

Utvärdering av referensundersökningar

Sanering av Viskan
Viskan Tillstånd 1.1.2



Ändrings- förteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad av	Upprättad av
Utkast	2024-03-28	Första versionen	Claes Thureson	Carin Lundqvist
Slut- rapport	2024-05-08	Reviderad efter synpunkter från Länsstyrelsen		

Sweco Sverige AB 556767-9849
Uppdrag M4-Rerensundersökningar_
 Mätbara Åtgärds mål_Miljökontroll
Uppdragsnummer 30043120-004
Kund Borås kommun
Upprättad av Carin Lundqvist
Granskad av Claes Thuresson
Datum 2024-05-07
Dokumentreferens Utvärdering av referensundersökningar.docx

Innehållsförteckning

1	Inledning	5
1.1	Bakgrund	5
1.2	Uppdrag och syfte	5
1.3	Organisation	5
2	Områdesbeskrivning.....	5
2.1	Lokalisering	5
2.2	Hydrologiska förhållanden	6
2.3	Vattenförekomster	7
2.3.1	Ytvattenförekomster.....	7
2.3.2	Grundvattenförekomster	7
3	Bedömningsgrunder	8
3.1	Ytvatten	8
3.2	Material från sedimentfällor	8
3.3	Hantering av värden under rapporteringsgräns	8
4	Genomförd provtagning 2023.....	9
5	Resultat från provtagning i Viskan 2023	11
5.1	Utförd provtagning.....	11
5.2	Metaller.....	12
5.2.1	Ytvatten, årsmedelvärden.....	12
5.2.2	Ytvatten, månadsvariationer	13
5.2.3	Sedimentfällor	16
5.3	Dioxiner	17
5.3.1	Ytvatten.....	17
5.3.2	Sedimentfällor	19
5.4	PFAS.....	21
5.4.1	Ytvatten och passiva provtagare	21
5.4.2	Sedimentfällor	23
5.5	Oljeföreningar (alifater och aromater).....	24
5.6	Polyaromatiska kolväten (PAH)	24
5.6.1	Sedimentfällor	25
5.7	Klorerade pesticider	26
6	Flöden och turbiditet	27
6.1	Flöden	27
6.2	Turbiditet och suspenderat material.....	28
7	Transport av föroreningar	29
7.1	Transport baserat på passiva provtagare	31

7.1.1	Metaller	31
7.1.2	PFAS.....	32
7.2	Transport baserat på stickprovtagning av ytvatten	33
7.2.1	Metaller	33
7.2.2	PFAS.....	34
7.2.3	Polyaromatiska kolväten (PAH).....	35
7.2.4	Dioxin.....	36
7.3	Transport baserat på resultat från sedimentfällor	36
7.3.1	Metaller	36
7.3.2	PFAS.....	38
7.3.3	Polyaromatiska kolväten (PAH).....	38
7.3.4	Dioxin.....	39
8	Utvärdering och sammanfattning	41
8.1	Transport av föroreningar.....	41
8.2	Spridning	44
8.3	Bedömning mot gränsvärden.....	45
8.4	Provtagnings- och analysmetoder	45
8.5	Mätpunkternas placering.....	46
9	Referenser.....	47
	Bilaga 1. Provtagningsarbeten i Viskan – Referensprovtagningar	48

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Under 1900-talet hade Borås en omfattande textilindustri. Utsläppen från textilindustrin släpptes ut till Viskan, direkt utan rening eller via det kommunala reningsverket Gässlösa. Viskan är även påverkad av utsläpp från andra typer av industrier, dagvatten från Borås stad, avloppsvatten och brandövningsplatser. Utsläppen har lett till att bottensediment i Viskan och de nedströms belägna sjöarna Djupasjön, Guttasjön och Rydboholmsdammarna innehåller höga halter av t.ex. metaller, dioxiner, olja och polyaromatiska kolväten (PAH).

1.2 Uppdrag och syfte

Sweco Sverige AB (Sweco) har fått i uppdrag att utvärdera den referensprovtagning som genomförts under 2023.

1.3 Organisation

Projektledare för projektet *Sanering av Viskan*: Sara Florén

Beställare: Borås Stad.

Swecos Organisation:

Uppdragsledare: Carin Lundqvist

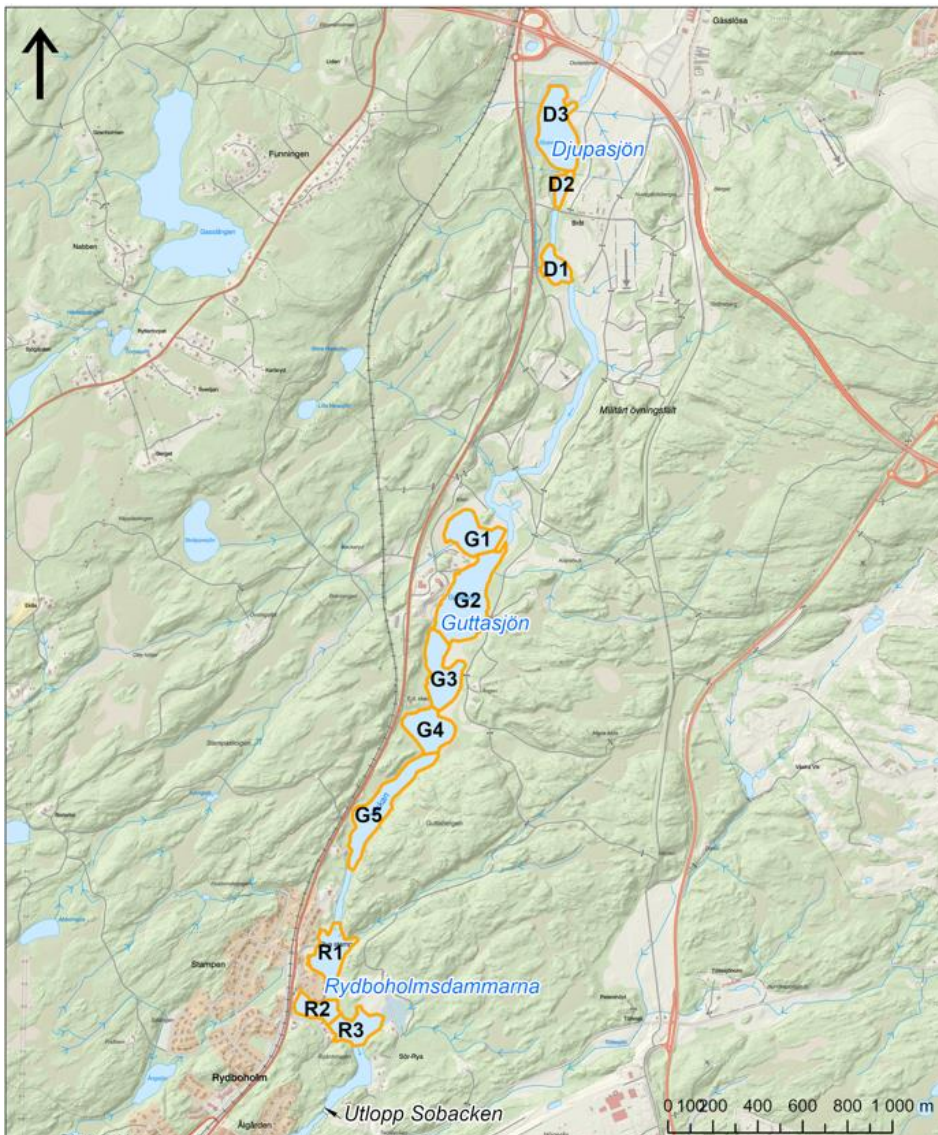
Handläggare: Carin Lundqvist

Kvalitetsgranskare: Claes Thureson

2 Områdesbeskrivning

2.1 Lokalisering

Viskan rinner från sjön Tolken väster om Ulricehamn, genom Öresjö som ligger norr om Borås stad och fortsätter sitt lopp genom Borås och vidare genom Marks kommun och mynnar i Klosterfjorden norr om Varberg. Den del av Viskan som berörs i denna rapport benämns "projektområdet", vilket redovisas i Figur 1. Projektområdet börjar i norr med Djupasjön och avslutas i söder efter Rydboholmsdammarna. Projektområdet är indelat i delområden baserat på sjöarna Djupasjön, Guttasjön och Rydboholmsdammarna. Inom projektområdet, nedströms Djupasjön öster om Viskan, ligger ett militärt övningsområde – Bråt skjutfält och i anslutning till delområde G2 och G1 ligger Södra Älvsborgs räddningsförbunds (SÄRF) utbildningsanläggning som omfattar övningsområden och brandövningsplats.



Figur 1. Översikt över delområden inom projektområdet i Projekt Sanering Viskan.

2.2 Hydrologiska förhållanden

I Viskans fåra mellan de tre sjöarna är vattendjupen någon till några meter och fårans bredd runt 20 m. Vattenhastigheten är därmed tämligen hög på de sträckorna. I Djupasjön och Guttasjön är vattendjupen och bredden betydligt större vilket leder till en minskad vattenomsättning, d.v.s. en längre omsättningstid.

Sjöarnas storlek, djup och omsättningstid presenteras i Tabell 1. Uppgifterna kommer ifrån SMHI:s damm- och sjöregister samt från *Kompletterande huvudstudie av förorenade sediment i Viskan, rapport Viskan 2009:07*.

Tabell 1. Hydrografiska data för Djupasjön, Guttasjön och Rydboholmsdammarna. Källa: SMHI:s damm- och sjöregister och Rapport Viskan 2009:07.

	Djupasjön	Guttasjön	Rydboholmsdammarna
Area (km ²)	0,075	0,214	0,066
Vattendjup - Medel (m)	2,3	3,1	1,5
Vattendjup – Max (m)	9	13	8
Vattenvolym (m ³)	170 000	550 000	105 000
Teoretisk medelomsättningstid (h)	8	28	5

2.3 Vattenförekomster

Sveriges vatten är indelade i geografiska delområden som kallas vattenförekomster. Vattenförekomsterna kan bestå av sjöar, vattendrag, kustvatten eller grundvatten. För att bedöma vilken status ett vatten har genomförs statusklassificeringar av alla yt- och grundvattenförekomster. utifrån bedömningsgrunder från Havs- och vattenmyndigheten (HVMFS 2019:25) och SGU (SGU-FS 2013:2; SGU-FS 2023:2).

I databasen VISS¹ (VattenInformationSystem Sverige) presenteras bedömningarna av den aktuella miljöstatusen i vattenförekomsterna samt de kvalitetskrav som ska uppnås (miljökvalitetsnormer).

2.3.1 Ytvattenförekomster

Projektområdet i Viskan ingår i ytvattenförekomsten *Viskan (från centrala Borås ned till Svaneholm)* (WA96565873). Vattenförekomsten är klassad till *måttlig ekologisk status* baserat på att statusen för fisk, koppar, krom och zink har bedömts till måttlig status. Kemisk status i vattenförekomsten är klassad till *uppnår ej god*. Bedömningen baseras på att antracen, bly och kadmium förekommer över gränsvärdet i sediment och att kvicksilver, bromerade difenyleter (PBDE) och dioxiner förekommer över gränsvärdet fisk samt att benso(a)pyren har uppmätts över gränsvärdet i vatten.

2.3.2 Grundvattenförekomster

Från Öresjö ner mot Rydboholmsdammarna sträcker sig grundvattenförekomsten Borås (WA86003753). Kemisk och kvantitativ status är bedömd som god, men det saknas mätdata för vattenförekomsten vilket gör att bedömningens tillförlitlighet är låg.

¹ [Välkommen till VISS \(lansstyrelsen.se\)](https://lansstyrelsen.se)

3 Bedömningsgrunder

3.1 Ytvatten

Analysresultat har jämförts mot de gränsvärden och bedömningsgrunder som finns i Havs- och vattenmyndighetens föreskrift *Klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten* (HVMFS 2019:25) (Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

För organiska ämnen ska jämförelsen mot gränsvärden och bedömningsgrunder göras med avseende på totalhalt. För metaller ska bedömningen göras mot löst halt, förutom för koppar, zink, nickel och bly där jämförelsen ska göras mot biotillgänglig halt. Med biotillgänglig halt avses den del av den lösta fasen som beräknas tas upp av vattenlevande organismer. Biotillgänglig halt beräknas med hjälp av programvaran bio-met bioavailability tool v5.1. Beräkningen utgår utifrån uppmätt löst metallhalt och parametrarna pH, DOC och kalcium. Värdena för arsenik, uran och zink är framtagna för att hänsyn ska tas till naturlig bakgrund, om den naturliga bakgrunden hindrar efterlevnad av värdena i bedömningsgrunderna.

3.2 Material från sedimentfällor

Analysresultat har jämförts mot de gränsvärden och bedömningsgrunder som finns i Havs- och vattenmyndighetens föreskrift *Klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten* (HVMFS 2019:25) (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). För vissa ämnen ska uppmätta halter normaliseras till 5 procent totalt organiskt kol (TOC) innan jämförelse mot gränsvärdet. Det gäller till exempel koppar, antracen, fluoranten och TBT.

För ämnen som saknar bedömningsgrunder i HVMFS 2019:25 används riktvärden från Norge (Miljödirektoratet, 2020). De norska klassificeringsgränserna baseras på bakgrundsvärden och ekotoxiska effekter. De norska gränsvärdena för sediment är framtagna för bedömning av tillstånd i finkorniga sediment (ler-silt) med en låg TOC-halt (1 %).

De norska bedömningsgrunderna delas in i fem klassgränser från 1–5:

Klass 1: bakgrund

Klass 2: bra ("god")

Klass 3: Måttligt ("moderat")

Klass 4: dåligt ("dårlig")

Klass 5: Mycket dåligt ("svært dårlig")

3.3 Hantering av värden under rapporteringsgräns

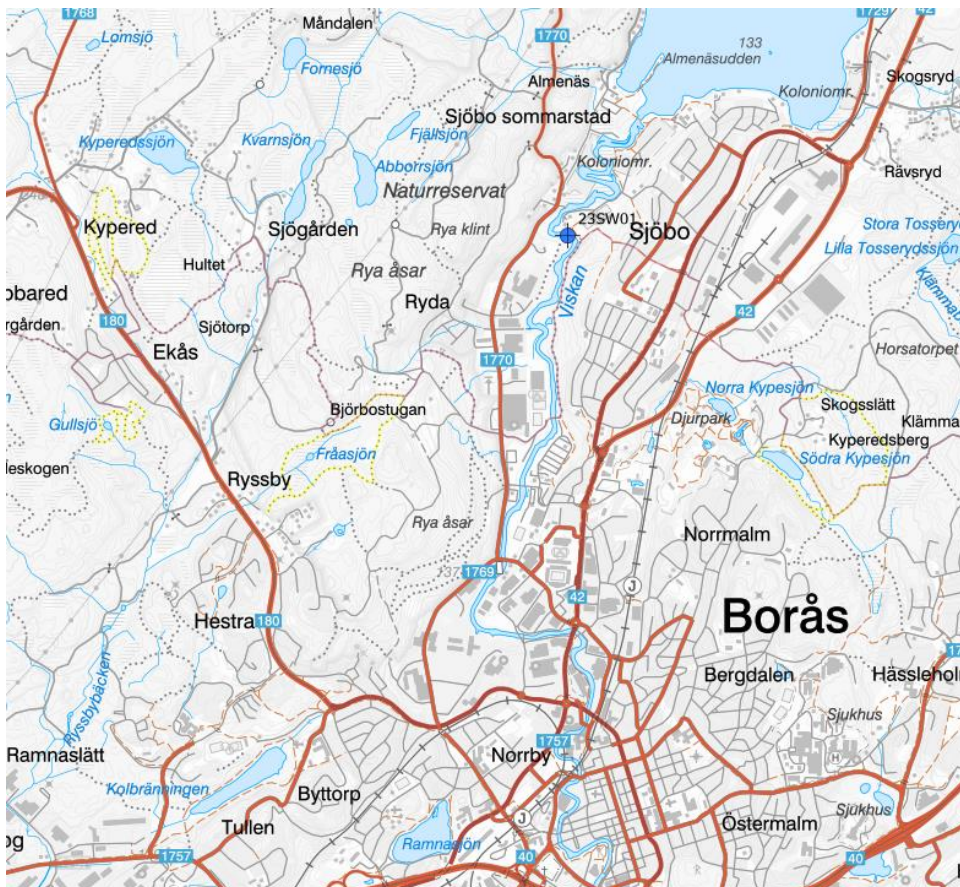
Värden under rapporteringsgräns har satts till halva värdet vid beräkningar av medelvärden och mängdberäkningar, med undantag för dioxin och PAH i ytvatten. Rapporteringsgränsen varierar betydligt mellan olika prov och mättilfällen för PAH och dioxiner och uppmätta halter ligger nära lägsta angivna rapporteringsgränser. För att undvika stora överskattningar av halter och mängder har därför värden under rapporteringsgräns för dessa ämnen i ytvatten satts till noll.

