



## **Fyrisåns avrinningsområde 2019**

**Vattenkvalitet 2017-2019**

Ingrid Nygren, Karin Almlöf, Eva Herlitz

**SLU, Vatten och miljö: Rapport 2020:2**

Omslagsfoto: Fyrisån vid Vattholma, fotograf Frida Öhlund

Ansvarig för rapporten:	Ingrid Nygren
Utvärdering kemi:	Ingrid Nygren
Utvärdering bottenfauna:	Karin Almlöf
Utvärdering kiselalger:	Eva Herlitz
Rådgivande forskare:	Jens Fölster och Stina Drakare

Kontakt

[ingrid.nygren@slu.se](mailto:ingrid.nygren@slu.se)

<http://www.slu.se/vatten-miljo>

## Innehåll

Sammanfattning .....	1
1 Inledning .....	2
2 Kemiska analysresultat .....	4
2.1 Näringsämnen .....	4
2.2 Syrgasförhållanden och syretärande ämnen .....	6
2.3 Surhet/försurning.....	8
2.4 Metaller .....	9
Transport, totalhalter och trender. ....	9
Filtrerad och biotillgänglig halt .....	11
3 Biologiska analysresultat .....	12
3.1 Kiselalger .....	12
Bakgrund .....	12
Metoder .....	12
Utvärdering.....	12
Resultat.....	14
Ekologisk statusklassning.....	14
3.2 Bottenfauna .....	16
Provtagning och analys.....	16
Utvärdering.....	16
Resultat.....	17
4 Sammanvägd statusklassning .....	19
5 Referenser.....	22

### Bilagor i separat bilagedel.

*Bilaga 1. Analysresultat kemi*

*Bilaga 2. Analysresultat biologi*

*Bilaga 3. Statusklassningar*

*Bilaga 4. Metoder och mätosäkerhet*

*Bilaga 5. Transporter*



# Sammanfattning

## Näringsämnen

De lägsta halterna av fosfor uppmättes under den senaste treårsperioden i Jumkilsån och Fyrisåns Vattholmastation medan de övriga stationerna legat betydligt högre, framförallt det två senaste åren. Även kvävehalterna är lägst i Jumkilsån och vid Vattholma men där är skillnaden inte lika stor mellan stationer utom vid Vindbron där kvävehalten är betydligt högre än vid någon annan station. Kvalitetsklassning avseende näringsämnen visade på måttlig status vid alla stationer utom vid Jumkilsån Kallön där den var hög och Fyrisån vid Vattholma där den var god.

## Syrgasförhållanden

De flesta stationerna visar goda syreförhållanden i vattnet under hela året. Undantaget är stationen vid Vattholma där syrgashalten tidigare under vissa år legat mycket lågt under delar av året, framförallt vintertid. På senare år har detta blivit mycket bättre utom under en period vintern 2017-2018.

## Surhet/försurning

Fyrisåns avrinningsområde har generellt bra motståndskraft mot försurning. Stationen i Jumkilsån vid Kallön avviker med en låg buffertförmåga, mätt som alkalinitet. Detta kan förklaras av att stationen ligger långt upp i avrinningsområdet och avvattnar ett område som domineras av skog.

## Metaller

Metallhalterna har i de flesta fall sjunkit vid de stationer där mätningar gjorts under perioden även om variationen mellan åren stundtals är stor. De högsta metallhalterna finner man i Sävjaån medan Fyrisån vid Vindbron och Flottsund oftast visar lägre halter.

## Kiselalger.

Bedömning av vattenkvaliteten avseende kiselalger visade hög ekologisk status vid två stationer, nämligen Vattholma N. Bron och Jumkilsån Kallön. Stationen vid Flottsund uppvisade god status och de övriga måttlig status. Kiselalgsindexet ACID indikerade att alla stationer har alkaliska eller nära neutrala förhållanden.

## Bottenfauna

Bottenfaunaprov togs vid stationerna Fyrisån Vattholma, Vendelån Lena kyrka, Jumkilsån Kallön samt Fyrisån Klastorp. Bedömning av bottenfaunans ekologiska status grundas på tre olika index: ASPT, DJ och MISA. ASPT och DJ, som indikerar näringspåverkan, visade båda hög status vid alla stationer. Surhetsindexet MISA gav statusen Nära neutralt vid alla stationer utom Jumkilsån Kallön där statusen var Måttligt surt.

# 1 Inledning

Denna rapport är en sammanställning av vattenkvaliteten i Fyrisån med tillflödena Vendelån, Jumkilsån och Sävjaån under perioden 2017-2019. Provtagning och analys har utförts av de ackrediterade vattenkemiska och biologiska laboratorerna vid Institutionen för vatten och miljö, SLU (SWEDAC nr 1208) på uppdrag av Fyrisåns vattenförbund.

Metodförteckning och analysresultat bifogas i sin helhet i en särskild bilagedel. Analysresultaten har levererats till nationell datavärd och finns tillgängliga via internet på webbportalen miljödata-MVM via direktlänken: <http://miljodata.slu.se/mvm/Query?studies=446&startdate=2017-01-01&enddate=2019-12-31> för just denna period med provsvar.

Fyrisåns avrinningsområde omfattar cirka 2000 km<sup>2</sup>, varav 2 % är sjöyta. Årsmedelvattenföring vid Fyrisåns utlopp till Ekoln ligger på 10-15 m<sup>3</sup>/s (källa SMHI Vattenwebb). Karta över avrinningsområdet visas i Figur 1 och provtagningsstationer och koordinater för dessa visas i Tabell 1 nedan. Stationerna är i tabellen placerade i flödesordning med lokalen längst upp i avrinningsområdet (Vattholma) först och lokalen längs ned (Flottsund) sist. Biflödena listas efter hur de mynnar i huvudfåran.

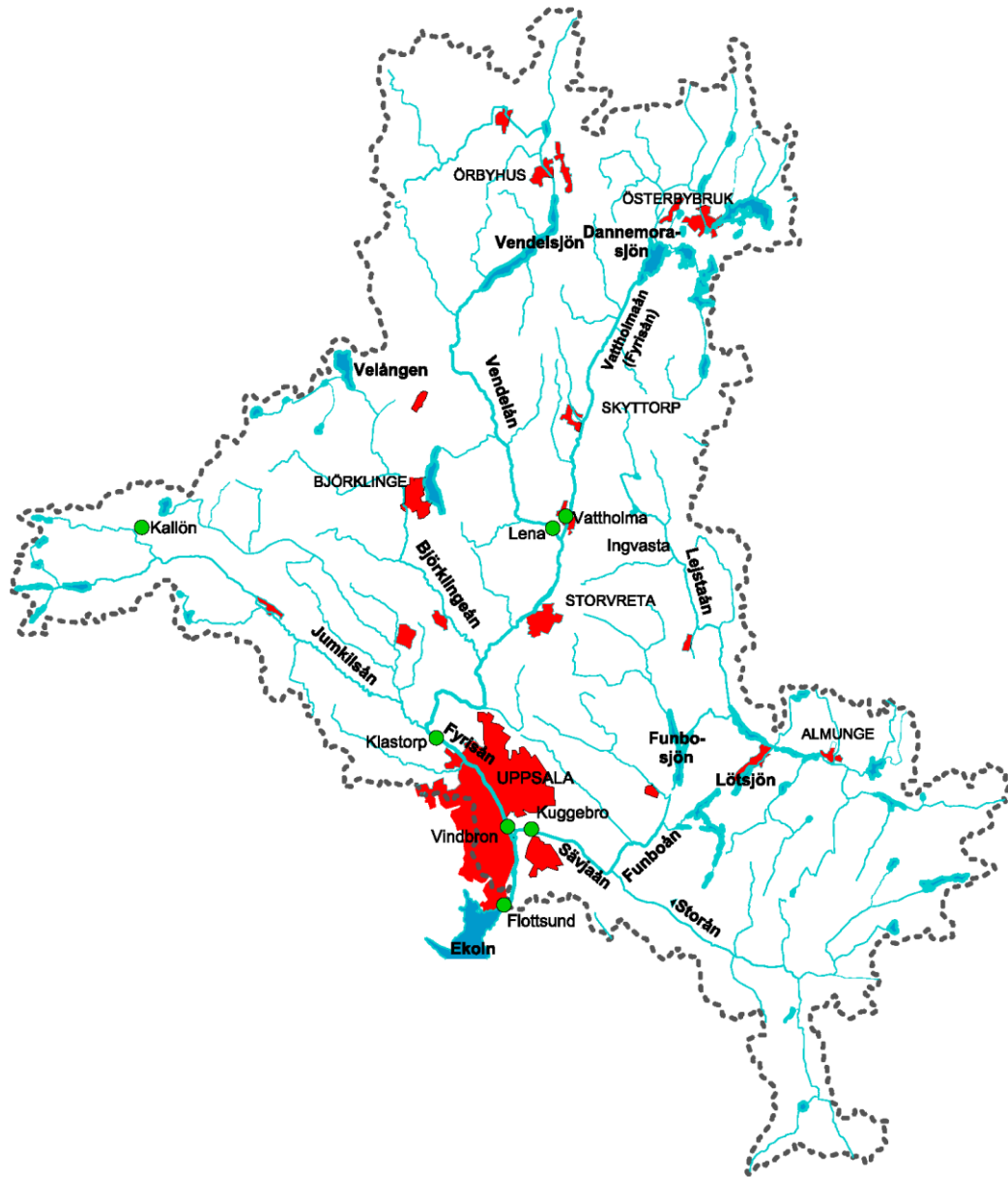
Vattenkemiska parametrar provtogs en gång per månad alla tre år. I oktober 2017 togs även prov för kiselalgsanalys vid samtliga lokaler. Vid samma tidpunkt togs även prov för bottenfaunaanalys vid lokalerna Fyrisån Vattholma, Vendelån Lena kyrka, Jumkilsån Kallön och Fyrisån Klastorp.

