



Fyrisåns avrinningsområde 2017

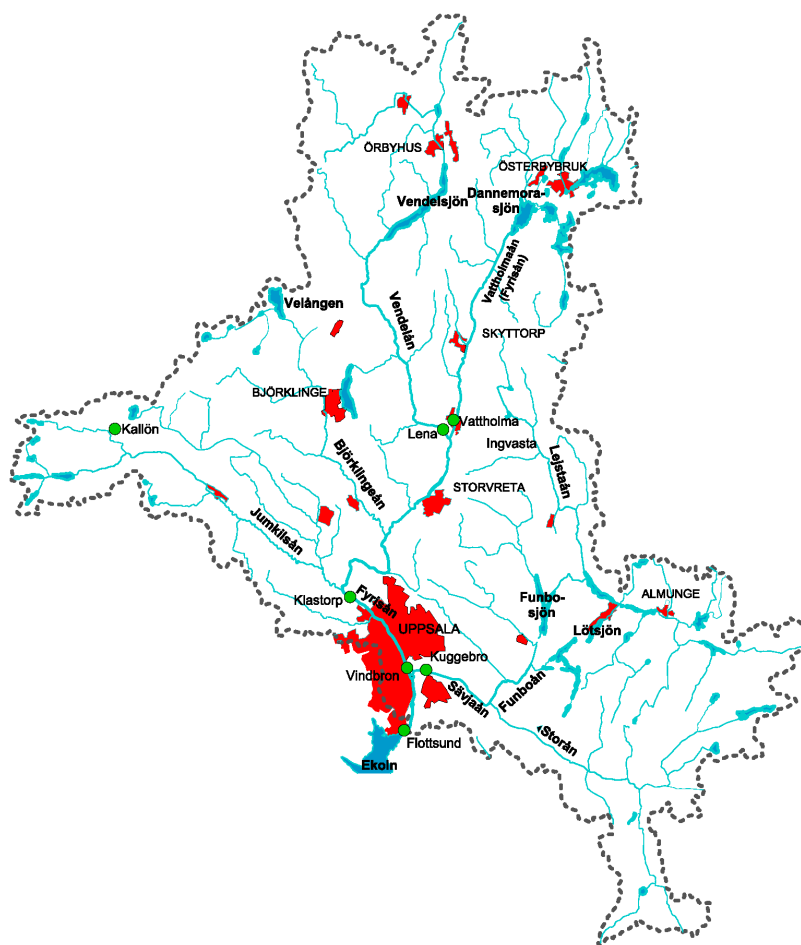
SLU, Vatten och miljö: Rapport 2018:4

Omslagsfoto: Sävjaån vid Falebro, foto Emma Lannergård
Övriga fotografier: Emma Lannergård och Jelena Rakovic
Författare: Ingrid Nygren
Medförfattare: Emma Lannergård, Karin Wallman och Stephan Köhler
Ansvarig forskare: Jens Fölster

Kontakt:
Ingrid.nygren@slu.se
<http://www.slu.se/vatten-miljo>

Innehållsförteckning

Inledning	2
Analysresultat	3
Näringsämnen	3
Metaller	4
Totalhalter, trender och transport	4
Filtrerad och biotillgänglig halt	6
Modellering av filtrerade metallhalter	7
Händelser under året	10
Flytt av provpunkt Sävjaån, Kuggebro	10
Sensorer för kontinuerlig mätning av vattenkvalitet	11
Referenser	12



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

Inledning

Under året har provtagning utförts en gång i månaden i Fyrisån med tillflödena Vendelån, Jumkilsån och Sävjaån. Provtagning och analys har utförts av det ackrediterade kemiska laboratoriet vid Institutionen för vatten och miljö, SLU (SWEDAC nr 1208) på uppdrag av Fyrisåns vattenförbund. Detta nyhetsbrev innehåller en kortfattad sammanfattning av årets analysresultat. Analysresultaten i sin helhet finns tillgängliga via internet på institutionens hemsida, under miljödata-MVM:

<http://miljodata.slu.se/mvm/Query?studies=446&products=0,3,4,6,8&startdate=2017-01-01&enddate=2017-12-27>

Metodförteckning med mätområden och mätosäkerheter återfinns på institutionens hemsida under vattenkemiska laboratoriet:

<https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/vom/laboratorier/ackrediterade-vattenanalyismetoder.pdf>

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 återfinns i förhållande till deras mynning i huvudfåran. Stationen i Sävjaån har flyttats under året. Orsaken till detta samt jämförande mätningar vid de två provpunkterna presenteras i ett senare avsnitt.

