut	d_{ut}	130,00	mm
Tann 4 - breidde	b_{3-4}	130	mm
Tann 4 - høgre forlengelse	x_1	40	mm
Lager A - breidde	B_A	40	mm
Lager B - breidde	B_B	64	mm
Lengd på avtrapping	l_1	35	mm
Lager A og avtrapping	l_2	110	mm
Totalleng (+segerring)	l_{tot}	419,00	
Lengd mellom lager:		315	mm

Momentbetraktning av kvar kraftkomponent

Avstand A og tannhjul 4:	a	0,23	m
Avstand B og tannhjul 4:	b	0,137	m
Avstand tannhjul 4 og 5:	c		m
Vinkel β	β	65	°

Radiell

Radiell kraft	F_{r4}	45 433	N
X-komponent (2 motkrefter)	F_{r4-x}	0	N
Y-komponent	F_{r4-y}	38 401	N
Lagerkraft A:	A	14 335	N
Lagerkraft B:	B	24 066	N
Max bøyemoment:	$M_{b-\text{max}}$	3 297	Nm

Tangentiell

Tangentiell kraft	F_{t4}	124 825	N
X-komponent	F_{t4-x}	226 260	N
Y-komponent (2 motkrefter)	F_{t4-y}	0	N
Lagerkraft A:	A	84 462	N
Lagerkraft B:	B	141 798	N
Max bøyemoment:	$M_{b-\text{max}}$	19 426	Nm

Grovdimensjonering			
Torsjonsspenning og bøyespenning			
Resultat. Bøyemom.	M_{b-res}	19 704	Nm
Vrimoment	M_{4-5}	69 902	Nm
Tillatt spenning	$\sigma_{jf}=Re/1,5$	500,00	N/mm ²
Utmatningsfaktor:	α_0	0,75	
Nød. Diameter	d	100,28	mm
Ny valt diameter:	d	130,00	mm
Ny annet arealmoment:	I_{01}	14 019 848	mm ⁴
Ny jevnførnde spenning:	σ_{jf}	229,47	N/mm ²
Sikkerhetsfaktor:	n	3,27	
Skjærspenning			
Max skjærspenning (lager B)	τ_Q	10,84	N/mm ²
Nedbøying			
Avstand A og tannhjul 4:	a	230	mm
Avstand B og tannhjul 4:	b	137	mm
Avstand tannhjul 4 og 5:	c		mm
Totallengd:	l_{tot}	367	mm
Resulterende kraft	F_{res}	229 495,70	N
Nedbøying tannhjul 4:	u_{max}	0,07367	mm
Sikkerhetsfaktor:	$u/l = 1/3000$	0,000333	
Tillatt maksimal nedbøying:	u_{max}/l	0,000201	< 0,000333
Sikkerheit:	n	1,66	
Vinkeldeformasjon ved lager A og B			
Maksimal vinkeldef.		0,057	grader
Vinkel ved lager A:	φ_A	0,000562	rad
		0,0322	< 0,057°
Vinkel ved lager B:	φ_B	0,000666	rad
		0,0381	< 0,057°

Utmatting			
Lillediameter:	d_1	130,00	mm
Storediameter:	d_2	150,00	mm
Avtrapnings radius:	R	2,5	mm
Avstand maks bøyemoment	l	0,032	m
Fiberretningsfaktor	η_F	1	(tabell)
Dimensjonsfaktor:	η_D	0,73	$d=140$
Overflatefaktor:	η_O	0,93	slipt
Reduksjonsfaktor:	η	0,6789	
Reduserte forhold:	$0 \pm$	346,24	Bøying
	$410 \pm$	278,35	
Kjervfølsomheit:	η	0,84	(tabell)
r/d		0,0192	mm
D/d		1,1538	
Formfaktor bøying:	$\alpha_{bøying}$	2,45	(tabell)
Kjervfaktor bøying:	$\beta_{bøying}$	2,22	
Formfaktor torsjon:	$\alpha_{torsjon}$	1,87	(tabell)
Kjervfaktor torsjon:	$\beta_{torsjon}$	1,73	
Strekkespenning:	σ_A	0,00	N/mm ²
Torsjonsspenning:	τ_v	162,04	N/mm ²
Bøyemoment ved kjerv:	Radiell	770 119	Nmm
	Tangentiell	4 537 531	Nmm
	Resulterande	4 602 421	Nmm
Bøyespenning (res):	σ_b	21,34	N/mm ²
Ekvivalent middelverdi:	σ_{em}	162,04	N/mm ²
Ekvivalent amplitudeverdi:	σ_{ea}	47,33	N/mm ²
Ekvivalent spenning:	σ_e	129,74 \pm 33,2	N/mm ²
Sikkerheit:	n	7,32	

Kritisk turtall			
Densitet stål:	δ	7800	kg/m ³
Massa til akselen:	m_{aksel}	38,00	kg
Masse 1 - tannhjul 4			
Breidda til tannhjul 4:	b_{3-4}	130	mm
Massa til tannhjul 4:	$m_{tannhjul4}$	390,23	kg
Totalmasse:	m_{TOT4}	428,23	kg
Kritisk vinkelhastighet:	$\omega_{kritisk4}$	81,71	rad/s
Kritisk turtall:	$n_{kritisk4}$	780	rpm
Virkeleg turtal:	n_{4-5}	144	rpm
Kritisk intervall:	$0,8 \cdot n_{krit}$	624	rpm
Kritisk intervall:	$1,2 \cdot n_{krit}$	936	rpm

Driftsprofil - Lagerberegning

Max load pull	80 ton	785	kN
Life time request		112 500	hours
Duty calculation			
Winch load	40% last	314	kN
Duty calculation		85	%
Winch load	75% last	589	kN
Duty		10	%
Winch load	100% last	785	kN
Duty		5	%
Gjennomsnittslast	F_{gjen}	365	kN
Lastfaktor	K_l	1,25	
Ny gjennomsnittslast	F_{gjen}	456	kN
Moment ut	M_{ut}	145 060,47	Nm

Lager - Aksling 1			
Moment aksel 1	M_1	1 207,18	Nm
Tangentiell kraft	F_{t1}	11 607,47	N
Radiell kraft	F_{r1}	4 224,77	N
Avstand A til tannhjul:	a	0,099	m
Avstand B til tannhjul:	b	0,248	m
Tangentiell - Lager A:	A_{tan}	3 311,64	N
Tangentiell - Lager B:	B_{tan}	8 295,83	N
Radiell - Lager A:	A_{rad}	1 205,34	N
Radiell - Lager B:	B_{rad}	3 019,44	N
Resultierende lagerkraft:	A_{res}	3 524,18	N
Resultierende lagerkraft:	B_{res}	8 828,24	N
Lager A - NJ 1011 ECP			
Akseldiameter:	d	55,00	
Turtall:	n_{1-2}	1200,0	rpm
Innerdiameter:	d	55,00	mm
Ytterdiameter:	D	90	mm
Diameter innerring:	F	64,5	mm
Breidde:	B	18	mm
Statisk bæretall:	C_0	69 500	N
Dynamisk bæretall:	C	57 200	N
Konstant - rullelager:	p	3,33	
Ekvivalent lagerbelastning:	P	3 524,18	N
Levetid (timar):	L_{10h}	150 358,91	timar
Lager B - NUP 2310 ECP			
Akseldiameter:	d	50,00	
Turtall:	n_{1-2}	1200,0	rpm
Innerdiameter:	d	50,00	mm
Ytterdiameter:	D	110	mm
Diameter innerring:	F	65	mm
Breidde:	B	40	mm
Statisk bæretall:	C_0	186 000	N
Dynamisk bæretall:	C	186 000	N
Ekvivalent lagerbelastning:	P	8 828,24	N
Konstant - rullelager:	p	3,33	
Levetid (timar):	L_{10h}	358 754,43	timar

Lager - Aksling 2			
Moment aksel 2	M_{2-3}	6 314,46	Nm
Tangentiell kraft	F_{t3}	57 404,22	N
Radiell kraft	F_{r3}	20 893,43	N
Avstand A og tannhjul 2:	a	0,107	m
Avstand B og tannhjul 3:	b	0,1285	m
Avstand tannhjul 2 og 3:	c	0,123	m
Tangentiell - Lager A:	A_{tan}	20 575,85	N
Tangentiell - Lager B:	B_{tan}	36 828,37	N
Radiell - Lager A:	A_{rad}	7 489,00	N
Radiell - Lager B:	B_{rad}	13 404,43	N
Resultierende lagerkraft:	A_{res}	21 896,36	N
Resultierende lagerkraft:	B_{res}	39 191,93	N
Lager A - NUP 220 ECP			
Akseldiameter:	d	100,00	
Turtall:	n_{2-3}	458,8	rpm
Innerdiameter:	d	100,00	mm
Ytterdiameter:	D	180	mm
Diameter innerring:	F	127	mm
Breidde:	B_A	34	mm
Lagerradius (r-1,2,3,4)	$r_{1,2}$	2,1	mm
Innbygningsradius (a,b)	$r_{a,b}$	2	mm
Statisk bæretall:	C_0	305 000	N
Dynamisk bæretall:	C	285 000	N
Konstant - rullelager:	p	3,33	
Ekvivalent lagerbelastning:	P	21 896,36	N
Levetid (timar):	L_{10h}	188 413,77	timar

Lager B - NUP 320 ECJ			
Akseldiameter:	d	100,00	
Turtall:	n_{2-3}	458,8	rpm
Innerdiameter:	d	100,00	mm
Ytterdiameter:	D	215	mm
Diameter innerring:	F	139	mm
Breidde:	B_B	47	mm
Lagerradius (r-1,2,3,4)	$r_{1,2}$	3	mm
Innbygningsradius (a,b)	$r_{a,b}$	2,5	mm
Statisk bæretall:	C_0	440 000	N
Dynamisk bæretall:	C	450 000	N
Ekvivalent lagerbelastning:	P	39 191,93	N
Konstant - rullelager:	p	3,33	
Levetid (timar):	L_{10h}	124 047,82	timar

Lager - Aksling 3			
Moment aksel 3	M_{4-5}	40 182,96	Nm
Tangentiell kraft	F_{t4}	57 404,22	N
Radiell kraft	F_{r3}	20 893,43	N
Avstand A og tannhjul 4:	a	0,23	m
Avstand B og tannhjul 4:	b	0,137	m
Avstand tannhjul 4 og 5:	c		m
Vinkel β	β	65	°
Radiell			
X-komponent (2 motkrefter)	F_{r4-x}	0	N
Y-komponent	F_{r4-y}	29 548	N
Radiell - Lager A:	A_{rad}	11 030	N
Radiell - Lager B:	B_{rad}	18 518	N
Tangentiell			
X-komponent	F_{t4-x}	104 052	N
Y-komponent (2 motkrefter)	F_{t4-y}	0	N
Tangentiell - Lager A:	A_{tan}	38 842	N
Tangentiell - Lager B:	B_{tan}	65 210	N
Resultierende lagerkraft			
Resultierende lagerkraft:	A_{res}	40 377,98	N
Resultierende lagerkraft:	B_{res}	67 787,85	N

Lager A - NUP 226 ECP			
Akseldiameter:	d	130,00	
Turtall:	n₄₋₅	144,2	rpm
Innerdiameter:	d	130,00	mm
Ytterdiameter:	D	230	mm
Diameter innerring:	F	164	mm
Breidde:	B_A	40	mm
Lagerradius (r-1,2,3,4)	r_{1,2}	3	mm
Innbygningsradius (a,b)	r_{a,b}	2,5	mm
Statisk bæretall:	C₀	455 000	N
Dynamisk bæretall:	C	415 000	N
Konstant - rullelager:	p	3,33	
Ekvivalent lagerbelastning:	P	40 377,98	N
Levetid (timar):	L_{10h}	272 828,80	timar
Lager B - NUP 2226 ECP			
Akseldiameter:	d	130,00	
Turtall:	n₄₋₅	144,2	rpm
Innerdiameter:	d	130,00	mm
Ytterdiameter:	D	230	mm
Diameter innerring:	F	164	mm
Breidde:	B_B	64	mm
Lagerradius (r-1,2,3,4)	r_{1,2}	3	mm
Innbygningsradius (a,b)	r_{a,b}	2,5	mm
Statisk bæretall:	C₀	735 000	N
Dynamisk bæretall:	C	610 000	N
Konstant - rullelager:	p	3,33	
Ekvivalent lagerbelastning:	P	67 787,85	N
Levetid (timar):	L_{10h}	175 174,86	timar

Kile 1:			
Akseldiameter:	d	50,00	mm
Vrimoment:	M_1	2100,00	Nm
Kraft på grunn av vrimoment	F	84 000,00	N
Kilebreidde:	b_k	16	mm
Breidde på tannhjul:	b_t	100	mm
Forlengelse tannhjul (x2):	$l_{\text{forlengelse}}$	40	mm
Total breidde på tannhjul:	$b_{t \text{ total}}$	140	mm
Avstand kile til ytterkant (x2)	$l_{\text{kile til ytter}}$	10	mm
Antal kilar:	n_{kilar}	2	stk
Kilelengd (valgt):	l_{kile}	114	mm
Kiledybde i aksel:	h_a	6	mm
Kiledybde i nav:	h_n	4	mm
Flatetrykk aksel:	p_{aksel}	61,40	N/mm ²
Flatetrykk nav:	p_{nav}	92,11	N/mm ²
Skjærspenning:	τ	18,75	N/mm ²
Jamnførende spenning:	σ_{jf}	32,48	N/mm ²
Tillatt flatetrykk:	p_{tillatt}	750	N/mm ²
Sikkerheit aksel:	n_{aksel}	12,21	
Sikkerheit nav:	n_{nav}	8,14	
Sikkerheit mot skjærspenning	n_{τ}	15,40	

Spline - Tannhjul 2 (Konstruksjonselement)			
Lillediameter:	d_1	100,00	mm
Storediameter (spline):	d_2	120,00	mm
Pitch:	P	10/20	
Anntall spor:	z	38	
Delediameter:	d	96,52	mm
	D_c	98,53	mm
	$d_c = D_k$	93,98	mm
	d_k	99,06	mm
	h	2,275	mm
Navets lengde:	l	140	mm
Tillatt flatetrykk:	p_{tillatt}	40	N/mm ²
Flatetrykk:	p	25,08	N/mm ²
Sikkerheit:	n	1,60	
Spline - Tannhjul 3 (Konstruksjonselement)			
Lillediameter:	d_1	100,00	mm
Storediameter (spline):	d_2	120,00	mm
Pitch:	P	10/20	
Anntall spor:	z	38	mm
Delediameter:	d	96,52	mm
	D_c	98,53	mm
	$d_c = D_k$	93,98	mm
	d_k	99,06	mm
	h	2,275	mm
Navets lengde:	l	178	mm
Tillatt flatetrykk:	p_{tillatt}	40	N/mm ²
Flatetrykk:	p	19,72	N/mm ²
Sikkerheit:	n	2,03	

Skrueberegninger - Tiltrekningsmoment			
2-delings av girhuset			
Bolt - dimensjoner			
Antall bolter		30	stk
Klasse 10.9	M20x2,5		
Dimensjon:		M20 X 85	NS 5720
Spenningsareal:	As	245	mm ²
Lillediameter	d1	16,933	mm
Gjengelengde	l1	25	mm
Ikkje - gjengelengde	l2	60	mm
Gjengebor		Ø17,5	mm
Aksel 2 - krefter			
Lager A - resulterande	Ares	47 614	N
Lager B - resulterande	Bres	85 223	N
Vinkel i forhold til xy	α	45	°
Ares - x-komponent	Ax	33 668	N
Ares - y-komponent	Ay	33 668	N
Bres - x-komponent	Bx	60 262	N
Bres - y-komponent	By	60 262	N
Totalkraft i x-retning	Xtot2	187 859	N (2 aksler)
Totalkraft i y-retning	Ytot2	187 859	N (2 aksler)
Aksel 3 - krefter			
Radiell - Lager A		14 335	N
Radiell - Lager B		24 066	N
Tangentiel - Lager A		84 462	N
Tangentiel - Lager B		141 798	N
Totalkrefter pga akselkrefter			
X-retning	Xtot	414 119	N
Y-retning	Ytot	226 260	N
Krefter pga strekk i wire			
Kraft pga strekk i wire		784 800	N
Arm 1		0,30	m
Moment		235 440	Nm
Arm 2		0,83	m
Strekraft på bolter		283 663	N
Strekraft pr bolt (ei side)	Konservativ	47 277	N
Bolt-utrekning - pga y-kraft av aksel - og strekk i wire			
Ytre last - y-retning	Fi	54 819	N
Forspenning	Fi	71 265	N
$\hat{\sigma}_1 / \hat{\sigma}_2$		2	(hard pakning)
Totalkraft	F _{tot}	89 538	N
Klemkraft	F _k	34 719	N
Klemsikkerheit	n _k	4,33	
Tiltrekningsmoment - utrekning	M _T	252	Nm
Standard moment på M20	Verkstedhånd	610	Nm
Valgt tiltrekningsmoment	M	500	Nm
Moment - torsjon	M _G	250	Nm
Torsjonsspenning	τ	262	N/mm ²
Strekkspenning	σ _s	365	N/mm ²
Jevnførende spenning	σ _{if}	582,99	N/mm ²
Sikkerheit	n	1,54	
Bolt-utrekning - pga x-kraft			
Ytre last - x-retning	Fi	13 804	N
Diameter	d	20	mm
Innerdiameter	d1	16,933	mm
Tjukkelese på stålplate	t	30	mm
Skjærspenning i bolt	τ	44	N/mm ²
Hulltrykkspenning	σ _h	23	N/mm ²

Skrueregningar - Tiltrekningsmoment			
Planetgiret			
Bolt - dimensjonar			
Antall boltar		30	stk
Klasse 12.9	M22X2,5		
Dimensjon:		M22 X 120	NS 5720
Spenningsareal:	As	303	mm ²
Lillediameter	d1	18,933	mm
Planetgir flens - breidd	b	38,5	mm
Gjengelengde	l1	85	mm
Ikkje - gjengelengde	l2	35	mm
Gjengebor - i girhus flens		19,5	mm
Krefter			
Ca trommel lengde	l	1700	mm
Ca 1/2 planetgir diameter	r	294,25	mm
Moment	M	1 334 160 000	Nmm
Strekraft i trommel - wire	F	4 534 104	N
Kraft pr bolt	F _{bolt}	151 137	N
Forspenning	Fi	196 478	N
δ_1 / δ_2		2	(hard pakning)
Totalkraft	F _{tot}	246 857	N
Klemkraft	F _k	95 720	N
Klemsikkerheit	n _k	1,95	
Tiltrekningsmoment - utrek	M _T	772	Nm
Standard moment på M20	Verkstedhånd	822	Nm
Valgt tiltrekningsmoment	M	822	Nm
Moment - torsjon	M _G	411	Nm
Torsjonsspenning	τ	308	N/mm ²
Strekkspenning	σ_s	815	N/mm ²
Jevnførende spenning	σ_{jf}	974,23	N/mm ²
Flytegrense 10.9	σ_{flyt}	1080	N/mm ²
Sikkerheit (konservativ)	n	1,11	

Bolt - Deksel - Aksel 2 - Lager B			
Bolt - dimensjoner			
Antall boltar		10	stk
Klasse 8.8	M12x1,75		
Dimensjon:		M12 X 50	NS 5720
Gjengelengde	l1	30	mm
Ikkje - gjengelengde	l2	20	mm
Gjengebor		10,3	mm
Tiltrekningsmoment M12	Standard	91	Nm
Bolt - Deksel - Aksel 2 - Lager A			
Bolt - dimensjoner			
Antall boltar		10	stk
Klasse 8.8	M12x1,75		
Dimensjon:		M12 X 50	NS 5720
Gjengelengde	l1	30	mm
Ikkje - gjengelengde	l2	20	mm
Gjengebor		10,3	mm
Tiltrekningsmoment M12	Standard	91	Nm
Bolt - Deksel - Aksel 3 - Lager A			
Bolt - dimensjoner			
Antall boltar		10	stk
Klasse 8.8	M12x1,75		
Dimensjon:		M12 X 50	NS 5720
Gjengelengde	l1	30	mm
Ikkje - gjengelengde	l2	20	mm
Gjengebor		10,3	mm
Tiltrekningsmoment M12	Standard	91	Nm

Bolt - Deksel - Aksel 1 - Lager B			
Bolt - dimensjoner			
Antall boltar		10	stk
Klasse 8.8	M14x2,0		
Dimensjon:		M14 X 45	NS 5720
Spenningsareal:	As	115	mm ²
Lillediameter	d1	11,546	mm
Gjengelengde	l1	30	mm
Ikkje - gjengelengde	l2	15	mm
Gjengebor		12,8	mm
Bolt - utrekning - pga radiallast			
Lager B - radiell kraft	Brad	2 621	N
Lager B - tangentiell kraft	Btan	7 201	N
Resulterande lagerkraft	Bres	7 663	N
Skjærspenning i bolt	τ	67	N/mm ²
Tiltrekningsmoment M14	Standard	145	Nm

Bolt - Sideluker			
Bolt - dimensjoner			
Antall boltar		10	stk
Klasse 8.8	M10x1,5		
Dimensjon:		M10 X 40	NS 5720
Gjengelengde	l1	25	mm
Ikkje - gjengelengde	l2	15	mm
Gjengebor		8,5	mm
Tiltrekningsmoment M12	Standard	53	Nm

Bolt - Motorar			
Bolt - dimensjoner			
Antall boltar		10	stk
Klasse 8.8	M10x1,5		
Dimensjon:		M10 x 40	NS 5720
Gjengelengde	l1	25	mm
Ikkje - gjengelengde	l2	10	mm
Gjengebor		8,5	mm
Tiltrekningsmoment M12	Standard	53	Nm

3 VEDLEGG – TEKNISKE SPESIFIKASJONAR:

Tekniske spesifikasjoner

- **Driftstid:**
 - Lifecycle 25 år. Slitedelar kan ha lavare (lager)
- **Driftsprofil:**
 - Fart ved skyting (ut): Ca 20% over nom.speed.
Minimum 60m/min = 1m/s = 31 rpm (første lag)
 - Fart ved hiving (inn): Ca nom.speed
Høgre enn eksisterande (15 rpm) og (26 rpm = 0,84 m/s = 50 m/min)
 - Speed range: 80 – 120 m/min (40 – 60 rpm)
 - Masse – 35-80 tonn (gir max moment)
 - Støtande drift (mange start/stopp)
- **Interface:**
 - Bolting mot trommel
 - Bolting og sveiseplate til dekk
- **Dimensjoner:**
 - 600mm trommel
 - Ø18mm wire, Ø36mm wire
- **Tannhjul, lager og akslinger:**
 - Utveksling: 0 – 35 (lågast mogleg). Gjerne mindre enn 30.
 - Tannmodul: 0 – 12
 - 2 lager på akslingane

- **Vekt:**
 - Minst mogleg

- **Størrelse:**
 - Minst mogleg (minimere breidda)

- **Pris:**
 - Billegare enn eksisterande løysing.

- **Sikkerheitsfaktorar:**
 - DNV GL ST 0378 (google).
 - Shipbuilding – trawl winches (ISO 6115 : 1988) (standard, teke bilde av).

4 VEDLEGG – REGELVERK:

3.2 Rolled structural steel for welding

3.2.1 General

3.2.1.1 In addition to the requirements for structural steels set out in the following, further requirements may be stipulated in special cases depending on the material application. Thus, testing for fracture mechanics analysis and through thickness ductility properties may be required. Fracture mechanics testing in accordance with an approved procedure will be required for materials and welded joints when the crane manufacturer cannot document satisfactory experience from previous similar material application.

3.2.1.2 Rolled structural steel for welded constructions may be carbon steel or carbon-manganese steel. The steels are divided into three groups dependent on the specified yield strength as follows:

- normal strength steels, with specified minimum yield stress 235 N/mm²
- high strength steels, with specified minimum yield stress of 265 N/mm² and up to and including 420 N/mm²
- extra high strength steels with specified minimum yield stress of 420 N/mm² and up to and including 750 N/mm².

3.2.1.3 Application of steel with specified minimum yield strength above 750 N/mm² shall be especially agreed.

3.2.1.4 Steels having through thickness ductility ("Z-steel") may be required for primary members which will be significantly strained in the thickness direction.

3.2.1.5 The requirements for chemical composition, mechanical properties etc., are given in [RU SHIP Pt.2 Ch.2 Sec.2 3](#) for normal strength steels, [RU SHIP Pt.2 Ch.2 Sec.2 4](#) for high-strength steels, and [RU SHIP Pt.2 Ch.2 Sec.2 5](#) for extra high strength steels.

Table 4-2 Criteria for the checking with respect to excessive yielding

Method of verification			Load Case I	Load Case II	Load Case III
Safety Factor	Elastic analysis		1.50	1.33	1.10
	Plastic (ult. str.) analysis		1.69	1.51	1.25
Permissible stresses	Elastic analysis		$\sigma_y/1.50$	$\sigma_y/1.33$	$\sigma_y/1.10$
Limit state method	Load factor		1.30	1.16	0.96
	Material factor	Elastic analysis	1.15	1.15	1.15
		Plastic analysis	1.30	1.30	1.30

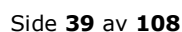
Table 4-3 Safety factors for the checking with respect to buckling

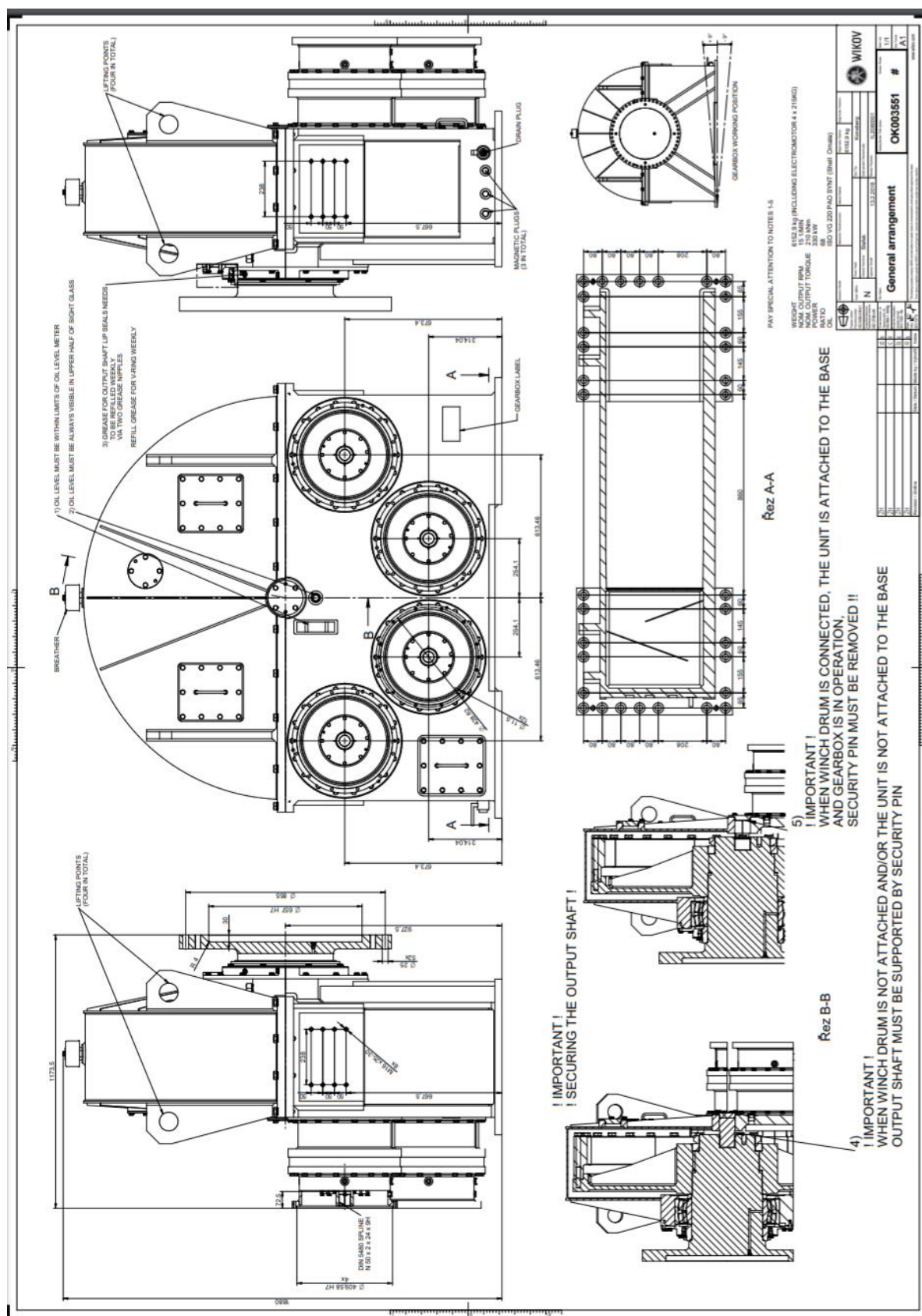
Type of buckling	S_F or $\gamma_f \cdot \gamma_m$		
	Load Case I	Load Case II	Load Case III
Elastic buckling	1.86	1.66	1.38
Elastic-plastic buckling	1.69	1.51	1.25

5 VEDLEGG – GANTT DIAGRAM:

Milepæler	Arbeidsoppgåve:	Vekenummer:																				
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
A	Sette oss inn i oppgåva, samle informasjon om vinsj-/tråloperasjonar. Samle tekniske spesifikasjonar, og lage ein god plan.																					
B	Sette oss inn i tekniske spesifikasjonar og eksisterande løysing (datatabl, og tekningspakke med 2D og 3D teikningar).																					
C	Ferdig spesifikasjon. Komme fram til fleire konsept for ulike konstruktive løysingar.																					
D	Pros/cons/forbedringar.																					
E	Velje eit av konseptet saman med oppdragsgivar.																					
F	Begynne å vidareutvikle det valgte konseptet.																					
G	Grov rekne over 2 og 3 stegs utvekslingar, sende planetgir-konsept til leverandør, og planlegge framdrifta og ulike løysingar.																					
H	Jobbe vidare med valg av 2-3 steg og plassering av planetgir innvendig/utvendig (avhengig av leverandør)																					
I	Jobbe vidare med planetgir konsept, og få valgt 2-3 steg og innvendig/utvendig plassering av planetgir.																					
J	Få valgt planetgirkonsept, velge 2-3 steg, innvendig/utvendig plassering, og begynne å vidareutvikle konseptet. Kome fram til aktuelle tekniske løysingar (design, styrkeberekningar, drift og vedlikehald).																					
K	Optimalisere Excel-arket for max belastning, og modellere girkassa i 3D.																					
L	Lage produksjonsteikningar og gjere eit konstradsestimat.																					
M	Skrive rapport.																					
N	Sluttstilling av hovudprosjekt (rapport).																					
O	Onsdag 30. januar, 12.15-14.00 - Presentasjon av oppgåva sine utfordringar.																					
	Onsdag 20. mars, 12.15-14.00 - Presentasjon.																					
	22 Mai 2019 - Sluttpresentasjon.																					
	Møte med lærar torsdager 09.00																					

