



## SCENARIOANALYS GOTLANDSTRAFIKEN 2035



2024-06-28



# SCENARIOANALYS GOTLANDSTRAFIKEN 2035

Uppdragsnamn	Scenarioanalys Gotlandstrafiken 2035
Uppdragsnummer	10366096
Författare	Mats Finnson, Mats Klingvall, Sirje Pädam, Martin Hallberg
Datum	2024-05-08
Ändringsdatum	2024-06-28
Granskad av	Niclas Kling

## Kund

### Trafikverket

Nationell Planering  
Box 810, 781 28 Borlänge

## Konsult

### WSP

WSP Sverige AB  
Org nr: 556057-4880  
**wsp.com**

### Poseidon konsult AB

Smedbyvägen 8, Åkersberga

## Kontaktpersoner

Gustav Andersson, Trafikverket: [gustav.andersson@trafikverket.se](mailto:gustav.andersson@trafikverket.se)

Sirje Pädam, WSP: [sirje.padam@wsp.se](mailto:sirje.padam@wsp.se)

Niclas Kling, Poseidon Konsult AB: [niclas.kling@poseidonkonsult.se](mailto:niclas.kling@poseidonkonsult.se)

## INNEHÅLL

1	SAMMANFATTNING	5
2	INLEDNING	9
2.1	SYFTE	9
2.2	AVGRÄNSNING	9
2.3	ORDLISTA	10
3	METOD	11
3.1	TILLGÄNGLIGHET	11
3.2	TRENDANALYS	11
3.3	FARTYGSTEKNIK	11
3.4	SCENARIER	12
3.5	BERÄKNINGAR AV ENERGI- OCH DRIVMEDELSBEHOV	12
3.6	BEDÖMNING AV KONSEKVENSER	16
4	TRENDER	17
4.1	FARTYGSTRAFIK MELLAN FASTLANDET OCH GOTLAND	17
4.2	RESENÄRER OCH GODS	20
4.3	BEFOLKNING	25
4.4	SYSSELSÄTTNING	26
4.5	NÄRINGSLIVET PÅ GOTLAND	27
4.6	KLIMATSTYRMEDEL	29
4.7	FARTYGENS ENERGIANVÄNDNING OCH UTSLÄPP	30
4.8	KLIMATFÖRÄNDRINGAR	35
5	FRAMTIDA FARTYG OCH DRIVMEDEL	37
5.1	NÅGRA GRUNDLÄGGANDE FÖRUTSÄTTNINGAR	37
5.2	VALDA DRIVMEDEL I BESTÄLLDA FÄRJOR	37
5.3	VAL AV FARTYGSKAPACITET	38
5.4	FARTYGSTYPER	39
5.5	ENERGIEFFEKTIVISERING	39
5.6	ANPASSAD FART	40
5.7	LEDTIDER I UTVECKLING OCH PRODUKTION	41
5.8	HAMNAR	41



5.9	TRENDER I FRAMTIDA DRIVMEDEL	41
6	REFERENSSCENARIO	49
6.1	UTVECKLING AV RESANDE	49
6.2	UTVECKLING AV GODS	51
6.3	KLIMATKRAV	51
6.4	ENERGI- OCH DRIVMEDELSBEHOV	53
7	UTREDNINGSSCENARIER	54
7.1	UTMANINGAR 2035 OCH FRAMÅT	54
7.2	FOSSILFRIA DRIVMEDEL OCH FARTYGSTEKNIK	55
7.3	ENERGIEFFEKTIV ÖVERFART	57
7.4	KAPACITETSSTARK FARTYGSFLOTTA	61
7.5	ÖKAT RESANDE OCH STÖRRE GODSVOLYMER	65
7.6	SAMMANFATTNING AV SCENARIER	68
8	FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE	70
9	REFERENSER	71
10	BILAGA A	75
11	BILAGA B	77

# 1 SAMMANFATTNING

Staten handlar upp färjetrafik mellan Gotland och fastlandet för att säkerställa tillgång till väl fungerande kommunikationer för att människor ska kunna bo och leva på Gotland, för näringslivets behov och för upprätthållande av samhällsviktiga funktioner. Mot bakgrund av framtida utmaningar som Gotlandstrafiken står inför har Trafikverket upphandlat en studie av framtida scenarion för sjöfarten för att tydliggöra planeringsförutsättningarna, önskade funktioner och krav för en långsiktigt hållbar tillgänglighet till och från Gotland från år 2035 och framåt.

För att studera framtida scenarier för sjöfarten har Trafikverket gett Poseidon Konsult AB i uppdrag att i samarbete med WSP genomföra Scenarioanalys för Gotland i tidsperspektivet 2035 och framåt. Scenarioanalys sjöfart är en delutredning i åtgärdsvalsstudien (ÅVS) för en långsiktig hållbar tillgänglighet till och från Gotland. I ÅVS ingår näringsliv, beredskap och reservhamnar samt en separat utredning om luftfart.

Målet är att scenarioanalys sjöfart ska ge

- Kunskap om tänkbara scenarion som kan påverka tillgänglighet till och från Gotland 2035 och framåt
- Kunskap om trender, utveckling och framtida utmaningar 2035 och framåt
- Åtgärder och strategier för att hantera framtida scenarier
- Underlag till nya planer
- Input till nästa upphandlingsprocess 2035/2037

I uppdraget ingår att genomföra en grundlig analys av faktorer som kan påverka tillgängligheten till och från Gotland år 2035 och framåt. Här ingår teknologisk utveckling, drivmedelsutveckling, samhällsutveckling, politiska beslut och klimat- och miljöförändringar. Analysen ska ge ett underlag för att skapa scenarier för olika utfall av identifierade faktorer. Analyser av finansierings- och upphandlingsformer ligger utanför uppdraget.

## Nuläge

Tillgängligheten med färja mellan Gotland och fastlandet har sedan början av 2000-talet upprätthållits med snabba RoPax-färjor i åretrunttrafik. Gotlandsfärjornas snabba RoPax håller, sett till färjebranschen internationellt, en hög servicefart med 28 knop. Trenden med höga hastigheter inom färjesjöfarten utvecklades under 1990-talet men avtog under det första decenniet av 2000-talet på grund av konkurrens från lågprisflyget och höga drivmedelspriser. Idag är hastigheter med 22-24 knop vanliga.

Färjetrafiken och säkerställande av dess bidrag till tillgängligheten mellan Gotland och fastlandet är utmanade inte minst beroende på den stora variationen av kapacitetsbehov under året. Resandet till och från Gotland är starkt säsongsbetonat och har en tydlig topp i juli. Av det totala antalet passagerare på 1,7 miljoner år 2023 reste cirka 26 procent under juli månad. Godsvolymerna är till skillnad från antalet passagerare relativt jämnt fördelade över året, men den genomsnittliga fyllnadsgraden över året är låg, med ett medianvärde på cirka 19 procent.

## Omvärldsförändringar

Näringslivet på Gotland kan påverkas av omvärldsförändringar och politiska beslut som i sin tur påverkar förutsättningarna för färjetrafiken. De näringar som bedöms kunna påverkas av omvärldsförändringar är främst cementindustrin, livsmedelsproduktionen och besöksnäringen. Eftersom cementindustrin har egna fartyg och trafikerar hamnen i Slite, bedöms utvecklingen för cementtillverkningen ha en mindre påverkan på den upphandlade Gotlandstrafiken. Det förändrade säkerhetsläget kan innebära ökade krav på

självförsörjning av livsmedel, vilket kan ge ökad efterfrågan på gotländsk livsmedelsproduktion och därmed ökat behov av godstransporter med den upphandlade trafiken. Utvecklingen av besöksnäringen kan förväntas innebära ökad efterfrågan på persontransporter. I kölvattnet av ökad turism, finns dock en motverkande trend som beror på ett ökat tryck på de försörjande systemen, bland annat vattentillgången under sommarmånaderna. Framskrivningar av befolkningen tyder på att antalet gotlänningar väntas öka, vilket har betydelse för efterfrågan på resor till och från fastlandet. En konsekvens av det förändrade säkerhetsläget är att Gotlands roll för försvaret kan medföra en snabbare befolkningsökning än de aktuella framskrivningarna. De stora osäkerheterna som gäller framtida priser för överfart (på grund av betydligt ökade kostnader för fartygsdrift i framtiden), gör det svårt att entydigt bedöma hur resandet utvecklas. På grund av osäkerheterna antas att resandet och godsefterfrågan ligger kvar på samma nivå som i nuläget. Ökad efterfrågan från resande och varuägare prövas i ett särskilt scenario.

### Stora kostnadsökningar

Stora kostnadsökningar för fartygsdrift är att vänta under 2030-talet. Kostnadsökningarna uppkommer bland annat på grund av nya styrmedel för att nå klimatmålen, exempelvis ingår Gotlandstrafiken år 2035 i EU:s handel med utsläppsrätter och EU:s krav på minskad koldioxidintensitet för fartygsbränslen, vilket höjer kostnaden för att använda fossila drivmedel och gör det samtidigt relativt sett billigare att använda fossilfria drivmedel. Oavsett om färjetrafiken ställer om till fossilfrihet kommer kostnaderna för fartygsdrift att öka. De kommer att fördubblas till 2035 jämfört med nuläget även om inga åtgärder genomförs för att nå klimatmålen. Till 2050 bedöms drivmedelskostnaderna vara nästan fyra gånger så höga som i nuläget.

Ett sätt att minska kostnadstrycket är att energieffektivisera överfarten mellan Visby och fastlandet. Eftersom drivmedelbehovet hos fartyg ökar exponentiellt med hastigheten, innebär det att redan en liten fartsänkning kan ge ett stort utslag i minskat drivmedelsbehov. I scenariot *Energieffektiv överfart* har en hastighetssänkning från 28 till 24 knop antagits. Beräkningar visar att på den Norra linjen innebär detta en 30 minuters och på den Södra en 20 minuters förlängd restid (något som nära 80 procent av resenärerna kan acceptera enligt en tidigare studie) samtidigt som drivmedels- och energibehovet minskar med cirka 25 procent. Färjorna i scenariot utgörs av 4 (3,6) stycken av samma storlek som idag. När restidsuppoffringen av den förlängda restiden vägs mot nyttan av energibesparingen och de minskade utsläppen tyder den samhällsekonomiska kalkylen för 2035 på att restidsuppoffringen är större än besparingarna. Det går dock inte att dra slutsatsen att åtgärden nödvändigtvis är samhällsekonomiskt olönsam. Slutsatsen är snarare att nyttorna och kostnaderna ungefär tar ut varandra. Om kalkylen gäller ett senare år (när utsläppspriserna ökat ytterligare) beräknas energieffektiviseringen väga upp effekten på restidsnyttorna. Effektivisering blir således allt mer lönsam ju längre fram i tiden analysen gäller.

En kapacitetsstark fartygsflotta är en annan möjlighet att effektivisera trafiken. Ökad färjekapacitet med 3 (2,8) stycken konventionella RoPax i 24 knop och större fartyg än i dag (2300 passagerare, 700 bilar) som går växelvis på linjerna kan möta samma efterfrågan med färre turer. I scenariot *Kapacitetsstark fartygsflotta* minskar antalet turer med 20 procent, vilket ger en energibesparing med 28 procent, inklusive kompensation av att en större färja drar mer energi. Vid beräkningen av de samhällsekonomiska effekterna för år 2035 överstiger dock kostnaden för ökad restidsuppoffring nyttorna av minskade utsläpp och reducerad drivmedelsåtgång. Även här gäller att kalkylen blir lönsam för senare år. Det uppkommer emellertid större omställningskostnader för godstransportörer och varuägare än vid energieffektiv överfart. Vidare kan den ökade färjekapaciteten föranleda kostnader för att anpassa hamninfrastrukturen till större färjor.

För att sätta förändringarna i perspektiv har en känslighetsanalys genomförts där turtätheten minskar i en mindre omfattning. Samma överfartstid och fartyg antas som i nuläget. Känslighetsanalysen antar en förändring som endast berör lågsäsong då två enkelturer per vecka och linje dras in. Den bibehållna

överfartstiden och den begränsade neddragningen av turtäthet, är samhällsekonomiskt lönsam redan år 2035.

Förändringar av turutbud och överfartstid påverkar tillgängligheten. För att minimera den uppoffring det innebär, finns det skäl att undersöka vilka förändringar som medför lägst uppoffring för varuägare, transportföretag och passagerare. Basbehov under hög- och lågsäsong samt alternativa fastlandshamnar undersöktes i konceptstudien från 2019, men kan behöva kompletteras. För godstransporternas del är det viktigt att identifiera tidskritiska nodpunkter. Mindre tidskritiska transportkedjor där färjetrafiken är en del skulle kunna försörjas av konventionell RoPax eller RoRo i helårstrafik. För att studera resmönster hos passagerare har det genomförts resvaneundersökningar 2019 och 2021, men kunskapen om de resor som fritidshus genererar skulle behöva fördjupas. En ny resvaneundersökning borde även belysa vilka förändringar som är acceptabla för olika grupper av resenärer (gotlänningar, deltidsgotlänningar, övriga resenärer) och under vilken säsong.

Tillgänglighet är inte bara förknippat med resan och transporten till fastlandet med flyg eller färja. Kortare lastnings- och lossningstider tillsammans med smidig av- och påfart samt dubbla utgångar och effektiva anslutningar i hamnar för resenärer som ska byta färdmedel har också betydelse. Det är av vikt att i den pågående åtgärdsvalsstudien (ÅVS) och i den påföljande planeringen identifiera brister i hamnar och anslutande väg- och järnvägsnät för att de ska kunna åtgärdas. Även förändringar i färjetrafiken kan påverka funktionen hos anslutningar. Exempelvis har föreliggande studie belyst att förändringar i färjetrafiken genom en kapacitetsstark fartygsflotta kan föranleda behov av ny infrastruktur i hamnar och anslutande vägnät.

När det gäller den framtida upphandlingsprocessen finns det skäl undersöka möjligheterna för att öppna upp för fler aktörer. Det finns exempelvis ett större utbud av fartyg byggda för servicefart i spannet 22-24 knop än fartyg med servicefart på 28 knop. Det kan även finnas skäl att utreda hur avtalsperiodens längd kan påverka förutsättningarna. En fördel med en längre avtalsperiod än idag, är att rederier inte behöver ta lika stor höjd för risker för ett lågt andrahandsvärde (risken uppkommer eftersom nuvarande koncessionsperiod är betydligt kortare än fartygens livslängd). Den risk rederier tar är dessutom större om den färjetyp som trafikerar är svårsåld på andrahandsmarknaden efter avtalsperiodens slut. En annan fördel med en längre avtalsperiod kan vara att det underlättar för satsningar på ny teknik (eftersom fartygen kan förväntas vara i drift längre). Ny teknik är också viktigt eftersom fossilfri drift kommer att krävas i slutet av avtalsperioden som sträcker sig till 2045/47. Samtidigt kan en lång avtalsperiod innebära att man låser in sig i en viss fartygsteknik eller drivmedel.

## Långa ledtider

Sjöfarten och färjetrafiken specifikt har inte siktat in sig på något specifikt val av fossilfritt drivmedel då tekniken fortfarande är i ett utvecklingsskede. Ledtider i utveckling av såväl ny teknik som bränslen och maskiner och implementering kan handla om minst 10 år. Från planering av nybyggd färja till leverans tar det cirka 4-5 år vilket kan innebära 10-15 år från start av utveckling av ny teknik till leverans av fartyg med ny teknik. Därutöver behöver tillgång till drivmedel kunna säkerställas.

Drivmedelstyp är beroende av behovet i färjekapacitet, rutt, servicebehov och tillgång till drivmedlet. Försök med metanoldrift i färjor började för cirka 10 år sedan i befintligt tonnage och idag levereras nybyggen som är förberedda för detta drivmedel. Andra fartygstyper kan påverka vilket drivmedel som får snabbast utbyggnadstakt, där är till exempel metanol framträdande inom containerfartyg. Vätgas används idag endast som bränsle i bränsleceller i ett fåtal mindre färjor med eldrift på kortare rutter. Utveckling pågår med vätgasdrivna gasturbiner och kolvmotorer.

Batteridrift är inte aktuellt till 2035 på grund av att det skulle begränsa farten då dagens batterier skulle ta orimligt med plats och vikt med tillräckligt energiinnehåll för en rimlig överfartstid till och från Gotland, samt

att utbyggd laddinfrastruktur krävs i hamnarna med ett betydande eleffektbehov. Ammoniak ses inte som aktuellt drivmedel för passagerartrafik på grund av kombinationen hög giftighet, brandfarlighet och hamnar i tätorter.

För elektrodrivmedel som e-vätgas och e-metanol tecknar rederier samarbetsavtal med specifika drivmedelstillverkare för att säkra drivmedelstillgång och framtida intäkter till driften av dessa anläggningar. Inga stora anläggningar för elektrobränslen är ännu byggda eller i drift i Sverige utan är under planering. Av de stora planerade anläggningarna som kommer att ha en kapacitet som täcker motsvarande Gotlandstrafikens behov, finns inga utfästelser om något årtal för färdig anläggning med full produktion. De avtal som tecknas mellan redare och drivmedelsproducenter kan innebära en begränsad transparens och en känslighet avseende leveranssäkerhet och priser.

Det är främst biodrivmedel (HVO och LBG) som är aktuella i tidsperspektivet till 2035. Befintliga Gotlandsfärjor kan relativt enkelt gå över till fossilfria biobränslen och drivas antingen med biodiesel (HVO) eller förvätskad biogas (LBG). Hitintills har dock användningen av biodrivmedel varit begränsad eftersom kostnaden per energienhet är minst det dubbla i förhållande till fossila alternativ.

Redan idag fungerar bunkring för biodrivmedel och utsläppshandeln gör att kostnaden för att använda fossila drivmedel kommer att öka. Den osäkerhet som gäller biodrivmedel handlar om de kommer att finnas i tillräcklig omfattning till 2035. Det finns även skäl till fortsatta analyser av förutsättningarna för försörjningstrygghet och robusthet i drivmedelsförsörjningen när Gotlandstrafiken i en nära framtid i allt högre grad förlitar sig på fossilfria drivmedel. När det gäller biodrivmedlen produceras exempelvis biogas från inhemska råvara, men Sverige är idag beroende av import av biogas. Försörjningstrygghet gällande exempelvis LBG involverar mer än bara säkerställande av råvara utan också anläggningar för rötning, uppgradering och förvätskning.

Det är inte bara ledtider för teknikutvecklingen utan även planering och genomförande av nästa upphandling som behöver påbörjas i god tid före trafikstart. Fartyg som kan vara i trafik runt 2037 (projektering och byggtid ca 5 år) kommer att baseras på teknik som är utvecklad 2032 givet att tillräcklig produktionskapacitet av fossilfria drivmedel kan garanteras.

Inte minst mot bakgrund av klimatomställningen är det inte uteslutet att tekniker och utbyggnadstakten i produktion av nya fossilfria drivmedel tar fart. Det är därför viktigt att fortsätta följa teknikutvecklingen och möjligheterna för Gotlandstrafiken.



## 2 INLEDNING

Trafikverket ser ett behov av att utveckla en samhällsekonomiskt effektiv, kostnadseffektiv och långsiktigt hållbar tillgänglighet till och från Gotland för medborgare och näringsliv. Det finns ett behov av att skapa en bild över nuläget och inriktning för den framtida tillgängligheten till och från Gotland. Detta för att kunna tydliggöra en långsiktig inriktning för utvecklingen av tillgängligheten till och från Gotland.

Staten handlar upp färjetrafik mellan Gotland och fastlandet för att säkerställa tillgång till väl fungerande kommunikationer för att människor ska kunna bo och leva på Gotland, för näringslivets behov och för upprätthållande av samhällsviktiga funktioner. Upphandling av färjetrafiken sker med en 10-årig koncession där kravställningen varierar utifrån bland annat politiska mål, kostnadsbild och marknadsläget för upphandlingen. Det behövs en mer långsiktig strategi för hur tillgängligheten kan upprätthållas.

För att studera framtida scenarier för sjöfarten har Trafikverket gett Poseidon Konsult AB i uppdrag att i samarbete med WSP genomföra Scenarioanalys för Gotland i tidsperspektivet 2035 och framåt. Scenarioanalys sjöfart är en delutredning i åtgärdsvalsstudien (ÅVS) för en långsiktigt hållbar tillgänglighet till och från Gotland. I ÅVS ingår näringsliv, beredskap och reservhamnar samt en separat utredning om luftfart.

### 2.1 SYFTE

Syftet är att studera framtida scenarion för sjöfarten för att tydliggöra planeringsförutsättningarna, önskade funktioner och krav för en långsiktigt hållbar tillgänglighet till och från Gotland från år 2035 och framåt. Att planera för framtida scenarion innebär att förutse och förbereda sig för och planera för olika möjliga framtida händelser, förändringar och utmaningar. Detta i syfte att skapa trafikslagsövergripande planeringsinriktningar för Gotlandstrafiken efter kommande upphandlingsperiod, dvs efter 2035.

Målet är att scenarioanalysen ska ge

- Kunskap om tänkbara scenarion som kan påverka tillgänglighet till och från Gotland 2035 och framåt
- Kunskap om trender, utveckling och framtida utmaningar 2035 och framåt
- Åtgärder och strategier för att hantera framtida scenarier
- Underlag till nya planer
- Input till nästa upphandlingsprocess 2035/2037

I uppdraget ingår att genomföra en grundlig analys av faktorer som kan påverka tillgängligheten till och från Gotland år 2035 och framåt. Här ingår teknologisk utveckling, drivmedelsutveckling, samhällsutveckling, politiska beslut och klimat- och miljöförändringar. Analysen ska ge ett underlag för att skapa scenarier för olika utfall av identifierade faktorer.

Baserat på analysen skapas och utvecklas scenarier med olika utfall för att representera olika möjliga framtida utvecklingsbanor. Scenarierna utvärderas och bedöms utifrån dess effekter och konsekvenser och eventuella osäkerheter och risker identifieras för varje scenario. I uppdraget ingår även att bedöma scenariernas effekter på tillgängligheten, inklusive resenärsvolym, restider och resenärskostnader, samhällsekonomiska kostnader och klimat- och miljöpåverkan. Generera lösningar och strategier för att hantera framtida scenarion samt uppskattad kostnad/referensvärden.

### 2.2 AVGRÄNSNING

I uppdraget ingår att ta fram en rapport som kvalitetssäkras. Finansierings- och upphandlingsformer ligger utanför projektet. Även förankring av resultat, acceptans och remiss ligger utanför uppdraget.

## 2.3 ORDLISTA

Nedan presenteras förkortningar och centrala begrepp som används i rapporten.

Tabell 1. Använda termer och förkortningar.

Ord, förkortning	Beskrivning
ASEK	Förkortningen ASEK står för Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn
Bilfärja	Fartyg i reguljär trafik som kan lasta fordon enligt ro-ro-principen i ett avsett utrymme (bildäck).
Distansminut	En sträcka av 1852 meter. Synonymt med nautisk mil och sjömil.
Dödsviktston, DVT	Lastförmåga i ton av dels nyttolast (här gods, fordon och passagerare), dels allt som behöver lastas ombord för att göra fartyget driftklart (besättning, bränsle, proviant, färskvatten etc). På engelska <i>Deadweight</i> , DWT.
GT	Bruttodräktighet, förkortat GT (gross tonnage). Ett mått på ett fartygs invändiga volym mätt i kubikfot. Det är alltså inte en viktenhet utan en volymenhet. Anges bruttodräktighet BRT har fartyget mätts med den före 1982 använda mätmetoden.
HSC	Höghastighetsfärja ( <i>High Speed Craft</i> ). Ett fartyg av lättviktstyp som kan gå i en maxfart på ca 30 knop eller mer. Om det har bildäck lastar det företrädesvis personbilar och endast några enstaka bussar eller lastbilar p g a begränsad lastkapacitet jämfört mot en RoPax.
HVO	<i>Hydrogenated Vegetable Oil</i> . Kemisk kopia av diesel tillverkat av vegetabiliska oljor och animaliska fetter. Fossilfritt drivmedel.
IMO	International Maritime Organization. Organ inom FN och ansvariga för att införa åtgärder för säkerhet och miljö inom internationell sjöfart.
Knop	Distansminut per timme. 1 knop är ca 1,8 km/h.
Konventionell RoPax	RoPax med konventionell fart vilket är i intervallet ca 18 - 24 knop.
LBG	<i>Liquefied Bio Gas</i> . Förvätskad biogas. Biogas som lagras ombord i tankar nerkyllt till vätskeform i -162 °C. Metangas från rötningsprocess på biomassa. Även kallat flytande biometan. Fossilfritt drivmedel.
LNG	<i>Liquefied Natural Gas</i> . Naturgas som lagras ombord i tankar nerkyllt till vätskeform i -162 °C. Fossilt drivmedel.
Längdmeter	Filmeter på bildäck med en fri höjd på minst ca 4,5 m för lastning av gods i form av lastbilar och trailers.
MGO	<i>Marine Gas Oil</i> . Diesel, raffinerad olja genom destillat. Max 0,1% svavel. Fossilt drivmedel.
RoPax	Fartyg som tillsammans med passagerare kan lasta personbilar, bussar etc. samt gods i form av lastbilar och trailers med "roll on-roll off" -princip.
RoRo	Fartyg som lastar gods i form av lastbilar och trailers genom ombordkörning av fordon via ramper till, s k "roll on-roll off" -princip. Passagerarantal begränsat.
Servicefart	Högsta fart ett fartyg kan hålla under kontinuerlig drift och lugna väderförhållanden.
Snabb RoPax (SF1650)	RoPax med högre fart i intervallet ca 26-30 knop. Ibland förkortad SF med passagerarantal i tillägg, exempelvis SF1650 för 1 650 passagerare.

## 3 METOD

I detta kapitel beskrivs de olika metoder som använts för att genomföra uppdraget. Eftersom tillgänglighet utgör ett centralt begrepp ges först en översikt av vad som kan läggas in i begreppet.

### 3.1 TILLGÄNGLIGHET

Tillgänglighet är ett begrepp, som används på något olika sätt i olika tillämpningar. Gemensamt för olika definitioner av tillgänglighet är att det handlar om att beskriva individers och företags möjligheter att dra nytta av aktiviteter, varor och tjänster som erbjuds på olika platser.

Trafikverket utgår från ett antal kriterier för att mäta tillgänglighet för interregionalt resande. Detta för att avgöra hur anslaget för upphandlad trafik ska användas. Bland kriterierna mäts exempelvis möjligheten att resa till och från Stockholm. Tack vare flyget är tillgängligheten till Gotland relativt god och den har i stort sett varit oförändrad i många år.<sup>1</sup> Flyget har möjlighet att även fortsättningsvis vara en viktig del av tillgängligheten till och från Gotland. I Trafikverkets regeringsuppdrag från 2021 framhålls att färjetrafiken står för en annan typ av tillgänglighet – tillgänglighet för godstrafik, för personer som inte har så bråttom, för personer som behöver ta med bilen, för kapacitet under sommarsäsongen och för att säkerställa trafik under lågsäsong.<sup>2</sup>

Definitionen av tillgänglighet som nämns av Trafikverket utgör en utgångspunkt, men i analyserna används även de komponenter för tillgänglighet som brukar ingå i det som kallas generaliserad kostnad. Begreppet generaliserad kostnad brukar inkludera "allt" som individer och företag möter i termer av resmotstånd. Restid (överfartstid + övrig tid för resa dörr-dörr), reskostnad och annat (turtäthet, bekvämlighet, tillförlitlighet).

### 3.2 TRENDANALYS

I uppdraget genomförs trendanalyser för att bedöma på vilket sätt olika faktorer har påverkat och kan komma att påverka tillgängligheten mellan Gotland och fastlandet. För att kunna göra en bedömning av den framtida utvecklingen görs först en tillbakablick. Inledningsvis genomförs datainsamling och en genomgång av litteratur för att identifiera faktorer som kan påverka tillgängligheten. Därefter analyseras hur utvecklingen har sett ut och vilka prognoser och framtidsscenarioer som tagits fram i andra sammanhang. Tillgången till data har fått styra tidsperspektivet i trendanalysen.

I trendanalysen prövas hur olika trender och omvärldsfaktorer kan komma att påverka planeringsförutsättningarna inklusive det framtida resandet, fraktvolymer och klimatomställningen.

### 3.3 FARTYGSTEKNIK

Inom området fartygsteknik presenteras olika typer av färjor och drivmedel. Analysen utgår från de tidigare utförliga analyserna av teknik och drivmedel som togs fram inom ramen för Trafikverkets regeringsuppdrag och avrapporterades 2021. Genomgången av fartygsteknik drivmedel som redovisas i denna rapport är en ny genomgång för att uppdatera kunskapsläget. En översikt presenteras av energibehov sett till fartygstyp och fart samt lastkapacitet. Samhällsekonomisk analys och konceptstudie utgör underlag och finns refererade. För att svara upp mot målen om fossilfri sjöfart pågår utveckling inom fossilfria bränslen vilket redovisas tillsammans med fördelar, utmaningar och nackdelar med olika bränslen. Skärpningen av utsläppskrav för sjöfarten i Sverige och inom EU redovisas.

<sup>1</sup> (Analys av alternativa modeller för färjetrafik till Gotland, Trafikverket, 2021a)

<sup>2</sup> (Analys av alternativa modeller för färjetrafik till Gotland, Trafikverket, 2021a)

En historisk tillbakablick gällande fartygsteknik görs också för färjetrafik generellt och för Gotlandstrafiken specifikt, för att få en bild av utvecklingen fram till idag.

### 3.4 SCENARIER

I uppdraget har scenarier tagits fram. Scenarierna representerar möjliga framtidsbilder i tidsperspektivet från 2035 och framåt. Trendanalysen utgör utgångspunkt för scenarierna och den efterföljande analysen av konsekvenser. För att kunna bedöma konsekvenser av olika framtida scenarier har ett referensscenario tagits fram. Referensscenariot representerar en framtidsbild som utgår från ett nuläge och inkluderar kända framtida förändringar. Utredningsscenarierna avviker från referensscenariot genom att de beskriver andra utvecklingsvägar. Baserat på trendanalys av omvärldsfaktorer och teknikutveckling diskuterades vilka förändringar som kan komma att påverka trafiken. Detta gav underlag till utredningsscenarierna som valdes i samråd med beställaren.

#### 3.4.1 Referensscenario

I referensscenariot antas oförändrad trafikering jämfört med 2023. Detta bland annat mot bakgrund av att kraven i upphandlingen av Gotlandstrafiken för 2027 endast skiljer sig marginellt mot trafikeringen i nuläget. Nytt är att i upphandlingen för år 2027 ställs krav på reduktion av växthusgasutsläpp på -30 procent<sup>3</sup> från ett nollvärde på cirka 180 000 ton<sup>4</sup> CO<sub>2</sub>-e till 2035. Mellan 2035 och 2050 antas att Gotlandstrafiken minskar utsläppen som ett resultat av de generella styrmedel som EU inför inom sjöfartsområdet (handel med utsläppsrätter, inblandning av fossilfria drivmedel och landström).

#### 3.4.2 Utredningsscenarier

Utredningsscenarierna representerar framtidsbilder som bedömts möjliga, men som avviker från referensscenariot. Det kan handla om allt från en snabb omställning av sjöfarten till fossilfrihet till en avvikande näringslivs- eller befolkningsutveckling.

De utredningsscenarier som analyseras är:

- Fossilfria drivmedel och framtida fartygsteknik
- Energieffektiv överfart
- Kapacitetsstark fartygsflotta
- Stor ökning av resande och gods

### 3.5 BERÄKNINGAR AV ENERGI- OCH DRIVMEDELSBEHOV

För beräkning av behovet av energi och drivmedelmängder har olika övergripande upplägg med olika typer av färjor och trafikintensitet analyserats.

Analysen har utförts på referensscenario och utredningsscenarier. Metodiken för beräkningar av energi- och drivmedelsbehov beskrivs schematiskt i Figur 1.

Inom dessa scenarier har följande förutsättningar varit utgångspunkter:

- Bibehållen servicenivå (tidtabell och överfartstid) gäller både *referensscenariot* och *scenariot Fossilfria drivmedel*:
  - Oförändrad överfartstid och turtäthet
    - Norra linjen:

<sup>3</sup> E-post Gustav Andersson, Trafikverket 2024-02-20.

