

MG
/OK

Vattenkemiska undersökningar i Märstaån 2019

Vattenkemiska undersökningar i Märstaån 2019
Författare: Jenny Näslund, Ulf Lindqvist och Mia Arvidsson
2020-05-26
Rapport 2020:21
Naturvatten i Roslagen AB
Norra Malmavägen 33
761 73 Norrtälje
0176 – 22 90 65

BAKGRUND	4
REDOVISNING	6
RESULTAT	7
KLIMAT OCH HYDROLOGI	7
<i>Temperatur</i>	8
<i>Nederbörd</i>	8
<i>Vattenföring</i>	9
VATTENKEMI	10
SAMMANFATTANDE RESULTAT	10
<i>pH, alkalinitet och konduktivitet</i>	10
<i>Grumlighet, absorbans och TOC (totalt organiskt kol)</i>	11
<i>Näringsämnen</i>	13
<i>Särskilt förorenande ämnen</i>	17
<i>Kemisk status-prioriterade ämnen</i>	19
DELAVRINNINGSOMRÅDEN	20
<i>Kättstabäcken</i>	20
<i>Halmsjöbäcken</i>	27
<i>Odensalabäcken</i>	34
<i>Rosersbergsbäcken</i>	41
<i>Märstaåns mynning</i>	48
STATISTISKA TRENDER OCH SAMBAND	55
REFERENSER	57
BILAGA 1. ANALYSRESULTAT MÄRSTAÅN 1997-2019	58
BILAGA 2. STATISTISKA TRENDER OCH SAMBAND	59

Bakgrund

Märstaåns vattensamverkan, ett samarbete mellan Swedavia, Stockholm Exergi AB, Sigtuna Återvinning AB, Sigtuna kommun, Sigtuna Vatten & Renhållning AB, Beckers Industrial Coatings AB och Lantbrukarnas riksförbund (LRF), har sedan 2012 utfört provtagning av vatten och kiselalger i Märstaån och dess delavrinningsområden. Provtagningen omfattar månadsvis vattenprovtagning i Märstaåns mynning samt i Rosersbergsbäcken, Odensalabäcken, Kättstabäcken och Halmsjöbäcken, se Figur 1. I denna rapport sammanställs och analyseras de vattenkemiska parametrarna. Kiselalgsprover ha tagits vid Märstaåns mynning (augusti 2019) och redovisas i rapporten Kiselalger i Stockholms län 2019 (Länsstyrelsen Stockholm 2020).



Figur 1. Märstaåns avrinningsområde och provtagningsstationer vid undersökning 2019

Vattenprovtagningen har genomförts av Länsstyrelsen i Stockholms län och proverna har analyserats med avseende på temperatur, pH, alkalinitet, konduktivitet, absorptions, grumlighet, ammoniumkväve, nitrit- och nitratkväve, totalkväve, fosfatfosfor, totalfosfor, TOC (totalt organiskt kol), klorid och sulfat samt metaller. Metaller har analyserats på filtrerade prover.

Märstaåns avrinningsområde är ett naturligt näringsrikt vattendrag beroende av avrinningsområdets dominans av lerjordar, se Tabell 1. Vattenkvaliteten i vattendragen påverkas dock även av rätting och dikning, jordbruksmark och ett urbant samhälle med hårdgjorda ytor. **I rätade och dikade vattendrag ökar erosionen och transporten av lerpartiklar är stor.** Jordbruksmarken läcker näringsämnen och via det urbana samhällets hårdgjorda ytor transporteras både miljögifter, metaller och näringsämnen till vattendragen. Enligt SMHI:s beräkningarna för källfördelning av den totala belastningen av kväve och fosfor stod jordbruksmark för ca 55 procent (SMHI 2020a). Under lågflödesperioder kan dock även påverkan från antropogena marktyper som dagvatten och enskilda avlopp visa sig som förhöjda ämneshalter i de olika delavrinningsområdena i Märstaåns avrinningsområde.

Tabell 1. Beskrivning av markanvändning och jordarter i Märstaåns avrinningsområde samt Källfördelning (period 2004-2018) av den totala belastningen av kväve och fosfor från SMHI, 2020a.

Markanvändning [%]		Jordarter [%]		Källfördelning total belastning		
				Marktyp	Kväve [kg/år]	Fosfor [kg/år]
Sjö & vattendrag	0.6	Morän	37.0	Sjö & Vattendrag	243	0
Skogsmark	37.6	Tunn jord och kalt berg	10.9	Skog & Hygge	5889	196
Hedmark och övrig mark	10.8	Torv	3.0	Myr	78	1
Myr- och våtmarker	0.50	Isälvsmaterial	0.6	Jordbruk	19592	860
Jordbruksmark	22.8	Grovjord	6.2	Övrigt	2026	54
Tätort	20,9	Silt	0.1	Urbant inkl. dagvatten	6336	345
Hårdgjorda ytor	6.8	Finjord	12.4	Enskilda avlopp	1409	120
		Sandiga jordar	0.3	Avloppsreningsverk	0	0
		Lättlera	1.1	Industri	0	0
		Mellanlera	9.4			
		Styv lera	11.8			
		Hårdgjorda ytor	6.8			
		Sjö & vattendrag	0.6			

Redovisning

I rapporten beskrivs halter som låga (god eller hög ekologisk status), måttliga (måttlig ekologisk status) eller höga (otillfredsställande eller dålig ekologisk status) för att på ett enkelt och pedagogiskt sätt få läsaren att förstå förhållandena i de vattendragen. För absorbans, grumlighet, pH och alkalinitet saknas bedömningsgrunder i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (2013). I dessa fall används Naturvårdsverkets bedömningsgrunder från 1999 (Naturvårdsverket 1999) och där halter beskrivs enligt Tabell 2.

Tabell 2. pH, alkalinitet, absorbans och grumlighet beskrivs i rapporten enligt Naturvårdsverkets (1999) bedömningsgrunder då bedömning saknas i den aktuella föreskriften (Havs- och vattenmyndigheten 2013).

	låga	måttliga	höga
pH	surt eller mycket surt vatten	måttligt surt vatten	nära neutralt
alkalinitet	mycket svag eller obetydlig buffertkapacitet	svag buffertkapacitet	god eller mycket god buffertkapacitet
absorbans	svagt eller obetydligt färgat vatten	måttligt färgat vatten	betydligt eller starkt färgat vatten
grumlighet	mycket liten eller liten grumlighet	måttlig grumlighet	stor eller mycket stor grumlighet

För de lösta ämnena fosfatfosfor, ammoniumkväve och nitritnitratkväve finns inga bedömningsgrunder att tillgå. Vid bedömningen av haltnivåer (låga, måttliga eller höga) har hänsyn tagits till andelen av totalhalt, jämförelser med övriga mättillfällen och en expertbedömning.

I kontrollprogrammet ingår bedömning av Särskilt förorenade ämnen (SFÄ) avseende arsenik, krom, koppar och zink. Klassning görs mot fastställda gränsvärden enligt gällande föreskrift (Havs- och vattenmyndighetens föreskrift 2013) som vanligen avser årsmedelhalter och ibland även maximal tillåten koncentration. Ämnen som ingår i SFÄ bedöms till att uppnå god eller måttlig status. Gränsvärde för koppar och zink avser biotillgänglig del. Vid bedömningen av arsenik skall hänsyn tas till områdets bakgrundshalt. Det finns ingen framräknad bakgrundshalt för Märstaåns avrinningsområde utan vi har i detta fall använt en generell bakgrundshalt för olika typer av vattendrag (Herbert m.fl. 2009). För kalkrika färgade vattendrag (Kättstabäcken) är bakgrundshalten 0,60 µg/l och för kalkrika klara vattendrag (övriga) är bakgrundshalten 0,33 µg/l. I denna utredning bedöms även kemisk status som baseras på halter av

prioriterade ämnen. Bedömning görs av tre metaller: kadmium, nickel och bly. Gränsvärden för kadmium avser lösta halter medan gränsvärden för nickel och bly avser den biotillgängliga delen av metallen. Bedömning görs till klasserna god kemisk status eller uppnår ej god kemisk status. Tabell 3 visar gränsvärden för de undersökta ämnen som bedöms under SFÄ och kemisk status.

Tabell 3. Gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration för särskilt förorenade ämnen (SFÄ) och kemisk status för halt i vatten med enhet µg/l enligt föreskrift HVMFS 2013:19. Arsenik, krom, koppar och zink ingår i SFÄ. Koppar och zink bedöms från biotillgänglig del. Vid bedömning av arsenik tas hänsyn till områdets bakgrundshalt. Kadmium, bly och nickel bedöms under kemisk status och där de två sistnämnda bedöms från biotillgänglig del.

Ämne SFÄ	Årsmedelvärde (µg/l)	Maximal tillåten koncentration (µg/l)
Arsenik**	0,5	7,9
Krom	3,4	
Koppar	0,5*	
Zink	5,5*	
Ämne kemisk status		
Kadmium	0,15	0,9
Bly	1,2*	14*
Nickel	4*	34*

*biotillgänglig del

** hänsyn tas till områdets bakgrundshalt vid bedömning av arsenik

Resultat

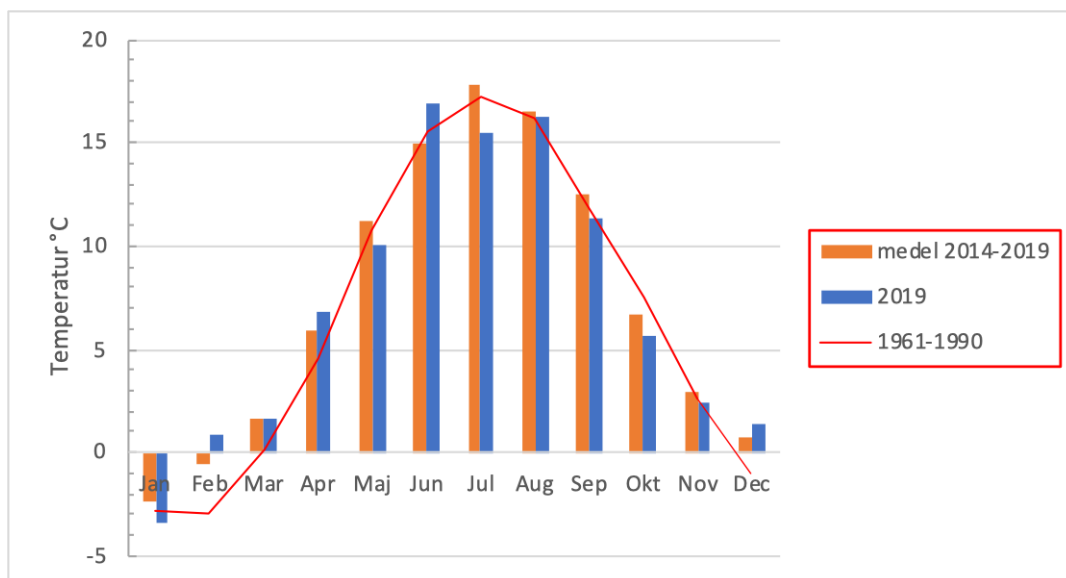
I följande avsnitt redovisas i första hand de parametrar som har ansetts viktigast för att beskriva vattenkvaliteten i Märstaån och dess delavrinningsområden. Samtliga analysresultat finns att hämta i Bilaga 1.

Klimat och hydrologi

Lufttemperaturen, nederbörd och vattenföring hämtats från SMHI för att beskriva variationen under året samt som jämförelse med tidigare år. Temperaturdata hämtades från SMHI:s mätstation Stockholm-Arlanda men vilken inte erhåller nederbördsdata. Nederbördsdata hämtades istället från den station som låg närmast Märstaån, i detta fall SMHI:s mätstation Vallentuna.

Temperatur

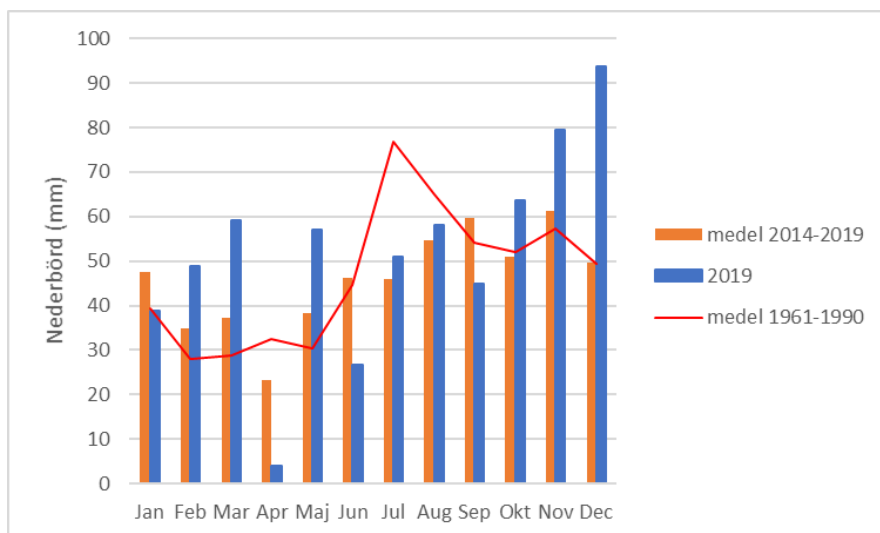
Månadsmedeltemperaturen i Stockholm-Arlanda (SMHI 2020b) redovisas i Figur 2. Januari 2019 var kallare jämfört med perioden 2014-2019 medan februari istället var varmare där månadsmedelvärdet för 2019 var över noll grader. Resterande delar av året 2019 är i stora drag likt med månadsmedelvärdet för 2014-2019 även om det vissa månader kan skilja sig. Temperaturen för 2019 är i stort likt månadsmedelvärdet för perioden 1961-1990 men temperaturen i februari och december var varmare år 2019.



Figur 2. Månadsmedeltemperaturen i SMHIS mätstation Stockholm-Arlanda år 2019 samt medelvärde av månadstemperaturen under perioden 2014-2019 och 1961-1990.

Nederbörd

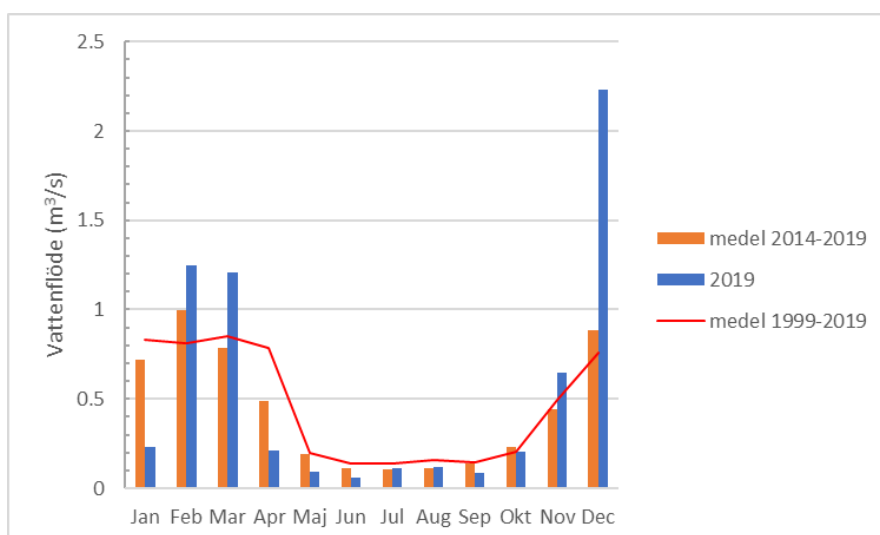
Månadsnederbörden under 2019 i Vallentuna (SMHI 2020b) visas tillsammans med månadsnederbörden för den senaste sexårsperioden och perioden 1961-1990 i Figur 3. Nederbörden under de första månaderna 2019 var nederbörden större (februari-mars och maj) än normalt medan april var en nederbördsfattig månad. Nederbörden för 2019 kan anses normal under sommaren undantaget juni som var lägre. För oktober-december var nederbörden betydligt högre både jämförelsevis med medel för 2014-2019 och 1961-1990. I december var nederbörden över 90 mm och sett till hela årets var det ett nederbördsrikt år.



Figur 3. Månadsnederbörd (mm) i SMHIs mätstation Vallentuna år 2019 samt månadsmedelnederbörd vid perioden 2014-2019 och 1961-1990.

Vattenföring

Vattenflödet (m^3/s) för Märstaårs mynning (modellerade flöden, SMHI 2020a) under 2019 och under den senaste sexårsperioden och perioden 1999-2019 visas i Figur 4. Under 2019 var vattenflödena under januari låga medan februari-mars var högre än normalt, vilket även sammanfaller med ökad nederbörd. Flödet var mycket lågt under april till september. Under november ses ett ökat flöde och en kraftig ökning för december månad där vattenföringen modellerats till över $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Det ökade flödet som ses för årets sista två månader (Figur 4) sammanfaller även med den ökade nederbörden för perioden (Figur 3).



Figur 4. Månadsflödet (m^3/s) vid Märstaårs mynning år 2019 samt månadsmedelflödet under perioden 2014-2019 och 1999-2019.

Vattenkemi

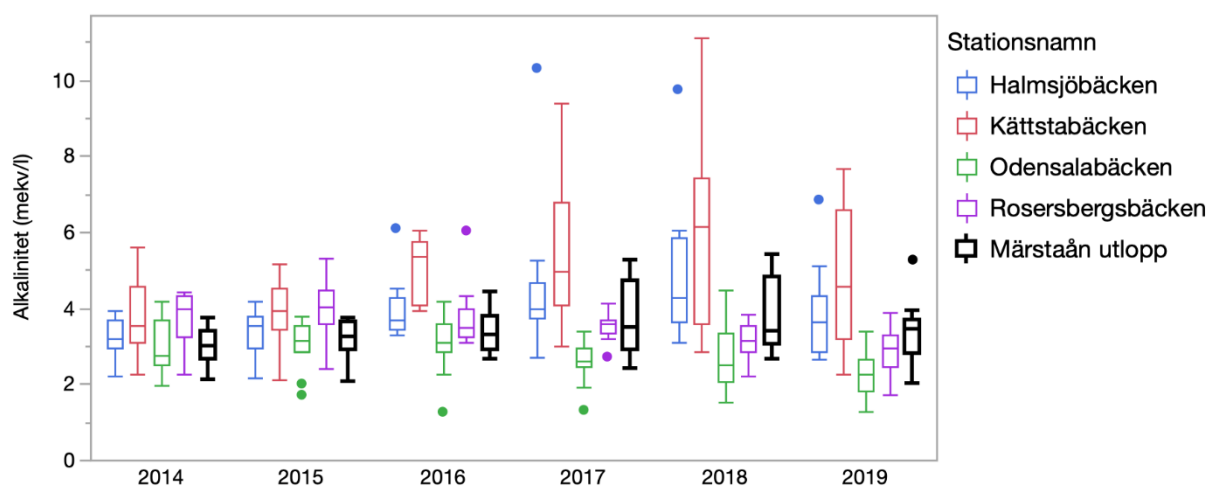
I detta avsnitt redovisas analysresultaten från Märstaåns mynning och de olika delavrinningsområdenas provpunkter. Inledningsvis jämförs resultaten från de olika delavrinningsområdena med resultaten vid Märstaåns mynning (Märstaåns utlopp). Vidare särredovisas de olika delavrinnings-områdenas provpunkter där trender och årsvariation beskrivs.

Sammanfattande resultat

I detta avsnitt redovisas resultaten från samtliga provpunkter och ekologisk och kemisk status fastställs där så var möjligt. Redovisningen omfattar den senaste sex-årsperioden 2014-2019.

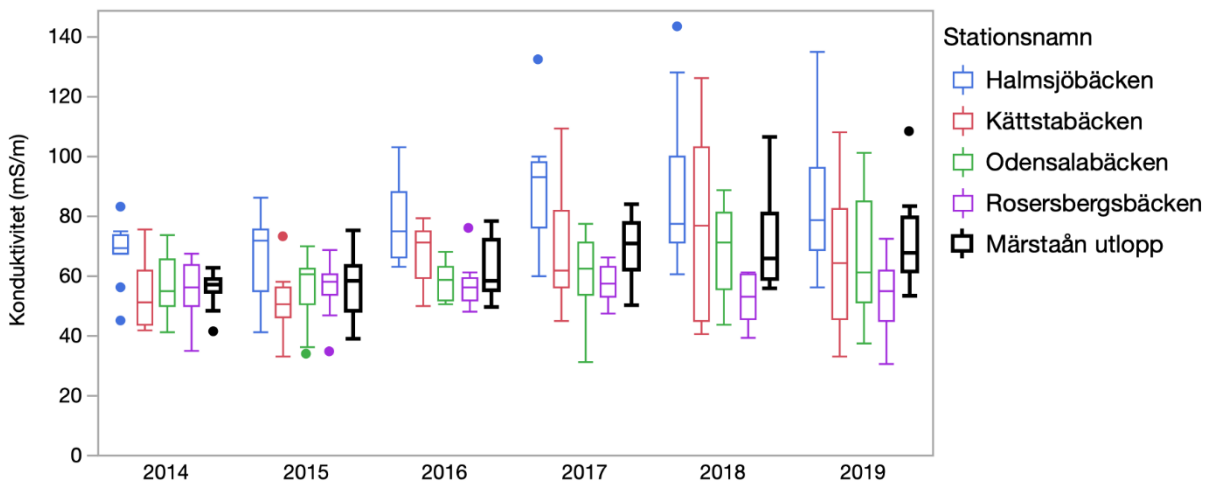
pH, alkalinitet och konduktivitet

Märstaån och dess delgrenar kan karakteriseras som välbuffrade och jonrika vattendrag med neutralt pH. pH- värdet varierar mellan ca 7 och 8, under 2019 i samtliga delar av avrinningsområdet. Alkalinitet är ett mått på vattnets förmåga att neutralisera syror, det vill säga förmågan att tåla tillskott av vätejoner utan att reagera med en pH-sänkning. Alkaliniteten visar därmed på vattnets buffertkapacitet. Högst alkalinitet uppmätts i Kättstabäcken men visar samtidigt på den största spridningen särskilt de sista tre åren, se Figur 5. Samtliga provpunkter visar att vattnet har mycket god buffertkapacitet.



Figur 5. Alkalinitet vid de fem provpunkterna i Märstaån under perioden 2014-2019.

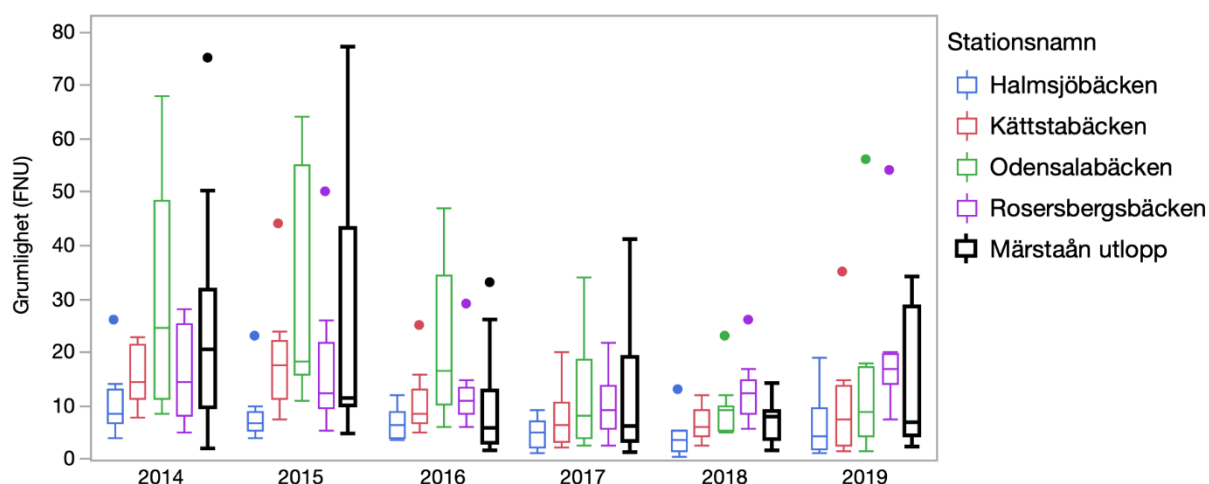
Konduktivitet (vattnets ledningsförmåga) är ett mått på vattnets totala joninnehåll och kan till exempel användas för att spåra föroreningskällor i vattendrag. I Märstaåns avrinningsområde var konduktiviteten generellt sett högst under de undersökta åren i Halmsjöbäcken vars tillrinningsområde omfattar bland annat Arlanda flygplats, se Figur 6.



Figur 6. Konduktivitet vid de fem provpunkterna i Märstaån under perioden 2014-2019.

