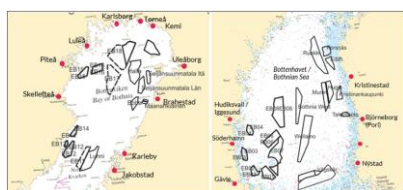


Rapport

Nr: RE20242110-01-00-B

Estimation of costs and resource requirements regarding the impact of offshore wind power on winter navigation in the Gulf of Bothnia



Sjöfartsverket
60178 Norrköping

Reference:
Niklas Hammarkvist

RAPPORT

Datum
2026-01-19
RISE Rapportnummer:
RE20242110-01-00-B
Projektledare:
Maria Bännstrand
Författare
Maria Bännstrand
+46 (730) 729070
maria.bannstrand@ri.se
Projektdeltagare RISE:
Anna Örtberg
Nelly Forsman
Jie Li

Estimation of costs and resource requirement regarding the impact of offshore wind power on winter navigation in the Gulf of Bothnia

Föreliggande rapport syftar till att beskriva påverkan från havsbaserad vindkraft på vintersjöfart i Bottniska Viken och peka på lösningar som kan underlätta samexistens. Analysen syftar till att redovisa den operationella påverkan på vintersjöfarten och hur socioekonomisk kostnad och nytta påverkas vid samexistens.

RISE Research Institutes of Sweden AB



Joakim Lundman
T.f. Gruppchef
Maritima Risker och Operationer

RISE Research Institutes of Sweden AB



Maria Bännstrand
Projektledare
Maritima Risker och Operationer

Revisionshistorik

Rev.	Datum	Beskrivning	Signatur
Utkast	2025-11-18	Rapportutkast för interngranskning	ANO/MAR
Utkast	2025-11-28	Rapportutkast för granskning	MAR
Utkast	2025-12-18	Slutversion för interngranskning	MAR
RE20242110-01-00-A	2025-12-22	Slutversion	MAR
RE20242110-01-00-B	2026-01-19	Uppdaterad slutversion	MAR

Sammanfattning och rekommendationer

Under de senaste åren har intresset för att etablera havsbaserade vindparker i Bottenhavet och Bottenviken varit stort. De aktuella havsområdena berörs varje vinter av havsis i någon utsträckning och i framför allt Bottenviken krävs isbrytarassistans under merparten av vintersäsongen för majoriteten av fartygen som trafikerar hamnarna i norr.

Etablering av vindparker enligt de energiområden som ingår i analysen kommer att medföra längre rutter för såväl isbrytarna som handelssjöfarten, och sannolikt ett ändrat operationsmönster, då dagens rutter till viss del behöver justeras på grund av vindparkerna. Med detta följer ett större behov av isbrytning vilket är såväl en resurs- som en kostnadsfråga. För att kunna hitta lösningar på samexistens behöver man analysera vilken påverkan som uppstår på vintersjöfarten, genom exempelvis påverkan på rutter, bränsleförbrukning och därtill kopplade utsläpp. Därtill behöver en samhällsekonomisk kalkyl göras vad gäller havsbaserad vindkraft och jämföras med påverkan på vintersjöfarten.

Uppdraget görs för Sjöfartsverkets räkning, med finansiering från Energimyndigheten.

Analysen gäller för prognosticerad sjötrafik i Bottenhavet och Bottenviken år 2030 och görs utifrån ett antal energiområden fastställda i samråd med Energimyndigheten, Sjöfartsverket och Finska sjöfartsmyndigheter. Energiområdena som ingår på svenskt territorialvatten och i svensk EEZ har en uppskattad LCOE lägre än medianvärdet 98 EUR/MWh, enligt underlagsrapporten *Förslag på lämpliga energiotvinningsområden för havsplanerna* som Energimyndigheten tog fram år 2023. Detta motsvaras av scenario 1 i analysen. I tillägg har Sjöfartsverket valt att inkludera ett ytterligare scenario, benämnt scenario 2, som omfattar ytterligare tre energiotvinningsområden i Bottenviken, oavsett LCOE för de ytterligare områdena. Anledningen till denna tillkommande analys är de särskilda förutsättningar vad gäller havsis som råder i Bottenviken och att påverkan på isbrytningsverksamhet från de tillkommande områdena skulle kunna komma att bli stor. Det är dock osannolikt att samtliga i analysen medtagna områden ens i scenario 1 bebyggs med vindkraft, och även att hela ytan av de antagna realiserbara områdena bebyggs med vindkraft.

Scenarierna i analysen baseras på statistik från åren 2010/2011, 2017/2018, 2019/2020 och 2023/2024 och täcker in alla typer av isvintrar: lindrig, normal och svår för vilka isutbredningen och assistansbehovet varierar. Förutom beräknad påverkan på isbrytningsverksamhet och handelssjöfart vid en normalvinter redovisas ett tioårsnitt, baserat på antagandet att det under tio år förekommer en svår, fem normala och fyra lindriga isvintrar.

Ruttförlängningar och ökade bränslekostnader har beräknats för rutterna till ett antal hamnar, valda i samråd med Sjöfartsverket. Ingående hamnar i Bottenhavet är Gävle, Söderhamn och

Iggesund /Hudiksvall, Kaskö, Björneborg och Nystad. Valda hamnar i Bottenviken är Skellefteå, Haraholmen / Piteå, Luleå, Karlsborg, Jakobstad, Karleby, Brahestad, Uleåborg och Kemi. Dagens rutten har identifierats med hjälp av AIS-data, och dagens ruttdistanser har beräknats utifrån ett antal exempelrutten från aktuell data. För Bottenviken har hänsyn tagits till vindriktning, eftersom islägen och möjligheten till framkomliga vägar i Bottenviken påverkas starkt av vind. Framtida exempelrutten har fastslagits tillsammans med svenska isbrytarbefäl.

Fram till år 2030 är den prognosticerade trafikökningen cirka 30 %, till de hamnar som ingår i analysen. Ett nollscenario vad gäller rutten och assistansdistanser är framräknat, som enbart tar hänsyn till trafikökningens påverkan. Detta, scenario 0, ger att behovet av isbrytarassistans i Bottenviken enligt framtida exempelrutten ökar med cirka 74 % från dagens exempelrutten. Trafikökningen i sig har en större påverkan på isbrytarnas framtida beräknade assistansdistans, och därigenom på bunkerförbrukning och utsläpp, än den tillkommande assistansdistansen som beror av etablering av vindkraft enligt analysens energiområden. För scenario 1 är beräknad assistansdistans ytterligare 36 % från scenario 0 och för scenario 2 är motsvarande ökning 43 %. För handelssjöfarten i Bottenviken blir rutförlängningarna mycket små. Däremot kan rutterna påverkas såtillvida att fartygen behöver gå, eller anvisas till att gå, en delvis annan rutt än idag och den rutten kan innebära svårare förhållanden än den ursprungliga. Dock, handelsfartygen anvisas endast dirigeringsrutten som är möjliga, och påverkan från vindkraftsetableringar i Bottenviken kommer främst att påverka isbrytarverksamheten.

För Bottenhavet råder det omvända förhållandet: Handelssjöfarten påverkas i avsevärt högre grad än isbrytningsverksamheten om samtliga energiområden som ingår i analysen bebyggs med vindparker. Framför allt beror detta på mängden och utbredningen av energiområden i sydvästra Bottenhavet, vilka sammantaget medför avsevärda rutförlängningar för handelssjöfarten som baserat på exempelrutten motsvarar en beräknad ökning i distans om cirka 50 %. Längre rutten medför en högre bunkerförbrukning, högre utsläpp och tar mer tid i anspråk. Tillkommande beräknad assistansdistans som beror på vindkraftsetableringar är mycket liten på grund av att det sällan förekommer havis i stor utsträckning och under långa perioder i Bottenhavet, och beräknas motsvara cirka 800 M per år för tioårssnittet.

Den samhällsekonomiska kalkylen som omfattas av analysen, med hänsyn tagen till förnybar elproduktion, uteblivna CO₂-utsläpp, jobbmöjligheter och operation och underhåll, ger att samhällsnyttan av vindkraft, baserad på att vindkraft etableras i samtliga energiområden i analysen, vida överstiger kostnaderna för vintersjöfarten. Även om investeringskostnaden, som idag enbart bärs av vindkraftprojektörer, för att bygga vindkraft vägs in är samhällsnyttan cirka fyra gånger högre än den totala ökade kostnaden för vintersjöfart samt investeringskostnad för vindkraften. Investeringskostnad för nya isbrytare ingår inte som en parameter i kalkylerna. Ytterligare isbrytarresurser bedöms behövas, primärt för att hantera trafikökningen till 2030. Etablering av havsbaserad vindkraft kan komma att ställa ytterligare krav på resurser, beroende på vilka energiområden som bebyggs.

I dagsläget, med höga investeringskostnader och stora osäkerheter avseende elprisets utveckling, har marknaden för havsbaserad vindkraft i Sverige och Finland mattats av. Även dagens tillståndsprocess med långa ledtider och stora osäkerheter kan ha påverkat. Det saknas gemensamma rekommendationer för Sverige och Finland vad gäller etablering av närliggande vindparker nära gränsen, med avseende på lämpligt avstånd mellan vindparkerna. Vidare saknas rekommendationer för etablering av närliggande vindparker och ett övergripande perspektiv för bedömning av etablering av flera havsvindparker inom ett havsområde. Det finns ett behov av en samordning av riktlinjer mellan Sverige och Finland vad gäller etablering av vindparker nära EEZ-gränsen. Även gemensamma riktlinjer för lämpliga korridorsbredder mellan närliggande vindparker bör tas fram.

Hur en fördelning av kostnader ska ske omfattas inte av innevarande analys, men berör flera olika aktörer och av flera orsaker. Isbrytningsverksamheten kommer dels att stå inför en kostnads- och resursutmaning som är kopplad till prognosticerad trafikökning, dels till etablering av vindkraft. Handelssjöfarten kommer, framför allt i Bottenhavet, att behöva hantera kostnads- och tidsaspekter relaterade till längre rutter om vindkraft etableras enligt de energiområden som behandlas i analysen. Hur en kostnadsfördelning kan göras behöver utredas vidare och hanteras mellan berörda parter: Sjöfarten, hamnarna, vindkraftprojektörerna och staten. En separat utredning bör också göras vad gäller den avsevärda samhällsnytta som vindkraften beräknas generera, i förhållande till investeringskostnaden för vindkraften för att hitta en riskdelnings- och finansieringsmekanism.

För att havsbaserad vindkraft och vintersjöfart ska kunna samexistera krävs en samordning vad gäller de olika intressena.

Innehållsförteckning

1	Inledning & bakgrund	6
1.1	Syfte	6
1.2	Omfattning och avgränsning	6
1.3	Metod	9
2	Beskrivning av trafik och rutter	12
2.1	Dagens trafik och rutter	12
2.2	Framtida trafik	15
2.3	Framtida rutter	16
2.3.1	Bottenviken.....	16
2.3.2	Bottenhavet	21
2.4	Uppskattning av troliga rutförlängningar och ökning assistansdistanser	23
2.4.1	Bottenviken.....	24
2.4.2	Bottenhavet	25
3	Kostnader och emissioner	27
3.1	Bottenviken.....	28
3.2	Bottenhavet	29
4	Samhällsnytta i relation till ökade kostnader för vinternavigation	30
4.1	Samhällsekonomisk kalkyl	30
4.1.1	Bottenviken.....	31
4.1.2	Bottenhavet	34
4.2	Förutsättningar för investeringar i havsbaserad vindkraft	37
5	Analys.....	39
5.1	Påverkan på isbrytningsverksamhet	39
5.1.1	Bottenviken.....	39
5.1.2	Bottenhavet	42
5.1.3	Transit	46
5.2	Tillgång till isbrytarresurser	46
5.3	Påverkan på handelssjöfarten	48
5.3.1	Bottenviken.....	48
5.3.2	Bottenhavet	50
5.4	Påverkan på hamnar	50
5.5	Ökade kostnader.....	51
6	Diskussion kring osäkerheter i analysen.....	53
7	Slutsats	56
8	Referenser.....	58

1 Inledning & bakgrund

Det finns ett stort intresse för att etablera havsbaserade vindparker i Bottenhavet och Bottenviken, havsområden där det varje vinter förekommer havis i någon utsträckning och där i synnerhet Bottenviken är det område där isbrytarassistans krävs under merparten av vintersäsongen för majoriteten av fartygen som trafikerar hamnarna i norr.

Det saknas idag ingående kunskap om hur havsbaserade vindparker kommer att påverka isformation och förutsättningarna att bedriva vintersjöfart. Sjöfartsverket och finska sjöfartsmyndigheter bedömer att vindparker kommer att påverka hur isen bildas, bryts och formas. Forskning om hur isbildningen påverkas pågår för närvarande. Påverkan kommer, oaktat effekten på isformation, också att ske genom längre rutter och assistanser och därtill ett sannolikt ändrat operationsmönster. Med detta följer ett större behov av isbrytning vilket är såväl en resurs- som en kostnadsfråga. För att kunna hitta lösningar på samexistens och finansiering av desamma, är det av intresse att ställa produktionen av ny energi mot påverkan på sjöfarten, för att därigenom kunna uppskatta hur stor kostnaden för samexistens blir. Som utgångspunkt för ett sådant resonemang behöver man analysera vilken påverkan som uppstår på vintersjöfarten, genom exempelvis påverkan på rutter, bränsleförbrukning och därtill kopplade utsläpp. Därtill behöver en samhällsekonomisk kalkyl göras vad gäller nyttan av havsbaserad vindkraft.

Uppdraget görs för Sjöfartsverkets räkning, med finansiering från Energimyndigheten.

1.1 Syfte

Föreliggande rapport syftar till att beskriva påverkan från havsbaserad vindkraft på vintersjöfart i Bottniska Viken och peka på lösningar som kan underlätta samexistens. Analysen syftar till att redovisa den operationella påverkan på vintersjöfarten och hur socioekonomisk kostnad och nytta påverkas vid samexistens.

1.2 Omfattning och avgränsning

Analysen är baserad på indata från primärt svenska och finska sjöfartsmyndigheter.

I analysen ingår scenarier för lindrig, normal och svår isvinter¹, där normalvintern är det huvudsakliga fallet. En utbredning av istäcke ger dock inte hela bilden av hur lätt- eller svårhanterlig isen är ur ett isbrytarperspektiv varför antalet assistanser² istället har legat till grund för val av vintrar för olika scenarier. Med anledning av att isutbredning och isens karaktär varierar mellan olika vintrar, även inom normalvintrar, har också en sammanvägning av effekter gjorts, vad avser operationell påverkan över en tioårsperiod.

För analysen har följande säsonger valts, och data för dessa vintrar ligger till grund för det beräknade tioårssnittet:

- 2010/2011 som representativ för en säsong med ett stort antal assistanser (klassificerad som svår isvinter sett till havsisens maximala utbredning).
- 2017/2018 samt 2023/2024 som representativa för säsonger med ett medelhögt antal assistanser (klassificerad som normal isvinter sett till havsisens maximala utbredning).

¹ Lindrig, normal och svår isvinter: Isens utbredning och isvinterns längd varierar mellan olika år. Isvintrarna delas in i "lindriga", "normala" och "svåra". Den totala svårighetsgraden bedöms utifrån havsisens maximala utbredning för hela Östersjöområdet, dock kan den lokala svårighetsgraden i specifika havsområden skilja sig från den totala svårighetsgraden (SMHI, 2025).

² Assistans: när ett eller flera fartyg erhåller hjälp av isbrytare.

- 2019/2020 som representativ för en säsong med ett litet antal assistanser (klassificerad som lindrig isvinter sett till havsisens maximala utbredning).

Perioden som analyseras varierar beroende på om det gäller Bottenhavet eller Bottenviken och på om det är en vinter med få eller många assistanser. För Bottenhavet görs analysen för perioden 1 januari till och med 15 april och för Bottenviken från 1 december till och med 15 maj.

Vilka energiområden som ingår har bestämts i samråd med Sjöfartsverket och Energimyndigheten samt med information från de finska sjöfartsmyndigheterna om aktuella finska parker. Utgångspunkten i analysen vad gäller ingående vindkraftsparker är underlagsrapporten *Förslag på lämpliga energiutvinningsområden för havsplanerna* som Energimyndigheten tog fram år 2023³ till Havs- och vattenmyndighetens arbete med att ta fram ett förslag till ändrade havsplaner. Samtliga energiutvinningsområden bedöms dock inte vara realistiska att bebygga. Från områdena i underlagsrapporten tas därför endast de områden som har en uppskattad LCOE⁴ lägre än medianvärdet 98 EUR/MWh med i analysunderlaget. Anledningen är att dessa områden bedöms ha högre sannolikhet att bli realiserade, då lönsamhetsförutsättningarna är bättre relativt de övriga områdena. Det är dock osannolikt att samtliga i analysen medtagna områden bebyggs med vindkraft, och även att hela ytan av de antagna realiserbara områdena bebyggs med vindkraft, varför analysen täcker in ett egentligen orealistiskt *worst case scenario*.

I tillägg till ovan har Sjöfartsverket valt att inkludera ett ytterligare scenario för Bottenviken, som omfattar ytterligare tre energiutvinningsområden i Bottenviken, oavsett LCOE för de ytterligare områdena. Anledningen till denna tillkommande analys är de särskilda förutsättningar vad gäller havsis som råder i Bottenviken och att påverkan på isbrytningsverksamhet från de tillkommande områdena skulle kunna komma att bli stor.

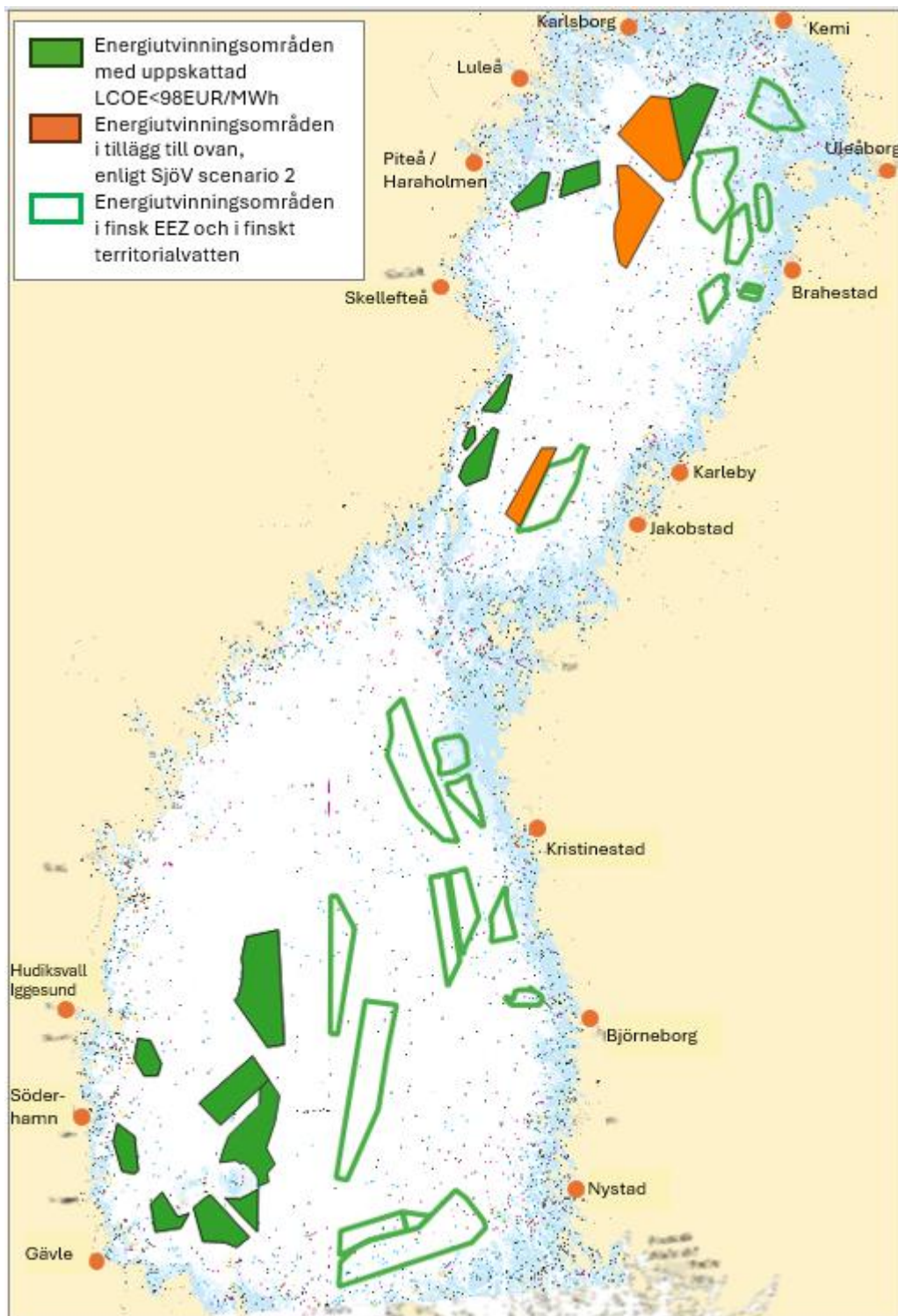
I vissa områden är planerade energiområden belägna i nära anslutning till varandra. Analysen förutsätter att vindparker utbredning tillåter passage mellan två närliggande områden. I analysen ingår dock inte att fastslå lämplig bredd på passage.

Analys av eventuell ökad olycksrisk på grund av kombinationen havsis och havsbaserad vindkraft ingår inte i innevarande uppdrag.

I analysen ingående energiutvinningsområden framgår i Figur 1.

³ <https://energimyndigheten.sve.w2m.se/System/TemplateView.aspx?p=Arkitektkopia&id=1e0d5b1929814bd4876b281b32ff4a30&q=f%C3%B6rslag%20p%C3%A5%20l%C3%A4mpliga&lstqty=1>

⁴ LCOE (Levelized cost of energy) enligt Swecos underlagsrapport *Indikativ analys av objektiva lönsamhetsförutsättningar för havsbaserad vindkraft* till Utredningen om havsbaserad vindkraft, 2024.



Figur 1 | analysen ingående energiutvinningsområden

Ruttförlängningar och ökade bränslekostnader har beräknats för rutterna till ett antal hamnar, valda i samråd med Sjöfartsverket. Ingående hamnar i Bottenhavet är Gävle, Söderhamn och Iggesund / Hudiksvall, Kaskö, Björneborg och Nystad. Valda hamnar i Bottenviken är Skellefteå, Haraholmen / Piteå, Luleå, Karlshamn, Jakobstad, Karleby, Brahestad, Uleåborg och Kemi.

1.3 Metod

För de i analysen ingående svenska hamnarna har statistik avseende fartygsanlöp (under tid då isklassbaserade trafikrestriktioner⁵ varit i kraft) baserats på Sjöfartsverkets publikationer "Sammanfattning av isvintrarna" (Sjöfartsverket, 2025) för i analysen ingående år.

Sammanfattning för vintern 2023/2024 finns ej publikt tillgänglig varför data för denna säsong erhållits direkt från Sjöfartsverket.

För de i analysen ingående finska hamnarna har statistik avseende fartygsanlöp baserats på AIS-data för de aktuella perioderna samt från underlag erhållet från Finska Trafikledsverket, via email och digitala möten under våren 2025.

Ett fartygsanlöp motsvarar ett anlöp och en avgång varpå ett fartygsanlöp distansmässigt motsvarar både sträckan in till hamn och från hamn.

Både den svenska och finska assistansstatistiken för isbrytarna baseras på utdrag från IBNet⁶, sorterat på s.k. *associated port* (hamn relaterad till specifik assistans). Atleklassen⁷ ligger till grund för kostnader i analysen, och data vad avser fart och snittförbrukning har erhållits från Sjöfartsverket.

Uppräkning av fartygstrafiken till ett framtida trafikscenario för år 2030 har gjorts utifrån kontakt med hamnar, publik information samt Trafikverkets prognoser för godstransporter.

Vilka rutter fartygen väljer idag varierar med vindriktning och issituation, men för respektive vindriktning går det ändå att identifiera möjliga eller lämpliga rutter. Genom att kombinera AIS-data över dagens fartygstrafik med iskartor har generella rutter identifierats för dagens trafik, i Bottenviken för respektive vindriktning, och utgör exempelrutter för dagens trafik. För Bottenhavet har hänsyn ej tagits till vind.

