



Effekter av tennorganiska föreningar i småbåtshamnar 2017



MILJÖPOLICY FÖR GÖTEBORGS STAD

Miljöpolicyen beskriver vårt gemensamma synsätt på miljöarbetet. I Göteborgs Stad ska vi arbeta tillsammans för en god livsmiljö och en hållbar utveckling. Miljöhänsyn ska vara en självklar del i beslut i alla nämnder, styrelser och verksamheter i stadens regi.

Vi ska vara föregångare och se vår del av helheten

Göteborgs Stad ska vara en föregångare på miljöområdet och eftersträva ett kretsloppssamhälle genom att förebygga och åtgärda miljöproblem. Ekologisk hållbarhet är nödvändigt för miljön och ger ett stort mervärde för människors livskvalitet. Vi måste arbeta långsiktigt med alla tre dimensionerna av hållbar utveckling - den ekologiska, den sociala och den ekonomiska - eftersom de är varandras förutsättningar.

Vi ska minska vår miljöpåverkan till nytta för medborgarna

Tillsammans ska vi minska vår miljöpåverkan, både i vårt interna miljöarbete och i våra olika uppdrag att driva verksamhet till nytta för medborgarna. Vi ska skapa en god livsmiljö för alla som bor, arbetar i eller besöker Göteborg - nu och i framtiden, här och globalt. Om Göteborgs Stad ska bidra till ett rättvist miljöutrymme för alla kan vi inte skjuta miljöproblem utanför kommungränsen eller in i framtiden. Miljöarbetet ska vara en naturlig del i vårt dagliga arbete och det är självklart att vi ska uppfylla lagar och krav som berör vår verksamhet. Men vi ska också sträva efter att göra mer än lagen kräver genom att arbeta med ständiga förbättringar på miljöområdet.

Vi ska inspirera och utbyta kunskap med andra

Genom att driva på utvecklingen och visa på goda exempel vill vi inspirera och underlätta för medborgare, företagare, intresseorganisationer med flera att minska sin miljöpåverkan. Ett framgångsrikt miljöarbete förutsätter att vi utbyter kunskap och utvecklar samarbete med andra aktörer i samhället.

Vi uppnår detta bland annat genom att arbeta med stadens lokala miljökvalitetsmål och miljöprogrammet. Några viktiga områden är:

- Minskad klimatpåverkan
- Ökad andel hållbart resande
- Ökad resurshushållning
- En sundare livsmiljö
- Främjad biologisk mångfald
- Tillgängliga och varierade parker och naturområden
- Göteborgs Stad som föregångare

Förord

Den här rapporten sammanfattar resultaten av en inventering av tributyltennföreningars (TBT) förekomst i sediment och dess påverkan på nätsnäcka i några av de största småbåtshamnarna i Göteborg. Resultaten från inventeringen används som underlag i uppföljningen av Göteborgs Stads lokala miljökvalitetsmål, men är också värdefulla för tillsynen i småbåtshamnar. Liknande undersökningar av TBT i småbåtshamnar i Göteborg har även utförts 2008, 2011 och 2014.

Inventeringen har utförts av Marine Monitoring AB, där Marina Magnusson har samordnat arbetet och författat rapporten och Johanna Bergkvist och Jimmy Ahlsén har deltagit i fält och analysarbete.

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Bakgrund.....	5
Metoder och genomförande	7
Provtagning av ytsediment	8
Insamling av nätsnäckor samt analys av imposex	9
Kemisk analys av sediment och snäckvävnad	10
Resultat.....	11
Björlanda kile	15
Hinsholmen	17
Fiskebäck.....	20
Önnereds båtlag	23
Näset	25
Amundö marina	27
Vrångö hamn.....	29
Jämförelse mellan småbåtshamnar.....	31
Diskussion och slutsatser	37
Påverkan på snäckor	37
Innehåll av TBT i sedimentet.....	39
Bedömning av miljöpåverkan	39
Rekommendationer	40
Referenser.....	41
Appendix	43
Appendix 1. Stationsprotokoll	44
Appendix 2. Analysrapport Sediment	51
Appendix 3. Analysrapport Vävnad nätsnäcka	57
Appendix 4. Analysrapport Imposex.....	62

Sammanfattning

Marine Monitoring AB har på uppdrag av Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad undersökt sju hamnar med avseende på organiska tennföreningar (däribland TBT) i sediment samt i vävnad hos nätsnäckor, och i vilken utsträckning denna exponering har gett upphov till imposex hos dessa organismer. Effekter sågs vid samtliga marinorna där man hittade nätsnäckor och utifrån ett klassificeringssystem framtaget av OSPAR (OSPAR 2008; 2009) och kalibrerat mot EUs vattendirektiv, så klassas tre marinor som *måttliga*, två som *otillfredsställande* och en som *dålig* utifrån bedömningar av imposexstatus. I varje hamn som besöktes togs även två sedimentprover, vanligen ett i den inre delen av hamnen och ett i området längre ut där snäckorna togs. I alla hamnar utom Önnared detekterades högre halter av TBT vid den inre stationen. I Önnared var halterna högst där snäckorna fångades. Halten TBT i sedimenten överskrider det svenska gränsvärdet för TBT vid samtliga lokaler och ingen av provtagna lokaler uppnår *god status* enligt svenska kriterier. De flesta inre lokalerna klassades utifrån norska bedömningsgrunder som *mycket dålig* och för övriga lokaler var klassningen huvudsakligen *dålig*. Enligt vattendirektivet bör åtgärder sättas in om ett område har en klassning sämre än *god*. De höga halterna av organiska tennföreningar i sedimenten från småbåtshamnarna avspeglar sig även på statusbedömningen av de berörda vattenförekomsterna; Nordre älvs fjord, Asperöfjorden, Askims fjord och Göteborgs S skärgårds kustvatten. Den kemiska statusen för samtliga dessa vattenförekomster bedöms som *ej god* för den nuvarande förvaltningscykeln (2017-2021).

Vid merparten av lokalerna (Vrångö undantaget) där snäckor hittades ses en minskning av VDSI vid jämförelse med de tidigaste undersökningarna utförda år 2008 och år 2011. Vid jämförelse med data från 2014 ses dock en tendens till ökning vid tre hamnar (Hinsholmen, Näset och Amundön marina).

Anmärkningsvärt är att VDSI fortsätter att öka vid Vrångö, där även tecken ses på en kraftig maskulinisering hos honorna. Vidare uteblev, som tidigare år, imposexanalysen vid Björlanda kile på grund av avsaknad av nätsnäckor. Vid årets studie gjordes försök att fånga snäckor utanför hamnen men utan framgång. Vad avsaknaden av snäckor beror på är i nuläget okänt.

Den minskning som kan ses av effekter från exponeringen av TBT i form av imposex kan vara relaterad till de spolplattor som har installerats i besökta hamnar. Men då småbåtshamnar som saknar spolplatta inte ingår i studien finns ingen möjlighet att säga om minskningen beror på den installerade spolplattan eller om det är en naturlig följd av förbudet mot användandet av TBT på båtbottnar alternativt att förorenat sediment har muddrats bort. Därtill utvecklar snäckorna imposex vid exponering för TBT i juvenilt stadium och åldersklassen på snäckorna som har analyserats bedöms vara ca 5 år, varför möjligheten att se en eventuell positiv effekt av spolplattorna även beror på när dessa togs i bruk och optimal rening var uppnådd.

Utifrån årets resultat rekommenderas en utökad studie i Vrångö hamn för att utreda omfattningen av föroreningsgraden av TBT i sedimenten samt vilka effekter detta har på snäckorna. Det är anmärkningsvärt att VDSI och halterna av TBT i snäckorna har ökat över tiden i denna hamn. Studien bör då omfatta även de yttre hamnbassängerna och inte enbart den inre som idag. Vidare är det ett bekymmer att inga effektstudier utförs i Björlanda kile på grund av att nätsnäckor inte finns att tillgå. Användandet av en annan art bör övervägas exempelvis strandsnäckan *Littorina littorea*, även stor tusensnäcka *Peringia ulvae* (tidigare *Hydrobia ulvae*) som används på Ostkusten skulle kunna vara ett alternativ, båda dessa arter tål viss fluktuation i salthalt. På den senare arten kan dock inga vävnadsstudier utföras då det krävs ett mycket stort antal.



Foto ©Marina Magnusson, Marine Monitoring AB.

Bakgrund

Göteborgs stad har tolv uppsatta miljömål var av ett är *Hav i balans samt levande kust och skärgård*. Detta miljömål syftar till att skydda havsmiljön samt bibehålla en levande kust och skärgård. Kommunens mål är bland annat att till 2021 uppnå en kust och ett hav som har goda förutsättningar för rik biologisk mångfald och god tillgänglighet för rekreation. För att följa upp kommunens miljömål används så kallade indikatorer som är återkommande mätningar som visar en positiv eller negativ trend kopplad till ett mål. TBT i småbåtshamnar är en sådan indikator. Marine Monitoring AB utför således denna studie på uppdrag av Miljöförvaltningen i Göteborg och den är ämnad att tjänstgöra som en indikator för det lokala miljömålet *Hav i balans samt levande kust och skärgård*.

Påväxt på båtar är ett problem då båtens motstånd i vattnet ökar vilket givetvis medför en ökad bränsleförbrukning och ett ökat avgasutsläpp. Olika metoder har genom tiderna förekommit för att förhindra påväxten och en av de vanligaste är att måla skrovet med en ofta giftig substans för att förhindra att havstulpaner, musslor och alger med fler sätter sig fast på skrovet. Organiska tennföreningar och framförallt tributyltenn (TBT) är en sådan substans som är känd för att vara effektiv mot påväxtorganismer. TBT började användas i båtbottnfärger på 60-talet, men i slutet av 70-talet insåg forskare att substansen var extremt toxiskt för många marina organismer, bland annat mollusker, hos vilka de kan ge upphov till störningar i hormonbalansen (Müller *et al.* 1989; Stewart *et al.* 1992). Hos honor av marina framgälade snäckor, exempelvis nätsnäckan *Nassarius nitidus*, kan dessa hormonstörningar leda till bildningar av hanliga könskaraktärer, såsom penis och sädesledare (Joosse, 1983; Oehlmann *et al.* 1993). Detta beror på att TBT i sin konstruktion påminner om det hanliga könshormonet testosteron och kan därmed inducera bildningar av hanliga könskaraktärer hos juvenila honor. Detta fenomen kallas för imposex och är oåterkalleligt. Känsligheten för organiska tennföreningar varierar hos olika arter och därmed kan graden av imposex också variera. Vanligtvis utvecklar honorna en pseudopenis och en sädesledare i motsvarande område som hanen har sin penis. Studier tyder på att det finns ett strikt samband mellan graden av imposex och nivån av TBT-exponering (Matthiessen and Gibbs, 1998). Hos en del arter, till exempel purpursnäckan, kan imposex leda till att honorna blir sterila med utrotning av lokala populationer som följd. Organiska tennföreningar kan även ge andra skador än imposex, exempelvis tros användningen av TBT bland annat påverka sillens stimbeteende samt orsaka hög dödlighet hos ostronlarver (Alzieu, 1991; Dyrinda, 1992).

För att skydda grunda kustområden från påverkan infördes i Sverige 1989 ett förbud mot användandet av båtbottnfärger innehållande organiska tennföreningar på båtar under 25 meter. Det tog ytterligare nästan 20 år innan ett totalförbud, innefattande även större fartyg, var på plats. Den 5 oktober 2001

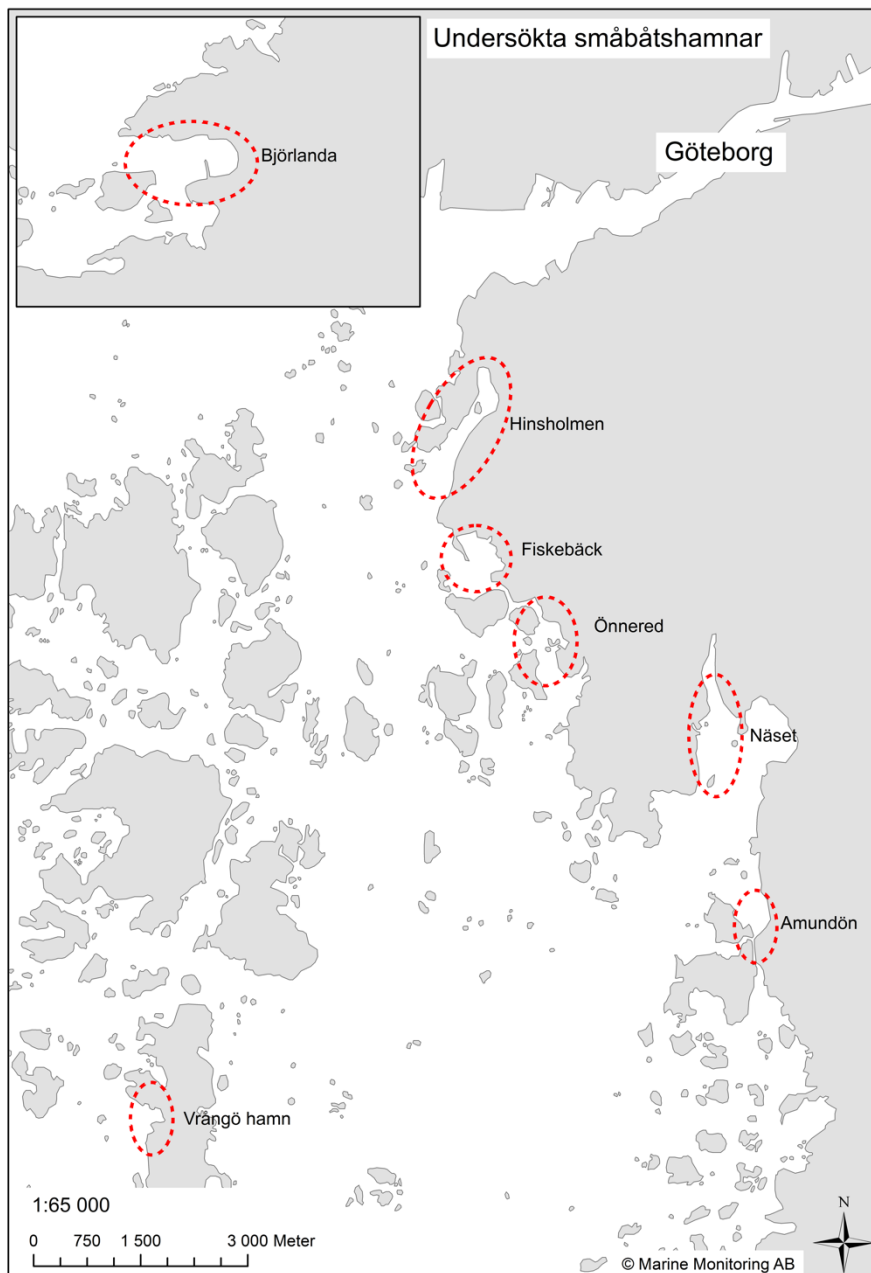
antog den internationella sjöfartsorganisationen (IMO) en juridiskt bindande internationell konvention om kontroll av skadliga antifoulingsystem på fartyg (AFS-konventionen), denna innebar att användning av tennorganiska föreningar (TBT) som antifoulingsystem på fartyg blev totalförbjudet från och med den 1 januari 2008.

Trots förbudet påträffas TBT fortfarande frekvent på båtskrov. Ämnet finns troligen kvar i gamla övermålade färglager som släpper från skroven i samband med högtryckstvätt, borsttvätt, skrapning, slipning etcetera. I en studie finansierad av Havs- och vattenmyndigheten har ett analysinstrument utvecklats för att kunna identifiera förekomst och kvantifiera halten TBT i båtskrov, utan att göra någon åverkan på skrovet. Ytreberg *et al.* (2016) har visat att på 32 av 200 båtar i Göteborgsområdet kunde tennhalter högre än $400\mu\text{g}/\text{m}^2$ detekteras. Detta kan jämföras med att ett lager av en gammal tennfärg motsvarar cirka $800\mu\text{g}/\text{m}^2$. Höga halter av ämnet har också återfunnits i jord på båtuppställningsplatser, i dagvatten och i ytsediment i hamnar (Bengtsson & Wernersson, 2012). Liknande förhållanden förekommer också i varvsmiljöer. I dagsläget bedöms således förorenade hamnområden och hantering av fartyg på land vara av stor betydelse för den fortsatta tillförseln av TBT till den marina miljön. Ett sätt att minska denna påverkan har varit att installera spolplattor i anslutning till båtupptagningsplatser, där spillvattnet med mera från rengöringen av båtskrovet kan renas alternativt tas om hand som farligt avfall.

Sammanfattningsvis kan det konstateras att trots att det nu finns ett förbud mot TBT i båtbottenfärger så har den tidigare mycket omfattande användningen satt sina spår på miljön. Syftet med denna studie är att undersöka fysiska förändringar hos nätsnäckor, så kallad imposex, som tyder på påverkan av tributyltenn (TBT), samt att dokumentera halter av tennorganiska föreningar i nätsnäckor och ytsediment från sju småbåtshamnar där samtliga har installerat spolplattor. Den trend för belastningen av dessa ämnen som resultaten bildar tillsammans med resultat från tidigare undersökningar används därefter som indikator för uppföljning av Göteborgs Stads lokala miljömål för *Hav i balans* samt *Levande kust och skärgård*.

Metoder och genomförande

Både sediment och nätsnäcksvävnad analyserades kemiskt med avseende på innehållet av organiska tennföreningar, därtill analyserades även alla snäckor med avseende på förekomst av imposex. Totalt besöktes 7 småbåtshamnar i Göteborgs kommun under perioden 12-18 september 2017 (Figur 1).



Figur 1. Karta över undersökta småbåtshamnar i Göteborgs kommun 2017.

Provtagning av ytsediment

Två ytsedimentprover har tagits i varje hamn. Tidigare togs ett prov långt in i hamnen (kallad inre) och ett i ytterkant (kallad yttre) för att se om det gick att observera en avtagande effekt. Vid årets provtagning har den inre provpunkten i respektive hamn tagits vid samma position som i tidigare studier. Däremot har den yttre provpunkten i årets provtagning flyttats till den punkt där insamling av nätsnäckor sker (kallad nät), detta för att möjliggöra en tydligare koppling mellan analyserade snäckor och analyserat sediment. Undantag finns där sedimentet inte har varit lämpligt för kemisk analys på grund av ett för stort sandinslag. I dessa fall har provtagning av sediment skett vid samma yttre provpunkt som vid tidigare undersökningar.

Ytterligare förändring mot tidigare provtagningar är att för varje provpunkt tas tre replikat vars ytsediment poolas till ett gemensamt prov. Av de tre replikaten tas ett prov i en central punkt enligt koordinater från tidigare provtagning. Därefter tas ytterligare två prover inom en radie av 1,5 meter från det första replikatet, men inte närmare varandra än en meter. Provtaget substrat i de olika replikaten skall vara homogent och finkornigt, exempelvis lera. Detta på grund av att ett lerigt substrat innehåller fler partiklar och därmed en större yta som TBT kan binda till än ett sandigt substrat, vilket är anledningen till att TBT-halten blir högre i ett finpartikulärt substrat än i ett sandigt. Om substratet är för grovkornigt, det vill säga har ett dominerande inslag av sand eller grus, flyttas provet till ett bättre område.

Totalt togs 14 sedimentprover med ponar-huggare enligt tillämpade delar i Naturvårdsverkets undersökningstyp för sediment (Leonardsson, 2005) (Figur 2). Hugget togs manuellt genom att långsamt ställa ner huggaren i öppet läget på sedimentbotten. Därefter gjordes ett ryck i linan så att spärren på huggaren släppte varpå ett hugg av sedimentet togs när redskapet drogs upp. Väl uppe på båtdäck alternativt brygga öppnades luckorna i överkant för kontroll av att ytsedimentet var orört och lämpligt för kemisk analys. Därefter fotograferades sedimentytan innan 0-2 cm av det översta ytskiktet skrapades av för att läggas i zip-påsar för transport till Marine Monitoring ABs laboratorium. På laboratoriet poolades materialet och fördes över till glasburkar vilka förvarades i frys innan transport till ALS Scandinavia AB för kemisk analys.



Figur 2. Provtagning av sediment med ponarhuggare. Foto ©Marina Magnusson, Marine Monitoring AB.

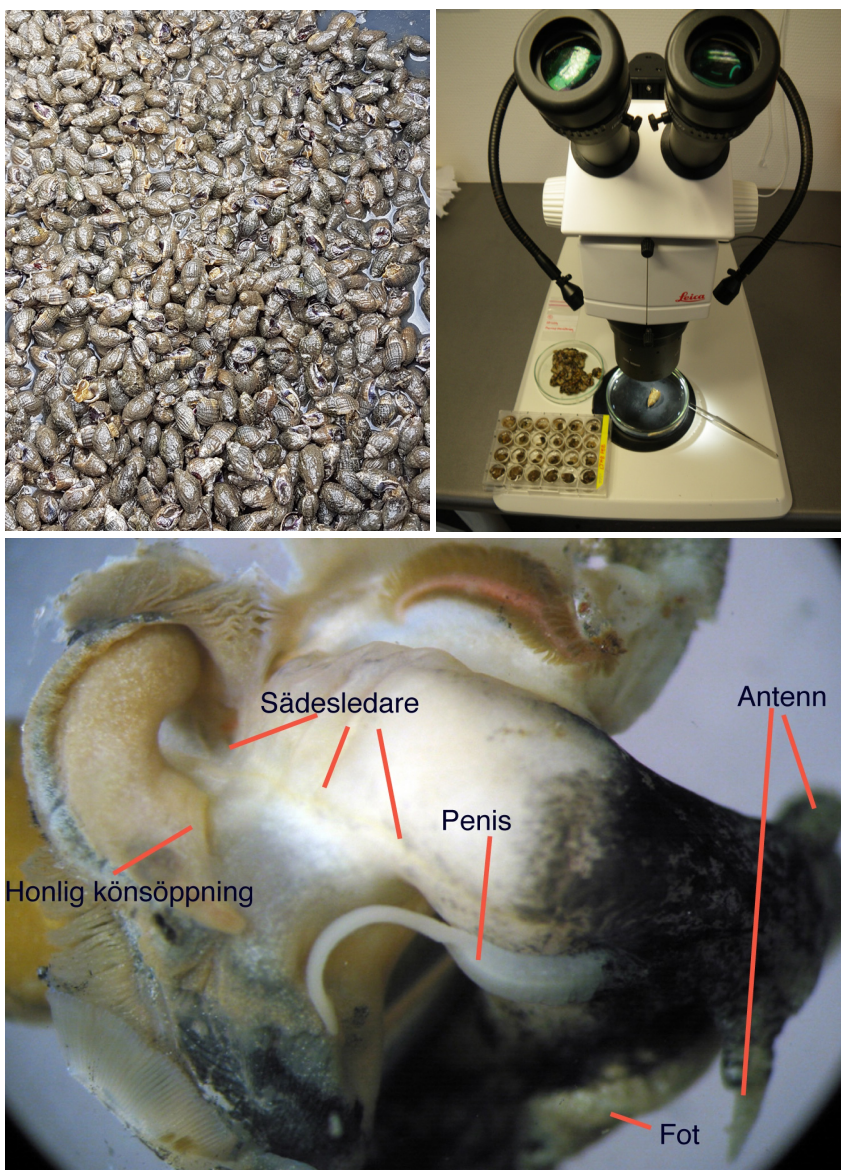
Insamling av nätsnäckor samt analys av imposex

Undersökningen av förekomst av imposex hos nätsnäckan *Nassarius nitidus* utfördes enligt standardmetodik för imposex rekommenderad av OSPAR, "JAMP Guidelines for contaminant-specific biological effects monitoring (Technical Annex 3: TBT-specific biological effects monitoring)" (OSPAR, 2008-09). Imposex innebär en gradvis utveckling av pseudopenis och sädesledare hos honor till följd av exponering av organiska tennföreningar. Nätsnäckan *Nassarius nitidus* användes som indikatorart och parametrar som analyserades var "Vas Deferens Sequence Index" (VDSI) samt snäckvävnadens innehåll av organiska tennföreningar.