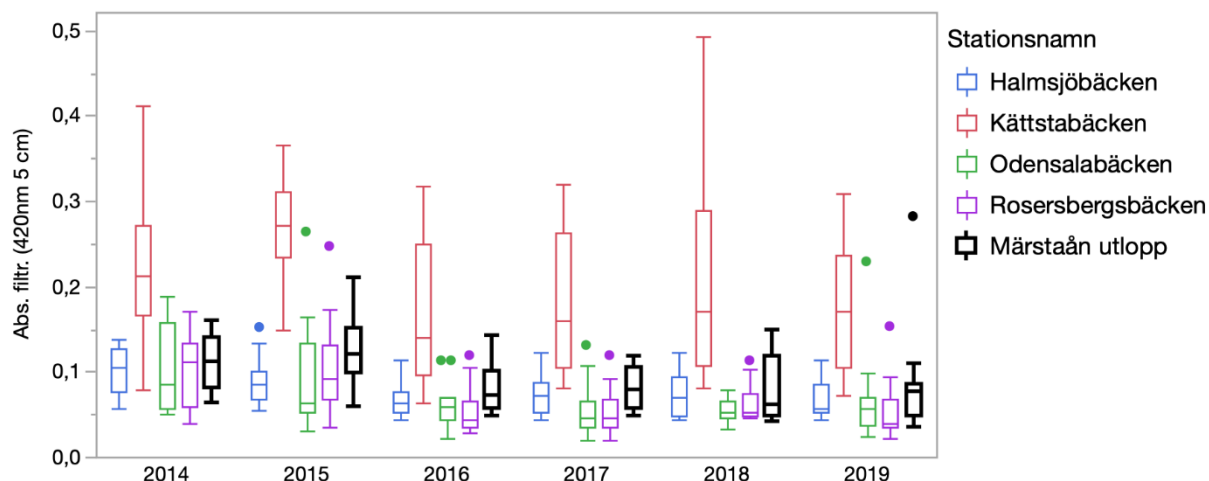
Grumlighet, absorbans och TOC (totalt organiskt kol)

Variabeln grumlighet kvantifierar mängden partiklar i vattnet genom att mäta ljusspridning. Grumlighet anges vanligen i enheten FNU (formazine nephelometric units). I Märstaåns avrinningsområde var variationen i vattnets grumlighet mycket stor, se Figur 7. Även om vissa provpunkter uppvisar en lägre variation under vissa år. Störst påverkan i grumlighet bland delavrinningsområdena uppmättes i Odensalabäcken under åren 2014-2017 vars tillrinningsområde till stora delar består av dikad jordbruks- eller öppenmark där jorderosionen längs vattendraget är stor. Ett extremt högt grumlighetsvärde (170 FNU) uppmättes i Odensalabäcken under 2019 (december) och visas inte i Figur 7 utan ses i kommande avsnitt. Vid stora nederbörd och högt flöde ökar jorderosionen vilket leder till ökad partikelmängd i vattnet. Under 2018 var grumligheten generellt lägre vid samtliga provpunkter jämfört med 2014-2017, troligen beroende av det låga flödet i vattendragen. Provtagningsresultatet för grumlighet 2019 är i likhet med 2018 där störst spridning ses i Märstaåns utlopp. Provtagningen i Märstaåns utlopp visar annars generellt på stor spridning i grumlighet för de undersökta åren, undantaget 2018.



Figur 7. Grumlighet vid de fem provpunkterna i Märstaån under perioden 2014-2019.

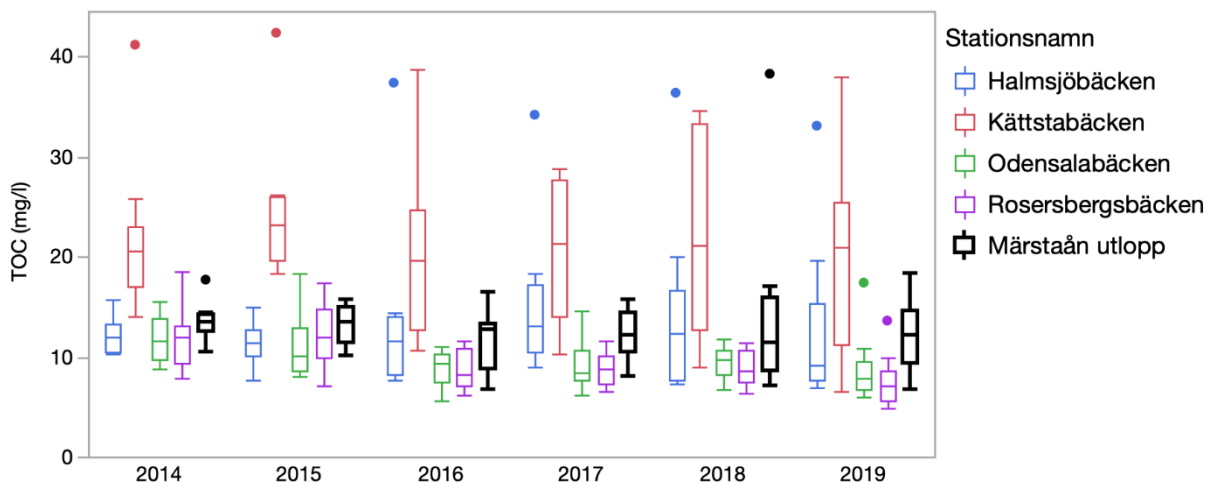
Absorbansen mäts i fotospektrometer vid 420 nm och 5 cm kyvett och kan omvandlas till vattnets färgtal (mg Pt/l) med en faktor 500. **Vattnets färg beror i första hand på mängden lösta humusämnen.** Den högsta absorbansen i Märstaåns avrinningsområde uppmättes i Kättstabäcken (Figur 8) och är genomgående högre för samtliga undersökta år. Kättstabäckens källflöden finns i ett skogsområde i delavrinningsområdets norra del vilket därmed förklarar den starkare vattenfärgen. Kättstabäckens absorbans är tydligt högre än övriga provpunkter. I övriga delar av Märstaåns avrinningsområde visar absorbansen på måttligt färgat vattnen generellt sett.



Figur 8. Absorbans vid de fem provpunkterna i Märstaån under perioden 2014-2019.

Halten av totalt organiskt kol (TOC) och absorbansen för respektive provpunkt följer varandra väl i de olika delavrinningsområdena i Märstaån. De högsta halterna av TOC är genomgående högst för Kättstabäcken (Figur 9) och övriga provpunkter visar en lägre halt. De

högre TOC halterna som ses i Kättstabäcken förklaras sannolikt av tillrinningsområdet delvis består av skogsmark.



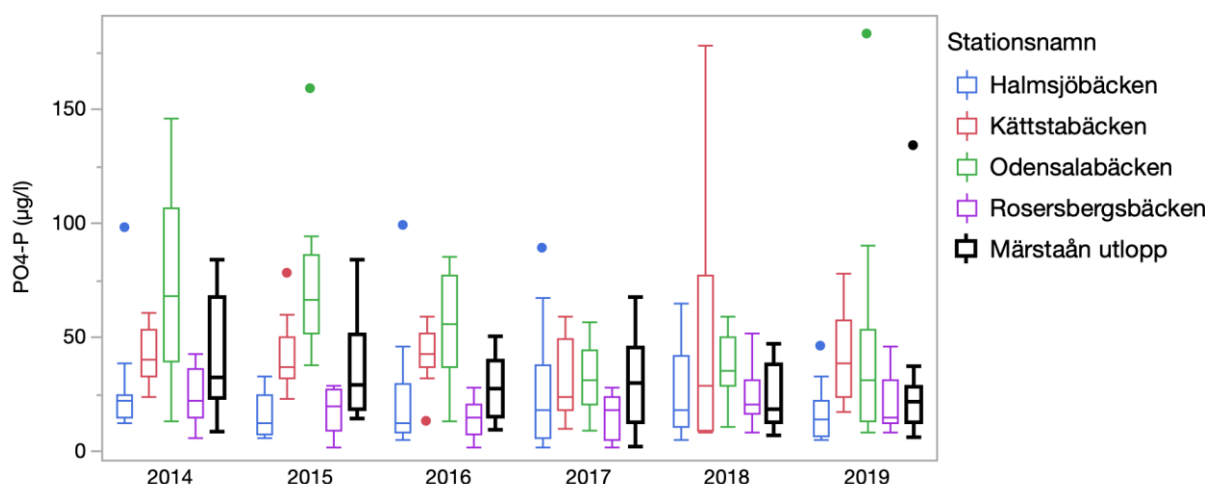
Figur 9. Halten TOC (totalt organiskt kol) vid de fem provtagningspunkterna i Märstaån under perioden 2014-2019.

Näringsämnen

I sjöar och vattendrag reglerar näringsämnena fosfor och kväve växtsamhällenas utveckling. Som regel är fosfor det viktigaste näringsämnet för dessa processer. Dessa näringsämnen finns (förenklat) antingen lösta i vattnet som närsalter eller bundna till organiska (exempelvis alger och humusämnen) eller oorganiska partiklar (lerpartiklar).

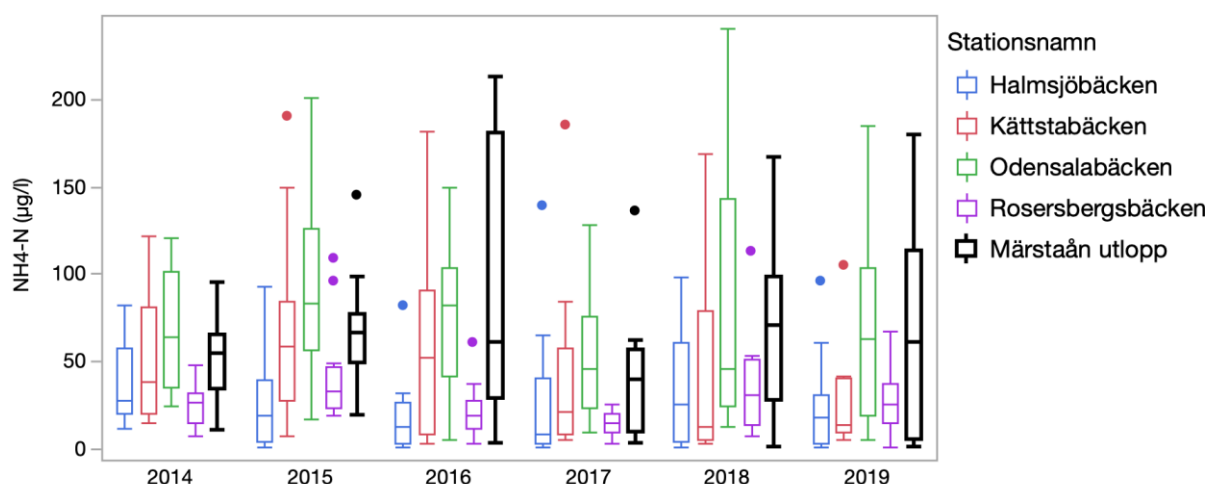
Löst fosfor och kväve

Fosfatfosfor är en oorganisk form av fosfor som är tillgänglig för upptag i växter och alger. Fosfatfosforhalterna under perioden 2014-2019 för de fem provpunkterna i Märstaåns avrinningsområde ses i Figur 10. Odensalabäcken visar generellt sett på högre uppmätta lösta fosforhalter i undersökningsperioden 2014-2018 där tillrinningsområdet domineras av jordbruksmark och öppenmark. Under 2018 uppmättes den högsta enskilda halten i Kättstabäcken även om spridningen är stor över året. 2019-års provtagning av fosfatfosfor visar Odensalabäcken den högsta enskilda halten medan medianvärdet var högst i Kättstabäcken.

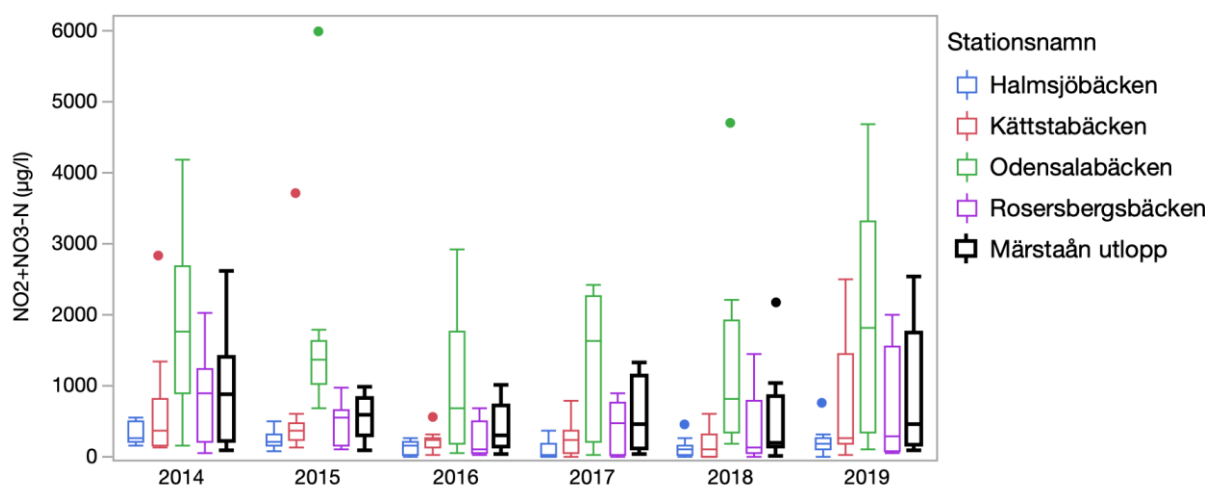


Figur 10. Fosfatfosforhalterna vid de fem provpunkterna i Märstaån under perioden 2014-2019.

Löst kväve förekommer i tre olika former. Ammoniumkväve är en växttillgänglig jonform av kväve som bildas vid nedbrytning. Nitrit- och nitrat-kväve bildas bland annat genom oxidation av ammoniumkväve men frigörs även från kringliggande markområden i samband med höga flöden. Ammoniumkvävehalten uppmättes ofta i relativt låga halter, se Figur 11, även om spridningen är relativt stor för varje provpunkt och sett till enskilda år. **Mycket höga ammoniumkvävehalter förknippas ofta med avloppsvatten och kan tyda på en påverkan från enskilt avlopp eller dagvatten i samband med låg flöden.** För 2019 hade Odensalabäcken och Märstaåns utlopp de högsta ammoniumkvävehalterna jämfört med övriga provpunkter. De uppmätta nitrit- och nitratkvävehalter utgör den största andelen löst kväve. Genomgående för den senaste sexårsperioden uppmättes högre nitrit- och nitratkvävehalter i den jordbruksdominerade Odensalabäcken (Figur 12). Halmsjöbäcken har genomgående lägst halt av nitrit- och nitratkväve samt minst variation under åren. 2019-års provtagning visar relativ stor spridning under året av nitrit- och nitratkväve jämfört med tidigare år för samtliga provtagningspunkter, undantaget Halmsjöbäcken. Undersökningen 2019 visar att Odensalabäcken hade högsta nitrit- och nitratkvävehalterna (Figur 12).



Figur 11. Ammoniumkvävehalterna vid de fem provpunkterna i Märstaån under perioden 2014-2019.

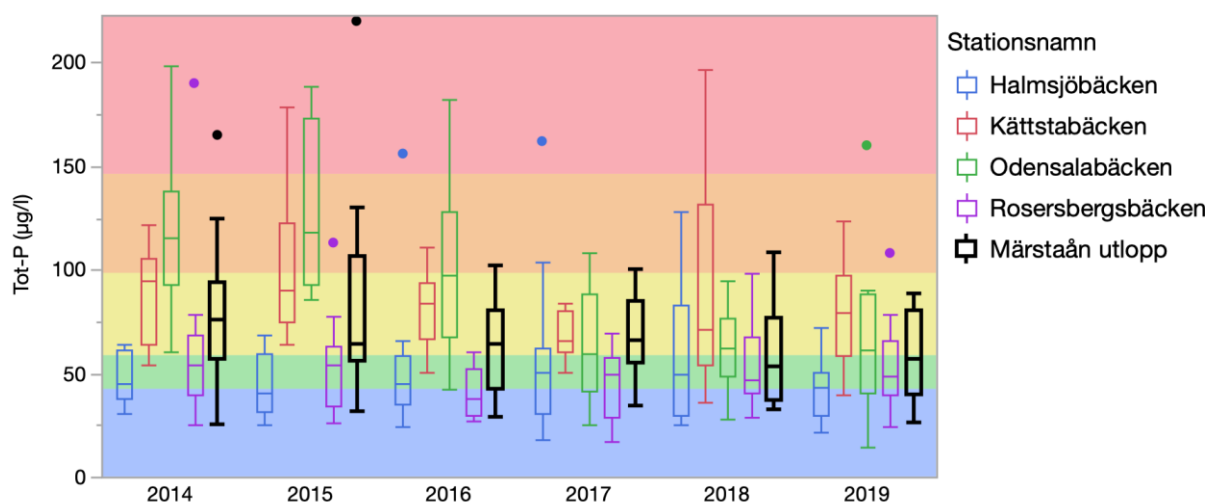


Figur 12. Nitrit-nitratkvävehalterna vid de fem provpunkterna i Märstaån under perioden 2014-2019.

Totalfosfor och totalkväve

Vattnets totala fosfor- och kväveinnehåll summerar den lösta delen fosfor respektive kväve samt den organiska och oorganiskt bundna delen. Totalfosforhalterna i de fem provtagningspunkterna i Märstaåns avrinningsområde visas i Figur 13. Sett till undersökningsperioden uppmättes generellt de högsta halterna totalfosfor i de näringsrika delavrinningsområdena Odensalabäcken och Kättstabäcken, halterna var dock lägre under 2017. Figuren visar även på stor spridning, mer eller mindre för varje provtagningspunkt, av halterna totalfosfor under respektive år. Figuren visar även gränserna mellan de fem statusklasserna för Märstaåns utlopp. För övriga fyra provpunkter finns inga framtagna uppgifter om andelen jordbruksmark varvid referensvärden inte kunde beräknas. Gränserna mellan de olika statusklasserna (Havs- och Vattenmyndigheten 2013) kan dock även fungera som en indikator för

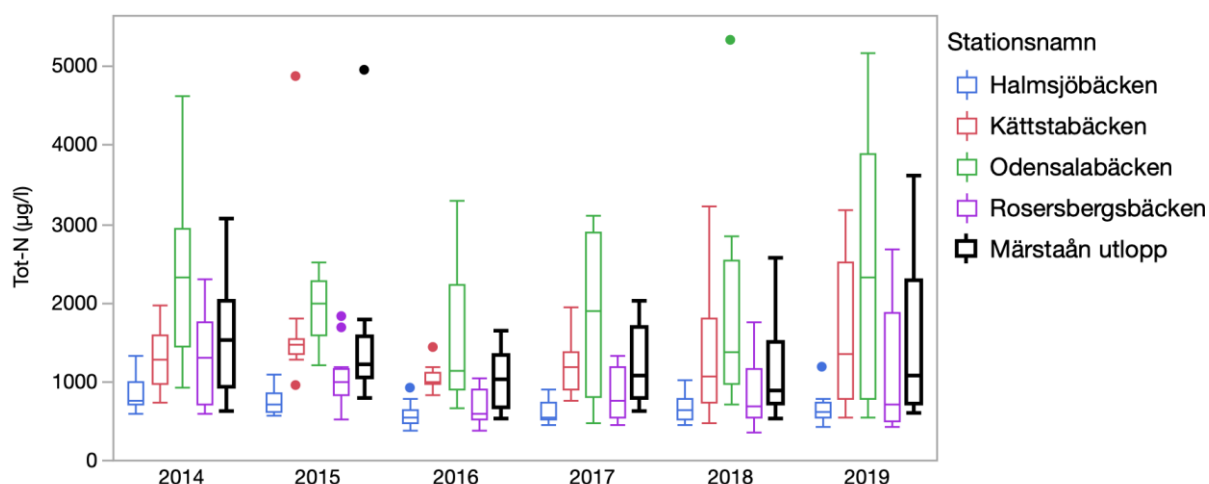
statusläget för vid de olika provpunkterna. Medianvärdet (horisontella strecket vid i varje boxplot) för Märstaåns utlopp avseende totalfosfor visar måttlig status för provtagningarna 2014-2017 medan 2018-2019 visar god status dock nära gränsen till måttlig status. Vilket gör att bedömningen kan anses osäker. Baserat på gränsen mellan god/måttlig status för Märstaåns utlopp uppvisar Halmsjöbäcken 2019 en status på gränsen mellan god/hög status. Baserat på medianvärdet för 2019 bedömdes Kättstabäcken och Odensalabäcken (nära gränsen till god) bedömdes till måttlig status och Rosersbergsbäcken till god status.



Figur 13. Totalfosforhalterna vid de fem provpunkterna i Märstaån under perioden 2014-2019. I figuren visas gränsen mellan hög (blå), god (grön), måttlig (gul), otillfredsställande (orange) och dålig (röd) status för totalfosfor vid Märstaåns utlopp. Klassgränserna fungerar som en indikator för statusläget för övriga provpunkter, referensvärde för dessa provpunkter var inte möjlig att beräknas då andelen jordbruksmark saknas.

Totalkväve innefattar både det lösta och bundna kvävet.

Totalkvävehaltens variation som ses i Figur 14 och beror till stor del på mängden löst kväve som uppmättes i de olika vattendragen. Sett till medianvärdet uppvisar de mest näringsrika vattendragen Odensalabäcken samt Kättstabäcken högre totalkvävehalter generellt under den senaste sexårsperioden. Provtagningarna 2019 visar större spridning av halten totalkväve (även nitrit- och nitratkväve) under året, undantaget Halmsjöbäcken. Denna variation beror till stor del på den ökade nederbörden som i sin tur ger ett ökat flöde och transport av näringsämnen under årets första och sista månader.



Figur 14. Totalkvävehalterna vid de fem provpunkterna i Märstaån under perioden 2014-2019.

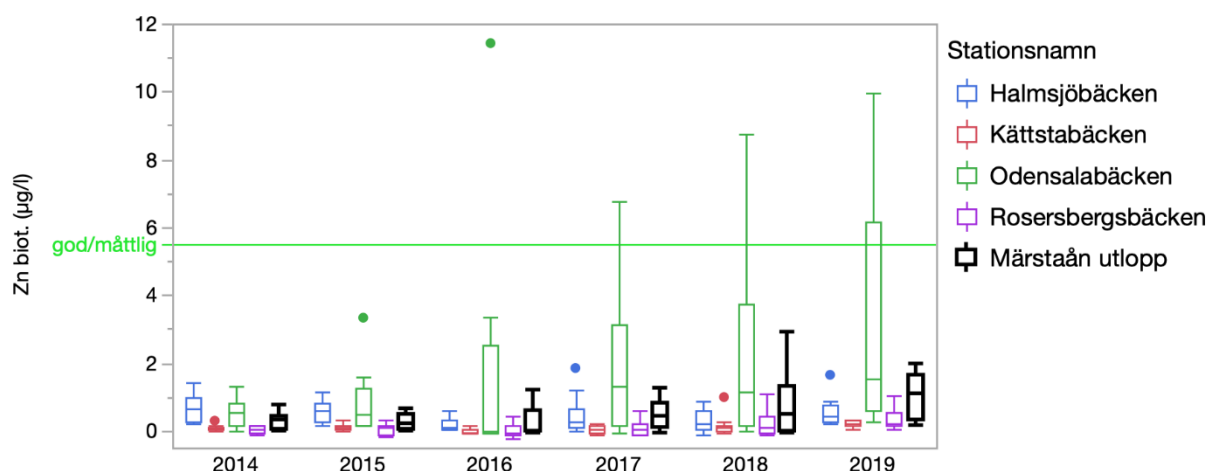
Särskilt förorenande ämnen

Särskilda förorenande ämnen är ämnen som släpps ut i betydande mängd, det vill säga i sådan mängd att påverkan från aktuellt ämne kan hindra att biologiska kvalitetsfaktorer uppnår/upprätthåller god status. I Sverige regleras särskilda förorenande ämnen av Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2015:4. **Föreskriften omfattar 25 särskilda förorenande ämnen som klassificeras under ekologisk status.** Av dessa ämnen omfattar kontrollprogrammet statusklassning av arsenik, krom, koppar och zink. Klassningen görs mot fastställda gränsvärden som vanligen avser årsmedelhalter, men ibland även maximalt tillåten koncentration. Dessa gränsvärden avses spegla risknivåer för kronisk toxicitet (årsmedelvärden) och akut toxicitet (maximalt tillåten koncentration). Bedömning görs till klasserna god eller måttlig ekologisk status.

För arsenik och krom avser gränsvärdena lösta halter medan gränsvärden för koppar och zink avser den biotillgängliga fraktionen av metallen. Biotillgängliga halter av koppar och zink beräknades i enlighet med Havs- och vattenmyndighetens vägledning (2016) med hjälp av modellverket Bio-Met (version 5.0). För att utföra denna beräkning används pH, kalcium och DOC (löst organiskt kol). Eftersom DOC saknas i Märstaåns kontrollprogram användes i stället TOC (totalt organiskt kol). Detta medförde att de halter som beräknats är något underskattade.

