

Kund: Trafikverket
Proj-nr: 1360
Revision I



PM UTREDNING BLIDÖLEDEN

Senast reviderad: 2022-09-12

Roger Karlsson
Technocean Consulting AB

Innehåll

Innehåll.....	1
Bakgrundsmaterial	2
1. Sammanfattning.....	3
Kostnader/år.....	3
”Läsanvisningar”	4
2. Trafiken på Blidöleden.....	5
Trafikvolymerna.....	6
Säsongsvariationer	6
Adelsöleden.....	6
3. Dagens färja, Aurora (Färja 292)	7
4. Planerad färja för Blidöleden.....	8
5. Ingående komponenter i beräkningar av kostnader	9
6. Kostnadsutveckling diesel och el.....	11
7. Beräkningar	12
Uppskattade kostnader, kapital och drift/underhållskostnader	12
Kapitalkostnader/ avskrivningar.....	12
Miljöbelastning och miljökostnader.....	13
8. Total kostnad/år	14
9. Slutsatser	15
10. Annex 1.....	16
Alt.1 Kostnader Frigående dieseldriven	16
Alt.2 Kostnader Frigående batteridriven.....	17
Alt.3 Kostnader Linfärja dieseldriven	18
Alt.4 Kostnader Linfärja med elkabel	19
Alt.5 Kostnader Linfärja batteridriven.....	20

Rev.	Datum	Kommentarer / Ändringar
X	2022-03-20	Första utgåva, UTKAST
B	2022-03-25	Miljölaster och miljökostnader tillagda. Justering av vissa ingående parametrar, främst bränslekostnader.
C	2022-05-05	Smärre justeringar efter korrekturläsning
D	2022-05-11	Justeringar av vissa värden efter korrekturläsning
E	2022-06-21	Rättning av tabell i kap.7. Ändring kajanläggning=>landanläggning
F	2022-09-04	Kostnader för landanläggning för frigående färja inlagda. Beskrivning och beräkning av effekter av förändrade bränsle- och elpriser under våren-hösten 2022.
G	2022-09-11	Smärre justeringar och förtydliganden i texten.
H	2022-09-12	Rättning tabell s.14
I	2022-09-16	Diverse justeringar av texter och siffervärden.

Beskrivning av uppdraget

För en planerad uppgradering av färjeleden i Blidösund mellan Yxlan och Blidö önskar Färjerederiet en jämförelse mellan en frigående färja och en linfärja. Grundtanken är att båda alternativen skall vara elektrifierade.

För linfärjealternativet finns tre alternativ

- Dieseldrift
- Med kabel från land
- Med batteridrift

För den frigående färjan är ett kabelalternativ inte aktuellt.

Jämförelsen avser en färja med kapacitet för 60 PBE (personbilsenheter).

Följande punkter skall belysas

- Kostnader bygga färja.
- Driftsekonomi
- Effektbehov
- Kostnaden för lägre effektbehov
- Tidsaspekt att erhålla den kapacitet som krävs.

Bakgrundsmaterial

För genomförandet av jämförelsen har diverse bakgrundsmaterial erhållits från Färjerederiet, bland annat

- "Blidöleden Från fri till lin_Utredning 2008-02-27"; Tidigare utredning av ombyggnad till linfärjeled.
- Jmf pris färjor; Prisuppgifter på de färjor som byggts av Färjerederiet från 2002-2019
- BlidöVSAfelsö; En jämförelse av bränsleförbrukning mellan Blidösundsleden och Adelsöleden. Dessa två leder är ganska lika avseende turtäthet och antal bilar, även om Adelsöleden är längre (1000 m kontra 600 m)
- Samråd för bemanning av Färjerederiets fartyg. Protokoll från diskussioner med Transportstyrelsen.
- Ritningar på föreslagna färjelägen för ny linfärja

För beräkningar av bränslepriser, elpriser och miljökostnader har värden från "Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 7.0" utgiven av Trafikverket 2020-12-01 använts.

Dessutom har diverse annan information tagits fram som tidtabeller, ledens sträckning mm.

För framtagning av kostnader för byggnation mm. har information insamlats från tillverkare och Färjerederiets personal. Även erfarenheter och prisuppgifter från fartygsprojekt utanför Färjerederiets sfär har använts för att göra prisuppskattningar.

1. Sammanfattning

En jämförelse mellan kostnader för olika möjliga lösningar har gjorts. Samtliga alternativ utgår från samma skrov och utrustning Personbilskapacitet 60 PBE, skrovlängd ca 80 m, skrovbredd ca 14,9 m. totalvikt ca 700 ton utan last ombord. De studerade alternativen är.

1. Frigående, dieseldriven färja som ses som grundalternativet.
2. Frigående färja med eldrift och strömförsörjning via batterier.
3. Lindriven färja med dieseldrift.
4. Lindriven färja med eldrift och strömförsörjning via kabel från land.
5. Lindriven färja med eldrift och strömförsörjning via batterier.

Då kostnaden för själva färjan är osäker har jämförelsen delvis gjorts som en beräkning av skillnader (+ och -) jämfört med den "traditionella" färjan enligt 1. Totalsummorna kan komma att variera beroende på byggplats, byggperiod mm, men skillnaderna mellan de olika alternativen bör vara ganska konstanta.

Kostnader/år

För investeringarna har räknats med en ränta på 2,5% de första 10 åren.

- Avskrivningstiden (amorteringstiden) för fartyget har satts till 30 år.
- Avskrivningstiden (amorteringstiden) för landanläggningen har satts till 50 år
- Underhållskostnaden har uppskattats baserat på den större utrustningen ombord
 - Generatoraggregat; Översyn eller byte av aggregat med regelbundna intervaller
 - Frigående, alt 1&2; Propelleraggregat, översyn med regelbundna intervaller.
 - Lindriven, alt.3-5; Lindriftsystem (vagnar, drivsystem ombord), översyn, byte av vagnar etc.
 - Lindriven alt.4; Elkabel för elförsörjning
 - Batterier för elförsörjning, alt.2&5; Batterierna har en begränsad livslängd satt till 10 år.
- samt normala kostnader för dockning av fartyget (som anses vara samma för alla alternativ).
- Driftkostnaderna har främst två huvudkomponenter.
 - Energikostnad. En linfärja konsumerar i storleksordningen 70-80% mindre energi jämfört med en frigående färja.
 - Besättning. Både den frigående färjan och den lindrivna färjan har beräknats med en person i besättningen. Den lilla skillnaden i kostnad beror på att den frigående färjan har högre behörighetskrav för befälhavaren.
I nuläget krävs det två personer i besättningen ombord och eftersom färjan bemannas dygnet runt, sju dagar i veckan, så krävs det tolv heltidsanställda för färjans drift. Beslut om besättningsstorleken tas i samverkan med Transportstyrelsen. Om likvärdig eller högre säkerhetsnivå kan erhållas med lägre antal i besättningen, i kombination med säkerhetshöjande tekniska lösningar, så kan beslut om en person i besättning tas i framtiden.
- Dessutom har miljökostnaderna för de olika alternativen beräknats. Här får de fossildrivna färjorna en väsentligt högre kostnad, och linfärjorna får med sin mindre energiförbrukning också en lägre miljökostnad.

