



Ljusnan-Voxnans Vattenvårdsförbund

# Utredning av övergödningss- problematiken i Lofssjön

JUHA SALONSAARI OCH DANIEL RICKSTRÖM



Havs  
och Vatten  
myndigheten

  
Länsstyrelserna



## Sammanfattning

Projektet *Utredning av övergödningsproblematiken i Lofssjön* syftar till att undersöka övergödningsituationen i Lofssjön, utreda vilka källor som belastar sjön samt föreslå åtgärder för att minska belastningen av främst fosfor om det bedöms vara nödvändigt. Projektet är finansierat genom det statliga LOVA-bidraget och utförs i samverkan mellan Härjedalens kommun och Ljusnan-Voxnans vattenvårdsförbund.

Utredningen visar att sjön har god ekologisk status avseende näringsämnen och växtplankton, men är tidvis kraftigt påverkad av förhöjda näringsämneshalter i djuphålan utanför reningsverket. Orsaken till de höga halterna tros vara en kombination av belastning från reningsverket och en begynnande internbelastning.

Vidare tyder undersökningarna att det finns påverkan från enskilda avlopp i Synderstråns dalgång.

Behovet av åtgärder och vidare undersökningar sammanfattas i nedanstående punktlista:

- Fortsatt bevakning av utvecklingen av internbelastning i SRK-stationen.
- Kommunen bör genomföra en riktad tillsynsinsats och utreda kvaliteten hos de enskilda avloppen längst Synderstråns dalgång för att, om det är motiverat, ställa krav på fastighetsägarna att åtgärda bristfälliga avlopp.
- En utredning rörande referenshalter för näringsämnen bör genomföras i Lofssjöns avrinningsområde. Detta gäller generellt i Ljusnans avrinningsområde då referensvärdet avgör nuvarande status och därmed på sikt behov av åtgärder.
- I samband med revision av SRK-programmet bör inrättandet av en referenspunkt i Lofssjön övervägas.
- Ett standardiserat nätprovfiske bör genomföras i syfte att fastställa fiskfaunans sammansättning och status i Lofssjön.



## Innehåll

Sammanfattning.....	1
1 Inledning och syfte.....	3
2 Beskrivning och påverkansanalys .....	4
2.1 Belastning.....	4
2.1.1 Extern belastning .....	4
2.1.2 Internbelastning.....	7
2.2 Flöden och belastning över året. ....	9
2.3 Mätdata och statusklassificering .....	9
2.3.1 Växtplankton .....	9
2.3.2 Fiskfauna .....	10
2.3.3 Näringsämnen och syrgas .....	10
2.3.4 Organiskt material.....	18
3 Slutsatser rörande status och påverkan .....	19
4 Åtgärdsbehov och åtgärdsförslag .....	20
5 Referenser.....	20



## 1 Inledning och syfte

Projektet *Utredning av övergödningsproblematiken i Lofssjön* syftar till att undersöka övergödningsituationen i Lofssjön, utreda vilka källor som belastar sjön samt föreslå åtgärder för att minska belastningen av främst fosfor om det bedöms vara nödvändigt. Projektet är finansierat genom det statliga LOVA-bidraget och utförs i samverkan mellan Härjedalens kommun samt Ljusnan-Voxnans vattenvårdsförbund.

Lofssjön är reglerad sedan 1950-talet och är recipient för ett avloppsreningsverk dimensionerat för 6000 personekvivalenter. Reningsanläggningen består av fällningsdammar med försedimentering och inflödet till reningsverket följer besöksstrycket i Lofsdalen med en huvudsaklig topp under påsklovet.

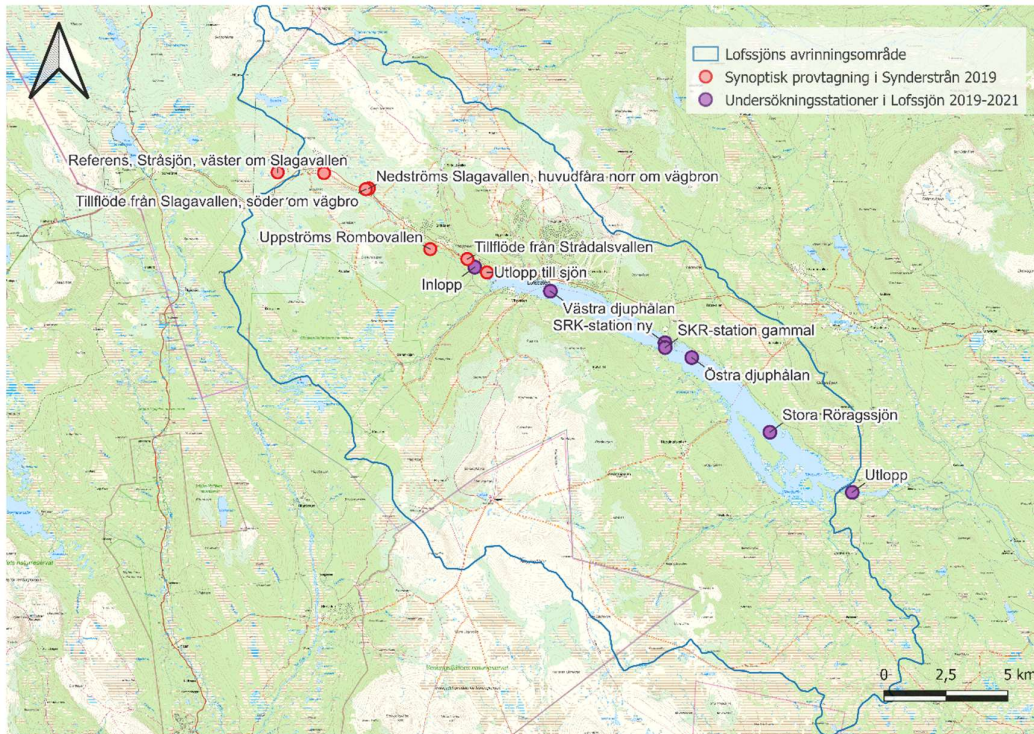
Enligt information i VISS bedöms näringsämneshalten i Lofssjön vara förhöjd (13,15 µg/l) i förhållande till referensvärdet (5 µg/l), vilket leder till att kvalitetsfaktorn näringsämnen bedöms uppnå måttlig status. Miljökvalitetsnormerna beskriver att sjön ska uppnå måttlig ekologisk potential till 2039 till följd av att den klassificeras som ett kraftigt modifierat vatten. Några mål avseende näringsämnen är inte beskrivna i VISS och där anges inte heller några förslag på åtgärder för att uppnå god status för de påverkanskällor som bidrar till näringsämnespåverkan. Däremot är reningsverk angivet som betydande påverkanskälla, dock avseende miljögifter.

Inom ramen för den samordnade recipientkontrollen genomförs provtagning i Lofssjön fyra gånger per år i både yt- och bottenvatten. Provtagningsstationen är placerad i närheten av reningsverket. Höga halter av fosfor och kväve har noterats i bottenvattnet särskilt de senaste tre åren.

Förutom de tidvis förhöjda halter av näringsämnen som har påvisats genom recipientkontrollen har Lofsdalen-Glöte Fiskevårdsområde påtalat att mängden och storleken på främst mörkt har ökat i Lofssjön, något som kan indikera bland annat en obalans i näringsämnesförhållanden i en sjö.

Den samordnade recipientkontrollen syftar till att beskriva status och trender på ett övergripande plan och för att ytterligare kunna belysa och förstå näringsämnesdynamiken i sjön har Ljusnan-Voxnans vattenvårdsförbund genomfört en utökad provtagning inom ramen för detta projekt. Då sjöns i stort sett enda betydande punktkälla består av ett reningsverk, vars belastning dessutom varierar kraftigt över året, är det särskilt viktigt att fånga upp och belysa årsdynamiken i sjön. De extra provtagningarna utfördes i ett antal punkter under 2019-2021 (se figur 1).

Förutom provtagning av vattenkemi har sedimentet i SRK-stationen samt Östra djuphålan och växtplanktonsamhället undersökts. Parallellt med projektet genomfördes även en utökad studie av grundvatten i nära anslutning till reningsverket. Denna studie kompletterar den av Ljusnan-Voxnan tidigare utförd utredning om belastningen från reningsverket på recipienten (Persson och Rickström 2016).



Figur 1. Lofssjöns avrinningsområde med provtagningsstationer.

## 2 Beskrivning och påverkansanalys

Lofssjön (SE688275-137932) ligger i Härjedalens kommun och är en reglerad sjö som dämades på 1950-talet. Sjöytan höjdes med omkring 7 meter varvid den dåvarande Lofssjön, vattendraget Lofsen samt nedströms liggande Stora och Lilla Rörågsjön lades under samma vattenyta. Sjöns yta är i dagsläget 17 km<sup>2</sup> och dess avrinningsområde uppgår till totalt ca 400 km<sup>2</sup>.

