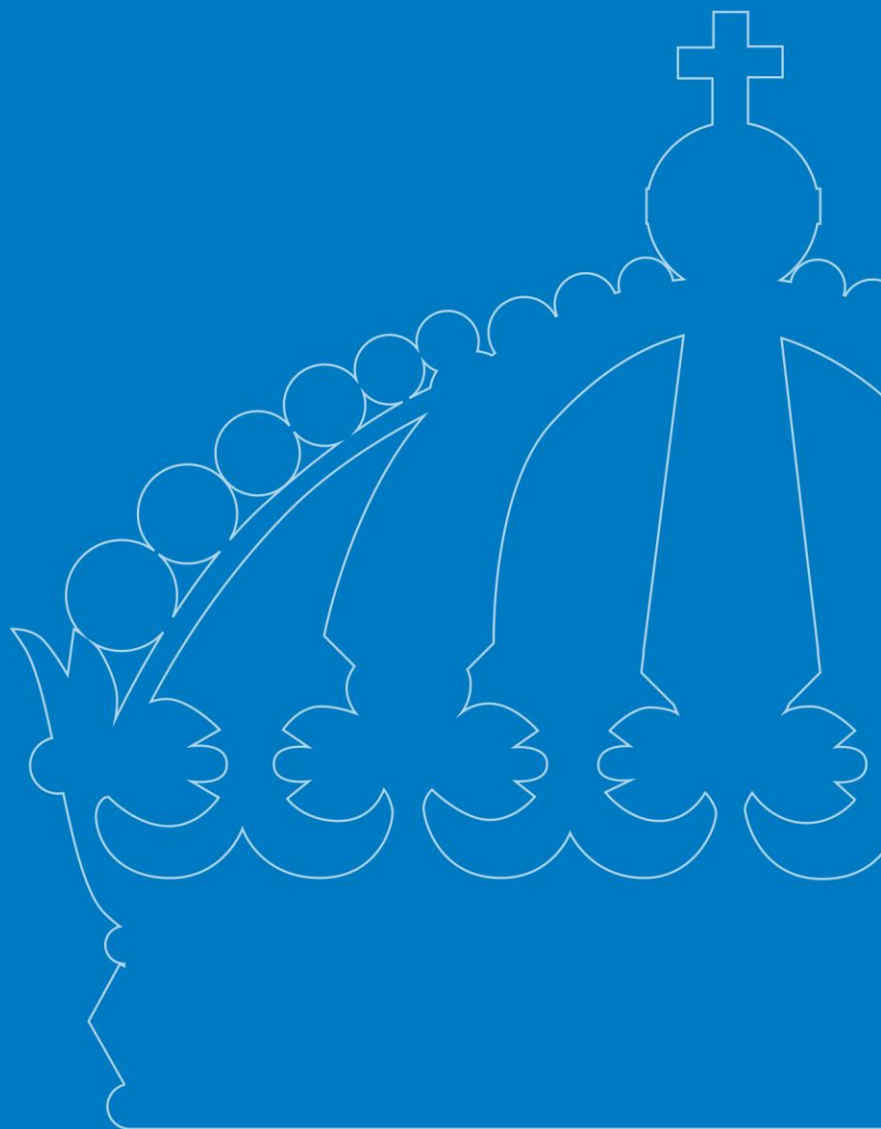




Statusklassning av näringsämnen i vattendrag runt Storsjöbygden

Problem och utvecklingsbehov för bedömningar av övergödning och tolkning av miljöstatus i näringsfattiga vatten i Jämtlands län.



UTGIVEN AV: Länsstyrelsen i Jämtlands län, april 2020

TEXT: Ann Kristin Eriksson, Elin Götzmann och Bart De Wachter

FOTO OMSLAG: Länsstyrelsen i Jämtlands län - Vattenenheten

LÖPNUMMER: 2020:20

DIARIENUMMER: 537-8652-19

PUBLIKATIONEN KAN LADDAS NER FRÅN VÅR HEMSIDA: www.lansstyrelsen.se/jamtland

Innehåll

SAMMANFATTNING	5
INLEDNING	6
MATERIAL OCH METOD.....	10
Vattendragen och dess tillrinningsområden	10
Markanvändning.....	11
Påverkan och belastning på vattendragen	13
Provtagning, analys och klassning utifrån kiselalger	14
Provtagning och analys	14
Bedömningsgrunder för biologiska kvalitetsfaktorer för övergödning i vattendrag.....	15
Provtagning, analys och bedömning av kemiska faktorer.....	16
Provtagning och analys	16
Bedömningsgrunder för kemiska kvalitetsfaktorer för övergödning i vattendrag.....	16
<i>Olika metoder för beräkningar av referensvärdet för näringsämnen i vattendrag.....</i>	<i>17</i>
RESULTAT OCH DISKUSSION	19
Vattenkemiska parametrar varierar mellan vattendragen	19
Vattendragens status.....	20
Måttlig till hög status utifrån bedömning av kiselalger	20
Kemiska statusen varierar beroende på vilket referensvärde som används	22
<i>Olika metoder att beräkna referensvärdet för näringsämnen i vattendrag.....</i>	<i>22</i>
<i>Klassningen varierar beroende av vilket referensvärde som används.....</i>	<i>25</i>
Samband mellan metoderna att statusklassa	26
Inget tydligt samband mellan ekologisk och kemisk status.	26
Höga fosforkoncentrationer under högvattenflöden	28
Vålbacksån	29
Trättgärdesbäcken	31
Vadbäcken.....	33
Hovermobäcken	35
SLUTSATS	37
YTTERLIGARE FRÅGOR.....	38

REFERENSLISTA	39
Lagstiftning	40
BILAGA 1 DATA.....	41
BILAGA 2 BERÄKNADE EK-VÄRDEN MED DE OLIKA METODERNA.....	44
BILAGA 3 FOSFORHALT OCH VATTENFÖRING.....	45

Sammanfattning

Påverkan och status av näringsämnen på sjöar och vattendrag i Jämtlands län är i dagsläget förhållandevis okänd. Den provtagning av kiselalger som skett i länet har visat på god eller hög status gällande näringsämnen, medan vattenkemiprovtagning har visat på höga halter av totalfosfor i länets oligotrofa vattendrag. Rapporten syftar till att lyfta problematiken om hur vi kan komma fram till en säker statusklassning i dessa näringsfattiga vatten.

Genom att övervaka vattendrag i området runt Storsjöbygden, med olika påverkanstryck i form av jordbruksmark, gjordes statusklassning för dessa vattendrag både utifrån biologiska kvalitetsfaktorn för kiselalger samt näringsämnen utifrån kemiska analyser. Dessa gav dock olika resultat, vilket gör det svårt att bedöma vilken status vattendragen har och om vattendragen är påverkade av övergödning eller inte. Det gör det även svårt att bedöma åtgärdsbehovet utifrån vattenförvaltning eller avgöra vid tillståndsprövningar hur vattendragen skulle påverkas av ytterligare belastning av näringsämnen.

De olika metoderna som finns för att beräkna referensvärden för klassningen av näringsämnen genom kemiska analys ger olika resultat. Modellen som används har tidigare visat sig kunna ge en överskattning av referensvärdet vid låga fosforhalter och att det tidigare påpekats att det finns ett behov för en bättre bedömning för ultraoligotrofa vatten. Miljöövervakningen har visat halter runt 5 µg/l totalfosfor i många ytvatten i länet, varför det även har använts som referensvärde i vattenförvaltningens senaste klassning.

Resultaten av projektets provtagningar visar också på att det i samband med snösmältning under våren ofta uppmäts höga halter av fosfor. I de vattendrag med större andel jordbruksmark i tillrinningsområden syns en relativ större ökning av fosforhalterna i samband med snösmältning. I en av bäckarna har halter upp till 500 µg/l totalfosfor uppmätts under vårflödet. De höga halterna under korta perioder kommer dock att öka årsmedelvärdet för fosforhalten. När provtagning sker, och vilka data som inkluderas i klassningen kommer därför att ha en stor påverkan på vilken status vattnet klassas med.

Inledning

Svensk förvaltning av ytvatten styrs av flera ramverk. Förutom miljöbalken och de svenska miljömålen är genomförandet av EU:s vattendirektiv ett viktigt styrande ramverk för vattenförvaltningen.

Bedömningar av vattenmiljöns ekologiska och kemiska status behövs för att uppskatta effekter och halter av ämnen som sprids av mänskliga aktiviteter till det akvatiska ekosystemet. Halterna kan mätas direkt via vattenkemiprovtagning och analys. Dock finns det variationer inom och mellan år och det är komplicerat och kostsamt att utforma provtagningsprogram där alla variationer fångas upp för en bra bedömning. Ett komplement eller alternativ till vattenkemiska mätningar är biologiska indikatorer. De kan visa om miljötillstånd och ekosystemfunktioner varit försämrade under en längre tidsperiod och behöver inte mätas lika ofta. De visar vilka effekter kemin har på biologin i ekosystemet och samverkande effekter av olika miljöstörningar. Med införande av vattendirektivet har fokus flyttat från vattenkemiska bedömningar till bedömningar av biologisk status (Kahlert, 2011).

Ett tillstånd då ekosystemfunktionerna försämras är i samband med övergödning (eutrofiering). Det sker en naturlig tillförsel av näringsämnen till vatten, men exempelvis jordbruk, avloppsreningsverk och små avlopp ger ofta en ökad tillförsel av näringsämnen till sjöar och vattendrag. Den ökade tillförseln av näringsämnen kan påverka sjöns ekosystem på flera sätt. Till exempel kan en sjö påverkas genom en ökad tillväxt av vissa alger och planktonarter på vattenytan, så kallad algbloomning. Algbloomningarna leder till att mindre ljus kommer att nå till bottenlevande växter och minskar dess tillväxt. Detta gör att artsammansättningen och näringsväven i sjöarna kommer att förändras. När växtplankton och alger faller ned till botten av sjöarna behövs syre för att bryta ned dessa. Det kan i sin tur leda till att andra vattenlevande organismer påverkas av syrebrist.

All algbloomning är dock inte ett resultat av övergödning utan också en naturlig process, framförallt i naturlig näringsrika vatten. Under vår eller höst sker omblandning av vattnet i en skiktad sjö som ger att det näringsrika vattnet från djupare delar av sjön kommer till ytan. Vid rätt ljus och temperaturförhållanden kan detta orsaka en naturlig algbloomning. I länets näringsfattiga vatten är naturlig förekommande algbloomningar mer sällsynta. Dock har den ökade tillförseln av näringsämnen lett till fler och kraftigare algbloomningar i landet, framförallt under sommaren.

Övergödning anses i dagsläget ofta som ett litet eller obefintligt problem för sjöar och vattendrag i Jämtlands län. Det vattenkemiska dataunderlaget som finns utifrån provtagningar inom den samordnade recipientkontrollen (SRK) samt i de nationella- och regionala miljöövervakningsprogrammen är dock begränsat och visar över lag på mycket låga halter av totalfosfor i länet. Detta visar också i bedömningarna av status och miljöproblem i vattenförvaltningens andra cykel (2010–2015). Det är nästan utesluten rena modellerade påverkansanalyser som ligger till grund för denna bedömning eftersom det inte finns så mycket underlag tillgängligt om halterna av näringsämnen (fosfor och kväve) eller biologiska kvalitetsfaktorer så som kiselalger eller växtplankton i länets sjöar och vattendrag.

Under den första förvaltningscykeln av vattendirektivet (2004–2009) användes den så kallade indikativa modellen (Öhman & Johansson, 2009) som underlag för statusklassning där data saknades. Modellen pekade ut vattenförekomster som möjligen var övergödda utifrån en grov påverkansanalys. Övervakning med kiselalger, plankton och vattenkemi behövdes för att klargöra status i de vattenförekomsterna. Preliminära resultat (av kiselalger och vattenkemi) visade på motstridigheter och en djupare analys bedömdes vara nödvändig.

För att få en bild över övergödningssituationen i länet vill Länsstyrelsen kunna använda sig av biologiska indikatorer för identifiering av påverkan från näringsämnen. För vattendrag är det via kiselalgsprovtagning. Den provtagning av kiselalger som skett i länet har endast visat på hög eller i mindre skala god status gällande övergödning. Enskilda vattenprover har dock visat på (mycket) höga halter av bland annat totalfosfor. Dessutom ligger de uppmätta värdena i några av vattendragen, som vi vet är påverkade av näringsämnen från mänsklig aktivitet, under de uppskattade/beräknade referensvärdena som vattnet skulle haft om det var opåverkat (Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2013:19). Det skulle innebära att vattnets status är ”bättre” än om det vore opåverkat eller att det finns en oförklarad utarmning av näringsämnen, vilket inte är trovärdigt. Därför är det svårt att bedöma graden av övergödning i länet.

