

## Oxundaåns avrinningsområde 2023

Provtagning av sediment i 12 sjöar i Järfälla, Sigtuna, Sollentuna, Täby och Upplands Väsby kommuner.



Akkred. nr 1959  
Provning  
ISO/IEC 17025



#### OM RAPPORTEN:

**Titel:** Oxundaåns avrinningsområde 2023

**Version/datum:** 2024-03-28

**Rapporten bör citeras enligt följande:** Olsson, T. (2024). Oxundaåns avrinningsområde 2023. Calluna AB

**Foton i rapporten:** © Calluna AB där inget annat anges

**Omslag:** bilden föreställer markerat håll efter provtagningen i Norrviken (vänster), sedimentburk från Fysingen samt vy från Översjön.

#### OM UPPDRAGET:

**På uppdrag av:** Oxundaåns vattensamverkan

**Uppdragsgivarens kontaktperson:** Towe Holmborn, Strategiska gruppen, Sollentuna kommun,  
towe.holmborn@sollentuna.se

**Utfört av:** Calluna AB (organisationsnummer: 556575-0675)  
Adress huvudkontor: Linköpings slott, 582 28 Linköping  
Hemsida: [www.calluna.se](http://www.calluna.se)  
Telefon (växel): +46 13-12 25 75

**Projektledare:** Sofia Kling (Calluna AB)

**Rapportförfattare:** Therese Olsson (Calluna AB)

**Provtagare:** Björn Borgiel, Ruben Wiener (Calluna AB)

**Kartproduktion:** Johannes Edwartz (Calluna AB)

**Kvalitetssäkring:** Malin Anderson Olbers (Calluna AB)

**Mall versionsdatum:** 2022-12-12

**Callunas interna projektkod:** SKG0018

## Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>4</b>
1.1	Bakgrund.....	4
1.2	Uppdraget.....	4
1.3	Områdesbeskrivning.....	4
<b>2</b>	<b>Metod och genomförande</b>	<b>6</b>
2.1	Provtagning och analys .....	6
2.2	Databearbetning och statusklassning.....	6
<b>3</b>	<b>Analysresultat och status</b>	<b>8</b>
3.1	Resultat från sedimentanalyser samt bedömning.....	8
<b>4</b>	<b>Sammanställning av statusklassning och tillstånd 2023</b>	<b>15</b>
4.1	Ekologisk och kemisk status för miljögifter .....	15
<b>5</b>	<b>Slutsatser</b>	<b>16</b>
<b>6</b>	<b>Referenser</b>	<b>16</b>
	<b>Bilaga 1 – Analysresultat</b>	<b>18</b>

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Oxunda Vattensamverkan är ett kommunöverskridande samarbete mellan Järfälla, Sigtuna, Solentuna, Täby och Upplands Väsby kommuner. Samarbetets syfte är att koordinera ett vattenvårdsarbete med målet att uppnå god vattenkvalitet i vattenförekomsterna i Oxundaåns avrinningsområde. En förutsättning för vattensamverkan och för att kunna följa upp och utvärdera arbetet är att fortlöpande miljöövervakning bedrivs genom ett miljökontrollprogram. Miljökontrollprogrammet innefattar ett flertal undersökningar såsom fysikalisk-kemiska parametrar i vatten, växtplankton, miljögiftsanalyser i vatten och sediment samt provfiske.

I denna rapport redovisas resultaten från sedimentundersökningen som utfördes i tolv sjöar inom Oxundaåns avrinningsområde under mars 2023 som en del av miljökontrollprogrammet.

## 1.2 Uppdraget

På uppdrag av Oxunda Vattensamverkan har Calluna AB provtagit sediment i 12 sjöar i Oxundaåns avrinningsområde (Figur 1). Resultaten har i första hand utvärderats och statusklassats i enlighet med Havs- och vattenmyndighetens bedömningsgrunder (HaV 2019) men även jämförts mot regionala bakgrundshalter för Stockholm, Naturvårdsverkets bedömningsgrunder, bedömningsgrunder från SGU för marina sediment samt mot Norska Miljødirektoratets gränsvärden för sediment.

## 1.3 Områdesbeskrivning

Oxundaån med delgrenar är ett flackt vattendrag som avvattnar ett starkt urbaniserat område på ca 270 km<sup>2</sup>. Markanvändningen domineras av skogsmark (53%), jordbruksmark (23%) och tätort (13%). Avrinningsområdet är relativt rikt på sjöar där Fysingen, Norrviken och Vallentunasjön utgör de största. Andelen våtmark är dock mycket liten, endast 0,7%. Oxundaån är ett naturligt välbuffrat, jonstarkt och näringsrikt vattendrag. Genom avrinningsområdet löper även en större vattenförande isälvsavlagring (Länsstyrelsen 2022).

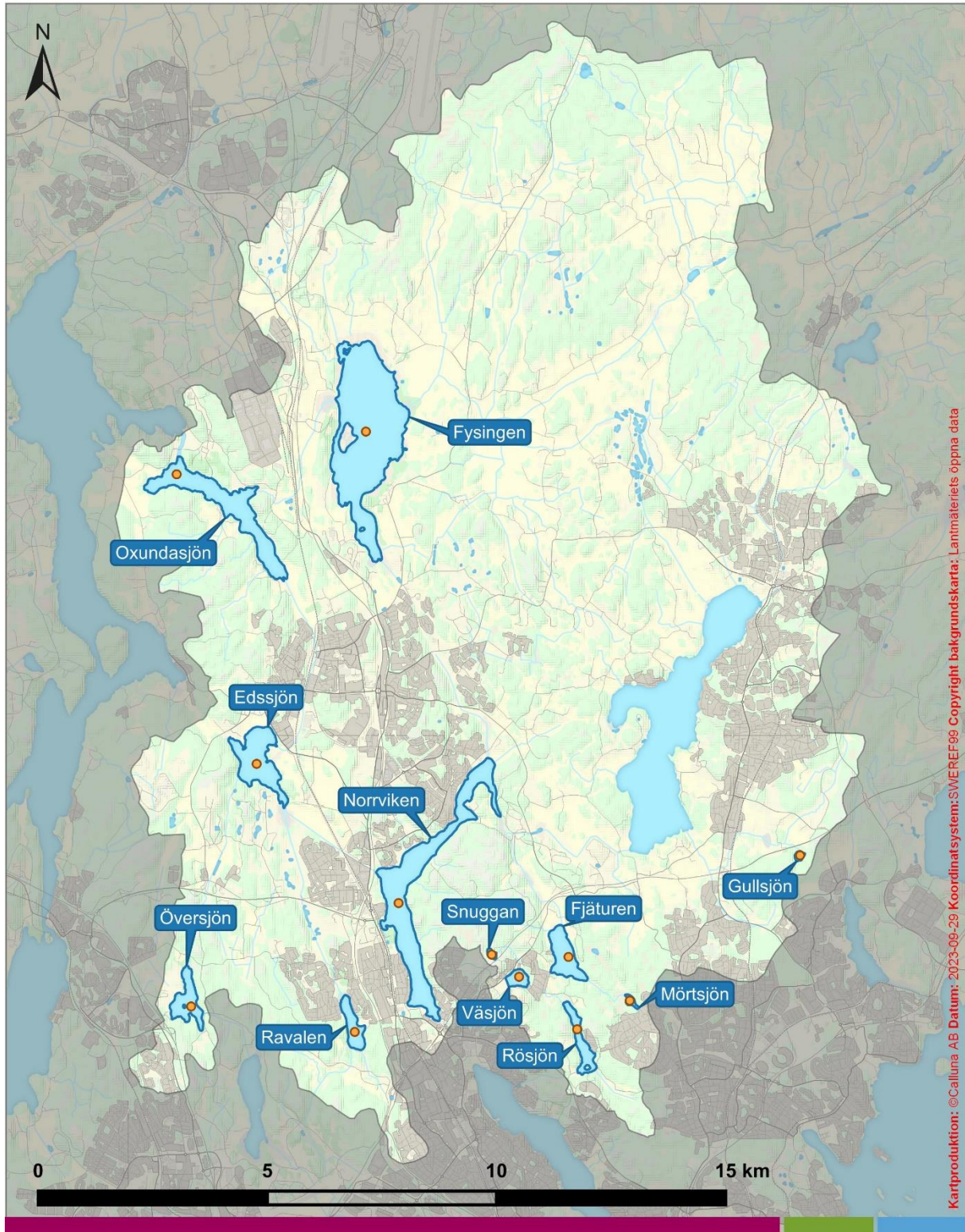


## Översiktskarta, Sedimentprovtagning 2023



Teckenförklaring

- Stationer för sedimentprovtagning



Figur 1. Karta över Oxundaåns avrinningsområde och de 12 sjöar där sedimentundersökning har utförts under 2023.

