

Screening av vattendirektivets 33 prioriterade
ämnen och 8 andra förorenande ämnen i 40
marina ytvattenförekomster i Norra
Östersjöns vattendistrikt

På uppdrag av

Vattenmyndigheten i Norra Östersjöns vattendistrikt,
Länsstyrelsen i Västmanlands län

Innehåll

Innehåll	2
Sammanfattning	3
Summary	5
1 Introduktion	5
1.1 Bakgrund	7
1.2 Syfte	7
2 Vattendirektivet och dess prioriterade ämnen	8
3 Metoder	10
3.1 Provtagningspunkter	10
3.2 Provtagningsmetoder	10
3.3 Analysmetoder	11
3.3.1 Extraktion och analys	11
3.3.2 Kvalitetssäkringsrutiner för analys	13
4 Resultat	14
4.1 Statistisk sammanställning	14
4.2 Överskridande av MKN	17
4.3 Geografisk fördelning	18
5 Diskussion	21
5.1 Påträffade prioriterade ämnen	21
5.2 Nonylfenol	22
5.3 Tributyltenn	24
5.4 Nivåer av prioriterade ämnen	25
5.5 Geografiska mönster	26
6 Slutsatser och rekommendationer	27
7 Referenser	28

Bilagor

- Bilaga 1 Översiktskarta provtagningslokaler
- Bilaga 2 Lista över provtagningspunkter med koordinater
- Bilaga 3 Påvisade halter per provtagningspunkt
- Bilaga 4 Uppmätta halter metaller
- Bilaga 5 Uppmätta halter övriga
- Bilaga 6 Kartor redovisande kvoten mellan uppmätta halter och MAC-MKN för metaller
- Bilaga 7 Kartor redovisande kvoten mellan uppmätta halter och AA-MKN för metaller
- Bilaga 8 Kartor redovisande kvoten mellan uppmätta halter och MAC-MKN samt AA-MKN för tributyltenn

Sammanfattning

SWECO Environment har fått i uppdrag av Vattenmyndigheten i Norra Östersjöns vattendistrikt att genomföra en screeningundersökning av vattendirektivets prioriterade ämnen samt de s.k. 8 andra förorenande ämnen för vilka det finns miljökvalitetsnormer (Direktiv 2008/105/EG) i marina ytvattenförekomster i vattendistriktet. Projektets syfte var att:

- konstatera om och i vilken omfattning vattendirektivets prioriterade ämnen förekommer i marina ytvatten i Norra Östersjöns vattendistrikt
- utvärdera om några av ämnena förekommer i sådana halter att de kan utgöra ett problem i Norra Östersjöns vattendistrikt (definierat som att miljökvalitetsnormer överskrids)
- utvärdera om det finns geografiska skillnader i Norra Östersjöns vattendistrikt med avseende på förekomst och uppmätta halter av de prioriterade ämnena i marina ytvatten
- stödja bedömningen av kemisk status i Norra Östersjöns vattendistrikts vattenförekomster

Undersökningen omfattade totalt 40 marina lokaler som representerade olika typer av miljöer, från bakgrundslokaler till lokaler påverkade av tätorter eller industrier. Provtagningen genomfördes under juni månad och följde en i förväg fastställd provtagningsplan där även rutiner för kvalitetssäkring ingick.

Resultat

Trots att genomgående låga rapporteringsgränser har använts, lägre än eller lika med AA-MKN för samtliga ämnen utom tributyltenn, har många ämnen inte påvisats i något prov. De ämnen som har påvisats i minst ett prov är metallerna och tributyltenn.

Tributyltenn har påvisats i 35 provpunkter, oftast i halter under rapporteringsgränsen men över detektionsgränsen. I sex provpunkter har tributyltenn påvisats över rapporteringsgränsen.

Bly, kadmium och kvicksilver har påträffats i två, fem respektive åtta provpunkter, medan nickel påträffades i samtliga provpunkter.

Nickel och kadmium förekommer i högre halter i området kring Stockholm, medan övriga ämnen inte uppvisar någon specifik geografisk fördelning.

Sammantaget har färre antal ämnen påträffats i en lägre andel av proverna än vad som var fallet i den nationella screening med månadsvisa mätningar som genomfördes

2007-2008. Detta kan bero på undersökningarnas varierande omfattning, hur provpunkterna har valts samt tidpunkten för provtagning. I denna undersökning har provtagning endast skett vid ett tillfälle och de tidsberoende variationer i nivåer som förekommer kan således inte upptäckas.

Givet dessa osäkerheter så kan ändå följande rangordning göras vad gäller de ämnen som är mest förhöjda i förhållande till miljökvalitetsnormerna (AA-MKN och MAC-MKN) i marina ytvatten i Norra Östersjöns vattendistrikt:

- 1) Tributyltenn
- 2) Nickel
- 3) Kadmium

Summary

SWECO Environment has had the assignment from the Northern Baltic River Basin District administration to measure the occurrence of Water Framework Directive Priority Substances and the 8 other substances for which environmental quality standards exist (Directive 2008/105/EC) in marine surface waters in the Northern Baltic river basin district.

The main aim of the project was to:

- assess whether the selected substances occur in the Northern Baltic River Basin District, and if so, to what extent
- evaluate whether any of the substances occur at levels where they could pose a problem in the Northern Baltic River Basin District (defined as exceedance of the environmental quality standards)
- evaluate whether there are geographical differences in the occurrence and concentrations of selected substances in marine surface waters in the Northern Baltic river basin district
- support the assessment of chemical status of the water bodies in the Northern Baltic River Basin District

The screening involved sampling at 40 marine sampling points representing different types of environments all over the river basin district. The sampling points were situated in relatively unaffected areas, and in the vicinity of urban areas and industries. Sampling was done in June following a pre-defined detailed sampling and sample handling procedure.

Results

Despite the consistently low limits of quantification used, below or equal to AA-EQS for all substances except TBT, many substances were not detected in any sample. The substances that were detected in at least one sample are metals and TBT.

TBT occurred in 35 sampling points, mostly at levels below the limit of quantification but above the limit of detection. In six sampling points TBT occurred above the limit of quantification.

Lead, cadmium and mercury were found in two, five, and eight sampling points, while nickel was detected in all samples.

Nickel and cadmium present in higher concentrations in the area around Stockholm, while other substances do not exhibit any specific geographical distribution.

In summary, fewer substances were found in this screening compared to the marine sampling points in the national screening with monthly measurements carried out in 2007-2008. Some substances also occurred less frequently than in the screening in 2007-2008. This may be because sampling scopes of different magnitudes, how sampling points were selected, and the date of sampling. In this screening, sampling took place only once and time-dependent variations in levels could hence not be detected.

Given these uncertainties the following ranking describing which substances are most elevated relative to the environmental quality standards (AA-EQS and MAC-EQS) in limnic surface waters in the Northern Baltic river basin district, can be made:

- 1) TBT
- 2) Nickel
- 3) Cadmium

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

Huvudmålsättningen i svensk vattenförvaltning är att samtliga vattenförekomster skall uppnå god vattenstatus senast år 2015, vilket styrs av vattenförvaltningsförordningen. Inriktningen på det svenska vattenarbetet bestäms också av det arbete som pågått i Sverige sedan 1999 genom de svenska miljökvalitetsmålen, där en långsiktig bärkraftig vattenförvaltning ingår.

I begreppet god status ingår att vattenförekomster skall uppnå en viss kemisk och ekologisk status vilket bl.a. definieras av att ett antal kvalitetsfaktorer och ämnen inte skall överskrida i förväg definierade bedömningsgrunder. För några av faktorerna och ämnena är bedömningsgrunderna definierade som miljökvalitetsnormer.

En viktig del av arbetet med att klassificera den kemiska vattenstatusen är miljöövervakningen som syftar till att beskriva tillståndet i ytvatten, följa tillståndet samt kontrollera åtgärdseffekter. Som ett led i arbetet med att klassificera vattenstatusen för ytvatten har Norra Östersjöns vattendistrikt¹ beslutat att genomföra en screeningundersökning av vattendirektivets 33 prioriterade ämnen samt 8 andra förorenande ämnen i 40 kustnära marina provpunkter längs med Östersjökusten i vattendistriktet. SWECO Environment har fått i uppdrag att genomföra screeningen.