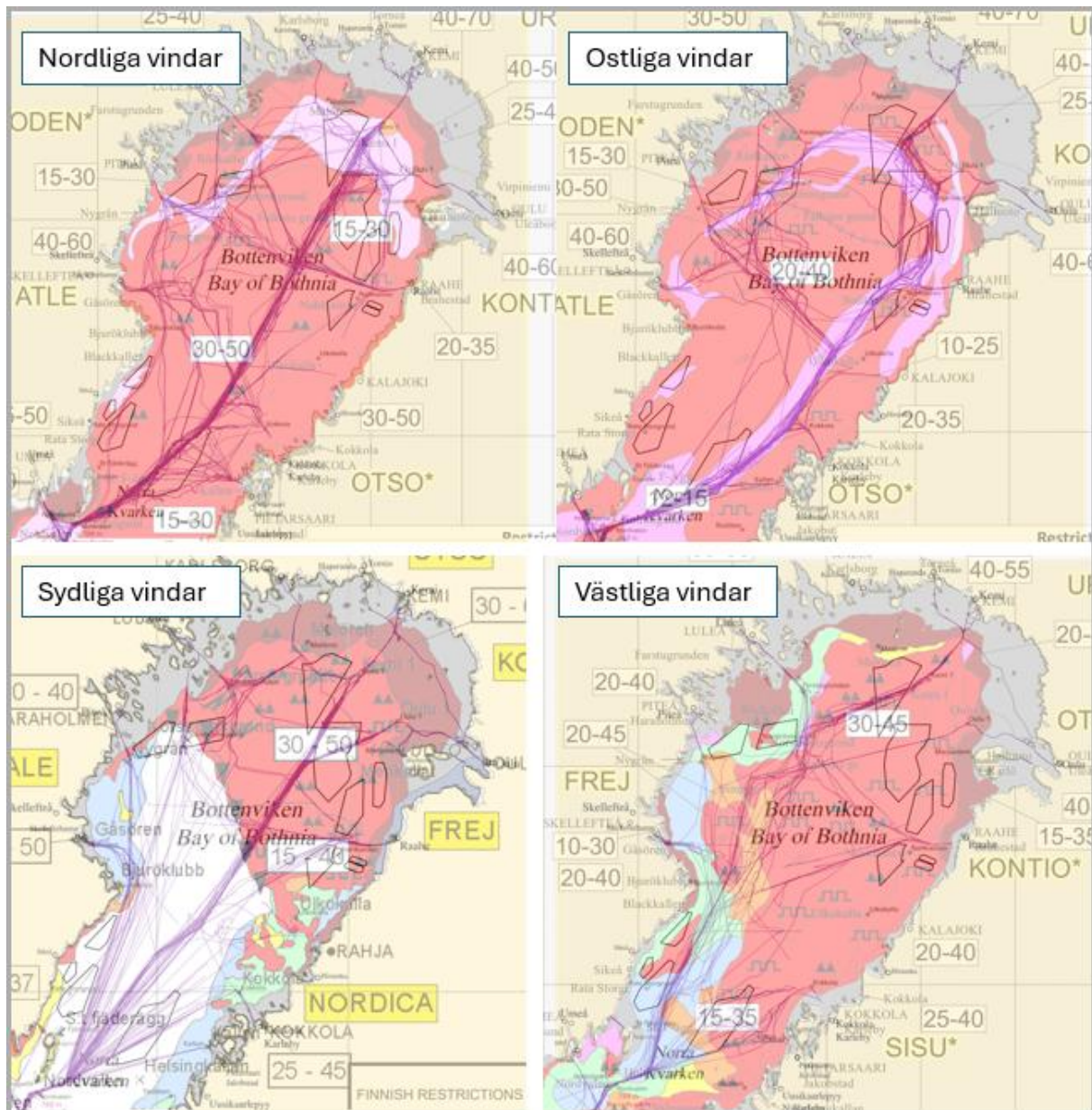
I aktuell analys har för Bottenviken fyra olika karaktäristiska islägesscenarier identifierats, med hjälp av SMHI:s iskartor (SMHI, 2025), för nordliga, östliga, sydliga och västliga vindriktningar, se Figur 2.

⁵ *Isklassbaserad trafikrestriktion*. De finsk-svenska isklassbeteckningarna tillämpas för att utfärda restriktioner för vilken isklass ett fartyg minst måste ha för att trafikera ett visst område. Isklassbeteckningarna (II, 1C, 1B, 1A och 1A super) bygger på en indelning där istjockleken definierar de olika beteckningarna. 1A Super innebär högst isklass för trafik i extrema isförhållanden med en istjocklek > 100 centimeter, medan isklass II innebär lägst isklass för trafik i mycket lätta isförhållanden med en istjocklek på 10 – 15 centimeter (SMHI, 2021).

Sjöfartsverkets isbrytarledning utfärdar hamnspecifika trafikrestriktioner. Endast fartyg som uppfyller villkoren i trafikrestriktionerna erhåller isbrytarassistans (Sjöfartsverket, 2023).

⁶ IBNet är ett it-system som är utvecklat i samarbete mellan Sverige och Finland och som används för att leda och planera de båda ländernas isbrytningsverksamhet.

⁷ Atleklassen kallas den serie isbrytare där, förutom Atle, även Frej, Ymer samt de finska isbrytarna Urho och Sisu ingår.



Figur 2 Iskarter med karaktäristiska isläggescenarier vid olika vindriktningar, med exempel på överlagrad fartygstafrik enligt AIS-data och vindparker enligt scenario 1.

För framtidsscenariet har i analysen ingående vindkraftsområden applicerats som lager på iskarterna och nya möjliga exemplrutters dragits upp, med hänsyn tagen både till vindkraftsområden och issituation utifrån samtliga vindriktningar. De nya rutterna har stämts av med isbrytarbefäl på Sjöfartsverkets isbrytare, under två separata möten, 7 mars samt 9 maj, 2025.

Med utgångspunkt från vindstatistik från SMHI baserat på observationer vid mätstation vid Kemi Fyr under perioden 2015 – 2025 har en fördelning av vindriktningar gjorts, enligt Tabell 1.

Tabell 1 Fördelning av vindriktning på årsbasis.

Vindriktning:	Nordlig	Ostlig	Sydlig	Västlig
Andel av tid: (årsbasis):	22 %	18 %	27 %	33%

Därefter, utifrån fördelningen av vindriktningar har en fördelning av antalet resor med handelsfartyg på rutterna samt antalet assistanser på rutterna gjorts då de olika islägesscenarierna påverkar ruttval och därmed beräkningar av erhållna ruttförlängningar.

För varje i analysen ingående hamn har framtida rutter jämförts med dagens rutter för att bestämma den eventuella ruttförlängningen per rutt.

Olika vintrar, med litet, medelstort och stort isbrytarbehov, ingår i analysen, men fokus för rapporten är på normalår. Därtill presenteras beräkningar även för ett tioårssnitt, utifrån en uppskattad fördelning om att på tio år förekommer en svår vinter med stort assistansbehov, fem normalvintrar med medelstort assistansbehov och fyra lindriga isvintrar med litet assistansbehov. Antalet fartyg som behöver assistans baseras på statistiskt assistansbehov för respektive typvinter, men sträckan som behöver assisteras är justerad efter nya exempelrutter utifrån vindkraftsetableringar.

2 Beskrivning av trafik och rutter

Följande kapitel beskriver dagens samt framtida trafik, isbrytning och rutter.

2.1 Dagens trafik och rutter

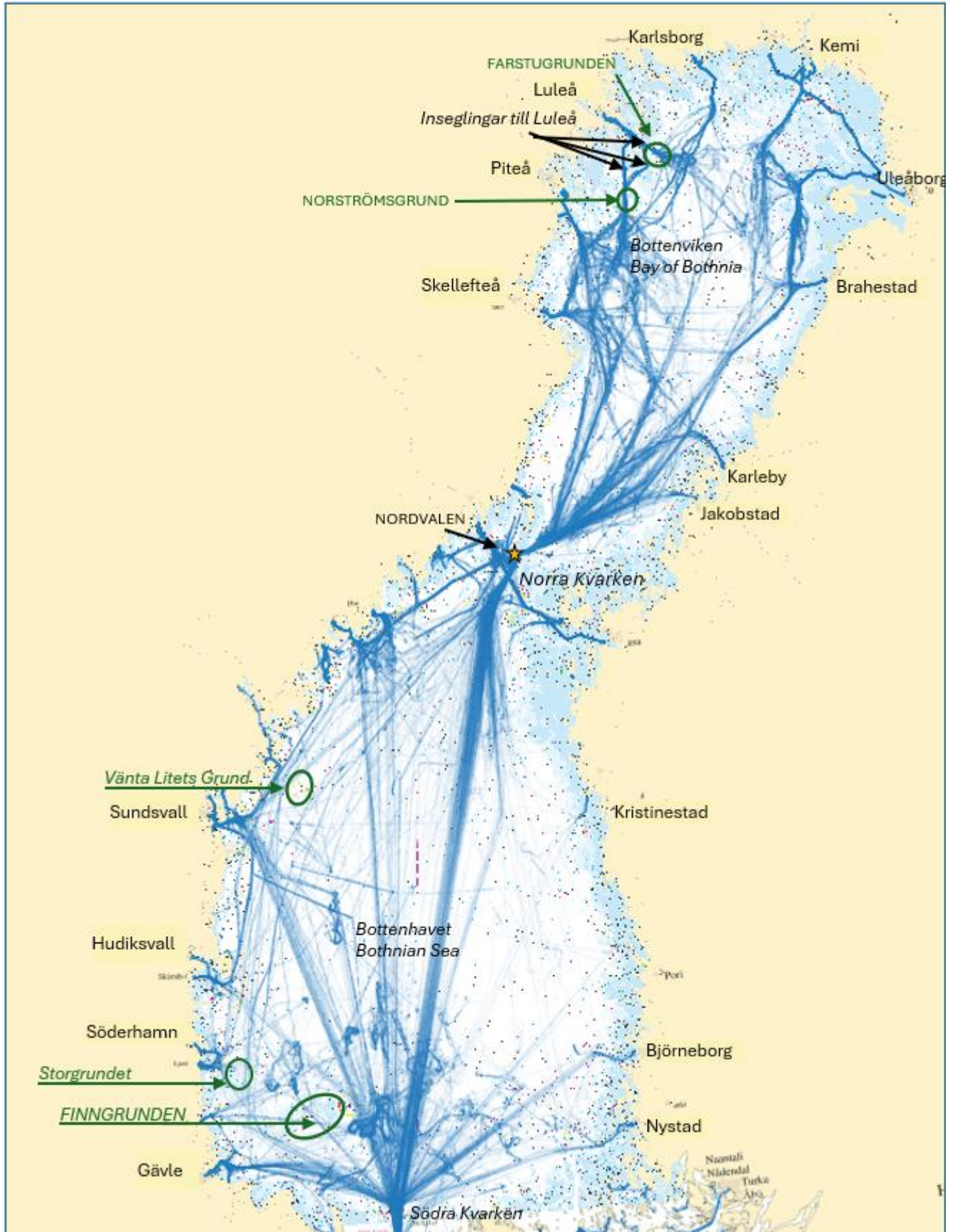
I dagsläget, när inga vindkraftparker är etablerade i vare sig Bottenhavet eller Bottenviken, väljs passager genom havsisen helt utifrån bästa möjliga framkomliga väg, vilket i sin tur beror på isens karaktär och rådande väderförhållanden. Ofta används en kombination av så kallade dirigeringsvägar⁸ och assistans. Assistans kan ske genom att en isbrytare hanterar ett fartyg i taget, ibland genom bogsering, eller i konvoj där en isbrytare assisterar flera fartyg som kör efter varandra i den brutna rännan. Vid bogsering av enskilda fartyg kan fartygen antingen bogseras i isbrytarnas klyka, alternativt med bogsering med s.k. *long wire*. Det senare är vanligt i Finland med långa assistansrutter ändå in till hamn.

Bästa framkomliga väg i Bottenhavet kan exempelvis betyda att trafik mellan Södra Kvarken och Gävle behöver gå en något nordligare rutt än vid isfritt vatten, eller t.ex. att Sundsvallstrafiken behöver gå en västligare rutt än den gängse rutten när havsis inte förekommer.

I Bottenhavet är avstånden mellan hamnarna långa och så långt det är möjligt dirigeras fartygstrafik till platser där de kan få assistans eller vänta på assistans utan risk för att driva på grund. Isbrytarna kan, i synnerhet vid svåra isvintrar när fartygen har mindre möjlighet att gå själva, ha långa sträckor att tillryggalägga i Bottenhavet, men i och med att det finns stora fria ytor i Bottenhavet för fartygen att driva med isen kan isbrytarna ändå nå fartygen i tid, både i avseendet att de kan driva utan ökad risk och vad gäller servicegrad så tillvida att de inte behöver vänta alltför länge. Sjöfartsverkets isbrytningsverksamhet arbetar för att fartyg ska kunna erbjudas assistans inom fyra timmar. Undantagen från det fria vattnet i Bottenhavet är de grunda områdena vid Storgrundet (beläget cirka 5 M⁹ sydväst om Ljusne), Finngrundsbankarna (belägna cirka 17 M väster om Norrsundet) och Vänta Litets Grund (beläget cirka 6 M sydväst Härnösand), se Figur 3.

⁸ Dirigeringsvägar: Anvisade rutter för fartygstrafiken, på vilka fartygen kan gå på egen hand till en punkt där de möts upp av isbrytare.

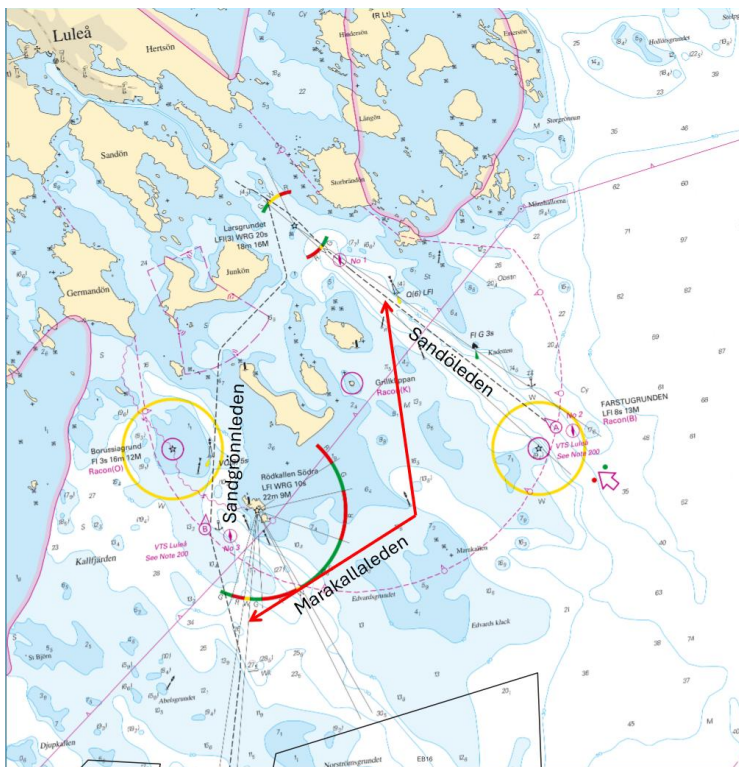
⁹ M: Nautisk mil, 1 M motsvarar 1 852 m



Figur 3 Bottenhavet och Bottenviken med fartygstafrikspår (AIS-data) från december 2023 t.o.m. april 2024

För Bottenviken är avstånden kortare mellan hamnarna och det finns inte lika mycket plats för fartygen att driva. Issituationen är också annorlunda i Bottenviken i jämförelse med Bottenhavet i och med att havsis förekommer varje år. Dock nyttjas dirigeringsvägar även här, i så stor utsträckning som möjligt. Det är vanligt att fartyg får vänta på isbrytare även i Bottenviken. En vanlig väntplats är mellan Piteå och Uleåborg, centralt i Bottenviken. På grund av att havsis alltid förekommer i Bottenviken har vindstyrka och vindriktning en stor påverkan på val av bästa framkomliga rutt. Vid ostliga vindar öppnas ofta en råk upp på östra sidan av Bottenviken, där fartyg kan gå själva under en längre sträcka. Vid västliga vindar är det istället vanligare att fartygen dirigeras eller assisteras på västra sidan. Nordliga vindar innebär ofta att isen packas vid grundområdena kring fyren Nordvalen i Norra Kvarken, se Figur 3, och fartyg som trafikerar hamnarna i nordost assisteras centralt i Bottenviken.

I Bottenviken finns det några områden där issituationen kan bli extra besvärlig på grund av att vattendjupet är så litet och bottenfasta vallar lätt bildas, exempelvis Norra Kvarken men också området vid inseglingen till Kemi och Uleåborg. Ordinarie insegling till Luleå via Sandöleden vid Farstugrund kan vara mycket svår vintertid på grund av stora sammanfrusna områden med mycket kompakta isvallar. Som alternativ till Sandöleden finns Sandgrönnsleden att nyttja, vilken beroende på vind och ispress kan ha naturliga råkar och en bättre framkomlighet. Ytterligare en led nyttjas ibland, den så kallade Marakalleleden som löper mellan Sandgrönnsleden och Sandöleden, se Figur 4.



Figur 4 Alternativa inseglingsleder till Luleå

En del av isbrytarnas arbete utgörs även av transit idag, det vill säga sträckor som isbrytarna tillryggalägger utan att fartyg assisteras, för att nå fartyg som behöver assistans eller efter att fartyg har assisterats. Baserat på historisk data för de svenska isbrytarna, för i analysen ingående år, utgör transitsträckorna idag mellan 35 och 58 % av isbrytarnas transportarbete, med ett snitt på 47 %.

Sverige har idag sex isbrytare: Atle, Frej, Idun, Oden, Ymer och Ale. Ale är specialbyggd för Väneren. Finland har idag nio isbrytare till sitt förfogande, genom samarbete med Alfons

Håkans och Arctia: Polaris, Fennica, Nordica, Otso, Kontio, Urho, Sisu, Voima och Zeus. Generellt placeras fem av dessa i Bottenviken en kall vinter. Det finns också en finsk isbrytarkonstellation som kallas "Saima + Calypso", som är ett samarbete mellan isbrytaren Calypso och ett avtagbart, självförsörjande isbrytarförskepp, en s.k. "lösnäsekonstruktion" som utvecklats för Saimenkanalen. Denna isbrytare nyttjades i Bottenhavet under vintern 2023/2024 när issituationen var som värst. (Trafikledsverket, 2025). Vilka isbrytare som är i drift och var de befinner sig beror förstås på isläget och behovet av isbrytning. Vid tillfället för maxutbredning av havsisen under vintern 2023/2024 befann sig 12 isbrytare i Bottenhavet och Bottenviken (Sjöfartsverket, 2024).

2.2 Framtida trafik

Enligt Trafikverkets basprognos 2023 (Trafikverket, 2023) ligger den årliga tillväxten för sjöfart mellan 2017 och 2040 på +1.7 % per år. Trafikverket kom med en uppdaterad prognos 2024, för tiden fram till 2045, beroende på att godstransporterna i Sverige bedöms öka i betydligt lägre takt än i tidigare planeringsomgångar, och ligga mer i nivå med den historiska utvecklingen vilket enligt Trafikverket (Trafikverket, 2024) framför allt bedöms bero på att:

- den ekonomiska utvecklingen antas gå långsammare
- varornas värde antas öka mer, vilket dämpar ökningen i ton i motsvarande mån
- användningen av råolja och oljeprodukter i transportbranschen antas mer eller mindre upphöra till följd av klimatpolitiska åtgärder

Prognosen från 2024 anger att transportarbete inom Sjöfartsområdet stagnerar, med en minskning som ligger på -0.6 % per år, mycket på grund av att transporter av råolja och oljeprodukter antas minska kraftigt i samband med vägtrafikens övergång från bränsledrift till eldrift. Prognosen anger dock vidare att om antaganden om elektrifieringstakten inte stämmer, utan istället endast når hälften så långt som den antas i basprognosen 2045 ökar istället godstransporterna inom sjöfartssegmentet kraftigt, och istället för en minskning på 13 % mellan 2019 – 2045 sker en ökning med 5 % under samma period.

Hur stor del av en eventuell godstrafikökning som kommer att hanteras av större fartyg respektive fler fartyg är osäkert. Kompletterande datainhämtning om framtida trafik har därför skett via prognoser för i analysen ingående hamnar, där en ökning av antal anlöp i de flesta fall prognosticeras till 2 % per år. För analysen görs ett antagande om att för de flesta hamnar ökar antalet anlöp med 10 % från idag till år 2030, med några undantag:

- Luleå Hamn: den prognosticerade ökningen till år 2030 motsvarar en fyrdubbling av trafiken, på grund av de stora projekt som pågår och som är relaterade till stålindustrin. (Luleå Hamn, 2024)
- Karleby: Trafik prognosticeras öka med cirka 25 % fram till 2030. (Karleby Hamn, 2025)
- Jakobstad: Trafik prognosticeras öka med cirka 30 % fram till 2030. (Jakobstad Hamn, 2024)

Den numerära trafikökningen är liten i Karleby och Jakobstad med en ökning med 150 respektive 100 fartyg från dagens trafik, till en förväntad trafik om 750 respektive 400 fartyg per år 2030. För Luleå är ökningen i antal anlöp dock stor: från dagens cirka 600 fartyg per år till förväntade 2 500 fartyg år 2030. Trafikökningen till Luleå får ett stort genomslag i följande kalkyler, med en stor påverkan på assistansbehovet för vintersjöfarten även utan etablering av havsvindkraft. Den genomsnittliga trafikökningen för samtliga hamnar är 27 %.

Samma uppräkningsfaktor för trafiken har använts för samtliga typvintrar i analysen. I kalkylen är det således inte kompenserat för att trafiken under exempelvis 2010/2011 var mindre omfattande än 2023/2024. 2010/2011 var den senaste svåra isvintern och andelen assistanser i förhållande till antal fartygspassager antas i analysen var densamma vid en framtida svår isvinter. Trafiken kommer möjligen också att variera något vid en svår vinter, och en genomsnittlig trafikökning på 27 % baserat på trafiken under en exempelvinter som 2023/2024 är möjligen också en överskattning av trafiken för 2030.

2.3 Framtida rutter

I en framtid med vindparker till havs i de aktuella områdena varierar påverkan på sjöfarten från vindparkerna beroende på deras lägen. Om dagens fartygstrafik trafikerar området för den planerade vindparken kommer trafiken att behöva omdirigeras och förutsättningarna för en sådan omdirigering varierar med vattendjup och tillgänglig vattenyta. Vidare påverkar vindförhållanden hur isen packas eller bryts i olika områden, där vissa områden är mer utsatta än andra vad gäller förutsättningarna för framkomlighet.

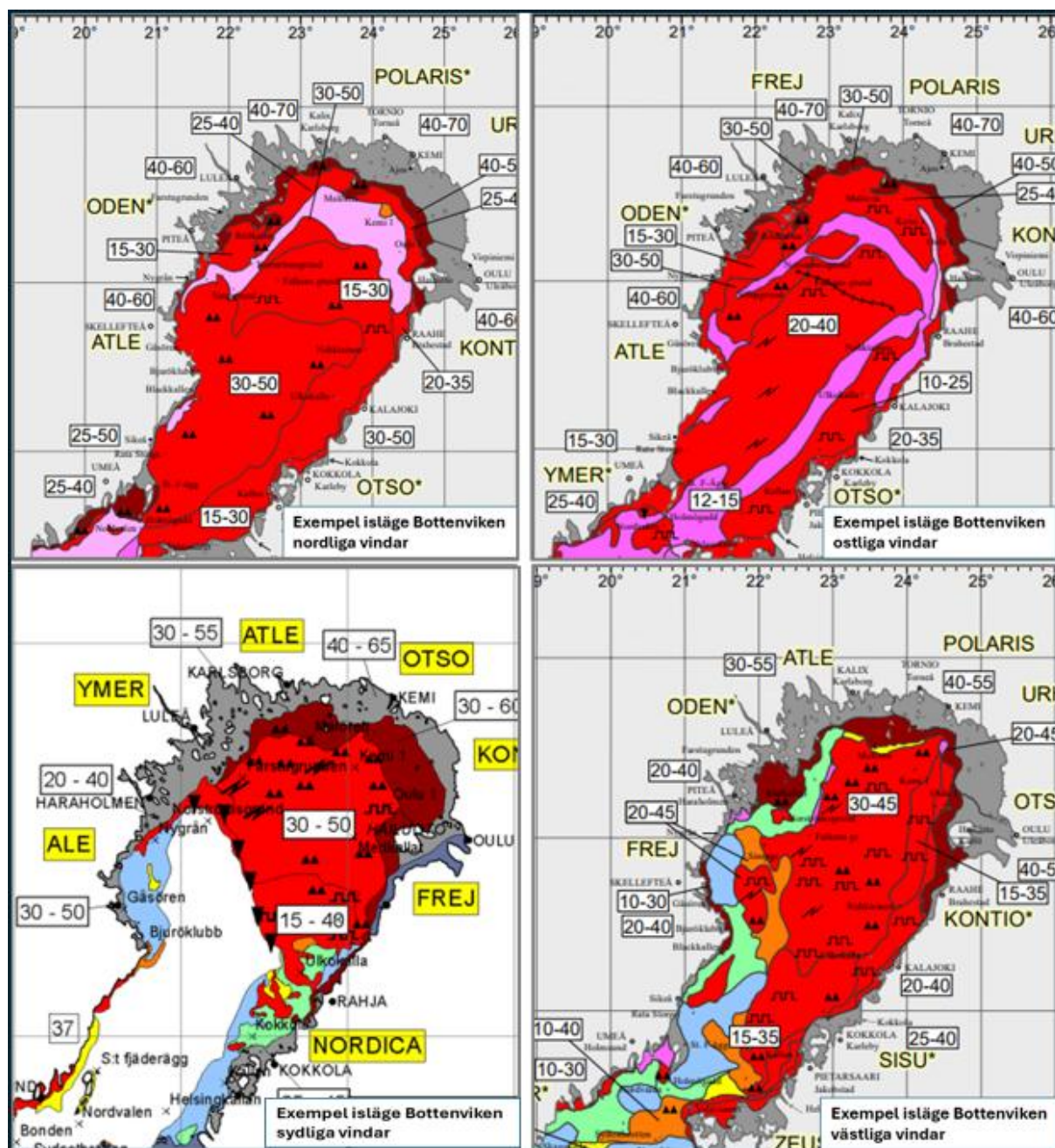
2.3.1 Bottenviken

I Bottenviken förekommer havsis varje år, i stor utsträckning och i allt från ett par månader till hela vintersäsongen och behov av isbrytning uppstår varje vinter. Vindparksområden som ingår i analysen, såväl för scenario ett som två, är lokaliserade strax norr om Norra Kvarken och utmed den norra och nordöstra delen av Bottenviken.

