



CHALMERS

Påväxt på fartygsskrov och spridning av havstulpaner vid ankringsplatser utanför Göteborgs hamn

Examensarbete inom sjökaptensprogrammet

**MATILDA ANDRÉE
PER BANKEFORS**

INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2021

Påväxt på fartygsskrov och spridning av havstulpaner vid ankringsplatser utanför Göteborgs hamn

Examensarbete inom sjökaptensprogrammet

MATILDA ANDRÉE
PER BANKEFORS

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Avdelningen för maritima studier
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige, 2021

Påväxt på fartygsskrov och spridning av havstulpaner vid ankringsplatser utanför Göteborgs hamn.

MATILDA ANDRÉE
PER BANKEFORS

© MATILDA ANDRÉE, 2021 [Times New Roman, 12p]
© PER BANKEFORS, 2021

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Chalmers tekniska högskola
SE-412 96 Göteborg
Sverige
Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Chalmers tekniska högskola
Göteborg, Sverige 2021

FÖRORD

Detta examensarbete omfattar 15 högskolepoäng och är en del av utbildningen på Sjökapstensprogrammet, vid Chalmers Tekniska Högskola. Examensarbetets val av ämne var ett förslag från handledare Lena Granhag, där tanken var att undersöka skrovpåväxt vid Göteborgs Hamns ankringsplatser. Förslaget väckte författarnas intresse då skrovpåväxt låg i tiden och IMO's Biofouling Guidelines var under revision (2020). Intressant var även att arbetet hade många delar, där statistik från en så stor aktör som Göteborgs Hamn ingick i arbetet. Även miljöaspekten och den problematik som undersöktes ligger författarna nära.

Författarna vill tacka vår fantastiska handledare Lena Granhag för hennes outtröttliga entusiasm, stöttning och vägledning under arbetet.

Författarna vill även tacka Göteborgs Hamn för tillgång till statistik som stora delar av detta examensarbete bygger på.

Påväxt på fartygsskrov och spridning av havstulpaner vid ankringsplatser utanför Göteborgs hamn.

MATILDA ANDRÉE
PER BANKEFORS

Institutionen för mekanik och maritima vetenskaper
Chalmers tekniska högskola

SAMMANDRAG

Spridning av främmande arter är ett känt problem inom sjöfarten. Det finns regleringar av barlastvatten som ska minska spridning, men skrovpåväxt är idag i det närmaste oreglerad.

Denna studie syftar till att undersöka potentiell spridning av havstulpanlarver från skrovpåväxt hos fartyg ankrade utanför Göteborgs Hamn under åren 2017, 2018 och 2019. Med hjälp av statistik över ankrade fartyg, tillhandahållen av Göteborgs Hamn och studier inom påväxt beräknas undervattensskrovarea, täckningsgrader av havstulpaner och antal larver.

Beräkningarna visar att det behövs mer forskning inom området, larvsläppen denna studie beräknat är betydligt större än författarna kunnat ana. Studien är en uppskattning av ett värstascenario beräknat med den data som fanns tillgänglig, därför förekommer det betydande felmarginaler. Dessa påverkar dock inte vikten av de potentiella konsekvenserna de stora larvsläppen kan ha på närmiljön. Skrovpåväxt bör regleras av IMO för att minimera risken att denna studies värsta scenario blir en verklighet. Studien kan förfinas men det var inte möjligt att genomföra med de förutsättningar vilka arbetet genomfördes.

Nyckelord: Skrovpåväxt, barlastvatten, havstulpanlarver, undervattensskrovyta, Göteborgs Hamn.

Påväxt på fartygsskrov och spridning av havstulpaner vid ankringsplatser utanför Göteborgs hamn.

MATILDA ANDRÉE
PER BANKEFORS

Department of Mechanics and Maritime Sciences
Chalmers University of Technology

ABSTRACT

The spread of invasive species by ships is a known problem within the shipping industry and while there is regulation in place to minimize the effects regarding ballast water, the biofouling from hulls on the other hand is barely regulated.

This study aims to analyse the potential spread of barnacle larvae from biofouling of anchored ships in the surrounding area of the port of Gothenburg, during the years 2017, 2018 and 2019. This is accomplished by calculating the ships wetted surface area and barnacle coverage from statistical data of anchored ships, provided by the port of Gothenburg, combined with studies regarding biofouling.

The result of this study shows a larger amount of barnacle larvae than the authors expected and that more research within hull biofouling is needed. Since this study is an assumed worst-case scenario, further research would refine the results of this study. But still this study shows the potential negative consequences from biofouling and that IMO should regulate it. This report is written in Swedish.

Keywords: Hull biofouling, ballast water, barnacle larvae, wetted surface area, Port of Gothenburg.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte.....	1
1.3 Frågeställning.....	2
1.4 Avgränsningar.....	2
2. Teori.....	4
2.1 Marin påväxt.....	4
2.2 Problemet med marin påväxt.....	4
2.3 Metoder att bekämpa påväxt.....	5
2.4 Skrovytor och niche areas.....	6
2.5 International Maritime Organization.....	6
3. Metod.....	7
3.1 Informationssökning.....	7
3.2 Bearbetning av data.....	7
3.3 Beräkning av påväxt och larver.....	8
4. Resultat.....	9
4.1 Hur stor skrovyta befinner sig på ankringsplatserna utanför Göteborgs hamn under olika tider på året?.....	9
4.2 Hur många procent av skroven är täckt av påväxt som potentiellt kan släppa larver? ..	10
4.3 Hur stor blir den uppskattade spridningen av havstulpaner från skrovpåväxt utanför Göteborgs hamn?.....	15
5. Diskussion.....	19
5.1 Metoddiskussion.....	19
5.1.1 Täckningsgrader.....	19
5.1.2 Antal havstulpaner.....	19
5.1.3 Antal havstulpanlarver.....	20
5.2 Resultatdiskussion.....	20
5.2.1 WSA och ankringstider.....	20
5.2.2 Täckningsgrader.....	20
5.2.3 Larver.....	20
5.3 Förbättringsdiskussion.....	21
5.3.1 Vad betyder våra resultat i förhållande till spridning av larver?.....	21
5.3.2 Bör det finnas regleringar av skrovpåväxt?.....	21
5.3.3 Vilka åtgärder kan minska problemen relaterade till skrovpåväxt?.....	21
5.3.4 Hur bör skrovpåväxt regleras?.....	22
6. Slutsatser.....	23

6.1 Rekommendationer till fortsatt arbete.....	23
Källförteckning.....	24

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1 Karta över Göteborgs Hamn ankarplatser.....	3
Figur 2 Wetted Surface Area för fartyg vid ankarplatser för åren 2017, 2018 och 2019.....	9
Figur 3 Täckningsgrader av Wetted Surface Area för året 2017.....	10
Figur 4 Täckningsgrader av Wetted Surface Area för året 2018.....	11
Figur 5 Täckningsgrader av Wetted Surface Area för året 2019.....	12
Figur 6 Antal havstulpaner vid olika täckningsgrader för året 2017.....	13
Figur 7 Antal havstulpaner vid olika täckningsgrader för året 2018.....	14
Figur 8 Antal havstulpaner vid olika täckningsgrader för året 2019.....	15
Figur 9 Antal larver från havstulpaner för året 2017.....	16
Figur 10 Antal larver från havstulpaner för året 2018.....	17
Figur 11 Antal larver från havstulpaner för året 2019.....	18
Figur 12 Exkluderade fartyg ur datasetet	BILAGA 12. Sid 1(2)
Figur 13 Exkluderade fartyg ur datasetet	BILAGA 12. Sid 1(2)

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1 Summerade ankringstider för åren 2017, 2018 och 2019.....	BILAGA 1. Sid 1(1)
Tabell 2 Summerad Wetted Surface Area för åren 2017, 2018 och 2019...	BILAGA 2. Sid 1(1)
Tabell 3 Täckningsgrader av Wetted Surface Area för året 2017.....	BILAGA 3. Sid 1(1)
Tabell 4 Täckningsgrader av Wetted Surface Area för året 2018.....	BILAGA 4. Sid 1(1)
Tabell 5 Täckningsgrader av Wetted Surface Area för året 2019.....	BILAGA 5. Sid 1(1)
Tabell 6 Antal havstulpaner vid olika täckningsgrader för året 2017.....	BILAGA 6. Sid 1(1)
Tabell 7 Antal havstulpaner vid olika täckningsgrader för året 2018.....	BILAGA 7. Sid 1(1)
Tabell 8 Antal havstulpaner vid olika täckningsgrader för året 2019.....	BILAGA 8. Sid 1(1)
Tabell 9 Antal larver från havstulpaner för året 2017.....	BILAGA 9. Sid 1(1)
Tabell 10 Antal larver från havstulpaner för året 2018.....	BILAGA 10. Sid 1(1)
Tabell 11 Antal larver från havstulpaner för året 2019.....	BILAGA 11. Sid 1(1)

FÖRKORTNINGAR OCH BEGREPP

<i>Amphibalanus improvious</i>	Slät havstulpan
Barlastvatten	Vatten fartyg fyller i tankar för att öka dess stabilitet.
Biofouling	Skrovpåväxt
BWMC	Ballast Water Management Convention
CDP	Controlled Depletion Polymer
FR	Fouling Release
IMO	International Maritime Organization
Invasiv art	En art vilken kan orsaka skada i lokala ekosystem
Niche area	Områden på fartygsskrov där påväxt är mer benägen att växa samt är svåra att rengöra.
Skrovpåväxt	Marina djur och växter vilka fäster sig och lever på fartygsskrov.
SPC	Self Polishing Copolymer
TBT	Tributyltenn
WSA	Wetted Surface Area (skrovyta under vattenytan)

1. INLEDNING

Spridning av främmande arter från skrovpåväxt är ett känt problem inom sjöfarten. Det är välkänt att spridning av främmande arter ofta har en negativ inverkan på miljön (Gollasch, 2002); Schulz, 2007). Spridningen av arter via fartyg kan delas in i två huvudsakliga kategorier, spridning via barlastvattnet samt spridning från skrovpåväxt.

Barlastvattenkonventionen reglerar hur många marina djur per kubikmeter vatten som får släppas ut när ett fartyg lossar ballasten, hur barlastbyten ska gå till samt hur kontroller skall genomföras (Infrastrukturdepartementet, 2020). Idag finns inget sådant regelverk för kontroll av spridning av marina djur via fartygsskrov. Det finns sedan 2011 riktlinjer för hantering av skrovpåväxt men dessa är frivilliga att följa (International Maritime Organization [IMO], 2011). Då det saknas studier vilka berör hur många larver som kan släppas från påväxten från ett fartygsskrov önskade denna studie undersöka detta för fartygen som ankrar utanför Göteborg. Undersökningen baseras på statistik gällande ankringar utanför Göteborg tillhandahållen av Göteborgs hamn för beräkningar av antalet fartyg vilka ankrat i kombination med tidigare forskning om påväxt.

1.1 Bakgrund

Spridning av främmande arter, exempelvis genom skrovpåväxt i form av havstulpaner, kan leda till miljö- samt ekonomiska problem. När en invasiv art introduceras kan en obalans uppstå i det befintliga ekosystemet. Ett annat miljöproblem kan vara introduktion av sjukdomar (Gollasch & Leppäkoski, 1999). Ekonomiska problem kan exempelvis bestå av operativa problem för fartyg då skrovpåväxt ökar motståndet genom vattenmassan vilket leder till ökad bränslekonsumtion. Det kan även leda till reducerad effektivitet i värmexchångare, vilket genererar extra underhållskostnader (Flemming et al., 2009, 234).

Sedan 2017 reglerar IMO:s barlastvattenkonvention (BWMC) spridning av främmande arter i den marina miljön. Främmande arter sprids inte enbart via barlastvatten utan en annan vektor är den påväxt som finns på fartygens skrov. Sedan 2011 har IMO riktlinjer under granskning för spridning av främmande arter (biofouling) (IMO, 2011). Arbetet har undersökt skrovpåväxt, specifikt vid ankringsplatser, genom att analysera data från Göteborgs Hamn.

1.2 Syfte

Studien vill med hjälp av statistik från Göteborgs Hamn och med teoretiska beräkningar utreda hur stor andel larver som kan släppas från fartyg vid ankringsplatser i anslutning till Göteborgs Hamn. Ur statistiken hämtas tid på ankringsplats, tid på året, samt uppgifter om fartygen för att göra beräkningar av skrovarea. Med hjälp av värdena gällande skrovarea samt tid på ankringsplats, utförs en teoretisk beräkning med hjälp av tidigare studier om havstulpanernas påväxtcykler, för att skapa en uppfattning om hur många individer av havstulpaner som finns och som kan släppa larver. Detta är intressant då det idag saknas studier gällande spridning av larver från fartygsskrov.

1.3 Frågeställning

Hur stor skrovyta befinner sig på ankringsplatserna utanför Göteborgs hamn under olika tider på året?