1.2 Syfte

För att underlätta och fokusera utvärderingen fastställdes några tydliga mål:

- Att konstatera om och i vilken omfattning vattendirektivets prioriterade ämnen förekommer i marina ytvatten i Norra Östersjöns vattendistrikt
- Att utvärdera om några av ämnena förekommer i sådana halter att de kan utgöra ett problem i Norra Östersjöns vattendistrikt (definierat som att miljökvalitetsnormer överskrids)
- Att utvärdera om det finns geografiska skillnader i Norra Östersjöns vattendistrikt med avseende på förekomst och uppmätta halter av de prioriterade ämnena i marina ytvatten
- Att stödja bedömningen av kemisk status i NÖVDs vattenförekomster

¹ Norra Östersjöns vattendistrikt omfattar hela eller delar av Stockholms, Uppsala, Södermanlands, Örebro, Västmanlands, Östergötlands och Dalarnas län. Mer i *detalj* så omfattar Norra Östersjöns vattendistrikt huvudavrinningsområdena från och med Tämnrån till och med Kilaån, mellanliggande kustområden, samt områden mellan Bottenhavets och Norra Östersjöns vattendistrikt som dränerar direkt till Lövstabukten eller Karlsholmsfjärden, liksom områden mellan Norra Östersjöns och Södra Östersjöns vattendistrikt som dränerar direkt till Stadsfjärden, Mellanfjärden, Sjösafjärden, Örsbaken, Aspfjärden, Ålöfjärden eller Furöområdet.

2 Vattendirektivet och dess prioriterade ämnen

Ramdirektivet för vatten är ett EU-direktiv som förbinder medlemsstaterna att senast 2015 se till att alla vattenförekomster (ytvatten, vatten i övergångszon, kustvatten och grundvatten) uppnår god kvalitativ och kvantitativ status.

God status för ytvatten är indelat i två delar, god ekologisk status och god kemisk status. God kemisk status innebär att en vattenförekomst inte får ha högre halter av vissa ämnen än vad som gäller enligt vattendirektivet. Syftet är att länderna skall vidta åtgärder för att förhindra att vatten blir förorenade med enskilda eller grupper av förorenande ämnen som innebär en miljö- och/eller hälsorisk i vattenmiljön.

En förteckning över 33 prioriterade ämnen eller ämnesgrupper, varav 11 identifierats som prioriterade farliga ämnen, blev klar i november 2001 efter gemensamt beslut av länderna. Förteckningen skall ses över vart fjärde år. För de prioriterade ämnena på listan är målet att utsläppen skall minska och för de prioriterade farliga ämnena att de efter hand skall fasa ut och tillförseln till vattenmiljön helt upphöra, dock inom loppet av högst 20 år.

Miljökvalitetsnormer, MKN (eng. Environmental Quality Standards, EQS) har fastställts för alla de prioriterade ämnena, samt för vissa andra förorenande ämnen (Direktiv 2008/105/EG). Miljökvalitetsnormen avser den koncentration av ett ämne (eller grupp av ämnen) som för att skydda människors hälsa och miljön, inte får överskridas. Miljökvalitetsnormerna skiljer sig åt för inlandsytvatten och andra ytvatten. I föreliggande projekt utgör Östersjön ett s.k. annat ytvatten. Det finns dessutom två *typer* av miljökvalitetsnormer för de prioriterade ämnena:

1. AA-MKN – den genomsnittliga koncentrationen av det aktuella ämnet beräknat under ett år. Syftet med denna typ av miljökvalitetsnorm är att säkerställa den långsiktiga kvaliteten i den akvatiska miljön.
2. MAC-MKN – den högsta tillåtna koncentrationen av det aktuella ämnet. Syftet med denna miljökvalitetsnorm är att begränsa utsläppstoppar av prioriterade ämnen.

Medlemsländerna måste säkerställa att miljökvalitetsnormerna följs. De måste också kontrollera och övervaka så att halterna i sediment och i vattenlevande organismer inte ökar.

De prioriterade ämnen presenteras översiktligt i tabell 2.1 nedan. Informationen baseras på Loh and Ovuka (2005) sam Økland et al. (2005).

Tabell 2.1 Kortfattad fysiokemisk och administrativ information om prioriterade ämnen.

CAS-nr	Namn	Användningsområde eller föroreningskällor	Nationell föreskrift	Log Kow	Vattenlöslighet (mg/l)
15972-60-8	Alaklor	Pesticid	Ingen tillåten användning sedan 1978	3.7	18.07 (25° C)
120-12-7	Antracen	Ofullständig förbränning		4.20 - 4.63	0.032 - 0.085 (20° C)
1912-24-9	Atrazin	Pesticid	Förbjuden sedan 1989	2.2 - 2.5	33 - 70
71-43-2	Bensen	Förbränning; och petroleum produkter	Restriktioner för användning	2.13	1800 (25° C)
32534-81-9	PentaBDE	Flamskyddsmedel	Utfasas, förbjuden sedan augusti 2004	5.03 - 8.09	< 0,01 (20C)
7440-43-9	Kadmium, Cd	Mångtalig	Restriktioner för användning	-	Olöslig (vissa föreningar är lösliga)
85535-84-8	C10-13-kloralkaner	smörjmedel; skärvätska	Utfasas	4.39 - 8.69	Olöslig i praktiken
470-90-6	Klorfenvinfos	Pesticid	Ingen tillåten användning sedan 2001	4.15	3.022 (25° C)
2921-88-2	Klorpyrifos	Pesticid	Restriktioner för användning	4.66	0.357 (25° C)
107-06-2	1,2-Diklorethan	Lösningsmedel	Restriktioner för användning	1.48	8690
1975-09-02	Diklormetan	Lösningsmedel i medicinska industrier	Förbjuden	1.3 (beräknat)	13700 (20° C)
117-81-7	Di(2-etylhexyl)ftalat, DEHP	Mjukgöringsmedel	1999: ej tillåten i barnleksaker	4.88 - 7.6	0.3 - 0.4, lägre i saltvatten. DEHP adsorberar till partiklar li vatten
330-54-1	Diuron	Pesticid	Förbjuden sedan 1993	2.67	36.4 (25° C)
115-29-7, 959-98-8	Endosulfan	Pesticid	Förbjuden sedan 1996	3.5	0.32 - 0.52
206-44-0	Fluoranten	Ofullständig förbränning		4.7	0.265 (20° C)
118-74-1	Hexaklorbensen, HCB	Biocid: unintended formation	Ingen medveten användning sedan 1980	3.03 - 6.92	0.005 - 0.006
87-68-3	Hexaklorbutadien, HCBd	Kemikalie i industri	Inga restriktioner	3.74 - 4.78	2 - 4
608-73-1	Hexaklorcyklohexan, HCHs	Pesticid	Förbjuden	3.8 / 3.78 / 4.14*	2 (28° C) / 0.2 (25° C) / 31.4 (25° C)*
34123-59-6	Isoproturon	Pesticid	Restriktioner för användning	2.84	143.8
7439-92-1	Bly, Pb	Mångtalig	Utfasas	-	Olöslig (vissa föreningar kan vara lösliga)
7439-97-6	Kvicksilver, Hg	Mångtalig	Utfasas	-	Olöslig till 0,0639
91-20-3	Näftalen	Ofullständig förbränning		3.01 - 3.7	30 (20° C)
7440-02-0	Nickel, Ni	Mångtalig		-	Olöslig (vissa föreningar kan vara lösliga)
25154-52-3, 104-40-5	Nonylfenol, 4-n-nonylfenol	Kemikalie i industri	Utfasas	4.2 - 4.7	3 - 11(pH beroende)
1806-26-4, 140-66-9	Oktylfenol, 4-tert-oktylfenol	Kemikalie i industri	Ingen restriktion	5.28 (4-tert)	5 (25° C)
608-93-5	Pentaklorbensen	Okänt användningsområde		4.8 - 5.18	0.56 (20° C)
87-86-5	Pentaklorfenol, PCP	Pesticid	Förbjuden sedan 1978	3.32	14
50-32-8	Benso(a)pyren	Ofullständig förbränning			0,0016 - 0,0038 (25° C)
205-99-2	Benso(b)fluoranten, Benso(k)fluoranten	Ofullständig förbränning			
191-24-2	Benso(g,h,i)perylen, Indeno(1,2,3-cd)pyren	Ofullständig förbränning			
122-34-9	Simazin	Pesticid	Förbjuden sedan 1995	2.4	5 - 6.2
688-73-3	Tributyltenn, tributyltennföreningar, TBT	Bätfärg	1993: alla fartyg under 25 m; ingen användning sedan 2003	3.19 - 3.84	0.1%
12002-48-1	Triklorbensen	Kemikalie i industri	Ingen medveten användning sedan 1998	3.93 - 4.2	48 - 100
67-66-3	Triklormetan (kloroform)	Lösningsmedel	Restriktioner för användning	1.97	7500 - 9300
1582-09-8	Trifluralin	Pesticid	Förbjuden sedan 1990	5.31	<1 till 0.184 (20° C)