Kostnaderna nedan är ett genomsnitt av kostnaden per år under de första tio åren med avskrivningar på investeringar, räntekostnader och driftkostnader. Dessutom har miljökostnaderna för respektive alternativ beräknats och adderats till de övriga kostnaderna.

Kostnader/priser för diesel, el och miljölaster har tagits ur ASEK 7.0

Slutsatsen är att en lindriven färja kommer att ha ca 25% lägre årliga kostnader jämfört med en frigående färja. Den har dessutom väsentligt mindre miljökostnader.

Kostnad per år första 10 åren [alla siffror i kSEK]		Frigående Diesel	Frigående El-batteri	Linfärja Diesel	Linfärja El-kabel	Linfärja El-batteri
Färja kostnad/år första 10 åren		5 250	5 541	4 645	4 727	4 901
Färja differens/år		0	291	-605	-523	-349
Landanläggning kostnad/år första 10 åren		1 855	2 390	1 672	1 681	1 706
Kaj differens/år		0	534	-184	-174	-150
Underhåll/år		2 904	3 104	2 263	2 363	2 731
Underhåll diff / år		0	200	-642	-542	-173
Bränsle/elkostnad		1 750	953	525	298	285
Besättningskostnad/år		3 812	3 812	3 622	3 622	3 622
Övrig driftkostnad/år		500	500	300	300	300
Total driftkostnad/år		6 062	5 265	4 447	4 220	4 207
Driftkostnad diff/år		0	-797	-1 616	-1 843	-1 856
TOTALKOSTNAD/år		16 072	16 300	13 026	12 990	13 545
DIFFERENS/år		0	228	-3 046	-3 082	-2 527
Miljökostnad/år		5 804	173	1 848	197	157
KOSTNAD inkl. MILJÖLAST / år		21 876	16 473	14 874	13 187	13 702
Differens/år inkl. Miljökostnad		0	-5 403	-7 002	-8 688	-8 174

Som en jämförelse visas nedan bränslekostnaden per år med de priser som gäller i början av september 2022, dessa kan jämföras med gulmarkerad kostnad i tabellen ovan. Kostnaderna stiger avsevärt men de inbördes proportionerna kvarstår i stort (diesel och el har, just nu, proportionellt stigit ungefär lika mycket i pris). Den mera energisnåla linfärjan får en mindre kostnadsökning än den frigående färjan.

Bränslekostnad per år med prisläget från sept-22		Frigående Diesel	Frigående El-batteri	Linfärja Diesel	Linfärja El-kabel	Linfärja El- batteri
Diesel kostnad	18 kr/liter	4 500	18	1 350	36	4
El kostnad 3-årigt avtal	3 kr/kWh	0	2 364	0	709	709
Summa bränsle+el		4 500	2 382	1 350	745	713

Det är i dagsläget extremt svårt att förutsäga framtida energikostnader. En rimlig gissning är dock att priset på dieselbränsle och el fortsatt kommer att följas åt, även om den elbrist som förutspås kan göra att elektricitet förhållandevis kan bli något dyrare jämfört med diesel. Om en övergång från diesel till biobränsle blir aktuell ger detta å andra sidan också en högre kostnad.

”Läsanvisningar”

En kortfattad systembeskrivning av respektive färja finns i *Planerad färja för Blidöleden*

Prisutveckling, speciellt avseende bränsle och el, har varit extrem under framtagande och revision av rapporten. Prisberäkningarna gjordes främst i april-maj 2022. I huvudtabeller har ASEK-värden för dessa varor använts.

I kapitlet *Kostnadsutveckling diesel och el* redovisas hur dessa snabbt stigit på senare tid.

Byggmaterial (stål, aluminium mm) ökade kraftigt i pris under våren men är nu (sept-22) nästan nere på de nivåer som i början av året. Inga justeringar av dessa siffror har därför gjorts.

2. Trafiken på Blidöleden

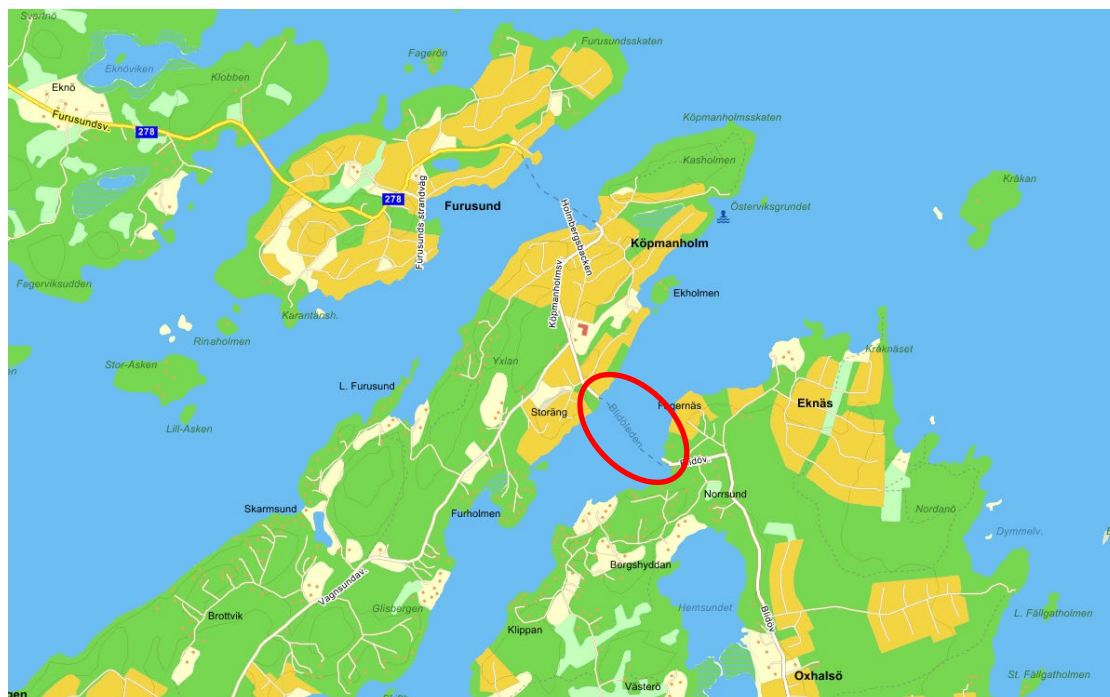
Färjan på Blidöleden går mellan Blidö och Yxlan. Då även Yxlan är en ö har färjan en direkt koppling till, och gemensam tidtabell med, Furusundsleden som går mellan Furusund och Yxlan. Furusund är i sin tur förbundet med fastlandet via ett antal broar. Tidtabell och karta syns nedan.