<sup>4</sup> (Analys av vägval vid genomförande av ETS1 och ETS2: Delredovisning av Naturvårdsverkets regeringsuppdrag, 2023, s. 12)

- Överfartstid 3 timmar och 15 minuter
- 6 avgångar per dygn under högsäsong, 4 avgångar under lågsäsong.
- Södra linjen:
  - Överfartstid 2 timmar och 55 minuter
  - 4 avgångar per dygn högsäsong, 2 avgångar lågsäsong.
- Snabba RoPax typ dagens SF 1650 med servicefart 28 knop och följande kapacitet:
  - 1650 passagerare
  - 500 bilar
  - Av det nedre och övre bildäcket används det nedre i majoriteten av avgångarna. Kapaciteten på det nedre bildäcket är 875 längdmeter (enligt statistik för 2023 lastades som mest 664 längdmeter gods varav 1,5 % var farligt gods som sannolikt lastades på det övre bildäcket). Total kapacitet är annars 1745 längdmeter gods på två bildäcksnivåer <sup>5</sup>.
- *Scenario Energieffektiv överfart:*
  - Energieffektivisering genom justering av servicefart från 28 till 24 knop med antingen dagens fartyg eller andra fartyg med andra kapaciteter.
    - 30 minuters förlängd överfartstid på Norra linjen
    - 20 minuter förlängd överfartstid på Södra linjen
  - Bibehållen turtäthet
- *Scenario Kapacitetsstark fartygsflotta:*
  - Servicefart 24 knop
  - Större fartyg och minskad turtäthet
- *Scenario Ökat resande och gods*
  - Kapacitetsbehovet har beräknats utifrån prognosvärdet

En excelbaserad beräkningsmodell har tagits fram där transportkapaciteten av passagerare, bilar och längdmeter gods beräknats per dygn under högsäsong och lågsäsong i olika scenarier utifrån färjornas kapacitet, överfartstid och turtäthet referensåret 2023. Tid i hamn baseras på tid för lossning och lastning av personbilar med dagens färjekapacitet på 500 bilar och ger en hamntid på 45 minuter. För scenariot där större färjor tillämpats har data på kapacitet, fart och maskineffekt hämtats från motsvarande verkliga färjor i internationell trafik.

Framtida kapacitetsbehov har ökat med 20 procent jämfört med nuläget i Scenariot Ökat resande och gods för att illustrera framtida ökat resande och gods. För att möta detta har olika storlekar hos fartyg uppskattats utifrån fart och turtäthet, så att dygnsbehovet täcks. Det ger i sin tur behovet av antal avgångar under ett högsäsong- respektive lågsäsongsdyn.

Vid framtagning av kapacitet hos färjorna har inte odelbarheter beaktats. För vissa av alternativen behövs fler än exempelvis 3 fartyg, men istället för 4 antas i beräkningarna exempelvis 3,6 fartyg, vilket är en förenkling (men får ses som en flexibilitet och tillgänglig resurs om man antar att det är hela fartyg). Att bestämma ett helt antal av fartyg kräver en detaljerad tidtabellplanering, vilket inte omfattas i detta uppdrag. Den osäkerhet detta kan innebära i beräkningarna är att drivmedel beräknas på delar av fartyg medan andra kostnader beräknas avrundat till helt antal fartyg.

I samtliga fall har homogena flottor med enbart RoPax antagits. Det kan finnas intressanta kombinationer med till exempel även ett RoRo-fartyg för enbart gods, men detta har inte ingått i beräkningarna. Flottor med olika mix av RoPax, RoRo och höghastighetsfärjor finns utrett i Konceptstudien (SSPA, 2019).

<sup>5</sup> Årsbok Designs 2019. Shippax.

Under högsäsong kan det finnas skäl att studera en mer flexibel sammansättning av fartygsflottan med blandning av snabba RoPax och höghastighetsfärjor med fart ca 35 knop och med samma kapacitet (dessa har dock begränsad gods kapacitet och lönsamheten kan vara en utmaning om det inte går att chartra ut höghastighetsfärjorna under lågsäsong).

Antal avgångar per år i olika scenarier och servicenivåer har beräknats genom antagandet att högsäsongsdrygnet pågår under 3 månader och lågsäsongsdrygnet under 9 månader för sammanlagt 360 trafikdrygnet under ett år<sup>6</sup>. Baserat på antal turer och beräknat energibehov för referensåret 2023 beräknas förändring i antal turer och energibehov per år i de olika scenarierna och för ett urval drivmedel.

Drivmedelsbehovet för en överfart (tur) för olika fart och storlek på färjor har beräknats på följande sätt:

- Färjornas fart på olika delsträckor på Norra och Södra linjen har kartlagts med AIS-data i appen FindShip.
- Framdriftsmaskinernas (huvudmaskinernas) energibehov per delsträcka har beräknats utifrån respektive tid på delsträcka (timmar, h) och effektbehovet (kW) vilket ger energibehovet (kWh). Alla delsträckors energibehov summeras vilket ger energibehovet för en överfart.
- Maskineffekten för en viss fart på en viss delsträcka har beräknats enligt följande:
  - Av installerad effekt (kW) beräknas effekten för att hålla servicefart 28 knop<sup>7</sup>
  - Effektbehovet hos ett och samma fartyg med deplacerande skrov är proportionellt mot farten i kubik (mer precist effekten proportionellt mot  $V^{3,6}$  där V är farten (Völker, 1974)) där referensfarten är 28 knop med 85% av installerad effekt. Hos höghastighetsfartyg, vilka har halvplanande skrov, är förhållandet ett annat över en viss fart.
- Landström antas finnas i samtliga Gotlandstrafikens hamnar år 2035 och energi- och drivmedelsbehov för hjälpmaskiner är endast beräknat under överfartstiden.
- Genom multiplicering av energibehovet med huvudmaskinernas specifika bränsleförbrukning<sup>8</sup> erhålls drivmedelsbehovet genom kWh \* kg/kWh = kg drivmedel för en överfart för olika alternativ av fartyg och fart.
- Drivmedelsmängd ton per år och drivmedlets energiinnehåll i MWh per år används som indata till kostnadsberäkningar för drivmedel.

Verifiering av beräknat drivmedelbehov för en överfart Visby-Nynäshamn med snabb RoPax SF1650 har gjorts mot två andra källor. Vid jämförelse mot konceptstudien<sup>9</sup> som tagits fram av SSPA befanns de vara mycket lika (20,3 ton MGO jämfört mot 20 ton). Värde angivet i SMHI:s studie om sjöfartens bränsleförbrukning<sup>10</sup> är lägre, men avser en lägre medelfart. Om denna räknas upp till en medelfart med maxfart 28 knop motsvarar SMHI:s värde 19,6 ton.

Förutom ovan som avser drivmedelbehovet med framtida marginell förändring i teknik (nya drivmedel i befintliga fartyg) beräknas även förändring vid framtida stor förändring i teknik som leder till energisnålare fartyg. Uppskattad förbättring är framtagen i kapitel 5.5.

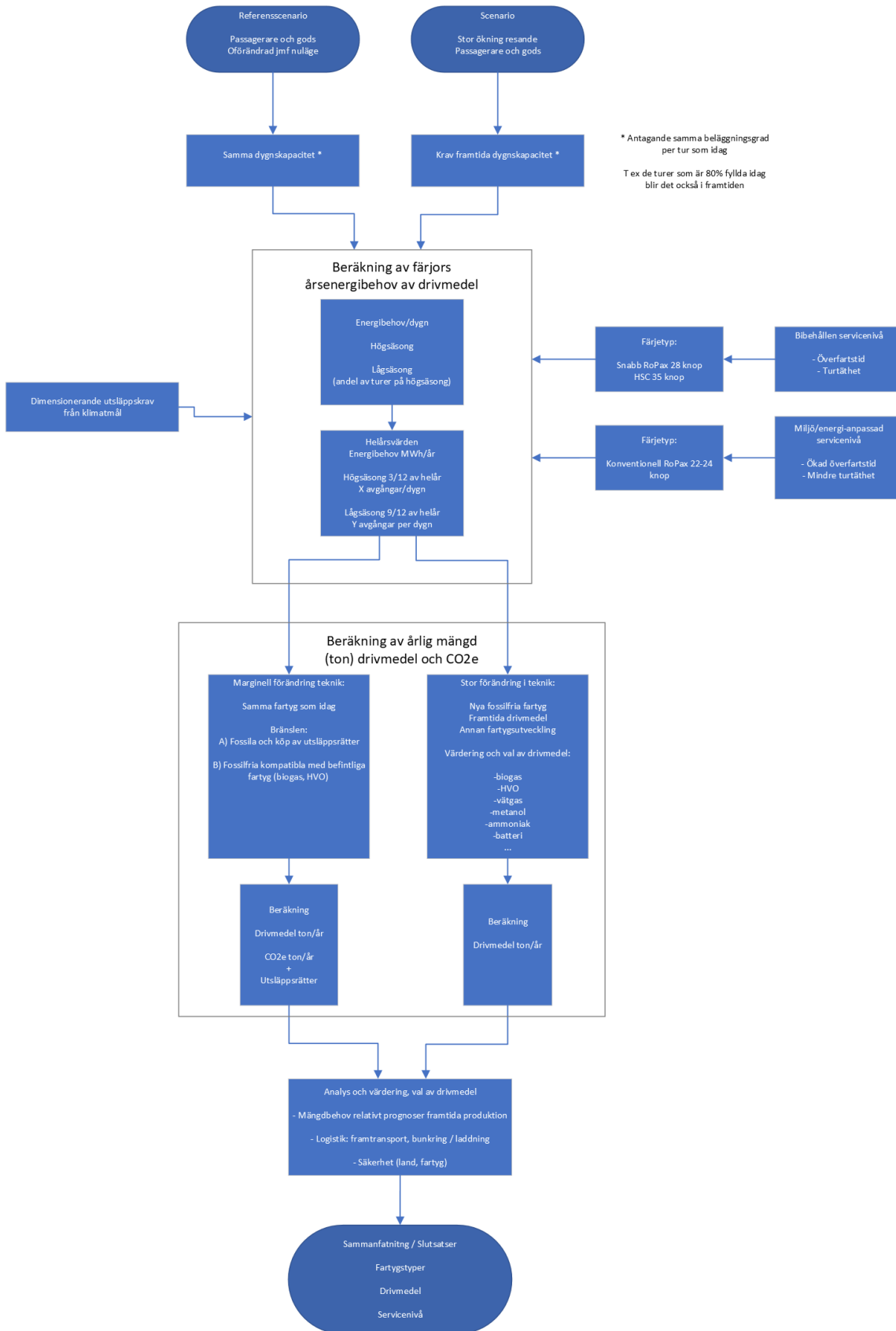
<sup>6</sup> Det är ett förenklat antagande, vilket approximativt stämmer med perioden för hög efterfrågan även om den inte tar hänsyn till specifika tidpunkter för skollov och större helger som påverkar resandet.

<sup>7</sup> Installerade effekter på huvudmaskiner inhämtat på olika fartygs- och rederisajter. Servicefart brukar vara vid 85% av installerad effekt, s k *maximum cruise rate* (MCR).

<sup>8</sup> "Specific Fuel Consumption", SFC, kg/kWh. För maskiner är ett vanligt värde 0,20 kg/kWh vid drift med MGO. Värdet för andra drivmedel har räknats om utifrån drivmedlets specifika energiinnehåll (MJ/kg).

<sup>9</sup> (Delrapport Konceptstudie Gotlandstrafiken, Steg 1-2. SSPA, 2019)

<sup>10</sup> (Statistik över sjöfartens bränsleförbrukning 2018 och 2021: Underlag för beräkning av koldioxidutsläpp och övriga utsläpp, SMHI, 2022)



Figur 1. Schema som beskriver metodik för beräkning av drivmedelsbehov som indata till beräkningar av drivmedelskostnader och utsläppsrätter. För bättre läsbarhet, se pdf.

### 3.6 BEDÖMNING AV KONSEKVENSER

Analyser görs av scenarierna för att kvantifiera och bedöma effekter på tillgängligheten, inklusive resenärsvolym, restider och resenärskostnader, samhällsekonomiska kostnader och klimat- och miljöpåverkan. Kvantifieringarna baseras på handkalkyler och underlag från tidigare utredningar. Effekter som ej kvantifierats beskrivs kvalitativt. Hit hör exempelvis effekter på logistik, behov av fartygskapacitet och bunkringsmöjligheten. I den mån regionalekonomiska analyser eller andra kvantitativa bedömningar har gjorts av effekter hänvisas till dessa.

En excelbaserad modell för handkalkyl har tagits fram för att beräkna samhällsekonomiska nyttor och kostnader av angivet utredningsscenario jämfört med referensscenariot. Beräkningar av samhällsekonomiska effekter baseras på resultat av beräkningarna av fartygens behov av energi och drivmedel. De samhällsekonomiska beräkningarna följer rekommendationerna i ASEK. För värdering av effekter i kronor år 2035 används de senaste kalkylvärdena i ASEK 8.0.<sup>11</sup>

När det gäller beräkningar av de operativa kostnaderna för fartygstrafiken har Gotlandsfärjorna antagits motsvara ASEK:s typfartyg Bilfärja 5 000 dwt<sup>12</sup>. De operativa fartygskostnaderna består, dels av tidsberoende kostnader (kr/h), dels av distansberoende kostnader (kr/km). I de tidsberoende ingår kostnader bland annat för personal och kapitalkostnader för fartyg samt kostnader för torrdockning. De avståndsberoende driftskostnaderna (kr/km) består av drivmedelskostnader. Drivmedelsåtgången har anpassats till färjornas förbrukning i Gotlandstrafiken. För beräkning av drivmedelsåtgång per kilometer har utdata från beräkningarna av årligt drivmedelsbehov och turutbudet 2023 varit utgångspunkter (se föregående avsnitt).

För MGO används drivmedelspriser i ASEK 8.0 inklusive åtgärdskostnader.<sup>13</sup> Åtgärdskostnaderna som ingår i priset för "MGO inklusive åtgärdskostnader" grundas på en prognos av utsläppspriser och representerar därmed en framtida kostnad för avståndsberoende kostnader för fartygsdrift. Framtidsbedömningar av drivmedelspriser för andra drivmedel för sjöfart baseras uppräkningsfaktorer för energibaserade priser hämtade från andra källor.<sup>14</sup> Beräkningarna av utsläpp av fossila växthusgaser gäller utsläpp från användning av drivmedel i drift. För beräkningarna har emissionsfaktorer hämtats från IMO<sup>15</sup>. Emissionsfaktorn för MGO återfinns även i ASEK.

För beräkning av effekter på resenärer och godskunder används Trafikverkets ASEK-värden. Schablonvärdet för restid med färja är satt till 139 kronor per timme för privata resor och till 389 kronor per timme för tjänsteresor<sup>16</sup>. I beräkningarna har antalet privatresenärer antagits vara 93 och antalet tjänsteresenärer 7 procent enligt resvaneundersökningen från 2019. Restidsvärden för senare år än 2019 räknas upp med real tillväxt i bruttonationalinkomsten (BNI) med 1,15 procent per år. Elasticiteter används för att beräkna hur antalet resenärer påverkas och värderingen av förändringen för resenärer som avstår från att resa med färja beräknas enligt "rule of the half". Det betyder att dessa resenärer endast belastas med halva den tillkommande restidsuppoffringen. För att värdera överfartstid för gods, har Trafikverket använt ett viktat tidsvärde för gods motsvarande 4,5 kronor per ton, inklusive moms<sup>17</sup>. Värdet har skrivits upp från ASEK 7 till ASEK 8.0 genom att anta samma ökning som för godstidsvärdet i genomsnitt.

<sup>11</sup> (Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn, ASEK 8.0 Trafikverket, 2024a)

<sup>12</sup> (Revidering av kalkylvärden för sjöfart, ASEK och Samgods, M4Traffic, 2015)

<sup>13</sup> Åtgärdskostnaden representerar en schablon för internalisering av kostnaden av växthusgasutsläpp enligt ASEK 8.0 som läggs på drivmedelspriset.

<sup>14</sup> Se Bilaga A

<sup>15</sup> (Fourth IMO Greenhouse gas study, 2020)

<sup>16</sup> (Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn, ASEK 8.0 Trafikverket, 2024a)

<sup>17</sup> (Gotlandstrafiken 2027, samhällsekonomiska beräkningar, underlagsrapport till Trafikverkets regeringsuppdrag., 2021b)



## 4 TRENDER

I kapitlet redovisas trendanalyser som utgår från utvecklingen historiskt sett och i de fall det finns framskrivningar och prognoser redovisas dessa. Tillgången till data har fått styra tidsperspektivet i trendanalysen. Trendanalysen syftar till att undersöka planeringsförutsättningarna för framtida trafik. I trendanalysen prövas även hur olika trender kan komma att påverka det framtida resandet, fraktvolymerna och klimatomställningen.

### 4.1 FARTYGSTRAFIK MELLAN FASTLANDET OCH GOTLAND

Färjetrafiken till och från Gotland har följt eller snarare varit i frontlinjen i utvecklingen av teknik och fartygstyper. I mitten av 1990-talet etablerades höghastighetsfärjor med servicefart 35-40 knop på många håll inom färjebranschen. För Gotlandstrafikens del infördes den första höghastighetsfärjan sommaren 1988, vilket nära på halverade överfartstiden till under 3 timmar på linjen Visby-Nynäshamn.

#### 4.1.1 Historisk tillbakablick

Fram till slutet av 1960-talet bedrevs färjetrafiken till Gotland på kommersiella grunder. Under första halvan av 1960-talet trafikerade två rederier Gotland med bilfärjor, Rederi AB Gotland och Rederi AB Nordö ("Ö-linjen"). Det senare rederiet köptes upp av Rederi AB Gotland. År 1967 beslutade staten att endast ett rederi skulle få ha koncessionstrafik till Gotland, vilket då tillföll Rederi AB Gotland. Trafiken under 1960-talet var med för den tiden moderna färjor med längd upp till ca 90 meter och kapacitet uppemot ca 1 200 passagerare och bildäck för upp till 120 personbilar.

I början av 1970-talet växte RoPax-färjorna i storlek och hade en längd på cirka 120 m och en kapacitet på 1 700 passagerare och 300 bilar<sup>18</sup>. I slutet av 1970-talet fick rederiet leverans av en ro-ro-färja enbart för gods med lastbilar, trailers och farligt gods och med kapacitet 800 längdmeter<sup>19</sup>.

År 1980 levererades en RoPax som under senare delen av 1970-talet och på 1980-talet i färjebranschen gick under namnet "jumbofärja"<sup>20</sup>, där volymen maximerades till lådformade fartyg. Längd och djupgående begränsades av Visby hamns storlek och djup. Kapaciteten var 2 000 passagerare, 515 personbilar och 650 längdmeter för gods. Fartygen projekterades under de oljebesparingstider som rådde vid den tiden och färjan förseddes med ett energieffektivt maskineri och framdrivningssystem. Färjorna hade hittills varit av konventionell typ med en fart på 17-20 knop och överfartstid Visby - Nynäshamn på ca 5 timmar respektive Visby-Oskarshamn på ca 4 timmar.

#### 4.1.2 Höghastighetsfärjornas intåg

Under början av 1980-talet började höghastighetsfärjor (HSC, high speed craft) oftast av katamarantyp (fartyg med två smala skrov) med längder om ca 30 – 40 m att utvecklas och byggas. Det var en lättviktskonstruktion byggd av aluminium.

År 1988 fick ett nytt rederi (Gotlandslinjen) koncession att ha trafik under 10 år. Färjeflottan bestod i stort av liknande konventionella färjor och en ro-ro-färja ombyggd till passagerarfärja. Sommaren 1988 införde rederiet ett nytt koncept som kan sägas vara början till snabbfärjetrafiken till Gotland: en ca 40 m lång HSC för 320 passagerare som kunde nå en fart på 40 knop<sup>21</sup>.

<sup>18</sup> Visby och Gotland levererad 1972 och 1973.

<sup>19</sup> Gute levererad 1979.

<sup>20</sup> Visby levererad 1980. Systerfärja hyrdes ut direkt och såldes senare.

<sup>21</sup> Vindile

Det skulle dock visa sig att Gotlandslinjens satsning med höghastighetsfartyget inte bar sig på grund av många inställda turer då fartyget på grund av sin storlek blev för känsligt för sjön på Östersjön med dålig åkkomfort som följd, och denna trafik upphörde efter sommarens slut. Mellan 1996 och 1998 chartrades en större höghastighetsfärja med längd ca 70 m och som även kunde ta bilar <sup>22</sup>, och dess storlek innebar att färre överfarter behövde ställas in. År 1999 och 2006 levererades två större HSC till Rederi AB Gotland: ägare av Destination Gotlands färjor <sup>23</sup>.

År 2003 fick Rederi AB Gotland / Destination Gotland leverans av två nybyggda snabba RoPax <sup>24</sup>, med servicefart på 28 knop, vilket medförde en förkortad överfartstid till strax över 3 timmar på den Norra linjen jämfört mot de konventionella RoPax-färjornas närmare 5 timmar på samma rutt. Denna färjetyp medger högre fart än normalt och med en kapacitet som en "storfärja" klarar den även isförhållandena i mellersta Östersjön, vilket inte höghastighetsfärjorna gör. För Gotlandstrafiken skapades i och med detta förutsättningar för året-runt-trafik med högre fart.

Den uppblommande trafiken i bland annat Europa med höghastighetsfärjor och snabba RoPax sedan 1990-talet har idag backat tillbaka bland annat på grund av höga oljepriser och konkurrens från lågprisflyget, vilket lett till att flera linjer är nedlagda. Försäljning av höghastighetsfartyg har i många fall varit trög och flera är upplagda. Några rederier gjorde storsatsningar inom HSC och ett flertal stora höghastighetsfärjor för passagerare och bilar som var i teknikens framkant under 1990-talet togs ur trafik redan efter endast 10-15 år <sup>25</sup> bland annat på grund av höga bränslekostnader och de flesta av dessa skrotades. Ovan är en mycket kort livslängd för en färja som normalt har minst ca 40 års livslängd. HSC med gasturbinmaskiner är överrepresenterade bland de stora HSC som skrotats.

### 4.1.3 Trafik i nuläget

Destination Gotland AB har avtal om att driva färjetrafiken under perioden 2017–2027. Färjetrafiken bedrivs mellan Visby-Nynäshamn (Norra linjen) respektive Visby-Oskarshamn (Södra linjen). Rederiet har under vissa år drivit sommartrafik mellan Västervik och Visby utanför det statligt upphandlade avtalet.

År 2018 och 2019 levererades två nya snabba RoPax-färjor <sup>26</sup> som är mycket lika snabbfärjorna från 2003, med servicefart på 28,5 knop. Överfartstiden är 3 timmar och 15 minuter på den Norra och 2 timmar och 55 minuter på den Södra linjen. Till skillnad från de tidigare färjorna, kan de nya drivas på flytande naturgas (LNG) alternativt flytande biogas (LBG) vilket minskar utsläppen av koldioxid, svavel- och kväveföreningar. De två nya snabba RoPax-färjorna som försörjer trafiken idag har en kapacitet som är 10 procent större i passagerarantal jämfört mot de äldre två som sattes i trafik cirka tjugo år tidigare, men bildäckskapaciteten är i det närmaste oförändrad.

Utöver de nya snabba RoPax-färjorna trafikerade Drotten (byggd 2003) Visby mellan april och november 2023. Antalet turer varierar något mellan olika år, men har legat på en nivå nära 2 900 enkelturer sedan 2001. Tabellen nedan visar antal enkelturer efter linje och fartyg år 2010 och år 2023.

---

<sup>22</sup> *Patricia Olivia*, chartrad

<sup>23</sup> *Gotlandia och Gotlandia II*

<sup>24</sup> *Visby och Gotland*. Servicefart 28,5 knop.

<sup>25</sup> Bl a Stena Line 4 st., Molslinjen 2 st., Tirana 4 st, samtliga byggda mellan 1996 - 1999

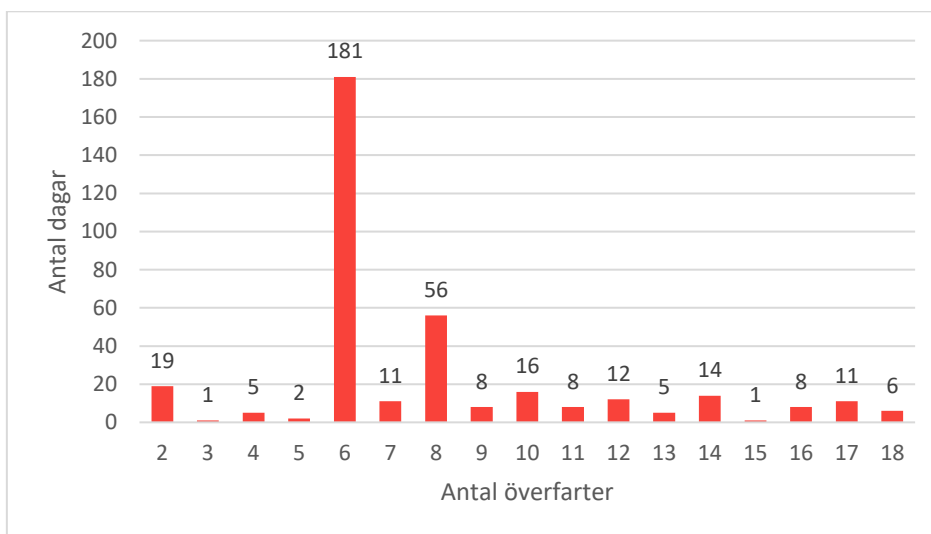
<sup>26</sup> *Visby och Gotland*. Servicefart 28,5 knop.

Tabell 2 Antal turer Norra linjen och Södra linjen 2010 och 2023. Källa: Destination Gotland och Trafikverket

Linje år/ fartyg	Norra 2010	Södra 2010	Summa 2010	Norra 2023	Södra 2023	Summa 2023
Visby SF1500	674	484	1 158			
Drotten* SF1500	840	421	1 261	174	347	521
Gotlandia I SF700	40	76	116			
Gotlandia II SF700	270	65	335			
Gotland SF1650				892	304	1 196
Visby SF1650				807	322	1 129
<b>Summa</b>	<b>1 824</b>	<b>1 046</b>	<b>2 870</b>	<b>1 872</b>	<b>973</b>	<b>2 846</b>

\*Not: M/S Gotland SF1500 döptes om till M/S Drotten i februari 2020

Antalet överfarter varierar mellan 6 och 18 per dag beroende på säsong. Den Norra linjen trafikeras med två tur- och returesor per dag, året runt. Oskarshamn trafikeras med minst en tur- och returesa per dag, året runt. Undantaget är lördagar, som generellt erbjuder färre avgångar. I figuren nedan representeras detta av dagar med 2-5 överfarter.



Figur 2 Antal dagar med antal överfarter per dag under 2023. Källa: Destination Gotland och Trafikverket

Konceptstudien<sup>27</sup> noterar att det för att klara det kravställda transportbehovet på upp till 5 800 passagerare i vardera riktningen per dygn på den Norra och 2 400 passagerare på den Södra linjen innebär att om två snabba RoPax fartyg används på Norra linjen bör passagerarkapaciteten på varje fartyg som används vara 1 450.

Gotlandstrafikens snabba RoPax har två nivåer med bildäck med en höjd som kan lasta gods i form av lastbilar och trailers. Idag lastas nästan uteslutande<sup>28</sup> enbart det nedre bildäcket med gods i form av lastbilar

<sup>27</sup> (Delrapport Konceptstudie Gotlandstrafiken, Steg 1-2. SSPA, 2019)

<sup>28</sup> Det nedre bildäcket är 875 längdmeter för gods och år 2023 var det fler än 875 längdmeter gods (exklusive farligt gods) på 2 procent av turerna.

och trailers. Av olika anledningar som kan vara kostnadsskäl och för att ha korta hamntider för lastning och lossning, saknar det övre bildäcket höj- och sänkbara plattformar som annars skulle medge ökad personbilskapacitet genom lastning av bilar i två nivåer. Det finns idag en stor andel outnyttjad bildäcksvolym samtidigt som personbilskapaciteten verkar vara en begränsande faktor.

#### 4.1.4 Trafiken år 2035

Upphandlingen för avtalsperioden 2027-2037 förutsätter i princip samma överfartstid som gällande avtal. Kravet på åretruntrafiken är maximal överfartstid under september-maj på 3 timmar och 36 minuter exklusive fredag, lördag, söndag samt juni-augusti då den maximala överfartstiden är 3 timmar och 15 minuter. Det görs ingen skillnad mellan Norra och Södra linjen i kraven på överfartstid. Under lågsäsong går det att utelämnas lördagsturen på Södra linjen och att erbjuda endast en lördagstur på Norra linjen. Trafiken år 2035 förväntas således likna den i nuläget, vilket innebär att tillgängligheten med färja inte påverkas.

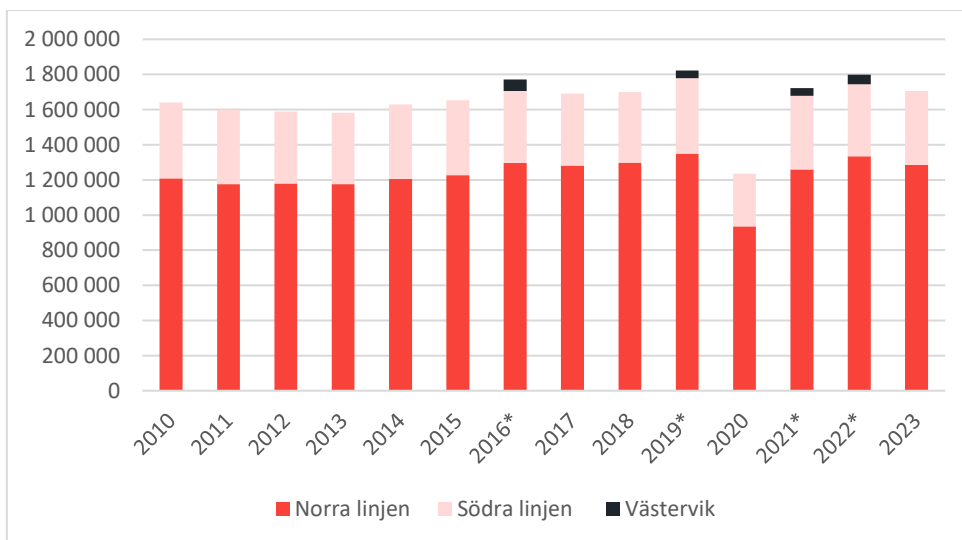
Klimatpåverkan från trafiken ska under trafikperioden ha minskat med 30 procent baserat på ett Nollvärde i EU:s MRV-förordning<sup>29</sup> som rör övervakning, rapportering och verifiering av koldioxidutsläpp från sjötransporter. Minskad klimatpåverkan ska i första hand ske genom att trafiken genomförs på ett energieffektivt sätt, och i andra hand genom inblandning av fossilfria drivmedel enligt förfrågningsunderlaget.

## 4.2 RESENÄRER OCH GODS

I detta avsnitt redovisas passagerar- och godsflöden.

### 4.2.1 Passagerare

Årligen görs nära 1,8 miljoner resor med färja mellan Visby och fastlandet. Antalet passagerare har ökat något sedan 2010, men utvecklingen uppvisar ingen tydlig trend under perioden 2010-2023. Inte ens om man bortser från pandemiåret 2020. Det som går att utläsa i figuren nedan är att resandet varit högre under de år som linjen Västervik-Visby trafikerats.

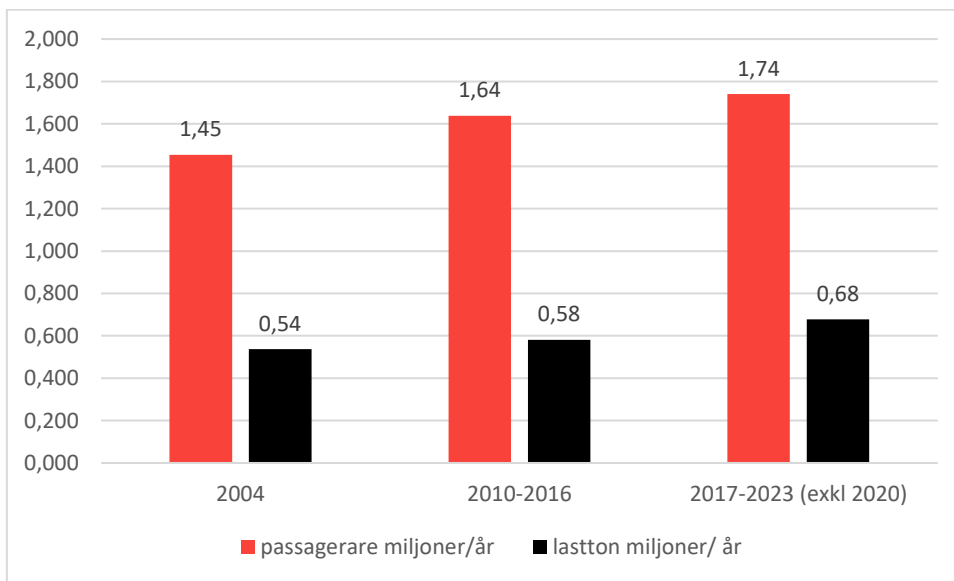


Figur 3 Antal passagerare till och från Visby uppdelat efter linje 2010-2023. Årtal markerade med stjärna hade trafik till Västervik. År 2016 trafikerade även Gotlandsbåten (Västervik och Nynäshamn). Källa: Destination Gotland och Trafikverket för den upphandlade trafiken och Shippax för Gotlandsbåten 2016 (Shippax, 2021).