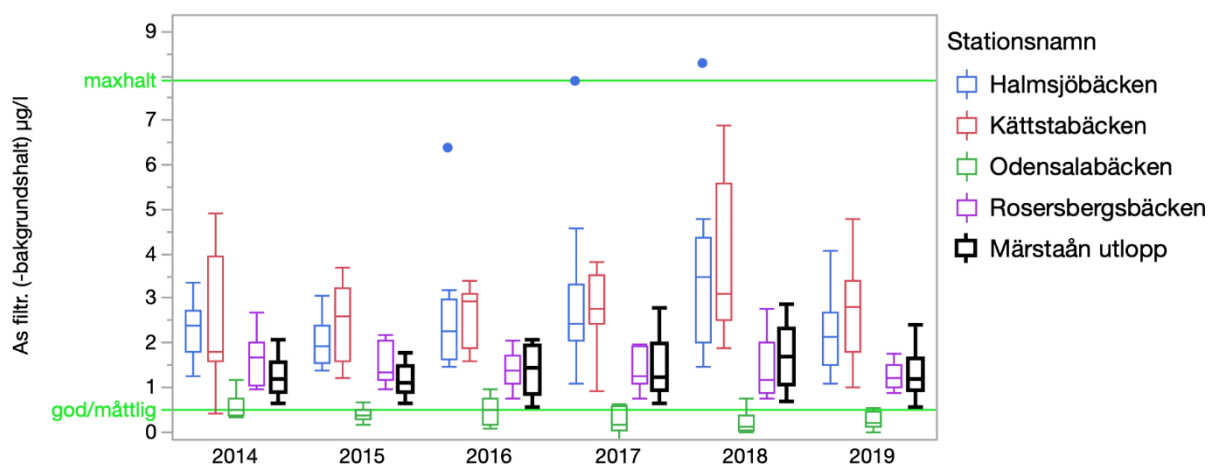
De biotillgängliga halterna av zink uppnådde god status (5,5 µg/l biotillgängligt, årsmedelvärde) i samtliga delavrinningsområden och vid Mälarens utlopp (Figur 15) både sett till hela perioden 2014-2019 samt respektive år. Noterbart är dock att halterna av zink visar stor spridning under åren och framförallt de senaste fyra åren (2016-2019) där flertalet mätillfällen under åren överskrider gränsvärdet för god/måttlig status (årsmedelvärdet) i Odensalabäcken. Anledningen till de ökade

zinkhalterna som ses i Odensalabäckens vatten borde utredas vidare. Halterna av koppar var låga och god status (årsmedelvärde, biotillgänglig del) uppnås för samtliga vattendrag för perioden 2014-2019 samt för respektive år i Märstaåns avrinningsområde.



Figur 15. Den biotillgängliga halten zink vid de fem provpunkterna i Märstaån under perioden 2014-2019 och gränsen god/måttlig status (5,5 µg/l biotillgängligt, årsmedelvärde) visas.

Den lösta halten krom var mycket låga och under gränsvärdet på 3,4 µg/l (årsmedelvärde) (HVMFS 2015:4) för god status i samtliga provpunkter under perioden 2014-2019 samt för respektive år. God status avseende krom uppnås därmed vid samtliga provstationer. Halten löst arsenik var hög sett till samtliga provpunkter (Figur 16). Generellt uppmättes de lägsta halterna i Odensalabäcken. De högsta halterna arsenik uppmättes i Halmsjöbäcken och Kättstabäcken, under 2018 uppmättes en extremt hög halt (33,4 µg/l) i Kättstabäcken (punkten visas dock inte i Figur 15). Vid bedömningen av arsenik skall hänsyn tas till områdets bakgrundshalt. Det finns ingen framräknad bakgrundshalt för Märstaåns avrinningsområde utan vi har i detta fall använt en generell bakgrundshalt för olika typer av vattendrag (Herbert m.fl. 2009). För kalkrika färgade vattendrag (Kättstabäcken) är bakgrundshalten 0,60 µg/l och för kalkrika klara vattendrag (övriga) är bakgrundshalten 0,33 µg/l. Med hänsyn tagen till bakgrundshalter av arsenik uppnår Odensalabäcken under hela den undersökta perioden 2014-2019 god status (årsmedelvärde), se Figur 16. Viktigt att beakta är dock att enskilda årsmedelvärde för arsenik i Odensalabäcken inte uppnår god status, detta gäller år 2014 och 2016 (god status men på gränsen till måttlig status).



Figur 16. Den lösta halten arsenik (filtrerad) vid de fem provpunkterna i Märstaån under perioden 2014-2019. Hänsyn har tagits till bakgrundshalt 0,60 µg/l i Kättstabäcken och 0,33 µg/l för övriga provpunkter (Herbert m.fl. 2009). Figuren visar gränsen god/måttlig status (0,5 µg/l, årsmedelvärde) och maximal tillåten koncentration (7,9 µg/l) uppmätt vid enskilt mätvärden. Observera att en extrempunkt i Kättstabäcken (33,4 µg/l) under 2018 inte visas i figuren då det skulle göra det svårt att läsa av den variation som finns.

Kemisk status-prioriterade ämnen

Kemisk status klassas baserat på halter av så kallade prioriterade ämnen. Dessa är 45 ämnen som är utvalda för åtgärder inom EU då de utgör en risk för ytvattenmiljön och/eller finns uppmätta i ytvatten inom EU. Prioriterade ämnen har EU-gemensamma gränsvärden som motsvarar miljö kvalitetsnormen för kemisk status. Om miljö kvalitetsnormen överskrids uppnås inte god kemisk status i vattenförekomsten och åtgärder måste vidtas. Fastställda gränsvärden för prioriterade ämnen framgår av gällande föreskrift (Havs- och Vattenmyndigheten 2015). Bedömning görs till klasserna god kemisk status eller uppnår ej god kemisk status.

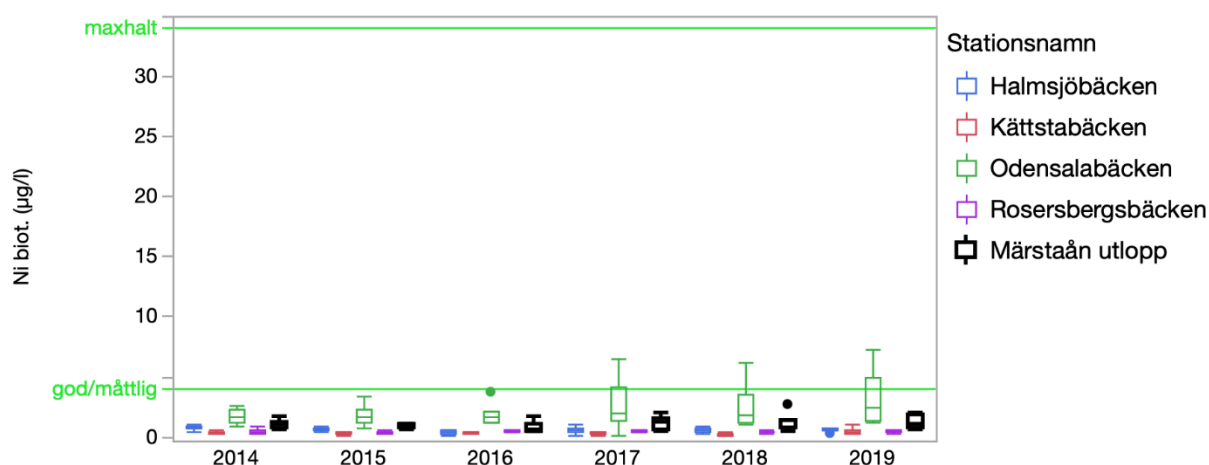
Miljö kvalitetsnormer för prioriterade ämnen avser årsmedelvärden och i vissa fall även maximalt tillåten koncentration. Precis som för SFÄ avses dessa gränsvärden spegla risknivåer för kronisk toxicitet (årsmedelvärden) och akut toxicitet (maximalt tillåten koncentration).

För kadmium avser gränsvärdena lösta halter. Gränsvärden för nickel och bly avser vidare den biotillgängliga fraktionen av metallen. Biotillgänglighet beräknades på samma sätt som för särskilda förorenande ämnen (se avsnitt ovan).

Kadmium (filtrerade prover) och bly (biotillgänglig del) uppnår god status sett till årsmedelvärde för perioden 2014-2019 samt för respektive år i samtliga undersökta vattendrag. Den biotillgängliga halten av nickel var för samtliga mätvärden under gränsvärdet för god status för Halmsjöbäcken, Kättstabäcken, Rosersbergsbäcken och Märstaåns utlopp sett till perioden 2014-2019 (Figur 17). Odensalabäcken visar på högre

halt biotillgängligt nickel och större spridning än övriga fyra provpunkter. Årsmedelvärdet för 2014-2019 i Odensalabäcken är under gränsvärdet (4 µg/l biotillgänglig, årsmedelvärde) för nickel, lika så årsmedelvärdet för respektive år, observera att halterna flertalet gånger under de senaste åren är förhöjda. Nickelhalterna i Odensalabäcken visar även på stor spridning under de senaste åren. Orsaken till de ökade halterna i Odensalabäcken borde undersökas vidare både gällande nickel och zink.

Då de biotillgängliga halterna som visas generellt är något underskattade så bör halterna följas i kommande undersökningar speciellt Odensalabäcken (zink och nickel). För att göra säkrare bedömning av den biotillgängliga halten bör DOC mätas och användas vid beräkning istället för TOC vid de fem provpunkterna i Märstaåns avrinningsområde.



Figur 17. Den biotillgängliga halten nickel vid femprovpunkter i Märstaån under perioden 2014-2019. Figuren visar gränsen god/måttlig status (4 µg/l biotillgänglig, årsmedelvärde) och maximalhal tillåten koncentration (34 µg/l) uppmätt vid enskilda mätvärden.

Delavrinningsområden

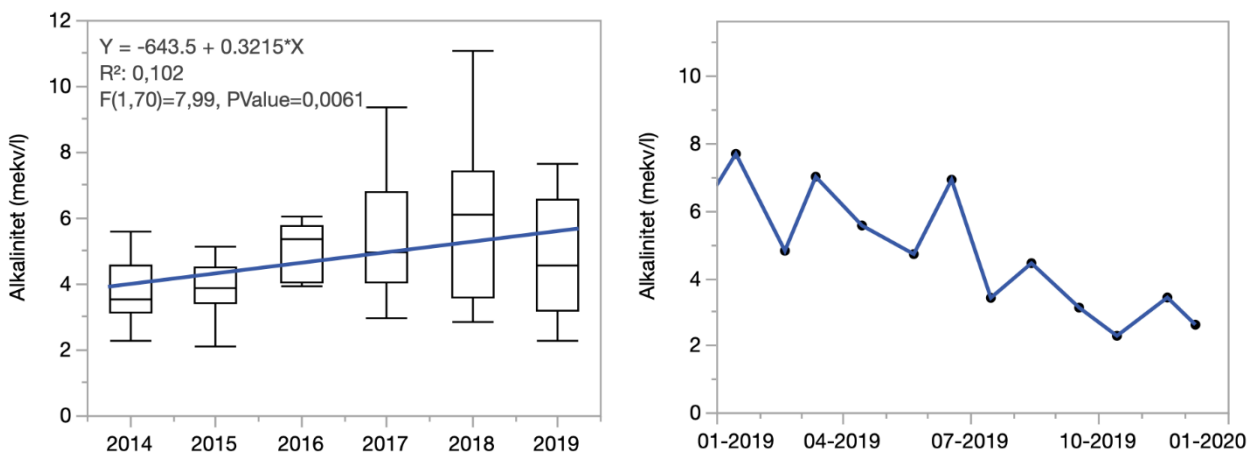
I detta avsnitt beskrivs de undersökta förhållandena i respektive delavrinningsområde och Märstaåns utlopp. Förändringar som är statistiskt signifikant för den senaste sexårsperioden 2014-2019 belyses och variationen under 2019 beskrivs. En trendanalys av samtliga undersökta parametrar som analyserats för Märstaåns utlopp sammanfattas i Tabell 4, se nedan.

Kättstabäcken

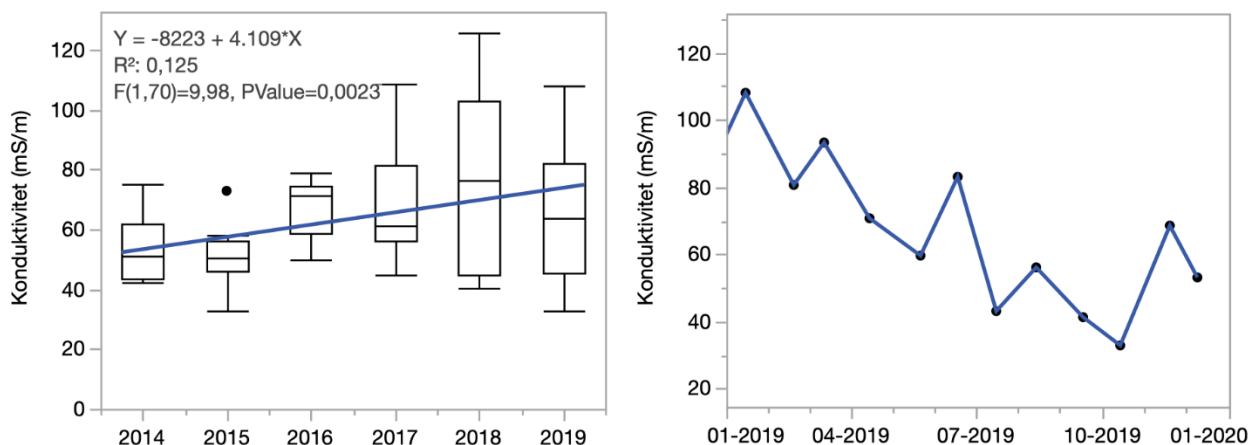
Provpunkten är belägen strax innan sammanflödet med Märstaån vid Broby.

Kättstabäckens vatten uppvisar mycket god buffertkapacitet och starkt färgat vatten med höga halter av TOC och mycket höga halter av totalkväve (framförallt nitrit och nitratkväve) och fosfor. Kättstabäcken är jämt mot Odensalabäcken det mest näringsrika delavrinningsområdet i Märstaåns avrinningsområde.

En statistiskt signifikant ökning av alkaliniteten (beskriver vattnets buffertkapacitet) och konduktivitet kunde ses för Kättstabäcken under perioden 2014-2019, se Figur 18 och Figur 19. Orsaken till den höga alkaliniteten och konduktiviteten som uppmättes under framförallt 2017 och 2018 är troligen flödesrelaterad. I samband med låg nederbörd och låga flöden ökar andelen grundvatten i vattendraget. I denna del av Sverige är alkaliniteten generellt mycket hög (SGU 2019). Under hela 2019 uppmättes mycket god buffertkapacitet i vattnet. Högsta uppmätta alkaliniteten och konduktiviteten var under årets första månad 2019 och värdena avtog sedan under året. Under det senaste året varierade pH-värdet lite och som lägst 7,32 i december och högst i augusti med pH 7,85.

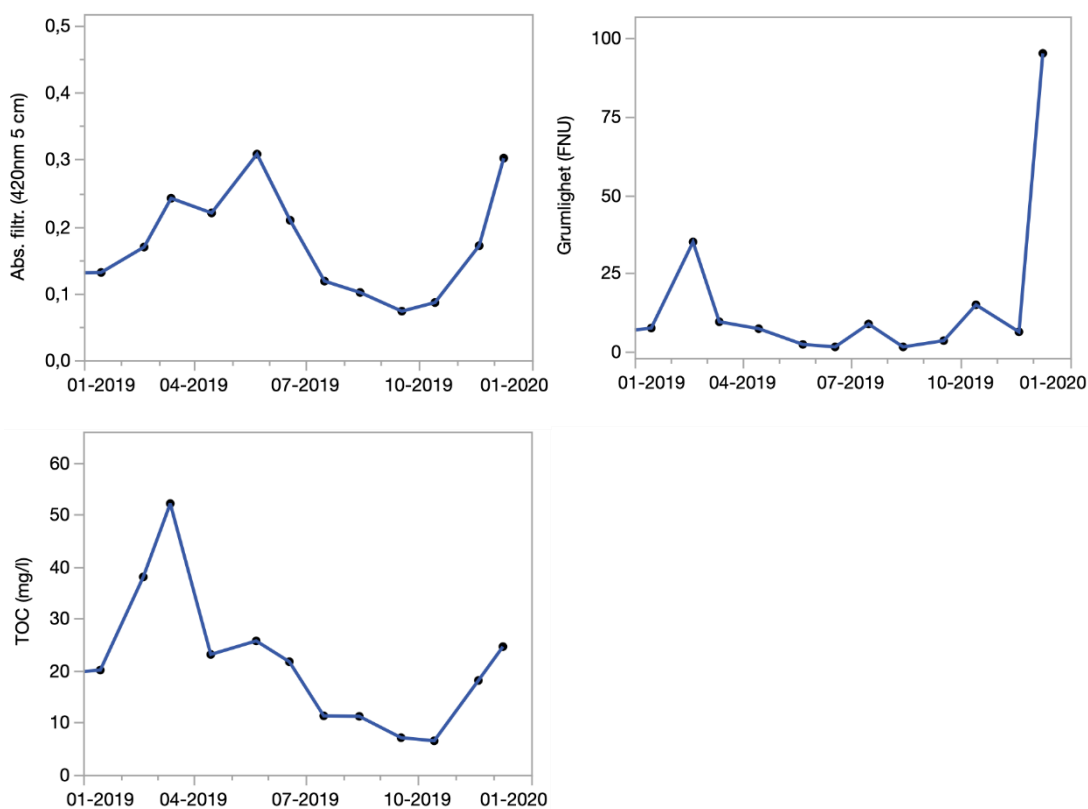


Figur 18. Alkaliniteten i Kättstabäcken under perioden 2014-2019 samt variationen under 2019.



Figur 19. Konduktiviteten i Kättstabäcken under perioden 2014-2019 samt variationen under 2019.

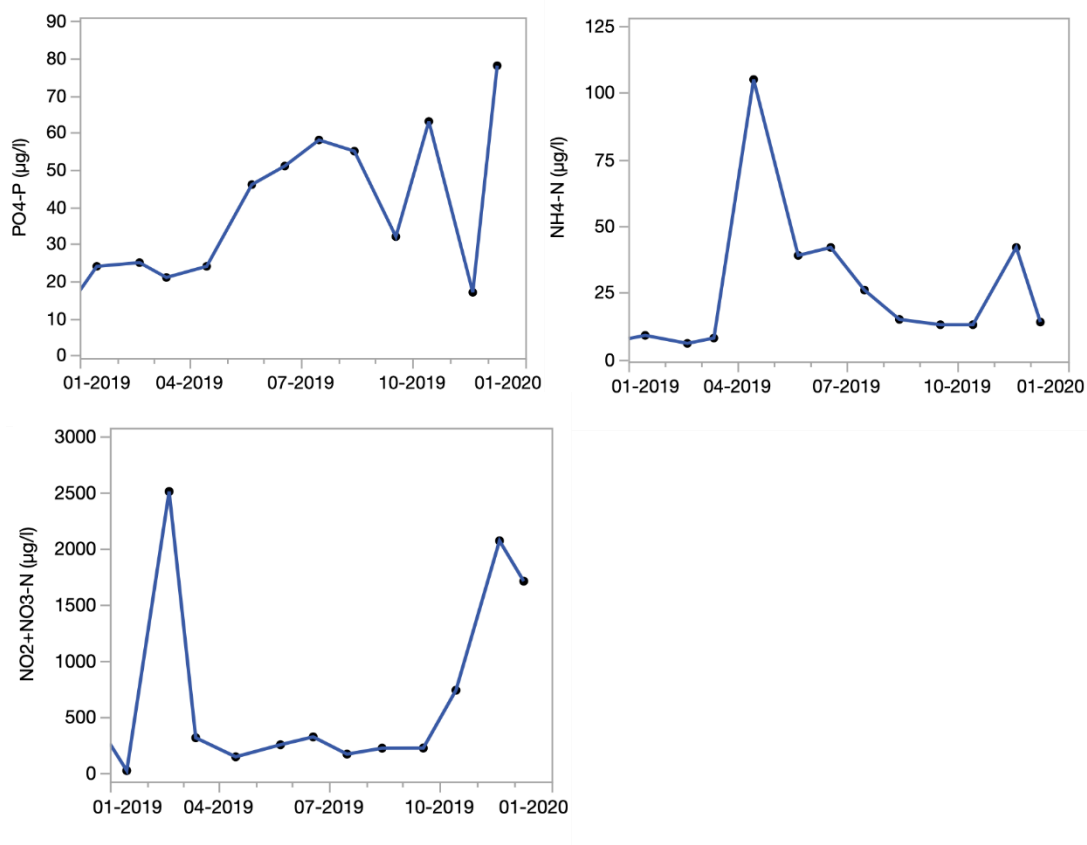
I Figur 20 visas absorbansen, grumligheten och mängden TOC i Kättstabäcken 2019. Absorbansen var som högst under maj vid lågflöde och vid högflödet i december vilket påverkas av bland annat mängden humusämnen i det tillrinnande skogsmarkerna. Jämfört med övriga undersökta provtagningspunkter hade Kättstabäcken den högsta absorbansen under åren (2014-2019) men också största spridningen. Grumligheten var högst i samband med hög flöden vid början och slutet av året då partikeltransporten från tillrinningsområdet är som störst, under december uppmättes extremt hög grumlighet vilket beror på det höga flödet som var. Halten av TOC var i allmänhet mycket hög under året men som högst under februari och mars.



Figur 20. Absorbans, grumlighet och TOC (totalt organiskt kol) i Kättstabäcken under 2019.

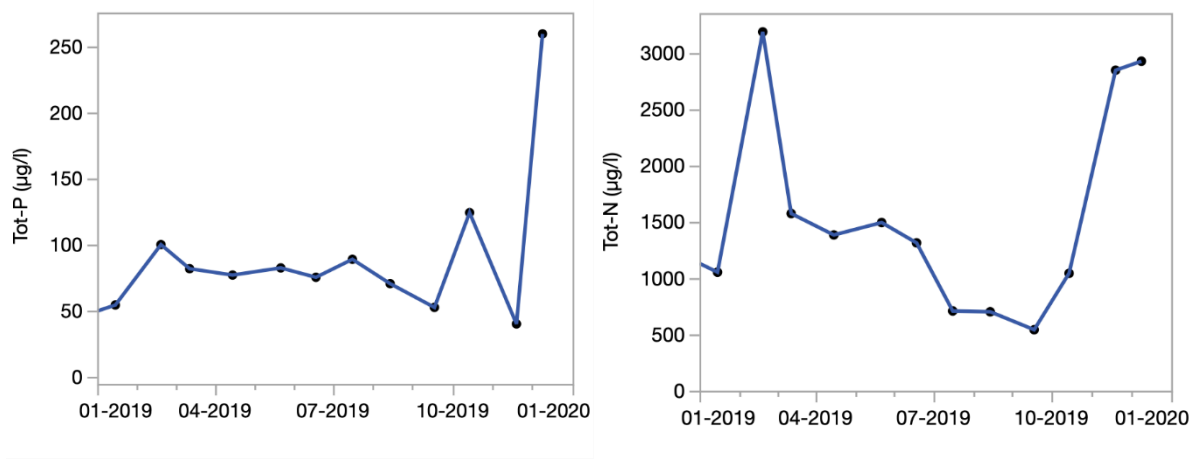
I Figur 21 visas årsvariationen av halterna fosfatfosfor, ammoniumkväve och nitritnitratkväve för Kättstabäcken under 2019. De högsta fosfatfosforhalterna uppmättes under december men höga halter uppmättes även under sommaren. De högsta halterna av ammoniumkväve uppmättes under april månad. Höga halter löst fosfor och ammoniumkväve indikerar påverkan från någon typ av förorening i samband med låga flöden, möjligen avloppsvatten. Ett enskilt högt mätvärde av nitritnitratkväve uppmättes under februari medan halterna var stabila på en lägre nivå under större delen av året för att öka de tre senaste månaderna.

.



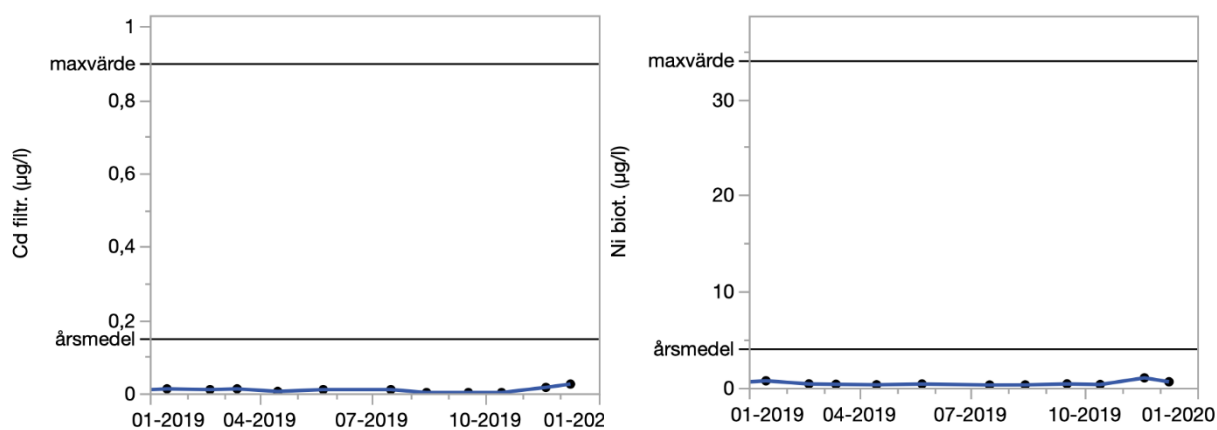
Figur 21. Halten fosfatfosfor (PO₄-P), ammoniumkväve (NH₄-N) och nitrit- och nitratkväve (NO₂+NO₃-N) under 2019 i Kättstabäcken.