Tabell 1. Stationer och stationskoordinater vid ordinarie provpunkter 2017-2019

Stationsnamn	RT90 X	RT90 Y	SWEREF N	SWEREF E
Fyrisån, Vattholma N. bron	6657200	1607380	6656749	652199
Vendelån, Lena kyrka	6656220	1606680	6655761	651512
Jumkilsån, Kallön	6655570	1577980	6654761	622830
Fyrisån, Klastorp	6642140	1599290	6641596	644296
Fyrisån, Vindbron	6636140	1604100	6635656	649177
Sävjaån, Kuggebro <sup>1</sup>	6636150	1605835	6635687	650911
Fyrisån, Flottsund	6631160	1604150	6630679	649288

<sup>1</sup>Provpunkten flyttad augusti 2017. Tidigare koordinater:

6636170 1605790 6635707 650866

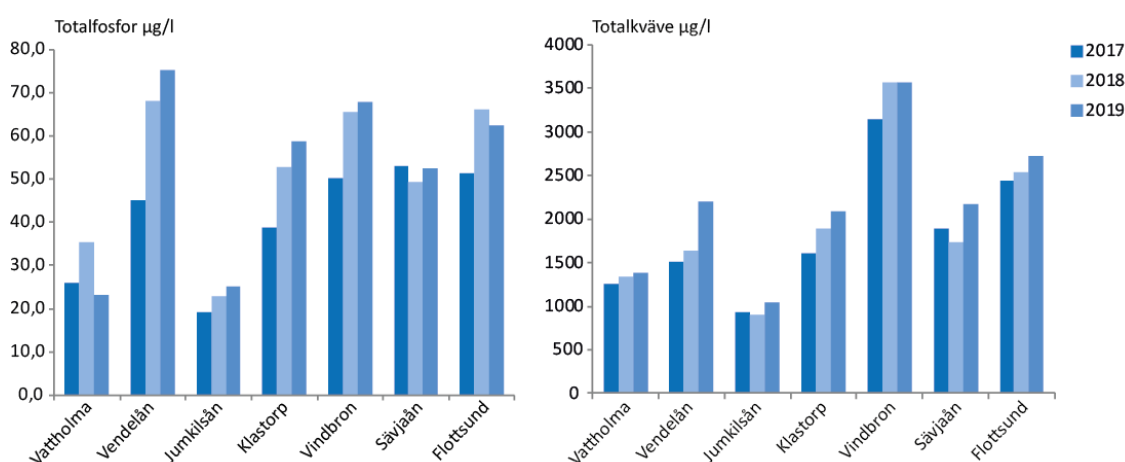


Figur 1. Karta över Fyrisåns avrinningsområde, med tätorter markerade i rött och provtagningsstationer markerade med gröna punkter (hämtad från Fyrisåns vattenförbunds hemsida).

## 2 Kemiska analysresultat

### 2.1 Näringsämnen

Fosfor och kväve är de viktigaste näringsämnena för växter i sötvatten, men om tillgången blir alltför stor kan det orsaka problem som övergödning, igenväxning och syrebrist i sjöar och vattendrag. I sötvatten är det oftast höga fosforhalter som ger problem medan höga kvävehalter orsakar problem i Östersjön och andra hav. Förutom en naturlig tillförsel av närsalter från den omgivande marken till vattnet tillförs näringsämnen också från jord- och skogsbruk, reningsverk, industrier och dagvatten. I vattendrag är livsbetingelserna inte lika beroende av näringshalterna som i sjöar, men det är ändå viktigt att begränsa tillförseln av näringsämnen eftersom förhöjda halter påverkar nedströms liggande sjöar och hav. För Fyrisåns del är det Mälaren som belastas av de näringsämnena som transporteras med vattnet ut i fjärden Ekoln.

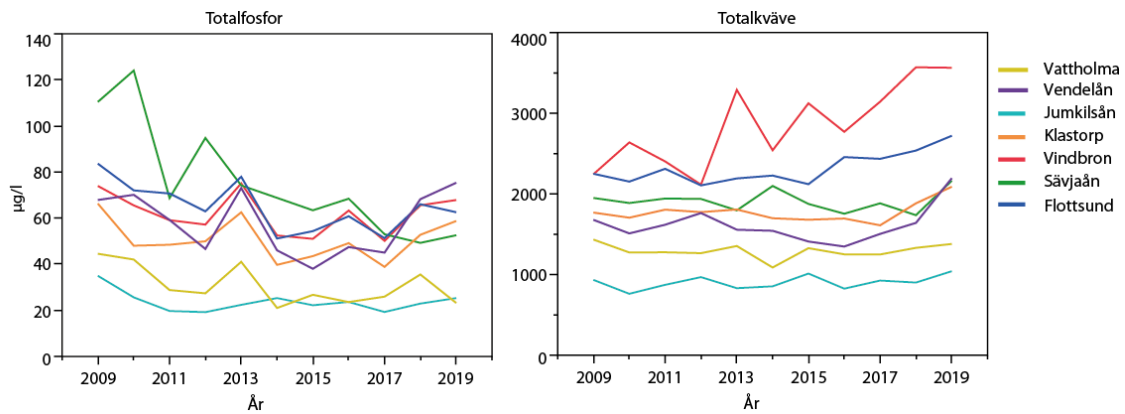


Figur 2. Årsmedel av totalfosfor och totalkväve vid Fyrisåns provpunkter i flödesordning.

I Figur 2 visas halten av fosfor och kväve vid de olika provtagningspunkterna i programmet presenterat som årsmedel och i flödesordning. De allra lägsta halterna av både fosfor och kväve återfinns i biflödet Junkilsån vid Kallön. Denna provpunkt är belägen tidigt i systemet där omgivningarna mestadels består av skog. De andra två biflödena Vendelån och Sävjaån provtas nära utflödet i Fyrisån och har då flutit en längre sträcka genom jordbruksmark och mer bebyggda områden. Det är i Vendelån vid Lena kyrka som de allra högsta fosforhalterna uppmätts under de två senaste åren. Vid provplatserna i Fyrisåns huvudfåra ser man att näringshalterna ökar nedåt i systemet då näringsämnen tillförs från omgivande mark liksom från biflöden och olika former av punktutsläpp. De högsta kvävehalterna i huvudflödet återfinns vid Vindbron medan Flottsund och Vindbron ligger tämligen lika avseende fosforhalt. De höga kvävehalterna vid Vindbron förklaras av närheten till utsläppspunkten från avloppsreningsverket för Uppsala. När sedan vattnet når Flottsund har det skett en utspädning med vattnet från Sävjaån som håller en lägre kvävehalt.

Vid en statusklassning avseende fosforhalt baserat på medelvärde av de tre senaste åren visar Junkilsån hög status och Fyrisån vid Vattholma god status medan övriga stationer visar måttlig status. Mer detaljer om statusklassningen finns i ett senare avsnitt av rapporten.



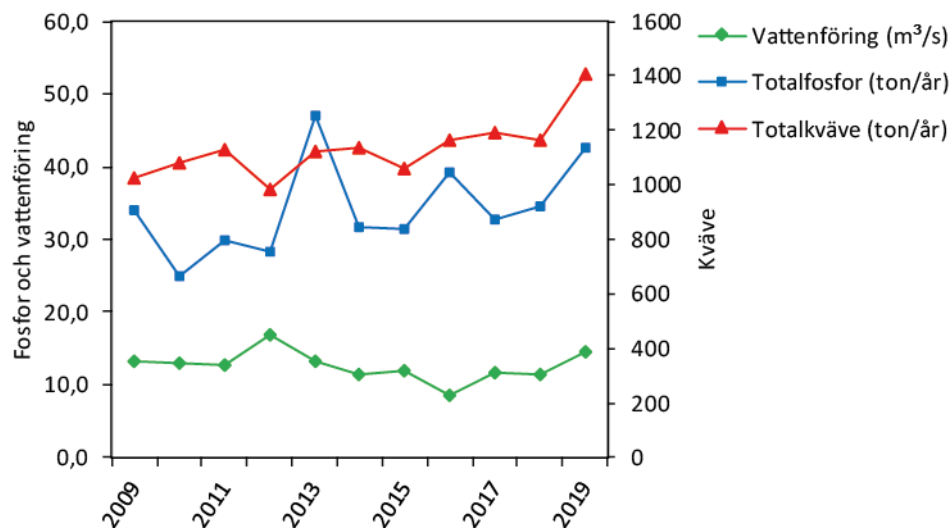


Figur 3. Årsmedelvärden för totalfosfor respektive totalkväve i Fyrisån. Tidsserie för perioden 2009-2019.

Figur 3 visar skillnaden mellan stationerna åren 2009 till 2019 i form av tidserier. Här ser man ännu tydligare hur näringshalterna ökar ju längre ner i systemet man kommer, framförallt när det gäller totalkväve. Man kan ana en viss nedåtgående trend i fosforhalt vid några stationer även om variationerna mellan åren är stor. Den tydligaste nedgången ser man i Sävjaån där medelvärdet de tre senaste åren legat knappt hälften så högt som under de två första åren i perioden. I Vendelån däremot verkar halterna snarare ha stigit de senaste åren.