Nätsnäckorna fångades in på ett djup av 1,5–3,0 meter med hjälp av fällor betade med fisk. De djur som analyserades valdes utifrån storlek och skalskick för att få en representativ åldersklass. För att uppnå maximal avslappning hos snäckorna sövdes de i 7 % lösning av magnesiumklorid ($MgCl_2$) i cirka 20-30 minuter innan analys. Detta förfarande underlättar mätproceduren och ger data som är mer reproducerbara och tillförlitliga. För mätning av skalhöjd användes ett digitalt skjutmått medan penislängd och imposexstadium analyserades i en stereolupp (Figur 3). Innan imposexanalys och mätning av penis kunde genomföras knäcktes skalet med hjälp av ett skruvstäd och själva snäckan plockades ut med en pincett. Alla längdparametrar mättes med en noggrannhet av 0,01 mm. Utvecklingen av imposex hos nätsnäckor kan delas in i fem olika stadier (0-4) där 0 är en normal hona och 4 är en hona med penis och en sädesledare som sträcker sig fram till eller förbi honans könsöppning (Figur 3). VDSI för varje lokal beräknas genom att ta summan av antalet snäckor för varje stadium (0 - 4) gånger stadiets värde (0 - 4) och dela detta med antalet analyserade honor. En lokal med ett högt VDSI indikerar alltså en mycket påverkad lokal.

Kemisk analys av sediment och snäckvävnad

Den kemiska analysen av respektive matris (sediment och snäckvävnad) utfördes av det ackrediterade laboratoriet ALS Scandinavia AB. För vävnadsanalys användes alla honor vilka hade analyserats med avseende på imposex, dessa poolades till ett vävnadsprov från varje hamn. Ämnen som analyserades var monobutyltenn (MBT), dibutyltenn (DBT), tributyltenn (TBT), tetrabutyltenn (TeBT) monooktyltenn (MOT), dioktyltenn (DOT), tricyklohexyltenn (TricyHexT) monofenyltenn (MPhT), difenyltenn (DPhT) och trifenyltenn (TPhT). Detektionshalten för samtliga ämnen var 1 µg/kg våtvikt i biota och 1 µg/kg torrsubstans i sediment.



Figur 3. Fångst av snäckor från Amundön, analys av dessa samt foto av en honsnäck som uppvisar det högsta VDSI stadiet 4+. Foto ©Marina Magnusson, Marine Monitoring AB.

Resultat

Totalt besöktes sju marinor från vilka sediment och nätsnäckor undersöktes. Snäckor hittades i alla marinor utom Björlanda kile. Vid övriga stationer fångades 70-80 individer per provtagningsstation och av dessa analyserades 50 djur per station med avseende på imposex. Antal honor per lokal varierade mellan 24 och 46 stycken. Sedimentprover togs vid två stationer i samtliga hamnar.

Nedan ges en beskrivning av besökta hamnar samt resultaten från sediment-, vävnads- och imposexanalys, vilka även redovisas i Tabell 1 och 2. Mer detaljerad information om varje lokal återges i appendix I-IV. För varje hamn görs även om möjligt en jämförelse med studier utförda 2004 (Magnusson *et al.*, 2005), 2008 (Magnusson *et al.*, 2009), 2010 (Bengtsson & Cato, 2011), 2011 (Magnusson *et al.*, 2011), 2014 (Sjölin, 2014). Vid hänvisning till dessa studier i nedanstående text kommer endast året som de är utförda under att användas. Därefter görs en kort jämförelse mellan nu provtagna småbåtshamnar. Observera att de organiska tennföreningar som inte har observerats i vävnad (TeBT, MOT, DOT och TrichyHexT) eller i sediment (TrichyHexT) vid samtliga stationer har utelämnats i figurerna för utförda vävnads och sedimentanalyser. I resultatsdelen diskuteras vävnads- och sedimentanalys till stor del utifrån kvoten av TBT och summan av dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT och benämns då som ”kvoten”. En långt gången nedbrytningsprocess har en kvot under 1, medan en kvot över 1,5 visar på en relativt opåverkad sammansättning av organiska tennföreningar. Enligt Bengtsson & Cato (2011) är detta en bra indikator på nedbrytning av organiska tennföreningar i sedimentet där en kvot på < 0,8 *inte innebär ett nytillskott*; 0,8-1,0-*litet nytillskott*; 1,0-1,5-*märkbart nytillskott* och >1,5 - *stort nytillskott*. Observera dock att när det gäller kvoten i vävnaden hos nätsnäckor så ger denna en ögonblicksbild av om snäckan är exponerad för TBT eller ej. Denna informationen är sedan viktig för att tolka resultatet från analysen av imposex. De morfologiska förändringar som imposex medför utvecklas i juvenil ålder och är inte reversibla. Eftersom de snäckor som analyseras vanligen är kring minst fem år, finns det därför en möjlighet att de uppvisar imposex trots att de inte längre exponeras för TBT.

För varje marina utförs även en statusbedömning med avseende på imposex och halt av TBT i sedimentet utifrån gällande kriterier (Tabell 3). Bedömning av status med avseende på imposex är i enlighet med OSPAR (CEMP assessment report: 2008/2009 - *Assessment of trends and concentrations of selected hazardous substances in sediments and biota*). Statusbedömning av sedimentet utförs i enlighet med Havs- och vattenmyndighetens författningssamlingar, HVMFS 2015:4, där gränsvärdet för TBT i sediment anges till 1,6 µg/kg TS. Detta är ett relativt nytt svenskt gränsvärde som överskrider i samtliga hamnar. I tidigare studier har bedömning skett utifrån norska kriterier (Bakke *et al.* 2007),

vilket även sker i denna studie. De norska kriterierna är indelade i effektbaserade respektive förvaltningsbaserade gränsvärden. Bedömningen i denna rapport kommer att utgå ifrån de förvaltningsbaserade gränsvärdena, då de effektbaserade är lägre än det svenska gränsvärdet. Norska kriterier innefattar även effektbaserade gränsvärden för trifenylyltenn (TPhT) vilka har använts där halter av TPhT har detekterats. Därtill har även svenska Naturvårdsverket i samarbete med Sveriges geologiska undersökning (SGU) nyligen tagit fram ett referensverktyg för bedömningar av nivån på ett sediments föroreningshalt i förhållande till andra marina sedimentprover tagna i svenskt vatten under perioden 1986-2014 (Josefsson, 2017). Verktöget omfattar bland annat TBT, DBT och MBT vilka har analyserats i ca 300 prover. Uppmätta halter inom detta projekt faller huvudsakligen inom klass 5 och klass 4, vilket innebär att uppmätta halter är *mycket höga* alternativt *höga* i förhållande till andra prover tagna längs kusten. Detta är inte förvånande då hamnar vanligen är de mest förorenande områdena avseende dessa ämnen. Det är dock viktigt att notera att klasserna i detta verktyg inte är kopplade till förekomst av negativa effekter i miljön utan de är endast till för att bedöma nivån på halterna i förhållande till övriga prover. Av denna anledning kommer inte denna klassning att beröras ytterligare i denna rapport.

Tabell 1. Sammanställning av data från den kemiska analysen av sedimentet samt vävnad. Observera att då halter av TBT vid samtliga sedimentstationer överskrider det svenska gränsvärdet för god status (1,6 µg/kg TS) har klassningen utgått ifrån det norska systemet (röd färg=klass V; orange färg =klass IV).

Nätsnäcke-stationer (µg/kg TS)	MBT	DBT	TBT	TeBT	MOT	DOT	TricyHexT	MPhT	DPhT	TPhT	Kvoten TBT/(MBT+DBT)
Hinsholmen	16	43	89	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	3	<1.0	31	1,5
Fiskebäck	69	170	230	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	7	3	57	1,0
Önnered	7	15	34	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	7	1,5
Näset	18	52	71	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	14	1,0
Amundö	6	11	43	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	5	2,6
Vrängö	54	200	400	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	7	<1.0	66	1,6

Sedimentstationer (µg/kg TS)	MBT	DBT	TBT	TeBT	MOT	DOT	TricyHexT	MPhT	DPhT	TPhT	Kvoten TBT/(MBT+DBT)
Björlanda kile inre	517	725	339	5	2	2	<1	24	33	19	0,3
Björlanda kile yttre	19	25	17	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	0,4
Hinsholmen inre/nät	124	177	205	2	1	1	<1	6	4	3	0,7
Hinsholmen yttre	18	49	68	1	1	1	<1	<1	<1	<1	1,0
Fiskebäck inre	78	425	335	92	6	7	<1	9	12	4	0,7
Fiskebäck nät	583	1340	483	8	4	4	<1	22	22	8	0,3
Önnered inre	26	59	31	11	7	5	<1	6	<1	<1	0,4
Önnered yttre/nät	27	63	72	7	3	2	<1	3	<1	<1	0,8
Näset inre	22	132	448	6	2	4	<1	<1	5	10	2,9
Näset nät	10	57	91	19	2	3	<1	<1	<1	1	1,4
Amundö inre	12	81	133	7	3	3	<1	3	<1	1	1,4
Amundö nät	12	30	33	<1	3	2	<1	2	<1	<1	0,8
Vrängö inre	173	257	306	3	2	2	<1	5	2	2	0,7
Vrängö yttre	44	57	85	<1	<1	<1	<1	2	<1	3	0,8

Svenskt gränsvärde *	God status	Ej god status
TBT Sediment	<1,6 µg/kg TS	>1,6 µg/kg TS

Norska gränsvärden (µg/kg TS)	I BAKGRUND	II GOD	III MODERAT	IV DÅLIG	V MYCKET DÅLIG
TBT i sediment**	<1	1-5	5-20	20-100	>100
TPhT i sediment***		<0,036	0,036-0,67	0,67-6,7	>6,7

** HVMFS 2015:4 Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten

*** Bakke et al. (2007) Statens forurensningstilsyn. Veier for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA-2229/2007. ISBN 978-82-7655-537-0.

*** Miljødirektoratet (2016). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. M-608/2016.

Tabell 2. Sammanställning över VDSI hos nätsnäcka samt statusklassning för samtliga år i enlighet med OSPAR 2009 (gult=måttlig status; orange=otillfredsställande status; rött=dålig status).

Småbåtshamn	VDSI				
	2004	2008	2011	2014	2017
Hinsholmen	-	3,9	3,1	2,2	2,8
Fiskebäck	-	-	4,0	3,4	3,5
Önnereds båtlag	-	2,2	1,1	0,7	0,7
Näset	-	3,2	2,4	1,3	1,8
Amundö	3,3	2,1	1,4	0,7	1,3
Vrångö	-	2,8	2,9	3,5	3,6

Tabell 3. Gränsvärden som har använts för statusbedömning med avseende på förekomst av imposex uttryckt som VDSI i nätsnäcka samt halter av TBT respektive TPhT i sedimenten.

OSPAR (2009)*	I	II	III	IV	V
Nätsnäcka	Bakgrund	God	Måttlig	Otillfredsställande	Dålig
VDSI	< 0,3		0,3 - < 2	2 - 3,5	>3,5
Svenskt kriterium**	God status			Ej god status	
TBT Sediment (µg TBT/kg TS)	<1,6 µg/kg TS			>1,6 µg/kg TS	
Norska kriterium***	I	II	III	IV	V
TBT i sediment (µg TBT/kg TS)	Bakgrund	God	Moderat	Dålig	Mycket dålig
Effektbaserade halter		<0,002	0,002-0,016	0,016-0,032	>0,032
Förvaltningsmässiga halter	<1	1-5	5-20	20-100	>100
Norska kriterium****	I	II	III	IV	V
TPhT i sediment (µg TPhT/kg TS)	Bakgrund	God	Moderat	Dålig	Mycket dålig
Effektbaserade halter		<0,036	0,036-0,67	0,67-6,7	>6,7

* OSPAR (2009). CEMP assessment report 2008/2009 – Assessment of trends and concentrations of selected hazardous substances in sediment and biota.

** HVMFS 2015:4 Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten

*** Bakke et al. (2007). Statens forurensningstilsyn. Veier for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. TA-2229/2007. ISBN 978-82-7655-537-0.

**** Miljødirektoratet (2016). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. M-608/2016.

Björlanda kile

Björlanda kile är norra Europas största båthamn med 2 400 båtplatser och utrymme för 1 500 vinterupplagda båtar. Denna hamn har provtagits med avseende på nätsnäckor vid två tidigare tillfällen (2011 och 2014) dock utan framgång. Magnusson *et. al.* (2011) fiskade med 30 fällor fördelade på fem punkter inom hamnen under cirka 6 timmar och Sjölin (2014) gjorde en liknande insats vid tre punkter utan att några snäckor fångades, endast strandkrabbor erhöles. Eftersom tidigare försök att fånga nätsnäckor i hamnen har misslyckats har fokus vid årets provtagning varit att försöka hitta nätsnäckor i närområdet utanför hamnen. Sammanlagt fiskades fem positioner med 5-6 fällor på varje position utan att några nätsnäckor fångades. Tidigare har orsaken till att inga nätsnäckor hittats ansetts bero på närheten till Nordre älvs estuarie och där i genom en förmodad låg salthalt. Magnusson *et. al.* 2011 uppmätte en salthalt i bottenvattnet på cirka 6 ‰. Tre år senare uppmätte Sjölin (2014) salthalten i bottenvattnet till 21 ‰ och vid årets provtagning uppmättes den till cirka 24‰ utanför hamnen och cirka 27‰ inne i hamnen. Orsaken till att inga nätsnäckor återfinns i området beror kanske inte endast på den låga salthalten utan möjligen på fluktuationer i salinitet. Det är även möjligt att andra faktorer såsom sedimenttyp, föroreningsgrad och eventuell förekomst av svavelväte medför att nätsnäckorna inte förekommer i området. Användandet av en annan art bör övervägas exempelvis strandsnäckan *Littorina littorea*, alternativt tusensnäcka *Peringia ulvae* (tidigare *Hydrobia ulvae*) som används på Ostkusten. Båda dessa arter tål viss fluktuation i salthalt.

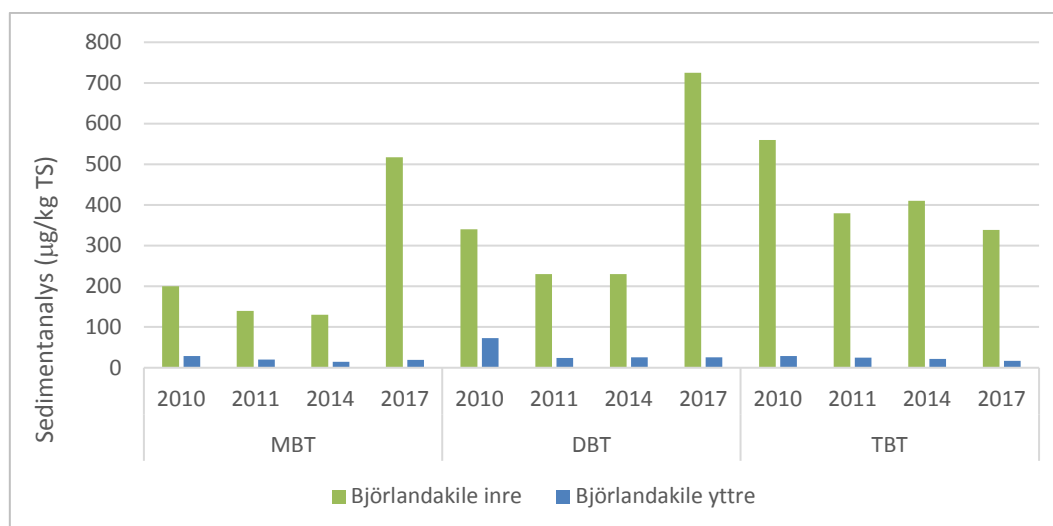
Sediment

Ytsedimentet i Björlanda kile undersöktes som vid tidigare tillfällen på två stationer, en i närheten av mynningen på marinan och en längre in i närheten av området där sjösättning samt mastning av båtar sker (början av brygga G). Stationerna skiljde sig tydligt åt dels i halt men också i antal detekterade ämnen. Vid den inre lokalen återfanns samtliga organiska tennföreningar med undantag för TricyHexT medan endast TBT, DBT, MBT och DOT detekterades i sedimentet från den yttre lokalen (Tabell 1). Halten TBT vid den inre lokalen var nästan tjugo gånger högre (339 µg/kg TS) än vid den yttre lokalen (17 µg/kg TS) och sedimentet i Björlanda kile uppnår inte *god status* vid någon av lokalerna enligt svenska kriterier. Enligt de norska förvaltningsbaserade bedömningsgrunderna (SFT, 2008) faller sedimentet vid den yttre stationen inom klass III, *moderat* status där kroniska effekter kan fås vid långtidsexponering. Sedimentet vid den inre stationen faller däremot inom klass V, *mycket dålig* status vilket är den sämsta klassningen. Sediment med halter inom klass V kan beroende på ämne ge upphov till omfattande akuta toxiska effekter enligt den norska vägledningen för klassificering av miljögifter i sediment (SFT, 2008). Även om halterna av TBT är höga i sedimenten så är kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT relativt låga (Björlanda kile inre; 0,23 och Björlanda kile yttre; 0,38) och visar på att ingen tillförsel sker av TBT. Svenska gränsvärden saknas för TPhT, men enligt

de norska effektbaserade gränsvärdena hamnar sedimentet vid den inre lokalen inom klass V med avseende på TPhT.

Tidigare studier

Tidigare provtagningar med avseende på organiska tennföreningar i sedimentet i denna hamn har skett 2010, 2011 och 2014 (Figur 4). Vid jämförelse av TBT-halter i sedimentet från dessa studier ses inga tydliga skillnader över tid för den inre respektive den yttre lokalen. Däremot ses ett tydligt mönster med genomgående lägre halter vid den yttre lokalen. Gällande nedbrytningsprodukterna DBT och MBT ses en tydlig ökning 2017, vilket också avspeglar sig i en lägre kvot, främst vid den inre lokalen, än tidigare år. Statusklassningen av sedimenten har varit relativt konstant över tid och halten TBT vid båda lokalerna överskrider det svenska gränsvärdet, 1,6 µg/kg TS, för *god status*. Enligt norska kriterier faller sedimentet vid den inre lokalen inom klass V samtliga år, medan sedimentet vid den yttersta lokalen faller inom klass IV åren 2010-2014 för att 2017 minska ytterligare till klass III (Tabell 4).



Figur 4. Kemisk analys i Björlanda kile hamn av TBT, DBT och MBT i sediment år 2010, 2011, 2014 och 2017, ($n^{2010, 2011, 2014}=1$ och $n^{2017}=3$ prover poolade till 1).

Tabell 4. Sammanställning över halten TBT respektive TPhT i sediment samt statusklassning för samtliga år i enlighet med (STF 2008) (gult=måttlig status; orange=otillfredsställande status; rött=dålig status).