## 2 Metod och genomförande

### 2.1 Provtagning och analys

I enlighet med kontrollprogrammet undersökte Calluna AB sediment i 12 sjöar (Edssjön, Fjäturen, Fysingen, Gullsjön, Mörtsjön, Norrviken 2, Oxundasjön, Ravalen, Rösjön, Snuggan, Väsjön och Översjön) under mars 2023. Provtagningen gjordes enligt Naturvårdsverkets övervakningsmanual "Metaller och organiska miljögifter i sediment (Sötvatten, Kust och hav), version 1:0, 2022-07-06" samt ISO 5667-12:2017. Provtagningen har utförts inom ramen för den av Swedac ackrediterade verksamheten, där Calluna AB har ackrediteringsnummer 1959. Syftet med sedimentprovtagningen är att undersöka förekomst av tungmetaller samt miljögifter i avrinningsområdet. Fokus är framför allt på långvarig belastning från både punktkällor och mer diffusa källor.

Provtagning av sedimenten utfördes vid sjöarnas djuphålur vid samma provpunkter som vattenproverna tas (Tabell 1). Sedimentprovtagningen utfördes med kajakprovtagare med PVC-rör, vilken kan användas till lösa och medelfasta sediment. Kajakprovtagaren släpps ned i vattnet och när röret har slagit ner i sedimentet bildas ett vakuum. Utrustningen vinschas upp med sedimentprovet kvar i röret. Innan provet tas upp ur vattnet sätts en plugg fast på rörets undersida och röret placeras på ett stativ. Sedimentproppen trycks därefter upp centimeter för centimeter genom röret, vilket möjliggör att prov kan tas ut från olika sedimentdjup. Vid provtagningen togs det ytligaste sedimentskiktet till analys (0–1 cm). Sedimentens karaktär samt förekomst av svaveldoft antecknades i fältprotokoll.

Uttagna sedimentprov samlades upp i provkärl tillhandahållna av det ackrediterade laboratoriet Eurofins Environment Testing Sweden AB (ackrediteringsnummer 1125). Proverna förvarades i kylväskor inför transport till Eurofins, där de analyserades med avseende på metaller, organiska tennföreningar, PAH, kväve, fosfor, svavel, TOC, torrsbstans samt glödförlust. På grund av låg torrsbstanshalt blev rapporteringsgränsvärdet förhöjt för TBT samt PAH i flera av proverna som skickades in.

Tabell 1. Sammanställning över provtagna sjöar och koordinaterna till provpunkterna vid sedimentprovtagningen 2023.

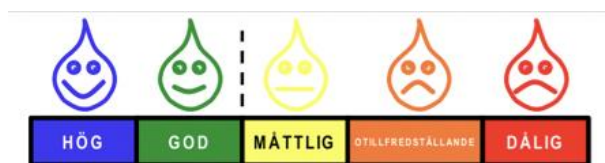
Sjö	Koordinater SWEREF 99 1800	
	N	E
Edssjön	6598486	143029
Fjäturen	6594021	149489
Fysingen	6605642	145699
Gullsjön	6595968	154755
Mörtsjön	6592971	150892
Norrviken 2	6595333	145946
Oxundasjön	6604928	141667
Ravalen	6592531	144939
Rösjön	6592309	149693
Snuggan	6594118	147927
Väsjön	6593642	148412
Översjön	6593329	141364

### 2.2 Databearbetning och statusklassning

Det saknas heltäckande bedömningsgrunder för metaller och organiska miljögifter i sediment. Statusbedömningar för miljögifter i sediment har i första hand utförts enligt bedömningsgrunder i HVMFS 2019:25 (HaV 2019), som innehåller bedömningsgrunder för ekologisk status. Vid



klassificering av ekologisk status används biologiska, fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska parametrar vid bedömning av en vattenförekomst. I Figur 2 presenteras statusklassningen enligt Naturvårdsverket (2007).



Figur 2. Statusklasser (Naturvårdsverket 2007): En femgradig skala (hög-, god-, måttlig-, otillfredsställande- och dålig status) som används för att beskriva ekologisk status för biologiska och fysikalisk-kemiska parametrar och kvalitetsfaktorer. Bedömningsgrunderna är framtagna efter krav från EU:s vattendirektiv att samtliga vattenförekomster (inom olika tidsramar) ska uppnå god status. I figuren anges den färgkodning som ofta används för de olika statusklasserna. Samma färgkodning har använts i denna rapport för att tydliggöra var i skalan en statusklassning befinner sig.

Inom bedömningsgrunderna för ekologisk status ingår särskilt förorenande ämnen (SFÄ), vilket är vissa ämnen som släpps ut i betydande mängd och som kan hindra att den ekologiska statusen uppfylls. För sediment är tungmetallen koppar utpekad som SFÄ. Om ett ämne överskrider gränsvärdet för SFÄ bedöms den ekologiska statusen som måttlig (Hav 2019).

Förutom bedömning av ekologisk status finns i HVMFS 2019:25 även bedömningsgrunder för kemisk ytvattenstatus. Inom kemisk ytvattenstatus finns endast två klasser; god status samt uppnår ej god status. Vid bedömning av kemisk ytvattenstatus undersöks ämnen som är klassificerade som prioriterade ämnen (PRIO-ämnen). Halten av dessa får inte överskrida de gränsvärden som anges i bilaga 6 i HVMFS 2019:25. I sedimenten analyserades PRIO-ämnena tributyltenn (TBT), kadmium och bly samt PAH:erna antracen och fluoranten. Bedömningar har även gjorts mot effektbaserade gränsvärden, så kallade Q-sed, som anges i HaV (2018).

Då det saknas bedömningsgrunder i HVMFS 2019:25 för många av de ämnen som har analyserats i sedimentproverna har även andra bedömningsgrunder använts för att avgöra om halterna är höga eller på liknande nivåer som i andra vattenförekomster. Två bedömningsgrunder har använts för tungmetaller: Naturvårdsverket (1999) för bedömning av metaller i limniska sediment samt Jonsson (2018) som innehåller uppgifter med regionala bakgrundshalter av metaller i sediment i Stockholmsområdet, eftersom de regionala halterna i vissa fall avviker från den nationella klassindelningen. I Naturvårdsverket (1999) är metallhalterna indelade i 5 klasser. Klass 1–3 utgör ungefär 95% av alla mätvärden i underlagsmaterialet, medan klass 4 och 5 visar halter som återfinns i lokalt belastade områden. I båda klassificeringssystemen indikerar de olika klassgränserna om halten i bedömda sediment är låg eller hög i förhållande till referensproverna. Bedömningsgrunderna säger dock inget om huruvida halterna har en negativ effekt på miljön.

Organiska ämnen i sediment (tennorganiska föreningar och PAH) har utöver aktuella bedömningsgrunder i HaV (2019) även jämförts med SGU (2017), som innehåller klassificering av organiska föroreningar i marina sediment baserat på data från prover tagna under perioden 1986–2014. Klassgränserna indikerar om halten i sedimentet är låg eller hög i förhållande till referensproverna, men kan inte användas för att bedöma om halten har en negativ effekt på miljön.

För att kunna få en indikation om halterna i sedimenten kan ha en negativ miljöeffekt har en jämförelse även gjorts mot gränsvärden från Norska Miljødirektoratet (2020). Klassificering av halter av miljögifter i sediment har i denna bedömning gjorts med hänsyn till ökande grad av skador på organismsamhället, där klass 5 motsvarar omfattande toxiska effekter på organismer. Observera att dessa gränsvärden gäller för marina sediment.

