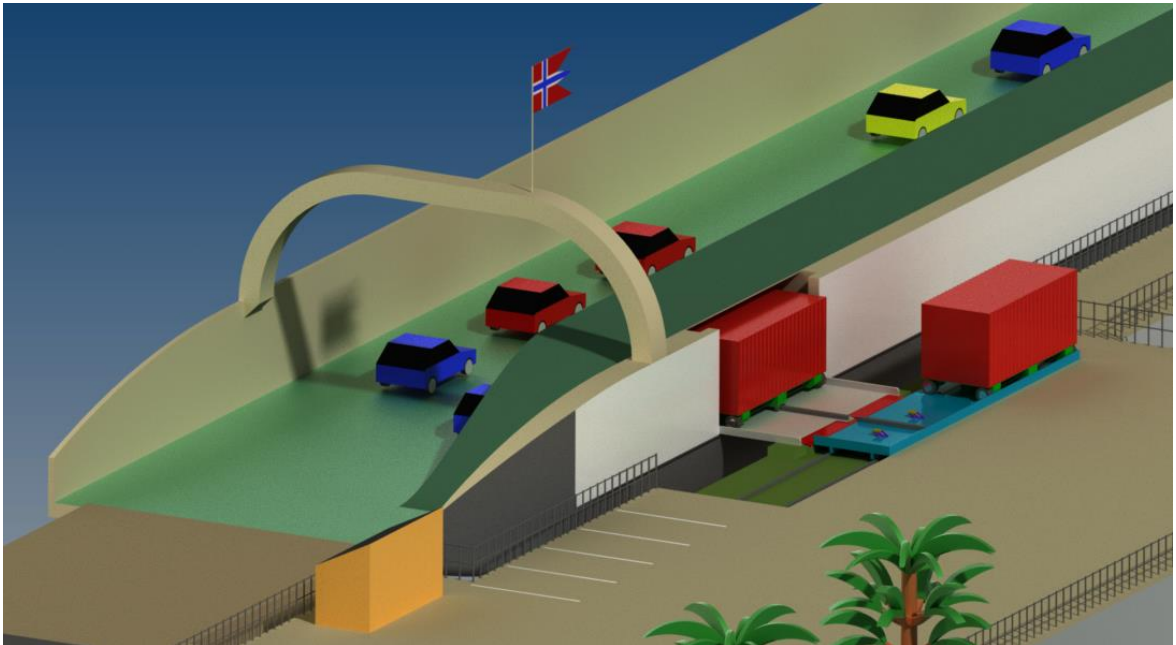


# BACHELOROPPGÅVE

## Automatisert batteribyte på bilferje

### *Hovudprosjekt*



#### Kandidatnummer

01  
06  
14  
19  
12

#### Prosjektgruppa

Thomas André Bondehagen  
Jermund Hopland  
Erlend Ese  
Thomas Indrefløy  
Roy Andre Solvåg-Hellevang

### *Automated battery swap on car ferry*

Avdeling for Ingeniør og Naturfag  
H02-300 Hovudprosjekt 23. mai 2014

## Referanseside

<b>TITTEL</b> Hovudprosjekt HO2-300 Bacheloroppgåve	<b>RAPPORTNR.</b> 01	<b>DATO</b> 23.05.2014
<b>PROSJEKTTITTEL</b> Automatisert batteribyte på bilferje	<b>TILGJENGE</b> Open	<b>TAL SIDER</b> 48 pluss vedlegg
<b>FORFATTARAR</b> Thomas Bondehagen Erlend Ese Jermund Hopland Thomas Indrefløy Roy Andre Solvåg-Hellevang	<b>ANSVARLEG RETTLEIAR</b>  Joar Sande – Prosjektansvarleg	
<b>OPPDRAGSGJEVAR</b> Multi Maritime AS		
<b>SAMANDRAG</b> Bacheloroppgåve – Automatisert batteribyte på bilferje.  Multi Maritime AS vil ha utgreia om det er mogleg å drive ei elektrisk bilferje, med ei løysing for hurtig bytte av batteripakke. Dette reduserer investeringsbehovet for ei elektrisk driven ferje betydeleg. Sjølvve batteriladinga skal skje på ein ladestasjon på ferjekaia. Oppdragsgjevar legg ikkje andre føringar for prosjektet, slik at gruppa står fritt til å kome fram til ei kreativ løysing. I forprosjektet vart dei viktigaste faktorane undersøkt og vilkåra kartlagt.  Resultatet har blitt ei heilautomatisert løysing, der batteripakken er utstyrt med motor og hjul. Batteripakken vert driven av eigen energi og er sjølvgåande mellom ferja og ladestasjon. Heisar justerer ladestasjonen i forhold til sjønivået. Prosessen vert styrt av PLS-ar og går automatisk når ferja ligg til kai.		
<b>SUMMARY</b> Bachelor Thesis – Automated battery swap on car ferry.  Multi Maritime AS wants to examine the possibility to run a car ferry with a solution for fast swap of battery packs. This significantly reduces the need of investment for an electrical ferry. The charging itself will be done at a station on the dock. The contracting authority has not put any restrictions on the project so that the project group is free to come up with a creative solution. In the pilot project, it's charted the most important factors and demands, which we needed to consider.  The outcome of the result is a fully automated solution, where the battery pack has been equipped with motor and wheels. The pack is run from its own energy, and is self-propelled from the ferry to the charging station. Elevators adjust a platform for the charging station according to the sea level. The process is controlled by PLCs and runs automatically while the ferry docks.		
<b>EMNEORD</b> HO2-300, Batterilading, Batteribyte, Bilferje, Automasjon, Elektro, Prosjekt, Bachelor		

## Føreord

Ved Høgskulen i Sogn og Fjordane skal studentane gjennomføre eit prosjekt og skrive ei bacheloroppgåve det siste semesteret. Det skal opprettast prosjektgrupper og det venta tidsbruket er om lag 500 timar per student. Gruppene står fritt til å definere oppgåva, men vert oppmoda til å finne ein ekstern oppdragsgjevar. Dei skal òg lage ei nettside med informasjon om oppgåva, gruppa og framdrifta i prosjektarbeidet.

Etter eit møte med Multi Maritime AS, fekk vi ei oppgåve om batteridrift av bilferjer. Oppdragsgjevar vil at batteriet skal bytast når ferja ligg til kai. Vi skulle granska alle relevante faktorar for å finne ut om dette konseptet er praktisk gjennomførbart.

Prosjektet er delt inn i to fasar. Vi utreda først dei viktigaste faktorane i dette prosjektet og desse vart presenterte i ein forprosjektrapport. Vi har brukt dette som grunnlag til det vidare arbeidet i prosjektet. Dette er eit innovativt teoretisk prosjekt og vi presenterer her vår løysing til alternativ batteridrift av bilferje.

Vi vil gjerne takke: Agnar Hellenes frå Hellenes AS, Grøneng og Dubielzyk frå Fagskulen i Førde, faglærarar ved Høgskulen i Sogn og Fjordane Olav Sande og Preben Nes, MF «Årdal» med mannskap og styringsgruppa vår.

Vi oppretta ei nettside der framgangen i prosjektet vart oppdatert undervegs.

<http://studprosjekt.hisf.no/~14nfu>

### Prosjektgruppa

- Jermund Hopland *Prosjektleder*
- Thomas André Bondehagen
- Erlend Ese
- Thomas Indrefløy
- Roy Andre Solvåg-Hellevang


### Styringsgruppe

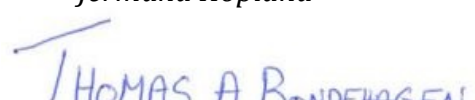
- Joar Sande *Prosjektansvarleg*
- Sveinung Furnes *Multi Maritime AS*

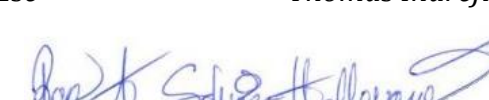
Førde 23.05.2014

  
Jermund Hopland

  
Erlend Ese

  
Thomas Indrefløy

  
Thomas André Bondehagen

  
Roy Andre Solvåg-Hellevang

## Samandrag

I dette prosjektet har vi laga eit forslag til løysing for batteridrift av bilferjer, med ei kostnadsramme på om lag ti millionar kroner. Multi Maritime AS ville ha utgreia om det er mogleg, med ei heilautomatisert løysing for byte av batteripakkar på ferjer. Den eine batteripakka skal drive ferja, medan den andre ladast på land. Denne løysinga vil krevje batteripakkar av mindre storleik og reduserer difor investeringsbehovet, samanlikna med direktelading frå land.

Utgangspunktet er ferjesambandet Mannheller-Fodnes. Denne strekninga vil vere aktuelt for batteridrift i nær framtid. For å kartlegge energibehovet til ferja og dimensjonere batteripakkar, vart energikapasitet ved ferjekai og driftsprofilen til denne ferjestrekninga granska som avgjerande faktorar. Vi bestemte at ferja skulle gå tur-retur mellom kvart batteribyte, der ladestasjonen skulle plasserast på Mannheller.

På Mannheller ferjekai står det i dag ein 315 kVA transformator på 400 V frå 22 kV-straumnettet. Denne er i utgangspunktet ikkje stor nok til å lade batteripakkane. Dersom det vert sett inn ein ny nettstasjon, har 22 kV-nettet ein kapasitet på 980 kW. Denne kostnaden er berekna til ein halv million kroner. Ferja går kvart 20. minutt og brukar 40 minutt tur-retur. Vi har brukt ei ladetid 35 minutt som utgangspunkt for utrekningar. Ferja ligg til kai i fem minutt der batteribytet må utførast innanfor dette tidsrommet. Mannheller-Fodnes er eit beredskapssamband til sjukehuset i Lærdal. Det er tiltenkt eit system for at ferja skal kunne gå ved batterifeil.

Vi utvikla fleire ulike prinsipp som vart brukt som grunnlag til vår endelege løysing. Grappa har fått innspel frå eksterne aktørar med kompetanse innan fagfeltet. Dette har vore viktig for å kome fram til eit tilfredstillande resultat. Resultatet har blitt ei heilautomatisert løysing, der batteripakken er utstyrt med motor og hjul. Batteripakken skal drivast av eigen energi og er sjølvgåande mellom ferja og ladestasjon. Prosessen vert styrt av PLS-ar og går automatisk når ferja ligg til kai.

Konseptet har blitt utvikla innafor dei gitte rammene. Vi har 3D-modellert dei mekaniske komponentane i Autodesk Inventor. Fokuset har vore på automatisering av prosessen. Konstruksjonen og dei mekaniske delane er ikkje dimensjonert og styrkeberekna. Vi fann ikkje noko godkjent løysing på batteritilkopling, så vi utvikla ei automatisert batterikontakt til vårt føremål.

Vi henta inn informasjon om dei nødvendige komponentane som kan brukast for å automatisere prosessen, samt sett opp eit overslag med kostnadene som må til for realisering. Kostnader for konstruksjon og produksjon av dei mekaniske komponentane er ikkje henta inn.

## Summary

In this project we have created a new concept for battery powered car ferries, with a cost frame of roughly ten million Norwegian Kroner. Multi Maritime AS want to examine the possibility of an electrically powered car ferry, with a fully automated solution for fast swapping of battery packs. One battery pack is to power the ferry whilst the other is charged at the charging station on dock. This solution demands smaller battery packs and therefore lowers the need for investment.

The ferry connection Mannheller-Fodnes is the base for our solution. It will be applicable for battery operation within a few years. To decide the energy needed for the ferry and the size of the battery packs, we examined an operation profile for the ferry connection. We decided that the ferry was to go one round trip between each battery swap, and the charging station would be placed on Mannheller ferry dock.

On Mannheller ferry dock there is a 315kVA transformer, feeding 400V from 22kV-grid, but this is not enough to charge our battery packs. There can be built a new grid substation with a capacity of 980kW from the 22kV-grid, and the cost is estimated to be half a million Norwegian Krone. The ferry departs every 20 minutes and travels for 40 minutes in one round trip. We have used a charging time of 35 minutes as a basis for dimensioning the charging station. The ferry docks for 5 minutes, and the battery swap has to happen within this time. Mannheller-Fodnes is an emergency response connection for the hospital in Lærdal, so there is intended for a system that lets the ferry operate even if the battery fails.

We developed different principals, which was used as a foundation for the final solution. The group has received feedback from external parties with competence on the field. This has been important to come to the final solution. The result is a fully automated solution, where motor and wheels run the battery packs. The battery pack is self-propelled between the ferry and the charging station. The whole process runs automatically while the ferry docks, and is controlled by PLCs.

The concept has been developed within the given frames. All the mechanical components are 3D-modelled in Autodesk Inventor. We have focused on the automation, so construction and the mechanical parts are not dimensioned and calculated for strength assessment. In context with the development of the solution of the battery swap, there was developed an automated connection for the battery pack, since we found no current solutions for this.

We have gathered information on the required components needed to automate the process. There has been made an estimate with all known costs. Construction and production of the mechanical components comes in addition to our costs, since this is outside our field of experience.

## Ordliste

Access Point	Trådløst tilkoplingspunkt. Eining som tillèt trådlause einingar å kople til nettverk ved hjelp av Wi-Fi (radiofrekvens)
Automatisering	Teknikk for å få system til å fungere utan menneskeleg medverking
BMS	«Battery Management System» Styrer og overvakar oppladbare batteri
C (batterilading)	Faktor gitt i 1/ladetid i timar
Client Module	Ein nettverkskomponent som støttar og implementerer klientsida av ein «Network Programming Interface» (NPI)
Cos $\phi$ (phi)	Vekselstraumsteknikk. Fasevinkel mellom straum og spenning
Detektore	«Detect» oppdage, sjå eller måle
Elektrisk motor	Omdannar elektrisk energi til mekanisk energi, normalt roterane rørsle
FEBDOK	Dokumenteringsprogramvare brukt av elektroinstallatørar som gjer berekningar jf. NEK 400
FEF	Forskrift om elektriske forsyningsanlegg
FEL	Forskrift om elektriske lågspenningsanlegg
Frekvensomformar	Trinnlaus hastigheitsregulering av vekselstraumsmotorar (asynkron)
Generator	Maskin som omdannar mekanisk energi til elektrisk energi
Hjulbane «press on»	Kompakt dekkbane pressa på ein sylindrisk felg
HMI	Human/Machine Interface. Menneske/Maskin grensesnitt
HVAC	«Heating ventilation and air conditioning» Ventilasjonsanlegg
IWLAN	Industrial Wireless LAN. Industrielt trådløst nettverk
Konsept	Utkast, kladd, skisse, tanke, idé
Konstruere	Arbeida, forma ut, byggja, finna opp, skissere, teikna opp
Konverter	Apparat som endrar spenningspotensiale på likestraum
kWh	kiloWatt-hour. Eining for måling av energi. Energimengda som tilseier eit effektbruk på ein kilowatt over ein periode på ein time
Lineær aktuator	Elektrisk motor med trappeskrue for lineære rørsler
Litium-ion batteri	Batteriteknologi med høg energitettleik
Løysing	Svar, utfall, alternativ, resultat
Minneeffekt	Fenomen som oppstår i eit NiCd-batteri om det vert utlada til same punkt fleire gonger
Modell	Etterlikning i mindre målestokk, miniatyr, skisse, skjematisk framstilling
Nav (hjul)	Midtblokken i eit hjul, som ofte har hol til hjulakselen (drivhjul)
NEK	Norsk Elektroteknisk Komité. Norsk standard for elektroinstallasjonar jf. FEL
Netbas	Sentralt informasjonssystem med all relevant informasjon om komponentar og forsyning i høgspenningsanlegg
PLS	Programmerbar Logisk Styring - datamaskin til industriell automatisering
POM	Polyoxymethylene. Teknisk termoplast med høg stivleik og låg friksjon
Prinsipp	Idé, plan, framgangsmåte, system
Redundans	«Redundant» dobling av kritiske komponent
Sakseheis	Heis som frakter last i høgderetning med ein saksemekanisme
Switch	Nettverkskomponent som styrer datatrafikk mellom ulike noder i nettverket
Transformator	Apparat som endrar spenningspotensiale på vekselstraum
Trøster	«Thruster» sidevegs- eller baugpropell
UPS	Uninterruptible Power Supply. Avbrottsfri straumforsyning
VA (Volt-Ampere)	Vekselstraumsteknikk. Produktet av effektverdiane av straum og spenning. Tilsynelatande effekt faseforskyvd med vinkelen $\phi$

## Innhald

Referanseside.....	i
Føreord.....	ii
Samandrag.....	iii
Summary.....	iv
Ordliste.....	v
Innhald.....	vi
1 Innleiing.....	1
1.1 Problemstilling.....	1
1.2 Oppdragsgjevar Multi Maritime AS.....	2
2 Føresetnadar og avgrensingar.....	3
2.1 Driftsprofil for ferja Mannheller-Fodnes.....	3
2.2 Energikapasitet ved ferjekai.....	4
2.3 UPS og nødstraum.....	4
2.4 Batterikonteinar med integrert kjøling frå Corvus AS.....	4
2.5 Batteriladetid.....	4
2.6 Krav frå Det Norske Veritas.....	5
3 Utviklinga av konseptet.....	6
3.1 Arbeidsmetode.....	6
3.2 Kort om alternativa vi har forkasta.....	6
3.3 Innspel frå eksterne aktørar.....	7
3.4 Konseptet sjølvgåande konteinar.....	7
4 Batteribyte ved sjølvgåande konteinar.....	8
4.1 Introduksjon og oversikt over komponentane.....	8
4.2 Funksjonsskildding.....	9
4.3 Konstruksjon og komponentar.....	10
4.3.1 Konteinarvogn med motor.....	10
4.3.2 Sideluke som køyrelem.....	11
4.3.3 Køyrelem på ladestasjon.....	11
4.3.4 Vogn til batteriveksling.....	12
4.3.5 Plattform med høgdejustering.....	12
4.3.6 Friksjon på mekanisk konstruksjon.....	13
4.4 Nødsystem til drift av konteinar.....	13
5 Batteri og lading.....	14
5.1 Val av batteriteknologi.....	14
5.2 Oppbygginga av batteripakken.....	14
5.3 UPS.....	15

5.4	Dimensjonering av kabel.....	15
5.4.1	Ombord på ferja.....	15
5.4.2	Ladestasjon.....	15
5.5	Automatisk hurtigkopling.....	16
6	Automasjon.....	17
6.1	Oppbygging av det automatiserte anlegget.....	17
6.2	Val av sensorar.....	18
6.3	Rørslekomponentar.....	19
6.3.1	Motor og frekvensomformar til konteinar.....	19
6.3.2	Sakseheis.....	20
6.3.3	Lineær aktuator.....	21
6.4	PLS – Siemens S7-1200.....	21
6.5	HMI – Simatic Comfort panel.....	22
6.6	Trådløs kommunikasjon Industrielt Ethernet.....	23
6.7	Algoritme.....	25
7	Helse, miljø og tryggleik (HMT).....	26
7.1	Vedlikehald.....	26
7.2	Tryggleik.....	26
8	Økonomi.....	27
8.1	Kostnadsoverslag for konseptet.....	27
8.2	Kjende prisar.....	27
8.3	Ukjende prisar.....	28
8.4	Utgifter til hovudprosjektet.....	28
9	Risikoanalyse for prosjektarbeidet.....	29
10	Drøfting av resultatet.....	31
11	Konklusjon.....	32
12	Prosjektadministrasjon.....	33
12.1	Organisering.....	33
12.2	Tidsbruk og Milepælar.....	34
12.3	Møter.....	34
12.4	Framdrift i forhold til plan.....	35
12.5	Nettside.....	35
12.6	Plakat og pressemelding.....	35
	Referanseliste.....	36
	Figur- og tabelliste.....	39
	Vedlegg.....	40



# 1 Innleiing

## 1.1 Problemstilling

Dette er eit hovudprosjekt ved Høgskulen i Sogn og Fjordane, avdeling for ingeniør- og naturfag. I dette prosjektet har vi valt å samarbeide med firmaet Multi Maritime AS, der vi på oppdrag frå dei skal skapa eit konsept for batteribyte på bilferje.

Innafor transportnæringa vert det jamleg stilt strengare krav til miljø. Det vert jobba for å minske utslepp. Nye løysingar fører arbeidet i riktig retning. Ved utlysing av anbod vil det ligge ein betydeleg miljøfaktor, som reiarlaga i ferjenæringa må ta omsyn til. I samband med dette vil oppdragsgjevar prøve eit nytt konsept, med batteridrift på ei av ferjestrekningane i Sogn og Fjordane.

Det er fleire utfordringar knytt til batteridrivne bilferjer, mellom anna avgrensa ladetid når ferja ligg til kai og kostnad på batteripakkar. Multi Maritime AS vil skapa eit konsept for å byte heile batteripakka ved høveleg tidsintervall. Det er gitt nokre rammer og referanseverdiar i dette prosjektet. Sambandet Mannheller - Fodnes i Indre Sogn skal vere utgangspunkt for utgreiinga. Ferja går kvart 20.minutt og vi har bestemt at ho skal gå tur-retur mellom kvart batteribyte. Batteriladinga skal skje på landbasert ladestasjon, som gir lenger disponibel ladetid og lågare belastning på batteri og kraftnett. På ferja skal batteripakken plasserast på nivå med bildekk. Etter ønske frå oppdragsgjevar skal vi hente informasjon om batteri og lading frå leverandøren Corvus Energy [1].

Denne løysinga vil krevje batteripakkar med mindre storleik og lågare batterikostnad, samanlikna med vanlig direktelading frå land. Dette vil redusere investeringsbehovet for ei elektrisk driven ferje. Under forprosjektet utvikla vi fleire prinsipp som vi brukte til grunnlag for sluttløysinga. Energibehovet og energikapasiteten til batteriferja vart og undersøkt.

I denne rapporten presenterer vi ei heilautomatisert løysing for batteribyte på ei elektrisk bilferje. Vi har 3D-modellert konseptet i Autodesk Inventor, samt forklart korleis prosessen skal automatiserast med tilhøyrande komponentlister. Det er laga eit kostnadsoverslag for konseptet. I rapporten er det og forslag til forbetringar, vidare arbeid og korleis gå fram for å realisere prosjektet.

## 1.2 Oppdragsgjevar Multi Maritime AS

**Multi Maritime AS** (Figur 1 Multi Maritime AS logo) er eit selskap eigd av Fiskerstrand Group, etablert i 1983 og ligg i Førde [2].



Figur 1 Multi Maritime AS logo

I over 20 år har Multi Maritime tilbydd profesjonelle og konfidensielle konsulenttenester til reiarlag og skipsverft i inn- og utland . Deira viktigaste kompetanse er spesialskip, prototypar og innovasjon. Dei samarbeider tett med kundar på alle trinn, gjennom prosjektutvikling, design og konstruksjon til gjennomføring.

Deira leveransar omfattar følgjande:

- konseptutforming
- skipsdesign / estimer
- styrkeberekningar / konstruksjonar
- systemteikningar
- arrangement-teikningar
- røyrssystem og ISO-teikningar
- arbeidsteikningar

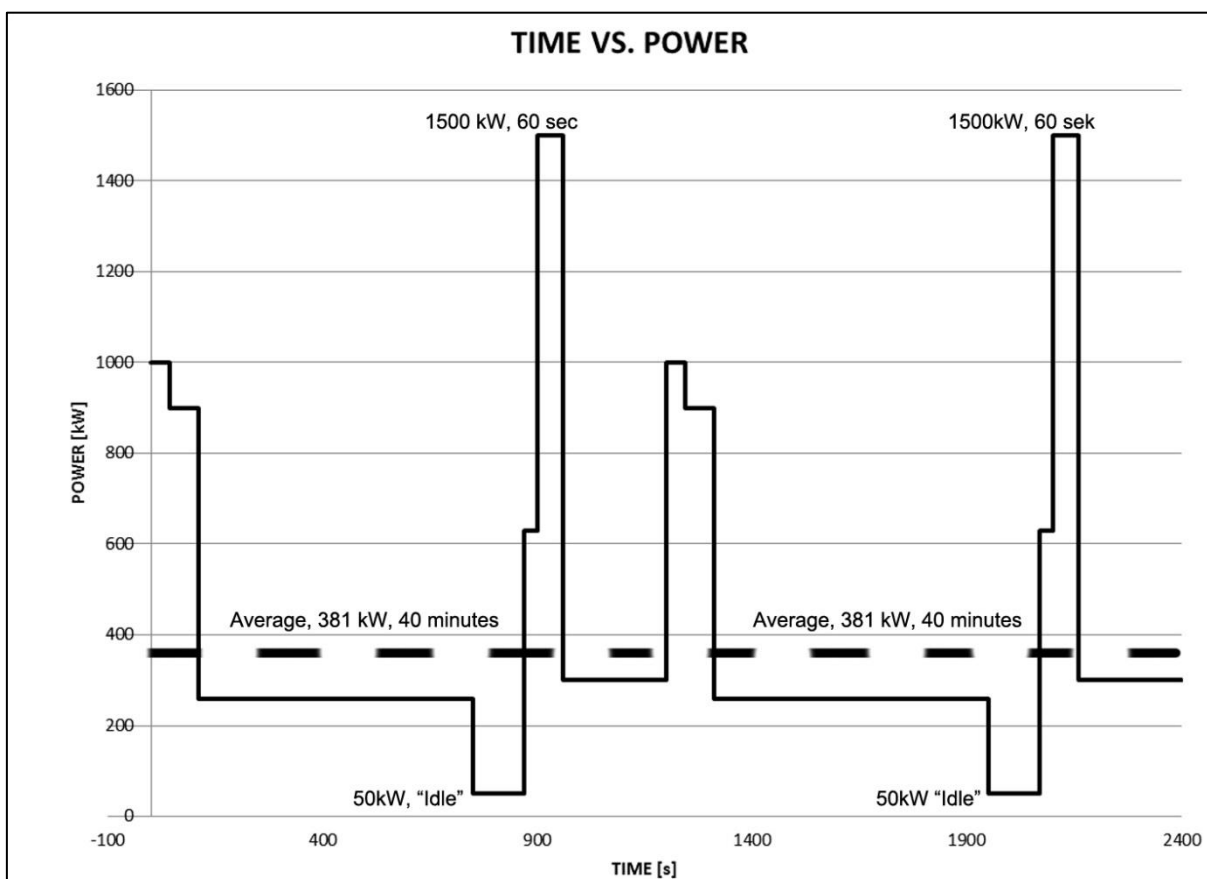
Multi Maritime AS har tidlegare utvikla konsept for eldrift av Lavik-Oppedal sambandet. Vi har fått tilgjenge til dokumenta som vart brukt i planlegginga her til å bruke det som er relevant vidare i vår eigen prosess.

## 2 Føresetnadar og avgrensingar

### 2.1 Driftsprofil for ferja Mannheller-Fodnes

Vi har fått ein driftsprofil for ferja Mannheller-Fodnes av Multi Maritime AS. Profilen syner forbruket i kilowatt timar tur/retur 40 minutt. Det er to ulike profiler for ferja: ein for normale vêrforhold og ein for dårlege vêrforhold. Vi har gått ut i frå dårleg vêrforhold som er den mest krevjande profilen. Driftsprofilen er berre eit overslag ut i frå eit gjennomsnitt over tid. Profilen gir oss ein føresetnad på energibehovet.

Fram til vi fekk meir nøyaktige anslag, skulle vi ta utgangspunkt i at ferja hadde eit energibehov på om lag 300 kWh tur/retur. Figur 2 syner driftsprofilen ved dårleg vêr. Endeleg forbruk etter tur/retur 40 minutt er 253,78 kWh. Sjå vedlegg 4 driftsprofil.



Figur 2 Driftsprofil Mannheller-Fodnes ved dårlege vêrforhold

## 2.2 Energikapasitet ved ferjekai

For å greie ut om ei løysing for batteribytte på dette sambandet er mogleg, måtte vi kartlegge kapasiteten til straumnettet. Behovet er avhengig av storleik på batteria og tida vi har til å lade dei opp.

Vi var i kontakt med Vidar Øvretun hjå Sognekraft AS. Her henta vi inn informasjon om kapasiteten og fekk kostnadsoverslag på eventuell utbygging.

På Mannheller ferjekai står ein 315 kVA transformator på 400 V frå 22 kV-straumnettet. Kapasiteten er avgrensa til kai-anlegget som står der i dag. Ved utbygging av ny nettstasjon har 22 kV-nettet ein kapasitet 980 kW, med ein tenkt  $\cos \phi$  på 0,96. Desse berekningane er utført i nettinformasjonsystemet Netbas, der Sognekraft har oversikt over heile systemet sitt. Kostnader i form av ein ny nettstasjon på 1 MW er estimert til kr 434 613,-.

Møterefertat frå møtet med Sognekraft AS ligg som vedlegg 2, kostnadsoverslaget og kapasitetsberekningar ligg som vedlegg 5.

## 2.3 UPS og nødstraum

Under batteribytet må ferja ha ei alternativ straumkjelde. Dette løysast med eit separat «Uninterruptible Power Supply» (UPS) system som sikrar uavbrote drift. UPS fungerer som ei ekstra energikjelde ved brot på tilførsel [3]. Vi avgrensar prosjektet ved å hente inn prisoverslag på eit komplett UPS system i kapittel 5.3.

Vi må ha eit system for nøddrift ved kritisk feil. I tillegg til UPS systemet vert det eit dieselelektrisk nødstraumsaggregat. Generatoren må vere stor nok til å drive ferja åleine, dersom batterianlegget av ulike grunnar skulle feile. Etter eit besøk på MF Årdal konkluderte vi med at det er ledig plass til desse systema under dekk.

## 2.4 Batterikonteinar med integrert kjøling frå Corvus AS

Corvus leverer batterikonteinarar på 20 og 40 fot med ein mogleg kapasitet på 500kWh og 1MWh. Vi har valt å gå ut i frå ein 20 fots konteinar. Konteinarane som Corvus leverer er eksplosjonssikre og verifisert av DNV, ABS og Lloyds [4].

I utgangspunktet er det ikkje nødvendig med ekstra kjøling i batterikonteinarane, Dersom det er nødvendig kan HVAC eller kjøleplater implementerast. Sjå vedlegg 6, E-post frå Corvus Energy.

## 2.5 Batteriladetid

Batteriladetida er normalt gitt i form av ein C verdi.  $C = \frac{1}{\text{ladetid i timar}}$

Anbefalt ladetid er 2C som tilseier 30 minutt eller meir [5]. Etter møtet med mannskapet på MF Årdal kom vi fram til at vi hadde 5 minutt på å skifte batteri. Dette gir oss ein ladetid på 35 minutt og ein C verdi på 1,71.

## 2.6 Krav frå Det Norske Veritas

Etter møte med Det Norske Veritas har vi fått krav med tanke på batteridrift av båt. Dette er tatt ut ifrå «Tentative Rules for Battery Power» som er klassifiseringsreglar utgitt av DNV januar 2012. [6]. Multi Maritime påpeika at det er tidleg i utviklingsfasen av batteridrift på ferjer. Vi skal ikkje binde oss til krava som er per i dag.

Dette er eit lite utdrag av dei viktigaste punkta for prosjektet:

### Seksjon 2

103: Når batteri skal vere hovudkraftforsyning skal det vere lokalisert i maskinrom eller tilstøytande rom

### Seksjon 4

101: Batterihuset skal vere laga av flammehemmande material

104: Batterisystem større enn 50 kVAh skal vere utstyrt med uavhengig nødnedstigning for skjerming/isolering av batteriet

106: Battery Management System (BMS) skal vere installert

201: IP grad på batteriet avhenger av plassering av batteriet

### Seksjon 7

#### *B100 Battery Management System*

102: BMS skal måle og vise

- Cellespenning
- Celletemperatur
- Batteristraum
- Omgjevnadstemperatur
- Elektrisk isolasjonsmotstand

#### *C100 Batterialarm*

103: Batterifeil skal utløyse alarm

104: Utkopling av batteribrytar skal utløyse alarm

105: Høg temperatur skal utløyse alarm

106: Høg omgjevnadstemperatur i batterirom skal utløyse alarm

#### *D100 Tryggleiks funksjon*

102: Nødvstenging av batterisystem skal kunne gjerast frå navigasjonsbrua og frå eit tilstøytande rom til batterirommet.

I tillegg kjem krav for elektrisk tilkopling frå Pt.4 Ch 8 Sec 3 D frå Electrical Installations [7]:

Koplinga skal vere:

- tilgjengeleg, skru- eller klemmetilkopling i tørre omgjevnader
- sikker mot vibrasjonar
- separert frå andre koplingar og merkespenning skal kome fram.

## 3 Utviklinga av konseptet

### 3.1 Arbeidsmetode

Gruppa hadde som mål å få fram individuell kreativitet, utan å påverka kvarandre for mykje i starten. Vi bestemte at kvar enkelt skulle setje seg ned for seg sjølv og lage eit utkast til konsept. Vi passa på at vi ikkje gjekk i gang med for like idear. Kvar enkelt laga ei kort presentasjon av sitt forslag, med fordeler, ulemper og ein illustrasjon. Etter dette presenterte vi dei saman med oppdragsgjevar, der vi diskuterte og kom med innspel. Dei utarbeida forslaga ligg i vedlegg 7, batteribyteprinsippa frå forprosjekt.

Under heile prosessen har gruppa fokusert på samarbeid. Vi jobba medan vi assisterte kvarandre og stilte spørsmål for å få innspel. Med jamlege møter heldt vi kvarandre oppdaterte på vidare arbeid og korleis vi låg an i prosessen.

### 3.2 Kort om alternativa vi har forkasta

**Sideskyvprinsippet** gjekk ut på å ha ei vogn på sida av ferja, med to armar som batteriet skulle stå på. Armane skulle veksla batteria mellom kai og ferje. Vogna skulle gå sidelengs langs lengderetninga til ferja, for å kompensere for posisjonsendingane ferja hadde for kvart batteribyte.

**Lemskinneprinsippet** gjekk ut på at batteriet skulle bytast via køyrelommen fremst i ferja, når lemman var nede og låst. Batteriet sto på ei vogn, som skulle køyre på skinner til ladestasjon. Det utlada batteriet køyrer ut av ferja, samstundes som det full-lada batteriet køyrer inn på ferja og koplarseg til. På land skulle det vere ein sporvekslar der dei to batteripakkane skulle krysse kvarandre.

**Kaimontert kran** gjekk ut på å byte batteriet på ferja ved bruk av ein teleskopisk kran. Kranen løfter ut det utlada batteriet frå ferja og set han til lading. Kranen løftar så det andre opplada batteriet inn på ferja.

**Rotorprinsipp** er ein sylinder med to armar. Han kan rotere 180 grader og vekslar batteria på denne måten. På motsett side av sylindern står det ein ladestasjon.

**Sylinderbatteri** gjekk ut på å ha batteriet forma som ein sylinder. Sylindern skulle vere stor nok til å innehalde batterimodulane og anna tilhøyrande utstyr. Det skulle vere eit eksternt kjølesystem i batterirommet på ferja.

Vi har brukt langsgåande vogn frå «Sideskyvprinsippet» og køyring over lem frå «Lemskinneprinsippet», til vår endelege løysing. Etter avslutta forprosjekt fekk «Rotorprinsippet» og «Kaimontert kran» ei sideluke, som vi òg har tatt med vidare.

### 3.3 Innspel frå eksterne aktørar

Etter innspel frå oppdragsgjevar, fekk vi ein peikepinn på kva alternativ vi kunne gå vidare med. Vi fann ut at løft av konteinarane vert dyrt pga. tryggleik og «motslag» når ferja ligg uroleg. Det er ein økonomisk fordel å bruke kjend teknologi, som kan tilpassast framfor å spesialbyggje nye konstruksjonar (vedlegg 1). Vi kom fram til at vi trengte innspel frå nokon med spesifikk erfaring frå industrien. Vi tok kontakt med Agnar Hellenes og sendte over skisser. Han er ein kjend aktør innan automasjon, elektro og mekanisk i Førde. Vi fekk i stand eit møte der han kom med innspel til våre løysingar. Under møtet kom vi fram til løysinga «Batteribyte ved kjededrift», som var ei kombinasjon av dei beste elementa frå alternativa vi kom med. Resultatet av dette arbeidet ligg i vedlegg 8.

Etter å ha vidareutvikla denne ideen med kjededrift, presenterte vi resultatata for Agnar i eit nytt møte. Vi møtte på nokre utfordringar undervegs og ville ha innspel til forbetringar. Etter dette møtet kom vi fram til at vi ville bruke energien i batteria og montere gummihjul på konteinaren. Resultatet kalla vi «Sjølvgåande konteinar».

Vi var i kontakt med andre bedrifter, men vart ikkje møtt med like stor iver.

### 3.4 Konseptet sjølvgåande konteinar

Løysinga er eit resultat sett saman av idear frå alle alternativa. Sakseheisar monterast på kaia og går opp og ned i forhold til flod og fjøre. På toppen av heisen er det ei plattform med ei vogn som batteria skal stå på. Når ferja ligg ved kai, vil luka til batterirommet på sida av ferja legge seg ned på plattformen. Luka fungerer som ein køyrelem. Ho skal «flyte» på plattformen, slik at små bevegelsar vert kompensert. Av- og påkjøring av batteripakkane skjer via denne lemnen. Vogna på heisen skal veksle batteria, slik at det utlada batteriet går til lading. Det opplada batteriet kjem då på riktig plass og køyrer på ferja.

Endelege batteribyteprinsipp og mekanisk konstruksjon vert nærmare forklart i kapittel 4, batteri og lading i kapittel 5, og automatiseringa i kapittel 6. Vi har drøfta løysinga i kapittel 10.

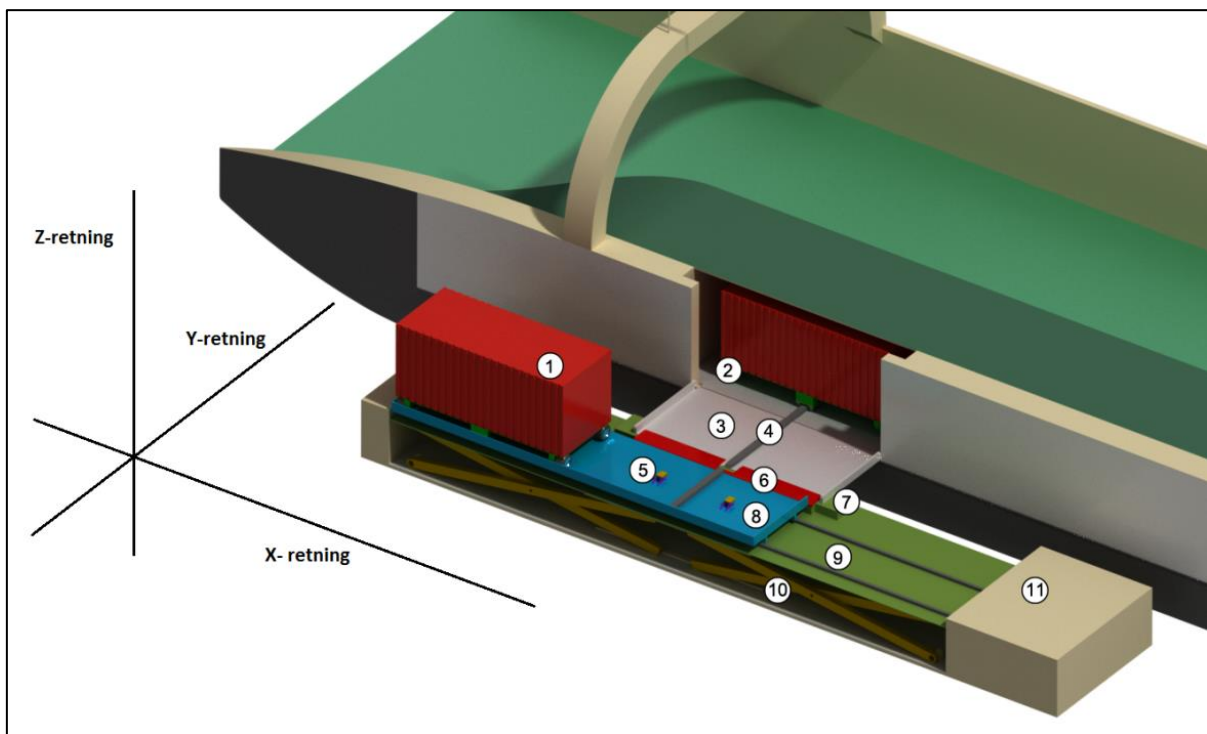
Med denne løysinga har vi klart å eliminere vår største utfordring, som er variasjon av ferja si posisjon i forhold til kaia.

## 4 Batteribyte ved sjølvgåande konteinar

### 4.1 Introduksjon og oversikt over komponentane

Ved retningsforklaring seinare i rapporten nyttar vi aksane som er illustrert på Figur 3.

X-retninga er lengderetninga og Y-retning er breidderetninga til ferja. Z-retninga er høgderetninga.