Tabell 1. Stationer och stationskoordinater vid ordinarie provpunkter 2008-2016.

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 ¹	6636170	1605790	6635707	650866
Sävjaån Kuggebro uppstr. Pumphuset ²	6636150	1605835	6635687	650911
Fyrisån, Flottsund	6631160	1604150	6630679	649288

¹T.o.m. juli 2017

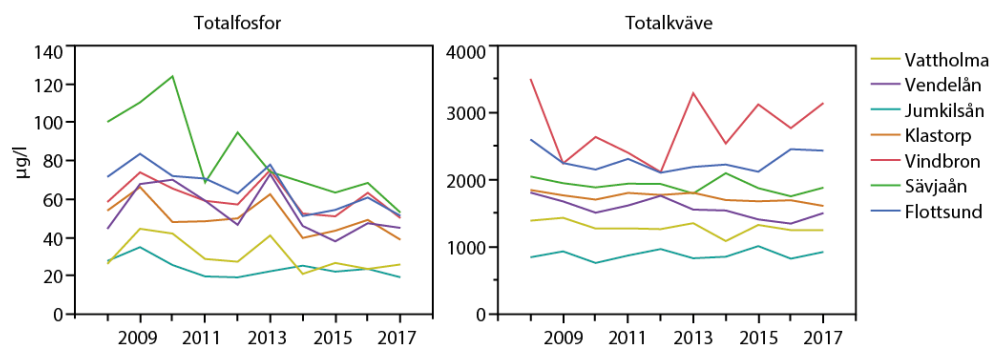
²Fr.o.m. augusti 2017

Analysresultat

Näringsämnen

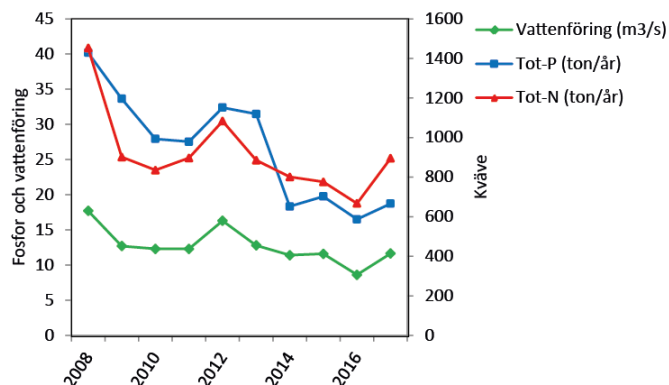
Fosfor och kväve är de viktigaste näringsämnena för växter i sötvatten, men om tillgången blir alltför stor kan det orsaka problem som övergödning, igenväxning och syrebrist i sjöar och vattendrag. I vattendrag är livsbetingelserna inte lika beroende av näringshalterna som i sjöar, men det är ändå viktigt att begränsa tillförseln av näringsämnen eftersom förhöjda halter påverkar nedströms liggande sjöar och hav. För Fyrisåns del är det Mälaren som belastas av de näringsämnen som transporteras med vattnet ut i fjärden Ekoln.

Figur 2 nedan visar medelhalt av fosfor och kväve vid alla stationer de senaste tio åren. Här ser man tydligt att de lägsta näringshalterna återfinns högt upp i systemet vid stationerna Vattholma och Jumkilsån vid Kallön för att sedan öka nedåt då näringsämnen tillförs från omgivande mark liksom från biflöden och olika former av utsläpp. För fosfor tycks det finnas en nedåtgående trend även om variationen mellan åren i vissa fall är stor. När det gäller kväve är mönstret inte lika tydlig. Vid vissa stationer kan man ana en viss minskning medan det vid andra stationer verkar som att kvävehalterna istället ökar. Detta gäller framförallt vid Vindbron men där är också variationen mellan åren är stor.



Figur 2. Årsmedelvärden för totalfosfor respektive totalkväve. Tidsserie för perioden 2008-2017.