För vissa ämnen anges att den uppmätta halten ska normaliseras mot en viss procentuell andel TOC. Detta görs för att hänsyn då delvis tas till biotillgänglighet hos ämnet. Detta är framför allt

viktigt för organiska ämnen men görs även för enstaka metaller. För de ämnen som analyserats i sedimenten i Oxundaåns avrinningsområde ska normalisering göras för koppar (enligt HVMFS 2019:25), TBT (enligt HaV 2018) och för TBT samt PAH (enligt Norska Miljødirektoratet 2020). Koppar och TBT ska normaliseras till 5% TOC enligt de svenska bedömningsgrunderna, medan den norska bedömningsgrunden anger 1% TOC.

### 3 Analysresultat och status

#### 3.1 Resultat från sedimentanalyser samt bedömning

##### 3.1.1. Tungmetaller

Halterna av de analyserade tungmetallerna återges i Tabell 2. För de analyserade tungmetallerna finns endast gränsvärden i HVMFS 2019:25 för koppar (SFÄ), bly och kadmium (PRIO). Samtliga analysresultat från undersökningen återfinns i bilaga 1.

Tabell 2. Resultat för tungmetallerna arsenik, bly, kadmium, koppar, krom, kvicksilver, nickel och zink i sediment från 12 sjöar i Oxundaåns avrinningsområde 2023. Metallhalterna som anges är mg/kg Ts. Koppar är klassificerad som SFÄ och den ekologiska statusen bedöms som måttlig om gränsvärdet i HVMFS 2019:25 överskrids. Innan koppar kan bedömas ska halten normaliseras till 5% organiskt kol och hänsyn ska tas till naturlig bakgrundshalt (35 mg/kg Ts i Stockholmsområdet, halt inom parentes visar att naturlig bakgrundshalt har subtraherats från uppmätt halt). Gul färg indikerar halter som överskrider gränsvärdet för SFÄ. Kadmium och bly bedöms som PRIO-ämnen och halter som överskrider gränsvärdet i HVMF 2019:25 markeras med röd färg.

Sjö	Arsenik	Bly	Kadmium	Koppar	Koppar (5% TOC)	Krom	Kvicksilver	Nickel	Zink
Edssjön	7	33	0,75	63	29	57	0,063	52	230
Fjäturen	7,4	37	0,68	40	18	55	0,068	43	200
Fysingen	16	27	2,3	56	30	54	0,051	270	530
Gullsjön	3,8	19	0,7	45	13	17	0,082	19	170
Mörtsjön	15	67	1,2	100	33	56	0,1	30	700
Norrviken 2	11	44	0,54	100	50 (15)	56	0,086	54	250
Oxundasjön	10	62	5,9	290	148 (113)	130	0,21	110	670
Ravalen	4,3	21	0,29	35	8	19	<0,048	17	110
Rösjön	13	64	0,85	50	23	54	0,11	35	250
Snuggan	6,7	86	1,8	39	6	16	0,22	16	280
Väsjön	6,2	33	0,54	36	9	40	0,054	31	250
Översjön	6,3	76	1,4	55	11	37	0,14	27	260

##### Arsenik

Arsenik saknar bedömningsgrund enligt HVMFS 2019:25. Jämförelse mot halter i limniska sediment (Naturvårdsverket 1999) visar på att halterna i de flesta sjöar var mycket låga till låga, men i Oxundasjön, Norrviken, Rösjön, Mörtsjön och Fysingen bedöms halten som medelhög. Arsenikhalten i Stockholmsområdet är däremot lägre än rikssnittet och avvikelserna i halt bedöms av den anledningen som tydlig i Fysingen, Mörtsjön samt Rösjön (Jonsson 2018). Även om halterna bedöms som tydligt förhöjda i tre sjöar klassificeras halterna som antingen bakgrund eller goda enligt det norska klassificeringssystemet (Norska Miljødirektoratet 2020) och de medför därmed inga toxiska effekter.

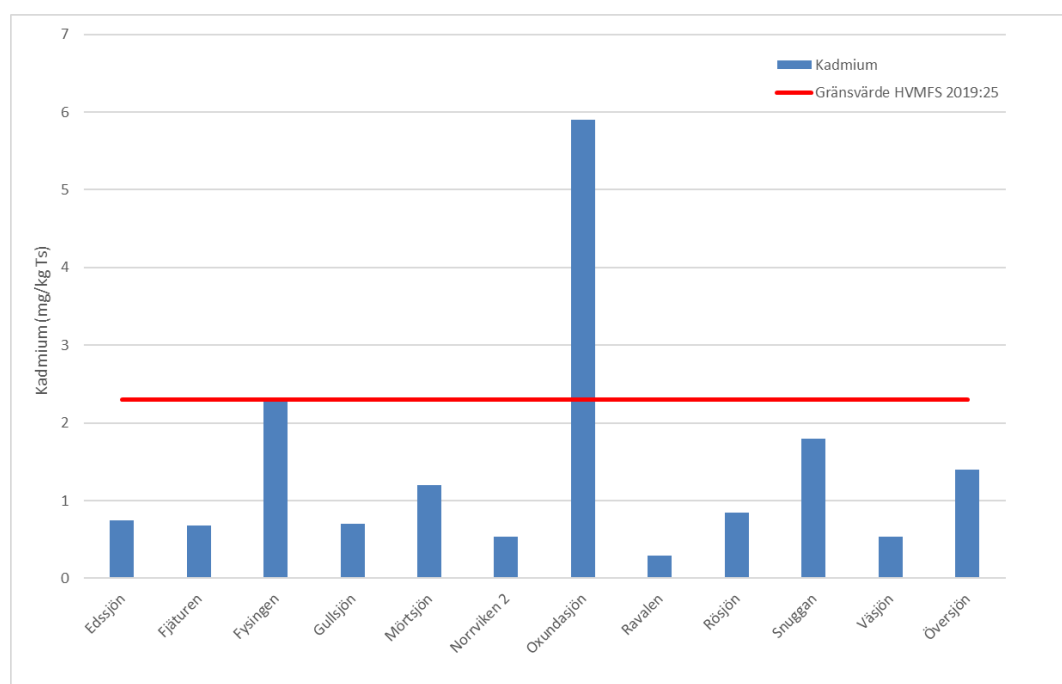


## Bly

Bly låg i samtliga sjöar under gränsvärdet för sediment (130 mg/kg Ts) enligt HVMFS 2019:25 (Tabell 2). Högst blyhalt uppmättes i sedimenten i Snuggan (86 mg/kg Ts) medan halten var lägst i Gullsjön (19 mg/kg Ts). Den högre halten i Snuggan är i linje med förhöjda halter av bly i vattenmassan i Snuggan (Kling m.fl. 2023, Naturvatten 2017). Vid jämförelser med Naturvårdsverket (1999) bedöms blyhalten i sedimentet i alla sjöar som mycket låg till låg, medan jämförelsen med regionala bakgrundshalter för Stockholm (Jonsson 2018) visar på tydlig till stor avvikelse för samtliga sjöar utom Fysingen, Gullsjön samt Ravalen. Jämfört med mätningar i andra vattenförekomster i Stockholm är halterna i de undersökta sjöarna i Oxunda i det lägre intervallet av vad som detekterats (Stockholms stad 2023a). Halterna är så låga att de klassas antingen som bakgrund eller goda enligt Norska Miljødirektoratet (2020) och de bör därmed inte medföra någon skadlig påverkan på bottenlevande organismer.

## Kadmium

Kadmium är ett PRIO-ämne enligt HVMFS 2019:25 och halterna låg under gränsvärdet i sediment (2,3 mg/kg Ts) i alla sjöar förutom Fysingen och Oxundasjön. Halten i Fysingen låg precis på gränsvärdet medan halten i Oxundasjön kraftigt överskred gränsvärdet (5,9 mg/kg Ts) (Tabell 2 och Figur 3). Gränsvärdet för kadmium i sediment är baserat på toxicitetstester på bottenlevande organismer, så kallade "QSediment-värden" (Q-sed) (HaV 2018), och halten i Oxundasjön ligger tydligt över gränsvärdet medan Fysingen ligger på gränsen. De uppmätta halterna bedöms därmed kunna medföra en risk för bottenlevande organismer. Halten av kadmium ligger inom klassen måttlig enligt det norska systemet, vilket innebär risk för kroniska effekter vid långtidsexponering (Norska Miljødirektoratet 2020).