Furusund-Yxlan*-Blidö-Yxlan*-Furusund			
	Måndag-fredag		Lördag, söndag, helgdag
00	00 ^A		00 ^A
01	00 ^A		00 ^A
02	00 ^A		00 ^A
03			
04	30		30 ^A
05	00 30		00 ^A 30 ^A
06	00 30		00 ^A 30 ^A
07	00 30 45		00 ^A 30
08	00 30		00 30
09	00 30		00 30
10	00 30		00 30
11	00 30		00 30
12	00 45		00 45
13	00 30		00 30
14	00 30		00 30
15	00 30		00 30
16	00 30		00 30
17	00 30		00 30
18	00 30		00 30
19	00 30		00 30
20	00 30 ^B		00 30 ^B
21	00 30 ^B		00 30 ^B
22	00 30 ^{AB}		00 30 ^{AB}
23	00 ^A 30 ^{AB}		00 ^A 30 ^{AB}

A - Går endast efter kallelse. B - Går ej 24 december.

Med lördag avses även julafton, nyårsafton och midsommarafton.

* Returresa från Yxlan genomförs direkt efter lossning och lastning



Trafikvolym

Nedan ses en sammanställning av trafikvolymerna 2013-2020. Man kan se att volymerna ökar något, framför allt syns en stor ökning 2020. Denna kan eventuellt vara "Coronarelaterad", många har tillbringat mera tid i sina fritidshus under pandemin för att minska smittrisker.

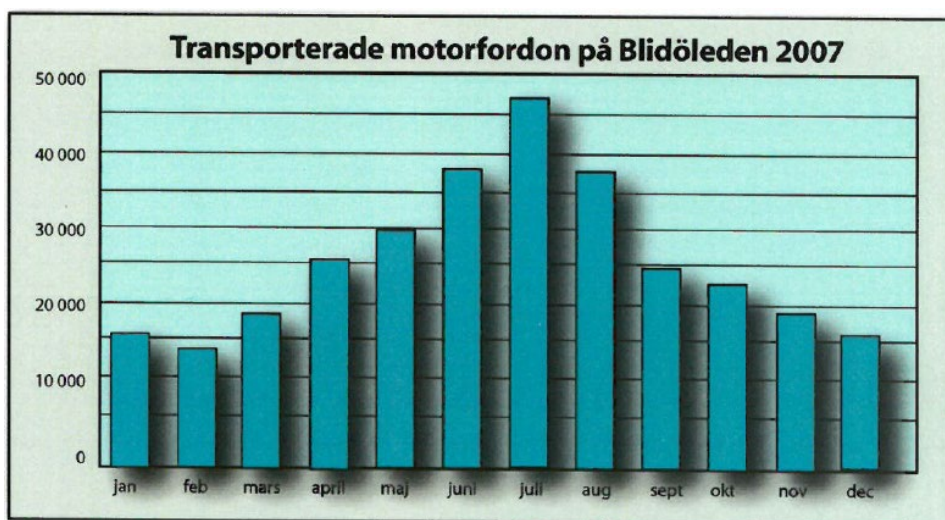
Antalet turer på årsbasis har ökat något, främst 2018-2020. De är dock färre än perioden 2003-2007 då de var över 16 000 i genomsnitt.

Blidöleden	År 2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Antal turer ToR	15 255	15 139	15 149	15 174	15 126	15 502	15 610	15 841
Antal PBE (Personbilsekvivalenter)	416 215	415 830	426 565	422 346	439 244	447 511	443 103	476 670
Dieselförbrukning i liter	287 512	240 131	244 397	286 658	207 340	285 995	267 291	240 515
Liter/tur	18,8	15,9	16,1	18,9	13,7	18,4	17,1	15,2
PBE/tur	27,3	27,5	28,2	27,8	29,0	28,9	28,4	30,1

Säsongvariationer

Blidö är i stor utsträckning en "sommarö". Från rapporten "Blidöleden – Från frigående till lindrift" kan säsongvariationerna utläsas, se figur nedan. Blidös bofasta befolkning var 2007, enligt rapporten, ca 400 personer, fritidshusen var ca 2 800 st. Detta innebär att det vid (större) helger, främst sommartid, körs ett antal extraturer.

Under 2007 transporterades totalt ca 330 000 fordon. Cirka 8% av dessa var större än den PBE som rapporteras ovan, uppskattat antal PBE år 2007 är ca 360 000



Adelsöleden

Som en jämförelse för förbrukning etc. har Adelsöleden använts. Denna är lindriven med en något mindre färja än den vid Blidö. Turlistan är i princip den samma. Ledens längd är väsentligt större än Blidöleden (1000 m mot 600 m). Den längre leden och mindre färjan gör att vi använt Adelsöledens förbrukningssiffror som grund för beräkningarna av energiförbrukning för en linjär färja vid Blidöleden.

Adelsöleden	År 2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Antal turer ToR	16 148	18 238	16 120	15 945	16 129	16 267	15 971	16 129
Antal PBE (Personbilsekvivalenter)	406 904	401 352	408 614	420 287	428 736	422 153	409 319	416 121
Dieselförbrukning i liter	106 167	96 478	77 640	73 795	73 971	92 396	67 858	75 723
Liter/tur	6,6	5,3	4,8	4,6	4,6	5,7	4,2	4,7
PBE/tur	25,2	22,0	25,3	26,4	26,6	26,0	25,6	25,8

3. Dagens färja, Aurora (Färja 292)



Färjan Aurora är byggd 1980 av AB ÅSI-verken i Åmål. Kapaciteten är 298 passagerare och 46 personbilar.

