



PCB i Oxundaåns vattensystem 2024

Rapportnummer: U6927

Författare: Joakim Hållén & Magnus Karlsson

På uppdrag av: Upplands Väsby kommun

Sammanfattning

IVL Svenska Miljöinstitutet har på uppdrag av Upplands Väsby kommun under 2024 fortsatt att övervaka PCB i Oxundaåns vattensystem. Kontrollprogrammet för vatten har nu löpt sedan 2016 med regelbunden provtagning av PCB (ΣPCB_7) i Oxundasjön, dess tillflöden samt nedströms i Mälaren.

Provinsamling under 2024 genomfördes i februari och augusti i sex provpunkter i Oxundaånsystemet: Väsbyån uppströms (nära Edssjöns utlopp), Väsbyåns nedströms (innan Väsbyån mynnar i Oxundasjön), Oxundasjön, Marängsån/Oxundaån (Oxundasjöns utlopp), Rosersbergsviken samt Kairo nedströms i Mälarfjärden Skarven. Kemisk analys genomfördes med avseende på sju indikatorkongener för PCB (ΣPCB_7) vid IVL:s organiska laboratorium i Göteborg.

I årets kontrollprogram inkluderas även analys av stationär fisk (gädda) från Oxundasjön, som insamlades från isen i januari 2024. Fisken preparerades och provbereddes på IVL och den kemiska analysen (ΣPCB_7 , dl-PCB och PCDD/F) utfördes av ALS Scandinavia.

Resultaten från 2024 års mätningar ligger i allt väsentligt i linje med tidigare års mätningar. Årsmedelkoncentrationer av ΣPCB_7 i Väsbyån uppströms Upplands Väsby tätort var låga, 0,15 ng/l. En ökning av PCB-koncentrationen sker sedan nedströms tätorten, där koncentrationerna var en faktor 10 högre (årsmedel 1,5 ng/l). Koncentrationen i Väsbyån nedströms var något högre än tidigare år vid augustiprovtagningen (2,3 ng/l). Vidare i Oxundasjön och dess utflöde, Marängsån/Oxundaån, ökar koncentrationer ytterligare, där årsmedel var 7,4 ng/l i Oxundasjön och 6,4 ng/l i Marängsån. Detta har tidigare konstaterats bero på ett betydande utflöde (diffusion) från de kraftigt PCB-förorenade sedimenten i Oxundasjön. Vidare nedströms i Mälaren-Skarven klingar koncentrationerna gradvis av i Rosersbergsviken (1,7 ng/l) och i Kairo är koncentrationerna åter nere på bakgrunds nivåer (0,2 ng/l).

En tydlig bild av lägre PCB-koncentrationer under februariprovtagningen och högre koncentrationer i augusti framgick. Detta förklaras sannolikt till störst del av variation i vattenföring och vattentemperatur. Vid högre vattenföring blir utspädningseffekten större och ger lägre vattenkoncentrationer, medan exempelvis diffusion av PCB från sediment till vatten ökar vid högre vattentemperaturer och ger således högre koncentrationer. På grund av begränsad vattenomsättning under

sommaren är dock relationen det omvända vad gäller masstransport av PCB. Transporten är som lägst under sommarmånaderna och som högst i februari till följd av högre vattenflöden.

Årsmedelkoncentrationer av PCB i Väsbyån nedströms, Oxundasjön, Marängsån och Rosersbergsbäcken under perioden 2016–2024 indikerar att det sker en avklingning av koncentrationerna över tid. Detta är linje med vad som förväntas då systemet är i ett återhämtningsskede från den historiska belastningen av PCB. Tidstrender baserat på det tillgängliga underlaget ska dock tolkas med försiktighet då årsmedelvärdena är baserade på få prover varje år och uppmätta koncentrationer till stor del beror på rådande flödesförhållanden, temperaturer med mera vid respektive provtagningstillfälle.

Uppmätta halter i gädda var i liknande storleksordning som tidigare uppmätts i gädda från Oxundasjön. Halterna är att bedöma som kraftigt förhöjda, både vad gäller $\sum\text{PCB}_7$ och TEQ-summan av dioxinlika ämnen (dl-PCB och PCDD/F). Jämfört med tidigare insamlad gädda från Oxundasjön framgår ingen signifikant trend över tid under perioden 2014–2024.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1 Inledning	6
2 Metod	6
3 Resultat	9
3.1 Vatten	9
3.2 Fisk	15
4 Referenser	16

1 Inledning

På uppdrag av Upplands Väsby kommun har IVL Svenska Miljöinstitutet sedan 2014 mätt förekomsten av polyklorerade bifenyler, PCB, i olika matriser (vatten, luft, sediment, fisk, kräftor) i anslutning till den kraftigt PCB-förorenade Oxundasjön.

Föreliggande resultatrapport utgör en redovisning av de vattenundersökningar som genomförts i Oxundasjön och dess tillflöden och utlopp under 2024. Detta är en påbyggnad på resultat från tidigare undersökningar genomförda sedan 2016 (Hållén et al., 2017; Karlsson & Hållén, 2018; Karlsson & Hållén, 2019; Hållén & Karlsson, 2020; Hållén et al., 2021; Karlsson & Hållén, 2022; Hållén & Karlsson, 2023; Hållén och Karlsson, 2024).