Hur många procent av skroven är täckt av påväxt som potentiellt kan släppa larver?

Hur stor blir den uppskattade spridningen av havstulpaner från skrovpåväxt utanför Göteborgs hamn?

1.4 Avgränsningar

Studien har avgränsat datasetet, från Göteborgs Hamn, till endast fartyg som ankrar minst en timme utanför Göteborgs Hamn vid ankringsplatserna (Trubaduren A, B, C samt Rivö N, Rivö S och Danafjorden) för åren 2017–2019. Då tillgänglig dataset är begränsad behandlar studien endast ankringstider för fartygstyper där beräkningsmallar funnits som ankrat innan anlop till eller genomfart genom Göteborgs hamn. Fartyg som finns i datasetet men exkluderas presenteras i bilaga 12. Studien fokuserar på havstulpaner. Havstulpan används som samlingsnamn för alla olika underarter av havstulpaner som återfinns på skroven, arten 'slät havstulpan' *Amphibalanus improvisus* anses representativ för arten som helhet.

Figur 1
Göteborgs Hamns ankarplatser



Kommentar. Göteborgs Hamn ankarplatser Dana Fjord, Rivö Fjord, A, B och C enligt Sjöfartsverkets sjökort 931 och 9313 som överliggande lager i Google Earth (2021).

2. TEORI

2.1 Marin påväxt

Marin påväxt är ackumulering av mikroorganismer, alger och djur, på strukturer under vattenytan och kan grovt delas in i mikro-påväxt (ex. bakterier- och mikroalger) samt makro-påväxt (ex. makroalger, havstulpaner, musslor) som tillsammans utgör påväxt (Hellio & Yebra, 2009).

Oberoende av plats och årstid kommer varje struktur under vattenytan inom sekunder att absorbera ett lager av organiska föreningar. Från detta grundlager etableras inom 24 timmar en biofilm av bakterier, jäst och kiselalger (Hellio & Yebra, 2009). Efter 1 vecka vid gynnsamma förhållanden fäster sporer av makroalger, svamp samt protozoer och efter 2–3 veckor vid lek fäster larver från ryggradslösa djur (Hellio & Yebra, 2009).

Påväxt styrs av salinitet, temperatur, näringstillgång, flödes hastigheter och solens intensitet. Dessa faktorer varierar med årstider, plats och djup där påväxt varierar mindre subtropiskt än i tempererade områden med minskad påväxt vintertid till följd av minskat solljus, lägre vattentemperaturer o saknad av sporer och larver (Hellio & Yebra, 2009). Enligt Wrangle (2012) kan även ett fartygs hastighet vid förflyttning samt tider i hamn styra påväxt.

Enligt Gollasch (2002) är *Balanus improvisus* en av de vanligaste förekommande arterna av havstulpan på fartygsskrov. Denna havstulpan är enligt Dyntaxa (2021) numera kallad *Amphibalanus improvisus* eller på svenska kallad slät havstulpan. Enligt Jonsson et al. (2018) kan en köns mogen havstulpan av arten *Amphibalanus improvisus* frigöra upp till 7000 larver under 24 timmar. Reproduktionen sker främst mellan maj och september. Enligt Essock-Burnes et al. (2017) utvecklas havstulpaner i flera stadier. De börjar som naupliuslarver därefter genomgår de en förändring till cypridlarver, det är i detta stadium larven bestämmer vart den skall fästa sig för ännu en utveckling. Då cypridlarven funnit en lämplig yta att fästa sig vid limmar den fast sig för att bygga sitt skal. Skalet ömsas inte men byggs ut i takt med att djuret växer (Essock-Burnes et al., 2017). Arten blir runt 10 mm i diameter och uppnår en höjd av 6 mm de lever vanligtvis i 1-2år (Jonsson et al., 2018). Jonsson et al. (2018) odlar *Amphibalanus improvisus* då denna art av havstulpan bland annat används inom forskning gällande bottenfärger. Den är enligt Jonsson et al. (2018) representativ och lämplig att använda som modell för havstulpanernas beteenden då den klarar av stora skillnader i vattnets salthalt.

2.2 Problemet med marin påväxt

Påväxt på fartygsskrov leder till ökad friktion genom vattnet, där hård kalkartad påväxt orsakar mer friktion än mjuk påväxt (Schultz, 2007). Resultat från Schultz (2007) undersökning av fregatten US Navy Oliver Hazard Perry visar ett ökat behov av axeleffekt på 11% för lätt påväxt och 86% för kraftig kalkartad påväxt vid en marschfart på 15 knop, samt 10% respektive 55% vid nära maxfart på 30 knop. Detta resulterar i en hastighetsminskning upp till 3,2 knop vid kraftig kalkartad påväxt vid en nära maxfart av 30 knop (Schultz, 2007). Skrovpåväxt resulterar därav i ökade kostnader för bränsleförbrukning som vidare bidrar till klimatpåverkan i form av ökade utsläpp av växthusgaser. För att motverka skrovpåväxt krävs skrovrengöring och anti-fouling färg, vilket ger underhållskostnader samt en negativ effekt på miljön då anti-fouling färger innehåller miljöskadliga ämnen. (Dokkum, 2016).

Påväxt resulterar även i spridning av främmande arter, vilket potentiellt kan vara skadligt för ekosystemet då spridning av parasiter eller konkurrens kan slå ut inhemska arter och påverka näringskedjan (Gollasch, 2002).

I en studie av Gollasch (2002) togs prover på 131 fartygsskrov där 92,2% hade minst en främmande art, fartygen reste primärt från Nordamerika och Asien till Nordsjöregionen. Gollasch (2002) påpekar dock att ingen främmande art har rapporterats slå ut en inhemsk art, men att varje ny främmande art potentiellt kan allvarligt förändra miljön.

2.3 Metoder att bekämpa påväxt

Antifouling system används för att minska påväxt (Fouling) på fartygsskrov. För att minska påväxt används ofta ett av dessa system: Self Polishing Copolymer (SPC), Controlled Depletion Polymers (CDP) eller Fouling Release (FR) (Dokkum, 2016).

Self Polishing Copolymers

Self polishing Copolymers släpper biocider när färgen långsamt poleras. Denna polering gör att det hela tiden finns ett nytt lager biocider redo att släppas (Dokkum, 2016). Denna metod kan ha en lång livslängd i förhållande till de andra antifoulingssystemen då livslängden är beroende av tjockleken av färglagret samt den kontinuerliga exponeringen av nya biocidpartiklar (Bruce & Eyres 2013).

Controlled Depletion Polymer

Controlled depletion polymers släpper biocider genom att vattnet tar sig in i färgen och tar med sig biociden ut (Dokkum, 2016). Denna metod är som mest effektiv när skrovet är nybehandlat, effekten avtar något med tiden (Bruce & Eyres 2013).

Fouling release

Fouling release färger är biocidfria färger som är designade för att ha en väldigt glatt och slät yta. Denna yta gör att organismerna får svårt att fästa på färgen (Dokkum, 2016). Enligt Dokkum (2016) är den nya generationens silikonbaserade färger så slät att vissa organismer inte känner skrovet som en plats där de kan fästa.

Biocider

Den biocid som idag är vanligast är koppar. Färg som innehåller koppar dödar larver och alger som försöker sätta sig på ett behandlat skrov (Dokkum, 2016). Innan koppar användes var tennorganiska föreningar, framför allt Tributyltenn (TBT) vanligt förekommande i antifouling färger (Schultz, 2007). TBT förbjöds 2008 på grund av hur giftiga de är även i små doser och därigenom påverkar marint liv i havet mycket negativt (Transportstyrelsen 2021).

Färgerna som används för antifouling har enligt Bruce & Eyres (2013) en begränsad livslängd. Färgerna var effektiva i runt 12 månader. På grund av de stora kostnader det innebär att ta in stora fartyg i torrdocka för ommålning utvecklades under 1970-talet färger som håller upp till 24 månader. Utvecklingen fortsatte och idag finns färgsystem som är effektiva i upp till fem år (Bruce & Eyres 2013).

2.4 Skrovytor och niche areas

För uppskattningar av skrovarean under vattenytan finns sedan tidigare beprövade formler. Moser et al. (2016) lyfter tre formler för beräkning av Wetted Surface Area (WSA): Danny-Mumford's formel, Froude's formel och Schneekluth and Bertham's formel. Då data saknas för att kunna använda samma formel på alla de ca 120 000 fartygen som fanns med i datasetet Moser et al. (2016) sammanställt utförde den studien en analys där de jämför de olika formlerna. Denna jämförelse visade på ett starkt samband och mindre skillnader i resultaten. Miller et al. (2018) utgick från Moser et al. (2016) i skapandet av regressionsformler för enkla beräkningar av WSA för fartyg vilka endast kräver ett värde förutom den för fartygstypen angivna konstanten för att fungera. Dessa regressionsformler är baserade på fartygstyp och kräver ett specifikt fartygs Net Tonnage som input. Formlerna presenteras vidare i metodkapitlet.

Specialområden, på engelska niche areas, är områden på ett fartygsskrov vilka är svåra att rengöra från påväxt samt där traditionella system för bekämpning eller minskning av påväxt är mindre effektiva, detta medför att tillväxten av påväxt för dessa områden ökar (Moser et al., 2017. IMO, 2011). Dessa områden är exempelvis de ytor där fartyget vilat mot stöden i torrdocka, propellrar, roder, sjökistor, fenor samt tunnlar och galler för bog- och akterpropellrar (Moser et al., 2017. IMO, 2011). Totalt beräknades andelen niche areas vara cirka 10% av fartygets undervattensskropp baserat på de 120 000 fartyg som fanns med i dataseten från vilken Moser et al. (2017) utgick ifrån. Vidare beräknade Moser et al. (2017) genomsnittliga niche areas baserat på fartygstyp. De beräkningarna visar att niche areas varierar mellan 7 och 27% av WSA där tankers har minst andel och passagerarfartyg har högst andel (Moser et al., 2017).

2.5 International Maritime Organization

Det ställs idag inga krav från IMO gällande biofouling som anger en specifik tillåten mängd larver vilka får släppas från skrovpåväxt, till skillnad från den specifika mängd larver som får släppas ut med ballastvatten enligt ballastvattenkonventionen. IMO har en guide för hur man kan arbeta med biofouling, denna är under revision sedan 2011 (IMO, 2011). Organisationen lyfter ett flertal olika områden där förändringar bör göras gällande skrovpåväxt samt dess inverkan. Guiden föreslår ett flertal åtgärder som kan leda till minskad påväxt. Bland annat förslag på hur fartyg vilka är på väg att byggas eller skall genomgå omfattande ombyggnationer skall konstrueras för att underlätta rengöring, inspektioner samt minska påväxten med hjälp av system för bekämpning eller minskning av påväxt (IMO, 2011). Vidare redogör guiden också för vilken dokumentation och vilka planer som bör finnas ombord gällande minskning samt förebyggande av påväxt på fartygsskrov (IMO, 2011).

3. METOD

Studien bygger på en teoretisk grund med information inhämtad från vetenskapliga artiklar gällande skrovpåväxt i form av havstulpaner. Datasetet för ankringar utanför Göteborgs Hamn blev delad med författarna efter förfrågan till Göteborgs Hamn.

3.1 Informationssökning

Data inhämtades via vetenskapliga artiklar, samt kompletterades med statistik från Göteborgs hamn. Information gällande havstulpaner hämtades från ett flertal andra studier utförda av andra forskare. Artiklar söktes främst via Chalmers biblioteks databas dock användes även Google scholar i enstaka fall. Sökord i urval: Alien species, Amphibalanus improvisus, antifouling measures, ballast water treatment, barnacle cultivation, barnacle reproduction, biofouling, biofouling effects, IMO, marine fouling, niche area.

3.2 Bearbetning av data

Datasetet från Göteborgs Hamn för åren 2017, 2018 och 2019 separerades in i sex fartygskategorier: bulk-, tank-, passagerar-, container-, roro- och styckegodsfartyg för respektive år. Fartygstyper som marinfartyg, bogserbåtar, undersökningsfartyg eller specialfartyg uteslöts då regressionsformler från Miller et al. (2018) saknades för att göra Wetted Surface Area (WSA) beräkningar. Även fartyg som befann sig kortare tid än en timme vid ankarplatserna samt tankfartyg som kunde identifieras som bunkerfartyg uteslöts ur datasetet då dessa uppehöll sig för kort tid eller är kustnära fartyg. Vidare sorterades de sex ovan nämnda fartygskategorierna efter månad för att vidare beräkningar av WSA, antal individer av havstulpaner och larvsläpp skulle kunna redovisas per månad för respektive år samt att kunna utvärdera eventuella fluktuationer över året.