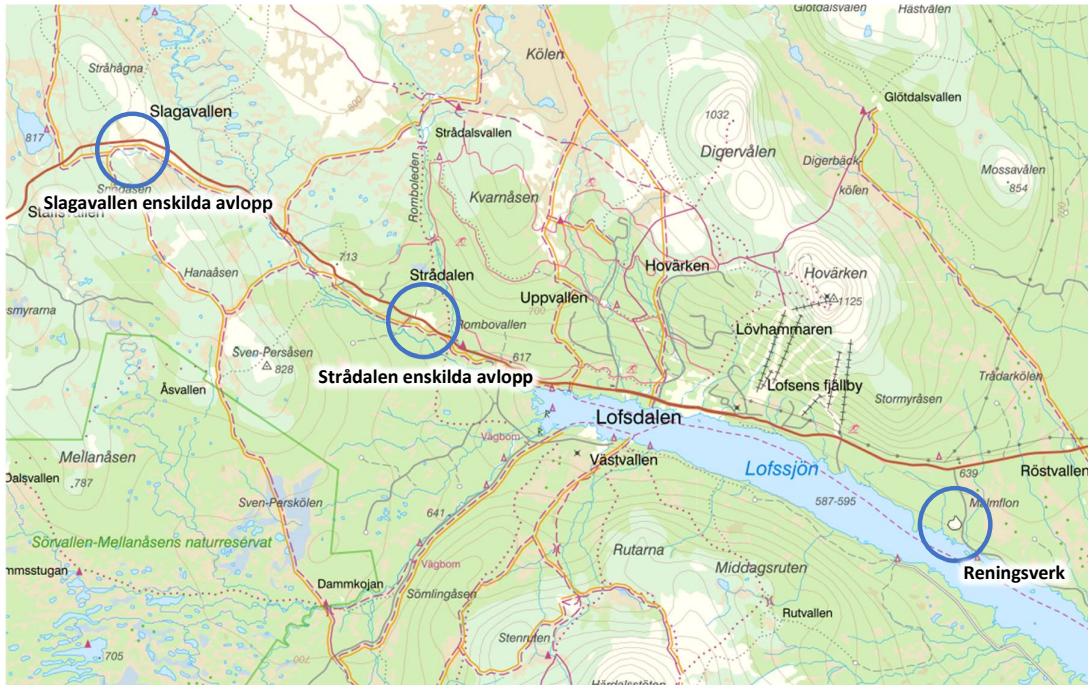
### 2.1 Belastning

Avrinningsområdet består till största del av skog, våtmark samt övrig öppen mark och den enda större punktkällan i området utgörs av Lofsdalens reningsverk. I övrigt finns ett antal enskilda avlopp runt sjön, särskilt i områdena Slagavallen och Strådalen som avvattnar mot Synderstrån som i sin tur rinner ut i Lofssjöns västra del. Den pågående markanvändningen är främst kopplat till skogsbruk.

#### 2.1.1 Extern belastning

Den externa belastningen avseende näringsämnen härrör främst från det kommunala reningsverket samt från enskilda avlopp. Reningsverket är placerat vid Lofssjöns norra strand och utsläppet till sjön sker genom infiltration via grundvattnet. Huvuddelen av de enskilda avloppen ligger längs Synderstråns dalgång efter väg 502 och är främst koncentrerade till områdena Strådalen och Slagavallen. Se figur 2.

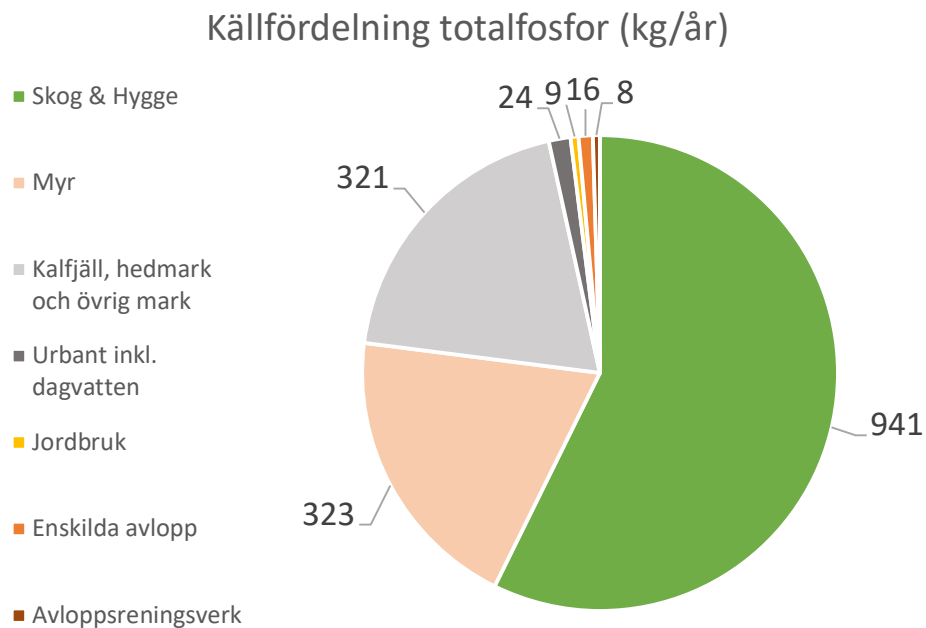




Figur 2. Lofsdalens reningsverk samt särskilt betydelsefulla områden med enskilda avlopp i Lofssjöns avrinningsområde.

Med stöd av de mätningar som har utförts inom ramen för detta projekt samt flödesdata från SMHI samt vattenregleringsföretaget har förbundet beräknat en översiktlig fosforbudget för Lofssjön. Mängden fosfor som årligen lämnar Lofssjön via utloppet uppgår till ca 3200 kg baserat på uppmätta fosforhalter samt flödesdata från vattenregleringen. Den totala nettosfosforbelastningen, dvs det teoretiska utflödet av fosfor efter fastläggning i sjön, uppgår enligt det modellerade underlaget från SMHI till 1290 kg. Skillnaden mellan modell och mätningar kan delvis förklaras av att modellen delvis verkar underskatta halterna i förhållande till de uppmätta värden som finns. Samtidigt ger enstaka mätningar, även om de utförs regelbundet, enbart en ögonblicksbild av verkligheten jämfört med kontinuerliga och flödeskorrelerade mätningar. Det faktiska utflödet av näringsämnen från Lofssjön ligger troligtvis någonstans mellan vad modellen och mätningarna visar.

Modellerat källfördelningsdata från SMHI:s vattenweb ger ofta en bra och pedagogisk bild över förhållandena mellan olika källor i avrinningsområdet, men dataunderlaget är som synes behäftat med stora osäkerheter och bör därför inte ligga till grund för direkta åtgärdsförslag. Se figur 3 för fördelningen av bruttobelastningen för hela Lofssjöns avrinningsområde. En jämförelse med nettobelastningen ger en retention på ungefär 20 %. I SMHI:s underlag ingår exempelvis inte belastning från reningsverket, men detta har lagts till i figuren utifrån data i förbundets beräkningar för att kunna jämföra de olika källornas storlek mot varandra.

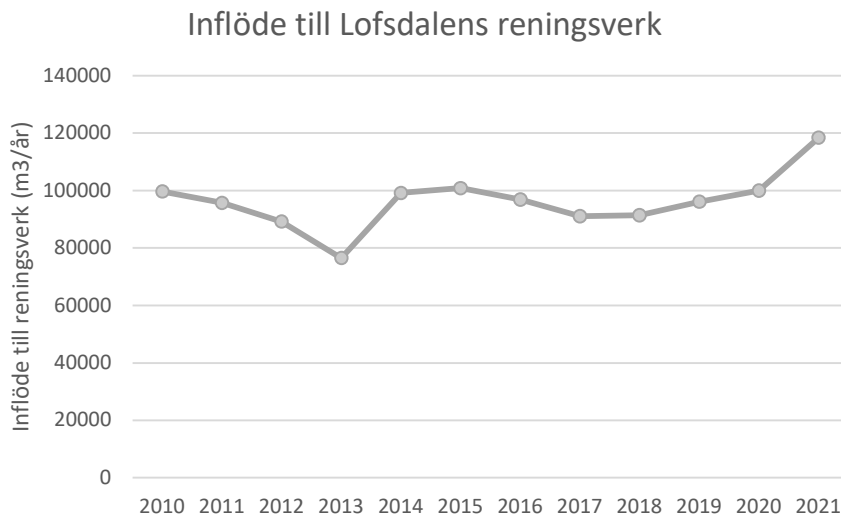


**Figur 3.** Nettokällfördelning av fosfor för Lofssjön uttryckt i kg/år. Datakälla: SMHI vattenweb 2022-10-04.

Reningsverkets bidrag har beräknats med stöd av mätningar i grundvattenrör nedströms infiltrationsanläggningen och uppgår årligen i medeltal till ca 8 kg (Persson och Rickström 2016). Ytterligare mätningar utförda under 2019 visat att halterna av näringsämnen i grundvattenrören ökar nedströms anläggningen under högbelastningstillfällen, som exempelvis vid påsk. Halten totalfosfor i grundvattenrören varierar från ca 60 µg/l till 270 µg/l som mest. Om de högst uppmätta halterna skulle användas som årligt representativa uppgår reningsverkets teoretiska belastning till ca 13 kg, vilket fortfarande utgör en relativt sett liten del av den totala årsbelastningen till sjön.