2 Metod

Under året togs vattenprover från sex provtagningspunkter i Oxundaåsystemet: Väsbyån uppströms respektive nedströms Upplands Väsby tätort, Oxundasjön, Marängsån/ Oxundaån, Rosersbergsviken samt nedströms i den huvudsakliga strömningsriktningen i Mälaren i höjd med Kairobadet. Provtagningsplatsernas lägen och beteckningar framgår av **Figur 1**. Provtagningsfrekvensen sedan 2023 är två gånger per år, där prover tas i februari och augusti. Vid varje tillfälle insamlades 5 liter vatten i glasflaskor (2x2,5 liter). Vattenproverna analyserades vid IVL:s organiska laboratorium i Göteborg med avseende på de sju indikatorkongenerna för PCB, ΣPCB_7 (PCB 28, 52, 101, 118, 153, 138 och 180). Koncentrationer under detektionsnivå har antagits till 0 när resultaten utvärderats (lower bound).

Mellan 2016–2017 genomfördes även provtagning med samma metodik i Verkaån, det andra större tillflödet till Oxundasjön utöver Väsbyån. Då koncentrationerna i Verkaån var låga, generellt under analysmetodens detektionsgräns, har ingen provtagning genomförts där sedan december 2017. Dessutom har undersökningar av sediment och biota i sjön Fysingen, som Verkaån avvattnar, visat att denna del av avrinningsområdet inte bidrar med mer än bakgrundsbelastning till Oxundaån. Låga koncentrationer uppmättes också uppströms i Mälaren i höjd med Sigtuna år

2017 (Karlsson & Hållén, 2018) och längre nedströms Mälaren i höjd med Stäket år 2019 (Hållén & Karlsson, 2020).



Figur 1 Provtagningsplatser för PCB i Oxundaåns vattensystem och Mälaren under 2024.

Den 11 januari 2024 genomförde IVL en insamling av gädda från Oxundasjön genom isfiske (**Fig. 2**). Insamlingen skedde i Oxundasjöns norra ände, vid sjöutloppet och sex gäddor sparades. Preparering och provberedning av materialet utfördes på IVL:s fisktoxikologiska laboratorium i Stockholm enligt standardiserad metodik. Preparerade muskelprover bildades till två samlingsprov (n=3 resp. n=2) och ett individprov skickades vidare för kemisk analys, fördelning och morfometriska mått för respektive individ. Morfometriska data framgår av **Tab. 1**.

Kemiska analyser utfördes vid ALS Scandinavia med avseende på dioxiner (PCDD/F), dioxinlika PCB (dl-PCB) och icke-dioxinlika PCB (Σ PCB6).



Figur 2 Insamling av gädda från Oxundasjön, 11 januari 2024.

Tabell 1 Morfometriska mått för insamlade gäddor. Individer som bildade samlingsprov kemisk analys framgår också av tabellen.

Individ	Samplingsprov	Längd (cm)	Vikt (g)	Somatisk vikt (g)	Levervikt (g)	Kön	Ålder (år)
Gädda 1	Gädda 1–3	67,2	2060	1642	43	Hona	6+
Gädda 2	Gädda 1–3	70,2	2024	1758	32	Hona	6+
Gädda 3	Gädda 1–3	70,6	2237	1998	42	Hona	5+
Gädda 4	Gädda 4–5	65	1644	1389	29	Hona	6+
Gädda 5	Gädda 4–5	63	1449	1188	28	Hona	4+
Gädda 6	Gädda 6	52,5	935	861	15	Hane	2+

