VTI rapport 1268

Utgivningsår 2026

Internaliseringsgraden på inre vattenvägar

Betalar sjöfarten för mycket?

Henrik Sjöstrand och Joar Lind

vti

vti.se/publikationer

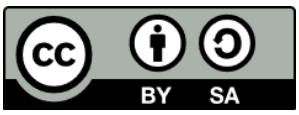
VTI rapport 1268

Internaliseringsgraden på inre vattenvägar

Betalar sjöfarten för mycket?

Henrik Sjöstrand

Joar Lind



Om inget annat anges är publikationen licensierad enligt CC BY-SA 4.0. Omslaget omfattas inte av licensen.

Unless otherwise stated, the publication is licensed under CC BY-SA 4.0. The cover is not included in the license.

vti

Publikationsuppgifter

Titel

Internaliseringsgraden på inre vattenvägar. Betalar sjöfarten för mycket?

Författare

Henrik Sjöstrand (VTI, orcid.org/0000-0003-3230-559X)

Joar Lind (VTI, orcid.org/0000-0002-8348-5992)

Utgivare

VTI, Statens väg och transportforskningsinstitut

Serie och nummer

VTI rapport 1268

Utgivningsår

2026

VTI:s diarienummer

2023/0458-7.4

ISSN

0347–6030

DOI

https://doi.org/10.65151/vti234675

Projektnamn

INTER, Inlandssjöfartens internaliseringsgrad

Uppdragsgivare

Trafikverket

Publication information

Title

The degree of internalization rate of inland waterway transport. Does shipping pay too much?

Author

Henrik Sjöstrand (VTI, orcid.org/0000-0003-3230-559X)

Joar Lind (VTI, orcid.org/0000-0002-8348-5992)

Publisher

VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)

Publication number

VTI rapport 1268

Published

2026

Registration Number, VTI

2023/0458-7.4

ISSN

0347–6030

DOI

https://doi.org/10.65151/vti234675

Project

INTER, The internalization rate of inland waterway transport

Commissioned by

Swedish Transport Administration

Kort sammanfattning

Syftet med denna studie är att undersöka i vilken utsträckning de avgifter som sjöfarten på Vänern och Mälaren betalar motsvarar de externa kostnader som trafiken ger upphov till. Internaliseringsgraden beräknas med två metoder. I en AIS-baserad analys kombineras uppgifter om fartygens rörelser och egenskaper med externa kostnader för utsläpp, buller, olyckor samt isbrytning och lotsning. Dessa kostnader jämförs med erlagda farleds- och lotsavgifter. Därutöver genomförs manuella beräkningar för ett antal transportupplägg, baserade på bland annat uppgifter från rederier om bränsleförbrukning, last och avgifter.

Studien visar att avgifterna för stora delar av den studerade sjöfarten överstiger de beräknade externa kostnaderna. I den AIS-baserade analysen är medianen för internaliseringsgraden 278 procent i Vänern och 309 procent i Mälaren. De manuella beräkningarna ger lägre nivåer, när hamnavgifter exkluderas är medianen 110 procent. Sammantaget bedöms internaliseringsgraden därför vara i storleksordningen 100–300 procent.

Resultaten är dock känsliga för metodval och antaganden, framför allt om fartygens bränsleförbrukning. De bör därför ses som indikativa. Studien visar också att dagens sjöfartsavgifter främst är utformade för kostnadstäckning snarare än för att motsvara trafikens externa marginalkostnader.

Nyckelord

Inre vattenvägar, internalisering, internaliseringsgrad, farledsavgifter, lotsavgifter

Abstract

The aim of this study is to examine the extent to which the charges paid by shipping on lake Vänern and lake Mälaren correspond to the external costs generated by this traffic. The internalization rate is estimated using two methods. An AIS-based analysis combines data on vessel movements and characteristics with external costs associated with emissions, noise, accidents, icebreaking and pilotage. These costs are compared with the fairway dues and pilotage fees paid by the vessels. In addition, manual calculations are carried out for a number of transport operations, based on information from shipping companies on variables such as fuel consumption, cargo loads and charges.

The study shows that, for a large share of the shipping examined, the charges exceed the estimated external costs. In the AIS-based analysis, the median internalization rate is 278 per cent for lake Vänern and 309 per cent for lake Mälaren. The manual calculations produce lower estimates. When port charges are excluded, the median is 110 per cent. Overall, the internalization rate is therefore estimated to be in the range of 100–300 per cent.

The results are, however, sensitive to methodological choices and assumptions, particularly those concerning vessel fuel consumption. They should therefore be regarded as indicative. The study also shows that current shipping charges are primarily designed to recover costs rather than to reflect the marginal external costs generated by the traffic.

Keywords

Inland waterways, internalization, internalization rate, fairway dues, pilotage fees

Innehållsförteckning

Publikationsuppgifter **4**

Publication information **5**

Kort sammanfattning **6**

Abstract **7**

Förord **10**

1. Inledning **11**

2. Bakgrund och utgångspunkter **12**

2.1. Inlandssjöfartens förutsättningar och utveckling 12
2.2. Sjöfarten på Vänern 14
2.3. Sjöfarten på Mälaren 14
2.4. Farleds-, lots- och hamnavgifter 15
2.5. Avgifterna och internalisering 16

3. Metoder och indata till beräkningarna **18**

3.1. Internaliseringsgrad, icke-internaliserad kostnad samt icke-internaliserad kostnad per transportarbete 18
3.2. Kalkylvärden 18
3.3. Fartyg 19
3.4. AIS-baserade beräkningar 19
3.4.1. Analysområde och andra geografiska data 20
3.4.2. Beräkning av avgifter 21
3.4.3. Beräkning av externaliteter 21
3.4.4. Beräkning av transportarbete 22
3.4.5. Datamängder 23
3.5. Manuella beräkningar 23
3.5.1. Rutter, fartyg och last 24
3.5.2. Avgifter och externa kostnader 24

4. Resultat **28**

4.1. Huvudresultat från AIS-baserade beräkningar 28
4.2. Huvudresultat från manuella beräkningar 30

5. Analys **34**

5.1. Jämförelse av metodernas utfall 34
5.2. Fördjupad analys av de AIS-baserade beräkningarna 35
5.2.1. Internaliseringsgrad och icke-internaliserad kostnad per tonkm per fartygskategori 35
5.2.2. Aggregerade jämförelsetal 38
5.2.3. Bortfall av fartyg i beräkningarna 40
5.2.4. Icke-internaliserad kostnad 40
5.2.5. Beräknad externalitet proportionell mot aktivitet 43
5.2.6. En (för) hög internaliseringsgrad 45
5.2.7. Är kritiken mot avgifternas uppbyggnad rättfärdigad? 48
5.2.8. Känslighetsanalys 1: Bränsleförbrukning 49
5.2.9. Känslighetsanalys 2: Fartygens fullständiga inkludering i EU ETS 50

5.2.10. Känslighetsanalys 3: Elektrifiering 52
5.2.11. Känslighetsanalys 4: Landström 52
5.2.12. Känslighetsanalys 5: Hamnar nära in- och utlopp 52
5.2.13. Känslighetsanalys 6: Hamnar utanför AIS täckningsområde 53
5.3. Fördjupad analys av de manuella beräkningarna 53
5.3.1. Icke-internaliserad kostnad per rutt 53
5.3.2. Känslighetsanalys 7: Fartygens fullständiga inkludering i EU ETS 55
5.3.3. Känslighetsanalys 8: Elektrifiering 55
5.3.4. Känslighetsanalys 9: Landström 56
6. Diskussion 57
6.1. Utformningen av sjöfartsavgifterna 57
6.2. Reflektioner kring beräkningsmetoderna 58
6.3. Övriga metodbegränsningar 59
6.4. Jämförelser mellan trafikslag och fortsatt utveckling 59
7. Slutsats 61
Referenser 62
Bilaga 1 66

Förord

Denna rapport har tagits fram inom ramen för projektet Internaliseringsgraden på inre vattenvägar – betalar sjöfarten för mycket? Projektet finansierades av Trafikverkets sjöfartsportfölj. Henrik Sjöstrand och Joar Lind har tagit fram rapporten. Emma From har, innan hon gick vidare från VTI till en annan tjänst, bidragit mycket i projektet. Björn Olsson vid myndigheten Trafikanalys har granskat rapporten och kommit med många värdefulla synpunkter och kommentarer.

Stockholm, augusti 2026

Henrik Sjöstrand
Projektledare

Granskare/Examiner

Björn Olsson, Trafikanalys.

De slutsatser och rekommendationer som uttrycks är författarens/författarnas egna och speglar inte nödvändigtvis myndigheten VTI:s uppfattning.

The conclusions and recommendations in the report are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of VTI as a government agency.

Publikationen godkänd för publicering/Publication approved for publication

Jan-Erik Swärdh, VTI.

1. Inledning

Detta projekt syftar till att analysera internaliseringsgraden för sjöfart på inre vattenvägar i Sverige. Detta görs dels för inlandssjöfarten generellt, dels för ett antal existerande rutter. Internalisering handlar i detta sammanhang om i vilken grad trafikslagen själva står för de kostnader i form av utsläpp, buller, trängsel och olyckor som de orsakar, eller om dessa kostnader i stället bärs av andra i samhället. Vid full internalisering återspeglas de externa marginalkostnaderna fullt ut i de priser och skatter/avgifter som transportaktörerna möter, vilket betyder att prissättningen är effektiv i samhällsekonomisk mening. Om ett trafikslag har en högre internaliseringsgrad än andra kan det innebära att trafikslaget får sämre konkurrensförutsättningar. I ett tidigare forskningsprojekt vid VTI väcktes frågan om trafiken på inre vattenvägar (IVV) i Sverige kan vara överinternaliserad (Sjöstrand et al. 2021). Det skulle i så fall innebära att de avgifter och skatter som denna sjöfart betalar i termer av farledsavgifter och lotsavgifter överstiger de externa kostnader som den ger upphov till. Det kan i sin tur försämra IVV-sjöfartens konkurrenskraft gentemot andra trafikslag, även i situationer där sjöfarten ur ett samhällsekonomiskt perspektiv skulle kunna vara fördelaktig.

Det finns flera potentiella fördelar med transporter på inre vattenvägar. De kan ge lägre utsläpp per tonkilometer än lastbilstransporter, särskilt vid stora godsvolymer, och är ofta väl lämpade för tungt gods och transportupplägg där stor kapacitet och hög tillförlitlighet är viktiga parametrar (Wiegmans och Konings 2017).

I studien ”Hållbar inlandssjöfart i Sverige – offentlig upphandling som effektivt styrmedel?” (Sjöstrand et al. 2021) genomfördes nyttokostnadsanalyser som visade att sjöfart på inre vattenvägar, vid rätt förutsättningar, kan vara samhällsekonomiskt fördelaktig jämfört med lastbilstransporter även vid korta sträckor på några mil. Det gäller särskilt när lastbilstransporter i tätbebyggda områden undviks, eftersom minskar de externa kostnaderna för buller, luftföroreningar, olyckor och trängsel betydligt. Studien visade samtidigt att de verksamhetsmässiga kostnaderna (såsom kostnader för drivmedel, personal och omlastning) i de studerade fallen är högre för sjöfarten än för motsvarande transporter med lastbil. Men eftersom minskningen av de externa kostnaderna vid användning av sjöfart var större än ökningen av de verksamhetsmässiga kostnaderna, var nettonyttan positiv i de fall som studerades.

I Sverige har intresset för inrikes sjöfart, där sjöfarten på inre vattenvägar ingår, ökat under senare år. I augusti 2018 fick Trafikverket i uppdrag att inrätta en nationell samordnare för inrikes sjöfart och närsjöfart, med uppgift att främja en väl fungerande och effektiv sjöfart samt förbättra förutsättningarna för överflyttning av godstransporter från väg till sjöfart (Regeringen 2018b). Uppdraget har därefter både förlängts och breddats, bland annat till att omfatta sjöfartens klimatomställning, gröna sjöfartskorridorer, dialog om hamnarnas avgifter och åtgärder som kan minska administrativa hinder vid etablering av nya sjöfartslinjer (Regeringen 2025). Detta ligger i linje med regeringens godstransportstrategi, där överflyttning från väg till järnväg och sjöfart lyfts som en del av ett mer effektivt och hållbart godstransportsystem (Regeringen 2018a).

Till skillnad från inlandssjöfarten i många andra europeiska länder omfattas svensk IVV-sjöfart i huvudsak av samma regler för farleds- och lotsavgifter som övrig handelssjöfart (Emma - Enhancing Inland Navigation u.d.). Enligt Sjöfartsverkets avgiftsmodell reduceras dock lotsningsavgiften med 30 procent för lotsningar i Trollhätte kanal och Vänern och med 10 procent för lotsningar i Mälaren (Sjöfartsverket 2024).

2. Bakgrund och utgångspunkter

2.1. Inlandssjöfartens förutsättningar och utveckling

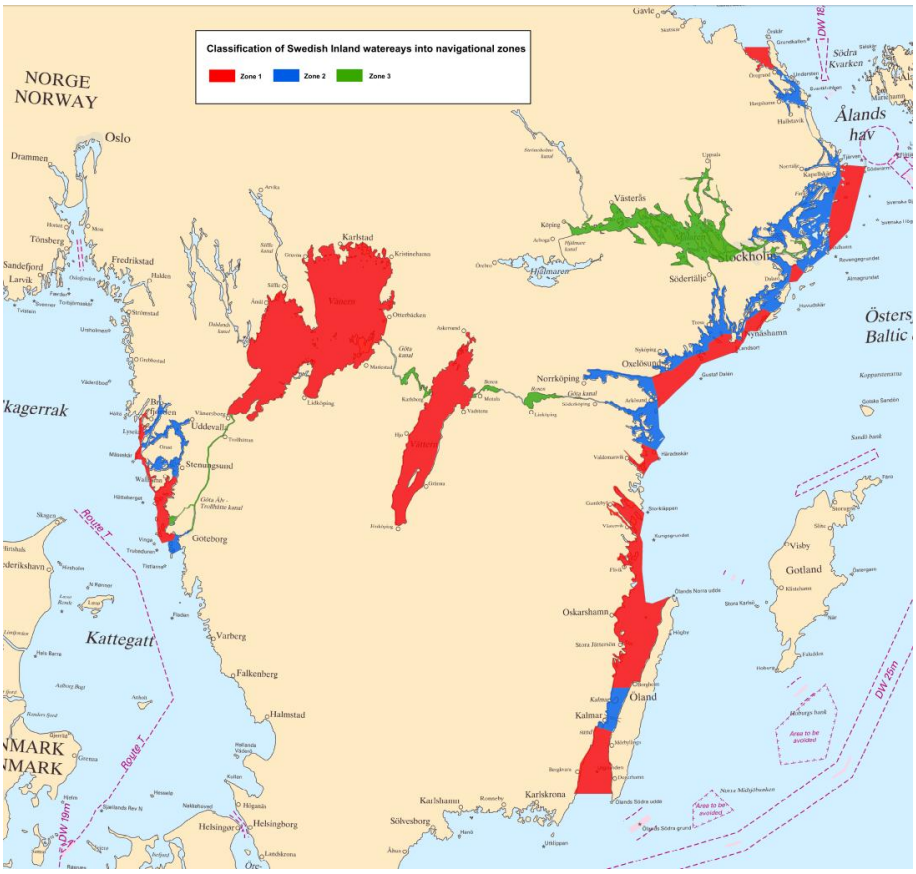
På EU-nivå behandlas inlandssjöfart som ett eget trafikslag, skilt från sjöfart till havs (Eurostat 2026b). Detta skiljer sig från den svenska indelningen, där inlandssjöfarten i större utsträckning hanteras inom ramen för sjöfarten i stort. En följd är att inlandssjöfarten i Sverige inte på samma sätt har utvecklats med särskilda institutionella och ekonomiska villkor som i flera andra europeiska länder, vilket kan påverka möjligheterna att konkurrera med vägtransporter (Garberg et al. 2019).

I strikt mening avses med inlandssjöfart endast sjöfart på inre vattenvägar med fartyg klassificerade som inre vattenvägsfartyg enligt direktiv (EU) 2016/1629. Det är ett regelverk som innebär lägre krav på bemanning och medger att fartygen kan ha en enklare konstruktion, samtidigt som de bara får framföras i de områden som klassificeringen för fartyget tillåter (Rogerson et al. 2020). Direktivet innehåller också en klassificering av inre vattenvägar i zon 1–4, där zonindelningen kopplas till farvattnens karaktär och våghöjd (zon 1 är den med högst våghöjd). Det finns ännu inget fartyg i Sverige som är klassificerat som ett inre vattenvägsfartyg. Då vi i denna studie är intresserade av all handelssjöfart på inre vattenvägar används i denna rapport i stället begreppet ”IVV-sjöfart” eller motsvarande.

Trafikanalys definierar transporter som IVV-transporter när de sker mellan svenska hamnar inom samma IVV-zon. Transporter som går till havs, eller till/från utlandet, räknas däremot som havsgående/utrikes sjöfart även om de passerar Vänern eller Mälaren (Trafikanalys 2025b). Med detta sätt att räkna utgör trafiken på inre vattenvägar endast cirka 0,3 procent av godstransportarbetet inrikes. Då inkluderas samtliga IVV-zoner.

Inlandssjöfartens betydelse varierar kraftigt mellan europeiska länder. År 2024 stod inlandssjöfarten för omkring 12 procent av det totala godstransportarbetet i Nederländerna. Motsvarande andelar var omkring 8 procent i Luxemburg, 7 procent i Belgien, 5 procent i Tyskland och 1 procent i Frankrike (Eurostat 2026a). Sveriges jämförelsevis låga andel har såväl historiska och geografiska som institutionella förklaringar (Sjöstrand et al. 2020). En viktig förklaring är att Sverige helt enkelt saknar ett nät av kommersiellt användbara floder och kanaler.

De svenska inre vattenvägarna är indelade i zon 1–3, se Figur 1. Zon 4 innebär mycket skyddade vatten där vindvågor i princip inte förekommer, och några sådana områden har inte beslutats av Transportstyrelsen. Vi inkluderar sjöfarten på Vänern och Mälaren i denna studie. På Vättern förekommer i princip ingen handelssjöfart, och övriga klassificerade inre vattenvägar ingår inte i studien.



Figur 1. Zoner i Sverige. Källa: Transportstyrelsen zoner.

Direktiv (EU) 2016/1629 anger den tekniska minimistandarden för fartyg i inlandssjöfart och deras utrustning. I Sverige är direktivet i huvudsak genomfört genom Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om fartyg i inlandssjöfart, TSFS 2026:20. Transportstyrelsen framhåller att direktivet har sitt ursprung i reglerna för trafiken på Rhen och därför är anpassat till vattenområden med begränsad våghöjd, motsvarande zon 3. För vattenområden med högre våghöjd, det vill säga zon 1 och 2, innehåller direktivets gemensamma tekniska krav inga bestämmelser som är särskilt anpassade till dessa vågförhållanden. Direktivet medger därför att medlemsstaterna inför kompletterande nationella krav för fartyg som trafikerar sådana vattenvägar. I Sverige har sådana krav införts genom TSFS 2026:20, bland annat avseende klasscertifikat, fribord, oberoende nödkraftkälla och livräddningsutrustning.

Godset som transporteras på inre vattenvägar inom EU är i hög grad skrymmande, tungt och relativt lågvärdigt, och tidskänsligheten är normalt lägre än för högvärdigt styckegods. Det handlar framför allt om olika typer av bulkvaror såsom malmer, mineraler, sten, grus och andra insatsvaror till bygg- och industriproduktion, men även flytande bulk som petroleumprodukter och kemikalier (CCNR 2025). I EU-statistiken var malmer och andra mineraler den största varugruppen på inre vattenvägar 2024, med 23,2 procent av transportarbetet. Den näst största varugruppen räknat i tonkilometer var koks och raffinerade petroleumprodukter, följt av kemikalier och kemiska produkter (Eurostat 2026c).

Även i Sverige domineras transporterna på inre vattenvägar av bulk- och råvarurelaterat gods, men varusammansättningen skiljer sig från den i EU som helhet. Under 2024 transporterades omkring 1,7 miljoner ton gods på svenska inre vattenvägar, där stenkolsprodukter och raffinerade petroleumprodukter var den klart största varugruppen och svarade för 72,6 procent av godsmängden. Därefter följde malm och andra produkter från utvinning, i praktiken jord, sten, grus och sand, med 8,2 procent samt oidentifierbart gods, huvudsakligen containergods, med 7,4 procent. Kemikalier och andra icke-metalliska mineraliska produkter svarade för 3,4 respektive 2,5 procent av godsmängden (Trafikanalys 2025b).

2.2. Sjöfarten på Vänern[1]

Vänersjöfarten är organiserad kring Vänerhamns hamnar med tyngdpunkter i Karlstad, Kristinehamn, Otterbäcken och Lidköping. Karlstad är störst och hanterar olja, trävaror, pappersprodukter och projektlaster. I Kristinehamn dominerar styckegods, bulk och trävaror. Otterbäcken är Vänerns enda naturliga djuphamn och har historiskt varit viktig för export av zink- och blyslig, och hanterar också skrot och återvinningsflöden. Lidköping är ett nav för foder, gödning, spannmål, råvaror till cementindustrin och avfallsbränsle (Vänerhamn 2026c).

Vänerhamn hanterade 1,44 miljoner ton gods och 497 fartygsanlöp 2025 (Vänerhamn 2026c). Merparten av godset har en utländsk hamn som ursprung eller destination. Vänertrafiken är alltså i hög grad export- och importorienterad. Flerhamnsanlöp är vanliga, alltså att samma fartyg anlöper flera hamnar i samma rutt (Vänerhamn 2026a). Vänerhamns egen marina avdelning svarar för bogsering, isbrytning och farledsutmärkning med fyra isbrytande bogserbåtar (Vänerhamn 2026b).

Den centrala infrastrukturen är Trollhätte kanal. Farleden mellan Göteborg och Vänern är drygt 8 mil lång, höjdskillnaden till Vänern är cirka 44 meter och passagen sker genom sex slussar. Dagens slussar medger fartyg som är 88 meter långa, 13 meter breda och har 5,4 meters djupgående. Sjöfarten pågår året runt, men systemet är sårbart då slussarna bedöms vara uttjänta omkring 2030. Trafikverket planerar byggstart av nya slussar 2027 och att dessa tas i bruk 2030–2032 (Trafikverket 2025). I tillståndsansökan för nya slussar framhåller Trafikverket och Sjöfartsverket att näringslivet i regionen i betydande utsträckning består av tung exportindustri med stort beroende av god tillgänglighet och effektiva godstransporter, inklusive sjötransporter (Trafikverket 2025).

2.3. Sjöfarten på Mälaren[1]

Mälarens godssjöfart domineras av Mälarhamnar i Västerås och Köping. Bolaget är helägt av Västerås stad och Köpings kommun. I hållbarhetsrapporten för 2024 anges cirka 3 miljoner ton hanterat gods och drygt 700 fartygsanlöp per år (Mälarhamnar 2025, Mälarhamnar 2026b). Den hanterade godsvolymen i Mälaren är alltså ungefär dubbelt så hög som i Vänern.

Godsflödena i Mälaren omfattar framför allt bulk- och industrirelaterade varor, där oljeprodukter, cement, mineraliska ämnen, spannmål, skrot, återvunnet material, rundvirke och containergods förekommer som viktiga godsslag (Mälarhamnar 2026a).

Västerås är den största hamnen med hänsyn till hanterad godsvolym, med 1,810 miljoner ton hanterat gods 2025 enligt (Trafikanalys 2025b). Mälarhamnar fungerar ofta som en intermodal terminal mellan sjöfart, järnväg och väg, vilket gör att trafikmönstret präglas av omlastning snarare än enbart kaj-fartygslogik (Mälarhamnar 2025).

Kapacitetsmässigt är systemet beroende av Södertälje sluss och kanal. Den nuvarande slusskammaren är 135 meter lång och 19,6 meter bred, med 8,0 meters vattendjup. Vid sikt under 600 meter stängs kanalen för alla lotspliktiga fartyg. Södertälje sluss och kanal byggs om och arbetet ska slutföras under 2027. Hamnarna i Västerås och Köping är i dag muddrade för 7 meters djupgående och tar emot fartyg upp till 135 meter, men är förberedda för 160 meter (Sjöfartsverket 2023, Mälarhamnar 2026c, Trafikverket 2026b).

[1] I avsnitten om sjöfarten på Vänern respektive Mälaren används inte statistik från Trafikanalys då den statistiken sedan några år tillbaka omfattar betydligt fler områden än bara Vänern och Mälaren. Detta sedan antalet IVV-zoner utökades i Sverige. https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Fartyg/Inlandssjofart/Zoner-inlandssjofart/

2.4. Farleds-, lots- och hamnavgifter

Farleds- och lotsavgifter (gemensamt benämnt som sjöfartsavgifter) är centrala komponenter i svensk sjöfartsfinansiering. Sjöfartsverket anger att 70,1 procent av myndighetens rörelseintäkter bestod av sjöfartsavgifter under 2025, och att dessa uppgick till totalt 2 269 miljoner kronor (Sjöfartsverket 2026c).[2]

Avgifterna regleras genom bland annat Sjöfartsverkets instruktion, årliga regleringsbrev samt särskilda förordningar om farledsavgifter, lotsavgifter och lotsning. Den närmare utformningen av avgifterna framgår av Sjöfartsverkets föreskrifter SJÖFS 2025:6. Farledsavgiften tas ut för fartyg med en bruttodräktighet över 300 när de anlöper svensk hamn och lastar eller lossar gods, eller när passagerare går ombord eller i land. Farledsavgiften består av flera delar i form av en fartygsbaserad avgift, beredskapsavgift, godsavgift och passageraravgift. Den fartygsbaserade delen kan reduceras genom miljöincitament kopplade till Clean Shipping Index[3]. Reduktionen är 80 procent för miljöklass A, 55 procent för klass B och 10 procent för klass C. Fartyg i klass D och E får ingen reduktion (Sjöfartsverket 2026b). Fartygsavgiften utgör i sin tur ofta omkring två tredjedelar av den totala farledsavgiften för ett godsfartyg (Sjöfartsverket 2026a).