© 2005 Blackwell Publishing Ltd, *Journal of Internal Medicine* 258: 105–112





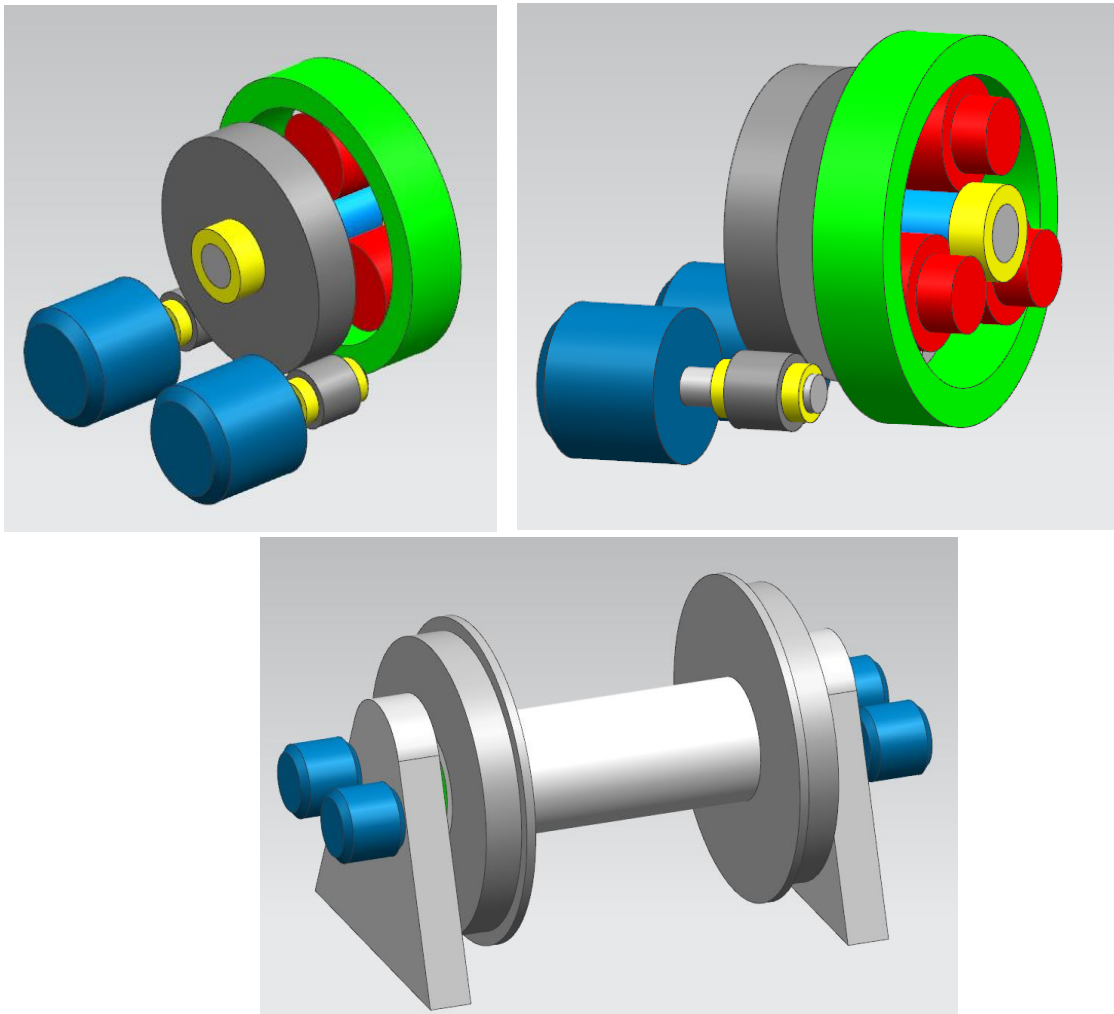
7 VEDLEGG – VAL AV KONSEPT - KONSEPTLØYSINGAR:

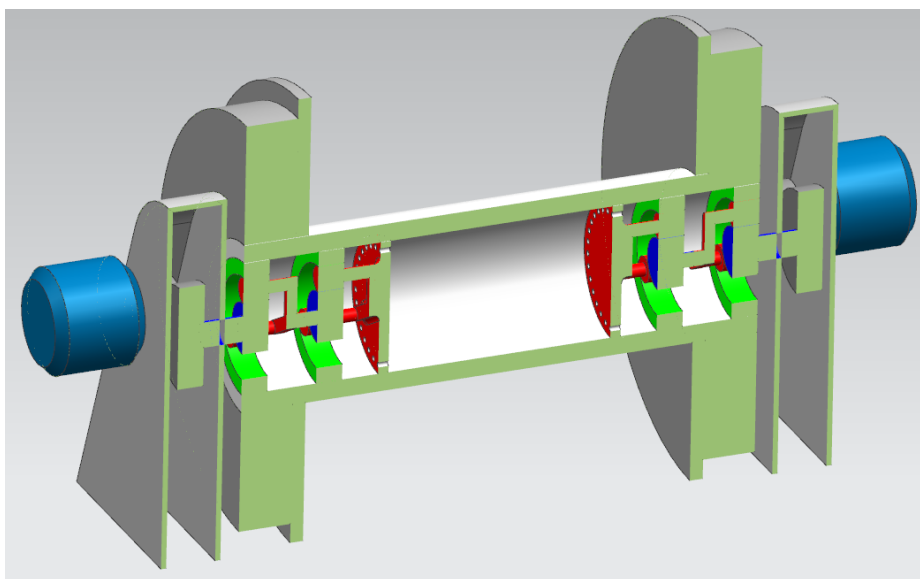
Konseptløysingar

7.1 Konsept 1 – Indre løysing

Prinsipp:

Indre løysing – bruk av plass inni trommelen, enten på eine eller begge sidene. Bruk av sylindriske rette tannhjul og planetgir.



**Positivt:**

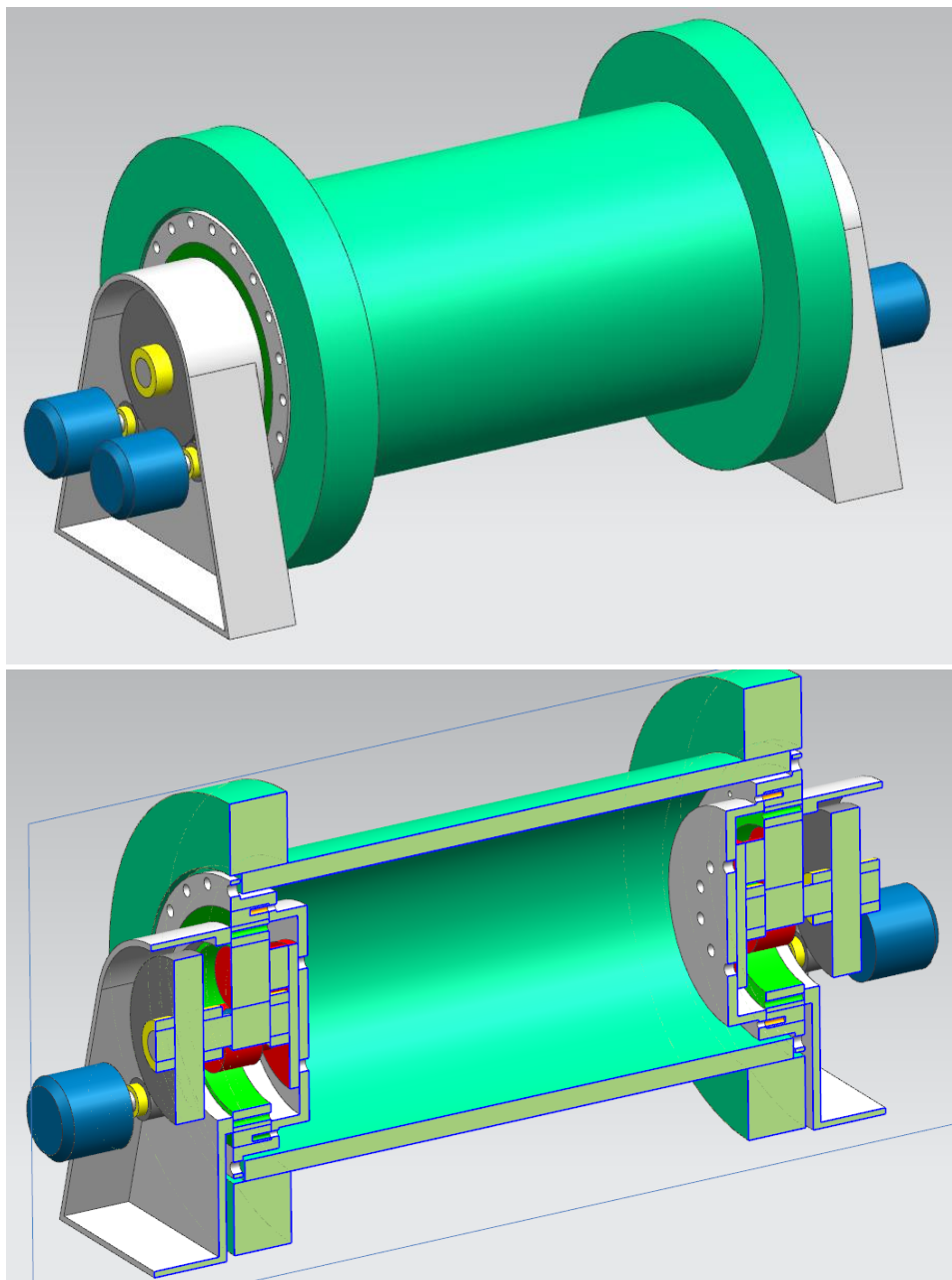
- Kompakt. Mindre delar. Tek mindre plass og veg mindre
- Fleire motoralternativ og utvekslingsalternativ (mogleg med 3 utvekslingssteg)
- Enkel service (lite oljebad, tannhjulssjekk, pakning – som kjem på framsida, eller mekanisk pakning)
- Kan monterast i begge endar av trommelen (god symmetri, kraftbalanse, solid)
- Monteringsmodul
- Enkel montering
- Enkel oppretting/sentrering (maskinerte endar i trommelen)
- Plass til oljekjølar under girkassa dersom nødvendig
- Kan bruke 2-delte lager, svingkrans m/pakning, svingkrans og ringgir i eitt, mekanisk pakning i staden for gummipakning/simring
- Flensadapter og motoradapter

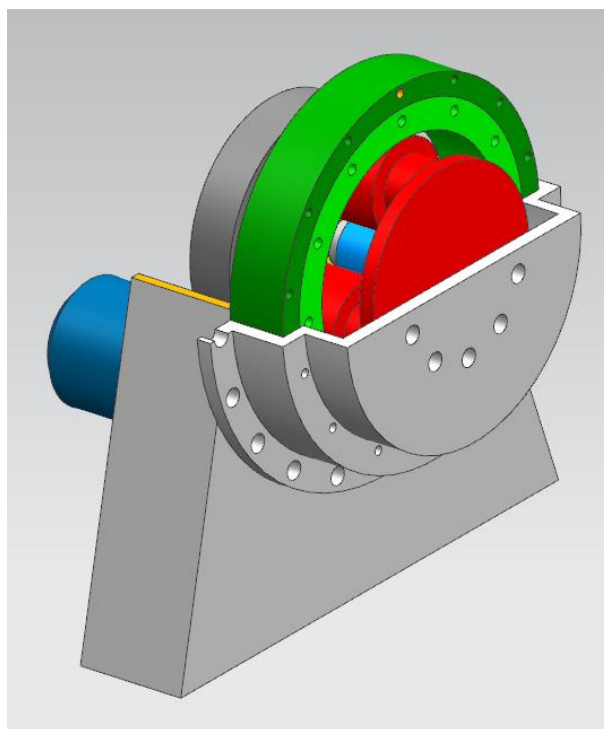
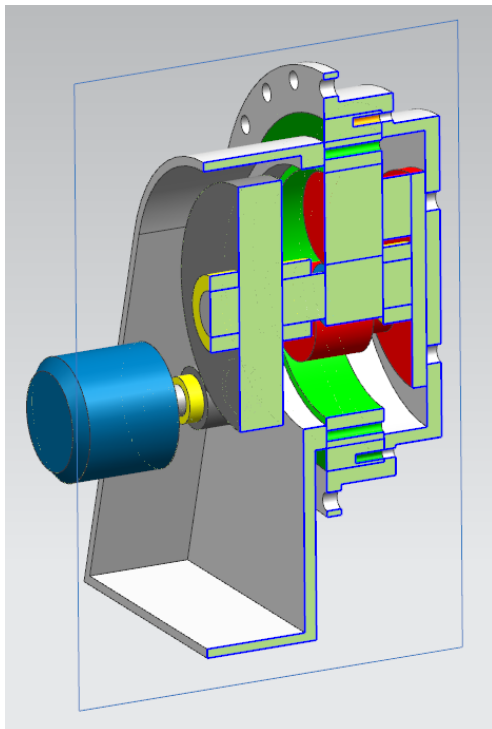
Negativt:

- Skifte lager (ut med heile modulen)
- Sjekke tannhjul (planetgir)?
- Oppretting? Maskinerte endar i trommelen?

7.2 Konsept 1 – Alternativ 6:

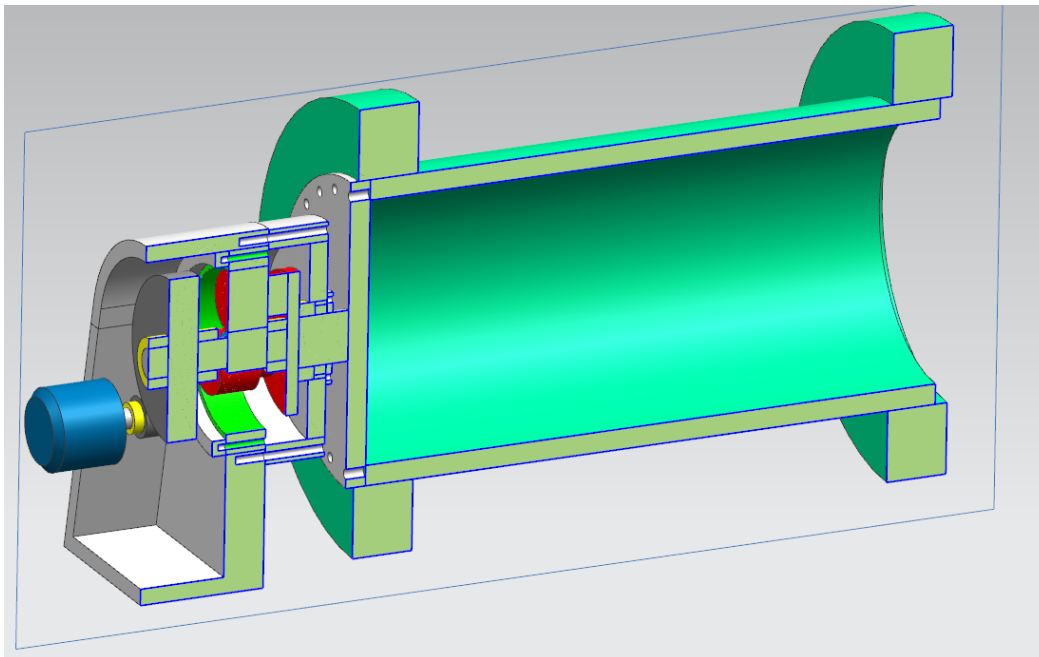
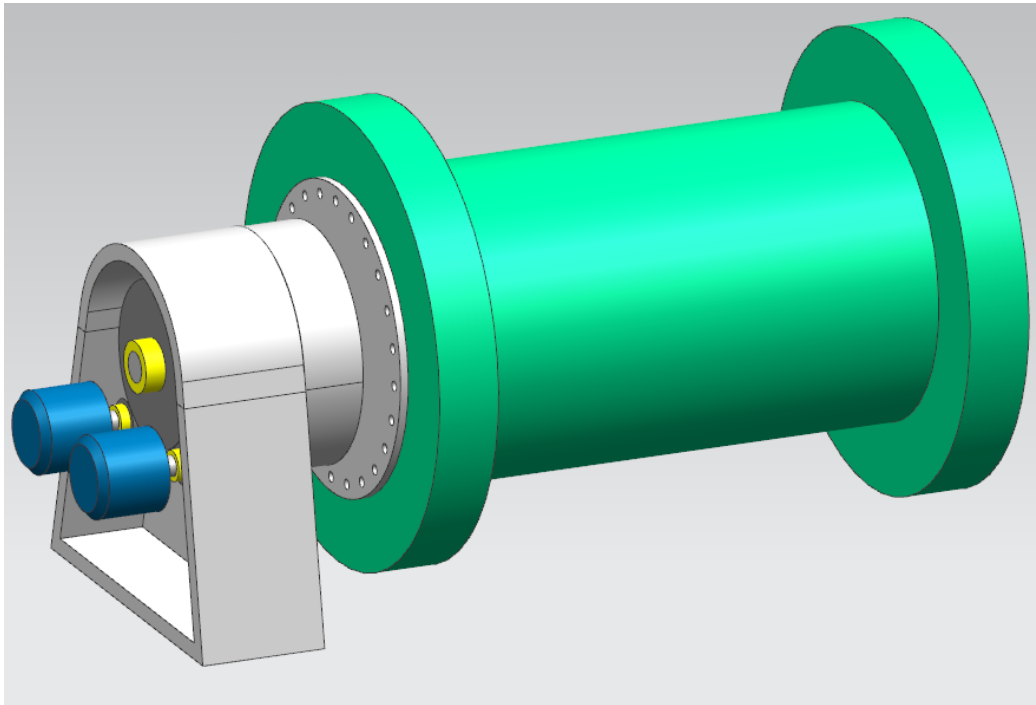
- Felles innerring med svingkrans.
- Plassert inni trommelen.

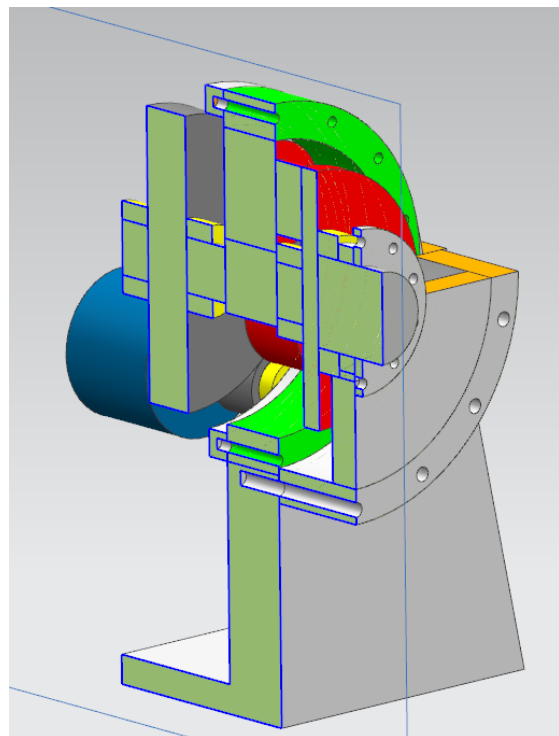
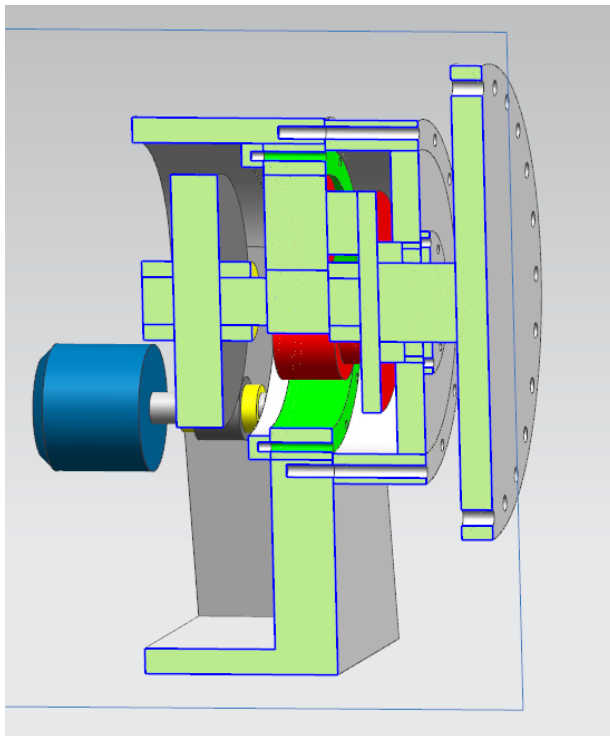




7.3 Konsept 1 – Alternativ 7:

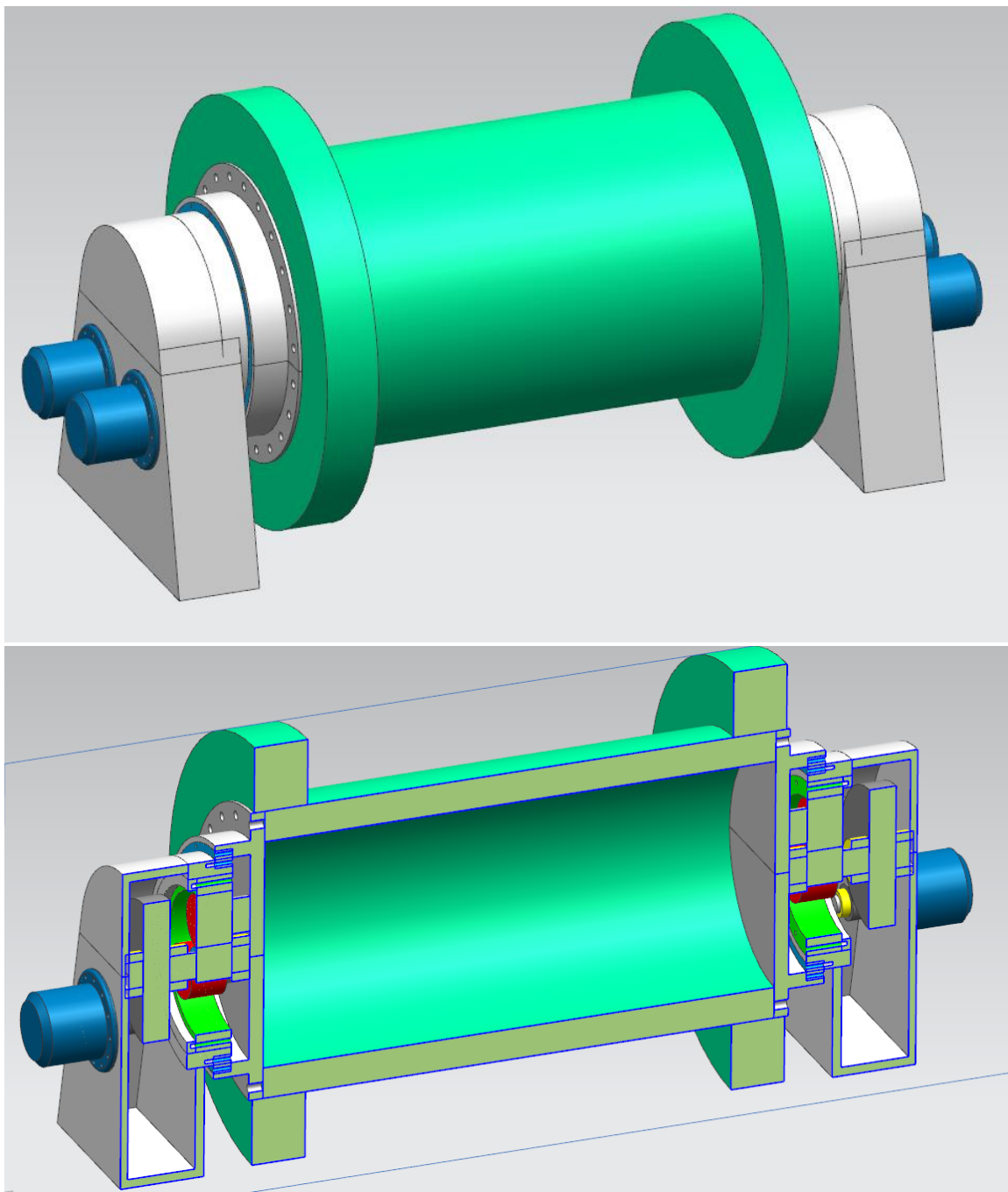
- Låst innerring (planetgir).
- Mekanisk pakning (eliminerer pakning mellom trommel/girhus).
- Må minimere lengda mellom planetgir og trommel.
- Ikkje plassert inni trommelen.

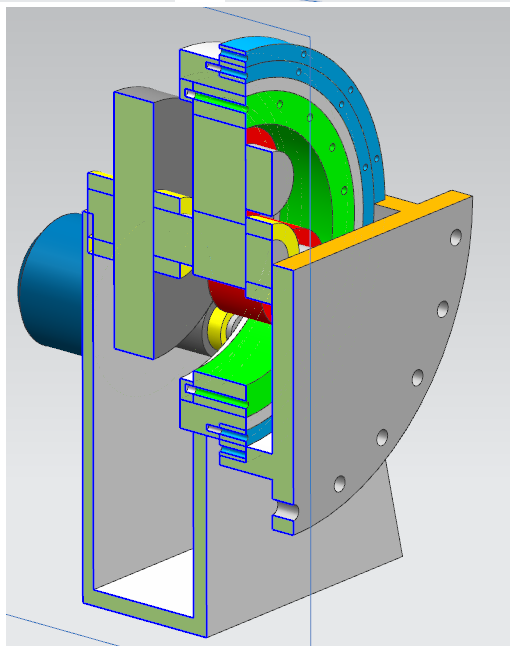
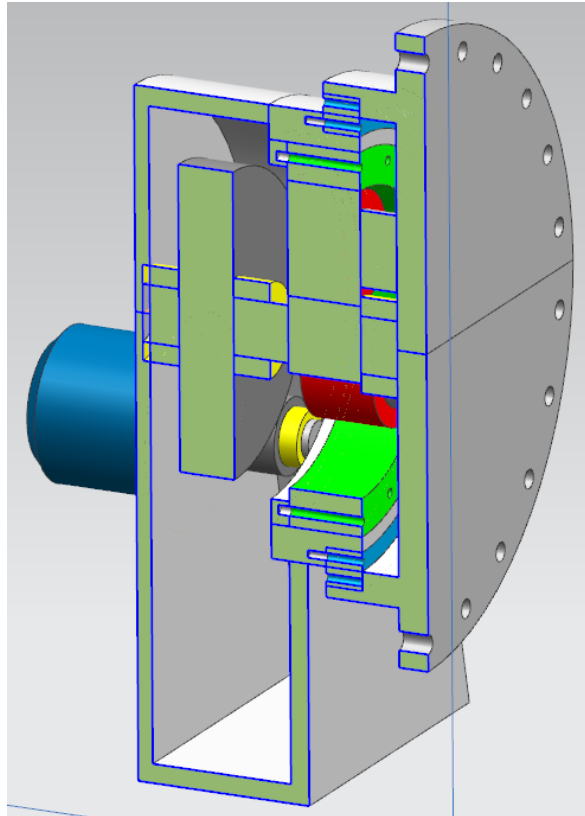
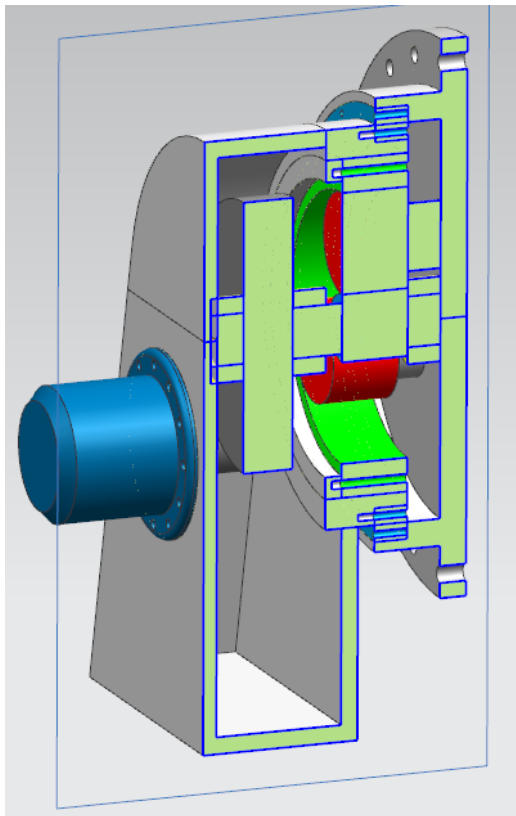




7.4 Konsept 1 – Alternativ 8:

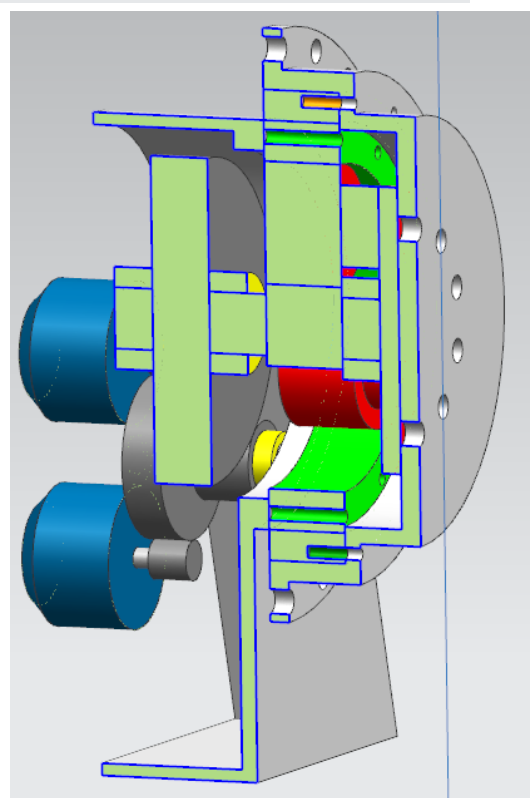
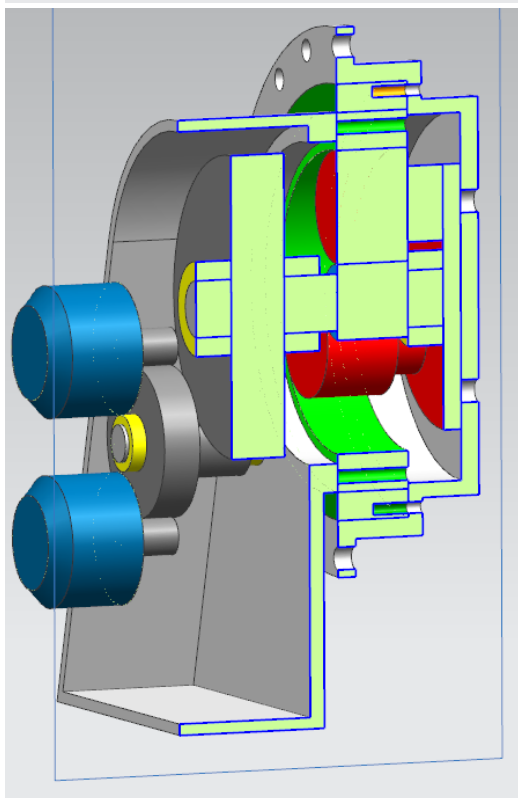
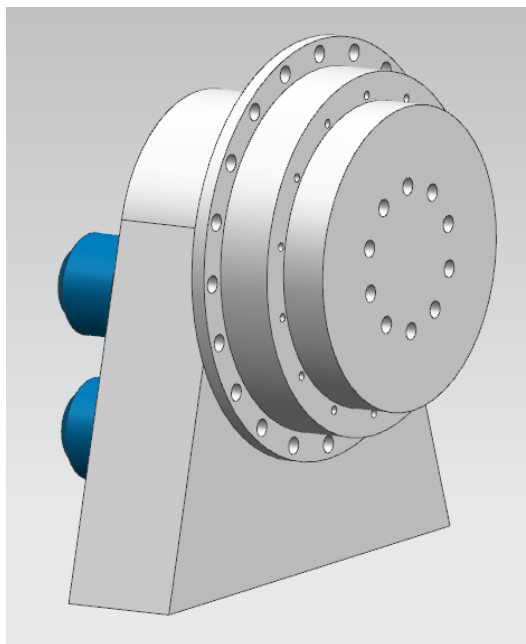
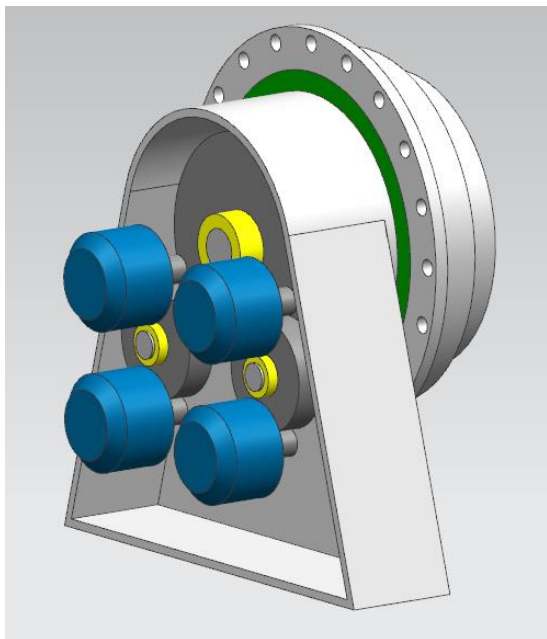
- Separat innerring (planetgir) og svingkrans.
- Ikkje plassert inni trommelen.