3 Resultat

3.1 Vatten

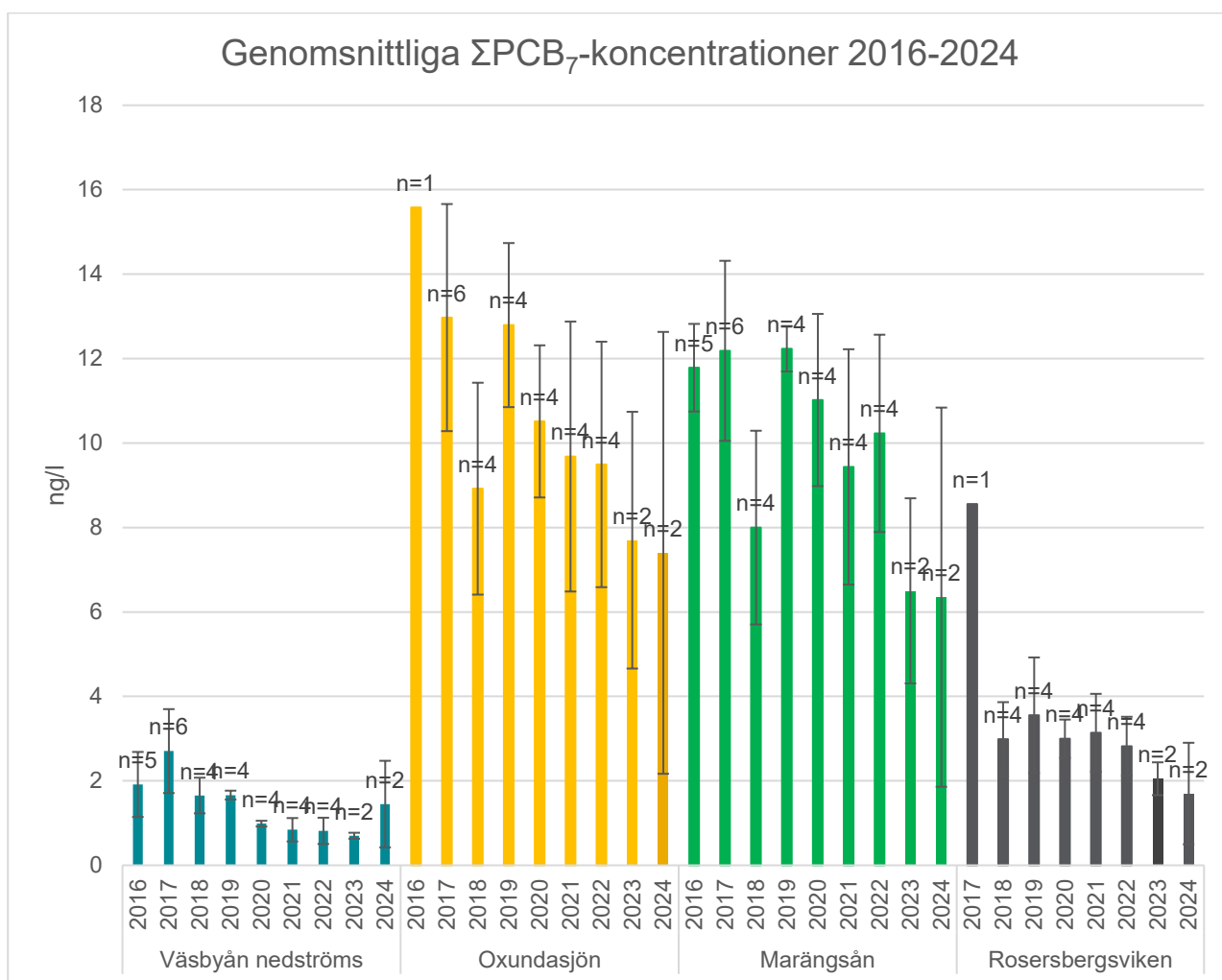
Uppmätta Σ PCB₇-koncentrationer under 2024 redovisas i **Tabell 2**. Årets mätningar visar god samstämmighet med föregående års mätningar i systemet.

Årsmedelkoncentrationer av Σ PCB₇ uppströms i Väsbyån uppströms Upplands Väsby tätort var låga, 0,15 ng/l. En ökning av PCB-koncentrationen sker sedan nedströms tätorten i Väsbyån, där PCB-koncentrationerna ökade till i medelkoncentration 1,5 ng/l. Koncentrationen i Väsbyån nedströms var något högre än tidigare år vid augustiprovtagningen (2,3 ng/l). Vidare i Oxundasjön och dess utflöde, Marängsån/Oxundaån, ökar koncentrationerna ytterligare, där årsmedel var 7,4 ng/l i Oxundasjön och 6,4 ng/l i Marängsån. Detta har tidigare konstaterats bero på ett betydande utflöde (diffusion) från de kraftigt PCB-förorenade sedimenten i Oxundasjön (se till exempel Karlsson et al., 2015; Hållén et al., 2017). Vidare nedströms i Mälaren-Skarven klingar koncentrationerna gradvis av i Rosersbergsviken (1,7 ng/l) och i Kairo är koncentrationerna åter nere på bakgrundsnivåer (0,2 ng/l).

Tabell 2 Σ PCB₇-koncentrationer (ng/l) i Oxundaåsystemet och Mälaren år 2024 (februari och augusti).

Mätplats	Februari	Augusti	Årsmedel 2024
Väsbyån uppströms	0,1	0,2	0,15
Väsbyån nedströms	0,6	2,3	1,5
Oxundasjön	0,8	14	7,4
Marängsån	0,7	12	6,4
Rosersbergsviken	1,1	2,3	1,7
Kairo	0,2	0,2	0,2