I avgiftsmodellen finns även en frekvensrabatt på fartygs- och beredskapsavgiften, vars storlek beror på hur många anlöp ett fartyg gör under samma kalendermånad. För det första och andra anlöpet betalas fulla avgifter, för det tredje till femte anlöpet betalas en reducerad avgift och från det sjätte anlöpet under samma kalendermånad tas ingen fartygsbaserad farledsavgift eller beredskapsavgift ut. Då kvarstår endast gods- och passageraravgift (SJÖFS 2025:6).

Lotsavgiften tas ut för lotsning som utförs av Sjöfartsverket. Lotsplikt gäller i vissa svenska farleder och beslutas av Transportstyrelsen. Den är riskbaserad och beror bland annat på fartygets storlek, last och farledens egenskaper. Lotsavgiften beräknas utifrån fartygets storlek och den tid som lotsningen tar (SJÖFS 2025:5). Transportstyrelsen kan bevilja lotsdispens för befälhavare eller annat fartygsbefäl, vilket innebär att ett lotspliktigt fartyg under vissa villkor får framföras utan lots.

Lotsavgiften består av en startavgift, lotsningsavgift per påbörjad halvtimme och, i förekommande fall, beställningsavgift och reseersättning. För lotsad tid som överstiger sju timmar ges en nedsättning med 40 procent på lotsningsavgiften. Särskilda nedsättningar gäller även för lotsningar i Trollhätte kanal och Vänern, där lotsningsavgiften reduceras med 30 procent, samt i Mälaren, där lotsningsavgiften reduceras med 10 procent (SJÖFS 2025:5).

När det gäller hamnavgifterna beslutas de av respektive hamn. En hamntaxa kan omfatta flera olika komponenter, bland annat fartygsavgift, varuavgift, stuveriavgift samt miljö- och avfallsavgift (Trafikanalys 2019, Merkel et al. 2022). Fartygsavgiften baseras ofta på fartygets bruttodräktighet, medan varuavgifter normalt är kopplade till hanterad godsmängd (Merkel et al. 2022). Det innebär att hamnavgifter inte är en enhetlig avgiftstyp, utan snarare ska förstås som ett samlingsbegrepp för olika avgifter och tjänster kopplade till hamnanlöp och godshantering.

Flera svenska hamnar tillämpar någon form av miljödifferentiering av hamnavgifterna, men systemen varierar mellan hamnar (Merkel et al. 2022). Rabatter kan exempelvis baseras på Clean Shipping Index, Environmental Ship Index, kväveoxidutsläpp, svavelhalt i bränsle, LNG eller användning av landström (Merkel et al. 2022). Merkel et al. (2022) visar också att miljödifferentieringen i huvudsak görs på fartygsavgiften och att hamnarnas system inte är samordnade. Det innebär att hamnavgifterna kan innehålla miljöstyrande inslag, men de är inte utformade för att direkt motsvara de marginella externa kostnader som fartygstrafiken ger upphov till.

[2] Det tillfälliga anslaget för klimatkompensation avslutades från och med 2025. Anslaget användes, namnet till trots, nästan inte alls till någon klimatkompensation (Sjöfartsverket 2026c, VTI 2022). Det innebär att avgifternas andel av Sjöfartsverkets intäkter nu ökar.

[3] Clean Shipping Index är ett miljöindex som sedan 2021 ägs och förvaltas av IVL Svenska Miljöinstitutet.

2.5. Avgifterna och internalisering

Internalisering bygger på principen att de externa kostnader som en aktivitet ger upphov till, exempelvis utsläpp, buller eller olyckor, ska återspeglas i de priser som aktörerna möter. I teorin sker detta genom att en avgift eller skatt sätts lika med den marginella externa kostnaden som orsakas av aktiviteten i fråga, en så kallad Pigou-skatt. Då motsvarar den privata kostnaden bättre den samhällsekonomiska kostnaden, vilket leder till ett mer effektivt resursutnyttjande. Om avgiften är lägre än den marginella externa kostnaden uppstår underinternalisering, medan en avgift som överstiger den marginella externa kostnaden innebär överinternalisering. I praktiken är det dock svårt att exakt träffa rätt nivå, vilket gör att många avgifter bara delvis internaliserar (eller överinternaliserar) externa effekter (Trafikverket 2026a).

För att en avgift eller skatt ska fungera som ett träffsäkert internaliserande styrmedel, bör den ha en tydlig koppling till den externa kostnad som den är avsedd att internalisera. Det innebär att avgiften bör variera med den aktivitet eller egenskap som orsakar externaliteten, såsom bränsleförbrukning, seglad distans, tid i känsliga områden eller olycksrisk. En avgift som i huvudsak är fast eller baserad på genomsnittliga kostnader kan därför anses ha begränsad träffsäkerhet som internaliserande styrmedel, även om den i en aggregerad beräkning kan bidra till att täcka de externa kostnaderna.

Farleds- och lotsavgifterna används i första hand som inkomstkälla för Sjöfartsverket och finansierar till stor del myndighetens verksamhet (Vierth et al. 2024). Det beror på att Sjöfartsverket är ett så kallat affärsverk som ansvarar för sin egen finansiering. Avgifterna kan därmed förstås utifrån självkostnadsprincipen, det vill säga att användarna sammantaget ska bidra till att täcka kostnaderna för den infrastruktur och de tjänster som tillhandahålls. Detta skiljer sig från marginalkostnadsprincipen, där avgifterna i stället ska motsvara de marginella externa kostnader som trafiken ger upphov till (Börjesson och Lundberg 2026). Farledsavgifterna är visserligen kopplade till fartygsstorlek och miljöprestanda, men de är inte baserade på sådant som är mer direkt kopplat till extern kostnad, som seglad distans och bränsleförbrukning. Frekvensrabatterna gör också att avgiften per anlöp sjunker vid fler anlöp, vilket går emot marginalkostnadsprincipen (Vierth och Merkel 2022). Statskontoret gör en liknande bedömning och konstaterar att Sjöfartsverkets avgifter i första hand finansierar verksamheten, medan deras miljö- och transportpolitiska styrverkan är begränsad (Statskontoret 2023). Börjesson och Lundberg (2026) menar att Sjöfartsverket borde gå mot en mer marginalkostnadsbaserad prissättning.

Lotsavgifterna är mer kopplade till den tjänst som utförs, eftersom de tas ut när fartyg anlitar lots och baseras på en startavgift samt en rörlig taxa utifrån lotsningens tidsåtgång (Vierth et al. 2024). Vierth och Merkel (2022) skriver att lotsavgifter är baserade på fartygets storlek och tiden för lotsningen, vilket kan ses som en proxy för hur länge lotsbåten används. Däremot differentieras avgifterna beroende på om fartyget har lotsdispens, något som kan antas vara oberoende av den externa kostnad som transporten ger upphov till.

Hamnavgifter bestäms som sagt av respektive hamn och kan påverkas av hamnarnas lokala marknadsförhållanden, fasta kostnader och behov av kostnadstäckning, alltså att avgifterna innehåller påslag utöver marginalkostnaden (Merkel et al. 2022). Om en del av avgiften utgör vinst eller avkastning till hamnägaren speglar den inte någon samhällsekonomisk marginalkostnad som fartygstrafiken orsakar. Inte heller den återstående delen av hamnavgiften motsvarar nödvändigtvis enbart marginella externa kostnader. Avgiften kan exempelvis spegla hamnens egna kostnader och tjänster, såsom fartygs-, varu-, stuveri- samt miljö- och avfallsrelaterade avgifter. Eftersom avgifternas uppbyggnad och storlek skiljer sig mellan hamnar, och miljödifferentieringen baseras på olika index, kriterier och rabattnivåer, finns inte någon entydig koppling mellan hamnavgiften och fartygstrafikens marginella externa effekter.

En fråga är om en avgift som tas med i en beräkning av internaliseringsgrad ska antas internalisera alla externa kostnader, eller endast de externa kostnader som avgiften har en tydlig koppling till. I ett styrmedelsperspektiv är kopplingen mellan avgifter och kostnader central. Grundprincipen för internalisering är att den som ger upphov till en marginell extern kostnad också ska möta en motsvarande marginell privat kostnad (Pigou 1920, Small och Verhoef 2007). En avgift som syftar till att internalisera en extern kostnad bör därför, så långt som möjligt, variera med den aktivitet eller egenskap som orsakar kostnaden. En följd är att en hög samlad internaliseringsgrad inte nödvändigtvis betyder att varje extern

effekt är korrekt prissatt. Ett trafikslag kan i ett aggregerat mått framstå som överinternaliserat samtidigt som vissa kostnadsslag är underprissatta och andra avgifter framför allt fungerar som finansiering av infrastruktur, service eller administration. I denna studie redovisas huvudresultaten utifrån de samlade avgifterna, men måttet bör tolkas som ett genomsnittligt täcknings- eller internaliseringsmått, inte som att varje enskild extern kostnad möter en rätt utformad avgift.

En annan fråga är i vilken utsträckning olyckskostnader kan anses vara internaliserade genom försäkringar, ansvarssystem eller andra privata kostnader. Utgångspunkten i den transportekonomiska litteraturen är att den externa olyckskostnaden inte nödvändigtvis motsvarar den totala samhällsekonomiska olyckskostnaden. Den externa kostnaden utgörs i stället av den del av den marginella olyckskostnaden som inte redan bärs eller beaktas av den aktör som ger upphov till risken (Vickrey 1968, Lindberg 2001, Börjesson et al. 2025).

Börjesson och Lundberg (2026) visar detta i beräkningar av marginella externa olyckskostnader för vägtrafiken. Där anges att graden av internalisering är en central komponent vid beräkningen av den marginella externa olyckskostnaden, eftersom olyckskostnaderna kan vara ojämnt fördelade mellan de fordons- och trafikantgrupper som är inblandade i en olycka. I deras modell beräknas först den marginella samhällsekonomiska olyckskostnaden. Därefter dras den genomsnittliga riskkostnad som bärs av den berörda fordons- eller trafikantgruppen bort. Den återstående delen är den marginella externa olyckskostnaden. Börjesson et al. (2025) noterar även att egendomsskador delvis täcks av trafikförsäkringar och därför i viss utsträckning bör betraktas som internaliserade.

Överfört till sjöfart innebär detta att försäkringar kan bidra till internalisering om försäkringskostnaden faktiskt speglar den förväntade olycksrisk som ett fartyg ger upphov till. Det kan exempelvis ske genom riskdifferentierade premier och självrisker. Samtidigt innebär förekomsten av försäkringar inte automatiskt att dessa verkar internaliserande i någon större utsträckning. Om premierna är kollektiva, schablonmässiga eller svagt kopplade till faktisk trafikexponering, fartygens riskegenskaper eller operatörens beteende blir sambandet mellan den marginella riskökningen och den kostnad operatören möter svagt. Därtill kan vissa olyckskostnader bäras av andra aktörer än operatören, exempelvis andra fartyg, hamnar, myndigheter eller samhället i stort. I sådana fall kvarstår en extern olyckskostnad även om fartyget är försäkrat.

I denna rapport kommer vi, trots ovanstående invändningar, att räkna farleds-, lots- och i vissa beräkningar hamnavgifter som helt internaliserande avgifter. Vidare antar vi att de olika avgifterna verkar internaliserande även för sådant som egentligen inte är kopplat till avgiften, till exempel antas lotsavgiften internalisera mer än bara olyckskostnader. Vi kommer inte heller att ta någon hänsyn till huruvida vissa externa kostnader redan kan vara internaliserade via exempelvis försäkringar. Dessa antaganden är i linje med praxis på området, se exempelvis Trafikanalys årliga rapporter om transportsektorns samhällsekonomiska kostnader (som dock inte inkluderar hamnavgifter i beräkningarna av internaliseringsgrad).

3. Metoder och indata till beräkningarna

Studien genomförs med två beräkningsmetoder, en AIS-baserad beräkning och en manuell beräkning baserad på detaljerade ruttdata. Den AIS-baserade beräkningen tar hänsyn till fartygens positionsangivelser i AIS-data tillsammans med uppgifter om fartygens egenskaper för att beräkna bränsleförbrukning och därmed utsläpp (Ek och Lind 2023). I den manuella beräkningsmetoden används information per rutt om betalda hamnavgifter samt andra detaljerade ruttspecifika data. Avsnitt 3.1–3.3 beskriver de delar av metoden som är gemensamma för de båda angreppssätten, och avsnitt 3.4–3.5 beskriver vad som är specifikt för respektive metod.

3.1. Internaliseringsgrad, icke-internaliserad kostnad samt icke-internaliserad kostnad per transportarbete

Internaliseringsgraden i procent beräknas enligt

$$internaliseringsgrad = \frac{avgift}{externalitet} \cdot 100$$

icke-internaliserad kostnad i kronor beräknas enligt

$$icke\ internaliserad\ kostnad = externalitet - avgift$$

och icke-internaliserad kostnad per transportarbete (kr/tonkm) beräknas enligt

$$icke\ internaliserad\ kostnad\ per\ transportarbete = \frac{icke\ internaliserad\ kostnad}{transportarbete}.$$

Om avgifterna är större än externaliteterna innebär det 1) att internaliseringsgraden blir större än 100 procent och 2) att den icke-internaliserade kostnaden (samt den icke-internaliserade kostnaden per transportarbete) är negativ. Beräkningen av transportarbete beskrivs i avsnitt 3.4.4.

3.2. Kalkylvärden

I Tabell 1 redovisas de kalkylvärden som används för beräkning av externa kostnader. Värderingarna för CO_2e, NO_x och NH_3 samt buller kommer ursprungligen från ASEK 8.1. I ASEK saknas ytterligare kalkylvärden för externaliteter avseende sjötrafiken. Olycksvärderingen samt marginalkostnaderna för isbrytning och lotsning kommer från Trafikanalys (2026a), som i sin tur är hämtade från Vierth et al. (2018) och Trafikanalys (2017). Övriga värderingar kommer från van Essen et al. (2019). Analysperioden som studeras är 2024, och alla värderingar är därför omräknade till detta år via KPI- och reallöneförändring. Värderingar från EU-handboken har omvandlats med kursen 10 kr/euro.

Tabell 1. Kalkylvärde med enhet och värde i 2024 års prisnivå. Med källa avses var det ursprungliga värdet hämtades, vilket sedan räknades om.

Kalkylvärde	Enhet	Värde	Källa
CO_2e	kr/g utsläpp	0,00095	ASEK 8.1, tabell 14.2
NO_x	kr/g utsläpp	0,08129	ASEK 8.1. tabell 13.3
NH_3	kr/g utsläpp	0,00979	ASEK 8.1, tabell 13.3
NMVOC	kr/g utsläpp	0,01250	van Essen (2019), tabell 15
SO_2	kr/g utsläpp	0,08626	van Essen (2019), tabell 15
$PM_{2.5}$	kr/g utsläpp	0,22879	van Essen (2019), tabell 15
PM_{10}	kr/g utsläpp	0,13002	van Essen (2019), tabell 15
Buller	kr/fkm	2,33949	ASEK 8.1, tabell 12.6, tung lastbil med släp genomsnitt tätort

Kalkylvärde	Enhet	Värde	Källa
Olyckor	kr/tonkm	0,00672	Trafikanalys (2026b), tabell 4.1
Isbrytning	kr/tonkm	0,00192	Trafikanalys (2026b), tabell 4.1
Lotsning	kr/tonkm	0,00672	Trafikanalys (2026b), tabell 4.1

3.3. Fartyg

I projektet Samhällsekonomiska analyser för sjötransporter (Vierth et al. 2025) definierades fartygskategorier utifrån fartygssegment och -storlek. Vi använder samma indelning i detta projekt. För godsfartygen innehåller den lista som SEAS-projektet definierade följande (antal fartyg i parentes):

- fem segment: Bulkfartyg (10 999), Containerfartyg (4 289), Rorofartyg (1 461), Tankfartyg (10 220) och Torrlastfartyg (8 441)
- nio storleksklasser: 1 (6 147), 2 (6 046), 3 (6 455), 4 (9 950), 5 (2 415), 6 (2 445), 7 (977), 8 (848) och 9 (127).

och sammantaget 31 fartygskategorier för totalt 35 410 fartyg. Fartygsurvalet som listas baseras på ett skräddarsytt uttag från S&P Global Market Intelligence (2024). Uttaget omfattar i princip alla fartyg som anlöpt en europeisk hamn från 2008 och framåt. Därifrån kommer också fartygsegenskaper för dessa 35 410 fartyg. Hädanefter kallas denna indelning av fartygen för taxonomi.

3.4. AIS-baserade beräkningar

Härnäst presenteras de ingående delarna i metoden för AIS-baserade beräkningar av internaliseringsgraden. Först presenteras analysområdet, och därefter förklaras hur avgifter och AIS-baserade externaliteter har beräknats. Slutligen sammanfattas de datamängder som har använts.

3.4.1. Analysområde och andra geografiska data

Området delas in i två analysområden, se Figur 2. Här visas även de hamnar som inkluderas i analysen, och som listas i Tabell 2. Analysområdena ligger till grund för urvalet av AIS-data.

Figur 2. Analysområdet Vänern och Mälaren, där gränserna är definierade med svart heldragen linje, inklusive de hamnar som ingår (rosa punkter). © OpenStreetMap-bidragsgivare (OpenStreetMap contributors).

Tabell 2. Lista på hamnar som ingår i analysen.

Namn	UN/LOCODE	Område
Agnesberg	SEAGB	Vänern
Bohus	SEBOH	Vänern
Gruvön	SEGRU	Vänern
Hönsäter	SEHON	Vänern
Karlstad	SEKSD	Vänern
Kristinehamn	SEKHN	Vänern
Lidköping	SELDK	Vänern
Lödöse	SELDO	Vänern
Nol	SENOL	Vänern
Otterbäcken	SEOTT	Vänern
Skattkärr	SESKT	Vänern
Skoghall	SESKO	Vänern
Surte	SESUR	Vänern
Trollhättan	SETHN	Vänern
Vargön	SEVGN	Vänern

Namn	UN/LOCODE	Område
Vänersborg	SEVAN	Vänern
Åmål	SEAMA	Vänern
Bålsta	SEBAA	Mälaren
Hässelbyverket	SEHBV	Mälaren
Köping	SEKOG	Mälaren
Löten	SELOT	Mälaren
Lövholmen	SELUN	Mälaren
Slagsta oljekaj (Vårby)	SEVRB	Mälaren
Strängnäs (Gorsingeholm)	SEGOR	Mälaren
Underås (Enhörna)	SEUND	Mälaren
Västerås (Västra hamnen)	SEVST	Mälaren
Västerås (Östra hamnen)	SEVST	Mälaren

3.4.2. Beräkning av avgifter

I den AIS-baserade metoden inkluderas farleds- och lotsavgifter. Avgifterna filtreras dels på analysåret, dels på listade hamnar per område (se Tabell 2) och dels på att fartygens IMO återfinns i AIS-data. Därefter summeras respektive avgift per fartyg (IMO). Dessa båda avgifter summeras och utgör täljaren i beräkningen av internaliseringsgrad.

3.4.3. Beräkning av externaliteter

Externa kostnader beräknas i denna ansats utifrån AIS-data tillsammans med samhällsekonomiska kalkylvärden. AIS-data är spatiotemporala data där fartyg med denna utrustning frekvent skickar information om bland annat sin position, vilket gör det möjligt att följa fartygens rörelser. Baserat på dessa rörelser, och tillsammans med specifika uppgifter om fartygen, kan externaliteter beräknas via effektsamband och kalkylvärden. Dessa kan slutligen ställas i relation till erlagda avgifter (farleds- och lotsavgifter) och på så sätt beräknas internaliseringsgrad per fartyg.

Externaliteter som beräknas per fartyg är:

- utsläpp (till luft, det vill säga växthusgaser och luftföroreningar)
- buller (i luft/ovan vatten)
- olyckor
- servicefartygens externalitet/Infrastrukturkostnader (utsläpp från lotsning och isbrytning).

I utsläpp till luft ingår utsläpp av CO_2e (CO_2, CH_4, N_2O), NH_3, NO_x, SO_x, $PM_{2.5}$, PM_{10} och NMVOC. Samtliga utsläpp beräknas med Shipem. Se Ek och Lind (2023), som beskriver metoden som beräknar alla utsläpp förutom NH_3 (som tillkommit i och med denna studie). Shipem är en tolkning och implementering av IMO GHG 4 (IMO 2020). I korthet beräknas motorbelastning utifrån bland annat hastighet, djupgående, bränsleförbrukning utifrån motorbelastning, operationell fas (marschfart, långsam gång, manövrering, ankrad, vid kaj, översatt från IMO (2020)) och användning av hjälpmotor och panna. Slutligen beräknas bränsle- eller energimängdbaserade utsläpp via emissionsfaktorer. Därtill tillkommer NH_3 som estimeras utifrån fartygets beräknade bränslemängdsförbrukning och utsläppsfaktor från ASEK 8.1.

$$kvantitet\ NH3 = emissionsfaktor \cdot bränslemängd$$

där enheten för emissionsfaktorn är gram NH_3 per gram bränsle (g utsläpp/g bränsle), och bränslemängd är i gram (g bränsle).

Omräkning till koldioxidekvivalenter görs via global warming potential-tal (GWP) från Greenhouse Gas Protocol (2024) enligt GWP_CO_2 = 1, GWP_CH_4 = 29,80, GWP_N_2O = 273,00.

Beräkningen av bullerexternalitet görs utifrån en värdering i ASEK 8.1 angiven i kronor per fordonskilometer. Denna omräknas till kronor per fordonstimme. Omräkningen sker med hjälp av fartygets observerade medianhastighet vid normal marschfart, hämtat från beräkningen med Shipem. Skulle normal marschfart inte ha observerats används medianhastighet från nästa fas långsam gång, och så vidare. Värderingen räknas om eftersom en värdering per trafikarbete inte fångar att fartygen kan bullra vid kaj. Bullerkostnaden approximeras därför på detta sätt. Idealt vore att ha en värdering som beror på tid (och andra faktorer).

$$bullerexternalitet = värdering \cdot hastighet \cdot fordonstid$$

Beräkning av olycksexternalitet görs utifrån en värdering i Trafikanalys (2026b), angiven i kronor per tonkilometer. Formeln är

$$olycksexternalitet = värdering \cdot transportarbete$$

där värderingen har enhet kronor per tonkilometer (kr/tonkm) och transportarbete har enhet tonkilometer (tonkm) och beräknas på samma sätt som övriga externaliteter per fartyg.

Till dessa tre externaliteter kommer ytterligare ett bidrag: servicefartygens externalitet. Trafikanalys (2026b) anger (schablonmässiga) marginalkostnader för isbrytare och lotsbåt, angivna i kronor per tonkilometer. Således beräknas servicefartygens externalitet på samma sätt som olycksexternalitet, det vill säga enligt

$$servicefartygens\ externalitet = servicefartygens\ marginalkostnad \cdot transportarbete$$

Sammantaget beräknas externalitet per fartyg som

$$externalitet = utsläppsexternalitet + bullerexternalitet + olycksexternalitet + servicefartygens\ externalitet$$

Externaliteterna summeras per fartyg, analysområde och analysperiod men kan i teorin beräknas mellan två valfria AIS-datapunkter (två valfria punkter tillhörande ett och samma fartyg). Externaliteterna utgör nämnare i beräkningen av internaliseringsgraden.

3.4.4. Beräkning av transportarbete

Vad gäller beräkning av transportarbete (tonkilometer) kan denna storhet, till skillnad från trafikarbete (fordonskilometer), inte enkelt beräknas ur AIS-data. I denna studie har transportarbete beräknats utifrån ett **antagande om lastgrad per dödvikt för varje fartygskategori** enligt

$$transportarbete = trafikarbete \cdot lastgrad \cdot dödvikt$$

där dödvikt (DWT) är en fartygsspecifik uppgift, och trafikarbete (fkm) beräknas per fartyg från AIS-data och lastgrad (ton/DWT).

Lastgrad är här definierad som lastade ton per dödviktston (ton/DWT) och värdena ses i Tabell 3, överförda till fartygskategorierna. Dessa uppgifter är hämtade från Effektkatalogen (Trafikverket u.d.). Notera att lastgraderna i Effektkatalogen inte specifikt avser sjöfart på inre vatten.

Tabell 3. Antagen lastgrad per fartygskategori. Källa Effektkatalogen.

Fartygskategori	Lastgrad (ton/DWT)
Bulkfartyg-1	0,255
Torrlastfartyg-1	0,255

Fartygskategori	Lastgrad (ton/DWT)
Torrlastfartyg-2	0,255
Torrlastfartyg-3	0,255
Tankfartyg-1	0,41
Tankfartyg-2	0,41

När väl transportarbete har beräknats tas internaliseringsgrad, icke-internaliserad kostnad samt icke-internaliserad kostnad per transportarbete fram.