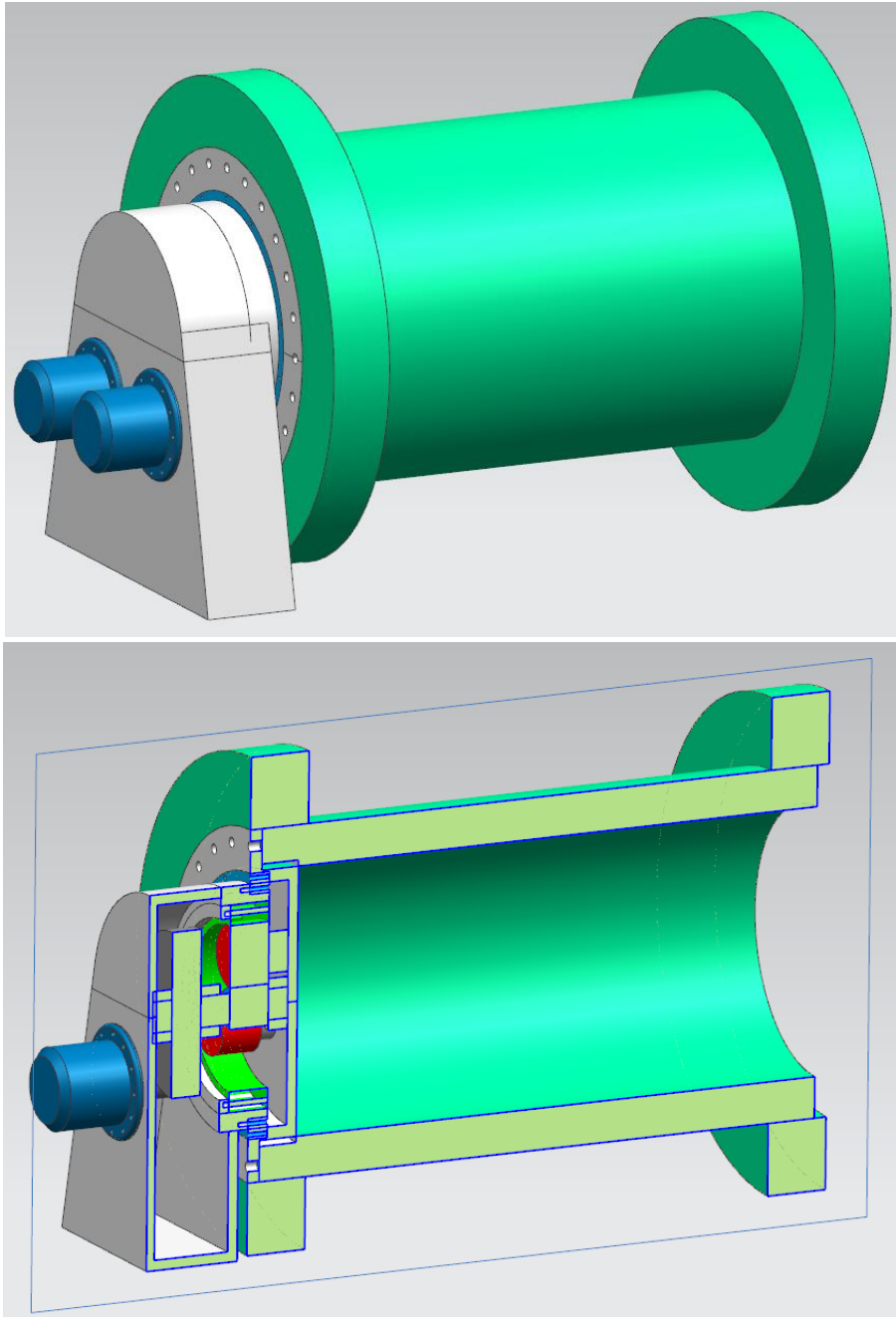
7.5 Konsept 1 – Alternativ 9:

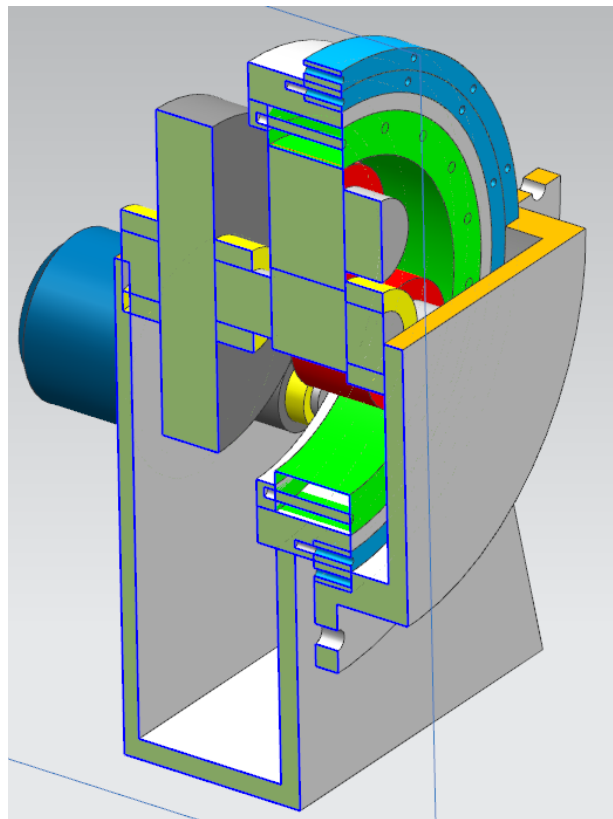
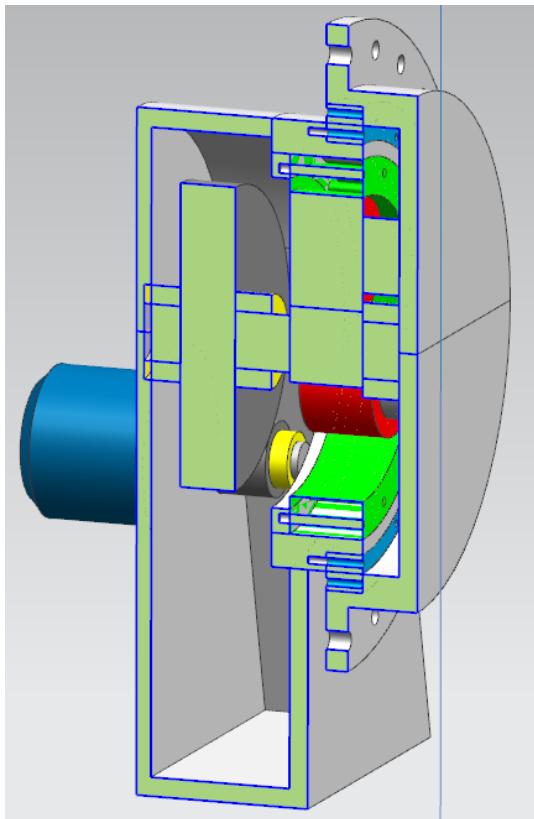
- Same løysing som alternativ 6, berre med fleire motorar.
- Brukar her 1 girkasse på ei side, i staden for 2 girkasser med ei på kvar side.
- Felles innerring og svingkrans.



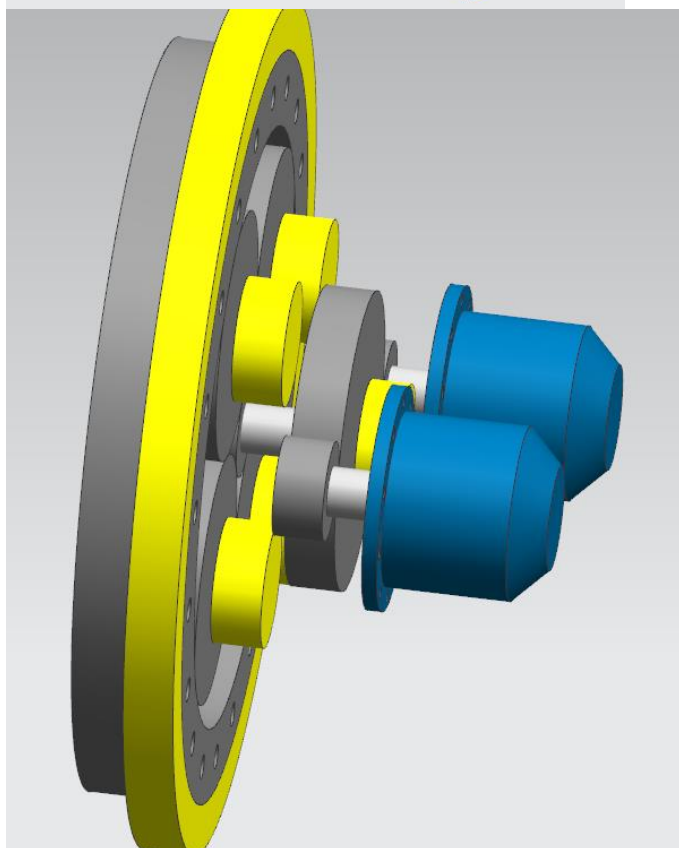
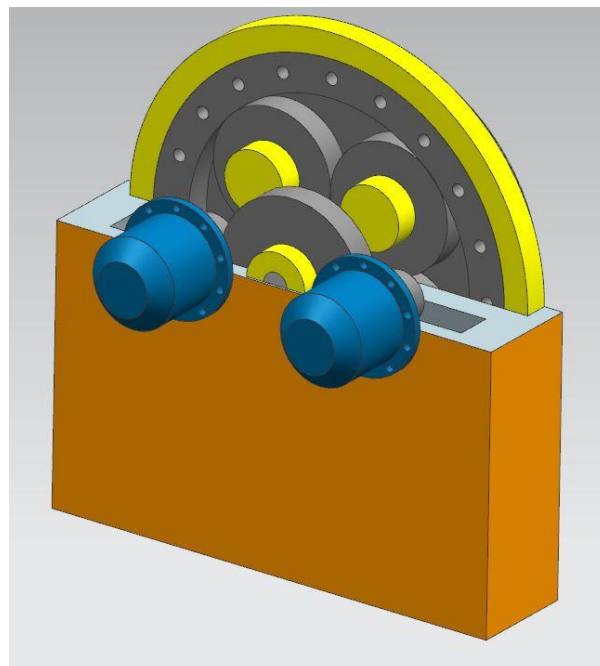
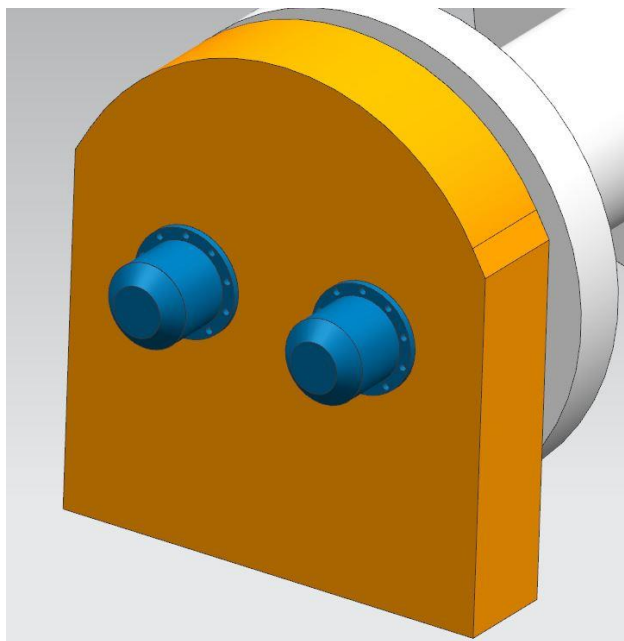
7.6 Konsept 1 – Alternativ 10:

- Seperat innerring (planetgir) og svingkrans.
- Kan monterast på fleire motorar, og utvekslingssteg.





7.7 Konsept 1 – Alternativ 11:



Positivt:

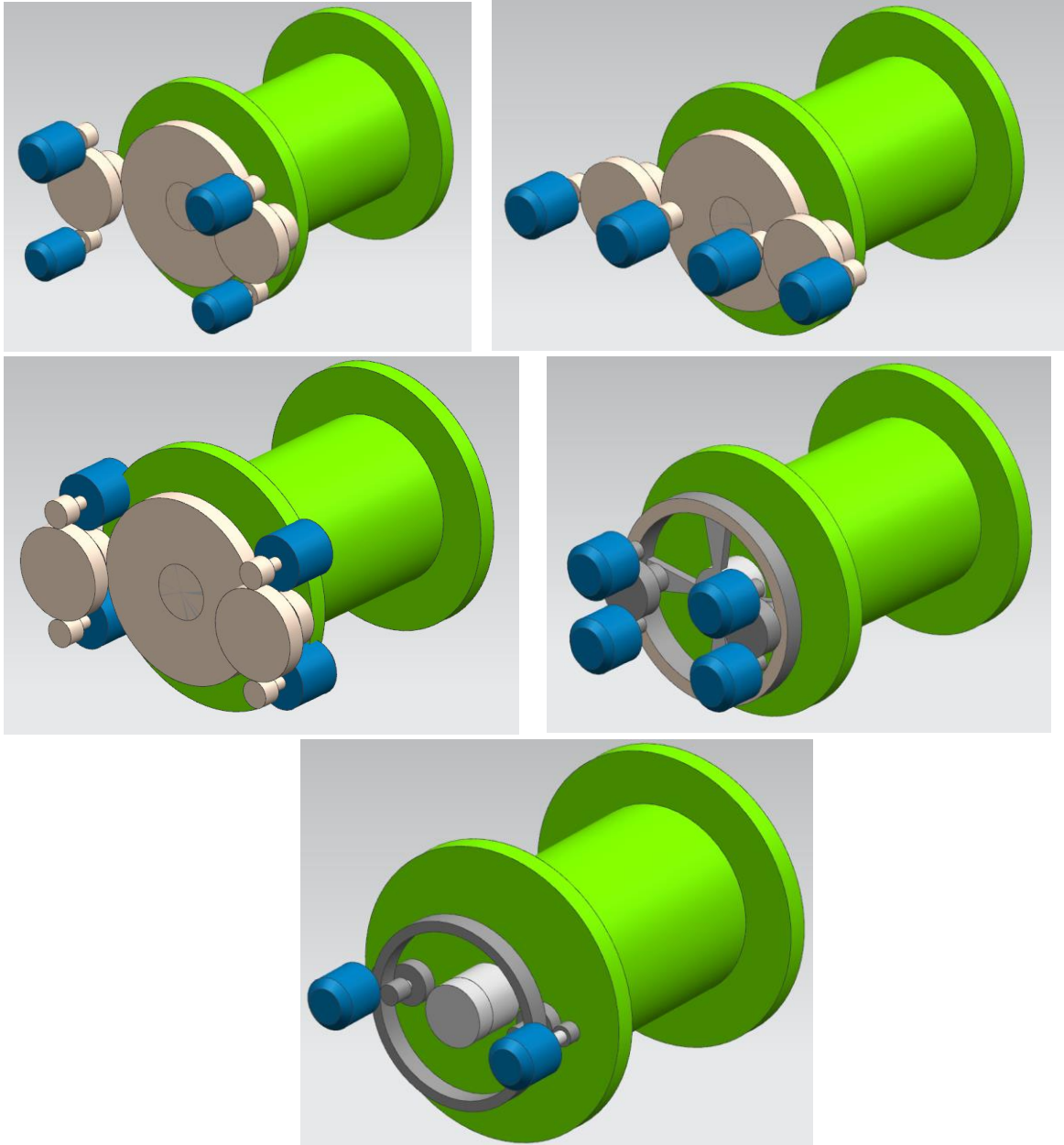
- Kompakt
- 2 lager for enklare montering, oppretting og sentrering
- Lite olje
- Tilpassingsdyktig med tanke på talet motorar og utveksling
- Mindre og lettare enn eksisterande løysing
- Kan monterast i begge endar etter behov (betre symmetri og kraftbalanse)
- Med montering av motoradapter kan motorstørrelsen bli endra etter behov

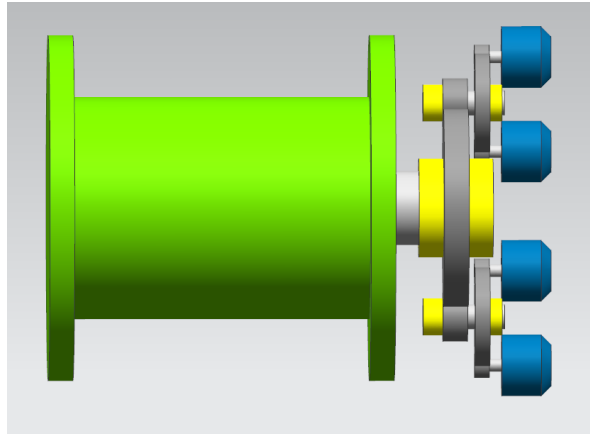
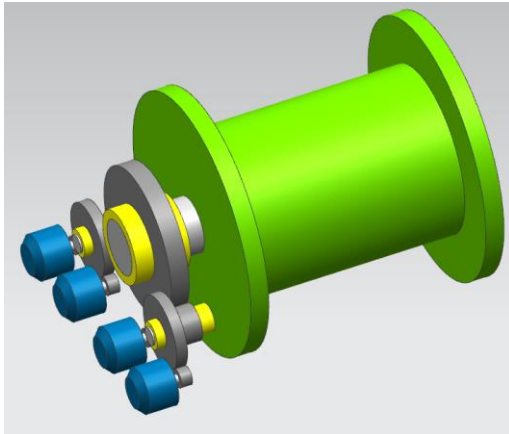
Negativt:

- Mykje maskinering på girhus

7.8 Konsept 2

Prinsipp: Girkasse på 1 side. Sylindriske tannhjul.



**Positivt:**

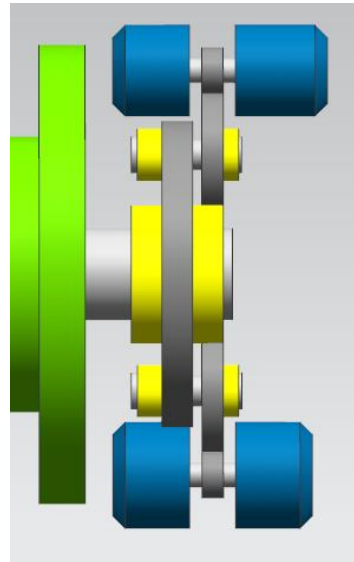
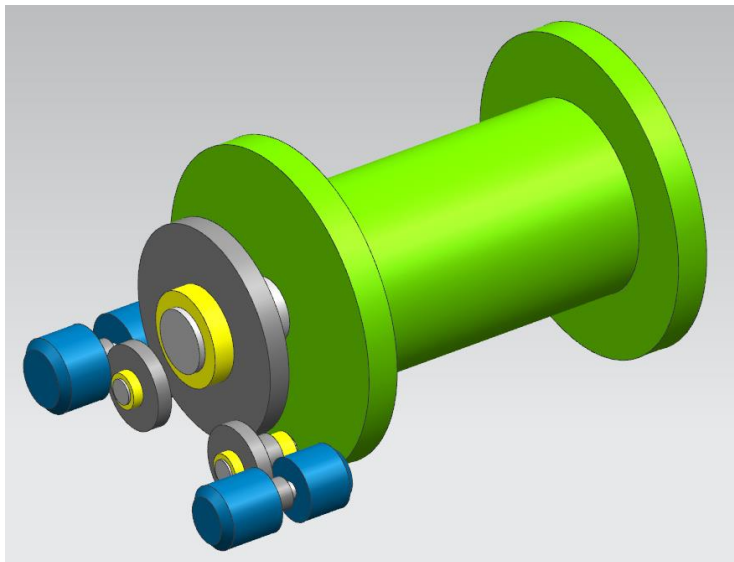
- Fleire motoralternativ og utvekslingsforhold (plassering – PTS author)
- Kompakt og solid
- Enkel montering
- Servicevennelig (olje, tannhjulssjekk, lagerskifte)
- Oppretting/sentrering
- Lavt tyngdepunkt, og god balansering av krefter
- 2-delt girhus med enkel opplagring

Negativt:

- Pakning mellom trommel og girkasse. Mekanisk pakning?
- Kan fort bli brei

7.9 Konsept 3

Prinsipp: Lik prinsipp 2, berre annleis motorplassering.



Positivt:

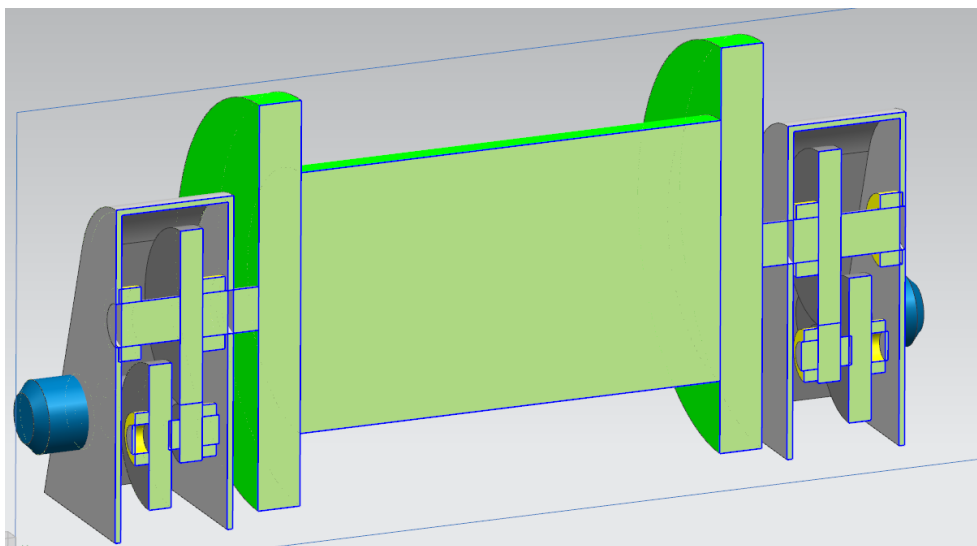
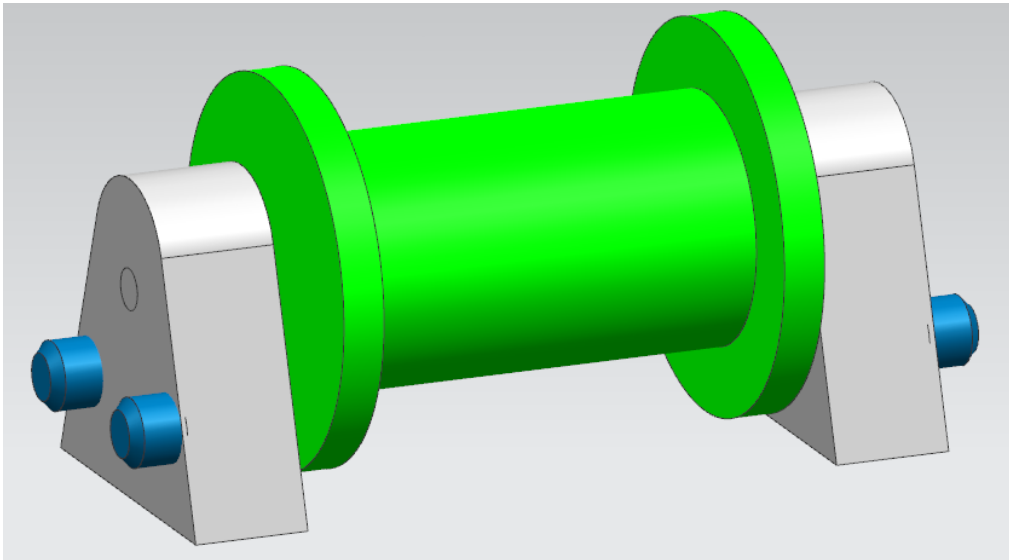
- Fleire motoralternativ og utvekslingsforhold (plassering – PTS author)
- Kompakt og solid
- 2 motorar på kvar motoraksling. Lav plassering
- Enkel montering
- Servicevennelig (olje, tannhjulssjekk, lagerskifte)
- Oppretting/sentrering
- Lavt tyngdepunkt, og god balansering av krefter
- 2-delt girhus med enkel opplagring

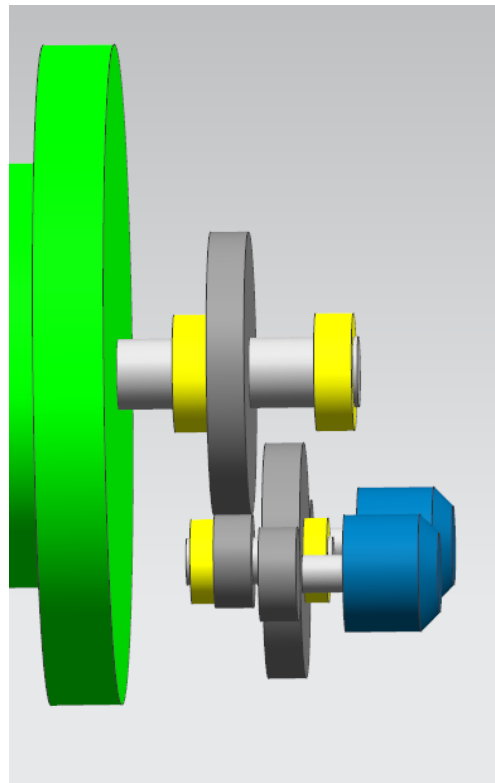
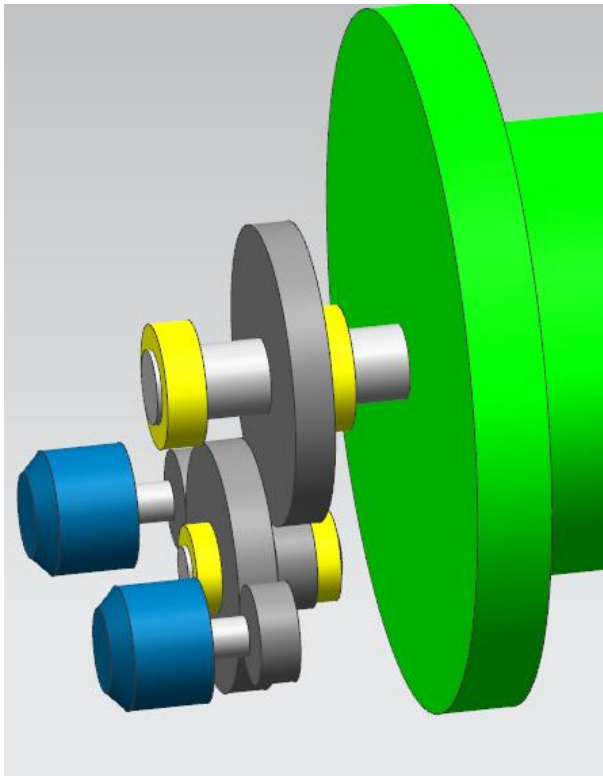
Negativt:

- Pakning mellom trommel og girkasse. Mekanisk pakning?
- Kan fort verte brei
- Lav plassering av motorar der girhus kan fort verte komplekst/ugunstig
- Nok med 2 utvekslings steg? Store forskjellar på tannhjul?

7.10 Konsept 4

Prinsipp: 2 små girkasser, ei på kvar side.