3 Metoder

3.1 Provtagningspunkter

Den genomförda screeningundersökningen omfattar provtagning vid 40 marina lokaler i Norra Östersjöns vattendistrikt. Lokalerna representerar olika typer av miljöer från bakgrundslokaler till lokaler påverkade av industri eller tätorter. Provpunkternas läge visas i bilaga 1.

3.2 Provtagningsmetoder

Provtagningen genomfördes den 10, 11, 23 och 24 juni 2009. Provtagningen följde en i förväg fastställd provtagningsplan där även rutiner för kvalitetssäkring ingick:

1. Före provtagning togs färdigmärkta etiketter fram enligt en gemensam mall för hela uppdraget. Etiketterna gjordes i flera duplikat varav den ena kopian fästes på provtagningsprotokollet som upprättades för varje provpunkt. De andra etiketterna fästes på flaskorna.
2. Vid provtagning iaktogs stor noggrannhet för att minimera kontaminering, vilket innefattar att utrustningen för vattenprovtagning sköljdes minst 3 gånger före provtagning för att undvika korskontaminering samt att utrustningen förvarades i behållare mellan provtagningarna.
3. Vattenproverna togs i ytligt vatten ca 1 m under vattenytan. I en del fall har proverna tagits närmare vattenytan för att undvika bottenpåverkan på de platser där det varit grunt.
4. Från varje provtagningspunkt har 10 l vatten samlats in i 1 l glasflaskor, 125 ml vatten för analys av metaller i syradiskad plastflaska samt i vialer för analys av flyktiga organiska ämnen. Vatten för analys av metaller filtrerades i fält med sprutor och 0,45 µm filter.
5. Allt provtaget vatten hölls kallt med hjälp av kylklampar under transport till laboratoriet. På labbet hölls proverna kylda (ca 5-8 °C) tills de analyserades.
6. Vattenprover skickades till laboratoriet samma dag som provtagningen eller inom 12 – 14 timmar efter provtagning för att minimera abiotiska och biotiska förluster i provflaskorna.
7. För varje provtagningspunkt upprättades ett fältprotokoll som innehöll information om:
 - a) Position för provtagning, GPS-koordinater och/eller skiss och en textbeskrivning.
 - b) Vattentemperatur.

- c) Provtagningsdjup.
- d) Bedömt bottendjup.
- e) Bedömda vattenförhållanden t.ex. klart, grumligt, humöst m.m.
- f) Bedömda vind- och (eventuellt) strömförhållanden.
- g) Eventuell förekomst av båttrafik nära provtagningspunkten
- h) Bedömd bottentyp om det var möjligt.
- i) Andra iakttagelser, t.ex. förekomst av algblomning.
- j) Inverkan från land, t.ex. utlopp, växtdelar, skräp etc.
- k) Eventuella avvikelser under provtagningen, exempelvis vind- och väderförhållanden som kan indikera en större påverkan från sediment på ytvatten, avvikelser i provtagningsproceduren samt avvikelser i transport- eller förvaringsprocedurer

8. Fältprotokoll kopierades och duplikatet förvarades separat.

Genomgående användes samma provbeteckningar från planering och provtagning till analys och rapportering.

3.3 Analyismetoder

3.3.1 Extraktion och analys

ALS Scandinavia AB har ansvarat för allt analysarbete. Extraktions- och analyismetoder för samtliga ämnen framgår av tabell 3.1.

Tabell 3.1 Metoder för extraktion och analys.

Ämne	Extraktion	Derivatisering	Upprening	Metod	Instrument
Alaklor	n-hexan			EN ISO 6468 F1	GC-MS
Antracen	n-hexan			Intern	GC-MS
Atrazin	-			Intern	LC-MS-MS
Bensen	headspace			DIN 38407-F9	HS-GC-MS
pBDE	Toluen		Kiselgel och svavelsyra	Intern	GC-MS
Koltetraklorid	headspace			EN ISO 10301 F4	HS-GC-MS
Klorparaffiner	Toluen		Kiselgel och svavelsyra	Intern	GC-MS
Klorfeninfos	-			Intern	LC-MS-MS
Klorpyrifos	-			Intern	LC-MS-MS
1,2-dikloretan	headspace			EN ISO 10301 F4	HS-GC-MS
Aldrin				EN ISO 6468 F	GC-MS
Dieldrin				EN ISO 6468 F1	GC-MS
Endrin				EN ISO 6468 F1	GC-MS
Isodrin				EN ISO 6468 F1	GC-MS
DDT				EN ISO 6468 F1	GC-MS
Diklormetan	headspace			EN ISO 10301 F4	HS-GC-MS
DEHP	n-hexan			Intern	GC-MS
Diuron	-			Intern	LC-MS-MS
Endosulfan	n-hexan			EN ISO 6468 F1	GC-MS
Fluoranten	n-hexan			Intern	GC-MS
Hexaklorbensen	n-hexan			EN ISO 6468 F11	GC-MS
Hexaklorbutadiene	-			EN ISO 10301 F4	HS-GC-MS
Hexaklorcyklohexan	n-hexan			EN ISO 6468 F1	GC-MS
Isoproturon	-			Intern	LC-MS-MS
Naphtalene	cyklohexan			Intern	GC-MS
4-n-nonylfenol	n-hexan, pH=2	MSTFA		Intern	GC-MS
4-nonylfenol	n-hexan, pH=2	MSTFA		Intern	GC-MS
4-n-oktylfenol	n-hexan, pH=2	MSTFA		Intern	GC-MS
4-t-oktylfenol	n-hexan, pH=2	MSTFA		Intern	GC-MS
Pentaklorbensen	n-hexan			EN ISO 6468 F1	GC-MS
Pentaklorfenol	n-hexan, pH=2	MSTFA		Intern	GC-MS
PAH	n-hexan			Intern	GC-MS
Simazin	-			Intern	LC-MS-MS
Tetrakloretylen	headspace			EN ISO 10301 F4	HC-GC-MS
Triklöretylen	headspace			EN ISO 10301 F4	HC-GC-MS
Tributyltenn	n-hexan	NaBEt4	Kiselgel	D ISO 17353	GC-FPD
Triklorbensener	cyklohexan			EN ISO 6468 F1	GC-MS
Triklormetan	headspace			EN ISO 10301 F4	HS-GC-MS
Trifluralin	n-hexan			EN ISO 6468 F1	GC-MS
Metaller	HNO3			EPA 200.7 + 200.8	ICP-SFMS
PCB	n-hexan			EN ISO 6468 F1	GC-MS

3.3.2 Kvalitetssäkringsrutiner för analys

ALS Analytica uppfyller i sin ackrediterade verksamhet kraven i SS-EN ISO/IEC 17025. Kvalitetssystemet är godkänt av SWEDAC och laboratorerna deltar kontinuerligt i provningsjämförelser, bland annat för ITM (Institutet för tillämpad miljöforskning) och DHI (Danmarks hydrologiska institut, Danmark). ALS Analytica använder ackrediterade europeiska underleverantörer för organiska analyser. Dessa underleverantörers ackreditering accepteras av SWEDAC som likvärdig den svenska enligt avtal inom det europeiska samarbetsorganet EA. ALS Analytica har även ett eget kvalitetskontrollsystem för organiska analyser. Kontrollen baseras på certifierade referensmaterial som fortlöpande tillsänds underleverantören som okända prover. En gång per år utför ALS Analytica en audit på plats hos underleverantören. Leverantörens kvalitetssystem och kvalitetssäkringsrutiner kontrolleras och en besöksrapport skrivs.