Noterbart är att även internaliseringsgrad påverkas av transportarbete. Det kommer från att olycksvärderingen samt servicefartygens marginalkostnad är uttryckta i kronor per tonkilometer, vilket multiplicerat med transportarbete utgör en term i variabeln *externalitet*. Det vill säga

$$\begin{aligned} externalitet \;=\; & utsläppexternalitet \;+\; bullerexternalitet \;+\; olycksexternalitet \\ & +\; servicefartygens\; externalitet \\ & =\; utsläppsexternalitet \;+\; (bullervärdering \cdot hastighet \cdot fordonstid) \\ & +\; (olycksvärdering \;\cdot transportarbete) \\ & +\; (servicefartygens\; marg\, inalkostnad \;\cdot transportarbete) \end{aligned}$$

3.4.5. Datamängder

Sammantaget har följande datamängder använts för de AIS-baserade beräkningarna:

- Geografiska data.
- Uppgifter om avgifter från farleds- och lotsdeklarationer. Här ingår fartyg som har anlitat lots och därmed (för minst ett anlöp) saknat lotsdispens. Källa: Sjöfartsverket.
- AIS-data. Fartygens positionsangivelser. Källa: Uttag från Helcom (2025).
- Fartygsdata per fartygsindivid genom IMO-nummer. Innehåller exempelvis uppgifter om fartygets designhastighet, designdjupgående, dödvikt. Källa: Uttag från S&P Global Market Intelligence (2024).
- Uppgifter om kalkylvärden. Källa: ASEK 8.1.
- Uppgifter om index (för uppräkning av kalkylvärden). Källa: SCB (u.d.) och Medlingsinstitutet (u.d.).
- Uppgifter om lastgrad per dödvikt, se Tabell 3, samt emissionsfaktor NH_3. Källa: Effektkatalogen (Trafikverket u.d.).
- Beräkningar med Shipem: Uppgifter från IMO (2020) och Ek och Lind (2023).
- Uppgifter om GWP (global warming potential) för beräkning av CO_2e. Källa: Greenhouse Gas Protocol (2024)
- Fartygskategorier från SEAS-projektet (baserade på statcode och IMO GHG 4). Källa: Vierth et al. (2025)

3.5. Manuella beräkningar

Här beskrivs metoden för de manuella beräkningarna. Beräkningarna av internaliseringsgrad och icke-internaliserad kostnad görs på motsvarande sätt som för den AIS-baserade metoden, se avsnitt 3.1. Skillnaden är att de manuella beräkningarna görs för ett antal specifika rutter och fartyg, där uppgifter om rutt, last, bränsleförbrukning och avgifter har samlats in separat.

3.5.1. Rutter, fartyg och last

De manuella beräkningarna baseras på ett antal exempelrutter, se Tabell 4. Samtliga exempelrutter utom för Jehander 1, som trafikerar Mälaren, avser Vänern.[4] Jehander 1 redovisas som ett genomsnitt av totalt sex rutter. Samtliga fartyg har en bruttodräktighet som understiger 5 000, och omfattas därmed inte av EU ETS. För Vänernrutterna avser en rutt en tur- och returresa inom analysområdet, från analysområdets södra gräns i Göta älv till respektive hamn och tillbaka.

Trafikarbetet avser den del av resan som sker inom analysområdet, det vill säga inom de polygoner som visas i Figur 2. För de flesta resor finns last bara i en riktning, medan vissa fartygsresor har last i båda riktningarna. Transportarbetet beräknas som trafikarbete multiplicerat med last per resa.

För Vänernrutterna har lotsavgifter betalats.[5] Jehander 1 har däremot lotsdispens för de aktuella rutterna, och i avgifterna för Jehander 1 inkluderas därför kostnaderna för att inneha lotsdispens.

Tabell 4. Fartyg, rutter och last i de manuella beräkningarna. Källa: se Tabell 5.

Fartyg	IMO-nummer	Hamnar	Last	Trafikarbete (km)	Dödvikt (ton)	Last per resa (ton)	Lastgrad (%)
Aspen	9195389	Kristinehamn	Trävaror, papper, massa	498	3 159	487	15
Lidan	9924730	Kristinehamn	Pellets	498	5 080	1 739	34
Nordic Saga	9346512	Kristinehamn	Metanol	498	4 076	1 627	40
RDJ Rijnstroom	9197765	Kristinehamn	Plåt	498	3 176	753	24
Rix Mariner	9197387	Kristinehamn	Urea	498	3 676	1 385	38
Skagern	9197791	Kristinehamn	Trävaror, papper, massa	498	3 171	2 069	65
Tuna	9306691	Kristinehamn	Pellets	498	4 775	1 816	38
Aspen	9195389	Otterbäcken	Kalciumoxid	445	3 159	1 456	46
Celtic Spirit	9365491	Otterbäcken	Glaskross	445	3 740	1 715	46
Lurö	9263588	Otterbäcken	Vägsalt eller koppar	445	4 919	1 947	40
Naven	9020285	Otterbäcken	Massaved	445	4 191	1 411	34
Oraness	8416786	Otterbäcken	Vinass	445	2 586	1 203	47
Vardefjell	9197806	Otterbäcken	Skrot	445	3 171	1 376	43
Jehander 1	7006194	Se fotnot[6]	Schaktmassor	45	1 420	671	47

3.5.2. Avgifter och externa kostnader

I de manuella beräkningarna inkluderas både farleds- och lotsavgifter, som ingår i den AIS-baserade huvudanalysen, och hamnavgifter. Hamnavgifterna består i underlaget av betalda varuhamnsavgifter och fartygshamnsavgifter. För rutterna med Jehander 1 används de uppgifter som erhållits från Heidelberg Cement AB. För Vänernrutterna används uppgifter från Vänerhamn.

[4] Avsikten var att inkludera fler exempel på fartyg och rutter i Mälaren, men vi har inte lyckats få tillräckliga uppgifter från hamnar och rederier.

[5] Enligt uppgift från Vänerhamn är det mycket ovanligt med lotsdispens i Vänern.

[6] Löten, Tyska Botten, Ulvsunda, Hammarby och Värtan.

När det gäller externaliteter inkluderas samma kostnader som i den AIS-baserade metoden: utsläpp till luft, buller, olyckor samt infrastrukturrelaterade externa kostnader kopplade till lotsbåt och isbrytning. Till skillnad från den AIS-baserade metoden beräknas utsläppen utifrån ruttens trafikarbete och fartygsspecifika uppgifter om bränsleförbrukning.

Bränsleförbrukningen har hämtats från respektive rederi, se Tabell 5.

Tabell 5. Bränsleförbrukning.

Fartyg	Bränsleförbrukning (kg/fkm)	Bränsleförbrukning (kg/tonkm)	Rederi/uppgiftslämnare
Aspen	12,20	0,0084 resp. 0,0251	Ahlmark Lines AB
Lidan	11,05	0,0064	Erik Thun AB
Nordic Saga	14,20	0,0087	Baltic Shipping Company A/S
RDJ Rijnstroom	12,20	0,0162	C-Shipping & Logistics B.V.
Rix Mariner	13,52	0,0098	Baltic Shipping Company A/S
Skagern	12,20	0,0029	Ahlmark Lines AB
Tuna	13,42	0,0074	Erik Thun AB
Celtic Spirit	12,94	0,0075	Charles M. Willie & Co.
Lurö	13,42	0,0034	Erik Thun AB
Naven	11,05	0,0078	Erik Thun AB
Oraness	9,20	0,0076	M H Simonsen APS
Vardefjell	12,35	0,0090	AAT Shipinvest AS
Jehander 1	9,98	0,0149	Heidelberg Cement AB

Anm: Eftersom Aspen förekommer i två olika rutter redovisas här två olika värden för bränsleförbrukning i kg/tonkm.

Utsläppskostnaderna beräknas genom att bränsleförbrukningen multipliceras med emissionsfaktorer per kilo bränsle och därefter med respektive kalkylvärde. För koldioxid (CO_2), kväveoxider (NO_x) och ammoniak (NH_3) används emissionsfaktorer och kalkylvärden från ASEK 8.1. För CH_4 (metan) och N_2O (lustgas) används emissionsfaktorer från IMO (2020) och kalkylvärden samt GWP-omräkningsfaktorer från van Essen (2019). CO_2e inkluderas i beräkningarna då samtliga fartyg understiger 5 000 i bruttodräktighet, som är gränsen för att ingå i EU:s system för utsläppshandel EU ETS 1. För flyktiga organiska ämnen (NMVOC), svaveldioxid (SO_2) och små luftburna partiklar ($PM_{2,5}$ och PM_{10}) saknas värden i ASEK. För dessa utsläpp används därför emissionsfaktorer från IMO (2020), medan kalkylvärdena hämtas från den europeiska handboken för externa transportkostnader van Essen et al. (2019).

För Jehander 1 används emissionsfaktorer för diesel i inlandssjöfart. För övriga fartyg används emissionsfaktorer för MGO (marine gas oil) när sådana finns i ASEK, och i övriga fall används IMO:s emissionsfaktorer för MDO (marine diesel oil).

Tabell 6. Externa kostnader för utsläpp.

Utsläpp	Bränsle	Källa emissionsfaktor	Källa kalkylvärde	Kostnad (kr/tonkm), min–max
CO_2e	Diesel	ASEK 8.1; IMO (2020), tabell 27	ASEK 8.1; van Essen et al. (2019), tabell 24	0,046
NO_x	Diesel	ASEK 8.1	ASEK 8.1	0,014
NH_3	Diesel	ASEK 8.1	ASEK 8.1	0,0000015

Utsläpp	Bränsle	Källa emissionsfaktor	Källa kalkylvärde	Kostnad (kr/tonkm), min–max
CO_2e	MGO	ASEK 8.1; IMO (2020), tabell 27	ASEK 8.1; van Essen et al. (2019), tabell 24	0,0090–0,078
NO_x	MGO	ASEK 8.1	ASEK 8.1	0,017–0,146
NH_3	MGO	ASEK 8.1	ASEK 8.1	0,000011–0,000096
NMVOC	MDO	IMO (2020), tabell 61	van Essen et al. (2019), tabell 15	0,000097–0,00083
SO_2	MDO	IMO (2020), tabell 47	van Essen et al. (2019), tabell 15	0,018–0,151
$PM_{2,5}$	MDO	IMO (2020), tabell 54	van Essen et al. (2019), tabell 15	0,00056–0,0047
PM_{10}	MDO	IMO (2020), tabell 54	van Essen et al. (2019), tabell 15	0,00034–0,0029

Anm: För MGO/MDO redovisas variationen mellan de olika Vänernfartygen och rutterna som ett min–max-intervall. Diesel används endast av Jehander 1, varför något motsvarande intervall mellan fartyg inte finns.

Tabell 7. Övriga externaliteter.

Externalitet	Kostnad (kr/tonkm)	Källa/kommentar
Buller	0,00113–0,00480	Samma bullervärde som i den AIS-baserade metoden: ASEK 8.1, tung lastbil med släp i genomsnittlig tätort, multiplicerat med faktor 1,4.
Olyckor	0,00672	Trafikanalys (2026a), bilaga/tabell 4.1.
Lotsbåt	0,00672	Trafikanalys (2026a), bilaga/tabell 4.1.
Isbrytning	0,00192	Trafikanalys (2026a), bilaga/tabell 4.1.

Anm: Buller beräknas per tonkm för de specifika rutterna och här redovisas intervallet. Olyckor, lotsbåt och isbrytning är schablonvärden i kr/tonkm.

För att även fånga externa kostnader som uppstår när fartygen ligger vid kaj används de AIS-baserade resultaten för operationell fas vid kaj. I Tabell 8 redovisas beräknad extern kostnad per timme vid kaj för de fartyg som ingår i de manuella beräkningarna. Värdet beräknas utifrån respektive fartygskategori genom att den totala externa kostnaden vid kaj divideras med den observerade tiden vid kaj i den AIS-baserade beräkningen. Den externa kostnaden vid kaj per tonkilometer beräknas därefter genom att kostnaden per timme multipliceras med antagen tid vid kaj och divideras med ruttens transportarbete. För Vänerfartygen används en schablon om 16 timmar i hamn, baserad på en uppskattning från Vänerhamn. När det gäller Jehander 1 går fartyget i skytteltrafik och är självlossande, och därför används i stället ett antagande om 4 timmar vid kaj per tur.

Tabell 8. Externa kostnader vid kaj.

Fartyg	Fartygskategori	Antagen tid vid kaj (h)	Extern kostnad vid kaj (kr/timme)	Extern kostnad vid kaj (kr/tonkm)
Aspen, Kristinehamn	Torrlastfartyg-1	16	186	0,0123
Lidan	Torrlastfartyg-1	16	186	0,0034
Nordic Saga	Tankfartyg-1	16	1 058	0,0209
RDJ Rijnstroom	Torrlastfartyg-1	16	186	0,0079
Rix Mariner	Torrlastfartyg-1	16	186	0,0043
Skagern	Torrlastfartyg-1	16	186	0,0014

Fartyg	Fartygskategori	Antagen tid vid kaj (h)	Extern kostnad vid kaj (kr/timme)	Extern kostnad vid kaj (kr/tonkm)
Tuna	Torrlastfartyg-1	16	186	0,0033
Aspen, Otterbäcken	Torrlastfartyg-1	16	186	0,0046
Celtic Spirit	Torrlastfartyg-1	16	186	0,0039
Lurö	Torrlastfartyg-1	16	186	0,0017
Naven	Torrlastfartyg-1	16	186	0,0047
Oraness	Tankfartyg-1	16	1 058	0,0316
Vardefjell	Torrlastfartyg-1	16	186	0,0049
Jehander 1	Bulkfartyg-1	4	317	0,0368

4. Resultat

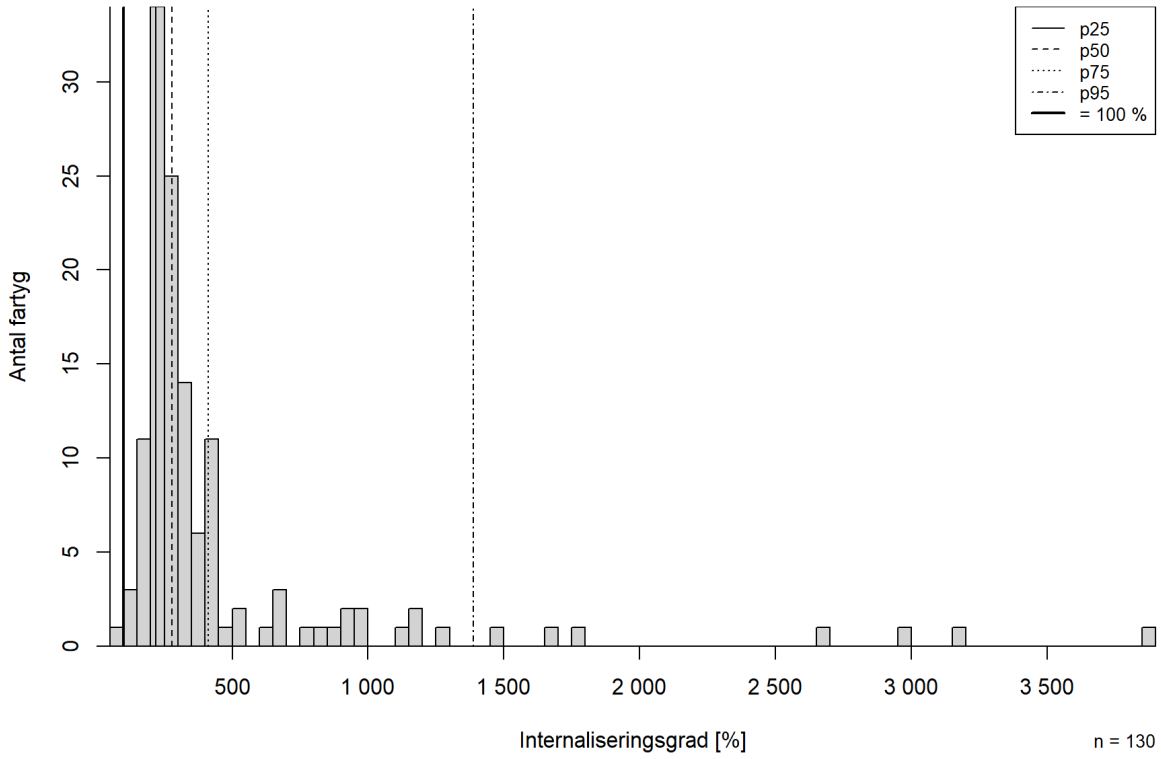
I detta avsnitt presenteras huvudresultaten från den AIS-baserade samt den manuella metoden. Avsnitt 5.2 innehåller flera fördjupade analyser och känslighetsanalyser.

4.1. Huvudresultat från AIS-baserade beräkningar

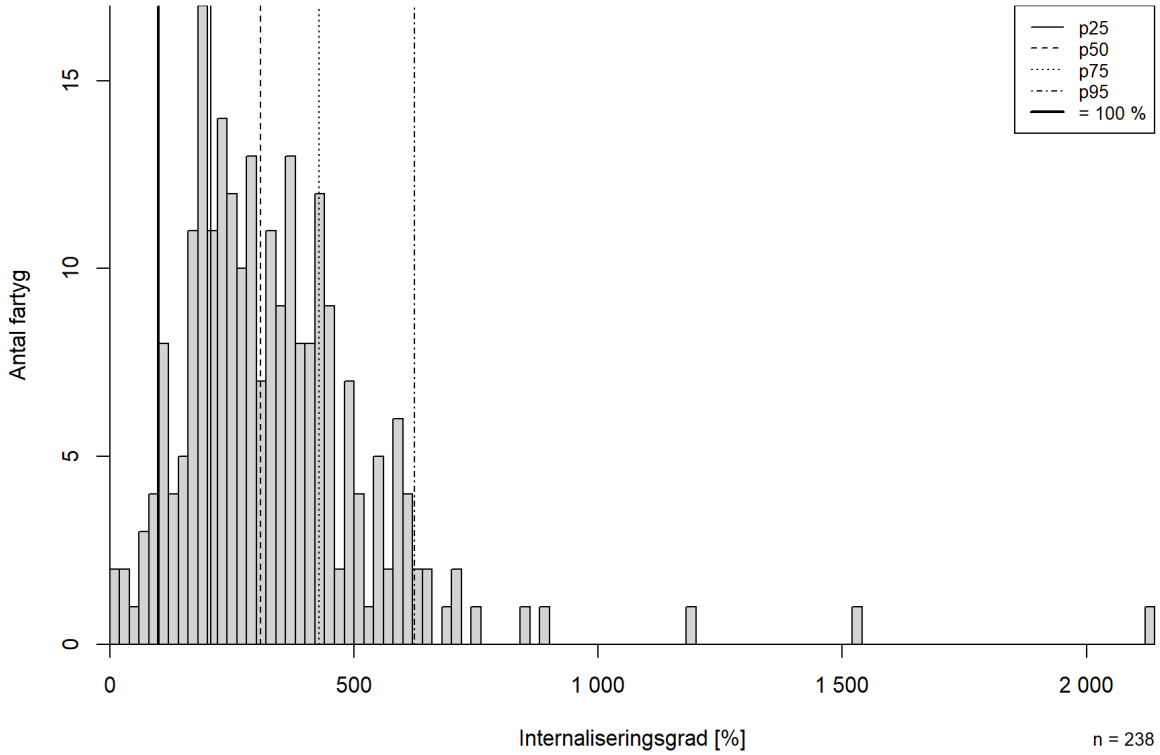
Här presenteras AIS-beräknad internaliseringsgrad och icke-internaliserad kostnad per transportarbete per fartyg för Vänern respektive Mälaren, där:

- Internaliseringsgrad per fartyg visas för Vänern i Figur 3 och Mälaren i Figur 4.
- Icke-internaliserad kostnad per transportarbete per fartyg visas för Vänern i Figur 5 och Mälaren i Figur 6.

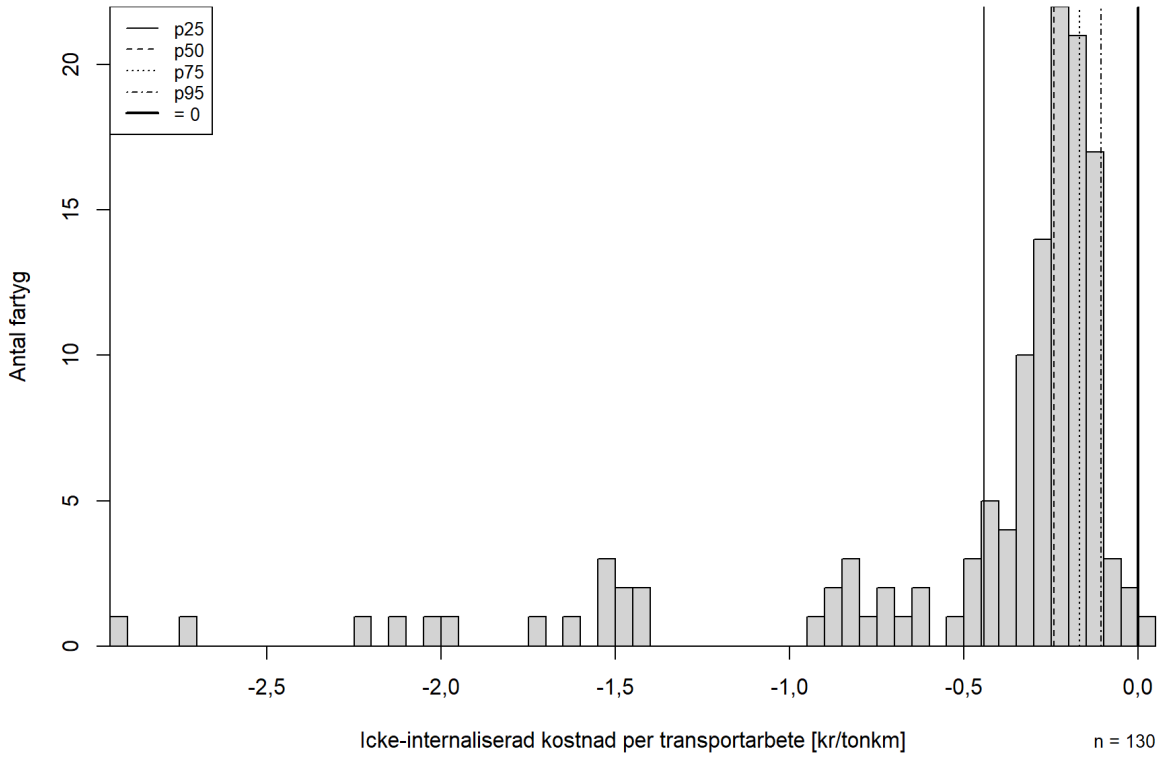
Generellt kan sägas att nästan alla beräknade internaliseringsgrader är större än 100 procent. Med andra ord är avgifterna större än de externa kostnaderna. Medianen för fartyg i Vänern är cirka 278 procent och i Mälaren cirka 309 procent, med en spridning på cirka 67 till 3 852 procent respektive cirka 8 till 2 133 procent. Medianen visar således att avgifterna är cirka tre gånger större än de externa kostnaderna. Vad gäller icke-internaliserad kostnad per transportarbete är den 25:e percentilen cirka −0,44 kr/tonkm i Vänern och −0,49 kr/tonkm i Mälaren. Medianen är cirka −0,24 respektive −0,35 kr/tonkm.



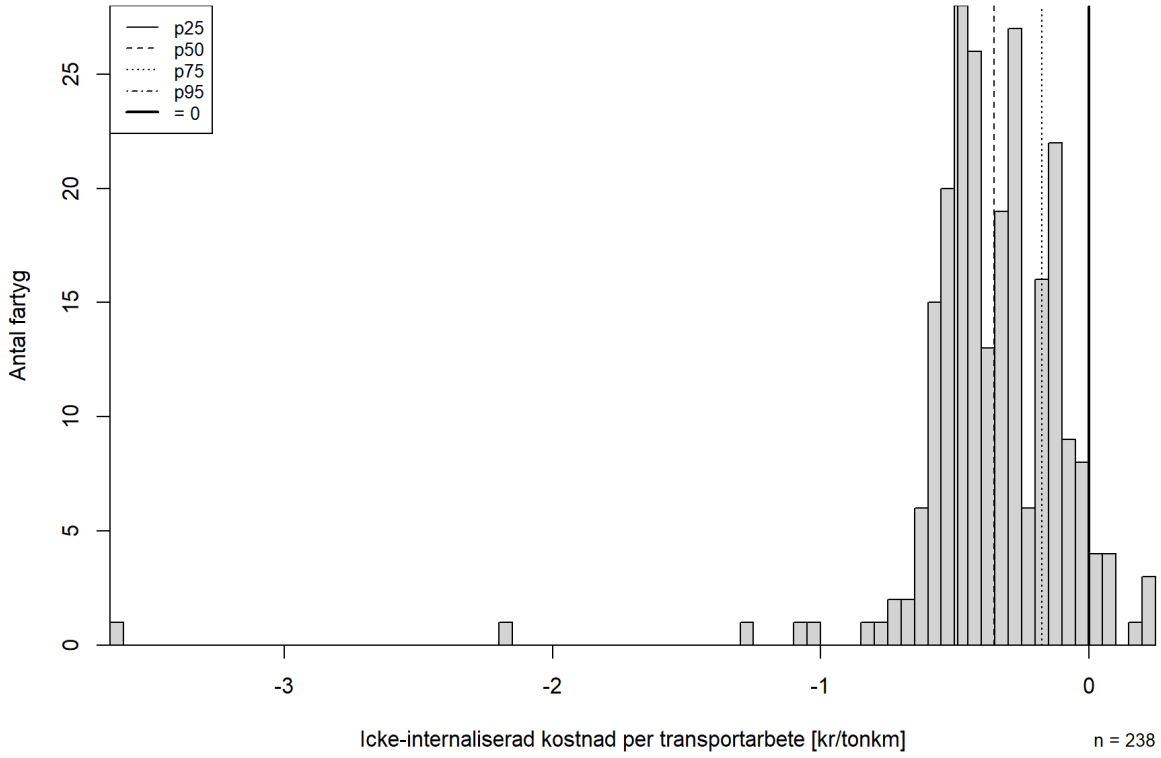
Figur 3. Histogram med internaliseringsgrad (%) per fartyg i Vänern. Antalet fartyg är 130. Vertikala linjer beskrivs i legenden, där ”= 100 %” avser Internaliseringsgrad = 100 %, och ”pX” avser den X:e percentilen.



