

Miljögifter i Mälaren

En sammanställning av studier om metaller
och organiska ämnen i Mälaren 2000-2015



av John Lindgren

Publiceringsår: 2017

Titel: Miljögifter i Mälaren. En sammanställning av studier om metaller och organiska ämnen i Mälaren 2000-2015.

Författare: John Lindgren

Utgivare: Mälarens vattenvårdsförbund

Rapporten finns som PDF på www.malaren.org

Omslagsbild: "Mälaren, Hässelby" av (skenbild) Ingemar Edfalk.

Förord

Den mängd kemikalier vi använder har ökat kraftigt de senaste årtiondena. De biologiska effekterna av de toxiska ämnen som hamnar i vattenmiljöer, inte minst i Mälaren, har fått ett ökat intresse under senare år. Mälaren är Sveriges tredje största sjö och har en unik roll då den förser mer än två miljoner människor med dricksvatten. Dessutom påverkar nästan lika många människor sjön genom att den är recipient för avloppsvatten från hushåll och industrier samt även tar emot dagvatten från trafik och bostäder från ett stort avrinningsområde. Några stora punktkällor som släpper ut miljögifter är flygplatser, golfbanor, kommersiella hamnar, småbåtshamnar, sjukhus samt reningsverk. Jordbruket bidrar också medtoxiska ämnen från pesticider.

För att få en bättre överblick över vilka miljögiftsundersökningar som har gjorts i Mälaren, bestämde sig Mälarens vattenvårdsförbund för att göra en sammanställning. Studier från de senaste 15 åren har inkluderats. Då materialet samlades in, visade det sig att ett mycket stort antal studier rörande miljögifter, men med olika inriktning och omfattning, har utförts i Mälaren under dessa år. En stor andel av dem presenteras i rapporten med hjälp av lättöverskådliga kartor, resultat i tabellform samt slutsatser som gör att läsaren snabbt kan orientera sig. Varje kapitel inleds även med en sammanfattning. De huvudsakliga studierna som beskrivs är övervakningar med återkommande provtagningar (bland annat i Stockholm och Bällstaån), omfattande provtagningar (som t.ex. i Västerås hamnområde), provtagningar inför det stora muddringsarbetet (Mälarpjektet), flera undersökningar av miljögifter i fisk, råvattenmätningar hos dricksvattenproducenter, studier av reningsgraden av substanser i avloppsreningsverk, screeningar av prioriterade ämnen (både i regionen och nationellt), screeningar av tidigare icke undersökta organiska föreningar, undersökningar av pesticider samt studier av läkemedelssubstanser. Samtliga studier som samlats in är listade i en bilaga i slutet av rapporten (inkl. studierna som inte är utförligt presenterade) efter matris (vatten, sediment och biota) och efter geografiskt område (bassänger A-F).

Ett ämnesregister finns längst bak i rapporten. Åtta olika frågor med kopplingar till miljögiftsprovtagningar presenteras i form av textutor (Miljöarbete 1 till 8). Bland det som presenteras är en effektiv scanning-teknologi för att mäta TBT i båtottenfärger, den problematiska bräddningen som sker från avloppssystemet, och lovande nya reningssteg i reningsverk.

Trots nya vattenreningstekniker hos avloppsreningsverken och dricksvattenproducenter är de många kemikalierna och deras höga halter i vattnet oroande. De mest angelägna frågorna inom vattenvård för människors hälsa är hur miljögifterna påverkar dricksvattnet och fisken. Fiskens försämrade hälsotillstånd i vattnen kring Stockholm som konstateras i bl.a. tre vetenskapliga artiklar av ITM – (se Slutord: Biomarkörer – s.84) bör tas i beaktning när miljögifternas effekter diskuteras. Biomagnifikation, ett begrepp som beskriver hur halterna av miljögifter ökar i näringskedjan, är också en viktig fråga som påverkar många djur (t.ex. rovfåglar och uttrar), inklusive människor. Biomagnifikation är främst förknippad med de bioackumulerande ämnena. Dessa har fått mer uppmärksamhet på senare tid tack vare tillgång till bättre toxikologisk kunskap. Som följd av det har kartläggningar och åtgärder påbörjats för att minska utsläppen av ämnena uppströms, inte minst för att skydda människor från den direkta påverkan från kemikalieinnehållande produkter – se Slutord: Kreativa lösningar hos producenter – s.85).

Sammanställningens slutsats är att Mälaren är utsatt för föroreningar från en med svenska mått mätt mycket tätbefolkad region. Belastningen är särskilt hög i vattenområdena i Stockholm och nära andra större städer som t.ex. Västerås och Uppsala. För miljön och hälsans skull är ett fortsatt arbete med att minska kemikalier i samhället av hög prioritet.

Innehållsförteckning

Förord	ii
Ordlista	v
1. Introduktion	1
1.1. Mälaren - en giftfri sjö för miljoner.....	1
1.2. Mål och syfte.....	2
1.3. Informationskällor.....	3
2. Mälarens geografi – en översikt	4
2.1. Vattenförekomster.....	4
2.2. Miljö kvalitetsnormer i Mälaren.....	
2.3. Källor och spridning av miljögifter i Mälaren: en resa från väst till öst.....	6
3. Screeningar	10
Sammanfattning.....	10
3.1. Screeningar av nya ämnen.....	12
3.2. Screeningar av prioriterade ämnen.....	18
3.3. Screening av pesticider.....	28
4. Vatten - undersökningar av miljögifter	32
Sammanfattning.....	32
4.1. Miljöövervakningar i ytvatten.....	33
4.2. Vattenverkens mätningar av råvatten.....	41
5. Sediment - undersökningar av miljögifter	44
Sammanfattning.....	45
5.1. Sveriges geologiska undersökning (SGU).....	46
5.2. Stockholms sediment.....	53
5.3. Mälarpjektet	56
5.4. Västeråsfjärdens och Köpingsvikens sedimentundersökningar.....	58
6. Biota - undersökningar av miljögifter	66
Sammanfattning.....	66
6.1. Biotascreening.....	67
6.2. Studier om miljögifternas biotillgänglighet.....	68
6.3. Föroreningar i fisk (Mälarpjektet).....	74
6.4. Biotaundersökning i Stockholm (provpunkt i Årstaviken).....	76
6.5. Kvicksilver i sediment och fisk.....	77
7. Läkemedel – undersökningar i vatten och fisk	78
Sammanfattning.....	78
7.1. Tre läkemedelsundersökningar.....	79
Slutord med blicken framåt	83
Tidsserier ger ledtrådar.....	83
Screeningar visar vägen framåt.....	83
Samordning med bottenfauna och biomarkörer.....	84
Bioackumulation och biomagnifikation syns i biotaprover.....	84
Dricksvattenfrågan bör lyftas fram.....	85
Kreativa lösningar från producenterna.....	85

Bilaga 1. Kartläggning av miljögiftsstudier (efter matris och geografi)...	86
1.1. Undersökningar i flera matriser (ytvatten, sediment, biota); - ytvatten.....	87
1.2. Undersökningar i sediment.....	88
1.3. Undersökningar i biota.....	89
1.4. Rapporter om ämnen och deras källor.....	89
1.5. Rapporter äldre än 2006.....	89
1.6. Screeningar.....	90
Bilaga 2: Arbetet med miljögifter i vattenmiljö.....	91
Bilaga 2.1. Lagstiftning och reglering av miljögifter.....	91
Bilaga 2.2. Provtagningsmatriser.....	93
Bilaga 3. Tabeller med gränsvärden.....	95
3.1. Prioriterade ämnen.....	95
3.2. Särskilda förorenande ämnen (SFÄ).....	97
3.3. Bedömningsgrunder för miljögifter i sediment (NV4914).	98
Referenser.....	99
Ämnesregister.....	103

Ordlista

AA-EQS - är gränsvärdet för årsmedelvärde som inte bör överskridas för prioriterade ämnen. AA står för *annual average* (årsmedelvärde). EQS står för *environmental quality standards*. Vissa undersökningar använder det svenska förkortningen AA-MKN där MKN står för *miljö kvalitetsnormer*.

MAC-EQS - är gränsvärdet för maximalt tillåten koncentration som inte bör överskridas för prioriterade ämnen. MAC står för *maximum allowable concentration*. MAC-EQS är gränsen för tillfälliga förhöjningar och kan användas vid enstaka utsläppshändelser. Kan skrivas även som MAC-MKN.

I praktiken används både AA-EQS och MAC-EQS på samma sätt som andra gräns- och riktvärden för att jämföra med uppmätta halter i vattenprovtagningar. Endast mätningar erhållna genom provtagnings- och analysmetoder som är godkända inom EU:s vattendirektiv kan jämföras med dem.

Kvantifieringsgränsen (även *bestämningsgräns*, *rapporteringsgräns*, *LOQ – limit of quantification*) - är mätgränsen laboratoriet som utför analysen av miljögiften bedömer som tillräckligt hög för att kunna rapportera halter som är högre än den utan risk för mätfel. I denna rapport har den förkortats ibland till *kv.gr.*

Detektionsgränsen (även *LOD – limit of detection*) - är mätgränsen där laboratorieanalysen kan detektera (spåra) att ett ämne finns men inte kan kvantifiera halten utan risk för mätfel. Detektionsgränsen ligger ofta betydligt lägre än kvantifieringsgränsen. I denna rapport har den förkortats ibland till *d.gr.*



Bild 1: Lovö vattenverk tar sitt råvatten från Mörbyfjärden på den nordvästra sidan av Lovön i Ekerö kommun och renar Mälarens vatten tillsammans med Norsborgs vattenverk (Stockholm Vattens andra anläggning) för över en miljon invånare.
Foto: Stockholm Vatten.

1. Introduktion

1.1. Mälaren - en giftfri sjö för miljoner

Mälaren är den tredje största av Sveriges sjöar. Avrinningsområdet består av skogs- och myrmarker, åker- och ängsmarker samt sjöar, tätorter och städer. Köping, Eskilstuna, Västerås, Strängnäs och Uppsala har sin avrinning till Mälaren. Stora delar av Stockholm har också sin avrinning till de östra delarna av sjön. Mälaren har flera tillflöden. De tio största är Arbogaån, Hedströmmen, Köpingsån, Kolbäcksån, Eskilstunaån, Svartån, Sagån, Räckstaån, Örsundaån och Fyrisån (listade från väst till öst). Tillsammans dränerar dessa åar ca 80 % av tillrinningsområdets area. Resten av avrinningsområdet (ca 20 %) dräneras av smärre vattendrag belägna mellan dessa större åar.

Mälaren är värdefull på mer än ett sätt. Det första som faller en in är antagligen att den utgör dricks-vattentäkt för två miljoner människor. Det bor en och en halv miljon människor inom avrinningsområdet, vilket gör att sjön även är recipient för olika typer av utsläpp. Utsläpp från kommunala avloppsreningsverk, dagvatten och industrier utgör 5 % av den mängd vatten som rinner ut från Mälaren via Norrström till Östersjön. För sjöfarten är farleden som går från Södertälje kanal in i Mälaren och bort till Västerås och Köping en växande transportväg. Mälaren är även av riksintresse för yrkesfisket. Dessutom finns stora naturvärden i form av växter, fisk, djur och fåglar. Rekreation som bad, båtliv och fritidsfiske möjliggörs av sjön. Från ovan kan vi se att Mälaren har en mycket komplex utformning med många fjärdar, öar och djupa vikar, som ger sjön ett karakteristiskt flikigt utseende.

Miljöarbetet i Mälaren är komplext. Vi är många som är beroende av dess resurser och ekosystem-tjänster, och även påverkar Mälaren på ett eller annat sätt. Den mängd miljögifter som hittas i Mälaren utgörs dels av den sammanlagda effekten av utsläpp från regionen och dels av nedfall från luften från atmosfäriska utsläpp som sker mycket längre bort.

Med miljögifter menas sådana ämnen som även i låga koncentrationer har en negativ inverkan på naturen (metaller och organiska ämnen). De skadar organismernas funktioner. Deras spridningsförmåga och långsamma nedbrytning gör att miljögifter finns i hela världen idag, i synnerhet i närheten av samhällen och industrier. De största problemen har historiskt varit punktutsläpp från industri-, renings-, destruktions- och förbränningsanläggningar. Även användningen av pesticider i jord- och skogsbruk har varit en stor utsläppskälla. Många av de tidigare dominerande punktutsläppen har kunnat begränsas tack vare val av renare substanser samt bättre reningstekniker. Idag har de diffusa utsläppen i vattnet från produkter och kemikalier från hushåll, industri och dagvatten (det sistnämnda särskilt från trafiken) samt från den atmosfäriska spridningen av gifter blivit de största källorna.

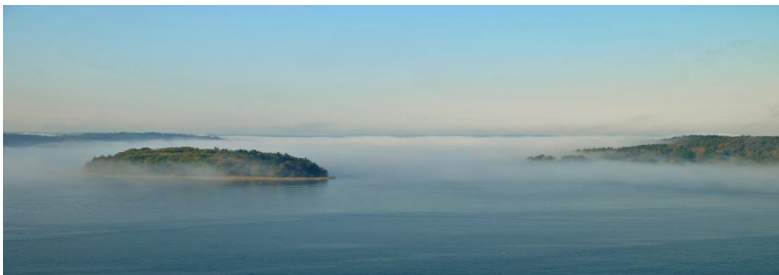


Bild 2: "Från Korpberget (Huddinge) har vi en fin utsikt över Vårbyfjärden. Morgondimma över fjärden."
Foto: Kim Viktor (@Kim Viktor - Sjöfartsbloggarna).

1.2. Mål och syfte

För att få en bättre överblick av situationen när det gäller miljögifter i Mälaren, beslutade Mälarens vattenvårdsförbund att samla in studier och sammanställa resultat från undersökningar om miljögifter i Mälaren. Att kartlägga var information finns och berätta vilka slutsatser de olika studierna har kommit fram till har varit det övergripande målet. Resultatet från denna sammanställning kan användas som ett hjälpmedel inför planering av nya undersökningar. Förhoppningen är att det kan underlätta det kommun- och länsövergripande åtgärdsarbetet med vattenkvaliteteten i Mälaren.

Fokus ligger på Mälaren, men många resultat kommer från provtagningar i åarna som rinner till Mälaren. I Bilaga 1. Kartläggning av studier (efter typ och geografi) (s. 86) listas undersökningarna efter typ av studie samt område. De flesta undersökningar som ingår är från 2006 och framåt, men en del studier är från tidigare år.

Ämnena som ingår i undersökningarna

Tungmetaller:

Vanligen undersökta: arsenik, bly, kadmium, kobolt, koppar, krom, kvicksilver, nickel, zink.

Inte så ofta undersökta: några exempel - antimon, cesium, silver, svavel, wolfram.

Organiska föreningar:

alifatiska kolväten (C16-C35 alifater), DDT, DEHP, dioxiner (OCDD, OCDF, PPCD/F), endosulfan, fenoler (nonylfenol, oktylfenol), HBCD, HCB, HCH, klordan, PAH-kongener (antracen, benzo(b) fluoranten, indeno(1,2,3-cd) pyren, m.fl.), polybromerade bifenyler (t.ex. penta BDE, deka BDE), PCB-kongener, PFAS (PFOS, PFOA, m.fl.), tennföreningar (TBT, DBT, MBT, m.fl.), triklormetan.

Pesticider - några exempel:

AMPA, bentazon, cyanazin, cybutryn, diuron, DMST, fluroxipyr, glyfosat, MCPA, mekoprop, metsulfuronmetyl, terbutryn, m.fl.

Screeningar av ej tidigare undersökta substanser - några exempel

bensediaminer, bensotiasoler, bensotriazol, bisfenoler (t.ex. bisfenol A), decabrom difenyletan (DBDPE), DEET, doftämnen (t.ex. OTNE), komplexbildande ämnen (t.ex. EDTA), musk-ämnen, optiska vitmedel, organofosfater (t.ex. TCP), polära ämnen (t.ex. TPPO), polyklorerade dibensotiofener (PCDBT), polyklorerade naftalener (PCN), UV-filter-ämnen, m.fl.

Läkemedels substanser – några exempel

cybutryne, diklofenak, 17 β -estradiol, 17 α -ethinylestradiol, oxacepam, paracetamol, tramadol, m.fl.

Rapportens upplägg

För varje undersökningstyp (matris) har ett antal studier valts ut där läsaren kan snabbt få en överblick på resultaten och slutsatserna.

- Kapitel 1 och 2: *Introduktion och allmänt om miljögifter i Mälaren.* (s.1-)
- Kapitel 3: *Screeningar.*(s.10-)
- Kapitel 4,5 och 6: *De tre undersökningsmatriserna - Vatten, sediment och fisk/biota.* (s.32-, s.44-, s.66-)
- Kapitel 7: *Läkemedelundersökningar.* (s.78-)
- Slutord med blicken framåt. (s.83-)
- Bilaga 1: *Kartläggning av studier (efter typ och geografi).* (s.86-)
- Bilaga 2: *Arbetet med miljögifter i vattenmiljöer.* (s.91-)
- Bilaga 3: *Tabeller med gränsvärden.* (s.95-)

1.3. Informationskällor

Information om miljögifter finns i många olika databaser. De utgör en mycket omfattande form av data. I Sveriges geologiska undersöknings (SGU) databas finns en rikstäckande sedimentstudie där metaller och organiska ämnen har provtagits. I Mälaren har provtagningar gjorts vid fler än 20 punkter. **IVL Svenska Miljöinstitutet AB** är datavärd (på uppdrag av Naturvårdsverket) för en stor mängd data som insamlats inom den nationella och regionala miljöövervakningen. Även här finns flera undersökningar som inkluderar provtagningar från Mälaren. På deras hemsida kan både rapporter och data laddas ned från både screeningar och miljöövervakningar: <http://dvss.ivl.se/registersida.aspx>.

De fyra **länsstyrelserna** (Stockholm, Södermanland, Uppsala och Västmanland) runt Mälaren har värdefulla källor om miljögiftsdata. De har överblick över studierna som har gjorts på nationell och regional nivå, bland annat screeningar, men även över lokala studier som kommunerna har utfört (övervakningar, recipientprovtagningar, m.fl.).

Konsulterande **miljöföretag**, som exempelvis IVL, JP Sediment, Medins, Sweco, WSP m.fl., har specialiserat sig på att utföra miljöundersökningar och är värdefulla kunskapsbanker, då de utför undersökningar i fält. Som exempel kan nämnas att WSP utfört många stora undersökningar inom Mälarpjektet, Sweco antagit flera screeningstudier både på nationell och regional plan samt att JP Sediment utfört undersökningar åt både Köpings kommun och Västerås stad. Om flera företag skulle lägga upp rapporter på sina hemsidor såsom JP Sediment har valt att göra kan miljögiftsundersökningarna bli mer lättillgängliga för den som letar.

När det gäller **lokala projekt** kan det vara svårare att få tillgång till miljödata. För varje hamnverksamhet, byggprojekt nära vatten, brobygge, anläggning av en brygga eller dragning av ledningar under vatten, finns någon miljöundersökning gjord som en del av miljökonsekvensanalysen. Dessa studier är inte alltid offentliga, då resultaten ägs av beställaren till undersökningen. I de fall då **kommunen** har beställt undersökningarna är de lättare att hitta.

Vattenverken tar prover på inkommande vatten från Mälaren (råvatten). Regelbundna råvattenmätningar är viktiga för att övervaka miljögiftshalter i det vatten som sedan går igenom rening för att bli dricksvatten. **Avloppsreningsverken** tar prover på renat utgående vatten som släpps ut. Kartläggningen av vilka gifter som släpps ut via verken är ett steg i rätt riktning för att kunna spåra källorna till utsläppen.



Figur 1. Mälarens vattenvårdsförbund är ett miljöövervakningsförbund som bildats för att bredda samverkan kring miljöövervakning av Mälaren. Bland medlemmarna finns 22 kommuner som gränsar till Mälaren.

2. Mälarens geografi – en översikt

2.1. Vattenförekomster

Mälaren delades tidigare in i sex bassänger: (A: Galten, B: Blacken-Granfjärden, C: Gripsholmsviken - med både Prästfjärden och Norra & Södra Björkfjärden, D: Lårstaviken (från norr), E: Görväln, samt F: Mälaren-Stockholm). I vattenförvaltningsarbetet har förutom de sex bassängerna även Västerås hamnområde och Köpingsviken lagts till. De räknas som separata s.k. vattenförekomster, på grund av att de även har en lokal påverkan från hamnverksamheten. Även Stora Ullfjärden har lagts till. Totalt nio vattenförekomster betecknades av Vattenmyndigheten i Norra Östersjöns distrikt vid uppdelningen av Mälaren år 2009. Under nuvarande förvaltningscykel (2015-2021) är Mälaren uppdelad i 32 vattenförekomster.

2.2. Miljökvalitetsnormer i Mälaren

Tre av vattenförekomsterna nådde inte upp till *God kemisk status* vid förra klassificeringen år 2009 (Se [Tabell 1](#)). Det är hamnområdena i Västerås och Köping samt Mälaren-Stockholm. Problemet gäller förekomst av **TBT** (tributyltennföreningar) i Stockholm och Köping samt **PAH:er** (polyaromatiska kolväten) i Västerås. De vattenförekomsterna som inte klarade att uppnå *God ekologisk status* gjorde inte det framför allt på grund av övergödning. Se [Bilaga 2.1.1. Miljökvalitetsnormer](#) (s.91). Dessa ligger i den västra delen av Mälaren samt den smala delen upp mot Uppsala. **Alla vattenförekomster är klassificerade både med och utan kvicksilver och kvicksilverföreningar (kemisk status) på grund av att halterna i fisk ligger över gränsvärdet i hela Sverige.** Det är praktiskt att kunna bedöma *kemisk status* även utan kvicksilver, för att effekter från andra miljögifter ska bli ”synliga”.

Tabell 1. Ekologisk och kemisk status för Mälarens nio vattenförekomster samt tillhörande miljökvalitetsnormer (MKN) vid 2009 års klassificering. (Från VISS, 2014).

Vattenförekomst	Nuvarande ekologisk status	Nuvarande kemisk status	MKN ekologisk kvalitetskrav	MKN kemiska kvalitetskrav
Stora Ullfjärden	Måttlig*	God	God Tidsfrist 2021	God
Lårstaviken	Otillfredställande*	God*	God Tidsfrist 2021	God
Mälaren-Stockholm	God	Uppnår ej god*	God	God 2015 undantag för TBT (2021)
Gripsholmsviken	God	God	God	God
Blacken	Måttlig*	God	God Tidsfrist 2021	God
Galten	Måttlig*	God	God Tidsfrist 2021	God
Görväln	God	God	God	God
Västerås hamnomr	Måttlig potential*	Uppnår ej god*	God potential Tidsfrist 2021	God 2015 undantag för PAH (2021)
Köpingsviken	Måttlig potential*	Uppnår ej god*	God potential Tidsfrist 2021	God 2015 undantag för TBT (2021)

*Risk att god status inte uppnås till 2015



Karta 1. Mälarens olika delbassänger enligt tidigare uppdelning. (Från Sonesten et al. 2013).

Miljöarbete 1: XRF båtbottn-scanner

Under april 2014 utfördes en fältstudie av ITM (numera ACES) på Stockholms universitet där XRF-fluorescenssteknologi användes för att identifiera båtar med höga metallhalter på båtskrovsbottnar. XRF-utrustningen består av en handhållen scanner på 50 KV som är särskilt kalibrerad för mätning på plastbåtskrov av metallerna koppar, zink, bly och tenn (patenterad metod) och där mätresultaten anges i mikrogram per kvadratcentimeter. Förekomsten av tenn indikerar förekomst av tennorganiska föreningar (t.ex. TBT) som är ett prioriterat ämne och som enligt vattendirektivet ska fasas ut så snart som möjligt. Tekniken möjliggör att ca 60 fritidsbåtar med sju mätpunkter per båt kan mätas på en dag och en kartläggning kan göras av de båtar som behöver åtgärdas.

Under april 2014 mättes bland annat 197 båtar i Lögarängens småbåtshamn i Västerås. Här hittades en stor spridning av halterna av de farliga metallerna bland båtarna. Forskaren Britta Eklund föreslår att ett viktningssystem tas fram för de ämnen som lätt går att påvisa med XRF-tekniken. Det kan vara första steget för att sedan ta fram en certifieringsmodell för båtskrov.

Köpingsviken och Mälaren-Stockholm är två vattenförekomster i Mälaren som inte nådde upp till miljökvalitetsnormerna (MKN) för God kemisk status 2015 på grund av för höga TBT-halter. Med hjälp av XRF-teknologin och ett utarbetat certifieringsprogram kan vattenkvaliteten, i synnerhet i frågan om TBT förbättras avsevärt.



Bild 3: XRF-scannern använder fluorescenssteknologi för att snabbt kunna mäta metallhalter i båtbottnfärger. (Foto: ITM 2014).

2.3. Källor och spridning av miljögifter i Mälaren: en resa från väst till öst

Utsläpp från tätorter

Västra Mälaren

En väldigt generaliserad bild skulle kunna målas upp av Mälaren och dess påverkanskällor för att orientera sig:

I de västra delarna ligger två städer med hamnar, Västerås och Köping. Västerås är en större stad med ca 140 000 invånare. Båda hamnområdena betecknas som *kraftigt modifierade vattenförekomster* enligt vattendirektivets benämning. Föroreningskällorna är framförallt dagvatten från miljöfarliga verksamheter, förorenade områden, utsläpp från reningsverk, dagvatten från hårdgjorda ytor (såsom vägar inklusive bilutsläpp, järnväg, byggnader och tak), o.s.v. Ungefär i höjd med Västerås men på den södra sidan av Mälaren har Eskilstuna sitt utlopp i Mälaren med utsläppen från Eskilstuna, en kommun med ca 100 000 invånare.

Följer vi sedan strömmen österut i Mälaren möter vi några mindre städer såsom Strängnäs längs den södra sörmländska Mäljarstranden samt Enköping och Bålsta på den norra sidan. Ca en mil nedströms från Bålsta i Upplands Bro kommun finns de två samhällena Bro och Kungsängen.

Nordöstra Mälaren

Från nordost strömmar vatten från Upplands län. I Uppland karakteriseras Mälarens närområde mest av jordbruksmark. Här finns Fyrisån, som en tredjedel av Uppsala län avvattnas till och som har sitt utlopp i Mälaren. Längre ner har Märstaån sitt utlopp i Steningeviken med dagvatten från Arlanda flygplats. Arlanda flygplats är framförallt en stor källa till PFAS-ämnen från brandövningsplatsen. Även Oxundaåns sjösystem, med dagvatten från flera tätbebyggda områden i bl.a. kommunerna Upplands-Väsby och Sollentuna, har sitt utlopp i Rosersbergsviken Se [Karta 1](#).

Östra Mälaren och Stockholm

Strömmen från nordost och strömmen från väst (från Norra Björkfjärden) flödar båda in i Görvälnfjärden. De fortsätter sedan in i Lövstafjärden och härifrån börjar de tätbebyggda orter som sedan oavbrutet kantar Mäljarstranden förbi Hässelby och Bromma och ända in till Stockholms innerstad. I söder ser vi ett liknande mönster från Rödstensfjärden i Botkyrka (utanför Norsborg) som är början på en mycket tätbebyggd region, förbi bl.a. Vårberg och Hägersten och ända in till Stockholm. Här, i Östra Mälaren, ökar de större dagvattenutsläppen från de hårdgjorda ytorna.

I Stockholms innerstad fortsätter strömmen förbi Reimersholme och Stora Essingen och går sedan in i Riddarfjärden och Årstaviken. Riddarfjärden har ett litet tillrinningsområde och vattenomsättningen domineras helt av genomströmmande vatten ut mot Saltsjön. Årstaviken är recipient för miljögifter från olika håll, bl.a. vägtrafiken. Generellt har Årstaviken högre halter av miljögifter än Riddarfjärden.

Utsläpp från glesbyggden

Landarealen i Mälarens avrinningsområden består av 70 % skogs- och myrmark, 20 % åker- och ängsmark samt 10 % sjöar. Flest avrinningsområden finns på den norra sidan. Se Karta 2. Pesticider används i bl.a. jordbruket som sedan når Mälaren. Se 3.3. Screening av pesticider (s.28).



Karta 2. Mälarens avrinningsområde. (© Lantmäteriet, dnr 106-2004/188).



Bild 4: Golfbanor använder pesticider som sedan rinner ut till Mälaren. Fluroxipyr och glyfosat var 2014 fortfarande tillåtna på golfbanor i Sverige.

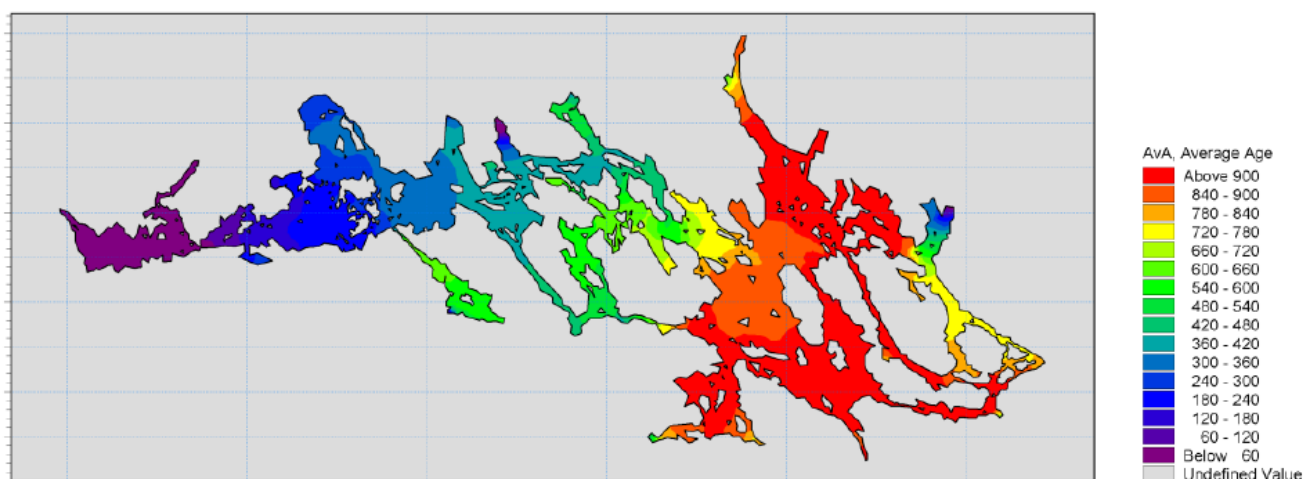
(Källa: <https://www.golf.se>). Foto: "Bro Hof Slott Bro" av Connel; [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) via Wikimedia Commons.

Spridningen av miljögifter påverkas av Mälarens hydromorfologi

Uppehållstiden för vattnet skiljer sig i de olika bassängerna. Detta påverkar vattenkvaliteten då vattenomsättningen är en nyckelfaktor för bassängernas självreande förmåga. I de delarna där vattenströmmen är långsammare, fastläggs en stor andel av föroreningarna i sedimenten. Detta påverkar bakgrunds nivåer för olika ämnen i vatten samt i sediment.

Omsättningstiden för **Galten** är endast 27 dagar. Den tar emot nästan 50 % av Mälarens totala tillrinning samt är väldigt grund. (Se Karta 3). Retentionen av metaller har t.ex. beräknats i Galten till 20 % medan den har beräknats till 50 % i andra bassänger. **Blacken** tar emot ytterligare 25 % av tillrinningen men omsättningstiden är här 220 dagar. **Prästfjärden** samt **Norra och Södra Björkfjärden** har en omsättningstid på 1,8 år. För **Mälaren utanför Stockholm**, där hela Mälarens vatten sammanförs, är omsättningstiden endast 18 dagar. Hela Mälarens vattenomsättningstid har räknats till 2,8 år. (Se Tabell 2).

Att **75 % av tillrinningen sker i de två västligaste bassängerna** berättar något om den relativa mängden av förorenande ämnen i sjön som har sin källa i dessa avrinningsområden.



Karta 3. Ytvattnets beräknade ålder (dagar) efter tre års simulering. Observera att det är vattnets totala ålder och inte uppehållstiden i bassängerna som visas. (Från Liungman 2010).

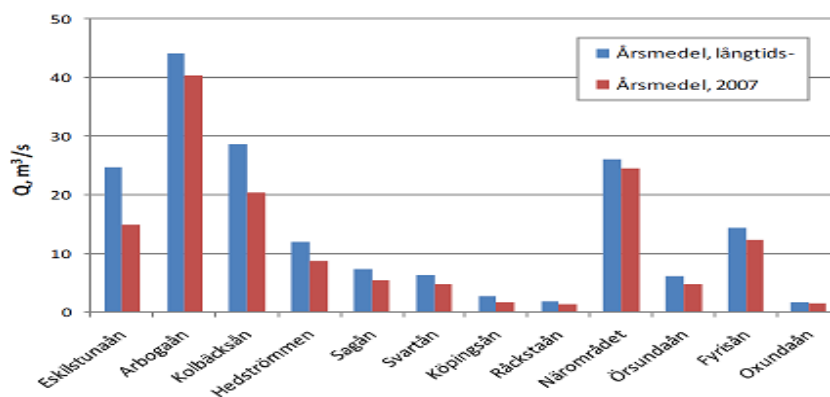
Tabell 2. Arealer, volymer, djupförhållanden och vattenutbyte i Mälarens bassänger (Från Wallin et al. 2000)

Bassäng	Areal (km ²)	Volym (km ³)	Volym (%)	Medeldjup (m)	Maxdjup (m)	Vattenutbyte (år)
A	61	0,21	1,5	3,4	19	0,07
B	306	2,57	18,3	8,4	35	0,6
C	512	8,57	61,1	16,9	60	1,8
D	94,1	1,08	7,7	11,5	50	1,2
E	96,5	1,32	9,4	14	63	0,4
F	26,4	0,28	2	10,4	35	0,05
Mälaren	1096	14,03	100	12,8	63	2,8

Riddarfjärden och **Årstaviken** i Stockholm är av olika karaktär. Nästan allt vatten i Mälaren strömmar igenom Riddarfjärden (primära utloppet via Norrström) till Saltsjön, och därför är vattenomsättningen stor. Vattnets uppehållstid är endast 1-2 dagar när dammluckorna är öppna. På sommaren, när de är stängda, är uppehållstiden ungefär 50 dagar. En snabb vattengenomströmning i Riddarfjärden har lett till hårda erosionsbottnar. Däremot har Årstavikens lägre vattenomsättning och låga strömhastighet lett till mjuka ackumulationsbottnar som lättare kan binda miljögifter.

Olika flöden i tillrinningsåarna

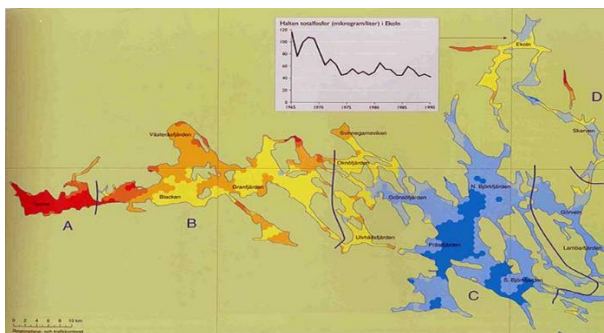
Som tidigare nämnts, dränerar de tio större åarna 80 % av avrinningsområdet. De större tillrinningsåarna till Mälaren och deras årsmedelflöden visas i figur 2 nedan. De fyra västligaste av dem - Arbogaån, Hedströmmen, Köpingsån och Kolbäcksån - svarar för nästan hälften av tillrinningen (bassäng A). Ytterligare 25 % av tillrinningen kommer från Eskilstunaån, Svartån och Sagån, också belägna i de västra delarna (bassäng B). Ca 11 % av tillrinningen tillförs den nordöstra grenen av Mälaren (bassäng D).



Figur 2. Årsmedelflöden i åarna som dränerar till Mälaren 2007 jämfört med långtidsmedelvärden (data från SMHI). Arbogaån, Kolbäcksån, Hedströmmen och Eskilstunaån i västra Mälaren bidrar med en stor andel av tillrinningen. Åarna är markerade på [Karta 2](#). (Från Liungman 2010).

Spridning av gifter påverkas av om ämnena är partikulärt bundna eller om de är lösta i vatten

Miljögifterna som är partikulärt bundna tenderar att sedimentera inom några kilometer från utsläppskällan. I sediment finns organismer som livnär sig på att konsumera sediment. Om biomassan av organismer är stor är det sannolikt att de tillgängliga miljögifterna också blir mer konsumerade, varvid halterna i sedimentet sjunker. Däremot kan halterna i biota ha ökat. De ämnen som är lösta i vattenfas kan transporteras längre än de partikulär bundna. Se [Karta 4](#) som visar vattnets grumlighet i Mälaren.



Karta 4: Bearbetad satellitbild över Mälaren visar grumlighet (suspenderat material). Grunda fjärdar och tillflöden utmärks av grumlighet (röd färg). De stora fjärdarna i öster visar större siktdjup (blå färg). Även om bilden är från september 1979 gäller fortfarande den relativa fördelningen av suspenderat material. Infällt diagram visar halten totalfosfor i Ekoln. Minskningen av totalfosfor är större i Ekoln än i flera andra fjärdar. (Karta från Centrum för bildanalys, SLU)

3. Screeningar

Ett screeningprogram som är under ledning av Naturvårdsverket finns för att identifiera nya/potentiella miljögifter i naturen. Dessa har kompletterat miljöövervakningen av de "klassiska miljögifterna". En screening i detta fall är en slags inventering av vilka substanser som finns i naturen. Screening utförs i många olika matriser, allt från dricksvatten och avloppsrenings slam till modersmjölk och luften runt en stadsgata. Det kan handla om komplettering av dataluckor, som exempelvis vid de screeningar man utfört för EU:s prioriterade ämnen. Men det kan också göras för att undersöka spridningen i naturen av tidigare utforskade ämnen. I Sverige inleddes screeningar i en liten skala 1996-97 och har i efterhand ökat i omfattning. Screeningar sätter ofta analysmetoder på svåra prov, då analysmetoder behöver utvecklas i takt med de substanser man söker, samt att detektionsgränsen för dem måste vara tillräckligt låga (*Naturvårdsverket 2008*).



Bild 5: I Eskilstunaån har screeningar gjorts av insektsmedlet DEET, doftämnen (OTNE, acetylcedren, difenyleter), komplexbildande ämnen (EDTA, DTPA, NTA, m.fl.) och polära ämnen (TPPO, TMDD och TCEP). De var alla (förutom DEET) prioriterade för uppföljningsstudier vid undersökningstillfällena. Foto: Roland Ylvén ©

Sammanfattning

Screeningar av nya ämnen

Screeningar av ämnen som ej tidigare är undersökta i regionen eller i Sverige är viktiga undersökningar. Dessa undersökningar kan påvisa behov av kontinuerlig övervakning av vissa ämnen. Screeningstudier av "nya" ämnen i Mälaren med omnejd (åren 2003-2012) har visat att de flesta ämnena är persistenta och bioackumulerande. Olika former av toxicitet förekommer också. Exempelvis orsakar organofosfatestrar neurologisk skada och UV-filter-ämnen är hormonstörande. För många substanser är ekotoxikologisk kunskap bristfällig och behöver byggas på. Se [Bilaga 1.6. Diverse andra screeningar som berör Mälaren](#) (s.90) för en lista av studierna samt nedan på [3.1. Screening av nya ämnen](#) (s.12) för en beskrivning av varje studie.

Hushållen är en stor utsläppskälla för de flesta av dessa substanser. Ämnena förekommer bl.a. i tillsatser (flamskyddsmedel, mjukgörare, etc) som används i framför allt plastprodukter, textilier, möbler, elektronik samt kosmetika och rengöringsmedel. Läkemedelssubstanser släpps också ut i störst mängd från hushållen. Se (s.15) i [3.1. nedan](#) och [7.1.1. Nationell screening 2010: Pharmaceuticals](#) (s.79). Provtagningarna inom dessa undersökningar har gjorts både i anslutning till reningsverken och i vattenrecipienterna (bl.a. Mälarens tillflöden och fjärdar). **Vid flera av undersökningarna har slutsatsen dragits att det är viktigt att fortsätta övervaka ämnena i fråga** (Se *Status för framtiden* för varje studie).

Screeningar av prioriterade ämnen

Screeningar av prioriterade ämnen (åren 2006-2013) har gjorts för att se vilka av de 45 prioriterade ämnena i EU:s lista som är aktuella för Sverige samt regionen kring Mälaren, d.v.s. Norra Östersjöns vattendistrikt. Se 3.2. Screening av prioriterade ämnen (s. 18) samt Bilagorna 2 och 3 (s.91-) och (s.95-) för mer om regleringen av de prioriterade ämnena. Dessa provtagningar har gjorts nästan uteslutande i ytvatten. I de första fyra screeningarna har 19 av de ursprungliga 33 prioriterade ämnena hittats i minst en av studierna för hela Sverige. I den femte studien om de 15 nya ämnena (varav 12 senare införlivades till prio-listan; 33+12=45 ämnen) har två prioriterade ämnen hittats i tillrinningen till Mälaren. I runda tal kan det sägas att ungefär hälften av de 45 prioriterade ämnena är mer relevanta för Sverige, och något färre för vattendistriktet (och även för Mälaren).

Slutsatserna av studierna är att fokus bör läggas på mer frekventa provtagningar av ”de för regionen relevanta” ämnena i ett fåtal intressanta provtagningspunkter. Genom att t.ex. välja provtagningspunkter nära utsläppskällor, avloppsreningsverk eller platser som endast påverkas av atmosfärisk deposition, kan ledtrådar fås om de huvudsakliga källorna till ämnena. Till exempel visar höga halter av ett ämne i utgående vatten från avloppsreningsverk att hushållen kan vara den huvudsakliga källan. Mer frekventa provtagningar kan också ge svar om årstidsvariationer som några ämnen uppvisar - bl.a. TBT, kadmium och kvicksilver.

Från provtagningarna i ytvatten av de prioriterade ämnena kan det konstateras att TBT, nonylfenol, kadmium, bly och nickel är de som är mest problematiska i Mälaren med omnejd. Även kvicksilver och två PAH-ämnen har påträffats i regionen.

Screeningar av pesticider

Screeningar av pesticider har visat på några vanligt förekommande substanser i Mälaren med omnejd. Se 3.3. Screening av pesticider (s.28). **En del ämnen återkommer i flera studier, bl.a. bentazon, glyfosat och MCPA.** Vissa ämnen har förbjudits sedan många år men påträffas fortfarande (atrazin och cyanazin).