Reningsverkets bidrag till totalfosforbudgeten i Lofssjön ligger uppskattningsvis omkring 0,3 % på årsbasis.

Belastningen till reningsverket har varit relativt stabilt under åren med en viss ökning under senaste år (se figur 4).



Figur 4. Inflöde till Lofsdalens reningsverk under perioden 2010-2021.

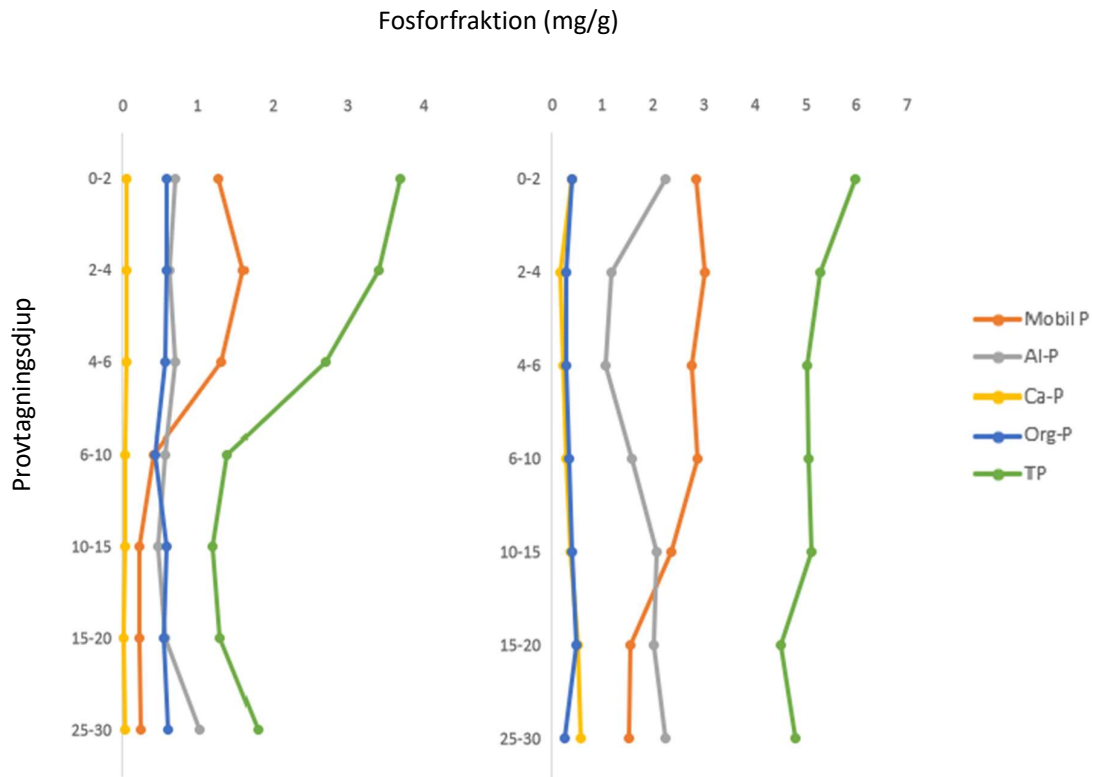
Påverkan från enskilda avlopp har inte kunnat kvantifieras genom direkta mätningar inom ramen för detta projekt, men via Lofssjöns största tillföde Synderstrån, där koncentrationen av enskilda avlopp är som störst, tillrinner ca 660 kg totalfosfor årligen enligt mätningar av vattenkvalitet under 2019 samt 2020 kombinerat med flödesdata från SMHI. Synderstråns avrinningsområde är ca 68 km<sup>2</sup>. Enligt källfördelningsdata från SMHI:s vattenwebb bidrar avrinningsområdet med 278 kg per år. Skillnaden mellan modellerade data och data beräknade med stöd av mätningar verkar i detta fall bero på att modellen konsekvent underskattar halterna i Synderstrån, vilket i sig kan bero på att modellen inte fullt ut tar hänsyn till den påverkan som enskilda avlopp utgör i avrinningsområdet. Potentiell uppströms avloppspåverkan har även kunnat påvisas genom mätningar av Koliforma bakterier och E-coli. Halterna av bakterier i Synderstrån är generellt högre jämfört med övriga mätpunkter i avrinningsområdet, SRK-stationen utanför reningsverket inkluderad.

#### 2.1.2 Internbelastning

I syfte att utreda potentialen för internbelastning i Lofssjön genomfördes undersökningar av sedimenten vid två tillfällen. 2019 undersöktes SRK-stationen och 2021 den Östra djuphålan. I båda djuphålor är halterna av fosfor i sedimenten höga och potentialen för frisättning av mobilt fosfor mycket stor. Internbelastningshastigheten är beräknad till 12,8 mg/m<sup>2</sup>/d i SKR-punkten samt 22,3 mg/m<sup>2</sup>/d i den Östra djuphålan, vilket normalt brukar förekomma i kraftigt övergödda sjöar i södra delen av landet och inte i relativt näringsfattiga sjöar i norra Sverige. (Huser 2019 och 2021).

Koncentrationerna av såväl totalfosfor som mobilt fosfor ökar mot sedimentytan i främst SRK-stationens djuphåla, vilket tyder på att djuphålan är utsatt för en övergödningseffekt (se figur 5).





Figur 5. Fraktioner av fosfor i sedimenten i SKR-stationen (vänster graf) och i Östra djuphålan (höger graf) i förhållande till provtagningsdjupet.

Vattenkolumnen är syresatt från ytan till botten under hela året i de flesta delar av sjön. Lågst syrehalter brukar noteras i SRK-stationens bottenvatten i april (läs mer under rubriken 2.3.2 Näringsämnen och syrgas) som under dessa tillfällen klassificeras som syrefattigt. När det är som lägst kan eventuell frisättning förekomma.

Omfattningen av den totala frisättningen av fosfor från sedimenten är okänd då mer detaljerade data saknas för utbredningen av den vattenvolym som håller förhöjda halter av fosfor under den del av året som vinterstagnation råder. Dessutom går det i dagsläget inte att skilja på hur stor andel som härrör från reningsverket och vad som eventuellt frisätts från botten.

Se rubrik 2.3.3.2.2 2020 - Utökad provtagning för vattenkemidata i yta, språngskikt samt bottenvatten under tre provtagningstillfällen i april månad. En uppskattning med stöd av vattenkemidata i SRK-stationen visar att mängden fosfor i vattenmassan under vintertid kan uppgå till ett par hundra kilo fosfor, vilket i förhållande till övriga belastnings källor (se figur 3) kan vara relativt betydande. Den faktiska mängden har dock inte kunnat kvantifieras med säkerhet.

Sammantaget ger underlaget avseende internbelastning inte i dagsläget tillräckligt med information för att föreslå åtgärder utan ytterligare utredningar avseende eventuell fosforfrisättning från sedimenten bör genomföras i Lofssjön samtidigt som syrgashalter och vattenkemi hålls under uppsikt i främst djuphålan utanför reningsverket. I dagsläget saknas information om exempelvis järnhalter i sedimentet, något som behöver kompletteras framöver då kvoten mellan järn och fosfor kan ge ytterligare vägledning i frågan om hur pass läckagebenägna sedimenten är vid olika syrgasnivåer.



## 2.2 Flöden och belastning över året.

Näringsämnesbalansen i Lofssjön är starkt beroende av årstidsvariationerna i vattenflöden och cirkulationsdynamik i sjön. Under rubriken 2.3.2 Näringsämnena och syrgas utvecklas haltvariationerna över året i sjöns olika delar, men generellt sker den största externa belastningen från reningsverket under vintern och då särskilt under påskhelgen. Under mars månad är fosforhalterna i bottenvattnet i djuphålan utanför reningsverket förhöjda i förhållande till både ytvattnet och övriga tider på året, medan halterna i bottenvattnet och ytvattnet är ungefär lika stora under övriga månader. Detta tyder på en lokal och begränsad påverkan från reningsverket under högbelastningsperiod i kombination med vinterstagnation i vattenmassan.