Transporten av näringsämnen till Ekoln har beräknats med hjälp av medelhalter vid Flottsund och modellerad vattenföring (hämtad från SMHI Vattenweb) vid utloppet till Ekoln (Figur 3). Denna beräkning är mycket förenklad och utgår från årsmedel för både näringsämnen och vattenföring. Det innebär att ingen flödesviktning av näringshalterna har gjorts och därmed kan enstaka avvikande mätvärden få oproportionerligt stor påverkan på slutresultatet. Inte heller har någon stationskorrigering av vattenföringen utförts. Figuren ger dock en relativt god bild av storleksordningen på transporten och av skillnader mellan åren. Efter ett antal år med minskade transporter pekar årets värden åter uppåt. Variationen mellan åren är dock stor och är till stor del kopplad till vattenföringen



Figur 3. Transport av fosfor och kväve samt årsmedelvattenförning vid Flottsund 2008-2017

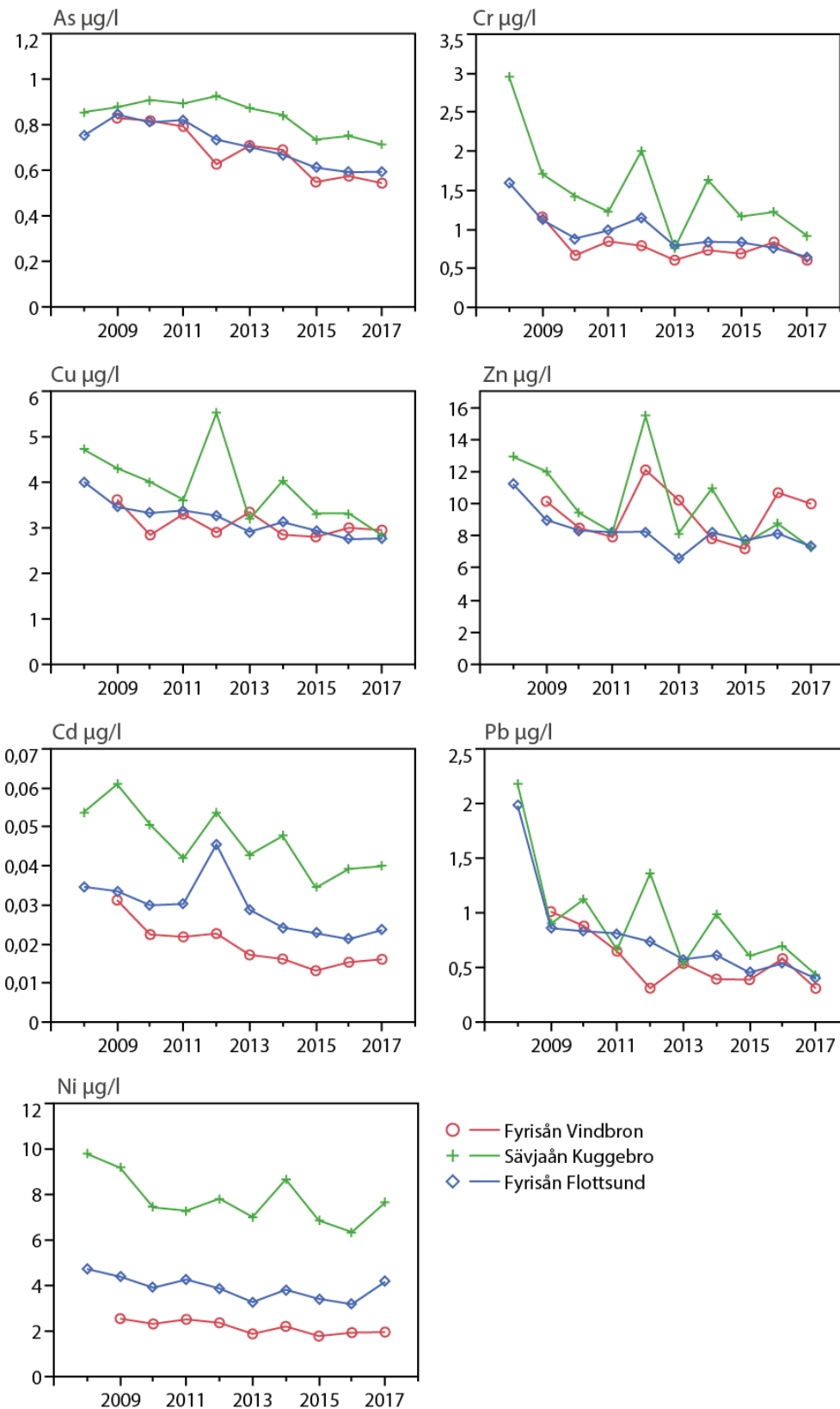
Metaller

Metaller förekommer naturligt i låga halter i vatten och är livsnödvändiga i små mängder 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 biotillgängligheten har tagits fram genom utvärdering av försök med vattenlevande organismer. Resultat redovisas nedan.

