Sammendrag

Målet med prosjekt oppgaven har vært å foreslå alternative konsepter til et konvensjonelt diesel-mekanisk anlegg om bord på fiskebåter.
De alternative systemene var spesifisert av oppgaveteksten, og er følgende:

1. Diesel-mekanisk med elektrisk booster/ akslegenerator
2. Diesel-elektrisk med akselpropell, to fremdriftsmotorer og gir
3. Diesel-elektrisk med Azipod fremdrift

Systemene skulle analyseres, og dimensjoneres med hensyn på:

- Kortslutning
- Harmoniske
- Initielle kostnader
- Driftskostnader
- Vekt/ Volum

Anleggene er beregnet for fiskebåter av typen ringnot/ trål, med et elektrisk anlegg i størrelsesorden 3-5 MW.
Den første tiden av prosjektet gikk med til å undersøke hvordan et eksisterende diesel-mekanisk anlegg blir brukt om bord i dagens fiskebåter. Vi fant fort ut at det ville være fordelaktig å ha et spesifisert fartøy som referanse. Vi tok da kontakt med Chief Frode Grønås om bord på M/S Nordervon, et ringnot/pelagisk tråle fartøy av aktuell størrelse. Han har vært behjelpelig med driftsdata for Nordervon. Vi har med hensyn på dette utarbeidet en driftsprofil som viser effektforbruk og driftstimer.

Det elektriske anlegget av Nordervon er prosjektert av Siemens Sandnessjøen, vi har fått oversendt enlinjeskjema og el balansen som de utarbeidet før byggingen av Nordervon.

Vi har tegnet om enlinjeskjemaet fra Nordervon slik at de er tilpasset de alternative fremdriftsystemene.

Hvert anlegg er kortslutningsberegnet for å kontrollere at kortslutningsnivået er innenfor gjeldende krav til skipsanlegg. Vi har også utført en harmonisk analyse av de anleggene som har frekvensomformere.

Av økonomisk analyse har vi sett på driftskostnader og initiellekostnader. Vi har også beregnet nedbetalings tid på de uilke anleggene.

Som en kortfattet konklusjon kan vi nevne at Azipod fremdrift og elektrisk booster har de laveste driftskostnadene. Begge anleggene er dyrere enn det konvensjonelle anlegget om bord på Nordervon, men de er mer lønnsom over tid. I tillegg kan det nevnes at de er mer miljøvennlige på grunn av lavere drivstoff forbruk.

Forord

Prosjektoppgaven kom til etter at Olav kontaktet Alf Kåre Ådnanes ved ABB marine. Han hadde en ide om en aktuell oppgave. Han formulerte et forslag til oppgavetekst, etter å ha lest denne fant vi ut at vi ville bruke den oppgaven på vårt hovedprosjekt.
Oppgaven har gitt oss mange utfordringer og gruppen føler at dette har vært et lærerikt og faglig utfordrene prosjekt.
Gruppen har lært mye om ulike fremdrifts typer som er i bruk om bord i skip

For å gjøre de elektrotekniske beregningene har vi benyttet et dataverktøy som heter EDSA, dette er et beregningsprogram som tar alt fra kortslutningsberegninger til harmonisk analyse. Da EDSA er et stort beregningsprogram ser vi at det ville vært fordelaktig om vi hadde fått en liten innføring i dette. Det hadde spart oss for mye unødig arbeid. Mye av tiden har gått med til å lære seg opp med bruk av EDSA. Den versjonen av EDSA som skolen har gått til innkjøp av er helt ny, med den følge at ingen av skolens personell har kunnskap dette programmet. Derfor har vi vært nødt til å lære dette på egen hånd, med den ekstra tiden dette har tatt.
Vil rette en takk til Arild Larsen hos Unitech i Stavanger som er forhandler av EDSA. Han har vi hatt telefonisk kontakt når problemene har blitt for store.

Sett over ett er gruppen fornøyd med resultatet, og vi føler at vi har kommet i mål med oppgaven.

Vil rette en stor takk til våre veiledere og kontakt personer:

- Alf Kåre Ådnanes (ABB Marine)
- Geir Ove Tveit (ABB Austevoll)
- Frode Grønås (Chief på M/S Nordrvon)
- Geir Ottersen (DNV og vår veileder oppnevnt av skolen)

Vil også takke følgende personer som har bidratt med informasjon til oppgaven:

- Tom Sand (ABB Marine)
- Inge Skår (Vik& Sandvik)
- Ingemar Bø (Brunvoll propeller)
- Pål Martinsen (Cubic Norge)
- Sverre Sivertsen (Siemens Sandnessjøen)
- Johannes Martinsen (Wartsila)
- Axel Andenes (Diesel Power)
- Knut Ranheim (Noratel)
- Arild Larsen (Unitech)
- Roar Sætre (Rolls Royce)

Olav M. Hausberg Ronny O. Masternes Christian S. Lohne

Innholdsfortegnelse

Innledning 4

Kap. 1 Fremdriftsystem 5

Kap. 2 Analyse av eksisterende anlegg 10
2.1 Driftsprofil 10
2.2 Lastanalyse 12
2.3 Daglig drift 13

Kap. 3 Alternative system 15
3.1 Diesel-mekanisk med elektrisk booster/ akselgenerator 15
3.2 Diesel-elektrisk med vribar akselpropell, to fremdriftsmotorer og gear 20
3.3 Diesel-elektrisk med Azipod fremdrift 25

Kap. 4 Elektrotekniske beregninger 31
4.1 Elektrotekniske verdier for diesel-mek. anlegg 34
4.2 Elektrotekniske verdier for diesel-mek. anlegg med boost 35
4.3 Elektrotekniske verdier for diesel-mek. anlegg med to aksl. og gear 36
4.4 Elektrotekniske verdier for diesel-el. med Azipod 37

Kap. 5 Økonomisk analyse 41
5.1 Drivstoff analyse 41
5.2 Pris, vekt og volum av fremdriftsystemer 44
5.3 Tabeller pris, vekt og volum 45
5.4 Vedlikeholdskostnader 48
5.5 Tilbakebetalings analyse 49

Hovedkonklusjon 50

Litteraturliste 51

Vedlegg 52

Innledning

Denne oppgaven omhandler å foreslå alternative konsepter til fremdrift på fiskebåter. Dette er hovedoppgaven på elektro-automasjons linjen ved Høgskolen i Vestfold. Oppgaven er lagt til våren 2002 og har en arbeidsmengde på 5 vekttall. Den skal belyse mulighetene for å installere diesel-elektriske anlegg om bord i fiskebåter. Flere og flere fartøys typer bruker nå diesel-elektrisk fremdrift, det er derfor naturlig å undersøke om også fiskebåter kan dra nytte av fordelene ved denne typen fremdrift.

Da vi skulle starte med denne oppgaven så vi store utfordringer, dette fordi ingen av oss har kjennskap til driften av fiskebåter. Omfanget av oppgaven så vi også som en utfordring, på grunn av tidsrammene som er satt opp for hovedprosjektet. Vi måtte derfor avgrense oppgavens omfang slik at den lå innenfor de rammer som er gitt. Vi valgte da og sette som mål at vi skulle ta for oss alle deloppgavene, men at vi ikke kunne grave oss dypt ned i hver enkelt del.

Noe av det første vi måtte ta tak i var å lære om driften av fiskebåter. For å få vite mer om dette fikk vi gjennom vår veileder i ABB Austevoll Geir Ove Tveit kontakt med Chief Frode Grønås på M/S Nordervon. Han kunne hjelpe oss med driftsdata og informasjon om den daglige drift.

Kortslutningsberegningene er gjort for å få en pekepinn på størrelsen av de feilstrømmene som kan oppstå i en feil situasjon, samt fastslå at anleggene er innenfor gjeldende krav. Vi foretok også harmoniske beregninger for å øke forståelsen av virkningene til støyen fra frekvensomformere, samt kontrollere de harmoniske forstyrrelsene på anleggene.

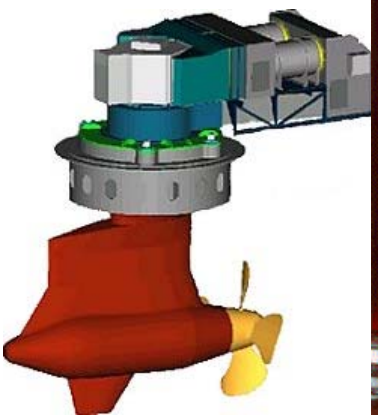
Den økonomiske analysen er bærebjelken i sammenligningen av fremdriftsystemene i oppgaven. Den er utført med hensyn på drifts og vedlikeholdskostnader, initiellekostnader og vekt/ volum. Det er også satt opp en oversikt over nedbetalings tiden hver system har i forhold til det konvensjonelle diesel-mekaniske.

Fremdriften i prosjektet har blitt noe forandret ut fra opprinnelig fremdriftsplan (vedlegg 1.1). Det er i hovedsak EDSA opplæringen som har tatt lengre tid enn planlagt. Dette skyldes at vi ikke fikk EDSA til beregnet oppstarts dato. For å rette opp dette lagde vi en revidert fremdriftsplan (vedlegg 1.2).

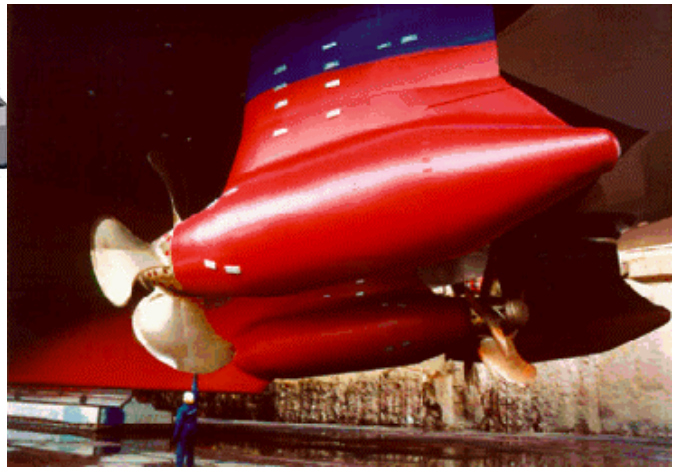
Kap 1 Fremdriftssystemer.

I skipselektriske anlegg i dag er det en rekke typer fremdriftsalternativer som er i bruk. Oppfinnsomheten er stor blant de aktører som finnes i markedet og på de neste sidene skal vi presenter de systemene som vi har med i vår oppgave.

Litt Historie:
Vi skal se på mekanisk overføring av effekten (konvensjonell) Dette systemet har vert brukt siden den industrielle tidens morgen og vi skal sammenligne dette opp mot to delvis dieselelektriske systemer, samt ett rent dieselelektrisk system (azipod).
For dieselelektrisk framdrift så den første generasjon av dieselelektriske anlegg dagens lys i begynnelsen av 1920 årene. Det var passasjerskipet Normandie som fikk installert turbo elektrisk maskineri. Steamturbin generatorer produserte strøm til synkronmotorer som var montert en på hver aksling. Hver på 29MW og fire i tallet. Dette var et ledd i konkurransen om å krysse Atlanteren raskest.
Andre generasjon elektriske framdrift så dagens lys på starten av 1980 årene. Her er det som et kraftverk. Generatorer mater til samleskinne. Ut fra samleskinnen går det strøm både til båtens drift og til framdriftspropeller. Propellene ble styrt av frekvensomformere. De første skipet med frekvensstyrt propell var S/S Queen Elizabeth II (Cruiseskip) Etterpå følgte DP skip og shuttle tankere.
Tredje generasjon elektriske propeller vart introdusert på 1990-tallet. (Se bilde 1.0 og 1.1) Her er den elektriske motoren plassert direkte på propellen og kan roteres 360 grader (Azipod). Fremdeles er det frekvensomformere som styrer rotasjonshastigheten til propellen.
Dette systemet var opprinnelig tenkt som et system for isbrytere, men en så store fordeler med den hydrodynamiske effekten og manauverbarhet. Systemet ble første gang montert på cruiseskipet M/S Elation og fordelene var så store at azipod framdrift over natten vart den foretrukne standarden for cruiseskip. Supplyskip, seismikkskip og andre typer er kommet etter senere.



Bilde 1.0
Azipod.



Bilde 1.1
Azipod montert på Cruiseskip.

På de følgende sider har vi sett på følgende konsepter:

1. Konvensjonell dieselmekanisk med akselgenerator og vribar propell.
2. Dieselmekanisk med elektrisk booster/akselgenerator
3. Dieselelektrisk med vribar akselpropell, to fremdriftsmotorer og gear.
4. Dieselelektrisk med azipod fremdrift

Konvensjonell diesel mekanisk med akselgenerator og vribar propell.

Konvensjonell fremdrift innebærer mekanisk overføring av effekten fra drivmaskin til propell. Hovedmaskinen kan da være dieselmaskin eller gassturbin. For fiskebåter er det utelukkende dieselmaskiner som er i bruk på slike anlegg.
Dette anlegget har installert akselgenerator, vribar propell og to diesel generatorer (fig. 1).

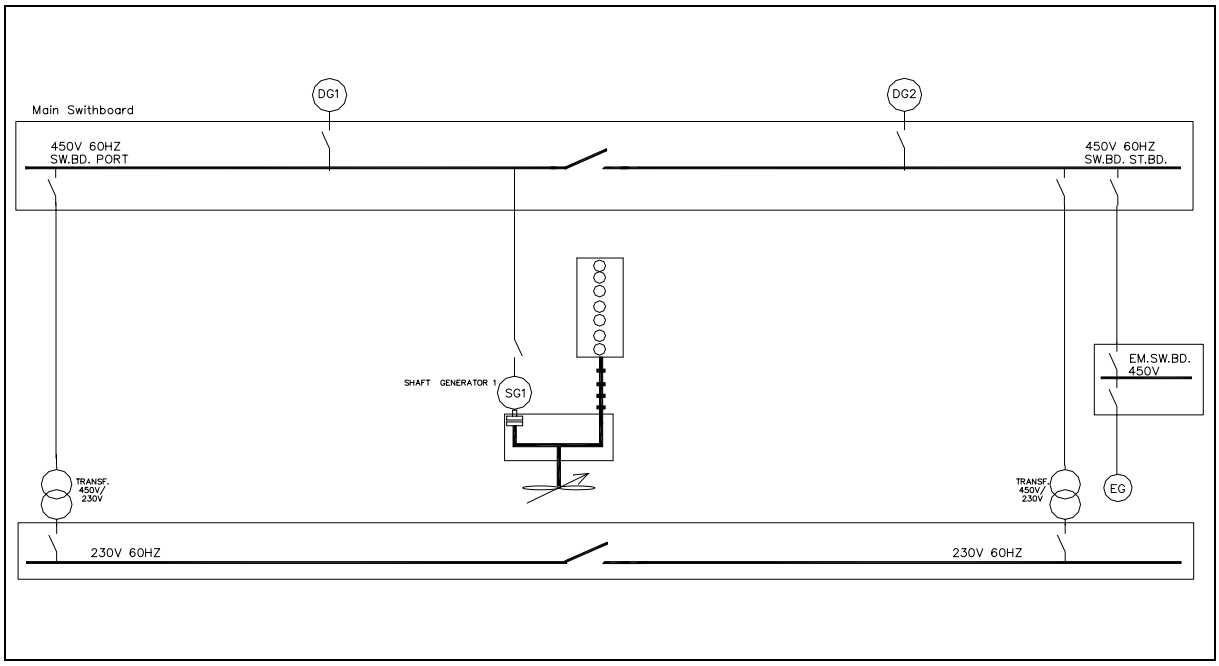


fig. 1

Her brukes dieselmaskinen til fremdrift av båten, samt kraftproduksjon av elektrisk effekt via akselgenerator (shaft generator). Dieselmaskinen går da med konstant turtall og båtens hastighet reguleres ved å justere vridningen (pitch) på propellen.
For konvensjonelle anlegg ligger begrensningene i ytelser først og fremst i drivmaskinen. Maksimal fremdriftsytelse vil være gitt av de maksimale ytelser som kan tas ut fra dieselmaskinen. Drivverk og propeller dimensjoneres for de aktuelle effekter.

Spenningsnivået i et anlegg er som regel gitt av effektbehovet. I et konvensjonelt anlegg er det hovedsakelig hjelpe utstyr som drives elektrisk. De største enkelt laster utgjøres av fartøyets elektriske thrustere, vinsjer og lignende. Dette gjør at det i de fleste tilfeller benyttes et lavspent system. Spenningen kan da variere mellom 400V og 690V, avhengig av ytelse og frekvens.

Fordeler/ulemper:

- Vribar propell reduserer påliteligheten og gir dårligere virkningsgrad.
- Gear med en inngang og to utganger reduserer påliteligheten.
- Generatorsettet får mindre driftstid i sjøen, dette gir lavere energikostnader fordi fremdriftsmaskinen som også driver akselgeneratoren normalt vil ha en lavere brennoljekostnad pr. kWh.
- Rimelige investeringskostnader.

Diesel mekanisk med elektrisk booster/ akselgenerator.

Dette anlegget skiller seg fra et konvensjonelt dieselmekanisk ved at det er installert en akselgenerator som kan forsyne nettet direkte, samt drives som synkronmaskin via en frekvensomformer (fig. 2).
Hovedmaskinen kan da være dieselmaskin eller gassturbin. For fiskebåter er det utelukkende dieselmaskiner som er i bruk på slike anlegg.