Det huvudsakliga naturliga tillflödet av näringsämnena och organiskt material sker under snösmältning under våren. Då är även vattenflödet som störst och efter vårflod och omrörning minskar halterna även i djuphålan utanför reningsverket.

## 2.3 Mätdata och statusklassificering

Inom ramen för detta projekt har mätningar och bedömningar av fosfor, kväve, syrgas och organiskt material varit i fokus. En undersökning av växtplankton har utförts.

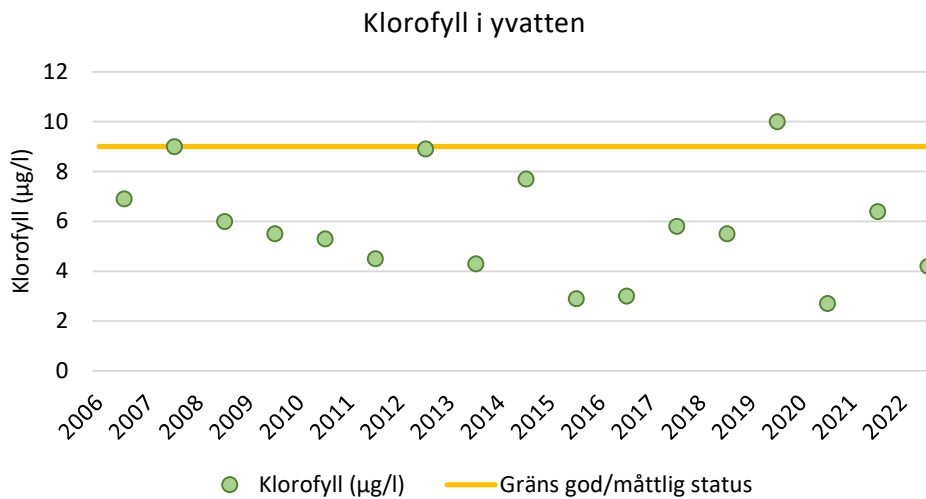
Inom ramen för en parallell studie initierad av Glöte fiskevårdsområde har beståndet av mört i sjön undersökts översiktligt, dock utan standardiserade metoder.

### 2.3.1 Växtplankton

Växtplankton undersöks sedan 2021 i Lofssjön inom ramen för den samordnade recipientkontrollen. Provtagningsstationen ligger på samma plats som nuvarande station för vattenkemi.

Analyserna av växtplankton från augusti 2021 (Hårding och Lindborg, 2021) visar att biomassan är väldigt låg och att statusen är god. Algsamhället dominerades till 66 % av nålflagellaten gubbslem, *Gonyostomum semen*.

Förutom den fullskaliga undersökningen av växtplankton 2021 har halterna av klorofyll undersökts i Lofssjön sedan 1989, men i och med flytten av SKR-station bygger klassificeringar och figurer inom denna rapport på data från främst 2006 och framåt. Under de senaste åren är det bara vid ett tillfälle, 2019, som halten klorofyll överstiger gränsen för god/måttlig status. I övrigt motsvarar halterna god eller hög status (se figur 5).



**Figur 5.** Klorofyllhalter (µg/l) mellan 2006 och 2022. Gränsen för god/måttlig status är markerad med orange linje.

### 2.3.2 Fiskfauna

Inom ramen för detta projekt har inga undersökningar utförts avseende fiskfaunan i Lofssjön, men enligt information från Glöte fiskevårdsområde finns det abborre, mört, gädda, öring och lake i sjön. Det saknas röding och sik. Detta gör sammansättningen ovanlig i förhållande till andra liknande vatten där sik och/eller röding utgör de huvudsakliga planktonätande fiskarna i ekosystemet. I Lofssjöns fall är denna nisch tagen av mörten, som därmed utgör födobasen för rovfiskbeståndet i sjön. Förutom ovanstående har det i samband med både nätfisken och sportfiske noterats att det förekommer stora mängder mindre gädda i sjön.

### 2.3.3 Näringsämnen och syrgas

Enligt information i VISS har Lofssjön måttlig ekologisk status avseende näringsämnen sett till perioden 2013-2017. Medelhalten under denna period är beräknad till 13,15 µg/l och referensvärdet är bedömd till 5 µg/l. Medelvärdet för fosfor under perioden 2018-2022 uppgår enligt vattenvårdsförbundets mätningar till 12,53 µg/l och under förutsättning att referensvärdet motsvarar 5 µg/l är statusen fortfarande måttlig avseende näringsämnen.

Gränsen för god/måttlig ekologisk status avseende näringsämnen går vid dubbla referensvärdet. Referensvärdet är därmed avgörande för hur den slutliga statusen per kvalitetsfaktor bestäms för en vattenförekomst.

Sveriges lantbruksuniversitet har tagit fram ett förslag på nya bedömningsgrunder för näringsämnen i sjöar och vattendrag (Fölster et al 2021). Enligt förslaget ska referensvärdet för sjöar beräknas med formeln nedan.

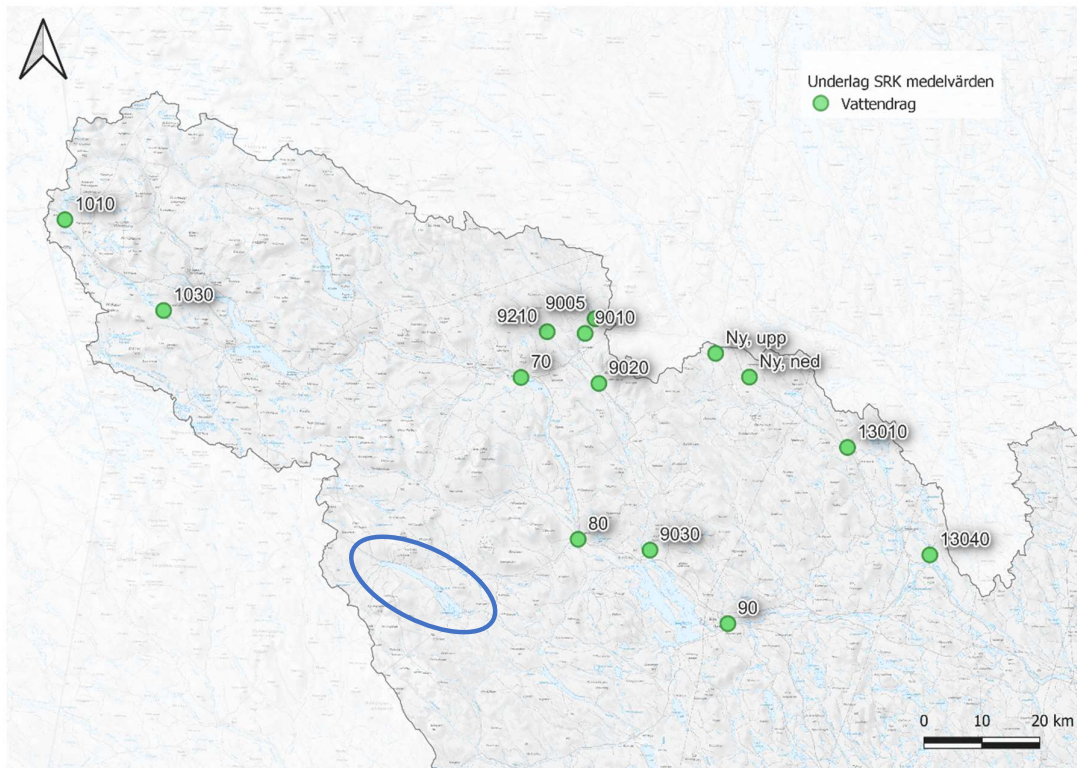
$$\log TotP_{ref} = 2,058 - 0,395 \cdot \log Medeldjup + 0,335 \cdot \log AbsF - 0,399 \cdot \log SO_4 + 0,782 \cdot \log Mg - 0,152 \cdot \log Sankmark$$

Sjöns medeldjup har relativt stor inverkan på referensvärdet och i dagsläget finns inga säkra uppgifter på Lofssjöns medeldjup. Enligt information från VISS har ett medeldjup på 11,7 m använts inom ramen för typning och tidigare klassificering.