Fakta om färjan Aurora

Identifiering

- Internnummer: 292
- Callsign: SDZE

Tillverkning

- Byggår: 1972
- Ombyggnadsår: 1989
- Varv: AB Åsi-verken, Åmål

Fysisk fakta

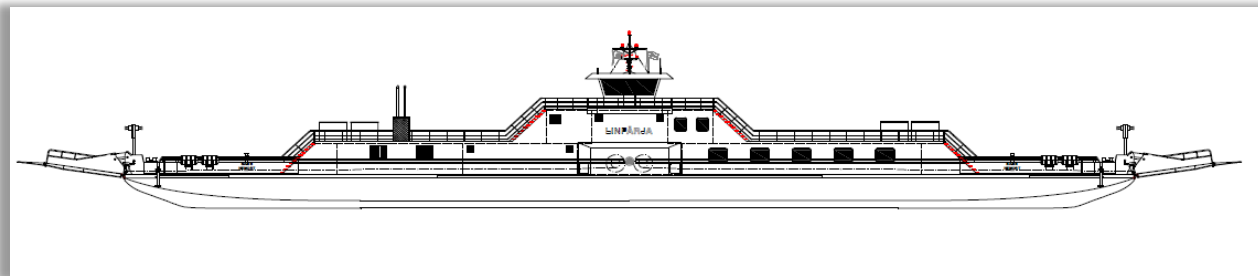
- Frigående färja
- Längd över allt (Loa): 74 meter
- Klafflängd: 11 meter
- Bredd: 12,4 meter
- Djupgående: 3,7 meter
- Fart: 10 knop
- Bruttodräktighet: 375

Last

- Passagerare: 298
- Personbilar: 46
- Lastförmåga: 260 ton
- Bärighet: bärighetsklass 1 (BK 1)

4. Planerad färja för Blidöleden

En ny färja för Blidöleden har diskuterats under en lång period. För närvarande pågår en förprojektering av en linfärja med en kapacitet av 60 PBE (1 PBE motsvarar i princip 5 m fillängd), dvs. en kapacitetsökning med 30% jämfört med dagens färja. Denna färja blir ca 80 m lång exklusive ramper och har 4 filer för fordon (varav de 2 mittersta är bredare för att ge plats åt bussar, lastbilar etc).



Tidigare utkast till ny linfärja

I ett tidigt skede gjordes designen som frigående, men man ser nu av energi- och miljöskäl samt för en bättre driftsekonomi in i möjligheten att i stället använda en lindriven färja. Även förprojektering av nya landanläggningar för den lindrivna färjan pågår.

För denna rapport har vi studerat 5 alternativa utformningar av färjans drivsystem.

Samtliga alternativ utgår från samma skrov och utrustning Personbilskapacitet 60 PBE, skrovlängd ca 80 m, skrovbredd ca 14,9 m. totalvikt ca 700 ton utan last ombord. De studerade alternativen är.

1. Frigående, diesel driven färja som ses som grundalternativet.
"Traditionell" färja med dieselmotorer för framdrift. Total effekt ca 1600 kW
2. Frigående färja med eldrift och strömförsörjning via batterier.
Samma effekt som den diesel drivna färjan. Batterier står för energiförsörjning, laddstation för snabbaddning ingår i kajkostnaden. Dieselgenerator (ca 200 kW) ombord för drift då laddning vid kaj ej räcker till.
3. Lindriven färja med diesel drift.
Energiförsörjning via dieselgenerator, ca 200 kW, som försörjer den el drivna lindriften
4. Lindriven färja med eldrift och strömförsörjning via kabel från land.
Elenergin förs över till färjan via en elkabel som rullas upp på en trumma ombord. Max tillgänglig effekt ca 80-100 kW.
5. Lindriven färja med eldrift och strömförsörjning via batterier.
*Laddningen av batterierna är tänkt att ske på land då det är svårt att arrangera ett automatiskt laddningssystem med den typ av ramp som används vid lindrift.
En fungerande typ av utbytessystem har utvecklats i Norge, ett utkast till en variant har tagits fram för Blidösundsleden.*

Då kostnaden för själva färjan (skrov, hytt mm) är osäker har jämförelsen delvis gjorts som en beräkning av skillnader (+ och -) jämfört med den "traditionella" färjan enligt 1. Totalsummorna kan komma att variera beroende på byggplats, byggperiod mm, men skillnaderna mellan de olika alternativen bör vara ganska konstanta.

5. Ingående komponenter i beräkningar av kostnader

Nedanstående punkter är de poster som har använts i kostnadsberäkningen för de olika alternativen. Då en del ingående parametrar är dåligt kända kan man förmoda att kostnadsuppskattningarna har ganska stora felaktigheter inbyggda. De stora posterna avseende bränsle och besättning är dock tämligen säkra (med förbehåll för förändringar i energikostnader).

FÄRJA

- Utan framdrivning; Skrov, ramper, överbyggnad, brygga och navigationsutrustning mm. Satt till samma summa för alla alternativen, baserat på en antagen kostnad per kg färdig färja.
- Propellerutrustning; För frigående färjor. Antas vara två stycken roterbara thrustrar, förmodligen med eldrift.
- Propellermaskineri; Maskiner för drivning av den frigående färjan. Förmodligen i form av ett antal genset, dvs sammanbyggd motor och generator.
- Lindrift inkl. motorer. Vinschsystem för framdrift av linfärja. Mest troligt en så kallad Canadadrift, där drivvajern förs över två drivhjul som drivs av var sin elmotor. I de diskussioner som förs avseende teknisk lösning är ett system med två drivenheter det mest sannolika.
- Genset; Motor/generator för att förse alt 2 och 4-5 med en backup i händelse av elavbrott. Huvudkraftkälla för den dieseldrivna linfärjan.
- Batterier; Laddningsbara batterier för eldrivna färjor utan kabel.
- Frekvensstyrning; Elektronik för att hantera styrning av drivmotorer.
- Kabelarrangemang; Ett system för att spola upp och ut elkabel i alt.4

LANDANLÄGGNING

- Ramper; Grundläggning, gjutna fundament mm vid färjans ändlägen samt kostnader för väganslutning mm.
- Elanslutning; Med elkabel eller batterier som energikälla krävs en förstärkt elanslutning vid det ena färjeläget.
- Laddanläggning; System för att ladda batterier för alternativ 2 & 5. Den frigående färjan kommer att behöva ett automatiserat laddsystem på grund av större energiåtgång.
- Vajrar; Drivvajrar för linfärjan, en på varje sida av färjan.

UNDERHÅLLSKOSTNAD

- Ordinarie dockning; Görs normalt sett med 2-3 års intervall. Bottenmålning, allmän översyn av inredning och fartygssystem (navigation, brandskydd, larm,...)
- Propelleranläggning överhaling; I enlighet med serviceinstruktioner. Kontroll, oljebyte, tättningsbyten,...
- Lindrift överhaling; Kontroll av drivsystem
- Byte/överhaling propellermaskin; Baserat på drifttimmar och kalender.
- Byte/överhaling genset; Baserat på drifttimmar och kalender.
- Byte batterier; Livslängden ansatt till 10 år
- Byte wirar (2 st); Livslängden ansatt till 5 år.
- Byte elkabel; Livslängden ansatt till 5 år.