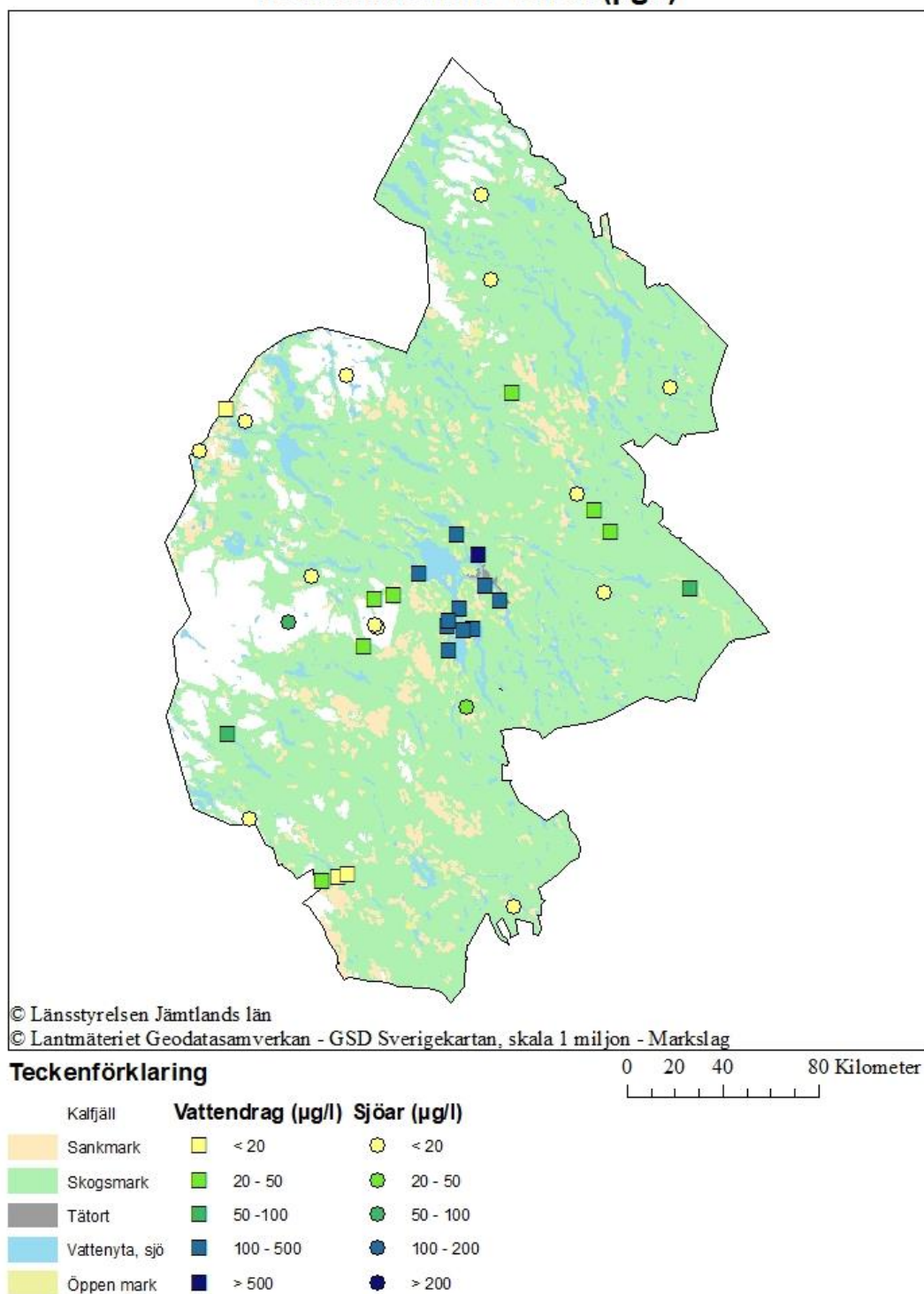
Jordbruksmarker finns spridda i stora delar av länet, men mer koncentrerade i området runt Storsjön och i älvdalarna. I Storsjöbygden finns också de vattenvattendrag där Länsstyrelsen uppmätt höga halter av näringsämnen (se figur 1 och 2). I övriga delar av länet där näringsämneshalter mäts i vatten syns istället en minskade trend av näringsämnen, även om de platser där mätningar genomförs är få.

Syftet med projektet är att jämföra de biologiska och kemiska bedömningsgrunderna för statusklassning av övergödning i några vattendrag runt Storsjön och resonera kring problemen att bedöma statusen utifrån dessa metoder.

Angreppssättet som valdes var att övervaka vattendrag i området runt Storsjöbygden, med olika påverkanstryck i form av jordbruksmark. Statusklassning för dessa vattendrag gjordes både utifrån biologiska kvalitetsfaktorn för kiselalger samt näringsämnen utifrån kemiska analyser.

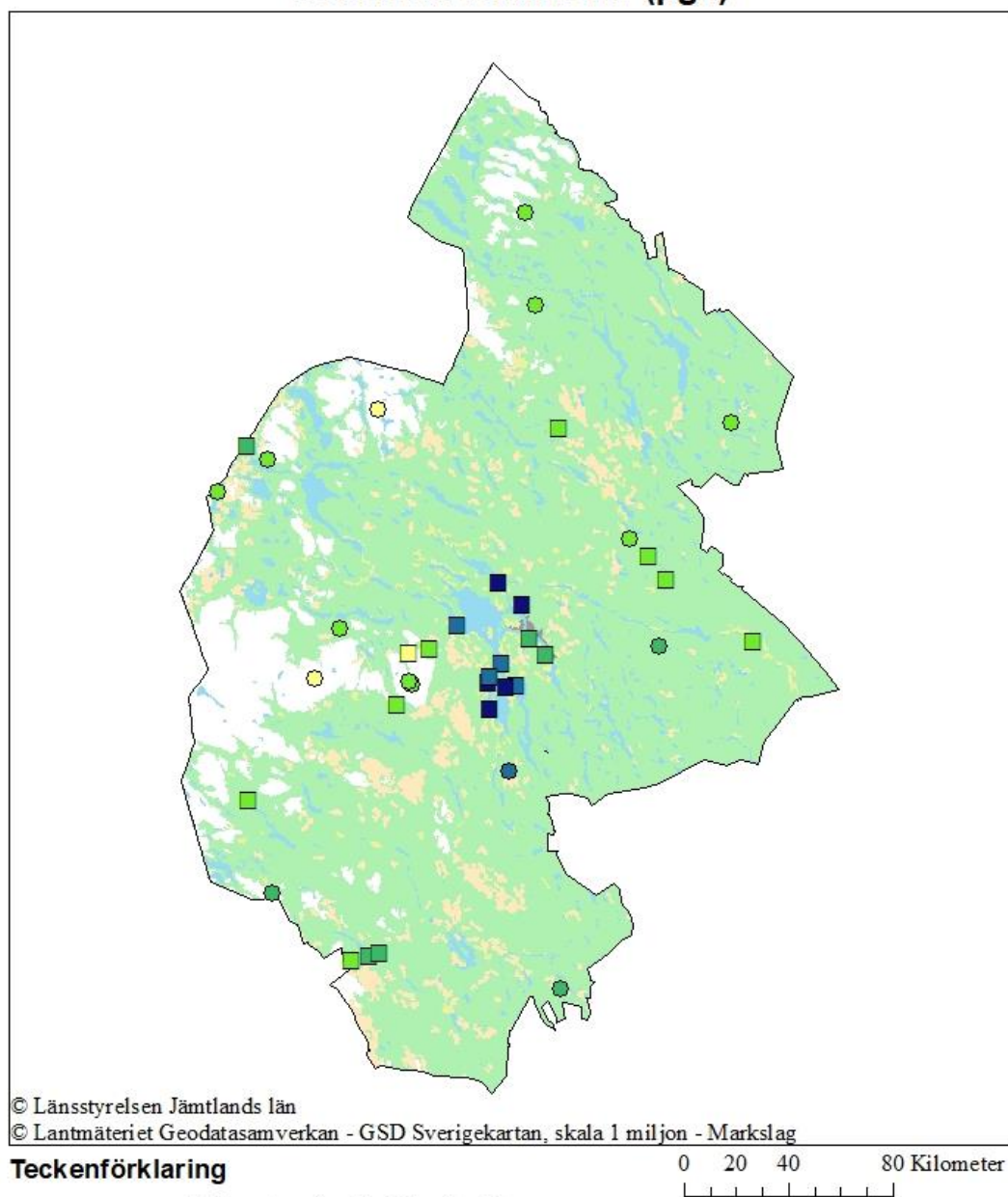
Utifrån detta hoppas vi kunna lyfta utvecklingsbehov vad gäller metodik för bedömningarna av övergödning och tolkning av miljöstatus i de naturligt näringsfattiga vattnen i Jämtlands län. Detta för att det på sikt ska ges möjlighet att utveckla mer robusta och säkra metoder för att klassa vattnets status i naturligt näringsfattiga förhållanden.

Medel halt nitrit+nitrat ($\mu\text{g/l}$)



Figur 1: Markslag i Jämtlands län samt platser där provtagning och analys av nitrat och nitrit ($\text{NO}_2 + \text{NO}_3$) genomförts under minst fyra tillfällen under perioden juni 2015 till september 2018. Cirklar motsvarar värden uppmätta i sjöar och kvadrater värden uppmätta i vattendrag.

Medelhalt totalfosfor ($\mu\text{g/l}$)



Figur 2: Markslag i Jämtlands län samt platser där provtagning och analys av totalfosfor (totalP) genomförts under minst fyra tillfällen under perioden juni 2015 till september 2018. Cirklar motsvarar värden uppmätta i sjöar och kvadrater värden uppmätta i vattendrag.

Material och metod

Vattendragen och dess tillrinningsområden

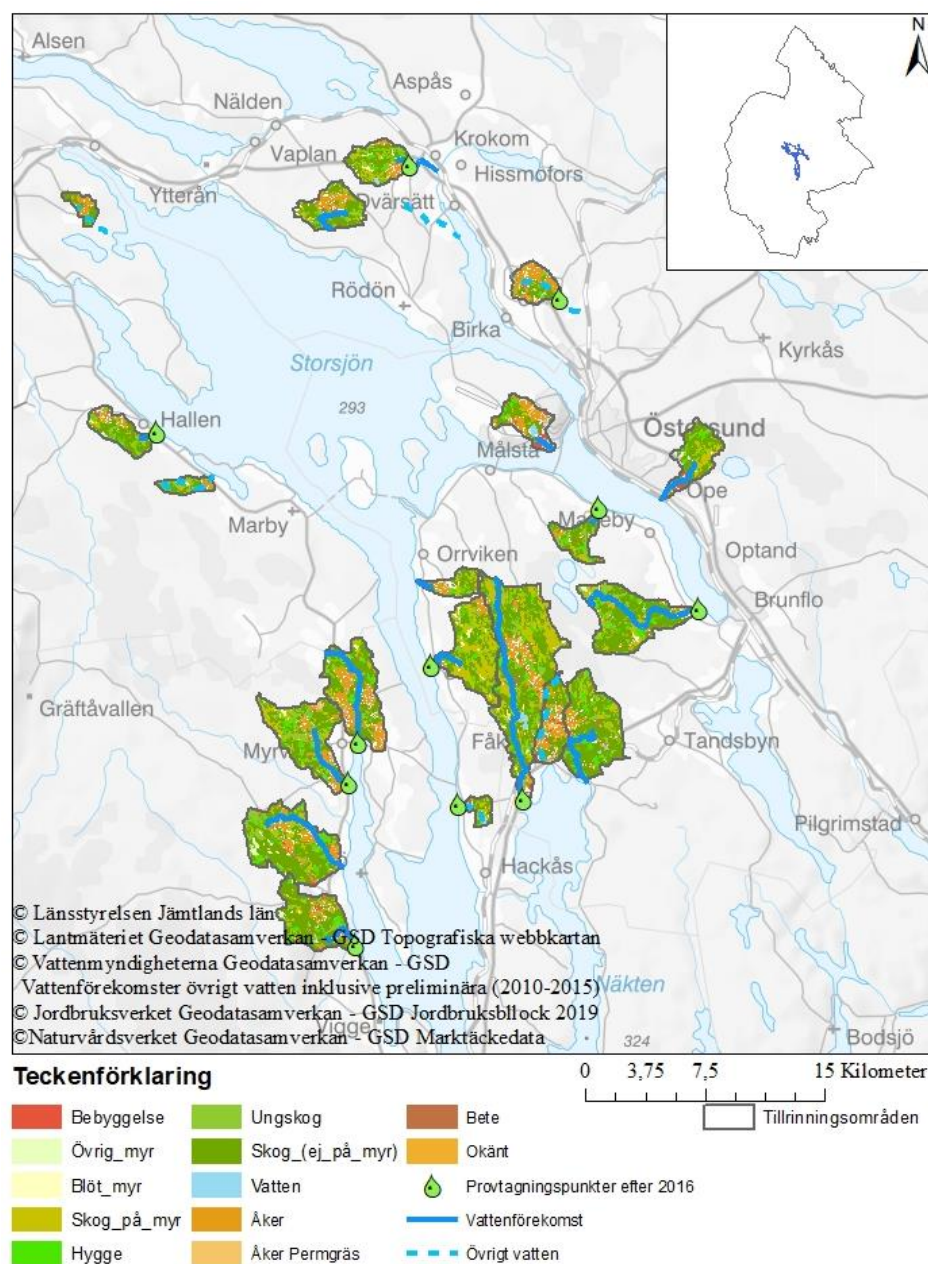
Samtliga vattendrag ligger i området runt Storsjön i Jämtlands län. Vattendragen är utvalda utifrån en stigande gradient av belastning av näringsämnen samt olika andel av jordbruksmark inom avrinningsområdet. I ett första steg valdes 21 vattendrag ut vilka övervakades genom provtagning mellan fyra och tolv gånger per år (se figur 3 samt tabell 1). Därefter valdes 11 av dessa vattendrag ut för fortsatt provtagning utifrån en gradient i innehåll av uppmätt halt fosfor i vattnet samt andelen jordbruksmark i området.



Figur 3: Vattendrag som ingått i projektet. Vattendrag markerade med en grön droppe har ingått i den fortsatta provtagningen från 2016 till 2018.

Markanvändning

Andelen av de olika typerna av markanvändning varierar i de olika avrinningsområdena, men åkermark och skogsmark är de dominerande i samtliga avrinningsområden (se figur 4 och tabell 2). Andelen åkermark varierar mellan 3,5 procent och 48,2 procent. Majoriteten av skogen växer på områden med myrmark. I inget av avrinningsområdena finns någon stad, men orter med färre än 200 invånare samt landsortsbebyggelse av öppen karaktär förekommer. Bebyggelsen överskrider inte mer än 1,2 procent i något av avrinningsområdena. Andelen åker och bete är framtagna utifrån Jordbruksverket jordbruksblock från 2019, och andelen skogsmarker och myr utifrån Naturvårdsverkets marktäckesinventering. I figur 5 visas ett exempel på olika typer av markanvändning som kan finnas i de olika vattendragens närmiljö.



Figur 4: Tillrinningsområde till provtagningsplatserna i samt marktyper i de olika områdena.

Tabell 1: De 21 vattendrag som ingått i undersökningen, vattenID som används inom vattenförvaltningen samt mätperiod när provtagning i vattendragen genomförts. Övre delen av tabellen visar de 11 vattendrag där mätningar genomförts under en lägre period. Vattendrag markerade med *är övrigt vatten, vilket är de vattendrag som inte klassas som en vattenförekomst. För att ett vattendrag ska klassas som en vattenförekomst enligt HVMFS 2017:20 har vattendraget ett tillrinningsområde större än eller lika med 10 km². Även om vattendraget har mindre tillrinningsområde kan det ibland ändå klassas som en egen vattenförekomst om det ligger nedströms ett vattendrag med större tillrinningsområde än 10 km² eller om vattendraget är beläget nedströms en sjö (större än 0,5 km²) för att bibehålla ett sammanhängande hydrografiskt nätverk.