Lokaler	TBT					TPhT			
	2004	2010	2011	2014	2017	2004	2011	2014	2017
Björlanda kile inre	-	560	380	410	339	-	13	34	19,4
Björlanda kile yttre	-	29	25	22	17	-	<1.0	<3.0	<1
Hinsholmen innersta	-	510	-	-	-	-	-	-	-
Hinsholmen inre	-	180	130	50	205	-	<2.0	4,6	2,7
Hinsholmen yttre	-	-	71	12	68	-	<2.0	<3.0	<1
Fiskebäck inre	-	-	1200	130	335	-	31	<5.0	3,9
Fiskebäck yttre	-	-	160	40	-	-	<2.0	<5.0	-
Fiskebäck nät	-	-	-	-	483	-	-	-	7,9
Önnared inre	-	42	47	36	31	-	<2.0	<5.0	<1
Önnared yttre	-	-	59	36	72	-	<2.0	<5.0	<1
Näset inre	-	220	450	840	448	-	6	<5.0	9,7
Näset mellan	-	-	73	-	91	-	<1.0	-	1,2
Näset yttre	-	-	19	15	-	-	<1.0	<5.0	-
Amundö inre	350	290	170	260	133	9	<2.0	7,4	1,2
Amundö yttre	-	-	47	25	-	-	<2.0	<3.0	-
Amundö nät	-	-	-	-	33	-	-	-	<1
Vrångö inre	-	-	79	20	306	-	<5.0	<5.0	2,1
Vrångö mitt	-	-	56	29	85	-	<1.0	<5.0	2,7

Hinsholmen

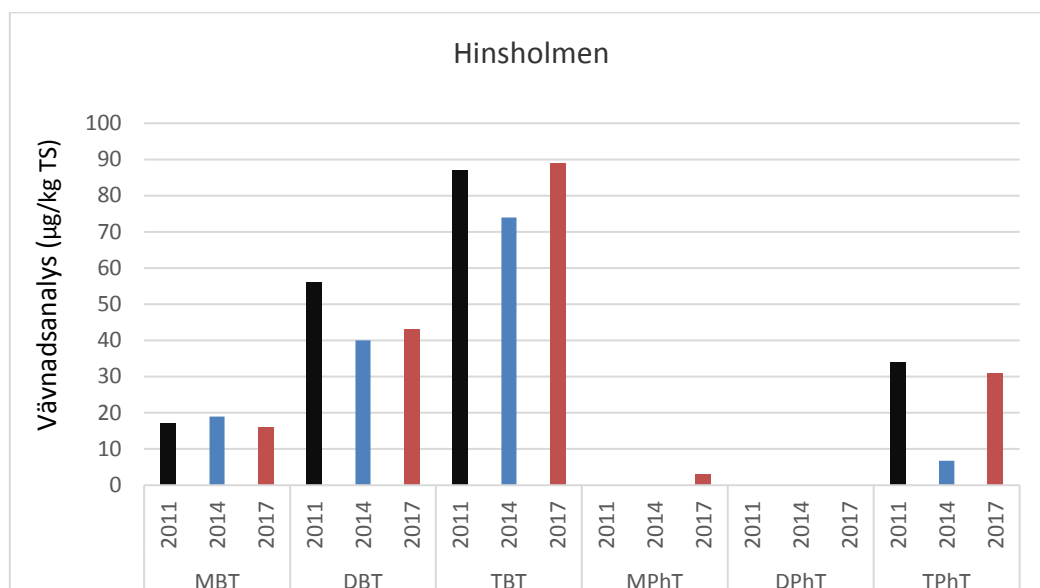
I Hinsholmskilen ligger den näst största marinan av de som ingår i denna undersökning. Totalt ryms 1500 båtar i denna långsmala kil och cirka 850 båtar tas upp här varje höst. Vid den första provtagningen 2008 koncentrerades fisket efter nätsnäckor till de inre delarna av kilen (brygga Å-Ö), men då det var svårt att få tillräckligt med djur flyttades fångstområdet till den nuvarande platsen (brygga Q-P). Denna är belägen i närheten av några av de mastningskranar som finns i hamnen. Fångsten bestod huvudsakligen av vuxna djur med en medelskallängd på 21,7 mm. Av de 50 djur som analyserades var 32 stycken honor varav samtliga uppvisade något stadium av imposex. Det vanligaste stadiet var 3A, vilket innebär att honsnäckan har utvecklat både penis och sädesledare. VDSI för denna lokal beräknades till 2,8 och området klassas som *otillfredsställande* med avseende på effektparametern imposex (Tabell 2). Analysen av vävnaden från snäckorna visade på ett innehåll av TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT med en kvot på 1,5 men även TPhT och dess nedbrytningsprodukt MPhT påträffades i vävnaden (Figur 5; Tabell 1). Den höga kvoten visar på att snäckorna återfinns i TBT-haltigt sediment.

Sediment

Kemisk analys av tagna sedimentprover indikerar att innehållet av organiska tennföreningar avtar i den yttre delen av marinan. TBT-halten i sedimentet uppmättes till 68 µg/kg TS vid den yttre lokalen belägen på innersidan av vågbrytaren och till 205 µg/kg TS vid den inre lokalen där snäckorna provtogs (Tabell 1). Sedimenten i Hinsholmen uppnår därmed inte *god status* med avseende på TBT enligt det svenska gränsvärdet på 1,6 µg/kg TS. Vid klassning enligt de norska förvaltningsbaserade kriterierna hamnar den inre lokalen i klass V och den yttre lokalen i klass IV, vilket innebär ett *mycket dåligt* respektive ett *dåligt* sediment. Halter inom klass IV och V kan beroende på ämne ge upphov till akuta toxiska effekter redan vid korttidsexponering (STF 2008). Halterna av TBT och dess nedbrytningsprodukter är således betydligt lägre vid den yttre sedimentlokalen än vid den inre, dock är kvoten högre vid den yttre lokalen (1,0) än vid den inre (0,7), vilket antyder ett *litet nytillskott* vid den yttre stationen. Vid båda lokalerna detekterades även halter av TeBT, MOT och DOT. Däremot observerades TPhT, DPhT och MPhT endast vid den inre lokalen. Svenska gränsvärden saknas för TPhT, men enligt norska effektbaserade gränsvärdena hamnar sedimentet inom klass IV.

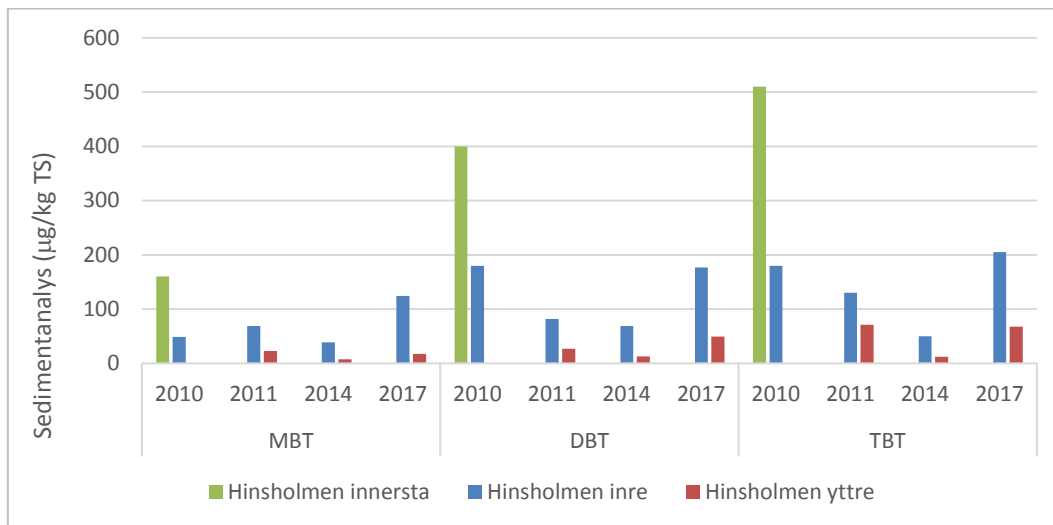
Tidigare studier

Tidigare provtagningar med avseende på analys av imposex hos nätsnäcka har skett vid denna hamn 2008, 2011 och 2014. I samtliga studier med undantag för 2008 analyserades även halten organiska tennföreningar i vävnaden. Resultaten visar på ett likartat vävnadsinnehåll av organiska tennföreningar över tiden, med undantag av halten TPhT 2014 som är tydligt lägre än halten vid provtagningen 2011 och vid årets provtagning (Figur 6). VDSI har under åren 2011 och 2014 minskat vid jämförelse med 2008 och statusen för lokalen har förbättrats från *dålig* till *otillfredställande*. (Tabell 2). Resultaten för 2017 visar dock på en tendens till försämring. Det höga VDSI-värdet 2008 beror sannolikt på att snäckorna fångades längst in i Hinsholmskilen (Hinsholmen innersta) där halten TBT i sedimentet är betydligt högre än vid den lokal (Hinsholmen inre) där de har fångats efterföljande år (Figur 6).



Figur 5. Kemisk analys vid Hinsholmens marina av innehållet av organiska tennföreningar i nätsnäckeavvävnad år 2011⁽ⁿ⁼³⁵⁾, 2014⁽ⁿ⁼²⁸⁾ och 2017⁽ⁿ⁼³²⁾ vid Hinsholmens marina¹.

Tidigare provtagningar med avseende på organiska tennföreningar i sedimentet i denna hamn har skett 2010, 2011 och 2014. Vid jämförelse av TBT-halter i sedimentet från dessa studier ses inga tydliga skillnader över tid för den inre och den yttre lokalen med undantag för ett tydligt lägre värde 2014 för båda lokalerna (Figur 6). Där emot ses ett tydligt mönster med genomgående lägre halter vid den yttre lokalen. Statusbedömning av sedimenten har varit relativt konstant med *mycket dålig* status för Hinsholmen innersta och Hinsholmen inre medan Hinsholmen yttre har haft huvudsakligen *dålig* status (Tabell 4) enligt norska kriterier. Det svenska gränsvärdet (1,6 µg/kg TS) för *god status*, med avseende på TBT överskrids vid båda lokalerna.



Figur 6. Kemisk analys vid Hinsholmens marina av innehållet av TBT, DBT och MBT i sediment år 2010, 2011, 2014 och 2017, ($n^{2010, 2011, 2014}=1$ och $n^{2017}=3$ prover poolade till 1).

Fiskebäck

Fiskebäckens marina hyser över 930 båtplatser samt ett upplägningsområde för närmare 750 båtar. I direkt anslutning till marinan återfinns en av Sveriges största fiskehamnar. Fisket efter nätsnäckor utfördes ca 160 meter från mastkranen från brygga E som är belägen i den inre delen av hamnen. De snäckor som fångades var genomgående relativt stora och inga juvenila snäckor kunde observeras. Medellängden på analyserade djur var 2,20 cm. Av de 50 analyserade individerna var 26 honor och samtliga var kraftigt påverkade. 56 % uppvisade det allra högsta stadiet (4/4+) övriga 54 % uppvisade det näst högsta stadiet (3A) Båda stadierna innebär att både penis och sädesledare har bildats. VDSI är för denna lokal beräknat till 3,5 och stationen klassas som *otillfredsställande* (Tabell 2). Analysen av vävnaden från snäckorna visade på ett mycket högt innehåll av TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT med en kvot på 1,0 men även MPhT, DPhT och TPhT påträffades i vävnaden (Tabell 1; Figur 7).

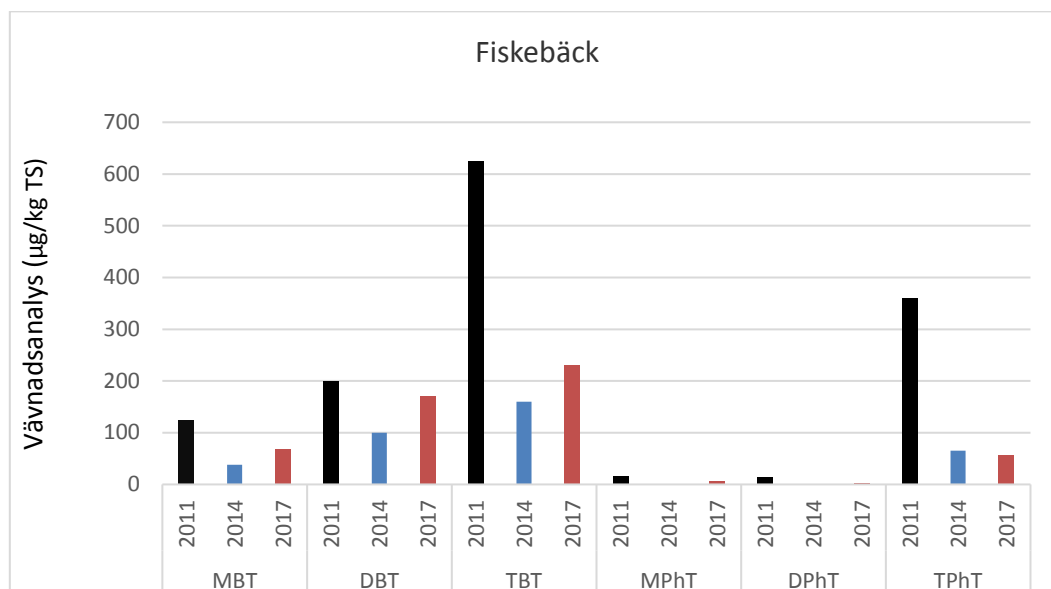
Sediment

Kemisk analys av tagna sedimentprover visar på ett högt men likartat TBT-innehåll vid provtagna positioner, dock skiljer sig halterna av nedbrytningsprodukterna MBT och DBT markant åt (Tabell 1). Summan av DBT och MBT var vid lokalen där nätsnäckorna fångades 1923 µg/kg TS, motsvarande siffra för stationen belägen ca 40 meter från mastkranen, Fiskebäck inre, var 503 µg/kg TS. Detta avspeglar sig även i kvoterna då dessa var 0,7 respektive 0,3 vilket *inte innebär ett nytillskott* av TBT till sedimentet. Även om sedimenten i Fiskebäck uppvisar låga kvoter så är halterna av TBT fortsatt höga och sedimenten i hamnen klassas vid båda stationerna som klass V, *mycket dåligt* (STF, 2008). Vid båda stationerna detekterades även halter av TeBT, MOT, DOT, MPhT, DPhT och TPhT. Enligt de norska effektbaserade

gränsvärdena för TPhT hamnar sedimentet vid Fiskebäck inre inom klass IV med avseende på TPhT, medan sedimentet från där nätsnäckorna fångades (Fiskebäck nät) hamnar i den högre klassen V (SFT, 2008).

Tidigare studier

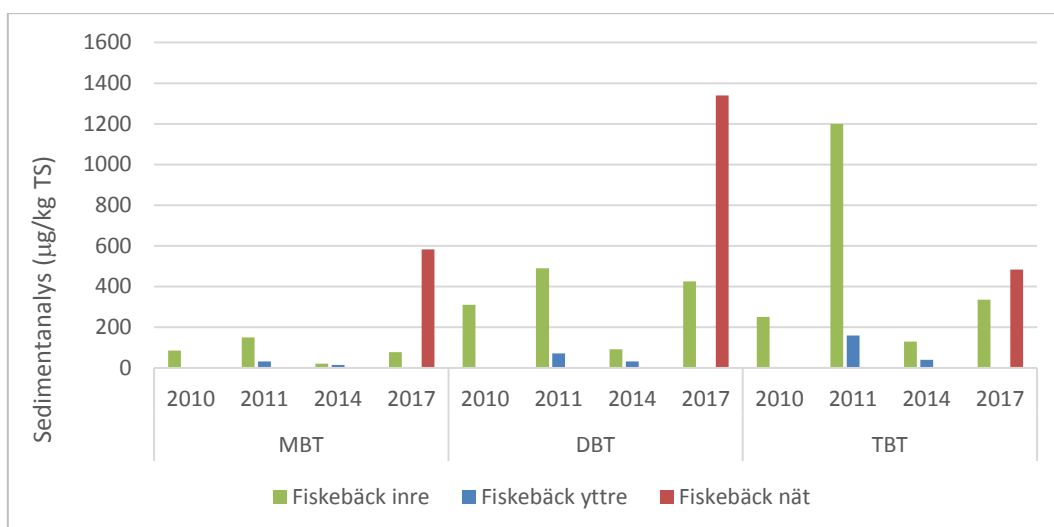
Analys av förekomst av imposex hos nätsnäckor i Fiskebäck har utförts vid två tidigare tillfällen (2011 och 2014). I samtliga studier analyserades även halten organiska tennföreningar i vävnaden. Resultaten visar på ett likartat vävnadsinnehåll av organiska tennföreningar för åren 2014 och 2017 möjligen med en tendens till en ökning med avseende på halten TBT i vävnaden 2017. Där emot var halterna av TBT och TPhT betydligt högre år 2011 (Figur 7), vilket även avspeglar sig i VDSI med ett max på 4,0. VDSI har under åren 2014 och 2017 minskat, dock marginellt, vid jämförelse med 2011 och statusen för lokalen har förbättrats från *dålig* till *otillfredsställande* (Tabell 2). Den kraftiga minskning av halten TBT i vävnad kan möjligen kopplas till att TBT-förorenat sediment har forslats bort i samband med den muddring som skedde efter provtagningen 2011. Alternativ förklaring till minskningen av TBT i vävnaden samt graden imposex (VDSI) kan vara att snäcklokalen flyttades vid 2014 års provtagning, från att ligga nära spolplatta, sjösättnings- och mastningskran till att nu vara belägen cirka 160 meter bort. Imposex induceras dessutom i juvenila djur varför det borde ta 5-10 år (beroende på vilken åldersklass som analyseras) innan en effekt av muddringen ses på VDSI.



Figur 7. Kemisk analys vid Fiskebäckens hamn av innehållet av organiska tennföreningar i nätsnäckevävnad år 2011⁽ⁿ⁼²⁷⁾, 2014⁽ⁿ⁼³¹⁾ och 2017⁽ⁿ⁼²⁶⁾.

Tidigare provtagningar med avseende på organiska tennföreningar i sedimentet i denna hamn har skett 2010, 2011 och 2014. Sedimentprover har tagits vid samma positioner 2011, 2014 och 2017 med undantag för den yttre positionen 2017 som utgick till förmån för ett sedimentprov vid snäcklokalen (Fiskebäck

nät). Tidigare år ses dock ett mönster med avtagande halter vid den yttre lokalen som är belägen längst ut på vågbrytaren in till hamnen. Vid jämförelse av TBT-halter i sedimentet över tiden ses kraftigt förhöjda halter år 2011 i jämförelse med övriga år för lokalen Fiskebäck inre (Figur 8). Förklaringen till att halterna 2010 och 2011 skiljer sig markant åt kan vara att provtagningen visserligen har skett i den inre delen av hamnen vid båda tillfällena men på olika positioner. Från år 2011 och framåt har provtagningen skett cirka 40 meter ifrån sjösättnings- och mastningskranen, 2010 togs sedimentprovet cirka 250 meter från kranen. Att halterna sjönk efter 2011 kan sannolikt kopplas till att det muddrades i hamnen något år efter att Magnusson *et. al.* (2011) genomfört sin studie. Statusklassningen av sedimenten har varit relativt konstant med *ej god status* för samtliga lokaler och år enligt det svenska gränsvärdet. Det norska systemet bekräftar detta och samtliga stationer med undantag för den yttre lokalen 2014 faller inom klass V i det norska systemet (Tabell 4). Trots att halterna i sedimenten är fortsatt höga har kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter minskat till nivåer som inte innebär nytillskott av TBT.



Figur 8. Kemisk analys vid Fiskebäckens hamn av innehållet av TBT, DBT och MBT i sediment år 2010, 2011, 2014 och 2017, ($n^{2010, 2011, 2014}=1$ och $n^{2017}=3$ prover poolade till 1).

Önnereds båtlag

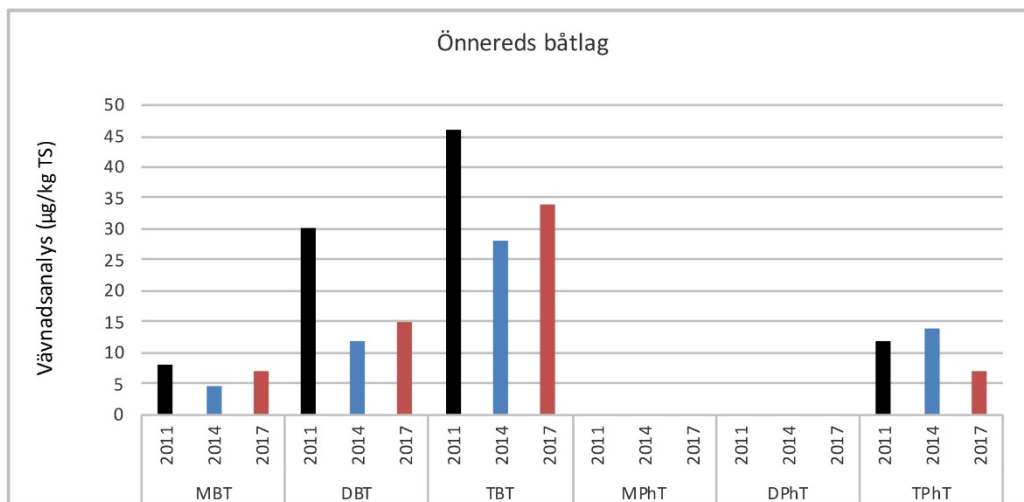
Denna lokal inkluderar även Önnereds Båtgärförening och totalt finns här 293 båtplatser varav merparten av båtarna tas upp på hösten. Snäckor fångades på nocken av bryggan närmast mynningen på Eskils kanal. Fångsten av snäckor var sparsam med mestadels vuxna individer med en medelskallängd av 21,6 mm. Totalt analyserades 50 individer varav 36 var honor. 42 % av honorna uppvisade imposex. Det högsta imposexstadiet som observerades på denna lokal var 3A vilket återfanns hos 14 % av honorna. Det vanligaste stadiet var annars 0 som återfanns hos 58 % av honorna och innebär en normal hona. VDSI för denna lokal beräknades till 0,7 vilket innebär att området klassas som *måttligt* med avseende på imposex (Tabell 2). Analysen av vävnaden från snäckorna visade på det inom denna studie lägsta innehållet av TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT, dock visar kvoten på 1,5 att snäckorna tar upp TBT snabbare än de bryter ner det. Även TPhT påträffades i vävnaden (Figur 9; Tabell 1).

Sediment

Kemisk analys av tagna sedimentprover indikerar att innehållet av organiska tennföreningar är lägre vid den inre lokalen än vid den yttre. Den inre lokalen är belägen i början på den fjärde bryggan från öster räknat medan den yttre lokalen är den samma som snäckorna tas ifrån. Vid den inre lokalen uppmättes TBT-halten i sedimentet till 31 µg/kg TS och till 72 µg/kg TS vid den yttre lokalen. Samma förhållande gäller för kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT, vilken är 0,4 vid den inre lokalen och 0,8 vid den yttre. Förhållandet har varit det omvända i alla andra hamnar som har undersökts i detta projekt, det vill säga med lägre halter vid den yttre stationen. Att Önnered skiljer sig i detta avseendet beror sannolikt på att den yttre lokalen återfinns mycket nära mynningen till Eskils kanal som trafikeras av en hel del båtar. Sedimentet i Önnered uppnår inte *god status* enligt svenska kriterier vid någon av stationerna och vid klassning enligt de norska förvaltningsbaserade kriterierna faller båda stationerna inom klass IV (Tabell 1). Den låga kvoten för sedimenten visar dock på att inget nytillskott sker. Utöver TBT, DBT och MBT påträffades även halter av TeBT, MOT, DOT och MPhT i sedimentet vid båda lokalerna.