Kvävehalterna ligger jämnare, möjligen med en svag uppåtgående trend vid vissa stationer. Undantaget är Vindbron där trenden är tydligt uppåtgående även om variationen mellan åren är stor (Figur 3).

Transporten av näringsämnen till Ekoln har beräknats med hjälp av uppmätta halter vid Flottsund och modellerad stationskorrigerad vattenföring (hämtad från SMHI Vattenweb) vid utloppet till Ekoln (Figur 4). Beräkningen är flödesnormerad. Detta innebär att man normerar för variationer i flödet så att variationen som visas i figuren är den som beror på förändrad belastning. Någon korrigering för tillförsel mellan provpunkten och mynningen i Ekoln har inte gjorts. Då provpunkten ligger relativt nära mynningen i Ekoln anses detta inte ha någon större betydelse.

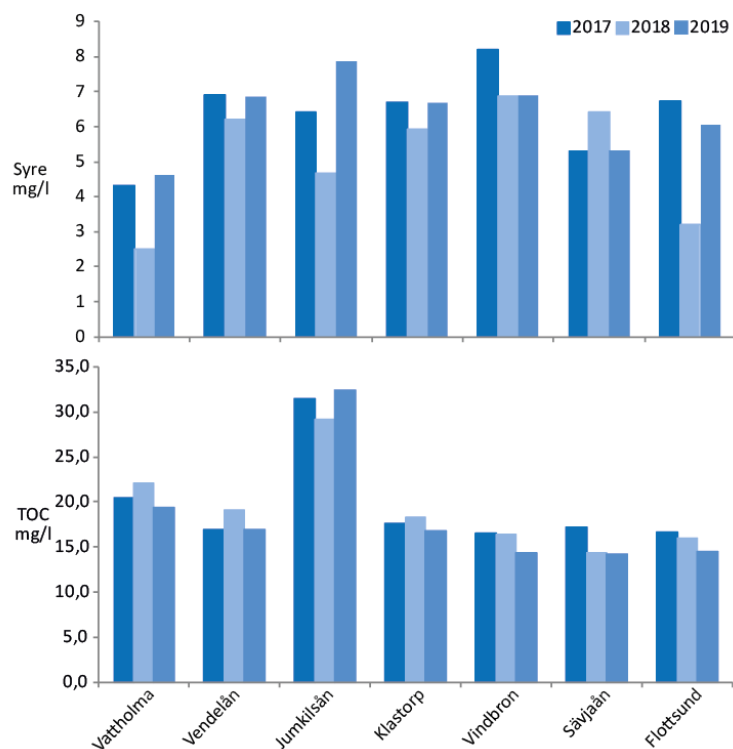


Figur 4. Flödesnormerad transport av fosfor och kväve samt medelvattenföring vid Flottsund 2009-2019.

Figur 4 visar en viss ökning av transporten under perioden även om mellanårsvariationen stundtals är stor, speciellt gällande fosfor

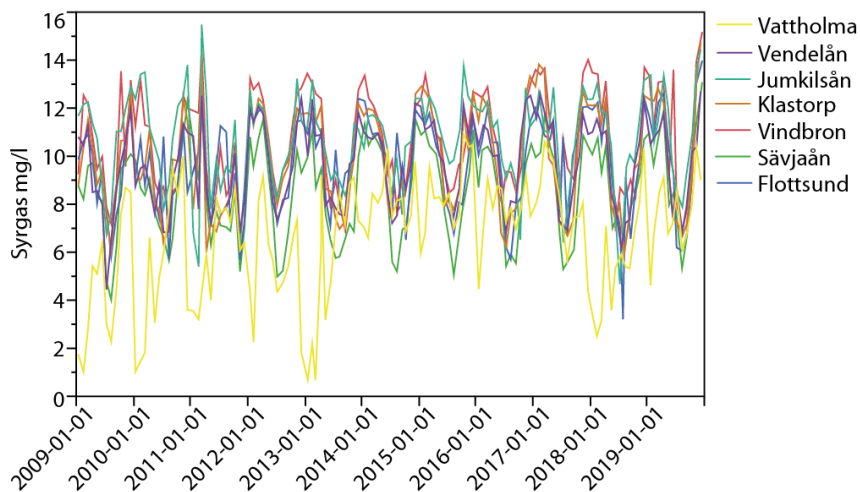
## 2.2 Syrgasförhållanden och syretärande ämnen

Syrgasförhållandena i sjöar och vattendrag varierar beroende på produktionsförhållandena och belastning av organiskt material. Eftersom syrgashalten är vital för alla vattenlevande organismer så är perioder med låga syrgashalter kritiska för många av dessa. Vattenföring och mängden syrgastärande ämnen är två faktorer som påverkar syrgashalten i vattendrag. Mängden syrgastärande ämnen kan bl.a. mätas som halten av totalt organiskt kol, TOC. Organiskt material tillförs sjöar och vattendrag dels naturligt från den omgivande marken och dels genom mänsklig tillförsel från jordbruk, reningsverk och industri. Syretäringen kan vara stor om det organiska kolet är lättnedbrytbart, som till exempel i avloppsvatten, medan kol som härstammar från skogsmarker till stor del består av svårnedbrytbara humusämnen.



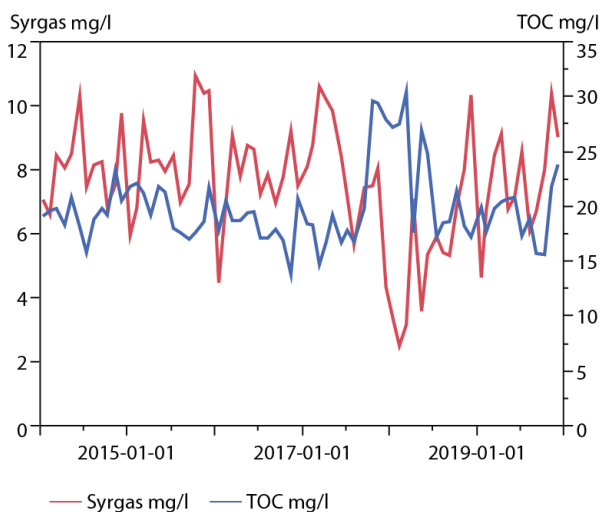
Figur 5. Syrgasminimum och TOC årsmedel i Fyrisån 2017-2019.

Figur 5 visar syrgasminimum och medelhalt TOC vid Fyrisåns stationer de tre senaste åren. Den station som uppvisar de högsta TOC-halterna är Jumkilsån vid Kallön. Någon korrelation till låga syrehalter kan man emellertid inte se. Eftersom Jumkilsån på denna plats är en skogsbäck med mycket brunt vatten består troligen det mesta av kolet av svårnedbrytbara humusämnen vilka inte bidrar till syretäringen i någon högre grad. Inte heller vid de övriga stationerna kan man se någon direkt korrelation mellan TOC och syrgashalter utom möjligen vid Vattholma.



Figur 6. Syrgashalt vid alla provtagningar i Fyrisån med tillflöden under perioden 2009-2019.

Vid stationen i Vattholma har man tidigare kunnat se att syrgashalten vissa år gått ned mycket lågt, speciellt vintertid (Figur 6). Från och med sommaren 2013 har dock en förbättring skett och det är endast vid fyra tillfällen under vintern-våren 2018 som syrgashalten legat under 4  $\mu\text{g/l}$  vid provtagningen, trots ett högt vattenflöde. Vid januariprovtagningen finns också en notering från provtagaren om att vattnet luktade illa, ett tydligt tecken på syrgasbrist och att nedbrytningsprocesser dominerar. Under samma period steg TOC-halten vid stationen tillfälligt vilket skulle kunna ha ett samband (Figur 7). Det har emellertid inte gått att fastställa om något lokalt utsläpp har skett vid den aktuella tidpunkten.



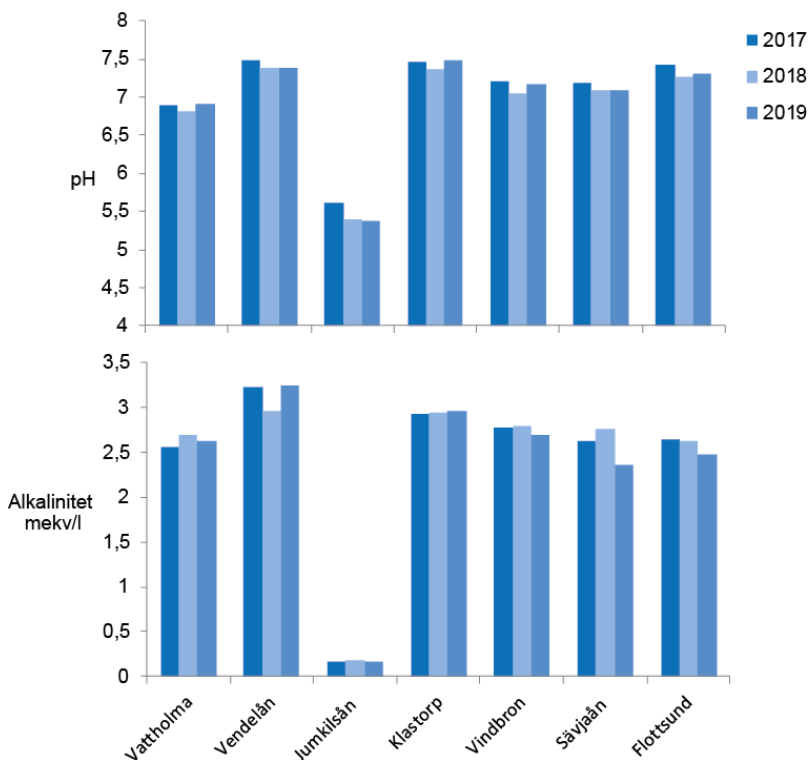
Figur 7. Syrgas och TOC i Fyrisån vid Vattholma 2014-2019

Vid Flottsund där syreförhållandena normalt sett är goda sticker 2018 ut med ett mycket lågt värde, 2,3  $\text{mg/l}$ , den 30 juli (Figur 6). Detta var dagen efter det stora skyfallet som orsakade översvämningar i centrala Uppsala och bräddningar i reningsverket. Anledningen till att ett prov togs den dagen var att den sensor som sitter vid Flottsundsbron larmade för en mycket låg syrgashalt. Tack vare det gjordes en extra provtagning som visade att också flera andra analysparametrar avvek mycket från det vanliga. Det här visar på nyttan av kontinuerlig mätning då vi helt skulle ha missat detta med enbart ordinarie provtagning.