Figur 3. Kadmiumhalt i sediment (mg/kg Ts) i 12 sjöar i Oxundaåns avrinningsområde under 2023. Röd linje visar gränsvärdet (2,3 mg/kg Ts) för sediment enligt HVMFS 2019:25. Gränsvärdet överskreds i Fysingen samt Oxundasjön. Halten i Oxundasjöns sediment bedöms visa mycket stor avvikelse i förhållande till regionala bakgrundshalter (Jonsson 2018).

Baserat på Naturvårdsverket (1999) bedöms halten som medelhög i både Fysingen och Oxundasjön. Bakgrundshalten av kadmium är ungefär dubbelt så hög i Stockholm jämfört med riksge-

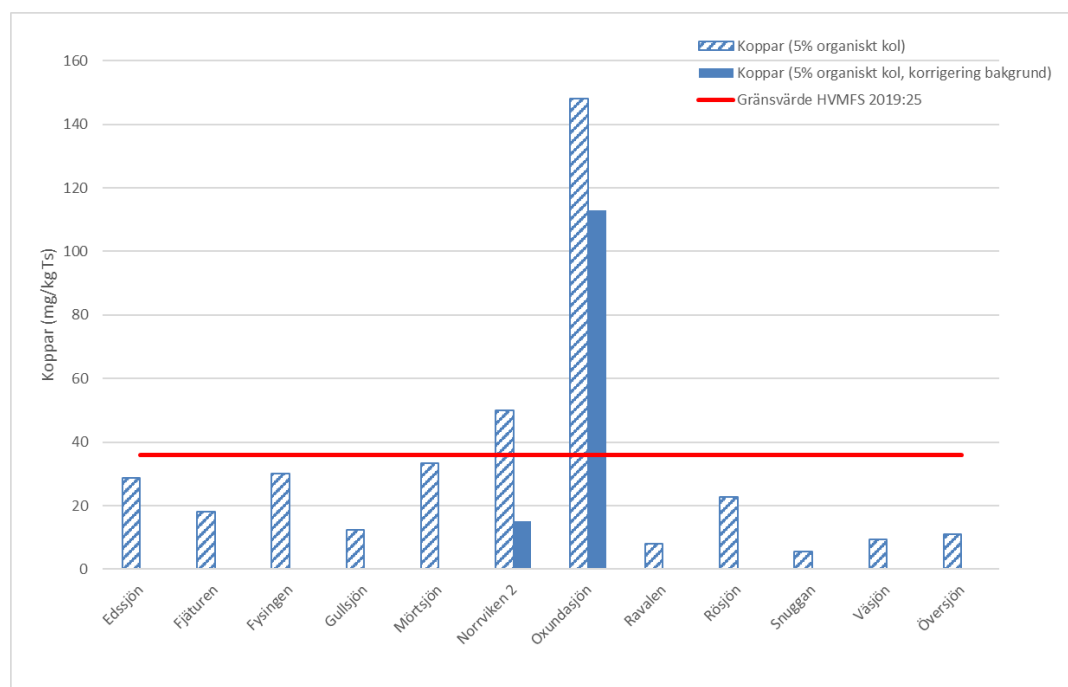
nomsnittet (Jonsson 2018). Trots detta bedöms halten i förhållande till regionala bakgrundshalter som tydligt avvikande i Mörtsjön, Snuggan och Översjön medan avvikelser är stora i Fysingen och mycket stora i Oxundasjön. Även i andra sjöar och vattenområden i Stockholm har liknande halter uppmätts, bland annat överskrider Lillsjön och Judarn gränsvärdet för kadmium (Stockholms stad 2023b).

Provtagningen av miljögifter i vatten som utfördes under 2022 visade inte på några förhöjda halter av kadmium i vattenmassan i någon sjö (Kling m.fl. 2023). I de flesta sjöar låg halten i vattnet under detektionsgränsen för analysen. Snuggan var den enda sjö där kadmium förekom i detekterbar halt i vattenmassan, men även då var halten med god marginal under gränsvärdet för vatten enligt HVMFS 2019:25. Det finns därmed ingen indikation på att kadmium utgör en problematik i vattenmassan utan det är framför allt i sedimenten i Fysingen och Oxundasjön som problematiken finns.

### Koppar

Koppar är ett SFÅ enligt HVMFS 2019:25. Innan bedömning kan göras mot gränsvärdet måste halten i sedimentet normaliseras mot 5% organiskt kol. Korrigering ska även göras mot naturlig bakgrundshalt i de fall gränsvärdet riskerar att överskridas.

Kopparhalten låg över gränsvärdet i HVMFS 2019:25 (36 mg/kg Ts) i alla sjöar innan normalisering utfördes mot 5% organisk kolhalt. Efter omräkningen överskred fortfarande halten i Norrviken 2 samt Oxundasjön gränsvärdet. Naturlig bakgrundshalt för Stockholm är 35 mg/kg Ts (Jonsson 2018, Stockholms stad 2023c). Halten i Norrviken låg under gränsvärdet efter korrigering för naturlig bakgrundshalt medan halten i Oxundasjön kraftigt överskred gränsvärdet även efter att hänsyn tagits till naturlig bakgrundshalt (Tabell 2 och Figur 4). Halten i Oxundasjön bedöms som hög enligt Naturvårdsverket (1999) och avvikelser är mycket stora i förhållande till regionala bakgrundshalter (Jonsson 2018).



Figur 4. Kopparhalt i sediment (mg/kg Ts) i 12 sjöar i Oxundaåns avrinningsområde under 2023. Röd linje visar gränsvärdet (36 mg/kg Ts) för sediment enligt HVMFS 2019:25. Kopparhalten är omräknad till 5% organiskt kol. Hänsyn ska tas till naturlig bakgrundshalt (35 mg/kg Ts) i de fall den naturliga bakgrundshalten hindrar efterlevnad av gränsvärdet. Gränsvärdet överskreds i Oxundasjön även efter korrigering för naturlig bakgrund. Halten i Oxundasjöns sediment bedöms visa mycket stor avvikelse i förhållande till regionala bakgrundshalter (Jonsson 2018).

Halten bedöms som mycket dålig enligt Norska Miljødirektoratet (2020), vilket innebär att de toxiska effekterna är omfattande vid denna koncentration. Även det svenska gränsvärdet är en effektbaserad bedömningsgrund. Gränsvärdet för koppar i sediment är ett Q-sed-värde och är baserat på toxicitetstester på bottenlevande organismer. Halten i Oxundasjön ligger därmed även långt över gränsvärdet för när toxiska effekter bedöms uppstå. Halterna som uppmätts i sedimenten i Oxundaåns avrinningsområde avviker inte från halter som uppmätts i sediment på andra ställen i Stockholm (Stockholms stad 2023c).

#### *Krom*

Gränsvärde saknas för krom i sediment enligt HVMFS 2019:25. Halten ligger på relativt likvärdig nivå i nästan alla sjöarna som provtagits (16–57 mg/kg Ts) med undantag för Oxundasjön som har en halt på 130 mg/kg Ts. Halten i Oxundasjön bedöms som hög enligt Naturvårdsverket (1999) och visar på mycket stor avvikelse från de regionala bakgrundshalterna (Jonsson 2018). Halten innebär dock inte någon risk för toxiska effekter enligt de norska riktvärdena, då den klassas som god (Norska Miljødirektoratet 2020).

Även sexvärt krom ( $\text{Cr}^{6+}$ ) analyserades på sedimentproverna, men halten låg under detektionsgränsen i samtliga sjöar.