För att göra antaganden om möjliga framtida rutter, basis etablering av vindparker enligt scenario ett och två, har för Bottenviken olika vindförhållanden och därigenom isförhållanden analyserats. Beroende på hur vinden blåser packas isen olika och i ett läge som idag utan vindparker kan isbrytarna och fartygen fritt välja den enklaste vägen. Nordvalen / Norra Kvarken är ett exempel på ett kritiskt område, i synnerhet vid nordliga vindar då isen packas ner mot de grundområden som förekommer runt Norra Kvarken.

Med vindparker i ett sådant läge kan effekten bli rutter i mer och svårare is, eller att tillgängligheten till vissa hamnar begränsas helt eller delvis.

Figur 5 återger iskartor, hämtade från SMHI, över Bottenviken och speglar hur isens läge varierar med olika vindar (nordliga, östliga, sydliga och västliga), teckenförklaring till kartorna finns i Figur 6.

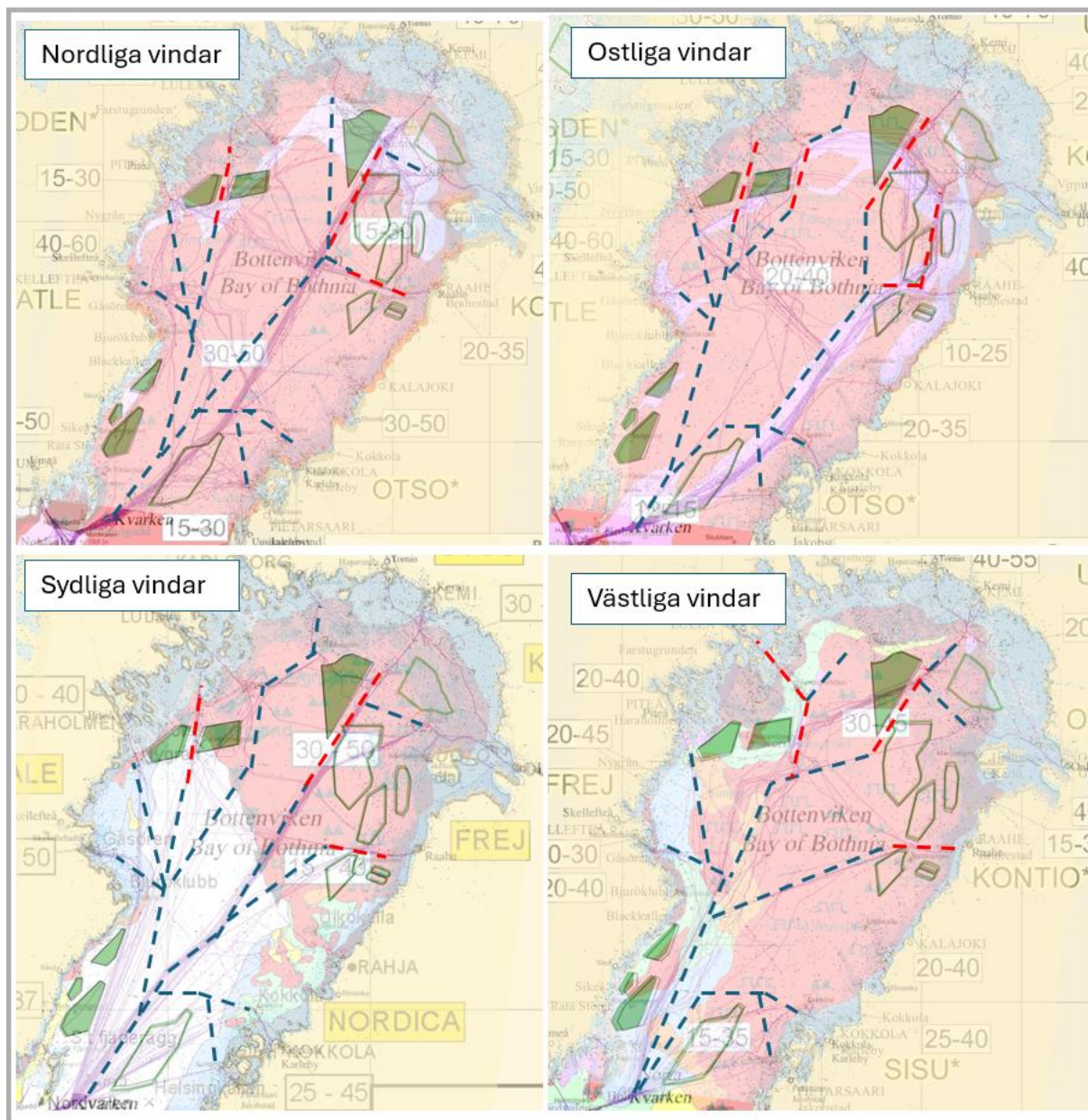


Figur 5 Exempel på typiska islägen vid nordliga, östliga, sydliga och västliga vindar

Ice type Istyp Jäättyppi	Concentration Koncentration Peittävyys	Symbols Symboler Merkinnät
 Ice free Isfritt Avovesi	-	 Jammed brush barrier Stampisvall Sohjovyö
 New ice (< 5 cm) Nyls (< 5 cm) Uusi jää (< 5 cm)	7 - 10/10	 Rafted ice Hopskjuten is Päällekkäin ajautunut jää
 Nilas, grey ice (5-15 cm) Tunn jämn is (5-15 cm) Ohut tasainen jää (5-15 cm)	9 - 10/10	 Ridged or hummocked ice Vallar eller upptornad is Ahtautunut tai röykkiöitynyt jää
 Fast ice Fastis Kiintojää	10/10	 Strips and patches Strängar av drivis Ajojäänauhoja
 Rotten fast ice Rutten fastis Hauras kiintojää	-	 Floe bit, floeberg Isbumling Ahtojää - tai röykkiölautta
 Open water Öppet vatten Avovesi	< 1/10	 Fracture Spricka Repeämä
 Very open ice Mycket spridd drivis Hyvin harva ajojää	1 - 3/10	 Fracture zone Område med sprickor Repeämävyöhyke
 Open ice Spridd drivis Harva ajojää	4 - 6/10	 Estimated ice edge Uppskattad iskant Arvioitu jään reuna
 Close ice Tät drivis Tiheä ajojää	7 - 8/10	 Icebreaker (* coordinating) Isbrytare (* koordinerande) Jäänmurtaja (* koordinaattori)
 Very close ice Mycket tät drivis Hyvin tiheä ajojää	9 - 9+/10	 Water temperature isotherm (°C) Vattentemperaturisoterm (°C) Veden lämpötilan tasa-arvokäyrä (°C)
 Consolidated ice Sammanfrusen drivis Yhteenjäätynyt ajojää	10/10	 Mean water temperature Ytvattnets medeltemperatur Meriveden pintalämpötilan keskiarvo (1971 - 2000)
 Ice thickness (cm) Istjocklek (cm) Jään paksuus (cm)		

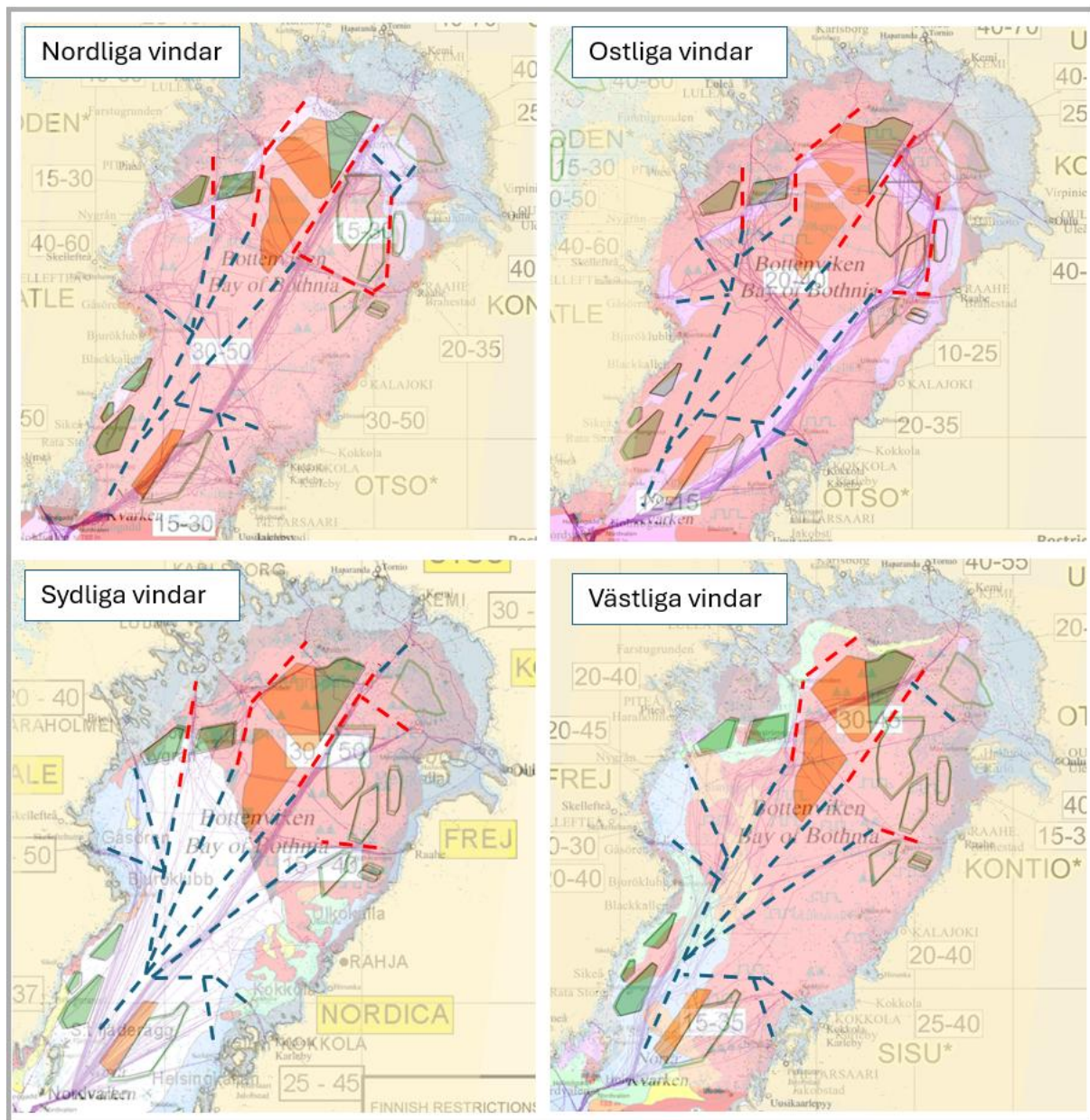
Figur 6 Teckenförklaring till iskartor i figur 2, 4, 5 och 6. (SMHI, 2025) För figurer 4-6 där iskartorna är överlagrade på sjökort med AIS-data är färgerna mattare men tolkningsbara genom färgskalan.

I nedan Figur 7 har ett utdrag av AIS-data överlagrats på iskartorna för att illustrera dagens rutter, och därtill är energiområden enligt scenario 1 inlagda som konturer. Figuren visar att andra rutter behöver väljas vid etablering av vissa vindparker, och även att trafiken inte kommer att kunna komma fram på ett säkert sätt till t.ex. Kemi och Uleåborg vid en etablering enligt full utbredning av samtliga energiområden i nordöstra Bottenviken. I södra Bottenviken, strax norr om Norra Kvarken är passage öster om energiområdena förknippad med stora risker pga litet avstånd mellan dem och grundområden. Nya antagna, och med isbrytarbefäl avstämda, exempelrutter för olika vindriktningar och islägen visas i figuren som streckade linjer. Där linjerna är rödmarkerade krävs minskning av energiområdenas utbredning för att trafiken ska kunna passera.



Figur 7 Iskarter med överlagrad exempeltrafik för relevanta vindriktningar (AIS-data) samt vindparksetableringar enligt scenario 1, och med nya antagna rutter som streckade linjer. Energiområden med grön kant ligger i finsk EEZ eller i finskt territorialvatten, helgröna områden i svenskt.

Vid etablering enligt scenario 2, vilket innebär ett tillägg av vindkraft på ytor markerade i orange, begränsas det möjliga utrymmet ytterligare för alternativa rutter för fartygstrafiken i norr och strax norr om Norra Kvarnen, se Figur 8. Trafik till hamnar norr om Piteå på västra sidan, och Brahestad på östra sidan, av Bottenviken är inte möjlig om energiområdena i norr etableras i full utsträckning. I södra Bottenviken gäller samma som för scenario 1: Passage öster om energiområdena strax norr om Norra Kvarnen bedöms vara förknippad med stora risker pga litet avstånd mellan vindparksområde och grundområden. I scenario 2 ligger ytterligare ett energiområde i direkt anslutning till det östligaste av områden strax norr om Nordvalen, vilket gör att tillgängligt vatten på den västra sidan om dessa områden minskar, och avståndet till parker ytterligare västerut är cirka 9 M.

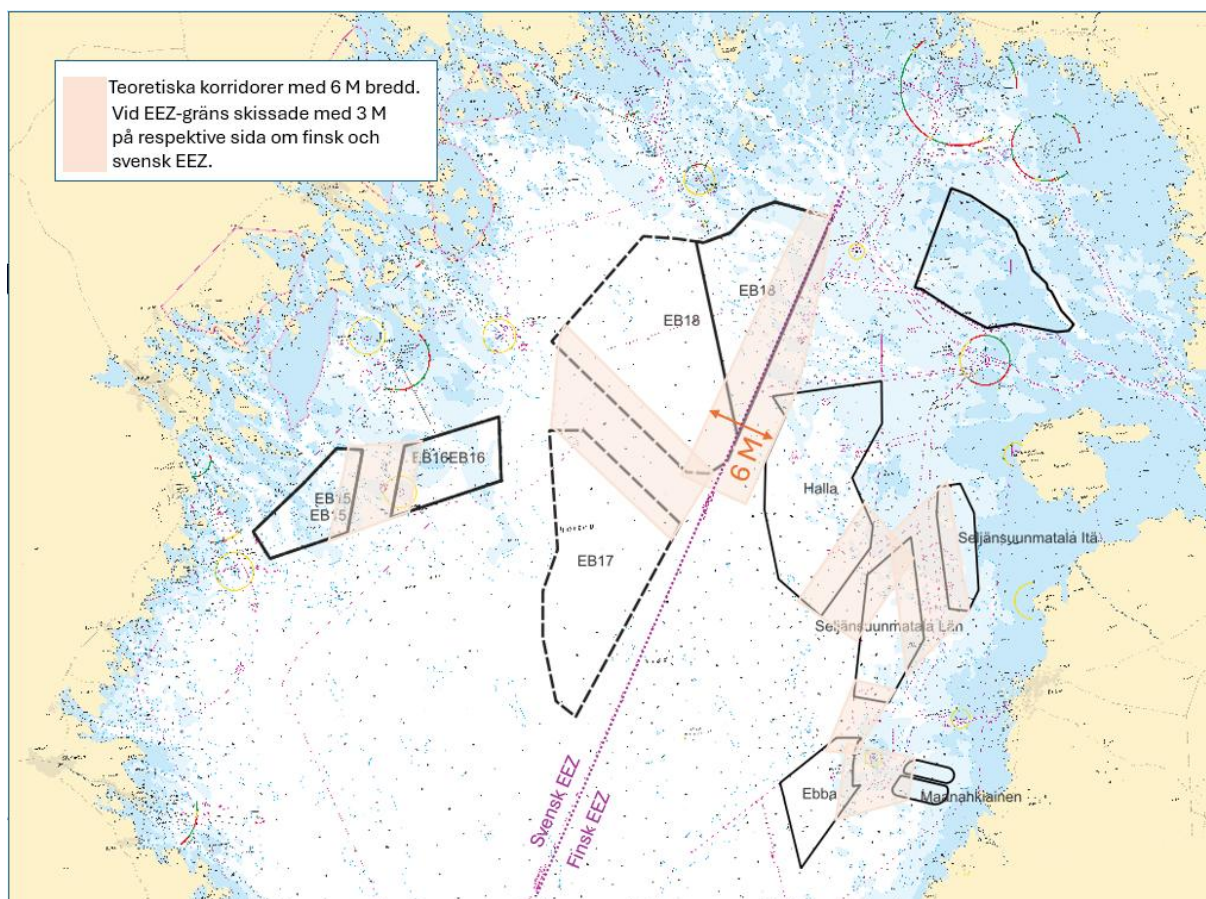


Figur 8 Iskarter för exempelscenarier vid olika vindriktningar samt vindkraftsetablering enligt scenario 2, där områdena som är markerade i orange tillkommer. Energiområden med grön kant ligger i finsk EEZ eller i finskt territorialvatten, helgröna områden i svenskt. Överlagrad fartygstrafik (AIS-data) syns som lila streck. Nya antagna rutter syns som streckade linjer, och där linjerna är rödmarkerade krävs minskning av energiområdenas utbredning för att trafiken ska kunna passera.

Det finns inga fastslagna riktlinjer om avstånd mellan två närliggande vindkraftparker. Brittiska MCA har i MGN 654 rekommendationer för korridorsbredd i isfria vatten, utifrån perspektivet att 20 ° avdrift ska tillåtas över korridorens längd (Maritime & Coastguard Agency, 2021). Som exempel motsvarar detta en bredd om cirka 3,6 M för en korridorslängd om 10 M. Vid förekomst av havsis är dock inte MCA:s rekommendationer direkt applicerbara eftersom de inte tar hänsyn till isdrift, utan ger endast en indikation om en minimumbredd för att fartyg ska kunna färdas säkert i en korridor utan att riskera att eventuell avdrift tar fartyget in i vindparken.

Finska Trafikledsverket har uttryckt att de anser att 6 M mellan vindkraftparker är en riktlinje ur ett riskperspektiv, möjligen ett större avstånd vid förekomst av havsis. Inom egen EEZ eller

territorialvatten har respektive land möjlighet att rekommendera ett avstånd, men vid etablering av vindparker nära EEZ-gränsen är det mer komplicerat. Dock, i linje med en minimumkorridor om 6 M har finska Trafikledsverket uttryckt att finska parker som närmast kan ligga 3 M från gränsen under förutsättning att parker på svenskt vatten / svensk EEZ följer samma princip. Detta är dock inte på något sätt en framförd hållning från svenska sjöfartsmyndigheter. För att visa på effekten i norra Bottenviken av en tillämpning av korridorer på 6 M mellan närliggande energiområdena, är teoretiska block för sådana utrymmen inritade i Figur 9. En begränsning av fundamentsområden i en sådan utsträckning påverkar i synnerhet de sydostligaste områdena, där energiområdena reduceras till stor del.



Figur 9 Energiområden i norra Bottenviken med teoretiska korridorer mellan närliggande områden.

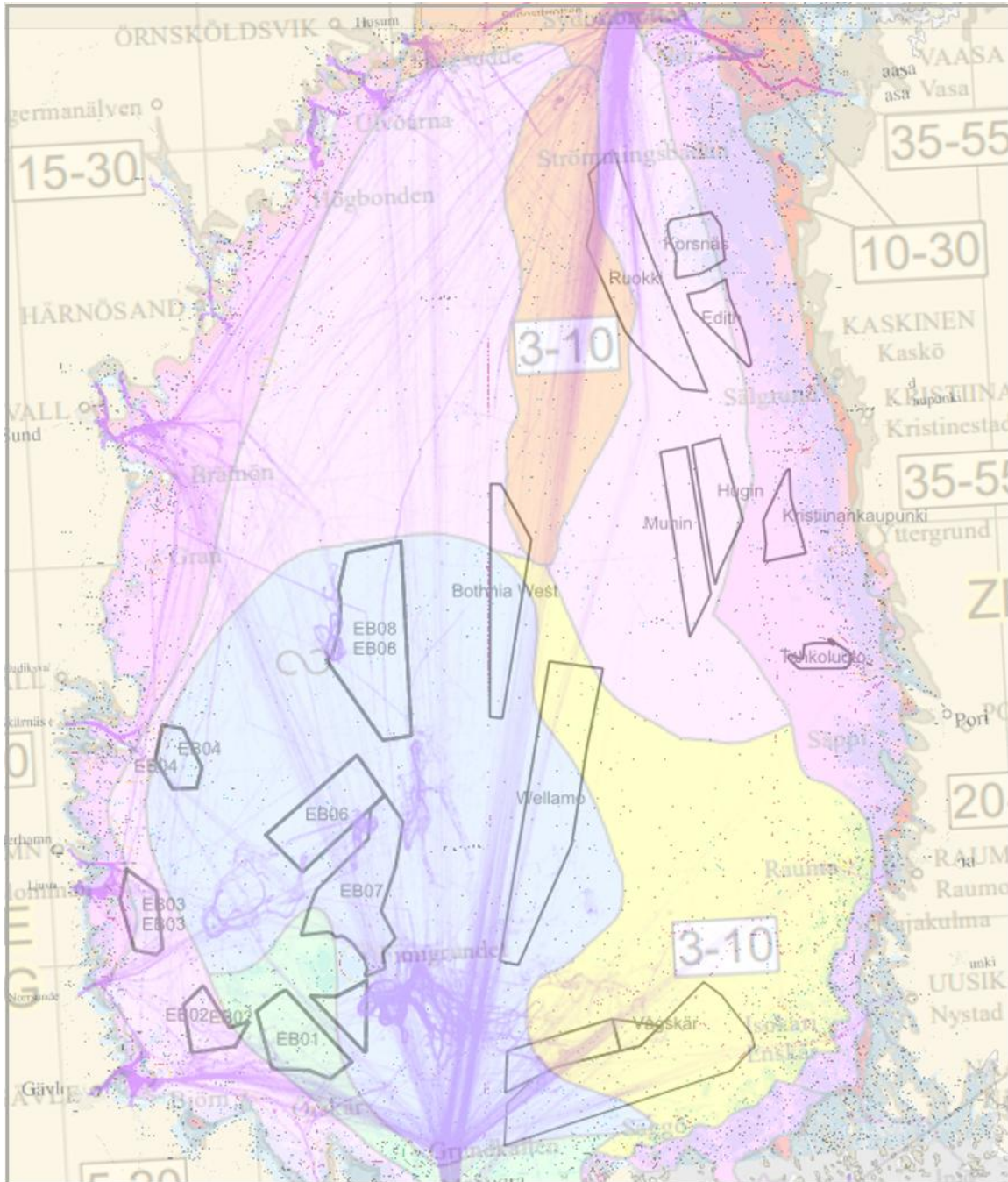
Under förhållanden med havsis anser såväl svenska som finska sjöfartsmyndigheter att isbrytarassistans är nödvändigt för fartyg som passerar genom en korridor. Om ett fartyg går utan isbrytarassistans och fastnar och driver sidwärts med isen innebär det att fartyget skulle kunna driva in i vindparken. Förutsatt en korridorsbredd på 6 M skulle fartyget behöva assistans inom cirka två timmar om isdriften är 1,5 - 2 knop, vilket i praktiken innebär att isbrytarassistans genom korridor är nödvändig om inte isbrytare alltid befinner sig inom cirka 1,5 h från platsen.