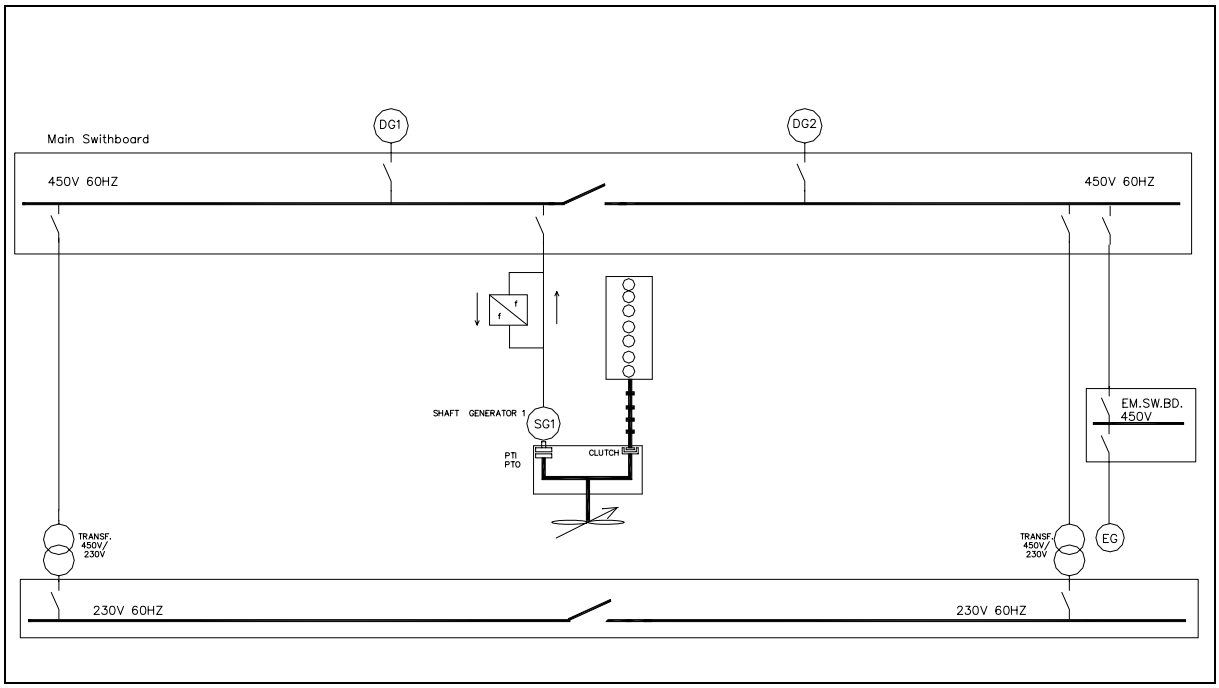


fig. 2

Her brukes dieselmaskinen til fremdrift av båten, samt kraftproduksjon av elektrisk effekt via akselgenerator (shaft generator). Dieselmaskinen går da med konstant turtall og båtens hastighet reguleres ved å justere vridningen (pitch) på propellen.
I dieselelektrisk modus ligger begrensningene i ytelse først og fremst i den statiske omformeren, samt størrelsen på generatorsettet. Brukes for å redusere drivstoff forbruket og for en sikkerhet ved bortfall av hovedmaskin.

Begrenset pålitelighet på grunn av ikke redundant fremdriftsløsning (en aksling).

Fordeler/ulemper:

- Vribar propell reduserer påliteligheten og gir dårligere virkningsgrad.
- Gear med en inngang og to utganger reduserer påliteligheten.
- Fortsatt fremdrift ved bortfall av hovedmaskin.
- Dieselbesparende

Dieselelektrisk med vribar akselpropell, to fremdriftsmotorer og gear

Dette anlegget har to akselgeneratorer, to vridbare propeller med kopling og et diesel generator sett (fig. 3). Akselgeneratorene er imidlertid koplet mot nettet via en frekvensomformer. Konstruert slik at den leverer effekt direkte til nettet, og når den drives som synkronmaskin via frekvensomformeren. Fartøyet kan da få fremdrift på begge propeller med kun en av hovedmaskinene i gang.
En redundant fremdriftsløsning og eventuelt muligheter for dieselelektrisk drift gir god pålitelighet i forhold til en løsning med enkel aksling.

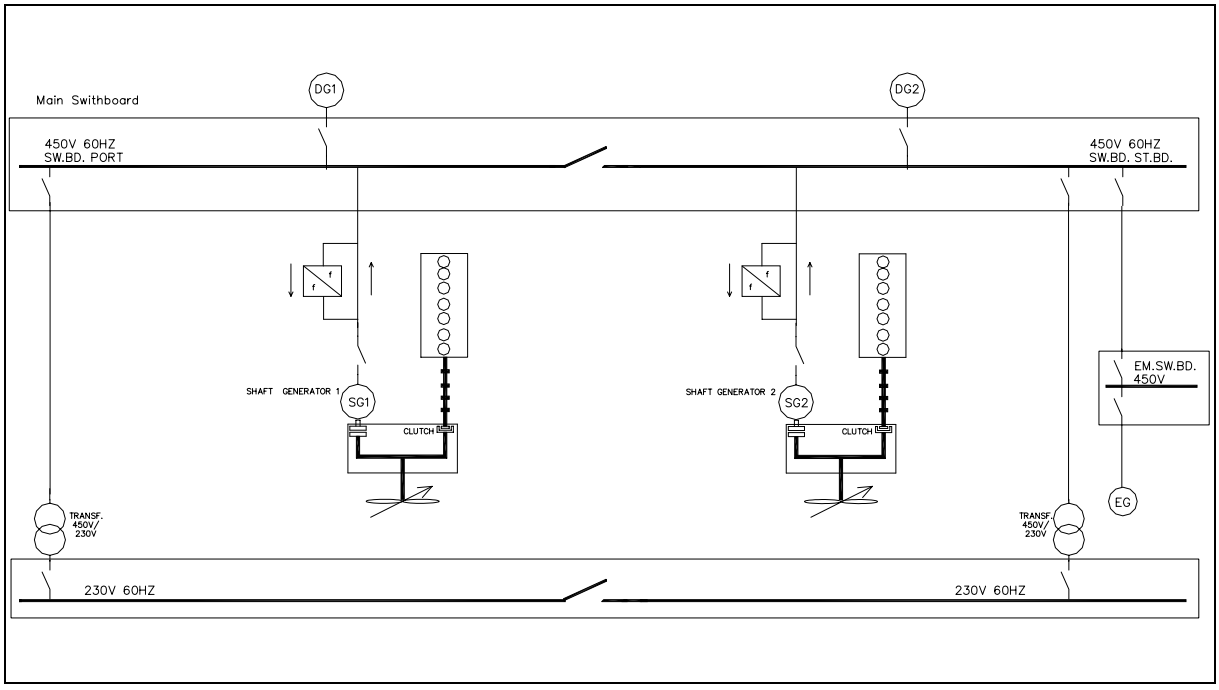


fig. 3

Fordeler/ulemper:

- To akslinger øker påliteligheten.
- Vribar propell reduserer påliteligheten
- Gear med en inngang og to utganger reduserer påliteligheten.
- Generatorsettet får mindre driftstid i sjøen, dette reduserer energikostnadene.
- Drivstoff forbruket kan reduseres på grunn av muligheten for kjøring på en maskin ved redusert hastighet.

Løsningen representerer en kombinasjon av konvensjonell og dieselelektrisk fremdrift. Fordelene med en slik løsning, med tanke på pålitelighet og brennoljekostnader, kombinert med den fallende prisen på statiske omformere, gjør at det forventes at løsningen blir aktuell for en rekke fartøy i fremtiden.

Dieselelektrisk med azipod fremdrift

Elektrisk fremdrift innebærer elektrisk kopling mellom drivmaskinen og propell. Dette betyr at drivmaskinene driver generatorer som produserer elektrisk energi. Propellene drives igjen av elektromotorer som henter strøm fra kraftverket om bord (fig. 4).

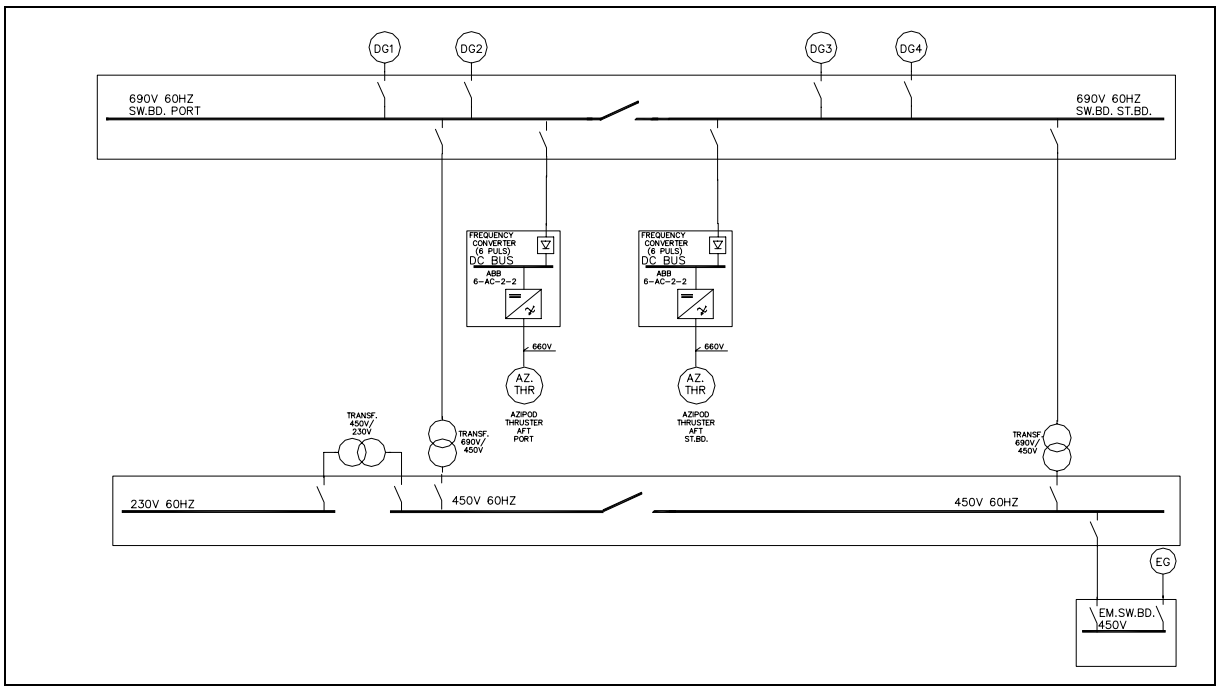


fig.4

For de elektriske fremdriftssystemene ligger begrensningene i ytelse først og fremst i de statiske omformerne. De ulike omformertypene leveres med forskjellige ytelsesområder, trenden er også at stadig høyere ytelser kan leveres.
Spenningsnivået vil måtte tilpasses ytelsen i systemet. Høyere ytelse vil gi høyere spenning.

Fordeler/ ulemper:

- Komplisert system
- Fast propell øker påliteligheten.
- Redusert virkningsgrad.
- Mulighet for å kjøre det antallet aggregat som trengs for optimal belastning gir drivstoffbesparelser.
- Negativt med overharmoniske samleskinnespenninger.
- God manøvreringsevne grunnet kort responstid og maksimalt moment over hele turtallsregisteret.
- Bedre plassutnyttelse og økt fleksibilitet.
- Reduserte utslipp da drivmaskineri arbeider ved optimalt lastpunkt.
- Bedre komfort, redusert mekanisk støy og vibrasjoner.

Kap 2 Analyse av eksisterende anlegg

Driftsprofil

For å kunne prosjektere alternative fremdriftsystemer til en fiskebåt måtte vi sette oss inn i hvordan dagens fiskebåter opererer. Derfor har vi tatt utgangspunkt i Nordervon som er et ringnot/ tråle fartøy, av den typen vi skal prosjektere anlegg for. Denne båten har vi i samråd med Alf Kåre Ådnanes (ABB Marine) brukt som referanse båt.
Tekniske data Nordervon:

- Lengde: 67.4 m
- Bredde: 13 m
- Hovedmaskin: 3480 kW
- Akselgenerator: 2000 kW
- Hjelpegenerator: 1169 kW
- Nød/ havnegenerator: 390 kW

Vi har i den forbindelse vært i kontakt med Frode Grønås som er chief om bord på Nordervon.
Han har satt opp driftsdata, der han har sett på effektbehovet som fartøyet har i de forskjellige driftsmodi (vedlegg 1.0 – 1.0.2).
I tillegg til dette har vi fått tilgang til en driftsprofil fra et tilsvarende fartøy utarbeidet av Roar Sætre ved Rolls Royce (vedlegg 1.1).
Ved hjelp av disse opplysningen har vi da kunnet utarbeide en driftsprofil for Nordervon (fig. 2.0 og vedlegg 1.2).

Driftsprofil for hovedmaskin, akselgenerator og hjelpemotor Diesel-mek. "Nordervon"						
	Belastning KW				Timer pr år HJM	Timer pr år HVM
	HVM	Propell	Aks.gen	HJM		
Kasting						
Til fiskefeltet	1200-1600	900-1300	300			1100
På fiskefeltet	1550-3480	1050-2632	500- 1550			800
Til lands	1850-2100	1450-1700	400			1100
Levering				250-500	1100	
Tråling						
Til fiskefeltet	1200-1600	900-1300	300			1100
På fiskefelte	1500-3480 3132	1000-2632 3132 max rpm	500-2000	500-1169	500	300 500
Til lands	1850-2100 3132	1450-1700 3132 max rpm	400	400	300	300 300
Levering				250-500	150	
Leting på felt	1750- 3020	1600-2720	150-300			150
				Totalt timer	2050	5650

Fig. 2.0

Driftsprofilen forteller oss effektbehov og antall timer som fartøyet forbruker i de ulike driftsmodi. Ut fra disse opplysningene har vi da utarbeidet en oversikt over hvor mange timer hovedmaskin og hjelpemaskin har ved de ulike belastninger. Ut fra belastnings/forbruks kurven til en diesel maskin, har vi delt belastningen inn i tre deler, ut fra gram drivstoff pr. kWh:

- Lite effektiv 0-50% ∞-218 g/kWh
- Mindre effektiv 50-70% 218-200 g/kWh og 90-100% 200-210 g/kWh
- Effektiv 70-90% 200-200 g/kWh

Fig. 2.1 og fig. 2.2 samt vedlegg 1.2.2 viser hvor stor del av tiden hovedmaskin og hjelpemaskin har ved de ulike belastninger.

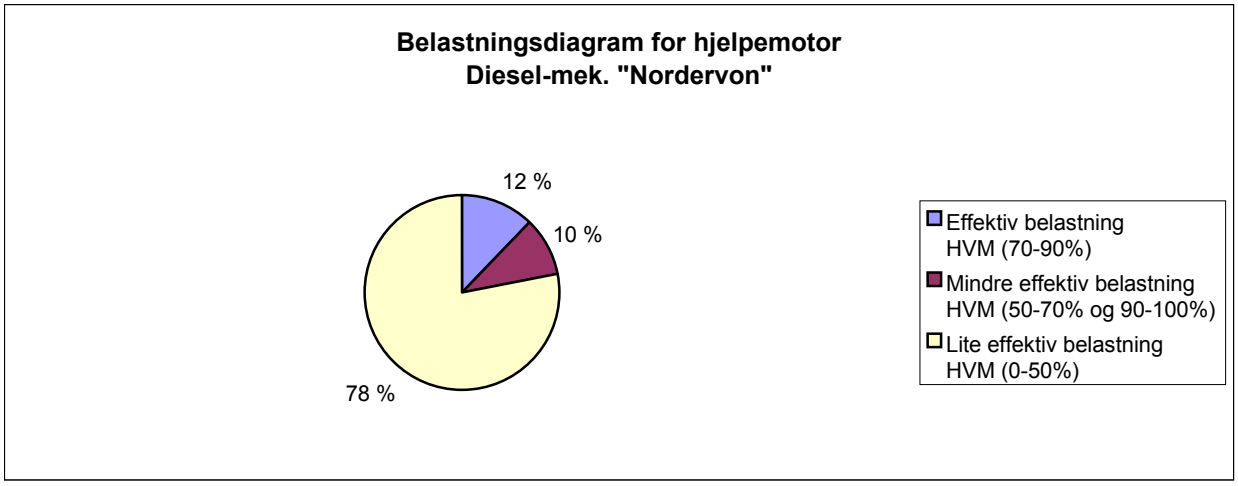


fig. 2.1

Ut fra fig.2.1 og fig. 2.2 ser vi at både hovedmaskin og hjelpemaskin går store deler av tiden på den minst effektive belastingen. Maskinene går altså ikke optimalt med hensyn på drivstoff forbruk.

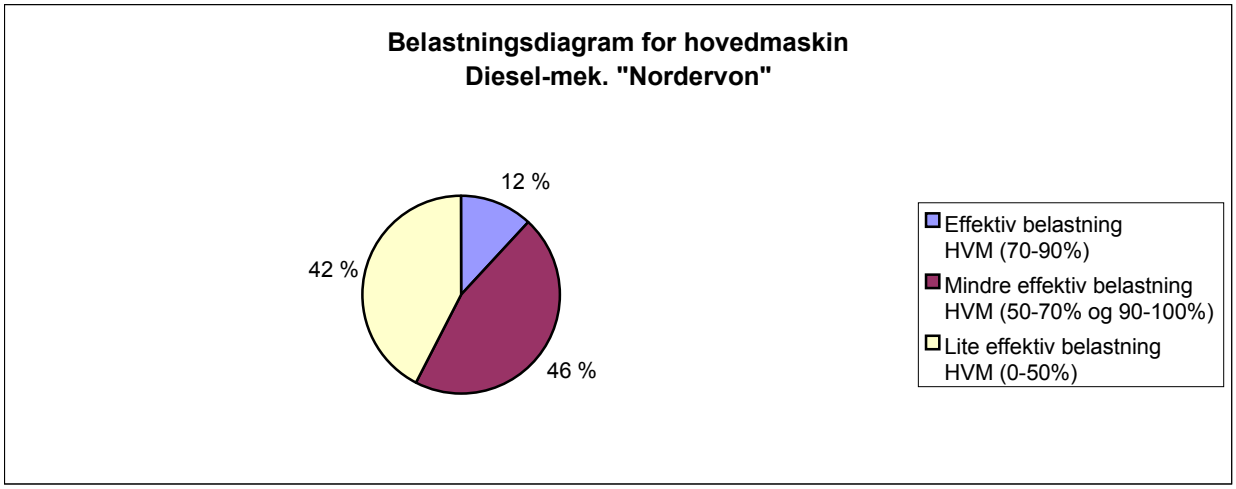


fig. 2.2

Lastanalyse

Lastanalyse er noe av det første man utfører når et elkraftanlegg skal prosjekteres. Denne dokumenterer effektbehov ved de forskjellige driftsmodi. Den tar hensyn til samtidighets faktorene* og last faktorene** til hver enkelt komponent. Det er lastanalysen som gir grunnlaget for antallet generatorer om bord i et skip.
Fra Siemens Sandnessjøen, har vi fått oversendt el.balansen som de utarbeidet under prosjekteringen av Nordervon(vedlegg 1.9 - 1.9.1).
Denne har vi skrevet inn i en tabell der vi har slått sammen en del av punktene. Dette for å lage en mer oversiktlig presentasjon av de delene av anlegget som vi skal belyse (fig. 2.3 og vedlegg 2.0).