#### *Kvicksilver*

Kvicksilver detekterades i sedimenten i alla sjöar förutom Ravalen. Halterna bedöms som mycket låga till låga i alla sjöar enligt Naturvårdsverket (1999). I förhållande till regional bakgrundshalt uppvisar dock Oxundasjön och Snuggan en tydlig avvikelse (Jonsson 2018). Även de högst uppmätta halterna ligger dock fortfarande inom klassen god enligt de norska riktvärdena och medför därmed inte några toxiska effekter. Gränsvärde saknas för kvicksilver i sediment enligt HVMFS 2019:25.

#### *Nickel*

Gränsvärde saknas för nickel i sediment enligt HVMFS 2019:25. Likt krom låg även nickelhalten i de flesta sjöar på en likvärdig nivå (16–54 mg/kg Ts) med undantag för Fysingen (270 mg/kg Ts) samt Oxundasjön (110 mg/kg Ts). Baserat på Naturvårdsverket (1999) var halten medelhög i Edssjön och Norrviken 2, medan den var hög i Oxundasjön och mycket hög i Fysingen. Den regionala bakgrundshalten av nickel är högre i Stockholmsområdet jämfört med riksgenomsnittet (Jonsson 2018). Avvikelsen bedöms dock fortfarande som stor för Oxundasjön och mycket stor för Fysingen i förhållande till halterna i Stockholm.

#### *Zink*

Zink visar på genomgående förhöjda halter i sjöarna i förhållande till regional bakgrundshalt med undantag för Gullsjön (170 mg/kg Ts) och Ravalen (110 mg/kg Ts). Avvikelsen är tydlig i Edssjön, Fjäturen, Norrviken 2, Rösjön, Snuggan, Väsjön och Översjön medan den är mycket stor i Fysingen, Mörtsjön samt Oxundasjön. Högst halt noterades i Mörtsjön och Oxundasjön (700 respektive 670 mg/kg Ts). Trots förhöjda halter bedöms de inte utgöra någon akut fara för organismer baserat på de norska riktvärdena. Gränsvärde saknas för zink i sediment enligt HVMFS 2019:25.

### **3.1.2. Tennorganiska föreningar**

Halterna av de analyserade tennorganiska föreningarna från sedimentproverna visas i Tabell 3. På grund av låg torrsubstanshalt blev rapporteringsgränsvärdet förhöjt i flera av de analyserade proverna. För de analyserade tennorganiska föreningarna finns endast gränsvärden i HVMFS 2019:25 för TBT (tributyltenn), som klassificeras som ett PRIO-ämne. Detta gränsvärde återges även i HaV (2018) och är effektbaserat (Q-sed), det vill säga att det är baserat på toxicitetstester

på bottenlevande organismer. Vid jämförelse mot Q-sed ska TBT-halten normaliseras mot 5% TOC-halt medan jämförelse mot HVMFS 2019:25 görs mot uppmätt halt (ej normaliserad).

Halten TBT låg över rapporteringsgränsvärdet i fyra sjöar: Edssjön, Mörtsjön, Norrviken 2 samt Oxundasjön. I samtliga dessa sjöar var halten över gränsvärdet i HVMFS 2019:25 och sjöarna uppnår därmed inte god kemisk status. Det går inte att bedöma sjöarna där halten låg under rapporteringsgränsvärdet, vilket är problematiskt eftersom rapporteringsgränsvärdet i samtliga fall var högre än gränsvärdet för TBT. Om halva rapporteringsgränsvärdet används kommer halten TBT överskrida gränsvärdet även i Gullsjön, Ravalen, Snuggan, Väsjön samt Översjön (Figur 5). Denna bedömning är dock osäker och inte baserad på uppmätta halter. Det är troligt att flera av sjöarna överskrider gränsvärdet då det är väldigt lågt. I övervakningen som utförs i Stockholm är det endast i två sjöar (Judarn och Kyrksjön) som gränsvärdet underskrids medan TBT-halten i de flesta andra vatten ligger långt över gränsvärdet (Stockholms stad 2023d).

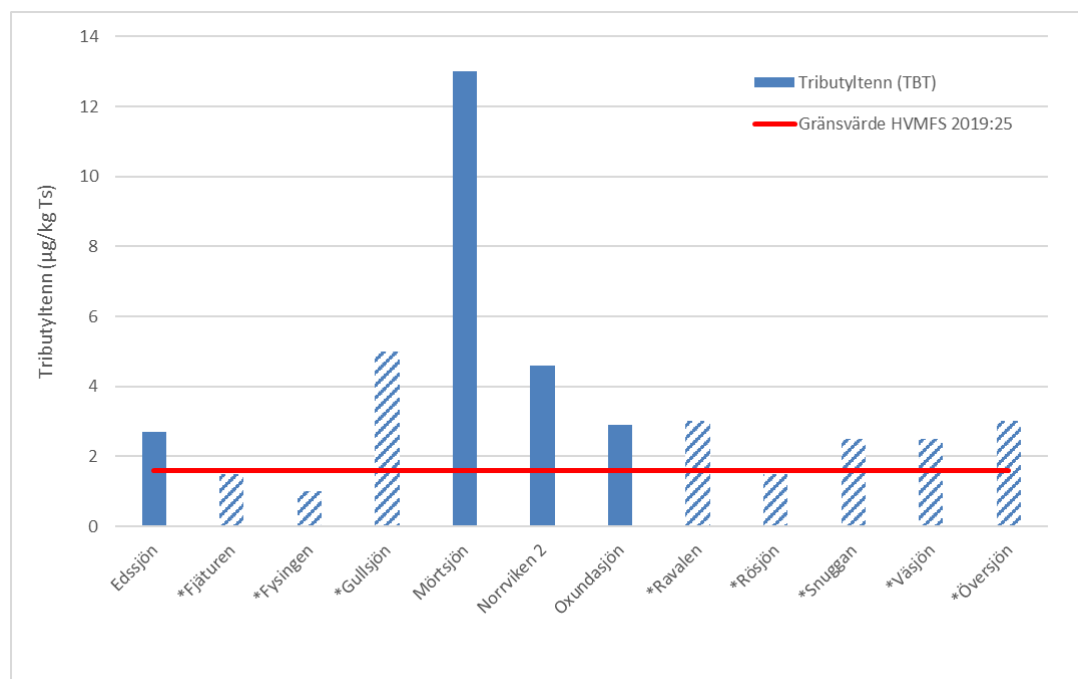
Vid omräkning till 5% TOC och jämförelse mot Q-sed (HaV 2018) överskrids det effektbaserade gränsvärdet i Mörtsjön samt Norrviken 2, medan det ligger precis under gränsvärdet i Oxundasjön. De uppmätta halterna överskrider dessutom med väldigt god marginal klassgränsen för mycket dålig enligt de norska riktvärdena, även när halterna normaliserats till 1% TOC.

Tabell 3. Resultat för de tennorganiska föreningarna i sediment från 12 sjöar i Oxundaåns avrinningsområde 2023. TBT (tributyltenn) är klassificerat som PRIO-ämne och halter som överskrider gränsvärdet (1,6 µg/kg Ts) i HVMFS 2019:25 markeras med röd färg. Effektbaserade värden (Q-sed) för TBT ska bedömas med 5% TOC och normaliserade halter visas därmed också. Observera att i flera sjöar är rapporteringsgränsvärdet för TBT (kursiverad) högre än gränsvärdet i HVMFS och det går därmed inte bedöma TBT-halten mot gränsvärdet.

Sjö	MBT (µg/kg Ts)	DBT (µg/kg Ts)	TBT (µg/kg Ts)	TBT (µg/kg Ts, 5% TOC)	TOC (% Ts)	Torrsubstans (%)
Edssjön	5,9	3,6	2,7	1,2	11	9,6
Fjäturen	4,8	<3,0	<3,0	<1,4	11	7,8
Fysingen	4,5	<2,0	<2,0	<1,1	9,3	9,9
Gullsjön	13	<10	<10	<2,8	18	1,9
Mörtsjön	57	110	13	4,3	15	7,8
Norrviken 2	8,9	5,8	4,6	2,3	10	10,5
Oxundasjön	6,9	4,6	2,9	1,5	9,8	10,4
Ravalen	<6,0	<6,0	<6,0	<1,4	22	4,6
Rösjön	9,7	3,8	<3,0	<1,4	11	10,1
Snuggan	11	<5,0	<5,0	<0,7	35	3,9
Väsjön	<5,0	<5,0	<5,0	<1,3	19	4,8
Översjön	11	<6,0	<6,0	<1,2	25	3,8

Haltfördelningen mellan TBT och dess nedbrytningsprodukter DBT och MBT indikerar att det generellt är äldre utsläpp av TBT som återfinns i sedimenten och att nedbrytningsprocessen är långt gången för de tennorganiska föreningarna (Bengtsson och Cato 2011, Magnusson och Bergkvist 2020).