2.3.2 Bottenhavet

I Bottenhavet är förutsättningarna vad gäller havsis annorlunda. I södra delen, där merparten av vindparkerna på den svenska sidan planeras, är det mer sällan svåra isförhållanden och under normalvintern förekommer havsis generellt sett endast utmed kusten och runtom Finngrund. Sydvästra Gävlebukten är dock ett område som kan vara komplicerat att trafikera vid nordliga vindar när isen packar sig mellan Öregrund och Gävle. När sådana

förhållanden råder får vintersjöfarten istället ledas något längre norrut innan de åter kan gå sydväst ner mot Gävle.

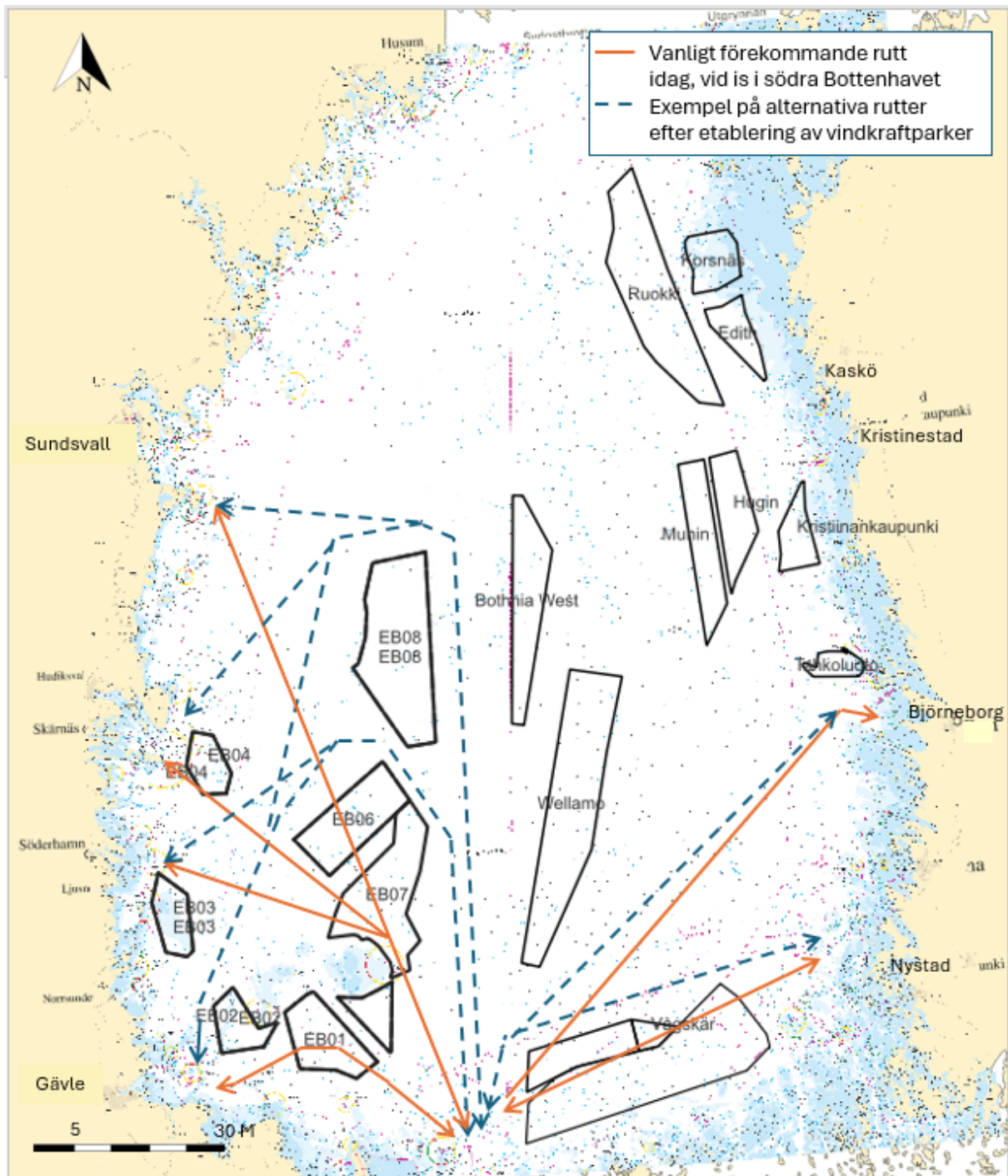
För Bottenhavet görs en bedömning av möjliga framtida rutter utifrån en maxutbredning av isen för en normalvinter och Figur 10 återger maxisutbredning för normalvintern 2023-2024.



Figur 10 Maxutbredning för normalvintern 2023-2024. Iskarta överlagrad på sjökort med AIS-data för perioden januari till april 2024.

Med vindparker i lägen där dagens assistansrutt ofta går kommer en ny assistansrutt behöva läggas norr om Finngrundet och planerade vindparker, för trafik till t.ex. Gävle, Söderhamn och Iggesund, se Figur 11.

I finsk EEZ och i finskt territorialvatten planeras primärt vindparker mitt i Bottenhavet och utmed den nordöstra delen, förutom ett område strax norr om Södra Kvarken. Möjliga alternativa rutter till Nystad och Björneborg återges också i Figur 11.



Figur 11 Rutt i orange indikerar en förekommande assistansrutt idag vid is i sydvästra Bottenhavet. Blåstreckade rutter indikerar exempelrutter vid etablering av vindkraftparker.

Trafiken från Södra Kvarken till de finska hamnar som ligger något längre norrut, exempelvis Kaskö och Kristinestad, är ringa och bortses ifrån i analysen.

2.4 Uppskattning av troliga ruttförlängningar och ökning assistansdistanser

Baserat på nya möjliga exempelrutter, avstämda med isbrytarbefäl, har ökningen i ruttdistanser för handelsfartygen räknats ut. I beräkningar för Bottenviken har hänsyn tagits till isläge utifrån vindriktning, eftersom vinden har stor påverkan på hur isen lägger sig och rör sig. I Bottenviken får detta särskild stor påverkan på möjliga framkomliga rutter för fartygen och på behovet av isbrytarassistans. För Bottenhavet beräknas rutförlängningar och assistansbehov oberoende av vind, detta då havsis i Bottenhavet förekommer i mycket mindre utsträckning än i Bottenviken. Detta gör att frekvens av olika vindriktningar i Bottenhavet inte bedöms ha en så stor påverkan på rutter och assistanser att det är relevant för en övergripande analys.

Antalet anlop till svenska hamnar baseras på tabeller hämtade från Sjöfartsverkets Vintersjöfartspublikation för i analysen ingående år. För finska hamnar har statistik erhållits dels från Finska Trafikledsverket dels genom AIS-data för aktuella år. Antal assistanser är baserade på utdrag från IBNet. Trafiken för 2030 är uppräknad enligt kapitel 2.2 och benämns "antal fartygspassager år 2030" i Tabell 2.

Även framtida assistansdistans för isbrytarna har räknats ut, baserat på exempelrutter i analysen. Dels för ett nollscenario 2030, dvs ett scenario med beräknad trafikökning men inga vindkraftparker, dels för scenario 1 och 2 med vindparker. I beräkningarna har tagits hänsyn till assistansbehov utifrån isläge, dvs det är fler fartyg som behöver assistans vid en svår isvinter än en mild. En svår isvinter med stort assistansbehov har antagits inträffa en gång per tio år (vintern 2010/2011 i analysen), en normal isvinter med medelstort assistansbehov har antagits inträffa fem gånger på tio år (vintrarna 2017/2018 och 2023/2024 i analysen) och en lindrig isvinter med litet assistansbehov (vintern 2019/2020 i analysen) har antagits inträffa fyra gånger på tio år. För ett framtidsscenario med vindkraftparker i områden med havsis är antagandet att samtliga fartyg som assisteras idag kommer att behöva assisteras längre sträckor när det förekommer havsis, eftersom assistans kommer att behöva ske förbi vindparker, och således kommer den distans som isbrytarna behöver gå att öka.

En del av isbrytarnas arbete kommer även i framtiden att utgöras av transit. I innevarande analys antas ett snitt på 50 % vad gäller transitresor i förhållande till isbrytarnas totala operationell sträcka, baserat på dagens snitt om 47 % för de svenska isbrytarna. Ett annat operationellt mönster kommer dock sannolikt att krävas av isbrytarna i framtiden och andelen transit i framtiden är osäker. Vidare har data för dagens transitarbete för de finska isbrytarna inte kunnat verifieras.

2.4.1 Bottenviken

Med nya exempelrutter med hänsyn tagen till energiområden enligt Figur 7 i kapitel 2.3.1 blir den sammanlagda ökade distansen för samtliga handelsfartyg, inkluderat trafikökning till år 2030, cirka 11 500 M i scenario 1, för en vinter med medelstort assistansbehov (baserat på de normala isvintrarna i analysen). I scenario 2 blir den sammanlagda distansökningen ca 21 800 M för handelsfartygen för en snittvinter med medelstort assistansbehov.

I genomsnitt över tio år beräknas ökningen i den distans handelsfartygen behöver gå till cirka 7 800 M för scenario 1 och cirka 16 000 M för scenario 2.

Nedanstående Tabell 2 visar förändrade distanser och sammantagen ökad assistansdistans år 2030 för handelsfartyg och isbrytare, som ett genomsnitt för 10 år (det vill säga en sammanvägning av vintrar med stort, medelstort och litet assistansbehov, över tio år). Trafikökningen i sig gör att assistansbehovet ökar markant från dagens behov. En etablering av vindkraft enligt energiområden i analysen bidrar med ytterligare ökning i assistansdistans: I förhållande till scenario 0 år 2030 (dvs år 2030 enbart med hänsyn tagen till trafikökning) ökar assistansdistansen med 36 % med vindkraftsetablering enligt scenario 1. För scenario 2 skulle ökningen i assistansdistans motsvara 43 %, i förhållande till scenario 0.

Tabell 2 Distanser och assistansdistanser för Bottenviken, för ett genomsnitt över tio år.

Rutt	GENOMSnitt ÖVER 10 ÅR							
	Antal fartygs- passager år 2030	Distans (M), scenario 0 2030 (utan vindkraftparker)	Ökad total distans (M), scenario 1	Ökad total distans (M), scenario 2	Antal assistanser	Assistansdistans (M), scenario 0 2030 (utan vindkraftparker)	Ökad assistans- distans (M), med vindkraftparker enligt scenario 1	Ökad assistans- distans (M), med vindkraftparker enligt scenario 2
Norra Kvarken-Skellefteå	410	31 813	-729	-1 173	110	3 152	2 826	2 631
Norra Kvarken- Piteå/Haraholmen	567	57 019	-615	-615	148	4 533	3 371	3 502
Norra Kvarken-Luleå	2 523	333 538	5 473	5 473	1 157	80 667	38 843	42 960
Norra Kvarken – Karlsborg	181	28 110	-644	-161	83	8 685	1 186	1 742
Norra Kvarken-Kemi/Torneå	1 354	205 407	733	4 097	891	94 091	16 568	24 398
Norra Kvarken-Uleåborg	477	66 074	2 390	3 423	315	26 304	12 180	15 109
Norra Kvarken-Brahestad	245	27 703	0	331	191	10 543	5 562	5 562
Norra Kvarken-Karleby	256	16 195	1 202	3 213	57	2 034	1 093	1 467
Norra Kvarken-Jakobstad	201	7 921	0	1 310	99	2 113	851	1 496
Kemi – Skellefteå	56	0	0	0	21	0	0	0
Luleå – Brahestad	492	0	0	0	224	0	0	0
TOTALT	6 761	773 781	7 810	15 899	3 296	232 122	82 480	98 867
						Ytterligare ökning av distans pga vindkraftparker:	36%	43%

Historisk data från IBNet, erhållen från Sjöfartsverket, visar att den sammanlagda assistanssträckan för svenska och finska isbrytare för i analysen ingående år är enligt Tabell 3. Dock har sträckor som de finska statsbrytarna seglat i Finska Viken under år 2010/2011, 2017/2018 och 2019/2020 inte kunnat filtrerats ut, och således är nedan sammanställning något överskattad. För år 2023/2024 har kompletterande data erhållits av Finska Trafikledsverket, och total assistanssträcka för år 2023/2024 gäller endast för Bottniska Viken.

Tabell 3 Assistanssträckor enligt statistik från IBNet för i analysen ingående år (Sjöfartsverket, 2025).

Total assistanssträcka					10- årssnitt
År	2010/2011 (inkl Fi Viken)	2017/2018 (inkl Fi Viken)	2019/2020 (inkl Fi Viken)	2023/2024	
Distans	239 606	118 618	90751	136 057	124 000

Ett beräknat tioårssnitt för historisk data från IBNet baserat på fördelningen 1 svår, 5 normala och 4 lindriga isvintrar blir cirka 124 000 M. Normalvintersnittet blir cirka 128 000 M. Tioårssnittet för den beräknade assistansdistansen utifrån exempelrutten, baserat på dagens trafik, är cirka 133 000 M. Detta betyder att exempelrutten totalt sett ger en överskattning i distans i förhållande till historiska loggade assistansdistanser. Den procentuella ökningen i assistans från dagens exempelrutten till framtida exempelrutten är dock relevant och motsvarar för tioårssnittet cirka 74 % för scenario 0.

Baserat på antagen transitandel innebär en assistansökning om 82 000 M en lika stor andel transit. Detta betyder att för tioårssnittet blir isbrytarnas tillkommande operationella sträcka cirka 164 000 M på grund av etablering av vindkraft i enlighet med i analysen utpekade områden.

2.4.2 Bottenhavet

Med nya rutten med hänsyn tagen till energiområden enligt Figur 11 i kapitel 2.3.2 blir den sammanlagda ökade distansen för samtliga handelsfartyg, inkluderat trafikökning till år 2030, cirka 81 000 M för scenario 1, för en typvinter med medelstort assistansbehov. I genomsnitt,

sett över tio år, beräknas ökningen i den distans handelsfartygen behöver gå till cirka 48 000 M med energiområden enligt scenario 1 och inkluderat trafikökning till år 2030.

Assistansdistansen beräknas öka med cirka 1 600 M för en vinter med ett medelstort assistansbehov och cirka 800 M i snitt över 10 år.

Statistik över andel transit i förhållande till total gångtid har erhållits för de svenska isbrytarna. Under vintern 2023/2024 assisterade Brage Viking och Atle i Bottenhavet på svenska sidan och Calypso och Zeus på den finska sidan. Transitsträckorna utgjorde då ca 30 % av den totala gångtiden för de svenska isbrytarna. Eftersom data över transit för de finska isbrytarna ej har erhållits räknas transitandelen upp och transitrutter antas utgöra hälften av den totala ökade distansen. Vid en ökning av assistansdistans på 1 600 M för en normalvinter med medelstort assistansbehov skulle transitrutterna medföra ytterligare en lika stor samlad distans, dvs den totala ökade operationssträckan skulle bli 3 200 M för en normalvinter. För ett snitt över en tioårsperiod skulle den totala ökade operationella sträckan bli 1 600 M.

För Bottenhavet påverkas handelsfartyget avsevärt mycket mer än isbrytarna, eftersom assistansbehovet är avsevärt mycket mindre i Bottenhavet än i Bottenviken. Tabell 4 återger total beräknad distansökning för handelsfartygen och ökad beräknad assistansdistans för isbrytarna, som ett genomsnitt över 10 år omfattande vintrar med stort, medelstort och litet assistansbehov.

Tabell 4 Distanser och assistansdistanser för Bottenhavet, för ett genomsnitt av 10 år.

Rutt	GENOMSNIITT ÖVER 10 ÅR					
	Antal fartyg	Distans (M) scenario 0	Ökad total distans (M) scenario 1	Antal assistanser	Assistansdistans (M), scenario 0 2030 (utan vindkraftparker)	Ökad assistans- distans (M), scenario 1
Södra Kvarken – Gävle	454	20 450	36 356	14	425	-111
Södra Kvarken – Söderhamn	63	4 744	0	2	11	1
Södra Kvarken – Iggesund/Orrskär	234	18 691	4 673	5	27	1
Södra Kvarken – Sundsvall	328	0	0	22	0	0
Södra Kvarken – Örnsköldsvik	261	0	0	30	0	0
Södra Kvarken – Kaskö	256	17 910	5 117	57	4 019	757
Södra Kvarken – Pori	269	20 166	1 344	35	352	1
Södra Kvarken – Nystad	306	16 844	0	19	0	0
	0	0	0	0	0	0
Norra Kvarken – Kaskö	10	724	207	10	673	164
TOTAL	2 181	99 529	47 697	195	5 508	812
					Ytterligare ökning av distans pga vindkraftparker:	15 %

3 Kostnader och emissioner

Beräkningar vad gäller bränsleförbrukning och emissioner för handelsfartyg baseras på MRV-data¹⁰. Beräkningarna är vidare gjorda på en representativ flotta, där medelvärdet för bränsleförbrukning och emissioner räknas ut för den totala fartygstrafiken (enligt AIS-data) som trafikerar Bottenhavet respektive Bottenviken, utifrån andel fartyg av relevanta fartygskategorier i respektive område.

Isbrytarnas bränsleförbrukning är bestämd till 3,5 MT per timme vid 9 knop, efter överenskommelse med Sjöfartsverket. CO₂-utsläpp är bestämt till 3,205 t CO₂/ton MGO/(MDO) enligt (ICCT, 2021)

Bunkerpriset varierar med världsmarknaden men vid tillfället för beräkning av bunkerkostnad, i juni 2025, var spotpriset (basis Rotterdam) för MDO/MGO E10 EUR 650/MT, motsvarande SEK 7 150/MT med samtida växlingskurs. Inköp av bunker sker på annat sätt för isbrytarna än handelsfartygen. De senare bunkrar på en spotmarknad vilket möjligen ger ett högre snittpris på bunker än för isbrytarna, där inköp av bunker sker i större bulk och lagras i cistern från vilken isbrytarna bunkrar. I kalkylen används dock samma bunkerpris för såväl handelsfartyg som isbrytare.

Bunkerkostnaderna kommer troligen att stiga för Sjöfartsverket. Under 2025 togs beslut att Sjöfartsverket, i linje med Sveriges klimatmål, ska vara fossilfria år 2045. Detta kommer sannolikt att leda till att en övergång till andra bränslen, exempelvis HVO, kommer att ske. Bränslepriset för HVO 100 är idag dubbelt så högt som för den gasolja som används på isbrytarna idag. Vid samma prisnivå för HVO i framtiden innebär en övergång att kostnaderna för isbrytarnas bunker kommer att stiga avsevärt. Vidare innebär mållåret 2045 inte att staten kommer vänta till dess med en övergång till fossilfritt, utan det kan ske tidigare. Redan idag görs tester med HVO100 och det är kravställt att de beställda nya isbrytaren, som snart skall påbörjas byggnation av, skall kunna framdrivas av alternativa bränslen och ska levereras s.k. *methanol ready*. (Sjöfartsverket, 2025).

Kalkylen i analysen är likväl baserad på dagens prisnivå, eftersom analysen gäller för 2030. Skulle en övergång till fossilfritt ske till dess, för samtliga isbrytare, uppskattas bränslekostnaderna för isbrytarna fördubblas. Vad gäller påverkan på CO₂-utsläpp som följer av en övergång till fossilfritt bränsle kommer påverkan bero på vilket bränsle som väljs, och på råvaran till det aktuella bränslet.

¹⁰ MRV-data: data insamlad för fartyg enligt EU:s förordning om **M**onitoring, **R**eporting, and **V**erification, som kräver att fartyg över 5 000 bruttoton som anlöper EU-hamnar rapporterar bl.a. sin bränsleförbrukning, koldioxidutsläpp och seglad distans.

3.1 Bottenviken

För Bottenviken bli medelvärdet för den representativa fartygstrafiken för bränsleförbrukning och CO₂-utsläpp enligt Tabell 5.

Tabell 5 Bränsleförbrukning och CO₂-utsläpp för handelsfartyg i Bottenviken

Andel av total trafik Bottenviken (exklusive kategori övriga ¹¹ och isbrytare)	Bränsle-förbrukning (kg/M)	Bränsle-förbrukning (MT/M)	CO ₂ -utsläpp (kg CO ₂ /M)	CO ₂ -utsläpp (MT CO ₂ /M)
Snitt för representativ flotta	48,76	0,049	155,02	0,16

För handelsfartygen ökar den seglade distansen i Bottenviken med cirka 7 800 M, som ett snitt över tio år. För isbrytarna, som i Bottenviken påverkas mer än handelsfartygen, ökar assistansdistansen för tioårssnittet med cirka 82 000 M.

Detta resulterar i en sammantagen ökning i bränsleförbrukning och CO₂-utsläpp enligt Tabell 6.

Tabell 6 Ökning bränsleförbrukning och bränslekostnad samt ökning av CO₂-utsläpp för handelsfartyg i Bottenviken, som ett snitt över tio år.

Scenario	Distansökning handelsfartyg (M)	Ökad bränsleförbrukning (MT)	Ökade bränslekostnad (mnkr)	Ökade CO ₂ -utsläpp (MT CO ₂)
1	7 810	381	2,7	1 211
2	15 899	779	5,6	2 465

För isbrytarna blir den sammanlagda årliga ökningen enligt Tabell 7.

Tabell 7 Ökning bränsleförbrukning och CO₂ för isbrytare i Bottenviken, som ett snitt över tio år.

Scenario	Ökad assistansdistans isbrytare (M)	Ökad bränsleförbrukning (MT) baserat på 3,5 MT/h vid 9 knop	Ökade bränslekostnad (mnkr)	Ökade CO ₂ -utsläpp (MT CO ₂)
1	82 480	32 076	233,8	102 802
2	98 867	38 448	274,9	123 556

¹¹ AIS-data innehåller fartygskategorier, exv general cargo, container, tanker, bulk m.fl. Det finns också en kategori som benämns "övriga" och som exv innehåller olika former av mindre arbetsbåtar.

3.2 Bottenhavet

För Bottenviken bli medelvärdet för den representativa fartygstrafiken för bränsleförbrukning och CO₂-utsläpp enligt Tabell 8.

Tabell 8 Bränsleförbrukning och CO₂-utsläpp för handelsfartyg i Bottenhavet

Andel av total trafik Bottenhavet (exklusive kategori övriga och isbrytare)	Bränsle-förbrukning (kg/M)	Bränsle-förbrukning (MT/M)	CO ₂ -utsläpp (kg CO ₂ /M)	CO ₂ -utsläpp (MT CO ₂ /M)
Snitt för representativ flotta	53,44	0,053	169,55	0,17

För handelsfartygen ökar den seglade distansen i Bottenhavet med cirka 48 000 M, som ett snitt över tio år. I Bottenhavet påverkas isbrytarna mindre än handelsfartygen av vindkraftrelaterade ruttförlängningar, vilket i sin tur beror på att havsis i normalfallet inte är särskilt omfattande i Bottenhavet. För isbrytarna ökar assistansdistansen för tioårssnittet med cirka 800 M.

Detta resulterar i en sammantagen ökning i bränsleförbrukning och CO₂-utsläpp enligt Tabell 9.

Tabell 9 Ökning bränsleförbrukning och CO₂ för handelsfartyg i Bottenhavet, som ett snitt över tio år.

Distansökning handelsfartyg (M)	Ökad bränsleförbrukning (MT)	Ökade bränslekostnad (mnkr)	Ökade CO ₂ -utsläpp (MT CO ₂)
47 697	2 549	18,2	7 394

För isbrytarna blir den sammanlagda årliga ökningen enligt Tabell 10.

Tabell 10 Ökning bränsleförbrukning och CO₂ för isbrytare i Bottenviken, som ett snitt över tio år.

Ökad assistansdistans isbrytare (M)	Ökad bränsleförbrukning (MT) baserat på 3,5 MT/h vid 9 knop	Ökade bränslekostnad (mnkr)	Ökade CO ₂ -utsläpp (MT CO ₂)
812	316	2,2	1 012

4 Samhällsnytta i relation till ökade kostnader för vinternavigation

Följande kapitel redovisar kvantifierbara delar av den samhällsekonomiska kalkylen och ställer dessa i relation till ökade kostnader för vinternavigation för vinternavigation i Bottenhavet och Bottenviken

4.1 Samhällsekonomisk kalkyl

Den samhällsekonomiska kalkylen är gjord på en övergripande nivå och tar hänsyn till följande:

- **Produktion av förnybar energi:**

Direkt proportionell till installerad kapacitet och kapacitetsfaktor (CF).

Exemplet i analysen: $1 \text{ GW} * 0,41 \text{ CF} * 8760 \text{ h/år} = 3,6 \text{ miljoner MWh/år}$.

- **Uteblivna utsläpp:** kopplade till hur mycket fossilgenererad el som vindkraften ersätter.