<sup>29</sup> Lag (2023:695) och Lag om ändring i lagen (2020:1173) om vissa utsläpp av växthusgaser.

Sett längre tillbaka i tiden, till början av 1970-talet när staten började engagera sig i trafiken låg passagerarsiffrorna på ungefär 400 000 per år.<sup>30</sup> Under 1980-talet när de så kallade jumbofärjorna satts i trafik hade antalet passagerare växt till nära 880 000 per år.<sup>31</sup> En snabb ökning av passagerarantalet skedde i samband med att de snabbgående färjorna började trafikera året runt. Innan de snabbgående RoPax färjorna sattes i trafik, strax före millennieskiftet var antalet passagerare cirka 1,2 miljoner per år.<sup>32</sup>

År 2004 när två snabba RoPax var i trafik mellan Visby och fastlandet hade antalet passagerare stigit till cirka 1,45 miljoner, se figur nedan. Inregia och TR projektutveckling noterar att det totala antalet passagerare ökade med 19 procent mellan 2019 och 2024 och att det framför allt var gotlänningarnas resande som hade ökat (78 procent), vilket kunde förklaras med det förändrade färjetbudet<sup>33</sup> och därmed den kortare överfartstiden.



Figur 4 Passagerare och gods, 2004 och årsgenomsnitt för 2010-2016 respektive 2017-2023 (exklusive 2020), miljoner passagerare och miljoner lastton. Källa: Inregia och TR Projektutveckling, Destination Gotland, Trafikverket och Shippax.

Trots att det inte går att urskilja någon trend i den årliga statistiken för perioden 2010-2023, har resandet och fraktvolymerna ökat något över tid. Detta framkommer när genomsnitt för åren i början och slutet av 2010-talet betraktas och jämförts med uppgifterna för de senaste åren. Även i förhållande till 2004 har det skett en ökning.

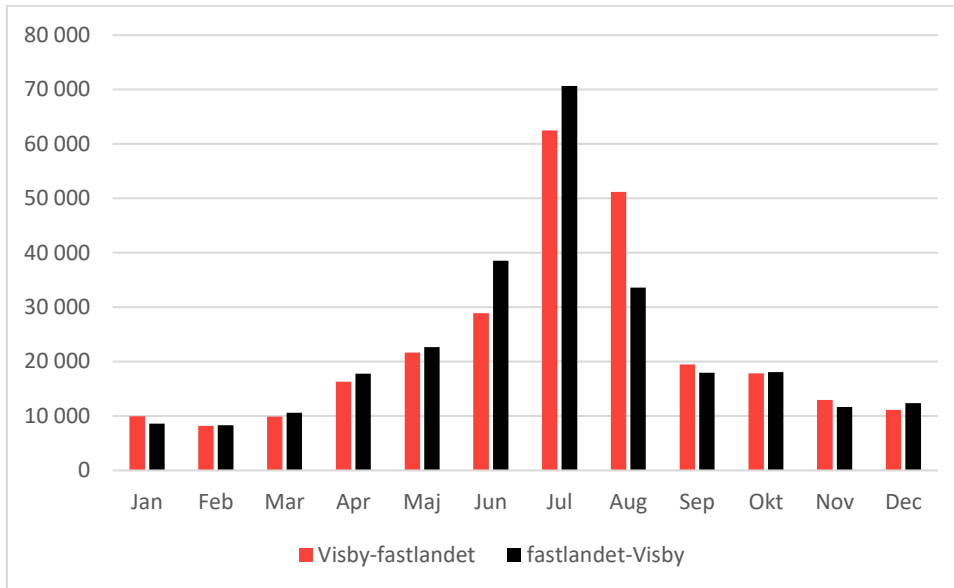
Resandet till och från Gotland är starkt säsongsbetonat och har en tydlig topp i juli. Under 2023 reste nära 450 000 passagerare med Gotlandstrafiken under juli månad, vilket motsvarar cirka 26 procent av det totala antalet passagerare det året. Högsäsong för passagerare är juni, juli och augusti. Av de cirka 1,7 miljoner passagerarna reste de flesta med fordon. Räknat på helår var antalet resenärer per fordon 3,15. Beläggingsgraden var högre i juli då den var cirka 4 personer per fordon. Totalt uppgick antalet fordon till cirka 541 000, varav 517 000 personbilar. Under juni och juli är det fler fordon i riktning till Visby och i augusti är det betydligt fler fordon som transporteras från Visby till fastlandet, se figur.

<sup>30</sup> (Analys av alternativa modeller för färjetrafik till Gotland, Trafikverket, 2021a)

<sup>31</sup> <https://gotlandsbolaget.se/om-oss/var-historia/>

<sup>32</sup> Antalet passagerare var 1,16 miljoner år 1998 och 1,23 miljoner år 1999.

<sup>33</sup> (Samhällsekonomisk värdering av trafikanteffekter av färjetrafik till och från Gotland, Inregia AB och TR Projektutveckling AB, 2005)



Figur 5 Antal fordon per månad och riktning under 2023. Källa: Destination Gotland och Trafikverket

I Novus undersökning från 2021 där cirka 800 gotlänningar och deltidsgotlänningar deltog, svarade cirka 75 procent att de reser med fordon<sup>34</sup>. Andelen var högre bland deltidsoende (85 procent) än för fastboende. Liknande resultat framkom i den intervjustudie som genomfördes 2019 med cirka 3 400 resenärer på Gotlandsfärjorna (cirka 1 500 under sommarsäsong och cirka 1 900 under hösten)<sup>35</sup>. I den senare studien framkom att andelen som reser med fordon är störst bland icke-gotlänningar (71 procent) och att det är en större andel som har fordon med sig på den Södra linjen, oavsett om de är bofasta gotlänningar eller icke-gotlänningar. Överlag är resenärerna nöjda med restiden. Det färjeresenärerna främst är nöjda med är möjligheten att kunna ta med sig bil/husvagn (etc.), men även färjans läge vid avresa och ankomst. Minst nöjda är man med pris och miljövänlighet.

Det maximala antalet passagerare per färja är 1 650 och bildäckskapaciteten är 500 bilar och 1 745 längdmeter med minst 4,5 meters höjd för lastbilar. Fartygskapaciteten räknat som passagerare per personbil är 3,3. Med en annan ofta tillämpat värde för RoPax på 2,5 hade bilkapaciteten behövt vara 660 baserat på 1 650 passagerare, men kapaciteten är idag 500 bilar. Det finns obekräftade uppgifter att när färjetrafiken införde en sänkning i passagerarkapacitet under högsäsong med 30 procent under covid-pandemin var bildäcken fortfarande fullastade. Det finns således tecken på att bilkapaciteten per färja är begränsande idag. En effekt kan vara att godstransporterna får stå tillbaka. I data för 2023 går det att utläsa att antalet längdmeter gods är litet på turer med fler än 400 fordon (personbilar, släp- och husvagnar). Turer med fler än 400 fordon förekommer nästan uteslutande under juli och augusti. På turer med mer än 600 längdmeter gods är det som mest 250 fordon. År 2023 förekom sådana turer under årets alla månader.

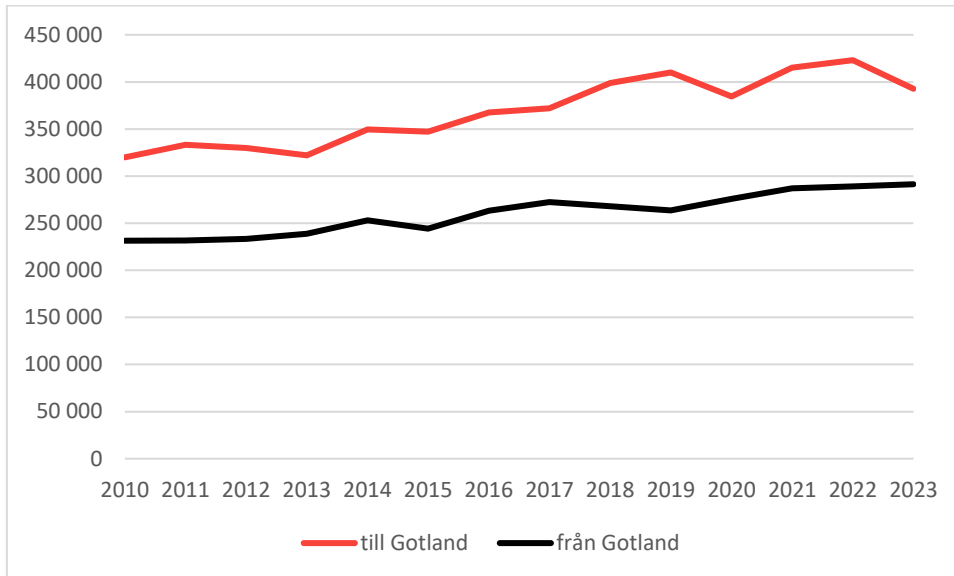
## 4.2.2 Gods

Under perioden 2010-2023 har godsvolymererna i den upphandlade trafiken uppgått till mellan 550 000 och 700 000 ton per år. Jämfört med 2004 då godsvolymererna var cirka 540 000 ton har godsvolymererna ökat något. Det fraktas större volymer till Gotland än från Gotland. Den obalans som finns i godsvolymererna gäller emellertid inte antal längdmeter på färjan mellan Gotland och fastlandet eftersom en del lastbärare tas

<sup>34</sup> (Färjetrafiken Novus och Region Gotland, 2021)

<sup>35</sup> (Gotlandstrafiken 2019 - resvanor och preferenser, Origo Group på uppdrag av Trafikverket, 2019)

tomma till fastlandet. År 2023 uppgick fraktvolymerna till Gotland till nära 400 000 ton och nära 300 000 till fastlandet, se figur nedan.



Figur 6 Fraktvolymer med den upphandlade trafiken, antal frakton 2010-2023. Källa: Destination Gotland och Trafikverket.

Godsvolymerna från fastlandet beror, dels på efterfrågan på privat konsumtion, dels på näringslivets och den offentliga sektorns behov. Den privata konsumtionen av exempelvis livsmedel genereras av invånare och besökare. Näringslivet på Gotland är relativt transportintensivt, men i data för färjetrafiken saknas uppgifter om vilket gods som fraktas med den upphandlade trafiken. Utifrån analyser med Samgodsmodellen, som baseras på 2017 års data, redovisar Trafikverket att varugrupperna trä- och trävaror, livsmedel samt jordbruksprodukter utgör de tre viktigaste varugrupperna som fraktas via Visby hamn och som sannolikt fraktas med den upphandlade trafiken.<sup>36</sup> Dessa flöden går i båda riktningar där volymerna av jordbruksprodukter och livsmedel från Gotland är något större än flödet till Gotland, medan trävaror i större omfattning fraktas till än från Gotland. Petroleumprodukter och spannmål tillhör varugrupper som fraktas via Visby, men med andra fartyg än den upphandlade trafiken.<sup>37</sup> Efter 2017 har godsmängderna via Visby hamn minskat med undantag av oljeleveranser. All hantering av skogsprodukter och huvuddelen av spannmålshanteringen har flyttats till Klintehamn<sup>38</sup>.

I Trafikverkets godsflödesanalys,<sup>39</sup> där data bygger på intervjuer, framkommer att de branscher som är transportintensiva och i hög grad beroende av färjetrafiken är jordbruk, byggföretag, handel och tillverkningsindustri (särskilt livsmedelstillverkning). Företrädare för verksamheter som använder den upphandlade trafiken för godstransporter anger att frekventa avgångar till och från Gotland är den viktigaste parametern vid planering och utförande av transporter. Leveransprecision är viktig, dels för att man ofta har lossningstider att passa, dels för att man vill undvika lagerhållning och att produkterna behöver levereras "just-in-time". Detta gäller de areella näringarna, men också för handeln och byggindustrin där förseningar kan bli kraftigt fördröjande. Inom livsmedelsbranschen kan höga straffavgifter vara förknippade med

<sup>36</sup> (Volymer till/från Gotland i Samgods PWC-matriser, Trafikverket PM, 2021c)

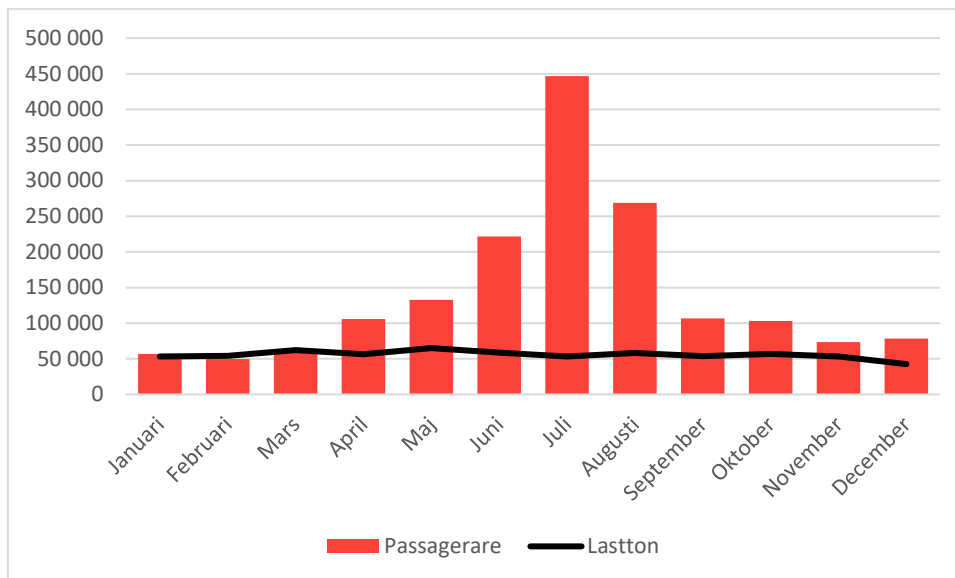
<sup>37</sup> Varugrupper som sannolikt inte transporteras med färjan bedöms av Trafikverket (2021c) vara: Kol, råolja och naturgas (Varugrupp 2); Malm, andra produkter för utvinning (Varugrupp 3); Stenkols- och raffinerade petroleumprodukter (Varugrupp 7); Andra icke-metalliska mineralprodukter (Varugrupp 9); Hushållsavfall, annat avfall och returråvara (Varugrupp 14); Flygtransportgods (Varugrupp 16). Bulkgodset som går med andra lastfartyg från Visby inkluderar massaved, flis och spannmål.

<sup>38</sup> (Trafikverket, 2023)

<sup>39</sup> (Godsflödesanalys Gotland, Trafikverket, 2020)

förseningar till lossningsterminaler hos de stora livsmedelskedjorna de levererar till. En annan aspekt är att en del företag inom nämnda branscher är nationella eller internationella företag där frakt inklusive leveranstider upphandlas centralt i riksavtal (och lämnar lite utrymme för ändringar eller anpassningar). Av varuägarna och transportföretagen är många nöjda med den nuvarande symbiosen med både gods och persontrafik. Andra menar att separering inte är relevant. En del andra är varken för eller emot rena gods färjor så länge dagens överfartstid och turtätheten bibehålls. I intervjuer med godsaktörer som gjordes 2005 framkommer att med det tidigare tonnaget var läget sämre och då fanns det behov av en RoRo-färja (Gute) för att klara godstransporterna under mellan- och högsäsong. Kapaciteten med snabba RoPax-färjor upplevdes däremot som tillfredställande.<sup>40</sup>

Både i studien från 2005 och i Trafikverkets godsflödesanalys poängteras att eftermiddagsturena är särskilt viktiga för att kunna sända varor till fastlandet efter arbetsdagens slut. Tidigareläggning av avgången från Gotland skulle förkorta produktionstiden. I data för 2023 framkommer att det mesta godset sänds från Gotland med turer som går i tidsintervallet 16:00-17:00 från Visby. Den södra linjen till Oskarshamn har en högre andel (86%) än den Norra linjen (61%) i detta tidsintervall. Till skillnad från antalet passagerare uppvisar inte godsmängderna någon tydlig säsongsfördelning, se figur nedan.

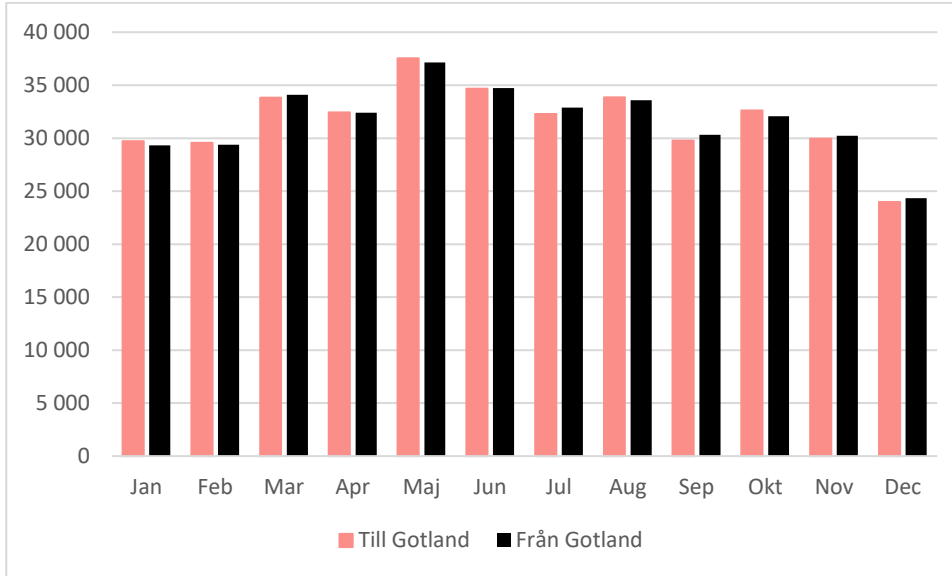


Figur 7 Antal passagerare och gods (lastton) per månad under 2023 Källa: Destination Gotland och Trafikverket

Inte heller en redovisning av gods efter längdmeter visar någon tydlig säsongsfördelning av godstrafiken. Det som kan noteras i data för 2023 är att antalet längdmeter var som störst under maj månad och som minst under december, se figur nedan.

<sup>40</sup> (Samhällsekonomisk värdering av trafikanteffekter av färjetrafik till och från Gotland, Inregia AB och TR Projektutveckling AB, 2005)

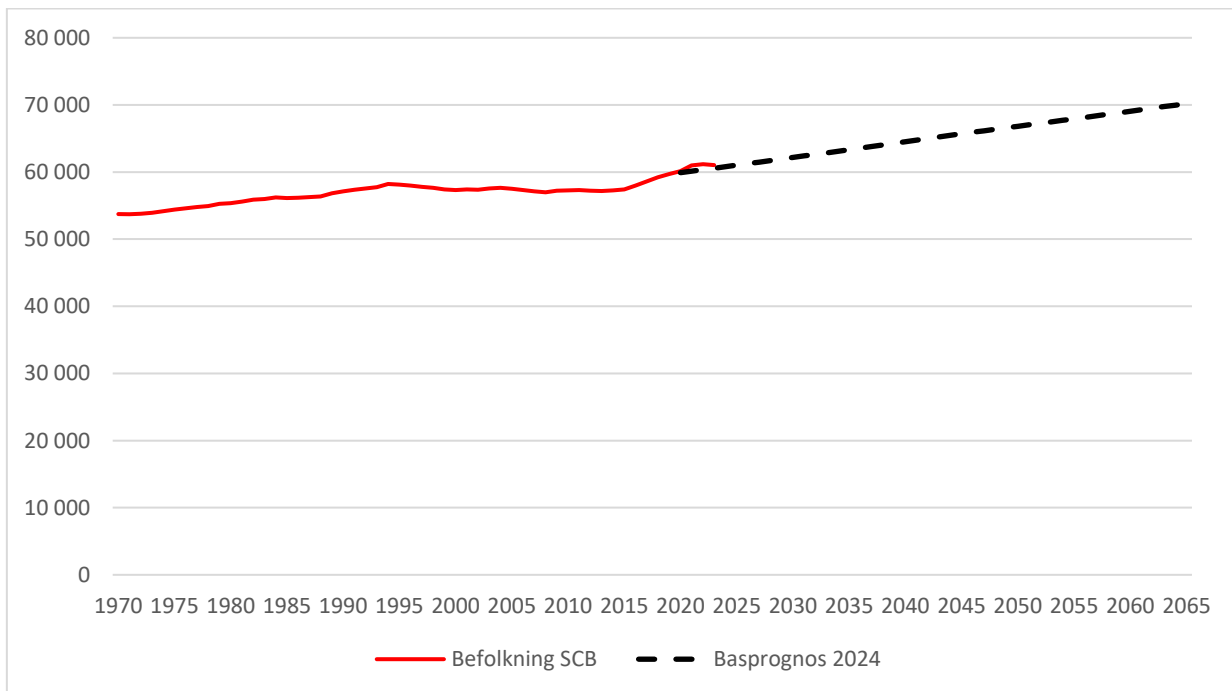




Figur 8 Längdmeter gods till och från Gotland efter månad, 2023. Källa: Destination Gotland och Trafikverket

### 4.3 BEFOLKNING

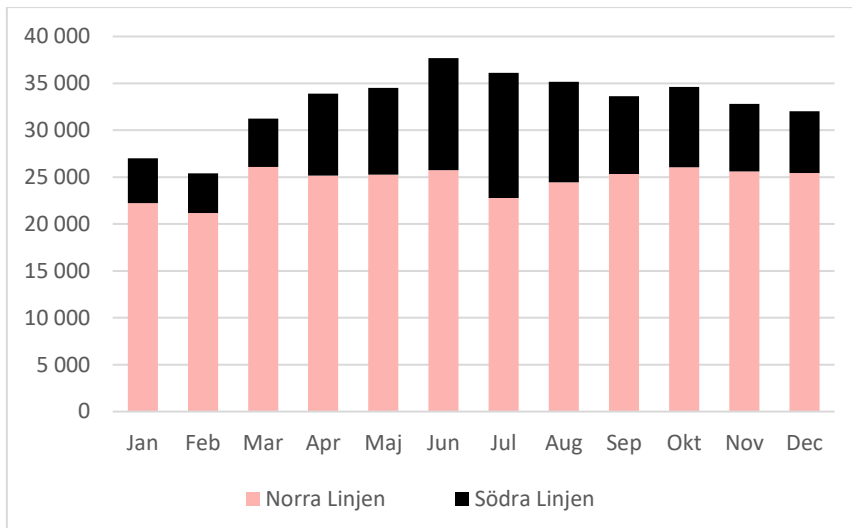
Gotlands befolkning har sedan början av 1970-talet ökat från cirka 54 000 invånare till cirka 61 000 invånare år 2023. De befolkningsframskrivningar som ligger till grund för Trafikverkets Basprognos (bas 2024) förutspår fortsatt befolkningsökning fram till år 2065 då befolkningen antas ha växt till cirka 70 000 invånare, vilket innebär en något snabbare ökning än under perioden 1970-2023.



Figur 9 Befolkningsutveckling på Gotland 1970-2023 och framskrivning 2020-2065. Källa: Statistiska centralbyrån (SCB) och Trafikverkets basprognos 2024.

Befolkningsstillväxten har sedan början av 2000-talet skett genom ett positivt flyttningsöverskott, vilket innebär att fler har flyttat till Gotland än antalet som flyttat från ön. Födelseöverskottet har däremot varit negativt i och med att fler har avlidit än vad som fötts.

En växande befolkning har viss bäring på färjetrafiken. Om man bortser från pandemiåret 2020, har sambandet mellan antalet passagerare och befolkningen varit relativt starkt ( $r=0,72$ ) under perioden 2010-2023. Under 2023 reste cirka 394 000 gotlänningar med färja mellan Visby och fastlandet, vilket innebär att varje gotlänning i genomsnitt gjorde cirka 6,5 resor, vilket är något färre resor per gotlänning och år jämfört med 2014 då antalet var nästan 7. Gotlänningars resande är relativt jämnt fördelat på årets månader, se figur.



Figur 10 Gotlänningars resande med Norra och Södra linjen, antal per månad under 2023. Källa: Destination Gotland och Trafikverket.

En annan viktig grupp utgörs av resenärer som har fritidshus på Gotland, så kallade deltidsgotlänningar. Det finns cirka 12 500 fritidshus på Gotland och Region Gotland bedömer att besökare till fritidshus genererar cirka 2 miljoner övernattningsnätter per år, vilket är ungefär det dubbla i förhållande till antalet kommersiella gästnätter.<sup>41</sup> Uppskattningen som Region Gotland gör innebär grovt räknat att varje fritidshus ger upphov till i genomsnitt cirka 160 övernattningsnätter per år. Det är dock inte klarlagt hur många resor dessa övernattningsnätter genererar.

## 4.4 SYSSELSÄTTNING

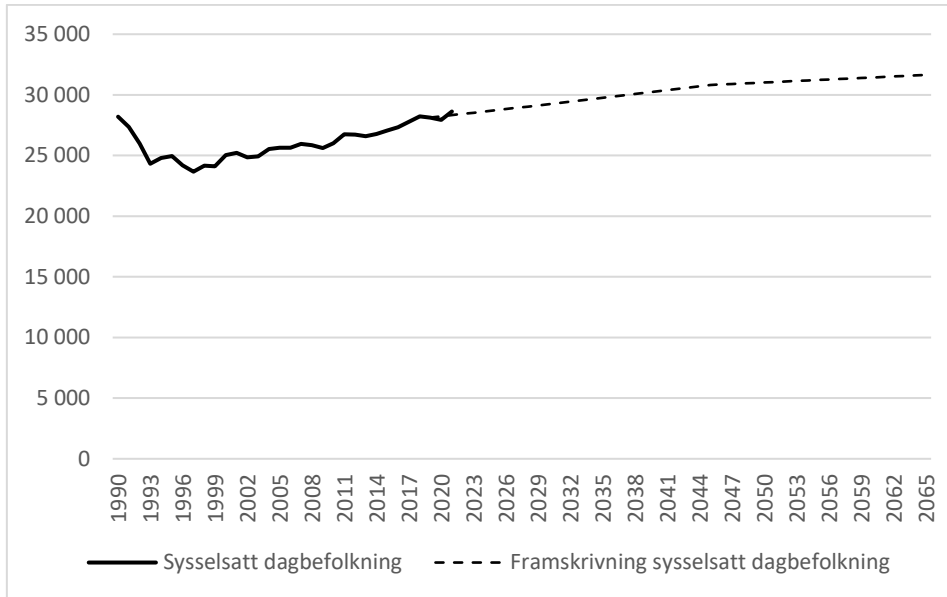
Det fanns cirka 28 600 sysselsatta i det gotländska näringslivet år 2021, vilket är i nivå med sysselsättningen före 1990-talskrisen. Antalet sysselsatta på Gotland minskade kraftigt under 1990-talet, men har ökat sedan millennieskiftet. Efter bottennoteringen på cirka 23 700 var antalet sysselsatta cirka 28 600 år 2021.

De framskrivningar som ligger till grund för Basprognos 24 förutspår en sysselsättningstillväxt fram till 2045 som är något långsammare än den mellan 2000 och 2021. Mellan 2045 och 2065 förväntas sysselsättningstillväxten mattas av och år 2065 väntas antalet sysselsatta vara cirka 31 600, se figur nedan.

Gotland är en lokal arbetsmarknad och pendlingsströmmarna är små mellan Gotland och fastlandet, vilket innebär att färjetrafiken i mycket liten utsträckning används för pendlingsresor. Att resor till och från

<sup>41</sup> (Nuläge och utmaningar Nulägesanalys och kunskapsunderlag för ny regional utvecklingsstrategi för Gotland, 2019)

arbetsplats är litet framkommer även i resvaneundersökningen från 2019 där andelen utgör 5 och 7 procent av resorna med färja respektive flyg<sup>42</sup>. Enligt regional arbetsmarknadsstatistik var antalet utpendlare var cirka 2 000 och antalet inpendlare cirka 1 200 år 2018. Av sysselsättningen på Gotland utgör cirka 4 procent av inpendlare, vilket legat på denna nivå sedan 2004. Ökad sysselsättning bedöms således ha mycket liten påverkan på antalet passagerare.

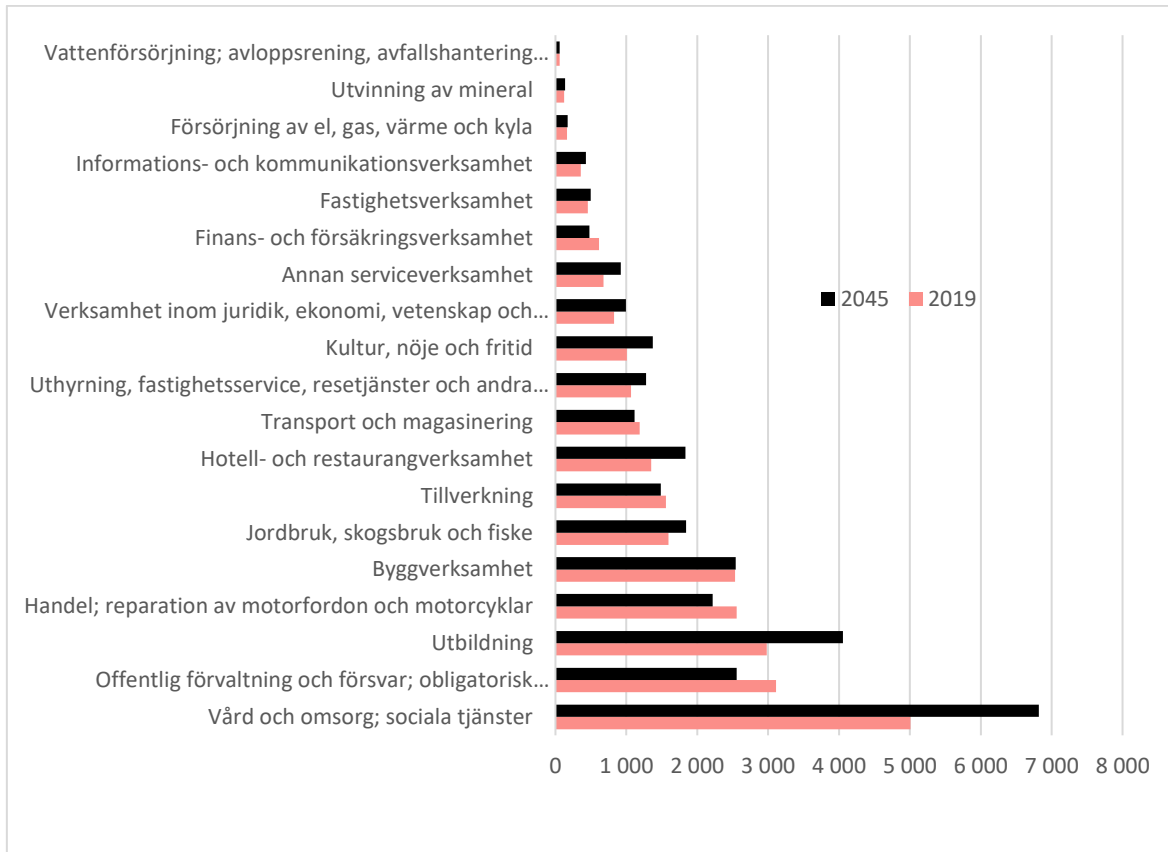


Figur 11 Sysselsatt dagbefolkning 1990-2021 (tidsseriebrott 2004, 2011, 2019) och framskrivning basprognos 2020-2065. Källa: Statistiska centralbyrån och Trafikverkets basprognos 2024.

## 4.5 NÄRINGSLEVET PÅ GOTLAND

Näringslivet på Gotland är högt specialiserad inom livsmedelssektorn, framför allt jordbruk, men även livsmedelsindustrin, samt inom besöksnäringen, med en hög specialisering och stor andel sysselsatta inom kultur, nöje, fritid, hotell och restaurang. Specialisering innebär att näringen i fråga har en större andel av näringen än i riket som helhet. Inom industrin är tillverkning av livsmedel och cement samt verksamhet inom sågverk specifika för Gotland. Till 2045 bedöms i Trafikverkets basprognos de branscher växa som redan idag är specialiserade. Även offentlig sektor, med vård omsorg och utbildning som sysselsätter en stor andel av de förvärvsarbetande i nuläget väntas växa på Gotland, se figuren nedan.

<sup>42</sup> (Gotlandstrafiken 2019 - resvanor och preferenser, Origo Group på uppdrag av Trafikverket, 2019)



Figur 12 Sysselsatt dagbefolkning på Gotland efter näringsgren år 2019 och basprognos 2045. Källa: Trafikverkets basprognos 2024

När det gäller färjetrafiken är enligt Trafikverkets godsflödesanalys<sup>43</sup> jordbruk, livsmedelsindustri, handel med livsmedel samt bygg- och övrig industri (exempelvis sågverk) branscher som är starkt beroende av den upphandlade färjetrafiken för transporter av gods. Av dessa branscher är det främst inom jordbruket som sysselsättningsstillväxt förväntas enligt basprognosen.