I Figur 22 visas årsvariationen av totalhalterna fosfor och kväve i Kättstabäcken 2019. Totalhalterna av fosfor och kväve följer väl de toppar som ses av löst fosfor och kväve. De högsta halterna av totalfosfor uppmättes under december månad då även flödet var som störst. Halterna av totalkväve varierar under året men de högsta halterna uppmättes under februari och november-december, då även störst nederbörd och flöden noterats. De lägsta halterna av totalkväve i Kättstabäcken uppmättes under juli-oktober.



Figur 22. Halten totalfosfor och totalkväve under 2019 i Kättstabäcken.

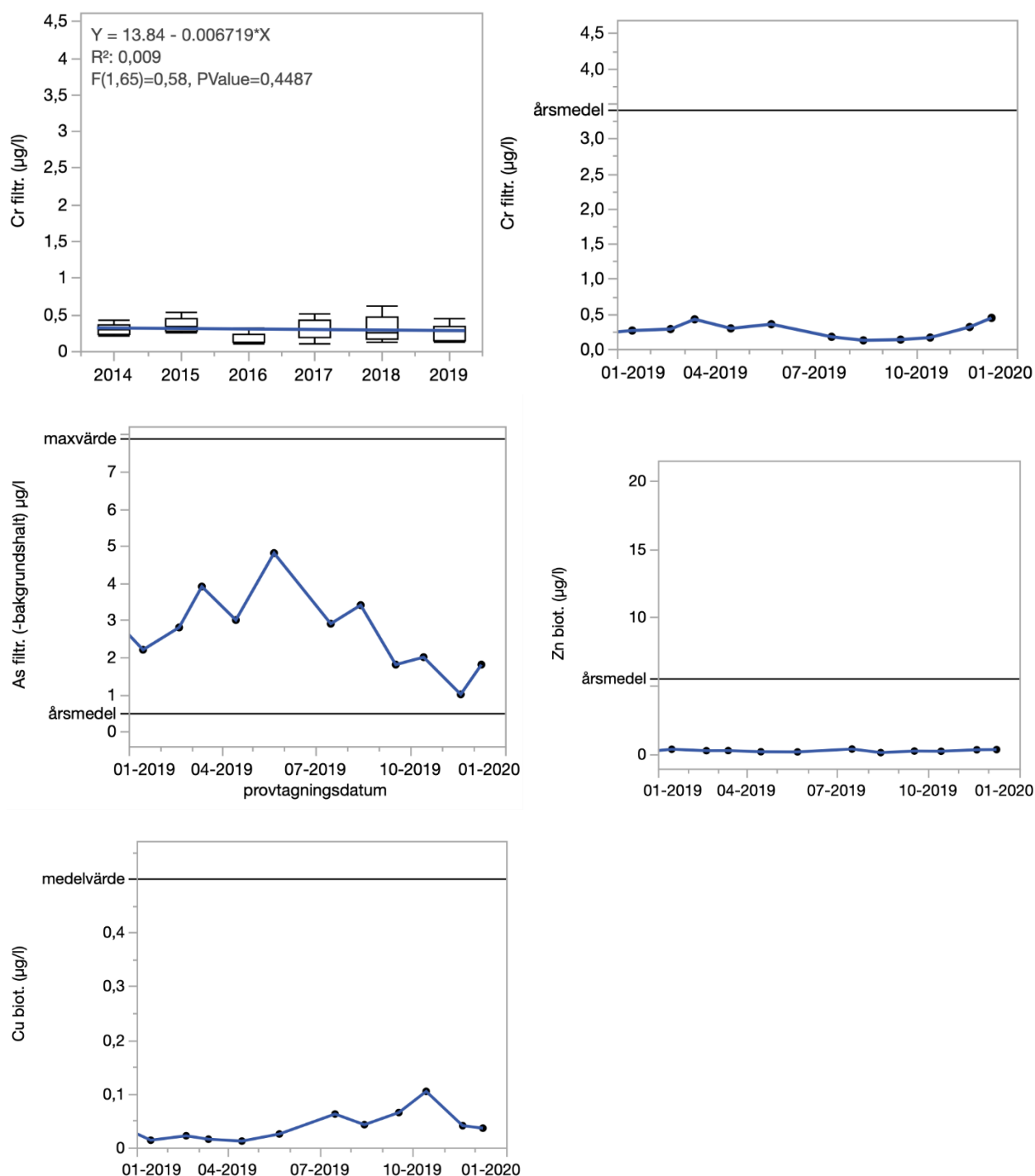
Bland de tungmetaller som faller under bedömningen av kemisk status uppmättes mycket låga halter (under gränsen för god status) av kadmium och nickel för samtliga prover under 2019 i Kättstabäcken, se Figur 23. Låga halter av biotillgängligt bly uppmättes under 2019 och där årsmedelvärdet var under gränsvärdet (1,2 µg/l) i Kättstabäcken.



Figur 23. Kadmium- (filtrerade prover) och nickelhalten (biotillgängligt) i Kättstabäcken under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.

förorenade ämnen (SFÄ), arsenik, koppar, krom och zink visas de uppmätta halterna under året i Figur 24. Låga halter uppmättes av krom, zink och koppar under hela 2019 och uppnår god status. Ingen statistisk trend kan ses för kromhalten under perioden 2014-2019 i Kättstabäcken men halterna är generellt låga. Arsenikhalten som uppmättes var generellt sett höga och över gränsvärdet mellan god och måttlig status (0,5 µg/l) under hela året men under gränsen för maximaltillåten halt

under 2019. Halterna av arsenik har generellt sett under de senaste åren (2014-2019, se Figur 16) varit över gränsvärdet för god/måttlig status.



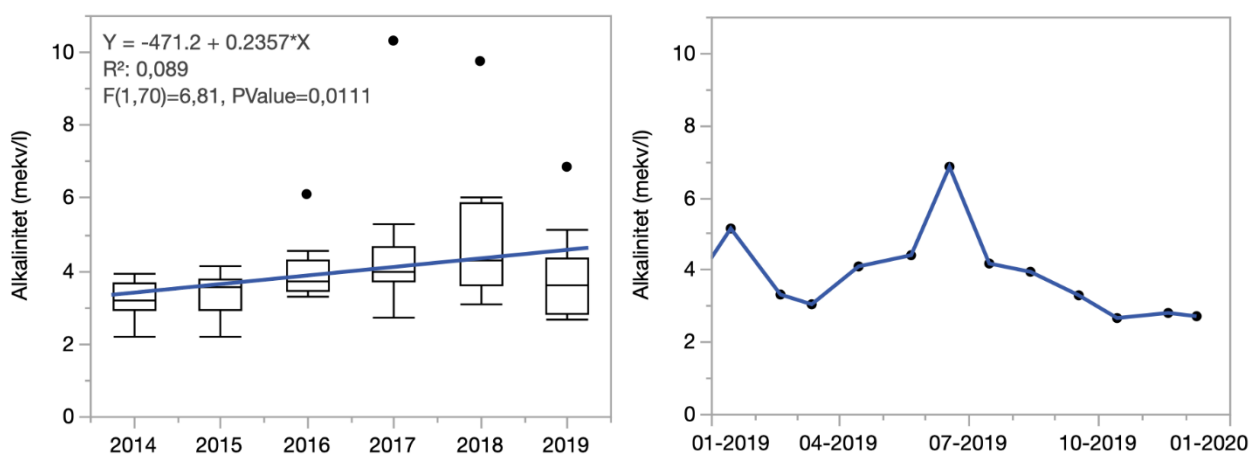
Figur 24. Halten arsenik (filtrerat prov där hänsyn tagits till bakgrundskoncentrationen) och krom från filtrerade prover och biotillgängliga halter av zink och koppar under 2019 i Kättstabäcken för särskilt förorenade ämnen (SFÄ). Halten krom visas för perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019. Horisontella linjer för medelvärde (årsmedel) och maxvärde visar gränsvärde för respektive ämnet i Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19

Halmsjöbäcken

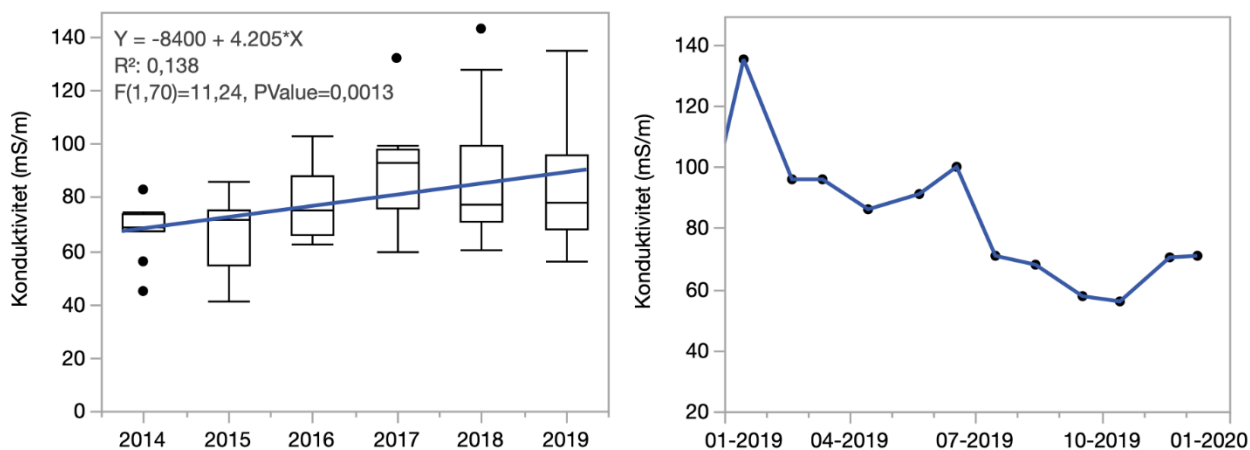
Provpunkten är belägen strax innan sammanflödet med Kättstabäcken nedströms den meandrande sträckan vid Måby.

Halmsjöbäckens delavrinningsområde är det minst grumliga (spridningen under året är dock stor för 2019) i Märstaåns avrinningsområde och det delavrinningsområde som påverkas mest av hårdgjorda ytor (Arlanda flygplats). Den stora påverkan av hårdgjorda ytor (dagvatten) gör att halterna i vattendraget kan variera kraftigt beroende av när prover tas i samband med regn. Största delen av påverkan vid regn sker initialt då ämnen som ackumulerats över de hårdgjorda ytorna snabbt sköljs ner i kulverteringar mot vattendraget. Detta betyder att ämneshalterna kan variera kraftigt i samband med låga flöden.

I Halmsjöbäcken uppmättes en signifikant ökning av alkaliniteten och konduktiviteten under perioden 2014-2019, se Figur 25 och Figur 26. Alkaliniteten var som högst juni och vattnet uppvisar mycket god buffertkapacitet under hela året och perioden (2014-2019). Sett till medianvärdet för alkaliniteten var 2019 års värde lägre jämfört åren tidigare. Konduktiviteten var generellt sett högre för Halmsjöbäcken jämfört med övriga provpunkter i Märstaåns avrinningsområde, de uppmätta halterna 2019 var som högst under årets första månader därefter minskar halterna under året. Jämfört med tidigare år visar de uppmätta värdena på konduktiviteten större spridning under 2019 än tidigare undersökta år. pH-värdet varierade under 2019 mellan 7,4 (april) och 7,8 (juni) i Halmsjöbäcken.

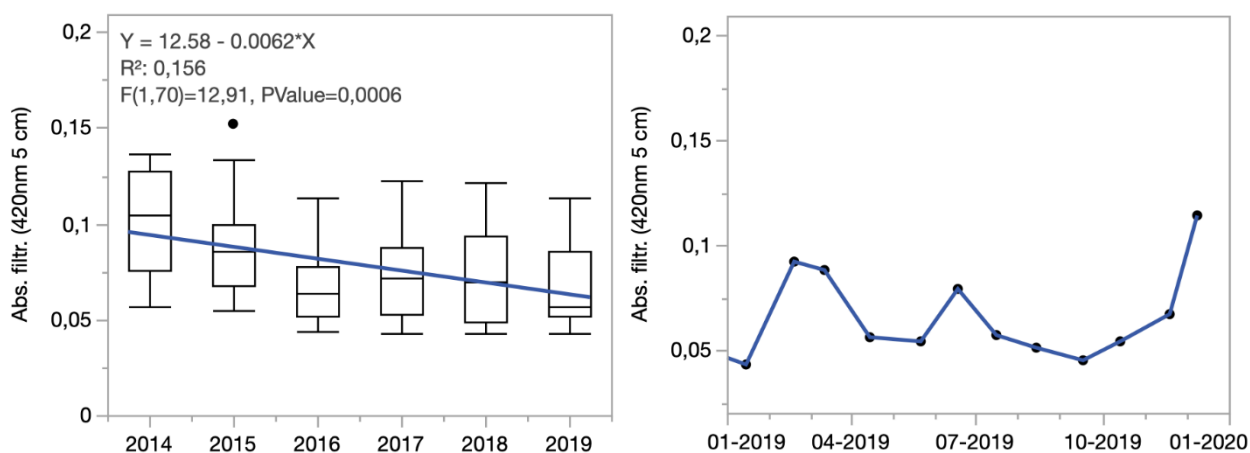


Figur 25. Alkaliniteten i Halmsjöbäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.

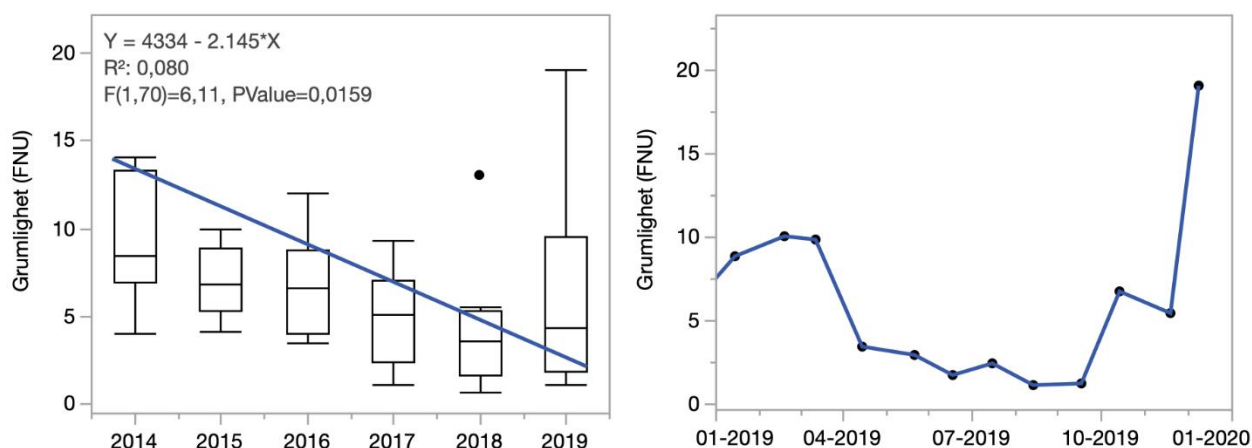


Figur 26. Konduktiviteten i Halmsjöbäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.

En statistisk signifikant trend ses för Halmsjöbäckens vatten gällande minskad absorbans och grumlighet under perioden 2014-2019, se Figur 27 och Figur 28. **Det vill säga att vattnet under den senaste sexårsperioden är mindre färgat.** Observera dock att grumligheten visar stor spridning under 2019 (den största under sexårsperioden) där högst grumlighet uppmättes i samband med hög flöden i början och slutet av året. Den högsta absorbansen och grumligheten uppmättes i samband med hög flöden 2019 då erosionen ökar och läckage från omkringliggande områden bidrar, vid lågflöden (sommaren) är erosionen normalt lägre.

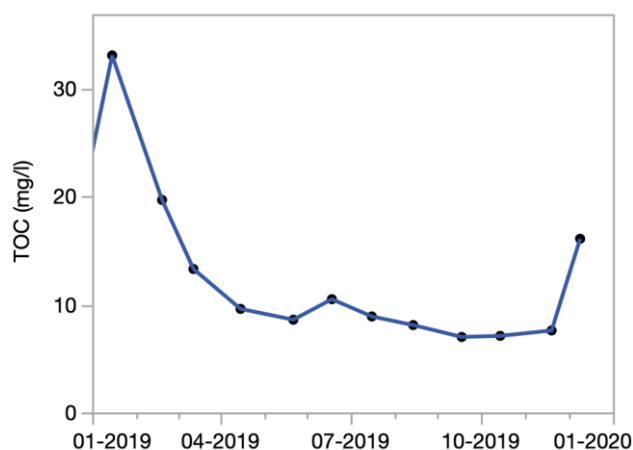


Figur 27. Absorbansen i Halmsjöbäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.



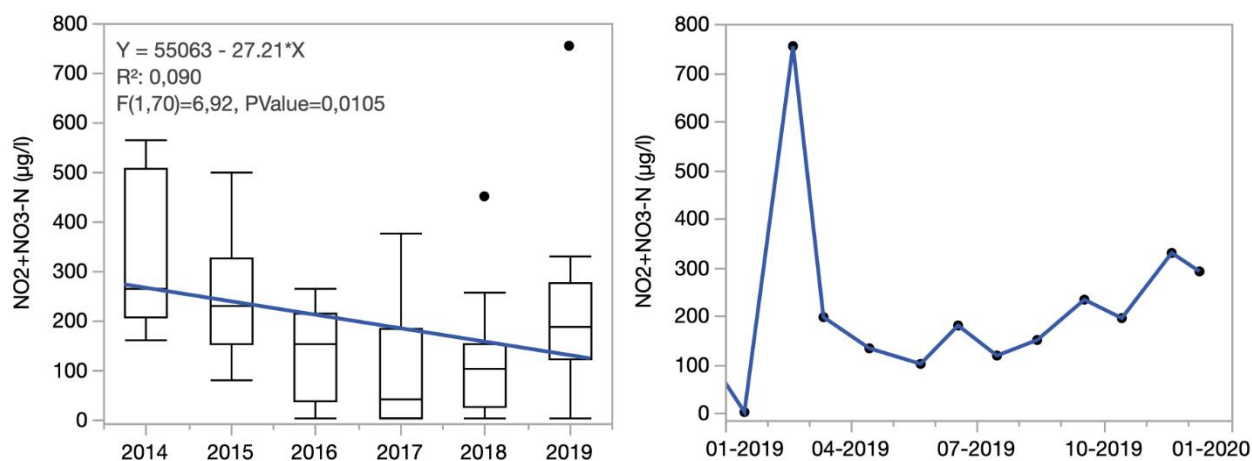
Figur 28. Grumligheten i Halmsjöbäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.

Årsvariationen under 2019 för mängden TOC i Halmsjöbäcken visar mycket höga halter under årets första månad, halterna minskade sedan för att i december öka igen (Figur 29).

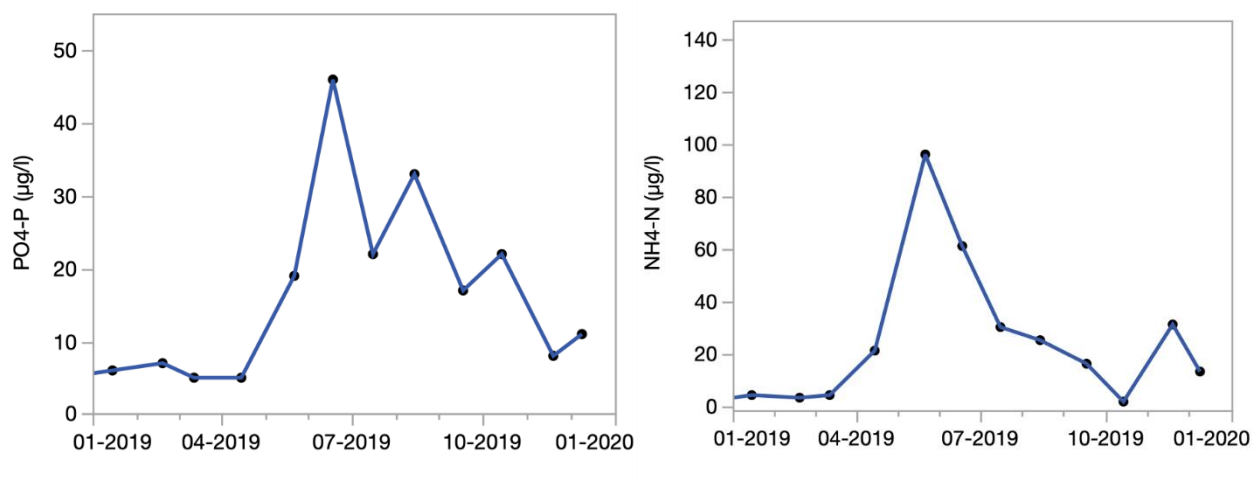


Figur 29. Halten total organiskt kol (TOC) i Halmsjöbäcken under 2019.

En statistiskt signifikant trend mot minskande halter nitritnitratkväve kunde påvisas under perioden 2014-2019 i Halmsjöbäcken, se Figur 30. Medianvärdet för 2019 är dock högre än de senaste åren. Den absolut högsta halten nitritnitratkväve som uppmättes under 2019 var i februari medan halterna resterande delar av året var betydligt lägre. Årsvariationen under 2019 av löst fosfor (fosfatfosfor) och ammoniumkväve ses i Figur 31. Halterna av ammoniumkväve var låga under årets första månad medan halterna ökade tydligt under sommaren detta gäller även för fosfatfosfor. Höga halter löst fosfor och ammoniumkväve indikerar påverkan från någon typ av förorening eller nedbrytningsprocess under dessa perioder under året.



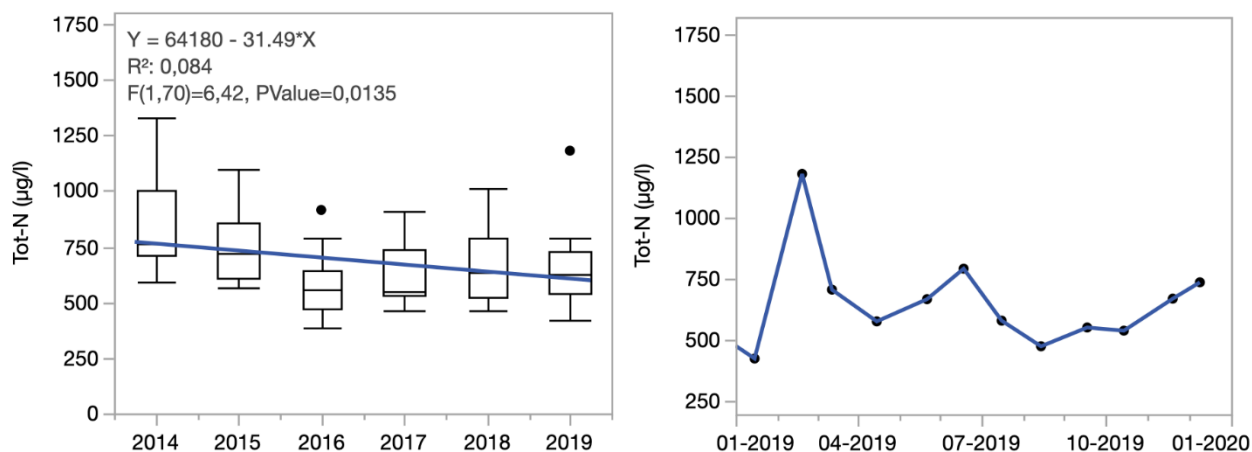
Figur 30. Halten nitritnitratkväve i Halmsjöbäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.



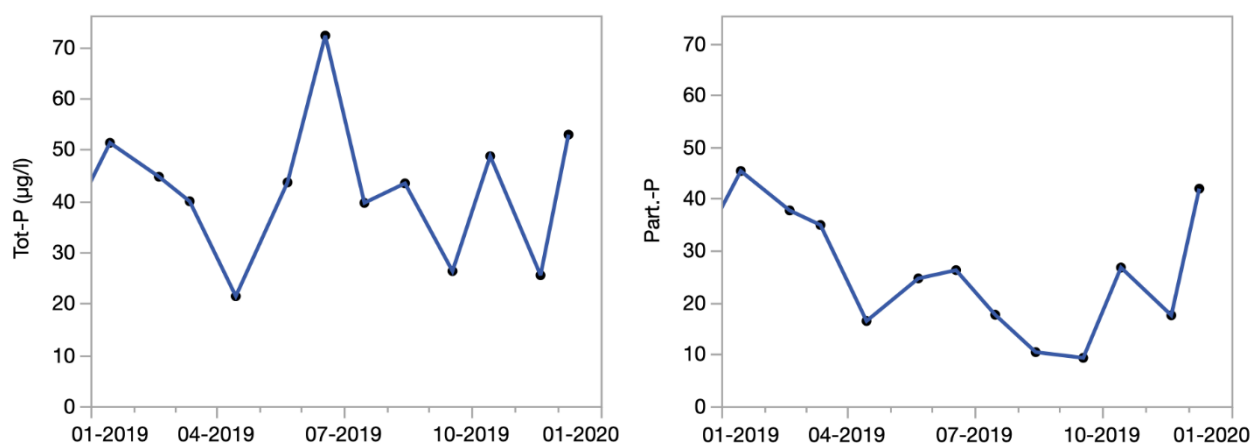
Figur 31. Halten fosfatsfosfor och ammoniumkväve under 2019 i Halmsjöbäcken.