	Vattenid (MSCD)	Mätperiod
Haraån	WA43369149	2015-06-02 – 2018-08-28
Hovermobäcken	WA25320867	2015-06-02 – 2018-08-28
Hällneäcken	WA59189443	2015-06-02 – 2018-08-28
Månstaån	WA69940911	2015-06-02 – 2018-08-28
Sannebäcken*	WA25396087	2015-06-02 – 2018-08-28
Slandromsån	WA71783313	2015-06-02 – 2018-08-28
Sågbäcken	WA86451693	2015-06-02 – 2018-08-28
Trättgärdesbäcken*	WA70219073	2015-06-02 – 2018-08-28
Vadbäcken	WA74465093	2015-06-02 – 2018-08-28
Vålbacksån	WA46564506	2015-06-02 – 2018-08-28
Abbåsan	WA77859272	2015-06-02 – 2018-08-28
Fåkerbäcken*	WA83024139	2015-06-02 – 2015-12-15
Hummelbäcken*	WA54917789	2015-06-02 – 2015-12-15
Hölabäcken*	WA45388727	2015-06-02 – 2015-12-15
Karsån	WA19576012	2015-06-02 – 2015-12-15
Mjällebäcken	WA89835596	2015-06-02 – 2015-12-15
Orrbackbäcken	WA52980892	2015-06-23 – 2015-12-15
Räksjöbäcken	WA58496702	2015-06-02 – 2015-12-15
Sjömyrbäcken*	WA74825826	2015-06-02 – 2015-12-15
Torvallabäcken	WA16692978	2015-06-02 – 2015-12-15
Älvesbäcken	WA10906203	2015-06-02 – 2015-12-15

Tabell 2: Markanvändning i de 11 områden där ytterligare provtagning skett. Vattendrag markerade med *är övriga vatten. Information om andel åker och bete är hämtat från Jordbruksverkets blockdata och information om hygge, ungskog, skog, myrmark och vatten är hämtat från Naturvårdsverkets marktäckedata.

	Total	Åker	Bete	Hygge	Ungskog	Skog (ej på myr)	Skog på myr	Blötmyr	Övrig myr	Vatten
	(km ²)					(%)				
Vålbacksån	18,0	3,5	1,0	9,4	11,4	57,0	13,1	0,0	2,2	0,3
Haraån	16,1	5,3	0,0	0,0	3,6	39,2	26,0	0,2	3,0	0,4
Sannebäcken*	2,4	7,8	5,1	4,1	2,2	43,4	21,7	0,5	2,0	3,9
Månstaån	37,8	10,3	1,3	6,7	7,9	46,9	31,0	0,1	2,0	1,7
Slandromsån	5,4	10,6	0,1	10,7	15,9	49,5	10,2	0,0	0,1	0,0
Hovermobäcken	13,8	11,5	1,6	9,1	10,0	53,8	3,6	0,5	1,1	0
Vadbäcken	8,1	13,1	0,4	7,3	7,3	44,0	17,8	0,0	6,0	1,4
Hällneäcken	16,9	13,6	1,0	9,0	14,0	39,8	15,3	0,1	1,3	0,0
Sågbäcken	6,6	17,1	2,6	9,9	11,5	43,4	6,1	0,5	2,1	0,7
Abbåsan	17,4	26,2	0,9	7,9	7,5	45,9	5,3	0,1	0,8	0,8
Trättgärdesbäcken*	5,9	48,2	3,1	2,2	4,3	27,5	2,7	0,0	0,0	0



Figur 5: Exempel på markanvändning i anslutning till vattendragen. Foto: Länsstyrelsen i Jämtlands län - Vattenenheten

Påverkan och belastning på vattendragen

Enligt EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG) ska alla verksamheter som har en betydande påverkan på vattenkvaliteten identifieras och åtgärder ska vidtas för att vattnet ska nå miljökvalitetsnormen "god ekologisk status". Inom vattenförvaltningen har en sådan bedömning gjorts av näringsämnesbelastning som kan leda till övergödning. Det är främst jordbruk, små avlopp och verksamhet runt hästhållning som bedöms ha en betydande påverkan på dessa vattendrag vad gäller tillförsel av näringsämnen. Detta enligt den påverkansanalys som gjorts inom vattenförvaltningens cykel 3 (2016–2021). De verksamheter som bedöms ha påverkan på respektive vattendrag återfinns i tabell 3.

Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) har genom den hydrologiska modellen HYPE tagit fram belastningsberäkningar för kväve och fosfor till vattendragen. Dessa beräkningar representerar hela vattenförekomstområdet och inte enbart tillrinningsområdet till mätpunkten där provtagning skett. Resultaten av belastningsberäkningen kan dock ge en indikation om vilka verksamheter som bidrar med belastning av näringsämnen i avrinningsområdet i detta projekt (se tabell 4).

Tabell 3: Verksamheter med betydande påverkan vad gäller belastning av näringsämnen i de 11 områden där ytterligare provtagning skett. Vattendrag markerade med *är övriga vatten där påverkan motsvarar hela avrinningsområdet. Information om Sannebäcken saknas eftersom den ingår i Storsjöns vattenförekomstområde.

	Betydande påverkan från jordbruk (VM, 2018)	Betydande påverkan från små avlopp (VM, 2018)	Häst
Vålbacksån	X	X	X
Haraån	X	X	X
Sannebäcken*	-	-	-
Månstaån	X	X	X
Slandromsån			
Hovermobäcken	X	X	X
Vadbäcken	X	X	
Hällnebäcken	X	X	X
Sågbäcken			
Abbåsan	X	X	
Trättgärdesbäcken*	X	X	X

Tabell 4: Belastning från olika verksamheter på vattendragen, beräknade med HYPE-modellen. Värdena motsvarar belastningen från hela vattendragets tillrinningsområde och inte enbart tillrinningsområdet i mätpunkten. Vattendrag markerade med *är övriga vatten där påverkan motsvarar hela avrinningsområdet. Information om Sannebäcken saknas eftersom den ingår i Storsjöns vattenförekomstområde.

	Sjö & Vattendrag	Skog & Hygge	Myr	Jordbruk	Övrigt	Urbant inkl. dagvatten	Enskilda avlopp	Avloppsreningsverk	Industri
	(kg P/år)								
Vålbacksån	0	65	1	14	2	1	5	0	0
Haraån	0	55	2	16	1	0	6	0	0
Sannebäcken*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Månstaån	0	125	3	63	4	0	18	0	0
Slandromsån	0	11	0	8	1	0	1	0	0
Hovermobäcken	0	15	1	17	1	0	5	0	0
Vadbäcken	0	33	3	19	2	8	6	0	0
Hällnebäcken	0	55	1	40	3	0	12	0	0
Sågbäcken	0	8	0	9	0	0	0	0	0
Abbåsan	0	42	1	68	4	1	13	0	0
Trättgärdesbäcken*	0	42	2	54	6	3	19	0	0

Provtagning, analys och klassning utifrån kiselalger

Provtagning och analys

Provtagningen utfördes enligt metod SS-EN 13946 (SIS 2014a) och Handledning för miljöövervakning, undersökningstyp "Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys" (Havs- och Vattenmyndigheten, 2016). Exempel på stenar som används i provtagningen från Trättgärdesbäcken från 2017 återfinns i figur 6. Provtagning genomförs genom att minst fem stenar tas från en sträcka om cirka tio meter som är representativt för lokalen. Stenarna bör vara så stora att de inte kan förflyttas under normala strömförhållanden och har valts ut utifrån att de sannolikt inte har legat ovan vattenytan. Ovansidan av stenarna borstas sedan med en ren tandborste och materialet sköljs sedan ned med hjälp av åvatten i en plastvanna. Detta upprepas tre gånger.

Analysen genomfördes av Medins laboratorium i ljusmikroskop enligt metod SS-EN 14407 (SIS 2014b) och Handledning för miljöövervakning, undersökningstyp ”Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys” (Havs- och Vattenmyndigheten 2016). Minst 400 skal räknades i varje prov.

Bedömningsgrunder för biologiska kvalitetsfaktorer för övergödning i vattendrag

Det finns olika index som används för bedömning av de biologiska kvalitetsfaktorerna för vattendrag. Den biologiska kvalitetsfaktorn som vanligen används i vattenförvaltningen är kiselalgsanalys (Havs- och vattenmyndigheten, 2018). För att bedöma kiselalger ingår följande index i de nya bedömningsgrunderna: IPS (Indice de Polluo-sensibilité Spécifique; Cemagref 1982), som är utvecklat för att visa påverkan av näringsämnen och organisk förorening i vattendrag. Statusklassningen följer detta index, men även de två stödparametrar TDI (Trophic Diatom Index) och % PT (Pollution Tolerant values) används för att stötta resultatet (Kelly 1998). Stödparametern % PT visar andelen kiselalger som är toleranta mot olika typer av föroreningar och TDI visar mängden näringskrävande former.

Bedömning av statusklass görs genom att det beräknade IPS-värdet jämförs med ett referensvärde enligt HVMFS 2013:19 (med senaste uppdatering 2018:17). IPS-värdet beräknas utifrån förekomsten av en viss taxa i vattendraget samt hur känslig taxan är för föroreningar och ekologiska variationer. I Sverige används samma referensvärde över hela landet. Enligt samma föreskrift saknas det underlag för att kunna justera detta referensvärde utifrån det naturliga näringsinnehållet i vattnet. Därför ska inte metoden användas vid väldigt lågt näringsinnehåll i vattnet. Dock har inget av vattendragen i denna undersökning så lågt innehåll av näringsämnen att metoden inte kan användas.

För att beräkna vattnets status divideras referensvärdet, som alltid är 19,6, med det beräknade IPS-värdet vilket benämns som den ekologiska kvalitetskvoten (EK), där

- $EK \geq 0,89$ innebär hög status,
- $0,74 \leq EK < 0,89$ innebär god status,
- $0,56 \leq EK < 0,74$ innebär måttlig status,
- $0,41 \leq EK < 0,56$ innebär otillfredsställande status, och
- $EK \leq 0,41$ innebär dålig status.



Figur 6: Exempel på stenar som analyserats för kiselalger samt de redskap som används för provtagning. Foto: Länsstyrelsen i Jämtlands län, Vattenenheten

Provtagning, analys och bedömning av kemiska faktorer

Provtagning och analys

Provtagning har skett minst tolv gånger årligen under tre års tid och har skett i ytvattnet genom manuell provtagning. Proverna har skickats till Sveriges Lantbruksuniversitet vattenlaboratorium, variablerna som analyserats återfinns i tabell 5.

Bedömningsgrunder för kemiska kvalitetsfaktorer för övergödning i vattendrag

Bedömning av statusklass utifrån de kemiska kvalitetsfaktorerna för övergödning i vattendrag har genomförts genom HVMFS 2013:19 (med senaste uppdatering 2018:17). Klassningen görs genom att ett referensvärde beräknas för vad fosforhalten i vattnet som sedan jämförs med den uppmätta medelhalten för fosfor.

Beräkningarna av referensvärdet för fosfor i vattendrag utgår från mängden icke marina baskatjoner (kalcium, magnesium och klorid), vattnets absorbans samt på vilken altitud som vattenprovet tagits. Saknas information om de icke marina baskatjonerna finns en beräkningsmetod tillgänglig som då utgår från enbart absorbans och altitud.

Tabell 5: Variabel samt metod som används för den kemiska analysen.

Variabel	Metod
pH	SS-EN ISO 10523:2012
Konduktivitet	SS-EN 27 888-1 (ISO 7888:1985)
Alkalinitet	SS-EN ISO 9963-2:1994 (modifierad)
Färgtal	SS-EN ISO 7887, del B, mod.
Totalt organiskt kol (TOC)	Svensk Standard SS-EN 1484 utg. 1.
Totalkväve	Metod: SS-EN 12260:2004
Ammoniumkväve (NH ₄ -N)	ISO 15923-1:2013
Nitrit- och nitratkväve (NO ₂ +NO ₃ -N)	SS-EN ISO 13 395
Totalfosfor	Bran*Luebbe Method No. G-175-96 Rev. 2 mod. Fd SS 02 81 27 2 mod.
Klorid (Cl)	SS-EN ISO 10304-1 utg.1 mod.
Kalcium (Ca)	SS-EN ISO 17294-2:2005
Magnesium (Mg)	SS-EN ISO 17294-2:2005

Olika metoder för beräkningar av referensvärdet för näringsämnen i vattendrag

Statusklassning görs genom att det analyserade värdet för vattendraget jämförs med ett beräknat referensvärde. I Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2013:19 med uppdatering 2018:17) finns två metoder tillgängliga för att beräkna referensvärdet för fosfor i vattendraget. De båda metoderna utgår från vattnets adsorbans samt provlokalens altitud (höjd över havet). Den metod som i första hand rekommenderas att användas tar även hänsyn till mängden baskatjoner i vattnet (se ekvation 1 och 2). För jordbruksmark antas bakgrundsbelastningen vara högre än för övrig mark. Därför används ytterligare en ekvation (ekvation 3) i avrinningsområden med mer än 10 procent jordbruksmark. Beräkningarna gjordes i SLU:s underlag och verktyg för statusklassningar (Fölster, uppdaterad 2019). Eftersom de två metoderna tidigare inte visat sig fungera för att beräkna referensvärdet i området runt Storsjön har Länsstyrelsen genom expertbedömning uppskattat att referensvärdet bör ligga vid ca 5 µg/l, vilket också används vid statusklassning inom vattenförvaltningens cykel 3 (2016–2021).

$$\log_{10}(\text{ref} - P) = 1,5330 + 0,240 * \log_{10}(\text{Ca} * \text{Mg}^*) + 0,301 * \log_{10}(\text{AbsF}) - 0,012\sqrt{\text{höjd}} \quad (1)$$

Där ref-P (µg/l) är det beräknade referensvärdet, Ca*Mg* är mängden icke marina baskatjoner beräknade genom Ca*Mg*= Ca + Mg - 0,235Cl (mekv/l), AbsF är adsorbansen mätt vid 420nm i 5 cm kuvett vilket motsvarar mängden organiskt material i vattnet samt provlokalens altitud (höjd över havet).

$$\log_{10}(\text{ref} - P) = 1,380 + 0,240 * \log_{10}(\text{AbsF}) - 0,0143\sqrt{\text{höjd}} \quad (2)$$

Där ref-P (µg/l) är det beräknade referensvärdet, AbsF är adsorbansen mätt vid 420nm i 5 cm kuvett vilket motsvarar mängden organiskt material i vattnet samt provlokalens altitud (höjd över havet).

$$\text{ref} - P_{jo} = (P_{jo} * A_{jo} * 0,5 + \text{ref} - P * (100 - A_{jo})) \quad (3)$$

Där ref-P_{jo} (µg/l) är det sammanvägda referensvärdet i områden med mer än 10 procent jordbruksmark, P_{jo} är referensvärdet (µg/l) för jordbruksmark som finns framtaget för respektive delavrinningsområde och tillhandahålls av datavärd, A_{jo} andelen jordbruksmark i

avrinningsområdet samt ref-P som är referensvärdet för området beräknat utifrån ekvation 1 eller 2 då inte hänsyn tagits till arealen jordbruksmark.

