Utredning av internbelastning Oxunda vattensamverkan

Oxunda vattensamverkan

2025-12-04

Utredning av internbelastning

Oxunda vattensamverkan

Kund

Oxunda vattensamverkan
Sollentuna kommun
Raheleh Joorabechi Shohrati
(Samordnare)
raheleh.joorabechi.shohrati@sollentuna.se

Konsult

Ensucon AB
Stortorget 6
222 23 Lund
Tel: +46 793 37 99 83
https://ensucon.se/
Org. nr. 559161–3608

Uppdragsledare

Salar Valinia
Tel: 072-173 72 98
salar.valinia@ensuson.se

Expert

Brian Huser
Brian.huser@sjörestuarering.se

Oskar Agstam -Norlin
oskar.agstam@slu.se

Handläggare

Julia Elliot
julia.elliot@ensucon.se

Vera Sandell
vera.sandell@ensucon.se

Lisa-Marie Sundin
Lisa-marie@ensucon.se

Sammanfattning

Oxunda vattensamverkan, ett samarbete mellan kommunerna Järfälla, Sollentuna, Sigtuna, Täby, Upplands Väsby och Vallentuna, har som övergripande syfte att förbättra vattenkvaliteten i Oxundaåns avrinningsområde. Som en del i Oxunda vattensamverkans verksamhetsplan för 2023 finns det uppdrag att undersöka sjöarna Oxundasjön, Edssjön, Översjön samt Fjäturen som tros vara internbelastade av fosfor.

Denna utredning, genomförd under 2024 och 2025 av Ensucon AB tillsammans med Sjörestaurering AB, har fokuserat på att kvantifiera internbelastningen av fosfor i de fyra sjöarna. Utredningen har kombinerat tre huvudmetoder: en detaljerad sjömätning för att kartera bottentopografi och ackumulationsbottnar, månadsvis vattenprovtagning för massbalansberäkningar, samt sedimentprovtagning med efterföljande fosforfraktionering för att beräkna mängden läckagebenägen fosfor. Utifrån dessa provtagningar har rekommendationer tagits fram för hur man effektivt kan bedöma åtgärda internbelastningen i dessa vattenförekomster.

Resultaten från provtagningarna och modelleringen visar att Oxundasjön är påverkad av internbelastning, nivån av belastningen bedöms som hög och åtgärder för att minska belastningen bör genomföras. Även Fjäturen är påverkad av internbelastning och har höga fosforkoncentrationer i ett av inloppen. Nivån av belastningen bedöms som hög och åtgärder för att minska belastningen bör genomföras. Edssjön och Översjön bedöms vara måttligt internbelastade och vidare utredning behövs, dock finns rekommendation för andra åtgärder för att minska påverkan av internbelastningen.

Mot bakgrund av denna bedömning av internbelastning och en analys av kostnadseffektivitet rekommenderas följande åtgärder: För sjöarna med hög nivå, Fjäturen och Oxundasjön, rekommenderas primärt aluminiumbehandling. Denna metod är kostnadseffektiv och minskar risken för spridning av sedimentbundna föroreningar jämfört med t.ex. muddring, som i dessa sjöar misstänks bli ekonomiskt orimlig på grund av sannolika föroreningar i sedimentet. För båda sjöarna föreslås reduktionsfiske som en möjlig kompletterande åtgärd för att ytterligare förstärka effekten genom att minska bioturbationen. För Edssjön och Översjön, med måttlig nivå av internbelastning, samt ett fiskbestånd dominerat av karpfisk, bedöms reduktionsfiske vara den mest kostnadseffektiva och lämpliga startåtgärden.

För att säkerställa åtgärdernas långsiktiga effektivitet är det en nödvändig förutsättning att källorna till externbelastning av sjöarna utreds och åtgärdas, särskilt i Vibyån och Sätrabäcken. Dessutom rekommenderas fördjupade fiskeutredningar för Edssjön och Översjön för att optimera reduktionsfisket, samt en utredning av sedimentens föroreningsinnehåll om muddring trots allt skulle övervägas.

Innehåll

SAMMANFATTNING 3

1 BAKGRUND OCH SYFTE 6

1.1 Syfte 7

2 METOD 8

2.1 Sjömätning 8

2.2 Provtagning sjöarna 9
2.2.1 Kemiska analyser 10

2.3 Provtagning in- och utlopp 10

2.4 Sedimentprovtagning 12

2.5 Fosforfraktionering 13

2.6 Massbalans 14
2.6.1 Beräkning av internbelastningen 15

2.7 Vollenweider 16

3 RESULTAT OCH DISKUSSION 17

3.1 Sjömätning 17
3.1.1 Fjäturen 17
3.1.2 Edssjön 18
3.1.3 Översjön 19
3.1.4 Oxundasjön 19

3.2 Vattenprovtagning 20
3.2.1 Provtagning i sjöarna 20
3.2.2 Provtagning i in- och utlopp 22

3.3 Fosforfraktionering och modellering av internbelastning 24
3.3.1 Läckagebenägen fosfor i Oxundasjön 24
3.3.2 Läckagebenägen fosfor i Edssjön 25
3.3.3 Läckagebenägen fosfor i Översjön 26
3.3.4 Läckagebenägen fosfor i Fjäturen 27

3.4 Massbalans 28
3.4.1 Oxundasjön 29
3.4.2 Edssjön 30
3.4.3 Översjön 31
3.4.4 Fjäturen 32

4 FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER & KOMPLETTERANDE UTREDNINGAR 33

4.1 Potentiella åtgärder 33
4.1.1 Muddring 33
4.1.2 Aluminiumbehandling 34
4.1.3 Reduktionsfiske 34

4.2 Kompletterande utredningar 35

4.2.1 Extern belastning 35
4.2.2 Sedimentundersökningar 35

4.3 Rekommenderade åtgärder 35

5 REFERENSER 38

6 BILAGOR 39

6.1 Bedömningsgrunder för skiktning 39
6.1.1 Dimiktisk 39
6.1.2 Polymiktisk 39
6.1.3 Omblandad 39
6.1.4 Resultat Oxunda vattensamverkan 40

6.2 Mätdata Oxundasjön 41

6.3 Mätdata Edssjön 48

6.4 Mätdata Översjön 55

6.5 Mätdata Fjäturen 60

6.6 Massbalansberäkningar 66

1 Bakgrund och syfte

Denna rapport utgör en utredning om internbelastning i de fyra sjöarna Fjäturen, Edssjön, Oxundasjön och Översjön, alla belägna inom Oxundaåns avrinningsområde. Utredningen genomförs på uppdrag av Oxunda vattensamverkan, som är ett kommunöverskridande samarbete mellan kommunerna Järfälla, Sollentuna, Sigtuna, Upplands Väsby och Vallentuna. Samarbetet syftar till att koordinera ett vattenvårdsarbete med det övergripande målet att säkerställa god vattenkvalitet i vattenförekomsterna i området. För att möjliggöra uppföljning och utvärdering av arbetet bedrivs kontinuerlig miljöövervakning genom ett kontrollprogram, vars syfte bland annat är att övervaka miljötillståndet och utgöra ett underlag för åtgärder (Oxunda vattensamverkan, 2023).

Oxundaåns avrinningsområde är ett geografiskt flackt vattensystem som avvattnar ett område på cirka 270 km^2. Det är ett naturligt jonstarkt och näringsrikt system som är utsatt för stark urbanisering (Andersson, 2025). Inom området är de fyra sjöarna Fjäturen, Edssjön, Oxundasjön och Översjön samtliga påverkade av eutrofiering. Den ekologiska statusen i de formella vattenförekomsterna Edssjön och Oxundasjön bedöms av VISS (2021) till otillfredsställande status gällande nyckelindikatorer som näringsämnen och växtplankton. Fjäturen och Översjön är inte definierade vattenförekomster enligt VISS, men bedöms till otillfredsställande (Fjäturen) respektive dålig (Översjön) status gällande växtplankton i Oxundaåns årliga sjöundersökning 2019 (Lindqvist, 2020). Att höja sjöarnas status är avgörande för att de ska uppnå de lagstadgade målet om god ekologisk status i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten.

För att adressera den kvarstående övergödningsproblematiken har fokus riktats mot internbelastning vilket utgör ett specifikt fokusområde i Oxunda vattensamverkans verksamhetsplan för 2023. Internbelastning innebär att näringsämnen (främst fosfor) frigörs från ackumulerade bottensediment tillbaka till vattenmassan. Löpande miljöövervakning och provtagning har gett indikationer på att de fyra sjöarna, Fjäturen, Edssjön, Oxundasjön och Översjön, kan ha problem med just denna interna näringskälla.

1.1 Syfte

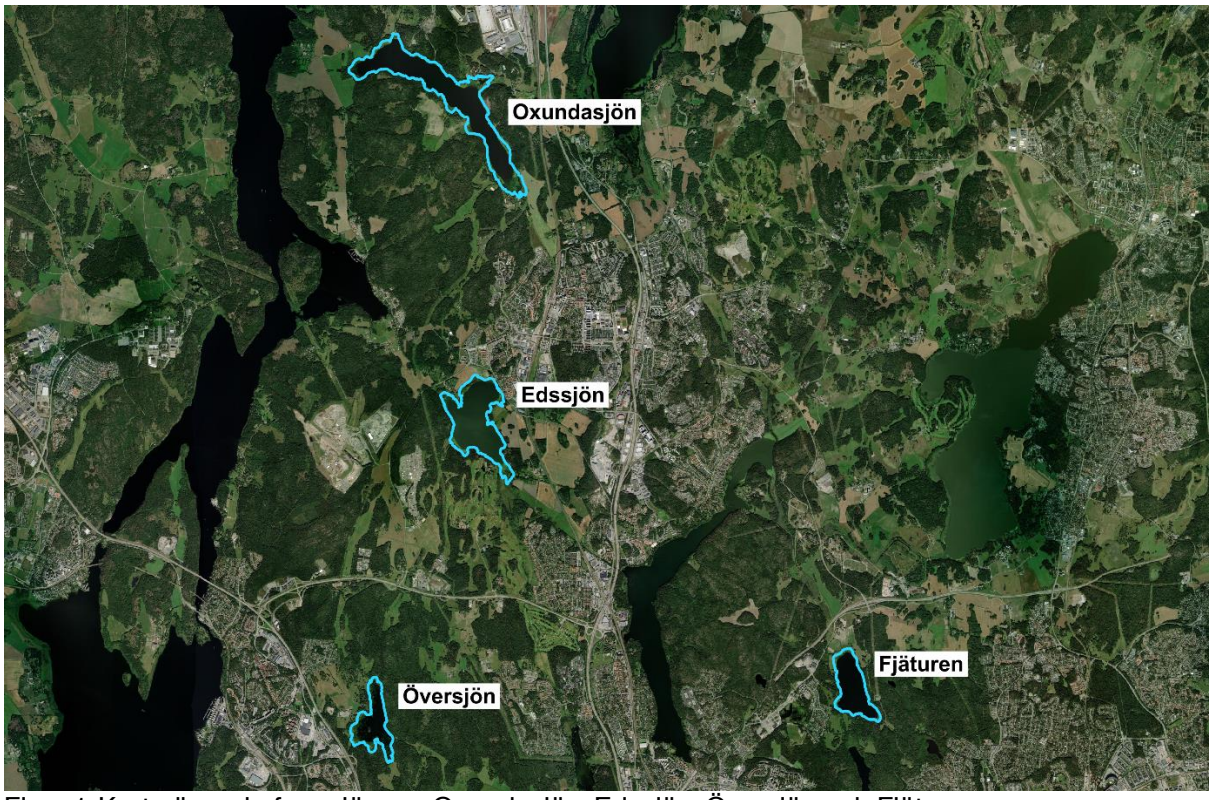
Mot bakgrund av den konstaterade situationen har Ensucon AB fått i uppdrag att genomföra en utredning om eventuell internbelastning i de fyra sjöarna. Det övergripande syftet med rapporten är att kvantifiera och analysera internbelastningens omfattning i sjöarna. Resultatet ska utgöra ett vetenskapligt underlag för att bedöma om åtgärder krävs och, i så fall, utforma effektiva restaureringsstrategier.

Uppdraget specificeras i följande huvudmoment:

1. Sjömätning och bottenscanning: Genomföra detaljerad sjömätning för att fastställa sjöarnas volymer och dimensioner, samt identifiera ackumulationsbottnar för riktad provtagning.
2. Kvantifiering av läckagebenägen fosfor: Utföra sedimentprovtagning och efterföljande fosforfraktionering för att kvantifiera den mobila fosforn, vilket ger ett mått på den potentiella frigörelsen från sedimenten.
3. Näringsbudget och massbalansmodellering: Upprätta en massbalansmodell baserad på månadsvis vattenprovtagning i sjöarna och i dess in- och utlopp. Detta är nödvändigt för att beräkna ämnestransporter och bedöma internbelastningens relativa betydelse i den totala näringsomsättningen.
4. Åtgärdsanalys och rekommendationer: Slutmomentet utgör en åtgärdsstrategi. Rapporten ska baserat på de kvantitativa resultaten resonera kring om internbelastningen är tillräckligt betydande för att motivera åtgärder och i så fall föreslå de mest kostnadseffektiva behandlingsmetoderna.

2 Metod

Nedan beskrivs hur Ensucon AB respektive underleverantör har genomfört respektive moment för uppdraget. I Figur 1 presenteras en översikt av sjöarnas position.



Figur 1: Karta över de fyra sjöarna: Oxundasjön, Edssjön, Översjön och Fjäturen.

2.1 Sjömätning

Syftet med sjömätningen var att fastställa de fyra sjöarnas exakta batymetri (bottentopografi) för att kunna genomföra en korrekt massbalansmodellering och identifiera de mest lämpliga platserna för sedimentprovtagning. Sjömätningen utfördes av Hagströms vattenvård & Miljörätt AB under april 2024.

Datainsamlingen genomfördes med ekolodning från båt och följde ett strikt protokoll där sjöytan korsades i ett rutmönster i båda riktningarna. En detaljerad sjölodningsplan upprättades i samråd med beställaren för att säkerställa specificerad punkttäthet och noggrannhet i hela sjöytan. Strandlinjen kartlades med hög precision så nära som det var möjligt att framföra båten.

Den tekniska utrustningen använde både side-scan och downscan teknik. Side-scan belysningen sattes till 100 procent för att uppnå maximal detaljåtergivning av bottenstrukturen. Den effektiva svepbredden justerades till 20–25 meter åt båda sidor (motsvarande ett krav på 50/50) för att minimera överlappet vid skapandet av sammansmälta side-scan bilder över hela sjöytan. Vid behov korsades sjöytan även på skrå mot de körda linjerna. Denna metod var avgörande för att med hög upplösning kunna skilja mellan olika bottentyper, såsom erosionsbottnar, transportbottnar och de fosforrika ackumulationsbottnarna där sediment ansamlas. De detaljerade side-scan bilderna användes även för att identifiera avvikelser på botten, såsom grusåsar, stensamlingar eller dolda föremål.

Rådatan från ekolodningen bearbetades och analyserades därefter i specialiserad GIS-programvara (ArcGIS Pro). Resultatet av analysen inkluderade framtagning av tre huvudsakliga kartunderlag:

- Djupkartor: Visar sjöns exakta djupförhållanden och maxdjup.
- Hårdhetskartor: Indikerar bottensammansättningen (mjuka kontra hårda bottnar) för att avgränsa de näringsrika ackumulationsbottnarna.
- Sammanställning side-scan bilder: Användes för att visuellt verifiera bottenstrukturer och identifiera föremål på botten.

Utifrån GIS-analyserna beräknades sjöarnas totala vattenvolym, medeldjup och maxdjup. Dessa parametrar är fundamentala underlag för den efterföljande massbalansmodelleringen. Slutligen levererades samtliga kartor och djupkurvor i shape-format för fortsatt GIS-analys.

Ekolodningarna genomfördes vid tre tillfällen under april månad 2024:
2024-04-18 Översjön och Fjäturen
2024-04-19 Fjäturen, Edssjön
2024-04-28 Oxundasjön
2024-04-29 Oxundasjön

2.2 Provtagning sjöarna

Vattenprovtagning i sjöarna utfördes för att samla in de kvantitativa data som är nödvändiga för massbalansmodelleringen och beräkningen av näringsbudget. Provtagning skedde månadsvis under tio månader, från februari till november 2024, för att fånga upp de säsongsvariationer som är typiska för internbelastning.

Vid varje provpunkt genomfördes direktmätningar av vattenpelarens fysikaliska profil. Detta inkluderade temperatur (°C), löst syre (mg/L), pH och konduktivitet, vilka alla mättes med en YSI-mätare. Dessa mätningar genomfördes för varje meter ned till sjöbotten. Dessutom mättes siktdjupet med en siktdjupsmätare, och vattenståndet mättes mot en fast referenspunkt vid varje provtagningstillfälle.

Vattenprover för kemisk analys samlades in från de specifika djup som anges i

Tabell 1. För insamlingen användes en Ruttner-hämtare. Proverna överfördes till dedikerade provburkar, etiketterades och kyldes omedelbart i kylväskor med kylklampar för att stoppa biologiska processer under transport till ackrediterat laboratorium. Prover för absorbans (420 nm filter) filtrerades direkt i fält.

2.2.1 Kemiska analyser

De kemiska analyserna som utfördes delades upp beroende på provtagningsdjupet för att optimera insamlingen av relevant data.

Ytvattenprover

I ytvattnet analyserades ett brett spektrum av parametrar: pH, absorbans (vid 420 nm filter), turbiditet, de lösta näringsämnen fosfatfosfor (PO_4-P) och totalfosfor (TP), samt kväveformerna ammoniumkväve (NH_4-N), nitrit + nitratkväve (NO_2 + NO_3-N), totalkväve (TN) och klorofyll a (Chl a).

Prov från djupare vatten

För de djupare proverna utelämnades klorofyll a och absorbans, men fokus lades på de näringsämnen som är direkt kopplade till internbelastningen: fosfatfosfor (PO_4-P) och totalfosfor (TP), ammoniumkväve (NH_4-N), nitrit + nitratkväve (NO_2 + NO_3-N), totalkväve (TN), samt pH.

Tabell 1: Provdjup för vattenprovtagning i de fyra sjöarna.

Provdjup (m)	Edssjön	Fjäturen	Oxundasjön	Översjön
ytan / 0,5	x	x	x	x
1				
2	x		x	x
3	x	x	x	
4				x
5	x	x	x	
6				
7		x		
8		x		

2.3 Provtagning in- och utlopp

Provtagning av sjöarnas in- och utlopp genomfördes månadsvis från februari till november 2024. Dessa insamlade koncentrationsdata är nödvändiga för att beräkna den externa näringsbelastningen i den efterföljande massbalansmodelleringen.