Figur 4. Histogram av internaliseringsgrad (%) per fartyg i Mälaren. Antalet fartyg är 238. Vertikala linjer beskrivs i legenden, där ”= 100 %” avser Internaliseringsgrad = 100 %, och ”pX” avser den X:e percentilen.



Figur 5. Histogram av icke-internaliserad kostnad per transportarbete (kr/tonkm) per fartyg i Vänern. Antalet fartyg är 130. Vertikala linjer beskrivs i legenden, där ”= 0” avser Icke-internaliserad kostnad per transportarbete = 0, och ”pX” avser den X:e percentilen.



Figur 6. Histogram av icke-internaliserad kostnad per transportarbete (kr/tonkm) per fartyg i Mälaren. Antalet fartyg är 238. Vertikala linjer beskrivs i legenden, där ”= 0” avser Icke-internaliserad kostnad per transportarbete = 0, och ”pX” avser den X:e percentilen.

4.2. Huvudresultat från manuella beräkningar

I Tabell 9 redovisas internaliseringsgraden för de manuellt beräknade ruttupplägen när farledsavgifter, lotsavgifter och hamnavgifter inkluderas som internaliserande avgifter.

För de manuella beräkningarna sammantaget uppgår medianvärdet till 144 procent och medelvärdet till 143 procent. Resultaten visar att samtliga studerade Vänernrutter har en internaliseringsgrad över 100 procent när hamnavgifterna inkluderas. För dessa rutter varierar internaliseringsgraden mellan 123 och 167 procent. Det innebär att avgifterna i de studerade rutterna i Vänern är omkring 1,2 till 1,7 gånger så stora som de beräknade externa kostnaderna. För Jehander 1, som trafikerar Mälaren och där avgifterna redovisas som ett genomsnitt för de studerade relationerna, är internaliseringsgraden 86 procent.

Tabell 9. Internaliseringsgrad per rutt inklusive hamnavgifter.

Fartyg	**Område/hamn**	**Internaliseringsgrad inkl. hamnavgifter (%)**
Lidan	Kristinehamn	145
Nordic Saga	Kristinehamn	152
RDJ Rijnstroom	Kristinehamn	156
Rix Mariner	Kristinehamn	138
Skagern	Kristinehamn	167
Tuna	Kristinehamn	123
Aspen	Kristinehamn/Otterbäcken	130–165

Fartyg	Område/hamn	Internaliseringsgrad inkl. hamnavgifter (%)
Celtic Spirit	Otterbäcken	159
Lurö	Otterbäcken	132
Naven	Otterbäcken	166
Oraness	Otterbäcken	143
Vardefjell	Otterbäcken	141
Jehander 1, genomsnitt	Mälaren	86
Median		144
Medel		143

Anm.: Internaliseringsgraden beräknas som internaliserande avgifter dividerat med beräknade externa kostnader. Jehander 1 redovisas som genomsnitt för sex relationer. Aspen redovisas med ett intervall eftersom fartyget förekommer i två olika rutter.

Vidare redovisas internaliseringsgraden när hamnavgifter exkluderas, se Tabell 10. Det ökar jämförbarheten med resultaten för den AIS-baserade metoden. Resultaten visar att internaliseringsgraden sjunker tydligt när hamnavgifterna exkluderas. Medianvärdet uppgår till 111 procent och medelvärdet till 107 procent.

För Vänernrutterna varierar internaliseringsgraden mellan 94 och 133 procent. Tolv av tretton Vänernrutter har en internaliseringsgrad över 100 procent. Jehander 1 avviker tydligt med en internaliseringsgrad på 17 procent.

Tabell 10. Internaliseringsgrad per rutt utan hamnavgifter.

Fartyg/rutt	Område/hamn	Internaliseringsgrad utan hamnavgifter (%)
Lidan	Kristinehamn	123
Nordic Saga	Kristinehamn	104
RDJ Rijnstroom	Kristinehamn	133
Rix Mariner	Kristinehamn	103
Skagern	Kristinehamn	126
Tuna	Kristinehamn	105
Aspen	Kristinehamn/Otterbäcken	117–127
Celtic Spirit	Otterbäcken	122
Lurö	Otterbäcken	94
Naven	Otterbäcken	125
Oraness	Otterbäcken	104
Vardefjell	Otterbäcken	103
Jehander 1, genomsnitt	Mälaren	17
Median		**111**
Medel		**107**

Anm.: Tabellen exkluderar hamnavgifter från de internaliserande avgifterna. De externa kostnaderna är oförändrade och inkluderar extern kostnad vid kaj.

I Tabell 11 och Tabell 12 redovisas den icke-internaliserade kostnaden per transportarbete för de manuellt beräknade ruttuppläggen. Måttet beräknas som de externa kostnaderna per tonkilometer minus de internaliserande avgifterna per tonkilometer. Ett positivt värde innebär att avgifterna inte täcker de externa kostnaderna, medan ett negativt värde innebär att avgifterna överstiger de externa kostnaderna.

När hamnavgifterna inkluderas är den icke-internaliserade kostnaden negativ för samtliga studerade Vänernrutter. Medianvärdet, och även medelvärdet, uppgår till -0,072 kr per tonkilometer. För Vänernrutterna varierar värdena mellan -0,153 och -0,031 kr per tonkilometer, vilket innebär att avgifterna överstiger de beräknade externa kostnaderna med cirka 3–15 öre per tonkilometer. Jehander 1 har däremot en positiv icke-internaliserad kostnad på 0,029 kr per tonkilometer.

Tabell 11. Icke-internaliserad kostnad per transportarbete inklusive hamnavgifter.

Fartyg/rutt	**Område/hamn**	**Icke-internaliserad kostnad inkl. hamnavgifter (kr/tonkm)**
Lidan	Kristinehamn	−0,052
Nordic Saga	Kristinehamn	−0,089
RDJ Rijnstroom	Kristinehamn	−0,153
Rix Mariner	Kristinehamn	−0,065
Skagern	Kristinehamn	−0,072
Tuna	Kristinehamn	−0,031
Aspen	Kristinehamn/Otterbäcken	−0,127 till −0,098
Celtic Spirit	Otterbäcken	−0,080
Lurö	Otterbäcken	−0,040
Naven	Otterbäcken	−0,094
Oraness	Otterbäcken	−0,071
Vardefjell	Otterbäcken	−0,065
Jehander 1, genomsnitt	Mälaren	0,029
Median		**−0,072**
Medel		**−0,072**

När hamnavgifterna exkluderas blir den icke-internaliserade kostnaden per transportarbete högre, se Tabell 12. Medianvärdet uppgår till −0,017 kr per tonkilometer och medelvärdet till −0,012 kr per tonkilometer. Tolv av de tretton Vänernrutterna har fortfarande negativa värden. För dessa rutter varierar den icke-internaliserade kostnaden mellan −0,092 och −0,006 kr per tonkilometer. Lurö har ett svagt positivt värde på 0,007 kr per tonkilometer. För Jehander 1 ökar den icke-internaliserade kostnaden till 0,174 kr per tonkilometer.

Tabell 12. Icke-internaliserad kostnad per transportarbete utan hamnavgifter.

Fartyg/rutt	**Område/hamn**	**Icke-internaliserad kostnad utan hamnavgifter (kr/tonkm)**
Lidan	Kristinehamn	−0,027
Nordic Saga	Kristinehamn	−0,007
RDJ Rijnstroom	Kristinehamn	−0,092
Rix Mariner	Kristinehamn	−0,006
Skagern	Kristinehamn	−0,028

Fartyg/rutt	Område/hamn	Icke-internaliserad kostnad utan hamnavgifter (kr/tonkm)
Tuna	Kristinehamn	−0,006
Aspen	Kristinehamn/Otterbäcken	−0,071 till −0,041
Celtic Spirit	Otterbäcken	−0,029
Lurö	Otterbäcken	0,007
Naven	Otterbäcken	−0,036
Oraness	Otterbäcken	−0,006
Vardefjell	Otterbäcken	−0,006
Jehander 1, genomsnitt	Mälaren	0,174
Median		**−0,017**
Medel		**−0,012**

Anm.: Tabellen exkluderar hamnavgifter från de internaliserande avgifterna. De externa kostnaderna är oförändrade och inkluderar extern kostnad vid kaj.

5. Analys

5.1. Jämförelse av metodernas utfall

Huvudresultaten visar att internaliseringsgraderna skiljer sig mycket åt och är betydligt högre i de AIS-baserade beräkningarna än i de manuella beräkningarna. Detta är fallet även när hamnavgifter exkluderas, och det trots att vi i de manuella beräkningarna inte har räknat med någon rabatt på farledsavgiften som gäller från och med det tredje anlöpet under samma kalendermånad.

I idealfallet skulle internaliseringsgraderna överensstämma mer i de två metoderna. Det gör de inte, och det kan finnas flera orsaker. Den AIS-baserade metoden täcker in samtlig aktivitet under analysperioden medan den manuella metoden studerar specifika rutter. För den manuella metoden vet vi inte med säkerhet hur representativa de rutter som uppgifter erhållits för är för alla rutter som fartygen gjort under analysperioden. Den AIS-baserade metoden är framtagen för att kunna studera samtliga fartyg på samtliga vatten, vilket kan innebära över- eller underskattningar gällande specifika fartyg och områden.

Faktorer som skiljer sig mellan metoderna:

- Beräknad bränsleförbrukning (jämfört med rapporterad bränsleförbrukning)
- Antagande om lastgrad (jämfört med rapporterad lastgrad)
- Emissionsfaktorer/effektsamband
- Hamnavgifter

En faktor som har mycket stor påverkan på resultaten är fartygens bränsleförbrukning. Bränsleförbrukningen som beräknats i den AIS-baserade metoden visas i Tabell 13 för de fartyg som också ingick i den manuella beräkningen. Genom att beräkna bränsleförbrukning per aktivitet, i termer av kilogram per kilometer, kan uppgifterna jämföras med uppgifter från den manuella metoden, se Tabell 5. Det framgår att den AIS-baserade metoden ger en betydligt lägre bränsleförbrukning för dessa fartyg. Observationen leder till en känslighetsanalys i avsnitt 5.2.8.

Tabell 13. Beräknad bränsleförbrukning och aktivitet för de jämförbara fartygen. Jehander 1 har seglat i Mälaren, övriga i Vänern.

Fartyg	Bränsleförbrukning (g)	Sträcka (km)	Tid (h)	Bränsleförbrukning (kg/km)	Bränsleförbrukning (kg/h)
Aspen	123 049 073	29 719	7 348	4,1	16,7
Nordic Saga	26 070 457	4 315	516	6,0	50,5
Skagern	130 970 851	30 369	7 576	4,3	17,3
Tuna	75 129 245	18 101	3 038	4,2	24,7
Celtic Spirit	4 690 582	1 262	343	3,7	13,7
Lurö	55 126 987	14 380	2 720	3,8	20,3
Naven	92 230 623	28 484	4 678	3,2	19,7
Oraness	56 519 214	8 796	1 167	6,4	48,4
Vardefjell	43 745 318	11 493	2 034	3,8	21,5
Jehander 1	204 048 080	32 809	7 340	6,2	27,8

Resultaten från de manuella beräkningarna är i samma storleksordning som resultaten i Trafikanalys (2025a). Trafikanalys beräknar bland annat internaliseringsgraden för tre mindre godsfartyg, varav två, Jehander 1 och Naven, även analyseras i denna rapport. De räknar endast farledsavgiften som

internaliserande (och exkluderar alltså lotsavgiften[7]) och hamnar på en internaliseringsgrad på 43 procent för Jehander, att jämföra med 17 procent när lotsavgiften men inte hamnavgiften inkluderas i våra manuella beräkningar. När det gäller fartyget Naven hamnar Trafikanalys på en internaliseringsgrad på 104 procent medan vi hamnar på 125 procent.

5.2. Fördjupad analys av de AIS-baserade beräkningarna

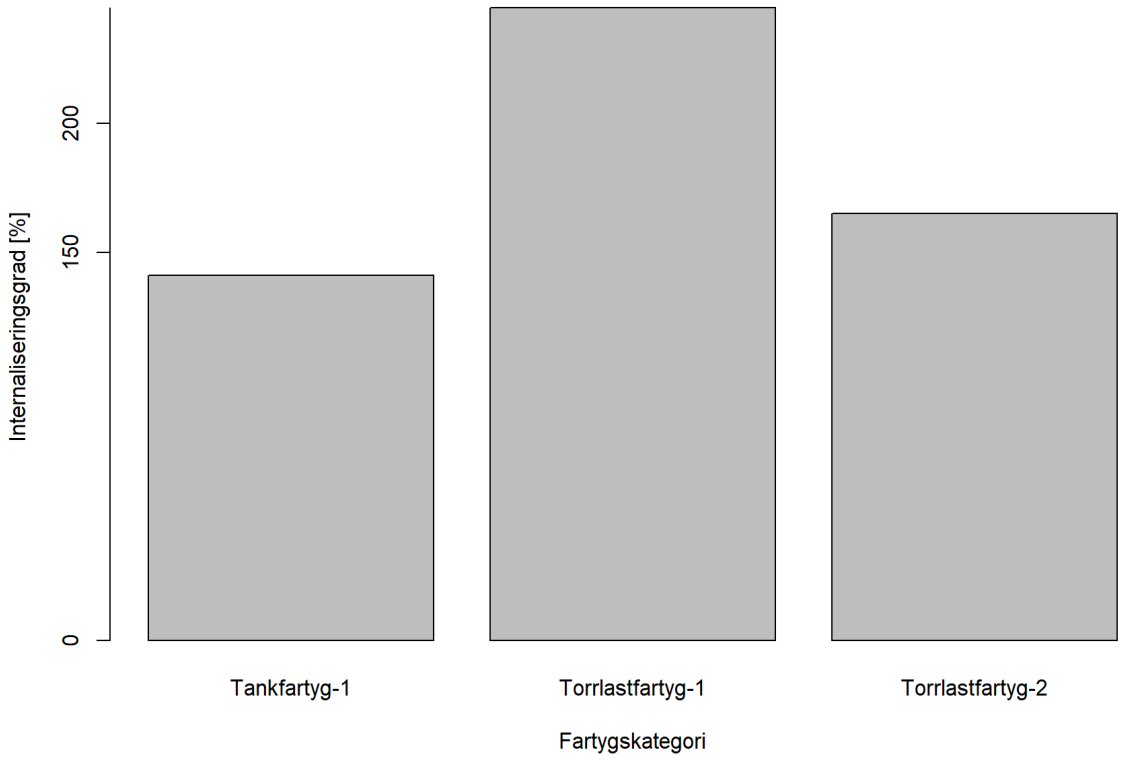
5.2.1. Internaliseringsgrad och icke-internaliserad kostnad per tonkm per fartygskategori

Här summeras avgift, externalitet och transportarbete inom respektive fartygskategori, varefter internaliseringsgrad och icke-internaliserad kostnad per transportarbete beräknas på fartygskategorinivå. Fartyg med höga individuella internaliseringsgrader men låga externaliteter får därmed ett begränsat genomslag på resultatet.

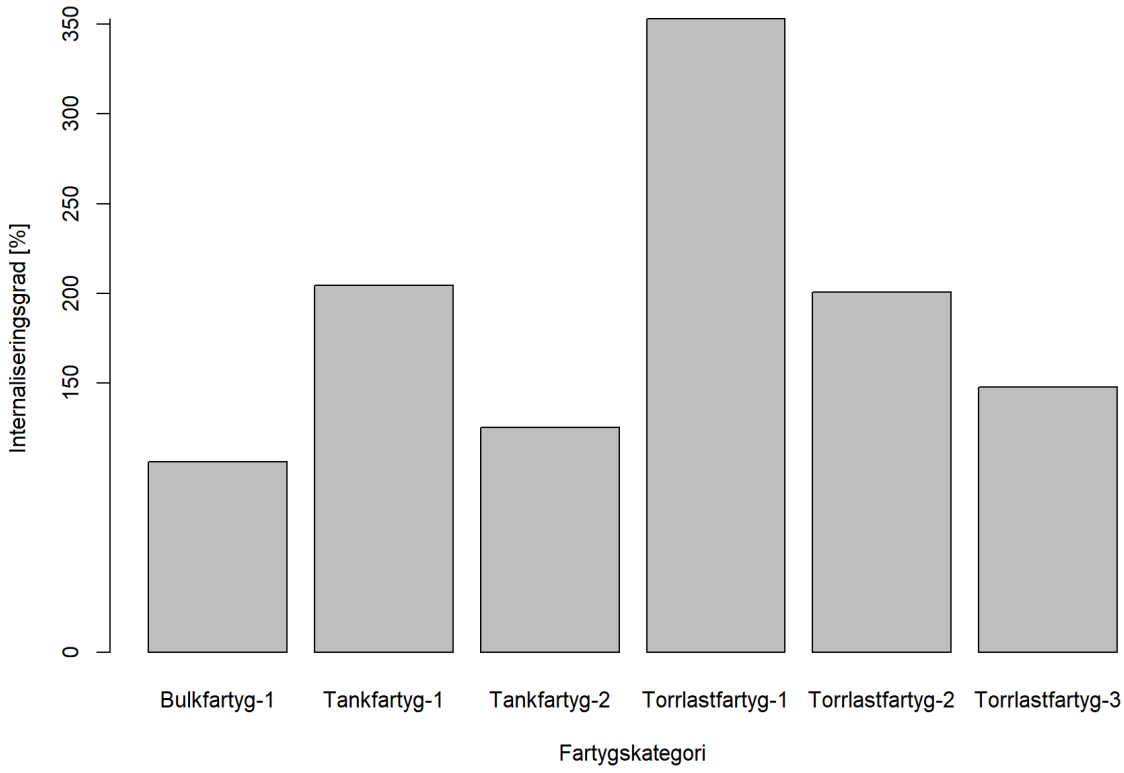
- Internaliseringsgrad per fartygskategori för Vänern respektive Mälaren ses i Figur 7 respektive Figur 8.
- Icke-internaliserad kostnad per transportarbete per fartygskategori för Vänern respektive Mälaren ses i Figur 9 respektive Figur 10.

Fartygen i Vänern tillhör kategorierna Tankfartyg-1, Torrlastfartyg-1 och Torrlastfartyg-2. I Mälaren tillkommer kategorierna Bulkfartyg-1, Tankfartyg-2 och Torrlastfartyg-3. Torrlastfartyg-1 har högst internaliseringsgrad i både Vänern och Mälaren, cirka 245 procent respektive 353 procent. Lägst internaliseringsgrad har Tankfartyg-1, med cirka 141 procent i Vänern och Tankfartyg-2 med cirka 106 procent i Mälaren. I Vänern ligger den icke-internaliserade kostnaden per transportarbete för olika fartygskategorier mellan cirka −0,19 och −0,04 kr/tonkm medan den i Mälaren ligger mellan cirka −0,39 och −0,01 kr/tonkm.

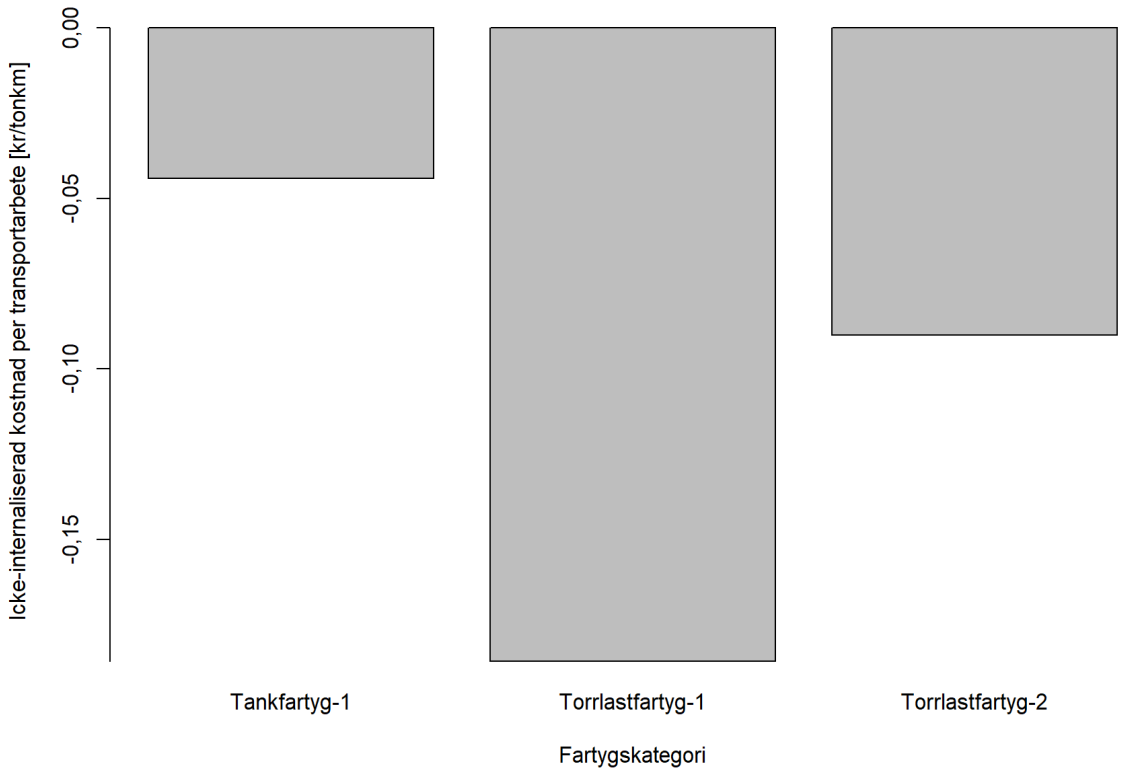
[7] I en fördjupad analys av de externa kostnaderna för inrikes sjöfart från 2025 väljer Trafikanalys att exkludera lotsavgifter och endast räkna med farledsavgifter som internaliserande avgift. Trafikanalys motiverar detta med att användningen av lots bland annat beror på befälhavarens behörighet och eventuella lotsdispens. Avgiften kan därför skilja sig mellan i övrigt jämförbara fartyg och transporter, vilket försämrar jämförbarheten.



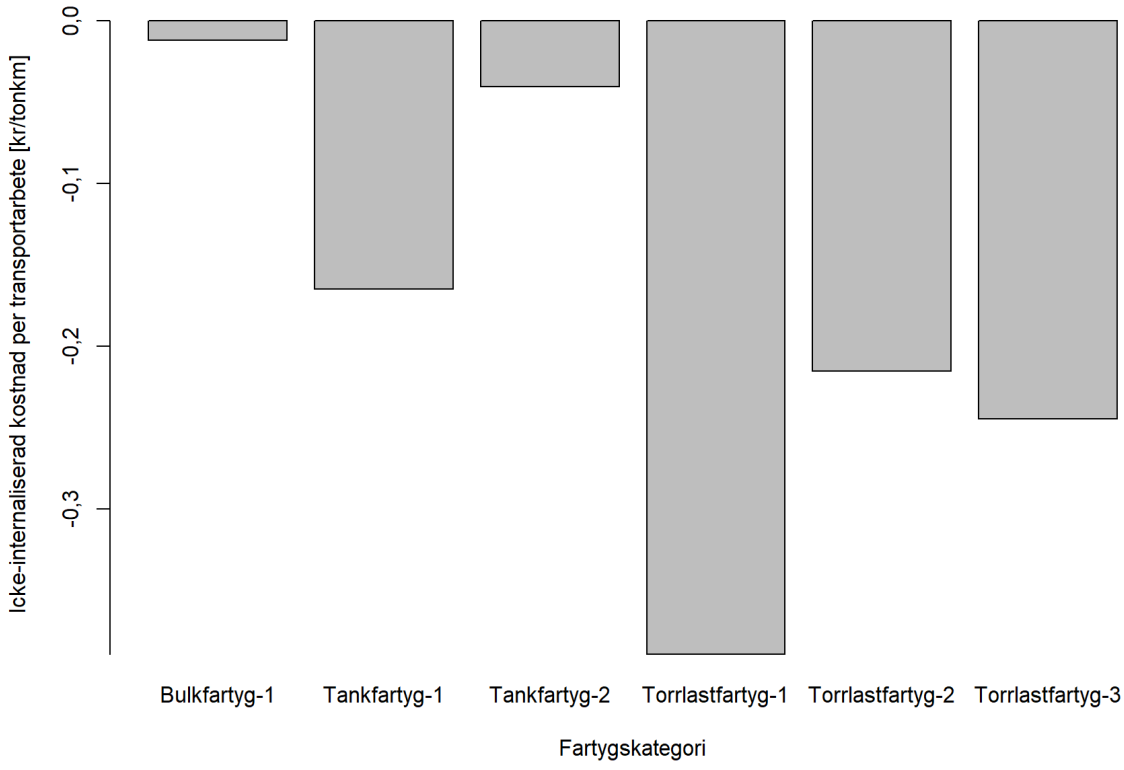
Figur 7. Stapeldiagram över internaliseringsgrad (%) per fartygskategori i Vänern.



Figur 8. Stapeldiagram över internaliseringsgrad (%) per fartygskategori i Mälaren.



Figur 9. Stapeldiagram över icke-internaliserad kostnad per transportarbete (kr/tonkm) per fartygskategori i Vänern.



Figur 10. Stapeldiagram över icke-internaliserad kostnad per transportarbete (kr/tonkm) per fartygskategori i Mälaren.

5.2.2. Aggregerade jämförelsetal

I Tabell 14 presenteras summerade tal för analysområdena med avsikten att ge en uppfattning om storleken på beräknad aktivitet (sträcka och tid i området), avgifter och externalitet. Det framgår att seglad sträcka är längre i Vänern medan både avgifter och externaliteter är högre i Mälaren. Det beräknade transportarbetet är förhållandevis lika stort i de båda områdena. På en aggregerad nivå är beräknade externaliteter ungefär hälften så stora som beräknade avgifter i både Vänern och Mälaren.