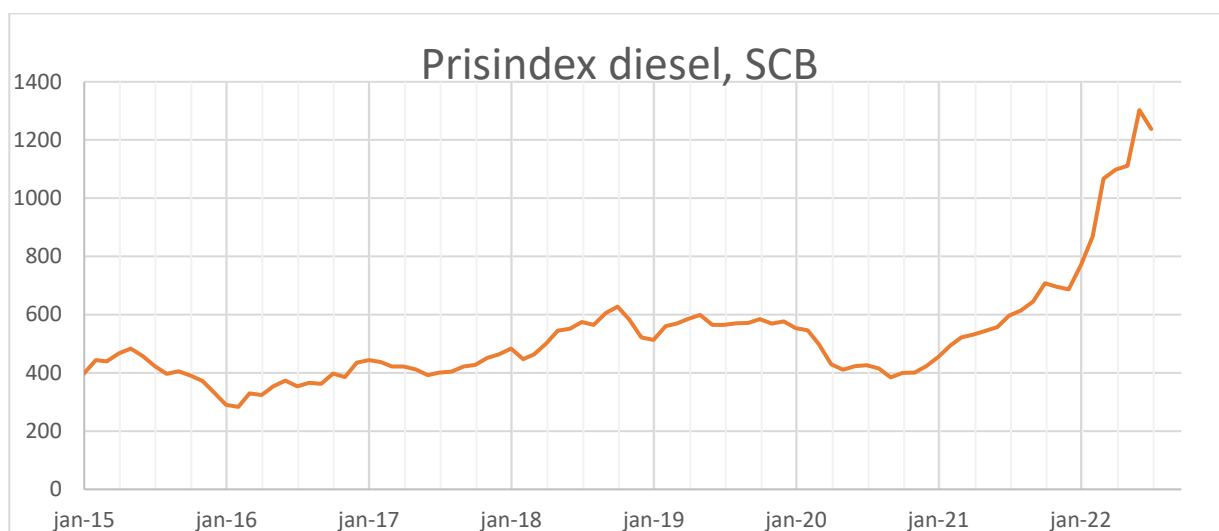
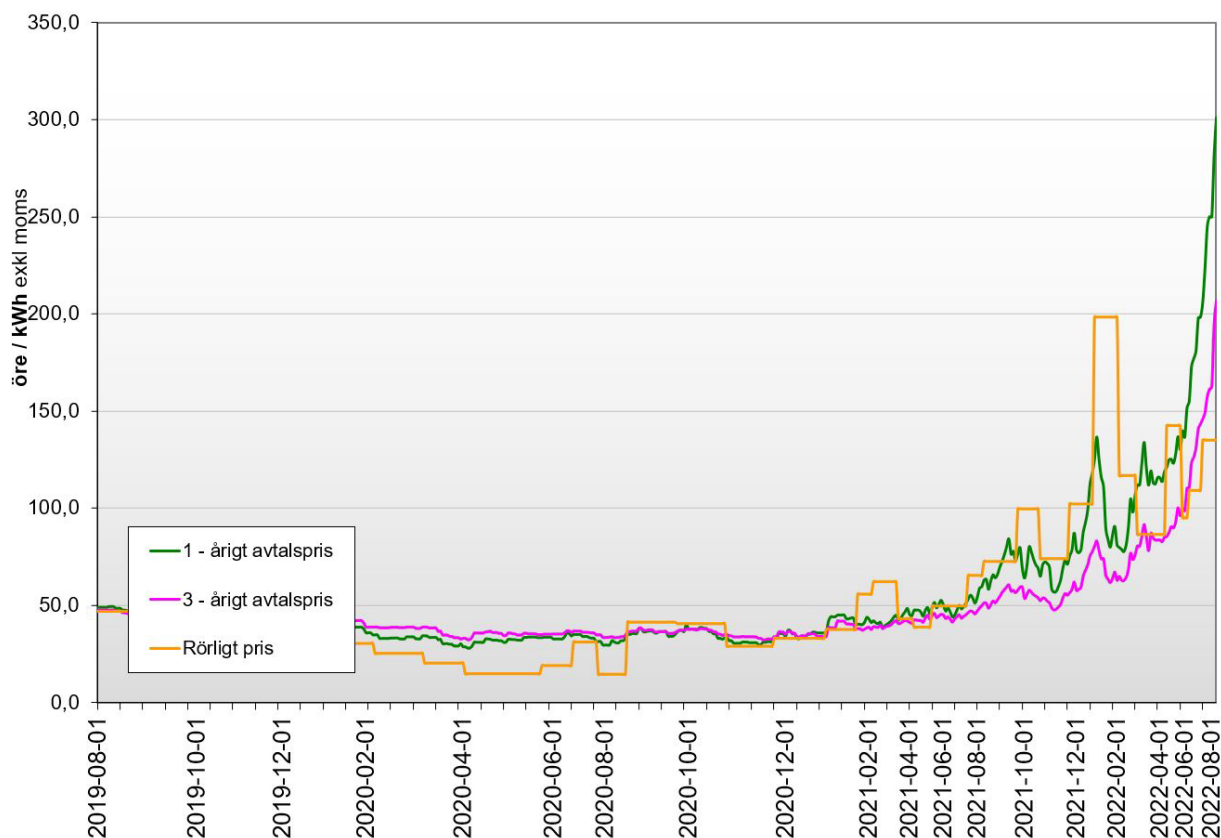
DRIFTKOSTNAD

- Diesel [liter]; Baserat på driftdata från Blidöleden och Adelsöleden. Priset ansatt till 7 kr/liter i enlighet med ASEK:s beräkningsvärden. Verklig kostnad är i dagsläget högre (12-13 kr/liter enligt Färjerederiet, aktuellt pris i början av september ca 18 kr).
- El [kWh]; Elförbrukningen och kostnaden för frigående respektive lindrivna färjor har baserats på
 - bränsleförbrukningen på de dieseldrivna färjorna ovan, där varje liter bränsle anses motsvara 3,78 kWh (dieselmotorernas bränsleförbrukning 230 g/kWh antaget för beräkning av antalet kWh el).
 - För linfärjor har elförbrukningen också kontrollerats gentemot mätningar gjorda ombord på färjan Maria vid Bohus-Malmön och färjan Gerd vid Kornhall.
 - Priset ansatt till 1,0 kr/kWh. Detta stämmer med såväl ASEK:s värden som de faktiska kostnaderna. Se dock kommentarer om priser i *Kostnadsutveckling diesel och el*.
- Elförbrukning för de frigående färjorna (kopplas in vid längre stillaliggande) har inte beaktats.
- Försäkring fartyg; Kostnad för H&M + P&I ansatt till 350 000 SEK/år för linfärjan och 500 000 SEK/år för en frigående färja, baserat på Färjerederiets data
 - H&M=Försäkring av fartyg med utrustning (Hull&Machinery),
 - P&I=Ansvarsförsäkring (Protection & Indemnity)
- Försäkring Landanläggning; Ingen kostnad insatt då denna är väldigt liten och ej särredovisas.
- BESÄTTNING
Besättningen på dagens linfärjor är en person, för frigående färjor två personer. För en större linfärja kan man till en början komma att behöva en däcksmän ombord av säkerhetsskäl. Beräkningen av besättningskostnad har gjorts för drift med en persons besättning för båda alternativen. Den något högre kostnaden för den frigående färjan beror på det högre behörighetskravet för befälhavaren på denna.