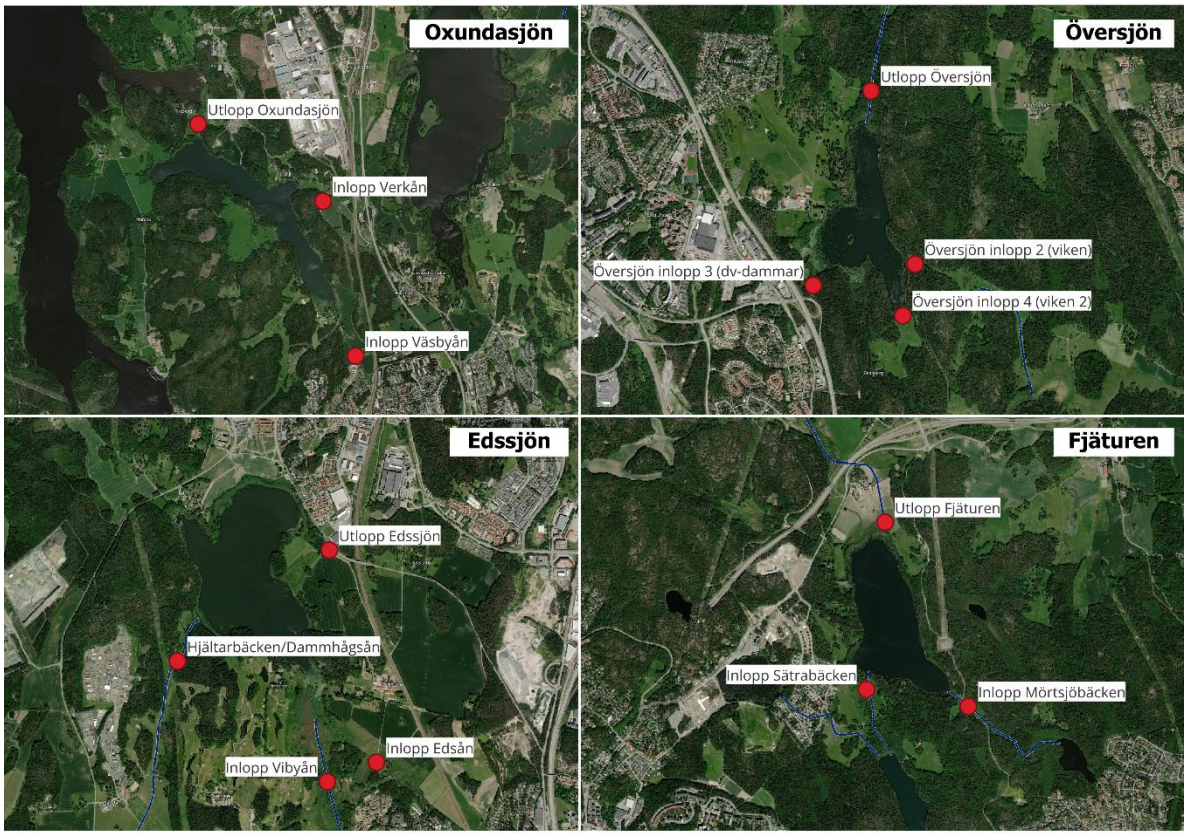
Provtagningsprogrammet omfattade de största tillflödena till respektive sjö samt varje sjös utflöde. Totalt omfattade programmet 15 provtagningspunkter i de fyra sjöarnas in- och utlopp (se Figur 2). Provtagning skedde enbart vid tillfällen då ett synligt flöde förekom i vattendraget. Vattenproverna samlades in med en vattenhämtare, överfördes till provburkar, etiketterades och kyldes omedelbart i kylväskor med kylklampar för transport till ackrediterat laboratorium.

Vid provtagningstillfället utfördes direktmätningar av de fysikaliska parametrarna på plats med en YSI-mätare vilket inkluderade: temperatur (°C), löst syre (mg/L), pH och konduktivitet. De kemiska parametrar som analyserades på laboratorium för in- och utloppen presenteras i Tabell 2.

Tabell 2: Analysparametrar för månadsvis provtagning i in- och utlopp av sjöarna.

Sjönamn	Analysparametrar	Antal provpunkter
Edssjön	Temperatur, syrgas, konduktivitet, pH, absorbans (420nm filter), turbiditet, fosfatfosfor, totalfosfor, ammoniumkväve, nitratnitritkväve, totalkväve, kalcium*, magnesium* och klorid*	4
Fjäturen	Temperatur, syrgas, konduktivitet, pH, fosfatfosfor, totalfosfor, ammoniumkväve, nitratnitritkväve, totalkväve	3
Oxundasjön	Temperatur, syrgas, konduktivitet, pH, absorbans (420nm filter), turbiditet, fosfatfosfor, totalfosfor, ammoniumkväve, nitratnitritkväve, totalkväve, kalcium*, magnesium* och klorid*	3
Översjön	Temperatur, syrgas, konduktivitet, pH, absorbans (420nm filter), turbiditet, fosfatfosfor, totalfosfor, ammoniumkväve, nitratnitritkväve, totalkväve, kalcium*, magnesium* och klorid*	4

*dessa ämnen analyserades endast i maj och oktober månad.



Figur 2: Provtagningsplatser av in- och utlopp i respektive sjö.

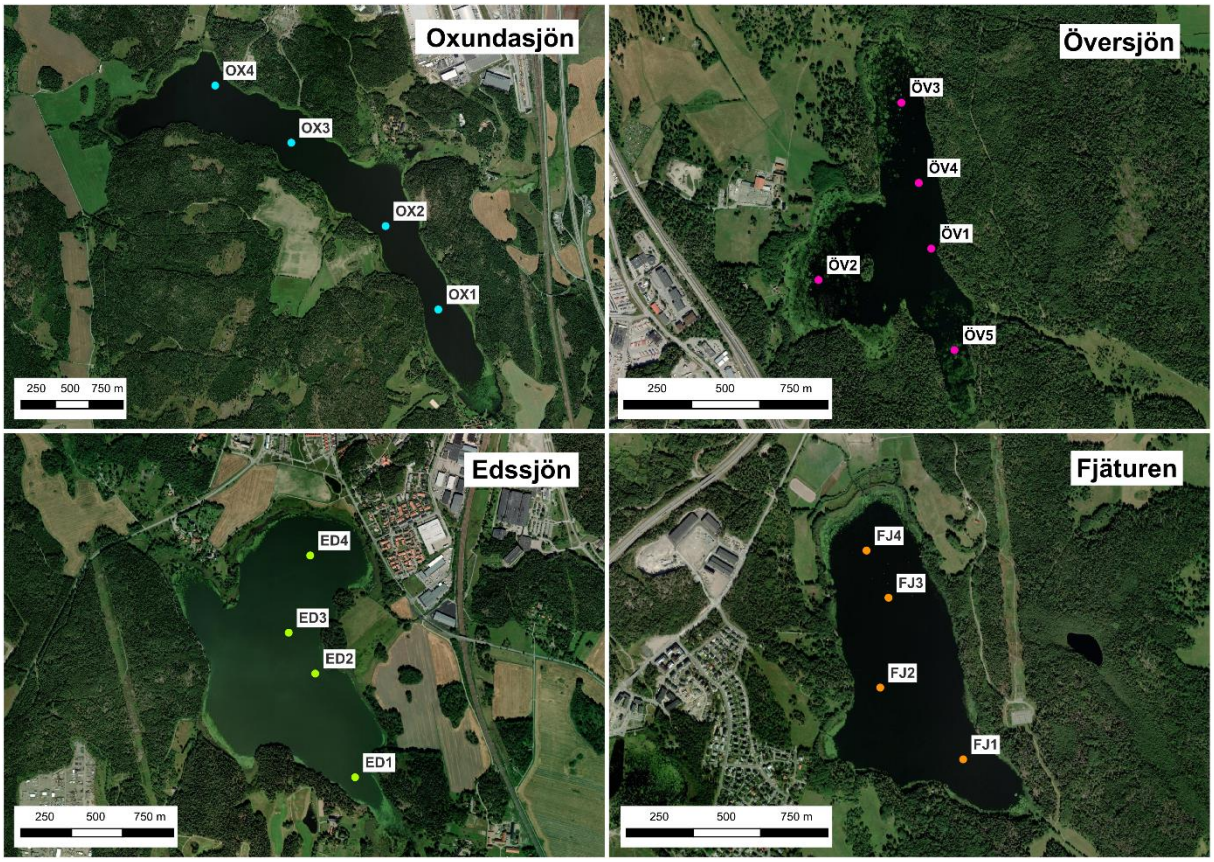
2.4 Sedimentprovtagning

Sedimentprovtagningen utfördes för att samla in material för den efterföljande analysen av läckagebenägen fosfor, vilket är avgörande för att kvantifiera den potentiella internbelastningen. Fältarbetet genomfördes av konsulter från Ensucon AB i maj 2025. Provtagningsplatserna bestämdes med hjälp av underlag från den tidigare genomförda sjömätningen (Avsnitt 2.1) för att säkerställa att prover togs på de identifierade ackumulationsbottnarna. Vid varje provtagningspunkt noterades det aktuella vattendjupet med ekolod och koordinaterna registrerades med GPS. Provtagningsplatserna för respektive sjö redovisas i Figur Figur 3.

Sedimentproverna togs med en sedimentprovtagare, Pylonex HTH gravity corer, och tillhörarande delar. Provtagningen möjliggjorde uttag av intakta sedimentkärnor, inklusive det kemiskt aktiva gränsskiktet mellan vatten och sediment. Antalet sedimentkärnor bestämdes utifrån respektive sjös storlek och form för att kunna bedöma den rumsliga variationen av läckagebenägen fosfor över sjöbottnen. I Tabell 3 presenteras det exakta antalet kärnor som togs ut för varje sjö. Samtliga sedimentkärnor skiktades omedelbart efter provtagning för att analysera fosforns vertikala fördelning. Följande skikt togs ut och sparades för analys: 0-2, 2-4, 4-6, 6-10, 10-15, 15-20, 25-30, och 35-40 centimeters djup. Sedimentproverna hanterades varsamt och kyldes omedelbart vid fältarbete för att bevara deras kemiska integritet fram till analys.

Tabell 3: Analysomfång för sedimentprovtagning i de fyra sjöarna.

Sjönamn	Antal kärnor	Antal skikt
Edssjön	4	8
Fjäturen	4	7
Oxundasjön	4	7
Översjön	5	7



Figur 3: Provtagningsplatser för sediment i respektive sjö.

2.5 Fosforfraktionering

För att kunna beräkna internbelastning och läckage av fosfor gjordes först en fraktionerad fosforanalys. I en fraktionerad fosforanalys extraheras olika former av fosfor i olika steg: H_2O-P (porvatten och löst bunden/lättlöslig fosfor), BD-P (järnbunden fosfor), NaOH-P (aluminiumbunden fosfor), NaOH org-P (organisk fosfor) och HCl-P (kalciumbunden fosfor). Metoden är ursprungligen beskriven av Psenner et al. (1988) men har senare modifierats av Hupfer et al. (1995). Totalfosfor analyseras också i samtliga kärnor. Majoriteten av den läckagebenägna fosforn i sediment återfinns oftast i de tre fraktionerna (1) löst bunden fosfor, (2) järnbunden fosfor, och (3) organisk fosfor. Löst bunden fosfor är direkt tillgänglig i vattenmassan, medan järnbunden fosfor kan bli lättillgänglig vid syrgashalter lägre än ca 2 mg/l. Dessa två fraktioner kallas även för "mobil fosfor" (Pilgrim, et al., 2007).

Organisk fosfor frigörs från organiskt material under nedbrytning och blir sedan en del av den mobila fosforfraktionen (Huser, et al., 2016). Denna process tar tid i storleksordningen månader till år. Organisk fosfor anses också var labil eller lättrörlig, dock finns svårnedbrytbara rester från den fraktionen kvar även i djupare skikt. Dessa bakgrundskoncentrationer subtraheras från höga halter i ytligare sedimentlager för att beräkna mängden läckagebenägen fosfor.

En del läckagebenägen fosfor kan även finnas i restfraktionen (rest P) vilket är den mängd fosfor som finns kvar efter att alla ovanstående fraktioner har extraherats. Vattenhalt och halten organiskt material i sedimenten kvantifieras enligt Håkanson & Jansson (1983). Proverna frystes i 24 timmar (-20 °C) och frystorkades. De torra proverna brändes i en muffelugn (550 °C) i två timmar, där

mängden förbränt sediment motsvarar mängden organiskt material i sedimenten. Dessa data användes för att beräkna koncentration (torrvikt), sedimentdensitet, och fosformassa.

2.6 Massbalans

För att kvantifiera sjöarnas interbelastning användes massbalansmodeller framtagna av Huser et al. (2023). Massbalansprincipen är en tillämpning av lagen om massors bevarande i fysiska och kemiska system: massa kan inte skapas eller förstöras, endast omvandlas. Principen innebär att hänsyn tas till flödet av alla material som kommer in i, lämnar och ackumuleras i ett system. Metoden kan tillämpas på sjöar där en positiv fosforbalans motsvarar internbelastningen. Den så kallade nettointernbelastningen (P_{NI}) beskriver skillnaden i mängden fosfor som frigörs från sediment (bruttointernbelastning, P_{BI}) och fosfor som sedimenterar i vattnet:

$$P_{NI} = \Delta P_{sjö} - P_{in} + P_{ut} \qquad \text{(ekv. 1)}$$

där $\Delta P_{sjö}$ är förändringen av mängden fosfor i sjön mellan två provtagningstillfällen. P_{in} och P_{ut} beskriver tillförsel respektive bortförsel av fosfor från sjön.

Nettointernbelstningen (P_{NI}) är summan av två motsatta processer: sedimentation av fosfor och frigörelse av fosfor. Eftersom sedimentationshastigheten är svår att uppskatta och mäta görs en förenklad massbalansberäkning där internbelastningen beskrivs som nettointernbelastningen:

$$P_{NI} = bruttointernbelastningen\ (P_{BI}) - sedimentationen\ (P_{sed}) \qquad \text{(ekv. 2)}$$

Enligt Huser et al. (2023) bör dock ekvationen modifieras för omblandade och svagt skiktade sjöar till en som även tar hänsyn till sedimentationen:

$$P_{BI} = \Delta P_{sjö} - P_{in} + P_{ut} + P_{sed} \qquad \text{(ekv. 3)}$$

där P_{sed} är mängden fosfor som sedimenterar från sjövattnet. Hur P_{sed} beräknas beskrivs vidare i nästa kapitel.

För att avgöra vilken massbalansmodell som skulle tillämpas för respektive sjö inleddes beräkningarna med en bedömning av huruvida sjöarna var dimiktiska (stabil skiktning), polymiktiska (svag/periodvis kortare skiktning) eller omblandade. Bedömningsgrunderna för sjöarnas skiktningsförhållanden redovisas i Bilaga 6.1. Samtliga sjöar bedömdes vara polymiktiska, alternativt omblandande, se Bilaga 6.1.

2.6.1 Beräkning av internbelastningen

Alla sjöar bedömdes vara polymiktiska (skiktar sig svagt eller tillfälligt) med varierande grad. Från Översjön som skiktar sig mycket svagt och tillfälligt, till Fjärturen som är ganska starkt skiktad under sommaren men svagt nog för att en del av bottenvattnet troligtvis omblandas ändå. Fjäturen var mitt emellan sjötyper dimiktisk och polymiktisk enligt Huser et al. ((2023), uppdaterade version från 2025) med temperaturer i bottenvattnet högre än 8 °C men mindre än 10 °C. I augusti 2015 och 2019 var temperaturen i bottenvattnet strax över 10 °C, vilket skulle tyda på en viss omblandning av bottenvattnet under sommaren enligt Huser et al.(2023).

För att beräkna internbelastningen för helt omblandade och polymiktiska sjöar tillämpades Ekvation 1. Tillförsel (P_{in}) och bortförsel (P_{ut}) av fosfor beräknades genom att multiplicera uppmätt fosforhalt med vattenföringen. För att beräkna mängden fosfor mellan två provtagningar togs ett medelvärde av fosforhalten och av vattenföringen vid det första och andra provtagningstillfället.

Om vattenmassan i sjön var helt omblandad vid provtagningstillfället beräknades mängden fosfor i sjön genom att multiplicera den uppmätta halten fosfor med hela sjöns vattenvolym.

Om sjön var skiktad vid provtagningstillfället och fosforhalterna inte var konstanta med djupet beräknades mängden fosfor i sjön genom att adderad mängden fosfor i varje 0,5-metersskikt. Volymen för varje skikt bestämdes med hjälp av GIS och de djupkartor som gjorts av sjöarna.

För att uppskatta nettosedimentationen användes perioder där det skedde (netto)sedimentation, dvs att sedimentationen var högre än internbelastningen. När P_{NI} (Ekvation 1) är negativ finns det mer sedimentation än interbelastning, P_{NI} kan därmed likställas med sedimentationshastigheten, P_{sed}, om det går att anta att internbelastningen är försumbar. För att beräkna mängden fosfor som sedimenterar per dag dividerades mängden sedimenterande fosfor med antalet dagar mellan provtagningarna. Mängden adderades sedan till nettointernbelastningen för att få bruttointernbelastningen, P_{BI}:

$$P_{BI} = P_{NI} + P_{sed} \qquad \text{(ekv. 4)}$$

För att beräkna internbelastningshastigheten uttryckt per bottenreal, Li, dividerades internbelastningens storlek i kg P med antalet dagar mellan provtagningarna och hela sjöns bottenareal. För beräkningarna antogs sjöns bottenareal vara samma som sjöns ytareal. Den beräknade internbelastningshastigheten uttrycks i mg P/m^2/d och kan jämföras med värdena i Tabell 4.

Tabell 4: Bedömning av nivån på internbelastningen i polymiktiska sjöar. Internbelastningshastighteten, Li, avser bruttointernbelastningen, dvs sedimentationen är frånbragen. Värdena representerar medianen för varje nivå (Huser, et al., 2023).

Nivå	Li (mg P/m²/d)
Mycket låg	0,2
Låg	0,4
Måttlig	1,9
Hög	4,9
Mycket hög	9,1

2.7 Vollenweider

För att uppskatta hur mycket den externa tillförseln behöver minska för att uppnå god status i vattenförekomsterna har beräkningar enligt Vollenweider-modellen utförts. Modellen tar hänsyn till koncentrationen fosfor i inkommande vatten, sjöns omsättningstid och sedimentationstakt enligt ekvationen nedan:

$$TP_{sjö} = \frac{TP_{IN}}{(1 + k1 * Tw)} \qquad \text{(ekv. 5)}$$

där $TP_{sjö}$ = Målkoncentration totalfosfor i sjön i µg/l.
TP_{IN} = Koncentrationen totalfosfor i inkommande vatten från avrinningsområdet
k1 = sedimentationstakt = (0,45)
Tw = Sjöns omsättningstid i år

För att bestämma referensvärdet av fosfor för respektive vattenförekomst användes SLU:s verktyg för statusklassning för totalfosfor i sjöar (SLU, u.å.a).