ELEKTRISK LAST ANALYSE Konvensjonelt Diesel mekanisk			**Kasting**			**Tråling**			**Lossing ved kai**			**Landligge uten store forbrukere**			**Leiting på felt**			**Nød**		
Pos. Nr.	Bruker	Rating in kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	Kw	U.F.	L.F.	Kw
1	**Hydr.Aggr. 1-14**	**1251.4**	**1**	**0.4**	**500.6**	**1**	**1**	**1251.4**	**0.3**	**0.3**	**112.6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
2	**Brannpumper 1-3**	**39**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**39**
3	**Kjølevifter og ventilasjon**	**38**	**0.8**	**1**	**30.4**	**0.8**	**1**	**30.4**	**0.4**	**1**	**15.2**	**0.4**	**1**	**15.2**	**0.8**	**1**	**30.4**	**0.6**	**1**	**22.8**
4	**Bysse**	**37**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0**	**0**	**0**
5	**Vaskeri, Sanitær, V.V.**	**53.4**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0**	**0**	**0**
6	**Thruster forut**	**590**	**0.5**	**1**	**295**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
7	**Thruster akter**	**590**	**0.3**	**1**	**177**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
8	**Div.pumper, sep. og komp.**	**173**	**0.8**	**1**	**138.4**	**0.8**	**1**	**138.4**	**0.2**	**1**	**34.6**	**0.3**	**1**	**51.9**	**0.6**	**1**	**103.8**	**0.3**	**1**	**51.9**
9	**RSW 1**	**361**	**0.8**	**1**	**288.8**	**0.8**	**1**	**288.8**	**0.5**	**1**	**180.5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0.5**	**1**	**180.5**
10	**RSW 2**	**202**	**0.1**	**1**	**20.2**	**0.5**	**1**	**101**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0.3**	**60.6**	**0**	**0**	**0**
11	**Div. El. Forbruk**	**43**	**0.7**	**0.7**	**21.1**	**0.7**	**0.7**	**21.1**	**0.7**	**0.4**	**12.0**	**0.7**	**0.4**	**12.0**	**0.7**	**0.7**	**21.1**	**0.2**	**1**	**8.6**
12					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
13					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
14					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
15					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
16					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
17					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
18					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
19					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
20					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
21					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
22	**TOTAL BUSBAR 440V**	**3377.8**			**1512.9**			**1872.6**			**396.5**			**120.6**			**257.4**			**302.8**

fig. 2.3

* - Samtidighets faktor (UF) = Hvor mange % av tiden utstyret er i gang/ drift.
** - Last faktor (LF) = Hvor mange % av totalytelsen som utnyttes.

Daglig drift

Vi har vært i kontakt med Chief Frode Grønås på Nordervon angående driften av båten. Dette for å få et innblikk i kjøresett og den daglige drift.

Grønås kunne informere om at maskinrommet er bemannet ved transit og leting på feltet. Ved kasting og tråling er alle mann på dekk og maskinrommet er ubemannet. Det er derfor ikke mulig å legge inn og ut generatorer for å kjøre anlegget så optimalt som mulig. Dette har vi tatt hensyn til ved konfigurasjonen av generatorene på de øvrige systemene.
Fig. 2.4 og fig. 2.5 samt vedlegg 2.0- 2.0.1 viser enlinje skjema over det elektriske anlegget om bord på Nordervon.

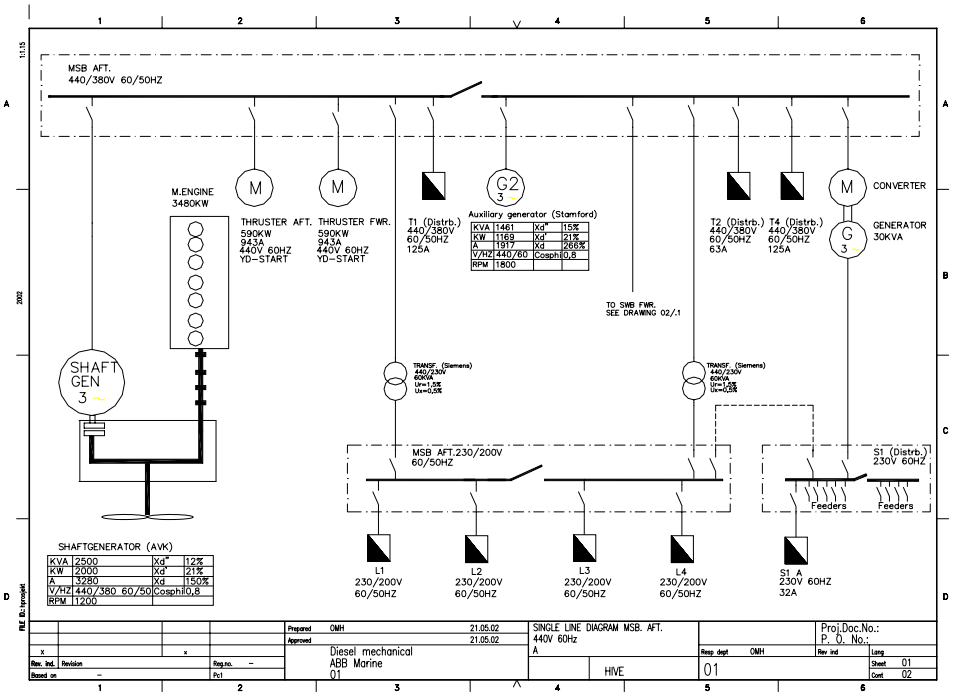


fig. 2.4

Akslegeneratoren om bord klarer å forsyne båten med nok effekt under normale driftsforhold. Ved maksimalt turtall brukes hjelpegenerator, effekt forbruket må da begrenses til hjelpegeneratorens yteevne på 1169kW. Det er bare ved tråling i kraftig vind og strøm eller ved full fart til land at dette er nødvendig.

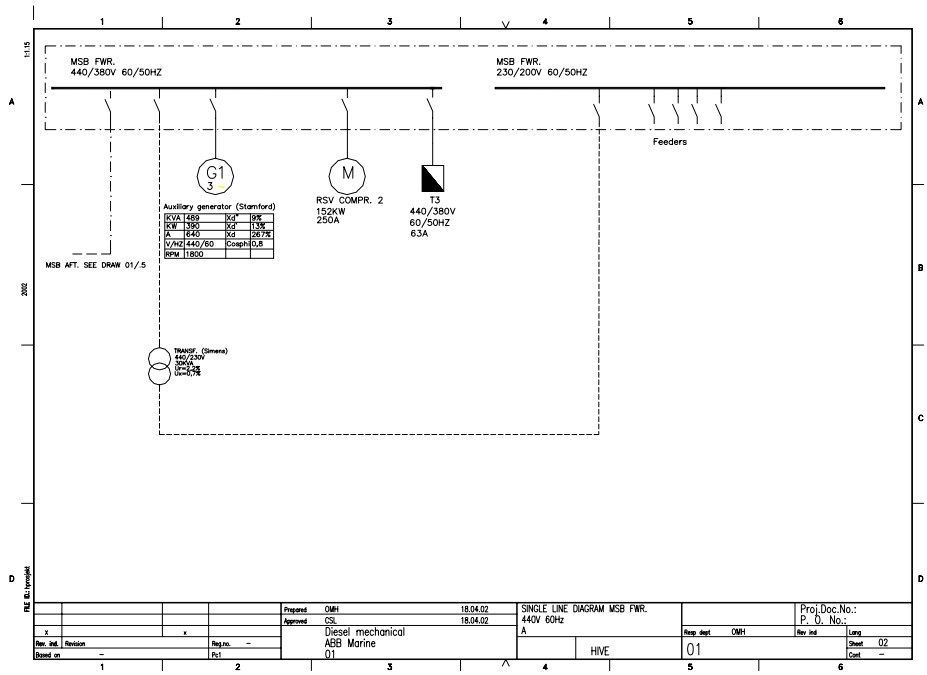


fig. 2.5

Ved landligge er nød/havnegeneratoren stor nok til å dekke effektforbruket til lossing og lasting samt øvrig forbruk om bord. Nød/ havnegeneratoren er imidlertid luftkjølt og den lager mye støy om bord i båten når den går. Det blir derfor ofte til at hjelpegeneratoren går med lav belastning ved landligge. Dette er ikke gunstig med hensyn på drivstoff forbruk.

Av fig. 2.4 ser vi at man bruker to frekvenser om bord. Kan ha både 60 Hz og 50 Hz på busbar i hovedfordelingen. Dette er for å kunne redusere drivstoff forbruket ved å endre hastigheten på akslegenerator og hovedmaskin. Bakdelen med dette er at man da må ha en roterende omformer som gir fast frekvens på utstyr som trenger dette. Vi ser av fig. 2.4 B6 at det er en roterende omformer om bord som forsyner slikt utstyr.

Kap 3 Alternative fremdriftsystemer

Prosjekt oppgaven vår består som nevnt av å sammenligne tre alternative fremdriftsystemer opp mot et konvensjonelt diesel-mekanisk system. De tre alternative systemene vi skal sammenligne med er gitt av oppgaveteksten.
Nedenfor kommer en presentasjon av de alternative systemene.

Diesel-mekanisk med elektrisk booster/ akselgenerator

Fordelen med dette systemet er at man klarer seg med en mindre hovedmaskin. Ved reduserte hastigheter kjøres denne da på en gunstigere belastning. Høye hastigheter oppnås ved at akselgeneratoren kjøres som motor og tilfører effekt til akslingen. Fig. 3.0 og vedlegg 2.1, 2.1.1 viser hvordan enlinje skjemaet på Nordervon ser ut med dette fremdriftsystemet.

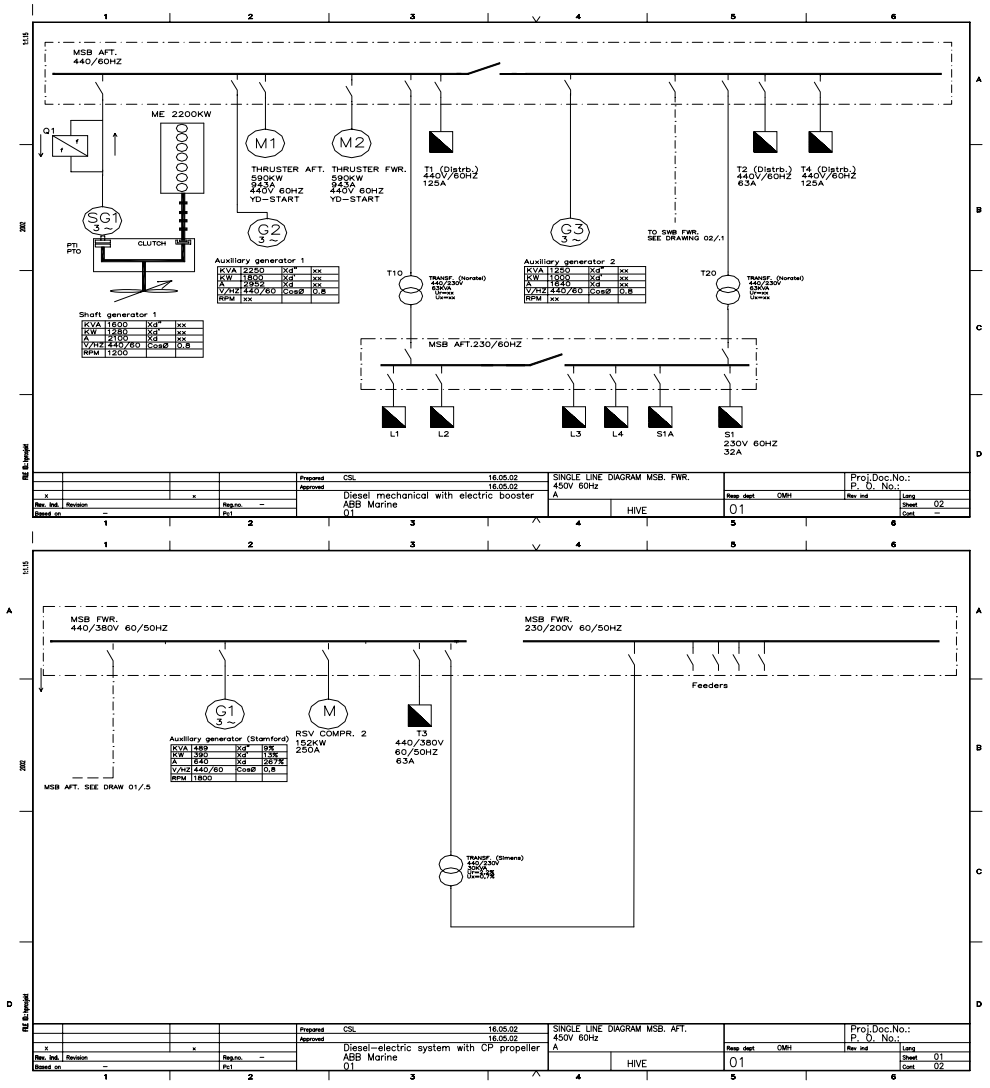


fig. 3.0

Bruksmåten for dette systemet er at hovedmaskin går med konstant turtall og hastigheten på båten reguleres ved å justere vridningen på propellen opp til maksimal belastning for hovedmaskinen. Når hovedmaskinen har nådd sin maksimale belastning startes akselgeneratoren opp som motor ved hjelp av frekvensomformeren. "Akselmotoren" koples inn på akslingen når den har samme turtall som hovedmaskinen. Ved å øke vridningen på propellen yterligere kan hastigheten nå reguleres opp til maksimal hastighet. Ved lave hastigheter eller havari på hovedmaskinen kan akselgeneratoren også brukes som fremdrifts motor alene, På den måten har man redundans på fremdriftsystemet.

For å ha nok kraft til å forsyne akselgenerator og det øvrige forbruk om bord, må dette systemet ha to diesel generatorer. For å finne generator konfigurasjonen som er best egnet, så vi på %- vis belastning for to like store generatorer opp mot generatorer av ulik størrelse vedlegg 1.6.2). Vi har kommet frem til at en stor generator på 1800 kW og en liten på 1000 kW er det beste alternativet (vedlegg 1.6). Nød/ havnegeneratoren er uforandret da behovet for denne er like stort ved alle systemene (fig. 3.0 og vedlegg 2.1.1).

Driftsprofil

Driftsprofilen (fig. 3.1 og vedlegg 1.3) er utarbeidet med utgangspunkt i driftsprofilen til Nordervon. Effektene til fremdrift blir her uforandret, da båten også her har en aksling og vribar propell.

Driftsprofil for Diesel-mek. med boost

	Belastning KW							Timer pr. år		
	HVM	Propell	Aks.gen		Øvrig forbruk	DG 1	DG 2	HJM		HVM
Kasting	(2200kW)		Generator drift	Motor drift		(1800kW)	(1000kW)	DG 1	DG 2	
Til fiskefeltet	1200- 1600	900- 1300	300		300					1100
På fiskefelte	1050- 1930	1050- 1930			500- 1550	500- 1550		800		800
Til lands	1850- 2100	1450- 1700	400		400					1100
Levering					250- 500		250- 500		150	
Tråling										
Til fiskefeltet	1200- 1600	900- 1300	300		300					1100
På fiskefelte	1000- 1480	1000- 1480			500- 2000	320- 1278	180- 722	300	300	300
	1980	3132 max rpm		1152	500- 1169	320- 1491	180- 830	500	500	500
Til lands	1850- 2100	1450- 1700	400		400					300
	1980	3132 max rpm		1152	400	1552		300		300
Levering					250- 500		250- 500		150	
Leting på felt	1600- 1980	1600- 2200		0- 740	150- 300	150- 1040		150		150
							Totalt timer	2050	1100	5650

fig. 3.1

Antallet maskintimer blir her høyere enn for det diesel-mekaniske. Det skyldes den ekstra generatoren som er med i dette systemet. Totalt antall maskintimer pr. år blir 8800 timer, mot 7700 timer for det konvensjonelle systemet om bord på Nordervon. Ved å se på timene er det nærliggende å tro at dette systemet er lite økonomisk med hensyn på drivstoff forbruk. Som vi skal se senere i rapporten stemmer ikke dette helt.

Fig. 3.2 samt vedlegg 1.3.1 viser antall timer hver maskin har i de ulike belastings gruppene. Vi har her satt opp antall timer båten opererer ved de forskjellige belastningene i hvert enkelt modus. Fordelingen er gjort med utgangspunkt i driftsprofilen.

Belastningsprofil hovedmaskin Diesel-mek. med boost				**Belastningsprofil DG Diesel-mek. med boost**			
Effektiv belastning HVM (70-90%)	Mindre effektiv belastning HVM (50-70% og 90-100%)	Lite effektiv belastning HVM (0-50%)	Modus	Effektiv belastning HVM (70-90%)	Mindre effektiv belastning HVM (50-70% og 90-100%)	Lite effektiv belastning HVM (0-50%)	Modus
100	1000		Kasting til fiskefeltet				Kasting, til fiskefeltet
500	200	100	Kasting på fiskefeltet	100	500	200	Kasting, på fiskefeltet
350	350		Kasting til lands				Kasting, til lands
100	1000		Tråling til fiskefeltet				Tråling, til fiskefeltet
500	200	100	Tråling på fiskefeltet	330	850	520	Tråling, på fiskefeltet
650	350		Tråling til lands	300			Tråling, til lands
150			Leting på felt		50	100	Leting på felt
2350	3100	200	Sum	730	1400	820	Sum

fig. 3.1

Ved å sette dette inn i et kakediagram (fig. 3.2 og vedlegg 1.3.2) ser vi at ved å bruke dette systemet reduserer tiden hovedmaskinen går i det minst effektive belastningsområdet helt ned til 4% av tiden. Når vi ser på de resterende 96% er disse nesten likt fordelt mellom effektiv og mindre effektiv belastning. For hjelpemaskinene ser vi også samme forbedring, men ikke like markert som for hovedmaskinen.