En signifikant trend mot minskade halter av totalkväve kan beläggas för Halmsjöbäcken för perioden 2014-2019, se Figur 32. Minskningen beror till största dels på den signifikanta minskningen som även beläggs för nitritnitratkväve samma period. Årsvariationen som ses för totalkvävehalterna återspeglar även de toppar som ses för nitritnitratkväve och ammoniumkväve. Jämfört med övriga provpunkter i avrinningsområdet visar Halmsjöbäcken de lägre halterna och även en liten spridning av halterna totalkväve under åren. Under 2019 uppmättes de högsta totalkvävehalterna under februari och där nitritnitratkväve utgjorde den största delen. Halten av totalfosfor varierar under året och följer halterna av löst och partikulärt bunden fosfor. Under årets höga flöden (början och slutet av året) när större partikeltransport förekommer utgjorde den partikulära bundna fosfor den största andelen av totalfosfor, se Figur 33. Vid låga flöden utgjorde istället den lösta fosfor den största

andelen av totalfosfor. Under 2019 uppmättes högst totalfosfor i juni månad.

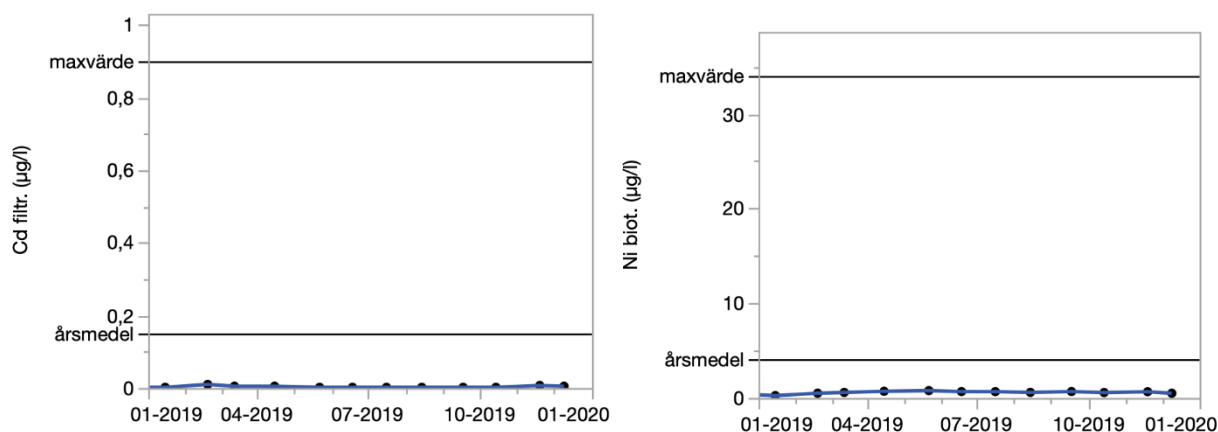


Figur 32. Halten totalkväve i Halmsjöbäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.



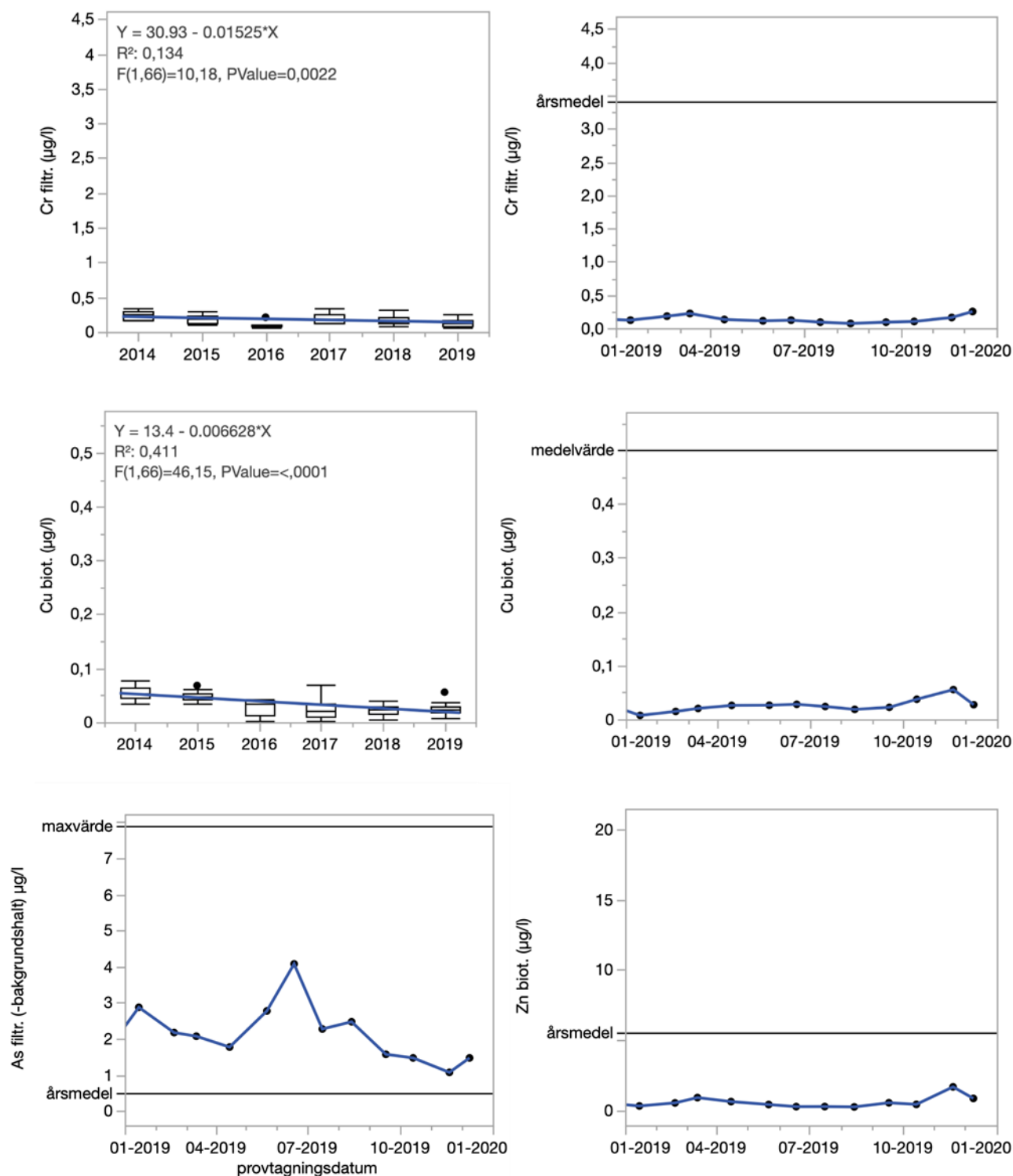
Figur 33. Halten totalfosfor och partikulärt bunden fosfor i Halmsjöbäcken under 2019.

Av de tungmetaller som bedöms under kemisk status uppmättes låga halter (under gränsvärde för god status) för kadmium och biotillgängligt nickel under hela året, se (Figur 34). Låga halter av biotillgänglig bly uppmättes även under hela året och var under gränsvärdet ($1,2 \mu\text{g/l}$) i Halmsjöbäcken. Då halterna var låga för kadmium, nickel och bly i Halmsjöbäcken under 2019 uppnås god kemisk status för dessa ämnen.



Figur 34. Halten av kadmium (filtrerade prover) och halten biotillgängligt nickel i Halmsjöbäcken under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.

Bland de metaller som bedöms under ekologisk status och särskilt förorenade ämnen (SFÄ) ses en statistisk avtagande trend för krom och biotillgänglig koppar för perioden 2014-2019, se Figur 35. Låga halter av krom och biotillgänglig koppar uppmättes under hela perioden. Halterna av zink var även under gränsvärdet ($5,5 \mu\text{g/l}$) för god status för hela undersökningsperioden (2014-2019), i Figur 35 visas de låga uppmätta halterna under 2019. Arsenikhalten var generellt sett höga under 2019, den högsta halten uppmättes under juni månad ($4 \mu\text{g/l}$) se Figur 35. Arsenikhalten har för samtliga prover under perioden 2014-2019 varit över gränsvärdet för god status ($0,5 \mu\text{g/l}$) i Halmsjöbäcken och uppnår inte god status.



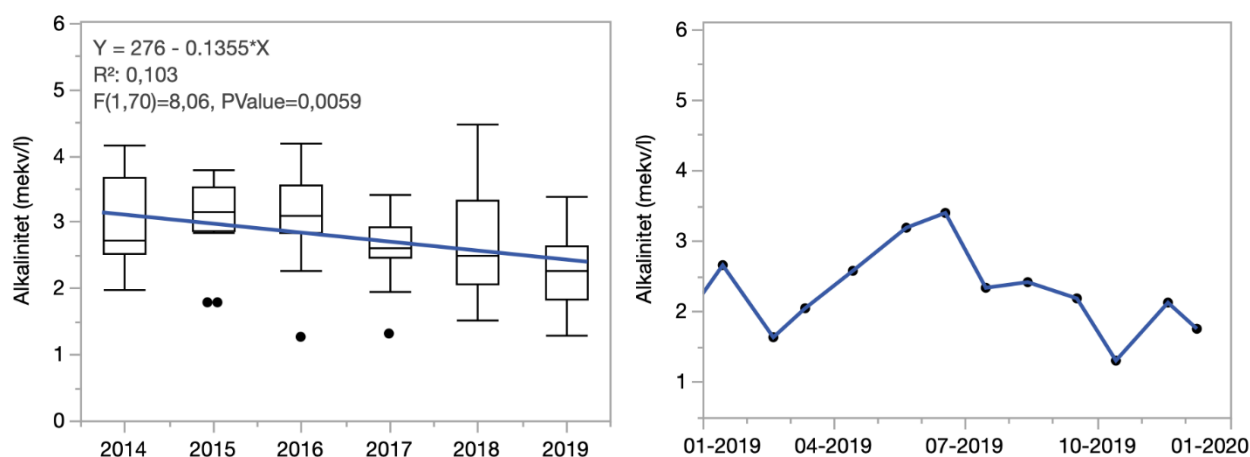
Figur 35. Särskilt förorenade ämnen (SFÄ) för Halmsjöbäcken med biotillgänglig halten av koppar och filtrerad halt krom under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019. Halten arsenik (filtrerat prov där hänsyn tagits till bakgrundskoncentrationen) och biotillgänglig zinkhalt under 2019. Gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.

Odensalabäcken

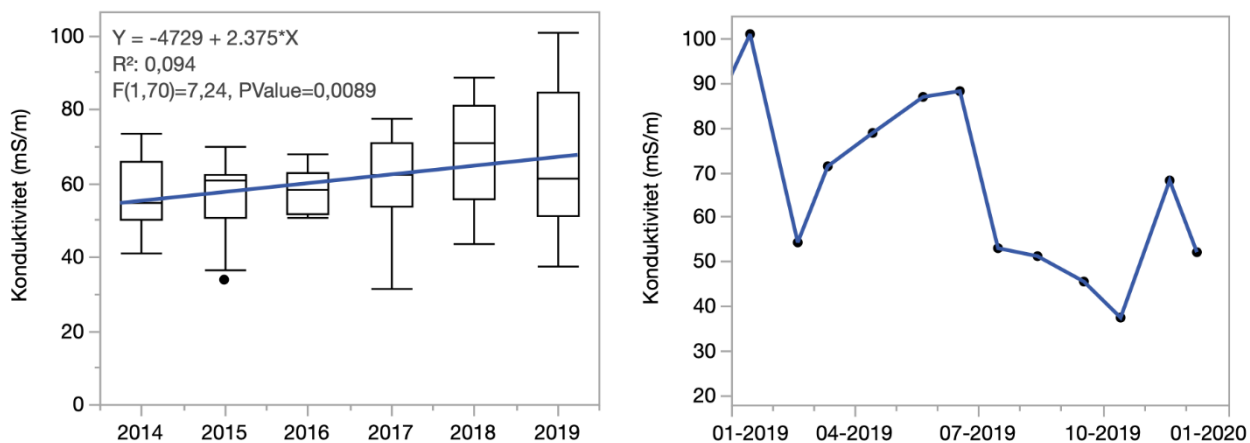
Provpunkten är belägen strax innan sammanflödet med Märstaån, ca 20 m norr om Brobyvägen.

Odensalabäckens delavrinningsområde är ett av de mest näringsrika i Märstaåns avrinningsområde. Odensalabäcken är den provpunkt med lägst alkalinitet och arsenik jämfört med övriga provpunkter. Däremot uppmäts de högsta halterna av zink och nickel i denna provpunkt.

En statistisk signifikant minskning av alkaliniteten ses för perioden 2014-2019 i Odensalabäcken vilket innebär att vattnet nu är mer försurningskänsligt, se Figur 36. Viktigt att notera är dock att vattnet fortfarande har mycket god buffertkapacitet även om trenden visar att alkaliniteten minskat. Den högsta alkaliniteten uppmättes under perioden då flödena var låga (sommaren). pH-värdet var neutralt under 2019 varierade mellan 7,07 (februari) och 7,6 under maj-juni då produktionen i vattendragets växtsamhälle är som högst. I Odensalabäcken ses en statistisk trend till ökad konduktivitet (vattnets ledningsförmåga) under 2014-2019 (Figur 37), vattnet har således mer lösta joner. En stor variation av konduktiviteten ses dock mellan årets (2019) provtagningar.

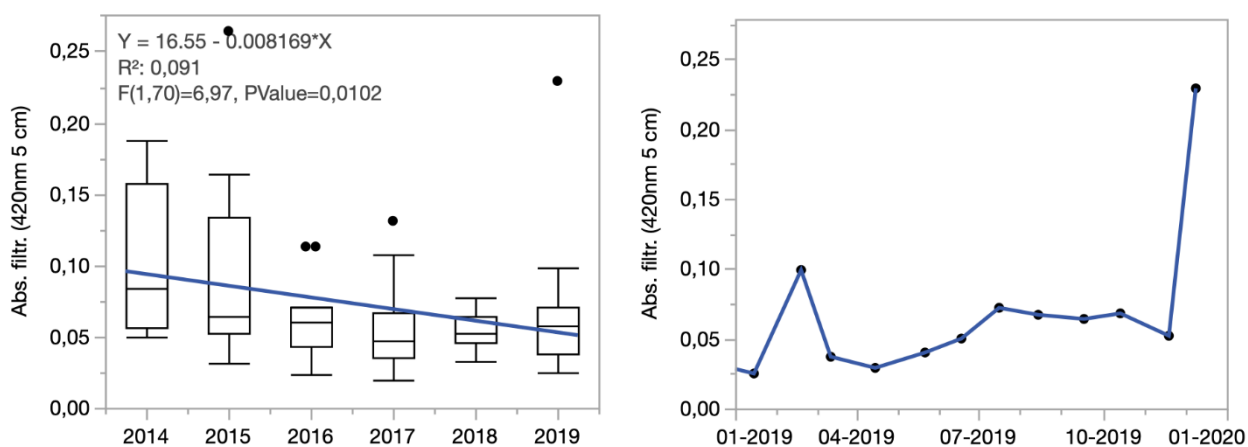


Figur 36. Alkaliniteten i Odensalabäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.

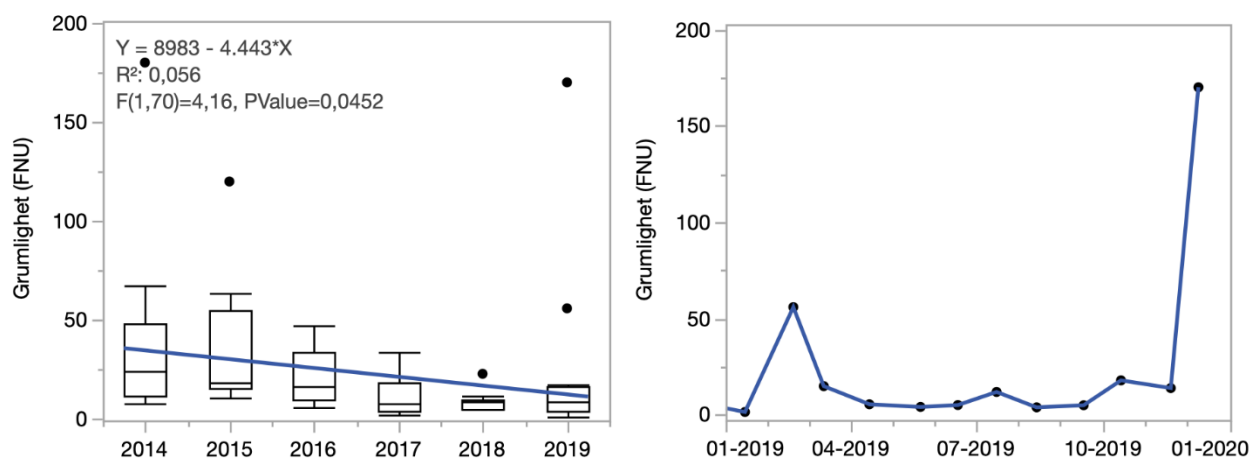


Figur 37. Konduktiviteten i Odensalabäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.

Odensalabäckens vatten uppvisar en statistisk avtagande trend för absorbans och grumlighet för den senaste sexårsperioden (2014-2019), se Figur 38 och Figur 39. Absorbansen var under 2019 generellt sett låg till måttlig men två toppar med höga halter uppmättes under februari och december vilket uppmäts i samband med höga flöden. Samma trend ses för vattnets grumlighet som var hög under året men extremt höga mängder uppmättes under februari och december och beror på de stora flödena.

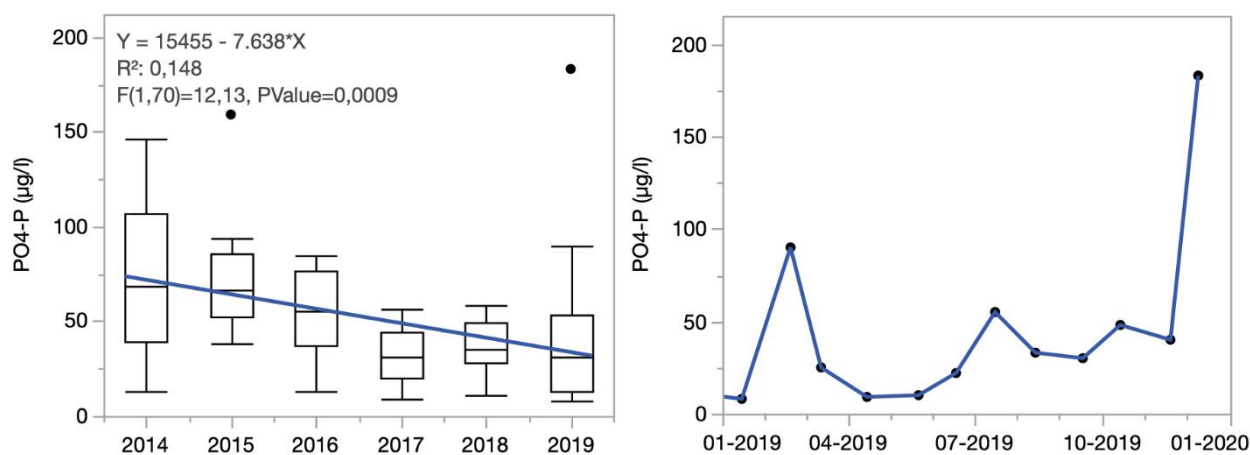


Figur 38. Absorbansen i Odensalabäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.

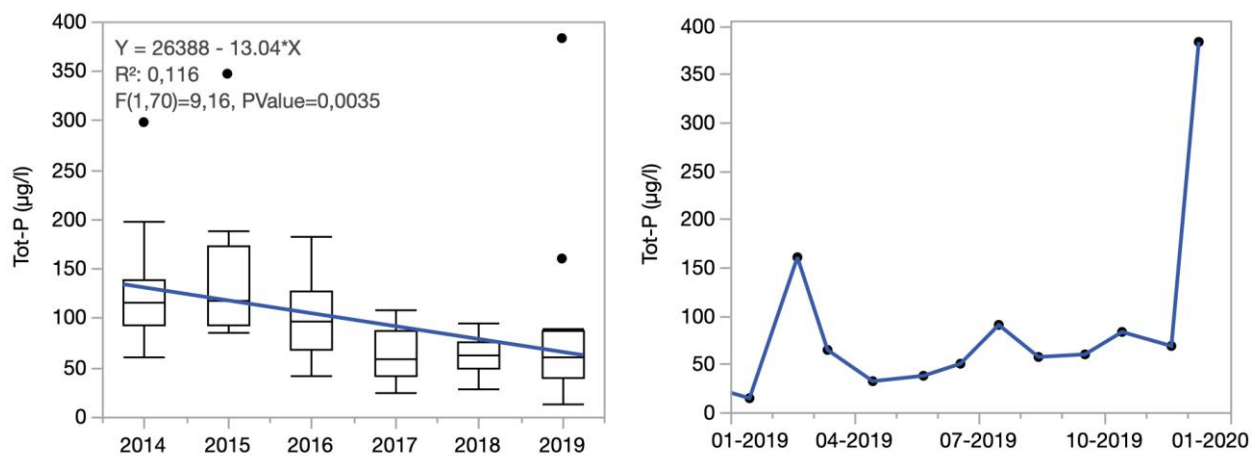


Figur 39. Grumligheten i Odensalabäcken under perioden 2013-2018 samt årsvariationen under 2018.

Odensalabäcken är ett mycket näringsrikt vattendrag starkt påverkat av delavrinningsområdets dominans av jordbruksmark. En statistiskt signifikant minskning av löst fosfor (fosfatfosfor) uppmättes i Odensalabäcken under perioden 2014-2019, se Figur 40. Årsvariationen av fosfatfosfor under 2019 var stor med två höga toppar under provtagningen i februari (90 µg/l) och december (183 µg/l) i samband med höga vattenflöden. Resterande delar av året var den lösta fosfor på en lägre och jämnare nivå. En signifikant minskning av totalfosforhalten ses även för Odensalabäcken under perioden 2014-2019, se Figur 41. Årsvariation som ses för den lösta halten fosfor ses även för totalfosforhalten med extrem höga halter i februari och december medan halterna var lägre resterande provtagningar under 2019.

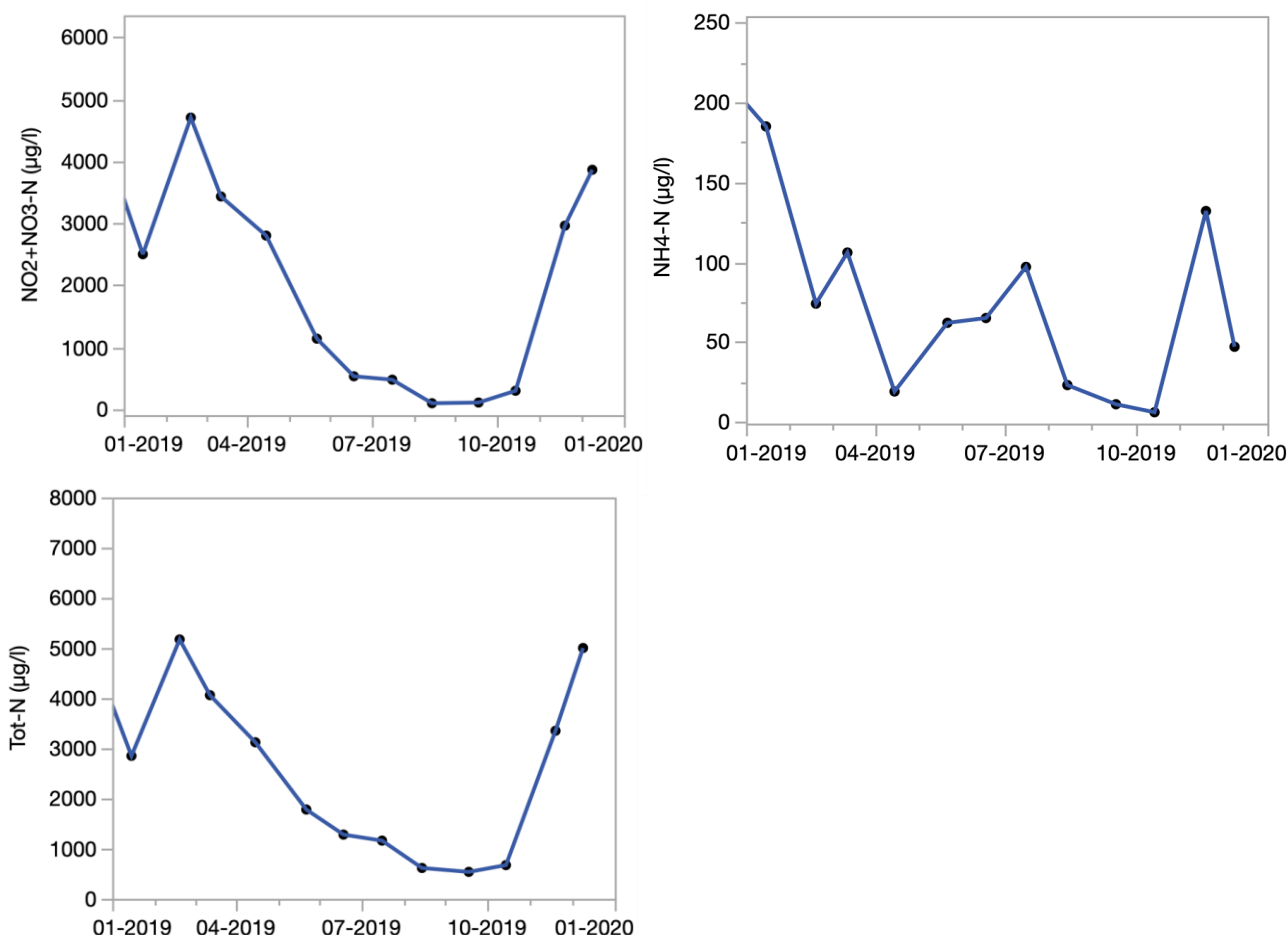


Figur 40. Fosfatfosforhalten i Odensalabäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.