3 Resultat och diskussion

3.1 Sjömätning

Resultaten från sjömätningen fastställde sjöarnas exakta batymetri (bottentopografi) och bottensammansättning. Dessa data var avgörande för att beräkna sjöarnas vattenvolymer och för att lokalisera de mest lämpliga ackumulationsbottnarna för sedimentprovtagning.

I Tabell 5 presenteras en sammanställning av beräknade sjödata utifrån resultaten av sjölodningen, inkluderande sjövolym, sjöarea, medel- och maxdjup, baserat på den inmätta vattennivån (RH2000) vid mätningstillfället. Kartering och resultat för respektive sjö redovisas nedan (Avsnitt 3.1.1 till 3.1.4).

Tabell 5. Sammanställning av sjödata.

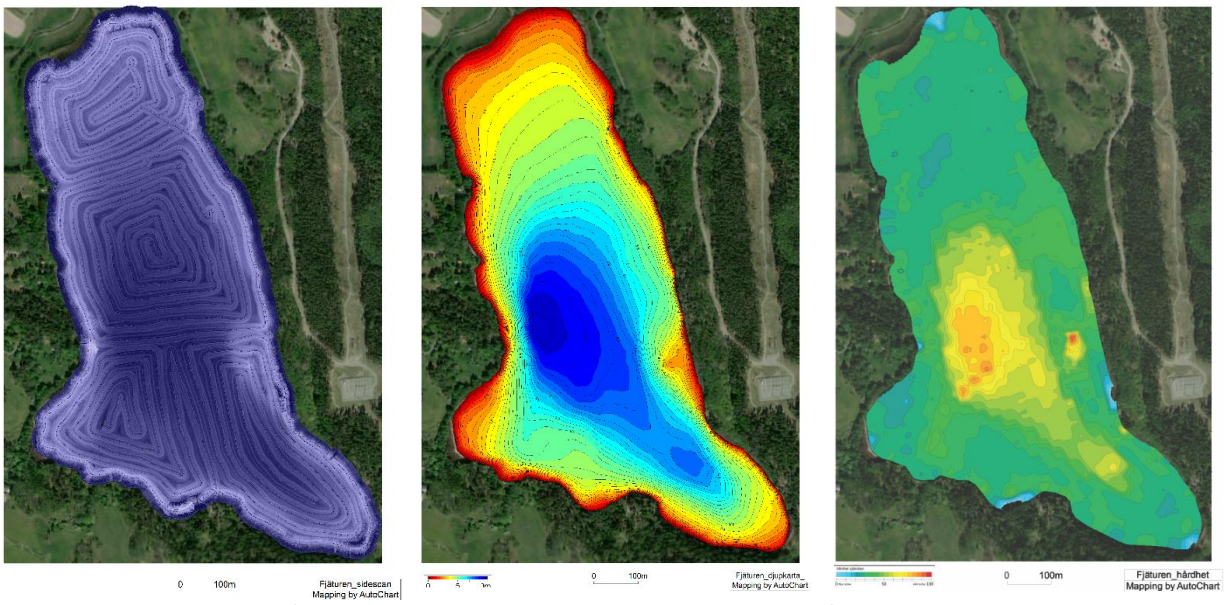
Sjönamn	Sjövolym (m^3)	Sjöarea (m^2)	Medeldjup (m)	Maxdjup (m)	Vattenstånd vid sjömätning (RH2000)
Edssjön	3 827 473	977 093	3,9	6,7	+3,70
Fjäturen	2 589 815	512 234	5,1	9,6	+6,25
Oxundasjön	6 229 321	1 458 918	4,3	6,4	+1,17
Översjön	1 435 298	445 411	3,2	4,9	+22,60

3.1.1 Fjäturen

Side-scan bilden (Figur 4, vänster) visar den detaljerade akustiska bilden av botten. Analysen av side-scan datat identifierade flera synliga föremål på botten: två båtar låg på botten, och dessutom observerades flera plastdunkar förankrade med sänken, troligtvis avsedda som viloplatser för sjöfågel.

Fjäturen är den djupaste sjön i undersökningen. Djupkartan (Figur 4, mitten) visar en tydlig bassängstruktur. Maxdjupet återfinns i den centrala delen av sjön, där den mörkblå färgen indikerar de djupaste partierna. Denna djupkonfiguration skapar goda förutsättningar för stabil termisk skiktning och därmed långvarig syrebrist i bottenvattnet. De grundare områdena (röda och orange) är koncentrerade längs strandlinjen.

Hårdhetskartan (Figur 4, höger) visar att botten i de centrala, djupaste partierna av sjön generellt uppvisar en hårdare akustisk signatur (gult och rött). Denna hårdhet indikerar sannolikt närvaron av lera eller dylikt. De mjukaste sedimenten återfinns i de grundare områdena (grönt och blått).



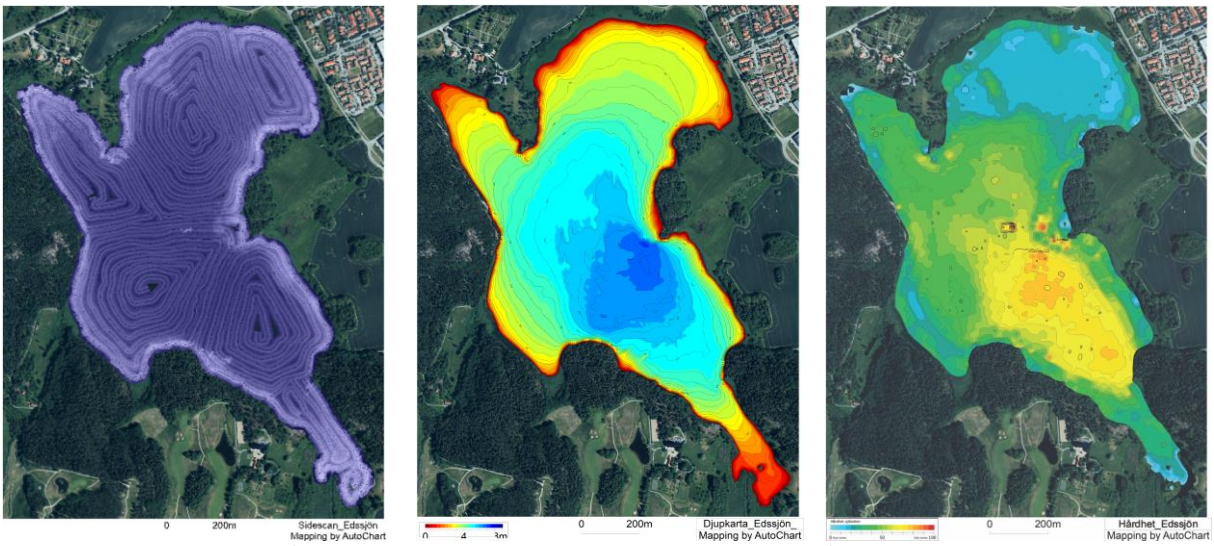
Figur 4. Kartering av (från vänster till höger): Side-scan, djup, och hårdhet för Fjäturen.

3.1.2 Edssjön

Vid analys av side-scan bilden (Figur 5,vänster) kunde flera föremål observeras på botten. I den norra änden av sjön observerades nedlagda rör som sträckte sig tvär över sjön för att sedan vika av och fortsätta in i Kyrkviken. Dessutom identifierades mindre slang/ledning i den nedre delen av sjön.

Djupkartan (Figur 5, mitten) visar att Edssjöns djupaste delar återfinns främst i de centrala delarna av sjön. I de norra delarna finns grundare områden, som annars är mest koncentrerade till strandlinjen längs sjön.

Hårdhetskartan (Figur 5, höger) visar att botten i de centrala, djupaste partierna av sjön generellt uppvisar en hårdare akustisk signatur (gult och rött). På några platser finns ytor med grusåsar och stenar, som kan ses som mindre partier av gult/rött på kartan, oftast nära strandlinjen.



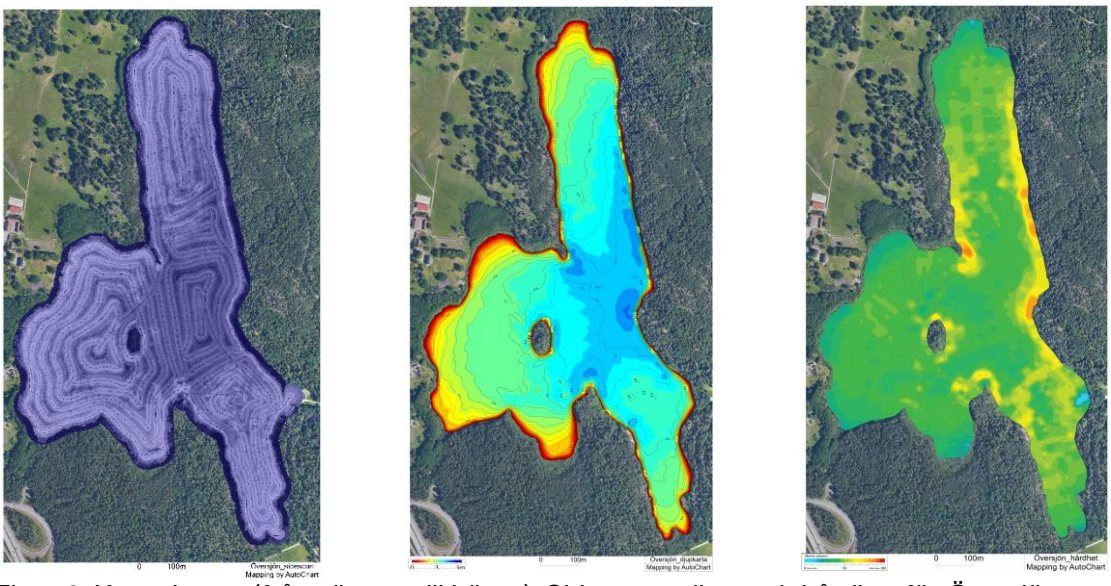
Figur 5. Kartering av (från vänster till höger): Side-scan, djup, och hårdhet för Edssjön.

3.1.3 Översjön

För Översjön gav side-scan bilden (Figur 6, vänster) inga anmärkningsvärda observationer av stora föremål (som båtar eller rör).

Djupkartan (Figur 6, mitten) visar att Översjön är relativt grund, och den grundaste sjön i den här undersökningen. De djupaste partierna är koncentrerade till ett område öster om sjöns mitt. I resterande delar är sjön relativt grund, med de grundaste partierna längs strandlinjen.

Hårdhetskartan (Figur 6, höger) visar att stora delar av sjön består av mjukare botten. De hårdare partier som finns återfinns nära strandlinjen, förmodligen bestående lera eller dylikt där det är djupare och av grusåsar och stenar där det är grundare.



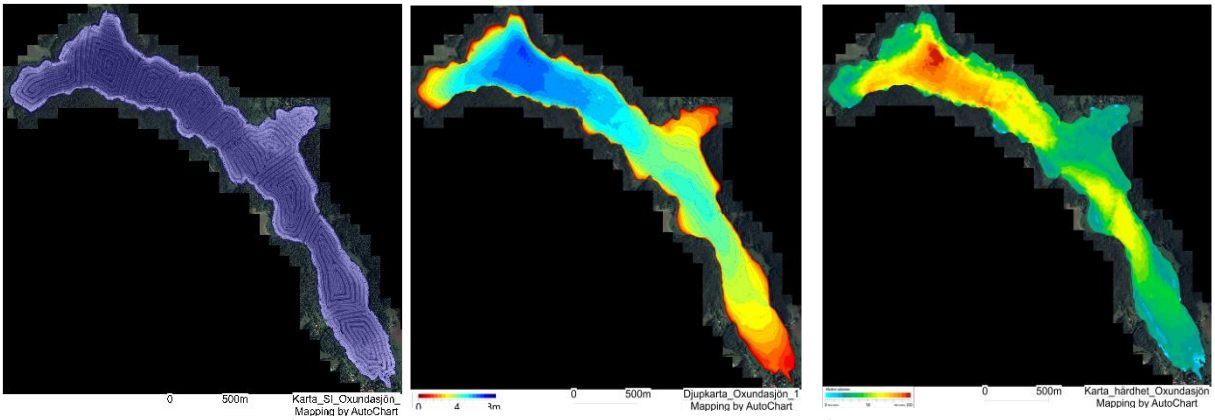
Figur 6. Kartering av (från vänster till höger): Side-scan, djup, och hårdhet för Översjön.

3.1.4 Oxundasjön

För Oxundasjön gav side-scan bilden (Figur 7, vänster) inga anmärkningsvärda observationer av stora föremål (som båtar eller rör).

Djupkartan (Figur 7, mitten) visar att de djupaste partierna i Oxundasjön återfinns i de nordliga delarna av sjön. De grundare partierna är belägna i den södra delen av sjön, samt längs strandlinjen.

Hårdhetskartan (Figur 7, höger) visar en tydlig korrelation mellan bottensammansättning och djupstruktur. De hårdaste bottnarna är primärt koncentrerade till de djupare delarna av sjön, medan de mjukare bottnarna finns i de grunda delarna.



Figur 7. Kartering av (från vänster till höger): Side-scan, djup, och hårdhet för Oxundasjön.

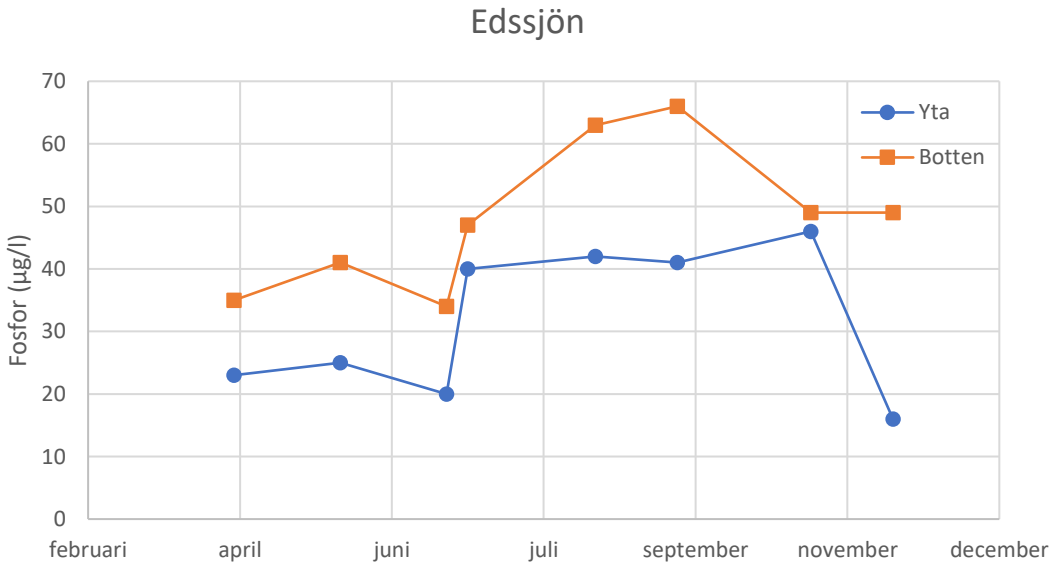
3.2 Vattenprovtagning

I följande kapitel redovisas resultatet från vattenprovtagningarna utförda 2024 i samtliga vattenförekomster, samt dess tillhörande in- och utlopp. Samtliga mätdata finns redovisat i Bilaga 6.2, 6.2, 6.3 och 6.4.

3.2.1 Provtagning i sjöarna

Edssjön

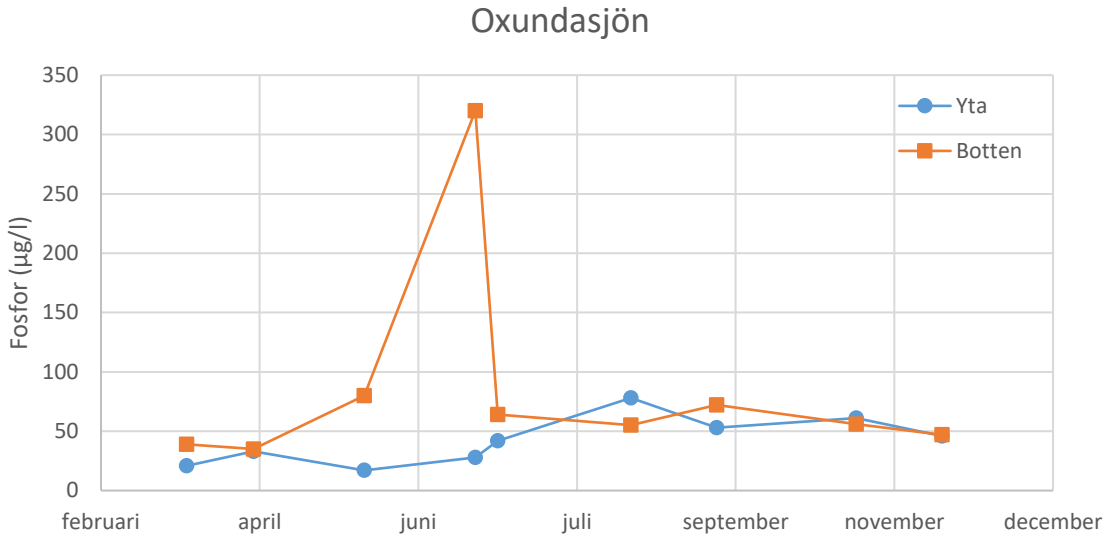
År 2024 uppmättes den högsta fosforkoncentrationen i ytvattnet till 46 µg/l (2024-10-23) och i bottenvattnet till 66 µg/l (2024-09-09). Den största skillnaden mellan yt- och bottenvattnets fosforhalter noterades i november. I Figur redovisas samtliga uppmätta fosforkoncentrationer i Edssjön under 2024. I mars gjordes inga analyser då sjön var istäckt.



Figur 8: Uppmätta fosforkoncentrationer i Edssjöns yt- och bottenvatten under 2024. Yta = 0,5–0,8 meter, botten = 3–4,5 meter.