6. Kostnadsutveckling diesel och el

Priset på både diesel och el har "exploderat" under den tid denna utredning pågått. Vi har ändå valt att använda oss av ASEK:s värden i beräkningarna, och endast redovisat förändringar i kostnader avseende september 2022 i en separat tabell i kapitlet *Total kostnad/år*.

Nedan visas prisutvecklingen för el- och dieselpriiser för de senaste åren.



7. Beräkningar

För mera detaljerade siffror hänvisas till Annex 1.

Uppskattade kostnader, kapital och drift/underhållskostnader

Komponenter [alla siffror i kSEK]	Alt.1	Alt.2	Alt.3	Alt.4	Alt.5
FÄRJA investering	96 190	101 517	85 100	86 600	89 790
LANDANLÄGGNING investering	43 400	55 900	39 100	39 325	39 900
INVESTERING Totalt	139 590	157 417	124 200	125 925	129 690
UNDERHÅLL / år	2 904	3 104	2 263	2 363	2 731
<i>Bränsle/elkostnad</i>	<i>1 750</i>	<i>953</i>	<i>525</i>	<i>298</i>	<i>285</i>
<i>Besättningskostnad/år</i>	<i>3 812</i>	<i>3 812</i>	<i>3 622</i>	<i>3 622</i>	<i>3 622</i>
<i>Övrig driftkostnad/år</i>	<i>500</i>	<i>500</i>	<i>300</i>	<i>300</i>	<i>300</i>
DRIFTKOSTNAD / år	6 062	5 265	4 447	4 220	4 207
Drift & Underhåll summa / år	8 966	8 369	6 709	6 582	6 938

NOT; Den befintliga landanläggningen är i behov av upprustning om den skall användas som reservkaj för alternativ 3-5. Någon kostnad för detta är inte medtagen i denna rapport.

Kapitalkostnader/ avskrivningar

Beräknat med 30 respektive 50 års rak amortering, ränta de första 10 åren enligt nedan.

Årskostnaden är summan av amortering och genomsnittlig ränta under perioden. Kalkylräntan har satts till 2,5%.

Kostnadsposter kapital [alla siffror i kSEK]		Frigående Diesel	Frigående El-batteri	Linfärja Diesel	Linfärja El-kabel	Linfärja El-batteri
Färja kostnad summa		96 190	101 517	85 100	86 600	89 790
Färja differens		0	5 327	-11 090	-9 590	-6 400
Avskrivningsperiod [år]	30					
Amortering/år		3 206	3 384	2 837	2 887	2 993
Räntekostnad/år med ränta=	2.5%	2 044	2 157	1 808	1 840	1 908
Färja kostnad/år första 10 åren		5 250	5 541	4 645	4 727	4 901
Landanläggning Summa		43 400	55 900	39 100	39 325	39 900
Landanläggning differens		0	12 500	-4 300	-4 075	-3 500
Avskrivningsperiod [år]	50					
Amortering/år		868	1 118	782	787	798
Räntekostnad/år med ränta=	2.5%	987	1 272	890	895	908
Landanläggning kostnad/år första 10 åren		1 855	2 390	1 672	1 681	1 706

Miljöbelastning och miljökostnader

Förutom de direkta kostnaderna orsakar all infrastruktur och alla transporter miljölaster och därtill kopplade miljökostnader. Nedan har en jämförelse av miljökostnaden för de olika alternativen gjorts.

De delar som är i princip desamma för alla alternativen har inte kostnadssatts, istället har de delar som skiljer sig mellan alternativen kostnadsberäknats. De stora delarna som redovisas här är

- Bränsle i form av diesel.
 - CO₂, NO_x och PM (partikelutsläpp) har beaktats. Maskinerierna har antagits ha prestanda enligt IMO Tier 3 och EU Stage V.
 - HVO som bränsle har i detta läge inte beaktats inte heller den eventuellt ökade andelen av HVO i diesel framgent.
- El förbrukning.
 - CO₂-utsläpp har beräknats baserade på "Grön el".
- Batterikapaciteten baserad på att frigående färjan kan snabbbladdas vid kaj.
 - För linfärjan har mindre frekvent laddning antagits, vilket ökar batteristorleken (i princip kapacitet för ett dygn).
- Batteritillverkning; Endast CO₂-utsläpp i samband med tillverkning har beaktats.
- Infrastruktur; Betong för nya landanläggningar har beaktats avseende CO₂-utsläpp.
- Den något högre dieselförbrukningen för linfärjan med elkabel (jämfört med batteridriften) beror på att kabeldriften ibland kan behöva kopplas ur på grund av vädersituationen. I vissa lägen finns risk att elkabeln inte har tillräcklig kapacitet.

Prissättning av emissioner mm nedan är baserad på ASEK:s rekommenderade kalkylvärden (Kapitel 11 & 12 från ASEK 7.0 2020-12-01).

Kostnadsposter miljölast per år	Fri; Diesel	Fri; El-batteri	Lin; Diesel	Lin; El-kabel	Lin; El-batteri
Bränsle liter	250 000	1 000	75 000	2 000	200
CO ₂ -utsläpp kg	696 000	2 784	208 800	5 568	557
Kostnad CO ₂ (8 kr/kg)	5 568 000	22 272	1 670 400	44 544	4 454
Kostnad NOX-Partiklar	200 397	802	60 119	1 603	160
El kWh	0	945 652	0	283 696	283 696
CO ₂ -utsläpp kg	0	14 185	0	4 255	4 255
Kostnad CO ₂ (8 kr/kg)	0	113 478	0	34 043	34 043
Batterier kWh (10 års liv)	0	1 500	0	0	900
CO ₂ -utsläpp kg	0	1 463	0	0	878
Kostnad CO ₂ (8 kr/kg)	0	11 700	0	0	7 020
Betong ton (50 års liv)	144	144	1 032	1 032	1 032
Stål ton (50 års livs)	60	60	5	5	5
CO ₂ -utsläpp kg	220 800	220 800	732 400	732 400	732 400
Kostnad CO ₂ (8 kr/kg)	1 766 400	1 766 400	5 859 200	5 859 200	5 859 200
TOTAL MILJÖKOSTNAD/år i kSEK	5 804	173	1 848	197	157

8. Total kostnad/år

Nedan summeras årliga kapital- och driftkostnader för de första tio åren. Man kan se att linfärjealternativen är väsentligt billigare än frifarandalternativen. Detta beror främst på lägre energiåtgång och en person färre i besättningen.