## 2.3 Surhet/försurning

Vattnets surhetsgrad (pH) är viktig för vattenlevande organismer genom att den påverkar balansen mellan deras inre miljö och det omgivande vattnet. Indirekt har surheten också betydelse för vattenorganismerna genom att den påverkar lösligheten av metaller, till exempel aluminium som blir giftigt för vattenorganismer med gälar vid lågt pH. I både sjöar och vattendrag kan pH-värdet variera under året. Låga pH-värden förekommer ofta vid snösmältning och hög vattenföring medan höga pH-värden dagtid kan förekomma vid algblomning på grund av koldioxidupptaget under fotosyntesen. De flesta vatten har en viss buffertkapacitet och kan neutralisera tillskott av sura ämnen. Buffertkapaciteten bestäms i första hand av vätekarbonathalten och uttrycks här som alkalinitet.

Fyrisåns avrinningsområde har generellt bra motståndskraft mot försurning (Figur 8). Undantaget är Jumkilsån som under delar av året har en låg buffertkapacitet och ett något lägre pH än de andra stationerna. Som påpekats tidigare så avviker denna station från de övriga genom att den ligger högt upp i avrinningsområdet och avvattnar ett område som domineras av skog vilket gör den naturligt något surare. Fram till 2003 togs prov betydligt längre ner i avrinningsområdet, vid Broby, nära utflödet i Fyrisån. Vid denna punkt har vattnet både en alkalinitet och ett pH som ligger i nivå med övriga punkter i Fyrisåns avrinningsområde.



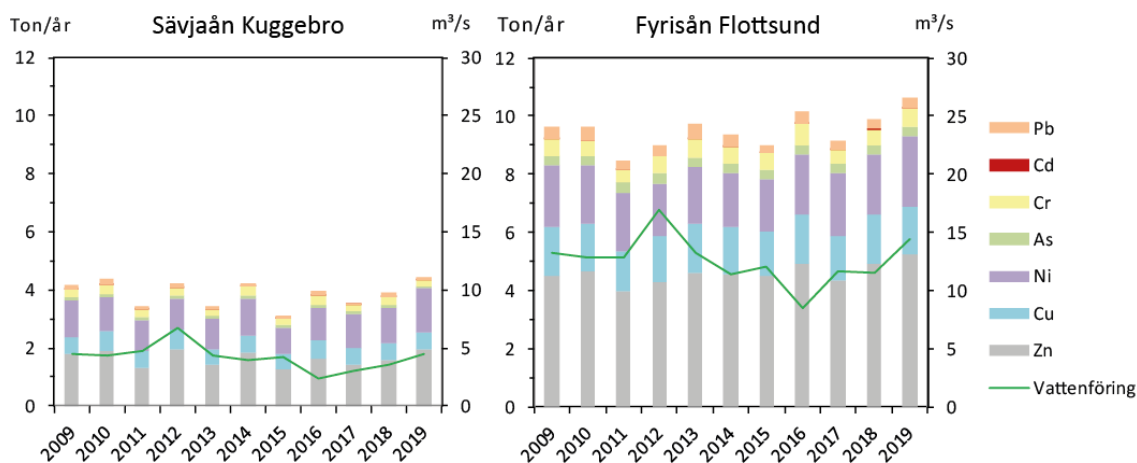
Figur 8. pH minimum och alkalinitet medel per år 2014-2016 i Fyrisån. Observera att pH-axeln startar på 4

## 2.4 Metaller

Metaller förekommer naturligt i låga halter i vatten och flera är i små mängder livsnödvändiga för växter och djur. Halterna varierar naturligt beroende på berggrund och jordarter i avrinningsområdet samt vattnets surhetsgrad och innehåll av organiskt material. I många vatten har halterna även kommit att påverkas av mänsklig aktivitet som gruvbrytning, metallindustri och utsläpp till luften. Förhöjda halter kan redan i måttliga doser ge skador på växter och djur. Metallernas toxicitet är beroende av deras biotillgänglighet. Biotillgängligheten är beroende av i vilken form metallerna finns i vattnet; metallerna kan till exempel vara adsorberade till partiklar eller ingå i icke biotillgängliga komplex. Tillgängligheten beror också på vattnets kemiska egenskaper som pH, hårdhet och organiskt innehåll, bland annat kan humusämnen komplexbinda metaller och därmed minska deras giftighet. Ett större antal modellverktyg för beräkning av biotillgänglighet har tagits fram genom utvärdering av försök med vattenlevande organismer. Ett par av dessa har använts vid utvärderingen av årets resultat.

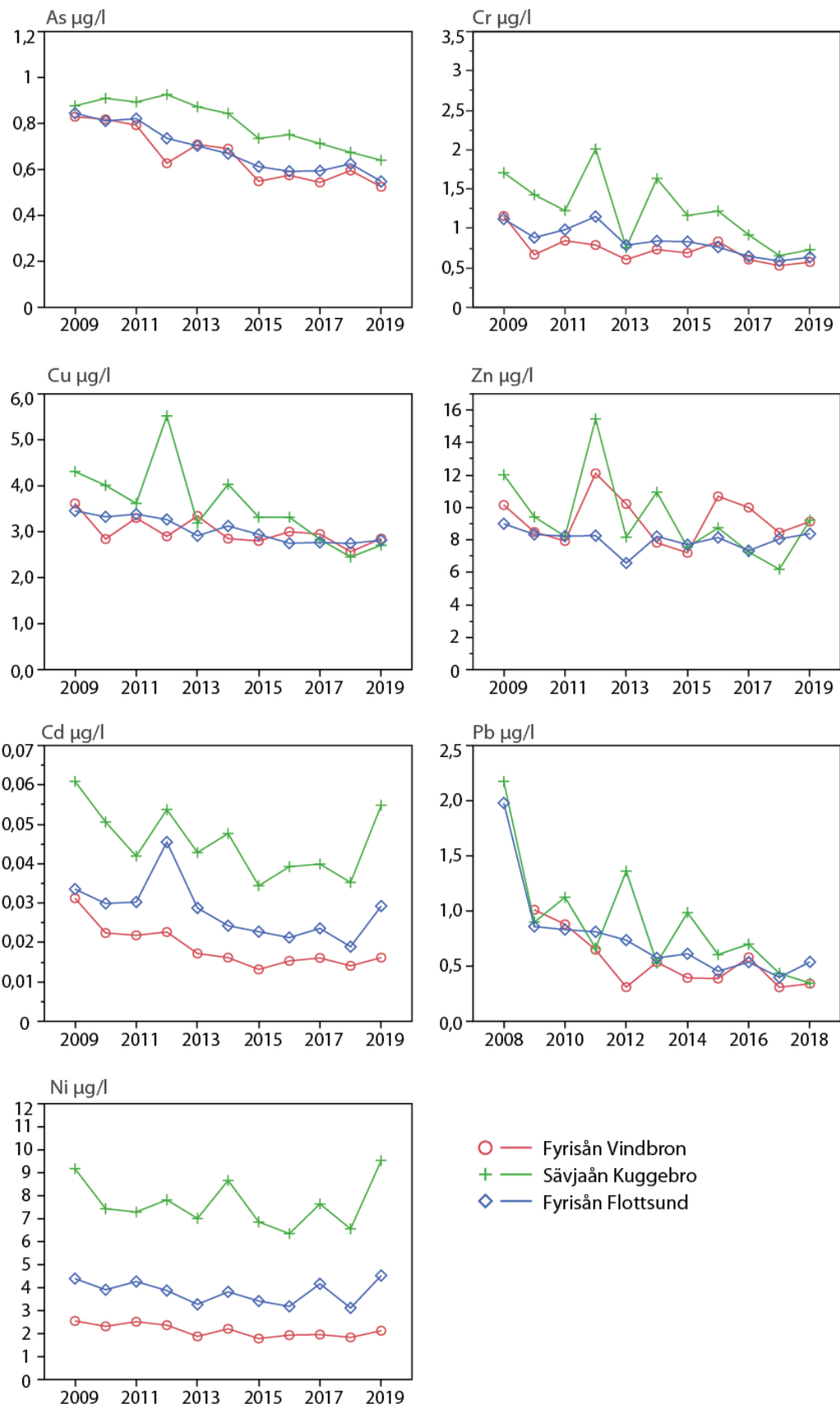
### Transport, totalhalter och trender.