Tabell 14. Aggregerade tal per analysområde. Avrundning till närmaste tusental.

	Vänern	**Mälaren**
Avgift (kr)	57 991 000	77 707 000
Externalitet (kr)	26 813 000	40 185 000
Transportarbete (tonkm)	216 359 000	234 921 000
Trafikarbete (fkm) (Sträcka i området)	199 000	150 000
Tid i området (h)	38 000	42 000

Totalt kan avgifter samt externaliteter beräknas för 130 fartyg i Vänern och 238 fartyg i Mälaren. I Vänern förekommer fartyg inom tre fartygskategorier (antal i parentes): Tankfartyg-1 (13), Torrlastfartyg-1 (113) och Torrlastfartyg-2 (4). I Mälaren finns fartyg inom sex kategorier: Bulkfartyg-1 (10), Tankfartyg-1 (9), Tankfartyg-2 (28), Torrlastfartyg-1 (137), Torrlastfartyg-2 (53) och Torrlastfartyg-3 (1). I Mälaren förekommer alltså en större variation i fartygssammansättningen, genom att både fler fartygskategorier och större fartyg förekommer. Noterbart är att det endast förekommer fartyg i de tre minsta storleksklasserna, med tyngdpunkt på storleksklass 1. I Vänern dominerar exempelvis Torrlastfartyg-1. I Tabell 15 och Tabell 16 aggregeras talen (som beräknas utifrån AIS-data, det vill säga samtliga poster förutom Avgift i Tabell 14) i stället utifrån operationell fas och fartygskategori.

I många fall ses att sträcka ökar med nästa operationella fas (i ordningen vid kaj, ankrad, manövrering, långsam gång, marschfart) inom varje fartygskategori. Tid följer inget tydligt mönster. Fartyg i den mindre fartygskategorin (ändelse ”1”) orsakar merparten av externaliteterna vid långsam gång och marschfart, medan fartyg i de större fartygskategorierna (ändelse ”2” och ”3”) orsakar högre externalitet vid kaj.

Andelen externalitet i operationell fas vid kaj uppgår i Vänern till cirka 5,0 miljoner kronor, vilket utgör cirka 19 procent av den totala externaliteten i Vänern. Motsvarande i Mälaren är cirka 15,6 miljoner kronor, vilket utgör hela 39 procent av den totala externaliteten.

Tabell 15. Summerade tal för externalitet, transportarbete, sträcka (trafikarbete) samt tid per operationell fas och fartygskategori för Vänern.

Operationell fas	**Fartygskategori**	**Externalitet (kkr)**	**Transportarbete (ktonkm)**	**Sträcka (km)**	**Tid (h)**
Vid kaj	Tankfartyg-1	653	55	32	617
Ankrad	Tankfartyg-1	452	1 190	705	831
Manövrering	Tankfartyg-1	139	2 295	1 350	171
Långsam gång	Tankfartyg-1	2 282	28 392	16 809	1 077
Marschfart	Tankfartyg-1	2 110	20 588	12 057	566
Vid kaj	Torrlastfartyg-1	3 688	478	520	19 835
Ankrad	Torrlastfartyg-1	524	3 559	3 749	3 523
Manövrering	Torrlastfartyg-1	470	7 037	7 425	948
Långsam gång	Torrlastfartyg-1	8 381	90 390	95 996	6 265

Operationell fas	Fartygskategori	Externalitet (kkr)	Transportarbete (ktonkm)	Sträcka (km)	Tid (h)
Marschfart	Torrlastfartyg-1	5 856	45 979	47 380	2 349
Vid kaj	Torrlastfartyg-2	700	30	23	1 296
Ankrad	Torrlastfartyg-2	108	421	323	252
Manövrering	Torrlastfartyg-2	79	781	598	79
Långsam gång	Torrlastfartyg-2	578	7 462	5 716	392
Marschfart	Torrlastfartyg-2	800	7 707	5 913	279

Tabell 16. Summerade tal externalitet, transportarbete, sträcka (trafikarbete) samt tid per operationell fas och fartygskategori enligt beräkningar i Mälaren.

Operationell fas	Fartygskategori	Externalitet (kkr)	Transportarbete (ktonkm)	Sträcka (km)	Tid (h)
Vid kaj	Bulkfartyg-1	1 196	109	86	3 776
Ankrad	Bulkfartyg-1	732	379	451	1 705
Manövrering	Bulkfartyg-1	71	503	525	69
Långsam gång	Bulkfartyg-1	1 936	17 310	14 390	910
Marschfart	Bulkfartyg-1	2 117	14 238	15 639	905
Vid kaj	Tankfartyg-1	413	19	11	389
Ankrad	Tankfartyg-1	29	37	20	55
Manövrering	Tankfartyg-1	3	46	27	3
Långsam gång	Tankfartyg-1	304	3 528	1 999	113
Marschfart	Tankfartyg-1	351	3 350	1 860	88
Vid kaj	Tankfartyg-2	7 088	320	110	4 622
Ankrad	Tankfartyg-2	316	599	202	404
Manövrering	Tankfartyg-2	47	718	249	30
Långsam gång	Tankfartyg-2	5 000	61 843	20 334	1 062
Marschfart	Tankfartyg-2	3 303	34 941	11 828	509
Vid kaj	Torrlastfartyg-1	2 726	517	505	15 430
Ankrad	Torrlastfartyg-1	101	397	417	731
Manövrering	Torrlastfartyg-1	36	500	526	67
Långsam gång	Torrlastfartyg-1	4 243	41 923	41 999	2 335
Marschfart	Torrlastfartyg-1	2 708	20 444	20 144	988
Vid kaj	Torrlastfartyg-2	3 718	276	158	6 638
Ankrad	Torrlastfartyg-2	47	273	155	102
Manövrering	Torrlastfartyg-2	28	343	198	26
Långsam gång	Torrlastfartyg-2	1 578	18 223	10 453	604
Marschfart	Torrlastfartyg-2	1 453	12 839	7 194	336
Vid kaj	Torrlastfartyg-3	521	30	12	390
Ankrad	Torrlastfartyg-3	3	19	7	2

Operationell fas	Fartygskategori	Externalitet (kkr)	Transportarbete (ktonkm)	Sträcka (km)	Tid (h)
Manövrering	Torrlastfartyg-3	1	10	4	0
Långsam gång	Torrlastfartyg-3	25	315	123	8
Marschfart	Torrlastfartyg-3	90	872	340	15

5.2.3. Bortfall av fartyg i beräkningarna

Totalt kan avgifter samt externalitet beräknas för 130 fartyg i Vänern och 238 i Mälaren. Det betyder dock inte att samtliga fartyg som förekommer i Vänern och Mälaren ingår, utan endast att avgifter och externalitet kan beräknas för dessa fartyg.

Under analysperioden förekommer exempelvis följande inom analysområdet:

- 358 registrerade fartyg (IMO) i lotsdeklarationerna (som anlöpt de hamnar som analysen omfattar), varav 341 finns med i AIS-data och taxonomi.
- 353 registrerade fartyg (IMO) i farledsdeklarationerna (som anlöpt de hamnar som analysen omfattar), varav 333 finns med i AIS-data och taxonomi.
- 399 fartyg (IMO) i AIS-data, varav 353 erhåller beräknade utsläpp, varav 339 får beräknad externalitet. Anledningen till att inte samtliga 399 fartyg erhåller beräknade utsläpp är till exempel att vissa fartyg inte har fullständiga fartygsegenskaper, har egenskaper som beräkningsmodellen inte hanterar, eller har för få korrekta AIS-punkter. Att endast 339 får beräknad externalitet beror på att några fartyg inte finns med i taxonomin (till exempel för att fartyget inte är klassat som ett godsfartyg).

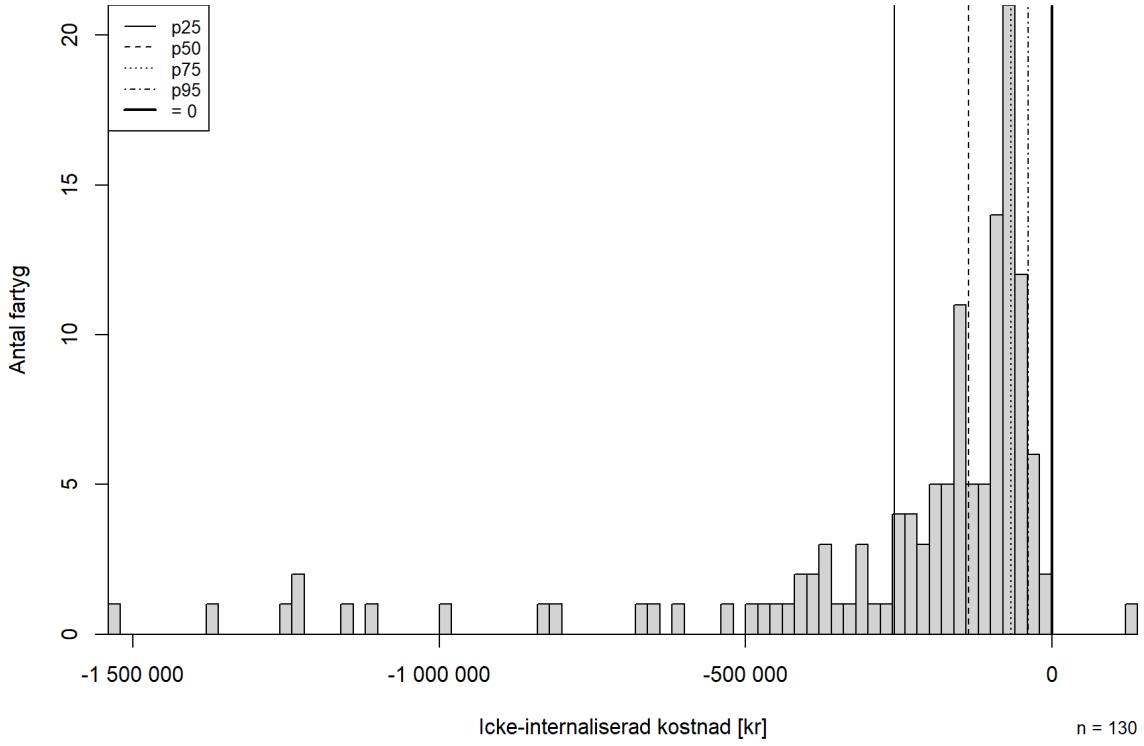
Sammantaget finns 360 unika fartyg i farleds- eller lotsdeklarationerna varav 342 förekommer i AIS-data och taxonomi, varav 339 fartyg erhåller en beräknad externalitet och 336 fartyg har både beräknad avgift och externalitet. Av dessa 336 fartyg förekommer 32 fartyg i både Vänern och Mälaren.

5.2.4. Icke-internaliserad kostnad

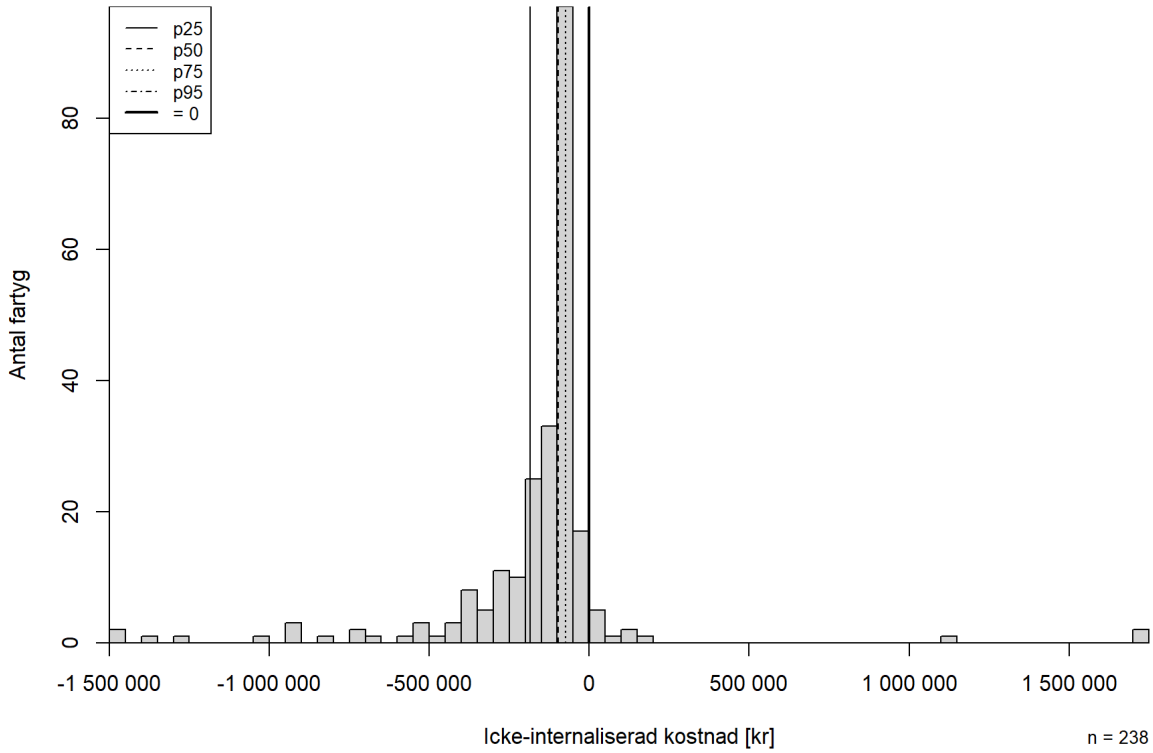
Eftersom icke-internaliserad kostnad per transportarbete beror av just transportarbete, vilket i sig beror på antaganden om fartygskategoriers medellastgrad visas även figurer över icke-internaliserad kostnad som komplement till huvudresultaten. Detta per fartyg och per fartygskategori enligt:

- Icke-internaliserad kostnad per fartyg i Vänern i Figur 11 och Mälaren i Figur 12.
- Icke-internaliserad kostnad per fartygskategori i Vänern i Figur 13 och Mälaren i Figur 14.

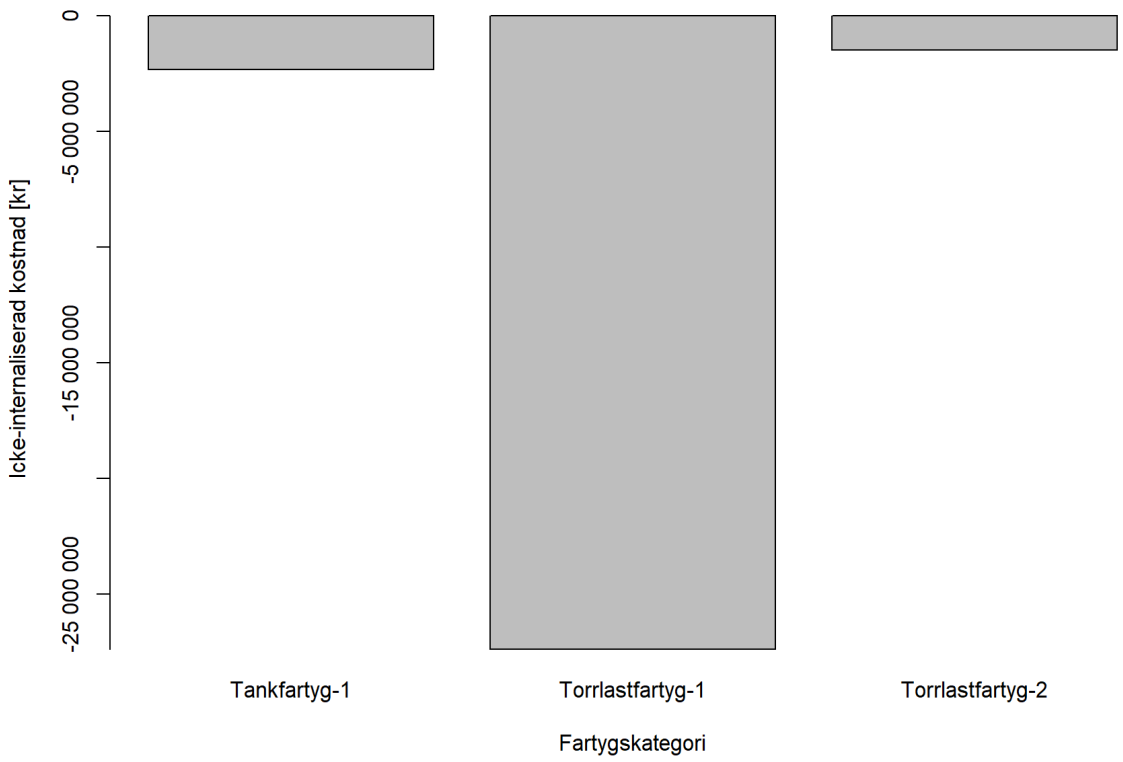
Det framkommer av figurerna som visar icke-internaliserad kostnad per fartyg att majoriteten av fartygen har negativ icke-internaliserad kostnad. Samtliga fartygskategorier får negativ icke-internaliserad kostnad.



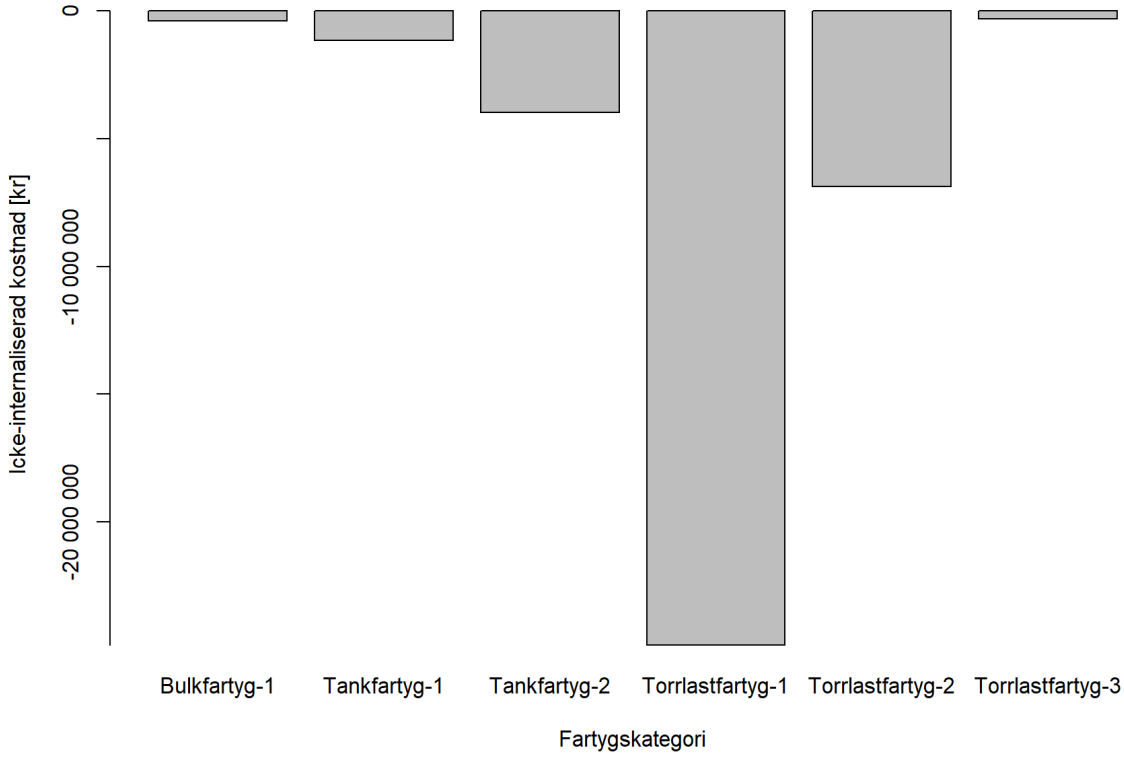
Figur 11. Histogram av icke-internaliserad kostnad (kr) per fartyg i Vänern. Antalet fartyg är 130. Vertikala linjer beskrivs i legenden, där ”= 0” avser icke-internaliserad kostnad = 0, och ”pX” avser den X:e percentilen.



Figur 12. Histogram av icke-internaliserad kostnad (kr) per fartyg i Mälaren. Antalet fartyg är 238. Vertikala linjer beskrivs i legenden, där ”= 0” avser icke-internaliserad kostnad = 0, och ”pX” avser den X:e percentilen.



Figur 13. Stapeldiagram över icke-internaliserad kostnad (kr) per fartygskategori i Vänern.

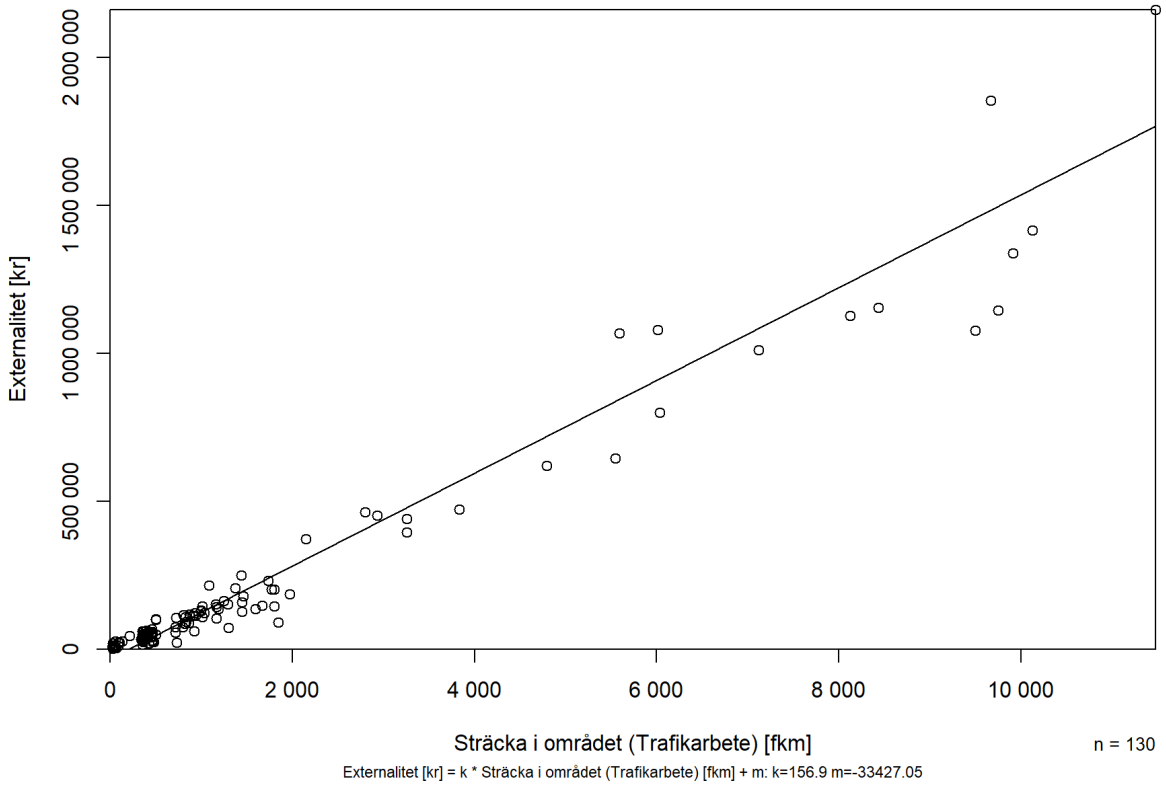


Figur 14. Stapeldiagram över icke-internaliserad kostnad (kr) per fartygskategori i Mälaren.

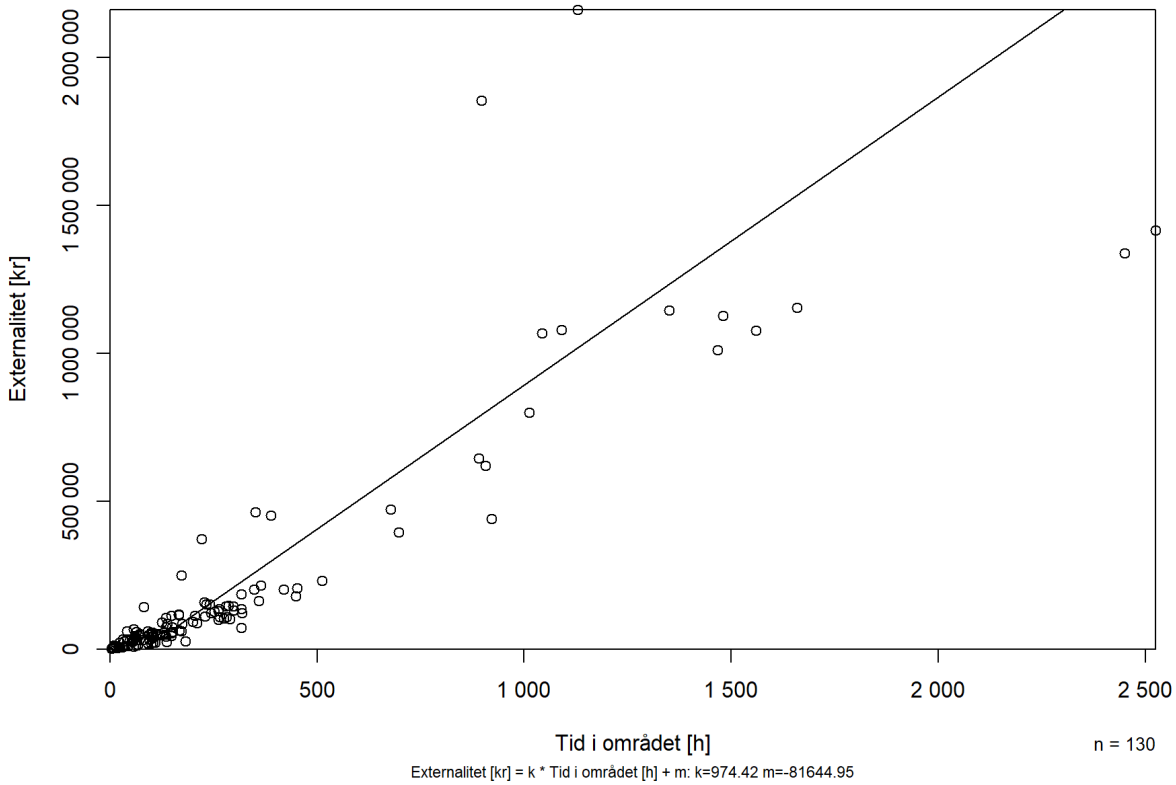
5.2.5. Beräknad externalitet proportionell mot aktivitet

Låt oss nu visa att beräknad externalitet är ungefär proportionell mot aktivitet i området, i termer av sträcka och tid. Förhållandet ses i Figur 15, Figur 16, Figur 17 och Figur 18. Den ortogonala regressionslinjen visas för att ge en uppfattning om förhållandet. Generellt kan det sägas att fartygen tenderar att ligga på ett diagonalt band, det vill säga att de generellt inte har hög externalitet och låg Sträcka respektive Tid i området och inte heller låg externalitet och hög Sträcka respektive Tid i området, vilket är förväntat.