Figur 3: Informasjonsmodell med nummererte komponentar og definisjon av aksar

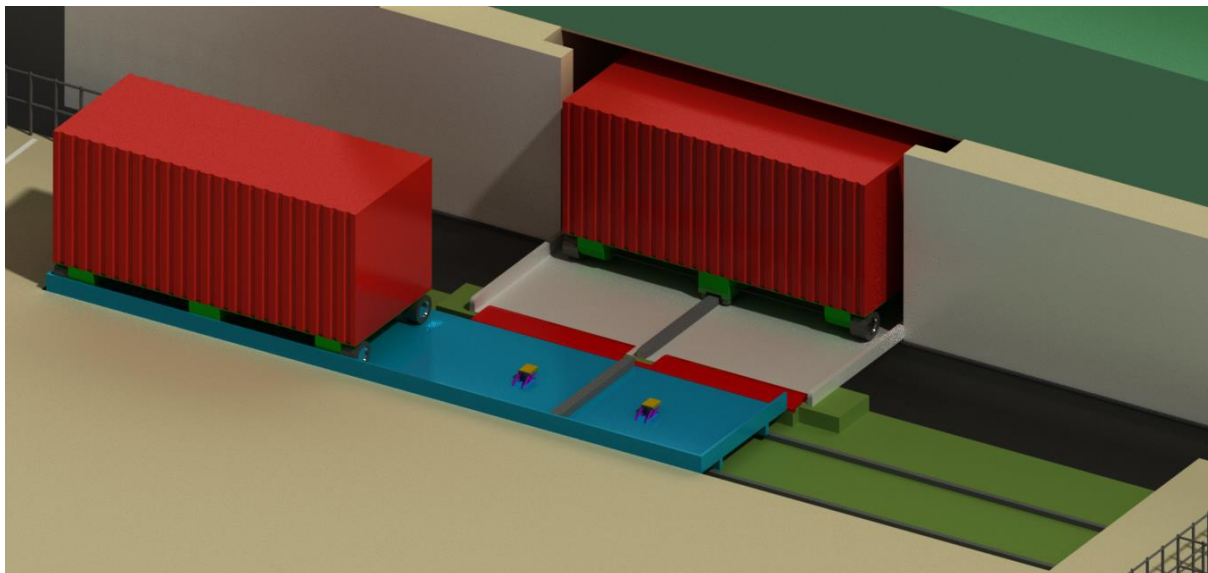
Dei nummererte komponentane på modellen har vi namnsett følgjande:

1. Batterikonteinar
2. Konteinarvogn med motor
3. Sideluke
4. Styreskinne
5. Batteritilkopling
6. Køyrelm på ladestasjon
7. Fundament på plattform
8. Vogn til batteriveksling
9. Plattform med høgdejustering
10. Sakseheis
11. Ferjekai



## 4.2 Funksjonsskildring

Det endelege prinsippet (sjå Figur 4) går ut på at konteinaren er sjølvgåande. Vi nyttar energien i batteria til å flytte konteinaren frå ferja til ladestasjonen. Det krev ein liten del av totalenergien i batteripakka for å kunne flytte konteinaren. Han skal køyre frå ferja til ladestasjonen via sideluka som vi nyttar som ein køyrelem.



Figur 4 Modell av batteribyte ved vekslevogn

Det er montert to motorar på kvar konteinar med akseldrift ut til hjula. Motorane er synkronisert, slik at konteinar vert trekt i rett linje mellom ladestasjonen og ferja. Konteinaren skal i tillegg følgje ei styreskinne som sikrar at den går til riktig posisjon. Styreskinna er i batterirommet på ferja, sideluka og på vogna.

Ladestasjonen er ei vogn med batteritilkopling, som køyrer på ei plattform. På plattformen er det montert skinner i x-retning. På vogna skal det monterast motor og hjul. Vogna køyrer i begge retningar på skinnene og veksar på denne måten batterikonteinar. Når den eine konteinaren har køyrt frå ferja til ladestasjon, skal den andre konteinaren med opplada batteri køyre om bord på ferja.

Sideluka kviler ned på eit fundament på plattformen og flyt fritt på denne. Plattformen er montert på sakseheisane som regulerer høgda etter tidvatn. Det er viktig å ha minst mogleg høgdeskilnad mellom ferje og ladestasjon. Dette avgrensar krav til motorkapasitet og sikrar batteribytet ytterligare.

## 4.3 Konstruksjon og komponentar

Prosjektet er omfattande og blandar inn fleire fagfelt. Vi har fokusert på automatisering og det elektriske. Vi har ikkje dimensjonert det mekaniske, men dei mekaniske delane er teikna og sett saman til ein konstruksjon slik vi ser for oss. I dette delkapittelet skildrar vi korleis dei ulike komponentane skal konstruerast, utan å ta omsyn til dimensjonering og materialval. Vi presenterer funksjonen til komponentane, med tilnærma målsetting og grunnlaget for desse måla. Val av motorar og styring av komponentane er skildra i kapittel 6.3.1. Konstruksjonen må testast før den vert sett i drift, dette er det drøfta om i kapittel 10.

### 4.3.1 *Konteinarvogn med motor*

Batteriet skal ladast opp gjennom to koplingspunkt på undersida av konteinar med vogn. Av tryggleiksmessige årsaker er koplingspunktka plassert med god avstand frå kvarandre. Figur 5 syner modell av vogn med tenkt plassering av ladetilkopling i kopar.



Figur 5 Skisse av konteinarvogn med ladetilkopling styrehjul

Vogna har to stive akslingar med individuell motordrift på kvar. Akslingane må vere om lag seks meter lange. Vi har henta informasjon om dimensjonar på nav med og utan akseltapp frå Røwde & Co AS [8]. Det er anbefalt eit oppsett med 60 mm diameter på aksling og maks belastning på 2,4 tonn.

Det skal nyttast to vekselstraumsmotorar på kvar konteinar, med ein felles frekvensomformar til å styre motorane. Plassering av frekvensomformar er ikkje avklart. Vår motor er 250 mm høg og skal monterast midt under vogna for enkel kraftoverføring til aksling. Kraftoverføring kan skje med kjeder eller tannhjul.

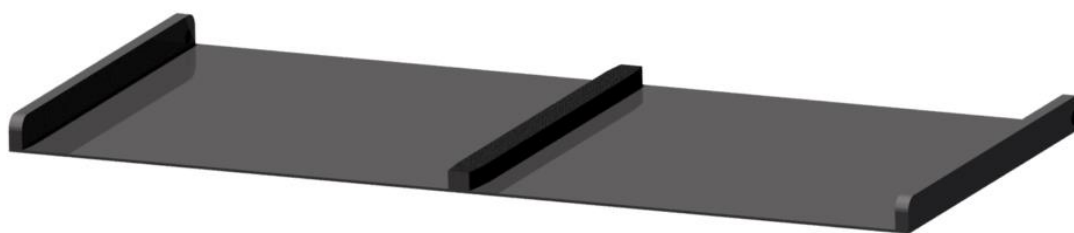
Drivhjul skal vere av typen «hjulbaner press on» mønstra bane for god gripeevne og stabilitet. Vi har valt 22" dekk (60 cm diameter). Styrehjula i midten som følgjer styreskinna skal òg vere av typen «hjulbaner press on». Det er ikkje behov for gripeevne så vi vel glatt bane. Styrehjula er 9" (23 cm diameter) og det er skissert tre par. Skandinavisk Dekk Import [9] leverer slike hjulbaner.

Det er ikkje samansett komplett drivverk frå motor til hjul. Enkeltkoplingar må maskinerast og spesialtilpassast, om det ikkje finst standaroverføringar.

### 4.3.2 *Sideluke som køyrelem*

Sideluka skal legge seg ned på plattformen. Den må «flyte» fritt grunna ferja sine rørsler. Luka må vere stor nok til å dekke opninga i skroget. Høgda er avhengig av høgda på konteinaren med transportvogn. Konteinaren er 2,5 m høg og 6 m brei. Avstanden frå ferja til kai er 1,2 m. Med klaringar må sideluka vere 6,8 m brei og 3,2 m lang. Sideluka vil då legge seg inn på plattformen med god margin. Dimensjonering og tjukkuleik er avhengig av styrken på materialet og korleis luka vert konstruert. Luka skal hengslast på ferja og ha ein vinkelsensor. Største belastning vert midt på kortsida. Figur 6 syner modell av luka, med styreskinna i midten.

Luka skal senkast og hevast ved hjelp av hydraulikk som vert tilkoppa det eksisterande systemet på ferja. Når luka vert senka, skal hydraulikken ha ein overtrykksventil. Når luka treff plattformen på land, får ventilen tilbakemelding i form av trykk og sender hydraulikkoljen tilbake. Med ein følar veit vi at luka kviler på fundamentet.



Figur 6 Sideluke med styreskinne i midten

### 4.3.3 *Køyrelem på ladestasjon*

Frå ladestasjonen legg det seg ein mindre køyrelem, som skal «flyte» fritt på sideluka slik at konteinaren har stabilt underlag heile vegen. Sjå kapittel 4.3.6 for detaljar om dette.

Føremålet med køyrelemmen er å dekke gapet mellom luka og ladestasjon, som oppstår ved sidevegs rørsle av ferja. Køyrelemmen må dekke områda der hjula køyrer. For å unngå to separate køyrelemmar, har vi skissert ein lang lem som dekker heile gapet. Køyrelemmen må tilpassast for å gje plass til styreskinna på midt på luka. Køyrelemmen må vere 6,4 m lang og 0,6 m brei (sjå Figur 7) og må koplatt til eigna motordrift for styring av lemmen.



Figur 7 Køyrelem på ladestasjon

#### 4.3.4 *Vogn til batteriveksling*

Sjølve batteribytet skjer ved hjelp av ei vogn med hjul, som beveger seg på skinner. Vogna vekslar på denne måten batteripakkane når ho skiftar posisjon. Vogna skal ha plass til to konteinrar, med eit flateareal på 6 x 2,5 m kvar. Ladetilkoplinga skal vere plassert på denne vogna. Det må plasserast fire ladetilkoplingar på vogna, eit par til kvar batteripakke.

Vogna må konstruerast med tilstrekkelig styrke og stabilitet for to konteinrar, omtrent 12 - 14 tonn. Arealet med nødvendige klaringar vert 13 x 2,8 m. Figur 8 syner vogn med hjul og to styreskinner. Tal hjul er ikkje avklart sidan det må styrkebereknast. Det skal vere drift på to av akslingane, med to separate motorar for å sikre redundant drift.



Figur 8 Vogn med hjul og skinner til styring av konteinrar

#### 4.3.5 *Plattform med høgdejustering*

Ladestasjonen skal justerast etter flod og fjøre, vi vart opplyst om ein høgdeskilnad på 1,5 m (vedlegg 2, møtereferat MF Årdal). Vi løyser dette med ein plattform monterert på sakseheisar. På kaia er det sensorar som måler sjønivået, der plattformen justerer seg inn deretter. For å finjustere måler vi vinkelen på sideluka medan ho kviler på plattformen. Figur 9 syner korleis denne plattformen skal sjå ut. Oppå plattformen skal det monterast skinner til vogn og eit fundament til sideluka.

Dimensjoneringa av plattformen er avhengig av konstruksjonen og heisane som skal støtte denne opp. Oppå plattformen skal det vere plass til vekslevogn, fundamentet som luka skal kvile på og køyrelommen som skal kvile på luka igjen. Vår modell går utifrå at arealet på plattformen er 20 x 4 m.

Forslag til sakseheis er i kapittel 6.3.2 under rørslekomponentar.

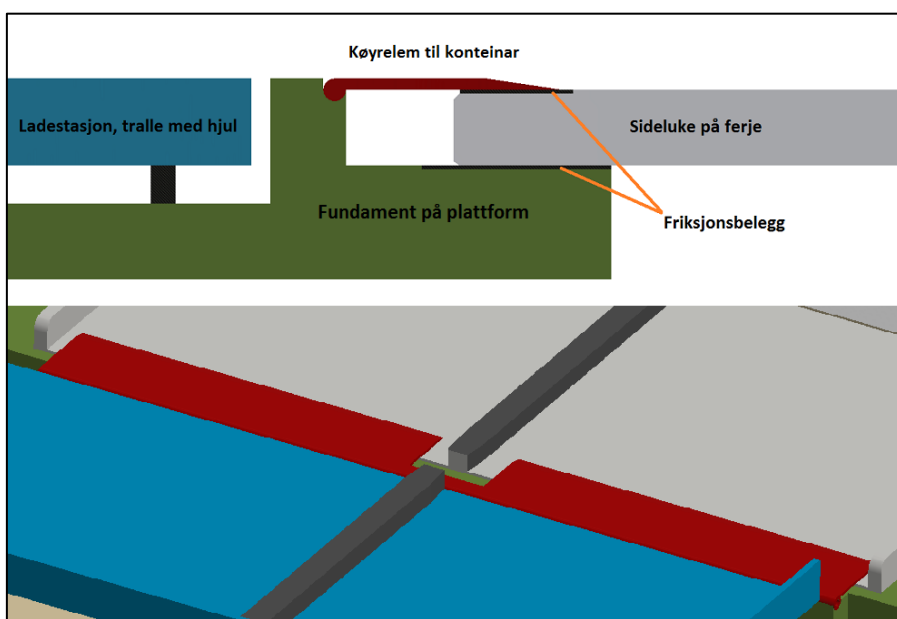


Figur 9 Skisse av plattform på sakseheiser

#### 4.3.6 Friksjon på mekanisk konstruksjon

På grunn av ferja sine rørsler i x- og y-retninga, vil det oppstå friksjon mellom dei ulike kontaktflatene. Frå oppdragsgjevar har vi fått opplyst storleiken på desse rørsleane. Maksimalt  $\pm 10$  cm i x-retning og  $\pm 20$  cm i y-retning. I x-retninga er ferja låst fast til bommen på kaia, medan i y-retning er ferja pressa til kai av trøsterane. Sjølv om ferja er fastlåst framme vil vinkelen på lemme endre seg ved lossing og lasting. Difor vil dette gi eit lite utslag opptil 10 cm ekstra i x-retning.

Figur 10 syner sideluke og køyrelem i nedslått posisjon. På skissa er det teikna inn eit friksjonsbelegg på dei flatene som kjem i kontakt med kvarandre. Polyoxymethylene (POM), er eit eigna alternativ og er utprøvd til dette føremålet. (vedlegg 2, Hellenes)



Figur 10 Skisse av køyrelem og sideluke på ladestasjon

#### 4.4 Nødsystem til drift av konteinar

Det er ein risiko at det er tomt for energi i konteinar. Det kan òg oppstå feil med batteripakken. Difor må det vere jamne kontrollar av batterikapasitet, motor og drivverk. Vi tilrår i tillegg eit manuelt system med vinsj på ladestasjon dersom konteinaren ikkje fungerer.

## 5 Batteri og lading

### 5.1 Val av batteriteknologi

Litium-ion er batteritypen vi fastslår er best egna til vår løysning. Litium-ion-teknologien har høg energitettleik, som er med på å redusere vekt og fysisk plass samanlikna med andre batteri. Høg cellespenning gir færre celler per batteri. Han har og låg sjølvutlading, ingen minneeffekt og lavt behov for vedlikehald.

Litium-ion batteria har ulemper med tryggleik og stabilitet. Det er difor behov for eit omfattande overvakingssystem, for å kontrollere lading og utlading. Batteria er utsett for aldring sjølv om dei ikkje er i bruk og er kostbare å produsere.

### 5.2 Oppbygginga av batteripakken

Vi fekk eit skriv frå oppdragsgjevar på ein batteripakke, som Corvus hadde gitt tilbod på i samband med Lavik-Oppedal prosjektet (vedlegg 10). Ut i frå dette tilbodet kunne vi bygge opp vår eiga batteripakke. «System» er ei batteripakke bygd opp av batterimodular. Ein modul har nominell spenning på 44,4V og 150Ah, 6,5kWh. Modulen har ein indre motstand på 0,0037 ohm.

Ein «pack» er bygd opp av modular kopla i serie. Vi brukar 16 modular, som gir oss ei nominell spenning på 710,4V. Kapasiteten er fortsatt 150Ah, men vi er oppe i 104kWh. Vi går ikkje over 1000VDC då alt tilkoplingsutstyret vert dyrare. Sjå vedlegg 9.

For å auke kapasiteten koplar vi fleire «pack» i parallell. Desse vert kalla «Array». Med 3 «pack» i parallell får vi 450Ah og 312kWh, medan spenninga fortsatt er lik. Behovet vårt ut i frå driftsprofilen var 254kWh. Spesifikasjonane på batteripakken er vist i Tabell 1.

Batteripakken blir levert med Corvus sitt eige Battery Management System (BMS) [10]. BMS er eit system som oppgjer verdiar på overvaking av gass, spenning og temperatur. Systemet overvaker og grenseverdiar for ladning, utlading og cellebalanse. BMS systemet brukar CANbus og vi koplar det saman med industrielt ethernet med ein Anybus kommunikasjonsmodul [11]. Les om industrielt ethernet i kapittel 6.6.

Tabell 1 Samansetting av batteripakken

<b>System solution 312kWh</b>				Module
Specifications	System	1 Array	1 Pack	AT6500-250-48
# of Modules AT6500-250-48	48	48	<b>16</b>	48
# of Packs	3	<b>3</b>	-	-
# of Arrays	<b>1</b>	-	-	-
Maximum Voltage VDC	806,4	806,4	806,4	<b>50,4</b>
Nominal Voltage VDC	710,4	710,4	710,4	<b>44,4</b>
Minimum Voltage VDC	518,4	518,4	518,4	<b>32,4</b>
Capacity AH	450	450	150	<b>150</b>
Energy kWh	312	312	104	<b>6,5</b>
Weight no Racking kg	3464,16	3464,16	1154,72	<b>72,17</b>
Internal resistance ohm	0,019733	0,019733	0,0592	<b>0,0037</b>

## 5.3 UPS

Driftsprofilen syner at ferja bruker 300kW på trøsterane, for å halde seg til kai under krevjande vêr. Rammene våre seier at ferja skal ligge i 5 minutt, då vert UPS behovet:

$$\frac{5 \text{ min}}{60 \text{ min}} \cdot 300 \text{ kW} = 25 \text{ kWh.}$$

Eit UPS system på 50kWh vil vere tilfredstillande for normal drift under batteribytet. Vi var i kontakt med Compower [12] og fekk pris på eit UPS anlegg for 300kW på 690V AC 3-fase 50hz. UPS anlegget koplar automatisk inn på hovudtavla til ferja, for å ta over drifta under batteribytet.

## 5.4 Dimensjonering av kabel

### 5.4.1 *Ombord på ferja.*

Driftsprofilen syner at toppeffekten er 1500kW i 60 sekund (sjå Figur 2). I følgje NEK 410-2 del 352 §3.3.5 «Correction factors for short time duty» kan det korrigerast for at motorane ikkje går for full kraft kontinuerlig framfor ein time. Tabellen her gjeld for 10 minutt og 30 minutt, medan vår driftskurve har ein topp på 1 minutt. På grunnlag av dette nyttar vi ein formel som gir oss tida kabelen tåler ein effekt før han vert øydelagd.

Vi har rekna oss fram til at gjennomsnittseffekten er 381kW i ein syklus på 40 minutt. Vi føresetter då at vi kan dimensjonere etter denne, men sikrar oss at kabelen tåler toppeffekten kvart 20. minutt.

Utrekningane som er vist i vedlegg 12, syner at vi kan bruke ein kabel på 185mm<sup>2</sup> om bord på ferja. Vi var i møte med Oddvin Grøneng på Fagskulen i Førde, som er faglærer for elkraft. Han sa at resonnementet vårt var fornuftig. Møtereferat vedlegg 2, Fagskulen.

Kabelen må vere «mangetrådet». Dette tydar at han er bygd opp av mange små kordelar, som gjer han rørlig. Dette er viktig sidan kabelen er i rørsle i koplingspunktet.

### 5.4.2 *Ladestasjon*

Sjølve systemet for lading av batteripakkane må Corvus stå for. Ut i frå storleiken på batteripakken, har vi rekna ut effektbehovet på ladestasjonen. Vi fekk ikkje avklart frå Corvus kva som er rett, med føresetnad om at utrekninga stemmer bruker vi denne til å dimensjonere, sjå Tabell 2.

**Tabell 2** Krav til ladestasjon

Ladetid (Minutt)	<b>35</b>
Ladespenning (Volt)	806,4
Ladetid (Timer)	0,58
Ladestraum (Ampere)	771,4
C	1,71
Lade effekt (Kilo Watt)	622,1

Effektbehovet er 622kW. Vi har tatt utgangspunkt i at fordelinga vert på 690V/50Hz tre-fase,  $\cos \phi = 1$ . Vi nyttar verktøyet FEBDOK som føreslår følgjande kabel: CGF 5G300CU «Neoprengummi- isolert oljebestandig kabel maskinleidning, der det er ønskeleg med særlig bøyelig leidning, for eksempel som koplingsleidning på maskiner og liknande». Han vert sikra med 4 NH-patroner «2022713.630\_GG\_690V\_630A\_4A». Vi har valt 30 m kabel i utrekningane. Sjå vedlegg 13, dimensjonering av kabeltversnitt til lading.

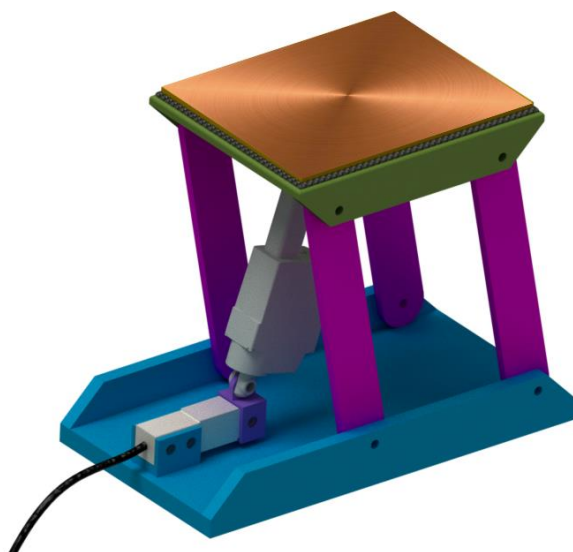
Vi var i kontakt med ein elektroinstallatør frå Bergen Group Services som arbeidar med elektroinstallasjonar. Vi fekk eit prisoverslag på installasjonen vår. Denne kjem fram i økonomi vedlegg 19.

## 5.5 Automatisk hurtigkopling

DNV krev at det skal vere skrutilkopling på batteri. Per i dag er det ikkje vanleg å ha batteridrift av ferjer. Det som avgjer overgangsmotstanden i ei tilkopling er at arealet er stort nok og det er nok trykk. Vi tenkte først å bruke automatiserte knivar som la seg inn, men kom fram til ei anna løysing. Vi meiner denne gir oss større marginar og er enklare. Vi nyttar ein lineær aktuator til å drive ei plate av kopar opp på undersida av konteinaren. Konteinaren har to store flater under av kopar (sjå Figur 5). Flatene er store nok til at konteinaren ikkje treng å vere på nøyaktig same plass kvar gong. Plata på aktuatoren er kopla til «mangetrådet»-kabelen, slik at kontakten beveger seg lett. Det må vere isolert mellom kopparplata og aktuatoren. I botnen er aktuatoren festa til ei trykkcelle, slik at vi måler trykket plata vert pressa mot kontaktflata med (sjå Figur 11). Arealet på kontaktflata må vere større enn  $185 \text{ mm}^2$ . Plata vi har teikna i modellen vår er  $0,20 \times 0,30 \text{ m}$ , som gir eit areal på  $0,06 \text{ m}^2$ .

$0,0600 \text{ m}^2 > 0,000185 \text{ m}^2$  Dette er OK.

Det står meir om aktuatoren i kapittel 6.3.3 under rørslekomponentar.



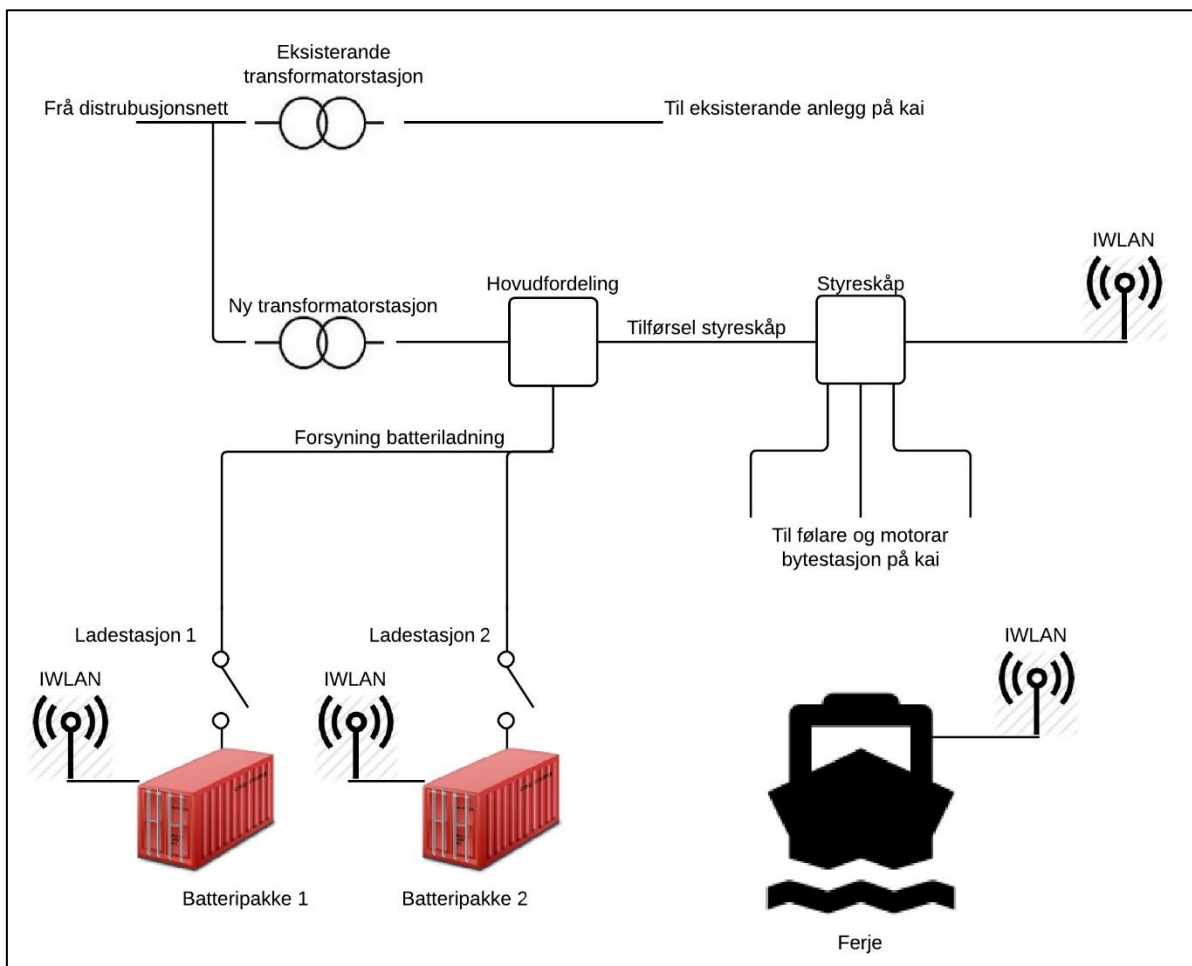
Figur 11 Skisse av batteritilkopling med lineær aktuator og lastcelle



## 6 Automasjon

### 6.1 Oppbygging av det automatiserte anlegget

Multi Maritime AS ønskjer at batteribytet skal skje automatisk, vi har løyst dette med automasjon i form av følarar, motorar og hydraulikk. Store deler av automasjonen skjer gjennom trådløst kommunikasjon, då delane som skal styrast består av rørlege komponentar.



Figur 12 Einlinje skjema sjølvgåande batterikonteinar

Figur 12 syner oppbygginga av det elektriske anlegget på Mannheller ferjekai. Her illustrerast den nye transformatorstasjonen, med hovudfordelingskåp og styreskåp. Kontaktorar i hovudfordelinga skal styre forsyninga til batteriladninga. I styreskåpet skal automasjonskomponentane vere installert. Her er PLS styringa med relé og vern, saman med dei eksterne følarane og motorane på kai-anlegget. Vidare frå dette skåpet skjer kommunikasjonen trådløst ved hjelp av IWLAN, til dei andre einingane i konteinarane og på ferja. Det står meir om IWLAN i kapittel 6.6.

## 6.2 Val av sensorar

Vi må ta omsyn til ytre påverknadar frå saltvatn og regn ved val av komponentar. Vi har difor valt utstyr med klasse IP 67 fordi dette utstyret er vasssett [13]. Plassering av sensorar kjem fram i vedlegg 14 og 15.

### Induktiv gjevar

For å detektere at dei ulike delane i systemet er i riktig posisjon har vi valt å bruke induktive gjevarar [14]. Induktive gjevarar sendar ut elektriske felt. Når det kjem eit objekt laga av elektrisk leiande matereale inn i dette feltet vil sensoren reagere ved å sende ut eit signal. Desse gjevarane har ein rekkevidde på 0,8 – 15 mm.

### Ultralydsensor

For å stille inn høgda til ladestasjonen på kaia, valte vi å bruke ultralydsensor [15]. Det vert plassert eit røyr på kvar side av bytestasjonen med ein ultralydsensor montert på toppen. Desse følarane skal finne høgda på vatnet og gje tilbakemelding, slik at systemet på kaia stiller seg inn til riktig høgde i forhold til sjønivå. Ultralydsensoren sender ut ei lydbølgje som vert reflektert frå vatnet. Tida lydbølgjene brukar frå følaren til vatnet og tilbake til følaren, vert rekna om til avstand.

### Vinkelposisjonssensor

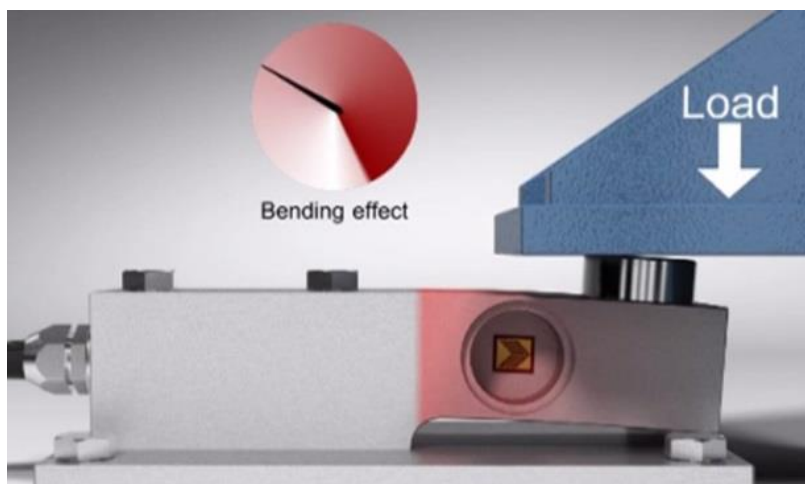
For å detektere vinkelen på sideluka, som skal fungere som køyrelem til batterikonteinaren, har vi valt å bruke vinkelposisjonssensor [16]. Denne sensoren gir tilbakemelding om posisjonen til luka i form av grader.

### Mikrobrytar

Som ein ekstra tryggleik har vi tatt med endestoppbrytarar [17]. Desse vert montert på kvar ende til spora på plattformen. Føremålet med dette er å detektere viss vogna kjem til enden av sporet og stoppe den. Sensorane er ein mekanisk brytar som gjer høgt eller lågt signal når dei vert pressa inn.

### Lastcelle

For å måle at det er riktig moment på batteritilkoplinga brukar vi lastceller [18]. Desse vert montert på kvar av dei automatiserte til- og fråkoplingane. Ei lastcelle målar krefter ho vert utsett for, sjå Figur 13.



Figur 13 Illustrasjon av ei lastcelle med påtrykka last

## 6.3 Rørslekomponentar

Dei ulike delane i systemet skal styrast av både hydraulikk, elektriske motorar og lineære aktuatorar. Vi har valt å ikkje gå djupare i det hydrauliske.

### 6.3.1 *Motor og frekvensomformar til konteinar*

Vi vel å bruke vekselstraumsmotor (AC) framfor likestraumsmotor (DC) grunna faktorar som pris, storleik og anvendelegheit. Vekselstraumsmotor saman med frekvensomformar kan enkelt styrast og akselererast i begge retningar og ein avansert girmodul er ikkje nødvendig.

Både konteinarane og vogn til batteriveksling skal ha to akslingar med drivkraft. Farten på akslingane må synkroniserast. Batteribytet skal ta maksimalt fem minutt. Det er rekna at sideluka og køyrelemen brukar til saman eit minutt på senking og heving. Då står det igjen fire minutt til køyring av konteinarar og vogn. Total strekning som skal køyrast seier vi er 21 m og farta blir  $\frac{21\text{ m}}{240\text{ s}} = 0,0875\text{ m/s}$ .

Vekta på batteripakken er avhengig av storleiken på batteria, tyngda på konteinaren og konteinarvogn med drivverk og motor. Vekta på batteria vert 3464kg (sjå tabell 1 side 21). Vekta på ein standard 20-fots konteinar er 2300 kg. Med vekta på konteinarvogn, drivverk og motor får vi ei totalvekt på om lag sju tonn.

#### **Drift av konteinar**

Det skal vere to motorar på kvar konteinarvogn. Det som avgjer effekten til motorane er

- masse til konteinar med vogn og drivverk, om lag sju tonn
- konteinar skal kunne køyre opp ein stigning på 5 grader
- farten konteinarvogna som er estimert til 0,1 m/s

Utan å ta omsyn til friksjonstap syner utrekningar at behovet er 612,5 W til kvar konteinar ved størst stigning. Utrekningane ligg som vedlegg 16. Vi skal ha redundant drift og to separate motorar som skal kunne drive konteinaren åleine. Vi legg til ein tryggleiksfaktor på to og vel to motorar med kapasitet 1,1 kW kvar, til saman 2,2 kW motoreffekt.

Vi har vore i kontakt med Lønne Scandinavia AS [19]. Dei tilrår ei løysing med trefase AC-motorar forsynt frå ein frekvensomformar, som igjen er forsynt frå ei DC- kjelde. Dei tilrår ein frekvensomformar med inngangsspenning mellom 400 og 440 VAC. Omrekning til DC-spenning:  $VAC * \sqrt{2}$ . DC- inngangsspenning mellom 556 og 622 VDC.

Batteripakken er på om lag 800 V. Vi skal ta ut ei spenninga på 600 V til å forsyne frekvensomformaren. Begge motorane skal ha same fart og styrast frå same frekvensomformar. Kvar motor må få sitt tilpassa motorvern. Samandrag av e-post korrespondansen og pristilbod på motor og frekvensomformar ligg som vedlegg 16 og 17.

### Drift av vogn til batteriveksling

Det er brukt same oppsett som til drift av konteinarvogn med to motorar og ein frekvensomformar. Vogna skal frakte to konteinrar så massen som skal flyttast er dobbelt så tung. Det er ingen stigning og vogna går på skinner, så rullemotstanden er liten. Vi brukar derfor same motorar og frekvensomformar til drift av vogna.

Vogna skal gå på ladestasjonen på land og denne frekvensomformaren skal forsynast av landstraum på 400 VAC.

#### 6.3.2 *Sakseheis*

På grunn av avgrensa plass i høgderetning konkluderer vi med at ei sakseheis er det beste alternativet. Dei bygger lite i høgderetning når dei er i nedre posisjon og justerer seg raskt inn til ønska nivå. Heisane må bevege seg synkront, kunne låsast av i riktig posisjon. Dette er viktig for eit sikkert batteribyte. Det er utfordringar knytt til stabilitet når ei vogn skal bevege seg oppå heisen. Det vil kunne løysast i praksis ved å bygge inn heisen i ei sjakt, med ekstra avstiving av heisen når han er i rett posisjon.

Vi treng om lag tjuetonn løftekapasitet til å løfte plattform, vogn og to konteinrar.

**Det er ikkje endeleg bestemt type heis og leverandør. Vi har funne alternativ til heis som kan klare utfordringane, men vi har ikkje avklaring frå produsent om han vil vere eigna til vår bruk [20].**

Figur 14 syner sakseheisa Beacon BMLTDW-30-72-120132, med ein løftekapasitet på 13,6 tonn. Arealet på denne heisa er opptil 335 cm x 305 cm.

Desse heisane kjem i større variantar om kapasiteten ikkje er tilstrekkeleg. Plattformen treng minimum to sakseheiser for å løftast. På grunn av lengda og stor belastning på midten, må fleire heisar vurderast.



Figur 14 Sakseheis levert av Beacon

### 6.3.3 *Lineær aktuator*

For av- og på-kopling av polane til batteripakkane har vi valt å bruke lineære aktuatorar [21]. Dette er motorar med integrert trappeskruer for lineære rørsler. Vi har valt dette framfor hydraulisk løysing av vedlikehaldsomsyn. Konstruksjon av automatisk tilkopling er skildra i kapittel 5.5.

## 6.4 PLS – Siemens S7-1200

Programmerbar logisk styring (PLS) er ei datamaskin som brukast i industrien for å automatisere oppgåver, som produksjon og kontroll av til dømes posisjon og nivå [22].

Kommunikasjon står svært sentralt i eit automatisert anlegg. Dette kan vere kommunikasjon mellom PLS-ar, inngangar og utgangar (I/O) og menneske/maskin grensesnitt (HMI). Det er fleire etablerte standardar innan industriell kommunikasjon, Profibus og Industrielt Ethernet er mykje brukt.

Vi valte Siemens utstyr fordi dei har alle komponentane vi treng i systemet. Vi nyttar 4 Siemens S7-1200 [23] PLS-ar (sjå figur 15). Desse moterast på ladestasjonen, ferja og i kvar konteinar. Dette er for at vi skal ha moglegheit til å manuelt styre kvar konteinar. I vedlegg 18 ligg I/O-liste for anlegget.

For å få prosessen samkøyrd skal PLS-ane kommunisere via Industriell trådløs kommunikasjon, og kjent som IWLAN. Dette står det meir om i kapittel 6.6.



Figur 15 Siemens S7-1200 PLS

## 6.5 HMI – Simatic Comfort panel

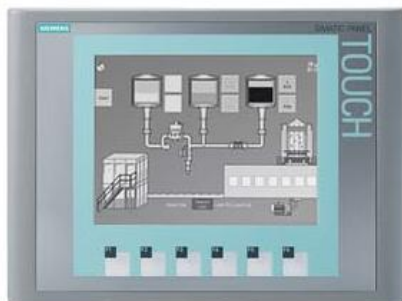
«Human/Machine Interface» (HMI) omfattar alle komponentar som utgjer eit grensesnitt mellom ei maskin og eit menneske [22].

For at operatørar skal få overvake prosessen er det plassert ein HMI i form av berørings-skjerm på ferja (bru og kontrollrom) og i skåpet på kai. Skjermen let brukaren sjå, endre og styre det automatiserte anlegget. Storleikane vi har valt er ein 22" Siemens Simatic Comfort panel [24] på ferjebraua (figur 16) og 6" Siemens Simatic Basic panel [25] (figur 17) på kaia, og i kontrollrommet på ferja.

Styringsmoglegheita til panela er avgrensa av rekkevidda til IWLAN som er skildra i kapittel 6.6.



Figur 16 Siemens Simatic HMI Comfort panel 22"



Figur 17 Siemens Simatic HMI Basic panel 6"

## 6.6 Trådløs kommunikasjon Industrielt Ethernet

For å kommunisere mellom dei ulike delane av systemet brukar vi Industrielt Ethernet (IE) [26]. Industrielle Ethernet komponentar er konstruert for å arbeide i tøffare miljø enn vanleg IT utstyr.

Den trådlause kommunikasjonen vel vi å løyse med eit system som Siemens leverar, der dei brukar Industrial Wireless LAN (IWLAN) [27]. Dette systemet gjer at PLS-ar kan kommunisere saman utan behov for kabel.

I konteinarrømmet på ferja ventar vi problem med WLAN grunna signalrefleksar frå veggane i metallrom. I dette rommet kan det derfor bli aktuelt å bruke ein annan teknologi i tillegg for å sikre ei god tilkopling. Til dømes infraraud kommunikasjon. Det kan og bli behov for ei ekstern antenne på utsida av ferja og ei på utsida av ladestasjonen, for å bli sikker mot støy på nettverket [28]. Dette er noko som må testast ut når prosjektet blir realisert.