**Positivt:**

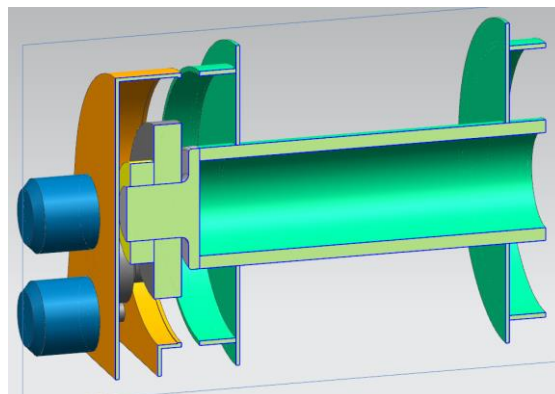
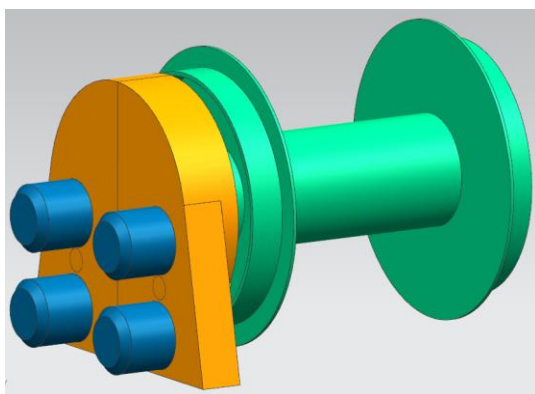
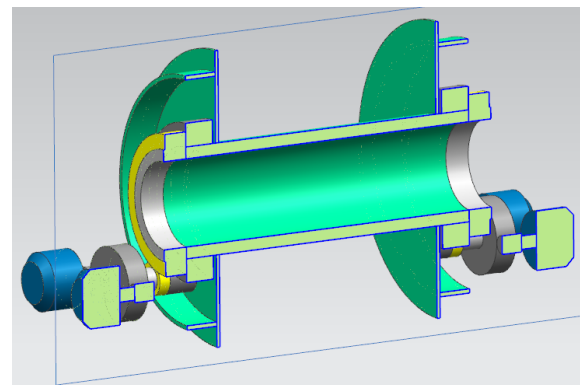
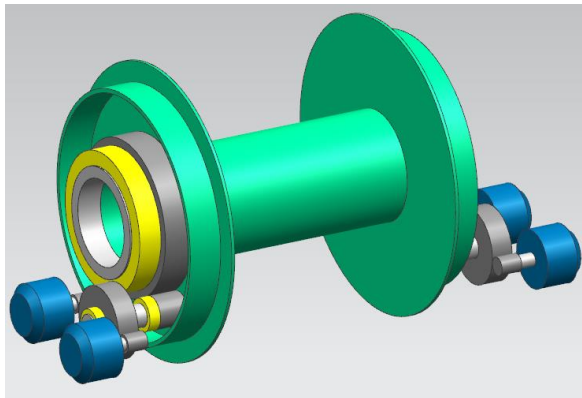
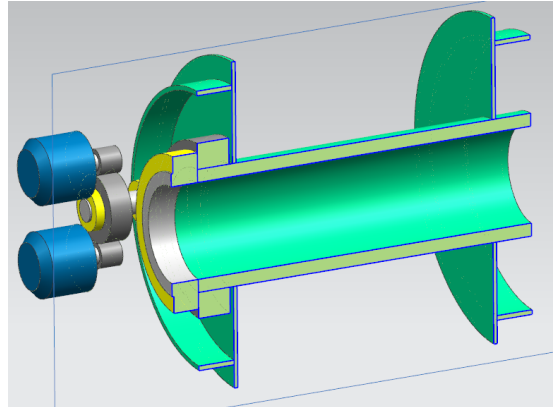
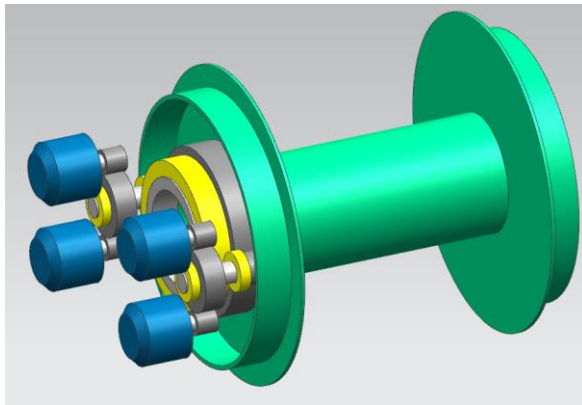
- Kompakt og solid
- Enkel montering
- Liten størrelse og lav vekt.
- Servicevennlig (tannhjulssjekk, olje, lagerskifte)
- Oppretting/sentrering
- Symmetrisk. God balansering av krefter. Lavt tyngdepunkt.
- Flensadapter og motoradapter.
- 2-delte lager. Mekanisk tetning for å unngå lager mellom trommel/girhus?

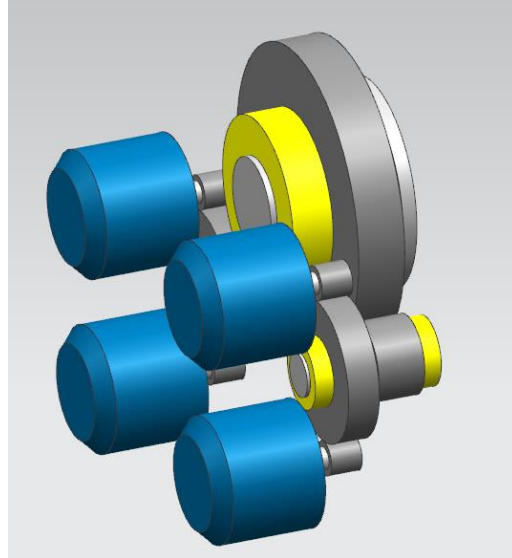
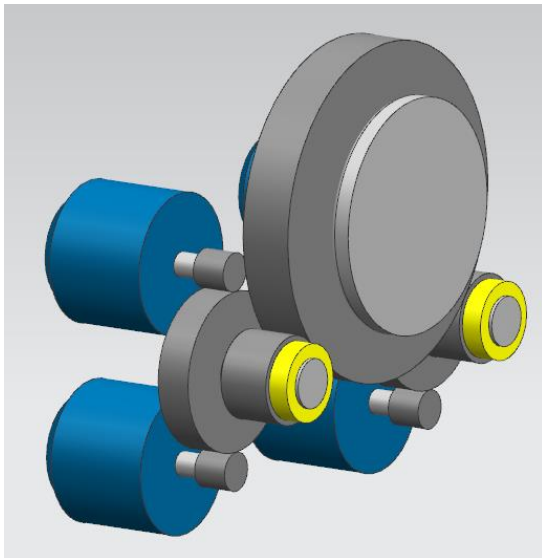
Negativt:

- Vanlig pakning mellom trommel/girhus
- Nok med 2 utvekslings steg? Store forskjellar på tannhjul?

7.11 Konsept 5

Prinsipp: Bruk av plass inn i sidene av trommelen. Kan monterast på eine eller begge sidene av trommelen.



**Positivt:**

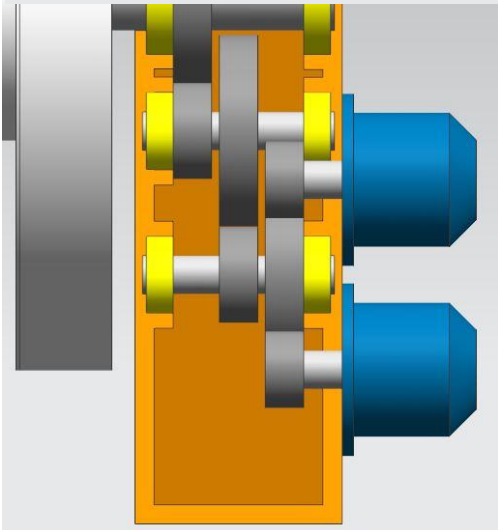
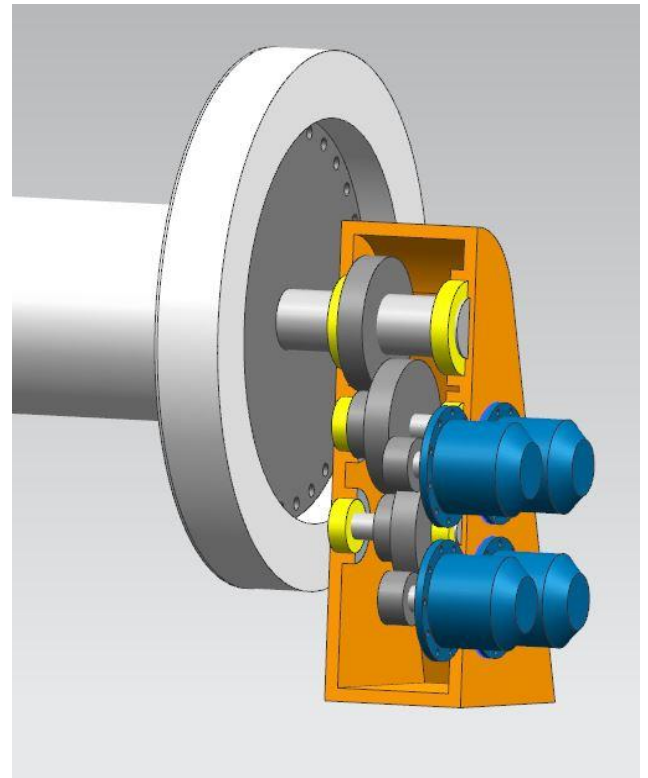
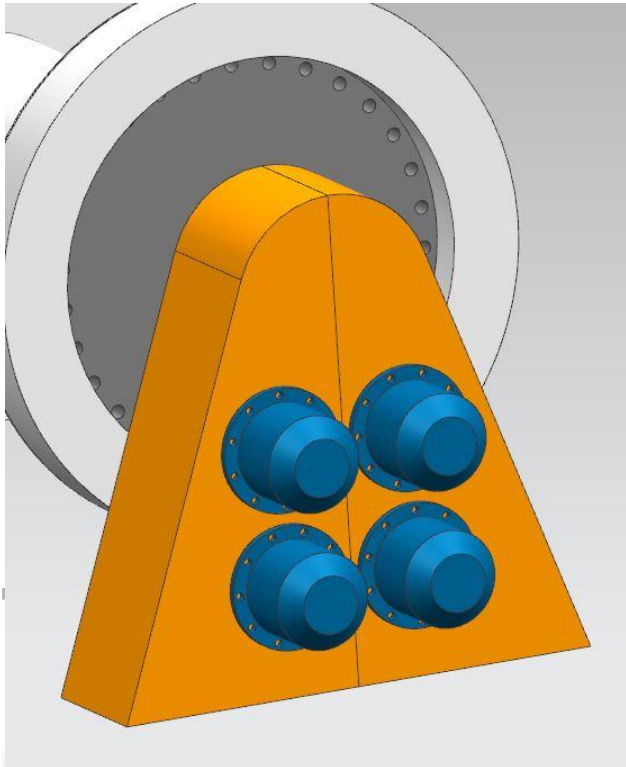
- Kompakt og solid
- Brukar eksisterande plass/vekt
- Enkel montering
- Fleire motoralternativ og utvekslingsforhold
- Servicevennelig (olje, tannhjulssjekk)
- Oppretting

Negativt:

- Pakning/svingkrans som må dele girhuset og trommelen, der girhuset står i ro medan trommelen roterer.
- Skifte av pakning og lager
- Forlenge og maskinere trommel
- Passar berre til ein trommel

7.12 Konsept 6

Prinsipp: Sempel girkasse med tre steg.



Positivt:

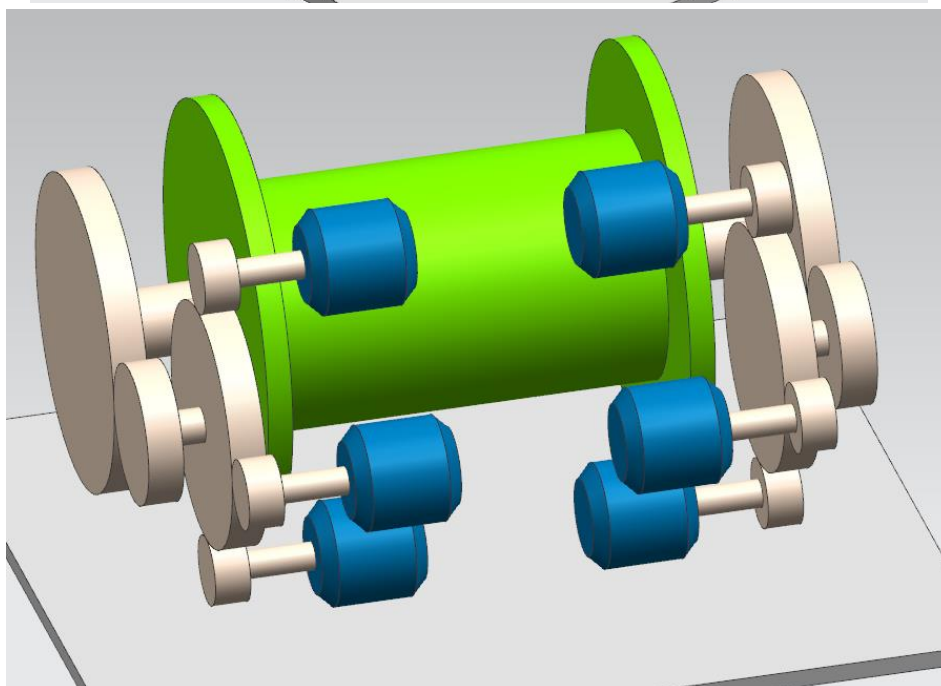
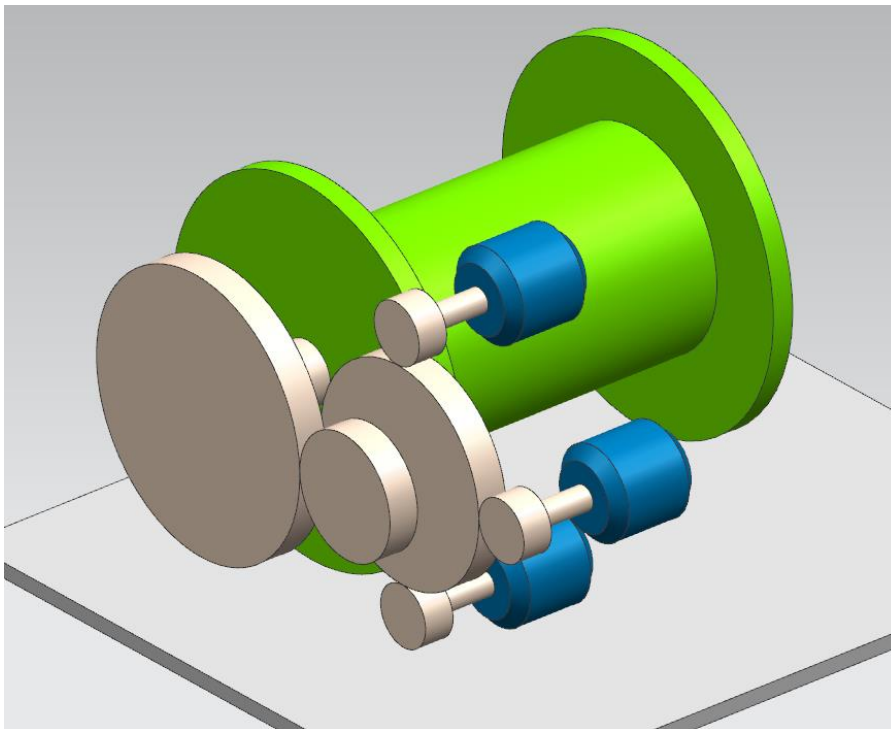
- Kompakt
- Enkel montering
- 2 delt girkasse
- Enkel oppretting
- Kan monterast på begge sider av trommel etter behov (betre symmetri og kraftbalanse)
- Talet på motorar kan endrast etter behov
- Servicevennelig (pakning – mekanisk pakning?, lager skifte, tannhjulskontroll)
- Motoradapter

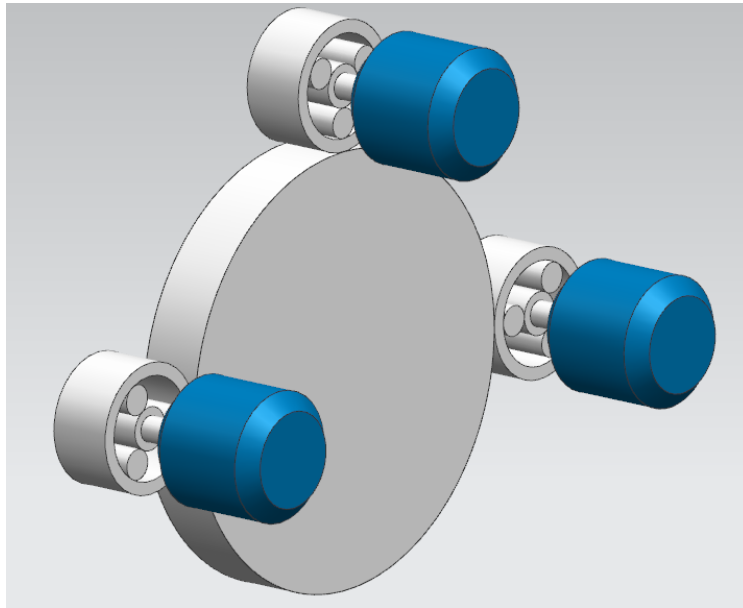
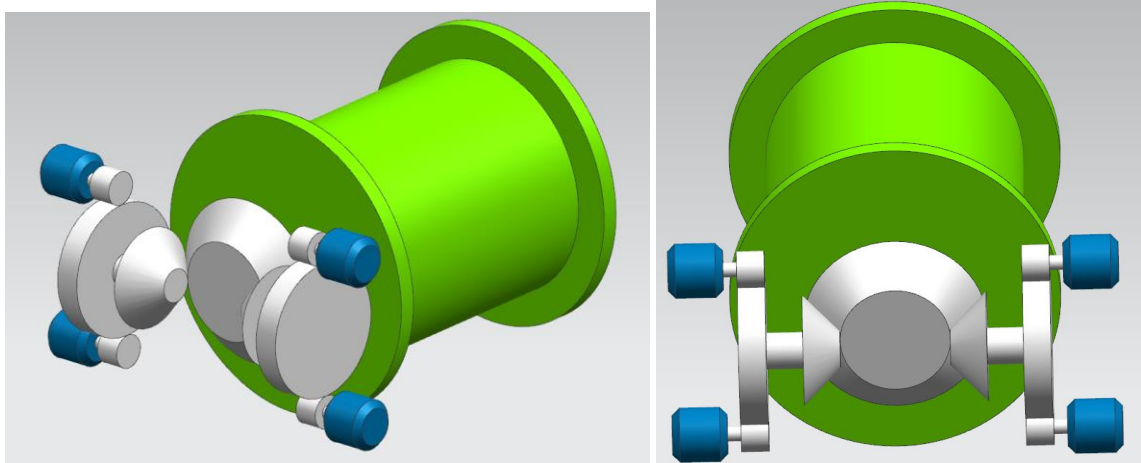
Negativt:

- Mykje maskinering på girhuset
- Sylindriske tannhjul gir dårlegare utveksling enn planetgir.
- Mykje olje? Oljespyling?

7.13 Andre konsept som ikkje har vorte jobba vidare med:

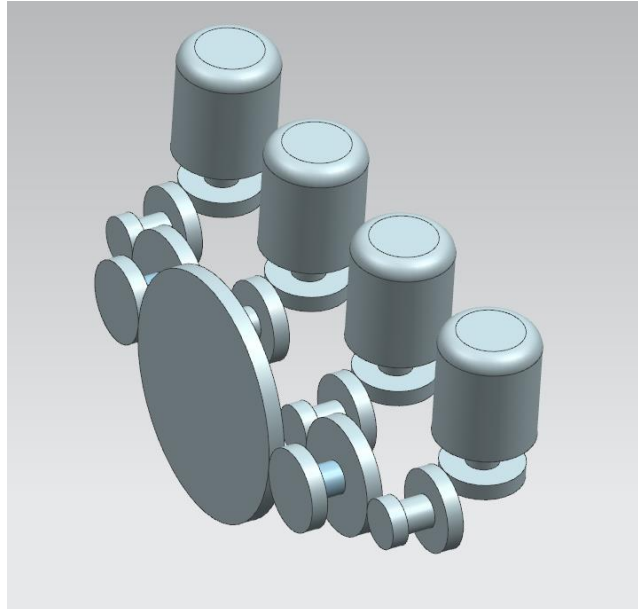
7.13.1 Konsept – Plassering bak trommel:



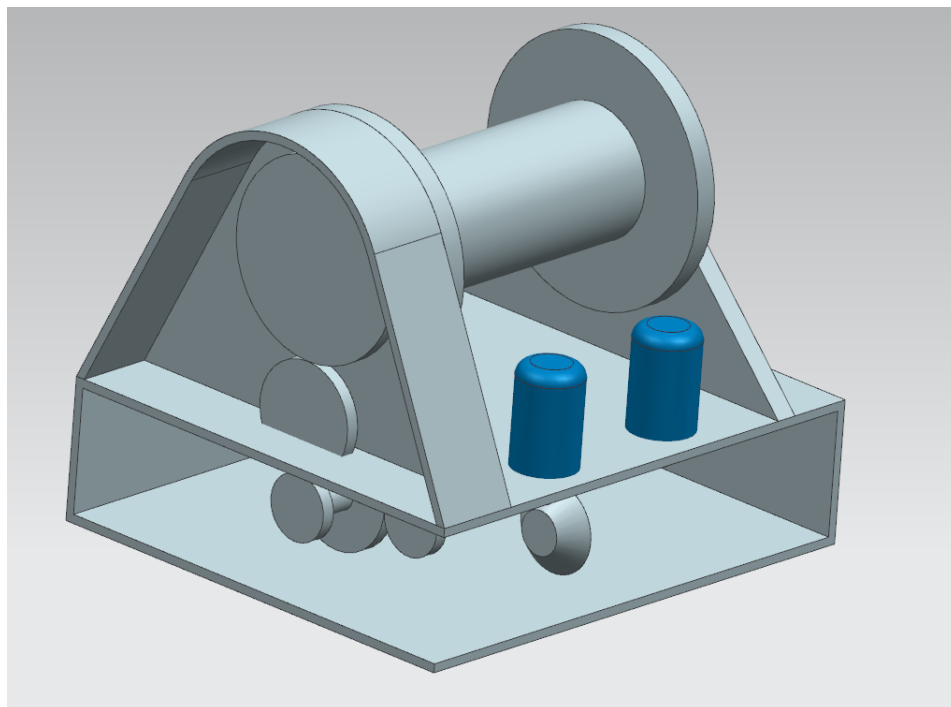
7.13.2 Konsept – Planetgir + sylindrisk tannhjul:**7.13.3 Konsept – Koniske tannhjul og sylindriske tannhjul:**

7.13.4 Toppløsning:

Girkasse med tre steg og koniske tannhjul.

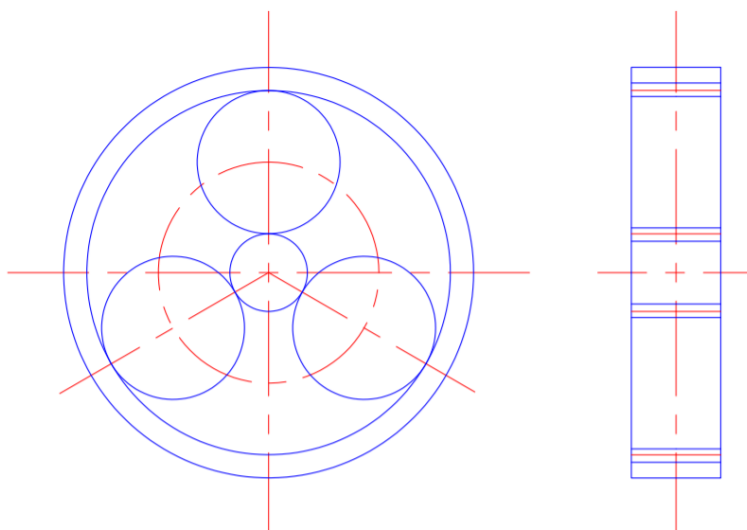
**7.13.5 Integrert girkasse:**

Løsning med girkasse plasserte under vinsjetrommel, evt. integrert i dekket på båten.



8 VEDLEGG – INFO SENDT TIL PLANETGIRLEVERANDØRRAR:

Consept sketch:



Date	23.02.2019	Kurs/Fagfel	Torstein Løseth	Trakt	Mechanik	1 : 4	NTNU Pod-Skip
Kontroll		Stadskontroll		Ged-jett	Prosjektjornetrolle		
Planetary gear Consept sketch							Erstatning for: 1001
Remisling		Beregning					Gruppe

Planetary gear - concept

Max torque	M_{\max}	250 000	Nm	(80t)
Max speed	n_{\max}	60	rpm	(Approximately)
Min speed	n_{\min}	25	rpm	
Size limit	d_{\max}	Ø550	mm	
Gear ratio	i	10		
Axial load	F_a	70,5	kN	
Radial load	F_r	1177,2	kN	

Life time calculation "ISO 4301 classification"

References:	Fill in:	Fill in!	Comments
	Max load, pull	F 785 kN	
	Life time request	L _{10h} 100000 h	
	Duty cycle calculation		
	Winch load	F 590 kN	
	Duty	10 %	
	Winch load	F 330 kN	
	Duty	85 %	
	Winch load	F 780 kN	
	Duty	5 %	
	Total percent loading	100 %	
	Spectrum factor	Km 0,15	
	ISO 4301 classification	ISO M8	See table 1
	Effective use and lifetime	T9	See table 2
	Winch class load spectrum	L2	See table 3

The information in this document is the property of Evomec AS and may not be copied or communicated to a third party, or used for any purpose other than for which is supplied without the expressed written consent of Evomec AS. Illegal copying may lead to legal actions

Table 1. Winch "FEM" classification

Winch class load spectrum	Effective use									
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
L1	M1	M1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
L2	M1	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M8
L3	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M8	M8
L4	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M8	M8	M8

Table 2. Effective use and lifetime

Symbol	Total effective use (lifetime in hours) T	Daily use in hours
T0	T < 200	<0.12
T1	200 < T < 400	<0.25
T2	400 < T < 800	<0.5
T3	800 < T < 1600	<1
T4	1600 < T < 3200	<2
T5	3200 < T < 6300	<4
T6	6300 < T < 12500	<8
T7	12500 < T < 25000	<12
T8	25000 < T < 50000	<16
T9	50000 < T	>16

Table 3. Spectrum factor

Symbol	Spectrum factor
L1	Km ≤ 0.125
L2	0.125 < Km ≤ 0.25
L3	0.25 < Km ≤ 0.5
L4	0.5 < Km ≤ 1

Planetary gear – concept/overall design

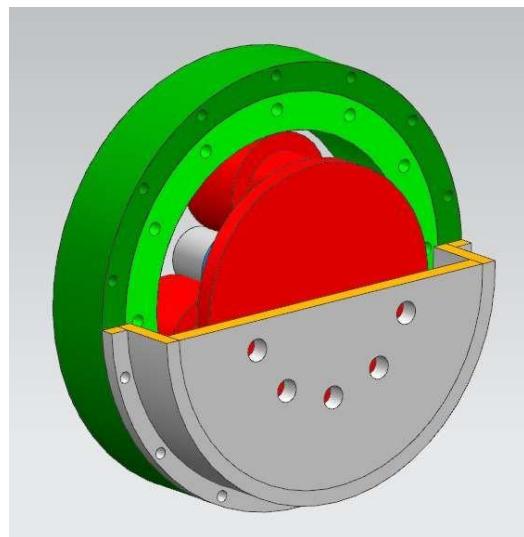
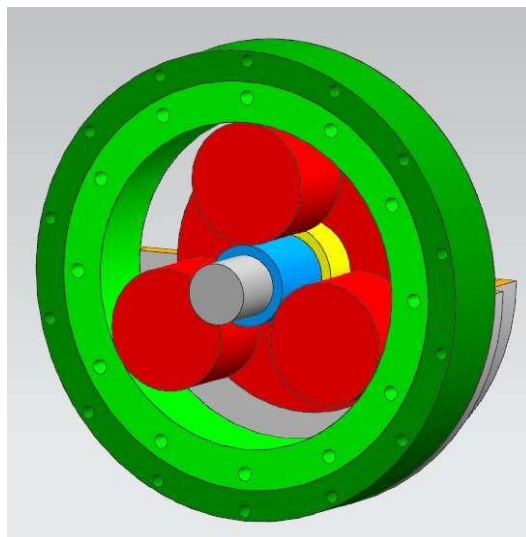
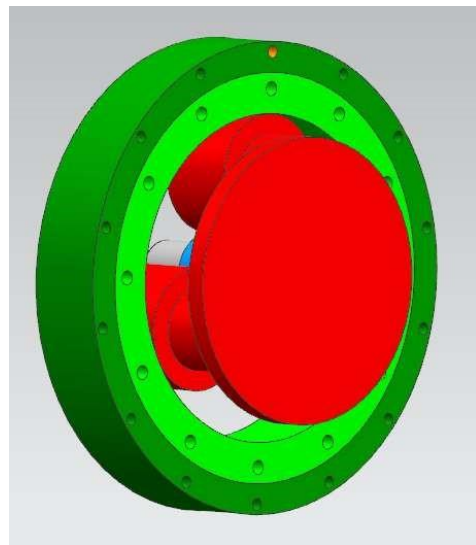
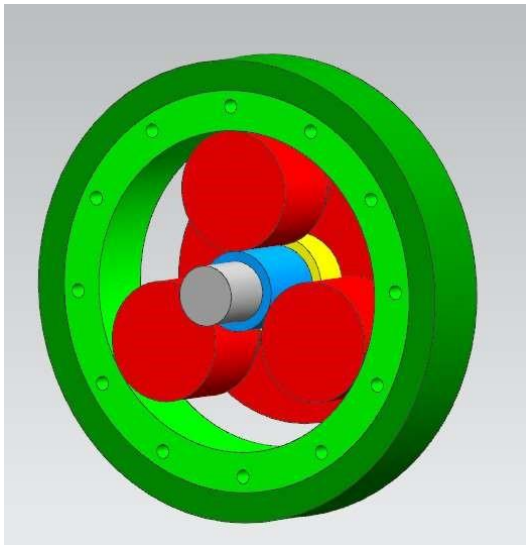
IMPORTANT:

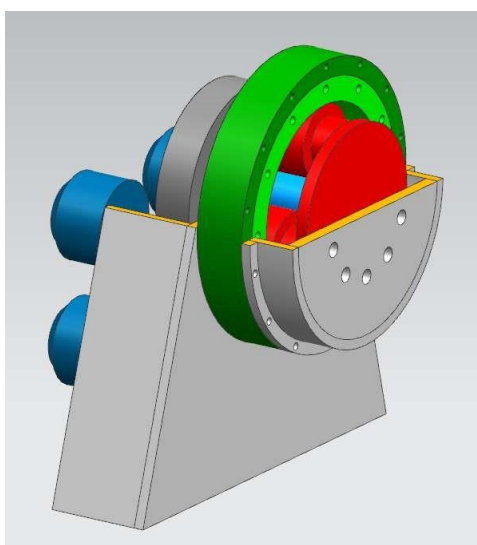
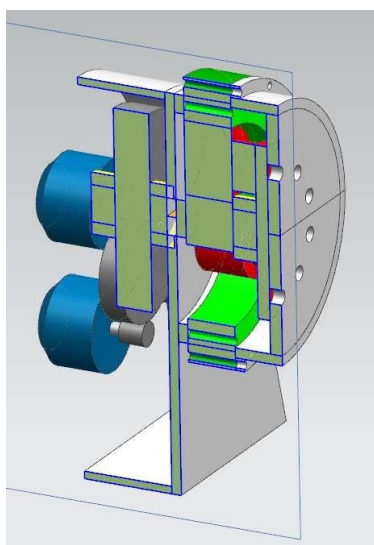
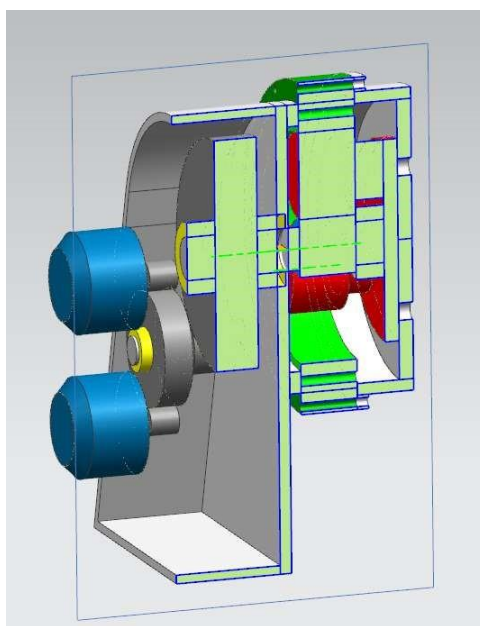
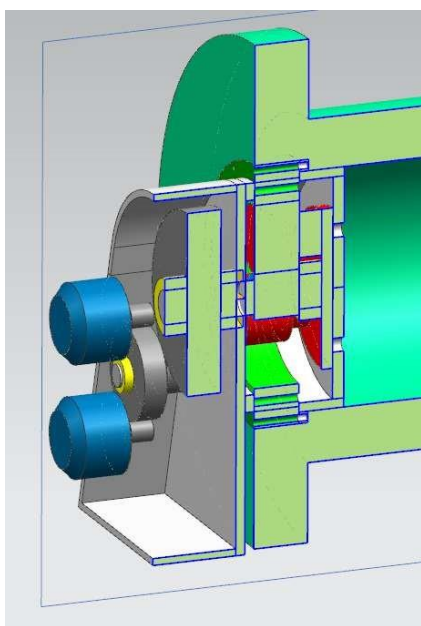
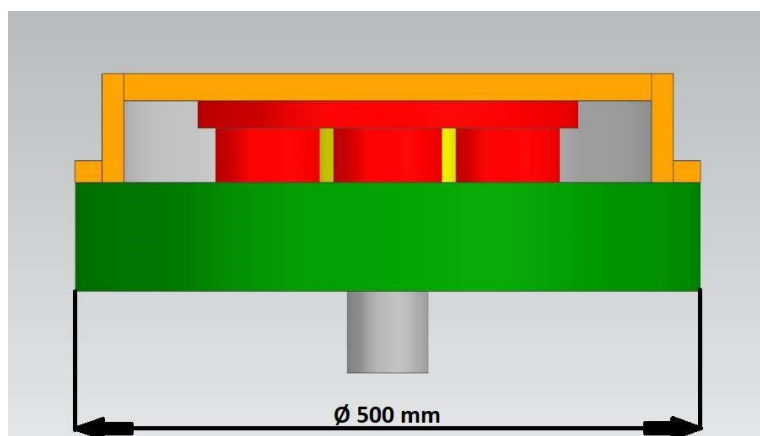
INPUT: Sun gear (blue part).