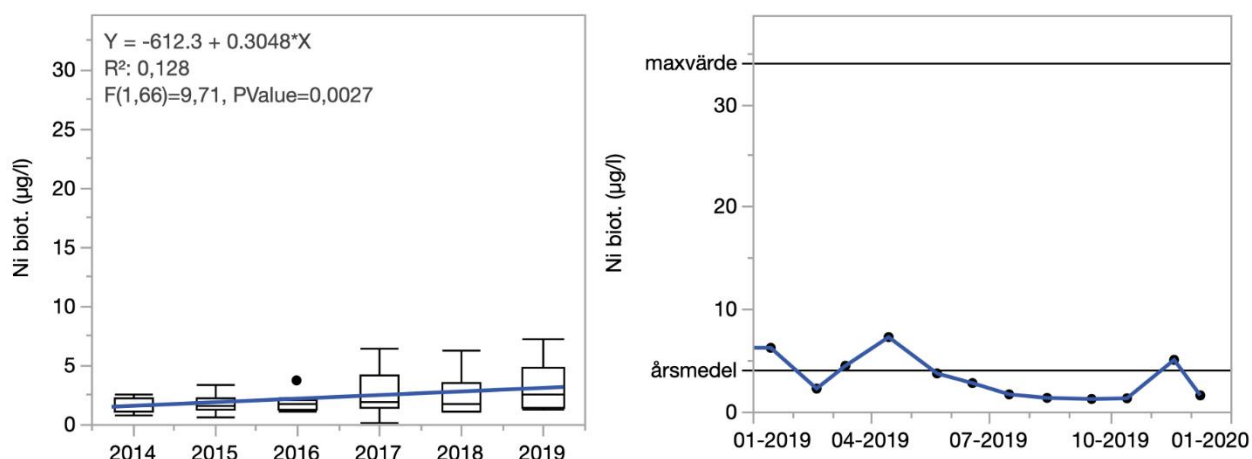
Figur 41. Totalfosforhalten i Odensalabäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.

Sett till totalkvävehalterna i Odensalabäcken 2019 var de extremt höga under början och slutet av året medan maj-oktober var de betydligt lägre, se Figur 42. Halterna av nitritnitratkväve följer väl kurvan för totalkväve vilket innebär att största andelen utgjordes av nitritnitratkväve. Detta sammanfaller med de höga flödena som uppmättes och då läckage från omkringliggande marker är som störst. Under växtperioden upptas mycket av det lösta kvävet av växtsamhällen i kringliggande marker och vattendrag därav de lägre halterna under denna period (maj-oktober). Odensalabäcken var även den provpunkt som hade störst spridning av nitritnitrat- och totalkvävehalterna under 2019 jämfört med övriga vattendrag. De högsta halterna av ammoniumkväve uppmättes under januari och november (Figur 42).

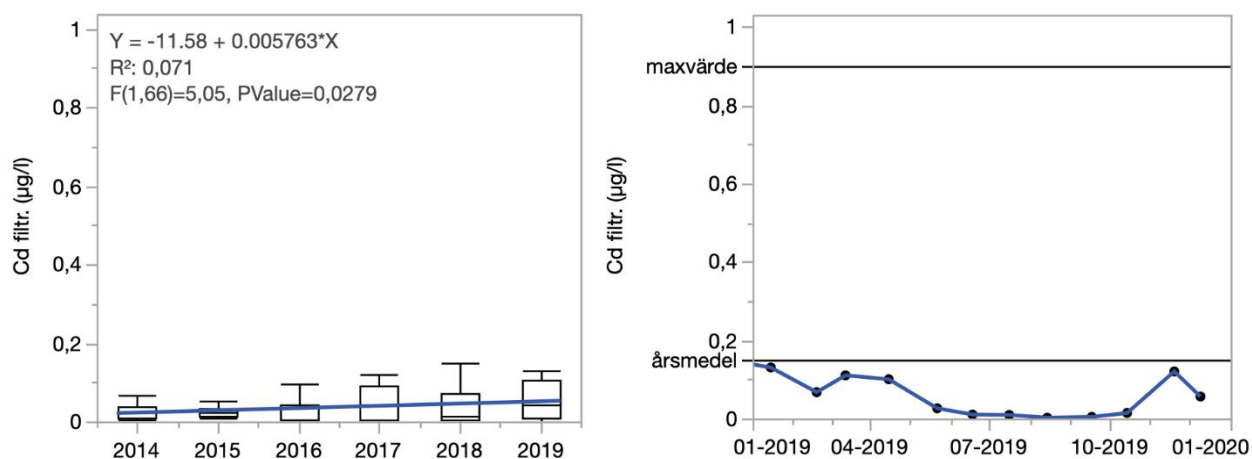


Figur 42. Nitritnitrat-, ammonium- och totalkvävehalterna i Odensalabäcken under 2019.

Bland de tungmetaller som faller under bedömningen av kemisk status uppmättes en statistiskt signifikant ökning av nickel och kadmium under perioden 2014-2019 i Odensalabäcken, se Figur 43 och Figur 44. En större variation ses för dessa tungmetaller de senaste åren. Årsmedelvärdet av nickel för 2014-2019 i Odensalabäcken är under gränsvärdet (4 µg/l biotillgängligt, årsmedelvärde) lika så årsmedelvärdet för respektive år, god kemisk status uppnås därmed. Viktigt att notera är dock att halterna statistiskt ökar och förhöjda halter ses flertalet gånger under de senaste åren och spridningen är stor. Under 2019 uppmättes de högsta halterna av nickel under januari, mars-april och november (Figur 43). Årsmedelhalten av kadmium för perioden 2014-2019 var under gränsvärdet (0,15 µg/l) så även för årsmedelvärdena för respektive år och god status uppnås. Noterbart är dock att halterna av kadmium ökar statistiskt den senaste sexårsperioden (Figur 44). Orsaken till de ökade halterna av kadmium och nickel som ses de senaste åren i Odensalabäcken borde undersökas vidare. Halterna av bly var under gränsvärdet (1,2 µg/l biotillgängligt, årsmedelvärde) och god status uppnås för perioden 2014-2019 samt för respektive år.



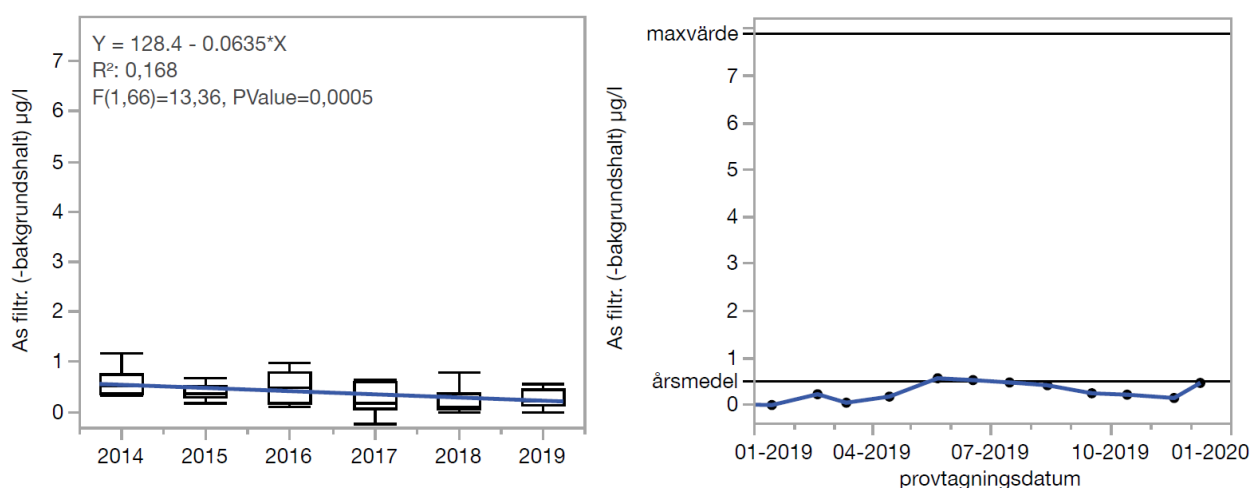
Figur 43. Nickelhalten (biotillgänglig del) i Odensalabäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.



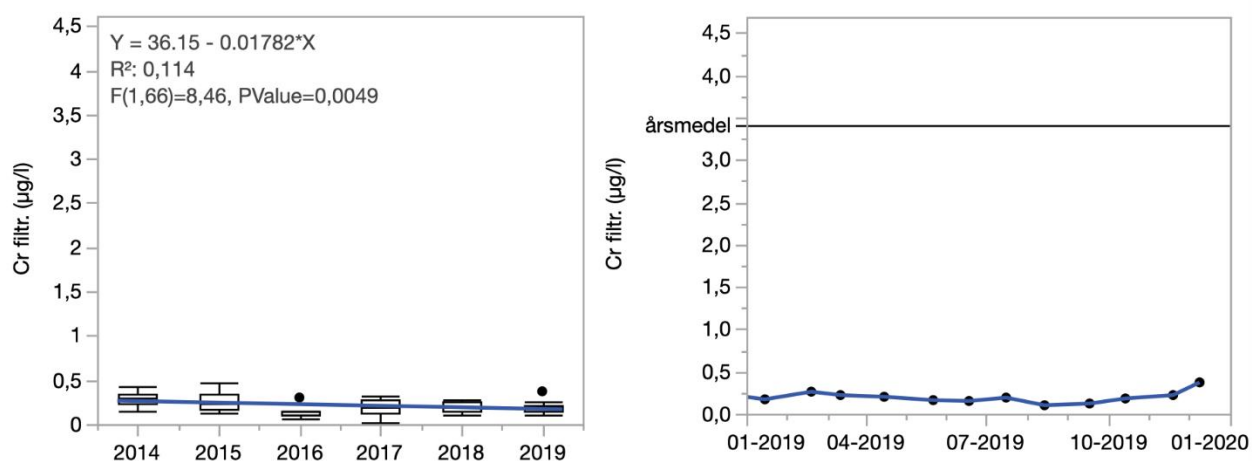
Figur 44. Halten kadmium (filtrerade prover) i Odensalabäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.

Bland de metaller som bedöms under ekologisk status och särskilt förorenade ämnen (SFÄ) uppvisar arsenik och krom en statistisk trend mot minskade halter för perioden 2014-2019, se Figur 45 och Figur 46. Med hänsyn tagen till bakgrundshalter av arsenik uppnår Odensalabäcken uppnår god status (0,5 µg/l, årsmedelvärde) under hela den undersökta perioden 2014-2019. Noterbart är dock att enskilda årsmedelvärde för arsenik i Odensalabäcken inte uppnår god status detta gäller år 2014 och 2016 (god status men på gränsen till måttlig status). Av de fem provtagningsstationer är arsenikhalten som lägst i Odensalabäcken. Samtliga provtagningar under 2019 var halten krom under gränsvärdet (årsmedelvärde) för god status. Till skillnad mot de minskade halterna

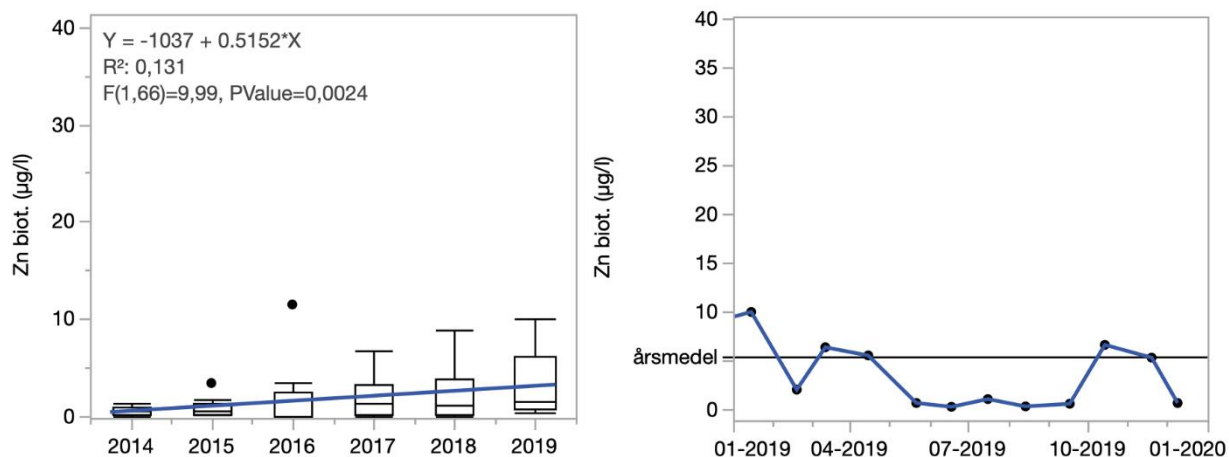
som ses för arsenik och krom ökar halterna av zink statistiskt under perioden 2014-2019 i Odensalabäcken (Figur 47). God status uppnås för zink sett till årsmedelvärde under perioden 2014-2019 samt för respektive år. Figur 47 visar att halterna av zink variera mycket inom åren, under 2019 uppmättes förhöjda halter av zink vid flertal tillfällen och högsta uppmätta halten var 9,9 µg/l biotillgängligt nickel (januari). Orsaken till de statistiskt ökade trenderna som ses den senaste sexårsperioden i Odensalabäcken för zink men även nickel och kadmium borde undersökas vidare. Den biotillgängligahalten av koppar var under 2019 i Odensalabäcken under gränsvärdet (0,5 µg/l, årsmedelvärde) och god status uppnås, se Figur 48.



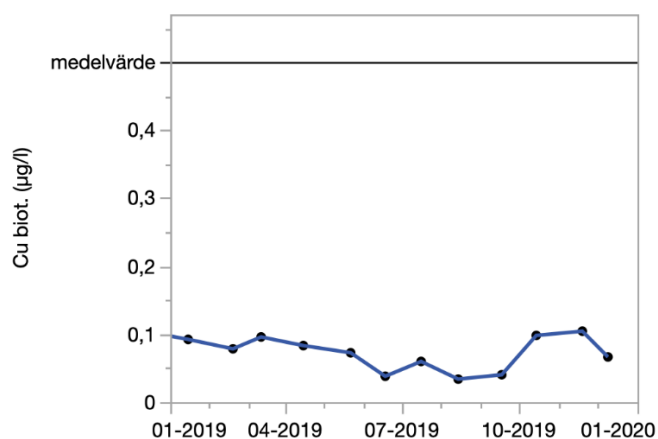
Figur 45. Halten arsenik (filtrerat prov där hänsyn tagits till bakgrundskoncentrationen) i Odensalabäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.



Figur 46. Halten krom (filtrerade prover) i Odensalabäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.



Figur 47. Halten zink (biotillgänglig del) i Odensalabäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.



Figur 48. Halten koppar (biotillgänglig del) i Odensalabäcken under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.

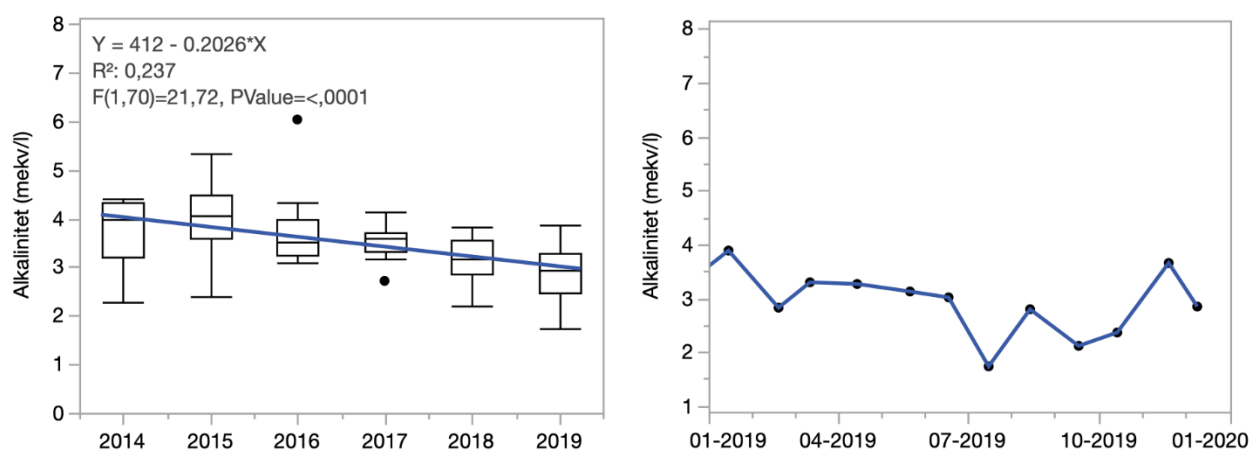
Rosersbergsbäcken

Provpunkten i Rosersbergsbäcken finns belägen ca 200 m uppströms dammsystemet som ansluter till Märstaån öster om koloniområdet.

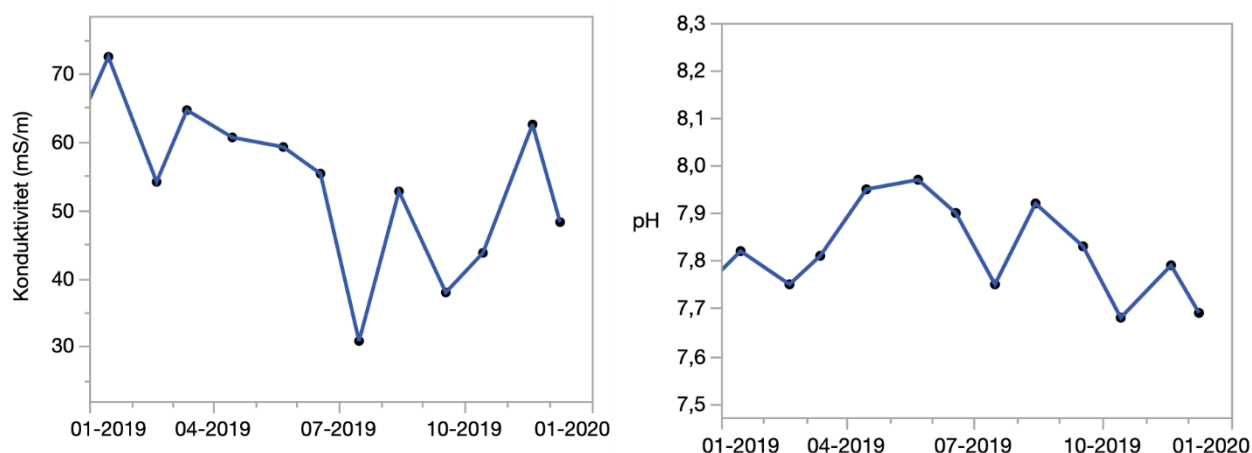
Rosersbergsbäcken är ett vattendrag med mycket god buffertkapacitet och har ett bland de lägre TOC halterna jämfört med övriga fyra provpunkter.

En statistiskt signifikant minskning av alkaliniteten uppmättes i Rosersbergsbäcken under perioden 2014-2019, se Figur 49. Noterbart är dock att Rosersbergsbäcken har mycket god buffertkapacitet. Alkaliniteten varierar relativt lite under 2019. Rosersbergsbäckens pH-värde varierade

endast lite under året och var som högst (7,9) under april-maj och lägst (7,6) oktober och december, se Figur 50. Konduktiviteten varierade till viss grad under 2019 (Figur 50). Rosersbergsbäcken är ett av vattendragen med lägre konduktivitet jämfört med övriga vattendrag.



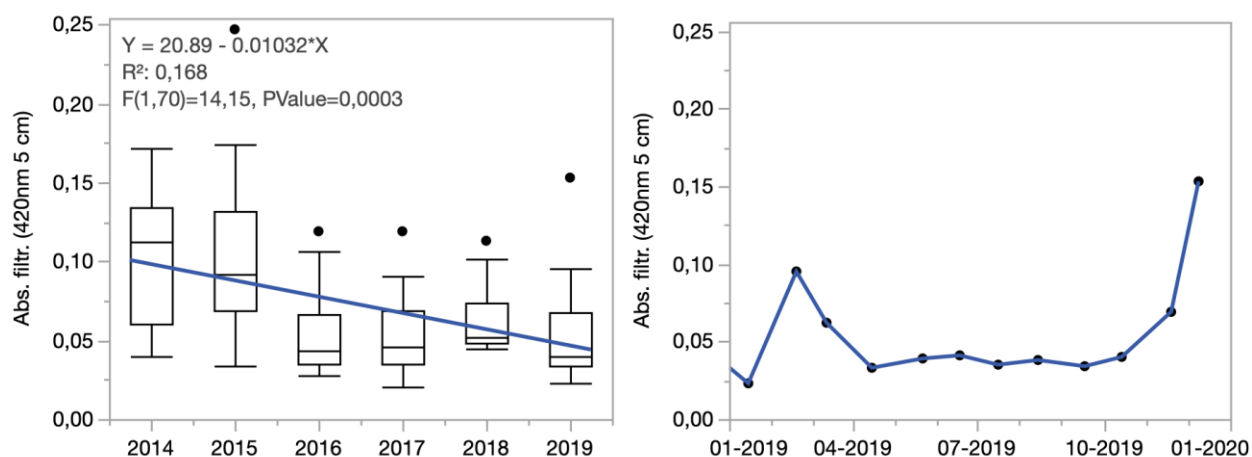
Figur 49. Alkaliniteten i Rosersbergsbäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.



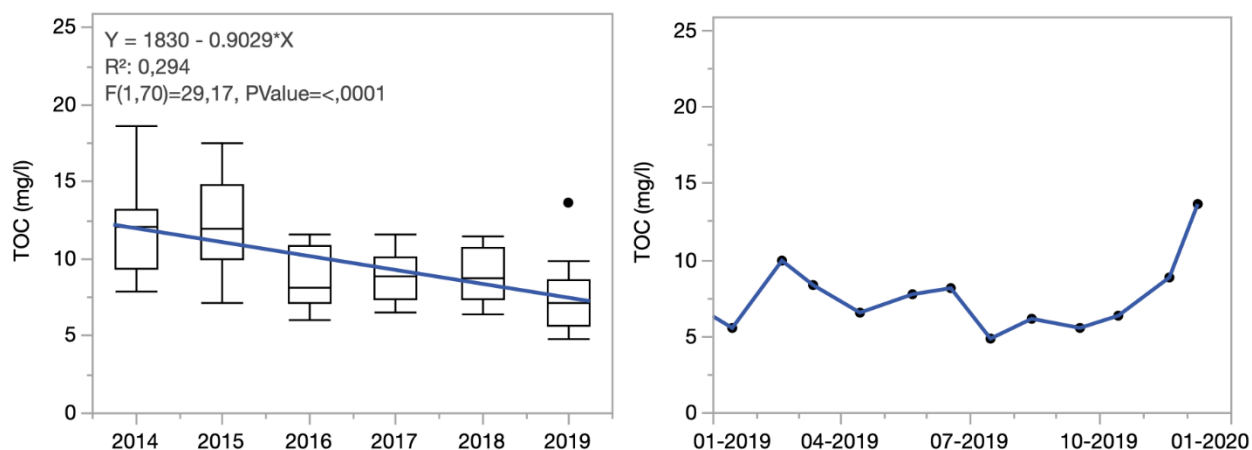
Figur 50. Konduktivitet och pH i Rosersbergsbäcken under 2019.

En statistisk signifikant minskning av absorbans ses för Rosersbergsbäcken under perioden 2014-2019, se Figur 51. Under 2019 uppvisar vattnet svag till måttligt färgat vatten större delen av året, högre vattenfärg ses i samband med högre flöden och den högsta vattenfärgen ses under december månad. Statistiskt sett ses även trend mot minskade TOC halter i Rosersbergsbäcken under perioden 2014-2019, se Figur 52. Rosersbergsbäcken är ett av de vattendragen med genomgående lägst TOC halt, under 2019 uppmättes låga till måttliga halter, högsta halterna ses i samband med höga flöden (februari-mars och november-december). Vattendraget har under året (2019) hög grumlighet och under december

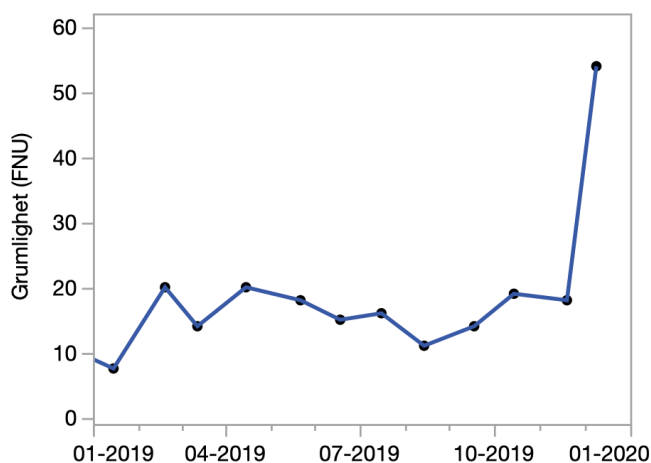
månad ses en extremt hög halt (Figur 53), Rosersbergsbäcken är ett av de mest grumliga vattendragen i Märstaåns avrinningsområde under 2019.