### Access Point SCALANCE W788-1PRO

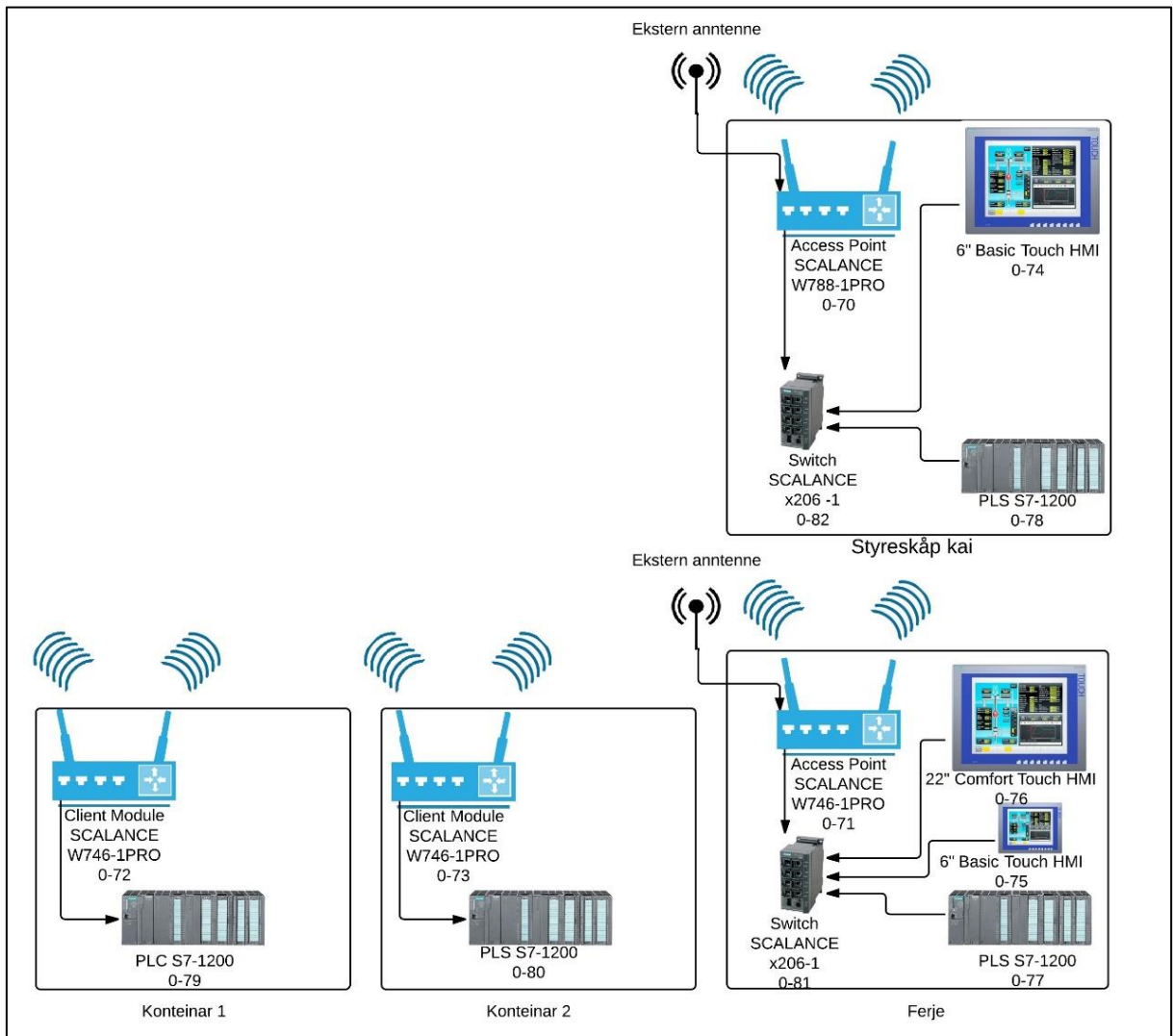
Trådløs IWLAN modul som tek imot og sender signal mellom kai, ferje og konteinarar. SCALANCE W788-1PRO [29] har ein rekkevidde på 30 m innandørs og opp til 100 m utandørs. Det er og mogleg å kopla til ekstern antenne for utandørs bruk. Dette gir nok dekning for at alle delane i anlegget skal fungere saman.

### Client Module SCALANCE W746-1PRO

Trådløs IWLAN modul som er lokalisert i kvar konteinar. Denne modulen sender og tek imot informasjon gjennom Access Point SCALANCE W746-1PRO [30] som er lokalisert på kaia og ferja. Det er og mogleg å kople til ekstern antenne for utandørs bruk.

### Switch SCALANCE x206-1

Switchen vert plassert på ferje og i styreskåpet på kai. SCALANCE x206-1 [31] koplar saman det interne utstyret og leverast med redundant strømforsyning for økt tryggleik. Med denne modulen vil utvidingar lettare kunne utførast i ettertid.



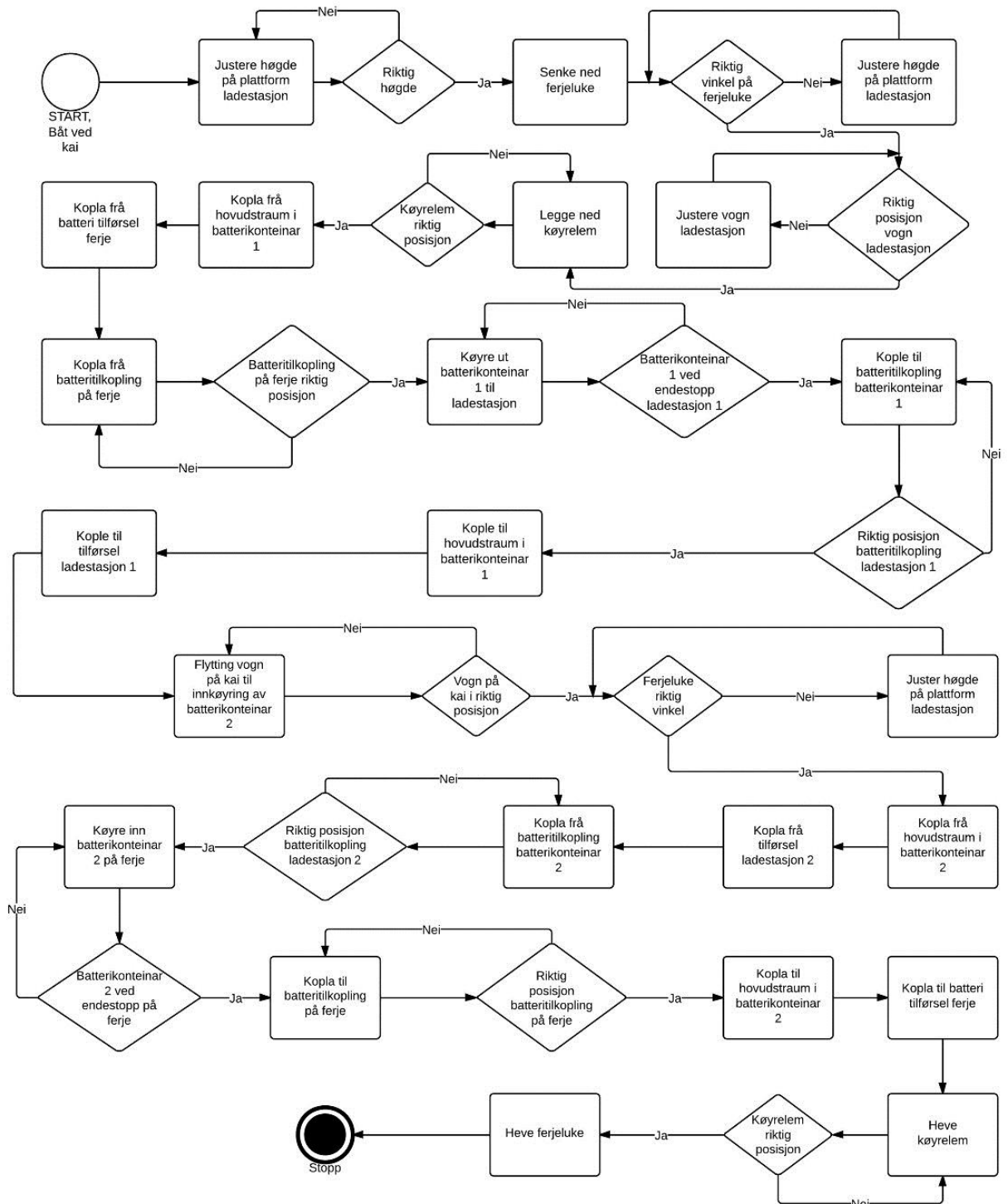
**Figur 18** Oversikt over oppbygningen av trådløs kommunikasjon

Figur 18 syner ein oversikt over korleis dei ulike delane i systemet kommuniser saman. Han syner og kva dei ulike delane inneheld av styringsutstyr. Ideen til dette systemet fekk vi på nettsida til Nokta Industrial [32].



## 6.7 Algoritme

For å forklare korleis batteribyte skal utførast i programmet inne på PLS-ane har vi laga ein algoritme som forklarar dei ulike handlingane del for del. Algoritmen synast på Figur 19.



Figur 19 Algoritme sjølvgåande batterikontenar

## 7 Helse, miljø og tryggleik (HMT)

### 7.1 Vedlikehald

Vi har valt dei løysingane vi meiner det er minst behov for vedlikehald med. Vedlikehaldet på kvar av komponentane i anlegget vert bestemt av produsent.

Batteriet frå Corvus er vedlikehaldsfritt [5].

Sakseheisen frå Beacon er det einaste som er hydraulisk på land og vil ha behov for vedlikehald i samsvar til krav for hydrauliske anlegg. Dette er viktig for å unngå utslepp av olje. Sideluka på ferja får drift frå det hydrauliske systemet til ferja og inngår i dette kontrollsystemet.

Rørlege deler som hjullager, drivverk og lem-oppheng må kontrollerast og smørast regelmessig.

I tillegg har vi bevisst brukt dobbelt opp både med motorar og sensorar, for å minke sannsynet for at det vert stopp ved første feil. Dette gir oss redundans og aukar pålitelegheita til systemet.

### 7.2 Tryggleik

For at menneske og dyr ikkje skal ta skade medan anlegget er i drift skal det utførast tiltak.

#### Rørlege delar

Store delar av systemet består av rørlege delar. Eit av tiltaka kan til dømes vere å montera eit lysgitter framfor rørlege delar og ha ein eller fleire nødstoppbrytarar lett tilgjengelege. Lysgitter [33] er eit usynleg gitter som registrerer rørsle og aktiverer nødstopp slik at systemet stoppar. I tillegg skal heile ladestasjonen byggast inn i eit hus der berre autorisert personell har tilgjenge.

Vi tilrår å overvake bytet med kamera slik at prosessen kan observerast frå bru og kontrollrom. Ein nødstoppbrytar skal stå i nærleiken dersom noko skulle gå gale.

#### Elektrisitet

Systemet består av både låg- og høgspennings anlegg. Det er berre autorisert personell som kan arbeide på eller nær det elektriske anlegget. Alt av utføring, endringar og vedlikehald skal skje i samsvar med «Forskrift om elektriske lågspenningsanlegg» [34] og «Forskrift om elektriske forsyningsanlegg» [35].

## 8 Økonomi

### 8.1 Kostnadsoverslag for konseptet

Vi kjem til ein total estimert kostnad på 6,5 millionar kroner på kjende utgifter. Sjå vedlegg 19 for alle kjende prisar. Konseptet har ei kostnadsramme på om lag ti millionar kroner. Dei komponentane og andre kostnadane som vi har funne til prosjektet har vi henta inn pris på. Nokre av prisane er rekna ut i frå føresetnader sidan vi ikkje har fått konkrete tal. Ein sit då att med 3,5 millionar kroner til dei ukjende prisane.

### 8.2 Kjende prisar

#### **Ny nettstasjon**

Eksisterande nettstasjon på ferjekai er ikkje stor nok til å kunne gi nok kraft til både ladning og straum til kai. Vi har fått ein pris frå Sognekraft AS på ny nettstasjon som skal forsyne tilstrekkelig kraft til lading.

#### **EI-Installasjon**

Det må leggest opp kablar og vern til installasjonen. Det er høge effektar involvert og det resulterer i store tverrsnitt på kablar. Vi har fått eit prisoverslag frå Bergen Group Services.

#### **Innbygging av ladestasjon i betong**

Sjå skisse av bygget i vedlegg 19. Vi tok kontakt med Norconsult AS for å få eit prisoverslag på betongbygg.

#### **Batteri**

Vi har planlagt å bruke 2 batteripakkar og kostnaden er utrekna ut frå ein kWh pris gitt frå Multi Maritime AS.

#### **Sensorar**

Vi har funne alle sensorane vi har hatt behov for hjå Omron AS og Elfa AS.

#### **Frekvensomformarar og motorar**

Vi har fått prisoverslag på motorar og frekvensomformarar frå Lønne AS.

#### **Dekk og drivverk**

Vi henta informasjon om dekk frå Skandinavisk dekk import, akslingar og nav hjå Røwdehjul.

#### **Komponentar til batteritilkoplinga**

Aktuatoren som er tenkt brukt i tilkoplinga er henta frå Linak AS.

#### **PLS, HMI og trådløs kommunikasjon**

Vi har valt å bruke Siemens AS sitt system.

#### **Sakseheis**

Denne er levert av Beacon Technology.

#### **UPS**

Vi har vore i kontakt med Compower som kunne levere UPS til vårt behov.

### 8.3 Ukjende prisar

#### **Kai-utbygging**

Inngrep i kai er ein kostnad som må bereknast før prosjektet kan realiserast. Vi har ikkje henta inn pris på dette. Vi meiner det kjem fram nok informasjon i rapporten til at ein sakkynstig skal kunne ta mål på plassen og estimere pris for kva eit slikt inngrep vil koste.

#### **Vogn og plattform**

Vi har ikkje fått styrkeberekna og dimensjonert vogn og plattform. Dette har ført til at vi ikkje har fått nokon til å gje ein pris på dette.

#### **Drift og vedlikehald**

Livslaupkostnad er ikkje utrekna.

#### **Batteriladar**

Vi har ikkje fått pris på denne.

### 8.4 Utgifter til hovudprosjektet

Vi har hatt ein utgift i dette prosjektet. Vi reiste til Sogn for å møte Vidar Øvretun i Sognekraft. Etterpå reiste vi til Mannheller og fekk ei omvising på MF Årdal.

Reiserekninga ligg i vedlegg 19, Økonomi.

Totalutgifta på dette prosjektet kom på kr 1720,-

## 9 Risikoanalyse for prosjektarbeidet

Denne analysen vart laga i forprosjektet. Vi har ikkje utarbeidd ei risikoanalyse for konseptet. Dette er estimert sannsyns- og konsekvensgrad rangert frå 1-5, der 1 er lågast, sjå Tabell 3. Risikoverdien er produkt av sannsyn og konsekvens. Det er denne som er avgjer om det må setjast inn tiltak. Kritisk verdi er 10-12 for vår rangering. Rangeringa er lagt opp etter erfaringar frå tidlegare prosjekt.

**Tabell 3 Risikoanalyse**

<i>Risiko</i>		<i>Sannsyn</i>	<i>Konsekvens</i>	<i>Risikoverdi</i>
Kommunikasjonssvikt gruppe		1	4	<b>4</b>
Kommunikasjonssvikt med bedrifter		1	4	<b>4</b>
Intern konflikt		2	4	<b>8</b>
For lite tid		3	3	<b>9</b>
Økonomi		2	3	<b>6</b>
Overarbeid		2	3	<b>6</b>
Sjukefråvær		2	2	<b>4</b>
Ukjent teknologi		3	3	<b>9</b>
utføring		2	3	<b>6</b>

### **Kommunikasjonssvikt**

Grappa vil i utgangspunktet arbeide mest mogleg på skulen. Dette vil føre til bra kommunikasjon i gruppa, og med rettleiar og prosjektansvarleg. Grappa vil avtale møter med Multi Maritime AS, der mål og planer vert utreda. I tillegg er det oppretta felles mappe på Dropbox og ei side på Facebook. Her kan vi avtale tider, dele filer og kommunisere når vi ikkje er samla.

### **Intern konflikt**

Samhaldet og kommunikasjonen i gruppe er bra. Fagelege diskusjonar held seg på eit sakleg nivå, der vi kjem fram til løysingar som det er semje om i gruppa.

### **Kommunikasjonssvikt med bedrift**

Vi har til no hatt ein god dialog med oppdragsgjevar og håpar på dette held fram resten av prosjektet. Vi har og vore i kontakt med andre bedrifter i samband med kartlegging av nødvendig informasjon. Dialogen har vore god. Bedriftene er positive til å bidra med kompetansen dei har på sine respektive fagområder.

### **Sjukefråvær**

Sjukefråvær kan som regel ikkje føresjåast, men utgjør ein liten risiko ettersom vi er mange gruppemedlemar og alle er involvert i dei fleste arbeidsoppgåvene.

**For lite tid**

Prosjektet er omfattande, men dette er eit teoretisk prosjekt og vi ikkje er avhengig av andre fag for å kunne fullføre. Omfattande arbeid i forhold til tida vi har til rådighet kan bli ei utfordring.

**Økonomi**

Dette er eit teoretisk prosjekt. Det vert derfor ikkje nokon kostnader i form av utstyr. Vi skal prosjektere løysinga så komplett som mogleg. Denne skal vere innafor den bestemte kostnadsråma vi har fått av oppdragsgjevar.

**Overarbeid**

Det meste av tida på timeplanen er sett av til hovudprosjektet. Det er difor nok tid til rådighet. Finn vi fornuftige avgrensingar for prosjektet, skal ikkje overarbeid verta noko problem. Vi er mange gruppemedlemar, difor må arbeidsoppgåvene fordelast etter ledig kapasitet.

**Ukjent teknologi**

Det er mykje tilgjengeleg informasjon om generell batterilading. Det er mindre om batterilading spesielt til vårt prosjekt med så store effektar. Vi er avhengige av å ha ein god dialog med oppdragsgjevar og batterileverandør i samband med dette.

**Utføring**

Korleis det endelege resultatet vert, er avhengig av kor mykje informasjon vi klarar å hente inn om teknologien. I tillegg spelar kapasiteten til straumnett og tida til batteribytet ei viktig rolle, for å fastslå om det er praktisk mogleg å gjennomføre batteribytet.

## 10 Drøfting av resultatet

### Innspel frå bedrifter

Det vore utfordrande å få avklaring på spørsmål hjå enkelte bedrifter innanfor rimeleg tid. Vi trur dette kan vere grunna kommersielle faktorar.

### Heving av batteriluke

Etter telefonsamtale med Sogn Betong AS, kom det fram at det vil bli ein betydeleg kostnad å senke ladestasjon ned i kaia. Kaia må forsterkast og truleg støypast ned til sjøbotn. Ved å heve nivået der batteriet skal stå på ferja, vil ikkje plattformen måtte gå under kai-nivå.

### Dimensjonering av kabelinstallasjon

Det kan vere hensiktsmessig å dimensjonere etter 1500kW kontinuerlig drift. Dette gir rom for utvidingar i framtida, dersom batteriteknologien etter kvart tillèt batteripakker med høgare kapasitet i same fysiske storleik. Ved prisførespurnad på installasjonen valte elektroinstallatøren hjå Bergen Group Services andre komponentar enn det som var anbefalt i FEBDOK, men vi meiner prisen vert omtrent lik så vi endra ikkje dette.

### Batteristorleik av Corvus

I slutten av prosjektet vart vi tilsendt eit utkast frå Corvus der dei dimensjonerte ei elektrisk løysing på 1638kWh. Sjå vedlegg 20, ROM analyse. Grunna manglande avklaring frå Corvus si side, kan vi ikkje svare på om dette er ein batteristorleik som er nødvendig for vår løysing. Løysinga er vanskelig å få til med konteinrarar større enn 40 fot, med maksimal kapasitet på 1000kWh. Denne storleiken vil heller ikkje vere mogleg å lade på 30 minutt med energikapasiteten på Mannheller ferjekai.

### Testtrigg

Tidsramma for batteribytet er lita, så før konseptet kan realiserast må det testast. Vi tilrår å bygge ein testtrigg i full skala, med rørleg sideluke og maksimal stigning. Heile konstruksjonen må testast for dei statiske og dynamiske kreftene som vil oppstå under batteribytet. Testtriggen må vere i rørsle for at ein kan undersøkje om automasjonen kan justere inn plattform og vogn raskt nok under reelle forhold. Det er ein avgjerande faktor at konteinrane og lukene kan køyre fort nok, samstundes som stabiliteten er oppretthaldt. Motorkapasitet, tal styrehjul, hjuldimensjon og ladetilkopling må testast og godkjennast før det kan setjast i drift.

### Automatisk fortøying

Det endelege resultatet for batteribyte løysinga er basert på at ferja skal vere stabilisert ved kai på vanleg måte med trøsterane og kloa på køyrelemmen som er vanleg på bilferjer. Om det viser seg at dette ikkje er nok for eit stabilt og påliteleg batteribyte, kan det vere ein fordel å kombinere denne type batteridrift med ei form for mekanisk fortøying. Eit alternativ kan vere resultatet av tidlegare hovudprosjekt «Automatisk fortøyingsanlegg» (HiSF 2012).

### Vidare arbeid

Forlag til seinare hovudprosjekt kan vere å konstruere og teste ein av dei automatiserte komponentane, til dømes konteinarvogna, eller den justerbare plattformen. Då vil ein kunne gå meir i djupna på kvar detalj og kome fram til eit fullverdig resultat for denne komponenten.

## 11 Konklusjon

Hovudmålet med prosjektet var å prosjektere ei heilautomatisert løysing for batteribyte på ei elektrisk bilferje. Ferjesambandet Mannheller – Fodnes var utgangspunkt. Vi måtte finne teknisk informasjon om batteripakkane, kartlegge energikapasitet ved ferjekaiane og finne eigna plassering for ladestasjon. Endeleg løysing måtte oppfylle dei gitte rammene frå oppdragsgjevar. Dette har vore eit reint teoretisk prosjekt, men har samtidig vore fult av utfordringar. Gruppa har kombinert fleire fagfelt i dette prosjektet, der elektro og maskin har vore betydelege roller. Det har vore både utfordrande og spennande å kombinere desse emna med automatiseringsteknikk. Tverrfagelege prosjekt som dette har stor overføringsverdi til det vi møter seinare i arbeidslivet.

Oppbygging av batteripakke og dimensjonering av ladestasjon har stått sentralt i prosjektet. Det måtte avklarast om det var tilstrekkeleg nettkapasitet ved ferjekaia til å drive eit ladesystem. Det er lite informasjon å finne om store likestraumsanlegg og batterileverandøren har ikkje gjort seg tilgjengeleg for avklaring. Planlegging av ladestasjonen og konstruksjon av vår automatiske hurtigkopling, har difor vore ei utfordring.

Framlegget til løysinga vart prosjektert frå grunnen av, utan føringar frå oppdragsgjevar. Gruppa samarbeida med fleire eksterne partar der vi opplevde at dei hadde interesse for prosjektet. Det å rådføre seg med lokale bedrifter, med kompetanse innan det maritime fagområdet, har vore svært avgjerande for det endelege resultatet. Det er likevel ikkje alle som har møtt våre førespurnader med like mykje interesse. Fleire bedrifter ville heller ikkje bruke resursar på studentprosjekt grunna kommersielle faktorar.

Hovudkriteriet til oppgåva var at batteribytet skulle vere heilautomatisk. Dette har vi løyst. Resultatet har blitt ei batteripakke som blir driven av eigen kraft til og frå ladestasjon. Alle dei mekaniske komponentane er 3D-modellert og konstruksjonen er sett saman og animert i Autodesk Inventor. Dette har vore til stor hjelp ved planlegginga av automatiseringa.

Det er forsøkt å konstruere løysinga så enkelt som mogleg, etter dei gitte rammene. Dette for å gjere konstruksjonen robust og halde kostnadane nede. Fokuset har vore eit raskt og påliteleg batteribyte, med minst mogleg rørelege delar. Eit viktig element har vore at batteribytet skal kunne gjennomførast uansett vêr og sjøforhold, innanfor vår gitte tidsmargin. Det er ikkje grunnlag for å konkludere om dette fungerer i praksis, sidan det må testast først.

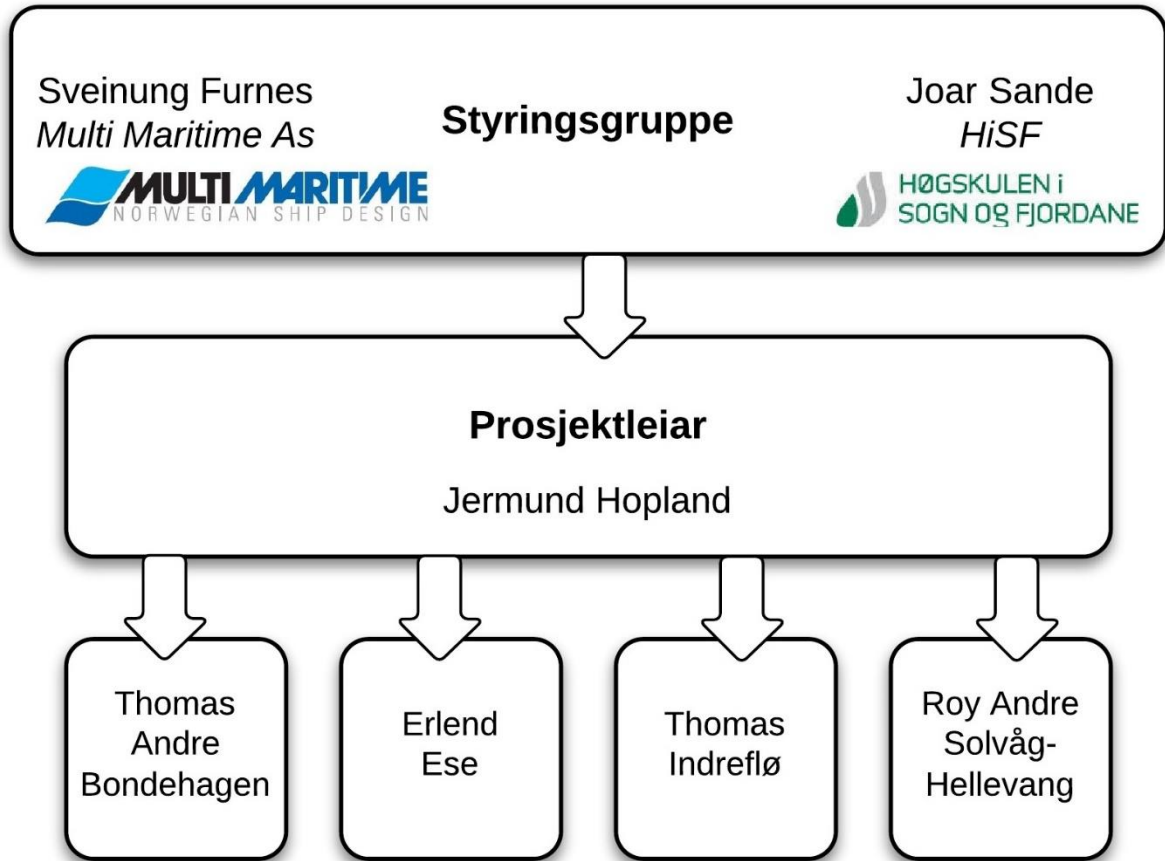
Det er ikkje utarbeida noko kostnadsoverslag for mekanisk konstruksjon og utbygging av kai. Utan desse postane er det nytta om lag sekstifem prosent av den totale kostnadsramma. Konstruksjonen er i utgangspunktet enkel, der det er nytta fleire standardkomponentar og kjende løysingar. Gruppa konkluderer derfor med at det er mogleg å bygge ei slik løysing innanfor vår gitte kostnadsramme på ti millionar kroner.

Dette har vore eit lærerikt prosjekt, med mange ulike faktorar å kartlegge. Det har vore fordelaktig med stor gruppe for å kunne gå i breidda i arbeidet. Gruppa er godt nøgde med resultatet, ut ifrå dei føresetnadane vi hadde til å løyse ei slik oppgåve. Alt må testast og kvalitetssikrast før løysinga kan setjast i drift, men rapporten gir eit godt grunnlag for å realisere prosjektet.



## 12 Prosjektadministrasjon

### 12.1 Organisering



#### Prosjektgruppa

- Jermund Hopland [jermundh@stud.hisf.no](mailto:jermundh@stud.hisf.no)
- Thomas André Bondehagen [thomasbo@stud.hisf.no](mailto:thomasbo@stud.hisf.no)
- Erlend Ese [erlendes@stud.hisf.no](mailto:erlendes@stud.hisf.no)
- Thomas Indrefløy [thomasin@stud.hisf.no](mailto:thomasin@stud.hisf.no)
- Roy Andre Solvåg-Hellevang [royas@stud.hisf.no](mailto:royas@stud.hisf.no)

#### Styringsgruppe

- Joar Sande [joar.sande@hisf.no](mailto:joar.sande@hisf.no)
- Sveinung Furnes [sf@multi-maritime.no](mailto:sf@multi-maritime.no)

## 12.2 Tidsbruk og Milepælar

Gruppemedlemene har tatt ulike fag ved sida av prosjektet, så det har forsvunne 2-10 timar med gruppearbeid i veka. Tidsforbruket til gruppa har vore ganske jamt oss i mellom. Gruppa har som regel jobba saman sjølv om det har vore forskjellige ting vi har arbeidd med, slik har vi kunne hjulpet kvarandre med innspel og liknande. Tidsforbruket var 90 til 100 timar per person i forprosjektperioden. Det totale timetalet skal vere opp til fem hundre timar per person. Timelister for prosjektperioden ligg som vedlegg 21.

### Milepælar

❖ Prosjektstart	måndag	06.01.14
❖ prosjektskildring	fredag	17.01.14
❖ Forprosjekt	fredag	14.02.14
❖ Midtvegspresentasjon	onsdag	09.04.14
❖ Innlevering sluttrapport	fredag	23.05.14
❖ Presentasjon	onsdag	28.05.14
❖ Nettsida ferdigstilt	fredag	06.06.14

## 12.3 Møter

### Gjennomførte møter i forprosjektperioden

Dato	Kl.		Type
11.12.13	12:00	Multi Maritime AS	Infomøte
06.01.14	11:00	Gruppemøte	Statusmøte 1
14.01.14	14:00	Multi Maritime AS	Prosjektoppstart
20.01.14	10:30	DNV GL AS	Reglar og krav
22.01.14	13:30	Sognekraft	Energikapasitet kai
22.01.14	15:00	Fjord1 (MF Årdal)	Omvising og info om ferja
23.01.14	12:00	Gruppemøte	Statusmøte 2
04.02.14	12:00	Gruppemøte	Statusmøte 3
11.02.14	13:00	Multi Maritime AS	2. møte oppdragsgjevar

### Gjennomførte møter i hovudprosjektperioden.

Dato	Kl.		Type
26.02.14	13:30	Gruppemøte	Statusmøte 4
05.03.14	13:00	Hellenes	Ekstern konsultasjon
18.03.14	12:00	Gruppemøte	Statusmøte 5
26.03.14	14:30	Hellenes	Ekstern konsultasjon
10.04.14	12:30	Fagskulen	Ekstern konsultasjon
07.05.14	12:00	Gruppemøte	Statusmøte 6
08.05.14	09:00	Multi Maritime	3. møte oppdragsgjevar
16.05.14			

Vi ser at mot slutten av prosjektet har vi ikkje vert flinke nok til å gjennomføre statusmøta, men sidan vi har jobba mykje ilag har vi likevel hatt grei kontroll.

## 12.4 Framdrift i forhold til plan

Når forprosjektet var levert og godkjent starta vi på sjølve hovudprosjektet. Vi delte inn prosjektet i fleire delmål der vi hadde ansvar for kvar vår del av desse. Seinare sette vi saman dei ulike delprosjekta til ei komplett løysing for automatisk batteribyte.

Vi laga eit ganntskjema for framdrifta i forkant av prosjektet og eit i etterkant for å vise korleis vi enda i forhold til planlagt framdrift. Sjå vedlegg 22, ganntskjema. Utviklingsfasen varte om lag ein månad lenger enn planlagt. Målet «godkjenning og utvikling av produkt (batterikontakt)» er fjerna etter vi gjorde ei heilskapleg prioritering på grunn av arbeidsmengda knytt til dette.

## 12.5 Nettside

Som ein del av rammene i hovudprosjektet skulle vi lage ei heimeside for prosjektet.

<http://studprosjekt.hisf.no/~14nfu/>

På denne nettsida har vi presentert prosjektgruppa prosjektet, kom med oppdateringar. Rapportane som vi har produsert og anna relevant informasjon har vi lagt tilgjengeleg på denne sida.

## 12.6 Plakat og pressemelding

Rammene for hovudprosjektet seier og at gruppene skal utarbeide ei pressemelding som skal vere klar om lag fjorten dagar før presentasjonen. Plakat til prosjektet skal vere klar seinast dagen før presentasjonen.

Desse har vi utarbeida og lagt ut på heimesida vår, dei ligger og som vedlegg 23 og 24.

## Referanseliste

- [1] Corvus Energy, «Energy storage module,» [Internett]. Available: <http://www.corvus-energy.com/index.html>. [Funnen 20 01 2014].
- [2] Multi Maritime AS, «Ship design and enggineering,» [Internett]. Available: <http://www.multi-maritime.no/>. [Funnen 14 01 2014].
- [3] Emerson Network Power, «High-Available Power Systems, Part 1: UPS Internal Topology,» 11 2000. [Internett]. Available: [http://www.emersonnetworkpower.com/documents/en-us/brands/liebert/documents/white%20papers/high-availability%20power%20systems,%20part%20i\\_ups%20internal%20topology.pdf](http://www.emersonnetworkpower.com/documents/en-us/brands/liebert/documents/white%20papers/high-availability%20power%20systems,%20part%20i_ups%20internal%20topology.pdf). [Funnen 13 02 2014].
- [4] Corvus Energy, «Certification,» [Internett]. Available: <http://www.corvus-energy.com/certification.html>. [Funnen 14 02 2014].
- [5] Corvus Energy, «Energy Storage FAQ,» [Internett]. Available: <http://www.corvus-energy.com/faq.html>. [Funnen 13 02 2014].
- [6] Det Norske Veritas, «Tentative Rules for Battery Power,» 2012. [Internett]. Available: <https://exchange.dnv.com/publishing/ruleship/2012-04/ts628.pdf>. [Funnen 13 02 2014].
- [7] Det Norske Veritas, «Electrical Installations,» 2013. [Internett]. Available: <https://exchange.dnv.com/publishing/RulesShip/2013-07/ts408.pdf>. [Funnen 13 02 2014].
- [8] Røwde & Co AS, «Røwdehjul,» [Internett]. Available: <http://rowde.no/start/>. [Funnen 23 04 2014].
- [9] Skandinavisk Dekk Import Norge AS, [Internett]. Available: <http://www.sdias.no/>.
- [10] Corvus Energy, «Battery Management Features,» [Internett]. Available: <http://www.corvus-energy.com/managementsystems.html>. [Funnen 14 05 2014].
- [11] Anybus, «Connecting devices with a CAN interface,» [Internett]. Available: <http://www.anybus.com/products/abccan.shtml>. [Funnen 14 05 2014].
- [12] Compower, «UPS og kraftelektronikk,» [Internett]. Available: <http://www.compower.no/no/>. [Funnen 08 05 2014].
- [13] J. E. Ormbostad, Montørhåndboka NEK 400:2010,s281, figur 8.2, 4. utgåve red., A. Øgård, Red., Elforlaget, 2011.

- [14] Omron Electronics Norway AS, «Cylindrical Proximity Sensor E2A,» [Internett]. Available: [http://www.ia.omron.com/data\\_pdf/cat/e2a\\_dsheets\\_d100-e1-01b.pdf?id=1883](http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/e2a_dsheets_d100-e1-01b.pdf?id=1883). [Funnen 14 05 2014].
- [15] ELFA DISTRELEC, «Ultrasonic sensor UC4000-30GM-IUR2-V15,» [Internett]. Available: [https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/datasheets/jb241427\\_e.pdf](https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/datasheets/jb241427_e.pdf). [Funnen 14 05 2014].
- [16] ELFA DISTRELEC, «Low Profile Rotary sensor,» [Internett]. Available: <https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/datasheets/06490007.pdf>. [Funnen 15 05 2014].
- [17] ELFA DISTRELEC, «30mm wide pre-wired limit switches,» [Internett]. Available: [https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/datasheets/CE70\\_0\\_M.pdf](https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/datasheets/CE70_0_M.pdf). [Funnen 15 05 2014].
- [18] ELFA DISTRELEC, «H8C load cell,» [Internett]. Available: [https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/datasheets/H8C\\_eng\\_tds.pdf](https://www1.elfa.se/data1/wwwroot/assets/datasheets/H8C_eng_tds.pdf). [Funnen 15 05 2014].
- [19] Lønne Scandinavia AS, [Internett]. Available: <http://www.lonne.com/>. [Funnen 22 04 2014].
- [20] BEACON Material Handling Equipment, «Heavy Capacity Scissor Lift,» [Internett]. Available: <http://www.beacontechnology.com/scissorlifts/heavycapacityscissorlift/>. [Funnen 12 05 2014].
- [21] Linak Norge AS, «ACTUATOR LA23,» [Internett]. Available: [http://www.linak.com/corporate/pdf/english/data%20sheet/linear%20actuator\\_la23\\_data%20sheet\\_eng.pdf](http://www.linak.com/corporate/pdf/english/data%20sheet/linear%20actuator_la23_data%20sheet_eng.pdf). [Funnen 13 05 2014].
- [22] O. Sande, «Prosesstyring kompendium A7,» Olav Sande, 2012.
- [23] Siemens Global Website, «S7-1200,» [Internett]. Available: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?query=6AG1211-1AE31-2XB0&func=cslib.cssearch&content=adsearch%2Fadsearch.aspx&lang=en&siteid=ceus&objaction=cssearch&searchinprim=&nodeid99>. [Funnen 13 05 2014].
- [24] Siemens Global Website, «SIMATIC HMI TP2200 COMFORT PANEL, TOUCH OPERATION, 22",» [Internett]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/no/Catalog/Product/6AV2124-0XC02-0AX0>. [Funnen 12 05 2014].
- [25] Siemens Global Website, «SIMATIC HMI KTP600 BASIC MONO PN, BASIC PANEL, KEY AND TOUCH OPERATION, 6",» [Internett]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/6AV6647-0AB11-3AX0>. [Funnen 12 05 2014].

- [26] OneCo Products, «Hva er Industrielt Ethernet,» [Internett]. Available: <http://www.onecoproducts.no/Industrielt-Ethernet.aspx>. [Funnen 12 05 2014].
- [27] Siemens AG, «Industrial Wireless Communication,» 09 2009. [Internett]. Available: [http://www.industry.siemens.nl/automation/nl/nl/industriële-communicatie/iwlan-industrial-wireless-communicatie/industrial-wireless-lan/Documents/BS\\_SCALANCE\\_W\\_en\\_2009.pdf](http://www.industry.siemens.nl/automation/nl/nl/industriële-communicatie/iwlan-industrial-wireless-communicatie/industrial-wireless-lan/Documents/BS_SCALANCE_W_en_2009.pdf). [Funnen 12 05 2014].
- [28] Siemens Industrial Automation and Driver Technologies, «Antennas and Accessories,» [Internett]. Available: 13.
- [29] Siemens Industrial Automation and Driver Technologies, «SCALANCE W788-1PRO,» [Internett]. Available: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll/33318639?func=ll&objId=33318639&objAction=csView&nodeid0=58687227&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&load=content>. [Funnen 24 04 2014].
- [30] Siemens Industrial Automation and Driver Technologies, «SCALANCE W746-1PRO,» [Internett]. Available: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&nodeid0=21238004&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&extranet=standard&viewreg=WW&objid=58689972&treeLang=en>. [Funnen 24 04 2014].
- [31] Siemens Industrial Automation and Driver Technologies, «SCALANCE x206-1,» [Internett]. Available: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&objId=24626251&nodeid0=18691432&load=content&lang=en&siteid=cseus&aktprim=0&objaction=csview&extranet=standard&viewreg=WW>. [Funnen 24 04 2014].
- [32] Nokta Industrial Automation Systems, [Internett]. Available: <http://www.noktaendustriyel.com/eng/ProductDetails.html?MLFB=6GK5786-3AB60-2AA0&PageNo=G&PageName=Function>. [Funnen 12 05 2014].
- [33] Tormatic AS, «Lysgitter,» [Internett]. Available: <http://www.tormatic.no/lysgitter/eos-wtfwthf---lysgitter-med-vanntett-kapsling>. [Funnen 14 05 2014].
- [34] Lovdata, «Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg,» [Internett]. Available: <http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1998-11-06-1060>. [Funnen 14 05 2014].
- [35] Lovdata, «Forskrift om elektriske forsyningsanlegg,» [Internett]. Available: <http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2005-12-20-1626>. [Funnen 14 05 2014].