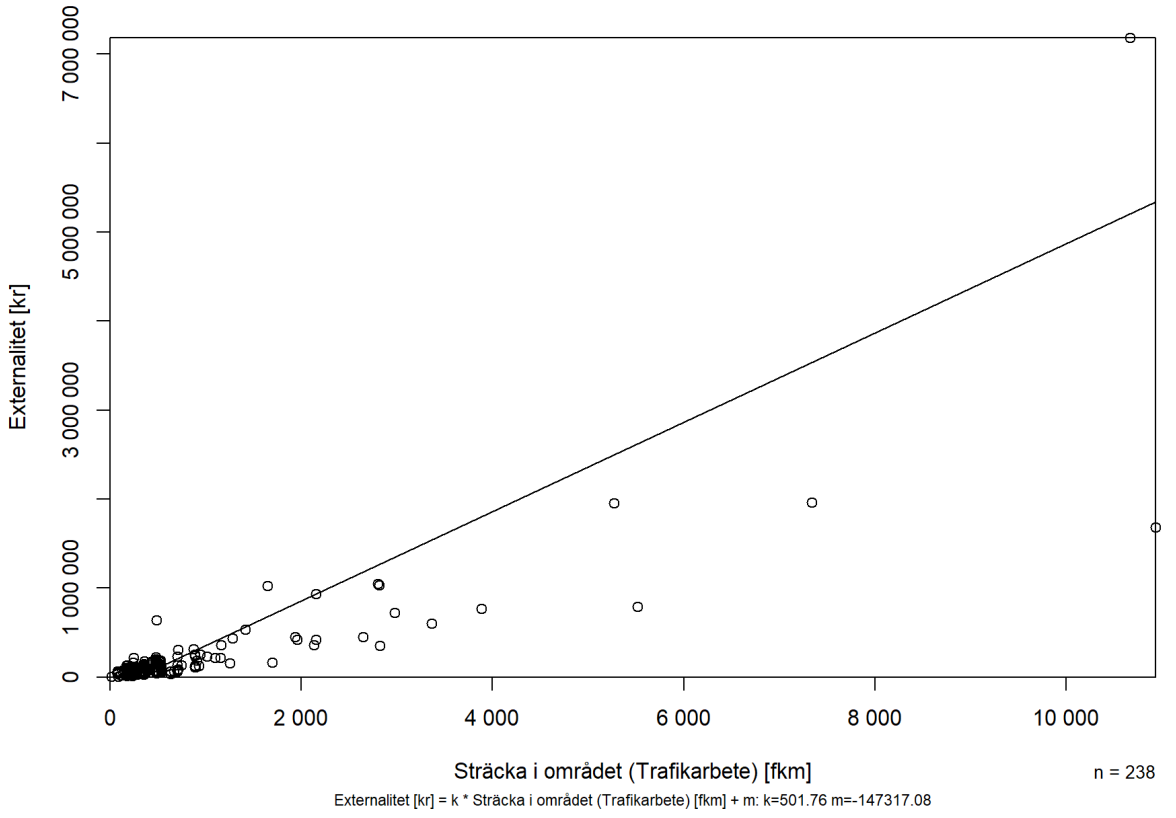
Externalitet börjar ackumuleras direkt när fartyget befinner sig i området, och mängden förändras beroende på hur fartyget agerar inom området. Det är alltså så att externalitet > 0 om tid i området > 0 (även om regressionslinjen antyder annat, som sagt visas den endast för att ge en uppfattning). För Sträcka i området gäller dock att externalitet > 0 även om sträcka i området = 0, det vill säga att fartyget är inom området och ligger still (men exempelvis bullrar eller släpper ut luftföroreningar).



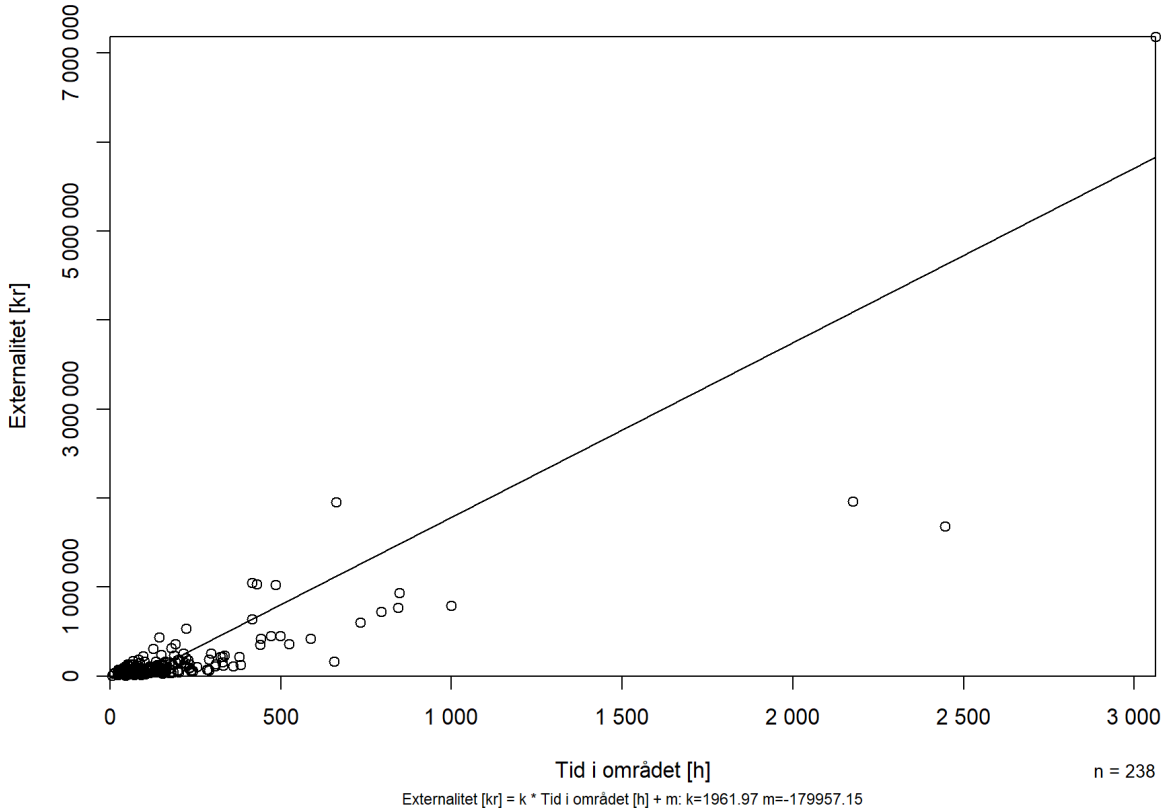
Figur 15. Punktdiagram med externalitet (kr) mot sträcka i området (trafikarbete) (fkm), för 130 fartyg i Vänern. Linjen som visas är en ortogonal regressionslinje mellan variablerna. Varje punkt motsvarar ett fartyg.



Figur 16. Punktdiagram med externalitet (kr) mot tid i området (h), för 130 fartyg i Vänern. Linjen som visas är en ortogonal regressionslinje mellan variablerna. Varje punkt motsvarar ett fartyg.



Figur 17. Punktdiagram med externalitet (kr) mot sträcka i området (trafikarbete) (fkm), för 238 fartyg i Mälaren. Linjen som visas är en ortogonal regressionslinje mellan variablerna. Varje punkt motsvarar ett fartyg.



Figur 18. Punktdiagram med externalitet (kr) mot tid i området (h), för 238 fartyg i Mälaren. Linjen som visas är en ortogonal regressionslinje mellan variablerna. Varje punkt motsvarar ett fartyg.

5.2.6. En (för) hög internaliseringsgrad

Det ses i huvudresultatfigurerna (till exempel Figur 3 och Figur 4) att vissa fartyg har mycket hög internaliseringsgrad. En förklaring finns att se i Figur 19, Figur 20, Figur 21 och Figur 22, där internaliseringsgrad sätts i relation till sträcka och tid i analysområdet. I figurerna ses att merparten av punkterna med hög internaliseringsgrad ligger längs den vertikala axeln. Det kan finnas flera anledningar till detta:

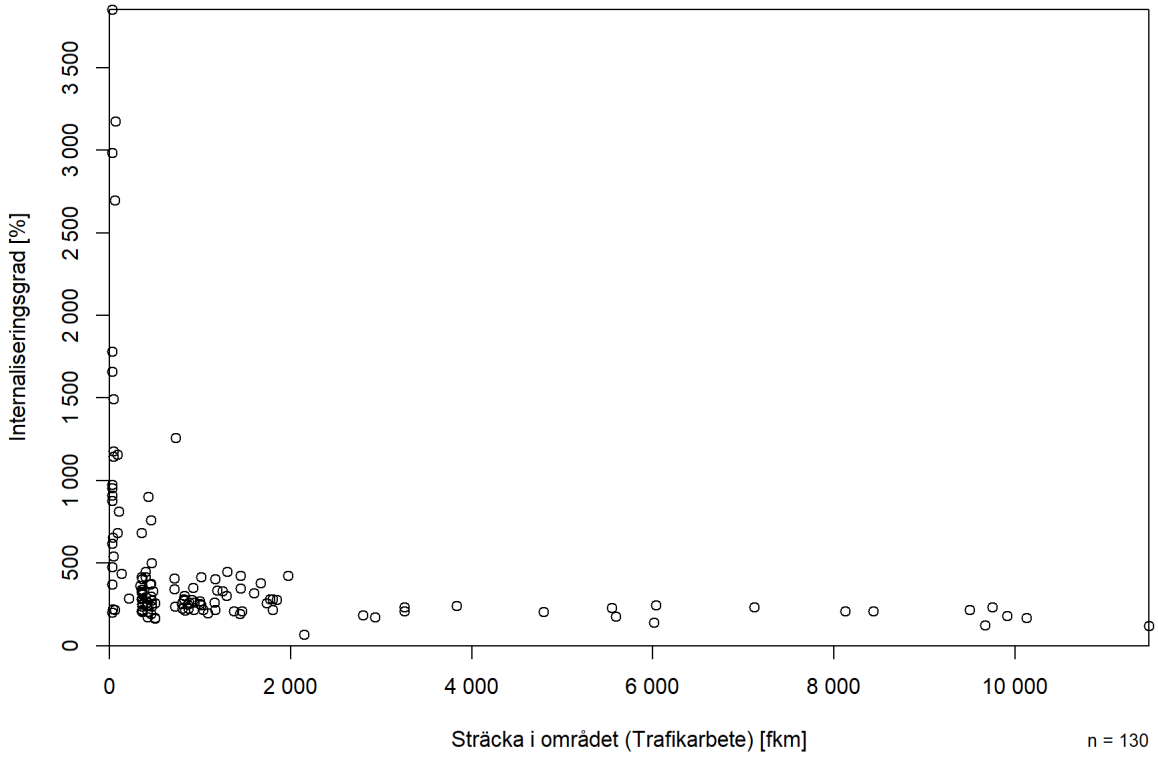
i) Det kan ha att göra med att tidpunkten för uppkommen externalitet och tidpunkten för betalning skiljer sig, det vill säga att avgifter har betalats under analysperioden för aktivitet som skett utanför perioden. Exempelvis kan det vara så att fartygen är på väg ut från området när analysperioden börjar efter att ha utfört sina många ärenden, och betalar därefter avgifterna för samtliga aktiviteter för att sedan inte återvända till analysområdet under analysperioden. Detta gör att sträcka och tid i området (under analysperioden) är mycket små (och därmed också externaliteterna). Aktivitet och betalningar i början eller slutet av analysperioden påverkas sannolikt mest av detta.

ii) En orsak kan vara att AIS-datan inte är fullständig, och att observerad sträcka och tid i området därmed är lägre än i verkligheten. Det skulle i sin tur kunna bero på att AIS-täckningen inte är tillräcklig i området eller att signalen inte skickas eller tas emot korrekt.

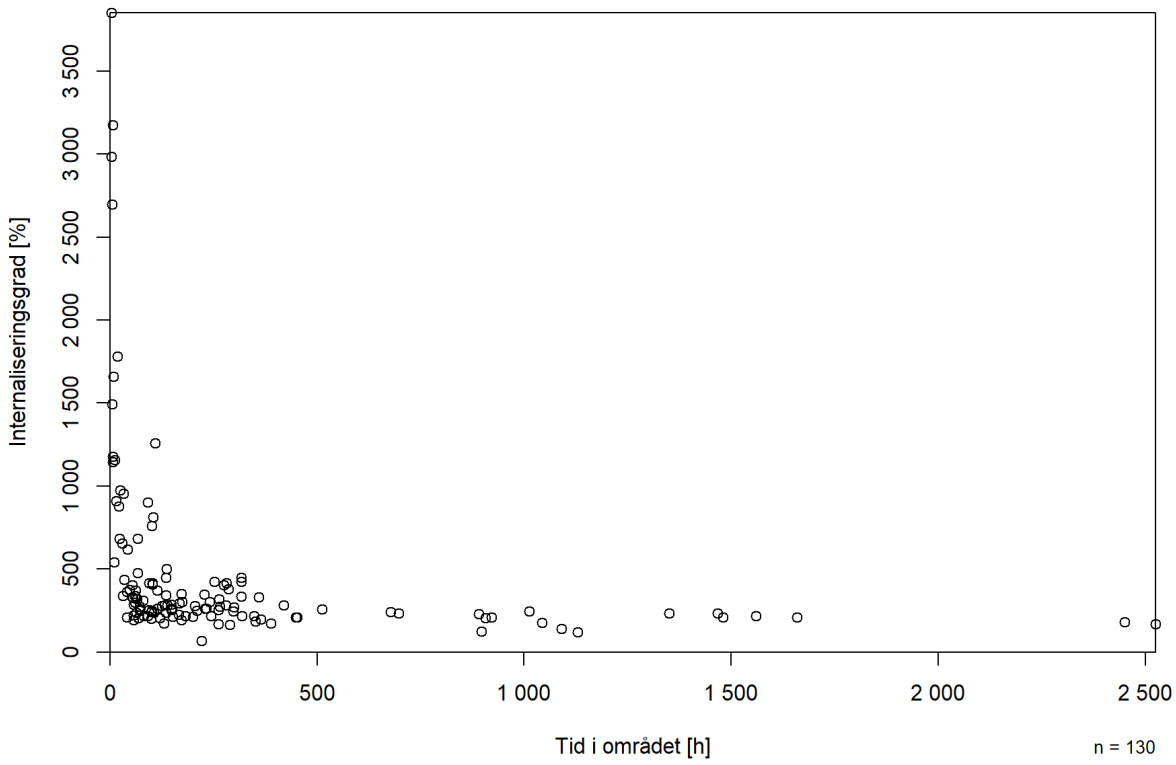
iii) En annan orsak kan vara felaktiga betalningar och återbetalningar av farleds- och lotsavgifter.

iv) En naturlig orsak till att internaliseringsgraderna inte förhåller sig exakt till sträcka och tid i området är att avgifterna (farled- och lotsavgifter) inte är uppbyggda på det sättet (det vill säga de är inte övervägande baserade på enbart sträcka och tid), vilket också ska beaktas vid bedömningen av rimliga internaliseringsgrader.

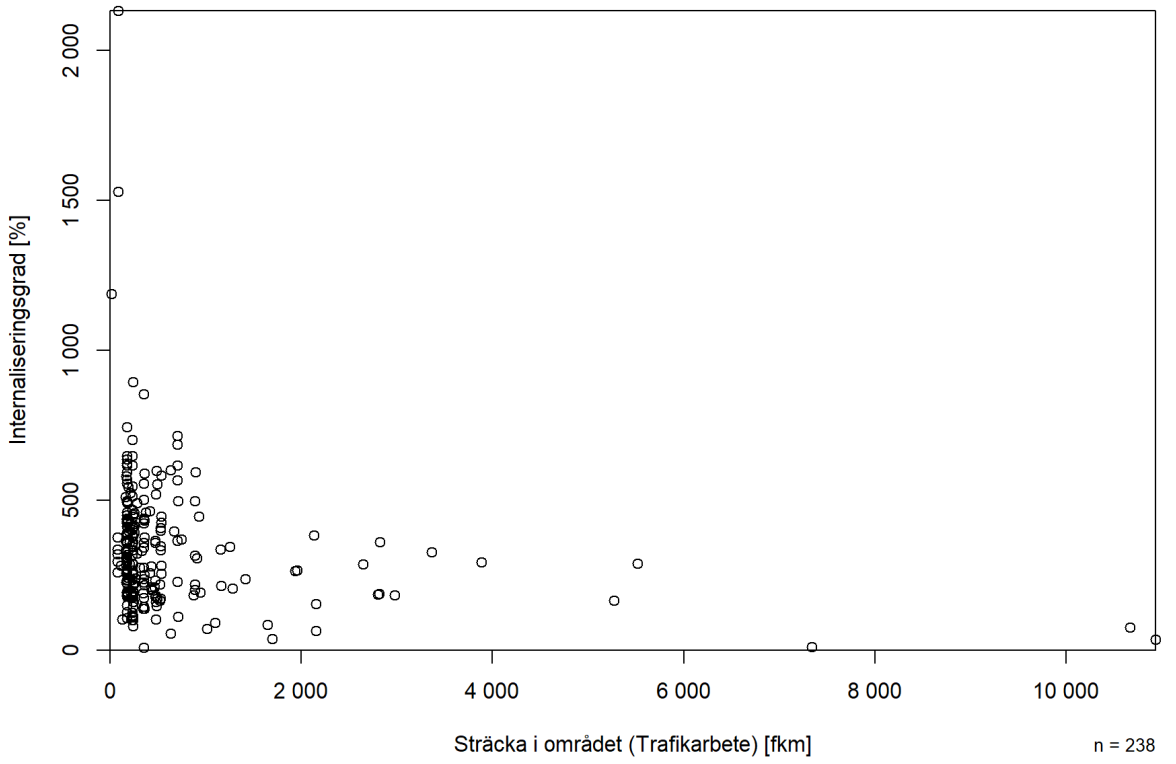
Sammantaget antyder detta att inte alla observationer med höga beräknade internaliseringsgrader ska ses som representativa (utan att ge en skarp gräns avses de punkter längs den vertikala axeln), det vill säga att internaliseringsgraden är orimligt hög för dessa observationer. Denna observation leder till känslighetsanalyserna i avsnitt 5.2.12 och 5.2.13, samt avsnitt 5.2.7 om relationen mellan avgift och aktivitet.



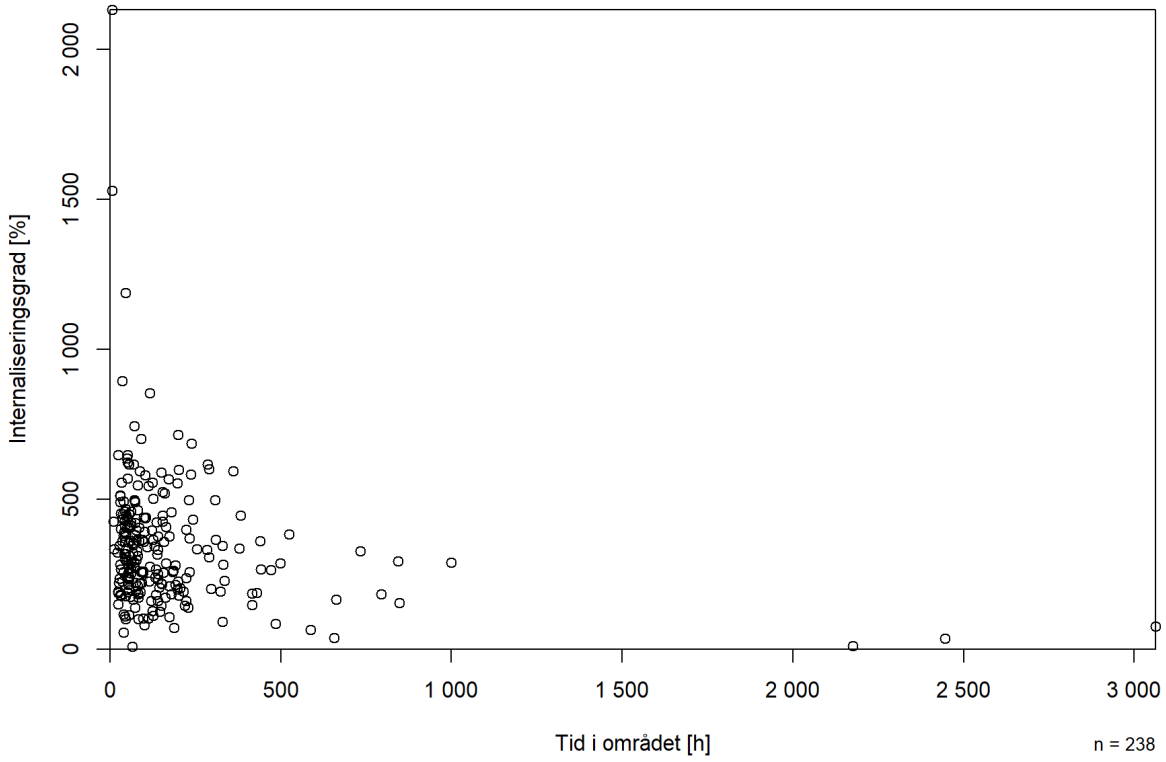
Figur 19. Punktdiagram över internaliseringsgrad (%) i relation till sträcka i området (fkm), för 130 fartyg i Vänern. Varje punkt motsvarar ett fartyg.



Figur 20. Punktdiagram över internaliseringsgrad (%) i relation till tid i området (h), för 130 fartyg i Vänern. Varje punkt motsvarar ett fartyg.



Figur 21. Punktdiagram över internaliseringsgrad (%) i relation till utförd sträcka i området (fkm), för 238 fartyg i Mälaren. Varje punkt motsvarar ett fartyg.

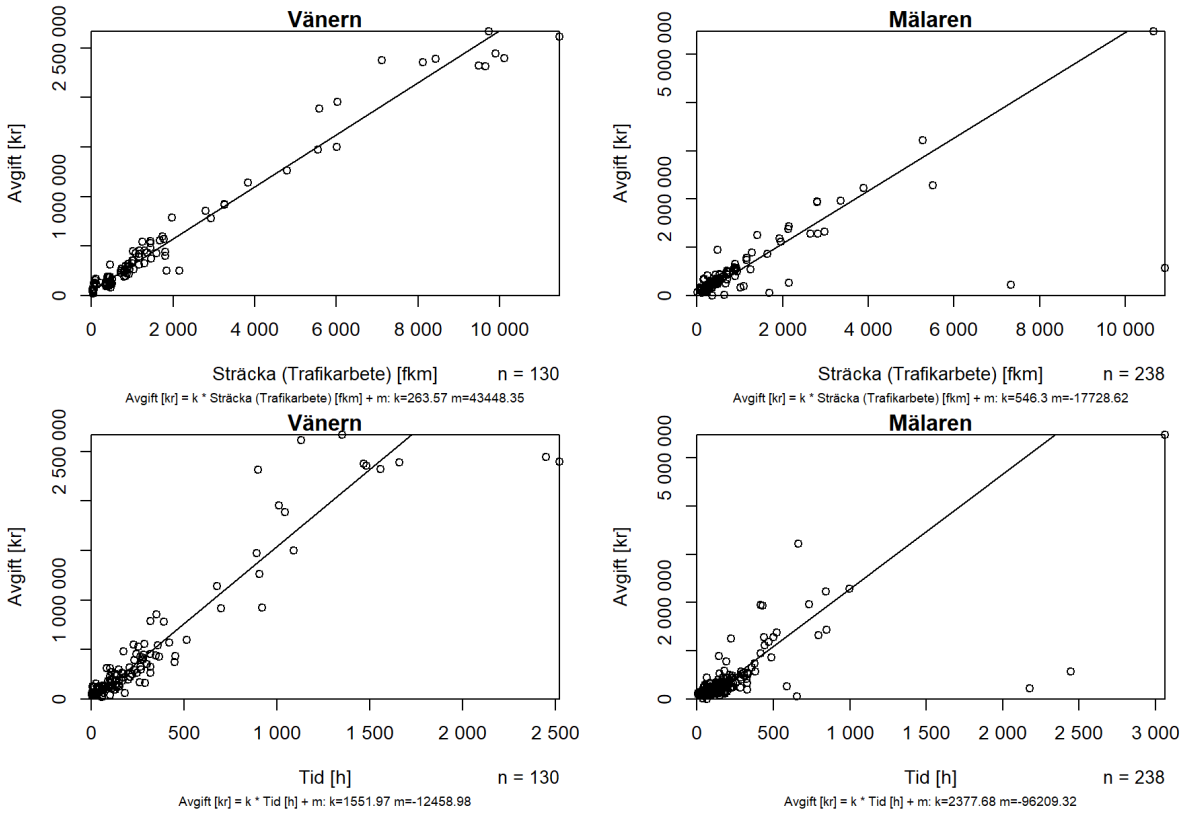


Figur 22. Punktdiagram över internaliseringsgrad (%) i relation till tid i området (h), för 238 fartyg i Mälaren. Varje punkt motsvarar ett fartyg.