Figur 51. Absorbansen i Rosersbergsbäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.

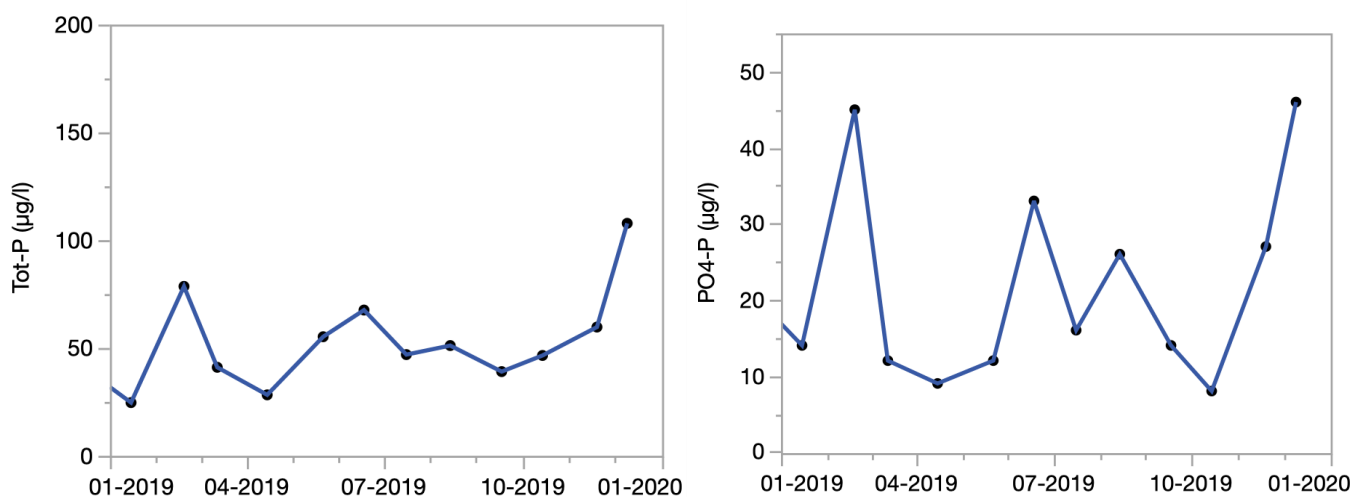


Figur 52. Halten TOC i Rosersbergsbäcken under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.



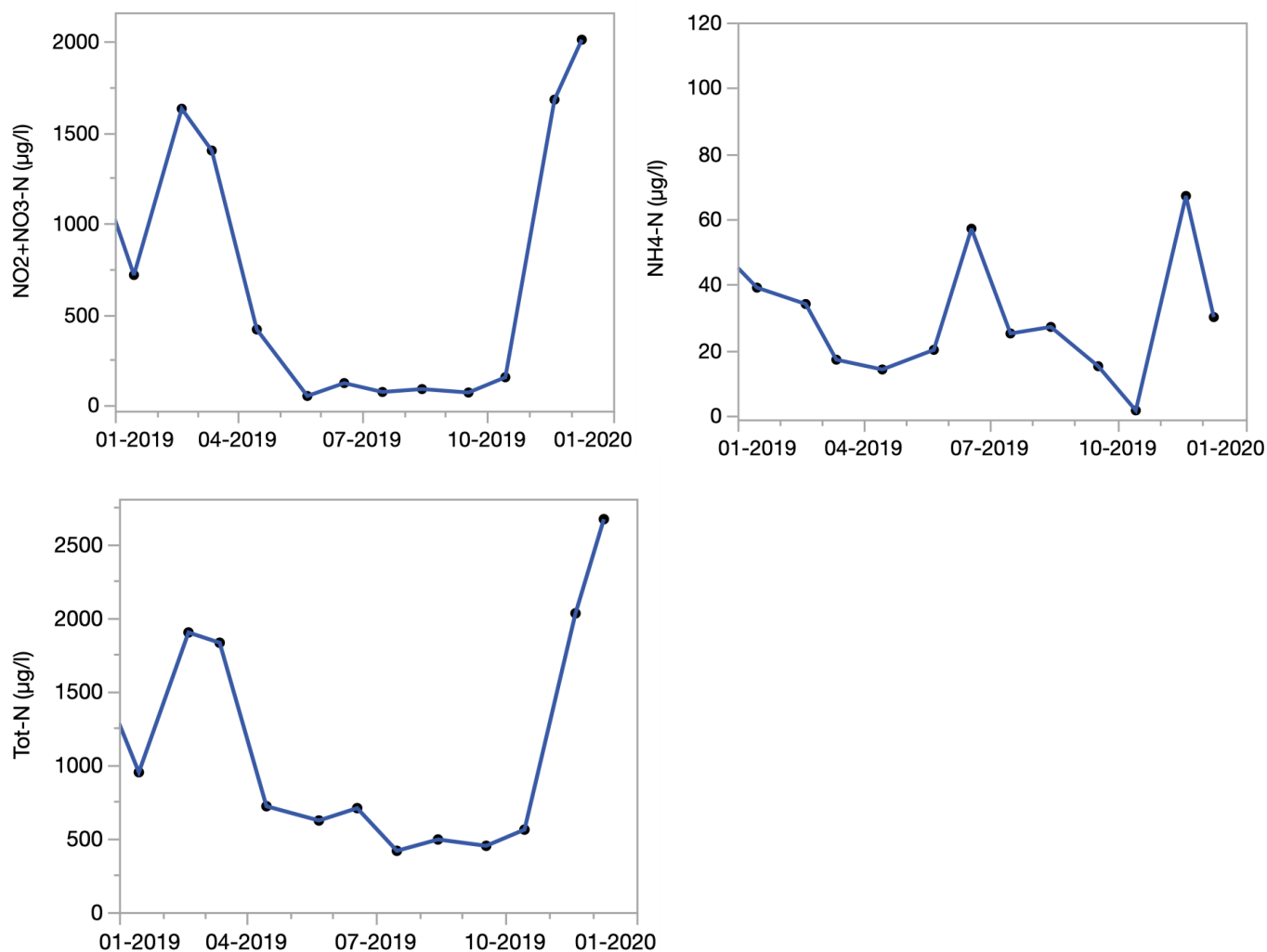
Figur 53. Grumlighet i Rosersbergssjön under 2019.

De högsta halterna av totalfosfor och fosfatfosfor under 2019 uppmättes i februari och december månad, se Figur 54. Mängden totalfosfor följer kurvan för fosfatfosfor relativt väl under 2019. Högre halter av fosfatfosfor ses under sommaren då även flödet var lågt.



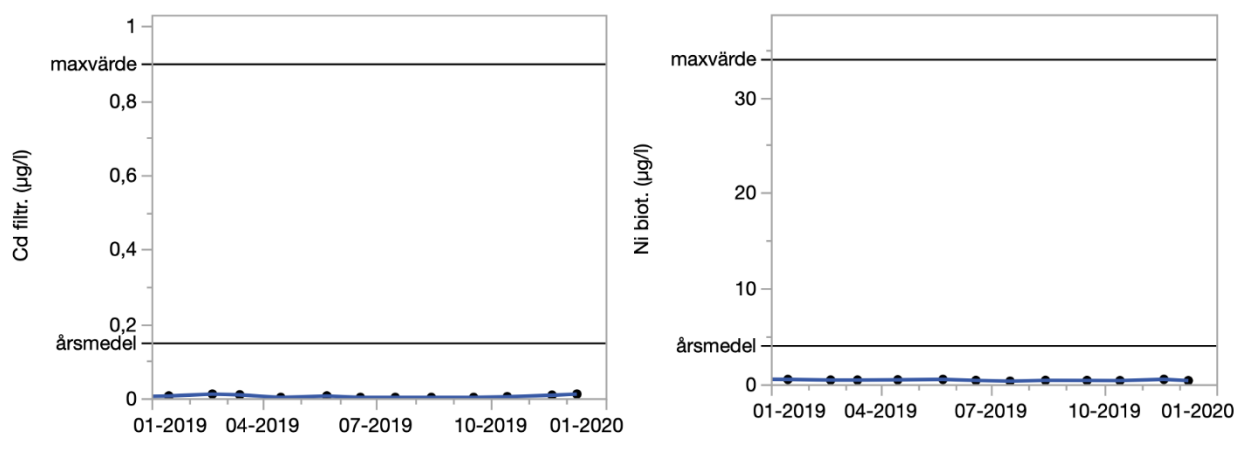
Figur 54. Halten totalfosfor och fosfatfosfor i Rosersbergssjön under 2019.

Årsvariationen som ses i halterna av totalkväve ses även för nitritnitratkväve under 2019 i Rosersbergssjön, se Figur 55. De högsta uppmätta halterna ses i början respektive slutet av året och består till största dels av nitritnitratkväve. Under sommaren var nitritnitratkvävehalterna låga. Halten av ammoniumkväve varierar under året med högre halt under juni och november, se Figur 55.



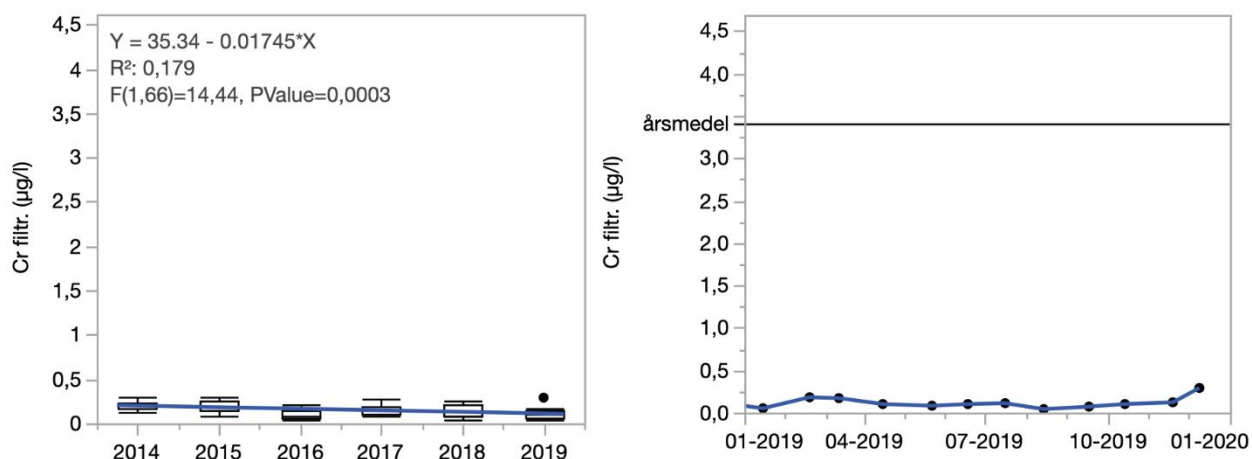
Figur 55. Nitritnitrat-, ammonium- och totalkvävehalterna i Rosersbergssjön under 2019.

Bland de metaller som faller under bedömningen av kemisk status uppmättes låga halter av nickel (biotillgänglig del) och kadmium i Rosersbergssjön under 2019, se Figur 56. Låga halter uppmättes även av bly under året. De uppmätta halterna är under respektive gränsvärde (årsmedelvärde) för kadmium, nickel och bly och god status uppnås för 2019 i Rosersbergssjön.

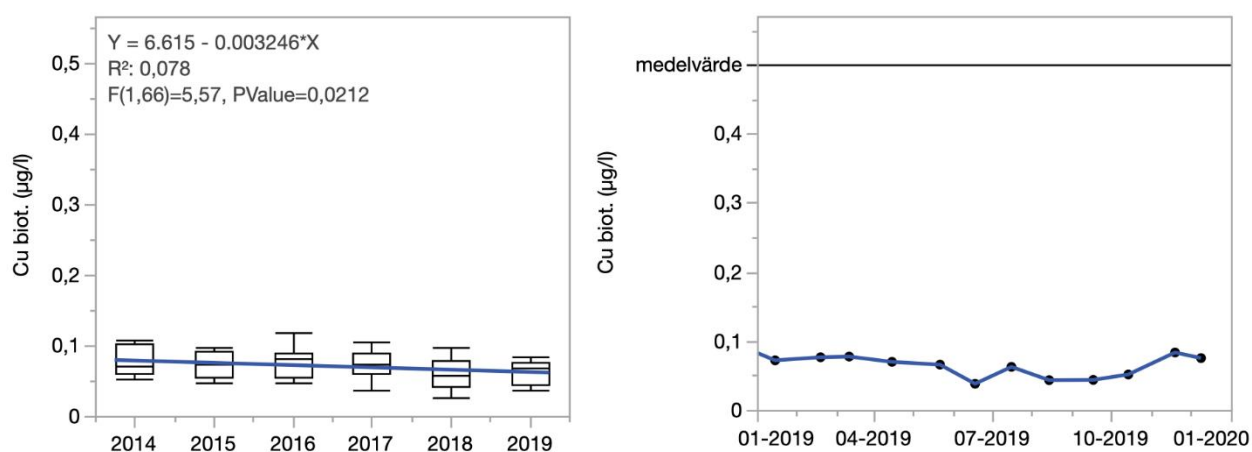


Figur 56. Halten kadmium (filtrerat prov) och nickel (biotillgänglig del) i Rosersbergsvädden under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.

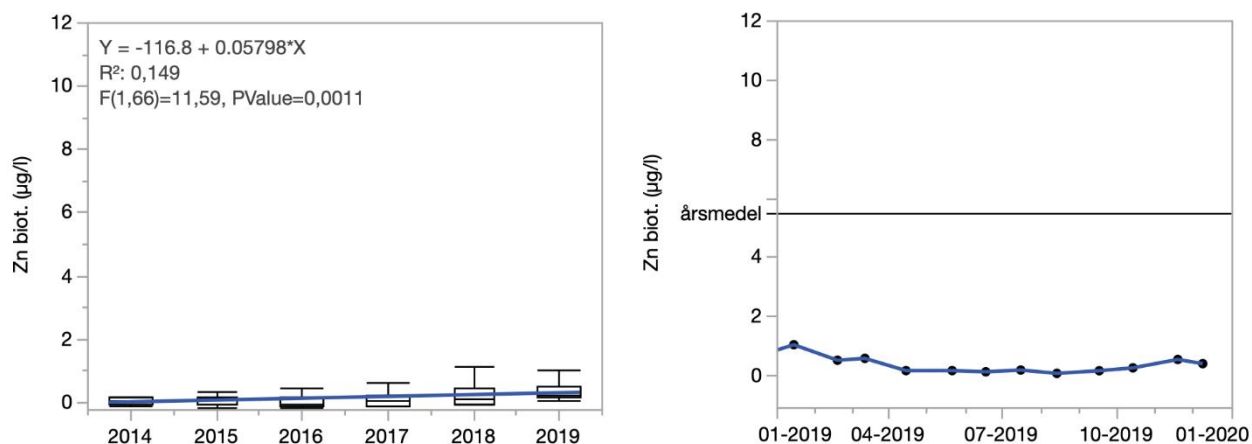
En statistiskt avtagande trend ses av halterna krom och koppar i Rosersbergsvädden under 2014-2019, se Figur 57 och Figur 58. Krom visar god status (årsmedelvärde) för hela perioden 2014-2019 samt för respektive år i Rosersbergsvädden. För biotillgänglig koppar ses en statistisk minskning av halterna under perioden 2014-2019. Den biotillgängliga halten zink var under år 2019 låga samt under gränsvärdet (årsmedelvärde), dock ses en statistisk trend till ökade halter i Rosersbergsväddens vatten under den senaste sexårsperioden (Figur 59). Koppar och zink uppnår god status för hela perioden 2014-2019 samt för respektive år i Rosersbergsvädden. Förhöjda halter av arsenik ses under hela året i Rosersbergsväddens (Figur 60) samt för den senaste sexårsperioden (se avsnitt särskilt förorenade ämnen). Arsenik uppnår därmed inte god status utan bedöms till måttlig status för år 2019 och perioden 2014-2019.



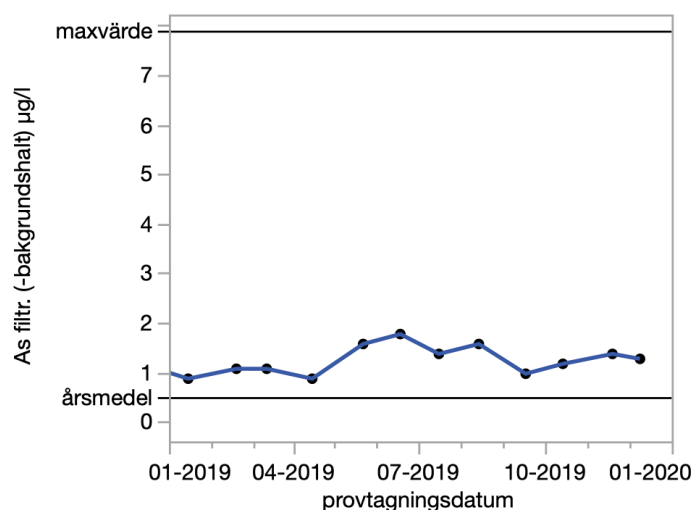
Figur 57. Halten krom (filtrerat prov) i Rosersbergssjön under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.



Figur 58. Halten koppar (biotillgänglig del) i Rosersbergssjön under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.



Figur 59. Halten zink (biotillgänglig del) i Rosersbergssjön under 2014-2019 samt årsvariationen under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.



Figur 60. Halten arsenik (filtrerat prov och hänsyn tagen till bakgrundshalt) i Rosersbergssjön under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.

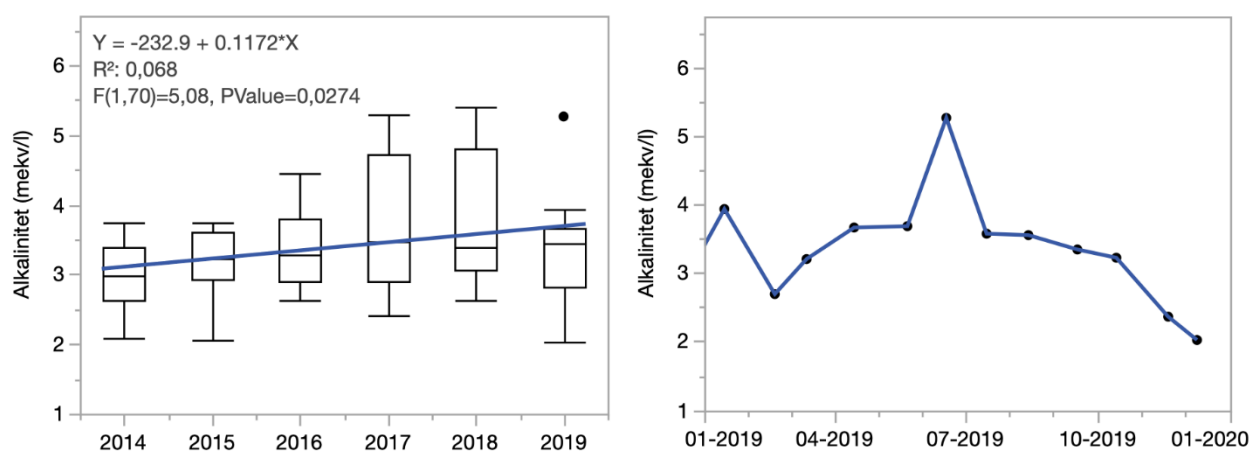
Märstaåns mynning

Provpunkten vid Märstaåns mynning är belägen ca 650 m från utloppet i Steningeviken, se Figur 1.

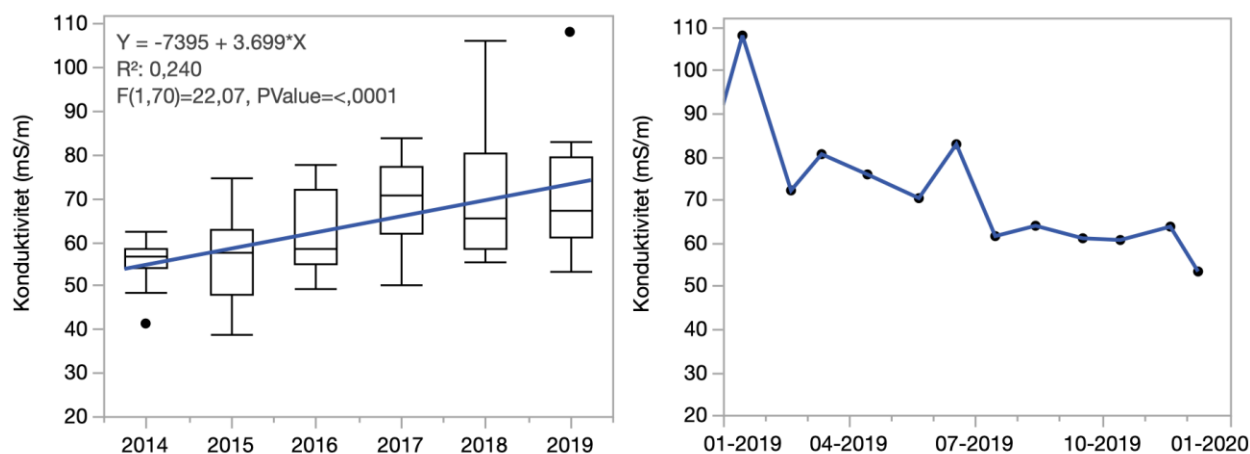
En statistisk signifikant trend mot ökad alkalinitet och konduktivitet ses för Märstaåns mynning under perioden 2014-2019, se Figur 61 och Figur 62. För alkaliniteten ses en relativt stor spridning de senaste tre åren.

Provtagningarna visar att vattnet i Märstaåns mynning har mycket god buffertkapacitet. Under 2019 var vattnets alkalinitet i Märstaåns mynning relativt stabil under stora delar av året undantaget ökning i juni (vid låg

flöde) och minskningen som uppmättes under årets sista månader. Variationen av konduktiviteten var stor under året och högst under januari för att sedan i stort avta under året. pH-värdet i vattnet vid Märstaån mynning varierade mellan 7,3 och 7,7 under 2019.

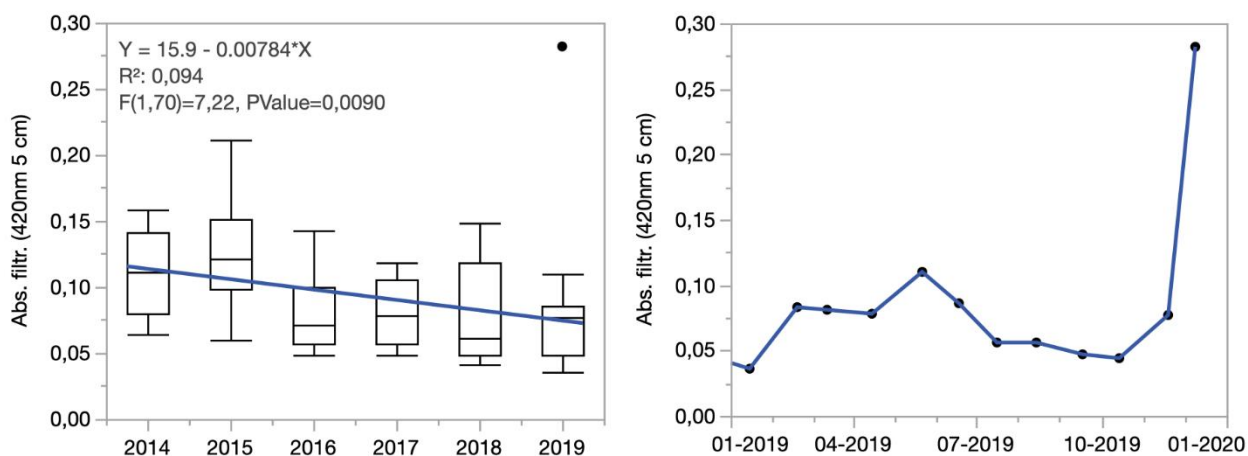


Figur 61. Alkaliniteten i Märstaåns mynning under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.

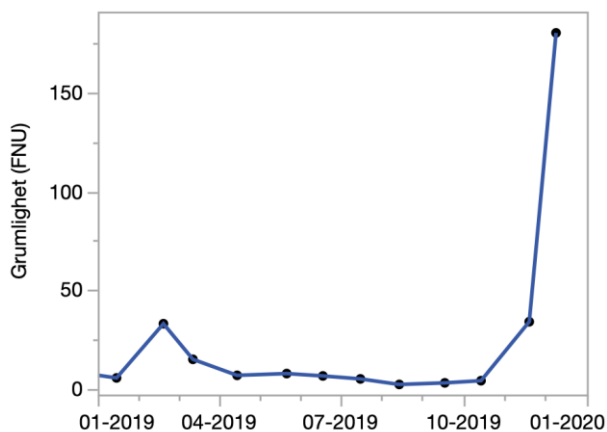


Figur 62. Konduktiviteten i Märstaåns mynning under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.