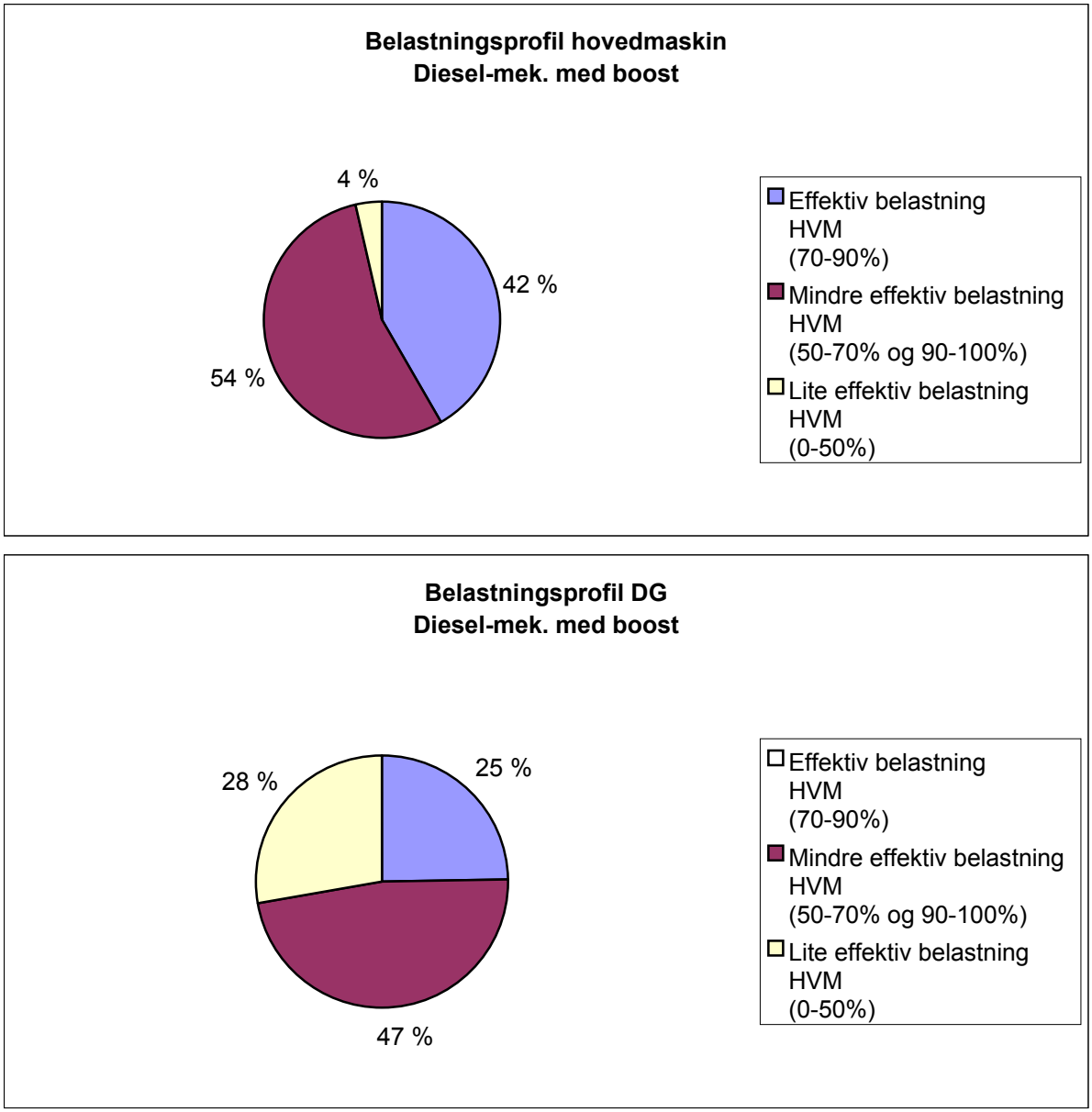

Belastningsprofil hovedmaskin
Diesel-mek. med boost
4 %
42 %
54 %
Effektiv belastning HVM (70-90%)
Mindre effektiv belastning HVM (50-70% og 90-100%)
Lite effektiv belastning HVM (0-50%)
Belastningsprofil DG
Diesel-mek. med boost
28 %
25 %
47 %
Effektiv belastning HVM (70-90%)
Mindre effektiv belastning HVM (50-70% og 90-100%)
Lite effektiv belastning HVM (0-50%)

fig. 3.2

Lastanalyse

Fig. 3.3 viser lastanalysen for dette systemet, det er ikke store endringer som er lagt inn her i forhold til det konvensjonelle systemet. Det er lagt inn et forbruk til fremdrift der akselgeneratoren går som motor.

ELEKTRISK LAST ANALYSE Disl.mek med El.booster			Kasting			Tråling			Lossing ved kai			Landligge uten store forbrukere			Leiting på felt			Nød		
Pos. nr.	Bruker	Rating in kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	Kw	U.F.	L.F.	Kw
1	**Hydr.Aggr. 1-14**	**1251.4**	**1**	**0.4**	**500.6**	**1**	**1**	**1251.4**	**0.3**	**0.3**	**112.6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
2	**Brannpumper 1-3**	**39**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**39**
3	**Kjølevifter og ventilasjon**	**38**	**0.8**	**1**	**30.4**	**0.8**	**1**	**30.4**	**0.4**	**1**	**15.2**	**0.4**	**1**	**15.2**	**0.8**	**1**	**30.4**	**0.6**	**1**	**22.8**
4	**Bysse**	**37**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0**	**0**	**0**
5	**Vaskeri, Sanitær, V.V.**	**53.4**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0**	**0**	**0**
6	**Thruster forut**	**590**	**0.5**	**1**	**295**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
7	**Thruster akter**	**590**	**0.3**	**1**	**177**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
8	**Div.pumper, sep. og komp.**	**173**	**0.8**	**1**	**138.4**	**0.8**	**1**	**138.4**	**0.2**	**1**	**34.6**	**0.3**	**1**	**51.9**	**0.6**	**1**	**103.8**	**0.3**	**1**	**51.9**
9	**RSW 1**	**361**	**0.8**	**1**	**288.8**	**0.8**	**1**	**288.8**	**0.5**	**1**	**180.5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0.5**	**1**	**180.5**
10	**RSW 2**	**202**	**0.1**	**1**	**20.2**	**0.5**	**1**	**101**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0.3**	**60.6**	**0**	**0**	**0**
11	**Div. El. Forbruk**	**43**	**0.7**	**0.7**	**21.1**	**0.7**	**0.7**	**21.1**	**0.7**	**0.4**	**12.0**	**0.7**	**0.4**	**12.04**	**0.7**	**0.7**	**21.1**	**0.2**	**1**	**8.6**
12					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
13					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
14					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
15					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
16					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
17					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
18					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
19					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
20					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
21					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
22	**TOT. EFFEKTBEHOV 440V**	**3377.8**			**1512.9**			**1872.6**			**396.5**			**120.6**			**257.4**			**302.8**
23																				
24	**Elektrisk fremdrift**	**1280**			**1280**			**1280**			**0**			**0**			**740**			**0**
25	**TOT. EFF. Inkl. Fremdrift**	**4657.8**			**2792.9**			**3152.6**			**396.5**			**120.6**			**997.4**			**302.8**

fig. 3.3

Diesel-elektrisk med akselpropell, to fremdriftsmotorer og gear

Dette systemet har to aksel linjer, to vribare propeller og to akselgeneratorer som kan kjøres som motor. Fordelen med det er at man ved lave hastigheter ikke trenger å ha begge hovedmaskinene i gang. Ved å la en akselgenerator gå som motor som blir forsynt av akselgeneratoren på aksling nr. to, vil man da kunne drive båten med en hovedmaskin i drift. Hastigheten på båten blir da regulert ved bruk av de vribare propellene.
Et slikt system får også større grad av redundans. Siden man her har to separate akslinger med sine respektive motorer er dette et mye mindre sårbart system.
På fig. 3.4 samt vedlegg 2.2, 2.2.1 har vi tegnet om en linjeskjemaet fra Nordervon til dette systemet.

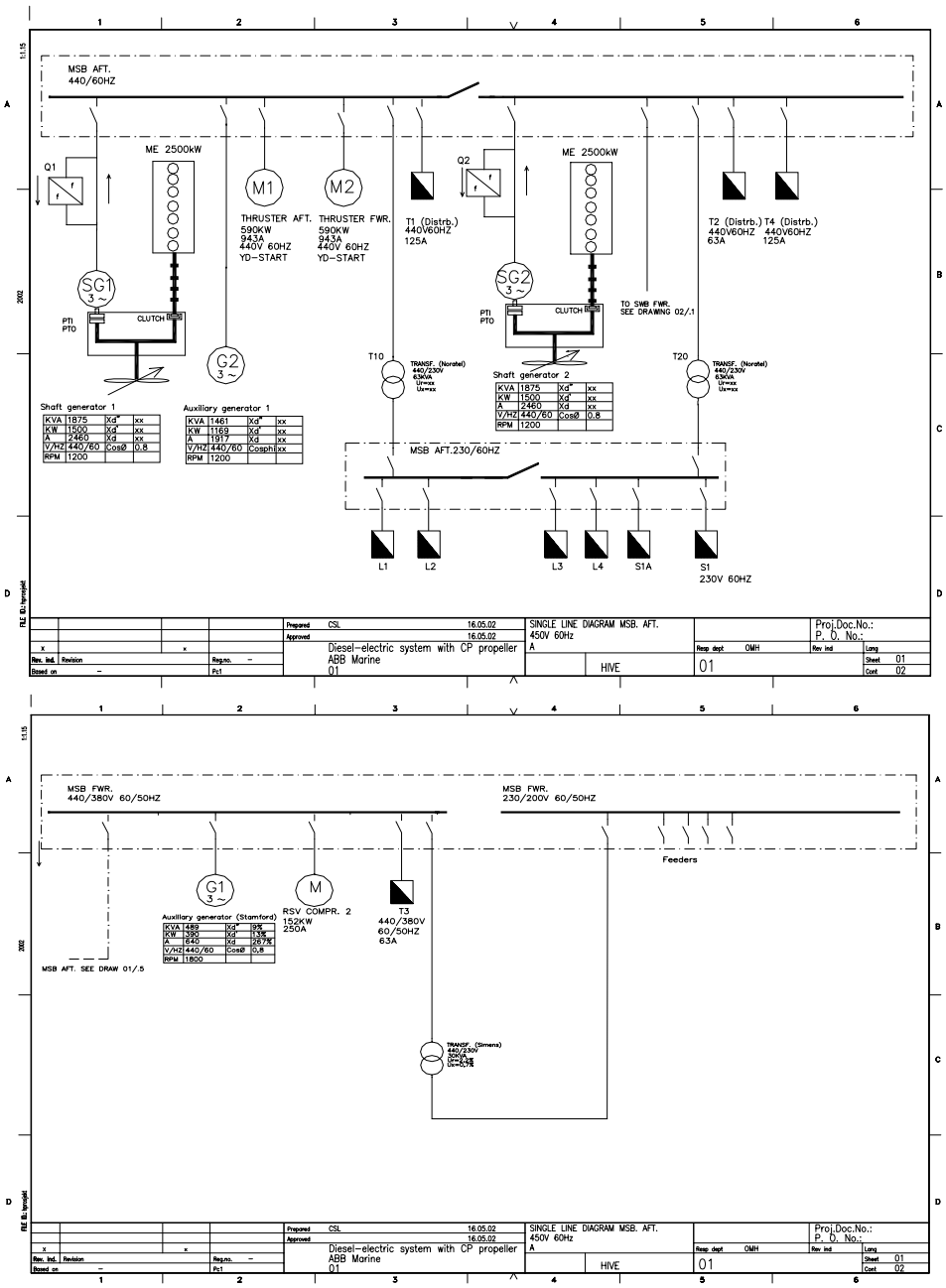


fig. 3.4

For å regne om effekt forbruket fra en aksling til to akslinger, kontaktet vi Inge Skår ved Vik & Sandvik AS*. Han kunne informere om at hver motor ved to aksel linjer må være på halve effekten fra en aksel linje + 15% (vedlegg 1.7.1). Da blir:

Samlet effekt to aksel linjer = Samlet effekt en aksel linje + 15%

Effekt tillegget på 15% er et erfaringsmessig tall, dette kommer av endringer i skrogform og effektiviteten til propellene.

Driftprofil

Driftprofilen for dette systemet blir endret noe fra den som er utarbeidet for Nordervon. Dette på grunn av de endringene i fremdriftseffektene (fig. 3.5 og vedlegg 1.4).

Driftsprofil for Diesel-el. med 2 akselinjer og CP-propeller											
	Belastning KW								Timer pr. år		
Kasting	HVM 1 (2500kW)	HVM 2 (2500kW)	Propell	Øvrig forbruk	Aks.gen 1 (1500kW)	Aks.gen 2 (1500kW) Generator drift	Aks.gen 2 (1500kW) Motor drift	DG 1 (1200kW)	DG 1	HVM 1	HVM 2
Til fiskefeltet	1335- 1795		1035- 1495	300	818- 1048		518- 748			1100	
På fiskefelte	854- 1938	854- 1938	1208- 2325	500- 1550	250- 775	250- 775				800	800
Til lands	2068- 2355		1668- 1955	400	1234- 1378		834- 978			1100	
Levering				250- 500				250- 500	150		
Tråling											
Til fiskefeltet	1335- 1795		1035- 1495	300	818- 1048		518- 748			1100	
På fiskefelte	825- 1938	825- 1938	1150- 1875	500- 2000	250- 1000	250- 1000				300	300
	1801	1808	3602 max rpm	500- 1169				500- 1169	500	500	500
Til lands	2068- 2355		1668- 1955	400	1234- 1378		834- 978			300	
	2001	2001	3602 max rpm	400	200	200				300	300
Levering				250- 500				250- 500	150		
Leting på felt	995- 1714	995- 1714	1840- 3128	150- 300	75- 150	75- 150				150	150
							Totalt timer		800	5650	2050

fig. 3.5

* - Vik & Sandvik er et maritimt konsulent firma som designer skip. De holder til på Fitjar som ligger på Stord i Hordaland.

Vi får også her flere maskin timer enn på det konvensjonelle systemet om bord på Nordervon. Totalt antall timer blir 8500. Dette er imidlertid noe lavere enn for systemet med boost med sine 8800 timer, noe som kommer av at vi her kan kjøre hele båten med bare en motor i gang for noen av driftsmodiene.

For hjelpegeneratoren DG1 har vi valgt å bruke samme størrelsen som er opprinnelig i Nordervon. Da denne har samme bruksmåte som for det opprinnelig konvensjonelle anlegget vil det ikke være behov for noen endring i ytelsen.

Fig. 3.6 viser antall timer hovedmaskinene og hjelpegeneratoren har ved de ulike belastninger.

Belastningsprofil hovedmaskin Diesel-el. med 2 akselinjer				**Belastningsprofil DG Diesel-el. med 2 akselinjer**			
Effektiv belastning HVM (70-90%)	Mindre effektiv belastning HVM (50-70% og 90-100%)	Lite effektiv belastning HVM (0-50%)	Modus	Effektiv belastning HVM (70-90%)	Mindre effektiv belastning HVM (50-70% og 90-100%)	Lite effektiv belastning HVM (0-50%)	Modus
50	1050		Kasting til fiskefeltet				Kasting, til fiskefeltet
400	1000	200	Kasting på fiskefeltet				Kasting, på fiskefeltet
800	300		Kasting til lands				Kasting, til lands
50	1050		Tråling til fiskefeltet				Tråling, til fiskefeltet
1150	300	150	Tråling på fiskefeltet	200	250	50	Tråling, på fiskefeltet
1400	900		Tråling til lands				Tråling, til lands
	200	100	Leting på felt				Leting på felt
3850	4800	450	Sum	200	250	50	Sum

fig. 3.6

Fig . 3.7 viser verdiene fra fig. 3.6 satt inn i et kakediagram. Her ser vi at det er 5% av tiden som hovedmaskinene med den lite effektive belastningen. Dette er en nesten lik forbedring i forhold til systemet med boost.

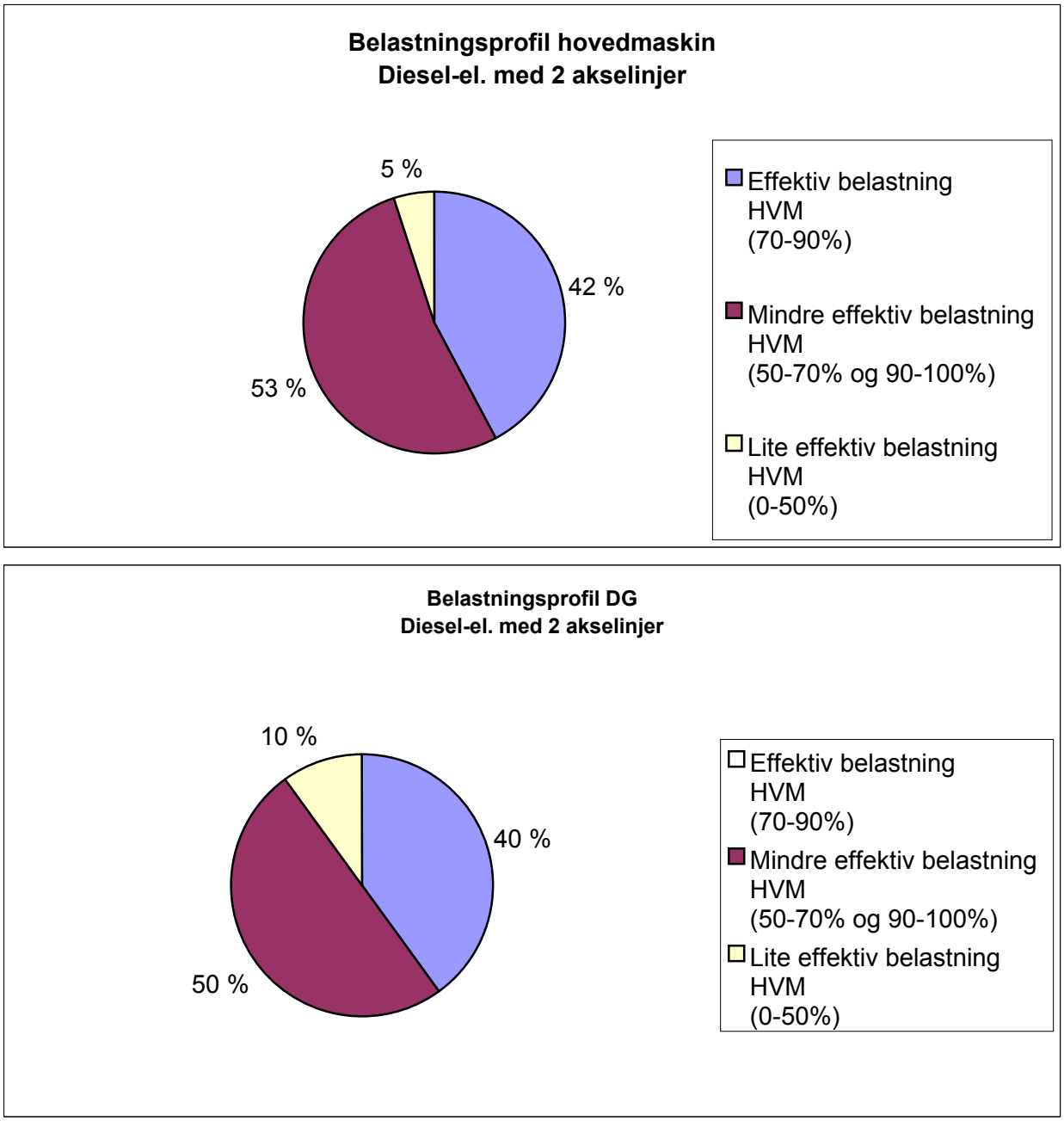

Belastningsprofil hovedmaskin
Diesel-el. med 2 akselinjer
5 %
42 %
53 %
Effektiv belastning HVM (70-90%)
Mindre effektiv belastning HVM (50-70% og 90-100%)
Lite effektiv belastning HVM (0-50%)
Belastningsprofil DG
Diesel-el. med 2 akselinjer
10 %
40 %
50 %
Effektiv belastning HVM (70-90%)
Mindre effektiv belastning HVM (50-70% og 90-100%)
Lite effektiv belastning HVM (0-50%)

fig. 3.7

Lastanalyse

Fig. 3.8 viser lastanalysen for dette systemet, det er ikke store endringer som er lagt inn her i forhold til det konvensjonelle systemet. Det er lagt inn et forbruk til fremdrift der akselgeneratoren går som motor.