Med utgångspunkt från förslaget till nya bedömningsgrunder, ett medeldjup på 11,7 m samt medelhalter avseende sulfat (SO<sub>4</sub>) samt magnesium (Mg) från 14 SKR-stationer i vattendrag i den



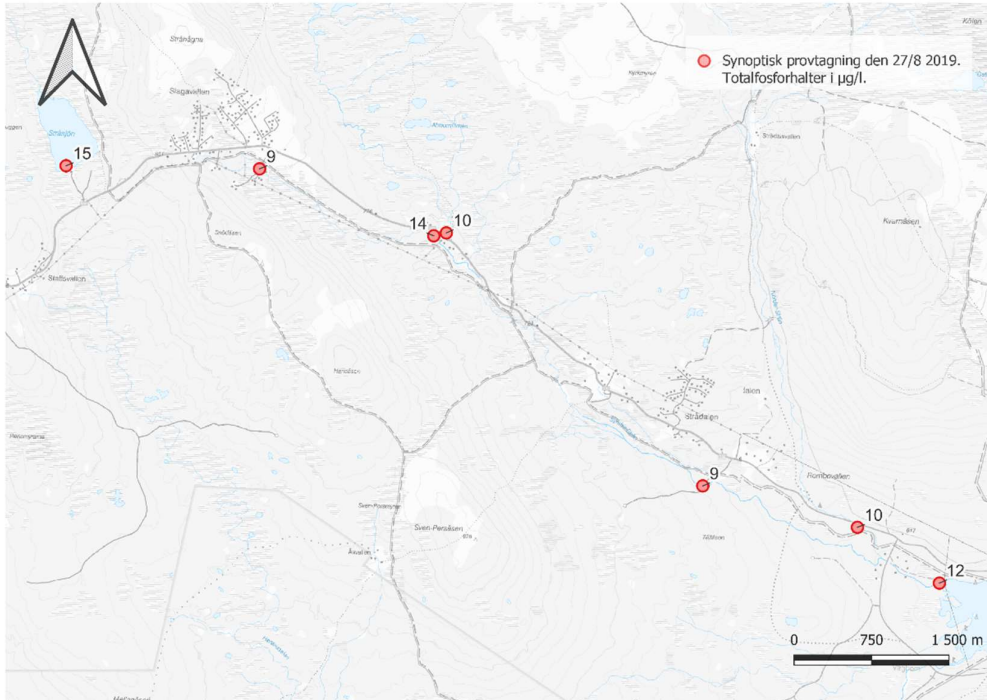
norra delen av avrinningsområdet (se karta i figur 6) beräknas referensvärdet till 7,92  $\mu\text{g/l}$ . Detta medför att gränsen för god/måttlig status avseende näringsämnen landar på ca 15,8  $\mu\text{g/l}$ , istället för tidigare 10  $\mu\text{g/l}$ , och att Lofssjöns fosforhalt på 12,53  $\mu\text{g/l}$  därmed motsvarar god status.



**Figur 6.** Underlag för extrapolering av sulfat- och magnesiumvärden för beräkning av referensvärde för Lofssjön (markerad med blå elips).

Utfallet av beräkningarna av referensvärde och status enligt de nya bedömningsgrunderna styrks till viss del av en synoptisk provtagning i Synderstråns avrinningsområde utförd i augusti 2019. Medelhalten var under provtagningstillfället 11,3  $\mu\text{g/l}$ , och varierar något beroende på provtagningsplats (se figur 7). I den punkt som bäst motsvarar referensförhållanden i Synderstrån, nedströms Slagavallen men uppströms vägbron, var halten 10  $\mu\text{g/l}$ .

En synoptisk provtagning räcker dock inte för att helt fastställa ett rimligt referensvärde/bakgrundshalt utan detta kräver en mer genomgående insats och det behovet gäller fler sjöar och vattendrag i Ljusnans avrinningsområde.

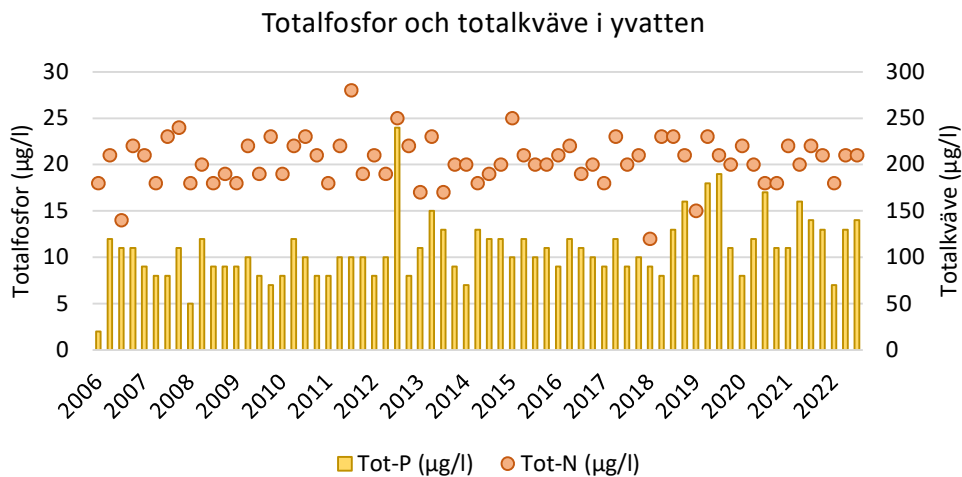


**Figur 7.** Geografisk lokalisering av prover vid synoptisk provtagning utförd den 27 augusti 2019. Siffrorna bredvid respektive punkt anger totalfosforhalt i  $\mu\text{g/l}$ . Observera att punkten längst västerut vid Stråsjön inte ingår i Synderstråns och därmed inte i Lofssjöns avrinningsområde.

#### 2.3.3.1 Data från SRK-provtagningen

Näringsämneshalter, syrgas och andra vattenkemiska parametrar har undersökts sedan 1989 inom ramen för den samordnade recipientkontrollen. Under 2005 flyttades SKR-punkten ca 200 meter norrut till en angränsande djuphåla för att dels vara mer representativ för sjön och dels bättre kunna svara på reningsverkets påverkan. Den djupaste delen på provtagningspunkten ändrades därmed från ca 8 m till 16 m, vilket märks bland annat i syrgashalterna närmast botten. För att kunna visa jämförbara och representativa data fokuserar därför denna rapport på perioden januari 2006 till augusti 2022.

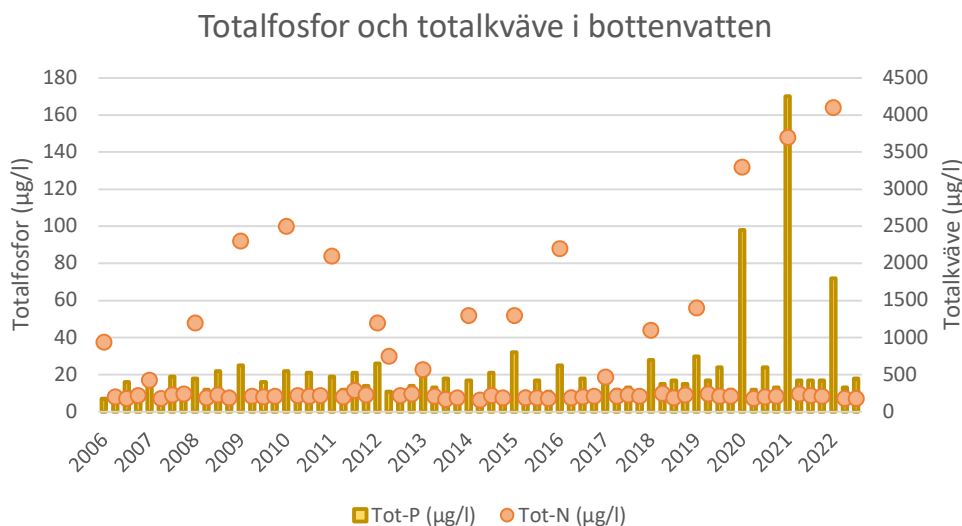
Totalfosforhalten i ytvatten fluktuerar mellan och över åren med högst halter i augusti ( $12,4 \mu\text{g/l}$  i medeltal) då primärproduktionen i sjön är som störst och lägst halter i mars ( $8,1 \mu\text{g/l}$  i medeltal) då produktionen är som minst. Mätningarna av kväve visar ungefär samma mönster som totalfosfor (se figur 8).



Figur 8. Halter av totalfosfor och totalkväve i ytvatten under perioden 2006-2022.

Bottenvattnet uppvisar ett tydligare återkommande mönster med höga halter av näringsämnen under mars månad. Detta syns allra tydligast i kvävehalterna, men även fosforhalten är återkommande hög under våren innan islossning och omrörning (se figur 9). Under 2020, 2021 samt 2022 var halterna av fosfor i bottenvattnet mycket högre än tidigare år, vilket kan vara en effekt av att besöksstrycket i fjällvärlden generellt sett varit högre under pandemin. Det kan även bero på att internbelastningen ökat senare år till följd av att den naturliga förmågan att begrava fosfor i djuphålan har minskat. Ökningen kan även bero på en ursköljningseffekt av fosfor lagrat i infiltrationsanläggningen.