För beräkningar av fartygens Wetted Surface Area (WSA) användes Miller et al. (2018) regressionsformler enligt: $WSA = Fartygstypkonstant1(NRT)^{Fartygstypskonstant2}$. Detta ger i sin tur följande regressionsformler: WSA för bulkfartyg $WSA = 26.49(NRT)^{0.606}$, tankfartyg $WSA = 28.971(NRT)^{0.601}$, passagerarfartyg $WSA = 21.71(NRT)^{0.585}$, containerfartyg $WSA = 18.07(NRT)^{0.645}$, rorofartyg $WSA = 39.63(NRT)^{0.540}$ och styckegodsfartyg $WSA = 26.12(NRT)^{0.587}$. Dessa formler bygger på sambandet mellan fartygens Net Registered Tonnage (NRT) och WSA. Datasetet tillhandahållet av Göteborgs hamn saknar NRT men innehåller Net Tonnage (NT) vilket ansågs vara likvärdigt. Miller et al. (2018) lyfter även niche areas hämtade från Moser et al. (2017) vilket medför att denna studie kan använda beräkningarna för niche areas från densamma.

Beräkningarna av WSA genomfördes för varje enskilt fartyg enligt Miller et al. (2018) formler. Där WSA för varje fartygstyp, bulk-, tank-, passagerar-, container-, roro- och styckegodsfartyg, under varje månad adderas ihop till en total WSA per fartygstyp per månad. Total WSA per fartygstyp och månad användes sedan för vidare beräkningar av påväxt av havstulpaner och larvsläpp.

3.3 Beräkning av påväxt och larver

Då WSA för fartygstyp per månad beräknats kunde studien fokusera på tiden fartygen ligger till ankars samt hur stor del av skrovarean som är täckt av havstulpaner. Studien har använt data gällande täckningsgraden av havstulpaner på skroven vilket Wrangle (2012) samt Davidson et al. (2009) utfört studier om. Datan i Wrangles (2012) studie motsvarar påväxten på en area av två kvadratdecimeter (2dm^2), detta medförde att det värdet justeras för att kunna jämföras med en kvadratmeter (1m^2). Davidson et al. (2009) undersökte hur containerfartygs skrov kunde fungera som en vektor för spridning av främmande arter. För att undersöka detta skickades dykare eller robotar ner under fartygen för att visuellt undersöka mängden påväxt (Davidson et al., 2009). De flesta fartygen i Davidson et al. (2009) hade en liten andel påväxt runt 1% av undervattensskroven, ett fartyg hade enligt studien en påväxtgrad på 90% vilket inte var normen för fartygen som undersöktes.

Då alla olika grader av påväxt inte kunde behandlas begränsade studien sig till sex täckningsgrader: 1%, 10%, 25%, 50%, 75% samt 100%. 1% baseras på Davidson et al. (2009) vilka påvisade att påväxten för de undersökta fartygen i många fall låg runt 1%. 10% baseras på Moser et al. (2017) där den genomsnittliga andelen specialområden beräknats till 10%. Dessa specialområden har en högre risk att vara beväxta, därför är andelen specialområden intressant. Därefter beslutade författarna att det var lämpligt att beräkna ett värsta scenario med påväxt på 100% av WSA. Studiens övriga täckningsgrader: 25%, 50% samt 75%, beslutades vara av intresse då det ger en uppfattning om vad en gradvis stegring i täckningsgrad skulle innebära i potentiellt antal utsläppta larver.

För beräkningar av antal individer av havstulpaner antogs en individ uppta en kvadratcentimeter [1cm^2]. Detta är i enlighet med en studie av Jonsson et al. (2018) som ger havstulpanens diameter till 1-2cm. Genom att anta en kvadratisk yta per individ i stället för en rund underlättas beräkningarna av beväxt skrovyta. En havstulpan med storleken en kvadratcentimeter [1cm^2] ger 10 000 havstulpaner per kvadratmeter [m^2] som multipliceras med WSA täckningsgraden för att ge antal individer av havstulpaner per månad för åren 2017, 2018 och 2019.

Antalet havstulpaner per månad multipliceras med den av Jonsson et al. (2018) angivna faktorn att en havstulpan kan släppa upp till 7000 larver per dygn, vilket motsvarar 291,67 larver per timme, samt den summerade tiden varje fartygstyp låg till ankars per månad. Då havstulpaner har en vilotid på 5–6 dygn mellan larvsläpp enligt Gamfeldt et al. (2005) subtraheras 120 timmar mellan 24 timmars perioder för varje fartyg som ligger till ankars längre än 24 timmar.

4. RESULTAT

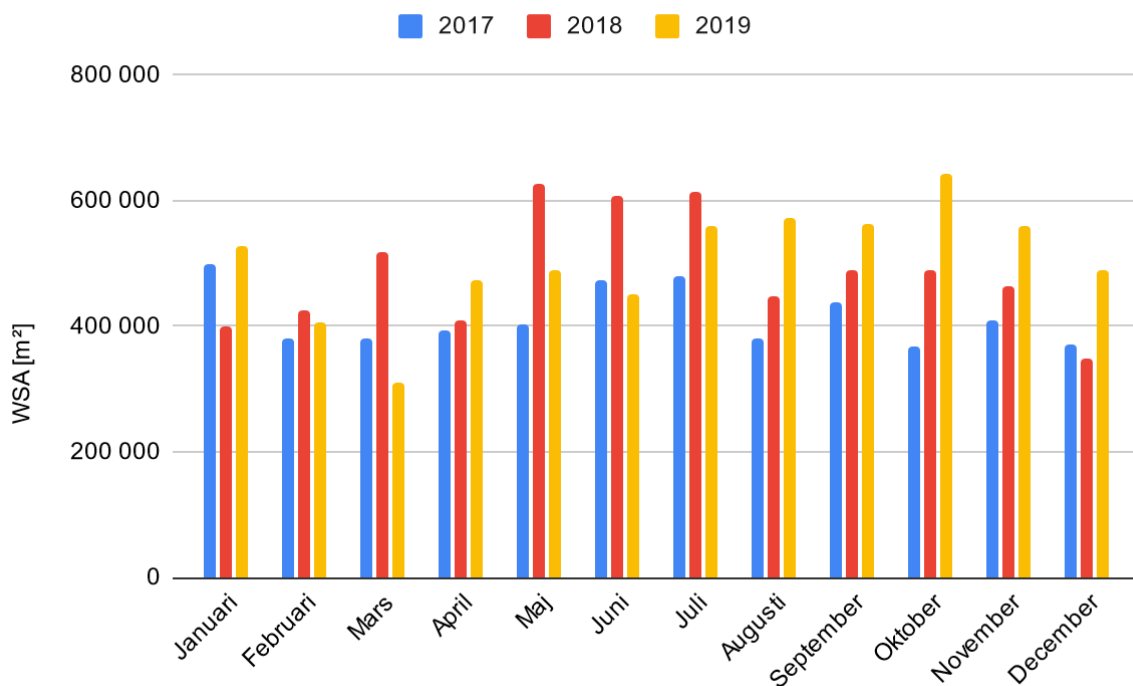
4.1 Hur stor skrovyta befinner sig på ankringsplatserna utanför Göteborgs hamn under olika tider på året?

Totalt 8588 fartyg är listade i datasetet från Göteborgs Hamn för antal ankrade fartyg i ankrings rutorna vid Trubaduren fyr, Dana fjord samt Rivö fjord för åren 2017, 2018 och 2019. För denna studie valdes 1080, 1277 respektive 1383 fartyg ut ur datasetet från Göteborgs Hamn. Resterande 4848 fartyg exkluderades ur studien då dessa befann sig vid ankringsplatserna under mindre än en timme eller är fartygstyper som saknar regressionsformler exempelvis bunkerfartyg, bogserfartyg, kustbevakningsfartyg eller fartyg som utgör annan kustnära trafik.

Av de utvalda fartygen ur datasetet från Göteborgs Hamn beräknades WSA för varje fartyg som sedan summerades i grupperingar av månader för varje studerat år i Tabell 2 (se bilaga 2). I Figur 2 presenteras den summerade WSA ur Tabell 2 (se bilaga 2) vilket besvarar en av studiens frågor om hur stor skrovyta som har befunnit sig på Göteborgs Hamns ankringsplatser vid Trubaduren fyr, Dana fjord och Rivö fjord under olika tider på året.

Figur 2

WSA från Göteborgs Hamns ankringsplatser



Kommentar. Figuren visar WSA från utvald data på fartyg som ankrat vid Göteborgs Hamns ankringsplatser under åren 2017, 2018 och 2019.

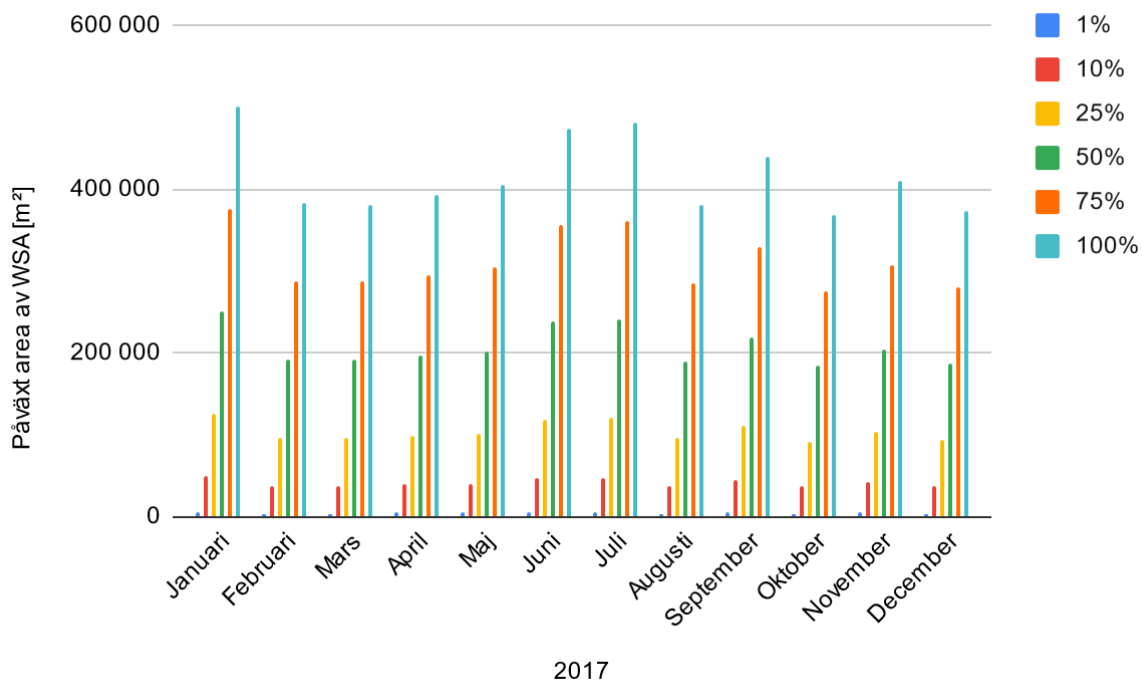
4.2 Hur många procent av skroven är täckt av påväxt som potentiellt kan släppa larver?

Påväxten antas variera mellan 1% och 100% hos fartygen ur datasetet från Göteborgs Hamn. I studien används sex olika täckningsgrader (1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100%) som visar vad respektive andel innebär i yta (WSA).

Med WSA ur Tabell 2 (se bilaga 2) multipliceras 0.01, 0.1, 0.25, 0.5, 0.75 och 1 för att ge olika täckningsgrader av påväxt i form av andel area av det totala WSA-värdet. Produkten ses i Tabell 3, 4 och 5 (se bilagor 3,4 och 5) och presenteras i Figur 3, Figur 4 och Figur 5 för respektive år 2017, 2018 och 2019.