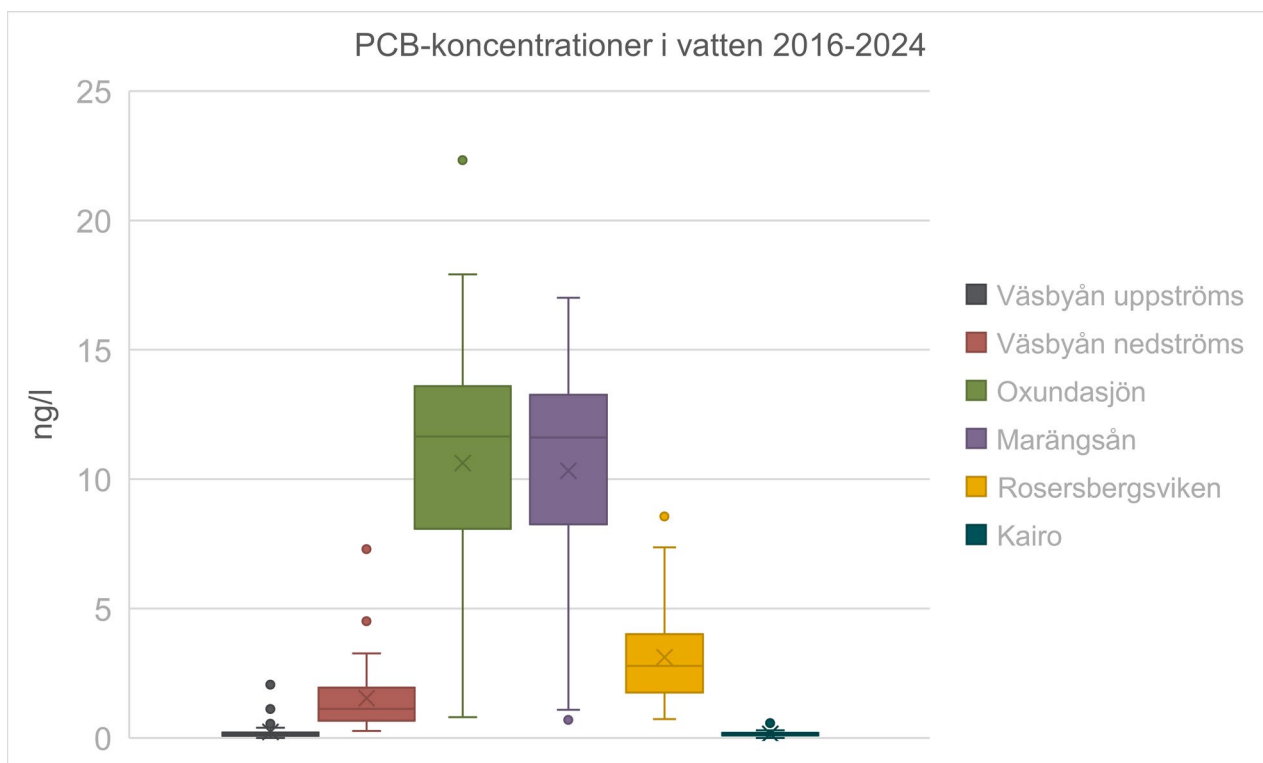
I **Figur 3** redovisas årsmedelkoncentrationer av ΣPCB_7 i Väsbyån nedströms, Oxundasjön, Marängsån och Rosersbergsviken för perioden 2016–2024. Notera att värdena för Oxundasjön 2016 och Rosersbergsviken 2017 endast grundas på en mätning (oktober respektive december) samt att det från och med 2023 endast mäts två prover per år: februari och augusti. Utifrån de årsmedelvärdesbildade koncentrationerna tycks det föreligga en avklingande trend i koncentrationerna. Detta ska dock tolkas med försiktighet då årsmedelvärdena är baserade på få prover varje år och uppmätta koncentrationer till stor del beror på rådande flödesförhållanden, temperaturer med mera vid respektive provtagningstillfälle. Att koncentrationerna avtar gradvis över tid är däremot förväntat (Hållén et al., 2022).



Figur 3

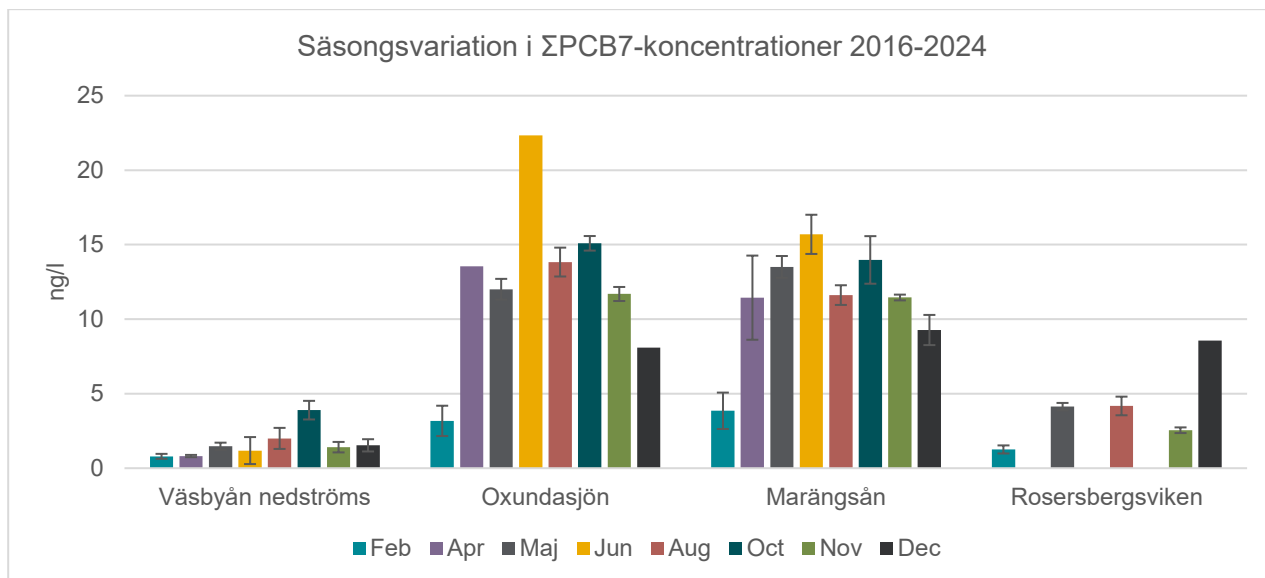
Genomsnittlig ΣPCB_7 -koncentration i Väsbyån nedströms, Oxundasjön, Marängsån och Rosersbergsviken under perioden 2016–2024. Felstaplarna visar standardfel.