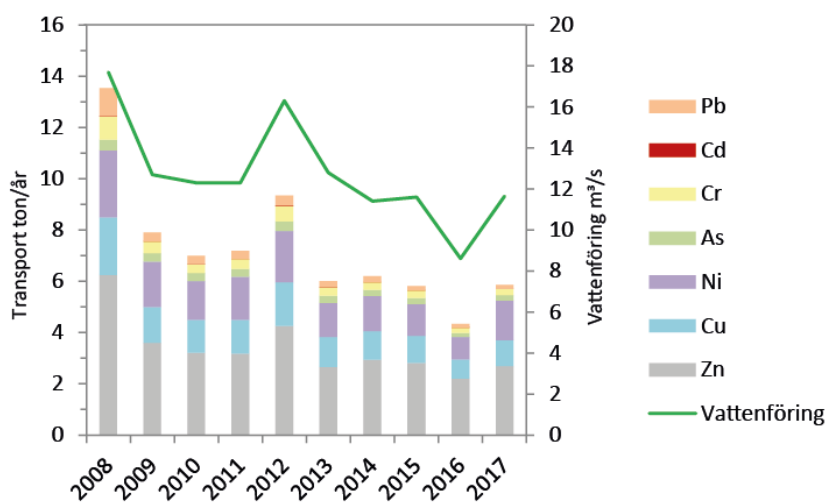
Totalhalter, trender och transport

I Figur 4 visas årsmedel för de metaller som ingått i programmet de senaste tio åren. Fram till och med 2016 har endast ofiltrerade metallprover analyserats varför det är dessa halter som visas i denna figur.

Metallhalterna har mestadels gått ner under den senaste tioårsperioden men variationen mellan åren är i vissa fall stor. Sävjaån har generellt högre halter än Fyrisån.



Figur 4. Metaller, total halt, årsmedel 2008-2017



Figur 5. Total transport av metaller samt årsmedelvattenföring vid Flottsund 2008-2017.

Transporten av metaller till Mälaren har beräknats på samma sätt som transporten av näringsämnen, det vill säga baserat på årsmedelhalt och årsmedelvattenföring. I Figur 5 presenteras den sammanlagda transporten av alla metaller de senaste tio åren. Precis som för näringsämnen ser man ett tydligt samband mellan vattenföringen och storleken på transporten. Zink, koppar och nickel är de metaller som förekommer i högst halter och därmed bidrar mest till transporten.

Filtrerad och biotillgänglig halt

Under 2017 har både ofiltrerade och filtrerade prov analyserats med avseende på metaller. Provtagning har förutom vid Vindbron, i Sävjaån och vid Flottsund även skett i Fyrisån vid Klastorp. Anledningen till detta är att det i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om miljö kvalitetsnormer, HVMFS 2015:4, finns gränsvärden för flera metaller. Dessa gränsvärden avser dock upplöst koncentration, det vill säga filtrerade prover. För koppar, nickel, bly och zink gäller gränsvärdet dessutom biotillgänglig koncentration. Tabell 2 nedan visar gränsvärden och årsmedel 2017 för de metaller vilka har gränsvärden enligt bedömningsgrunder för särskilda förorenande ämnen (HVFMS 2015:4 Bil.2) eller gränsvärden för kemisk ytvattenstatus (HVFMS 2015:4 Bil.6).

Biotillgänglig halt av koppar, nickel och zink har beräknats med hjälp av verktyget Bio-met_bioavailability_tool_v2.3_04-12-2013. Eftersom det inte föreligger någon modell för bly i Bio-Met modellen användes istället Pb simulation tool (BLMtool3 2016) för beräkning av bly.

Alla metaller utom arsenik och uran ligger långt under 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 regionsvisa 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 gräns-

värde 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.