## Figur- og tabelliste

### **Figurliste**

Figur 1 Multi Maritime AS logo .....	2
Figur 2 Driftsprofil Mannheller-Fodnes ved dårlige vêrforhold .....	3
Figur 3: Informasjonsmodell med nummererte komponentar og definisjon av aksar .....	8
Figur 4 Modell av batteribyte ved vekslevogn .....	9
Figur 5 Skisse av konteinarvogn med ladetilkopling styrehjul .....	10
Figur 6 Sideluke med styreskinne i midten .....	11
Figur 7 Køyrelem på ladestasjon .....	11
Figur 8 Vogn med hjul og skinner til styring av konteinar .....	12
Figur 9 Skisse av plattform på sakseheiser .....	12
Figur 10 Skisse av køyrelem og sideluke på ladestasjon .....	13
Figur 11 Skisse av batteritilkopling med lineær aktuator og lastcelle .....	16
Figur 12 Einlinje skjema sjølvgåande batterikonteinar .....	17
Figur 13 Illustrasjon av ei lastcelle med påtrykka last .....	18
Figur 14 Sakseheis levert av Beacon .....	20
Figur 15 Siemens S7-1200 PLS .....	21
Figur 16 Siemens Simatic HMI Comfort panel 22" .....	22
Figur 17 Siemens Simatic HMI Basic panel 6" .....	22
Figur 18 Oversikt over oppbygningen av trådløs kommunikasjon .....	24
Figur 19 Algoritme sjølvgåande batterikonteinar .....	25

### **Tabelliste**

Tabell 1 Samansetting av batteripakken .....	14
Tabell 2 Krav til ladestasjon .....	15
Tabell 3 Risikoanalyse .....	29

## Vedlegg

Vedlegg 1 Møtereferat Oppdragsgjevar Multi Maritime AS .....	1
Vedlegg 2 Møtereferat eksterne aktørar.....	6
Vedlegg 3 Interne statusmøter .....	16
Vedlegg 4 Driftsprofil frå Multi Maritime AS .....	22
Vedlegg 5 Kapasitetsberekning, kostnadsoverslag og teknisk data frå Sognekraft AS.....	23
Vedlegg 6 E-post frå Corvus Energy, Trevor Small .....	27
Vedlegg 7 Batteribyteprinsippa frå forprosjekt.....	32
Vedlegg 8 Kjededriftprinsipp .....	42
Vedlegg 9 E-post Multi Maritime, batterispenning .....	46
Vedlegg 10 Forslag hybridløysing frå Corvus Energy.....	47
Vedlegg 11 E-post frå Compower, UPS-system.....	50
Vedlegg 12 Dimensjonering av kabeltversnitt på ferje.....	52
Vedlegg 13 Dimensjonering av kabeltversnitt til lading.....	55
Vedlegg 14 Liste over komponentar med plassering.....	56
Vedlegg 15 Skisse over komponentplassering.....	59
Vedlegg 16 Utrekning av drivkraft motorar .....	60
Vedlegg 17 Teknisk informasjon om motor og pristilbod frå Lønne AS .....	61
Vedlegg 18 I/O-Liste for PLS-ane .....	63
Vedlegg 19 Økonomi .....	64
Vedlegg 20 ROM analyse .....	77
Vedlegg 21 Timelister januar til mai .....	81
Vedlegg 22 Gantt-skjema.....	86
Vedlegg 23 Plakat.....	89
Vedlegg 24 Pressemelding .....	90
Vedlegg 25 Avtale om hovudprosjekt HSF-AIN.....	91
Vedlegg 26 Avtale om publisering.....	92



## Vedlegg 1 Møtereferat Oppdragsgjevar Multi Maritime AS

### Møtereferat

#### Hovudprosjekt 2014 (Lading av elektriske ferjer).

---

Dato	11.12.2013
Klokkeslett	12.00
Varigheit	60 min
Møtestad	Multi Maritime AS (Concordbygget)
Til stades	➤ Roy Andre Solvåg-Hellevang ➤ Gjermund Johannessen

---

Neste møte      Januar 2014

---

#### Sakliste

1. Informasjon om mulig oppgåve til hovudprosjekt.

#### I Diskusjon

På dette møtet informerte Gjermund Johannessen om kva han ønskjer at vi skal finne ut i dette prosjektet. Han ønskjer at vi skal prøve å finne ei løysing på korleis ein skal lage ei enkel, rimelig og funksjonell løysing på lading elektriske ferjer. Vi står fritt til å finne den løysinga vi meiner er den beste, med eit utgangspunkt i sambandet Manheller-Fodnes. Han viste ein video av Tesla sin «batteryswap», da han har sett føre seg at dette kan vere inspirasjon til ei eventuell løysing (bytte batteripakker når ferja ligger til kai). Dei har tidlegare vurdert direkte hurtiglading av ferjene når dei ligger til kai, men p.g.a. behov for store mengder straum på kort tid er dette kostbart å installere. Dette er p.g.a. at straumtilførselen til kaia må oppgraderast med nye tilførselskablar.

Multi Maritime sitter på mykje dokumentasjon og kunnskap som vi kan dra nytte av i dette prosjektet.

#### Arbeidsfordeling framover

- Bestemme oss for om dette er eit prosjekt vi vil satse på.
- Velje prosjektleiar, og andre ansvarsområder.
- Nytt møte med oppdragsgjevar.
- Velje namn på prosjektet.

---

Referent      Roy Andre Solvåg-Hellevang

---

## Møtereferat

### Automatisert batteribyte på bilferje

---

<b>Dato</b>	14.01.2014
<b>Klokkeslett</b>	14.00
<b>Varighet</b>	60 min
<b>Møtestad</b>	Multi Maritime AS (Concordbygget)
<b>Til stades</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Roy Andre Solvåg-Hellevang</li><li>➤ Thomas Indrefløy</li><li>➤ Jermund Hopland</li><li>➤ Thomas André Bondehagen</li><li>➤ Erlend Ese</li><li>➤ Sveinung Furnes</li><li>➤ Hans Kristian Dyrli</li></ul>

---

<b>Neste møte</b>	Ved behov. (11.02.2014)
-------------------	-------------------------

---

#### Sakliste

2. informasjon om prosjektet.
3. eventuelt

#### I Diskusjon

Vi fekk ein god gjennomgang av kva Multi Maritime tenkjer med dette prosjektet. Vi skal ta utgangspunkt i Manheller-Fodnes sambandet. Dei ynskjer ei heilautomatisert løysing som ikkje trenger ekstra mannskap, og det skal vere muleg å utvide om ein trenger større batteri dersom ferja f.eks. skulle flyttast til eit anna samband. Ferja trenger eit batteri på rundt 150kW/h for å klare ein overfart. Må ha UPS-straum ved batteribyte, og vi må sjekke evt behov for synkronisering ved tilkopling. Vi må sjekke ut om krav ved ambulanseutrykking. Vi må også sjekke støtteordningar frå f.eks. NOX-fondet, og eventuelle krav frå DNV.

Systemet må vere funksjonelt og driftssikkert.

Nød drift av ferja skal vere dieselmotor.

Vi fekk og opplyst at Sveinung Furnes skal vere vår kontaktperson i Multi Maritime.

#### Arbeidsfordeling framover

- Fordele arbeidsoppgåver
- innhente dokumentasjon.
- Byrja å utarbeide forskjellige løysingar

---

<b>Referent</b>	Roy Andre Solvåg-Hellevang
-----------------	----------------------------

---

# Møtereferat

## Automatisert batteribyte på bilferje

---

<b>Dato</b>	11.02.2014
<b>Klokkeslett</b>	13.00
<b>Varighet</b>	60 min
<b>Møtestad</b>	Multi Maritime AS (Concordbygget)
<b>Til stades</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Roy Andre Solvåg-Hellevang</li><li>➤ Thomas Indrefløy</li><li>➤ Jermund Hopland</li><li>➤ Thomas André Bondehagen</li><li>➤ Erlend Ese</li><li>➤ Sveinung Furnes</li><li>➤ Hans Kristian Dyrli</li></ul>

---

<b>Neste møte</b>	Ved behov
-------------------	-----------

---

### Sakliste

1. Status prosjektframdrift
2. Avklaringar ang. batteri og informasjon til Corvus
3. Status Sognekraft – Energikapasitet og utbyggingskostnadar på Manheller
4. Avklaringar etter synfaring på Manheller og MF Årdal
5. Vurdering av dei fem ulike prinsippsskisser og idear
6. Avgrensingar og framtidige prioriteringar i prosjektet
7. Risikovurdering
8. Avvik og endringar
9. Oppsummering
10. Neste møte

### I Diskusjon

1. Vi forklarte kor langt vi er kome i prosjektet, og kva vi har jobba med. Vi har kome fram med fem forskjellige løysingar som vi presenterer på møtet. Vi har og vore i kontakt med NOX-fondet og fått informasjon om støtte og korleis ein søker. MM sa at det i prosjektet ikkje er aktuelt å søkje, vi skal kunn berekne støtta, og ta det med i økonomidelen.
2. Batteriet skal ikkje vere større enn at det får plass i ein 20 fots konteinar, og det skal plasserast på bildekkdekknivå (ikkje under). MM vil ha eit minimum av batteri om bord, kunn for drift av ferja ved byte av batteripakke. 10 års garantien frå Corvus er nok, vi trenger ikkje be om lenger tid. Cos  $\varphi = 1?$  ved lading.

3. Vi fortalde om møtet vårt med Sognekraft. Dei vart opplyst om energikapasiteten på Manheller og kostnadane for utviding. Vi vart einige om at kapasiteten er meir ein stor nok utan å måtte byte tilførselskabelen.
4. Ikkje så mykje å forklare her, informerte om omvisinga på MF Årdal, og synfaringa av kai anlegget.
5. Vi fortalde om batteribyteprinsippa, og MM fekk sjå prinsippsskisser av dei forskjellige. Hopland «briljerte» med video av sitt prinsipp, som og var det som verkar mest lovande. MM meinte at det var «rotorprinsippet» og «sideskyvprinsippet» som var dei to beste, og at «kai-kranprinsippet» kan vere mogleg. Dei to andre prinsippa vart «kassert».
6. Vi vart oppfordra til å halda fram med «rotorprinsippet» og «sideskyvprinsippet», samt jobbe med batteritilkoplingspluggen.
7. Vi skulle prøve å bruke så mykje standardløysingar som råd, då dette er billigare og enklare å vedlikehalde enn å finne opp løysingar sjølv.
8. Når det gjelder risikovurdering meiner MM vi skal ta ei enkel generell vurdering. Dersom vi går for djupt inn i emnet vil vi støyte på for mange risikomoment. Dette er noko som vi ikkje skal hengje oss for mykje opp i. Ta ei enkel 2-delt risikovurdering, teknisk og økonomisk.
9. Ingen store avvik og endringar, vi er på rett vei og må ha fokus på kostnad.
10. Kort opp summert skal vi fortsette med dei beste prinsippa, ladepluggen og ha stort fokus på kostnad. Konteinaren skal stå på bildekkdeknivå, ikkje nedi skroget. Ikkje større batteri enn at det får plass i ein 20 fots konteinar (opptil 500 kWh).
11. Det er ikkje avtalt noko nytt møte, dette vert ved behov.

### Arbeidsfordeling framover

- Skrive ferdig forprosjektrapporten
- Arbeide vidare med dei beste prinsippa
- Arbeide med batteripluggen
- Skaffe nødvendige opplysningar frå Corvus
- Risikovurdering
- Økonomi

---

<b>Referent</b>	Roy Andre Solvåg-Hellevang
-----------------	----------------------------

---

## Møtereferat

### Automatisert batteribyte på bilferje

---

<b>Dato</b>	08.05.2014	
<b>Klokkeslett</b>	09.00	
<b>Varighet</b>	60 min	
<b>Møtestad</b>	Multi Maritime AS (Concordbygget)	
<b>Til stades</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Roy Andre Solvåg-Hellevang</li><li>➤ Thomas Indrefløy</li><li>➤ Jermund Hopland</li><li>➤ Erlend Ese</li><li>➤ Thomas André Bondehagen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Gjermund Johannessen</li><li>➤ Sveinung Furnes</li><li>➤ Hans Kristian Dyrli</li><li>➤ Bjørn Olav Espe</li></ul>
<b>Neste møte</b>	Ved evt behov	

---

#### Sakliste

4. Velkommen
5. Status på prosjektet
6. pressemelding og plakat
7. Tilbakemelding frå oppdragsgjevar
8. Div.

#### I Diskusjon

Etter at det var ønskt velkommen starta vi møtet med å vise animasjonen av løysinga vår. Denne vart godt mottatt av Multi Maritime. Etterpå gjekk vi gjennom løysinga og diskuterte det vi var komt fram til med tanke på batteribyteløysinga, batteristørrelse, batteritilkoplinga og straum på kaia osv.. Etter litt diskusjon vart det avklart at konteinarane mest sannsynlig må ha ein låsefunksjon om bord på ferja, for å hindre at den flyttar på seg og dermed bryter tilkoplinga. Alt i alt er oppdragsgjevar godt fornøgd med det vi har fått utretta.

Vi viste fram plakaten og pressemeldinga, plakaten vart godkjent, men pressemeldinga må vi endre for å få fram at det er Multi Maritime som eiger rettighetane til prosjektet.

Det vart og avklart at Multi Maritime er positive til å presentere seg sjølv på framføringa av prosjektet dersom vi ønsker dette.

#### Arbeidsfordeling framover

- Innhente evt manglande prisar og dokumentasjon
- Fullføre rapporten
- Lage presentasjonen

---

<b>Referent</b>	Roy Andre Solvåg-Hellevang
-----------------	----------------------------

---

## Vedlegg 2 Møtereferat eksterne aktørar

### Møtereferat

#### Møte med DNV GL AS

---

<b>Dato</b>	20.01.2014
<b>Klokkeslett</b>	10.30
<b>Varigheit</b>	60 min
<b>Møtestad</b>	DNV GL AS i Førde
<b>Til stades</b>	➤ Roy Andre Solvåg-Hellevang ➤ Jørn Helge Folkestad

---

<b>Neste møte</b>	Ved behov
-------------------	-----------

---

#### I Diskusjon

##### Sak nr. 1

Regler for batteridrift av båtar.

Det var poengtert av DNV at det ikkje er godkjent med batteri som står i konteinar på dekk, og at tilkopling av batteri skal vere gjort med skrukoplingar.

I følge DNV skal batteri som er hovudstraumsforsyning vere montert i maskinrom, eller i eit tilstøytande rom.

Når det gjelder batteritilkoplinga kan vi lage eit forslag, og deretter få DNV til å uttale seg om dette er ei løysing som vil bli godkjend.

---

<b>Referent</b>	Roy Andre Solvåg-Hellevang
-----------------	----------------------------

---

## Møtereferrat

### Møte med Fjord1, MF Årdal

---

<b>Dato</b>	22.01.2014
<b>Klokkeslett</b>	1500
<b>Varighet</b>	120 min
<b>Møtestad</b>	Mannheller-Fodnes ferjeleie
<b>Til stades</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Fjord1 tilsette ved Årdal</li><li>➤ Jermund Hopland</li><li>➤ Thomas Andre Bondehagen</li><li>➤ Thomas Indrefløy</li><li>➤ Erlend Ese</li></ul>

---

**Neste møte** Ved behov

---

### I Diskusjon

#### Sak nr. 1

Liggetid og overgangstid: Frå 0545 til 0800 går ferja kvert 15. minutt, den ligg då omtrent 3 minutt. I denne perioden går ferja på full kapasitet. Etter dette går ferja kvert 20. minutt. Den ligg då 5 minutt +/- 1 minutt. Her går ferja på lågare kapasitet.

#### Sak nr. 2

Akutt overgang: Ved utrykkingskjøretøy får ferja telefon frå AMK om at det er eit kjøretøy på veg. Ferja reiser då med ein gang utrykkingskjøretøyet er om bord og kjører ved full kapasitet over.

#### Sak nr 3

Ytre faktorar: Det er generelt ikkje store problem med vær og sjøsprøyt. Flo/fjøre forskjellen er på ca. 1-1,5 meter.

#### Sak nr 4

Erfaringsoverføring: Det er ikkje stor variasjon i kvar ferja ligg til kai.

---

**Referent** Erlend Ese

---

# Møtereferat

## Møte med Sognekraft

---

<b>Dato</b>	22.01.2014
<b>Klokkeslett</b>	1330
<b>Varighet</b>	75 min
<b>Møtestad</b>	Sognekraft, Dalavegen 25, Sogndal
<b>Til stades</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Plansjef, Vidar Øvretun</li><li>➤ Jermund Hopland</li><li>➤ Thomas André Bondehagen</li><li>➤ Thomas Indrefløy</li><li>➤ Erlend Ese</li></ul>

---

**Neste møte** Ved behov

---

### I Diskusjon

#### Sak nr. 1

Kapasitet Mannheller: Ut ifrå utrekningar i prosjekteringsverktøyet Netbas Vidar hadde gjort vil linja frå Kaupanger vere i stand til å levere 980KW. Nettstasjonen som står i tunnelen har ikkje kapasitet til meir enn det som står på kaien no, så det må inn ein ny nettstasjon på 1MW. Denne vil koste omtrent 600 000. Denne må inn uansett kva me kjem fram til. Me skulle få nærare detaljar på prisen via e-post.

#### Sak nr.2

Kapasitet Fodnes: Fodnes høyrer til Lærdal Energi. Pga. brannen i helga bestemte me oss for å ikkje kontakte dei endå. Vidar nemnte at han hadde ein kollega som hadde jobba der før, så då kunne han spørje han om eit ca. tal på kapasiteten. Lengda frå sentrum(esso) til Fodnes ferjekai er ca. 9600m.

#### Sak nr.3

Prisoverslag på utbygging: Det er omtrent 8km frå 66kV anlegget til Mannheller ferjekai. Dette målte me med prosjekteringsverktøyet Netbas. Dersom me vil auke kapasiteten må kabelen bytast ut. Ut i frå eit erfaringsbasert overslag kostar det ca. 2000,- per meter, 17 millionar kroner for å auke kapasiteten til 4MW. Dersom dette blir gjort gjorde han oss merksam på at ein måtte inn med ein ikkje-standardisert trafo, sia den største dei har på lager er på 1600KW. Leveringstiden på ikkje-standardiserte trafo ligg på rundt eit år. Eit anna poeng han nemnte var at det blir ein svært vanskelig og omfattande jobb å skifte kabel, då ein er nødd å stenge tunnelen under arbeidet.

---

**Referent** Erlend Ese

---



## Møtereferat

### Automatisert batteribyte på bilferje

---

<b>Dato</b>	05.03.2014
<b>Klokkeslett</b>	13.00
<b>Varighet</b>	90 min
<b>Møtestad</b>	Hellenes AS, Øyrane, Førde.
<b>Til stades</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Roy Andre Solvåg-Hellevang</li><li>➤ Erlend Ese</li><li>➤ Thomas Indrefløy</li><li>➤ Jermund Hopland</li><li>➤ Thomas André Bondehagen</li><li>➤ Agnar Hellenes</li></ul>

---

**Neste møte** Ved Behov

---

#### Sakliste

1. Idear til konstruksjon
2. Val av komponentar
3. Tips til leverandørar
4. Sensorar til motorstyring
5. Mulige Styringsystem
6. Kontakt for batterilading

#### I Diskusjon

Agnar hadde lest gjennom rapporten og synst vi var godt i gang. Det han meinte kunne vere ei god løysing er å ha ein lem på ferga som blir lagt ned på ei rørleg plattform på kaia, der containerane går på skinner, og bruke kjedetrekk. Dette skulle vere ei enkel, rimelig og driftssikker løysing. Denne vil vi ta med oss i vidare arbeid fram over. Han kom og med innspel om at vi bør ha luftputedemping på rotorprinsippet og «kaikran-prinsippet» for å unngå skader ved evt «kollisjon» pga. for eksempel sjøgang. Som forslag til batteritilkopling vart det nemnt knivtilkopling. Anlegget bør konstruerast slik at det er mulig å skifte defekte komponentar utan driftstans.

Cavotech leverer knivtilkoplingar, vi kan sjå om dei har noko vi kan bruke. Eaton leverer gode PLS-styringar. Mellom kai og ferje brukar ein trådlus kommunikasjon. Hellenes meiner induktive følarar er fornuftig å bruke da dei er billige og driftssikre.

### **Arbeidsfordeling framover**

Thomas I skal sjå på den rørlege plattformen på kaia.

Thomas B går i gang med kjedetrekket.

Jermund byrjar teikning av det nye prinsippet.

Roy ser på luftputedemping.

Erlend jobbar med batteritilkoplinga

---

**Referent**      Roy Andre Solvåg-Hellevang

---

## Møtereferat

### Automatisert batteribyte på bilferje

---

<b>Dato</b>	26.03.2014
<b>Klokkeslett</b>	14.30
<b>Varighet</b>	150 min
<b>Møtestad</b>	Hellenes AS
<b>Til stades</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Roy Andre Solvåg-Hellevang</li><li>➤ Thomas Indrefløy</li><li>➤ Jermund Hopland</li><li>➤ Thomas André Bondehagen</li><li>➤ Erlend Ese</li><li>➤ Agnar Hellenes</li></ul>

---

<b>Neste møte</b>	Ved behov
-------------------	-----------

---

#### Sakliste

1. Gjennomgang av vårt kjedetrekkprinsipp
2. Kjedetrekk
3. Luftputer
4. Kva er dei mest relevante prinsippa å gå vidare med
5. Registrere høgde båt/kai
6. Rørleg underlag
7. Batteritilkopling: - knivar, - skinner i tak.....

#### I Diskusjon

Agnar starta møtet med å endre heile kjedetrekkprinsippet til sjølvgåande konteinar. Store deler av møtet gjekk med til å gå gjennom det nye prinsippet. Konteinar skal no gå på eigne hjul drevet av elektromotorar med snekkeveksel. På land skal vi ha ein plattform som kan hevast og senkast, med ei vogn oppå som går på skinner. Ein lem på ferga skal leggast ned på plattformen, Hellenes tilrår POM som friksjonsbelegg. Vogna beveger seg sideveis for å stille seg inn til riktig posisjon for at konteinar kan køyre av ferga. Deretter stiller den seg inn slik at den andre konteinaren kan køyre om bord. Kjedetrekk og luftputer er ikkje aktuelle tema lenger. Vi bestemte oss for å gå vidare med tilkopling via skinner på taket av konteinarane. Vi må ha gass-detektor og ventilasjon i konteinarrummet på ferja. Etter møtet fekk vi omvising i produksjonshallen til Hellenes, der vi såg på kva dei lagar. Vi fekk og inspirasjon til prosjektet.

### Arbeidsfordeling framover

- Vidareutvikling av sjølvgåande konteinar-prinsippet
- Finne sensorar vi kan bruke
- Utvikle batteritilkoplinga og snakke med DNV
- Finne løfteutstyr til plattformen
- Finne motor og utveksling til konteinarane

---

**Referent**      Roy Andre Solvåg-Hellevang

---

## Møtereferat

### Automatisert batteribyte på bilferje

---

Dato	10.04.2014
Klokkeslett	12.30
Varighet	30 min
Møtestad	Fagskulen i Førde
Til stades	➤ Jermund Hopland ➤ Thomas André Bondehagen ➤ Erlend Ese ➤ Frank Dubielzyk

---

Neste møte Ved behov

---

#### Sakliste

8. Gjennomgang av dokument knytt til prosjekt
9. Dimensjonering av motor
10. Dimensjonering av kabel til lading og drift
11. Batteritilkopling
12. PLS program

#### I Diskusjon

1. Vi gikk igjennom prosjektet og korleis batteribytet skal skje. For å få tilstrekkelig drivkraft tek vi utgangspunkt i at container skal køyre opp ein 10 graders stigning. Ut ifrå våre berekningar hadde Frank rekna ut naudsynt effekt på motor. Vo tok atterhald om at utrekningane kunne vere feil, men det kunne justerast i ettertid ut ifrå gitte formlar. Våre tal brukt til utrekningane:

- Turtal: 3,82 o/min (0,5 m diameter hjul, 0,1 ms (6 m/min) fart)
- Dreiemoment: 3016 Nm (10 grader stigning)

2. Følgjande formel vart brukt til utrekning av motoreffekt:

$$T(\text{dreiemoment}) = \frac{P(\text{Effekt}) * 60}{2 * \pi * n}$$
$$P(\text{Effekt}) = \frac{T * 2 * \pi * n}{60} = \frac{3016 * 2 * \pi * 3,82}{60} = 1206W = 1,2 kW$$

Vi diskuterte om det vil vere best med akseldrift med ein motor på kvar aksling, eller fire motorar, ein til kvart hjul, og så synkronisere drifta. Ved val av akseldrift må dei to drivakslingane uansett synkroniserast.

I tilfelle med to motorar må vi ha motor med ca 600 W, med fire motorar ca 300 W. Eventuell sikkerheitsfaktor med omsyn til drivkraft må leggast til når vi endeleg skal bestemme storleik på motor.

Det ville vere best å bruke likestrøm framfor vekselstraumsmotor. Det blir levert komplette og nøyaktige styringar til desse. 4-kvadrant motorar vil fungere best til vårt prosjekt sidan dei køyrer og bremsar i begge retningar, og ein slepp å endre polaritet for å endre retning.

Frank viste til eit firma som heiter [Drivetek AS](http://www.drivetek.no) med bredt utval av motorar.

Styringsystem: [http://www.dtc.no/likestromstyring\\_tpd32\\_42.html](http://www.dtc.no/likestromstyring_tpd32_42.html)

3. Frank hadde han ikkje mykje erfaring med så store straumar som vi skal dimensjonere for, men meinte at anten parallellkopling av fleire kablar, eller straumskinner var det vi måtte gå for. Elles kunne vi kontakte kraftselskap som kanskje kunne svare på desse spørsmåla.
4. Vi diskuterte kva type tilkopling vi skulle bruke, og dimensjon på kabel. Vår ide med plater som blir kopla til med trykkstempel over eller under container var noko som kunne fungere iføljje Frank. Elles var også dette noko han ikkje hadde erfaring med.
5. PLS burde fungere slik at hovudprogrammet ligg på PLS på kai, med «slavar» på båt og i containarar. Slavane med I/O skulle samle in data, og kommunisere med hovud PLS. Prosessen bør kunne overvakast og styrast frå brua på båten.

I tillegg burde container kunne køyrast manuelt viss kommunikasjon skulle svikte, og det burde ligge program for dette i PLS i container. Opning av luke, og til og fråkopling av batteri på båt bør også kunne køyrast manuelt.

---

<b>Referent</b>	Jermund Hopland
-----------------	-----------------

---

# Møtereftrat

## Automatisert batteribyte på bilferje

---

<b>Dato</b>	09.05.2014
<b>Klokkeslett</b>	12.30
<b>Varigheit</b>	2 timar
<b>Møtestad</b>	Fagskulen i Førde
<b>Til stades</b>	➤ Thomas André Bondehagen ➤ Erlend Ese ➤ Oddvin Grøneng

---

**Neste møte** Ved behov

---

### Sakliste

1. Gjennomgang av utrekningar til dimensjonering av kabel
2. Gjennomgang av aktuelle normer
3. FEBDOK berekningar

### I Diskusjon

1. Vi gjekk igjennom prosjektet og korleis batteribytet skal fungere. Vi forklarte resonnementet vi hadde brukt i utrekningane til kabelen. Oddvin meinte dette såg fornuftig ut.
2. Vi fekk låne NEK-410 og såg gjennom denne etter normer som var aktuelle. Vi oppdaga NEK 410 del 352 §3.3.5 «Correction Factors for short time duty» som er ein tabell som syner korreksjonsfaktor ved arbeid på 30 og 60 minutt.

Korreksjonsfaktoren var gitt ved  $\sqrt{\frac{1,12}{1-e^{-\frac{ts}{T}}}}$

- der  $ts$  var tida og  $T$  ein faktor gitt av diameteren på kabelen. Sidan tida i vårt tilfelle er mykje kortare enn 30 minutt tok vi ein føresetnad om at vi at kunne bruke formelen for energitålighet gitt frå NEK 400. Dette var Oddvin samd i.
3. Oddvin la inn detaljane våre i berekningsprogrammet FEBDOK og det synta at vi hadde valt ok tverrsnitt og vern for belastninga gitt ved gjennomsnitt under ferjedrift. Deretter laga han eit nytt anlegg for dimensjonering av ladinga til batteripakken føreset at vi kom til å bruke dei verdiane vi hadde rekna ut.

---

<b>Referent</b>	Erlend Ese
-----------------	------------

---

## Vedlegg 3 Interne statusmøter

### Møtereferat

#### Automatisert batteribyte på bilferje

---

<b>Dato</b>	26.02.2014
<b>Klokkeslett</b>	13:30
<b>Varighet</b>	15 min
<b>Møtestad</b>	HiSF Førde
<b>Til stades</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Roy Andre Solvåg-Hellevang</li><li>➤ Erlend Ese</li><li>➤ Thomas Indrefløy</li><li>➤ Jermund Hopland</li><li>➤ Thomas André Bondehagen</li><li>➤ Joar Sande</li></ul>

---

<b>Neste møte</b>	26.02.2014
-------------------	------------

---

#### Sakliste

11. Godkjenning av referat frå førre møte
12. Kommentar til forprosjektrapport
13. Kommentar til Hovudmål og Delmål
14. Status framdrift
15. Status Corvus
16. Kontakte bedrifter om standardkomponent og pris/vurdering av konstruksjon
17. Ressurssituasjon og økonomi
18. Oppsummering
19. Neste møte

#### I Diskusjon

1. Møtereferat godkjent
2. Forprosjektrapporten er veldig bra. Referanselista må utvidast til hovudrapporten.
3. Avklare med MM om kor omfattande utrekning/berekning vi skal gjere av konstruksjon på dei forskjellige prinsippa våre. Snakke med MM om innspel frå Corvus
4. Vi føler at vi ligger bra i rute ut ifrå det vi har berekna i Gantt skjema
5. Vi avventar informasjon



6. Vi skal fortsette å prøve å få kontakt med firma som kan levere kraner og containerløfteutstyr for å få priser på utstyr som vi trenger. Joar kom med innspel om at vi kunne ta kontakt med Hellenes for å få hjelp til å vidareutvikle prinsippa våre.
7. Ingen endring i resurssituasjon og økonomi
8. Vi er i rute, jobbar vidare med prinsippa våre. Vi skal prøve å få eit møte med Hellenes, og avventar info frå Corvus.
9. Neste møte blir onsdag 12.03.14

### Arbeidsfordeling framover

- Roy skal fortsette å prøve å få inn prisar og info på kran, og prøve å få til eit møte med Hellenes.
- Thomas B og Jermund fortsetter med rotorprinsippet
- Erlend fortsetter med heimesida
- Thomas I fortsetter med batteri

---

<b>Referent</b>	Roy Andre Solvåg-Hellevang
-----------------	----------------------------

---

## Møtereferat

### Automatisert batteribyte på bilferje

---

<b>Dato</b>	18.03.2014
<b>Klokkeslett</b>	12.00
<b>Varighet</b>	60 min
<b>Møtestad</b>	HiSF Førde, Linus
<b>Til stades</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Roy Andre Solvåg-Hellevang</li><li>➤ Thomas Indrefløy</li><li>➤ Jermund Hopland</li><li>➤ Thomas André Bondehagen</li><li>➤ Erlend Ese</li></ul>

---

<b>Neste møte</b>	Etter behov
-------------------	-------------

---

#### Sakliste

13. Godkjenning av referat frå førre møte
14. Status framdrift
15. Hvilken løysning(er) vi skal bestemme oss for, og hvilke mangler som så utbedres
16. Status Corvus, evt. sende denne oppaven vidare til Multi Maritime AS
17. Fordeling av arbeidsoppgaver internt i gruppen
18. Videre framgang i prosjektet

#### I Diskusjon

##### Sak 1

Møtereferatet godkjennast

##### Sak 2 og 3

Gruppa vart einige om å bli ferdig med to modellar, for å så fokusere på automasjonsdelen i prosjektet. Vi ble einige om å ferdigstille kjedetrekk-prinsippet og rotorprinsippet. Det står att litt arbeid med teikningane i Inventor, for at vi kan sette i gang med automasjonsdelen.

**Sak 4**

Roy André skal ta saken vidare til Multi Maritime angående Corvus. Ønskelig for oss er at de overtar kommunikasjonen med Corvus. Vi kom også fram til at sidan samarbeidet med Corvus er utfordrande, vil det eventuelt bli ein løysning å høre med European Batteries.

**Sak 5**

- Erlend skal ta kontakt med diverse Offshore logistikk firma, for å sjå kva løysningar de nyttar i samband med lossing av cargo.
- Thomas André skal kontakte eigaren av Sunnfjord sag, i håp om at gruppa skal få ei synfaring her, samt hente inn litt praktiske idear.
- Roy André tek seg av møte med Multi Maritime angående Corvus.
- Thomas Indrefløy skal eventuelt ta kontakt med European Batteries ved eit seinare tidspunkt.

**Sak 6**

1. Ta kontakt med Sunnfjord sag for synfaring
2. Kontakte offshore logistikk firma
3. Teikne ferdig de to løysningane vi går vidare med i Inventor
4. Finne ut kva typar sensorar, styreeiningar og motorar vi trenger for å automatisere de to løysingane
5. Finne priser på de ulike komponentane til løysningane. Her er vi ute etter prisar på helt ferdige modeller
6. Fullstendig dokumentasjon av løysningane. Alt frå prisar til teikningsunderlag
7. Ferdigstilling av rapport

**Arbeidsfordeling framover**

Dette punktet er skildra i teksten ovanfor. Enkelte av de nemnte arbeidsoppgåvene vil bli arbeidsfordelt undervegs i prosjektet, eller eventuelt på eit seinare møte.

---

<b>Referent</b>	Thomas André Bondehagen
-----------------	-------------------------

---

# Møtereftrat

## Automatisert batteribyte på bilferje

---

<b>Dato</b>	07.05.2014
<b>Klokkeslett</b>	12.00
<b>Varigheit</b>	30 min
<b>Møtestad</b>	HiSF Førde, Linus
<b>Til stades</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Roy Andre Solvåg-Hellevang</li><li>➤ Thomas Indrefløy</li><li>➤ Jermund Hopland</li><li>➤ Thomas André Bondehagen</li><li>➤ Erlend Ese</li></ul>

---

<b>Neste møte</b>	Møte med Multi Maritime AS 08.05.2014
-------------------	---------------------------------------

---

### Sakliste

1. Godkjenning av referat frå førre møte
2. Status framdrift
3. Status Corvus batterileverandør
4. Status rapport, kva manglar i rapporten
5. Lage pressemelding
6. Status plakat
7. Avgjere tidsfristar for rapporten

### I Diskusjon

#### Sak 1

Møtereftratet er godkjent

#### Sak 2

Thomas B. og Roy ventar på info om PLS og generell informasjon om automasjonen. Vi har utarbeida eit forslag til korleis det skal fungere, og spurt Siemens om kva komponentar dei tilrår.

Erlend ventar også på svar frå Oddvin Grøneng på fagskulen angående dimensjonering av kabel til ladestasjon.

Roy har funne ny heis sidan Wurth sin saksehis ikkje var stabil nok til vårt bruk. Ventar på avklaring om ny heis er stabil. Vi treng minimum to heisar, og venta pris er ca ein halv million pr. stk.

**Sak 3**

Erlend har overtatt kontakt med batterileverandør, og har sendt ein ny e-post med spørsmål. Dei lurar på kva DC-bus spenning vi har på vårt system. Vi går ut ifrå at det er 690 V, og ventar på svar frå Corvus.

**Sak 4**

Rapporten er begynt å ta form. Manglar dei punkta som er nemnt i sak 2 og 3 for å slutføre den tekniske delen av rapporten. Vidare må vi gå igjennom rapporten og bli einige om oppsette før det skal skrivast samandrag og konklusjon. Vi skal bruke mykje av forprosjektet i rapporten sidan det dannar grunnlaget for vårt arbeid.

**Sak 5 og 6**

Pressemelding og plakater er ferdig og, og godkjent av Joar Sande.

**Sak 7**

Vi skal prøve å slutføre første utkast av rapport innan måndag 12. mai. Den skal vere retta og ferdig med alle vedlegg og referansar til måndag 19 mai. Fram til fristen 23. mai skal det berre vere behov for småjusteringar. Leveringsfrist 23. mai kl 14.00

**Vidare arbeid**

Erlend skal skrive ny e-post til Oddvin og Corvus. Thomas B. ventar på skal kontakte Olav Sande medan han ventar på endeleg avklaringar frå Siemens. Roy skal snakke med Procella, eit automasjonsfirma i Florø, og skrive ut eit eksemplar av plakaten til møtet med MM torsdag 08.05.

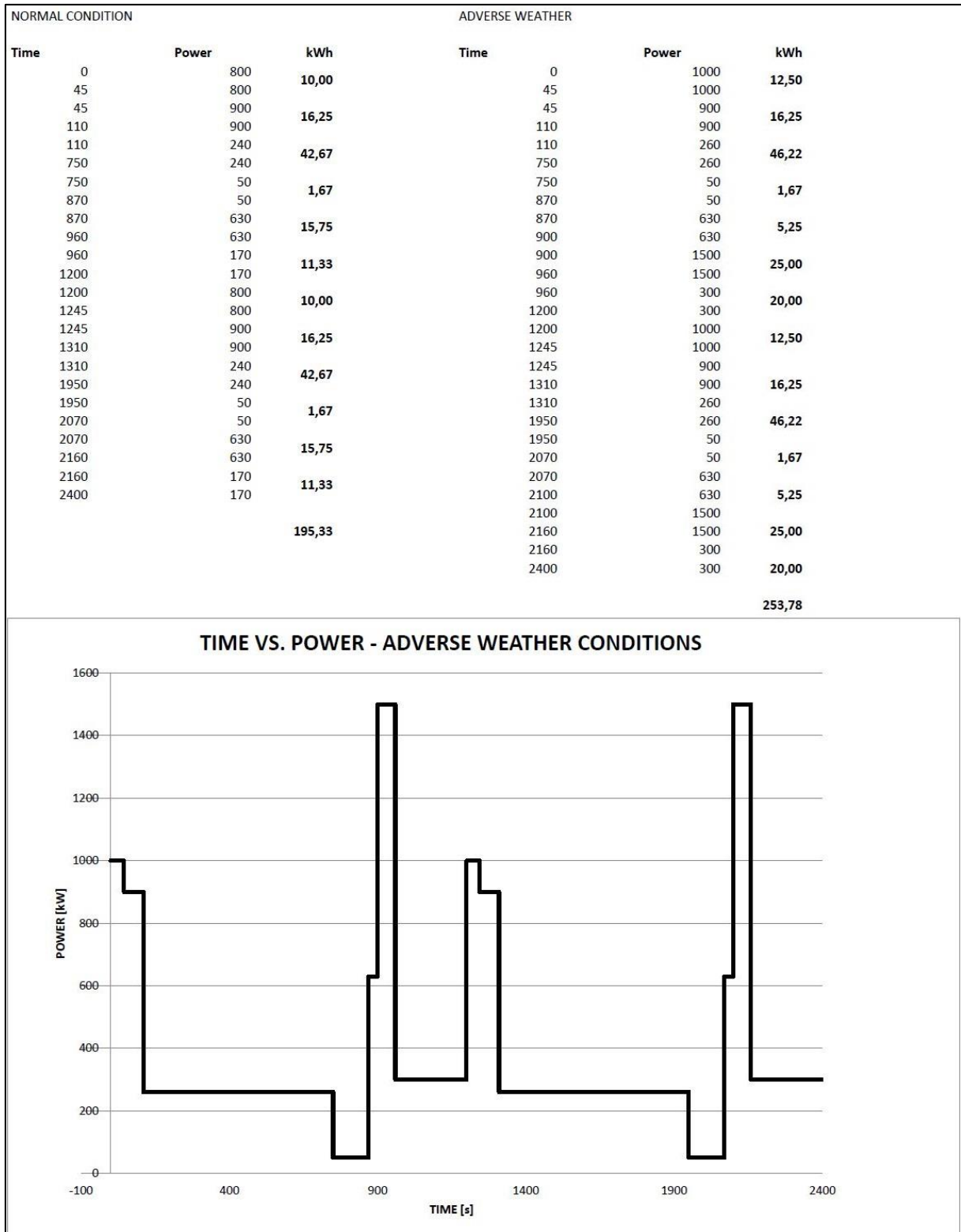
Siste frist til avklaringar frå eksterne aktørar er fredag 9. mai. Dei avklaringane vi eventuelt manglar må vi summere opp i rapporten.

---

<b>Referent</b>	Jermund Hopland
-----------------	-----------------

---

## Vedlegg 4 Driftsprofil frå Multi Maritime AS

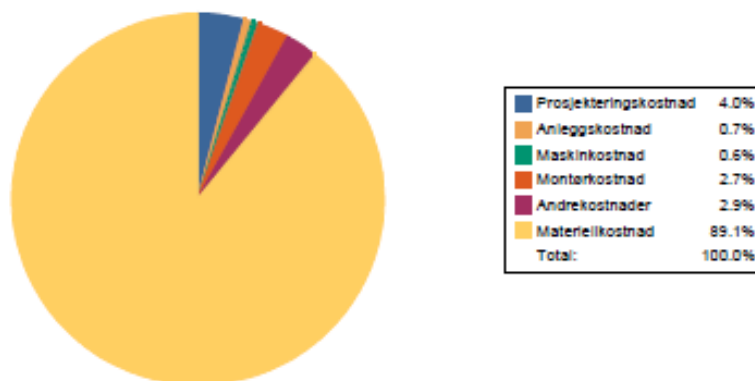


## Vedlegg 5 Kapasitetsberegning, kostnadsoverslag og teknisk data frå Sognekraft AS

Prosjektnummer:	aaa
Prosjektnavn:	1250 KVA nettstasjon
Ansvarlig:	Vidar Øvretun
Konsern:	Sognekraft A/S
Startdato:	23.01.2014
Sluttdato:	23.01.2014
Sluttdata prognose:	
Status:	Ikke påbegynt
Beskrivelse:	

Type	Kostnad
Andreknstnader	12 568
Anleggskostnad	2 947
Maskinkostnad	2 750
Materiellkostnad	387 070
Monterkostnad	11 734
Prosjekteringskostnad	17 544
<b>Totalt:</b>	<b>434 613</b>

Type kostnad



Kodetekst	Antall	Kostnad
Nybygging Prefabrikert nettstasjon 1250 kVA, 24 kV	1.00 stk	434 613
Anleggskostnad		2 947
Andreknstnader		12 568
Maskinkostnad		2 750
Materiellkostnad		387 070
Monterkostnad		11 734
Prosjekteringskostnad		17 544
<b>Totalt:</b>		<b>434 613</b>





<b>Kortslutningsberegning på 400V samleskinne Mannhiller fergekai</b>	
Datasett : Last Mannhiller 2014. Beregningsår 2014.	
-----	
Resultat fra kortslutningsberegninger i 44132.	
Knutepunktet er ett 0.400 kV TN-nett.	
Nærmeste transformator :	
Primærside : 44132 L01	Merkespenning : 22.000 kV
Sekundærside : 44132	Merkespenning : 0.415 kV
Koplingsgruppe : Dyn11	Merkeytelse : 1250 kVA
Nærmeste sikring 44132 L01 - 44132:	
Merkestrøm : 0 A	
Smeltestrøm (1s): 0 A (5s): 0 A (10s): 0 A	
Max. kortslutningsstrømmer : Temp (C) Faktor	
3-polt kortslutning : 21.162 kA	
2-polt kortslutning : 18.327 kA	20.0 1.00
1-polt kortslutning : 25.069 kA	20.0 1.00
Kortslutningsytelse : 14.661 MVA	
Imp. pluss-systemet R: 5.28 mOhm X: 9.55 mOhm Z: 10.91 mOhm Cos(phi) : 0.484	
Imp. null-systemet R: 1.76 mOhm X: 5.63 mOhm Z: 5.90 mOhm Cos(phi) : 0.299	
Min. kortslutningsstrømmer : Temp (C) Faktor	
3-polt kortslutning : 19.304 kA	
2-polt kortslutning : 16.718 kA	90.0 0.95
1-polt kortslutning : 23.130 kA	90.0 0.95
Kortslutningsytelse : 13.375 MVA	
Imp. pluss-systemet R: 6.23 mOhm X: 9.51 mOhm Z: 11.36 mOhm Cos(phi) : 0.548	
Imp. null-systemet R: 1.76 mOhm X: 5.63 mOhm Z: 5.90 mOhm Cos(phi) : 0.299	

12.5.2014

SV: tekniske spørsmål rundt mannheller ferjekai

**SV: tekniske spørsmål rundt mannheller ferjekai**

Vidar Øvretun [Vidar.Ovretun@Sognekraft.no]

Sendt: 12. mai 2014 11:05

To: Erlend Ese

Hei!