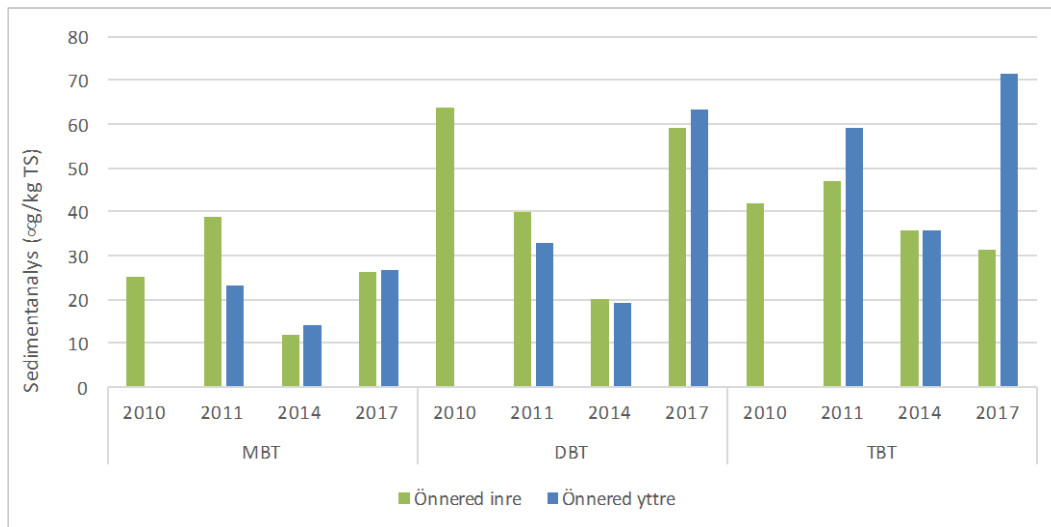
Tidigare studier

Provtagning med avseende på analys av imposex hos nätsnäckor har skett vid denna hamn tre gånger tidigare; 2008, 2011 och 2014. I samtliga studier med undantag för 2008 analyserades även halten organiska tennföreningar i vävnaden. Resultaten visar på ett likartat vävnadsinnehåll av organiska tennföreningar över tiden, med undantag av 2011 då halterna av TBT och DBT var något förhöjda (Figur 9). VDSI var som högst 2008 och har därefter minskat och lokalens status har förbättrats från *otillfredsställande* till *måttlig* status (Tabell 2).



Figur 9. Kemisk analys vid Önnereds båtlag av innehållet av organiska tennföreningar i nätsnäckeavsnad år 2011⁽ⁿ⁼³⁴⁾, 2014⁽ⁿ⁼²⁴⁾ och 2017⁽ⁿ⁼³⁶⁾.

Tidigare provtagningar med avseende på organiska tennföreningar i sedimentet i denna hamn har skett 2010, 2011 och 2014. Vid jämförelse av TBT-halter i sedimentet från dessa studier ses inga tydliga skillnader över tid för den inre och den yttre lokalen med undantag för 2017. Halten TBT 2017 är nästan den dubbla i den yttre lokalen (Figur 10) vid jämförelse med den inre lokalen 2017 men också vid jämförelse med 2014 års resultat. Även halten DBT är högre vid båda lokalerna 2017 vid jämförelse med 2011 och 2014. Detta återspeglas även i kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT för 2017, då denna är den lägsta sett till samtliga provtagningstillfällen för båda lokalerna. Att inte en tydlig skillnad ses mellan den inre och den yttre lokalen beror sannolikt på att den yttre lokalen ligger i anslutning till Eskils kanal som går på insidan av lilla Rösö vilket medför en hel del båttrafik. Status för sedimenten i Önnereds hamn har varit stabilt över tiden. Enligt svenska kriterier så uppnås *ej god status*. Vid klassning enligt de norska förvaltningsbaserade kriterierna faller sedimentet från båda lokalerna inom klass IV (Tabell 4).



Figur 10. Kemisk analys vid Önnereds båtlag av innehållet av TBT, DBT och MBT i sediment år 2010, 2011, 2014 och 2017, ($n^{2010, 2011, 2014}=1$ och $n^{2017}=3$ prover poolade till 1).

Näset

Småbåtshamnen vid Näset inkluderar Näsets båtvarv, Björla marin samt VK Marin och hyser totalt 850 båtplatser varav merparten av båtarna tas upp i området på hösten. Nätsnäckor av alla storlekar fångades vid den andra långa bryggan söder sett från kranen. Totalt analyserades 50 individer vars medelskallängd var 17,2 mm. Av dessa var 43 honor av vilka 86 % uppvisade imposex. Det vanligaste och även det högsta imposexstadiet var 3A vilket observerades hos 42 % av honorna. VDSI för denna lokal beräknades till 1,8 och lokalen klassas med avseende på imposex som *måttlig* (Tabell 2). Analysen av vävnaden från snäckorna visade på ett innehåll av TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT samt TPhT. Kvoten mellan var 1,0 vilket tyder på att snäckorna tar upp mer TBT från omgivningen än vad som bryts ner av snäckan (Tabell 1; Figur 11).

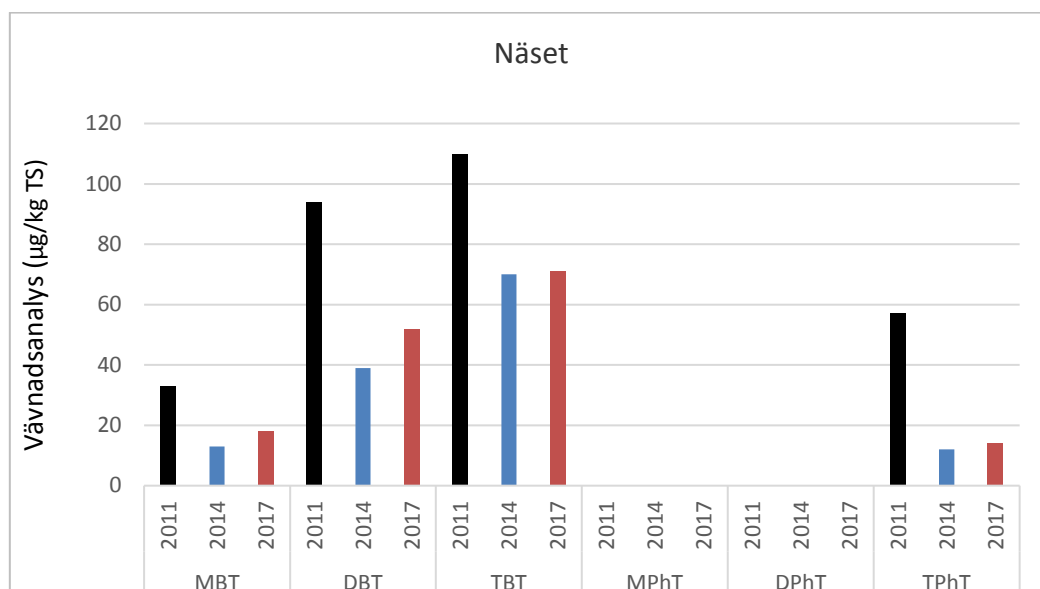
Sediment

Vid Näset togs två sedimentprover, ett vid den inre lokalen (Näset inre) belägen i närheten av sjösättningskranen och spolplattan, samt ett cirka 100 meter bort i sydöstlig riktning vid lokalen där nätsnäckorna fångades (Näset nät). Den senare lokalen har ersatt den sedimentlokal som var belägen i de yttre delarna av hamnen. "Näset nät" har även provtagits 2011 och kallades då "Näset mellan". Den kemiska analysen av organiska tennföreningar i sedimentproverna visar på ett relativt snabbt avtagande med avståndet från den inre lokalen (Tabell 1). Näst högsta värdet av TBT i sedimentet (448 µg/kg TS) inom denna studie mättes upp vid den inre lokalen med en kvot på 2,9 vilket innebär ett märkbart nytillskott av TBT. Även sedimentet från snäcklokalen (Näset nät) uppvisar en hög kvot (1,4). Innehållet av TBT är dock betydligt lägre här än vid den inre lokalen (Tabell 1). Vid båda lokalerna observerades även TeBT, MOT, DOT och TPhT. Sedimenten i Näsets marina uppnår inte god status enligt

svenskt gränsvärde och enligt norska kriterier klassas den inre stationen som *mycket dålig*, klass V medan sedimentet vid Näset nät faller inom klass IV, *dålig* status.

Tidigare studier

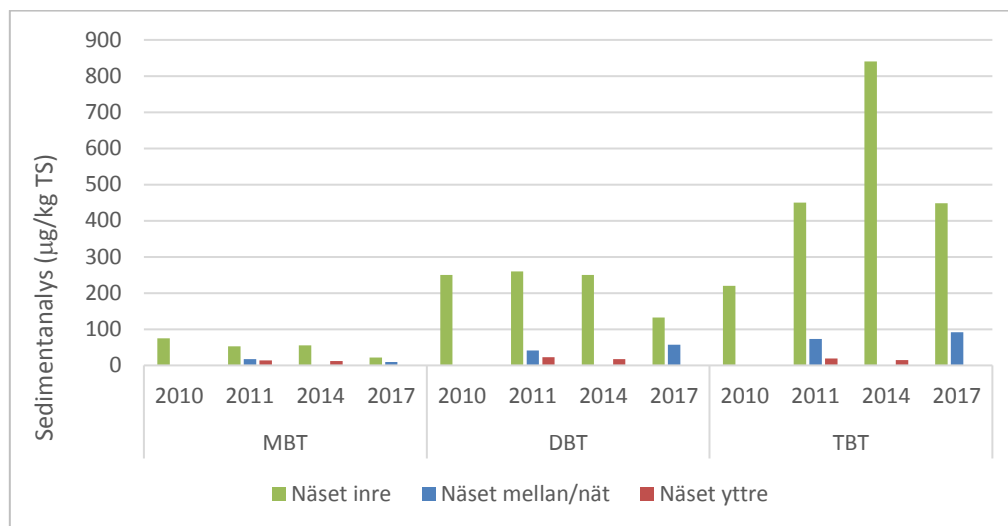
Provtagning med avseende på analys av imposex hos nätsnäckor har skett vid denna hamn tre gånger tidigare; 2008, 2011 och 2014. I samtliga studier med undantag för 2008 analyserades även halten organiska tennföreningar i vävnaden (Figur 11). Resultaten visar på ett likartat vävnadsinnehåll av organiska tennföreningar över tiden, med undantag av 2011 då halterna av TBT och DBT var betydligt högre än för 2014 och 2017. Kvoten mellan TBT och DBT+MBT i vävnaden var dock som lägst 2011 med 0,9. VDSI var som högst 2008 och har därefter minskat årligen med undantag av 2017 då en tendens till ökning kan ses vid jämförelse med år 2014. Lokalens status sedan 2008 har dock förbättrats från *otillfredsställande* till *måttlig* status (Tabell 2).



Figur 11. Kemisk analys vid Näsets marina av innehållet av organiska tennföreningar i nätsnäckevävnad år 2011⁽ⁿ⁼⁴³⁾, 2014⁽ⁿ⁼³⁰⁾ och 2017⁽ⁿ⁼⁴³⁾.

Tidigare provtagningar med avseende på organiska tennföreningar i sedimentet i denna hamn har skett 2010, 2011 och 2014. Vid jämförelse av TBT-halter i sedimentet från dessa studier ses inga tydliga skillnader över tid för respektive lokal med undantag för 2014 då halten TBT är nästan det dubbla vid den inre lokalen (Figur 12). Kvoten mellan TBT och DBT+MBT i sedimentet för den inre lokalen har ökat sedan den första mätningen 2010 från att vara 0,7 till att nu uppgå till 2,9, vilket är den högsta beräknade kvoten i denna studie. Status för sedimenten i Näsets marina har varit oförändrad över tiden. Enligt svenska kriterier uppnår ingen lokal *god status*. Vid klassning enligt de norska förvaltningsbaserade kriterierna med avseende på TBT faller sedimentet från den inre lokalen inom klass V, sedimentet från Näset mellan/nät inom klass IV

och den yttersta lokalen inom klass III (Tabell 4). Vid klassning enligt de norska förvaltningsbaserade kriterierna med avseende på TPhT faller sedimentet från den inre lokalen inom klass V och sedimentet från Näset mellan/nät inom klass IV (Tabell 4).



Figur 12. Kemisk analys vid Näsets marina av innehållet av TBT och dess nedbrytningsprodukter i sediment år 2010, 2011, 2014 och 2017, ($n^{2010, 2011, 2014}=1$ och $n^{2017}=3$ prover poolade till 1).

Amundö marina

Amundö Marina är en småbåtshamn med plats för 550 båtar vid Amundö, söder om Göteborg, där även cirka 600 båtar tas upp årligen. Nätsnäckorna fångades vid bryggan närmast den nordvästliga palissaden och fällorna innehöll både vuxna och juvenila individer. Totalt analyserades 50 individer med 21,8 mm i medelskallängd varav 46 var honor. 63 % av dessa uppvisade imposex där imposex hade utvecklats till de högre stadierna 3 och 4 hos 33 %. Det vanligaste stadiet var annars 0, vilket innebär en normal hona. VDSI för denna lokal beräknades till 1,3 och innebär en måttlig status med avseende på imposex (Tabell 2). TBT halten i vävnaden var jämfört med övriga provtagna hamnar bland de lägre med 43 µg/kg TS, dock var kvoten på 2,6 den högsta beräknade inom denna studie (Figur 13; Tabell 1). En möjlig orsak till den höga kvoten kan vara den muddring som utfördes i närområdet under våren 2017. Visserligen användes siltgardiner för att minska spridning av eventuellt förorenat sediment men det är svårt att helt undvika grumlingar i vattenpelaren. Det är därför möjligt att snäckans upptag av TBT från sedimentet kan ha ökat till följd av muddringen, med en ökad kvot som följd.

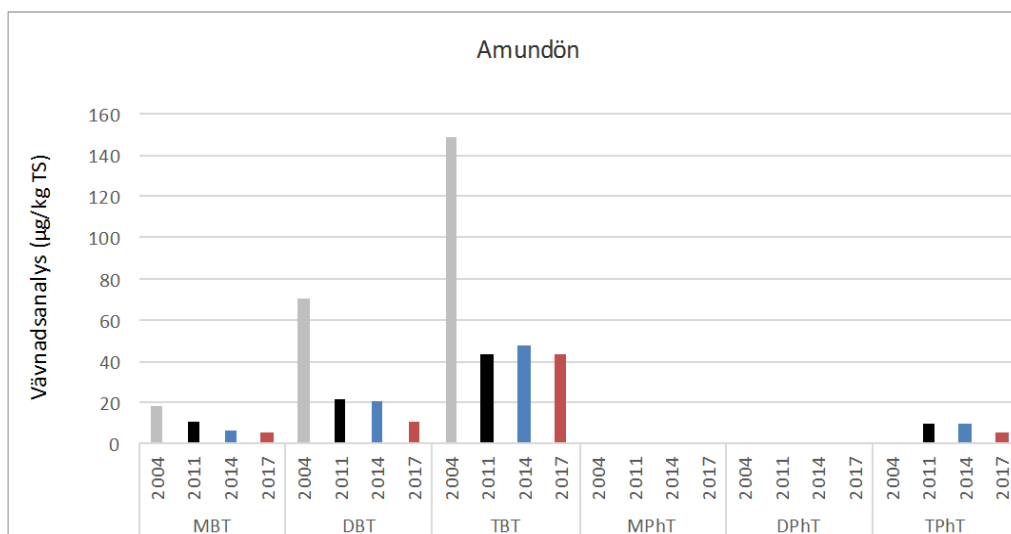
Sediment

Vid Amundö marina togs två sedimentprover, ett vid den inre lokalen (Amundö inre) belägen i närheten av sjösättningskranen och spolplattan, samt ett cirka 170 meter bort i nordostlig riktning vid lokalen där nätsnäckorna fångades (Amundö nät). Den senare lokalen har ersatt den sedimentlokal som var belägen

i de yttre delarna av hamnen. Kemisk analys av tagna sedimentprover visar på en mer än fyra gånger så hög halt av TBT vid den inre lokalen (133 µg/kg TS) jämfört med Amundö nät (33 µg/kg TS) (Tabell 1). Kvoten för den inre lokalen på 1,4 visar dessutom på ett *märkbart nytillskott* till området. Motsvarande kvot för lokalen där nätsnäckorna togs är <0,8 och visar inte på ett nytillskott. Ingen av lokalerna uppnår *god status* enligt svenskt gränsvärde för TBT. Vid klassning enligt norska kriterier faller Amundö inre inom klass V och Amundö nät inom klass IV. Vid båda lokalerna observerades även MOT, DOT, MPhT, vid den inre lokalen hittades även TeBT och TPhT (Tabell 1).

Tidigare studier

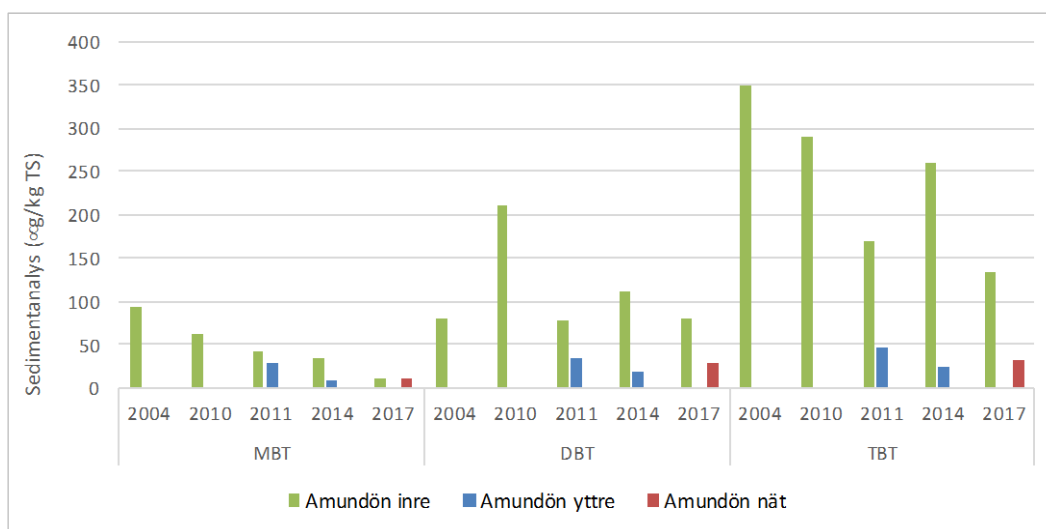
Provtagning med avseende på analys av imposex hos nätsnäckor har skett vid denna hamn 4 gånger tidigare; 2004, 2008, 2011 och 2014. I samtliga studier med undantag för 2008 analyserades även halten organiska tennföreningar i vävnaden. Resultaten visar på ett likartat vävnadsinnehåll av organiska tennföreningar över tiden, med undantag av 2004 då halterna av TBT och DBT var tydligt högre än för övriga år (Figur 13). VDSI var som högst 2004 och har därefter minskat med undantag av 2017 då en tendens till ökning kan ses vid jämförelse med 2014. Lokalens status sedan 2004 har dock förbättrats från *otillfredsställande* till *måttlig* status (Tabell 2).



Figur 13. Kemisk analys vid Amundön marina av innehållet av organiska tennföreningar i nätsnäckevävnad år 2004⁽ⁿ⁼³¹⁾, 2011⁽ⁿ⁼²³⁾, 2014⁽ⁿ⁼³⁶⁾ och 2017⁽ⁿ⁼⁴⁶⁾.

Tidigare provtagningar med avseende på organiska tennföreningar i sedimentet i denna hamn har skett 2004, 2010, 2011 och 2014. Vid jämförelse av TBT-halter i sedimentet från dessa studier ses höga halter av TBT huvudsakligen vid den inre lokalen (Figur 14). Förekomsten av TBT i sedimenten har dock minskat från 350 µg/kg TS år 2004 till 133 µg/kg TS år 2017. Kvoten i sedimentet för den inre lokalen varierat mellan 1,1 (år 2010) till 2,0 (år 2004) vilket innebär ett *märkbart* till *stort nytillskott* av TBT. Status för

sedimenten i Amundö marina har varit oförändrad över tiden (Tabell 4). Enligt svenska kriterier uppnår ingen lokal *god status*. Vid klassning enligt de norska förvaltningsbaserade kriterierna med avseende på TBT faller sedimentet från den inre lokalen inom klass V medan sedimenten från Amundö yttre samt Amundö nät faller inom klass IV. Vid klassning av sedimentet, enligt de norska förvaltningsbaserade kriterierna med avseende på TPhT, från den inre lokalen faller sedimentet från 2004 och 2014 inom klass V för att vid provtagningen 2017 minska till klass IV (Tabell 4).



Figur 14. Kemisk analys vid Amundön marina av innehållet av TBT och dess nedbrytningsprodukter i sediment år 2010, 2011, 2014 och 2017, ($n^{2010, 2011, 2014}=1$ och $n^{2017}=3$ prover poolade till 1).

Vrångö hamn

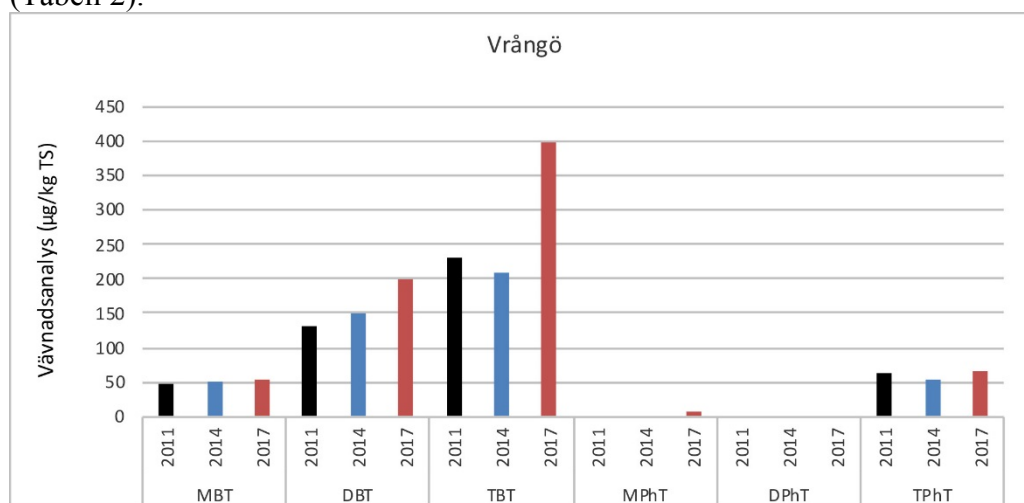
Vrångö hamn ligger i den södra delen av skärgården. Hamnen har plats för 300 båtar och cirka 200 av dessa tas upp årligen på hösten. Nätsnäckorna fångades som tidigare i närheten av den sjösättningsramp som finns i den inre hamnbassängen. De snäckor som fångades var huvudsakligen adulta djur med en medelskallängd på 21,1 mm. Totalt analyserades 50 individer varav 24 var honor. Samtliga honor uppvisade imposex och samtliga hade utvecklat de högre imposexstadierna 3A och 4 alternativt 4+. Även förekomst av kraftig maskulinisering med en böjd äggledare noterades hos en individ. VDSI för denna lokal beräknades till 3,6 vilket innebär att områdets status med avseende på imposex klassas som *dålig*, det vill säga den högsta klassningen (Tabell 2). I snäckorna från Vrångö hamn uppmättes en TBT-halt på 400 µg/kg TS vilket är den högsta inom denna studie (Figur 15; Tabell 2). Även kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter på 1,3 får anses hög då detta tyder på att snäckorna tar upp mer TBT från omgivningen än vad som bryts ner. Av övriga organiska tennföreningar detekterades TPhT samt dess nedbrytningsprodukt MPhT i snäckvävnaden. Även halten TPhT är anmärkningsvärt hög med en halt av 66 µg/kg TS.