Exemplet i analysen: $3,6 \text{ miljoner MWh/år} \times \sim 0,075 \text{ tCO}_2/\text{MWh uteblivna} = \sim 0,27 \text{ miljon tCO}_2/\text{år}$

- **Jobbmöjligheter och lokal ekonomisk påverkan:** Beror på både installerad kapacitet och utvecklingsfas. Under konstruktionsfasen antas kortsiktiga anställningar vara tillgängliga, medan det under operationsfasen antas finnas möjligheter till stabila, långsiktiga anställningar som går att koppla till antal MW.

Exemplet i analysen anger konservativt 1 jobb/MW för underhåll och operation. Enligt (CBS, 2019) gäller $\sim 1,3 \text{ jobb/MW/år} \rightarrow \sim 1\,300 \text{ FTE/år}$ för 1 GW samt enligt (Naturvårdsverket, 2021) $0,2\text{-}10 \text{ FTE/MW}$

- **Operation och underhåll, förutsättningar för kostnadsberäkning:** en fast kostnad per installerad MW, oavsett output, i situationen i Bottenviken kan antas höja denna något.

Benchmarksiffror: (1GW): $\text{SEK } 770\,000/\text{MW/år} \times 1,000 \text{ MW} = \text{SEK } 77 \text{ miljoner/år}$ (Peak Wind, 2022), (WindEurope, 2021)

- **Nätstabilitet och export:** Har inte kunnat kvantifieras. Nyttan beror på hur väl produktionen kan tas om hand eller exporteras. Ju mer el som produceras desto större potential för att undvika att importera el och att stötta nordisk nätstabilitet, samt att eventuellt kunna exportera överproduktion.

Värdet av ovan sammanställs för tillgängliga delar i Tabell 11.

Tabell 11 Monetärt värde av ingående parametrar för samhällsnytta

Parameter (monetärt värde)	Värde	Källa
Förnybar elproduktion, SEK/MWh	660 (antaget som snitt)	Elpris SEK 550-770/MWh (Nord Pool historik Sverige & Finland)
Uteblivna CO ₂ -utsläpp SEK/tCO ₂	990	EU ETS (marknadpris): SEK 770–990/t (maj 2025). Valt övre värde pga antagande om stigande pris.
Jobbmöjligheter (Operationsfas), SEK/år	660 000	(Publik statistik) Medellön inkl skatt och sociala avgifter. tax/social avgifter SEK 550000-715000/FTE/år i energisektorn
Operation och underhåll	770000	Exv. WindEurope (2021) – Offshore Wind in Europe – Key trends and statistics (Cites SEK 660,000–SEK880,000/MW/år beroende på områdets förutsättningar)

Vad gäller antaganden för beräkningar för elproduktion har följande värden erhållits från energimyndigheten: 4000 fullasttimmar/år och en effekttäthet på 5 MW/km². För de energiområden som ingår i kalkylen motsvarar detta en total installerad effekt i Bottenhavet om cirka 36 GW och i Bottenviken cirka 15 GW (för scenario 1) respektive cirka 23 GW (scenario 2).

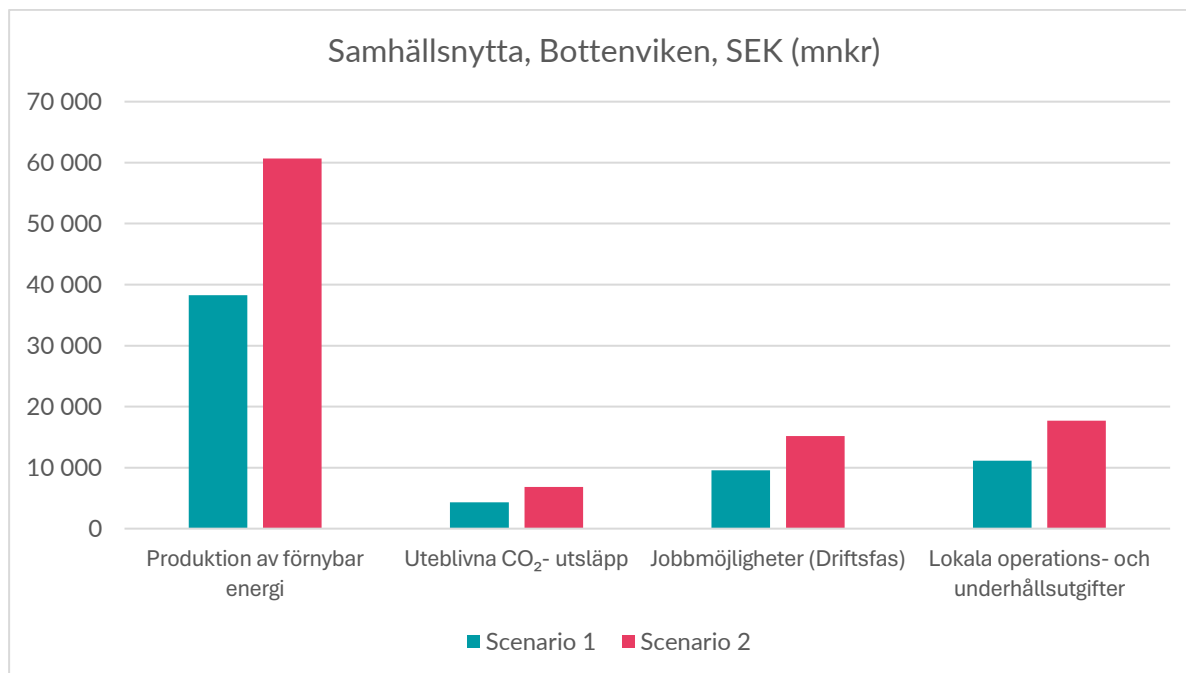
4.1.1 Bottenviken

För Bottenviken, scenario 1 och 2, blir den summerade sammahällsnyttan i monetärt värde, cirka 63 miljarder för scenario 1 och 100 miljarder för scenario 2, enligt Tabell 12 och Figur 12.

Tabell 12 Samhällsnytta - sammanställning av monetärt värde för kvantifierbara delar, för Bottenviken scenario 1 och 2.

Bottenviken, mnkr		
Parameter	Scenario 1	Scenario 2
Produktion av förnybar energi	38 254,92	60 701,52
Uteblivna CO ₂ - utsläpp	4 303,68	6 828,92
Jobbmöjligheter (Driftsfas)	9 563,73	15 175,38
Lokala operations- och underhållsutgifter	11 157,69	17 704,61
Totalt	63 280,01	100 410,43

De beräknade värdena av uteblivna CO₂- utsläpp är relativt låga. Detta beror på att andelen fossil elproduktion är liten i Sverige och Finland.

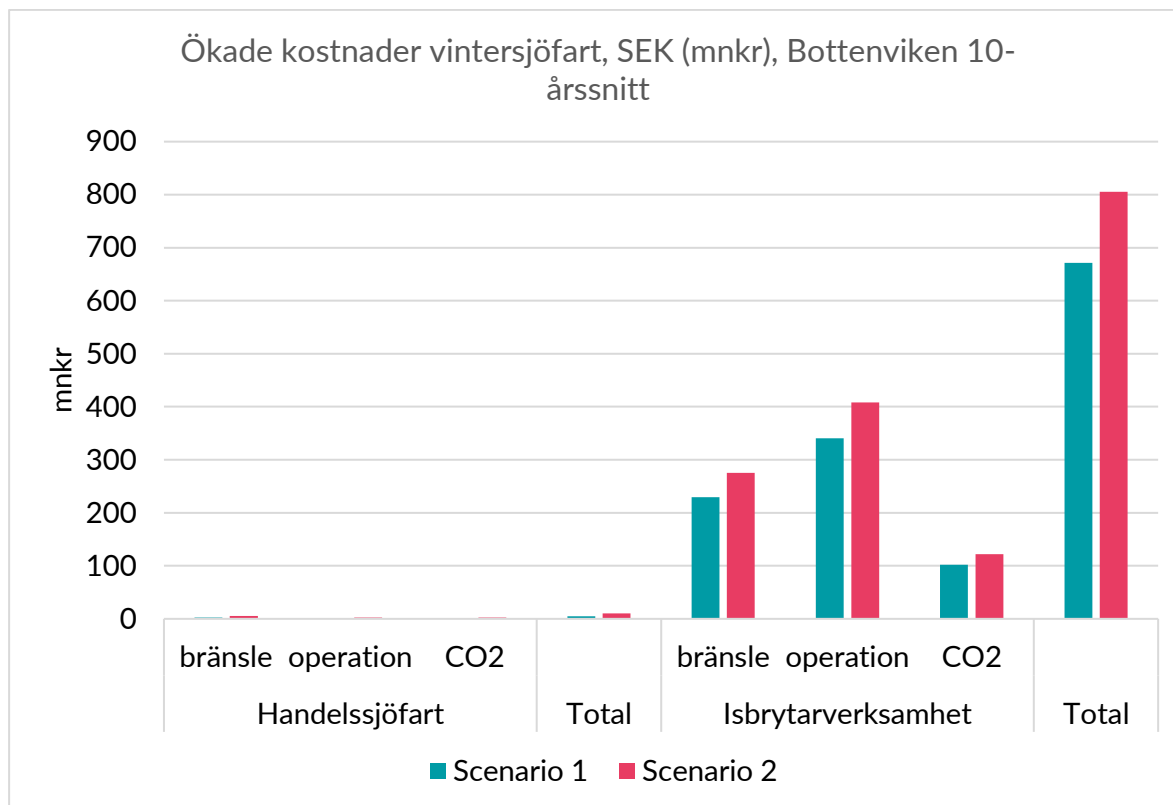


Figur 12 Diagram över samhällsekonomisk nytta, monetärt värde, för Bottenviken scenario 1 och 2.

Nedan, i Tabell 13 och i diagram i Figur 13, återges ökade kostnader för vinternavigation för 2030.

Tabell 13 Ökade kostnader för vinternavigation, Bottenviken

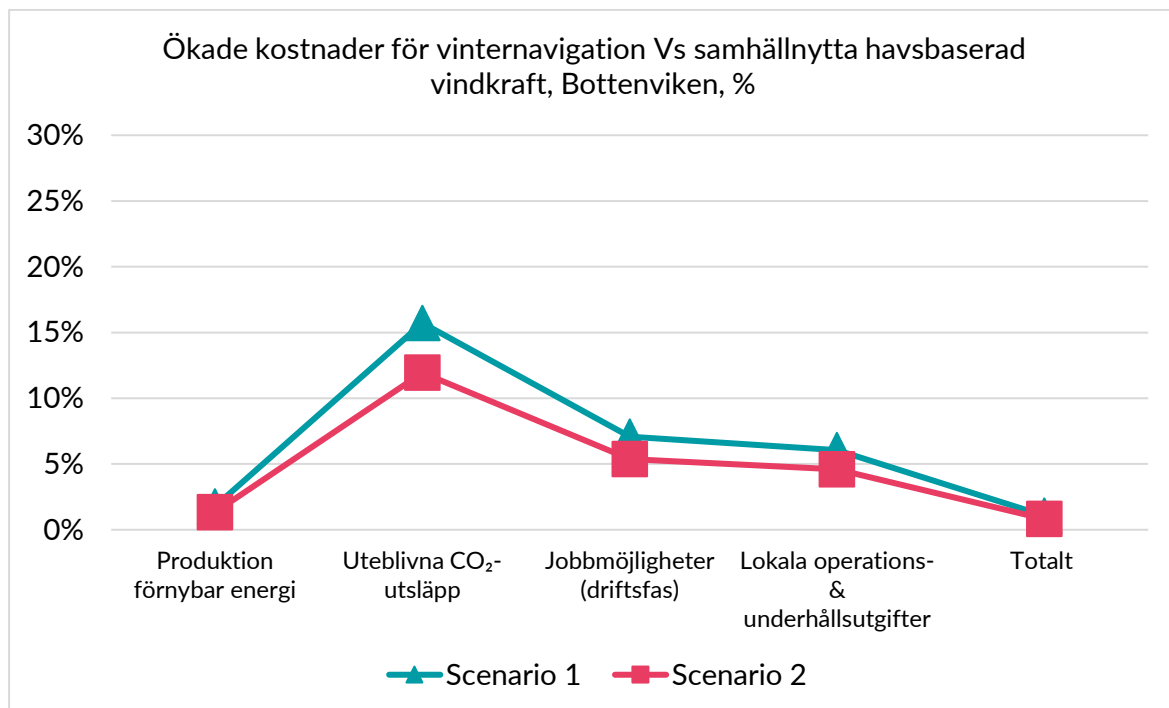
Bottenviken - Ökade kostnader vinternavigation, mnkr			
Handelssjöfart	Bränsle	2,72	5,54
	Operation	1,15	2,33
	CO ₂	1,20	2,44
	TOTALT	5,07	10,31
Isbrytarverksamhet	Bränsle	229,34	275,18
	Operation	340,23	408,24
	CO ₂	101,77	122,12
	TOTALT	671,34	805,54



Figur 13 Diagram med sammanställning av ökade kostnader för vinternavigation för scenario 1 och 2 i Bottenviken.

I Bottenviken är det huvudsakligen isbrytarverksamheten som påverkas av ökade kostnader för vinternavigation, eftersom det är i Bottenviken som merparten av isbrytningen sker och de ökade kostnaderna för handelssjöfarten utgör endast mellan 0,75 till 1,26 % av den totala kostnadsökningen, för scenario 1 respektive 2.

Nedan, i Figur 14, finns en jämförelse mellan ökade kostnader för vinternavigation i förhållande till samhällsnyttan för havsbaserad vindkraft. Vid jämförelsen framgår att de ökade kostnaderna endast motsvarar en liten del av samhällsnyttan, totalt cirka 0,8 % för scenario 1 och cirka 1,1 % för scenario 2.



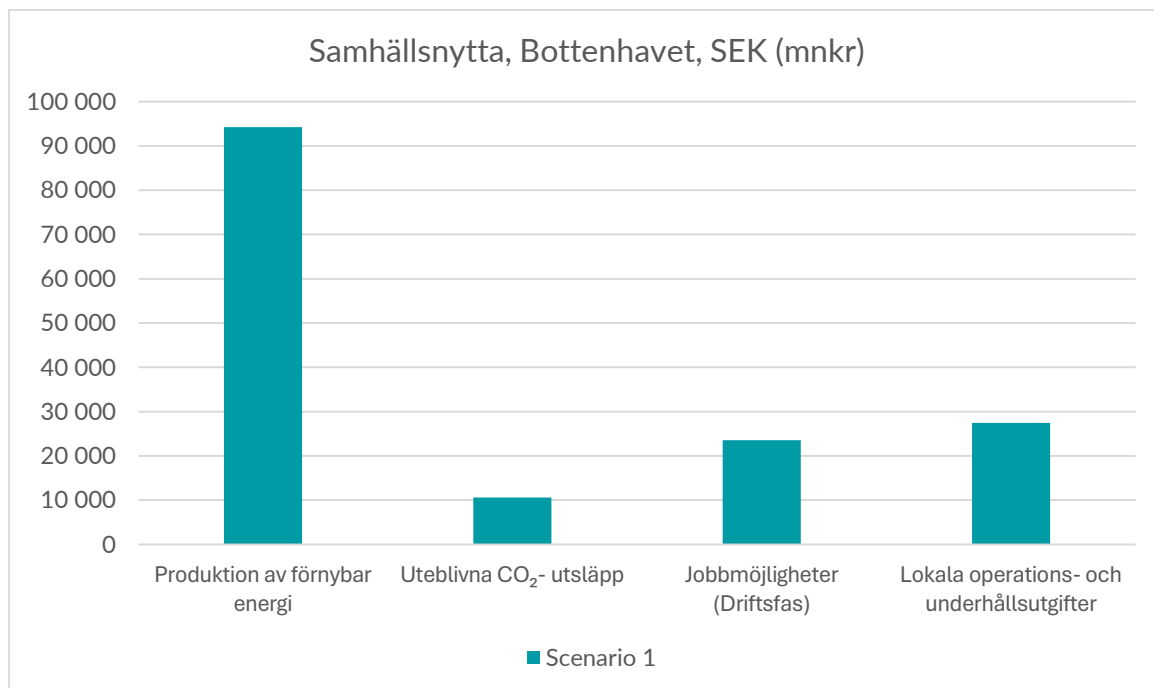
Figur 14 Diagram över ökade kostnader för vinternavigation i jämförelse med samhällsnytta

4.1.2 Bottenhavet

För Bottenhavet blir den summerade samhällsnyttan, i monetärt värde, cirka 156 miljarder, enligt Tabell 14 och Figur 15.

Tabell 14 Samhällsnytta - Sammanställning av monetärt värde för kvantifierbara delar för Bottenhavet.

Parameter	Scenario 1
Produktion av förnybar energi	94 215,00
Uteblivna CO ₂ - utsläpp	10 599,19
Jobbmöjligheter (Driftsfas)	23 553,75
Lokala operations- och underhållsutgifter	27 479,38
Totalt	155 847,31

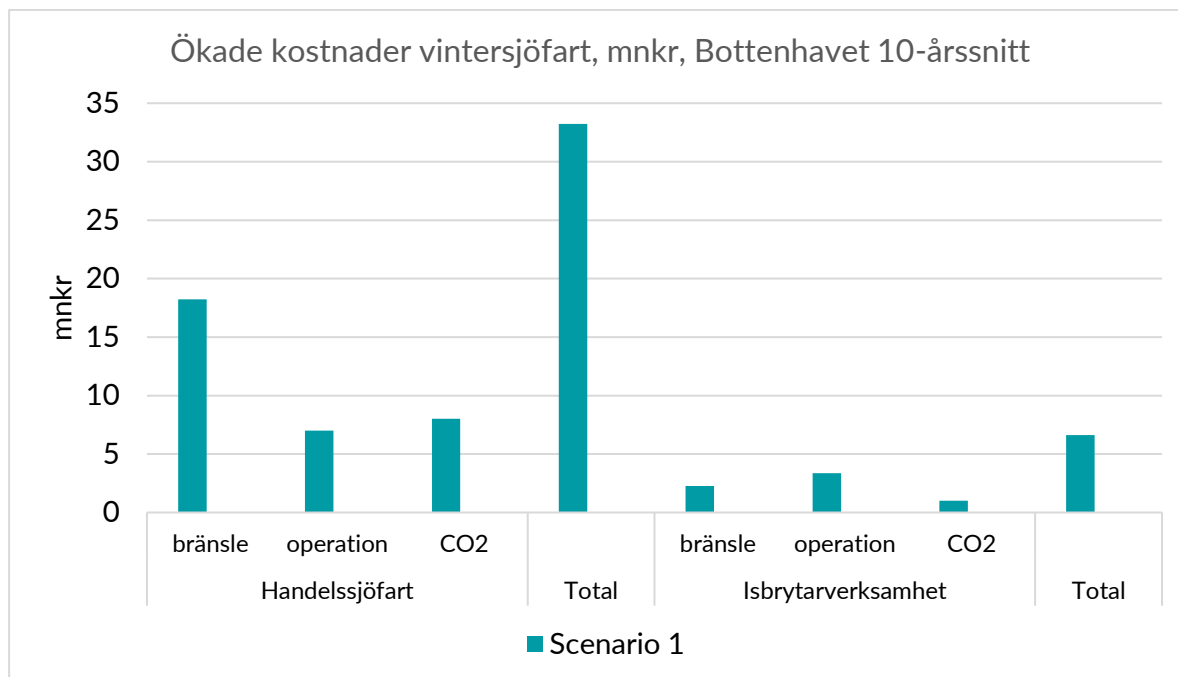


Figur 15 Diagram över samhällsekonomisk nytta, monetärt värde, för Bottenhavet.

Nedan, i Tabell 15 och i Figur 16, återges ett diagram över ökade kostnader för vinternavigation för 2030, baserat på ett tioårsnitt.

Tabell 15 Ökade kostnader för vinternavigation, Bottenhavet

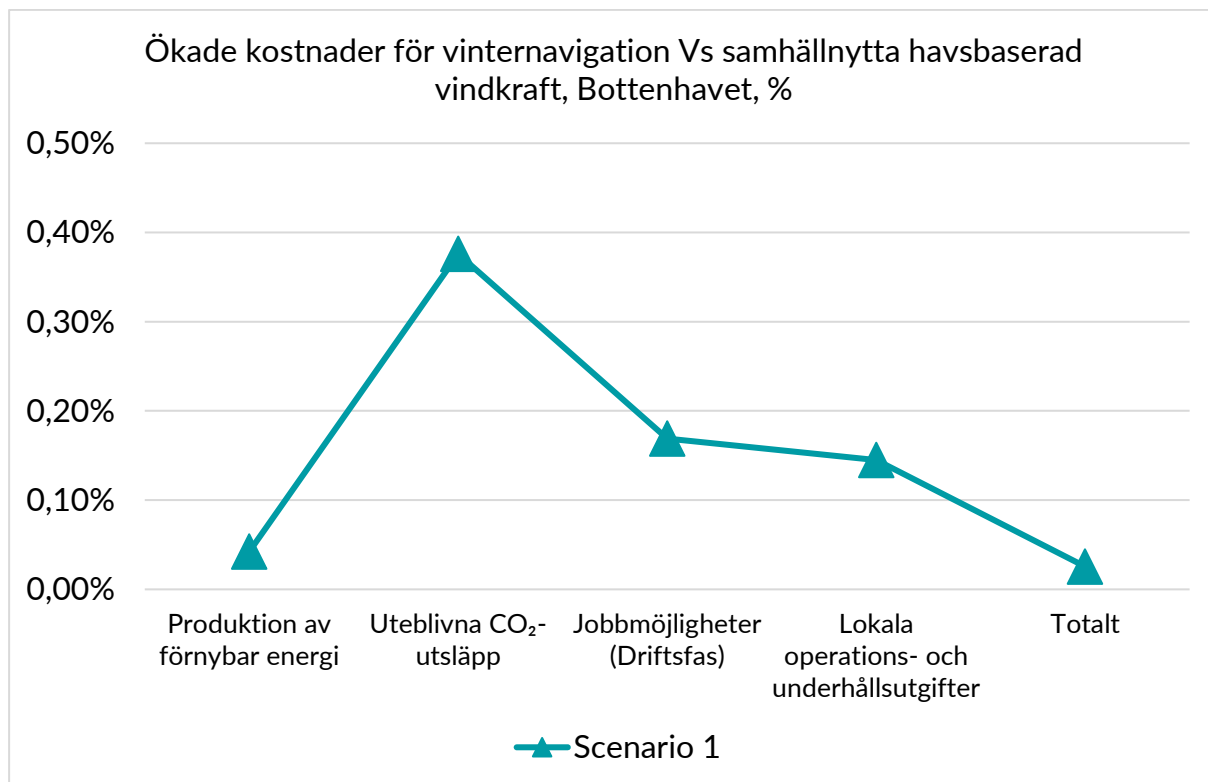
Bottenhavet - Ökade kostnader vinternavigation, mnkr		
Handelssjöfart	Bränsle	18,23
	Operation	7,00
	CO ₂	8,01
	TOTALT	33,23
Isbrytarverksamhet	Bränsle	2,26
	Operation	3,35
	CO ₂	1,00
	TOTALT	6,61



Figur 16 Diagram med sammanställning av ökade kostnader för vinternavigation för Bottenhavet.

I Bottenhavet är det huvudsakligen handelssjöfarten som påverkas, eftersom is normalt sett endast förekommer under en kortare period av året och också normalt sett är begränsad i sin utsträckning. Följaktligen är behovet av isbrytarverksamhet litet, relativt sett. De ökade kostnaderna för handelssjöfarten utgör cirka 83 % av den totala kostnadsökningen för vintersjöfarten i Bottenhavet.

Nedan i Figur 17 finns en jämförelse mellan ökade kostnader för vinternavigation i förhållande till samhällsnyttan (monetärt) för havsbaserad vindkraft. Vid jämförelsen framgår att de ökade kostnaderna totalt sett endast motsvarar en liten del av samhällsnyttan, totalt cirka 0,03 %.



Figur 17 Diagram över ökade kostnader för vinternavigation i jämförelse med samhällsnytta, för Bottenhavet

4.2 Förutsättningar för investeringar i havsbaserad vindkraft

Kostnaden för uppförandet av vindparker är inte medräknad i den samhällsekonomiska kalkylen då det är en kostnad som idag förväntas bäras av respektive vindparks projektör

I dagsläget, med höga investeringskostnader och stora osäkerheter avseende elprisets utveckling, har marknaden för havsbaserad vindkraft i Sverige och Finland mattats av. Även dagens tillståndsprocess kan ha påverkat, med långa ledtider och stora osäkerheter. Det saknas gemensamma rekommendationer för Sverige och Finland vad gäller etablering av närliggande vindparker nära gränsen, med avseende på lämpligt avstånd mellan vindparkerna. Vidare saknas rekommendationer och ett övergripande perspektiv för bedömning av etablering av flera havsvindparker inom ett havsområde, något som försvårar för såväl vindkraftprojektörer som för företrädare för övrig intressen.