Da foresler eg ein 800KVA trafo TN-nett.  
vedlagt kortslutningsberekning:

Resultat fra kortslutningsberegninger i 44132.

Knutepunktet er ett 0.690 kV TN-nett.

Nærmeste transformator :

Primærside : 44132 L01 Merkespenning : 22.000 kV

Sekundærside : 44132 Merkespenning : 0.690 kV

Koplingsgruppe : Dyn11 Merkeytelse : 800 kVA

Max. kortslutningsstrømmer : Temp (C) Faktor

3-polt kortslutning : 6.643 kA

2-polt kortslutning : 5.753 kA 20.0 1.00

1-polt kortslutning : 7.291 kA 20.0 1.00

Kortslutningsytelse : 4.603 MVA

Imp. pluss-systemet R: 11.13 mOhm X: 32.93 mOhm Z: 34.76 mOhm Cos(phi): 0.320

Imp. null-systemet R: 7.62 mOhm X: 24.34 mOhm Z: 25.50 mOhm Cos(phi): 0.299

Min. kortslutningsstrømmer : Temp (C) Faktor

3-polt kortslutning : 6.262 kA

2-polt kortslutning : 5.423 kA 90.0 0.95

1-polt kortslutning : 6.888 kA 90.0 0.95

Kortslutningsytelse : 4.338 MVA

Imp. pluss-systemet R: 12.08 mOhm X: 32.89 mOhm Z: 35.04 mOhm Cos(phi): 0.345

Imp. null-systemet R: 7.62 mOhm X: 24.34 mOhm Z: 25.50 mOhm Cos(phi): 0.299

Med helsing

Vidar Øvretun

- plansjef -

Telefon direkte: 576 77 754 / 917 08 418

## Vedlegg 6 E-post frå Corvus Energy, Trevor Small

Questions regarding battery packs and charging, for a bachelor thesis in cooperation with Multi Maritime.

Sendt: 8. mai 2014 13:20  
To: Trevor Small [tsmall@corvus-energy.com]

Thank you for your draft.

I am confused by the size of the «All Electric Solution» of 1638kWh. Our calculations resulted in a capacity need for 254kWh for each cycle, and we increased it to 312kWh to oversize it. We do not have the possibility to go beyond 1mWh, and would preferably keep it below 500kWh due to container size.

Can you please assess and clarify the need for 1638kWh?

A hybrid preference is not a part of our solution.

Sincerely  
Erlend Ese

---

Fra: Trevor Small [tsmall@corvus-energy.com]  
Sendt: 8. mai 2014 09:53  
To: Erlend Ese [erlendes@stud.hisf.no]  
Emne: Re: SV: Questions regarding battery packs and charging, for a bachelors thesis in cooperation with Multi Maritime.

As requested, [Vedlagt ROM analyse]

--

Trevor Small  
VP Business Development  
Corvus Energy Limited  
www.corvus-energy.com  
[tsmall@corvus-energy.com]  
m. +1 604 612 9662  
s. trevor.small

---

On 2014-05-07, 5:35, "Erlend Ese" [erlendes@stud.hisf.no] wrote:

Hello again.

Have you looked into the questions I had regarding the battery packs yet?

Our reports first draft is due next week and I

would like to clarify the questions I had for you in the email I sendt April 11th, preferably by Friday 9th.

Sincerely,  
Erlend Ese

---

Fra: Erlend Ese [erlendes@stud.hisf.no]  
Sendt: 2. mai 2014 22:15  
To: Trevor Small [tsmall@corvus-energy.com]  
Emne: SV: SV: SV: Questions regarding battery packs and charging, for a bachelors thesis in cooperation with Multi Maritime.

Hi and thank you for a quick reply.

It will be 690V AC

Sincerely,  
Erlend Ese

---

---

Fra: Trevor Small [tsmall@corvus-energy.com]

Sendt: 2. mai 2014 22:01

To: Erlend Ese [erlendes@stud.hisf.no]

Emne: Re: SV: Questions regarding battery packs and charging, for a bachelors thesis in cooperation with Multi Maritime.

Hi, To develop the system I need to understand the vessel DC bus voltage, for example 1000VDC OR 690AC?  
Trevor

Sent from Acompli[http://t.acompli.com/ac\\_sig](http://t.acompli.com/ac_sig)

---

On Fri, May 2, 2014 at 8:17 AM -"Erlend Ese" [erlendes@stud.hisf.no] wrote:

Trevor,

I am a bit confused by your request regarding the DC Bus voltage of the system. Can you please clarify what it is that you are looking for?

Sincerely,  
Erlend Ese

---

Fra: Trevor Small [tsmall@corvus-energy.com]

Sendt: 29. april 2014 15:41

To: Erlend Ese [erlendes@stud.hisf.no]

Emne: Re: SV: Questions regarding battery packs and charging, for a bachelors thesis in cooperation with Multi Maritime.

Hi,

I need to understand the max DC Bus voltage of the system.

Regards,

--

Trevor Small  
VP Business Development  
Corvus Energy Limited  
[www.corvus-energy.com](http://www.corvus-energy.com)  
[tsmall@corvus-energy.com]  
m. +1 604 612 9662  
s. trevor.small

---

From: Erlend Ese [erlendes@stud.hisf.no]

Date: Friday, April 25, 2014 at 1:45

To: Trevor Small

Emne: Re: SV: Questions regarding battery packs and charging, for a bachelors thesis in cooperation with Multi Maritime.

Hello Trevor.

Thank you for your reply.

I attached the load profile provided from Multi maritime in excel format, and also the graph in .tiff format.

We plan to use CANbus with CANlink WiFi and RS 232 so max voltage will be 15 V, if this is what you are asking of.

Number of cycles are 35 per day, 12775 cycles per year.

If you need more information please do not hesitate to ask.

Sincerely  
Erlend Ese

---

---

Fra: Trevor Small [tsmall@corvus-energy.com]

Sendt: 11. april 2014 18:57

To: Erlend Ese [erlendes@stud.hisf.no]

Emne: Re: Questions regarding battery packs and charging, for a bachelors thesis in cooperation with Multi Maritime.

Greetings,

Happy to help but what I need from you is a load profile, power used over time is seconds preferably. Once you have this I need the max voltage on the DC bus and then number of cycle per day and per year. At that point I can help with the project.

Regards,

--

Trevor Small

VP Business Development

Corvus Energy Limited

www.corvus-energy.com

[tsmall@corvus-energy.com]

m. +1 604 612 9662

s. trevor.small

---

From: Erlend Ese [erlendes@stud.hisf.no]

Date: Friday, April 11, 2014 at 6:50

To: Trevor Small [tsmall@corvus-energy.com]

Subject: Questions regarding battery packs and charging, for a bachelors thesis in cooperation with Multi Maritime.

Hello dear sir.

I am contacting you on behalf of a group of engineering-students in Norway from Sogn og Fjordane university college. We are working on our automation bachelors thesis in cooperation with Multi Maritime AS, who is a customer of you.

We are 5 students putting out 500 hours each for a total of 2500 hours in this project for Multi Maritime. This project is a head-start to a job that is very soon going out on a public tender. Multi Maritime can confirm this for us, so I sincerely hope you are not going to turn us down because of this request coming from academic grounds.

Previously you conversed with Thomas so you are partially familiar with our project, but I can see there was some information lost in translation, so I will do my best to enlighten you and ask straight forward questions you can answer with hopefully little effort.

Our project:

We are working on consists of automatically swapping batteries on a battery-powered ferry. We are looking for some additional information on the battery packs we are planning to use provided from Corvus.

The difference between the former project Multi Maritime has had before (MM Hybrid Ferry 2.0) is that we are going to use two identical sized battery containers and swap them each time the ferry is docking. Our job as engineering-students is to develop a system that 100% automatically swaps these two batteries, and to plan the installation as much as we can as a whole.

Our time-frame is the following:

Battery are in use on the ferry: 35 minutes ( one trip from A to B, load/unload, trip from B to A again)

Batteries are in transition during swap: 5 minutes battery gets charged at the dock: 35 minutes

This is going to happen continuously for 35 times during each day, with some variation on weekends and nights. (less number of intervals) As we could understand, the intervals did not state a unusual loss in battery capacity over time.

We have planned to use two of the following type of system in a container, if practically possible. I came to these numbers from looking at your documentation on the AT6500-250-48\*Lithium NMC and the documentation given in a previous tender of a battery system to Multi Maritime. (1170 kWh for MM Hybrid Ferry 2.0) According to our profile we need 254 kWh, so we chose following;

16 modules in series for a pack, and 3 packs in parallel for a total of 48 modules in one 20 foot container  
Max Voltage 806,4 V  
Nominal voltage 710,4 V  
Capacity 450 Ah  
Energy 312 kWh  
Internal resistance 0,019733 ohm (calculated from 3,7 millie ohms x16 series, and then x3 parallel)

My questions:

1) Is this type of system practically doable or would you recommend anything different from your experience?

1.2) Can it be a good solution to make it a high voltage battery pack instead, with for example 46 modules in series for 2 kV and 150 Ah for 299 kWh to save costs on cables due to the high effects needed while charging and discharging the packs?

To size the cables and fuses on this installation I would like to know the maximum shortcut current and minimum shortcut current. From my calculations, I came to a  $I_{sc}$  somewhere between 4500 kA and 9000 kA but this is if the modules are directly connected to each-other with no safety.

2) Is there some sort of safe-fail-system integrated in your container that prevents a discharge like this?

In our case, from our profile we can see that the maximum power needed is 1500 kW for 60 seconds while the mean power needed for one cycle is 380kW and the median is 66 kW.

3) can the maximum output be predefined, to be for instance be 1500 kW for 70 seconds, so that we don't have to scale the cables for more than that?

4) What kind of connections do you provide, if any, from the container?

We are planning to put wheels on the container to move it. We have little actual knowledge on practical use of batteries.

5) Can you take for instance 400V and 2kW for 5 minutes from the module series and use on the motors for the wheels without this compromising those specific modules up to the 400 V over time?

6) If it weakens the modules up to 400 V will it therefore weaken the system as a whole significantly?

7) Is it a better alternative to put a standalone battery system to drive the containers?

and 7.1) would this implicate for instance a need to two different charging systems on dock?

Our capacity on the dock is 980 kW from the grid. I have speculated on the charging system for the battery and made some calculations, can you confirm or correct me:

8) I am assuming that the battery charges with the Nominal voltage (710,4 V) for 35 minutes (1,7 C) you need a current on 771,4 amps and an effecton 548 kW ?

9) Is there any complications on charging a battery concerning a cos phi factor? (resitive vs. capacitive load)  
I attached a picture with a sketch of our system for you to look at.

I look forward with great enthusiasm to hear from you!

Sincerely Erlend Ese

Greetings Thomas,

Please let me know what you are trying to achieve and maybe I can help.

Answers below in red.

**From:** Thomas Indrefløy <[thomasin@stud.hisf.no](mailto:thomasin@stud.hisf.no)>  
**Date:** Tuesday, January 28, 2014 at 11:05 AM  
**To:** Trevor Small <[tsmall@corvus-energy.com](mailto:tsmall@corvus-energy.com)>  
**Subject:** Questions about Batteries for our Bachelor.

Here are some questions we are wonderin about, if something isn't quite clear i can try to explane later.

The batteries in question are 800 nominal voltage and either 150, 300, 600 or 900kWh.  
We build our systems with 6.5kWh modules with a nominal voltage of 44.4. We build but voltage by how many modules we string together in a pack and we build the capacity buy how many packs we put into an array.

Do you have the batteries in a standard container?

Every module is in its own encasement, we do put system in containers, about 500kWh fit into a 20 foot container and 1MW in a 40 foot container

if you do, what kind of container would you need for those batteries, and are there any size difference?

Please see above

Does the battery come with their own internal cooling, or is there need for an external cooling device?

Dependent on how the batteries are operated no internal cooling is needed, HVAC is used in cases where systems are used hard or cooling plates are another option

Do they have their own battery management system?

Corvus provides the most advanced BMS on the planet,

Are the containers safeguaded against explosions?

As we are the only system DNV, ABS and Lloyds type approved we build in safety throughout the system

How mutch power do you need to charge the batteries?

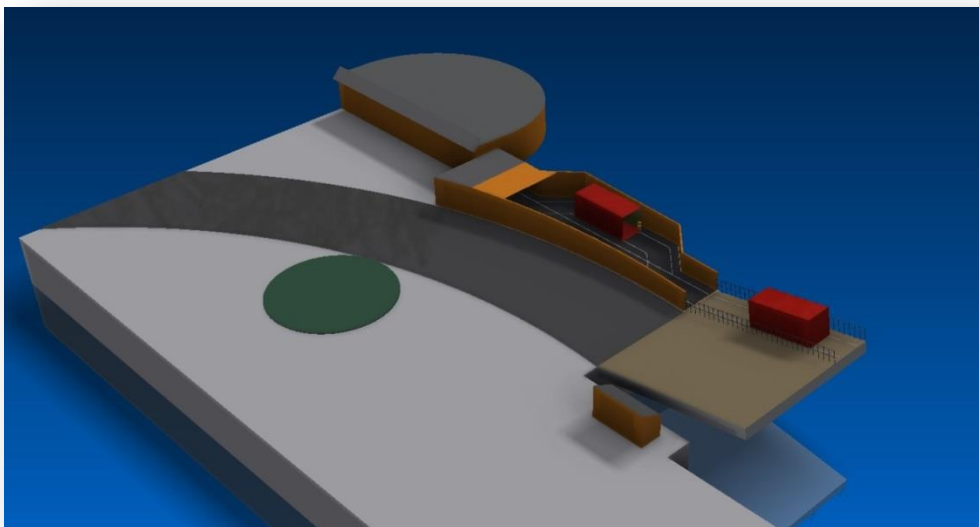
Corvus systems can take up to a 3C charge so dependent on the size of the system will dictate how much is max charge

Can you say anything about the cos(phi) when charging the batteries?

Regards,

## Vedlegg 7 Batteribyteprinsippa frå forprosjekt

### «Lemskinneprinsipp»



Figur 1 Prinsippkisse «Lemskinneprinsipp»

Batteripakken skal bytast frå fronten av ferja. Den vert frakta via eit skinnesystem som er integrert i ferje- og land-lemmen, sjå figur 1. Containeren vert kjørt ombord til sin dedikerte plass på ferja automatisk via skinnene. På land er det ein sporvekslar som gjer at ein kan veksle mellom to batteripakkar, sjå figur 2. Ladehuset er plassert på land. Ladestasjonen og ferja har pluggar som passar inn i eit hol i konteinaren som fungerer som tilkopling. Tilkoplinga er automatisk styrt slik at når den er på plass, er det noko inni konteinaren som klemmer med eit gitt moment rundt pluggen for godkjent kontakt. Trafo er plassert bakerst i ladehuset.

#### Fordeler:

- + Ikkje avhengig av automatisk fortøyning
- + Stel ikkje parkeringsplassar
- + Samankopling skjer parallelt med ferjelemmen

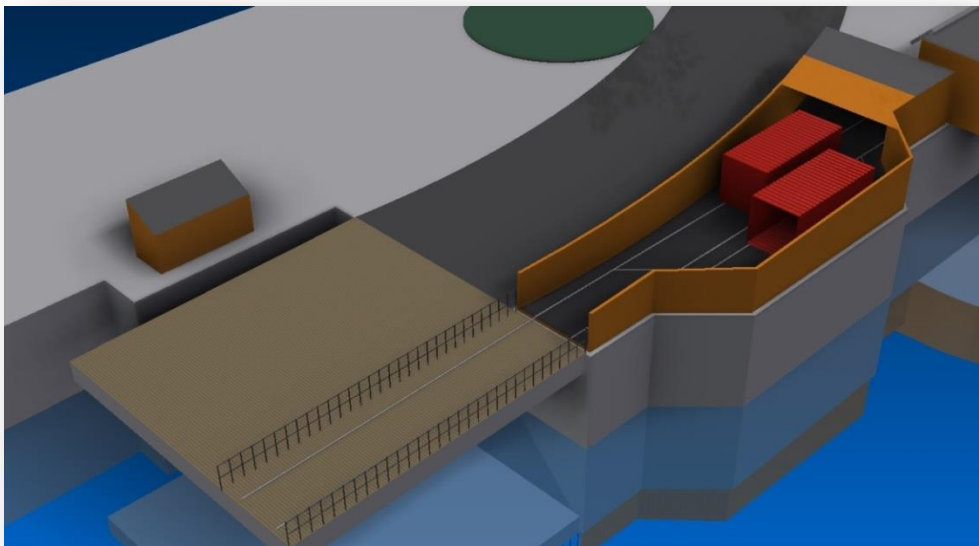
#### Ulemper:

- Må gjere inngrep på landlem (den må bli ca. 3 meter breiare)
- Må bygge ut over fjorden på kai (tilsvarande landlem)
- Huset som er over skinnkonstruksjonen vil stele ca. ein halv meter frå veggen
- Det kan vere eit problem med at det tek for lang tid for batteripakken å bli frakta over  
Total lengda på sporet er ca. 50 meter, tida er ca 3min, farten må vere minimum 30cm/per sek (1km/h) for at containeren skal komme seg til ferja.  
Tida for fråkopling/tilkopling er ikkje medrekna.
- Tida mellom bytte kan også bli noko lang og stille høgare krav til UPS.
- Mange rørlige deler med omsyn til skinnesystem

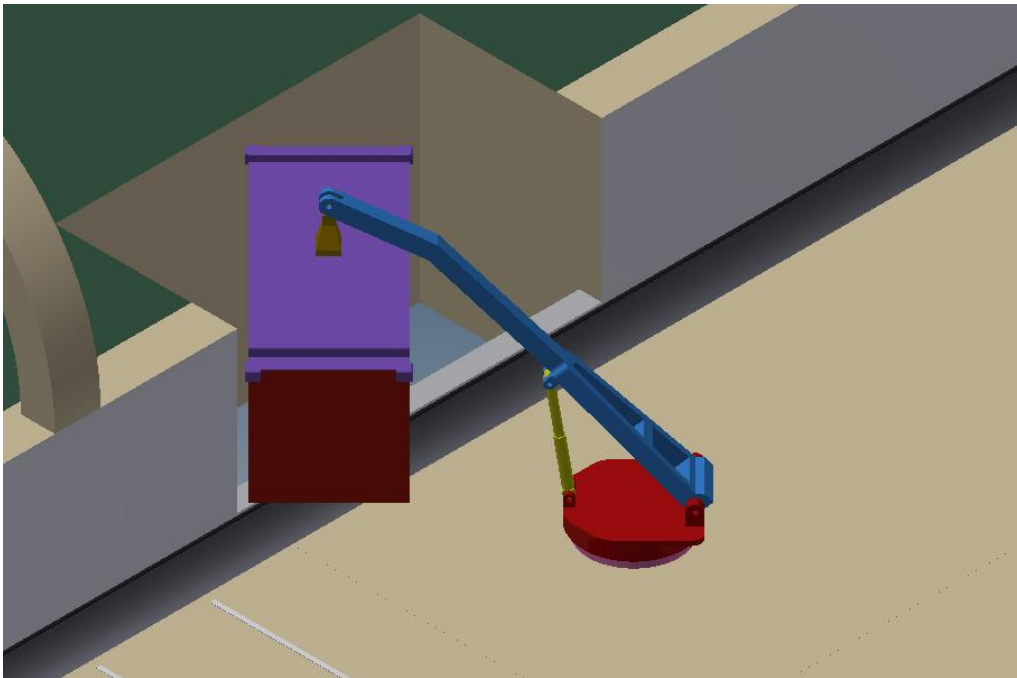


## Trinn

1. Ferjelem og landlem blir kopla saman
2. Sporvekslar mot ladar går til side
3. Sporvekslar mot ferje går rett fram
4. Fråkopling ladarbatteri
5. Ladarbatteri vert frakta til sidespor og ventar der
6. Sporvekslar mot ladar går rett fram igjen
7. Fråkopling ferjebatteri
8. Ferjebatteri vert frakta rett fram til ladar
9. Tilkopling av ferjebatteri
10. Sporvekslar mot ferje går mot sidespor
11. Ladarbatteri vert frakta ombord på ferja
12. Tilkopling av ladarbatteri
13. Ferjelem og landlem vert kopla frå



Figur 2 «Lemskinneprinsipp»

**«Kaimontert kran»****Figur 1 «Kaimontert kran»**

Batteripakken skal bytast frå sida av ferja. Den blir løfta til og frå land av ein teleskopisk kran, sjå figur 1, med ein løfte/feste mekanisme lik dei som vert brukt på konteinar- truckar på kai anlegg, eksempel vist på figur 2. Krana står plassert på kaia ved sida av ferja. Den løfter først av den konteinaren som står på ferja, og setter den på lading. Deretter plukkar den opp den ferdiglada konteinaren og setter den opp på ferja. Ladehuset er plassert på land. Ladestasjonen og ferja har pluggar som passar inn i eit hol i konteinaren som fungerer som tilkopling. Tilkoplinga er automatisk styrt slik at når den er på plass, er det noko inni konteinaren som klemmer med eit gitt moment rundt pluggtilkoplinga, for god kontakt.

**Fordeler:**

- + Ikkje avhengig av automatisk fortøying
- + Trenger ikkje utviding av lem og kai
- + Forholdsvis rask (avhengig av krantype)

**Ulemper:**

- Stel parkeringsplassar på kaia.
- Kan vere vanskelig å få den nøyaktig nok, slik at batteriet blir passert riktig
- Det kan vere eit problem med at det tek for lang tid for batteripakken å bli frakta over

## Trinn

1. Kran går i posisjon, ventar på ferja
2. Kran roterer inn over batteriet på ferja
3. Kran senker ned og koplur på konteinaren
4. Fråkopling av batteri på ferja
5. Kran løftar opp batteriet
  
6. Kran roterer mot ladestasjon
7. Kran setter batteriet ned på ladeplass
8. Kran koplur frå konteinaren
9. Tilkopling av batteri for lading
10. Kran roterer til batteri 2
11. Kran koplur til konteinar (batteri 2)
12. Koplur batteri frå ladar
13. Kran løftar opp batteriet
14. Kran roterer mot ferja
15. Kran senker ned batteriet på angitt plass på ferja
16. Tilkopling av batteri på ferja
17. Kran koplur frå konteinaren
18. Kran hever seg og går i venteposisjon



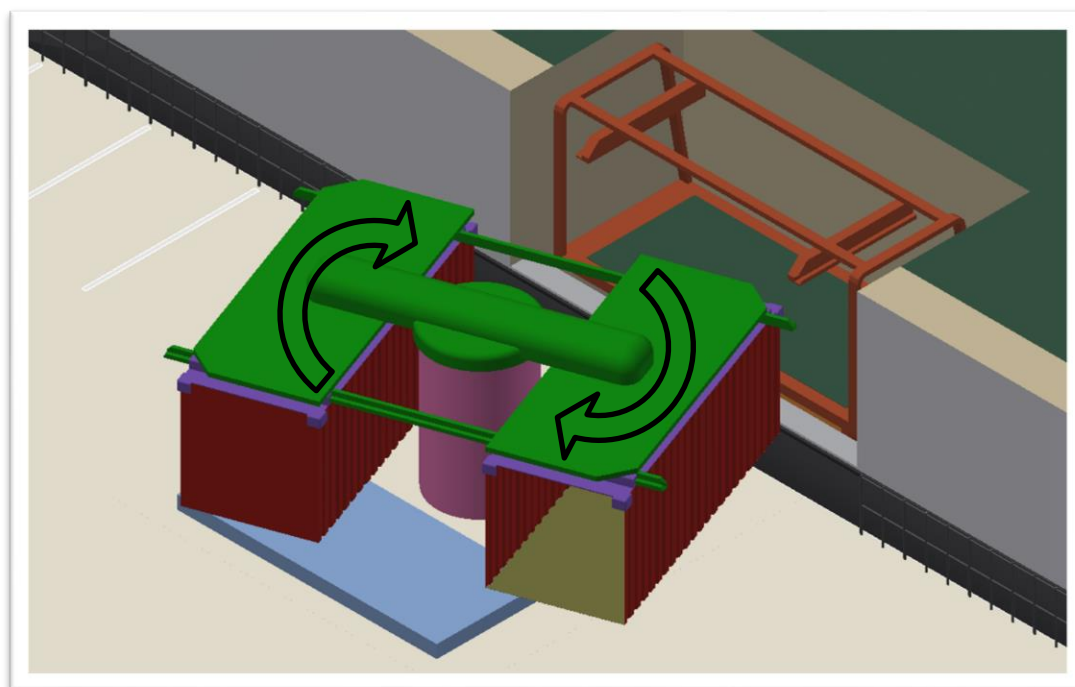
Figur 2 Eksempelbilde løfteutstyr

### «Rotorprinsipp»

For å avgrense behovet for utbygging av ferjekaia, og ikkje ta noko av kapasiteten over ferjелеммен, vil det vere hensiktsmessig å foreta batteribytting gjennom ei luke på sida av ferja. Det er bra plass til disposisjon på Mannheller, men noko avgrensa på Fodnes, så stasjonen for batterilading og batteriskifte bør leggast på Mannheller om kapasiteten i leidningsnettlet tillèt dette. Dette vil i tilfelle resultere i at ein legg beslag på nokon av parkeringsplassane som er der.

Ifølge vår batterileverandør vil batteripakkane med tilhøyrande styringssystem bli montert i seks-meters containrar (20 fot), og det er i hovudsak dette prinsippskildringa er basert på. Containerane med batteripakkar må koplant til ladestasjon automatisk med godkjente tilkoplingar. I tillegg må det vere eit tilsvarande system for tilkopling på ferja. Ved så store effektar er det strenge krav til slike tilkoplingar. Tilkoplinga for lading av batteripakken kan vere anten i tilknytning til fundamentet som containeren står på, eller i gripeanordninga på toppen som er festa til løftearma på rotoren. Dette kan vere samsvarande med tilkoplingspunktet på ferja, men det er og muleg å ha to ulike tilkoplingspunkt for lading og drift.

Det er ikkje utgreia noko nærmare korleis denne tilkoplinga skal utformast og automatiserast i denne prinsippskildringa



Figur 1 Skisse av rotor til batteriskifte

Det er lite tid til disposisjon til å foreta batteriskiftet kvar gang ferja ligg til kai. Intervallet til ferja er på 15 - 20 minutt, og den ligg til kai i 3 - 5 minutt. På grunn av den svært korte tida bør det vere så få trinn og ulike operasjonar som mogeleg ved kvart batteriskifte. Ein måte å spare tid på er å lesse og losse batteripakken på same tid. Ein statisk kran på kaia som roterer 180 grader vil kunne flytte begge batteripakkane i ei rørsle, sjå figur 1.

## Flod og fjøre

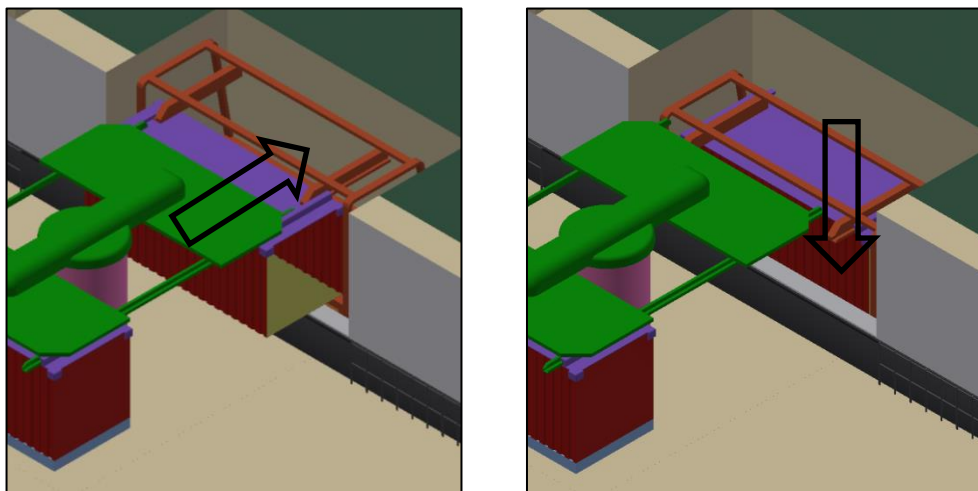
For å utlikne høgdeforskjellane som følgje av flod og fjøre må minst ein av innretningane kunne hevast og senkast. Det er antyda 1 til 1,5 meter variasjon mellom flod og fjøre på denne ferjestrekninga, men vi bør dimensjonere for noko større høgdeforskjellar for å vere sikre på å unngå tilfelle der batteriet ikkje kan skiftast.

Ein kan løyse dette ved at heile fundamentet som rotor-krana står på blir juster opp eller ned i forhold til ferja. Ein kan også ha ei heis på båten som hevar batteripakken til riktig høgde for kvart batteriskifte, sjå Figur . Vi bør dimensjonere for ei maksimal høgdejustering på 2 til 3 meter for å vere på den sikre sida.

Ei ulempe ved å høgdejustere containeren på ferja er at luka i ferjeskroget må vere av tilsvarande storleik. Containeren er omlag 2,5 meter høg, og når ein legg til høgdejusteringa, må ein ha ei luke med høgde på mellom 5 og 6 meter.

Krana og ladestasjonen som står på land må vere bygt in i ein eigna bygning av tryggleiksmessige og driftsmessige årsaker. Om høgdejusteringa skal skje på land ved å høgdejustere krana og fundamentet, må porten på dette huset vere av tilsvarande høgde.

Ved å kombinere desse alternativa, og ha høgdejustering både på ferja og på land, treng ikkje dei to portane vere meir enn 3 meter høge.



**Figur 2 Container blir transportert på skinner til ferja, og heisa ned til batterirom.**

Ein av utfordringane ved denne metoden er at containeren må flyttast horisontalt frå båten og over til rotoren, sjå figur 2. Det kan skje ved å skyve heile heisen (brun), eller golvet som containeren står på, utover mot gripeanordninga på rotorarma (grøn). Figuren viser av containeren skal gli in på eit spor på rotoren. Det vil krevje stor grad av nøyaktigheit, og kan derfor vise seg å vere utfordrande i dette tilfellet.

Eit betre alternativ kan vere å skyve containeren ut til riktig posisjon i forhold til rotorarma, og så blir heile rotoren (rosa) heva opp og eigna gripeinnretning tek tak i containeren og løftar den opp frå golvet i heisen. Den utladda containeren er no fri frå ferja, og rotoren kan dreie 180 grader. Den oppladda batteripakken i sin respektive container heng alt klar i den andre

rotorarma og blir på denne måten samstundes dreia over til ferja og senka ned på heisgolvet og frigjort frå rotorarma. Den blir så skyvd inn igjen gjennom ferjeskroget, og senka ned til riktig høgde og kopla til ferja. Luka i skroget blir lukka, og den utladda containeren på land blir kopla til ladestasjonen.

Det som avgjer om heile operasjonen vil ta under 5 minutt (3 minutt ved hurtigavgangar) er farta rotoren dreiar, og om heisen kan klargjerast og hevast til riktig nivå før ferja legg til kai. Ein må då kople ifrå batteriet, og kjøre på eit anna batteri den siste distansen. Det må då vere eit bufferlading-system på ferja med eit stort batteri som blir opplada av det mobile batteriet, og som tek over drifta ved batteriskiftet. Det skal uansett vere eit UPS-batteri på ferja som skal ta over drifta ved behov, men det er ikkje avklart om ein kan bruke dette batteriet ved anna enn nødstilfelle. Viss det ikkje er tillat å nytte UPS til dette formålet må det vere eit ekstra buffer-batteri på ferja.

Noko som ikkje er tatt med i denne prinsippkildringa, er å kombinere batteriskiftet med mekanisk forankring av ferga når den ligg til land. Luka i sideskroget, eller ei anna arm kan leggest inn på kaia og låsast fast slik at ferja ligg stødigare, og batteriskiftet kan skje meir nøyaktig.

### Fordelar

- + Forholdsvis raskt batteriskifte
- + Batteriet kan plasserast både på bildeknivå, eller senkast ned til maskinrom
- + Kan nytte arealet under øvre bildekk for å ikkje redusere transportkapasiteten
- + Fleire justeringsmuligheiter i høgderetning for å oppnå naudsynt presisjon
- + Kan kombinerast med mekanisk forankring

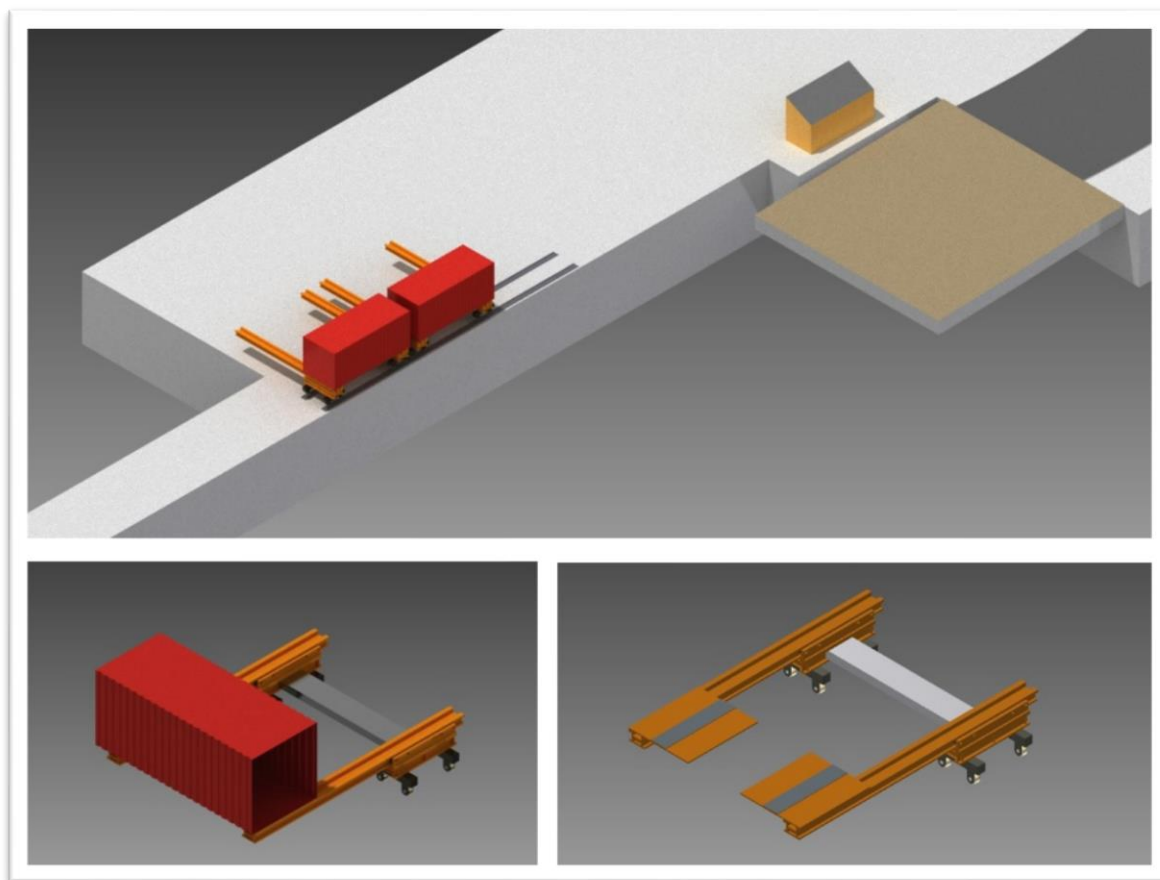
### Ulemper

- Må ha forholdsvis stor luke i skroget som kan svekke konstruksjonen
- Er avhengig av at ferja ligg i riktig posisjon med forholdsvis små toleransar
- Krev store dimensjonar på rotor og arm
- Slitasje på mekaniske komponentar grunna stor belastning og friksjon

### Trinn frå ferja ligg til kai.

1. Luka på båt opnar
2. Containerfeste på rotor blir heva til rett nivå (flo/fjøre). Batteri på båt koplar ifrå.
3. Batteri på båt blir skyvd ut. Koplar ifrå batteriet på ladestasjonen.
4. Rotor hevar opp og grip tak i batteriet på båt. Løftar samstundes batteriet på kai.
5. Rotor roterer 180 grader. Dei to batteria byttes soleis posisjon
6. Rotor senkar ned til batteripakkane treff ladestasjon på land og fundament på båt.
7. Rotor slepp taket i container på båt.
8. Batteri på båt blir skyvd in. Koplar til batteri på Ladestasjon
9. Luka på båt stengjer igjen. Koplar til batteriet på båt

Rotor går til venteposisjon. Batteriet startar å lade.

**«Sideskyv prinsipp»****Figur 1: Prinsippskisse «Sideskyv metoden»**

Batteripakka skal bytast på sida av ferja. Konteinaren som inneheld batteripakka skal transporterast frå kaia og inn på ferja ved hjelp av det vi har vald å kalle «sideskyv-prinsippet». Prinsippet fungerer på den måten at containeren plasserast på ein form for vogn som kan bevege seg horisontalt ved hjelp av hjul og skinnesystem, sjå figur 1. Vogna har også muligheit til å kjøre ut to armar som containeren følger med. Det er ved hjelp av denne løysninga batteripakka skal fraktes frå kai og inn på ferja.

Med denne løysninga er vi også avhengig av at heile kaien kan senkast opp og ned avhengig av flod og fjøre. Dette kan gjerast ved å byggje ein hydraulisk plattform som heile skinnesystemet er montert på. Ladinga av batteriet blir utført ved ein plugg som blir tilklopla automatisk når systemet står i ladestilling. Pluggen vil bli montert i botnen av containeren. På båtsida til dette prinsippet vil ein hydraulisk plattform med ein form for klo avlaste (heve) konteinaren slik at armene til vogna kan køyrast tilbake til kai utan å ta med seg konteinaren. Når denne prosessen er ferdig utført vil den hydrauliske plattformen på båten senke konteinaren ned på hurtigkoplinga.

Løysinga på båtsida er noko vi må sjå meir på. Her er det viktig at vi kjem opp med ein løysing som fungerer raskt, og sjølvsagt kvar gong.

**Fordeler:**

- + Enkel løysing, lett å reparere
- + Rimeleg
- + Lite behov for service
- + Batteripakka blir lossa inn på sida av ferja (fare for lekkasjar ved nedsenking på dekk)

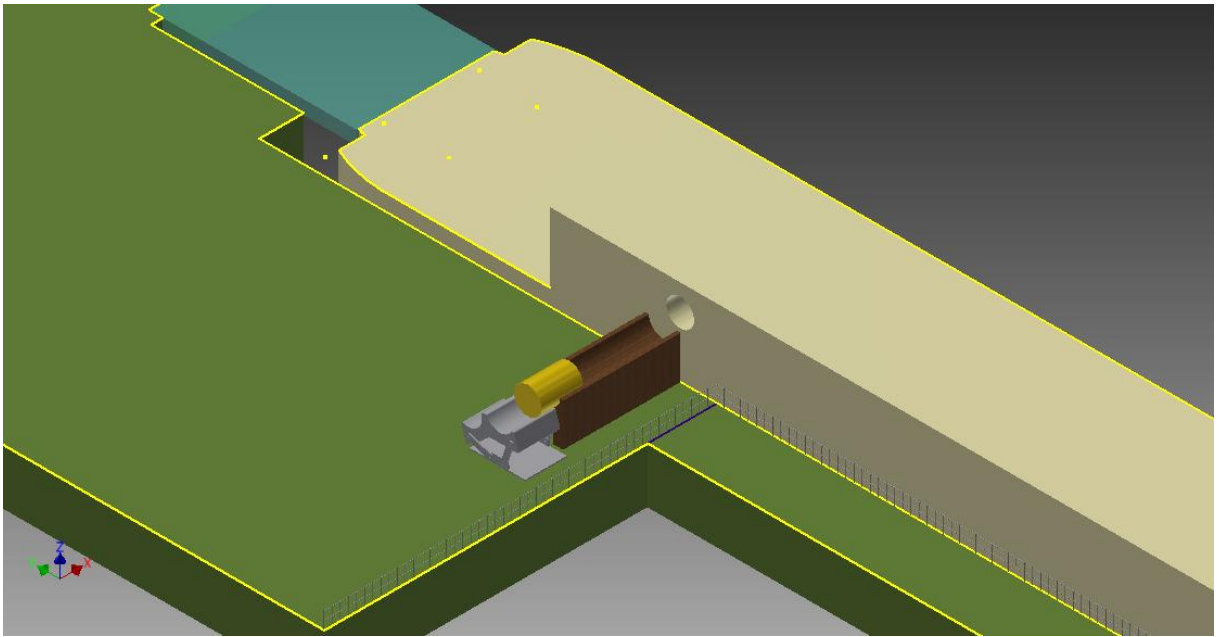
**Ulemper:**

- Krev mykje plass (20 X 8 meter)
- Avhengig av eit heve senke system etter vannhøgda
- Kan vere tenkjeleg at systemet bytter batteri for tregt

**Trinn:**

- 1 Avkopling forsyningskabel på båt, luke opnas
- 2 Heve container frå ladeposisjon
- 3 Posisjonering i x, y- retning vogn 1
- 4 Utkøyning av arm vogn 1
- 5 Senking av container ned på vognarm 1 (båt sida)
- 6 Tilbakekøyning av armar på vogn 1
- 7 Posisjonering x-retning vogn 2
- 8 Utkøyning av armar med container vogn 2
- 9 Ta tak i container med klo på båt sida
- 10 Heve container på båt
- 11 Tilbakekøyning av armar vogn 2
- 12 Senke container til lade posisjon i båt
- 13 Tilkopling av forsyningskabel



**«Sylinderbatteri»****Figur 1 «Sylinderbatteri»**

Batteriet er i ein sylinderforma container. Denne forma på batteriet skal vere mindre enn container alternativet for lettare batteriskift. Batteriet skal bytast på sida av ferga. Ferga skal ha ein luke som batteriet plasserast inne i. Ved sida av ferga er det eit ladehus og ein batteribytar som skiftar batteri når ferjebatteriet kjem til lading. Det nye batteriet blir skyvd ut og ført til luka i ferga og skyvd inn, sjå figur 1. Inne i ferga vil det vere eventuelle kjøling til batteriet og eksplosjonssikring om nødvendig ved denne type batteri.