Figur 3

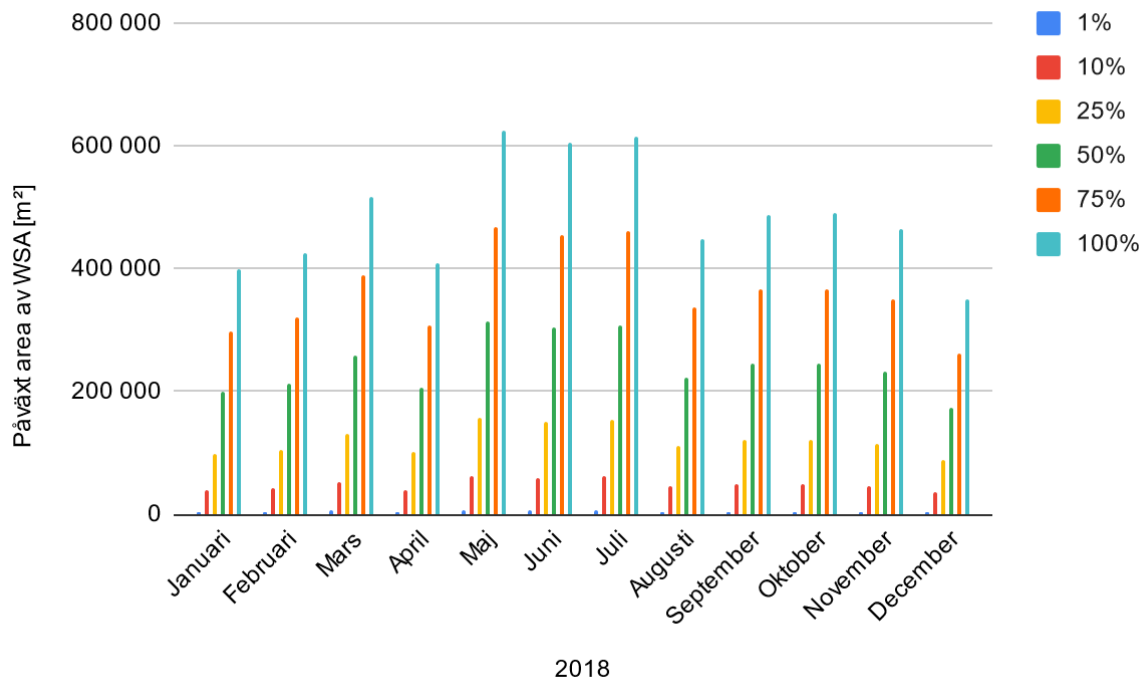
Påväxt area vid olika täckningsgrader av WSA



Kommentar. Figuren visar täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100% av WSA, det vill säga procent av kvadratmeter, per månad för de utvalda fartygen för året 2017.

Figur 4

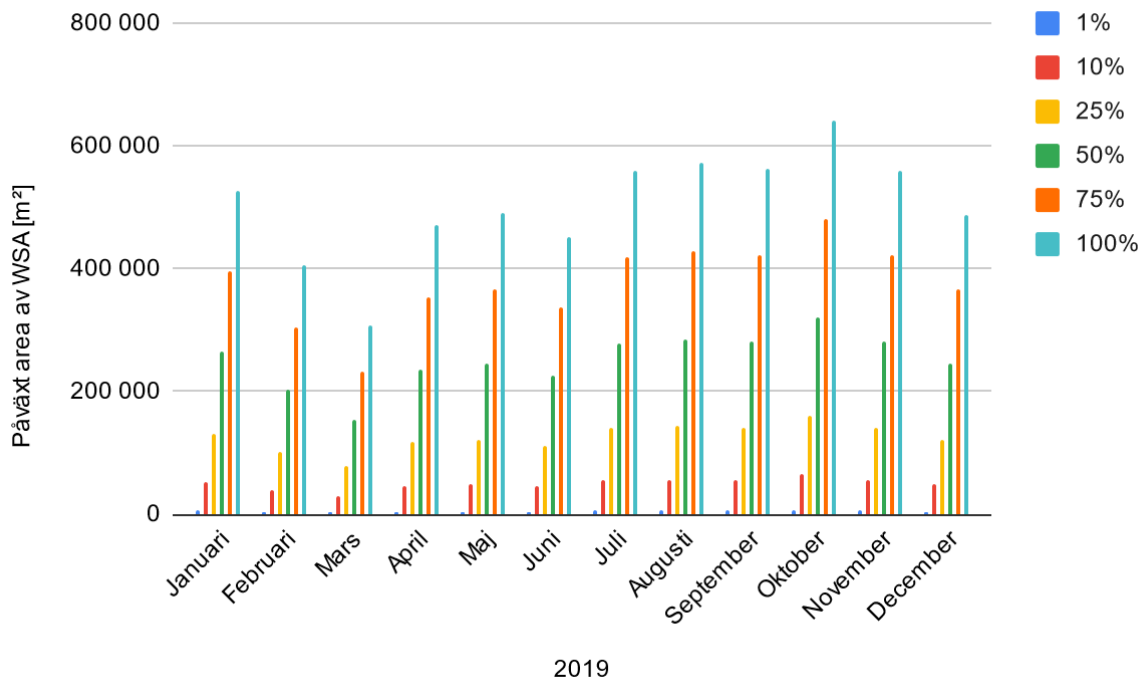
Påväxt area vid olika täckningsgrader av WSA



Kommentar. Figuren visar täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100% av WSA, det vill säga procent av kvadratmeter, per månad för de utvalda fartygen för året 2018.

Figur 5

Påväxt area vid olika täckningsgrader av WSA

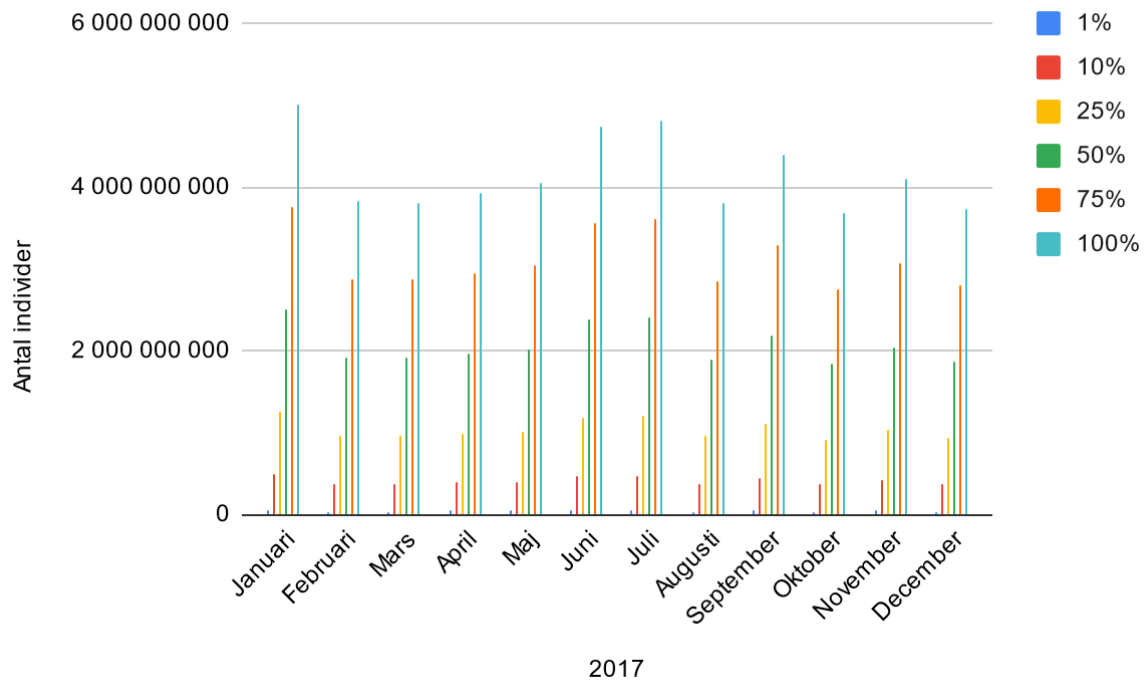


Kommentar. Figuren visar täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100% av WSA, det vill säga procent av kvadratmeter, per månad för de utvalda fartygen för året 2019.

För att beräkna antal individer av havstulpaner som kan finnas för de olika täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100% för åren 2017, 2018 och 2019, ges varje individ av havstulpan arean 1cm^2 . Vilket ger 100^2 havstulpaner per m^2 , det vill säga 10 000 havstulpaner per kvadratmeter. Denna faktor av 10 000 havstulpaner/kvadratmeter multipliceras med värdena i Tabell 3, 4 och 5. Produkten blir antal individer av havstulpaner för olika täckningsgrader och presenteras i Figur 6, Figur 7 och Figur 8 för respektive år.

Figur 6

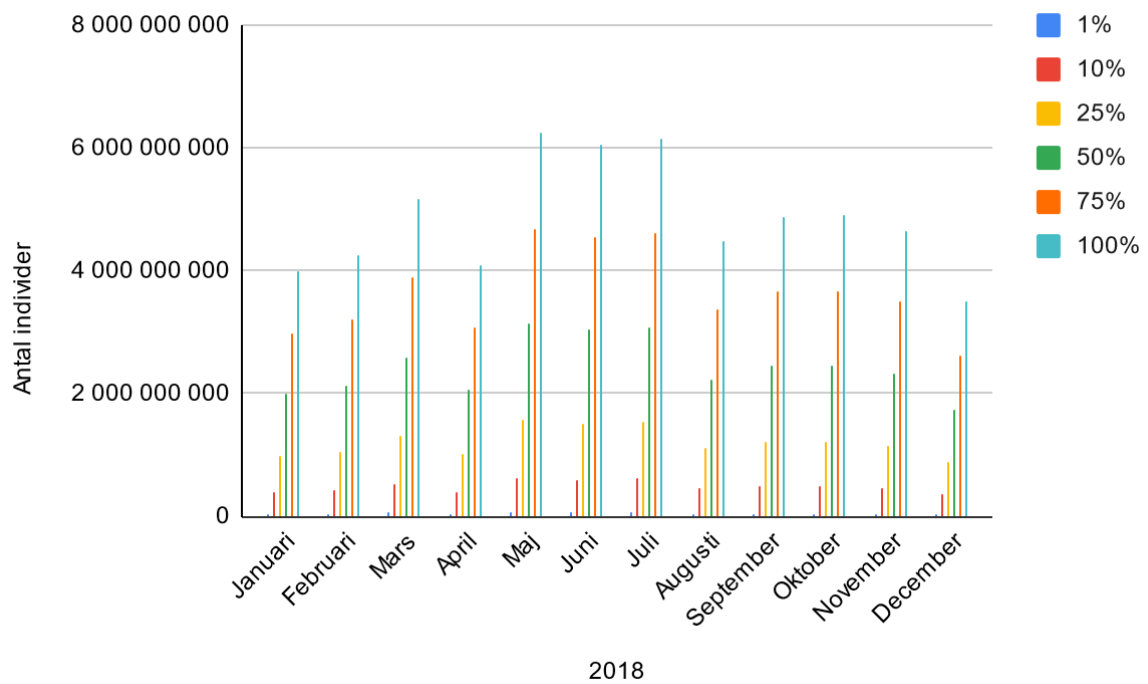
Antal havstulpaner vid olika täckningsgrader



Kommentar. Figuren visar antal individer av havstulpaner för täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100% av WSA, för utvalda fartyg för varje månad under året 2017.

Figur 7

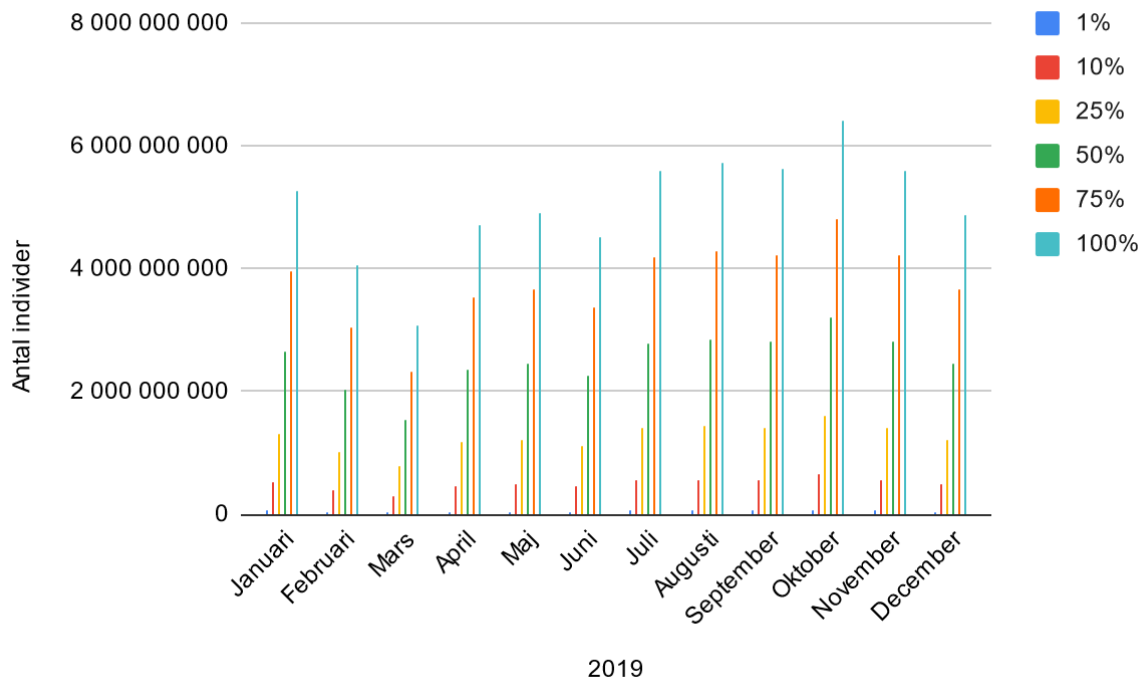
Antal havstulpaner vid olika täckningsgrader



Kommentar. Figuren visar antal individer av havstulpaner för täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100% av WSA, för utvalda fartyg för varje månad under året 2018.