4 Genomförd provtagning 2023

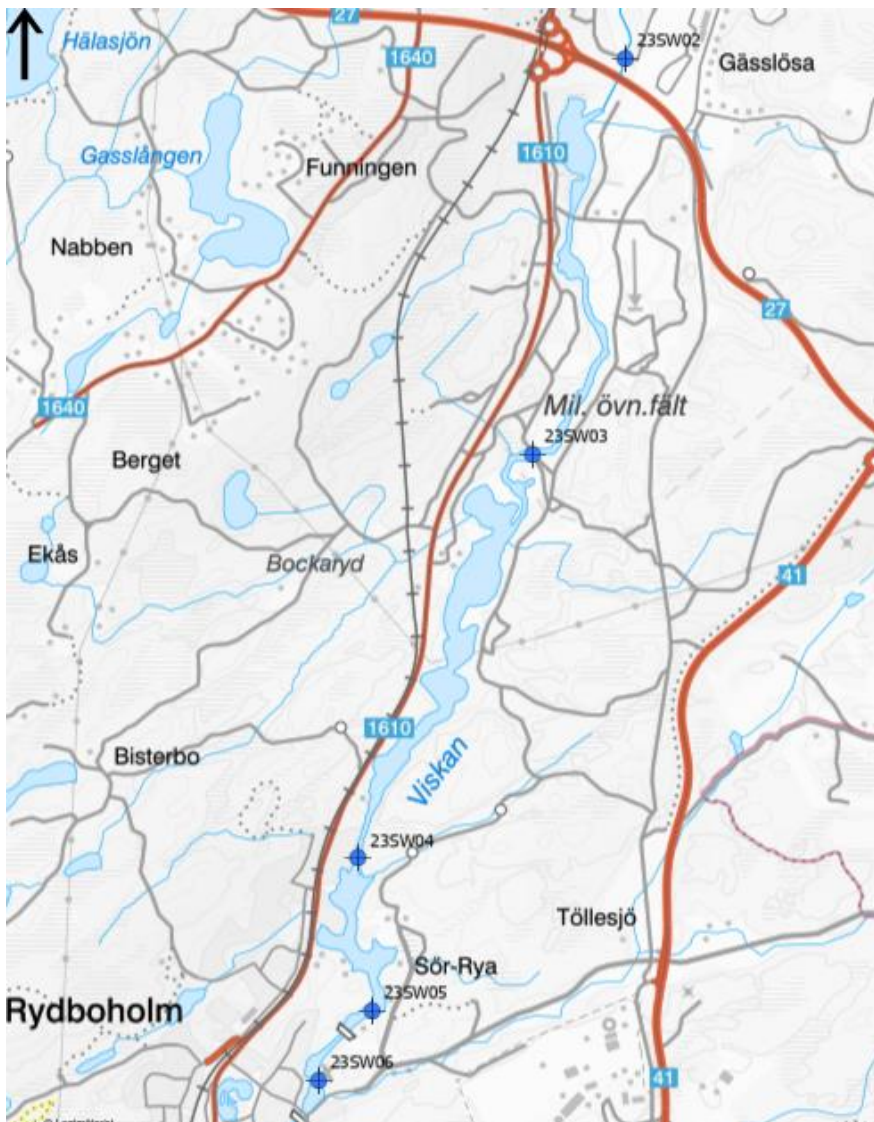
Provtagning genomfördes i Viskan nedströms Öresjö (uppströms Borås) till nedströms Rydboholmsdammarna. Provtagning och analys genomfördes av ytvatten (stickprovtagning av ytvatten och passiva provtagare), material från sedimentfällor samt kontinuerlig mätning av flöde och turbiditet. För mer information om provtagningsmetoder och fältobservationer hänvisas till bilaga 1 – *Provtagningsarbeten i Viskan* (Sweco Sverige AB, 2024). Här nedan beskrivs provtagningen översiktligt. Placering av provpunkter visas i Figur 2 och Figur 3 samt i bilaga 1.

Tabell 2. Provpunkter i referensundersökningarna.

Provpunkt	Beskrivning	Provtagning
Nedströms Öresjö (23SW01)	Sjö uppströms Borås, referensstation	Stickprov, passiv provtagning,
Uppströms Djupasjön (23SW02)	Uppströms Djupasjön, nedströms f.d. Gässlösa ARV och Borås	Turbiditet, passiv provtagning, sedimentfälla, stickprov
Nedströms Djupasjön (23SW03)	Nedströms militärt övningsfält, uppströms SÄRFs utbildningsområde	Turbiditet, passiv provtagning, sedimentfälla, stickprov, flödesmätning
Nedströms Guttasjön (23SW04)	Nedströms Guttasjön	Turbiditet, passiv provtagning, sedimentfälla, stickprov
Nedströms Rydboholmsdammarna (23SW05)	Nedströms Rydboholmsdammarna, uppströms Sobacken	Turbiditet, passiv provtagning, sedimentfälla, stickprov
Nedströms Sobacken (23SW06)	Nedströms utsläpp från Sobacken	Flödesmätning



Figur 2. Lokalisering av provpunkt 23SW01 uppströms Borås.



Figur 3. Lokalisering av provpunkter nedströms Borås.

5 Resultat från provtagning i Viskan 2023

5.1 Utförd provtagning

Stickprovtagning av vatten genomfördes en gång i månaden under ett års tid. Proven analyserades ofiltrerade för att få ett mått på det totala innehållet i vattnet. Vattenproverna analyserades med avseende på DOC, suspenderande ämnen, metaller, olja, PAH16, klorerade pesticider, dioxiner och PFAS.

Mätningar med hjälp av passiva provtagare genomfördes en gång per kvartal för att resultaten ska representera olika årstider och fånga upp eventuella säsongsvariationer. Passiva provtagare ackumulerar ämnen under den tid som provtagaren sitter ute och ger ett resultat som motsvarar medelhalter i vattnet under denna tid. Passiva provtagare ackumulerar de vattenlösliga delarna av

föroreningarna, det vill säga den fraktion som är mest tillgänglig för levande organismer. Analysomfattningen utgjordes av metaller, PAH, dioxin, klorerade pesticider samt PFAS. PFAS analyserades enbart vid kvartal 3.

Sedimentfällor placerades i fyra provpunkter (23SW02 – 23SW05) med syfte att samla in suspenderat material i vattendraget. Fällorna tömdes vid fyra tillfällen (februari, maj, september och december) och materialet analyserades med avseende på TOC, metaller, olja, PAH16, klorerade pesticider och dioxin.

5.2 Metaller

5.2.1 Ytvatten, årsmedelvärden

I Tabell 3 presenteras beräknade årsmedelvärden för de metaller som har bedömningsgrunder och gränsvärden i HVMFS 2019:25. Årsmedelvärden baserade på stickprovtagningen representerar den totala halten och uppmätta halter med passiva provtagare representerar den biotillgängliga andelen. Baserat på data från stickprovstagningen har även den biotillgängliga andelen beräknats för koppar och zink. Eftersom totalhalterna nickel och bly är lägre än gränsvärdet för biotillgänglig halt är det inte nödvändigt att beräkna biotillgänglig andel för dessa metaller.

Den generella bilden visar att medelhalterna är något lägre uppströms Borås än nedströms.

För krom ses en tydlig ytterligare ökning av totalhalten nedströms Guttasjön. Zink uppvisar en liknande trend förutom att medelvärdet ökar redan nedströms Djupasjön. Årsmedelvärdet för koppar uppvisar ingen skillnad mellan provpunkter gällande totalhalter, i passiva provtagare uppmättes något högre halter nedströms Borås jämfört med uppströms. För bly och kadmium ses ingen tydlig skillnad mellan de olika provpunkterna nedströms. Medelvärdet för kvicksilver ökar något nedströms Guttasjön.

Sammantaget är metallhalterna i vatten förhållandevis låga och lägre än bedömningsgrunderna och gränsvärden i HVMFS 2019:25, med undantag för kadmium. Totalhalten kadmium ligger strax över gränsvärdet i provpunkterna nedströms Borås och även medelvärdet från mätningar med passiva provtagare överskrider gränsvärdet i provpunkten nedströms Guttasjön (Tabell 3). Andelen zink uppmätt med passiva provtagare jämfört med totalhalten är förhållandevis hög jämfört med övriga metaller.

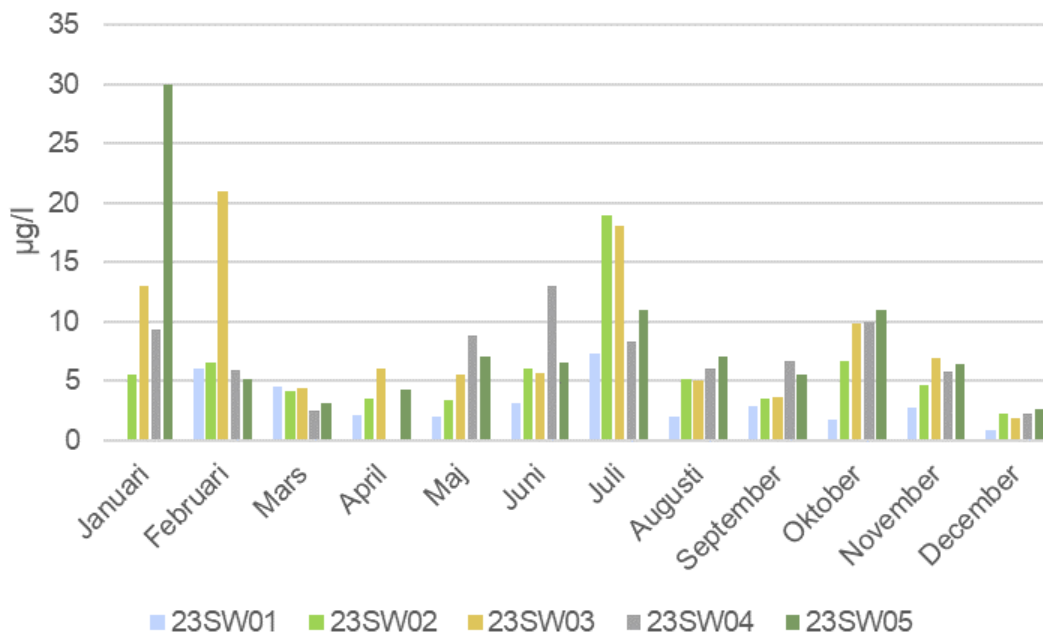
Tabell 3. Beräknade årsmedelvärden för perioden januari 2023 till december 2023. Mätvärden under rapporteringsgränsen har ersatts av halva rapporteringsgränsen vid beräkning av medelvärde. "tot" avser ofiltrerade vattenprov vid stickprovtagning, "p.p." avser passiv provtagare. Uppmätta årsmedelvärden är jämförda mot gränsvärden/bedömningsgrunder (årsmedel, AA-EQS) enligt HVMFS 2019:25. Cu_{bio} och Zn_{bio} är beräknad biotillgänglig halt. Enheten är $\mu\text{g/l}$ förutom för Hg där enheten är ng/l .

Ämnen	23SW01	23SW02	23SW03	23SW04	23SW05	AA-EQS	MAC-EQS
As - tot	0,33	0,33	0,34	0,35	0,35	0,5	7,9
As - p.p.	0,024	0,026	0,028	0,029	0,025		
Cd - tot	0,006	0,01	0,009	0,01	0,01	0,008 ¹	0,45 ¹
Cd - p.p.	0,003	0,005	0,006	0,035	0,005		
Cr - tot	0,15	0,25	0,28	0,85	0,79	3,4	Saknas
Cr - p.p.	0,025	0,023	0,028	0,033	0,031		
Cu - tot	2,1	2,3	2,2	2,4	2,1	0,5	Saknas
Cu - p.p.	0,11	0,21	0,34	0,33	0,28		
Cu_{bio}	0,048	0,064	0,062	0,06	0,054		
Hg - tot	1,3	1,4	1,2	1,8	2,1	Saknas	70
Hg - p.p.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
Ni - tot	0,73	0,72	0,72	0,73	0,73	4	34
Ni - p.p.	0,16	0,13	0,14	0,17	0,15		
Pb - tot	0,13	0,22	0,26	0,34	0,36	1,2	14
Pb - p.p.	0,006	0,007	0,012	0,027	0,017		
Zn - tot	3,2	5,9	8,4	7,1	8,3	5,5	Saknas
Zn - p.p.	0,80	2,83	3,20	3,58	3,05		
Zn_{bio}	0,73	1,5	2,3	1,6	2,1		

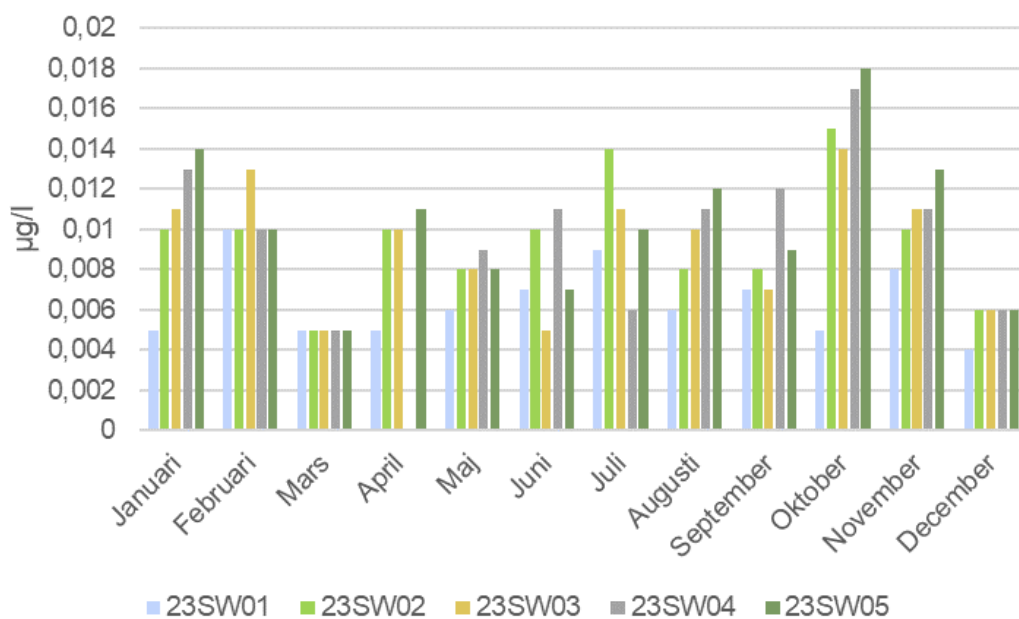
(1) För kadmium varierar gränsvärdet beroende på vattnets hårdhetsklass (klass 1: <40 mg CaCO_3/l , klass 2: 40 till <50 mg CaCO_3/l , klass 3: 50 till <100 mg CaCO_3/l , klass 4: 100 till <200 mg CaCO_3/l och klass 5: ≥ 200 mg CaCO_3/l). Hårdheten i Viskan har bedömts till ca 40 mg CaCO_3/l . Jämförelse sker mot värdet för klass 1.