Reningsverkets kapacitet vad gäller rening av fosfor uppgår enligt vattenvårdsförbundets tidigare beräkningar till 98,9 % medan reningsgraden för kväve motsvarar 78 %. Detta kan förklara varför de högsta halterna av kväve i djuphålan bottenvatten är så tydligt är kopplade till den period på året då reningsverket är som mest belastat.

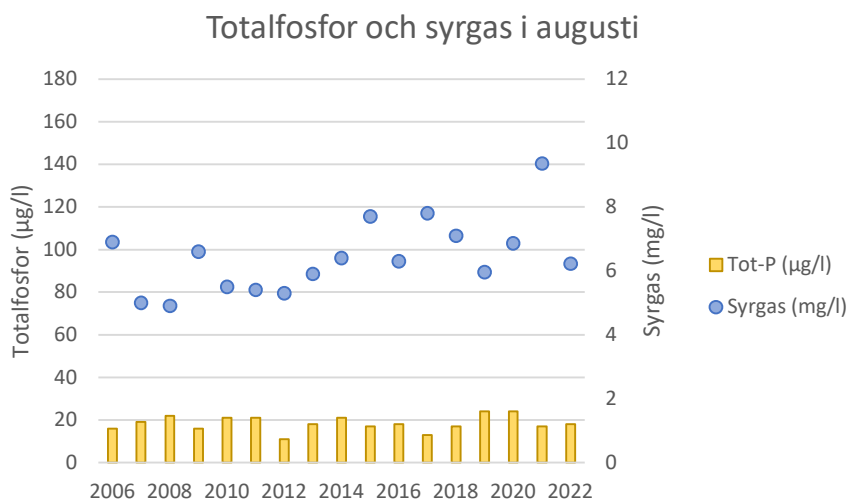
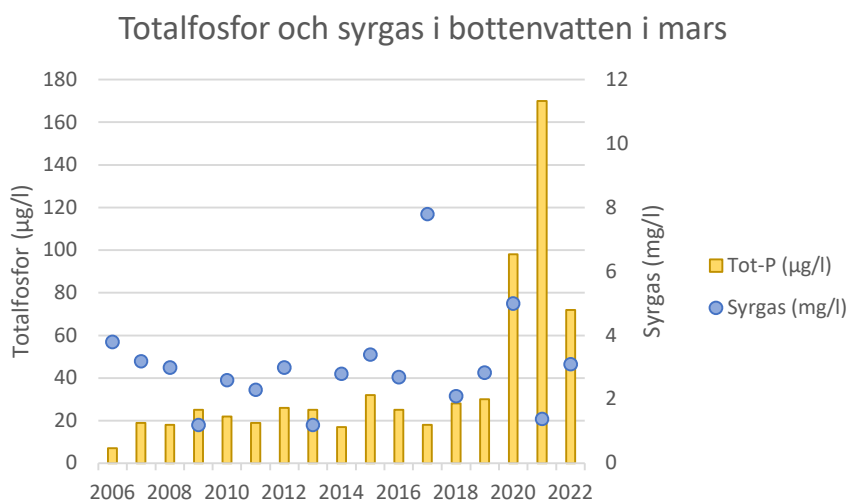


Figur 9. Halter av totalfosfor och totalkväve i bottenvatten under perioden 2006-2022.





Syrgashalterna varierar som förväntat över året med högst halter efter cirkulation i maj och oktober där medelhalten uppgår till 10,4 mg/l under perioden 2006-2022. Lägst halter uppträder i slutet på vinterstagnationen i mars med 3,0 mg/l i medeltal. Under augusti månad varierar syrehalten mellan 4,9 och 9,4 (6,4 mg/l i medel). I figur 10 visualiseras förhållandet mellan syrgashalt och totalfosforhalt i mars respektive augusti. Halter mellan 1-3 mg/l brukar anses vara syrefattiga medan halter under 1 mg/l anses motsvara syrefria förhållanden. Syrgashalten är en avgörande faktor för frisättning av fosfor från sedimenten då den är korrelerad till redoxpotentialen och styr därmed om järn befinner sig i trevärd eller tvåvärd form. Trevärd järn förekommer vid goda syretillgångar och binder fosfor medan järnet övergår till tvåvärd form vid syrgasbrist och släpper då fosfor till vattenmassan. Hur mycket fosfor som faktiskt frisätts till vattenmassan på grund av syrgasbrist är oklart även om potentialen i sedimentet är hög (se även rubrik 2.1.2 Internbelastning).



Figur 10. Totalfosfor och syrgashalt i bottenvatten i SRK-stationen åren 2006-2022.



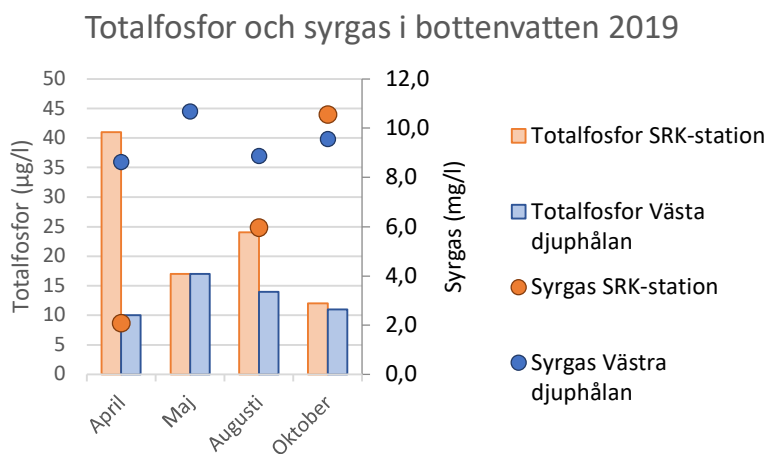
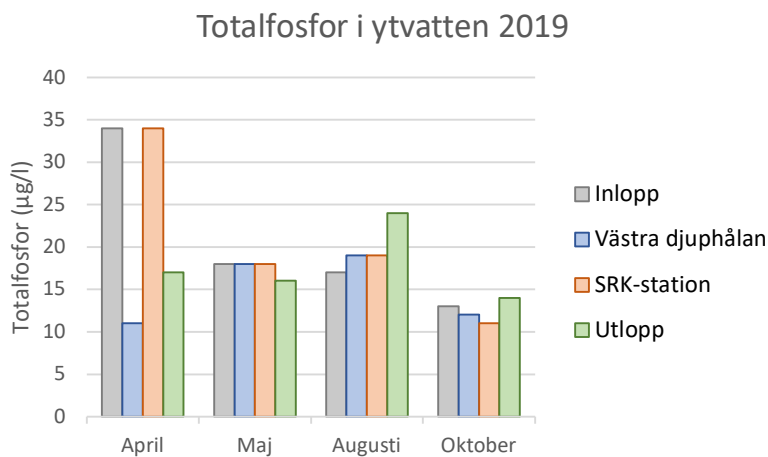
### 2.3.3.2 Data från den utökade provtagningen

I syfte att utreda dynamiken i sjön kompletterades SRK-undersökningsstationen med ytterligare ett antal provtagningspunkter i sjön samt utlopp och inlopp under perioden 2019-2021. För geografisk överblick hänvisas till figur 1. Provtagningsresultaten är översiktligt redovisade per år nedan.

#### 2.3.3.2.1 2019 – utökad provtagning

2019 genomfördes provtagning i ytvatten i inloppet (Synderstrån), den västra djuphålan, SRK-stationen och utloppet synoptiskt under april, maj, augusti och oktober. Vid samma tillfälle provtogs även bottenvatten i den västra djuphålan samt SRK-stationen. Under 2019 provtogs även sedimentet i djuphålan vid SRK-stationen. I figur 11 nedan visas totalfosfor i yt- och bottenvatten samt syrgas i bottenvatten. Detta år var haltskillnaden mellan ytvatten och bottenvatten inte påtagligt stor vad gäller totalfosfor. Vidare var halterna i inloppet via Synderstrån lika höga som i SRK-stationen utanför reningsverket med den högsta noteringen under våren. Detta kan indikera påverkan från enskilda avlopp.

Värt att notera, trots att det inte framgår i figurerna, är att totalkvävehalterna följer samma mönster som totalfosfor. Halten var som störst i SRK-stationen i april med 2200 µg/l i bottenvattnet och 870 µg/l i ytvattnet, medan halten i såväl Västra djuphålan som SRK-stationen i övrigt låg omkring 200 µg/l.