5.2.7. Är kritiken mot avgifternas uppbyggnad rättfärdigad?

Sjöfartsavgifterna kritiseras ibland för att inte vara rörliga med hänsyn till sträcka, och därmed dåligt utformade för att internalisera externa kostnader (se exempelvis Trafikanalys (2025a)). I Figur 23 visas sambandet mellan avgifter och sträcka respektive tid, för de fartyg vars internaliseringsgrad har beräknats med AIS-metoden. Figurerna visar ett tydligt samband mellan avgift och sträcka respektive tid i området.[8]

[8] Notera att figurerna visar avgift mot aktivitet. Det skulle kunna bli en helt annan bild om relationen mellan avgift och transporterad mängd gods eller avgift och transportarbete visades.



Figur 23. Punktdiagram över fartygens avgift i relation till aktivitet (sträcka och tid) i Vänern och Mälaren. Varje punkt motsvarar ett fartyg.

5.2.8. Känslighetsanalys 1: Bränsleförbrukning

Jämförelsen mellan den AIS-baserade och den manuella metoden visar att de lämnade uppgifterna om bränsleförbrukning i den manuella metoden är högre än den beräknade bränsleförbrukningen i den AIS-baserade metoden. Det skulle kunna indikera ett systematiskt fel i den AIS-baserade metoden. Utsläppskostnaden beror på utsläppens storlek, som i sin tur beror på bränsleförbrukningen. I denna känslighetsanalys testas därför hur en ökning av bränsleförbrukningen påverkar utfallet, genom ett faktorpåslag på utsläppskostnaden. Den genomsnittliga bränsleförbrukningen för all aktivitet i Vänern är cirka 4 kg/km och 6 kg/km i Mälaren med AIS-metoden. I den manuella metoden redovisas förbrukningar om cirka 9–14 kg/km. Därför testas faktorerna 2 och 4 för att få bränsleförbrukningarna på ungefär samma nivå.

Utfall:

- en faktor 2 på utsläppskostnaden nästan halverar medianen för internaliseringsgraden.
- en faktor 4 på utsläppskostnaden sänker medianen för internaliseringsgraden under 100 procent.

Det är dock inte självklart att bara räkna upp bränsleförbrukningen med en faktor, varför detta får utgöra en känslighetsanalys snarare än huvudresultat. Om metoden underskattar fartygens bränsleförbrukning kan det vara på grund av en eller flera samverkande faktorer, eller att underskattningen sker enbart i vissa delar av beräkningen. Exempelvis skulle underskattningen kunna ske för fartyg i fart medan den är korrekt för fartyg vid kaj. En global faktor skulle då försöka kompensera för förbrukningen i fart men överkompensera för förbrukningen vid kaj. Det skulle snedvrida resultat för fartyg som tillbringat mer tid vid kaj.

När den beräkningsmetod som används i denna rapport togs fram observerades en underskattning i beräkningen av bränsleförbrukning vid jämförelse med MRV-data[9] (Ek och Lind 2023). I genomsnitt var dock denna underskattning mindre än i denna studie. Beräkningsmetoden har också uppdaterats sedan dess, dock inte i syfte att justera detta.

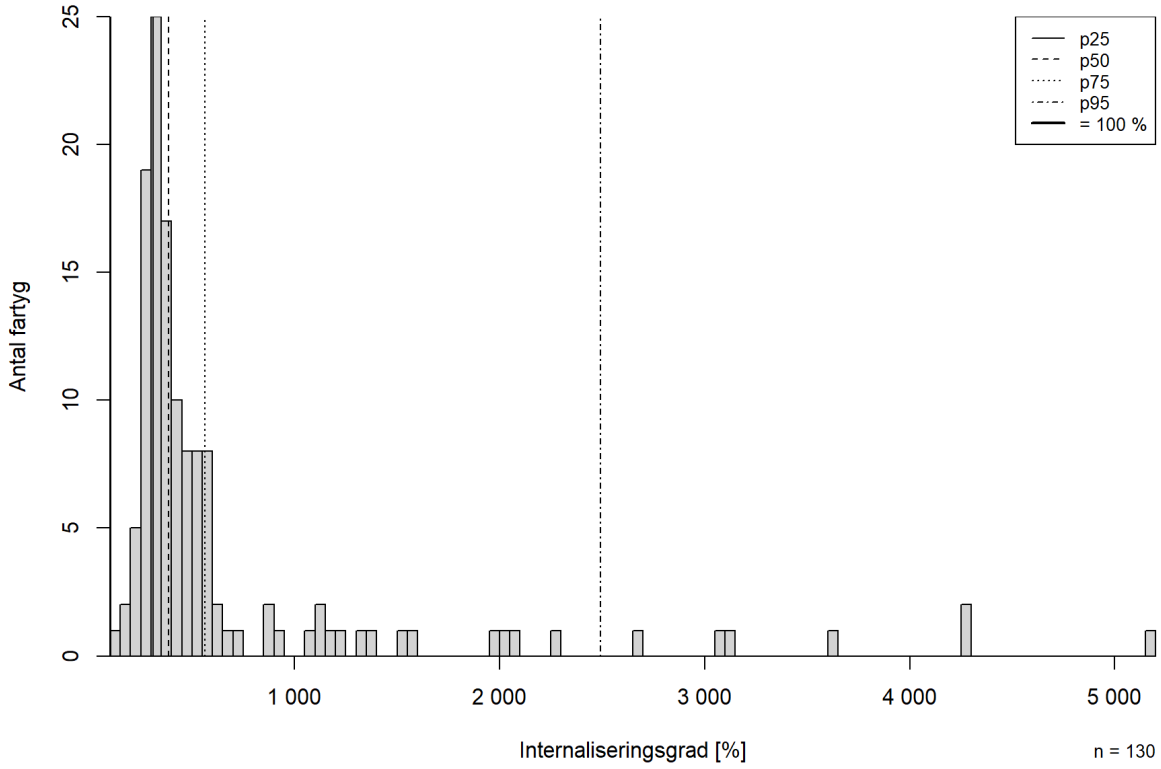
Det är heller inte självklart att bränsleförbrukningen i den manuella metoden är korrekt för den specifika rutten. Den AIS-baserade metoden tar till exempel hänsyn till djupgående och hastighet samt gör skillnad på huvudmotor, hjälpmotor och panna vid beräkning av bränsleförbrukning, vilket den manuella metoden inte gör.

Ett sätt att undersöka saken vore att jämföra med liknande beräkningsmetoder (till exempel SMHI:s modell Shipair eller Finlands STEAM), eller genom att göra faktiska mätningar.

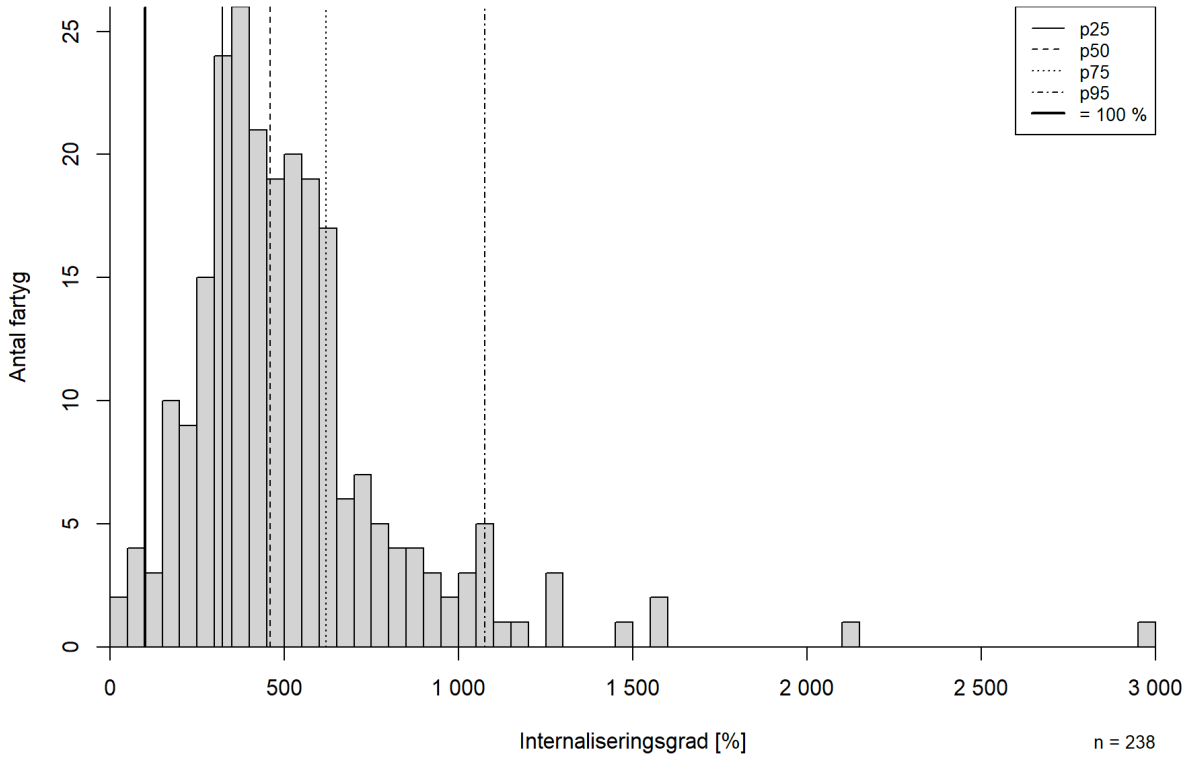
5.2.9. Känslighetsanalys 2: Fartygens fullständiga inkludering i EU ETS

I huvudanalysen antas att CO_2e ingår som en komponent i fartygens externalitet. Sjöfarten omfattas sedan 2024 av EU:s utsläppshandelssystem EU ETS. Systemet har införts stegvis och för utsläpp under 2026 omfattar överlämningsskyldigheten 100 procent av de utsläpp som ingår i systemet, utsläppsrätterna överlämnas året därpå. De fartyg som initialt omfattas är de med bruttodräktighet över 5 000, vilket under analysåret var 20 fartyg i Mälaren. För att undersöka vad det innebär för en framtida internaliseringsgrad sätts därför värderingen av CO_2e till 0 kronor per gram utsläpp i denna känslighetsanalys, för samtliga fartyg. Detta medför att externaliteternas storlek minskar med 20–60 procent, med en medianminskning på 30 procent. Det medför att medianvärdet ökar till 387 procent respektive 460 procent i Vänern respektive Mälaren, vilket också ses i Figur 24 och Figur 25 (från 278 procent respektive 309 procent).

[9] MRV (Monitoring, Reporting and Verification) är EU:s system för övervakning, rapportering och verifiering av fartygs koldioxidutsläpp och bränsleförbrukning.



Figur 24. Utfall av känslighetsanalys 2. Histogram av internaliseringsgrad (%) per fartyg i Vänern. Antalet fartyg är 130. Vertikala linjer beskrivs i legenden, där ”= 100 %” avser internaliseringsgrad = 100 %, och ”pX” avser den X:e percentilen.



Figur 25. Utfall av känslighetsanalys 2. Histogram av internaliseringsgrad (%) per fartyg i Mälaren. Antalet fartyg är 238. Vertikala linjer beskrivs i legenden, där ”= 100 %” avser internaliseringsgrad = 100 %, och ”pX” avser den X:e percentilen.

5.2.10. Känslighetsanalys 3: Elektrifiering

Som ett extremt framtidsscenario antas full elektrifiering, och att detta innebär eliminering av utsläpp. Det innebär i sin tur att beräknade externaliteter minskar och en median för internaliseringsgraden om 1 409 procent respektive 1 798 procent erhålls för Vänern respektive Mälaren.

5.2.11. Känslighetsanalys 4: Landström

Som ett annat framtidsscenario antas att samtliga fartyg kan nyttja landström, vilket antas eliminera utsläpps- och bullerexternaliteter vid kaj. Beräknade externaliteter minskar återigen och en internaliseringsgradmedian om 365 procent respektive 519 procent erhålls för Vänern respektive Mälaren.

5.2.12. Känslighetsanalys 5: Hamnar nära in- och utlopp

Ett antal hamnar ligger nära in- och utloppet i respektive analysområde. Det kan innebära att de avgifter som betalas är orimligt stora i relation till externaliteterna, vilket skulle leda till de höga internaliseringsgrader som ses i Figur 3 och Figur 4. För att testa detta undersöks saken på följande sätt.

Metod:

- Fartygen delas upp mellan de som någon gång anlöpt hamnarna i fråga och de som inte gjort det.
- Internaliseringsgraden beräknas för dessa två grupper.

De hamnar som ligger nära in- och utloppet är:

Vänern:

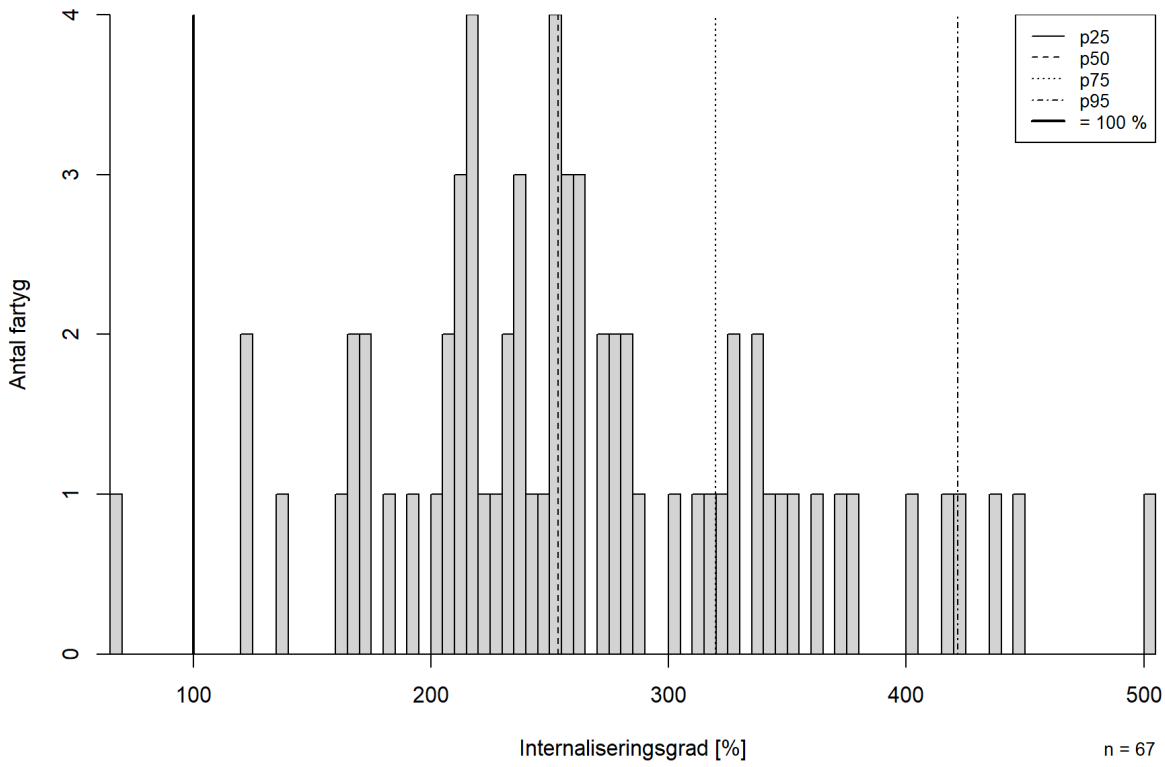
- Analysområdets fem sydligaste hamnar i Göta älv: Agnesberg (SEAGB), Surte (SESUR), Bohus (SEBOH), Nol (SENOL) och Lödöse (SELDO).

Mälaren:

- Analysområdets hamnar närmast in- och utloppet i Mälaren: Cementahamnen Lövholmen/Liljeholmen (SELUN) och Underås (SEUND).

63 av 130 fartyg i Vänern har någon gång anlöpt någon av de fem hamnarna. För dessa fartyg är internaliseringsmedianen cirka 369 procent, med en spridning mellan 177 och 3 852 procent. För resterande 67 fartyg som aldrig anlöpt hamnarna är medianen cirka 254 procent, med en spridning mellan 67 och 502 procent. 5 av 238 fartyg i Mälaren har anlöpt någon av de två hamnarna i Mälaren. För dessa är internaliseringsgradsmedianen cirka 289 procent, med en spridning mellan cirka 11 och 1 189 procent, och för övriga är medianen cirka 311 procent med spridning mellan cirka 8 och 2 133 procent.

Sammanfattningsvis är effekten av att separera fartyg som någon gång har anlöpt hamnar i utkanten av analysområdena förhållandevis stor i Vänern. Ungefär hälften av fartygen i Vänern har anlöpt hamnarna i fråga, och generellt får dessa fartyg en mycket högre internaliseringsgrad än de som inte anlöpt hamnarna. I Mälaren är medianutfallet vad gäller fartygens internaliseringsgrad i stället lägre för de fartyg som någon gång anlöpt hamnarna i utkanten av analysområdet, men skillnaden är försumbar. Detta berörs vidare i diskussionsavsnittet.



Figur 26. Histogram av internaliseringsgrad (%) per fartyg i Vänern. Antalet fartyg är 67. Vertikala linjer beskrivs i legenden, där ”= 100 %” avser internaliseringsgrad = 100 %, och ”pX” avser den X:e percentilen.

5.2.13. Känslighetsanalys 6: Hamnar utanför AIS täckningsområde

Eftersom de AIS-data som vi har tillgång till i projektet inte täcker hela Vänern, registreras inte delar av färden eller hela hamnvistelsen för vissa hamnar. Detta innebär ett bortfall av externaliteter. För att undersöka saken delas fartygen upp i två grupper, där den ena gruppen innehåller fartyg som någon gång har anlöpt hamnarna i fråga (Åmål och Skattkärr) och den andra gruppen består av fartyg som inte har anlöpt dessa hamnar.

För de 40 av 130 fartygen i Vänern som har anlöpt någon av de två hamnarna är internaliseringsmedianen cirka 273 procent, med en spridning mellan cirka 139 och 2 984 procent. För övriga som inte anlöpt hamnarna är medianen cirka 279 procent, med spridning mellan cirka 67 och 3 852 procent.

Sammantaget är skillnaden marginell när vi studerar fartygen som grupp, vilket innebär att det faktum att två hamnar ligger utanför AIS-täckningsområdet inte verkar påverka resultatet nämnvärt.

5.3. Fördjupad analys av de manuella beräkningarna

Här följer, på motsvarande sätt som för AIS-beräkningarna, fördjupade analyser som syftar till att ge en bättre förståelse för resultaten.

5.3.1. Icke-internaliserad kostnad per rutt

Som komplement till redovisningen av icke-internaliserad kostnad per transportarbete redovisas här icke-internaliserad kostnad per rutt. Måttet beräknas som de beräknade externa kostnaderna minus de internaliserande avgifterna. Ett positivt värde innebär att avgifterna inte täcker de beräknade externa kostnaderna, medan ett negativt värde innebär att avgifterna överstiger de externa kostnaderna.

Syftet är att undersöka om de slutsatser som dras när måttet kr/tonkm används även gäller när resultaten redovisas utan att divideras med transportarbete. Måttet påverkas därmed inte direkt av hur

transportarbetet beräknas, men påverkas fortfarande av de antaganden som ligger till grund för beräkningen av externa kostnader och avgifter för respektive rutt.

När hamnavgifterna inkluderas är den icke-internaliserade kostnaden negativ för samtliga studerade Vänernrutter, se Tabell 17. Värdena varierar från cirka −74 300 till −28 100 kronor per rutt. Jehander 1 har däremot ett positivt värde på cirka 900 kronor per genomsnittlig rutt. För samtliga manuella beräkningar uppgår medianvärdet till −45 100 kronor och medelvärdet till −46 300 kronor.

Tabell 17. Icke-internaliserad kostnad per rutt inklusive hamnavgifter.

Fartyg/rutt	**Icke-internaliserad kostnad (kr)**
Aspen	−63 300 till −30 700
Lidan	−45 300
Nordic Saga	−72 400
RDJ Rijnstroom	−57 400
Rix Mariner	−45 000
Skagern	−74 300
Tuna	−28 100
Celtic Spirit	−61 200
Lurö	−34 400
Naven	−59 100
Oraness	−38 200
Vardefjell	−39 600
Jehander 1, genomsnitt	900
Median	**−45 100**
Medel	**−46 300**

När hamnavgifterna exkluderas blir den icke-internaliserade kostnaden högre, se Tabell 18. Tolv av de tretton Vänernrutterna har fortfarande negativa värden, medan Lurö får ett svagt positivt värde på cirka 6 300 kronor. Jehander 1 får ett positivt värde på cirka 5 400 kronor per genomsnittlig rutt. För samtliga manuella beräkningar uppgår medianvärdet till −11 300 kronor och medelvärdet till −13 300 kronor.

Tabell 18. Icke-internaliserad kostnad per rutt utan hamnavgifter.

Fartyg/rutt	**Icke-internaliserad kostnad (kr)**
Aspen	−26 500 till −17 100
Lidan	−23 700
Nordic Saga	−5 600
RDJ Rijnstroom	−34 400
Rix Mariner	−4 000
Skagern	−29 300
Tuna	−5 500
Celtic Spirit	−22 500
Lurö	6 300
Naven	−22 600

Fartyg/rutt	Icke-internaliserad kostnad (kr)
Oraness	−3 300
Vardefjell	−3 400
Jehander 1, genomsnitt	5 400
Median	**−11 300**
Medel	**−13 300**

5.3.2. Känslighetsanalys 7: Fartygens fullständiga inkludering i EU ETS

I den sjunde känslighetsanalysen sätts värderingen av CO_2, CH_4 och N_2O till noll, det vill säga att kostnaden för dessa växthusgasutsläpp antas vara internaliserad genom styrmedel och därför inte ingår i de externa kostnaderna i internaliseringsberäkningen.

När kostnaden för växthusgaser exkluderas minskar de beräknade externa kostnaderna och internaliseringsgraden ökar. Medianvärdet ökar till 172 procent inklusive hamnavgifter och 135 procent utan hamnavgifter.

Tabell 19. Internaliseringsgrad när värderingen av växthusgaser sätts till noll.

Fartyg/rutt	Internaliseringsgrad inkl. hamnavgifter (%)	Internaliseringsgrad utan hamnavgifter (%)
Aspen, Kristinehamn	161	144
Lidan	174	148
Nordic Saga	181	124
RDJ Rijnstroom	191	163
Rix Mariner	167	125
Skagern	201	152
Tuna	149	126
Aspen, Otterbäcken	200	154
Celtic Spirit	192	147
Lurö	160	114
Naven	201	151
Oraness	167	121
Vardefjell	170	125
Jehander 1, genomsnitt	110	22
Median	**172**	**135**
Medel	**173**	**130**

5.3.3. Känslighetsanalys 8: Elektrifiering

I känslighetsanalys 8 antas fartygen vara elektrifierade. Externa kostnader för utsläpp från fartygets framdrift samt buller under gång och vid kaj sätts därför till noll. Då kvarstår olyckskostnader samt externa kostnader för lotsbåt och isbrytning. Avgifterna hålls oförändrade. I detta scenario ökar medianvärdet för internaliseringsgraden till 1 493 procent med hamnavgifter och 1 100 procent utan hamnavgifter.

5.3.4. Känslighetsanalys 9: Landström

I den nionde känslighetsanalysen antas fartygen kunna använda landström vid kaj, vilket innebär att de externa kostnaderna vid kaj sätts till noll. Övriga externa kostnader och avgifter lämnas oförändrade. Medianvärdet uppgår då till 155 procent inklusive hamnavgifter och 123 procent utan hamnavgifter. Effekten är störst för de rutter där kostnaden vid kaj utgör en större andel av de totala externa kostnaderna.

6. Diskussion

Den samlade bilden är att avgifterna för sjöfarten på Vänern och Mälaren överstiger de beräknade externa kostnaderna. Hur stor denna skillnad är beror i hög grad på vilken metod och vilka antaganden som används. I den AIS-baserade analysen uppgår medianen för internaliseringsgraden till 278 procent i Vänern och 309 procent i Mälaren. De manuella beräkningarna ger betydligt lägre värden. När hamnavgifterna exkluderas, vilket ökar jämförbarheten med den AIS-baserade analysen, är medianen 111 procent. När hamnavgifterna inkluderas ökar den till 144 procent.

Den stora skillnaden mellan de två beräkningsmetoderna innebär att resultaten behöver tolkas med försiktighet. Det är framför allt nivån på den beräknade överinternaliseringen som är osäker. Resultaten stödjer inte en precis bestämning av internaliseringsgraden, men de ger stöd för slutsatsen att avgifterna i många fall är höga i förhållande till de externa kostnader som har beräknats.

Resultaten i denna studie tydliggör flera grundläggande problem med dagens avgiftssystem för sjöfarten. För den studerade IVV-sjöfarten är avgifterna höga i förhållande till de beräknade externa kostnaderna, samtidigt som avgifternas utformning har en svag koppling till de kostnader som enskilda fartyg ger upphov till. Avgiftsstrukturen riskerar därmed både att försämra sjöfartens konkurrenskraft och att ge svaga incitament till utsläppsminskningar och andra åtgärder som reducerar externa kostnader.