ELEKTRISK LAST ANALYSE Disl.elektrisk med to motorer og CP propeller			**Kasting**			**Tråling**			**Lossing ved kai**			**Landligge uten store forbrukere**			**Leiting på felt**			**Nød**		
Pos. nr.	Bruker	Rating in kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	Kw	U.F.	L.F.	Kw
1	**Hydr.Aggr. 1-14**	**1251.4**	**1**	**0.4**	**500.6**	**1**	**1**	**1251.4**	**0.3**	**0.3**	**112.6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
2	**Brannpumper 1-3**	**39**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**39**
3	**Kjølevifter og ventilasjon**	**38**	**0.8**	**1**	**30.4**	**0.8**	**1**	**30.4**	**0.4**	**1**	**15.2**	**0.4**	**1**	**15.2**	**0.8**	**1**	**30.4**	**0.6**	**1**	**22.8**
4	**Bysse**	**37**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0**	**0**	**0**
5	**Vaskeri, Sanitær, V.V.**	**53.4**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0**	**0**	**0**
6	**Thruster forut**	**590**	**1**	**0.5**	**295**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
7	**Thruster akter**	**590**	**1**	**0.3**	**177**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
8	**Div.pumper, sep. og komp.**	**173**	**0.8**	**1**	**138.4**	**0.8**	**1**	**138.4**	**0.3**	**1**	**51.9**	**0.3**	**1**	**51.9**	**0.6**	**1**	**103.8**	**0.3**	**1**	**51.9**
9	**RSW 1**	**361**	**0.8**	**1**	**288.8**	**0.8**	**1**	**288.8**	**0.6**	**1**	**216.6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0.5**	**1**	**180.5**
10	**RSW 2**	**202**	**0.1**	**1**	**20.2**	**0.5**	**1**	**101**	**0.1**	**1**	**20.2**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0.3**	**60.6**	**0**	**0**	**0**
11	**Div. El. Forbruk**	**43**	**0.7**	**0.7**	**21.1**	**0.7**	**0.7**	**21.1**	**0.7**	**0.4**	**12.0**	**0.7**	**0.4**	**12.04**	**0.7**	**0.7**	**21.1**	**0.2**	**1**	**8.6**
12					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
13					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
14					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
15					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
16					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
17					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
18					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
19					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
20					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
21					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
22	**TOT. EFFEKTBEHOV 440V**	**3377.8**			**1512.9**			**1872.6**			**470.07**			**120.6**			**257.4**			**302.8**
23																				
24	**Elektrisk fremdrift**	**1500**			**980**			**980**			**0**			**0**			**0**			**0**
25	**TOT. EFF. Inkl. Fremdrift**	**4877.8**			**2492.9**			**2852.6**			**470.07**			**120.6**			**257.4**			**302.8**

fig. 3.8

Diesel-elektrisk med Azipod

Dette er det eneste reine diesel-elektriske systemet vi skal vurdere. Her er det kun elektromotorer som står for fremdriften. Diesel maskinene om bord vil da kun brukes til å generere kraft. Fordelen med dette systemet er at man ikke trenger å ha i gang flere generatorer enn det som forbruket om bord tilsier. Ved å installere et Power Management System (PMS) kan man også automatisk overvåkning av kraftforbruk og tilgjengelig kraft. PMS systemet vil da starte opp og legge inn det antallet generatorer som det er bruk for til en hver tid. I den økonomiske analysen av anlegget har vi prosjektert med et slikt anlegg. Azipod fremdrift gir også økt manøvrerbarhet og kortere responstid ved trottel pådrag. Fig. 3.9, 3.9.1 samt vedlegg 2.3 – 2.3.2 viser hvordan enlinje skjemaet av Nordervon vil se ut med Azipod fremdrift. En av de store forandringene som er gjort er at spenningsnivået på hovedskinnen er økt til 690 V, dette er for å få lavere kortsluttnings strømmer og fordi Azipod ikke er laget for 440 V. Dersom vi skulle beholdt 440 V hadde vi vært nødt til å sette inn to transformatorer foran hver Azipod, dette er store, tunge og dyre transformatorer. Så når det er både elektriske, økonomiske og volummessige fordeler ved å bruke 690 V kontra 440 V, ser vi ikke noen grunn til å beholde 440 V på hovedskinnen. Da annet utstyr om bord bruker 440 V, vil det bli tre spenningsnivåer for dette systemet. Spenningsnivåene blir da 690 V, 440 V og 230 V.

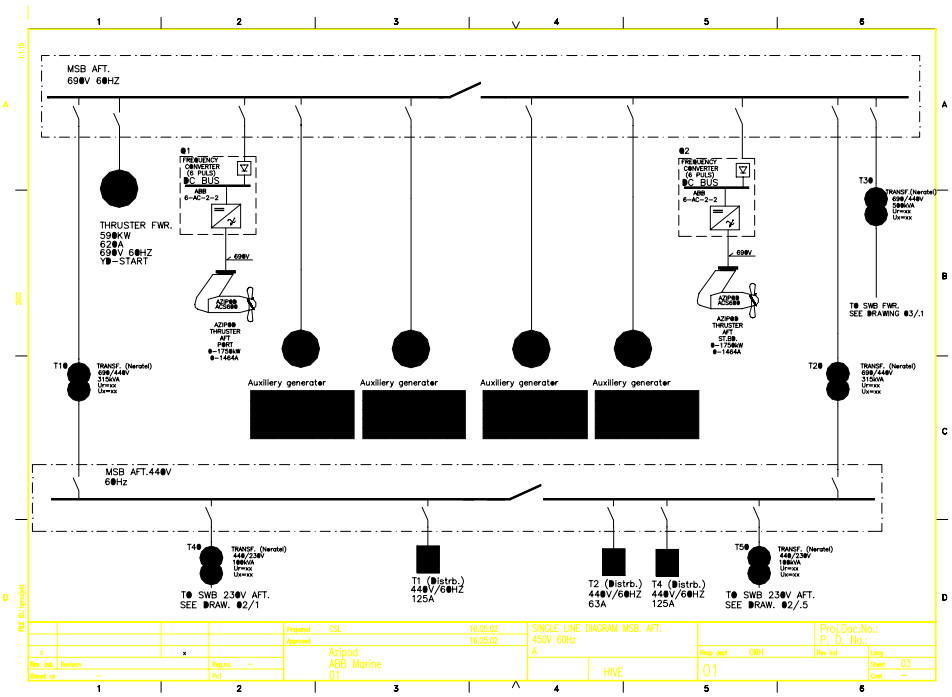


fig. 3.9

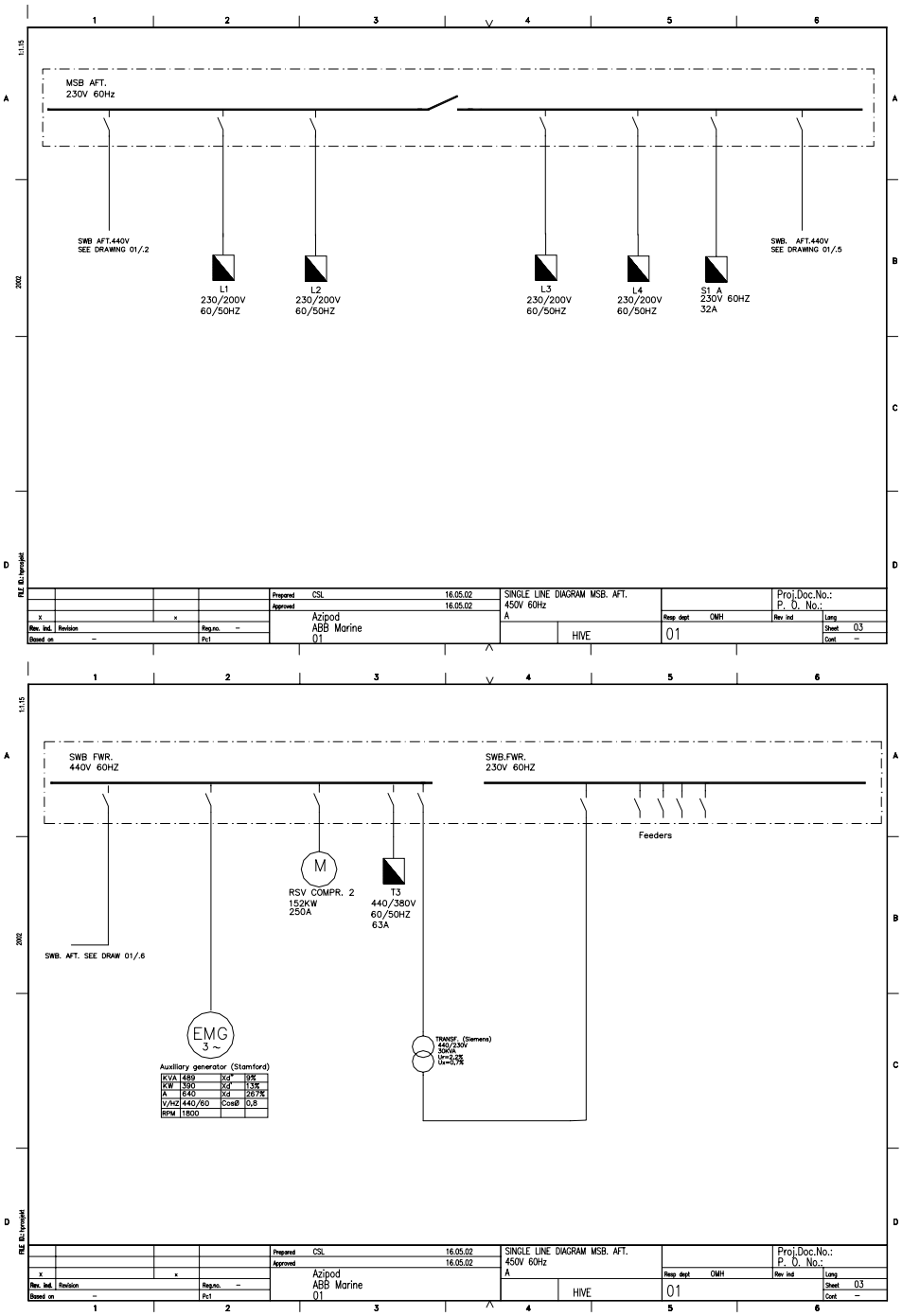


fig. 3.9.1

Ved utregning av fremdriftseffekt vil det også for dette systemet bli et tillegg på 15%. Azipod har derimot en bedre virkningsgrad enn tradisjonell aksel linje. For bedringen er på 7 – 8% vedlegg1.8.1. Ved bruk av fastpropell vil denne være mer effektiv ved lave effekter enn vribar propell. Vribar propell vil ved null trust forbruke ca. 12% av full effekt(fig. 3.10).

Da blir:

Samlet effekt to Azipod = Samlet effekt en aksel linje + 15% - 7-8%

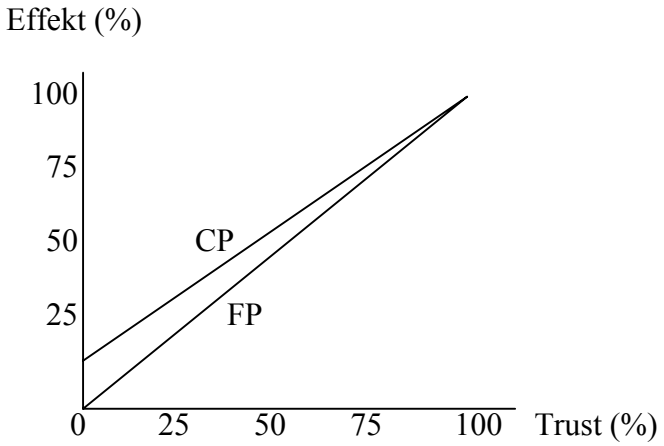


fig.3.10

Driftsprofil

Driftsprofilen for dette systemet blir i liket med systemet med to aksel linjer og CP-propeller også noe endret på grunn av endringene i fremdriftseffektene (fig. 3.11 og vedlegg 1.5). For å ha nok tilgjengelig kraft om bord har vi beregnet 4 generatorer, noe som er ganske vanlig ved bruk av Azipod. Videre ble det vurdert om vi skulle bruke fire like store generatorer eller to store og to små. Vedlegg 1.8.2 viser en %-vis sammenligning av belastningen til generatorene. Vi har ut fra denne kommet frem til at to store generatorer på 1875 kW og to små på 1000 kW er det beste alternativet.

Driftsprofil for Diesel-el. med Azipod

	Belastning KW						Timer pr. år			
Kasting	Propell	Øvrig forbruk	DG 1 (1875kW)	DG 2 (1875kW)	DG 3 (1000kW)	DG 4 (1000kW)	DG 1	DG 2	DG 3	DG 4
Til fiskefeltet	960- 1387	300	1260- 1687				1100			
På fiskefelte	1120- 2306	500- 1350	635- 1438	635- 1438	350- 780		800	800	800	
Til lands	1547- 1814	400	974- 1107	974- 1107			1100	1100		
Levering		250- 500			250- 500				150	
Tråling										
Til fiskefeltet	960- 1387	300	1260- 1687				1100			
På fiskefelte	1067- 1656	500- 2000	614- 1438	614- 1438	340- 780		300	300	300	
	3342 max rpm	500- 1169	1261- 1465	1261- 1465	660- 790	660- 790	500	500	500	500
Til lands	1547- 1814	400	974- 1107	974- 1107			300	300		
	3342 max rpm	400	1231	1231	640	640	300	300	300	300
Levering		250- 500				250- 500				150
Leting på felt	1707- 2903	150- 300	929- 1602	929- 1602			150	150		
						Totalt	5650	3450	2050	950

fig. 3.11

Totalt antall maskintimer blir her på hele 12100 timer. Dette er en ganske stor økning i forhold til vårt referanse system med sine 7700 timer.
Som fig. 3.12 viser belastningsprofilen for de ulike generatorene.

Belastningsprofil DG 1 og 3 Diesel-el. med Azipod				**Belastningsprofil DG 2 og 4 Diesel-el. med Azipod**			
Effektiv belastning HVM (70-90%)	Mindre effektiv belastning HVM (50-70% og 90-100%)	Lite effektiv belastning HVM (0-50%)	Modus	Effektiv belastning HVM (70-90%)	Mindre effektiv belastning HVM (50-70% og 90-100%)	Lite effektiv belastning HVM (0-50%)	Modus
400	700		Kasting til fiskefeltet				Kasting til fiskefeltet
200	1000	400	Kasting på fiskefeltet	300	300	200	Kasting på fiskefeltet
	700	700	Kasting til lands				Kasting til lands
400	700		Tråling til fiskefeltet				Tråling til fiskefeltet
650	750	200	Tråling på fiskefeltet	970	250	80	Tråling på fiskefeltet
600	700	700	Tråling til lands	300			Tråling til lands
100	140	60	Leting på felt				Leting på felt
2350	4690	2060	Sum	1570	550	280	Sum

fig. 3.12

Vi har også for dette systemet illustrert belastningsprofilen i et kakediagram (fig. 3.13 og vedlegg 1.5.2). Ut fra kakediagrammet ser vi at prosent andelen maskinene kjører i det lite effektive er noe større enn den er for systemet med boost og med 2 framdriftsmotorer. Det fremdeles en stor forbedring med hensyn på referanse systemet fra Nordervon.
Diesel generator 2 og 4 kjører hele 65% av tiden i det mest effektive området, forbruket i dette området er under 200 g/kWh. Dette er en stor forbedring.