Figur 8

Antal havstulpaner vid olika täckningsgrader



Kommentar. Figuren visar antal individer av havstulpaner för täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100% av WSA, för utvalda fartyg för varje månad under året 2019.

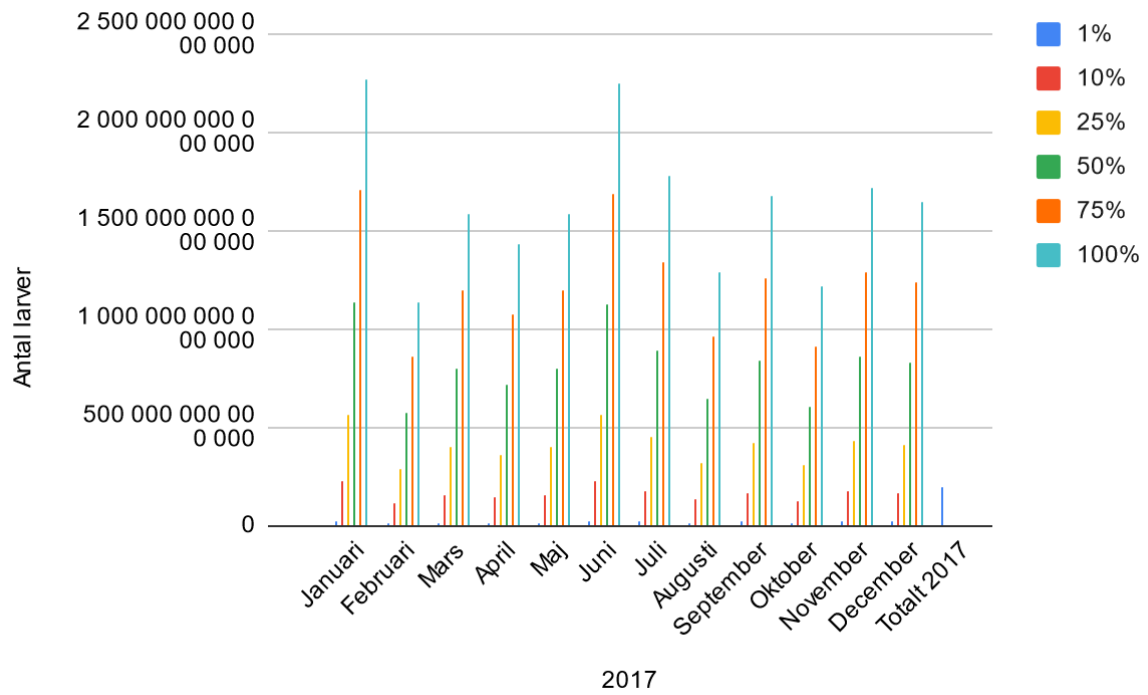
4.3 Hur stor blir den uppskattade spridningen av havstulpaner från skrovpåväxt utanför Göteborgs hamn?

I en studie av Jonsson et al. (2018) kan en havstulpan släppa upp till 7000 larver per dygn, vilket motsvarar cirka 291,67 larver per timme. Gamfeldt et al. (2005) menar att vilotid mellan larvsläpp omfattar ungefär fem till sex dygn, motsvarande minimum 120 timmar. Därför används de justerade ankringstiderna i Tabell 1 (se bilaga 1) som subtraherar 120 timmar för varje 24 timmars period för fartyg som ligger längre än 24 timmar.

Alltså multipliceras 291,67 larver per timme med de justerade ankringstiderna i Tabell 1 (se bilaga 1) samt med antal havstulpaner ur Tabell 6, Tabell 7 och Tabell 8 (se bilagor 6, 7 och 8). Produkten blir maxvärden för antal larver som kan släppas se Tabell 9, Tabell 10 och Tabell 11 (se bilagor 9, 10 och 11) och presenteras i Figur 9, Figur 10 och Figur 11.

Figur 9

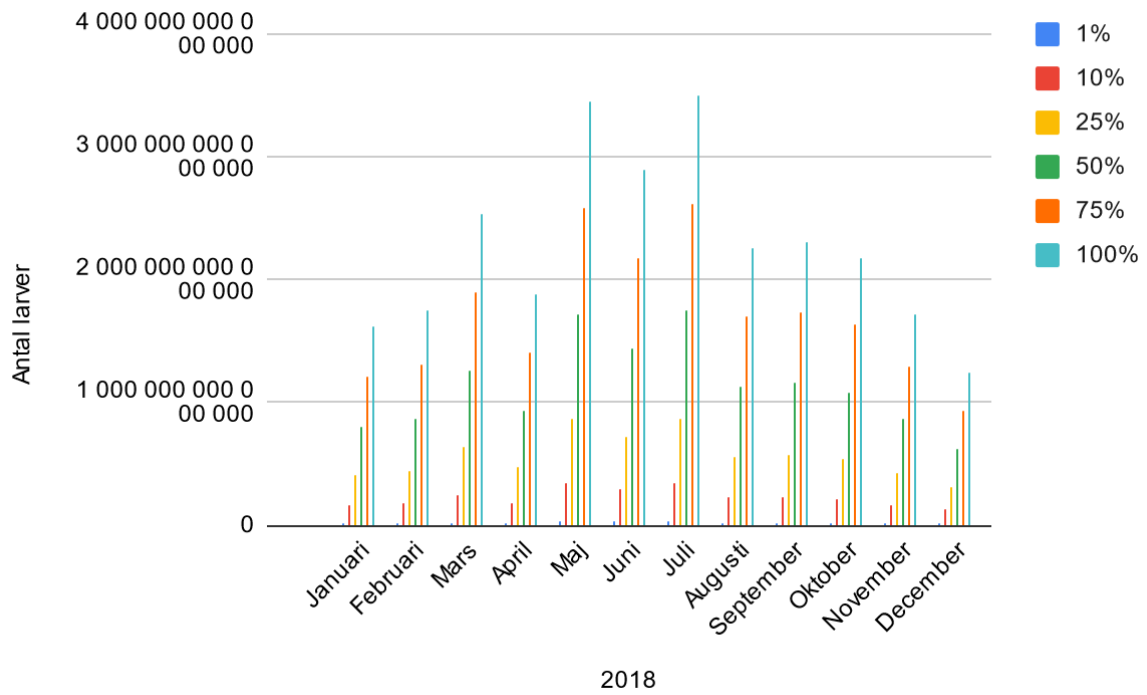
Antal larver från havstulpaner vid olika täckningsgrader



Kommentar. Figuren visar antal larver som släppts per månad under året 2017 för täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100%.

Figur 10

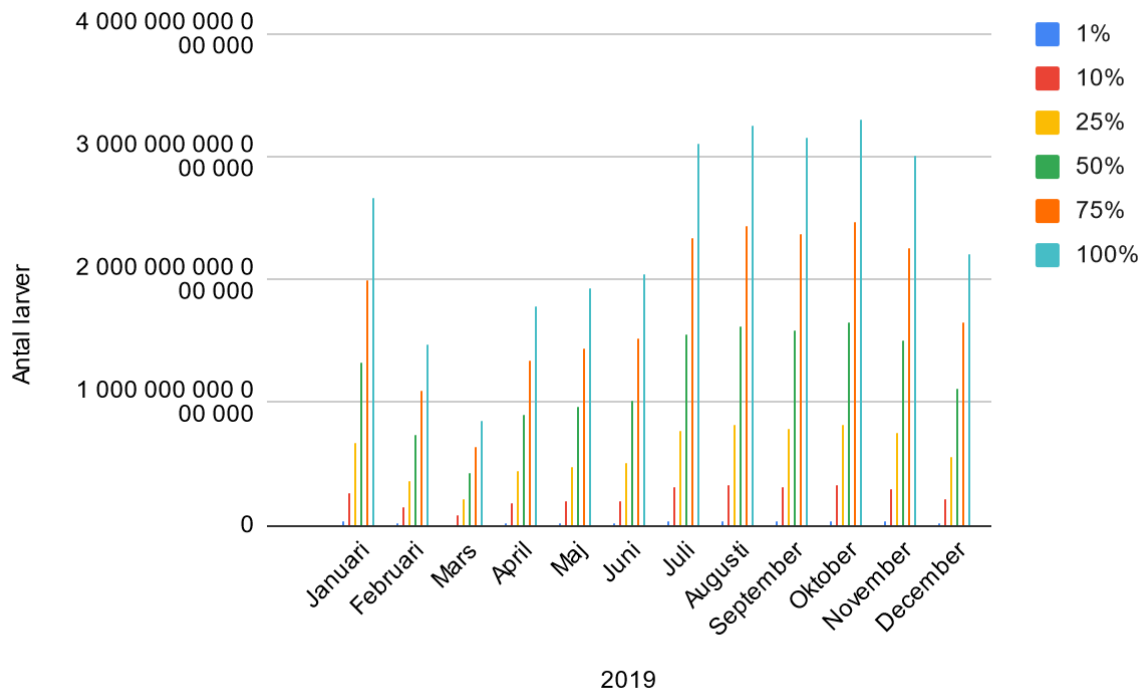
Antal larver från havstulpaner vid olika täckningsgrader



Kommentar. Figuren visar antal larver som släppts per månad under året 2018 för täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100%.

Figur 11

Antal larver från havstulpaner vid olika täckningsgrader



Kommentar. Figuren visar antal larver som släppts per månad under året 2019 för täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100%.

Beräkningarna visar att det kan släppas ett stort antal larver (exempelvis 196,067,700,094,116 larver för 1% täckningsgrad året 2017) under ett år från ankrade fartyg utanför Göteborgs hamn. Dessa larver kan då spridas med strömmar och vind till intilliggande fartyg eller andra strukturer där de kan etablera sig och bidra till en ökad spridning i Göteborgs Hamns närområde.

5. DISKUSSION

5.1 Metoddiskussion

Studien har använt sig av en kombination av kvantitativ och kvalitativ metod enligt definitionen av Descombe (2014). Den kvantitativa delen bestod av datasett tillhandahållna av Göteborgs Hamn innehållande information om ankrade fartyg. Analysen av datan och resultaten är en kvalitativ analys grundad i den litteratur som fanns tillgänglig (Descombe, 2014). Då litteraturen inom området varit begränsad så har antaganden fått göras gällande havstulpaners reproduktion. Antagande har också fått föras angående täckningsgrad då det inte låg inom ramen för studien att utföra egna undersökningar av skroven på ankrade fartyg.

5.1.1 Täckningsgrader

Täckningsgradernas procentsatser 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100% användes i denna studie för att ge en bred presentation av vad minimum- och maxvärden av antal havstulpaner skulle innebära i form av larvsläpp för fartyg med olika scenarion av påväxt, dock under förutsättning att samtliga fartyg var drabbade av samma andel skrovpåväxt.

I kapitel 3.3 visar studien av Davidson et al. (2009) att majoriteten (95%) av de undersökta fartygen hade en täckningsgrad på 1%, vilket ger ett möjligt minimumvärde denna studie kan utgå ifrån, och där övriga 5% av fartygen hade 90% täckningsgrad. Kapitel 2.3 samt 3.3 lyfter specialområden som svåra att rengöra vilket gör dem intressanta då de visar vad fartyg med i övrigt rena skrov ändå skulle kunna bidra med spridning av larver. Den genomsnittliga andelen specialområden oberoende av fartygstyp är 10%. Studien har antagit att dessa områden är helt beväxta vilket inte alltid är sant men ger ett hanterbart värde. Detta värde underlättar beräkningarna i kapitel 4.2 då dessa ej redovisas baserat på fartygstyp. Vidare är 25%, 50%, 75% och 100% täckningsgrader endast en visning i vad mindre till full påväxt på fartygsskrov skulle innebära i antal havstulpaner och larvsläpp vid Göteborgs Hamns ankarplatser.

Att inte använda minimum- och maxvärden i beräkningarna i denna studie hade krävt en djupare analys av studier eller undersökningar av fartygsskrov för att finna ett medelvärde i täckningsgrad som fartyg i Göteborgs Hamns närområde har. En sådan djupare undersökning ansågs ligga utanför tidsplan och kompetens hos författarna av denna studie.

5.1.2 Antal havstulpaner

I kapitel 3.3 används en kvadratcentimeter i stället för en centimeter i diameter som storlek för varje individuell havstulpan. Detta medför enklare matematiska beräkningar eftersom både antal havstulpaner per kvadratmeter samt fartygens WSA använder enheten kvadratmeter. Att använda kvadratcentimeter som storlek för en havstulpan är dock något missvisande eftersom havstulpaner är runda med en ungefärlig diameter av en centimeter. Denna faktor ger utrymme för ytterligare havstulpaner att växa mellan varje grupp av 4 individer. Detta medför att resultatet av 100% täckningsgraden i kapitel 4.2 egentligen ej ger ett maxvärde av antal havstulpaner, då det hade fått plats med fler individer på fartygsskrovet om beräkningarna utgått från en centimeter i diameter som havstulpanens storlek.