**Fordelar:**

- + Batteriet kan vere mindre enn dei i container.
- + Batteriet er ikkje i standard container, kan endre dimensjonar om nødvendig.

**Ulempe:**

- Endringar i flod og fjøre skapar store hindringar for inn skyving av batteriet i luke på ferga
- Uventa modifikasjons endringar som må til ved anna container enn standard.
- Tek plass frå parkeringsplassen.
- Ferga må stå fast på same plass, elles må anna transport brukast.

## Vedlegg 8 Kjededriftsprinsipp

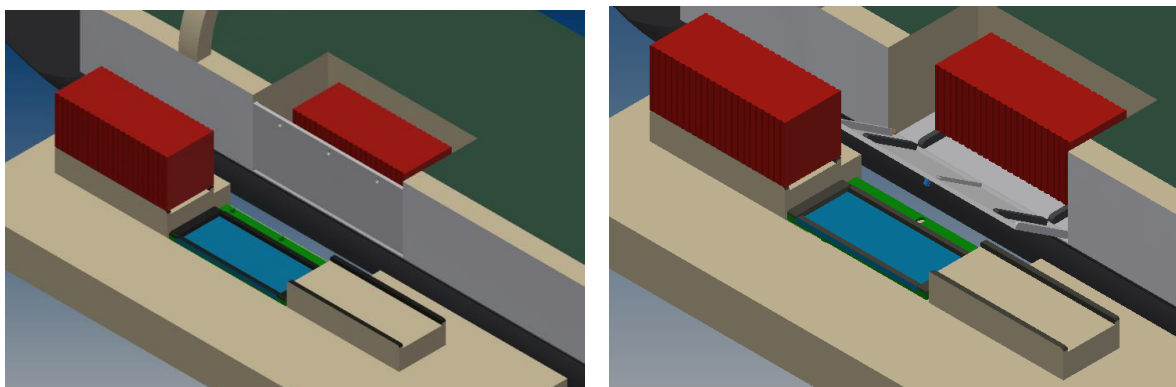
### Batteribyte ved kjededrift

Kjededrift er enkelt å konstruere og tolerer belastningane ved flytting av store containrar. Det kan ved hjelp av kjeder konstruerast eit system der container blir frakta over kortare distansar i friluft frå båt, via sideluka (figur 1), og til ei heis på kai. Heisa på kai har stilt seg inn til riktig høgde. Sideluka kviler ned på fester på heis, som gjer at luka kan bevege seg fritt med båten i høgderetning. Kjededrift på heis er konstruert med ei breidde som skal ta opp langsgåande forskyving av ferja.

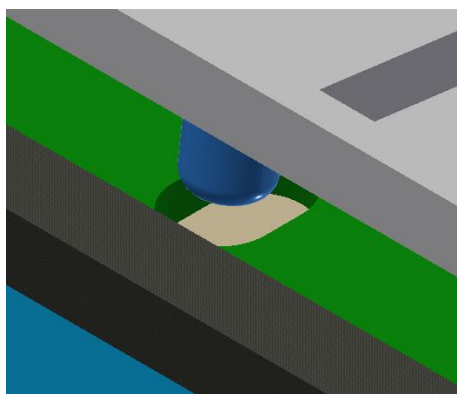
Ei ny heis med tversgåande kjededrift løftar så opp container, og frigjer kjededrifta i den langsgåande retninga. Når container er i nivå med ladestasjon, blir begge containerar flytta samtidig på tvers til den utlada container er ved ladekontakt, og den opplada container er på riktig posisjon på heis. Posisjonen på heis er avhengig av ferja sin posisjon i langsgåande retning. Opplada container blir heisa ned, og frakta inn på ferja.

### Type heis

På grunn av plassbehov vil det vere ideelt med ei sakseheis eller tilsvarande. Den øvste heisa (blå) skal ligge oppå hovudheisa (grøn) og må difor ta minst muleg plass når den er på minimum nivå. Heis er teikna som søyler for enkel grafisk tilpassing i Inventor.



Figur 1 Båt ved kai. Luke opnar

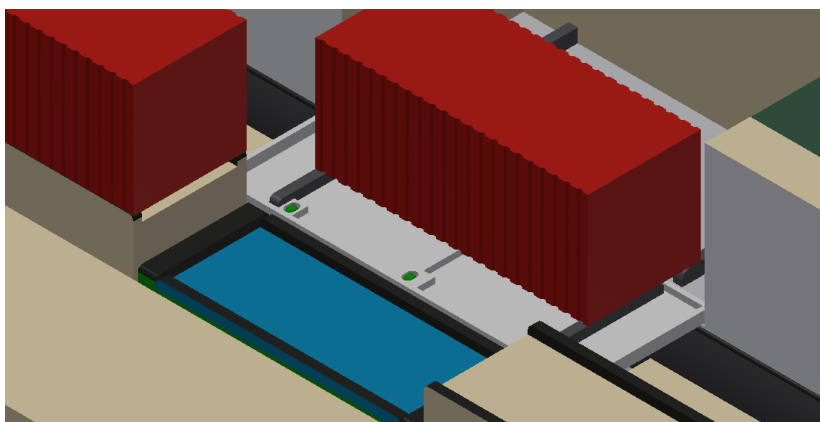


Figur 2 Klo som låser luka til heis

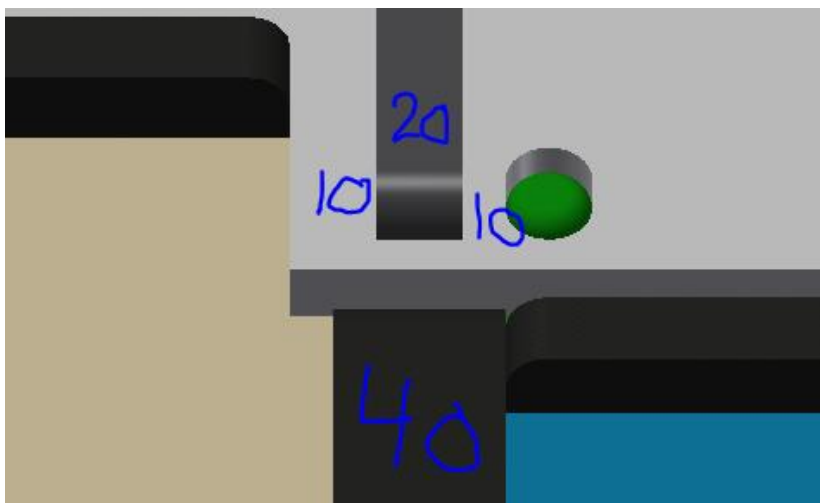
Ei klo låser seg til heis ved batteribyte som på falletmenen (figur 2). Denne kloa tek omsyn til ei forskyving i lengderetning på  $\pm 50$  mm, og ei forskyving i sideretning på  $\pm 100$  mm. Luka kan «flyte» oppå anlegget, og kloa kan bevege seg fritt inni holet.

Det må ifølge MM påreknast ei forskyving i langsgåande retning på  $\pm 250$  mm, og i sideretning på  $\pm 250$  mm. Dette kan løysast ved at hovudheisen er regulerbar i begge retningar ved skinner og hjul, eller kjededrift. På grunn av at luka er låst til heisa må dette konstruerast på ein slik måte at det tek opp kreftene som oppstår når båten bevegar seg.

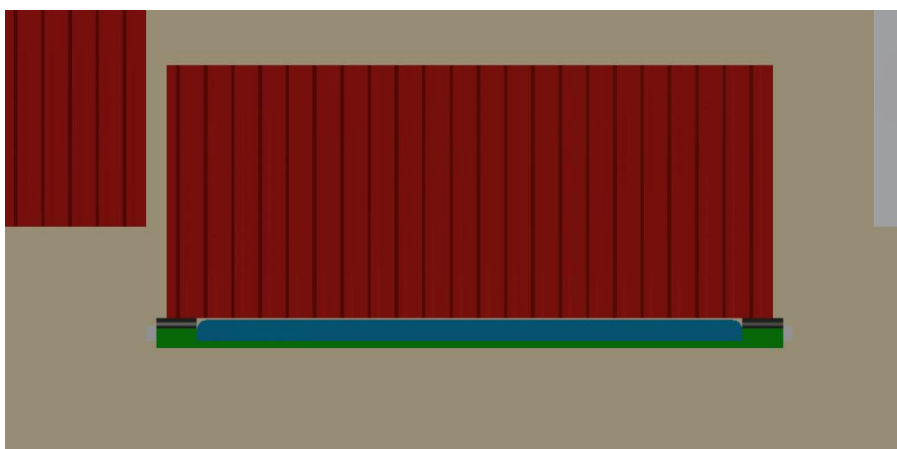
Biletserien (figur 3 til 10) forklarer korleis batteribytet skal skje. Kva som skjer på kvar steg er forklart i figurtekstane.



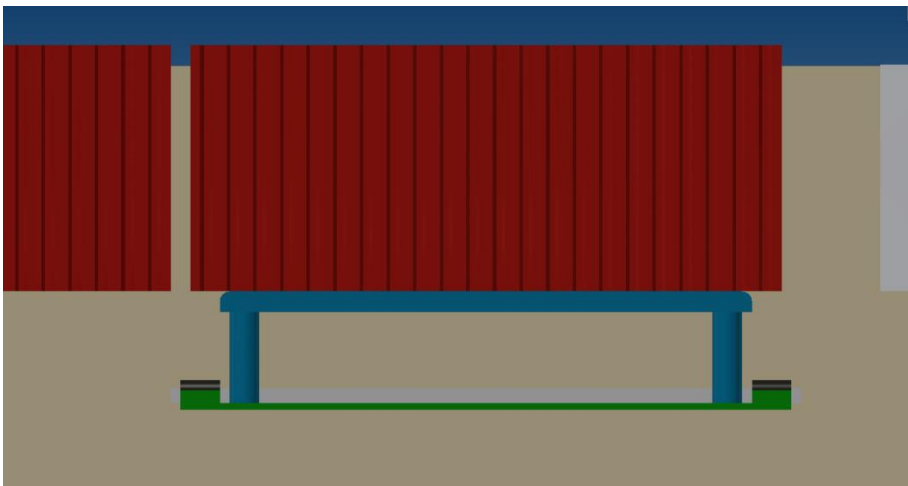
Figur 3 Container flytta til heis med kjededrift



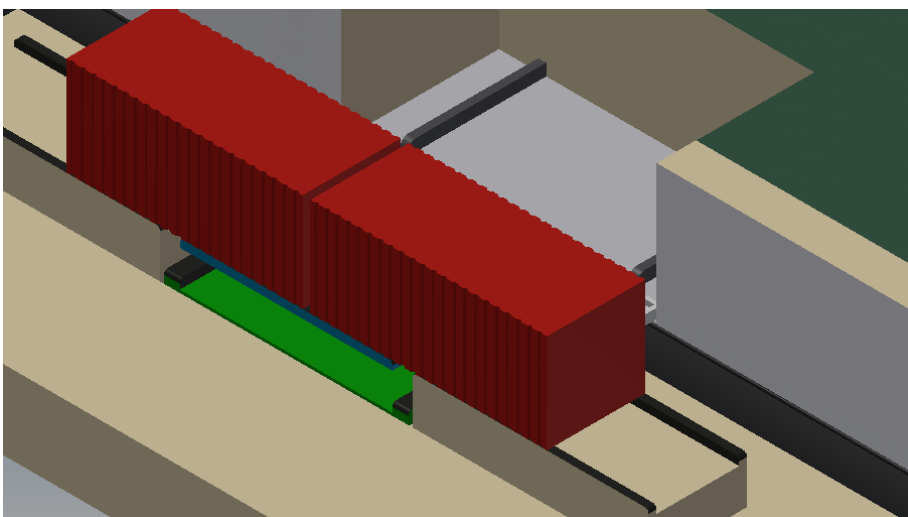
Figur 4 Breiare kjede på heis skal ta opp sideforskyving



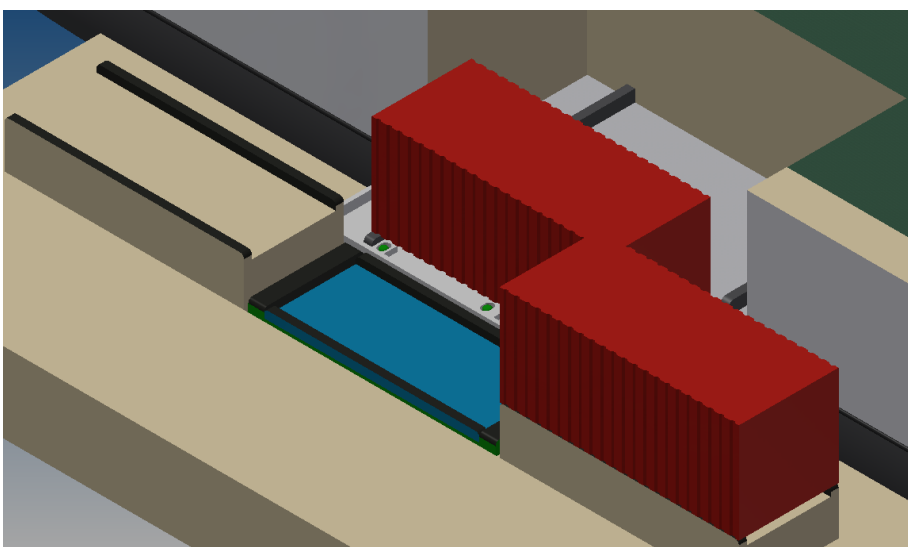
Figur 5 Container på plass på heis



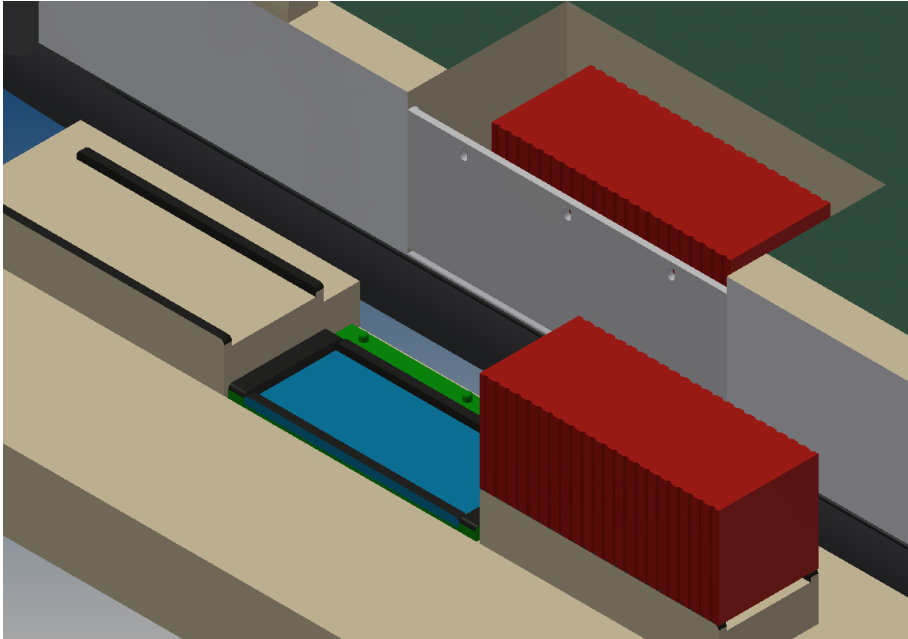
Figur 6 Container heisa opp til ladestasjon-nivå



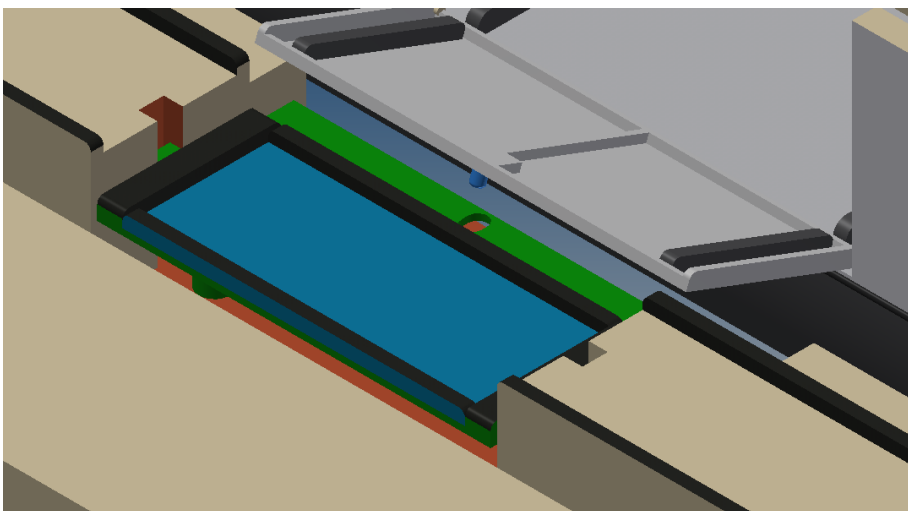
Figur 7 Containerar blir sideforskyvd



Figur 8 Opplada container frakta in på båt



Figur 9 Opplada container på plass. Klar for avgang.



Figur 10 Hovudhudis (grøn) beveger seg i ei sjakt

### Avklaringar knytt til prinsippet

1. Finne eigna heiskonstruksjon til hovudheis (grøn), og til containerheis (blå)
2. Finne eigna kjededrift. Finne ut av funksjon, kapasitet, motor og slitasje
3. Automatisering av kjededrift. Nøyaktighet ved posisjonering (slark)
4. Finne fart på kjede og heis med container på ca 6 tonn.
5. Finne ut kor mykje slark kjede kan ha for å treffe neste kjede (båt -> luke -> heis)
6. Kva type tenner for kjededrift skal brukast under container

## Vedlegg 9 E-post Multi Maritime, batterispenning

Sveinung Furnes [sf@multi-maritime.no]

11. april 2014 14:48

Hei igjen,

Fikk tilbakemelding fra ein ekspert med følgende kommentar:

”De fleste leverandører av batterisystemer har ein begrensning på øvre spenning omkring 1000V. Problemet ved å gå høyere i spenning er at det må brukes komponenter i batteripakken som er lite tilgjengelige og derfor svært dyre. Gevinsten ved lavere strøm ved høyere spenning forsvinner derved i økte kostnader for komponenter i batteripakken.”

Så dere bør nok begrense dere til 1000 Volt spenning på batteripakken. Sett dette som ein forutsetning i prosjektet. Skulle vi gå videre med dette konseptet så kan det nok gjøres ein kost/nytte vurdering om det vil lønne seg å gå ytterligere opp på spenning. Kost på batteritilkobling versus kost på de dyre komponentene i batteripakken.

Best regards,  
**Multi Maritime AS**

Sveinung Furnes  
Phone: +47 57 82 84 85 (direct line)  
[www.multi-maritime.no](http://www.multi-maritime.no)

*Roy Andre Solvåg-Hellevang*

*Svar på meldingen fra Roy Andre Solvåg-Hellevang, 11.04.2014*

To:

Sveinung Furnes [sf@multi-maritime.no]

Sendte elementer

11. april 2014 12:13

Hei igjen,

Vi vurderer å øke spenninga på batteriet til ca 2000V for å redusere straumane, og heller transformere ned igjen på ferja.

Er dette greit for dykk, eller blir det problematisk?

Kva spenning går Thrusterane på?

Mvh

Roy Andre

## Vedlegg 10 Forslag hybridløsning frå Corvus Energy



*Corvus Energy Ltd.*

*Leading the way towards your energy solutions*

### Appendix A: Corvus Battery System Specification

System Specification	
Number of Arrays	2
Maximum Voltage <sup>[5]</sup>	907.2VDC
Nominal Voltage <sup>[5]</sup>	799.2VDC
Minimum Voltage <sup>[5]</sup>	648VDC
Capacity <sup>[1]</sup>	1500 Ah
Energy <sup>[2]</sup>	1170 kWh
Weight Excluding shelving	12200 kg

Array Specification	
Number of Packs	5
Array Manager	1
Maximum Voltage <sup>[5]</sup>	907.2VDC
Nominal Voltage <sup>[5]</sup>	799.2VDC
Minimum Voltage <sup>[5]</sup>	648VDC
Capacity <sup>[1]</sup>	750 Ah

Page | 16

Multi Maritime Hybrid Ferry 2.0

© 2015 Corvus Energy Ltd.

Copyright of this document is the property of Corvus Energy Ltd. and it may not be copied, used or otherwise disclosed in whole or in part except with prior written permission from Corvus Energy Ltd., or if this document has been furnished under a contract with another party, as expressly authorized under that contract.

FRM6000003 B



## Corvus Energy Ltd.

Leading the way towards your energy solutions

<b>Energy <sup>[2]</sup></b>	585 kWh
<b>Weight Excluding shelving</b>	6100 kg
<b>Communication</b>	EtherNet/IP

<b>Pack Specification</b>	
<b>Number of modules</b>	18
<b>Pack controller</b>	1
<b>Fuse (SIBA 90-320-21-315)</b>	2
<b>Maximum Voltage</b>	907.2VDC
<b>Nominal Voltage</b>	799.2VDC
<b>Minimum Voltage</b>	648VDC
<b>Capacity</b>	150 Ah
<b>Energy</b>	117 kWh
<b>Weight Excluding shelving &amp; cables</b>	1220kg
<b>Communication</b>	CAN (J1939)

<b>Module Specification</b>	AT6500-250-48
<b>Technology</b>	Lithium NMC
<b>Maximum Voltage<sup>[1]</sup></b>	50.4 VDC

Page | 17

### Multi Maritime Hybrid Ferry 2.0

© 2015 Corvus Energy Ltd.

Copyright of this document is the property of Corvus Energy Ltd. and it may not be copied, used or otherwise disclosed in whole or in part except with prior written permission from Corvus Energy Ltd., or if this document has been furnished under a contract with another party, as expressly authorized under that contract.

FRM6000003 B





**Corvus Energy Ltd.**

*Leading the way towards your energy solutions*

<b>Nominal Voltage<sup>[1]</sup></b>	44.4 VDC
<b>Minimum Voltage<sup>[1]</sup></b>	36.0 VDC
<b>Capacity <sup>[2]</sup></b>	150 Ah
<b>Energy <sup>[3]</sup></b>	6.5 kWh
<b>Weight</b>	65kg(143lbs)
<b>Size (In)</b>	26 x 13 x 15
<b>Discharge Temp</b>	-20°C to 45°C
<b>Charge Temp</b>	0°C to 40°C
<b>Internal resistance</b>	3.7 mΩ
<b>Communication</b>	CAN (C-AMP)

[1] Open circuit voltage

[2] Typical Capacity: 0.5C, 4.2~2.7V @ 25°C

[3] Energy at nominal voltage

Page | 18

Multi Maritime Hybrid Ferry 2.0

© 2015 Corvus Energy Ltd.

Copyright of this document is the property of Corvus Energy Ltd. and it may not be copied, used or otherwise disclosed in whole or in part except with prior written permission from Corvus Energy Ltd., or if this document has been furnished under a contract with another party, as expressly authorized under that contract.

FRM6000003 B

## Vedlegg 11 E-post frå Compower, UPS-system

9.5.2014

SV: Førespurnad på UPS system

**SV: Førespurnad på UPS system**

Rolf Tvedt [Rolf.Tvedt@compower.no]

Sendt: 9. mai 2014 13:57

To: Erlend Ese

Hei,

Da kan du budsjettere med en pris på UPS på kr. 520 000,00 ekskl. mva.

Med vennlig hilsen/ Best regards,

Rolf Tvedt  
CEO  
ComPower AS  
Tel.: +47 9169 7216

-----Opprinnelig melding-----

Fra: Erlend Ese [<mailto:erlendese@stud.hisf.no>]

Sendt: 9. mai 2014 13:25

Til: Rolf Tvedt

Emne: SV: Førespurnad på UPS system

Hei, ja det stemmer.

Erlend Ese, HiSF

Fra: Rolf Tvedt [Rolf.Tvedt@compower.no]

Sendt: 9. mai 2014 12:59

To: Erlend Ese

Emne: SV: Førespurnad på UPS system

Hei,

Er maksimum belastning på UPS 300kW?

Med vennlig hilsen/ Best regards,

Rolf Tvedt  
CEO  
ComPower AS  
Tel.: +47 9169 7216

-----Opprinnelig melding-----

Fra: Erlend Ese [<mailto:erlendese@stud.hisf.no>]

Sendt: 9. mai 2014 11:20

Til: Rolf Tvedt

Emne: SV: Førespurnad på UPS system

Hei, takk for svar.

Prosjektet er fortsatt i en planleggingsfase så spenning, frekvens og faser er noe usikkert, vi kan gå ut i fra normaldrift på 690V, trefase 50hz kanskje?

<https://mail.stud.hisf.no/owa/?ae=Item&t=IPM.Note&id=RgAAAABwTaksZVDvTpD%2fwipT0i8SBwA89TIQqOFbQ7HrjEoUtdbAAAA%2bbiAAA89TIQqO...> 1/2

9.5.2014

SV: Forespurnad på UPS system

Energibehovet er 25kWh (300kw over 5 minutt) i følge en driftsprofil, men det kan være hensiktsmessig å ha en sikkerhetsfaktor på 2, så 50kWh kan være bra. Systemet skal stå på en bilferge, så det må være DNV godkjent vertfall. Det er mulig det er andre krav og klasser, men det vet du helt sikkert bedre enn meg.

I denne omgang behøver vi bare en cirka pris, sånn at vi kan se på den totale kostnaden av prosjektet vårt. Det hadde vært veldig fint om vi kunne fått et tilbud på et system så vi kunne lagt med i rapporten vår, men siden dette er et teoretisk prosjekt så behøver du ikke å legge for mye tid i detaljene rundt.

Mvh Erlend Ese  
Høgskulen i Sogn og Fjordane

---

Fra: Rolf Tvedt [Rolf.Tvedt@compower.no]  
Sendt: 9. mai 2014 09:02  
To: Erlend Ese  
Emne: SV: Forespurnad på UPS system

Hei,

Vi trenger spenning inn/ ut antall faser/ frekvens og effektbehov + tiden batteriet skal stå som backup.  
Vi må også vite om det er krav til å følge IMO og/ eller klasse (f.eks. DNV) regler.

Med vennlig hilsen/ Best regards,

Rolf Tvedt  
CEO  
ComPower AS  
Tel.: +47 9169 7216

-----Opprinnelig melding-----  
Fra: Compower [<mailto:support@webtotal.no>]  
Sendt: 2. mai 2014 16:33  
Til: Monica Tvedt  
Emne: ComPower AS: Forespurnad på UPS system

Dette er en tilbakemelding via <http://www.compower.no/> fra:  
Erlend Ese <erlendes@stud.hisf.no>

Hei. Vi er ei gruppe med studentar frå Høgskulen i Sogn og Fjordane som arbeider med hovudprosjektet vårt "Automatisk batteribytte på elektrisk bilferje"

Prosjektet omhandlar som tittelen seier eit automatisk batteribyte på bilferje. Under bytet er det nødvendig med eit UPS system som held normal drift på ferja medan batteria vert veksla.

Er det mulig å få ein pris på kva det kostar for eit ferdig UPS system til dette?  
Kva anna treng de å vita enn kapasiteten til UPS systemet?

<https://mail.stud.hisf.no/owa/?ae=Item&t=IPM.Note&id=RgAAAABwTaksZVDvTpD%2fwpt0I8SBwA89T/QqOFbQ7HnjEoUbdAAAA%2bbiAAA89TiQqO...> 2/2

## Vedlegg 12 Dimensjonering av kabeltversnitt på ferje

### Utrekningar til dimensjonering

Vi bruker  $U =$  nominell 710,4V som utspenning frå batteri og  $P =$  toppbelastning 1500kW,

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1500 \text{ kW}}{710,4 \text{ V}} = 2111,5 \text{ Ampere}$$

Ein formel frå NEK 400:434.5.2 seier noko om energitålighet for kabel. Den gir tida det tek innan temperaturen aukar frå normal driftstemperatur (70 grader celsius) og opp til leiarens sluttemperatur (avhengig av k-verdi)

$$t = \frac{k^2 \cdot S^2}{I^2}$$

Der  $t =$  varighet (s)

$S =$  leiartversnitt ( $\text{mm}^2$ )

$I =$  strøm (A)

$k =$  Konstant avhengig av kabelens leiarmateriale og isolasjon, vi nyttar CU / VARMEHEMMA GUMMI  $K = 141$ .

Snur på formelen, og legg ein tryggleiksmargin på 2 på tida, og får

$$S = \sqrt{\frac{2 \cdot 60 \text{ sek} \cdot (2111,5 \text{ A})^2}{141^2}} = 164,05 \text{ mm}^2$$

Dette seier oss at dersom vi bruker denne kabelen vil det ta 120 sekund før kabelen når grensetemperatur ved maks belastning.

Det nærmaste ein kjem på kabeltversnitt over dette er **185mm<sup>2</sup>**.

Reknar så ut tida før denne kabelen når grensetemperatur.

$$t = \frac{141^2 \cdot 185^2}{2111,5^2} = 153 \text{ sek} \approx 2,5 \text{ minutt}$$

Vi kan slå fast at det vil gå bra med ein 185mm<sup>2</sup> kabel med atterhald om at drift-spenninga er rett, og at teorien om at kabelen berre skal tåle toppeffekten i 1 min.

Det er muleg at det må leggst inn ein tryggleiksmargin som er mykje større enn den vi har brukt.

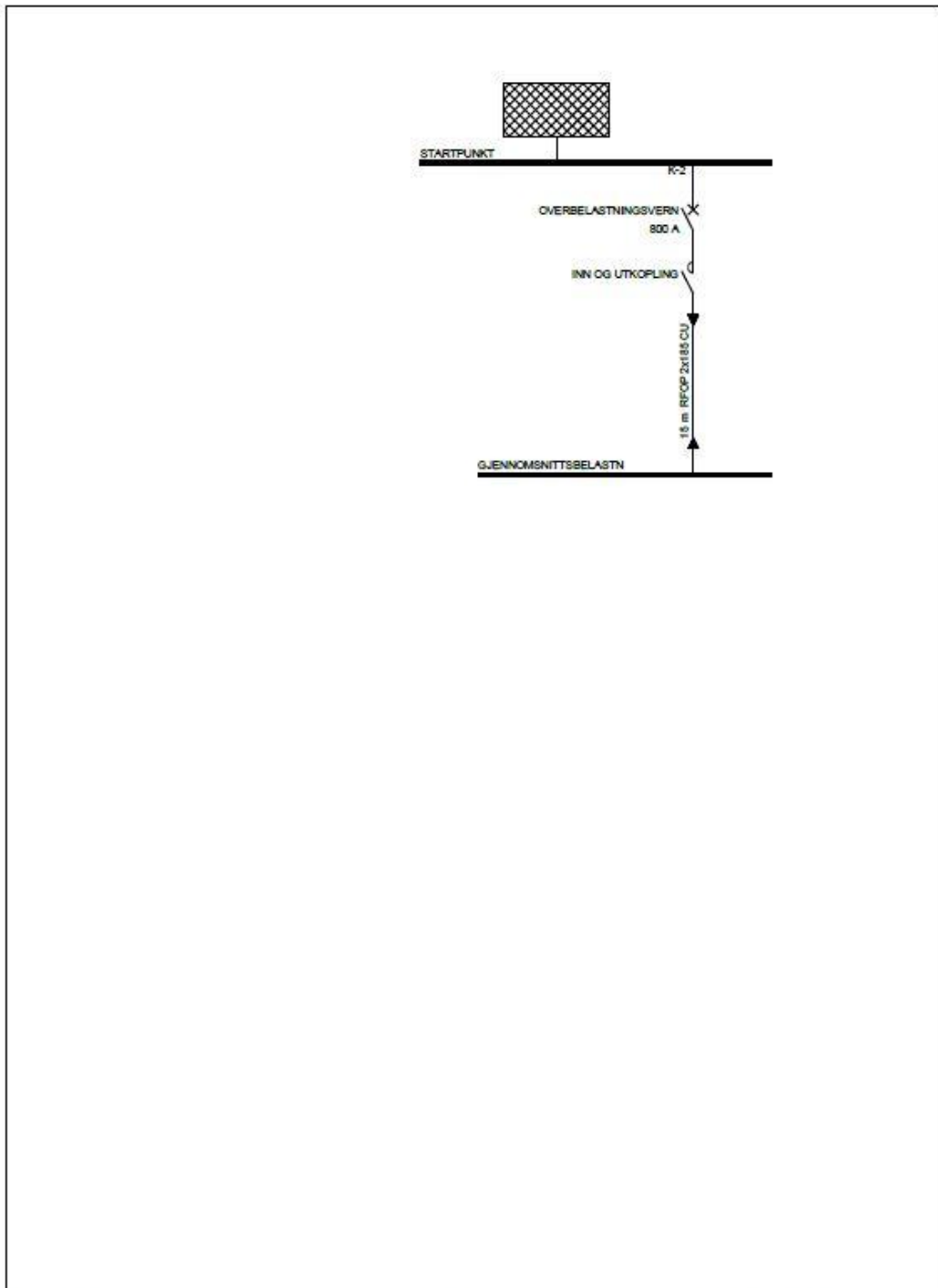
Gjennomsnitt straumen vert  $\frac{380,67 \text{ kW}}{710,4 \text{ V}} = 535,8 \text{ Ampere}$

Strømføringsevna til 185mm<sup>2</sup> med forlegningsmåte G (ein leiar på bru) er 661A (febdok)

535,8 A  $\leq$  661A - OK

### **NB:**

Det er ikkje sikkert at det er praktisk gjennomførbart å beskytte mot overbelastning samtidig som ein tillèt ein toppeffekt som er så høg som i vårt tilfelle.



Anleggets adresse:	Anlegg: NFU	Dato: 08.05.2014 16:09:21
Fagskolen i Førde		710 V DC
6801 FØRDE Tel: 57823498	<b>Febdok</b> Vs. 5.4.11 Dato: 13.01.2014	Side: 1 (1) av: 1

## Beregningsresultater

Kurs nr. K-2

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Inntak/fordeling	: GJENNOMSNITTSBELASTN	Fordelingstype	: DC
Beskrivelse	: Gjennomsnittsbelastrn		
Merkespenning	: 710 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 536,6 A	Fasekobling	: L1-L2
Cos phi	: 1	Temperatur i fordeling	: 30 °C
Merkeeffekt, Pn	: 381,0 kW	Kurs nr innmating	:
Merkeytelse, Sn	: 381,0 kVA		:
Sammenlagret strøm	: L1: 0,0 A L2: 0,0 A		
Sum nedstrøms tap	: 0,0 [kW]		
	:		

Spenningsfall totalt	: 2,0 V	0,3 %	Klemmespenning	: 707,9
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,0 %		
...over Kabel	: 2,0 V	0,3 %	Maksimal lengde	: 104,7 m

Kabel	: KABEL TIL DC-AC KONV		
Kabeltype/-lederløsning	: RFOP 2x185 CU		
Ref. inst. met.	: G		
Omgivelsestemperatur	: 30,0 °C		
Kabellengde	: 15,0 m	Annen korreksjonsfaktor	: 1
Tap i kabel	: 1091,62 W	72,77 W/m	
Strømføringsevne	: 661,00 A		

Anleggets adresse:	Beregningsresultater for anlegget:	Dato: 08.06.2014 18:08:21
	NFU	
Fagskolen i Førde	Fordeling	NEK 400:2010
	STARTPUNKT	710 V DC
6801 FØRDE Tel: 57823499	<b>febdok</b> Ver. 5.4.11 Dato: 13.01.2014	Side 1 (2) av 2

## Vedlegg 13 Dimensjonering av kabeltversnitt til lading

### Beregningsresultater

Kurs nr. K-1

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Fast belastning	: LADING		
Beskrivelse	: Lading		
Merkespenning	: 690 V	Antall faser	: 3
Laststrøm	: 520,46 A	Fasekobling	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 1		
Merkeeffekt, Pn	: 622,0 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	: 622,0 kVA	Samtidighetsfaktor	: 1

Spenningsfall totalt	: 2,1 V	0,3 %	Klemmespenning	: 687,9
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,0 %		
...over Kabel	: 3,7 V	0,5 %	Maksimal lengde	: 418,7 m

Kabel	:		
Kabeltype/-lederløsning	: CGF 5G300 CU		
Ref. inst. met.	: C		
Omgivelsestemperatur	: 30,0 °C		
Kabellengde	: 30,0 m	Annen korreksjonsfaktor	: 1
Tap i kabel	: 1868,20 W	62,27 W/m	
Strømføringsevne	: 576,00 A		

Kortslutningsvern, merking	: VERN		
Fabrikkat	: SIBA	Artikkel nummer	: 2022713.630
Bryterenhet	: 2022713_GG_690V_4A	EAN-nummer	:
Utløserenhet	: 2022713.630_GG_690V_630A_4A	Bryteevne	: 120,00 kA Ic
Merkestrøm	: 630,00 A	I2-verdi	: 945,00 A
		I5-(I <sub>m</sub> -) verdi	: 0,00 A
Kabel, største lengde som vil gi utkobling av jordfeil innen tillatt tid			

Anleggets adresse:	Beregningsresultater for anlegget:	Dato: 10.06.2014 16:26:58
	MANNHELLER_nynettst	
Fagskolen i Førde	Fordeling	NEK 400:2010
6801 FØRDE	FORDELING	690 V TN-S
Tel: 57823499	<b>Febdok</b> Ver. 5.4.11	Side 1 (2)
	Date. 13.01.2014	av 1

## Vedlegg 14 Liste over komponentar med plassering

Prosjekt-ID	Type	Komponentnavn	Leverandør	Artikkelnr	Plassering	Slyngesenheter	E-post leverandør	Telefonnummer leverandør	Pris
0-1	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Venstre endestopp batteristasjon ferje	PLS Ferje	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-2	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Hegre endestopp batteristasjon ferje	PLS Ferje	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-3	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Venstre batteripol batteristasjon ferje min	PLS Ferje	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-4	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Hegre batteripol batteristasjon ferje min	PLS Ferje	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-5	Vinkelposisjonsensoren	Low Profile Rotary Sensor 3850-Series	ELFA-DISTRELEC	64-900-15	Vinkelsensor luke ferje	PLS Ferje	norge@elfa.se	23 12 49 00	kr 757,00
0-7	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Momentføler hydraulikk luke	PLS Ferje	?	?	kr 242,50
0-8	Ultrasjyd sensor	Ultrasonic Sensor UC4000-30GM-URZV15	ELFA-DISTRELEC	37-607-55	Midstilling midtskinne luke på ferje	PLS Ferje	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 4 793,00
0-9	Ultrasjyd sensor	Ultrasonic Sensor UC4000-30GM-URZV15	ELFA-DISTRELEC	37-607-55	Floer hegede sje venstre	PLS Kai	norge@elfa.se	23 12 49 00	kr 4 793,00
0-10	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Floer hegede sje høyre	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-11	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Hegre endeføler vogn på kai	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-12	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Midstilling midtskinne konteinar stasjon 1	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-13	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Midstilling vogn konteinar stasjon 1	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-14	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Midstilling vogn konteinar stasjon 2	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-15	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Midstilling midtskinne konteinar stasjon 2	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-16	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Venstre endeføler vogn på kai	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-17	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Max endestopp heving platform kai	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-18	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Min endestopp senking platform kai	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-19	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Hegre endestopp konteinar stasjon 1	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-20	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Hegre endestopp konteinar stasjon 2	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-21	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Venstre endestopp konteinar stasjon 1	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-22	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Hegre endestopp konteinar stasjon 2	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-23	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Venstre batteripol ladestasjon 2 min	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-24	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Hegre batteripol ladestasjon 2 min	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-25	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Venstre batteripol ladestasjon 1 min	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-26	Mikrobryter	Wide Pre-wired Limit Switch	ELFA-DISTRELEC	36-307-61	Hegre batteripol ladestasjon 1 min	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 270,00
0-27	Mikrobryter	Wide Pre-wired Limit Switch	ELFA-DISTRELEC	36-307-62	Venstre endestopp vogn på kai	PLS Kai	norge@elfa.se	23 12 49 00	kr 270,00
0-28	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Hegre endestopp vogn på kai	PLS Kai	omron.norway@eu.omron.com	24 12 49 00	kr 270,00
0-29	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Venstre endestopp konteinar 1 mot ferje	PLS Konteinar 1	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-30	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Hegre endestopp konteinar 1 mot ferje	PLS Konteinar 1	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-31	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Venstre endestopp konteinar 1 mot kai	PLS Konteinar 1	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-32	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Hegre endestopp konteinar 1 mot kai	PLS Konteinar 1	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-33	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Venstre endestopp konteinar 2 mot ferje	PLS Konteinar 2	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-34	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Hegre endestopp konteinar 2 mot ferje	PLS Konteinar 2	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-35	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Venstre endestopp konteinar 2 mot kai	PLS Konteinar 2	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-36	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Hegre endestopp konteinar 2 mot kai	PLS Konteinar 2	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50
0-36	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M30	Omnron	E2A-M30 S5C	Venstre batteripol batteristasjon ferje max	PLS Ferje	omron.norway@eu.omron.com	+47 22 85 75 00	kr 242,50