I **Figur 4** redovisas en boxplot (lådagram) för uppmätta vattenkoncentrationer under perioden 2016–2024 i Väsbyån uppströms och nedströms (n=34 resp. n=35), Oxundasjön (n=31), Marängsån (n=35), Rosersbergsviken (n=25) och Kairo (n=24). Med avseende på genomsnittliga koncentrationer framgår i stort sett samma bild som redogjorts för resultaten för 2024 års mätningar. Data uppvisar en förhållandevis stor säsongsvariation, framför allt i Oxundasjön och Marängsån, vilket framgår av **Figur 5**. En tydlig bild av lägre koncentrationer under vintermånaderna och högre koncentrationer under sommarmånaderna framgår. Detta förklaras sannolikt till störst del av variation i vattenföring och temperatur. Vid högre vattenföring blir utspädningseffekten större och ger lägre vattenkoncentrationer, medan exempelvis diffusion av PCB från sediment till vatten ökar vid högre vattentemperaturer och ger således högre koncentrationer. Med avseende på masstransport av PCB har vi tidigare konstaterat att säsongsvariationen av vattenföring är avgörande, där höga flöden i februari (vårflod) ger en hög masstransport av PCB och i princip stillastående vatten under högsommaren ger en begränsad transport (Hållén & Karlsson, 2020).



Figur 4

Boxplot för uppmätta PCB-koncentrationer i Oxundaåsystemet och Mälaren 2016–2024. Linjen i boxen visar medianvärde, "x" visar medelvärde, längden av boxen representerar undre och övre kvartil och strecken ut från boxen ("whiskers") visar min- respektive maxvärden. Extremvärden visas med cirkel.

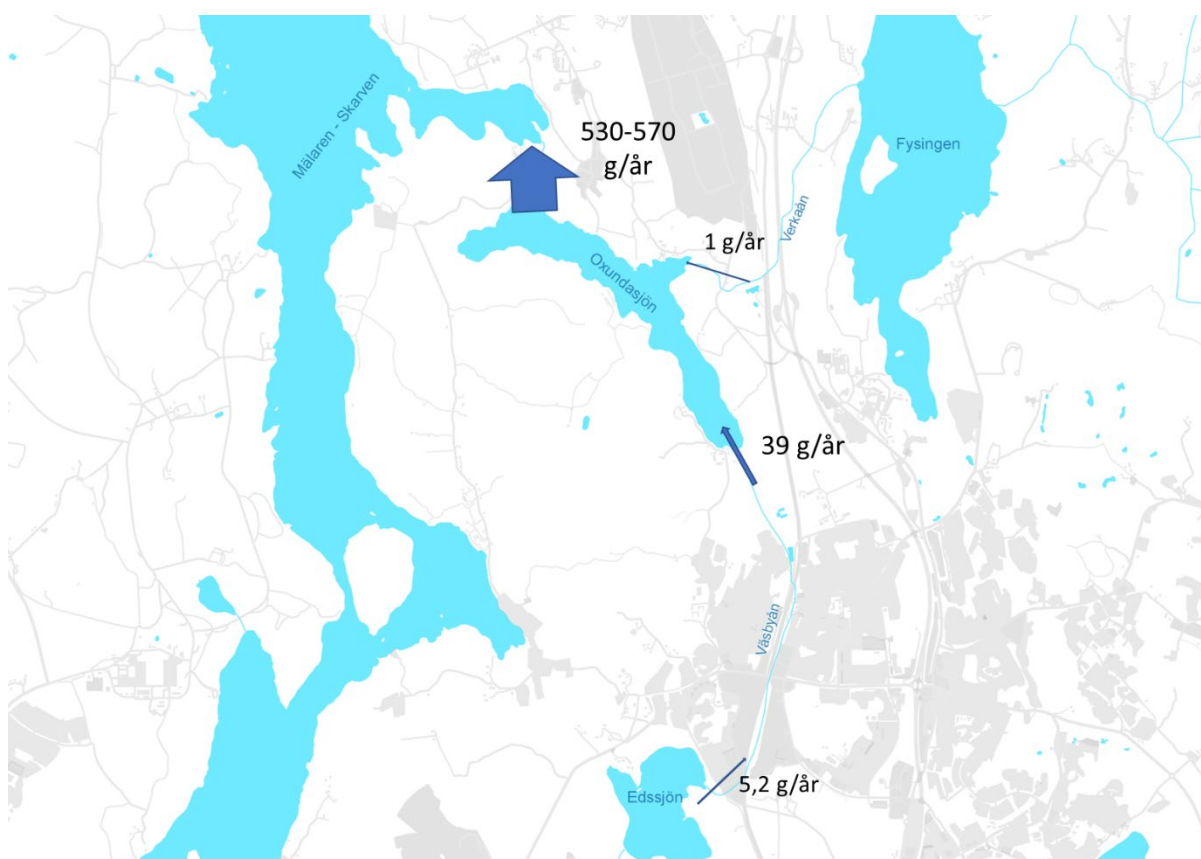


Figur 5 Genomsnittlig årstidsvariation av Σ PCB₇-koncentrationer i Väsbyån nedströms, Oxundasjön, Marängsån och Rosersbergsviken under 2016–2024. Felstaplarna visar standardfel.