Oxundasjön

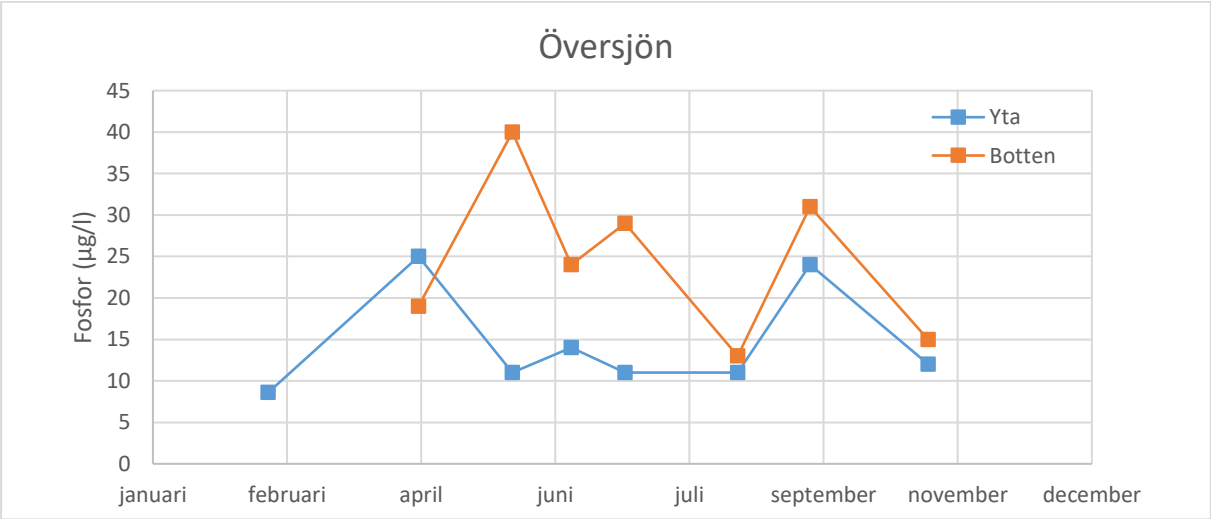
År 2024 uppmättes den högsta fosforkoncentrationen i ytvattnet till 78 µg/l (2024-08-13) och i bottenvattnet till 320 µg/l (2024-06-25). Den största skillnaden mellan yt- och bottenvattnets fosforhalter noterades i juni. I Figur redovisas samtliga uppmätta fosforkoncentrationer i Oxundasjön under 2024.



Figur 9: Uppmätta fosforkoncentrationer i Oxundasjöns yt- och bottenvatten under 2024. Yta = 0,5 meter, botten = 4–5,5 meter.

Översjön

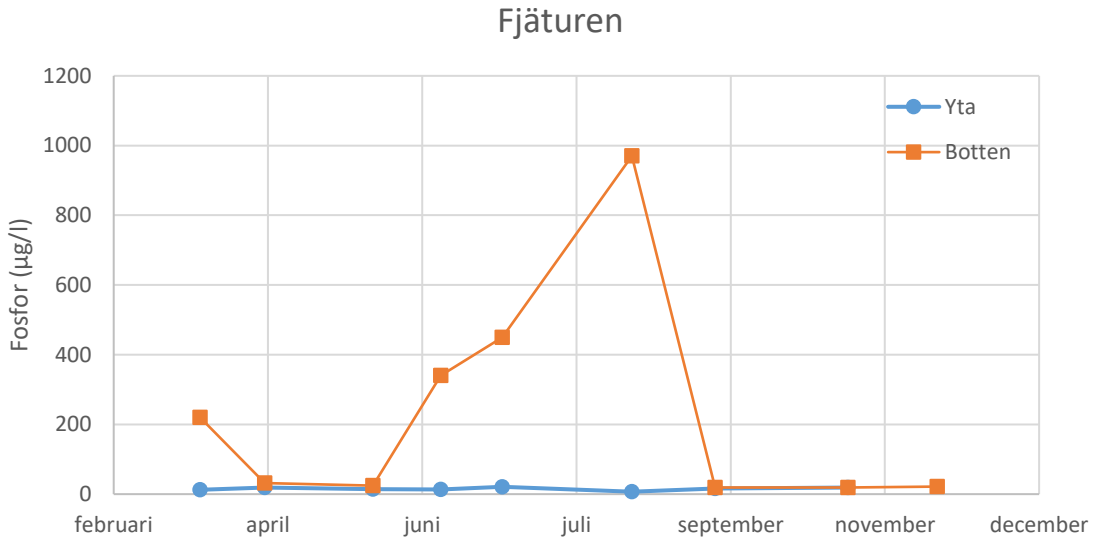
År 2024 uppmättes den högsta fosforkoncentrationen i ytvattnet till 25 µg/l (2024-04-17) och i bottenvattnet till 40 µg/l (2024-05-22). Den största skillnaden mellan yt- och bottenvattnets fosforhalter noterades i maj. I Figur redovisas samtliga uppmätta fosforkoncentrationer i Översjön under 2024. I mars gjordes inga mätningar då sjön var istäckt. I januari genomfördes ingen provtagning av sjöns bottenvatten på grund av is.



Figur 10: Uppmätta fosforkoncentrationer i Översjöns yt- och bottenvatten under 2024. Yta = 0,5 meter, botten = 3 meter.

Fjäturen

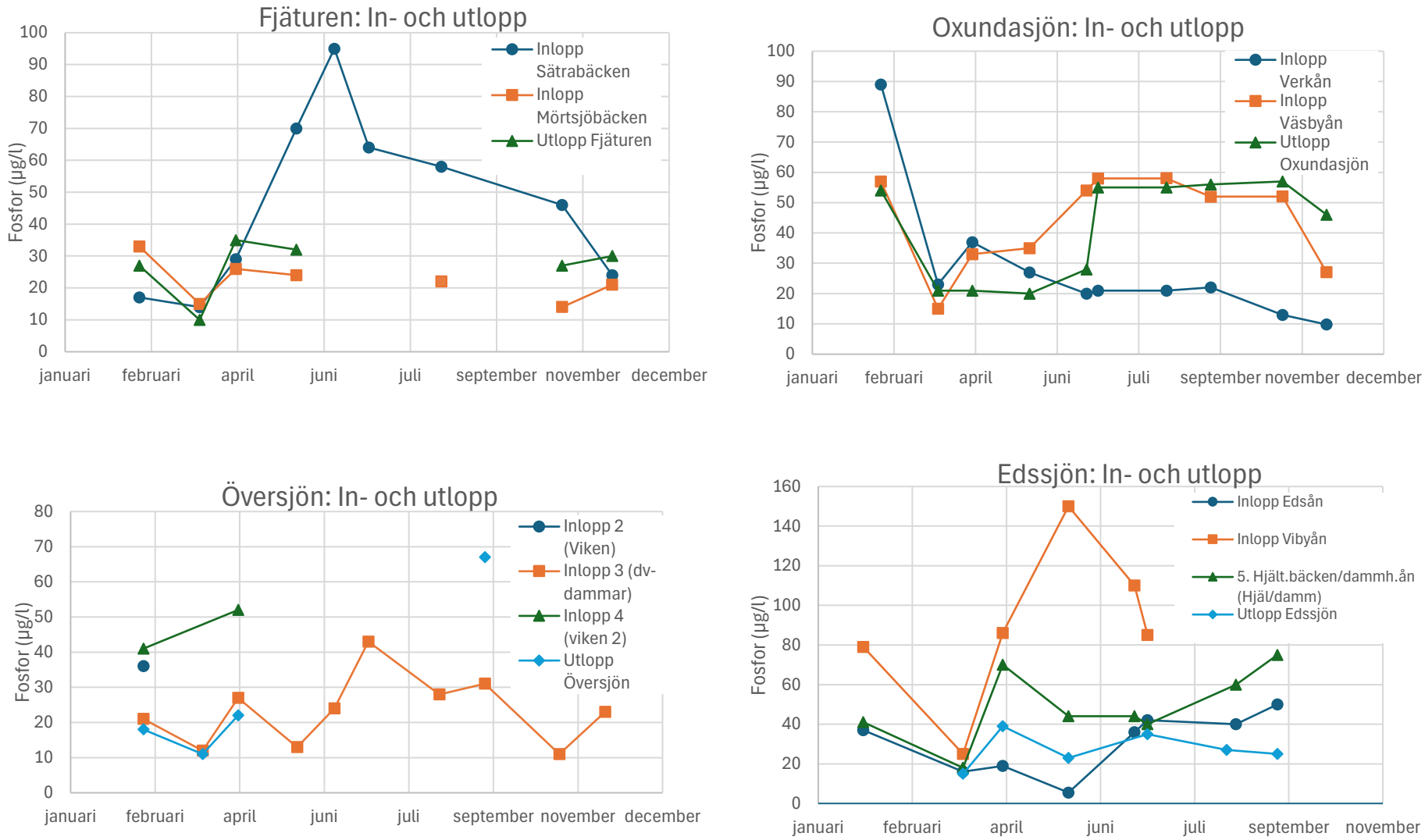
År 2024 uppmättes den högsta fosforkoncentrationen i ytvattnet till 21 µg/l (2024-07-03) och i bottenvattnet till 970 µg/l (2024-08-14). Den största skillnaden mellan yt- och bottenvattnets fosforhalter noterades i augusti. I Figur redovisas samtliga uppmätta fosforkoncentrationer i Fjäturen under 2024.



Figur 11: Uppmätta fosforkoncentrationer i Fjäturens yt- och bottenvatten under 2024. Yta = 0,5 meter, botten = 7–8,5 meter.

3.2.2 Provtagning i in- och utlopp

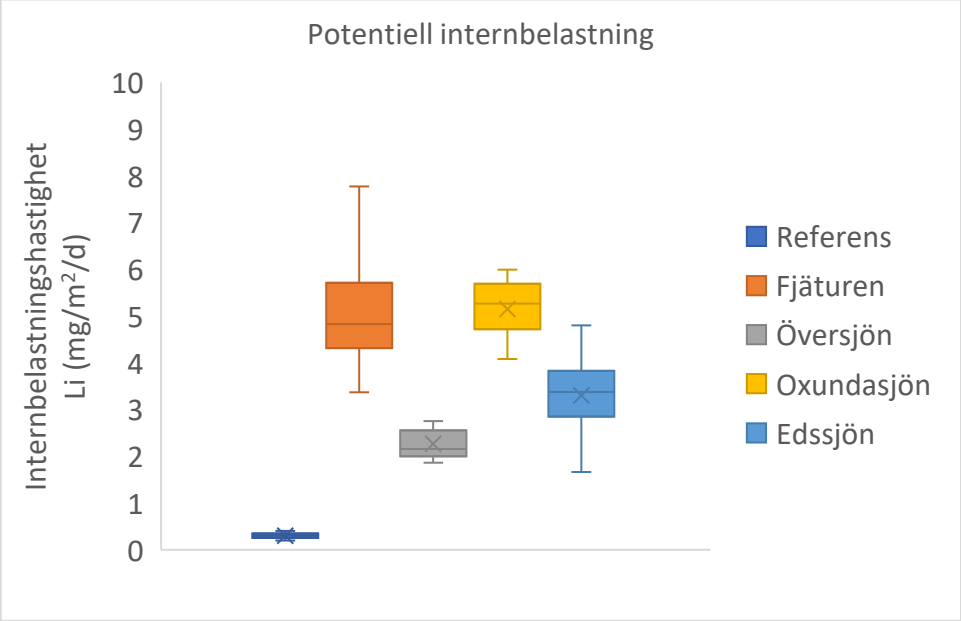
Nedan i Figur redovisas fosforkoncentrationerna i respektive vattenförekomst in- och utlopp. Samtliga uppmätta parametrar återfinns i Bilaga 6.2, 6.2, 6.3 och 6.4.



Figur 12: Grafer över årlig variation av fosforkoncentrationer i respektive sjös in- och utlopp under år 2024

3.3 Fosforfraktionering och modellering av internbelastning

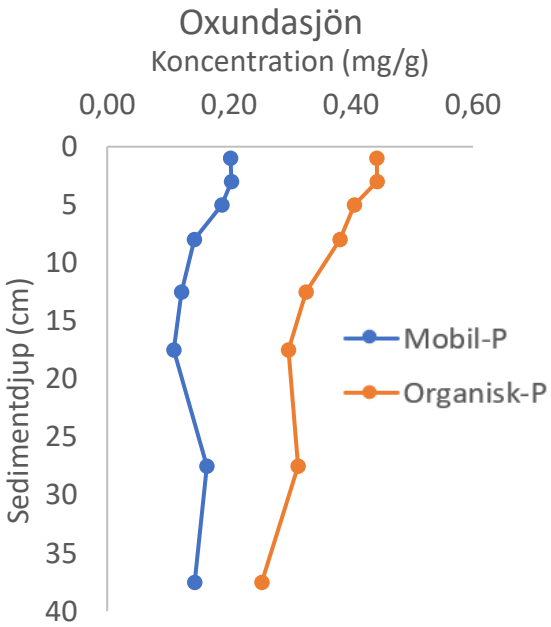
Resultaten för potentiell internbelastning i de fyra sjöarna visar på att alla fyra sjöar verkar ha en högre internbelastningshastighet än referensvärdet och att Fjäturen och Oxundasjön ser ut att ha en något högre potentiell internbelastningshastighet än Edssjön och Översjön (se Figur).



Figur 13: Potentiell internbelastningshastighet i respektive sjö, samt referensvärde.

3.3.1 Läckagebenägen fosfor i Oxundasjön

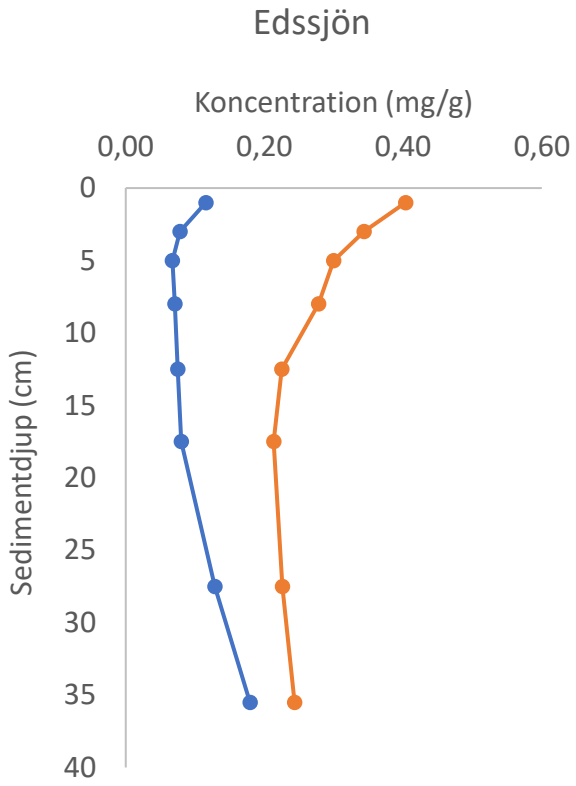
I Oxundasjöns bottensediment är koncentrationen av mobil fosfor något förhöjd och koncentrationen av organisk fosfor förhöjd. I Figur redovisas hur koncentrationen av mobil och organisk fosfor varierar med sedimentdjupet. Redovisade värden avser medelhalter.



Figur 14: Koncentrationer av läckagebenägna former av fosfor i Oxundasjöns sediment (medelhalter). Den blå linjen representerar mobil fosfor, och den orangea linjen organisk fosfor.

3.3.2 Läckagebenägen fosfor i Edssjön

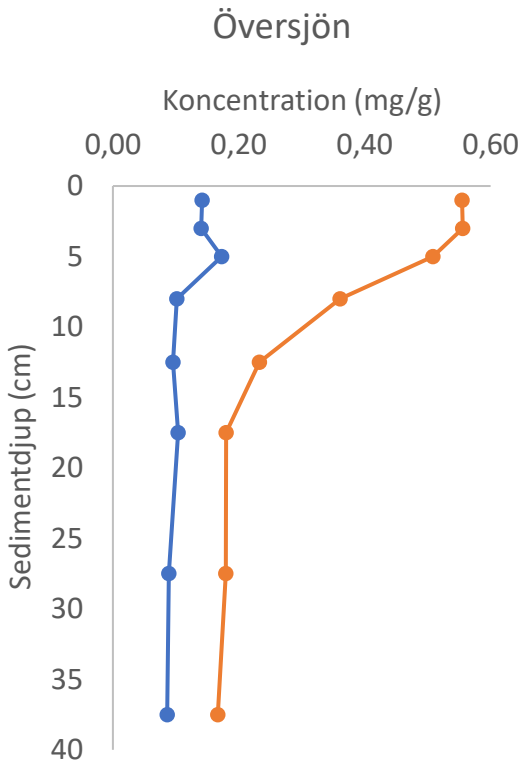
I Edssjöns bottensediment är koncentrationen av organisk fosfor förhöjd. Profilen av mobil fosfor visar tecken på störning av bottenlevande fisk. I Figur redovisas hur koncentrationen av mobil och organisk fosfor varierar med sedimentdjupet. Redovisade värden avser medelhalter. Resultatet av fosforfraktioneringen visar även att en stor del av fosforn i Edssjöns sediment är kalciumbundet (Ca-P).



Figur 15: Koncentrationer av läckagebenägna former av fosfor i Edssjöns sediment (medelhalter). Den blå linjen representerar mobil fosfor, och den orangea linjen organisk fosfor.

3.3.3 Läckagebenägen fosfor i Översjön

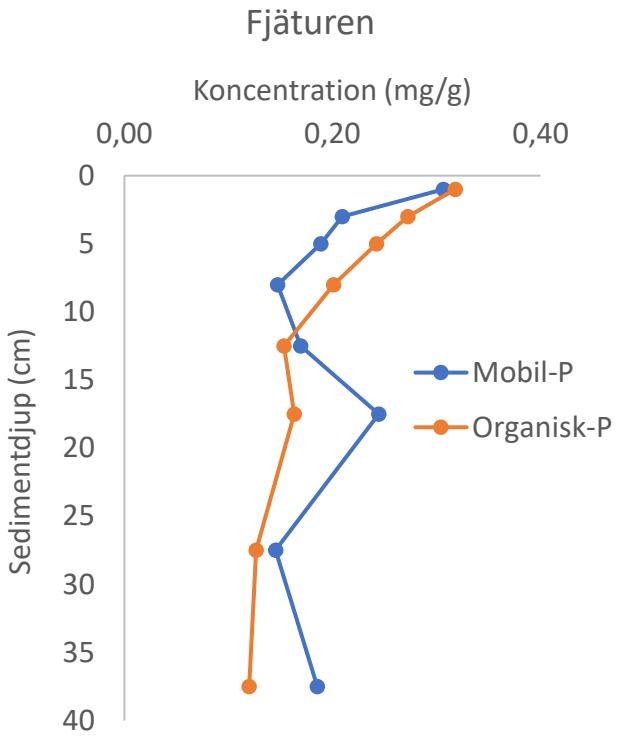
I Översjöns bottensediment är koncentrationen av mobil fosfor något förhöjd och koncentrationen av organisk fosfor förhöjd. I Figur redovisas hur koncentrationen av mobil och organisk fosfor varierar med sedimentdjupet. Redovisade värden avser medelhalter.



Figur 16: Koncentrationer av läckagebenägna former av fosfor i Översjöns sediment (medelhalter). Den blå linjen representerar mobil fosfor, och den orangea linjen organisk fosfor.