5.2.2 Ytvatten, månadsvariationer

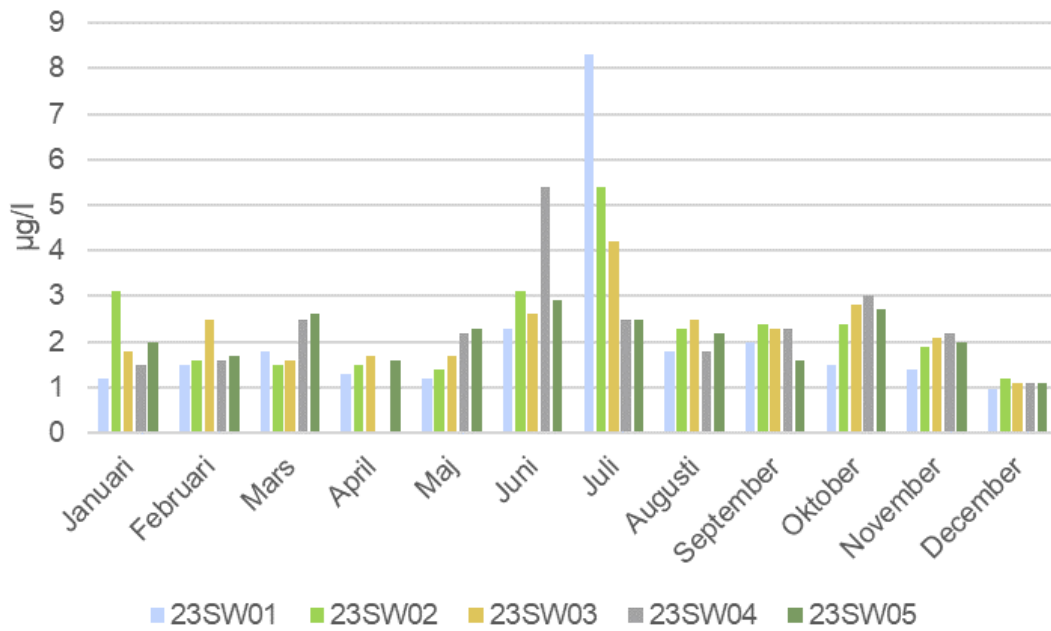
I Figur 4 till Figur 7 redovisas resultat från stickprovtagningen per mätillfälle för koppar, zink, kadmium och bly. Resultaten uppvisar en viss variation men den generella trenden för dessa ämnen är att halterna är lägre uppströms Borås än nedströms och att halterna ökar längre ner i projektområdet. En tendens till högre halter bly, koppar och zink i juli av än övriga månader kan ses.



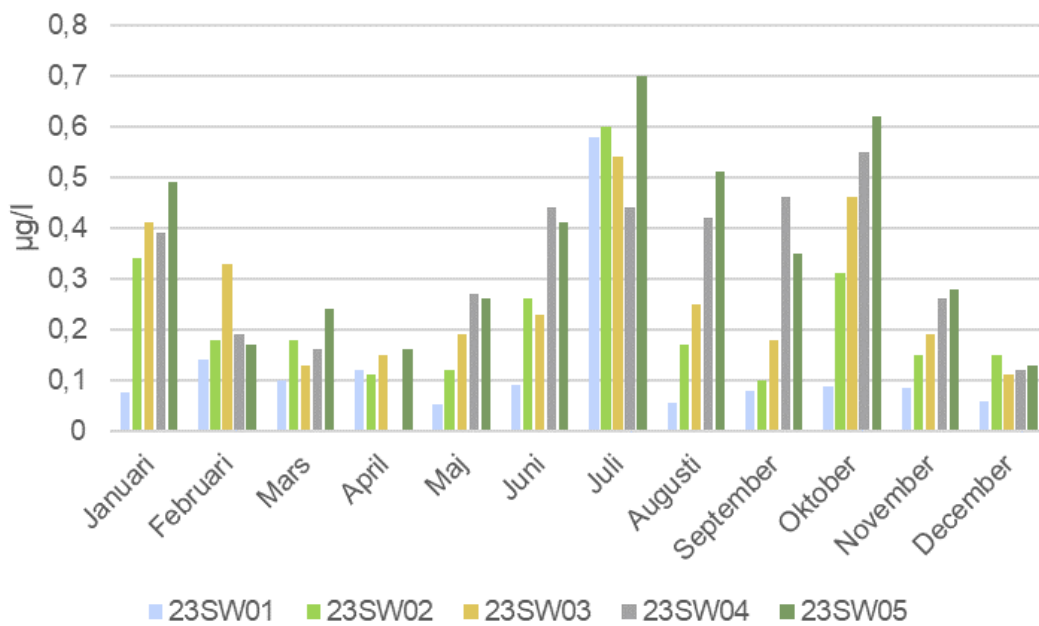
Figur 4. Uppmätta halter zink vid den månadsvisa mätningen.



Figur 5. Uppmätta halter kadmium vid den månadsvisa mätningen.



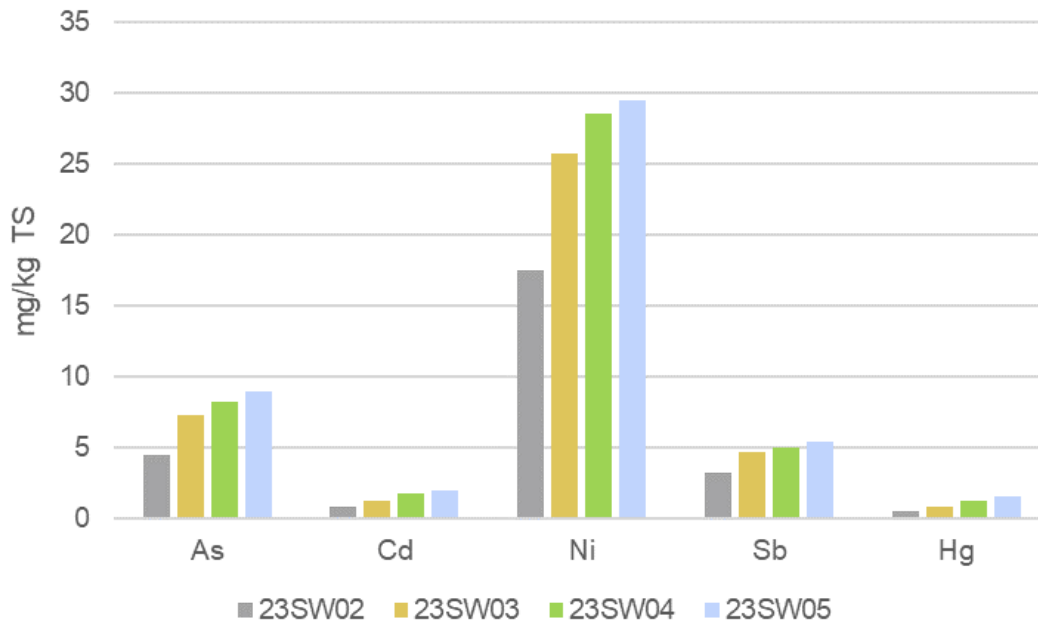
Figur 6. Uppmätta halter koppar vid den månadsvisa mätningen.



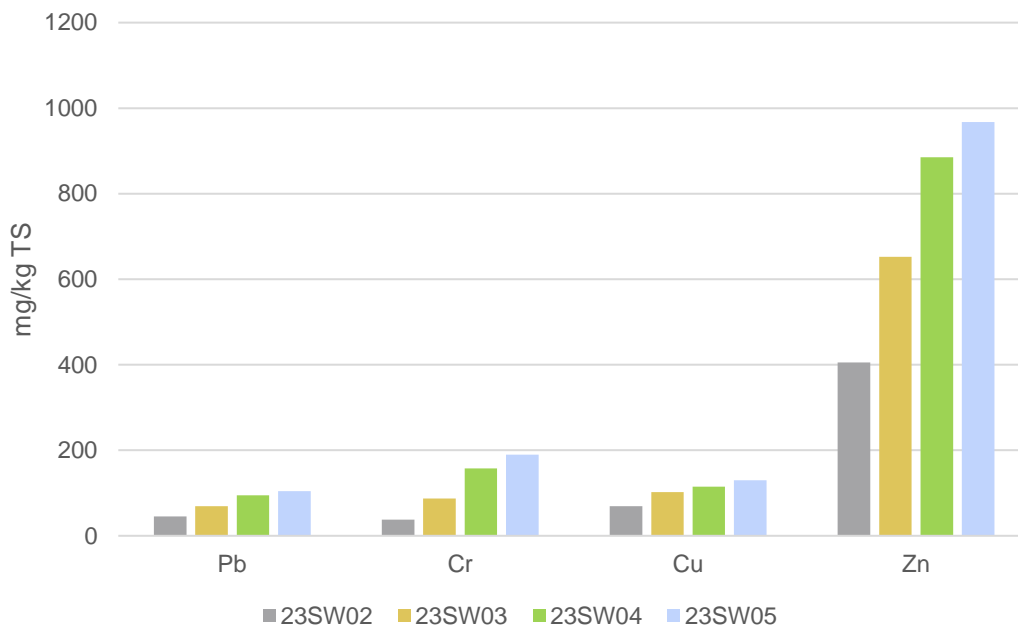
Figur 7. Uppmätta halter bly vid den månadsvisa mätningen.

5.2.3 Sedimentfällor

I Figur 8 och Figur 9 visas medelhalterna i provpunkterna för hela perioden. Samtliga metaller visar på ökade halter nedströms i projektområdet.



Figur 8. Medelhalter av arsenik, kadmium, nickel, antimon och kvicksilver i sedimentfällor för hela perioden (2023).



Figur 9. Medelhalter av bly, krom, koppar och zink i sedimentfällor för hela perioden (2023).

I Tabell 4 visas medelhalter för metaller jämfört med svenska eller norska gränsvärden. Innan beräkning av medelvärden har uppmätta halter normaliserats till 5 procent TOC eftersom gränsvärdena är framtagna för en TOC-halt på 5 procent eller lägre, med undantag för kadmium och koppar där ingen normalisering mot TOC ska ske (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Koppar och zink överskrider respektive gränsvärde och kvicksilver i provpunkt 23SW05.

Tabell 4. Medelhalter för material från sedimentfällorna för hela perioden. Uppmätta halter har, förutom för bly och kadmium, normaliserats till 5 % TOC innan beräkning av medelhalter.

	23SW02	23SW03	23SW04	23SW05	Gränsvärde
As	2,7	3,4	3,5	4,8	18 ¹
Pb	46	70	95	104	130 ²
Cd	0,8	1,3	1,8	2,0	2,3 ²
Cr	25	40	66	100	112 ¹
Cu	44	47	49	69	36 ²
Ni	11	12	12	16	42 ¹
Zn	252	299	374	513	139 ¹
Sb	1,9	2,1	2,1	3,0	
Hg	0,3	0,3	0,5	0,8	0,52 ¹

¹Klass 3 – måttligt tillstånd enligt norska gränsvärden (Miljödirektoratet, 2020)

²Gränsvärde enligt HVMFS 2019:25 (Havs- och vattenmyndigheten, 2019)

5.3 Dioxiner

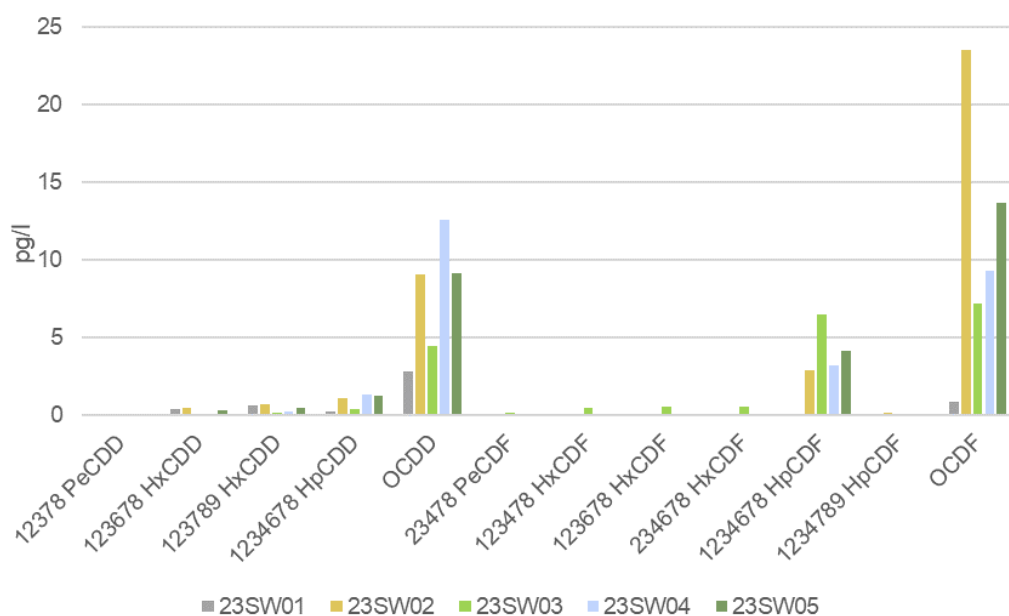
Dioxiner och dioxinlika föreningar (dioxiner, furaner och dioxinlika PCB) är utpekade prioriterade ämnen i EU:s ramdirektiv för vatten och det finns ett framtaget gränsvärde för dioxiner i biota baserat på skydd av människors hälsa. Det saknas dock gränsvärden för sediment och vatten. Länsstyrelserna i de två norra vattendistrikten har tagit fram ett förslag på riktvärde för sediment på 0,9 ng TEQ_{fisk}/kg torrsvikt sediment (Länsstyrelsen Dalarnas län, 2016). Uppmätta föreningars halter ska multipliceras med respektive TEF_{fisk} (Länsstyrelsen Dalarnas län, 2016)) och summeras till en TEQ_{fisk}. Uppmätta halter av dioxinlika ämnen i sediment föreslås inte normaliseras för 5% organisk kol.

För vatten finns ett norskt gränsvärde för dioxiner på 0,019 pg/l (Miljödirektoratet, 2020) och ett svenskt haltkriterium för ytvatten på 0,01 pg/l (Naturvårdsverket, 2009). Myndigheter i Australien och Nya Zeeland har tagit fram värden för skydd av sötvattenorganismer där 80 pg/l TEQ anges för skydd av 80% av sötvattenorganismer och 0,2 pg/l för skydd av 99% av sötvattensorganismer (ANZG, 2021).

5.3.1 Ytvatten

Dioxin analyserades i vattenprov månadsvis under ett år. Vid de första provtagningarna (januari-april) var majoriteten av halterna under rapporteringsgränserna. Därför analyserades senare prov med lägre rapporteringsgränser. I

Figur 10 visas medelhalter för de dioxin-kongener som uppmätts över rapporteringsgränsen i minst ett prov. Vid beräkningen har värden under rapporteringsgränsen satts till noll. OCDF och OCDD är de två kongener som uppmätts i högst halter. Dioxinhalterna är generellt lägre uppströms Borås än nedströms, men några andra tydliga skillnader går inte att utläsa. I passiva provtagare har dioxiner inte påvisats i halter över rapporteringsgränserna.



Figur 10. Medelhalter av dioxiner som uppmätts över rapporteringsgränsen i minst ett prov. Vid beräkningar av medelvärde har värden under rapporteringsgränsen satts till 0.

I Tabell 5 visas beräknad dioxinhalt i dioxin-ekvivalenter jämfört med bedömningsgrunder från Norge, Sverige och ANZG. Beräkningen är s.k. *lower bound* vilket innebär att endast värden över rapporteringsgränsen har inkluderats i beräkningen. De svenska och norska gränsvärdena överskrids i samtliga provpunkter. Värdet för skydd av 99 % av sötvattenorganismer överskrids i provpunkterna 23SW01 – SW2303. Vid ytvattenprovtagningen uppmättes endast dioxin över rapporteringsgränserna vid ett fåtal tillfällen och vid beräkningarna av medelvärden har värden under rapporteringsgränsen satts till noll. Detta innebär att halterna dioxin sannolikt har underskattats.

Tabell 5. Beräknade medelvärden för summan av uppmätta dioxiner samt dioxiner i enheten WHO-PCDD/F-TEQ. Enheten är pg/l.