Näringslivet kan påverkas av omvärldsförändringar och politiska beslut som i sin tur påverkar förutsättningarna för färjetrafiken. De privata näringar som bedöms kunna påverkas av omvärldsförändringar är främst cementindustrin, livsmedelsproduktionen och besöksnäringen. Det förändrade säkerhetsläget kan innebära politiska beslut som ger ökad sysselsättning på Gotland inom näringsgrenen "offentlig förvaltning och försvar samt obligatorisk socialförsäkring", vilket i sin tur kan ha bäring på befolkningsutvecklingen. Försvarsmakten kommer sannolikt att ordna lejonparten av sina godstransporter med andra fartyg och bedöms inte ha någon betydande påverkan på godsmängderna med den upphandlade trafiken. Resonemang om utvecklingen inom cementindustrin, livsmedelsproduktionen och besöksnäringen redovisas nedan.

#### 4.5.1 Cementtillverkningen i framtiden

En förändring som skulle ge konsekvenser för näringslivets inriktning på Gotland är utvecklingen av cementtillverkningen. I samband med cementkrisen 2021 rådde stor osäkerhet om cementtillverkningens framtid på Gotland. Analyser av spridningseffekter till andra branscher visade att det kunde bli stora effekter i Sverige som helhet.<sup>44</sup> Det togs även fram regionalekonomiska analyser av vad effekterna på Gotland

<sup>43</sup> (Godsflödesanalys Gotland, Trafikverket, 2020)

<sup>44</sup> (Cementkrisen - samhällsekonomiska effekter, WSP på uppdrag av Byggföretagen, 2021a)

skulle bli av minskad cementtillverkning<sup>45</sup>. Den regionalekonomiska analysen visade att cirka 250 anställda vid Cementa och ytterligare 150 sysselsatta på ön skulle beröras vid en nedläggning av fabriken i Slite.

För närvarande pågår omställning av cementproduktionen där en anläggning för CCS-teknik byggs i Slite med syfte att fånga in och transportera koldioxiden från cementtillverkningen till en lagringsplats i berggrunden under havsbotten. Den gröna omställningen av cementproduktion ger ett större transportbehov eftersom den infångade koldioxiden behöver fraktas till Nordsjön och innebär troligen även en ökad sysselsättning på Gotland.

Mot bakgrund av att Cementa har egna fartyg och att antalet anställda som skulle kunna beröras är cirka 400, bedöms varken en nedläggning eller en lyckad omställning av fabriken i Slite ge stora effekter på antalet resenärer och gods mellan Visby och fastlandet. Det främsta skälet till att avgränsa bort scenarier förknippade med cementtillverkningen, är att verksamheten berör hamnen i Slite och att transportererna kommer att ske med andra fartyg än den upphandlade färjetrafiken.

### **4.5.2 Livsmedelsproduktion**

Jordbruksproduktion och livsmedelstillverkning är gotländska näringsgrenar med hög specialiseringsgrad. Även om inte tillväxten i dessa näringar varit hög under den senaste 20-årsperioden, kan det förändrade geopolitiska läget innebära förändringar. En ökad efterfrågan på livsmedel för att stärka Sveriges försörjningstrygghet kan ha bäring på Gotlands näringslivsutveckling. En större efterfrågan på livsmedel från fastlandet påverkar efterfrågan på frakt med den upphandlande trafiken. För att ta hänsyn till ökat behov av godstransporter analyseras ökad efterfrågan i ett särskilt scenario.

### **4.5.3 Besöksnäringen**

Gotland är som nämnts ovan högt specialiserad inom besöksnäringen. De näringsgrenar som ingår i besöksnäringen, exempelvis hotell och restaurang samt fritid och kultur förväntas växa i sysselsättning till 2045 enligt Trafikverkets basprognos. Färjetrafiken är en viktig förutsättning för besöksnäringen, men överfartstiden bedöms sannolikt vara en mindre viktig parameter vid val av destination för besök. Utvecklingen av antalet gästnätter sedan 2010 visar dock ingen tydlig trend för den framtida utvecklingen. Vid sidan av indikationer på att Gotland kan öka i attraktivitet för besökare på grund av varmare somrar i Sydeuropa, kan det samtidigt finnas en gräns för turismen. Under sommarmånaderna mer än fördubblas Gotlands befolkning, vilket gjort att besöksnäringens tillväxt ifrågasatts i och med att vattenförsörjningen och sjukvården överbelastats under sommaren.<sup>46</sup> Mot bakgrund av att både ett ökat antal besökare och en besöksnäring på ungefär dagens nivå kan vara möjliga i framtiden beaktas ökad turism i scenariot med ökad efterfrågan.

## **4.6 KLIMATSTYRMEDEL**

Gotlandstrafiken omfattas av Sveriges klimatmål om nettonollutsläpp av växthusgaser till 2045 och det sektorspecifika målet för transportsektorn om att utsläppen från inrikes transporter ska minska med minst 70 procent senast år 2030 jämfört med år 2010. Farledsavgifterna ger en viss klimatstyrning, men den fartygsbaserade miljöavgiften minskar med antalet anlöp och är noll från och med det sjätte anlöpet under en månad. Det har fram till nu saknats andra styrmedel för att minska utsläppen av växthusgaser från sjöfarten.

<sup>45</sup> (Arbetsmarknadseffekter av en nedläggning av Cementas fabrik i Slite, WSP på uppdrag av Region Gotland, 2021b)

<sup>46</sup> <https://helagotland.se/ledare/artikel/fransson-var-gar-gransen-for-turism-pa-gotland/r3z3518j>

För sjöfarten kommer nya regelverk från EU<sup>47</sup>, bland annat beslut om förändringar i EU:s utsläppshandelssystem och att landströmsanslutning ska kunna erbjudas i de mest högtrafikerade hamnarna från 2030, vilket redan finns i Nynäshamn och i Visby hamnar. Därutöver har EU tagit beslut om FuelEU Maritime vars syfte är att fasa in mer hållbara och klimatvänliga drivmedel i sjöfarten<sup>48</sup> och innehåller bestämmelser om att fartyg som anlöper EU-hamn ska ha minskad koldioxidintensitet jämfört med 2020. Kravet på minskad koldioxidintensitet gäller den energi som används ombord på fartyg över 5 000 bruttoton<sup>49</sup>, se tabell nedan.

Tabell 3 Minskingskrav på genomsnittlig koldioxidintensitet med 2020 som referensår enligt EU Fuel Maritime. Källa: (Energimyndigheten, 2024)

	2025	2030	2035	2040	2045	2050
<b>Växthusgasintensitet</b>	-2%	-6%	-14,5%	-31%	-62%	-80%

Från och med 2024 inkluderas sjöfartens växthusgasutsläpp i utsläppshandeln inom EU ETS. År 2026 kommer 100 procent av utsläppen att omfattas av krav på utsläppsrätter. Inledningsvis omfattas större fartyg (över 5 000 bruttoton), men på sikt ska även mindre fartyg inkluderas. Sverige har begärt undantag för färjetrafiken till Gotland enligt det så kallade ö undantaget, med hänvisning till ETS-direktivet (genomförandebeslut (EU) 2023/2895). Undantaget är tidsbegränsat fram till den sista december 2030. Från och med 2031 ingår Gotlandstrafiken i utsläppshandeln och det är rederiet som kommer att vara ansvarig för att köpa utsläppsrätter motsvarande de årliga utsläppen.

Utöver EU:s regleringar har IMO tagit fram en växthusstrategi enligt vilken den internationella sjöfarten ska minska växthusgasutsläppen till 2030 med minst 40 procent jämfört mot 2008 och nå nettonoll omkring år 2050.<sup>50</sup>

## 4.7 FARTYGENS ENERGIANVÄNDNING OCH UTSLÄPP

### 4.7.1 Servicefart

Utvecklingen har gått mot större färjor och högre fart, vilket innebär större maskineffekter och därmed högre bränsleförbrukning och utsläpp. I SSPA:s konceptstudie redovisas uppskattningar av historiska utsläpp av växthusgaser från Gotlandstrafiken<sup>51</sup>. År 1990 var utsläppen cirka 43 500 ton CO<sub>2</sub>e och de hade ökat till 182 000 ton år 2010. Enligt Naturvårdsverket uppgick utsläppen till cirka 180 000 ton CO<sub>2</sub>e år 2019<sup>52</sup>, vilket utgjorde cirka 25 procent av utsläppen från inrikes sjöfart<sup>53</sup>. Sedan 1990 har således utsläppen mer än fyrfaldigats. Detta samtidigt som antalet passagerare närapå fördubblats.

Figur 13 nedan visar byggår och servicefart hos färjorna som trafikerat Gotland sedan mitten av 1960-talet. Höghastighetsfärjorna (HSC) i diagrammet illustrerar utvecklingen inom detta segment som startade under 1980-talet och var i trafik under högsäsong. HSC går ej kvar i Gotlandstrafiken utan trafiken utförs idag av

<sup>47</sup> (Fit for 55 - transportpolitikens nya ramar. Trafikanalys PM 2023:9, 2023)

<sup>48</sup> Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2023/1805 av den 13 september 2023 om användning av förnybara och koldioxidsnåla bränslen för sjötransport

<sup>49</sup> Bruttoton för fartygen som togs i trafik i slutet av 2010-talet uppgår till drygt 32 000 (se figur 14).

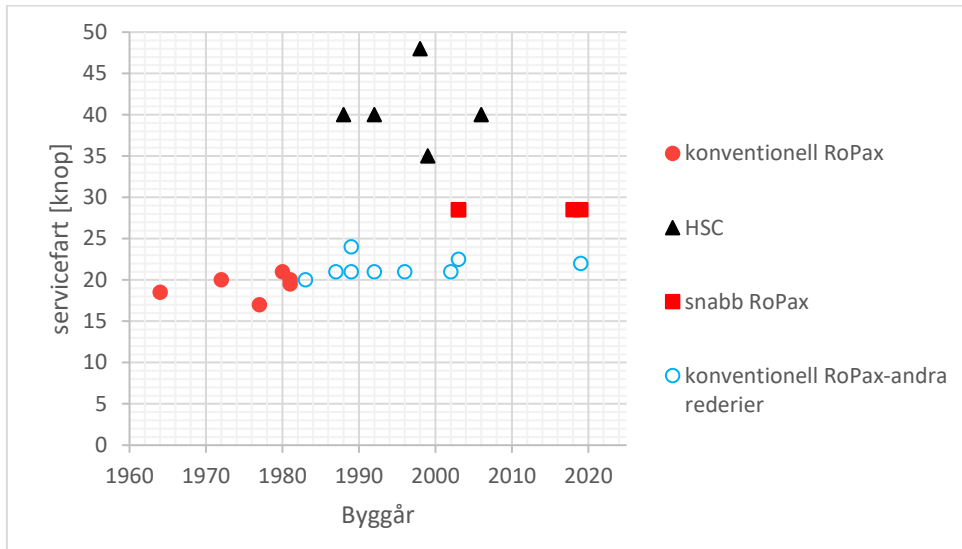
<sup>50</sup> <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/2023-IMO-Strategy-on-Reduction-of-GHG-Emissions-from-Ships.aspx>

<sup>51</sup> (Delrapport Konceptstudie Gotlandstrafiken, Steg 1-2. SSPA, 2019, s. 14)

<sup>52</sup> (Analys av vägval vid genomförande av ETS1 och ETS2: Delredovisning av Naturvårdsverkets regeringsuppdrag, 2023)

<sup>53</sup> Enligt Naturvårdsverkets siffror var utsläppen från inrikes sjöfart cirka 697 000 ton CO<sub>2</sub>e under 2019.

enbart snabba RoPax. Som jämförelse visas konventionella RoPax-färjor som tidigare varit i Gotlandstrafiken och konventionella RoPax-färjor under senare tid i andra rederier.

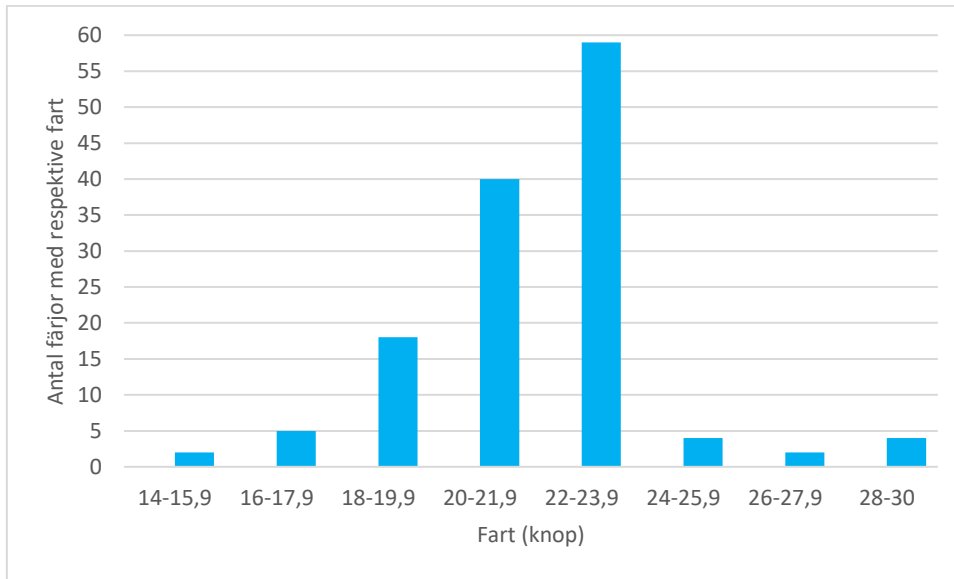


Figur 13. Servicefart hos Gotlandsfärjor med olika byggår och fartygstyp samt exempel hos andra internationella rederier med motsvarande kapacitet och överfart. Källa: Hemsidor diverse rederier samt [www.faktaomfartyg.se](http://www.faktaomfartyg.se).

I konceptstudien<sup>54</sup> framkom att servicefarten hos Gotlandsfärjornas snabba RoPax utmärker sig internationellt genom att de håller hög fart. I Figur 14 visas en sammanställning av servicefart för alla RoPax fartyg levererade från 1 januari 2010 till december 2023 inklusive fartyg under byggnation, sammanlagt 134 stycken. Fartyglängder som ingår i statistiken är RoPax inom längder 150 m – 250 m vilket hypotetiskt betyder att de på grund av sin längd skulle kunna gå med en fart på minst 26 knop, men där en lägre servicefart valts hos fartygen. Cirka 4 procent av fartygen är gjorda för en servicefart 26 knop eller högre till vilket Gotlandsfärjorna hör. Till skillnad från Gotlandsfärjorna går de snabba RoPax i statistiken i Medelhavet och på längre distanser vilket kan motivera en högre fart.

Den krävda korta överfartstiden i Gotlandstrafiken innebär hög servicefart vilket kan utgöra en konkurrensbegränsande faktor eftersom det är endast ett fåtal rederier som kan erbjuda snabba RoPax. En krävda förlängd överfartstid och sänkt fart utesluter å andra sidan inte rederier som kan erbjuda snabba RoPax, eftersom dessa kan gå med lägre fart.

<sup>54</sup> (Delrapport Konceptstudie Gotlandstrafiken, Steg 1-2. SSPA, 2019, s. 14)



Figur 14. Antalet RoPax fartyg i ett internationellt perspektiv i olika intervall på servicefart i steg om 2 knop. Fartyg byggda mellan 1 januari 2010 och december 2023 inklusive under byggnation. Fartygslängd 150 – 250 m. Källa: (SSPA, 2019) och kompletterat med data för färjor 2020-2023 (Ferry Shipping News).

#### 4.7.2 Energibehov

Använd energi (kWh) hos framdrivningsmaskiner och utsläpp av koldioxidekvivalenter per olika lastade enheter för färjorna i Gotlandstrafiken med olika byggår har beräknats och redovisas nedan.

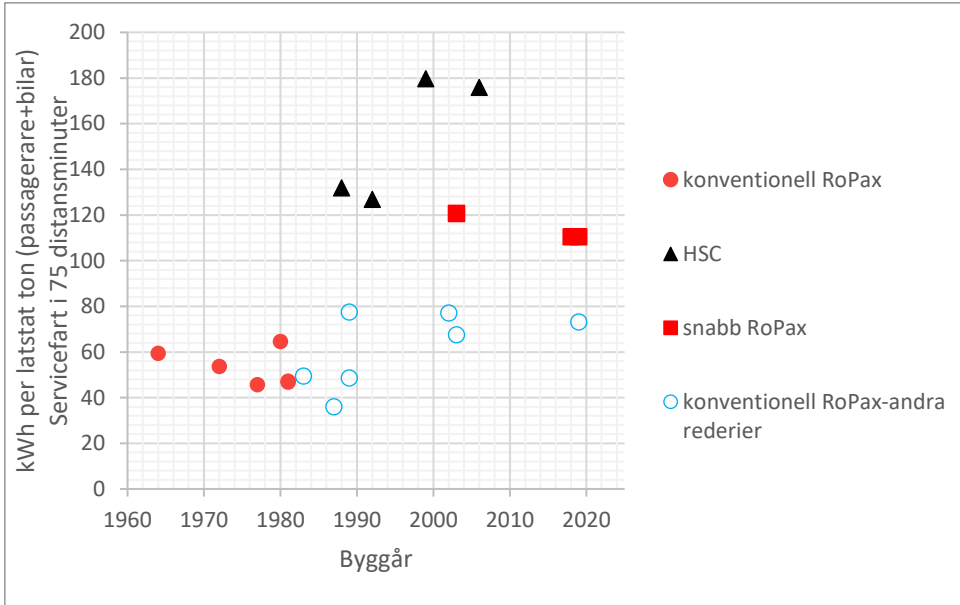
Energianvändningen speglar bränslebehovet om man antar samma typ av bränsle i samtliga fallen.

Beräkningen baseras på en överfart Visby-Nynäshamn och avser den tid då fartygen håller sin servicefart på en distans på 75 distansminuter (ca 95 procent av sträckan) vilket är sträckan där den betydande delen av energibehovet finns. Lågfartsdistanterna ger försumbart bidrag i energianvändningen. Färjorna antas vara fullbelagda motsvarande högsäsong. Vid färre passagerare och bilar eller gods krävs en nästan oförändrad mängd energi för överfarten <sup>55</sup>, varför energianvändning och utsläpp per lastad enhet blir större i ett sådant fall.

Beräkningen visar att höghastighetsfärjornas inträde under 1990-talet innebar att energianvändningen hos denna fartygstyp var 50-100 procent större räknad per transporterad vikt av passagerare och personbilar än en konventionell RoPax med cirka 20-22 knops fart, se Figur 15. Gotlandstrafikens snabba RoPax har ungefär dubbelt så stor energianvändning än färjorna i Gotlandstrafiken byggda fram till runt 1980, och cirka 50 procent större energianvändning än om trafiken hade varit med modern konventionell RoPax. Om man tar hänsyn till olika alternativt tänkbara trafikupplägg blir siffran något lägre vilket visas i kapitlen med olika scenarier.

<sup>55</sup> Hos RoPax påverkas energin för framdrift försumbart av olika mycket last.



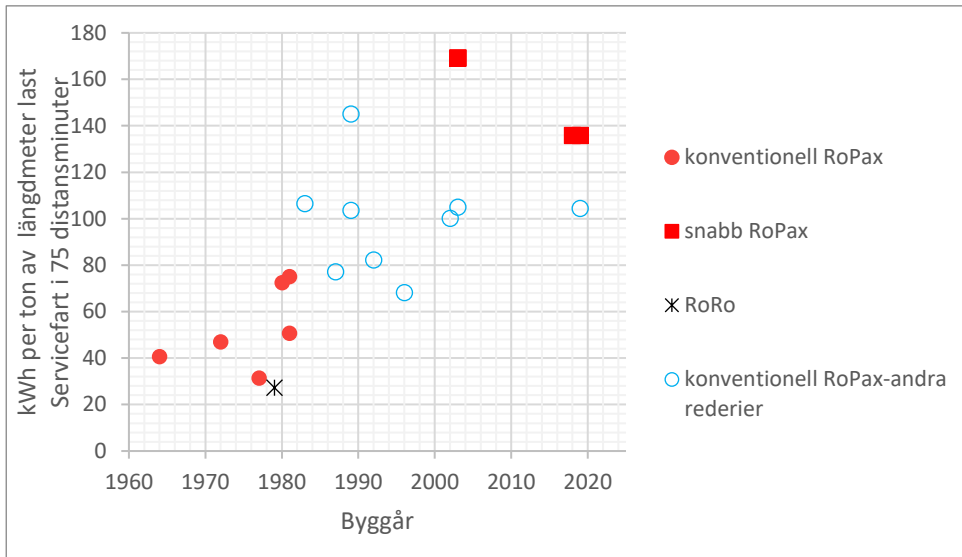


Figur 15. Beräkning av förbrukad mängd energi (kWh) per lastat ton av passagerare och bilar. Passagerare har ansatts med 90 kg (person+handbagage) och personbil med 1600 kg (personbil 1500 kg+last 100 kg). Fartygen antas fullastade. För "konventionell RoPax-annat rederi" har samma last ansatts som för Gotlandslinjens snabba RoPax.

Kostnader för drivmedel är en direkt följd av energianvändningen. Eftersom ett fartygs energianvändning ökar exponentiellt med farten innebär det att Gotlandstrafiken är extra känslig för ökningarna i drivmedelspriser om den bedrivs med snabba RoPax och höghastighetsfärjor än om farten varit något lägre. Med ovan exempel kan en snabb RoPax orsaka runt 50 procent större utgiftsförändring i drivmedelskostnader räknat per transporterad lastenhet än en konventionell RoPax, och för en höghastighetsfärja kan ökningen bli ungefär dubbelt så stor.

Tittar man på energianvändningen per lastat ton av längdmeter gods och tillämpar 50 procents fyllnadsgrad<sup>56</sup> har energianvändningen ökat närmare tre gånger hos de snabba RoPax-färjorna jämfört mot fartygen i Gotlandstrafiken byggda fram till runt 1980, se Figur 16. Ett fartyg som utmärker sig är det tidigare RoRo-fartyget (*Gute*, byggt 1979, kapacitet 800 längdmeter) som hade en femtedel av energianvändningen per ton av längdmeter last jämfört med dagens snabba RoPax. Om trafiken skulle upprätthållas med modern konventionell RoPax skulle energianvändningen för längdmeter gods vara cirka 30 procent lägre på än i dag med de gjorda antagandena om 50 procents fyllnadsgrad på färjan.

<sup>56</sup> Som mest av alla turer 2023 var den största lasten 70% av max kapacitet av längdmeter gods på bildäck.



Figur 16. Beräkning av förbrukad mängd energi (kWh) per lastat ton av längdmeter gods. Lastbilar/trailers antas vara 24 m långa och ha en snittlast på 20 ton. Fyllnadsgraden av last har ansatts motsvarande att det nedre bildäcket på de snabba RoPax SF1650 (ca 50% av dess kapacitet av längdmeter) är fyllda. Samma lastmängd har ansatts i "konventionell RoPax-andra rederier".

### 4.7.3 Utsläpp av koldioxidekvivalenter

Bilden av utsläpp av koldioxidekvivalenter blir motsvarande energibehovet. I Figur 17 visas utsläpp av koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e) per person och transporterad kilometer<sup>57</sup>. Beräkningar visar att koldioxidekvivalenterna är 40-50 procent större hos Gotlandstrafikens snabba RoPax jämfört mot konventionell RoPax (ca 320-370 gram CO<sub>2</sub>-e per personkilometer jämfört mot ca 220 gram CO<sub>2</sub>-e per personkilometer baserat på fullfartssträckan)<sup>58 59 60</sup>. Höghastighetsfärjorna har uppemot 70 procent högre utsläpp än en konventionell RoPax. Dock hade den mindre höghastighetsfärjan Vindile (HSC år 1988 i figuren) ett lågt värde men den kunde enbart ta passagerare och visade sig vara för känslig för sjön med många inställda turer och bristfällig åtkomst (sjsjuka).

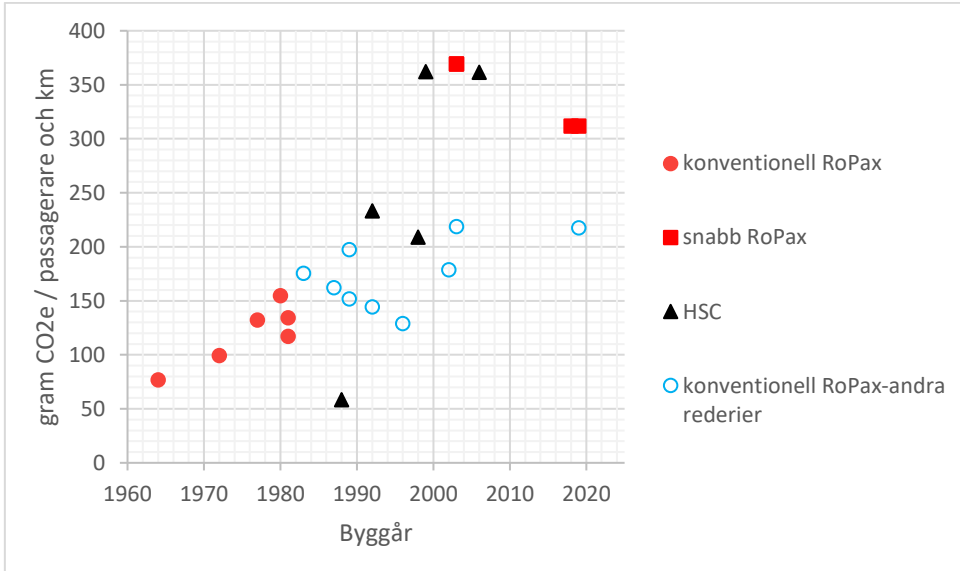
Betraktar man utsläpp av koldioxidekvivalenter per transporterad längdmeter gods och kilometer (Figur 18) har snabba RoPax ungefär 50 procent högre utsläpp än en konventionell RoPax. Gotlandstrafikens snabba RoPax genererar sex gånger högre utsläpp än RoRo-färjan Gute son togs i trafik i slutet av 1970-talet.

<sup>57</sup> Data avser med färjorna fyllda med max antal passagerare. Om passagerarantalet är hälften av max kapacitet kommer samma mängd utsläpp att göras under en överfart, men ska delas på halva antalet passagerare, alltså blir utsläppet dubbelt så stort per passagerare. Om färjorna är en fjärdedels fyllda blir utsläppen fyra gånger så höga per passagerare o.s.v.

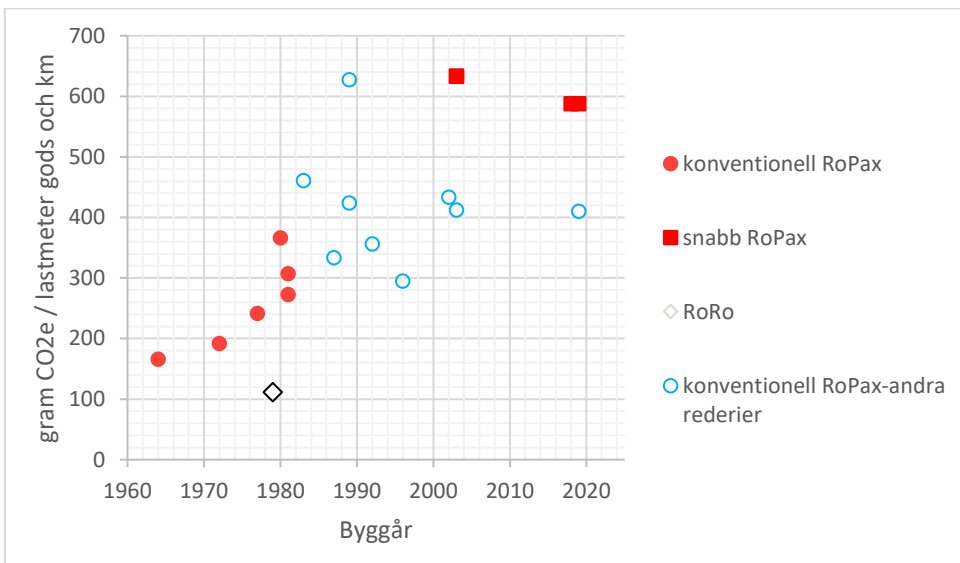
<sup>58</sup> Utsläpp per person-kilometer ca 380 gram CO<sub>2</sub>e per person och miles = 610 gram CO<sub>2</sub>e per person och kilometer (CO<sub>2</sub> emisison report. EMSA-Thetis-MRV., 2022). Värdena baseras på årsdata och väger in passagerarantalet.

<sup>59</sup> Snittvärde för färjor 226 gram CO<sub>2</sub>e per personkilometer (Metodrapport för [www.klimatsmartsemester.se](http://www.klimatsmartsemester.se), Version 3.0. Chalmers och KTH, 2022)

<sup>60</sup> "Snabbfärjor (28-40 knop) använder i storleksordningen dubbelt så mycket energi per person-km som vanliga färjor" (Tvågradersmålet i sikte? Scenarier för det svenska energi- och transportsystemet till år 2050. Naturvårdsverket. Rapport 5754., 2007)



Figur 17. Utsläpp av koldioxidekvivalenter per passagerare och kilometer för olika typer av färjor och byggår i Gotlandstrafiken samt annan modern konventionell RoPax. Ett fartyg som sticker ut i mängden är en HSC med byggår 1988 (*Vindile*) som enbart tog passagerare men som p g a sin minde storlek visade sig inte ge tillräckligt bra åkkomfort.



Figur 18. Utsläpp av koldioxidekvivalenter (kg CO<sub>2</sub>-e) per längdmeter gods och transporterad kilometer. Höghastighetsfärjorna (HSC) ingår ej då de har begränsad lastförmåga av lastbilar och trailers. Lastmängden motsvarar 50% fyllda längdmeter på en snabb RoPax SF1650. Fartyg med mindre kapacitet ansattes fullt lastade. Ett fartyg som sticker ut är det med 110 gram CO<sub>2</sub>e/lastmeter och km, vilket är RoRo-färjan *Gute* som levererades 1979.

## 4.8 KLIMATFÖRÄNDRINGAR

Klimatförändringarna i termer av havsnivåhöjning, kan påverka stränderna på Gotland och i förlängningen minska Gotlands attraktivitet för besökare under sommarperioden och på sikt minska antalet färjeresenärer. För jordbruket kan förändrat klimat påverka genom att förlänga odlingssäsongen, samtidigt som det kan behövas ökad beredskap för torka under växtperioden. Höjda havsnivåer är även en restriktion för ny

bebyggelse. När det gäller transportinfrastruktur redovisar Trafikverket<sup>61</sup> att det på Gotland finns ett antal vägar som på sikt översvämmas till följd av stigande havsnivåer och att effekterna väntas uppstå från 2050 och mot slutet av seklet. I samma rapport framkommer att sjöfarten inte påverkas i "någon allvarigare grad". Rekommendationen är emellertid att Region Gotland vid nybyggnad/ombyggnad av hamnanläggningar utgår från aktuellt medelvattenstånd plus två meter.

Havsnivåhöjningar bedöms inte påverka hamnarnas verksamhet i Visby, Nynäshamn och Oskarshamn. Även om havsnivåhöjningar kan vara en faktor som påverkar gotländska verksamheter i framtiden, bedöms effekter av klimatförändringar (höjda havsnivåer) inte direkt beröra färjetrafiken i tidsperspektivet till 2050 och analyseras därför inte vidare.

---

<sup>61</sup> (Riksintresseprecisering för Visby hamn, Trafikverket, 2023)

## 5 FRAMTIDA FARTYG OCH DRIVMEDEL

Energieffektivisering inom sjöfarten har ständigt pågått för att nå ökad lönsamhet och under senare tid även för att uppfylla miljömål. Historiskt sett har oljepriset varit en påverkande faktor på utvecklingen och val av fartygstyper, samtidigt som resandemönster också påverkar och ändras med tiden. Olika drivmedel prövas inför den fossilfria omställningen men sjöfarten har inte landat i något gemensamt drivmedel.

Färjekapacitetsbehov, servicenivå och rutt hänger starkt ihop med lämpligt val av drivmedel. Vägen framåt är utmanade då både produktionskapacitet av nya drivmedel kraftigt behöver byggas upp och fartyg ska anpassas eller att nya fartyg behöver byggas för de nya fossilfria drivmedlen.

### 5.1 NÅGRA GRUNDLÄGGANDE FÖRUTSÄTTNINGAR

Oavsett teknisk utveckling finns vissa styrande krav och begränsningar på färjorna i dagsläget, till exempel:

- Visby hamn: kajlängd 200 meter och djup i hamnen 7 meter
- Manövrerbarhet i Visbys trånga och vindutsatta hamn, till exempel blir höga fartyg stora vindfång
- Isbrytande förmåga under viss del av lågsäsong: Isklass 1C
- Krav gällande dimensionerande sjöstillstånd (våghöjd)
- Kunna transportera farligt gods och beredskapstransporter

### 5.2 VALDA DRIVMEDEL I BESTÄLLDA FÄRJOR

Vilka drivmedel som valts till beställda färjor i världen i februari 2024 visas i Figur 19. RoPax-färjor avser längd minst 150 m för att ha klara antagna förutsättningar för Gotlandstrafiken (kapacitet och fart). Statistiken saknar uppgift om fart och kan inte delas upp i konventionella och snabba RoPax. Beställda fartyg anges med leverans fram till 2027, alltså en ledtid på 3 år (räknat från 2024).