Under perioden 2014-2019 ses en statistisk signifikant minskning av absorbans i Märstaåns mynning (Figur 63). Under året hade vattnet i Märstaåns mynning måttlig vattenfärg, men starkt färgat vatten ses under december i samband med hög vattenföring. Under stora delar av året var grumligheten jämn och som lägst under mitten av året vid lågflöde (Figur 64). Grumligheten ökar liksom absorbansen kraftigt med extremt högt värde under perioderna när hög flöden ses under året.

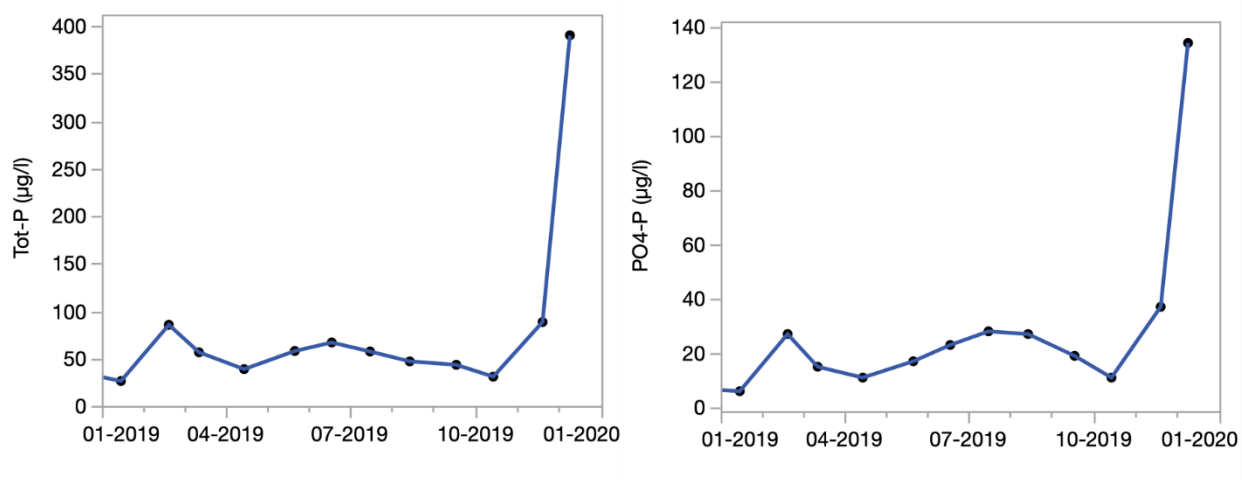


Figur 63. Absorbansen i Märstaåns mynning under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019.



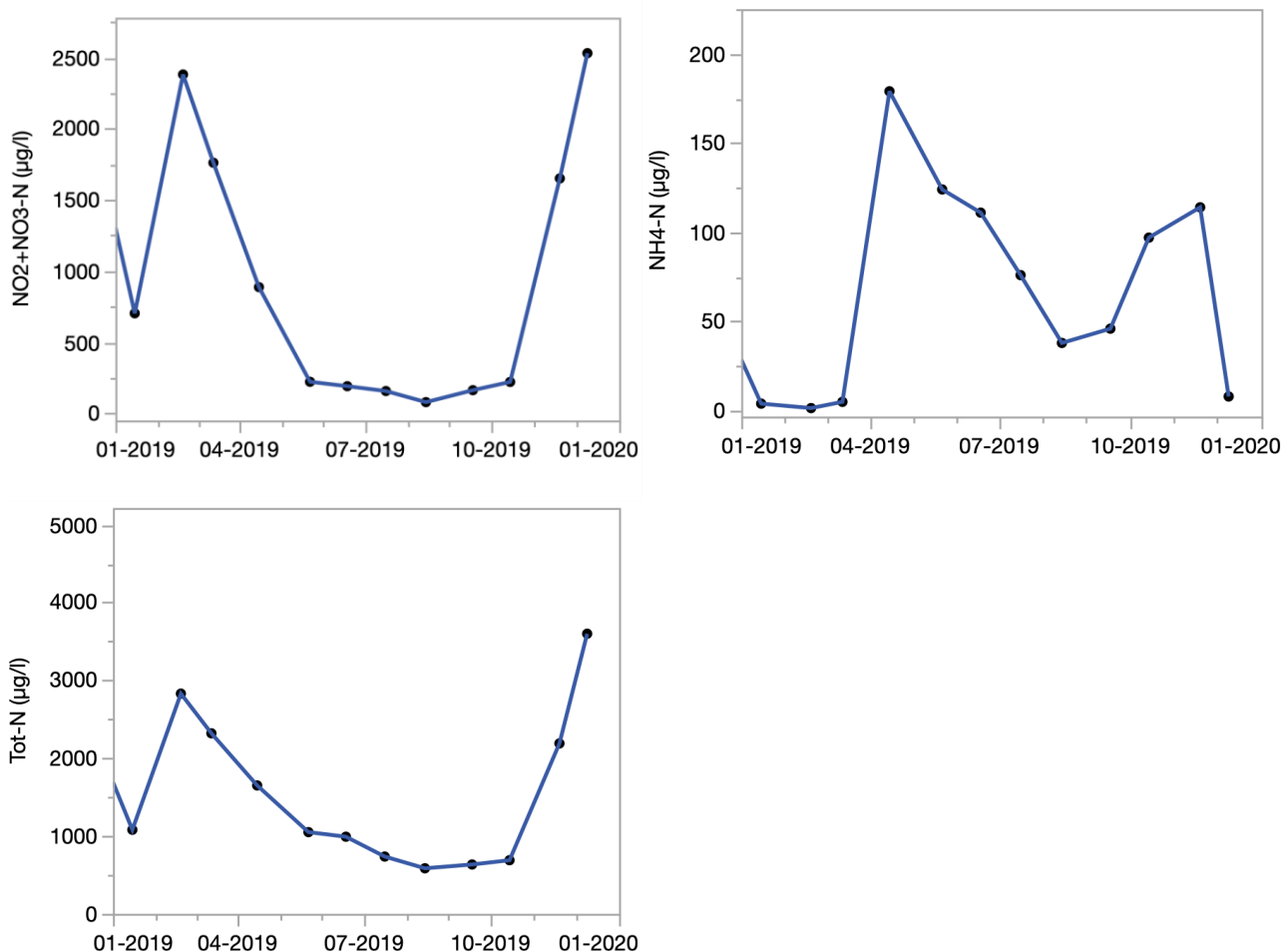
Figur 64. Grumligheten i Märstaåns mynning under 2019.

Mängden totalfosfor i Märstaåns utlopp följer kurvan för fosfatfosfor relativt väl under 2019, se Figur 65. De högsta halterna av totalfosfor ses i samband med de högre flödena som ses under året. Likt övriga vattendrag ökar halten löst fosfor (fosfatfosfor) även för Märstaåns mynning under sommaren i samband med låg flöde.



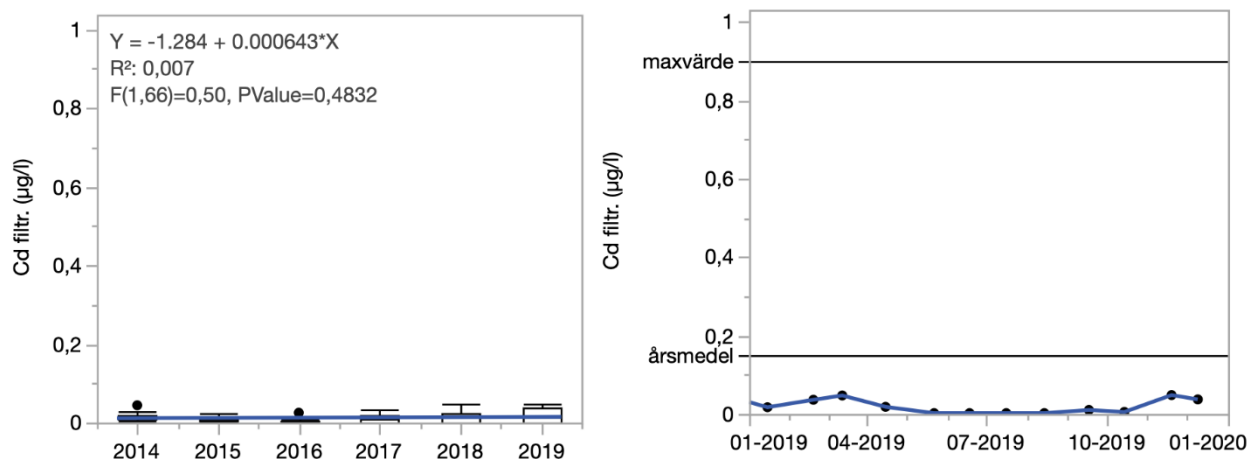
Figur 65. Halten totalfosfor och fosfatfosfor i Märstaåns mynning under 2019.

I Figur 66 visas årsvariationen av nitritnitrat-, ammonium- och totalkvävehalterna i Märstaåns mynning under 2019. De högsta totalkvävehalterna ses under årets första månader, halten sjunker sedan för att återigen öka under årets sista månader. Halterna av nitritnitratkväve följer kurvan för totalkväve väl med högre halter under början och slutet av året då flödet var som störst och transport från omkringliggande marker sker. De lägre nitritnitratkvävehalterna ses under växtperioden då upptaget av löst kväve är som störst samt att transport från tillrinnande områden är lägre vid låg flöde. Till skillnad mot nitritnitratkväve ses de högsta halterna av ammoniumkväve under sommaren vilket kan beror på olika nedbrytningsprocesser alternativt lokalt utsläpp från bland annat enskilt avlopp (Figur 66).

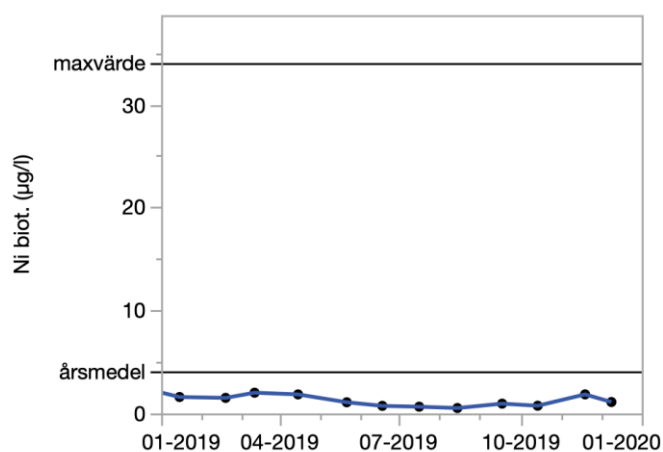


Figur 66. Nitritnitrat-, ammonium- och totalkvävehalterna i Märstaåns mynning under 2019.

Bland de tungmetaller som faller under bedömningen av kemisk status (kadmium, nickel och bly) uppmättes låga halter under 2019. I Figur 67 ses de låga kadmiumhalterna och ingen statistisk trend kunde beläggas för perioden 2014-2019. De uppmätta (låga) halterna av biotillgängligt nickel under 2019 visas i Figur 68. Metallhalterna är under respektive gränsvärde (årsmedelvärde) för kadmium, nickel och bly och god status uppnås för Märstaåns utlopp under perioden 2014-2019 samt för respektive år för dessa ämnen.

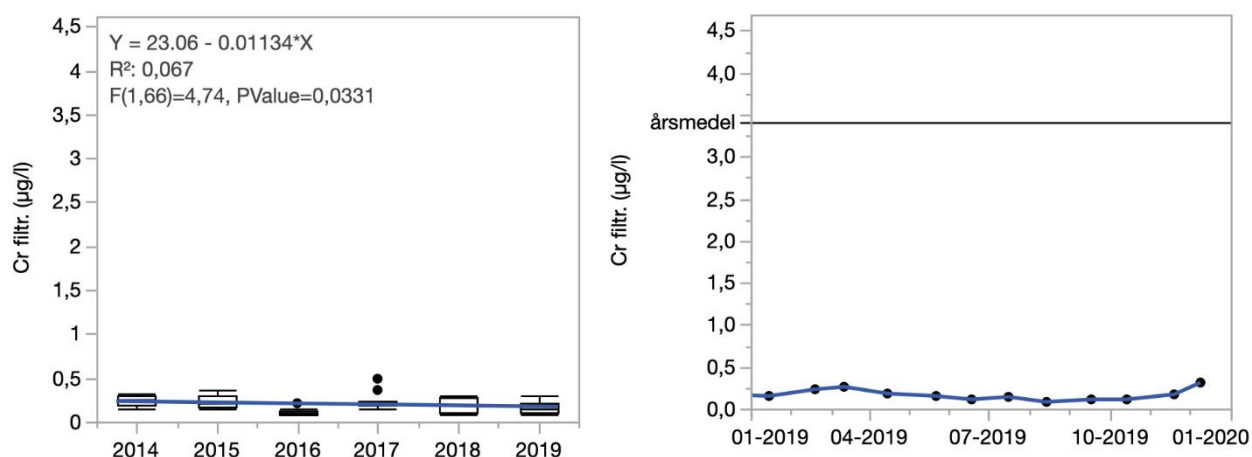


Figur 67. Halten kadmium (filtrerat prov) i Märlstaåns mynning under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.

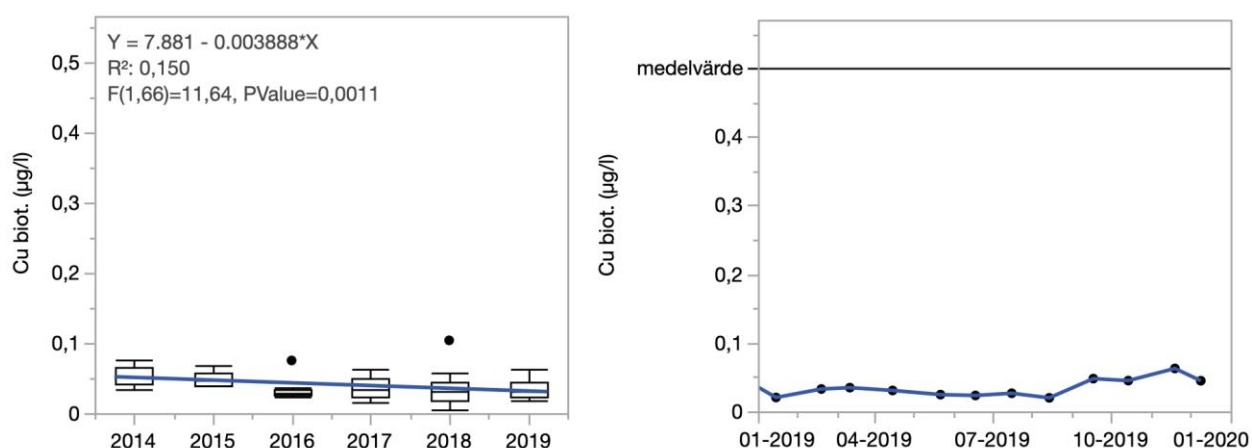


Figur 68. Halten nickel (biotillgänglig del) i Märlstaån mynning under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde och maximal tillåten koncentration enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.

Bland de metaller som bedöms under ekologisk status och särskilt förorenade ämnen (SFÄ) beläggs en statistisk minskning av halten krom (Figur 69) och biotillgänglig koppar (Figur 70) för Märlstaåns utlopp den senaste sexårsperioden. Samtliga provtagningar under 2019 visar att halterna av krom och koppar var under gränsvärdet (årsmedelvärde) och god status uppnås för dessa ämnen. God status uppnås även sett till tidsperioden 2014-2019 för krom och koppar i Märlstaåns utlopp.



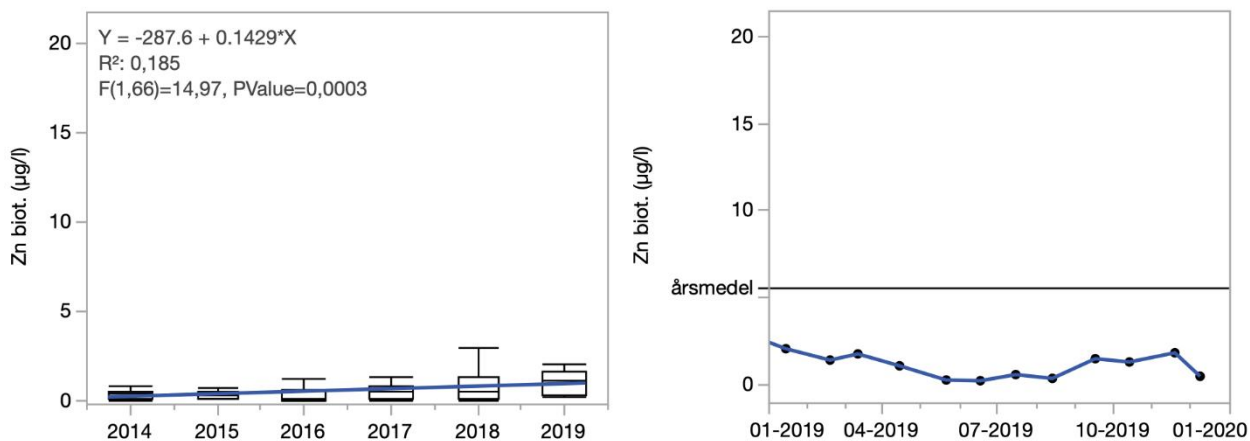
Figur 69. Halten krom (filtrerat prov) i Märstaåns mynning under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.



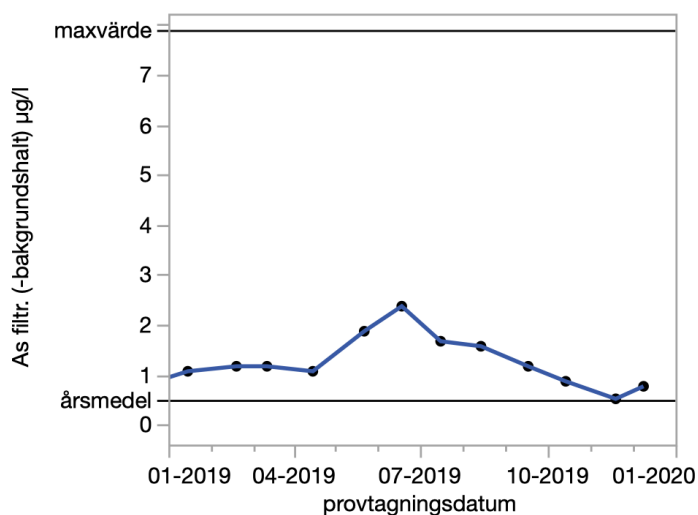
Figur 70. Halten koppar (biotillgänglig del) i Märstaåns mynning under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.

Zink och arsenik ingår även vid bedömning av särskilt förorenade ämnen. För Märstaåns utlopp ses en statistisk trend till ökade halter av biotillgänglig zink för perioden 2014-2019, se Figur 71. De uppmätta halterna för 2019 var samtliga under gränsvärdet (årsmedelvärde) och god status uppnås för zink vilket även gäller för den senaste sexårsperioden.

Arsenikhalten var generellt sett hög under året och samtliga provtagningar visar halter över gränsvärdet (årsmedelvärde), de högsta halterna uppmättes under sommaren då flödet i vattendraget var lågt, se Figur 72. God status uppnås inte för arsenik i Märstaåns utlopp för varken år 2019 eller perioden 2014-2019.



Figur 71. Halten zink (biotillgänglig del) i Märlåns mynning under perioden 2014-2019 samt årsvariationen under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19.



Figur 72. Halten arsenik (filtrerat prov och hänsyn tagen till bakgrundshalt) i Märlåns mynning under 2019 med gränsvärde för årsmedelvärde enligt Havs- och Vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19

Statistiska trender och samband

Under detta avsnitt sammanfattas de statistiska trender som undersökts för parametrar Märlåns mynning under perioden 1998-2019, 2012-2019 samt 2014-2019, se Tabell 4. Se bilaga 2 för figurer av samtliga undersökta trender och samband som redovisas i Tabell 4. För Märlåns mynning kan positiva samt negativa samband ses mellan en utvald parameter och tidsperiod. Exempelvis ses en ökande trend av vattnets alkalinitet för perioden 1998-2019 medan halten av totalkväve statistiskt minskar för perioden.

Tabell 4. Trendanalys av vattenkemiska parametrar i Märstaåns mynning under perioderna 1998-2019, 2012-2019 samt 2014-2019 och 2010-2019. Tabellen visar sambandet mellan två variabler (parameter och tidperiod) och där samband beskrivs som växande eller avtagande funktion. P-värdet beskriver sannolikheten i den växande eller avtagande funktionen, värden som inte är statistiskt signifikanta benäms ns (not significant). Signifikansnivå beräknas från p-värdet där tre signifikansnivåer används $p < 0,05$ (*), $p < 0,01$ (**) och $p < 0,001$ (***). Exempelvis $p < 0,05$ (5%) visar med 95% säkerhet att resultaten i den beräknade funktionen stämmer. Celler utan värden har inte samband undersökts för den aktuella tidsperioden. Siffror i rött är på gränsen till signifikant. Se bilaga 2 för figurer för samtliga undersökta samband.

Parameter	Enhet	1998-2019		2012-2019		2014-2019	
		ökning/ minskning	P-värde	ökning/ minskning	P-värde	ökning/ minskning	P-värde
Alkalinitet	mekv/l	+0,03	<0,0001			+0,11	0,03
Arsenik filtr. (As)	µg/l						ns
Kalcium (Ca)	mekv/l	-0,02	0,0005				ns
Kadmium filtr. (Cd)	µg/l				ns		ns
Klor (Cl)	mekv/l		ns			+0,12	0,0005
Kobolt filtr. (Co)	µg/l			+0,067	0,03	+0,14	0,00069
Krom filtr. (Cr)	µg/l			-0,015	<0,0001	-0,011	0,03
Koppar filtr. (Cu)	µg/l			-0,19	<0,0001	-0,22	0,0004
Löst oorganiskt kväve (DIN)	µg/l	-33,1	<0,0001				ns
Grumlighet	FNU		ns*				ns
Kalium (K)	mekv/l	+0,03	<0,0001			+0,16	<0,0001
Konduktivitet	mS/m		ns			+3,7	<0,0001
Magnesium (Mg)	mekv/l	-0,005	0,0020				ns
Natrium (Na)	mekv/l		ns			+0,10	0,0011
Ammonium-kväve (NH ₄ -N)	µg/l	-3,39	0,0002				ns
Nickel filtr. (Ni)	µg/l	+0,2	0,053			+0,40	0,03
Nitratnitrit-kväve (NO ₂ +NO ₃ -N)	µg/l	-29,72	<0,0001				ns
Bly filtr. (Pb)	µg/l			-0,005	0,0041	-0,005	0,0374
pH		+0,005	<0,0001				ns
Partikulärt kväve (Part.-N)	µg/l		ns				ns
Fosfatfosfor (PO ₄ -P)	µg/l		ns				ns
Partikulärt fosfor (Part.-P)	µg/l		ns				ns
Kisel (Si)	mg/l		ns				ns
Totalkväve (Tot-N)	µg/l	-35,2	<0,0001				ns
Totalt organiskt kol (TOC)	mg/l	+0,09	<0,01				ns
Totalfosfor (Tot-P)	µg/l		ns				ns
Vanadin filtr. (V)	µg/l			-0,056	<0,0001	-0,053	<0,0001

*visar undersökt samband mellan perioden 2010-2019

Referenser

Havs- och vattenmyndigheten. 2013. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. HVMFS 2013:19. Konsoliderad utgåva 2019-01-01.

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

Havs- och vattenmyndigheten. 2016. Miljögifter i vatten – klassificering av ytvattenstatus. Vägledning för tillämpning av HVMFS 2013:19. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:26.

Herbert, R., L. Björkvald, T. Wällstedt & K. Johansson. 2009. Bakgrundshalter av metaller i Svenska inlands- och kustvatten. Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 2009:12.

Länsstyrelsen i Stockholm. 2020. Kiselalger i Stockholms län 2019 En undersökning av 31 vattendragslokaler och 13 sjöar. Fakta 2020:3.

SGU. 2019. Alkalinitet i grundvatten. Data och statistik. Hemsida. <https://www.havochvatten.se/hav/samordning--fakta/data--statistik/officiell-statistik/officiell-statistik---havs--och-vattenmiljo/alkalinitet-i-grundvatten.html>

SMHI. 2020a. SMHI Vattenwebb. Vattenwebb tillgängliggör information om sötvatten och kustvatten i Sverige. Tillgänglig: <http://vattenwebb.smhi.se> [2020-04-29]

SMHI. 2020b. SMHI Öppna data. Tillgänglig: <https://www.smhi.se/data> [2020-05-06]

Bilaga 1. Analysresultat Märstaån 1997-2019

Samtliga analysresultat finns sammanställda i excel-filen ”Märstaån vattenkemi 1997-2019”.

Bilaga 2. Statistiska trender och samband

Samtliga statistiska trender sammanställda i Tabell 4 i Märstaåns mynning visas här som figurer.