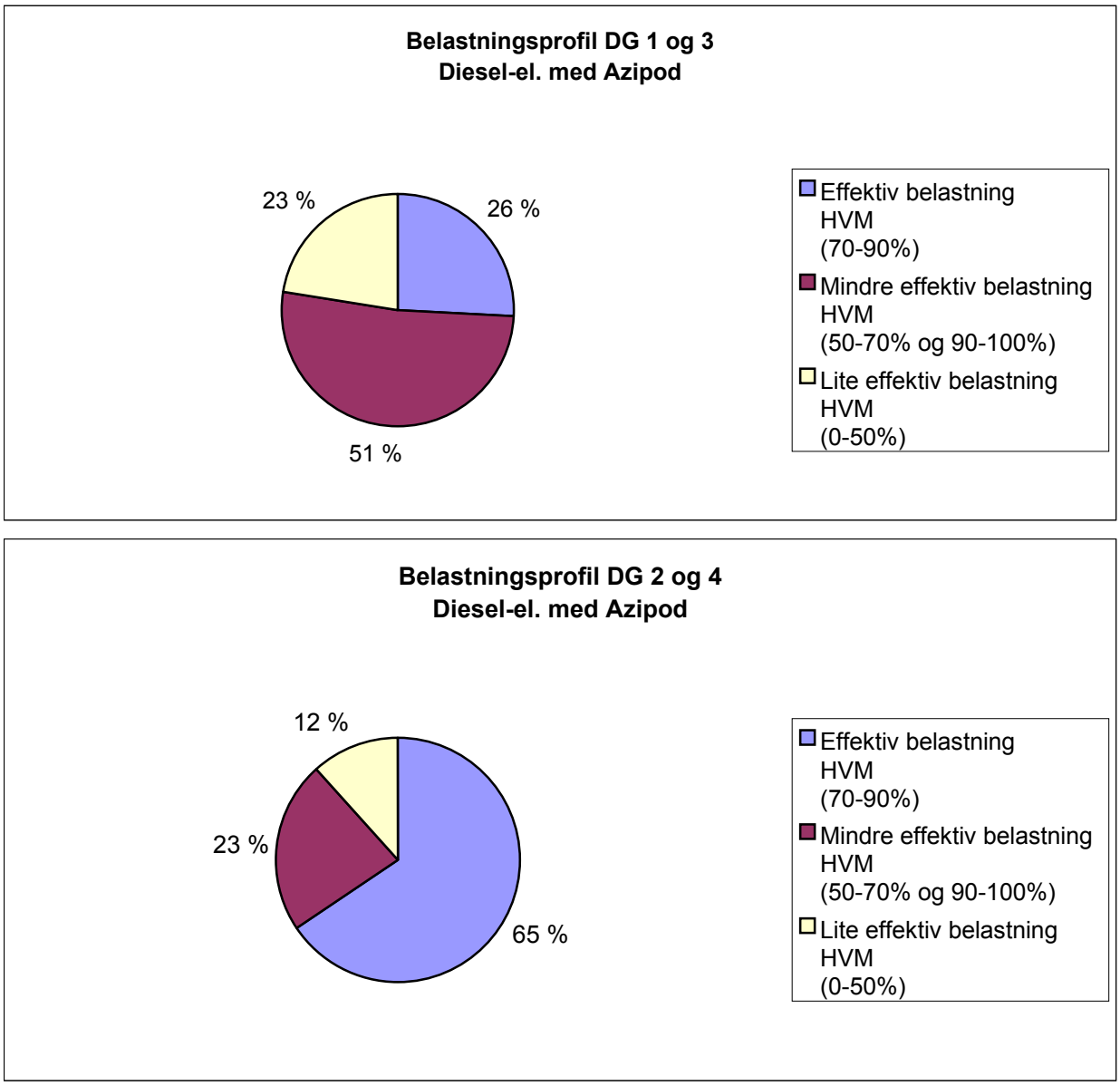

Belastningsprofil DG 1 og 3
Diesel-el. med Azipod
23 %
26 %
51 %
Effektiv belastning HVM (70-90%)
Mindre effektiv belastning HVM (50-70% og 90-100%)
Lite effektiv belastning HVM (0-50%)
Belastningsprofil DG 2 og 4
Diesel-el. med Azipod
12 %
23 %
65 %
Effektiv belastning HVM (70-90%)
Mindre effektiv belastning HVM (50-70% og 90-100%)
Lite effektiv belastning HVM (0-50%)

fig. 3.13

Last analyse

Fig. 3.14 samt vedlegg 2.7 viser last analysen for Azipod fremdrift. Totaleffekten blir har mye større enn for de øvrige anleggene. Grunnene til dette er at all fremdrifts effekt er lagt til i analysen. Aktre truster er fjernet på dette systemet, den blir overflødig da Azipodene kan roteres 360º.

ELEKTRISK LAST ANALYSE Disl.elektrisk med Azipod fremdrift			**Kasting**			**Tråling**			**Lossing ved kai**			**Landligge uten store forbrukere**			**Leiting på felt**			**Nød**		
Pos. nr.	Bruker	Rating in kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	kW	U.F.	L.F.	Kw	U.F.	L.F.	Kw
1	**Hydr.Aggr. 1-14**	**1251.4**	**1**	**0.4**	**500.6**	**1**	**1**	**1251.4**	**0.3**	**0.3**	**112.6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
2	**Brannpumper 1-3**	**39**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**	**39**
3	**Kjølevifter og ventilasjon**	**38**	**0.8**	**1**	**30.4**	**0.8**	**1**	**30.4**	**0.4**	**1**	**15.2**	**0.4**	**1**	**15.2**	**0.8**	**1**	**30.4**	**0.6**	**1**	**22.8**
4	**Bysse**	**37**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0.5**	**0.8**	**14.8**	**0**	**0**	**0**
5	**Vaskeri, Sanitær, V.V.**	**53.4**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0.5**	**1**	**26.7**	**0**	**0**	**0**
6	**Thruster forut**	**590**	**1**	**0.5**	**295**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
8	**Div.pumper, sep. og komp.**	**173**	**0.8**	**1**	**138.4**	**0.8**	**1**	**138.4**	**0.3**	**1**	**51.9**	**0.3**	**1**	**51.9**	**0.6**	**1**	**103.8**	**0.3**	**1**	**51.9**
9	**RSW 1**	**361**	**0.8**	**1**	**288.8**	**0.8**	**1**	**288.8**	**0.6**	**1**	**216.6**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0.5**	**1**	**180.5**
10	**RSW 2**	**202**	**0.1**	**1**	**20.2**	**0.5**	**1**	**101**	**0.1**	**1**	**20.2**	**0**	**0**	**0**	**1**	**0.3**	**60.6**	**0**	**0**	**0**
11	**Div. El. Forbruk**	**43**	**0.7**	**0.7**	**21.1**	**0.7**	**0.7**	**21.1**	**0.7**	**0.4**	**12.0**	**0.7**	**0.4**	**12.04**	**0.7**	**0.7**	**21.1**	**0.2**	**1**	**8.6**
12					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
13					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
14					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
15					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
16					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
17					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
18					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
19					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
20					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
21					**0**			**0**			**0**			**0**			**0**			**0**
22	**TOT. EFFEKTBEHOV 440V**	**2787.8**			**1335.9**			**1872.6**			**470.07**			**120.6**			**257.4**			**302.8**
23																				
24	**Elektrisk fremdrift**	**3500**			**2808**			**3342**			**0**			**0**			**2903**			**0**
25	**TOT. EFF. EL.FREMDRIFT**	**6287.8**			**4143.9**			**5214.6**			**470.07**			**120.6**			**3160.4**			**302.8**

fig. 3.14

Kap 4. Elektrotekniske beregninger

I vår oppgave der vi tar for oss forskjellige framdriftssystemer er det og viktig å ha kontroll over krefter som vil være tilstede i de forskjellige systemer. Derfor har vi laget en overfladisk analyse over kortsluttningsberegninger/spenningsberegninger på de forskjellige anleggene. Vi har og foretatt en harmonisk beregning over de anleggene der vi har med frekvensomformere. Alle verdier som er med i oppgaven er beregnet ved hjelp av EDSA.

Litt om kortsluttning?
Når det forekommer en kortsluttning er det inntruffet en forbindelse mellom spenningsførende deler med en betydelig mindre impedans en anlegget er beregnet for under normal drift. Kortsluttningen kan være direkte metallisk, den kan bestå av en lysbueforbindelse som er sterkt ionisert eller den kan være forårsaket av fuktighet eller tilsmussing av anleggsdelen. En kortsluttning i et trefasesystem kan være: Trepolig, topolig eller enpolig. Kort vil det si at trepolig er kortsluttning mellom alle tre fasene. Topolig er kortsluttning mellom to av fasene og enpolig er kortsluttning mellom en av fasene og jord ved jordet nøytralpunkt.
Skader ved kortsluttning:

- Energiutviklingen på feilstedet kan medføre ødeleggelser av ledere og isolasjon. Eksplosjonsartet utvikling av gass med høy temperatur kan gi skade på personer, samt mekaniske skader.
- Elektromekaniske krefter kan vri skinner ut av sin opprinnelig form.
- Termiske påkjenninger for strømførende ledere og isolasjon.
- Redusert spenning på anlegget som kan medføre avbrudd i energitilførselen.
- Usymmetri i spenningen som kan medføre overspenningsspisser og negativt dreiemoment for elektriske maskiner.
- Usymmetri i strøm med store påkjenninger på alle viklinger i generatorer og motorer.
- Likestrømsledd i subtransient og transient forløp som medfører oversetningsfeil i strømtransformatorer.

Harmoniske strømmer i anlegg:
Den elektriske spenningen i vekselstrømsnett blir regnet som sinusformet . Ved eventuelle avvik av denne sinusformen blir avviket kalt forstyrrelser eller ”harmonisk forvrengning” (Se fig.4.4) Illustrerer ren sinus med blått og harmonisk forvrengning med rødt! Overharmonisk forvrengning oppstår viss en periodisk forstyrrelse gjentas en eller flere ganger i løpet av den grunnharmoniske sin frekvens. (Periode) Årsaken til dette kan være komponenter som er tilkoblet nettet som trekker strøm og som har en annen form en sinuskurven. Typiske komponenter kan være:

- Kraftelektronisk utstyr (Frekvensomformere)
  Dette er den største kilden til harmoniske forvrengninger.
- Elektriske maskiner.

- Kraftelektronisk utstyr

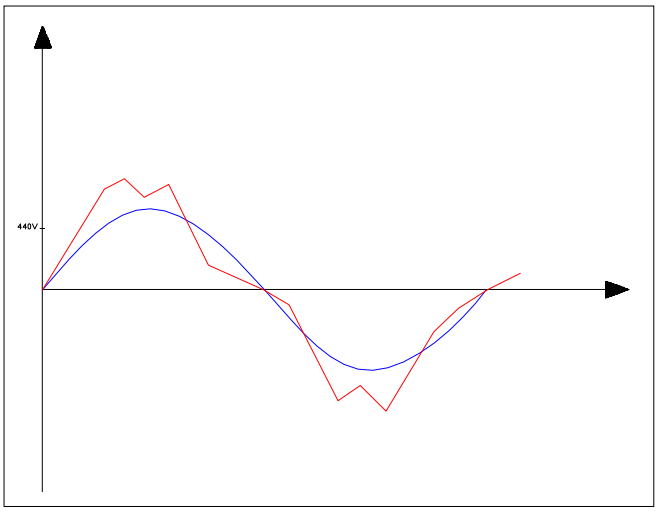


Fig. 4.4

Hva kan harmoniske komponenter i spenning og strøm skade:

- For motorer vil harmoniske komponenter i spenning og strøm medføre økt kobber og jerntap både i rotor og stator. Dette medfører økt varmeutvikling og dermed redusert ytelse og levetid.
- Transformatorer får og økt kobbertap som skyldes harmoniske strømmer. Mens harmoniske spenninger medvirker til økt jerntap. Dette medfører og til varmeutvikling og redusert levetid.
- Elektriske kabler vil få redusert strømføringsevne. Dette blir ikke så store tap at det må taes høyde for i beregninger
- I brytere og vern vil harmoniske strømmer føre til oppvarming. Dette vil redusere strømføringsevnen til bryterne og holdfastheten til isolasjonen i bryteren. Ofte er det og releer i brytere, disse er testet og dimensjonert ved merkefrekvens. Releer vil dermed ikke fungere opptimalt ved frekvenser som avviker med det som dem er testet ved.
- Alt elektronisk utstyr kan få uventede feil. Eksempelvis kan en nevne det typer utstyr som bruker spenningens nullgjennomgang som referanse. Harmonisk støy kan medføre at det blir mange flere nullgjennomganger der det bare skulle vært en. En kan tenke seg til en klokke som bruker spenningen sin nullgjennomgang som tidsreferanse! Hmm.

Til slutt, lastpåslag ved store forbrukere:

I vår oppgave har vi thrustere som det største lastpåslag. Ved direkte start ville strømmen vært 4-7 ganger merkestrømmen til motoren. Vi har i midlertidig Y/D start og da kan vi redusere startstrømmen med 1/3 av direkte start. Startstrømmen avtar lite før motoren har kommet opp til 80% av turtallet og de kan være 3 sek. etter start. Om spenningen så synker for mye i startforløpet vil vi få en strøm som er mye høyere en akseptabelt. Det kan medføre til skade på brytere, kontaktorer eller annet utstyr.

Begreper ved kortsluttningsberegning:

- Peak-verdi, og kalt "making current" i_p. Dette er strømmens amplitudeverdi ved den første halvperioden under ett kortsluttningsforløp.
- Subtransient strøm I''_k Dette er strømmen som oppstår i de første 50mS ved et kortsluttningsforløp
- Transient strøm I'_K Dette er strømmen som oppstår i tida fra 50-250mS ved et kortsluttningsforløp
- Stabil periode (steady state) I_K Dette er strømmen som oppstår i tida fra 250mS og til 1 sek. Bryter skal koble ut innen 1 sek.

Disse punkter måtte taes hensyn til om anleggene skulle være i henhold til Det Norske Veritas (DNV) sine reglementer:

- Under stabile forhold må spenningen ligge innenfor pluss eller minus 2,5% av merkespenning på hovedskinnene. Dette gjelder for alle belastninger fra null til merkelast.(ξ4.2.1 NEK 410)
- Under transiente forhold (lastpåslag av store forbrukere) skal spenningen ikke falle under 85% av merkespenning eller overstige 120% av merkespenning. (ξ4.2.2 NEK 410)
- Toleransen på kurveformen, total harmonisk forvrengning (ofte kalt THD) skal ikke overstige 5% (ξ4.2.1 NEK 410)
- Kortsluttningsytelse finnes det ingen grenser for i DNV eller andres reglementer. Men det finnes en retningslinje i faget som sier at: Hvis ytelsen overstiger det som kalles anbefalte verdier, for lavspentanlegg vil det si en subtransient verdi på 50-80KA og en peak- verdien på 120-180KA. Dette er grenser som bestrebes å holde seg innenfor. Vi tok kontakt med Pål Martinsen ved Cubic Norge for å komme til bunns i dette. Martinsen opplyser at tavleskroget tåler en peak-verdi på 220KA og en verdi på 100KA i ett sek. Dette var maks verdier over hva tavleskrog kan tåle. Dette måtte da bli verdiene som vi måtte holde oss innenfor.
  Cubic er et Dansk firma som leverer fordelingstavler til lavspentanlegg. Martinsen opplyser og at det er opplagringsavstanden mellom hver isolator som i første rekke bestemmer kortsluttningsytelsen. Om vi bare opplagrer tett nok kan kortsluttningsytelsen komme opp i uante høyder sier Martinsen. Problemet da er at det ikke er plass til å koble på bryter og annet utstyr i tavla.

På det påfølgende sidene kommer en presentasjon over verdiene som vi fikk under beregningen.

Elektrotekniske verdier for Dieselmekanisk anlegg fig. 4.0 :

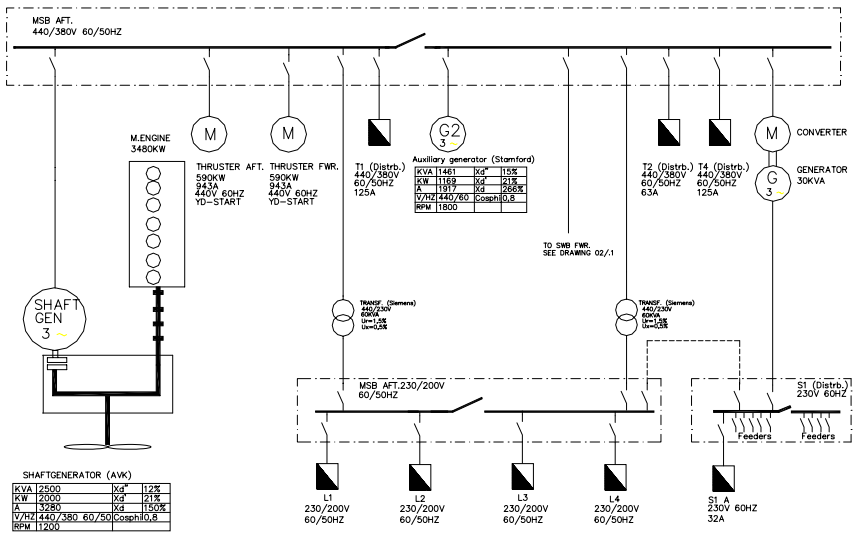


Fig. 4.0

Dette er anlegget som det er på Nordervon.
Under beregningen kjørte vi med Akselgen. Inn på tavle. Vi kan ikke beregne med begge generatorene fordi akselgenerator og hjelpegenerator kjøres ikke i parallell.