OUTPUT: Planet gears connected to a planet carrier (red parts).

SLEWING RING: The green part (2 parts) symbolizes a slewing ring, with internal teeth. The inner ring is fixed/locked to the main gearhouse, and the outer ring rotates.

DIMENSIONS: Maximum outer diameter is Ø500 mm.





9 VEDLEGG – MAILAR MELLOM PLANETGIRLEVERANDØRAR:

9.1 Brevini Dana:

Hei

Vi er 2 maskiningeniør studenter fra NTNU i Ålesund som jobber sammen med Evotec AS (kontaktperson Gunn Marit Nerem) med å utvikle en girkasse til en trålvinsj (vinsjegir). Denne girkassen skal blant annet bestå av et planetgir som skal være plassert inn i selve trommelen på vinsjen.

Har dere noe i produktkatalogene deres som kan oppfylle følgende krav? Hva er eventuelt maksimal radiallyast et slikt planetgir kan ta opp?

- Levetid: 25 år
- Moment: 250 000 Nm (max, kan reduseres)
- Innerdiameter trommel: Ø550mm (kan økes litt)
- Minimums turtall ut: 26 rpm

Det oppgitte momentet er dynamisk, ikke statisk ettersom vi ikke skal ha bremskraft.

Ser fram til å høre fra deg.

Mvh Torstein Løseth, Johan-Olav Haddal Molvær

Hei

For å begynne ett sted, det er en fordel om du oppgir ønsket levetid ihht FEM standarden/maskinklasse/lastspekter 25 år kan jo bare være 1 t i året..!!

Hvilke motor skal benyttes ?

Hvilken utveksling skal du ha ?

Hva er nominelt turtall ut ?

B.r/m.v.h

Dag Bruvold

Sales, Dana SAC Norway, Bergen

TABELLE F.E.M.

F.E.M. TABLES

Tabella N°2

Table N°2

CLASSE DI UTILIZZAZIONE / CLASSES OF UTILIZATION								
Classi di utilizzo (Tabella T2.1.3.2.) Classes of utilisation (Table T.2.1.3.4.)		T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
		400 < T2 800	800 < T3 1600	1600 < T4 3200	3200 < T5 6300	6300 < T6 12500	12500 < T7 25000	25000 < T8 50000
L1	0 > Km 0,125		M2	M3	M4	M5	M6	M7
L2	0,125 > Km 0,250	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
L3	0,250 > Km 0,500	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
L4	0,500 > Km 1000	M4	M5	M6	M7	M8		



B.r/m.v.h
 Dag Bruvold
 Sales, Dana SAC Norway, Bergen

Hei

Takk for raskt svar.

Legger ved FEM klasse som vedlegg.

Vi kan ikke helt svare på hvilken type motorer som skal benyttes ettersom vi skal ha et utvekslings steg med sylindriske tannhjul i en hovedgirkasse før planetgiret. Denne hovedgirkassen skal være koblet til planetgiret som er plassert inne i trommelen.

- Nominelt turtall ut: 40 – 60 rpm (minimum 26 rpm)
- Utteksling: 5 – 10

Mvh Torstein Løseth, Johan-Olav Haddal Molvær

Hei

Planetgir 1 steg har utveksling ca fra 3 til 7

Planetgir 2 steg har utveksling ca fra 13 til 40

Derav skal du ha 1-trinn

Men, på så stort moment så eksisterer det ikke i mitt program noe vinsjgir til å sette i trommel – da disse eksisterer i minimum utvekslinger godt over 60

Alternativet er da ett standard female planetgir (som ikke tar radiallast) – som innmonteres i trommel med roterende hus

SL5001 med utveksling 5 er det eneste jeg har som kan ligne på noe – se vedlagt

B.r/m.v.h
 Dag Bruvold
 Sales, Dana SAC Norway, Bergen

Hei

Takk for hjelpen. Dette passer desverre ikke helt for oss, men vi kan komme tilbake til det dersom det skulle bli aktuelt.

Mvh Torstein Løseth, Johan-Olav Haddal Molvær

9.2 Reggiana Riddutori – Danfoss:

Hello

We are 2 mechanical engineering students from NTNU in Ålesund which are working together with Evotec AS and our goal is to create and develop a gearing solution for trawl winches. This gearbox includes a planetary gear placed partly inside the winch drum.

We were wondering if you had something in your product catalogues which would meet our demands? What is the maximal radial load in a planetary gear like this can handle?

- | | |
|-----------------------|---|
| • Life cycle: | 25 years |
| • Torque: | 250 000 Nm (max, may be reduced if necessary) |
| • Innerdiameter drum: | Ø550mm (may be increased in necessary) |
| • Minimum speed out: | 26 rpm |
| • Nom.speed: | 40 – 60 rpm |
| • Gear ratio: | 5 - 10 |

FEM class - attachment

Best regards
Torstein Løseth, Johan-Olav Haddal Molvær

Hei Torstein

Takker for mail og takk for interessant prosjekt.
Har fått et første svar fra vår partner på planetgir. (se mail)

Var i øvrig i møte på Evotec i går og har kontakt med Gunn Marit.

Gleder oss til å høre fra dere snart igjen.

Best regards | Vennlig hilsen

Louise Skak

Account Manager Norway

Danfoss Power Solutions AS

Hvad angår Travel winch gearbox vil der momentmæssigt kræves et RR40000 R=5.85.

Se vedhæftede rapport 16077. Der vil skulle laves et RR40000W1 (winch model). Sådan et gear har Ø 910 mm, der skal bygges i tromlen, så der er langt over de Ø550 mm, der ønskes.

Så kan de måske lave spiltromle med egen lejeopstøtning og så driver tromlen med et RR40000L1 FS (female gear). Jeg ved så ikke lige hvilken motor der skulle drive det, det bliver jo voldsomt med power. Umiddelbart tror jeg at det vil være bedre at lave spillet med tandkrans og så fordele momentet og power ud på et antal krøjegeare og motorer.

Vi kan gerne aftale et møde hos Evotec, kom bare med nogle forslag til dato. Jeg er i Finland hele næste uge og i Tyskland hele uge 15, så der har jeg ingen muligheder.

Kind regards,

Anders Debell

Area Manager

Ph. +45 73 62 57 50 | Mob. +39 348 125 9361 | E-mail: a.debell@reggianariduttori.com



9.3 Dinamic Oil:

Hello

We are 2 mechanical engineering students from NTNU in Ålesund which are working together with Evotec AS and our goal is to create and develop a gearing solution for a trawl winch. This gearbox includes a planetary gear placed partly inside the winch drum.

We were wondering if you had something in your product catalogues which would meet our demands? What is the maximal radial load in a planetary gear like this can handle?

- | | |
|-----------------------|---|
| • Life cycle: | 25 years |
| • Torque: | 250 000 Nm (max, may be reduced if necessary) |
| • Innerdiameter drum: | Ø550mm (may be increased in necessary) |
| • Minimum speed out: | 26 rpm |
| • Nom.speed: | 40 – 60 rpm |
| • Gear ratio: | 5 - 10 |

FEM class - attachment

Best regards
Torstein Løseth, Johan-Olav Haddal Molvær

Hi Torstein, nice to hear from you!

250kNm is a big torque that we can manage with our winch drive wd16004.

The problem is that when the gear start to be so big, also ratio increases, so for example minimum ratio for WD16004 is 200.

I warmly suggest you to have short look to enclosed catalogue...so you start to have an idea of possibilities.

Please feel free to call me for further explanation (63825040).

By the way...we are looking for an engineer to work for us in Oslo....

Kind Regards

Matteo Galezzi



Hi Matteo

Thank you for your fast answer. Is there any solutions where the ratio stay low (doesn't increase)? For example single stage planetary gearboxes?

I will definitely look into your page for available job oppertunities.

Best regards

Hi Torstein, we have done some special WD16003 (3stages instead of 4) but ratio can not be less than 50.

I think that you should double check data. Speed 40\60 that is indicated as rpm I think is speed of rope and not of drum.....speed of rope (mt\min) is normally in that range.....so the drum speed is something different...

Kind Regards

Matteo Galezzi



Hi

I think 50 in ratio will be too much. The speed of the rope should be around 80 - 120 m/min, which results in approximate 40 - 60 rpm on our drum.

But i will come back to you if this should become a possibility. Thank you for your answer.

Best regards

9.4 Bonfiglioli – Geartech:

Hello

We are 2 mechanical engineering students from NTNU in Ålesund which are working together with Evotec AS and our goal is to create and develop a gearing solution for a trawl winch. Our gearbox concept by now includes a planetary gear placed partly inside the winch drum.

We were wondering if you had something in your product catalogues which would meet our demands? What is the maximal radial load in a planetary gear like this can handle?

- | | |
|-----------------------|---|
| • Life cycle: | 25 years |
| • Torque: | 250 000 Nm (max, may be reduced if necessary) |
| • Innerdiameter drum: | Ø550mm (may be increased in necessary) |
| • Minimum speed out: | 26 rpm |
| • Nom.speed: | 40 – 60 rpm |
| • Gear ratio: | 5 - 15 |

Maybe the FW series from Bonfiglioli could have something that fits?

Attachment: FEM classs

Best regards

Torstein Løseth, Johan-Olav Haddal Molvær

Hei,

vi kan gjerne se på dette, men vi har selvsagt et par spørsmål i sakens anledning.

- Hva er trommerlengden?
- Radial last eller opplagret separat?
- Er det krav til sertifisering? I tilfellet spesifiser.

Med vennlig hilsen/Best regards

GearTech AS

Trond Olsen

Hei

Flott! Trommellengden er ca 1500mm, men kan endrest.

Radial lasten er ca 1100 kN ved maksimal belastning.

Det er ikke krav om sertifisering som jeg vet om enda.

Mvh Torstein Løseth

Hei,

takk for raskt svar. Er tromlen opplagret i ikke girsiden, eller er det meningen at giret skal ta hele den radielle lasten?

Med vennlig hilsen/Best regards

GearTech AS

Trond Olsen

Hei

Nei, giret skal ikke ta hele den radielle lasten. Trommlen er også opplagret i ikke girsiden.

Mvh Torstein Løseth

OK, da er det i verste fall nesten hel radiallasten hvis wiren ligger inntil trommelflensen på girsiden?

Hei, trond@geartech.no
kan du ringe meg på 90198948?

Hei igjen,
jeg har diskutert litt med teknisk på fabrikken og kommet fram til et forslag, som jeg har limt inn nedenfor. Gi meg et hint om dette kan være interessant.

Considering the high radial load if the customer wants to use a 300 series, the drum should be completely supported.

If the customer can accept this constrain, we can propose our **319L1 1:4.87 FZ V9AG** (without input flange), in order to give to the customer the possibility to assemble a pre stage in the input.

Hei

Takk for svar. Er det mulig å få et grovt prisestimat (uforpliktende) av dette?

Hei Torstein,
en budsjettpris for et planetgir type 319 L1 HZ som er åpent mot inngangssiden er ca. [redacted] eks. mva. exw. vårt lager på Bærums Verk.

Gi meg beskjed om hvorvidt det er interessant å gå videre med dette, så kan vi ta fram 3D modell etc.

God helg!

Hei Trond

Eg skal gi beskjed dersom dette vert aktuelt for oss. Takk for svar.

9.5 Wikov/Evotec:

Hello Lukas,

Hope all is well with you.

We are working together with students from NTNU university in Norway on an optional gearing solution for trawl winches where we have a planetary gear placed partly inside the winch drum. I have attached some initial information, but as you can see it is only conceptual for now.

If we end up using a similar solution as this, we are planning to manufacture the outer gearbox/foundation our self, but probably not the planetary gear module (marked in red on the picture). The idea is to use the planetary gear without modifications for all trawl winches, and only change the outer gearbox as needed to adapt the ratio and fit the physical space on the vessel. Trawlers is a highly competitive market and our goal is to save cost as well as space.

Would Wikov be interested in quoting for this planetary gear module?

The slewing ring could be included in the delivery, or purchased separately by us. All info in the specification is approximate for now. Looking forward to hearing from you.

Dear Gunn Marit,

I sent your e-mail to our design department and received a quick answer:

For required torque is your limit of drum diameter absolutely impossible. Our diameter proposal will be 2,5x bigger – 1230 mm.

We can not help in this case.

With kindly regards,
Lukas

With kindly regards,

Lukáš Juriga
Sales Manager – Oil & Gas

Thank you Lukáš, that is valuable information to us and means we must look into changing our concept. If we do a redesign at a reduced torque/increased diameter, would you be interested?

Hi,

Thank you, that will be useful. Is Thursday 21.03 at 09:00 suitable for you?

The original email that I sent to Lukáš is attached. We understand that the specification as attached is not possible, but we would like to talk about what the limiting factors are and discuss suggestions for modifications to make it work with a lower spec + slightly changed solution. Also, we would like to discuss how we can design the solution to be as low cost as possible.

I have attached the students we are working with in copy.

Hello Torstein,
Please find the preliminary drawing attached.
Mr Lukas Juriga will send you the indicative price offer soon.

Best Regards

Vilém Roško
Engineering Manager

Dear Torstein,

I am very sorry for delay of my commercial input. I see realistic price close to [REDACTED] Delivery date will depends on actual situation at the date of order. I believe [REDACTED] is realistic at the moment.

In case of your questions/comments, please feel free to contact us.

With kindly regards,
Lukas

With kindly regards,

Lukáš Juriga
Sales Manager – Oil & Gas

Flying Saucer — Strucklight.net

EN	ANSI	SS	UNS	DN	C max	Cr	Ni	Mo	Annet	Polysäure Rm 10mm2	Streckstabilität Rm 10mm2	Diverse bezeichnungen
MARTENSTEIT												
1.4006	410	2302	S41000	X12Cr13	0,15	11,5 - 13,5				450	650 - 850	
1.4021	420	2303	S42000	X20Cr13	0,25	12,0 - 14,0				500	700 - 850	
1.4034	430F	2383	S43020	X14CrMoS17	0,17	15,5 - 17,5		0,2 - 0,6		500	650 - 850	
1.4542	630	23420	X5CrNiCuNb16-4	0,07	15,0 - 17,0	3,0 - 5,0		<0,6	5,0 ± 0,35	1000	1070 - 1270	174 PH H1025
1.4542	630	23420	X5CrNiCuNb16-4	0,07	15,0 - 17,0	3,0 - 5,0		<0,6	Cu 3,0 - 5,0	970 - 1100	174 PH H1150 + 1150	
1.4112	4408		S44003	X9CrNiMoV18-9	0,95	17,0 - 19,0				427	738	
1.4313	415	2385	S41500	X2CrNiMo13-4	0,05	12,0 - 14,0	3,5 - 4,5			600	800 - 980	QT 788
1.4057	431	2321	S43100	X7CrNiMo16-2	0,23	15,0 - 17,0	1,5 - 2,5			620	800 - 950	
1.4418		2387	S43075	X4CrNiMo16-5-1	0,08	15,0 - 17,0	4,0 - 6,0	0,8 - 1,5		600	800 - 1150	5 105 M QT900
1.4016	430	2320	S43000	X8Cr17	0,08	16,0 - 18,0				240	400 - 630	Kromal
1.4512	449		S45090	X2CrNi12	0,03	10,5 - 12,5			Ti ± 0,05	220	380 - 560	
1.4033	444	2326	S41000	X2CrNi18-8	0,025	17,0 - 20,0	0,3 - 1,0	1,8 - 2,5	Ti ± 0,08	320	420 - 650	
1.4521	444		S41500	X2CrNi18-8	0,025	17,0 - 20,0			Ti ± 0,08	300	420 - 640	
1.4016	444		S41000	X1CrNi18-8	0,15	16,0 - 19,0	6,0 - 9,5	<0,8	Ti ± 0,06	250	400 - 650	
AUSTENITEIT												
1.4303	301	2331	S30100	X1CrNi18-8	0,15	16,0 - 19,0				190	500 - 750	Reinigt Eisanzahl
1.4305	303	2346	S30400	X12CrNi18-9	0,10	17,0 - 19,0	8,0 - 10,0			190	500 - 750	Reinigt Ausrüstung
1.4301	304	2333	S30400	X5CrNi18-10	0,07	17,5 - 19,5	8,0 - 10,5		5,0 ± 0,25	180	460 - 680	Reinigt
1.4306	304	2352	S30403	X2CrNi19-11	0,03	18,0 - 20,0	10,0 - 12,5			180	460 - 680	Reinigt
1.4307	304L	2352	S30403	X2CrNi18-9	0,03	17,5 - 19,5	8,0 - 10,5			175	500 - 700	Reinigt
1.4541	31	2347	S32100	X6CrNiMo11-8-10	0,08	17,0 - 19,0	9,0 - 12,0		Ti 5 x C ≤ 0,70	190	500 - 700	Reinigt Transzistabreit
1.4401	316	2347	X31600	X5CrNiMo17-12-2	0,07	16,5 - 18,5	10,0 - 13,0	2,0 - 2,5		200	500 - 700	Spezial
1.4404	316L	2348	X31600	X2CrNiMo17-13-2	0,03	16,5 - 18,5	10,0 - 13,0	2,0 - 2,5		200	500 - 700	Spezial
1.4571	316Ti	2350	S31603	X6CrNiMo17-12-2	0,08	16,5 - 18,5	10,5 - 13,5	2,0 - 2,5	Ti 5 x C ≤ 0,70	200	500 - 700	Spezial Transzistabreit
1.4406	316LN		S31603	X2CrNiMo17-11-2	0,03	16,5 - 18,5	10,0 - 12,5	2,0 - 2,5	N 0,012 - 0,22	280	580 - 800	Spezial
1.4432	316L	2353	S31603	X2CrNiMo18-14-3	0,03	16,5 - 18,5	10,5 - 13,0	2,5 - 3,0		200	500 - 700	Spezial
1.4436	316L	2353	S31603	X2CrNiMo18-14-3	0,03	16,5 - 18,5	10,5 - 13,0	2,5 - 3,0		200	500 - 700	Spezial
1.4436	316	2343	X31600	X2CrNiMo17-13-3	0,07	16,5 - 18,5	10,5 - 13,0	2,5 - 3,0		230	530 - 730	Super Ausrüstung
1.4539	904L	2562	N08904	X2NCr06Mo25-20-5	0,02	19,0 - 21,0	24,0 - 26,0	4,0 - 5,0		300	650 - 850	Alloy 25-S60 Alloy 906
1.4547		2318	X15CrNi20-12		0,02	19,0 - 21,0	24,0 - 26,0	6,0 - 7,0		300	650 - 850	Alloy 25-S60 Alloy 906
1.4529	309		N08906	X1NCr06Mo25-20-7	0,02	19,0 - 21,0	24,0 - 26,0	6,0 - 7,0		300	650 - 850	Vomelast
1.4530	309		N08906	X1NCr06Mo25-20-7	0,02	19,0 - 21,0	24,0 - 26,0	6,0 - 7,0		300	650 - 850	Vomelast
1.4464	310S	2361	X1CrNiTi18-10		0,10	24,0 - 26,0	10,0 - 12,0		Si 1,5 - 2,5 Si 1 - 1,5	210	550 - 750	258MA Vomelast
1.4483		2368	X30CrNi18-10		0,12	24,0 - 26,0	10,0 - 12,0		Si 1,4 - 2,5	310	650 - 850	258MA Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5	310	650 - 850	Vomelast
1.4631	314		X15CrNi20-5-2		0,10	24,0 - 26,0	18,0 - 22,0		Si 1,5 - 2,5			

© 2004 Blackwell Publishing Ltd, *Journal of Internal Medicine* 255: 103–110



SAMMENLIGNINGSTABELL

Isstrup kan tilby:

ANALYZER (Positive Material Identification) testing on all wire materials, aged aluminum.

Öppning av alla våra produkter med
hargas/heat re /beställningar /projektter.
etc.

leverisering av materialer. Vi har tett samarbeid med bl.a. Teknologisk Institutt, NNT APS, TUF og Lloyd's.

Utslipp av stangmateriale opp til 100 mm fra en av våre 8 boltesager.

40050K godijente Duplex materijer
 40050K godijente Duplex materijer
 40050K godijente Duplex materijer



to vedikontor/lager:

Astrup AS, Postbøck B Høiengenstua,
 4-0915 Oslo
 Sæviard Martensens vei 34,
 4-0978 Oslo
 H: 22 79 15 00
 Fax: 22 10 72 93
 E-mail: astrup@astrup.no

Elektro-smistål

Kvalitet	Analyse ca. %	Struk- tur	Til- stand	Kvalitets		program				
				Flyteg. N/mm ²		Strekf. N/mm ²	Forleng. 5XD %	Innsnr. %	Slagseig. J	Hardhet HB
SC140L	C 0,20 Cr 13,00	Marten- sittisk	Glødet Seigh.	min 700		900-1100	min 12	min 45	min	max 240 275-335
S165M	C 0,04 Cr 16,00 Ni 5,00 Mo 1,00	Martens. Ferrittisk	Seigh.	685		880-1030	15	45	30	270-320
S178SUP	Cmax 0,03 Cr 18,00 Ni 9,50	Auste- nittisk	Austenitt glødet	180		460-690	45	55	90	130-180
SN128M IIISUPER Cmax 0,03	Cmax 0,05 Cr 17,50 Ni 12,50 Mo 2,70	Auste- nittisk	Auste- nitt- glødet	200		460-690	45	50	90	130-180
SS286M	Cmax 0,08 Mn 1,00 Cr 26,00 Ni 5,00 Mo 1,50 N 0,12	Ferittaust.	Austen. Glødet	420		590- 780	20	45		210-260
SAF 2507	S 28	Ferittaust.	Austen. Glødet	550		Min. 750	25		70 (-20°C)	Ca. 270
S8490	Cmax 0,03 Cr 22,0 Ni 5,5 Mo 3,0	Ferrittaust.	Austen. Glødet Austen. Glødet	450		650-750	25			max 290
S254SMO	Cmax 0,03 Cr. 20,0 Ni 18,0 Mo 6,20 Cu 0,70 N 0,20	Austen.	Austen. Glødet	300		min. 650	35			max 220
SNW209	C 0,25 Si 1,40 Mn 1,35 Cr 20,00 Ni 9,00 W 2,30	Austen- ittisk	Austen- ittglødet	390		730- 880	20	40	44	200-250

22

23

Sveiseegenskaper støpestål

Kvalitet	Sveisbarhet	Forvarming °C
SE 1	Meget god	Ingen
SE 2	Meget god	Ca. 200
SE 2M	God	Ca. 150
CN 18	Dårlig	Ca. 250
SCM 22	God	Ca. 150
S6240	God	Ca. 150
V2	God	Ca. 150
SCM25	Mindre god	Ca. 200
SICHNI	Mindre god	Ca. 200
S124M-S134M	God	Ca. 150
S165M	God	Ca. 150
S178SP	Meget god	Ingen
Sn128MIISP	Meget god	Ingen
SS286M	God	Ingen
S8490	God	Ingen
S254SMO	God	Ingen

Sveiseegenskaper smistål

Kvalitet	Sveisbarhet	Forvarming °C
S1207-S1211	Meget god	Ingen
SE3MS	God	Ca. 150
CRMOII	God	Ca. 150
CRMOIV	Mindre god	Ca. 200
SNC16	Dårlig	Ca. 300
SNC28	Dårlig	Ca. 300
SC140L	Dårlig	Ca. 250
S165M	God	Ingen
S178SUP	Meget god	Ingen
SN128MIISUP	Meget god	Ingen

30

Behandling etter sveising

Ingen
Ingen
Ingen
Spenningsgløding
Spenningsgløding
Spenningsgløding
Spenningsgløding
Spenningsgløding
Spenningsgløding
Spenningsgløding
Ingen
Ingen
Ingen
Ingen
Ingen
Ingen
Ingen
Ingen
Ingen

SIS 14 2387

Behandling etter sveising

Ingen
Spenningsgløding
Spenningsgløding
eller seigherding
Spenningsgløding
eller seigherding
Seigherding
Seigherding
Seigherding
Spenningsgløding
Ingen
Ingen

31

6 Appendix D: Diagrams and Tables

Appendix D1

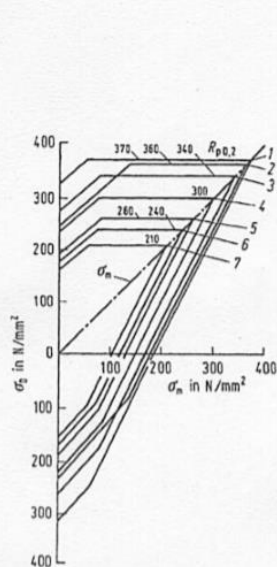


Figure 1. Fatigue strength pattern (Smith curve) for tensile-compressive loading [58]. General building steels to DIN 17 100: 1 St 70; 2 St 52 3; 3 St 60; 4 St 50; 5 St 42; 6 St 37; 7 St 34.

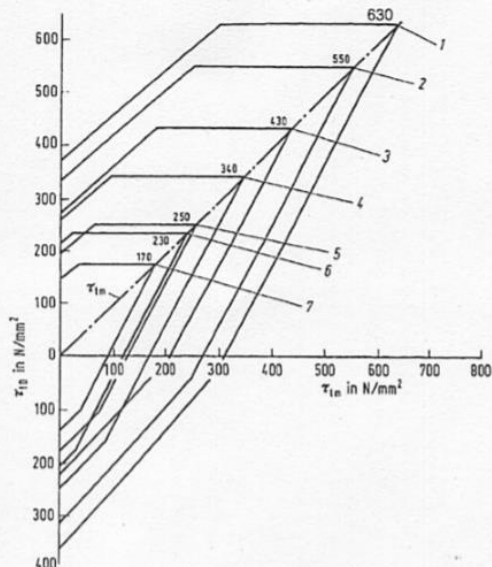


Figure 2. Fatigue strength pattern (Smith curve) for torsional loading [58]. 1 42 CrMo 4; 2 34 Cr 4; 3 16 MnCr 5; 4 C 45, Ck 45; 5 C 22, Ck 22; 6 St 60; 7 St 37.