	23SW01	23SW02	23SW03	23SW04	23SW05	Norskt gränsvärde ¹	Haltkriterium NV ²	ANZG ^{3,4}
Summa dioxin	5	38	21	27	29			
WHO-PCDD/F-TEQ LB	0,2	0,29	0,31	0,08	0,16	0,019	0,01	80 ³ /0,2 ⁴

¹ (Miljödirektoratet, 2020)

² (Naturvårdsverket, 2009)

³ Skydd av 80% av sötvattenorganismer, (ANZG, 2021)

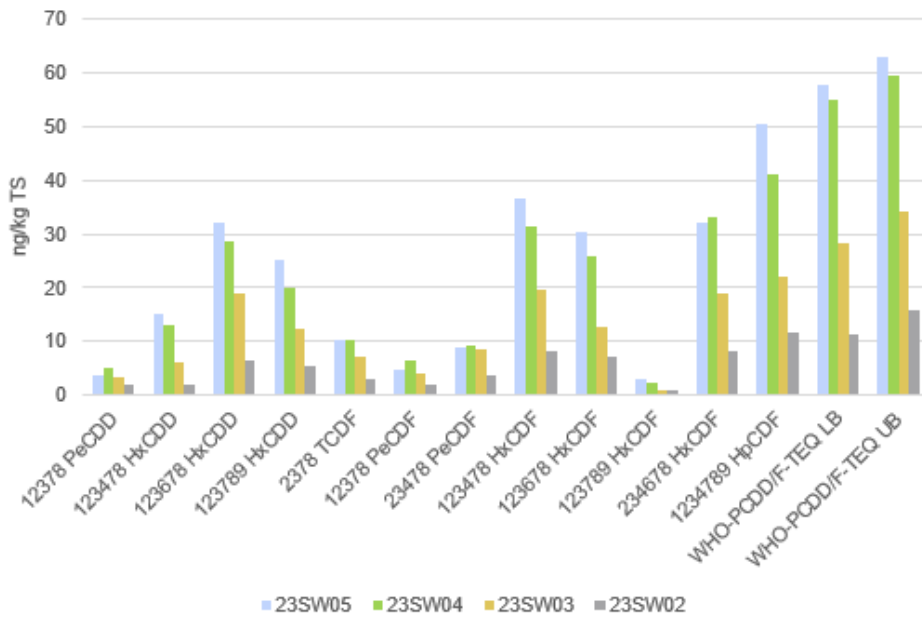
⁴ Skydd av 99 % av sötvattenorganismer, (ANZG, 2021)

5.3.2 Sedimentfällor

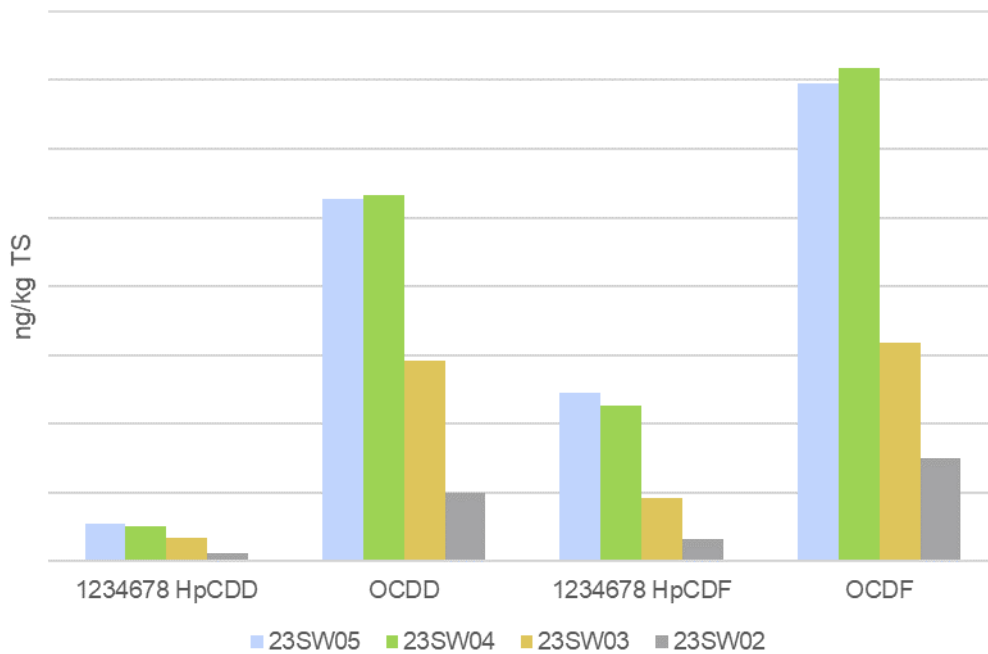
Dioxiner analyserades i material insamlade med sedimentfällor. I Figur 11 och Figur 12 visas medelvärden baserat på 4 analyser från 2023 (februari, maj, september och december). 2378 TCDD uppmättes inte över rapporteringsgränsen i något prov. Resultaten visar tydligt att dioxinhalten ökar från provpunkten uppströms Djupasjön (23SW02) till provpunkterna nedströms. Halterna ökar även tydligt mellan provpunkten nedströms Djupasjön (23SW03) och provpunkterna nedströms Guttasjön (23SW04) och nedströms Rydbolmsdamarna (23SW05). OCDF och OCDD förekommer i högst halter. Dessa tillhör de mindre toxiska dioxinerna och bidrar lite till den beräknade sammanlagda toxiciteten (WHO-PCDD/F-TEQ). TCDD, som är den mest toxiska dioxinen, uppmättes inte över rapporteringsgränsen i något prov. I Tabell 6 visas beräknad dioxinhalt i enheten ng TEQ_{fisk}/kg torrsvikt. Vid beräkningen har värden under rapporteringsgräns satts till noll. Riktvärdet för sediment på 0,9 ng TEQ_{fisk}/kg torrsvikt sediment överskrids i samtliga prov.

Tabell 6. Beräknad dioxintoxicitet i enheten ng TEQ_{fisk}/kg torrsvikt.

	23SW02	23SW03	23SW04	23SW05
Omgång 1	4,8	20,1	42,2	55,2
Omgång 2	8,2	18,7	17,1	16,4
Omgång 3	13,3	26,7	79,3	71,4
Omgång 4	11,8	31,2	61,6	66,1



Figur 11. Uppmätta halter av enskilda dioxiner (ng/kg TS) och beräknad halt WHO-PCDD-F (TEQ, ng/kg TS) i material från sedimentfällorna. UB = upper bound (halter under rapporteringsgräns ges sätts till rapporteringsgränsen), LB = lower bound (halter under rapporteringsgräns sätts till 0).



Figur 12. Uppmätta halter av enskilda dioxiner (ng/kg TS) i material från sedimentfällorna.

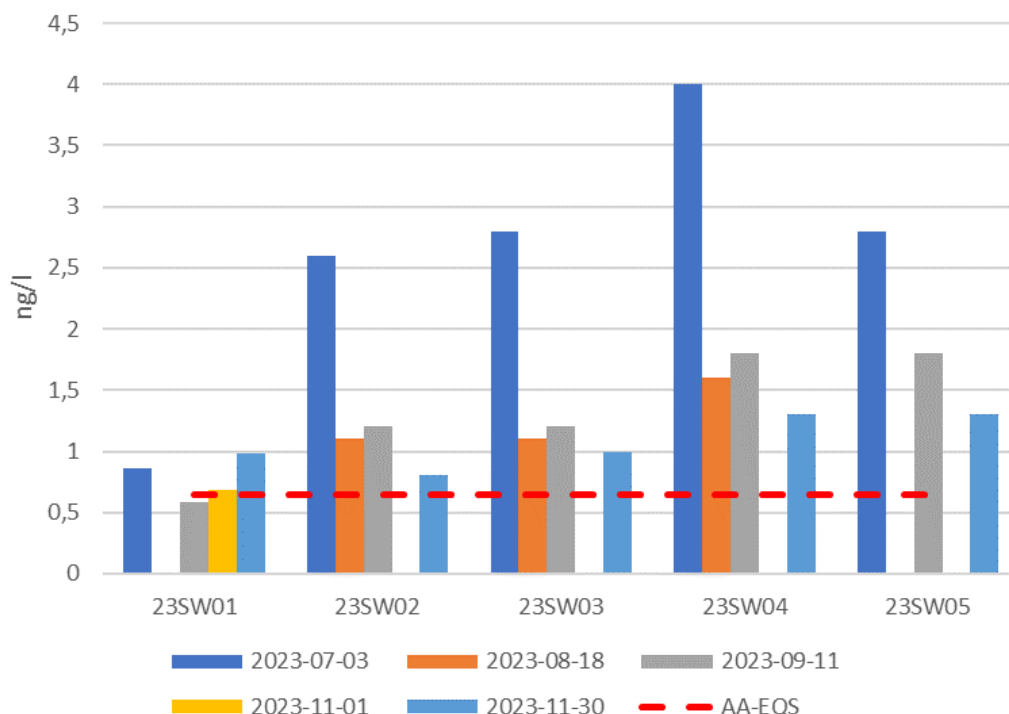
5.4 PFAS

Resultaten från utförda provtagningar av PFAS har sammanställts och utvärderats i en separat rapport inom *Projekt sanering av Viskan* (Sweco, 2024). Resultaten sammanfattas kortfattat nedan. Provtagningen av PFAS genomfördes i ytvatten vid fyra tillfällen under 2024 (3 juli, 18 augusti, 11 september, 30 november), i material från sedimentfällor vid ett tillfälle (omgång 3) och i passiva provtagare vid ett tillfälle (maj 2024).

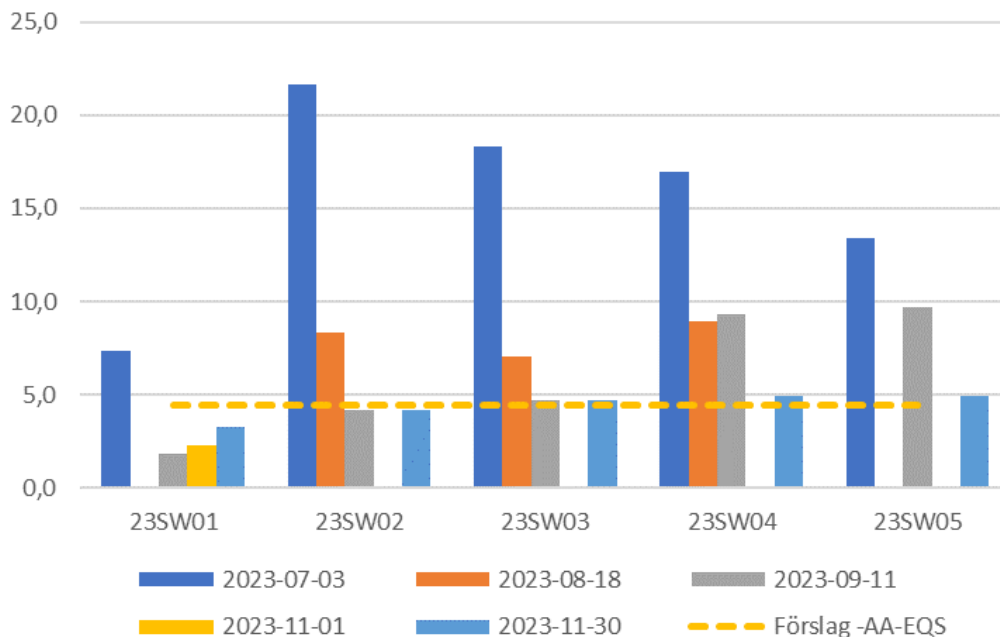
5.4.1 Ytvatten och passiva provtagare

I Figur 13 visas uppmätta halter av PFOS jämfört med årsmedelvärdet (AA-EQS) för PFOS enligt HVMFS 2019:25 (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). I Figur 13 och Figur 14 har extremvärden som uppmättes vid provtagningen i augusti exkluderats för att underlätta visualisering. De höga halterna kan bero på kontaminering av proverna vid provtagning eller vid analys. Uppmätta halter PFOS överskrider gränsvärdet vid alla provtagningar förutom i september 2024 vid provpunkten uppströms Borås (Figur 13).

Enligt ett nytt förslag på gränsvärden från EU ersätts gränsvärdet för PFOS med ett gränsvärde för summa 24 PFAS baserat på PFOA-ekvivalenter (European commission, 2022). I Figur 14 visas beräknad halt PFAS₂₄ jämfört med det nya förslaget på gränsvärde på 4,4 ng/l PFOA-ekvivalenter. Gränsvärdet överskrids vid alla mätningar förutom vid två tillfällen uppströms Borås och vid ett tillfälle i provpunkten 23SW02 (uppströms Djupasjön).



Figur 13. Uppmätta PFOS-halter (ng/l) jämfört med AA-EQS (årsmedel).



Figur 14. Beräknad PFAS 24 i ng/l PFOA-ekvivalenter jämfört med förslaget till nytt AA-EQS (årsmedel).

Resultat från analys av PFAS i passiva provtagare visas i Tabell 7. Resultaten från de olika provpunkterna uppvisar ingen tydlig skillnad varken i halter eller i vilka ämnen som uppmätts. Att mäta PFAS med passiva provtagare är en relativt ny metod och det är osäkert om resultaten visar den sanna bilden eller om mätmetoden har varit för okänslig.

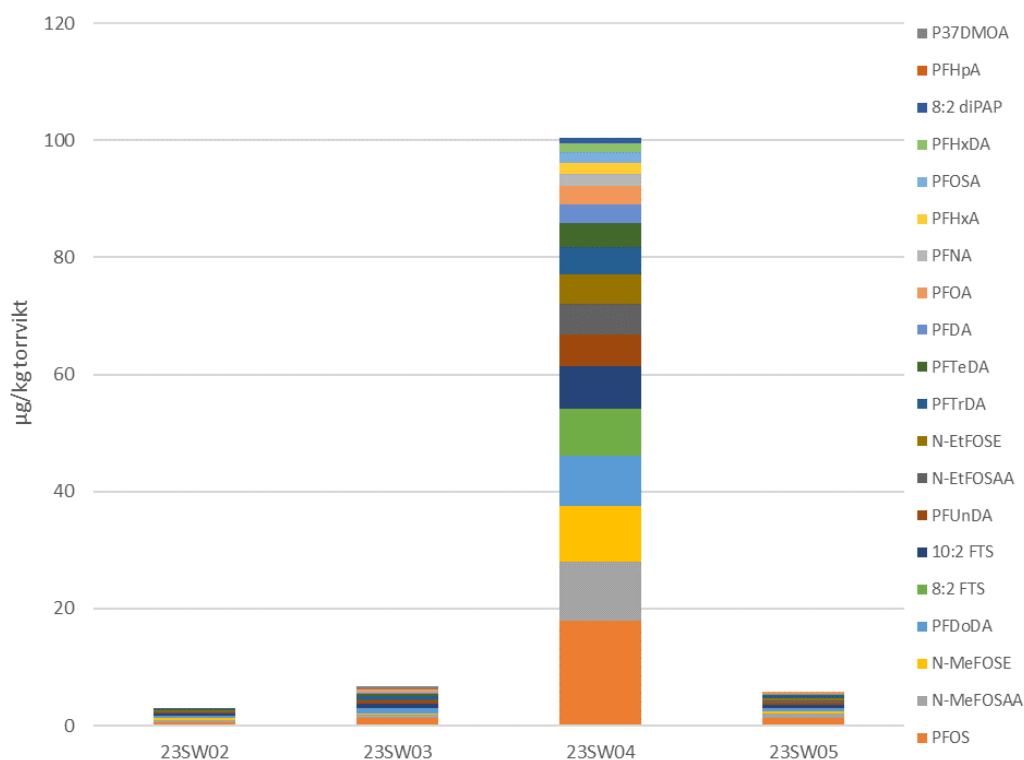
Tabell 7. Uppmätta halter av PFAS i passiva provtagare. De passiva provtagarna var utplacerade vid provpunkterna under perioden 2023-05-04 till 2023-06-07.

Ämnen	Enhet	23SW01	23SW02	23SW03	23SW04	23SW05
PFBA	ng/l	0,22	0,25	<0,3	<0,3	<0,3
PFPeA	ng/l	0,24	0,26	0,24	0,24	0,24
PFBS	ng/l	0,23	0,26	0,23	0,23	0,23
PFHxA	ng/l	0,27	0,3	0,27	0,27	0,27
PFPeS	ng/l	0,25	0,27	0,25	0,25	0,25
PFHpA	ng/l	<0,3	0,27	<0,3	0,25	<0,3
PFHxS	ng/l	0,29	<0,4	0,29	0,29	<0,4
PFOA, grenad	ng/l	0,3	0,33	0,3	0,3	0,3
6:2 FTS	ng/l	0,29	0,32	0,29	0,29	0,29
PFOA, linjär	ng/l	<1,4	<0,8	<2	<1	<2
PFHpS	ng/l	0,26	0,28	0,26	0,26	0,26
PFOS, grenad	ng/l	<0,6	<0,5	0,32	<0,6	0,32
PFOS, linjär	ng/l	0,32	<0,5	<0,5	<0,9	<0,7
PFNA	ng/l	<3	0,39	<4	<0,4	<3
PFDA	ng/l	0,42	0,46	<0,5	0,42	0,42

5.4.2 Sedimentfällor

PFAS analyserades i materialet från sedimentfällorna från perioden 2023-05-24 till 2023-09-06.