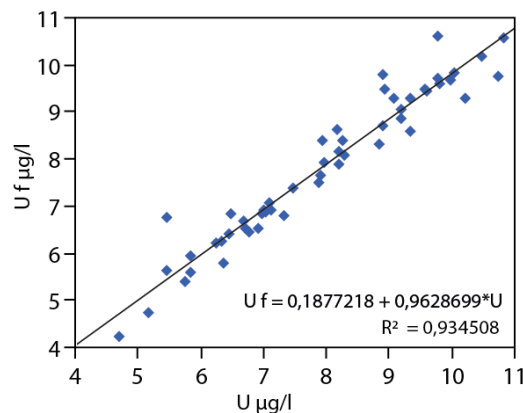
Tabell 2. Filtrerade metaller, årsmedel 2017 och gränsvärden för god status enligt HVMFS 2015:4

	Arsenik µg/l	Kadmium µg/l	Krom µg/l	Koppar* µg/l	Nickel* µg/l	Bly* µg/l	Uran µg/l	Zink* µg/l
Gränsvärde	0,50	0,15	3,4	0,5	4	1,2	0,17	5,5
Klastorp	0,54	0,007	0,24	0,02	0,23	0,05	8,4	0,5
Vindbron	0,45	0,008	0,27	0,04	0,26	0,06	8,1	1,0
Sävjaån	0,60	0,028	0,28	0,04	0,94	0,05	7,4	0,5
Flottsund	0,49	0,014	0,27	0,05	0,60	0,06	7,8	0,6