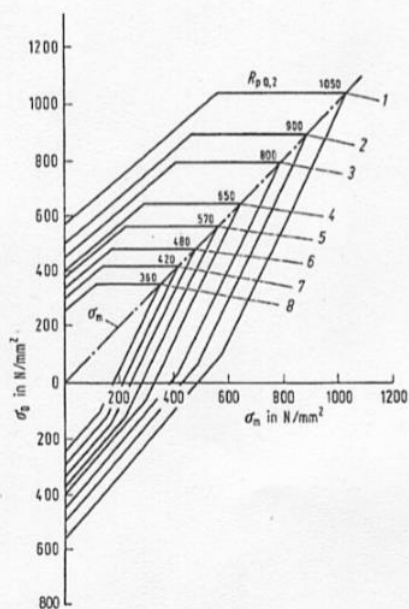


Figure 3. Fatigue strength pattern (Smith curve) for tensile-compressive loading [58]. Annealing steels to DIN 17 200: 1 30 CrMoV 9, 30 CrNiMo 8; 2 42 MnV 7, 42 CrMo 4; 42 CrV 6, 36 CrNiMo 4; 50 CrMo 4, 50 CrV 4; 34 CrNiMo 6; 3 37 MnSi 5, 34 Cr 4; 36 Cr 6, 41 Cr 4; 34 CrMo 4; 4 40 Mn 4, 27 MnCr 4, 30 Mn 5, 27 MnCrV 4, 40 Mn 4; 5 C 60, Ck 60; 6 C 45, Ck 45; 7 C 35, Ck 35; 8 C 22, Ck 22.

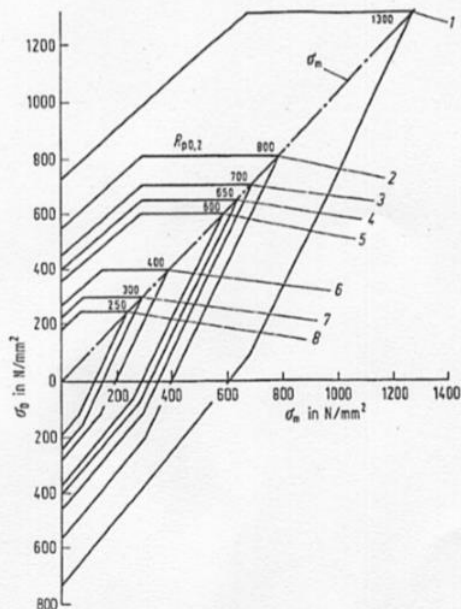
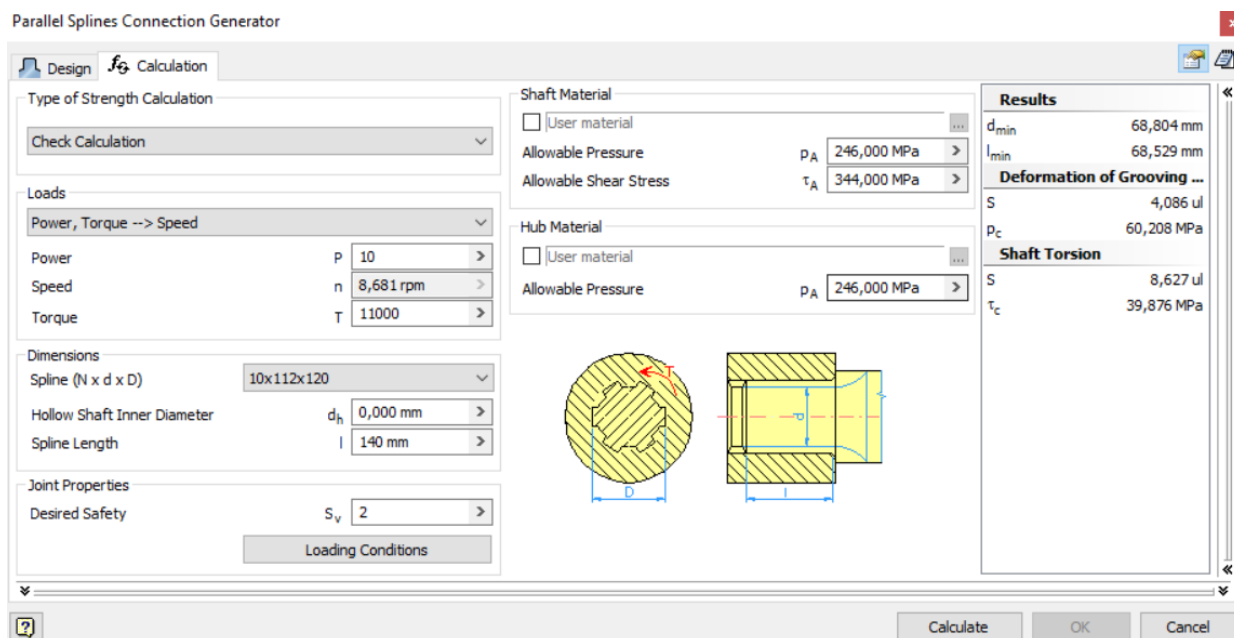
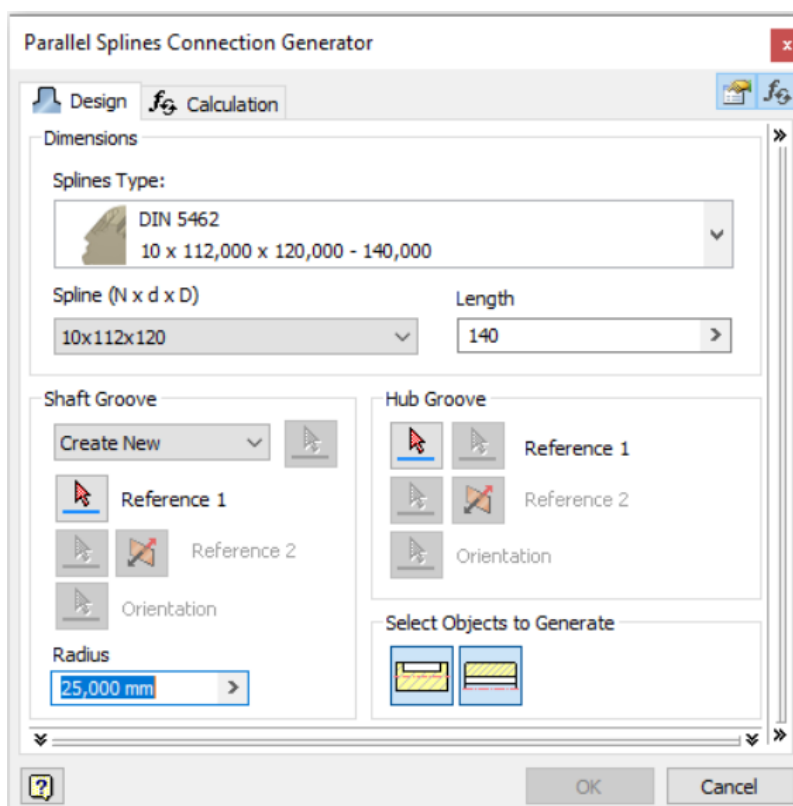


Figure 4. Fatigue strength pattern (Smith curve) for tensile-compressive loading [58]. Precipitation hardening steels to DIN 17 210: 1 41 Cr 4; 2 18 CrNi 8; 3 20 MnCr 5; 4 15 CrNi 6; 5 16 MnCr 5; 6 15 Cr 3; 7 C 15, Ck 15; 8 C 10, Ck 10.


11 VEDLEGG – SPLINE UTREKNINGAR FRÅ EVOTEC:



Parallel Splines Connection Generator

Design Calculation

Dimensions



Splines Type:
 DIN 5462
 10 x 112,000 x 120,000 - 170,000

Spline (N x d x D)
 10x112x120

Length
 170

Shaft Groove
 Create New
 Reference 1
 Reference 2
 Orientation
 Radius
 25,000 mm

Hub Groove
 Reference 1
 Reference 2
 Orientation

Select Objects to Generate
 

OK Cancel

Parallel Splines Connection Generator

Design Calculation

Type of Strength Calculation
 Check Calculation

Loads
 Power, Torque --> Speed
 Power P 10
 Speed n 8,681 rpm
 Torque T 11000

Dimensions
 Spline (N x d x D) 10x112x120
 Hollow Shaft Inner Diameter d_h 0,000 mm
 Spline Length l 170 mm

Joint Properties
 Desired Safety S_v 2
 Loading Conditions

Shaft Material
☐ User material
 Allowable Pressure p_A 246,000 MPa
 Allowable Shear Stress τ_A 344,000 MPa

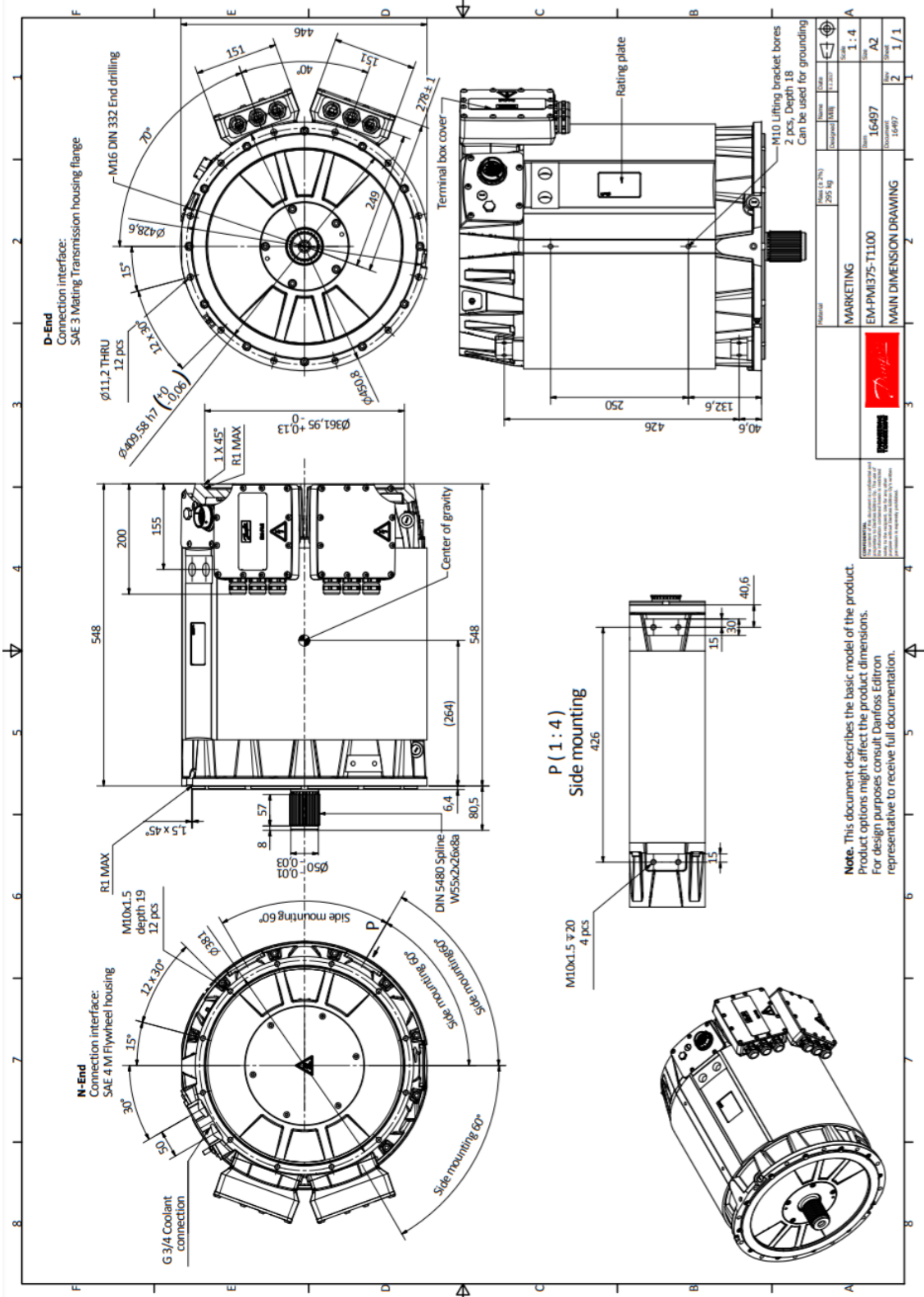
Hub Material
☐ User material
 Allowable Pressure p_A 246,000 MPa

Results

d_{min}	68,804 mm
l_{min}	68,529 mm
Deformation of Grooving ...	
S	4,961 ul
p_c	49,583 MPa
Shaft Torsion	
S	8,627 ul
τ_c	39,876 MPa

Calculate OK Cancel

12 VEDLEGG – VAL AV MOTOR:



MOTORS (temperature class F, 150 °C)

Type	Coolant temperature +65°C			Coolant temperature +40°C			Coolant temperature +40 / +65°C			
	Cont. Torque [Nm]	Cont. Power [kW]	Nom. Current [A]	Cont. Torque [Nm]	Cont. Power [kW]	Nom. Current [A]	Nom. speed [rpm]	Max. speed [rpm]	Peak torque Single (*)	Peak torque DUAL (**)
EM-PMI375-T1100-1200	1306	164	207	1399	176	221	1200	2400	2100	3270
EM-PMI375-T1100-1500	1175	185	261	1310	206	292	1500	3000	1550	2500
EM-PMI375-T1100-1800	1077	203	271	1225	231	310	1800	3600	1380	2500
EM-PMI375-T1100-2100	995	219	288	1178	259	343	2100	4000	1100	2170
EM-PMI375-T1100-2400	952	239	323	1060	266	358	2400	4000	1040	2000
EM-PMI375-T1100-2900	896	272	367	998	303	409	2900	4000	800	1500

(* Peak torque achieved with a 350A inverter

(** Peak torque achieved with two 350A inverters

13 VEDLEGG – SKYPEMØTE OG PLANETGIRKONSEPT:

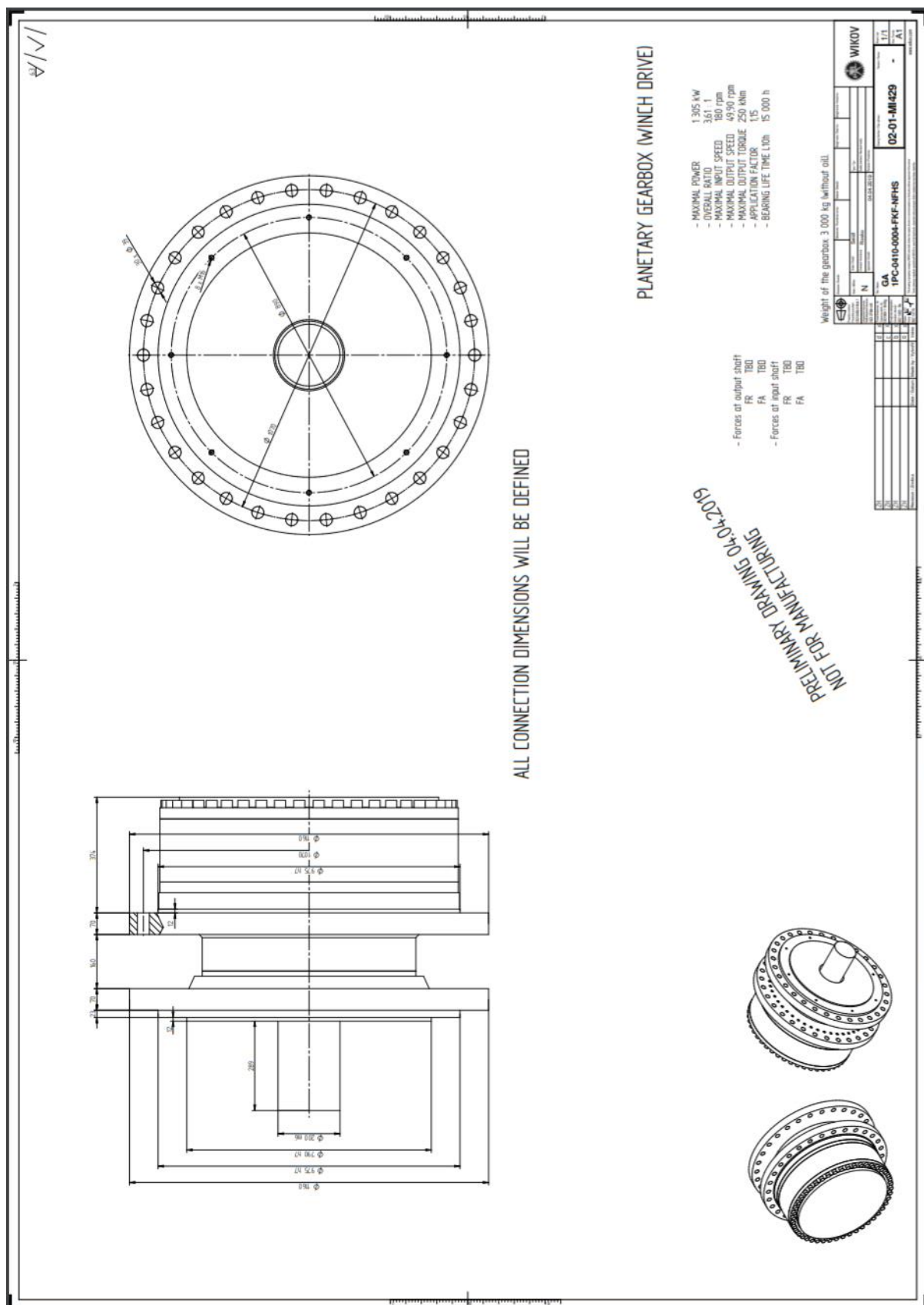
Spørsmål – Skypemøte med Wikov

Sendte dokument til Wikov er tekniske spesifikasjoner, FEM klasse, 2D teikning og 3D modeller.

Eksisterende flenskobling er Ø855mm. Dette gir spillerom ved utvendig plassering.

Torque	–	250 000 Nm (80 tons)
Minimum speed	–	26 rpm (50 m/min) – Hauling in
Speed range	–	40 – 60 rpm (80-120 m/min)
Diameter	–	Ø550mm
Gear ratio	–	5 – 15
Axial load	–	70 kN
Radial load	–	1177 kN

- **Limiting factors?**
Bøyespenning og flatetrykk på tennene.
- **Suggestions for modifications to make it work with a lower spec + slightly changed solution?**
Plassere planetgiret delvis på utsida av trommelen.
- **How to design the solution to be as low cost as possible?**
Wikov skal sende prisestimat.
- **Minimum and maximum gear ratio? Minimum/maximum speed (input and output)?**
*We need the output and input torque which depends on the ratio and speed!
Ratio 6-12. 4,6 in ratio. Stages? Minimum 15 rpm, kanskje rundt 50, kan og vere 100.
Lager – 10-20000 timar? Minimum 5000.*
- **Rough dimensions of the planetary gearbox concept, so we have something to work on (diameters, length, width, gear sizes – sun, planet and ring, slewing ring?)**
Send primarily sketch.
- **Connection to drum? Interface?**
Output from planetary gear, the housing will rotate, and drive the flange.
- **Bearing/support, slewing ring?**
Wikov skal lage nytt girhus med opplagring.



14 VEDLEGG – SKRUEBEREKNINGAR:

14.1.1 2-deling av girhuset:

Bolt nominal diameter mm		m20
Number of bolts		30
Quality class (8.8, 10.9, 12.9)		10.9
	8.8	
	10.9	
	12.9	
Bolt surface, material Nut surface, material	Oiled untreated Untreated	
	Oiled untreated Untreated	
	Oiled fosfatized Fozfatized/ untreated	
	Oiled elzn, gold chrome Elzn, gold chrome	
	Oiled Mech Zn Alu.	
	Warm galvanized Warm galv./ untreated	
	Oiled warm galvanized Aluminium	
	Oiled polyseal Untreated polyseal	
	Waxed corrosion free Corrosion free	
	Oiled/ emulgated corrosion free Aluminium	
Data from Koppernæs catalogue		
Corr factor - C (tab 25)		1
Degree of pretension Gf (tab 25)		0,71
Dissipation Sf/Ff (tab 25)		0,16
Yield strength Fs (tab 11)		221 [kN]
Pre-tension strenght all bolts		4697 [kN]
Rough pre-tension torque Mv (Waløen 6.29)		553 [Nm]

14.2 Planetgiret:

Bolt nominal diameter mm	m22
Number of bolts	30
Quality class (8.8, 10.9, 12.9)	12.9
	8.8
	10.9
	12.9
Bolt surface, material Nut surface, material	Oiled untreated Untreated
	Oiled untreated Untreated
	Oiled fosfatized Fozfatized/ untreated
	Oiled elzn, gold chrome Elzn, gold chrome
	Oiled Mech Zn Alu.
	Warm galvanized Warm galv./ untreated
	Oiled warm galvanized Aluminium
	Oiled polyseal Untreated polyseal
	Waxed corrosion free Corrosion free
	Oiled/ emulgated corrosion free Aluminium
Data from Koppernæs catalogue	
Corr factor - C (tab 25)	1
Degree of pretension Gf (tab 25)	0,71
Dissipation Sf/Ff (tab 25)	0,16
Yield strength Fs (tab 11)	327 [kN]
Pre-tension strenght all bolts	6970 [kN]
Rough pre-tension torque Mv (Waløen 6.29)	913 [Nm]

14.3 Bolting til dekk:

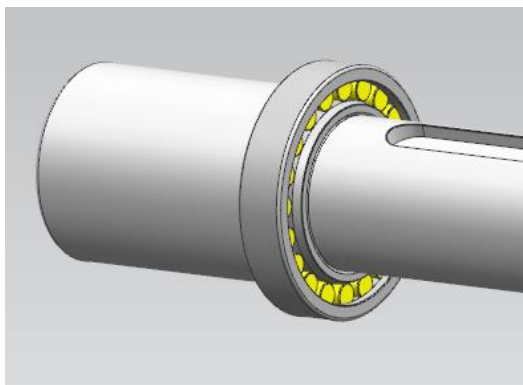
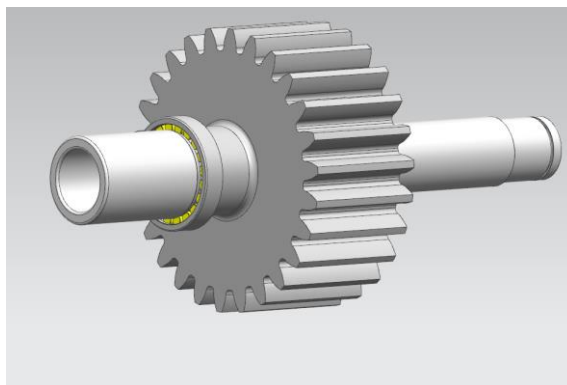
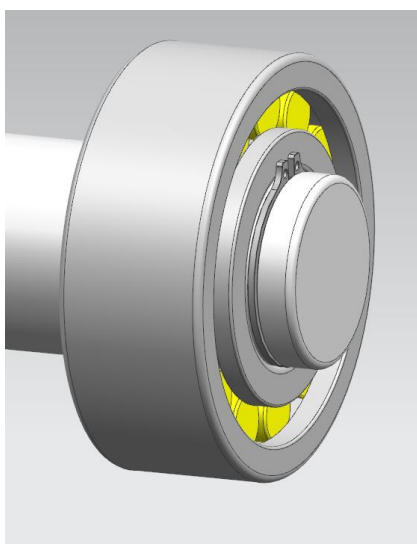
Bolt nominal diameter mm	m24
Number of bolts	36
Quality class (8.8, 10.9, 12.9)	8.8
	8.8
	10.9
	12.9
Bolt surface, material Nut surface, material	Oiled untreated Untreated
	Oiled untreated Untreated
	Oiled fosfatized Fozfatized/ untreated
	Oiled elzn, gold chrome Elzn, gold chrome
	Oiled Mech Zn Alu.
	Warm galvanized Warm galv./ untreated
	Oiled warm galvanized Aluminium
	Oiled polyseal Untreated polyseal
	Waxed corrosion free Corrosion free
	Oiled/ emulgated corrosion free Aluminium
Data from Koppernæs catalogue	
Corr factor - C (tab 25)	1
Degree of pretension Gf (tab 25)	0,71
Dissipation Sf/Ff (tab 25)	0,16
Yield strength Fs (tab 11)	226 [kN]
Pre-tension strenght all bolts	5775 [kN]
Rough pre-tension torque Mv (Waløen 6.29)	680 [Nm]

15 VEDLEGG - MONTERINGSANVISNING:

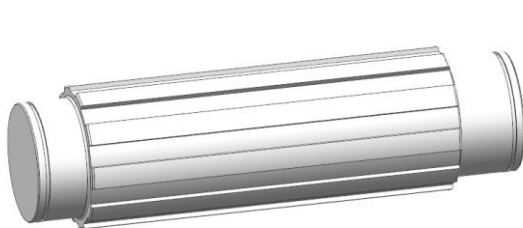
Denne monteringsanvisninga viser eit forslag til montering, ikkje ein fasit.

- 1) Det første som skal gjerast er å sjekke alle komponentar etter maskinering og produksjon, samt standardkomponentar. Dette er delar som tannhjul, akslar, lager, segerringar, øvre og nedre del av girhus med planetgir interface, alle deksel og luker, motorar, planetgiret, luftfilter, pluggar (nivåmålar, magnetpluggar, avtappingsplugg), boltar, mutterar, skiver, pakningar og o-ring. Delane skal sjekkast at dei er heile og fine utan skader eller liknande. Pakningar og o-ring skal sjekkast spesielt nøye etter skrapar og sprekker. Det kan ver lurt å smøre dei ulike delane med olje før montering. I tillegg til dette kan det ver lurt å gjere klart alt verktøy som trengst, før monteringa startar.

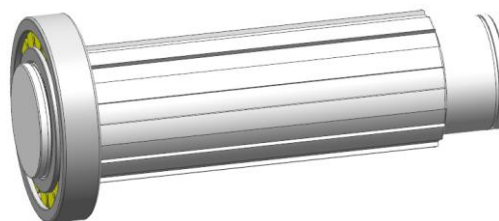
- 2) Ein kan først starte med å montere del-samanstillingane av aksel 1, 2 og 3. På aksel 1 skal ein presse på lager A (p6/h9) inntil kanten på splinekoplinga med ei presse. Så skal kilane pressast i sporet sitt med ei lett drivpasning på H7/k6 ved hjelp av ein trehammar. Vidare skal tannhjul 1 skyvast inn på akselen heilt inn til kanten til lager A. Mellom lager A og tannhjul 1 er der ei forlenging av tannhjul 1 som gir perfekt avstand mellom tannhjul å lager, medan mellom tannhjulet og lager B kan det verte nødvendig med avstandshylser. Lager B skal pressast inn til avtrappinga av akselen med ei presse med same pasning som lager A (p6/h9). Alle lager toleransar og tannhjuls toleransar er like på alle tre akslane. Til slutt skal lager B låsast på plass ved hjelp av ein segering som skal monterast i segeringsporet på enden av akselen.

*Figur 1. Monteringsanvisning 2)**Figur 2. Monteringsanvisning 2)**Figur 3. Monteringsanvisning 2)*

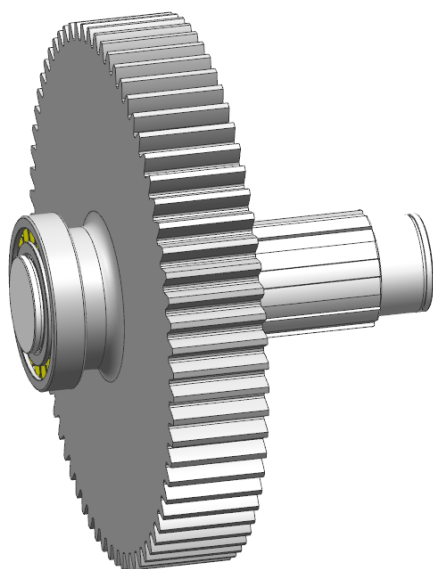
- 3) På aksel 2 skal lager A først pressast på med P6/h9, med ei presse. Deretter skal tannhjul 2 og deretter tannhjul 3 skyvast på splinekoplinga med ei lett drivpasning H7/k6 som kan monterast med ein trehammar. Deretter skal lager B pressast på med P6/h9 som er ei trong pasning for å unngå slark og liknande på lagera, og for å låse tannhjula. Lagera skal låsast med segerringar med ei segerringstang. Under montering av akslane er det viktig å sjekke at alle delar sitt godt, og at lagera roterer fint og enkelt utan motstand.



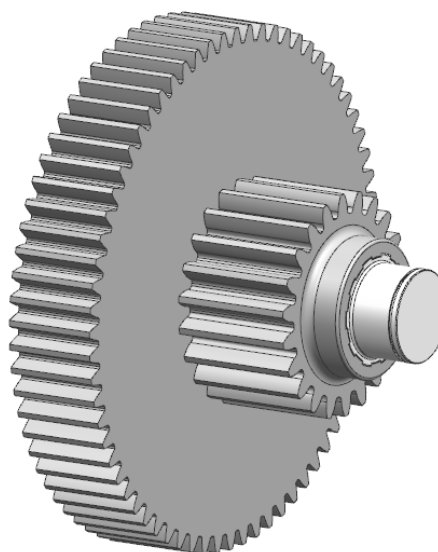
Figur 4. Monteringsanvisning 3)



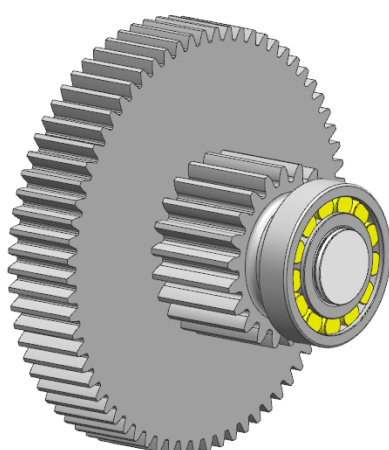
Figur 5. Monteringsanvisning 4)



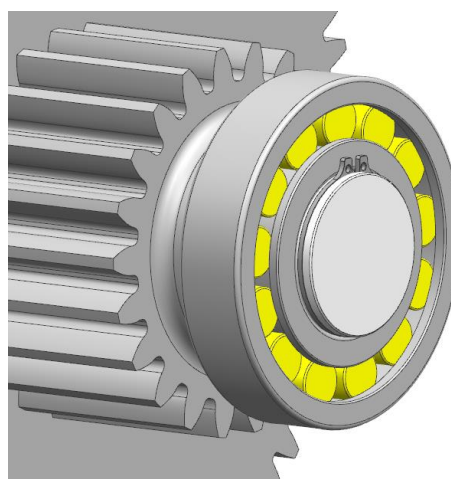
Figur 6. Monteringsanvisning 3)



Figur 7. Monteringsanvisning 4)



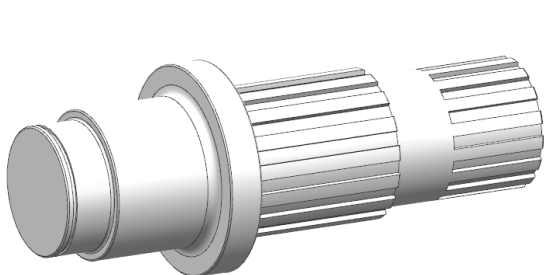
Figur 8. Monteringsanvisning 3)



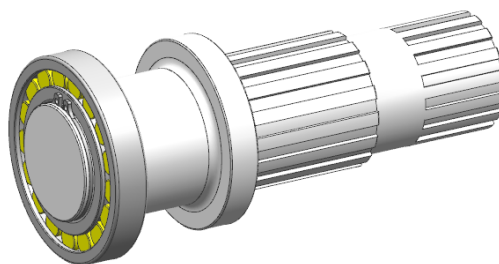
Figur 9. Monteringsanvisning 4)

4) På aksel 3 skal lager A (NUP 226 ECP) først pressast på med ei pasning på P6/h9.