3.3.4 Läckagebenägen fosfor i Fjäturen

I Fjäturens bottensediment är koncentrationen av både mobil och organisk fosfor förhöjd. I Figur redovisas hur koncentrationen av mobil och organisk fosfor varierar med sedimentdjupet. Redovisade värden avser medelhalter.



Figur 17: Koncentrationer av läckagebenägna former av fosfor i Fjäturen sediment (medelhalter). Den blå linjen representerar mobil fosfor, och den orangea linjen organisk fosfor.

3.4 Massbalans

I följande kapitel redovisas resultaten av massbalansberäkningarna för respektive vattenförekomst. I Tabell 6 presenteras en sammanställning av interbelastningshastigheterna, Li, för respektive sjö, samt risk och åtgärdsbehov. Tidsperioden som användes för att beräkna internbelastning med massbalans gick från maj till oktober.

Även potentiell internbelastning visas i Tabell 6, vilket beräknas med massan av mobil- och organisk fosfor i de översta 4 cm sediment. Potentiell internbelastning anses oftast som ett maximalt värde för internbelastning, men andrar faktorer som bottenlevande fisk kan påverka. Om det finns stora mängder bottenlevande fisk kan det innebära att internbelastning i sjön är högre än den potentiella interna belastningen som beräknas med fosforfraktioner i sedimenten.

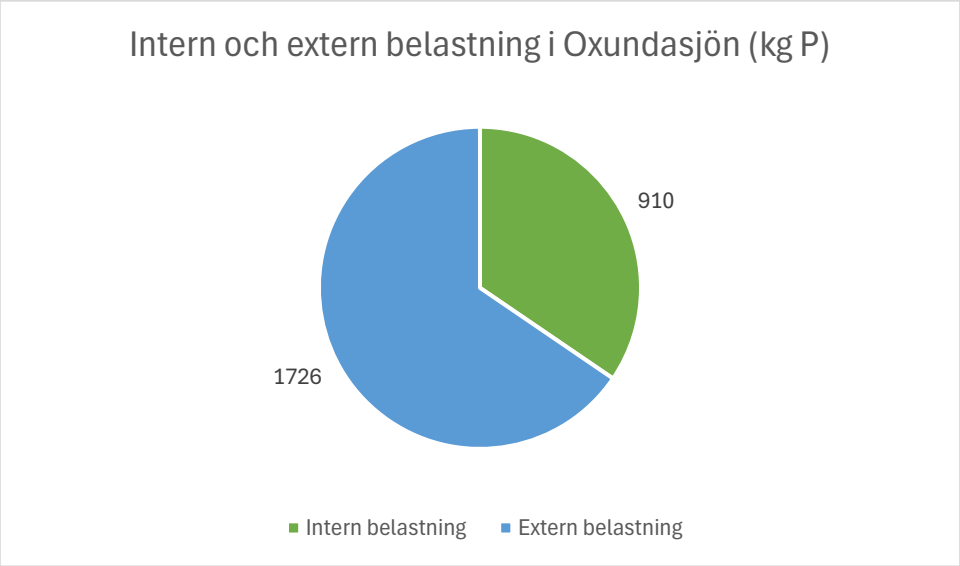
Tabell 6: Potentiell och massbalansberäknad internbelastningshastighet, Li, för respektive sjö. Massbalans Li avser medianen för nivån under perioden maj-september.

Sjö	Potentiell Li (mg P/m²/d)	Massbalans Li (med sed) (mg P/m²/d)	Risk	Åtgärder
Fjäturen	5,2	8,7	Hög	Ja
Översjön	2,3	1,1	Måttlig	Vidare utredning
Oxundasjön	5,2	3,6	Hög	Ja
Edssjön	3,3	2,5	Måttlig	Vidare utredning
Referens	0,3	0,3	Ingen	

3.4.1 Oxundasjön

Den externa fosforbelastningen på Oxundasjön beräknades till totalt 1726 kg under perioden 2024-03-26 till 2024-11-19. Under motsvarande period lämnade 1616 kg fosfor sjön. Under perioden beräknades 910 kg (justerat för sedimentering) fosfor ha läckt från bottensedimenten, se Figur 18. Beräknad internbelastningshastighet (justerad för sedimentation) var 2,3 mg P/m^2/d, motsvarande en måttlig nivå (Huser, et al., 2023). Samtliga beräknade värden redovisas i Bilaga 6.6.

För att uppnå hög status avseende näringsämnen behöver fosfortillförseln till Oxundasjön vara 31,9 µg Tot-P/l och för god status 42,5 µg Tot-P/l.

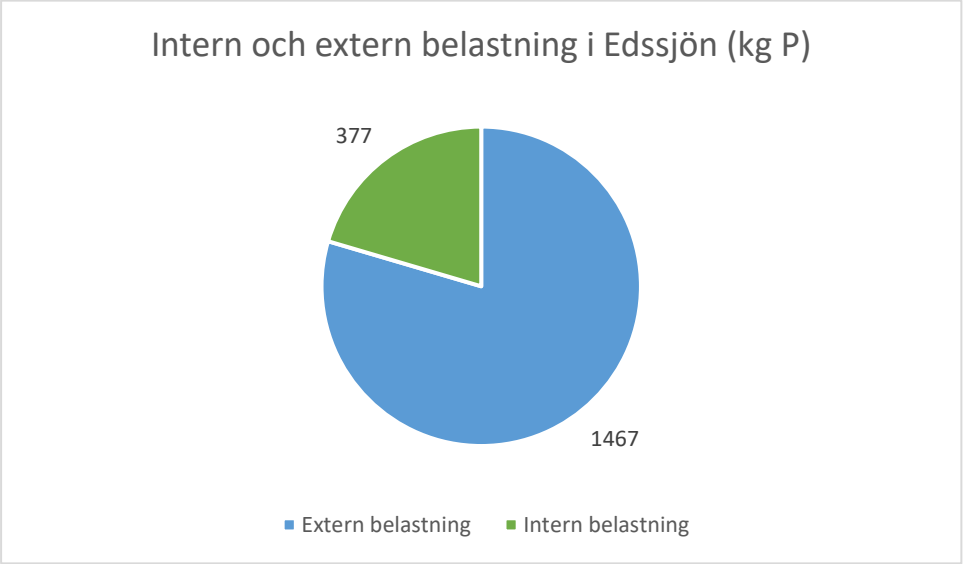


Figur 18: Fördelning av intern och extern belastning i Oxundasjön under perioden 2024-03-26 till 2024-11-19.

3.4.2 Edssjön

Den externa fosforbelastningen på Edssjön beräknades till totalt 1467 kg under perioden 2024-03-26 till 2024-10-23. Under motsvarande period lämnade 1496 kg fosfor sjön. Under perioden beräknades 377 kg (justerat för sedimentering) fosfor ha läckt från bottensedimenten, se Figur 19. Beräknad internbelastningshastighet (justerad för sedimentation) var 1,8 mg P/m^2/d, motsvarande en låg nivå (Huser, et al., 2023). Samtliga beräknade värden redovisas i Bilaga 6.6.

För att uppnå hög status avseende näringsämnen behöver fosfortillförseln till Edssjön vara 30,4 µg Tot-P/l och för god status 42,6 µg Tot-P/l.

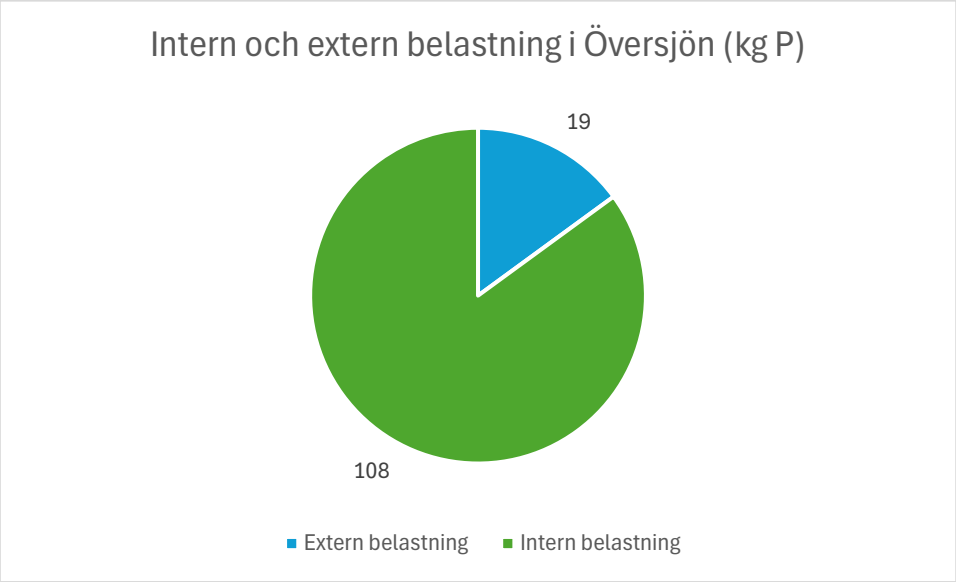


Figur 19: Fördelning av intern och extern belastning i Edssjön under perioden 2024-03-26 till 2024-10-23.

3.4.3 Översjön

Den externa fosforbelastningen på Översjön beräknades till totalt 19 kg under perioden 2024-03-27 till 2024-10-24. Under motsvarande period lämnade 3 kg fosfor sjön. Under perioden beräknades 108 kg (justerat för sedimentering) fosfor ha läckt från bottensedimenten, se Figur 20. Beräknad internbelastningshastighet (justerad för sedimentation) var 1,1 mg P/m^2/d, motsvarande en låg nivå (Huser, et al., 2023). Samtliga beräknade värden redovisas i Bilaga 6.6.

För att uppnå hög status avseende näringsämnen behöver fosfortillförseln till Översjön vara 39,8 µg Tot-P/l och för god status 53,0 µg Tot-P/l.

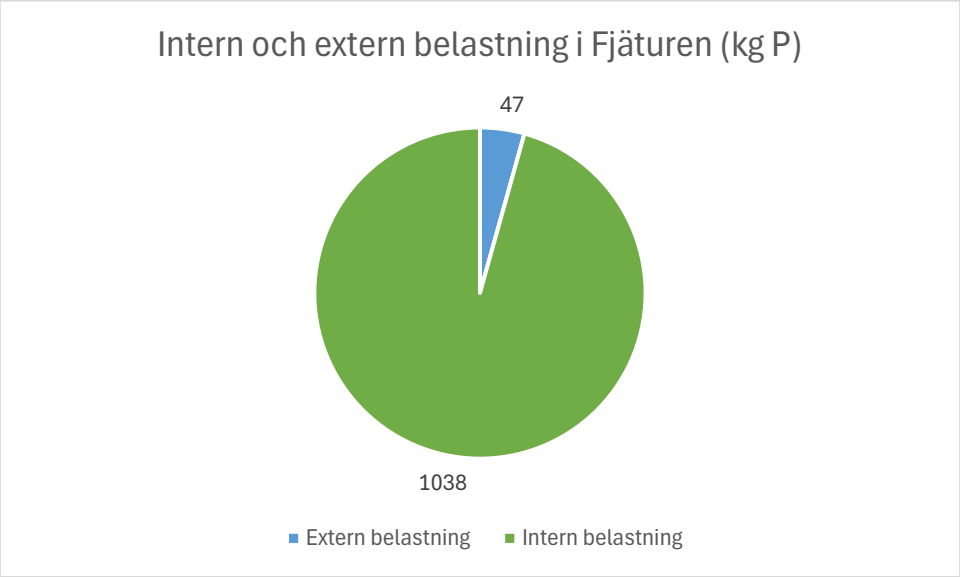


Figur 20: Fördelning av intern och extern belastning i Översjön under perioden 2024-03-27 till 2024-10-24.

3.4.4 Fjäturen

Den externa fosforbelastningen på Fjäturen beräknades till totalt 47 kg under perioden 2024-03-27 till 2024-11-21. Under motsvarande period lämnade 35 kg fosfor sjön. Under perioden beräknades 1038 kg (justerat för sedimentering) fosfor ha läckt från bottensedimenten, se Figur 21. Beräknad internbelastningshastighet (justerad för sedimentation) var 7,4 mg P/m^2/d, motsvarande en hög nivå (Huser, et al., 2023). Samtliga beräknade värden redovisas i Bilaga 6.6.

För att uppnå hög status avseende näringsämnen behöver fosfortillförseln till Fjäturen vara 35,4 µg Tot-P/l och för god status 47,2 µg Tot-P/l.



Figur 21: Fördelning av intern och extern belastning i Fjäturen under perioden 2024-03-27 till 2024-11-21.

4 Förslag på åtgärder & kompletterande utredningar

I följande avsnitt redovisas potentiella åtgärder och kompletterande utredningar med avseende på internbelastning i de fyra sjöarna. Fjäturen och Oxundasjön bedöms ha hög risk för internbelastning (se Tabell 6), vilket innebär att åtgärder bör tas. För Översjön och Edssjön är risken måttlig och vidare utredning rekommenderas.

4.1 Potentiella åtgärder

Det finns flera möjliga åtgärder mot internbelastning av fosfor. De som bedöms vara relevanta för att åtgärda internbelastning i de fyra sjöarna inkluderar aluminiumfällning, muddring och reduktionsfiske. Dessa åtgärder beskrivs i mer detalj nedan i avsnitt 4.1.1 t.o.m. avsnitt 4.1.3.

Kostnader för de åtgärder som beskrivs och bedöms kunna vara lämpliga för de fyra sjöarna presenteras i Tabell 7.

Tabell 7. Ungefärliga kostnader för olika åtgärder mot internbelastning enl. (Huser, et al., 2023).

Åtgärd	Kostnad (kr/kg avskild P)
Aluminiumfällning	400 - 700
Konventionell muddring	1000*
Reduktionsfiske	750 - 2000
Lågflödesmuddring	70 000 – 80 000

*Förutsätter att sedimenten ej är påtagligt kontaminerade av miljöfarliga ämnen som kräver särskild omhändertagning.

4.1.1 Muddring

Konventionell muddring

Muddring är en åtgärd som innebär att bottenmaterial i vattnet tas bort. Detta kan ske antingen genom sugmuddring eller med hjälp av grävmaskiner. Det innebär att det översta syretärande och fosforrika materialet lyfts bort från botten vilket kan minska internbelastningen. Processen innebär att mängder av muddermassor behöver hanteras och deponeras säkert, vilket kan medföra stora kostnader, särskilt om sedimentet är förorenat. Korrekt utfört är metoden effektiv men dyr.

Metoden kan tillämpas både i grunda och djupa sjöar där internbelastningen av fosfor är stor och den dominerande källan till övergödningen i sjön. Åtgärden är bäst lämpad för bottnar med ett tydligt sedimentskikt med signifikant högre koncentration av läckagebenägen fosfor (Huser, et al., 2023).

Lågflödesmuddring

Ett mer skonsamt alternativ till konventionell muddring är lågflödesmuddring (Huser, et al., 2023) (VISS, 2019). Lågflödesmuddring är en ny metod som fortfarande är under utveckling, men som har tillämpats i ett antal svenska sjöar. Metoden innebär att det översta sedimentlagret sugs upp med slangar antingen med ett automatiserat muddringsfordon som rör sig över botten, eller från en flotte på vattenytan. Metoden innebär en konkret bortförsel av fosfor från sedimentet (VISS, 2019) och har fördelen att partikelspridningen i vattnet minimeras (Huser, et al., 2023). Eftersom metoden är ny och förhållandevis oprövad finns det ännu stora osäkerheter i kostnader och effekter (VISS, 2019). Kostnadsuppskattningar redovisade av Huser et al. (2023) visar att

lågflödesmuddring kostar cirka 70–80 gånger mer per kg avskild fosfor jämfört med konventionell muddring, se Tabell 7.

4.1.2 Aluminiumbehandling

Aluminiumbehandling, med så kallad aluminiumfällning, är en åtgärd som kan ske i vattenmassan eller direkt i sedimentet. Åtgärden innebär att en aluminiumsaltlösning tillsätts till sjövattnet vilket får ett aluminiummineral att bildas. Detta mineral binder fosfor och gör att löst fosfor fälls ut vilket minskar mängden fosfor som kan läcka till vattenmassan och därmed internbelastningen. Metoden är välstuderad och etablerad, vilket även gäller riskerna förknippade med den (Huser, et al., 2023).

Aluminiumbehandlingar lämpar sig bäst som åtgärdsmetod för djupa, stratifierade sjöar, men lyckade sedimentbehandlingar har genomförts även i grunda oskiktade sjöar. Livslängden för åtgärden, med avseende på att minska internbelastningen, kan variera. Detsamma gäller effektiviteten, som kan variera beroende på förhållandet mellan mängden tillsatt aluminium och mängden läckagebenägen fosfor. Effektiviteten kan även påverkas av stora förekomster av bottenlevande fiskarter som kan röra upp sedimentet och därmed öka mängden läckagebenägen fosfor. Aluminiumbehandling kan vara lämpligt att kombinera med reduktionsfiske (se avsnitt 4.1.3) om förekomsten av bentiska (bottenlevande) fiskarter är stor. Att kombinera dessa metoder kan innebära en förstärkning av aluminiumbehandlingens effekt mot internbelastning samt en minskning av risken för resuspension och transport av läckagebenägen fosfor (Huser, et al., 2023).

Aluminiumbehandling är en åtgärdsmetod relativt låg kostnad jämfört med övriga åtgärder som tas upp i denna rapport. En kostnadsuppskattning för respektive sjö finns presenterad i Tabell 8.

Tabell 8. Kostnadsuppskattning för aluminiumbehandling enl. ((Huser, et al., 2016) och egna beräkningar baserat på sjöareal, aluminiumdos, och en buffrad form av aluminiumklorid PAX XL100).

Sjö	MKr
Fjäturen	2,45
Översjön	2,05
Oxundasjön	8
Edssjön	4,75

4.1.3 Reduktionsfiske

Reduktionsfiske är en typ av biomanipulation och är en åtgärd mot internbelastning som syftar till att medvetet försöka förändra ekosystemets struktur. För att minska internbelastning sker detta vanligtvis genom uttag av djurplanktonätande fisk för att öka predationstrycket på växtplankton. Reduktionsfiske kan även minska frigörelse av fosfor från sedimentet genom att minska mängden bioturberande fiskar. Dessutom bidrar fisket i sig till bortförsel av fosfor från systemet (Huser, et al., 2023).

Detta är en vanlig metod i grunda, övergödda sjöar och lämpar sig för vatten som domineras av djurplanktonätande och bottenlevande fiskar. Reduktionsfisket riktas därför vanligtvis mot så kallad vitfisk, det vill säga karpfiskar som mört och braxen. Metoden har visat sig vara mest

framgångsrik i små sjöar med kort omsättningstid. För att åtgärden ska vara effektiv bör minst 80% av vitfisken tas upp under en period på 1-3 år. Reduktionsfiske är även en åtgärd som går att kombinera med aluminiumbehandling (Huser, et al., 2023).