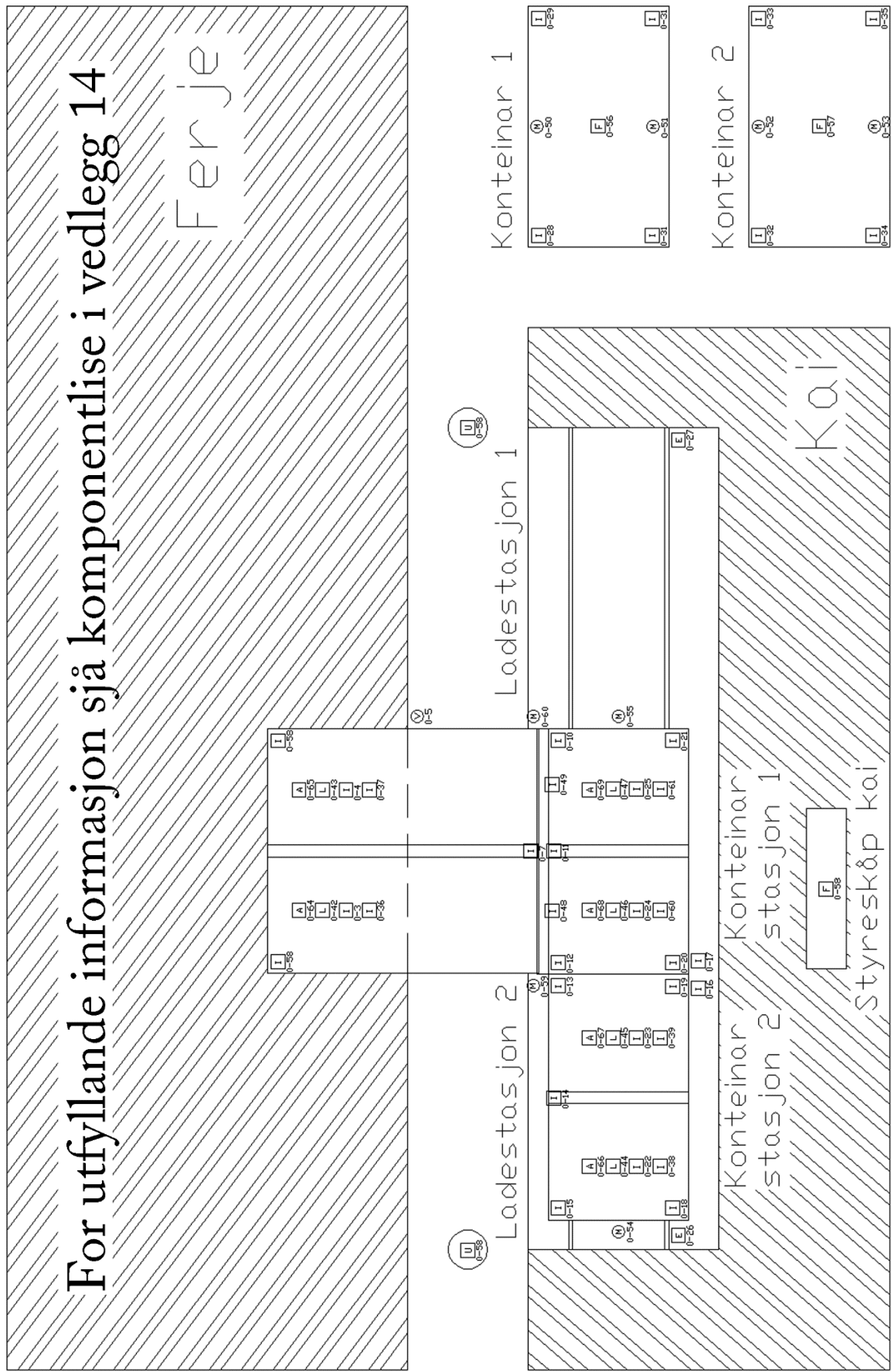


ProsjektID	Type	Komponentnavn	Leverandør	Artikkelnr	Plassering	Svrlingsenhet	E-post leverandør	Telefonnummer/leverandør	Pris
0-37	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M39	Omnron	E2A-M30 S16-C	Hegre batteripol/batteristasjon ferje max.	PLS Ferje	omnron.norway@eu.omnron.com	+47 22 65 75 00	kr 242,50
0-38	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M40	Omnron	E2A-M30 S16-C	Venstre batteripol/ladestasjon 2 max	PLS Kai	omnron.norway@eu.omnron.com	+47 22 65 75 00	kr 242,50
0-39	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M41	Omnron	E2A-M30 S16-C	Hegre batteripol/ladestasjon 2 max	PLS Kai	omnron.norway@eu.omnron.com	+47 22 65 75 00	kr 242,50
0-40	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M42	Omnron	E2A-M30 S16-C	Venstre batteripol/ladestasjon 1 max	PLS Kai	omnron.norway@eu.omnron.com	+47 22 65 75 00	kr 242,50
0-41	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M43	Omnron	E2A-M30 S16-C	Hegre batteripol/ladestasjon 1 max	PLS Kai	omnron.norway@eu.omnron.com	+47 22 65 75 00	kr 1025,00
0-42	Lastecelle	Lastecelle 1000 kg, H8C-C3-10-4B	ELFA	37-598-32	Venstre batteripol/batteristasjon ferje	PLS Ferje	norge@elfa.se	23 12 49 00	kr 1025,00
0-43	Lastecelle	Lastecelle 1000 kg, H8C-C3-10-4B	ELFA	37-598-33	Hegre batteripol/batteristasjon ferje	PLS Ferje	norge@elfa.se	24 12 49 00	kr 1025,00
0-44	Lastecelle	Lastecelle 1000 kg, H8C-C3-10-4B	ELFA	37-598-34	Venstre batteripol/ladestasjon 2	PLS Kai	norge@elfa.se	25 12 49 00	kr 1025,00
0-45	Lastecelle	Lastecelle 1000 kg, H8C-C3-10-4B	ELFA	37-598-35	Hegre batteripol/ladestasjon 2	PLS Kai	norge@elfa.se	26 12 49 00	kr 1025,00
0-46	Lastecelle	Lastecelle 1000 kg, H8C-C3-10-4B	ELFA	37-598-36	Venstre batteripol/ladestasjon 1	PLS Kai	norge@elfa.se	27 12 49 00	kr 1025,00
0-47	Lastecelle	Lastecelle 1000 kg, H8C-C3-10-4B	ELFA	37-598-37	Hegre batteripol/ladestasjon 1	PLS Kai	norge@elfa.se	28 12 49 00	kr 1025,00
0-48	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M37	Omnron	E2A-M30 S16-C	Venstre endestopp køyrelem	PLS Kai	omnron.norway@eu.omnron.com	+47 22 65 75 00	kr 242,50
0-49	Induktiv giver	Cylindrical Proximity Sensor E2A-M37	Omnron	E2A-M30 S16-C	Hegre endestopp køyrelem	PLS Kai	omnron.norway@eu.omnron.com	+47 22 65 75 00	kr 242,50
0-50	Motor	TT29 A 90S-4.11kW 230V400V B5 IE2 *G*	LÖNNE SCANDINAVIA AS	135760	Motor framaksling/kontainer 1	PLS Kontainer 1	info.norway@lonne.com	55 39 10 00	kr 1060,00
0-51	Motor	TT29 A 90S-4.11kW 230V400V B5 IE2 *G*	LÖNNE SCANDINAVIA AS	135760	Motor bakaksling/kontainer 1	PLS Kontainer 1	info.norway@lonne.com	55 39 10 00	kr 1060,00
0-52	Motor	TT29 A 90S-4.11kW 230V400V B5 IE2 *G*	LÖNNE SCANDINAVIA AS	135760	Motor framaksling/kontainer 2	PLS Kontainer 2	info.norway@lonne.com	55 39 10 00	kr 1060,00
0-53	Motor	TT29 A 90S-4.11kW 230V400V B5 IE2 *G*	LÖNNE SCANDINAVIA AS	135760	Motor bakaksling/kontainer 2	PLS Kontainer 2	info.norway@lonne.com	55 39 10 00	kr 1060,00
0-54	Motor	TT29 A 90S-4.11kW 230V400V B5 IE2 *G*	LÖNNE SCANDINAVIA AS	135760	Motor venstre vogn på kai	PLS Kai	info.norway@lonne.com	55 39 10 00	kr 1060,00
0-55	Motor	TT29 A 90S-4.11kW 230V400V B5 IE2 *G*	LÖNNE SCANDINAVIA AS	135760	Motor hagre vogn på kai	PLS Kai	info.norway@lonne.com	55 39 10 00	kr 1060,00
0-56	Frekvensomformer	34,5kVA 400V/IPS4 Lønne Drive	LÖNNE SCANDINAVIA AS	125931	Frekvensomformer/kontainer 1	PLS Kontainer 1	info.norway@lonne.com	55 39 10 00	kr 7 960,00
0-57	Frekvensomformer	34,5kVA 400V/IPS4 Lønne Drive	LÖNNE SCANDINAVIA AS	125931	Frekvensomformer/kontainer 2	PLS Kontainer 2	info.norway@lonne.com	55 39 10 00	kr 7 960,00
0-58	Frekvensomformer	34,5kVA 400V/IPS4 Lønne Drive	LÖNNE SCANDINAVIA AS	125931	Motor venstre side køyrelem	PLS Kai	info.norway@lonne.com	55 39 10 00	kr 1 060,00
0-59	Motor	TT29 A 90S-4.11kW 230V400V B5 IE2 *G*	LÖNNE SCANDINAVIA AS	135760	Motor venstre side køyrelem	PLS Kai	info.norway@lonne.com	55 39 10 00	kr 1 060,00
0-60	Motor	TT29 A 90S-4.11kW 230V400V B5 IE2 *G*	LÖNNE SCANDINAVIA AS	135760	Motor hagre side køyrelem	PLS Kai	info.norway@lonne.com	55 39 10 00	kr 1 060,00
0-64	Linear aktuator	?	?	?	Opp og ned med kjøring av Luke Ferje	PLS Ferje	?	?	kr 3 611,00
0-65	Linear aktuator	Actuator LA23 24VDC – med endestopp signal og utstyr	LINAK	230200100100B6	Venstre batteripol/batteristasjon ferje	PLS Ferje	www.linak.no	32 82 90 90	kr 3 611,00
0-66	Linear aktuator	Actuator LA23 24VDC – med endestopp signal og utstyr	LINAK	230200100100B6	Hegre batteripol/batteristasjon ferje	PLS Ferje	www.linak.no	33 82 90 90	kr 3 611,00
0-67	Linear aktuator	Actuator LA23 24VDC – med endestopp signal og utstyr	LINAK	230200100100B6	Venstre batteripol/ladestasjon 2	PLS Kai	www.linak.no	34 82 90 90	kr 3 611,00
0-68	Linear aktuator	Actuator LA23 24VDC – med endestopp signal og utstyr	LINAK	230200100100B6	Hegre batteripol/ladestasjon 2	PLS Kai	www.linak.no	35 82 90 90	kr 3 611,00
0-69	Linear aktuator	Actuator LA23 24VDC – med endestopp signal og utstyr	LINAK	230200100100B6	Venstre batteripol/ladestasjon 1	PLS Kai	www.linak.no	36 82 90 90	kr 3 611,00
0-70	Access Point	SCALANCE W788-IPRO	SIEMENS	6GK5788-1AA60-2AA0	Sivreskip kai	PLS Kai	support.lad.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 6 500,00
0-71	Access Point	SCALANCE W788-IPRO	SIEMENS	6GK5788-1AA60-2AA0	Sivreskip ferje	PLS Ferje	support.lad.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 6 500,00
0-72	Client Module	SCALANCE W746-IPRO	SIEMENS	6GK5746-1AA60-4AA0	Kontainer 1	PLS Kontainer 1	support.lad.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 4 300,00

ProsjektID	Type	Komponentnavn	Leverandør	Anr/kal-nr	Plassering	Svingegrenshet	E-post leverandør	Telefonnummer leverandør	Pris
0-73	Client Module	SCALANCE X206-1	SIEMENS	6GK5206-1BB00-2AA3	Kontainer 2	PLS Kontainer 2	support.iadt.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 4 300,00
0-74	HMI	6" Basic Touch	SIEMENS	6AV6647-0AB11-3AX0	Styreskåp /kal	PLS Kai	support.iadt.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 3 500,00
0-75	HMI	6" Basic Touch	SIEMENS	6AV6647-0AB11-3AX0	Styreskåp ferje	PLS Ferje	support.iadt.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 3 500,00
0-76	HMI	22" Comfort Touch	SIEMENS	6AV2124-0XC02-0AX0	Brut Maskinist ferje	PLS Ferje	support.iadt.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 35 000,00
0-77	PLS	S7-1200	SIEMENS	6AG121H-AE31-2XB0	Ferje	--	support.iadt.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 3 500,00
0-78	PLS	S7-1200	SIEMENS	6AG121H-AE31-2XB0	Kai	--	support.iadt.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 3 500,00
0-79	PLS	S7-1200	SIEMENS	6AG121H-AE31-2XB0	Kontainer 1	--	support.iadt.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 3 500,00
0-80	PLS	S7-1200	SIEMENS	6AG121H-AE31-2XB0	Kontainer 2	--	support.iadt.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 3 500,00
0-81	Switch	SCALANCE X206-1	SIEMENS	6GK5206-1BB00-2AA3	Ferje	PLS Ferje	support.iadt.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 5 500,00
0-82	Switch	SCALANCE X206-1	SIEMENS	6GK5206-1BB00-2AA3	Styreskåp /kal	PLS Kai	support.iadt.no@siemens.com	22 63 20 51	kr 5 500,00

<b>Antall komponenter totalt</b>	<b>Pris totalt</b>
78	kr 168 631,50

## Vedlegg 15 Skisse over komponentplassering





## Vedlegg 17 Teknisk informasjon om motor og pristilbod frå Lønne AS

### E-post korrespondanse med Lønne

Det er sendte over dei tekniske spesifikasjonane og utrekningane våre, og spurt kva type motor og styring dei tilrår.

*Samandrag av svar frå Kurt Arntzen og Frank Brodrick hjå Lønne Scandinavia AS i Bergen.*

*Det enkleste er å bruke ein trefase ac-motor forsynt fra ein frekvensomformer som igjen er forsynt fra ein DC kilde.*

*Er der er det mulig og tappe lavere spenning enn 800 VDC?*

*Har vi rundt 600 VDC, så kan vi benytte ein 400 V omformer.*

*Hvis vi benytter ein iDrive, beregnet for 400 VAC forsyning. Blir spenningen vi skal mate DC-kretsen med rundt 600 VDC.*

*$400 * \text{kvadratroten av } 2 = 565$*

*Frekvensomformeren kan også benyttes på 440 VAC. Da blir det 622 VDC.*

*Så hvis vi har 600 VDC går det fint.*

*Kan godt kjøre to motorer på utgangen av ein frekvensomformer.*

*Effekten på frekvensomformeren må da dobles for å kunne dekke effektbehovet for de to motorene.*

*Hver motor må få sitt tilpasset motorvern.*

Vi får då eit pristilbod på ein iDrive, IP54 400V, og ein 1,1kW 230/400V B5 IE2 vekselstrømsmotor.



## Tilbud

**Høgskolen i Bergen**  
Nygårdsgaten 112  
NO 5020 Bergen

Telefon +4755587500  
Faks +4755326407

*Leveringsadresse:*  
Høgskolen i Bergen  
Nygårdsgaten 112  
NO 5020 Bergen

Nummer .....: 1163818-1  
Dato .....: 24.04.2014  
Side .....: 1 av 1  
Salgsordre .....: 1163818  
Rekvisisjon .....: Høgskulen i SF  
Deres ref .....: Terje Johnsen  
Vår ref. ....: Kurt Arntsen  
Tilbudsfrist .....: 24.05.2014  
Betalingsbetingelser .....: Netto pr. 30 dager  
Leveringsbetingelse .....: FCA Oslo  
Leveringsmåte .....: Schenker  
Godsmerke .....: Jermund Hopland  
Kundenummer .....: 12883

Valuta .....: NOK

Pos	Varenr	Beskrivelse	Enhet	Selv. dato	Antall	Pris	Rabatt	Beløp
1,0	125931	3/4,5kW 400V IP54 Lønne iDrive 3/4,5 kw 400V IP54 Lønne iDrive 4T-S05-10,5-3-IP54-EMC-B IP54 Inverter drive Built in TN net filter Built in braking chopper Load in kw at 400 V Light load 120%: 4,5 kw Std. load 140%: 4 kw Heavy load 175%: 3 kw Strong load 200%: 2,2 kw Overload for 120s Rated current Inom : 10,5 A Input rating: 3 fase 380-500V AC, 50/60hz Dimensions: Width=214mm, height=577mm, depth=227mm, weight=15,7kg	pcs	25.04.2014	1,00	7 980,00		7 980,00
2,0	135760	1TZ9 A 90S-4 1,1kW 230/400V B5 IE2 *G* 1TZ90010EB022FA4 1,1kW 230VD/400VY 50Hz 1,27kW 460VY 60Hz	pcs	25.04.2014	1,00	1 080,00		1 080,00
		Miljøgebyr						23,88

Vi takker for Deres forespørsel.  
Med vennlig hilsen  
LÖNNE SCANDINAVIA AS

Leveringsdato angitt i tilbudet avhenger av bestillingsdato. For bestillingsvarer er leveringstiden å regne som antatt leveringstid.

Prisene forstås ekskl. mva. Vi tar forbehold om mellom salg og prisendringer fra våre leverandører. Ved forsinket betaling beregnes forsinkelsesrente iht. Lov om renter ved forsinket betaling m.m. Salgs- og leveringsbetingelser iht. Maskingrossisternes Forening og Incoterms 2010.

Fritt	Pliktig	Vareverdi	Tillegg	Nettobeløp	Mva	Avrund	Sum
0,00	9 043,88	9 020,00	23,88	9 043,88	2 260,97	0,15	11 305,00 NOK

Lønne Scandinavia AS  
Postboks 144 Ulset  
NO-5873 Bergen  
Oslo avd:  
Postboks 165 Kjelsås, NO-0411 OSLO

Telefon .....: +47 55 39 10 00  
Faks .....: +47 55 39 11 00  
E-post .....: info.norway@lonne.com  
Internett .....: www.lonne.com

Foretaksregisteret: NO979478275MVA  
Bankgironummer : 97600504898 (Fokus Bank)  
SWIFT-kode ....: DABANO22  
IBAN .....: NO2397600504898  
Postgiro .....



## Vedlegg 19 Økonomi

Kostnadsoverslag automatisert batteribytte på bilferje (Priser ekskl. m.v.a.)				
Artikkel	Tal	Stykkpris (kr)	Total kostnad (kr)	
		Berekna	Berekna	
<b>Byggemateriale batteribytte-system</b>				
	0	kr 0,00	kr 0,00	
<b>Ladesystem til batteripakke</b>				
	0	kr 0,00	kr 0,00	
<b>Kaiutbygging</b>				
	0	kr 0,00	kr 0,00	
<b>Uventede utgifter</b>				
	0	kr 0,00	kr 0,00	
<b>Ekstern batterikontainer</b>				
Ekstern batterikontainer	2	kr 1 819 593,38	kr 3 639 186,76	
<b>Internt batteri</b>				
Komplett UPS-System	1	kr 520 000,00	kr 520 000,00	
<b>Hydraulikk</b>				
Sakseheis på kai	2	kr 440 349,11	kr 880 698,22	
<b>Elektriske komponenter</b>				
Elektriske komponent til automasjon	1	kr 168 631,50	kr 168 631,50	
<b>Elektriske installasjon</b>				
installasjon	1	kr 197 214,00	kr 197 214,00	
<b>Utbygging kraftlinje</b>				
Nybygging nettstasjon	1	kr 434 613,00	kr 434 613,00	
<b>Mekaniske utgifter</b>				
Nav, aksling, hjulbane	1	kr 81 033,24	kr 81 033,24	
<b>Betonghus</b>				
Ladehus	1	kr 626 624,80	kr 626 624,80	
<b>Totalsum</b>			kr 6 548 001,52	
<b>Utgifter hovudprosjekt</b>				
Reiseregning	1	kr 1 720,20	kr	1 720,20
Sum			kr	1 720,20

Vedlegg til økonomien ligg på dei neste sidene.

Desse er sortert i same rekkefølje som oversikten over.

Informasjon om UPS-systemet ligg som vedlegg 11 (E-post frå Compower)

Informasjonen om dei elektriske komponentane ligg i vedlegg 14 (Liste over elektriske komponentar med plassering).

Pristilbod frå Lønne AS ligg som vedlegg 17

Kostnadsoversikten for utbygging av kraftlinje ligg som vedlegg 5



**Pris batteripakkar**

Sveinung Furnes [sf@multi-maritime.no]

20. mars 2014 15:59

Hei,

Når det gjelder pris på batteripakken så kan dere ta utgangspunkt i 1000 dollar per kWh. Det er mulig at container og eventuelt vifter kommer i tillegg, men det er ikke så viktig å få avklart no.

For de to andre spørsmålene så hadde det vært fint om dere kunne være litt mer spesifikke på hva dere mener:

\*Er det ladesystemet på kai dere tenker på eller er det hurtigkoblingen for lader?

\*Er det hvor stor lade-effekt som trengs for å lade batteripakkene dere tenker på eller er det hvor mye energi som går tapt i overføringen?

I utgangspunktet skal vi kunne svare på disse spørsmålene.

Best regards,  
**Multi Maritime AS**

Sveinung Furnes  
Phone: +47 57 82 84 85 (direct line)  
[www.multi-maritime.no](http://www.multi-maritime.no)

<b>Utrekning Batteripris:</b>		
valutakurs USD(27.03.2014)	6,06531127	USD
Pris pr kWh	1000	USD
Antal kWh	312	kWh
Pris pr batteri	1892377,116	Kr

Pris sakseisar

**BEACON®**  
Heavy Capacity Scissor Lift

Home Blog About Us

Homepage->Scissor Lifts->Heavy Capacity Scissor Lift

Toll Free: 800 454-7159  
Phone: 314 487-7600  
Fax: 314 487-0100

Search

print page

[Additional Heavy Capacity Scissor Lift \(42 Models\)](#)

---

[Product Listing](#)

- [Bear Claw® Cranes](#)
- [Drum Handling Equipment](#)
- [Industrial Fans and Heaters](#)
- [Lift Tables](#)
- [Loading Dock Equipment](#)
- [Material Handling](#)
- [Packaging Equipment](#)
- [Portable Product Lifts](#)
- [Protective Barriers](#)
- [Ramps](#)
- [Safety Products](#)
- [Storage Solutions](#)

**Zone Monitoring**

- [Beacon® Zone Inventory Control](#)
- [BeaconMicro™ Control](#)

### Request for Quote (RFQ)

Delete	Qty	Description	Price Each	Line Total
<input type="checkbox"/>	2	Model BMLTDW-30-72 :: BMLTDW Series Extra Heavy Capacity Scissor Lift Table	\$74,220.60	\$148,441.20

*Shipping & Handling will be included in your final purchase.*

*Minimum order: \$50.00 + shipping*

Sub Total: \$148,441.20

Sales Tax (if applicable): \$0.00

\*\*Shipping: To be determined

\*\*Total: \$148,441.20

**Pris lineære aktuatorar**Høgskulen i Sogn og Fjordane  
v/ Erlend Ese

Tilbud nr: NCA290414



Aktuator:	LA23, 24VDC – med endestopp signal
Vare Nr.	2302001001100B6
Antall:	6 stk
Slaglengde =	100 mm
Max. belastning =	900 N
Max. hastighet = mm/sek.	12.6 mm/s uten belastning
Max. Amp = Amp	1.9 A ved maks kraft
Pris kr./stk. =	2655,-

Kontrollboks / Styring	TR-EM-208-H
Antall:	6 stk
Vare Nr:	TR-EM-208-H
Spesifikasjoner:	Motorstyring i IP hus.
Pris kr./stk. =	745,-

Motorkabel:	0237002-5000-A
Antall:	6 stk
Vare Nr:	0237002-5000-A + 0231037
Beskrivelse:	5 m motorkabel – 6 pol og kabellås
Pris kr./stk.=	183,- + 28,-

Alle priser er ekskl. mva.

Gyldighet:	30 dager.
Leveringstid:	Etter avtale.
Leveringsbetingelser:	Ab lager Drammen.

Vi håper at dette er etter deres ønske. Ved eventuelle spørsmål står vi gjerne til deres disposisjon, samt at det skulle glede oss å motta deres ordre.

Ved bestilling bes De vennligst om å henvise til dette tilbud.

Med vennlig hilsen  
**LINAK Norge AS**

Nils Christian Aas  
Salgsingeniør

## Pris induktive gjevarar

Vedr. forespørsel pris Omron induktiv giver.

 Innboks x 

omron.norway@eu.omron.com

8. apr. ☆

til meg ▾

Heisan!

Det var litt mangelfull betegnelse, men et alternativ er følgende:

Induktiv giver M30, kort type, skjermet, NPN, 15 mm føleavstand, Normalt åpen funksjon, 2 meter kabel: E2A-M30KS15-WP-C1 2M, veil. listepriis NOK 485 eks mva. Nettopris ved kjøp av 29 stk. NOK 242.50 eks mva per stk. Normal leveringstid: Fra lager Nederland, normalt 3-4 dagers frakttid.

**OMRON**

Customer Service

Omron Electronics Norway AS

Postal address: Postboks 109 Bryn, 0611 Oslo

Office address: Ole Deviks Vei 6B, 0666 Oslo, Norway

Tel. [+47 22 65 75 00](tel:+4722657500), Fax. [+47 22 65 83 00](tel:+4722658300)Email: [omron.norway@eu.omron.com](mailto:omron.norway@eu.omron.com)[www.industrial.omron.no](http://www.industrial.omron.no)**sysmac**  
always in control

**Pris installasjon*****Pristilbud***

---

Til:  
HISF  
Svanehaugvegen 1  
Postboks 523  
6800 FØRDE

**Tilbud: 00001**

**Beskrivelse: Installasjon for batteriprojekt**

Vår ref: Lars Borlaug

Deres ref: Erlend Ese

Vi takker for forespørselen vedrørende tilbud på de elektriske installasjoner for nevnte anlegg, og kan tilby dette utført for sum:

**kr 197 214 ekskl. m.v.a.**

Vårt tilbud er basert på tilsendte tegninger/beskrivelse/befaring.  
Prisstigning reguleres i henhold til ISOs entreprisindeks pr. 21.05.2014.

Vi håper De kan benytte Dem av vårt tilbud, og vi ser frem mot et eventuelt fremtidig samarbeid om dette prosjektet.

Priser på arbeid er medtatt hvis ikke annet er spesifisert.

Dette tilbud vedståes i 2-to-måneder fra 21.05.2014.

Med vennlig hilsen / Best regards  
Bergen Group Services

-----  
Laksevåg, 21.05.2014



## Anbudets beskrivelse

Anbud: 00001      Installasjon for batteriprojekt

Revisjon: Hovedanbud

Antall

Sum

### B01 Bygning 1

0 Flerfunksjonsbygning

42      Installasjoner for lavspenning

4111      Kabelstiger, kabelkanaler, kabelbrett

001	WP2.2-	KABELSTIGE	42,00	29 106,00
-----	--------	------------	-------	-----------

Sum		Kabelstiger, kabelkanaler, kabelbrett		29 106
-----	--	---------------------------------------	--	--------

419      Andre basisinstallasjoner for elkraft

002	WB2.41----	ELEKTRISK MOTOR	3,00	4 158,00
-----	------------	-----------------	------	----------

003	WF2.2----	KONTAKTOR/RELE	12,00	18 288,00
-----	-----------	----------------	-------	-----------

004	WF2.2----	KONTAKTOR/RELE	7,00	16 380,00
-----	-----------	----------------	------	-----------

Sum		Andre basisinstallasjoner for elkraft		38 826
-----	--	---------------------------------------	--	--------

4321      Hovedfordeling

001	WF1.--	VERN	2,00	27 270,00
-----	--------	------	------	-----------

Sum		Hovedfordeling		27 270
-----	--	----------------	--	--------

4322      Stigekabler

001	WJ2.2xx	KABEL FOR SPENNINGSBÅND II	60,00	33 120,00
-----	---------	----------------------------	-------	-----------

002	WJ2.2xx	KABEL FOR SPENNINGSBÅND II	15,00	30 825,00
-----	---------	----------------------------	-------	-----------

Sum		Stigekabler		63 945
-----	--	-------------	--	--------

439      Andre deler for lavspent forsyning

001	WD2.2---	ELKRAFTFORDELING FOR STYRING	4,00	10 872,00
-----	----------	------------------------------	------	-----------

Sum		Andre deler for lavspent forsyning		10 872
-----	--	------------------------------------	--	--------

Sum		Installasjoner for lavspenning		170 019
-----	--	--------------------------------	--	---------

52      Installasjoner for alarm og signal

5623      Følere, givere, forstillingsorgan mv. for sentral dr

001	XJ1.21----	GIVER	49,00	27 195,00
-----	------------	-------	-------	-----------

Sum		Følere, givere, forstillingsorgan mv. for sentral dr		27 195
-----	--	--	--	--------

Sum		Installasjoner for alarm og signal		27 195
-----	--	------------------------------------	--	--------

Sum Bygning 1				197 214
---------------	--	--	--	---------

SUM				197 214,00
-----	--	--	--	------------

+ 25% MERVERDIAVGIFT				49 303,00
----------------------	--	--	--	-----------

= TOTALT				246 517,00
----------	--	--	--	------------

## *A02 Anbudets materiell med priser*

*Anbud: 00001      Installasjon for batteriprojekt*

*Revisjon: Hovedanbud*

*Kalkyle: Rev*

<i>Kode</i>	<i>Tekst</i>	<i>Antall</i>	<i>NettoPris</i>	<i>SumNetto</i>
1067041	PFSP 1kV 3x2,5/2,5 TR	54,00	13,82	746,28
1090374	PFSK 4x0.50	151,90	17,04	2588,38
1248208	KONTRAMUTTER CE PG21	101,00	5,06	511,06
1248752	NIPPEL PE PG21 14,0-18,0	101,00	6,27	633,27
1342016	STRIPS NATURELL 4,8X292MM	225,00	0,63	141,75
1342062	STRIPS SORT 3,6X203MM.	309,00	0,30	92,70
1356460	50/800 FZV VEGGKONSOLL	21,00	99,27	2084,67
1356492	42 FZV KONSOLLKLAMMER	21,00	11,98	251,58
1357470	9 FZV SKJØTELASK	21,00	18,39	386,19
1358306	KHZ-600 6M ZP HVIT KABELSTIGE	42,00	288,79	12129,18
1382736	Eks.bolt v.fors. S-KAK M10X60	21,00	12,89	270,69
1388752	SKRUE TGS 52 4.2X38	16,00	0,25	4,00
4355183	PKE32/XTU-32	7,00	902,94	6320,58
4355535	KONTAKTOR 4S MODULÆR	12,00	275,37	3310,44
DIV	Skap	4,00	1400,00	5600,00
DIV	RFOU 3x185mm <sup>2</sup>	15,00	1300,00	19500,00
DIV	NZM effektbryter	1,00	10160,00	10160,00
DIV	TXXP 1KV 1X300CU	60,00	299,00	17940,00

**Sum denne revisjon:**

**82 670,77**

## Oversikt timer og materiell

Anbud 00001 Installasjon for batteriprojekt

Revisjon Hovedanbud

Kalkyle Rev

Beregnet: 21.05.2014

### Arbeid og reiseutgifter

<b>Antall arbeidere:</b>		<b>Reise pr. arbeider:</b>		
Montører:	1	Reisetid:		
Hjelpesarbeidere:		Reisekostnad:		
Læringer:				
<b>Timer:</b>		<b>Timepris</b>		
Timer totalt avrundet:	126	Arbeidslønn	33 961	
Antall uker:	3	Andre kostnader	16 981	
Timer pr. arbeider ekskl. reisetid:	126	Fortjeneste	30 565	
<b>Ingeniør</b>		SUM Arbeid	81 507	
Timer:		Timepris:	648	
Timepris:		<b>Utenbys</b>		
SUM Ingeniør	0	Boutgifter		0
<b>Reise</b>		Diett		0
Reisekostnader:	0	Reisekostnader		0
		SUM Utenbys	0	
<b>SUM arbeid og reiseutgifter</b>				
Total SUM arbeid og tillegg	81 507			

### Materiell

<b>Totalt materiell</b>				
Netto materiell	82 671	Kundepris	115 739	Faktor Påslag
				1,40

### Totalt

<b>Total Sum</b>	
Arbeid og tillegg	81 507
Materiell	115 739
SUM	197 246
MVA	49 312
<b>TOTALT</b>	<b>246 558</b>



## Pris hjul, nav og akslingar

E-post fra webskjema.

Bestilling Røwde [bestilling@rowde.no]

Handlinger

To:

Thomas Indrefløy

23. april 2014 13:07

HEI VÅR ARTIKKEL NR 4576 ER DEN STØRSTE MED 60MM VEKT 2400KG 40 KM SKAL DU HA 2800KG ER DEN 70MM PRIS 4576 KR1700 PLUSS MOMS I LISTE

**Fra:** Webskjema [mailto:bestilling@rowde.no]

**Sendt:** 23. april 2014 12:57

**Til:** Bestilling Røwde

**Emne:** E-post fra webskjema.

**Viktighet:** Høy

### + E-post fra websiden.

#### Kontaktopplysninger:

Navn:	Thomas Indrefløy
E-post:	<a href="mailto:thomasin@stud.hisf.no">thomasin@stud.hisf.no</a>
Telefon:	99531668

#### Melding fra avsender:

Hei, Eg lurte på om eg kunne ha fått ein pris på 2 hjulakslingar på 6m med nav. Bruksområde er maritim, Belastning er på 7tonn, Hastigheita er på 0,2m/s, Diameter på hjul er 0.5m, Nav festast med aksling. MVH Thomas Indrefløy

## NAV MED AKS ELTAPP

Art. nr.	Nav	Lager	Boring	Akseltapp dim./lengde	Bolte-dim. i mm	Belastn. 40 km/t	Pris
4571	7041	30204-30206	56-100-4	ø 35x200	M12x1.5	650	670
4572	1005	30204-30205	80-115-5	ø 35x100	M12x1.5	500	590
B7045	7045	30205/30207	80-115-5	ø 40x200	M12x1.5	900	820
4575	7054	30207-30210	160-205-6	ø 60x200	M18X1.5	1.900	1485
B7057	7057	30208-30211	160-205-6	60x60x300	M18X1.5	2.200	1925
4576	1024	30208-30211	160-205-6	60x60x355	M18X1.5	2.400	1700
4580	1027	30209-30212	160-205-6	70x70x300	M18x1.5	2.800	1925
4582	1034	32210-32213	160-205-6	80x80x350	M18x1.5	3.400	2270
B7075	skaffevare	32211-32215	220-275-8	90x90x475	M22x1.5	4.500	4450


## NAV UTEN AKS ELTAPP

## AKS ELTAPP

Art. nr.	Boring	Lager	Bolte-dim. i mm	Belastn. 40 km/t	Pris	Art. nr.	Diam. i mm	Pris
4530/21	80-115-5	30205-30207	M12x1.5	900	795	4831	45	297
4540/22	100-140-6	30206-30209	M16x1.5	1.685	1175	4841	60	510
4550/23	100-140-6	30207-30210	M16x1.5	2.100	1575	4851	65	580

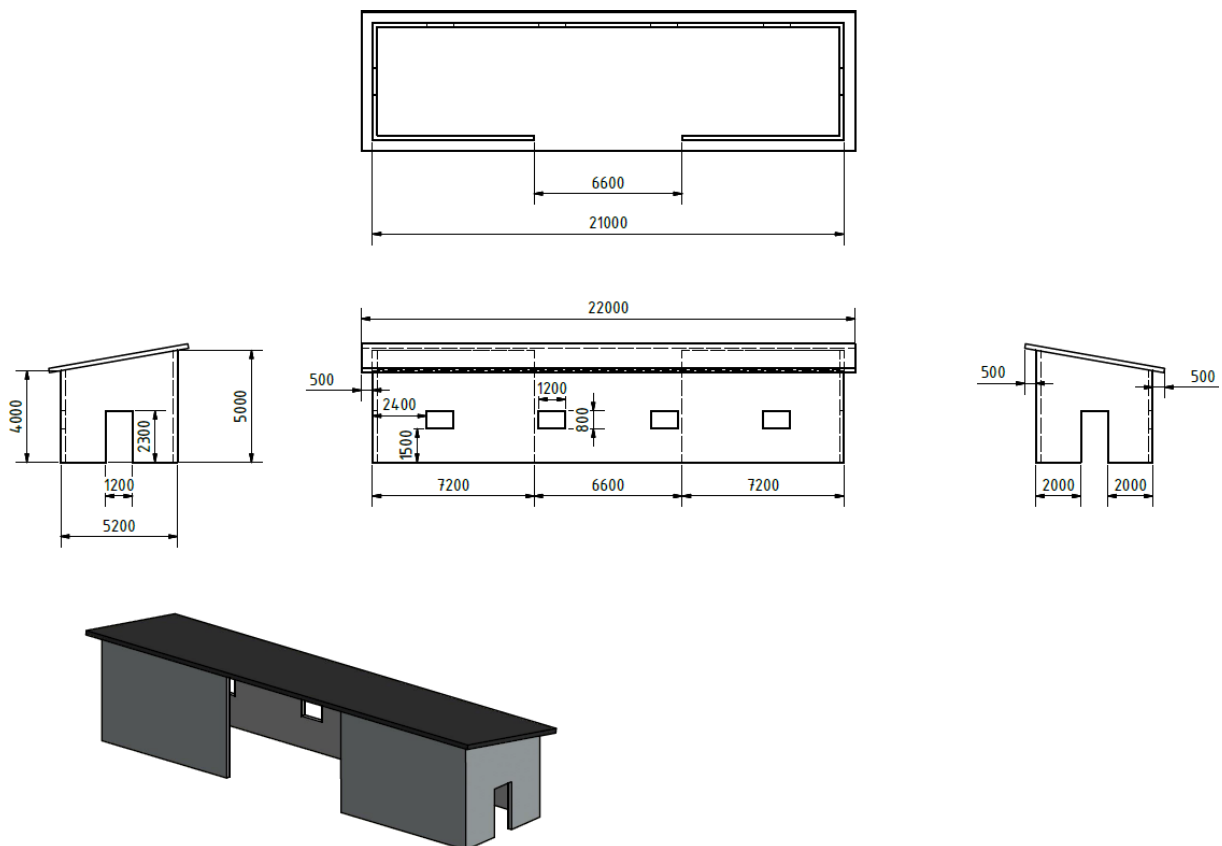


## Pris ladehus med teikning

<b>Norconsult</b> 	
<b>KOSTNADSKALKYLE RIB</b>	
Byggherre:	
Prosjekt:	Ladehus-Trille
Oppdragsnr.:	
Oppdr.giver:	
Dato:	2014-05-20
Revisjon:	-
Revisjonsdato:	-

## SAMMENDRAG:

1	FELLESKOST. (Rigg/drift, etc.)	67000
2	BYGNING	559625
3	VVS-INSTALLASJONER	0
4	ELKRAFTINSTALLASJONER	0
5	TELE- OG AUTOMATISERINGSINSTALLASJONER	0
6	ANDRE INSTALLASJONER	0
<b>HUSKOSTNAD (ekskl. avgifter)</b>		<b>626 625</b>
7	UTOMHUSANLEGG	0
<b>ENTREPRISEKOSTNAD RIB (ekskl. avgifter)</b>		<b>626 625</b>
8	GENERELLE KOSTNADER	0
<b>BYGGEKOSTNAD (ekskl. avgifter)</b>		<b>626 625</b>
9	SPESELLE KOSTNADER	0
<b>PROSJEKTKOSTNAD (ekskl. avgifter)</b>		<b>626 625</b>
0	MARGINER OG RESERVER	0
<b>PROSJEKTBUJSJETT (ekskl. avgifter)</b>		<b>626 625</b>



## Reiserekning. Tur til Sogndal og Mannheller

Reiserekning					
Navn: Thomas Bondehagen	Adresse: Brulandsberget	Postnummer: 6813	Poststed: FØRDE	Telefon: 48 1364 58	
Formålet med reisen: Kartlegging	Avreise(dato): 22.01	Hjankomst(dato): 22.01	Sted/By: Sogndal		
Kilometergodtgjørelse (4,05 kr pr. km, passasjer tillegg 1 kr pr. km.)					
Dato	Strekning	Antall kilometer	Antall passasjerer	Totalt beløp	
22.jan	Viegegen 2, Førde - Dalavegen 25, Sogndal	104	3	733,2	
22.jan	Dalavegen 25, Sogndal - Mannheller ferjekai	18	3	126,9	
22.jan	Mannheller ferjekai - Viegegen 2, Førde	122	3	860,1	
<b>TOTALE REISEUTFIGTER</b> kr 1 720,20					
Underskrift av den som har utført reisen	Dato: 11.02	Navn:			
Kontonummer for tilbakebetaling	Kontonummer:	Navn:			
Signatur tilbakebetaler	Dato:	Navn:			

## Vedlegg 20 ROM analyse



### Hypothetical Ferry ROM ANALYSIS

To:

From: Trevor Small

Date: 8 May 2014

Subject: All Electric & Hybrid Ferry Solution

---

#### Understanding of Opportunity

##### Requirements requested

- Price indication for fully electric ferry
- Price indication for hybrid ferry

##### Corvus Assumptions

- Battery DC voltage range 650 to 900DC
- Battery environment temperature is held at 20°C
- Shore power 3.2MW needed for full electric solution not included
- Run generators at 80% load for hybrid solution
- Onboard generator power 250kW for hybrid solution not included
- Electrical efficiency to and from battery is 96%
- Design life 10 years

#### Disclaimer:

This ROM Analysis has been prepared in good faith but by its very nature is only able to contain indicative information and estimates (including without limitation those of time, resource and cost) based on the circumstances known at the time of its preparation. No representations of accuracy or completeness are included and any representations as may be implied are expressly excluded (except always for fraudulent misrepresentation). Where it is apparent that inaccuracies or omissions in, or updates required to, this ROM exist, these shall be updated as soon as reasonably practicable but there shall be no liability in respect of any such inaccuracy or omission and any such liability as may be implied by law or otherwise is expressly excluded. This ROM does not, and is not intended to, create any contractual or other legal obligation

---

#220 – 13155 Delf Place Richmond British Columbia Canada V6V 2A2  
P 604.227.0280 F 604.227.0281 E info@corvus-energy.com  
www.corvus-energy.com



### **Suggested design summary**

#### **All Electric Solution 1638kWh**

Each system consists of the following:

- System total capacity is 1638kWh
- The system will consist of 14 packs in parallel
- Each Pack will consist of 18 modules in series
- The battery will be split into two arrays of 7 packs
- System voltage is 650-900VDC

The supply includes battery fuses / circuit breakers, battery monitoring and battery cell balancing equipment.