Figur 5. Halt TBT (tributyltenn) i sediment ( $\mu\text{g}/\text{kg Ts}$ ) i 12 sjöar i Oxundaåns avrinningsområde under 2023. Röd linje visar gränsvärdet ( $1,6 \mu\text{g}/\text{kg Ts}$ ) för sediment enligt HVMFS 2019:25. Gränsvärdet överskreds i samtliga sjöar där ämnet detekterades. I resterande sjöar låg rapporteringsgränsvärdet över gränsvärdet för sediment. TBT-halten låg i en majoritet av sjöarna (8 av 12) under rapporteringsgränsvärdet och streckade staplar visar halva mindre än-värdet i dessa sjöar (namnet markerat med \*). Bedömning av TBT i dessa sjöar kan egentligen inte göras eftersom den sanna halten i sedimenten är okänd.

### 3.1.3. PAH:er

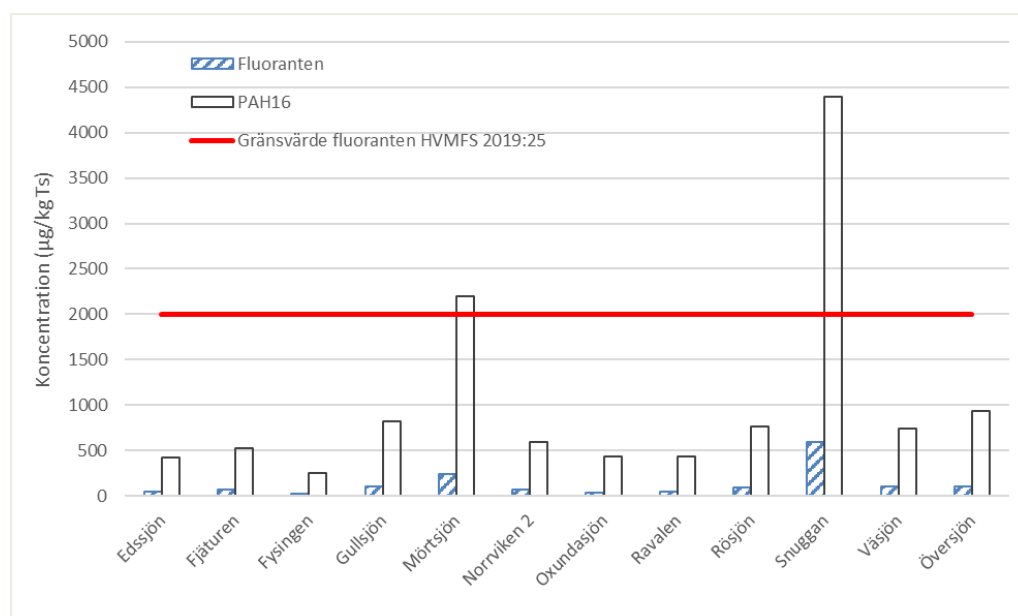
Inom gruppen PAH:er har totalt 16 ämnen analyserats. Av dessa detekterades fem PAH:er (acenaften, acenaftilen, antracenen, fluoren samt naftalen) inte i någon av de tolv provtagna sjöarna. En PAH (benso(b,k)fluoranten) detekterades i samtliga sjöar och ytterligare två PAH:er (benso(g,h,i)perylene och fluoranten) fanns i alla sjöar förutom Gullsjön. Ett urval av analyserade PAH:er visas i Tabell 4. På grund av låg torrsubstanshalt blev rapporteringsgränsvärdet förhöjt för vissa PAH:er, till exempel antracenen, i samtliga prover som skickades in.

Gränsvärdena för PAH:er finns endast för antracenen och fluoranten i HVMFS 2019:25 och dessa klassificeras som PRIO-ämnen. Gränsvärdet för antracenen ligger på  $24 \mu\text{g}/\text{kg Ts}$ . I flera sjöar är rapporteringsgränsvärdet över gränsvärdet och halten kan inte bedömas. Rapporteringsgränsvärdet i Edssjön, Fysingen Norrviken 2, Oxundasjön och Rösjön ligger dock under gränsvärdet och dessa uppnår därmed med säkerhet god kemisk status med avseende på antracenen. Samtliga sjöar ligger däremot långt under gränsvärdet för fluoranten ( $2000 \mu\text{g}/\text{kg Ts}$ ). Högst halt fluoranten uppmättes i Snuggan, som även genomgående hade högst halter av samtliga analyserade detekterade PAH:er. Summahalten  $\text{PAH}_{16}$  var dubbelt så hög i Snuggan ( $4400 \mu\text{g}/\text{kg Ts}$ ) jämfört med Mörtsjön, som hade näst högst PAH-halt ( $2200 \mu\text{g}/\text{kg Ts}$ ) (Tabell 4 och Figur 6). Jämfört med sjöar i Stockholm ligger halterna i Oxundaåns avrinningsområde på ungefär samma nivå. I flera sjöar i Stockholm överskrider antracenen gränsvärdet (Stockholms stad 2023e) och det är möjligt att det även gör det i någon sjö i Oxundaåns avrinningsområde. För fluoranten är det endast Riddarfjärden som överskrider gränsvärdet medan övriga vatten ligger under gränsvärdet med god marginal (Stockholms stad 2023f).

Tabell 4. Resultat för PAH:erna antracen och fluoranten samt PAH-M, PAH-H, PAH<sub>11</sub>, PAH<sub>15</sub> och PAH<sub>16</sub> i sediment från 12 sjöar i Oxundaåns avrinningsområde 2023. Antracen och fluoranten är klassificerade som PRIO-ämnen i HVMFS 2019:25. Samtliga halter visas i µg/kg Ts. Ingen sjö överskrider gränsvärdet för vare sig antracen (24 µg/kg Ts) eller fluoranten (2000 µg/kg Ts), men i flera sjöar är rapporteringsgränsvärdet för antracen (kursiverad) högre än gränsvärdet i HVMFS 2019:25 och det går därmed inte bedöma om antracenhalten ligger under gränsvärdet.

Sjö	Antracen	Fluoranten	PAH-M	PAH-H	PAH <sub>11</sub>	PAH <sub>15</sub>	PAH <sub>16</sub>
Edssjön	<21	52	120	270	370	410	420
Fjäturen	<26	68	160	330	455	505	520
Fysingen	<20	23	63	150	200	240	250
Gullsjön	<100	<100	<250	420	570	770	820
Mörtsjön	<26	240	680	1500	2095	2185	2200
Norrvikens 2	<19	66	170	400	545	580	590
Oxundasjön	<19	40	120	290	395	430	440
Ravalen	<44	50	140	230	330	420	440
Rösjön	<20	89	200	530	710	750	760
Snuggan	<51	590	1200	3100	4230	4375	4400
Väsjön	<42	100	270	410	635	720	740
Översjön	<52	110	270	580	800	905	930

Studier på regionala bakgrundshalter i Stockholm visade ett medelvärde för PAH<sub>11</sub> på 31±33 µg/kg Ts i djupare sediment (Jonsson 2018). Den halt som uppmätts i samtliga sediment är därmed förhöjd i förhållande till denna bakgrundsnivå. Framför allt är avvikelserna markant för Snuggan, där sex PAH:er uppvisar mycket stor avvikelse från bakgrundsnivåer. Jämförelse med riktvärden enligt det norska systemet (omräknat till 1% TOC) visar att summahalten av PAH<sub>16</sub> ligger på nivåer som inte innebär några skadliga effekter på bottenlevande organismer.