För varje prov som analyserades gällde följande kvalitetsåtgärder:

- Ett blankprov följde varje mätserie för att kontrollera eventuell kontaminering
- En internstandard tillsattes till varje prov för att mäta extraktionsutbyte
- Certifierade referensmaterial användes för varje analys om dessa var kommersiellt tillgängliga. Om inte användes syntetiska referensmaterial
- I varje provserie analyserades ett villkorligt prov som duplikat för att säkra och mäta repeterbarhet.
- Överföring av data från instrument till laboratoriets datasystem skedde automatiskt. Om manuell behandling krävdes kontrollerade 2 personer att överföringen var korrekt.
- Projektledaren på ALS bedömde samtliga resultat med avseende på rimlighet.
- Om det förekommit fel eller avvikelser hade dessa dokumenterats enligt de krav som finns i SWEDACs ackreditering.

4 Resultat

4.1 Statistisk sammanställning

Sammanfattande statistik över påträffade nivåer redovisas i tabell 4.1 nedan. Även rapporteringsgränser och antal prov där ämnena påvisats redovisas i tabellen.

För samtliga ingående ämnen utom tributyltenn gäller att rapporteringsgränsen har varit lika med eller under AA-MKN.

För tributyltenn (TBT) är rapporteringsgränsen² (1 ng/l), vilket är 5 ggr högre än AA-MKN (0,2 ng/l). Däremot är detektionsgränsen² (0,3 ng/l) närmare AA-MKN värdet, men när tributyltenn påträffas i så låga nivåer kan ingen exakt kvantifiering av halten göras. Därför har tributyltenn som påträffats under rapporteringsgränsen rapporterats och redovisats som 0,3-1 ng/l. Tributyltenn som redovisas på detta sätt har alltså påträffats i en halt som är 1,5 – 5 ggr högre än AA-MKN, men den exakta nivån kan inte fastställas.

Trots de låga rapporteringsgränserna påträffades endast ett fåtal ämnen i de marina ytvattenproverna.

Kvicksilver, kadmium och bly påträffades över rapporteringsgränsen i 5, 12 respektive 20 % av provpunkterna. Nickel däremot påträffades över rapporteringsgränsen i alla provtagningspunkter.

Tributyltenn har påvisats i knappt 90 % av alla provpunkter i halter som är 1,5 – 14 ggr högre än AA-MKN värdet.

Tabell 4.1 Sammanfattande statistisk över nivåer av prioriterade ämnen och vissa andra ämnen i marina lokaler i Norra Östersjöns vattendistrikt

Ämne	Min	25:e percentilen	Median	75:e percentilen	Max	Enhet	Rapport-erings-gräns	Antal över rapport-erings-gräns
Alaklor						µg/l	0,01	
Antracen						µg/l	0,01	
Atrasin						µg/l	0,01-0,05	
Bensen						µg/l	0,1	
Bromerade difenyletrar						ng/l	0,2	

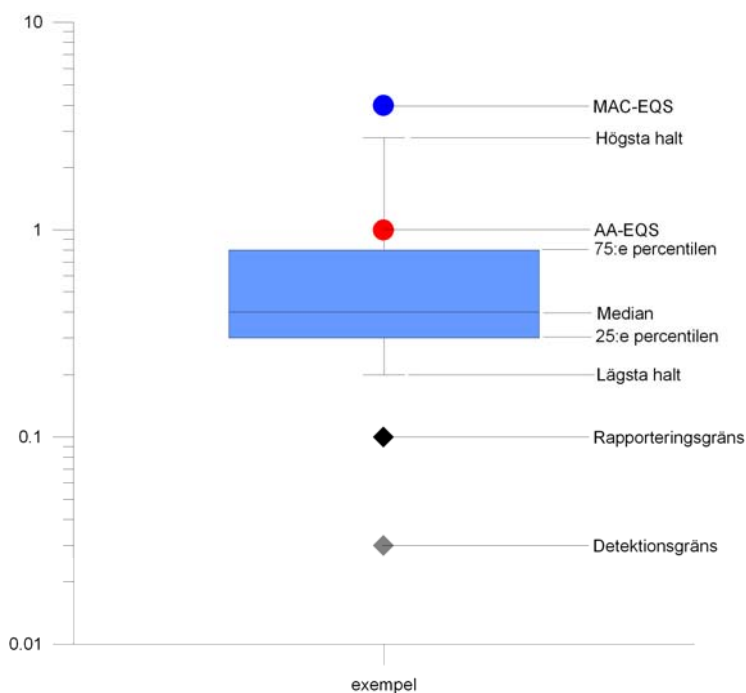
² Ett ämnes rapporteringsgräns är den nivå där koncentrationen är tillräckligt hög för att ämneshalten skall kunna kvantifieras. Detektionsgränsen är den nivå där ämnet har återfunnits i ett prov, men vid en koncentration som så låg att ämnet inte med säkerhet kan kvantifieras. Rapporteringsgränsen är vanligtvis ca 3 ggr högre än detektionsgränsen.

Ämne	Min	25:e percentilen	Median	75:e percentilen	Max	Enhet	Rapport- erings- gräns	Antal över rapport- erings- gräns
Kadmium och kadmiumföreningar	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,0376	µg/l	0,02	5
Koltetraklorid						µg/l	0,1	
C10-13 Kloralkaner						µg/l	0,1-0,2	
Klorfenvinfos						µg/l	0,02-0,05	
Klorpyrifos (Klorpyrifosetyl)						µg/l	0,02-0,05	
Cyklodiena bekämpningsmedel						µg/l	0,005	
DDT total						µg/l	0,002	
1,2-dikloreтан						µg/l	0,1	
Diklormetan						µg/l	0,1	
Di(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)						µg/l	1	
Diuron						µg/l	0,01-0,05	
Endosulfan						µg/l	0,0005	
Fluoranten						µg/l	0,01	
Hexaklorbensen						µg/l	0,01	
Hexaklorbutadien						µg/l	0,01	
Hexaklorcyklohexan						µg/l	0,003	
Isoproturon						µg/l	0,01-0,05	
Bly och blyföreningar	0,1	0,1	0,1	0,1	0,293	µg/l	0,1	8
Kvicksilver och kvicksilverföreningar	0,002	0,002	0,002	0,002	0,0032	µg/l	0,002	2
Naftalen						µg/l	0,01	
Nickel och nickelföreningar	0,608	0,99725	1,24	1,9325	2,69	µg/l		40
Nonylfenol (4-nonylfenol)						µg/l	0,1	
Oktylfenol (4-(1,1',3,3'-tetrametylbutylfenol))						µg/l	0,01	
Pentaklorbensen						µg/l	0,0007	
Pentaklorfenol						µg/l	0,02	
Benso(a)pyren						µg/l	0,01	
Benso(b)fluoranten & Benso(k)fluoranten						µg/l	0,01	
Benso(g,h,i)perylene & Indeno(1,2,3-cd)pyren						µg/l	0,001	
Simazin						µg/l	0,01-0,05	
Tetrakloretylen						µg/l	0,1	