I **Tabell 3** och **Figur 6** redovisas årliga masstransporter av PCB i Oxundaåsystemet. Beräkningarna är baserade på uppmätta koncentrationer av Σ PCB₇ under åren 2016–2024 samt modellerad, stationskorrigerad vattenföring under samma period (källa: SMHI vattenwebb). Ett vanligt antagande är att summan av de sju indikatorkongenerna (Σ PCB₇) utgör 20% av den totala mängden PCB (Σ PCB_{tot}), vilket har använts för att uppskatta den totala PCB-transporten i systemet. Ur tabellens högra kolumn kan utläsas att närmare 3 kg PCB (2 900 g) årligen transporteras ut från Oxundasjön till Mälaren. Tillförseln av PCB till Väsbyån från Upplands Väsby tätort innan ån mynnar i Oxundasjön, är i storleksordningen 0,2–0,3 kg/år.

Tabell 3 Beräknad masstransport av Σ PCB₇ i Oxundasjöns in- och utflöden. Tabellen visar årsmedelvattenföring 2016–2023, årsmedelkoncentration av PCB 2016–2024 samt resulterande masstransport av PCB. Fetstilt är genomsnittlig transport för åren 2016–2024, medan värdena inom parentes visar lägsta respektive högsta årstransport under perioden.

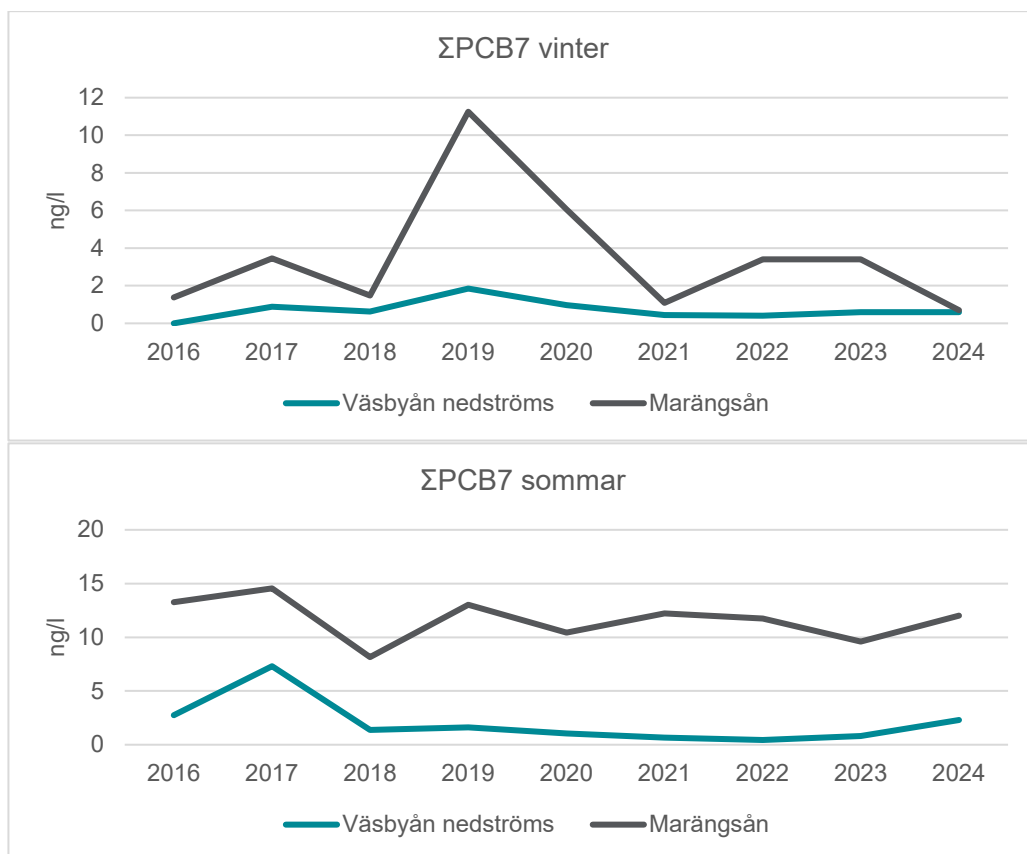
Station	Vattenföring (m ³ /s)	Koncentration Σ PCB ₇ (ng/l)	Masstransport Σ PCB ₇ (g/år)	Masstransport Σ PCB _{tot} (g/år)
Verkaån	0,77	0,053	0,96 (0,48 – 1,4)	4,8 (2,4 – 7,2)
Väsbyån uppströms	0,83	0,21	5,2 (2,6 - 12)	26 (13 - 59)
Väsbyån nedströms	0,88	1,4	39 (19 - 74)	200 (93 - 370)
Oxundasjön	1,7	11	570 (410 - 720)	2 900 (2 000 – 3 600)
Marängsån	1,7	10	530 (400 - 690)	2 700 (2 000 – 3 400)