Sediment

Vid denna provtagning har det varit en strävan att provta sedimentet vid samma lokal som snäckorna fångades vid, men på grund av ett för sandigt substrat kunde inte detta genomföras i Vrångö hamn, varför provtagning istället skedde vid samma stationer som vid tidigare tillfällen. Den inre lokalen är belägen vid den innersta bryggan i hamnen och den yttre är belägen vid den långsgående bryggan i den norra delen av den inre hamnbassängen. Båda dessa lokaler ligger inom ett avstånd av 60-80 meter från snäcklokalen. Kemisk analys av tagna sedimentprover visar att innehållet av organiska tennföreningar är högre vid den inre lokalen, än vid den yttre. TBT-halten i sedimentet uppmättes till 306 µg/kg TS vid den inre lokalen och till 85 µg/kg TS vid den yttre lokalen (Tabell 1). Kvoten mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT är dock relativt låg med 0,7 vid den inre och 0,8 vid den yttre, där en kvot mellan 0,8-1,0 indikerar ett *litet nytillskott*. Sedimentet i Vrångö hamn uppnår inte *god status* enligt svenska kriterier vid någon av stationerna och vid klassning enligt de norska förvaltningsbaserade kriterierna faller den inre stationen inom klass V och den yttre inom klass IV (Tabell 1). Utöver TBT, DBT och MBT påträffades även halter av TeBT, MOT, DOT, TPhT, DPhT och MPhT.

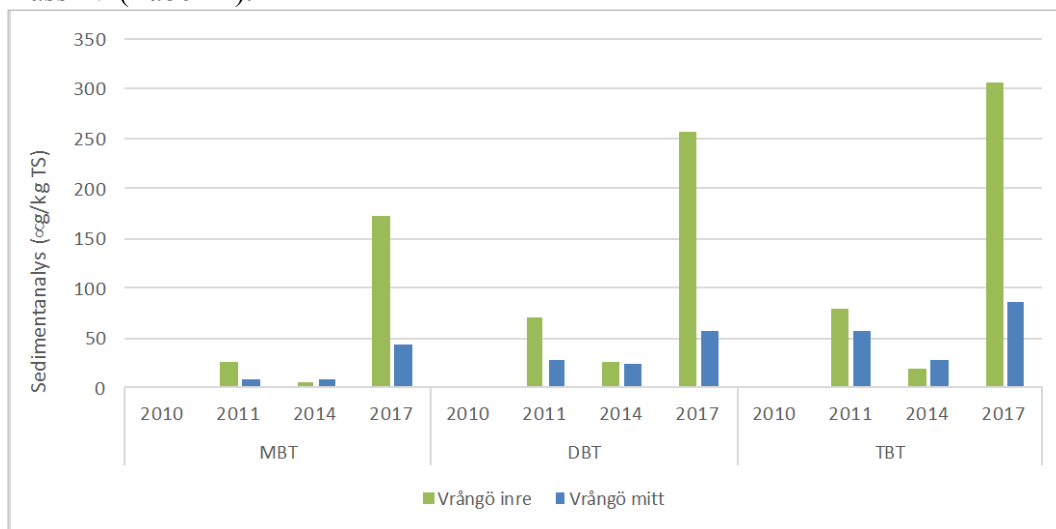
Tidigare studier

Provtagning med avseende på analys av imposex hos nätsnäckor har skett vid denna hamn tre gånger tidigare; 2008, 2011 och 2014. I samtliga studier med undantag för 2008 analyserades även halten organiska tennföreningar i vävnaden. Resultaten visar på ett tilltagande vävnadsinnehåll av TBT, DBT och MBT över tiden medan halten TPhT är relativt konstant. Anmärkningsvärt är att halten TBT i vävnaden har fördubblats sedan 2014 (Figur 15). Även VDSI har ökat årligen sedan provtagningarna startade 2008 och lokalens status har försämrats från *otillfredsställande* till *dålig status* med avseende på imposex (Tabell 2).



Figur 15. Kemisk analys vid Vrångö hamn av innehållet av organiska tennföreningar i nätsnäckevävnad år 2011⁽ⁿ⁼²⁷⁾, 2014⁽ⁿ⁼²⁶⁾ och 2017⁽ⁿ⁼²⁴⁾.

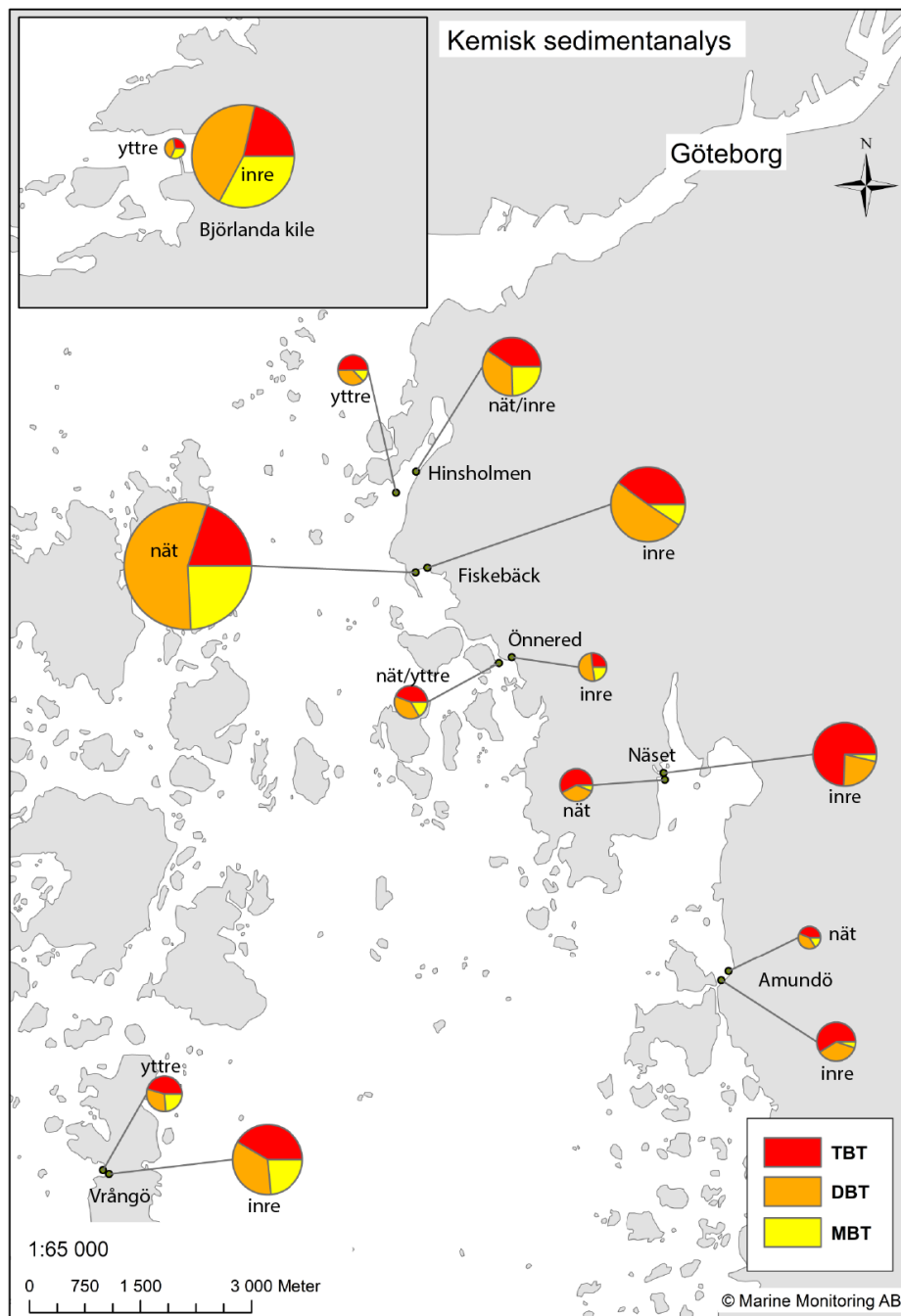
Tidigare provtagningar med avseende på organiska tennföreningar i sedimentet i denna hamn har skett 2011 och 2014. Vid jämförelse av TBT-halter i sedimentet från dessa studier ses inga tydliga skillnader mellan åren för den inre och den yttre lokalen med undantag för 2017 då halten TBT, DBT och MBT är tydligt högre vid den inre lokalen än för tidigare år (Figur 16). Samtidigt är kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT vid den inre lokalen för 2017 relativt oförändrad emot tidigare år det vill säga $<0,8$. Status för sedimenten i Vrångö hamn har försämrats över tiden och enligt svenska kriterier så uppnås *ej god status* vid någon lokal. Vid klassning enligt de norska förvaltningsbaserade kriterierna har sedimentet vid den inre lokalen försämrats till klass V medan sedimentet från den yttre lokalen faller, som tidigare, inom klass IV (Tabell 4).



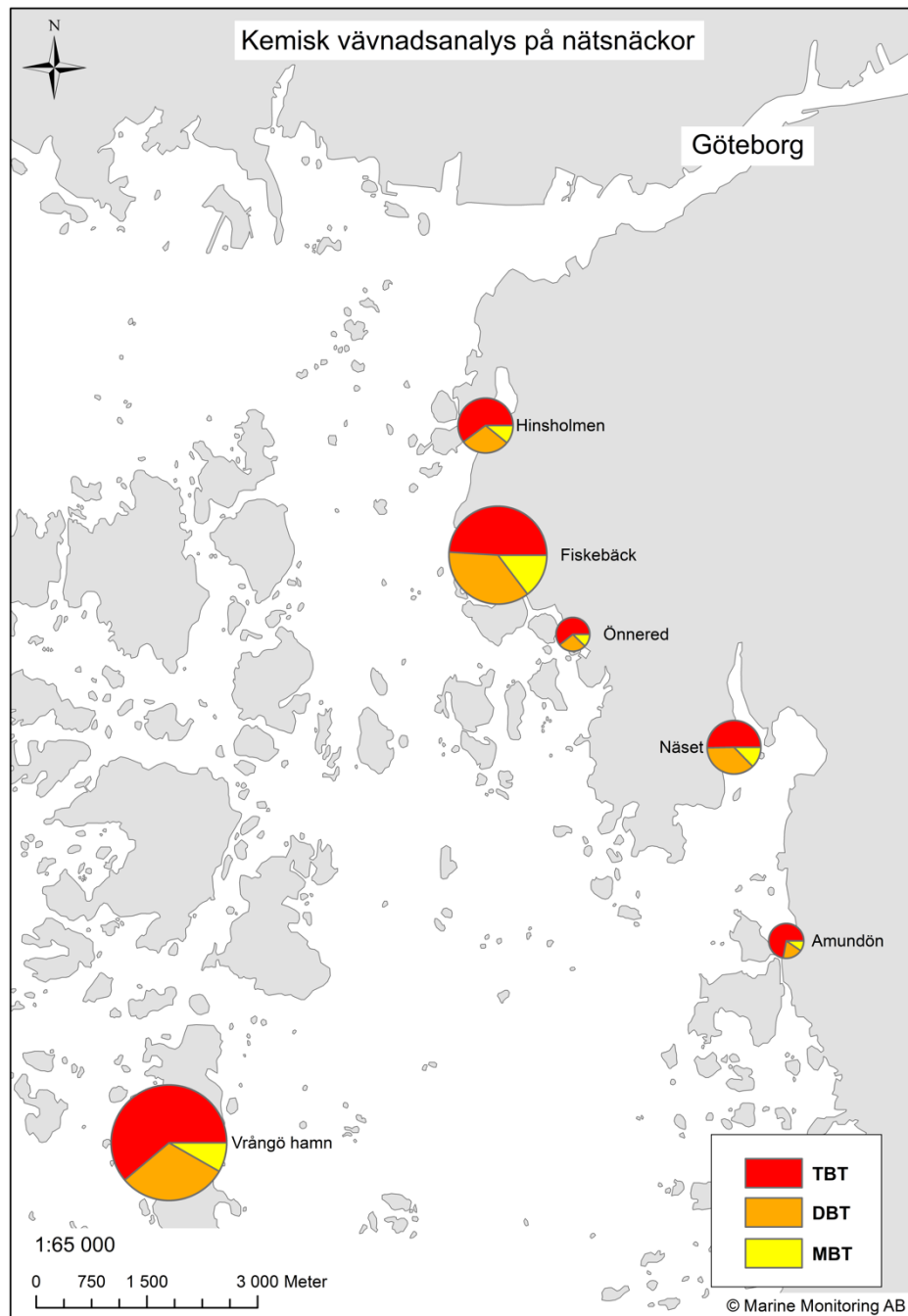
Figur 16. Kemisk analys vid Vrångö hamn av innehållet av TBT och dess nedbrytningsprodukter i sediment år 2011, 2014 och 2017, (n2011, 2014=1 och n2017=3 prover poolade till 1).

Jämförelse mellan småbåtshamnar

Av de sju hamnarna som har besökts inom detta projekt så var effekterna från TBT 2017 mest påtagliga i Vrångö hamn och Fiskebäck hamn. Sedimentet från dessa hamnar var även bland de mest förorenade 2017 med avseende på TBT. Samtliga lokaler överstiger det svenska gränsvärdet för *god status* med avseende på TBT i sedimentet. Klassningen enligt norska bedömningsgrunder av tagna sedimentprover är huvudsakligen *dålig* alternativt *mycket dålig*. Halter över 400 µg/kg TS av TBT i sedimentet uppmättes vid Fiskebäck nät och Näset inre. Något lägre halter men ändå över 300 µg/kg TS uppmättes vid Björlanda kile inre, Fiskebäck inre samt Vrångö inre. Den totala halten av TBT, DBT och MBT var störst i Fiskebäck och Björlanda kile (Figur 17). De lägsta halterna påträffades vid Björlanda kile yttre, Önnered inre samt vid Amundö nät. Detta avspeglas även hos nätsnäckorna då de lägsta vävnadshalterna återfanns i Önnered tätt följt av Amundön (Figur 18), samma mönster ses i VDSI (Figur 19).



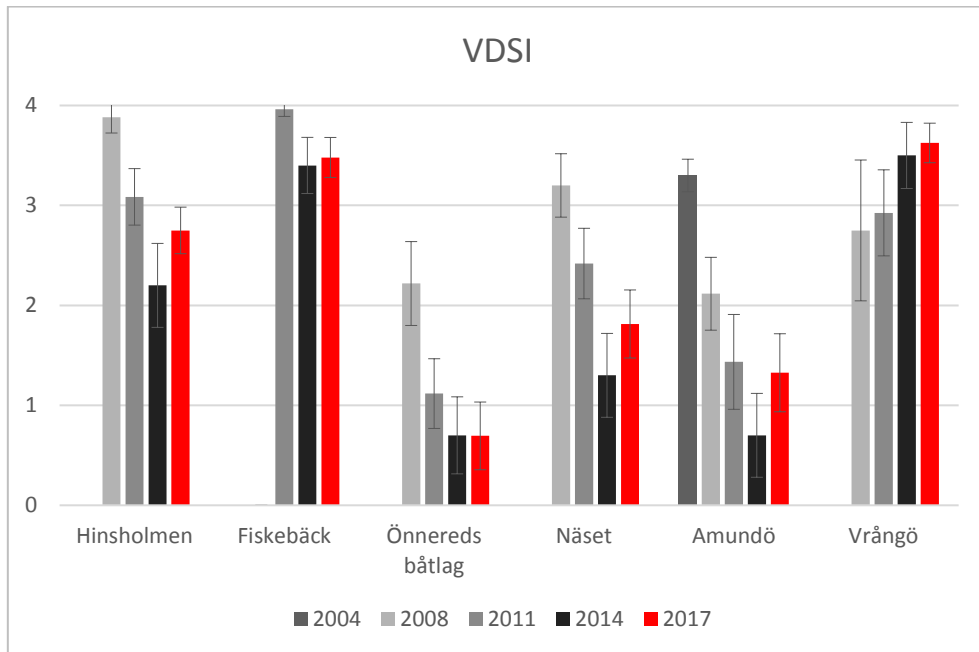
Figur 17. Karta som visar hur summan av TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT i sedimentet fördelar sig storleksmässigt vid provtagna lokaler i varje hamn och i förhållande till övriga undersökta hamnar.



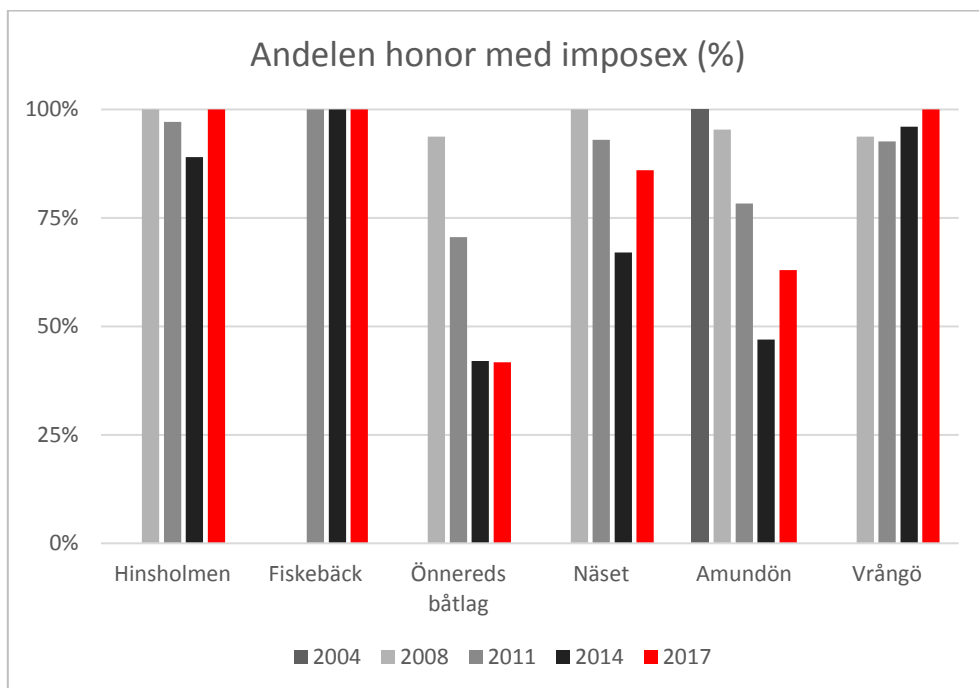
Figur 18. Karta som visar hur TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT i vävnad från nätsnäckor fördelar sig storleksmässigt vid varje hamn och i förhållande till övriga undersökta hamnar

De högsta halterna av såväl TBT i vävnad som VDSI ses i Fiskebäck (230 µg/kg TS) samt Vrångö (400 µg/kg TS) där samtliga analyserade honor uppvisar imposex (Figur 20) i något av de två högsta stadierna (3A och 4/4+) (Figur 21). Även Hinsholmen uppvisar ett högt VDSI och en 100% påverkan men endast 81% av honorna uppvisar de högre stadierna av imposex, vilket sannolikt beror på den lägre halten TBT i vävnaden (89 µg/kg TS) på denna lokalen. Sett över tiden så minskar VDSI i samtliga undersökta lokaler med undantag för Vrångö hamn där VDSI snarare ökar (Figur 19). Vad detta beror på är oklart men det är anmärkningsvärt att halten TBT i vävnaden har ökat från 200 till 400 µg/kg TS på två år. En förklaring till de höga VDSI värden skulle kunna vara att analysen möjligen sker på en äldre generation snäckor än normalt, vilket också kan förklara att detta är den enda lokalen där en kraftig maskulinisering i form av böjd äggledare ses. Samtidigt så har inte medelskallängden varierat nämnvärt över tiden och snäckorna från Vrångö är av likartad storlek som de från övriga lokaler. Att det skulle vara en äldre generation förklarar dessutom inte det kraftigt ökade vävnadsinnehållet av TBT. Anmärkningsvärt är även att VDSI tenderar att öka i Hinsholmen, Näset och Amundön vid jämförelse med 2014 års data. Denna ökning är dock inte statistiskt signifikant ($p>0,05$). Även den procentuella andelen honor med imposex visar på ökning vid dessa lokaler (Figur 20), där det främst är de höga stadierna 3A och 4/4+ som ökar med ca 20-25%.