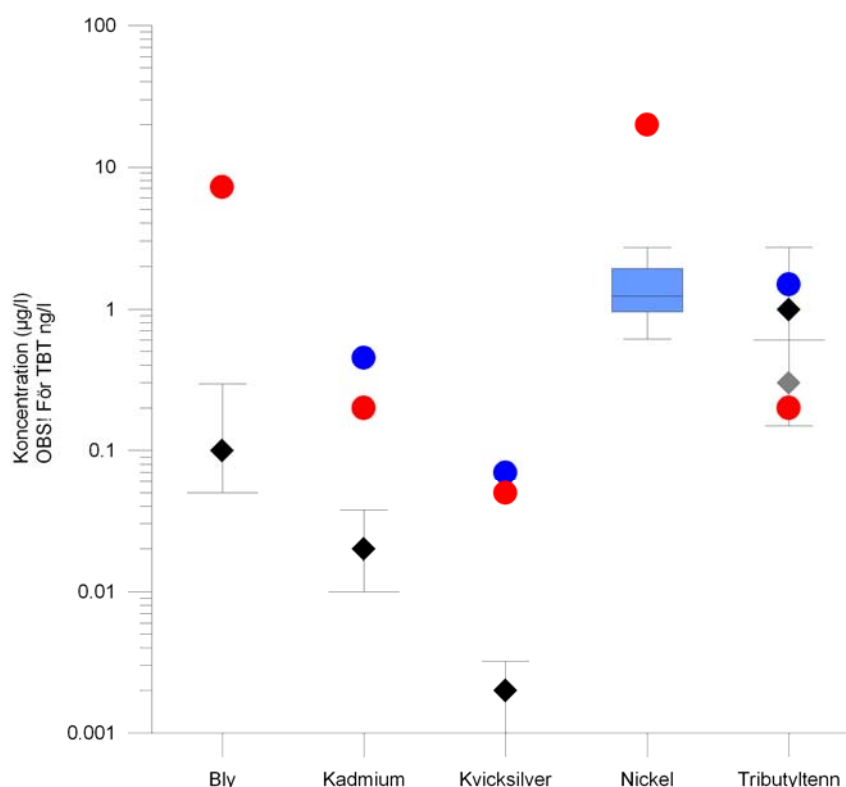
Ämne	Min	25:e percentilen	Median	75:e percentilen	Max	Enhet	Rapporteringsgräns	Antal över rapporteringsgräns
Triklöretylen						µg/l	0,1	
Tributyltenn ¹	<0,3	0,3-1,0	0,3-1,0	0,3-1,0	2,7	ng/l		6 (+29)
Triklorbensener						µg/l	0,02	
Triklormetan						µg/l	0,1	
Trifluralin						µg/l	0,01	

¹Rapporteringsgränsen för tributyltenn är 1 ng/l. Detektionsgränsen för ämnet är 0,3 ng/l. För prover där halterna varit under rapporteringsgränsen har identifierade toppar redovisats som 0,3-1 ng/l och halten har angetts till <0,3 ng/l där ingen topp har kunnat identifieras. Antal prover mellan bestämnings- och detektionsgränserna redovisas inom parentes under "antal över rapporteringsgräns".

För de ämnen som ofta påträffas över rapporteringsgränsen (i fler än 10 % av proverna) redovisas fördelningen av uppmätta halter i figur 4.2. En förklaring till figuren ges i figur 4.1. För flera ämnen i figur 4.2 ser graferna annorlunda ut än i exemplet i figur 4.1 nedan, detta beror på att många mätvärden har samma värde (under detektionsgränsen) och att flera av lägsta värde, 25:e percentilen, median och 75:e percentilen därför hamnar på samma nivå. Detta framgår också av tabell 4.1 ovan.



Figur 4.1 Anvisning till figur 4.2



Figur 4.2 Statistisk fördelning av uppmätta halter av metaller och tributyltenn. När ämnet förekommer under rapporteringsgränsen har halva rapporteringsgränsen använts som värde. Notera den logaritmiska skalan.

4.2 Överskridande av MKN

I tabell 4.2 och tabell 4.3 redovisas hur påträffade halter förhåller sig till MAC-MKN respektive AA-MKN. Endast ämnen som har ett definierat MAC-MKN redovisas i tabell 4.2.

Tabell 4.2 Uppmätta halter i förhållande till MAC-MKN

Ämne	MAC-MKN µg/l	Antal över MAC-MKN	Antal över 0,5*MAC-MKN	Antal över 0,1*MAC-MKN
Kadmium och kadmiumföreningar	0,45 ²	0	0	0
Kvicksilver och kvicksilverföreningar	0,07	0	0	0
Tributyltennföreningar	0,0015	3	3	29 ¹

¹ Kvoten för prover där tributyltenn kunnat identifieras, men med halter under rapporteringsgränsen, är mellan 0,2 och 0,8

² MKN-värdet är beroende av hårdhetsklass i vatten. Eftersom hårdhetsklassen kan variera samtidigt som denna parameter inte har mätts så har det lägsta MKN-värdet använts vilket baseras på hårdhetsklass 1 (<40 mg CaCO₃/l)

Tabell 4.3 Uppmätta halter i förhållande till AA-MKN

Ämne	AA-MKN µg/l	Antal över AA-MKN	Antal över 0,5*AA-MKN	Antal över 0,1*AA-MKN
Kadmium och kadmiumföreningar	0,2 ¹	0	0	5
Bly och blyföreningar	7,2	0	0	0
Kvicksilver och kvicksilverföreningar	0,05	0	0	0
Nickel och nickelföreningar	20	0	0	8
Tributyltennföreningar	0,0002	35	-	-

¹ MKN-värdet är beroende av hårdhetsklass i vatten. Eftersom hårdhetsklassen kan variera samtidigt som denna parameter inte har mätts så har det lägsta MKN-värdet använts vilket baseras på hårdhetsklass 1 (<40 mg CaCO₃/l)