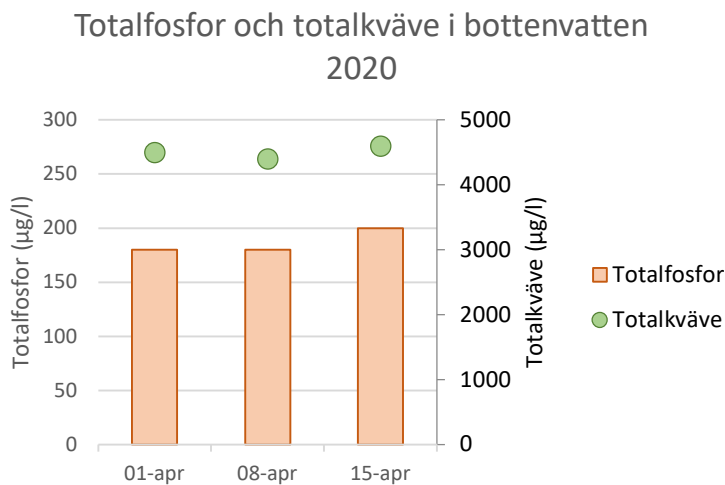
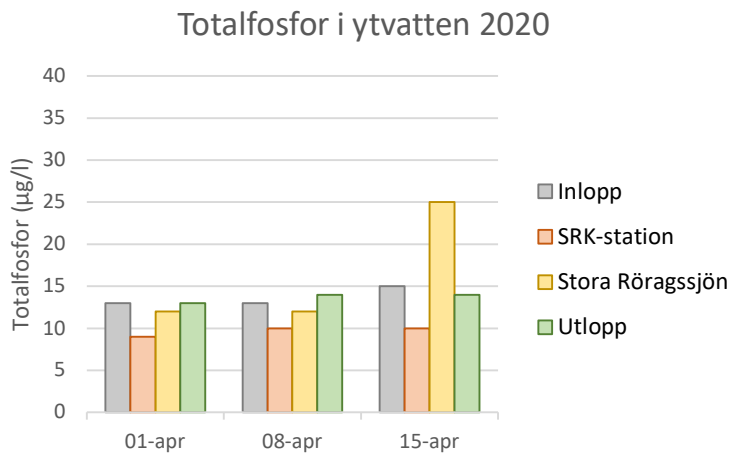


**Figur 11.** Resultat av provtagningen utförd 2019. Den övre figuren visar totalfosfor i ytvatten i fyra stationer under året och den nedre visar totalfosfor samt syre i bottenvattnet i två stationer.



### 2.3.3.2.2 2020 – utökad provtagning

2020 genomfördes en fördjupad studie under april månad i syfte att utreda vilken påverkan en eventuell ökad belastning under påskhelgen innebär för Lofssjön. Under denna provtagning undersöktes inloppet, SRK-stationen, Stora Röragsjön samt utloppet (se figur 12). Totalfosforhalten ligger mellan 10-15  $\mu\text{g/l}$  i samtliga stationer under hela provtagningsperioden förutom i Röragsjön den 15 april. Under motsvarande period uppvisade SKR-stationen mycket höga värden av både totalfosfor och totalkväve i bottenvattnet.



**Figur 12.** Resultat av provtagningen utförd 2020. Den övre figuren visar totalfosfor i ytvatten i fyra stationer under året och den nedre visar totalfosfor samt totalkväve i bottenvattnet i SRK-stationen.



Under 2020 utökades även provtagningen i SRK-stationen till att omfatta även språngskiktet för att erhålla en stratifierad bild över haltförändringarna mellan yta och botten. Resultaten visas i tabell 1.

**Tabell 1. Provtagningsresultat från SRK-stationen under högbelastningsperioden 1-15 april 2020.**

Datum	Djup (m)	Temp (°C)	O <sub>2</sub> (mg/l)	Tot-P (µg/l)	PO4-P (µg/l)	Tot-N (µg/l)	NH4-N (µg/l)	NO2+NO3-N (µg/l)
2020-04-01	0,5	0	12,6	9	3	180	5	47
2020-04-01	4	2,5	7,4	21	11	500	240	140
2020-04-01	10	3	3,8	180	120	4500	3700	230
2020-04-08	0,5	0,9	12,3	10	2	220	10	68
2020-04-08	4	2,8	6,1	34	19	820	500	210
2020-04-08	10	4	3,1	180	100	4400	3400	260
2020-04-15	0,5	0,2	12,3	10	<1	240	10	86
2020-04-15	4,5	2,7	5,5	74	45	1500	1000	270
2020-04-15	10	3,3	1,8	200	110	4600	3700	250

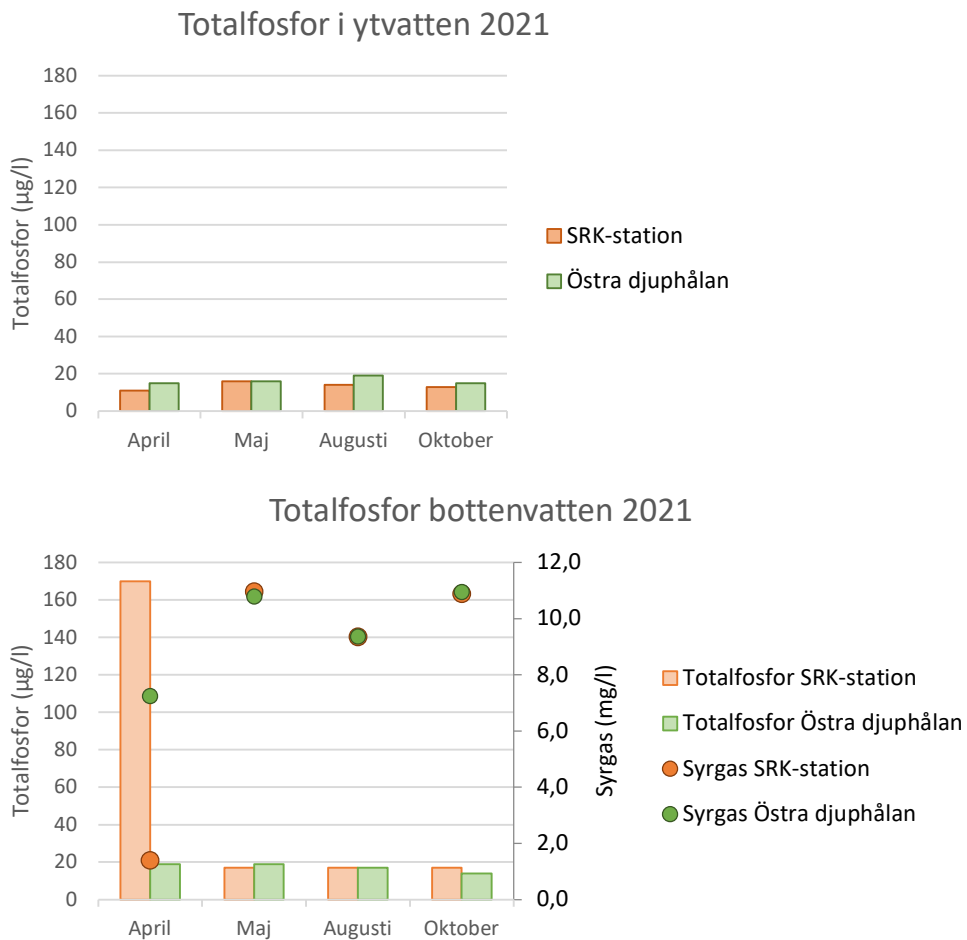
Resultatet från den utökade provtagningen i djupled 2020 visar att halterna ökar från ytan till botten, vilket var förväntat med tanke på tidigare resultat. Provtagningen visar dock att ökningen sker redan på fyra meters djup, dvs under språngskiktet, där halterna var 2-7 gånger högre jämfört med ytvattnet. Halten antas öka linjärt mot botten och kan vara en indikation på internbelastning och/eller ett utflöde av grundvatten från infiltrationsanläggningen. Det behövs mer data över hela den isbelagda perioden och i fler djupled under språngskiktet för att kunna bedöma storleken på belastningspotentialen av fosfor och kväve från bottenvattnet.

Istjockleken var vid provtagningstillfällena omkring 80 cm och förhållandena under isen därmed relativt stagnanta. Efter islossningen och vårcirkulationen i maj är halterna av fosfor och kväve lika höga i både yt- och bottenvatten igen, ca 12 µg/l totalfosfor respektive 200 µg/l totalkväve.