Av fossilfria drivmedel visar statistiken att metanol och vätgas är sällsynt bland beställda fartyg (4 procent av respektive drivmedel). Vätgas finns inte beställt till någon färja i aktuell storlek, utan finns endast till mindre färjor på kortare distanser.

Naturgas (LNG) är det vanligaste drivmedlet (23 procent hos de beställda färjorna). Om fartyget är byggt för LNG är det kompatibelt att köra på biogas (LBG) <sup>62</sup>.

Det näst vanligaste drivmedlet i nybyggnadsstatistiken är MGO eller HFO med skrubber-rening. Inget fartyg är uttalat byggt för HVO men HVO kan vara en möjlig fossilfri ersättare <sup>63</sup>.

För att visa spridning i drivmedel hos beställda färjor ingår även RoRo-färjor och mindre färjor för kortare skytteltrafik i begränsade vatten <sup>64</sup>, de senare inte är tillämpliga för Gotlandstrafiken. RoRo-färjor förekommer även med metanol som drivmedel. Vätgasdrift och batteridrift avsedd för hel överfart är beställt endast till färjor i skytteltrafik.

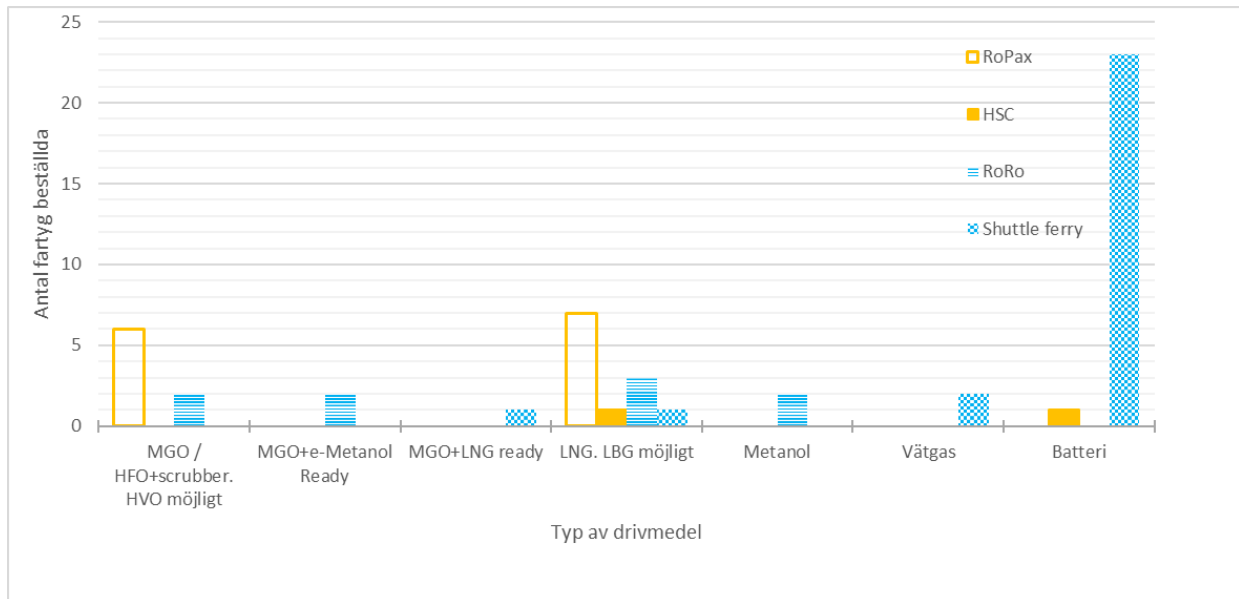
Sammanfattningsvis är det få beställda färjor i en storlek passande för Gotlandstrafiken där fossilfri drift är uttalat. Vanligaste drivmedlet är MGO alternativt HVO med skrubber och LNG, vilka kan köras på fossilfria drivmedel HVO och LBG. Vätgasdrivna färjor är i dag endast av mindre storlek. Rederierna har tecknat

<sup>62</sup> [Liquefied gas as a marine fuel - Your partner in the energy transition \(gasum.com\)](https://www.gasum.com)

<sup>63</sup> [Using biodiesel in marine diesel engines: new fuels, new challenges \(dnv.com\)](https://www.dnv.com)

<sup>64</sup> Med skyttelfärjor avses s k "double ended ferries" med öppna bildäck och som inte behöver vända i hamnen. Redovisade fartyg har en längd upp till 150 m.

fleråriga avtal med producenter av grön vätgas, sannolikt behövs detta för att säkra intäkterna för de nybildade leverantörerna och för att säkra leveranser till rederierna. Batteridrivna färjor behöver laddinfrastruktur med stora eleffekter i hamnarna.



Figur 19. Fördelning av olika drivmedel till olika typer av färjor som är under beställning. Vätgas avser eldrift med vätgasceller. Källa: (Ferry Shipping News).

### 5.3 VAL AV FARTYGSKAPACITET

Storleken hos färjorna är en avvägning mellan flera parametrar för att täcka kapacitetsbehov under dimensionerande högsäsong- respektive lågsäsongsdygn. Till exempel blir resultatet av färre färjor att mer behöver kunna lastas varje tur. Under lågsäsong får man då istället ett kapacitetsöverskott.

Fördelningen av kapacitetsbehovet på antal fartyg påverkar beläggningen under låg- och högsäsong. Under 2017 var medianvärdet av antal passagerare under lågsäsong (september-maj) 357 stycken, vilket gav en fyllnadsgrad på 24 procent. Medianvärdet på längdmeter gods var 300 eller fyllnadsgrad 19 procent (SSPA, 2019). Enligt redovisning i tidigare kapitel är godstransportflödet relativt jämnt fördelat över året. Ett exempel på en passande färjestorlek är att den täcker basbehovet av gods och samtidigt kan transportera passagerare under lågsäsong. Under högsäsong behöver fler färjor sättas in för att täcka resandebehovet av passagerare och personbilar. Operativa kostnader har ett optimum i antal färjor i flottan.

Hamntiden ökar med större fartyg eftersom tid för lastning och lossning ökar. För en snabb RoPax kan syftet vara att få en snabb överfart för att hinna med tillräckligt många turer per dygn, men över en viss fartygskapacitet kan man inte hålla samma antal turer per dygn på grund av längre tid i hamn om inte fler fartyg sätts in. Det kan finnas en vinst i att minska turtätheten något om man vill ha få fartyg: man kan hinna lasta större mängd och det finns utrymme att dra ner på farten och man kan ändå uppfylla högtrafikdygnets kapacitetsbehov.

Färjorna har en så gott som oförändrad drivmedelsförbrukning oavsett last (för höghastighetsfärjor kan det påverkas mer) vilket betyder att ju lägre fyllnadsgrad desto högre blir förbrukad mängd drivmedel per personkilometer och utsläpp av koldioxidekvivalenter per personkilometer per överfart. Här finns en avvägning i hur antalet fartyg i färjeflottan anpassas till låg- och högsäsong. Med 2023 års turtäthet var cirka 65 procent av turerna under lågsäsong. En fartygsflotta med fler mindre fartyg, där samtliga är i drift under högsäsong och en mindre andel trafikerar under lågsäsong, skulle ge en högre fyllnadsgrad och lägre utsläpp per person eller godsenshet. Priskänsligheten för drivmedel minskar med mindre fartyg och dessutom

med sänkt fart. Driftkostnaderna blir dock större än med färre större fartyg. Det blir heller inte lönsamt med upplagda färjor under lågsäsong på grund av det bundna kapitalet i dem om de inte kan chartras ut till annan trafik.

Att hålla en reducerad fart på 24 knop som har tillämpats i denna rapport innebär i teorin en fartygslängd på minst ca 150 m. Med en lägre fart kan fartygslängden vara kortare.

## 5.4 FARTYGSTYPER

Ett fartyg ska tillgodose det direkta behovet men bör även ta hänsyn till att skapa ett bra andrahandsvärde.

Typmodeller eller en slags standardisering på färjor kan vara ett sätt att öka flexibilitet på marknaden för tidvis charter vid till exempel hög- eller lågtrafik, vid insättning av ersättningsfärja vid varvsunderhåll eller vid driftsbortfall. Analogin kan göras med flygindustrin där ett visst antal modeller finns från olika tillverkare. Ett exempel på en typmodell är Stena Line:s konventionella RoPax *E Flex*-modell som har byggts i en serie om ca 10 stycken och som senare har gjorts förberedda för LNG- och metanoldrift. De är 30 procent mer energieffektiva än deras övriga fartyg i drift<sup>65</sup> där de äldsta i Stena Lines fartygsflotta är ca 40 år gamla.

Inom höghastighetssegmentet har en slags standardisering uppstått som bygger på några grundmodeller som sedan anpassas till beställaren. De två varven som dominerar på marknaden, Austal och Incat i Australien, har byggt ett stort antal höghastighetsfärjor i stora serier med olika storlek och kapacitet.

För att ha en flexibilitet i tillgång och efterfrågan på fartyg behöver förutom själva fartygstypen även drivmedelstyp och val av maskineri fungera hos flera operatörer.

## 5.5 ENERGIEFFEKTIVISERING

Förbättringar i fartygs energieffektivitet har ständigt pågått sedan åtminstone 1970-talet och kan handla om förbättrade skrov och framdrivningssystem med propellrar och maskiner för att öka lönsamhet och på senare tid även fokus på att uppfylla klimatmål.

IMO:s växthusgasstrategi från 2023<sup>66</sup> har som ambition att sjöfarten inte ska ha några nettoutsläpp av växthusgaser till 2050 med delmålet att växthusgaser till 2030 ska ha sänkts med 40% jämfört mot 2008. För att följa upp målet har ett rapporteringssystem där beräkning görs av ett energieffektiviseringsindex för befintliga fartyg (EEXI, *Energy Efficiency Existing Ship Index*) och ett koldioxidindex (CII, *Carbon Intensity Indicator*). Med EEXI undersöker man om det specifika fartyget uppfyller lägsta nivån på energieffektivitet och med CII verifieras trenden hur väl fartygets utsläpp minskar för varje år.

Gotlandstrafikens senaste snabba RoPax från 2018 / 2019 har cirka 7 procent lägre framdrivningseffekt tack vare förbättrade skrov genom förbättrad analysteknik (Shippax, 2019) jämfört mot de tidigare färjorna från 2003.

När propellrar med sk pod-drift slog igenom på färjor och kryssningsfartyg för ca 15 år sedan beskrevs sänkningen av framdrivningseffekt med uppemot 10% (Skibsrevyen, 2011) jämfört mot konventionellt sätt med propellrar på axlar i vattnet och roder.

Utveckling för att tillvarata vindenergi med segel för framdrift pågår. Rotorsegel testades på en bil- och passagerarfärja i Finlandstrafiken under några år<sup>67</sup>. Det årsgenomsnittliga bidraget i framdrivningseffekt var

---

<sup>65</sup> (Next-generation ferries, Stena Line)

<sup>66</sup> <https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/2023-IMO-Strategy-on-Reduction-of-GHG-Emissions-from-Ships.aspx>

<sup>67</sup> Viking Line:s *Viking Grace*

207 – 282 kW eller ca 1 procent av fartygets maskineffektbehov vid servicefart, och bidrog med 231-315 ton besparing i drivmedel<sup>68</sup>. Fartyg och rutt är inte jämförbara, men jämfört mot Gotlandstrafikens årliga drivmedelsförbrukning motsvarar besparingen ca 0,5 procent. Vindenergi är mer lämpat på längre distanser.

Med ovan utveckling spås en effektivisering i fartyg på ca 10 procent till 2035 – 2050. Hur detta kan påverka olika drivmedelsbehov visas i bilaga B.

IMO förutspådde i sin rapport 2014 (IMO, 2014) en ökad bränsleeffektivitet avseende utsläpp av växthusgaser baserat på ökad användning av LNG inom utsläppskontrollerade områden (s k ECA, Emission Controlled Area) och beräknade 40-60 procents sänkning av utsläpp beroende på graden av användning av LNG. Dessa procentsiffror avser dock enbart bränsle och utsläpp och inte ökad effektivitet i skrov och framdriftssystem (maskiner och propellrar).

## 5.6 ANPASSAD FART

Efterfrågan på fossilfria drivmedel kommer att bli mycket stor från olika trafikslag. Gotlandstrafikens förbrukning av MGO för 2023 beräknades till 60 000 ton MGO vilket är cirka 25 % av bränsleförbrukningen inom svensk inrikessjöfart<sup>69</sup>. Det bör därför finnas incitament för att minska drivmedelsförbrukningen inför övergången till fossilfria drivmedel eftersom många aktörer har behov som överskrider utbudet.

För Gotlandstrafiken innebär en fartsänkning från 28 till 24 knop (ca 20 respektive 30 minuters förlängd överfartstid på Södra linjen respektive den Norra) en minskning i maskineffekt på ca 40 procent under maxfartssträckan eller ca 25 procents minskning i energi- och drivmedelbehov på maxfartssträckan under ett år. Sänkt drivmedelsbehov minskar även känsligheten för drivmedelspriser.

I en tidigare studie av Gotlandstrafiken redovisas att en fartsänkning på 1,5 knop kan ge 15 procents bränslebesparing<sup>70</sup>. En sänkning av farten till cirka 22-23 knop skulle potentiellt spara ca 150 miljoner kronor årligen och frigöra medel till investeringar i andra effektivitetshöjande och utsläppsminskande åtgärder och/eller inköp av dyrare, mer miljövänligt bränsle. Utsläppen minskar i samma grad som minskad drivmedelsförbrukning.

En fartsänkning kan även vara gynnsam ur vattenmiljöhänseende. Den mängd energi som behövs för att driva fram ett fartyg fortplantas bland annat i vattnet, där vågor kan skapa stranderosion och ljud störa vattenlevande organismer.

Enligt statistik på beställda fartyg<sup>71</sup> finns 15 stycken RoPax beställda för leverans 2024 – 2027 med en kapacitet som skulle kunna motsvara Gotlandstrafikens behov och med en längd som fysiskt skulle kunna medge en fart på 28 knop. Den högsta servicefarten hos dessa är 26 knop (2 st. RoPax) avsedda för en rutt på ca 10 timmar och fyra stycken med 25 knop avsedda för längre distanser på Medelhavet. En högre fart har alltså valts endast hos vissa och deras distans är längre än mellan Gotland och fastlandet.

Inga stora höghastighetsfärjor finns beställda enligt samma statistik. Rederi AB Gotland / Destination Gotland har tecknat en avsiktsförklaring om en HSC. Ett av de större varven av höghastighetsfärjor, Incat, utför ett bygge men där servicefarten blir 25 knop och mer som en konventionell RoPax. Se kapitel 5.9.6.

<sup>68</sup> (Independent Tests Confirm Norsepower Rotor Sail Savings on Viking Grace, Hellenic Shipping News, 2019)

<sup>69</sup> 223 458 ton år 2021 (Statistik över sjöfartens bränsleförbrukning 2018 och 2021: Underlag för beräkning av koldioxidutsläpp och övriga utsläpp, SMHI, 2022). Andelen 25% motsvarar även beräknat utsläpp av koldioxidkvivalenter från Gotlandstrafiken jämfört mot utsläpp inom svensk inrikessjöfart på 700 000 ton per år (Färdplan för fossilfri konkurrenskraft sjöfartsnäringen, 2019)

<sup>70</sup> (Gotlandstrafiken i statens regi, Transocean, 2021)

<sup>71</sup> (Nyhetsbrev 2024-02-29, Ferry Shipping News, 2024)



## 5.7 LEDTIDER I UTVECKLING OCH PRODUKTION

Ledtider i utveckling av ny teknik som bränslen och maskiner och implementering kan handla om minst 10 år. Planering av nybyggd färja till leverans tar ca 4-5 år vilket kan innebära 10-15 år från start av utveckling av ny teknik till leverans av fartyg med ny teknik. I avsnittet nedan om trender i framtida bränslen framgår att det kan bli utmanade att bygga ut full produktionskapacitet av fossilfria bränslen till 2035. För att beställa fartyg med nya fossilfria bränslen behöver tillgång på bränslen finnas innan rederierna vågar beställa fartygen.

Under förutsättning att Trafikverket löser ut de två optionsåren under den kommande koncessionen 2027-2037 påbörjas arbetet med nästa upphandling sannolikt cirka år 2031 och förfrågningsunderlaget publiceras cirka år 2033. Om optionen inte löses ut tidigareläggs dessa tidpunkter sannolikt med cirka två år. Fartyg har en total projekterings- och byggtid på ca 5 år. Om projektering av nya fartyg börjas i samband med vunnet avtal cirka 2034 kan de vara i drift cirka 2039. Tekniken de innehar är vad som finns framme i början av projekteringen, och har sannolikt utvecklats under minst 10 år innan dess, vilket innebär en teknik som har börjat testas runt 2024 – alltså den teknik som börjar testas vid tidpunkten för denna rapport. I detta ingår även bränslen.

I teknikutvecklingen ingår även utveckling och utbyggnad av produktionskapacitet av fossilfria bränslen. Om inte tillräcklig produktion av fossilfria bränslemängder byggs i tillräcklig takt kommer rederierna inte att våga satsa på en viss bränsleteknik i fartygen, och fartygsutvecklingen bromsas.

## 5.8 HAMNAR

Fartygens behov av ramper i hamnarna för lastning och lossning av bildäck kan begränsa trafiken på andra linjer. Till exempel har höghastighetsfärjorna av katamarantyp (dubbla skrov) bildäck på en högre nivå än hos RoPax vilket ställer krav på ramparrangemang i hamnar. Vissa RoPax-färjor kan lasta bilar utifrån i två nivåer samtidigt för snabbare lastning och lossning och behöver speciella ramper med specifika placeringar i hamnarna.

Autonom lastning och lossning av godstransporter skulle kunna öppna upp för rena RoRo-fartyg, medan autonoma fartyg inte bedöms ge någon effekt på operative kostnader.<sup>72</sup>

## 5.9 TRENDER I FRAMTIDA DRIVMEDEL

Valet av fossilfria drivmedel inom sjöfarten har inte landat i något specifikt drivmedel. Försök görs med olika typer av drivmedel beroende på fartygstyp, rutt, möjlighet till ombyggnad av befintligt tonnage och tillgång på drivmedel.

Flera aspekter finns i valet av drivmedel: kompatibilitet med maskinsystem, lagring ombord, säkerhetskrav hos klassningssällskap och myndigheter, förutsättningar för bunkring (säkerhet, bunkringstid kontra tillgänglig tid i hamn), transport från producent och tillgång och kostnad.

Hela livscykeln bör beaktas vid val av bränsle för att kunna kallas fossilfri, från produktion till förbränning, men utsläpp av växthusgaser vid produktion tillfaller andra sektorer än transportsektorn. Stora mängder fossilfri och hållbar el går åt för tillverkning av fossilfria drivmedel hos producenterna, de så kallade elektrolysörerna. För till exempel vätgas kan det gå åt dubbelt så mycket elenergi som den energi man vill tillverka för vätgas. Vätgasdrift i förbränningsmotorer marknadsförs i vissa fall som att det bara släpper ut vatten, men som i alla förbränningsprocesser bildas alltid kväveprodukter (NO<sub>x</sub>) från luftens kväveinnehåll.

---

<sup>72</sup> (Delrapport Konceptstudie Gotlandstrafiken, Steg 1-2. SSPA, 2019)

Hos vissa fossilfria bränslen skapas gaser med växthuseffekt. Allt detta behöver räknas in som koldioxidekvivalenter i valt bränsle och kommande utsläppshandel.

Basen till flera fossilfria drivmedel är vätgas, som sedan kan omformas till exempelvis e-metanol genom elektrolys med uppfångad av koldioxid i befintlig förbränningsprocess som till exempel fjärrvärme. I en kartläggning av anläggningar för produktion av vätgas är anläggningar som är i drift idag relativt små och används till industrianläggningars eget behov<sup>73</sup>. En elektrolysöranläggningens storlek brukar ges i måttet på elektrolyseffekten och för ett rederi i Gotlandstrafikens storlek behövs flera hundra megawatt (MW) för att täcka drivmedelsbehovet. Enligt ovan nämnda kartläggning är det mycket få av denna storlek som är planerade för att vara i drift 2026 eller senare, men det saknas uppgifter om produktionsvolym från start varför man kan anta att det kan dröja till efter 2030 till full produktionsvolym har nåtts.

Vissa rederier har tecknat samarbetsavtal med specifika anläggningar vilket tyder på att handeln med fossilfria drivmedel i framtiden inte kommer vara lika öppen som med dagens handel av fossila drivmedel, utan rederierna behöver teckna avtal med sina specifika leverantörer. Rederierna blir sannolikt beroende av en enstaka leverantör vilket kan skapa en känslighet i leveranser och priser om en leverantör inte kan uppfylla sina åtaganden.

Nedan görs en översikt på olika drivmedel som används och provas ut inom sjöfarten och färjor specifikt. Det finns ett flertal studier om olika framtida bränslen inom sjöfarten och deras miljöaspekter, bland annat (Studie på sjöartsområdet. Styrmedel och scenarier för sjöfartens omställning, IVL., 2022) samt rapporter som det refereras till nedan.

### 5.9.1 Drivmedel i Gotlandstrafiken

De två nya färjorna som trafikerar Gotland idag kan drivas antingen med MGO eller flytande naturgas (LNG) alternativt flytande biogas (LBG). LNG är likt MGO ett lågsvavligt bränsle och släpper ut ca 20% mindre koldioxid än MGO, men då LNG främst består av metan finns en s k *"methane-slip"* som innebär att oförbränd metan kan avges vid förbränningen samt att en viss avkokning från tankar till atmosfären finns, varför mängden utsläpp av växthusgaser inte blir mycket mindre än med MGO.

Under 2021 drevs fartygen med LNG med 10 procents inblandning av flytande biogas (LBG), men på grund av kraftiga prishöjningar som en följd av Rysslands anfallskrig mot Ukraina, anger Destination Gotland att man under 2022 tillfälligt gick över till MGO.<sup>74</sup> Destination Gotland tog fram en klimatfärdplan 2020 och enligt den ska rederiet minska utsläppen av koldioxid och till 2030 har man som mål att bunkra minst 30 procent flytande biogas (LBG).<sup>75</sup>

### 5.9.2 HVO

Detta drivmedel (Hydrotreated Vegetable Oil) är en syntetiskt framställd diesel från vegetabiliska oljor. Drivmedlet kan ersätta diesel (MGO) utan ombyggnad.

Genom att använda HVO istället för MGO eller HFO kan man förvänta sig stora potentiella miljövinster. Sett till drift och förbränning är HVO överlägset MGO och HFO och det bör inte heller framkalla några tekniska problem. HVO har dessutom god lagringsstabilitet, något som kan vara en stor akilleshäla för andra biobränslen. Det finns alltså inte några direkta driftmässiga skillnader som skulle vara till nackdel för HVO.<sup>76</sup> Ett dilemma i dagsläget är dock priset och hur en ökad efterfrågan ska kunna tillgodoses. Utbyggnad av produktionskapacitet pågår emellertid i Sverige, exempelvis har St1:s nya anläggning en planerad

<sup>73</sup> (Hoppet bubblar men inte elektrolysörerna, Ny teknik, 2024)

<sup>74</sup> (Hållbarhetsredovisning 2022 - En hållbar Gotlandsresa, Destination Gotland, 2023)

<sup>75</sup> (En hållbar Gotlandsresa, Destination Gotlands hållbarhetsarbete 2020, 2021)

<sup>76</sup> (Fördelar och nackdelar med HVO inom sjöfarten, Jonsson och Gustafsson, 2018)

produktionskapacitet på 200 000 ton per år<sup>77</sup>, men produktionen ska fördelas till olika trafikslag. Gotlandstrafikens behov är mellan 42 000 till 71 000 ton per år beroende på bland annat överfartstid och antal turer (se vidare i kapitel 7).

### 5.9.3 Vätgas

Vätgas är en multifunktionell energibärare som kommer att spela en stor roll i att ersätta fossila bränslen i framtiden.

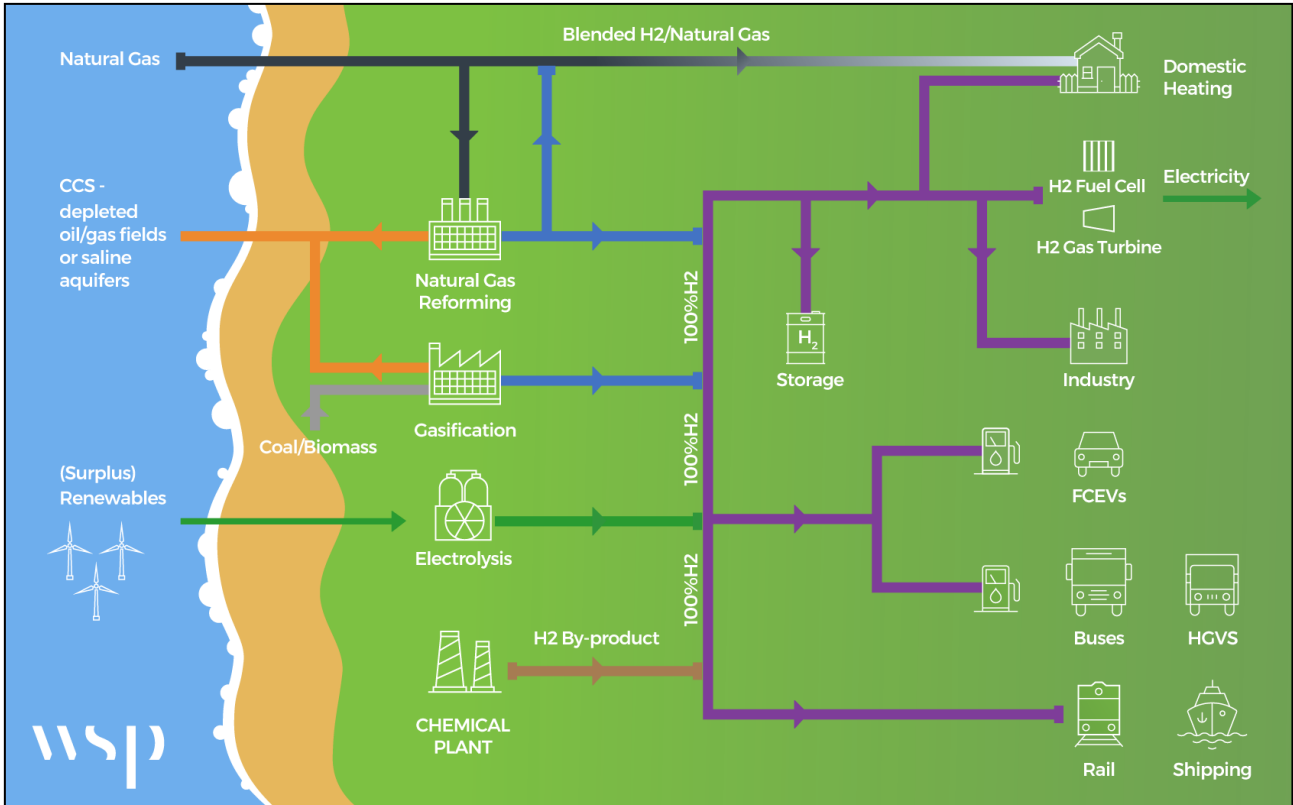
Vätgas finns i olika former av "fossilfrihet" beroende på källor och produktionsprocess och anges med färgbenämningar enligt Tabell 4 och Figur 20.

Vätgasen kan användas i sig som drivmedel men kan som grön vätgas även användas för att tillverka andra fossilfria drivmedelsprodukter genom elektrolys, s k elektorbränslen som e-metanol, e-ammoniak och e-SAF (flygbränsle). Tillverkningsprocessen är energikrävande och man behöver tillföra ca 1,5-2 ggr så mycket elenergi som man får ut i energi från vätgasen. Till detta tillkommer övrigt elenergi i tillverkningsprocessen samt förluster i elproduktion för tillverkningsprocessen och eldistribution, samt energi för att transportera och lagra vätgas.

Tabell 4. Färgkoder som anger vätgasens grad av fossilt ursprung och utsläpp av koldioxid vid produktion.

Benämning med färg	Tillverkningsmetod
<b>Grön</b>	Elektrolys av vatten genom användning av förnybar energikälla. Inga koldioxidutsläpp i produktion.
<b>Blå</b>	Producerad av fossila bränslen enligt Brun eller Blå metod men koldioxidutsläpp i tillverkningen fångas upp och lagras (Carbon Capture and Storage, CCS).
<b>Grå</b>	Producerat från metan eller naturgas genom förångning. Koldioxidutsläpp vid produktion.
<b>Brun / svart</b>	Producerat från kol genom gasificering. Koldioxidutsläpp vid produktion.

<sup>77</sup> (Miljö & Utveckling, 2023-11-22)



Figur 20. Olika sätt att tillverka vätgas och färgbenämning som anger ursprung och produktionsprocess.

Enligt en rapport från IVL har Sverige förhållandevis god tillgång till de resurser som krävs för att tillverka både vätgas och elektrobränslen. De främsta utmaningarna för storskalig användning av grön vätgas i Sverige är brist på infrastruktur för transmission och distribution, till exempel via gasledningar, och otillräcklig kapacitet för elförsörjning på vissa platser. Den refererade analysen indikerar att Sveriges efterfrågan på grön vätgas kan överstiga produktionskapaciteten fram till 2035, men att en omvänd situation kan uppstå efter 2045<sup>78</sup>.

Flera anläggningar för tillverkning av grön vätgas i Sverige är planerade för produktionsstart från 2025 och framåt (Uniper Botnialänken H2 och NorthStar H2, Liquid Wind Flagship One och Flagship Two, Green Steel). Till exempel Botnialänken H2 planeras ha en kapacitet på 12 000 ton vätgas per år (Uniper).

Vätgas kan antingen användas till bränsleceller för elproduktion ombord eller som drivmedel till maskiner.

Vätgasen lagras i komprimerad form med höga tryck på uppemot 700 bar eller som nerkyld i vätskeform vid  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Den senare innebär att energi till nerkyllning behöver finnas ombord förutom till framdrift.

Vätgasmolekylen är liten vilket innebär extra noggrannhet för att motverka läckage. Fartyg behöver sannolikt byggas nytt för detta drivmedel och ombyggnad av befintliga fartyg bedöms inte som ekonomiskt realistiskt.

Vätgas är brandfarligt och kan bilda explosiva blandningar med luft. Vid till exempel ett läckage i en packning är riskzonen 100 m och vid rör- eller slangbrott 300 m<sup>79</sup>. Beskrivna fall skulle kunna vara händelser till exempel vid bunkring av fartyg eller läckage ombord.

<sup>78</sup> (Ny rapport. Tydlig potential för vätgas och elektrobränslen i Sverige, IVL, 2024)

<sup>79</sup> (Farliga ämnen, MSB, 2024)

Idag består vätgasdrivna fartyg av mindre färjor exempelvis vägfärjor för kortare distanser, vilka exempelvis finns i Norge. Exempel på färjor som drivs med bränsleceller är två stycken beställda av norska rederiet Torghatten i februari 2024. Dessa är 120 m långa och har kapacitet för 700 passagerare och 120 personbilar. Vätgasen lagras i tankar i komprimerad form och används till bränsleceller för eldrift och 3,5 timmes överfart. Förbrukningen av e-vätgas anges vara 5-6 ton per dygn (ca 2 000 ton per år). Produktion av grön vätgas utförs av GreenH:s anläggning i Langstranda i Bodø och rederiet har tecknat ett 15-årigt leverantörskontrakt från och med 2025.<sup>8081</sup>

Rederi AB Gotland har presenterat koncept på en snabb RoPax (kapacitet 2000 passagerare, 600 personbilar) och en höghastighetsfärja (kapacitet 1650 passagerare, 450 personbilar) som ska drivas av vätgasmaskiner i form av gasturbiner som är under utveckling för detta drivmedel men som även ska kunna köras på andra drivmedel. Rederiet har tecknat ett samarbetsavtal med Green Steel och de anger att behovet av grön vätgas är 20 000 ton per år<sup>82</sup>, vilket motsvarar mängden vätgas som en hel stor vätgasanläggning kan producera per år.

Förutom att vatten bildas vid förbränningen bildas även NO<sub>x</sub> som vid all annan förbränning när luftens kväve reagerar med luftens syre. Vätgasen förbränns med högre temperatur i gasturbiner än med andra drivmedel och ger NO<sub>x</sub>-utsläpp i nivå med en dieselmotor<sup>83</sup>. Rening av avgaser från NO<sub>x</sub> kan behövas för att uppfylla utsläppskrav eller att utsläppsrätter behövs för att kompensera för utsläppen.