Slutligen adderas miljökostnaden för att ge en (förenklad) jämförelse av den totala samhällsekonomiska kostnaden för de olika lösningarna.

Kostnad per år första 10 åren [alla siffror i kSEK]		Frigående Diesel	Frigående El-batteri	Linfärja Diesel	Linfärja El-kabel	Linfärja El-batteri
Färja kostnad/år första 10 åren		5 250	5 541	4 645	4 727	4 901
Färja differens/år		0	291	-605	-523	-349
Landanläggning kostnad/år första 10 åren		1 855	2 390	1 672	1 681	1 706
Kaj differens/år		0	534	-184	-174	-150
Underhåll/år		2 904	3 104	2 263	2 363	2 731
Underhåll diff / år		0	200	-642	-542	-173
Bränsle/elkostnad		1 750	953	525	298	285
Besättningskostnad/år		3 812	3 812	3 622	3 622	3 622
Övrig driftkostnad/år		500	500	300	300	300
Total driftkostnad/år		6 062	5 265	4 447	4 220	4 207
Driftkostnad diff/år		0	-797	-1 616	-1 843	-1 856
TOTALKOSTNAD/år		16 072	16 300	13 026	12 990	13 545
DIFFERENS/år		0	228	-3 046	-3 082	-2 527
Miljökostnad/år		5 804	173	1 848	197	157
KOSTNAD inkl. MILJÖLAST / år		21 876	16 473	14 874	13 187	13 702
Differens/år inkl. Miljökostnad		0	-5 403	-7 002	-8 688	-8 174

Som en jämförelse visas nedan bränslekostnaden per år med de priser som gäller i början av september 2022. Jämförs med gulmarkerad kostnad i tabellen ovan. Kostnaderna stiger avsevärt men de inbördes proportionerna kvarstår i stort (diesel och el har, just nu, stigit ungefär lika mycket i pris). Den mera energisnåla linfärjan får en mindre kostnadsökning än den frigående färjan.

Bränslekostnad per år med prisläget från sept-22		Frigående Diesel	Frigående El-batteri	Linfärja Diesel	Linfärja El-kabel	Linfärja El-batteri
Diesel kostnad	18 kr/liter	4 500	18	1 350	36	4
El kostnad 3-årigt avtal	3 kr/kWh	0	2 364	0	709	709
Summa bränsle+el		4 500	2 382	1 350	745	713

9. Slutsatser

Följande slutsatser kan dras av beräkningarna ovan.

- Linfärjan är avsevärt billigare i drift, ca 25% jämfört med den frigående färjan
 - Den årliga kostnaden för investeringar blir lägre, både för färjan och för landanläggningen.
 - Dessutom har linfärjan ca 70% lägre energikonsumtion än den frigående.
- Miljölasten är väldigt mycket mindre för de eldrivna alternativen.
- Batteritillverkningens miljölast är ganska begränsad baserat på livslängden
- Betong- och stålanvändningen i landanläggningarna ger stora CO₂-utsläpp. Åtgärder för att minska dessa bör ha hög prioritet.

10. Annex 1.

Alt.1 Kostnader Frigående dieseldriven

	Fri; Diesel			
FÄRJA	Antal	å-pris	Mult	Summa
Utan framdrivning	690	115 000	1.00	79 350 000
Propellerutr	2	3 000 000	1.50	9 000 000
Propellermaskin	1 600	3 500	1.40	7 840 000
Lindriftr inkl. motorer				0
Genset			1.50	0
Batterier			1.00	0
Frekvensstyrning			1.00	0
Kabelarrangemang			1.00	0
		SUMMA		96 190 000
		Diff		0
LANDANLÄGGNING	Antal	å-pris	Mult	Summa
Ramper	1	43 400 000	1.00	43 400 000
Elanslutning			1.00	0
Laddanläggning			1.00	0
Wirar			1.00	0
		SUMMA		43 400 000
		Diff		0
UNDERHÅLLSKOSTNAD	Antal	å-pris	Mult	Summa
Ordinarie dockning	0.4	5 000 000	1.00	2 000 000
Propelleranl. överhåln	0.4	300 000	1.00	120 000
Lindriftr överhåln.			1.00	0
Byte propellermaskin	0.1	7 840 000	1.00	784 000
Byte genset	0.1	0	1.50	0
Byte batterier	0.1	0	1.00	0
Byte wirar (2 st)			1.00	0
Byte elkabel			1.00	0
		SUMMA		2 904 000
		Diff		0
DRIFTKOSTNAD	Antal	å-pris	Mult	Summa
Diesel [liter]	250 000.0	7.00	1.00	1 750 000
El [kWh]		1.00	1.00	0
Försäkring fartyg	1.0	500 000	1.00	500 000
Försäkring Landanl.			1.00	0
Befälhavare	6.0	635 406	1.00	3 812 437
Däcksman	0.0	428 899	1.00	0
		SUMMA		6 062 437
		Diff		0

Alt.2 Kostnader Frigående batteridrivnen

	Fri; El-batteri			
FÄRJA	Antal	å-pris	Mult	Summa
Utan framdrivning	690	115 000	1.00	79 350 000
Propellerutr	2	3 000 000	1.50	9 000 000
Propellermaskin			1.40	0
Lindrift inkl. motorer	0	0	0.00	0
Genset	200	4 500	1.50	1 350 000
Batterier	1 500	5 211	1.00	7 816 500
Frekvensstyrning	1	4 000 000	1.00	4 000 000
Kabelarrangemang	0	0	1.00	0
		SUMMA		101 516 500
		Diff		5 326 500
LANDANLÄGGNING	Antal	å-pris	Mult	Summa
Ramper	1.0	43 400 000	1.00	43 400 000
Elanslutning	1.0	1 500 000	1.00	1 500 000
Laddanläggning	1.0	11 000 000	1.00	11 000 000
Wirar	0.0	0	1.00	0
		SUMMA		55 900 000
		Diff		12 500 000
UNDERHÅLLSKOSTNAD	Antal	å-pris	Mult	Summa
Ordinarie dockning	0.4	5 000 000	1.00	2 000 000
Propelleranl. överhahn	0.4	300 000	1.00	120 000
Lindrift överhahn.	0.0	0	1.00	0
Byte propellermaskin	0.1	0	1.00	0
Byte genset	0.1	1 350 000	1.50	202 500
Byte batterier	0.1	7 816 500	1.00	781 650
Byte wirar (2 st)	0.0	0	1.00	0
Byte elkabel	0.0	0	1.00	0
		SUMMA		3 104 150
		Diff		200 150
DRIFTKOSTNAD	Antal	å-pris	Mult	Summa
Diesel [liter]	1 000.0	7.00	1.00	7 000
El [kWh]	945 652.2	1.00	1.00	945 652
Försäkring fartyg	1.0	500 000	1.00	500 000
Försäkring Landanl.			1.00	0
Befälhavare	6.0	635 406	1.00	3 812 437
Däcksman	0.0	428 899	1.00	0
		SUMMA		5 265 090
		Diff		-797 348