För att beräkna vattnets status divideras det beräknade referensvärdet med den uppmätta medelhalten, vilket benämns som den ekologiska kvalitetskvoten (EK), där

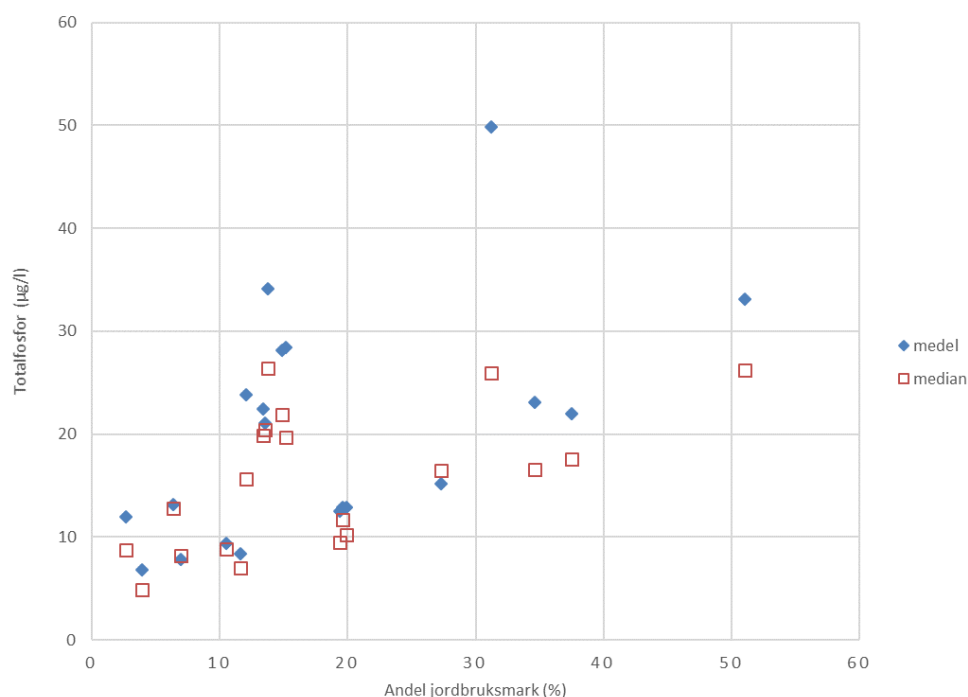
- $EK \geq 0,7$ innebär hög status,
- $0,5 \leq EK < 0,7$ innebär god status,
- $0,3 \leq EK < 0,5$ innebär måttlig status,
- $0,2 \leq EK < 0,3$ innebär otillfredsställande status, och
- $EK \leq 0,2$ innebär dålig status

Resultat och diskussion

Vattenkemiska parametrar varierar mellan vattendragen

Projektet startades under 2015 genom provtagning under hösten med provtagning i 21 vattendrag runt Storsjön. Vid analys av dessa data hittades en samband mellan andelen jordbruksmark i vattendragens tillrinningsområden och medel- samt medianvärdet för totalfosforhalten (se figur 7). Jordbruket har ofta en stor påverkan på näringsämneshalterna i sjöar och vattendrag (till exempel Fölster et. al., 2012; Gyllström et. al., 2016), vilket kan förklara detta samband. Med utgång från detta samband valdes sedan vattendrag med varierande andel påverkanstryck från jordbruksmark ut för fortsatt provtagning.

I tabell 6 visas medianvärden av de undersökta vattenkemiska parametrarna i den fortsatta provtagningen. Resultaten är uppdelade i tre perioder för att motsvara en period av ett år innan provtagning av kiselalger genomförts för att kunna jämföras emot dessa. Samtliga vattendrag har ett medianvärde för pH över 7,5. Alla vattendragen har också hög alkalinitet jämfört med gränsen för högalkalina sjöar (> 1 mekv/l). Det högsta medianvärdet för totalfosfor som uppmättes i projektet var $36 \mu\text{g/l}$. Medel- och maxvärden för totalfosfor under motsvarande perioder återfinns i bilaga 1. En generell trend är att vattendrag med höga halter av fosfor också har höga halter av kväve. Trättgärdesbäcken har dock högre alkalinitet och konduktivitet än de övriga vattendragen.



Figur 7: Medel- och medianvärde för halten totalfosfor provtagning under hösten 2015 mot andelen åkermark (inkluderat betesmark) i tillrinningsområdet till respektive vattendrag. Underlaget har använts för att bedöma vilka vattendrag som undersökts vidare i projektet.

Tabell 6: Medianvärden uppmätt i de undersökta vattendragen. Period 1 motsvarar 2015-09-01 till 2016-08-30, period 2 motsvarar 2016-09-01 till 2017-08-30 och period 3 motsvarar 2017-09-01 till 2018-08-30. Perioderna är avgränsade för att motsvara perioden när kiselalgsprovtagning genomförts.

Plats	Period	Tot-N	NH ₄ -N	NO ₂ +NO ₃ -N (µg/l)	Tot-P	pH	TOC (mg/l)	Konduktivitet (mS/m ²)	Alkalinitet (mekv/l)
Vålbacksån	1	414	4	122	4,3	8,24	7,6	34,2	3,65
	2	308	8	80	3,8	8,32	7,4	35,4	3,79
	3	352	5	51	4,8	8,30	8,3	34,8	3,58
Haraån	1	902	22	178	12,9	8,02	21,6	26,0	2,48
	2	782	17	148	11,3	8,10	19,8	30,8	3,05
	3	826	14	178	10,3	8,08	19,6	35,6	3,44
Sannebäcken	1	1245	17	360	29,4	8,04	22,5	34,8	2,88
	2	1140	11	283	36,0	8,06	20,4	37,5	3,08
	3	1070	12	312	29,2	7,96	21,8	39,0	3,23
Månstaån	1	620	15	92	11,3	7,93	12,3	27,2	2,61
	2	575	13	35	10,8	7,91	13,2	26,3	2,53
	3	618	19	28	11,0	7,89	13,3	27,5	2,61
Slandromsån	1	423	8	148	6,2	7,98	9,0	16,6	1,57
	2	387	6	170	7,2	8,09	7,2	19,1	1,86
	3	396	5	146	5,8	8,06	8,2	21,4	2,11
Hovermobäcken	1	505	13	171	17,0	7,59	9,7	13,0	1,02
	2	516	12	172	15,2	7,68	9,1	14,5	1,17
	3	529	18	173	13,1	7,7	8,5	18,2	1,44
Vadbäcken	1	851	19	303	18,7	7,64	15,7	32,1	2,65
	2	719	13	170	17,8	7,74	18,4	32,2	2,60
	3	678	22	271	14,0	7,79	14,1	37,6	2,97
Hällnebäcken	1	922	22	331	17,8	7,86	18,0	23,8	1,82
	2	890	15	327	17,2	7,91	17,6	25,3	1,93
	3	817	17	300	16,1	7,99	18,1	28,5	2,18
Sågbäcken	1	653	6	180	16,3	8,03	12,8	29,4	2,71
	2	567	7	155	9,9	8,06	11,1	30,7	2,86
	3	696	7	249	8,9	7,94	13,3	29,3	2,61
Abbåsån	1	779	13	149	14,9	7,71	18,4	16,7	1,38
	2	738	14	59	15,1	7,77	18,2	18,6	1,53
	3	789	19	129	12,0	7,77	18,1	21,0	1,64
Trättgärdesbäcken	1	1520	19	1125	23,7	7,91	8,8	63,7	5,93
	2	947	15	675	30,3	7,96	11,1	65,1	5,85
	3	1150	17	896	24,8	8,02	8,9	63,6	5,76

Vattendragens status

Måttlig till hög status utifrån bedömning av kiselalger

Inget av vattendragen klassas lägre än den ekologiska statusen måttlig under något av de tre åren som undersökningarna pågått. Haraån, Månstaån och Abbåsån klassades med hög status under samtliga tre åren. Vålbacksån och Slandromsån klassades hög status två av tre år samt god status ett av de tre åren. Att dessa vattendrag klassades med god status ett av åren beror på att artkomplexet *Achnanthes minutissimum* var mindre vanligt det året.

I Sannebäcken, Hovermobäcken, Hällnebäcken och Trättgärdesbäcken klassades den ekologiska statusen som god under samtliga tre år. Dessa vattendrag har dock ett TDI-värde som indikerar en stark eller betydande påverkan av näringsämnen. Enligt Havs- och vattenmyndigheten (2016) kan TDI-värdet användas som stödparameter för bedömningen, men detta index inte är lika väl undersökt som IPS vad gäller koppling till miljöpåverkan. Havs- och vattenmyndigheten (2018) uppger att det ändå kan ge information om statusen är osäker eller bidra till att identifiera typ av påverkan. Vålbacksån och Sågbäcken klassades med god status två av tre år samt måttlig status ett av de tre åren, men där är det istället stödparametern % PT för bedömningen av lättnedbrytbara organiska föroreningar som visar på en betydande påverkan.

Många av vattendragen har ett lågt antal arter (eller taxa) och låg diversitet. Ofta är *Achnanthes minutissimum* group II dominerade i dessa kiselalgsamhällen. Den kiselalgsexpert på Medins laboratorium som utfört analyserna uppger att det kan bero på att artkomplexet snabbt kan kolonisera nya eller rena substrat och att orsaker till detta kan vara att de provtagna stenarna befunnit sig över vattenytan under sommarhalvåret och hamnat under vatten först i samband med höstflöden. Extra uppmärksamhet har dock lagts på att välja stenar som inte legat över vattenytan. Kahlert (pers. komm) uppger att andra möjliga orsaker kan vara att stenarna bli omkullvälvda.

Den kiselalgsexpert på Medins laboratorium som utfört analyserna har utifrån artsammansättning konstaterat att de flesta vattendragen är mer eller mindre påverkade av belastning av näringsämnen. Exempel på mer eller mindre näringskrävande arter som förekommit samtliga år projektet pågått är *Achnanthes minutissimum* group III (breda former), *Amphora pediculus*, *Cocconeis pediculus*, artgruppen *Cocconeis* *placentula*, *Navicula tripunctata*, *Planothidium frequentissimum*, *Planothidium lanceolatum* och *Reimeria sinuata*. I tabell 7 återfinns resultaten och bedömningen av kiselalgsanalysen.

Även Kahler (pers. komm) uppger att artsammansättningen visar på övergödning, men enligt den kalibrering som gjorts för bedömning av kiselager låg gränsen mellan måttlig och god status kommer i medeltal motsvara 60 µg/l (Kahlert et. al, 2007). Utifrån det klassningssystem som finns i dag kommer därför inte någon av dessa vattendrag att falla ut med sämre än måttlig status, trots att TDI-indexet visar att det finns en stor andel näringstolleranta kiselalger i vattendragen. Kahlert (pers. komm) uppger att en av orsakerna till detta är att det i samband med detta arbete inte funnit tillgång till tillräckligt många data för övergödda vatten från norra delen av Sverige. Det har också saknats en kemisk metod för att kunna skilja mellan vatten som har en hög belastning av näringsämnen från vatten som är naturligt näringsrika. Kahlert (pers. komm) uppger också att det finns ett behov av att titta vidare på oligotrofa vatten och även kalibrera kiselalgsmodellen mot dessa.

Tabell 7: Bedömningar utifrån kiselalgsindex. IPS visar förekomst av näringsämnen och lättnedbrytbara organiska föreningar, TDI är en stödparameter för bedömningen av näringsämnen, % PT är en stödparameter för bedömningen av lättnedbrytbara organiska föreningar samt artantal och diversitet. Färgerna i kolumnen för IPS motsvarar färgerna för statusklassningen och de rödmarkerade i Taxa/diversitet visar dess påverkan. I statusklassningen motsvarar röd färg dålig status, orange otillfredsställande status, gul måttlig status, grön god status och blå hög status.

Plats	Period	IPS		TDI		% PT		Taxa/diversitet	
		Värde	EK	Värde	Bedömning	Värde	Bedömning	Artantal	Diversitet
Vålbacksån	1	19,31	0,99	29,4	Försumbar	0,48	Försumbar/svag	18	1,11
	2	15,08	0,77	74,1	Svag/Betydande	0,47	Försumbar/svag	18	1,10
	3	19,53	1	26,3	Försumbar	0	Försumbar/svag	12	1,20
Haraån	1	18,94	0,97	30,3	Försumbar	0,24	Försumbar/svag	25	2,05
	2	19,36	0,99	27,2	Försumbar	0	Försumbar/svag	22	1,52
	3	19,87	1,01	25,2	Försumbar	0	Försumbar/svag	11	0,34
Sannebäcken	1	15,46	0,79	80,8	Stark/mycket stark	3,56	Försumbar/svag	33	2,45
	2	15,37	0,78	76,5	Svag/Betydande	2,52	Försumbar/svag	25	3,22
	3	15,07	0,77	82,6	Stark/mycket stark	0,73	Försumbar/svag	15	1,61
Månstaån	1	18,99	0,97	28,3	Försumbar	2,40	Försumbar/svag	42	2,39
	2	19,34	0,99	27,9	Försumbar	0	Försumbar/svag	34	2,20
	3	19,32	0,99	27,4	Försumbar	0,73	Försumbar/svag	28	1,53
Slandromsån	1	19,69	1	27,4	Försumbar	0,97	Försumbar/svag	15	0,98
	2	19,44	0,99	29,0	Försumbar	0	Försumbar/svag	15	0,84
	3	15,21	0,78	72,9	Svag/Betydande	0,71	Försumbar/svag	14	0,97
Hovermobäcken	1	15,32	0,78	70,6	Svag/Betydande	2,10	Försumbar/svag	32	2,41
	2	15,53	0,79	66,9	Svag/Betydande	1,47	Försumbar/svag	35	3,03
	3	15,12	0,77	68,2	Svag/Betydande	3,89	Försumbar/svag	33	2,66
Vadbäcken	1	13,96	0,71	76,8	Svag/Betydande	16,43	Betydande	25	1,71
	2	15,37	0,78	72,8	Svag/Betydande	2,96	Försumbar/svag	28	1,87
	3	15,14	0,77	73,7	Svag/Betydande	2,16	Försumbar/svag	23	1,25
Hällnebäcken	1	15,12	0,77	74,6	Svag/Betydande	3,52	Försumbar/svag	28	1,78
	2	14,97	0,76	74,4	Svag/Betydande	2,20	Försumbar/svag	23	1,91
	3	15,27	0,78	73,8	Svag/Betydande	0,71	Försumbar/svag	11	0,55
Sågbäcken	1	15,60	0,80	72,9	Svag/Betydande	1,87	Försumbar/svag	28	1,43
	2	15,38	0,78	75,9	Svag/Betydande	1,22	Försumbar/svag	19	1,06
	3	14,25	0,73	75,1	Svag/Betydande	10,44	Betydande	30	2,20
Abbåsån	1	17,77	0,9	32,5	Försumbar	2,35	Försumbar/svag	39	2,83
	2	18,70	0,95	26,9	Försumbar	0,72	Försumbar/svag	30	2
	3	19,64	1	25,5	Försumbar	0,23	Försumbar/svag	14	0,77
Trättgärdesbäcken	1	15,75	0,80	85,9	Stark/mycket stark	4,69	Försumbar/svag	23	2,69
	2	14,77	0,75	82,3	Stark/mycket stark	4,85	Försumbar/svag	22	3,04
	3	15,67	0,80	87,4	Stark/mycket stark	7,82	Försumbar/svag	24	2,61