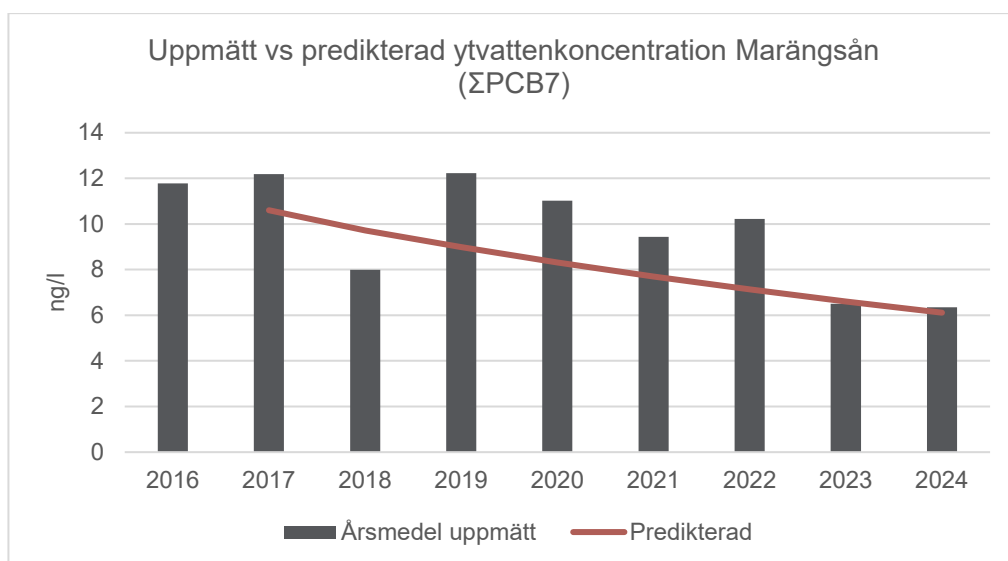
Figur 6 Genomsnittlig masstransport av ΣPCB_7 i Oxundasjöns in- och utflöden under 2016–2024.

I **Figur 7** visas tidstrender avseende ΣPCB_7 -koncentrationer 2016–2024 i Väsbyån nedströms Upplands Väsby tätort (V12) samt Oxundasjöns utflöde Marängsån (M1) vinter (februari) respektive sommartid (augusti). Det är svårt att uttala sig om statistiska trender i de uppmätta ytvattenkoncentrationerna på grund av att förutsättningarna vid provtagningstillfället (flöden, temperatur med mera) samt mätosäkerheter vid den kemiska analysen får stor betydelse när få prover tas varje år. Av både **Figur 3** och **Figur 7** synes dock en generellt avklingande trend i uppmätta PCB-koncentrationer föreligga.

För jämförelse presenteras i **Figur 8** predikterade ytvattenkoncentrationer baserat på en semiempirisk massbalansmodell för omsättning av PCB i Oxundasjön (Hållén et al., 2022). Vi bedömer dock att är för vanskligt att dra några slutsatser om modellens prediktiva förmåga baserat på det nu tillgängliga underlaget.



Figur 7 Tidstrender 2015–2024 avseende Σ PCB7-koncentrationer sommar (augusti) respektive vinter (februari) i punkterna V12 (nedströms i Väsbyån) respektive M1 (Marängsån).



Figur 8 Årsmedelvärden av uppmätta Σ PCB7-koncentrationer i Märstaån jämfört med predikterad avklingning av ytvattenkoncentrationer i Oxundasjön (Hållén et al., 2022).