#### 2.3.3.2.3 2021 – utökad provtagning

2021 undersöktes den Östra djuphålan samtidigt som provtagning genomfördes i SRK-stationens djuphåla. Halterna är i stort sett jämförbara både vad gäller ytvatten och bottenvatten med undantag av april månad då halterna i SRK-station avviker kraftigt (se figur 13). Data visar att totalkvävet följer exakt samma mönster med en toppnotering på 3700 µg/l i bottenvattnet i april medan övriga värden i såväl bottenvatten som ytvatten ligger omkring 220 µg/l.

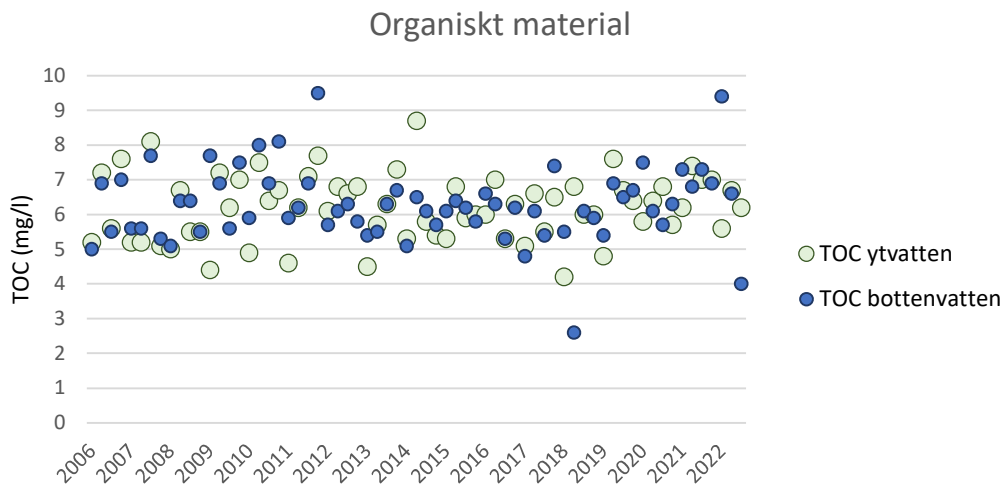
Under detta år genomfördes även en sedimentprovtagning i den Östra djuphålan.



**Figur 13.** Resultat av provtagningen utförd 2021. Den övre figuren visar totalfosfor i ytvatten i SRK-stationen samt i Östra djuphålan under året och den nedre visar totalfosfor samt syre i bottenvattnet i samma stationer.

#### 2.3.4 Organiskt material

Inom ramarna för SRK-provtagningen övervakas även organiskt material i form av TOC. En genomgång av mätresultaten både från tidsserien i SRK-stationen har inte visat på några direkta trender eller mönster på motsvarande sätt som för näringsämnen och syrgas (se figur 14). Anledningen bedöms vara att infiltrationsanläggningen mycket effektivt avskiljer organiskt material och att det därför inte föreligger någon större variation i utsläppsmängden från reningsverket till SRK-stationen.



**Figur 14.** Organiskt material i ytvatten (gröna punkter) samt bottenvatten (blå punkter) i SKR-stationen mellan åren 2006-2020.

De utökade provtagningarna visar motsvarande, vilket styrker tesen om att infiltrationsanläggningen effektivt renar organiskt material. Det är enbart den 23 april 2019 sticker ut som ovanligt höga i både SKR-punkten och i utloppet av Synderstrån med 16 respektive 13 mg/l i förhållande till övriga provtagningar där halten ligger omkring 5-8 mg/l. En jämförelse med lokala vattenföringsdata visar ett avvikande högt vattenflöde i området vid samma tidpunkt, vilket kan vara en förklaring till de höga värdena.

### 3 Slutsatser rörande status och påverkan

Utredningen visar att det finns tydliga förhöjningar av närsaltshalterna i främst SRK-stationens djupvatten och i utflödet från Synderstrån samt att övriga delar av sjön har lägre halter både vad gäller yta och botten. Detta tyder på en lokal påverkan från avloppsreningsverket samt en eventuell internbelastning vid SRK-stationen samt från enskilda avlopp i Synderstrån. Övriga delar av sjön verkar vara opåverkade av direkta utsläppskällor och internbelastning.

Belastningen av organiskt material är relativt jämnt fördelad över året och i sjön. De enskilda högre värden som noterats i datamaterialet överensstämmer med höga vattenflöden, vilket i sig tyder på en naturlig ursköljningseffekt från avrinningsområdet.

Halterna av såväl kväve och fosfor är återkommande höga under provtagningarna i SRK-stationen i mars och april, vilket indikerar utsläpp från reningsverket. Hade sjön varit föremål för enbart internbelastning hade fosforhalterna varit påtagligt förhöjda i samband med låga syrgashalter medan kvävehalterna inte hade påverkats i samma utsträckning.

De data som finns tillgängliga avseende internbelastning tyder på att potentialen är stor. Mängden mobil fosfor i sedimenten i både SKR-stationen och i den Östra djuphålan är mycket hög för att vara en sjö i norra Sverige. Syrgashalterna är bitvis låga även om total syrebrist inte verkar inträffa.

Sammanfattningsvis bedöms de höga halterna av kväve och fosfor i djuphålan utanför reningsverket i mars/april bero på en kombination av direkta utsläpp från reningsverket samt en möjlig interbelastning, som i sin tur troligtvis har sitt ursprung i reningsverkets utsläpp över tid. De





naturliga processer som binder och begraver fosfor i sediment kan ha nått en gräns av att vara mättade alternativt nära en sådan gräns.

Sett över året är dock inte påverkan ännu så stor att sjön blir övergödd, vilket styrks av både statusklassning avseende näringsämnen och växtplankton.

Slutsatsen blir därmed att situationen i Lofssjön kräver fortsatt övervakning av såväl sjön som egenkontroll av avloppsreningsverkets funktion. Vidare bedöms en stärkt tillsyn av enskilda avlopp vara prioritera, men däremot bedöms inte en fällning av sedimenten i syfte att binda fosfor vara nödvändig i dagsläget.

## 4 Åtgärdsbehov och åtgärdsförslag

Vattenvårdsförbundets utredning tyder på att Lofssjön i dagsläget har god status vad gäller näringsämnen och växtplankton, men att det finns tecken på lokal påverkan främst i djuphålan vid SKR-punkten samt från inloppet via Synderstrån. Vidare är halterna av potentiellt mobilt fosfor väldigt högt i både SRK-djuphålan samt i Östra djuphålan, vilket föranleder ett behov av fortsatt bevakning av utvecklingen i främst SRK-stationen.

Sveriges Lantbruksuniversitet kommer att genomföra en fördjupad utredning rörande sedimentegenskaperna, motsvarande SRK-stationen och den Östra djuphålan i den Västra djuphålan och i samband med detta arbete kommer en modell för Lofssjön att sättas upp. Resultatet av detta arbete bör följas och utifrån resultaten bör ytterligare åtgärder övervägas.

Ytterligare behov av åtgärder och vidare övervakning kan sammanfattas enligt följande:

- Kommunen bör genomföra en riktad tillsynsinsats och utreda kvaliteten hos de enskilda avloppen längst Synderstråns dalgång för att, om det är motiverat, ställa krav på fastighetsägarna att åtgärda bristfälliga avlopp.
- Beroende på kommande års resultat av SRK-provtagningar samt SLU:s undersökning av sediment och internbelastning i Lofssjön bör en eventuell utredning om fällning av djuphåloras sediment utföras.
- En utredning rörande referenshalter för näringsämnen bör genomföras i Lofssjöns avrinningsområde. Detta gäller generellt i Ljusnans avrinningsområde då referensvärdet avgör nuvarande status och därmed på sikt behov av åtgärder.
- I samband med revision av SRK-programmet bör inrättandet av en referenspunkt i Lofssjön övervägas.
- Ett standardiserat nätprovfiske bör genomföras i syfte att fastställa fiskfaunans sammansättning och status i Lofssjön.

## 5 Referenser

Fölster, J., Markensten, H., Sandström S. och Widén-Nilsson E. (2021). *Förslag till bedömningsgrunder för näringsämnen i sjöar och vattendrag*. SLU, Vatten och miljö: Rapport 2021:15 (Version 1.1).

Huser, B. (2019). *Sedimentundersökning Lofssjön*. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet.



Huser, B. (2021). *Sedimentundersökning Lofssjön*. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet.

Hårding, I. och Lindborg, J. (2021). *Undersökning av växtplankton i 6 sjöar i Ljusnans avrinningsområde 2021*. Medins rapport.

Persson, T. och Rickström, D. (2016). *Belastning på recipienten Lofssjön och påverkan på grundvatten från Lofsdalens avloppsreningsanläggning*. LVVF rapport 2016-06-29.