Val av matris

Observera att de flesta screeningar har utförts i ytvatten. **Olika resultat skulle erhållas om man hade valt att undersöka biota och sediment i stället.** De få provtagningar som togs i sediment visade på andra ämnen som ackumulerats – PAH:er, oktylfenol, och DEHP. Om biota (t.ex. abborre) hade undersökts skulle sannolikt höga halter av bioackumulerande ämnen som PBDE, PFOS och kvicksilver varit påtagliga.



Bild 6. Uttrar livnär sig på fisk och är mycket utsatta för miljögifter. De har återhämtat sig från skador orsakade av PCB och DDT, men dagens exceptionellt höga halter av PFOS och markant ökande halter av PFOA sedan 1970-talet är oroande (Roos et al. 2013). Se Retrospektiva studier av perfluoralkylsulfonsyror i den svenska miljön 2003 nedan. Foto: Erik Hansson, Naturesidan.se.

3.1. Screeningar av nya ämnen

Diverse screeningar har utförts i Mälaren på uppdrag av Naturvårdsverket. Nedan finns en sammanställning av dem, där det framgår vilka typer av substanser som har provtagits och på vilka platser i Mälaren och i tillrinnande vattendrag. Även exempel på föroreningskällor, resultaten från undersökningarna samt information om eventuell uppföljning ges. För de flesta av dessa substanser finns mindre kunskap än det finns för de ”klassiska” miljögifterna, och därför är dessa screeningstudier viktiga kunskapsbanker. I takt med att fler forskningsresultat blir tillgängliga om ämnens egenskaper (toxicitet, bioackumulerade egenskaper) kan ställning lättare tas om hur mycket övervakning som behövs.

De redovisade screeningrapporterna och flera andra miljögiftsrapporter kan hittas på:

- Rapport och databas hemsida hos IVL. <http://dvss.ivl.se/registersida.aspx>
- Screeningrapporter sorterade efter ämne. <http://dvss.ivl.se/DataSummary1.aspx>

Screeningarna presenteras från äldre till nyare studier. De studier som blev prioriterade för uppföljning är beskrivna som ”Prioriterad” i sista raden ”Status för framtiden”:

Screening namn	Retrospektiva studier av perfluoralkylsulfonsyror i den svenska miljön 2003 (ITM)
Exempel på substans	Bl.a. perfluorooktansyra (PFOA) och perfluoroktansulfonsyra (PFOS)
Egenskaper	Persistenta substanser. Bioackumulerande och biomagnifierande. PFOS och PFOA har även leverskadande och reproduktionsstörande egenskaper.
Exempel på källa	Impregnering i textilier, både för möbler och kläder, brandsläckningsskum
Provtagningsplats	Mälaren
Resultat av screening	Det undersökta materialet av sillgrissleägg uppvisar en ökning av halten PFOS från slutet av 1960-talet fram till slutet av 1990-talet. Utvecklingen de senaste tio åren är svårbedömd på grund av bl.a. det höga värdet 1998.
Status för framtiden	Det skulle vara av intresse att studera vidare bl.a. för att fastställa om ägget utgör en elimineringsväg för PFOS för den vuxna fågeln.

Screening namn	Nationell screening, 2003, Bisfenoler och bis (4-klorofenol)sulfon (IVL)
Exempel på substans	bisfenol A (BPA), bis(4-klorfenyl)sulfon (BCPS) och 2,2',6,6'-tetra-butyl-4,4'-metendifenol (tetrabutylidifenol)
Egenskaper	BPA är klassificerat som irriterande, men de övriga ämnena inte är klassificerade. BPA har visat sig med stor sannolikhet vara hormonstörande och att BCPS ackumulerande i näringskedjan.
Exempel på källa	BPA & BCPS vanliga i konsumentprodukter. Tetrabutylidifenol används i tillverkningen av plaster, oljor och hartser.
Provtagningsplats	Västerås fjärden
Resultat av screening	BPA förekommer väl utspritt i samtliga provtagna matriser och provpunkter. Tetrabutylidifenol och BCPS påträffas i mer enstaka fall.
Status för framtiden	Rekommenderat att BPA studeras vidare i råvatten och i in- och utgående avloppsreningsvatten.

Screening namn	Nationell screening, 2005, Polyklorerade dibensotiofener (Naturvårdsverket)
Exempel på substans	PCDBT : har stora likheter med dibenso-p-dioxiner och dibensofuraner (PCDD/F), vilka ofta benämns "dioxiner".
Egenskaper	Misstänks vara persistenta, bioaccumulerande ämnen med dioxinlika biologiska effekter.
Exempel på källa	Exempel på källor: Sopförbränning, stålverk
Provtagningsplats	Östra Mälaren Södertälje kanal
Resultat av screening	Hittats i mycket mindre halter än PCDD/F.
Status för framtiden	Eventuellt motiverat att undersöka några fler prover från metallindustrier.

Screening namn	Nationell screening, 2007, Organofosfatestrar (OP) i humanmjölk och fisk från svenska sjöar och kustnära områden (Umeå universitet)
Exempel på substans	Tris-2-kloro- <i>iso</i> -propylfosfat (TCPP), trifenylfosfat och tributylfosfat
Egenskaper	Persistenta, särskilt klorerade organofosfatestrar orsakar neurologisk skada.
Exempel på källa	Diffusa källor. Används i stor utsträckning som flamskyddsmedel och mjukgörare i plaster, men de används även som bl.a. skumdämpande medel och som tillsatser i smörjmedel och hydraulvätskor.
Provtagningsplats	Märstaån
Resultat av screening	Högre halter nedanför reningsverk. Fisk från Märstaån, som får dagvatten från Arlanda flygplats, uppvisade höga halter av OP som ingår i hydrauloljor för flygplan.
Status för framtiden	Degradering av OP i olika matriser och temperaturer bör studeras.

Screening namn	Regional screening 2008: Analys av fenolära ämnen, ftalater, kvartära ammoniumföreningar, tennorganiska föreningar och ytterligare antifoulingämnen i miljöprover (IVL)
Exempel på substans	Fenoler: 4-nonylfenol, nonylfenoletoxilater, 4-t-oktylfenol, triclosan, bisfenol A
Egenskaper	Nonylfenol och TBT är mycket giftiga för vattenorganismer
Exempel på källa	Nonylfenol: Importerade textilier, rengöringsmedel. Bisfenol A: Termopapper i t.ex. kvitton
Provtagningsplats	Fenoler & ftalater: Fyråsan (uppströms och nedströms). TBT: Köping, Västerås (ytvatten) samt Ekoln (sediment).
Resultat av screening	Alla ämnen hittades under gränsvärdena förutom TBT som var en magnitud högre än AA-EQS i Köping och 2 ggr AA-EQS i Västerås.
Status för framtiden	Nonylfenol är ett PBT-ämne som ska utfasas. TBT är redan förbjudet.

Screening namn	<i>Nationell screening, 2008, Decabromodiphenyl ethane (ITM)</i>
Exempel på substans	Decabromodiphenyl ethane (dbdpe)
Egenskaper	Ämnen med dioxinlika biologiska effekter. Tokikologisk data saknas men ämnet misstänks vara ackumulerande som dekaBDE som den ersätter på marknaden.
Exempel på källa	Används i olika produkter bl.a. i hemelektronik.
Provtagningsplats	<i>Fysingen</i>
Resultat av screening	Ökande halter i den svenska miljön. Åtgärder bör tas med tanke på att substansen liknar dekaBDE som den ersätter.
Status för framtiden	Mer toxikologisk data behövs. Har följts upp av en annan studie: Screening of emerging brominated flame retardants (BFRs) and Polybrominated dibenzofurans (PBDFs) (2011)

Screening namn	<i>Nationell screening, 2008, Musk substances and metabolites (Sweco environment)</i>
Exempel på substans	OTNE galaxolide tonalide
Egenskaper	Persistenta, bioackumulerande samt spridning långa distanser i atmosfären. Befintlig ekotoxikologisk data är begränsad.
Exempel på källa	Kosmetika
Provtagningsplats	<i>Mälaren, Grönsöfjärden</i>
Resultat av screening	Hittats i utgående vatten från reningsverk samt i ytvatten, sediment och fisk.
Status för framtiden	Prioriterad: Uppföljning och djupare analys bör göras.

Screening namn	<i>Nationell screening, 2009, benzothiazoles, benzenediamines and benzotriazoles (IVL)</i>
Exempel på substans	MBT, CBS, DBS, DBD, DPP, DCHA
Egenskaper	Akut toxiska för vattenlevande organismer, några även med långvariga effekter.
Exempel på källa	Diffusa källor bl.a. trafiken och hushållen.
Provtagningsplats	<i>Långholmen/Riddarfjärden Årstaviken</i>
Resultat av screening	Benzotiazolen MBT hade högre detektionsfrekvens än de andra. Högre halter av MBT i utgående vatten från reningsverket tyder på att konsumentprodukter är en huvudsaklig källa.
Status för framtiden	Prioriterad: Innan en ny screening görs, bör data om ekotoxicitet, nedbrytning och substansval samlas.

Screening namn	Nationell screening, 2009, UV-Filter (IVL)
Ex. på substans	octyl-p-methoxycinnamate (OMC), octocrylene (OC)
Egenskaper	Substanser som reflekterar UV-strålning. Relativt hög upptag i biota. Hormonstörande.
Exempel på källa	Solskyddsprodukter, emissionkällor: kommunala reningsverk och användandet av solskyddsprodukter vid bad.
Provtagningsplats	Stora Essingen, Riddarfjärden, Årstaviken
Resultat av screening	Hittats i utgående vatten från reningsverk samt i ytvatten, sediment och fisk.
Status för framtiden	Prioriterad: Uppföljning och djupare analys bör göras.

Screening namn	Nationell screening, 2010, Fluorescent Whitening Agents (IVL)
Ex. på substans	Optiska vitmedel (på svenska) . Exempel på ämne: DSPB, DAS1
Egenskaper	Bryts ned långsamt.
Exempel på källa	Används bl.a. för att förstärka färger i framförallt toalettpapper men även i tvättmedel, kosmetika. Exempel på punktkälla: pappersindustri.
Provtagningsplats	Stora Essingen Riddarfjärden Årstaviken
Resultat av screening	>90% rening i avloppsreningsverk. Anses inte utgöra en risk för sedimentlevande organismer.
Status för framtiden	Ingen uppföljning planerad.

Screening namn	Swedish national screening programme 2010 (Subreport 3: Pharmaceuticals) (IVL) (Se Del 7.1.1. , s.79 för mer om denna studie.)
Exempel på substans	Läkemedelssubstanser valdes ut efter ekotoxikologiska kriterier, främst potens och potential att biokoncentrera. Totalt 101 läkemedel.
Egenskaper	Inflammationshämmande, lugnande, antidepressiva substanser samt hormonpreparat och antibiotika. Reproduktionsstörande effekter hos fisk är kända för flera substanser från innan.
Exempel på källa	Utsläpp från hushåll och sjukhus.
Provtagningsplats	-In- och utgående vatten i Kungsängsverket (avloppsreningsverk) i Uppsala -Fyrisån (upp- och nedströms reningsverket) -Abborre i Fyrisån -Dricksvatten i Stockholm
Resultat av screening	De flesta ämnen hittades även i det utgående vattnet från reningsverk. Höga halter i abborre i Fyrisån. Många substanser i dricksvatten i Stockholm.
Status för framtiden	Studier av läkemedelsrester i slam (som används i jordbruk) bör göras. Den partikelbundna fraktionen och dess upptag i biota bör också undersökas.

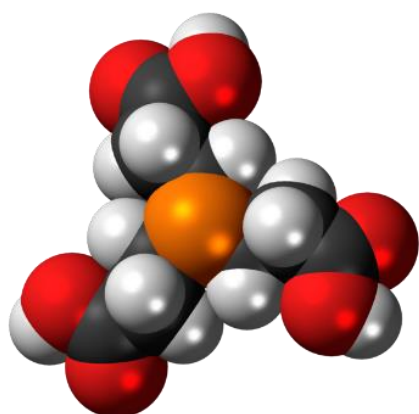
Screening namn	<i>Nationell screening, 2010, Polychlorinated naphthalenes (PCNs) i sediment i Östra Mälaren (IVL)</i>
Exempel på substans	Mest persistenta och bioackumulativa är tetraCN, pentaCN, hexaCN och heptaCN- kongener.
Egenskaper	Troligen en liknande väg för bioackumulation/biomagnifikation som för dibenzo-p-dioxiner och PCDD/F.
Exempel på källa	Har använts bl.a. i stor skala som insulerande ytbehandling inom elektronikindustrin. PCN – ämnena är förbjudna idag men det sker utsläpp från diverse förbränningsprocesser.
Provtagningsplats	<i>Östra Mälaren</i>
Resultat av screening	Hittades i alla vattenprovtagningar samt detekterades ofta i fisk. Även i bröstmjök.
Status för framtiden	Uppföljning bör göras.

Screening namn	<i>Screening av DEET 2011 (Sweco environment)</i>
Exempel på substans	N,N-diethyl-meta-toluamide
Egenskaper	Ej akut toxiskt men långtidseffekter okända
Exempel på källa	Vanligaste aktiva ingrediensen i insektsmedel
Provtagningsplats	<i>Eskilstunaån, nedströms avloppsreningsverk</i>
Resultat av screening	Hittats i ytvatten och grundvatten som är direkt påverkade av reningsverk eller bad.
Status för framtiden	När mer data blir tillgängligt om långtidseffekter, interaktioner med andra substanser samt effekterna av nedbrytningssubstanserna, bör ställning tas på nytt.

Screening namn	<i>Screening of the fragrances OTNE, acetylcedrene and diphenylether 2012 (WSP environmental)</i>
Exempel på substans	OTNE, acetylcedren, diphenyleter,
Egenskaper	OTNE & acetylcedren (AC): Bioackumulerande.
Exempel på källa	Kosmetika (tvålar, parfym), tvättmedel
Provtagningsplats	<i>Eskilstunaån Fyrisån (uppströms reningsverk) Klubbensborg Årstaviken</i>
Resultat av screening	OTNE, AC, HHCb, HHCb lactone and AHTN hittades med högsta halter särskilt i utgående vatten från avloppsreningsverk
Status för framtiden	Prioriterad: OTNE är det ämne som förtjänar mest uppmärksamhet. OTNE uppträder i höga halter, bioackumuleras i akvatisk miljö och human exponering sker.

Screening namn	<i>Screening of complexing agents: EDTA, DTPA, NTA, 1,3-PDTA and ADA 2012 (WSP environmental)</i>
Exempel på substans	Aminopolycarboxylates: EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid), DTPA, NTA, 1,3-PDTA, ADA
Egenskaper	Polära och persistenta ämnen. Påverkar biotillgängligheten av metaller i akvatiska system.
Exempel på källa	Hushållen, pappersindustri. Exempel på EDTA användning: antikoagulerande medel i blodprover.
Provtagningsplats	<i>Eskilstunaån Fyrisån (uppströms reningsverk) Klubbensborg Årstaviken</i>
Resultat av screening	EDTA och DTPA hittades i högre halter nedströms pappersbruk. EDTA hittades i högre halter i recipienter. (Reningseffekten i avloppsreningsverk är låg. NTA bryts ned delvis.)
Status för framtiden	Prioriterad: Anses utgöra en ekotoxikologisk risk. Uppföljning och djupare analys bör göras.

Screening namn	<i>Screening of TPPO, TMDD and TCEP- three polar pollutants 2012 (WSP environmental)</i>
Exempel på substans	TPPO, TMDD, TCEP
Egenskaper	Substanserna är stabila och svårnedbrytbara, har hög vattenlöslighet och reduceras endast delvist i konventionella reningsverk. Biotillgängligheten i recipienten anses också vara hög. TCEP är cancerogent.
Exempel på källa	Substanserna används i olika industriella processer, bl.a. i de petrokemiska- och läkemedelsindustrierna. TPPO och TCEP ingår i vissa flamskyddsmedel.
Provtagningsplats	<i>Eskilstunaån Fyrisån (uppströms reningsverk) Klubbensborg Årstaviken</i>
Resultat av screening	TMDD återfinns i högst volym bland de tre substanserna både i utgående vatten från reningsverk och recipient. Även TCEP släpps ut från avloppsreningsverk. TCEP användning ser ut att minska. TMDD användning ökar.
Status för framtiden	Prioriterad: Uppföljning och djupare analys bör göras.



Figur 3: TCEP är en fosfatester som används i flamhämmande mjukgörare. Den används inom bygg-, möbel- och textilindustrin. Ämnet är cancerogent och reproduktionsstörande. Se [Screening of TPPO, TMDD and TCEP- three polar pollutants 2012](#) ovan. (Källa: <http://echa.europa.eu>). Foto "[Space-filling model of the TCEP molecule](#)" av Jynto; CCO via Wikimedia Commons.

3.2. Screeningar av prioriterade ämnen

Screeningar av vattendirektivets prioriterade ämnen (33 stycken.) har gjorts två gånger på nationell nivå på uppdrag av Naturvårdsverket samt två gånger på regional nivå på uppdrag av Vattenmyndigheten i Norra Östersjöns vattendistrikt. En femte screening utfördes där 15 nya ämnen undersöktes (varav 12 lades till de prioriterade ämnena år 2013).

Resultaten för Mälaren redovisas separat för varje studie. I 3.2.4. (s.24) sammanställs de första fyra screeningar och även slutsatser dras. Det följs av en diskussion om TBT och nonylfenol. I 3.2.5. (s.26) beskrivs den femte studien om de senare tillagda ämnena. EU:s vattendirektivs gränsvärden AA-EQS och MAC-EQS används. För en förklaring av begreppen, se Ordlista (s.i) i början av rapporten samt Bilaga 2: Arbetet med miljögifter i vattenmiljö (s.91).

Tabell 3. En översikt av de fem screeningar av prioriterade ämnen som behandlas i denna studie. Västra kolumnen hänvisar till de delar i detta kapitel som beskriver studierna.

<i>Del</i>	<i>Screeningar av prioriterade ämnen</i>	<i>Beskrivning</i>
3.2.1.	Nationell screening 2006 (Sweco 2007:1):	Prioriterade ämnen i 92 punkter över hela landet med tre typer av provtagningar (filtrerat vatten, ofiltrerat vatten samt den lösta fraktionen provtaget med passiva provtagare).
3.2.2.	Nationell screening (temporal) 2007 – 2008 (Sweco 2008:7):	Vattenprovtagning i 8 limniska och 7 marina punkter över hela landet en gång i månaden under ett år.
3.2.3.	Norra Östersjöns vattendistrikt screening 2008 (Sweco 2009:1):	Vattenprovtagning i 50 limniska punkter i Norra Östersjöns vattendistrikt i oktober månad.
3.2.4.	Norra Östersjöns vattendistrikt screening 2009 (Sweco 2009:4):	Samma som ovan men även med 8 andra förorenande ämnen i juni månad.
3.2.5.	Occurrence of additional WFD priority substances in Sweden (Sweco 2013)	15 ämnen som föreslogs till prioriterade ämnen provtogs i hela Sverige. 12 av dem införlivades till prio-listan (2013/39/EU) och tre läkemedelssubstanser är numera med HaV:s remissversion av de SFÅ-ämnena som utgör de nationella bedömningsgrunderna

Tabell 4. Lokaler i Mälaren och i dess tillrinning där screeningar av prioriterade ämnen har gjorts.

<i>Screeningar av prioriterade ämnen</i>	<i>Bassäng</i>				
	A	B	C	D	F
Sweco 2007:1	Kolbäcksån	Eskilstunaån Svartån	Enköpingsån Arnöfjärden	Fyrisån Fysingen	Riddarfjärden
Sweco 2008:7		Hjulstabron			
Sweco 2009:1 (oktober) samt Sweco 2009:4 (juni)	Köpingsån Arbogaån Blacken	Västerås hamn Västeråsfjärd Strängnäs	Svinnegarns- viken (Enköping) Håbo Mariefred	Ekoln (Hågaån) Ekoln (Fyrisån)	Klubben Ulvsundasjön Gröndal Årstaviken
Sweco 2013		Västerås	Enköpingsån	Fyrisån	

3.2.1. Nationell screening

Under 2006 utförde Sweco Viak en screening som omfattade 92 provtagningar över hela Sverige.

Resultat för Sverige

De flesta substanserna låg under kvantifieringsgränsen, d.v.s. i halter som inte går med nuvarande analysmetoder att kvantifiera med säkerhet. Följande substanser kunde däremot kvantifieras:

1. Sporadiskt nådde till eller nära EQS-värdena.

En del substanser har funnits i Mälaren.

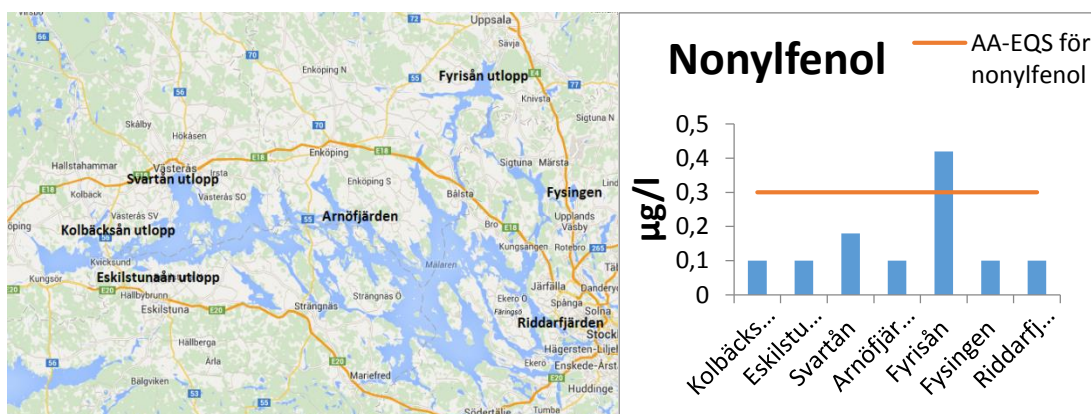
- **Bly**
- **Nickel**
- **Kvicksilver**
- **Endosulfan.** Alfa- och beta-endosulfan har en kvantifieringsgräns som överstiger substansernas AA-EQS (0,005 µg/l) och är lika med MAC-EQS (0,01 µg/l).
- **PAH** (några ämnen)
- **Triklorometan**
- **TBT.** TBT har ett kvantifieringsgränsen som ligger högre än EQS värdena. För TBT är kvantifieringsgränsen ca 5-10 gånger högre än AA-EQS som gör att andelen överskridna halter går att mäta.
- **Hexaklorbutadien**
- **Pentabromdifenyleter** (pentaBDE)
- **Oktylfenol**
- **Nonylfenol.** Generellt en tendens till högre halter i urbana områden. I Fyrisån är halten på 0,42 µg/l som överstiger AA-EQS (0,3 µg/l). (Se [Figur 2](#))

2. Kadmium: hittades i höga halter i hela Sverige. Kadmium hittades högre än AA-EQS i 5% av fallen, och utspridd i hela Sverige. I Mälaren hittades den under AA-EQS med god marginal. Det lägsta värdet för vattenhårdhet antogs med motsvarande EQS-värde (AA-EQS= 0,15 för vatten med hårdhetsklass 4).

3. Specialfall - PAH: PAH-ämnena hittades över kvantifieringsgränsen enbart i några få vattenprover. Men det är också påvisat i en studie som undersökte analysresultat av vattenprover från flera laboratorier att det kan vara problematiskt att mäta PAH:er i angränsning till kvantifieringsgränsen, dvs. 0,01 µg/l. Alla organiska ämnen (inklusive PAH:er) förekom däremot i mätbara halter i passiva provtagare, men även där i väldigt låga halter, mellan 1 ng/l och 0,001 ng/l.

Resultat för Mälaren

I Mälaren och dess tillrinning har prover tagits vid sju punkter. Provtagningspunkterna är markerade på Karta 5 nedan. För de vanligt förekommande ämnena bly, kadmium, kvicksilver, nickel, tennorganiska föreningar (TBT, DBT och MBT) samt nonylfenol har halter kunnat mätas. Men för flertalet av de övriga ämnena låg halterna under kvantifieringsgränsen och därmed har de inte kunnat redovisas. Däremot kunde resultaten från den passiva provtagningen jämföras för stationerna i Mälaren. Passiv provtagning har dock bedömts underskrida de resultat, som erhålls från den vanliga provtagningen, med stor marginal i en nyligen utförd studie i Bällstaån (Johansson 2014). Därför anses resultat från passiv provtagning inte lämpliga för haltjämförelse med AA-EQS de olika ämnena (se 4.1.2. Miljöövervakning i Bällstaån, s.36) och har av den anledningen inte inkluderats i denna redovisning. Möjligen kommer passiv provtagning (som har fördelen att kunna mäta halter över en tidsperiod i stället för en momentanmätning samt är billigare än upprepade provtagningar) att kunna användas mer i framtiden när felkällorna har åtgärdats.



Karta 5 (vänster). Provtagningspunkter som berör Mälaren i den nationella screeningen för prioriterade ämnen. (Sweco 2007:1). Figur 3 (höger). Nonylfenol (ofiltrerad prov) i Mälaren och dess tillrinning i den nationella screeningen av prioriterade ämnen. Observera att halten i Fyrisån överstiger AA-EQS på 0,3 µg/l. (Resultat från Sweco 2007:1).

Provtagningspunkterna bestod av olika typer av platser. Två stationer låg i recipienten Mälaren och fyra vid utloppen av några stora tillrinnande vattendrag till Mälaren. Även en provtagning från sjön Fysingen (som senare rinner ut i Mälaren via Oxundasjön och Oxundaån) ingick.

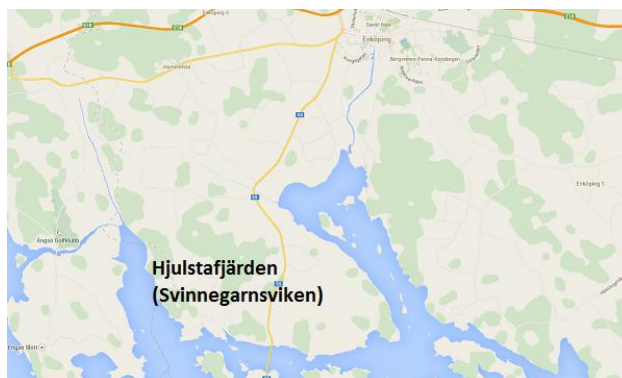
Att tolka betydelsen för recipienten Mälaren av haltmätningarna i åarna är inte enkelt.

Provtagningarna visar på koncentrationen av miljögifter i vattnet. Men ett större vattendrag eller ett med kraftigare ström tillför mer miljögifter till recipienten än vad ett mindre eller långsammare vattendrag gör på grund av att det för med sig mer vatten. En annan svårighet är att jämföra recipientresultaten med resultaten från åarna. I recipienten sker en utspädningseffekt samt även blandas med vatten från andra källor.

Med dessa aspekter i tankarna kan halterna i åarna ändå berätta vilka typer av påverkan som finns. Till exempel hittades **nonylfenol** med en betydligt högre halt i Fyrisån på 0,42 µg/l som är högre än AA-EQS värdet på 0,3 µg/l. Denna halt som var högre än mätningarna från de andra undersökta åarna kan bero på att utgående vatten från ett större avloppsreningsverk (Kungsängsverket) släpps ut i en å som är relativt liten Se Figur 2 (s.9).

3.2.2. Nationell screening (temporal)

En nationell screening utfördes mellan oktober 2007 och oktober 2008 som skulle undersöka hur halterna av de prioriterade ämnena varierade från månad till månad under ett år. Screeningen omfattade 15 provtagningspunkter i Sverige varav en provpunkt i Mälaren: Hjulstafjärden (Svinnegarnsviken) med påverkan från Enköpingsån. Sedimentprovtagningar gjordes också vid ett tillfälle i ackumulationsbottnar nära provtagningspunkterna för vatten.



Karta 6. Provtagningspunkten för Mälaren i den nationella (temporal) screeningen. (Sweco 2008:7).

Resultat för Sverige

- De mest problematiska prioriterade ämnena i ytvatten bestämdes till:
 - -**nonylfenol** och **TBT** följt av **kadmium**, **bly**, **nickel** och ställvis **DEHP**.
- De flesta ämnena som var vanligt förekommande uppvisade ofta en kraftig haltvariation från månad till månad (>5 ggr skillnad mellan högsta och lägsta halt):
 - Kadmium, kvicksilver och TBT visade på mycket kraftiga haltvariationer över året. Kadmium och kvicksilver kunde variera med en faktor 10 eller mer i samma provtagningspunkt. TBT förekom inte över kvantifieringsgränsen efter juli och framåt i sötvattensprovtagningar.
 - Nickel, bly och nonylfenol visade på mindre kraftiga haltvariationer. Nickel minskade tydligt i maj vid nästan alla lokaler. Nonylfenol ökade gradvis från maj-augusti för att sedan minska och inte förekomma över kvantifieringsgränsen efter september/oktober.
- DEHP, vissa PAH och oktylfenol hittades inte frekvent i ytvatten men var vanliga i sediment.

Resultat för Mälaren

Resultatet för Mälaren visade att **TBT** hittades på en halt på 0,0016 µg/l som översteg gränsvärdet (MAC-EQS= 0,0015 µg/l). Det andra ämnet som hittades förhöjt var **nonylfenol** på 0,41 µg/l (AA-EQS = 0,3 µg/l), som är nästan samma värde som påträffades i den första screeningen i Fyrisån (0,42 µg/l) ovan. Se [Figur 3 \(s.20\)](#).

3.2.3. Regionala screeningar för Norra Östersjöns vattendistrikt

Rapporterna Sweco 2009:1 och 2009:4

Två screeningar av de prioriterade ämnena har gjorts i Norra Östersjöns vattendistrikt. Mälarens avrinningsområde utgör ca 50% av distriktet. Den första screeningen utfördes i oktober 2008 för 33 ämnen (2009:1). I den andra screeningen i juni 2009 (2009:4), undersöktes även de 8 andra förorenande ämnena som det fanns reglering för innan vattendirektivet kom till (bl.a. de cyklodiena pesticiderna- aldrin, dieldrin, etc.). I båda undersökningarna togs prover från 50 stationer, varav 17 stationer i Mälaren.

Presentationen nedan består dels av resultaten för vattendistriktet och dels för Mälaren:

Resultat för vattendistriktet

Ämnen som förekom över kvantifieringsgränsen (i >10% av proverna):

Metaller (fr endast 2009:4). Se även Tabell 5 (s.23).

- Metaller är de ämnen som förekommit över kvantifieringsgränsen vid flest provtagningspunkter. **Bly, kadmium och nickel** påträffades över kvantifieringsgränsen i nästan samtliga provtagningspunkter. **Kvikksilver** påträffades över kvantifieringsgränsen i närmare hälften av stationerna men oftast i halter långt under AA-EQS. Den enda metallen som hittades över AA-EQS var nickel.
- Geografiskt uppträdde metallerna olika. Kadmiumhalterna var tydligt förhöjda över stora delar av vattendistriktet. Nickelhalter var mer förhöjda i de östra delarna av distriktet. Blyhalterna var däremot mestadels förhöjda i de västra delarna i 2009:4 (juni).

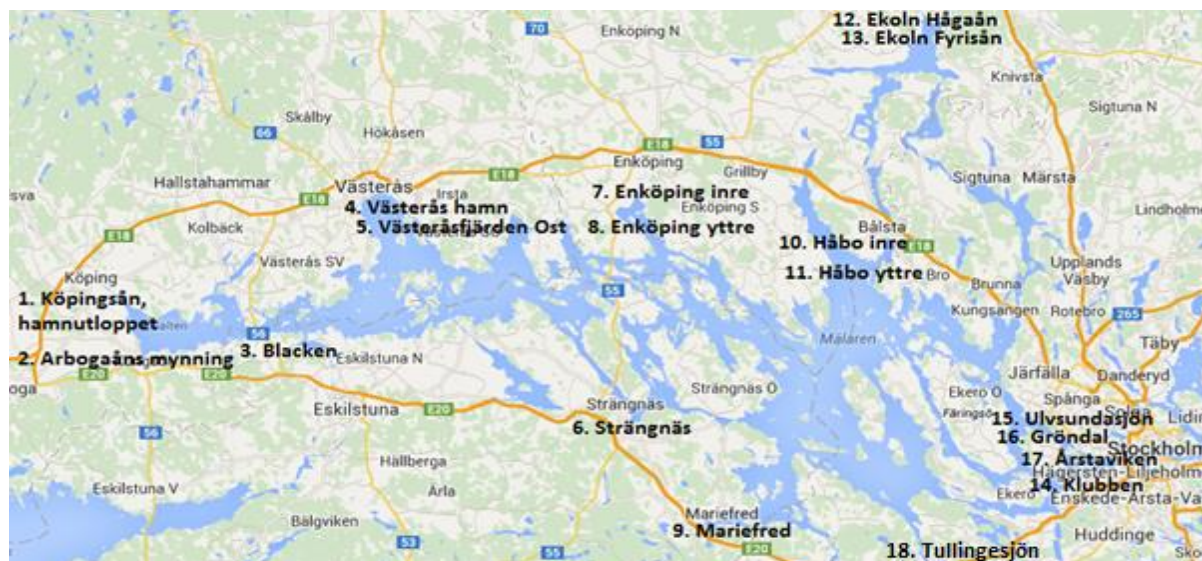
Organiska föreningar. Se även Tabell 6 (s.23).

- I juni (Sweco 2009:4) påträffades **TBT** i halter som är 1,5 – 5,5 gånger >AA-EQS i ca hälften av alla provpunkter (26 stationer) i hela vattendistriktet, men inte enligt några geografiska mönster. I oktober (Sweco 2009:1) detekterades TBT endast i fem stationer.
- TBT:s nedbrytningsprodukter **MBT** och **DBT** påträffades över detektionsgränsen i drygt hälften av proverna men i halter som är <10 % av s.k. PNEC-gränsvärdet (predicted no-effect concentration)(2009:1).
- PAH:erna **benso(b)fluoranten** och **indeno(1,2,3-cd)pyren** påträffades vid enstaka gånger i Mälaren.



Bild 7: Blysrabatterier, s.k. blyackumulatörer i bilar (vänster) samt ammunition (höger) är två blykällor. Foton "Lead acid batteries" från www.ossgroup.uk.com; "M39+m39b naerbild" av Allan Akbar; [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) via Wikimedia Commons.

Resultat för Mälaren



Karta 7. Provtagningsstationer i Mälaren (17 stationer) i screeningar av prioriterade ämnen i Norra Östersjöns vattendistrikt. (Sweco 2009:1 och 2009:4).

Tabell 5. Halter av de prioriterade metallerna i relation till gränsvärdena. Den geografiska fördelningen av de högre halterna beskrivs i den högra kolumnen. Provtagningspunkterna är presenterade i Karta 7 ovan. (Resultat från Sweco 2009:1).

Ämne	AA-EQS	Relation till AA-EQS	Provtagningspunkter med högre värden
Bly	1,2 µg/l	Alla < 10% av AA-EQS	>0,07 µg/l vid stationerna 1,2,4,5,6 och 7 (dvs. i västra Mälaren)
Kadmium	0,08 µg/l för hårdhetsklass 1	Alla <50% av AA-EQS	>0,002 µg/l vid stationerna 1,2,6, 12 och 13 och i 15-17 (Stockholm).
Kvicksilver	0,07 µg/l (MAC-EQS); Kvicksilver saknar AA-EQS.	Alla <10% av MAC-EQS	>0,002 µg/l vid stationerna 1 och 2. (De flesta låg under kvantifieringsgränsen).
Nickel	4 µg/l	både över & under AA-EQS	>2,4 µg/l vid stationerna 7 samt 10-17, dvs. i norra och östra Mälaren.

Tabell 6. Halter av några organiska föreningar i relation till gränsvärdena. Den geografiska fördelningen av de högre halterna beskrivs i den högra kolumnen. Provtagningspunkterna är presenterade i Karta 7 ovan. (Resultat från Sweco 2009:1).

Ämne	AA-EQS µg/l	Relation till AA-EQS	Provtagningspunkter
TBT oktober (Sweco 2009:1)	0,0002	2 punkter >10 ggr AA-EQS	Köpingshamn(1) och även Tullingesjön(18)
TBT juni (Sweco 2009:4)	0,0002	flera stationer >AA-EQS	Stockholm (14-17) och Mariefred (9)
Benso (b) fluoranten	0,00017	>kv.gr.	Västeråsfjärden (4-5)
Indeno (1,2,3-cd) pyren	0,00017	>kv.gr.	Västeråsfjärden (4-5)

3.2.4. Jämförelse mellan de fyra screeningarna

En del prioriterade ämnen hittades i alla fyra screeningar som har beskrivits ovan i [Kapitlen 3.2.1. – 3.2.3.](#) I [Tabell 7](#) nedan visas ämnena i tabellform.

Tabell 7. De 19 prioriterade ämnen som har hittats över kvantifieringsgränsen i minst en av de fyra screeningar. Även provtagningspunkter i Mälaren har ingått i samtliga studier. (Från Sweco 2009:4).

Ämne	Norra Östersjöns vattendistrikt juni 2009 (50 stationer)	Norra Östersjöns vattendistrikt oktober 2008 (50 stationer)	Nationellt 2007-2008 (temporal) (15 stationer)	Nationellt 2006 (96 stationer)
Atrasin	x			
Kadmium	x	x	x	x
Bly	x	x	x	x
Kvicksilver	x	x	x	x
Nickel	x	x	x	x
Benso(g,h,i)perylene	x			
Tributyltenn	26/50	5/50	23/96	2/83
PentaBDE				x
C10-13 Kloralkaner				x
Di(2-etylhexyl)ftalat		x	x	x
Diuron	x	x	x	
Fluoranten			x	
Hexaklorbutadien				x
Naftalen			x	x
Nonylfenol			58/96	45/83
Oktylfenol		x	x	x
Benso(b)fluoranten		x		
Indeno(1,2,3-cd)perylene		x		
Triklormetan	x	x	x	x

Slutsatser och rekommendationer för framtiden

Efter fyra screeningstudier har tre förslag framställts för framtida screeningar/övervakningar:

- fokus på årstidupplösning med månatliga mätningar i ett fåtal intressanta provtagningspunkter. Exempel på provtagningsplatser: utloppen för avloppsreningsverk, platser som är under dagvattenpåverkan. Även bakgrundslokaler bör utredas huruvida dessa är påverkade av lokala/regionala eller nationella/internationella källor. Ett sätt är att analysera luft och regn över alla delar av Skandinavien.
- att reducera analysomfattningen till de ämnen som påträffats vid screeningundersökningar av prioriterade ämnen i Sverige enligt [Tabell 7](#) ovan.
- att mäta lipofila (och därmed ackumulerande) organiska ämnen samt metaller i sediment och/eller biota eftersom de kan förekomma i högre halter där.

Miljöarbete 2: Haltvariationer för nonylfenol och TBT

De två mest problematiska ämnena för Mälaren - nonylfenol och TBT (Sweco 2008:7 – se s. 21), och deras resultat från de fyra screeningar diskuteras nedan. Båda ämnen uppvisade kraftiga haltvariationer över året i denna temporala screening.

”Var fanns nonylfenol?”

Avsaknaden av nonylfenol i båda screeningar i Norra Östersjöns vattendistrikt (2009:1 och 2009:4) är svårt att hitta en förklaring till. Tre möjliga faktorer till det oväntade resultatet har undersökts, d.v.s. tidsvariationer, analysproblem samt minskande halter av nonylfenol i samhället.

I båda nationella screeningar har nonylfenol påträffats i mer än 50 % av proverna, medan inte i något prov i screeningarna i vattendistriktet. Den nationella (temporal) screeningen (Sweco 2008:7) visade att halterna sjönk under hösten, men då nonylfenol saknades helt i provtagningarna i vattendistriktets screeningar som genomfördes *både* på hösten (2009:1) och sommaren (2009:4), är en förklaring enbart baserad på årstidsskillnader inte tillräcklig. Möjligtvis är kunskapen om den temporala variationen bristande, då endast få studier har genomförts som undersöker detta.

Möjligheten att det svårförklarade resultatet beror på analysvärigheter har också undersökts hos aktuellt laboratorium samt hos andra laboratorier, men inget som tyder på det har hittats. Minskande halter i naturen som en effekt av mindre användning i samhället kan inte heller vara orsaken då andra vattenprover från samma period har påvisat halter av nonylfenol.

TBT beroende av årstiden

TBT har uppvisat en årstidsvariation vid den temporala screeningen, där den uppvisade den högsta frekvensen över kvantifieringsgränsen på 24 %. I den stora screeningen från 2006 har TBT påträffats över kvantifieringsgränsen i endast 2 % av proverna. Vid provtagningarna i Norra Östersjöns screeningar har den påvisats över kvantifieringsgränsen i 10 %, respektive 2 % av proverna i undersökningarna oktober och juni.

TBT ofta över AA-EQS

Till skillnad från Sweco 2009:1 där halter mellan detektionsgräns och kvantifieringsgräns inte rapporterades, har utvärderingen i 2009:4 utgått från en lägre kvantifieringsgräns på 0,3 ng/l som möjliggör en analys. Det fanns att gränsen (som är högre än AA-EQS på 0,2 ng/l) överstegs i ca 50 % av alla provpunkter. Av det kunde konstateras att TBT är vanligt förekommande i halter som överstiger AA-EQS.



Figur 4. Brittiska ”Environment Agency” i ett meddelande till klädbranschen: ”29 % av importerade bomullsunderkläder innehöll NPE (nonylfenoletoxilater). Vid tvätt släpptes 99,9 % av NPE. NPE är moderssubstansen till det hormonstörande ämnet nonylfenol.” Bild från <https://www.gov.uk>. Enligt Kemikalieinspektionens föreskrifter (KIFS 2008:2), får inte nonylfenol och nonylfenoletoxilat säljas eller användas i koncentrationer som överstiger 0,1 % för vissa ändamål, bland annat för rengöring av textila produkter (Källa: www.kemi.se). Sedan förekomsten av nonylfenoler i importerade textilier började uppmärksammas 2006 har många importörer börjat kräva av sina leverantörer att ämnet inte ska förekomma i deras varor. Som resultat av detta har halterna i slam åter börjat minska. (Källa: www.miljobarometern.stockholm.se).