4.2 Kompletterande utredningar

4.2.1 Extern belastning

För Oxundasjön och Fjäturen tyder denna studie på att risken för förhöjd internbelastning är hög och åtgärder bör tas. Innan åtgärder genomförs bör dock utredningar genomföras för att fastställa källorna till externbelastningen, så att dessa inte bidrar till återkommande internbelastning efter åtgärd. Detta gäller särskilt Vibyån och Sätrabäcken som förser Fjäturen respektive Edssjön med höga Tot-P-halter. I samma utredning bör även potentiella åtgärder för att minska externbelastningen föreslås.

För Översjön och Edssjön tyder den här studien på en måttlig risk för förhöjd internbelastning och vidare utredningar bör ske även för dessa två sjöar för att säkerställa att åtgärder som tas är effektiva. Kompletterande utredningar som bör ske för Översjön och Edssjön kan inkludera en fördjupad fiskeutredning för att mer specifikt kvantifiera den bioturbativa effekten av karpfisken och optimera uttagsstrategin för eventuellt reduktionsfiske.

4.2.2 Sedimentundersökningar

Om muddring ska tillämpas som åtgärdsmetod i någon av sjöarna behöver sedimentens föroreningsinnehåll undersökas. Detta för att bestämma om muddringsmassorna behöver hanteras som förorenade massor och för att utreda huruvida ett muddringsarbete eventuellt skulle kunna frigöra föroreningar i sjöarnas vattenmassor.

4.3 Rekommenderade åtgärder

I följande avsnitt ges rekommenderade åtgärder för respektive sjö. Rekommendationerna baseras på sjöarnas egenskaper, fisksamhälle och resultaten i denna rapport med avseende på internbelastning. En ungefärlig kostnadsuppskattning för åtgärder i respektive sjö finns presenterad i Tabell 9. Notera att en ordentlig utformning måste göras innan muddring eller behandling med t.ex. aluminium.

Tabell 9. Kostnadsuppskattning för rekommenderade åtgärder för respektive sjö enl. (Huser, et al., 2016).

Sjö	Åtgärd	Kostnad (MKr)
Oxundasjön	Aluminiumfällning	8
Fjäturen	Aluminiumfällning	2,45
Edssjön	Reduktionsfiske	0,33
Översjön	Reduktionsfiske	0,15

Oxundasjön
I Oxundasjön rekommenderas aluminiumbehandling som lämplig åtgärd. Även om aluminiumbehandling generellt är mest framgångsrikt i djupa, stratifierade sjöar, finns undantag (Huser, et al., 2023). Oxundasjön är inom ett lämpligt pH-intervall (senaste 4 åren: min. 6,7, max. 8,4) och har god buffertkapacitet (medel senaste 4 åren: yta = 2,5 mekv/l, botten = 2,3 mekv/l). Notera att behandlingen bör utformas ordentligt för att försäkra en miljösäker behandling och för att maximera bindning av fosfor till aluminiummineralet.

Som alternativ till aluminiumbehandling kan även muddring tillämpas som åtgärd. Dock riskerar muddring, både konventionell och lågflödes, bli en kostsam åtgärd i Oxundasjön. Eftersom sjöns kemiska status visar att sedimenten är förorenad med bland annat kadmium och TBT. Eftersom sjön är belägen mellan ett industriområde i norr och Upplands Väsby i söder bedöms risken för föroreningar i sedimenten som hög; omfattande PCB-föroreningar har till exempel redan bekräftats. Muddermassorna behöver således sannolikt behandlats som förorenade massor, vilket medför större kostnader än de redovisade i Tabell 7. Dessutom finns risk att föroreningar i sedimenten frigörs till vattenmassan.

Som kompletterande åtgärd kan även reduktionsfiske tillämpas i sjön, detta för att reducera bioturbationen av sedimentmaterial och därmed förstärka åtgärdens effekt (Huser, et al., 2023).

Fjäturen
I Fjäturen rekommenderas aluminiumbehandling som lämplig åtgärd. Eftersom Fjäturen är en djup sjö med skiktning är förutsättningarna goda för att åtgärden ska bli lyckad. Sjön är även inom ett lämpligt pH-intervall (senaste 4 åren: min. 7,1 max. 8,3) och har god buffertkapacitet (medel senaste 4 åren: yta = 2,4 mekv/l, botten = 2,6 mekv/l). Notera att behandlingen bör utformas ordentligt för att försäkra en miljösäker behandling och för att maximera bindning av fosfor till aluminiummineralet.

Som alternativ till aluminiumbehandling kan även muddring tillämpas som åtgärd. Likt situationen i Oxundasjön finns det en risk att sedimenten i Fjäturen är förorenade på grund av de verksamheter som är lokaliserade i sjöns närområde. Kostnaden för åtgärden kan därmed överstiga de uppskattningar som redovisas i Tabell 7.

Som kompletterande åtgärd kan även reduktionsfiske tillämpas i sjön, detta för att reducera bioturbationen av sedimentmaterial och därmed förstärka åtgärdens effekt (Huser, et al., 2023).

Edssjön
I Edssjön rekommenderas reduktionsfiske som åtgärd. Detta bedöms som en lämplig åtgärd eftersom sjön har en måttlig risk gällande internbelastning (Tabell 6), samt att fiskbeståndet enligt provfiske 2024 består till stor del av karpfisk (Andersson, 2025). Åtgärd med endast reduktionsfiske bedöms därför kunna vara en tillräcklig åtgärd för att minska sjöns internbelastning. Visar det sig att endast reduktionsfiske inte är en effektiv åtgärd kan metoden senare kompletteras med aluminiumfällning (Huser, et al., 2023).

Översjön
I Översjön rekommenderas reduktionsfiske som åtgärd. Detta bedöms som en lämplig åtgärd eftersom sjön har en måttlig risk gällande internbelastning (Tabell 6), samt att fiskbeståndet enligt

provfiske 2024 består till stor del av karpfisk (Andersson, 2025). Åtgärd med endast reduktionsfiske bedöms därför kunna vara en tillräcklig åtgärd för att minska sjöns internbelastning. Visar det sig att endast reduktionsfiske inte är en effektiv åtgärd kan metoden senare kompletteras med aluminiumfällning (Huser, et al., 2023).

5 Referenser

Andersson, M., 2025. *Oxundaåns avrinningsområde 2024 – Miljöövervakning av 14 sjöar i Järfälla, Sigtuna, Sollentuna, Täby* u.o.: Calluna AB.

Hupfer, M., Gächter, R. & Giovanoli, R., 1995. Transformation of phosphorus species in settling seston and during early sediment diagenesis.. *Aquatic Sciences,* Volym 57(1995), pp. 305-324.

Huser, B., Löfgren, S. & Markensten, H., 2016. *Internbelastning av fosfor i svenska sjöar och kustområden - en kunskapsöversikt och förslag till åtgärder för vattenförvaltningen,* Uppsala: SLU.

Huser, B. o.a., 2023. *Handbok – ett beslutsverktyg för åtgärder mot internbelastning av fosfor i sjöar,* Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.

Håkanson, L. & Jansson, M., 1983. *Principles of Lake Sedimentology..* u.o.:u.n.

Karlsson, M., Kraufvelin, P. & Östman, Ö., 2020. *Kunskapssammanställning om effekter på fisk och skaldjur av muddring och dumpning i akvatiska miljöer,* Öregrund: Sveriges lantbruksuniversitet.

Lindqvist, U., 2020. *Sjöar och vattendrag i Oxundaåns avrinningsområde 2017-2019,* Rapport 2020:6: Naturvatten i Roslagen AB.

Pilgrim, K., Huser, B. & Brezonik, P., 2007. A method for comparative evaluation of whole-lake and inflow alum treatment. *Water Research,* Mars, 41(6), pp. 1215-1224.

Psenner, R. o.a., 1988. Fractionation of phosphorus in suspended matter and sediment. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergeb. Limnol. ,* pp. 98-103.

SLU, u.å.a. *Statusklassning för totalfosfor i sjöar.* [Online] Available at: https://slu-vattenomiljo-gh.shinyapps.io/statusklassning_totalfosfor_sjoar/ [Använd 01 09 2025].

SLU, u.å.b. *Miljödata MVM.* [Online] Available at: https://miljodata.slu.se/MVM/ [Använd 01 09 2025].

VISS, 2019. *Lågflödesmuddring.* [Online] Available at: https://viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEASURETYPE001072 [Använd 23 09 2025].

VISS, 2021. *Vatteninformation Sverige.* [Online] Available at: https://viss.lansstyrelsen.se

6 BILAGOR

6.1 Bedömningsgrunder för skiktning

I följande avsnitt presenteras bedömningsgrunder för olika skiktningsförhållanden i sjöar, vilket inkluderar dimiktiska, polymiktiska, och omblandade sjöar. En sammanfattning av bedömningsgrunder för de olika skiktningsförhållandena för sjöar finns presenterade i Tabell 10.

Osgood-index är en av bedömningsgrunderna och beräknas som kvoten mellan sjöns medeldjup och kvadratroten av sjöns yta:

$$Osgood - index = \frac{Medeldjup\ (m)}{\sqrt{Area\ (km^2)}} \qquad \text{(ekv. 6)}$$

Tabell 10: Bedömningsgrunder för sjöars skiktningsförhållanden.

	Dimiktisk	Polymiktisk	Omblandad
Temperatur- och syrgasprofil	Skiktad	Ibland skiktad	Ändras inte med djupet
Fosfor koncentration yta/botten	Högre på botten	Högre på botten	Ändras inte med djupet
Temperatur bottenvatten	<10 °C	>10 °C	>15 °C
Syrgashalt bottenvatten		<4-5 mg O_2/l	≥6 mg O_2/l
Maximalt djup		>5 m	≤5 m
Osgood-index		4–6	<2

6.1.1 Dimiktisk

Dimiktiska sjöar är sjöar med stabil skiktning under hela sommarperioden. Dimiktiska sjöar har en temperatur- och syrgasprofil som visar på tydlig skiktning. Bottenvattentemperaturen under perioden juli-augusti är <10 °C (Huser, et al., 2023).

6.1.2 Polymiktisk

Polymiktiska sjöar är sjöar som vanligtvis är omblandade men som under kortare perioder kan vara skiktade. Polymiktiska sjöar har aldrig en stabil skiktning som varar mellan våromblandningen och höstomblandningen. Vanligtvis är har dessa sjöar ett maximalt djup på >5 meter och har ett Osgood-index mellan 4–6. Om det finns temperatur- eller syrgasprofiler som visar att sjön ibland är skiktad ska sjön beaktas som polymiktisk. Högre fosforkoncentrationer i bottenvattnet jämfört med koncentrationen i ytvattnet indikerar att sjön var skiktas vid provtagningstillfället. Låga syrgashalter i bottenvattnet (<4–5 mg O_2/l) är också en indikator på att sjön tidvis kan vara skitad. En sjö kan vara svagt skiktad (och därmed polymiktisk) även om det finns en skiktning hela sommaren, om vattentemperaturen i bottenvattnet är >10 °C (Huser, et al., 2023).

6.1.3 Omblandad

En omblandad sjö är en sjö där hela vattenmassan förblir helt omblandad under hela sommaren. Grunda sjöar och sjöar med stor vattenyta är typiskt omblandade. En omblandad sjö kännetecknas bland annat av att vattentemperaturen, syrgashalten och fosforkoncentrationen i vattenmassan inte

ändras med djupet. En sjö kan även bedömas vara omblandad om temperaturdifferensen vid sensommaren mellan ytvattnet och bottenvattnet är <2 °C, alternativ att bottenvattentemperaturen är >15 °C. En uppmätt syrgashalt i bottenvattnet på minst 6 mg O_2/l ger en säkrare bedömning. Om det saknas profildata kan sjöar med ett maximalt djup på 5 meter ofta betraktas som omblandade, i synnerhet om sjöns Osgood-index är <2 (Huser, et al., 2023).

6.1.4 Resultat Oxunda vattensamverkan

Tabell 11: Skiktningsförhållanden i respektive sjö.

Sjö	Skiktningsförhållande
Fjäturen	Polymiktisk
Edssjön	Polymiktisk
Oxundasjön	Polymiktisk
Översjön	Polymiktisk

6.2 Mätdata Oxundasjön

I följande bilaga presenteras data för analyserade parametrar i Oxundasjön och dess in- och utlopp. Datat är presenterat i Tabell 12 t.o.m. Tabell 18.

Tabell 12: Sammanställning av laboratorieresultat för inlopp Verkån.

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorid [mg/L]	Kalcium (uppslutet) [mg/L]	Magnesium (uppslutet) [mg/L]
2024-02-20	1,8	23	0,47	42	170	47	2200	89	2900			
2024-03-26	2,8	0,92	0,095	48	44	3,1	1200	23	1700			
2024-04-16	7,3	5,5	0,113	51	35	3,5	1100	37	1600			
2024-05-21	15,6	4,7	0,139	42	67	2,6	250	27	1000	35	56	12
2024-06-25	22,3	1,4	0,091	53	23	5,4	140	20	810			
2024-07-02	20,3	0,89	0,069	54	12	8	130	21	740			
2024-08-13		0,71	0,049	55	6	7,2	66	21	670			
2024-09-09	19,2	0,79	0,05	56	7,2	6,7	68	22	690			
2024-10-23		0,72	0,051	56	16	1,5	280	13	820	48	64	12
2024-11-19	1,7	0,22	0,036	57	42	3,3	370	9,8	920			

Tabell 13: Sammanställning av laboratorieresultat för inlopp Väsbyån.

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorid [mg/L]	Kalcium (uppslutet) [mg/L]	Magnesium (uppslutet) [mg/L]
2024-02-20	0,9	11	0,203	49	120	29	810	57	1500			
2024-03-26	4,4	0,47	0,069	48	7,4	1	460	15	1000			
2024-04-16	7,2	5,6	0,103	51	33	2,7	380	33	990			
2024-05-21	16,3	6,2	0,12	52	65	1,5	68	35	800	51	53	8
2024-06-25	20,6	2,1	0,072	52	42	35	120	54	800			
2024-07-02	20,2	1,9	0,072	52	38	43	160	58	750			
2024-08-13		1	0,057	51	24	43	220	58	850			
2024-09-09	19	2,5	0,072	50	13	25	150	52	820			
2024-10-23		1,5	0,069	51	110	32	250	52	1000	55	55	7,6
2024-11-19	2,6	0,27	0,044	51	39	12	210	27	790			

Tabell 14: Sammanställning av laboratorieresultat för utlopp Oxundasjön.

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorid [mg/L]	Kalcium (uppslutet) [mg/L]	Magnesium (uppslutet) [mg/L]
2024-02-20	0,9	17	0,278	50	92	28	1400	54	2000			
2024-03-26	4	1	0,103	42	11	2,6	1000	21	1500			
2024-04-16	7,2	5,3	0,098	48	48	2,7	540	21	1100			
2024-05-21	17,5	5,3	0,106	50	16	<1,0	2,9	20	740	44	52	9,1
2024-06-25	20,4	3,2	0,083	50	34	5,5	4,2	28	800			
2024-07-02	20,5	3,8	0,082	51	83	36	10	55	710			
2024-08-13		0,52	0,046	51	9,7	46	3	55	600			
2024-09-09	19,8	5,9	0,093	52	31	13	3,9	56	770			
2024-10-23		2,8	0,068	51	160	36	160	57	900	47	56	8,7
2024-11-19	3,9	0,43	0,04	51	130	34	260	46	900			

Tabell 15: Sammanställning av laboratorieresultat för Oxundasjön.

Datum	Djup [m]	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorofyll a [µg/L]
2024-03-26	0,5	5,3	0,8	0,093	44	14	2,2	740	21	1300	10
2024-03-26	4	3,3	4,6		55	52	14	950	39	1500	
2024-04-16	5,5	7,2	6,9		48	40	2,5	650	35	1500	
2024-04-16	0,5	7,4	4,5	0,098	48	26	2,7	540	33	1100	25
2024-05-21	0,5	17,4	4,2	0,138	49	7	<1,0	2,8	17	720	14
2024-05-21	5	10,7	55		50	200	1,9	210	80	990	
2024-06-25	5	19,2	18		51	600	230	4,3	320	1300	
2024-06-25	0,5	21,3	2,6	0,08	50	14	1,4	1,6	28	690	8,8
2024-07-02	0,5	21	0,45	0,054	50	42	31	6,2	42	600	15
2024-07-02	5	20,3	4,5		51	50	30	5,7	64	700	
2024-08-13	0,5		9,7	0,095	52	15	42	3	78	670	32
2024-08-13	5		1,3		50	3,4	45	13	55	600	
2024-09-09	5	19,3	9,1		52	15	23	2	72	720	
2024-09-09	0,5	19,5	72	11	52	19	15	16	53	720	
2024-10-23	0,5		4,4	0,072	51	180	36	140	61	930	8,4
2024-10-23	5		5,1		50	170	34	140	56	900	
2024-11-19	0,5	3,9	0,41	0,039	50	130	34	250	46	960	
2024-11-19	5	4	2,3		51	130	32	250	47	930	

Tabell 16: Parametrar mätta i fält i Oxundasjön.

Datum	Djup [m]	Vattentemperatur [°C]	Syre [mg O_2/l]	pH	Konduktivitet [mS/m]
2024-04-16	0,5	7,4	12,23	7,97	448,2
2024-04-16	1	7,3	12,07	7,97	448,3
2024-04-16	2	7,3	11,83	7,95	448,4
2024-04-16	3	7,3	11,96	7,93	448,2
2024-04-16	4	7,3	11,84	7,93	448,1
2024-04-16	5	7,2	11,74	7,92	448,0
2024-05-21	0,5	17,4	11,34	8,64	466,0
2024-05-21	1	17,4	11,31	8,65	466,0
2024-05-21	2	17,0	10,64	8,59	467,2
2024-05-21	3	13,9	11,39	8,22	465,5
2024-05-21	4	11,5	8,65	7,76	464,6
2024-05-21	5	10,7	5,10	7,50	467,0
2024-06-25	0,5	21,3	9,0	8,11	502
2024-06-25	1	21,2	9,0	8,10	502
2024-06-25	2	20,8	8,9	8,07	501
2024-06-25	3	20,6	8,7	8,06	491
2024-06-25	4	20,5	8,5	8,01	490
2024-06-25	5	19,2	4,6	7,42	490
2024-07-02	0,5	21,0	6,2	7,77	495
2024-07-02	1	20,9	6,3	7,76	495
2024-07-02	2	20,8	6,1	7,75	496
2024-07-02	3	20,6	5,9	7,73	496
2024-07-02	4	20,6	5,8	7,71	496
2024-07-02	5	20,3	3,3	7,62	496
2024-08-14	0,5	20,2	7,00	7,81	498,0

2024-08-14	1	20,2	7,20	7,81	498,0
2024-08-14	2	20,2	6,80	7,79	498,0
2024-08-14	3	20,2	7,10	7,80	498,0
2024-08-14	4	20,2	7,10	7,78	498,0
2024-08-14	5	20,2	6,90	7,78	497,0
2024-10-23	0,5	9,5	4,5	3,03*	496
2024-10-23	1	9,5	3,6	3,04*	496
2024-10-23	2	9,5	3,9	3,22*	496
2024-10-23	3	9,5	3,9	3,21*	496
2024-10-23	4	9,5	4,0	3,24*	496
2024-10-23	5	9,5	4,10	3,23*	496
2024-11-19	0,5	3,9	10,80	7,90	511
2024-11-19	1	3,9	11,00	7,88	510
2024-11-19	2	4,0	10,70	7,88	510
2024-11-19	3	4,0	10,90	7,87	510
2024-11-19	4	4,0	10,80	7,87	510
2024-11-19	5	4,0	10,70	7,87	510
* Misstänkt instrumentfel då pH-värdena visade onormalt låga resultat					

Tabell 17: Sikt- och maxdjup mätt i fält i Oxundasjön.