* Biotillgänglig halt

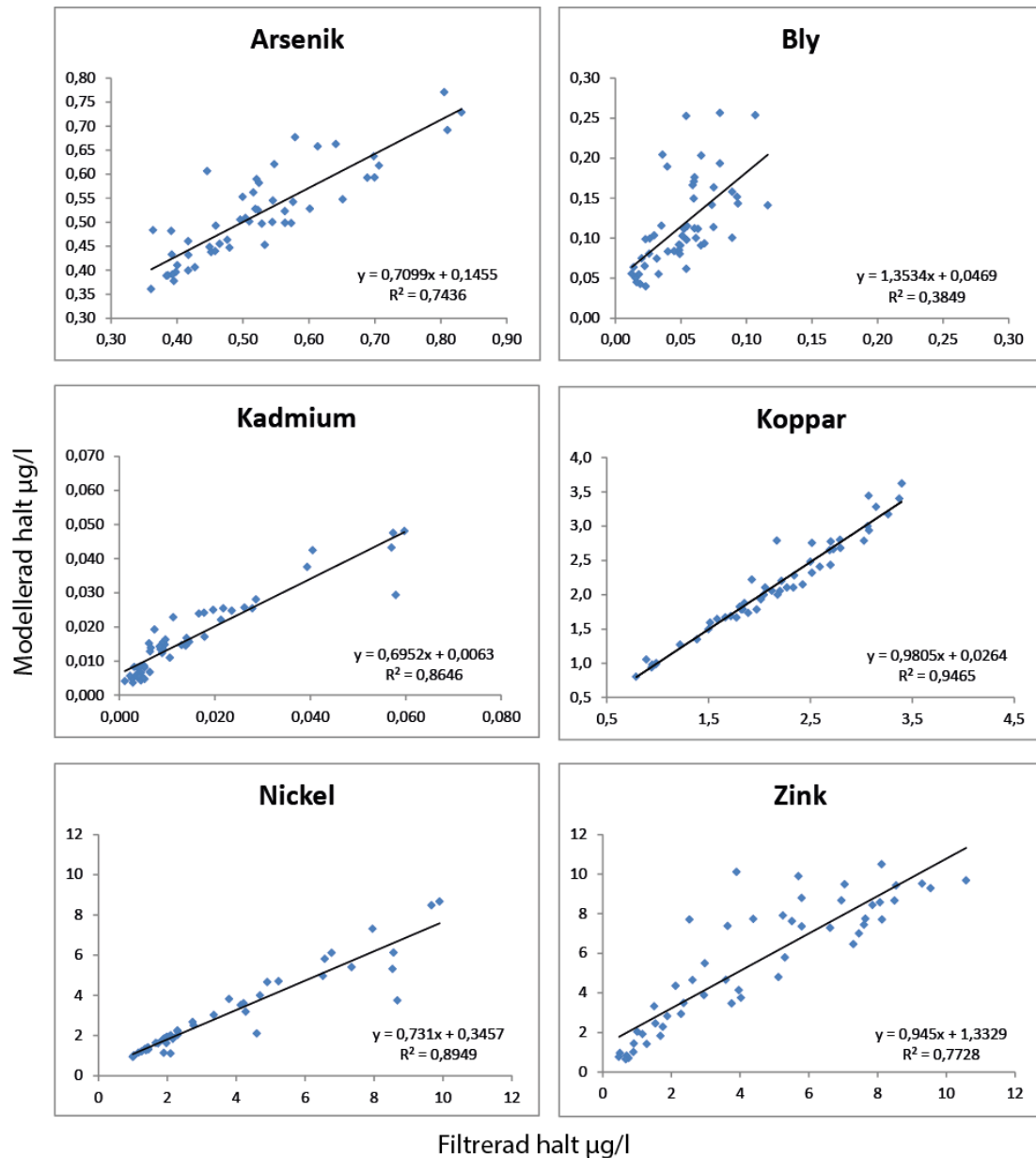
Modellering av filtrerade metallhalter

Historiskt sett har metallanalys inom projektet Fyrisån skett på ofiltrerade dekanterade prov. När forskningssamarbetet mellan Fyrisåns vattenförbund och institutionen för vatten och miljö inleddes lades analys av filtrerade metaller till på grund av att föreskrifterna förutsätter detta. Man kom dock överens om att tills vidare fortsätta med att analysera även ofiltrerat prov och efter det första året utvärdera skillnaden mellan analysresultaten. Ett alternativ till att analysera filtrerat prov skulle kunna vara att beräkna löst halt utifrån totalhalt och tillgängliga vattenkemiska data. Arbete med att ta fram formler för detta har gjorts på institutionen och presenteras i rapport 2012:21, Köhler (2014). I modellen finns formler för de metaller som har gränsvärden i bedömningsgrunderna med undantag för 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 (Figur 6). Sambandet tyder på att all uran är bundet till kolloidalt material (< 0.45 µm) i form av järn eller järn-humuskomplex.



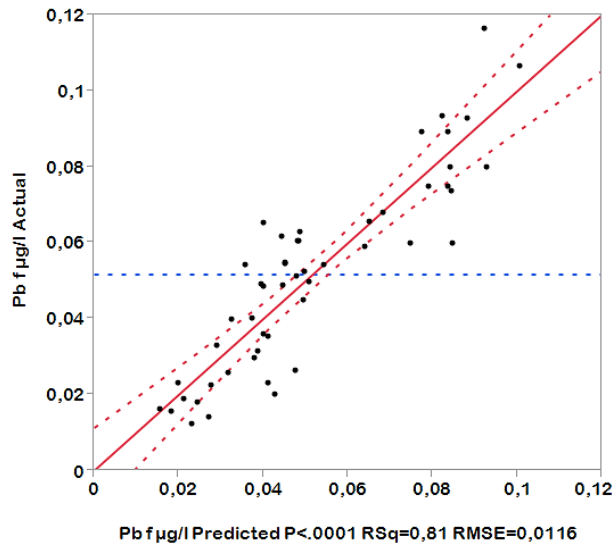
Figur 6. Uran, filtrerad mot total halt.

I Figur 7 visas förhållandet mellan uppmätt halt i filtrerat prov och modellerad löst halt för de metaller som har gränsvärden i HVFMS 2015:4.



Figur 7. Metaller, filtrerad mot modellerad löst halt.

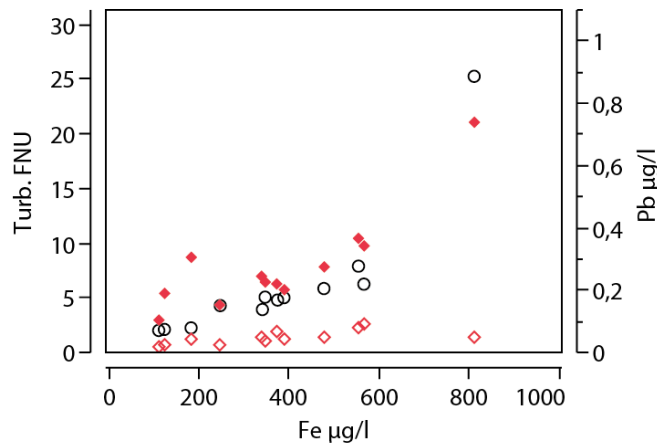
Modellen för prediktion av löst Bly är inte tillfredställande. Därför gjordes en så kallad lokal kalibrering av filtrerade halter bly med variabler som är signifikanta och som är kända för att har stor påverkan på andel partikulärt bly. Sambandet redovisas nedan i Figur 8. Modellen har ett R^2 värde av 0.81.