I Figur 9 presenteras den sammanlagda transporten av metaller de senaste tio åren. Transporten till Mälaren har beräknats på samma sätt som transporten av näringsämnen, det vill säga baserat på uppmätta halter vid Flottsund och modellerad stationskorrigerad vattenföring. Eftersom Sävjaån i många fall uppvisar något högre metallhalter än Fyrisån har även transporten av metaller i Sävjaån beräknats. Där är vattenföringen uppmätt och inte modellerad. Mätstationen ligger enligt Vattenkartan ca 700 m uppströms provpunkten men det ser inte ut att finnas något tillflöde mellan mätpunkten och provpunkten varför man kan anta att vattenföringen vid provpunkten är i ungefär samma storleksordning som vid mätpunkten.



Figur 9 Total flödesnormerad transport av metaller (vänster y-axel) samt årsmedelvattenföring (höger y-axel) i Sävjaån respektive Flottsund 2009-2019.

Transporten i Sävjaån utgör en delmängd av transporten i Flottsund som ligger nedströms Sävjaåns mynning i Fyrisån. Den sammanlagda transporten av metaller har under perioden legat på en tämligen stabil nivå, ca 3-4 ton i Sävjaån och ca 9-10 ton i Fyrisån. Båda vattendragen uppvisar en liknande fördelning av metaller med störst andel zink, nickel och koppar.



Figur 10. Metaller, årsmedelhalt 2009-2019 i Fyrisån.

Figur 10 visar årsmedel för de metaller som ingått i programmet de senaste elva åren, dvs. arsenik, bly, kadmium, koppar, krom, nickel och zink. Figuren visar totalhalt, d.v.s. ofiltrerat prov som surgjorts vid ankomst till laboratoriet och dekanterats vid upphällning för analys. Metallhalterna har mestadels minskat under den senaste tioårsperioden men variationen mellan åren är i vissa fall stor. Sävjaån har generellt högre halter än Fyrisån.

## Filtrerad och biotillgänglig halt

I Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om miljökvalitetsnormer finns gränsvärden för flera metaller. Dessa gränsvärden avser upplöst koncentration, det vill säga filtrerade prover. För koppar, nickel, bly och zink gäller gränsvärdet dessutom biotillgänglig koncentration. Löst halt har beräknats utifrån totalhalt och tillgängliga vattenkemiska data med den modell (Köhler 2014) som presenterades i nyhetsbrevet för Fyrisån 2017. I modellen finns formler för de metaller som har gränsvärden i bedömningsgrunderna undantaget uran. Detta spelar mindre roll då det visat sig att det avseende uran inte är någon större skillnad mellan ofiltrerat och filtrerat prov vid de aktuella provpunkterna.

Biotillgänglig halt av koppar, nickel, zink och bly har beräknats med hjälp av verktyget Bio-met\_bioavailability\_tool\_v52.3\_27-06-2019 nedladdad från <https://bio-met.net/>. I detta verktyg används uppgifter om pH, DOC och kalciumhalt i proven för beräkningarna. På grund av ett missförstånd analyserades inte DOC (löst organiskt kol) under 2019 utan bara TOC (totalt organiskt kol). En jämförelse av de båda analyserna under åren 2017 och 2018 visar dock att vid de aktuella provplatserna är skillnaden mellan de båda analyserna mycket liten. 90 procent av proven låg på en skillnad på max 2 mg/l och den maximala skillnaden för ett enskilt prov var 3 mg/l. Enligt Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:26 nämns det också i kapitel 9.4.2.1 att om data för DOC saknas men det finns data för TOC är det oftast rimligt att anta att  $DOC = 0,8 * TOC$ . Beräkningarna för detta år har därför gjorts med detta antagande. Med tanke på att alla metaller för vilka biotillgänglig halt beräknats ligger långt under gränsvärdena i HVFMS:2019:25 torde denna skillnad inte vara avgörande.

Tabell 2 visar gränsvärden och årsmedel 2019 för de metaller vilka har gränsvärden enligt bedömningsgrunder för särskilda förorenande ämnen (HVFMS 2019:25 Bil.2) eller gränsvärden för kemisk ytvattenstatus (HVFMS 2019:25 Bil.6).

Tabell 2. Filtrerade metaller, beräknat ur totalhalter och andra vattenkemiska data enligt Köhler 2014, årsmedel i Fyrisån 2019 samt gränsvärden enligt HVFMS 2019:25

	Arsenik	Kadmium	Krom	Koppar*	Nickel*	Bly*	Uran**	Zink*
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
<b>Gränsvärde</b>	<b>0,50</b>	<b>0,15</b>	<b>3,4</b>	<b>0,5</b>	<b>4</b>	<b>1,2</b>	<b>0,17</b>	<b>5,5</b>
Klastorp	0,52	0,01	0,2	0,03	0,2	0,002	8,40	0,5
Vindbron	0,44	0,01	0,2	0,05	0,3	0,002	8,03	1,2
Sävjaån	0,53	0,04	0,2	0,04	1,1	0,002	8,38	1,2
Flottsund	0,46	0,02	0,2	0,05	0,6	0,002	7,36	0,9

\* Biotillgänglig halt

\*\* Total halt

Arsenik och uran är de enda metaller som överskrider gränsvärdena. Arsenik ligger vid alla stationer nära eller strax över gränsvärdet. Uran ligger långt över vid alla stationer. Bedömningsgrunderna säger dock att för arsenik, zink och uran är värdena framtagna för att hänsyn ska tas till naturlig bakgrund om denna hindrar efterlevnad av gränserna. För samtliga metaller utom

uran finns regionvisa bakgrundshalter framtagna (Herbert, Björkvald et al. 2009). Olika bakgrundsvärden finns där beräknade för sjöar respektive vattendrag baserat på ekoregion, humushalt (uttryckt som abs 420 nm) och kalkhalt (uttryckt som alkalinitet). Enligt dessa beräkningar antas Fyrisån ha en bakgrundshalt av arsenik på 0,72 µg/l vilket gör att ett gränsvärde på 0,50 µg/l inte är relevant. För uran har inga uppgifter om bakgrundhalt kunnat hittas. Däremot är det känt att Uppsala län har naturligt högre halter uran i berggrunden jämfört med riksgenomsnittet (källa Länsstyrelsen Uppsala län). Därmed är det rimligt att anta att även ytvattnet kan ha en relativt hög naturlig bakgrundshalt.

## 3 Biologiska analysresultat

### 3.1 Kiselalger

#### Bakgrund

Kiselalger är ofta den dominerande gruppen bland påväxtalgerna och de spelar en central och viktig roll som primärproducent, särskilt i rinnande vatten. Kiselalger har visat sig vara en bra indikator på vattenkvalitet och används därför regelbundet i övervakningsprogram i stora delar av Europa liksom i många andra länder.

#### Metoder

##### *Provtagning, provberedning och analys*

Kiselalgsprovtagning utfördes i 24-25 oktober 2017 enligt SS-EN 13946 (SIS 2014a) och Handledning för miljöövervakning, undersökningstyp ”Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys” (Havs- och vattenmyndigheten 2016). Sju lokaler provtogs (Tabell 1).

Kiselalgspreparat för analys i ljusmikroskop framställdes enligt SS-EN 13946 (SIS 2014a) och Handledning för miljöövervakning, undersökningstyp ”Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys” (Havs- och vattenmyndigheten 2016).

Kiselalgsanalyserna utfördes enligt metod SS-EN 14407 (SIS 2014b) och Handledning för miljöövervakning, undersökningstyp ”Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys” (Havs- och vattenmyndigheten 2016). 400 kiselalgs skal räknades i varje prov. Även antal missbildade kiselalgs skal noterades liksom typ och grad av missbildning (avvikande form/mönster, svag/stark missbildning). Missbildning av skalen indikerar påverkan av metaller, bekämpningsmedel och liknande föroreningar.

#### Utvärdering

Bedömning av ekologisk status och surhet med hjälp av kiselalgsresultaten följer Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 2007) samt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (Havs- och vattenmyndigheten 2013). Bedömning av vattenkvaliteten grundar sig på två olika index: IPS (Indice de Polluo-sensibilité Spécifique, Cemagref 1982) och ACID (Acidity Index for Diatoms, André & Jarlman 2008), samt två stödparametrar: % PT (Pollution Tolerant valves) och TDI (Trophic Diatom Index) (Kelly 1998).



Indexet IPS visar påverkan av näringsämnen och lättnedbrytbar organisk förorening medan stödparametrarna % PT och TDI indikerar påverkan av lättnedbrytbara organiska ämnen respektive känslighet för näringsämnen. IPS används för att ta fram vattenkvalitetsklassen och stödparametrarna kan användas för att få en säkrare bedömning, framför allt om IPS-värdet ligger nära en klassgräns.

Indelning i IPS-klasser har gjorts enligt Tabell 4. IPS-indexet sträcker sig mellan 1 och 20. Osäkerhetsintervallen för IPS-resultat lika med eller över 13 ligger inom en IPS-enhet, dvs.  $\pm 0,5$  enheter, för IPS-resultat under 13 inom 2 enheter, dvs.  $\pm 1$  enhet. När gränsen för osäkerhetsintervallet av IPS-resultatet överskrider värdet för nästa klassgräns är klassningen osäker och vattendraget ligger mellan två klasser. För beräkning av ekologisk kvot har IPS-värdet dividerats med ett nationellt referensvärde (19,6).