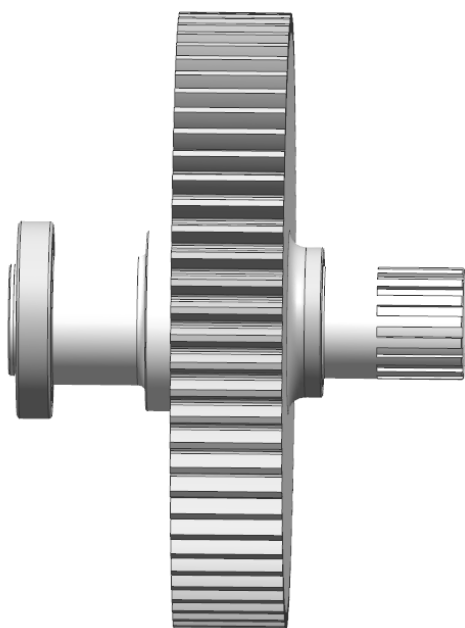
Vidare skal tannhjul 4 skyvast på splinekoblinga med ei lett drivpasning H7/k6 som kan monterast med ein trehammar. Deretter skal lager B (NUP 2226 ECP) pressast på med same pasning som lager A. Lager A skal låsast med ein segerring.



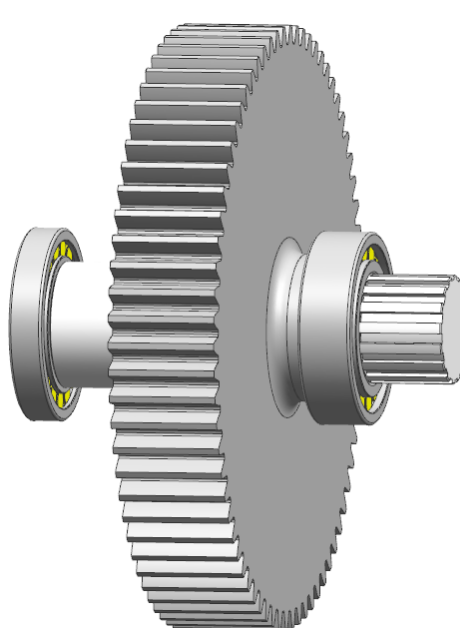
Figur 10. Monteringsanvisning 4)



Figur 11. Monteringsanvisning 4)



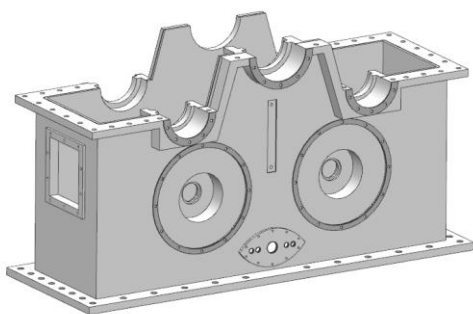
Figur 12. Monteringsanvisning 4)



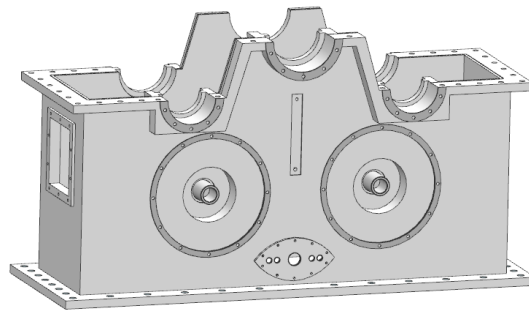
Figur 13. Monteringsanvisning 4)

- 5) Etter at akslane er monterte saman, og fult funksjonable, kan dei monterast til girhuset. Her skal 2 stykk av aksel 1 monterast først i nedre del av girhuset. Akslane skal førast inn frå baksida, der lager A (NJ 1011 ECP) skal pressast inn i ei lagerflate med ei enkel pasning. Del-samanstilling av aksel 1 veg 36 kg, så dette kan monterast av to personar. Ettersom desse pasningane mellom lagerskålene og lagera er enkle å montere for hand, treng ein ikkje oppvarming/nedkjøling for å gjer den lettare. Det skal maskinerast fasar, både på lagerskålene i girhuset, samt på akslane, for å gjere denne monteringa enklare.

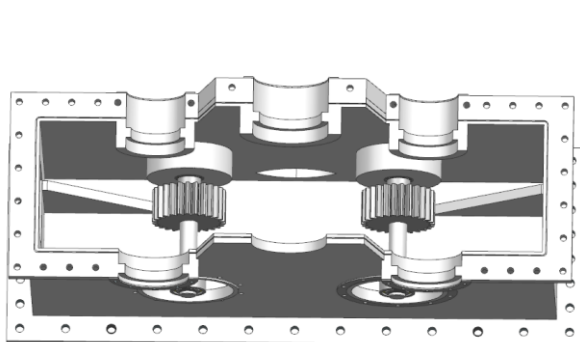
Aksel 1 skal deretter låsast av eit deksel som skal monterast på baksida, og opplagre lager B (NUP 2310 ECP). Dette dekselet heiter Deksel – Aksel 1 – Lager B, og pakning samt boltar (40 stk M14x55) skal og monterast. Desse boltane skal trekkast til med 145 Nm. Dekselet er designa sånn lageret låsast, menst akslen kan rotere fritt utan å kome i kontakt med dekselet. Denne monteringsprosedyra skal og gjerast på den øvre delen av girhuset, med same komponentar.



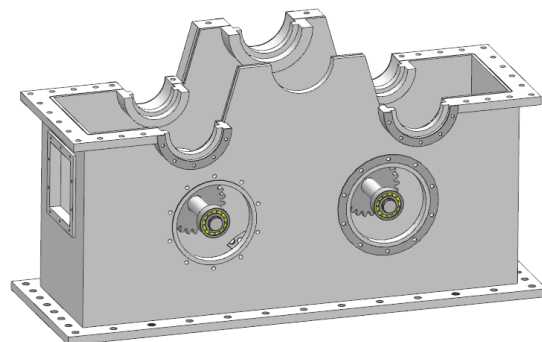
Figur 14. Monteringsanvisning 5)



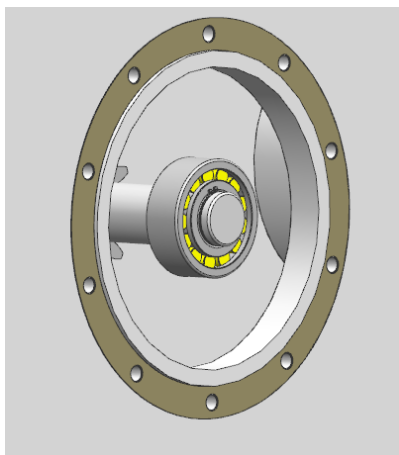
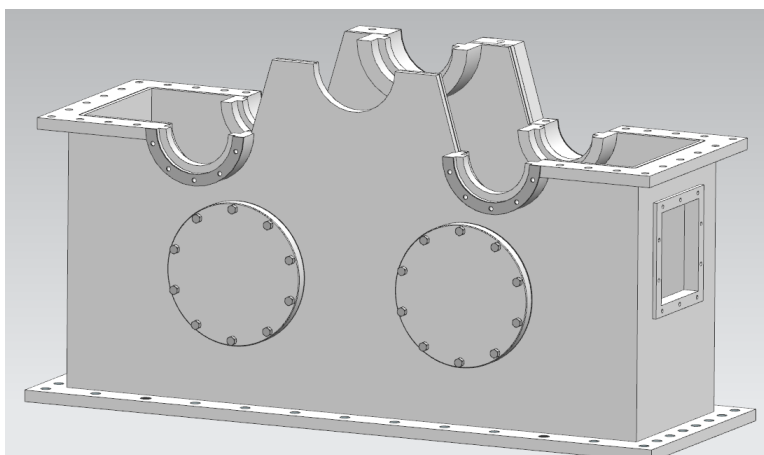
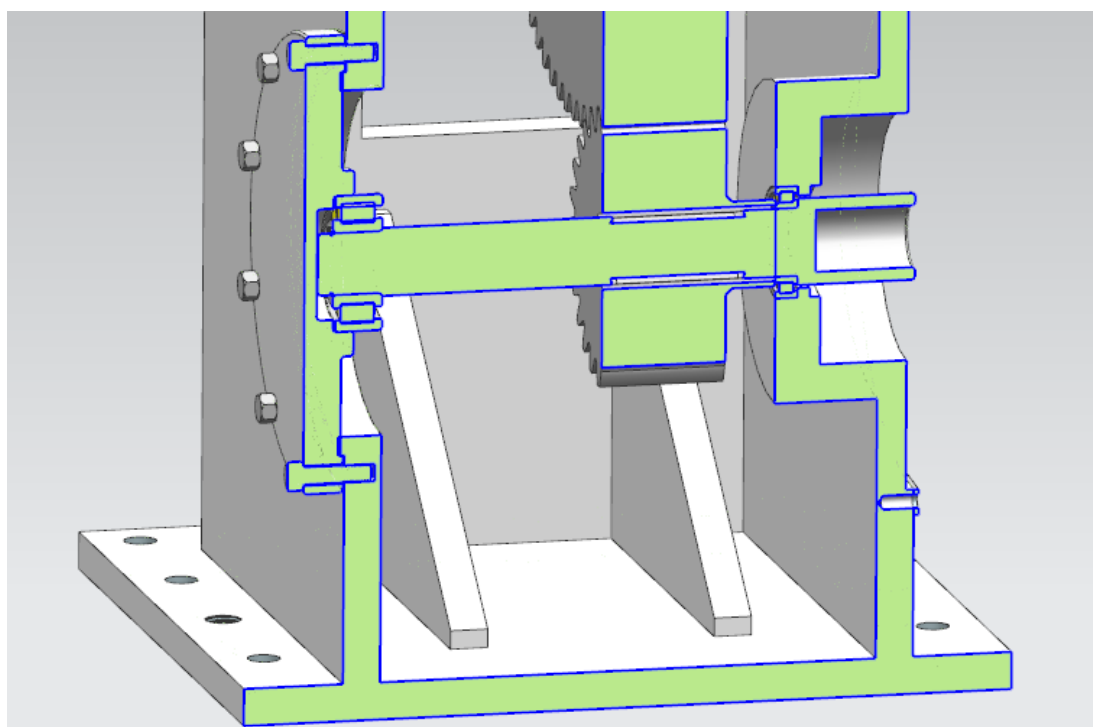
Figur 15. Monteringsanvisning 5)



Figur 16. Monteringsanvisning 5)



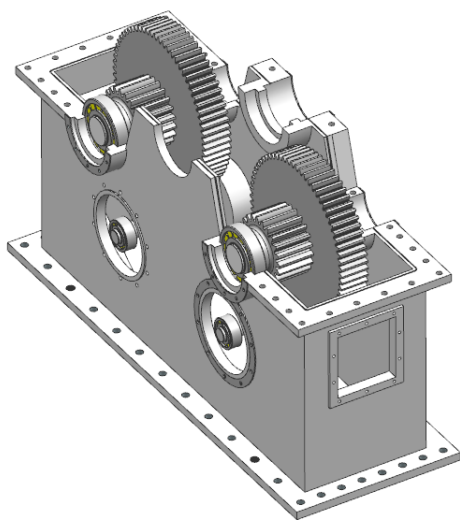
Figur 17. Monteringsanvisning 5)

*Figur 18. Monteringsanvisning 5)**Figur 19. Monteringsanvisning 5)**Figur 20. Monteringsanvisning 5)*

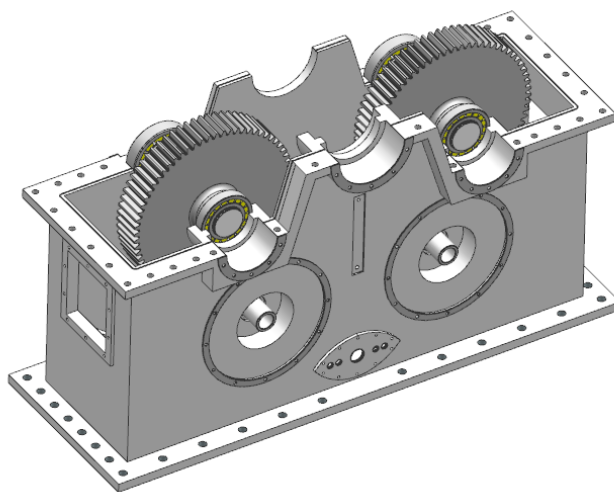
- 6) Når aksel 1 med tilhørende delar er montert i den nedre delen av girhuset, kan aksel 2 og 3 (samanstillingane av dei), monterast i den nedre delen av girhuset.

Samanstilling av aksel 2 veg 250 kg, og samanstilling av aksel 3 veg 460 kg. Dette er tunge komponentar, der ein må bruke ei kran eller liknande for å føre dei ned i lagerskålene på den nedre delen av girhuset. Akslane er designa sånn at ein kan bruke stroppereimer eller liknande for å løfte akslane og plassere dei ned i lagerskålene. Ved montering er det essensielt at tannhjula kjem 100% i inngrep. Dersom inngrepa av tannhjula og avstandane på akslane er feil, må ein bruka shimsar (små, tynne flater) for å rette opp dette på.

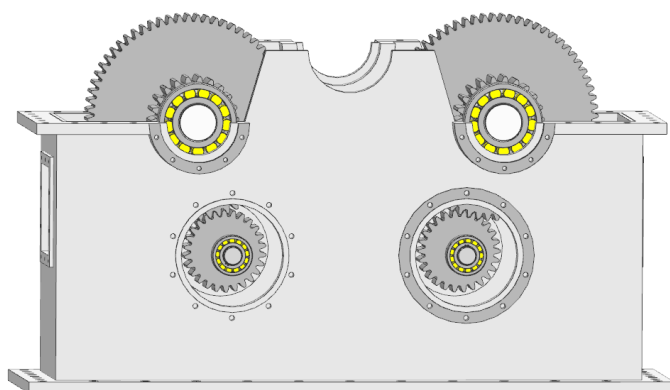
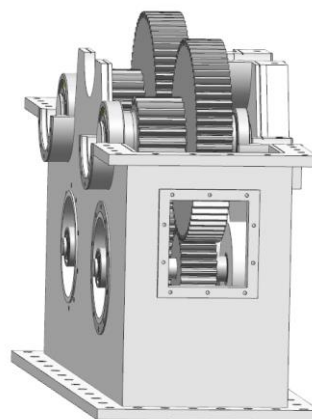
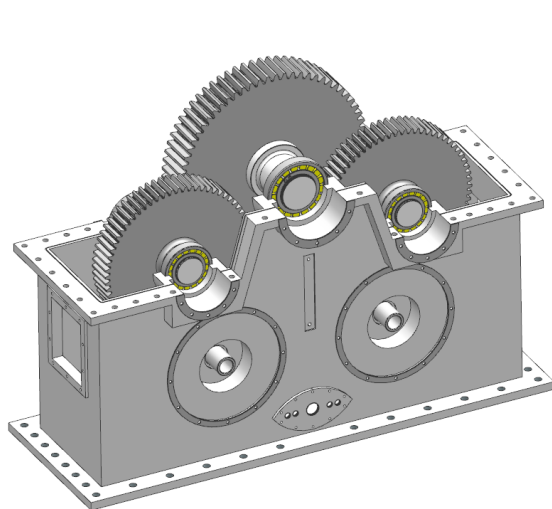
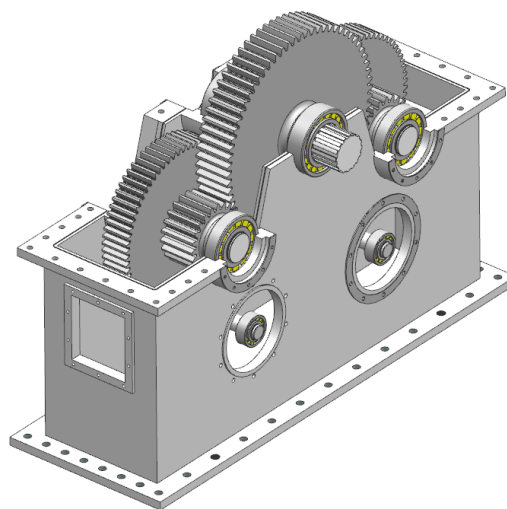
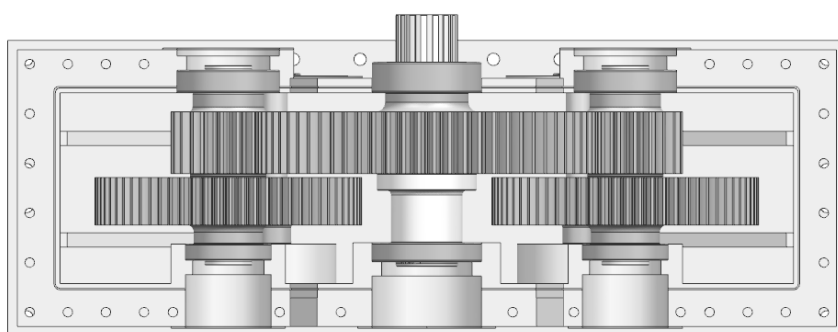
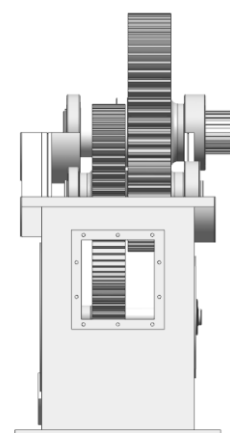
Dette må gjerast for å få optimal drift og levetid. Ein kan t.d. anta at aksel 1 er i korrekt posisjon, for deretter å justere aksel 2 og 3. Måten å teste dette på er omtalt i rapporten.



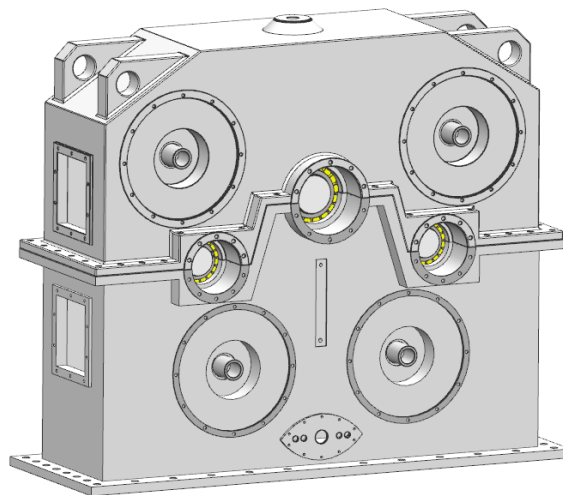
Figur 21. Monteringsanvisning 6)



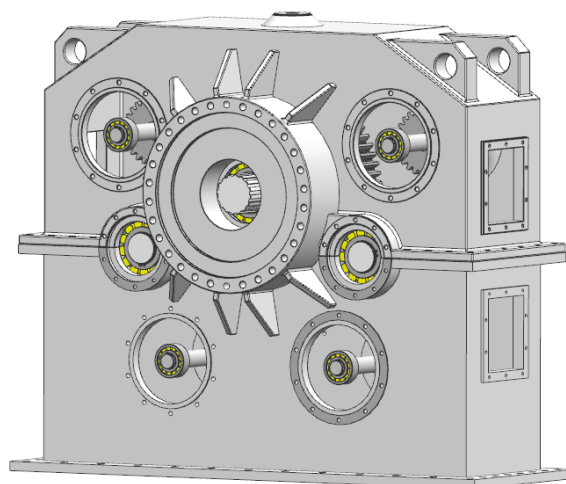
Figur 22. Monteringsanvisning 6)

*Figur 23. Monteringsanvisning 6)**Figur 24. Monteringsanvisning 6)**Figur 25. Monteringsanvisning 6)**Figur 26. Monteringsanvisning 6)**Figur 27. Monteringsanvisning 6)**Figur 28. Monteringsanvisning 6)*

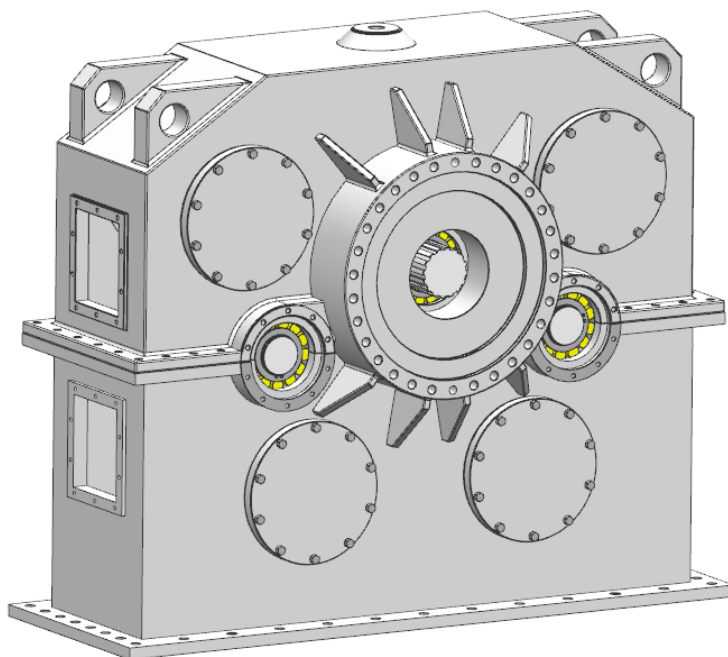
- 7) Etter at aksel 1, 2 og 3 er montert i den nedre delen av girhuset, samt to av aksel 1 i den øvre delen av girhuset, kan den øvre delen monterast på den nedre. Her er svært viktig å gjere godt reint, sjekke at alle akslar og lager roterer korrekt, at alle tannhjula er korrekt i inngrep, og at alt ser bra ut før ein monterar dei saman. Så skal ein plassere o-ringen rundt kanten av den nedre delen av girhuset, før ein løftar den øvre delen opp på for samankopling. Her er laga 4 løfteøyre som gjer løftinga enkel. Når den øvre delen er plassert på den nedre, er det svært viktig å sjekke alle klaringar, at det monterast beint, at dei øvre tannhjul 1 kjem i korrekt inngrep med tannhjul 2, og at lagerflatene på den øvre delen vert plassert korrekt på lagera på akslane.



Figur 29. Monteringsanvisning 7)

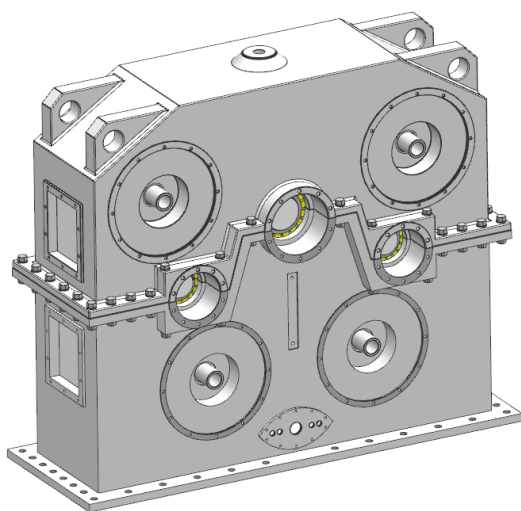


Figur 30. Monteringsanvisning 7)

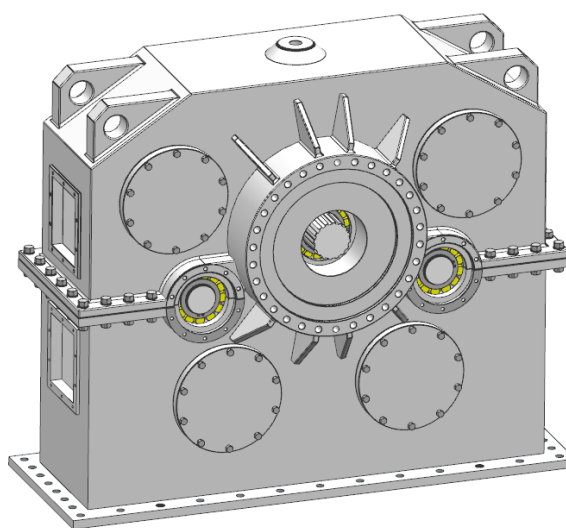


Figur 31. Monteringsanvisning 7)

- 8) Når alt er korrekt plassert, kan 2-delinga av girhuset boltast saman. Her skal brukast tilsaman 60 skiver (M20) på kvar side, 26 stykk M20x85 og 4 stykk M20x260 boltar, og 30 stykk M20 mutterar på undersida. Boltane skal trekkast til med eit moment på 610 Nm kvar.

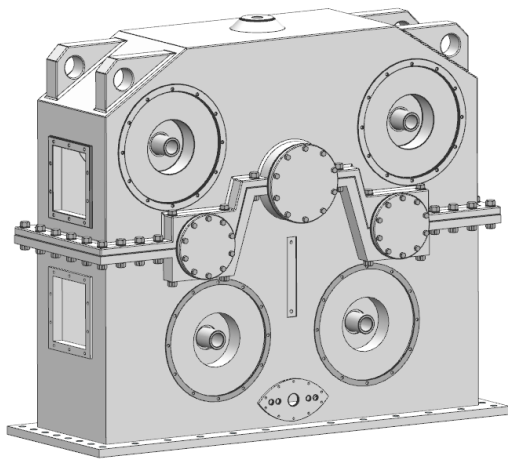


Figur 32. Monteringsanvisning 8)

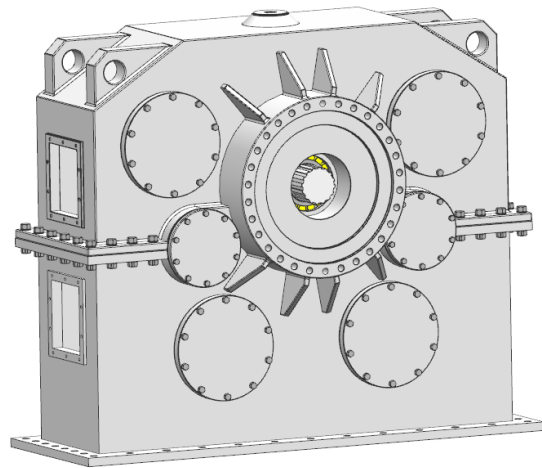


Figur 33. Monteringsanvisning 8)

- 9) Vidare skal alle deksel for lager monterast. Dette gjeld Deksel – Aksel 2 – Lager A, Deksel – Aksel 2 – Lager B, og Deksel – Aksel 3 – Lager B. Alle desse tre deksela skal monterast, først med pakningar på baksida, og 10 stykk M12x50 boltar på kvart deksel (totalt 50 boltar). Desse boltane skal trekkast til med 91 Nm.

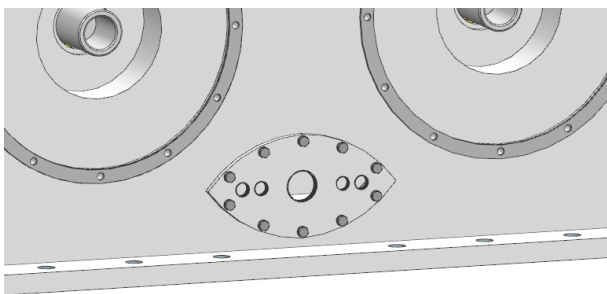


Figur 34. Monteringsanvisning 9)

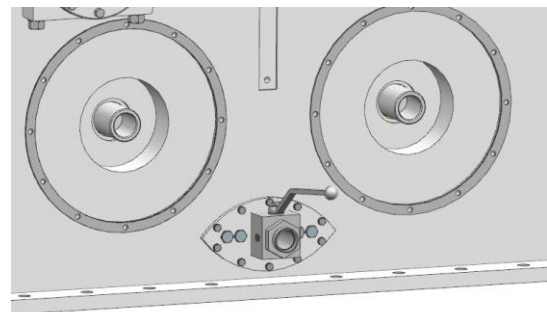


Figur 35. Monteringsanvisning 9)

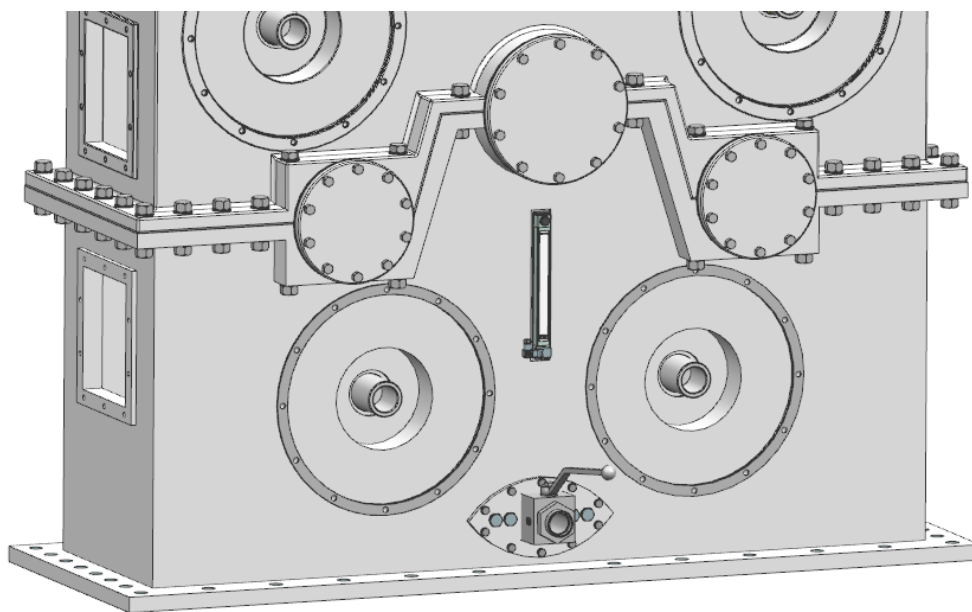
- 10) Så skal luftfilter monterast, samt nivåmålar, avtappingsplugg og magnetpluggar. Før ein monterar dette må ein montere oljelokket heilt nedst som desse skal monterast på. Oljelokket skal monterast med 10 stykk M8x25 boltar og skiver. Desse boltane skal trekkast til med 27 Nm kvar.