3.2.5. Nationell screening: Förekomst av 15 föreslagna prioritetssämnen (Sweco 2013)

I studien *Occurrence of additional WFD¹ priority substances in Sweden* togs prover i hela Sverige på 15 ämnen som föreslogs att inkluderas bland de prioriterade ämnena inför revideringen av vattendirektivet. 12 av dem införlivades sedan till prio-listan (2013/39/EU) och tre läkemedelssubstanser är numera med HaV:s remissversion av de nationella bedömningsgrunderna för SFÄ-ämnen. Utöver dessa togs det prover på de vanligaste metallerna.

Provtagning skedde vid 100 punkter varav 73 i sötvatten. Det togs prover mestadels på platser nedströms avloppsreningsverk, dels genom vanlig provtagning av vatten och dels med passiva provtagare. I anslutning till Mälaren togs prover i Enköpingsån och Västerås samt både uppströms och nedströms avloppsreningsverket i Fyrisån. Även provtagningar av fisk utfördes.

Resultat för Sverige

De ämnen som oftast förekom över sin kvantifieringsgräns var **diklofenak** (läkemedel; SFÄ), **terbutryn** (prioriterat ämne) och **17 beta-estradiol** (läkemedel; SFÄ). De ämnen som oftast förekom över sitt AA-EQS värde i sötvatten var **diklorvos** (prioriterat ämne) (ca 10 % av mätningarna) och **Cybutryn** (prioriterat ämne) (ca 5 %). Sammantaget överskreds AA-EQS för något ämne i ca 10 % av alla provpunkter i sötvatten. För fisk indikerade resultaten förekomst av punktkällor för **HBCD** och **PFOS**. Biota EQS-värdena överskreds vid 20 % av provtagningspunkterna.

Resultat för Mälaren

Tabell 8. De ämnena som hittades över kvantifieringsgränsen i vattenprover i Mälaren. us. ARV och *ns. ARV* = uppströms respektive nedströms avloppsreningsverket. 17 α -ethinylestradiol överskrider gränsvärdet för SFÄ. (Resultat från Sweco 2013).

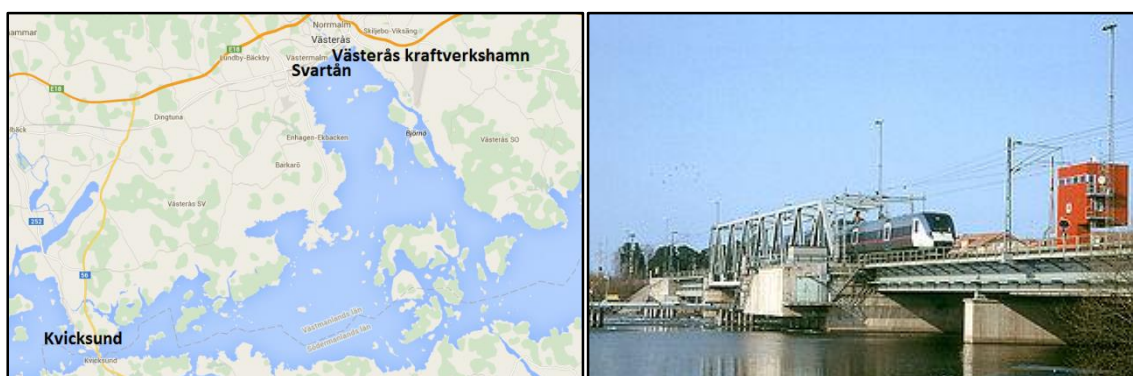
Provtagnings-plats	Enhet	17 β -estradiol eq (ER-CALUX)	17 α -ethinylestradiol	Cybutryn	Diklofenak	Terbutryn	Enhet	Bly	Kadmium	Koppar	Krom	Kviksilver	Nickel	Zink
Enköpingsån	ng/l	0,19		3,5	59	0,27								
Uppsala Fyrisån us. ARV 2012	ng/l		0,15		1,3		μ g/l	0,3	0,01	2,1	0,8	0,13	2	3,7
Uppsala Fyrisån ns. ARV 2013	ng/l				17	0,05	μ g/l	1,2	0,03	3,9	0,9	<0,1	7,1	12
Uppsala Fyrisån us. ARV 2013	ng/l	0,25												
Västerås 2013	ng/l	0,27												

Slutsatser och rekommendationer för framtiden:

- **Heptaklor** och **heptakloreoxid** behöver möjligen mätas i fiskprov med bättre analysmetoder för att säkerställa att dessa ämnens förekomst inte påverkar kemisk ytvattenstatus i Sverige.
- Bättre analysmetoder behöver utvecklas för 17 α -ethinylestradiol, 17 β -estradiol, cypermetrin och diklorvos.
- En uppföljningsstudie bör omfatta färre provtagningspunkter och högre upplösning över tid för 8 utvalda ämnen. En separat uppföljningsstudie bör också via mätningar och/eller litteraturstudier fastställa de viktigaste källorna till dessa ämnen samt ge rekommendationer för uppströmsarbete.

¹ WFD står för Water Framework Directive, dvs. EU:s vattendirektiv.

3.2.6. Screening i Västmanlands län 2012/2013



Karta 8 (vänster). Tre provtagningspunkter ingick i Västmanlands läns undersökning av prioriterade ämnen. (Källa: Länsstyrelsen i Västmanland). **Bild 8 (höger):** Kvicksundsbron som har byggts över det smala sundet som skiljer bassängerna Blacken och Galten åt.

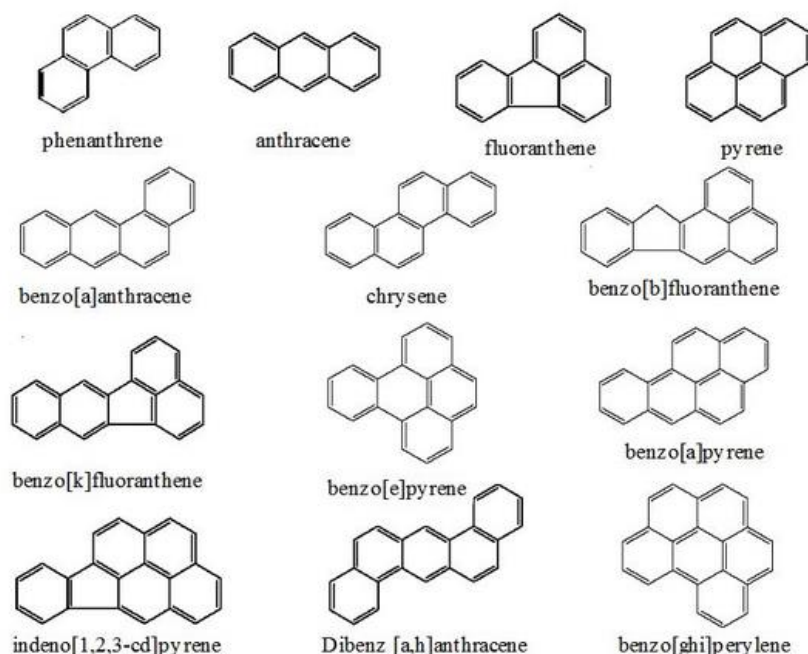
Foto av Markus Tellerup - [CC BY 4.0](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kvicksundsbron.jpg) via Wikimedia Commons.

Resultat: Följande ämnen påträffades i halter över detektionsnivå:

Kvicksund: PAH:er (naftalen, fenantren) samt deka BDE.

Västerås kraftverkshamn: PAH:er (fluoranten, pyren, bens(a)antracen) samt gamma-HCH.

Svartån: PAH:er (naftalen, fenantren, fluoranten och pyren).



Figur 5: Strukturformler av 13 ofta undersökta PAH:er. De kännetecknas av de starka kolbindningarna i de aromatiska ringarna. De tyngre PAH:erna med 4-, 5-, 6- och 7-ringar dominerar på grund av att de är särskilt stabila och persistenta. På grund av deras låga vattenlöslighet associeras de snabbt med organiska partiklar som i sin tur deponeras i ytsedimentet. Nedbrytning kan ske med hjälp av vissa bakteriesläkten. (Källa: *Bacterial Degradation of Aromatic Compounds*). Se även 3.2.1. Nationell screening - Specialfall PAH (s.19). Tabell från *Hoshiko et al. 2012*.

3.3. Screening av pesticider

3.3.1. Screeningundersökning inom Norra Östersjöns vattendistrikt

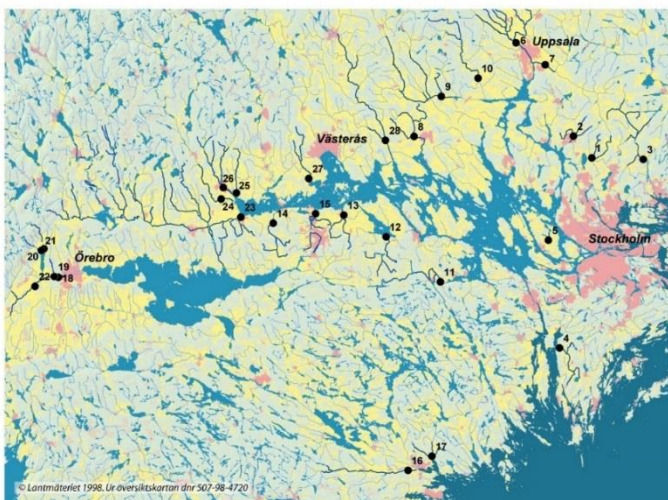
En screening utfördes av SLU sommaren 2007 *Screeningundersökning av pesticidförekomst inom Norra Östersjöns vattendistrikt* för att få en bättre överblick på pesticidförekomst i Norra Östersjöns vattendistrikt. Undersökningen omfattade 75 stycken aktiva substanser:

- 45 ogräsmedel
- 17 insektsmedel
- 13 svampmedel
- 7 nedbrytningsprodukter

Vattenprovtagningen utfördes vid två tillfällen, i slutet av maj (då ogräsbehandling av vårsåden hade avslutats) och runt midsommar (då behandling av svampar och insekter i stråsäd vanligen slutförts). Det kom mycket regn vid båda tillfällena under en annars ganska torr månad.

Resultat för vattendistriktet

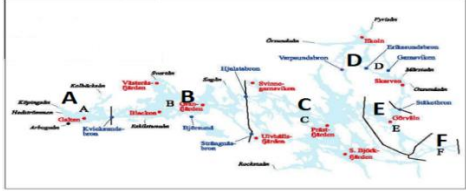
24 substanser påträffades varav 19 ogräsmedel, två svampmedel och tre nedbrytningsprodukter. De vanligaste substanser var **ogräsmedlen MCPA, fluroxipyr och bentazon som förekom i 50-75 % av proven**. MCPA och fluroxipyr ingår i vanliga produkter med bl.a. stor användning mot ogräs i stråsäd. Bentazon används i mindre omfattning i flera olika grödor såsom majs, ärter och vall. **Cyanazin** var det ämne som påträffades i högst halter i denna undersökning (överskred riktvärdet två gånger); Cyanazin har använts mot ogräs i raps men är förbjuden sedan 2007. Två prioriterade ämnen, atrazin och isoproturon hittades i enstaka fynd samt i låga halter (atrazin är inte längre godkänt i Sverige). Halterna, antal substanser och användarstatistiken visar att denna region (Norra Östersjöns vattendistrikt) har lägre halter av pesticider än i andra delar av Sverige. Den mängd aktiv substans som används per hektar inom de fem länen är 0,30-0,49 kg/ha jämfört med riket som helhet där genomsnittet är 0,75kg/ha. 106 ton pesticider har använts totalt under 2005/2006 i distriktet. Flest fynd av pesticider hittades i Örebro län och minst antal fynd i Stockholms län. Särskilt i Loviseholmsbäcken i Hjälmaran nära Örebro (Se punkt 22 på [Karta 9](#)) påträffades både högre halter och flest substanser. Slutsatsen är att detta område har en mer intensiv användning av pesticider än övriga områden. En viss påverkan för dessa substanser kommer även från hushållsanvändningen, då de flesta av dem ingår även i s.k. klass-3-produkter som får inhandlas av allmänheten.



Karta 9. Provtagningspunkter för screeningundersökning av pesticidförekomst inom Norra Östersjöns vattendistrikt 2007. (Från SLU 2007).

Resultat för Mälaren

Tabell 9. Lokaler i tillrinningsåarna till Mälaren där screening av pesticider utfördes. (SLU 2007).



	<i>Bassäng</i>					
	A	B	C	D	E	F
<i>(SLU 2007)</i>	Arbogaån Köpingsån m.fl.	Eskilstunaån Svartån m.fl.	Enköpingsån Räckstaån m.fl.	Märstaån Fyrisån Verkaån m.fl.	Sockarbybäcken (Ekerö)	-

Mätningar från 24 provtagningspunkter (samt 2 mätningar i varje punkt) i vattendrag som påverkar Mälaren (sex av dem i tillrinningen till Hjälmaren) analyserades separat i denna studie för att bedöma påverkan på Mälaren. 20 substanser detekterades i Mälarens avrinningsområde av de totalt 24 som detekterades i vattendistriktet. 18 ämnen påträffades över detektionsgränsen. 11 ämnen påträffades över kvantifieringsgränsen minst en gång. Se [Tabell 10](#) för en fullständig lista av de 20 substanserna som hittades i anslutning till Mälaren. En stor andel av de påträffade pesticiderna hittades i tillrinningen till Hjälmaren (punkter 18-22) som alla ligger nära Örebro. Dessa 5 provtagningspunkter (av totalt 24 punkter) bidrog med 23 % av mätningarna över detektionsnivå respektive 44 % av mätningarna över kvantifieringsnivå. (Stationerna valdes att inkluderas här för att Hjälmaren avvattnas till Mälaren via Eskilstunaån.)

Tabell 10. Antal mätningar av pesticider (20 stycken) som påträffades inom Mälarens avrinningsområde.

Tabellen är baserad på data från 24 punkter i tillrinningsåarna till Mälaren samt Hjälmaren. Substanserna som påträffades i västra Hjälmaren har ökat antalet fynd betydligt. Ordningen av substanserna börjar med de som har hittats flest antal gånger över kvantifieringsgränsen. Kv.gr.=kvantifieringsgränsen, d.gr.= detektionsgränsen. *Två substanser hittades över KEMI:s riktvärden i Hjälmaren. Cyanazin som kan ha fosterskadande effekter på djur är förbjudet att använda sedan 2007. (Data från SLU 2007).

<i>Pesticid</i>	<i>Antal ggr >kv.gr.</i>	<i>Antal ggr mellan d.gr. & kv.gr.</i>	<i>Pesticid</i>	<i>Antal ggr >kv.gr.</i>	<i>Antal ggr mellan d.gr. & kv.gr.</i>
MCPA	15	17	AMPA	0	8
bentazon	10	17	BAM	0	6
fluroxipyr	10	17	terbutylazin	0	4
glyfosat	6	9	dikamba	0	3
klopyralid	4	9	karfentrazon	0	3
mekoprop	2	4	atrazin	0	2
cyanazin	2*	1	DETA	0	1
diklorprop	1	5	isoproturon	0	1
tifensulfuronmetyl	1*	2	tribenuronmetyl	0	1
fluazinam	1	0			
2,4-D	1	0			



Bild 9: Den aktiva substansen i Myrr är deltametrin som ingår i klass 3 kemikalieprodukter som får inhandlas av allmänheten. Deltametrin är liksom andra pyretroider ett nervgift som laboratorieförsök har visat har extremt hög giftighet för fisk och andra vattenlevande organismer (Källa: [Jordbruksverket](#)). Det finns 15 rapporterade fall där hundar har reagerat på fästinghalsband som innehåller deltametrin som aktiv substans (Källa: [Läkemedelsverket: Den veterinärmedicinska biverkningsrapporteringen 2013](#)). Foto: John Lindgren.



Bild 10: Besprutning pågår av en åker med syfte att bekämpa ogräs. Från 2014 är alla användare av pesticider i Sverige skyldiga att tillämpa integrerat växtskydd (IPM: Integrated pest management) som förespråkar en mer begränsad användning av pesticider. (Källa: [Jordbruksverket 2014](#)). Foto av Jenny Kreuger.

3.3.2. Screening av pesticider i Fyrisån

In en annan screeningundersökning *Screening of pesticides at golf courses and urban areas (WSP 2010)*, påträffades delvis samma substanser över detektionsgränsen. Provtagning skedde vid flera platser i Fyrisån. Uppgifterna är från Länsstyrelsen i Uppsala.

Tabell 11. Pesticider som påträffades i Fyrisån över kvantifieringsgränsen 2009. (Data: WSP 2010).

<i>Pesticid</i>	<i>Antal ggr >kv.gr.</i>	<i>Pesticid</i>	<i>Antal ggr >kv.gr.</i>
MCPA	4	Atrazin-DIP-2-hydroxy	1
AMPA	4	Bromoxymil	1
Glyfosat	3	2-6-Diklorbenzamid	1
Mekoprop	2	Diuron	1
DMST	2	2 (4-klorfenoxyl)propionsyra	1

Observera att atrazin har varit förbjudet i Sverige sedan 1989. Att det fortfarande påträffas i vattendragen, tillsammans med dess nedbrytningsprodukter, är en följd av dess tidigare användning som totalbekämpningsmedel, då det spreds i stora doser på arealer med liten eller obefintlig nedbrytning (ex. industritomter, vägar, grusgångar, gårdsplaner) (personlig kommentar av Jenny Kreuger, SLU). Cyanazin som kan ha fosterskadande effekter på djur är förbjudet att använda sedan 2007, då screeningen (SLU år 2007) utfördes.



Bild 11. I Fyrisån i Uppsala har flera screeningprovtagningar gjorts, bl.a. av pesticider. Även höga halter av läkemedelssubstanser har hittats i ytvatten och abborre. Se 7.1.1. Nationell screening 2010: Pharmaceuticals (s.79). Här visas ån under vårfloden. Foto "Fyrisån April 2013" av Arild Vågen; CC BY 4.0 via Wikimedia Commons.

3.3.3. Jämförelse med nationell miljöövervakning från 2012

Resultaten från dessa screeningar kan jämföras med resultaten från en mer aktuell nationell miljöövervakning av pesticider (SLU 2012) där de fyra vanligaste förekommande ämnena i hela Sverige var **bentazon** följt av **glyfosat**, **MCPA** och **isoproturon**.

4. Vattenundersökningar av miljögifter

Sammanfattning

Miljöövervakningar i ytvatten (Stockholm)

Stockholms stads miljögiftsövervakning har pågått sedan 2009, med bl.a. en provpunkt i Mälaren – Årstaviken. År 2014 gjordes en utvärdering av övervakningen för åren 2009-2013. Resultatet visade bl.a. **höga halter av bly, kadmium, koppar, nickel och zink**. Halterna av dessa metaller samvarierar och sannolikt beror det på gemensamma källor, framförallt från vägtrafiken. **PFOS var också förhöjd i ytvatten**. Se även 6.4. Biotaundersökning i Stockholm (s.76) där PFOS, penta-BDE och Σ PCB-7 har hittats förhöjda i abborre.

Bällstaån

Bällstaån är förmodligen Stockholms mest påverkade vattendrag. Tre studier från ån sammanfattas här. **Zink, koppar, tre PAH:er, PFOS samt DEHP har hittats överskrida gränsvärdena för de prioriterade ämnena i en av undersökningarna (Studie B)**. I Studie C hittades som lägst *klass 3* av koppar, zink och bly enligt nationella bedömningsgrunder i ytvatten (NV4913). Även provtagning med passiva provtagare testades i två av studierna (A och B) men slutsatsen är att resultaten som erhålls inte går att jämföra med resultat från konventionella vattenprovsanalyser. En historisk överblick av Bällstaån visar att de fem metallerna som vanligtvis anses som ”problem-metallerna” – bly, kadmium, koppar, krom, nickel och zink – glädjande nog har minskat signifikant under perioden 1997-2012 (Studie C).

Andra vattensystem

Andra vattensystem, som har sina utlopp i Mälaren och precis som Bällstaån är kraftigt påverkade av urbana miljöer, är Oxundaåsystemet i nordöstra Stockholm samt Tumbaåns sjösystem i södra Stockholm. Då denna sammanställning är begränsad i sin omfattning redovisas inte undersökningar från dessa områden, men några av studierna är listade i Bilaga 1. Kartläggning av studier (efter typ och geografi) (s.86). Under våren 2014 hittade man bland annat **kraftigt förhöjda halter av PCB:er som påträffades i Oxundasjön**. Halterna låg nästan vid **500 µg/kg våtvikt för abborre och över 800 µg/kg våtvikt för gädda**. Bedömningsgrunden för att ett vattendrag ska uppnå *God kemisk status* för PCB i biota ligger på 125 µg/kg våtvikt. Se Tabell 31 (s. 97). Upplands Väsby och Sigtuna kommuner undersöker för närvarande orsaken till denna kraftiga förhöjning (Karlsson et al 2014).

Vattenverkens mätningar av råvatten

Fem vattenverk från olika delar av Mälaren har undersökts i fråga om miljögifter i råvatten. Råvattnet är Mälärsvatten som sedan renas för att bli dricksvatten. Mälarens värde som dricksvattenkälla är utan tvekan en av de viktigaste frågorna vad avser vattenkvaliteten. **I förhållande till gränsvärden har arsenik och koppar visat sig vara förhöjda i råvatten vid flera vattenverk**. Ett par PAH:er har kvantifieringsgränser som är högre än gränsvärdena, och därmed är det oklart om gränsvärden överskrids. Analysen av mätvärdena från denna undersökning ska endast ses som en orientering av de substanser som *kan* påträffas i högre halter då data avser olika tidsperioder samt att någon undersökning av analysmetoderna som använts av vattenverken inte gjorts.

4.1. Miljöövervakning av ytvatten

4.1.1. Stockholms Stads Miljögiftsövervakning 2009-2013 (ytvatten)

Under 2009 startade Stockholms miljöförvaltning ett program för miljögiftsövervakning i ytvatten. De tre huvudsakliga provtagningspunkterna är Årstaviken (Mälaren) och Blockhusudden (Saltsjön) och Drevviken (en insjö i södra Stockholm). År 2013 utökades programmet med en fjärde punkt, Brunnsviken (en bräckvattensjö i Stockholm som är ansluten till Lilla Värtan). Vattenprovtagningar av metaller (bly, kadmium, krom, koppar, nickel och zink) samt PFOS och PFOA tas månadsvis. I fisk (abborre) utförs årliga analyser av PCB, PBDE, HBCD, organofosfater samt PFOS och PFOA. PFOS och PFOA är nya övervakningsämnen sedan 2012. En utvärderingsrapport, som sammanfattade fyra års övervakning mellan 2009 och 2013, har publicerats där följande information är hämtad. Resultaten från övervakning i fisk finns beskrivna i [6.4. Biotaundersökning i Stockholm](#) (s.76).



Karta 10. De tre huvudsakliga provtagningspunkterna som ingår i Stockholms stads Miljögiftsövervakning. Den fjärde, Brunnsviken har tillkommit 2013. (Sternbeck et al. 2014).

Tabell 12. Sammanfattning av miljögiftsövervakningen i Mälaren av Stockholms stad. (Data: Sternbeck et al. 2014).

År	2009-2013
Undersökningsområde	Mälaren-Årstaviken
Matris	Vatten & Biota (Abborre)
Antal stationer	En i Mälaren (av fyra stationer i programmet)
Metaller	Bly Kadmium Koppar Krom Nickel Zink
Organiska föreningar	PBDE, PCB, HBCD, organofosfater, PFOS, PFOA
Resultat	Förhöjda: <ul style="list-style-type: none">• Bly, kadmium och zink i vatten• PFOS (i vatten och abborre), penta-BDE (i abborre)

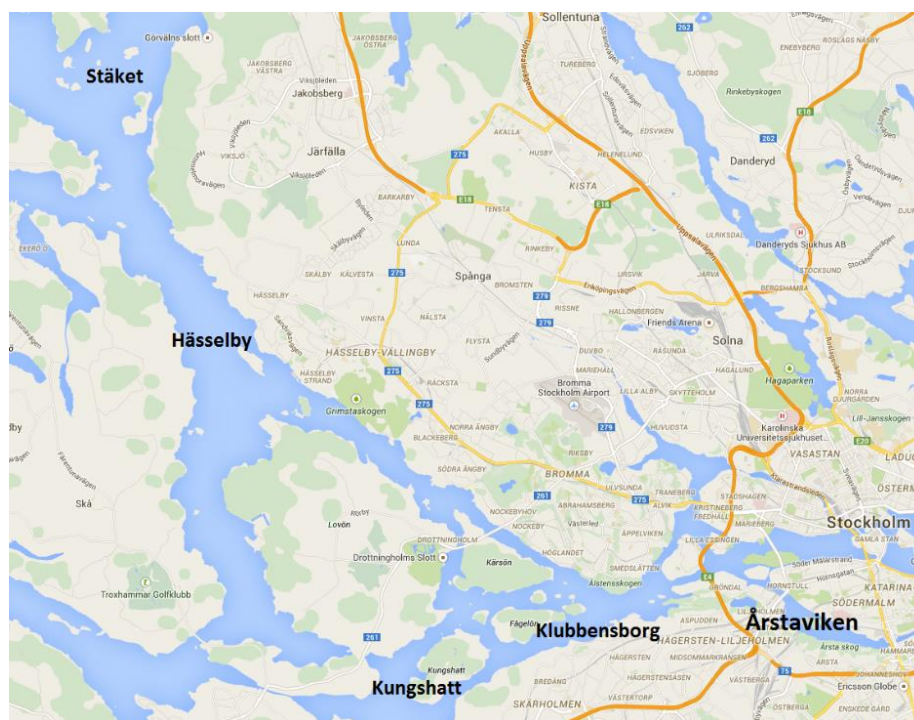
Resultat för 2009-2013

Metaller

Årstaviken utmärker sig genom att halter av koppar, nickel, bly och zink var högre än i de två andra provtagningspunkterna i övervakningen. Se [Karta 10](#). Det kan bero på den stora belastning som Årstaviken utsätts för via dagvatten från vägtrafik och industri. Inga mätningar överskrider dock några gränsvärden. Medelvärdena i Årstaviken från de fyra åren visas nedan för totalhalter av bly, kadmium, koppar, krom, nickel och zink. Se [Tabell 13](#).

De uppmätta halterna jämfördes med data från Mälaren uppströms Stockholm (Lithner et al. 2003) och andra bakgrundshalter från andra orter. På grund av att Mälardalens mineraljordar innehåller jämförelsevis höga halter av nickel, zink, koppar och i viss mån krom, bedömdes Lithners jämförelsehalter vara de mest relevanta. Jämförelsen visar på tydligt förhöjda halter av kadmium, bly och zink i Årstaviken jämfört med Stäket, Hässelby, Kungshatt och Klubbensborg. Se [Karta 11](#). Att kadmium, koppar, bly och zink är förhöjda i Stockholm går även i linje med andra undersökningar.

Samvariation mellan metallerna hittades också, särskilt mellan zink, kadmium, koppar och bly. **Kadmium, koppar, bly och zink pekats ut som metaller som sprids från vägtrafik och framförallt damm.**



Karta 11. Provtagningspunkten Mälaren-Årstaviken som ingår i miljögiftsövervakningen av Stockholms Stad samt tre andra provtagningspunkter i Mälaren från en tidigare studie (Lithner et al. 2003) med vilka metallhalter i Årstaviken kunde jämföras. (Sternbeck et al. 2014).

Inga starka tidstrender har kunnat utläsas från datan, förutom för Blockhusudden som uppvisar en svagt avtagande trend. Det finns indikationer på att mellan 1997 och 2002, har det skett en allmän minskning av bly, kvicksilver och kadmium i regionen (Rahmberg m.fl. 2004), men de fyra åren som miljöövervakningen har pågått är inte tillräckligt lång tid för att kunna läsa av tydliga förändringar.

Tabell 13. Medelvärdena av metallhalter i Årstaviken under perioden 2009-2013 i Stockholms stads Miljögiftsövervakning. Alla halter låg under gränsvärdena. I den högra kolumnen visas bakgrundshalter i Östra Mälaren från Lithner et al. 2003. (Data från Sternbeck et al. 2014).

<i>Ämne</i>	<i>Medel (totalhalter) för åren 2009-2013 i Årstaviken (µg/l)</i>	<i>Östra Mälaren (Lithner, 2003)</i>
Kadmium	0,0095	0,003
Krom	0,185	0,37
Koppar	3,48	2,4
Nickel	2,56	3,0
Bly	0,39	0,1
Zink	5,92	1,2

Organiska föreningar

PFOS och PFOA började undersökas 2012. Vid undersökningen 2013 tillkom ytterligare fyra perfluorerade ämnen (PFBS, PFHxS, PFHpA och PFHxA). **PFOS-halten överskrider AA-EQS i Årstaviken** och de andra lokalerna. Vid jämförelse av halterna med en referenssjö Valloxen kunde slutsatsen dras att PFOS och PFHxS var tydligt förhöjda. Insjön Valloxen i Uppland har även använts som referenssjö i IVL:s projekt Re-Path. Se Miljöarbete 8: PFOS från brandsläckningsövningar (s. 92).



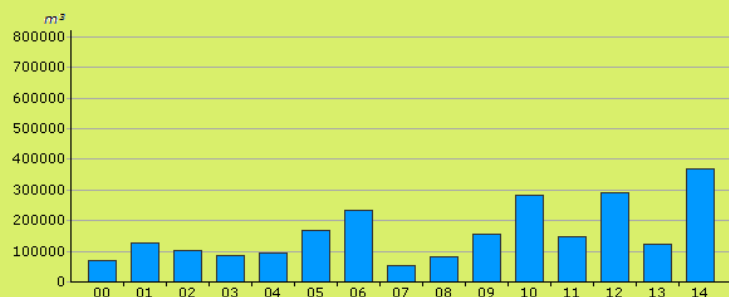
Bild 12: Årstaviken ingår som provtagningspunkt i Stockholms övervakning av miljögifter.

Foto ("Hornstulls strand promenadstig 2009") av Holger Ellgaard; CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons).

Miljöarbete 3: Bräddning till Mälaren

Bräddning är utsläpp som görs för att förhindra översvämningar uppströms i ledningssystemet för avloppsvatten. När inflödet är större än avloppsanläggningens kapacitet, kallas det hydraulisk överbelastning. För att minska inflödet, leds en del av avloppsvattnet direkt ut till recipient utan att passera genom reningssteget i avloppsreningsverket. Studier har visat att andelen bräddvattnet är kring 10 % av det totala inflödet till avloppsreningsverket. I Stockholm mynnar bräddvattnet ut i Mälaren eller Saltsjön.

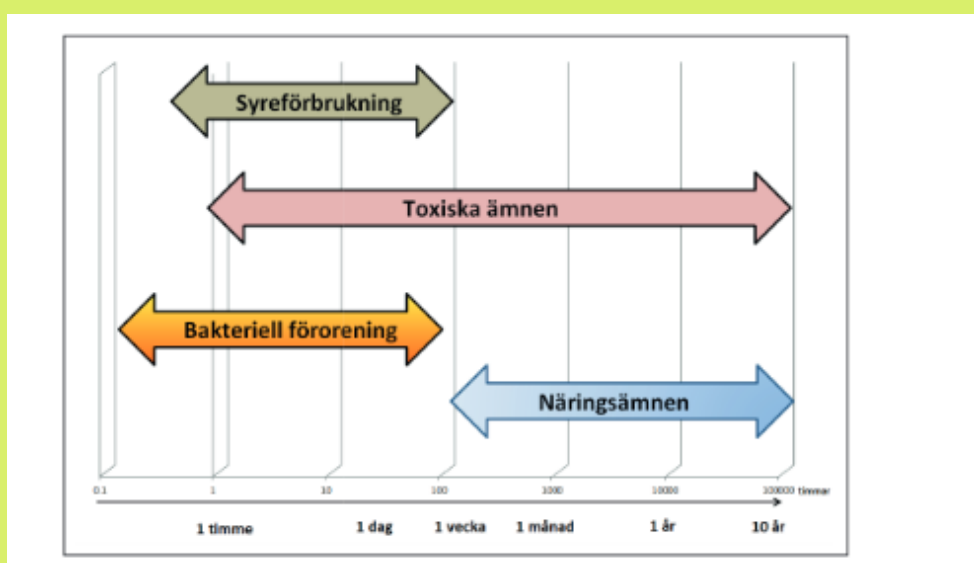
Från 1990 till 2014 har en minskning av bräddningsvolymen setts. Men **under både 2012 och 2014 sågs kraftiga bräddningar till Mälaren till följd av kraftiga regnfall och mycket nederbörd** (i storleksordningen 300 000 - 400 000 m³). Att staden förtätas och nya bostadsområden kopplas till befintliga avloppsnät bidrar också till ökat tryck. Se [Figur 6](#).



Figur 6: Bräddat avloppsvatten till Mälaren från Stockholms stad från 2000 till 2014.

(Källa: <http://miljobarometern.stockholm.se>)

När Bromma reningsverk stängs och den nya tunneln mellan Bromma och Henriksdals reningsverk står klar (anläggningstid 2014-2020) kan ett antal bräddningspunkter som mynnar ut till Mälaren stängas och avledas till den nya tunneln (bl.a. längs Mälärstranden nedströms Bromma reningsverk, ett större bräddavlopp vid Eolshäll, samt mindre avlopp i Hägersten och Årsta). Reduktionen för Mälaren beräknas till 27 % där den största reduktionen inträffar i Nockebylund och Klubbenområdet (Hägersten). Andra delar av Mälaren påverkas inte alls, såsom Riddarfjärden och Karlbergskanalen.



Figur 7. Illustration av bräddvattens olika miljöpåverkan på recipient. Förutom den ofta omtalade bakteriella föroreningen, orsakar bräddningen även att mer toxiska ämnen kommer ut i recipienten. Både kortsiktiga och långsiktiga effekter kan uppstå. Figuren är modifierad från Bertsson (1989). (Källa: [Bengtsson Sjörs 2014](#)).

4.1.2. Miljöövervakning i Bällstaån

Bällstaån börjar i Jakobsberg och rinner genom bl.a. Barkarby, Bromsten och Sundbyberg och mynnar ut i Ulvsundasjön, Mälaren. Bällstaån är Stockholmsområdets kanske mest påverkade vattendrag. Tillrinningsområdet består av industrier, bostäder, handelsområden och vägar, med väldigt liten del naturmark kvar. Dagvatten anses vara den dominerande källan till förorening i ån. Även dagvattnet från Bromma flygplats, där PFAS-ämnen från brandsläckningsövningar varit en förorenande källa, rinner ut i Bällstaån. Sedan 1990-talet pågår ett samarbete mellan Järfälla kommun, Stockholms stad, Stockholm Vatten AB, Sundbybergs stad, Solna stad, Solna Vatten AB, Trafikverket och Länsstyrelsen i Stockholms län, med syfte att gemensamt arbeta för att minska tillförseln av föroreningar till Bällstaån och Bällstaviken. Samarbetet drivs idag av Bällstaågruppen. Tre studier som har utförts i ån (A, B och C) sammanfattas här:

A. Undersökning av vattendirektivets prioriterade ämnen 2009 (Stockholm stad 2011)

Under 2009 utfördes en undersökning av några prioriterade ämnen (12 stycken) och några metaller i Bällstaån. Ämnena valdes ut efter Naturvårdsverkets bedömning av vilka av de prioriterade ämnena som var intressanta för Stockholmsregionen (NV rapport 5801, 2008). Provtagning utfördes på två platser (nedströms Barkarby- Veddesta dike och nedströms Bromsten-Brädgården) med passiva provtagare (Se Karta 12).

Tabell 14. Provtagningsresultat från passiva provtagare där några prioriterade ämnen samt metaller undersöktes i Bällstaån 2009. D.gr.= detektionsgränsen, Kv.gr.=kvantifieringsgränsen. (Data från Thörnelöf & Holmström 2011).

Metaller	Passiv provtagare	PAH-ämnen	Passiv provtagare
Bly	<d.gr. (ev. anledning: bly är starkt partikelbundet och därför inte ansamlas i passiva provtagare)	Naftalen	>kv.gr.
Kadmium	>kv.gr.	Pyren	>kv.gr.
Nickel	>kv.gr.	Fenantren	>kv.gr.
Krom	>kv.gr.		
Koppar	>kv.gr.		
Zink	8,15 µg/l >AA-EQS (8 µg/l) i Bromsten		
Organiska föreningar	Passiv provtagare	Organiska föreningar	Passiv provtagare
TBT	>kv.gr.	Endosulfan	<d.gr.
		HCH	>kv.gr.
		HCB	>kv.gr.
Bromerade difenyletrar (flamskyddsmedel)	Passiv provtagare	Alkylfenoler	Passiv provtagare
BDE-47	>kv.gr.	nonylfenol	>kv.gr.
BDE-99	>kv.gr.	oktylfenol	>kv.gr.
BDE-100	>kv.gr.		

De flesta metaller kunde kvantifieras. För nonylfenol och TBT som båda varierar i koncentration under året, kan halterna ha varit högre om de togs på våren, något som också upptäcktes av flera screeningar av prioriterade ämnen. Se Miljöarbete 2: Haltvariationer över året av nonylfenol och TBT (s.25).

Då det inte går att vid mätningar med passiva provtagare jämföra resultaten med gränsvärden, nämns här endast om halten låg över detektionsgränsen eller kvantifieringsgränsen (Se Tabell 14). Vattnet i Bällstaån är grumligt av mycket suspenderat material, som gör att många ämnen i stor utsträckning binder till partiklar. Detta gör att halterna minskar av ämnena som är lösta i vattnet, som är den delen som passiva provtagare mäter. Sannolikt var det anledningen till att bly inte detekterades. Se även slutsatserna om lämpligheten att använda passiva provtagare i följande undersökning nedan av Länsstyrelsen i Stockholm.

B. Regional övervakning av miljögifter i Bällstaån 2011-2012 (Länsstyrelsen Stockholm)

Länsstyrelsen i Stockholm och miljöförvaltningen i Stockholms stad har övervakat miljögifter i Bällstaån månadsvis under ett år mellan oktober 2011 och oktober 2012. Provtagningarna har utförts av SLU. Provtagningspunkten var Travbron, uppströms Solvalla travbana. Medeltal för alla månadsvärden räknades ut och jämfördes med gränsvärdena, och halter av PAH-ämnen (benso(g,h,i) perylen, benso (b)fluoranten och fluoranten) samt PFOS och zink mättes över gränsvärdena. PFOS har hittats i högre halter i Bällstaån av okänd anledning även om Bällstaviken är recipienten till dagvatten från Bromma flygplats.

Tabell 15. Ämnen som överskred gränsvärdena i Bällstaån 2011-2012. Medelvärdena är räknade på 12 månadsmätningar som utfördes mellan oktober 2011 och oktober 2012. Observera att för DEHP låg medelvärdet under AA-EQS, men förhållandevis nära det. (Data från Johansson 2014).

Ämne	Uppmätt medelvärde µg/l	Uppmätt maxhalt µg/l	AA-EQS µg/l	MAC-EQS µg/l
Bens(b)fluoranten		0,035		0,017
Benso(g,h,i)perylene		0,043		0,0082
Fluoranten	0,007		0,0063	
PFOS	0,04		0,00065	
Zink	16,5		8 (>24 mg CaCO ₃ /l)	
Koppar	3,94		0,5	
DEHP	0,98		1,3	

Jämförelse mellan konventionell vattenprovtagning och passiva provtagare

I denna undersökning provtogs flera ämnen även med passiva provtagare. En jämförelse av halter från passiv provtagning (lösta halter) som omräknats till totalhalter visade att de framräknade halterna understeg totalhalterna (analyserade från konventionella vattenprover) med en faktor på upp till 90 gånger. Slutsatsen drogs att passiva provtagare inte lämpar sig vid kvantitativ haltbestämning.

C. Provtagningar i Bällstaån 2013 (Bällstaågruppens samordnade projekt)

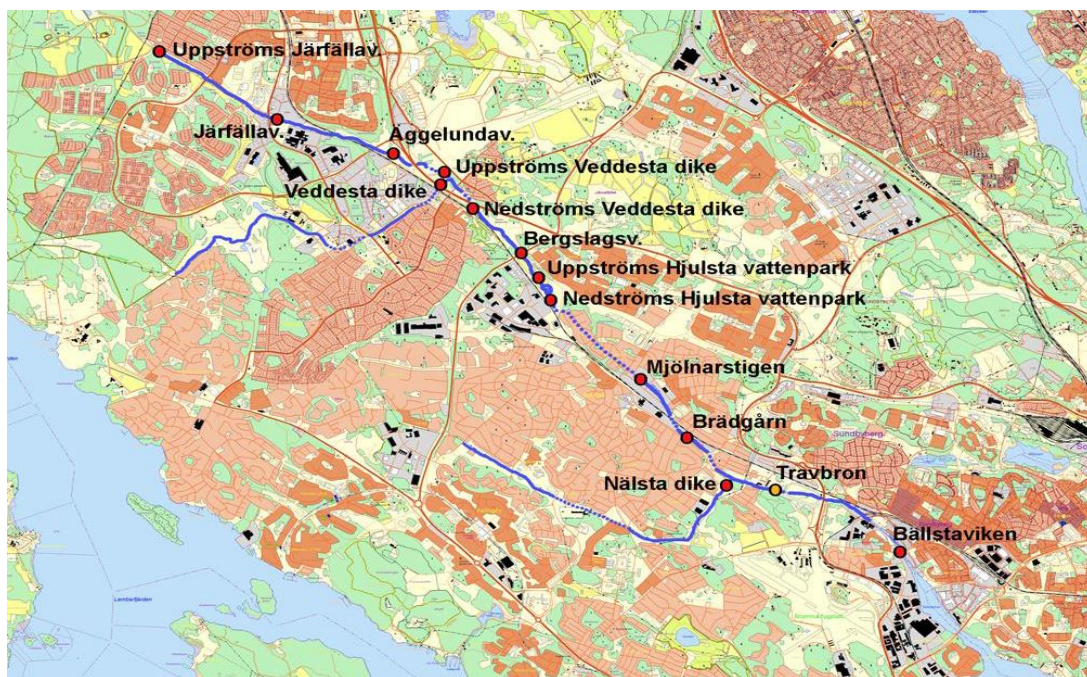
Under 2013 bestämde sig Bällstaågruppen att genomföra en större undersökning av föroreningar (med fokus på övergödning) där även provtagningar av metaller ingick. 13 provtagningspunkter valdes ut samt en 14:nde punkt (Travbron) ingick, på den plats som SLU:s månadsvisa provtagning skedde (se studie B ovan.)

12 metaller analyserades i ofiltrerade prov (d.v.s. totalhalter) och jämfördes med bedömningsgrunderna för sjöar och vattendrag (NV4913).