Alt.3 Kostnader Linfärja dieseldriven

	Lin; Diesel			
FÄRJA	Antal	å-pris	Mult	Summa
Utan framdrivning	690.0	115 000	1.00	79 350 000
Propellerutr	0.0	0	1.50	0
Propellermaskin	0.0	0	1.40	0
Lindrif inkl. motorer	2.0	1 500 000	1.30	3 900 000
Genset	200.0	4 500	1.50	1 350 000
Batterier	0.0	0	1.00	0
Frekvensstyrning	1.0	500 000	1.00	500 000
Kabelarrangemang	0.0	0	1.00	0
		SUMMA		85 100 000
		Diff		-11 090 000
LANDANLÄGGNING	Antal	å-pris	Mult	Summa
Ramper	2.0	19 500 000	1.00	39 000 000
Elanslutning	0.0	0	1.00	0
Laddanläggning	0.0	0	1.00	0
Wirar	1 000.0	100	1.00	100 000
		SUMMA		39 100 000
		Diff		-4 300 000
UNDERHÅLLSKOSTNAD	Antal	å-pris	Mult	Summa
Ordinarie dockning	0.4	5 000 000	1.00	2 000 000
Propelleranl. överhåln	0.0	300 000	1.00	0
Lindrif överhåln.	0.4	100 000	1.00	40 000
Byte propellermaskin	0.1	0	1.00	0
Byte genset	0.1	1 350 000	1.50	202 500
Byte batterier	0.1	0	1.00	0
Byte wirar (2 st)	0.2	100 000	1.00	20 000
Byte elkabel	0.0	0	1.00	0
		SUMMA		2 262 500
		Diff		-641 500
DRIFTKOSTNAD	Antal	å-pris	Mult	Summa
Diesel [liter]	75 000.0	7	1.00	525 000
El [kWh]	0.0	1.00	1.00	0
Försäkring fartyg	1.0	300 000	1.00	300 000
Försäkring Landanl.			1.00	0
Befälhavare	6.0	603 636	1.00	3 621 816
Däcksman	0.0	428 899	1.00	0
		SUMMA		4 446 816
		Diff		-1 615 622

Alt.4 Kostnader Linfärja med elkabel

	Lin; EI-kabel			
FÄRJA	Antal	å-pris	Mult	Summa
Utan framdrivning	690.0	115 000	1.00	79 350 000
Propellerutr	0.0	0	1.50	0
Propellermaskin	0.0	0	1.40	0
Lindrifft inkl. motorer	2.0	1 500 000	1.30	3 900 000
Genset	200.0	4 500	1.50	1 350 000
Batterier	0.0	0	1.00	0
Frekvensstyrning	1.0	500 000	1.00	500 000
Kabelarrangemang	1.0	1 500 000	1.00	1 500 000
		SUMMA		86 600 000
		Diff		-9 590 000
LANDANLÄGGNING	Antal	å-pris	Mult	Summa
Ramper	2.0	19 500 000	1.00	39 000 000
Elanslutning	1.0	150 000	1.50	225 000
Laddanläggning	0.0	0	1.00	0
Wirar	1 000.0	100	1.00	100 000
		SUMMA		39 325 000
		Diff		-4 075 000
UNDERHÅLLSKOSTNAD	Antal	å-pris	Mult	Summa
Ordinarie dockning	0.4	5 000 000	1.00	2 000 000
Propelleranl. överhåln	0.0	300 000	1.00	0
Lindrifft överhåln.	0.4	100 000	1.00	40 000
Byte propellermaskin	0.1	0	1.00	0
Byte genset	0.1	1 350 000	1.50	202 500
Byte batterier	0.1	0	1.00	0
Byte wirar (2 st)	0.2	100 000	1.00	20 000
Byte elkabel	0.2	500 000	1.00	100 000
		SUMMA		2 362 500
		Diff		-541 500
DRIFTKOSTNAD	Antal	å-pris	Mult	Summa
Diesel [liter]	2 000.0	7	1.00	14 000
EI [kWh]	283 695.7	1.00	1.00	283 696
Försäkring fartyg	1.0	300 000	1.00	300 000
Försäkring Landanl.			1.00	0
Befälhavare	6.0	603 636	1.00	3 621 816
Däcksman	0.0	428 899	1.00	0
		SUMMA		4 219 511
		Diff		-1 842 926

Alt.5 Kostnader Linfärja batteridrivnen

	Lin; EI-batteri			
FÄRJA	Antal	å-pris	Mult	Summa
Utan framdrivning	690.0	115 000	1.00	79 350 000
Propellerutr	0.0	0	1.50	0
Propellermaskin	0.0	0	1.40	0
Lindriftn inkl. motorer	2.0	1 500 000	1.30	3 900 000
Genset	200.0	4 500	1.50	1 350 000
Batterier	900.0	5 211	1.00	4 689 900
Frekvensstyrning	1.0	500 000	1.00	500 000
Kabelarrangemang	0.0	0	1.00	0
		SUMMA		89 789 900
		Diff		-6 400 100
LANDANLÄGGNING	Antal	å-pris	Mult	Summa
Ramper	2.0	19 500 000	1.00	39 000 000
Elanslutning	1.0	600 000	1.00	600 000
Laddanläggning	1.0	200 000	1.00	200 000
Wirar	1 000.0	100	1.00	100 000
		SUMMA		39 900 000
		Diff		-3 500 000
UNDERHÅLLSKOSTNAD	Antal	å-pris	Mult	Summa
Ordinarie dockning	0.4	5 000 000	1.00	2 000 000
Propelleranl. överhahn	0.0	300 000	1.00	0
Lindriftn överhahn.	0.4	100 000	1.00	40 000
Byte propellermaskin	0.1	0	1.00	0
Byte genset	0.1	1 350 000	1.50	202 500
Byte batterier	0.1	4 689 900	1.00	468 990
Byte wirar (2 st)	0.2	100 000	1.00	20 000
Byte elkabel	0.0	0	1.00	0
		SUMMA		2 731 490
		Diff		-172 510
DRIFTKOSTNAD	Antal	å-pris	Mult	Summa
Diesel [liter]	200.0	7	1.00	1 400
EI [kWh]	283 695.7	1.00	1.00	283 696
Försäkring fartyg	1.0	300 000	1.00	300 000
Försäkring Landanl.			1.00	0
Befälhavare	6.0	603 636	1.00	3 621 816
Däcksman	0.0	428 899	1.00	0
		SUMMA		4 206 911
		Diff		-1 855 526