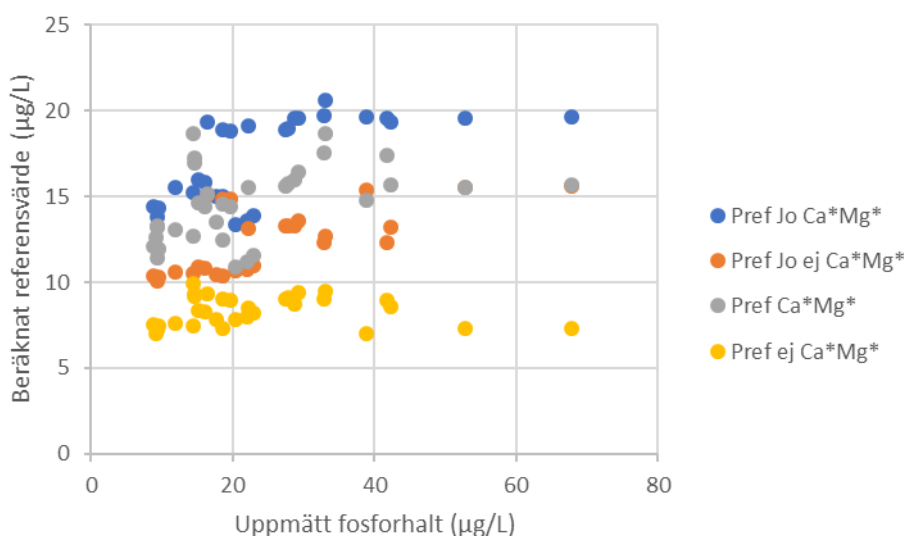
Kemiska statusen varierar beroende på vilket referensvärde som används

Olika metoder att beräkna referensvärdet för näringsämnen i vattendrag

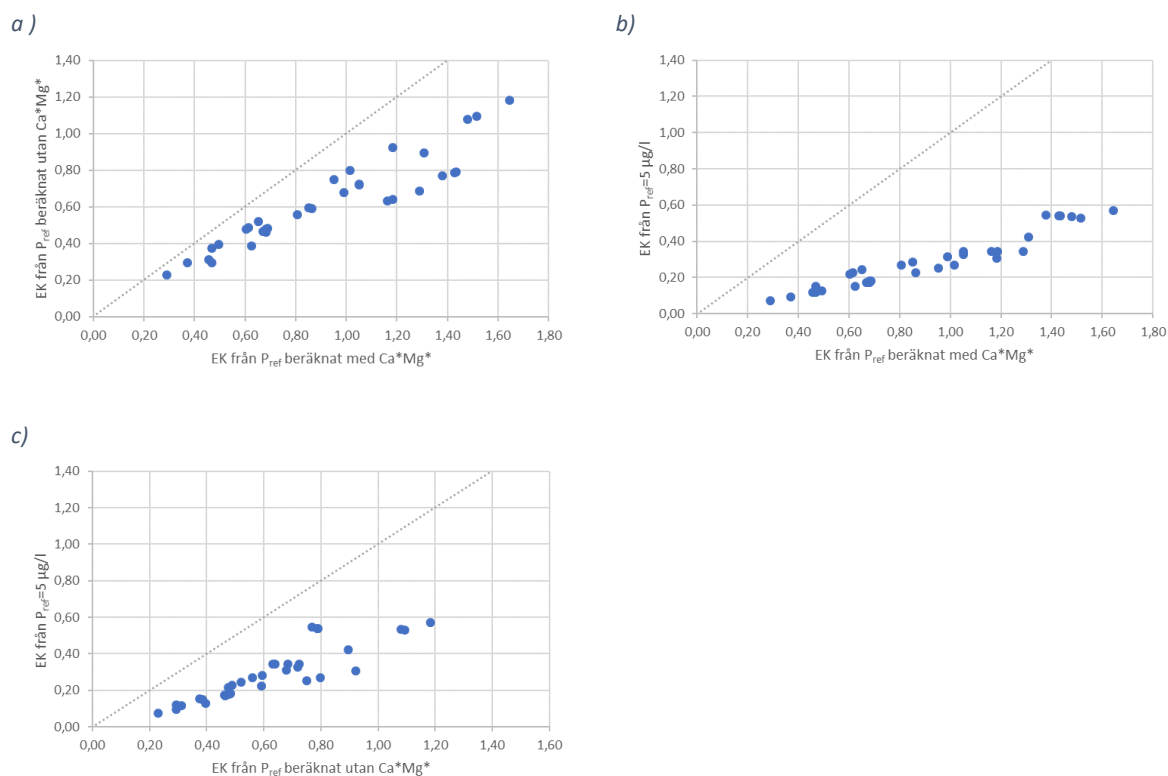
När ekvationen som inkluderar marina baskatjoner (ekvation 1) används för att beräkna referensvärdet blir dessa mellan 2,8 och 8,3 µg/l högre jämfört den metod där ingen hänsyn tas till de marina baskatjonerna (ekvation 2; se figur 8). Beroende av vilken metod som används tycks referensvärdet lägga sig vid en nivå trots att koncentrationen i vattnet ökar. Används ekvation 1 kommer referensvärdet lägga sig mellan 18,9 till 20,6 µg/l när det

uppmätta medelvärdet totalfosforhalten överstiger 20 µg/l, med undantag för Hovermobäcken där referensvärdet varierar mellan 13,3–13,9 trots att den uppmätta halten är 20,4–23,0 µg/l. Används istället ekvation 2 läggs referensvärdet mellan 10,6 och 15,6 µg/l för de vattendrag där medelhalten för totalfosfor över 20 µg/l uppmäts. Detta innebär att samma vattendrag kan klassas med god eller måttlig status beroende av vilket referensvärde som används (se tabell 8). Det finns en stark korrelation mellan de olika metoderna att beräkna referensvärdet (se figur 9). Av de ingående parametrarna är det endast mängden icke marina baskatjoner som ger ett samband till skillnaderna mellan de två olika metoderna att beräkna referensvärdet (se figur 10). En förklaring till skillnaderna mellan de två metoderna att beräkna referensvärdet kan vara de höga halterna baskatjonerna som finns i det kalkrika området runt Storsjön. Höga halter av baskatjonerna indikerar vanligtvis en ökad vittring och högre tillförsel av fosfor. Det är osäkert om vittring ger samma bidrag av fosfor i det kalkrika området runt Storsjön.

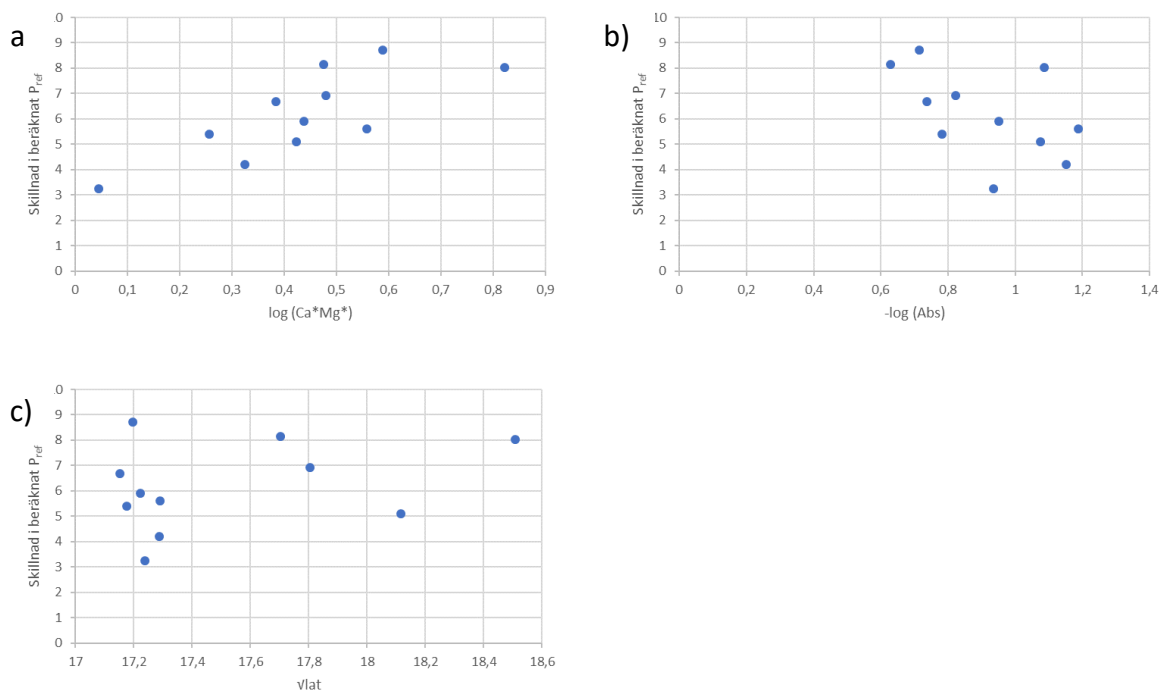
I förslaget till bedömningsgrunderna (Wilander, 2006) framgår att modellen kan ge en överskattning av koncentrationerna vid halter mindre än 10 µg/l. Enligt Wilander (2006) har det tidigare pekats på ett behov av bedömningsgrunder för ultraoligotrofa vatten (koncentrationer lägre än 4 µg/l) och få sjöar och vattendrag med så låga halter har dock ingått i modellerna för att beräkna referensvärdet. I urvalet utgår Wilander (2006) från vattendrag som bedöms vara opåverkade av övergödning och har ett årsmedelvärde för totalfosfor under 25 µg/l. För att ta hänsyn till jordbruksmark i avrinningsområdet används dessutom en annan beräkning i områden med mer än 10 procent jordbruksmark i avrinningsområdet enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten (HVMFS 2013:19). Miljöövervakning i länet har visat på att det generellt är låga halter totalfosfor i området och att opåverkade vatten i området har en årsmedelhalt runt ca 5 µg/l. Eftersom det saknas bedömningsgrunder för ultraoligotrofa vatten (Wilander, 2006), samt att de mätningar som gjorts visar att det främst finns oligotrofa eller ultraoligotrofa ytvatten i länet, antogs därför referensvärdet 5 µg/l för samtliga vattendrag. Detta värde är dock inte korrigerat ytterligare utifrån påverkan från jordbruksmark.



Figur 8: Referensvärde beräknat enligt de olika metoderna i HVMFS 2013:19 jämfört med uppmätt fosforhalt.



Figur 9: Jämförelse mellan de olika metoderna att beräkna ekologiska kvalitetkvoten (EK) kemiska bedömningsgrunden där referensvärde beräknats utifrån a) ekvation 1 och 2, b) ekvation 1 jämfört med referensvärdet uppskattat genom expertbedömning (5µg/l för samtliga vattendrag) c) ekvation 2 jämfört med referensvärdet uppskattat genom expertbedömning (5µg/l för samtliga vattendrag).



Figur 10: Skillnaden mellan de ingående parametrarna för att beräkna referensvärdet med de två metoderna angiva i HVMFS 2013:19 (uppdaterad enligt 2018:17) samt korrelation till ingående paramter a) logaritmerat värde för icke marina baskatjoner beräknat enligt HVMFS 2018:17 ($r=0,702^*$) b) logartimerat värde för adsorbansen ($r=-0,563$ n.s.) och c) kvadratroten ur altituden för provlokaler ($r=0,320$ n.s.)

Klassningen varierar beroende av vilket referensvärde som används

Utifrån de olika beräknade referensvärdena kommer resultaten att hamna i olika statusklasser (se tabell 8). Exempelvis i Hovermobäcken, Vadbäcken och Hällnebäcken klassas status som god om de icke marina baskatjonerna ingår i beräkningen av referensvärdet, men som måttlig om inte dessa joner ingår i beräkningen. För de vattendrag som inte ingått i den fortsatta provtagningen visas motsvarande värde i tabell 9. Dock har inte referensvärdet beräknas med de icke marina baskatjonerna för dessa vattendrag eftersom analyser av dessa inte genomförts under den provtagningen. Används antagandet att utifrån det som vanligtvis uppmätts inom miljöövervakning blir klassningen sämre och dessa tre vattendrag klassas med otillfredsställande eller dålig status.

Tabell 8: Uppmätta medelvärden, beräknade referensvärden med de olika metoderna angiva i HVMFA 2013:19 samt beräknade värden för ekologiska kvalitetskvoten (EK). Analys av de icke marina baskatjonerna har genomförts under 2016-07-13 till 2017-07-11, men medelvärdet har använts vid beräkning av referensvärdet. I statusklassningen motsvarar röd färg dålig status, orange otillfredsställande status, gul måttlig status, grön god status och blå hög status. Ljusrosa används där EK värdet >1, eller status är 'bättre' än hög.