Resultaten från provtagningen presenteras i Figur 15. 18 olika PFAS uppmättes över rapporteringsgränserna. Högst halter och flest förekommande PFAS uppmättes i sediment från fällan mellan Guttasjön och Rydboholmsdammarna. PFOS, N-MeFOSAA och N-MeFOSE uppmättes i högst halter. Halten PFOS från sedimentfällan nedströms Guttasjön var 18 µg/kg torrsvikt, vilket är högre än det norska gränsvärdet på 2,3 µg/kg torrsvikt. De norska gränsvärdena är dock framtaget för en lägre TOC-halt än den som uppmätts i sedimentfällorna. PFOA uppmättes i betydligt lägre halter än det norska gränsvärdet för måttlig status. För övriga PFAS saknas det gränsvärden i sediment.



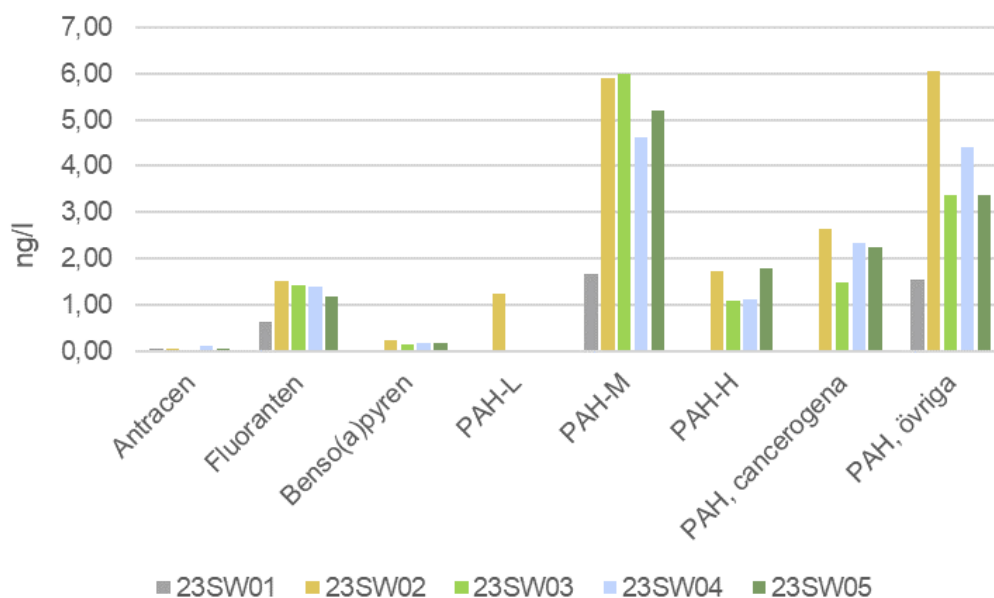
Figur 15. Uppmäta PFAS i sediment från sedimentfällor i provpunkterna Uppströms Djupasjön (23SW02), Nedströms Djupasjön (23SW03), Nedströms Guttasjön (23SW04) och Nedströms Rydboholmsdammarna (23SW05).

5.5 Oljeföreningar (alifater och aromater)

Alifater och aromater uppmättes inte över rapporteringsgränsen i ytvatten. I material från sedimentfällorna uppmättes endast alifater C16-C35, som kunde detekteras i samtliga provtagningspunkter vid samtliga tillfällen. Vid uppföljande analys för att utreda om dessa härrör från organiskt material eller petroleumförening konstaterades att de utgjordes av organiskt material.

5.6 Polyaromatiska kolväten (PAH)

PAH analyserades i ytvatten, passiva provtagare och sedimentfällor. I passiva provtagare uppmättes inte PAH över rapporteringsgränsen i något prov. Resultat från stickprovtagning visas i Figur 16. Halterna är lägre uppströms Borås än nedströms, i övrigt går det inte att utläsa några tydliga trender.



Figur 16. Medelhalter i ytvatten baserade på månadsvisa mätningar av PAH16 redovisat för vissa enskilda ämnen och summaparameterar. Värden under rapporteringsgräns har satts till 0 vid beräkning av medelvärde.

I Tabell 8 presenteras beräknade medelvärden för antracenen, fluoranten och benso(a)pyren jämfört med respektive gränsvärde från HVMFS2019:25. Gränsvärdet för benso(a)pyren överskrids i provpunkterna uppströms Djupasjön, nedströms Guttasjön och nedströms Rydbohomsdammarna.

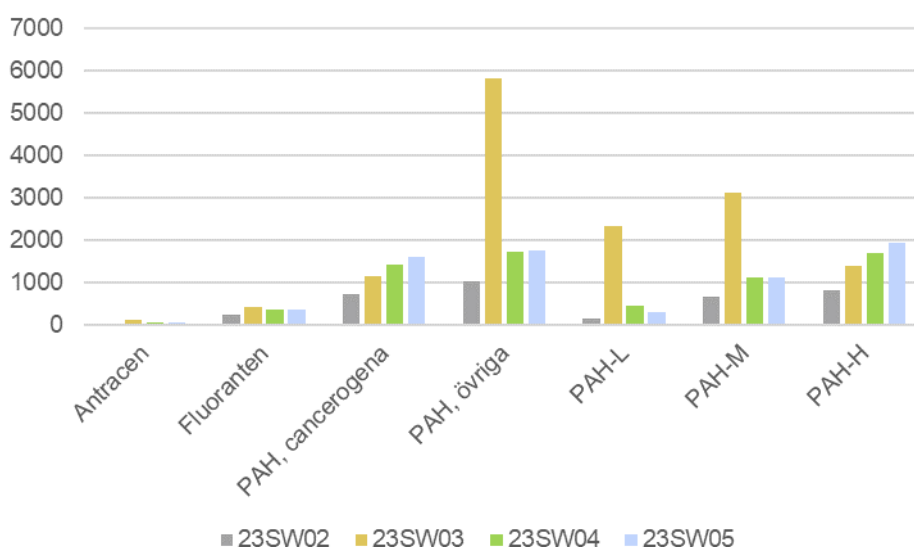
Tabell 8. Beräknade medelvärden per provpunkt jämfört med gränsvärden enligt HVMFS2019:25. Enheten är ng/l.

	Antracenen	Fluoranten	Benso(a)pyren
23SW01	0,06	0,65	n.d.
23SW02	0,06	1,53	0,25
23SW03	0,03	1,43	0,15
23SW04	0,13	1,41	0,20
23SW05	0,07	1,18	0,18
Gränsvärde	100	10	0,17

n.d. = ej över rapporteringsgränsen, rapporteringsgränsen var <0,6 ng/l eller <0,2 ng/l

5.6.1 Sedimentfällor

I material från sedimentfällor uppmättes vid tömningen i maj betydligt högre halter av acenaften, fenatren och fluoren (mer än 10 gånger högre) än vid övriga mätfällor vilket ger stort utslag på beräkning av medelvärden för summaparametrarna PAH-L, PAH-M och PAH-övriga.



Figur 17. Medelhalter för material från sedimentfällor baserade på fyra mätningar av PAH16 redovisat för vissa enskilda ämnen och summaparametrar. Värden under rapporteringsgräns har satts till halva värdet vid beräkning av medelvärde. Enheten är µg/kg torrvtikt.

I Tabell 9 visas beräknat medelvärde per provpunkt efter normalisering till 5 procent TOC. Gränsvärdet för antracen överskrider i materialet från fällan uppströms Djupasjön och nedströms Djupasjön.

Tabell 9. Beräknat medelvärde per provpunkt efter normalisering till 5 procent TOC, jämfört med gränsvärden enligt HVMFS2019:25. Värdet övergränsvärdet har markerats i rött.

Enhet		23SW02	23SW03	23SW04	23SW05	Gränsvärde
Antracen	ug/kg TS	27	58	22	20	24
Fluoranten	ug/kg TS	170	197	142	149	2000

5.7 Klorerade pesticider

Klorerade pesticider analyserades i ytvatten, passiva provtagare och sedimentfällor. I ytvatten uppmättes inte klorerade pesticider över rapporteringsgränserna i något prov, varken vid stickprovtagning eller i passiva provtagare. I material från sedimentfällor uppmättes DDE och DDD i några prov (Tabell 10). Rapporteringsgränserna varierar mellan prov vilket försvårar möjligheten att utläsa några tydliga trender, men resultaten indikerar att halterna ökar nedströms Guttasjön. Det saknas svenska gränsvärden för DDE/DDD i sediment, men det finns ett norskt gränsvärde för DDT-p.p där gränsen för måttlig status är 6 µg/kg torrsvikt.

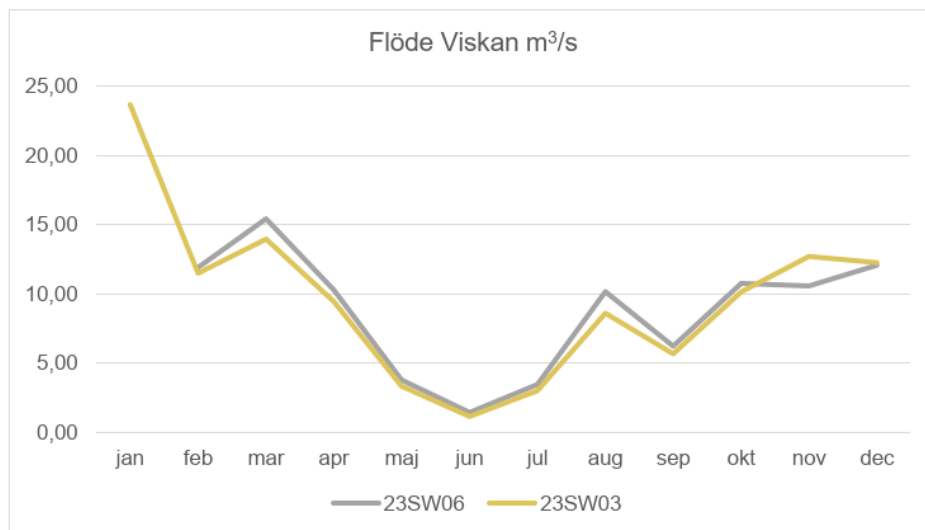
Tabell 10. Uppmätta halter i material från sedimentfällor. Enheten är µg/kg TS.

Provuttag	Ämne	23SW02	23SW03	23SW04	23SW05
Februari	DDD-p,p	<1	<1,3	<11	2,6
Februari	DDE-p,p	1,3	4	17	12
Maj	DDD-p,p	<1	<2,2	<6,8	<17
Maj	DDE-p,p	1	<2,2	15	55
September	DDD-p,p	<6,7	<4,2	<17	<13
September	DDE-p,p	<6,7	4,5	<17	20
December	DDD-p,p	2	<1,9	<3,4	<2,9
December	DDE-p,p	<1,6	<1,9	18	12

6 Flöden och turbiditet

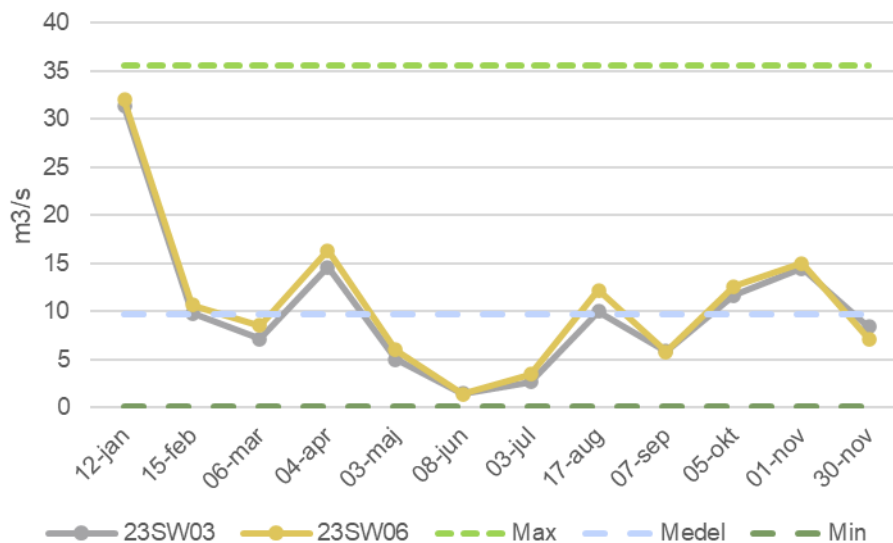
6.1 Flöden

Flödesmätningar har genomförts kontinuerligt under 2023 vid två punkter; 23SW03 (nedströms Djupasjön) och 23SW06 (nedströms Rydboholmsdammarna) där mätningar registrerades per timme. Flödesmätaren nedströms Rydboholmsdammarna flyttades till ny mätpunkt i februari. Resultat från januari bedömdes inte tillförlitliga och används inte i utvärderingen. Medelflödet per månad skiljer sig väldigt lite mellan de två flödesmätpunkterna (Figur 18).



Figur 18. Medelflöde per månad i Viskan under 2023.

I Figur 19 visas flödet vid tidpunkten för den månadsvisa ytvattenprovtagningen, samt högsta uppmätta flöde, medelflödet och lägsta flödet under perioden. Resultaten visar att provtagning har genomförts under högflöde, medelflöde och lågflöde, vilket innebär att resultaten bör visa variationer vid olika flöden och bedöms att sammantaget representera ett normalår.



Figur 19. I diagrammet visas flödet i mätpunkterna 23SW03 och 23SW06. Punkterna i diagrammet är provtillfällen för provtagning av ytvatten. I diagrammet visas även det maximala uppmätta flödet under året, medelflödet under året samt minimiflödet.

Enligt flödesmätningarna utförda i Viskan under 2023 var det högsta flödet som uppmätts 35,5 m³/s, medelflödet 9,7 m³/s i 23SW03 och 8,8 m³/s i 23SW06 och lägsta uppmätta flöde under ett dygn var 0,52 m³. Det innebär att jämfört med flödesdata från SMHI (SMHI, 2024) så motsvarar 2023 ett relativt normalt år, där ett högflöde motsvarande en återkomsttid på 2-5 år och ett mycket lågt flöde uppmätts (Tabell 11).

Tabell 11. Vattenföring i delområdet i Viskan nedströms Borås till Rydboholm enligt SMHI:s vattenwebb baserad på data 1991-2020. HQ50/25/10/5/2=högsta vattenföring med 50/25/10/5/2-års återkomsttid, MHQ=medelhögvattenföring, MQ=medelvattenföring, MLQ=medellågvattenföring och LLQ=lägsta lågvattenföring.