Figur 6. Halt fluoranten samt PAH<sub>16</sub> i sediment (µg/kg Ts) i 12 sjöar i Oxundaåns avrinningsområde under 2023. Röd linje visar gränsvärdet för fluoranten (2000 µg/kg Ts) för sediment enligt HVMFS 2019:25. Observera att för PAH<sub>16</sub> saknas gränsvärde. Fluorantehalten låg i samtliga sjöar långt under gränsvärdet.

## 4 Sammanställning av statusklassning och tillstånd 2023

### 4.1 Ekologisk och kemisk status för miljögifter

Många av de ämnen som analyserats i sedimenten saknar gränsvärden i den bedömningsgrund som används inom den svenska vattenförvaltningen (HVMFS 2019:25). Av de ämnen som har gränsvärden förekommer flera i halter som överskrider gränsvärdet. Resultatet för samtliga ämnen med gränsvärde, både PRIO och SFÅ, är sammanställda i Tabell 5.

För åtta av tolv sjöar går det inte att bedöma halten TBT då rapporteringsgränsvärdet för dessa sjöar var högre än gränsvärdet, men baserat på att samtliga fyra sjöar där halten TBT var detekterbar och andra sjöar i Stockholmsområdet (Stockholms stad 2023d) är det sannolikt att även flera av de andra sjöarna har halter som överskrider gränsvärdet. För antracen gäller liknande resultat som för TBT: ett flertal sjöar har rapporteringsgränsvärde som överskrider gränsvärdet i HVMFS och halten går därmed inte bedöma för dessa sjöar heller. Även för antracen är det möjligt att vissa sjöar överskrider gränsvärdet, men det är inte sannolikt på samma sätt som för TBT baserat på resultaten dels från de sjöar i Oxundaåns avrinningsområde som har halter under gränsvärdet, dels halter i andra sjöar i Stockholm (Stockholms stad 2023e).

Sammantagen bedömning för sjöarna behöver baseras på de uppmätta värden som finns och undantag behöver göras för TBT och antracen i de fall rapporteringsgränsvärdena överskrider gränsvärdena i HVMFS 2019:25. Detta innebär att Fjäturen, Gullsjön, Ravalen, Rösjön, Snuggan, Väsjön samt Översjön samtliga bedöms uppnå god status med avseende på PRIO och SFÅ. För Edssjön, Mörtsjön och Norrviken 2 är den uppmätta TBT-halten över gränsvärdet och dessa sjöar uppnår därmed inte god kemisk ytvattenstatus. Fysingen uppnår inte heller god kemisk ytvattenstatus baserat på kadmiumhalten som uppmättes i sedimentet. Störst problematik med miljögifter har Oxundasjön, som har en kopparhalt som ger måttlig ekologisk status och dessutom kadmium- och TBT-halter som gör att Oxundasjön inte uppnår god kemisk ytvattenstatus.

Tabell 5. Sammanställd bedömning av analyserade metaller och organiska föreningar i sediment i Oxundaåns avrinningsområde under 2023 enligt HVMFS 2019:25. Grön färg visar att ämnet uppnår god kemisk ytvattenstatus (PRIO-ämnen) eller förekommer i halter under gränsvärdet för särskilda förorenande ämnen (SFÅ). Gul färg visar att ämnet överskrider gränsvärdet för SFÅ, vilket medför att den ekologiska statusen bedöms som måttlig. Röd färg visar att halten överskrider gränsvärdet för kemisk ytvattenstatus och därmed uppnås ej god status. \*\* anger att halten inte går att bedöma eftersom provet rapporterades ut med rapporteringsgränsvärde som var högre än gränsvärdet för TBT (1,6 µg/kg Ts) och antracen (24 µg/kg Ts).

Sjö	Bly	Kadmium	Koppar	TBT	Antracen	Fluoranten
Edssjön						
Fjäturen				**	**	
Fysingen				**		
Gullsjön				**	**	
Mörtsjön					**	
Norrviken 2						
Oxundasjön						
Ravalen				**	**	
Rösjön				**		
Snuggan				**	**	
Väsjön				**	**	
Översjön				**	**	

## 5 Slutsatser

Provtagningen av sediment i sjöarna i Oxundaåns avrinningsområde visar att det i flera sjöar förekommer problem med förhöjda halter av olika miljögifter. I flera av sjöarna förekommer TBT i halter över gränsvärdet, vilket kan ha en skadlig effekt på bottenlevande organismer. Även koppar och kadmium utgör ett problem i Fysingen och i Oxundasjön. Tydligast problematik med förhöjda halter av olika miljögifter observeras i Oxundasjön, som ligger längst ner i Oxundaåns avrinningsområde.

## 6 Referenser

- Bengtsson, H., Cato, I. (2011). TBT i småbåtshamnar i Västra Götalands län 2010 – en studie av belastning och trender. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, rapport 2011:30.
- HaV (2018). Metaller och miljögifter - Effektbaserade bedömningsgrunder och indikativa värden för sediment. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2018:31.
- HaV (2019). Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2019:25.
- ISO 5667-12:2017. Water quality – Sampling – Guidance on sampling of bottom sediments from rivers, lakes and estuarine areas
- Jonsson, P. (2018). Regionala bakgrundshalter av metaller, PAH:er och dioxiner/furaner i Stockholmsområdet. Rapport 2018:5. JP Sedimentkonsult HB.
- Kling, S., Andersson, S. och Olsson, T. (2023). Oxundaåns avrinningsområde 2022. Calluna AB.
- Länsstyrelsen (2022). Trender för Oxundaåns vattenkvalitet 1991–2021. Länsstyrelsen i Stockholm. Fakta 2022:17.
- Magnusson, M., Bergkvist, J. (2020). Effekter av tennorganiska föreningar. En undersökning i sju småbåtshamnar i Göteborg 2020. Göteborgs Stad, miljöförvaltningen.
- Naturvatten (2017). Miljögifter i Oxundaåns vattensystem. Naturvatten i Roslagen AB, Rapport 2017:1
- Naturvårdsverket (1999). Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Sjöar och Vattendrag. Naturvårdsverket, rapport 4913.
- Naturvårdsverket (2007). Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. Handbok 2007:4, utgåva 1.
- Naturvårdsverket (2022). Övervakningsmanual – Metaller och organiska miljögifter i sediment. Sötvatten, Kust och Hav. Version 1:0, 2022-07-06
- Norska Miljødirektoratet (2020). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020
- SGU (2017). Klassning av halter av organiska föroreningar i sediment. SGU-rapport 2017:12.
- Stockholms stad (2023a). Bly i sediment. Tillgänglig:  
<https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/kemisk-status-och-miljogifter/miljogifter-i-bottensediment/bly-i-sediment/compare/> [2023-10-24]
- Stockholms stad (2023b). Kadmium i sediment. Tillgänglig:  
<https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/kemisk-status-och-miljogifter/miljogifter-i-bottensediment/kadmium-i-sediment/compare/> [2023-10-24]
- Stockholms stad (2023c). Koppar i sediment. Tillgänglig:  
<https://miljobarometern.stockholm.se/miljogifter/koppar/koppar-i-sediment/compare/> [2023-10-24]



Stockholms stad (2023d). TBT i sediment. Tillgänglig:

<https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/kemisk-status-och-miljogifter/miljogifter-i-bottensediment/tbt-i-sediment/compare> [2023-10-24]

Stockholms stad (2023e). Antracen i sediment. Tillgänglig:

<https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/kemisk-status-och-miljogifter/miljogifter-i-bottensediment/antracen-i-sediment/compare> [2023-10-24]

Stockholms stad (2023f). Fluoranten i sediment. Tillgänglig:

<https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/kemisk-status-och-miljogifter/miljogifter-i-bottensediment/fluoranten-i-sediment/compare> [2023-10-24]