Avgasrening, som utförs med s.k. *skrubber* och används för olika typer av drivmedel, innebär att vatten som används för reningen släpps ut i havet. Skrubbevattnet bidrar till utsläpp av giftiga ämnen, havsförsurning och näringsämnen som bidrar till övergödning.<sup>84</sup>

Tekniken med vätgasdrivna gasturbiner är sällsynt inom sjöfarten. För metanol, som är ett relativt nytt bränsle inom sjöfarten, har det med traditionell teknik med kolmotorer tagit ca 10 år för att börja slå igenom. Gasturbindrift och samtidigt ett nytt bränsle i form av vätgas bedöms ha utmaningar och lång tid kvar till att vara fullt utvecklad teknik tillsammans med tillgång på grön vätgas om ca tio år (2035).

#### **5.9.4 Fossilfri metanol (e-metanol)**

Metanol är ett drivmedel som har kommit att få en ökande användning inom sjöfarten. Drivmedlet började testas på en RoPax 2015<sup>85</sup> men metanol har ännu inte slagit igenom som huvudsakligt drivmedel bland beställda färjor (se Figur 19). Befintliga fartyg kan byggas om, men det kan vara kostsamt. Energiinnehållet i metanol är ungefär hälften mot det i MGO, vilket betyder att tankarna behöver vara större eller att bunkring sker oftare.

Exempel på RoPax som förberetts för e-metanol är Wasaline:s *Aurora Botnia*. Denna är även ett exempel på rederiers samarbete med producenter av fossilfria bränslen. Här har Wasaline:s tecknat en avsiktsförklaring med e-metanolproducenten Liquid Wind och anläggningen Flagship Three i Umeå<sup>86</sup>.

Rederiet Maersk tar leverans av 18 metanoldrivna containerfartyg mellan 2024 och 2025. Det kan innebära att andra typer av sjöfart banar vägen för vilket fossilfritt drivmedel som blir dominerande, men rederierna

<sup>80</sup> (Myklebust secured an order for two new Torghatten Nord hydrogen ferries, Shippax, Februari 2024)

<sup>81</sup> (Torghatten Nord and GreenH have entered into a hydrogen delivery agreement, u.d.)

<sup>82</sup> (Gotlandsbolaget och H2 Green Steel samarbetar om grön vätgas till sjöfarten, 2023)

<sup>83</sup> Gasturbiner i drift på vätgas ger upp till tre gånger större utsläpp av NO<sub>x</sub> jämfört mot drift med naturgas i gasturbiner (Kawasaki Heavy Industries). Gasturbiner i drift på fossilt bränsle avger ca 16 gram NO<sub>x</sub> / kg bränsle medan dieselmotor avger 42 gram/kg bränsle (Trozzi, 1997).

<sup>84</sup> (Förbud skrubbrar i svenska vatten, IVL, 2023)

<sup>85</sup> Stena Lines *Stena Germanica*

<sup>86</sup> (Shippax, Wasaline, Liquid Wind and Umeå Energy sign Letter of Intent for the supply of eMethanol, March 20, 2024)

behöver i framtiden sannolikt teckna avtal med produktionsanläggningar för fossilfria bränslen eller ingå avtal med andra rederier, och inte som idag handla bränslen på den öppna marknaden.

Det finns en potential att genom bio-CCS kunna ta tillvara ca 9,8 miljoner ton biogen koldioxid som årligen släpps ut från våra kraftvärmeverk i Sverige, och ca 23 miljoner ton biogen koldioxid från pappersmassabruk<sup>87</sup>. Den biogena koldioxiden kan genom uppfångning kombineras med vätgas för att producera gröna vätebärande bränslen. Att producera dessa bränslen kräver dock både mycket elektricitet och mycket vatten, vilket skapar flera utmaningar. Skulle samtlig biogen koldioxid enbart från kraftvärmeverk användas för produktion av vätebärande bränslen (ej sannolikt) hade mängder per år enligt Tabell 5 ingått.

Tabell 5. Behov av vatten och el för tillverkning av e-metanol från koldioxidutsläpp från Sveriges alla kraftvärmeverk (hypotetiskt men ej sannolikt).

Koldioxid	Vatten (tillräckligt rent för elektrolysisprocess)	Elbehov	Syntes till e- metanol
9,8 miljoner ton	12,6 miljoner ton	51,2 TWh	4,4 miljoner ton
Som jämförelse: Sveriges totala elproduktion 2023 var 163 TWh.			

Flera anläggningar beskrivna i avsnittet om vätgas planerar även att tillverka e-metanol. Prognosen är följande:

- 2030: 1 miljoner ton per år
- 2035: 1,2 – 3,0 miljoner ton per år
- 2050: 3 – 10 miljoner ton per år

För tillverkning av 1 000 ton e-metanol behövs ca 2 000 ton infångad biogen koldioxid, ca 3 000 ton vatten och ca 12 GWh fossilfri el. Svensk vindkraft producerade i snitt ca 6 GWh per vindkraftverk<sup>88</sup> (Energimyndigheten, 2023).

Det i denna rapport beräknade behovet av e-metanol för Gotlandstrafiken för de olika trafikuppläggen varierar mellan 94 000 – 157 000 ton per år. År 2035 skulle det motsvara ca 3 – 13 % av den svenska produktionen beroende på prognosens utfall och val av trafikupplägg. Med fossilfri el i form av vindkraft skulle elbehovet motsvara en vindkraftpark på ca 15 – 25 vindkraftverk i ständig produktion.

### 5.9.5 Fossilfri ammoniak (e-ammoniak)

Detta drivmedel är för närvarande i experimentell användning och i pilotprojekt på FoU-nivå. Tekniken och systemen kring ammoniak är betydligt mindre mogna än för exempelvis vätgas.<sup>89</sup>

Ammoniak är en giftig och frätande gas och som även blir brandfarlig i slutna miljöer till exempel ombord på fartyg. Vid till exempel ett läckage från ett rör- eller slangbrott som skulle kunna ske vid bunkring, och i normalt väder, behöver man evakuera 600 m i vindriktningen och vid ogynnsamt väder 3 km i

<sup>87</sup> <https://www.energimyndigheten.se/klimat/ccs/fragor-och-svar-om-ccs-och-stodsystemet/>

<sup>88</sup> 34,1 TWh och 5497 vindkraftverk.

<sup>89</sup> (Gotlandstrafiken i statens regi, Transocean, 2021)

vindriktningen.<sup>90</sup> Med tanke på det stora koncentrerade personantalet som färjetrafik skapar och Gotlandstrafikens hamn centralt i Visby och Oskarshamn bedöms det olämpligt som bränsle för färjetrafik.

I en studie med livscykelanalyser för fartygsdrift med batterier och med tre elektrobränslen framkom att ammoniak kan ge varierande mängder utsläpp av lustgas, en mycket potent växthusgas med en uppvärmningseffekt som är mer än 200 gånger högre än uppvärmningseffekten av koldioxid. Bland miljöproblemen som kan kopplas till användning av ammoniak nämns övergödning, försurning och utsläpp av den kraftfulla växthusgasen lustgas.<sup>91</sup>

### 5.9.6 Batteridrift

Färjor med eldrift från batterier har idag inte den kapacitet som behövs för att klara en överfart till Gotland, men det sker en ständig utveckling av batterier bland annat på grund av den gröna omställningen. Förutom batterikapacitet behövs kraftiga laddningsstationer i hamnarna. Energidensiteten är lägre i batterier än i drivmedel och orimligt stora batteribankar skulle behövas ombord för Gotlandstrafiken. Eldrift med batterier skulle annars vara mycket effektivare sett till verkningsgrad räknat på hela kedjan från elgenerering till nyttiggjord energi i fartyget jämfört mot fossilfria drivmedel och förbränningsmotorer. Med batterier elimineras energi och förluster i kemisk tillverkningsprocess samt att elmotorer har bättre verkningsgrad än förbränningsmotorer

Ett exempel på batteridriven RoPax är en 130 m lång batteridriven färja med en kapacitet på 2 100 passagerare och 225 bilar som varvet Incat för närvarande bygger åt det argentinska rederiet Buquebus för trafik på Rio de la Plata. Färjan baseras på en av Incat:s typmodeller för höghastighetsfärjor, men som byggs för en reducerad "konventionell" fart på 25 knop då den ska förses med eldrift. Färjan kommer att få en batterikapacitet på 40 MWh, något som varvet beskriver som den största batteriinstallationen någonsin i ett fartyg. Batteriladdning utförs i hamn under 40 minuter med en eleffekt på 20 MW<sup>92 93</sup>. Detta motsvarar ca 10 procent av eleffektbehovet för en svensk stad med cirka 100 000 invånare<sup>94</sup>. För Visby stad med cirka 25 000 invånare skulle det motsvara cirka 40 procent av stadens eleffektbehov. En överslagsberäkning visar att energin i batterierna skulle räcka för en överfart på Gotlandstrafikens Norra linje om farten är cirka 18 knop under förutsättning att laddstation finns båda hamnarna. Om laddning endast kan ske i Nynäshamn behöver farten vara cirka 12 knop. Den långa överfartstiden innebär att färjor med dagens batteriteknik inte bedöms vara ett alternativ för Gotlandstrafiken. Därutöver bedöms en laddstation kräva en betydande del av Visbys stads eleffektbehov.

Stena Line annonserade 2021 om ett koncept Stena Electra med två batteridrivna RoPax-färjor mellan Göteborg och Fredrikshavn från och med 2030. Färjan är 200 m lång och har kapacitet för 1 500 passagerare och 3 000 längdmeter gods. Överfartstiden blir motsvarande den i nuläget på strax över 3 timmar, vilket motsvarar ca 18 knops fart (distans ca 100 km vilket är ca 2/3 av sträckan till Gotland). Batterikapaciteten blir uppemot 70 MWh och laddas i hamn under 1 timme med en högspänning och effekt på 40 MW.<sup>95</sup>

Ett exempel på genomfört projekt i Sverige med batteridrift är ombyggnaden till eldrift av färjorna *Aurora af Helsingborg* och *Tycho Brahe* som går i skytteltrafik på en 20 minuters överfart mellan Helsingborg och

<sup>90</sup> (Farliga ämnen, MSB, 2024)

<sup>91</sup> (How do variations in ship operation impact the techno-economic feasibility and environmental performance of fossil free fuels? A life cycle study, 2023)

<sup>92</sup> (Bergman, 2023)

<sup>93</sup> (Australian Shipbuilder Incat Tasmania to deliver the world's largest battery electric ship, Incat, 2023)

<sup>94</sup> (Eleffektplan 2022-2026, Helsingborgs Stad, 2022)

<sup>95</sup> (Maritimt Magasin, 2021)

Helsingör. Deras kapacitet är 1 250 passagerare och 240 personbilar och färjorna byggdes om till batteridrift 2017. Laddning sker i varje hamn vid varje anlöring. Dieselmaskineri finns kvar i reserv.

För att batteridrift ska räknas som fossilfri behöver elproduktionen härstamma från helt fossilfri framställning av el.

### **5.9.7 Atomdrift**

Ett annat sätt att producera el ombord är med kärnkraft från *Small Modular Reactor*, SMR. I Sydkorea har leverantörer tecknat ett samarbetsavtal för utveckling inom sjöfart.<sup>96</sup> Tekniken används i några utländska isbrytare men är annars ovanlig i fartyg och frågan är om den är ett lämpligt drivmedel inom färjesjöfart med passagerare.

---

<sup>96</sup> (World Nuclear News, 2023)



## 6 REFERENSSCENARIO

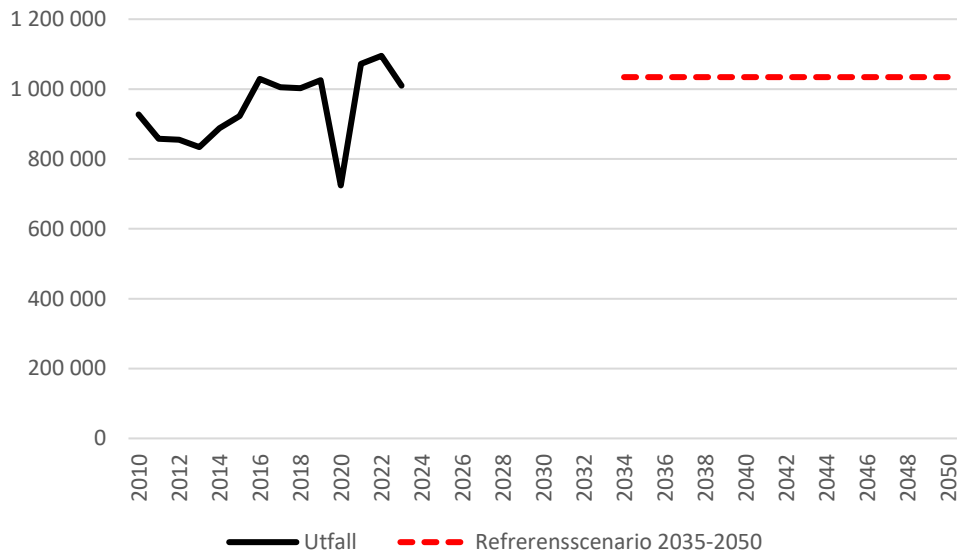
I det här kapitlet redovisas analysens referensscenario, det vill säga det scenario som utredningsscenarierna ska jämföras med. Referensscenariot är i princip en prognos för färjetrafik, befolkningsutveckling, turism och flyg samt klimatmålen. Referensscenariot baseras på senast kända data och en bedömning av ett troligt utfall utifrån de förutsättningar som är kända idag för perioden 2035 – 2050.

I referensscenariot antas att färjetrafiken i form av antalet avgångar och kapacitet är oförändrade. När det gäller priserna för överfart är dock osäkerheten stor, särskilt som färjetrafikens kostnader för drivmedel ökar på grund av skärpta klimatkrav. Även flyget kommer på grund av klimatkrav att möta betydande kostnadsökningar, vilket har bäring på valet mellan färja och flyg för personresor. Priset på flygbiljetter beror utöver kostnaderna på konkurrenssituationen, det vill säga hur många flygbolag som erbjuder linjer till och från Visby. Om ökade kostnader för Gotlandstrafiken förs över på passagerare påverkas resandet och för godstrafiken kan ökade fraktpriser innebära försämrade konkurrensmöjligheter. Osäkerheterna om framtida priser för passagerare gäller också förhållandet mellan priset på färja och flyg. Mot bakgrund av osäkerheterna görs ett förenklat antagande i referensscenariot om att resandet och godsefterfrågan ligger kvar på samma nivå som i nuläget.

### 6.1 UTVECKLING AV RESANDE

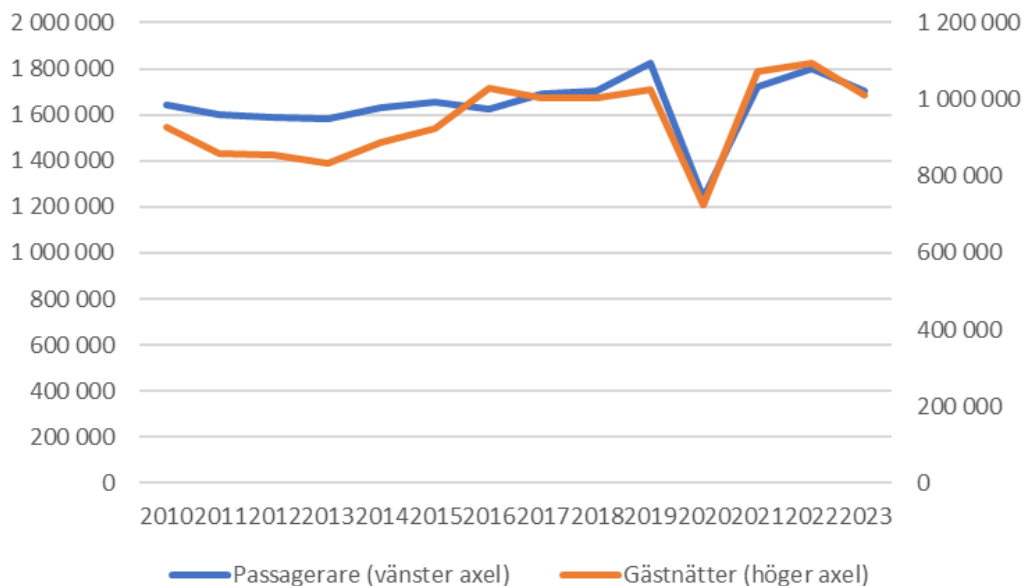
Antalet passagerare beror på resmönster för invånarna på Gotland och på antalet besökare. Befolkningen antas växa i de framskrivningar som tagits fram som underlag till Trafikverkets nya basprognos (bas 2024). När det gäller turism och deltidsgotlänningar saknas motsvarande prognoser. Mot bakgrund av att klimatkraven kommer att ha en betydande påverkan på trafikeringskostnaderna kan de ökade kostnaderna förväntas leda till höjningar av biljett- och fraktpriser. Den motverkande effekten innebär stora osäkerheter för utvecklingen av antalet resande.

En stor andel av passagerarna utgörs av besökare till Gotland. Antalet gästnätter har varierat mellan åren under perioden 2010-2023, vilket gör det svårt att dra ut en trend. När det gäller turismen antas antalet gästnätter vara oförändrat i förhållande till ett genomsnitt för de senaste fem åren exklusive pandemiåret 2020. I början av 2010-talet minskade gästnätterna för att öka 2014-2019. Under perioden 2010 – 2015 uppgick antalet gästnätter till cirka 881 000 i genomsnitt per år. Mellan 2014 och 2016 ökade antalet gästnätter till över en miljon och med undantag för 2020 förefaller därefter gästnätterna ha stabiliserats på en nivå omkring en miljon per år. För 2016 – 2023, exklusive 2020, var antalet gästnätter 1 034 143 i genomsnitt per år. I referensscenariot antas att antalet gästnätter fortsätter att ligga på samma nivå som 2016 – 2023, det vill säga på ett genomsnitt på drygt en miljon per år, se figur nedan.



Figur 21. Antalet gästnätter på Gotland per år. Utfall och referensscenario för 2035 – 2050. Källa: Tillväxtverket/statistik och analys.

Det är troligt att antalet passagerare kan komma att öka något trendmässigt, men mot bakgrund av antagandet om att antalet gästnätter ligger kvar på nuvarande nivåer, tillsammans med det starka samband som finns mellan turismen, mätt som antalet gästnätter, och antalet passagerare vilket framgår i figuren nedan antas resandet vara i princip oförändrat. I referensscenariot antas därför att antalet passagerare fortsätter att ligga på samma nivå som 2016 – 2023, det vill säga 1,73 miljoner i genomsnitt per år under perioden 2035-2050.



Figur 22. Antal passagerare och gästnätter 201-2023. Källor: Tillväxtverket och Trafikverket.

## 6.2 UTVECKLING AV GODS

Godstransporter mellan Gotland och fastlandet beror, dels på privat konsumtion på Gotland, dels på utvecklingen av näringslivet. Utvecklingen av hanterade antal ton i Gotlands hamnar har minskat under perioden 2019-2023.<sup>97</sup> I Trafikverkets basprognos väntas emellertid godshanteringen i Visby hamn växa med 2,8 procent per år under perioden 2019-2045. Det är en betydligt snabbare tillväxt, jämfört med den historiska utvecklingen av fraktade ton med färjorna i Gotlandstrafiken. Mellan 2004 och 2023 ökade antalet transporterade ton gods med cirka 1,2 procent per år i Gotlandstrafiken. Prognosen för Visby hamn gäller allt gods och utgörs av betydligt större volymer än det som fraktas med färja. År 2017 uppgick godsmängden via Visby hamn till cirka 2,2 miljoner ton<sup>98</sup>, varav cirka 0,64 miljoner ton fraktades med den upphandlade trafiken. Som nämnts ovan görs ett förenklat antagande i referensscenariot om att godsvolymerna med Gotlandstrafiken är oförändrade jämfört med 2023. Detta antagande prövas i utredningsscenarierna.

## 6.3 KLIMATKRAV

I referensscenariot antas att befintlig trafik upprätthålls och att den kravställda utsläppsminskningen kommer att nås. År 2035 kommer Gotlandstrafiken att ingå i utsläppshandeln och givet kravet i den nya koncessionen tillåts utsläppen uppgå till maximalt 126 000 ton fossila växthusgaser. För att uppskatta kostnaden för kvarvarande utsläpp kan koldioxidvärderingen i ASEK 8 användas.<sup>99</sup> Värderingen är skattad till 2 454 kronor per ton koldioxid år 2035 och härledd utifrån antagande om framtida priser på utsläppsrätter<sup>100</sup>. Den ger en kostnad för kvarvarande utsläpp på cirka 310 miljoner kronor för 2035. Det är dock inte känt hur kostnaden för utsläppsrätter, alternativt kostnaden för en övergång till fossilfria drivmedel, fördelas mellan staten och det rederi som driver trafiken under perioden 2027-2035, med möjlighet till förlängning i två år.

För att minska utsläppen till 2035 finns olika alternativ. Givet kraven på överfartstider för perioden 2027-2037, är dock möjligheterna att minska utsläppen genom långsammare överfart begränsade. Inblandning av flytande biogas (LBG) och HVO är alternativ som är möjliga för befintliga färjor. Nämnas kan att Destination Gotland har planer på att blanda in 30 procent förvätskad biogas senast år 2030 och därefter successivt öka andelen<sup>101</sup>. I vilken utsträckning färjorna kommer att drivas med fossilfria eller fossila drivmedel kommer att bero på prisförhållandet mellan olika drivmedel och priset på utsläppsrätter. I Wärtsiläs prisscenario för EU väntas kostnaden för biodrivmedel vara i paritet med fossila alternativ redan år 2035.<sup>102</sup> Till 2050 kommer sjöfarten att behöva nå nollutsläpp<sup>103</sup>, vilket innebär att endast fossilfria framdriftsalternativ är möjliga.

I en parallell delstudie studeras tillgängligheten med flyg och där framkommer att Gotland har ett avstånd, både till Bromma och Arlanda, som gör att det skulle vara möjligt att i framtiden använda elflyg eller hybridflyg för förbindelserna<sup>104</sup>. I förhållande till Stockholm ligger Visby på ett flygavstånd som tillverkarna

<sup>97</sup> (Hamnstatistik 2019-2023, Sveriges Hamnar, 2024)

<sup>98</sup> (Resande, gods och boende samt andra förutsättningar för Gotlandstrafiken. Underlag för att beskriva effekter och konsekvenser för boende och näringsliv av förändrad Gotlandstrafik, WSP, 2021)

<sup>99</sup> (Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn, ASEK 8.0 Trafikverket, 2024a).

<sup>100</sup> Till år 2050 beräknas priset vara 4 319 kronor per ton.

<sup>101</sup> (En hållbar Gotlandsresa, Destination Gotlands hållbarhetsarbete 2020, 2021)

<sup>102</sup> Priset på utsläppsrätter tillsammans med EU:s krav på minskad koldioxidintensitet höjer priset på fossila drivmedel till samma nivå som för fossilfria. (Sustainable fuels for shipping by 2050 – the 3 key elements of success, Wärtsilä, 2024)

<sup>103</sup> Antagandet är att sjöfarten inte kommer att kunna kvitta kvarvarande utsläpp år 2050 med kompletterande åtgärder, se (PM Förutsättningar för fordon, drivmedel och körkostnader i Basprognos 2024, Trafikverket, 2024b, s. 2).

<sup>104</sup> Tillgänglighetsanalys med flyg till och från Gotland genomförs av Jean-Marie Skoglund, Trafikverket.

räknar med att små elflyg kan klara inom några år. Utvecklingen av kommersiellt elflyg ligger dock längre fram i tiden. I likhet med färjetrafiken kommer klimatkraven att höja kostnaderna för flygtrafik som använder fossila drivmedel.

Jämfört med nuläget kommer kostnaderna för färjetrafik att stiga betydligt oavsett om fartygen drivs med fossila drivmedel eller fossilfria alternativ. I tabellen nedan redovisas kostnaderna för fartygsdrift baserat på drivmedelskostnaderna i ASEK 8.0 för åren 2023, 2035 och 2050. De tidsberoende kostnaderna antas vara reall oförändrade över tid, medan drivmedelskostnaderna ökar. Drivmedelskostnaderna återspeglas i de distansberoende kostnaderna och till 2035 beräknas de distansberoende kostnaderna öka till det dubbla (med en faktor 2,1) jämfört med referensåret 2023 (se tabell nedan). Givet ett antagande om allmän bränsleeffektivisering på 1,3 procent per år (ASEK 8.0, s. 116) blir emellertid kostnadsökningen något mindre, men ändå betydande jämfört med referensåret 2023 (en ökning med faktor 1,8). År 2050 bedöms drivmedelskostnaderna vara nästan 4 gånger så höga som i nuläget. Oavsett om aktiva åtgärder vidtas år 2035 för att minska de fossila utsläppen eller inte, kommer kostnaderna att vara betydligt högre än under referensåret 2023. I de följande beräkningarna antas inte allmän bränsleeffektivisering<sup>105</sup>.

Tabell 6 Operativa kostnader för fartygsdrift i Gotlandstrafiken 2023, 2035 och 2050, miljoner kronor (prisnivå 2019)

År	Operativa fartygskostnader			Operativa fartygskostnader (inkl. bränsleeffektivisering <sup>67</sup> )		
	Tidsberoende	Distansberoende <sup>1</sup>	Summa	Tidsberoende	Distansberoende <sup>1</sup>	Summa
<b>2023</b>	129	343	472	129	343	472
<b>2035</b>	129	731	860	129	625	754
<b>2050</b>	129	1 257	1 386	129	883	1 012

Not: <sup>1</sup>Inklusive kostnader för internalisering av växthusgasutsläpp.

En konsekvens av kostnadsökningarna är att priserna för överfart kommer att öka över tid. Det är dock svårt att förutsäga hur stor andel av prisökningen som kommer att föras över på passagerare och godskunder. Mot bakgrund av att kostnadsökningar är att vänta även för flyget kan den primära effekten av höjda priser bli färre resor (snarare än överflyttning av färjeresenärer till flyg). Studier som gjorts av Bornholmstrafiken antyder att priskänsligheten hos färjeresenärer kan vara relativt låg<sup>106</sup> och kan ligga på cirka 0,1. (En priselasticitet på 0,1 innebär att en 10 procentig prishöjning ger en procents minskat resande). Den låga priskänsligheten innebär att sannolikheten är större för att kostnader förs över än om priskänsligheten är hög. Destination Gotland har dock att förhålla sig till indexreglerade takpriser för gotlänningar och gods, vilket innebär att prishöjningarna i nuvarande avtal bara kan höjas inom vissa ramar. Fri prissättning råder emellertid för övriga resenärer. Eftersom turutbudet inte kan dras ner mer än till de miniminivåer som förutsätts i avtalet sätter det gränser för hur mycket rederiet är villigt att höja priserna när färjorna inte är fullbokade.

För godskunder påverkar höjda fraktpriser konkurrensförhållandet mellan gotländska företag och fastlandsföretag i branscher som är konkurrensutsatta. Det saknas dock effektsamband för att bedöma hur höjda fraktpriser påverkar godstransportvolymerna. Däremot har det gjorts analyser av konsekvenser för den gotländska ekonomin av minskad export. I en regionalekonomisk analys som togs fram 2023 beräknades effekterna på sysselsättningen och Gotlands ekonomi av en 5 respektive 10 procentig

<sup>105</sup> Den bränsleeffektivisering som ASEK hänvisar till baseras bland annat på en övergång till andra drivmedel, exempelvis till LNG, se (IMO, 2014) och kapitel 5.5. Mot bakgrund av att drivmedelsalternativ ingår i analyserna i denna studie, används inte antagandet om trendmässig bränsleeffektivisering i den fortsatta analysen.

<sup>106</sup> (Samhällsekonomisk värdering av trafikanteffekter av färjetrafik till och från Gotland, Inregia AB och TR Projektutveckling AB, 2005)

minskning av export av gotländsk jordbruks- och livsmedelsproduktion<sup>107</sup>. Analysen kom fram till att de antagna minskningarna av jordbruks- och livsmedelsproduktion kunde leda till att antalet arbetstillfällen på Gotland minskar med 80 respektive 160 personer och att bruttoregionprodukten (BRP) minskar med 0,2 respektive 0,5 procent.

## 6.4 ENERGI- OCH DRIVMEDELSBEHOV

I referensscenariot antas att antal resande och godsmängder är oförändrade och att överfartstid och turtäthet är oförändrat.

Två av de befintliga senaste Gotlandsfärjorna är byggda 2018 och 2019 och har en teknisk livslängd fram till ca 2060-2070, och kan vara aktuella för trafik i framtidsscenarioet 2035-2050 (då 15-30 år gamla). Den äldre färjan som trafikerade 2023 är byggd 2003 och har en bedömd livslängd till ca 2040-2050.

Trafiken ser ut enligt följande med snabba RoPax motsvarande dagens trafik med färjemodell SF 1650 eller motsvarande:

- Lågsäsong:
  - Norra och Södra linjen delar under lågsäsong på 2 st. snabba RoPax
  - 4 avgångar per dygn och hamn på Norra linjen
  - 2 avgångar per dygn på Södra linjen.
- Högsäsong:
  - Norra och södra linjen har totalt 3 st. snabba RoPax
  - Norra linjen har 6 avgångar per hamn och dygn
  - Södra linjen har 4 avgångar per hamn och dygn

Baserat på ovanstående och antalet överfarter under referensåret 2023 har energibehovet beräknats, se tabell nedan.

Tabell 7. Beräknat energibehov, referensscenario.

	Antal färjor	Energiinnehåll köpt drivmedel GWh per år
<b>Snabb RoPax SF1650 eller motsvarande</b>	3	716

Behovet av drivmedel i tusen ton per år (kilo-ton) visas i tabellen nedan. Utöver MGO som är det drivmedel som antas i referensscenariot redovisas även flytande naturgas (LNG), förvätskad biogas (LBG) och HVO eftersom dessa drivmedel är möjliga alternativ i befintliga färjor.

Tabell 8. Beräknade mängder av drivmedel beroende på typ av drivmedel, referensscenario.

Drivmedel	Kilo-ton per år
<b>MGO</b>	60
<b>LNG</b>	52
<b>LBG</b>	54
<b>HVO</b>	59

<sup>107</sup> ( Regionalekonomiska effekter av höjda biljett- och fraktpriser på Gotlandsfärjorna, WSP på uppdrag av Region Gotland, 2023)

## 7 UTREDNINGSSCENARIER

I detta kapitel redovisas de utredningsscenarier som analyseras och de effekter scenarierna förväntas ha jämfört med referensscenariot på tillgänglighet, inklusive resenärsvolymer, restider och resenärskostnader, samhällsekonomiska kostnader och klimat- och miljöpåverkan.

Inledningsvis redogörs för utmaningarna år 2035 och framåt.

### 7.1 UTMANINGAR 2035 OCH FRAMÅT

I Trafikverkets regeringsuppdrag från år 2021<sup>108</sup> anges att färjetrafiken bidrar med tillgänglighet för godstrafik, tillgänglighet för personer som inte har så bråttom och för personer som behöver ta med bilen samt för kapacitet under sommarsäsongen och för att säkerställa trafik under lågsäsong.

I referensscenariot antas: oförändrad trafikering med upphandlad trafik, liknande servicenivå som i nuläget (tidtabell och överfartstid) och att resandet och godsvolymer ligger kvar på ungefär samma nivå som i nuläget. Klimatkraven kommer dock att sätta press på kostnaderna för att upprätthålla dagens nivå på tillgänglighet. Energieffektivisering av överfarten minskar de operativa kostnaderna för fartygsdrift, men innebär ökad tidsåtgång. Andra förändringar som kan komma att påverka tillgängligheten mellan Gotland och fastlandet är förknippade med åtgärder för att minska färjornas utsläpp av växthusgaser och den upphandlade trafikens kapacitet.

Åtgärder för att minska färjornas utsläpp av växthusgaser kan vara:

- Energieffektivisering av överfart
- Byte till fossilfritt drivmedel
- Nya fartyg med fossilfri framdrift

Färjornas kapacitet kan utmanas av:

- Att dagens färjor inte är tillräckliga vid längre överfartstid eller minskat turutbud (samma dygnsbehov skall tas på färre turer)
- Ett ökat resande, exempelvis fler besökare under högsäsong
- Stigande godstransportefterfrågan. Ökad livsmedelsproduktion på Gotland som går på export och större leveranser av livsmedel till Gotland.

Utmaningarna har formulerats i följande utredningsscenarier:

- Fossilfria drivmedel och fartygsteknik
- Energieffektiv överfart
- Kapacitetsstark fartygsflotta
- Ökat resande och gods

Utredningsscenarierna studerar konsekvenser av åtgärder för att bemöta utmaningarna. I scenariot *Fossilfria drivmedel och Fartygsteknik* studeras olika alternativ för att minska färjetrafikens klimatpåverkan. *Energieffektiv överfart* illustrerar möjligheten att genom energieffektivisering minska effekten av

<sup>108</sup> (Analys av alternativa modeller för färjetrafik till Gotland, Trafikverket, 2021a)

kostnadsökningar. Effekten av *Ökat resande och gods* redovisas i termer av behov av fartyg och energiförbrukning.