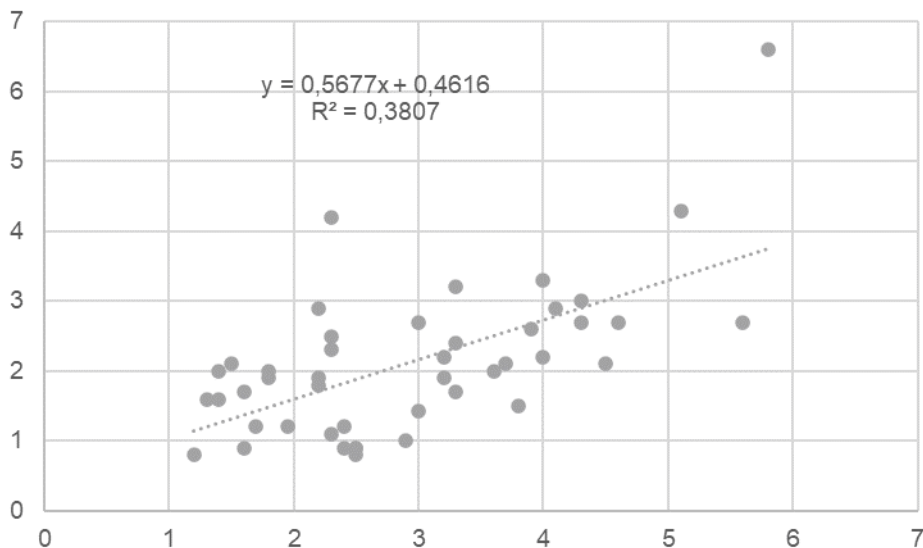
	HQ50	HQ25	HQ10	HQ5	HQ2	MHQ	MQ	MLQ	LLQ
Vattenföring [m ³ /s]	49	45,5	40,8	37,1	31,4	32,5	9,16	1,43	0,39

6.2 Turbiditet och suspenderat material

Mätning av turbiditet har genomförts med hjälp av fast installerade turbiditetsmätare som är en optisk mätare som mäter vattnets grumlighet. En stor mängd suspenderat material i vattnet ger ett högt värde på turbiditeten. Turbiditet mäts i enheten FNU (formazine nephelometric unit) som anger ljusets spridning i vattnet. Turbiditetsmätarna loggade data varje timme. Turbiditeten låg generellt sett lågt, men med enstaka mycket höga toppar som tros härröra från skräp som fastnat på mätaren. Mer information om turbiditet finns i rapporten *Provtagningsarbeten i Viskan – Referensprovtagningar* (Bilaga 1).

Manuella turbiditetsmätningar i fält genomfördes i samband med den månadsvisa ytvattenprovtagningen då även prov för analys av suspenderat material togs. Turbiditet omfattar fler faktorer än vad som inkluderas i analysen av suspenderat material vilket innebär att ett högt turbiditetsvärde inte alltid

innebär en hög koncentration av suspenderat material. Ett samband kan dock ofta påvisas och i Figur 20 har analyserad halt suspenderat material plottats mot uppmätt turbiditet. Detta samband har använts vid beräkning av mängd suspenderat material när mätvärden saknats eller avvikande halter uppmätts.



Figur 20. Korrelation mellan analyserad halt suspenderat material och fältmätning av turbiditet.

7 Transport av föroreningar

För beräkningar av transport används flödesdata från projektets flödesmätningar i punkterna 23SW03 och 23SW06, samt flödesdata från SMHI (SMHI, 2024), Tabell 12. Där flödesuppgifter från 23SW03 och 23SW06 saknades användes data från SMHI för delavrinningsområdet 640430-132918.

Tabell 12. Flödesdata som används vid beräkning av masstransport.

Provpunkt	Flödesdata - källa
23SW01	SMHIs vattenwebb – Delavrinningsområdes-id: 640810-132983
23SW02	SMHIs vattenwebb – Delavrinningsområdes-id: 640430-132918
23SW03	Flödesmätaren vid 23SW03
23SW04	Flödesmätaren vid 23SW03
23SW05	Flödesmätaren vid 23SW06

I Tabell 13 till Tabell 15 presenteras flödesdata som använts vid beräkningar av transport i Viskan.

Tabell 13. Totalflöde (m³) under perioden som de passiva provtagarna satt ute i Viskan.

	23SW01	23SW02	23SW03	23SW04	23SW05
Omgång 1	22 671 000	23 593 000	23 827 000	23 827 000	26 313 000
Omgång 2	9 319 000	9 466 000	9 292 000	9 292 000	9 977 000
Omgång 3	13 431 000	13 953 000	14 128 000	14 128 000	14 492 000
Omgång 4	29 740 000	30 917 000	32 307 000	32 307 000	32 511 000

Tabell 14. Totalflöde (m³) per månad vid de olika provpunkterna.

	23SW01	23SW02	23SW03	23SW04	23SW05
Januari	58 160 000	60 740 000	66 540 000	66 540 000	66 540 000
Februari	26 090 000	27 110 000	27 830 000	27 830 000	29 690 000
Mars	32 120 000	33 780 000	37 410 000	37 410 000	41 350 000
April	26 150 000	26 800 000	24 490 000	24 490 000	26 650 000
Maj	9 520 000	9 690 000	9 610 000	9 610 000	10 280 000
Juni	3 250 000	3 350 000	2 970 000	2 970 000	3 650 000
Juli	6 140 000	7 190 000	8 030 000	8 030 000	9 250 000
Augusti	22 050 000	23 480 000	23 040 000	23 040 000	27 240 000
September	14 970 000	15 340 000	14 710 000	14 710 000	15 420 000
Oktober	22 760 000	24 210 000	26 700 000	26 700 000	27 150 000
November	30 510 000	31 700 000	33 030 000	33 030 000	33 120 000
December	22 870 000	23 950 000	27 260 000	27 260 000	27 460 000

Tabell 15. Totalflöde (m³) under perioden som material från sedimentfällorna samlades in.

	23SW01	23SW02	23SW03	23SW04	23SW05
Omgång 1	82 423 000	89 910 000	95 938 000	95 938 000	96 410 000
Omgång 2	73 676 000	76 624 000	78 370 000	78 370 000	86 018 000
Omgång 3	41 580 000	44 353 000	44 103 000	44 103 000	51 023 000
Omgång 4	64 956 000	67 910 000	71 242 000	71 242 000	72 071 000

7.1 Transport baserat på passiva provtagare

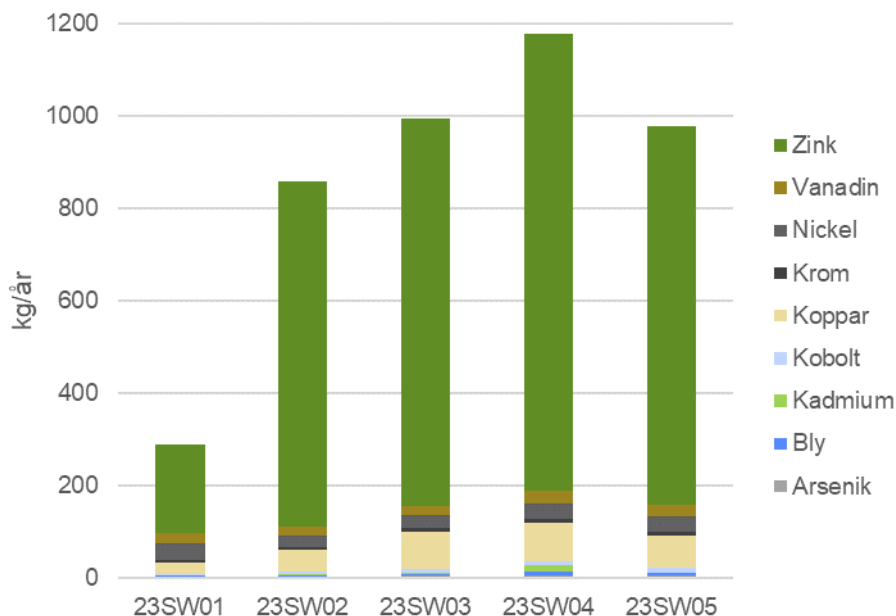
7.1.1 Metaller

Beräkning av transport av lösta ämnen baseras på data från de passiva provtagarna samt det totala flödet i Viskan för motsvarande period (månad) (Tabell 13). Den beräknade mängden per period har sedan multiplicerats med tre för att motsvara mängden lösta ämnen per kvartal. Mängderna för de fyra kvartalen har sedan summerats för att erhålla en mängd per år.

Resultaten för metaller presenteras i Tabell 16 och Figur 21. Transporterad mängd löst zink ökar markant nedströms Borås jämfört med uppströms, och ökar ytterligare något nedströms Djupasjön respektive Guttasjön. Transporten av krom och bly ökar nedström Guttasjön jämfört med övriga provpunkter. Transporten av koppar ökar betydligt nedströms Borås jämfört med beräknad transport uppströms Borås och transporterad mängd ökar kraftigt nedströms Djupasjön jämfört med uppströms Djupasjön. En betydligt större årlig mängd kadmium har beräknats för kadmium nedströms Guttasjön vilket beror på att vid period fyra (december) uppmättes en ca 10 gånger högre halt kadmium än i övriga prov.

Tabell 16. Beräknad masstransport (kg/år) av lösta metaller i de olika provpunkterna. Beräkningarna baseras på data från passiva provtagare och flödesdata under motsvarande period.

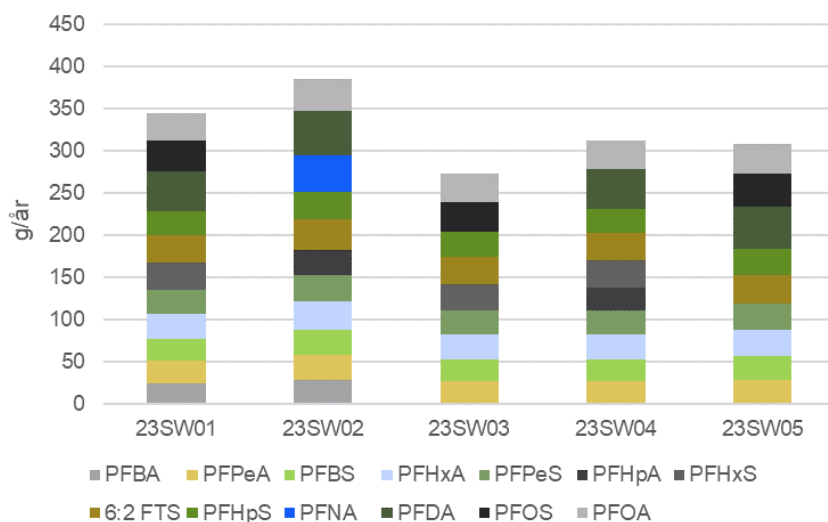
Provpunkt	Arsenik	Bly	Kadmium	Kobolt	Koppar	Krom	Nickel	Vanadin	Zink
23SW01	4,6	1,1	0,7	3,1	24	6,3	37	22	190
23SW02	4,7	2,5	1,2	5,8	48	5,6	26	18	750
23SW03	5,4	4,2	1,9	7,8	82	7,1	28	21	840
23SW04	5,8	9,5	13	9,6	81	9,4	33	28	990
23SW05	5,1	5,9	1,7	9,4	71	8,7	31	26	820



Figur 21. Beräknad masstransport (kg/år) av lösta metaller i de olika provpunkterna. Beräkningarna baseras på data från passiva provtagare och flödesdata under motsvarande period, som sedan extrapolerats till en årsmängd.

7.1.2 PFAS

Resultaten för PFAS i de passiva provtagarna visade mycket liten variation både mellan olika PFAS och mellan provpunkter och det råder tveksamheter om tillförlitligheten i data från de passiva provtagarna gällande PFAS. PFAS analyserades dessutom i passiva provtagare enbart vid ett tillfälle (maj 2023), vilket ytterligare ökar osäkerheterna i beräkningarna. Den totala transporten löst PFAS per provpunkt visas i Figur 22.



Figur 22. Beräknad masstransport av löst PFAS (g/år) vid de olika provpunkterna. Beräkningarna baseras på data från passiva provtagare och flödet under flödesdata under motsvarande period, som sedan extrapolerats till en årsmängd.

7.2 Transport baserat på stickprovtagning av ytvatten

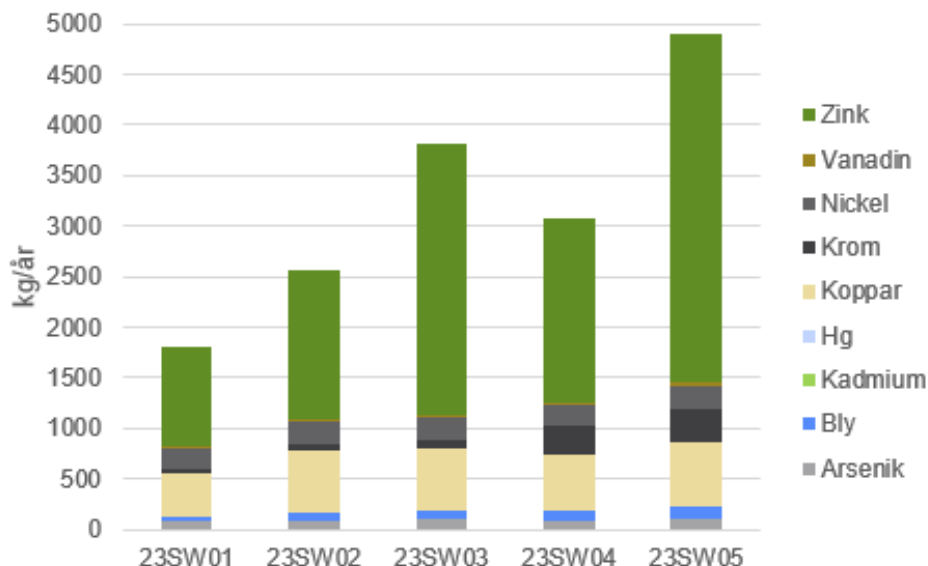
Den totala transporten av analyserade föroreningar har beräknats utifrån uppmätta halter vid den månadsvisa stickprovtagningen och det summerade flödet per månad (Tabell 14). Dessa mängder summeras för att få en årlig mängd per provpunkt.

7.2.1 Metaller

Den beräknade transporten av metaller per provpunkt och år presenteras i Tabell 17 och Figur 23. Masstransporten ökar generellt nedströms Borås jämfört med uppströms Borås. Transporterad mängd zink ökar tydligt nedströms Borås. Transport av krom ökar både nedströms Borås och nedströms Gutta-sjön.

Tabell 17. Beräknad masstransport (kg/år) av metaller i de olika provpunkterna. Beräkningarna baseras på data från stickprovtagningen och flödesdata under motsvarande period.

	Arsenik	Bly	Kadmium	Kvicksilver	Koppar	Krom	Nickel	Vanadin	Zink
23SW01	90	27	1,7	0,31	440	38	200	19	990
23SW02	96	62	2,7	0,42	620	63	220	24	1 500
23SW03	100	82	2,9	0,32	610	83	210	25	2 700
23SW04	96	88	2,9	0,56	550	290	200	23	1 800
23SW05	110	110	3,5	0,74	650	320	230	28	3 400



Figur 23. Beräknad masstransport (kg/år) av metaller i de olika provpunkterna.

7.2.2 PFAS

Beräknade mängder av PFAS presenteras i Tabell 18 och Figur 24. PFAS har enbart analyserats vid fyra tillfällen och analysresultaten uppvisade stor variation med några enstaka mätningar med avvikande värden. Vid mängdberäkningen av PFOS har två avvikande värden, i provpunkten uppströms Borås (23SW01) och provpunkten nedströms Rydboholmsdammarna (23SW05), ersatts av medelvärdet från övriga mätningar i respektive provpunkt eftersom det finns misstanke om att dessa värden inte är tillförlitliga. Detta medför att mängdberäkningarna endast bör ses som en grov uppskattning.

Mängderna PFOS ser ut att öka nedströms Borås och ett ytterligare påslag nedströms Guttasjön. Den beräknade mängden PFOA ökar nedströms Borås jämfört med uppströms, men ingen tydlig ökning längre ner i systemet. Den beräknade summan uppmätt PFAS är högre uppströms Borås än nedströms Borås. Detta beror framförallt på att en betydligt högre summahalt PFAS uppmättes vid ett provtillfälle i denna provpunkt.

Tabell 18. Beräknad masstransport av PFOS, PFOA och summa PFAS i g/år.

	PFOS	PFOA	PFASsumma
23SW01	160	200	4 700
23SW02	250	320	3 500
23SW03	280	380	3 500
23SW04	390	360	2 100
23SW05	430	410	2 400



Figur 24. Beräknad masstransport av PFOS, PFOA och summa PFAS i ng/år.