5.1.3 Antal havstulpanlarver

I kapitel 3.3 anges antal havstulpanlarver som kan släppas per dygn samt längden av viloperioden mellan varje larvsläpp, vilket innebär att havstulpaner på ett fartyg som ankrar en längre period kan hinna släppa larver i flera omgångar. Detta ger ett maxvärde av antal larver som kan släppas från de aktuella fartygen vilket i realitet innebär att det släpps ett okänt antal mellan noll och detta maxvärde. Detta eftersom havstulpaner påverkas av faktorer i sin omgivning, se kapitel 2.1, såsom bland annat temperatur och salinitet. Även antifouling system, se kapitel 2.3, påverkar havstulpanens möjlighet att fästa på skrovytor och föröka sig.

5.2 Resultatdiskussion

Resultatet i denna studie besvarar frågeställningarna om WSA för fartyg som befinner sig på ankringsplatser i Göteborgs Hamn, möjliga täckningsgrader och antal larver. Uträkningarna visar hur många larver som kan spridas från påväxt på fartygsskrov.

5.2.1 WSA och ankringstider

Baserat på de faktorer som fanns i datasetet från Göteborgs Hamn, så var regressionsformlerna i kapitel 3.2 det som kunde användas för att beräkna WSA i kapitel 4.1. Regressionsformlerna täckte dock inte alla fartygstyper vilket gjorde att en del fartyg fick exkluderas ur datasetet. Då författarna av denna studie ej kunde avgöra, i mån av kunskap, om de exkluderade fartygen hade en liknande undervattensyta som hade matchat en typ av regressionsformel.

Vid beräkningarna av regressionsformlerna i datasetet märkte författarna att det ej var möjligt att använda hela formeln i en enda beräkning i Google kalkylark, exempelvis för bulkfartyg $((NRT^{0,587})^{26,12})$, då detta gav en för liten yta vid kontrollberäkning på ett fartyg. Beräkningarna fick därför delas upp i två uträkningar, $NRT^{0,587}$ och produkten $*26,12$. Produkterna summerades sedan per månad för varje år i datasetet.

Vid summeringen av fartygens ankringstider per månad, lyckades författarna ej använda auto-summeringsfunktionen i Google kalkylark eller Microsoft Excel, på grund av tidsformatet HH:MM. Tidernas fick därför manuellt summeras, HH:MM + HH:MM + HH:MM och så vidare, för varje månad och där viloperioderna på 120 timmar för fartyg som ankrade längre subtraheras. Ankringstiderna per månad omvandlades sedan med manuell beräkning från formatet HH:MM till HH,MM för vidare beräkningar med täckningsgrad och larver.

5.2.2 Täckningsgrader

Eftersom ingen djupare undersökning eller tester på en tillräcklig stor grupp av fartyg genomfördes i kapitel 3.3. går det inte att finna ett medelvärde på täckningsgrad för fartyg. Resultatet i kapitel 4.2 måste därför baseras på ett antagande att täckningsgraden kan variera mellan 1–100%. Ett medelvärde, alternativt ett mindre spann av täckningsgrader skulle precisera antal havstulpaner och larver ytterligare.

5.2.3 Larver

I resultatets beräkningar, se kapitel 4.3, av larvsläpp används maxvärdet av 7000 larver som släpps per dygn med en viloperiod på 120 timmar mellan larvsläppen kontinuerligt under hela året. Detta är ej rimligt under längre tidsperioder då havstulpanernas aktivitet minskar och ökar beroende på en rad faktorer under året, se kapitel 2.1. Figurerna 9, 10 och 11 i kapitel 4.3 visar därför möjliga maxvärden av larver och det verkliga antalet bör ses som ett värde mellan noll och maxvärdet.

I en studie av Johansson och Gibson (2013) väljs 5800 fartyg ut ur ett dataset från 2011 som berör Göteborgs Hamn. Fartygen väljs ut då de genomför lossning av barlastvatten i hamnen. Ur Johansson och Gibson (2013) studie beräknas det att det släpptes ut 8,685,594 metrisk ton [mt] barlastvatten i Göteborgs Hamn året 2011, vilket innebär 8,685,594 kubikmeter [m³] till cirka 8,473,750 kubikmeter [m³] barlastvatten beroende på densitet (1,000–1,025 mt/m³). Barlastvattenförordningen (2017:74) stipulerar att varje kubikmeter [m³] utsläppt barlastvatten får innehålla maximalt tio livsdugliga organismer med en storlek om minst 50 mikrometer [µm] det vill säga 0,05milimeter [mm].

Om faktorerna 8,685,594 m³ till cirka 8,473,750 m³ barlastvatten från Johansson och Gibsons (2013) studie samt faktorn 10 livsdugliga individer per kubikmeter barlastvatten från Barlastvattenförordningen (2017:74) multipliceras, med antagandet att de livsdugliga organismerna består av havstulpanlarver, fås produkten 84,737,500 till 86,855,940 larver i utsläppt barlastvatten i Göteborgs Hamn för året 2011. Ur Tabell 9 (se bilaga 9) i denna studie kan antal havstulpanlarver summeras för året 2017 för 1% täckningsgrad till 196,067,700,094,116 havstulpanlarver för 1080 fartyg.

Detta innebär att ur barlastvatten erhålls endast 0,000004–0,00004% havstulpanlarver jämfört mot larvsläpp från påväxt med täckningsgrad 1%.

I avslutande delen av kapitel 4.3 fördjupas ej spridningen av larver med hur ett spridningsmönster skulle kunna se ut i Göteborgs Hamns närområde. Då ett spridningsmönster skulle kräva ytterligare undersökning i hur strömmar och vind påverkar spridningen av larver, vilket ligger utanför tidsplan och kunskap hos författarna.

5.3 Förbättringsdiskussion

5.3.1 Vad betyder våra resultat i förhållande till spridning av larver?

Baserat på beräkningarna visar resultaten på en stor potentiell spridning inom de givna avgränsningarna. Denna stora spridning är ungefärlig men visar på betydande risker relaterat till spridning av främmande arter. Studien fokuserade på havstulpaner, vilket gör att data för andra arter vilka också kan förekomma inte beaktas. De arter som ej inkluderats kan potentiellt ha liknande reproduktionsmönster vilket skulle kunna mångdubbla släpp av larver om en mer varierad påväxt förekommer, speciellt vid lägre täckningsgrad av havstulpaner.

5.3.2 Bör det finnas regleringar av skrovpåväxt?

Ja det bör finnas regleringar av skrovpåväxt. De potentiella larvsläppen studien beräknat är stora vilket innebär att de skador havstulpaner och annan marin påväxt kan orsaka är markanta. Regleringar behövs för även med den minsta antagna påväxtgraden släpper havstulpaner på skrov fler larver än vad som är tillåtet från barlastvatten. Detta utsläpp kan minskas om fler fartyg och rederier följer MEPC 62/24/Add.1 Annex 26, i dagsläget har inte författarna någon statistik på hur många fartyg som följer rekommendationerna.

5.3.3 Vilka åtgärder kan minska problemen relaterade till skrovpåväxt?

För att minska problemen med skrovpåväxt behöver andelen påväxt minskas. Detta kan uppnås på flera sätt bland annat genom att följa de rekommendationer som finns i MEPC 62/24/Add.1 Annex 26. Dessa innefattar bland annat installation av antifouling system vilka finns presenterade i 2.2. Valet av antifouling system beror på vad fartyget har för förutsättningar, behov och budget. Oavsett val av system så behöver de underhållas. Rekommendationer för underhåll av antifouling system finns även det i MEPC 62/24/Add.1

Annex 26. MEPC 62/24/Add.1 Annex 26 innefattar även information om hur fartyg kan designas för att vara så lätta att hålla fria från skrovpåväxt som möjligt. Förbättringsmöjligheter finns även inom design och skötsel av specialområden (niche areas) som kan stå för 7–27% påväxt, se kapitel 2.4.

5.3.4 Hur bör skrovpåväxt regleras?

IMO bör implementera MEPC 62/24/Add.1 Annex 26 som ett regelverk i stället för den rekommendation den är idag likt kraven för barlastvatten. Skrovpåväxthantering kan också inkluderas som krav från intresseorganisationer inom sjöfarten samt från rederier om inte annat för att öka bränsleeffektiviteten hos fartygen. Skrovpåväxten har, som påvisat i kapitel 2.2, stor påverkan på bränslekonsumtionen för fartyg vilket orsakar ökade kostnader samt större utsläpp av avgaser då det går åt mer bunker för att bibehålla marschfart.

6. SLUTSATSER

Studien besvarar WSA, täckningsgrader och mängd larver men kunde fördjupas om de fartyg som behandlats hade genomgått en inspektion av skrovet för att bekräfta vilken typ och mängd påväxt som finns. Detta var dock med de resurser som fanns att tillgå och den tid det hade tagit en omöjlighet. Därför är resultaten en uppskattning baserad på data från andra studier samt statistik från Göteborgs hamn av olika scenarier som bedöms rimliga utifrån de begränsningar som fanns.

Frågeställningarna besvarades väl. Det hade varit av intresse att studera hur larverna som släpps från fartygen kan förflyttas med strömmar och vind, men detta kräver djupare kunskaper om vattenmassans förflyttning på olika djup i Göteborgs skärgård.

Resultaten visar på mycket stora larvsläpp speciellt i jämförelse med utsläpp från barlastvatten. De potentiella larvsläppen från barlastvatten motsvarar endast cirka 0,000004–0,00004% i förhållande till minimilarvsläpp för skrovpåväxt för 2017, vilket visar på en betydande problematik, speciellt när gränsvärden för tillåtet antal larver per kubikmeter utsläppt barlastvatten är så hårt reglerat. Resultaten är inte justerade för säsongsbaserade avvikelser utan är beräknade utifrån en kontinuerlig och maximal reproduktion. Det gör att resultaten speciellt för vintermånaderna troligtvis är gravt överestimerade. Författarna är medvetna om detta men såg inget applicerbart sätt att erhålla data om larvsläpp under vintermånaderna utan att ta egna mätningar kontinuerligt över en längre period vilket inte var möjligt enligt studiens omfattning.

Under arbetets gång har författarna behövt omvärdera och utveckla frågeställningar och syfte då den ursprungliga idén visade sig vara för ambitiös för att på ett realistiskt sätt kunna producera en värdig produkt inom de givna ramarna för denna studie.

6.1 Rekommendationer till fortsatt arbete

Fortsatt arbete skulle kunna innefatta vidare studier av täckningsgrader för att finna ett spann, exempelvis 1–20%, hos fartygen i Göteborgs Hamns närområde. Även vidare studier av antal larver som en havstulpan individ släpper under årets gång skulle kunna precisera larvsläppen storlek från påväxt ytterligare.

Då denna studie begränsat sig till ankrade fartyg vilka inte är konstant i samma område (bunkerfartyg är exkluderade) kan vidare studier även undersöka de fartygen. Vidare forskning kan innebära mer omfattande beräkningar av alla ankrade fartyg samt fartyg till kaj i Göteborgs hamn.

Områden som inte lyfts i denna studie men som är intressanta att skriva om i ett arbete är spridningsarean från havstulpanlarver i Göteborgs Hamn och hur strömmar och vind skulle påverka detta. Samt hur andra arters reproduktion ser ut vid ankringsplatserna i Göteborgs Hamn och vad följderna blir av andra arter.

KÄLLFÖRTECKNING

Bruce George J., & Eyres David J. (2013). 27.3 Antifouling Systems. In *Ship Construction (7th Edition)*. Elsevier.

Claire Hellio, & Diego Yebra. (2009). *Advances in Marine Antifouling Coatings and Technologies*. Woodhead Publishing.

Davidson, I. C. (1), Sytsma, M. D. (1), Ruiz, G. M. (1,3), & Brown, C. W. (2). (n.d.). The role of containerships as transfer mechanisms of marine biofouling species. *Biofouling*, 25(7), 645–655. <https://doi.org/10.1080/08927010903046268>

Dokkum, K. van. (2016). *Ship knowledge : ship design, construction and operation* (9. uppl. ss. 339-341). DOKMAR.

Dyntaxa(2021, 11 februari) Art: *Amphibalanus improvisus* - slät havstulpan
<https://www.dyntaxa.se/Taxon/Info/261373>

Gamfeldt et al. (2005). Increasing intraspecific diversity enhances settling success in a marine invertebrate. *Ecology*, 86(12), 3219-3224. <https://doi.org/10.1890/05-0377>

Essock-Burns, T. (1), Gohad, N. V. (2), Orihuela, B. (3), Mount, A. S. (3), Rittschof, D. (3), Spillmann, C. M. (4), & Wahl, K. J. (5). (n.d.). Barnacle biology before, during and after settlement and metamorphosis: A study of the interface. *Journal of Experimental Biology*, 220(2), 194–207. <https://doi.org/10.1242/jeb.145094>

Flemming, H.-C., Sriyutha Murthy, P., Venkatesan, R., & Cooksey, K. (2009). *Marine and industrial biofouling* (volume 4). Springer. <https://doi-org.proxy.lib.chalmers.se/10.1007/978-3-540-69796-1>

Gollasch, S., & Leppäkoski, E. (1999). *Initial risk assessment of alien species in Nordic coastal waters*. Nord.