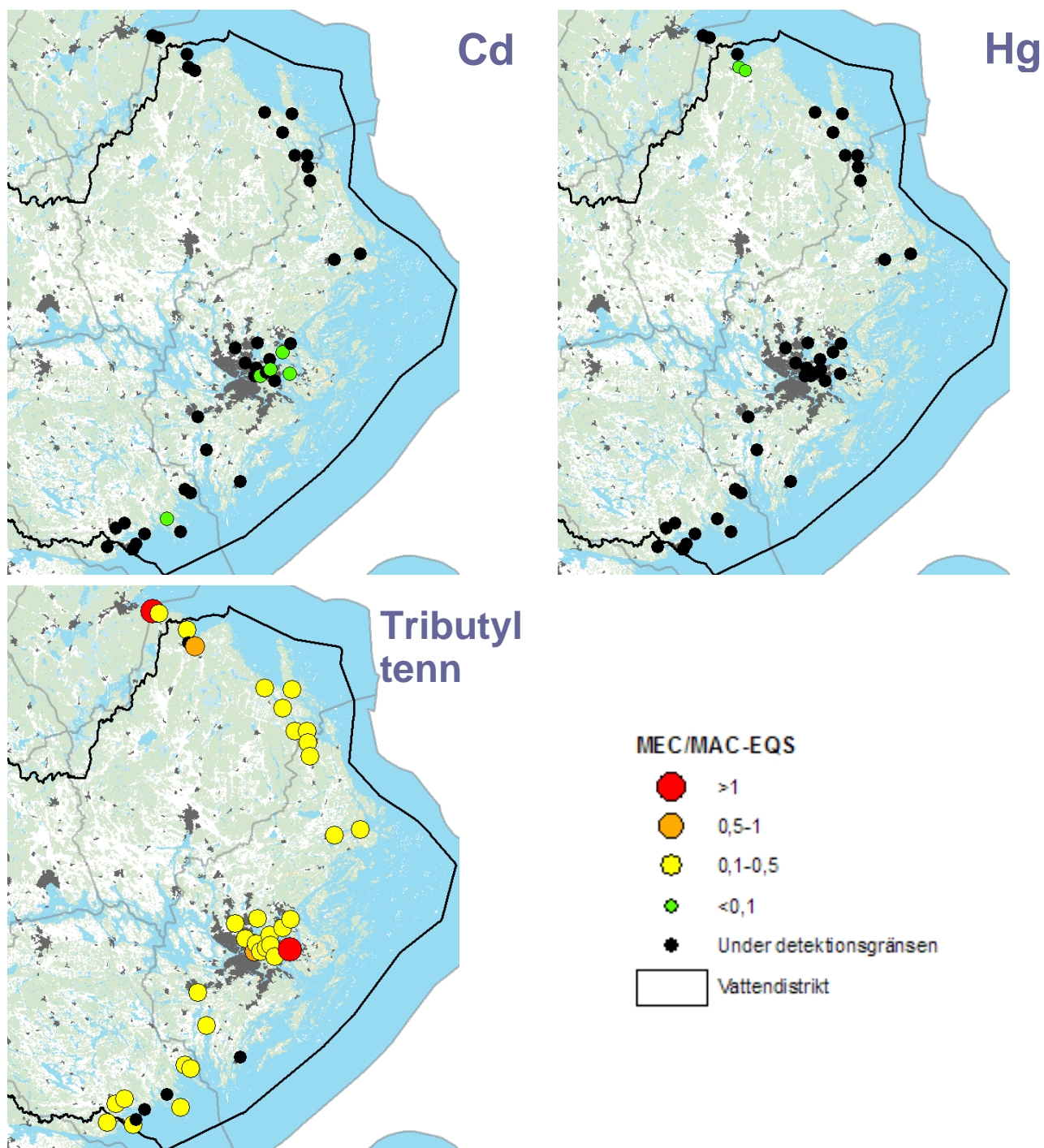
4.3 Geografisk fördelning

Metaller är de ämnen som förekommit över rapporteringsgränsen vid flest provtagningspunkter och den geografiska fördelningen av uppmätta metallhalter redovisas på kartor i bilaga 4.

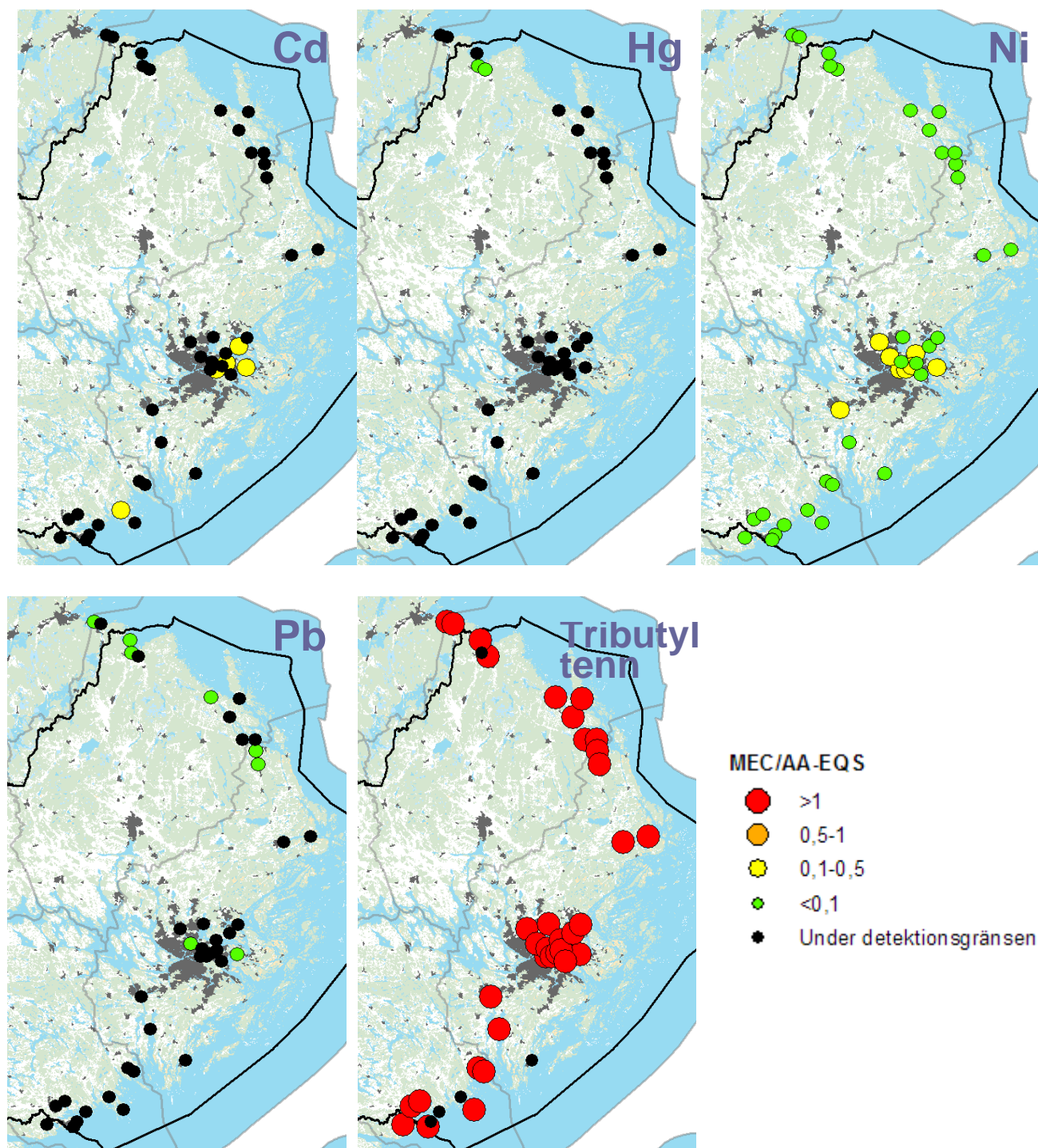
Kvicksilver och bly förekommer endast sporadiskt utan några geografiska mönster. Kadmium påträffas endast vid ett mindre antal provtagningsplatser i halter långt under MAC-MKN (figur 4.3) i vattenförekomster nära Stockholm. I förhållande till AA-MKN är kadmiumhalterna förhöjda i marina provtagningspunkter nära Stockholm.

Nickel förekommer över rapporteringsgränsen i alla provtagningspunkter, men även för detta ämne är det tydligt att urban inverkan påverkar halterna eftersom de förhöjda halterna (speciellt i förhållande till AA-MKN) förekommer i provtagningspunkter som ligger nära Stockholmsområdet (figur 4.4). De koncentrationsbaserade punktkartorna bekräftar dessa mönster (bilaga 2).

Tributyltenn förekommer i halter över AA-MKN i de 35 provpunkter där det påvisats, men även över MAC-MKN i ett fåtal punkter (figur 4.3 och figur 4.4). Det tycks dock inte existera några geografiska mönster med högre halter nära urbana områden för tributyltenn. Detta bekräftas av de koncentrationsbaserade punktkartorna (bilaga 2).



Figur 4.3. Jämförelse mellan uppmätta halter(MEC) och MAC-MKN för kadmium (överst t.v.), kvicksilver (överst t.h.), och tributyltenn (nederst t.v.).



Figur 4.4. Jämförelse mellan uppmätta halter (MEC) och AA-MKN för kadmium (överst t.v.), kvicksilver (överst mitten), nickel (överst t.h.), bly (nederst t.v.) samt tributyltenn (nederst t.h.).

5 Diskussion

5.1 Påträffade prioriterade ämnen

I tabell 5.1 redovisas vilka prioriterade ämnen som påträffat i ytvattenprover i denna screeningsundersökning samt vid en tidigare nationell screeningundersökning där det ingick 7 marina provpunkter som provtogs en gång i månaden under ett år, mellan november 2007 och november 2008 (SWECO 2009)³.

Det är uppenbart att färre ämnen påträffas och dessutom mindre frekvent i de marina provpunkterna i denna screening jämfört med månadsscreeningen 2007 – 2008. De skillnader som finns kan troligtvis förklaras av:

Omfattning

Screeningundersökningarna omfattar olika antal provtagningspunkter eller provtagningsstillfällen vilket innebär att sannolikheten att påträffa prioriterade ämnen varierar.

Val av provtagningspunkter

Valet av provtagningspunkter, dvs. vilken typ av påverkan som finns på dem, påverkar också vilka prioriterade ämnen som kan förväntas påträffas.