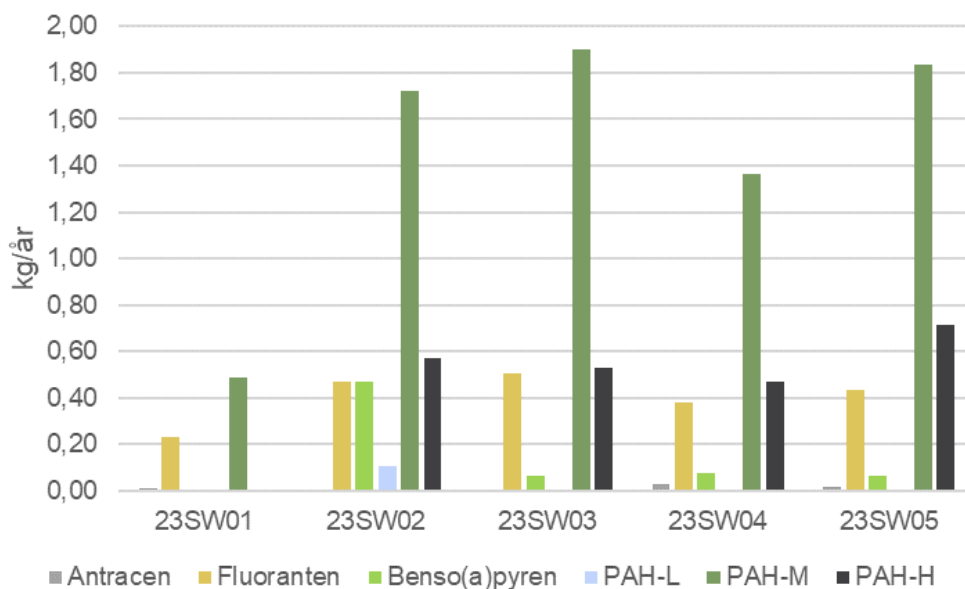
7.2.3 Polyaromatiska kolväten (PAH)

Vid beräkningarna har värden under rapporteringsgränsen satts till noll. Det innebär att mängderna sannolikt underskattas något. PAH förekommer framförallt bundet till partiklar i vatten och kan vara svåra att mäta i vattenfas. Vid merparten av mätningarna var halterna under rapporteringsgränsen. Med undantag för antracen sker en ökning av PAH-transporten mellan provpunkten uppströms och direkt nedströms Borås, men ligger relativt stabilt i övriga nedströmpunkter, alternativt sjunker.

Tabell 19. Beräknad masstransport av antracen, fluoranten, benso(a)pyren samt summan PAH-L, PAH-M och PAH-H i kg/år. Värden under rapporteringsgräns har satts till 0.

	Antracen	Fluoranten	Benso(a)pyren	PAH-L	PAH-M	PAH-H
23SW01	0,011	0,23	n.d.	n.d.	0,49	0
23SW02	0,004	0,47	0,47	0,11	1,72	0,57
23SW03	0,003	0,51	0,07	n.d.	1,90	0,53
23SW04	0,027	0,38	0,08	n.d.	1,37	0,47
23SW05	0,015	0,44	0,07	n.d.	1,83	0,72

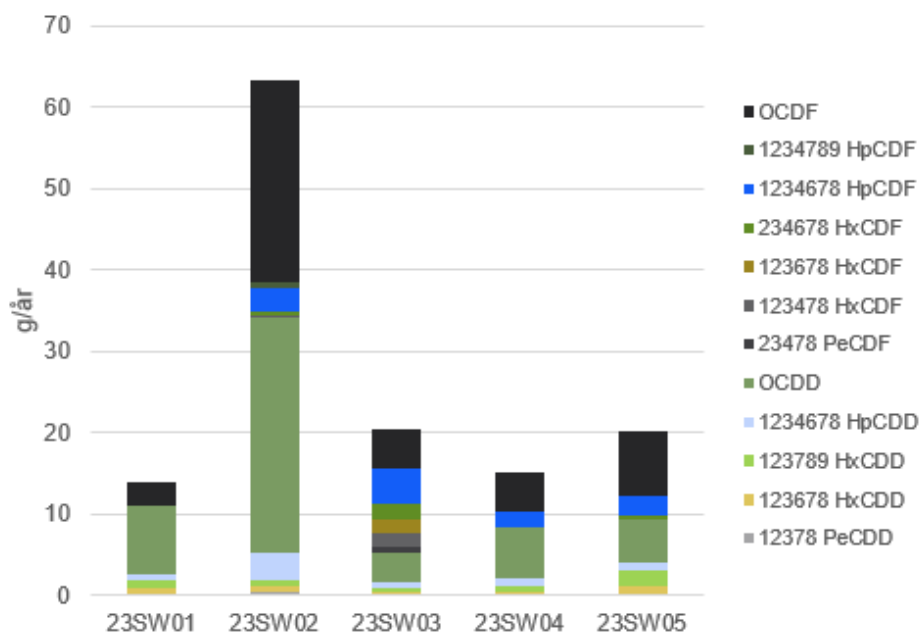
n.d. = ej över rapporteringsgräns



Figur 25. Beräknad masstransport av antracen, fluoranten, benso(a)pyren samt summan PAH-L, PAH-M och PAH-H i kg/år. Värden under rapporteringsgräns har satts till noll.

7.2.4 Dioxin

Dioxiner uppmättes över rapporteringsgränserna vid få tillfällen vilket innebär mycket stora osäkerheter i beräkningarna. Mängderna beräknades baserat på medelvärden per provpunkt och medelflödet. Vid beräkning av medelvärden har halter under rapporteringsgräns satts till 0, eftersom rapporteringsgränsen varierat betydligt mellan mättillfällena. Resultatet av beräkningarna visas i Figur 26. Vid provpunkten 23SW02 nedströms Borås var den beräknade transporten betydligt högre än vid övriga provpunkter. Eftersom dioxin uppmättes över rapporteringsgränsen vid mycket få tillfällen i kombination med att värden under rapporteringsgräns satts till noll är det svårt att bedöma om skillnader som ses är verkliga skillnader eller beror på osäkerheterna i dataunderlaget. De beräknade mängderna är sannolikt något underskattade.



Figur 26. Beräknad masstransport av dioxiner per mätpunkt.

7.3 Transport baserat på resultat från sedimentfällor

Beräkningar av partikelbunden transport i Viskan baseras på resultat från sedimentfällorna (haltdata), flödesdata under den perioden som materialet samlades in samt den mängd partiklar (suspenderad halt) som transporterades under motsvarande period.

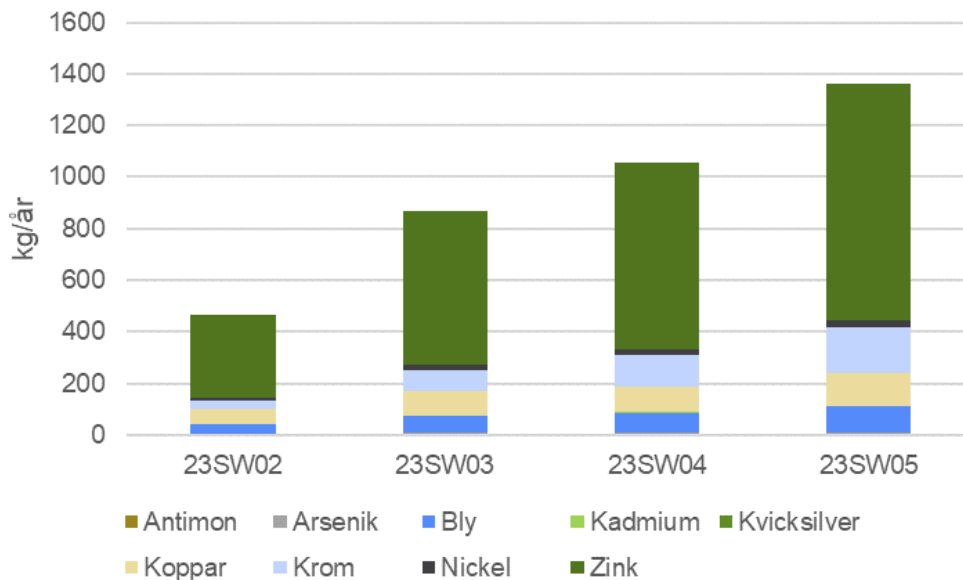
7.3.1 Metaller

I Tabell 20 och Figur 27 visas beräknad mängd partikelbunden transport vid de olika provpunkterna. Den totala partikulära transporten ökar nedströms i systemet. En ökad transport av metaller är tydlig mellan provpunkterna uppströms Djupasjön och nedströms provpunkter. Transporten av krom och zink ökar även tydligt såväl mellan Djupasjön och Guttasjön som mellan Guttasjön och Rydboholmsdammarna. Transporten av partikulärt bunden koppar ser ut att

öka mellan Guttasjön och Rydboholmsdammarna. Transporten av kvicksilver ökar nedströms samtliga provpunkter.

Tabell 20. Beräknad masstransport (kg/år) av metaller i Viskan baserat på data från sedimentfällor, flödesdata från motsvarande period och partikelhalt.

	23SW02	23SW03	23SW04	23SW05
Arsenik	4	7	7	8
Bly	37	64	77	99
Kadmium	0,6	1,2	1,5	1,8
Krom	30	80	130	180
Koppar	57	95	96	130
Nickel	14	24	24	28
Zink	320	590	720	920
Antimon	2	4	4	5
Kvicksilver	0,4	0,7	1	1,4



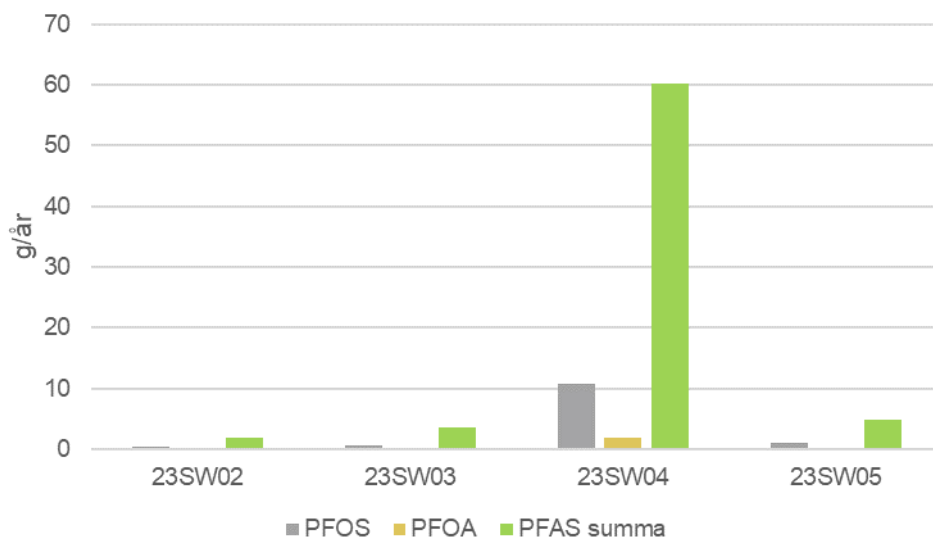
Figur 27. Masstransport (kg/år) av metaller i Viskan baserat på data från sedimentfällor, flödesdata från motsvarande period och partikelhalt.

7.3.2 PFAS

Beräkningen av transport av PFAS bunden till partiklar baseras enbart på en provomgång vilket innebär en högre osäkerhet i beräkningarna jämfört med för övriga föroreningar. Resultaten visas i Tabell 21 och Figur 28. Transporten av PFAS ökar nedströms Guttasjön jämfört med de uppströms liggande provpunkterna. Beräknad transport av partikulärt bunden PFAS är betydligt lägre än den som beräknades baserat på ytvattenproverna.

Tabell 21. Beräknad partikulär transport (g/år) av PFOS, PFOA och summan av analyserade PFAS.

	23SW02	23SW03	23SW04	23SW05
PFOS	0,37	0,67	11	1,1
PFOA	0,03	0,17	1,9	0,27
PFAS summa	1,9	3,6	60	4,8



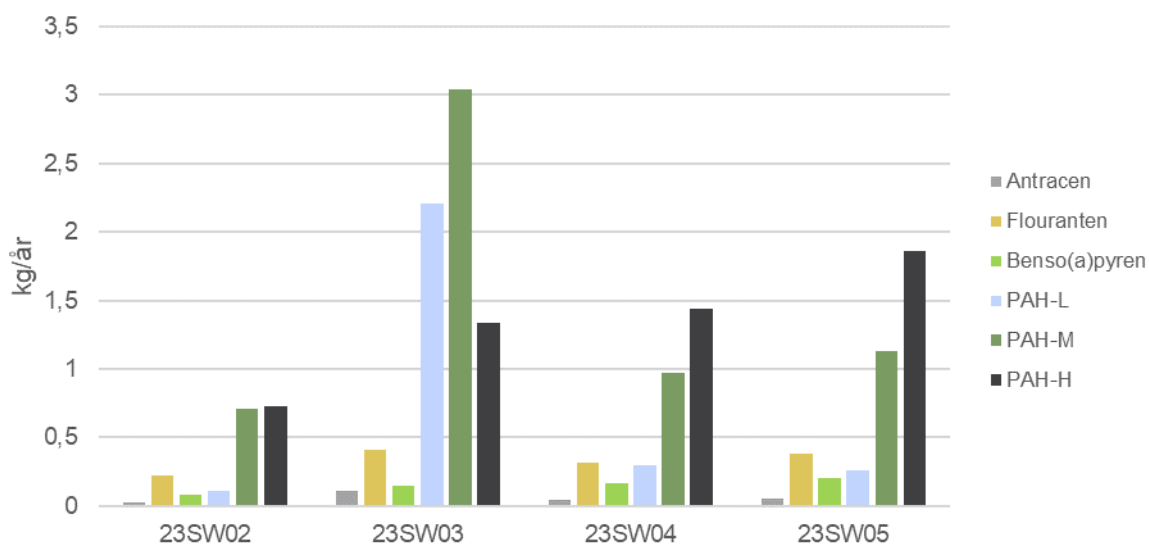
Figur 28. Beräknad partikulär transport (g/år) av PFOS, PFOA och summan av analyserade PFAS.

7.3.3 Polyaromatiska kolväten (PAH)

I Tabell 22 och Figur 29 presenteras beräknad partikulär transport av PAH. Antracen och fluoranten ökar nedströms Djupasjön jämfört med uppströms Djupasjön och visar sedan på mindre mängdtransport nedströms Guttasjön och Rydboholmsdammarna. Benso(a)pyren ökar mellan provpunkten uppströms och nedströms Djupasjön, och ökar ytterligare nedströms Guttasjön och Rydboholmsdammarna. Beräknad mängd PAH-L och PAH-M är högre nedströms Djupasjön än i övriga provpunkter. PAH-H uppvisar en ökade trend nedströms i systemet.

Tabell 22. Beräknad mängd bunden till partiklar av antracen, fluoranten, benso(a)pyren samt summan PAH-L, PAH-M och PAH-H i kg/år.

	Antracen	Fluoranten	Benso(a)pyren	PAH-L	PAH-M	PAH-H
23SW02	0,03	0,22	0,08	0,11	0,71	0,72
23SW03	0,10	0,41	0,14	2,2	3,0	1,3
23SW04	0,05	0,32	0,16	0,30	0,97	1,4
23SW05	0,06	0,38	0,20	0,26	1,1	1,9



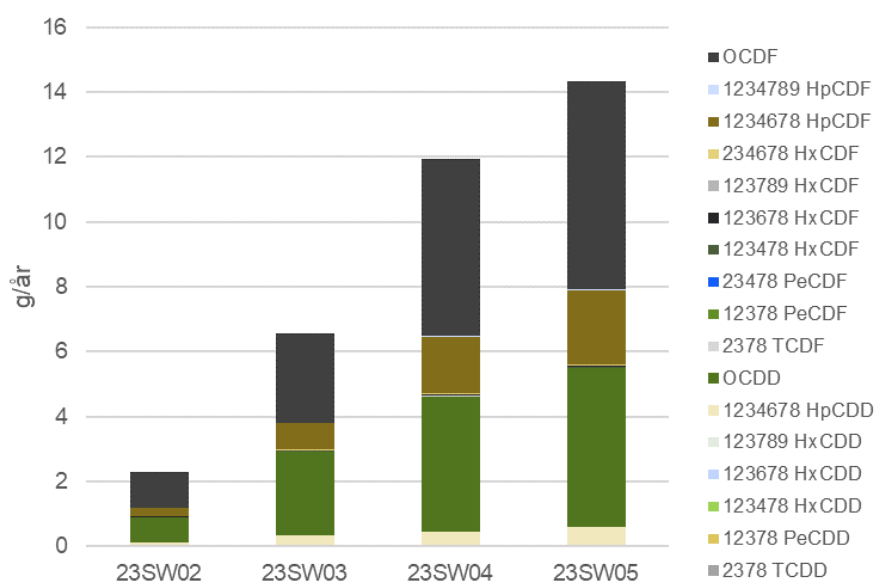
Figur 29. Beräknad mängd bunden till partiklar av antracen, fluoranten, benso(a)pyren samt summan PAH-L, PAH-M och PAH-H i kg/år.