Gollasch, S. (2002). The importance of ship hull fouling as a vector of species introductions into the North Sea. *Biofouling*, 18(2), 105–121. <https://doi.org/10.1080/08927010290011361>

Google Earth. (2021). Skärmdump Göteborgs hamn med ankarplatser den 15 Februari 2021 15:00 CET [skärmdump]. Hämtad från earth.google.com

International Maritime Organisation. (2011). *2011 Guidelines for the control and management of ships' biofouling to minimize the transfer of invasive aquatic species*. ANNEX 26, RESOLUTION MEPC.207(62). Hämtad från: <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/RESOLUTIONMEPC.207%5B62%5D.pdf>

International Maritime Organisation (2021, 10 augusti) *Implementing the Ballast Water Management Convention*. <https://www.imo.org/en/MediaCentre/HotTopics/Pages/Implementing-the-BWM-Convention.aspx>

Infrastrukturdepartementet. (2020.08 december) SFS 2017:74. Barlastvattenförordningen. https://www.riksdagen.se/sv/dokument-lagar/dokument/svensk-forfattningssamling/barlastvattenforordning-201774_sfs-2017-74

Jonsson, P. R., Wrangé, A. L., Lind, U., Abramova, A., Ogemark, M., Blomberg, A. The Barnacle *Balanus improvisus* as a Marine Model - Culturing and Gene Expression. *J. Vis. Exp.* (138), e57825, doi:10.3791/57825 (2018)

Miller, A. W. (1), Davidson, I. C. (1), Minton, M. S. (1), Steves, B. (1), Ruiz, G. M. (1), Moser, C. S. (2), & Drake, L. A. (3). (n.d.). Evaluation of wetted surface area of commercial ships as biofouling habitat flux to the United States. *Biological Invasions*, 20(8), 1977–1990. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1672-9>

Moser, C. S., Wier, T. P., Grant, J. F., First, M. R., Tamburri, M. N., Ruiz, G. M., Miller, A. W., & Drake, L. A. (2016). Quantifying the total wetted surface area of the world fleet: a first step in determining the potential extent of ships' biofouling. *Biological Invasions*, 1, 265. <https://doi.org/10.1007/s10530-015-1007-z>

Moser, C. S., Wier, T. P., First, M. R., Grant, J. F., Riley, S. C., Robbins-Wamsley, S. H., Tamburri, M. N., Ruiz, G. M., Miller, A. W., & Drake, L. A. (2017). Quantifying the extent of niche areas in the global fleet of commercial ships: the potential for “super-hot spots” of biofouling. *Biological Invasions*, 6, 1745.
<https://doi.org/10.1007/s10530-017-1386-4>

Schultz, M. P. (2007). Effects of coating roughness and biofouling on ship resistance and powering. *Biofouling*, 23(5), 331–341.
<https://doi.org/10.1080/08927010701461974>

Transportstyrelsen. (2021, 26 januari) *Regler om båtbottnfärg*
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/sjofart/Fritidsbatar/Batlivets-miljofragor/regler-om-batbottnfarg/>

Wrange, A.-L. (2013). Havstulpanprojektet på västkusten 2012 : En studie om påväxtdynamik i norra Bohuslän under båtsäsongen 2012. Göteborg. Hämtad från
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:havochvatten:diva-44> 2020-11-20

Denscombe, M. (2014). *The good research guide: for small-scale social research projects*. (5th ed). Open University Press.

BILAGOR

BILAGA 1.

Tabell 1

Summerad ankringstid i timmar per månad för samtliga fartygstyper för året 2017, 2018 och 2019

Månad	2017	2018	2019
Januari	1556,07	1384,50	1731,33
Februari	1023,65	1407,33	1240,43
Mars	1429,38	1672,88	951,40
April	1253,40	1569,92	1299,12
Maj	1347,20	1889,98	1351,88
Juni	1626,77	1636,72	1546,68
Juli	1275,02	1953,62	1907,62
Augusti	1159,18	1732,42	1950,55
September	1308,77	1621,78	1923,15
Oktober	1133,82	1520,98	1763,88
November	1438,02	1270,23	1842,72
December	1519,03	1219,20	1553,08

Kommentar. Tabellen visar för året 2017, 2018 och 2019 antal timmar per månad som samtliga utvalda fartyg befinner sig på ankringsplatserna och där vilotider om 120 timmar subtraheras mellan varje 24 timmars period för larvsläpp. Den obearbetade datan kommer från dokumentet "Ankring 2016–2019" utav Göteborgs Hamn.

BILAGA 2.**Tabell 2**

Summerad Wetted Surface Area (WSA) i kvadratmeter per månad för samtliga fartygstyper för året 2017, 2018 och 2019

Månad	2017	2018	2019
Januari	500322,78	399370,22	528421,24
Februari	381813,35	425779,62	405406,77
Mars	381471,12	518526,92	309000,55
April	392882,01	410118,83	472760,86
Maj	404757,15	626171,04	489579,55
Juni	474395,7	606282,51	451786,44
Juli	479891,04	613787,37	558943,26
Augusti	380567,93	447666,45	571869,16
September	438871,35	489154,15	563555,92
Oktober	368174,19	490212,56	642218,29
November	408847,45	465182,18	561161,44
December	372190,42	350050,93	488638,24

Kommentar. Tabellen visar en summering av WSA i kvadratmeter [m²] per månad för samtliga fartygstyper för året 2017, 2018 och 2019. Där WSA beräknades med formler ur Tabell 1 och utvald data, enligt avgränsningar kapitel 1.4, från statistik av Göteborgs Hamn.

BILAGA 3.**Tabell 3**

Täckningsgrader av havstulpaner baserat på total WSA, för året 2017

Månad	Täckningsgrad 1%	Täckningsgrad 10%	Täckningsgrad 25%	Täckningsgrad 50%	Täckningsgrad 75%	Täckningsgrad 100%
Januari	5003	50032	125081	250161	375242	500323
Februari	3818	38181	95453	190907	286360	381813
Mars	3815	38147	95368	190736	286103	381471
April	3929	39288	98221	196441	294662	392882
Maj	4048	40476	101189	202379	303568	404757
Juni	4744	47440	118599	237198	355797	474396
Juli	4799	47989	119973	239946	359918	479891
Augusti	3806	38057	95142	190284	285426	380568
September	4389	43887	109718	219436	329154	438871
Oktober	3682	36817	92044	184087	276131	368174
November	4088	40885	102212	204424	306636	408847
December	3722	37219	93048	186095	279143	372190

Kommentar. Tabellen visar vad olika procentsatser av täckningsgrader av havstulpaner resulterar i kvadratmeter [m²] av den totala WSA per månad för året 2017. Tabellen är en produkt av Tabell 3 multiplicerat med 0.01, 0.1, 0.25, 0.50, 0.75 och 1.0 för olika täckningsgrader av havstulpaner på WSA.

BILAGA 4.**Tabell 4**

Täckningsgrader av havstulpaner baserat på total WSA, för året 2018

Månad	Täckningsgrad 1%	Täckningsgrad 10%	Täckningsgrad 25%	Täckningsgrad 50%	Täckningsgrad 75%	Täckningsgrad 100%
Januari	3994	39937	99843	199685	299528	399370
Februari	4258	42578	106445	212890	319335	425780
Mars	5185	51853	129632	259263	388895	518527
April	4101	41012	102530	205059	307589	410119
Maj	6262	62617	156543	313086	469628	626171
Juni	6063	60628	151571	303141	454712	606283
Juli	6138	61379	153447	306894	460341	613787
Augusti	4477	44767	111917	223833	335750	447666
September	4892	48915	122289	244577	366866	489154
Oktober	4902	49021	122553	245106	367659	490213
November	4652	46518	116296	232591	348887	465182
December	3501	35005	87513	175025	262538	350051

Kommentar. Tabellen visar vad olika procentsatser av täckningsgrader av havstulpaner resulterar i kvadratmeter [m²] av den totala WSA per månad för året 2018. Tabellen är en produkt av Tabell 3 multiplicerat med 0.01, 0.1, 0.25, 0.50, 0.75 och 1.0 för olika täckningsgrader av havstulpaner på WSA.

BILAGA 5.**Tabell 5**

Täckningsgrader av havstulpaner baserat på total WSA, för året 2019

Månad	Täckningsgrad 1%	Täckningsgrad 10%	Täckningsgrad 25%	Täckningsgrad 50%	Täckningsgrad 75%	Täckningsgrad 100%
Januari	5284	52842	132105	264211	396316	528421
Februari	4054	40541	101352	202703	304055	405407
Mars	3090	30900	77250	154500	231750	309001
April	4728	47276	118190	236380	354571	472761
Maj	4896	48958	122395	244790	367185	489580
Juni	4518	45179	112947	225893	338840	451786
Juli	5589	55894	139736	279472	419207	558943
Augusti	5719	57187	142967	285935	428902	571869
September	5636	56356	140889	281778	422667	563556
Oktober	6422	64222	160555	321109	481664	642218
November	5612	56116	140290	280581	420871	561161
December	4886	48864	122160	244319	366479	488638

Kommentar. Tabellen visar vad olika procentsatser av täckningsgrader av havstulpaner resulterar i kvadratmeter [m²] av den totala WSA per månad för året 2019. Tabellen är en produkt av Tabell 3 multiplicerat med 0.01, 0.1, 0.25, 0.50, 0.75 och 1.0 för olika täckningsgrader av havstulpaner på WSA.

BILAGA 6.**Tabell 6**

Antal individer av havstulpaner för olika täckningsgrader av WSA, för året 2017

Månad	Täckningsgrad 1%	Täckningsgrad 10%	Täckningsgrad 25%	Täckningsgrad 50%	Täckningsgrad 75%	Täckningsgrad 100%
Januari	50032278	500322780	1250806950	2501613900	3752420850	5003227800
Februari	38181335	381813350	954533375	1909066750	2863600125	3818133500
Mars	38147112	381471120	953677800	1907355600	2861033400	3814711200
April	39288201	392882010	982205025	1964410050	2946615075	3928820100
Maj	40475715	404757150	1011892875	2023785750	3035678625	4047571500
Juni	47439570	474395700	1185989250	2371978500	3557967750	4743957000
Juli	47989104	479891040	1199727600	2399455200	3599182800	4798910400
Augusti	38056793	380567930	951419825	1902839650	2854259475	3805679300
September	43887135	438871350	1097178375	2194356750	3291535125	4388713500
Oktober	36817419	368174190	920435475	1840870950	2761306425	3681741900
November	40884745	408847450	1022118625	2044237250	3066355875	4088474500
December	37219042	372190420	930476050	1860952100	2791428150	3721904200

Kommentar. Tabellen visar antal individer av havstulpaner per månad för täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100% av WSA, för året 2017. Tabellen är en produkt av Tabell 4 multiplicerat med faktorn 10000 havstulpaner per kvadratmeter [m²], faktorn är baserad på att en havstulpan är en kvadratcentimeter [cm²].

BILAGA 7.**Tabell 7**

Antal individer av havstulpaner för olika täckningsgrader av WSA, för året 2018

Månad	Täckningsgrad 1%	Täckningsgrad 10%	Täckningsgrad 25%	Täckningsgrad 50%	Täckningsgrad 75%	Täckningsgrad 100%
Januari	39937022	399370220	998425550	1996851100	2995276650	3993702200
Februari	42577962	425779620	1064449050	2128898100	3193347150	4257796200
Mars	51852692	518526920	1296317300	2592634600	3888951900	5185269200
April	41011883	410118830	1025297075	2050594150	3075891225	4101188300
Maj	62617104	626171040	1565427600	3130855200	4696282800	6261710400
Juni	60628251	606282510	1515706275	3031412550	4547118825	6062825100
Juli	61378737	613787370	1534468425	3068936850	4603405275	6137873700
Augusti	44766635	447666350	1119165875	2238331750	3357497625	4476663500
September	48915415	489154150	1222885375	2445770750	3668656125	4891541500
Oktober	49021256	490212560	1225531400	2451062800	3676594200	4902125600
November	46518218	465182180	1162955450	2325910900	3488866350	4651821800
December	35005093	350050930	875127325	1750254650	2625381975	3500509300

Kommentar. Tabellen visar antal individer av havstulpaner per månad för täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100% av WSA, för året 2018. Tabellen är en produkt av Tabell 4 multiplicerat med faktorn 10000 havstulpaner per kvadratmeter [m²], faktorn är baserad på att en havstulpan är en kvadratcentimeter [cm²].