6.1. Utformningen av sjöfartsavgifterna

En grundläggande tolkningsfråga är vad den beräknade internaliseringsgraden egentligen mäter. Farleds- och lotsavgifterna är inte primärt utformade för att internalisera externa kostnader. De används för att finansiera Sjöfartsverkets verksamhet och kan därför förstås utifrån en självkostnadsprincip. Internaliseringsgraden visar förhållandet mellan vissa avgifter och vissa beräknade externa kostnader, men säger mindre om avgifternas träffsäkerhet som styrmedel. Denna distinktion är också viktig för rapportens övergripande fråga om sjöfarten på inre vattenvägar betalar för höga avgifter.

Farledsavgiften påverkas av fartygsstorlek, gods- och passagerarvolym, miljöklass och antal anlöp. Lotsavgiften påverkas av fartygets storlek och lotsningens tidsåtgång. Däremot saknas en direkt koppling till exempelvis seglad distans, faktisk bränsleförbrukning, utsläpp eller tid i särskilt exponerade områden. Frekvensrabatterna innebär dessutom att vissa avgiftskomponenter per anlöp minskar när samma fartyg gör fler anlöp under en månad. Detta överensstämmer inte med en marginalkostnadsprincip om att varje ytterligare anlöp också orsakar ytterligare externa kostnader. Samtidigt visar analysen en hög korrelation mellan de sammanlagda avgifterna och fartygens seglade sträcka respektive tid i analysområdena.

Detta resultat nyanserar kritiken om att avgifterna helt skulle sakna samband med trafikens omfattning. Sambandet innebär dock inte att avgifterna formellt är sträck- eller tidsbaserade eller att de motsvarar de externa marginalkostnaderna. En sannolik förklaring till sambandet är att sträcka och tid samvarierar med faktorer som i sin tur påverkar avgifterna.

Känslighetsanalyserna med EU ETS, elektrifiering och landström visar ytterligare en principiell svaghet i ett avgiftssystem som endast i begränsad utsträckning är kopplat till de externa kostnaderna. Om kostnaden för växthusgaser betraktas som internaliserad genom EU ETS minskar de återstående externa kostnaderna och den beräknade internaliseringsgraden ökar. Vid full elektrifiering eller omfattande användning av landström ökar internaliseringsgraden ytterligare om avgifterna antas vara oförändrade. Men kostnader för lotsning, farledshållning, isbrytning och beredskap kvarstår även om utsläppen minskar. Om samma avgiftsstruktur kvarstår finns en risk att renare fartyg endast får en begränsad ekonomisk fördel av att minska sina externa kostnader, eftersom Sjöfartsverket även fortsatt måste säkerställa sin finansiering.

Ett mer transparent system skulle därför kunna skilja tydligare mellan avgifter som tas ut enligt principen att användaren betalar och avgifter som tas ut enligt principen att förorenaren betalar. Internaliserande avgifter skulle i högre grad kunna variera med faktiska utsläpp, bränsleförbrukning, distans, geografisk

exponering och andra faktorer som bestämmer den externa marginalkostnaden. Kostnader för mer kollektiva funktioner, såsom beredskap, kan samtidigt behöva behandlas separat.

6.2. Reflektioner kring beräkningsmetoderna

Skillnaden i internaliseringsgrad mellan den AIS-baserade och den manuella metoden kan ha flera orsaker. Den AIS-baserade metoden har fördelen att den omfattar ett stort antal fartyg och deras samlade observerade aktivitet i analysområdena. Metoden ger också möjlighet att skilja mellan olika operationella faser. Samtidigt bygger den AIS-baserade metoden på modellerade uppgifter om bland annat bränsleförbrukning och utsläpp. Den manuella metoden bygger i stället på uppgifter från rederier och hamnar om specifika fartyg och rutter, men omfattar endast ett begränsat och inte nödvändigtvis representativt urval. De manuella uppgifterna om bränsleförbrukning kan dessutom avse uppskattningar eller genomsnitt som inte exakt motsvarar den studerade delen av resan. Det går därför inte att utifrån jämförelsen slå fast att någon av metoderna ger mer korrekta resultat.

Bränsleförbrukningen framstår dock som en särskilt betydelsefull osäkerhet. Den AIS-baserade metoden ger en genomsnittlig förbrukning på omkring 4 kilogram per kilometer i Vänern och 6 kilogram per kilometer i Mälaren, medan uppgifterna i den manuella analysen ligger mellan cirka 9 och 14 kilogram per kilometer. När utsläppskostnaderna i den AIS-baserade metoden multipliceras med en faktor två minskar medianen för internaliseringsgraden kraftigt. Med en faktor fyra hamnar medianen under 100 procent. Denna känslighetsanalys visar att resultatnivån är starkt beroende av hur bränsleförbrukningen beräknas.

IMO (2020) tar förvisso hänsyn till fartygens olika operationella faser, men är inte framtagen specifikt för körmönster på inre vatten. Det skulle kunna innebära att beräkningsmetoden inte på ett korrekt sätt beräknar utsläpp, till exempel om fartygen i analysområdet beter sig på ett annorlunda sätt än i andra vatten, eller att fartygen har egenskaper som metoden inte hanterar korrekt.

Det är samtidigt inte självklart att en generell uppräkningsfaktor ger en mer korrekt beräkning. En eventuell underskattning kan exempelvis vara större under gång än vid kaj eller variera mellan fartygstyper och operationella faser. En generell faktor riskerar då att korrigera vissa delar av beräkningen för mycket och andra för lite. Resultatet bör därför främst tolkas som att utsläppsmodellens bränsleberäkning behöver valideras ytterligare mot empiriska uppgifter, exempelvis bunkringsdata, MRV-data eller direkta mätningar.

En annan osäkerhet handlar om att avgifterna och externaliteterna inte har kopplats samman på resenivå. Externaliteterna beräknas utifrån fartygens AIS-registrerade aktivitet och summeras per fartyg, analysområde och analysperiod, medan farleds- och lotsavgifterna hämtas från deklarationerna och summeras per fartyg. Det finns därför ingen entydig koppling mellan en viss avgiftspost och den aktivitet som gav upphov till motsvarande externa kostnader. Avgifter och externaliteter kan därmed avse delvis olika resor eller delar av resor, särskilt nära analysperiodens och analysområdets gränser.

Problemet blir särskilt tydligt för hamnar nära analysområdenas gränser. Fartyg som anlöper en hamn nära ett in- eller utlopp kan betala fulla avgifter samtidigt som endast en liten del av deras aktivitet och externa kostnader registreras inom analysområdet. Känslighetsanalysen för Vänern visar att fartyg som har anlöpt de sydligaste hamnarna generellt får högre internaliseringsgrader. När dessa fartyg separeras från övriga försvinner de mest extrema värdena. Medianen är dock fortfarande 254 procent. Analysområdets utformning förklarar således en del av de extrema resultaten.

En motsvarande tidsmässig avgränsningsproblematik kan uppstå i början och slutet av analysperioden. Avgifter som registreras under året kan helt eller delvis avse aktivitet som inträffat utanför den period för vilken AIS-data används. Ju kortare analysperioden är, desto större blir sannolikt denna typ av gränseffekt. En längre analysperiod skulle minska betydelsen av enskilda tidsförskjutningar, även om den inte helt skulle lösa problemet.

6.3. Övriga metodbegränsningar

Beräkningen av externa kostnader innehåller flera förenklingar. Kalkylvärden hämtas från både ASEK och den europeiska handboken (van Essen et al. 2019), vilket innebär att värden med delvis olika metodmässig och geografisk grund kombineras. Bullerkostnaden bygger på ett värde för tung lastbil med släp som har anpassats till sjöfart, eftersom det saknas ett direkt tillämpbart kalkylvärde för de aktuella fartygen. Den faktiska bullerkostnaden beror emellertid på ljudnivå, avstånd och antalet exponerade personer. En mer geografiskt detaljerad beräkning skulle därför kunna ge både högre och lägre kostnader än den schablon som används här.

ASEK:s marginalkostnad för ”genomsnitt tätort” har använts som bullervärdering. Delar av trafiken sker i glest befolkade områden, där ett lägre bullervärde skulle kunna vara mer representativt. Ett sådant lägre värde skulle, allt annat lika, minska de beräknade externa kostnaderna och därmed öka internaliseringsgraden. Den använda värderingen är således konservativ i detta avseende. Samtidigt tillbringar fartygen en stor del av den observerade tiden vid kaj, och flera av hamnarna ligger i eller i nära anslutning till tätorter. Den valda schablonen bedöms därför vara rimlig när bullerexponeringen inte kan differentieras geografiskt.

Externaliteter från lotsbåtar och isbrytare beräknas med schablonvärden per tonkilometer. Detta innebär att godsfartygen tilldelas kostnader även när det inte har gått att observera faktisk användning av servicefartyg. Underlaget som vi mottog från Sjöfartsverket omfattade 69 servicefartyg, men endast tre kunde identifieras i AIS-data och bara ett kunde kopplas till de fartygsdata som krävs för utsläppsberäkningen. Den schablonmässiga ansatsen var därför nödvändig, men den innebär att kostnaderna inte kan kopplas till de fartyg och resor som faktiskt har krävt lotsbåt eller isbrytning. Med bättre data skulle servicefartygens externaliteter kunna beräknas direkt.

Olyckskostnaderna behandlas som externa före eventuell internalisering genom försäkringar. I den utsträckning operatören bär en del av den marginella olyckskostnaden överskattas den återstående externa kostnaden. En justering för detta skulle öka den beräknade internaliseringsgraden.

6.4. Jämförelser mellan trafikslag och fortsatt utveckling

Jämförelser av internaliseringsgrad mellan sjöfart, väg och järnväg kompliceras av att trafikslagens skatter och avgifter är utformade för olika ändamål. För vägtrafiken finns en förhållandevis direkt koppling mellan användning av fossila drivmedel och energi- och koldioxidskatter. Järnvägens banavgifter är åtminstone delvis relaterade till de marginalkostnader som trafiken orsakar i infrastrukturen. Sjöfartens farleds- och lotsavgifter har, som tidigare nämnts, däremot en tydligare finansierande funktion och bygger på självkostnadsprincipen. Det går därför inte att enbart utifrån resultaten dra slutsatsen att en generell sänkning av sjöfartsavgifterna är samhällsekonomiskt motiverad. Avgifterna finansierar verkliga tjänster och verksamheter som även fortsättningsvis behöver finansieras. Resultaten visar däremot att den nuvarande finansieringsmodellen kan belasta IVV-sjöfarten med avgifter som är höga i förhållande till dess beräknade externa kostnader. Detta kan försämra konkurrenskraften gentemot andra trafikslag och motverka ambitionen att flytta godstransporter från väg till sjöfart, särskilt i de fall där sjöfarten har låga externa kostnader per transporterat ton.

En prioriterad fortsatt metodutveckling vore att koppla enskilda avgiftsposter till enskilda resor i AIS-data. Med en sådan koppling skulle avgifter och externaliteter kunna jämföras för samma transport. Beräkningar skulle då kunna göras för hela resor där minst en svensk hamn ingår, i stället för att vara beroende av en på förhand definierad polygon. För resor mellan svenska hamnar skulle hela resans externaliteter kunna inkluderas, medan en lämplig avgränsning behöver göras för internationella resor.

Vidare bör utsläppsmodellens bränsleförbrukning valideras mot mer detaljerade empiriska data och jämföras med andra modeller, exempelvis Shipair eller STEAM. En längre analysperiod skulle minska betydelsen av tidsmässiga gränseffekter och göra det möjligt att undersöka hur resultaten varierar mellan år.

Sammantaget visar studien både potentialen och svårigheterna med att beräkna fartygsvisa internaliseringsgrader. AIS-metoden möjliggör en betydligt mer detaljerad analys än traditionella aggregerade beräkningar, men kräver att aktivitet, avgifter och externa kostnader kan avgränsas och kopplas samman på ett konsistent sätt. Den manuella metoden ger bättre insyn i enskilda transportupplägg men är resurskrävande och begränsad till de fartyg och rutter för vilka uppgifter kan erhållas. Tillsammans ger metoderna stöd för att avgifterna för stora delar av den studerade IVV-sjöfarten överstiger de beräknade externa kostnaderna, samtidigt som den exakta graden av överinternalisering är osäker och varierar kraftigt mellan olika trafikupplägg.

Analysen av avgifternas utformning talar starkt för att avgiftssystemet bör reformeras så att avgifter för utnyttjade tjänster tydligare skiljs från avgifter som syftar till att internalisera externa kostnader, och att de senare i högre grad differentieras efter de kostnader som respektive resa faktiskt ger upphov till.

7. Slutsats

Beräkningarna visar sammantaget att sjöfarten på inre vattenvägar framstår som överinternaliserad, det vill säga att avgifterna överstiger de externa kostnaderna. Enligt AIS-beräkningarna är medianen för internaliseringsgraden 278 procent i Vänern och 309 procent i Mälaren. Enligt de manuella beräkningarna uppgår medianvärdet till 110 procent när hamnavgifterna exkluderas. Utifrån dessa resultat bedöms internaliseringsgraden för sjöfart på Vänern och Mälaren vara i storleksordningen 100–300 procent.

Resultaten tyder därmed på att sjöfarten på inre vattenvägar möter avgifter som överstiger de externa marginalkostnader som trafiken ger upphov till. Det är dock inte självklart att jämföra dagens avgifter, som i huvudsak är självkostnadsbaserade, med beräknade externa kostnader, även om detta är praxis vid beräkning av sjöfartens internaliseringsgrad i Sverige i dag. Det är heller inte uppenbart vilka avgifter som ska anses internalisera vilka externa kostnader. Beroende på vilka avgifter och externa kostnader som inkluderas kan resultaten därför variera mycket. Resultaten ska därför ses som indikativa snarare än som en exakt fastställelse av sjöfartens internaliseringsgrad.

Referenser

Börjesson, M., Isacsson, G. & Liss, V. 2025. External marginal costs for road accidents. *Applied Economics*.

Börjesson, M. & Lundberg, J. 2026. Skatter på transporter: Smartare styrning för effektivare transportsystem. Stockholm: SNS Förlag.

CCNR 2025. Market Observation: Annual Report 2025. Strasbourg: Central Commission for the Navigation of the Rhine (CCNR).

direktiv 2016/1629 2016. Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2016/1629 av den 14 september 2016 om tekniska krav för fartyg i inlandssjöfart, om ändring av direktiv 2009/100/EG och om upphävande av direktiv 2006/87/EG. Europeiska unionen.

Ek, K. & Lind, J. 2023. So Ms. MS, I'd like to calculate your emissions: Implementing a bottom-up method to calculate spatiotemporal ship emissions to air. 2023:15A. *VTI PM*. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI).

Emma - Enhancing Inland Navigation u.d. Policy paper - strengthening inland navigation and river-sea-shipping in europe and the baltic sea region.

Eurostat 2026a. Freight transport statistics - modal split. *Statistics Explained*. Eurostat.

Eurostat. 2026b. *Glossary for transport statistics – 6th edition – 2026* [Online]. European Commission. https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/w/ks-01-25-048.

Eurostat. 2026c. *Inland waterway transport statistics by product category* [Online]. Eurostat. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Inland_waterway_transport_statistics_by_product_category.

Garberg, B., Bengtsson, M. & Martini, V. 2019. Åtgärder för ökad andel godstransporter på järnväg och med fartyg. TRV 2018/93267. Borlänge: Trafikverket.

Greenhouse Gas Protocol 2024. IPCC Global Warming Potential Values. Version 2.0 ed.: Greenhouse Gas Protocol.

Helcom. 2025. *HELCOM AIS data. Datamängd. Uttag ur det regionala HELCOM AIS-systemet, erhållet 2025.* [Online]. Baltic Marine Environment Protection Commission (Helsinki Commission – HELCOM). https://helcom.fi/baltic-sea-trends/maritime/helcom-ais-traffic-statistics/.

IMO 2020. Fourth Greenhouse Gas Study. *International Maritime Organization*.

Lindberg, G. 2001. Traffic Insurance and Accident Externality Charges. *Journal of Transport Economics and Policy,* 35**,** 399-416.

Medlingsinstitutet. u.d. *Löner, konsumentpriser och reala löner i hela ekonomin, årsdata* [Online]. Medlingsinstitutet. https://www.mi.se/PXWeb/pxweb/sv/Konjunkturl%C3%B6nestatistik/Konjunkturl%C3%B6nestatistik__Reall%C3%B6neutveckling/Realloner_arsdata.px/.

Merkel, A., Vierth, I., Jändel, S. & Kvarnefalk, A. 2022. Kartläggning av hamnarnas avgifter. VTI PM 2022:9. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI).

Mälarhamnar. 2025. *Hållbarhetsrapport 2024* [Online]. Västerås: Mälarhamnar AB. https://malarhamnar.se/wp-content/uploads/2025/09/Hallbarhetsrapport-Malarhamnar-2024.pdf.

Mälarhamnar. 2026a. *Lastning och lossning* [Online]. Mälarhamnar AB. https://malarhamnar.se/hamntjanster/lastning-och-lossning/.

Mälarhamnar. 2026b. *Om Mälarhamnar* [Online]. Mälarhamnar AB. https://malarhamnar.se/om-malarhamnar/.

Mälarhamnar. 2026c. *Våra hamnar i Köping och Västerås* [Online]. Mälarhamnar AB. https://malarhamnar.se/hamnar/.

Pigou, A. C. 1920. *The Economics of Welfare,* London, Macmillan and Co., Limited.

Regeringen 2018a. Effektiva, kapacitetsstarka och hållbara godstransporter – en nationell godstransportstrategi: N2018.21. Stockholm.

Regeringen 2018b. Uppdrag att inrätta en nationell samordnare för inrikes sjöfart och närsjöfart. N2018/04482/TS.

Regeringen 2025. Uppdrag till Trafikverket att utveckla och förvalta en informationsportal för sjöfartslinjer. LI2025/01096.

Rogerson, S., Santén, V., Svanberg, M., Williamsson, J. & Woxenius, J. 2020. Modal shift to inland waterways: dealing with barriers in two Swedish cases. *International Journal of Logistics Research and Applications,* 23**,** 195-210.

S&P Global Market Intelligence 2024. Bespoke data catalogue: SHIPS. Opublicerade data. Skräddarsytt uttag beställt av VTI erhållet juni 2024.

SCB. u.d. *Konsumentprisindex (KPI), totalt* [Online]. Statistiska centralbyrån (SCB). https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/sv/ssd/START__PR__PR0101__PR0101A/.

Sjöfartsverket. 2023. *Södertälje kanal och sluss* [Online]. Sjöfartsverket. https://www.sjofartsverket.se/sv/tjanster/lotsning/lotsomrade-sodertalje/hamn-och-farledsinformation/sodertalje-kanal-och-sluss/.

Sjöfartsverket 2024. Sammanfattning av Sjöfartsverkets farleds- och lotsavgifter fr.o.m. 2024-01-01.

Sjöfartsverket. 2026a. *Sammanfattning av Sjöfartsverkets farleds- och lotsavgifter fr.o.m. 2026-01-01* [Online]. Norrköping: Sjöfartsverket. https://www.sjofartsverket.se/globalassets/tjanster/anlopstjanster/sjofartsverkets-farleds--och-lotsavgifter/prislista-farleds--och-lotsavgifter-2026.pdf.

Sjöfartsverket. 2026b. *Sjöfartsverkets farleds- och lotsavgifter* [Online]. Sjöfartsverket. https://www.sjofartsverket.se/sv/tjanster/anlopstjanster/ekonomi-taxor-och-avgifter/.

Sjöfartsverket 2026c. Årsredovisning 2025. Norrköping: Sjöfartsverket.

SJÖFS 2025:5 2025. Sjöfartsverkets föreskrifter om tillhandahållande av lots, lotsbeställning, tilldelning av lots och lotsavgifter. Norrköping: Sjöfartsverket.

SJÖFS 2025:6 2025. Sjöfartsverkets föreskrifter om farledsavgift. Norrköping: Sjöfartsverket.

Sjöstrand, H., Merkel, A. & Vierth, I. 2020. Inlandssjöfart–offentlig upphandling och regelverk i Sverige och Europa: delrapport i projektet Hållbar inlandssjöfart–offentlig upphandling som katalysator. Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Sjöstrand, H., Merkel, A. & Vierth, I. 2021. Hållbar inlandssjöfart i Sverige: offentlig upphandling som effektivt styrmedel? VTI rapport 1081 Statens väg- och transportforskningsinstitut.

Small, K. A. & Verhoef, E. T. 2007. *The Economics of Urban Transportation,* London, Routledge.

Statskontoret 2023. Sjöfartsverkets verksamhets- och finansieringsform. Rapportnummer 2023:3. Stockholm: Statskontoret.

Trafikanalys 2017. Isbrytningens samhällsekonomiska marginalkostnad. PM 2017:4. *Trafikanalys PM*. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikanalys 2019. Hamnar i fokus PM: 2019:7.

Trafikanalys 2025a. Samhällsekonomiska kostnader för inrikes sjöfart. 2025:6. *Trafikanalys PM*. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikanalys 2025b. Sjötrafik 2024: Kvalitetsdeklaration. Statistik 2025:17. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikanalys 2026a. Transportsektorns samhällsekonomiska kostnader 2025 - bilagor. 2026:2. *Trafikanalys PM*. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikanalys 2026b. Transportsektorns samhällsekonomiska kostnader för 2025. 2026:3. *Trafikanalys Rapport*. Stockholm: Trafikanalys.

Trafikverket 2025. Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken: Slussar i Trollhätte kanal – Anläggande av ny sluss m m i Lilla Edet. Dokumentdatum 2025-01-17. Borlänge; Norrköping: Trafikverket och Sjöfartsverket.

Trafikverket 2026a. Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 8.1. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. 2026b. *Södertälje sluss och kanal, ombyggnad* [Online]. Trafikverket. https://www.trafikverket.se/vara-projekt/projekt-i-stockholms-lan/sodertalje-sluss-och-kanal/.

Trafikverket. u.d. *Effektkatalogen* [Online]. Trafikverket. https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/Effektsamband/.

TSFS 2026:20 2026. Transportstyrelsens föreskrifter och allmänna råd om fartyg i inlandssjöfart. Norrköping: Transportstyrelsen.

van Essen, H., van Wijngaarden, L., Schroten, A., Sutter, D., Bieler, C., Maffii, S., Brambilla, M., Fiorello, D., Fermi, F., Parolin, R. & Beyrouty, K. E. 2019. Handbook on the external costs of transport: Version 2019 - 1.1. Bryssel: Europeiska kommissionen.

Vickrey, W. 1968. Automobile Accidents, Tort Law, Externalities, and Insurance: An Economist's Critique. *Law and Contemporary Problems,* 33**,** 464-487.

Vierth, I., From, E., Johansson, M., Ek, K. & Lind, J. 2024. Nya utgångspunkter för Sjöfartsverkets avgifter: Avgiftsmodell 2028. VTI rapport 1202. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI).

Vierth, I., Johansson, M. & Lind, J. 2025. Möjligheter att använda tillgängliga data för att förbättra samhällsekonomiska analyser för sjötransporter: Första delrapporten i SEAS-projektet. VTI rapport 1249. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI).

Vierth, I., Jordal-Jørgensen, J., Tervonen, J. & Rødseth, K. L. 2018. Organization of pilot and icebreaking in the Nordic countries and update of the external costs of sea transports in Sweden: A report in SAMKOST 3. VTI rapport 988A. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI).

Vierth, I. & Merkel, A. 2022. Internalization of external and infrastructure costs related to maritime transport in Sweden. *Research in Transportation Business & Management,* 44**,** 100580.

VTI 2022. Synpunkter till Sjöfartsverkets ”Klimatkompensation – Redovisning av regeringsuppdrag”. Diarienummer (VTI): 2021/0554-7.4. Linköping: Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI).

Vänerhamn. 2026a. *Destinationer* [Online]. Vänerhamn AB. https://www.vanerhamn.se/sv/destinationer.

Vänerhamn. 2026b. *Marina tjänster* [Online]. Vänerhamn AB. https://www.vanerhamn.se/sv/marina-tjanster.

Vänerhamn. 2026c. *Vänerns hamnar* [Online]. Vänerhamn AB. https://www.vanerhamn.se/sv/hamnar.

Wiegmans, B. & Konings, R. 2017. *Inland Waterway Transport - Challenges and prospects*, Routledge.

Bilaga 1

För ökad transparens och reproducerbarhet visas Figur 27 och Figur 28, vilka är indata till externalitetsberäkningen i Shipem.

Figur 27. ”Nära land-område”. Polygoner motsvarande en buffer om 1 kilometer (mörkgrön) och 5 kilometer (grön) från landlinje, vilka används i Shipem för att avgöra operationell fas. Som referens visas gränsen för analysområdena med svart linje.

Figur 28. ”Kajområde”. Ett exempel på fem kajytor (röda polygoner) i Karlstad, samt AIS-data för godsfartyg med lägre (vitare) och högre (rödare) hastighet. Kajytorna används i bestämningen av operationell fas. Liknande kajytor har definierats för samtliga analyshamnar.

VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut, är Sveriges oberoende institut för tillämpad transportforskning. På uppdrag av regeringen bedriver vi forskning och utveckling som möter samhällets verkliga behov och bidrar till ett effektivt, säkert och hållbart transportsystem.

Vår forskning omfattar alla trafikslag och spänner från människa, fordon och infrastruktur till planering, ekonomi och styrmedel. I en tvärvetenskaplig organisation kombinerar vi spetskompetens med systembredd och avancerade forskningsmiljöer. Med en unik forskningsinfrastruktur tar vi fram oberoende beslutsunderlag som används som inom såväl nationell som internationell transportpolitik.

VTI samverkar nära med akademi, myndigheter och näringsliv. Vi är cirka 250 medarbetare med verksamhet i Linköping, Stockholm, Göteborg, Lund och Skellefteå.

vti