Figur 8. Bly filtrerad halt mot modellerad halt beräknad med formeln
 $Pb_{filt} = -0,00072 + 0,223Abs F 420/5 - 0,00214Turb. FNU + 0,0945Pb_{tot} [\mu g/l]$

Filtrerad halt bly ökar med stigande total halt bly (Pb_{tot}), närvaro av humus (AbsF420/5) och sjunkande halt av partiklar i vatten (Turb FNU).

Jämförelsen mellan filtrerad och modellerad löst halt visar att man med god precision kan beräkna halten löst metall utifrån total halt och tillgängliga vattenkemiska data.



Figur 9. Förhållandet Bly total (♦) och modellerad halt löst Bly (◇) samt turbiditet (o) mot järn total halt.

Blyhalter styrs både av förekomst av järn och av partikelhalt (turbiditet). I Fyrisån förekommer stora variationer av totalhalt bly, däremot är halten filtrerad bly någorlunda konstant och mycket låg. Detta beror på att halten organiskt kol är hög samt att höga pH värden (> 7) binder upp bly till partikulärt järn (Figur 9). Transport av bly styrs därför främst av förekomst av partiklar. Missar man provtagningsstillfällena med hög turbiditet underskattar man förmodligen även transport av bly och andra partikelbundna ämnen. Tillgång till en sensor vid Flottsundsbron kommer därför att vara ett mycket viktigt verktyg.

Händelser under året

Flytt av provpunkt Sävjaån, Kuggebro

Inom ramen för forskningssamarbetet mellan Fyrisåns VF och Institutionen för vatten och miljö påbörjades vid årsskiftet 2016/2017 en diskussion angående en eventuell flytt av provpunkten. Placeringen av provpunkten var inte optimal utan låg nedströms ett dagvattenutsläpp samt väg 255. Det kan innebära att vattenprovet ibland utgörs av dåligt inblandat dagvatten och därmed inte är representativt. Geokemilaboratoriet föreslog då en ny provpunkt ca 100 m uppströms den gamla provpunkten och under sex månader utfördes parallella provtagningar och analys av prov från de båda provplatserna.

Koordinater VISS: 6636170-1605790

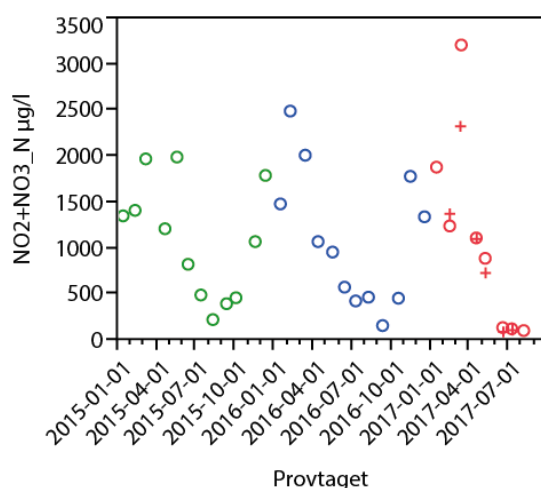
Koordinater gammal provplats: 6636187-1605727

Koordinater ny provplats: 6636150-1605835

Resultaten mellan provplatserna visade sig vara likvärdiga. Det finns enskilda tillfällen då två resultat skiljer sig åt något men skillnaden ligger många gånger inom mätosäkerheten. I mars 2017 var NO₂+3 lägre i den nya provplatsen troligen till följd av att dagvattnet påverkat vattnet vid den ordinarie provpunkten (Figur 10). Vid flera tillfällen var även tungmetallhalterna något lägre i den nya punkten uppströms dagvattenutsläppet.

Eventuella systematiska skillnader kan ses för kalcium och kalium. Kalcium och kalium var lägre på den nya provplatsen feb-juni (i snitt 2% för Ca och i snitt 6% för K).

Slutsats: En flytt av provpunkten i Sävjaån, Kuggebro innebär en minskad risk att provet kontamineras av dåligt inblandat dagvatten innehållande vägsalt och föroreningar från trafiken som påverkar enskilda mätvärden. Skillnaden i vattenkemi mellan provplatserna är så liten att inga tydliga hopp i tidserierna kommer att kunna urskiljas. Geokemilaboratoriet föreslog därför en flytt av provpunkten Sävjaån, Kuggebro vilket accepterades av vattenförbundet.