BILAGA 8.**Tabell 8**

Antal individer av havstulpaner för olika täckningsgrader av WSA, för året 2019

Månad	Täckningsgrad 1%	Täckningsgrad 10%	Täckningsgrad 25%	Täckningsgrad 50%	Täckningsgrad 75%	Täckningsgrad 100%
Januari	52842124	528421240	1321053100	2642106200	3963159300	5284212400
Februari	40540677	405406770	1013516925	2027033850	3040550775	4054067700
Mars	30900055	309000550	772501375	1545002750	2317504125	3090005500
April	47276086	472760860	1181902150	2363804300	3545706450	4727608600
Maj	48957955	489579550	1223948875	2447897750	3671846625	4895795500
Juni	45178644	451786440	1129466100	2258932200	3388398300	4517864400
Juli	55894326	558943260	1397358150	2794716300	4192074450	5589432600
Augusti	57186916	571869160	1429672900	2859345800	4289018700	5718691600
September	56355592	563555920	1408889800	2817779600	4226669400	5635559200
Oktober	64221829	642218290	1605545725	3211091450	4816637175	6422182900
November	56116144	561161440	1402903600	2805807200	4208710800	5611614400
December	48863824	488638240	1221595600	2443191200	3664786800	4886382400

Kommentar. Tabellen visar antal individer av havstulpaner per månad för täckningsgraderna 1%, 10%, 25%, 50%, 75% och 100% av WSA, för året 2019. Tabellen är en produkt av Tabell 4 multiplicerat med faktorn 10000 havstulpaner per kvadratmeter [m²], faktorn är baserad på att en havstulpan är en kvadratcentimeter [cm²].

BILAGA 9.**Tabell 9**

Antal larver som kan släppas vid olika täckningsgrader av havstulpaner, för året 2017

Månad	Täcknings grad 1%	Täcknings grad 10%	Täcknings grad 25%	Täcknings grad 50%	Täcknings grad 75%	Täcknings grad 100%
Januari	2270755272 5022	2270755272 50217	5676888181 25542	1,13538× 10 ¹⁵	1,70307× 10 ¹⁵	2,27076× 10 ¹⁵
Februari	1139972465 6464	1139972465 64640	2849931164 11600	5699862328 23200	8549793492 34799	1,13997× 10 ¹⁵
Mars	1590384483 3325	1590384483 33248	3975961208 33119	7951922416 66238	1,19279× 10 ¹⁵	1,59038× 10 ¹⁵
April	1436294822 6679	1436294822 66788	3590737056 66970	7181474113 33939	1,07722× 10 ¹⁵	1,43629× 10 ¹⁵
Maj	1590443937 6944	1590443937 69442	3976109844 23604	7952219688 47208	1,19283× 10 ¹⁵	1,59044× 10 ¹⁵
Juni	2250908594 3395	2250908594 33953	5627271485 84883	1,12545× 10 ¹⁵	1,68818× 10 ¹⁵	2,25091× 10 ¹⁵
Juli	1784638575 3291	1784638575 32908	4461596438 32270	8923192876 64540	1,33848× 10 ¹⁵	1,78464× 10 ¹⁵
Augusti	1286696339 4334	1286696339 43338	3216740848 58344	6433481697 16688	9650222545 75031	1,2867× 10 ¹⁵
September	1675295138 0439	1675295138 04390	4188237845 10975	8376475690 21950	1,25647× 10 ¹⁵	1,6753× 10 ¹⁵
Oktober	1217553213 0335	1217553213 03351	3043883032 58377	6087766065 16755	9131649097 75132	1,21755× 10 ¹⁵
November	1714813858 4682	1714813858 46824	4287034646 17060	8574069292 34119	1,28611× 10 ¹⁵	1,71481× 10 ¹⁵
December	1649013308 9206	1649013308 92060	4122533272 30150	8245066544 60300	1,23676× 10 ¹⁵	1,64901× 10 ¹⁵

Kommentar. Tabellen visar antal larver som kan släppas, på ankringsplatserna, per månad för året 2017. Tabellen är en produkt av Tabell 2 och Tabell 7, där ankringstiderna för varje månad året 2017 multipliceras med täckningsgraderna för respektive månad 2017.

BILAGA 10.**Tabell 10**

Antal larver som kan släppas vid olika täckningsgrader av havstulpaner, för året 2018.

Månad	Täcknings grad 1%	Täcknings grad 10%	Täcknings grad 25%	Täcknings grad 50%	Täcknings grad 75%	Täcknings grad 100%
Januari	1612725300 5732	1612725300 57315	4031813251 43288	8063626502 86577	1,20954× 10 ¹⁵	1,61273× 10 ¹⁵
Februari	1747722902 2070	1747722902 20700	4369307255 51751	8738614511 03502	1,31079× 10 ¹⁵	1,74772× 10 ¹⁵
Mars	2530047737 6171	2530047737 61711	6325119344 04277	1,26502× 10 ¹⁵	1,89754× 10 ¹⁵	2,53005× 10 ¹⁵
April	1877924295 6676	1877924295 66760	4694810739 16900	9389621478 33801	1,40844× 10 ¹⁵	1,87792× 10 ¹⁵
Maj	3451776806 6792	3451776806 67921	8629442016 69803	1,72589× 10 ¹⁵	2,58883× 10 ¹⁵	3,45178× 10 ¹⁵
Juni	2894278478 4421	2894278478 44214	7235696196 10536	1,44714× 10 ¹⁵	2,17071× 10 ¹⁵	2,89428× 10 ¹⁵
Juli	3497430300 9950	3497430300 99502	8743575752 48756	1,74872× 10 ¹⁵	2,62307× 10 ¹⁵	3,49743× 10 ¹⁵
Augusti	2262031112 0622	2262031112 06216	5655077780 15539	1,13102× 10 ¹⁵	1,69652× 10 ¹⁵	2,26203× 10 ¹⁵
September	2313824035 5552	2313824035 55516	5784560088 88791	1,15691× 10 ¹⁵	1,73537× 10 ¹⁵	2,31382× 10 ¹⁵
Oktober	2174706445 3671	2174706445 36713	5436766113 41783	1,08735× 10 ¹⁵	1,63103× 10 ¹⁵	2,17471× 10 ¹⁵
November	1723448151 4650	1723448151 46503	4308620378 66257	8617240757 32513	1,29259× 10 ¹⁵	1,72345× 10 ¹⁵
December	1244795333 1498	1244795333 14980	3111988332 87449	6223976665 74898	9335964998 62346	1,2448× 10 ¹⁵

Kommentar. Tabellen visar antal larver som kan släppas, på ankringsplatserna, per månad för året 2018. Tabellen är en produkt av Tabell 2 och Tabell 8, där ankringstiderna för varje månad året 2018 multipliceras med täckningsgraderna för respektive månad 2018.

BILAGA 11.**Tabell 11**

Antal larver som kan släppas vid olika täckningsgrader av havstulpaner, för året 2019

Månad	Täcknings grad 1%	Täcknings grad 10%	Täcknings grad 25%	Täcknings grad 50%	Täcknings grad 75%	Täcknings grad 100%
Januari	2668405836 6117	2668405836 61168	6671014591 52920	1,3342× 10 ¹⁵	2,0013× 10 ¹⁵	2,66841× 10 ¹⁵
Februari	1466749909 1311	1466749909 13114	3666874772 82786	7333749545 65572	1,10006× 10 ¹⁵	1,46675× 10 ¹⁵
Mars	8574605756 416	8574605756 4161	2143651439 10402	4287302878 20805	6430954317 31207	8574605756 41609
April	1791354096 6870	1791354096 68700	4478385241 71750	8956770483 43500	1,34352× 10 ¹⁵	1,79135× 10 ¹⁵
Maj	1930430780 0079	1930430780 00792	4826076950 01981	9652153900 03962	1,44782× 10 ¹⁵	1,93043× 10 ¹⁵
Juni	2038104039 6019	2038104039 60188	5095260099 00471	1,01905× 10 ¹⁵	1,52858× 10 ¹⁵	2,0381× 10 ¹⁵
Juli	3109929908 2745	3109929908 27453	7774824770 68632	1,55496× 10 ¹⁵	2,33245× 10 ¹⁵	3,10993× 10 ¹⁵
Augusti	3253460402 9238	3253460402 92384	8133651007 30959	1,62673× 10 ¹⁵	2,4401× 10 ¹⁵	3,25346× 10 ¹⁵
September	3161126948 7673	3161126948 76725	7902817371 91813	1,58056× 10 ¹⁵	2,37085× 10 ¹⁵	3,16113× 10 ¹⁵
Oktober	3304032266 9368	3304032266 93676	8260080667 34191	1,65202× 10 ¹⁵	2,47802× 10 ¹⁵	3,30403× 10 ¹⁵
November	3016047342 9637	3016047342 96370	7540118357 40926	1,50802× 10 ¹⁵	2,26204× 10 ¹⁵	3,01605× 10 ¹⁵
December	2213471643 1954	2213471643 19540	5533679107 98851	1,10674× 10 ¹⁵	1,6601× 10 ¹⁵	2,21347× 10 ¹⁵

Kommentar. Tabellen visar antal larver som kan släppas, på ankringsplatserna, per månad för året 2019. Tabellen är en produkt av Tabell 2 och Tabell 9, där ankringstiderna för varje månad året 2019 multipliceras med täckningsgraderna för respektive månad 2019.

BILAGA 12.**Figur 12***Exkluderade fartyg ur datasetet*

Vessel Name	NT	Vessel Type	Call Sign	IMO No
AALBORG	1125	Tanker DH	OULOJ2	9327475
AMETHYST	1305	Tanker DH	5BXW4	9246918
ANTARES	657	Chemical Tanker	DFJQ	9449223
B GAS MASTER	1029	Tanker DH	9HA2718	9344203
BERGEN STAR	1486	Tanker DH	LNVH	9321603
CARLO MAGNO	519	Tugg	IBYF	9341251
CISNE BRANCO	219	Naval Vessel	PWCB	9203320
COPENHAGEN	1125	Tanker DH	OULOH2	9327487
DANA	140	Tanker DH	SIET	8502286
FOX LUNA	1042	Tanker DH	SIJK	9390458
FOX SUNRISE	1000	Tanker DH	SBCD	9333917
FRAM	338	Tanker DH	SEXJ	8412235
HMS BELOS	1520	Naval Vessel	SELT	8308288
HMS CARLSKRONA	0	Naval Vessel	SKFQ	0
KBV001	1131	Naval Vessel	SBDT	9380441
KBV001	1131	Naval Vessel	SBDT	9380441
KYSTEN	199	Other vessel. (Kultur PAX)	LEIG	5200021
LEXUS	1270	Tanker DH	SGOX	9310317
NORDEN	802	Tanker DH	SJQF	9346641
NORDIC SAGA	1237	Tanker DH	LAFY6	9346512
NORDIC SIRA	1237	Tanker DH	LAFX6	9346500

Kommentar. Figuren visar exkluderade fartyg för åren 2017, 2018 och 2019 från datasetet av Göteborgs Hamn.

BILAGA 12.**Figur 13***Exkluderade fartyg ur datasetet*

Vessel Name	NT	Vessel Type	Call Sign	IMO No
NORDIC SOLA	1237	Tanker DH	LAIS6	9375989
NORDIC SUND	1237	Tanker DH	LAIR6	9375977
NORTHERN KATTEGAT	157	Tanker DH	SCBH	8827052
NORTHERN SKAGERRAK	169	Tanker DH	SGNK	9817963
OLJAREN	267	Tanker DH	SKUP	9236315
ORANESS	950	Tanker DH	OWAB2	8416786
PALLAS	270	Tanker DH	ZDKN6	9631436
PALLAS GLORY	1135	Tanker DH	OYPD2	9318230
SCANDICA	293	Special Vessel (Boylaying)	SKFZ	8129383
SCANDINAVIA	967	Tanker DH	OWZR2	9341419
SEAWAYS 22	36	Tug Boat	9V9961	9647954
SUPPLIER	25	Sludge	OXJK2	0
SVEA	945	Survey Vessel	SEYB	9829332
TANKOS	131	Tanker DH	OITW	5422203
TANKSKÄR	103	Tanker DH	SHXY	8327105
THAMES FISHER	1464	Tanker DH	MXFP4	9145011
VADERO HIGHLANDER	600	Tanker DH	5BAX3	9254977
VINGA SAFIR	715	Tanker DH	OZ2136	9200158
WEST STREAM	696	Tanker DH	C6QI4	7814254
ÄNGÖN	741	Tanker DH	SIRG	9131199

Kommentar. Figuren visar exkluderade fartyg för åren 2017, 2018 och 2019 från datasetet av Göteborgs Hamn.

**INSTITUTIONEN FÖR MEKANIK OCH MARITIMA VETENSKAPER
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA**

Göteborg, Sverige 2021
www.chalmers.se



CHALMERS