Vi fikk følgende verdier for kortsluttningsstrømmer, spenningsflyt og spenningsdropp:

Kortsluttningsverdier 440V skinne (se vedlegg 6.0)
i_p =66,8KA
I''_k =45,6KA
I_K =9,77KA
Kortsluttningsverdier 230V skinne.
I''_k =15,4KA
I_K =10,72KA

Spenningsflyt. (Se vedlegg 6.1):
440V skinne. -0,12%, 0,52V
230V skinne. -1,35%, 3,1V

Spenningsdropp ved lastpåslag av thruster AFT. G2 er da i gang (se vedlegg 6.2):
440V skinne fikk vi -3,57%,15,7 V
230V skinne fikk vi -4,8%, 11,4V

Elektrotekniske verdier for Dieselmekanisk anlegg med boost fig. 4.1:

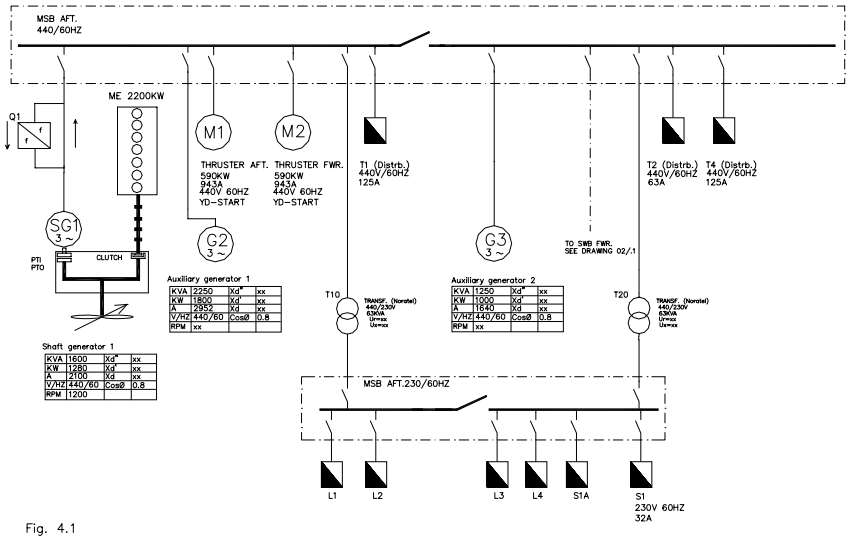


Fig. 4.1

Under beregningen kjørte vi med G2 og G3. Inn på tavle.
Vi fikk følgende verdier for kortsluttningsstrømmer, spenningsflyt og spenningsdropp:

Kortsluttningsverdier 440V skinne (se vedlegg 6.3)
i_p =68KA
I''_k =49KA
I_K =17,3KA
Kortsluttningsverdier 230V skinne.
I''_k =6,8KA
I_K =6,2KA

Spenningsflyt. (Se vedlegg 6.4):
440V skinne. -0,54%, 2,37V
230V skinne. -2,23%, 5,12V

Spenningsdropp ved lastpåslag av thruster AFT. G3 er da i gang (se vedlegg 6.5):
440V skinne fikk vi -7,44%, 32V
230V skinne fikk vi -11,12%, 25,6V

Overharmoniske strømmer::
THD uten filter. 10,22%, se vedlegg 6.6.0, 6.6.1
THD med filter. 2,15%, se vedlegg 6.6.2, 6.6.3

Elektroteknisk verdier for delvis dieselelektrisk anlegg fig. 4.2:

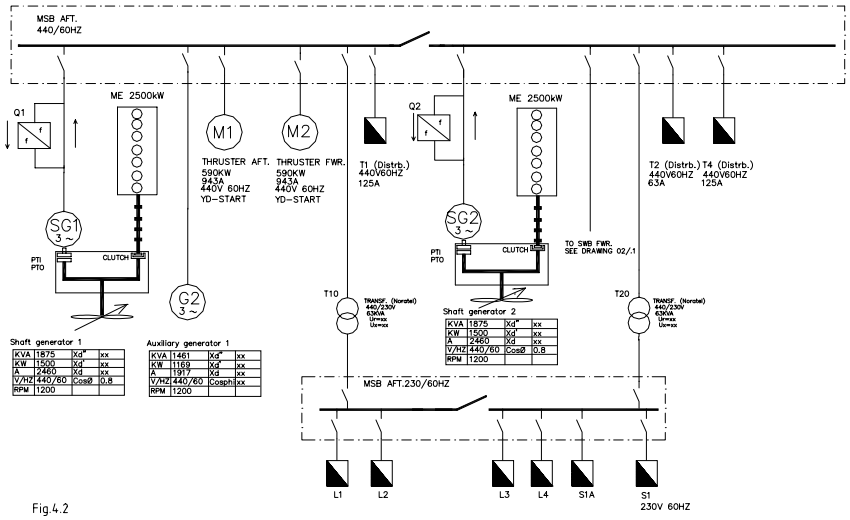


Fig.4.2

Under beregningen kjørte vi med SG2. Inn på tavle. Her kan vi heller ikke parallellkjøre mot akselgeneratorer.
Vi fikk følgende verdier for kortsluttningsstrømmer, spenningsflyt og spenningsdropp:

Kortsluttningsverdier 440V skinne (se vedlegg 6.7)
i_p =37KA
I''_k =23,8KA
I_K =8,7KA
Kortsluttningsverdier 230V skinne.
I''_k =6,5KA
I_K =5,3KA

Spenningsflyt. (Se vedlegg 6.8):
440V skinne. -0,3%, 1,32V
230V skinne. -2,17%, 5V

Spenningsdropp ved lastpåslag av thruster AFT(M1). G2 er da i gang (se vedlegg 6.9):
440V skinne fikk vi -10,77%, 47,4V
230V skinne fikk vi -12,8%, 29,4V

Overharmoniske strømmer:
THD uten filter. 7,89%, se vedlegg 6.10.0, 6.10.1
THD med filter. 5,12%, se vedlegg 6.10.2, 6.10.3

Elektroteknisk verdier for reint dieselelektrisk anlegg fig. 4.3:

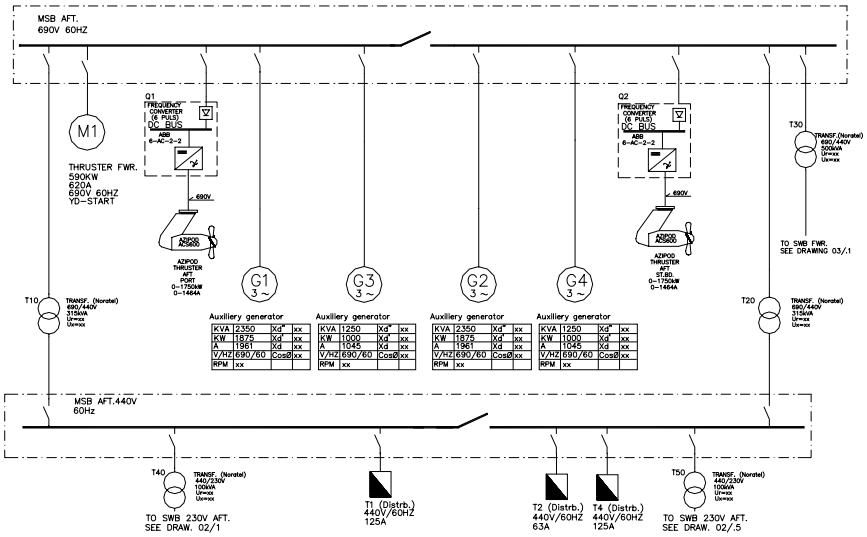


Fig.4.3

Under beregningen kjørte vi med alle fire generatorer inne på skinne.
Vi fikk følgende verdier for kortsluttningsstrømmer, spenningsflyt og spenningsdropp:

Kortsluttningsverdier 690V skinne (se vedlegg 6.11)
i_p =96,5KA
I''_k =61,2KA
I_K =23,3KA
Kortsluttningsverdier 440V skinne.
I''_k =19,9KA
I_K =14KA
Kortsluttningsverdier 230V skinne.
I''_k =4,9KA
I_K =4,6KA
Spenningsflyt. (Se vedlegg 6.12):
690V skinne. -0,22%, 1,5V
440V skinne. -1,52%, 6,5V
230V skinne. -2,13%, 4,9V
Spenningsdropp ved lastpåslag av thruster AFT(M1). G3 er da i gang (se vedlegg 6.13):
690V skinne fikk vi -12,22%, 84,3VV
440V skinne fikk vi -13,66%, 60V
230V skinne fikk vi -14,3%, 32,9V

Overharmoniske strømmer:
THD uten filter. 8,32%, se vedlegg 6.14.0, 6.14.1:
THD med filter. 5,21%, se vedlegg 6.14.2, 6.14.3:

Kommentar til beregninger.

Dieselmekanisk, Fig 4.0

Kortsluttning:

Under beregningen kjørte vi anlegget med kun akselgenerator inn på tavle. Vi har ikke anledning til å parallellkjøre akselgenerator og hjelpegenerator (G2). I tillegg til bidrag fra akselgenerator får vi motorbidrag fra Thrustere fremme og akter på 440V skinna. Verdiene som vi fikk på 440V skinna er for øvrig akseptable. På 230V skinna kjørte vi kortsluttningsberegningen med parallelle trafoer. Hadde vi kjørt beregning ved splittet skinne ville nok verdiene vært høyere. For det resterende beregninger har vi og benyttet parallelle trafoer og vi får i alle anlegg lavere verdier på 230V skinne enn det som er reelt.

Spenningsflyt:

Verdier for spenningsflyt ser greit ut med hensyn på kravet på ±2,5%.
Av spenningsflytdiagrammet (vedlegg 6.1) ser vi hva last det er lagt inn på det enkelte forbrukere under beregningen.

Lastpåslag:

Ved lastpåslag brukte vi Thruster akter som ved siden av thruster framme er den største forbrukeren på anlegget. Vi satte vi inn 8 ganger nominell verdi som startstrøm. Thrusteren har for øvrig YD start som vil begrense startstrømmen med 1/3 av direkte start. Dette hjelper til å holde verdiene på et akseptabelt nivå. Verdiene som vi fikk ved lastpåslag(7,44%) er godt under kravene på 15% og anlegget antas sundt.

Dieselmekanisk med boost. Fig. 4.1

Kortsluttning:

Ved kortsluttningsberegning hadde vi her G2 og G3 inn på tavle samtidig. Vi har her heller ikke anledning til å parallellkjøre mot akselgenerator. Kortsluttningsverdiene for 440V skinna er lignende som for det dieselmekaniske anlegget sett bort fra den stabile verdien på 17,3KA. Denne er blitt høyere her da vi har to generatorer i parallell. Ved å gange det to generatorer på henholdsvis 2952 og 1640A med 3, skal det gi en pekepinn på hva verdi vi kommer opp i. 17,3KA er 3,7 ganger nominell og vi antar av den grunn at tallene stemmer.
For 230V skinna ser vi at kortsluttningsverdiene er betydelig lavere enn det tilsvarende verdiene på det Dieselmekaniske anlegget (fig 4.0). Dette skyldes at vi har gått over fra Siemens til Noratell trafoer for disse fiktive anleggene. Noratell trafoene har høyere reaktangs og demper dermed kortsluttningen mer.

Spenningsflyt:

For spenningsflyten registrerer vi en noe lav verdi på 2,23% for dette anlegget. På enkelte kurser er vi nede mot grensen på ±2,5% på 230V skinna. Her har og bytte av trafotype fra Siemens til Noratell medvirkende betydning.

Lastpåslag:

Vi brukte samme Thruster ved lastpåslag som Dieselmekanisk. Vi noterer 7,44% spenningsdropp på 440V skinna. Her hadde vi kun minste generator i gang (G3) ved lastpåslag. Dette resulterte i at vi fikk et større spenningsdropp en ved det dieselmekaniske(3,57%) der vi hadde en større og tyngre akselgenerator i bakhand.

Harmoniske:
På dette anlegget har vi frekvensstyring. Vi tok en harmonisk analyse og denne var for høy (10,22% se vedlegg 6.6.0 og 6.6.1) ved første måling. Dermed måtte vi konstruere et filter som kunne eliminere 5,7,11og 13- harmoniske ved hjelp av EDSA. EDSA generer ett filter som oppfyller IEEE 519 standarden. Denne standarden skal ta hensyn til at KVA verdien på filteret ikke overstiger 25% av totale generators KVA. Dette bruker andre anleggene videre i våres beregninger.

Målingene etter at vi har satt inn filter på 440V skinna viser 2,15% THD som er i henhold til grensen på 5% THD. Dette anlegget var dermed ikke i henhold uten at vi setter inn filter for å eliminere harmoniske.

Delvis dieselelektrisk anlegg. Fig. 4.2
Kortsluttning:
Her kjørte vi kortsluttningsberegningen med SG2(akselgenerator 2) inn på Skinne. For dette anlegget er ikke parallellkjøring med akselgeneratorer mulig. Dermed beregnet vi kortsluttningsverdier med SG2(akselgenerator 2) inn på skinne som forventes å gi større bidrag enn G2(hjelpegenerator 2). Vi får her og motorbidrag fra thrustere.
Verdiene ble ”lave” i forhold til det to foregående anleggene. Dette skyldes nok reaktansen i akselgeneratoren er stor i forhold til det andre. Vi bemerker her og at vi kjører trafoer til 230V skinne i parallell og får dermed her og lave verdier på 230V skinnen. I ettertid ser en at vi burde kjørt en kortsluttningsberegning med hjelpegenerator inn på skinne da denne muligens hadde gitt større bidrag.

Spenningsflyt:
Når vi ser på spenningsflyten (vedlegg 6.8) ser vi at her og er verdiene lave. Vi er blant annet nede under grensen på ±2,5% på 230V skinnen.

Lastpåslag:
For spenningsdropp ved påslag av thruster akter og med G2 i gang, ser vi en spenningsdropp på 10,77% på 440V skinnen og 12,8% på 230V skinnen. Grunnen til at vi her har forholdsvis høy verdi på lastpåslag er at reaktansen i generatoren er høy. Ved høye reaktanser i generator er det en fordel for kortsluttningsstrømmen, men det bidrar negativt med større spenningsdropp ved lastpåslag. Dette fremgår tydelig ved dette anlegget der vi har lave verdier for kortsluttning og at verdien for spenningsdropp ved lastpåslag øker i forhold til de andre anleggene.

Harmoniske:
Ved harmonisk analyse fikk vi her og for høy verdi på 440V skinnen(7,89%). Vi måtte dermed konstruere et filter som ble generert av EDSA. IEEE 519. Etter at dette filteret var satt inn fikk vi en verdi på 5,12% THD. Siden standarden IEEE 519 tar hensyn til at filterets KVA verdi er mindre enn 25% av minste generatorverdi kan vi anta at det er grunnen til at vi ikke får lavere verdi. (se kommentar til filter)

Dieselelektrisk (Azipod). Fig. 4.3

Kortsluttning:
Vi kjørte beregningen her med alle fire generatorer i gang da dette er den modusen som vil bli den høyeste verdien for kortsluttning. For dette anlegget har vi fjernet thrusteren akter og vi har ikke så mye motorbidrag som i det foregående anleggene. Azipoddene bidrar ikke da frekvensomformeren sperrer. Spenningen har vi øket til 690V og det bidrar til å få lavere kortsluttningsstrømmer. Reaktansen er høy i generatorene(17%) og dette bidrar mest til at vi ikke fikk så høye verdier som vi kunne forvente med fire generatorer i parallell.

Spenningsflyt:
Spenningsflyten er her er størst på 230V skinne(2,13% ved 230V skinne). Det er innen for kravet om ±2.5% (vedlegg 6.12)

Lastpåslag:
Ved påslag av thruster fremme, brukte vi kun G3 inn på skinne. Her fikk vi en spenningsdropp på 14,3% på 230V skinna. Vi ser her og at vi får høy verdi på spenningsdropp ved lastpåslag. Dette skyldes som i det delvis dieselelektriske anlegget at reaktansen i generatoren demper kortsluttningsstrømmer, men at dette går ut over spenningsdroppen ved lastpåslag og ved lastflyt. Vi ligger i grenseland av den tillatte grensen på -15% dropp ved dette anlegget.

Harmoniske:
Harmoniske analyse var ved dette anlegget og nødvendig da vi har frekvensomformer til å justere farten på fremdriftspropellen. Den harmoniske analysen viser 8,32% THD uten filter. Dermed måtte vi her og inn med filter for å eliminere vekk harmoniske komponenter.
Vi lot EDSA generere et filter i henhold til standard IEEE 519. Ny verdi ble 5,29% THD Dette er over grensen til 5% THD. Siden standarden IEEE 519 tar hensyn til at filterets KVA verdi er mindre enn 25% av minste generatorverdi kan vi anta at det er grunnen til at vi ikke får lavere verdi. (se kommentar om filter)

Kommentar til filter
EDSA beregningsprogrammet har ikke mulighet for å velge aktive lavpass filter, men kun pasivet lavpass filter. Vi kan regne med at viss ett aktivt filter hadde vært valgt, kun vi anta at de harmoniske forvrengningene ville vært lavere, og ville ha vært innenfor kravet om 5% THD.

Et aktivt filter er også å foretrekke, det er relativt lett å optimalisere i forhold til ett passivt filter.

Konklusjon:

Vi bemerker og at uten filter for å eliminere harmoniske komponenter hadde ikke anlegget blitt godkjent. Anleggene ville greit latt seg gjennomføre om vi monterer filter!. På Delvis dieselelektrisk og Azipod ville valget ha vert aktive filter for å oppfylle krave til bedre en 5% THD

Kap 5 Økonomisk analyse

En viktig del av prosjekt oppgaven er å utføre en økonomisk analyse. Denne skulle ta hensyn til drivstoff, initielle kostnader, vekt og volum. Vi har da regnet ut årlig drivstoff forbruk for hvert enkelt system, innhentet priser, vekt og volum på de ulike komponentene som har med fremdriften av båten. De komponentene som er felles for alle systemene har vi utelatt fra vår økonomiske analyse. Prisene som vi opererer med er ikke priser på komplette anlegg, men priser på de anleggs delene som er tilknyttet fremdriftsystemet. Når dette har vært satt opp har vi regnet på hvor lang tid hvert enkelt system bruker på å nedbetale utstyret. Dette er gjort opp mot kostnadene for systemet om bord på Nordervon.

Drivstoff analyse

For å kunne beregne drivstoff forbruket til hvert enkelt system har vi brukt oppsettet med %-vis belastning på de ulike maskinene om bord (vedlegg 1.6, 1.7 og 1.8). Dette oppsettet viser det %-vise området og antall timer som maskinene arbeider innenfor i de ulike modusene. For å kunne beregne forbruket nøyaktig måtte vi hatt en oversikt over eksakt antall timer som motorene går ved den enkelte %`s belastning. For å få en slik oversikt måtte vi satt opp detaljert kjøresett på båten over et år. Da vi hadde tre måneder til rådighet kunne ikke dette la seg gjøre. Så her har vi vært nødt til å sette opp tilnærmete verdier. Det vi har gjort er å sette opp det antall timer som maskinene går i de ulike belastnings kategoriene, og regnet ut en gjennomsnittelig belastning. Med utgangspunkt i dette har vi så regnet ut antall kWh og g/kWh som maskinene forbruker.
Fig. 5.0 viser forbruket til en diesel maskin med hensyn på belastning.

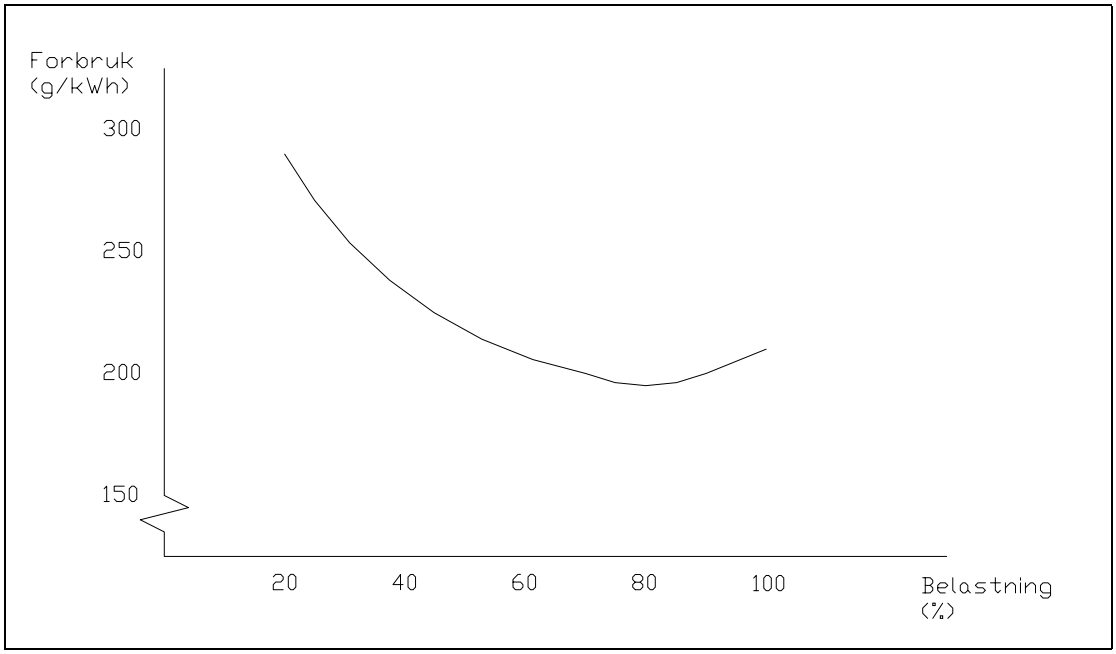


fig. 5.0

Fig. 5.1 samt vedlegg 5.0 viser drivstoff beregningen for Nordervon. Beregningen for de øvrige systemene ligger som vedlegg 5.1-5.3.