#### **Hybrid Solution 819kWh**

Each system consists of the following:

- System total capacity is 819kWh
- The system will consist of 7 packs in parallel
- Each Pack will consist of 18 modules in series
- The battery will be split into 2 arrays; one array has 4 packs and one array has 3 packs
- System voltage is 650-900VDC

The supply includes battery fuses / circuit breakers, battery monitoring and battery cell balancing equipment.

#### **Scope of Supply**

- Battery System
- Battery Management System
- Test Program-Delivery Program
- Engineering & Commissioning
- Training
- Documentation

#### **Not included in the scope of supply**

- Power cables from the pack controllers to the customer system
- Communications cables from the array managers to the customer system
- Battery installation & racks
- Additional commissioning travel expenses (Flight, Hotel, Car, Per Diem)
- Fright, Insurance or NRE if needed



Figure 1 Corvus System Visual (example only)

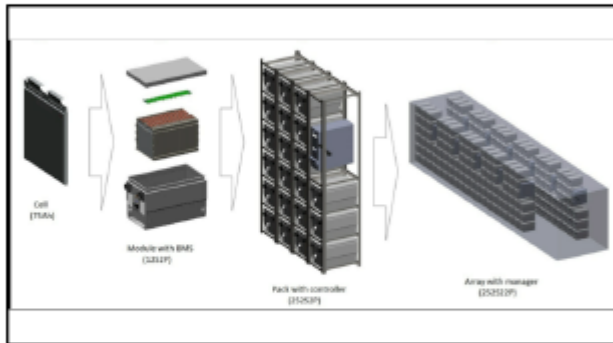


Figure 2 Module AT6500-250-48

Module Specification	AT6500-250-48
Technology	Lithium NMC
Maximum Voltage <sup>[3]</sup>	50.4 VDC
Nominal Voltage <sup>[3]</sup>	44.4 VDC
Minimum Voltage <sup>[3]</sup>	40 VDC
Capacity <sup>[1]</sup>	150 Ah
Energy <sup>[2]</sup>	6.5 kWh
Weight	70kg
Size	590mm (23.2") x 330mm (13") x 380mm (15")
Communication	CAN (C-AMP)

### Next steps

1. Confirm load profile demands and frequency
2. Select solution preference
  - a. All Electric
  - b. Hybrid
3. Refine solution offering with new data
4. Create formal proposal

#220 – 13155 Delf Place Richmond British Columbia Canada V6V 2A2  
 P 604.227.0280 F 604.227.0281 E info@corvus-energy.com  
 www.corvus-energy.com



### System Solution One All Electric 1638kWh

Figure 3 All Electric Solution 1638kWh

Specifications	System	1 Array	1 Pack	Module AT6500-250-48
# of Modules AT6500-250-48	252	126	18	252
# of Packs	14	7	-	-
# of Arrays	2	-	-	-
Maximum Voltage VDC	907	907	907	50.4
Nominal Voltage VDC	799	799	799	44.4
Minimum Voltage VDC	648	648	648	36
Capacity Ah	2100	1050	150	150
Energy kWh	1638	819	117	6.5
Weight no Racking kg	18,188	9,094	1,260	70
Weight no Racking lbs	40,014	20,007	2,772	154

### System Solution Two Hybrid 819kWh

Figure 4 Hybrid Solution 819kWh

Specifications	System	1 Array	1 Pack	Module AT6500-250-48
# of Modules AT6500-250-48	126	63	18	126
# of Packs	7	3.5	-	-
# of Arrays	2	-	-	-
Maximum Voltage VDC	907	907	907	50.4
Nominal Voltage VDC	799	799	799	44.4
Minimum Voltage VDC	648	648	648	36
Capacity Ah	1050	525	150	150
Energy kWh	819	409.5	117	6.5
Weight no Racking kg	9,119	4,560	1,260	70
Weight no Racking lbs	20,062	10,031	2,772	154
Communications				
Approximate Volume no Racking				

#220 – 13155 Delf Place Richmond British Columbia Canada V6V 2A2  
 P 604.227.0280 F 604.227.0281 E info@corvus-energy.com  
 www.corvus-energy.com



## Vedlegg 21 Timelister januar til mai

Januar	Veke	Thomas Bondenhagen	Erlend Ese	Jermund Hopland	Thomas Indrefløy	Roy Andre Solvåg-Hellevang
		Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	Aktivitet
måndag	6	2 Planleggingsmøte	3	3 Planleggingsmøte	3	3 Planleggingsmøte
tysdag	7	Organisering	1	Lage Timelistemal	1	
onsdag	8	Møte prosjektskildring	2	Møte prosjektskildring	2	Møte prosjektskildring
torsdag	9			Batteristudier	1	
fredag	10					
laurdag	11					
søndag	12					
måndag	13	3				
tysdag	14	Møte Multi Maritime AS(2,5	4	Møte Multi Maritime AS	3	Møte Multi Maritime AS
onsdag	15	Møte (30 min) Research bat	3	Møte prosjektskildring	0,5	Research
torsdag	16	Dokumentasjons lesing	2	Gantskjema	0,5	Lesing av dokumentasjon
fredag	17	Prosjektskildring	4	Ferdigstille prosjektskildring	4	Ferdigstille prosjektskildring
laurdag	18					
søndag	19					
måndag	20	4 Møte - evaluering DNV	3	Møte - evaluering DNV	2,5	Møte - evaluering DNV
tysdag	21	Batteri	4	linux webserver	6	Batteri, spørsmål
onsdag	22	Møte med Sognkraft og sy	7	Møte med Sognkraft og sy	7	Møte med Sognkraft og sy
torsdag	23	Evalueringmøte Sogndal o	4	Evalueringmøte Sogndal o	2	Evalueringmøte Sogndal o
fredag	24	Prosjektarbeid. Research o	6,5	Prosjektarbeid. Research o	7	Prosjektarbeid. Research o
laurdag	25					
søndag	26	Inventor	2			
måndag	27	5		Inventortekning av konsept	4	1 Kaikran research
tysdag	28	Inventor	6	Inventor- Rotor og undervis	9	7 Kaikran research
onsdag	29	Research	4			4,5 Inventor
torsdag	30	Kartlegging av sideskyv	2			2
fredag	31			Inventor kontakt	3	
<b>Sum</b>	<b>244</b>		<b>53,5</b>		<b>49,5</b>	<b>44</b>
<b>Sum totalt i prosjektet</b>			<b>437,5</b>	<b>458,5</b>	<b>424,5</b>	<b>418,5</b>

Februar	Thomas Bondehagen		Erlend Ese		Jermund Hopland		Thomas Indrefløy		Roy Andre Solvåg-Hellevang		
	Veke	Timar	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	
laurdag 1	5										
søndag 2											
måndag 3	6	Diskusjon og rapport			Prosjekt Konseptutgreiing	7			Kaikran	2	
tysdag 4		Møte, Strøm båt, Rapport	5		Møte, Prosjekt Konseptutgr	8	Møte, skriving og teikning	5,5	Møte, kaikran, møtereferat	5	
onsdag 5		Strøm Båt, Rapport	8		Rapport: Nox-kartlegging	2	Teikning og skriving	7,5	skrivning	3	
torsdag 6					Rapport: driftskurve	8	Rapportskrivning	4	Risikovurdering, dok om MN	6	
fredag 7					Nettside: php	4	Inventor teikning	1	Inventor	3	
lauddag 8											
søndag 9											
måndag 10	7	Rapport			Rapport - Driftsprofil	2					
tysdag 11		Møte MM, Rapport	10		Corvus-skjema. Rapport	2	Rapport	1,5	Rapport	3	
onsdag 12		Rapport	10		Førebu møte, Møte med MI	10	Rapport, teikning, møte, emi	8	Kaikranprinsippet, møte me	6	
torsdag 13		Rapport	6		Forprosjektrapport	10	Rapport	8	Rapport	6,5	
fredag 14		Forprosjektrapport	5		Forprosjektrapport	8	Rapport	8	Rapport	5,5	
lauddag 15					Rapport, nettside	9	Rapport	6	Rapport	4	
søndag 16											
måndag 17	8				Redigere Forprosjektrappor	2					
tysdag 18		Sideskyv	3		Nettsøk deler	4	Mail, ladestasjon	2	Kaikran, mail,	4	
onsdag 19		Sideskyv Inventor	9		Nettside: mysql, kontakt	5	Mail, ladestasjon	3	Kaikran, nettsøk,	2	
torsdag 20					Nettside: Galleri, mysql, logi	8	Mail, gruppearbeid	6			
fredag 21											
lauddag 22					Teleskopstag Inventor	2					
søndag 23					Sideluke Inventor	6					
måndag 24	9	Rapport			Møteinnkalling, Nettsøk	4	Mail, nettsøk	4	Kaikran, nettsøk, mail, møte	7	
tysdag 25		Viderutvikling av løsning	6		Redigering Rapport, invento	7	Mail, gruppearbeid	4	Kaikran	5	
onsdag 26		Viderutvikling av løsning	4		Møte, Containerheis	6	Mail, telefon, nettsøk	4	vidareutvikl. Av kran, møte	6	
torsdag 27		Sensorer	2		Containerheis	5	Gruppearbeid	2	Mail, vidareutvikl. Av kran	4	
fredag 28					nettside: php	4	Nettsøk deler	3			
Sum ##			84			97		100		74,5	72
Sum totalt i prosjektet			456,5	437,5	458,5	424,5	418,5				

Mars	Thomas Bondehagen		Erlend Ese		Jermund Hopland		Thomas Indrefløy		Roy Andre Solvåg-Hellevang	
	Veke	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	Timar
laurdag 1										
søndag 2	9									
måndag 3	10									
tysdag 4		Viderutvikling av rotor		nettside	4	Planlegge møte Hellenes, Kc	4	nettsøk, lesing	5	Nettsøk, mail, planlegge mø
onsdag 5		Møte Hellenes, nytt prinsipp	5	nettide	8	Sensor, rotor, heis	8	nettsøk, gruppearbeid	4,5	Nettsøk, planlegging
torsdag 6		Nettsøk idém/ldring	7	møte med hellenes	7	Møte Hellenes, Nytt prinsipi	7	Møte med Hellenes	7	Møte med Hellenes
fredag 7			6	sluttarbeid nettside	5	Inventor, Kjedepriussipp	4	Heis, nettsøk	4	Luftpute, kjedetrekk
laurdag 8						Nettsøk kjede, heis. Invento	6			Luftpute, kjedetrekk
søndag 9						Lage dokumentkisse kjedef	2			
måndag 10	11					3 Nettsøk. Dokument kjedepr	3	Nettsøk, Mail	4	Luftpute, kjedetrekk
tysdag 11						4 Mail, nettsøk Heis og forank	4	Gruppearbeid, lesing	4	Nettsøk
onsdag 12		Nettsøk, AutoCAD	5	Epost og spekulering	4	Teikning heissjakt, planlegge	4	Gruppearbeid, nettsøk	4	Mail, nettsøk
torsdag 13		Nettsøk, AutoCAD	7					Nettsøk	3	Nettsøk
fredag 14										
laurdag 15										
søndag 16										
måndag 17	12	Oversikt og møteinnkalling	4							
tysdag 18		Forberedelse til møte, møte	5	Møte	3	Planlegge plattform	3	Planlegge, nettsøk	3	planlegge, innhenting av inf
onsdag 19		Møtereferat, sensorer	4	Div	3	Møte, Inventor	3	Møte	3	møte
torsdag 20				Lego	5	Bygge lego	5	Lesing, nettsøk	5	kjedetrekk, heis, kran, netts
fredag 21				Lego	3	Algoritme utkast	3			
laurdag 22										
søndag 23										
måndag 24	13									
tysdag 25		Rapport, møte	4	Modellering	6	Heis, kjede, nettsøk	4	Gruppearbeid, nettsøk	4	kjede, heis, knivar, nettsøk
onsdag 26		Sensorer, møte hellenes	7	Møte med hellenes	5	Heis, kjede, nettsøk, tidsber	5	nettsøk, lesing	6	Nettsøk
torsdag 27		Motorer, fysikk, prinsipp, a/l	8	fysikk, modellering	6	Forberede møte, møte Helk	8	Forberding og møte med He	7	Forberedelse til møte, møte
fredag 28		Komponenter	4	Beregning av motorefekt, m	9	Inventor tralle, styrkeberek	5	Lego, lesing	8	batteritilkopling
laurdag 29						Inventor containertralle, pri	9	Tralle, skinner, Mail	5	TIF DNV, tif og mail Wurth, f
søndag 30						Prinsippdokument	2			
måndag 31	14									
						Modell, utgreiing av ultralyk	4	Teikne styreskinner, momer	6	Nettsøk, styreskinne
Sum ##			66		79		98		85,5	85,5
Sum totalt i prosjektet			456,5	437,5	458,5	424,5	418,5			

April	Thomas Bondehagen		Erlend Ese		Jermund Hopland		Thomas Indrefløy		Roy Andre Solvåg-Hellevang	
	Veke	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	Aktivitet
1	14	Komponentliste, algoritme	7	Modell	4	Nettsøk hjul, nav, skissere P	7	Algoritme, nettsøk	6	nettsøk
2		Autocad, kompoenter	5	Modell, grubling	6	Motor, frekvensformerar.	6	Modell, nettsøk	6	nettsøk
3		Forskrifter, utvikling av prinsi	6	Møte	3	Tilkopling, møte om framdri	1	Møte	3	Møte
4										
5										
6										
7	15	Forskrifter, komponentliste,	6	Møte, liste over bevegelse,	3	Inventor. Plassering av ladin	3	Tversnitt, nettsøk	5	
8		Komponentliste, tegning, pr	8	Dimensjonering, nettside, el	6	Konstruere løsning for kjøyr	6	Tversnitt, Gruppearbeid	6	
9	9	Midtvegspresentasjon	7	Framføring, tilkopling	5	Framføring, tilkopling, utrek	8	Framføring, Rapport	7	framføring, motor, pls
10		Møte med fagskolen, rappo	8	Møte med fagskolen, dimen	5	Møte fagskolen, dimensjon	4	Rapport	6	motor, pls, heis,
11					6	Lage film, kontakte motorle	4		5	pls, heis, motor, nettsøk
12						Lage film	5		5	heis, plattform, tralle
13										
14	16									
15										
16		Oppdatering AutoCad tegnir	5							heis, pls, rapport
17										PLS
18										PLS
19										Rapport, heis, PLS,
20										Rapport, heis, PLS,
21	17									PLS, Kaikran, heis
22		Rapport, komponenter	6			Div e-post og telefon motor	4	Rapport	4	Div epost. Kaikran, PLS
23		Rapport, komponenter	7			Arbeid med motorløyysing. D	6	Rapport, Hjulaksling	7	
24		Rapport, komponenter	8					Rapport	8	
25		Komponenter	8							Div epost. Rapport, PLS, hei:
26										
27						Div teikning	4			
28	18	Plakat, rapport	9	Plakat, modell, gått gjennom	7			Rapport, gruppearbeid	6	PLS
29		Automasjon, komponenter	8	bergen lol		bergen lol		Rapport, gruppearbeid	5	Automasjon, Heis, mail,
30		Plakat, komponenter, rappo	6	epost, aktuator, film, dimen	6	Rapport mekanisk, tegnebat	7	Rapport, gruppearbeid	7	Heis
Sum	370,5		104		51		65		76	
Sum totalt i prosjektet			456,5		437,5		458,5		474,5	
										418,5

Mai		Thomas Bondehagen		Erlend Ese		Jermund Hopland		Thomas Indrefløy		Roy Andre Solvåg-Hellevang	
	Veke	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar	Aktivitet	Timar
torsdag	1			dimensjonering, disposisjon	4	Rapport mekanisk	4	Heis		Heis	
fredag	2			Rapport kapittel 2, epost m	5,5	Batterikontakt	4	Rapport	5	Heis	6
laurdag	3					Rapport mekanisk, film inve	3			Plattform og heis	3,5
søndag	4										
måndag	5	19	Plakat, Rapport, NAV	Epost, rapport	3	Film inventor, rapport opps	4	Rapport	5	PLS, Heis	8
tysdag	6		NAV	Disposisjon, kap 5	4	Framsida rapport, film til pr	7	Grupperareid, Rapport	5	PLS, Heis	5,5
onsdag	7		Automatisering, komponent	Epost, rapport, plakat, rapp	7	Statusmøte, bilde-plakat, pr	7	Rapport	5	Forberedelse til møte, rapp	5
torsdag	8		Møte, komponenter, økono	møte fagskolen, dimensjone	6	Møte MM, rapport, lønne e	6	Møte, Rapport	8	Møte, rapport, PLS	6
fredag	9		Møte fagskolen, dimensjone	febok, disposisjon kap 4 og	9	Rapport, Nav e-post,	8	Rapport	7	Rapport, heis, pls, mail,	5
laurdag	10			ei installasjon, epost, tatt bi	7,5	Rapport mekaniske kompor	5				
søndag	11		Vedlegg		2	Div rapport	1				
måndag	12	20	IWLAN, komponenter, rapp	ei installasjon, disposisjon, r	7,5	Pressemelding, rapport mot	7	Grupperareid, Rapport	8	Rapport	7
tysdag	13		Algoritme, rapport, kompon	plakat, rapport	1,5	Rapport, prinsippskildring, ir	9	Rapport	7	Rapport	5
onsdag	14		Vedlegg, økonomi, rapport	disposisjon, summary. Prata	6	Rapport, gantt, referansar, l	9	Rapport	7	Rapport	5,5
torsdag	15		Rapport, vedlegg	Dokument på nettside, plak	11	Rapport, konklusjon, refera	13	Rapport	10	Rapport	6
fredag	16		Rapport	Dokument, rapport	8	Rapport, gjennomgang	6	Rapport		Rapport	6
laurdag	17			rapport	1	Rapport, drøfting, ordliste	4			Rapport	2
søndag	18		Rapport	rapport	5			rapport	3	Rapport	3
måndag	19		Rapport	rapport	8			Rapport	10	Rapport	8
tysdag	20		Rapport	Rapport, skreve todo list	11			Rapport	5	Rapport	7
onsdag	21		AutoCad, rapport	Rapport	10			Rapport	3	Rapport	10
torsdag	22		Vedlegg, rapport	Rapport	13			Rapport	13	Rapport	13
fredag	23		Sluttrapport	Rapport	6			Rapport	6	Rapport	6
laurdag	24										
søndag	25										
måndag	26	22	Presentasjon	Presentasjon	8	Presentasjon	8	Presentasjon	8	Presentasjon	8
tysdag	27		Plakat	Plakat	2	Plakat	2	Plakat	2	Plakat	2
onsdag	28		Presentasjon	Presentasjon	4	Presentasjon	4	Presentasjon	4	Presentasjon	4
torsdag	29		Nettside	Nettside	4	Nettside	4	Nettside	4	Nettside	4
fredag	30		Opprydding	Opprydding	2	Opprydding	2	Opprydding	2	Opprydding	2
laurdag	31										
Sum	##		149		163,5		146		139		142,5
<b>Sum totalt i prosjektet</b>			456,5		437,5		458,5		424,5		418,5

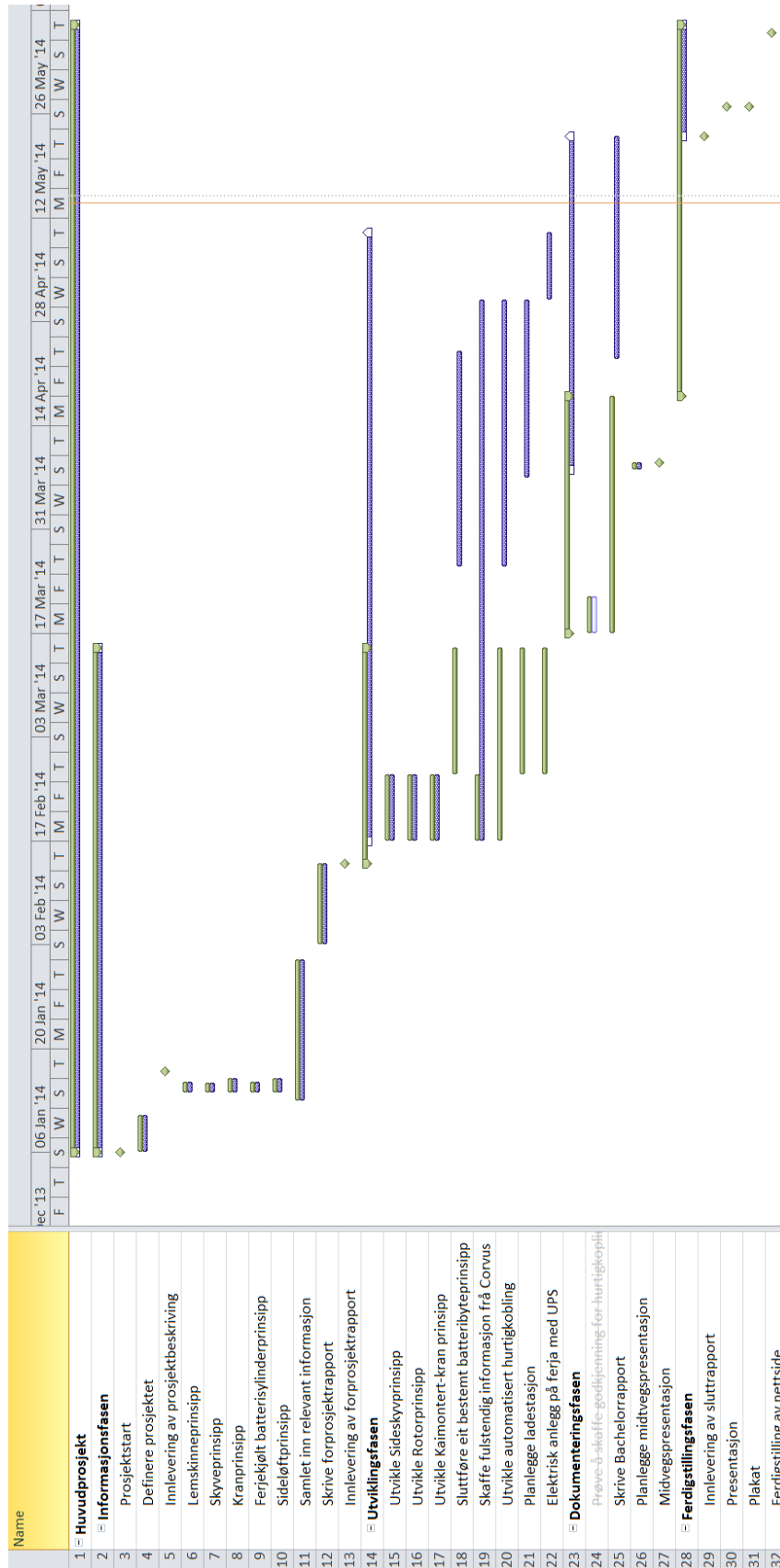
## Vedlegg 22 Gantt skjema

	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names	% Complete
1	<input type="checkbox"/> Hovudprosjekt	110 days	Mon 06.01.14	Fri 06.06.14			99%
2	<input checked="" type="checkbox"/> Informasjonsfasen	50 days	Mon 06.01.14	Fri 14.03.14			100%
3	Prosjektstart	1 hr	Mon 06.01.14	Mon 06.01.14			100%
4	Definere prosjektet	5 days	Mon 06.01.14	Fri 10.01.14			100%
5	Innlevering av prosjektbeskriving	1 hr	Fri 17.01.14	Fri 17.01.14	4		100%
6	Lemskinneprinsipp	12,5 hrs	Tue 14.01.14	Wed 15.01.14			100%
7	Skyveprinsipp	10 hrs	Tue 14.01.14	Wed 15.01.14			100%
8	Kranprinsipp	16 hrs	Tue 14.01.14	Wed 15.01.14			100%
9	Ferjekjølt batterisylinderprinsipp	11 hrs	Tue 14.01.14	Wed 15.01.14			100%
10	Sideløftprinsipp	16 hrs	Tue 14.01.14	Wed 15.01.14			100%
11	Samlet inn relevant informasjon	15 days	Mon 13.01.14	Fri 31.01.14			100%
12	Skrive forprosjektrapport	9 days	Mon 03.02.14	Thu 13.02.14			100%
13	Innlevering av forprosjektrapport	1 hr	Fri 14.02.14	Fri 14.02.14	12		100%
14	<input checked="" type="checkbox"/> Utviklingsfasen	60 days	Mon 17.02.14	Fri 09.05.14			100%
15	Utvikle Sideskyvprinsipp	7 days	Mon 17.02.14	Tue 25.02.14		Thomas Andre Bondehagen	100%
16	Utvikle Rotorprinsipp	7 days	Mon 17.02.14	Tue 25.02.14		Jermund Hopland	100%
17	Utvikle Kaimontert-kran prinsipp	7 days	Mon 17.02.14	Tue 25.02.14		Roy Andre Solvåg-Hellevang	100%
18	Sluttføre eit bestemt batteribyteprinsipp	21 days	Wed 26.03.14	Wed 23.04.14	15;16;17	Jermund Hopland;Roy Andre Solvåg-Hellevang	100%
19	Skaffe fulstendig informasjon frå Corvus	53 days	Mon 17.02.14	Wed 30.04.14		Erlend Ese;Thomas Indreflø	100%
20	Utvikle automatisert hurtigkobling	26 days	Wed 26.03.14	Wed 30.04.14		Erlend Ese;Jermund Hopland	100%
21	Planlegge ladestasjon	18 days	Mon 07.04.14	Wed 30.04.14		Erlend Ese	100%
22	Elektrisk anlegg på ferja med UPS	7 days	Thu 01.05.14	Fri 09.05.14		Erlend Ese;Thomas Andre Bondehagen	100%

	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names	% Complete
23	<b>Dokumenteringsfasen</b>	<b>33 days</b>	<b>Tue 08.04.14</b>	<b>Thu 22.05.14</b>			<b>100%</b>
24	<b>Prøve-å skaffe godkjenning for utvikla-produkt</b>	5-days	Mon 17.03.14	Fri 21.03.14			0%
25	Skrive Bachelorreport	22 days	Wed 23.04.14	Thu 22.05.14	18;20;21;22		100%
26	Planlegge midtvegspresentasjon	1 day	Tue 08.04.14	Tue 08.04.14			100%
27	Midvegspresentasjon	1 hr	Wed 09.04.14	Wed 09.04.14	26		100%
28	<b>Ferdigstillingsfasen</b>	<b>11 days</b>	<b>Fri 23.05.14</b>	<b>Fri 06.06.14</b>			<b>50%</b>
29	Innlevering av sluttrapport	1 hr	Fri 23.05.14	Fri 23.05.14			0%
30	Presentasjon	1 hr	Tue 27.05.14	Tue 27.05.14			0%
31	Plakat	1 hr	Tue 27.05.14	Tue 27.05.14			100%
32	Ferdigstilling av nettside	1 hr	Fri 06.06.14	Fri 06.06.14			100%
33							
34							
35	<b>Statusmøter</b>	<b>101,13 days</b>	<b>Mon 06.01.14</b>	<b>Tue 27.05.14</b>			<b>89%</b>
36	Statusmøter 1	1 hr	Mon 06.01.14	Mon 06.01.14			100%
37	Statusmøter 2	1 hr	Thu 23.01.14	Thu 23.01.14			100%
38	Statusmøter 3	1 hr	Tue 04.02.14	Tue 04.02.14			100%
39	Statusmøter 4	1 hr	Wed 26.02.14	Wed 26.02.14			100%
40	Statusmøter 5	1 hr	Tue 18.03.14	Tue 18.03.14			100%
41	Statusmøter 6	1 hr	Wed 07.05.14	Wed 07.05.14			100%
42	Statusmøter 7	1 hr	Fri 16.05.14	Fri 16.05.14			100%
43	Statusmøter 8	1 hr	Tue 22.04.14	Tue 22.04.14			100%
44	Statusmøter 9	1 hr	Tue 27.05.14	Tue 27.05.14			0%

## Samanlikning plan og faktisk tidsbruk

Grøn er plan frå forprosjektet. Faktisk tidsbruk er blå.






## Vedlegg 23 Plakat

# NORSK FERJEUTVIKLING

2014

## AUTOMATISERT BATTERIBYTE PÅ BILFERJE

**Hovudmål**

Grappa skal utvikle ei heilautomatisert løysing for batteribyte på ei elektrisk bilferje på ferjesambandet Manheller - Fodnes. Batteribytet og batteriladinga skal skje ved ei av ferjekaiene.

**Delmål**

- Finne teknisk informasjon om batteripakkane.
- Kartlegge energikapasitet ved ferjekaiene, og finne eigna plassering for ladestasjon
- Finne den beste løysinga for batteribytet som oppfyller dei gitte rammene frå oppdragsgivar

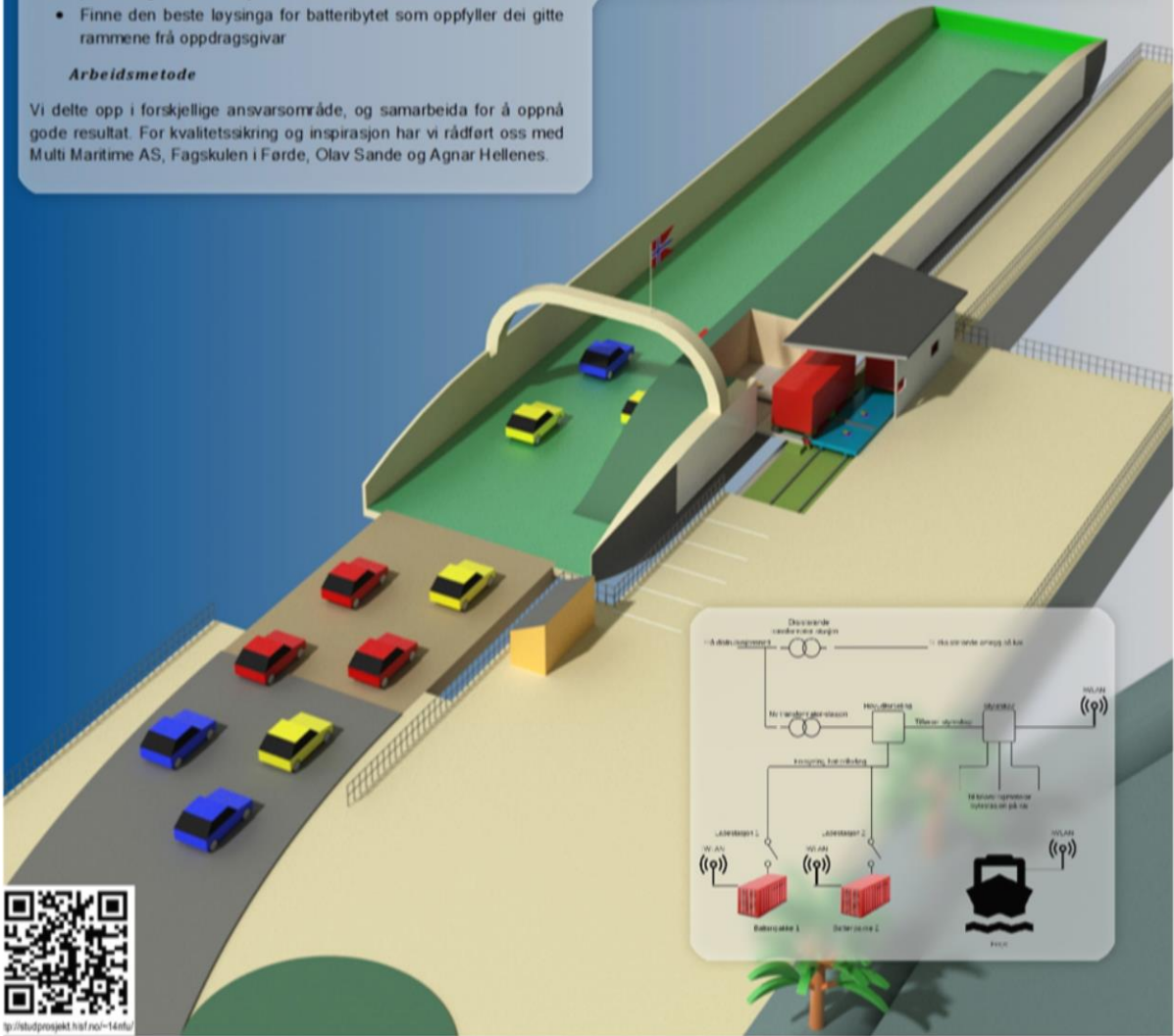
**Arbeidsmetode**


Vi delte opp i forskjellige ansvarsonråde, og samarbeida for å oppnå gode resultat. For kvalitetssikring og inspirasjon har vi rådført oss med Multi Maritime AS, Fagskulen i Førde, Olav Sande og Agnar Hellenes.

**Resultat**

Grappa har prosjektert eit prinsipp for automatisert batteribyte på bilferje. Heile batteribytet er 3D- modellert ved hjelp av Autodesk Inventor. Vi har også animert ein film der heile prosessen blir simulert.

Grappa har lagt vekt på det automatiserte anlegget, alt frå teikningar til prisliste. Vi er fornøgd med resultatet og har stor tru på at dette kan byggast til ei fungerande løysing.





ip://studprosjekt.haf.no/~141fu/

**THOMAS BONDEHAGEN - JERMUND HOPLAND - ERLEND ESE**

**ROY ANDRE SOLVÅG-HELLEVANG - THOMAS INDREFLO**



## Vedlegg 24 Pressemelding

### Ingeniørstudentar i Førde utviklar løysing til «grøn» ferje

---

*Ingeniørstudentar ved Høgskulen i Sogn og Fjordane avd. Førde har utvikla eit nytt konsept for elektrisk bilferje.*

Fem ingeniørstudentar på automasjonslinja ved HiSF har i hovudprosjektet sitt utvikla eit nytt konsept for elektrisk bilferje. Studentane fekk oppgåva frå skipsdesignfirmaet Multi Maritime AS, som ville ha utgreia om det er muleg å drive ein elektrisk ferje med ei løysing for hurtig bytte av batteripakke. Batteripakkane er seks tonn tunge, og skal vekslast kvar gong ferja ligg til kai, slik at den eine driv ferja medan den andre ladast. Denne løysinga vil krevje mindre batteripakkar og lågare batterikostnad samanlikna med vanlig direktelading frå land, og det reduserer investeringsbehovet for ei elektrisk driven ferje betydeleg.

Under arbeidstittelen «Automatisert batteribyte på bilferje» har resultatet blitt ei heilautomatisert løysing, der batteripakken er utstyrt med motor og hjul. Batteripakken vert driven av eigen energi og er sjølvgåande frå ferje til ladestasjon. Heile prosessen går av seg sjølv når ferja legg til kai, og vert styrt av ein PLS, som er ei datamaskin berekna for industrielle behov.

Multi Maritime AS eig alle rettighetene til den utvikla løysinga og er positive til resultatet.

*«Jeg synes løsningen dere har kommet frem til er meget god, og at oppgaven er løst til vår fulle tilfredshet!»* Gjermund Johanessen, CEO Multi Maritime AS

Presentasjonen av prosjektet skjer på Høgskulen i Førde 28. mai og alle er velkomne.

Kontaktperson  
Roy Andre Solvåg-Hellevang  
Tlf. 95815282

## Vedlegg 25 Avtale om hovudprosjekt HSF-AIN



Avdeling for ingeniør- og naturfag

### AVTALE OM HOVUDPROSJEKT VED HSF-AIN

**Dato:** 14.01.14

**Oppgåvetittel:** Automatisert batteribyte på bilferje.

Involverte i oppgåva:

**Studentar:** Jermund Hopland, Erlend Ese, Thomas Bondehagen, Thomas Indrefløy og Roy Andre Solvåg-Hellevang

**Samarbeidande verksemd:** Multi Maritime AS. Kontaktperson: Sveinung Furnes  
Ansvarlig: Gjermund Johannessen

**Prosjektansvarleg:** Joar Sande og Eli Nummedal

**Styringsgruppe:** Joar Sande og Eli Nummedal

**Finansiering:** Multi Maritime AS dekker konkrete utgifter etter avtale.

**Reglar for gjennomføring og bruk av resultatet:**

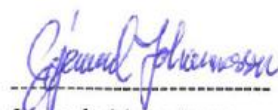
Mellom studentane, HSF-AIN og Multi Maritime AS er det inngått følgjande avtale:

- 1) Høgskulen kan ikkje, overfor eventuell ekstern samarbeidspartnar, garantere sluttresultatet på eit studentprosjekt.
- 2) Ekstern samarbeidspartnar skal ha kopi av rapporten.
- 3) Oppgaveresultatet, med rapport, teikningar, modell, apparatur, program osv. er Multi Maritime AS sin eigedom. HSF sin bruk av resultatet/rapporten er avgrensa til undervisnings-, rekrutterings- og forskningsformål, og skal utøvast i forståing med Multi Maritime AS
- 4) Student(ane) og ekstern samarbeidspartnar godkjenner at rapporten kan kopierast til andre. Det skal lagast internettpresentasjon av prosjektet. AIN har høve til å redigere og nytte informasjon frå denne presentasjonen.
- 5) Deler av rapporten som eventuelt skal vere unnateke offentlegheita, blir lagt i lukka vedlegg, og skal ikkje kopierast utan at det er henta inn særskilt avtale frå Multi Maritime AS (avtalast nærmare etter kvart i prosessen).
- 6) Rettane til utnytting av resultatet kommersielt eller ved dagleg drift tilfall Multi Maritime AS

**Reglane er aksepterte:**



HSF-AIN



Samarbeidspartnar:  
Gjermund Johannessen



Student(ar)

## Vedlegg 26 Avtale om publisering

### Avtale om elektronisk publisering i Høgskulen i Sogn og Fjordane sitt institusjonelle arkiv Brage.

**Prosjekttittel:** Automatisert batteribyte på bilferje  
**Utgjevingsår:** 2014  
**Studium/ Emnekode:** Ingeniør Elektro Automatiseringsteknikk H02-300

Studentane gjev med dette Høgskulen i Sogn og Fjordane løyve til å publisere oppgåva i Brage dersom karakteren A eller B er oppnådd. Studentane beheld opphavsretten til oppgåva si og kan samtidig gjere oppgåva tilgjengeleg på andre måtar.

Studentane garanterer at dei har opphav til oppgåva. Opphavsrettsleg beskytta materiale er nytta med skriftleg løyve. Eg garanterer at oppgåva ikkje inneheld materiale som kan stride mot gjeldande norsk rett.

Ved gruppeinnlevering må alle i gruppa samtykke i avtalen.

Fyll inn kandidatnummer og namn og set kryss:

01	
Kandidatnummer	Thomas André Bondehagen
JA <input checked="" type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>	
06	
Kandidatnummer	Jermund Hopland
JA <input checked="" type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>	
14	
Kandidatnummer	Erlend Ese
JA <input checked="" type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>	
19	
Kandidatnummer	Thomas Indrefløy
JA <input checked="" type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>	
12	
Kandidatnummer	Roy Andre Solvåg-Hellevang
JA <input checked="" type="checkbox"/> NEI <input type="checkbox"/>	