		Mätvärde (µg/l)	P _{Ref} obruk Ca*Mg*	Ref _{Ref} obruk *ej Ca*Mg*	P _{Jo}	P _{Ref} Ca*Mg*	Ref _{Ref} *ej Ca*Mg*	EK _{Ref} Ca*Mg*	EK _{Ref} ej Ca*Mg*	EK _{Ref=5} ug/l
Vålbacksån	1	9,3	13,2	7,3	57,0	13,2	7,3	1,43	0,79	0,54
	2	9,2	12,6	7,0	57,0	12,6	7,0	1,38	0,77	0,55
	3	9,3	13,3	7,3	57,0	13,3	7,3	1,43	0,79	0,54
Haraån	1	14,5	17,9	9,9	57,0	18,6	9,9	1,29	0,69	0,35
	2	14,6	17,5	9,3	57,0	17,3	9,3	1,18	0,64	0,34
	3	14,6	17,0	9,2	57,0	17,0	9,2	1,16	0,63	0,34
Sannebäcken	1	33,0	18,6	9,5	66,0	20,6	12,7	0,62	0,38	0,15
	2	41,7	17,4	9,0	66,0	19,6	12,3	0,47	0,29	0,12
	3	32,8	17,6	9,0	66,0	19,7	12,3	0,47	0,38	0,15
Månstaån	1	11,9	13,0	7,6	73,0	15,5	10,6	1,31	0,90	0,42
	2	18,6	12,5	7,3	73,0	15,0	10,4	0,81	0,56	0,27
	3	14,5	12,7	7,4	73,0	15,2	10,5	1,05	0,72	0,35
Slandromsån	1	8,8	12,1	7,6	64,0	14,4	10,4	1,64	1,18	0,57
	2	9,3	11,4	7,2	64,0	13,8	10,1	1,48	1,08	0,54
	3	9,4	12,0	7,5	64,0	14,3	10,3	1,52	1,09	0,53
Hovermobäcken	1	23,0	11,6	8,2	62,0	13,9	11,0	0,60	0,48	0,22
	2	22,1	11,2	8,0	62,0	13,6	10,8	0,61	0,49	0,23
	3	20,4	10,9	7,9	62,0	13,3	10,6	0,65	0,52	0,24
Vadbäcken	1	28,7	16,0	8,7	85,0	19,6	13,3	0,68	0,46	0,17
	2	42,2	15,7	8,6	85,0	19,3	13,2	0,46	0,31	0,12
	3	22,2	15,5	8,5	85,0	19,2	13,1	0,86	0,59	0,23
Hällnebäcken	1	29,2	16,4	9,4	74,0	19,5	13,6	0,67	0,46	0,17
	2	27,4	15,6	9,0	74,0	18,9	13,3	0,69	0,48	0,18
	3	27,9	15,8	9,1	74,0	19,0	13,3	0,68	0,48	0,18
Sågbäcken	1	15,2	14,7	8,4	43,0	16,0	10,9	1,05	0,72	0,33
	2	17,6	13,5	7,8	43,0	15,0	10,5	0,85	0,59	0,28
	3	16,0	14,4	8,3	43,0	15,8	10,8	0,99	0,68	0,31
Abbåsån	1	16,3	15,1	9,3	61,0	19,3	15,1	1,18	0,92	0,31
	2	19,7	14,4	8,9	61,0	18,8	14,8	0,95	0,75	0,25
	3	18,6	14,6	9,0	61,0	18,9	14,9	1,02	0,80	0,27
Trättgärdesbäcken	1	52,9	15,5	7,3	47,0	19,6	15,6	0,37	0,29	0,09
	2	67,8	15,7	7,3	47,0	19,7	15,6	0,29	0,23	0,07
	3	38,9	14,8	7,0	47,0	19,7	15,4	0,49	0,40	0,13

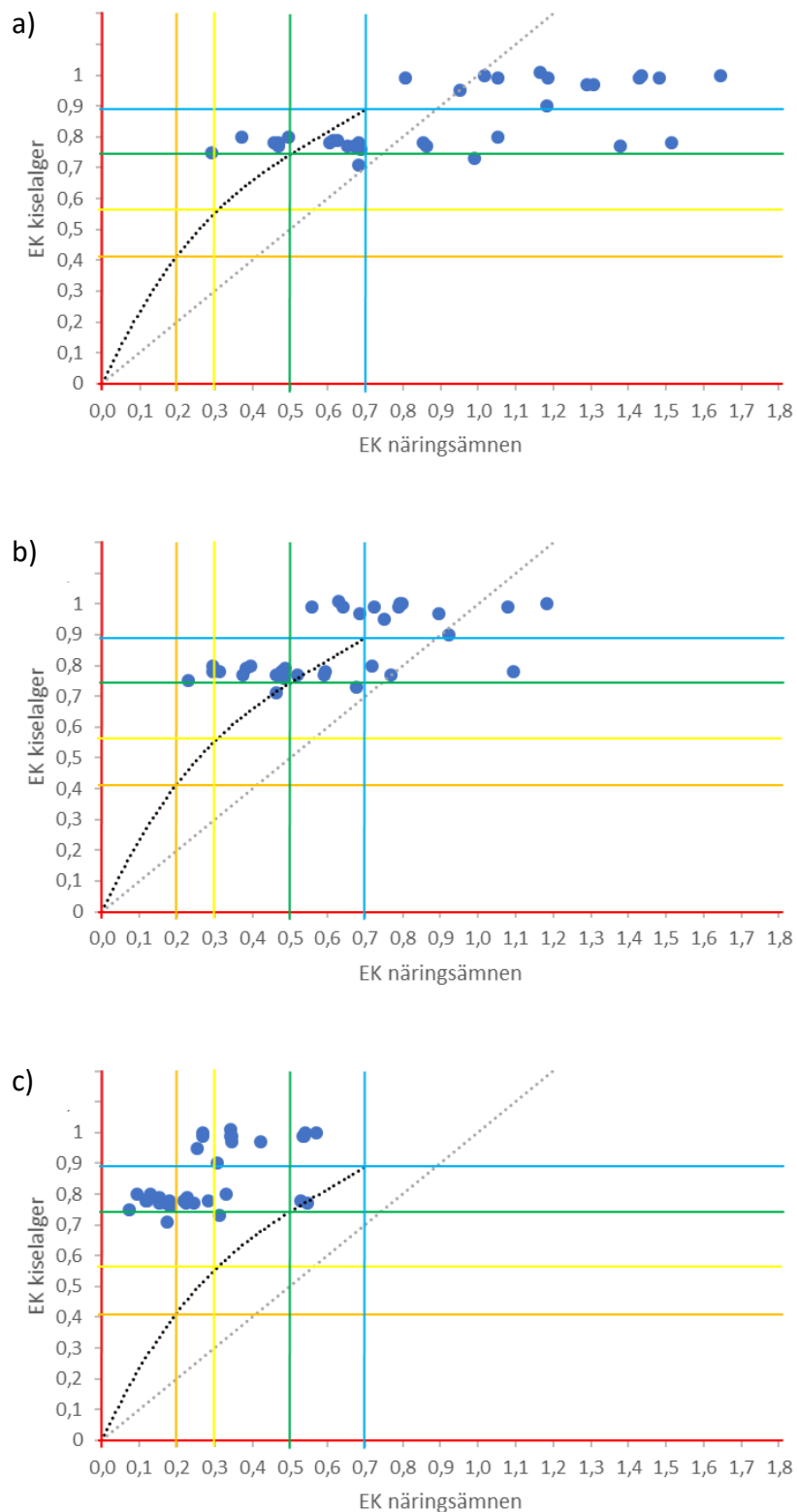
Tabell 9: Uppmätta medelvärden, beräknade referensvärden med de olika metoderna angiva i HVMFA 2013:19 samt beräknade värden för ekologiska kvalitetskvoten (EK). I statusklassningen motsvarar röd färg dålig status, orange otillfredsställande status, gul måttlig status, grön god status och blå hög status. Ljusrosa används där EK värdet >1, eller status är 'bättre' än hög.

	Mätvärde (µg/l)	P _{ref}	EK _{Ref ej Ca*Mg*}	EK _{Ref=5 µg/l}
Torvallabäcken	11,9	9,7	0,81	0,42
Karsån	7,82	9,3	1,19	0,64
Älvesbäcken	22,5	12,3	0,53	0,22
Hölabäcken	28,1	13,6	0,48	0,18
Orrbackbäcken	12,9	16,7	1,29	0,39
Räksjöbäcken	12,9	11,3	0,88	0,39
Mjällebäcken	49,8	18,1	0,36	0,10
Fåkerbäcken	23,1	19,8	0,86	0,22
Hummelbäcken	22,0	17,2	0,79	0,23
Sjömybäcken	23,7	9,9	0,42	0,21

Samband mellan metoderna att statusklassa

Inget tydligt samband mellan ekologisk och kemisk status.

Det finns en korrelation mellan den ekologiska kvalitetsfaktorn beräknat från kiselalgsanalysen och den ekologiska kvalitetskvoten beräknade från näringsämnen ($r=0,65^{**}$, $0,59^{**}$ samt $0,58^{**}$ beroende av metod att beräkna referensvärdet, se figur 11). Det finns dock en tydlig skillnad mellan storleksindelningen av indexen. Den ekologiska kvalitetskvoten från kiselalgsanalysen varierar mellan 0,71 och 1,01 medan den ekologiska kvalitetskvoten utifrån kemiska bedömningsgrunder varierar från 0,23 då referensvärde utifrån expertbedömning används upp till och 1,24 då referensvärdet är beräknat utifrån ekvation 1. Enligt Kahlert (2011) har det också tidigare diskuterats om den biologiska klassificeringen med kiselalger klassar ett vattendrag "för bra" jämfört med den kemiska bedömningsgrunden med totalfosfor.



Figur 11: Jämförelse mellan den ekologiska kvalitetskvoten (EK) för kiselalger och de olika metoderna för att beräkna EK för näringsämnen a) Pref beräknat med icke marina baskatjoner b) Pref beräknat utan icke marina baskatjoner samt c) Pref satt till 5 µg/l. Den streckade svarta linjen motsvarar gränsen för respektive klass och den streckande grå linjen 1:1 förhållande i EK-värde. Heldragna linjer motsvarar den nedre gränsen för statusklassningen där röd färg motsvarar dålig status, orange otillfredsställande status, gul måttlig status, grön god status och blå hög status.

Höga fosforkoncentrationer under högvattenflöden

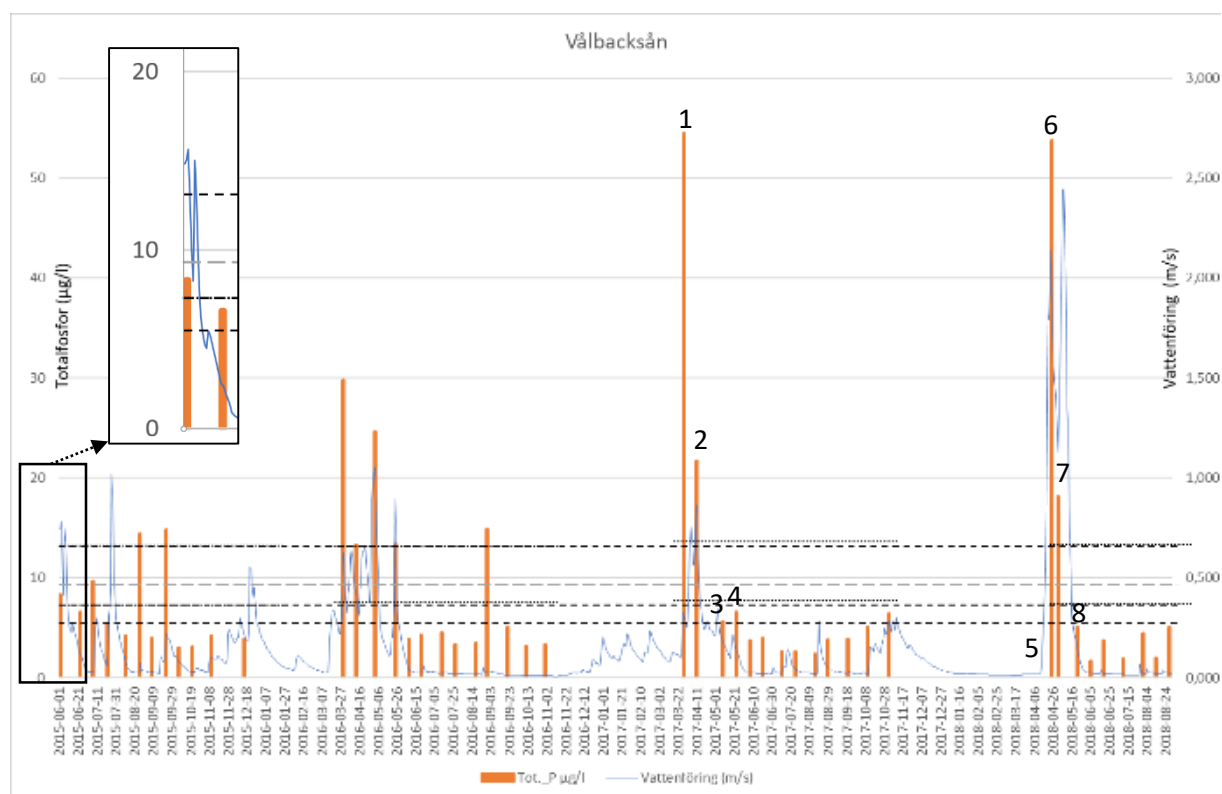
Provtagningen visar att de höga halterna av totalfosfor främst uppkommer under våren i samband med högvattenflöden. Ett exempel på hur det kan se ut i de olika vattendragen under den period då högre halter av fosfor uppmätts i vattendragen återfinns i figur 12. I några av vattendragen finns även tydliga korrelationer mellan vattenflödet och halten fosfor i vattendragen (ex Haraån $r=0,81^{**}$ och Vålbacksån $r=0,74^{**}$). Detta stämmer dock inte för alla vattendrag, då det i några av vattendragen förekommer mycket höga fosforhalter i samband med snösmältning jämfört med fosforhalterna i vattnet under övriga delar av året. Detta gör att det inte finns en lika tydlig korrelation då halterna totalfosfor i förhållande till vattenflödet är mycket högre jämfört med övriga delar av året (ex. Månstaån $r=0,31^{*}$, Trättgärdesbäcken $r=0,39^{**}$ och Vadbäcken $r=0,38^{**}$). Diagram över vattenföring och totalfosforhalter för samtliga vattendrag återfinns i bilaga 3. Eftersom det inte gjorts någon undersökning av avrinningsområdet är det svårt att avgöra orsakerna till detta. Därför följer några exempel där vi diskuterar möjliga orsaker i respektive avrinningsområde.



Figur 12: Exempel från Sågbäcken från 28 mars 2017 i samband med de uppmätta höga halterna av totalfosfor. Foto: Länsstyrelsen i Jämtlands län, Vattenenheten.

Vålbacksån

Tillrinningsområdet till provtagningspunkten i Vålbacksån är det av de undersökta områdena som har lägst andel åkermark. Precis som i de övriga områdena syns här en högre halt fosfor under vårfloppet än under övriga delar av året. I figur 13 och 14 syns att det är i samband med snösmältning och isen i vattendragen smälter som de höga fosforhalterna uppstår. Vid tillfälle 2 och 6 syns att vattenföringen i vattendraget ökat till följd av snösmältning samtidigt som höga halter av fosfor uppmäts. Möjliga förklaring kan vara att smältvattnet rinner på ytan och för med sig fosfor i både löst och partikelbunden form. Det är inte otroligt att tjälen ligger kvar i marken, vilket resulterar i att vattnet inte kan infiltrera. Oavsett vilken av metoderna som används i HVMFS 2013:19 (uppdaterad 2018:17) kommer vattendraget att klassas med hög status. Det bör dock poängteras att medelvärdet ligger under referensvärdet beräknat med icke marina baskatjoner.