Diesel-mekanisk "Nordervon" HVM (3480kW)							
Modus	**Belastning**	**Timer**	**Gj.snitt (kW)**	**Gj.snitt belastning (%)**	**Gj.snitt forbruk (g/kWh)**	**kWh**	**Drivstoff forbruk (tonn)**
Til fiskefeltet (Kasting/ Tråling)	0- 50%	2200	1400	40 %	230	3080000	708.4
	50- 70%			0 %		0	0.0
	70- 90%			0 %		0	0
	90- 100%			0 %		0	0.0
På fiskefeltet (Kasting)	0- 50%	100	1645	47 %	222	164500	36.5
	50- 70%	100	2088	60 %	208	208800	43.4
	70- 90%	500	2784	80 %	190	1392000	264.48
	90- 100%	100	3306	95 %	205	330600	67.8
Til lands (Kasting/ Tråling)	0- 50%			0 %		0	0.0
	50- 70%	1400	1975	57 %	211	2765000	583.4
	70- 90%			0 %		0	0.0
	90- 100%			0 %		0	0.0
Til lands max rpm (Tråling)	0- 50%			0 %		0	0.0
	50- 70%			0 %		0	0.0
	70- 90%	300	3132	90 %	200	939600	187.92
	90- 100%			0 %		0	0.0
På fiskefeltet (Tråling)	0- 50%	100	1620	47 %	222	162000	36.0
	50- 70%	100	2088	60 %	208	208800	43.4
	70- 90%	100	2784	80 %	190	278400	52.896
	90- 100%			0 %		0	0.0
På fiskefeltet max rpm (Tråling)	0- 50%			0 %		0	0.0
	50- 70%			0 %		0	0.0
	70- 90%	500	3132	90 %	200	1566000	313.2
	90- 100%			0 %		0	0.0
Leting på felt	0- 50%			0 %		0	0.0
	50- 70%	80	2088	60 %	208	167040	34.7
	70- 90%	70	2728	78 %	192	190960	36.7
	90- 100%			0 %		0	0.0
Totalt		5650				11453700	2408.8

Diesel-mekanisk "Nordervon" DG 1 (1169 kW)							
Modus	**Belastning**	**Timer**	**Gj.snitt (kW)**	**Gj.snitt belastning (%)**	**Gj.snitt forbruk (g/kWh)**	**kWh**	**Drivstoff forbruk (tonn)**
Levering (Kasting)	0- 50%	1100	375	32 %	258	412500	106.4
	50- 70%			0 %		0	0.0
	70- 90%			0 %		0	0.0
	90- 100%			0 %		0	0.0
På fiskefeltet max rpm (Tråling)	0- 50%	50	542	46 %	223	27100	6.0
	50- 70%	100	702	60 %	208	70200	14.6
	70- 90%	250	935	80 %	190	233750	44.4
	90- 100%	100	1111	95 %	205	111100	22.8
Til lands max rpm (Tråling)	0- 50%	300	400	34 %	251	120000	30.1
	50- 70%			0 %		0	0.0
	70- 90%			0 %		0	0.0
	90- 100%			0 %		0	0.0
Levering (Tråling)	0- 50%	150	375	32 %	258	56250	14.5
	50- 70%			0 %		0	0.0
	70- 90%			0 %		0	0.0
	90- 100%			0 %		0	0.0
Totalt		2050				1030900	238.9

Årlig drivstoff forbruk (tonn)	2647.7

Fig. 5.1

For å illustrere det årlig drivstoff forbruket har vi satt inn i et søylediagram (fig. 5.1). Som vi ser ut fra det er det Azipod fremdrift som er det mest drivstoff økonomiske fremdriftsystemet, diesel-mekanisk med boost har tilnærmet likt forbruk som Azipod.

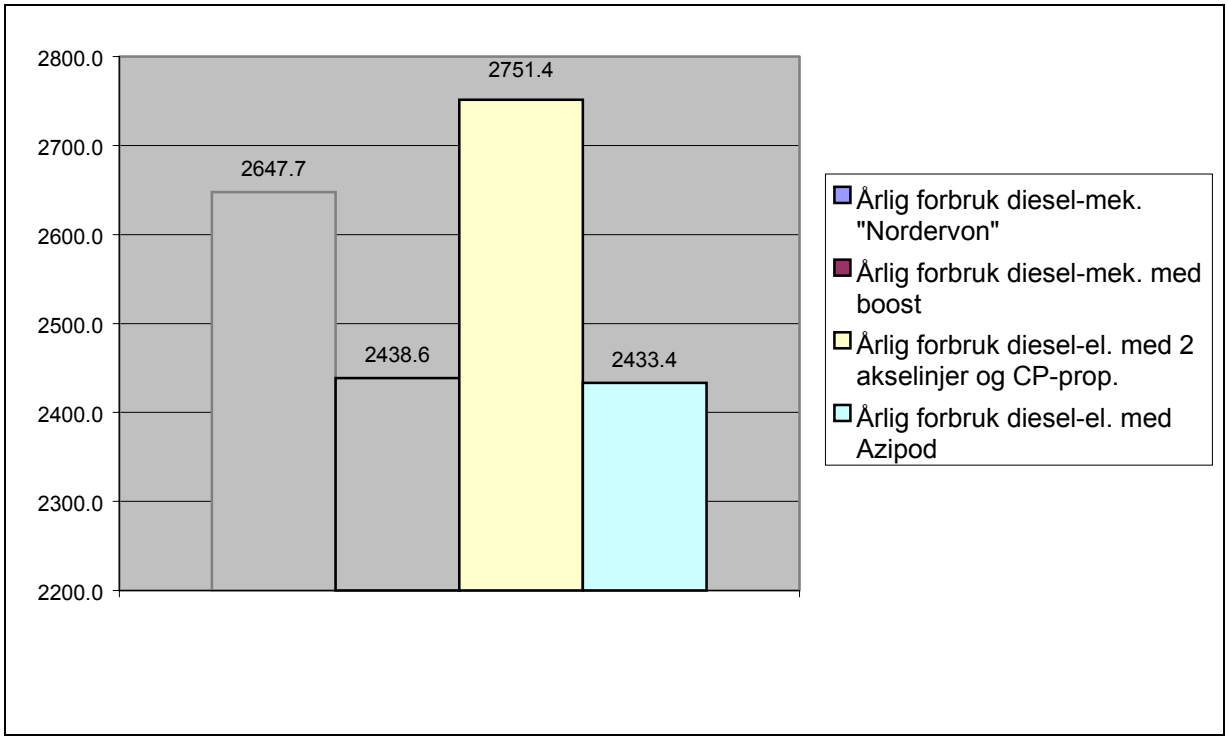


fig. 5.2

For å regne ut drivstoff kostnadene måtte vi innhente opplysninger om type drivstoff. For å finne ut dette tok vi kontakt med Bunkersoil i Tromsø. De kunne informere oss om at drivstoff typen som brukes på denne type båter har type betegnelsen MGO, den har en egenvekt på 0.8kg/liter og en pris på 3 kr/liter.
Når vi så regnet ut dette kom vi frem til følgenede:

Årlig drivstoff kostnad diesel-mek. "Nordervon"	9 928 975,65kr
Årlig drivstoff kostnad diesel-mek. med boost	9 144 920,51kr
Årlig drivstoff kostnad diesel-el. med 2 aksl. og CP-prop.	10 317 865,88kr
Årlig drivstoff kostnad diesel-el. med Azipod	9 125 133,38kr

Ved å sammenligne disse opplysningene opp mot driftskostnadene på Nordervon. Kom vi da frem til:

Diesel-mek. med boost har en besparelse på	784 055,14kr
Diesel-el. med 2 aksl. og CP-prop. har en økning på	388 890,23kr
Diesel-el. .ed Azipod har en besparelse på	803 842,28kr

Pris, vekt, volum av fremdriftssystem

I tabellene på det tre påfølgende sider ligger det en sammenligning av de forskjellige anleggene med hensyn på pris, vekt, volum. Vi har ringt rundt til det forskjellige aktører som leverer utstyr til maritimt bruk og anmodet om pris, vekt., volum på det respektive utstyr. Responsen har vært upåklagelig og vi har stort sett fått de data som vi trengte.
Vi har bare gått etter data på den parten av anleggene som har med framdriften av båten å gjøre. Det lykkes oss å få data på det fleste komponenter. Eneste verdi som vi ikke fikk var volum av hjelpegeneratorer. Der satte vi 6,5 m³ for alle generatorer da dette er en verdi som ikke er helt usannsynlig. De forskjellige generatorer vil nok avvike litt fra dette, men ikke så mye at vi får en helt håpløs sammenligning.
Grunnen til at vi ikke fikk volumverdier på hjelpegeneratorer var at tiden som vi hadde til disposisjon ikke strakk til.

Pris:
Ved en inngående studie av tabellene vil en se at anlegget med Azipod-framdrift (27,8 mill) blir det dyreste i innkjøp tett fulgt av anlegget med to fremdriftsmotorer(26 mill). Dieselmekanisk(18,3mill) og Dieselmekanisk med boost(20mill) skiller seg ut som det billigste ved innkjøp.
Vi vil og bemerke at prisene som vi opererer med er noe høyere enn det et rederi med diverse rabatter hadde måtte betale. Så prismessig hadde nok anleggene blitt litt billigere en det vi har fått her ved en reell anbudsrunde til flere aktører. Men vi har brukt samme firma som leverandør av h. motorer eksempelvis. Dermed vil vi få en grei sammenligning.

Vekt:
Ved å se på vekt ser vi at det dieselelektriske med to aksellinjer(141tonn) og Azipod anlegget(139tonn) skiller seg ut som tyngre enn det andre. Det som trekker Dieselelektrisk med aksellinjer opp, er h. motor anlegget på 104 tonn fordelt på to akselsystem. Vi bemerker og at vekten til hvert Azipod drivesystem vil ligge på 27,5tonn.
Det Dieselmekanisk(123tonn) og Dieselmekanisk med boost(125tonn) er betraktelig lettere enn disse to første.

Volum:
Ved å se på volum ser vi at Dieselelektrisk med to aksellinjer(189m³) utmerker seg som det mest volumkrevende. Dette skyldes det to h, motorene som tar mye plass(144 m³). Dieselmekanisk med boost krever her mer plass en det dieselmekaniske. Dette skyldes at vi må inn med en hjelpemaskin/generator ekstra + frekvensomformeren som stjeler en del plass. Vi merker oss og at Azipod anlegget er det minst plasskrevende av det anleggene med elektrisk framdrift. Dette anlegget har og en fordel med at en står friere til å plassere de forskjellige komponenter om bord på båten.

Vedlikeholds kostnader

Ved analyse av vedlikeholds kostnader er denne gjort med hensyn på vedlikehold av dieselmaskinene. De elektriske komponentene har vi ikke tatt med i beregningen. Da vedlikeholdet av disse blir forholdsvis liten i forhold vedlikeholdskostnadene på dieselmaskinene.
Diesel maskiner har erfaringsmessig et vedlikeholdsbehov på 20kr/MWh. Dette er tall hentet fra rapporten etter 1st. International Conference on Diesel Electric Propulsion som ble avholdt i Ålesund i mai 1996.

Ved utregning av vedlikeholds kostnader kom vi frem til:

Årlig MWh * 20 kr = Årlig drivstoffkostnad

Diesel mekanisk Nordervon:

Årlig MWh = (1030900+11453700)/1000 = 12484.6MWh

Årlig kostnad = 12484.6 * 20 = 249692 kr

Diesel mekanisk med akselgenerator/ booster:

Årlig MWh = (9271000+2326100+416630)/1000 = 12013.7MWh

Årlig kostnad = 12013.7* 20 = 240275 kr

Diesel elektrisk med aksel linjer og to fremdriftsmotorer:

Årlig MWh = (9806600+3370300+419750)/1000 = 13596.7MWh

Årlig kostnad = 13596.7* 20 = 271933 kr

Diesel elektrisk med Azipod:

Årlig MWh = (6428815+3755215+1252000+369500)/1000 = 11805.5MWh

Årlig kostnad = 11805.5* 20 = 236110.6 kr

Tilbakebetalingsanalyse

For å lage en analyse på tilbakebetalingen av de ulike anleggene har vi sett på de ekstra kostnader som hvert enkelt anlegg har opp mot anlegget på Nordervon.

Nedenfor har vi listet opp kostnadene til hvert enkelt system, kostnadene er ekstra kostnader i forhold til Nordervon:

Diesel mekanisk med akselgenerator/ booster:

Initielle ekstra kostnader:	1 897 000 kr
Besparelse drivstoff:	784 055 kr/år
Besparelse vedlikehold:	9 417 kr/år

Diesel elektrisk med aksel linje og to fremdriftsmotorer:

Initielle ekstra kostnader:	7 750 000 kr
Økning drivstoff:	388 890 kr/år
Økning vedlikehold:	22 241 kr/år

Diesel elektrisk med Azipod:

Initielle ekstra kostnader:	9 550 000 kr
Besparelse drivstoff:	803 842 kr/år
Besparelse vedlikehold:	13 581 kr/år

Ut fra disse tallene ser vi at systemet med aksel linje og to fremdriftsmotorer ikke vil bli tilbakebetalt med hensyn på anlegget om bord på Nordervon.

De to andre systemene er regnet med en lineær tilbake betaling. Av tidsmessige grunner har vi ikke gravd oss dypt ned i denne delen. Vi har derfor ikke tatt med nåverdi og rente beregninger.
Vi kom da frem til disse nedbetalingstidene:

Initielle ekstra kostnader/ årlig besparelse = Nedbetalingstid

Diesel mekanisk med akselgenerator/ booster:

1 897 000/ 793472 = 2.4 år

Diesel elektrisk med Azipod:

9 550 000/ 817423 = 11.7 år

Kap. 6 Hovedkonklusjon

Inntrykket vi har fått etter denne analysen er at vi har to typer anlegg som vil gi store besparelser i forhold til det opprinnelige diesel mekaniske som brukes om bord i dagens fiskebåter. Besparelsene kommer i hovedsak fra drivstoff forbruket, ved mindre drivstoff forbruk og bedre forbrenning på motorene får vi også en miljø gevinst.

For ringnotfartøy/ trålere med en aksel linje er det fordelaktig å bruke løsningen med booster. Som har en årlig besparelse på 793 472 kr/år. Dette gir en tilbakebetalings tid på 2.4 år. Volumet av dette anlegget er imidlertid noe større en det konvensjonelle anlegget, med 139 m^3 for boost mot 108 m^3 for det konvensjonelle. Gruppens oppfattning er at denne løsningen er klart å foretrekke ved ombygging av eksisterende båter,
samt nybygg av en akslede båter.

Ved fiskebåter der man ønsker to aksel linjer/ propeller er løsningen med Azipod vesentlig å foretrekke. Driftskostnadene for dette anlegget er de laveste av alle anleggene vi har analysert i denne oppgaven. Imidlertid er dette et kostbart anlegg som er hele 9.55 mill kr dyrere enn et konvensjonelt anlegg med en aksling. Med en årlig besparelse på 817423 kr/år vil et slikt anlegg ha en nedbetalings tid på 11.4 år. Volumet av et Azipod anlegg er 126 m^3 noe mindre enn anlegget med boost.
Azipod har også en sikkerhets fordel med tanke på at dette er et anlegg med full redundans. Anlegget har for øvrig også andre fordeler som mindre støy, økt manøvrering og kortere respons tid. Dette er momenter som vi ikke har sett på i denne rapporten, men som man må ta hensyn til ved valg av fremdriftsystemer.

Litteraturliste

1: Oddvar Stenberg
- Skipselektriske anlegg
- Universitets forlaget
- 2. utgave 1984

2: Oddbjørn Gjerde
- Systemanalyser av skipselektriske anlegg
- NTNU
- 2. utgave 2000

3: Geir Ottersen - Forelesnings hefte maritime elkraftsystemer
- Høgskolen i Vestfold

4: Rune Garen, Oddvar Deinboll, Alf Kåre Ådnanes, Jukka Kuuskoski, Dag Stenersen
- 1st International Conference on Diesel Electric Propulsion

5: Oddbjørn Gjerde
- Målinger om bord i fartøy med diesel elektrisk fremdrift
- Teknisk Rapport
- NTNU
- 1999

6: Olav Tronsaune
- Harmonisk analyse på supply-skip med diesel el. fremdrift
- Hovedoppgave 1995
- NTNU

7: Svein-Inge Rosvold, Tommy Sørensen, Asbjørn Gjerde, Morten Johnstad
- Elektrisk fremdrift i skip
- Prosjektoppgave
- Høgskolen i Bergen
- Høsten 1996

8: Alf Kåre Ådnanes
- Maritime Electrical Installations
- ABB Marine
- 2001

9: Asgeir J. Sørensen, Alf Kåre Ådnanes, Thomas Hackman
- Essential Characteristics of Electrical Propulsion and Thruster Drives in DP Vessels
- Dynamic Positioning Conference
- Huston, Texas
- Oktober 1997

10: Alf Kåre Ådnanes
- Electric Propulsion
- Report from Techincal Committee
- May 2000

Vedlegg

Innholdsfortegnelse for vedlegg.

Vedlegg 1: Gruppekontrakt

Vedlegg 2: Kvalitetssikring

Vedlegg 3: Protokoller

Vedlegg 4: Driftsprofil, belastningprofil og effektberegninger

Vedlegg 5: Tegninger og lastanalyse

Vedlegg 6: Kortslutningsberegninger

Vedlegg 7: Drivstoff analyse