Datum	Siktdjup [m]	Maxdjup [m]
2024-04-16	0,91	7,0
2024-05-21	1,22	6,7
2024-06-25	1,96	6,3
2024-07-02	1,49	6,4
2024-08-14	0,97	5,9
2024-10-23	1,75	6,1
2024-11-19	2,20	6,0

Tabell 18: Parametrar mätta i fält vid Oxundasjöns in- och utlopp.

Datum	Provpunkt	Vattentemperatur [°C]	Syre [mg O_2/l]	pH	Konduktivitet [mS/m]
2024-04-16	Utlopp Oxundasjön	7,2	12,31	7,93	448,8
2024-04-16	Inlopp Verkån	7,3	9,93	7,45	474,0
2024-04-16	Inlopp Väsbyån	7,2	11,38	8,01	477,0
2024-05-21	Utlopp Oxundasjön	17,5	10,90	8,54	468,0
2024-05-21	Inlopp Verkån	15,6	5,96	7,40	489,0
2024-05-21	Inlopp Väsbyån	16,3	7,68	7,89	486,0
2024-06-25	Utlopp Oxundasjön	20,4	7,4	7,81	492
2024-06-25	Inlopp Verkån	22,3	4,1	7,18	524
2024-06-25	Inlopp Väsbyån	20,6	6,4	7,55	511
2024-07-02	Utlopp Oxundasjön	20,5	4,9	7,58	496
2024-07-02	Inlopp Verkån	20,3	3,4	7,21	525
2024-07-02	Inlopp Väsbyån	20,2	4,8	7,48	514
2024-08-14	Utlopp Oxundasjön	20,0	7,00	7,72	498,0
2024-08-14	Inlopp Verkån	18,7	4,80	7,34	535,0
2024-08-14	Inlopp Väsbyån	17,7	3,80	7,32	500,0

2024-10-23	Utlopp Oxundasjön	9,4	22,2	3,67*	497
2024-10-23	Inlopp Verkån	8,9	34,7	4,85*	556
2024-10-23	Inlopp Väsbyån	9,1	9,5	3,54*	494
2024-11-19	Utlopp Oxundasjön	3,9	10,8	7,78	510
2024-11-19	Inlopp Verkån	1,7	12,0	7,78	512
2024-11-19	Inlopp Väsbyån	2,6	11,5	7,92	510
* Misstänkt instrumentfel då pH-värdena visade onormalt låga resultat					

6.3 Mätdata Edssjön

I följande bilaga presenteras data för analyserade parametrar i Edssjön och dess in- och utlopp. Datat är presenterat i Tabell 19 t.o.m. Tabell 26.

Tabell 19: Sammanställning av laboratorieresultat för inlopp Vibyån.

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorid [mg/L]	Kalcium (uppslutet) [mg/L]	Magnesium (uppslutet) [mg/L]
2024-02-20		16	0,367	51	170	50	700	79	1500			
2024-03-26	3,5	0,71	0,125	52	30	4,3	250	25	840			
2024-04-16	7,7	26	0,381	52	52	30	310	86	1000			
2024-05-21	16,3	28	0,51	69	180	68	100	150	1400	71	79	11
2024-06-25	17	7,2	0,447	63	280	82	23	110	1500			
2024-07-02	17,1	3,9	0,343	59	210	61	66	85	1200			
2024-10-23		7,2	0,281	60	60	17	110	47	980	79	60	8,2

Tabell 20: Sammanställning av laboratorieresultat för inlopp Edsån.

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorid [mg/L]	Kalcium (uppslutet) [mg/L]	Magnesium (uppslutet) [mg/L]
2024-02-20	1,4	4,8	0,136	49	260	8,6	620	37	1500			
2024-03-26	3,4	0,43	0,062	47	3,4	<1,0	520	16	1000			
2024-04-16	7,5	3,6	0,079	49	16	1,8	370	19	880			
2024-05-21	17,4	0,48	0,051	49	41	<1,0	83	5,5	700	48	54	7,7
2024-06-25	23,3	7,2	0,072	47	38	14	39	36	730			
2024-07-02	22,4	6,3	0,086	49	34	17	42	42	660			
2024-08-13		3,9	0,064	48	24	15	34	40	660			
2024-09-09	19,1	7,3	0,105	48	26	15	54	50	790			

2024-10-23		2,5	0,064	51	41	25	200	43	900	53	53	7,4
2024-11-19	3	0,14	0,033	48	26	36	380	46	970			

Tabell 21: Sammanställning av laboratorieresultat för utlopp Edssjön,

Datum	Vatten - temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorid [mg/L]	Kalcium (uppslutet) [mg/L]	Magnesium (uppslutet) [mg/L]
2024-02-20	1	9,2	0,186	48	130	27	760	55	1400			
2024-03-26	4	0,5	0,068	49	6,6	<1,0	590	15	1100			
2024-04-16	7,5	4,8	0,102	51	14	1,8	310	39	980			
2024-05-21	16,9	3,4	0,109	51	15	1,5	4,4	27	700	51	57	8
2024-06-25	22,6	1,6	0,066	51	32	14	8,5	34	720			
2024-07-02	22,3	2,4	0,088	51	18	17	7,1	40	1400			
2024-08-13		5,5	0,079	51	91	16	13	56	820			
2024-09-09		8	0,108	51	80	2	15	33	900			
2024-10-23		1,5	0,068	51	140	24	130	46	960	55	55	7,5
2024-11-19	3,3	0,5	0,048	50	30	5,8	140	21	790			

Tabell 22: Sammanställning av laboratorieresultat för inlopp Hjält.bäcken/dammh.ån (Hjäl/damm).

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorid [mg/L]	Kalcium (uppslutet) [mg/L]	Magnesium (uppslutet) [mg/L]
2024-02-20	0,9	8,9	0,284	49	78	16	1400	41	2200			
2024-03-26	3,6	0,69	0,15	54	22	4,5	1200	18	1800			
2024-04-16	6,1	16	0,351	56	47	11	2000	70	2700			
2024-05-21	11,4	11	0,193	79	70	17	2700	44	3500	110	100	12
2024-06-25	17,5	3	0,139	100	65	20	1900	44	2700			
2024-07-02	15,8	0,76	0,149	100	43	21	810	40	1600			
2024-08-13		2	0,141	100	27	40	210	60	960			
2024-09-09	14,6	3,6	0,138	120	24	49	410	75	1400			
2024-10-23		6,1	0,198	94	17	9,7	2400	34	3100	120	110	12
2024-11-19	0,5	6,2	0,295	88	170	26	1600	67	2700			

Tabell 23: Sammanställning av laboratorieresultat för Edssjön.

Datum	Djup [m]	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorofyll a [µg/L]
2024-04-16	0,5	7,4	4,9	0,106	49	12	2,7	310	23	910	25
2024-04-16	4,5	7,4	5		51	13	2,8	310	35	910	
2024-05-21	0,8	17,7	4,1	0,11	35	6,5	<1,0	2,9	25	720	7,5
2024-05-21	3,5	17,4	7,5		51	17	1,2	3,5	41	800	
2024-06-25	0,5	21,6	0,57	0,055	49	5,5	8,3	3,2	20	660	6,5
2024-06-25	3,5	20,5	1,6		51	6,9	6,8	1,4	34	780	
2024-07-02	0,5	21,6	4,3	0,097	51	6,5	13	1,9	40	670	20
2024-07-02	3,5	20,8	6		51	3,5	17	1,9	47	730	

2024-08-13	0,5		9,5	0,127	27	36	14	1,7	42	800	42
2024-08-13	3,5		9,8		51	41	18	2,4	63	760	
2024-09-09	0,5	19,1	12	0,179	50	5,4	<1,0	2,9	41	870	37
2024-09-09	3	19,1	19		50	4,9	<1,0	2	66	690	
2024-10-23	0,5		2,4	0,074	51	130	24	110	46	850	13
2024-10-23	3,5		2,2		50	130	24	110	49	890	
2024-11-19	0,5	3,5	0,23	0,045	50	15	5,3	150	16	740	37
2024-11-19	3,5	3,7	2,5		51	26	5,1	150	49	820	

Tabell 24: Parametrar mätta i fält i Edssjön.

Datum	Djup [m]	Vattentemperatur [°C]	Syre [mg O_2/l]	pH	Konduktivitet [mS/m]
2024-04-16	0,5	7,4	12,82	8,16	473
2024-04-16	1	7,4	12,85	8,20	473,2
2024-04-16	2	7,4	12,76	8,19	473,2
2024-04-16	3	7,4	12,66	8,16	473
2024-04-16	4	7,4	12,69	8,18	473,4
2024-04-16	5	7,4	12,66	8,20	473,6
2024-05-21	0,5	17,7	9,45	8,28	480
2024-05-21	1	17,7	9,26	8,28	480
2024-05-21	2	17,6	9,37	8,29	479
2024-05-21	3	17,5	9,42	8,29	479
2024-05-21	4	17,3	9,5	8,30	479
2024-05-21	5	16,2	8,6?	8,90	480
2024-06-25	0,5	21,6	9,8	8,17	494
2024-06-25	1	21,5	9,50	8,18	495
2024-06-25	2	21,5	9,6	8,19	494
2024-06-25	3	20,7	9,6	8,00	495

2024-06-25	4	20,3	4,3	7,44	496
2024-06-25	4,5	17,8	1,7	7,89	498
2024-07-02	0,5	21,6	8,4	8,14	496
2024-07-02	1	21,6	8,5	8,16	497
2024-07-02	2	20,9	7,9	8,08	495
2024-07-02	3	20,8	7,7	8,05	497
2024-07-02	4	20,8	7,4	8,03	498
2024-08-13	0,5	21,1	10,3	8,42	494
2024-08-13	1	20,2	9,90	8,24	496
2024-08-13	2	20,1	9,3	8,12	498
2024-08-13	3	20,0	9,2	8,11	497
2024-08-13	4	19,9	8,9	8,10	498
2024-10-23	0,5	9,5	27,2	3,22*	493
2024-10-23	1	9,4	29,20	3,24*	493
2024-10-23	2	9,4	28,6	3,26*	494
2024-10-23	3	9,4	30,5	3,26*	494
2024-10-23	4	9,4	27,6	3,27*	493
2024-11-19/20	0,5	3,5	12,4	8,19	506
2024-11-19/20	1	3,6	12,30	8,16	506
2024-11-19/20	2	3,7	12,1	8,12	506
2024-11-19/20	3	3,7	11,8	8,09	507
2024-11-19/20	4	3,7	11,8	8,10	506
* Misstänkt instrumentfel då pH-värdena visade onormalt låga resultat					

Tabell 25: Sikt- och maxdjup mätt i fält i Edssjön.

Datum	Siktdjup [m]	Maxdjup [m]
2024-04-16	1,17	5,4
2024-05-21	1,43	5,0
2024-06-25	1,96	4,6
2024-07-02	1,37	4,6
2024-08-13	0,92	4,4
2024-10-23	2,08	4,9
2024-11-19/20	1,21	4,5

Tabell 26: Parametrar mätta i fält vid Edssjöns in- och utlopp.

Datum	Provpunkt	Vattentemperatur [°C]	Syre [mg O2/l]	pH	Konduktivitet [mS/m]
2024-04-16	Utlopp Edssjön	7,5	12,60	8,22	474,2
2024-04-16	Hjäl/damm	6,1	10,93	7,38	533
2024-04-16	Inlopp Edsån	7,5	12,52	8,12	459,5
2024-04-16	Inlopp Vibyån	7,7	8,77	7,42	490
2024-05-21	Utlopp Edssjön	16,9	8,75	8,07	481
2024-05-21	Hjäl/damm	11,4	9,65	7,6	826
2024-05-21	Inlopp Edsån	17,4	9,22	8,06	461
2024-05-21	Inlopp Vibyån	10,3	4,62	7,08	656
2024-06-25	Utlopp Edssjön	22,6	8,3	8,03	498
2024-06-25	Hjäl/damm	17,5	9,9	7,69	1025
2024-06-25	Inlopp Edsån	23,3	7,9	7,88	476
2024-06-25	Inlopp Vibyån	17,0	1,5	6,76	627
2024-07-02	Utlopp Edssjön	22,3	7,4	7,96	499
2024-07-02	Hjäl/damm	15,8	7,9	7,61	995
2024-07-02	Inlopp Edsån	22,4	7,1	7,79	477

2024-07-02	Inlopp Vibyån	17,1	0,9	6,74	585
2024-08-13	Utlopp Edssjön	19,6	7,4	7,81	501
2024-08-13	Hjäl/damm	14,2	9,1	7,63	1028
2024-08-13	Inlopp Vibyån	21,2	7,9	7,66	474
2024-10-23	Utlopp Edssjön	9,3	20,30	3,98*	495
2024-10-23	Hjäl/damm	8,9	4,00	3,36*	935
2024-10-23	Inlopp Edsån	3,7	3,6	6,32*	577
2024-10-23	Inlopp Vibyån	9,7	6,3	3,62*	476
2024-11-19/20	Utlopp Edssjön	3,3	11,90	8,2	505
2024-11-19/20	Hjäl/damm	0,5	12,50	9,83	468
2024-11-19/20	Inlopp Edsån	3,0	10,8	7,88	488
* Misstänkt instrumentfel då pH-värdena visade onormalt låga resultat					

6.4 Mätdata Översjön

I följande bilaga presenteras data för analyserade parametrar i Översjön och dess in- och utlopp. Datat är presenterat i Tabell 27 t.o.m. Tabell 34.

Tabell 27: Sammanställning av laboratorieresultat för Översjön inlopp 3 (dv-dammar).

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorid [mg/L]	Kalcium (uppslutet) [mg/L]	Magnesium (uppslutet) [mg/L]
2024-03-27	5,6	0,67	0,07	83	46	3	980	12	1300			
2024-04-17	6,6	8,4	0,185	44	24	11	930	27	1400			
2024-05-22	9,7	3	0,083	77	20	4	1200	13	1600	130	71	7,3
2024-06-13	13,8	3,6		85	120	11	1600	24	1900			
2024-07-03	14,2	7,6	0,129	38	180	13	1100	43	1600			
2024-08-14		3,9	0,113	31	54	11	450	28	780			
2024-09-10	15	9,9	0,187	34	12	9	510	31	710			
2024-10-23		0,76	0,088	70	<3,0	2,1	1200	11	1400	110	57	5,9
2024-11-20	5,6	4,4	0,116	89	150	12	1200	23	1800			

Tabell 28: Sammanställning av laboratorieresultat för Översjön inlopp 4 (viken 2).

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420 nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]
2024-02-21	1,4	30	0,617	9,4	13	1,7	140	41	1100
2024-04-17	5,5	33	0,282	20	30	8	44	52	900

Tabell 29: Sammanställning av laboratorieresultat för Översjön inlopp 2 (viken).

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420 nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]
2024-02-21	1,1	19	0,461	16	15	1,8	75	36	830

Tabell 30: Sammanställning av laboratorieresultat för utlopp Översjön.

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420 nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]
2024-02-20	1,3	1,3	0,091	44	150	<1,0	110	18	950
2024-03-27	5,3	0,44	0,069	37	5,9	<1,0	7,3	11	610
2024-04-17	7,5	1,6	0,09	44	9,1	2,2	1,6	22	790
2024-09-10	16	12	0,248	42	560	7,7	53	67	1600

Tabell 31: Sammanställning av laboratorieresultat för Översjön.

Datum	Djup [m]	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorofyll a [µg/L]
2024-02-21	0,5	1,4	2,8	0,151	19	110	<1,0	210	8,6	790	<1,0
2024-04-17	3	7,4	1,5		44	9,4	2,1	1,6	19	720	
2024-04-17	0,5	7,4	1,6	0,073	43	8,3	1,3	1,7	25	720	9,5
2024-05-22	0,5	17,2	0,33	0,05	41	4,9	1,2	2,9	11	660	<3,0
2024-05-22	3	17	3,6		43	6,6	<1,0	3,9	40	810	
2024-06-13	0,5	21,7	0,77	0,056	44	24	<1,0	4,6	14	760	2,9
2024-06-13	3	20,7	2,4		45	42	<1,0	2	24	770	
2024-07-03	0,5	21,6	1,6	0,07	35	6,2	<1,0	1,6	11	620	5,6
2024-07-03	3	21,3	2,8		37	26	<1,0	2	29	800	
2024-08-14	0,5		1	0,053	23	16	<1,0	<1,0	11	730	5,7
2024-08-14	3		2,7		20	25	<1,0	1,2	13	750	
2024-09-10	0,5		2,3	0,07	46	56	3,9	2,8	24	740	4,9
2024-09-10	3		2,5		47	37	1,6	3,1	31	750	
2024-10-23	0,5		0,53	0,047	46	19	<1,0	7,8	12	700	10

2024-10-23	3		1,4		46	44	<1,0	4	15	760	

Tabell 32: Parametrar mätta i fält i Översjön.