Resultat

- Klass 2: Här återfinns de flesta provresultaten av arsenik, krom och nickel
- Klass 2-3: Här ligger provresultaten av kadmium
- Klass 3: Här återfinns det flesta provresultaten av koppar, bly och zink
- Klass 4: Sådana resultat hittades främst vid Mjölmarstigen, Brädgården och Järfällavägen

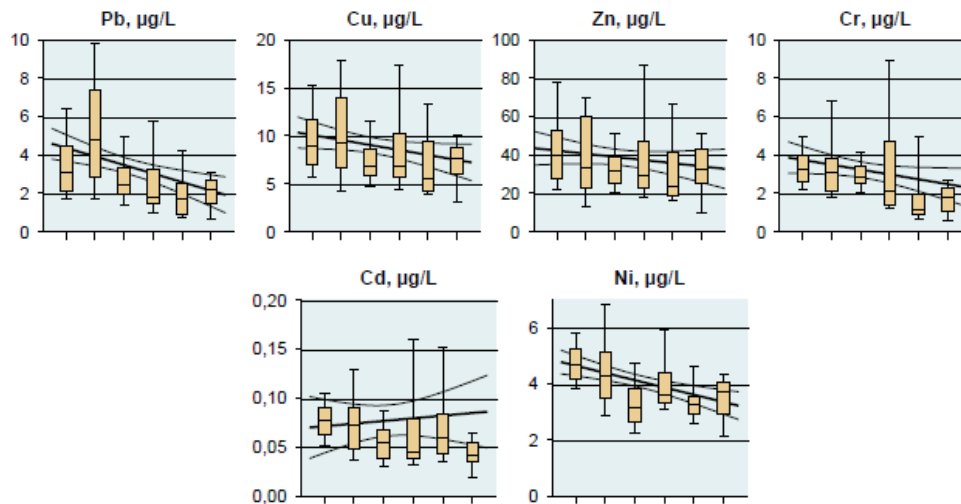
Den största ökningen av metaller skedde mellan de två första provtagningspunkterna (uppströms Järfälla och Järfällavägen). Ökningen kan förklaras av att punkten Järfällavägen ligger efter ån och har tillförts stora mängder dagvatten från Viksjöområdet och Jakobsbergs centrum.



Karta 12: Metallhalter analyserades för 14 provpunkter längs Bällstaån av Bällstaågruppen 2013. (Från Lännergren 2014).

Historisk överblick i Bällstaån (1997-2012)

En positiv utvecklingen hittades i Bällstaågruppens undersökningen från 2013 då man sammanställde provtagningsresultat mellan 1997-2012 från provtagningspunkten Travbron. En signifikant minskning upptäcktes av de metaller som anses utgöra den största miljö- och hälsofaran: bly, koppar, kadmium, krom samt zink och nickel.



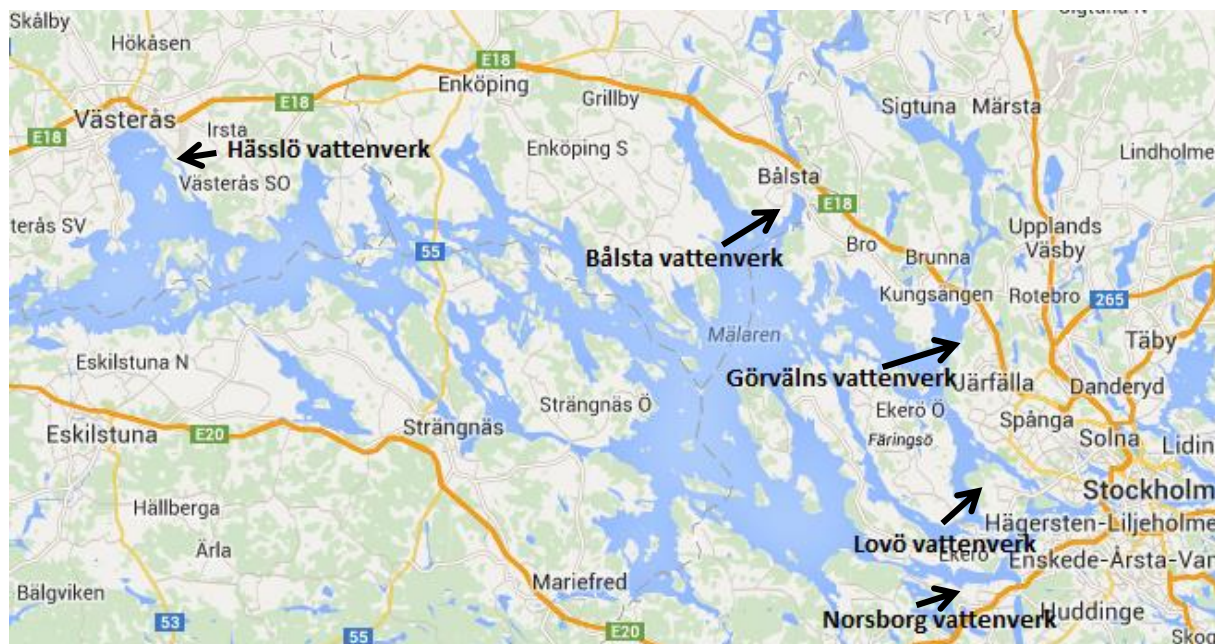
Figur 8: Provtagningar vid Travbron under perioden 1997-2012. Staplarna representerar följande perioder: 1. 1997-99, 2. 2000-02, 3. 2003-05, 4. 2006-08, 5. 2009-11 samt 6. 2012. Glädjande var att en signifikant minskning av metallerna erhöles vid analysen. (Från Lännergren 2014).



Bild 13: Bällstaån påverkas kraftigt av den urbana miljön den rinner igenom och trots de signifikanta minskningarna av tungmetaller är fortfarande än ogästvänlig för fisk. (Se Figur 8 ovan). Under 2014 genomfördes provfiske i Bällstaån (från Järfälla till Solvalla). Ingen fisk fångades vid någon av lokalerna. I Bällstaån behövs kraftfulla insatser bl.a. inom dagvattenhantering, utjämnandet av vattenflöden, ökad beskuggning, minskad näringstillförsel, minskad erosion och minskad nedskräpning. Samtliga områden behöver förbättras om fisk ska kunna etablera livskraftiga bestånd i vattendraget. (Källa: <http://miljobarometern.stockholm.se>). Foto: ("Bällstaån" av Jan Ainali; CC BY 4.0 via Wikimedia Commons).

4.2. Vattenverkens mätningar av råvatten

Resultat från provtagningen av råvatten som kommer in i vattenverken har analyserats hos några av de större vattenverken. Dessa mätningar berättar om tillståndet hos vattnet, som sedan genomgår rening för att bli dricksvatten. Tabell 16 visar vilka ämnen som har legat över gränsvärdet (AA-EQS) eller där kvantifieringsgränsen legat högre än AA-EQS och därmed är det osäkert om gränsvärdet överskrids. Analysmetoderna som vattenverken använder är inte undersökta, och därför är det osäkert om resultaten går att jämföras. De är även från olika tidsperioder.



Karta 13. Några större vattenverk i Mälaren där råvattenprovtagningar genomförs.

Tabell 16. Miljögifter i vattenverkens råvattenmätningar som har överskridit gränsvärdena. Kvantifieringsgränserna är högre än AA-EQS (MAC-EQS för kvicksilver) i flera av mätningarna.

Vattenverk	Överstigande halter i råvatten					Gräns-/riktvärden µg/l	
	Hässlö	Bålsta	Görväln	Lovö	Norsborg	AA-EQS	SFÅ bedömn. grunder
Tidsperiod	2011-14	2012-13	2014	2013			
Arsenik	0,57	0,57; 0,52	0,5	<1 Kv.gr. >AA-EQS	<1 Kv.gr. >AA-EQS		0,5
Koppar		5; 7	2,5	6	4		0,5
Kvicksilver				<0,1 Kv.gr. >AA-EQS	<0,1 Kv.gr. >AA-EQS	0,07 (MAC-EQS)	
Bens (a)pyren	<0,005 Kv.gr. >AA-EQS		Kv.gr. >AA-EQS			0,00017	
Indeno (1,2,3-cd)pyren		ca 5ggr >AA-EQS	Kv.gr. >AA-EQS			Se ovan	
Metsulfuron-metyl			<0,05 Kv.gr. >AA-EQS				0,02

Kv.gr.=kvantifieringsgräns. Bens(a)pyrens AA-EQS-värde används som referens till fyra andra PAH-ämnen inklusive indeno (1,2,3-cd) pyren.

Mälarenergi (Hässlö vattenverk) 2011-2014

Hässlö vattenverk ligger i den östra sidan av Västeråsfjärden. Vattenverket redovisar provtagningsresultat för bl.a. metaller, PAH-ämnen, pesticider samt PFAS-ämnen.

Metaller

Arsenik-halter ligger på samma nivå eller strax över gränsvärdet som ligger på $0,50 \mu\text{g/l}$ under tidsperioden. Nickel ligger på halter på $2 \text{ till } 3 \mu\text{g/l}$, d.v.s. under men ganska nära AA-EQS på $4 \mu\text{g/l}$.

Organiska föreningar

Bens(a)pyren hade en detektionsgräns på $<0,005 \mu\text{g/l}$, d.v.s. ligger värdet över AA-EQS på $0,00017 \mu\text{g/l}$.* Inga andra ämnen fanns överskrida gränsvärdena.

Bålsta vattenverk 2012 och 2013

Råvattenprovtagningar från Bålsta vattenverk redovisar för bl.a. ett antal metaller, PAH-ämnen och växtskyddsmedel.

Metaller

Både 2012 och 2013 låg **arsenik** precis över gränsvärdet som ligger på $0,50 \mu\text{g/l}$ (2012: $0,57 \mu\text{g/l}$ och 2013: $0,52 \mu\text{g/l}$). Koppar hittades i halter på 5 och $7 \mu\text{g/l}$ år 2012 respektive 2013, d.v.s. över gränsvärdet för *God status* på $0,5 \mu\text{g/l}$.

Organiska föreningar

Indeno (1,2,3-cd) pyren hittades 2013 överskrida AA-EQS ($0,00017 \mu\text{g/l}$) med ca 5 gånger *. Året innan detekterades inte substansen. Inga andra ämnen fanns överskrida gräns-/riktvärden.



Bild 14: Cirka två miljoner människor får sitt dricksvatten från Mälaren.
Foto från <http://www.sydvatten.se>

*Bens(a)pyren är referenssubstans (ses som markör) för benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(ghi)perylen samt indeno(123-cd)pyren. Ämnet har ett AA-EQS på $0,00017 \mu\text{g/l}$ och de andra har samma gränsvärde. Dessa fem PAH-ämnen (PAH-5) anses vara bland de farligare på grund av cancerogena egenskaper.

Norrvatten (Görvälns vattenverk) 2014

Görvälns vattenverk hämtar sitt råvatten från fjärden med samma namn.

Metaller

Mätningar av råvattnet från 2014 visar att halterna av **arsenik** och **koppar** ligger på samma nivå som gränsvärdena för *God status* inom bedömningsgrunderna för SFÄ.

Organiska föreningar

PAH-5-ämnena ligger över *AA-EQS*-referensvärdet för *bens(a)pyren* på $0,00017 \mu\text{g/l}$ *. De ligger däremot under respektive *MAC-EQS*. Bland växtskyddsmedel var **metsulfuronmetyl** det enda ämnet som hittades med en detektionsgräns ($<0,05 \mu\text{g/l}$) över gränsvärdet på $0,02 \mu\text{g/l}$.

Stockholm Vatten (Lovö- och Norsborgs vattenverk) 2013

Stockholm Vattens anläggningar Norsborg och Lovö tar sitt råvatten från Rödstensfjärden respektive Mörbyfjärden.

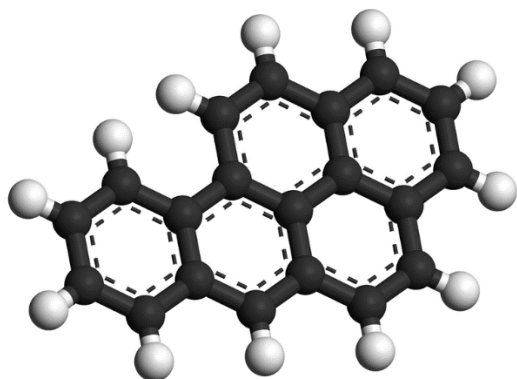
Metaller

I Norsborg hittades **koppar** på samma nivå som det gamla gränsvärdet på $4 \mu\text{g/l}$, men överstigande det nya gränsvärdet för *God status* på $0,5 \mu\text{g/l}$. Vid Lovö hittades koppar på en halt på $6 \mu\text{g/l}$.

Detektionsgränsen för **kvicksilver** var $<0,1 \mu\text{g/l}$. Detta värde överskrider *MAC-EQS* värdet som är $0,07 \mu\text{g/l}$. Även för **arsenik** låg detektionsgränsen ($<1 \mu\text{g/l}$) över gränsvärdet på $0,5 \mu\text{g/l}$.

Slutsats

Resultaten från denna sammanställning ska ses som en orientering av de substanserna som *kan* finnas i högre halter i råvatten. Vidare undersökningar av råvatten- och dricksvattenkvalitet i olika delar av Mälaren är något som borde följas upp i framtida studier. Se även Dricksvatten: Stockholm och Umeå - 7.1.2. Nationell screening 2010: Pharmaceuticals (s.80).



Figur 9 : En modell av *bens(a)pyren* som används som markör vid haltbestämning av de fyra övriga PAH-ämnena som ingår i *PAH-5*, som anses vara bland de farligare PAH:er på grund av deras cancerogena egenskaper. Foto "*Ball and stick model of the benzo(a)pyrene molecule*" av Drbogdan; Public domain via Wikimedia Commons.

5. Sediment - undersökningar av miljögifter

”Människan har under lång tid släppt ut miljöfrämmande ämnen i naturen. Dessa ämnen letar sig genom miljön från luften eller landskapet och hamnar till slut i hav eller sjö där de sedimenterar med partiklar på havs- eller sjöbotten.” (Från www.sgu.se; förorenande sediment).

Sedimentundersökningar av miljögifter kan återge en bild av den mängden miljögifter som har släppts ut under en längre tidsperiod. Detta är möjligt på grund av att sediment i ackumulationsbottnar avlagras över tiden. I erosionsbottnar sker inte avlagring, utan en vidaretransport sker med hjälp av vattenströmmar. De miljögifterna som lättare binder till partiklar som t.ex. tungmetaller och flera PAH-kongener hamnar oftast i sediment. Ett bekymmer är att gifterna som avlagrats kan åter lösas upp i vatten. Detta kan vara ett problem i grunda bottnar, i båtfarleder samt vid anläggningsarbeten (t.ex. båtbygggor) och muddringsarbeten. Se [5.3. Målarprojektet](#) (s.54).



Bild 15. (vänster): "Sedimentprovtagare" av Marinen, SGU. (höger): "Sedimentkärna provtagen med Geminilod" av Marinen, SGU. (under): "SGU:s undersökningsfartyg Ocean Surveyor" av Björn Bergman, SGU. (© Sveriges geologiska undersökning).

Sammanfattning

Sedimentundersökningar

SGU har utfört analyser av ett stort antal kärnämnen samt flera organiska föreningar i sjö- och havssediment i hela Sverige. Drygt 20 provpunkter i olika delar av Mälaren undersöktes för kärnämnen respektive organiska ämnen åren 2001-2003. **För framförallt bly, kadmium, koppar och kvicksilver hittades en tydlig urban påverkan med växande halter i en gradient in mot Stockholm.** Se Figur 10a, i 5.1. SGU (s.48). Även **antimon och wolfram** påträffades i högre halter i Stockholm. Silver och ett antal ovanliga kärnämnen hittades med de högsta halterna utanför Strängnäs. Orsaken är inte utredd. Även för de flesta av de organiska föreningarna kan en antropogenisk påverkan från urbana områden utläsas från datan. Tydligast är för Σ PAH-11, Σ PCB-7 samt Σ DDT. Se Figurer 11a och 11b (s.49-50). För dessa tre grupper av ämnen samt för Σ klordan och alfa-HCH, fanns att halterna låg inom klass 5 i minst en provtagning, d.v.s. ”mycket hög halt” (NV4914).

I en omfattande studie (2007) med fokus på Stockholms skärgård har även fyra provtagningspunkter i Mälaren provtagits vid samma provpunkter som SGU valde att undersöka några år tidigare (som beskrevs ovan). Se 5.2.1. Metaller och miljögifter i sediment (s.52). För sju av PAH-11 samt koppar och zink hittades en ökande trend in mot Stockholm (klass 4 för metallerna och klass 5 för PAH:erna enligt NV 4914). När resultatet från den tredje undersökningen från 2013 publiceras, kommer trender att kunna utläsas mellan provtillfällena. Några av Stockholms mest förorenade bottnar ligger på följande platser: sträckan Karlbergskanalen till Klara Sjö, Vinterviken och delar av Årstaviken. Dessa redovisas kortfattat i 5.2 Stockholms sediment (s.51).

Mälarpjektet

Sjöfartsverket planerar att bredda och fördjupa den allmänna farleden från Södertälje till Köping och Västerås under perioden 2015-2018. Arbetet kommer att innebära muddring och dumpning. För att muddermassorna inte ska förorena områdena där dumpningen kommer att ske mer än vad platserna redan har för föroreningsgrad, kommer lika-på-lika principen användas, d.v.s. klass 2-massor till klass 2-områden, klass 3-massor till klass 3-områden, osv. Klass 5-massor kommer att anses som förorenade och omhändertags separat. **I denna förundersökning inför Mälarpjektet har krom, zink, PAH:er, TBT och dioxiner hittats förhöjda i påverkansområdena.** Köpingsrännan i västra Galten och Hallsfjärden nära Södertälje är områden som är särskilt påverkade. Farleden i Södertälje är även påverkad av äldre kvicksilverutsläpp.

Västeråsfjärdens och Köpingsvikens sedimentundersökningar

Västerås och Köping har gjort sedimentundersökningar i hamnområdena inför muddringsarbetena inom Mälarpjektet. I Västerås har provtagningar gjorts vid fyra tillfällen. Återkommande **förhöjda halter har hittats av framförallt koppar, krom och zink. Även höga halter har påträffats av PAH:er och TBT. I Köping har framför allt zink och TBT hittats i höga halter.** Med hjälp av sedimentkärnor har historiska halter kunnat undersökas för flera metaller samt PAH:er och TBT. Trenden för alla undersökta ämnen är att de har minskat kraftigt sedan 1960-talet. Se Miljöarbete 6: Fördjupning i historia för Västerås och Köping (s.64).

Mälaren vid Västerås påverkas både av hamnverksamheten och utsläpp från ett större avloppsreningsverk utöver stadens andra dagvattenutsläpp. Mälaren i Stockholm har dock skonats från avloppsreningsverksutsläpp sedan 1989, då det utgående vattnet från Bromma reningsverk började ledas i en lång tunnel ut till Saltsjön.

5.1. Sveriges geologiska undersökning (SGU)

Mellan 2001 och 2003 gjorde SGU provtagningar i Mälaren av både grundämnen (60 olika) och flera organiska miljögifter.

SGU har utfört undersökningar av sediment i syfte att informera sig om jordarternas beskaffenhet och fördelning över stora delar av Sverige (framförallt marina sediment). I samband med det har ett antal provpunkter även undersökts för ytsedimentets innehåll av utvalda grundämnen och organiska miljögifter.

Även Mälarens sediment har kartlagts och provtagits. Data för grundämnen härrör från 2003. Data för organiska föreningar kommer från framför allt två tillfällen åren 2001 och 2002. På följande sidor redovisas halterna för vissa av ämnena i stapeldiagram. Provtagningsplatserna visas i kartor för först grundämnen och sedan organiska föreningar.

Metaller

60 olika grundämnen analyserades. Flera av dem mättes även i sina oxiderade former, t.ex. kaliumoxid och magnesiumoxid. Se [Karta 14](#) och [Figurer 10a, 10b](#) (s.47-49).

De metaller som ofta undersöks analyserades här också: arsenik, bly, cesium, kadmium, kobolt, koppar, krom, kvicksilver, nickel, tenn och zink. Många av dem hittades i högre halter i Stockholm, vilket tyder på att de huvudsakligen har urbana källor. Exempel är **bly, kadmium, koppar, kvicksilver och svavel**, men även **antimon** och **wolfram**. Antimon används bl.a. som ett flamskyddsmedel. Wolfram används i bl.a. byggnadsmaskiner och glödlampor.

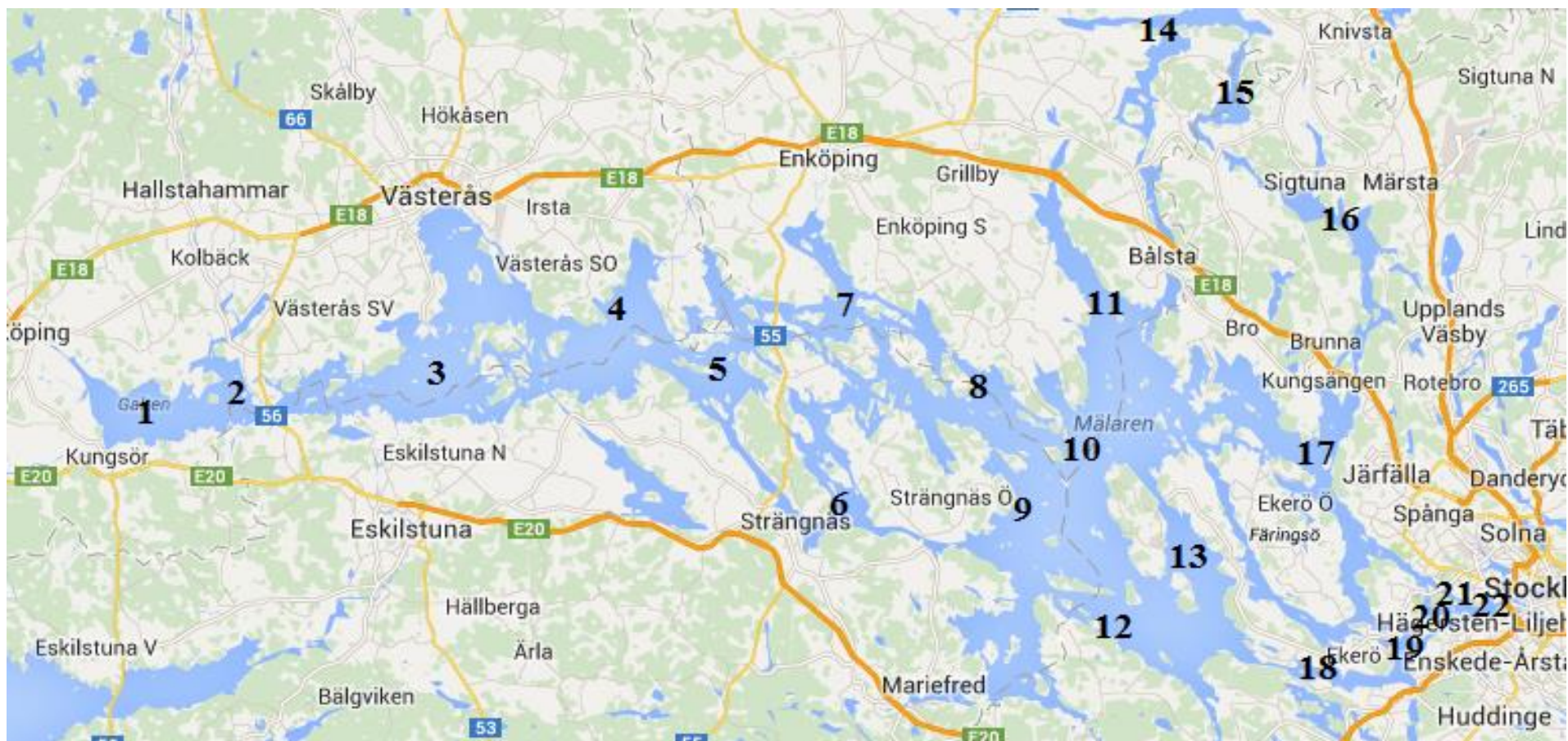
Några andra grundämnen hittades med högst halt vid station 6 som är belägen utanför Strängnäs. Här fann man **silver**, thulium, terbium, lutetium och holmium i betydligt högre halter än vid övriga provtagningsstationer. För ytterligare några andra grundämnen (erbio, dysprosium, gadolinium och ytterbium) hittades också de högsta halterna i Strängnäs, men inte med lika stor skillnad jämfört med andra punkter. Orsaken är outredd.

Organiska föreningar

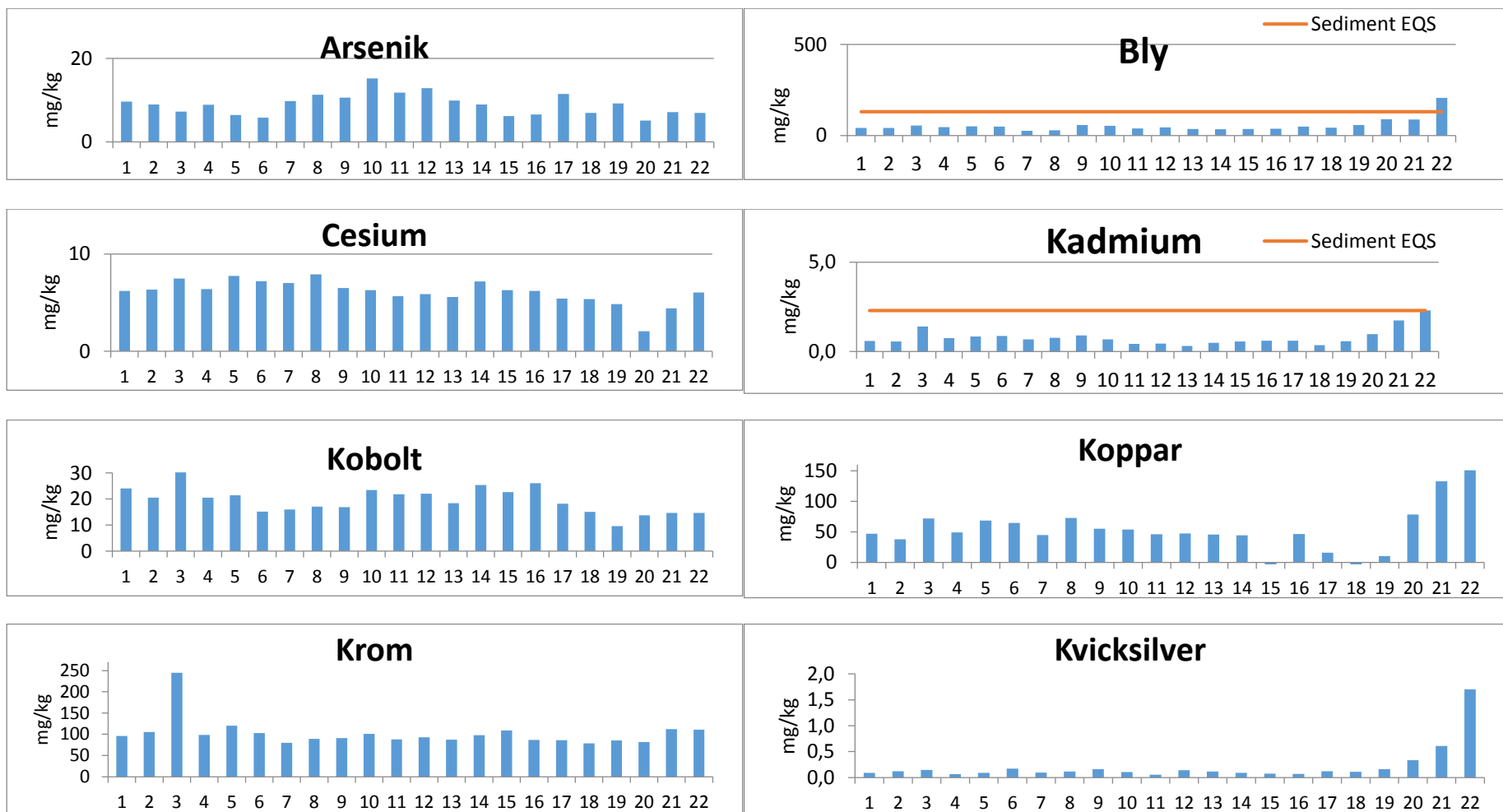
De organiska föreningar som har provtagits är Σ PAH-16, Σ DDT, Σ Klordan, Σ PCB-7, Σ PBDE, HCB samt HCH (alfa, beta och gamma). Se [Karta 15](#) och [Figurer 11a, 11b](#) (s.50-52).

PAH-ämnen ökade markant närmare Stockholm, med de högsta värdena vid station 25 (Långholmsviken). En analys av Σ PAH-5 (de cancerogena PAH:er) och Σ PAH-11 visar på väldigt lika fördelning på alla stationer. Σ PAH-11 visas i [Figur 11a](#). Även de enskilda PAH-ämnena har liknande fördelningar bland provtagningsstationerna förutom för naftalen som hade en annan fördelning. För stationen vid Långholmsviken undersöktes sammansättningen av alla ämnen som ingår i Σ PAH-16, och det visade sig att **indeno(1,2,3-cd)pyren** fanns i högst mängd.

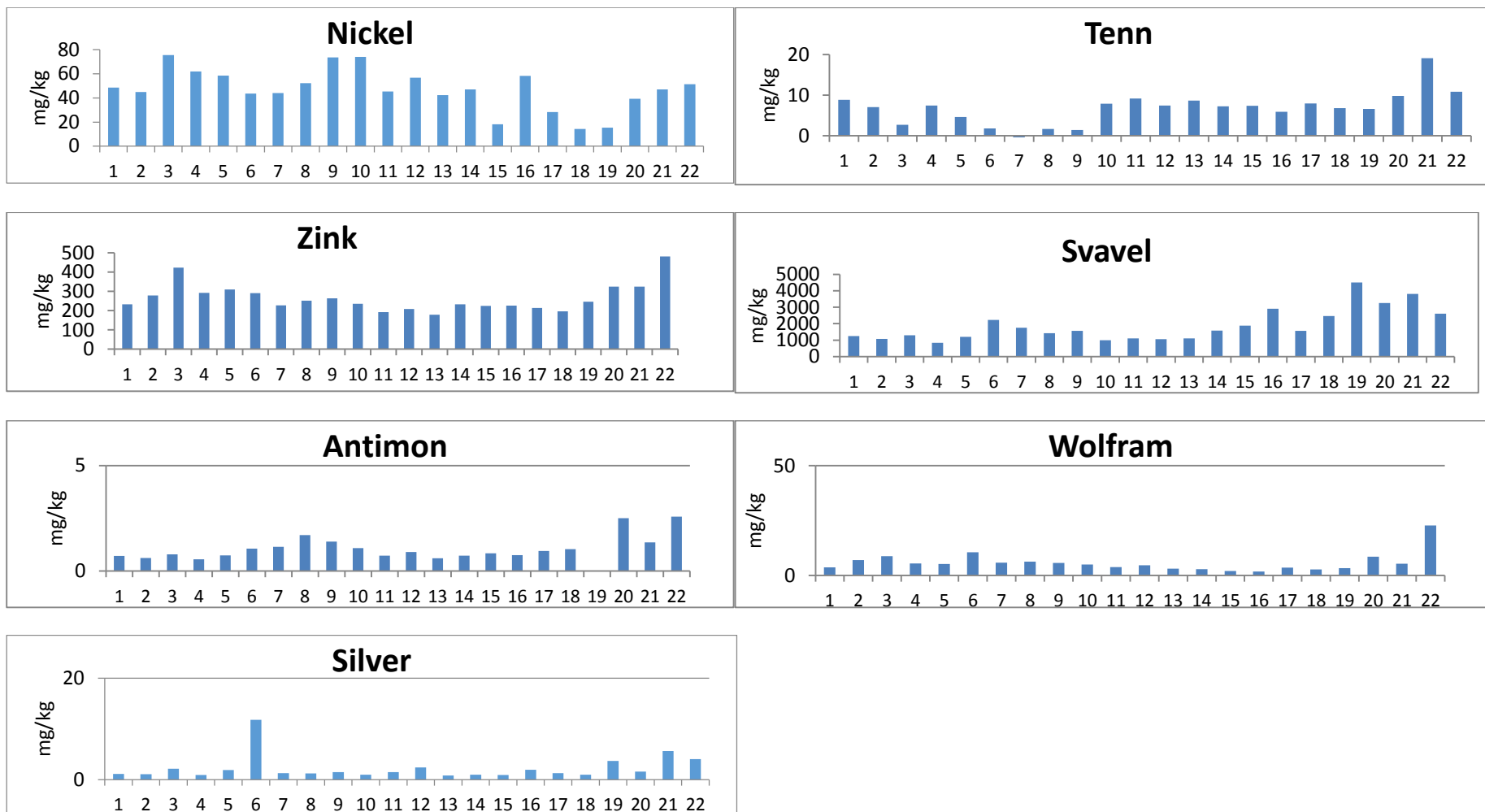
PCB-ämnena följde ett liknande mönster med de tre stationerna i Stockholm som uppvisade de högsta halterna. Σ PBDE var högst vid Mälärhöjden. **HCH** var högst vid stationen nära Kanaan i Vällingby. För Σ DDT och Σ Klordan påträffades högre halter i station 5 och i Stockholm. De flesta ämnena påträffades i halter överskridande klassgränsen för *Klass 5* (NV4914).



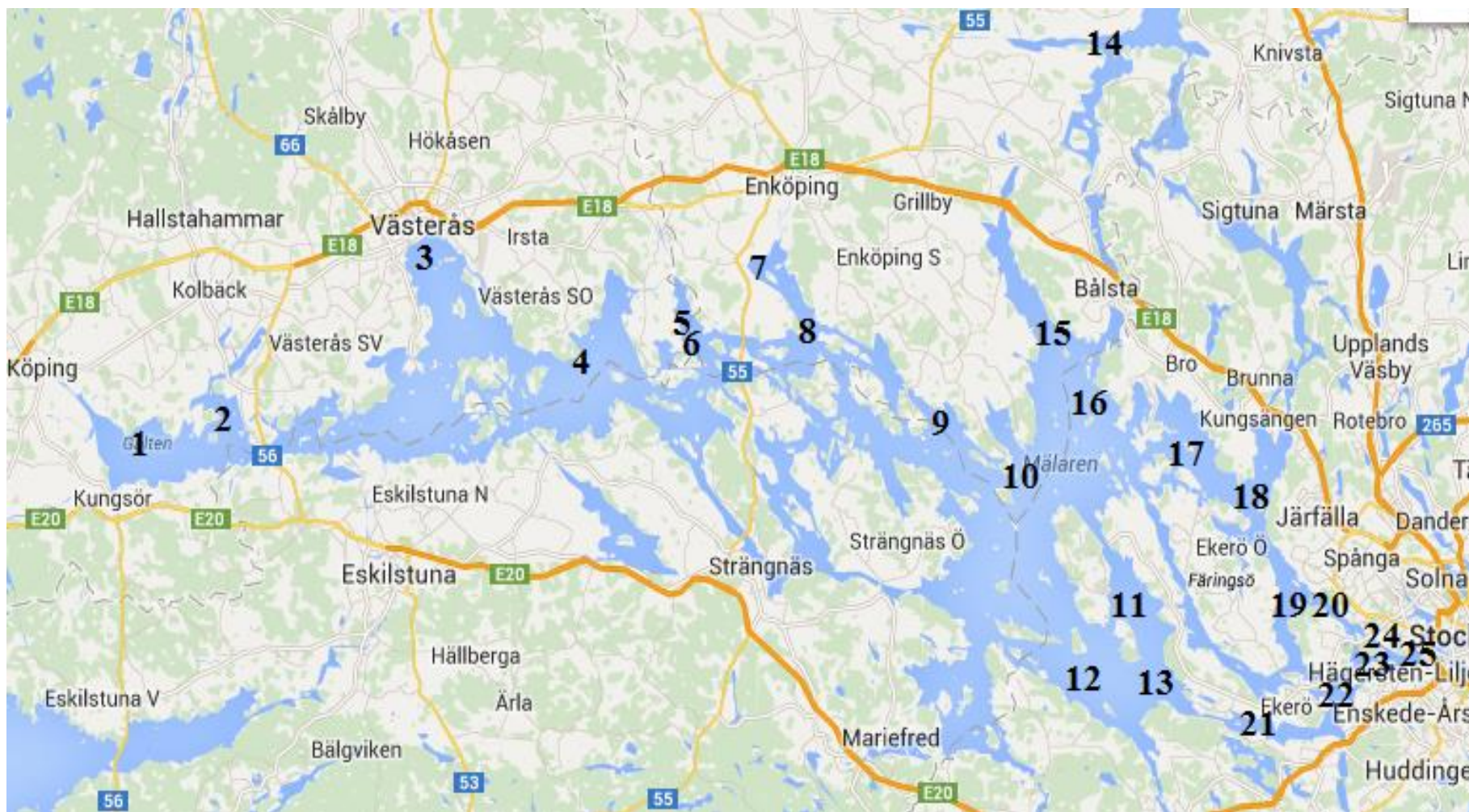
Karta 14: SGU:s provtagningsstationer för 60 olika kärnämnen i Mälaren 2003. (Data från SGU).



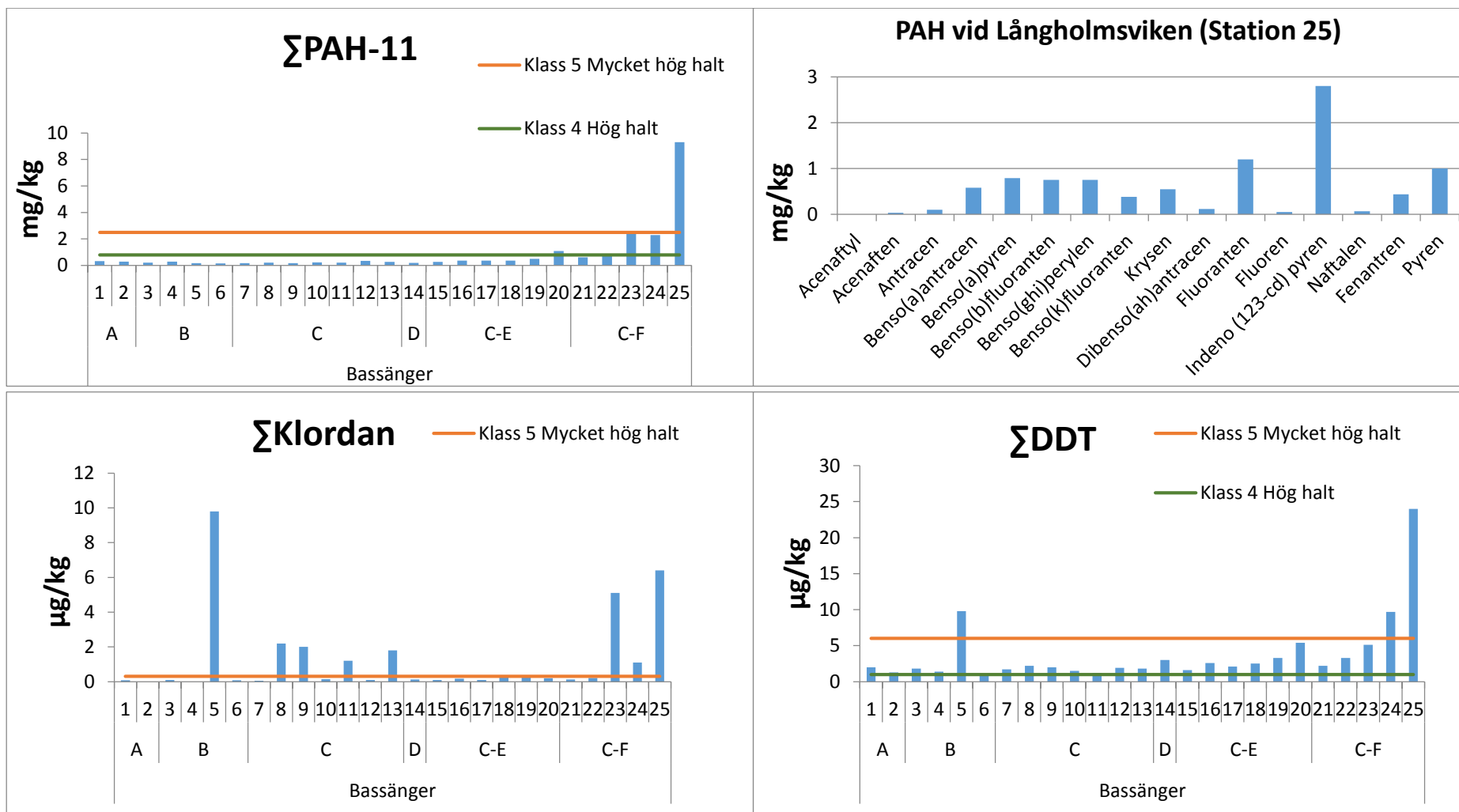
Figur 10a. De "klassiska" metallerna samt några inte så ofta undersökta metaller i sediment i SGU:s provtagningar i Mälaren. Observera att många metaller ökar i halter vid de sista Stockholmsnära provtagningspunkterna (20,21 och 22). För bly och kadmium är EQS-sediment värdena inritade. Provtagningarna är från 2003. Diagrammen fortsätter på nästa sida. (Data från SGU.)



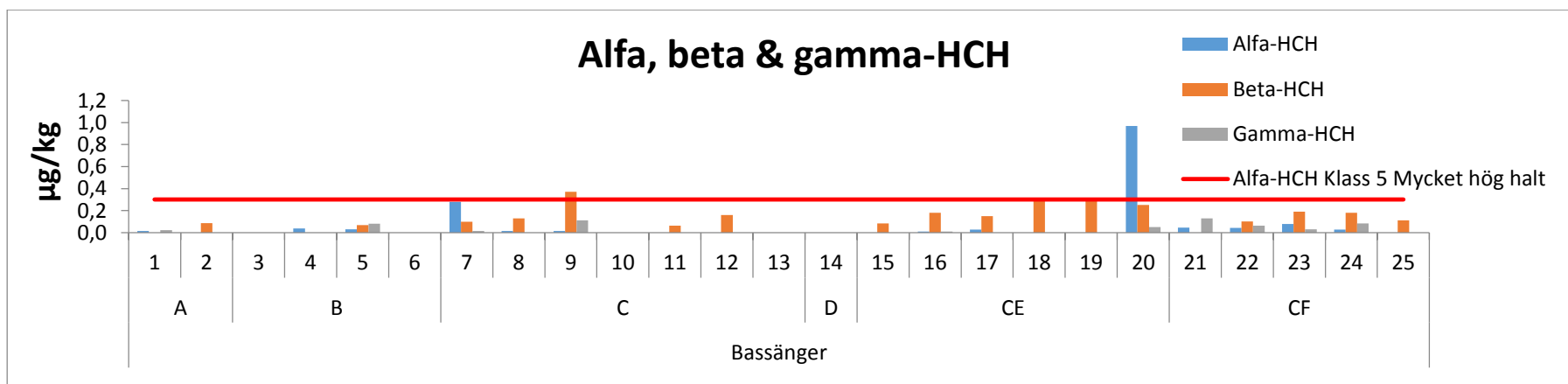
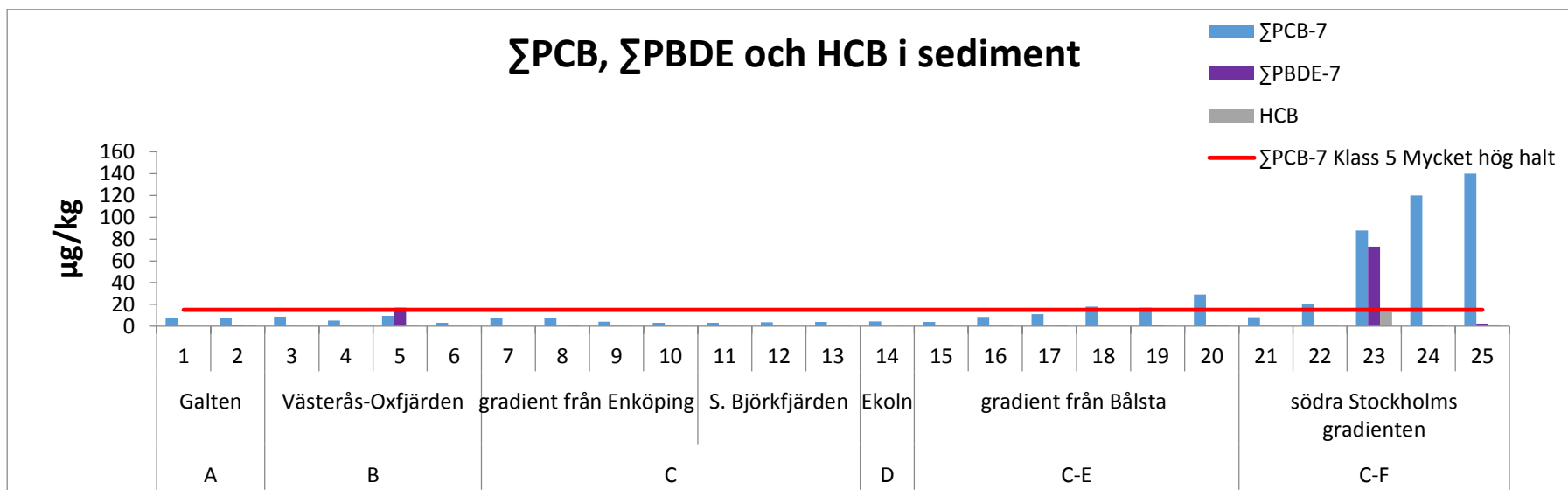
Figur 10b. De "klassiska" metallerna samt några inte så ofta undersökta metaller i sediment i SGU:s provtagningar i Mälaren. Provtagningarna är från 2003. (Data från SGU.)



Karta 15. SGU:s provtagningsstationer för organiska miljögifter 2001 och 2002. Provtagning i station 23 är från 2007. (Data från SGU).



Figur 11a. SGU:s provtagningar av organiska föreningar. Klassgränserna för *klass 5* (rött streck) och *klass 4* (orange streck) från *Bedömningsgrunderna för miljögifter i sediment (NV4914) från 1999* är inritade. Observera att diagrammet PAH vid Långholmsviken (station 25) är en analys av fördelningen mellan de olika PAH-ämnena (ΣPAH-16) vid en provtagningspunkt. Diagrammen fortsätter på nästa sida. (Data från SGU.)



Figur 11b. SGU:s provtagningar av organiska föreningar. Klassgränserna för *klass 5* (rött streck) från *Bedömningsgrunderna för miljögifter i sediment (NV4914) från 1999* är inritade. Proverna är tagna 2001 och 2002 förutom för punkt 23 (Hägersten) där provet är taget 2007. (Data från SGU.)

5.2. Stockholms sediment

Mälaren delar sig i två strömmar i Stockholm, en som fortsätter in i Riddarfjärden och en annan in i Årstaviken. I Riddarfjärden, där huvuddelen av Mälarens vatten strömmar mot Saltsjön, har strömmarna skapat hårda bottenar (erosionsbottenar) vilket gör att ackumuleringen av partiklar som innehåller miljögifter är begränsad. Halterna i sediment av metaller och andra organiska ämnen är i genomsnitt från klass 3 till 4 enligt bedömningsgrunderna för sjöar och vattendrag (NV 4913). **PCB**-halterna är mycket höga från historiska utsläpp. Se [Bilaga 2.2.2.](#) (s.94) för mer detaljer om *de nationella bedömningsgrunderna för miljögifter från 1999*.

Årstaviken domineras av lösa sediment (mjuk botten med gyttja och lera), som gör att många partikulärt bundna substanser sedimenteras. Årstaviken, som varit stängd mot Saltsjön innan Hammarbyslussen invigdes 1930, tar emot mycket dagvatten från Essingeleden och har varit belastad av gamla industrier längs den södra stranden. Flera bräddvattenutlopp från avloppsnätet mynnar även ut i viken. Det finns flera båtklubbar med vinteruppläggningsplatser med utsläpp av bl.a. **TBT**. Bottenarna söder om Årsta holmar innehåller *klass 4 och 5* av metaller och organiska miljögifter. Halterna av **PCB**, **PBDE** och **PFOS** är förhöjda jämfört med bakgrundshalter (NV 4913).

Från Ulvsundasjön börjar ett kanalliknande vattenområde som bl.a. består av Karlbergskanalen och Klara Sjö. Här är tillförseln av trafikdagvatten extremt stor i förhållande till vattenområdets storlek. Vattenomsättningen är också troligen liten på grund av trånga förbindelser mot Ulvsundasjön och Riddarfjärden, vilket också ökar sedimentationen av miljögiftspartiklar. Vid Klara Sjö låg även Klaragasverket fram tills 1920-talet, och det finns höga halter av **PCB**, **PAH**, **alifatiska kolväten** och **TBT** i sedimentet. Klara Sjö samt Vinterviken, som är ett gammalt industriområde på Liljeholmen där höga halter av **arsenik** och **bly** hittats i sedimentet, är de områden i Stockholm där det allra högsta miljögifterna i sediment hittats.

Läs mer om Klara Sjö i (*Hellebuyck och Jonsson 2002*).



Bild 16: Östra Kungsholmen 1871. Flera fabriker kan ses med skorstenar som släpper ut rökgaser. Klaragasverket kan ses på den norra sidan av Klara sjö. Gasverket var på den tiden den största källan till PAH-utsläppen i området och idag finns lagrade i sedimentet. Målning "[Del av Stockholmspanoramata, Kungsholmens östra delar 1871](#)" av AO Mankell (1838-1885) (Kungliga Biblioteket) (allmän egendom), via Wikimedia Commons.

Metaller

I undersökningen från 2007 hittade man metaller (**bly, kadmium, koppar, kvicksilver och zink**) i halter inom *klass 5* enligt NV 4914. Resultatet speglar framför allt situationen i Stockholms skärgård och med de högsta halterna i Saltsjön. Belastningstrycket för alla ämnen följde ungefär samma mönster med ökande halter längs gradienten i Mälaren samt med mycket högre halter i Saltsjön (speciellt i Strömmen) för att sedan avta igen längre ut mot Östersjön. De högsta värdena längs Mälargradienten hittades för SFÄ-ämnena koppar och zink i *klass 3* redan i Södra Björkfjärden och som ökade till *klass 4* vid Vårberg. (Se [Tabeller 17 & 18.](#)) [Figurerna 11a](#) och [11b](#) från SGU:s provtagningar (s.48-49) ger en bild av halterna som hittades några år tidigare vid ungefär samma punkter i Östra Mälaren.

Tabell 17. Klassning av metaller i sediment i Mälaren enligt NV4914 längs en gradient med fyra stationer 2007. Värdena är angivna i mg/kg. Klasserna visas med siffrorna i cirkelarna. De representeras även av färgerna: Blå (klass 1), grön (klass 2), gul (klass 3) och orange (klass 4). [Tabell 28](#) (s.94) visar klasserna i bedömningsgrunderna på ett schematiskt sätt. (Från Cato & Apler 2007).

	Kadmium	Kvicksilver	Kobolt	Nickel	Bly	Arsenik	Krom	Koppar	Zink
S. Björkfjärden	② 0,46	② 0,11	② 15	① 28	② 39	② 10	② 96	③ 40	③ 195
Norsborg	② 0,28	② 0,07	① 12	① 17	② 34	① 5	② 81	③ 46	③ 179
Vårberg	② 0,47	③ 0,14	② 13	② 42	② 46	① 5	② 84	④ 63	④ 239
Hägersten	③ 0,64	③ 0,13	② 13	① <10	③ 61	① 4	② 88	④ 74	④ 260

Organiska föreningar

PAH-ämnena **bens(a)antracen, benso(b)fluoranten, benso(a)pyren, fenantren, fluoranten, krysen** och **pyren** låg alla inom *klass 5* för Hägersten. Längre uppströms i Norsborg och Vårberg låg de inom *klasserna 3 och 4*. Ännu längre västerut i Södra Björkfjärden låg de inom *klasserna 2 och 3*. Samtliga **PCB-kongener samt HCB** låg också inom *klass 5* för Hägersten.

Tabell 18. Klassning av PAH-11 i sediment i Mälaren enligt NV 4914 längs en gradient med fyra stationer 2007. Klasserna visas med siffrorna i cirkelarna samt färgerna. [Tabell 28](#) (s.94) visar klasserna i bedömningsgrunderna på ett schematiskt sätt. (Från Cato & Apler 2007).

	Fenantren	Antracen	Fluoranten	Pyren	Benso(a)antracen	Krysen	Benso(b)fluoranten	Benso(k)fluoranten	Benso(a)pyren	Benso(ghi)perylene	Indeno(1,2,3-cd)pyren
S. Björkfjärden	②	②	③	③	③	③	②	②	②	③	②
Norsborg	③	③	③	④	③	③	③	③	③	③	③
Vårberg	③	③	④	④	④	④	③	③	④	④	③
Hägersten	⑤	④	⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	④	⑤	③	④

5.3. Mälarpjektet

Under Sjöfartsverkets regi är planerat att mellan **2015-2018** fördjupa och bredda delar av den allmänna farleden genom Södertälje kanal till hamnarna i Västerås och Köping. Projektet har som mål att större fartyg ska kunna ta sig in utan risk att gå på grund. En mer ekonomisk och miljövänlig transport i framtiden med färre men större fartyg är förhoppningen. Muddring, en del sprängning samt dumpning av muddermassorna kommer att äga rum under anläggningsfasen.

Muddring planeras på ett antal platser i Mälaren. Totalt 800 000 m³ muddermassor i farleden (inklusive Södertälje) samt ytterligare 400 000 m³ i hamnområdena i Västerås och Köping behöver omhändertas. De områden som berörs är Galten, Västeråsfjärden, Oxsfjärden och Hallsfjärden. Det största arbetet (omkring 70 % av muddringen) kommer att äga rum i Galten, mellan Kvicksund och Köping. Det planerade muddringsdjupet i Mälaren är generellt 0,6-1 meter. Vid Södertälje kanal kommer muddring ske dels i syfte att bredda kanalen och dels som underhållsmuddring. Till sydöstra Galten samt sydvästra Blacken planeras dumpning av flest muddermassor.

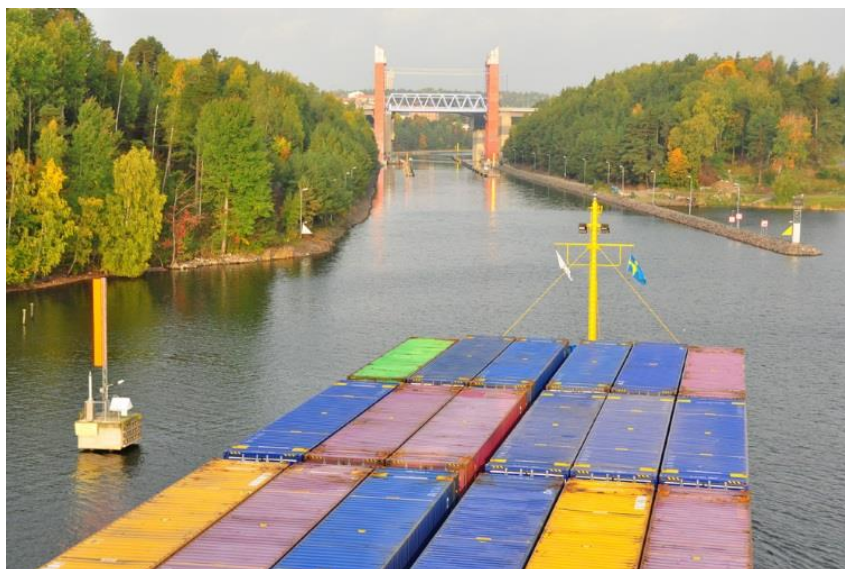


Bild 18: Södertälje Kanal är den enda förbindelsen mellan Mälaren och Saltsjön som är tillräckligt stor för lastfartyg. Foto: Nicklas Liljegren (Sjöfartsverket).

5.3.1. Miljögiftshalter i muddermassorna

En sedimentundersökning gjordes där man bland annat mätte miljögifter på drygt 100 stationer. Av dem användes 31 prover från blivande dumpnings- och andra påverkansområden för att etablera referensvärden (d.v.s. rådande bakgrundshalter i ytsedimentet). Halterna jämförs med NV4914 och andra gränsvärden i Tabell 19 på nästa sida.

Tabell 19. Referensvärden skapade från medianhalter i blivande dumpnings- och andra påverkansområden (Galten, Västeråsfjärden, Oxsfjärden och Hallsfjärden). Motsvarande klasser i

NV4914 är listade för metaller. För några ämnen finns sediment-EQS och indikativa GVsediment-värden att jämföra med. Observera att medianhalten av TBT i påverkansområdena (5,9 µg/kg) inte överskrider Sjöfartsverkets föreslagna gräns för särskilt omhändertagande (100 µg/kg) men överskrider det föreslagna sediment-EQS (1,6 µg/kg). Krom överskrider det föreslagna riktvärdet från 2008. (Dioxiner: OCDD, OCDF, PPCD/F; tennföreningar: TBT, DBT, MBT.) (Data från Sternbeck 2014).

Ämne	Enhet	Median från 31 stationer Mälaren	Motsv. klass i NV 4914	Sediment EQS	GVsediment (indikativa) torrsvikt. Från NV 5799 (2008).
Arsenik	mg/kg	7,3	Klass 2		
Bly	mg/kg	31	Klass 1	131	
Kadmium	mg/kg	0,62	Klass 1	2,3	
Koppar	mg/kg	40	Klass 3		
Krom	mg/kg	65	Klass 3		0,7-7
Nickel	mg/kg	38	Klass 3		
Zink	mg/kg	240	Klass 2		860
Kvicksilver	mg/kg	0,069	Klass 3	0,67	
OCDD	ng/kg	43			
OCDF	ng/kg	9,1			
PPCD/F	ng WHO-TEQ/kg	<2-6,6			
MBT	µg/kg	9,4			
DBT	µg/kg	2			
TBT	µg/kg	5,9	100 (Sjöfartsverkets föreslagna värde)	1,6	
ΣPCB-7	µg/kg	2,5	Klass 3		30 (total PCB)
ΣPAH-11	µg/kg	280	Klass 3		
ΣPAH-16	µg/kg	403			

Medianhalterna

Generellt fanns medianhalterna *inom klasser 2-3*. Observera att medianhalten av TBT i påverkansområdena (5,9 µg/kg) inte överskrider Sjöfartsverkets föreslagna gräns för särskilt omhändertagande (100 µg/kg) men överskrider det föreslagna sediment-EQS (1,6 µg/kg). Vissa andra substanser detekterades, bl.a. hepta- och oktaklorerade dioxiner och furaner (OCDD, OCDF och PPCD/F).

Förhöjda halter

Det som förekom i systematiskt och markant förhöjda halter var **PAH** och **TBT** i farleden i den s.k. Köpingrännan i västra Galten. Här var PAH-halterna inom *klasser 4-5* på vissa platser. Även andra ämnen förekom i höga halter, bl.a. **krom, zink och naftalen** (PAH-ämne) på vissa punkter. I Södertäljekanalen hittades också förhöjda halter av **PAH** och de organiska tennföreningarna (**TBT, DBT, MBT**). (Klass 4 och 5 av TBT uppträder också i Hallsfjärden söder om kanalen.) Dioxinerna (**OCDD, OCDF**), **PCB** och **kvicksilver** var också förhöjda i många av proverna från kanalen. Norr om kanalen, särskilt i Snäckviken, är det sedan länge känt att kvicksilverhalter är höga från industriella utsläpp runt mitten av 1900-talet (halter över *1 mg/kg* påträffades). Se även [6.3. Föreningar i fisk \(Mälarpjektet\)](#) (s.74) där höga halter av kvicksilver och PCB hittades i abborre i Södertälje.

5.4. Västeråsfjärdens och Köpingsvikens sedimentundersökningar

En stor del av muddringsarbetet inom Mälarpjektet kommer att utföras i Västeråsfjärden och Köpingsviken. Även hamnområdena berörs i stor utsträckning. Båda städerna har utfört sedimentundersökningar, dels i syfte att kartera botten men också för att minimera de miljögiftseffekter som uppstår vid muddring och dumpning. Dessa studier visar även vilka ämnen som finns i en vattenrecipient nära urbana områden och industriområden. Då många substanser har en tendens att sedimentera eller spädas ut under transporten i vattnet, är det intressant att se de halterna som mäts i vatten vid *nära* angränsning till städerna.

De historiska undersökningar som utförts visar också att många miljögifter har minskat sedan 1970- och 80-talen. I båda fallen har JP Sedimentkonsult utfört fältstudierna. I Västerås har det resulterat i undersökningar vid fem olika tillfällen (2011-2014) och i Köping har studien utförts 2012. Metallerna och de organiska föreningarna som är undersökta i sediment listas nedan. Även de ämnena som hittades i särskilt förhöjda halter listas:

Undersökta metaller: Arsenik, bly, kadmium, kobolt, krom, koppar, kvicksilver, nickel och zink.

Undersökta organiska föreningar: Σ PAH-11, TBT och C16-C35 alifater.

Särskilt förhöjda: Koppar, krom och zink; Σ PAH-11 i Västeråshamn/fjärd; Σ TBT i Köpingsviken.

Tabell 20. En överblick på sedimentstudier som har utförts i Västerås hamn och Köpings hamn som en del av miljögiftsundersökningarna inför Mälarpjektet 2015-2018. (Data från JP Sediment).

Undersökningar	Område	Antal stationer	Undersökning	Förhöjda halter	Sedimentkärnor
A. Sedimentbundna föroreningar från Västerås - Bottenundersökning i Västeråsfjärden (2013:2)	Västerås hamnområde 30 %, Västeråsfjärden 70 %	51	Alla ämnen listade ovan. Även barium kobolt strontium & vanadin.	Kadmium, koppar, krom, zink & Σ PAH-11 (nordöstra hamnområde) samt TBT (nära småbåtshamn).	0-50 cm. Regionala bakgrundsvärden fr 1890-1920-fastställda. Högre halter 1940-till 80-talen än idag för flera ämnen.
B. Sonarkartering och sedimentprovtagning i planerat muddringsområde vid Djuphamnen i Västerås (2013:1)	Västerås hamnområde: Djuphamnen	8	Alla ämnen listade ovan. Även PCB-7.	Zink, koppar krom, Σ PAH-11 & TBT. Muddermassorna från Djuphamnen bör omhändertaras som förorenade massor.	0-50 cm. Högre historiska halter har hittats.
C. Regionala bakgrundshalter av metaller i Västeråsfj. (2014:2)	Västerås hamnområde/ Västeråsfjärden	5	Alla metaller listade ovan.	Se <u>Sedimentkärnor</u> till höger.	0-160 cm. Bakgrundsvärden upp till 500 år sedan.
D. Kompletterande sedimentprovtagningar i Västerås hamn (2013:5)	Västerås (Djuphamnen, oljehamnen & farleden) samt i Västeråsfjärden	14	Alla ämnen listade ovan.	Bly, kadmium, koppar, krom & zink (0-20 cm).	0-150 cm. Särskilt TBT förhöjd i oljehamnen i alla skikt.
E. Sonarkartering och sedimentprovtagning i Köpings hamn och på fjärden Galten (2013:3)	Köpings hamn/Nordvästra Galten	15	Alla ämnen listade ovan. Även Σ PAH-16 undersökt.	Zink och TBT	TBT hittats i högre halter under 1980-talet än idag.

A. Bottenundersökning i Västeråsfjärden (Jonsson 2013:2)

År 2012 gjordes en omfattande bottenundersökning av fjärden där det togs prover av bl.a. miljögifter på **ytsedimentet (0-2 cm) på 51 stationer**. Även ett antal sedimentkärnor togs från ett **djup av 50 cm**. 70 % av proverna togs i hamnområdet och resten utspridda i fjärden. Inom ramen för denna undersökning gjordes även en historisk studie. Se Miljöarbete 6: Fördjupning i historia för Västerås och Köping (s.64).

Metaller

Hamnområdena visar sig vara mottagare av flera ämnen. Höga halter av framförallt **koppar, krom och zink** har hittats i närheten av bl.a. Kraftverkshamnen och de högsta halterna vid utsläppspunkten av vattnet från reningsverket. Krom har också hittats i höga halter nära Djuphamnen, och det är sannolikt en effekt av lastning och utskeppning av ferrokrom.

Organiska föreningar

Höga halter av **PAH** hittades i närheten av bl.a. Kraftverkshamnen och reningsverket. **TBT** hittades naturligtvis nära två småbåtshamnar, men även nära Djuphamnen. Förhöjda halter av **alifatiska kolväten** hittades vid utsläppspunkten för reningsverket. På de flesta platserna hittades alifaterna i *klass 2* eller i något fall inom *klass 3*.

Miljöarbete 4: Materialbalans för en stad

Sedimentet i några provtagningspunkter visade en tillväxt på 10 cm/år, i de övre 20 cm av sedimentpelaren. Tillväxten liknar det som har hittats i Stockholm och Roslagens skärgårdar. Den totala ackumulationen i Västeråsfjärden beräknades till 27 000 ton/år varav erosionen på grunda områden transporterar bort ca 12 000 ton/år. Utifrån uppmätta föroreningshalter och beräknad sedimentackumulation har man räknat ut ett värde för materialbalans (per år) för varje ämne (deposition- samt utsläppsmängder från olika källor). Även om stora andelar av det som deponerats inte kunde kopplas till källorna, ser man t.ex. för zink att den största källan sannolikt är dagvatten följt av erosion av gamla sediment.

B. Sedimentprovtagning i planerat muddringsområde vid Djuphamnen (Jonsson 2013:1)

En uppföljande undersökning gjordes under 2012. Denna studie fokuserade på muddringsplatserna i hamnområdet. Prover togs på **8 stationer i närheten av Djuphamnen**. Även denna gång togs några sedimentkärnor från ett **djup på 50 cm**.

Metaller och organiska föreningar

Provtagningarna tyder på att det idag finns mycket stora avvikelser från bakgrundshalter för många ämnen - **metaller, PAH-11** och **TBT**. *Klass 4-5* är vanligast även om halterna har sjunkit sedan 1970-talet. När det gäller alifaterna var det endast de tunga typerna som kunde kvantifieras. Längre bort än 2 kilometer från hamnområdet hade halterna sjunkit betydligt för alla ämnen och var inom *klasser 3 och 4*. Slutsatsen är att muddermassorna från Djuphamnen bör **omhändertas med försiktighet** och att de förorenade delarna inte borde tippas i Mälaren.

C. Regionala bakgrundshalter av metaller i Västeråsfjärden (Jonsson 2014:2)

Det gjordes en undersökning under 2014 som hade till syfte att gräva djupare i sedimentet och skapa ett nytt referensdokument med regionala bakgrundshalter. Det togs prover på **5 stationer (3 stationer nära hamnområdet till öster och 2 vid Södra Björnö)**. Analys av sedimentkärnor på **10-20, 50-60, 100-110 och 150-160 cm djup** genomfördes. Undersökningen resulterade i ett nytt klassningsschema utifrån Västerås egna regionala bakgrundshalter från flera hundra år sedan (upp till 500 år).

D. Kompletterande sedimentprovtagningar i Västerås hamn (2013:5)

En rapport som publicerades ungefär samtidigt som den föregående bygger på kompletterande provtagningar av muddringsområdena under 2013. Denna gång tog man prover från **14 stationer i hamnområdet och i farleden**. En del sedimentkärnor analyserades på djup mer än **50 cm och ända ner till 150 cm**. Med det kunde återigen äldre halter analyseras (ända upp till 500 år för den sedimentkärnan som togs på 150 cm djup). Resultat från denna undersökning har sedan kompilerats med data från de tidigare undersökningarna (A och B).

Metaller

Förhöjda halter av framförallt **koppar, krom och zink** hittades i de övre 20 cm, förutom i oljehamnen där mäktigheten av det förorenade skiktet var större än 50 cm.

Organiska föreningar

För **PAH** användes NV 4914 som referens. I sedimentet upp till 50 cm hittades **PAH i klass 4 och 5**. I **oljehamnen hittades TBT inom klass 4-5** på alla nivåer. (Bedömningsgrunderna för TBT var baserade på miljödomstolarnas praxis).

Miljöarbete 5: Nya bedömningsgrunder för Västerås

Västerås egna bakgrundshalter blev betydligt högre jämfört med bakgrundsvärdena från NV 4914, förmodligen ett resultat av atmosfäriska utsläpp från Bergslagens metallindustrier från 100 år sedan. Flera metaller (kadmium, koppar, kobolt, kvicksilver och zink) fick bakgrundsvärden som var 1,5-2 gånger högre än NV 4914. NV 4914 är lägre för alla ämnen utom för arsenik. Att använda lägre bakgrundsvärden kan vara ett sätt att undvika att underskatta föroreningsnivån. Men en jämförelse av klassificeringen gjord efter de olika bakgrundsvärden visar att ungefär samma resultat erhålls oavsett vilken tabell som används då halterna hamnar i stort sett inom samma klasser. Då NV 4913 och NV 4914 från år 1999 inte är uppdaterade samt inte är anpassade till regionala förhållanden, kan det vara meningsfullt att upprätta egna bedömningsgrunder som Västerås stad valde att göra. Läs mer i 2.2.2. Nationella och regionala bakgrundshalter för sediment (s.94)



Bild 19. Vyn från Västeråsfjärden in mot staden. Förutom den stora hamnverksamheten har staden ett mycket aktivt båtliv med flera småbåtshamnar. **Foto: Thomas Björklund (Västerås Mälarstadens Båtvänner).**

5.4.2. Köpingsviken

Köpingsviken och hamnområdet

Köpings hamn ligger längst in i Mälaren. Under medeltiden kom hamnen att bli en viktig omlastningsplats för produkter, framförallt järn från Västra Bergslagen. Här korsades nämligen den historiska öst-västliga kungsvägen och den gamla allfarvägen i nord-sydlig riktning uppifrån Bergslagen. Idag är Västeråshamnen större, men Köping är den stora bulkhamnen, bl.a. för att Yara (f.d. Hydro) har sin anläggning där man producerar gödning och dylikt. 1932 invigdes *Djuphamnen* och 1969 *oljehamnen (inre hamnen)* på norra stranden av Köpingsån. Det finns även en småbåtshamn i inre hamnen. Platsen där ån breddar sig kallas ”vändplatsen”,

Muddring kommer att ske under vintern 2016-17. Området som berörs sträcker sig från ön Runnskärs norra del till Köpings hamn. Även vid småbåtshamnen vid Köpingsåns utlopp kommer muddring att eventuellt ske. För att kunna utföra muddring och dumpning av sedimentmassorna med så lite förorening av vattenmiljön som möjligt har miljögifter undersökts.



Bild 20: Stora fartyg i Köpings hamn. Köpingsviken nådde inte upp till miljö kvalitetsnormerna (MKN) för *God kemisk status* år 2015 på grund av för höga TBT-halter. Se även [Tabell 1](#) (s.4) för MKN i Mälarens vattenförekomster. Foto: Sjöfartsverket.

E. Sedimentprovtagning i Köpings hamn och på fjärden Galten (Jonsson 2013:3)

2012 gjordes en bottenkartering samt sedimentprovtagningar av Köpings hamn samt den nordvästra delen av Galten. Som i Västerås utfördes en *side scan* sonarkartering. **Prover togs i 15 stationer.** Nio av dessa stationer ligger i området från inre hamnen via Djuphamnen till vändplatsen. Sex stationer låg i nordvästra Galten. I 2 stationer togs sedimentkärnor för analys av historiska halter **upp till 50 cm** (Se nästa sida.)



Karta 18. Köpings hamnområde och Köpingsviken. Stationer för sedimentkärnor (Köping 9 och Köping 12) är markerade med pilar. (Jonsson 2013:3)

Metaller

Zink är den metall som avviker mest från bakgrundsvärden och karakteriseras av halter inom *klass 3 och 4*. Kadmium, kobolt, koppar, krom och kvicksilver är inom *klasserna 2 och 3*. Arsenik, nickel och bly har halter som ligger inom *klass 1*. En jämförelse med halter ute i Galten tyder på en påtaglig ökning i hamnområdena för koppar och kvicksilver med 100 % och för kadmium med 50 %. En korrelationsanalys visade att krom- och nickelhalter samvarierar kraftigt. Det fanns även en tydlig samvariation mellan arsenik och nickel.

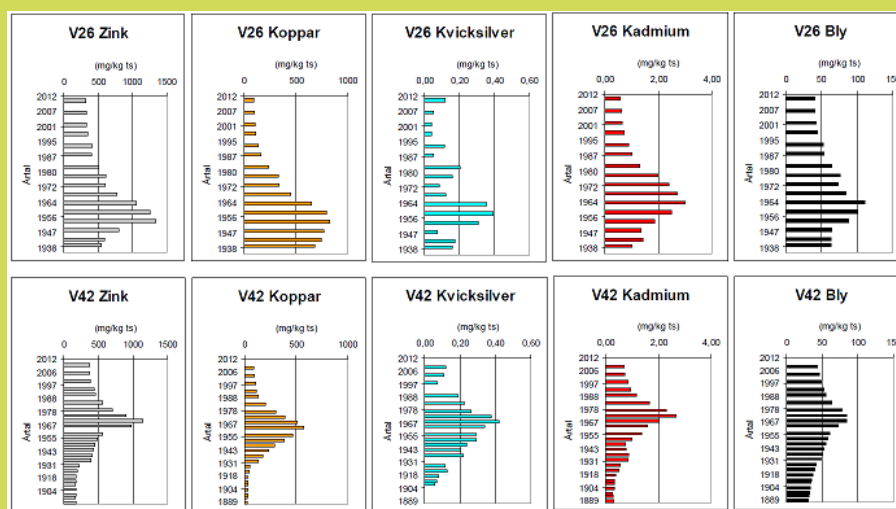
Organiska föreningar

TBT varierar mellan flera lägre halter på runt 6 µg/kg TS och ett mindre antal höga halter, med det högsta på 320 µg/kg TS i den inre hamnen samt det näst högsta på 150 µg/kg TS vid station K7, där den smala delen breddar sig till Djuphamnsområdet. Medelhalten av TBT inom hamnområdena är 89 µg/kg ts. Som för metallerna kan man se en påtaglig ökning inne i hamnområdet jämfört med Galten. DBT och MBT följer liknande mönster fast med lägre halter. **PAH**-halter är inom *klass 4* för tre av åtta analyserade prover. *Klass 3*-halter har noterats i övriga prover. Halter av tunga alifatiska kolväten är inom *klass 2 och 3* i Djuphamnsområdet medan halterna är avsevärt mycket högre i den inre hamnen. I korrelationsanalysen kunde tydliga samband ses mellan TBT och DBT samt för de enskilda PAH-kongernerna och summan av deras halter (Σ PAH-11).

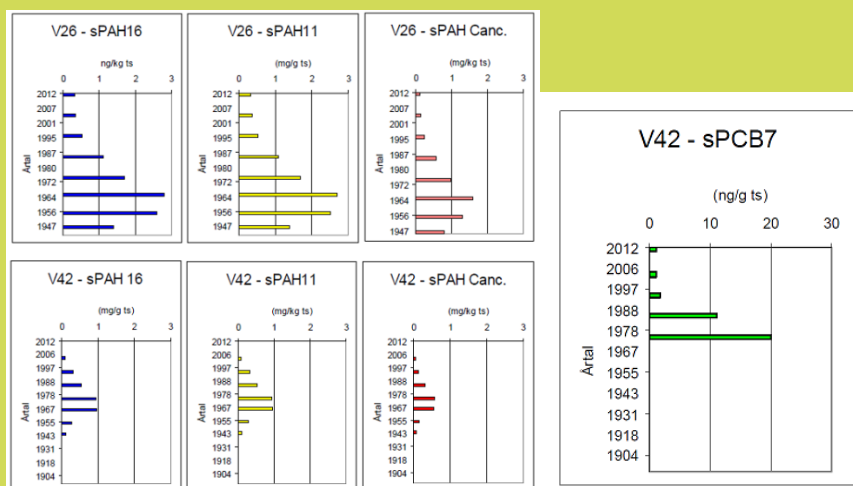
Miljöarbete 6: Fördjupning i historia för Västerås och Köping

Wästerås sedimentkärnor

Med hjälp av Cesium-137 kunde åldersbestämning göras av de olika sedimentskikten. Ökningar av halter från år 1920 och framåt har också kunnat observeras för många ämnen. Analyserna visade att låga (klass 2) halter av metaller (bly, kadmium, koppar, kvicksilver, och zink) förekom till omkring år 1930, varvid en ökning pågick tills *max-värden* nåddes på 1960- och 70-talen. För PAH-11 hittades markanta haltökningar från 1940- och 50-talen fram till 1960- och 70-talen då de högsta halterna noterades. Från början av 80-talet börjar PAH-halter sjunka, och idag är de åtminstone tio gånger lägre än de högsta mätningarna. Även PCB har minskat idag jämfört med 1970-80-talen. Se Figurer 12 och 13.



Figur 12. Historiska halter av några "tungmetaller" i Västeråsfjärden vid två provtagningsstationer (V26 & V42). Halterna har minskat sedan de nådde "toppar" under 1960 och 70-talen. (Från Jonsson 2013:2).



Figur 13. Historiska halter av ΣPAH16, ΣPAH-11 och ΣPAH (cancerogena) samt ΣPCB-7 i Västeråsfjärden. Halterna har minskat sedan de nådde "toppar" under 1960 och 70-talen. (Från Jonsson 2013:2).

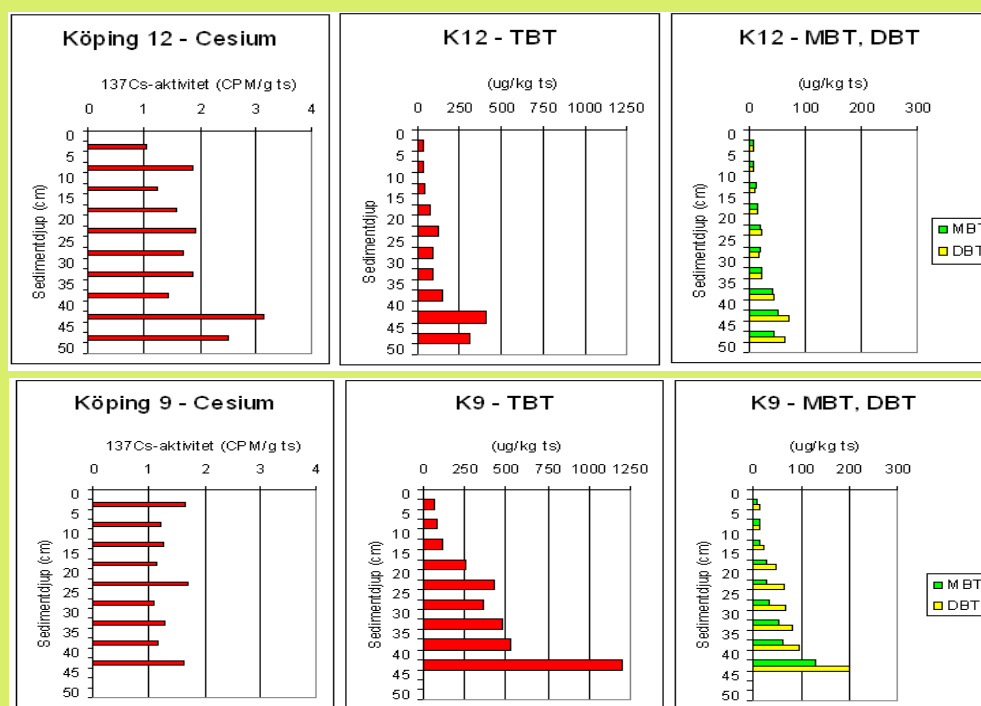
Köping sedimentkärnor

På stationerna Köping 9 (K9) och Köping 12 (K12) togs sedimentkärnor till ett djup av 50 cm. K9 ligger strax söder om vändplatsen och K12 ligger strax väster om farleden.

Vid K9 kunde en ökning av **TBT**-halter ses med ökat djup med en kraftig ökning till $1200 \mu\text{g}/\text{kg ts}$ vid 42,5 cm. Cesium-137 aktiviteten i K9 visar på en konstant ökning ner till 45 cm djup, vilket tyder på att Tjernobyl-incidenten (1986) inte nått denna sedimentkärna. Med andra ord ligger år 1986 djupare än 45 cm för den här stationen.

Vid K12 ser man en motsvarande ökning för TBT med ett max-värde på 42,5 centimeters djup och sedan en minskning. Cesium-137-aktiviteten här tyder på att utsläppet från Tjernobyl ligger lagrat vid detta djup. Halterna är generellt ca 3 gånger lägre på den här stationen, än vid K9 som är närmare hamnområdet. För DBT och MBT ses liknande haltförändringar som för TBT. (Se [Figur 14](#).)

De halter som har hittats i dessa två sedimentkärnor kan ses inom sammanhanget för de olika regleringar av TBT som har införts. År 1989 förbjöds användandet av TBT hos icke-oceangående båtar under 25 meter i Sverige, och den plötsliga minskningen i sedimentet kan sannolikt kopplas till det. Den fortsatta successiva minskningen kan kopplas till de lagförändringarna som har skett sedan dess, nämligen att för båtar över 25 meter trädde ett förbud mellan 2003 och 2007 som till slut ledde till ett totalförbud i alla båtbottenfärger i 2008.



Figur 14. Historiska halter av TBT samt nedbrytningsprodukterna MBT och DBT i två sedimentkärnor (K12 och K9) i Köpingsviken. Cesium-137 når en topp vid 42,5 cm djup i punkten K12 vilket motsvarar Tjernobylolyckan 1986. I K9 har däremot 1986 inte nåtts än vid 45 cm. (Från Jonsson 2013:3).

6. Biota - undersökningar av miljögifter

Biotaundersökningar är viktiga för att de visar vilka miljögifter som tas upp av levande organismer. Dessa ämnen är svårnedbrytbara och lipofila (ansamlas i fett). Ämnen som bioackumuleras i fisk är också ackumulerande i andra däggdjur och människor. De bioackumulerande substanserna är också biomagnifierande, med andra ord ansamlas de i ännu större mängd högre upp i näringskedjan. Fisk som livsmedel är också en viktig fråga i sammanhanget.

Sammanfattning

I kap 6.1. Biota screening listas de miljögifter som har undersökts i biota (abborre och gädda samt fåglar: havsörn, kattuggla, ormvråk och sparvhök) i anslutning till Mälaren inom olika miljöövervakningsprogram. Dessa undersökningar kan hittas på IVL:s hemsida. I 6.2. sammanfattas IVL:s undersökningar av gifter i abborre där det hittades högre halter av gifter i närheten till urbana områden (framförallt i Stockholm men även utanför t.ex. utanför Lövsta gamla deponi och Västerås). Två läkemedelssubstanser, **oxazepam och diklofenak** påträffades geografiskt utspridda och i höga halter. Det följs av provfisket inför Mälarpjektet som har undersökt miljögiftshalter i abborre från de blivande påverkansområdena. Resultatet visade höga halter av kvicksilver, PCB:er och DDT:er i Hallsfjärden nära Södertälje (ej Mälaren). I Stockholms årliga miljögiftsövervakning har gränsvärden av PFOS, penta-BDE och Σ PCB-7 överskridits i abborre. Slutligen, i en studie om kvicksilver i gädda hittades halter som överskrider gränsvärdet i biota med mer än tio gånger. Det är något som återspeglar ett rikstäckande problem med höga kvicksilvervärden i biota.

Nya gränsvärden håller på att införas i alternativa matriser. Se Bilaga 2.2. Provtagningsmatriser (s.93) och Bilaga 3: Tabeller med gränsvärden (s.95). Gränsvärden för biota undersöks idag för många av de prioriterade ämnena som är i hög grad giftiga för levande organismer. Exempelvis består gruppen "PAH-5" av cancerogena ämnen och PBDE, PFOS, dioxiner, osv. som i hög grad är bioackumulerande. Dessa ämnen ackumuleras i t.ex. abborre och biomagnifieras sedan högre upp i näringskedjan hos t.ex. människor och rovfåglar. Gränsvärden för sediment håller också på att läggas till för flera ämnen. Dessa baserar sig också på ekotoxikologiska data, och de kan delvis ersätta de äldre bedömningsgrunderna för miljögifter i sediment från 1999 (NV4914 och NV4913). NV 4913 och NV4914 används i många undersökningar men på grund av att de är från 1999, börjar de bli något föråldrade.



Bild 21: Sparvhöken är en toppkonsument som ingått i screeningstudier. Foto "[Sparvhök](#)" av Patricia Nordfors.

6.1 Biotascreening

I IVL:s biotadatabas lagras data från nationella miljöövervakningsprogram, t.ex. Kust och hav, Sötvatten samt vissa regionala program. Gemensamt för data som lagras i databasen är att de ingår i undersökningar som är återkommande och systematiskt upplagda. Följande tabell visar vilka ämnen som har ingått i biotaundersökningar samt vilka matriser som har provtagits. Även några undersökningar av fåglar finns med. Dessa bör sammanställas för att få bättre överblick. Undersökningarna finns att hitta på:

<http://www.ivl.se/tjanster/datavardskap/miljogifteribiologisktmaterialochscreening.4.7df4c4e812d2da6a41680004795.html>

Tabell 21. En översikt av miljöövervakningsundersökningar där provtagningar i biota har gjorts. Studierna kan hittas på IVL:s biotadatabas på deras hemsida. (Data från IVL).

Ämne	Plats i Mälaren	Art
PAH	Fysingen	Abborre muskel
PFOS	Fysingen	Abborre lever
PBDE	Fysingen	Abborre muskel
Pesticid	Fysingen	Abborre muskel
	Strängnäs	Havsörn ägg
PCB	Fysingen	Abborre muskel
	Strängnäs	Havsörn ägg
Metaller	Fysingen	Abborre lever
Kvicksilver	Fysingen	Abborre muskel
	Lövsta soptipp	Kattuggla lever
	Bålsta	Ormvråk lever
	Enköping	Sparvhök lever
	Fyrisån	Gädda muskel
	Mälaren, Bålsta	Sparvhök lever
	Bällstaviken	Abborre muskel
	Brofjärden Måsskär	Gädda muskel
	Brofjärden Brogård	Gädda muskel
	Brofjärden Borgen	Gädda muskel
	Brofjärden Dävensön	Gädda muskel
	Brofjärden Dävensön	Gädda muskel
	Gripsholmsviken Granholmen	Gädda muskel
	Blacken	Gädda muskel
	Utanför Fläsjön	Gädda muskel
	Kalmar-Viken	Gädda muskel
	Västerås	Sparvhök lever
Dioxiner	Fysingen	Abborre muskel
DDT	Fysingen	Abborre muskel
	Strängnäs	Havsörn ägg

6.2. Studier om miljögifternas biotillgänglighet

Mätningar av miljögifter utfördes av IVL med syfte att belysa föroreningars biotillgänglighet hos fisk (abborre). Dessa är redovisade i två studier: A. Metaller och organiska ämnen i fisk och stormussla från Västeråsfjärden (för Västerås stad) samt B. Miljöstörande ämnen i fisk från Stockholmsregionen 2013 (slutrapporten). Dessa kompletterar de sedimentundersökningarna som gjordes för Västerås inför Mälarpjektet. Se 5.4. Västeråsfjärdens och Köpingsvikens sedimentundersökningar (s.58).

Två andra studier är också gjorda: C. Vatten- och sedimentundersökningar i Östra Mälaren 2012 med provtagningar utanför Lövsta gamla deponi och D. Biologisk- och kemisk karakterisering av framtida muddermassor från Västeråsfjärden där sedimentens toxicitet och metallernas lakbarhet undersöks. Här görs även ett mikrokosmförsök med sediment och en inventering av stormusslor från Västerås.

En sammanfattning av studierna (A och B) presenteras här med fokus på studien gjord åt Västerås (A). Rapporterna redovisar även resultat från skärgårdsprovtagningar, men här sammanställs endast mätningar i Mälaren. Även studierna C och D presenteras. Se Tabell 22 (nästa sida) för en kort beskrivning av dem.

Undersökta ämnen

- Metaller
 - arsenik, kadmium, krom, koppar, kvicksilver, nickel, bly och zink
- Organiska ämnen
 - Σ PAH-15
 - Σ PCB-7
 - Klorerade pesticider (DDT, klordan, lindane)
 - Hexaklorbensen (HCB)
 - Hexaklorbutadien (HCBD)
 - Bromerade flamskyddsmedel (Σ PBDE-6 och HBCDD)
 - PFOS
 - Tennorganiska föreningar: mono-, di- och tributyltenn (MBT, DBT, TBT); mono-, di- och trifenylytten (MFT, DFT, TFT); mono-, dioktylytten och tricyclohexyltenn (MOT, DOT, TricyHexT)

Två typer av analyser: muskelprover och leverprover

Resultaten av muskelhalter i abborre kan anses vara gällande för annan mager fisk som gädda och gös men inte för migrerande feta arter som lax, öring och strömming.

Ämnena (metaller och organiska ämnen) analyserades huvudsakligen i samlingsprov från muskel. Detta framförallt p.g.a. att de flesta gränsvärdena är för halter i muskel. Detta är också relevant då det vanligtvis är denna vävnad som konsumeras av människan. Som kompletterande undersökning analyserades metallerna också i fiskarnas lever (förutom kvicksilver).

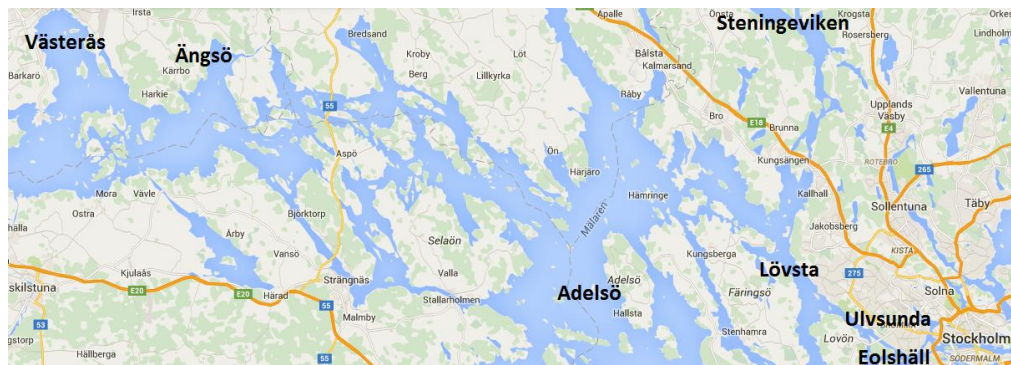
Organiska föreningar analyserades i samlingsprov i muskel. Tennorganiska föreningar analyserades i samlingsprov från lever. Tributyltenn (TBT) analyserades i både muskel och lever. För studien av läkemedelsrester i fisk togs stickprov på galla för analys.

Leverproverna visar biotillgängligheten (d.v.s. exponeringen) av metallerna som abborrarna utsätts för, medan muskelproverna visar på bioupptaget. I de fallen där halterna är lägre i muskelproverna, visas att levern har avgiftat organismen. Ett tydligt exempel är arsenik, där lever från mälarfisk uppvisade ett betydligt högre värde än det nationella medelvärdet i leverproverna. Halterna i muskelproven låg däremot på en likartad nivå som medelvärdet i sötvatten.

Tabell 22: En översikt av fyra studier där bland annat biotillgänglighet, bioupptag och lakbarhet av metaller och organiska miljöföroreningar har undersökts. Undersökningarna utfördes av IVL.

<i>Studie och område</i>	<i>Beskrivning</i>	<i>Resultat och slutsatser</i>
<p>A. Metaller och organiska ämnen i fisk och stormussla från Västeråsfjärden (Viktor, Sjöholm och Karlsson 2014)</p> <p>Västerås Ängsö Adelsö Steningeviken Stockholmsnära stationer: Lövsta, Eolshäll, Ulvsundasjön, Riddarfjärden, Årstaviken.</p>	<p>1. Fältundersökning</p> <p>Undersökning av halter av metaller och stabila organiska föreningar i abborre. (Se listan av ämnen på nästa sida.)</p> <p>2. Laboriestudie</p> <p>Laborieförsök med stormusslor i syfte att bedöma biotillgängligheten av TBT.</p>	<p>1. Fältundersökning</p> <p>Muskelprover (metaller): Bly, kadmium, krom och nickel nära detektionsgränsen. Kvicksilver överskrider biota-EQS med mer än 10 gånger. Halterna låg dock under det nationella medelvärdet.</p> <p>Leverprover (metaller): Halterna över detektionsgränsen föutom för nickel. Arsenikhalter betydligt förhöjda (5-8 gånger) jämfört med nationella medelvärdet.</p> <p>Muskelprover (organiska föreningar): Generellt betydligt förhöjda halter i närheten till utsläpp från urbana områden (Stockholmsnära stationer samt Västerås).</p> <p>Två läkemedelssubstanser (diklofenak och oxazepam) detekterades i flera gallprover i Nordöstra Mälaren.</p> <p>2. Laboriestudie: Tillsatsen till vattenfasen orsakade det högsta upptaget. Tillsatsen till sedimentet orsakade ett lägre upptag.</p>
<p>B. Miljöstörande ämnen i fisk från Stockholmsregionen 2013 (Karlsson och Viktor 2014)</p> <p>Samma provtagningsstationer som ovan.</p>	<p>Slutrapporten: Samma studie som ovan men med mer övergripande slutsatser.</p>	<p>Resultat: samma som ovan.</p> <p>Slutsatser: Jämförelser med tidigare undersökningar har gjorts för de organiska ämnena. Då endast två tillfällen har jämförts och för att fiskarnas ålder, fetthalt, analysmetoder, osv har varit olika går det inte att dra långtgående slutsatser.</p>
<p>C. Vatten- och sedimentundersökningar i östra Mälaren 2012 (Karlsson 2013)</p> <p>Flera provtagningar i närområdet till Lövsta gamla deponi samt i närheten av Görvål- och Lovö vattenverk.</p> <p>D. Biologisk-kemisk karakterisering av framtida muddermassor från Västeråsfjärden (Viktor och Karlsson 2013)</p> <p>Muddringsområdet (nära Djuphamnen) samt i två referensområden belägna i Västerås hamn och -fjärd.</p>	<p>Provtagningar av metaller i vatten och sediment samt av ΣPAH-11, ΣPCB-7, HCB och organiska tennföreningar (inkl. TBT) i sediment.</p> <p>Toxicitets- och lakttest av framtida muddermassor med sediment från muddringsområdet.</p> <p>Mikrokosmförsök (4-veckor lång) med sediment från muddringsområdet samt med olika grader av utblandning med rent grus/sand.</p> <p>Inventering av makroskopisk bottenfauna.</p>	<p>Klasser 4 och 5 (NV4913) av flera metaller och organiska föreningar i sedimentet i det kontaminerade området som sträcker sig ett par hundra meter ut i Lövstafjärden.</p> <p>Klass 3 halter av koppar (NV4913) har hittats i vattenfasen, som kan ev. vara pga läckage från sedimentet.</p> <p>Bedömning av sedimentets toxicitet: Koppar och zink: klass 4. Bly, kadmium, krom och nickel: klass 3. Arsenik: klass 2.</p> <p>Lakttest: 0,5 % av de totala mängderna av respektive metall var lakbara.</p> <p>Mikrokosm försök: Hög mortalitet hos zebrafiskyngel (högst i sedimentet som var 100 % från muddringsområdet och i minskande grad i 50 %, 25 % och 0 %-blandningarna med rent grus/sand). Höga koncentrationer av urlakad koppar och zink som sannolikt orsakat mortaliteten.</p> <p>Inventering: Goda tätheter av stormusslor (inkl. två rödlistade arter) i muddringslokalen med tydliga tecken på reproduktion i området. Förslag gavs på att transportera musslorna till ett opåverkat område under muddringsarbetet.</p>

Resultat



Karta 19: Metaller och stabila organiska miljögifter undersöktes i abborre från olika stationer i Mälaren. (Källa: IVL 2012- 2014)

Metaller

För muskelproverna låg bly, kadmium, krom och nickel i närheten av detektionsgränsen förutom för ett prov för krom som togs i Västerås. Se [Tabell 23](#). Kvicksilver låg under det nationella medelvärdet vid samtliga stationer, men i halter som var mer än 10 gånger högre än biota-EQS (något som återspeglar tillståndet i hela Sverige).

I leverproverna kunde metallerna detekteras, med undantag för nickel. De låg dock inte högre än det nationella medelvärdet för sötvatten, förutom för arsenik i Västerås och Ängsö som låg 5 respektive 8 gånger högre än medelvärdet. Se [Tabell 24](#) (nästa sida).

Tabell 23. Uppmätta halter av metaller i muskel hos abborre i Västerås och referensområdet Ängsö (medelhalter i muskel, mg/kg vv). De högsta halterna i Mälaren och det nationella medelvärdet i sötvatten för metaller nämns också. Under d.gr. = under detektionsgränsen. (Data från Viktor et al. 2014).

Metaller i muskel (mg/kg vv)	Västerås	Ängsö	Mälaren: Högsta halterna	Nationellt medelvärde i sötvatten
Arsenik	0,07	0,07	Eolshäll: > 0,10 Riddarfjärden: ≈ 0,10 Lövssta: < 0,10	≈0,05
Bly	< d.gr.	< d.gr.	Samtliga < d.gr.	< d.gr.
Kadmium	< d.gr.	< d.gr.	Samtliga < d.gr.	I regel < d.gr.
Koppar	0,17	0,12	Lövsta: ≈0,19	≈0,19
Krom	34	< d.gr.	Västerås: ≈34	-
Kvicksilver	≈0,25	≈0,25	Eolshäll: > 0,4	≈0,6
Nickel	< d.gr.	< d.gr.	< d.gr.	I regel < d.gr.
Zink	4,1	3,9	Årstaviken: ≈6,7 Riddarfjärden: > 5	> 6

Tabell 24. Uppmätta halter av metaller i lever hos abborre (halter i lever, mg/kg TS). Halterna jämförs med de nationella medelvärdena i sötvatten. Under d.gr. = under detektionsgränsen. (Data från Viktor et al. 2014).

Metaller i lever (mg/kg ts)	Västerås	Ängsö	Nationellt medelvärde i sötvatten
Arsenik	3,4	5,4	0,7
Bly	0,14	< d.gr.	0,11
Kadmium	0,53	0,84	5,4
Koppar	5,7	6,9	16
Krom	0,078	0,086	0,12
Nickel	< d.gr.	< d.gr.	I regel < d.gr.
Zink	100	100	114

Organiska föreningar

- HCB, klordan, Σ PAH-15, Σ PCB-7, Σ PBDE-6, TBT och PFOS har hittats i högre halter närmare Stockholm - Se Tabell 25 (nästa sida).
- generellt sett samma ämnen som ovan (HCB, Σ PAH-15, Σ PCB-7, TBT, Σ PBDE-6 och PFOS) har även hittats i högre halter i Västerås jämfört med referensområdet Ängsö. Särskilt TBT var högt i Västerås hamn.

Σ PAH-15

Att halterna av dessa organiska föreningar var högre i Stockholm och Västerås tyder på en påverkan från urbana miljöer. För Σ PAH-15 var halterna i fiskmuskel generellt sett att betrakta som låga och nära detektionsgränsen. Detta beror sannolikt på att de i högre grad ansamlas i sediment jämfört med i vattenmassan (se Tabell 25).

Σ PBDE-6, PFOS och TBT

Topparna av Σ PBDE-6 i Stockholm tyder på att de har sin källa i produkter som t.ex. elektronik, möbler och kläder. Därav är de kommunala avloppsreningsverken de största utsläppspunkterna för Σ PBDE-6. PFOS följer samma mönster men släpps ut även i betydande mängder från tidigare brandsläckningsövningar från bl.a. Arlanda och Bromma flygplatser. Den höga halten i Steningeviken är sannolikt en följd av att Märstaån som för med sig dagvatten från Arlanda har sitt utlopp där (se Tabell 25)

För TBT som undersöktes i både lever och muskel indikerade resultaten att en tydlig exponering fanns (resultatet från leverproverna) medan bioupptaget var lägre (resultatet från muskelproverna). Det är sannolikt ett resultat av utsläpp från småbåtshamnarna och även eventuellt ett resultat av frisättning från sedimentet. Även andra organiska tennföreningar undersöktes, men hittades i halter som var betydligt lägre än TBT.

Tabell 25. Uppmätta halter av organiska föreningar i muskel hos abborre i Västerås samt referensområdet Ängsö (medelhalter i muskel, ng/g vv; Dioxiner och furaner mäts i pg/g vv; läkemedelssubstanser mäts i ng/gallprov.) De högsta halterna i Mälaren redovisas också. Under d.gr. = under detektionsgränsen. (Data från Viktor et al. 2014).

Organiska ämnen $\mu\text{g}/\text{kg VV}$	Västerås	Ängsö	Jämförelser	Högsta halter i Mälaren
DDT	1,9	1,4	Västerås > Ängsö (29%)	Alla stationer på likartad nivå.
Dioxiner och furaner Obs! Mätningar är i pg/g VV.	-	-	-	Prover togs endast på Ulvsundasjön $\approx 0,15$ Centrala Mälaren $\approx 0,09$.
Hexaklorbensen (HCB)	0,07	0,04	Västerås > Ängsö (74%)	Riddarfjärden $\approx 0,29$ Lövsta $\approx 0,18$
Hexaklorbutadien (HCBd)	< d.gr.	< d.gr.	< d.gr.	
Klordan	0,03	0,03	Båda stationer på samma nivå.	Högre halter i Stockholm. Lägre halter västerut.
Lindane (HCH)	< d.gr.	< d.gr. förutom γ -HCH som mättes i Ängsö	Endast en mätning i Ängsö som var > d.gr. (Ängsö)	Årstaviken 0,06 Oxundasjön 0,10
ΣPAH-15	$\approx 0,27$	< d.gr.	Västerås > Ängsö	Ulvsundasjön: > 1,5 Lövsta: $\approx 0,6$
ΣPBDE-6	0,23	0,10	Västerås > Ängsö (130%)	Riddarfjärden och Eolshäll: > 0,4
ΣPCB-7	7,9	4,7	Västerås > Ängsö (68%)	Ulvsundasjön: > 30 Lövsta: ≈ 37
TBT	90	37	Västerås > Ängsö (240%)	Västerås: 90 Årstaviken ≈ 40 ; Ulvsundasjön ≈ 25
PFOS	4,4	7,0	Västerås > Ängsö (38%)	Steningeviken ≈ 22; Riddarfjärden ≈ 18
Diklofenak Obs! Mätningar är i ng/gallprov	1,9	7,1		38 ng/gallprov (Lövsta)
Oxazepam Obs! Mätningar är i ng/gallprov	0,25	0,39		1,2 ng/gallprov (Lövsta)

Läkemedelssubstanser

Två läkemedelssubstanser (diklofenak och oxazepam) detekterades i flera prover i första hand i Nordöstra Mälaren. Oxazepam påträffades med en medelkoncentration i gallvätskan på mellan 0,4-0,5 ng/prov. 13 av 30 fiskar hittades med signifikant förhöjda halter med högsta halten i Mälaren på 1,2 ng/g i Lövsta. Diklofenak har också hittats i flera fiskar med den högsta halten uppemot 38 ng/gallprov i Lövsta (se Tabell 25).

Undersökning av biomarkörer

Morfologiska mått som kön, ålder, längd, vikt, tillväxt samt andra biomarkörer: konditionsfaktor (CF), leversomatiska index (LSI) och gonadsomatiskt index (GSI) mättes också. LSI (d.v.s. levernas storlek i förhållande till kroppsvikten utan inre organ) visade på ett något högre medelvärde i Mälaren jämfört med skärgården. Ett högt LSI tolkas oftast som att individen utsätts för kroppsfrämmande ämnen. Fiskarnas hälsotillstånd examinerades visuellt genom att bedöma skador på hud, fenor, gällock och ögon. En individ med bakteriellt infekterad stjärtrot och en individ med glosögon hittades.

Slutsatser

Urban påverkan

Arsenik, kvicksilver och zink hittades med högsta halter i Stockholmsnära stationer. Koppar var högst utanför Lövsta gamla deponi. För organiska ämnen hittades en urban påverkan med de högre halterna i Stockholm för flera ämnen (bl.a. Σ PAH-15 och Σ PBDE-6). Utöver det påträffades Σ PCB med högst halt utanför Lövsta gamla deponi, TBT i Västerås hamn (påverkan från hamnarna) samt PFOS i Steningeviken (påverkan från tidigare brandsläckningsövningar på Arlanda). Se Miljöarbete 8 (s.92).

Frisättning från sedimentet

Det fanns en samvariation med sedimenthalter och halter i fisk:

TBT hittades i förhöjda halter i sedimentet i Västeråsfjärden - se Kapitel 5.4. (s.58). TBT påträffades med högst halt också i abborre i Västerås (90 μ g/kg VV).

HCB, Σ PAH-11 och Σ PCB hittades i mycket höga halter i sedimentet (klass 5 enligt NV4914) i anslutning till Lövsta gamla deponi i mätningarna som redovisas i Studie C. Höga halter av dessa har också hittats i abborre i Lövsta.

Upptag via bentiska organismer (bottenfauna)?

I fråga om metaller i fisk kan den bentiska vägen via sedimentlevande organismer vara huvudvägen till bioupptag i stället för via vattenmassan. Detta är en hypotes baserad på att de kontaminerade botten sediment i Lövsta inte ledde till en allmän haltförhöjning av metaller i vattenmassan (med undantaget för koppar som hittades i klass 4-halter; NV4913) (från Studie C).

Se Slutordet (s.84) om värdet av att samordna bottenfauna- och miljögiftsundersökningar.

Studier med bredare urval av biomarkörer bör göras

En undersökning föreslås där bredare urval av biomarkörer analyseras såsom gjordes i ITM-studierna (Hansson et al. 2006, Hansson et al. 2014 och Linderoth et al. 2006). Dessa rapporter är listade i Bilaga 1.3. Undersökningar som endast behandlar biota (s.89) och är kort presenterade i Slutordet - Biomarkörer (s.84). Detta bör göras för att bättre kunna bedöma nuvarande hälsoläge i fisk i områdena nära Stockholm. Rapporten nämner också att det finns additiva och samverkande effekter som bör studeras. Dessa sker exempelvis med klorerade, bromerade och fluorerade ämnen som binder till Ah-receptorn hos ryggradsdjur.

Läkemedelssubstanser oroande

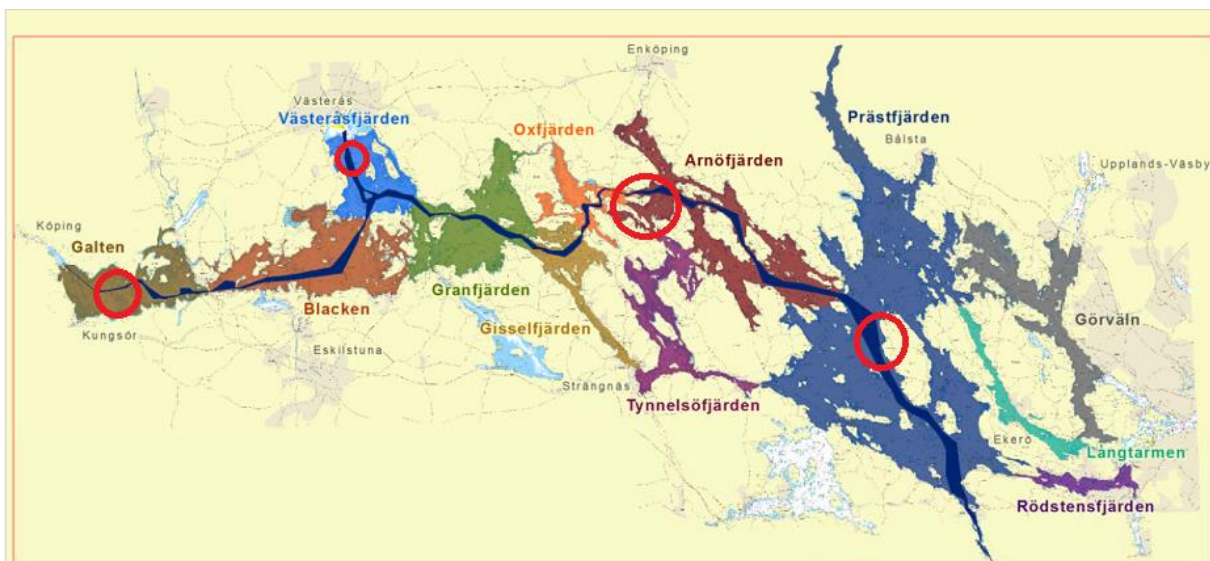
Det finns oroande tecken med mätbara halter i fisk av läkemedelssubstanser, särskilt av två substanser som hittats i högre halter: Oxazepam (ett lugnande medel) är väldigt spridd geografiskt, är stabil och tas upp i fisk. Diklofenak (inflammationshämmande medel) har visat sig vara kraftigt toxiskt för rovfåglar.

Jämförelse i tiden försvårad av flera faktorer

Jämförelser mellan denna undersökning och tidigare mätningar av föroreningar i muskel gjordes. Beroende på ämne har olika undersökningar jämförts. Dessa är Hansson et al., 2006, Linderoth et al., 2006, Järnberg et al., 2008, Elving, 2010 samt Hansson et al., 2014. Många halter var lägre i den aktuella undersökningen men tillförlitliga jämförelser kan inte göras mellan två tillfällen då den naturliga variationen kan vara betydande. Faktorer som visade sig vara olika mellan undersökningarna var bl.a. skillnader i fiskarnas storlek (som återspeglar ålder), fetthalt (som påverkar ackumuleringen av lipofila substanser) och användning av olika instrumentering för analyserna.

6.3. Föroreningar i fisk (Mälarpjektet)

En studie om föroreningar i fisk gjordes med huvudsyftet att bereda jämförelsematerial inför kontrollprogram under och efter muddringsarbetet inom Mälarpjektet (Allmyr & Sternbeck 2014). Strategin var att undersöka en art (**abborre**) i tillräcklig omfattning för att jämförelser skulle kunna göras under projektets gång. De små provmängderna i varje enskild abborre gjorde att individer fick analyseras i samlingsprover. Ett mindre antal individer av gädda och gös undersöktes också. Förutom de områdena där arbetet kommer att äga rum (Galten, Västeråsfjärden, Oxsfjärden och Hallsfjärden), så ingår Prästfjärden som ett referensområde. Hallsfjärden är belägen söder om Södertälje kanal och är inte en del av Mälaren. (Se Karta 20).



Karta 20. Provfiskade områden inom Mälarpjektet är inringade (fem områden). Den nedre kartan visar området runt Södertälje. (Från Sternbeck 2014).

Metaller

För **metaller i lever (bly, kadmium och koppar)** blev resultatet väldigt jämnt mellan lokalerna. För **kvicksilver i muskel** hittades en tendens till högre halter i Hallsfjärden. Som tidigare nämnt är området norr om Södertälje kanal kraftigt förorenat med kvicksilver, och det har sannolikt påverkat Hallsfjärden som ligger nedströms. Se [Figur 15](#).

Organiska föreningar

För Σ **PCB-7** (exkluderande PCB kongenen-180 som utgick p.g.a. ett analysfel), är halterna högre i Hallsfjärden och det finns en tendens till lägre halter i referensområdet Prästfjärden. Högst halt av en enskild PCB-kongen hittades i Hallsfjärden där PCB-153 uppgick i $980 \mu\text{g}/\text{kg}$ fettvikt. (Se [Figur 16](#).)

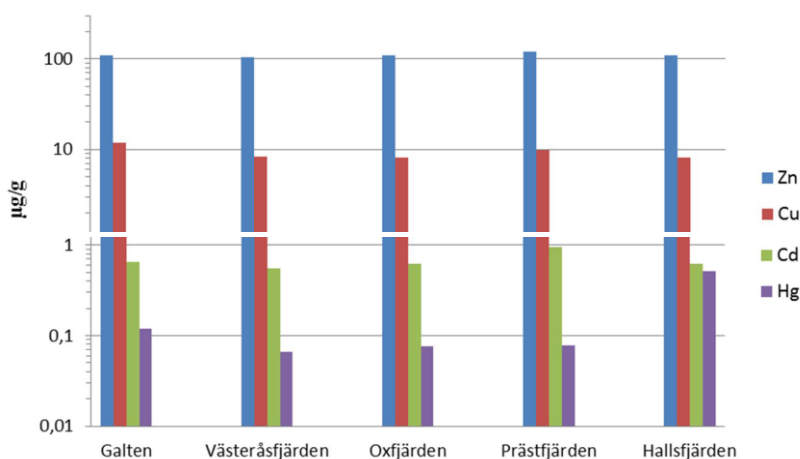
För **DDT-ämnena** var halterna under detektionsgränsen i de flesta prover. Enstaka prov från Hallsfjärden hade halter på $180 \mu\text{g}/\text{kg}$, $280 \mu\text{g}/\text{kg}$ samt $190 \mu\text{g}/\text{kg}$ för p,p'-DDD, p,p'-DDE, respektive o,p'-DDT.

Jämförelse med 2001

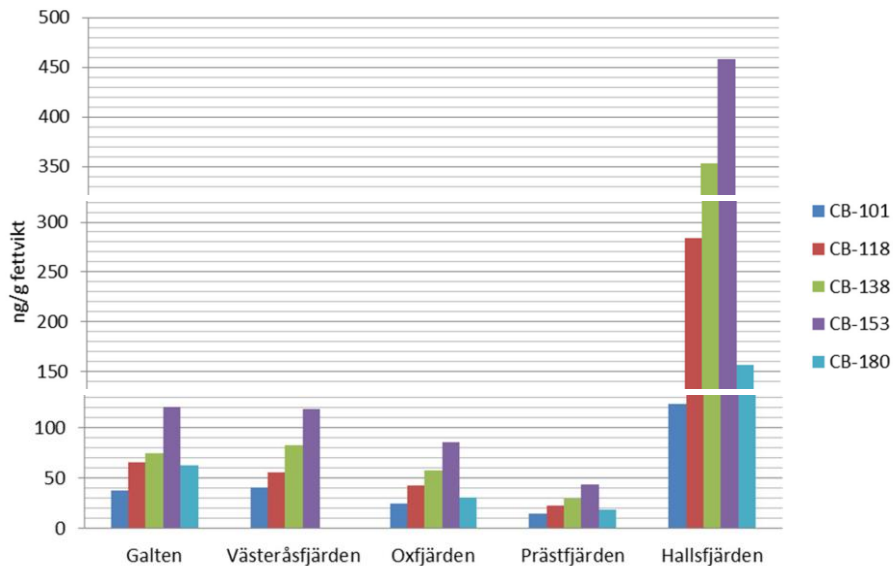
En jämförelse av halter av PCB, DDT-ämnena och kvicksilver har gjorts med en studie utförd år 2001 (Lindeström, 2001) där Norra Björkfjärden ingick som provtagningspunkt. Referenslokalen Prästfjärden ligger i samma huvudfjärd som Norra Björkfjärden och bedömdes vara en bra jämförelselokal.

Halterna av PCB-153 vid jämförelse med 2001 antyder en minskning i abborre, men inte i gädda och gös. Resultaten från de högre halterna i gös 2012 var oväntade då gös och abborre ligger relativt nära varandra i näringskedjan. Resultaten kan eventuellt delvis förklaras med ett fel i fettviktsbestämning beroende på att många individer från 2012 hade avvikande låga fetthalter.

För DDT-ämnena samt kvicksilver ser det inte ut som att några större förändringar har skett mellan åren.



Figur 15. Medelhalter av metaller i abborre från olika delar av Mälaren. Kvicksilverhalter avser muskelprover ($\mu\text{g}/\text{g}$ färskvikt) och övriga metallhalter avser leverprover ($\mu\text{g}/\text{g}$, TS). Observera de relativt jämna metallhalter i alla 5 lokaler. Undantaget är kvicksilver, som är nästan en potens högre i Hallsfjärden på grund av tidigare industriutsläpp. Observera logskalan. Provtagningen är från 2012. (Från Allmyr & Sternbeck).



Figur 16. Medelvärden av olika PCB-kongener (ng/g fettvikt) i abborrprover från olika delar av Mälaren. Onormalt avvikande PCB-180-halter är exkluderade. I Västeråsfjärden exkluderades samtliga haltdata för PCB-180 – figuren ska dock inte tolkas som att PCB-180 inte detekterats. (Från Allmyr & Sternbeck 2014).

6.4. Biotaundersökning i Stockholm 2009-2013 (provpunkt i Årstaviken)

Organiska föreningar

Biota undersökningar har utförts inom Stockholms Stads årliga miljöövervakning. Se 4.1.1. (s.33-35).

PCB, PBDE och PFOS har hittats i förhöjda halter i abborre i Stockholm. PFOS-halter visade en stark förorening i Årstaviken och Drevviken jämfört med regionala referenssjöar. Σ PCB-7 påträffades i halter mellan 0,021 och 0,086 $\mu\text{g/l}$ i Stockholm jämfört med halterna i referenssjöar på 0,0005-0,001 $\mu\text{g/l}$. Σ Penta-BDE (som är en grupp av kongener bland PBDE), uppvisade halter mellan 0,18-11 ng/l jämfört med regionala referenssjöar där värdena låg på 0,02-0,13 ng/l. Dessa resultat är inte oväntade, då höga halter av PCB och PBDE har hittats i sediment och höga halter av PFOS hittats i ytvatten. Bland de andra perfluorerade ämnena som undersökts förutom PFOS och PFOA, var det främst de med längre kolkedjor som upptäcktes. Sannolikt är att dessa är mer bioackumulerbara än de med kortare kedjor. **AA-EQS överskreds för PFOS- och penta-BDE i alla prover och gränsvärdet för livsmedel överskreds för PCB-7 i några individer.**



Bild 22. Abborren är den fisk som oftast undersöks i fråga om miljögifter. Foto "Europeisk abborre (*Perca fluviatilis*)" av Alexander Francis Lydon (1836-1917); [CC BY 4.0](#) via Wikimedia Commons.

7. Läkemedel – undersökningar i vatten och fisk

Vid mätningar har flera läkemedelssubstanser påträffats i dricksvatten i Mälarenregionen. Halterna i dricksvatten är knappt mätbara. Men kunskapen om effekter på hälsan av livslångt intag av låga halter i dricksvatten och andra livsmedel är otillräckligt utredda, särskilt frågan om additiva eller synergistiska effekter mellan olika kemikalier och läkemedel. De substanserna som är undersökta utgör bara en liten del av alla läkemedel som används. Det som har uppmärksammats i media är bl.a. reproduktionsstörningar hos fisk. Frågan har studerats i detalj och det har visats att ethinylestradiol, som ett exempel, kan skapa svåra reproduktionsstörningar även vid låga halter som ligger i *ng/l* halter.



Bild 23: Även låga halter av de aktiva läkemedelssubstanserna kan orsaka negativa effekter i biota. Foto från blog.targethealth.com.

Sammanfattning

Läkemedel både i Mälaren och i Östersjön har uppmärksammats i allt högre omfattning under senare år. Då läkemedel består av substanser som är ämnade att orsaka en farmakologisk respons i kroppen kan även små intag av dessa substanser i t.ex. dricksvatten orsaka negativa effekter.

Här sammanställs två undersökningar av läkemedelssubstanser. Den första är en screeningundersökning utförd i både det ingående och utgående vattnet från flera svenska reningsverk (varav ett i Uppsala), i två recipienter som ligger nedströms (varav ett i Fyrisån), i abborre (i Fyrisån) och i dricksvatten (Stockholm). Provfisket visade höga halter av flera substanser i abborre i Fyrisån, och dricksvattnet i Stockholm innehöll betydligt fler substanser än dricksvattnet i Umeå. Den andra är Stockholm Vattens provtagningar i råvatten, dricksvatten och i recipienten Mälaren.

Ytterligare en studie som nämns här är en sammanställning av undersökningar av reningsgraden i de svenska avloppsreningsverken. Slutsatsen är bl.a. att många ämnen påträffas även efter rening, och att mer än 70% av substanserna minskar med mindre än 50 %.

7.1. Tre läkemedelsundersökningar

7.1.1. Nationell screening 2010: Pharmaceuticals

En nationell screeningundersökning av läkemedel utfördes av IVL år 2010. Urvalet av substanser gjordes utifrån ekotoxikologiska kriterier, främst potens och potential att biokoncentrera. Några antibiotika samt några läkemedel som ingått i tidigare screeningar inkluderades. Totalt undersöktes 101 läkemedel.

Undersökningen bestod av provtagningar av inkommande och utgående avloppsvatten från fyra reningsverk (varav ett var Kungsängsverket i Uppsala). De andra tre var reningsverk i Skövde och Umeå samt Henriksdalsverket i Stockholm. Provtagningar gjordes i två recipienter (i Fyrisån för Uppsala samt i en recipient i Skövde). Även biotaprover (abborre) ingick från två kontrollsjöar samt Fyrisån och Mörkebacken (Skövde). Som avslutning togs även prover på dricksvatten i två städer (Stockholm och Umeå).

Resultat

Reningsverk (inkommande och utgående vatten)

Av de 101 läkemedel som undersöktes, detekterades 92 substanser i inkommande vatten i minst ett av reningsverken. Att så många substanser påträffades i inkommande vatten tyder på att det är avloppsvatten som är den främsta källan till läkemedel. Paracetamol var det ämne som påträffades i högst halter, upp till 540 µg/l. I det utgående vattnet påträffades 85 substanser i minst ett av reningsverken. Med andra ord var de flesta substanserna närvarande även här. Däremot hade halterna sjunkit med en tredjedel i reningsverken. **Diklofenak** var läkemedlet som påträffades i högst halt, upp till 3,9 µg/l. Paracetamol reducerades kraftigt till 0,58 µg/l. Av de 31 läkemedlen som var inkluderade i både denna och SEPA-studien från 2008 korrelerar halterna i inkommande och utgående halter för de flesta substanserna. (Se 7.1.3. Reningsgrad på avloppsreningsverk: SEPA undersökning 2008, s.81). Jämförelsen mellan det inkommande och utgående vattnet mäter i vilken grad halterna av substanserna har reducerats, men en del substanser kan avskiljas till slam eller brytas ned till olika metaboliter och nedbrytningsprodukter. Med andra ord är reduktionen inte nödvändigtvis ett mått på att läkemedlet har brutits ned till ofarliga ämnen. I en annan studie hittades för flera läkemedel att slam var den huvudsakliga slutdestinationen, där mer än 50 % av den totala mängd som kom in till reningsverket återfanns i slam (*Stockholm vatten 2010*).

Provtagning i ytvatten - Fyra punkter i Fyrisån

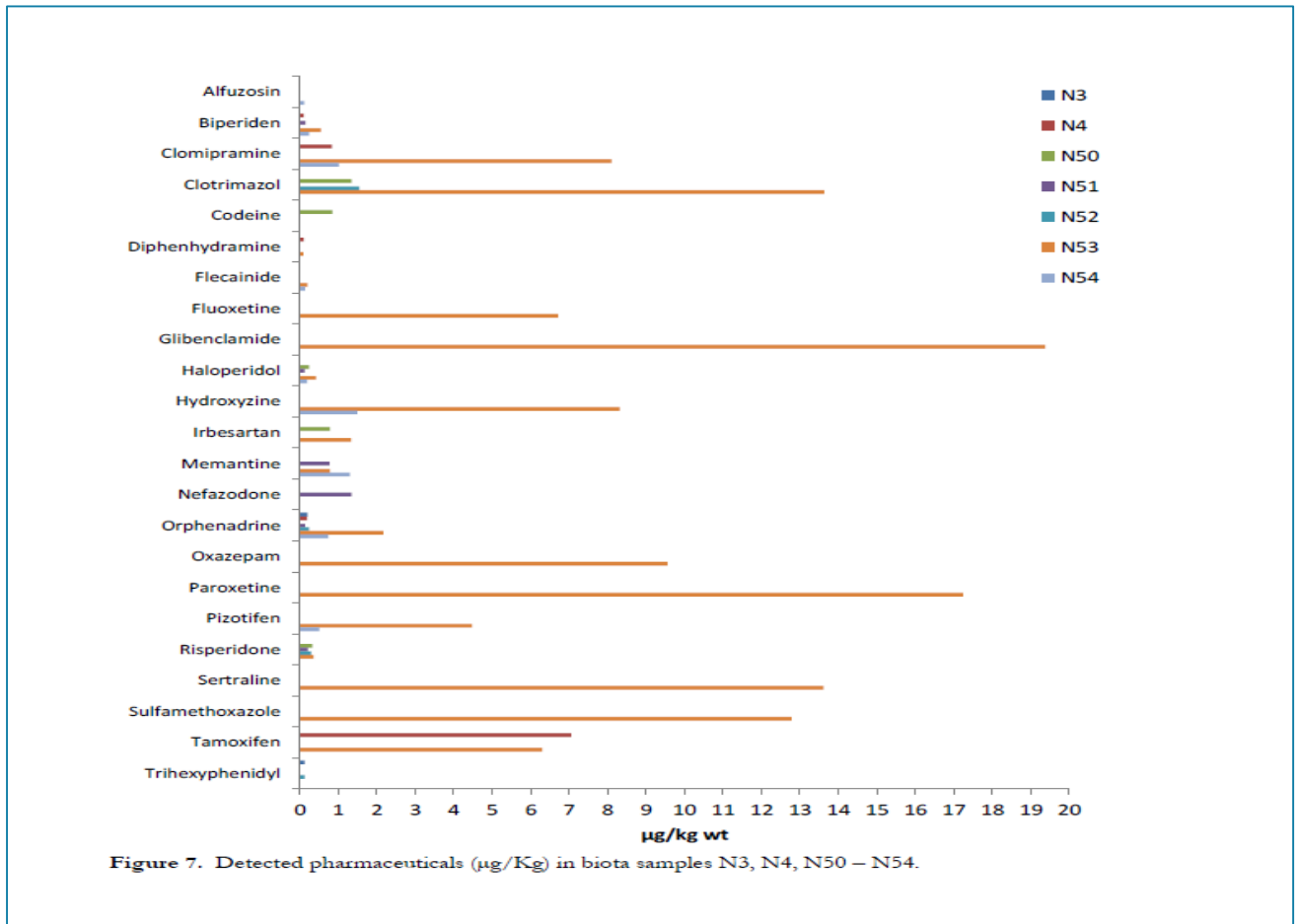
I hela undersökningen detekterades 66 av substanserna i minst en av recipienterna. **15 av dessa hittades i nivåer som ansågs kunna resultera i farmakologiska responser i fisk i dessa vatten.** (Se nästa sida om biota-undersökningen).

I Fyrisån skedde provtagningen vid en punkt uppströms samt fyra punkter nedströms reningsverket (belägna 5 meter, 150 meter, 3,5 kilometer och 4,6 kilometer från utsläppspunkten). Vid den första punkten efter reningsverket höjdes halterna av substanserna tydligt för att sedan sjunka successivt i de andra punkterna.

Fyrisån är mottagare till utsläpp från Akademiska sjukhuset i Uppsala. I Skövde är också ett sjukhus beläget uppströms reningsverket. Det är särskilt relevant för vissa ämnen som i större utsträckning används på sjukhus, t.ex. cancermediciner, röntgenkontrastmedel och viss mån antibiotika. Det finns idéer om att i framtiden installera reningsanläggningar på sjukhusavdelningar (*Stockholm vatten 2010*).

Biotaundersökning - Abborre i Fyrisån

Biotaundersökningen bestod av sju abborrar varav två individer var tagna nedströms reningsverket i Fyrisån. 23 substanser upptäcktes i proverna. Halterna låg generellt lågt, i nivåer på $\mu\text{g}/\text{kg}$. De högsta påträffade halterna hittades i en av fiskarna nedströms Kungsängsverket. I [Figur 18](#) betecknas individen med de höga halterna som N53. Halterna av de flesta substanserna som hittades i de sju abborrar samvarierade med halterna som hittades i ytvattnet. **Fem substanser påträffades i halter som ansågs kunna orsaka negativa effekter hos fisk.**



Figur 18. I biota-undersökningen ingick 7 abborrar. Två individer var från nedströms reningsverket i Fyrisån. De högsta halterna av många ämnen påträffades i en av dessa två individer (N53). Alla staplar som sträcker sig längre än $2 \mu\text{g}/\text{kg}$ wt förutom för Tamoxifen är från N53. Mätenheten är $\mu\text{g}/\text{kg}$. (Halterna av de flesta substanserna som hittades i de sju abborrar samvarierade med halterna som hittades i ytvattnet.) (Från IVL 2011).

Dricksvatten: Stockholm och Umeå

Läkemedel i dricksvatten undersöktes i Stockholm och Umeå. Medan endast två substanser påträffades i Umeå, hittades 26 substanser i Stockholm. Det finns anledning att tycka att det är bekymmersamt, precis som för andra typer av miljögifter. WHO konstaterar i sina riktlinjer att fortsatt övervakning av dessa substanser inte behövs, men det finns inget belegg att tro att det inte finns några långtidseffekter som är skadliga. I Sverige har Läkemedelsindustriföreningen konstaterat att kunskap om långtidseffekter är bristfälliga (FASS).

7.1.2. Provtagning i Mälaren samt råvatten och dricksvatten 2006-2008 av Stockholm Vatten

Prover av ytvatten togs i två punkter i Mälaren årligen mellan 2006-2008. 83 substanser analyserades. Provtagningspunkterna låg i Lambarfjärden som är recipient till Fyrisån, och därmed av det renade avloppsvattnet från Uppsala (även Akademiska sjukhuset) samt vid Långhällsudde där södra Mälaren rinner mot Stockholm. Prover togs även på råvatten och dricksvatten på några vattenverk som har vattenintag från Mälaren. (*Stockholm Vatten 2010*).

Resultat

13 läkemedel påträffades i Mälaren på nivåer på något nanogram per liter eller mindre. I dricksvatten återfanns 12 läkemedel, alla i halter under ett nanogram per liter utom **oxazepam** och **tramadol**. Halterna låg nära detektionsgränserna för de analyserade ämnena och måste anses mycket osäkra. Medelhalterna var för många ämnen något lägre i det färdiga dricksvattnet än i råvattnet, men på grund av den stora osäkerheten vid analys av så låga halter är det svårt att säga något om reduktionsgraden hos vattenverken.

7.1.3. Reningsgrad i avloppsreningsverken

SEPA-undersökning 2008 - Avloppsreningsverkens förmåga att ta hand om läkemedelsrester och farliga ämnen

Från en studie (*SEPA 2008*) som undersökte 43 svenska reningsverk under perioden 2003-2008, finns statistik för reduceringsgrad av många läkemedelssubstanser. Av de 92 ämnena som undersöktes var det endast tre som reducerades >95 % (bland annat paracetamol). Fem substanser reducerades mellan 94-80 %, 18 reducerades mellan 79-50 %, 42 reducerades mellan 49-10 %, 7 reducerades inte alls och 17 hade negativa reningsvärden. (Negativ reningsvärden kan delvis förklaras av att substansernas metaboliter omvandlas tillbaka till originalsubstansen.) Observera att reduktionsgraden endast jämför halter i inkommande och utgående vatten och inte betyder att substansen har brutits ned. Många av gifterna hamnar i stället i slammet.

Tabell 26. Reduktionsgrad (dvs. ämnets minskning i halt från inkommande vatten till utgående vatten) för 92 läkemedelssubstanser i 43 svenska reningsverk under perioden 2003-2008. Observera att mer än 70 % av substanserna minskade med mindre än 50 %. (Från Wahlberg et al. 2010).

<i>Antal läkemedelssubstanser</i>	<i>Reningsgrad i 43 svenska reningsverk</i>
3	>95 % (bland annat paracetamol)
5	80-94 %
18	50-79 %
42	10-49 %
7	ingen reduktion
17	negativa reningsvärden

Miljöarbete 7: Extra reningssteg i avloppsreningsverk

Rening av läkemedelsrester i pilotskala vid Käppala, Uppsala och Västerås reningsverk

Inom ramen för det nationella forskningsprogrammet MistraPharma (www.mistrapharma.se) har en flyttbar pilotanläggning för läkemedelsrening byggts samman i form av en container. Anläggningen har testats på Käppala reningsverk på Lidingö, på Kungsängsverket i Uppsala och på ytterligare ett reningsverk med samma namn, Kungsängsverket i Västerås.

Anläggningen innehåller elva parallella behandlingslinjer för att avskilja eller bryta ned läkemedelsrester i kommunalt avloppsvatten. Ozonering och behandling med aktiverat kol är de två huvudprocesserna som testas. Därtill har biofilmsystem lagts till som referens. De elva behandlingslinjerna har i princip samma flödesmässiga kapacitet; tre innehåller granulerat aktiverat kol (GAC), ytterligare tre med aktiverat kol i pulverform (PAC), två linjer med ozon, två linjer med biofilm processer (MBBR) och slutligen en linje med sandfiltration (SF) efter ozon. GAC-linjer består av två nedströmsfilter i serie.

Preliminära resultat visar att ozoneringen kan avskilja läkemedelsrester med upp till 80-90 % och med aktiverat kol till 90-95 %.

Rening av läkemedelsrester i full skala vid Knivsta reningsverk

En fullskalig rening av läkemedelsrester kommer att utvärderas på Knivsta reningsverk. Detta reningsverk i mindre skala är passande att göra de första försöken i med fullskalig rening. Dessutom är recipienten en å med begränsad vattenföring, vilket gör att läkemedelsrester inte späds ut på samma sätt som vid utsläpp till ett större vattendrag. Försöket kommer att genomföras från slutet av maj till december 2015. I projektet ingår även uppföljning av recipientens ekosystem på olika artnivåer – virus, bakterier, insekter, evertebrater och fisk. Förekomst av antibiotikaresistens kommer också kartläggas.

I Knivsta har projektet konstaterat att recipienten inte håller ett stationärt fiskbestånd, utan i princip all fisk vandrar ut i en sjö nedström under sommaren. Effekten av avancerad rening på fiskars hälsostatus kommer därför utvärderas i ett mobilt laboratorium som färdigställts under hösten 2014. Studier kommer att utföras på spigg och regnbågslox, men beteendestudier även på zebrafisk. Studier på snäckor (*Lymnea stagnalis*) kommer också att utvärderas.



Figur 19. Extra reningssteg (ozonering och aktivt kol) testas inom forskningsprojektet Mistrapharma för att bättre kunna rena avloppsvatten från läkemedelssubstanser. Bild från www.nyteknik.se.

Slutord med blicken framåt

Tidsserier ger ledtrådar

Tidsserierna för tungmetaller, PAH:er och PCB:er som gjordes i Västerås hamn med hjälp av sedimentkärnor visar att halterna har minskat kraftigt under de sista 50 åren. Tidsserien för TBT i Köping visar också en kraftig minskning under de senaste 30 åren. Se Miljöarbete 6 (s.64-65). Tungmetallerna i Bällstaån har också minskat signifikant under 15 år fram tills 2012. Se Historisk överblick i Bällstaån (s.40). Dessa resultat är "kvitton" på framgångsrikt miljöarbete.

Det finns flera pågående miljögiftsprojekt idag med återkommande provtagningar som med tiden kan ge tidsserier. Dessa är bland andra den regionala övervakningen baserade på SGU:s provpunkter som görs vart sjunde år - se 5.1 (s.46) och 5.2 (s.53), årliga miljögiftsövervakningar (t.ex. i Stockholm eller Bällstaån) - se 4.1.1. (s.33) och 4.1.2. (s. 37), provtagningar inför/under/efter Mälarprojektet - se 5.3. (s.56), och regelbundna råvattenmätningar hos vattenverken - se 4.2. (s.41).

Principiellt blir det lättare att dra tillförlitliga slutsatser om trender ju fler gånger en plats har undersökts och ju mer tid som har gått sedan första provtagningstillfället. Jämförelser kräver också att samma provtagnings- och analysmetoder används. Äldre undersökningar såsom de omfattande studierna (*ITM 2003*) och (*IVL 2003*) kan också användas som jämförelsematerial, dock med hänsyn tagen till provtagnings- och analysmetoderna. Se Bilaga 1.5. Rapporter äldre än 2006 (s.89). Troligen kan fler studier bidra med värdefull data de kommande åren som kan leda till tidsserier.

Screeningar visar vägen framåt

I de många screeningar som har utförts av **tidigare icke-undersökta ämnen** - se 3.1. Screeningar av nya ämnen (s.12) - har många av ämnena prioriterats av Naturvårdsverket (<http://www.ivl.se/download>) för fortsatt undersökning. Dessa är musksubstanser, benzotiazoler, benzenediaminer, benzotriazol, UV-filter-ämnen, PCN:er, doftämnen (bl.a. OTNE), komplexbildande ämnen (EDTA, DTPA, NTA, m.fl.) och polära ämnen (TPPO, TMDD och TCEP).

Dessa substanser som inte tillhör de rådande regelverken, d.v.s. vattendirektivets prioriterade ämnen eller de särskilda förorenande ämnena (SFÄ), bör tas i beräkning på annat sätt på nationell och regional nivå. Se Bilaga 2 (s.91) och Bilaga 3 (s.95) för mer information om de två kategorier av ämnen som finns idag.

Slutsatserna från screeningarna av **de prioriterade ämnena** var att fokus bör läggas på årstidsupplösningen med månatliga mätningar i ett fåtal intressanta provtagningspunkter och att reducera analysomfattningen till de ämnen som påträffats i Sverige (enligt Tabell 7 på s. 24). Med *intressanta provtagningspunkter* menas t.ex. utloppen för avloppsreningsverk och platser som är under dagvattenpåverkan. Även bakgrundslokaler bör utredas huruvida dessa är påverkade av lokala/regionala eller nationella/internationella källor. Ett sätt är att analysera luft och regn.

Många ämnen påträffas inte eller påträffas i låga halter i vattenfas. De hittas däremot i högre halter i biota och/eller sediment. Det gäller särskilt de lipofila (och därmed ackumulerande) organiska ämnen. Se Tabell 29 i Bilaga 3 (s.95) som listar de prioriterade ämnena som fått gränsvärden för biota och sediment.

Samordning med bottenfauna och biomarkörer

Bottenfauna

Bottenfaunaövervakningen undersöker faunasamhället med hjälp av diverse bedömningsindex, som mäter diversitet, nyckelarter, o.s.v. Den kan beskriva hur gynnsamt eller ogynnsamt ett område är för levande organismer. Undersöks näringstillstånd (t.ex. övergödning), försurning eller miljögifter samtidigt kan orsakssamband eventuellt hittas för förändringar i tillstånd i faunasamhällen. I rapporten av *Haeggman 2010* berättas t.ex. att kräftdjuret vitmärlan saknas helt i Skarven, utanför Rosersberg, och att det kan bero på de höga halterna av PFOS som finns i vattnet och sedimentet och som har sin källa i brandsläckningsövningar från f.d. Räddningsskolan i Rosersberg. En annan möjlig orsak till vitmärlans frånvaro kan tänkas bero på de låga syrgashalterna.

I dagsläget finns få studier som undersöker bottenfauna samtidigt med andra parametrar. Inom miljöövervakningsprogrammet där Mälarens vattenvårdsförbund är uppdragsgivare, ingår bottenfaunaprovtagning som undersökningsparameter. Bottenfauna tas vid fyra stationer årligen i mitten av september. När den planerade miljögiftsövervakningen kommer igång år 2016 kan den med fördel samordnas med bottenfaunaövervakningen.

Biomarkörer

Några omfattande studier som undersökt biomarkörer i abborre (Hansson et al. 2006, Hansson et al. 2014 och Linderöth et al. 2006) har gjorts av ITM (numera ACES) på Stockholms universitet. Sammanlagt har 27 biomarkörer testats, bland andra (på engelska): *somatic condition index*, *gonadosomatic index*, *liver somatic index*, *brain somatic index*, *EROD activity in liver*, *AChE activity in muscle*, *1-pyrenol in bile*, *micronucleated erythrocytes*, *apoptosis in the liver*, osv. Muskelhalter av organiska ämnesgrupper mättes också (TBT, DBT, TFT, DFT, PFOS, Σ PBDE, Σ DDT, Σ PCB, Σ HCH och HCB). Provtagningarna gjordes i en gradient från centrala Mälaren in mot Stockholm och sedan ut mot skärgården. Slutsatsen i alla tre rapporter var att abborrarna i Stockholm uppvisar tydliga tecken på kronisk ohälsa på grund av det stora antalet miljögifter och de höga halter som de utsätts för.

Studierna hamnar utanför ramen för denna rapport och är därför inte redovisade i mer detalj. Men vikten av biomarkörstudier är inte för den saken mindre. En biomarkörundersökning visar de sammanlagda effekterna (inklusive additiva och synergistiska effekter) som toxiska ämnen har på organismer och är med andra ord en slags hälsoundersökning. Vid mätningar av enskilda ämnen används numera gränsvärden som ofta är baserade på ekotoxikologiska studier, men additiva och synergistiska effekter är aldrig till sällan studerade.

Biomarkörstudier är således ett "nästa steg" i miljögiftsarbetet där den sammanlagda toxinbördan i en miljö tas i beräkning. Tas även toxinhalterna och den toxikologiska kunskapen samtidigt med i analysen kan en mer fullständig bild fås.

Bioackumulation och biomagnifikation syns i biotaprover

Miljögiftsprovtagning i akvatisk biota (särskilt fisk) blir mer vanlig idag, och bedömning av analysresultat underlättas tack vare flera formella biota-gränsvärden som har tillkommit. Kontinuerlig provtagning av fisk är viktig för att skydda människor och andra arter (t.ex. rovfåglar och uttrar) som konsumerar fisk med exempelvis kvicksilver, PBDE och PFOS. Arbetet med biota bidrar också med kunskap om hur bioackumulation samt biomagnifiering av gifter sker. Av den anledningen är resultaten från undersökningarna av gifter hos toppkonsumenter (t.ex. rovfågeln) viktiga att sammanställa för att ha bra överblick. Se [6.1. Biota screening](#) (s.67).

Dricksvattenfrågan bör lyftas fram

Dricksvattenfrågan bör lyftas fram när miljögifter diskuteras. I mätningarna av råvatten på vattenverken runt Mälaren påträffades arsenik, koppar och ett cancerogen PAH-ämne över gränsvärdena. Se 4.2. Vattenverkens mätningar av råvatten. (s.41). Vattnet från Mälaren används av regionens befolkning som dricks- och "matlagingsvatten" samt bad- och duschvatten. Det är ett av skälen till att Mälaren bör värderas till en av regionens viktigaste naturresurs. Vattnets kretslopp gör att det rena vattnet i glaset i ett hem i Stockholm tidigare kan ha fallit ner som regnvatten på Upplands åkrar, runnit ner längs gatan som dagvatten i Västerås eller åkt med avloppsvattnet från Akademiska sjukhuset i Uppsala. Övervakningen av råvatten och dricksvatten är en fråga för alla som bor och arbetar i regionen.

Kreativa lösningar från producenterna

Mälarenregionen är tätbefolkad, och till följd av det är Mälaren påverkad av de flesta typer av miljögifter. Under åren har statistik förts över punktutsläpp, och en generell minskning har setts i Sverige tack vare åtgärder i olika produktionsprocesser. Det är svårare att spåra och mäta det diffusa utsläppet från till exempel mindre fabriker och reningsverk, vägtrafik, flyg och sjöfart eller produkter som datorer och soffor. Arbetet med att kartlägga källor pågår idag, och flera studier som har presenterats i denna rapport har eftersträvat att komma närmare källorna.

Större källanalyser har utförts i t.ex. Stockholm och Uppsala. Se Bilaga 1.4. Rapporter som behandlar ämnen och deras källor (s.89). I rapporten *Stockholms väg mot en giftfri miljö (Stockholms stad 2008)* redovisas att textilier, byggmaterial, rengöringsmedel och kosmetika/hygienprodukter står för mycket av det diffusa utsläppet. Myndigheterna bör fortsätta arbeta intensivt med att förbjuda förekomsten av olika miljögifter i dessa och andra produkter. Det behövs specifik lagstiftning per ämne eller ämnesgrupp.

Idag åligger det mest kunden att välja "rätt" för att undvika farliga kemikalier, men det är mycket svårt för en kund att göra det utan kunskap och mycket tid. Politiken skulle kunna spela en mycket viktig roll i framtiden med arbetet att flytta kravet från konsumenterna till produktionen. Ett sätt för att detta ska kunna ske är om ansvaret för att åtgärda produkternas negativa effekter på hälsa och miljö skulle ligga hos producenterna och inte delas av samhället. Synsättet "från vaggan till graven" där en varas hela livscykel tas i beräkning, skulle kunna skapa incitament för en produktion utan skadliga ämnen samt att återvinning av material skulle utvecklas snabbare.

Det kommer naturligtvis att kosta pengar på kort sikt för företagen att ändra produktionsprocesser. Lösningen är att flera företag tar det steget. Då kan både de och samhället i stort gynnas. I *Stockholms väg mot en giftfri miljö* uttrycks behovet av ett nytt synsätt i fråga om lagstiftning där lagarna i stället bör vara verktyg för att skapa kreativiteten hos företagen. Det står att "lagstiftning måste på ett helt annat sätt understödja företagens kreativa processer att förbättra sina verksamheter från miljösynpunkt. Det fordrar ett paradigmskifte som ännu knappt kan anas." Eller är det runt hörnet?

Bilaga 1. Kartläggning av miljögiftsstudier (efter matris och geografi)

Kartan nedan visar Mälarens delbassänger: **A: Galten, B: Blacken-Granfjärden, C: Gripsholmsviken - med både Prästfjärden och Norra & Södra Björkfjärden, D: Lårstaviken och Ekoln (från norr), E: Görvåln, samt F: Mälaren-Stockholm.** Undersökningar som har samlats in för sammanställningen delas in efter typ av studie samt geografiskt i delbassängerna (A-F). Undersökningarna är listade i alfabetisk ordning under varje rubrik. De studierna som redovisas här i rapporten är markerade med asterisk *.



Karta 22. Mälarens delbassänger med avgränsningar markerade med linjer. (Fr. Sonesten et al. 2013).



Bild 24: Vid den årliga upptagningen av båtarna i Pampas Marina i Solna undersöks det utgående vattnet från båtvätsanläggningen för metaller och TBT. Se *Pampas Marina båtvätsstudier 2007-2012 (Solna Stad)* på nästa sida. Foto "Pampas Marina" av Haxpett; CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons.

Bilaga 1.1. Undersökningar i:

- **flera matriser (ytvatten, sediment, biota)**
- **ytvatten**

Hela Mälaren

- *Mälaren: Tillståndsutvecklingen 1965-2011* (SLU och Mälarens Vattenvårdsförbund, 2013).

Bassäng B

- *Hässlö vattenverk: Råvattenmätningar 2011-2014.**
- *Miljöprioritering av läkemedelsutsläpp i Katrineholm, Eskilstuna och Nyköping.* (Universitetssjukhuset Örebro & Landstinget Sörmland, 2010).
- *Övervakning av prioriterade ämnen i Västmanland* (Länsstyrelsen 2012-2013). *

Bassäng C

- *Bålsta & Norsborg vattenverk: Råvattenmätningar 2013.* *
- *Recipientkontroll Tumbaåns sjösystem* (Botkyrka kommun, årligen).

Bassäng D

- *Metaller och stabila organiska ämnen i Oxundaåsystemet* (IVL 2014).
- *PFOS påverkan från Arlanda:*
 1. *Stockholm Arlanda Airport as a source of per- and polyfluoroalkyl substances to water, sediment and fish* (SLU & IVL 2014).
 2. *Årsrapport 2009 för projektet Re-Path* (IVL 2009).
 3. *Årsrapport 2012 för projektet Re-Path* (IVL 2013).

Bassäng E

- *Görväln & Lovö vattenverk: Råvattenmätningar* (2013 & 2014). *
- *Görvälnverket- Ett projektarbete inom kursen kretslopp och miljöskyddsteknik* (Stockholms universitet, 2008).
- *Vatten-och sedimentundersökningar i östra Mälaren 2012* (IVL 2012). Undersökning utanför Lövsta gamla deponiområde. *

Bassäng F

- *Bällstaån:*
 1. *Bällstaån: Undersökning av vattendirektivets prioriterade ämnen 2009* (Stockholms Miljöförvaltning, 2011). *
 2. *Övervakning av prioriterade ämnen/SFÄ i Bällstaån* (Länsstyrelsen Stockholm, årligen).*
- *Pampas Marina båttvåtsstudier 2007-2012* (Solna Stad).
- *PFOS påverkan från Bromma flygplats:*
 1. *Analys av PFOS, PFOA, PFHxS och PFHxA i vatten-och markprover från Stockholm Bromma Airport* (IVL 2012).
 2. *Översiktlig undersökning av förekomst och spridning av perfluorerade ämnen vid brandövningsplats Bromma flygplats* (Sweco 2013).
- *Tillståndet i Stockholms ytvatten-utvärdering av miljöövervakningsdata från 2009-2013. Preliminärrapport* (Stockholms Stad, 2014). *

Bilaga 1.2. Undersökningar i sediment

Hela Mälaren

- *Kvicksilver i sediment och fisk från Stockholms skärgård* (IVL 2009). *
- *Mälärprojektet* (4 rapporter) *:
 1. *Mälärprojektet – Alternativredovisning för hantering av muddermassor* (WSP 2014).
 2. *Mälärprojektet – Föreningar i fisk från Mälaren* (WSP 2014).
 3. *Mälärprojektet – Konsekvenser för vatten- och naturmiljön i Mälaren och Södertälje* (WSP 2014).
 4. *Mälärprojektet – Sedimentundersökningar i Mälaren och runt Södertälje kanal* (WSP 2014).
- *SGU provtagningar* (60 kärnämnen + flera organiska ämnen) i fler än 20 stationer (Information och data - 2001-2003 - från SGU kundtjänst). *

Bassäng A

- *Sonarkartering och sedimentprovtagning i Köpings hamn och på fjärden Galten* (JP Sedimentkonsult 2013). *

Bassäng B

- *Västeråsfjärdens sedimentundersökningar* (5 rapporter; JP Sedimentkonsult 2011-2014: listade i [Del 5.4.](#)). *

Bassäng C

- *Tillståndsansökan Nabbviken i Strängnäs* (Ramböll 2013). Anläggning av brygga i småbåtshamn.

Bassäng E

- *Undersökningar av Mälarens botten utanför Lövsta gamla deponiområde* (SGU 2012).

Bassäng F

- *Effekter av polycykliska aromatiska kolväten på de akvatiska ekosystemen i östra Mälaren och Stockholmsområdet* (ITM 2010). *Rapport om PAH.*
- *MKB tillfällig hamn Sätra – E4 Förbifart Stockholm* (Trafikverket 2011).
- *Projekt Slussen: Masshantering i vattenområdet vid ombyggnad av Slussen Söderström* (WSP 2011).
- *Regional miljöövervakning (RMÖ) i Stockholms län:*
 1. *Metaller och miljögifter i sediment – inom Stockholms stad och Stockholms län 2007* (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2007). *
 2. *RMÖ, Stockholms län. Metaller och PAH i sediment* (VISS Vatteninformationssystem Sverige, 2014). Översiktlig information om den regionala miljöövervakningen. *



Bild 25: Sedimentet vid provtagningsstation "Vårberg". Sedimentet nås vid ett vattendjup på 65,5 meter. Från *Metaller och miljögifter i sediment – inom Stockholms stad och Stockholms län 2007* (Länsstyrelsen i Stockholms län, 2007).

Bilaga 1.3. Undersökningar i biota

Hela Mälaren

- *Basic physiological biomarkers in adult female perch in a chronically polluted gradient in the Stockholm recipient* (ITM 2006). Rapporten behandlar DDT i abborre.
- *Biochemical biomarkers in adult female perch in a chronically polluted gradient in the Stockholm recipient* (ITM 2006). Rapporten behandlar PCB, HCB och HCH i abborre.
- *Cytological and biochemical biomarkers in adult female perch in a chronically polluted gradient in the Stockholm recipient* (ITM 2014). Rapporten behandlar PBDE i abborre.
- *Effekter av PFOS på akvatiska ekosystem i östra Mälaren och Stockholmsområdet* (ITM 2010). *
- *Metaller och organiska ämnen i fisk och stormussla från Västeråsfjärden* (IVL 2014). *
- *Miljöstörande ämnen i fisk från Stockholmsregionen 2013* (IVL 2014). *

Bassäng B

Biologisk-kemisk karakterisering av framtida muddermassor från Västeråsfjärden (IVL 2013)*

Bilaga 1.4. Rapporter om ämnen och deras källor

- *Belastning av miljögifter på vatten* (SMED 2009).
- *Bly i Stockholm 2002- en substansflödesanalys* (Stockholms Stad, 2002).
- *Källanalys av miljögifter i Uppsala län - En sammanställning inom miljömålet Giftfri miljö* (Länsstyrelsen Uppsala län 2013).
- *Miljögifter i Stockholms dagvatten - Del 1: Sammanställning av källor. Del 2: Analys av PFOS och PFOA* (ITM 2011).
- *PAH i sediment i Stockholmsområdet: Halter och källor* (Stockholms Stad, 2002).
- *Stockholms väg mot en giftfri miljö* (Stockholms Stad, 2008).

Bilaga 1.5. Rapporter äldre än 2006

- *AstraZeneca AB: Mark- och grundvattenutredning-Snäckviken* (ÅF-Process AB, 2005).
- *Dioxinlika ämnen i Stockholms ytvatten* (Uppsala universitet, 2004).
- *Fisk från Mälaren - bra mat* (Mälarens vattenvårdsförbund, 2001).
- *Förekomsten av metaller och cyanid i Galtens bottensediment - Rapport för Bodycote Ytbehandling AB, Kungsör.* (Karlsson M & Jonsson P, 2004).
- *Har belastning av metaller, PAH eller PCB i Stockholms vattendrag förändrats under perioden 1997-2002?* (IVL 2004).
- *Metaller och organiska miljögifter i vattenlevande organismer och deras miljö i Stockholm 2001* (ITM 2003).
- *Tillståndsansökan för vattenverksamhet - Vårby brygga i Stockholm* (Sweco 2000).
- *Sediment som mått på belastning av metaller, PAH och PCB i Stockholm* (Stockholm Stad, 2000).
- *Sedimenttillväxt på ammunitionsdumpningsplatser i Mälaren-datering genom varvräkning och ¹³⁷Cs-aktivitet* (Stockholms universitet, 2005).
- *WFD Priority substances in sediments from Stockholm and the Svealand coastal region* (IVL 2003).

Bilaga 1.6. Screeningar

Screeningar av prioriterade ämnen

- *Nationell screening 2006 (Sweco 2007:1) **:
- *Nationell screening (temporal) 2007 – 2008 (Sweco 2008:7) **:
- *Norra Östersjöns vattendistrikt screening 2008 (Sweco 2009:1)**:
- *Norra Östersjöns vattendistrikt screening 2009 (Sweco 2009:4) **:
- *Occurrence of additional WFD priority substances in Sweden (Sweco 2013) **

Diverse andra screeningar som berör Mälaren (från äldre till nyare)

- *Nationell screening, 2003, Bisfenoler och bis(4-klorofenol)sulfon. **
- *Retrospektiva studier av perfluoralkylsulfonsyror i den svenska miljön, 2003. **
- *Nationell screening, 2005, Polyklorerade dibensotiofener. **
- *Nationell screening, 2006, Results from the Swedish National Screening Programme 2005. Subreport 3: Perfluorinated Alkylated Substances (PFAS).*
- *Nationell screening, 2007, Organofosfatestrar i humanmjölk och fisk från svenska sjöar och kustnära områden. **
- *Nationell screening, 2008, Decabromodiphenyl ethane. **
- *Nationell screening, 2008, Musk substances and metabolites. **
- *Screeningundersökning av pesticidförekomst inom Norra Östersjöns vattendistrikt, 2007. **
- *Regional screening, 2008: Analys av fenolära ämnen, ftalater, kvartära ammonium-föreningar, tennorganiska föreningar och ytterligare antifoulingämnen i miljöprover. **
- *Nationell screening, 2009, UV-Filter. **
- *Nationell screening, 2009, benzothiazoles, benzenediamines and benzotriazoles. **
- *Nationell screening, 2010, Fluorescent Whitening Agents. **
- *Nationell screening, 2010, Polychlorinated naphthalenes (PCNs) i sediment i Östra Mälaren**
- *Screening, 2010, Screening of pesticides at golf courses and in urban areas. **
- *Nationell screening, 2011, Results from the Swedish National Screening Programme 2010. Subreport 3. Pharmaceuticals. **
- *Screening av DEET 2011. **
- *Screening of the fragrances, 2012: OTNE, acetylcedrene and diphenylether. **
- *Screening of complexing agents, 2012: EDTA, DTPA, NTA, 1,3-PDTA and ADA. **
- *Screening of TPPO, TMDD and TCEP, three polar pollutants, 2012. **

Screeningsprovtagningar: Fördelning i Mälarens bassänger

Bassäng A: 7 tillfällen

Bassäng B: 14 tillfällen

Bassäng C: 10 tillfällen

Bassäng D: 18 tillfällen

Bassäng E: 1 tillfälle

Bassäng F: 23 tillfällen

Bilaga 2: Arbetet med miljögifter i vattenmiljö

Bilaga 2.1. Lagstiftning och reglering av miljögifter

Även från tiden innan EU, har miljögiftsinitiativet i Sverige med hjälp av tidigare miljöskyddslag och senare miljöbalken, ställt krav på verksamheter som släpper ut miljögifter och andra ämnen. Och tack vare det har förbättringar setts, och utsläpp av många toxiska ämnen minskat redan innan 2000-talet började. Men många ämnen är persistenta och finns än idag kvar i naturen trots att de släpps ut i betydligt mindre mängder. Nya typer av ämnen har också kommit ut i produktion, och det råder bristande kontroll och redovisning av kemiska ämnen i varorna. Flera av substanserna transporteras långa sträckor, och bindande lagstiftning behövs över landgränser, t.o.m. globalt i många fall. Ett exempel på där det nu aktivt arbetas på FN-nivå, är en bindande konvention om utsläpp av kvicksilver (Hg), inklusive kolförbränning, som även kanske är det mest utspridda miljögiften vi har i våra vattendrag.

Även miljögiftsarbetet på den regionala nivån med Mälaren kan vi se att ett mer samordnat förhållningsätt är på väg in. Från att ha varit förvaltare som på olika håll gjorde sina insatser, är riktningen idag mot ett mer sammanhållet arbetssätt med gemensamma verktyg och mål. För miljögiftsarbetet i inlandsvatten har framförallt två viktiga beslut varit avgörande under senare år:

- År 2000 infördes det europeiska **ramdirektiv för vatten (2000/60/EG)** i svensk miljölagstiftning genom förordning om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön (SFS 2004:660). Vattendirektivet syftar till att harmonisera lagstiftningen på vattenområdet och främja vattenpolitiskt samarbete mellan länderna. Havs- och vattenmyndigheten (HaV) har övergripande ansvar för vattenregelverket. Implementeringen av direktivet ansvarar de fem Vattenmyndigheterna för. Mälaren ingår i det vattendistrikt som Vattenmyndigheten i Norra Östersjön ansvarar för.
- År 1999 antogs de svenska miljö kvalitetsmålen av regeringen (16 mål; det sista tillkom 2005). Ett av dessa nationella miljömål, **Giffri miljö** omfattar toxiska och förorenande ämnen.

2.1.1. Miljö kvalitetsnormer (MKN)

Inom vattendirektivet har miljö kvalitetsnormer (MKN) satts för alla vattenförekomster. MKN kan beskrivas som kvalitetskrav som ska uppfyllas inom en viss tid. För sjöar (som t.ex. Mälaren) sätts ett värde för ytvattenstatus samt ett målar. MKN sattes för 2015 inom tidigare förvaltningscykel. Nuvarande cykel varar till år 2021. MKN har satts för två kategorier av miljögifter:

- **Prioriterade ämnen** är ämnen som regleras under EU-gemensamma gränsvärden.
- MKN för prioriterade ämnen avgör **kemisk ytvattenstatus**. Den klassificeras som *God* eller *Uppnår ej god status*.
- **Särskilda förorenande ämnen (SFÄ)** är andra ämnen som är toxiska eller förorenande (men för vilka det inte finns EU-gemensamma gränsvärden).
- MKN för SFÄ sammanvägs med MKN för andra kvalitetsfaktorer inom grupper av faktorer (biologiska, fysikalisk-kemiska samt hydromorfologiska) och avgör **ekologisk ytvattenstatus**. Ekologisk ytvattenstatus klassificeras som *Hög*, *God*, *Måttlig*, *Otillfredsställande* eller *Dålig*. **Ekologisk potential** används i stället för kraftigt modifierade vattenförekomster.

Vattenförvaltningsarbetet i Sverige genomgår idag många förändringar bl.a. för att det är början på en ny förvaltningscykel, 2015. Detta gäller inte minst inom miljögiftsarbetet, som beskrivs nedan.

2.1.2. Prioriterade ämnen och Särskilda förorenande ämnen (SFÄ)

Prioriterade ämnen

Prioriterade ämnen och ämnesgrupper är reglerade i direktivet **2008/105/EG**. Då bestod de av 33 ämnen och 8 andra som det fanns reglering sedan tidigare. Ämnena är senare reviderade i uppföljande direktiv **2013/39/EU**, där 12 nya ämnen (totalt 45 ämnen idag) har tagits med. Alla dessa ämnen är reglerade med så kallade **EQS-värden (environmental quality standards)** som på svenska översätts till MKN (miljökvalitetsnormer). I detta sammanhang är MKN endast ett gränsvärde, till skillnad från det större begreppet som beskriver miljötillståndet i en vattenförekomst (som beskrivs ovan). Dessa gränsvärden för vatten bör inte överskridas om vattenförekomsten ska ha *God* status. Halter högre än EQS leder till statusklassning *Uppnår ej god kemisk status*. Det finns två olika typer av EQS-värden: **AA-EQS** (annual average/ årsmedelvärde) och **MAC-EQS** (maximum allowable concentration/maximalt tillåten koncentration). Dessa kan skrivas också som AA-MKN och MAC-MKN med de svenska beteckningarna. AA-EQS är gränsvärdet för årsmedelvärdet som inte bör överskridas. MAC-EQS är gränsen för tillfälliga förhöjningar och kan användas vid enstaka utsläppshändelser. AA-EQS används oftare.

I och med revideringen av direktivet från 2013 har flera ämnen fått nya värden. HaV är ansvarig för implementeringen i Sverige av ändringarna i direktivet. En del har fått strängare värden och andra mindre stränga eller tagits bort. MAC-EQS-värdet införs för några som inte haft det innan. EQS för biota har införts för vissa ämnen och andra har fått biota-värdet reviderat, bl.a. PBDE, fluoranten, HCB och PFOS. Observera att några gränsvärden i tabellen (d.v.s. för dikofol, PFOS, dioxiner och dioxinliknande föreningar, HBCDD, samt heptaklor- och heptaklorepoxid) kommer att antas först 2018. Se Tabell 29 i Bilaga 3 (s.95) för en fullständig lista över prioriterade ämnen och bedömningsgrunderna för kemisk status. En del av de ämnena eller ämnesgrupperna i den prioriterade listan har identifierats som ”prioriterade farliga ämnen” och för dessa är målsättningen att de helt ska fasas ut. Dessa är också markerade i tabellen.

Särskilda förorenande ämnen (SFÄ)

Särskilda förorenande ämnen (SFÄ) definieras som andra ämnen för vilka det har visats att de släpps ut i betydande mängder i vattenförekomsten. ”Andra ämnen” syftar på andra än de prioriterade ämnena. ”Betydande mängder” syftar på negativ påverkan på den ekologiska statusen (Se föregående sida).

Under 2014 har nationella bedömningsgrunder fastställts för SFÄ. HaV:s lista består för tillfället av 27 ämnen. Att det nu finns nationella bedömningsgrunder innebär mindre risk att klassificeringar baserade på olika bedömningar görs i olika delar av landet för samma ämnen och även för samma uppmätta halt. Se Tabell 30 i Bilaga 3 (s.97) för en lista över SFÄ och bedömningsgrunderna för ekologisk status.

Miljöarbete 8: PFOS från brandsläckningsövningar

En huvudsaklig utsläppskälla för PFOS är brandövningsplatser. Kända källor runt Mälaren är Arlanda brandövningsfält, Svenska Räddningsverket i Rosersberg och Bromma flygplats. Brandsläckningsmedel av typen AFFF (aqueous film forming foam) har använts sedan 1960-talet. De är förbjudna idag, men de läcker ut fortfarande från marken.

I en studie från 2012 inom IVL:s projekt RE-PATH (Norström et al. 2012) som undersökte spridningen av fluorerade ämnen från flygplatserna Arlanda och Landvetter, hittades PFOS på halter på över *120 ng/l* i Märstaåns utlopp till Steningeviken. I en annan studie som SLU och IVL utförde på Arlanda 2013 (Ahrens et al. 2014) låg halterna av PFOS mellan *80 och 400 ng/l* vid samma utlopp till Steningeviken. Ett högt värde på *4000 ng/l* mättes närmast utsläppskällan (i ett dike nära brandövningsplatsen). Referenspunkternas värden i närliggande vattendrag som var opåverkade av dagvatten från Arlanda visade under *10 ng/l*. Prover från gädda i Rosersbergsviken från 2012 (Norström et al. 2012) visade *30 µg/kg vv* som är betydligt högre än EQS-biota på *9,1 µg/kg vv*. Resultaten från dessa studier visar att Arlanda flygplats och Rosersbergs f.d. brandövningsplats fortfarande är källor till PFOS i regionen. (Ahrens et al. 2014) visade också att PFOS hamnade mest i gonaderna hos abborren, d.v.s. är kraftigt reproduktionsstörande. En annan slutsats från den studien är att PFOS inte visat något avtagande trend mellan 2009 och 2013 trots att ämnet inte används längre. De ovan nämnda studierna samt andra listas i Bilaga 1.1, Bilaga 1.3, Bilaga 1.4 och Bilaga 1.6. (s.87-90)

Bilaga 2.2. Provtagningsmatriser

2.2.1. Vatten, biota och sediment

Provtagningar i vattenmiljön görs i tre huvudmatriser (**vatten, biota och sediment**). Olika matriser används beroende på syftet med undersökningen. För de ämnen som bioackumuleras samt i flera fall biomagnifieras, bl.a. PBT-ämnena (långlivade, bioackumulerande och toxiska), är det särskilt viktigt att mäta i biota. Dessa ämnen är också ofta hydrofoba, och är svåra att mäta i vattenfas. De flesta gräns- och riktvärden för kemisk- samt ekologisk status är fortfarande haltvärden i vatten, men nyligen infördes biota- och sedimentvärden och nu kan 17 av de 45 prioriterade ämnena även bedömas i dessa alternativa matriser. Se [Tabell 29](#) (s.95) där de nya gränsvärdena för biota och sediment är listade för några av de prioriterade ämnena. Val av matris är även beroende av kostnad. Vattenprovtagningar bör göras åtminstone en gång i månaden, men för biota-provtagning är ofta en gång per år motiverat och för sediment-provtagning är en gång varje 6-7 år rekommenderat. Det resulterar oftast i en lägre total kostnad.

Vilken matris som är viktigast att undersöka avgörs också idag i större utsträckning än förr av ekotoxikologiska studier. Den organism som är känsligast för miljögiften avgör valet av matris. I 2013/39/EU konstaterades att för många ämnen är den känsligaste organismgruppen antingen människor eller toppredatorer som fiskätande fåglar eller däggdjur. Då är provtagningar i fisk lämpligast.

Vatten

Vid undersökning av metaller i vatten är det halter i lös fas (filterat i 45µm filter) som EQS avser och inte totalhalter. Detta på grund av att det är den lösta fraktionen som tas upp av organismer. Även andra parametrar för vattenkvalitet som påverkar biotillgängligheten av metaller såsom vattnets hårdhet, pH och TOC (total organic content) är viktiga att ta hänsyn till.

Biota

Även om inte många gränsvärden för biota finns ännu är avsikten i framtiden att biota-gränsvärden (EQS) ska användas i stället som huvudparameter. Många fiskprov innehåller halter av **PBDE:er, PCB:er, PFAS-ämnena (t.ex. PFOS), dioxiner** och **kvicksilver** som överskrider EQS eller andra riktvärden. Levervärden visar på halten av ämnet som har tagits upp (men som organismen eventuellt kan utsöndra delar av) och muskelvärden visar på den delen som har ackumulerats. För vår del (människorna) är det kanske mest relevant att studera halter i muskel eftersom det är den delen som oftast konsumeras.

Observera att kvicksilver överstiger gränsvärdet i biota (20 µg/kg) i alla ytvattenförekomster i Sverige. Ett generellt undantag har därför gjorts för kvalitetskravet för kvicksilver och kvicksilverföreningar.

Sediment

Många organiska ämnen hittas i högre halter i sediment p.g.a. låg löslighet i vatten. De är framförallt **PAH:er, dioxiner, furaner, PCB:er** (dioxinlika och ej dioxinlika), **oktylfenol, HCH** (och andra klorerade bekämpningsmedel), **TBT** (och andra tennorganiska föreningar) och **metaller**. För de prioriterade ämnena som ännu inte har sediment-gränsvärden (EQS), finns förslag från EU på preliminära gränsvärden, s.k. QSediment. Även andra utländska gränsvärdessystem har ibland använts i Sverige.