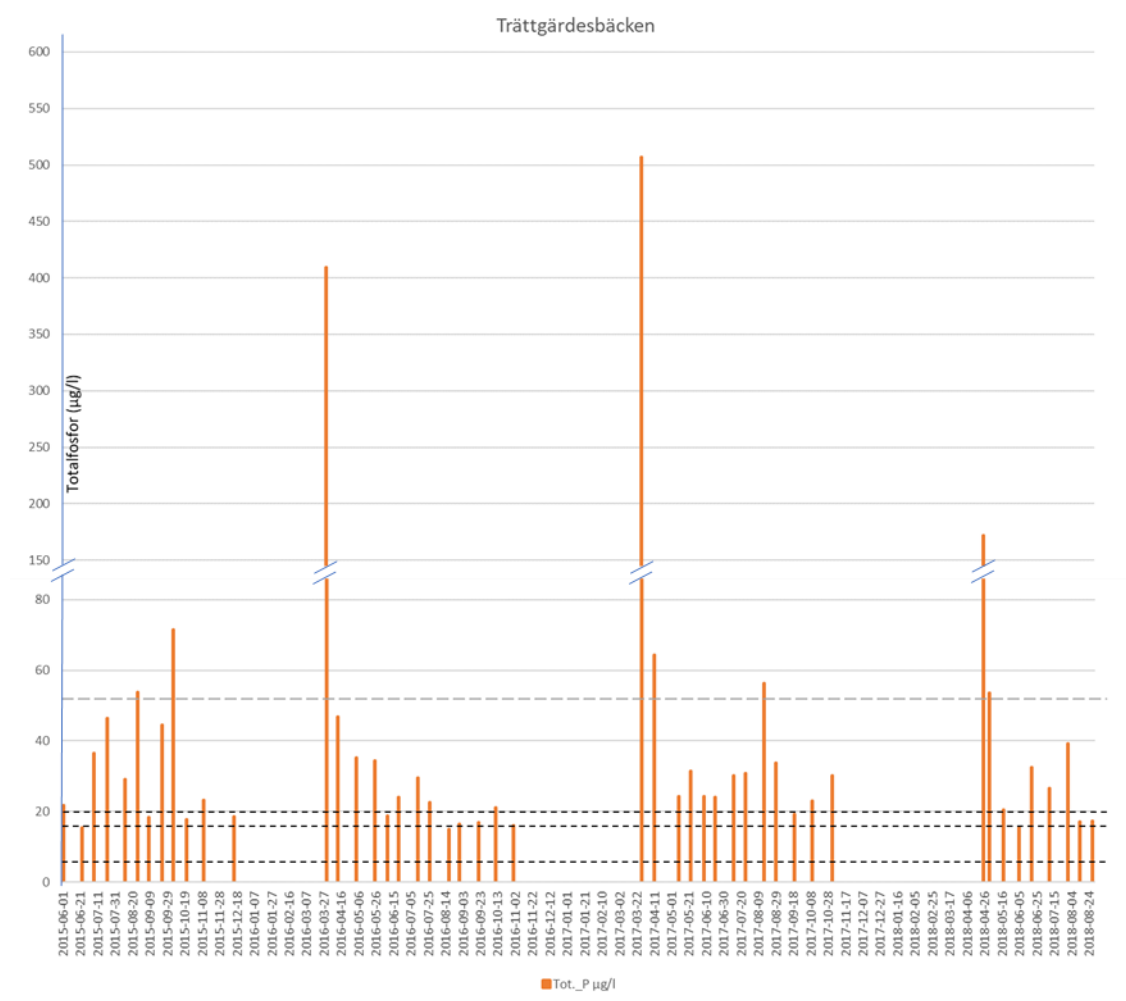
Figur 13: Totalfosforhalt (orange staplar) och vattenföring (blå linjer) vid de olika provtagningsstillfällena för Vålbacksån. De svarta streckade linjerna (-----) motsvarar det beräknade referensvärdet där den övre motsvarar värdet beräknat med icke marina baskatjoner (Ca*Mg*), den mellersta utan icke marina baskatjoner och den nedre 5 µg/l. De finstreckade linjerna (.....) motsvarar beräknat referensvärde för respektive år. Den grå streckade linjen motsvarar medelvärdet för perioden (---).



Figur 14: Foton från Vålbacksån vid motsvarande tillfällen som markerade provtagningar i figur 13 genomförts. Siffrorna på bilderna visar motsvarande bilder tagna vid provtagningspunkten Foto: Vattenenheten – Länsstyrelsen i Jämtlands län

Trättgärdesbäcken

Tillrinningsområdet till mätpunkten i Trättgärdesbäcken är det område som har störst andel åkermark av de områden som undersökts i projektet. Det är också det vattendrag där de största variationerna av fosforhalter förekommer framförallt i samband med höga flöden på våren. När snön smälter kommer avrinningen att öka, vilket för med sig material till vattendraget (se figur 15 och 16). Uppströms provtagningspunkten finns ytterligare åkermark där samma processer sker. Enligt bedömningskriterierna för näringsämnen klassas Trättgärdesbäcken med måttlig till otillfredsställande status. Analyser enligt kiselalger visar dock på god status.



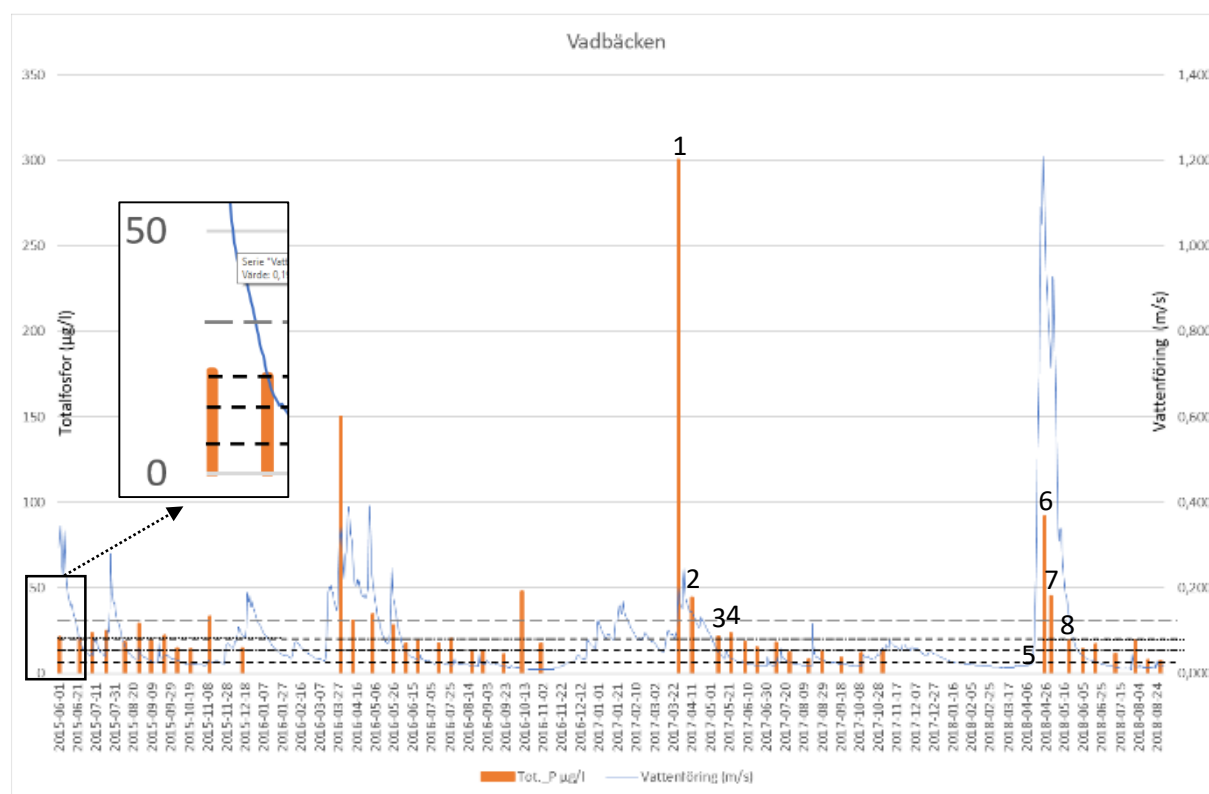
Figur 15: Totalfosforhalt (orangea staplar) vid de olika provtagningsstillfällena för Trättgärdesbäcken. De svarta streckade linjerna (---) motsvarar det beräknade referensvärdet där den övre motsvarar värdet beräknat med icke marina baskatjoner ($Ca \cdot Mg$), den mellersta utan icke marina baskatjoner och den nedre 5 µg/l. De finstreckade linjerna (.....) motsvarar beräknat referensvärde för respektive år. Den grå streckade linjen motsvarar medelvärdet för perioden (— — —).



Figur 16: Foton från Trättgärdesbäcken vid motsvarande tillfällen som markerade provtagningar i figur 15. Siffrorna på bilderna visar motsvarande bilder tagna vid provtagningspunkten Foto: Vattenenheten – Länsstyrelsen i Jämtlands län

Vadbäcken

Vadbäcken klassas med liknande ekologisk status som Trättgärdesbäcken utifrån kiselalgsanalys, men lägre status utifrån näringsämnen. Även här är fosforhalterna höga under våren för att sedan minska efter snösmältningen (se figur 17 och 18). Här syns dock, för vattendragen, jämförelsevis höga halter vid första provtagningstillfället 2017. Resultaten från kiselalgsanalyserna visar dock på god status för 2017.



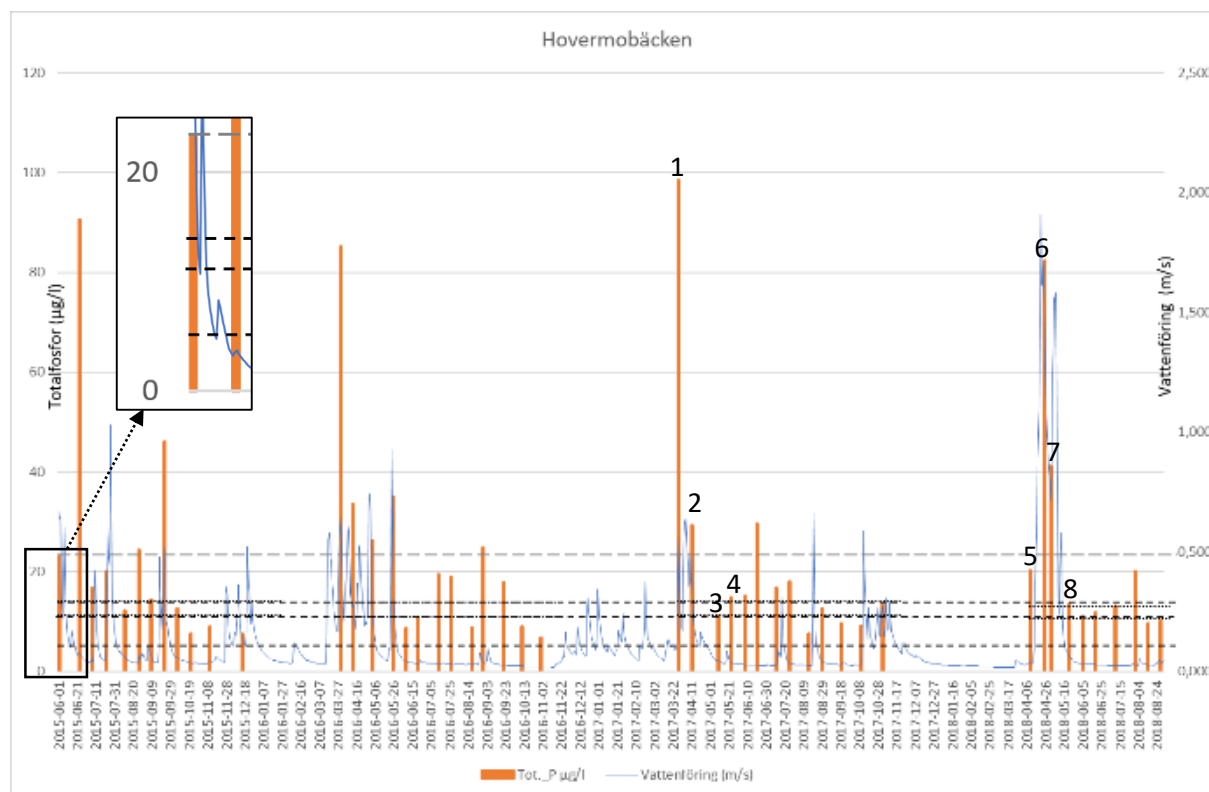
Figur 17: Totalfosforhalt (orange staplar) och vattenföring (blå linjer) vid de olika provtagningstillfällena för Vadbäcken. De svarta streckade linjerna (---) motsvarar det beräknade referensvärdet där den övre motsvarar värdet beräknat med icke marina baskatjoner ($Ca \cdot Mg$), den mellersta utan icke marina baskatjoner och den nedre 5 µg/l. De finstreckade linjerna (.....) motsvarar beräknat referensvärde för respektive år. Den grå streckade linjen motsvarar medelvärde för perioden (—).



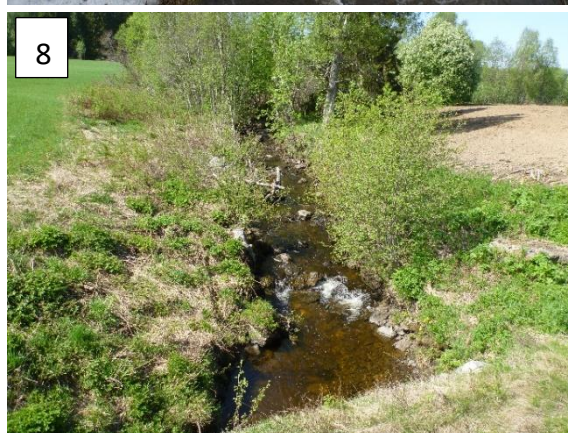
Figur 18: Foton från Vadbäcken vid motsvarande tillfällen som markerade provtagningar i figur 17 genomförts. Siffrorna på bilderna visar motsvarande bilder tagna vid provtagningspunkten Foto: Vattenenheten – Länsstyrelsen i Jämtlands län.

Hovermobäcken

I Hovermobäcken visar bedömningen utifrån kiselalger på hög ekologisk status, medan bedömningen utifrån näringsämnen visar på god eller måttlig status beroende på vilket referensvärde som används. Även här är det från bilderna möjligt att se att det är i samband med snösmältning uppstår högre fosforförluster (se figur 19 och 20).