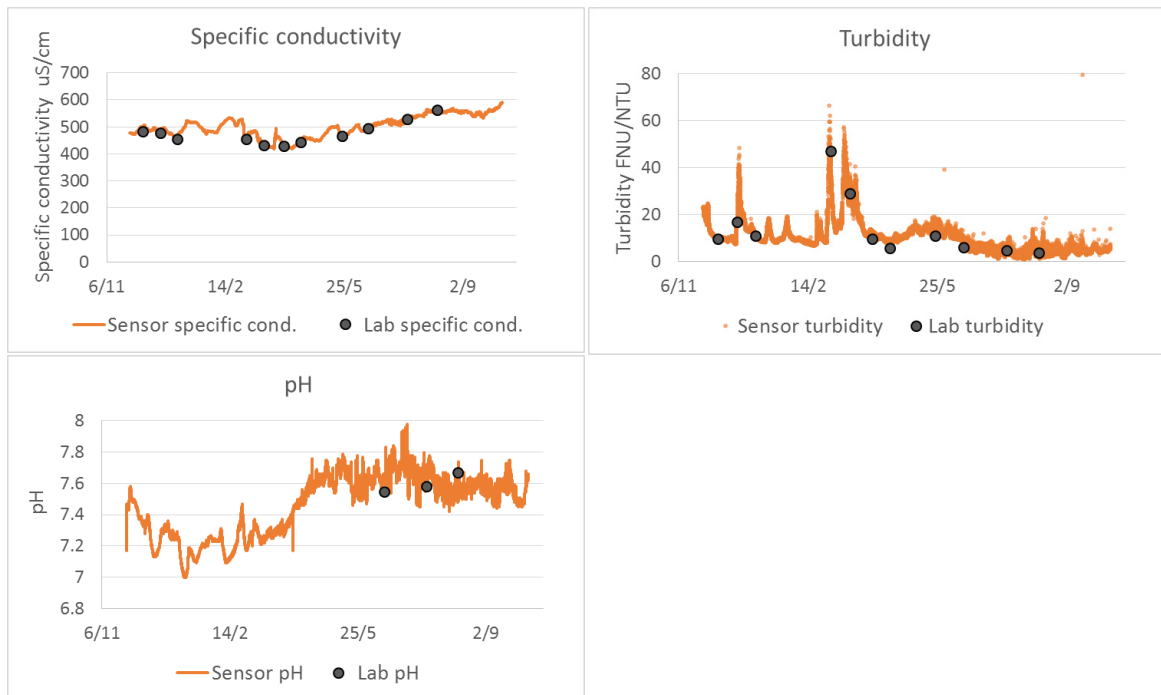
Figur 10. Tidserie NO₂+NO₃-N vid ordinarie (o) och ny (+) provplats. Färg visar provtagningsår.

Sensorer för kontinuerlig mätning av vattenkvalitet

För närvarande finns tre sensorer placerade inom Fyrisåns avrinningsområde;

- en i Sävjaån
- en i närheten av Bärbyleden uppströms Uppsala stad
- en i Flottsund nedströms Uppsala stad

Sensorerna mäter vattenkemidata (turbiditet, konduktivitet, pH, löst syre och löst organiskt material) var 15:e minut, vilket fångar perioder av högre koncentrationer som inte hade uppmätts med månadsvisa provtagningar. Kvaliteten på data från sensorerna har visat sig vara väl överensstämmande med resultat från månadsvisa prover analyserade på lab (Figur 11). Vissa av sensorerna är utrustade med en telemetrienheter vilket gör att data kan visas online i realtid. Innan sommaren 2018 kommer mätningarna med sensor i Bärbyleden att avslutas.



Figur 11. Sensordata jämfört med prov analyserade på geokemilaboratoriet.



Utsättning sensorer på olika platser i Fyrisåns avrinningsområde

Referenser

Litteratur

Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. (HVMFS 2015:4)

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.

Länsstyrelsen Uppsala län. Regional årlig uppföljning av miljömålen i Uppsala län 2017

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

Datakällor

Fyrisåns vattenförbund <http://www.fyrisan.se/>

Miljödata-MVM <http://miljodata.slu.se/mvm/>

SMHI Vattenweb <http://vattenweb.smhi.se/>