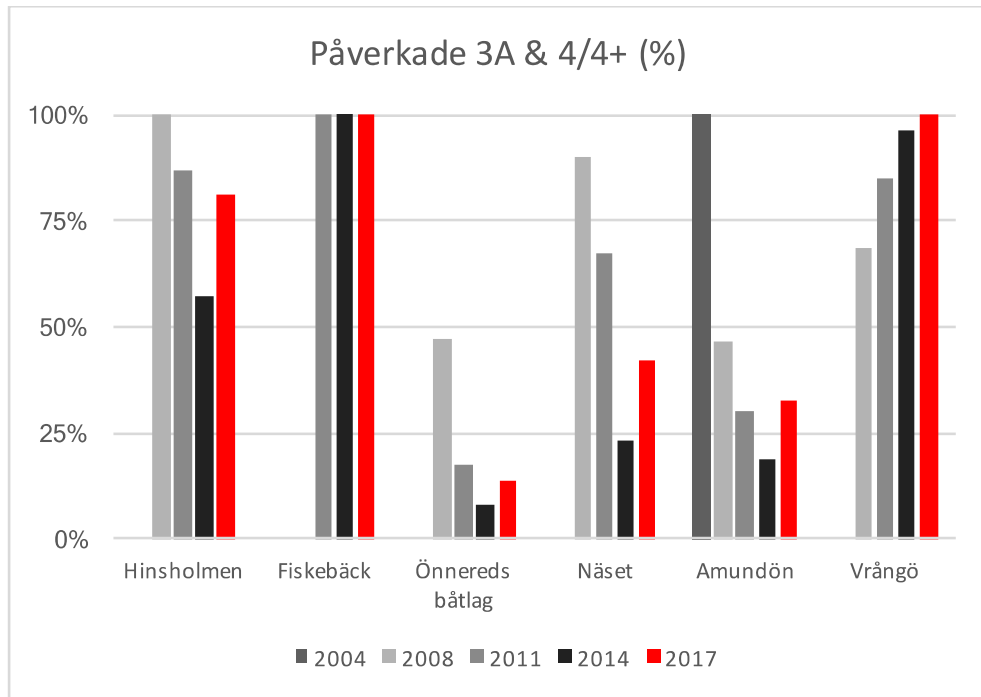
Klassningen utifrån VDSI varierar mellan *måttlig* och *dålig*. Denna klassning stämmer också väl överens med uppmätta TBT-halter i vävnaden. Önnered, Amundö och Näset som har det lägsta innehållet av TBT i vävnad klassas som *måttliga* enligt VDSI och Vrångö som har det högsta VDSI klassas som *dålig* och övriga hamnar däremellan klassas som *otillfredsställande*. Vid test av hur bra graden av imposex (VDSI) svarar på halten TBT i vävnad för åren 2011, 2014 och 2017 (Figur 22) fås en signifikant korrelation ($p<0,0001$) där 72 % av värdet på VDSI kan förklaras av halten TBT i sedimentet.



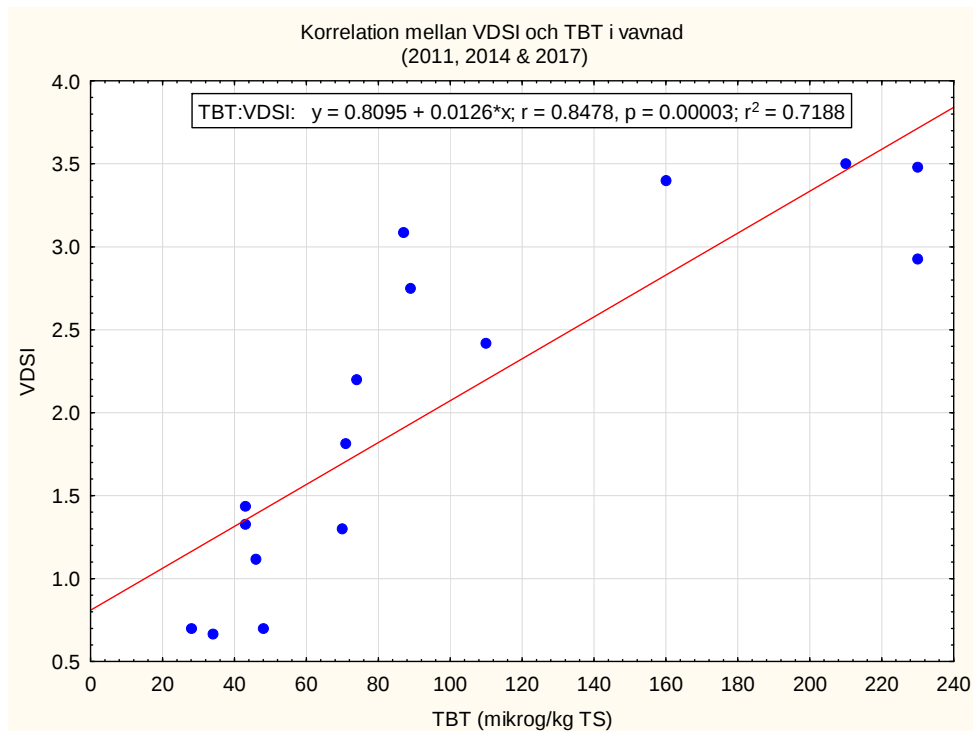
Figur 19. Imposex uttryckt som VDSI hos nätsnäcka insamlade från sex olika hamnar åren 2004, 2008, 2011, 2014 och 2017 (felstaplar anger ett 95% konfidensintervall).



Figur 20. Andelen honor med imposex (%) hos nätsnäcka insamlade från sex olika hamnar åren 2004, 2008, 2011, 2014 och 2017.



Figur 20. Andelen honor med imposex stadium 3A och 4/4+ (%) hos nätsnäckor insamlade från sex olika hamnar åren 2004, 2008, 2011, 2014 och 2017.



Figur 21. Korrelation mellan graden av imposex (VDSI) hos nätsnäckor och TBT-halten i nätsnäckans vävnad ($\mu\text{g/kg TS}$) för provtagningar utförda 2011, 2014 och 2017.

Diskussion och slutsatser

Denna studie har gjorts på uppdrag av Miljöförvaltningen i Göteborg och är menad att tjänstgöra som en indikator för det lokala miljömålet *Hav i balans samt levande kust och skärgård*. Sammantaget har sju hamnar i Göteborgs kommun undersökts med avseende på organiska tennföreningar i sedimentet och vilken effekt detta får på nätsnäckor. Av de småbåtshamnar som har ingått i denna studie installerade samtliga för cirka 6 år sedan spolplattor med separata reningsverk för att förhindra att rester av giftiga båtbottnfärger på nytt hamnar i havet via spillvattnet från avspolning av båtar. Samtliga hamnar som innehar en reningsanläggning kopplade till spolplattan, egentligen alla utom Önnered och Vrångö hamn, klarar i dagsläget att rena utgående vatten till gällande riktvärden (HAV rapport 2012:10 rev 2015) med avseende på TBT, dvs halten TBT i utgående spillvatten överstiger inte 200ng/l. I hamnarna Önnered och Vrångö har man istället för att rena spolvattnet och återföra detta som spillvatten till havet valt att samla upp spolvattnet och hantera detta som farligt avfall. I alla hamnar utom Björlanda kile infångades även nätsnäckor vilka analyserades med avseende på halt av organiska tennföreningar i vävnaden, och i vilken utsträckning denna exponering har gett upphov till imposex hos snäckorna.

Nedan diskuteras och sammanfattas hur påverkade snäckorna är som lever i undersökta hamnar och i vilken omfattning sedimenten är förorenade av TBT och andra organiska tennföreningar. Stycket avslutas med en bedömning av miljöpåverkan.

Påverkan på snäckor

I samtliga hamnar där nätsnäckor har hittats uppvisade snäckorna omfattande morfologiska förändringar (imposex) som en följd av att de lever i TBT-förorenade sediment. Statusen för hamnarna utifrån OSPARs bedömningskriterier varierade mellan *måttlig*, *otillfredsställande* och *dålig* status. VDSI, det vill säga graden av imposex, har visserligen minskat vid merparten av lokalerna vid jämförelse med den provtagning som skedde 2008 men vid jämförelse av de två senaste provtagningarna, dvs 2014 och 2017, ses ingen ytterligare minskning i VDSI utan snarare en tendens till ökning i bland annat hamnarna Hinsholmen, Näset och Amundön. Hamnarna där de kraftigaste effekterna ses är Fiskebäck samt Vrångö, där samtliga honor är påverkade och där samtliga honor uppvisar något av de två högsta imposex-stadierna (3A och 4/4+).

Fiskebäcks hamn undersöktes första gången med avseende på imposex 2011 och samtliga honor var då kraftigt påverkade med max VDSI (4,0). 2014 ses en liten minskning i VDSI och en kraftig minskning i halten TBT i vävnad. Minskningen av TBT i vävnad kan sannolikt bero på att det skedde en

muddring i hamnen mellan dessa provtagningar, minskningen i VDSI beror möjligen på att snäcklokalen flyttades och hamnade längre bort ifrån spolplatta och sjösättningskran då effekten av muddringen inte borde visa sig ännu då imposex utvecklas i juvenila individer.

Det högsta VDSI för 2017 observerades i Vrångö, detta är även den hamnen vars status klassades som *dålig* med avseende på imposex. Vrångö är dessutom den enda hamnen där en böjd äggledare hos en hona observerades vilket är ett tecken på en mycket kraftig maskulinisering, detta observerades även 2014 hos ett flertal honor på denna lokal. Situationen i Vrångö är anmärkningsvärd då detta är den enda lokalen där VDSI tenderar att öka. Även halten av TBT i vävnad och i sedimentet har ökat markant från 2014. I tidigare studier har TBT-halten i sedimentet varit under 86 µg/kg TS för att vid årets mätning uppgå till 306 µg/kg TS vid den inre lokalen. I Vrångö tas snäckorna i området intill sjösättningsrampen och spolplattan, vilket möjligen kan ha effekt om spolplattan inte används korrekt. Tyvärr är sedimentet i detta område grovkornigt och inte lämpligt för kemisk analys, varför TBT-halt i sedimentet saknas för själva snäcklokalen. Samtidigt är det inte troligt med höga halter i området närmast spolplattan och sjösättningsrampen just på grund av det grovkorniga sedimentet. Nätsnäckor föredrar dessutom vanligtvis lite mjukare substrat där de kan gräva ner sig, varför det är troligt att de huvudsakligen lever något djupare där substratet är mer finkornigt. Data från sedimentlokalerna Vrångö inre och Vrångö yttre kan därför användas för jämförelse då substratet är mer optimalt för nätsnäckor och avståndet till snäcklokalen inte är mer än 60-80 meter. Händelser som kan ha medfört att TBT blivit mer biotillgängligt är uppgrumling av sediment, exempelvis vid muddring alternativt vid användandet av kraftiga båtmotorer som har grumlat upp ytsedimentet. Enligt tillsynsmyndigheter så har Vrångö hamn ansökt om muddring men ej beviljats tillstånd för detta. Varför tecken på kraftig maskulinisering av honorna samt ett ökande VDSI över tiden ses är okänt och bör utredas. Förslagsvis tas fler sedimentprover och då inte enbart i den inre hamnbassängen för att utreda hur förorenade sedimenten är med avseende på organiska tennföreningar. Ett komplement till detta kan även vara att om möjligt göra kontroll av färglager på båtskrov.

VDSI är högst i Fiskebäck och Vrångö medan Hinsholmen, Näset samt Amundön är de hamnar där VDSI tyder på den största ökning vid jämförelse med endast 2014 års data. Ökningen är inte statistiskt signifikant ($p > 0,05$) men viss uppmärksamhet bör ändå ges till dessa hamnar vars VDSI tidigare har minskat mellan provtagningar. Vid analys av vilka stadier som orsakar denna ökning ses en tydlig ökning av de två högsta stadierna, där förekomsten av dessa har ökat med mellan 21-24%.

Innehåll av TBT i sedimentet

Som tidigare var halterna av TBT i sedimenten mycket höga även om en viss minskning kan ses vid flertalet lokaler. Vanligtvis är halten TBT i sedimenten högst i de inre lokalerna (Önnered undantaget). Kvoten av TBT och dess nedbrytningsprodukter är dock relativt låg ($<0,8$) vid merparten av sedimentstationerna, det är endast i fyra av fjorton sedimentprover (Hinsholmen inre, Näset inre, Näset nät och Amundön inre) som kvoten överstiger 1,0 och visar på ett märkbart till stort nytillskott av TBT. I merparten av hamnarna har även trifenylyltenn (TPhT) uppmätts, enda undantaget är Önnered. Vid bedömning av kemisk status för de olika hamnarna utifrån halten TBT i ytsedimentet och enligt svenska kriterier (HVMFS 2015:4) så uppnås inte *god status* i någon hamn.

Bedömning av miljöpåverkan

Miljöpåverkan i hamnarna anses vara omfattande. I tre hamnar (Hinsholmen, Vrångö och Fiskebäck) uppvisade samtliga honor imposex och status med avseende på imposex var *dålig* i Vrångö och *otillfredsställande* i Fiskebäck och Hinsholmen. I de övriga tre hamnarna (Önnered, Näset och Amundön) observerades imposex hos 33-86% av analyserade snäckor och statusen var *måttlig* med avseende på imposex. Vidare överskreds det svenska gränsvärdet för TBT i ytsediment ($1,6 \mu\text{g/kg TS}$) markant vid samtliga hamnar och bedömningen för den kemiska statusen i alla marinor är att den *uppnår ej god status*. De höga halterna av organiska tennföreningar i sedimenten från småbåtshamnarna avspeglar sig även på statusbedömningen av de berörda vattenförekomsterna; Nordre älvs fjord, Asperöfjorden, Askims fjord och Göteborgs S skärgårds kustvatten. Samtliga vattenförekomster uppvisade enligt VISS (VattenInformationSystem Sverige) en *måttlig* ekologisk status och en *ej god* kemisk status för den senaste förvaltningscykeln (2010-2016). Miljögifter anses vara ett problem och status för ett flertal prioriterade ämnen, där i bland tributyltenn föreningar har bedömts till *ej god* kemisk status i samtliga ovanstående vattenförekomster. Den kommande förvaltningscykeln (2017-2021) har precis påbörjats men utifrån resultaten i denna rapport är det troligt att den kemiska statusen även fortsättningsvis bedöms som *ej god*.

Rekommendationer

Ett syfte med denna studie är att den skall tjänstgöra som en indikator för det lokala miljömålet *Hav i balans samt levande kust och skärgård*, vilket följs upp i Göteborgs stads miljörapport. I detta avseende är denna studie en god indikator.

Utifrån årets resultat rekommenderas att en utökad studie utförs i Vrångö hamn för att utreda omfattningen av föroreningsgraden av TBT i sedimenten samt vilka effekter detta har på snäckorna. Det är anmärkningsvärt att VDSI och halterna av TBT i snäckorna har ökat över tiden i denna hamn. Studien bör då omfatta även de yttre hamnbassängerna och inte enbart den inre som idag. Vidare är det ett bekymmer att inga effektstudier kunnat utföras i Björlanda kile på grund av att nätsnäckor inte finns att tillgå. Användandet av en annan art bör övervägas exempelvis strandsnäckan *Littorina littorea*, även stor tusensnäcka *Peringia ulvae* (tidigare *Hydrobia ulvae*) som används på Ostkusten skulle kunna vara ett alternativ. Båda dessa arter tål viss fluktuation i salthalt.



Foto ©Marina Magnusson, Marine Monitoring AB.

Referenser

- Alzieu, C. 1991. Environmental problems caused by TBT in France: assessment, regulations, prospects. *Marine Environmental Research*, 32, 7-17.
- Bakke, T., Breedveld, G., Källqvist, T., Oen, A., Eek, E., Ruus, A., Kibsgaard, A., Helland, A., Hylland, K., 2007, Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment Statens forurensningstilsyn, TA-2229/2007, ISBN 978-82-7655-537-0
- Bengtsson, H, & Cato, I., 2011: TBT i småbåtshamnar i Västra Götalands län 2010 – en studie av belastning och trender. 2011:30
- Bengtsson, H, & Wernersson A., 2012: TBT, koppar, zink och irgarol i dagvatten, slam och mark i småbåtshamnar, Västra Götalands län 2011. 2012:16.
- Dyrynda, E. A. 1992. Incidence of abnormal shell thickening in the pacific oyster *Crassostrea gigas* in Poole Harbour (UK), subsequent to the 1987 restrictions. *Marine Pollution Bulletin*, 24, 156-163.
- HVMFS 2015:4 Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten
- Havs- och vattenmyndighetens rapport (ursprungsrapport 2012:10) Båtbottentvättning av fritidsbåtar Riktlinjer, reviderad upplaga 2015 Diariennr. 701-11, ISBN 978-91-87025-10-5
- Joosse, J. & Geraerts, W. P. M. 1983. Endocrinology in the Mollusca. New York Academic Press, 4.1, pp 317-406.
- Josefsson, S., 2017, Klassning av halter av organiska föroreningar i sediment november 2017, SGU-rapport 2017:12
- Leonardsson, K., 2005, Undersökningstyp: Sediment –Basundersökning, *Version 1:1 : 2005-12-12*, Institutionen för ekologi och geovetenskap, Umeå universitet
- Magnusson, M., Borgegren, A., Granmo, Å., & Cato, I., 2004. ” Eventuellt samband mellan halten tennföreningar i vävnaden hos nätsnäckan *Nassarius nitidus* och halten tennföreningar i sedimentet”, Swedish Environmental Protection Agency, Contract no 2120429
- Magnusson, M., 2009. ”Biologisk övervakning av nätsnäckor i småbåtshamnar” R2009:5, Göteborgs stad, miljöförvaltningen
- Magnusson, M., Hilvarsson, A., & Granmo, Å., 2011. ”Förekomst av TBT i sediment från småbåtshamnar och dess effekt på snäckor” R2012:3, Göteborgs stad, miljöförvaltningen, ISBN 1401-2448
- Matthiessen P and Gibbs, P. 1998. Critical appraisal of the evidence for tributyltin mediated endocrine disruption in molluscs. *Environ Toxicol*

- Chem, 17, 37- 43.
- Miljödirektoratet (2016). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. M-608/2016.
- Müller, M.D., Renberg, L. & Rippen, G., 1989: Tributyltin in the environment – sources, fate and determination: an assessment of present status and research needs. Chemosphere 18, 2015-2042.
- Oehlmann *et al.*, J. O., E. Stroben, C. Bettin and P. Fioroni. 1993. Hormonal disorders and tributyltin- induced imposex in marine snails. Quantified phenotypic responses in morphology and physiology. In: Proceedings of the 27th European Marine Biology Symposium, Dublin, 301-305.
- OSPAR 2008, “Guidelines for contaminant-specific biological effects monitoring (TBT-specific biological effects monitoring)”. OSPAR Commission, Ref No 2003-10, Technical Annex 3.
- OSPAR Commission, 2008: 2007/2008 CEMP Assessment - Trends and concentrations of selected hazardous substances in the marine environment, ISBN 978-1-906840-19-8, Publication Number 378/2008
- OSPAR (2009). CEMP assessment report 2008/2009 – Assessment of trends and concentrations of selected hazardous substances in sediment and biota. ISBN 978-1-906840-30-3, Publication Number 390/2009
- Sjölin, A., 2014. ”Inventering av tennorganiska föreningar och des effekter i småbåtshamnar 2014”, R2015:4, Göteborgs stad, miljöförvaltningen, ISBN 1401-2448
- Stewart, C., de Mora, S.J., Jones, M.R.L. & Miller, M.C., 1992: Imposex in New Zealand neogastropods. Mar. Pollut. Bull. 4, 204-209.
- Ytreberg, E., Bighiu, M.A., Lundgren, L., Eklund, B., (2016) XRF measurements of tin, copper and zinc in antifouling paints coated on leisure boats. Environ Pollut. 2016 Jun;213:594-599. doi: 10.1016/j.envpol.2016.03.029. Epub 2016 Mar 24.

Appendix

Appendix 1. Stationsprotokoll

Appendix 2. Analysrapport Sediment

Appendix 3. Analysrapport Vävnad nätsnäcka

Appendix 4. Analysrapport Imposex

Appendix

Appendix 1. Stationsprotokoll

Appendix 2. Analysrapport Sediment

Appendix 3. Analysrapport Vävnad nätsnäcka

Appendix 4. Analysrapport Imposex

Appendix 1

Stationsprotokoll



STATIONS PROTOKOLL

Lokal: Björlanda kile

Provtagningsdatum: 20170918

Provtagning: Sediment och nätsnäckor

Provtagningsutrustning: Ponarhuggare till sedimentet samt fällor till snäckor

Djup: 2,5-3,5m

Salthalt vid botten: 23-25‰

Temperatur vid botten: 14,1-19,7° C

Positioner	Sweref 99 12 00		Anmärkning
	N	E	
Sediment inre	6404762.837	138464.041	Lera med silt, ljusbrun syresatt yta
Sediment yttre	6404845.553	137980.345	Lera med silt, ljusbrun syresatt yta
Nätsnäckor	6404940.585	137494.326	Tidigare försök att fånga snäckor inne i hamnen har misslyckats varför det 2017 gjordes en ny satsning denna gången utanför hamnen. Totalt fiskades fem positioner men utan framgång.
Nätsnäckor	6404979.054	137301.593	
Nätsnäckor	6404434.918	137503.474	
Nätsnäckor	6404461.890	137425.573	
Nätsnäckor	6404583.759	137275.346	

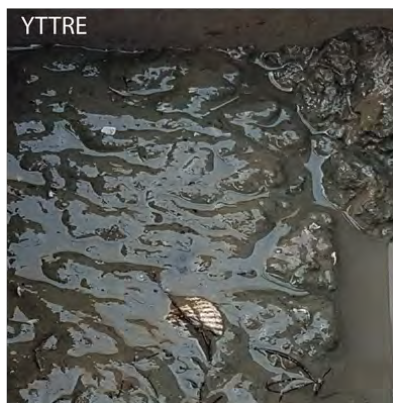
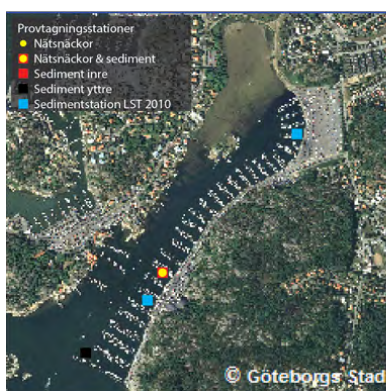


Foto ©Johanna Bergkvist
Marine Monitoring AB

STATIONS PROTOKOLL**Lokal:** Hinsholmen**Provtagningsdatum:** 20170918**Provtagning:** Sediment och nätsnäckor**Provtagningsutrustning:** Ponarhuggare till sedimentet samt fällor till snäckor**Djup:** 3,0m**Salthalt vid botten:** 23,0‰**Temperatur vid botten:** 15,8° C

Positioner	Sweref 99 12 00		Anmärkning
	N	E	
Sediment inre	6393393.617	141101.670	Inget sediment togs på denna lokal 2017.
Sediment yttre	6393069.182	140827.534	Lera med silt, svaveldoft.
Nätsnäckor Sediment nät	6393354.912	141099.728	Snäckor fångades med hjälp av sju fällor under cirka två timmar. De snäckor som fångades var genomgående stora och endast ett fåtal juvenila individer observerades. På denna position togs även tre prover på ytsediment, dessa poolades till ett prov. Sedimentet bestod av svaveldoftande lera med silt.