7.3.4 Dioxin

I Figur 30 visas beräknade mängder dioxin bundet till partiklar i provpunkterna i Viskan. Resultat visas endast för de dioxiner som uppmätts i minst en provpunkt. Resultaten visar tydligt att mängden dioxin som transporteras bundet till partiklar ökar nedströms i systemet. OCDD och OCDF förekommer i störst mängder, vilka har en förhållandevis låg toxicitet jämfört med TCDD som är den mest toxiska dioxinen. I Tabell 23 visas data både för enskilda kongener samt den beräknade dioxintoxiciteten i WHO-PCDD/F-TEQ.

Tabell 23. Beräknad mängd dioxin bunden till partiklar i mg/år.

	23SW02	23SW03	23SW04	23SW05
2378 TCDD	0,9	1,0	0,9	1,0
12378 PeCDD	1,4	3,0	4,0	3,5
123478 HxCDD	2,3	6,5	13	18
123678 HxCDD	4,5	15	20	26
123789 HxCDD	4,2	11	16	23
1234678 HpCDD	100	310	410	530
OCDD	790	2 600	4 200	4 900
2378 TCDF	2,4	6,5	8,3	9,8
12378 PeCDF	1,6	3,6	5,2	4,7
23478 PeCDF	2,8	6,9	7,2	8,7
123478 HxCDF	5,7	16	23	32
123678 HxCDF	5,6	12	21	29
123789 HxCDF	0,9	1,0	1,8	2,4
234678 HxCDF	6,2	16	26	30
1234678 HpCDF	260	820	1 700	2 300
1234789 HpCDF	9,1	19	33	47
OCDF	1 100	2 700	5 400	6 400
WHO-PCDD/F-TEQ LB	8,4	26	43	54
WHO-PCDD/F-TEQ UB	13	36	52	57



Figur 30. Beräknad mängd dioxin bunden till partiklar i g/år.

8 Utvärdering och sammanfattning

8.1 Transport av föroreningar

I Tabell 24 till Tabell 26 visas sammanställningar över beräknad mängdtransport av metaller, PFAS, PAH och dioxin baserat på data från referensundersökningen.

Den beräknade transporten av metaller som baserades på stickprovtagningen visade på störst mängder. Det är rimligt eftersom den ska visa den totala transporten av både löst och partikulärt bundna metaller. De passiva provtagarna ska ge ett mått på den lösta delen och sedimentfällorna ett mått på den partikulärt bundna andelen. Summan av dessa två borde därmed motsvara den totala transporten baserat på stickprovtagningen. För merparten av metallerna är dock den beräknade transporten baserat på stickprovtagningen generellt betydligt högre än summan av de övriga två.

Mönstret för PAH skiljer sig något från det för metaller genom att den beräknade partikulära transporten är större nedströms Guttasjön än transporten beräknad på totalhalter i ytvatten. Beräknade mängder PFAS visar på betydligt större mängder baserat på stickprovtagningen än baserat på data från sedimentfällor och passiva provtagare.

Sammantaget visar resultaten en variation som gör att ingen entydig bild om transporten av enskilda ämnen främst sker i löst eller partikulär form. Undantag från det är bly där transporten av partikulärt bundet bly är betydligt högre än transporten i löst form. Dessutom finns för bly en överensstämmelse mellan summan för passiva provtagare och sedimentfällor med stickprovtagning.

Tabell 24. Sammanställning över beräknad transport baserat på data från passiva provtagare, sedimentfällor och stickprovtagningen av ytvatten. Enheten är kg/år.

	Arsenik	Bly	Kadmium	Kvicksilver	Koppar	Krom	Nickel	Zink
23SW01								
Passiva provtagare	4,6	1,1	0,7	n.d.	24	6,3	37	190
Sedimentfällor	X	X	X	X	X	X	X	X
Stickprovtagning	90	27	1,7	0,31	440	38	200	990
23SW02								
Passiva provtagare	4,7	2,5	1,2	n.d.	48	5,6	26	750
Sedimentfällor	4	37	0,6	0,4	57	30	14	320
Stickprovtagning	96	62	2,7	0,42	620	63	220	1 500
23SW03								
Passiva provtagare	5,4	4,2	1,9	n.d.	82	7,1	28	840
Sedimentfällor	7	64	1,2	0,7	95	80	24	590
Stickprovtagning	100	82	2,9	0,32	610	83	210	2 700
23SW04								
Passiva provtagare	5,8	9,5	13	n.d.	81	9,4	33	990
Sedimentfällor	7	77	1,5	1	96	130	24	720
Stickprovtagning	96	88	2,9	0,56	550	290	200	1 800
23SW05								
Passiva provtagare	5,1	5,9	1,7	n.d.	71	8,7	31	820
Sedimentfällor	8	99	1,8	1,4	130	180	28	920
Stickprovtagning	110	110	3,5	0,74	650	320	230	3 400

X= ej analyserat

n.d. = ej över rapporteringsgräns

Tabell 25. Sammanställning över beräknad transport baserat på data från passiva provtagare, sedimentfällor och stickprovtagningen av ytvatten. Enheten är g/år.

	PFOS	PFOA	PFAStotal	Antracen	Fluoranten	Benso(a)pyren	PAH-L	PAH-M	PAH-H
23SW01									
Passiva provtagare	36	34	346	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Sedimentfällor	X	X	X	X	X	X	X	X	x
Stickprovtagning	160	200	4 700	11	230	0	0	490	0
23SW02									
Passiva provtagare	0	37	385	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Sedimentfällor	0,37	0,03	1,9	30	220	80	110	710	720
Stickprovtagning	250	320	3 500	4	470	470	110	1720	570
23SW03									
Passiva provtagare	36	33	273	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Sedimentfällor	0,67	0,17	3,6	100	410	140	2200	3000	1300
Stickprovtagning	280	380	3 500	3	510	70	0	1900	530
23SW04									
Passiva provtagare	0	33	312	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Sedimentfällor	11	1,9	60	50	320	160	300	970	1400
Stickprovtagning	390	360	2 100	27	380	80	0	1370	470
23SW05									
Passiva provtagare	38	36	309	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d
Sedimentfällor	1,1	0,27	4,8	60	380	200	260	1100	1900
Stickprovtagning	430	410	2 400	15	440	70	0	1830	720

X= ej analyserat

n.d. = ej över rapporteringsgräns

Tabell 26. Sammanställning över beräknad transport av dioxin baserat på data från sedimentfällor och stickprovtagningen av ytvatten. Enheten är mg/år.

	Summa dioxin	WHO-PCDD/F-TEQ LB
23SW01		
Sedimentfällor	X	X
Stickprovtagning	13 900	55
23SW02		
Sedimentfällor	2 300	8,4
Stickprovtagning	63 200	84
23SW03		
Sedimentfällor	6 500	26
Stickprovtagning	20 300	93
23SW04		
Sedimentfällor	11 900	43
Stickprovtagning	15 100	24
23SW05		
Sedimentfällor	14 400	54
Stickprovtagning	20 200	52

X= ej analyserat

8.2 Spridning

Resultaten visar tydligt att det pågår en spridning av föroreningar i projektområdet i Viskan. Baserat på transportberäkningar visar resultaten att:

- Den totala mängden metaller i löst form ökar nedströms Borås jämfört med uppströms, och ökar nedströms i systemet till nedströms Guttasjön, därefter ses en tendens till minskning av transporten.
- Den totala mängden metaller visar på liknande mönster som för den lösta andelen förutom att transporten är lägre nedströms Guttasjön än Djupasjön och ökar sedan nedströms Rydboholmsdammarna.
- Totala transporten av PFOS och PFOA visar på en ökning nedströms Borås och ett ytterligare påslag kan ses efter Guttasjön. Summamängden av analyserade PFAS är dock högre uppströms Borås än nedströms.
- Masstransport i ytvatten av PAH ökar i provpunkten direkt nedströms Borås jämfört med uppströms, benso(a)pyren visar på en minskning i provpunkterna nedströms Guttasjön. Inga andra tydliga trender kan utläsas.
- Masstransport av dioxin beräknat på stickprov visar på betydligt större mängder uppströms Djupasjön än nedströms. Dessa beräkningar bedöms dock som osäkra.

- Masstransporten baserat på resultaten från sedimentfällorna visar tydligt att transporterad mängd av metaller ökar nedåt i systemet. Bly, krom, koppar, zink och kvicksilver är de metaller som ökar mest.
- Den partikulära transporten av PFOS, PFOA och summan av analyserade PFAS ökar nedströms Guttasjön, för att sedan kraftigt minska nedströms Rydboholmsdammarna. PFAS har enbart analyserats i sedimentfällor vid ett tillfälle vilket innebär en viss osäkerhet i resultatet.
- Masstransport av partikulärt bunden PAH (PAH-L och PAH-M) ökar nedströms Djupasjön, men minskar efter Guttasjön. PAH-H ökar nedströms Djupasjön och ytterligare en svag ökning nedströms Guttasjön och Rydboholmsdammarna.
- Dioxinmängderna ökar tydligt nedströms i systemet med de största beräknade mängderna nedströms Rydboholmsdammarna.
- Resultat för DDE och DDD indikerar att halterna ökar nedströms Guttasjön. Ämnena uppmättes dock vid mycket få tillfällen och enbart i sedimentfällor.

Sammantaget visar resultaten att det är en pågående spridning av metaller och dioxiner genom hela projektområdet och ingen tendens till att någon sjö fungerar som fälla. Transport av PFOS och PFOA ser ut att öka nedströms Guttasjön för att sedan minska nedströms Rydboholmsdammarna vilket skulle kunna indikera att Rydboholmsdammarna fungerar som en fälla, men antalet mätvärden bedöms vara för få för att kunna dra denna slutsats.

8.3 Bedömning mot gränsvärden

Uppmätta föroreningshalter i referensundersökningen har i första hand jämförts mot bedömningsgrunder och gränsvärden i HVMFS 2019:25 (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). I andra hand har gränsvärden från andra källor används t.ex. norska bedömningsgrunder (Miljödirektoratet, 2020). Jämförelsen mot gränsvärden baseras på beräknade medelvärden. Baserat på resultaten så överskrider följande ämnen gränsvärdena:

- Kadmium i ytvatten i samtliga provpunkter nedströms Borås.
- Koppar och zink i material från sedimentfällor vid alla provpunkter.
- Dioxiner i sedimentfällor och ytvatten vid alla provpunkter.
- PFOS i ytvatten vid alla mätpunkter.
- Benso(a)pyren i ytvatten vid alla provpunkter med undantag av mätpunkten nedströms Djupasjön.
- Antracen i material från sedimentfällor uppströms och nedströms Djupasjön.

Gränsvärden och bedömningsgrunder i HVMFS 2019:25 ska användas vid bedömning av status i utpekade ytvattenförekomster. Det innebär att baserat på mätdata från referensundersökningarna bedöms statusen för kadmium, koppar, PFOS och benso(a)pyren vara sämre än god status.

8.4 Provtagnings- och analysmetoder

Baserat på resultaten från referensundersökningen kan det konstateras att:

- Mätningar med passiva provtagare fungerade inte tillfredsställande för de organiska ämnena, varken dioxiner, PAHer eller klorerade pesticider kunde mätas med metoden. Resultaten för PFAS bedömdes inte som

tillförlitliga. Passiva provtagare bedöms därmed enbart fungera för uppföljning av metaller.

- Många mätresultat för de organiska ämnena låg under rapporteringsgränserna i ytvatten, framförallt vid de första provtagningarna av dioxiner. Även för PAH låg många mätningar under rapporteringsgränserna. Dessutom varierade de mellan olika provpunkter och tillfällena vilket ytterligare försvårade utvärderingen. Vid användning av stickprovtagning av ytvatten för uppföljning är det mycket viktigt att säkerställa att tillräckligt låga rapporteringsgränser används för att kunna följa upp åtgärder. Det är också viktigt att rapporteringsgränserna inte varierar mellan olika prov och mättillfällen.
- Resultaten baserat på sedimentfällor har givit de tydligaste resultaten och generellt var rapporteringsgränserna tillräckligt låga för att kunna göra tillförlitliga beräkningar och bedömningar. De flesta av föroreningarna i Viskan är framförallt partikelbundna och därmed är partikelbunden transport viktig vid uppföljning.
- PFAS påvisas i hela systemet, men på grund av få mätningar och avvikande resultat vid några tillfällen var långtgående slutsatser svåra att dra.
- Mätningarna av turbiditet med turbiditetsmätarna korrelerade dåligt med fältmätningar av turbiditet och med analyserad suspenderad halt. Enligt uppgifter i resultatrapporten (Bilaga 1) kan höga toppar och avvikande värden bero på skräp som fastnat på mätarna. Vid kontinuerlig mätning av turbiditet är det således viktigt med regelbunden tillsyn för att säkerställa korrekta mätvärden.

8.5 Mätpunkternas placering

De mätpunkter som har använts i referensundersökningen bedöms generellt ha fungerat väl. Vid uppföljning av åtgärder behöver dock placeringen av mätpunkter ses över för att säkerställa att resultaten kan användas för uppföljning av projektets mätbara åtgärds mål och eventuella kontrollprogram under pågående åtgärd. Vid uppföljning och bedömning av risk kan även mätpunkter inom Viskans samordnade recipientkontroll användas. Vid dessa mätpunkter finns långa tidserier av data.

9 Referenser

- ANZG. (2021). *Toxicant default guideline values for aquatic ecosystem protection Dioxins in freshwater*. Australian Government Department of Agriculture, Water and the Environment.
- Borås Energi & Miljö AB. (2023). *Prövotidsredovisning - Borås Energi & Miljö AB (BEM)*.
- European commission (EU). (2021). *Draft EQS dossier in PFAS*. EU commission.
- European commission. (den 26 10 2022). ANNEXES to the Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy, Directive 2006/118/EC on the protection of groundwater against. Bryssel: European commission.
- Glaser et al., D. (den 16 3 2021). The impact of precursors on aquatic exposure assessment for PFAS: Insights from bioaccumulation modeling. *Integrated Environmental Assessment and Management*, ss. 705-715.
- Havs och vattenmyndigheten. (2018). *Metaller och miljögifter - effektbaserade bedömningsgrunder och indikativa värden för sediment, Rapport 2018:31*. Havs- och vattenmyndigheten.
- Havs- och vattenmyndigheten. (den 17 December 2019). Havs-och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2019:25. Göteborg.
- Länsstyrelsen Dalarnas län. (2016). *Bedömning av dioxiner och dioxinlika föreningar i sediment inom statusklassningen*.
- Länsstyrelsen i Västra Götaland. (2018). *Måtkampanj 2017 - Miljögifter i ytvattenförekomster*. Göteborg: Länsstyrelsen i Västra Götaland.
- Länsstyrelsen i Västra Götaland. (2020). *Måtkampanj och regional miljöövervakning 2018*. Göteborg: Länsstyrelsen i Västra Götaland.
- Miljödirektoratet, N. (den 30 10 2020). Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota – revidert 30.10.2020 . Norge: Norske Miljødirektoratet.
- Naturvårdsverket. (2009). *Riktvärden för förorenad mark, rapport 5976*. Naturvårdsverket.
- Osté, L. (2022). *Literature study on PFAS precursors in sediment and surface water*. Deltares.
- SMHI. (2024). <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>. Hämtat från Vattenwebb.
- Sveriges geologiska undersökning. (den 19 01 2024). *Kartvisare och utsök av halter miljögifter*. Hämtat från Datavårdskap för miljögifter: <https://www.sgu.se/produkter-och-tjanster/nationella-datavardskap/datavardskap-for-miljogifter/rapporterad-data-till-datavardskap-for-miljogifter/>
- Sweco. (2024). *Perfluorerade ämnen i Viskan*. Sweco Sverige AB.
- Sweco Sverige AB. (2024). *Provtagningsarbeten i Viskan*. Göteborg: Sweco Sverige AB.
- Viskans vattenråd. (2023). *Viskans vattenråd* . Hämtat från <http://www.viskan.nu/>: <http://www.viskan.nu/>

Bilaga 1. Provtagningsarbeten i Viskan – Referensprovtagningar