I en utredning från Statens Offentliga Utredningar från 2024 föreslås en övergång till ett auktionssystem för havsbaserad vindkraft i Sverige. Med ett auktionssystem kan staten i ett tidigt skede peka ut områden där det är lämpligt och önskvärt att bygga ut vindkraften utifrån de samlade intressena i havet. Enligt förslaget ska också den projektör som vinner en auktion kunna ges ensamrätt till etablering av vindkraft i ett område. Den projektering som genomförs kan då ske under väsentligt lägre tillståndsrisker, men under åtagande att faktiskt förverkliga projektet. En sådan ordning kan både förbättra förutsättningarna för energi- och elnätplanering och för miljöhänsyn vid exploatering av havet för vindkraft. (SOU2024:89, 2024) I dagsläget är dock inget beslutat. Även i Finland pågår en omstrukturering av tillståndsprocessen till ett auktionsförfarande. (Finnish Government, 2024)

Vad gäller den höga investeringskostnaden finns det också förslag på verktyg för att främja ny havsbaserad vindkraft, bland annat i Elmarknadsutredningen som gjordes 2025. (SOU2025:47, 2025) I flera andra europeiska länder, Danmark, Storbritannien, Italien och Frankrike, används dubbelsidiga marginalkostnadskontrakt/differenskontrakt, så kallade

Contracts for Difference (CfD), för att minska investeringsriskerna och därmed finansieringskostnaderna för vindkraftsprojekt till havs. Även Polen och Litauen har beslutat för att i framtiden använda denna typ av kontrakt. (BWO, 2025) Varken Sverige eller Finland använder sig idag av CfD, men Elmarknadsutredningen bedömer att statlig riskdelning behövs för att göra den havsbaserade vindkraften lönsam, och att det som en följd av det kan vara befogat att införa dubbelriktade differenskontrakt för havsbaserad vindkraft för att möjliggöra investeringar i nya projekt. Vidare bedömer utredningen att, om sådana kontrakt införs, att ett auktionsbaserat förfarande avseende statligt anvisade platser är att föredra på sikt eftersom det ger staten möjlighet att effektivt koordinera nätanslutning, lokalisering av elproduktion och hantering av motstående samhällsintressen. (SOU2025:47, 2025)

Skulle investeringskostnaden för att bygga vindkraft vägas in i den övergripande samhällsekonomiska kalkylen i innevarande studie beräknas den samlade nyttan bli cirka 4 gånger högre än den totala kostnaden för investering och vintersjöfart, för Bottenviken respektive Bottenhavet. Beräkningarna baseras på antagande om att investeringskostnaden för 1 GW är 25-30 miljarder och att den operationella livslängden för en havsbaserad vindpark är 25-30 år.

5 Analys

Baserat på information från Sjöfartsverket görs ett antagande om att alla fartyg kommer att assisteras förbi vindparker, liksom de idag oftast assisteras förbi områden med naturliga hinder eller genom trånga passager. Med vindparker etablerade på samma yta som det förekommer fartygstrafik minskar utrymmet för fartygen. Om fartygen skulle vara självgående, utan assistans, förbi en vindkraftpark och fastnar och driver med isen riskerar de att driva in i vindparken. Behovet av assistans kommer precis som idag att bero på isförhållande och vindriktning- och styrka, och sannolikt är antagandet om att samtliga fartyg kommer att assisteras vid varje resa en överskattning. Likväl är assistans för samtliga passager förbi vindparker utgångspunkten för analysen, ur ett *worst case*-perspektiv. Detta innebär att isbrytarna kommer att behöva segla längre sträckor. Den ökade gångtiden kan medföra att väntetiden för assistans blir längre, vilken också kan påverkas av att vänteplatser (där fartygen kan vänta på assistans) kan komma att behöva ligga längre ut från hamn fritt från vindparker. Vidare kan hastigheten under vilken assistansen sker komma att påverkas av eventuellt svårare isförhållande förbi vindparker. Analysen antar en bestämd hastighet, 9 knop, för allt assistansarbete. Vid eventuellt svårare isförhållanden sker assistanserna i långsammare hastighet, vilken i sin tur kan påverka hur många assistanser som hinns med och därmed också påverkar väntetid för assistans.

Etableringen av vindkraft till havs innebär också nya, oftast längre, rutter för handelsfartygen, när rutterna behöver gå runt ett eller flera områden för en vindpark.

5.1 Påverkan på isbrytningsverksamhet

Verksamheten kommer att påverkas olika i Bottenviken och Bottenhavet, beroende på de olika förutsättningarna för respektive område vad gäller förekomst av havsis.

Den nedan angivna ökade distansen är beräknad utifrån enskilda assistanser, dvs att en isbrytare assisterar ett fartyg i taget. Ibland kommer assistanserna att ske i konvoj, där möjligen flera fartyg assisteras vid samma tillfälle.

5.1.1 Bottenviken

Med nya rutter på grund av etablering av vindparker, enligt Figur 7 i kapitel 2.3.1, blir den sammanlagda ökade assistansdistansten i Bottenviken enligt Tabell 16 nedan. Distanterna anges som ett tioårssnitt för i analysen ingående vintrar. Även de separata årens ökade distanser återges som jämförelse, samt snittet för de i analysen ingående normalvintrarna. Samtliga beräknade distanser är baserade på 2030 års trafik och basis att varje fartyg assisteras enskilt.

Tabell 16 Ökning i assistansdistanter på grund av vindparker i Bottenviken för i analysen ingående vintrar.

Vinter	Ökad assistansdistans Scenario 1 (M)	Ökad assistansdistans Scenario 2 (M)
Genomsnitt över 10 år för samtliga vintrar i analysen	82 500	98 900
Normalvintersnittet (av 2017/2018 & 2023/2024)	118 500	140 200
2010/2011 (svår isvinter, stort assistansbehov)	119 100	141 000
2017/2018 (normalisvinter, medelstort assistansbehov)	110 400	130 900
2019/2020 (lindrig isvinter, litet assistansbehov)	28 200	36 700
2023/2024 (normalisvinter, medelstort assistansbehov)	126 600	149 600

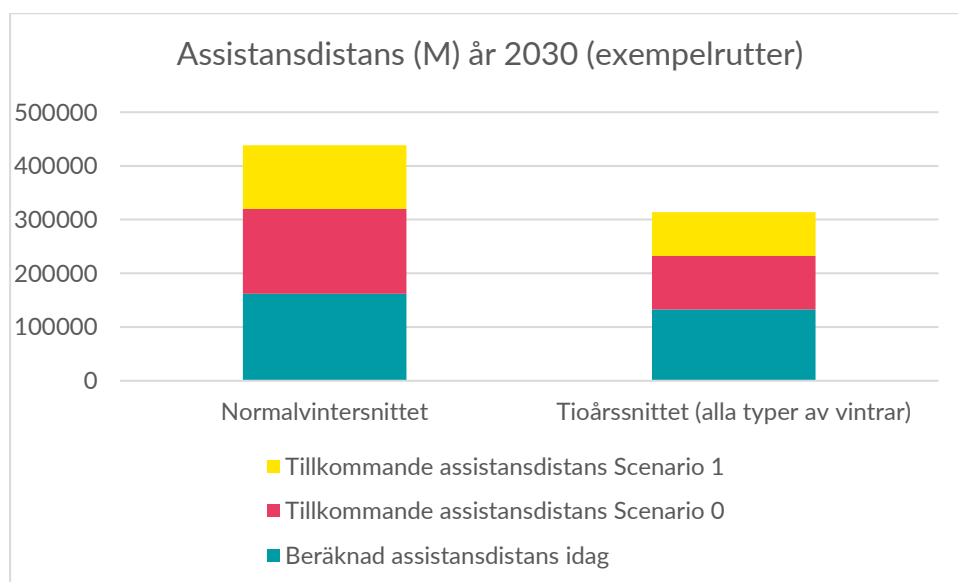
Enligt information från Sjöfartsverket (Sjöfartsverket, 2025) samt från Finska Trafikledsverkets hemsida (Trafikledsverket, 2025) var den sammanlagda operationella distansen för isbrytarna drygt 140 000 M under 2023/2024. Vintern 2023/2024 var visserligen en normalvinter utifrån isutbredning men var komplicerad och resurskrävande ur ett isbrytningsperspektiv, med turbulent väder och kraftiga och skiftande vindar. Detta ledde till att isen trycktes ihop och vallades mer än normalt och isen var emellanåt ogenomtränglig även för isbrytarna.

En viktig aspekt att ha med i jämförelsen är den framtida assistansdistansten utan vindparker, det vill säga, hur stor assistansdistansten blir med hänsyn tagen enbart till trafikökningen och utan vindparker (scenario 0, 2030).

De totala assistansdistanser som isbrytarna behöver göra enligt scenario 0 för år 2030, dvs enbart med hänsyn tagen till prognosticerad trafikökning, summeras för normalvintersnittet till cirka 320 000 M. Den beräknade assistansökningen år 2030 med vindparker är cirka 118 500 M för scenario 1, för normalvintersnittet. Det vill säga, att vindparker enligt scenario 1 bidrar till en ökning i assistansdistans om cirka 37 % (44 % för scenario 2) för en normalvinter.

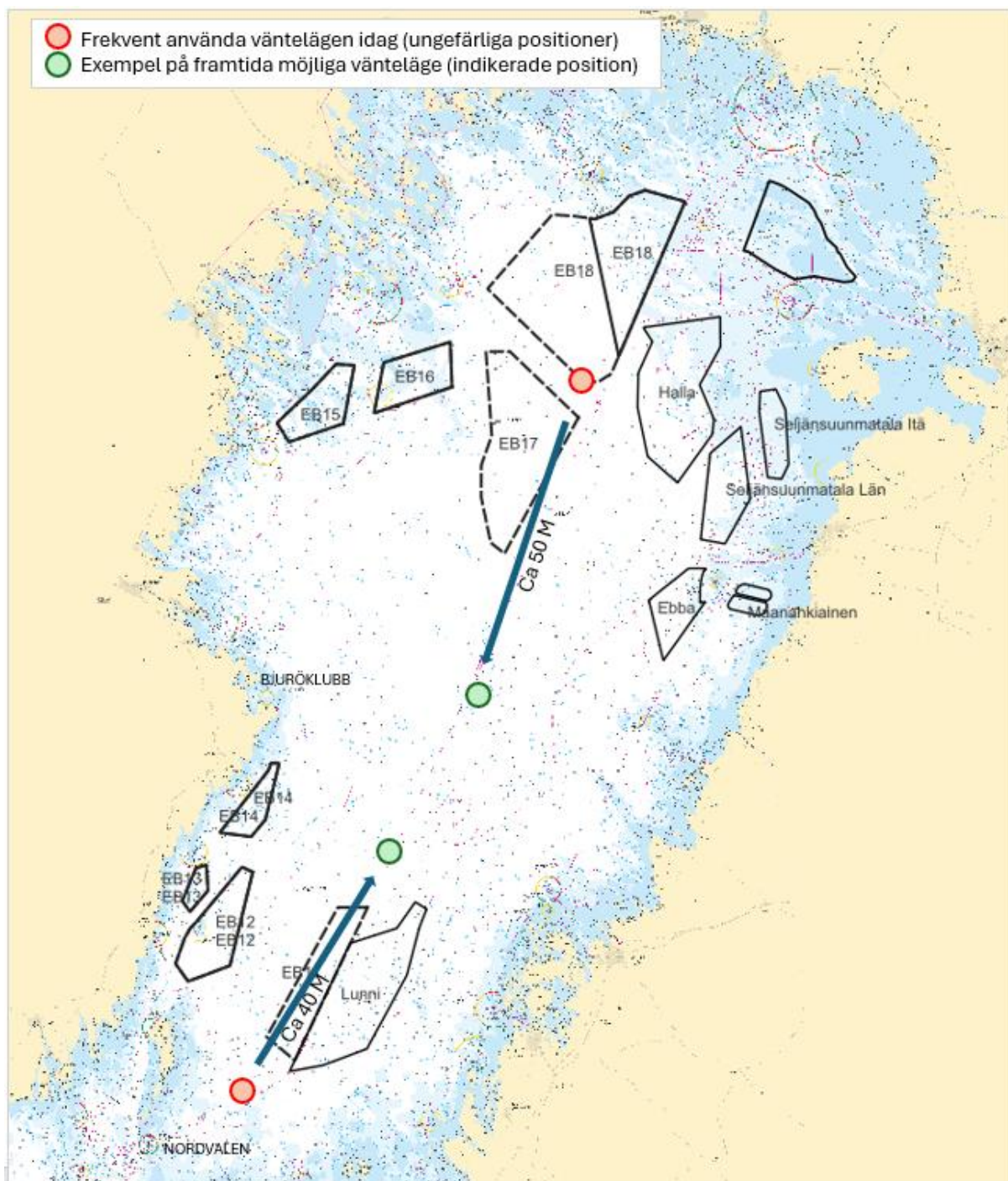
Det beräknade tioårssnittet för total assistansdistans för i analysen ingående vintrar för scenario 0 är cirka 230 000 M. Den beräknade assistansökningen för scenario 1 är cirka 82 000 M, det vill säga att vindparker enligt scenario 1 bidrar till en ökning i assistansdistans om 36 %. För scenario 2 motsvarar ökningen cirka 43 %. Ökade assistansdistanser medför följaktligen också ökade kostnader, och möjligen även längre väntetider på assistans.

Diagrammet i Figur 18 återger beräknade assistansdistanser för år 2030 i förhållande till dagens beräknade distans utifrån exempelrutter, för scenario 0 och scenario 1, dels för som ett snitt för de normalvintrar som ingår i analysen, dels för ett tioårssnitt över såväl lindriga som normala och svåra vintrar.



Figur 18 Diagram över total beräknad assistansdistans år 2030, för normalvintersnittet och för tioårssnittet över samtliga typvintrar

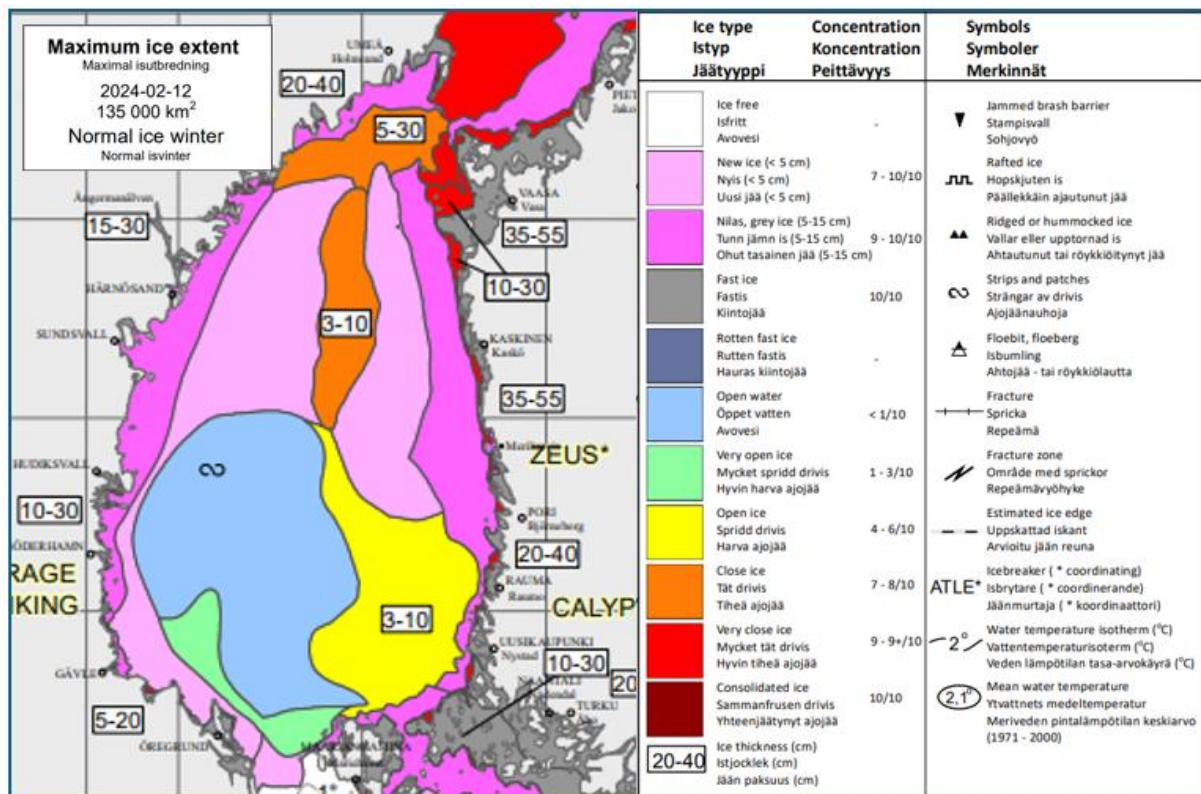
De övergripande effekterna omfattar också att väntelägen behöver finnas längre ut från hamnar, väl fritt från vindkraftparker. I norra Bottenviken kommer exempelvis väntelägen, för trafik till hamnar i norr och nordost, att behöva flyttas söderut. Ett av dagens vanliga vänteläge är beläget strax söder om området EB18, och kommer, enligt isbrytarbefäl, möjligen att behöva ligga centralt i Bottenviken tvärs Bjuröklubb (beroende på vindriktning) vid en normal isvinter. I södra delen av Bottenviken finns också ett vanligt förekommande vänteläge 10-15 M nordost om Nordvalen. Med vindparker etablerade norr om Nordvalen kommer en sådan vänteplats istället att behöva förläggas längre norrut, norr energiområde EB11 och Lunni, se Figur 19.



Figur 19 Ungefärlig position på två av dagens frekvent använda väntelägen, söder om energiområde EB18 & norr om Nordvalen och av isbrytarbefäl indikerade nya möjliga vänteläge.

5.1.2 Bottenhavet

I Bottenhavet påverkas isbrytarna inte i lika stor utsträckning som i Bottenviken, vilket beror på att det mycket mer sällan förekommer havsis som kräver isbrytarassistans i Bottenhavet än i Bottenviken. Normalvintern 2023/2024 var det vid maxistillfället i februari isfritt i centrala delen i södra halvan av Bottenhavet upp till 62:a breddgraden (ungefär mellan Hudiksvall och Sundsvall), med områden av spridd drivis österut, se Figur 20.



Figur 20 Karta över maxistillfället under vinter 2023/2024

Med vindkraftparker etablerade i Bottenhavet skulle assistans krävas på relativt kustnära sträckor, in till svenska hamnar i sydvästra Bottenhavet samt till finska hamnar utmed östra delen av Bottenhavet. Under vintrar då assistansbehovet är stort (antaget 1 vinter på tio år), kommer påverkan bli stor på isbrytarna genom att de exempelvis behöver gå norr om vindparkerna i sydöstra Bottenhavet för att nå hamnarna utmed sydöstra och östra Bottenhavet.

Med nya rutten på grund av etablering av vindparker enligt Figur 11 i kapitel 2.3.2 blir den sammanlagda ökade assistansdistansen för tioårsnittet, för i analysen ingående vintrar, enligt Tabell 17 nedan. Även de separata årens ökade distanser återges som jämförelse, liksom distansen för normalvintersnittet. Samtliga beräknade distanser är baserade på 2030 års trafik och basis att varje fartyg assisteras enskilt.

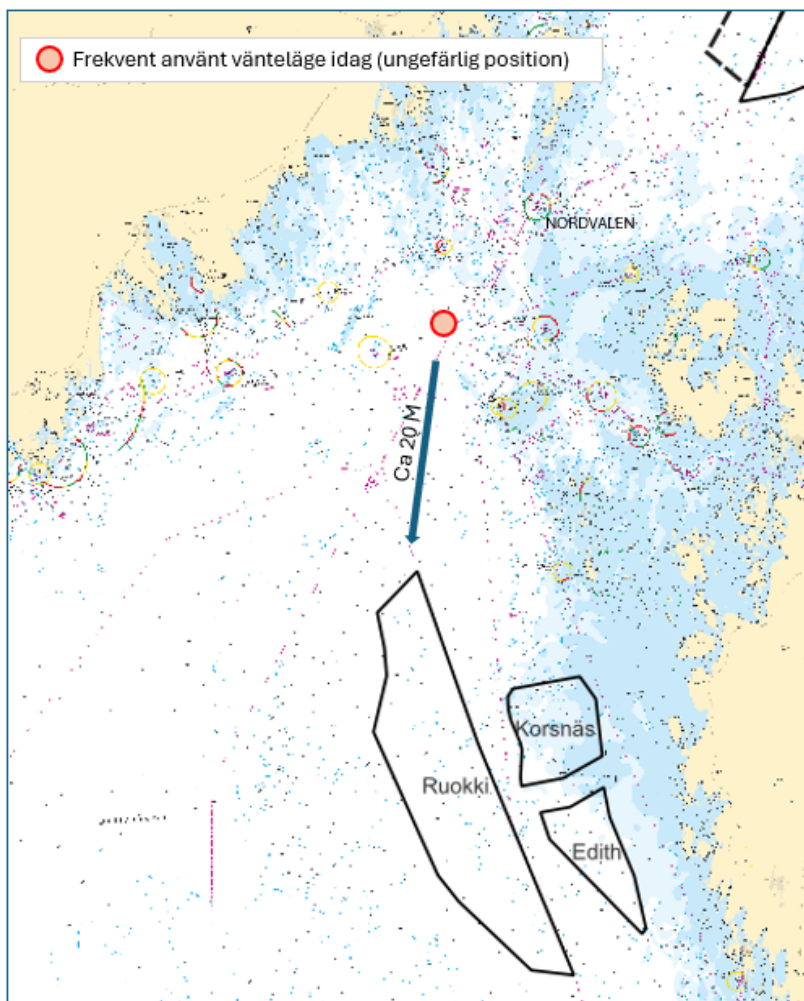
Tabell 17 Ökning av assistansdistanser på grund av vindparker i Bottenhavet för i analysen ingående vintrar.

Vinter	Ökad assistansdistans
Genomsnitt över 10 år för samtliga vintrar i analysen	810
Normalvintersnittet (av 2017/2018 & 2023/2024)	1580
2010/2011 (svår isvinter, stort assistansbehov)	3 380
2017/2018 (normalisvinter, medelstort assistansbehov)	350
2019/2020 (lindrig isvinter, litet assistansbehov)	-
2023/2024 (normalisvinter, medelstort assistansbehov)	2814

Den framtida assistansdistansen utan vindparker, det vill säga assistansdistansen enbart med hänsyn tagen till prognosticerad trafikökningen och utan vindparker (scenario 0, 2030) beräknas till cirka 10 200 M för en vinter likt 2023/2024. Den beräknade assistansökningen år 2030 med vindparker är cirka 1 580 M, för det beräknade normalvintersnittet. Det vill säga att i Bottenhavet bidrar vindparker till en ökning i assistansdistans om cirka 23 % för en normalvinter.

Det beräknade tioårssnittet för total assistansdistans, för i analysen ingående vintrar, för scenario 0 är cirka 5 500 M. Den beräknade assistansökningen för tioårssnittet är cirka 800 M, det vill säga att vindparker bidrar till en ökning i assistansdistans om cirka 15 % i snitt över tio år.