## Bilaga 1 – Analysresultat

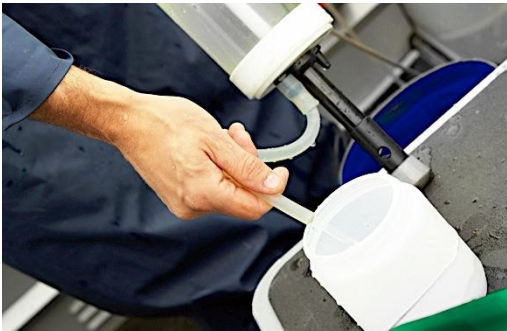
	Edssjön	Fjäturen	Fysingen	Gullisjön	Mörtsjön	Norrviken 2	Översjön	Oxundasjön	Ravalen	Rösjön	Snuggan	Väsjön
Acenaften - (mg/kg Ts)	< 0,021	< 0,026	< 0,020	< 0,10	< 0,026	< 0,019	< 0,052	< 0,019	< 0,044	< 0,020	< 0,051	< 0,042
Acenaftilen - (mg/kg Ts)	< 0,021	< 0,026	< 0,020	< 0,10	< 0,026	< 0,019	< 0,052	< 0,019	< 0,044	< 0,020	< 0,051	< 0,042
Antracen - (mg/kg Ts)	< 0,021	< 0,026	< 0,020	< 0,10	< 0,026	< 0,019	< 0,052	< 0,019	< 0,044	< 0,020	< 0,051	< 0,042
Arsenik As - (mg/kg Ts)	7	7,4	16	3,8	15	11	6,3	10	4,3	13	6,7	6,2
Barium Ba - (mg/kg Ts)	140	190	170	77	180	180	120	200	110	170	130	150
Bens(a)antracen - (mg/kg Ts)	< 0,021	< 0,026	< 0,020	< 0,10	0,08	0,025	< 0,052	< 0,019	< 0,044	0,023	0,12	< 0,042
Benso(b,k)fluoranten - (mg/kg Ts)	0,091	0,12	0,048	0,12	0,54	0,14	0,21	0,11	0,08	0,2	1,3	0,15
Benzo(a)pyren - (mg/kg Ts)	0,031	0,029	< 0,020	< 0,10	0,17	0,049	0,053	0,029	< 0,044	0,047	0,27	0,048
Benzo(g,h,i)perylene - (mg/kg Ts)	0,056	0,066	0,036	< 0,10	0,31	0,076	0,12	0,066	0,044	0,11	0,53	0,083
Bly Pb - (mg/kg Ts)	33	37	27	19	67	44	76	62	21	64	86	33
Dibens(a,h)antracen - (mg/kg Ts)	< 0,021	< 0,026	< 0,020	< 0,10	0,052	< 0,019	< 0,052	< 0,019	< 0,044	< 0,020	0,068	< 0,042
Dibutyltenn (DBT) - (µg/kg Ts)	3,6	< 3,0	< 2,0	< 10	110	5,8	< 6,0	4,6	< 6,0	3,8	< 5,0	< 5,0
Fenantren - (mg/kg Ts)	< 0,021	< 0,026	< 0,020	< 0,10	0,066	0,022	< 0,052	0,023	< 0,044	0,025	0,12	0,052
Fluoranten - (mg/kg Ts)	0,052	0,068	0,023	< 0,10	0,24	0,066	0,11	0,04	0,05	0,089	0,59	0,1
Fluoren - (mg/kg Ts)	< 0,021	< 0,026	< 0,020	< 0,10	< 0,026	< 0,019	< 0,052	< 0,019	< 0,044	< 0,020	< 0,051	< 0,042
Fosfor P - (mg/kg Ts)	1800	1600	1500	2600	1500	1800	1800	1800	1700	1700	1000	1200
Glödförlust - (% Ts)	19,1	19,4	16,4	30,8	27,1	17,9	43	17,2	38,2	19,5	60,8	33,2
Indeno(1,2,3-cd)pyren - (mg/kg Ts)	0,06	0,074	0,03	< 0,10	0,22	0,07	0,12	0,059	< 0,044	0,11	0,57	0,064
Kadmium Cd - (mg/kg Ts)	0,75	0,68	2,3	0,7	1,2	0,54	1,4	5,9	0,29	0,85	1,8	0,54
Kobolt Co - (mg/kg Ts)	26	23	110	12	21	27	12	50	5,7	16	6,7	14
Koppar Cu - (mg/kg Ts)	63	40	56	45	100	100	55	290	35	50	39	36
Krom 6+ - (mg/kg Ts)	< 2,1	< 2,6	< 2,1	< 11	< 2,6	< 2,0	< 5,3	< 2,0	< 4,4	< 2,0	< 5,2	< 4,2
Krom Cr - (mg/kg Ts)	57	55	54	17	56	56	37	130	19	54	16	40
Krysen - (mg/kg Ts)	< 0,021	< 0,026	< 0,020	< 0,10	0,1	0,026	< 0,052	< 0,019	< 0,044	0,026	0,24	< 0,042
Kvicksilver Hg - (mg/kg Ts)	0,063	0,068	0,051	0,082	0,1	0,086	0,14	0,21	< 0,048	0,11	0,22	0,054
Kväve Kjeldahl - (mg/kg)	1300	1000	990	650	990	1200	1300	940	1200	1200	900	940
Kväve Kjeldahl - (% Ts)	1,4	1,3	1	3,4	1,3	1,1	3,4	0,91	2,6	1,2	2,3	2
Monobutyltenn (MBT) - (µg/kg Ts)	5,9	4,8	4,5	13	57	8,9	11	6,9	< 6,0	9,7	11	< 5,0
Naftalen - (mg/kg Ts)	< 0,021	< 0,026	< 0,020	< 0,10	< 0,026	< 0,019	< 0,052	< 0,019	< 0,044	< 0,020	< 0,051	< 0,042
Nickel Ni - (mg/kg Ts)	52	43	270	19	30	54	27	110	17	35	16	31
Pyren - (mg/kg Ts)	0,04	0,049	< 0,020	< 0,10	0,35	0,059	0,082	0,035	< 0,044	0,069	0,43	0,079

	Edsjön	Fjäturen	Fysingen	Gullsjön	Mörtsjön	Norrviken 2	Översjön	Oxundasjön	Ravalen	Rösjön	Snuggan	Väsjön
Summa cancerogena PAH - (mg/kg Ts)	0,21	0,26	0,12	0,37	1,2	0,32	0,46	0,23	0,19	0,42	2,6	0,33
Summa PAH med hög molekylvikt - (mg/kg Ts)	0,27	0,33	0,15	0,42	1,5	0,4	0,58	0,29	0,23	0,53	3,1	0,41
Summa PAH med låg molekylvikt - (mg/kg Ts)	< 0,032	< 0,039	< 0,030	< 0,15	< 0,039	< 0,029	< 0,078	< 0,029	< 0,066	< 0,030	< 0,077	< 0,063
Summa PAH med medelhög molekylvikt - (mg/kg Ts)	0,12	0,16	0,063	< 0,25	0,68	0,17	0,27	0,12	0,14	0,2	1,2	0,27
Summa totala PAH16 - (mg/kg Ts)	0,42	0,52	0,25	0,82	2,2	0,59	0,93	0,44	0,44	0,76	4,4	0,74
Summa övriga PAH - (mg/kg Ts)	0,21	0,26	0,13	< 0,45	1	0,27	0,47	0,21	0,25	0,34	1,8	0,42
Svavel S - (mg/kg Ts)	17000	5300	5500	26000	17000	14000	12000	8900	15000	3700	9500	14000
TOC beräknat - (% Ts)	11	11	9,3	18	15	10	25	9,8	22	11	35	19
Torrsubstans - (%)	9,6	7,8	9,9	1,9	7,8	10,5	3,8	10,4	4,6	10,1	3,9	4,8
Tributyltenn (TBT) - (µg/kg Ts)	2,7	< 3,0	< 2,0	< 10	13	4,6	< 6,0	2,9	< 6,0	< 3,0	< 5,0	< 5,0
Vanadin V - (mg/kg Ts)	57	61	53	21	95	64	39	70	24	62	19	47
Zink Zn - (mg/kg Ts)	230	200	530	170	700	250	260	670	110	250	280	250









Hemsida: [www.calluna.se](http://www.calluna.se) • E-post: [info@calluna.se](mailto:info@calluna.se) • Telefon växel: 013-12 25 75

Huvudkontor: Calluna AB, Linköpings slott, 582 28 Linköping