Foto ©Johanna Bergkvist
Marine Monitoring AB

2(7)

STATIONS PROTOKOLL**Lokal:** Fiskebäck**Provtagningsdatum:** 20170918**Provtagning:** Sediment och nätsnäckor**Provtagningsutrustning:** Ponarhuggare till sedimentet samt fällor till snäckor**Djup:** 3,5m**Salthalt vid botten:** 23,0‰**Temperatur vid botten:** 17,3° C

Positioner	Sweref 99 12 00		Anmärkning
	N	E	
Sediment inre	6392052.422	141251.222	Lera med silt, svaveldoft.
Sediment yttre	6391672.125	141376.080	Inget sediment togs på denna lokal 2017.
Nätsnäckor Sediment nät	6391988.618	141092.365	Snäckor fångades med hjälp av fem fällor under cirka en timmes tid. De snäckor som fångades var genomgående stora och inga juvenila snäckor observerades. På denna position togs även tre ytsedimentprover, vilka poolades till ett prov. Sedimentet bestod av svaveldoftande lera med silt.

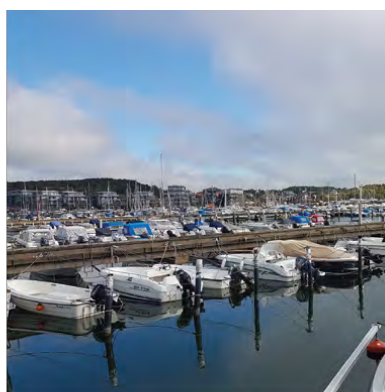


Foto ©Johanna Bergkvist
Marine Monitoring AB

3(7)

STATIONS PROTOKOLL**Lokal:** Önnared**Provtagningsdatum:** 20170912**Provtagning:** Sediment och nätsnäckor**Provtagningsutrustning:** Ponarhuggare till sedimentet samt fällor till snäckor**Djup:** 2,5m**Salthalt vid botten:** 21‰**Temperatur vid botten:** 17,7° C

Positioner	Sweref 99 12 00		Anmärkning
	N	E	
Sediment inre	6390841.850	142390.953	Lera med silt, organiskt material, blåmusslor.
Sediment yttre/nät	6390786.656	142221.046	Lera med silt, organiskt material, blåmusslor.
Nätsnäckor	6390762.882	142218,001	Snäckor fångades med hjälp av åtta fällor under cirka tre timmars tid. De snäckor som fångades var genomgående stora och inga juvenila snäckor observerades. På denna position togs även tre ytsedimentprover, vilka poolades till ett prov.

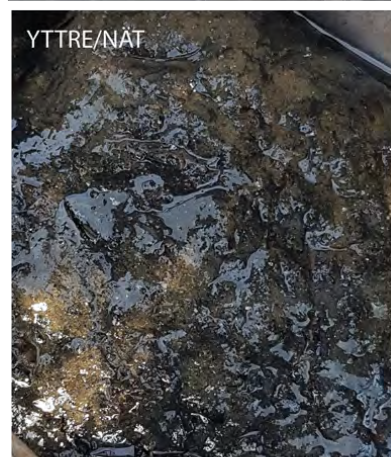


Foto ©Johanna Bergkvist
 Marine Monitoring AB

4(7)

STATIONS PROTOKOLL**Lokal:** Näset**Provtagningsdatum:** 20170912**Provtagning:** Sediment och nätsnäckor**Provtagningsutrustning:** Ponarhuggare till sedimentet samt fällor till snäckor**Djup:** 2,5-3,5m**Salthalt vid botten:** 24‰**Temperatur vid botten:** 16,2° C

Positioner	Sweref 99 12 00		Anmärkning
	N	E	
Sediment inre	6389274.177	144455.900	Lera med lite silt, svaveldoft samt organiskt material.
Sediment mellan	6389205.977	144501.127	Inget sediment togs på denna lokal 2017.
Sediment yttre	6389068.275	144601.312	Inget sediment togs på denna lokal 2017.
Nätsnäckor & sediment	6389181.382	144472.684	Snäckor fångades med hjälp av sju fällor under cirka två timmars tid. De snäckor som fångades var av varierande storlek med såväl adulta som juvenila individer. På denna position togs även tre ytsedimentprover, vilka poolades till ett prov. Sedimentet bestod av svaveldoftande lera med silt och inslag av organiskt material.



Foto ©Johanna Bergkvist
Marine Monitoring AB

5(7)

STATIONS PROTOKOLL**Lokal:** Amundön**Provtagningsdatum:** 20170912**Provtagning:** Sediment och nätsnäckor**Provtagningsutrustning:** Ponarhuggare till sedimentet samt fällor till snäckor**Djup:** 2,5m**Salthalt vid botten:** 25‰**Temperatur vid botten:** 15,6° C

Positioner	Sweref 99 12 00		Anmärkning
	N	E	
Sediment inre	6386457.399	145233.330	Lera med silt, tydlig svaveldoft.
Sediment yttre	6386647.033	145213.951	Inget sediment togs på denna lokal 2017.
Nätsnäckor & sediment	6386581.684	145333.151	Snäckor fångades med hjälp av sju fällor under cirka en timmes tid. De snäckor som fångades var av varierande storlek med såväl adulta som juvenila individer. På denna position togs även tre ytsedimentprover, vilka poolades till ett prov. Sedimentet bestod av svaveldoftande lera med silt.

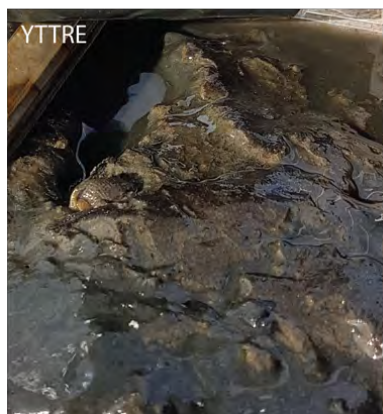


Foto ©Johanna Bergkvist
Marine Monitoring AB

6(7)

STATIONS PROTOKOLL**Lokal:** Vrångö hamn**Provtagningsdatum:** 20170917**Provtagning:** Sediment och nätsnäckor**Provtagningsutrustning:** Ponarhuggare till sedimentet samt fällor till snäckor**Djup:** 1,5m**Salthalt vid botten:** 26,0‰**Temperatur vid botten:** 14,4° C

Positioner	Sweref 99 12 00		Anmärkning
	N	E	
Sediment inre	6383832.789	136937.087	Svartgrå lera med silt, med tydlig svaveldoft.
Sediment yttre	6383884.284	136855,281	Svartgrå lera med silt, tunn syresatt yta, tydlig svaveldoft.
Nätsnäckor	6383806.257	136875.971	Snäckor fångades med hjälp av tio fällor under cirka två timmar. De snäckor som fångades var genomgående stora och endast ett fåtal juvenila individer observerades. Inget sediment togs på denna lokal då det inte var lämpligt för kemisk analys på grund av ett för stort sandinslag.

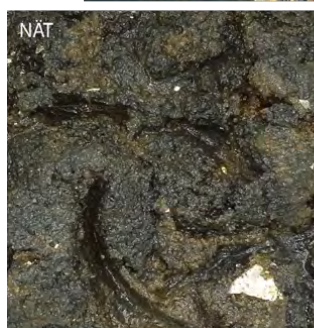


Foto ©Marina Magnusson
Marine Monitoring AB

Appendix 2

Analysrapport - Sediment

Rapport

Sida 1 (6)



L1725064

7S6355H0Y9



Ankomstdatum **2017-09-29**
Utfärdad **2017-10-13**

Marine Monitoring AB
Marina Magnusson

Strandvägen 9
45330 Lysekil
Sweden

Projekt

Analys: OJ19A

Er beteckning	Hinsholmen nät					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371770					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	40.5	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	124	49	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	177	70	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	205	65	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	2.21	0.99	µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	1.25	0.45	µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	1.45	0.51	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	5.69	2.43	µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	4.37	1.80	µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	2.71	1.11	µg/kg TS	2	T	ELEN
ALS u11371770 Order: Hinsholmen "inre" Burk: Hinsholmen nät Använt "Hinsholmen nät" då det står på burken. Provtyp: Sediment						

Er beteckning	Hinsholmen yttre					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371771					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	40.7	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	17.7	7.0	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	49.3	19.4	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	67.8	21.6	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	1.29	0.58	µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	1.29	0.42	µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	1.42	0.49	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN

ALS Scandinavia AB
Aurorum 10
977 75 Luleå
Sweden

Webb: www.alsglobal.se
E-post: info.lu@alsglobal.com
Tel: + 46 920 28 9900
Fax: + 46 920 28 9940

Dokumentet är godkänt och digitalt
signerat av

Rapport

Sida 2 (6)



L1725064

7S6355H0Y9



Er beteckning	Amundön inre					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371772					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	24.4	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	11.8	4.7	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	81.0	31.9	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	133	42	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	7.45	3.35	µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	2.79	0.90	µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	3.44	1.29	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	3.31	1.45	µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	1.16	0.48	µg/kg TS	2	T	ELEN

Er beteckning	Amundön nät					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371773					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	30.9	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	12.2	4.8	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	29.6	11.7	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	32.7	10.4	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	2.55	0.81	µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	2.14	0.78	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	2.26	0.97	µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN

Er beteckning	Önnered inre					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371774					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	26.6	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	26.4	10.4	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	59.1	23.3	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	31.2	9.9	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	10.9	4.9	µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	6.72	2.19	µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	5.06	1.73	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	5.56	2.65	µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN

ALS Scandinavia AB
Aurum 10
977 75 Luleå
Sweden

Webb: www.alsglobal.se
E-post: info.lu@alsglobal.com
Tel: + 46 920 28 9900
Fax: + 46 920 28 9940

Dokumentet är godkänt och digitalt
signerat av

Rapport

Sida 3 (6)



L1725064

7S6355H0Y9



Er beteckning	Önnered nät					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371775					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	30.8	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	26.7	10.5	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	63.3	24.9	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	71.6	22.8	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	7.45	3.40	µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	2.82	0.99	µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	2.35	0.80	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	2.88	1.26	µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN

Er beteckning	Fiskebäck inre					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371776					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	24.2	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	78.3	30.8	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	425	168	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	335	106	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	92.3	41.3	µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	6.36	2.30	µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	7.34	2.51	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	9.43	4.12	µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	11.7	4.9	µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	3.89	1.59	µg/kg TS	2	T	ELEN

Er beteckning	Fiskebäck nät					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371777					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	29.5	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	583	229	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	1340	529	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	483	154	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	8.39	3.79	µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	3.53	1.29	µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	3.54	1.21	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	21.8	9.3	µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	22.1	9.1	µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	7.92	3.23	µg/kg TS	2	T	ELEN

ALS Scandinavia AB
Aurorum 10
977 75 Luleå
Sweden

Webb: www.alsglobal.se
E-post: info.lu@alsglobal.com
Tel: + 46 920 28 9900
Fax: + 46 920 28 9940

Dokumentet är godkänt och digitalt
signerat av

Rapport

Sida 4 (6)



L1725064

7S6355H0Y9



Er beteckning	Vrångö inre					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371778					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	39.7	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	173	68	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	257	101	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	306	97	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	3.24	1.48	µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	1.64	0.59	µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	2.37	0.82	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	4.77	2.04	µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	1.53	0.64	µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	2.06	0.84	µg/kg TS	2	T	ELEN

Er beteckning	Vrångö yttre					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371779					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	62.7	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	44.4	17.5	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	57.1	22.5	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	84.8	27.0	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	2.25	0.96	µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	2.72	1.11	µg/kg TS	2	T	ELEN

Er beteckning	Björkländakile inre					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371780					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	38.2	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	517	204	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	725	285	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	339	108	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	5.34	2.39	µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	1.64	0.53	µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	1.87	0.64	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	23.6	10.1	µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	32.9	13.5	µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	19.4	7.9	µg/kg TS	2	T	ELEN

ALS Scandinavia AB
Aurorum 10
977 75 Luleå
Sweden

Webb: www.alsglobal.se
E-post: info.lu@alsglobal.com
Tel: + 46 920 28 9900
Fax: + 46 920 28 9940

Dokumentet är godkänt och digitalt
signerat av

Rapport

Sida 5 (6)



L1725064

7S6355H0Y9



Er beteckning	Björklandakile yttre					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371781					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	39.5	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	19.4	7.6	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	25.4	10.0	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	16.8	5.3	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	1.36	0.48	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN

Er beteckning	Näset inre					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371782					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	45.3	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	22.2	8.7	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	132	52	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	448	143	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	5.73	2.58	µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	2.10	0.76	µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	3.62	1.24	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	5.03	2.07	µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	9.70	3.98	µg/kg TS	2	T	ELEN

Er beteckning	Näset nät					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	U11371783					
Parameter	Resultat	Mätosäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
TS 105°C	32.6	2%	%	1	V	JOGR
monobutyltenn	9.79	3.86	µg/kg TS	2	T	ELEN
dibutyltenn	57.4	22.6	µg/kg TS	2	T	ELEN
tributyltenn	91.4	29.1	µg/kg TS	2	T	ELEN
tetrabutyltenn	18.7	8.8	µg/kg TS	2	T	ELEN
monooktyltenn	2.36	0.77	µg/kg TS	2	T	ELEN
dioktyltenn	2.52	0.86	µg/kg TS	2	T	ELEN
tricyklohexyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
monofenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
difenyltenn	<1		µg/kg TS	2	T	ELEN
trifenyltenn	1.23	0.51	µg/kg TS	2	T	ELEN

ALS Scandinavia AB
Aurorum 10
977 75 Luleå
Sweden

Webb: www.alsglobal.se
E-post: info.lu@alsglobal.com
Tel: + 46 920 28 9900
Fax: + 46 920 28 9940

Dokumentet är godkänt och digitalt
signerat av

Rapport

Sida 6 (6)



L1725064

7S6355H0Y9



Metod	
1	Analys enligt SS 028113.
2	Bestämning av tennorganiska föreningar enligt metod ISO 23161:2011 med sur extraktion. Analyserna utförs med GC-ICPMS.

Godkännare	
ELEN	Elina Engström
JOGR	Jonna Grundström

Utf	
T	GC-ICP-QMS
V	Våtkemi

* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

ALS Scandinavia AB
Aurorum 10
977 75 Luleå
Sweden

Webb: www.alsglobal.se
E-post: info.lu@alsglobal.com
Tel: + 46 920 28 9900
Fax: + 46 920 28 9940

Dokumentet är godkänt och digitalt
signerat av

Appendix 3

Analysrapport - Vävnad från nätsnäcka

Rapport

Sida 1 (5)

T1726336

DQCN1GB9JN



Ankomstdatum 2017-09-28
Utfärdad 2017-12-22

Marine Monitoring AB
Marina Magnusson

Strandvägen 9
45330 Lysekil
Sweden

Projekt
Bestnr

Denna rapport med nummer T1726336 ersätter tidigare utfärdad rapport. Tidigare utsänd rapport bör kastas.

Biota

Er beteckning	Önnered 20170914					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	O10927113					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
monobutyltenn	2.5		µg/kg	1	1	CL
dibutyltenn	5.5		µg/kg	1	1	CL
tributyltenn	12	1.2	µg/kg	1	1	CL
tetrabutyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
monooktyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
dioktyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
tricyklohexyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
monofenyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
difenyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
trifenyltenn	2.5		µg/kg	1	1	CL
monobutyltenn	7.0	0.91	µg/kg TS	1	1	ANEN
dibutyltenn	15	2.0	µg/kg TS	1	1	ANEN
tributyltenn (TBT)	34	4.4	µg/kg TS	1	1	ANEN
tetrabutyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
monooktyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
dioktyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
tricyklohexyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
monofenyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
difenyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
trifenyltenn	7.0	0.91	µg/kg TS	1	1	ANEN
TS	35.6		vikt-%	2	1	ANEN

ALS Scandinavia AB
Box 700
182 17 Danderyd
Sweden

Webb: www.alsglobal.se
E-post: info.ta@alsglobal.com
Tel: + 46 8 52 77 5200
Fax: + 46 8 768 3423

Dokumentet är godkänt och digitalt
signerat av

Rapport

T1726336

Sida 2 (5)

DQCN1GB9JN



Er beteckning	Vrångö 20170918					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	O10927114					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
monobutyltenn	19		µg/kg	1	1	CL
dibutyltenn	70		µg/kg	1	1	CL
tributyltenn	140	14	µg/kg	1	1	CL
tetrabutyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
monooktyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
dioktyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
tricyklohexyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
monofenyltenn	2.3		µg/kg	1	1	CL
difenyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
trifenyltenn	23		µg/kg	1	1	CL
monobutyltenn	54	7.0	µg/kg TS	1	1	ANEN
dibutyltenn	200	26	µg/kg TS	1	1	ANEN
tributyltenn (TBT)	400	52	µg/kg TS	1	1	ANEN
tetrabutyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
monooktyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
dioktyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
tricyklohexyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
monofenyltenn	6.6	0.86	µg/kg TS	1	1	ANEN
difenyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
trifenyltenn	66	8.6	µg/kg TS	1	1	ANEN
TS	35.1		vikt-%	2	1	ANEN

Er beteckning	Hinsholmen 20170917					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	O10927115					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
monobutyltenn	5.5		µg/kg	1	1	CL
dibutyltenn	15		µg/kg	1	1	CL
tributyltenn	31	3.0	µg/kg	1	1	CL
tetrabutyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
monooktyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
dioktyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
tricyklohexyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
monofenyltenn	1.1		µg/kg	1	1	CL
difenyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
trifenyltenn	11		µg/kg	1	1	CL
monobutyltenn	16	2.1	µg/kg TS	1	1	ANEN
dibutyltenn	43	5.6	µg/kg TS	1	1	ANEN
tributyltenn (TBT)	89	12	µg/kg TS	1	1	ANEN
tetrabutyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
monooktyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
dioktyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
tricyklohexyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
monofenyltenn	3.1	0.40	µg/kg TS	1	1	ANEN
difenyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
trifenyltenn	31	4.0	µg/kg TS	1	1	ANEN
TS	35.0		vikt-%	2	1	ANEN

ALS Scandinavia AB
Box 700
182 17 Danderyd
Sweden

Webb: www.alsglobal.se
E-post: info.ta@alsglobal.com
Tel: + 46 8 52 77 5200
Fax: + 46 8 768 3423

Dokumentet är godkänt och digitalt
signerat av

Rapport

Sida 3 (5)

T1726336

DQCN1GB9JN



Er beteckning	Näset 20170914					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	O10927116					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
monobutyltenn	5.9		µg/kg	1	1	CL
dibutyltenn	17		µg/kg	1	1	CL
tributyltenn	23	2.3	µg/kg	1	1	CL
tetrabutyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
monooktyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
dioktyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
tricyklohexyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
monofenyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
difenyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
trifenyltenn	4.5		µg/kg	1	1	CL
monobutyltenn	18	2.3	µg/kg TS	1	1	ANEN
dibutyltenn	52	6.8	µg/kg TS	1	1	ANEN
tributyltenn (TBT)	71	9.2	µg/kg TS	1	1	ANEN
tetrabutyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
monooktyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
dioktyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
tricyklohexyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
monofenyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
difenyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
trifenyltenn	14	1.8	µg/kg TS	1	1	ANEN
TS	32.5		vikt-%	2	1	ANEN

ALS Scandinavia AB
Box 700
182 17 Danderyd
Sweden

Webb: www.alsglobal.se
E-post: info.ta@alsglobal.com
Tel: + 46 8 52 77 5200
Fax: + 46 8 768 3423

Dokumentet är godkänt och digitalt
signerat av

Rapport

T1726336

Sida 4 (5)

DQCN1GB9JN



Er beteckning	Amundön 20170914					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	O10927117					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
monobutyltenn	2.0		µg/kg	1	1	CL
dibutyltenn	3.9		µg/kg	1	1	CL
tributyltenn	15	1.5	µg/kg	1	1	CL
tetrabutyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
monooktyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
dioktyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
tricyklohexyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
monofenyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
difenyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
trifenyltenn	1.8		µg/kg	1	1	CL
monobutyltenn	5.7	0.74	µg/kg TS	1	1	ANEN
dibutyltenn	11	1.4	µg/kg TS	1	1	ANEN
tributyltenn (TBT)	43	5.6	µg/kg TS	1	1	ANEN
tetrabutyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
monooktyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
dioktyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
tricyklohexyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
monofenyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
difenyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
trifenyltenn	5.1	0.66	µg/kg TS	1	1	ANEN
TS	35.2		vikt-%	2	1	ANEN

Er beteckning	Fiskebäck 20170918					
Provtagare	Marina Magnusson					
Labnummer	O10927118					
Parameter	Resultat	Osäkerhet (±)	Enhet	Metod	Utf	Sign
monobutyltenn	23		µg/kg	1	1	CL
dibutyltenn	55		µg/kg	1	1	CL
tributyltenn	75	7.4	µg/kg	1	1	CL
tetrabutyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
monooktyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
dioktyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
tricyklohexyltenn	<1.0		µg/kg	1	1	CL
monofenyltenn	2.4		µg/kg	1	1	CL
difenyltenn	1.0		µg/kg	1	1	CL
trifenyltenn	19		µg/kg	1	1	CL
monobutyltenn	69	9.0	µg/kg TS	1	1	ANEN
dibutyltenn	170	22	µg/kg TS	1	1	ANEN
tributyltenn (TBT)	230	30	µg/kg TS	1	1	ANEN
tetrabutyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
monooktyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
dioktyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
tricyklohexyltenn	<3.0		µg/kg TS	1	1	ANEN
monofenyltenn	7.2	0.94	µg/kg TS	1	1	ANEN
difenyltenn	3.0	0.39	µg/kg TS	1	1	ANEN
trifenyltenn	57	7.4	µg/kg TS	1	1	ANEN
TS	33.2		vikt-%	2	1	ANEN

ALS Scandinavia AB
Box 700
182 17 Danderyd
Sweden

Webb: www.alsglobal.se
E-post: info.ta@alsglobal.com
Tel: + 46 8 52 77 5200
Fax: + 46 8 768 3423

Dokumentet är godkänt och digitalt
signerat av

Rapport

T1726336

Sida 5 (5)

DQCNI9B9JN



* efter parameternamn indikerar icke ackrediterad analys.