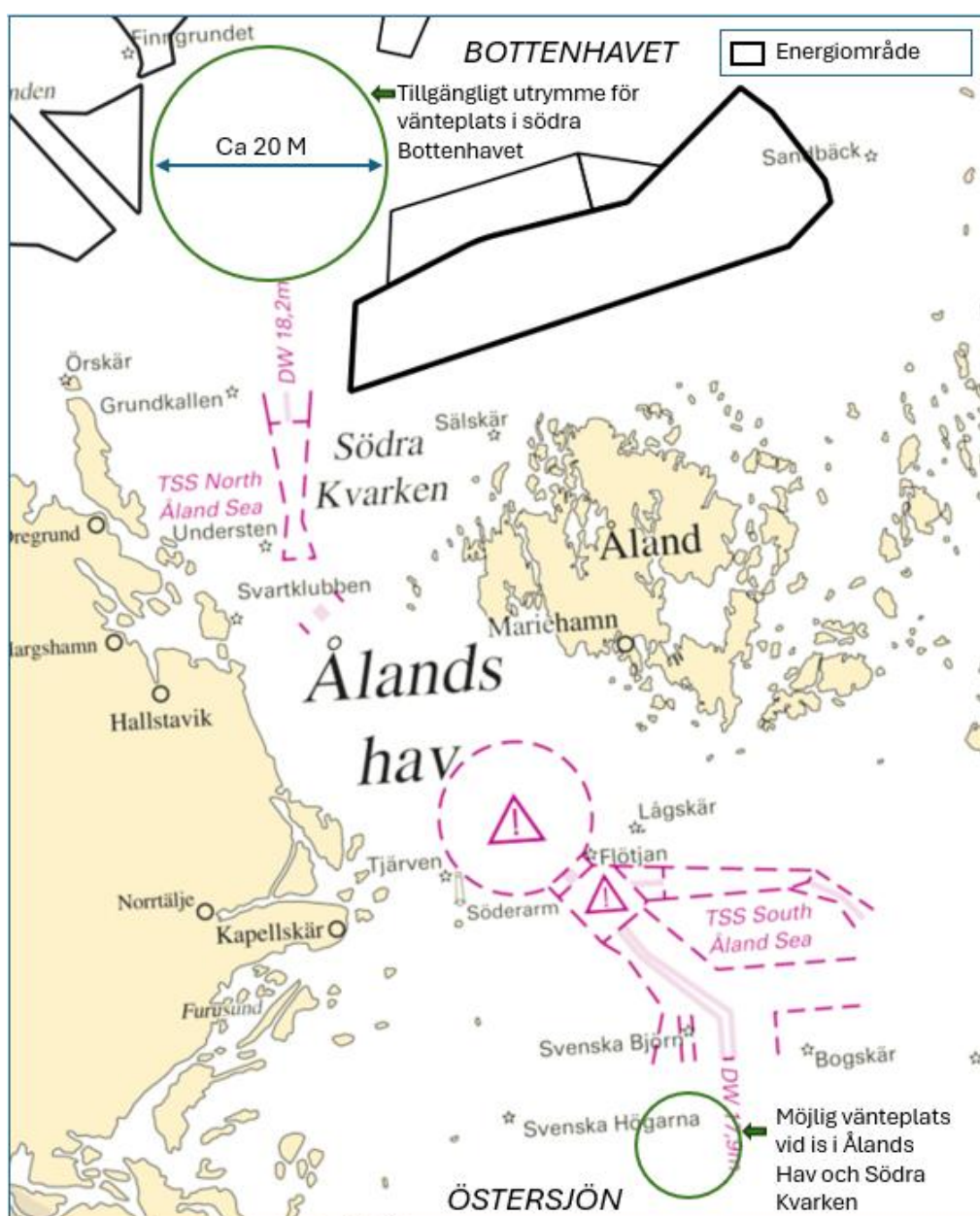
Vad gäller väntplatser i Bottenhavet är en vanligt förekommande utpekad väntplats belägen 10-15 M söder om Nordvalen. Detta läge bedöms inte påverkas av etablering av vindkraft enligt områden i analysen, med närmaste vindpark drygt 20 M söderut, se Figur 21.



Figur 21 Ungefärlig position på ett vanligt förekommande använt vänteläge söder om Nordvalen.

Den senaste svåra isvintern, 2010/2011, var fartyg tvingade att vänta söder om fyren Svenska Björn i Östersjön, innan assisterades genom Ålands Hav och Bottenhavet se Figur 22. Skulle en sådan vinter infalla igen blir effekten sannolikt densamma, och vänteplatsen kommer inte att påverkas av vindkraftetableringarna som ingår i analysen.

Det kan också förhålla sig så att fartygen endast behöver assistans genom Ålands hav och Södra Kvarken för att sedan kunna gå själva genom en större del av Bottenhavet, om de ska upp till Bottenviken eller norra Bottenhavet. På nordgående påverkas inte vänteplatsens läge (söder om Ålands Hav) av att vindparker etableras enligt i analysen ingående energiområden. På sydgående, på väg från Bottenhavet till Ålands hav, kan fartyg behöva vänta norr om Södra Kvarken. Skulle vindkraftparker etableras enligt de energiområden som omfattas av analysen begränsas tillgängligt utrymme för vänteplatser i södra Bottenhavet. Möjligen kan ett område norr om Södra Kvarken användas, beroende på is- och vindförhållanden samt isdrift. Se Figur 22.



Figur 22 Översikt över Bottenhavets sydligaste del, Södra Kvarken och Ålands Hav, samt utrymme för vänteplatser.

5.1.3 Transit

Idag utgörs transitarbetet av cirka 50 % av isbrytarnas totala arbete. Hur stor del av isbrytarnas arbete som kommer att utgöras av transit i framtiden är osäkert. Beräkningarna i analysen omfattar resor tur- och retur, med en assistans in och en med assistans ut. Teoretiskt skulle då nästa fartyg kunna tas in direkt efter det förra, men i praktiken kommer fartygen inte på tidtabell utan går i de flesta fall på en spotmarknad, som beror på godsflöde och tillgänglighet i hamn. Isbrytarverksamheten är en service för att fartygen ska kunna anlöpa hamn under perioder med havsis, och målet idag är att fartygen ska få assistans inom cirka 4 h från det att de ankommer till anvisad vänteplats. Detta innebär idag att isbrytare behöver gå i transit för att möta upp fartyg, som kanske ska in till en annan hamn än den förra assistansen.

Med den prognosticerade trafikökningen kommer, dagens operationsmönster att behöva ses över för att upprätthålla dagens servicenivå, och det oaktat vindkraftsetableringar. Transitarbetet kommer dock sannolikt att påverkas av längre assistanssträckor som följer av vindkraftsetableringar.

5.2 Tillgång till isbrytarresurser

Den genomsnittliga trafikökningen fram till 2030 är cirka 30 %, för samtliga hamnar i analysen. För Bottenviken innebär det en total beräknad assistans om ca 230 000 M för år 2030 inklusive prognostiserad trafikökning, beräknat på tioårssnittet av lindrig, normal och svår isvinter utan vindparker. En etablering av vindparker enligt energiområden i analysen beräknas bidra till ytterligare cirka 82 000 M. För Bottenhavet är motsvarande siffror cirka 5 000 M respektive knappt 1 000 M.

Den beräknade totala assistansdistansen år 2030, som ett snitt över tio år, blir således cirka 235 000 M enbart för Bottenhavet och Bottenviken, enbart med hänsyn tagen till prognosticerad trafikökning och för ett tioårssnitt inberäknat alla typer av vintrar. Med etablering av vindkraft enligt analysens energiområden beräknas den totala assistansdistansen i Bottenhavet och Bottenviken öka med ytterligare totalt cirka 83 000 M. Totalt finns 15 isbrytare tillgängliga idag.

Normalvintern 2023/2024 var den assisterade distansen i Bottenviken och Bottenhavet cirka 136 000 M, enligt data från IBNet. Sjöfartsverkets publikationer med sammanfattning av isvintrarna (Sjöfartsverket, 2024) visar att nuvarande isbrytarresurser klarade av att hantera då gällande trafikflöden under en sådan normalvinter, såtillvida att väntetiden på assistans i snitt motsvarar målet om att assistans ska kunna erbjudas inom 4 timmar. Även längre distanser har kunnat hanteras, dock med fler isbrytare. Historiska data från IBNet visar att den totala distansen som assisterades den svåra vintern 2010/2011 var cirka 236 000 M av då 16 tillgängliga isbrytare. Denna distans inkluderar dock även assistanser i Finska Viken. Distansen som assisterades enbart i Bottenhavet och Bottenviken är okänd, dock finns rapporterat att sammantaget 10 isbrytare opererade i Bottenviken och Bottenhavet under 2010/2011 (Baltic Icebreaking Management, 2011). Den beräknade framtida assistansdistansen gäller bara Bottenhavet och Bottenviken, och isbrytarkapacitet behövs bland annat även i Finska Viken.

Det bör också noteras att när Bottenhavet blir isbelagt likt vintern 2010/2011, och ett behov av assistansverksamhet i Bottenhavet uppstår, drivs assistanssträckorna snabbt upp på grund av de långa avstånden i Bottenhavet. Sannolikt bidrog detta till att isbrytarnas totala tillryggalagda distans vintern 2010/2011 blev hög. Väl att notera är att trafiken i Bottenviken under 2010/2011 sköttes av färre antal isbrytare än normalt, 1 svensk och 3 finska mellan mitten av februari till slutat av mars. Detta var möjligt då istäcket i Bottenviken under denna period var mycket stationärt och rännorna stod bättre, dvs brutna rännor höll sig farbara under längre tid. Sedan 2010 har också trafikbilden ändrats en del varvid det är tveksamt om Bottenviken kan opereras med enbart en svensk isbrytare under längre perioder.

För att kunna hantera framtida trafikökning behövs ytterligare kapacitet vad gäller isbrytarresurser. I tillägg behövs ytterligare kapacitet på grund av den beräknade ökningen i assistansdistans, som beror på etablering av vindkraft enligt energiområden i analysen. Hur mycket ytterligare kapacitet som behövs är dock svårt att slå fast i detta läge, av flera skäl: Tillförlitligheten vad gäller trafikprognoser är osäker men framför allt vad gäller när i tid trafikökningen kommer. Dessutom finns det stora osäkerheter gällande vilka vindparker som kommer att byggas. Dels är det osäkert vilka vindparker som kommer att få tillstånd, dels hur de tillståndsgivna vindparkernas utbredning slutligen kommer att vara. En etablering av havsbaserad vindkraft, fullt ut enligt energiområden som ingår i analysen, är mindre trolig, då vissa anpassningar i utbredning kommer att vara nödvändiga för att sjöfarten ska kunna passera på tillräckligt avstånd. Vidare är industrisatsningar i norr försenade och det finns också osäkerheter i de marknadsmässiga och finansiella förutsättningarna för vindkraftprojektörer, förutsättningar som måste finnas på plats för att investeringsbeslut ska kunna tas.

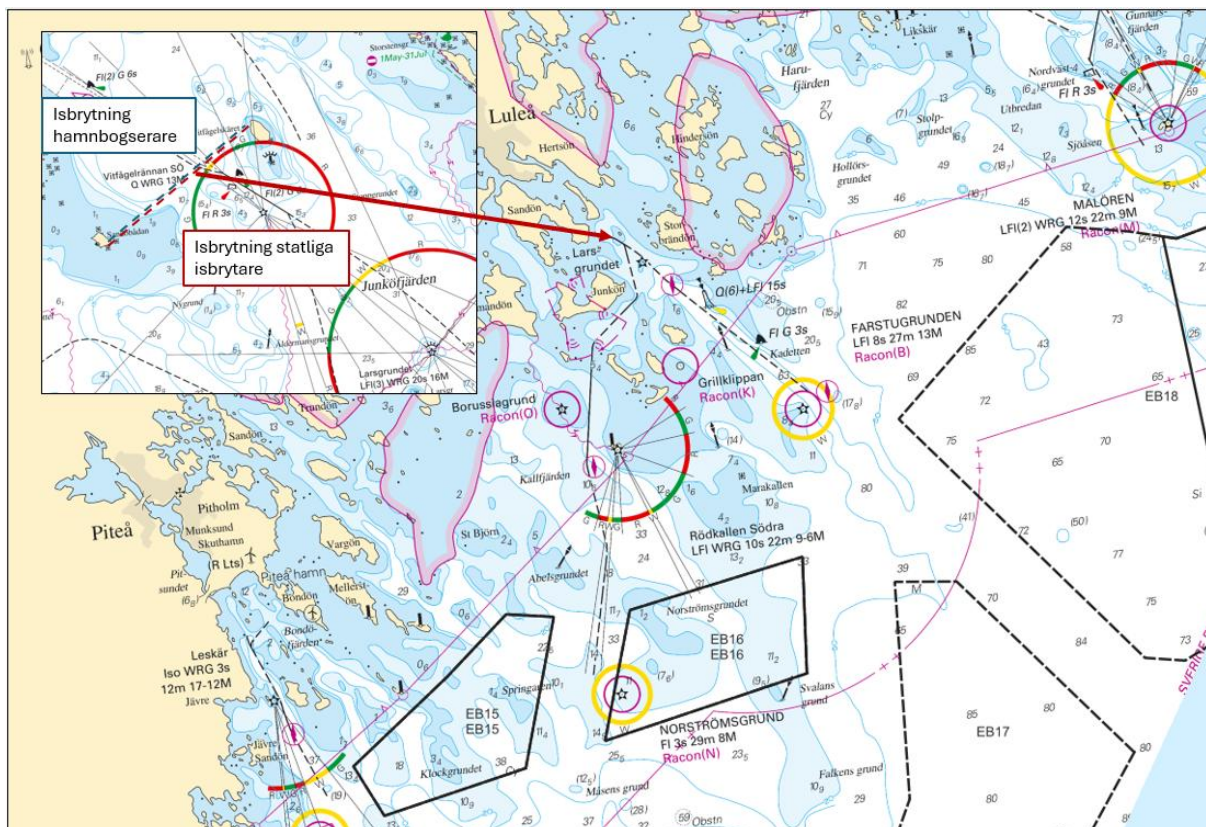
Framtida beräknade trafikflöden ger dock en beräknad assistansdistans om cirka 235 000 M, enbart i Bottenhavet och Bottenviken, utan vindkraftsetableringar. Utifrån tillgänglig historisk statistik kan, som tidigare nämnts, ses att den mängden arbete, vad gäller tillryggalagd distans, hanterades av 16 isbrytare under 2010/2011 men då för ett mindre trafikflöde och med ett förhållandevis stationärt istäcke i Bottenviken. Etablering av vindkraft kommer att medföra ytterligare assistansarbete. Hur det behovet kan lösas beror på inom vilka energiområden som vindparker byggs. Det bör också noteras att det fortsatt kommer att krävas isbrytarkapacitet i Finska Viken, såväl som i övriga vatten som den svenska statliga isbrytningen ansvarar för^[1].

Vidare är det sannolikt att framtida vintrar kan innebära mer turbulent väder som förorsakar svårare isförhållanden, vilket i sig kan påverka hur snabbt isbrytarna kan assistera. Svårare isförhållanden gör att assistanser tar längre tid vilket också påverkar tillgången till isbrytarresurser.

Beställning av en ny svensk isbrytare pågår och finansiering för ytterligare en finns med i förslaget till Nationell infrastrukturplan som lämnades in till regeringen i september (Trafikverket, 2025). Dessa isbrytare kommer dock inte att generera ett numerärt tillskott utan kommer att ersätta två av de existerande, äldre, isbrytarna i Atleklassen. Vad gäller själva resursfrågan i form av isbrytarkapacitet kommer planerad nybyggnation inte att avhjälpa i det avseendet. Däremot är nybyggnationen viktig genom då en förnygring av isbrytarflottan är nödvändig.

Ett förslag för att möjligen bidra något till en ökad isbrytarkapacitet är att undersöka huruvida de bogserbåtar som finns i hamnarna kan utnyttjas i högre grad. Det finns en skillnad mellan hur isbrytningen bedrivs i Sverige och Finland. I Sverige ligger gränsen för den statliga isbrytningen längre ut i skärgården där skärgårdsisen börjar. I Finland, där svårare isförhållande ofta råder på grund av sydvästliga vindar, går gränsen långt inne i skärgården där hamnområdet börjar. Om lokala bogserbåtar kan utnyttjas oftare och längre ut kan det bidra till att öka isbrytningens kapacitet. Hur en kostnadsfördelning för ett sådant eventuellt samarbete skulle se ut täcks inte av analysen. Figur 23 är en exempelbild över insegling till Luleå, som visar gränsen går idag mellan statsisbrytning och hamnisbrytning.

^[1] Statlig isbrytning utförs i svenska kustfarvatten och på sjövägarna dit samt i Vänern mellan öppet vatten till havs och de farvatten som är skyddade för havsis, drivis, packis eller liknande hinder. Sjöfartsverket kan besluta om statlig isbrytning av svårare is i Göta älv, Trollhätte kanal, Södertälje kanal, Mälaren och Ångermanälven. (Sjöfartsverket, 2011)



Figur 23 Gräns i Luleå vad gäller hamnisbrytning och statlig isbrytning.

5.3 Påverkan på handelssjöfarten

Påverkan på handelssjöfarten är i analysen begränsad till att omfatta beräkning av rutförlängningar, ökad bunkerförbrukning och utsläpp. Analys av eventuell ökad olycksrisk på grund av kombinationen havsis och havsbaserad vindkraft ingår således inte i innevarande uppdrag. Vidare utredning av eventuell ökad olycksrisk med avseende på vintersjöfart i förhållande till havsbaserad vindkraft bör göras när pågående isanalysstudier (inom ramen för WINMOS III) är färdigställda, för att kunna bedöma vindparkers påverkan på havsis och därtill eventuell tillkommande olycksrisk.

5.3.1 Bottenviken

Med nya rutter enligt Figur 7 i kapitel 2.3.1 blir den sammanlagda ökade distansen för samtliga handelsfartyg, inkluderat trafikökning till år 2030, cirka 11 500 M i scenario 1, för en normalvinter vilket motsvarar en distansökning på drygt 1 % sett till en beräknad total distans för handelsfartygen på drygt 1 000 000 M.

För scenario 1 och 2 blir den totala rutförlängningen från Norra Kvarken till hamnarna i Bottenviken enligt Tabell 18 för respektive antagen ny rutt och för respektive vindriktning. Distanspåverkan beror på alltså på de standardiserade rutter som analysen utgår ifrån, och som varierar med vindriktningen.

Tabell 18 Total rutförlängning för respektive rutt beroende på energiområden enligt scenario 1 och 2, beroende på vindriktning.

Vindriktning	Total distans idag, från Norra Kvarken till hamn	Påverkan total distans, scenario 1 (M)	Påverkan total distans, scenario 2
Nordlig (22 %)	974	+5	+979
Ostlig (18 %)	1050	-30	+1020
Sydlig (27 %)	940	+7	+947
Västlig (33%)	955	+25	+980

Ovan sammanställning tydliggör den lilla påverkan som etablering av energiområden har på ruttlängd i Bottenviken för scenario 1. Däremot kan rutternas påverkas såtillvida att fartygen behöver gå eller anvisas till att gå en delvis annan rutt än idag och att den rutten kan innebära svårare förhållanden än den ursprungliga. Dock, handelsfartygen anvisas endast dirigeringsrutter som är möjliga, och påverkan från vindkraftsetableringar kommer främst att påverka isbrytarverksamheten.

För scenario 2 blir distanspåverkan större, omkring 1 000 M till per år för respektive vindriktning. Utslaget på beräknat totalt antal fartygspassager på cirka 9 000 passager per år, för en normalvinter, innebär det att varje fartyg i snitt behöver gå 1,1 M längre per rutt. Dock är det, enligt uppskattade exempelrutter, endast vissa rutter som påverkas negativt genom längre sträckor och i vissa vindar. Exempelvis får trafiken till Uleåborg en 15 M längre rutt i västliga vindar, vilket det varit 33 % av tiden för de senaste 10 vintrarna, i såväl scenario 1 som scenario 2. Trafiken till Luleå har en beräknad rutförlängning per resa om 10 M i nordliga vindar (22 % för de senaste 10 vintrarna), i såväl scenario 1 som 2. Karleby påverkas också, med 5, 10 respektive 30 M för olika vindar och scenarier. Påverkan från vindkraftsetableringar i form av tillkommande rutförlängningar, baserat på energiområden i analysen, är som störst på trafiken till Uleåborg och Karleby. Trafiken till Luleå beräknas få den samlade största rutförlängningen men vad gäller Luleå är det primärt den prognosticerade stora trafikökningen till just Luleå som bidrar, och inte vindkraftetableringarna, se Tabell 19.

Tabell 19 Rutter i Bottenviken som påverkas i störst omfattning av de vindkraftsetableringar som ingår i analysen.

Rutt	Antal fartygspassager med assistansbehov 2030.	Ökad distans scenario 1 / scenario 2	Ökad distans per passage (M)
Norra Kvarken -Luleå	4001	8680 / 8680	2,2 / 2,2
Norra Kvarken - Uleåborg	547	2742 / 3928	5,0 / 7,2
Norra Kvarken - Karleby	359	1684 / 4503	4,7 / 12,5

I scenario 2 blir den sammanlagda distansökningen cirka 21 800 M, för samtliga handelsfartyg för en typvinter med medelstort assistansbehov, motsvarande cirka 2 % på den beräknade totaldistansen.

I genomsnitt, sett över tio år, beräknas distansökningen för handelsfartygen till cirka 7 800 M för scenario 1 och cirka 16 000 M för scenario 2.

5.3.2 Bottenhavet

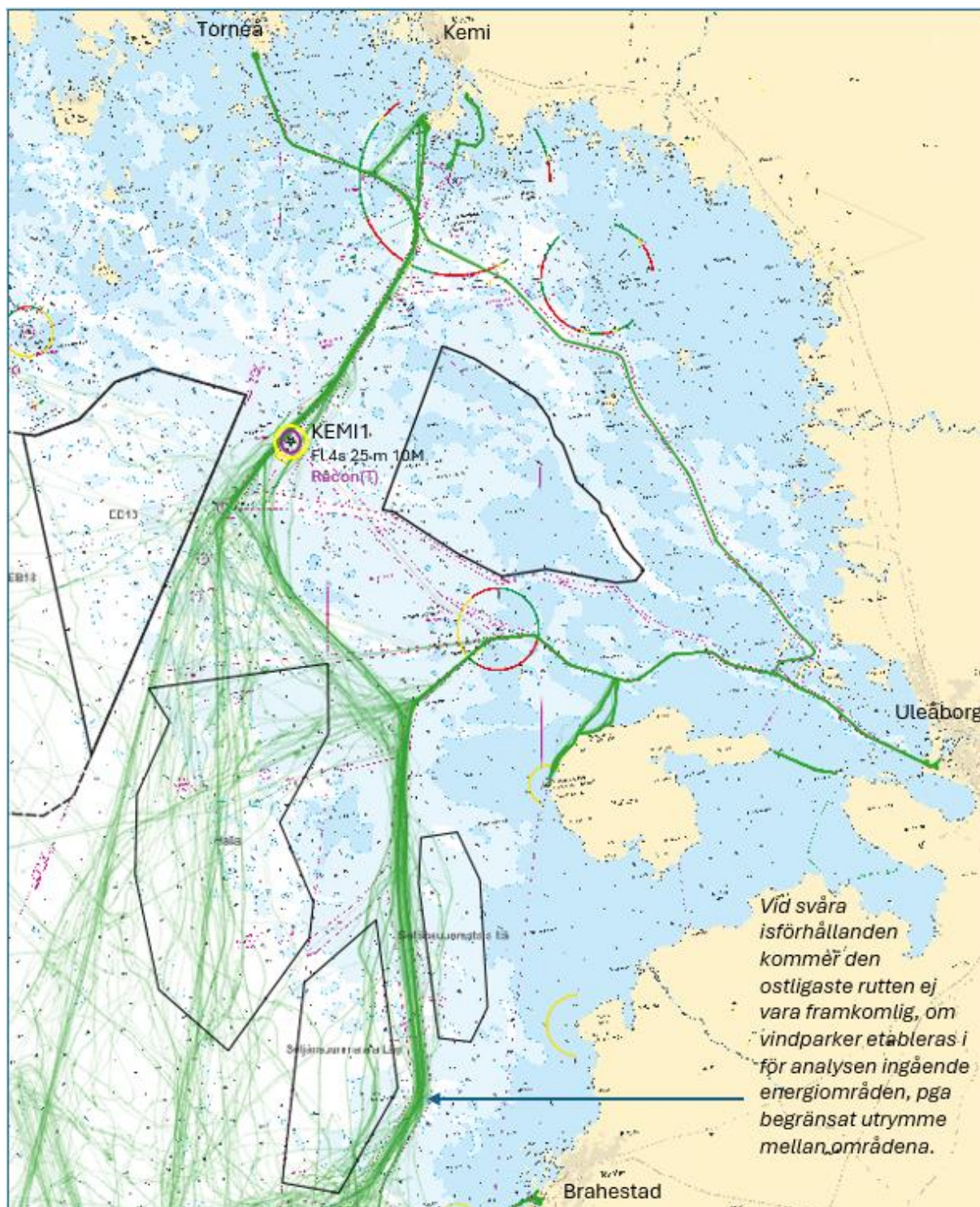
I Bottenhavet är det primärt fartyg till hamnarna i sydvästra delen av Bottenhavet som påverkas av vindkraftsetableringen, genom de längre rutten som följer av etablering av vindkraft i området omkring Finngrundsbankarna, och sammantaget påverkas de i hög grad.

Med nya rutten enligt Figur 11 i 2.3.2 blir den sammanlagda ökade distansen för samtliga handelsfartyg, inkluderat trafikökning till år 2030, cirka 81 000 M, för en typvinter med medelstort assistansbehov vilket motsvarar en distansökning på cirka 52 %, i jämförelse med dagens beräknade totala distans på cirka 155 000 M. För tioårssnittet motsvarar den totala distansökningen cirka 22 M per resa när det förekommer havsis, baserat på cirka 3 700 fartygspassager.

Gävle, som enligt trafikprognosen kommer att ha flest antal anlop år 2030, påverkas mest, där varje resa påverkas med en förlängning om cirka 80 M. Även trafiken till Söderhamn och Iggesund påverkas med en relativt stor ruttförlängning, 20 M, per resa, om de ska gå norr om utpekade energiområden. På den finska sidan av Bottenhavet förlängs rutterna från Södra Kvarken till Kaskö respektive Björneborg med 20 respektive 5 M.