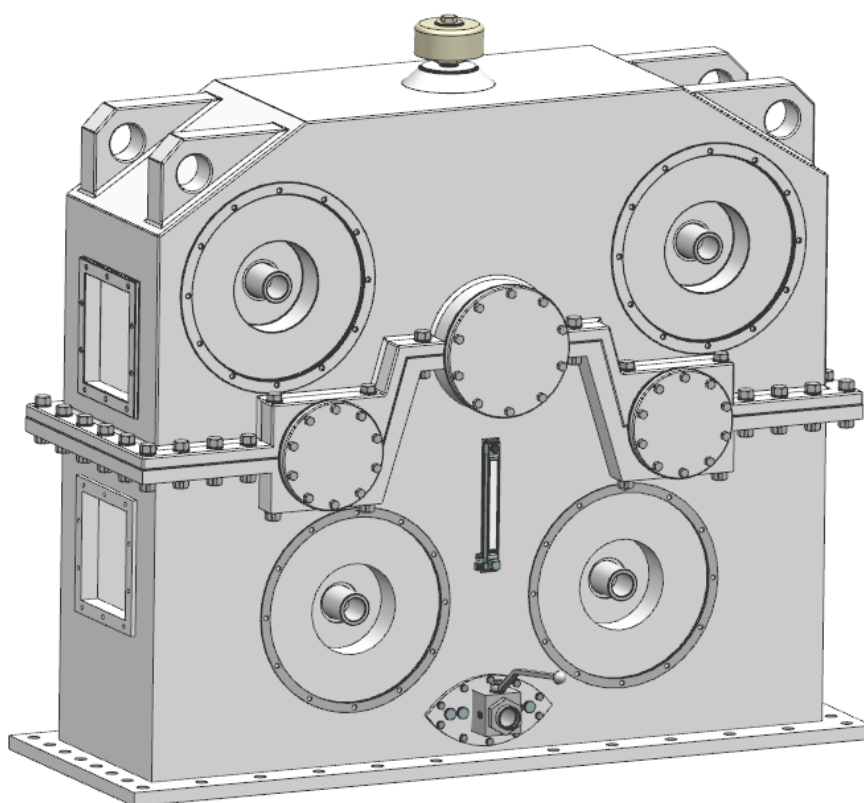
Figur 36. Monteringsanvisning 10)



Figur 37. Monteringsanvisning 10)

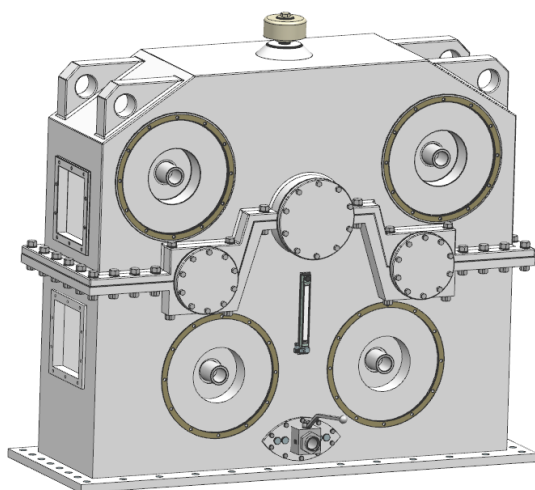


Figur 38. Monteringsanvisning 10)

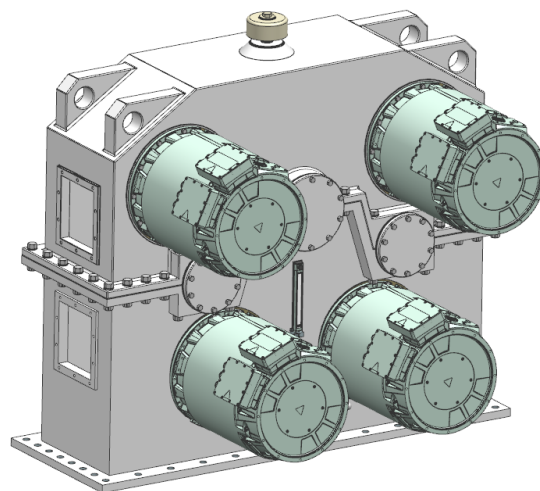


Figur 39. Monteringsanvisning 10)

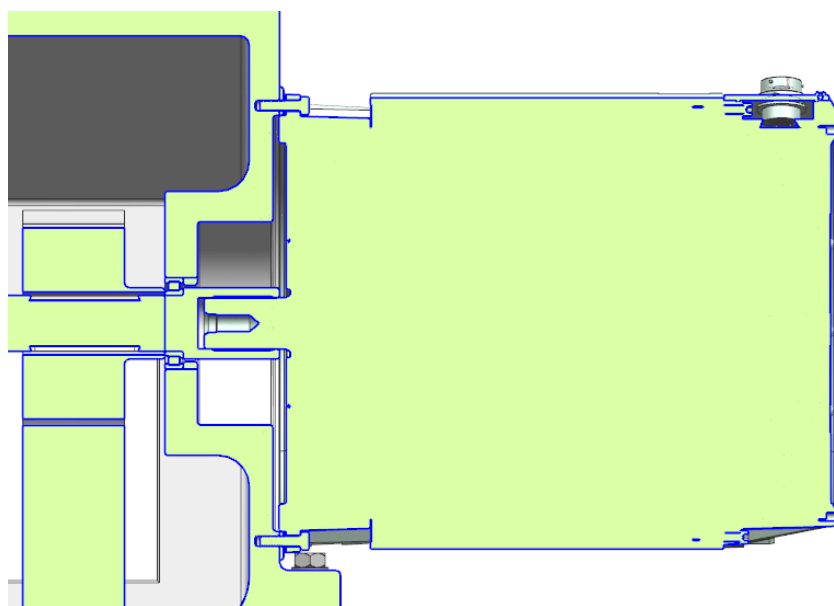
11) Så kan motorane monterast. Motorane har utgåande spline som skal koplast direkte inn på dei innvendige spline koplingane frå aksel 1 (4 stykk). Først skal flate pakningar leggst på, før ein monterar motorane med 12 stykk M10x40. Desse skal tiltrekkast med 53 Nm. Når motorane monterast er det viktig å bruke styringskantane som skal plassere posisjonen til motorane.



Figur 40. Monteringsanvisning 11)

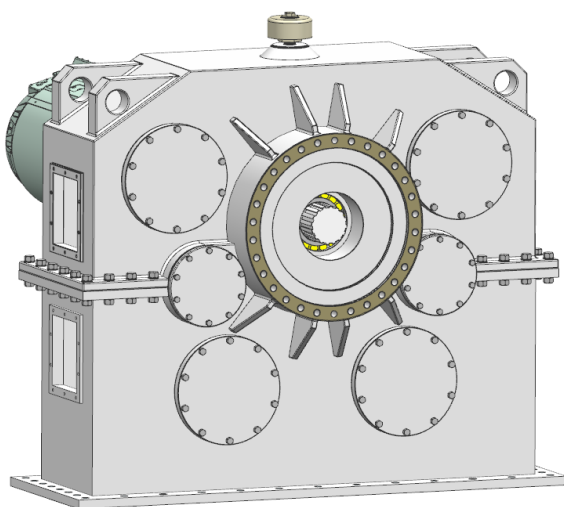


Figur 41. Monteringsanvisning 11)

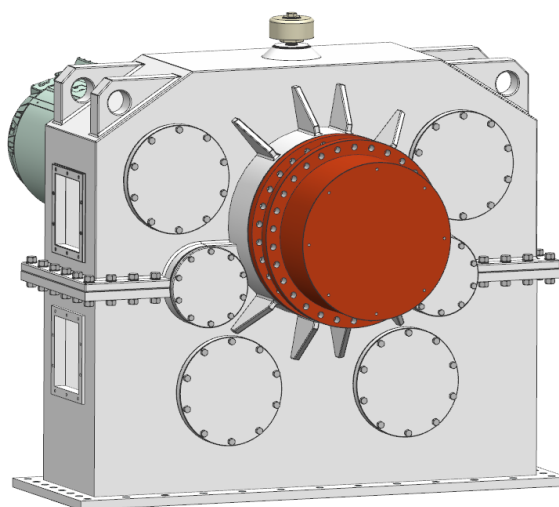


Figur 42. Monteringsanvisning 11)

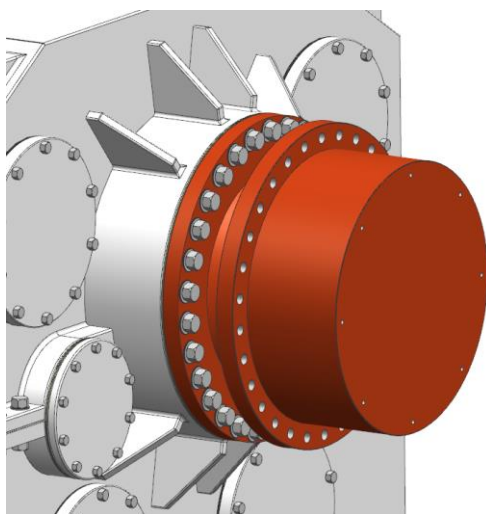
12) Så kan planetgiret monterast. Her skal ein først legge på ei flat pakning for så å montere planetgiret med 30 stykk skiver og boltar. Boltane er M22x120, og skal tiltrekkast med 822 Nm kvar. Planetgiret veg omtrent 700 kg, så ein bør bruke ei kran eller liknande for å løfte det i posisjon. Boltane som skal brukast kjem akkurat inn mellom dei to flensane på planetgiret sånn at det kan monterast. I tillegg til dette bør ein forsikre seg om at den utgåande utvendig splinen frå aksel 3 kjem 100% korrekt i inngrep med den utgåande innvendige splinen frå planetgiret.



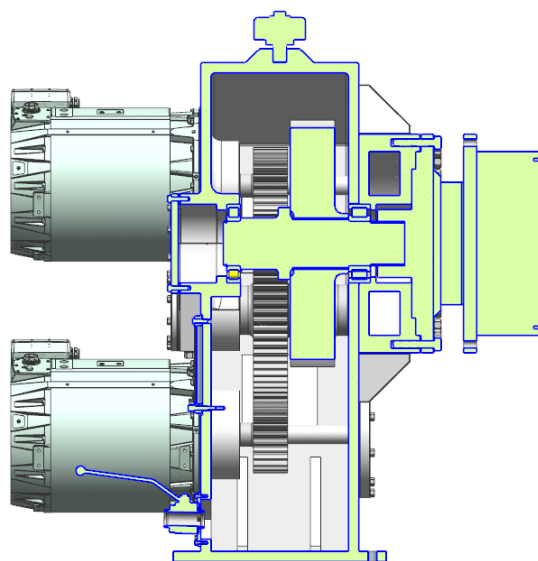
Figur 43. Monteringsanvisning 12)



Figur 44. Monteringsanvisning 12)

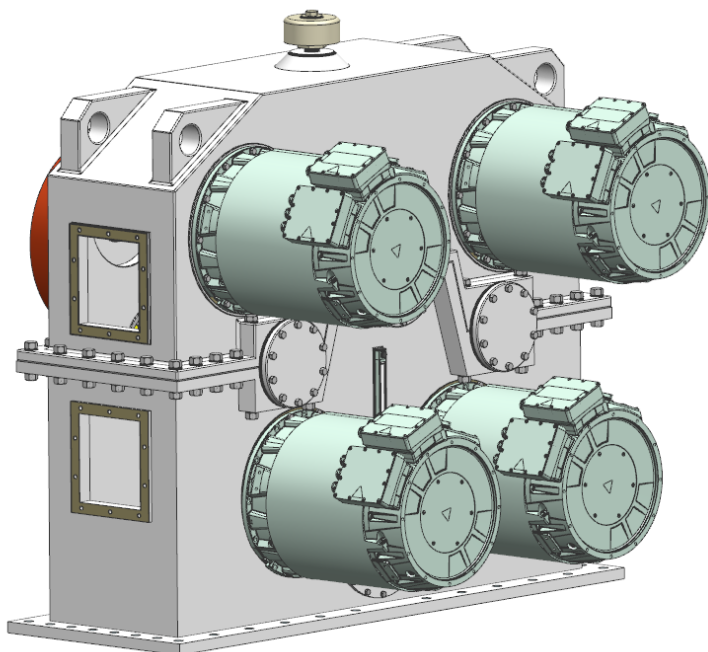


Figur 45. Monteringsanvisning 12)

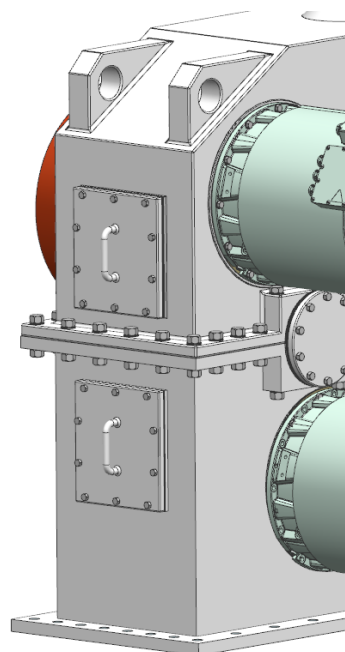


Figur 46. Monteringsanvisning 12)

- 13) Nå skal alt inn i girkassa, med tanke på tannhjulsinnngrep, sentreringar og diverse anna, sjekkast gjennom sidelukene (to på kvar side) før dei monterast. Det skal plasserast flate pakningar før sideluke monterast. Desse skal monterast med 10 stykk boltar kvar (totalt 40), M10x40, som skal trekkast til med 53 Nm kvar.

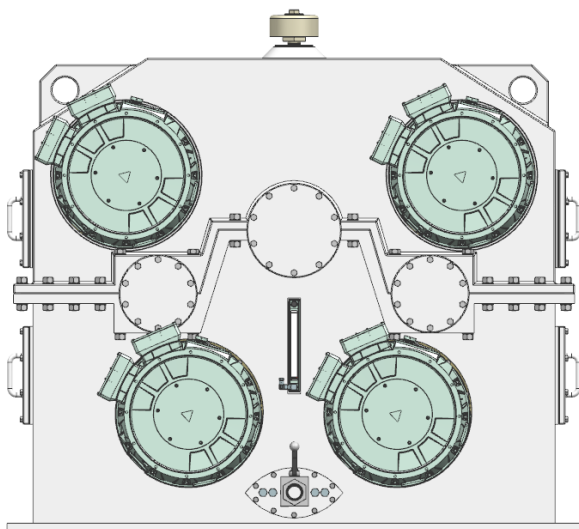
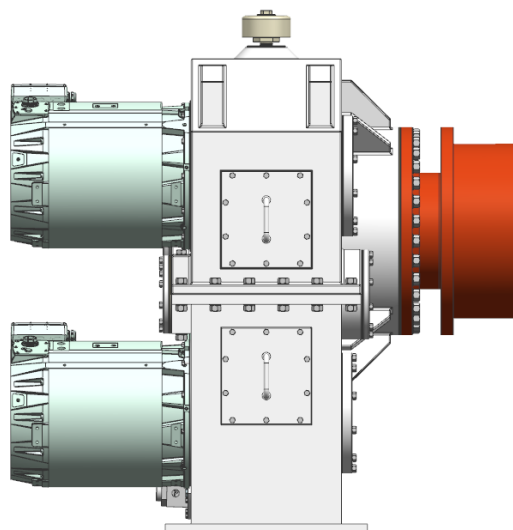
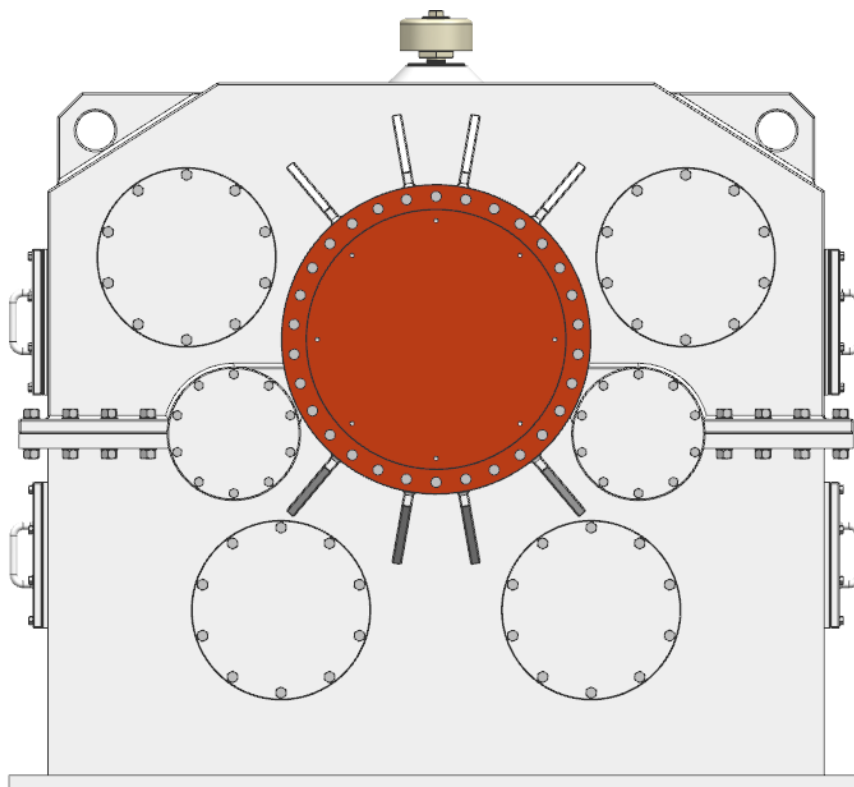


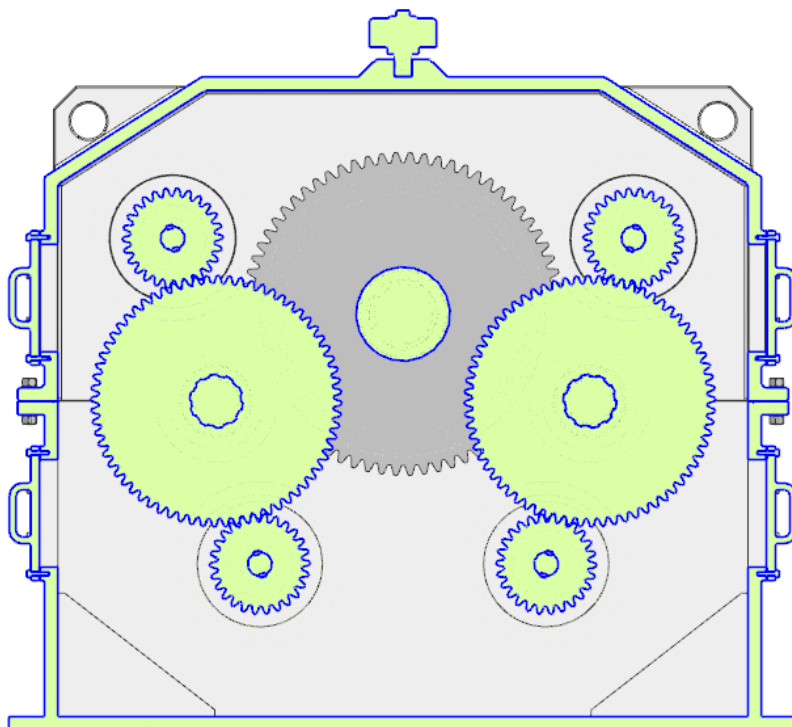
Figur 47. Monteringsanvisning 13)



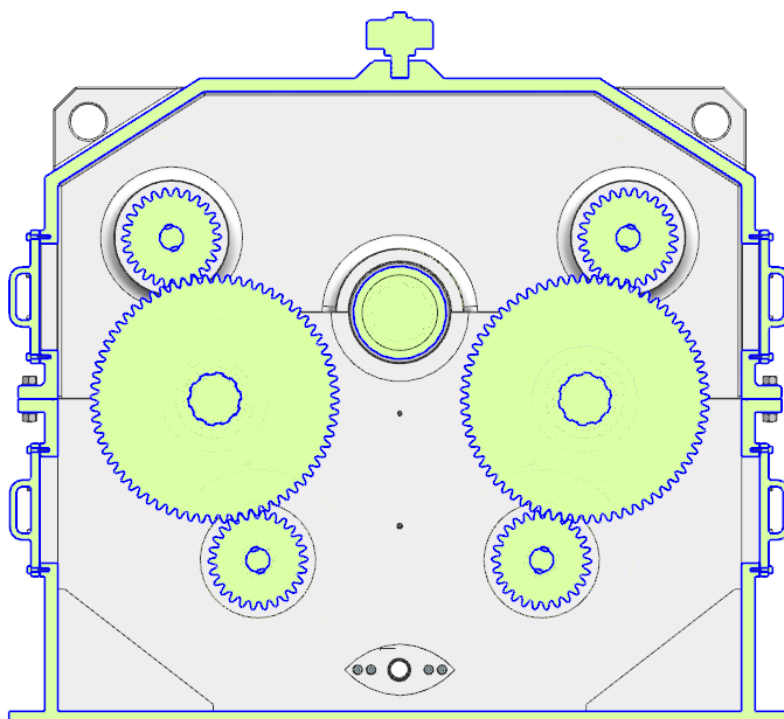
Figur 48. Monteringsanvisning 13)

- 14) Girkassa er nå ferdeg montert, der det einaste som manglar er olje. Ein bør gå over og sjekke at alle boltar har rett tiltrekningsmoment, og at alt ser fint og heilt ut. Dette er lurt å sjekke før ein fyller på olje i tilfelle noko skulle begynne å leke. Det bør utførast testar på sjølve girkassa, der ein sjekkar drift, smøring, turtal, belastning, sentreringar, klaringar med meir. Ved testing kan ein delvis få svar på om ein treng ein kjølar for oljen, samt ei sirkulasjonspumpe som skal spyle delar som ikkje vert godt nok smurt. Ettermontering av dette er omtalt under Girhus – nedre del i hovudrapporten.

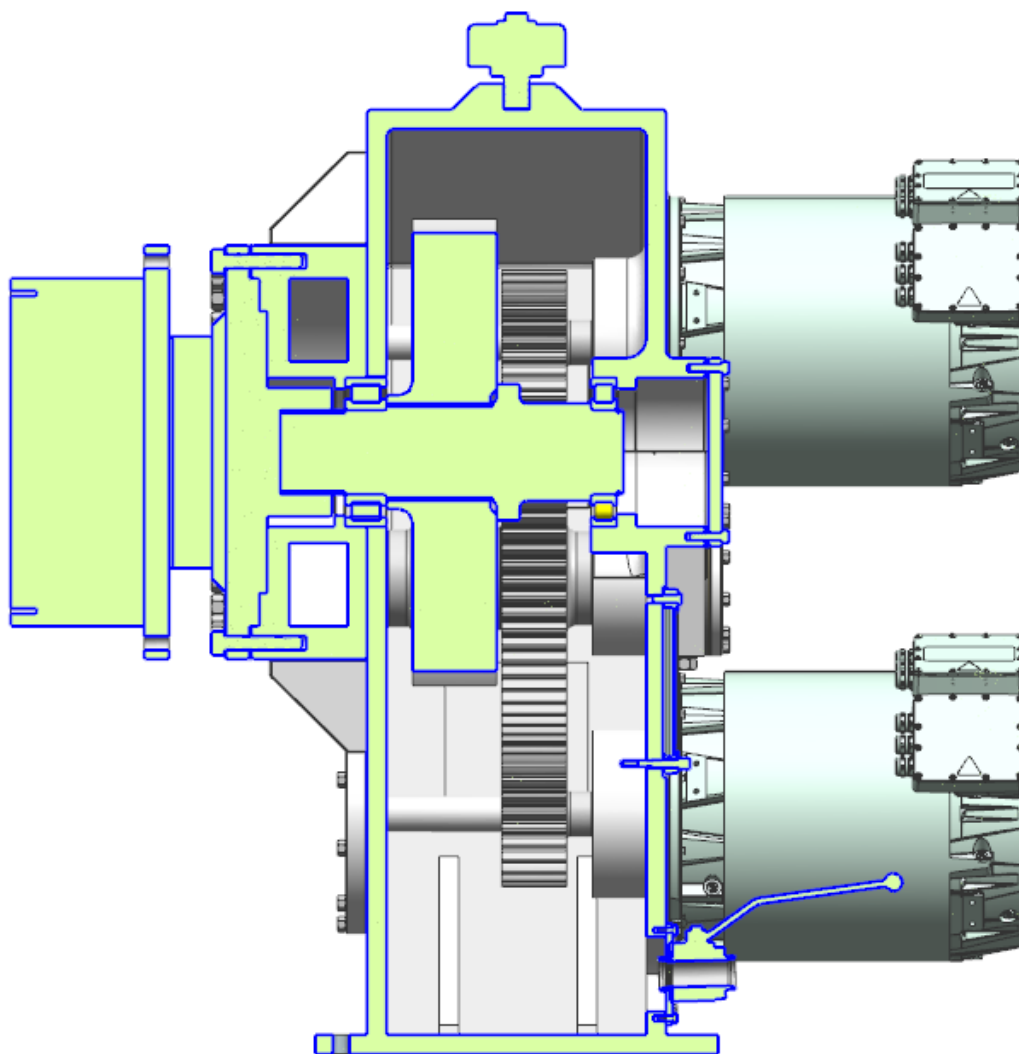
*Figur 49. Monteringsanvisning 14)**Figur 50. Monteringsanvisning 14)**Figur 51. Monteringsanvisning 14)*



Figur 52. Monteringsanvisning 14)



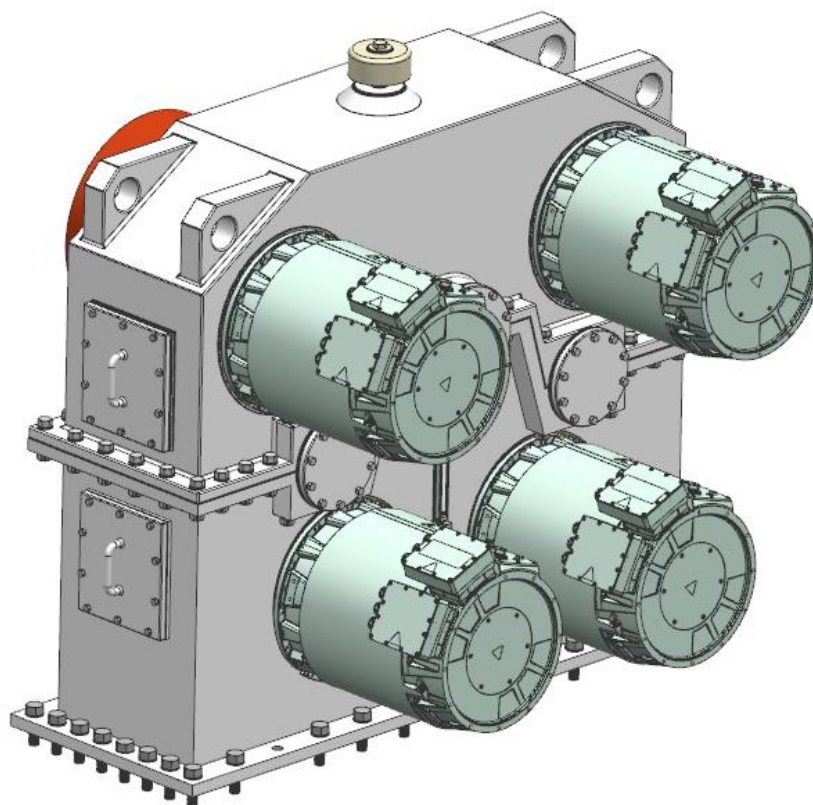
Figur 53. Monteringsanvisning 14)



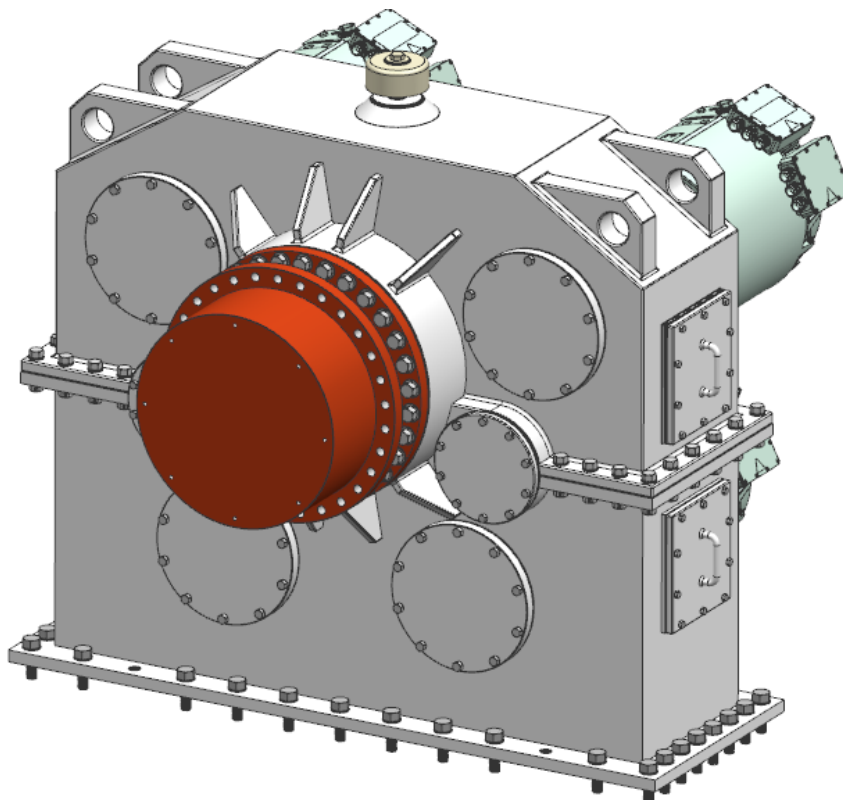
Figur 54. Monteringsanvisning 14)

- 15) Ved montering av girkassa til trommelen, vert dette spesifisert av sjølve trommel designet og trommel leverandøren. Oppgåva innebar ikkje sjølve trommelen, men det er gjort mogleg av montering på sjølve planetgiret. Trommelen bør designast etter planetgir flensen.

For montering mot dekk på ein trål båt, vart det valt å bruke 30 stykk boltar med dimensjon M24x80. Boltane skal tiltrekke med 660 Nm. Dette er meir omtalt under girhus – nedre del og skruerekningane. Det er og moglegheit for stillskruar for enklare oppretting og sentrering av girkassa. Dette er meir omtalt tidlegare, om korleis det fungerer.



Figur 55. Monteringsanvisning 15)



Figur 56. Monteringsanvisning 15)

16 VEDLEGG – MASKINTEIKNINGAR: