



Sammanställning och utvärdering av sedimentundersökningar i Stockholm 2015–2018



Havs
och Vatten
myndigheten

Ansvaret för innehållet i denna rapport ligger helt hos författarna.
Innehållet återspeglar inte Europeiska unionens hållning.

Publicerad maj 2020
Foto framsida: Veronica Gelland Boström
Endast digital produktion

SAMMANSTÄLLNING OCH UTVÄRDERING AV SEDIMENTUNDERSÖKNINGAR I STOCKHOLM 2015–2018

KUND

Stockholms stad - Miljöförvaltningen

KONSULT

WSP Environmental Sverige

WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Jonas Sahlin: jonas.sahlin@wsp.com

UPPDRAGSNAMN
Sammanställning och
utvärdering av
sedimentundersökningar i
Stockholm 2015–20

UPPDRAGSNUMMER
10296688

FÖRFATTARE
Jacob Nordlund, Agnes Larsson,
Jonas Sahlin

DATUM
2020-05-26

ÄNDRINGSDATUM

GODKÄND AV:
Jonas Sahlin

INNEHÅLL

1	BAKGRUND	5
1.1	INGÅENDE UNDERSÖKNINGAR	5
2	METOD	7
2.1	SAMMANSTÄLLNING DATA	7
2.2	ANALYSERADE ÄMNEN	9
2.3	GRÄNSVÄRDEN OCH JÄMFÖRVÄRDEN	9
2.3.1	Gränsvärden för sediment - miljö kvalitetsnormer	9
2.3.2	Regionala bakgrundshalter	10
2.3.3	Jämförelse med tidigare studier	10
2.3.4	Tidstrendsanalys- djupprofiler	10
3	RESULTAT	12
3.1	METALLER	12
3.1.1	Kadmium	12
3.1.2	Koppar	16
3.1.3	Kvicksilver	21
3.1.4	Nickel	25
3.1.5	Bly	29
3.1.6	Silver	34
3.1.7	Zink	38
3.2	ORGANISKA ÄMNEN	44
3.2.1	Antracen	44
3.2.2	Fluoranten	48
3.2.3	PCB (Summa 6 & 7).	52
3.2.4	Summa PBDE. PBDE 209 (Polybromerade Difenyletterar)	56
3.2.5	PFOS	58
3.2.6	Summa PAH-11	59
3.2.7	Tributyltenn (TBT), dibutyltenn (DBT) och monobutyltenn (MBT)	63
3.2.8	Klorparaffiner	68
4	SAMVARIATION	69
4.1	SAMMANSTÄLLNING VATTEN I MÄLAREN	69
4.2	SAMMANSTÄLLNING MEDELSTORA SJÖAR	71
4.3	SAMMANSTÄLLNING MINDRE SJÖAR	73
4.4	SAMMANSTÄLLNING KUSTVATTEN	75
5	SLUTSATSER	77
6	REFERENSER	79

BILAGOR

- Bilaga 1 Sammanställning medelvärden
- Bilaga 2 Sammanställning mittpunkter
- Bilaga 3 Kartbilaga vattenförekomster

1 BAKGRUND

Bottensediment från vattenområden i och kring Stockholm har undersökts vid flera tillfällen sedan 1990-talet. I samband med framtagandet av lokala åtgärdsprogram har miljöförvaltningen under åren 2015–2018 gjort fördjupade sedimentundersökningar i ett stort antal av stadens vattenförekomster. Vid undersökningarna har halter av metaller och organiska miljögifter i ytsediment och i sedimentprofiler i djupled studerats. WSP har fått i uppdrag av Stockholms miljöförvaltning att sammanställa och utvärdera data från dessa sedimentundersökningar. Sammanställningen gäller halter av metaller och organiska föroreningar framförallt i ytsediment (0–2 cm), men med en diskussion kring utvecklingen av föroreningssituationen utifrån en sammanställning av resultat från djupare sedimentlager och då med fokus på sedimentdjupet 0-20 cm.

1.1 INGÅENDE UNDERSÖKNINGAR

Undersökningar av totalt 13 vattenförekomster har ingått i sammanställningen (Tabell 1). Av dessa har 12 undersökningar utförts av JP Sediment, den 13e av NIRAS. Provtagningsförfarandet varierar något, både mellan och delvis inom undersökningarna. I stora drag bedöms dock upplägget vara jämförbart, då undersökningarna omfattar upptagning av sediment på mjukbotten, med syfte att genomföra en yttäckande och representativ provtagning av vattenförekomsterna. Undantaget är Nockebysundet som definitionsmässigt inte är en egen vattenförekomst utan ligger inom vattenförekomsten Mälaren-Fiskarfjärden¹. Syftet med den studien var inte att undersöka vattenförekomstens status utan att se spridningen av PCB. Provpunkterna är därmed inte representativa för vattenförekomsten och högre halter av föroreningar kan därmed förväntas.

I sammanställningen har en gruppering av vattenförekomsterna gjorts för att underlätta jämförelsen dem emellan. Vattenförekomsterna Ulvsundasjön, Riddarfjärden, Årstaviken och Nockebysundet är alla belägna i Mälaren och har därför grupperats tillsammans. Räcksta träsk, Judarn, Kyrksjön och Trekanten är småsjöar med liten area och volym och har av denna anledning grupperats tillsammans. Drevviken, Magelungen, Flaten och Långsjön har grupperats då de är halvstora sjöar, alla belägna i söderförort och med liknande förutsättningar. Brunnsviken är den enda av vattenförekomsterna som är kustvatten, och har därför skilts från övriga.

¹ I denna rapport refereras Nockebysundet till som en vattenförekomst härnäst för att förenkla språket.

Tabell 1. Ingående undersökningar

Vattenförekomst	Referensår	Referensrapport
Ulvsundasjön (inlandsvatten)	2017	Metaller och organiska miljöföroreningar i Ulvsundasjön, Karlbergskanalen och Bällstaviken 2017 (JP Sediment 2018:7)
Riddarfjärden (inlandsvatten)	2018	Metaller och organiska miljöföroreningar i Riddarfjärden 2018 (JP Sediment 2019:1)
Årstaviken (inlandsvatten)	2018	Metaller och organiska miljöföroreningar i Årstaviken 2018 (JP Sediment 2019:2)
Nockebyundet (inlandsvatten)	2017	Föroreningssituationen i sediment från östra Mälaren söder om Nockebybron (JP Sediment 2018:2)
Drevviken (inlandsvatten)	2017	Metaller och organiska miljöföroreningar i Drevviken 2017 (JP Sediment 2018:6)
Magelungen (inlandsvatten)	2017	Metaller och organiska miljöföroreningar i Magelungen 2017 (JP Sediment 2018:3)
Flaten (inlandsvatten)	2018	Metaller och organiska miljöföroreningar i Flaten 2018 (JP Sediment 2019:3)
Långsjön (inlandsvatten)	2017	Metaller och organiska miljöföroreningar i Judarn, Kyrksjön, Långsjön och Trekanten 2017 (JP Sediment 2018:1)
Råcksta träsk (inlandsvatten)	2016	Metaller och organiska miljöföroreningar i sediment i Råcksta Träsk (JP Sediment 2016)
Judarn (inlandsvatten)	2017	Metaller och organiska miljöföroreningar i Judarn, Kyrksjön, Långsjön och Trekanten 2017 (JP Sediment 2018:1)
Kyrksjön (inlandsvatten)	2017	Metaller och organiska miljöföroreningar i Judarn, Kyrksjön, Långsjön och Trekanten 2017 (JP Sediment 2018:1)
Trekanten (inlandsvatten)	2017	Metaller och organiska miljöföroreningar i Judarn, Kyrksjön, Långsjön och Trekanten 2017 (JP Sediment 2018:1)
Brunnsviken (kustvatten)	2015	Brunnsviken Underlag för lokalt åtgärdsprogram – Sedimentprovtagning (NIRAS 2016)

2 METOD

2.1 SAMMANSTÄLLNING DATA

Sammanställningen har gjorts för föroreningar framförallt i ytsediment (0–2 cm), dels som medelvärde för varje vattenförekomst och dels i den så kallade "mittpunkten" i varje vattenförekomst.

Medelvärdet av föroreningshalter har beräknats för varje vattenförekomst utifrån samtliga provpunkter i respektive undersökning för vilka sedimentdjupet 0–2 cm har analyserats. Enligt beskrivningarna av undersökningarna har provpunkterna placerats ut i vattenförekomsterna för att ge en heltäckande bild av föroreningssituationen. Antalet provpunkter för beräkning av medelvärdet varierar mellan fyra (Råcksta Träsk och Judarn) och 23 (Riddarfjärden, se tabell 2). Analysresultat under detektionsgräns har tagits med i beräkning av medelvärden genom att värdet då likställts till detektionsvärdets värde.

"Mittpunkten" i respektive vattenförekomst motsvarar den av provpunkterna på ackumulationsbotten som anses vara mest representativ för vattenförekomsten, ligger i den djupare delen av vattenförekomsten och har avsaknad av tydligt punktutsläpp i närheten. Mittpunkten är därför inte nödvändigtvis den geografiska mittpunkten i vattenförekomsten, men sammanfaller i stort med den provpunkt i vattenförekomsterna där flest ämnen analyserats i ytsedimentet. Mittpunkt för respektive vattenförekomst har bestämts i samråd med Stockholms miljöförvaltning.

En förenklad tidstrendsanalys har gjorts för vattenförekomster med tillgängligt dataunderlag för den definierade mittpunkten, dels genom sammanställning av halter av djupare sediment och dels genom jämförelse med tidigare sedimentundersökningar (Länsstyrelsen Stockholm 2011, 2015). Se vidare kapitel 2.3.3 och 2.3.4 för närmare beskrivning av dessa analyser.

Tabell 2. Sammanställd information rörande vattenförekomster och provpunkter. Antal provpunkter (n) per vattenförekomst indikerar hur många provpunkter som använts för beräkning av medelvärde av föroreningshalter (ytsediment) för varje vattenförekomst. Övriga kolumner refererar till information om den definierade "mittpunkten" (se ovan text). Vattendjup och koordinater för mittpunkt i Brunnsviken beskrivs inte i referensrapport och indikeras därmed som "okänt" i nedan tabell.

Vattenförekomst	Beräkning av medelvärde	Sammanställning vattenförekomsters mittpunkt		
	Provpunkter per vattenförekomst (n)	Beteckning i referensrapport	Vattendjup (m)	Koordinater (SWEREF 99 1800)
Ulvsundasjön	17	U11	14	6580852,695; 149333,286
Riddarfjärden	23	L3	20,4	6578619,715; 152248,045
Årstaviken	15	Å9	7,3	6576743,291; 153190,975
Nockebyundet	10	NO10	25,3	6577585,796; 147363,118
Drevviken	5	D31	13,8	6568672,542; 159812,124
Magelungen	5	M4	10,7	6568434,679; 156175,173
Flaten	5	Fla 1	13,2	6570261,279; 158822,751
Långsjön	6	L3	3,2	6572507,341; 148149,432
Räcksta träsk	4	R1	2,7	6581928,775; 142881,546
Judarn	4	J1	4	6580198,543; 145096,006
Kyrksjön	6	K1	2,5	6581659,557; 145251,502
Trekanten	6	T1	7,4	6577386,338; 150961,591
Brunnsviken	12	B005	Okänt	Okänt

2.2 ANALYSERADE ÄMNEN

Sammanställningen gäller sju metaller och åtta organiska föreningar eller grupper av föreningar, se tabell 3.

Tabell 3. Analyter som ingår i sammanställning.

Metaller	Organiska föreningar
Kadmium	Antracen
Koppar	Fluoranten
Kvicksilver	Summa PCB (sPCB7, sPCB6)
Nickel	Summa polybromerade difenyletrar (sPBDE, BDE209)
Bly	Perfluoroktansulfonsyra (PFOS)
Silver	sPAH11
Zink	Metallorganiska föreningar: (tributyltenn (TBT), dibutyltenn (DBT) och monobutyltenn (MBT)) Kortkedjiga klorparaffiner (SCCP)

s=summa

Enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25) har halter av koppar, antracen, fluoranten och TBT normaliseras mot halt organiskt kol (TOC) för att kunna jämföras med gränsvärden för kemisk och ekologisk ytvattenstatus. Detta har gjorts enligt formeln:

$$\text{korrigerad konc} = \text{uppmätt konc} * (5/\text{uppmätt TOC})$$

Se vidare i föreskriften för instruktioner av hur formeln ska användas. För koppar har även den regionala bakgrundshalten subtraherats från uppmätta och TOC-korrigerade värden innan jämförelse med gränsvärde (HVMFS 2019:25).

2.3 GRÄNSVÄRDEN OCH JÄMFÖRVÄRDEN

2.3.1 Gränsvärden för sediment - miljö kvalitetsnormer

Miljö kvalitetsnormer (MKN) är ett juridiskt bindande styrmedel för myndigheter och kommuner enligt 5 kap miljöbalken. En miljö kvalitetsnorm är därmed en bestämmelse om kvaliteten i luft, vatten, mark eller miljön i övrigt. MKN för vatten infördes i och med EU:s vattendirektiv år 2000. Miljö kvalitetsnormer för vatten omfattar ytvatten (sjöar, vattendrag och kustvatten) och grundvatten. Syftet med normerna är att säkra Sveriges vattenkvalitet genom att fungera som ett verktyg för att förebygga eller åtgärda miljöproblem och uppnå miljö kvalitetsmål.

En miljö kvalitetsnorm för vatten beskriver den kvalitet en så kallad vattenförekomst ska ha nått vid en viss tidpunkt. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå det som inom vattenförvaltning kallas god status. I praktiken innebär detta att det för varje vattenförekomst finns definierat vilken status som ska uppnås och när den statusen ska uppnås, dels för ekologisk status och dels för kemisk status. Målen för vilken status som ska uppnås sätts per vattencykel. En vattencykel är 6 år.

Den kemiska statusen för en vattenförekomst (*god* eller *ej god*) avgörs av vattenförekomstens föroreningshalt av så kallade prioriterade ämnen (HVMFS 2019:25). Om uppmätta halter i vattenförekomsten överskrider gällande gränsvärden sätts den kemiska statusen till *ej god*. Gränsvärden finns för närvarande för fem ämnen i sediment (tillagda i HVMFS 2015:4), varav två metaller (bly och kadmium) och tre organiska ämnen (antracen, fluoranten och tributyltenn).

I denna rapport redovisas sammanställda resultat avseende mittpunktsvärden och medelvärden för sammanställda vattenförekomster. Det är viktigt att notera i detta sammanhang att enligt HVMFS 2019:25 räcker det med att *en* representativ punkt i en vattenförekomst överskrider MKN för att den

ska klassas som *ej god*. I stora vattenförekomster som Magelungen och Drevviken där det finns mer än en representativ provpunkt, så är det därmed inte medelvärdet eller den definierade mittpunkten som avgör statusen. Medelvärdena (specifikt för de stora vattenförekomsterna, men möjligtvis även för andra sammanställda vattenförekomster) kan teoretiskt hamna under gränsvärden för kemisk status även om gränsvärdet vid någon eller några enskilda representativa punkter överskrids och statusen därmed ändå bör klassas som *ej god*. En vidare analys om så är fallet för de vattenförekomster som är sammanställda i denna rapport har inte gjorts inom ramen för utvärderingen.

Fler miljögifter klassas under ekologisk status, men då som särskilda förorenade ämnen (SFÄ). Avseende de ämnen som omfattas av denna rapport så finns endast gränsvärden för SFÄ i sediment för koppar (HVMFS 2019:25). Även om zink också klassas som SFÄ så finns inget gränsvärde i sediment för detta ämne.

Ekologisk status klassas till skillnad från kemisk status i fem olika statusklasser (*hög, god, måttlig, otillfredsställande* och *dålig* ekologisk status). Ekologisk status är uppdelad i ett antal kvalitetsfaktorer som rangordnas i olika nivåer; där biologiska kvalitetsfaktorer är prioriterade och fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer (inom vilka SFÄ ingår) enbart fungerar som stödande i bedömningen av den ekologiska statusen.

2.3.2 **Regionala bakgrundshalter**

Sammanställda data har jämförts med regionala bakgrundshalter för metaller och organiska föroreningar i Stockholmsområdet. Dessa bakgrundshalter togs fram under 2018 för metaller, PAH-er och polyklorerade dibensodioxiner/furaner på uppdrag av Stockholms miljöförvaltning (JP Sediment, 2018). Bakgrundshalterna baserar sig på sedimentprovtagning från östra Mälaren, Stockholms mellanskärgård samt sjön Magelungen i Stockholmsområdet. Resultaten jämfördes med bakgrundshalter för metaller publicerade av Naturvårdsverket för kust och hav (NV Rapport 4914, 1999) och för organiska ämnen med SGU:s uppdaterade klassningsmall av Naturvårdsverkets Rapport 4914.

2.3.3 **Jämförelse med tidigare studier**

För att få en bild av förändringen av sedimenthalterna över tid har sammanställda data också jämförts med tidigare undersökningar som Länsstyrelsen i Stockholms län har utfört i Riddarfjärden, Ulvsundasjön, Årstaviken och Brunnsviken (Länsstyrelsen Stockholm, 2011 och 2015). För organiska ämnen är referensdata begränsat till en provtagning utförd år 2013. Dessutom inkluderar referensrapporterna inga resultat från undersökning av organiska ämnen i Brunnsviken.

Eftersom underlaget är begränsat innebär analysen i bästa fall en jämförelse mellan fyra tidpunkter, i sämsta fall mellan två tidpunkter. Analysen bör därmed inte betraktas som en regelrätt trendanalys utan mer som en jämförelse med tidigare uppmätta halter vid samma geografiska punkt. Inte desto mindre ger sammanställningen en möjlig indikation om åt vilket håll halterna rört sig under de senaste åren. Sammanställningen av djupprofilerna (se 2.3.4) anses dock tillförlitligare.

Det ska noteras att det inte framgår av referensrapporterna (Länsstyrelsen Stockholm, 2011 och 2015) ifall redovisade halter av koppar, antracen, fluoranten och TBT är korrigerade för TOC-halt, men utifrån årtalen då dessa studier utfördes kan vi utgå från att ingen korrigerings utförts (M. Pettersson, Stockholms stad).

2.3.4 **Tidstrendsanalys djupprofiler**

En sammanställning av halterna i djupare sediment (ner till ca 0,5 m sedimentdjup) har gjorts för mittpunkten i varje vattenförekomst. Nockebysundet är ett undantag, där djupdata för mittpunkten inte

fanns tillgängligt, varför djupdata från punkt N04 istället har använts i sammanställningen. Det ska noteras att sedimentkärnan som analyserades i Nockebysundet var den med högst halt av PCB i ytan (vilket kan förklaras av att studien gick ut på att spåra källan). Då föroreningshalter av olika ämnen ibland följer en likartad trend (d.v.s., i sediment med höga halter av vissa organiska föroreningar påträffas är det inte ovanligt att även höga halter av andra organiska ämnen påträffas), kan man förvänta sig att resultaten från analyserad djupprofil för Nockebysundet också påvisar högre halter av andra ämnen än vad som är representativt i vattenförekomsten.

Resultatet presenteras i grafer som djupprofiler och trenderna diskuteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst.

Djupprofilerna för vattenförekomsterna i Mälaren som ingår i denna sammanställning har även jämförts med en tidigare undersökning utförd på uppdrag av Mälarens Vattenvårdsförbund (WSP, 2018). Denna jämförelse presenteras i kapitel 4.

3 RESULTAT

I detta avsnitt redovisas resultaten från datasammanställningen och utvärderingen.

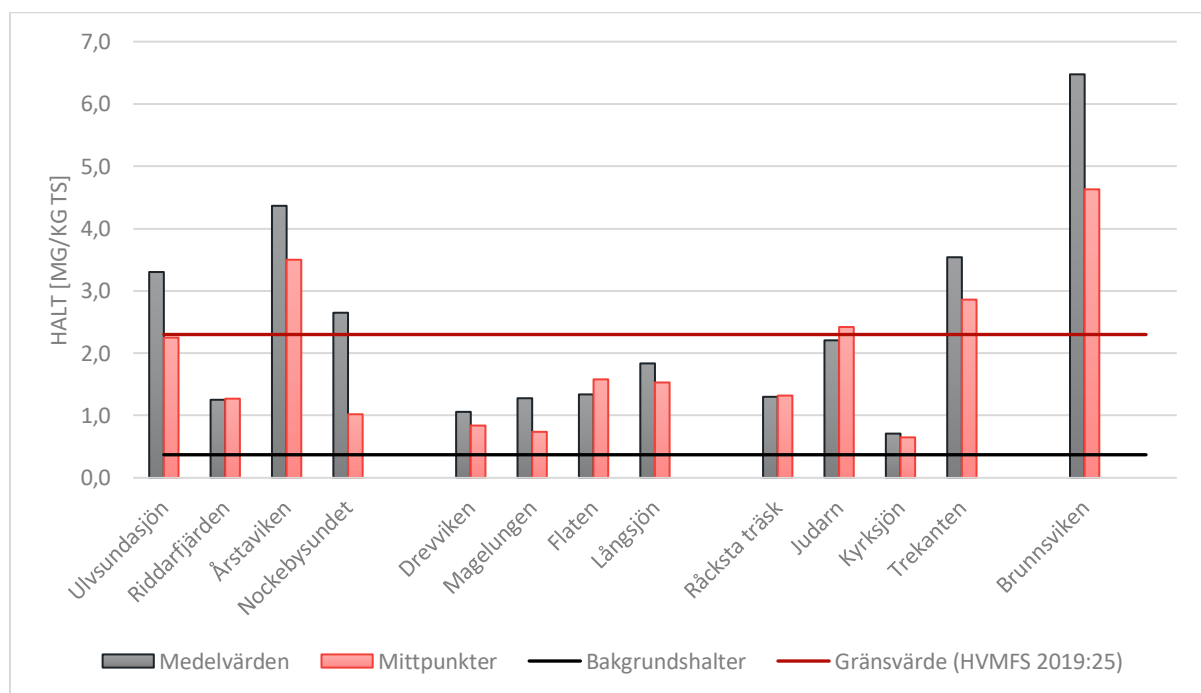
3.1 METALLER

3.1.1 *Kadmium*

Gränsvärden och bakgrundshalter

I fem vattenförekomster överstiger medelvärdet av de uppmätta halterna gränsvärdet på 2,3 mg/kg TS (HVMFS 2019:25) för god kemisk ytvattenstatus (Figur 1). Dessa är Trekanten, Årstaviken, Ulvsundasjön, Brunnsviken och Nockeby sundet. I fyra vattenförekomster ligger det uppmätta värdet i mittpunkten över gränsvärdet; Judarn, Trekanten, Årstaviken och Brunnsviken. Brunnsviken utmärker sig genom att uppvisa den högsta kadmiumhalten både avseende medelvärde och mittpunkt.

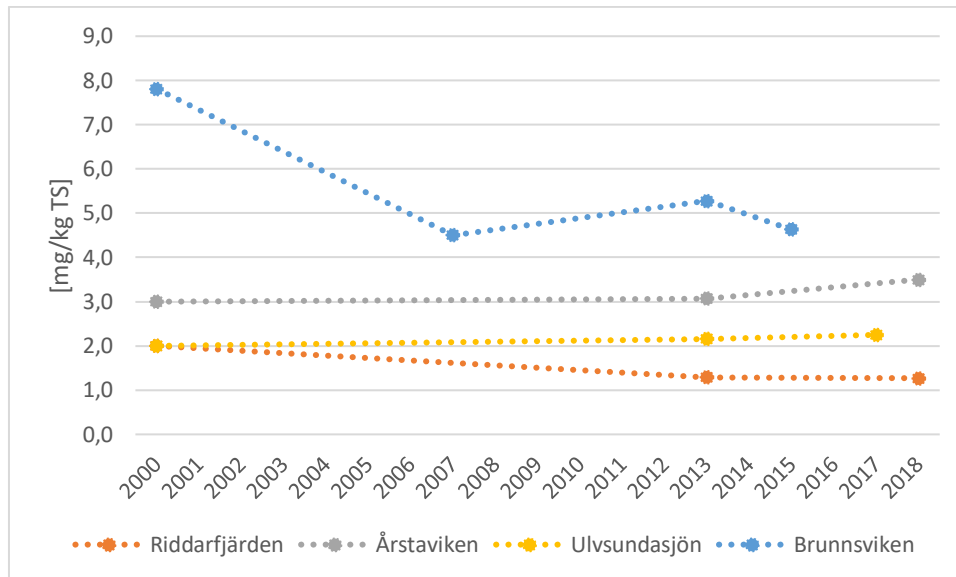
Halterna av kadmium ligger för samtliga vattenförekomster över de regionala bakgrundshalterna (JP Sedimentkonsult, 2018), både avseende medelvärde och mittpunkt. Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 1. Okorrigerade halter av kadmium i ytsediment (0–2 cm) som medelvärdet och i vattenförekomsters mittpunkt jämfört med gränsvärde 2,3 mg/kg TS (HVMFS 2019:25) och bakgrundshalt 0,37 mg/kg TS (JP Sediment, 2018).

Jämförelse med tidigare studier

Ingen entydig trend kan urskiljas för kadmium vid mittpunkten för de fyra vattenförekomster för vilka jämförelsevärden finns. För Riddarfjärden, Årstaviken och Ulvsundasjön är halterna relativt oförändrade, medan halterna i Brunnsviken minskade från år 2000 till 2007 för att sedan ligga relativt oförändrade (Figur 2).



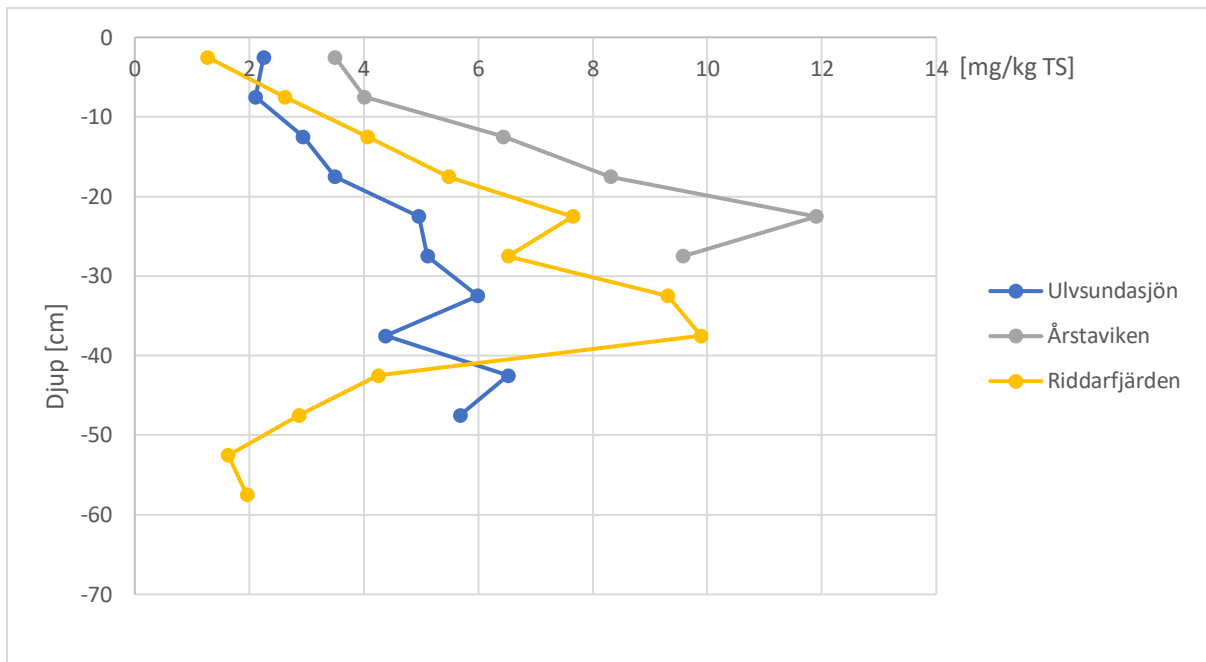
Figur 2. Okorrigerade halter av kadmium i ytsediment (0–2 cm) över tid (mittpunkter). Gränsvärde för kadmium är 2,3 mg/kg TS (HVMFS 2019:25).

Djupprofil

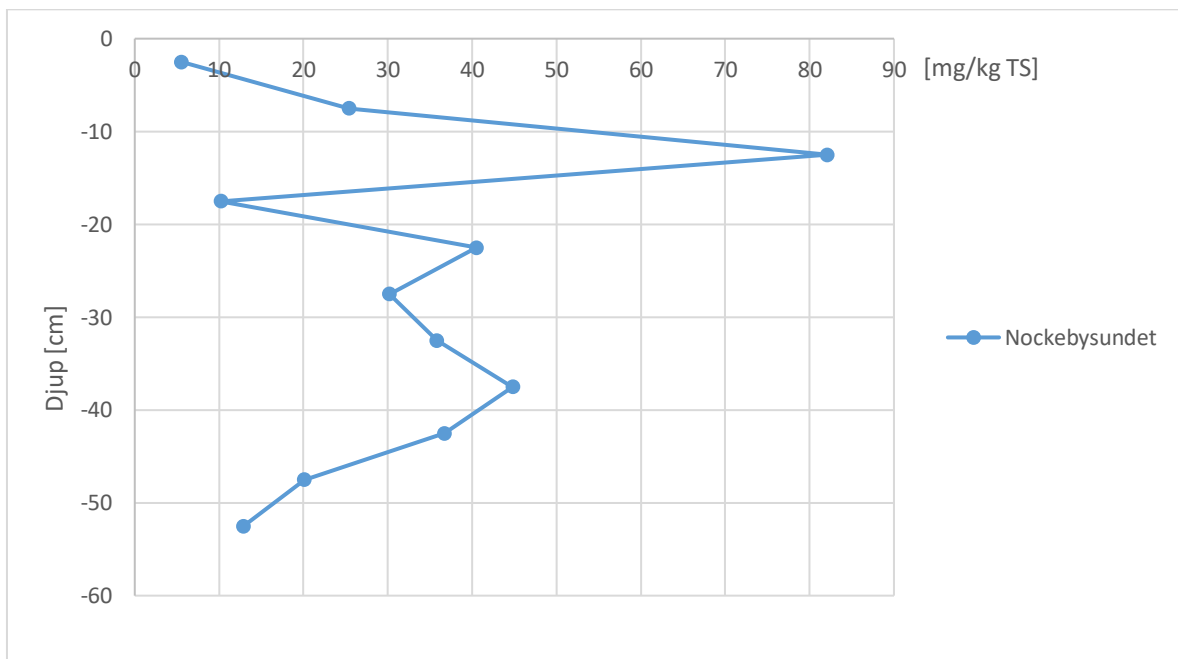
Sammanställningen av djupprofilerna visar på en stor variation över tid, men också en stor skillnad mellan vattenförekomsterna (Figur 3–7). I flera vattenförekomster noterats ett maxvärde på ett sedimentdjup mellan 20 och 40 cm, varefter en avtagande trend observeras. Detta gäller vattenförekomster i Mälaren (Nockebysundet undantaget), men även Magelungen, Drevviken, Råcksta Träsk och Brunnsviken. I Långsjön noterats högre halter av kadmium i det översta sedimentlagret (0–2 cm) än i direkt underliggande sediment (5–10 cm). Detta resultat gäller samtliga metaller.

Nockebysundet och Brunnsviken utmärker sig med historiska halter som ligger flera gånger över maxhalterna för övriga vattenförekomster.

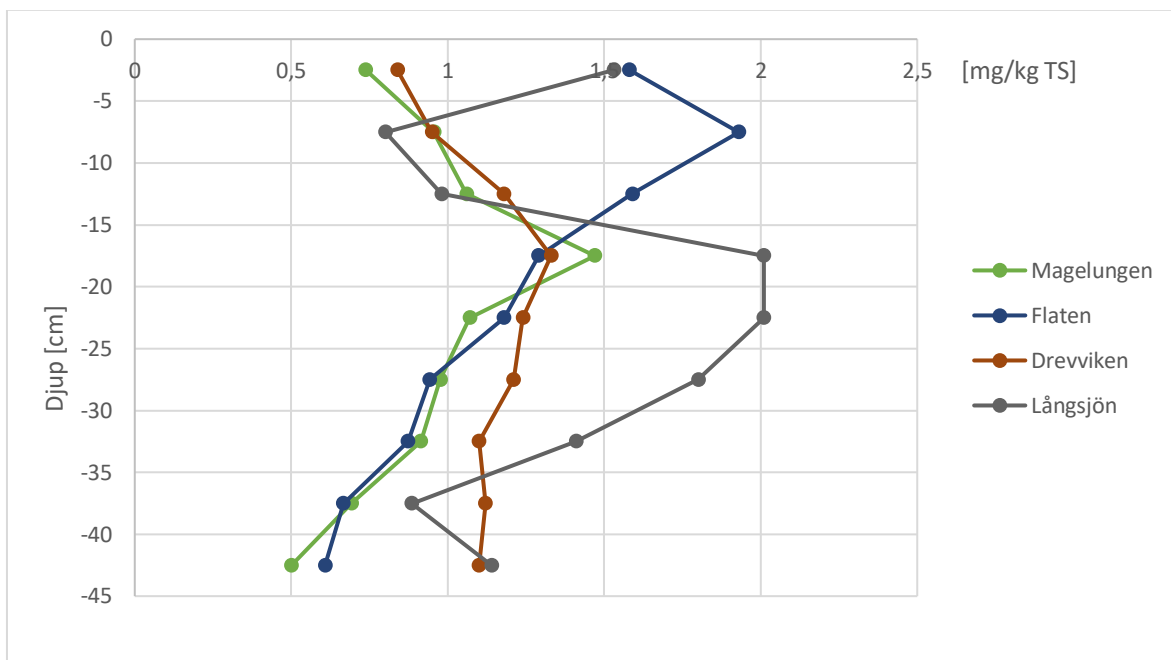
Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst.



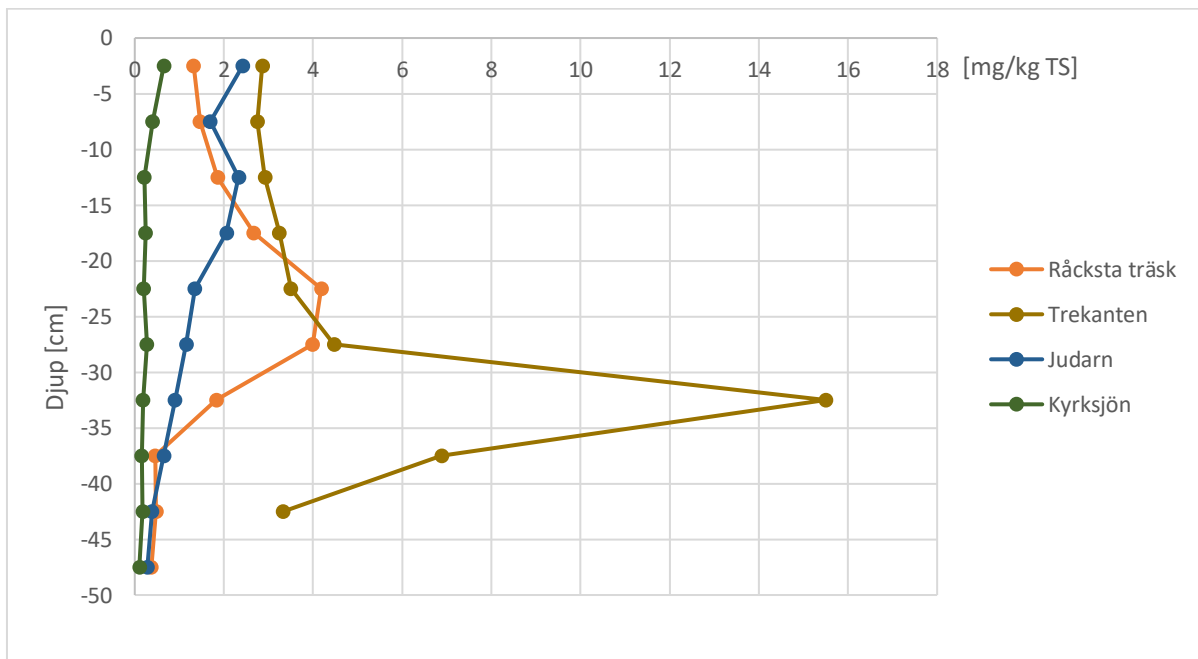
Figur 3. Okorrigerade halter av kadmium i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Gränsvärde för kadmium är 2,3 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



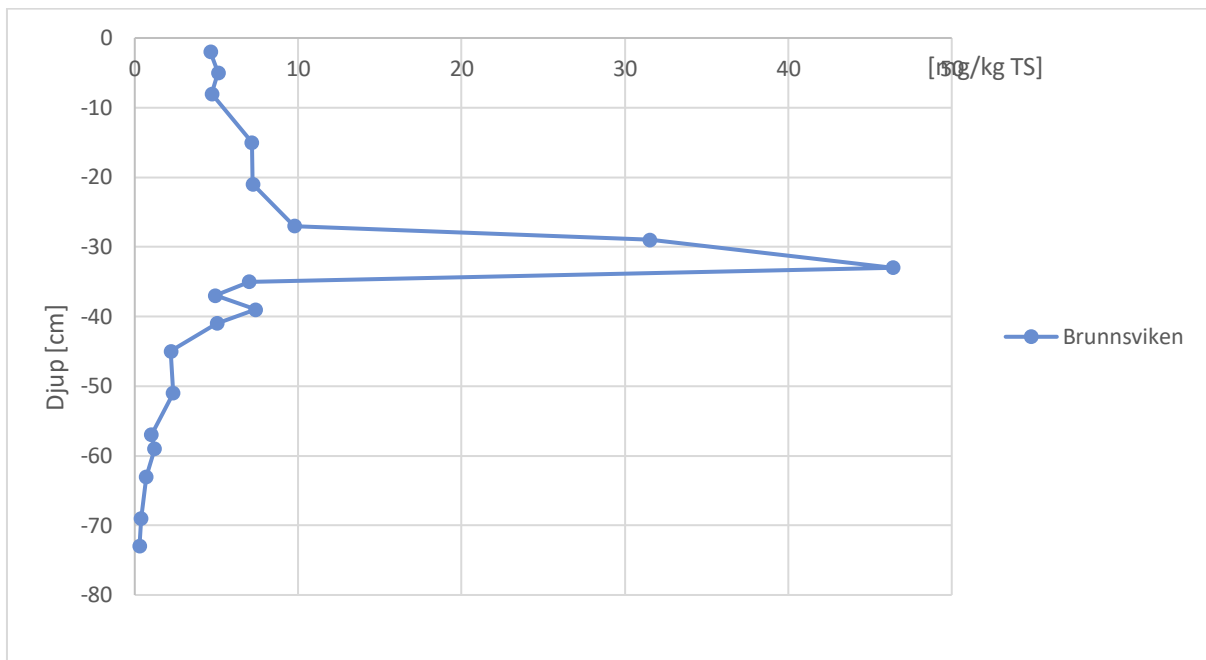
Figur 4. Okorrigerade halter av kadmium i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Nockebyssundet. Gränsvärde för kadmium är 2,3 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 5. Okorrigerade halter av kadmium i djupsediment i mittpunkten för medelstora sjöar. Gränsvärde för kadmium är 2,3 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 6. Okorrigerade halter av kadmium i djupsediment i mittpunkten för mindre sjöar. Gränsvärde för kadmium är 2,3 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



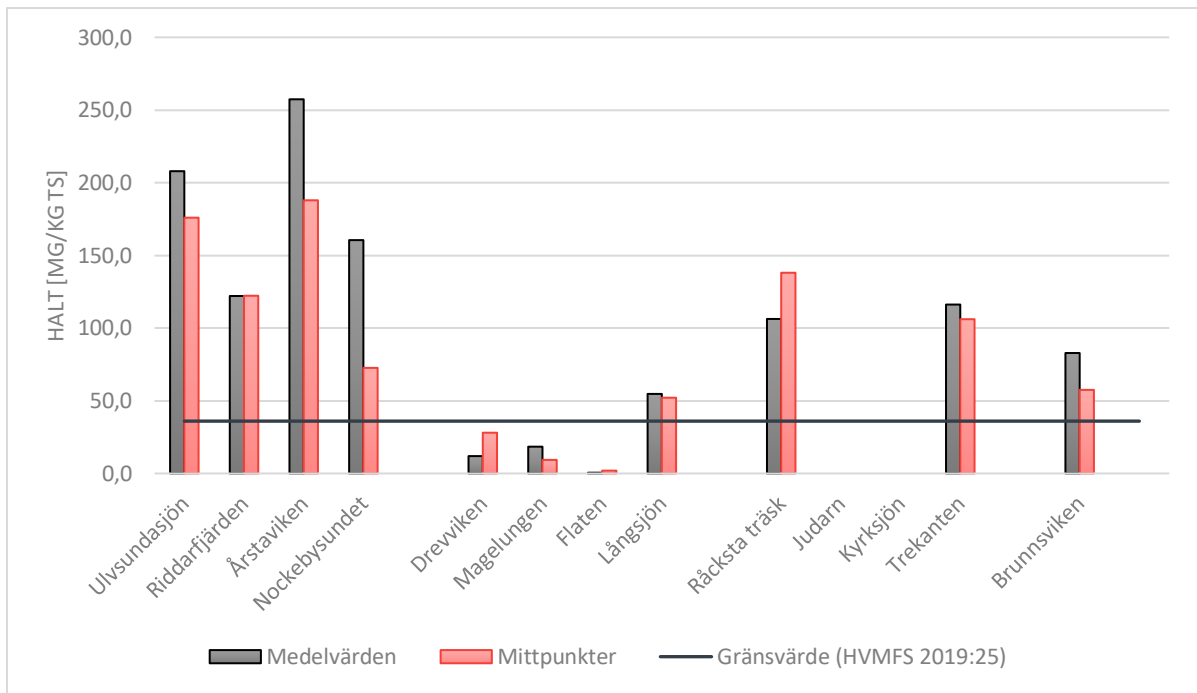
Figur 7. Okorrigerade halter av kadmium i djupsediment i mittpunkten för Brunnsviken. Gränsvärde för kadmium är 2,3 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.

3.1.2 **Koppar**

Gränsvärden och bakgrundshalter

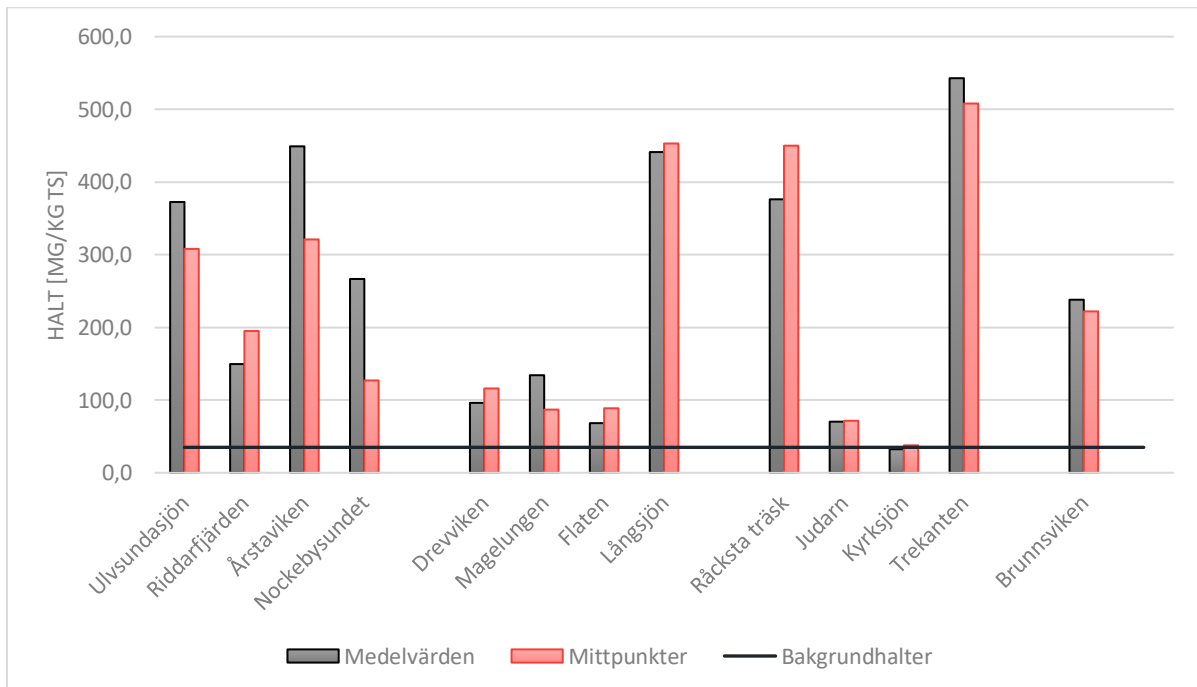
Då kopparhalter ska normaliseras mot organisk kolhalt (TOC) vid jämförelse med gränsvärde enligt HVMFS 2019:25, men jämförelsevärden (regionala bakgrundshalter, JP Sediment, 2018) ej är normaliserade mot TOC, visas jämförelserna i två separata figurer nedan. Den första avser en jämförelse av sammanställda korrigerade halter med gränsvärde enligt HVMFS 2019:25 (Figur 8) och den andra en jämförelse med okorrigerade bakgrundshalter (Figur 9). I den första figuren har också den regionala bakgrundshalten om 35 mg/kg TS (JP Sediment, 2018) subtraherats innan jämförelse med gränsvärden (enligt instruktioner i HVMFS 2019:25).

Gränsvärdet för koppar (36 mg/kg TS, korrigerat för TOC) överstigs i mittpunkten och för medelvärdet för samtliga vattenförekomster i Mälaren, samt i Långsjön, Råcksta Träsk, Trekanten och Brunnsviken (Figur 8). Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 8. TOC- och bakgrundshaltskorrigerade halter av koppar (enligt HVMFS 2019:25) som medelvärde och i mittpunkten jämfört med gränsvärde för inlandsvatten på 36 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). För Brunnsviken gäller gränsvärde för kustvatten (HVMFS 2019:25) som är 52 mg/kg TS (visas inte i figur).

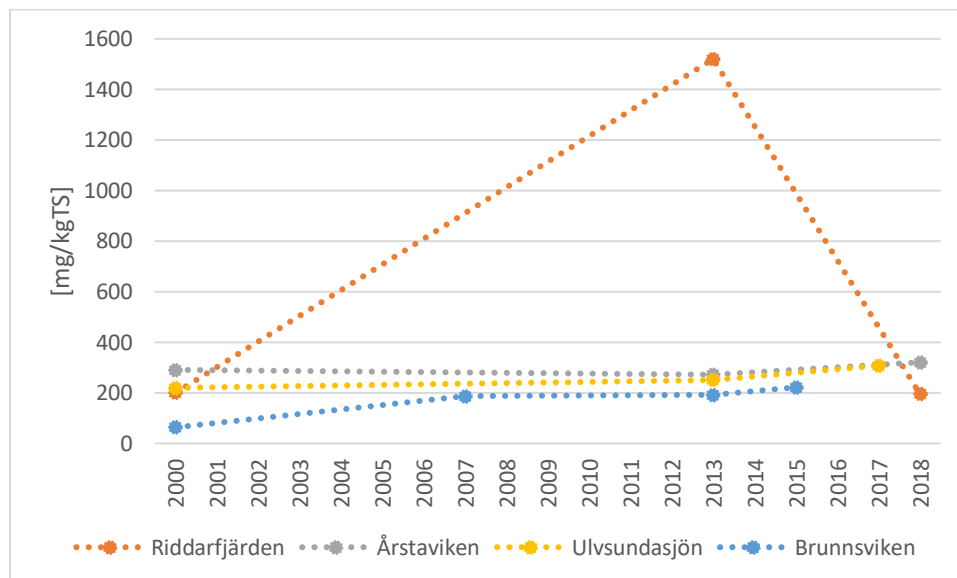
Halterna av koppar ligger för samtliga vattenförekomster utom Kyrksjön över de regionala bakgrundshalterna (ej korrigerade för TOC), både avseende medelvärde och mittpunkter (Figur 9). För Kyrksjön ligger mittpunkten precis över bakgrundshalten och medelvärdet precis under.



Figur 9. Okorrigerade halter av koppar i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde och i mittpunkten jämfört med bakgrundshalt 35 mg/kg TS (JP Sediment, 2018).

Jämförelse med tidigare studier

Ingen entydig trend kan urskiljas för koppar vid mittpunkten för de fyra vattenförekomster för vilka jämförelsevärden finns. För Årstaviken, Brunnsviken och Ulvsundasjön ligger halterna för de fyra mätningarna på en relativt stabil nivå. Riddarfjärden uppvisar en markant högre halt vid mätningen år 2013 (Figur 10), men vid en upprepad provtagning vid samma provpunkt år 2015 noterades en betydligt lägre halt (190 mg/kg/TS, TOC 7,1%, TS 14%), vilket tyder på att mätvärdet från 2013 inte anses tillförlitligt (JP Sedimentkonsult, 2015).

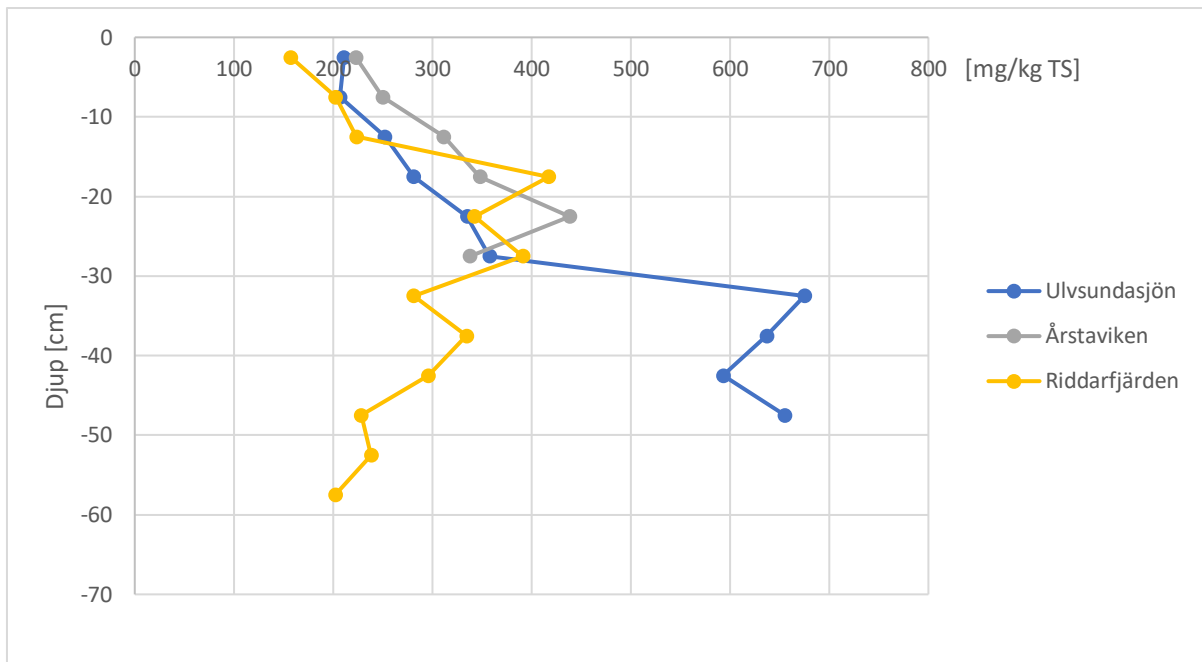


Figur 10. Okorrigerade halter av koppar i ytsediment (0–2 cm) över tid (mittpunkter).

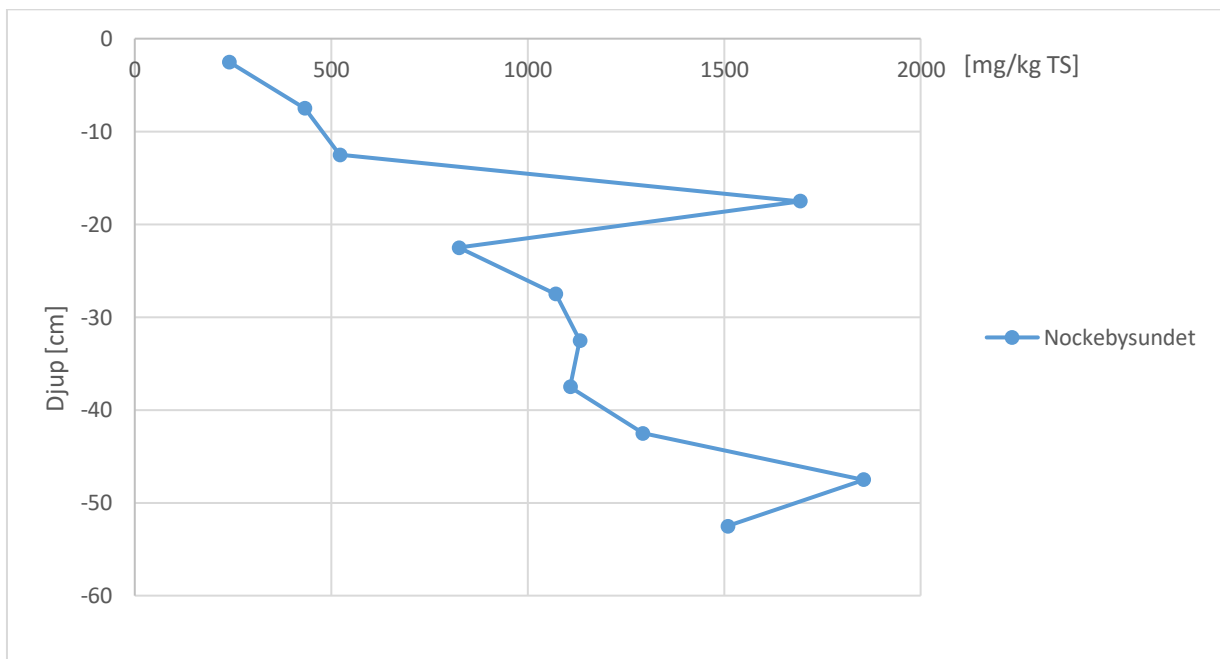
Djupprofil

Sammanställningen av djupprofilerna visar på en stor variation av kopparhalt över tid, men också en stor variation mellan vattenförekomsterna (Figur 11–15). För vattenförekomsterna i Mälaren samt Brunnsviken och Råcksta Träsk visar resultaten på en avtagande trend från 30 cm djup till ytan. Nockebyssundet utmärker sig med historiska halter som ligger flera gånger över maxhalterna för övriga vattenförekomster. Ingen tydlig trend syns för övriga vattenförekomster och halterna över tid är skiftande med undantag för de mindre sjöarna Judarn och Kyrksjön för vilka halterna legat stabilt på en relativt låg nivå. I Långsjön noteras högre halter i det översta sedimentlagret (0–2 cm) än i direkt underliggande sediment (5–10 cm). Detta resultat gäller samtliga metaller.

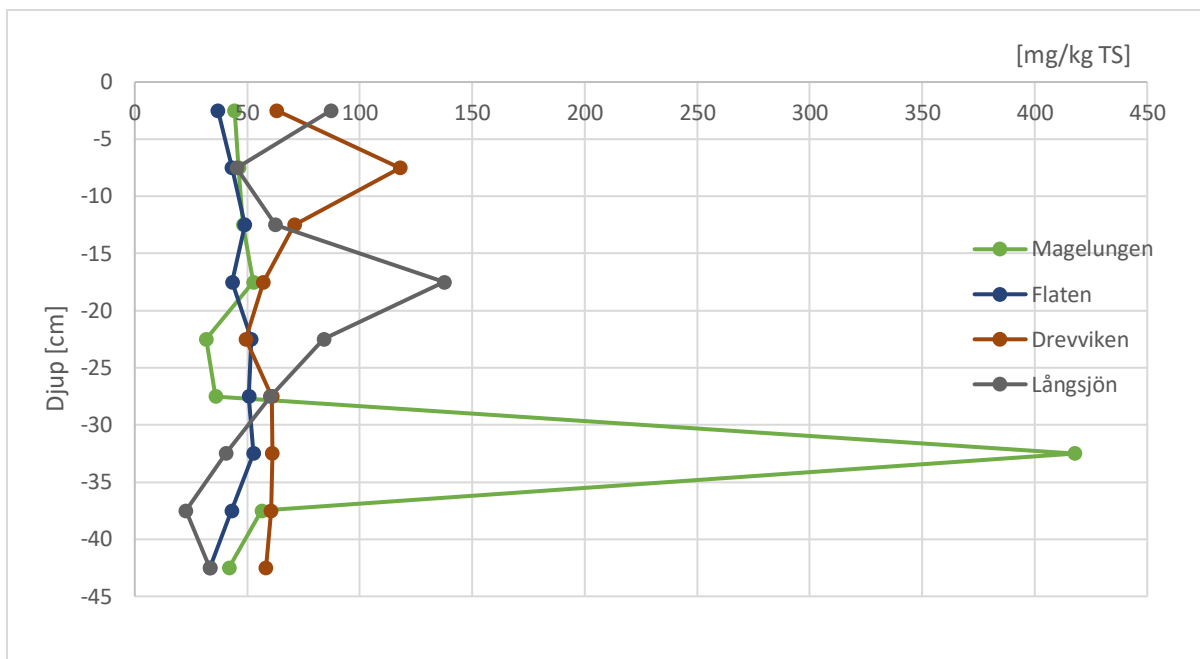
Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst.



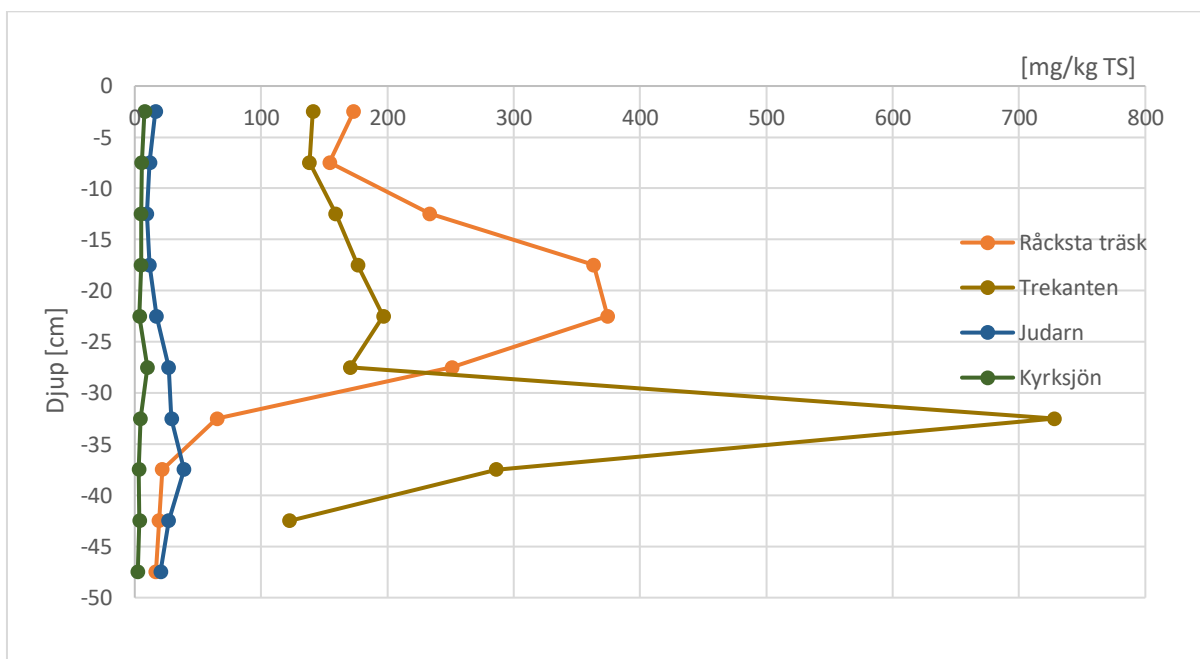
Figur 11. TOC-korrigerade halter av koppar i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Gränsvärde för koppar är 36 mg/kg TS för inlandsvatten (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



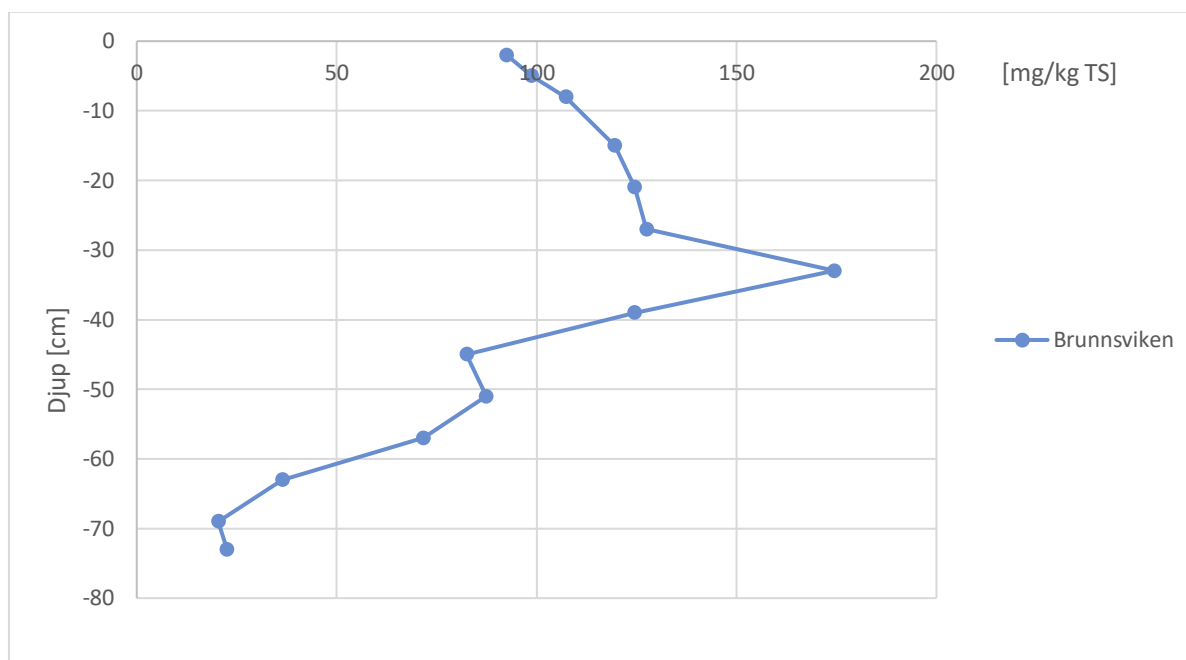
Figur 12. TOC-korrigerade halter av koppar i djupsediment i mittpunkten för Nockebysundet. Gränsvärde för koppar är 36 mg/kg TS för inlandsvatten (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 13. TOC-korrigerade halter av koppar i djupsediment i mittpunkten för medelstora sjöar. Gränsvärde för koppar är 36 mg/kg TS för inlandsvatten (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 14. TOC-korrigerade halter av koppar i djupsediment i mittpunkten för mindre sjöar. Gränsvärde för koppar är 36 mg/kg TS för inlandsvatten (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 15. TOC-korrigerade halter av koppar i djupsediment i mittpunkten för Brunnsviken. Gränsvärde för koppar i kustvatten är 52 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.

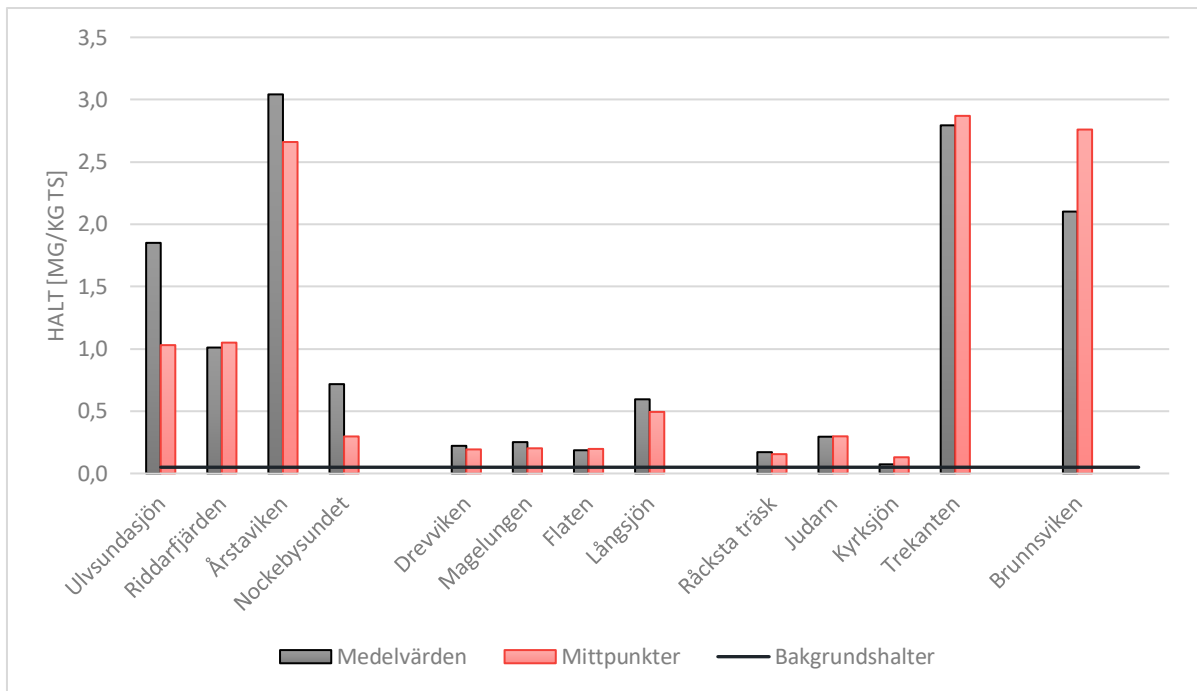
3.1.3 *Kvicksilver*

Gränsvärden och bakgrundshalter

Det finns inget gränsvärde i sediment för kvicksilver (HVMFS 2019:25).

Halterna av kvicksilver ligger för samtliga vattenförekomster över de regionala bakgrundshalterna på 0,05 mg/kg TS (JP Sediment, 2018), både avseende medelvärde och mittpunkter (Figur 16).

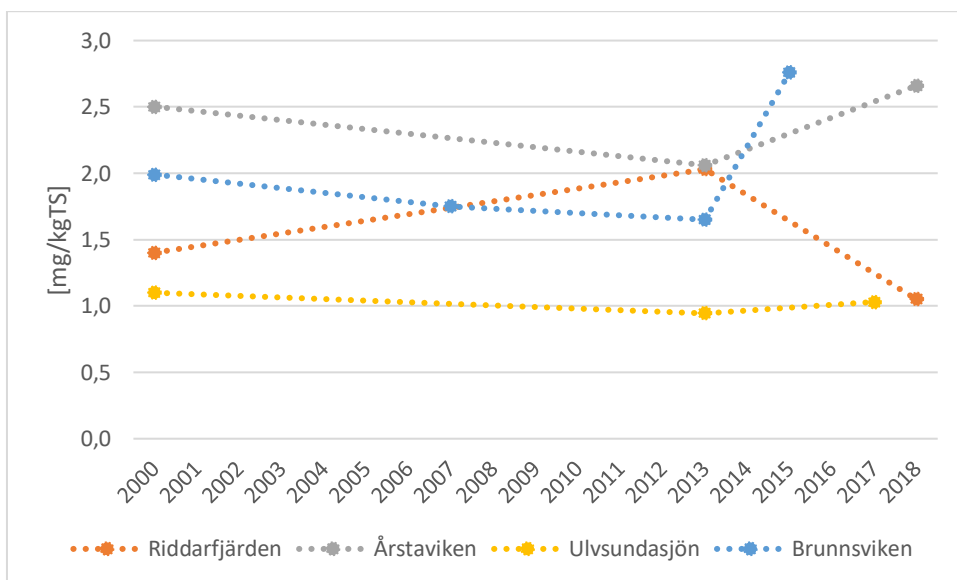
Årstaviken, den mindre sjön Trekanten samt Brunnsviken utmärker sig medan de medelstora sjöarna och de mindre sjöarna (undantaget Trekanten) påvisar lägre halter. Dock så visar dessa (möjligtvis Kyrksjön undantaget) fortfarande på en tydlig avvikelse från regionala bakgrundshalter. Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 16. Okorrigerade halter av kvicksilver i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde och i mittpunkten jämfört med bakgrundshalt 0,05 mg/kg TS (JP Sediment, 2018).

Jämförelse med tidigare studier

Tidstrendsanalysen vid mittpunkten för de fyra vattenförekomster där jämförelsevärden finns visar relativt stabila halter av kvicksilver i Årstaviken, Riddarfjärden och Brunnsvikens ytsediment fram till 2013, för att sedan minska något i Riddarfjärden och öka i Brunnsviken och Årstaviken. Skillnaderna i halter mellan de tre mätningarna i Ulvsundasjön bedöms ligga inom normal variation (Figur 17).

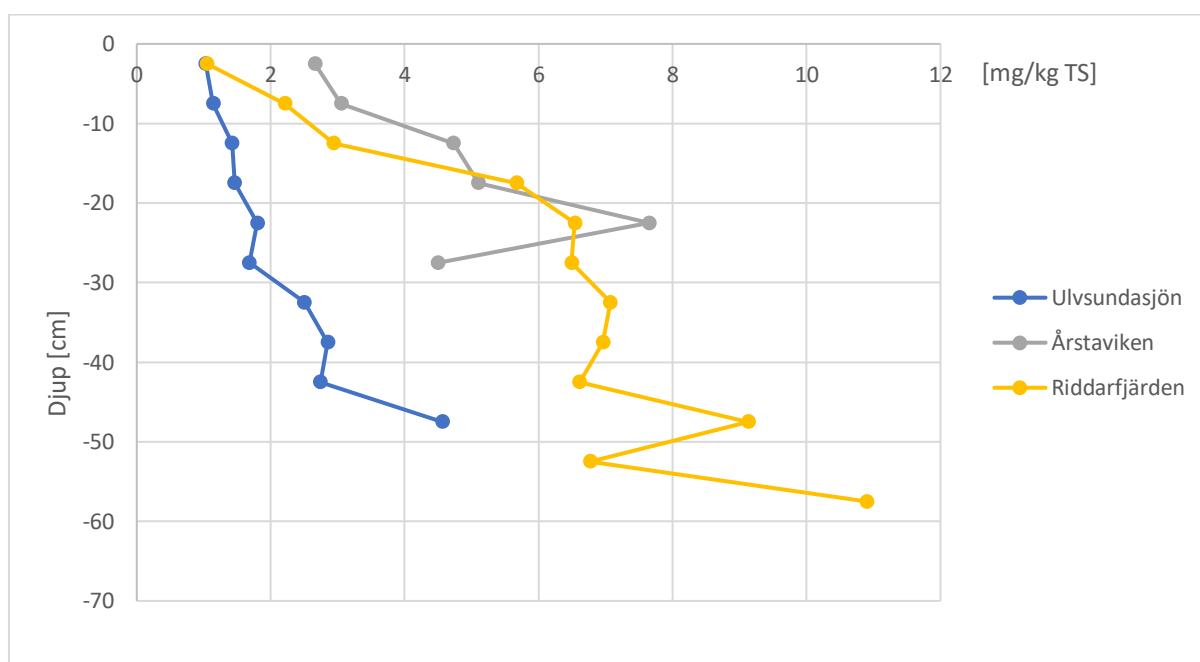


Figur 17. Halter av kvicksilver i ytsediment (0–2 cm) över tid (mittpunkter).

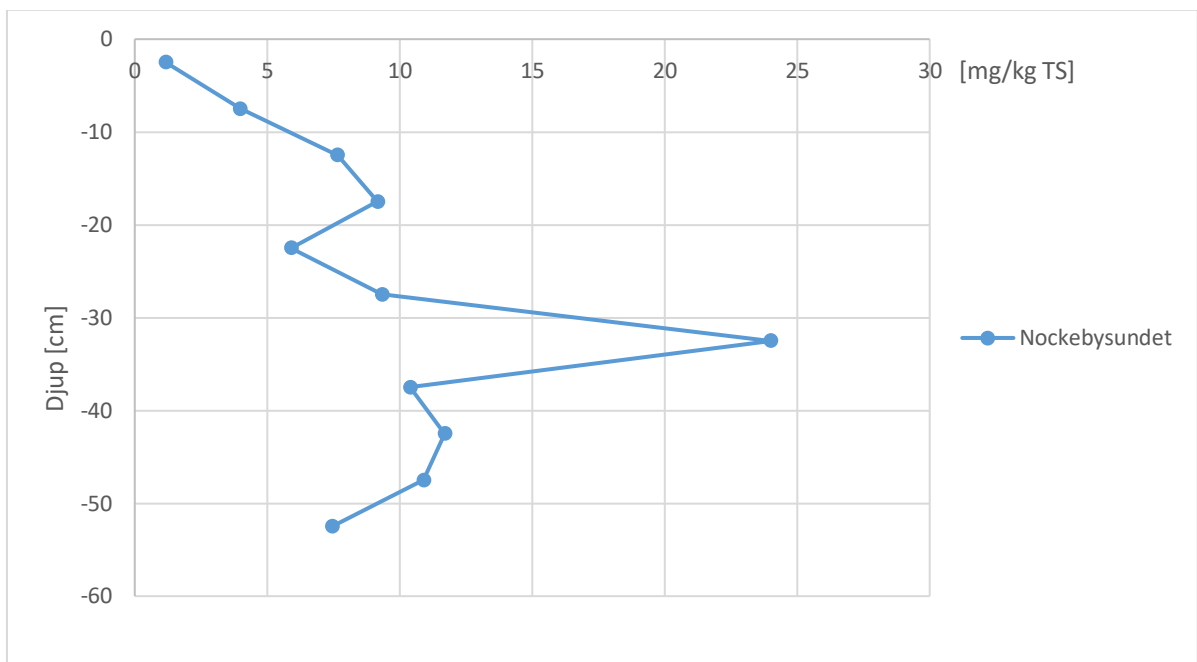
Djupprofil

En avtagande trend syns generellt för de vattenförekomster där högre halter också påträffas i ytsedimentet (vattenförekomster i Mälaren, Trekanten och Brunnsviken), med historiska toppar (maximalvärden) på drygt 30 cm sedimentdjup för Nockebysundet och Trekanten (Figur 18–22). Nockebysundet (Figur 19) och Brunnsviken utmärker sig med högst historiska halter. I Långsjön noteras högre halter i det översta sedimentlagret (0–2 cm) än i direkt underliggande sediment (5–10 cm). Detta resultat gäller samtliga metaller.

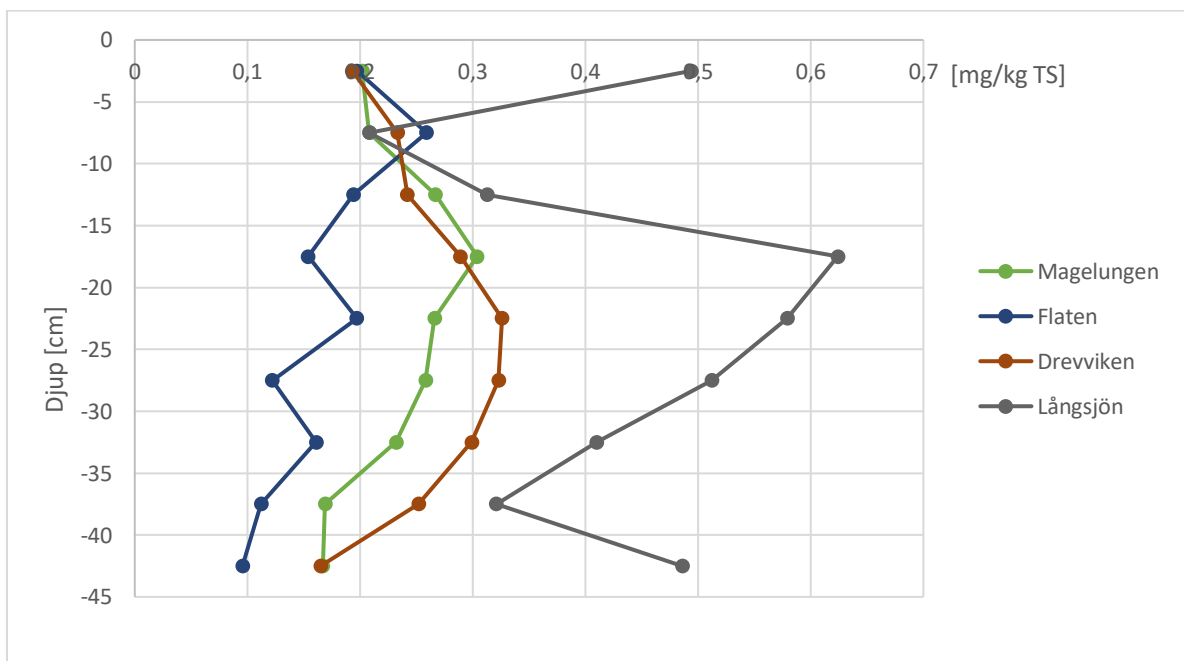
Det är värt att notera att jämförelsen med tidigare undersökningar (Figur 17) visar på en ökning senaste åren för Brunnsviken och eventuellt även för Årstaviken, medan det i analys av djupprofiler för dessa vattenförekomster syns en tydlig minskning. Djupprofilen baseras på fler prover som är provtagna och analyserade vid samma tillfälle, och bör därför vara mer tillförlitlig. Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst.



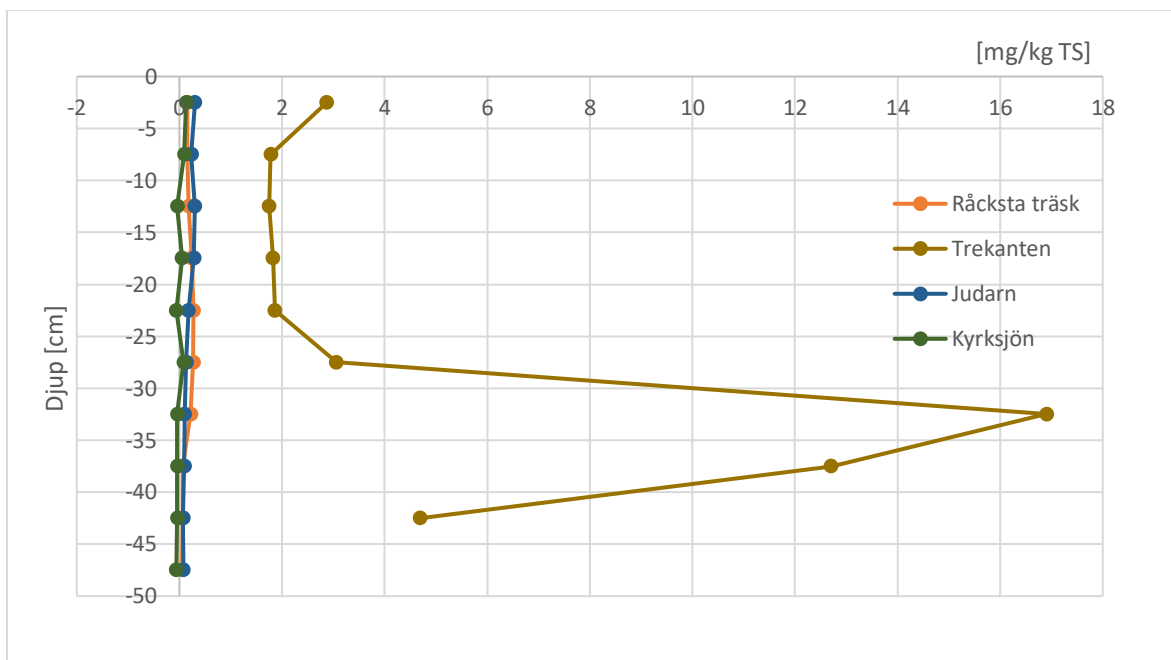
Figur 18. Okorrigerade halter av kvicksilver i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Y-axeln visar sedimentdjup.



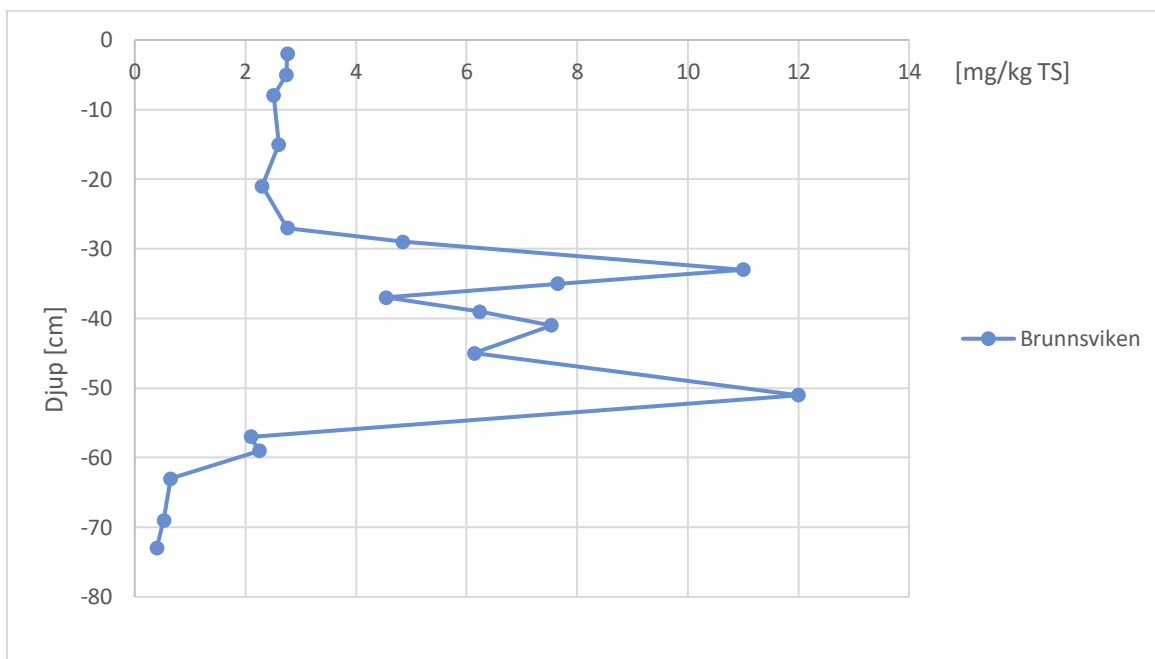
Figur 19. Okorrigerade halter av kvicksilver i djupsediment i mittpunkten av Nockebysundet. Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 20. Okorrigerade halter av kvicksilver i djupsediment i mittpunkten för medelstora sjöar. Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 21. Okorrigerade halter av kvicksilver i djupsediment i mittpunkten för mindre sjöar. Y-axeln visar sedimentdjup.



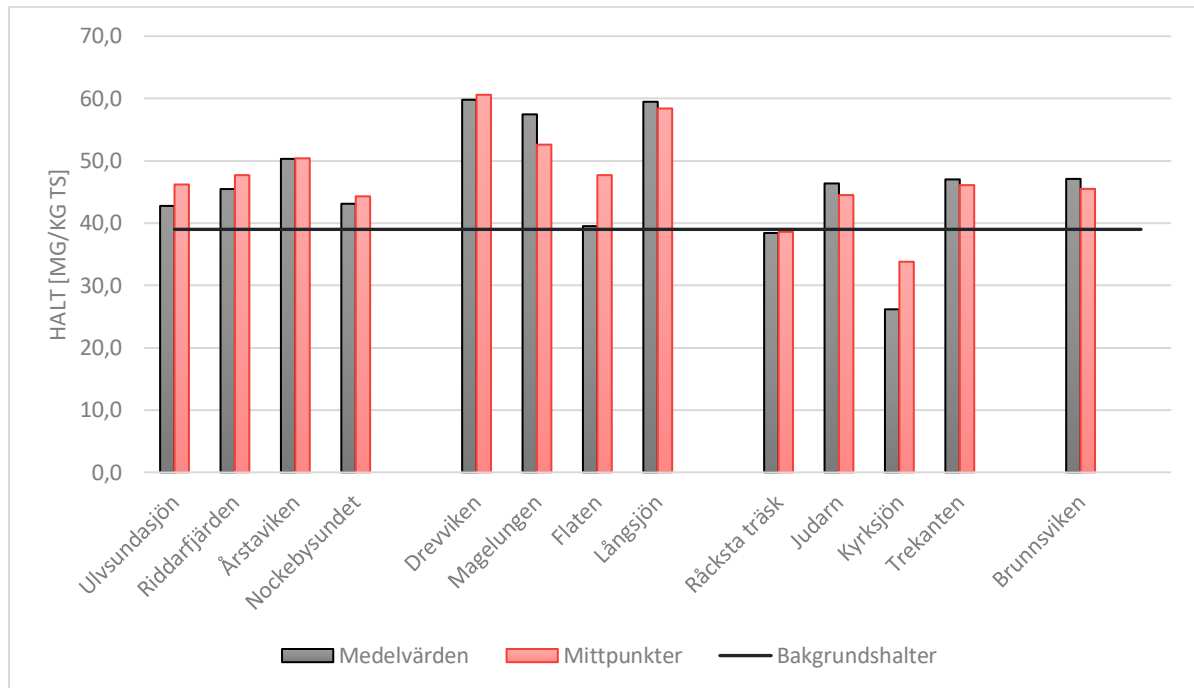
Figur 22. Okorrigerade halter av kvicksilver i djupsediment i mittpunkten av Brunnsviken. Y-axeln visar sedimentdjup.

3.1.4 **Nickel**

Gränsvärden och bakgrundshalter

Det finns inget gränsvärde i sediment för nickel (HVMFS 2019:25).

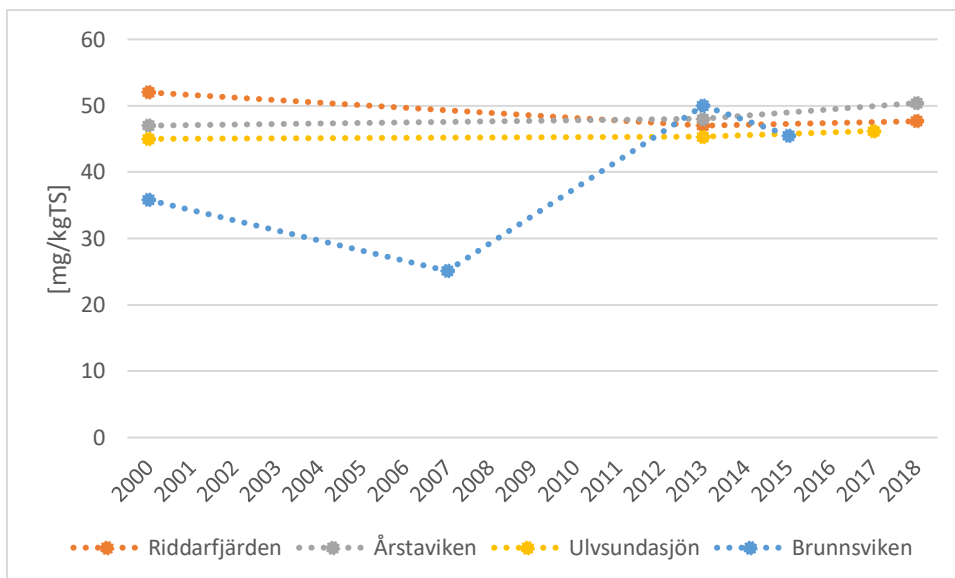
Generellt är halterna av nickel jämförbara mellan sammanställda vattenförekomster. De ligger för samtliga vattenförekomster, med undantag av Kyrksjön och Råcksta träsk, över de regionala bakgrundshalterna, både avseende medelvärde och mittpunkter (Figur 23). För Kyrksjön ligger halterna under den regionala bakgrundshalten medan halterna i Råcksta träsk ligger precis under. Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 23. Okorrigerade halter av nickel i ytsediment (0–2 cm) som medelvärden och i mittpunkten jämfört med bakgrundshalt 39 mg/kg TS (JP Sediment, 2018).

Jämförelse med tidigare studier

Ingen entydig tidstrend kan urskiljas för nickel vid mittpunkten av de fyra vattenförekomster för vilka jämförelsevärden finns (Figur 24). Jämförelsen indikerar att halterna i Riddarfjärden, Årstaviken och Ulvundasjön ligger relativt stabilt medan halterna i Brunnsviken har varierat mer med en möjlig ökning från 2007.

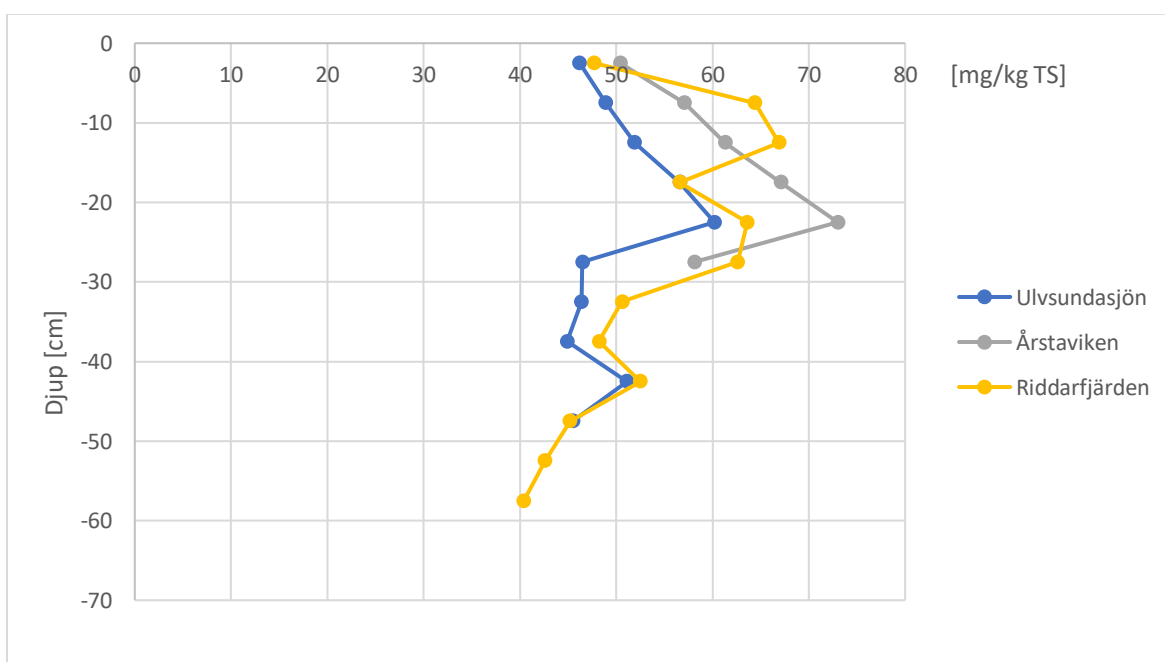


Figur 24. Halter av nickel i ytsediment (0–2 cm) över tid (mittpunkter).

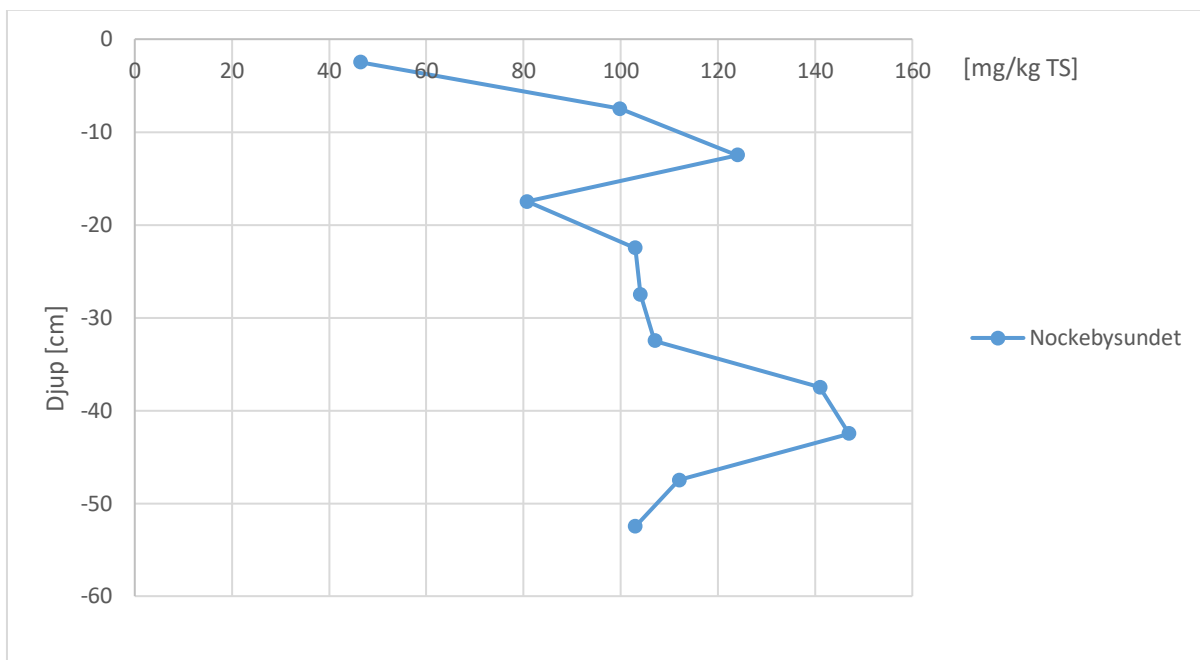
Djupprofil

Ingen entydig trend förefaller förekomma, även om det för Mälarförekomsterna samt Brunnsviken syns en sjunkande trend från ett sedimentdjup på 20 cm som inte syns i de mindre sjöarna (Figur 25-29). Nockebyundet (Figur 26) och Brunnsviken (Figur 29) utmärker sig återigen med högre historiska halter, men även Trekanten som uppvisar höga halter på det djupaste analyserade sedimentdjupet (35–45 cm). I Långsjön noteras högre halter i det översta sedimentlagret (0–2 cm) än i direkt underliggande sediment (5–10 cm). Detta resultat gäller samtliga metaller.

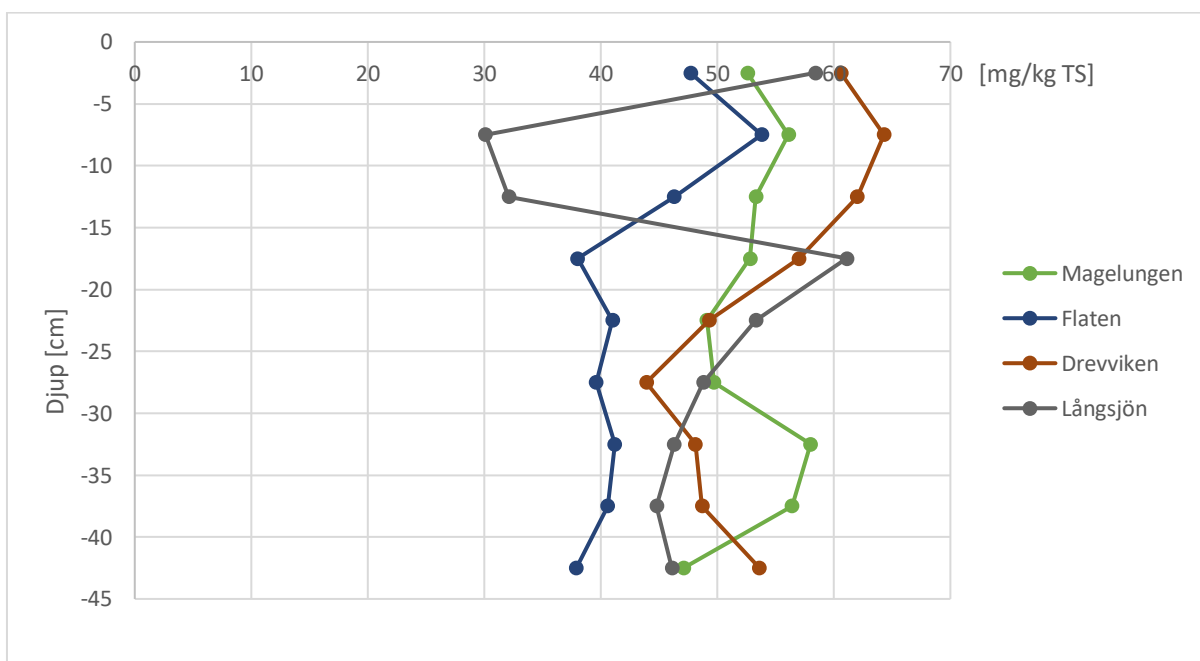
Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst.



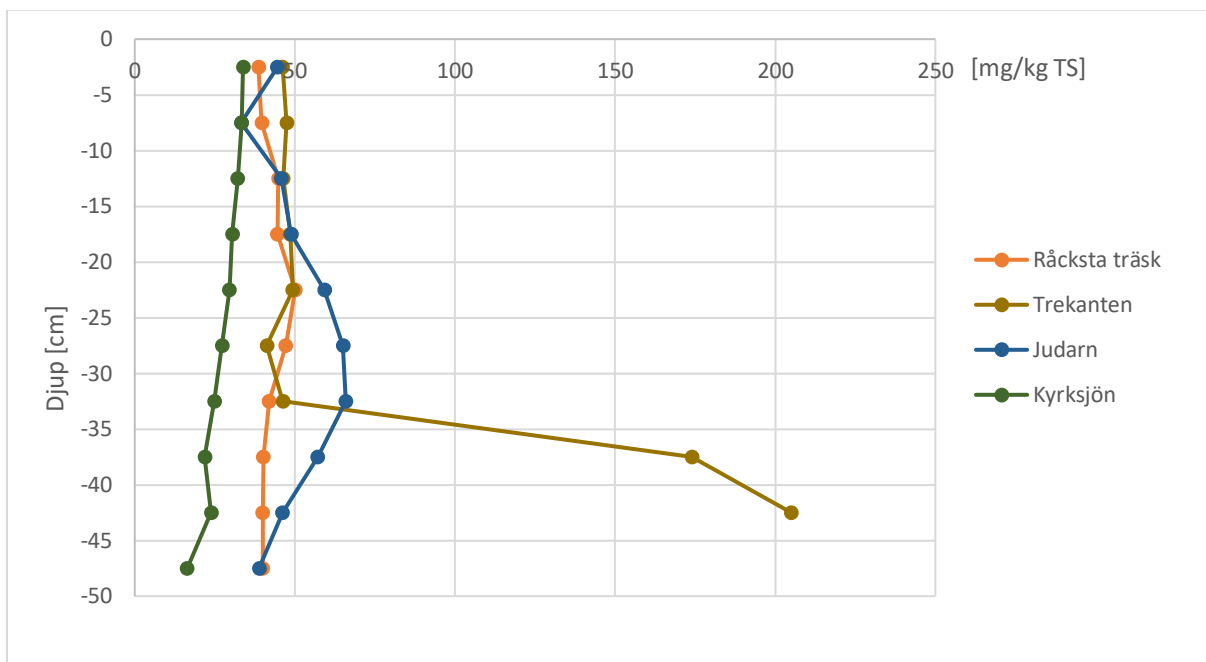
Figur 25. Okorrigerade halter av nickel i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Y-axeln visar sedimentdjup.



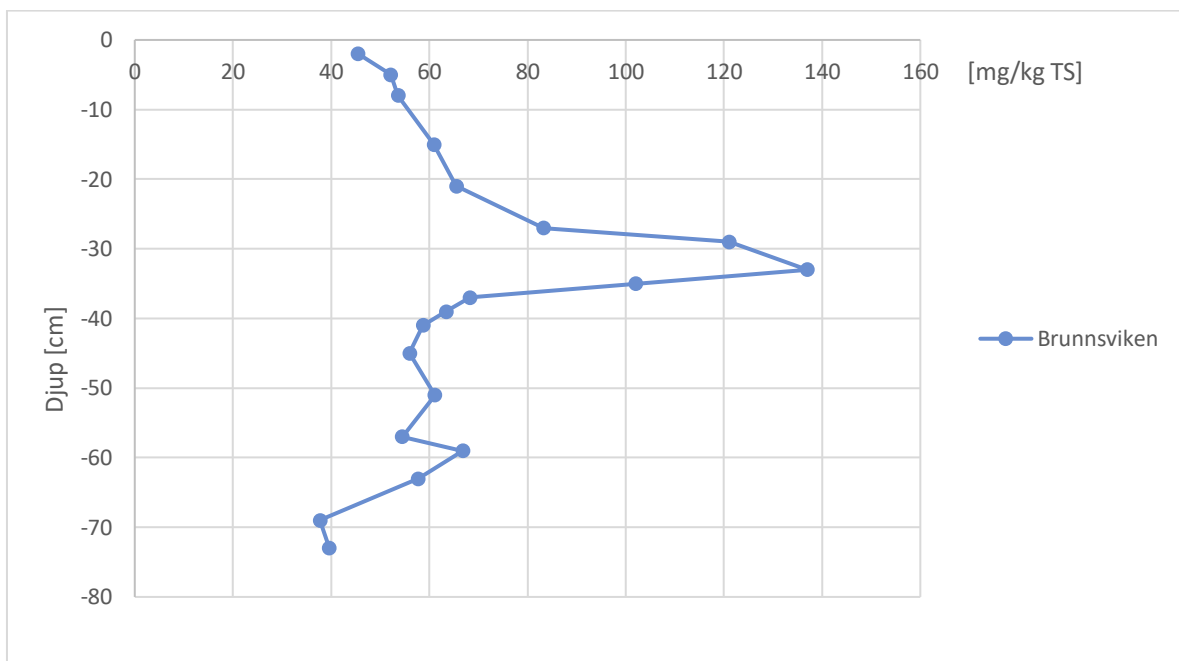
Figur 26. Okorrigerade halter av nickel i djupsediment i mittpunkten i Nockebysundet. Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 27. Okorrigerade halter av nickel i djupsediment i mittpunkten för medelstora sjöar. Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 28. Okorrigerade halter av nickel i djupsediment i mittpunkten för mindre sjöar. Y-axeln visar sedimentdjup.



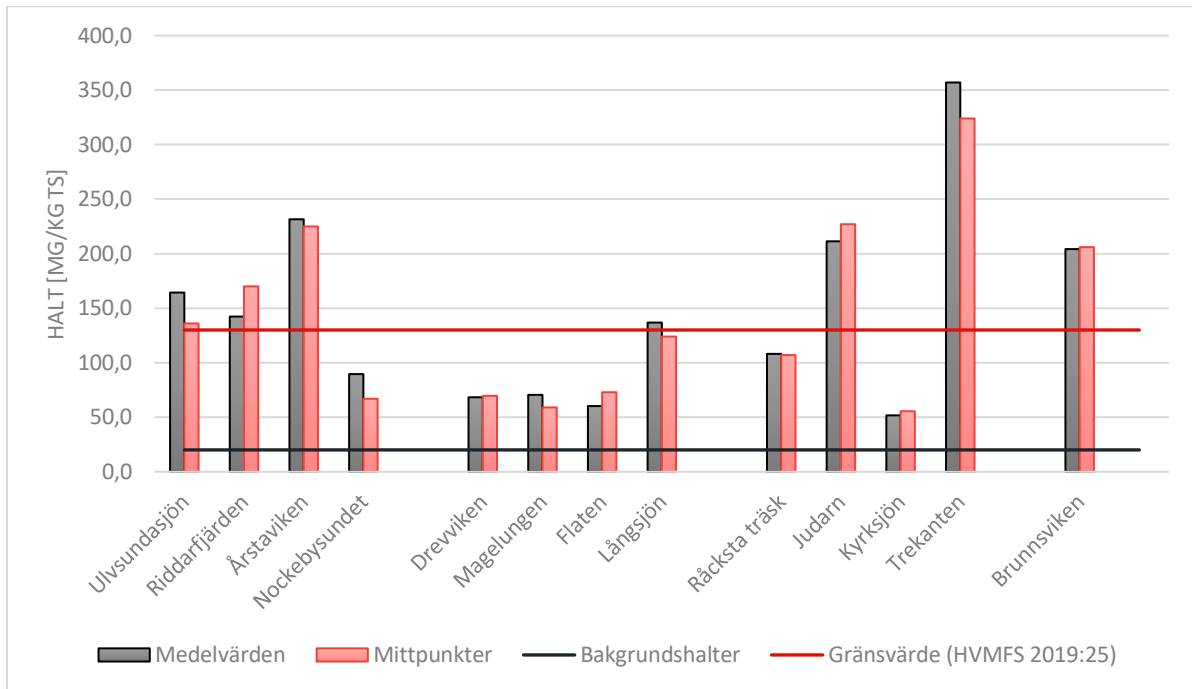
Figur 29. Okorrigerade halter av nickel i djupsediment i mittpunkten i Brunnsviken. Y-axeln visar sedimentdjup.

3.1.5 **Bly**

Gränsvärden och bakgrundshalter

I sex av 13 vattenförekomster överstiger halterna av bly gränsvärdet 130 mg/kg TS för både mittpunkter och medelvärden (Figur 30). Dessa är Judarn, Trekanten, Långsjön, Riddarfjärden; Årstaviken, Ulvsundasjön och Brunnsviken. Trekanten uppvisar den högsta blyhalten för både

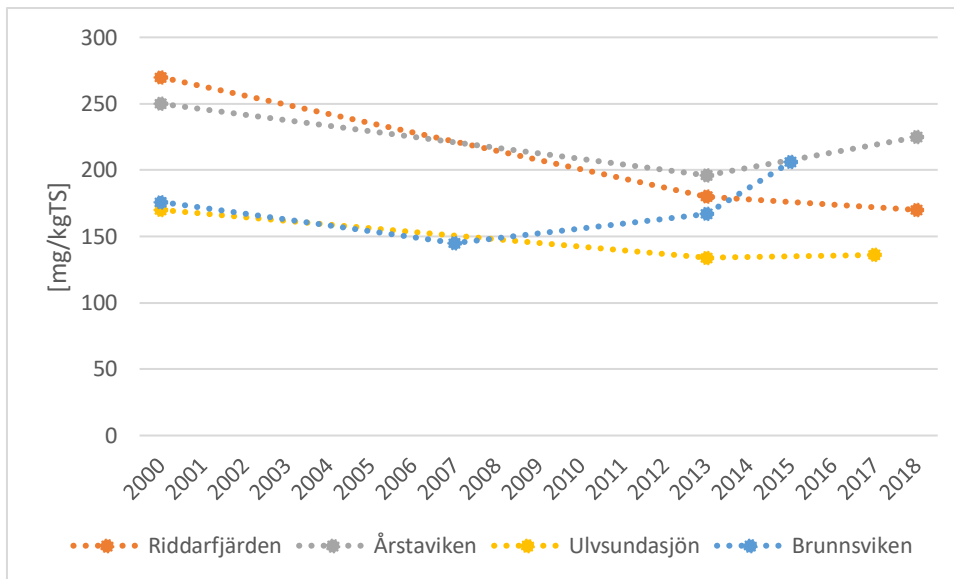
medelvärde och mittpunkt. Halterna ligger för samtliga vattenförekomster över de regionala bakgrundshalterna, både som medelvärde och vid mittpunkter (Figur 30). Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 30. Okorrigerade halter av bly i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde och i mittpunkten jämfört med gränsvärde för inlandsvatten 130 mg/kg TS (HVMFS 2019:25) och bakgrundshalt 20 mg/kg TS (JP Sediment, 2018). Gränsvärde för bly i kustvatten (ej i figur) är 120 mg/kg TS (HVMFS 2019:25).

Jämförelse med tidigare studier

Vid mittpunkten för de fyra vattenförekomster för vilka jämförelsevärden finns verkar halterna generellt avta från år 2000, för att sedan plana ut till en relativ stabil nivå (Riddarfjärden, Ulvsundasjön, Årstaviken) eller möjligtvis öka från 2013 (Brunnsviken, Figur 31).

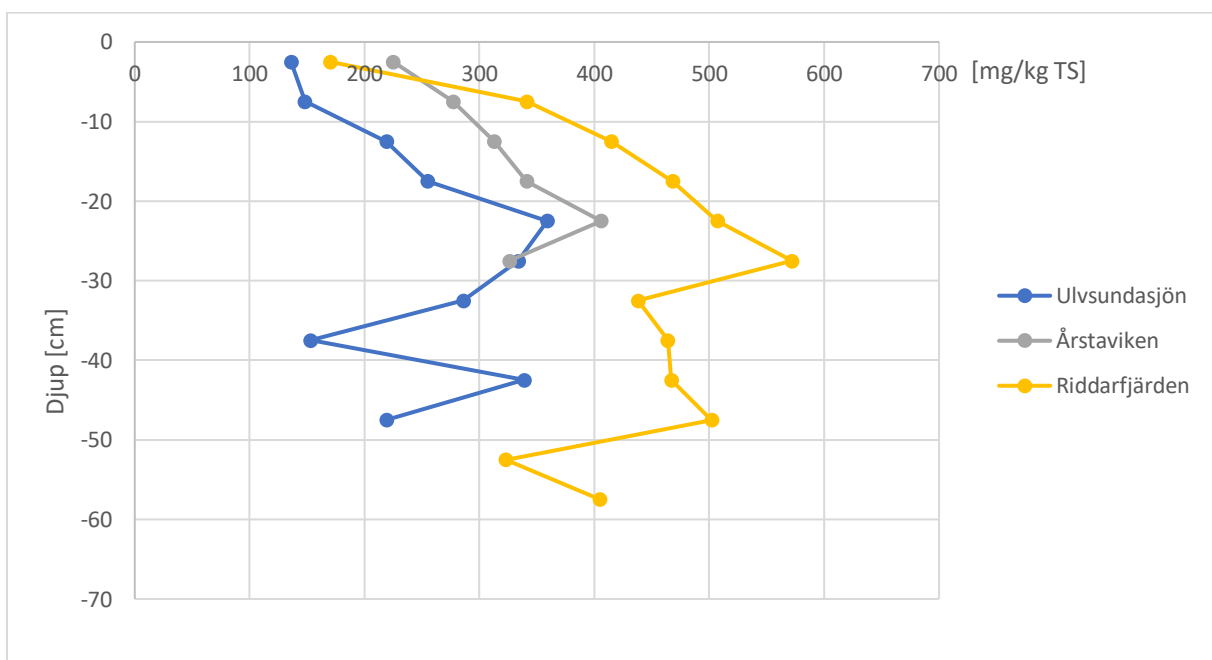


Figur 31. Okorrigerade halter av bly i ytsediment (0–2 cm) över tid vid mittpunkter. Gränsvärde för bly är 130 mg/kg TS i inlandsvatten och 120 mg/kg TS i kustvatten (HVMFS 2019:25).

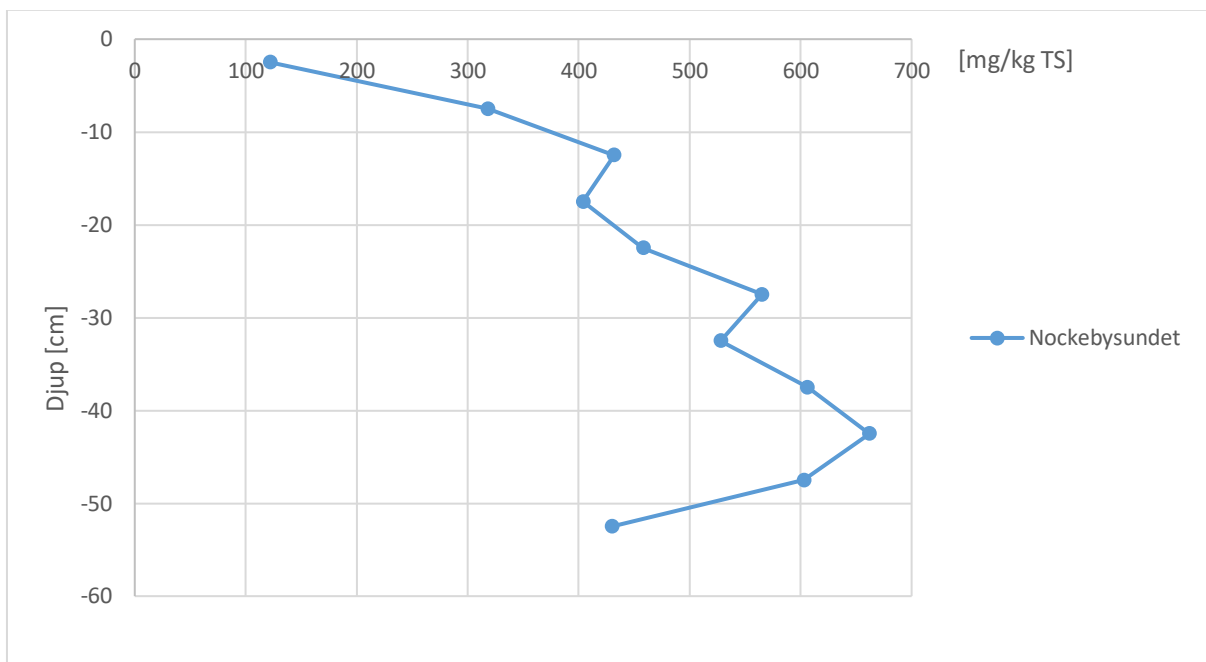
Djupprofil

En avtagande trend syns från ca 25–30 cm sedimentdjup för vattenförekomster där högst historiska halter har observerats vilket inkluderar Mälarförkomsterna, Magelungen, Drevviken Trekanten, Råcksta träsk och Brunnsviken (Figur 32-36). De medelstora sjöarna, samt Judarn och Kyrksjön uppvisar generellt lägre historiska halter. I Långsjön noteras högre halter i det översta sedimentlagret (0–2 cm) än i direkt underliggande sediment (5–10 cm). Detta resultat gäller samtliga metaller.

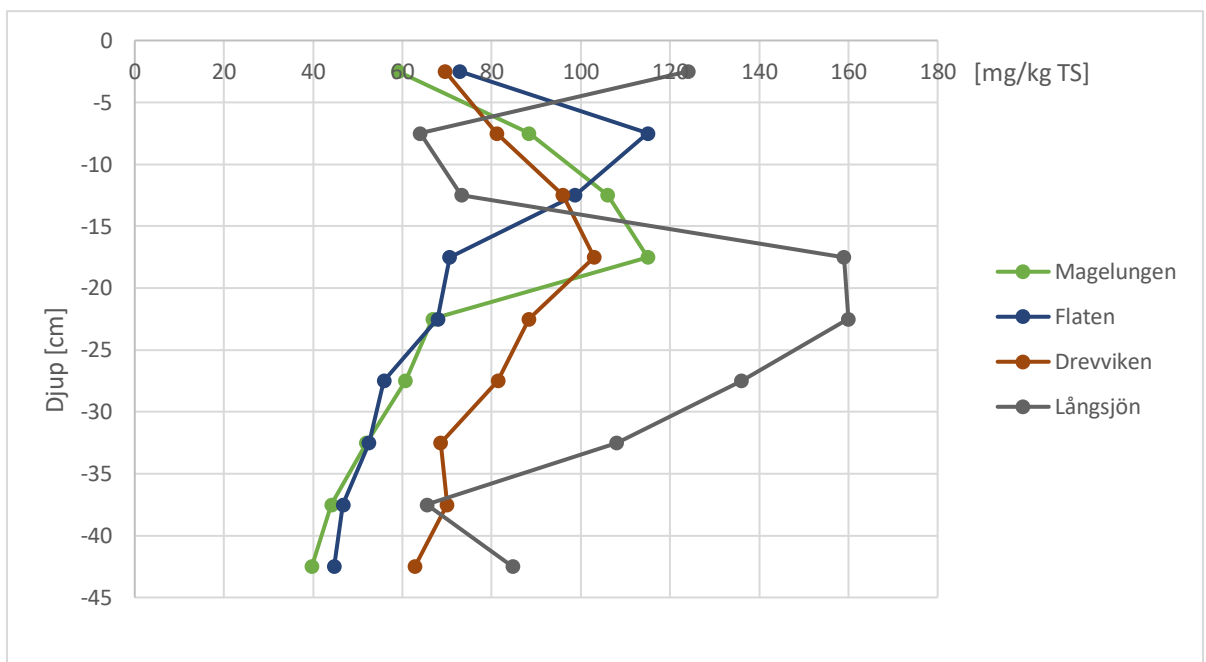
Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst.



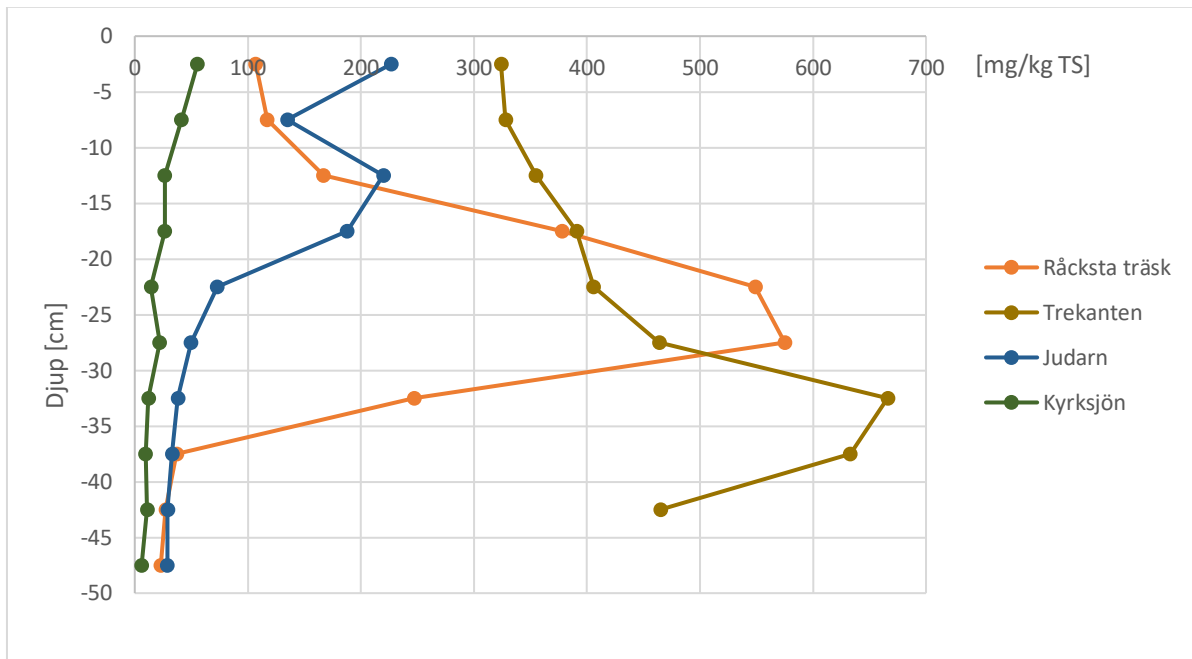
Figur 32. Okorrigerade halter av bly i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Gränsvärde för bly i inlandsvatten är 130 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



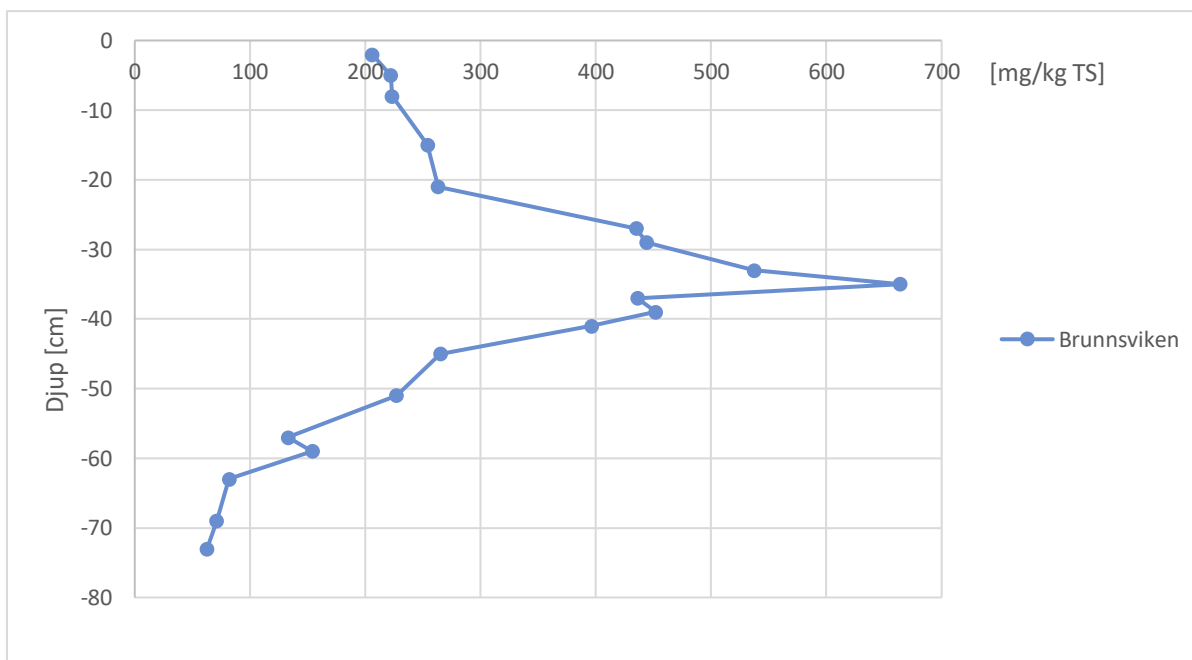
Figur 33. Okorrigerade halter av bly i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Gränsvärde för bly i inlandsvatten är 130 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 34. Okorrigerade halter av bly i djupsediment i mittpunkten för medelstora sjöar. Gränsvärde för bly i inlandsvatten är 130 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 35. Okorrigerade halter av bly i djupsediment i mittpunkten för mindre sjöar. Gränsvärde för bly i inlandsvatten är 130 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



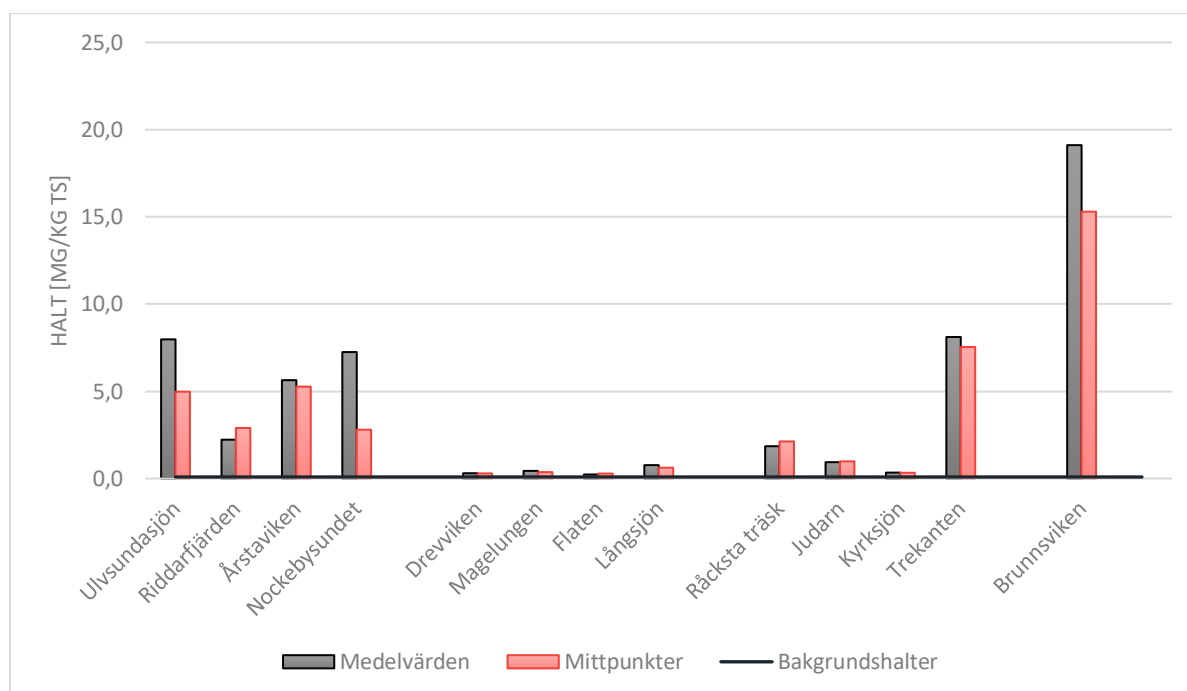
Figur 36. Okorrigerade halter av bly i djupsediment i mittpunkten i Brunnsviken. Gränsvärde för bly i kustvatten är 120 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.

3.1.6 Silver

Gränsvärden och bakgrundshalter

Det finns inget gränsvärde i sediment för silver (HVMFS 2019:25).

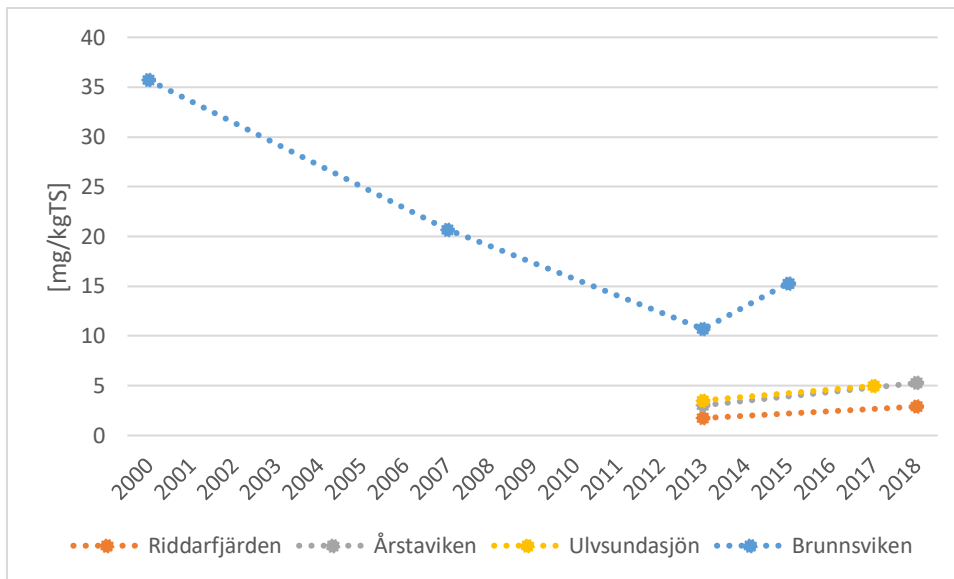
Halterna av silver ligger för samtliga vattenförekomster över den regionala bakgrundshalten, (0,09 mg/kg TS) både avseende medelvärde och mittpunkter (Figur 37). Mälarförekomsterna, Trekanten och Brunnsviken påvisar högre halter i ytsedimentet än de medelstora sjöarna och övriga mindre sjöar. Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 37. Okorrigerade halter av silver i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde och i mittpunkten jämfört med bakgrundshalt 0,09 mg/kg TS (JP Sediment, 2018).

Jämförelse med tidigare studier

Tidigare undersökningar av silver vid mittpunkterna är begränsade för sammanställda vattenförekomster. Längre tidsserie finns endast för Brunnsviken vars halter avtagit från 2000–2013 för att sedan öka igen (Figur 38). Övriga vattenförekomster uppvisar enligt denna jämförelse ingen tydlig skillnad sedan 2013. Observera att då enbart två mätningar ligger till grund för jämförelsen (Brunnsviken undantaget) anses trendanalysen från djupdata vara tillförlitligare än denna jämförelse.

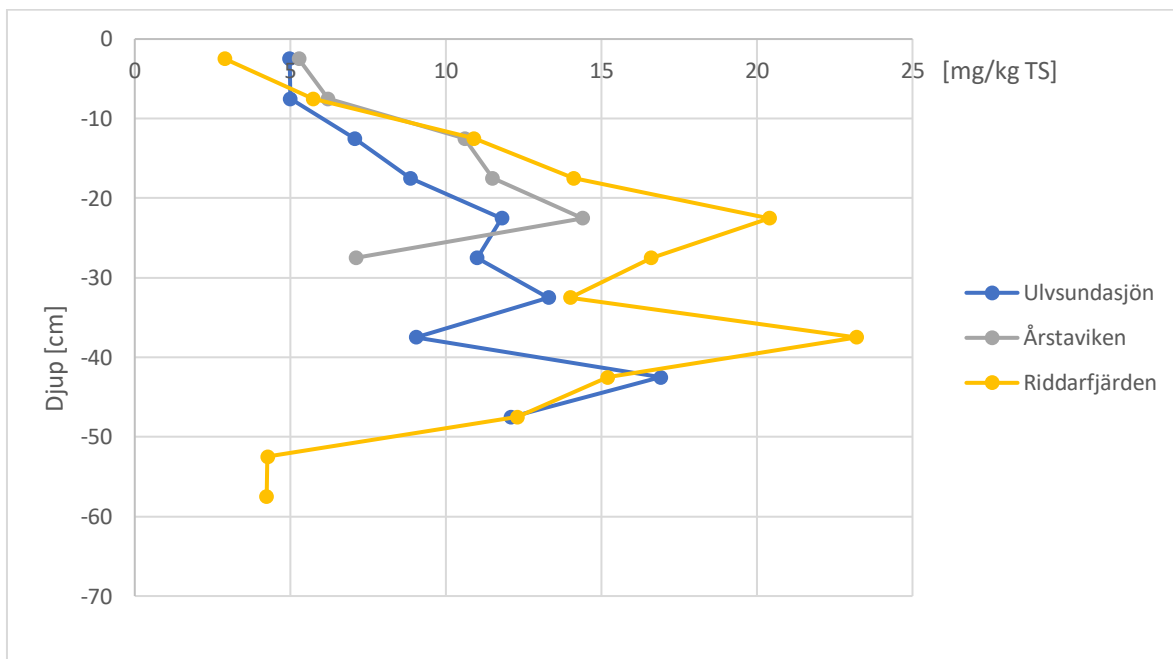


Figur 38. Halter av silver i ytsediment (0–2 cm) över tid (mittpunkter).

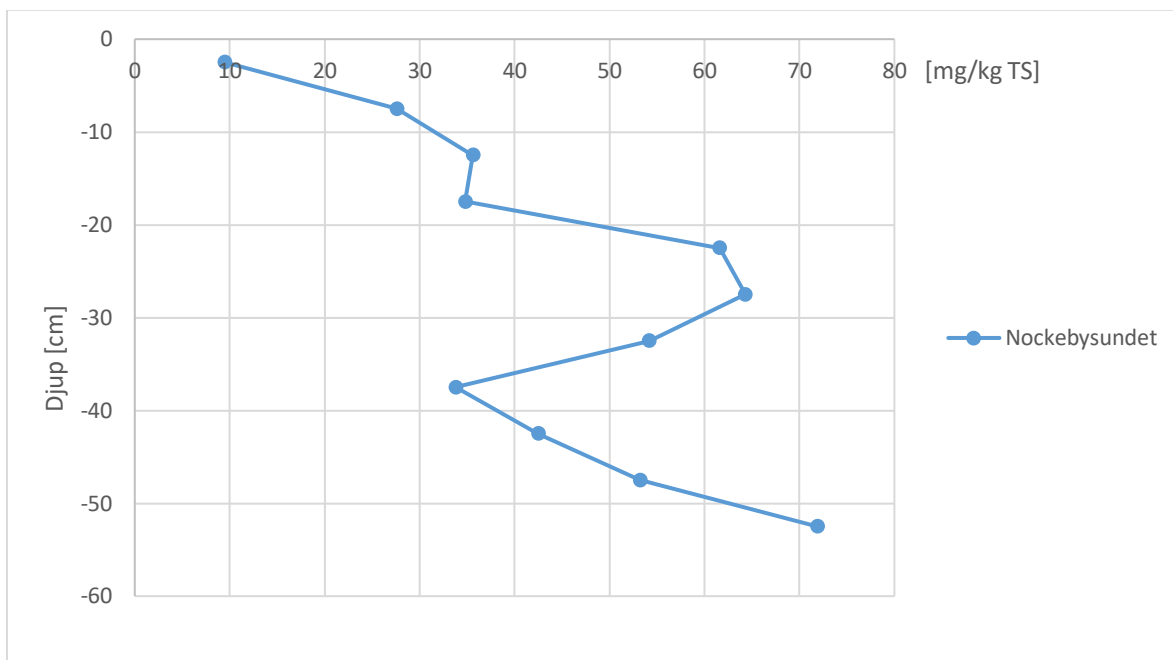
Djupprofil

En antydning till avtagande trend finns framförallt för de vattenförekomster där högre historiska halter observerats (Mälarförekomsterna samt Trekanten, Figur 39–44). Nockebyssundet (Figur 40) och Trekanten (Figur 42) utmärker sig med höga historiska toppar. Brunnsviken utmärker sig som den enda förekomsten med ökande halt i mer nyligen ackumulerade sediment och detta är en trend som också syns i jämförelsen med tidigare studier (Figur 38). De medelstora sjöarna uppvisar generellt relativt låga silverhalter. I Långsjön noteras högre halter i det översta sedimentlagret (0–2 cm) än i direkt underliggande sedimenten (5–10 cm). Detta resultat gäller samtliga metaller.

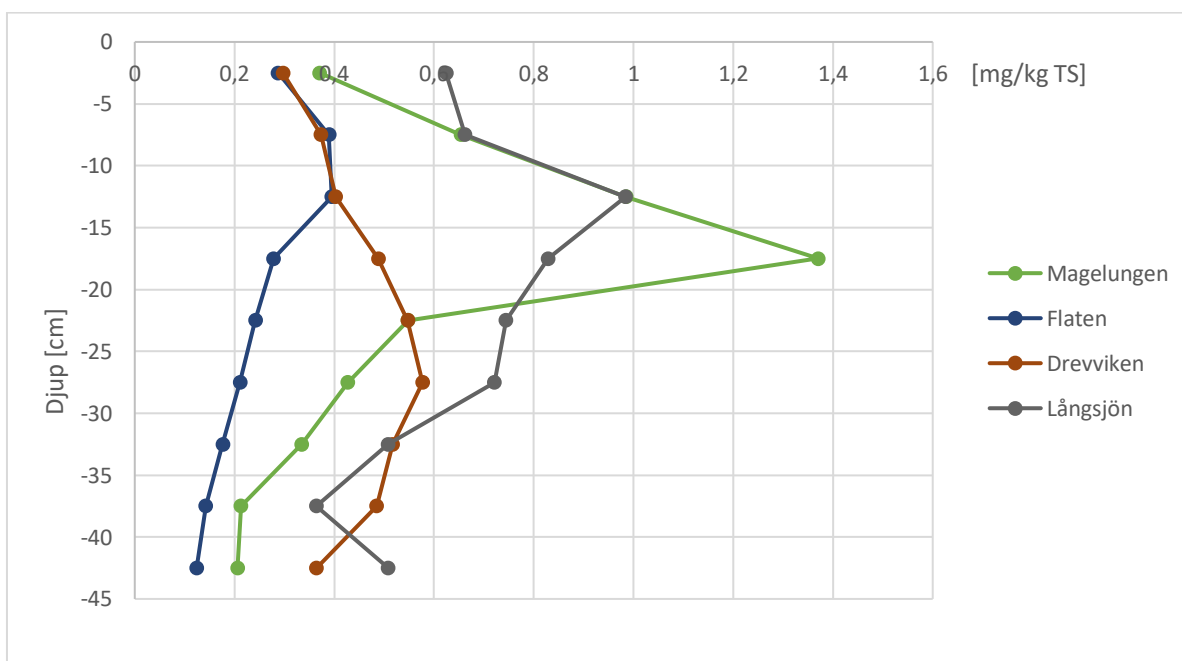
Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst.



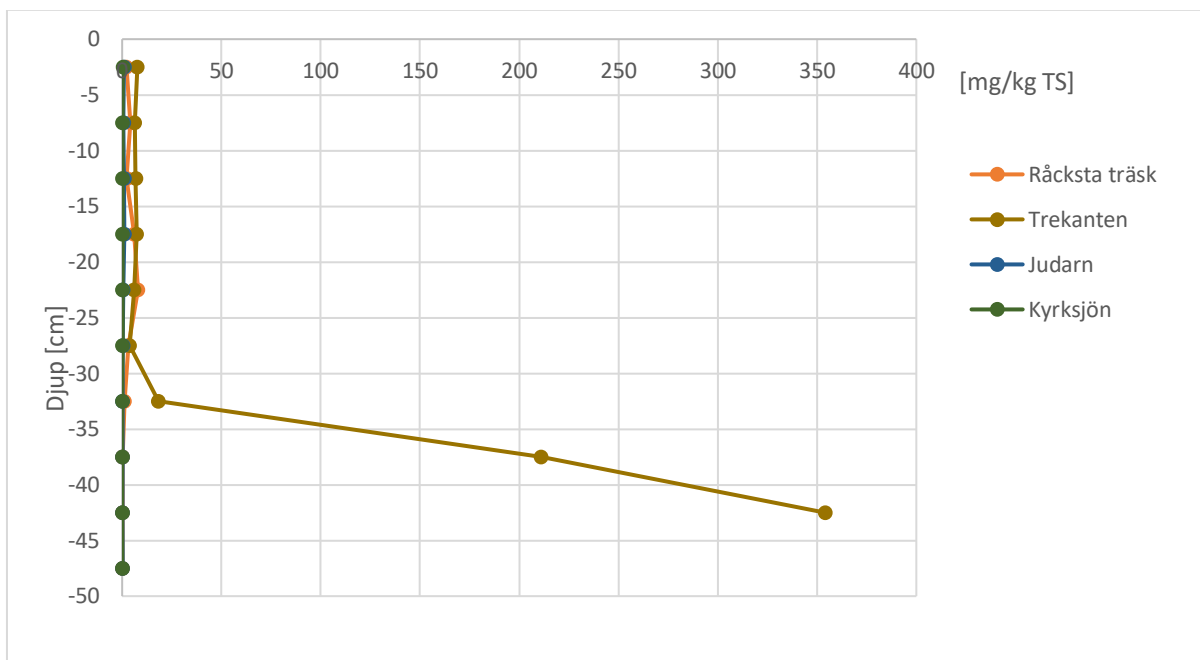
Figur 39. Okorrigerade halter av silver i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Y-axeln visar sedimentdjup.



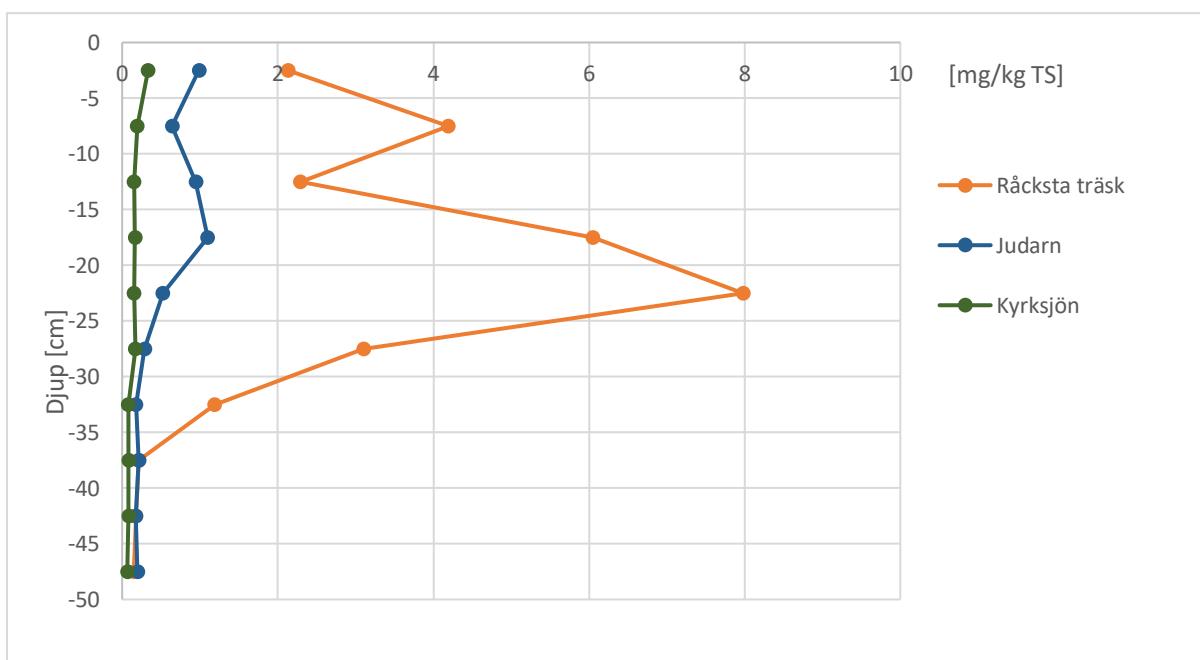
Figur 40. Okorrigerade halter av silver i djupsediment i mittpunkten i Nockebysundet. Y-axeln visar sedimentdjup.



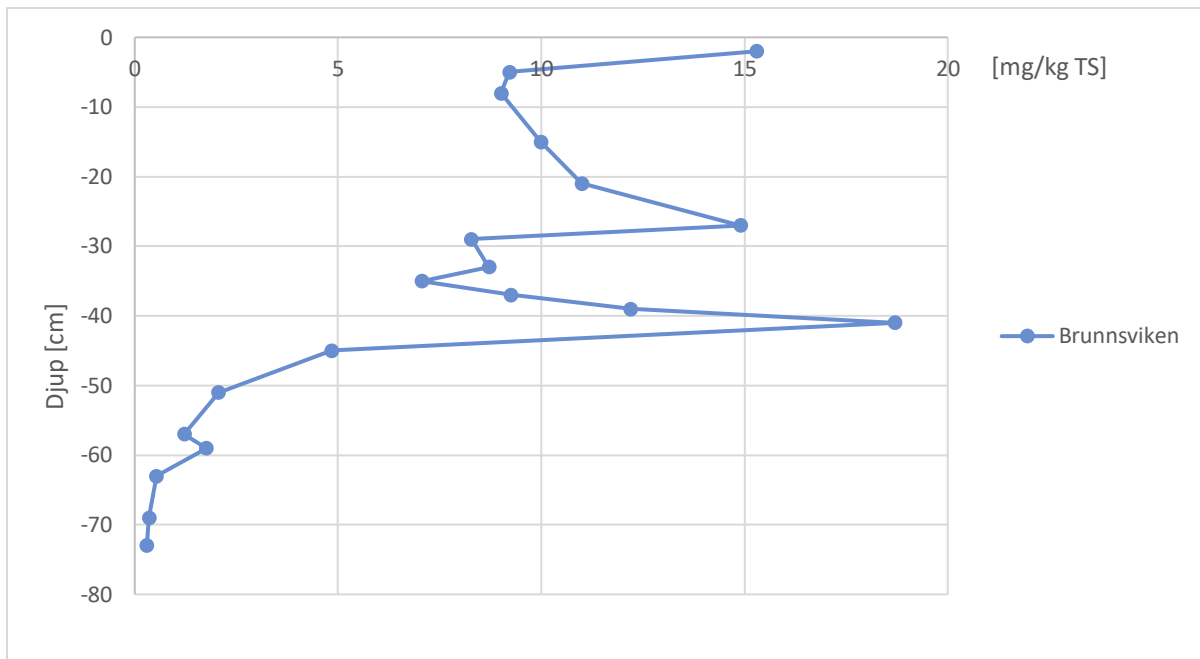
Figur 41. Okorrigerade halter av silver i djupsediment i mittpunkten för medelstora sjöar. Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 42. Okorrigerade halter av silver i djupsediment i mittpunkten för mindre sjöar. Y-axeln visar sedimentdjup. Se även nästföljande figur där Trekanten som har höga historiska halter har tagits bort.



Figur 43. Okorrigerade halter av silver i djupsediment i mittpunkten för mindre sjöar, Trekanten undantagen. Y-axeln visar sedimentdjup.



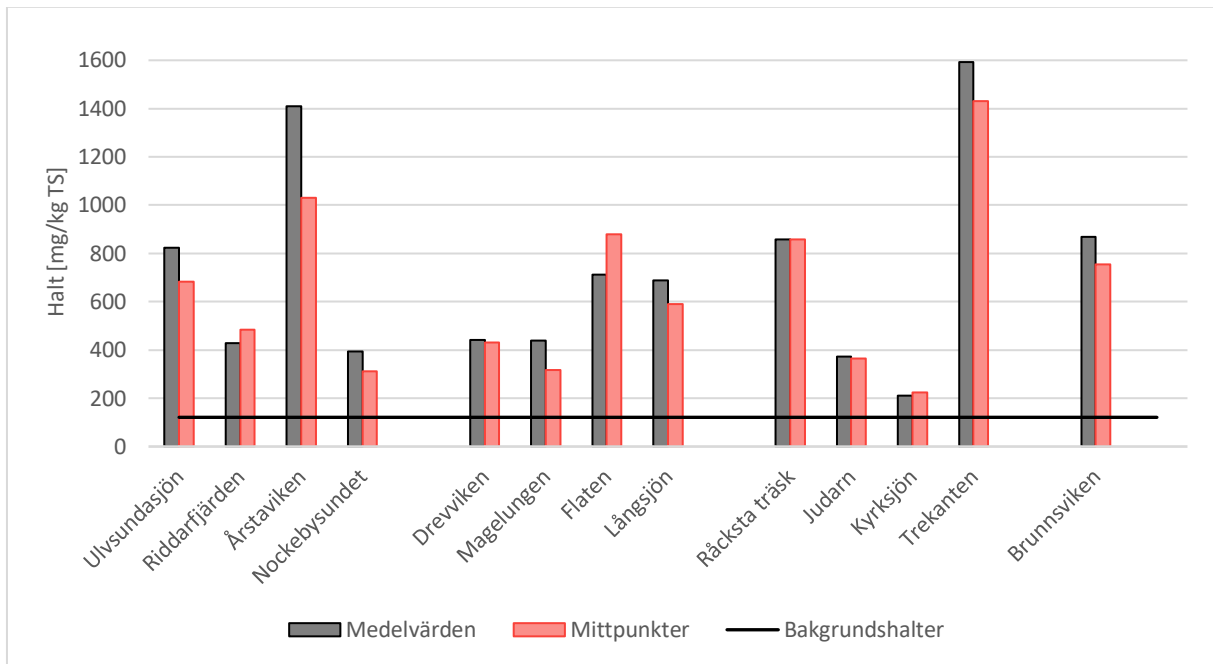
Figur 44. Okorrigerade halter av silver i djupsediment i mittpunkten för Brunnsviken. Y-axeln visar sedimentdjup.

3.1.7 **Zink**

Gränsvärden och bakgrundshalter

Det finns inget gränsvärde i sediment för zink (HVMFS 2019:25).

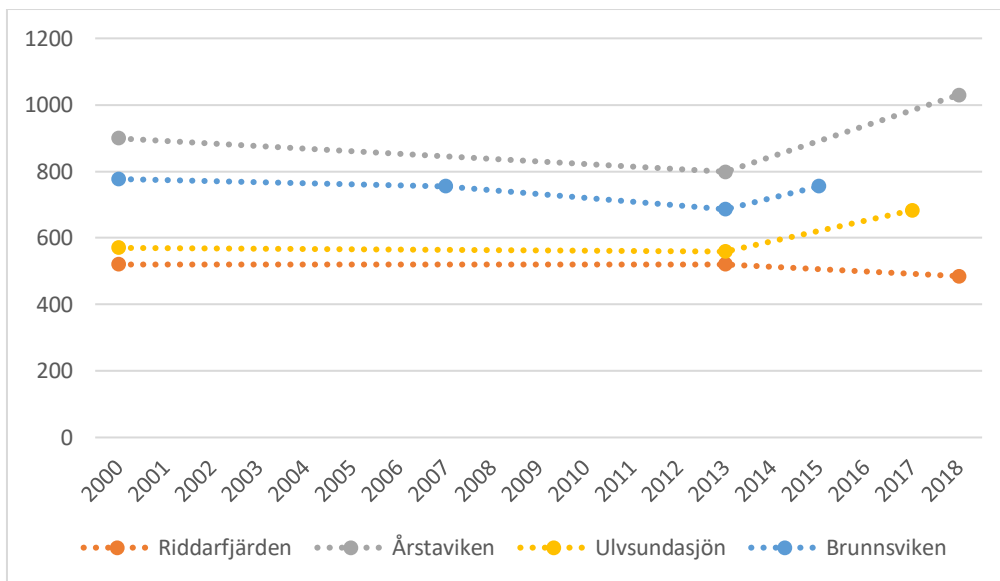
Halterna av zink ligger för samtliga vattenförekomster över den regionala bakgrundshalten, (121 mg/kg TS) både avseende medelvärde och mittpunkter (Figur 45). Årstaviken och Trekanten påvisar avvikande högre halter i ytsedimentet än övriga vattenförekomster. Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 45. Okorrigerade halter av zink i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde och i mittpunkten jämfört med bakgrundshalt 121 mg/kg TS (JP Sediment, 2018).

Jämförelse med tidigare studier

Ingen entydig tidstrend kan urskiljas för zink vid mittpunkten av de fyra vattenförekomster för vilka jämförelsevärden finns (Figur 46). Jämförelsen indikerar att halterna ligger relativt stabilt eller möjligtvis minskar i Årstaviken och Brunnsviken fram till mätningen år 2013, varefter halterna ökar för alla vattenförekomster utom Riddarfjärden.



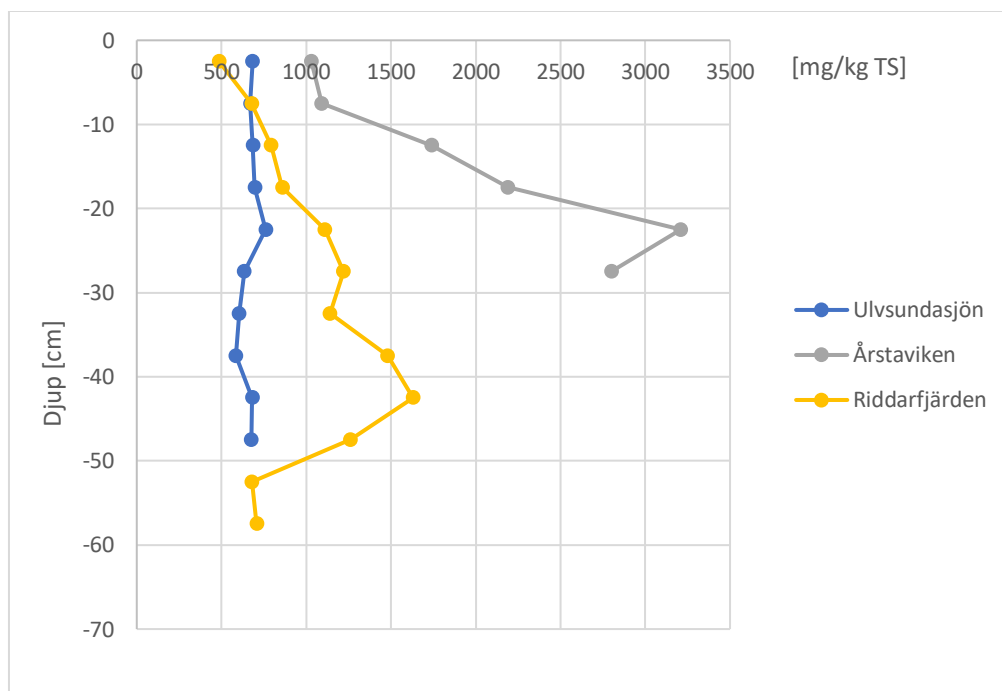
Figur 46. Halter av Zink i ytsediment (0–2 cm) över tid (mittpunkter).

Djupprofil

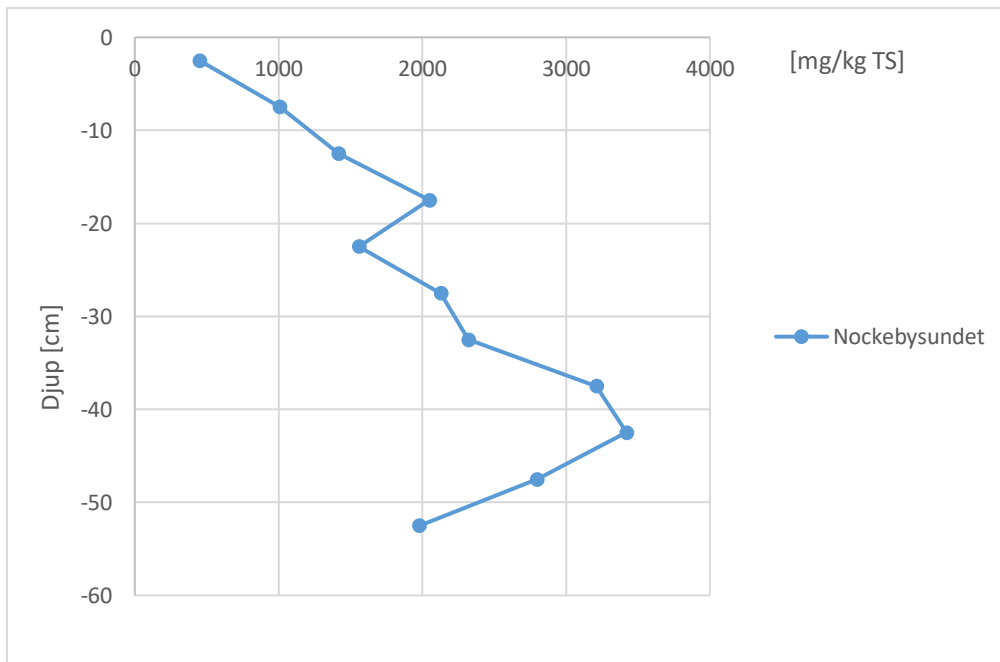
De högsta historiska halterna har uppmätts i Årstaviken, Nockebysundet, Trekanten och Brunnsviken. För dessa vattenförekomster, men även Riddarfjärden, syns en avtagande trend i halter som börjar på ett sedimentdjup runt 40 cm eller ca 25 cm för Årstaviken (Figur 47-52).

Sammanställningen visar vidare på en uppåtgående trend i Flaten, Judarn och Kyrksjön. I Långsjön noteras högre halter i det översta sedimentlagret (0–2 cm) än i direkt underliggande sediment (5–10 cm). Inga tydliga trender syns för Drevviken, Magelungen och Räcksta Träsk.

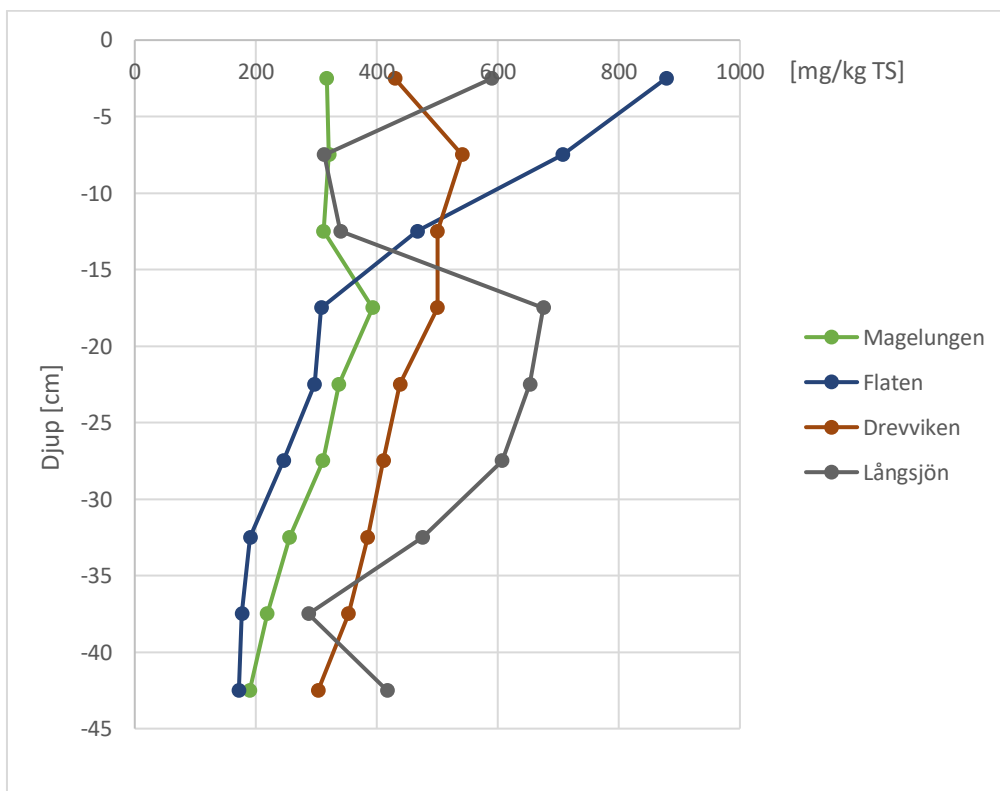
Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst.



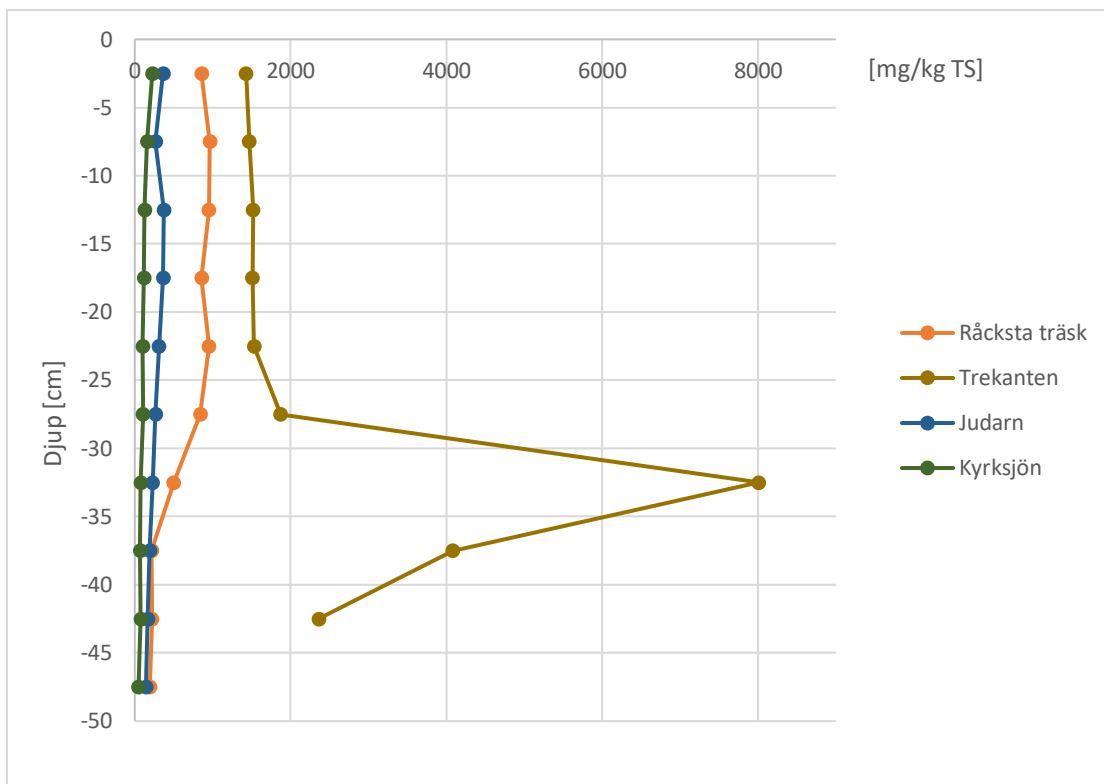
Figur 47. Okorrigerade halter av zink i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Y-axeln visar sedimentdjup.



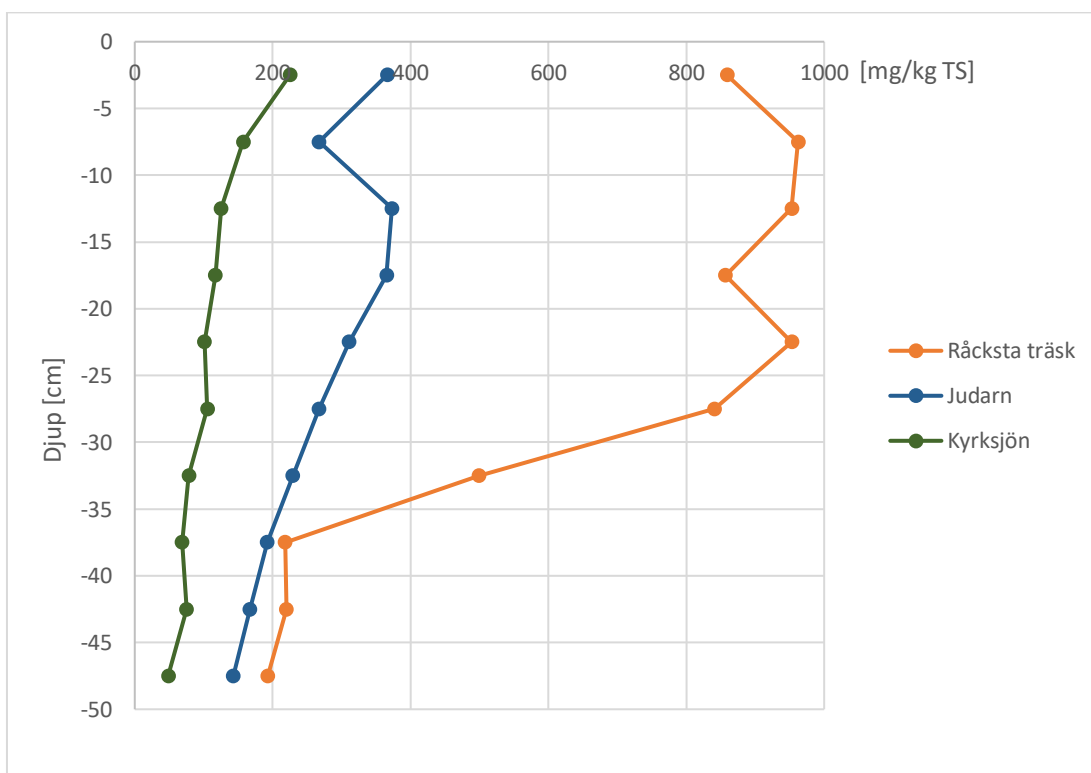
Figur 48. Okorrigerade halter av zink i djupsediment i mittpunkten i Nockebysundet. Y-axeln visar sedimentdjup.



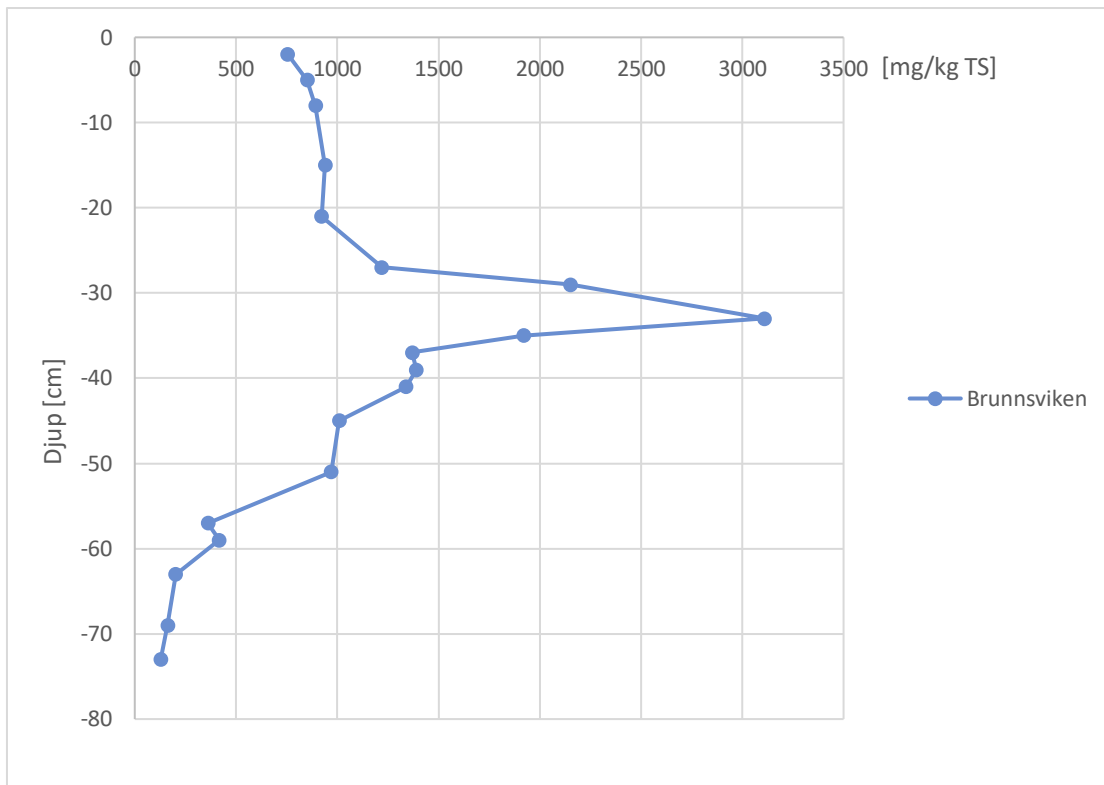
Figur 49. Okorrigerade halter av zink i djupsediment i mittpunkten för medelstora sjöar. Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 50. Okorrigerade halter av zink i djupsediment i mittpunkten för mindre sjöar. Y-axeln visar sedimentdjup. Se även nästföljande figur där Trekanten som har höga historiska halter av de mindre sjöarna har tagits bort.



Figur 51. Okorrigerade halter av zink i djupsediment i mittpunkten för mindre sjöar, Trekanten undantagen. Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 52. Okorrigerade halter av zink i djupsediment i mittpunkten för Brunnsviken. Y-axeln visar sedimentdjup.

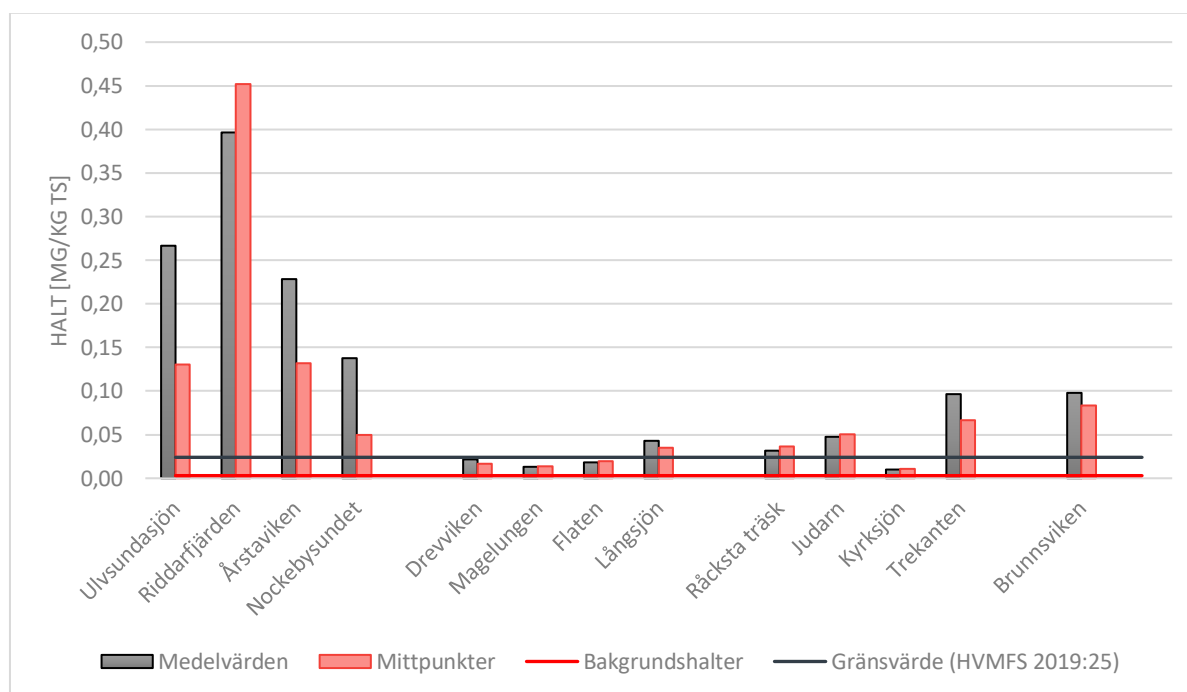
3.2 ORGANISKA ÄMNEN

3.2.1 *Antracen*

Gränsvärden och bakgrundshalter

I nio av 13 vattenförekomster överstigs gränsvärdet 0,024 mg/kg TS både för mittpunkter och för beräknade medelvärden (Figur 53). Högst halter noteras för de fyra Mälarförekomsterna och av dessa uppvisar Riddarfjärden den högsta halten av antracen både som medelvärde och vid mittpunkten. De vattenförekomster som inte överstiger gränsvärdet är de tre medelstora sjöarna Drevviken, Flaten och Magelungen, samt den mindre sjön Kyrksjön.

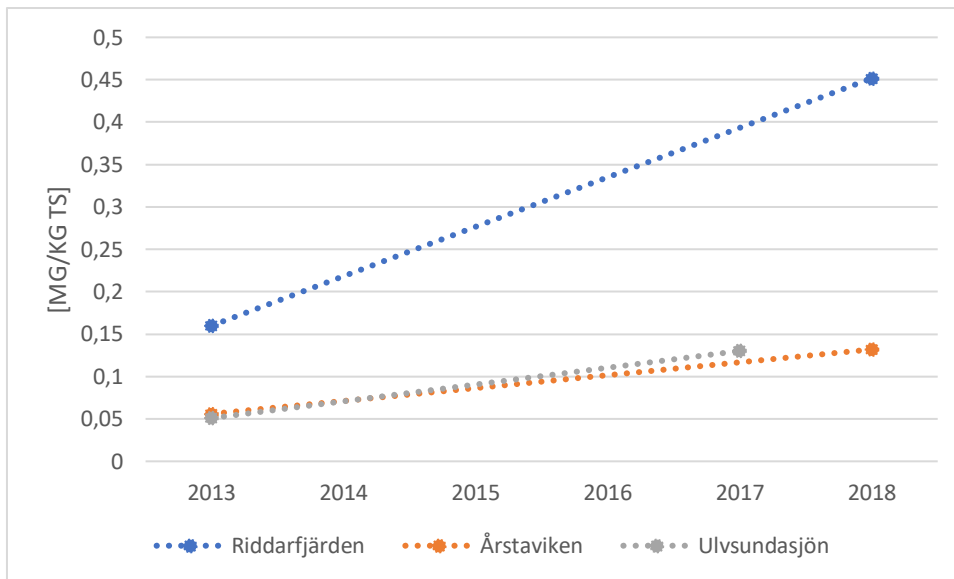
Halterna ligger för samtliga vattenförekomster utom Kyrksjön över de regionala bakgrundshalterna, både avseende medelvärde och mittpunkter (Figur 53). Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 53. TOC-korrigerade halter av antracen i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde och i mittpunkten jämfört med gränsvärde 0,024 mg/kg TS (HVMFS 2019:25) och bakgrundshalt 0,003 mg/kg TS (JP Sediment, 2018).

Jämförelse med tidigare studier

Jämförelsen med den tidigare studien från 2013 indikerar en möjlig ökning vid mittpunkten för Riddarfjärden medan halterna ligger relativt stabilt för Årstaviken och Ulvsundasjön (Figur 54). Observera att enbart två mätningar ligger till grund för jämförelsen och trendanalys från djupdata anses vara tillförlitligare än denna jämförelse.



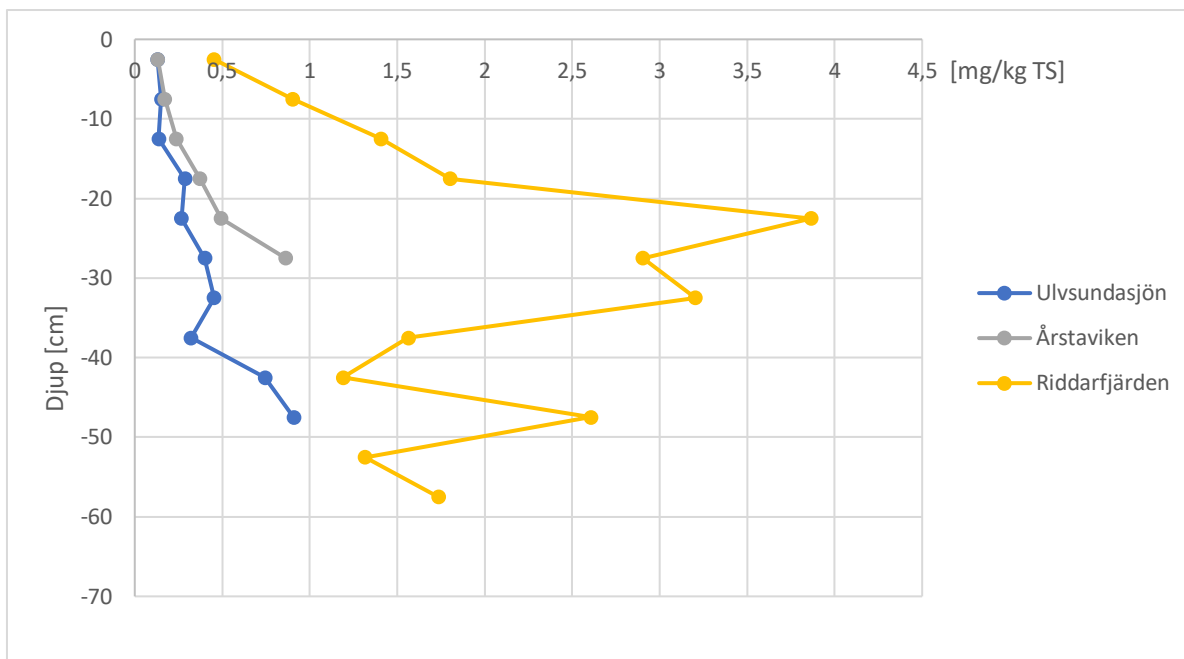
Figur 54. TOC-korrigerade halter av antraceni i ytsediment (0–2 cm) över tid (mittpunkter). Halterna från 2017 och 2018 är TOC-korrigerade, medan det är troligt att halterna från 2013 ej är TOC-korrigerade.

Djupprofil

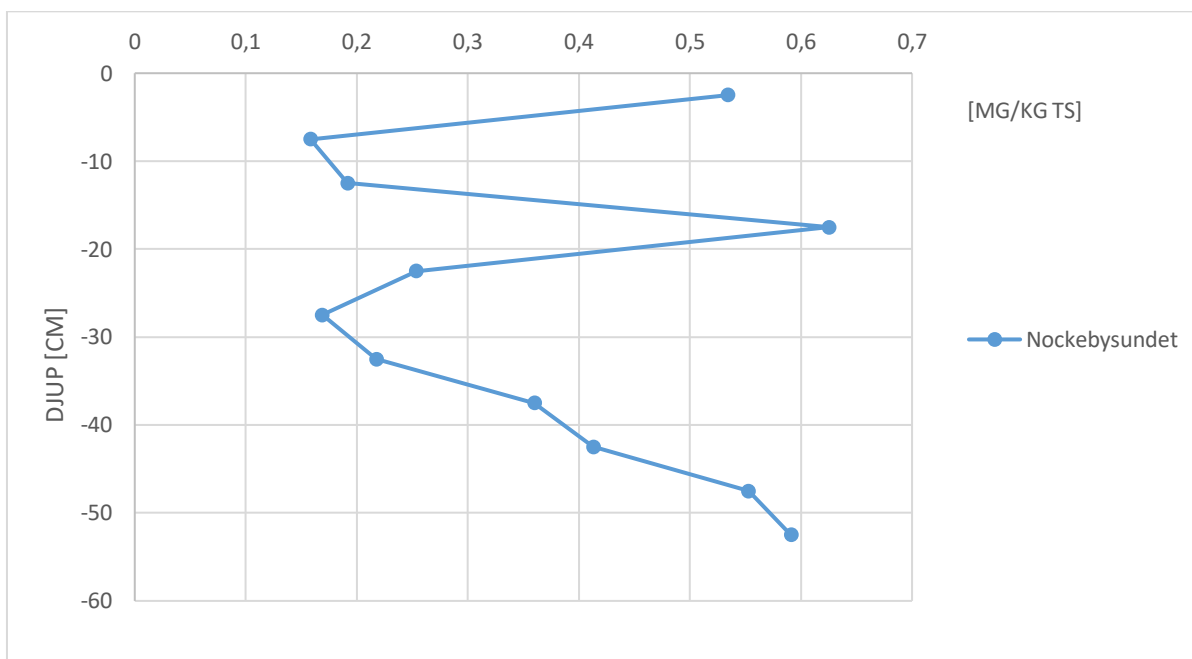
En avtagande trend från ca 30 cm sedimentdjup syns framförallt för Mälarförekomsterna Ulvsundasjön, Årstaviken och Riddarfjärden, men även för Trekanten (Figur 55–58). Riddarfjärden uppvisar högst historiska halter (Figur 55).

Nockebyssundet och Judarn utmärker sig med en ökning av halter mot mer nyligen ackumulerade sediment. Ökningen gäller från ett sediment på 5–10 cm till de mest recenta sedimenten (0–2 cm). De mindre och medelstora sjöarna uppvisar relativt lägre halter, i höjd med eller strax över gränsvärdet (HVMFS 2019:25), men fortfarande över den regionala bakgrundshalten.

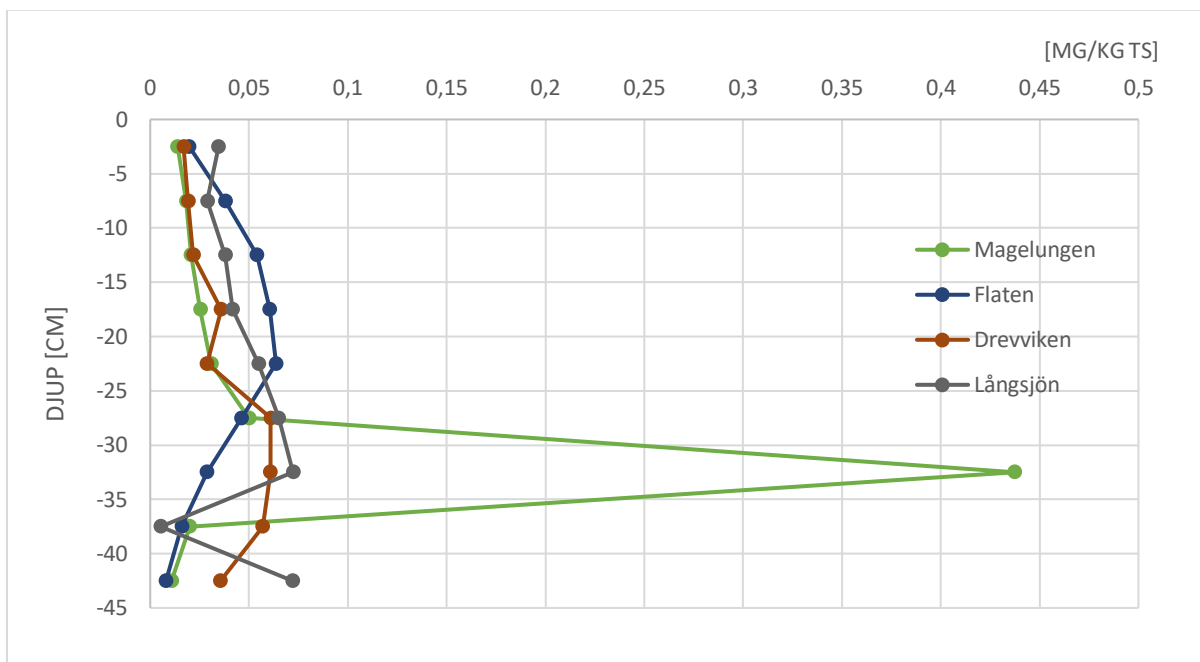
Det är värt att notera att tidstrenden (Figur 54) indikerar en ökning av antraceni i Riddarfjärden medan som inte syns i analys av djupprofilen vilka istället indikerar en minskning. Djupprofilen baseras på fler prover som provtagits och analyserats vid samma tillfälle, och bör därför vara mer tillförlitlig. Djupdata för antraceni finns inte tillgängligt för Brunnsviken. Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst.



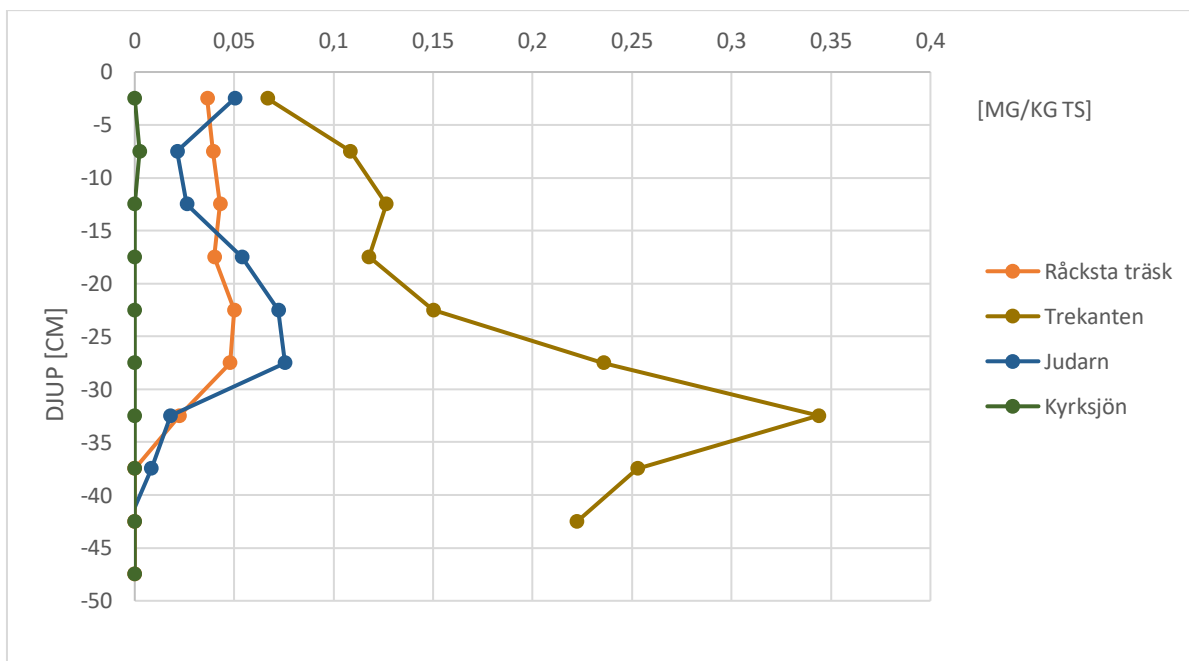
Figur 55. TOC-korrigerade halter av antracen i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Gränsvärde för antracen är 0,024 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 56. TOC-korrigerade halter av antracen i djupsediment i mittpunkten för Nockebysundet. Gränsvärde för antracen är 0,024 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 57. TOC-korrigerade halter av antracen i djupsediment i mittpunkten för övriga förekomster. Gränsvärde för antracen är 0,024 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.

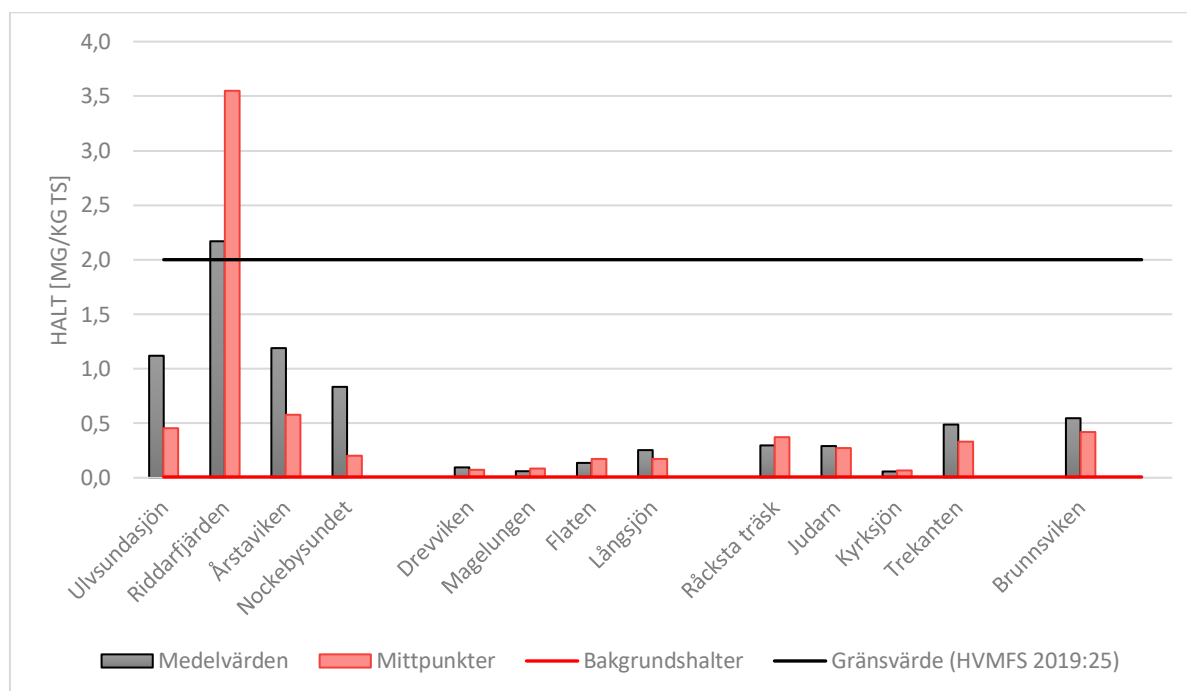


Figur 58. TOC-korrigerade halter av antracen i djupsediment i mittpunkten för förekomster med mindre volym. Gränsvärde för antracen är 0,024 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.

3.2.2 Fluoranten

Gränsvärden och bakgrundshalter

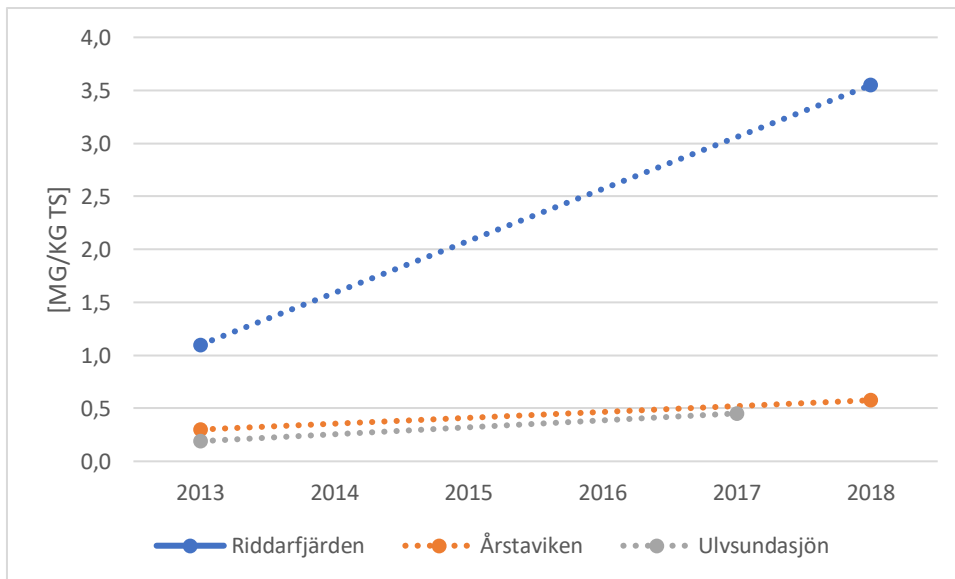
Endast i Riddarfjärden överstigs gränsvärdet för fluoranten på 2 mg/kg TS (Figur 59). Halterna i samtliga vattenförekomster ligger dock över de regionala bakgrundshalterna, både avseende medelvärden och mittpunkter. Vattenförekomsterna i Mälaren uppvisar generellt högre halter än övriga vattenförekomster. Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 59. TOC-korrigerade halter av fluoranten i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde och i mittpunkten jämfört med gränsvärde 2 mg/kg TS (HVMFS 2019:25) och bakgrundshalt 0,007 mg/kg TS (JP Sediment, 2018). Värden under detektionsgräns (gäller mittpunktsvärden) visas i graferna som nollvärden.

Jämförelse med tidigare studier

Jämförelsen med den tidigare studien 2013 indikerar en ökning av halterna i Riddarfjärden jämfört med 2013, och en relativt stabil nivå i Årstaviken och Ulvsundasjön (Figur 60). Då denna jämförelse enbart baseras på två mätningar ska den ses som en svag indikation.



Figur 60. TOC-korrigerade halter av flouranten i ytsediment (0–2 cm) över tid (mittpunkter). Gränsvärde för flouranten är 2 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Det är troligt att halterna från 2013 ej är TOC-korrigerade.

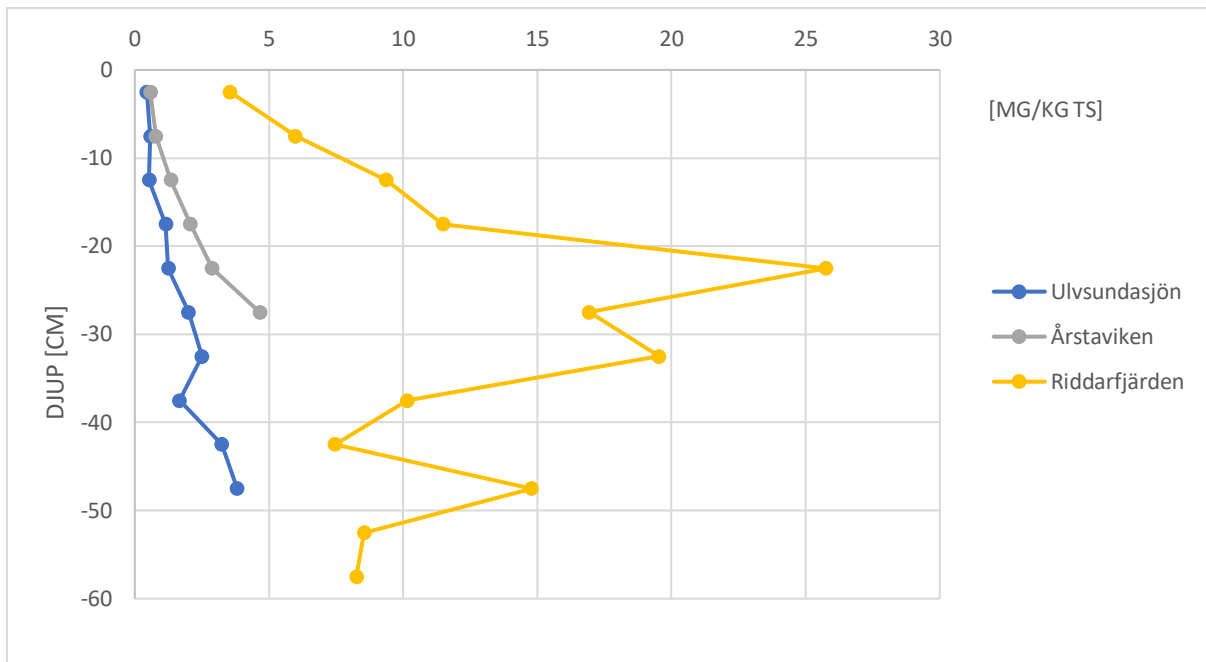
Djupprofil

Flouranten uppvisar samma trender som antracen. En avtagande trend från ca 30 cm sedimentdjup noteras för Mälarförekomsterna Ulvsundasjön, Årstaviken och Riddarfjärden, men även för Trekanten (Figur 61-64). Riddarfjärden uppvisar högst halter på djupet (Figur 61). Djupdata finns inte tillgängligt för Brunnsviken.

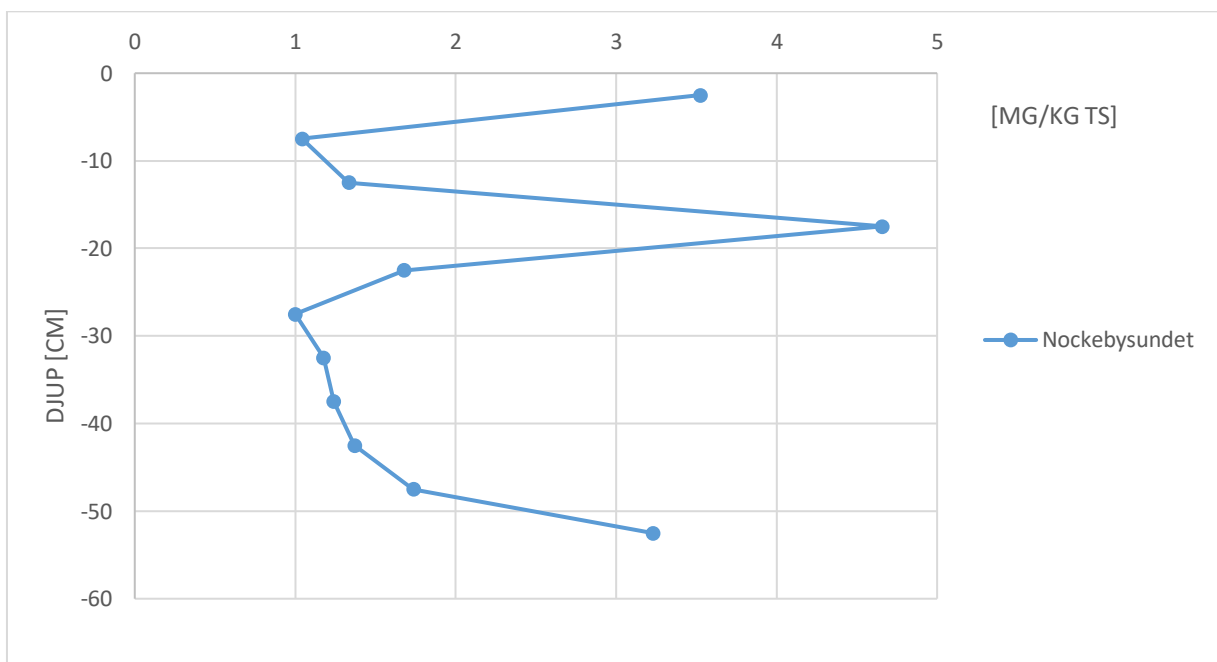
Som för antracen utmärker sig Nockebysundet och Judarn med en ökning av halter av flouranten mot mer nyligen ackumulerade sediment. Ökningen gäller från ett sedimentdjup på 5–10 cm till de mest recenta sedimenten (0–2 cm). De mindre och medelstora sjöarna uppvisar jämförelsevis lägre halter i höjd med eller strax över gränsvärdet (HVMFS 2019:25), även om bakgrundshalterna dock överstigs i alla dessa vattenförekomster och Magelungen sticker ut med ett högt historiskt värde på mellan 30 och 35 cm sedimentdjup.

Liksom för antracen är det värt att notera att tidstrendsjämförelsen (Figur 60) indikerar en ökning av flouranten för Riddarfjärden, medan det i analys av djupprofiler för dessa vattenförekomster syns en tydlig minskning. Djupprofilen baseras på fler prover som provtagits och analyserats vid samma tillfälle, och bör därför vara mer tillförlitlig.

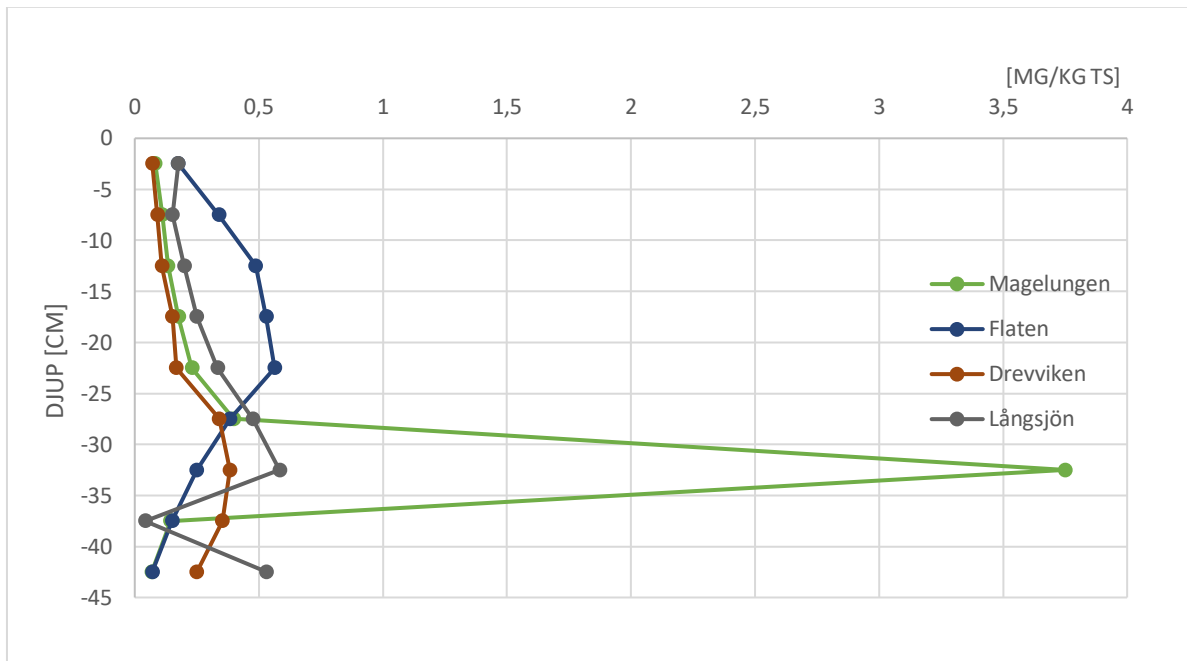
Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst.



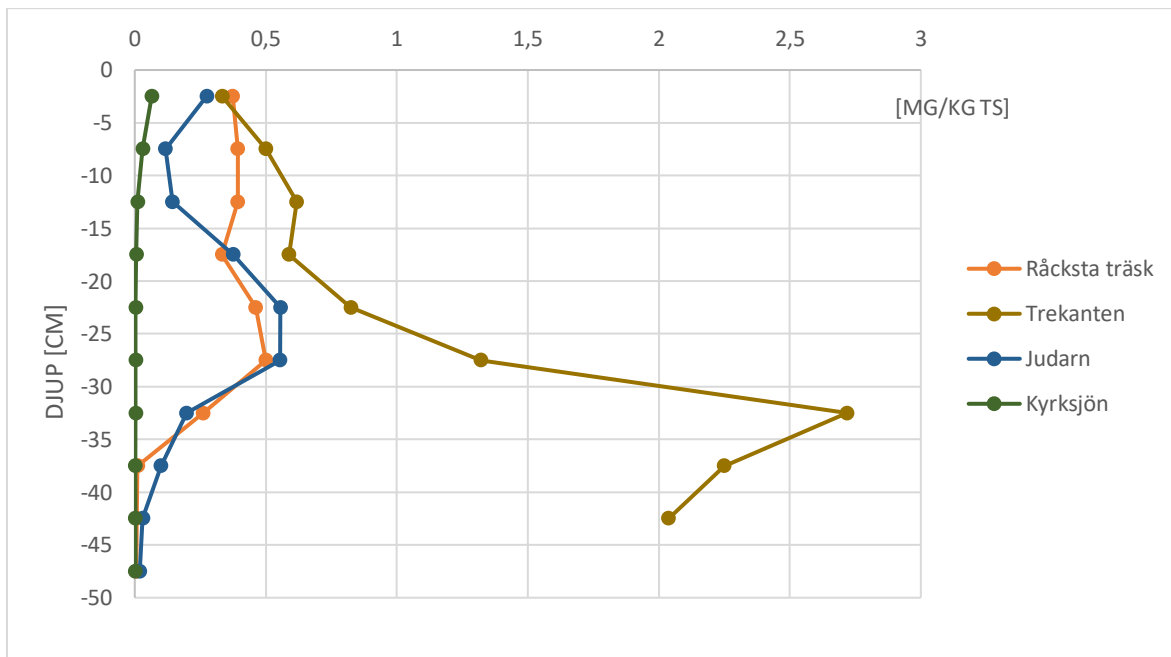
Figur 61. TOC-korrigerade halter av fluoranten i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Gränsvärde för fluoranten är 2 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 62. TOC-korrigerade halter av fluoranten i djupsediment i mittpunkten för Nockebysundet. Gränsvärde för fluoranten är 2 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 63. TOC-korrigerade halter av fluoranten i djupsediment i mittpunkten för övriga förekomster. Gränsvärde för fluoranten är 2 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.

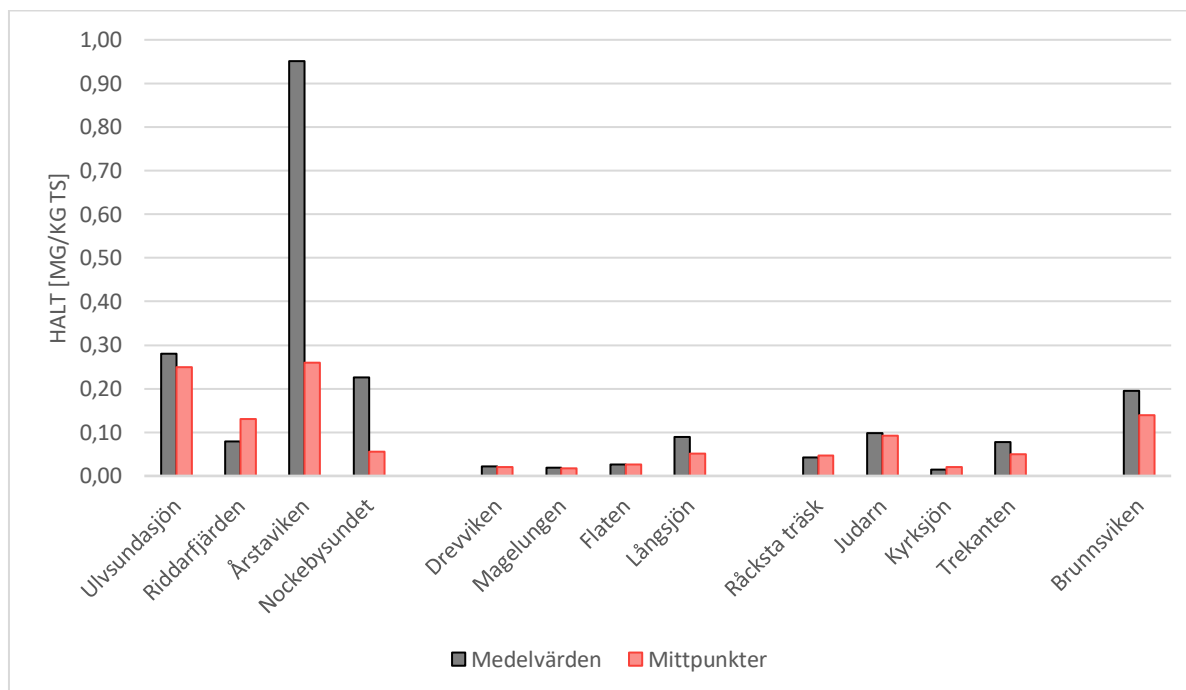


Figur 64. TOC-korrigerade halter av fluoranten i djupsediment i mittpunkten för förekomster med mindre volym. Gränsvärde för fluoranten är 2 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.

3.2.3 PCB (Summa 6 & 7).

Gränsvärden och bakgrundshalter

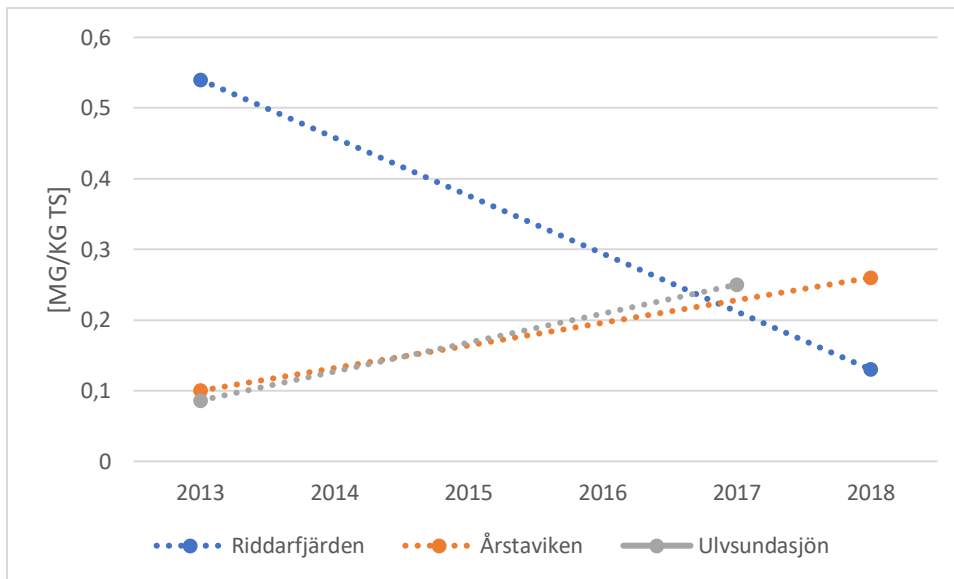
Det finns inget gränsvärde i sediment för PCB (HVMFS 2019:25) och inga regionala bakgrundshalter har tagits fram. Halterna av PCB är högst i vattenförekomsterna i Mälaren samt i Brunnsviken och lägre i övriga vattenförekomster (Figur 65). Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 65. Okorrigerade halter av PCB-7 i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde och i mittpunkten. Mätvärde saknas för PCB summa 7 för flera provpunkter i Riddarfjärden, Brunnsviken och Årstaviken.

Jämförelse med tidigare studier

Vid mittpunkten för de tre vattenförekomster för vilka jämförelsevärden finns noteras att halterna har ökat sedan 2013 i Årstaviken och Ulvsundasjön och minskat i Riddarfjärden (Figur 66). Då denna jämförelse enbart baseras på två mätningar ska den ses som en svag indikation.



Figur 66. Okorrigerade halter av PCB-7 i ytsediment (0–2 cm) över tid (mittpunkter).

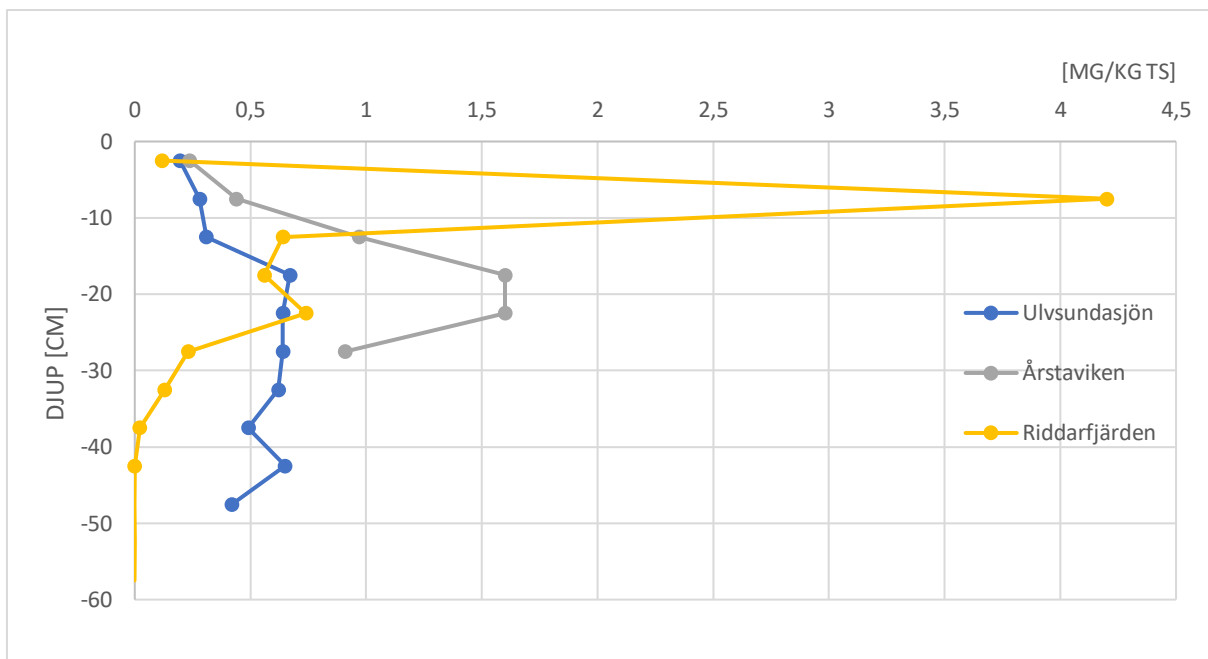
Djupprofil

Nockeby sundet sticker ut och uppvisar de högsta historiska halterna med ca tio gånger högre halter än de högsta uppmätta halterna för övriga Mälarförekomster och ca 100 gånger högre än högsta historiska halter uppmätta för de mindre och medelstora sjöarna (Figur 67-70). Det ska återigen påpekas att sedimentkärnan som analyserades i Nockeby sundet var den med högst halt av PCB i ytan och att studien gick ut på att spåra PCB-källan. En kontinuerlig avtagande trend noteras för Nockeby sundet från ca 40 cm sedimentdjup. En avtagande trend noteras också från ca 20 cm sedimentdjup för Ulvsundasjön, Årstaviken, Långsjön, Drevviken, Magelungen, Råcksta träsk och Trekanten. Djupdata finns inte tillgängligt för Brunnsviken.

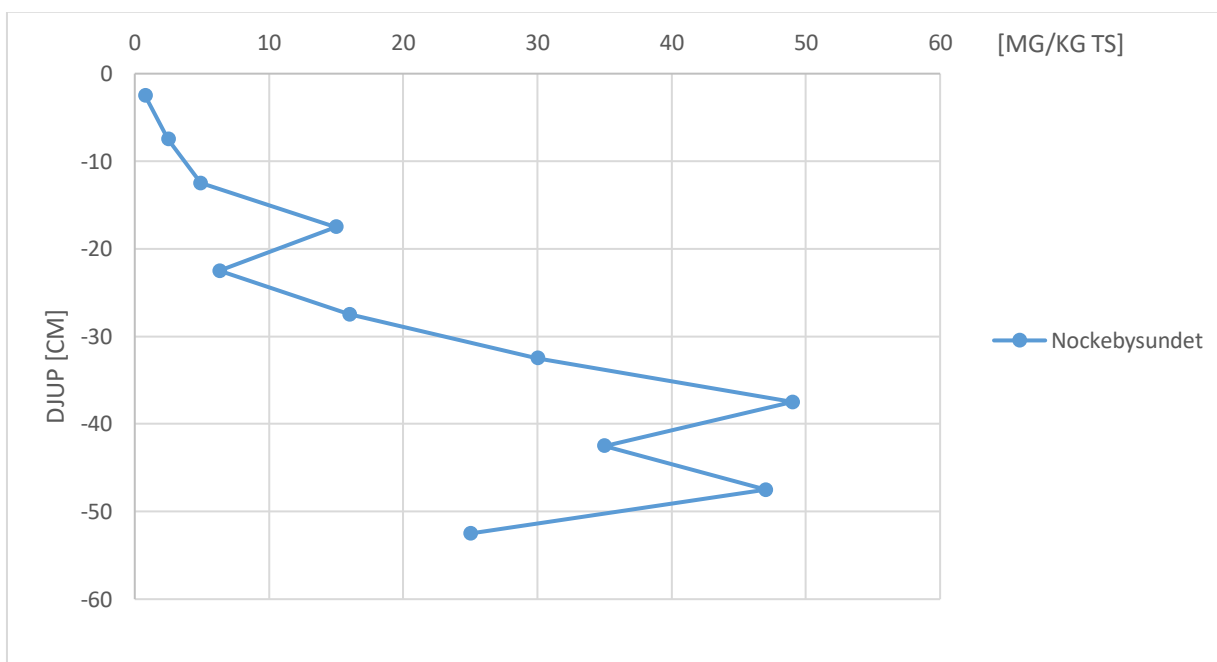
Riddarfjärden och Magelungen sticker ut med ett avvikande högt historiskt värde vardera på knappt 10 cm sedimentdjup (Riddarfjärden) och 20 cm sedimentdjup (Magelungen).

Det är värt att notera att tidstrendsjämförelsen (Figur 66) indikerar en ökning av PCB för Årstaviken och Ulvsundasjön, medan analys av djupprofilen för mittpunkterna i dessa vattenförekomster indikerar en tydlig minskning. Djupprofilen baseras på fler prover som provtagits och analyserats vid samma tillfälle, och bör därför vara mer tillförlitlig.

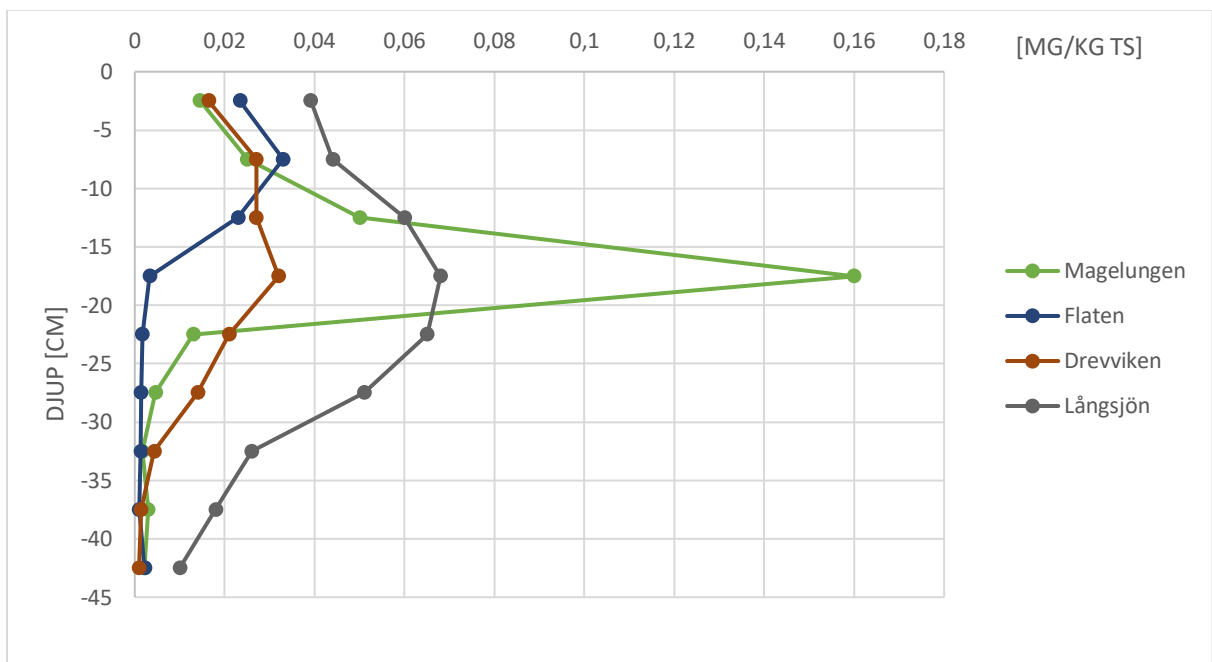
Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst.



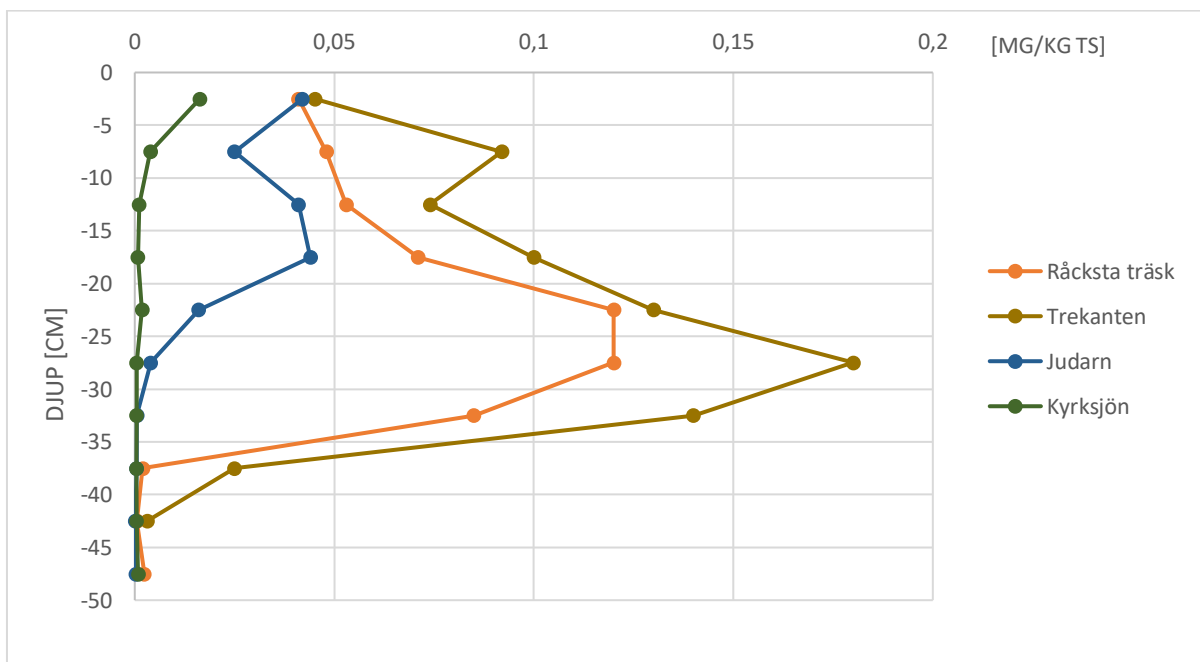
Figur 67. Okorrigerade halter av PCB-7 i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 68. Okorrigerade halter av PCB-7 i djupsediment i mittpunkten Nockebyundet. Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 69. Okorrigerade halter av PCB-7 i djupsediment i mittpunkten för medelstora sjöar. Y-axeln visar sedimentdjup.

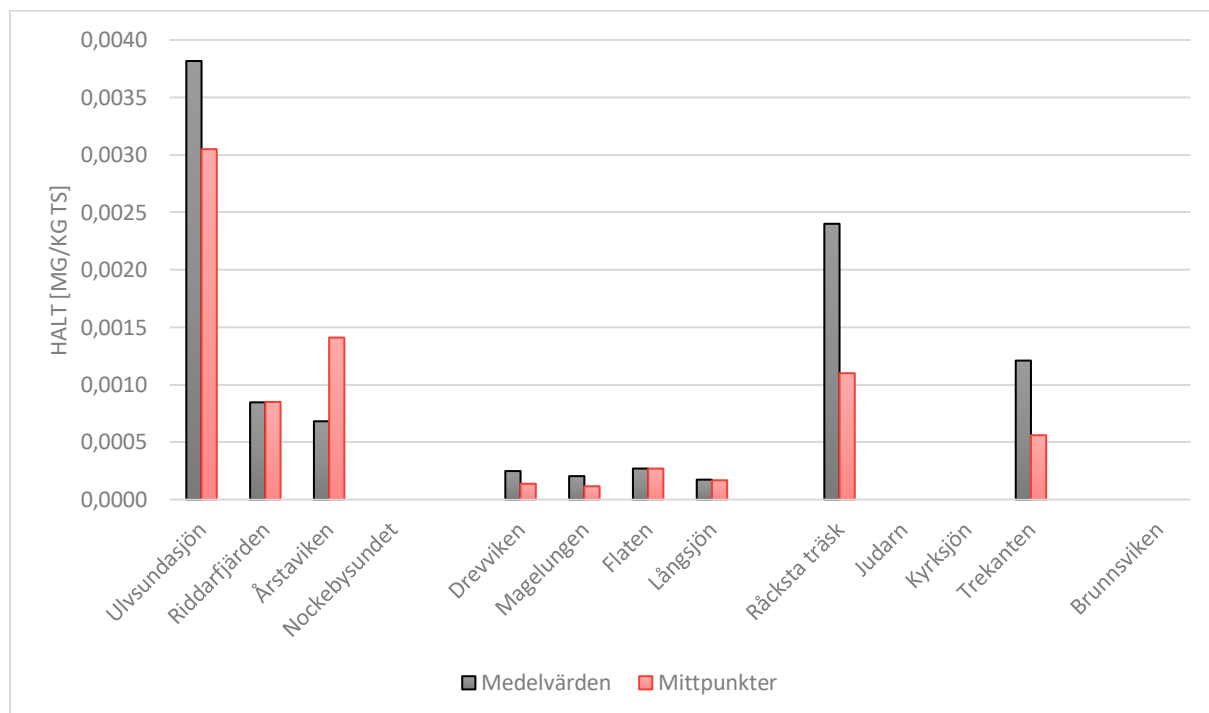


Figur 70. Okorrigerade halter av PCB-7 i djupsediment i mittpunkten för mindre sjöar. Y-axeln visar sedimentdjup.

3.2.4 **Summa PBDE. PBDE 209 (Polybromerade Difenyletrar)**

Gränsvärden och bakgrundshalter

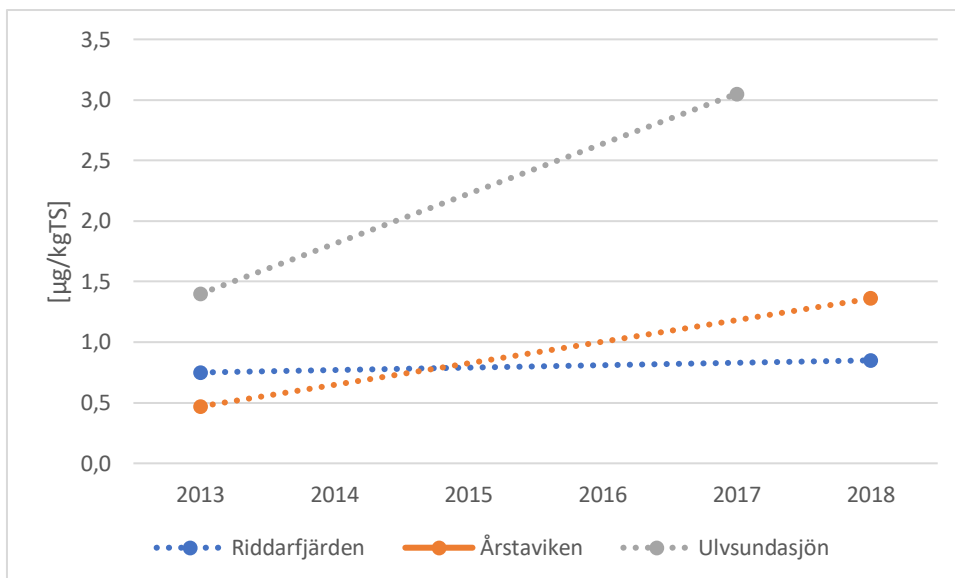
Det finns inget gränsvärde i sediment för PBDE (HVMFS 2019:25) och inga regionala bakgrundshalter har tagits fram för PBDE. PBDE-halterna är högst i Ulvsundasjön och Räcksta träsk (Figur 71), men har inte detekterats i Judarn, Kyrksjön eller Brunnsviken. Inga mätvärden av PBDE finns för Nockebyssundet. Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 71. Okorrigerade halter av PBDE summa i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde och i mittpunkten. I de fall medelvärdet baseras enbart på halter under rapporteringsgräns (Kyrksjön, Brunnsviken, Judarn) redovisas nollvärde. Mittpunktsvärden under rapporteringsgräns (Kyrksjön, Brunnsviken och Judarn) redovisas också som nollvärde.

Jämförelse med tidigare studier

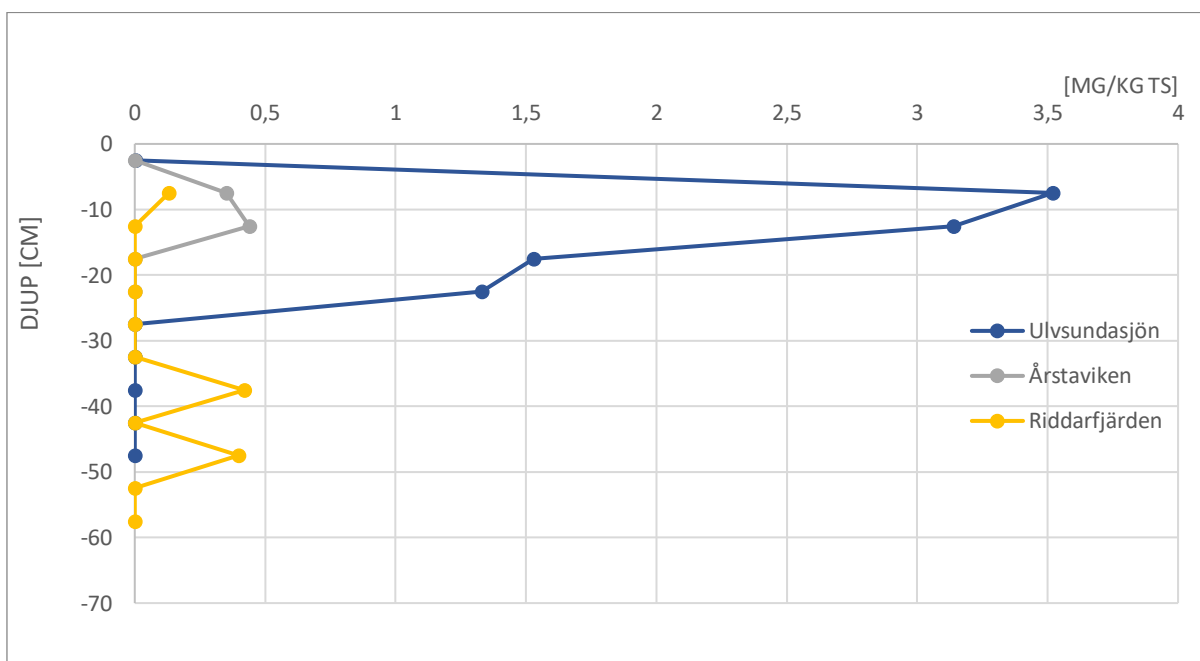
Vid mittpunkten för de tre vattenförekomster för vilka jämförelsevärden finns har halterna ökat för Ulvsundasjön och Årstaviken och legat relativt stabilt för Riddarfjärden sen 2013 baserat på 2 undersökningar (Figur 72).



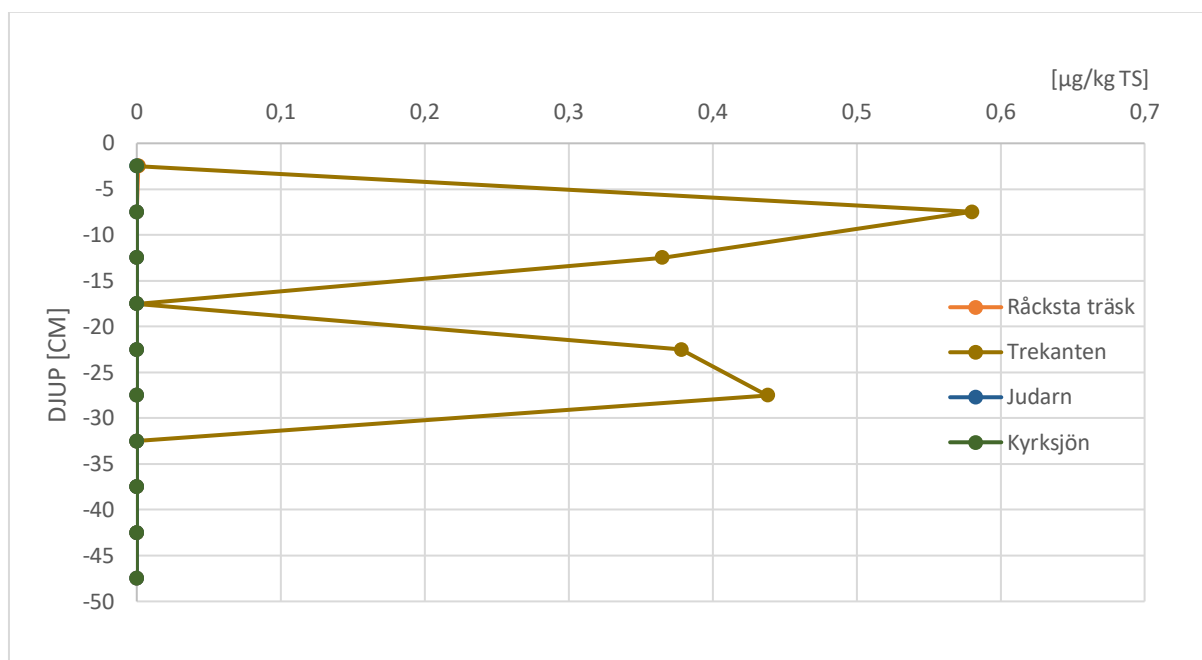
Figur 72. Okorrigerade halter av PBDE (summa 28, 47, 99, 100, 153, 154) i ytsediment (0–2 cm) över tid (mittpunkter).

Djupprofil

Ingen trend kan ses för halterna av PBDE (Figur 73-74), men Ulvsundasjön är den vattenförekomst där högst historiska halter uppmätts även om Trekanten också sticker ut med förhöjda värden. Djupdata saknas för Nockebysundet, Magelungen, Flaten, Drevviken, Långsjön och Brunnsviken. Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst. Djupdata finns inte tillgängligt för Brunnsviken.



Figur 73. Okorrigerade halter av PBDE (summa 28, 47, 99, 100, 153, 154) i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Y-axeln visar sedimentdjup.

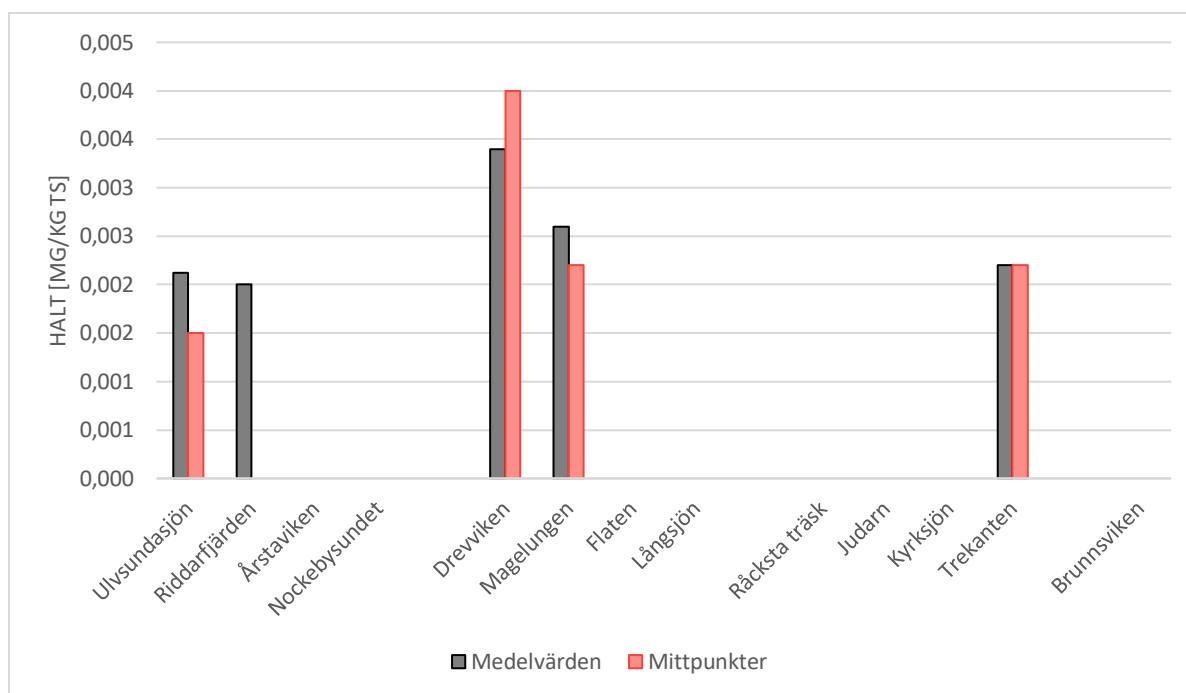


Figur 74. Okorrigerade halter av PBDE (summa 28,47,99,100,153,154) i djupsediment i mittpunkten för förekomster med mindre volym. Y-axeln visar sedimentdjup.

3.2.5 PFOS

Gränsvärden och bakgrundshalter

Det finns inget gränsvärde för PFOS i sediment (HVMFS 2019:25) och inga regionala bakgrundshalter har tagits fram. Halterna av PFOS i sediment är högst i de medelstora sjöarna Drevviken och Magelungen. Förhöjda halter finns också i Ulvsundasjön och Trekanten (Figur 75). För övriga vattenförekomster ligger halterna under rapporteringsgränsen. Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 75. Okorrigerade halter av PFOS i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde och i mittpunkten. Värden under rapporteringsgräns (gäller mittpunktsvärden) visas i graferna som nollvärden. I de fall medelvärdet enbart baseras på halter under rapporteringsgräns redovisas nollvärde.

Jämförelse med tidigare studier

Analys av PFOS i sediment har inte ingått i de tidigare sedimentundersökningarna.

Djupprofil

Ingen djupdata finns tillgänglig för PFOS från sammanställda undersökningar.

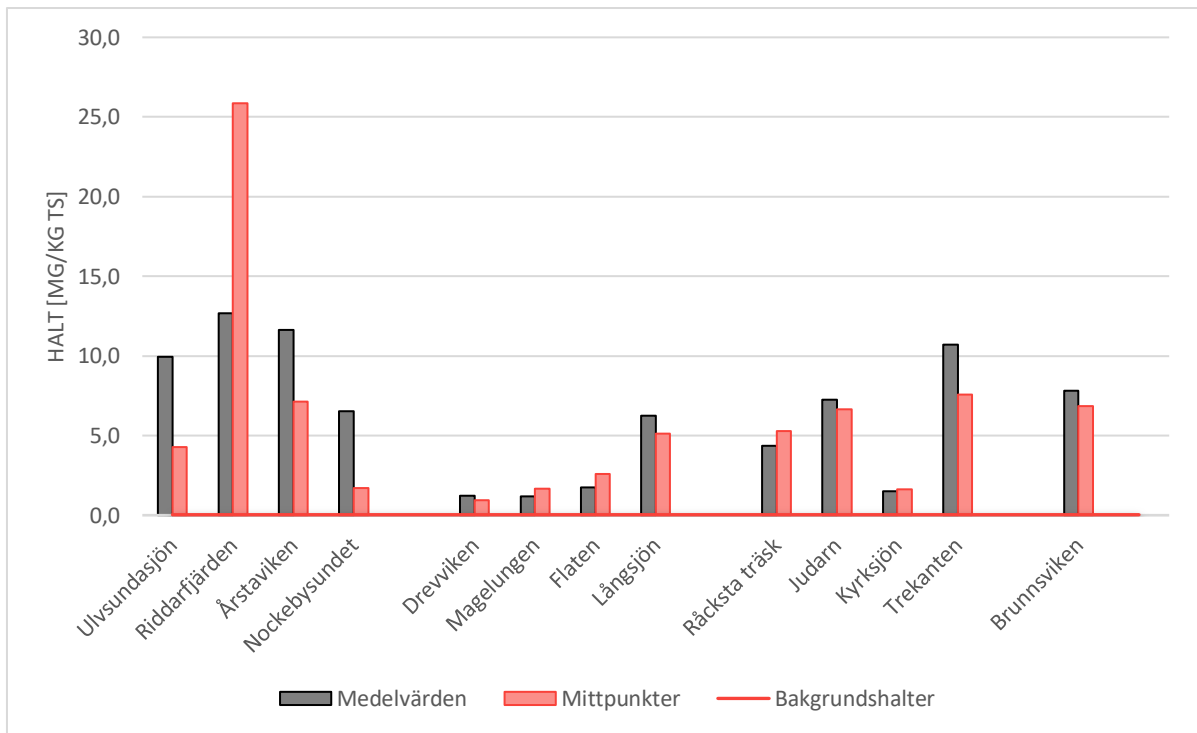
3.2.6 Summa PAH-11

Gränsvärden och bakgrundshalter

Det finns inget gränsvärde för PAH-11 i sediment (HVMFS 2019:25).

Halterna ligger för 12 av vattenförekomsterna över de regionala bakgrundshalterna på 0,031 mg/kg TS (JP Sediment, 2018), både avseende medelvärde och mittpunkter (Figur 76). För Räcksta träsk saknas data. Riddarfjärden uppvisar högst halter och sticker därmed ut avseende sammanställda mittpunkter.

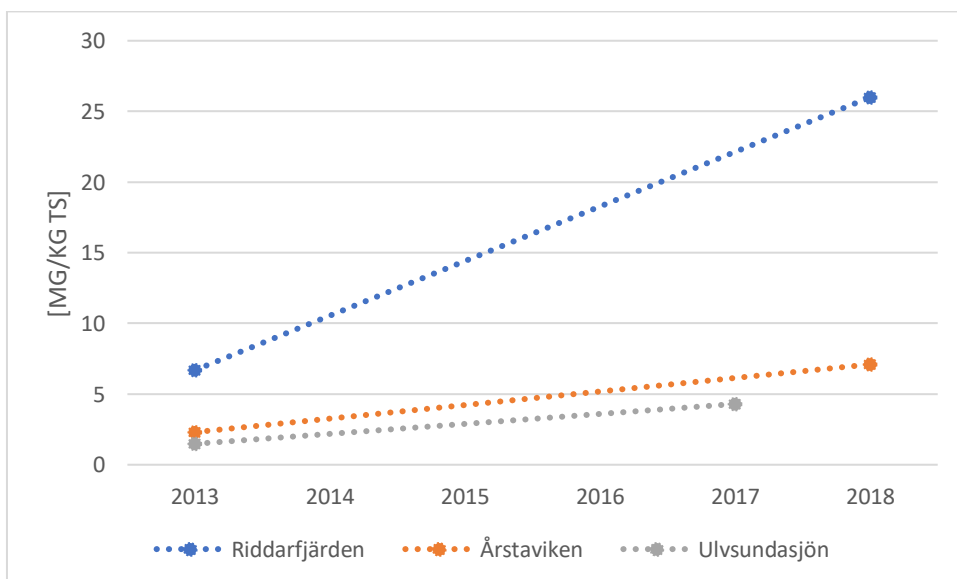
Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 76. Okorrigerade halter av PAH-11 i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde och i mittpunkten jämfört med bakgrundshalt 0,031 mg/kg TS (JP Sediment, 2018).

Jämförelse med tidigare studier

Från 2013 har halterna ökat vid mittpunkten för Riddarfjärden, men ligger relativt stabilt för Ulvsundasjön och Årstaviken (Figur 77). Observera att enbart två mätningar ligger till grund för jämförelsen och trendanalys från djupdata anses vara tillförlitligare än denna jämförelse.



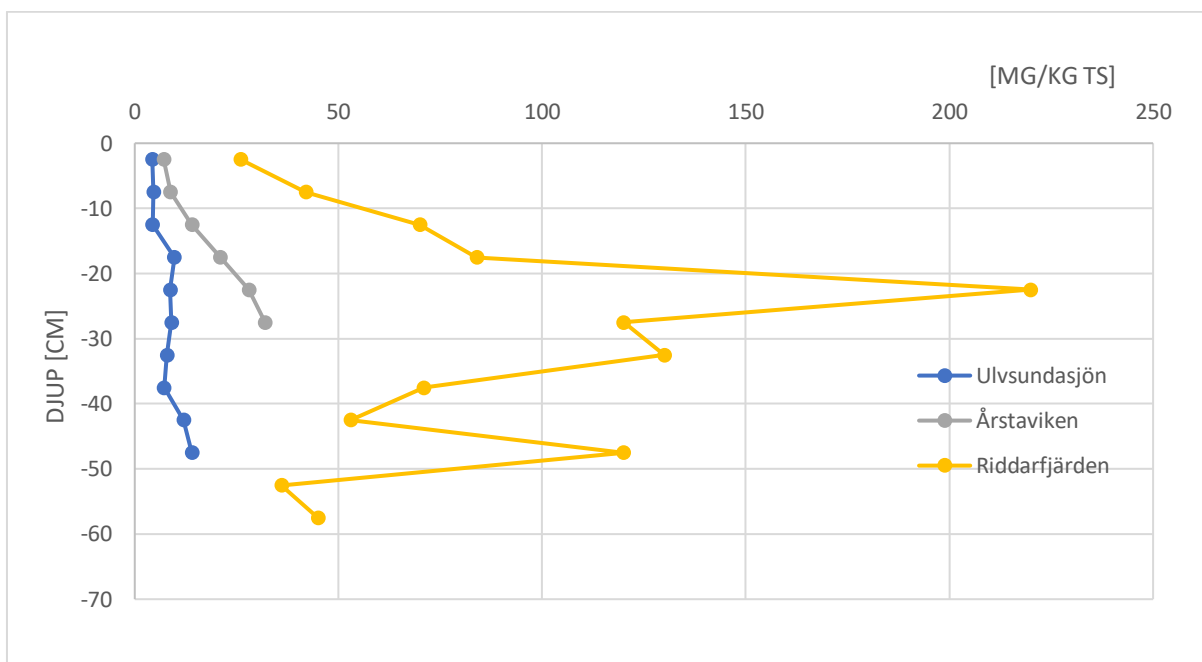
Figur 77. Okorrigerade halter av PAH-11 i ytsediment över tid (mittpunkter).

Djupprofil

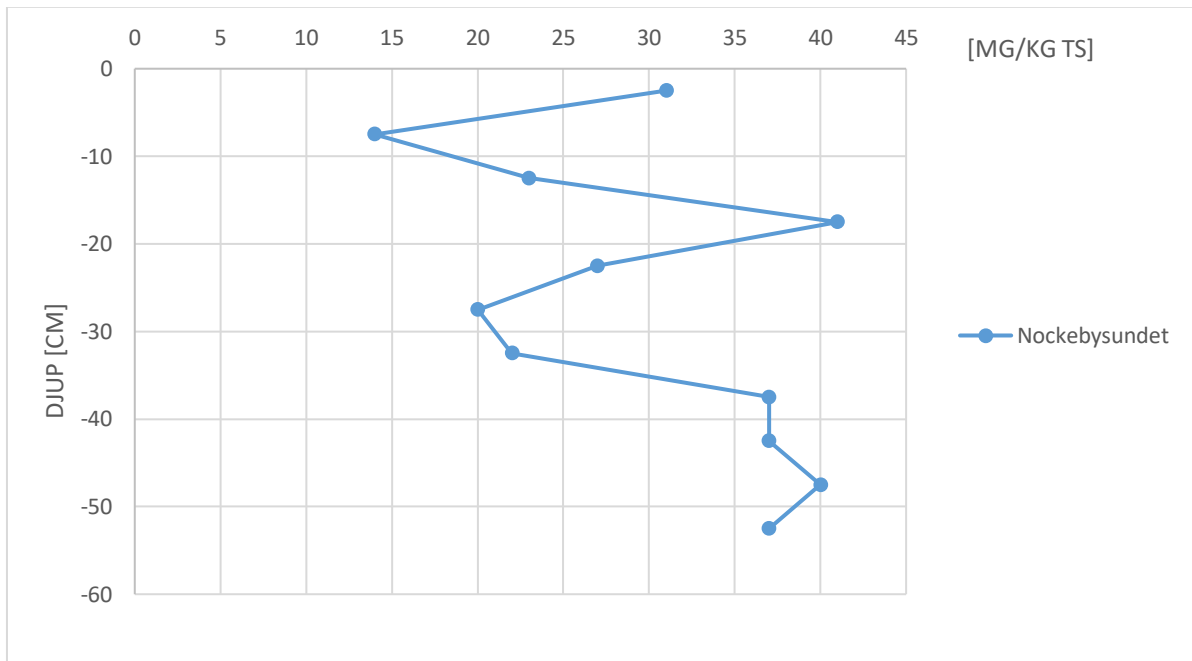
Liksom för övriga PAH:er (antracen: kapitel 3.2.1, fluoranten kapitel 3.2.2) uppvisar Riddarfjärden högst halter i djupare sediment av sammanställda vattenförekomster (Figur 78). En avtagande trend från ca 20–30 cm sedimentdjup (eller djupare för vissa vattenförekomster) noteras för Mälarförekomsterna Ulvsundasjön, Årstaviken och Riddarfjärden, men även för de medelstora sjöarna Drevviken, Magelungen och Flaten, samt den mindre sjön Trekanten (Figur 78-81).

Sammanställningen indikerar dock en ökning av halterna i ytsedimentet från ett sedimentdjup på 5–10 både för Nockebyssundet, Långsjön och Judarn. Det ska noteras att för både Nockebyssundet och Judarn observeras denna trend för antracen och fluoranten.

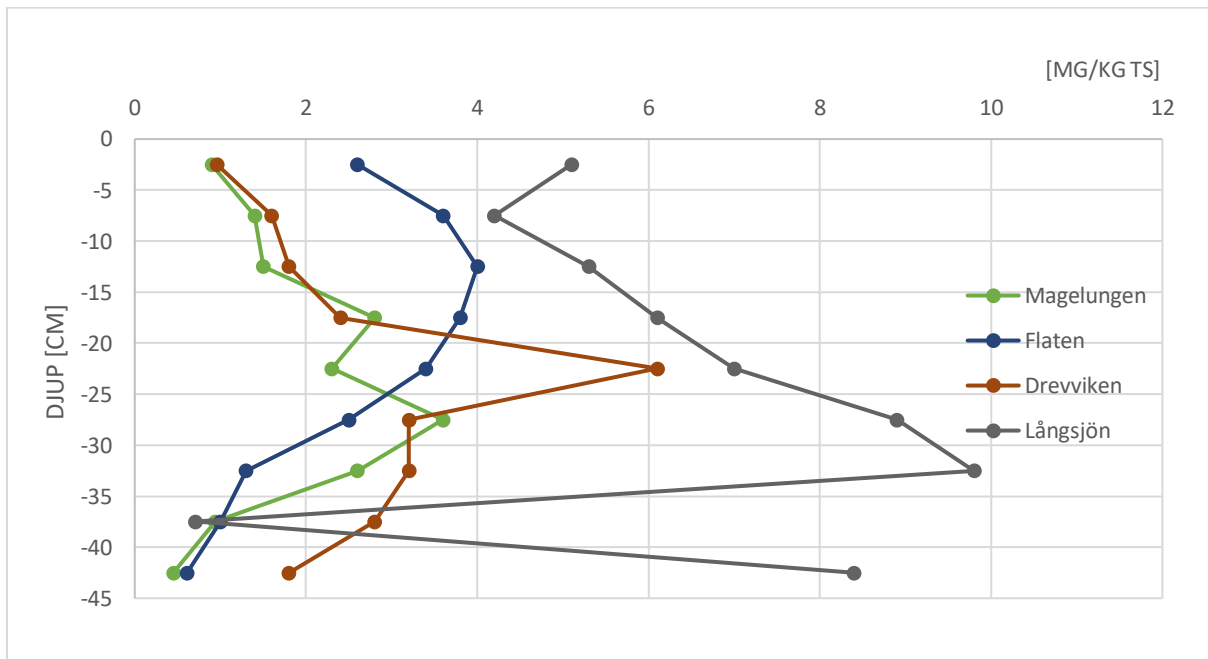
Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst. Djupdata finns inte tillgängligt för Brunnsviken och Räcksta träsk.



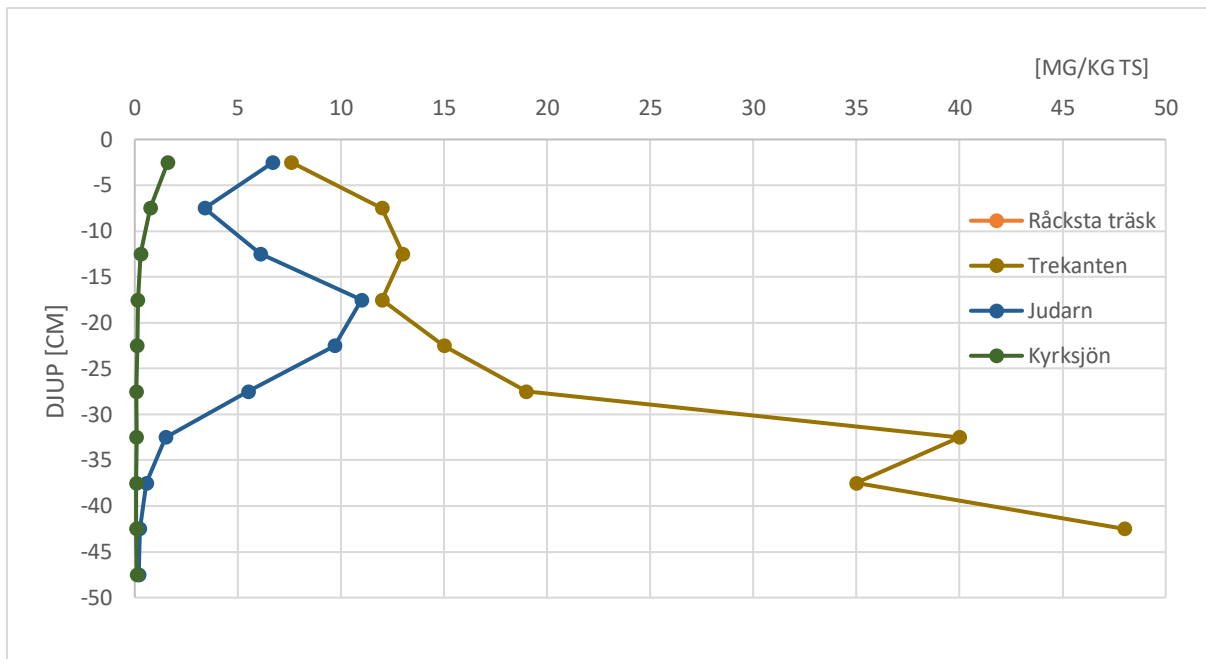
Figur 78. Okorrigerade halter av PAH-11 i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Y-axeln visar djup.



Figur 79. Okorrigerade halter av PAH-11 i djupsediment i mittpunkten för Nockebysundet. Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 80. Okorrigerade halter av PAH-11 i djupsediment i mittpunkten för medelstora sjöar. Y-axeln visar sedimentdjup.



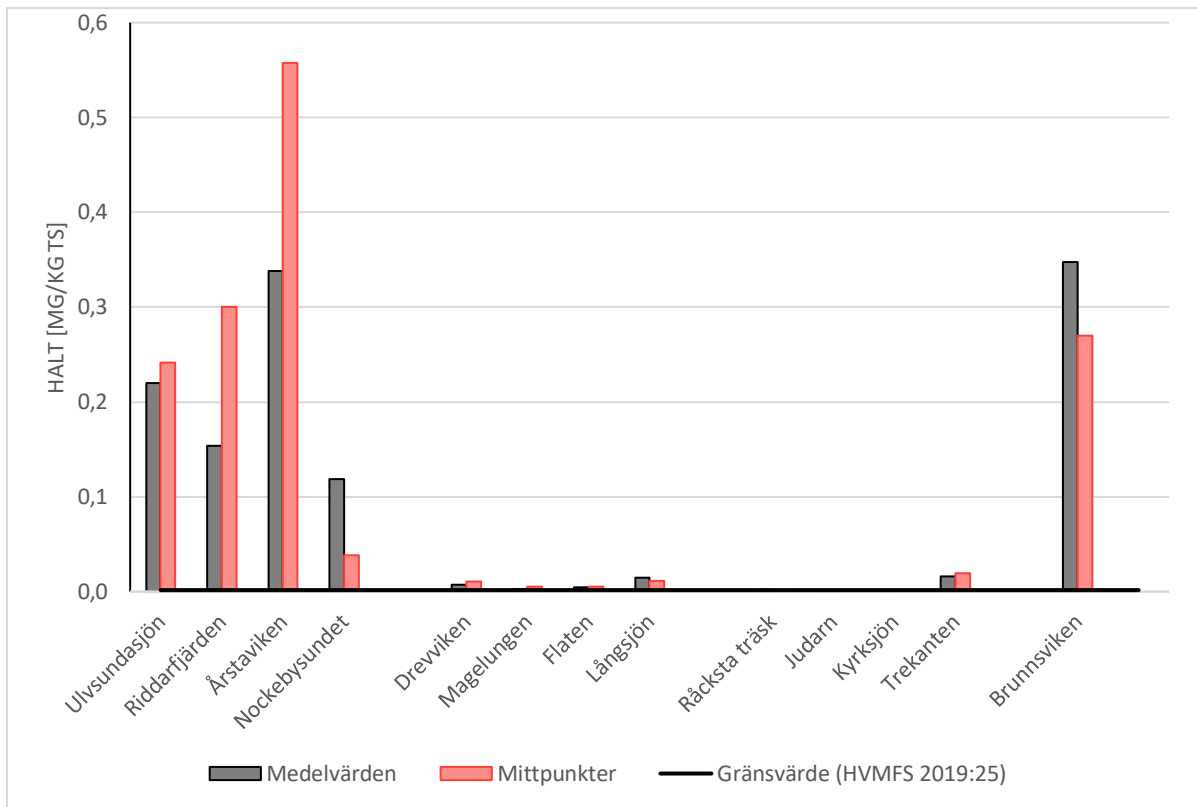
Figur 81. Okorrigerade halter av PAH-11 i djupsediment i mittpunkten för mindre sjöar. Y-axeln visar sedimentdjup. För Råcksta träsk saknas data.

3.2.7 Tributyltenn (TBT), dibutyltenn (DBT) och monobutyltenn (MBT)

Gränsvärden och bakgrundshalter

Det finns inget gränsvärde i sediment för DBT eller MBT (HVMFS 2019:25). För TBT överskrider 11 av 13 vattenförekomster gränsvärdet 0,0016 mg/kg TS vid mittpunkten och 10 vattenförekomster överskrider gränsvärdet för de beräknade medelvärden (Figur 82). De enda vattenförekomster som inte överstiger gränsvärdet för TBT är Judarn och Kyrksjön. Vattenförekomster i Mälaren, samt Brunnsviken visar på halter som ligger i storleksordningen ca 100 gånger över gränsvärdet (HVMFS 2019:25), även om Nockebysundet påvisar något lägre halter än övriga Mälarförekomster. Till följd av den stora variationen i halter mellan vattenförekomster syns inte halterna i diagrammet tydligt i de medelstora och mindre sjöarna. Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.

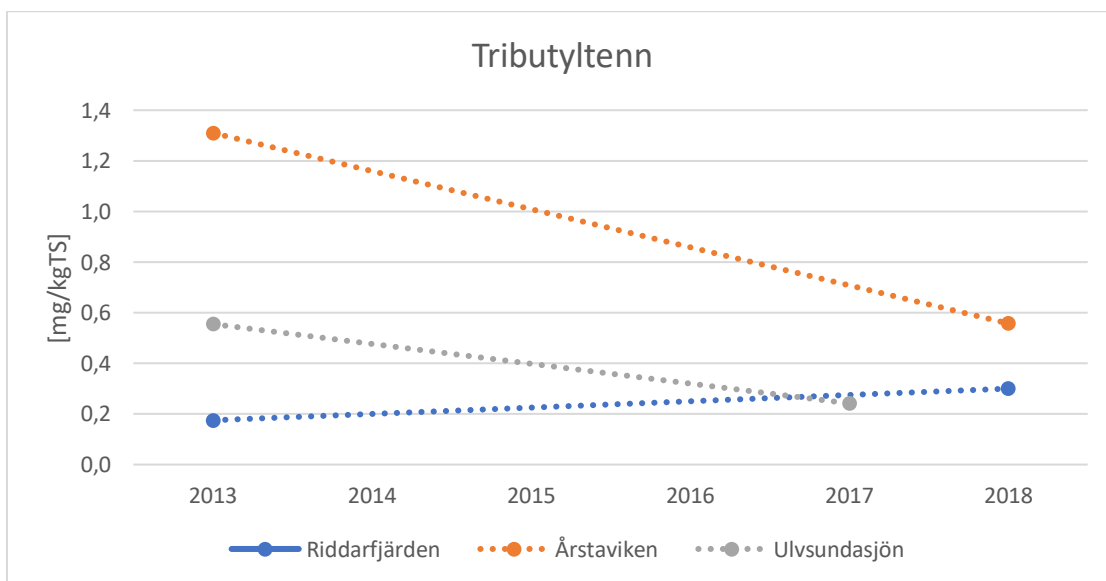
Inga regionala bakgrundshalter har tagits fram för TBT, DBT eller MBT.

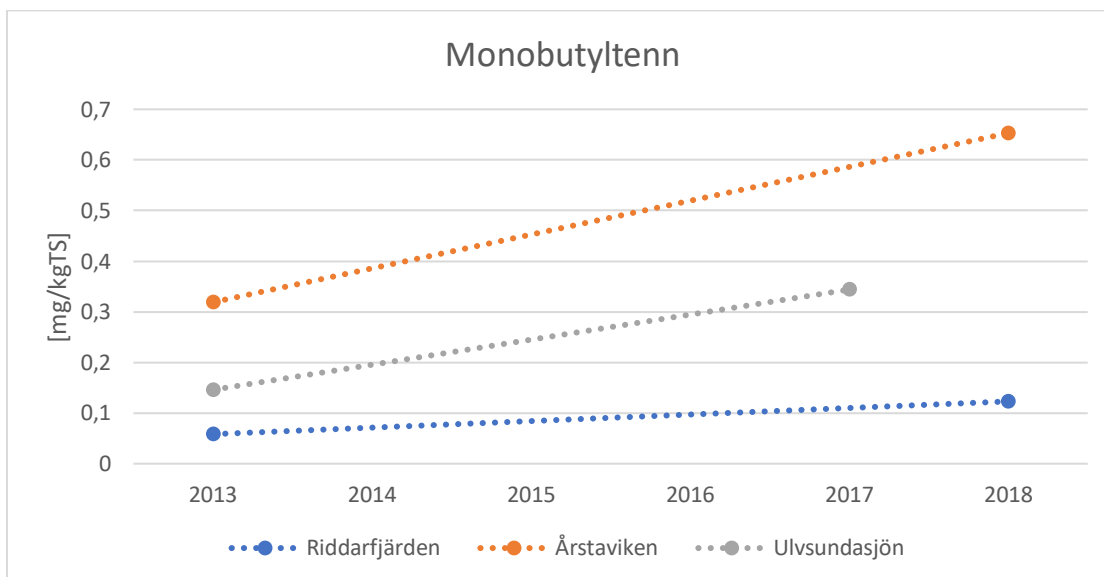
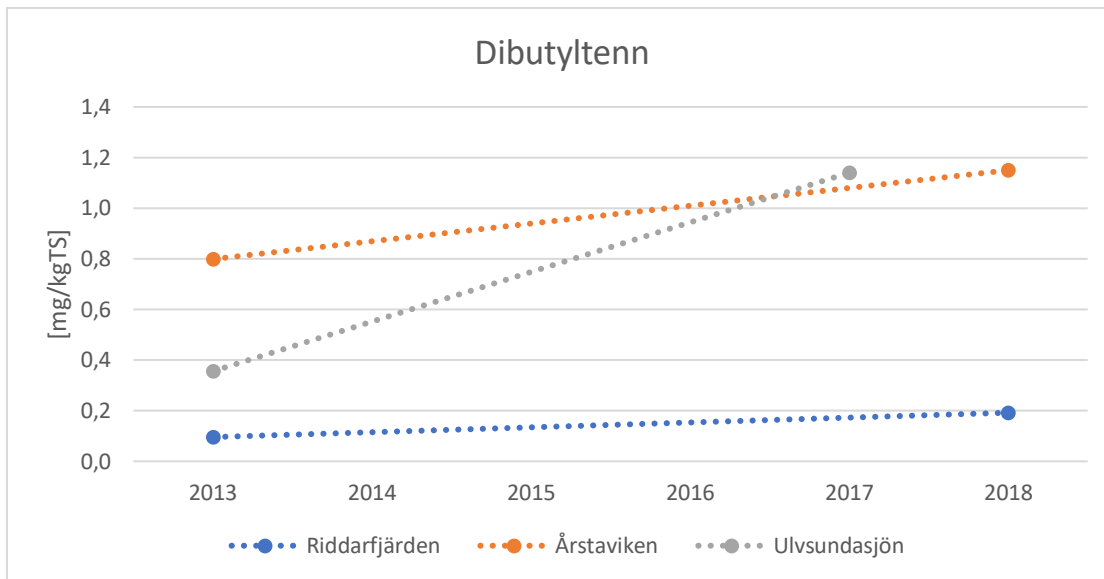


Figur 82. TOC-korrigerade halter av TBT i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde i mittpunkten jämfört med gränsvärde 0,0016 mg/kg TS (HVMFS).

Jämförelse med tidigare studier

För Riddarfjärden indikerar jämförelsen med tidigare mätning år 2013 relativt stabila halter av både TBT, DBT och MBT (Figur 83). I Årstaviken och Ulvsundasjön har halterna enligt denna jämförelse minskat för TBT medan de ökar för DBT och MBT. Observera att jämförelsen i detta fall baseras på enbart ett tidigare mätvärde.





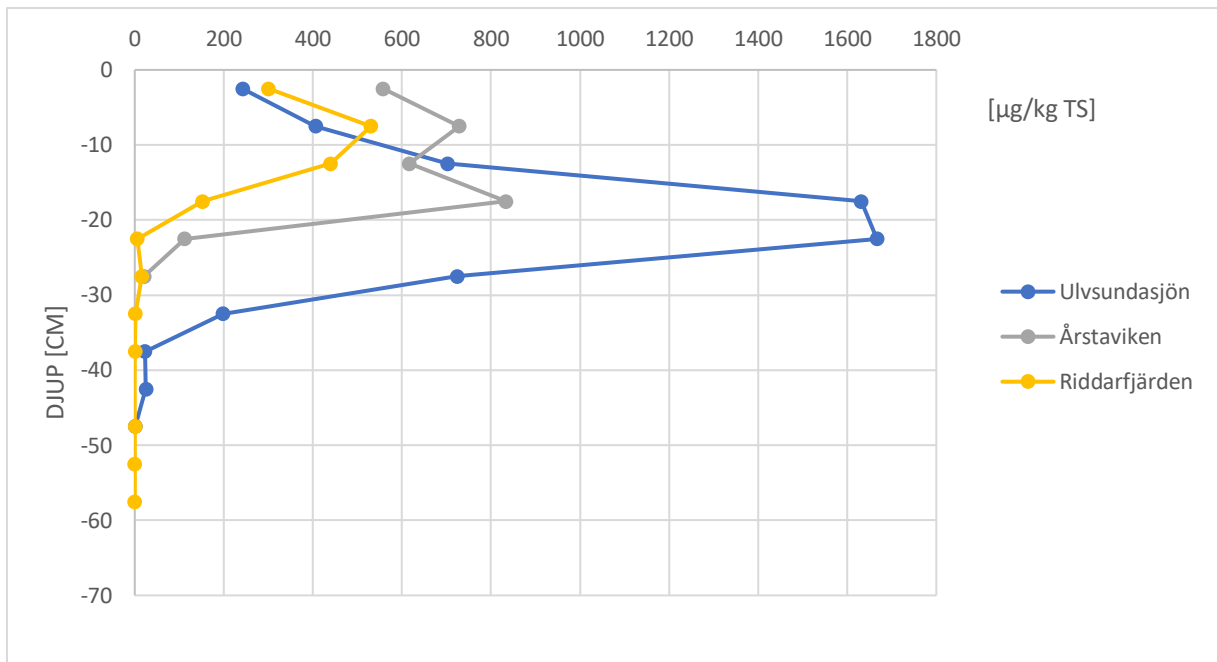
Figur 83. TOC-korrigerade halter av TBT, DBT och MBT i ytsediment (0–2 cm) över tid (mittpunkter).

Djupprofil

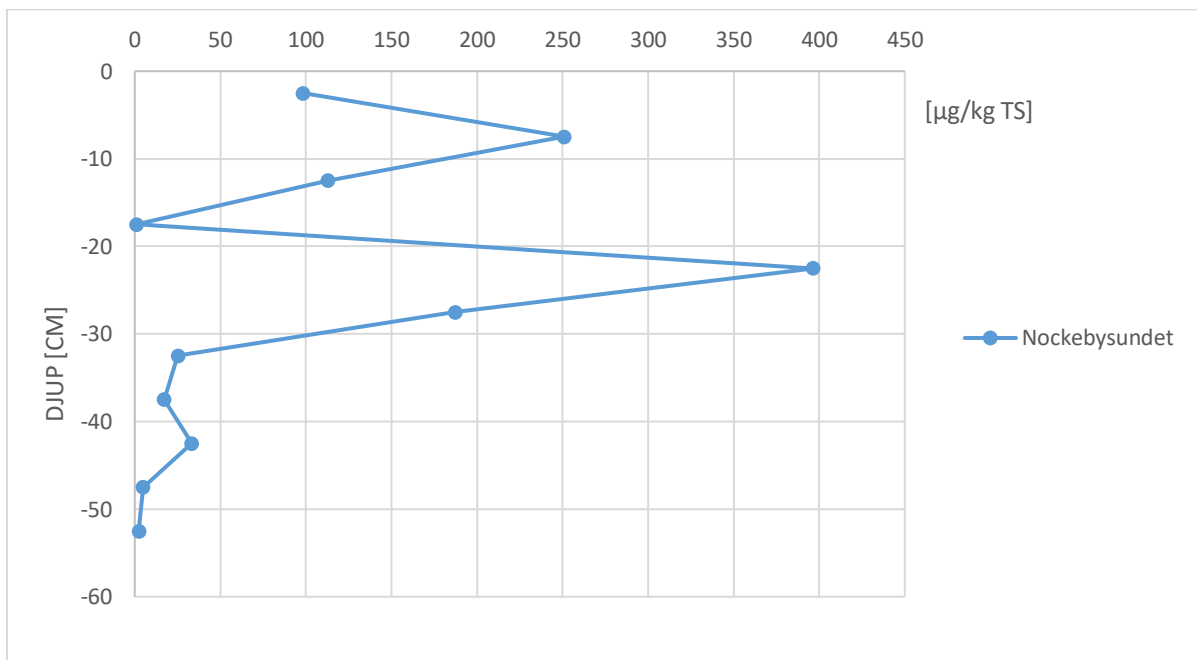
Sammanställningen av djupprofilerna visar på en stor variation över tid, men också en stor skillnad mellan vattenförekomsterna (Figur 84-87). I Mälarförekomsterna observeras halter som ligger ca 10 gånger över uppmätta halter för de medelstora och mindre sjöarna. Högst historiska halter observeras i Ulvsundasjön.

Gemensamt för de analyserade vattenförekomsterna är en avtagande trend efter ett historiskt maxvärde på ett sedimentdjup kring 20 cm. För Riddarfjärden ligger maxvärdet närmare ytan (sedimentdjup ca 10 cm) och för Nockebyundet samt Årstaviken noteras två högre toppar, varav den mer nutida ligger på ett sedimentdjup mellan 5 och 10 cm.

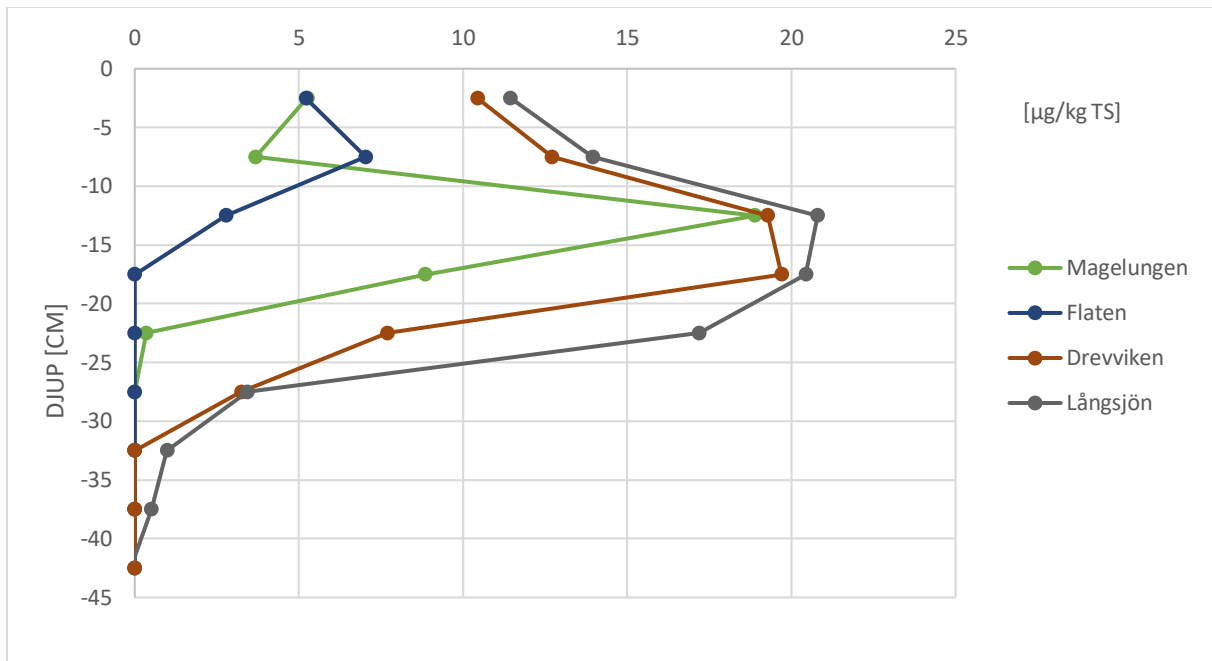
Trender i de övre 20 cm av sedimentet presenteras närmare i kapitel 4 per gruppering av vattenförekomst. Djupdata finns inte tillgängligt för Brunnsviken.



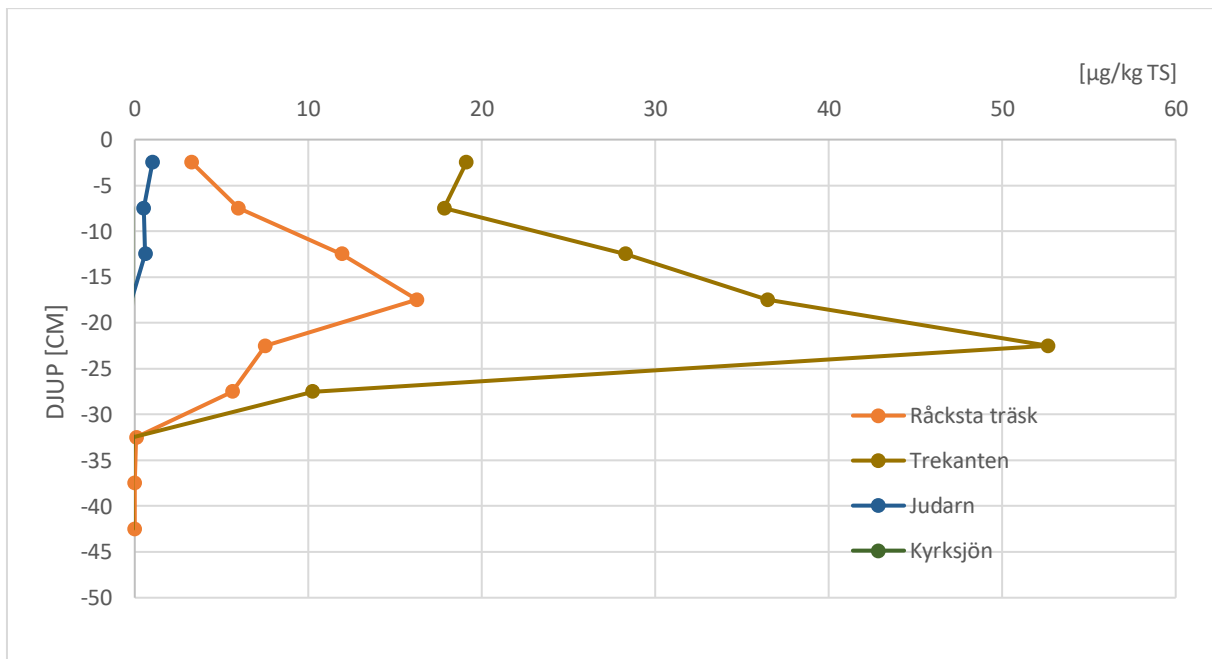
Figur 84. TOC-korrigerade halter av TBT i djupsediment i mittpunkten för förekomster i Mälaren. Gränsvärde för TBT är 0,0016 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 85. TOC-korrigerade halter i djupsediment i mittpunkten för Nockebyundet. Gränsvärde för TBT är 0,0016 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.



Figur 86. TOC-korrigerade halter av TBT i djupsediment i mittpunkten för medelstora sjöar. Gränsvärde för TBT är 0,0016 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Y-axeln visar sedimentdjup.

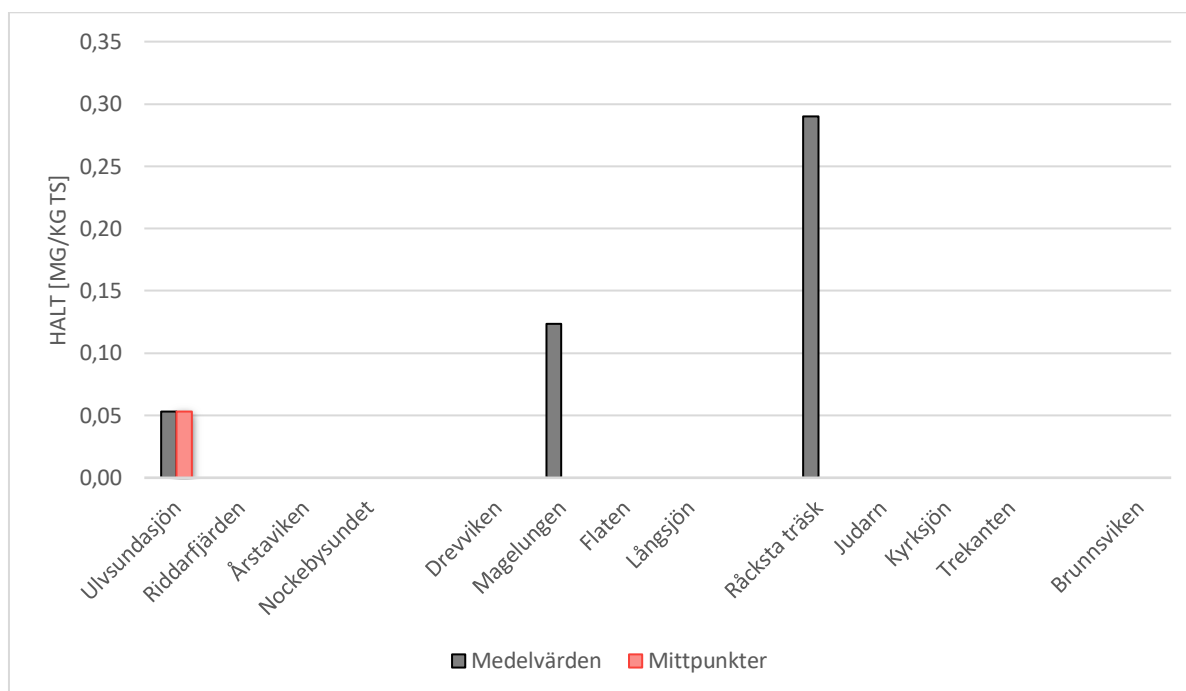


Figur 87. TOC-korrigerade halter av TBT i djupsediment i mittpunkten för mindre sjöar. Gränsvärde för TBT är 0,0016 mg/kg TS (HVMFS 2019:25). Ingen TBT detekterad i Kyrksjön.

3.2.8 *Klorparaffiner*

Gränsvärden och bakgrundshalter

Det finns inget gränsvärde för klorparaffiner i sediment (HVMFS 2019:25) och inga regionala bakgrundshalter har tagits fram. Halterna är högst i Räcksta träsk men även förhöjda i Magelungen och Ulvsundasjön (Figur 88). Uppmätta värden av klorparaffiner saknas generellt. Se bilaga 1 och 2 för fullständigt resultat.



Figur 88. Okorrigerade halter av klorparaffiner C10-C13 i ytsediment (0–2 cm) som medelvärde i mittpunkten. Värden under detektionsgräns (gäller mittpunktsvärden) visas i graferna som nollvärden.

Jämförelse med tidigare studier

Samtliga uppmätta halter från 2013 för vattenförekomster som ingår i denna sammanställning ligger under rapporteringsgräns.

Djupprofil

Ingen djupdata finns tillgänglig för klorparaffiner från aktuella undersökningar.

4 SAMVARIATION

4.1 SAMMANSTÄLLNING VATTEN I MÄLAREN

Totalt sett ligger föroreningsnivån på en likartad nivå inom de fyra vattenförekomsterna i Mälaren för vilka sammanställning av sedimentdata gjorts i denna rapport. Som tidigare noteras var syftet med studien i Nockebysundet inte att undersöka vattenförekomsten Mälaren-Fiskarfjärdens status utan att undersöka spridningen av PCB och provpunkterna är därmed inte representativa för vattenförekomsten.

De tre vattenförekomsterna Ulvsundasjön, Riddarfjärden och Årstaviken är påverkade av dagvatten som härrör från områden med tät stadsstruktur, industrier, vägar och järnvägsnät (ref VISS). Dagvatten bidrar ofta till förhöjda halter av metaller och PAH:er, vilket är tydligt i alla tre vattenförekomsterna. Eftersom Nockebysundet uppvisar en likartad föroreningssituation är troligen dagvatten en viktig källa till föroreningshalterna även där. PCB och TBT-halterna är förhöjda i samtliga fyra Mälarevatten även om Årstaviken sticker ut med den högsta TBT-halten. PBDE-halten är förhöjd i de tre Mälarevatten som provtagits (inga mätvärden för Nockebysundet) med högst halter i Ulvsundasjön. Halten av klorparaffiner är under rapporteringsgränsen förutom i Ulvsundasjön där den är förhöjd. PFOS-halten är relativt låg i samtliga fyra vatten, men det ska noteras att PFOS till skillnad från övriga ämnesgrupper fördelar sig till större del till vattenfasen. Övervakning av PFOS i ytvatten och biota visar att Mälaren är tydligt förorenad med PFOS (miljobarometern.stockholm.se).

Ulvsundasjön är känd som en av de mest förorenade vattenförekomsterna i Stockholmsområdet och har enligt VISS *ej god* kemisk status. De höga metallhalterna (förhöjda halter för samtliga analyserade metaller) kommer sig troligen av att vattenförekomsten är starkt påverkad av dagvatten från tillrinningsområdet som till stora delar utgörs av tät stadsstruktur, industrier och vägar och järnvägsnät. Bland annat ingår Bromma flygplats i sjöns tillrinningsområde. Kring Ulvsundasjön har det historisk legat mycket industri vilket kan förklara de höga halterna längre ner i sedimenten. De förhöjda halterna av PAH-11 och antracen (dock är flouranten-halten under gränsvärde HVMFS 2019:25) kan eventuellt också härledas till en påverkan från dagvatten eftersom dessa ämnen är vanligt förekommande framförallt i dagvatten från kraftigt exploaterade områden. PCB och PBDE förekommer i höga halter och även halterna av klorparaffiner, PFOS och TBT är förhöjda. TBT-halterna kan förmodligen härledas till båttrafik. Det finns omkring 19 båtklubbar och en hel del kommersiell trafik i området. Båtarna har även historiskt bidragit med koppar och bly från båtbottnfärg.

Riddarfjärden är belägen i centrala Stockholm och omges av stadsbebyggelse och har enligt VISS *ej god* kemisk status och är påverkad av dagvatteninflöde från urbana områden. Även här finns många båtklubbar och båttrafik som bidrar till höga TBT-halter, men även till koppar och bly. Halterna är förhöjda för samtliga analyserade metaller (kraftigt förhöjda för vissa metaller) och även PAH-11, antracen och flouranten förekommer i höga halter vilket liksom för Ulvsundasjön möjligen kan härledas till en påverkan från dagvatten från stadsbebyggelse, industri och väg- och järnvägsnät. Antracen och flouranten-halterna är de högsta som uppmätts i sammanställningen (och halterna har ökat kraftigt sedan 2013), liksom även summan av PAH:er. PCB, PFOS och PBDE förekommer i förhöjda halter och TBT-halten är hög även om tidstrendanalysen indikerar en minskning sedan 2013.

Årstaviken är också belägen i centrala Stockholm och har enligt VISS *ej god* kemisk status och är liksom Ulvsundasjön och Riddarfjärden starkt påverkad av dagvatten från stadsbebyggelse, industri och väg- och järnvägsnät. Metallhalterna är förhöjda för samtliga analyserade metaller vilket kan komma sig av dagvatteninflöde från bland annat tidigare industriområden och vägar på Årstavikens södra sida, men även från befintliga industriområden med pågående verksamhet som släpper vatten till Årstaviken belägna både i Västberga och Årsta. Samtliga sammanställda PAH:er förekommer i kraftigt förhöjda halter. PCB-halten är hög och TBT-halten i Årstaviken (tillsammans med Brunnsviken) är den högsta i studien vilket möjligen kan härledas till att båttrafiken i området är tät och att det finns

ett flertal båtklubbar i området. Tidstrendsanalysen och djupprofilanalysen indikerar en minskning av PBDE-halten. De enda ämnen som inte har förhöjda halter i vattenförekomstens sediment är klorparaffiner och även PFOS. Det ska dock noteras att PFOS överskrider gränsvärdena för vatten och biota.

Nockebysundet ligger mellan Bromma och Kärsön som förbinds med Nockebybron. Närområdet utgörs av en blandning av skogsmark och bebyggelse och avrinning sker bland annat från Ekerövägen. Metallhalterna visar på en tydlig avvikelse från bakgrundshalter och medelvärdet för koppar och kadmium överstiger gränsvärden. Antracen-halten ligger långt över gränsvärdet och PAH-11 förekommer i en förhöjd halt medan fluoranten-halten understiger gränsvärdet. PAH:er kan troligen härledas till påverkan från dagvatten, eller av en punktkälla i form av utsläpp från Bromma reningsverk där det tidigare i det direkta närområdet observerats mycket höga halter av både PAH och PCB (WSP 2014). PCB-halterna är höga (studien var en riktad undersökning mot PCB) liksom TBT-halterna, som troligen kan kopplas till stor del från båttrafiken i området. För Nockebysundet finns ingen information i VISS eftersom sundet inte är definierat som en vattenförekomst (ingår i vattenförekomsten Mälaren-Fiskarfjärden).

Sammanställning trend utifrån djupprofil, vattenförekomster i Mälaren

Nedan följer en sammanställning av föroreningshalternas utveckling i vattenförekomsternas mittpunkter för de övre ca 20 cm av sedimentet. Sammanställningen utgår från de djupprofiler som sammanställts och indikerar utvecklingen av föroreningshalterna i mittpunkterna för vattenförekomsterna. Som jämförelse har även resultaten från en separat studie utförd i Mälaren 2015 (WSP 2018) inkluderats där föroreningshalter i djupare sediment på ackumulationsbottnar undersöktes i fyra vattenförekomster: Ekoln, Galten, Görvälén och Granfjärden.

Trendanalysen visar på en positiv minskning av alla metaller, men även de flesta organiska ämnen i samtliga fyra vattenförekomster för vilka sammanställningen av data gjorts. Detta stämmer även generellt väl överens med resultaten från referensundersökningen (WSP 2018), men med skillnaden att den avtagande trenden av några ämnen (kadmium, koppar, PCB) inte var lika entydig i jämförelseundersökningen (avsaknad av tydlig trend). I jämförelsestudien syns däremot en minskning av TBT i samtliga fyra lokaler, vilket inte observeras annat än för Ulvsundasjön i denna sammanställning.

Det bör också noteras att Nockebysundet märker ut sig då ingen tydlig trend av minskning av organiska ämnen syns i de övre 20 cm av sedimentet (gäller antracen, fluoranten, PAH-11 och metallorganiska föreningar (TBT)). Det ska dock åter noteras att sedimentkärnan som analyserade i Nockebysundet var den med högst halt av PCB i ytan eftersom studien gick ut på att spåra källan. Då föroreningshalter av olika ämnen ibland följer en likartad trend, kan man förvänta sig att resultaten från analyserad djupprofil för Nockebysundet också påvisar högre halter av andra ämnen än vad som är representativt i vattenförekomsten. En ökning av halterna vid ytan jämfört med ett sedimentdjup på 5–10 cm noteras både Nockebysundet både avseende summan av PAH (PAH 11), men även för enskilda PAH:er antracen och fluoranten. Det ska också noteras att denna ökning syns både i sammanställda data från djupsediment, men också från jämförelse med tidigare studier (tidstrend). I Mälarförekomsterna observeras också halter av TBT som ligger ca 10 gånger över uppmätta halter för de medelstora och mindre sjöarna som ingått i sammanställningen. Högst historiska halter av TBT observeras i Ulvsundasjön.

Tabell 4. Trend enligt djupprofil vid mittpunkter för sedimentdjup 0–20 cm, sammanställda resultat för vattenförekomster i Mälaren. Sista kolumnen refererar till en jämförelsestudie med en sedimentundersökning utförd 2015 (WSP 2018) som utfördes i fyra Mälarförekomster. Angiven trend i tabell för denna referensstudie baseras sig på sedimentdjupet 0–15 cm. "n" i denna kolumn motsvarar antalet lokaler som ingick undersökningen för de olika analyserade ämnena.

Ämne	Ulvundasjön	Riddarfjärden	Årstaviken	Nockebyundet	Jämförelse med undersökning 2015 i Mälaren (WSP 2018) *
Metaller					
Kadmium	Minskning	Minskning	Minskning	Ingen tydlig trend	Minskning: n = 2 Ingen tydlig trend n = 2
Koppar	Minskning	Minskning	Minskning	Minskning	Ingen tydlig trend: n = 3 Minskning: n = 1
Kvicksilver	Minskning	Minskning	Minskning	Minskning	Minskning: n = 3 Ingen tydlig trend: n = 1
Nickel	Minskning	Minskning	Minskning	Minskning	Minskning: n = 4
Bly	Minskning	Minskning	Minskning	Minskning	Minskning: n = 4
Silver	Minskning	Minskning	Minskning	Minskning	Data saknas
Zink	Ingen tydlig trend	Minskning	Minskning	Minskning	Minskning: n = 3 Ingen tydlig trend: n = 1
Organiska ämnen					
Antracen	Minskning	Minskning	Minskning	Ingen tydlig trend	Minskning: n = 1
Fluoranten	Minskning	Minskning	Minskning	Ingen tydlig trend	Minskning: n = 4
PCB (summa 6 & 7)	Minskning	Minskning	Minskning	Minskning	Ingen tydlig trend: n = 2 Minskning: n = 2
Summa PBDE	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Data saknas	Minskning: n = 1
PFOS	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas
Summa PAH-11	Minskning	Minskning	Minskning	Ingen tydlig trend	Minskning: n = 4
Tributyltenn	Minskning	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Minskning: n = 4
Klorparaffiner	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas

4.2 SAMMANSTÄLLNING MEDELSTORA SJÖAR

Drevviken, Magelungen och Flaten ingår i samma sjösystem och har en likartad föroreningsituation där halterna generellt ligger under gränsvärden men tydligt överstiger bakgrundshalterna. Sjöarna har *ej god* kemisk status enligt VISS. Halterna av nickel (över bakgrundsvärden) är jämförelsevis något högre för de medelstora sjöarna än för övriga vattenförekomster som ingår i sammanställningen. TBT-halten varierar mellan sjöarna (högst i Långsjön), men överstiger gränsvärdet i samtliga vattenförekomster. Långsjön uppvisar överlag något högre halter av vissa ämnen jämfört med de andra tre sjöarna både vad gäller vissa metaller och organiska föroreningar.

Drevviken delas av Stockholm, Huddinge, Tyresö och Haninge kommuner och har enligt VISS *ej god* kemisk status. Föroreningshalterna i sedimentet överstiger gränsvärdet för TBT och visar på en tydlig avvikelse från bakgrundshalterna för samtliga metaller samt antracen och fluoranten. PFOS-halten är över rapporteringsgränsen i sedimentet. Enligt VISS utgörs påverkan från dagvatten framförallt av att trafikintensiteten i tillrinningsområdet är hög. Fram till 2009 leddes orenat dagvatten från Nynäsvägen ner i den nordvästra delen av Drevviken.

Magelungen ligger i samma vattensystem som Drevviken och föroreningsituationen ser likartad ut med halter som överstiger gränsvärdet för TBT och i övrigt visar på en tydlig avvikelse från bakgrundshalterna för samtliga metaller samt antracen och fluoranten. TBT-halten är något högre än i Drevviken. Liksom för Drevviken är PFOS-halten över detektionshalten i sedimentet, trots att denna

förorening framförallt fördelar sig till vattenfasen. Liksom för Drevviken förklaras påverkan från dagvatten framför allt av att trafikintensiteten är hög inom tillrinningsområdet. Magelungen har enligt VISS *ej god* kemisk status.

Flaten ligger norr om Drevviken och ingår i samma sjösystem som Drevviken och Magelungen och har enligt VISS *ej god* kemisk status medan den ekologiska statusen är *hög*. Föroreningssituationen är likartad som i de andra två medelstora sjöarna med halter som överstiger gränsvärdet för TBT och i övrigt visar på en tydlig avvikelse från bakgrundshalterna för metaller samt antracen och fluoranten. PFOS har dock inte detekterats i sedimentet. Sjön ingår i Flatens naturreservat och omgivningarna domineras av skogsmark. Inom tillrinningsområdet finns dock även delar av Tyresövägen samt Skarpnäck och ett större koloniområde.

Långsjön ligger i ett villaområde mellan Stockholm och Huddinge och har enligt VISS *ej god* kemisk status. De flesta metaller understiger gränsvärden undantaget koppar och bly där halterna ligger över gränsvärdena, men en tydlig avvikelse från bakgrundsvärden noteras för samtliga metaller. PCB förekommer i lite högre halter än i övriga medelstora sjöar, antracen-halten överstiger gränsvärdet och även fluoranten samt PAH-11 förekommer i förhöjda halter. De förhöjda halterna av metaller och PAH:er kan möjligen härledas till att vattenförekomsten är påverkad av dagvatten från tillrinningsområdet som utgörs främst av bebyggelse och vägar. TBT-halten ligger ca 10 gånger över gränsvärdet.

Sammanställning trend utifrån djupprofil, medelstora sjöar

Nedan följer en sammanställning av föroreningshalternas utveckling i vattenförekomsternas mittpunkter för de övre ca 20 cm av sedimentet. Sammanställningen utgår från de djupprofiler som sammanställts och indikerar utvecklingen av föroreningshalterna i mittpunkterna för vattenförekomsterna.

Trendanalysen visar på en positiv förbättring av föroreningssituationen i Drevviken och Magelungen avseende både metaller och organiska föroreningar. Nickel är ett undantag då trenden pekar på en ökad halt i båda dessa vattenförekomster. För Flaten och Långsjön ser inte situationen lika bra ut då en förbättring är svår att urskilja för de flesta ämnen. För Flaten observeras en tendens till ökning av flera ämnen (kadmium, nickel, zink, PCB och TBT), även om PAH:er (antracen, fluoranten, summa PAH-11) minskar. Avseende Långsjön är trenderna för sammanställda ämnen generellt otydlig, även om halterna av PCB-11, TBT och fluoranten verkar avta. Dock så noteras högre halter i det översta sedimentlagret (0–2 cm) än i direkt underliggande sediment (5–10 cm) för samtliga sammanställda metaller.

Tabell 5. Trend för djupprofil vid mittpunkter för sedimentdjup 0–20 cm, sammanställda resultat för medelstora sjöar.

Ämne	Drevviken	Magelungen	Flaten	Långsjön
<i>Metaller</i>				
Kadmium	Minskning	Minskning	Ökning	Ingen tydlig trend
Koppar	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend
Kvicksilver	Minskning	Minskning	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend
Nickel	Ökning	Ökning	Ökning	Ingen tydlig trend
Bly	Minskning	Minskning	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend
Silver	Minskning	Minskning	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend
Zink	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ökning	Ingen tydlig trend
<i>Organiska ämnen</i>				
Antracen	Minskning	Minskning	Minskning	Ingen tydlig trend
Fluoranten	Minskning	Minskning	Minskning	Minskning
PCB (summa 6 & 7)	Minskning	Minskning	Ökning	Minskning
Summa PBDE	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas
PFOS	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas
Summa PAH-11	Minskning	Minskning	Minskning	Ingen tydlig trend
TBT	Minskning	Ingen tydlig trend	Ökning	Minskning
Klorparaffiner	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas

4.3 SAMMANSTÄLLNING MINDRE SJÖAR

Föroreningssituationen varierar mellan de fyra mindre sjöarna som ingår i denna studie men samtliga har jämfört med sammanställda vattenförekomster i Mälaren och Brunnsviken lägre halter av organiska föroreningar. Trekanten är den sjö där föroreningshalterna är högst, med både höga metall- och PAH-halter och förhöjd PFOS-halt, vilket troligen beror på att den är lokaliserad i ett mer urbant område med längre historik av industriverksamhet medan de tre övriga sjöarna delvis omges av naturmark. I Räcksta träsk och Judarn är föroreningssituationen likartad med metallhalter som generellt överskrider de regionala bakgrundshalterna men ligger under gränsvärden. Halter av koppar i Räcksta träsk och kadmium (mittpunktsvärde) samt bly i Judarn, överstiger dock gränsvärden. Antracen-halten ligger över gränsvärdet i båda sjöarna. Räcksta träsk har också en något förhöjd halt av klorparaffiner och TBT-halten ligger över gränsvärdet, medan halterna för dessa ämnen är lägre i Judarn. Kyrksjön är den minst förorenade av de fyra sjöarna med jämförelsevis lägre halter av samtliga analyserade ämnen. PBDE (summa) och PFOS har inte detekterats i Judarn eller Kyrksjön.

Räcksta träsk ingår i Grimsta naturreservat och tillrinningen sker bland annat genom Kyrksjöns utlopp. Dagvattenpåverkan på Räcksta träsk är stor då dagvatten leds dit från stora delar av Västerort där bl.a. Vinsta industriområde ingår. Metallhalterna i sedimentet visar en tydlig avvikelse från bakgrundshalter även om halterna understiger gränsvärden (förutom för koppar som överskrider med god marginal i mittpunkten). Avseende organiska ämnena förekommer antracen och TBT med halter över gränsvärden. Jämfört med de andra undersökta sjöarna så har vattenförekomsten också en förhöjd halt av klorparaffiner, som är kända för att spridas långväga via vatten och luft. Räcksta träsk har enligt VISS *ej god* kemisk status.

Judarn ligger i Judarnskogens naturreservat i Bromma och har enligt VISS *ej god* kemisk status. Tillrinningsområdet domineras av naturmark men vattenförekomsten är också påverkad av avrinning

från bland annat Bergslagsvägen och bräddning av spillvatten. Metallhalter överskrider generellt de regionala bakgrundshalterna men ligger under gränsvärden. Halter av bly i Judarn överstiger dock gränsvärden både avseende mittpunkt och medelvärden och kadmium överstiger gränsvärdet i mittpunkten. Organiska föroreningar förekommer i halter under gränsvärden med undantag av antracen vars halt ligger över gränsvärdet. Även TBT-halten ligger under gränsvärdet (både avseende medelvärde och i mittpunkt).

Kyrksjön är en liten grund sjö som ligger i Kyrksjölötens naturreservat och har enligt VISS *ej god* kemisk status. Tillrinningsområdet domineras av naturmark med några koloniområden, villor och begränsad avrinning från Spångavägen. Metallhalterna och halterna av organiska ämnen är relativt låga (under gränsvärden) för samtliga analyserade ämnen, även om regionala bakgrundsvärden överskrids för de flesta metaller, men även för antracen och fluoranten. PFOS har inte detekterats i undersökningar som ligger till grund för denna sammanställning, men det ska återigen noteras att PFOS till skillnad från övriga ämnesgrupper fördelar sig till större del till vattenfasen.

Trekanten ligger i sydvästra Stockholm och omges nu främst av parkmark, men sjön har en lång historik av industriverksamhet. Vattenförekomsten har enligt VISS *ej god* kemisk status. Inom tillrinningsområdet finns tät stadsbyggnad, vägar och järnvägsnät, bland annat Liljeholmens centrum och trafiklederna Södertäljevägen och Essingeleden. Metallhalterna i sedimentet är generellt höga och blyhalten är högre än i samtliga andra småsjöar som ingår i denna sammanställning. Antracen-halten ligger över gränsvärdet och PAH-11 förekommer i förhöjda halter medan fluoranten-halten ligger under gränsvärdet (men över regionala bakgrundshalter). TBT förekommer i halter ca 10 gånger över gränsvärdet både i mittpunkt och avseende medelvärden. Halterna av PCB är på en jämförbar nivå med övriga små- och medelstora sjöar medan PFOS-halten är tydligt avvikande.

Sammanställning trend utifrån djupprofil, mindre sjöar

Nedan följer en sammanställning av föroreningshalternas utveckling i vattenförekomsternas mittpunkter för de övre ca 20 cm av sedimentet. Sammanställningen utgår från de djupprofiler som sammanställts och indikerar utvecklingen av föroreningshalterna i mittpunkterna för vattenförekomsterna.

Sammanställningen av djupsediment från mittpunkten av de mindre sjöarna indikerar en förbättring i föroreningssituationen för framförallt sjön Trekanten där historiska halter varit höga och en avtagande trend noteras för koppar, bly, antracen PCB och TBT. Kvicksilver är ett undantag då resultat från det översta sedimentlagret indikerar en högre halt än direkt underliggande sediment, men det kan handla om ett avvikande värde från det översta sedimentet. Även för Råcksta träsk har föroreningssituationen förbättrats och en avtagande trend noteras både för metaller och organiska ämnen.

Judarn utmärker ut sig med en ökning av PAH-11, antracen och fluoranten i recenta sediment, även om halter i det översta analyserade sedimentskiktet fortfarande är lägre än på sedimentdjupet 20 cm (vilket gör att trenden inte noterats som tydlig i tabell 5 nedan). Denna ökning syns både i sammanställt data från djupsediment, men också i referensstudierna med värden från 2013 (tidstrendanalysen). Det finns dock en noterbar ökning av zink från djupare sediment som på liknande sätt noteras i Kyrksjön. För Kyrksjön noteras också en ökning av både bly och PCB, men även med denna ökning så är halterna i denna sjö lägre än i övriga analyserade vattenförekomster. Dock så överskrids ändå bakgrundshalter för både bly och zink.

Tabell 6. Trend för djupprofil vid mittpunkter för sedimentdjup 0–20 cm, sammanställda resultat för mindre sjöar.

Ämne	Räcksta träsk	Judarn	Kyrksjön	Trekanten
Metaller				
Kadmium	Minskning	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend
Koppar	Minskning	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Minskning
Kvicksilver	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ökning
Nickel	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend
Bly	Minskning	Ingen tydlig trend	Ökning	Minskning
Silver	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend
Zink	Ingen tydlig trend	Ökning	Ökning	Ingen tydlig trend
Organiska ämnen				
Antracen	Minskning	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Minskning
Fluoranten	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Minskning
PCB (summa 6 & 7)	Minskning	Ingen tydlig trend	Ökning	Minskning
Summa PBDE	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Minskning
PFOS	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas
Summa PAH-11	Data saknas	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Minskning
TBT	Minskning	Ingen tydlig trend	Ingen tydlig trend	Minskning
Klorparaffiner	Data saknas	Data saknas	Data saknas	Data saknas

4.4 SAMANSTÄLLNING KUSTVATTEN

Brunnsviken är en havsvik med förbindelse med Lilla Värtan som ligger delvis i Stockholm och delvis i Solna och har enligt VISS *ej god* kemisk status. Föroreningshalterna är generellt höga för både metaller och organiska föroreningar och TBT-halten är mycket hög, vilket gör att föroreningssituationen i stort liknar den för sammanställda Mälarförekomster. Tillrinningsområdet utgörs delvis av parkmiljö (Hagaparken) och i övrigt tät bebyggelse och hårt trafikerade vägar. Metallhalterna är generellt höga och för både kadmium och silver är halterna de högsta inom denna studie. Silverhalterna är mycket höga. Antracen-halten ligger över gränsvärdet och halten för PAH-11 är förhöjd medan fluoranten-halten ligger under gränsvärdet. Sammantaget indikerar detta en stor påverkan av dagvatten från omkringliggande områden. PCB-halten är relativt hög medan PBDE-halten är låg och PFOS har inte detekterats.

Sammanställning trend utifrån djupprofil, Brunnsviken

Nedan följer en sammanställning av föroreningshalternas utveckling i Brunnsvikens mittpunkt för de övre ca 20 cm av sedimentet. Sammanställningen utgår från den djupprofil som analyserats och indikerar trenden av föroreningshalterna i mittpunkten. Inga analysdata data fanns tillgänglig för organiska föroreningar i djupare sediment för Brunnsviken, varför sammanställningen begränsas till metaller.

En avtagande trend observeras för de flesta metaller (kadmium, koppar, kvicksilver, nickel och zink). Brunnsviken utmärker sig dock som den enda förekomsten med ökande halt av silver och detta är en trend som syns både i analys av djupdata (Figur 44) och i jämförelsen med tidigare studier (Figur 38).

Ökningen begränsas i detta fall till det senaste mätvärdet och det ska noteras att flera toppar och dalar av silverhalterna har noterats för Brunnsviken från djupare sedimentlager.

Tabell 7. Trend för djupprofil vid mittpunkt för sedimentdjup 0–20 cm, sammanställda resultat för kustvattenförekomsten Brunnsviken.

Trend enligt djupprofil vid mittpunkt för 0–20 cm sedimentdjup	
Ämne	Brunnsviken
<i>Metaller</i>	
Kadmium	Minskning
Koppar	Minskning
Kvicksilver	Ingen tydlig trend
Nickel	Minskning
Bly	Minskning
Silver	Ingen tydlig trend
Zink	Minskning
<i>Organiska ämnen: data saknas</i>	

5 SLUTSATSER

Ytsediment

I denna rapport redovisas sammanställda resultat avseende *mittpunktsvärden* och *medelvärden* för sammanställda vattenförekomster. Underskridande av gränsvärden för kemisk status som medelvärde eller vid den definierade mittpunkten innebär inte per automatik att vattenförekomsten i fråga har god kemisk status avseende analyserade föroreningar i sediment (se vidare diskussion i kapitel 2.3.1).

- I sammanställda Mälarförekomster (Ulvsundasjön, Riddarfjärden, Årstaviken och Nockebysundet) förekommer flera ämnen i halter som överskrider gränsvärden för ytsedimentet. Detta gäller både metaller, organiska föroreningar och metallorganiska föroreningar och gör Mälarförekomsterna till de mer förorenade vattenförekomster som ingår i den här sammanställningen.
- Även föroreningshalterna i kustviken Brunnsvikens ytsediment är höga både avseende metaller och organiska föroreningar, vilket gör att föroreningssituationen i stort liknar den för Mälarförekomsterna.
- De medelstora sjöarna som ingår i samma sjösystem (Drevviken, Magelungen och Flaten) har en likartad föroreningssituation med lägre halter av metaller och organiska föroreningar i jämförelse med Mälarförekomster och Brunnsviken. Dock så noteras även för dessa sjöar en tydlig avvikelse från regionala bakgrundshalter för både metaller och organiska föroreningar. Långsjön uppvisar generellt något högre halter av vissa ämnen jämfört med de andra tre sjöarna då både vissa metaller och organiska föroreningar överstiger gällande gränsvärden. TBT-halten varierar mellan sjöarna (högst i Långsjön) men överstiger gränsvärdet i samtliga vattenförekomster.
- Föroreningssituationen är varierande för de fyra mindre sjöarna som ingår i denna studie (Trekanten, Judarn, Kyrksjön och Räcksta träsk). Trekanten utmärker sig med avsevärt högre föroreningshalter, både avseende metall och organiska föroreningar, vilket troligen beror på dess mer urbana läge jämfört med övriga. I Räcksta träsk och Judarn är föroreningssituationen likartad med relativt låga metallhalter, som ligger under gränsvärdena för de flesta ämnen och relativt låga halter av organiska föroreningar, även om det noteras kraftigt förhöjda halter av PBDE och klorparaffiner i Räcksta träsk.

Djupare sediment och trend

- Utifrån sammanställningen av djupare sedimentlager (övre 20 cm) för de fyra Mälarförekomsternas mittpunkter noteras en avtagande trend av alla metaller, men även de flesta organiska ämnen. I Nockebysundet noteras de högsta historiska halterna relaterat till samtliga vattenförekomster som ingått i sammanställningen. Studien i Nockebysundet avsåg dock inte att undersöka vattenförekomstens status utan att se spridningen av PCB och provpunkterna är därmed inte representativa för vattenförekomsten.
- För de medelstora sjöarna indikerar trendanalysen en förbättring av föroreningssituationen i Drevviken och Magelungen avseende både metaller och organiska föroreningar (sedimentdjup 0–20 cm). För Flaten och Långsjön ser inte situationen lika bra ut då en förbättring är svår att urskilja för de flesta ämnen och i Flaten ses även en ökning av både kadmium, nickel, PCB och TBT.
- För de mindre sjöarna är det svårt att se en gemensam trend. En förbättring av föroreningssituationen observeras för framförallt sjön Trekanten med en avtagande trend för koppar, bly, antracen PCB och TBT. Judarn utmärker ut sig med en ökning av PAH:er i recenta sediment och i Kyrksjön noteras en ökning av bly och PCB. Kyrksjön är dock den

minst förorenade av de fyra mindre sjöarna med lägre halter (både historiska och nutida) av samtliga analyserade ämnen.

- I Brunnsviken noteras en avtagande trend för de flesta metaller (kadmium, koppar, kvicksilver och nickel), även om silverhalten varierar och var högre i det översta sedimentskiktet än i det närmast underliggande analyserade sedimentet. Organiska ämnen har inte ingått i sammanställningen av djupare sediment för Brunnsviken.

6 REFERENSER

Borg, H. and Jonsson, P., 1996. Large-scale Metal Distribution in Baltic Sea Sediments. Marine Pollution Bulletin 32:8–21.

HVMFS 2013:19, 2015:4 samt 2019:25 Hav och Vattenmyndigheten, 2013, 2015 samt 2019. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten.

JP Sedimentkonsult, Rapport 2015:2 Provtagning av sediment i Riddarfjärden. Utredning på uppdrag av Stockholms miljöförvaltning, Stockholm Stad.

JP Sedimentkonsult, Rapport 2018:5. Slutrapport - Regionala bakgrundshalter Stockholm 2018 - inkl. resultatbilaga. Utredning på uppdrag av Stockholms miljöförvaltning, Stockholm Stad.

SGU 2017. Klassning av halter av organiska föreningar i sediment. SGU rapport 2017:12

Länsstyrelsen Stockholm, Rapport 2011:19. Metaller och miljögifter i sediment – inom Stockholms stad och Stockholms län 2007

Länsstyrelsen Stockholm, Rapport 2015:3. Miljögifter i sediment i Stockholms skärgård och östra Mälaren 2013

WSP 2014. Markkabelförläggning och vattenverksamhet Beckomberga-Bredäng- Sedimentundersökning för sjökabelförläggning i Mälaren. MKB bilaga 2a, Ellevio Tillståndsansökan sjökabelförläggning Ny 400 kV, Ängbybadet – Sättravik, Mål M921-17.

WSP 2018. Metaller och organiska föreningar i sediment från Mälaren. Utredning på uppdrag av Mälarens vattenvårdsförbund.

<http://extra.lansstyrelsen.se/lifeiprichwaters/sv/publikationer/Pages/Metaller-och-organiska-foreningar-i-sediment-fran-malaren.aspx>

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com



Bilaga 1 – Medelvärden

Vattenförekomst		Drevviken	Flaten	Judarn	Kyrksjön	Trekanten	Långsjön	Magelungen	Riddarfjärden	Årstaviken	Räcksta Träsk	Ulvsundasjön	Brunnsviken	Nockebyundet	Bakgrundshalter***	HVMFS 2019:25 God kemisk status****
																Gränsvärde*****
Kadmium, Cd	mg/kg TS	1,1	1,3	2,21	0,7	3,5	1,8	1,3	1,3	4,4	1,3	3,3	6,5	2,6	0,37	2,3
Koppar, Cu *,**	mg/kg TS	12	0,5	0	0	116	55	18	122	257	106	208	83	161	35	36 (52)
Kvicksilver, Hg	mg/kg TS	0,22	0,19	0,30	0,073	2,79	0,60	0,25	1,01	3,04	0,17	1,85	1,56	0,72	0,05	-
Nickel, Ni	mg/kg TS	60	40	46	26	47	59	57	45	50	38	43	47	43	39	-
Bly, Pb	mg/kg TS	68	60	211	52	357	137	71	142	232	108	164	204	90	20	120
Silver, Ag	mg/kg TS	0,31	0,23	0,94	0,34	8,1	0,77	0,44	2,2	5,6	1,9	8,0	19,1	7,3	0,09	-
Zink, Zn	mg/kg TS	442	713	372	211	1592	689	438	429	1410	857	823	868	394	121	-
Antracen *	mg/kg TS	0,022	0,018	0,048	0,010	0,096	0,043	0,013	0,40	0,23	0,033	0,27	0,10	0,14	0,003	0,024
Fluoranten *	mg/kg TS	0,094	0,13	0,29	0,061	0,49	0,25	0,060	2,2	1,3	0,31	1,1	0,55	0,76	0,007	2
PAH, summa 11	mg/kg TS	1,2	1,7	7,2	1,5	10,7	6,3	1,2	12,7	11,6	4,4	9,9	7,8	6,5	-	-
PCB, summa 6	mg/kg TS	0,020	0,023	0,049	0,013	0,072	0,084	0,018	0,070	0,85	0,037	0,24	0,17	0,19	-	-
PCB, summa 7	mg/kg TS	0,022	0,026	0,098	0,015	0,077	0,090	0,020	0,078	0,95	0,043	0,28	0,20	0,23	-	-
PBDE 209	µg/kg TS	9,3	<5	-	<2,25	10	3,2	7,2	20	15	68	66	<5	-	-	-
PBDE, sum 28,47,99,100,153,154	µg/kg TS	0,25	0,27	-	-	1,2	0,17	0,20	0,85	0,68	2	3,8	-	-	-	-
Monobutyltenn	µg/kg TS	37	47	65	22	75	54	46	75	311	3,3	269	63	92	-	-
Dibutyltenn	µg/kg TS	92	47	38	15	104	80	61	116	611	24,7	1113	691	279	-	-
Tributyltenn (TBT) *	µg/kg TS	7,1	4,4	0,80	0,44	16,1	14,9	2,6	154	338	1,8	220	347	119	-	1,6
PFOS perfluoroktansulfonsyra	mg/kg TS	0,0034	<0,010	<0,0010	<0,0010	0,0022	<0,0010	0,0026	0,0020	<0,0010	-	0,0021	<0,003	-	-	-
Klorparaffiner C10-C13 (SCCP)	mg/kg TS	<0,05	<0,1	<0,1	<0,1	<0,25	<0,2	0,19	<0,05	<0,01	0,18	0,053	-	-	-	-

* TOC-korrigerade halter (koppar, fluoranten, antracen och TBT). För Brunnsviken saknas TOC-värden för provpunkterna B012 och B014 och resultat för dessa provpunkter har därmed ej använts vid beräkning av medelvärde.

** Kopparhalter är korrigerade för regionala bakgrundsvärden (bakgrundsvärde subtraherat från TOC-korrigerat värde) för jämförelse med gränsvärden (HVMFS2019:25).

*** Regionala bakgrundshalter enligt JP Sediment, 2018. Kursiv understruken text indikerar överstigen bakgrundshalt. Jämförelse görs inte för koppar då detta ämne är korrigerat för bakgrundshalt enligt fotnot 2. '-' indikerar att ingen bakgrundshalt tagits fram för ämnet.

**** Blå celler indikerar överstiget gränsvärde (HVMFS 2019:25), '-' indikerar att gränsvärde inte finns för ämnet i HVMFS 2019:25.

***** Värde i parentes representerar gränsvärde för kustvattenförekomster (gäller Brunnsviken för sammanställda vattenförekomster), övriga motsvarar insjövatten. Koppar klassas under ekologisk status (ej kemisk status) som ett SFÄ (Särskilt Förorenade Ämnen).

Bilaga 2 – Värden i vattenförekomstens mittpunkt

Vattenförekomst Provpunkt		Drevviken	Flaten	Judarn	Kyrksjön	Trekanten	Långsjön	Magelungen	Riddarfjärden	Årstaviken	Räcksta träsk	Ulvsundasjön	Brunnsviken	Nockebyundet	Bakgrundshalter***	HVMFS 2019:25 God kemisk status****
		D3	Fla 1	J1	K1	T1	L3	M4	L3	Å9	R1	U11	B005	NO10		Gränsvärde*****
Kadmium, Cd	mg/kg TS	<u>0,84</u>	<u>1,6</u>	<u>2,4</u>	<u>0,65</u>	<u>2,9</u>	<u>1,5</u>	<u>0,74</u>	<u>1,3</u>	<u>3,5</u>	<u>1,3</u>	<u>2,25</u>	<u>4,6</u>	<u>1,0</u>	<u>0,37</u>	2,3
Koppar, Cu*, **	mg/kg TS	28	2,0	0	0	106	52	9	122	188	138	176	58	73	<u>35</u>	36 (52)
Kvicksilver, Hg	mg/kg TS	<u>0,19</u>	<u>0,20</u>	<u>0,30</u>	<u>0,13</u>	<u>2,9</u>	<u>0,49</u>	<u>0,20</u>	<u>1,1</u>	<u>2,7</u>	<u>0,16</u>	<u>1,0</u>	<u>2,8</u>	<u>0,30</u>	<u>0,05</u>	-
Nickel, Ni	mg/kg TS	<u>61</u>	<u>48</u>	<u>45</u>	34	<u>46</u>	<u>58</u>	<u>53</u>	<u>48</u>	<u>50</u>	38,6	<u>46</u>	<u>46</u>	<u>44</u>	<u>39</u>	-
Bly, Pb	mg/kg TS	<u>70</u>	<u>73</u>	<u>227</u>	<u>56</u>	<u>324</u>	<u>124</u>	<u>59</u>	<u>170</u>	<u>225</u>	<u>107</u>	<u>136</u>	<u>206</u>	<u>67</u>	<u>20</u>	120
Silver, Ag	mg/kg TS	<u>0,30</u>	<u>0,29</u>	<u>0,99</u>	<u>0,33</u>	<u>7,54</u>	<u>0,62</u>	<u>0,37</u>	<u>2,9</u>	<u>5,3</u>	<u>2,1</u>	<u>5,0</u>	<u>15,3</u>	<u>2,8</u>	<u>0,09</u>	-
Zink, Zn	mg/kg TS	<u>430</u>	<u>878</u>	<u>366</u>	<u>225</u>	<u>1430</u>	<u>590</u>	<u>317</u>	<u>485</u>	<u>1030</u>	<u>859</u>	<u>683</u>	<u>755</u>	<u>312</u>	<u>121</u>	-
Antracen *	mg/kg TS	<u>0,017</u>	<u>0,020</u>	<u>0,050</u>	<u>0,010</u>	<u>0,067</u>	<u>0,035</u>	<u>0,014</u>	<u>0,45</u>	<u>0,13</u>	<u>0,037</u>	<u>0,13</u>	<u>0,083</u>	<u>0,050</u>	<u>0,003</u>	0,024
Fluoranten *	mg/kg TS	<u>0,071</u>	<u>0,18</u>	<u>0,27</u>	<u>0,065</u>	<u>0,33</u>	<u>0,18</u>	<u>0,082</u>	<u>3,5</u>	<u>0,58</u>	<u>0,37</u>	<u>0,45</u>	<u>0,42</u>	<u>0,20</u>	<u>0,007</u>	2
PAH, summa 11	mg/kg TS	0,86	2,6	6,7	1,6	7,6	5,1	1,7	26	7,1	5,3	4,3	6,9	1,7	-	-
PCB, summa 6	mg/kg TS	0,018	0,023	0,046	0,016	0,050	0,045	0,017	0,12	0,24	0,041	0,21	0,12	0,047	-	-
PCB, summa 7	mg/kg TS	0,020	0,026	0,092	0,02	0,050	0,051	0,017	0,13	0,26	0,047	0,25	0,14	0,055	-	-
PBDE 209	µg/kg TS	<5	<5	<2,5	<2,5	9,3	4,0	4,5	16	13	59	29	<5,0	-	-	-
PBDE, sum 28,47,99,100,153,154	µg/kg TS	0,14	0,27	<1,3	<1,3	0,56	0,17	0,12	0,85	1,41	1,1	3,05	<0,5	-	-	-
Monobutyltenn (MBT)	µg/kg TS	39	61	58	40	91	54	63	123	653	2,5	344	<7	87,4	-	-
Dibutyltenn (DBT)	µg/kg TS	73	53	29	43	117	74	44	192	1150	31,8	1140	15,5	142	-	-
Tributyltenn (TBT) *	µg/kg TS	<u>10</u>	<u>5,2</u>	1,02	0,42	<u>19</u>	<u>11</u>	<u>5,3</u>	<u>300</u>	<u>558</u>	<u>2,1</u>	<u>242</u>	<u>270</u>	<u>39</u>	-	1,6
PFOS perfluoroktansulfonsyra	mg/kg TS	0,0040	<0,010	<0,0010	<0,0010	0,0022	<0,0010	0,0022	<0,0020	-	-	0,0015	<0,0030	-	-	-
Klorparaffiner C10-C13 (SCCP)	mg/kg TS	-	<0,10	<0,10	<0,10	<0,25	<0,20	<0,10	<0,050	<0,010	<0,10	0,053	-	-	-	-

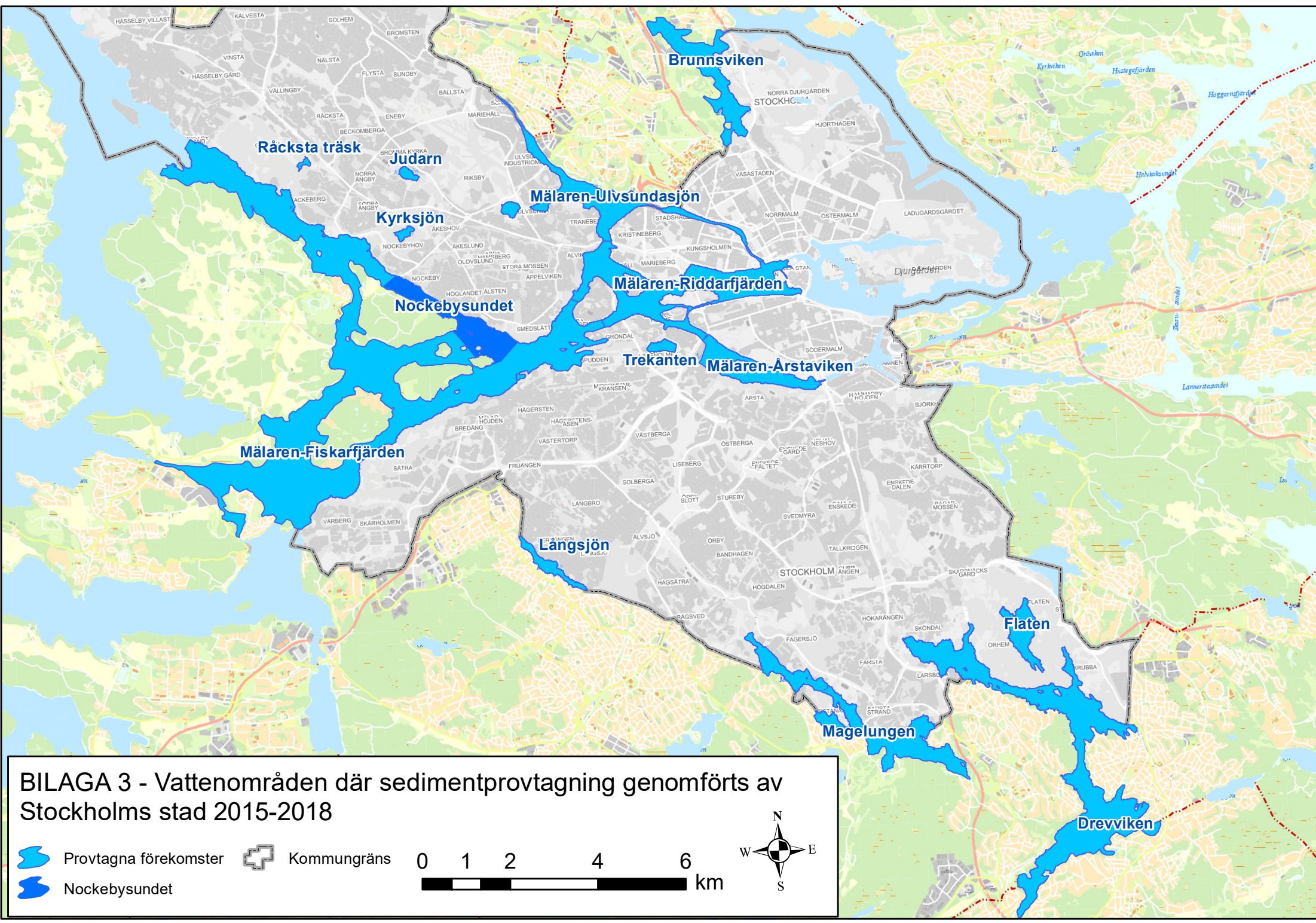
* TOC-korrigerade halter (koppar, fluoranten, antracen och TBT).

** Kopparhalter är korrigerade för regionala bakgrundsvärden (bakgrundsvärde subtraherat från TOC-korrigerat värde) för jämförelse med gränsvärden (HVMFS2019:25).

*** Regionala bakgrundshalter enligt JP Sediment, 2018. Kursiv understruken text indikerar överstigen bakgrundshalt. Jämförelse görs inte för koppar då detta ämne är korrigerat för bakgrundshalt enligt fotnot 2. '-' indikerar att ingen bakgrundshalt tagits fram för ämnet.

**** Blå celler indikerar överstiget gränsvärde (HVMFS 2019:25), '-' indikerar att gränsvärde inte finns för ämnet i HVMFS 2019:25.

***** Koppar klassas under ekologisk status (ej kemisk status) som ett SFÄ (Särskilt Förorenade Ämnen). För Brunnsviken, som är en havsförekomst gäller gränsvärde inom parentes "()".



Räcksta träsk

Judarn

Brunnsviken

Kyrksjön

Mälaren-Ulvsundasjön

Mälaren-Riddarfjärden

Nockebysundet

Trekanten

Mälaren-Arstaviken

Mälaren-Fiskarfjärden

Långsjön

Flaten

Magelungen

Drevviken