Datum	Djup [m]	Vattentemperatur [°C]	Syre [mg O_2/l]	pH	Konduktivitet [mS/m]
2024-04-17	0,5	7,4	11,05	7,81	416,7
2024-04-17	1	7,4	11,06	7,79	416,7
2024-04-17	2	7,4	11,01	7,77	416,7
2024-04-17	3	7,4	10,93	7,77	416,8
2024-04-17	4	7,4	10,81	7,78	416,9
2024-05-22	0,5	17,2	8,48	7,83	426
2024-05-22	1	17,1	8,50	7,82	426
2024-05-22	2	17,0	8,71	7,79	426
2024-05-22	3	17,0	8,51	7,78	423
2024-05-22	4,1	13,3	7,97	7,55	422
2024-06-26	0,5	21,7	9,2	8,3	442
2024-06-26	1	21,5	9,10	8,28	442
2024-06-26	2	21,4	9,2	8,19	441
2024-06-26	3	20,7	9,8	8,25	439
2024-06-26	4	20,3	6,3	7,44	443
2024-07-03	0,5	21,6	8,9	8,37	443
2024-07-03	1	20,6	8,6	8,36	442
2024-07-03	2	21,6	8,8	8,35	442
2024-07-03	3	21,3	7,7	8,10	442
2024-07-03	4	21,0	5,7	7,68	444
2024-08-14	0,5	20,7	9,2	8,19	440
2024-08-14	1	20,7	8,8	8,19	439
2024-08-14	2	20,5	8,4	8,04	438

2024-08-14	3	20,3	8,1	7,85	438
2024-08-14	3,5	20,2	7,5	7,7	439
2024-10-23	0,5	9,2	8,3	7,83	449
2024-10-23	1	9,2	8,1	7,82	453
2024-10-23	2	9,2	8,2	7,82	453
2024-10-23	3	9,2	8,2	7,87	4,53
2024-10-23	4,0	9,1	8,3	7,82	453
2024-11-20	0,5	3,1	12	7,83	463
2024-11-20	1	3,1	11,9	7,81	463
2024-11-20	2	3,1	11,8	7,8	462
2024-11-20	3	3,1	11,8	7,81	462
2024-11-20	4	3,1	11,7	7,8	463

Tabell 33: Sikt- och maxdjup mätt i fält i Översjön.

Datum	Siktdjup [m]	Maxdjup [m]
2024-04-17	1,98	4,0
2024-05-22	2,59	4,1
2024-06-26	3,55	4,1
2024-07-03	2,78	4,1
2024-08-14	2,55	3,8
2024-10-23	3,48	4,5
2024-11-20	2,92	4,0

Tabell 34: Parametrar mätta i fält vid Översjön in- och utlopp.

Datum	Provpunkt	Vattentemperatur [°C]	Syre [mg O_2/l]	pH	Konduktivitet [mS/m]
2024-04-17	Översjön viken 2	5,5	10,59	7,30	190,2
2024-04-17	DV-dammar	6,6	10,84	7,43	811
2024-04-17	Utlopp Översjön	7,5	8,97	7,67	413,1
2024-05-22	DV-dammar	9,7	12,27	7,82	738
2024-05-22	Utlopp Översjön	13,5	2,79	7,24	429
2024-06-26	DV-dammar	13,8	10,70	7,66	837
2024-07-03	DV-dammar	14,2	8,2	7,32	470
2024-08-14	DV-dammar	14,4	8,30	7,33	401
2024-10-23	DV-dammar	11,4	3,5	7,73	692
2024-11-20	DV-dammar	5,6	10,10	7,79	800

6.5 Mätdata Fjäturen

I följande bilaga presenteras data för analyserade parametrar i Fjäturen och dess in- och utlopp. Datat är presenterat i Tabell 35 t.o.m. Tabell 41.

Tabell 35: Sammanställning av laboratorieresultat för Mörtsjöbäcken (M.s.bäcken).

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbidite t [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]
2024-02-21	0,9	7,7	0,48	26	72	4,6	460	33	1200
2024-03-27	4,4	0,55		30	35	1,6	540	15	1100
2024-04-17	5,5	5,1		34	25	3	420	26	1200
2024-05-22	14,7	4,9		36	28	5,9	230	24	820
2024-09-10	15,4	8,9		42	17	9,4	9,3	22	700
2024-10-23		2,8		36	5,7	1,8	61	14	730
2024-11-21	-0,1	3,3		23	120	2	160	21	800

Tabell 36: Sammanställning av laboratorieresultat för inlopp Sätrabäcken.

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbidite t [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorid [mg/L]	Kalcium (uppslutet) [mg/L]	Magnesium (uppslutet) [mg/L]
2024-02-21	1,6	5,9	0,216	31	39	1,9	240	17	750			
2024-03-27	4,3	0,83		28	31	<1,0	98	14	580			
2024-04-17	7,3	2,9		29	8	2,6	16	29	570			
2024-05-22	14,6	3,4		50	39	7,4	34	70	1000			
2024-06-13	18,5	2,2		37	200	61	72	95	990			
2024-07-03	16,9	1,4		13	110	38	24	64	730			
2024-08-14		6,1		21	50	20	34	58	760			
2024-10-23		1,2		52	20	19	5,4	46	880	43	61	7,7
2024-11-21	1,6	1,5		29	70	4,1	54	24	610			

Tabell 37: Sammanställning av laboratorieresultat för utlopp Fjäturen.

Datum	Vatten-temperatur [°C]	Turbiditet [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]
2024-02-21	0,9	8,7	0,3	31	36	4,9	490	27	1100
2024-03-27	4,3	0,49		38	13	<1,0	180	10	690
2024-04-17	6,9	9,2		37	16	4	150	35	790
2024-05-22	18,5	5,5		38	33	5,5	30	32	690
2024-10-23		7,6		40	18	2,4	29	27	670
2024-11-21	1,9	4,9		40	70	7,1	30	30	660

Tabell 38: Sammanställning av laboratorieresultat för Fjäturen.

Datum	Djup [m]	Vatten-temperatur [°C]	Turbidite t [FNU]	Absorbans_420nm/5cm [A.U]	Konduktivitet [mS/m]	NH4-N [µg/L]	PO4-P [µg/L]	Nitrat-nitritkväve [µg/L]	Fosfor [µg/L]	Kväve [µg/L]	Klorofyll a [µg/L]
2024-03-27	0,5	3,4	0,32	0,078	40	12	<1,0	210	12	690	5,7
2024-03-27	7	3,5	4		43	220	130	250	220	990	
2024-04-17	8	6,5	8,8		39	17	2,4	92	32	740	
2024-04-17	0,5	6,6	2,9	0,094	35	13	2,3	89	19	680	12
2024-05-22	0,5	17,8	0,25	0,063	39	5,2	<1,0	3,6	14	490	4
2024-05-22	3	16,9	2,3		39	5,3	1,5	3,4	20	550	
2024-05-22	5	9,1	3		39	8,1	1,2	3	24	550	
2024-05-22	7	7,6	5,6		40	62	2,1	28	24	660	
2024-06-13	0,5	22,2	1,3	0,069	39	9	<1,0	1,2	13	630	2,5
2024-06-13	2,5	20,5	2,1		39	6,6	<1,0	1,3	17	580	
2024-06-13	4,5	15,8	3,2		39	36	1,5	1,5	15	510	
2024-06-13	6,5	8,55	6,1		40	430	120	5,1	180	1100	
2024-06-13	7,5	8,5	7,8		40	550	240	11	340	1200	

2024-07-03	0,5	21,5	1,6	0,066	13	5,2	<1,0	2,6	21	550	7
2024-07-03	3	21,3	2,7		13	<3,0	<1,0	2,3	15	540	
2024-07-03	5	16	4,5		28	5,1	1,5	2,2	22	530	
2024-07-03	7	8,4	7,6		29	540	230	8,9	330	1100	
2024-07-03	8,5	8,3	6,9		22	650	320	10	450	1400	
2024-08-14	0,5		1,1	0,057	31	17	2,1	<1,0	6,9	530	5,2
2024-08-14	4		2,5		18	9,6	<1,0	1	9,5	600	
2024-08-14	6		11		24	180	100	3,5	140	790	
2024-08-14	8		7,3		26	1600	890	7,9	970	2200	
2024-09-10	0,5	18,9	2,4	0,083	40	5,6	1,8	1,3	16	540	11
2024-09-10	3,5	18,9	2,8		41	4,7	1,7	1,2	19	560	
2024-10-23	0,5		2,9	0,082	41	13	<1,0	6	19	540	19
2024-10-23	7,5		3,1		40	37	2	6,6	19	570	
2024-11-20	7,5	4	2,5		40	34	1,9	14	22	580	4

Tabell 39: Parametrar mätta i fält i Fjäturen.

Datum	Djup [m]	Vattentemperatur [°C]	Syre [mg O_2/l]	pH	Konduktivitet [mS/m]
2024-04-17	0,5	6,6	11,86	7,80	368,3
2024-04-17	1	6,6	11,72	7,79	368,5
2024-04-17	2	6,6	11,66	7,78	368,6
2024-04-17	3	6,6	11,57	7,79	368,6
2024-04-17	4	6,6	11,59	7,78	368,3
2024-04-17	5	6,6	11,48	7,78	369,1
2024-04-17	6	6,5	10,85	7,95	367,7
2024-04-17	7	6,5	10,30	7,98	366,5
2024-04-17	8	6,5	9,72	7,89	366,4
2024-05-21	0,5	17,8	9,78	8,12	374

2024-05-21	1	17,7	9,40	8,12	374
2024-05-21	2	17,4	9,47	8,13	374
2024-05-21	3	16,9	9,41	8,08	373
2024-05-21	4	10,7	12,32	8,14	367
2024-05-21	5	9,1	10,54	7,69	369
2024-05-21	6	8,3	5,26	7,36	372
2024-05-21	7	7,6	3,05	7,27	369
2024-06-26	0,5	22,2	9,1	8,04	392
2024-06-26	1	21,8	9,0	8,05	392
2024-06-26	2	20,7	9,1	8,04	391
2024-06-26	3	20,4	8,9	7,95	391
2024-06-26	4	18,5	8,1	7,67	390
2024-06-26	5	13,1	5,8	7,28	387
2024-06-26	6	8,6	1,0	7,10	390
2024-06-26	7	8,5	2,0	7,16	402
2024-06-26	7,5	8,5	1,5	7,16	409
2024-07-03	0,5	21,5	8,1	8,12	394
2024-07-03	1	21,5	8,1	8,11	394
2024-07-03	2	21,3	8,2	8,10	394
2024-07-03	3	21,3	8,2	8,04	393
2024-07-03	4	20,0	7,5	7,99	394
2024-07-03	5	16,0	6,8	7,50	387
2024-07-03	6	8,9	0,4	7,19	398
2024-07-03	7	8,4	0,3	7,24	411
2024-07-03	8	8,5	0,4	7,31	409
2024-07-03	8,5	8	1,0	7,22	416
2024-08-14	0,5	20,9	8,3	7,87	396
2024-08-14	1	20,9	8,1	7,86	396

2024-08-14	2	20,5	8,1	7,85	395
2024-08-14	3	20,2	7,8	7,81	396
2024-08-14	4	20,1	7,5	7,76	396
2024-08-14	5	16,1	0,4	7,23	391
2024-08-14	6	11,1	6,9	7,43	411
2024-08-14	7	9,6	7,2	7,37	426
2024-08-14	8	9,3	6,2	7,38	451
2024-10-24	0,5	9,9	4,4	7,94	396
2024-10-24	1	9,9	5,0	7,94	396
2024-10-24	2	9,9	6,2	7,95	395
2024-10-24	3	9,9	6,9	7,95	395
2024-10-24	4	9,8	8,4	7,95	396
2024-10-24	5	9,8	8,4	7,94	396
2024-10-24	6	10,0	5,6	8,04	395
2024-10-24	7	10,1	5,1	8,03	392
2024-11-20/21	0,5	4,1	11,3	7,98	402
2024-11-20/21	1	4,1	11,3	7,98	402
2024-11-20/21	2	4,1	11,3	7,98	402
2024-11-20/21	3	4,2	11,3	7,99	402
2024-11-20/21	4	4,1	11,2	7,99	403
2024-11-20/21	5	4,1	11,3	7,95	402
2024-11-20/21	6	4,0	10,2	8,04	403
2024-11-20/21	7	4,1	10,4	8,05	404
2024-11-20/21	7,5	4,0	11,3	8,10	408

Tabell 40: Sikt- och maxdjup mätt i fält i Fjäturen.

Datum	Siktdjup [m]	Maxdjup [m]
2024-04-17	1,42	8,3
2024-05-21	2,04	8,6
2024-06-26	2,78	8,6
2024-07-03	2,5	9,1
2024-08-14	2,6	8,5
2024-10-24	1,68	8,8
2024-11-20/21	2,10	8,5

Tabell 41: Parametrar mätta i fält i Fjäturens in- och utlopp.

Datum	Provpunkt	Vattentemperatur [°C]	Syre [mg O_2/l]	pH	Konduktivitet [mS/m]
2024-04-17	Utlopp Fjäturen	6,9	11,03	7,73	348,5
2024-04-17	Inlopp Sätrabäcken	7,3	10,35	7,50	274,1
2024-04-17	Inlopp M/S bäcken	5,5	11,73	7,55	322
2024-05-21	Utlopp Fjäturen	18,5	8,65	7,64	371
2024-05-21	Inlopp Sätrabäcken	14,6	3,86	7,14	472
2024-05-21	Inlopp M/S bäcken	14,7	8,60	7,49	343
2024-06-26	Inlopp Sätrabäcken	18,5	3,70	6,89	364
2024-07-03	Inlopp Sätrabäcken	16,9	2,2	6,93	308
2024-08-14	Inlopp Sätrabäcken	17,6	3,1	6,99	466
2024-10-24	Utlopp Fjäturen	9,6	10,90	7,65	393
2024-10-24	Inlopp Sätrabäcken	9,0	9,6	7,09	494
2024-10-24	Inlopp M/S bäcken	9,6	9,1	7,61	331
2024-11-20/21	Utlopp Fjäturen	1,9	12,50	7,81	405
2024-11-20/21	Inlopp Sätrabäcken	1,6	10,5	7,57	309
2024-11-20/21	Inlopp M/S bäcken	-0,1	14,9	7,76	346

6.6 Massbalansberäkningar

I detta avsnittpresenteras detaljerade massbalansberäkningar för respektive sjö. Beräkningarna presenteras i form av tabeller: Tabell 42 t.o.m. Tabell 45.

Tabell 42: Massbalansberäkningar för Oxundasjön.

								Justering för sedimentation		
Datum	Dagar	ΔP sjö	Put	Pin	Put-Pin	IB	Li*	IB	Li*	Tot-P sjö
		(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(mg/m²/d)	(kg)	(mg/m²/d)	(kg)
2024-02-20										
2024-03-26	35		668	776	-109					131
2024-04-16	21	74,8	196	232	-37,0	37,8		104	**3,4**	206
2024-05-21	35	-19,4	199	291	-91,2	-111	-2,2	0,0	**0,0**	186
2024-06-25	35	230	100	125	-24,5	204	4,0	315	**6,2**	415
2024-07-02	7	-84,9	17,3	15,3	2,0	-82,8	-8,1	-60,7	**-5,9**	330
2024-08-13	42	84,1	97,6	68,4	29,2	113	1,8	246	**4,0**	414
2024-09-09	27	34,3	29,8	26,8	3,0	37,3	0,9	123	**3,1**	449
2024-10-23	44	-84,1	170	122	48,3	-35,7	-0,6	103	**1,6**	364
2024-11-19	27	-74,8	138	69,3	68,9	-5,9	-0,1	79,4	**2,0**	290
Summa			**1620**	**1730**		**158**		**910**		

Tabell 43: Massbalansberäkningar för Edssjön.

								Justering för sedimentation		
Datum	Dagar	ΔP sjö	Put	Pin	Put-Pin	IB	Li*	IB	Li*	Tot-P sjö
		(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(mg/m²/d)	(kg)	(mg/m²/d)	(kg)
2024-02-20										
2024-03-26	35		584	508	75,5					
2024-04-16	21		215	208	6,8					109
2024-05-21	35	23,5	317	321	-4,0	19,5	0,6	84,8	**2,5**	133
2024-06-25	35	-23,8	143	185	-41,5	-65,3	-1,9	0,0	**0,0**	109
2024-07-02	7	61,3	17,4	23,6	-6,2	55,1	8,1	68,1	**10,0**	170
2024-08-13	42	39,4	76,1	77,8	-1,6	37,7	0,9	116	**2,8**	209
2024-09-09	27	5,2	27,9	27,7	0,2	5,4	0,2	55,8	**2,1**	215
2024-10-23	44	-30,5	116	115	0,0	-30,4	-0,7	51,7	**1,2**	184
Summa			**1500**	**1470**		**21,9**		**377**		

Tabell 44: Massbalansberäkningar för Översjön.

								Justering för sedimentation		
Datum	Dagar	Delta P sjö	Put	Pin	Put-Pin	IB	Li*	IB	Li*	Tot-P sjö
		(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(mg/m2/d)	(kg)	(mg/m2/d)	(kg)
2024-02-21										12,34356
2024-03-27	35		0,8	6,0						
2024-04-17	21	31,6	0,5	3,4	-2,6	28,7		38,5	**4,1**	31,6
2024-05-22	35	5,0	0,3	3,6	-3,1	1,7	0,1	18,0	**1,2**	36,6
2024-06-13	22	-9,3	0,0	1,1	-0,8	-10,4	-1,1	-0,2	**0,0**	27,3
2024-07-03	20	1,4	0,0	1,1	-1,1	0,3	0,0	9,6	**1,1**	28,7
2024-08-14	42	-11,5	0,0	1,5	-1,5	-12,9	-0,7	6,6	**0,4**	17,2
2024-09-10	27	22,2	0,7	0,4	-0,4	22,5	1,9	35,1	**2,9**	39,5
2024-10-24	44	-20,1	1,1	1,5	-0,8	-20,5	-1,0	0,0	**0,0**	19,4
Summa			**3,3**	**18,5**		**9,4**		**107,7**		

Tabell 45: Massbalansberäkningar för Fjäturen.

								Justering för sedimentation		
Datum	Dagar	ΔP sjö	Put	Pin	Put-Pin	IB	Li*	IB	Li*	Tot-P sjö
		(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(mg/m²/d)	(kg)	(mg/m²/d)	(kg)
2024-02-21										
2024-03-27	35	128	12,0	4,2	7,8					127
2024-04-17	21	-61,5	7,1	2,6	4,5	-57,0		42,1	**3,9**	66,0
2024-05-22	35	-12,5	10,9	8,0	2,9	-9,6	-0,5	156	**8,7**	53,5
2024-06-13	22	91,8	1,0	7,4	-6,4	85,4	7,6	189	**16,8**	145
2024-07-03	20	26,4	0,0	6,4	-6,4	20,0	2,0	114	**11,2**	172
2024-08-14	42	-0,5	0,0	10,3	-10,3	-10,8	-0,5	187	**8,7**	171
2024-09-10	27	-126	0,0	1,6	-1,6	-127	-9,2	0,0	**0,0**	45,3
2024-10-23	43	3,9	1,1	2,1	-1,0	2,9	0,1	206	**9,3**	49,2
2024-11-21	29	7,8	2,76	4,3	-1,5	6,2	0,4	143	**9,6**	57,0
Summa			**34,9**	**46,9**		**-90,4**		**1040**		