Metod	
1	Paket OB-19A Bestämning av tennorganiska föreningar enligt §64 LFGB L 10.00-9. Mätning utförs med GC-FPD. Rev 2014-03-11
2	Bestämning av TS enligt metod §64 LFGB L 06.00-3, modifierad. Rev 2016-02-19

Godkännare	
ANEN	Anna Bergqvist
CL	Camilla Lundeborg

Utf*	
1	För mätningen svarar GBA, Flensburger Straße 15, 25421 Pinneberg, Tyskland, som är av det tyska ackrediteringsorganet DAkkS ackrediterat laboratorium (Reg.nr. D-PL-14170-01-00). DAkkS är signatär till ett MLA inom EA, samma MLA som SWEDAC är signatär till. Laboratorierna finns lokaliserade på följande adresser: Flensburger Straße 15, 25421 Pinneberg Daimlering 37, 31135 Hildesheim Brekelbaumstraße 1, 31789 Hameln Im Emscherbruch 11, 45699 Herten Bruchstraße 5c, 45883 Gelsenkirchen Meißner Ring 3, 09599 Freiberg Goldtschmidtstraße 5, 21073 Hamburg Kontakta ALS Stockholm för ytterligare information.

Mätosäkerheten anges som en utvidgad osäkerhet (enligt definitionen i "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beräknad med täckningsfaktor lika med 2 vilket ger en konfidensnivå på ungefär 95%.

Mätosäkerhet anges endast för detekterade ämnen med halter över rapporteringsgränsen.

Mätosäkerhet från underleverantör anges oftast som en utvidgad osäkerhet beräknad med täckningsfaktor 2. För ytterligare information kontakta laboratoriet.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller endast det identifierade, mottagna och provade materialet.

Beträffande laboratoriets ansvar i samband med uppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webbplats www.alsglobal.se

Den digitalt signerade PDF-filen representerar originalrapporten. Alla utskrifter från denna är att betrakta som kopior.

¹ Utförande teknisk enhet (inom ALS Scandinavia) eller anlitat laboratorium (underleverantör).

ALS Scandinavia AB
Box 700
182 17 Danderyd
Sweden

Webb: www.alsglobal.se
E-post: info.ta@alsglobal.com
Tel: + 46 8 52 77 5200
Fax: + 46 8 768 3423

Dokumentet är godkänt och digitalt
signerat av

Appendix 4

Analysrapport - Analys av imposex hos nätsnäck

ANALYS-PROTOKOLL; IMPOSEX

ART: *Nassarius nitidus*

ANALYSANSVARIG: MARINA MAGNUSSON



Hinsholmen				Insamling 2017-09-18 Analys 2017-09-19		
Djur nr.	Skallängd (mm)	Kön (M/F)	VDS stadium	Penislängd Hona (mm)	Penislängd Hane (mm)	Övrigt
1	22,70	F	3A	1	-	Adult
2	21,66	F	3A	1,05	-	Adult
3	22,07	F	3A	0,875	-	Adult
4	21,42	F	3A	1	-	Adult
5	22,83	M	-	-	4,7	Adult
6	20,56	F	3A	0,375	-	Adult
7	20,82	F	3A	0,875	-	Adult
8	22,53	F	1A	0,28	-	Adult
9	21,52	F	3A	0,475	-	Adult
10	23,33	F	4	0,1725	-	Adult
11	21,27	M	-	-	9,5	Adult
12	20,23	M	-	-	9	Adult
13	24,04	M	-	-	8,7	Adult
14	21,47	F	3A	1,05	-	Adult
15	21,22	F	3A	1,05	-	Adult
16	20,50	M	-	-	8,2	Adult
17	21,48	M	-	-	8,2	Adult
18	22,52	F	3A	1,25	-	Adult
19	22,51	M	-	-	8,6	Adult
20	22,99	M	-	-	9,8	Adult
21	21,12	F	3A	1,25	-	Adult
22	21,32	F	3A	0,375	-	Adult
23	21,42	M	-	-	9,5	Adult
24	21,04	F	1B	0,00	-	Adult
25	23,56	F	3A	0,25	-	Adult
26	23,28	M	-	-	7	Adult
27	24,32	F	3A	1	-	Adult
28	21,88	M	-	-	6,9	Adult
29	20,98	F	3A	0,5	-	Adult
30	20,15	F	3A	0,275	-	Adult
31	21,64	F	3A	0,75	-	Adult
32	21,57	F	3A	0,0925	-	Adult
33	21,66	M	-	-	7,7	Adult
34	22,49	F	3A	0,175	-	Adult
35	21,95	M	-	-	7,6	Adult
36	22,26	M	-	-	8,6	Adult
37	22,27	F	2A	0,75	-	Adult
38	20,90	M	-	-	8	Adult
39	21,27	F	1A	0,125	-	Adult
40	22,13	M	-	-	9,7	Adult
41	19,77	F	3A	0,375	-	Adult
42	20,86	F	3A	0,085	-	Adult
43	21,21	F	2A	0,825	-	Adult
44	20,60	F	3A	0,2	-	Adult
45	22,70	M	-	-	9,2	Adult
46	20,64	F	3A	0,65	-	Adult
47	21,96	F	3A	0,0875	-	Adult
48	19,62	F	3A	0,45	-	Adult
49	21,35	F	2A	0,375	-	Adult
50	21,57	M	-	-	9,5	Adult

1 (6)

Kvalitetskontrollerad av:

Effekter av tennorganiska föreningar i småbåtshamnar 2017 - R 2018:06

ANALYS-PROTOKOLL; IMPOSEX

ART: *Nassarius nitidus*

ANALYSANSVARIG: MARINA MAGNUSSON



Fiskebäck				Insamling 2017-09-18 Analys 2017-09-19		
Djur nr.	Skallängd (mm)	Kön (M/F)	VDS stadium	Penislängd Hona (mm)	Penislängd Hane (mm)	Övrigt
1	21,35	F	4+	6,1	-	Adult
2	21,72	M	-	-	11,5	Adult
3	22,41	M	-	-	8	Adult
4	22,12	M	-	-	9,5	Adult
5	23,13	M	-	-	10,1	Adult
6	21,79	F	3A	3,1	-	Adult
7	21,61	M	-	-	7,6	Adult
8	22,52	F	4+	4,3	-	Adult
9	20,27	F	3A	2,2	-	Adult
10	23,49	F	3A	3,6	-	Adult
11	22,78	M	-	-	10,9	Adult
12	23,78	F	3A	2,9	-	Adult
13	24,11	M	-	-	12,5	Adult
14	23,36	F	3A	2,2	-	Adult
15	22,15	F	3A	4,9	-	Adult
16	22,26	M	-	-	8,5	Adult
17	22,86	M	-	-	10	Adult
18	22,58	F	3A	2,2	-	Adult
19	21,92	F	3A	3,5	-	Adult
20	23,48	M	-	-	12,2	Adult
21	22,45	F	3A	2,4	-	Adult
22	24,94	F	4	6,2	-	Adult
23	22,05	F	4+	6,8	-	Adult
24	22,33	M	-	-	10,2	Adult
25	21,17	M	-	-	6,3	Adult
26	21,28	F	4+	6	-	Adult
27	20,55	M	-	-	9,8	Adult
28	20,15	F	3A	1,3	-	Adult
29	22,88	M	-	-	10,5	Adult
30	21,50	F	4+	4,4	-	Adult
31	22,73	F	4+	4,1	-	Adult
32	22,43	M	-	-	10,5	Adult
33	21,72	F	4	3,8	-	Adult
34	20,78	M	-	-	12,5	Adult
35	21,23	M	-	-	8,2	Adult
36	22,31	F	3A	3,3	-	Adult
37	21,18	F	3A	2,6	-	Adult
38	20,51	M	-	-	10,3	Adult
39	21,33	M	-	-	7,5	Adult
40	20,20	F	4	5,7	-	Adult
41	22,85	F	3A	3,8	-	Adult
42	21,27	M	-	-	14,3	Adult
43	20,70	F	4	6,4	-	Adult
44	20,50	M	-	-	9,3	Adult
45	21,50	F	4+	5,8	-	Adult
46	22,56	M	-	-	14,7	Adult
47	21,57	M	-	-	12	Adult
48	20,23	F	3A	3,1	-	Adult
49	21,32	M	-	-	11	Adult
50	21,90	F	4	2	-	Adult

2 (6)

Kvalitetskontrollerad av:

Effekter av tennorganiska föreningar i småbåtshamnar 2017 - R 2018:06

ANALYS-PROTOKOLL; IMPOSEX

ART: *Nassarius nitidus*
ANALYSANSVARIG: MARINA MAGNUSSON



Önnered				Insamling 2017-09-12 Analys 2017-09-15		
Djur nr.	Skallängd (mm)	Kön (M/F)	VDS stadium	Penislängd Hona (mm)	Penislängd Hane (mm)	Övrigt
1	20,57	M	-	-	7,6	Adult
2	23,43	M	-	-	7,2	Adult
3	24,16	F	0	0		Adult
4	22,54	F	0	0		Adult
5	22,23	F	1B	0		Adult
6	21,41	F	1B	0		Adult
7	22,17	F	1B	0		Adult
8	22,11	M	-	-	8,5	Adult
9	22,20	F	0	0		Adult
10	22,67	M	-	-	6,7	Adult
11	19,72	F	3A	0,325		Adult
12	21,75	M	-	-	7,7	Adult
13	21,35	F	0	0		Adult
14	21,85	F	0	0		Adult
15	22,58	F	0	0		Adult
16	21,17	M	-	-	8,2	Adult
17	22,84	M	-	-	9,9	Adult
18	20,20	F	1B	0		Adult
19	22,03	F	0	0		Adult
20	21,40	F	1B	0		Adult
21	22,16	F	0	0		Adult
22	20,74	F	3A	0,275		Adult
23	21,92	M	-	-	7,0	Adult
24	21,72	F	0	0		Adult
25	21,79	F	0	0		Adult
26	22,90	F	0	0		Adult
27	21,78	F	1A	0,250		Adult
28	22,39	F	0	0		Adult
29	21,73	F	3A	0,350		Adult
30	20,39	F	1B	0		Adult
31	20,35	F	0	0		Adult
32	21,81	F	0	0		Adult
33	21,24	F	1B	0		Adult
34	22,65	F	0	0		Adult
35	21,28	F	0	0		Adult
36	20,89	M	-	-	7,3	Adult
37	23,19	M	-	-	8,0	Adult
38	21,56	M	-	-	10,1	Adult
39	20,93	F	3A	0,250		Adult
40	21,56	F	0	0		Adult
41	20,95	F	1A	0,175		Adult
42	21,13	M	-	-	8,6	Adult
43	21,11	M	-	-	6,4	Adult
44	20,69	F	3A	0,175		Adult
45	21,33	F	0	0		Adult
46	21,00	F	0	0		Adult
47	20,23	F	0	0		Adult
48	21,33	M	-	-	7,4	Adult
49	20,97	F	1A	0,125		Adult
50	20,60	F	0	0		Adult

3 (6)

Kvalitetskontrollerad av:

Effekter av tennorganiska föreningar i småbåtshamnar 2017 - R 2018:06

ANALYSPROTOKOLL; IMPOSEX

ART: *Nassarius nitidus*

ANALYSANSVARIG: MARINA MAGNUSSON



Näset				Insamling 2017-09-12 Analys 2017-09-14		
Djur nr.	Skallängd (mm)	Kön (M/F)	VDS stadium	Penis längd Hona (mm)	Penis längd Hane (mm)	Övrigt
1	18,73	F	1A	0,125	-	Adult
2	17,86	F	1B	0	-	Adult
3	18,32	F	3A	0,525	-	Adult
4	18,68	F	1B	0	-	Adult
5	16,37	F	1A	0,225	-	Adult
6	19,33	F	0	0	-	Adult
7	18,24	F	0	0	-	Adult
8	18,66	F	2A	0,55	-	Adult
9	17,12	F	1B	0	-	Adult
10	18,33	F	0	0	-	Adult
11	17,98	F	3A	0,5	-	Adult
12	17,35	F	3A	0,5	-	Adult
13	17,06	F	3A	0,5	-	Adult
14	18,55	F	3A	0,425	-	Adult
15	16,02	F	2A	0,35	-	Adult
16	16,20	M	-	-	5,2	Adult
17	17,07	F	3A	0,375	-	Adult
18	17,33	F	1B	0	-	Adult
19	16,99	F	3A	0,75	-	Adult
20	18,52	F	2A	0,35	-	Adult
21	17,67	F	3A	0,225	-	Adult
22	16,78	M	-	-	5,4	Adult
23	16,36	M	-	-	5,3	Adult
24	17,32	F	2A	0,35	-	Adult
25	17,11	F	1B	0	-	Adult
26	18,06	F	0	0	-	Adult
27	17,04	F	1B	0	-	Adult
28	17,32	F	1A	0,2	-	Adult
29	16,78	F	3A	0,7	-	Adult
30	16,32	M	-	-	5,2	Adult
31	16,53	F	3A	0,3	-	Adult
32	16,86	M	-	-	7,3	Adult
33	16,71	F	0	0	-	Adult
34	16,98	F	2A	0,35	-	Adult
35	18,15	F	1A	0,15	-	Adult
36	16,82	F	0	0	-	Adult
37	16,52	M	-	-	6,8	Adult
38	16,29	F	3A	0,275	-	Adult
39	17,10	F	3A	0,8	-	Adult
40	16,77	F	3A	0,8	-	Adult
41	17,55	F	3A	0,525	-	Adult
42	16,59	F	3A	0,375	-	Adult
43	17,42	F	1B	0	-	Adult
44	16,32	F	3A	0,35	-	Adult
45	16,38	F	1A	0,225	-	Adult
46	17,34	F	3A	1,175	-	Adult
47	16,19	F	1A	0,275	-	Adult
48	16,05	F	3A	0,325	-	Adult
49	17,13	M	-	-	6	Adult
50	16,89	F	1A	0,2	-	Adult

4 (6)

Kvalitetskontrollerad av:

Effekter av tennorganiska föreningar i småbåtshamnar 2017 - R 2018:06

ANALYSPROTOKOLL; IMPOSEX

ART: *Nassarius nitidus*

ANALYSANSVARIG: MARINA MAGNUSSON



Amundön				Insamling 2017-09-12 Analys 2017-09-14		
Djur nr.	Skallängd (mm)	Kön (M/F)	VDS stadium	Penislängd Hona (mm)	Penislängd Hane (mm)	Övrigt
1	22,47	F	0	0	-	Adult
2	23,02	F	3A	0,225	-	Adult
3	21,87	F	3A	0,375	-	Adult
4	21,49	F	1B	0	-	Adult
5	21,88	F	0	0	-	Adult
6	21,20	F	0	0	-	Adult
7	22,21	F	0	0	-	Adult
8	21,74	F	1A	0,20	-	Adult
9	21,91	F	3A	2,725	-	Adult
10	21,38	F	0	0	-	Adult
11	20,50	M	-	-	7,2	Adult
12	21,01	F	1B	0	-	Adult
13	23,17	F	1A	6	-	Adult
14	21,27	F	0	0	-	Adult
15	20,27	F	0	0	-	Adult
16	21,43	F	0	0	-	Adult
17	21,59	M	-	-	10,5	Adult
18	23,26	F	0	0	-	Adult
19	22,93	F	0	0	-	Adult
20	22,78	F	4+	2,3	-	Adult
21	21,41	F	3A	0,15	-	Adult
22	20,33	F	3A	0,3	-	Adult
23	21,39	M	-	-	5,5	Adult
24	21,23	F	1A	0,18	-	Adult
25	22,14	F	3A	0,4	-	Adult
26	20,96	F	3A	0,55	-	Adult
27	20,32	F	1B	0	-	Adult
28	21,47	F	0	0	-	Adult
29	22,39	F	0	0	-	Adult
30	23,85	F	3B	0	-	Adult
31	22,04	F	1B	0	-	Adult
32	24,02	F	0	0	-	Adult
33	22,35	F	3A	0,225	-	Adult
34	21,77	F	3B	0	-	Adult
35	21,66	F	0	0	-	Adult
36	21,55	F	4+	0,7	-	Adult
37	21,50	M	-	-	8,5	Adult
38	21,50	F	0	0	-	Adult
39	20,91	F	1A	0,45	-	Adult
40	20,97	F	1A	0,575	-	Adult
41	22,69	F	1B	0	-	Adult
42	23,39	F	3A	1,05	-	Adult
43	21,59	F	3A	1,075	-	Adult
44	22,13	F	0	0	-	Adult
45	21,42	F	3A	0,375	-	Adult
46	21,72	F	1B	0	-	Adult
47	21,39	F	0	0	-	Adult
48	22,05	F	1A	0,1	-	Adult
49	22,50	F	1B	0	-	Adult
50	22,21	F	1B	0	-	Adult

5 (6)

Kvalitetskontrollerad av:

Effekter av tennorganiska föreningar i småbåtshamnar 2017 - R 2018:06

ANALYS-PROTOKOLL; IMPOSEX

ART: *Nassarius nitidus*
ANALYSANSVARIG: MARINA MAGNUSSON



Vrångö				Insamling 2017-09-17 Analys 2017-09-18		
Djur nr.	Skalllängd (mm)	Kön (M/F)	VDS stadium	Penislängd Hona (mm)	Penislängd Hane (mm)	Övrigt
1	20,56	M	-	-	10,3	Adult
2	23,30	M	-	-	4,7	Adult
3	25,46	F	3A	3,7	-	Adult
4	23,13	M	-	-	8,5	Adult
5	23,10	F	4	2,7	-	Adult
6	21,94	F	4+	4,5	-	Adult
7	22,71	M	-	-	8	Adult
8	21,18	F	3A	3,50	-	Adult
9	21,18	M	-	-	11	Adult
10	21,53	M	-	-	10,5	Adult
11	21,79	M	-	-	7	Adult
12	21,17	F	4	8,4	-	Adult
13	22,22	M	-	-	9,8	Adult
14	21,32	F	4	3	-	Adult
15	21,95	M	-	-	12,5	Adult
16	20,71	F	3A	2,4	-	Adult
17	20,04	M	-	-	8,3	Adult
18	22,35	F	4	4,8	-	Adult
19	20,20	F	3A	3,3	-	Adult
20	21,46	F	4	4	-	Adult
21	21,16	F	4	5,4	-	Adult
22	19,95	F	3A	1,6	-	Adult
23	21,01	F	3A	5	-	Adult
24	21,57	F	4+	7,70	-	Adult
25	21,91	M	-	-	6,5	Adult
26	22,41	M	-	-	5,7	Adult
27	22,20	M	-	-	10	Adult
28	22,24	M	-	-	6,7	Adult
29	20,67	F	4	3,7	-	Adult
30	21,34	F	3A	3,3	-	Adult
31	21,09	M	-	-	5,3	Adult
32	19,65	M	-	-	6,5	Adult
33	21,36	M	-	-	6,7	Adult
34	19,83	F	4+	6,3	-	Adult; böjd äggledare
35	19,50	M	-	-	8,8	Adult
36	19,32	F	4+	4,1	-	Adult
37	19,84	M	-	-	10,5	Adult
38	20,22	F	4+	3,2	-	Adult
39	20,66	M	-	-	9	Adult
40	21,67	M	-	-	9	Adult
41	19,39	M	-	-	9,5	Adult
42	18,70	M	-	-	8,5	Adult
43	19,77	F	3A	4,4	-	Adult
44	20,26	F	4+	4,2	-	Adult
45	20,32	M	-	-	5,8	Adult
46	19,46	F	3A	4,2	-	Adult
47	20,21	M	-	-	7,5	Adult
48	20,51	F	4	4,2	-	Adult
49	20,05	M	-	-	8,8	Adult
50	19,75	F	4+	5,1	-	Adult

6 (6)

Kvalitetskontrollerad av:

Publikationer utgivna av Göteborgs miljöförvaltning

Rapporter (ISSN 1401-2448):

- | | |
|-----------|--|
| R 2018:1 | Årsrapport 2017 |
| R 2018:2 | Naturvärdesinventering av kustnära ljunghed, Göteborgs Stad, 2017 |
| R 2018:3 | Ljudnivåer på innergårdar - Utvärdering av metodik |
| R 2018:4 | Bottenfauna - undersökningar av sötvattenmiljöer i Göteborg 2017 |
| R 2018:5 | Metaller i vattenmossa - undersökning av biotillgängliga metaller i vattendrag i Göteborg 2017 |
| R2018:6 | Effekter av tennorganiska föreningar i småbåtshamnar 2017 |
| | |
| R 2017:1 | Årsrapport 2016 |
| R 2017:2 | Metaller i vattenmossa - undersökning av biotillgängliga metaller i vattendrag i Göteborg 2016 |
| R 2017:3 | Bottenfauna - undersökningar av sötvattenmiljöer i Göteborg 2016 |
| R 2017:4 | Strandkvannefjärilar Göteborgs Stad 2016 |
| R 2017:5 | Salta strandängar samt bågstarr och prickstarr Göteborgs Stad 2016 |
| R 2017:6 | Luftkvaliteten i Göteborgsområdet Årsrapport 2016 |
| R 2017:7 | Elektriska lågprisprodukter 2017 |
| R 2017:8 | Underlag till Göteborgs Stads program för biologisk mångfald 2018-2025 |
| R 2017:9 | Tillsyn i sport- och fiskebutiker. Oktober 2017 |
| | |
| R 2016:1 | Årsrapport 2015 |
| R 2016:2 | Våga fråga - kunna svara. Åtgärd 97 Göteborgs Stads miljöprogram 2013 |
| R 2016:3 | Kemikalier i byggvaror. - Tillsynsprojekt i samarbete mellan Malmö, Göteborg, Helsingborg och Stockholm |
| R 2016:4 | Strandkvannefjärilar Göteborgs Stad 2015 |
| R 2016:5 | Luftkvaliteten i Göteborgsområdet. Årsrapport 2015 |
| R 2016:6 | Metaller i vattendrag - undersökningar av biotillgängliga metaller i vattendrag i Göteborg 2015 |
| R 2016:7 | Bottenfauna - undersökningar av djurlivet i några sötvattensmiljöer i Göteborg 2015 |
| R 2016:8 | Kemikalier i varor av läder och konstläder - Tillsynsprojekt i samarbete mellan Malmö, Göteborg, Helsingborg och Stockholm |
| R 2016:9 | Arter och naturtyper i Göteborg - ansvarsarter och ansvarsbiotoper |
| R 2016:10 | Poolkemikalier och badleksaker - Tillsynsprojekt i samarbete mellan Malmö, |

Miljöförvaltningen

Box 7012, 402 31 Göteborg

Tel vx: 031-365 00 00

E-post: miljoforvaltningen@miljo.goteborg.se



**Göteborgs
Stad**