Beräkning av kiselalgsindex har gjorts med de indexvärden som finns i den nationella artlistan (SLU 2016). Dessa indexvärden är anpassade för svenska förhållanden.

Indexet ACID visar på surhet och placerar vattendraget i en surhetsklass. Indexet skiljer inte mellan antropogen försurning och naturlig surhet och är främst framtaget för att bedöma surheten i vattendrag med  $\text{pH} < 7$ . Osäkerhetsintervallet för ACID är  $\pm 10\%$ . Bedömningarna med IPS och ACID fungerar i hela Sverige. Referensvärden och klassgränser är desamma i hela landet.

Förutom nämnda index och stödparametrar har en preliminär metod använts för att bedöma om risk för påverkan av tungmetaller eller bekämpningsmedel föreligger (Kahlert 2012, Havs- och vattenmyndigheten 2016). Bedömningen grundar sig på:

- andel missbildade skal  $\geq 1\%$  eller
- antal taxa  $< 20$

Misstänkt metallpåverkan kan i vissa fall styrkas av:

- $> 50\%$  av taxa toleranta mot tungmetaller och bekämpningsmedel: *Achnanthydium minutissimum*-gruppen, *Brachysira neoexilis* Lange-Bertalot, *Fragilaria gracilis* Østrup, *Eunotia steinecke* Petersen, *Tabellaria flocculosa* (Roth) Kützing, *Eunotia exigua* (Brebisson ex Kützing) Rabenhorst och *Eunotia incisa* Gregory.
- tendens till tydliga och sällsynta missbildningar
- Shannon-diversitet  $< 2$

Andelen missbildade skal har delats in i frekvenskategorier enligt Tabell 3.

Tabell 3. Preliminär klassning av missbildningsfrekvens (Havs- och vattenmyndigheten 2016).

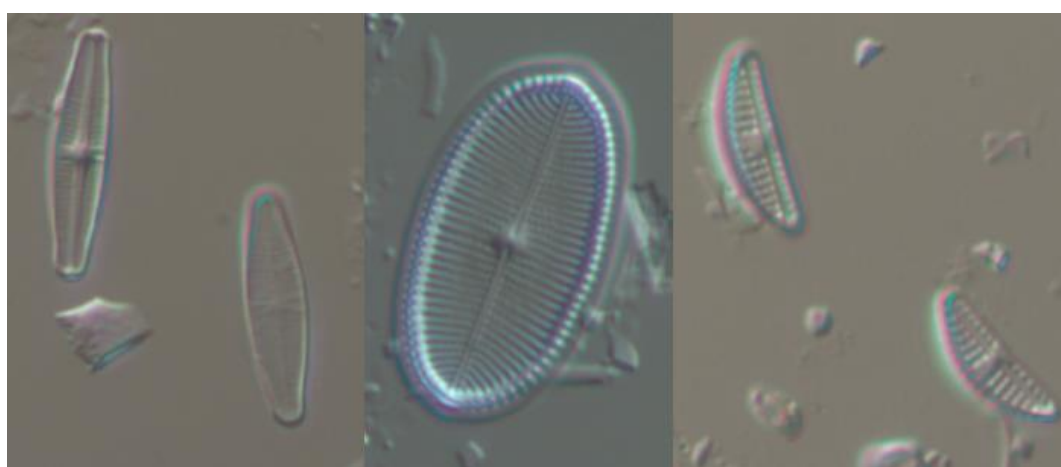
Andel missbildade kiselalgskal	Frekvenskategori
$< 1\%$	ingen eller obetydlig
$\geq 1-2\%$	låg
$\geq 2-4\%$	måttlig
$\geq 4-8\%$	hög
$\geq 8\%$	mycket hög

Antal taxa  $< 20$  och andra tecken på stress kan dock vara resultat av annan påverkan än tungmetaller eller bekämpningsmedel.

## Resultat

### *Kiselalgssamhällets sammansättning*

Artlistor presenteras i bilaga 2. De vanligaste kiselalgerna i de undersökta lokalerna i Fyrisån var artgrupperna *Achnanthydium minutissimum* och *Cocconeis placentula* samt *Amphora pediculus* (Kütz.) Grunow (Figur 11). De är alla typiska för måttligt näringsrika till näringsrika vattendrag och brukar förekomma i vatten med neutralt eller högt pH. *Achnanthydium minutissimum* är Sveriges vanligaste kiselalg och förekommer även rikligt i näringsfattiga vatten. Den brukar delas in i tre grupper efter skalbredd där de bredare varianterna är vanligare i näringsrika vatten och de smalare vid näringsfattigare förhållanden. I Fyrisån var de smalare varianterna (medelbredd 2,2-2,8 µm) vanligast vid Jumkilsån Kallön och Vattholma N. Bron och de bredare på övriga stationer, vilket stämmer med de lite lägre nivåerna på näringsämnen vid dessa stationer.



Figur 11. Exempel ur artgrupperna *Achnanthydium minutissimum*, *Cocconeis placentula* samt *Amphora pediculus* placerade från vänster till höger, foto Eva Herlitz.

I 90 % av alla vattendrag i Sverige brukar mellan 20 och 80 kiselalgstaxa påträffas när standardmetoden används och diversiteten (Shannon index) brukar vara mellan 1,5 och 5 (Kahlert 2011). Det betyder att både antalet funna taxa och diversiteten var genomsnittligt på de flesta stationerna (Tabell 6). Lägst antal taxa och diversitet hade Vattholma N. Bron, där påträffades 31 taxa och diversiteten var bara 1,4. Det berodde på att 84 % av kiselalgssamhället utgjordes av *Achnanthydium minutissimum*. Även vid Flottsund hittades 31 taxa men diversiteten något högre, 1,7. Diversiteten på stationerna vid Lena kyrka, Kuggebro och Klastorp var ganska hög, ca 4, och de stationerna hade också det högsta antalet kiselalgstaxa.

### Ekologisk statusklassning

Två stationer hade IPS-värden som motsvarar hög ekologisk status, nämligen Vattholma N. Bron och Jumkilsån Kallön (Tabell 4). Stationen vid Flottsund uppvisade god status och de övriga måttlig status med avseende på kiselalger. Stödparametrarna TDI och %PT pekar åt samma håll.

Tabell 4. IPS, TDI, %PT, ekologisk kvot (EK) och ekologisk statusklass med avseende på kiselalger (närrings- & organisk föroreningspåverkan) för stationerna i Fyrisån 2017. Klassning enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (Naturvårdsverket 2007 och Havs- och vattenmyndigheten 2013).

Lokalnamn	IPS	IPS-klass	TDI	TDI-klass	%PT	%PT-klass	EK	Ekologisk status
Fyrisån Vattholma	18,7	1	30,8	1	3	1-2	0,78	Hög
Vendelån Lena Kyrka	13,8	3	71,5	2-3	4	1-2	0,64	Måttlig
Jumkilsån Kallön	19,2	1	25,3	1	2	1-2	0,78	Hög
Fyrisån Klastorp	13,1	3	75,5	2-3	8	1-2	0,55	Måttlig
Fyrisån Vindbron	13,2	3	87,2	4-5	6,8	1-2	0,74	Måttlig
Sävjaån Kuggebro	13,9	3	67,9	2-3	5,2	1-2	0,73	Måttlig
Fyrisån Flottsund	15,2	2	74	2-3	1,8	1-2	0,70	God

### Surhetsgrupp

Kiselalgsindexet ACID indikerade att alla stationer har alkaliska eller nära neutrala förhållanden dvs. årsmedelvärde för pH över 6,5 (Tabell 5).

Tabell 5. Surhetsgruppering baserat på kiselalgssammansättningen för stationerna i Fyrisån 2017.

Lokalnamn	ACID	Surhetsklass
Fyrisån Vattholma	8,9	Alkaliskt
Vendelån Lena Kyrka	9,0	Alkaliskt
Jumkilsån Kallön	6,9	Nära neutralt
Fyrisån Klastorp	9,4	Alkaliskt
Fyrisån Vindbron	8,1	Alkaliskt
Sävjaån Kuggebro	6,8	Nära neutralt
Fyrisån Flottsund	8,9	Alkaliskt

### Missbildade kiselalger

Andelen missbildade kiselalgsskal var över gränsvärdet 1 % vid Klastorp och Kuggebro (Tabell 6). Den förhöjda andelen missbildade skal är inte väldigt hög och kan vara naturlig, men den kan också indikera en påverkan av tungmetaller eller bekämpningsmedel (Kahlert 2012). Den låga diversiteten vid Vattholma N. Bron skulle kunna indikera en metallpåverkan men eftersom inga missbildade skal påträffades och antalet taxa inte var anmärkningsvärt lågt så är det inte särskilt troligt.

Tabell 6. Antal taxa, diversitet, andel missbildade skal och frekvenskategori enligt Havs- och vattenmyndigheten 2016 för stationerna i Fyrisån 2017.