Tabell 9 Översikt av scenarier givet oförändrat resande och gods

Scenario	Servicefart, knop	Fartygstyper	Turer/år	Drivmedels åtgång	Kostnader och nyttor
<b>Fossilfria drivmedel</b>	28 knop	SF1650	2 846	2 fossila & 4 fossilfria drivmedel	2 fossila & 4 fossilfria drivmedel
<b>Energieffektiv överfart</b>	24 knop	RoPax 1650	2 846	2 fossila & 4 fossilfria	Tidsvärde, MGO, miljö
<b>Kapacitetsstark fartygsflotta</b>	24 knop	RoPax 2300	2 303	2 fossila & 4 fossilfria	Tidsvärde, MGO, miljö
<b>Känslighetsanalys</b>	28 knop	RoPax 1650	2 689		Tidsvärde, MGO, miljö

I kommande avsnitt studeras konsekvenserna av utredningsscenarierna i förhållande till referensscenariot.

## 7.2 FOSSILFRIA DRIVMEDEL OCH FARTYGSTEKNIK

Genomgången i tidigare kapitel visar att det finns en rad fossilfria drivmedel som kan vara aktuella för Gotlandstrafiken. De drivmedel som bedömts vara tänkbara är<sup>109</sup>:

- Förvätskad biogas (LBG)
- HVO (biodiesel)
- e-Vätgas
- e-Metanol

I tabellen redovisas en jämförelse mellan MGO, LNG och de fossilfria drivmedelsalternativ som ingår i analysen. Även om fartygen under vissa år drivits med LNG antas MGO representera referensscenariot.

Tabell 10 Drivmedelsbehov, utsläpp av fossil koldioxid från överfart och operativa kostnader år 2035 (2019 års priser)

Drivmedel	Tusen ton drivmedel per år	Fossil CO <sub>2</sub> -e, ton per år	Operativa kostnader, mkr
<b>MGO (referensscenario) <sup>1</sup></b>	60,4	194 000	860
<b>Flytande naturgas LNG<sup>1</sup></b>	52,3	144 000	750
<b>Förvätskad biogas LBG</b>	53,8	0	1 150
<b>HVO (biodiesel)</b>	58,6	0	1 260
<b>e-vätgas</b>	21,5	0	1 230
<b>e-metanol</b>	130,2	0	1 300

Not: <sup>1</sup>åtgärds-kostnader för internalisering av växthusgasutsläpp är inkluderade i rederiets kostnader.

I scenariot fossilfria drivmedel och fartygsteknik föreligger samma nivå på turutbud och överfartstid som i referensscenariot oavsett val av drivmedel, vilket innebär en bibehållen tillgänglighet för resenärer och gods.

<sup>109</sup> Se avsnitt 5.9 för argument för varför batteridrift och ammoniak bedömts vara mindre lämpliga

Åtgärds kostnader för internalisering av utsläpp av växthusgaser ingår i referensscenariots operativa kostnader för drivmedel. Det innebär att kostnadsskillnaden minskar mellan fossila och fossilfria alternativ. Drivmedelskostnaderna för såväl biodrivmedel som e-bränslen ligger högre än de kostnader för drivmedel för MGO som bedöms uppkomma i referensscenariot år 2035. Om HVO100 används innebär det en beräknad ökning av de operativa kostnaderna på nära 50 procent jämfört med MGO år 2035. Det går inte att utesluta att en del av effekten av ökade kostnader för biodrivmedel förs över på resenärer och gods. Det ska dock framhållas att prisnivåerna är mycket osäkra och att effekten på de operativa kostnaderna av övergång till ett annat drivmedel beror på priset förhållandet mellan olika drivmedel.

För MGO baseras kostnaderna på ASEK:s schablon (drivmedelspris inklusive åtgärds kostnad, det vill säga merkostnaden för att internalisera kostnaden för utsläpp av fossila växthusgaser). Utan internalisering kan energikostnaden vara 2-5 gånger högre för fossilfria jämfört med kostnaden för fossila alternativ. Utsläppshandeln gör att prisskillnaden minskar mellan fossila och fossilfria drivmedel. Vissa bedömare menar att det kan råda kostnadsparitet mellan internaliserade kostnader för fossila drivmedel och biodrivmedel år 2035. Ovan används Wärtsiläs bedömningar<sup>110</sup> av förhållandet mellan drivmedelspriset per energienhet för att uppskatta de operativa kostnaderna i relation till ASEK:s åtgärds kostnadsbaserade drivmedelspriser.

För att ta hänsyn till att ny teknik i fartygen kan öka kostnaden för fartyg som drivs med e-bränslen, har ett tillägg på kapitalkostnaden gjorts med 20 procent, vilket baseras på en uppskattning av merkostnaden för "dual-fuel"-fartyg jämfört med fartyg som enbart kan drivas med MGO<sup>111</sup>. Kapitalkostnaden utgör en komponent av ASEK:s distansberoende kostnader (här antagen vara 20 procent av den distansberoende kostnaden). Eftersom kostnader för ny teknik är osäkra, kan kostnaden vara högre än vad som antagits ovan.

För att klara kravet i upphandlingen på en reduktion av växthusgaser med 30 procent till 2035 kommer, under förutsättning att liknande fartyg används som 2023, inblandning att behövas av fossilfria alternativ. Det kommer att höja de operativa kostnaderna proportionellt mot vald inblandning.

Vid en övergång från fossilt till fossilfritt drivmedel behöver även bunkringsmöjligheter och drivmedelstillgång beaktas. Bunkringsmöjligheterna för biodrivmedel (HVO eller LBG) bedöms vara relativt goda. Bunkring med dessa drivmedel erbjuds redan idag på marknaden. I Gotlandstrafiken har exempelvis förvätskad biogas (LBG) blandats in för att minska utsläppen vid LNG-drift. Tillgången på tillräckliga mängder HVO och LBG är dock osäker, men nämnas kan att mängden förvätskad biogas har ökat snabbt under senare år.<sup>112</sup> När det gäller elektrobränslena är osäkerheterna stora avseende framtida tillgång och bunkringsmöjligheter. För e-vätgas kompliceras distributionen av att vätgasen behöver förvätskas. Lösningar finns för distribution av förvätskad LNG och LBG (temperatur på -160 grader Celsius), men utmaningarna för vätgas är sannolikt större då lägre temperatur krävs (-253 grader Celsius) och att extra noggrannhet behöver iakttas för att motverka läckage.

I likhet med referensscenariot kommer kostnaden för att bedriva färjetrafik mellan Gotland och fastlandet att öka jämfört med nuläget. Uppskattningarna av nivåerna och förhållandet mellan drivmedel är dock osäkra. Trots att kostnader för internalisering för de fossila alternativen har beaktats, bedöms de operativa kostnaderna för HVO och LBG vara högre än motsvarande för de fossila alternativen år 2035. Det är sannolikt att kostnaden för biodrivmedlen HVO och LBG fortsatt ligger högre än för de fossila alternativen, men skillnaderna mellan fossila och fossilfria drivmedel minskar över tid, vilket kan förklaras av att redan införda styrmedel och planerade styrmedel kommer att höja kostnaden för fossila drivmedel. År 2050

<sup>110</sup> (Sustainable fuels for shipping by 2050 – the 3 key elements of success, Wärtsilä, 2024, s. 17)

<sup>111</sup> Wärtsilä (2024) refererar till uppskattningar gjorda av OECD.

<sup>112</sup> (Produktion av biogas och rötrest och dess användning år 2022, Energigas Sverige, 2023)



kommer inte fossila drivmedel, det vill säga MGO eller LNG att vara möjliga eftersom det inte längre utfärdas utsläppsrätter.

### 7.3 ENERGIEFFEKTIV ÖVERFART

Drivmedelskostnaderna kommer att allt mer dominera de operativa kostnaderna i tidsperspektivet 2035 och framåt. Genomgången i kapitel 4 visade att fartygen i Gotlandstrafiken har en hög energiåtgång i förhållande till RoPax-färjor som trafikerar andra destinationer i ett internationellt perspektiv, vilket har att göra med att färjorna i Gotlandstrafiken håller en högre hastighet. Lägre fart skulle spara energi, reducera utsläppen och minska drivmedelskostnaderna för färjetrafiken. Dessa fördelar behöver vägas mot nackdelarna av att överfartstiden förlängs och att tillgängligheten med färja därmed minskar. I tidigare utredningar har en rad olika alternativa överfartstider analyserats<sup>113</sup>. Den förlängning av överfartstiden med tillhörande energibesparing som studeras nedan har valts utifrån en bedömning av vad som kan vara acceptabelt, under förutsättning att klimatpåverkan minskar från överfarten.

I den intervjustudie som genomfördes 2019 med cirka 3 400 resenärer på Gotlandsfärjorna (cirka 1 500 under sommarsäsong och cirka 1 900 under hösten) och som refererades i kapitel 4 fick respondenterna ta ställning till hur de förhöll sig till längre överfartstid om det samtidigt kunde minska utsläppen av växthusgaser (biljettpiserna antogs vara oförändrade).<sup>114</sup> Av resultaten framkom att på Norra linjen (Nynäshamn) kunde 78 procent av respondenterna acceptera 25 minuters förlängd restid om utsläppen minskar. På den Södra linjen (Oskarshamn) svarade 79 procent att de kunde acceptera 21 minuters förlängd restid om det innebär en utsläppsminskning. I redovisningen av resultaten framgår dock inte om det var någon skillnad mellan olika gruppers svar (gotlänningar, deltidsgotlänningar, övriga resenärer).

En förlängd överfartstid påverkar även godstransporterna. I Trafikverkets godsflödesanalys<sup>115</sup> framkommer att företrädare för verksamheter som använder den upphandlade trafiken för godstransporter anger att frekventa avgångar till och från Gotland är den viktigaste parametern vid planering och utförande av transporter. En annan viktig faktor som lyfts är leveransprecision. Av de tillfrågade företrädarna för de branscher som är beroende av den upphandlade trafiken verkar byggbranschen vara den minst känsliga för förlängda överfartstider. Även om inte överfartstiden anges som den mest kritiska faktorn lyfter godskunderna i vissa verksamheter (särskilt livsmedel) att tidspassning i logistikkedjor på fastlandet är avgörande. Förseningar och ändringar i tidtabellen kan resultera i viten och ökar kostnaderna för produktionsplanering i gotländska företag. Anpassning till ändrade förutsättningar kan skilja sig mellan olika företag och branscher, men för samtliga aktörer är framförhållning vid eventuella förändringar viktig för en smidig anpassning och för omförhandling av leveransavtal<sup>116</sup>.

Tidigare genomförda studier kommer fram till att det för godskunder är viktigt med framförhållning vid ändringar och att en längre överfartstid på upp till en halvtimme kan godtas av nära 80 procent av resenärerna givet att utsläppen minskar. Det finns ingen generell avtalslängd att ta som riktmärke för vad som kan vara tillräcklig framförhållning för en smidig anpassning för godstrafiken, det kan variera mellan aktörer, men en rimlig tid för anpassning kan vara cirka 2-3 år.

<sup>113</sup> (Delrapport Konceptstudie Gotlandstrafiken, Steg 1-2. SSPA, 2019)

<sup>114</sup> (Gotlandstrafiken 2019 - resvanor och preferenser, Origo Group på uppdrag av Trafikverket, 2019)

<sup>115</sup> (Godsflödesanalys Gotland, Trafikverket, 2020)

<sup>116</sup> (Resande, gods och boende samt andra förutsättningar för Gotlandstrafiken. Underlag för att beskriva effekter och konsekvenser för boende och näringsliv av förändrad Gotlandstrafik, WSP, 2021)

### 7.3.1 Beräknat behov av fartyg, energi- och drivmedelsbehov

Med energieffektiv överfart antas att servicefarten sänkas från 28 till 24 knop vilket ger 30 minuters restidsförlängning på den Norra linjen och 20 minuter på den Södra.

Om turtätheten hålls oförändrad och färjekapaciteten utgörs av RoPax med fart 24 knop (fart enligt konventionell RoPax) och med kapacitet motsvarande dagens färjemodell SF1650, men med sänkt fart erhålls följande:

- Lågsäsong:
  - Norra och Södra linjen delar under lågsäsong på 2 st. snabba RoPax
- Högsäsong:
  - Norra och södra linjen har totalt 3,6 färjor i effektiv drift. Rent praktiskt kan det innebära 4 färjor där den fjärde är delvis i trafik.

Färjeflottans drivmedel till huvudmaskiner och hjälpmaskiner har beräknats till värden enligt tabell nedan.

Tabell 11. Beräknat energibehov.

	Antal färjor	Energiinnehåll köpt drivmedel GWh per år
<b>Konventionell RoPax, 24 knop kapacitet motsvarande SF 1650</b>	3,6 (4)	553

Behovet av drivmedel i tusen ton per år (kilo-ton) visas i tabellen nedan.

Tabell 12. Beräknade mängder av drivmedel per år beroende på drivmedel

Drivmedel	Kilo-ton per år
<b>MGO</b>	47
<b>LNG</b>	40
<b>LBG</b>	42
<b>HVO</b>	45
<b>e-Vätgas</b>	17
<b>e-Metanol</b>	101

### 7.3.2 Samhällsekonomisk analys

För att väga kostnadsbesparingarna av minskad drivmedelsåtgång mot längre överfartstid används samhällsekonomisk analys. I samhällsekonomiska analyser värderas restid med ett tidsvärde som anger kostnaden för den uppoffring människor upplever av att förflytta sig mellan två platser. Effekten av längre överfart för gods värderas med godstidsvärde.

Samhällsekonomisk kalkyl har gjorts av att restiden förlängs med 30 minuter på den Norra och 20 minuter på den Södra linjen. En längre restid innebär en större restidsuppoffring, vilket påverkar tidskostnaden

(generaliserad kostnad) för resan. Med restidsvärdet 188,4 kronor per timme<sup>117</sup> ökar restidsuppföringen med 15,4 procent på den Norra linjen och med 11,4 procent på den Södra linjen, se tabell nedan.

Tabell 13 Generaliserad kostnad för referensscenario och energieffektiv överfart år 2035, kronor i 2019 års priser

Linje	Referensscenario, GK	Energieffektiv överfart, GK	Procentuell förändring
Norra Linjen	612	709	+15,4
Södra Linjen	549	612	+11,4

Om den elasticitet på 0,1 som gäller Bornholmstrafiken används för att ta hänsyn till att en del resenärer antingen avstår från att resa eller väljer flyget, minskar antalet resenärer med cirka 1,4 procent, se tabell nedan.

Tabell 14 Antalet resenärer i referensscenario och i scenario energieffektiv överfart år 2035, minskning absolut och i procent

Linje	Referensscenario	Energieffektiv överfart	Minskat antal resenärer	Procentuell minskning
Norra Linjen	1 285 263	1 265 490	-19 773	-1,5%
Södra Linjen	420 181	415 379	-4 802	-1,1%
Summa	1 705 444	1 680 869	-24 575	-1,4%

De effekter som beräknats i den samhällsekonomiska kalkylen av energieffektiv överfart tyder på att nyttan av de beräknade effekterna av minskade utsläpp och lägre kostnader för fartygsdrift inte fullt ut kompenserar de ökade tidskostnaderna för passagerare och gods år 2035, se tabell nedan.

Tabell 15 Referensscenario (28 knop) jämfört med Scenario Energieffektiv överfart (24 knop), samhällsekonomisk kalkyl år 2035, miljoner kronor (2019 års priser)

	Referensscenario	Energieffektiv överfart	Skillnad
Restidsuppföring överfart, passagerare	897	1 157	-260
Tidsberoende kostnader, rederi	129	144	-15
Avståndsberoende kostnader <sup>1</sup> , rederi	731	560	171
Tidsvärde, gods, varuägare	14	16	-2
Luftföroreningar (NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> )	126	97	30
<b>Summa beräknade effekter</b>			<b>-76</b>
<b>Ej prissatta effekter</b>		Tidsvärdet för resa med färja troligen överskattad	
		Anpassning av logistik	

Not: <sup>1</sup>ätgårdskostnader för internalisering av växthusgasutsläpp är inkluderade i rederiets kostnader.

<sup>117</sup> Viktat genomsnitt för 93 procent privata och 7 procent tjänsteresor med ASEK:s restidsvärde för färja på 167,4 kr/h för privata ärenden och 467,3 kr/h för tjänsteresenärer år 2035.

Beräkningarna för 2035 som baseras på kalkylvärdena i ASEK 8.0 innebär att kostnaden för restidsuppostringen blir större än nyttan av minskade operativa kostnader (inklusive åtgärds-kostnader för internalisering av växthusgasutsläpp) och luftföroreningar. Det går dock inte att dra slutsatsen att kalkylen nödvändigtvis är olönsam. Slutsatsen är snarare att nyttorna och kostnaderna ungefär tar ut varandra. Restidsvärdet för färja är enligt ASEK:s rekommendation detsamma som för en långväga bilresa och är det restidsvärde som har använts i beräkningarna. Mot bakgrund av att färjeresan till Gotland möjliggör andra aktiviteter under färd, kan det rekommenderade restidsvärdet betraktas som relativt högt. Som en jämförelse kan nämnas att restidsvärdet för tågresa är 15 procent lägre än restidsvärdet för bil (gäller både privat- och tjänsteresenärer) eftersom den tid som tillbringas på tåg möjliggör arbete och andra aktiviteter. För rederiet ökar de tidsberoende kostnaderna, men i förhållande till den betydligt större besparingen av kostnaderna för drivmedel (avståndsoberoende kostnad) ger den längre överfartstiden en besparing netto.

Om kalkylen gäller ett senare år (när utsläppspriset ökat ytterligare) beräknas bränslekostnaderna väga upp restidsnyttorna. Brytpunkten för lönsamhet (givet ett högt tidsvärde) ligger på en åtgärds-kostnad på 3,25 kr/kg CO<sub>2</sub>e. Enligt de åtgärds-kostnader som tillämpas i ASEK 8.0 kommer denna nivå att nås år 2041. Effektivisering blir således allt mer lönsam ju längre fram i tiden beräkningen gäller.

Tillämpning av ett högt restidsvärde för den tillkommande restiden som i genomsnitt uppgår till 28 minuter per resa överskattar sannolikt kalkylens restidsuppostring. I kalkylen har effekten på i genomsnitt 25 minuters längre transporttid beaktats med godstidsvärde. Därutöver uppkommer kostnader för varuägare och godstransportörer för att passa in transporterna i förändrade logistikkedjor. För vissa aktörer är anpassningskostnaden låg eller nära noll, medan andra kan behöva förhandla om leveransavtal, eller lägga om produktionen. Anledningen till att den genomsnittliga tiden ökar mer för passagerare än för gods beror på att andelen resenärer är större på den Norra än på den Södra linjen. För gods gäller det motsatta.

Tabell 16 Genomsnittlig restid för passagerare och genomsnittlig transporttid per lastat ton, minuter

	Referensscenario	Energieffektiv överfart	Förändring
Restid i genomsnitt per passagerare	190	218	28
Transporttid per lastat ton	184	209	25

För att illustrera effekterna på utsläpp av koldioxid och kväveoxider redovisar tabellen nedan de beräknade storleksordningarna år 2035.

Tabell 17 Utsläpp av koldioxid (CO<sub>2</sub>) och kväveoxider (NO<sub>x</sub>) i referensscenariot och i scenariot energieffektiv överfart år 2035

	Ton CO <sub>2</sub>	Ton NO <sub>x</sub>
SF 1650 (28 knop) + MGO	194 000	1 500
SF 1650 (24 knop) + MGO	148 000	1 152
SF 1650 (24 knop) + LNG	110 000	5,85

För att klara kravet i upphandlingen på en reduktion av växthusgaser med 30 procent till 2035 kommer, under förutsättning att MGO används, inblandning att behövas av fossilfria alternativ. Det kommer att höja de operativa kostnaderna proportionellt. Vid LNG-drift minskar utsläppen mer. I beräkningen ovan av utsläpp från LNG har dock ingen hänsyn tagits till avgång av metan så kallad "metanslip".

## 7.4 KAPACITETSSTARK FARTYGSFLOTTA

En annan möjlighet att effektivisera fartygsdriften mellan Visby och fastlandet är att ta till vara på stordriftsfördelar genom att trafikera linjerna med större fartyg. För att inte överstiga energiåtgången i referensscenariot antas att maxfarten sänks från 28 till 24 knop, vilket ger 30 minuters restidsförlängning på den Norra linjen och 20 minuter på den Södra jämfört med referensscenariot.

Turtätheten minskas enligt följande:

- Norra linjen:
  - Högsåsong från 6 till 4 turer per hamn och dygn
  - Lågsåsong från 4 till 3 turer per hamn och dygn
- Södra linjen:
  - Högsåsong från 4 till 3 turer per hamn och dygn
  - Lågsåsong oförändrat 2 turer per hamn och dygn

För att kunna upprätthålla regelbunden trafik på båda linjerna är reduktionen större på den Norra linjen som i utgångsläget har ett större utbud. Minskat antal turer innebär att varje avgång måste ha större färjekapacitet för att täcka dygnsbehovet. Cirka 3 st. (2,8) färjor med nedan kapacitet behövs:

- 2 300 passagerare
- ca 700 bilar
- 1 050 längdmeter gods

Det större personbilsantalet innebär att tiden i hamn ökar vilket ytterligare påverkar antal avgångar per dygn vilket i sin tur påverkar den styckvisa färjekapaciteten. I beräkningen har tiden i hamn för lastning och lossning av personbilar antagits öka från 45 minuter till cirka 75 minuter. Den större bilkapaciteten ställer även krav på hamnanläggningar med hamnramp till övre bildäck ("Link span") i alla hamnar och ökad kapacitet hos anslutande trafiknät för att minska risken för köer, vilket annars förlänger hamntiden med turlisteförseningar som följd.

Antal längdmeter för kapacitetsstark flotta är mindre än idag (1745 längdmeter), då dagens färjor har en överkapacitet på längdmeter för gods.

På årsbasis innebär antagandena nära 20 procent färre turer jämfört med referensscenariot, se tabell nedan.

Tabell 18 Antal enkelturer i referensscenariot och scenariot Kapacitetsstark fartygsflotta

Linje	Referensscenario*	Kapacitetsstark fartygsflotta	Minskat antal turer	Procentuell minskning
Norra Linjen	1 873	1 391	482	-26%
Södra Linjen	973	912	61	-6%
Summa	2 846	2 303	543	-19%

\*Not i referensscenariot ingår 288 turer utöver antalet enligt punktlistan ovan. Dessa 288 "extraturer" antas kvarstå och trafikera den Norra linjen.

### 7.4.1 Beräknat behov av fartyg, energi- och drivmedel

Färjeflottans behov av drivmedel till huvudmaskiner och hjälpmaskiner beräknades till värden enligt tabellerna nedan.

Tabell 19. Beräknat energibehov.

	Antal färjor	Energiinnehåll köpt drivmedel GWh per år
<b>Konventionell RoPax, 24 knop kapacitet 2300 passagerare, 700 bilar, 1065 längdmeter gods</b>	2,8 (3)	514

Tabell 20. Beräknade mängder av drivmedel beroende på typ av drivmedel för scenariot Kapacitetsstark fartygsflotta

Drivmedel	Kilo-ton per år
<b>MGO</b>	43
<b>LNG</b>	38
<b>LBG</b>	39
<b>HVO</b>	42
<b>e-Vätgas</b>	15
<b>e-Metanol</b>	94

Drivmedelsförbrukningen givet MGO minskar med nära 17 000 ton per år. En servicefart på 24 knop i kombination med färre turer minskar utsläppen med cirka 64 500 ton per år, givet att MGO används som drivmedel. I tabellen nedan redovisas effekten på de årliga utsläppen av växthusgaser och kväveoxider.

Tabell 21 Utsläpp av koldioxid (CO<sub>2</sub>) och kväveoxider (NO<sub>x</sub>) i referensscenariot och scenariot kapacitetsstark fartygsflotta år 2035

	Ton CO <sub>2</sub>	Ton NO <sub>x</sub>
<b>SF 1650 (28 knop) + MGO (referensscenariot)</b>	194 000	1 500
<b>SF 2000 (24 knop) + MGO &amp; (kapacitetsstark)</b>	129 500	1 005
<b>Skillnad</b>	64 500	495

Kravet i upphandlingen på en reduktion av växthusgaser med 30 procent till 2035, kommer inte att nås fullt ut om MGO används som drivmedel.

## 7.4.2 Samhällsekonomisk analys

För att väga de positiva effekterna på drivmedelsåtgång och minskade utsläpp mot längre överfartstid och minskad turtäthet används samhällsekonomisk analys. Utöver längre överfartstid bedöms det minskade turutbudet påverka resandet. För Gotlandstrafiken har turtäthetselasticitet skattats empiriskt i en tidigare studie.<sup>118</sup> Elasticiteten estimerades till 0,3, vilket betyder att en tioprocentig minskning av turtätheten uppskattas ge 3 procent färre resenärer. Författarna till studien bedömde att elasticiteten kan tillämpas på minskad turtäthet, men att storleksordningen behöver betraktas som osäker. Den tidigare skattade elasticiteten används för att beräkna effekten i förhållande till referensscenariot. Beräkningarna antyder att turtäthetsminskningen ger cirka 130 000 färre resenärer per år. Effekten av den minskade turtäten redovisas separat för respektive linje, se tabell nedan.

<sup>118</sup> (Samhällsekonomisk värdering av trafikanteffekter av färjetrafik till och från Gotland, Inregia AB och TR Projektutveckling AB, 2005)

Tabell 22 Antal resenärer per år i referensscenariot och scenariot Kapacitetsstark fartygsflotta

Linje	Referensscenario	Kapacitetsstark fartygsflotta	Minskat antal resenärer	Procentuell minskning
Norra Linjen	1 285 263	1 186 038	-99 225	-8%
Södra Linjen	420 181	387 742	-32 439	-8%
<b>Summa</b>	<b>1 705 444</b>	<b>1 573 780</b>	<b>-131 664</b>	<b>-8%</b>

Restidsuppostringen ökar både på grund av längre överfartstid och förändrad turtäthet. Den sammanlagda restidsuppostringen uppgår till en kostnad på cirka 245 miljoner kronor år 2035. Av samma skäl som ovan är restidsuppostringen sannolikt överskattad eftersom restidsvärdet för färja inte beaktar att färjeresan möjliggör andra aktiviteter under färd. För rederiet blir nettoeffekten på de tidsberoende kostnaderna positiv. Detta trots att de tidsberoende kostnaderna ökar på grund av längre överfartstid och längre tid i hamn. De beräkningsbara effekterna visar på ett negativt kalkylresultat. Om kalkylen hade gällt ett senare år (när utsläppsrättspriset ökat ytterligare) beräknas bränslekostnaderna väga upp restidsnyttorna. Effektivisering genom kapacitetsstark fartygsflotta blir mer lönsam ju längre fram i tiden beräkningen gäller.

När det gäller de icke prissatta effekterna kan nämnas att det relativt sett höga restidsvärdet överskattar restidsuppostringen. Därutöver finns effekter som påverkar i motsatt riktning eftersom det uppkommer kostnader för godstransportörer och varuägare av längre överfartstid och färre turer. Längre överfartstider har värderats med godstidsvärden, men det saknas kalkylvärden för gods för effekter på logistikkedjor och turtäthet, vilket innebär att vissa effekter för godstransportörer och varuägare endast kan bedömas kvalitativt. Kostnader som bedöms uppstå beror främst på att transporterna behöver anpassas till ett nytt logistikupplägg, vilket i regel innebär initiala anpassningskostnader. Längre överfartstider bedöms innebära anpassningskostnader för att passa in transporterna i förändrade logistikkedjor och färre turer kan öka kostnaderna för lagring. Den ökade färjekapaciteten kan även föranleda kostnader för att anpassa hamninfrastrukturen till större färjor.

Tabell 23 Referensscenario jämfört med scenario kapacitetsstark fartygsflotta, miljoner kronor år 2035 (2019 års priser)

	Referensscenario	Kapacitetsstark fartygsflotta	Skilnad
Restidsuppostring överfart, passagerare	897	1 141	-244
Restidsuppostring turtäthet, passagerare		108	-108
Tidsberoende kostnader, rederi	129	126	3
Avståndsberoende kostnader <sup>1</sup> , rederi	731	531	200
Tidsvärde, gods, varuägare	14	16	-2
Luftföroreningar (NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> )	126	91	36
<b>Summa beräknade effekter</b>			<b>-116</b>
<b>Ej prissatta effekter</b>		Anpassning av logistik	
		Ökade lagringskostnader	
		Behov av utbyggd infrastruktur i hamn	

Not: <sup>1</sup>Åtgärds kostnader för internalisering av växthusgasutsläpp är inkluderade i rederiets kostnader.

### 7.4.3 Känslighetsanalys av utbudsändring lågsäsong

För att sätta förändringarna i perspektiv har en känslighetsanalys genomförts där turtätheten minskar i en mindre omfattning än ovan och med samma överfartstid och fartyg som i referensscenariot. Känslighetsanalysen antar en marginell förändring med minskad turtäthet under lågsäsong. Turutbudet minskar med två enkelturer per vecka och linje (78 turer per linje och år) dras in, se tabell.

Tabell 24 Antal enkelturer i referensscenariot och med minskad turtäthet

Linje	Referensscenario*	Känslighetsanalys turtäthet	Minskat antal turer	Procentuell minskning
Norra Linjen	1 873	1 795	78	-4%
Södra Linjen	973	895	78	-8%
<b>Summa</b>	<b>2 846</b>	<b>2 689</b>	<b>157</b>	<b>-6%</b>

\*Not I referensscenariot ingår 288 turer utöver antalet enligt punktlistan ovan. Dessa 288 "extraturer" antas kvarstå och trafikera den Norra linjen.

Antalet resenärer under lågsäsong påverkas av att turutbudet minskar, se tabell nedan.

Tabell 25 Antal resenärer per år, under lågsäsong i referensscenariot och känslighetsanalys med minskad turtäthet i lågsäsong

Linje	Referensscenario helår	Referensscenario lågsäsong	Känslighetsanalys lågsäsong	Minskat antal resenärer	Procentuell minskning helår
Norra Linjen	1 285 263	606 450	593 903	-12 547	1,0%
Södra Linjen	420 181	161 919	158 569	-3 350	0,8%
<b>Summa</b>	<b>1 705 444</b>	<b>768 369</b>	<b>752 472</b>	<b>-15 897</b>	<b>0,9%</b>

Känslighetsanalysens minskning av turtätheten, men bibehållen överfartstid ökar visserligen restidsuppföringen jämfört med referensscenariot, men effekten är liten i förhållande till kombinationen av restidsändringen i kombination med minskad turtäthet. Rederiets kostnader minskar och färre turer sparar in utsläpp av luftföroreningar. De beräkningsbara effekterna visar på ett positivt kalkylresultat. Det saknas dock tidsvärden för effekter på turtäthet för gods, vilket innebär att effekten för godstransportörer och varuägare endast kan bedömas kvalitativt. Kostnader som bedöms uppstå beror främst på att transporterna behöver anpassas till ett nytt logistikupplägg. En liten minskning i linje med känslighetsanalysen bedöms vara samhällsekonomiskt lönsam redan i tidsperspektivet 2035.

Tabell 26 Referensscenario jämfört med känslighetsanalys med marginellt minskad turtäthet, miljoner kronor år 2035 (2019 års priser)

	Referensscenario	Känslighetsanalys turtäthet	Skilnad
Restidsuppföring överfart, passagerare	897	897	0
Restidsuppföring turtäthet, passagerare		34	-34
Tidsberoende kostnader, rederi	129	122	7
Avståndsoberoende kostnader <sup>1</sup> , rederi	731	692	39
Tidsvärde, gods, varuägare	14	14	0
Luftföroreningar (NO <sub>x</sub> , NH <sub>3</sub> )	126	120	6
<b>Summa beräknade effekter</b>			<b>19</b>
<b>Ej beräknade effekter</b>		Anpassningskostnader för varuägare.	

Not: <sup>1</sup>åtgärds-kostnader för internalisering av växthusgasutsläpp är inkluderade i rederiets kostnader.



## 7.5 ÖKAT RESANDE OCH STÖRRE GODSVOLYMER

Förändringar i omvärlden kan komma att påverka Gotland och innebära att antalet invånare ökar snabbare än i befolkningsframskrivningarna som redovisades i avsnitt 4.3 Befolkning. En snabbare befolkningsökning förväntas påverka resandet och godstransporterna. Det skärpta säkerhetsläget innebär satsningar på försvaret, vilket kan medföra fler försvarsanställda på ön och att personal behöver rekryteras från andra delar av Sverige. En annan tänkbar händelseutveckling som kan påverka befolkningsutvecklingen är att konflikter i närområdet leder till att stora flyktingströmmar berör Gotland. Ytterligare en faktor som kan påverka antalet invånare är att de förbättrade möjligheterna att distansarbete, vilket gör att fler deltidsgotlänningar flyttar permanent till Gotland.