Tidpunkt för provtagning

Vid Naturvårdsverkets screening 2007-2008 påvisades en mycket kraftig årstidsvariation för många ämnen (SWECO 2009). I vissa fall fanns det inga mönster i denna variation, utan halterna varierade från månad till månad. För vissa ämnen fanns det däremot tydliga mönster. Nonylfenol påträffades exempelvis i högre halter under sommaren och halterna gick därefter ner under hösten. Även tributyltenn uppvisade ett tydligt mönster med lägre halter under hösten. Denna årstidsvariation bör beaktas när resultaten från enskild vattenprovtagning (som i föreliggande studie) utvärderas.

³ http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/rapporter/miljogift/sweco-rapport-vattendirektiv-2007-2008.pdf

Tabell 5.1 Ämnen som påvisats över rapporteringsgränsen i vattenprover vid olika screeningundersökningar. För alla ämnen redovisas antal påträffade/antal prover.

Ämne	Norra Östersjöns vattendistrikt, juni 2009	Naturvårdsverket, november 2007 - december 2008
Kadmium	5/40	41/84
Bly	8/40	71/84
Kvicksilver	2/40	19/84
Nickel	40/40	74/84
Tributyltenn	35/40	20/84
Di(2-etylhexyl)ftalat		2/84
Nonylfenol		22/84
Oktylfenol		1/84
Triklormetan		3/84

5.2 Nonylfenol

Vid Naturvårdsverkets screening 2007-2008 påträffades nonylfenol i 25 % av de marina mätpunkterna (tabell 5.1), medan nonylfenol inte har påvisats i något prov vid 2009 års screening av marina provpunkter i Norra Östersjöns vattendistrikt.

Under screeningen 2007-2008 syntes ett visst mönster att nonylfenol påträffades i högre halter under sommaren samt att halterna gick ner under hösten. Med anledning av detta har vattenprovtagningen i föreliggande screening genomförts under juni månad. Trots detta påträffades inte nonylfenol i denna studie.

Förutom den nämnda månadsscreeningen i Svenska marina ytvatten har nonylfenol påträffats i marina ytvatten i en rad olika undersökningar i Europa och andra delar av världen (Soares m.fl. 2008). Alltså är avsaknaden av nonylfenol i föreliggande screening något svårförklarig. Det kan dock finnas ett flertal orsaker:

Tidsvariation

Trots att årets screening anpassades så att prover togs under den period på året (juni – augusti) när halterna av nonylfenol kunde antas vara som högst, så påträffades ändå inte nonylfenol. En orsak till detta kan vara att man fortfarande vet för lite om orsakerna till den temporala variationen. Exempelvis är det möjligt att den topp i koncentrationer som observerades i screeningen 2007 – 2008 uppstår under olika delar på året. Alternativt så var toppen under sommaren unik för det året (den screeningen) och den månatliga variation som observerats för exempelvis metaller är istället normen även för nonylfenoler. Sammanfattningsvis är det inte säkerställt att nonylfenol inte återfinns i marina ytvatten i Norra Östersjöns vattendistrikt eftersom ingen tidsupprepad provtagning har genomförts.

Analyssvårigheter

Att nonylfenol inte påträffas kan bero på svårigheter att analysera ämnet i de halter som förekommer. Rapporteringsgränsen är dessutom förhållandevis nära AA-MKN-värdet (0.1 µg/l respektive 0.3 µg/l). Eftersom det använda laboratoriet analyserar 1000-tals vattenprover årligen med avseende på nonylfenol så förväntades inte några analysproblem. För att vidare undersöka detta skickades utgående vatten från reningsverk in till samma laboratorium som genomfört analyser inom föreliggande screening. Det visade sig att det inte fanns några svårigheter att påvisa nonylfenol i halter som låg mycket nära rapporteringsgränsen (lägsta påvisade halt var 0.109 µg/l).

En europeisk interkalibreringsstudie av nonylfenolanalyser i vatten visade att analysmetoderna inte var problematiska *i sig* när det gäller förmågan att påträffa dessa ämnen i låga halter (Loos m.fl. 2008). Däremot fanns ett problem med falska positiva analyser som ansågs bero på kontaminering av prover från luft, provbehållare o.dyl. (*op. cit*). Alltså skulle de påträffade halterna i tidigare screeningar kunna vara falska positiva förekomster. Då skulle avsaknaden av nonylfenol i föreliggande screening bero på en bättre hantering av prover vilket skulle ha minimerat kontaminering. Detta motsägs av att samma laboratorium *de facto* påvisade nonylfenol i låga halter i andra vattenprover under samma tidsperiod som vattenprover från föreliggande screeningundersökning i Norra Östersjöns vattendistrikt analyserades.

I en limnisk screening från 2006 användes samma laboratorium som i föreliggande studie. Då genomfördes en kvalitetssäkring med syfte att säkerställa att de ofta påträffade *höga* halterna inte var en artefakt: Denna kvalitetssäkring omfattade:

- Omanalys av prover av samma laboratorium
- Omanalys av prover med användande av andra laboratorium
- Extra blankanalyser

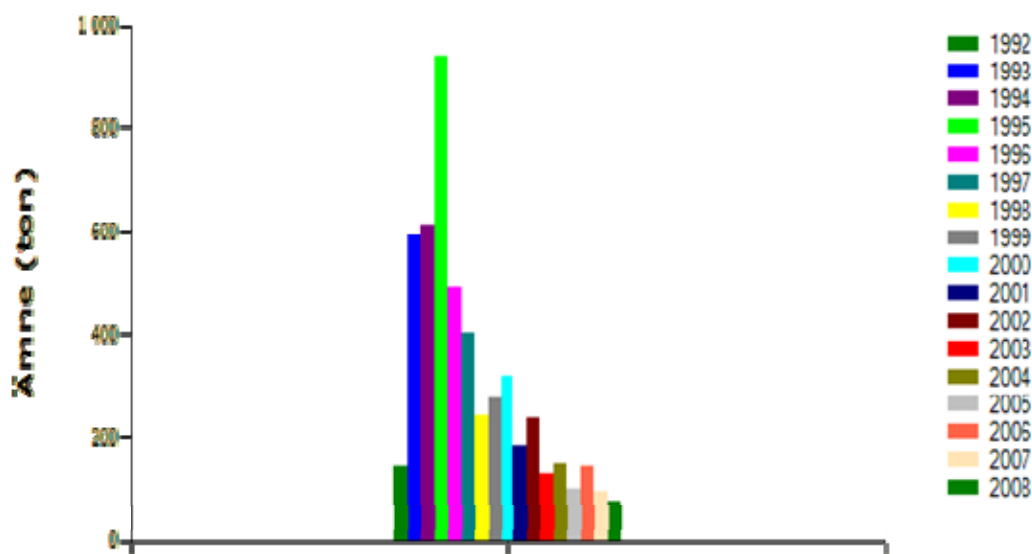
Kvalitetssäkringen indikerade inte några problem med analysmetodiken.

Screeningen 2006 och tidsseriescreeningen 2007 – 2008 påvisade geografiska mönster respektive tidsseriemönster. Sådana mönster skulle troligtvis inte kunna påvisas om det förelåg problem med analysmetoderna, vilket ytterligare visar att bristande analysmetoder troligtvis inte är orsaken.

Minskande källor

En annan möjlig orsak kan vara en minskad användning av nonylfenol och nonylfenoletoxilat vilket skulle visa sig i minskade koncentrationer i ytvatten efter sommaren 2008. Även om den registrerade mängden har minskat i Sverige sedan början av 1990 talet (enligt statistik från Kemikalieinspektionens produktregister, se figur 5.1) så har inte denna minskning fortsatt de senaste 3 – 6 åren.

Om halterna i ytvatten beror på upplagrade mängder i exempelvis slam från reningsverk, så skulle ändå den minskade registrerade mängden kunna förklara minskade halter i ytvatten. Samtidigt bör det observeras att produktregistret inte innefattar kemiska ämnen som importerats till Sverige som tillsatser i varor och produkter. Således är det exempelvis okänt om halterna och mängderna i importerade textilier har förändrats de senaste åren.



Figur 5.1. Mängd nonylfenoletoxilat i Kemikalieinspektionens produktregister 1992 – 2008.