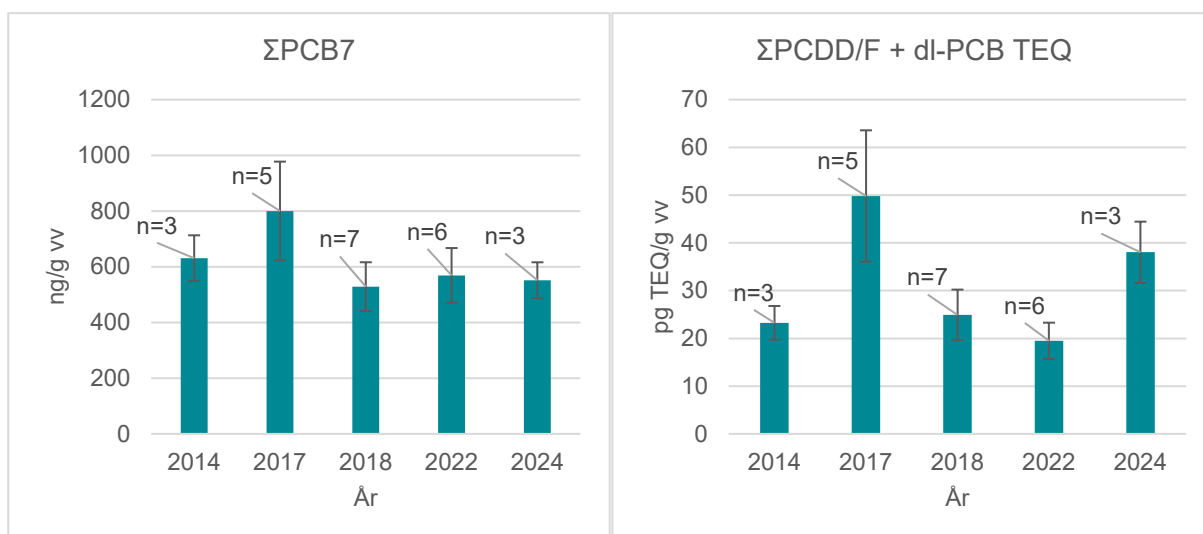
3.2 Fisk

Uppmätta halter av Σ PCB7, dl-PCB och PCDD/F i gädda som insamlades i januari 2024 framgår av **Tabell 4** nedan. Högst halter uppmättes i Gädda 6 trots att det var den minsta/ungsta individen och lägst halter uppmättes i samlingsprovet Gädda 1–3 som var de största/äldsta individerna (**Tab. 1**). Halterna är i liknande storleksordning som tidigare uppmättes i stationär fisk från Oxundasjön (Karlsson & Hållén, 2023) och är att bedöma som kraftigt förhöjda, både vad gäller Σ PCB7 och TEQ-summan av dioxinlika ämnen (dl-PCB och PCDD/F). Att dioxinhalterna är förhöjda kan förklaras av att tekniska blandningar där PCB ingått ofta är kontaminerade av klorerade dioxiner och furaner (PCDD/F) som bilades oavsiktligt i tillverkningsprocessen.

I **Figur 9** jämförs resultaten mot tidigare års analyser av gädda från Oxundasjön. Det framgår inga tydliga trender över tid baserat på det tillgängliga underlaget.

Tabell 4 Uppmätta halter av Σ PCB7, dl-PCB och PCDD/F i prover av gädda från Oxundasjön (jan 2024).

Individ	Σ PCB7 (ng/g vv)	Σ PCDDF + dl-PCB (pg TEQ/g vv)	Fetthalt (%)	Längd (cm)	Vikt (g)	Ålder (år)
Gädda 1–3	443	30	0,3	69	2107	6
Gädda 4–5	546	34	0,2	64	1547	5
Gädda 6	666	51	0,3	53	935	2
Medel	552	38	0,3	62	1530	4



Figur 9 Jämförelse Σ PCB7 och Σ TEQ (PCDD/F + dl-PCB) i gädda från Oxundasjön 2014, 2017, 2018, 2022 och 2024. Felstaplarna visar medelvärkets standardavvikelse.

4 Referenser

Hållén, J., Karlsson, M. & Hansson, K. (2017). PCB-undersökningar i Oxundasjön 2016. IVL Svenska Miljöinstitutet. U5846.

Hållén, J. & Karlsson, M., 2020. PCB i Oxundaåns vattensystem 2019. IVL PM februari 2020.

Hållén, J., Waldetoft, H. & Karlsson, M., 2021. PCB i Oxundaåns vattensystem 2020. IVL PM januari 2021.

Hållén, J., Malmaeus, J.M., Johansson, N. & Karlsson, O.M., 2022. Using a dynamic mass balance model to predict fate and transport of PCBs in a polluted boreal lake in Sweden, Science of The Total Environment 853(2022)158522.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158522>.

Hållén, J. & Karlsson, M., 2023. PCB i Oxundaåns vattensystem 2022. IVL PM januari 2023.

Hållén, J. & Karlsson, M., 2024. PCB i Oxundaåns vattensystem 2023. IVL PM januari 2024.

Karlsson, M., Palm Cousins, A. & Malmaeus, M. (2015). PCB i Oxundasjön – mängder och flöden. IVL Svenska Miljöinstitutet. U5556.

Karlsson M. & Hållén, J. (2018). PCB i Oxundaåns vattensystem 2017. IVL Svenska Miljöinstitutet. U5948.

Karlsson M. & Hållén, J. (2019). PCB i Oxundaåns vattensystem 2018. IVL Svenska Miljöinstitutet. PM daterat 2019-01-24

Karlsson, M. & Hållén, J. (2022). PCB i Oxundaåns vattensystem 2021. IVL PM januari 2022.

Karlsson, M. & Hållén, J. (2023). Sammanfattning av undersökningar i Oxundaåns vattensystem 2013–2022. IVL-rapport C774.

STOCKHOLM

Box 21060, 100 31 Stockholm

GÖTEBORG

Box 53021, 400 14 Göteborg

MALMÖ

Nordenskiöldsgatan 24
211 19 Malmö

KRISTINEBERG

**(Center för marin forskning och
innovation)**

Kristineberg 566
451 78 Fiskebäckskil

SKELLEFTEÅ

Kanalgatan 59
931 32 Skellefteå

BEIJING, CHINA

Room 612A
InterChina Commercial Building No.33
Dengshikou Dajie
Dongcheng District
Beijing 100006
China

© IVL SVENSKA MILJÖINSTITUTET AB | Tel: 010-788 65 00 | www.ivl.se