Om även turismen ökar, kommer resandeökningen att koncentreras till den tidsperiod på året färjetrafiken ligger nära kapacitetsgränsen. Fler besökare från södra Europa, kan emellertid sprida ut resandet under högsäsong med en ökning förlagd till augusti och första halvan av september.

Givet ökat resande och större godsvolymer har justeringar gjorts av fartyg och antal turer per år. Konsekvenser redovisas för drivmedelsåtgång.

Tabell 27 Översikt av beräkningar givet Ökat resande och större godsvolymer

Ökat resande och större godsvolymer	Hastighet	Fartyg	Turer/år	Drivmedelsåtgång
Färjetrafik med bibehållen servicenivå	28 knop	SF1650	2 988	2 fossila & 4 fossilfria
	28 knop	SF 2000	2 846	2 fossila & 4 fossilfria
Energieffektiv överfart	24 knop	RoPax 2200	2 846	2 fossila & 4 fossilfria
Kapacitetsstark fartygsflotta	24 knop	RoPax 2800	Har ej beräknats	Har ej beräknats

### 7.5.1 Färjetrafik med bibehållen servicenivå

Ökning i resande och gods mellan 2035-2050 har beräknats till 20 procent som ett snitt under året. Ökningen under högsäsong kan antas vara större och under lågsäsong mindre men det saknas underlag för att dela upp ökningen under året.

Med oförändrad överfartstid och turtäthet har två alternativ beräknats baserat på kapacitet hos snabb RoPax motsvarande färjemodell SF 1650 givet 20 procent större resande och godsvolymer:

- Lågsäsong:
  - Norra och Södra linjen delar under lågsäsong på 2 st. snabba RoPax
  - 4 avgångar per dygn och hamn på Norra linjen
  - 2 avgångar per dygn på Södra linjen.
- Högsäsong:
  - Norra och södra linjen har totalt 4 st. snabba RoPax men effektivt är det 3,6 fartyg i drift vilket betyder att 1 fartyg är delvis i trafik.
  - Norra linjen har 6 avgångar per hamn och dygn
  - Södra linjen har 4 avgångar per hamn och dygn

Ett annat alternativt där större färjor (SF2000) ingår kan utgöras av följande kapacitet:

- 2000 passagerare
- 600 bilar
- 1050 längdmeter gods

Trafiken givet större färja kan då se ut som i referensscenariot och utgöras av följande:

- Lågsäsong:
  - Norra och Södra linjen delar under lågsäsong på 2 st. snabba RoPax
  - 4 avgångar per dygn och hamn på Norra linjen
  - 2 avgångar per dygn på Södra linjen.
- Högsäsong:
  - Norra och södra linjen har totalt 3 st. snabba RoPax.
  - Norra linjen har 6 avgångar per hamn och dygn
  - Södra linjen har 4 avgångar per hamn och dygn

Hänsyn har tagits till att hamntiden ökar om 600 bilar ska lastas och lossas. I beräkningen har tiden i hamn för lastning och lossning av personbilar antagits öka från 45 minuter till cirka 60 minuter. Även hamnanläggningar och anslutande trafiknät kan bli mer belastade med köer som följd, vilket kan förlänga hamntiden och ge turlisteförseningar.

Antal längdmeter för det större fartyget är mindre än idag (1745 längdmeter), då dagens färjor har en överkapacitet på längdmeter för gods.

Färjeflottans energibehov av drivmedel till huvudmaskiner och hjälpmaskiner beräknades till värden enligt tabellen nedan.

Tabell 28. Beräknade energibehov för ökad efterfrågan och bibehållen servicenivå.

	Antal färjor	Energiinnehåll köpt drivmedel, GWh per år
<b>Snabba RoPax motsvarande SF 1650</b>	3,6 (4)	754
<b>3 st. snabba RoPax "2000"</b>	3	863

Behovet av drivmedel i tusen ton per år (kiloton) visas nedan.

Tabell 29. Beräknade mängder av drivmedel beroende på typ av drivmedel för ökad efterfrågan och bibehållen servicenivå

Drivmedel	Kilo-ton per år	
	Snabb RoPax motsvarande SF 1650	Snabb RoPax "2000"
<b>MGO</b>	64	73
<b>LNG</b>	55	63
<b>LBG</b>	57	65
<b>HVO</b>	62	71
<b>e-Vätgas</b>	23	26
<b>e-Metanol</b>	137	156

Trafikering med färjor av samma storlek som i nuläget ökar drivmedelsbehovet i mindre utsträckning jämfört med referensscenariots 60 000 ton, än om man sätter in färre, men större snabba RoPax (SF2000).

I en jämförelse utfördes en överslagsberäkning med en fartygsflotta som under högsäsong består av 2 stycken snabba RoPax (28 knop) med kapacitet för 2 000 passagerare och 600 personbilar och 2 stycken höghastighetsfärjor (fart 37 knop <sup>119</sup>) med kapacitet för 1 600 passagerare och 450 personbilar, jämfört mot 4 stycken snabba RoPax (SF 1600) under högsäsong. Det totala drivmedelsbehovet per högsäsongsdugn är 12 procent lägre med alternativet snabba RoPax och höghastighetsfärjor. Höghastighetsfärjan har något mindre kapacitet än snabb RoPax i detta exempel, men den hinner med en extra tur per dygn på vardera linjen tack vare högre fart. Dygnskapaciteten på passagerare respektive personbilar med mixen höghastighetsfärjor och snabba RoPax blir dock 2 respektive 8 procent lägre än med enbart snabba RoPax. Höghastighetsfärjan har även begränsningen att den tar mindre gods än snabb RoPax, vilket betyder att de snabba RoPax färjorna behöver ta mer last av gods på dess avgångar. Ovan beräkning illustrerar ett exempel på en kombinerad flotta under högsäsong och vilket utfall det kan få för drivmedelsförbrukningen. Andra exempel återfinns i Konceptstudien<sup>120</sup> där man räknat på helårstrafik.

## 7.5.2 Energieffektiv överfart

Med energisnål överfart har maxfarten sänkts från 28 till 24 knop vilket ger (25) 30 minuters restidsförlängning på den Norra linjen och 20 minuter på den Södra.

Turtätheten är oförändrad.

Färjekapaciteten beräknades till effektiv drift av 3,7 st. (4) konventionella RoPax medföljande kapacitet:

- 2200 passagerare
- 670 personbilar
- 1050 längdmeter gods

Det större personbilsantalet per färja än idag (500 st.) innebär att tiden i hamn beräknas öka till ca 75 minuter. Den större bilkapaciteten ställer även krav på hamnanläggningar med ramper för effektiv lastning och lossning, och anslutande trafiknät för att minska risken för köer, vilket annars kan förlänga hamntiden med turlisteförseningar som följd.

Färjeflottans behov av drivmedel till huvudmaskiner och hjälpmaskiner beräknades till värden enligt tabellerna nedan.

Tabell 30. Beräknade energibehov för energieffektiv överfart med större resande- och godsvolymer.

	Antal färjor	Energiinnehåll köpt drivmedel GWh per år
<b>Konventionell RoPax, 24 knop kapacitet 2200 passagerare, 670 bilar, 1065 längdmeter gods</b>	3,7 (4)	650

<sup>119</sup> Som referens användes Molslinjens *Express 5* med data enligt [www.faktaomfartyg.se](http://www.faktaomfartyg.se).

<sup>120</sup> (Delrapport Konceptstudie Gotlandstrafiken, Steg 1-2. SSPA, 2019)

Tabell 31. Beräknade mängder av drivmedel beroende på typ för energieffektiv överfart med större resande- och godsvolymer.

Drivmedel	Kilo-ton per år
MGO	55
LNG	47
LBG	49
HVO	53
e-Vätgas	20
e-Metanol	118

### 7.5.3 Kapacitetsstark fartygsflotta

Kapacitetsstark fartygsflotta som möjliggör 20 procent färre turer med en ett ökat resande och gods och samtidigt sänkt fart och färre avgångstider (till exempel 4 st. under högsäsong på Norra linjen) har beräknats. Beräkningarna resulterar för den Norra linjen i två stycken färjor med kapacitet på cirka 2 800 passagerare och 800 personbilar vilket bedöms bli för stort avseende maximal fartyglängd i Visby hamn och trafikbelastning på anslutande trafiknät. Inga fortsatta analyser gjordes av detta fall.

## 7.6 SAMMANFATTNING AV SCENARIER

Tabellen nedan sammanfattar beräkningarna av det årliga drivmedelsbehovet för scenarierna och de fartygsflottor som har tagits fram i analyserna.

Tabell 32 Fartygsflotta, servicefart och årlig drivmedelsåtgång (1000 ton) av fossila och fossilfria drivmedel efter scenario

	Oförändrat resande och godsvolymer			Ökat resande och godsvolymer		
	Fossilfria drivmedel <sup>1</sup>	Energieffektiv överfart	Kapacitetsstark flotta	Bibehållen servicenivå	Energieffektiv överfart	
<b>Fartygsflotta</b>	3 st. SF 1650	3,6(4) st. SF 1650	2,8 (3) st. RoPax 2300	4 (3,6) st. SF 1650	3 st. SF 2000	3,7 (4) st. RoPax2200
<b>Servicefart (knop)</b>	28	24	24	28	28	24
<b>Antal turer per år</b>	2 846	2 846	2 303	2 988	2 846	2 846
<b>MGO (1000 ton)</b>	60	47	43	64	73	55
<b>LNG (1000 ton)</b>	52	40	38	55	63	47
<b>LBG (1000 ton)</b>	54	42	39	57	65	49
<b>HVO (1000 ton)</b>	59	45	42	62	71	53
<b>e-vätgas (1000 ton)</b>	21	17	15	23	26	20
<b>e-metanol (1000 ton)</b>	130	101	94	137	156	118

Not: <sup>1</sup> Drivmedlet MGO motsvarar antagandena i referensscenariot.

Drivmedelsförbrukningen är beroende av servicefart och antal turer. Scenariot *Energieffektiv överfart* med samma fartygsflotta och turutbud som i referensscenariot, men med 24 istället för 28 knops servicefart

minskar det årliga drivmedelsbehovet med nästan 25 procent. I scenariot *Kapacitetsstark fartygsflotta* minskar turutbudet med 20 procent, vilket kräver större fartyg, men för att inte överskrida drivmedelsbehovet i referensscenariot har servicefarten anpassats till 24 knop. Scenariot *Kapacitetsstark fartygsflotta* minskar drivmedelsbehovet något mer än scenariot *Energieffektiv överfart*. *Fossilfria drivmedel* (LBG, HVO, e-vätgas, e-metanol) möjliggör uppfyllande av krav på utsläppsminskningar av växthusgaser i perspektivet 2050. Vid val av fossilfritt drivmedel behöver även bunkringsmöjligheter och drivmedelstillgång beaktas. Bunkringsmöjligheterna för biodrivmedel (HVO eller LBG) finns redan i idag och bedöms vara realistiska alternativ i tidsperspektivet till 2035. När det gäller e-bränslena kan de vara aktuella längre fram.

De operativa kostnaderna för fossilfria drivmedelsalternativ bedöms vara högre än de operativa kostnaderna för fossila drivmedel år 2035. Detta gäller även om hänsyn tas till åtgärds-kostnader för internalisering av utsläpp av växthusgaser (internalisering är beräknad inklusive kostnader för utsläppsrätter). Över tid ökar emellertid kostnaden för utsläppsrätter och därför också för fossila drivmedel. De samhällsekonomiska kalkyler som gjorts av scenarierna *Energieffektiv överfart* och *Kapacitetsstark fartygsflotta* för år 2035 tyder på att kostnaden för restidsupphoffingen blir större än nyttan av minskade operativa kostnader och luftföroreningar. Det går dock inte att dra slutsatsen att kalkylerna nödvändigtvis är olönsamma. Om kalkylerna gäller senare år än 2035 (när utsläppsrättspriset ökat ytterligare) beräknas besparingen i drivmedelskostnader väga upp effekten på restidsnyttorna. Effektivisering blir således allt mer lönsam ju längre fram i tiden beräkningen gäller. Men redan i tidsperspektivet 2035 är en marginell neddragning av turutbudet under lågsäsong samhällsekonomiskt lönsam enligt känslighetsanalysen.

Omvärldsförändringar kan få till följd att resande- och godsvolymer ökar, vilket för att klara kapaciteten under högsäsong innebär behov av en större fartygsflotta. Bibehållen servicenivå kan åstadkommas antingen med en extrainsatt snabb RoPax under högsäsong eller genom att tre större snabba RoPax (SF 2000) trafikerar året runt. Energimässigt är en extrainsatt färja under högsäsong att föredra. Om den extrainsatta färjan inte kan chartras ut under lågsäsong, tillkommer emellertid kostnader för uppläggning som kan göra alternativet med en extrainsatt färja mindre attraktivt. Om gods- och resandevolymer ökar med 20 procent ger energieffektivisering av överfarten minskad energiåtgång. Detta gäller även jämfört med referensscenariot där trafikering sker med mindre färjor i högre hastighet samt oförändrat resande och godsvolymer. Vid den antagna efterfrågeökningen av resande och gods finns emellertid begränsningar i hamnkapacitet för att effektivisera Gotlandstrafiken genom kapacitetsstark fartygsflotta.

## 8 FÖRSLAG PÅ FORTSATT ARBETE

Scenarioanalysen ska ge underlag till fortsatt arbete med nya planer och input till nästa upphandlingsprocess 2035/2037. I detta kapitel sammanställs förslag på fortsatt arbete.

Den pågående åtgärdsvalsstudien (ÅVS) ger möjlighet att studera tillgänglighet ur ett brett perspektiv. Tillgänglighet är inte bara förknippat med resan eller transporten till fastlandet med flyg eller färja. Kortare lastnings- och lossningstider tillsammans med smidig av- och påfart samt dubbla utgångar och effektiva anslutningar i hamnar för resenärer som ska byta färdmedel har också betydelse. Det är viktigt att i ÅVS och påföljande planering identifiera brister i hamnar och anslutande väg- och järnvägsnät för att i ett senare skede åtgärda dem. Även förändringar i färjetrafiken kan påverka funktionen hos anslutningar. Exempelvis har föreliggande studie belyst att förändringar i färjetrafiken genom en kapacitetsstark fartygsflotta sannolikt föranleder behov av ny infrastruktur i hamnar och anslutande vägnät.

Det finns även skäl till fortsatta analyser av förutsättningarna för försörjningstrygghet och robusthet i drivmedelsförsörjningen när Gotlandstrafiken i en nära framtid i allt högre grad förlitar sig på fossilfria drivmedel. När det gäller biodrivmedlen produceras exempelvis biogas från inhemsk råvara, men Sverige är idag beroende av import. Försörjningstrygghet gällande exempelvis LBG involverar mer än bara råvaran utan också anläggningar för rötning, uppgradering och förvätskning.

När det gäller den framtida upphandlingsprocessen kan man behöva undersöka möjligheterna för att öppna upp för fler aktörer. Det finns exempelvis ett större utbud av fartyg byggda för servicefart i spannet 22-24 knop än fartyg med servicefart på 28 knop. Det kan även finnas skäl att se över hur avtalsperiodens längd kan påverka förutsättningarna. En fördel med en längre avtalsperiod än idag, är att rederier inte behöver ta lika stor höjd för risker för ett lågt andrahandsvärde (eftersom avtalsperioden är betydligt kortare än färjans livslängd). Den risk rederier tar är dessutom större om den färjetyp som trafikerar är svårsåld på andrahandsmarknaden efter avtalsperiodens slut. En annan fördel med en längre avtalsperiod kan vara att det underlättar för satsningar på ny teknik (eftersom fartygen kan förväntas vara i drift längre). Ny teknik är också viktigt eftersom fossilfri drift kommer att krävas i slutet av den avtalsperiod som sträcker sig till 2045/47. Samtidigt kan en lång avtalsperiod innebära att man låser in sig i en viss fartygsteknik eller drivmedel.

Förändringar av turutbud och överfartstid påverkar tillgängligheten. För att minimera den uppoffring det innebär, finns det skäl att undersöka vilka förändringar som medför lägst uppoffring för varuägare, transportföretag och passagerare. Basbehov under hög- och lågsäsong samt alternativa fastlandshamnar undersöktes i konceptstudien från 2019, men kan behöva kompletteras. För godstransporternas del är det viktigt att identifiera tidskritiska nodpunkter. Mindre tidskritiska transportkedjor där färjetrafiken är en del skulle kunna försörjas av konventionell RoPax eller RoRo i helårstrafik. För att studera resmönster hos passagerare har det genomförts resvaneundersökningar 2019 och 2021, men kunskapen om de resor som fritidshus genererar skulle behöva fördjupas. En ny resvaneundersökning borde även belysa vilka förändringar som är acceptabla för olika grupper av resenärer (gotlänningar, deltidsgotlänningar, övriga resenärer) och under vilken säsong.

## 9 REFERENSER

- Bergman, J. (2023). *Details revealed of largest fully electric ship to date*. <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/details-revealed-of-largest-fully-electric-ship-to-date-77642>: Riviera.
- Destination Gotland. (2021). *En hållbar Gotlandsresa, Destination Gotlands hållbarhetsarbete 2020*.
- Destination Gotland. (2023). *Hållbarhetsredovisning 2022 - En hållbar Gotlandsresa, Destination Gotland*.
- EMSA-Thetis-MRV. (2022). *CO2 emission report. EMSA-Thetis-MRV*. Retrieved from <https://mrv.emsa.europa.eu/#public/emission-report>
- Energigas Sverige. (2023). *Produktion av biogas och rötresten och dess användning år 2022, Energigas Sverige*. Retrieved from <https://www.energigas.se/fakta-om-gas/biogas/statistik-om-biogas/>
- Energimyndigheten. (2023). <https://www.energimyndigheten.se/fornybart/elproduktion/vindkraft/produktion-och-utbyggnad/>.
- Energimyndigheten. (2024). *Vätgas och vätgasinfrastruktur i det svenska energisystemet, Energimyndighetens rapport E2024:07*.
- Ferry Shipping News. (n.d.). *Nyhetsbrev 2024-02-29, Ferry Shipping News*.
- Fossilfritt Sverige. (2019). *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft sjöfartsnäringen*.
- Gotlandsbolaget. (2023). *Gotlandsbolaget och H2 Green Steel samarbetar om grön vätgas till sjöfarten*. Retrieved from <https://corporate.gotlandsbolaget.se/sv/gotlandsbolaget-och-h2-green-steel-samarbetar-om-gron-vatgas-till-sjofarten/>
- Hellenic Shipping News. (2019). *Independent Tests Confirm Norsepower Rotor Sail Savings on Viking Grace, Hellenic Shipping News*. Hellenic Shipping News.
- Helsingborgs Stad. (2022). *Eleffektplan 2022-2026, Helsingborgs Stad*.
- IMO. (2014). *Third IMO Green House Gas Study 2014*. <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Third%20Greenhouse%20Gas%20Study/GHG3%20Executive%20Summary%20and%20Report.pdf>: IMO.
- IMO. (2020). *Fourth IMO Greenhouse gas study*. Retrieved from <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Fourth%20IMO%20GHG%20Study%202020%20-%20Full%20report%20and%20annexes.pdf>
- Incat. (2023). *Australian Shipbuilder Incat Tasmania to deliver the world's largest battery electric ship, Incat*. <https://incat.com.au/australian-shipbuilder-incat-tasmania-to-deliver-the-worlds-largest-battery-electric-ship/>: Incat.
- Inregia AB och TR Projektutveckling AB. (2005). *Samhällsekonomisk värdering av trafikanteffekter av färjetrafik till och från Gotland, Inregia AB och TR Projektutveckling AB*.
- IVL Svenska Miljöinstitutet. (2022). *Studie på sjöfartsområdet. Styrmedel och scenarier för sjöfartens omställning, IVL*. <https://www.trafa.se/globalassets/rapporter/klimatuppdrag/studie-pa-sjofartsområdet---styrmedel-och-scenarier-for-sjofartens-omstallning.pdf>.
- IVL Svenska Miljöinstitutet. (2023). *Förbud skrubbrar i svenska vatten, IVL*. <https://www.ivl.se/press/debatt/2023-10-09-forbud-skrubbrar-i-svenska-vatten.html>.

- IVL Svenska Miljöinstitutet. (2024). *Ny rapport. Tydlig potential för vätgas och elektrobränslen i Sverige*, IVL. <https://www.ivl.se/press/nyheter/2024-04-29-ny-rapport-tydlig-potential-for-vatgas-och-elektrobranslen-i-sverige.html>.
- Jonsson, & Gustafsson. (2018). *Fördelar och nackdelar med HVO inom sjöfarten*, Jonsson och Gustafsson. Sjöfartshögskolan, Linnéuniversitetet.
- Kanchiralla, M., Brynolf, S., O. T., Ellis, J., H. J., & Grahn, M. (2023). *How do variations in ship operation impact the techno-economic feasibility and environmental performance of fossil free fuels? A life cycle study*. Applied Energy.
- Kawasaki Heavy Industries. (n.d.). *Hydrogen gas turbine offers promise of clean electricity*, Kawasaki Heavy Industries. <https://www.nature.com/articles/d42473-022-00211-0>: Nature.
- Larsson, J., & Kamb, A. (2022). *Metodrapport för www.klimatsmartsemester.se, Version 3.0*. Chalmers och KTH.
- M4Traffic. (2015). *Revidering av kalkylvärden för sjöfart, ASEK och Samgods*, M4Traffic.
- Maritimt Magasin. (2021). *Stena Line and Frederikshavn sign historic agreement*. <https://maritimt.com/en/magasin/stena-line-and-frederikshavn-sign-historic-agreement>: Maritimt Magasin.
- Miljö & Utveckling. (2023-11-22). *Analys: Förnybara drivmedel 2024, tillgång och priser*, Miljö & Utveckling. <https://miljo-utveckling.se/analys-fornybara-drivmedel-2024-tillgang-och-priser/>.
- MSB. (2024). *Farliga ämnen, MSB*. <https://rib.msb.se/fa/Substance/Index?id=448>: MSB.
- Naturvårdsverket. (2023). *Analys av vägval vid genomförande av ETS1 och ETS2: Delredovisning av Naturvårdsverkets regeringsuppdrag*.
- Region Gotland. (2019). *Nuläge och utmaningar Nulägesanalys och kunskapsunderlag för ny regional utvecklingsstrategi för Gotland*.
- Region Gotland. (2021). *Färjetrafiken Novus och Region Gotland*.
- Shippax. (2019). *Designs 2019*. Shippax.
- Shippax. (2021). *Shippax Market 21*. Shippax.
- Shippax. (Februari 2024). *Myklebust secured an order for two new Torghatten Nord hydrogen ferries*, Shippax.
- Shippax. (March 20, 2024). *Wasaline, Liquid Wind and Umeå Energy sign Letter of Intent for the supply of eMethanol*. <https://www.shippax.com/en/news/wasaline-liquid-wind-and-umea-energy-sign-letter-of-intent-for-the-supply-of-emethanol.aspx>.
- Skibsrevyen. (2011). *Azipod propulsion drives take the next step*. Skibsrevyen, [www.skibsrevyen.no](http://www.skibsrevyen.no).
- SMHI. (2022). *Statistik över sjöfartens bränsleförbrukning 2018 och 2021: Underlag för beräkning av koldioxidutsläpp och övriga utsläpp*, SMHI.
- SSPA. (2019). *Delrapport Konceptstudie Gotlandstrafiken, Steg 1-2*. SSPA.
- Stena Line. (n.d.). *Next-generation ferries, Stena Line*. <https://stenaline.com/about-us/next-generation-ferries/>.
- Sveriges hamnar. (2024). *Hamnstatistik 2019-2023*, Sveriges Hamnar.
- Torghatten. (n.d.). *Torghatten Nord and GreenH have entered into a hydrogen delivery agreement*.



- Trafikanalys. (2023). *Fit for 55 - transportpolitikens nya ramar. Trafikanalys PM 2023:9.*
- Trafikverket. (2019). *Gotlandstrafiken 2019 - resvanor och preferenser, Origo Group på uppdrag av Trafikverket.*
- Trafikverket. (2020). *Godsflödesanalys Gotland, Trafikverket.*
- Trafikverket. (2021a). *Analys av alternativa modeller för färjetrafik till Gotland, Trafikverket.*
- Trafikverket. (2021b). *Gotlandstrafiken 2027, samhällsekonomiska beräkningar, underlagsrapport till Trafikverkets regeringsuppdrag.*
- Trafikverket. (2021c). *Volymmer till/från Gotland i Samgods PWC-matriser, Trafikverket PM.*
- Trafikverket. (2023). *Riksintresseprecisering för Visby hamn, Trafikverket.*
- Trafikverket. (2024a). *Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn, ASEK 8.0 Trafikverket.*
- Trafikverket. (2024b). *PM Förutsättningar för fordon, drivmedel och körkostnader i Basprognos 2024, Trafikverket.*
- Transocean. (2021). *Gotlandstrafiken i statens regi, Transocean. Transocean.*
- Transport & Environment. (2023). *Modelling The Impact Of FuelEU Maritime On EU Shipping, Transport & Environment.*
- Trozzi, C. V. (1997). *Methodologies for Estimating Air Pollutant Emissions from Ships.* . MEET Deliverable No. 19. European Commission DG V11, June 1997.
- Uniper. (n.d.). *Vätgasen ersätter industrins fossila bränslen.*  
[https://www.uniper.energy/sites/default/files/2022-05/uniper\\_BOTNIAL%C3%84NKENH2\\_a4\\_APR22.pdf](https://www.uniper.energy/sites/default/files/2022-05/uniper_BOTNIAL%C3%84NKENH2_a4_APR22.pdf).
- von Schultz, C., & Nohrstedt, L. (2024, Nr 7). *Hoppet bubblar men inte elektrolysörerna, Ny teknik. Ny Teknik.*
- Völker, H. (1974). *Entwerfen von Schiffen. Handbuch der Werften, vol. XII. HANSA. Hamburg.*
- World Nuclear News. (2023). *South Korean partnership to develop SMT-powered ships.* <https://world-nuclear-news.org/Articles/South-Korean-partnership-to-develop-SMR-powered-sh>.
- WSP. (2021). *Resande, gods och boende samt andra förutsättningar för Gotlandstrafiken. Underlag för att beskriva effekter och konsekvenser för boende och näringsliv av förändrad Gotlandstrafik, WSP.*
- WSP. (2021a). *Cementkrisen - samhällsekonomiska effekter, WSP på uppdrag av Byggföretagen.*
- WSP. (2021b). *Arbetsmarknadseffekter av en nedläggning av Cementas fabrik i Slite, WSP på uppdrag av Region Gotland.*
- WSP. (2023). *Regionalekonomiska effekter av höjda biljett- och fraktpriser på Gotlandsfärjorna, WSP på uppdrag av Region Gotland.*
- Wärtsilä. (2024). *Sustainable fuels for shipping by 2050 – the 3 key elements of success, Wärtsilä.*
- Åkerman, J. I. (2007). *Tvågradersmålet i sikte? Scenarier för det svenska energi- och transportsystemet till år 2050. Naturvårdsverket. Rapport 5754. Naturvårdsverket.*



## 10BILAGA A

Tabell 33 Drivmedelskostnad för marin gas (MGO) till sjöfart. Produkpris exkl. skatter och moms. Kr/ton, prisnivå 2019. Källa: ASEK 8.0

	2019	2035	2040	2045	2050
<b>Exklusive åtgärdskostnader</b>	5 278	7 077	7 756	8 501	8 579
<b>Inklusive åtgärdskostnader</b>	5 278	12 107	15 693	20 341	20 815

Wärtsiläs kostnadsbedömningar<sup>121</sup> för förhållandet mellan konventionella drivmedel för sjöfart (inklusive skattekostnader) har tillsammans med Transport & Environments<sup>122</sup> bedömningar varit vägledande vid framtagande av faktorer för förhållandet till ASEK:s drivmedelspris (inklusive åtgärdskostnader), se tabeller nedan.

Tabell 34 Drivmedelskostnader för sjöfart, euro GJ. (omräkningsfaktorer 11,5 kronor/€ och 42,7 GJ/ton MGO)

	2035	2040	2045	2050	Källa
<b>MGO (exkl. åtg)</b>	14,4	15,8	17,3	18,4	ASEK 8.0
<b>MGO (inkl. åtg)</b>	24,7	32,0	41,4	42,4	ASEK 8.0
<b>VLSFO (MGO)</b>	10,6	10,0	10,0	10,0	T & E (2013)
<b>LNG</b>	8,3	7,8	8,0	8,1	T & E (2013)
<b>LBG</b>	38,7	39,0	39,1	39,1	T & E (2013)
<b>HVO</b>	40,1	46,6	52,6	58,6	T & E (2013)
<b>Vätgas</b>	-	-	-	-	
<b>E-metanol</b>	51,0	48,5	46,1	43,7	T & E (2013)

Tabell 35 Faktorer för omräkning i förhållande till 2035 år prisnivå i ASEK (inklusive åtgärdskostnader), MGO i euro per GJ (prisnivå 2019)

	2035	Faktor för omräkning
<b>MGO (inkl. åtg)</b>	24,7	1,0
<b>LNG</b>		0,85
<b>LBG</b>		1,55
<b>HVO</b>		1,40
<b>Vätgas</b>		1,50
<b>E-metanol</b>		1,60

<sup>121</sup> (Sustainable fuels for shipping by 2050 – the 3 key elements of success, Wärtsilä, 2024)

<sup>122</sup> (Modelling The Impact Of FuelEU Maritime On EU Shipping, Transport & Environment, 2023)

Tabell 36 Bränslekostnader för diesel och marin gas till sjöfart. Produktpriser exkl. skatter och moms. Källa: ASEK 8.0

Kronor/ton I 2019 års penningvärde	2019	2035	2045	2050
<b>Produktpris givet att sjöfarten inte styrs mot nollutsläpp</b>	5 278	7 077	8 501	8 579
<b>Produktpris givet att sjöfarten styrs mot nollutsläpp</b>	5 278	12 107	20 341	20 815

Tabell 37 Operativa kostnader sjöfart kr/km och kr/ timme år 2035 ASEK 8.0 och beräkning av kr/km för Gotlandsfärja (prisnivå 2019)

	Kr/km	Kr/timme
<b>Bilfärja 5000 dwt</b>	297,8	11 661
<b>Gotlandsfärja 5000 dwt 28 knop</b>	1 877,3	11 661

Tabell 38 Avståndsberoende kostnad (kr/km) i ASEK 8.0 och beräkning av kostnader efter scenario år 2035 (prisnivå 2019)

	Faktor omräkn	GJ/år	kr/GJ	kr/år	km/år	kr/km
<b>MGO + 28 knop</b>	1,0	2 578 030	283,5	730 945 774	389 363	1 877,3
<b>MGO + energieffektiv</b>	1,0	1 975 283	283,5	560 049 643	389 363	1 438,4
<b>MGO + kapacitetsstark</b>	1,0	1 851 439	283,5	524 936 286	307 954	1 704,6
<b>LNG + 28 knop</b>	0,85	2 578 030	241,0	621 303 908	389 363	1 595,7
<b>LBG + 28 knop</b>	1,55	2 578 030	396,9	1 023 324 084	389 363	2 628,2
<b>HVO + 28 knop</b>	1,40	2 578 030	439,5	1 132 965 950	389 363	2 909,8
<b>e-Vätgas + 28 knop</b>	1,50	2 578 030	425,3	1 096 418 661	389 363	2 815,9
<b>E-metanol + 28 knop</b>	1,60	2 591 051	453,6	1 175 419 871	389 363	3 018,8

## 11 BILAGA B

Tabell 39. Påverkan i drivmedelsbehov om framtida effektivisering i fartygsteknik (förbättrade skrov, maskiner, propulsion) är 10 %.

Drivmedel	Oförändrat resande		Ökat resande och större godsvolymer		
	Energieffektiv överfart	Kapacitetsstark fartygsflotta	Bibehållen servicenivå		Energieffektiv överfart
			3,6 (4) st. SF1650	3 st. SF2000	
<b>MGO</b>	42	39	57	65	49
<b>LNG</b>	36	34	50	57	43
<b>LBG</b>	37	35	51	58	44
<b>HVO</b>	41	38	55	64	48
<b>Vätgas</b>	15	14	20	23	18
<b>E-metanol</b>	90	84	123	141	106

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande konsultbolag och rådgivare inom samhällsutveckling. Vi utvecklar allt ifrån städer och transportsystem till vattenförsörjning och höga hus. Med 67 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Vi planerar, projekterar, designar och projektleder olika uppdrag inom transport och infrastruktur, fastigheter och byggnader, hållbarhet och miljö, energi och industri samt urban utveckling. Så tar vi ansvar för framtiden.

**wsp.com**

**WSP**  
WSP Sverige AB  
Org. nr:556057-4880  
**wsp.com**