Lokalnamn	Antal taxa	Diversitet (Shannon)	Andel missbildade skal (%)	Frekvenskategori
Fyrisån Vattholma	31	1,4	–	ingen/obetydlig
Vendelån Lena Kyrka	48	4,1	0,5	ingen/obetydlig
Jumkilsån Kallön	43	2,6	–	ingen/obetydlig
Fyrisån Klastorp	74	3,9	1,0	låg
Fyrisån Vindbron	42	3,7	0,5	ingen/obetydlig
Sävjaån Kuggebro	69	4,0	1,2	låg
Fyrisån Flottsund	31	1,7	–	ingen/obetydlig

## 3.2 Bottenfauna

### Provtagning och analys

Bottenfaunaprover togs på fyra lokaler den 24 oktober 2017 (Tabell 1). Provtagning och analys utfördes enligt standardmetod SS-EN ISO 10870:2012 (SIS 2012), SS 028190:1986 och Naturvårdsverkets Handledning för miljöövervakning, undersöknings-typ ”Bottenfauna i sjöars litoral och vattendrag- tids-serier” (Naturvårdsverket 2010). Vid sådan provtagning tas fem delprover per lokal och resultaten i artlistorna (Bilaga 2) presenteras som ett medelvärde per delprov.



Figur 12. Bottenfaunaprovtagning i Jumkilsån 2017, foto Joel Segersten.

### Utvärdering

Resultaten för varje lokal har utvärderats enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder 2007 (NV2007:4, Bilaga A) samt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2013:19). Bedömningen av bottenfaunas ekologiska status grundas på tre olika index:

DJ (Dahl & Johnson 2005) är uppbyggt av fem olika delar: antal taxa av dag-, bäck- och nattsländor, relativ abundans av kräftdjur, relativ abundans av dag-, bäck- och nattsländor, ASPT-index samt Saprobie-index (ett mått på påverkan framför allt genom organiskt material). Ett lågt DJ-index i förhållande till referensvärdet indikerar att bottenfaunasamhället är näringspåverkat.

ASPT (Average Score Per Taxon, Armitage m fl 1983) baseras på förekomsten av påverkans-känsliga familjer och används som ett mått på allmän ekologisk kvalitet. Ett lågt ASPT-värde i förhållande till referensvärdet indikerar påverkan från eutrofiering, förorening med syretärande ämnen och/eller habitatförstörande påverkan som rätning, rensning och grumling.

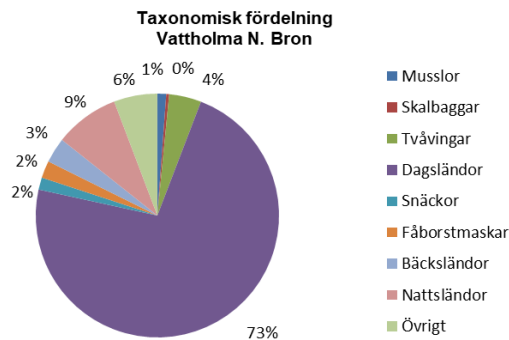
MISA (Multimetric Index for Stream Acidification, Johnson & Goedkoop 2005) är ett index som byggs upp av sex delar: antal familjer, antal taxa av snäckor, antal taxa av dagsländor, kvoten mellan abundansen av dagsländor och bäcksländor, Acid Waters Indicator Community index samt den relativa abundansen av sönderdelare. Ett lågt MISA-värde i förhållande till referensvärdet indikerar sura förhållanden. 2019 utkom en ny utgåva av Havs-och Vattenmyndighetens föreskrifter, HVMFS 2019:25. I denna föreskrift är indexet MISA borttaget men eftersom denna provtagning utfördes 2017 så har utvärderingen gjorts enligt den tidigare föreskriften.

En jämförelse av det uppmätta indexvärdet mot ett referensvärde resulterar i en ekologisk kvot (EK) som sedan leder till en statusklassning enligt kapitel 4, Tabell 7. För ASPT och DJ finns fem klasser (Hög, God, Måttlig, Otillfredsställande och Dålig) medan det för MISA finns fyra

(Nära neutralt, Måttligt surt, Surt och Mycket surt). Den sammanvägda ekologiska statusen för bottenfaunan vid en provpunkt bestäms av det index som fått sämst status.

## Resultat

### Fyrisån, Vattholma N. Bron



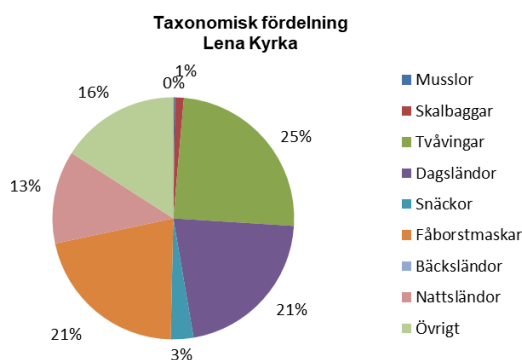
Figur 13. Taxonomisk fördelning av bottenfauna i Fyrisån vid Vattholma 2017.

Provtagningslokalen i Vattholma är skuggad av lövträd och är av en stenig och blockig karaktär med strömmande/svagt strömmande vatten i en fåra ca 8 meter bred. Sådana lokaler har generellt goda förutsättningar för en artrik bottenfauna och totalt påträffades 40 taxa. En jämförelse mellan olika taxonomiska grupper (Figur 13) visar på en stor dominans av dagsländor och den dominansen utgörs helt och hållet av arten *Centroptilum luteolum* (Figur 14). Bortsett från den arten är individantalet relativt jämnt fördelat mellan övriga taxa. Resultaten från 2017 års provtagning resulterar i ”Hög status” både vad gäller DJ- index och ASPT-index. Även försurningsindexet MISA ger den högsta klassningen ”Nära neutralt”. Bottenfaunasamhället visar alltså inga tecken på påverkan från exempelvis förorening, eutrofiering eller försurning.



Figur 14. Dagsländelarv av arten *Centroptilum luteolum*, foto Karin Almlöf.

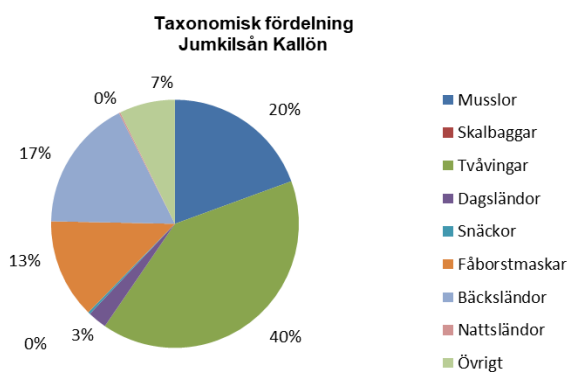
## Vendelån, Lena Kyrka



Figur 15. Taxonomisk fördelning av bottenfauna i Vendelån vid Lena kyrka 2017.

Provtagningslokalen vid Lena Kyrka ligger i ett helt öppet, oskuggat jordbrukslandskap. Vattendragets bredd är 15-20 meter. Bottensubstratet består av lera med grov- och findetritus ovanpå och vattnet är lugnflytande. Antalet taxa är totalt 33 st men antalet påverkans känsliga taxa är inte så många. Fördelningen mellan olika taxonomiska grupper visar att relativt tåliga tvåvingar och fåborstmaskar utgör mer än 40% av individantalet (Figur 15). Men känsliga arter finns ändå representerade och statusklassingen resulterar i "Hög status" för både DJ- och ASPT-index samt "Nära neutralt" för MISA-index.

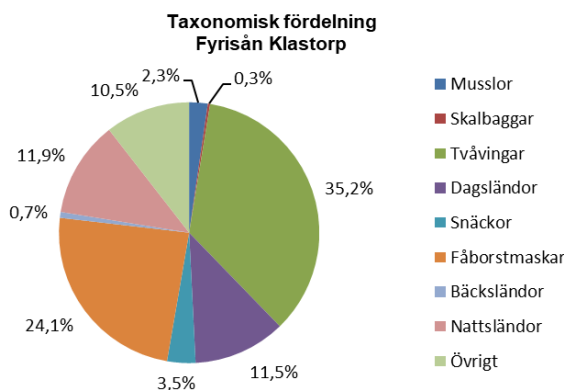
## Jumkilsån, Kallön



Figur 16. Taxonomisk fördelning av bottenfauna i Jumkilsån vid Kallön 2017.

Provtagningslokalen i Jumkilsån är belägen i barrskogsmiljö högt uppströms i systemet. Vattendraget är bara ca 1 meter brett med ett bottensubstrat som domineras av sand och vattnet är svagt strömmande. Provtagningen resulterade i 24 taxa men med fyra taxa som sticker ut i antal: Fåborstmaskar (oligochaeta), ärtmusslan *Pisidium sp.*, bäcksländesläktet *Nemoura sp.* och en underfamilj av fjädermygglarver (Tanytarsini) vilka tillsammans utgör mer än 70% av individantalet (Figur 16). Resultaten av 2017 års provtagning ger "Hög status" för DJ- och ASPT-index men försurningskänsliga taxa saknas på lokalen och MISA-index ger därför statusen "Måttligt surt" vilket stämmer överens med resultatet för den vattenkemiska provtagningen av pH vid denna lokal (Figur 8).

## Fyrisån Klastorp



Figur 17. Taxonomisk fördelning av bottenfauna i Fyrisån vid Klastorp 2017

Provtagningslokalen vid Klastorp liknar den vid Lena kyrka med ett bottensubstrat bestående av lera med grovdetritus ovanpå och mestadels lugnflytande vatten. Vattendraget är 20-25 meter brett. Även om lokalen i sig inte hyser optimala förhållanden för en artrik bottenfauna påträffades 48 olika taxa. Och även om mer än hälften av individerna tillhör de tåliga grupperna tvåvingar och fåborstmaskar är de mer känsliga grupperna representerade med ett flertal arter, exempelvis åtta arter av snäckor och sex arter av dagsländor (Figur 17). Resultaten av 2017 års provtagning ger ”Hög status” för DJ- och ASPT-index samt ”Nära neutralt” för MISA-index.