I allmänhet vid bedömning av sediment är ett godkänd/icke-godkänd förhållningssätt vid överskridandet av gränsvärdena inte lämpligt. Av den anledningen har många sedimentundersökningar i stället använt sig av bedömningsgrunder som använder sig av fem klasser. De togs fram av Naturvårdsverket 1999 för både sjöar och vattendrag samt för kustvatten och hav. Dessa har i början använts för metaller där naturliga bakgrundshalter av metallerna varit referensvärden. Sedan har samma klassindelning (med 5 klasser) använts för vanliga organiska miljögifter som t.ex. PCB:er och DDT. Se [Tabell 33 i Bilaga 3](#) (s.98). Läs mer om de nationella bedömningsgrunderna på nästa sida.

Nyare sedimentvärden baserade på ekotoxikologiska studier (framförallt Sediment-EQS) ersätter de gamla referensvärdena. Av den anledningen upplevs referensvärdena från 1999 som föråldrade. Trots det är det många undersökningar som använder sig av dem fortfarande. Särskilt för metaller kan de vara värdefulla då mätningar kan jämföras med förindustriella värden.

Tabell 27. Följande prioriterade ämnen har fått gränsvärden för biota eller sediment. Observera att några biota-gränsvärden (EQS) kommer att antas först 2018. (Data från HVMFS 2014: XX Remissversion).

<i>Mätdata biota</i>	<i>Mätdata sediment</i>
PBDE	antracen
kloralkaner	kadmium
Hexaklorbensen (HCB)	C10-C13 kloralkaner
Hexaklorbutadien (HCBd)	fluoranten
Kvicksilver	bly
Pentaklorbensen	TBT
Dikofol (2018)	
PFOS (2018)	
Dioxiner och dioxinliknande föreningar (2018)	
Hexabromcycklododekan (HBCDD) (2018)	
Heptaklor och heptakloreoxid (2018)	

2.2.2. Nationella och regionala bakgrundshalter för sediment

Sedimenthalter kan ge upplysningar om vilken belastning av metallföroreningar som har förekommit i tid och rum (historiska utsläpp). Ytsedimenten avspeglar de senaste årens belastning, och djupare sedimentskikt avspeglar koncentrationer under t.ex. förindustriell tid. Dessa värden från tiden innan de stora utsläppen började kan användas som bakgrundshalter/referensvärden som Västerås stad har valt att göra (Se s.69).

Naturvårdsverkets bedömningsgrunder från 1999 finns både för **sjöar och vattendrag (NV 4913)**, och för **kust och hav (NV 4914)**. Se [Tabell 1](#) nedan för en schematisk bild av klasserna (1-5) samt motsvarande beteckningar (*Ingen halt till Mycket hög halt*). För riktvärdena för organiska föreningar, se [Tabell 33 i Bilaga 3](#) (s.98).

Bedömningsgrunderna är inte utan problem. *NV4914 för kust och hav* är som namnet antyder, baserad på kust- och havssediment och är därför inte anpassad för Mälarens förhållanden. NV4913 har väldigt höga bly- och kadmiumhalter, och av den anledningen används NV4914 i de flesta studierna. I samband med att miljö kvalitetsnormerna (EQS-värdena som är baserade på ekotoxikologiska studier) används i större utsträckning, kan bedömningsgrunderna kännas som alltmer föråldrade.

För metaller

Hög status (Klass 1) motsvarar opåverkade förhållanden, d.v.s. den naturliga bakgrundskoncentrationen i vattenförekomsten, d.v.s. från tiden innan industrialismen hade startat ordentligt (minst 150 år sedan).

Klassgränsen mellan *god och måttlig (Klasser 2 och 3)* status bör tas fram baserat på ekotoxikologiska data som anges för den biotillgängliga koncentrationen.

För organiska ämnen

För organiska miljögifter anges att *Klass 1* ska innebära koncentrationer nära noll och åtminstone lägre än gränsen för upptäckt. Klassgränsen mellan *Klass 1* och *2* sätts till detektionsgränsen. Detektionsgränsen är tyvärr olika från en undersökning till en annan på grund av känsligheten i analysmetoderna. Gränsen mellan *Klass 2* och *3* bör tas fram baserat på ekotoxikologiska data precis som för metaller.

Tabell 28. Klassificering enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Schematisk bild av klasserna. (Naturvårdsverket 1999).

Klasser	Metaller	Organiska miljögifter
	Avvikelse från jämförvärde	
Klass 1	Ingen/obetydlig avvikelse	Ingen halt
Klass 2	Liten avvikelse	Låg halt
Klass 3	Tydlig avvikelse	Medelhög halt
Klass 4	Stor avvikelse	Hög halt
Klass 5	Mycket stor avvikelse	Mycket hög halt

Bilaga 3. Tabeller med gränsvärden

Bilaga 3.1. Prioriterade ämnen

Tabell 29. Gränsvärden för kemisk ytvattenstatus (prioriterade ämnen). Gränsvärden för inlandsytvatten (årsmedelvärden: **AA-EQS** och maximalt tillåten koncentration: **MAC-EQS**), **gränsvärden för biota samt gränsvärden för sediment** enligt direktivet 2013/39/EU. **Prioriterade farliga ämnen** är markerade i högra kolumnen. (Från HVMFS 2014: XX remissversion).

Nr	Ämne	AA-EQS	MAC-EQS (4)	Biota EQS	Sediment EQS	Prioriterat farligt ämne
		Inlandsytvatten µg/l	Inlandsytvatten µg/l	µg/kg våtvikt	µg/kg torrsvikt	
1	Alaklor	0,3	0,7			
2	Antracen	0,1	0,1		24	X
3	Atrazin	0,6	2			
4	Bensen	10	50			
5	Bromerade difenyletrar (5)		0,14	0,0085		X
6	Kadmium och kadmium-föreningar (beroende på vattenhårdhetsklass) (6)	≤ 0,08 (klass 1)	≤ 0,45 (klass 1)		2300	X
		0,08 (klass 2)	0,45 (klass 2)			
		0,09 (klass 3)	0,6 (klass 3)			
		0,15 (klass 4)	0,9 (klass 4)			
		0,25 (klass 5)	1,5 (klass 5)			
(6a)	Koltetraklorid (7)	12	Ej tillämpligt			
7	C10-13 kloralkaner (8)	0,4	1,4	17000		X
8	Klorfeninfos	0,1	0,3			
9	Klorpyrifos (klorpyrifosetyl)	0,03	0,1			
(9a)	Cyklodiena bekämpningsmedel:	Σ = 0,01	Ej tillämpligt			
	Aldrin					
	Dieldrin					
	Endrin					
	Isodrin					
(9b)	DDT total (7), (9)	0,025	Ej tillämpligt			
	para-para-DDT (7)	0,01	Ej tillämpligt			
10	1,2-dikloretan	10	Ej tillämpligt			
11	Diklormetan	20	Ej tillämpligt			
12	Di(2-etylhexyl)-ftalat (DEHP)	1,3	Ej tillämpligt	3000 (avser kräftdjur och blötdjur)		X
13	Diuron	0,2	1,8			
14	Endosulfan	0,005	0,01			X
15	Fluoranten	0,0063	0,12	30 (avser kräftdjur och blötdjur)	2000	
16	Hexaklorbensen		0,05	10		X
17	Hexaklor-butadien		0,6	55		X
18	Hexaklor-cyklohexan	0,02	0,04			X
19	Isoproturon	0,3	1			
20	Bly och blyföreningar	1,2	14		130000 µg/kg torrsvikt	

21	Kvicksilver och kvicksilverföreningar		0,07	20		X
22	Naftalen	2	130			
23	Nickel och nickelföreningar	4	34			
24	Nonylfenoler (4-nonylfenol)	0,3	2			X
25	Oktylfenoler ((4-(1,1',3,3'-tetrametylbutyl)-fenol))	0,1	Ej tillämpligt			
26	Pentaklorbensen	0,007	Ej tillämpligt	370		X
27	Pentaklorfenol	0,4	1			
28	Polyaromatiska kolväten (PAH) (11)	Ej tillämpligt	Ej tillämpligt			X
	Bens(a)pyren	$1,7 \times 10^{-4}$	0,27	5		
	Benso(b)fluoranten	Se Bens(a)pyren	0,017	Se Bens(a)pyren		
	Benso(k)fluoranten	Se Bens(a)pyren	0,017	Se Bens(a)pyren		
	Benso(g,h,i)perylen	Se Bens(a)pyren	$8,2 \times 10^{-3}$	Se Bens(a)pyren		
	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Se Bens(a)pyren	Ej tillämpligt	Se Bens(a)pyren		
29	Simazin	1	4			
(29a)	Tetrakloretylen (7)	10	Ej tillämpligt			
(29b)	Triklöretylen (7)	10	Ej tillämpligt			
30	Tributyltenn-föreningar (Tributyltenn-katjon)	0,0002	0,0015		1,6	X
31	Triklorbensener	0,4	Ej tillämpligt			
32	Triklormetan	2,5	Ej tillämpligt			
33	Trifluralin	0,03	Ej tillämpligt			X
34	Dikofol	$1,3 \times 10^{-3}$	Ej tillämpligt	33		X
35	Perfluoroktan-sulfonsyra och dess derivat (PFOS)	$6,5 \times 10^{-4}$	36	9,1		X
36	Kinoxifen	0,15	2,7			X
37	Dioxiner och dioxinlika föreningar		Ej tillämpligt	Summa PCDD + PCDF + PCB-DL 0,0065 TEQ 0,0065 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ TEQ		X
38	Aklonifen	0,12	0,12			
39	Bifenox	0,012	0,04			
40	Cybutryn	0,0025	0,016			
41	Cypermethrin	8×10^{-5}	6×10^{-4}			
42	Diklorvos	6×10^{-4}	7×10^{-4}			
43	Hexabrom-cyklododekan (HBCDD)	0,0016	0,5	167		X
44	Heptaklor och heptaklorepoxid	2×10^{-7}	3×10^{-4}	$6,7 \times 10^{-3}$		X
45	Terbutryn	0,065	0,34			

Bilaga 3.2. Särskilda förorenande ämnen (SFÄ)

Tabell 30. Bedömningsgrunder för SFÄ inom statusklassificering av ekologisk status (fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer i sjöar och vattendrag). (Från HVMFS 2014: XX remissversion). I sista kolumnen har lagts till indikativa GVsediment (EP-GVsediment), som har beräknats utifrån ämnens gränsvärden för inlandsvattnen för SFÄ-ämnen. (Från NV rapport 5799; ITM-219). Förklaring: ≤kv.gr.= under kvantifieringsgränsen; ≤d.gr.= under detektionsgränsen.

Ämne	Hög status (ytvatten)	God status (ytvatten)		GVsediment (indikativa) (mg/kg) TS
		Årsmedelvärde (µg/l)	Maximalt tillåten koncentration (µg/l)	
Krom	≤kv.gr.	3 (filtrerat)		0,7-7
Zink	≤kv.gr.	5,5 (filtrerat)		860
Koppar	≤kv.gr.	0,5 (filtrerat)		
Bronopol	≤d.gr.	0,7		0,0007
Triclosan	≤d.gr.	0,05		0,2
MCCP	≤d.gr.	1		
Bisfenol A	≤d.gr.	1,6	2,7	0,1
Nonylfenoletoxilater	≤d.gr.	0,3 NP-TEQ		0,2 NP-TEQ
Bentazon	≤d.gr.	27	4700	0,04
Diflufenikan	≤d.gr.	0,01		0,0009
Diklorprop	≤d.gr.	10		0,04
Glyfosat	≤d.gr.	100		180
Kloridazon	≤d.gr.	10		0,2
MCPA	≤d.gr.	1		0,08
Mekoprop & Mekoprop	≤d.gr.	20		0,04
Metribuzin	≤d.gr.	0,08		0,0008
Metsulfuronmetyl	≤d.gr.	0,02		0,000006
Pirimikarb	≤d.gr.	0,09		0,0004
Sulfosulfuron	≤d.gr.	0,05		0,00003
Ammoniak	≤kv.gr.	1	6,8	
Arsenik	≤kv.gr..	0,5 (filtrerat)	7,9	
Nitrat	≤kv.gr.	160	2000	
Uran	≤kv.gr.	0,07	2,3	
17-alfa-etinylöstradiol	≤d.gr.	0,000035		
17-beta-östradiol	≤d.gr.	0,0004		
Diklofenak	≤d.gr.	0,1		

Tabell 31. Bedömningsgrund för biota (ng/g våtvikt, avser fisk), för särskilda förorenande ämnen i inlandsytvatten. Kongener CB 28, 52, 101, 138, 153 och 180. (Från HVMFS 2014: XX remissversion).

Ämne	Hög status (ytvatten)	God status (ytvatten)
Summan av icke-dioxinlika PCB:er i fisk	≤d.gr.	125 ng/g

Tabell 32. Gränsvärden för sediment där behov finns att skydda sedimentlevande organismer samt biota-gränsvärden (fisk och däggdjur) för dioxinlika PCB:er, dioxiner och furaner. (Från NV rapport 5799).

Ämne	GVsediment (torrvikt)	GVbiota (våtvikt)
MCCP	20 mg/kg (sötvatten)	
Icke-dioxinlika PCBer	30 µg total-PCB/kg (sötvatten)	
Dioxinlika PCBer, dioxiner och furaner		0,9 ng TEQfisk/kg; 8 pg TEQ däggdjur/kg
HBCD	0,9 mg/kg	

Bilaga 3.3. Bedömningsgrunder för miljögifter i sediment (NV4914). Tabell 33.

Statistisk tillståndsklassning av organiska miljögifter i sediment längs Sveriges kust (µg/kg torrvikt)					
Ämne	Klass 1 Ingen halt	Klass 2 Låg halt	Klass 3 Medelhög halt	Klass 4 Hög halt	Klass 5 Mycket hög halt
Fenantren	0	0-10	10-30	30-100	>100
Antracen	0	0-2	2-8	8-30	>30
Fluoranten	0	0-20	20-80	80-270	>270
Pyren	0	0-12	12-50	50-200	>200
Bens(a)antracen	0	0-10	10-35	35-110	>110
Chrysen	0	0-13	13-50	50-180	>180
Bens(b)fluoranten	0	0-50	50-150	150-400	>400
Bens(k)fluoranten	0	0-20	20-50	50-160	>160
Bens(a)pyren	0	0-20	20-60	60-180	>180
Bens(ghi)perylene	0	0-30	30-100	100-350	>350
Indeno(cd)pyren	0	0-50	50-170	170-600	>600
Summa id11 PAH	0	0-280	280-800	800-2500	>2500
HCB	0	0-0,04	0,04-0,2	0,2-1	>1
PCB 28	0	0-0,06	0,06-0,2	0,2-0,6	>0,6
PCB 52	0	0-0,06	0,06-0,2	0,2-0,8	>0,8
PCB 101	0	0-0,16	0,16-0,6	0,6-2	>2
PCB 118	0	0-0,15	0,15-0,6	0,6-2	>2
PCB 153	0	0-0,03	0,03-0,3	0,3-3,5	>3,5
PCB 138	0	0-0,3	0,3-1,2	1,2-4,1	>4,1
PCB 180	0	0-0,1	0,1-0,4	0,4-1,9	>1,9
Summa PCB 7 dutch	0	0-1,3	1,3-4	4-15	>15
Total PCB	0	0-5	5-20	20-75	>75
a-HCH	0	0-0,01	0,01-0,07	0,07-0,3	>0,3
b-HCH	0	0-0,03	0,03-0,3	0,3-3	>3
g-HCH	0	0-0,01	0,01-0,1	0,1-1,3	>1,3
Summa HCH	0	0-0,03	0,03-0,3	0,3-3	>3
γ-klordan	0	0-0,01	0,01-0,04	0,04-0,1	>0,1
α-klordan	0	0-0,02	0,02-0,04	0,04-0,1	>0,1
trans-nonaklor	0	0-0,02	0,02-0,05	0,05-0,15	>0,15
Summa klordan	0	0-0,02	0,02-0,08	0,08-0,3	>0,3
p,p'-DDT	0	0-0,02	0,02-0,1	0,1-0,7	>0,7
p,p'-DDE	0	0-0,2	0,2-0,7	0,7-2,5	>2,5
p,p'-DDD	0	0-0,13	0,13-0,8	0,8-5	>5
Summa DDT	0	0-0,2	0,2-1	1-6	>6
EOCI	0	0-600	600-4000	4000-30000	>30000
EOBr	0	0-400	400-1000	1000-3000	>3000
EPOCI	0	0-150	150-700	700-3000	>3000
EPOBr	0	0-90	90-250	250-800	>800

Referenser

- Ahrens L, Norström K, Viktor T, Palm Cousins A, Josefsson S (2014) *Stockholm Arlanda Airport as a source of per- and polyfluoroalkyl substances to water, sediment and fish*. SLU & IVL
- Allmyr M, Sternbeck J (2014) *Mälarprojektet – Föroreningar i fisk från Mälaren*. WSP Environmental
- Bergbäck B, Jonsson A (2008) *Stockholms väg mot en giftfri miljö*. Miljöförvaltningen i Stockholm, Stockholm Vatten
- Bengtsson Sjörs Å (2014) *Bräddning från ledningsnät – vägledning för att kontrollera, rapportera och bedöma miljöbelastning på recipient*. Svenskt Vatten AB
- Bibi M (2012) *Analys av PFOS, PFOA, PFHxS och PFHxA i vatten-och markprover från Stockholm Bromma Airport* (IVL för Sweco)
- Cato I, Apler A (2007) *Metaller och miljögifter i sediment – inom Stockholms stad och Stockholms län 2007*. Länsstyrelsen i Stockholms län (rapport 2011:19)
- Cato I, Kjellin B (2011) *Undersökningar av Mälarens botten utanför Lövsta gamla deponiområde, Hässelby, Stockholms kommun*. SGUmaringeologi 2011:2
- Cedhagen M, Andersson M (2005) *AstraZeneca AB: Mark- och grundvattenutredning-Snäckviken*. ÅF-Process AB
- Fogelberg O (2004) *Dioxinlika ämnen i Stockholms ytvatten. En exponeringsstudie med EROD som biomarkör*. Uppsala universitet
- Fogelberg O, Holmström K, Gyllenhammar C (2013) *Översiktlig undersökning av förekomst och spridning av perfluorerade ämnen vid brandövningsplats Bromma flygplats*. Swedavia Bromma Airport. Sweco Environment AB
- Haeggman M (2010) *Effekter av polycykliska aromatiska kolväten på de akvatiska ekosystemen i östra Mälaren och Stockholmsområdet*. ITM (Institutionen för tillämpad miljövetenskap)
- Hagström K, Fakhri G (2010) *Miljöprioritering av läkemedelsutsläpp i Katrineholm, Eskilstuna och Nyköping*. Universitetssjukhuset Örebro & Landstinget Sörmland
- Hansson K, Green J, Olshammar M, Brorström-Lundén E, Kreuger J, Johansson K (2009) *Belastning av miljögifter på vatten. Kartläggning av källor till miljögifter*. SMED Svenska MiljöEmissionsData
- Hansson T, Schiedek D, Lehtonen K, Vuorinen P, Liewenborg B, Noaksson E, Tjärnlund U, Hanson M, Balk L (2006) *Biochemical biomarkers in adult female perch in a chronically polluted gradient in the Stockholm recipient*. ITM (Institutionen för tillämpad miljövetenskap)
- Hansson T, Barsiene J, Tjärnlund U, Åkerman G, Linderöth M, Zebuhr Y, Sternbeck J, Järnberg U, Balk L (2014) *Cytological and biochemical biomarkers in adult female perch in a chronically polluted gradient in the Stockholm recipient*. ITM (Institutionen för tillämpad miljövetenskap)
- Hellebuyck A, Jonsson A (2002) *PAH i sediment i Stockholmsområdet: Halter och källor*. Miljöförvaltningen Stockholms Stad
- Henriksson J (2011) *Miljögifter i Stockholms dagvatten*. Självständigt arbete i tillämpad miljövetenskap 30hp. ITM (Institutionen för tillämpad miljövetenskap)
- Huddinge kommun (2000) *Tillståndsansökan för vattenverksamhet - Vårby brygga*. Vbb Viak (Sweco)
- Huononen R (2014) *Recipientkontroll 2013 Tumbaåns sjösystem Botkyrka kommun*. Yoldia Environmental Consulting AB
- Johansson H (2014) *Övervakning av miljögifter i Bällstaån 2011-2012. Fakta 2014:6*. Länsstyrelsen Stockholm
- Johansson T, Lindén I, Seidel A, Vemhäll L (2013) *Källanalys av miljögifter i Uppsala län - En sammanställning inom miljömålet Giftfri miljö*. Länsstyrelsen i Uppsala län
- Jonsson A, Wahlberg C (2008) *Stockholms väg mot en giftfri miljö*. Miljöförvaltningen Stockholms Stad & Stockholm Vatten
- Jonsson P (2012) *Bottenkartering av Västeråsfjärden*. JP Sedimentkonsult HB
- Jonsson P (2013) *Kompletterande sedimentprovtagning i Västerås hamn*. JP Sedimentkonsult HB
- Jonsson P (2013) *Sedimentbundna föroreningar från Västerås – Bottenundersökning i Västeråsfjärden*. JP Sedimentkonsult HB
- Jonsson P (2013) *Sonarkartering och sedimentprovtagning i Köpings hamn och på fjärden Galten*. JP Sedimentkonsult HB
- Jonsson P (2013) *Sonarkartering och sedimentprovtagning i planerat muddringsområde vid Djuphamnen i Västerås*. JP Sedimentkonsult HB
- Jonsson P (2014) *Regionala bakgrundshalter av metaller i Västeråsfjärden*. JP Sedimentkonsult HB
- Jonsson P, Karlsson M (2005) *Sedimenttillväxt på ammunitionsdumpningsplatser i Mälaren-datering genom varvräkning och ¹³⁷Cs-aktivitet*. ITM (Institutionen för tillämpad miljövetenskap) & ÅF
- Karlsson M (2013) *Vatten- och sedimentundersökningar i östra Mälaren 2012*. IVL Svenska Miljöinstitutet
- Karlsson M, Elving H (2009) *Kvicksilver i sediment och fisk från Stockholms skärgård*. IVL Svenska Miljöinstitutet
- Karlsson M, Jonsson P (2004) *Förekomsten av metaller och cyanid i Galtens bottensediment - Rapport för Bodycote Ytbehandling AB, Kungsör*
- Karlsson M, Sjöholm L, Viktor T (2014) *Metaller och stabila organiska ämnen i Oxundaåsystemet*. IVL rapport U4769
- Karlsson M, Viktor T (2014) *Miljöstörande ämnen i fisk från Stockholmsregionen 2013*. IVL rapport B2214

- Konsortiet Förfart Stockholm (2011) *Tillfällig hamn i Sätra. Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken. E4 Förfart Stockholm*. Trafikverket
- Kotsalainen O, S-Nykvist P, Yazar K, Åhman M (2008) *Görvälnverket- Ett projektarbete inom kursen kretslopp och miljöskyddsteknik*. Stockholms universitet
- Linderöth M, Hansson T, Liewenborg B, Sundberg H, Noaksson E, Hanson M, Zebuhr Y, Balk L (2006) *Basic physiological biomarkers in adult female perch in a chronically polluted gradient in the Stockholm recipient*. ITM (Institutionen för tillämpad miljövetenskap)
- Lindeström L (2001) *Mälarfisk – Innehåll av metaller och stabila organiska ämnen 2001*. Mälarens vattenvårdsförbund
- Lindeström L, Gelang J (2001) *Fisk från Mälaren – bra mat*. Mälarens vattenvårdsförbund
- Lithner G, Holm K, Ekström C (2001) *Metaller och organiska miljögifter i vattenlevande organismer och deras miljö i Stockholm 2001*. ITM (Institutionen för tillämpad miljövetenskap)
- Liungman M, Palmkvist J, Ericsson U, Boström A, Christensson M, Nilsson P-A (2013) *Bottenfauna i Mälaren, Igelstaviken och Hallsfjärden 2012 – 2013 inför muddring i Södertälje kanal och Mälarfärderna*. Medins Biologi AB
- Liungman O (2010) *Hydrodynamisk modellstudie av Mälaren*. DHI Sverige AB för Mälarens vattenvårdsförbund
- Lännergren C (2014) *Provtagningar i Bällstaån 2013*. Stockholm Vatten AB
- Norström K, Viktor T, Palm Cousins A (2013) *Årsrapport 2012 för projektet RE-PATH. Mätningar av PFAS i närområdet till Göteborg Landvetter Airport och Stockholm Arlanda Airport*. IVL rapport B2148.
- Parwén T (2007-2012) *Provtagning av båtvtvätt. Pampas marina*. mProv konsult
- Rahmberg M, Junestedt C, Sternbeck J (2004) *Har belastning av metaller, PAH eller PCB i Stockholms vattendrag förändrats under perioden 1997-2002?* IVL Svenska Miljöinstitutet
- Roos A, Berger U, Järnberg U, van Dijk J, Bignert A (2013) *Increasing concentrations of perfluoralkyl acids in Scandinavian Otters (Lutra lutra) between 1972 and 2011: A new threat to the otter population?* Department of Contaminant Research, Swedish Museum of Natural History.
- Rondahl (2014) *Bekämpningsmedel i vattendrag 2010-2012*. Länsstyrelsen i Södermanlands län
- SEPA (2008) *Avloppsreningsverkens förmåga att ha hand om läkemedelsrester och andra farliga ämnen*. Naturvårdsverket rapport 5794
- SLU (2012) Nanos T, Boye K, Kreuger J *Resultat från miljöövervakningen av bekämpningsmedel (växtskyddsmedel) – Årssammanställning 2011*. Ekohydrologi 132
- Sonesten et al (2013) *Mälaren: Tillståndsutvecklingen 1965-2011*. SLU & Mälarens Vattenvårdsförbund
- Sternbeck J (2000) *Sediment som mått på belastning av metaller, PAH och PCB I Stockholm*. Miljöförvaltningen Stockholm Stad
- Sternbeck J (2014) *Mäljarprojektet: Konsekvenser för vatten- och naturmiljön i Mälaren och Södertälje*. WSP Environmental
- Sternbeck J (2014) *Mäljarprojektet: Sedimentundersökningar i Mälaren och runt Södertälje kanal*. WSP Environmental
- Sternbeck J, Allmyr M, Österås AH (2014) *Tillståndet i Stockholms ytvatten-utvärdering av miljöövervakningsdata från 2009-2013. Preliminärrapport*. WSP Environmental.
- Sternbeck J, Land M (2011) *Masshantering i vattenområdet vid ombyggnad av Slussen Söderström. Underlagsrapport till MKB för Slussen*. WSP
- Sternbeck J, Brorström-Lundén E, Remberger M, Kaj L, Palm A, Junedal E, Cato I (2003) *WFD Priority substances in sediments from Stockholm and the Svealand coastal region*. IVL Svenska Miljöinstitutet
- Svensson M, Sternbeck J (2014) *Alternativredovisning för hantering av muddermassor*. WSP Samhällsbyggnad
- Sörme L (2002) *Bly i Stockholm 2002- en substansflödesanalys*. Miljöförvaltningen Stockholms Stad
- Thern J, Graaf S (2013) *Tillståndsansökan Nabbviken*. Ramböll Sverige AB
- Thörnelöf S, Holmström K (2011) *Bällstaån. Undersökning av vattendirektivets prioriterade ämnen 2009*. Stockholms Miljöförvaltning.
- Tilly L, Ekvall J et al (2011) *Projekt Slussen – Dricksvatten. Konsekvensbedömning ny reglering av Mälaren. Underlag till miljökonsekvensbeskrivning*. Tyréns.
- Viktor T, Karlsson M (2013) *Biologisk-kemisk karakterisering av framtida muddermassor från Västeråsfjärden*. IVL Svenska Miljöinstitutet
- Viktor T, Sjöholm L, Karlsson M (2014) *Metaller och organiska ämnen i fisk och stormussla från Västeråsfjärden*. IVL Svenska Miljöinstitutet
- Wahlberg C, Björleinius B, Paxéus N (2010) *Läkemedelsrester i Stockholms vattenmiljö: Förekomst, förebyggande åtgärder och rening av avloppsvatten*. Stockholm Vatten AB
- Wallin M, Andersson B, Johnson R, Kvarnäs H, Persson G, Weyhenmeyer G, Willén E (2000) *Mälaren miljö tillstånd och utveckling 1965-98*. SLU för Mälarens vattenvårdsförbund
- Woldegiorgis A, Norström K, Viktor T (2010) *Årsrapport 2009 för projektet RE-PATH. Mätningar av PFAS i närområdet till Stockholm-Arlanda Airport och Göteborg Landvetter Airport*. IVL rapport B1899.

Screeningstudier

- *Information Fakta: Screening inom miljöövervakningen (2008)*. Naturvårdsverket
- ITM & Naturhistoriska riksmuseet (2003). *Retrospektiva studier av perfluoralkylsulfonsyror i den svenska miljön –Andra och avslutande året av screeningundersökningen*. Slutrapport.
- IVL rapport B1698 (2006). *Results from the Swedish National Screening Programme 2005. Subreport 3: Perfluorinated Alkylated Substances (PFAS)*.
- ITM (2008). *Screening of decabromodiphenyl ethane (dbdpe) in lake sediment, marine sediment and peregrine falcon (Falco peregrinus) eggs*.
- IVL rapport B1934. *Regional Screening (2008). Analys av fenolära ämnen, ftalater, kvartära ammoniumföreningar, tennorganiska föreningar och ytterligare antifoulingämnen*.
- IVL rapport B1971 (2009) *Results from the Swedish National Screening Programme 2009 Subreport 3: UV-filters*.
- IVL rapport B1995 (2009). *Results from the Swedish national screening program. Subreport 2. Fluorescent whitening agents*.
- IVL rapport B2002 (2010). *Results from the Swedish National Screening Programme 2010 Subreport 1. Polychlorinated naphthalenes (PCNs)*.
- IVL rapport B2014 (2011). *Results from the Swedish National Screening Programme 2010. Subreport 3. Pharmaceuticals*.
- IVL rapport screening B2023 (2009). *Screening of benzothiazoles, benzenediamines and benzotriazoles*.
- IVL rapport B2159 (2014). *Evaluation of Swedish national screening studies 2007-2012: Assessment of the need for follow-up*.
- Miljöövervakningen Naturvårdsverket (2005). *Screening av polyklorerade dibensotiofener*.
- SLU Miljöanalys (2007). *Screeningundersökning av pesticidförekomst inom Norra Östersjöns vattendistrikt 2007*.
- Sweco Screening report 2007:1. *Nationwide screening of WFD priority substances*.
- Sweco Environment Screening Report 2008:2. *Screening of musk substances*.
- Sweco Screening Report 2008:7. *Temporal variation of WFD priority substances*.
- Sweco Screening Report 2009:1. *Screening i Norra Östersjöns vattendistrikt av vattendirektivets 33 prioriterade ämnen*.
- Sweco Screening report 2009:4. *Screening av vattendirektivets 33 prioriterade ämnen och 8 andra förorenande ämnen i 50 limniska ytvattenförekomster i Norra Östersjöns vattendistrikt*.
- Sweco Environment (2011). *Screening of N,N-dietyl-m-toluamid (DEET)*.
- Sweco Environment (2013). *Occurrence of additional WFD priority substances in Sweden*.
- Umeå universitet (2007). *Organofosfatestrar i humanmjölk och fisk från svenska sjöar och kustnära områden*.
- WSP Environmental (2004). *Screening av: Bisfenol A, 2,2',6,6'-tetra-butyl-4,4'-metendifenol, Bis(4-klorfenyl)sulfon*.
- WSP Environmental (2010). *Screening of pesticides at golf courses and in urban areas*.
- WSP Environmental (2012). *National screening, 2011 Fragrances; OTNE, acetyl cedrene and diphenylether*.
- WSP Environmental (2012). *Screening of complexing agents: EDTA, DTPA, NTA, 1,3-PDTA and ADA*.
- WSP Environmental (2012). *Screening of TPPO, TMDD and TCEP, three polar pollutants*.

Rapporter om miljögifter och regelverket kring arbetet

- EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG)
- EU:s direktiv om miljökvalitetsnormer (2008/105/EG)
- EU:s direktiv (2013/39/EU) om ändring av direktiven 2000/60/EG och 2008/105/EG
- *Förordning om ändring i förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön; utfärdad den 12 november 2009*. Tillgängligt på <http://www.notisum.se/rnp/sls/sfs/20091108.pdf>
- HaV (2014): *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i HVMFS 2013:19 om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2014: XX Remissversion)*
- HaV (2014): *Nationella gränsvärden och bedömningsgrunder för farliga ämnen. Bilaga 3. Underlagsdokument ändring i HVMFS 2013:19*
- Naturvårdsverket (1999). *Bedömningsgrunder för miljökvalitet: Sjöar och vattendrag*. Rapport 4913
- Naturvårdsverket (2004). *Naturvårdsverkets föreskrifter om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall*. Naturvårdsverkets författningssamling NFS 2004:10.
- Naturvårdsverket (1999). *Bedömningsgrunder för miljökvalitet: Kust och hav*. Rapport 4914
- Naturvårdsverket (2008) *Effekter av miljögifter på däggdjur, fåglar och fiskar i akvatiska miljöer*. Rapport 5908.
- Naturvårdsverket (2008) *Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen. Stöd till vattenmyndigheterna vid statusklassificering och fastställande av MKN*. Rapport 5799.
- Naturvårdsverket (2008) *Övervakning av prioriterade miljöfarliga ämnen listade i Ramdirektivet för vatten*. Rapport 5801
- Vattenmyndigheterna (2009) *Förvaltningsplan för Norra Östersjöns vattendistrikt 2009-2015*. Vattenmyndigheten Norra Östersjön & Länsstyrelsen Västmanlands län

Hemsidor

- **IVL biota databas:**
<http://www.ivl.se/tjanster/datavardskap/miljogifteribiologisktmaterialochscreening.4.7df4c4e812d2da6a41680004795.html>
- **IVL rapport och databas hemsida:** <http://dvss.ivl.se/registersida.aspx>
- **IVL screeningrapporter sorterad efter ämne:** <http://dvss.ivl.se/DataSummary1.aspx>
- **Jordbruksverket:**
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/integreratvaxtskydd/regelverkkringin-tegreratvaxtskydd.4.4b2051c513030542a92800011188.html>
- **Kemikalieinspektionen:** www.kemi.se
- **Miljöbarometern:** <http://miljobarometern.stockholm.se>
 - **Nonylfenol i textilier:** <http://miljobarometern.stockholm.se/key.asp?mo=3&dm=7&nt=12>
 - **Bräddning i Stockholm:**
<http://miljobarometern.stockholm.se/key.asp?mo=3&dm=7&nt=40&uo=1>
- **SGU:** www.sgu.se; SGU kundtjänst
- **SGU förorenade sediment:** <http://www.sgu.se/samhallsplanering/hav-och-kust/fororenade-sediment/>
- **VISS Vatteninformationssystem Sverige:** <http://www.viss.lansstyrelsen.se/>

Ämnesregister

Miljögifter	sidor
Nya ämnen	2 10 12-17 83
Prioriterade ämnen	11 18-27 83 91-92
Särskilda förorenande ämnen (SFÄ)	91-92
Pesticider	2 6 7 11 28-31 67 90
Läkemedelssubstanser	15 26 31 66 78-82 (lista på s.80) 90
Biomarkörer	72-73 84
Suspenderat material och övergödning	4 9 40
Metaller	
arsenik	32 39 41 42 43 46 48 53 55 57 58 63 68 69 70 71 85 97
bly	5 11 19 20 21 22 23 24 26 32 33 34 35 37 38 39 40 45 46 48 53 55 57 58 63 64 68 69 70 71 75 89 94 96
kadmium	11 19 20 21 22 23 24 26 32 33 34 35 37 39 40 45 46 48 55 57 58 61 63 64 68 69 70 71 75 94 95
kobolt	45 46 48 55 60 61 63
koppar	5 26 32 33 34 35 37 38 39 40 41 43 45 46 48 55 57 58 60 61 63 64 68 69 70 71 75 85 97
krom	26 32 33 34 35 37 39 40 45 46 48 55 57 58 60 61 63 68 69 70 71 97
kvicksilver	4 11 19 20 21 22 23 24 26 35 41 43 45 46 48 55 57 58 61 63 64 66 67 68 69 70 75 77 85 88 93 94 96
nickel	11 19 20 21 22 23 24 26 32 33 34 35 37 39 40 46 49 55 57 58 63 64 68 69 70 71 96
zink	5 26 32 33 34 35 37 38 39 40 45 46 49 55 57 58 60 61 63 64 68 69 70 71 97
Fler metaller	
antimon	45 46 49 68
barium	58
cesium	45 46 48 65
dysprosium	45 46
erbium	45 46
gadolinium	45 46
holmium	45 46
lutetium	45 46
silver	45 46 49
strontium	58
svavel	45 46 49
tenn	5 46 49
terbium	45 46
thulium	45 46
vanadium	58
wolfram	45 46 49
ytterbium	45 46

Organiska föreningar	
C10-C13 kloralkaner	24 94 95
C16-C35 alifater (alifatiska kolväten)	53 58 60
cyanid	89
dioxiner och furaner	13 45 57 66 67 72 89 92 93 94 96 98
OCDD & OCDF	57
PPCD/F	57
PCDBT & PCDD/F	13
fenoler	13 37 90
oktylfenol	11 13 19 21 24 37 93 96
nonylfenol	11 13 19 20 21 24 25 37 38 96
nonylfenoletoxilat	13 25 97
ftalater	13 90
DEHP	11 24 32 38 95
pentaklorbensen	94 96
HCB (hexaklorbensen)	19 24 37 46 52 55 68 69 71 72 73 84 89 92 94
HCH (hexaklorcyklohexan)	27 37 45 46 52 72 84 89 93 98
HBCDD (hexabromcyklododekan)	26 33 68 92 94 98
HCBD (hexaklorbutadien)	68 72 94
heptaklor & heptakloreoxid	26 92 94
klorerade pesticider	68
DDT (äv. DDD, DDE)	11 45 46 51 66 67 68 72 75 84 89 93 95 98
klordan	45 46 51 68 71 72 98
Lindane	68
organofosfater	33
PAH (polyaromatiska kolväten)	4 11 19 21 27 32 38 43 45 46 51 53 57 58 60 61 63 64 66 67 68 69 71 72 73 83 85 88 89 93 96
antracen	27 94 95 98
benso(a)antracen	27 55 98
benso(b)fluoranten	22 23 24 27 38 42 55 96 98
benso(k)fluoranten	27 42 96 98
benso(a)pyren	27 41 42 55 96 98
benso(e)pyren	27
benso(ghi)perylene	24 27 38 42 96 98
dibens(ah)antracen	27
fenantren	27 37 55 98
fluoranten	24 27 38 55 92 94 95 98
indeno(123cd)pyren	22 23 24 27 41 42 46 96 98
krysen	27 55 98
naftalen	24 27 37 57 96
pyren	27 37 55 98

PFAS (perfluorerade alkylsyror)	6 37 90 93
PFOA	11 12 33 35 76 87 89
PFOS	11 12 26 32 33 35 38 53 66 67 71 72 73 76 84 85 87 89 92 93 94 96
PFBS	35
PFHxS	35 87
PFHpA	35
PFHxA	35 87
PBDE(polybromerade difenyletrar)	11 33 37 46 52 53 66 67 68 71 72 73 76 84 85 89 92 93 94 95
pentaBDE	19 24 32
dekaBDE	27
PCB (polyklorerade bifenyler)	11 32 33 45 46 52 53 55 57 64 66 67 68 69 71 72 73 75 76 83 84 89 93 97 98
tennorganiska föreningar	90
TBT	4 5 11 19 20 21 22 24 25 37 38 45 53 57 58 60 61 62 63 65 68 69 71 72 73 83 86 93 94 96
MBT & DBT	20 57 63 65 68
MFT, DFT & TFT	68 84
MOT, DOT & TricyHexT	68
triklormetan	19 24 96
bensotriasoler, bensediaminer bensotriazol	14 83 90
(ex. MBT CBS DBS DBD DPP DCHA)	
bisfenoler	12 90
bisfenol A (BPA)	12 13 97
BCPS	12
tetrabutylidifenol	12
DBDPE (dekabromodifenyl)	14 90
doftämnen	10 16
OTNE	10 14 16 83 90
acetylcedren	10 16
difenyleter	10 16 90
HHCP lakton	16
AHTN	16
insektsmedel	10 16
DEET	10 16 90
komplexbildande ämnen	10 17 83 90
EDTA	10 17 83 90
DTPA	10 17 83 90
NTA	10 17 83
1,3- PDTA	17 90
ADA	17 90
musksubstanser & metaboliter (ex. OTNE, galaxolid tonalid)	14 90

optiska vitmedel (ex. DSPB DAS1)	15 90
organofosfatestrar	10 13 90
TCPP	13
tributylfosfat	13
trifenylfosfat	13
PCN (polyklorerade naftalener)	16 83 90
tetra CN	16
penta CN	16
hexa CN	16
hepta CN	16
PCDBT (polyklorerade dibensotiofener)	13 90
polära ämnen (TPPO TMDD TCEP)	10 17 83 90
UV-filter ämnen (OMC OC)	10 15 83 90
pesticider	
AMPA	29 31
atrazin	24 29 31 95
BAM	29 31
bentazon	28 29 31 97
bromoxymil	31
cyanazin	28 29 31
cybutryn	26 96
cyklodiena pesticider (ex. aldrin dieldrin)	22 95
cypermetrin	26 96
deltametrin	30
DETA	29
dikamba	29
dikofol	92 94 96
diklorprop	29
diklorvos	26 96
diuron	24 31 95
DMST	31
endosulfan	19 95
fluazinam	29 97
fluroxipyr	7 28 29
glyfosat	7 29 31 97
isoproturon	29 31 95
karfentrazon	29
klopyralid	29
MCPA	28 29 31 97
mekoprop	29 31 97
metsulfuronmetyl	41 43 97
terbutryn	26 96
terbutylazin	29
tifensulfuronmetyl	29
tribenuronmetyl	29
2,4-D	29 31
läkemedel	
diklofenac	26 66 69 72 79 97
oxazepam	66 69 72 80 81
paracetamol	79
tramadol	81
17-beta estradiol	26 97