5.3 Tributyltenn

När det gäller tributyltenn så har ämnet påträffats i större omfattning i denna studie jämfört med screeningen 2007 – 2008 (tabell 5.1).

Dock är inte resultaten direkt jämförbara eftersom årets screening inkluderade rapportering av halter under rapporteringsgräns men över detektionsgräns medan endast halter över rapporteringsgräns innefattades i den tidigare screeningen.

Det visar sig att tributyltenn var över rapporteringsgränsen i ca 25 % av proverna vid den månatliga screeningen 2007 – 2008 medan den endast var över rapporteringsgränsen i ca 10 % av proverna i föreliggande screening. Alltså var nivåerna av tributyltenn högre vid den månatliga screeningen 2007 – 2008 jämfört med

föreliggande screening. Orsaken till detta är inte känd, men det kan, liksom diskuterats tidigare, bero på tidsvariationer, analysproblem samt användningsmönster.

Det viktiga är ändå att AA-MKN (0,2 ng/l) överskreds i ca 90 % av alla provpunkter i föreliggande screeningundersökning samt att MAC-MKN överskreds i ca 8 % av alla provpunkter.

5.4 Nivåer av prioriterade ämnen

Miljökvalitetsnormerna (AA-MKN) överskreds i 35 av 40 provtagningspunkter, men endast för tributyltenn (figur 4.4).

Detta särskiljer alltså årets screening av marina ytvatten norra östersjöns vattendistrikt jämfört med 2007 - 2008 års screening av marina ytvatten på 7 platser över hela Sverige där följande ämnen överskred AA-MKN;

- 1) Tributyltenn (20 tillfällen)
- 2) Bly (1 tillfälle)
- 3) Nickel (1 tillfälle)
- 4) DEHP (2 tillfällen)
- 5) Nonylfenol (3 tillfällen)

Dessutom är det okänt hur ofta halterna av tributyltenn egentligen överskred AA-MKN i 2007 – 2008 års screening eftersom halter mellan detektionsgräns (0,3 ng/l) och rapporteringsgräns (1 ng/l) inte rapporterades.

Skillnader mellan studierna beror som diskuterats tidigare på en kombination av årstidsvariationer, användningsmönster och det faktum att provtagningarna endast genomförs vid ett tillfälle under året. Man kan alltså inte dra slutsatsen att det i realiteten är lägre halter av prioriterade ämnen i marina ytvatten år 2009 i Norra Östersjöns vattendistrikt jämfört med 2007 – 2008 års screening.

Givet att screeningen utgjordes av en enskild vattenprovtagning vid ett tillfälle kan det misstänkas att MKN-värdena kunde ha överskridits i fler vattenförekomster om provtagningen hade upprepats vid fler tillfällen. Värderingen av dessa resultat beror till viss del på den förväntade årsvariationen av dessa ämnen. Screening av prioriterade ämnen 2007 – 2008 visade att kadmium och kvicksilver kunde variera med en faktor 10 eller mer i samma provtagningspunkt över året medan bly och nickel varierade mindre. Tributyltenn och nonylfenol uppvisade också kraftiga haltvariationer över året i den tidigare screeningen.

Per definition kan fler punkter anses ha förhöjda föroreningshalter om de uppmätta halterna jämförs med AA-MKN istället för MAC-MKN (se figur 4.3 och figur 4.4). Egentligen skall AA-MKN värdet jämföras med det aritmetiska årsmedelvärdet av uppmätta halter så resonemanget hålls något. Samtidigt är det svårt att säga om de uppmätta halterna understiger eller överstiger ett eventuellt årsmedelvärde; Detta beror också på den förväntade årstidsvariationen.

Givet dessa osäkerheter så kan ändå följande rangordning göras vad gäller de ämnen som är mest förhöjda i förhållande till miljökvalitetsnormerna (AA-MKN och MAC-MKN) i marina ytvatten i Norra Östersjöns vattendistrikt:

- 1) Tributyltenn
- 2) Nickel
- 3) Kadmium

5.5 Geografiska mönster

Det enda, och tydliga, geografiska mönstret var att halterna av nickel och kadmium var högre närmare Stockholmsområdet. För nickel är detta förväntat eftersom ämnet är tydligt kopplat till urbana källor (Bruen m. fl. 2006, Rule m.fl. 2006). Vid de limniska screeningarna 2008 – 2009 av vattendirektivets prioriterade ämnen i Norra Östersjöns vattendistrikt observerades också att nickel förekom nära urbana områden.

Vid de limniska undersökningarna av Norra Östersjöns vattendistrikt har det visat sig att kadmium mestadels är förhöjt i de västra delarna av vattendistriktet. Således är det möjligt att kadmium i limniska vatten har en annan källa än kadmium i marina miljöer.

6 Slutsatser och rekommendationer

I 90 % av provtagningspunkterna överskrids miljö kvalitetsnormen (AA-EQS) för något ämne. I samtliga av dessa punkter är det tributyltenn som står för överskridandet. I fyra av punkterna (10 %) överskrids även MAC-EQS. Givet att provtagningen skedde vid ett tillfälle så är det osäkert i vilken grad mätningen representerar de faktiska halterna av prioriterade ämnen i marina ytvatten i Norra Östersjöns Vattendistrikt. Resultaten avviker också något från den nationella screeningen av marina ytvatten som gjordes månatligen 2007 – 2008.

Samtidigt har screeningundersökningen haft en god geografisk täckning och har dessutom inkluderat alla prioriterade ämnen. Således bör eventuellt vidare studier kunna ha ett annorlunda upplägg. Om fler screeningstudier av prioriterade ämnen i marina ytvatten genomförs i vattendistriktet så rekommenderas:

- att fokusera på årstidupplösningen med månatliga mätningar i ett fåtal intressanta provtagningspunkter
- att reducera analysomfattningen till de ämnen som påträffats vid screeningundersökningar av prioriterade ämnen i marina ytvatten i Sverige enligt tabell 5.1
- att mäta lipofila organiska ämnen samt metaller i sediment och/eller biota eftersom dessa ämnen på grund av sina fysiokemiska egenskaper kan förväntas förekomma i större utsträckning i dessa matriser jämfört med ytvatten

SWECO Environment AB
Södra regionen

Niklas Törneman
Uppdragsledare

Matilda Johansson
Handläggare

7 Referenser

- Bruen, M. Johnston, P. Quinn, M. K. Desta, M. Higgins, N. Bradley, C. Burns, S. (2006) Impact Assessment of Highway Drainage on Surface Water Quality. Irish Environmental protection Agency. 2000-MS-13-M2.
- KEMI (2004) Strategi för arbetet med kvicksilver, kadmium och bly inom EU och internationellt.
http://www.kemi.se/upload/medier/nyhetsarkiv/aktuellt/Hg_strategi.pdf
- Loh, C, Ovuka, M. A. (2005) Litteraturstudie av prioriterade ämnen; Information om prioriterade ämnen listade i bilaga 10 till ramdirektivet för vatten. Enviroplanning, 1003-02/10/01/rap001.
- Loos, R. m.fl. (2008) Laboratory intercomparison study for the analysis of nonylphenol and octylphenol in river water. Trends in Analytical Chemistry, 27 (1). 89 – 95.
- Rule, K. L. Comber, S.D.W. Ross, D. Thornton, A. Makropoulos, C. K. Rautiu, R. (2006) Sources of priority substances entering an urban wastewater catchment – trace organic chemicals. Chemosphere, 63. 581 – 591.
- Soares, A. Guieysse, B. Jefferson, E. Cartmell, J. N. Lester, A. (2008) Nonylphenol in the environment: A critical review on occurrence, fate, toxicity and treatment in wastewaters. Environment International, 34. 1033–1049.
- SWECO (2009) SWECO Environment Screening Report 2008:7, Temporal variation of WFD priority substances.
http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/rapporter/miljogift/sweco-rapport-vattendirektiv-2007-2008.pdf
- Økland, T. E. Wilhelmsen, E. Solevåg, Ø (2005) A study of the priority substances of the Water Framework Directive; Monitoring and need for screening. Norwegian Pollution Control Authority (SFT). TA-2140/2005.