## 4 Sammanvägd statusklassning

Statusklassning avseende analyserade parametrar vid stationerna har utförts enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder 2007 (NV 2007:4 Bilaga A: Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag). samt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2013:19 samt HVMFS 2019:25). Den kemiska klassningen har gjorts utifrån treårsmedelvärden medan kiselalger och bottenfauna klassats på ett års resultat, allt enligt Handbokens rekommendationer.

Vid sammanställning av statusklassningarna för de olika kvalitetselementen väger man först samman de biologiska kvalitetsfaktorerna. Om statusen är måttlig eller sämre så klassar man efter det sämst klassade kvalitetsfaktorerna. Om den biologiska klassningen visar på god eller hög status vägs även fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer in. De fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna kan försämra den ekologiska statusen endast från hög till god alternativt till måttlig eller från god till måttlig (HVMFS 2019:25). För en fullständig klassning av ekologisk status ska även de hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna konnektivitet, hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd beaktas, men dessa ingår inte i detta uppdrag. Mer information om de olika kvalitetsfaktorerna går att hitta i VISS-hjälp, <http://extra.lansstyrelsen.se/viss/Sv/detta-beskrivs-i-viss/statusklassning/ekologisk-statuspotential/Pages/ekologisk%20status.aspx> .

Den fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktor som har bedömts är totalfosfor. Bedömningen görs genom att jämföra treårsmedelvärdet med ett referensvärde ref-P. För vattendrag med mindre än

10% jordbruksmark i tillrinningsområdet räknar man fram referensvärdet med hjälp av mängden icke marina baskatjoner, absorbansen mätt vid 420 nm i en 5 cm kuvett samt provtagningsstationens höjd över havet. Icke marina baskatjoner (Ca\*Mg\*) beräknas utifrån halten kalcium, magnesium och klorid mätt under samma period som totalfosfor. Om andelen jordbruksmark är större än 10% behöver man räkna ut ett referensvärde för jordbruksmark, ref-P<sub>jo</sub>, där hänsyn tas till jordart och urlakningsregion. I programmet för Fyrisån är det endast vid provpunkten i Jumkilsån vid Kallön som andelen jordbruksmark är <10%. Vid övriga stationer har uppgifter om ref-P<sub>jo</sub> hämtats från VISS (VattenInformationSystem Sverige) där länsstyrelsens beräkningar av detta finns tillgängligt.

I Tabell 7 nedan ses klassningen av de enskilda faktorerna och längst till höger den sammanvägda klassningen. Utförligare tabeller för de olika kvalitetsfaktorerna finns i bilaga 3.

Tabell 7. Sammanvägd ekologisk statusklassning för Fyrisåns provtagningsstationer 2017-2019.

Stationsnamn	Ekologisk status totalfosfor	Ekologisk status bottenfauna		Försurningsstatus bottenfauna	Ekologisk status kiselalger	Surhetsklass kiselalger	Status Sammanvägd
		DJ	ASPT	MISA	IPS	ACID	
Fyrisån Vattholma	God	Hög	Hög	Nära neutralt	Hög	Alkaliskt	God
Vendelån Lena Kyrka	Måttlig	Hög	Hög	Nära neutralt	Måttlig	Alkaliskt	Måttlig
Jumkilsån Kallön	Hög	Hög	Hög	Måttligt surt	Hög	Nära neutralt	Hög
Fyrisån Klastorp	Måttlig	Hög	Hög	Nära neutralt	Måttlig	Alkaliskt	Måttlig
Fyrisån Vindbron	Måttlig				Måttlig	Alkaliskt	Måttlig
Sävjaån Kuggebro	Måttlig				Måttlig	Nära neutralt	Måttlig
Fyrisån Flottsund	Måttlig				God	Alkaliskt	Måttlig

Vid en jämförelse med den senaste bedömning i VISS ser man att alla de vattenförekomster där provpunkterna ligger är klassade med måttlig ekologisk status. Det finns flera förklaringar till denna skillnad. Först och främst har bedömningen gjorts med hjälp av fler kvalitetsfaktorer som till exempel hydromorfologi. För alla de aktuella vattenförekomsterna drar morfologi och konnektivitet ner den ekologiska statusen på grund av t.ex. vandringshinder och fysisk påverkan av vattendraget. Dessutom är underlaget i länsstyrelsens bedömning inte baserat på samma parametrar som den i tabell 6. Även om bedömningar generellt ska bygga på en hela tidsperiodens alla 6 år (senaste bedömning i VISS mestadels 2013-2018) så är det vanligt med färre år och även att äldre värden från tidigare bedömningsperioder ingår i bedömningar. När det gäller de biologiska kvalitetsfaktorerna så är bedömningsunderlaget väldigt litet eftersom det så sällan tagits sådana prover. Med en tätare provtagning av biologin skulle man få ett pålitligare bedömningsunderlag. Detta är något som också framgår av motiveringarna till bedömningarna i VISS där man tilldömer bottenfaunan begränsad tillförlitlighet och ibland till och med avstått från att bedöma bottenfaunastatusen på grund av att tillgången på data är så begränsad att osäkerheten i bedömningen blir för stor. Det biologiska data som tillkommit år 2017 gör att bedömningsunderlaget förbättrats.

När det gäller Jumkilsån är detta extra tydligt. I den senaste bedömningen i VISS finns just en sådan kommentar gällande stor osäkerhet i bottenfaunabedömningen. Dessutom är klassningen avseende kiselalger hämtad från föregående förvaltningscykel (2009-2016) och bygger på en undersökning där prov togs vid ett tillfälle vid två lokaler som ligger längre ned i avrinningsområdet. Klassningen avseende näringsämnen bygger inte på mätvärden utan är en expertbedömning som baseras på extrapolering av vattenförekomster av samma typ och med samma påverkan. Detta är säkert helt korrekt då bedömningen gäller hela vattendraget och inte bara den del där provpunkten vid Kallön ligger. Resultaten i denna rapport visar emellertid att högt upp i



Jumkilsåns avrinningsområde är statusen hög avseende alla ingående kvalitetsfaktorer även om vattendraget i sin helhet får en sämre status.

Sammanfattningsvis visar den ekologiska klassningen att även i relativt näringsrika vatten kan den biologiska statusen var god eller till och med hög. Årets rapport visar också på vikten av både kemiska och biologiska undersökningar för att kunna göra säkrare bedömningar av den ekologiska statusen.

## 5 Referenser

### Litteratur

- Andrén, C. & Jarlman, A. 2008. Benthic diatoms as indicators of acidity in streams. *Fundamental and Applied Limnology* 173(3): 237-253.
- Cemagref. 1982. Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon-Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse: 218 pp.
- Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten, HVMFS 2013:19 och HVMFS 2019:25
- Havs- och vattenmyndigheten 2016. Handledning för miljöövervakning: Programområde Sötvatten, Undersökningstyp "Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys" Version 3:2: 2016-01-16.
- Herbert, R., L. Björkvald, T. Wällstedt and K. Johansson (2009). Bakgrundshalter av metaller i Svenska inlands- och kustvatten. Institutionen för vatten och miljö, SLU. Rapport 2009:12.
- Kahlert, M. 2011. Framtagande av gemensamt delprogram Kiselalger i rinnande vatten. Verifiering av kiselalgsindex och förslag till övervakningsstationer. Rapport Länsstyrelsen Blekinge 2011:6.
- Kahlert, M. 2012. Utveckling av en miljögiftsindikator – kiselalger i rinnande vatten. Rapport 2012:12, Länsstyrelsen Blekinge län.
- Kelly, M.G. 1998. Use of the trophic diatom index to monitor eutrophication in rivers. *Water Research* 32: 236-242.
- Köhler S. (2014). Faktorer som styr skillnader mellan totalhalter och lösta halter metaller i et antal svenska ytvatten. SLU, Institutionen för vatten och miljö, Rapport 2012:21
- Länsstyrelsen Uppsala län. Regional årlig uppföljning av miljömålen i Uppsala län 2017
- Naturvårdsverket 2007. Status, potential och kvalitetskrav för sjöar, vattendrag, kustvatten och vatten i övergångszon. En handbok om hur kvalitetskrav i ytvattenförekomster kan bestämmas och följas upp. Handbok 2007:4, utgåva 1 december 2007. Bilaga A Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.
- SLU 2016. Kiselalger i svenska sötvatten. Retrieved 12 September 2017, from <http://miljo-data.slu.se/mvm/DataContents/Omnidia>

## Datakällor

Bio-met	<a href="https://bio-met.net/">https://bio-met.net/</a>
Fyrisåns vattenförbund	<a href="http://fyrisan.se/">http://fyrisan.se/</a>
Miljödata-MVM	<a href="http://miljodata.slu.se/mvm/">http://miljodata.slu.se/mvm/</a>
SMHI Vattenweb	<a href="https://www.smhi.se/data/hydrologi/vattenwebb">https://www.smhi.se/data/hydrologi/vattenwebb</a>
VISS	<a href="https://viss.lansstyrelsen.se/">https://viss.lansstyrelsen.se/</a>