5.4 Påverkan på hamnar

Vad gäller distansberäkningar förutsätter analysen att utbredning av vindparker inom analyserade energiområden tillåter passager till närliggande hamnar, dvs inte helt blockerar samtliga möjliga vägar till hamn. Vissa av energiområdena, om de bebyggs med vindkraft enligt utbredning i analysen, kan dock påverka hamnar genom att fartygstrafiken kan behöva gå en annan och möjligen längre och svårare väg. På östra sidan av Bottenviken öppnar ofta en ränna upp sig vid ostliga vindar. Rännan används frekvent för att minimera gång i svåra isförhållanden. Vid etablering av vindkraft i full utbredning enligt planerade energiområden, riskeras fartygstrafik till Kemi och Uleåborg via den östra rutten att blockeras, se Figur 24. Detta kan eventuellt påverka dessa hamnars möjlighet att ta in trafik på vintern, om samtidigt rutten via fyren Kemi 1 inte är framkomlig på grund av för svåra isförhållande.



Figur 24 Bottenvikens nordöstra del, med markerade energiområden och fartygsspår (AIS-data) för vintern 2023/2024 i grönt.

5.5 Ökade kostnader

För isbrytningsverksamheten påverkar den ökade distansen, som uppstår dels på grund av trafikökningen dels på grund av vindkraftsetableringar, inte bara ett resursbehov i form av antal isbrytare utan medför också ökade kostnader för isbrytningen för exempelvis bränsle och behov av ökat underhåll.

Handelssjöfarten kommer att påverkas av högre kostnader som uppstår på grund av ruttomläggningar som uppstår vid etablering av vindparker, om etablering sker i samtliga energiområden som ingår i analysen. Dels ger längre resor en högre bunkerförbrukning dels kan längre resor innebära att färre resor per år kan göras.

Den samhällsekonomiska kalkylen, om än övergripande, är dock tydlig med att de ökade kostnaderna för vinternavigation är liten i förhållande till samhällsnyttan som vindkraftetableringarna ger. Kalkylerna i innevarande analys tar inte hänsyn till investeringskostnad för eventuella nya isbrytare.

Hur en kostnadsfördelning ska göras vad gäller det ökade arbete som isbrytarna behöver göra, på grund av den trafikökning som kommer av hamnexpansioner och ökat godsflöde och på grund av vindkraftsetableringar, omfattas inte av analysen men frågan behöver hanteras vidare av de primära intressenterna: sjöfarten, hamnarna, vindkraftprojektörerna och staten.

6 Diskussion kring osäkerheter i analysen

Föreliggande rapport innehåller flertalet osäkerheter, som alla påverkar jämförelsen av kostnader för vintersjöfart med samhällsnyttan av etablering av havsbaserad vindkraft i Bottenhavet och Bottenviken.

Rutter

Beräkningar av ruttlängder och assistanssträckor baseras på AIS-data och data från IBNet för dagens rutter och på avstämningar med isbrytarbefäl vad gäller framtida rutter. Alla enskilda rutter som vid något tillfälle har använts av dagens trafik idag och som möjligen kommer att användas i framtiden kan inte omhändertas. Istället utgår analysen från ett antal standardiserade exempelrutter. I Bottenviken tas hänsyn till vindriktning och ett därtill kopplat typiskt isscenario. I Bottenhavet, där havsis förekommer mer sällan, tas ingen hänsyn till vind. Isscenarier är dock snabbt föränderliga, varför beräkningar av ruttförlängningar och assistanssträckor utifrån exempelrutter och generella isscenario inte kan beräknas så de överensstämmer helt faktiskt utfört arbete under en issäsong.

Bunkerkostnader

Längd på rutter och assistanssträckor samt framtida assistansbehov påverkar bunkerförbrukning för såväl handelsfartyg som isbrytare. Bränslekostnaden för isbrytarna är i analysen beräknad på dagens bränslepris för MGO/MDO. Med framtida övergång till fossilfritt bränsle kommer bränslekostnaden för isbrytarna att öka, och bedöms fördubblas.

Trafikprognoser

Prognosticerade trafikökningar som används i analysen är möjligen överskattade på en sammantagen nivå för den aktuella tidsperioden, på grund av att den gröna omställningen går långsammare än förväntat och följaktligen sker en långsammare utveckling än förväntat av industriprojekt i norr. Starten för det stora muddringsprojektet inom projekt Malmporten i Luleå som skulle börjat 2025 är uppskjuten till 2027. Dock är det inte säkert att trafikökningstakten och de förväntade anlöpen av större fartyg korrelerar med muddringsprojektet. Enligt Luleå Hamn förutspår Stegra, som en viktig part för utvecklingen i hamnen genom ökade godsmängder i form av insatsvaror och produkter till och från stålverket i Boden, att antalet fartyg ska gå från dagens cirka 18 anlöp per år av panamaxfartyg, till cirka 68 anlöp av panamaxfartyg år 2027-2028. Skulle inte muddringen vara klar i den utsträckning att fartygen, på grund av för stort djupgående, inte kan tas in kommer transporterna ske ändå, men fram till en vald läktringsplats utanför Luleå. (Luleå Hamn, 2025) Ett sådant scenario skulle driva upp antalet anlöp ytterligare eftersom det krävs fler mindre fartyg för att hantera godsmängden som fraktas med panamaxfartygen.

Assistansbehov

I studien är utgångspunkten att andelen fartyg som behöver assistans är samma som idag, men att assistansdistanserna blir längre på grund av att assistans kommer att krävas förbi vindparker. Samtliga beräknade distanser är baserade på 2030 års trafik och basis att varje fartyg som behöver assistans assisteras enskilt. Analysen tar med andra ord inte hänsyn till att fartyg ibland assisteras i konvoj. Skulle exempelvis istället ett snitt på två fartyg assisteras per assistanssträcka skulle den beräknade distansökningen för isbrytarna halveras. Dock uttrycker Finska Trafikledsverket att det finns faktorer som talar för att möjligheten för konvojkörning i närheten i vindparker kommer att minska med flertalet vindkraftsetableringar, då isläget förväntas bli svårare runt parkerna. Vidare uttrycks att besättningar på många av de fartyg som trafikerar Bottenhavet och Bottenviken idag har mindre erfarenhet av att gå i is än tidigare år, vilket också skulle kunna föranleda ett större antal enskilda assistanser. Detta är dock inte statistiskt belagt inom aktuell studie. Ytterligare en punkt som kan komma att

påverka behovet av enskilda assistanser är EEDI-direktivet¹² som har medfört begränsningar i fartygs maskinstyrka i syfte att ge en lägre miljöpåverkan, men som också påverkar fartygens förmåga att gå i is. EEDI-direktivet trädde i kraft 2013 och sedan dess ska nybyggnationer följa direktivet. Andelen fartyg med svagare maskinstyrka kommer således sannolikt att öka.

Antal energiområden som bebyggs med vindkraft

Analysen utgår från en mängd energiområden för vilka samhällsnyttan beräknas på en sammantagen nivå för Bottenhavet respektive Bottenviken. Beroende på hur många och vilka av områdena som bebyggs med vindkraft påverkas analysen i olika grad.

Det bedöms vara osannolikt att samtliga energiområden bebyggs med vindkraft, bland annat då landnätet inte är tillräckligt utbyggt. Detta kan naturligtvis ändras, men bedöms inte ske i närtid. En etablering av havsbaserad vindkraft fullt ut enligt energiområden som ingår i analysen är också mindre trolig av skälet att vissa anpassningar i utbredning kommer att vara nödvändiga för att sjöfarten ska kunna passera på tillräckligt avstånd. Vidare är industrisatsningar i norr försenade och det finns också osäkerheter i de marknadsmässiga och finansiella förutsättningarna för vindkraftprojektörer, förutsättningar som måste finnas på plats för att investeringsbeslut ska kunna tas. Vindkraftprojektörerna väntar på besked från regeringen både om tillståndsansökningar och förändringar i tillståndprocessen. En ytterligare försvårande faktor för etablering av havsbaserad vindkraft är att det saknas riktlinjer om korridorsbredder och avstånd mellan vindparker, vilket i synnerhet komplicerar tillståndprocessen vid gränsnära etableringsområden.

Skulle hälften av energiproduktionen realiseras halveras också samhällsnyttan för den havsbaserade vindkraften. Likväl utgör de ökade kostnaderna för vinternavigationen en förhållandevis liten del i jämförelse.

Investeringskostnader för byggnation av vindparker enligt de energiområden som ingår i analysen är inte medräknade i den samhällsekonomiska kalkylen. Skulle investeringskostnaden för att bygga vindkraft vägas in i den övergripande samhällsekonomiska kalkylen i innevarande studie beräknas den samlade nyttan bli cirka 4 gånger högre än den totala kostnaden för investering och vintersjöfart, för Bottenviken respektive Bottenhavet. Bebyggs färre energiområden med vindkraft påverkas beräkningarna, liksom om investeringskostnaden eller vindparkernas livslängd justeras från analysens uppskattningar.

Beräkningar av ruttlängd och assistanssträckor har i analysen gjorts utifrån förutsättningen att fartygstrafik ska kunna passera förbi en vindpark eller mellan vindparker för att kunna nå hamnar bortom vindparkerna. Detta innebär att samtliga energiområden inte till fullo kan bebyggas med vindkraftverk. En vidare effekt av detta angreppssätt är att hamnarnas verksamhet inte påverkas. Eftersom analysen förutsätter att byggnation av vindkraft ska ske på ett sätt som möjliggör för fartygstrafik att komma fram till berörda hamnar omfattas ingen beräkning av eventuella stilleståndskostnader för hamnarna, relaterade till vindparker. Redan idag uppstår situationer när fartygstrafik inte kan komma fram, för att isen är omöjlig att forcera. Hur etablering av havsbaserad vindkraft behöver ske för att hamnar inte ska påverkas i form av ytterligare stillestånd som beror på fartygstrafikens framkomlighet, bör analyseras vidare. I ett sådant arbete behöver vägas in slutsatser från pågående studier om vindparkers effekt på isformation.

Om vindkraftsetableringar sker i mindre omfattning än enligt de energiområden som ingår i analysen påverkas isbrytarverksamheten primärt i Bottenviken, eftersom det är där behovet av isbrytning är som störst. Hur stor påverkan blir beror på vilka områden det handlar om.

¹² EEDI-direktivet: EEDI står för Energy Efficiency Design Index och är ett index som används för att beräkna ett fartygs energieffektivitet och som bl.a. väger in ett fartygs utsläpp, kapacitet och fart. Ju lägre index desto mindre miljöpåverkan.

Skulle utbredningen av vindkraftsetableringar minska för energiområdena strax norr om Nordvalen/Norra Kvarken minskar förlängningen i assistansdistans till Karleby. Dessutom skulledagens frekvent använda väntplats norr om Kvarken kunna kvarstå. Skulle utbredningen av vindkraftsetableringar minska på nordöstra och östra sidan av Bottenviken skulle ökningen i assistansdistanser minska även här, till hamnarna öster om dessa energiområden.

I Bottenhavet påverkas primärt handelssjöfarten om färre energiområden bebyggs än de ingående i analysen. Störst påverkan ger en minskad utbredning av vindkraftsetableringar i de energiområden som ligger i sydvästra Bottenhavet. En minskad utbredning i detta område skulle minska ruttförlängningen som kommer av att handelssjöfarten vid förekomst av havsis behöver gå norr om alla energiområden i sydvästra Bottenhavet. Isbrytarverksamheten är relativt liten i Bottenhavet, genom att havsis förekommer mer sällan och under kortare perioder. Dock skulle assistansdistanserna öka avsevärt med vindkraftsetableringar i Bottenhavet, för de assistanser som ändå behöver göras vilket driver upp ett resursbehov genom att distanserna som isbrytarna skulle behöva tillryggalägga i Bottenhavet är långa. Sker inte etableringen av havsbaserad vindkraft i den utsträckning som analysen täcker kommer möjligen inte resursbehovet att öka i Bottenhavet, återigen beroende på vilka områden som bebyggs.

7 Slutsats

Vintersjöfarten kommer år 2030 påverkas av såväl prognosticerad trafikökning som etableringar av havsbaserad vindkraft, om planerade vindkraftprojekt realiserar.

Den prognosticerade trafikökningen till år 2030 är i genomsnitt cirka 30 %, för samtliga hamnar som ingår i analysen. Merparten av hamnarna uppskattar att en trafikökning kommer att ske med cirka 2 % per år från och med dagens trafik medan ett fåtal hamnar prognosticerar en avsevärt mycket större trafikökning. Luleå är den hamn där trafiken förväntas öka mest, med en fyrdubbling av trafiken till år 2030.

Prognosticerad trafikökning i Bottenhavet och Bottenviken kommer att ha en stor påverkan på vintersjöfarten, och då primärt på isbrytningsverksamheten i Bottenviken där havsis förekommer i stor utsträckning varje år. Assistansbehovet kommer att öka i takt med trafikökningen. För Bottenviken uppskattas den totala assistansdistansen vara cirka 230 000 M år 2030, enbart med hänsyn tagen till trafikökning och utan vindkraftsetableringar. I Bottenhavet där havsis förekommer mer sällan och i mindre utsträckning kommer isbrytningsverksamheten likaledes påverkas i mindre utsträckning och den beräknade assistansdistansen i Bottenhavet enbart med hänsyn till prognosticerad trafikökning vara cirka 5 500 M.

Etablering av vindkraft i enlighet med de energiområden som ingår i analysen kommer ytterligare att påverka vintersjöfarten, och även på andra sätt än bara via längre assistanser / rutter. Detta gäller såväl handelssjöfart som isbrytningsverksamhet, på olika sätt och i olika grad beroende på havsområde. Dock är påverkan från prognosticerad trafikökning större än påverkan från vindkraftsetableringar, baserat på ingående energiområden i analysen.

I tillägg till trafikökningen skulle en etablering av vindkraft enligt energiområden i scenario 1 generera ytterligare distansökning för såväl isbrytare som handelssjöfart. För Bottenviken är det återigen isbrytningsverksamheten som påverkas mest, med ytterligare cirka 36 % (cirka 82 000 M) i assistansdistans till de cirka 230 000 M som beräknas för scenario 0, dvs för år 2030 enbart inberäknat trafikökning. Med vindparker enligt energiområden i scenario 2 motsvarar ökningen cirka 43 % (cirka 99 000 M). I Bottenhavet påverkas framför allt handelssjöfarten genom långa omdirigeringar, där den totala beräknade seglade distansen ökar med cirka 50 %. Störst rutförlängningar uppstår till hamnarna i sydvästra Bottenhavet. Isbrytningsverksamheten påverkas endast då havsis förekommer i sådan grad att isbrytarassistans är nödvändig, med en beräknad total assistansdistansökning om cirka 800 M. Dock skulle assistansdistanserna öka avsevärt med vindkraftsetableringar i Bottenhavet, för de assistanser som ändå behöver göras vilket driver upp ett resursbehov genom att distanserna som isbrytarna skulle behöva tillryggalägga i Bottenhavet är långa.

Vidare kommer isbrytningsverksamheten att påverkas av vindkraftsetableringar såtillvida att färre alternativa vägar genom isen möjliggörs, vilket kan påverka möjligheten att komma fram till hamn och att arbetet som utförs kommer att vara svårare. Det i sin tur ökar exempelvis bränsle- och underhållskostnader och kan ta mer tid i anspråk vilket kan leda till en brist på isbrytarkapacitet. Pågående studier om vindparkers påverkan på havsis pekar vidare på att vindparker kan bidra till svårare isförhållanden, vilket i så fall ytterligare kan försvåra isbrytarnas arbete.

Analysen har i beräkning av ökade distanser förutsatt att fartygstrafiken kan komma fram mellan utpekade energiområden. Vid etablering av vindkraft inom analysens energiområden kommer anpassningarna i framtida vindparkers utbredning vara nödvändig, för att möjliggöra alternativa vägar genom isen och för att fartygstrafik ska kunna passera vindparker med acceptabel risknivå.

De beräkningar som gjorts inom ramen för detta arbete vad gäller samhällsnytta, visar på att samhällsnyttan vida överstiger den ökade kostnaden för vintersjöfart som är relaterad till etablering av vindkraft enligt analysens energiområden. För Bottenviken motsvarar den ökade kostnaden för vintersjöfart drygt 1 % av samhällsnyttan för vindkraft, om samtliga energiområden bebyggs. För Bottenhavet är motsvarande siffra 0,03 %. Även om investeringskostnaden, som idag enbart bärs av vindkraftprojektörer, för att bygga vindkraft vägs in är samhällsnyttan cirka fyra gånger högre än den totala ökade kostnaden för vintersjöfart samt investeringskostnad för vindkraften. Hur en fördelning av kostnader ska ske omfattas inte av innevarande analys, men berör flera olika aktörer och av flera orsaker. Isbrytningsverksamheten kommer dels att stå inför en kostnads- och resursutmaning som är kopplad till prognosticerad trafikökning, dels till etablering av vindkraft. Handelssjöfarten kommer, framför allt i Bottenhavet, att behöva hantera kostnads- och tidsaspekter relaterade till längre rutter om vindkraft etableras enligt de energiområden som behandlas i analysen. Hur en fördelning av kostnader kan göras behöver utredas vidare och hanteras mellan involverade parter: Sjöfarten, hamnarna, vindkraftprojektörerna och staten.

Därtill bör en separat utredning göras vad gäller den avsevärda samhällsnytta som vindkraften beräknas generera, i förhållande till investeringskostnaden för vindkraften för att hitta en riskdelnings- och finansieringsmekanism.

För att havsbaserad vindkraft och vintersjöfart ska kunna samexistera krävs en samordning, för vilken staten bör ta ansvaret, vad gäller de olika intressena. Utöver det behöver det ske en samordning av riktlinjer mellan Sverige och Finland vad gäller etablering av vindparker nära EEZ-gränsen. Även gemensamma riktlinjer för lämpliga korridorsbredder mellan närliggande vindparker bör tas fram. Det sistnämnda är i synnerhet viktigt i Bottenviken, där flera energiområden är utpekade i nära anslutning till varandra, och som sammantaget skulle decimera möjligheterna till alternativa rutter till närliggande hamnar.

8 Referenser

- BWO. (2025). Bundesverband der Windparkbetreiber Offshore: CFD - kontrakt för skillnad .
- CBS. (2019). https://research-api.cbs.dk/ws/portalfiles/portal/59793062/610963_Offshore_Wind_Industry_in_the_United_States.pdf. Hämtat från <https://research-api.cbs.dk>.
- Finnish Government. (2024). <https://valtioneuvosto.fi/en/-/1410877/act-on-offshore-wind-power-in-the-exclusive-economic-zone-enters-into-force-first-tenders-could-be-organised-at-the-end-of-2025>. Hämtat från <https://valtioneuvosto.fi>.
- ICCT. (2021). <https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/Well-to-wake-co2-mar2021-2.pdf>. Hämtat från <https://theicct.org/>.
- Jakobstad Hamn. (2024).
- Kalix Hamn. (den 12 September 2024). *Kalix Hamn*. Hämtat från <https://www.kalixhamn.se/>
- Karleby Hamn. (09 2025).
- Luleå Hamn. (den 10 September 2024). *Luleå Hamn*. Hämtat från <https://portoflulea.com/>
- Luleå Hamn. (2025). Volymprognos enligt samtal med förträdare Luleå Hamn.
- Malporten. (den 11 September 2024). *Malporten*. Hämtat från <https://malporten.se/>
- Maritime & Coastguard Agency. (2021). *MGN 654 (M+F) Safety of Navigation: Offshore Renewable Energy Installations (OREIs) - Guidance on UK Navigational Practice, Safety and Emergency Response*. Maritime & Coastguard Agency.
- Naturvårdsverket. (2021). <https://www.naturvardsverket.se/4ac5b3/globalassets/media/publikationer-pdf/7000/978-91-620-7013-7.pdf>. Hämtat från <https://www.naturvardsverket.se>.
- Peak Wind. (2022). <https://peak-wind.com/update-2022-opex-benchmark-an-insight-into-the-operational-expenditures-of-european-offshore-wind-farms/>. Hämtat från <https://peak-wind.com>.
- Port of Skellefteå. (den 10 September 2024). *Port of Skellefteå*. Hämtat från www.portofskelleftea.se
- Projekt Malporten. (2025). <https://malporten.se/om-projektet/>.
- ShoreLink. (den 12 September 2024). Hämtat från <https://www.shorelink.se/var-verksamhet/skelleftea/>
- Sjöfartsverket. (2011). Sjöfartsverkets Författningssamling SJÖFS 2011:1 <https://sjofartsverket.se/globalassets/om-oss/lagrum/sjofs/2010-2014/2011-1.pdf>.
- Sjöfartsverket. (2024). <https://www.sjofartsverket.se/sv/tjanster/isbrytning/publikationer---sammanfattning-av-isvintrarna/1970-2025>.
- Sjöfartsverket. (2024). https://www.smhi.se/oceanografi/istjanst/produkter/arkiv/maxis/maxis_2024.pdf.
- Sjöfartsverket. (2025). E-postkorrespondens med A. Hjelmsten och Nilas Hammarkvist 4 april 2025.

Sjöfartsverket. (2025). Epostkorrespondens med Sjöfartsverkets isbrytarledning 20251107; bunkerpris isbrytare.

Sjöfartsverket. (2025). <https://www.sjofartsverket.se/sv/tjanster/isbrytning/publikationer---sammanfattning-av-isvintrarna/>. Hämtat från www.sjofartsverket.se.

Sjöfartsverket. (2025). Statistik från SjöV utdrag ur IBnet, erhållen via epost 20251217 .

SMHI. (2021). *Framtida isutbredning i svenska farvatten Analys av isförhållanden runt år 2040 och 2070. Oceanografi Nr 129, 2021*. Hämtat från SMHI: <https://www.smhi.se/publikationer/framtida-isutbredning-i-svenska-farvatten-analys-av-isforhallandena-runt-ar-2040-och-2070-1.175879>

SMHI. (2025). <https://www.smhi.se/data/hav-och-havsmiljo/havsis/aktuella-och-historiska-isobservationer>. Hämtat från <https://www.smhi.se/data/hav-och-havsmiljo/havsis/aktuella-och-historiska-isobservationer>.

SOU2024:89. (2024). *Vindkraft i havet - En övergång till ett auktionssystem*, SOU 202489. Hämtat från <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2024/12/sou-202489/>.

SOU2025:47. (2025). *Elmarknadsutredningen: Spänning i tillvaron - hur säkrar vi vår elförsörjning*. Hämtat från <https://www.regeringen.se/contentassets/afe8f043159c4da084fca6590e01c203/spanning-i-tillvaron--hur-sakrar-vi-var-framtida-elforsorjning-sou-202547.pdf>.

Trafikledsverket. (2025). <https://vayla.fi/sv/-/vintern-under-isbrytningssasongen-2024-2025-var-mild-sasongen-varade-153-dygn>.

Trafikledsverket, F. (2025). E-post H Orädd, enhetschef Finska Trafikledsverket 20251014.

Trafikverket. (2023). <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1749263/FULLTEXT01.pdf>. Hämtat från <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1749263/FULLTEXT01.pdf>.

Trafikverket. (2024). <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1843009/FULLTEXT02.pdf>. Hämtat från <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1843009/FULLTEXT02.pdf>.

Trafikverket. (2025). Förslag till nationell plan för transportinfrastrukturen 2026–2037.

WindEurope. (2021). <https://windeurope.org/data/statistics/>.

Verifikat

Dokument-ID 09222115557567624004

Dokument

RE20242110-01-00-B Estimation of costs and resource requirements regarding the impact of OFW power on winter navigation in the Gulf of Bothnia

Huvuddokument

61 sidor

Startades 2026-01-19 20:20:00 CET (+0100) av Joakim Lundman (JL)

Färdigställt 2026-01-19 20:20:39 CET (+0100)

Signerare

Joakim Lundman (JL)

RISE Research Institutes of Sweden AB

Org. nr 556464-6874

joakim.lundman@ri.se

+46 10 516 57 04

Joakim Lundman

Signerade 2026-01-19 20:20:39 CET (+0100)

Detta verifikat är utfärdat av Scrive. Se de dolda bilagorna för mer information/bevis om detta dokument. Använd en PDF-läsare som t ex Adobe Reader som kan visa dolda bilagor för att se bilagorna. Observera att om dokumentet skrivs ut kan inte integriteten i papperskopier bevisas enligt nedan och att en vanlig papperutskrift saknar innehållet i de dolda bilagorna. Den digitala signaturen (elektroniska förseglingen) säkerställer att integriteten av detta dokument, inklusive de dolda bilagorna, kan bevisas matematiskt och oberoende av Scrive. För er bekvämlighet tillhandahåller Scrive även en tjänst för att kontrollera dokumentets integritet automatiskt på: <https://scrive.com/verify>