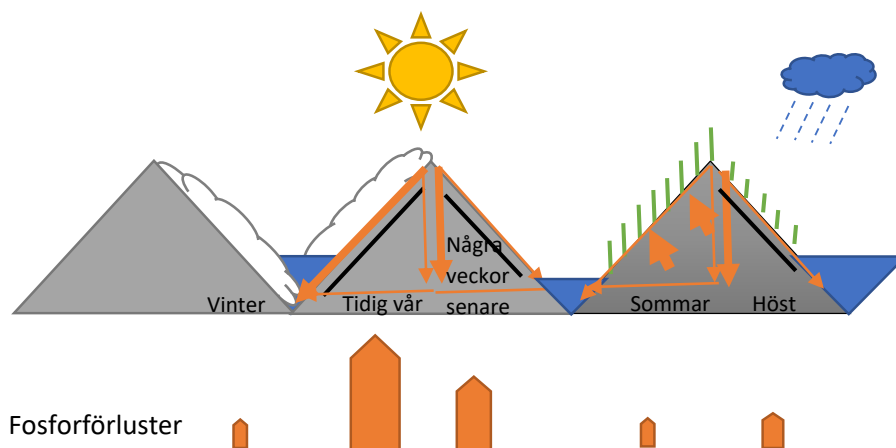
Figur 19: Totalfosforhalt (orange staplar) och vattenföring (blå linjer) vid de olika provtagningstillfällena för Hovermobäcken. De svarta streckade linjerna (---) motsvarar det beräknade referensvärdet där den övre motsvarar värdet beräknat med icke marina baskatjoner ($\text{Ca} \cdot \text{Mg} \cdot$), den mellersta utan icke marina baskatjoner och den nedre 5 µg/l. De finstreckade linjerna (-----) motsvarar beräknat referensvärde för respektive år. Den grå streckade linjen motsvarar medelvärdet för perioden (— — —).



Figur 20: Foton från Hovermobäcken vid motsvarande tillfällen som markerade provtagningar i figur 19 genomförts. Siffrorna på bilderna visar motsvarande bilder tagna vid provtagningspunkten Foto: Vattenenheten – Länsstyrelsen i Jämtlands län

Slutsats

- Den biologiska statusklassningen baserad på kiselalger och statusklassningen utifrån stödparameter näringsämnen ger olika resultat. Detta gör det svårt att bedöma vilken status vattendragen har och om de är påverkade av övergödning eller inte. Det blir därmed osäker om det behövs åtgärder för att uppnå vattendirektivets miljökvalitetskrav. Det gör det även svårt att till exempel vid tillståndsprövningar avgöra hur vattendragen skulle påverkas av ytterligare belastning av näringsämnen och om det strider mot försämringsförbudet.
- Analyser av kiselalger visar på mestadels god till hög status i vattendragen, men det kan vara en överskattning av status. I Sågbäcken respektive Vadbäcken fanns ett år då statusen var klassad som måttlig.
- De olika metoderna att beräkna referensvärden utifrån den kemiska bedömningsgrunden ger olika resultat. Metoden med icke marina baskatjoner leder till referensvärden som ger högre fosforhalter än de uppmätta värden, och därmed EK värden större än ett, i hälften av lokaler.
- Det finns större variationer i statusklassning utifrån kemiska bedömningsgrunden för näringsämnen än för kiselalger.
- Höga fosforkoncentrationer har registrerats under korta perioder på våren i samband med snösmältning. En årlig beskrivning av fosforflödena skulle kunna förklaras enligt Figur 21 nedan.
- På grund av de korta perioderna med höga fosforhalter kommer tillfället när provtagning sker under våren att påverka den ekologiska kvalitetskvoten.



Figur 21: Hypotes över hur växtnäringsförluster sker under de klimatförhållanden som är i Storsjöbygden.

Ytterligare frågor

- De olika resultaten utifrån de olika bedömningsgrunderna gör det svårt att avgöra vilken status vattendragen har och i vilken utsträckning de är påverkade av övergödning.
- Utifrån detta projekt är det omöjligt att avgöra vad som är orsaken till dessa skillnader. Mer forskning behövs för att förbättra bedömningsgrunder för övergödning i till exempel (ultra)oligotrofa vatten.
- Kiselalger har visat sig inom försurning vara effektiva för att peka på "surstötar" under våren genom indexen ACID. Dock tycks inte IPS indexet kunna markera på samma sätt när det kommer höga intensiva flöden av näringsämnen i det området där projektet genomförts. Stödparametern TDI visar dock på stark eller mycket stark påverkan i de vattendrag som klassats med sämre status än god enligt näringsämnen (oavsett hur referensvärdet beräknas). Havs- och vattenmyndigheten (2018) uppger att stödparametrarna inte är så väl undersökta. Detta projekt indikerar att det kan vara värt att undersöka vidare.
- De olika metoderna att beräkna referensvärden utifrån den kemiska bedömningsgrunder ger olika resultat när de tillämpas i vattendrag i Storsjöbygden. Ytterligare kunskap behövs om vilken påverkan de kalkrika jordarna i Storsjöbygden har på detta samband, eller om det finns en snedvridning i modellen för beräkning av referensvärden, utifrån ett mindre dataunderlag, i näringsfattiga vatten.
- Höga koncentrationer av fosfor har uppmätts i samband med snösmältning då den biologiska aktiviteten i vattendragen inte är så hög. Därför behövs mer kunskap om dessa episoder med höga halter av näringsämnen har någon påverkan på vattnets biologi.

Referenslista

- Cemagref (1982) Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon-Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse: 218 p.
- Fölster, J., (uppdaterad 2019) Verktyg för beräkning av referensvärde för fosfor i jordbruksvattendrag v1.8, Underlag och verktyg för statusklassningar tillgänglig via <https://www.slu.se/institutioner/vatten-miljo/datavardskap/statusklassade-data/>
- Fölster, J., Kyllmar, K., Wallin, M., Hellgren, S. (2012) Kväve- och fosfortrender i jordbruksvattendrag
- Har åtgärderna gett effekt? Institutionen för vatten och miljö, SLU, Rapport 2012:1
- Gyllström, M., Larsson, M., Mentzer, J., Peterson, J. F., Cramér, M., Boholm, P., Witter, E. (2016) Åtgärder mot övergödning för att nå god ekologisk status - underlag till vattenmyndigheternas åtgärdsprogram, Länsstyrelsens rapportserie, Rapport 2016:19
- Huser, B. J., Futter, M. N., Wang, R., Fölster, J. (2018) Persistent and widespread long-term phosphorus declines in Boreal lakes in Sweden, *Science of the Total Environment* 613–614: 240–249
- Isles, P. D., Creed, I. F., Bergström, A-K. (2018) Recent Synchronous Declines in DIN:TP in Swedish Lakes, *Global Biogeochemical Cycles*, 32(2): 208-225
- Kahlert, M., Andrén, C., Jarlman, A. (2007) Bakgrundsrapport för revideringen 2007 av bedömningsgrunder för Påväxt – kiselalger i vattendrag, Institutionen för miljöanalys, Rapport 2007:23
- Kahlert, M. (2011) Jämförelse test av kiselalgers och bottenfaunas lämplighet som indikatorer för närsaltshalt och surhet inom miljömålsuppföljningen, Länsstyrelsen Blekinge län
- Kelly, M.G. 1998. Use of the trophic diatom index to monitor eutrophication in rivers. *Water Research* 32: 236–242
- Havs- och Vattenmyndigheten (2016) Påväxt i sjöar och vattendrag – kiselalgsanalys,Handledning för miljöövervakning, Version 3:2: 2016-01-20
- Havs- och vattenmyndigheten (2018) Kiselalger i sjöar och vattendrag, vägledning för statusklassificering, Havs- och vattenmyndighetens rapport 2018:38
- SIS (2014a) Svensk Standard, SS-EN 13946:2014, Water quality - Guidance for the routine sampling and preparation of benthic diatoms from rivers and lakes.
- SIS (2014b) Svensk Standard, SS-EN 14407:2014, Water quality – Guidance for the identification and enumeration of benthic diatom samples from rivers and lakes.

Öhman, J. och Johansson, M. (2009) Den Indikativa Modellen. Statusklassificering av sjöar och vattendrag baserad på påverkansdata.

Lagstiftning

HVMFS: 2013:19; Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten

HVMFS: 2017:20; Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om kartläggning och analys av ytvatten enligt förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön

Bilaga 1 Data

Medelvärden uppmätta i de undersökta vattendragen. Period 1 motsvarar 2015-09-01 till 2016-08-30, period 2 motsvarar 2016-09-01 till 2017-08-30 och period 3 motsvarar 2017-09-01 till 2018-08-30. Datumen är valda för att motsvara perioden när kiselsaltsprovtagning genomförts.

Plats	Period	Tot-N	NH ₄ -N	NO ₂ +NO ₃ -N (µg/l)	Tot-P	pH	TOC (mg/l)	Konduktivitet (mS/m ²)	Alkalinitet (mekv/l)
Vålbacksån	1	444	6	190	9,3	8,23	7,8	32,8	3,44
	2	506	15	268	9,2	8,27	8,0	33,5	3,48
	3	493	8	199	9,3	8,22	9,0	32,3	3,34
Haraån	1	977	28	263	14,5	7,97	22,0	26,0	2,45
	2	1067	28	411	14,6	8,02	20,5	27,8	2,64
	3	1026	31	319	14,6	7,97	21,0	33,0	3,06
Sannebäcken	1	1293	21	461	33,0	7,97	22,3	35,5	2,96
	2	1358	48	572	41,7	8,02	21,0	36,5	2,95
	3	1268	25	502	32,9	7,89	20,5	40,8	3,32
Månstaån	1	688	36	162	11,9	7,86	12,7	26,6	2,56
	2	701	34	186	18,6	7,86	13,0	25,6	2,40
	3	764	39	187	14,5	7,80	13,9	26,9	2,51
Slandromsån	1	455	12	145	8,8	7,99	9,2	18,2	1,76
	2	487	10	234	9,3	8,05	8,3	20,9	2,04
	3	531	8	213	9,4	7,98	9,6	21,0	2,01
Hovermobäcken	1	550	18	189	23,0	7,52	11,0	12,1	0,93
	2	556	26	210	22,1	7,66	10,5	13,2	1,06
	3	611	55	221	20,4	7,66	10,3	17,3	1,44
Vadbäcken	1	992	38	421	28,7	7,59	17,1	29,4	2,40
	2	1083	58	423	42,3	7,63	18,1	29,8	2,32
	3	1030	28	422	22,2	7,65	16,3	34,9	2,72
Hällnebäcken	1	1019	30	413	29,2	7,72	17,8	23,2	1,75
	2	1092	33	522	27,4	7,80	17,3	24,9	1,87
	3	991	19	378	27,9	7,79	17,6	28,7	2,13
Sågbäcken	1	734	6	282	15,2	8,00	13,6	26,0	2,39
	2	817	14	409	17,6	8,01	12,2	28,0	2,56
	3	874	9	400	16,0	7,89	13,6	26,8	2,25
Abbåsan	1	791	17	193	16,3	7,65	18,0	17,9	1,42
	2	847	39	209	19,8	7,72	17,5	18,6	1,44
	3	931	24	297	18,6	7,64	17,4	25,9	1,81
Trättgärdesbäcken	1	1554	45	1164	52,9	7,88	11,2	61,5	5,58
	2	1437	86	947	67,8	7,94	13,0	62,7	5,44
	3	1569	41	1210	38,9	7,90	10,7	61,3	5,38

Maxvärden uppmätt i de undersökta vattendragen. Period 1 motsvarar 2015-09-01 till 2016-08-30, period 2 motsvarar 2016-09-01 till 2017-08-30 och period 3 motsvarar 2017-09-01 till 2018-08-30. Datumen är valda för att motsvara perioden när kiselsaltsprovtagning genomförts.

Plats	Period	Tot-N	NH ₄ -N	NO ₂ +NO ₃ -N (µg/l)	Tot-P	pH	TOC (mg/l)	Konduktivitet (mS/m ²)	Alkalinitet (mekv/l)
Vålbacksån	1	824	23	525	29,8	8,40	13,7	38,2	4,13
	2	1340	70	1020	54,5	8,47	14,5	39,7	4,15
	3	1890	18	1200	53,8	8,42	18,7	37,6	4,02
Haraån	1	1380	75	687	24,4	8,19	29,4	38,7	3,94
	2	2540	124	1860	35,6	8,22	28,1	38,5	3,92
	3	2580	202	1480	58,3	8,26	27,8	45,8	4,69
Sannebäcken	1	1940	84	963	62,6	8,1	31,2	50,1	4,70
	2	2960	230	2290	118	8,1	26,2	45,0	3,72
	3	3050	118	1960	98,2	8,08	28,9	55,0	4,51
Månstaån	1	1350	162	486	23,2	8,05	16,2	37,4	3,71
	2	1410	256	712	117	8,00	15,4	31,6	2,90
	3	2170	280	1340	49,2	8,00	19,0	40,0	4,05
Slandromsån	1	636	53	263	23,5	8,21	16,1	28,1	2,80
	2	939	44	800	37,2	8,24	15,9	30,4	3,06
	3	1350	21	668	34,9	8,27	19,0	31,2	3,10
Hovermobäcken	1	940	49	335	85,2	7,81	18,8	18,2	1,53
	2	1420	184	700	98,5	8,07	16,9	21,8	1,91
	3	1150	519	399	82,4	8,21	18,3	29	2,61
Vadbäcken	1	1580	277	771	150	7,93	27,6	41,6	3,60
	2	2870	565	1650	300	7,99	25,9	39,5	3,46
	3	3060	100	1770	91,6	8,09	28,3	47,9	4,04
Hällnebäcken	1	1520	96	670	74,4	8,09	26,7	38,2	2,99
	2	2700	209	1920	96,7	8,19	23,2	42,4	3,44
	3	2270	43	1110	125	8,23	28	53,8	4,19
Sågbäcken	1	1210	10	752	34,3	8,22	20,0	35,3	3,34
	2	2930	90	2330	75,7	8,16	19,8	35	3,38
	3	2570	19	1520	58,1	8,14	25,2	36,2	2,96
Abbåsån	1	1130	32	462	40,4	7,85	21,1	32,2	2,75
	2	1740	295	988	87,4	7,90	20,0	24,3	1,99
	3	2730	56	1690	73,4	8,00	24,6	47,2	2,94
Trättgärdesbäcken	1	2640	376	1970	409	8,11	21,6	73,2	6,72
	2	3440	873	2120	507	8,17	20,6	73,2	6,47
	3	3960	188	3090	172	8,13	17,8	74,9	6,52

Medel-, median och maxvärden för sulfat (SO₄), klor (Cl), fluor (F), kalcium (Ca), magnesium (Mg), natrium (Na), kalium (K) samt icke marina baskatjoner (Ca*Mg*) uppmätt i de undersökta vattendragen.

Plats		SO ₄	Cl	F	Ca	Mg	Na	K	Ca*Mg*
		(mekv/l)		(mg/l)	(mekv/l)				(mekv/l)
Vålbacksån	Medel	0,14	0,039	<0,05	3,2	0,38	0,06	0,018	3,609
	Median	0,14	0,037	<0,05	3,4	0,41	0,06	0,017	3,609
	Max	0,17	0,048	<0,05	3,9	0,51	0,08	0,036	3,609
Haraån	Medel	0,22	0,042	0,08	2,8	0,20	0,10	0,024	2,987
	Median	0,21	0,042	0,08	3,0	0,21	0,11	0,025	2,987
	Max	0,37	0,051	0,11	3,9	0,28	0,16	0,046	2,987
Sannebäcken	Medel	0,72	0,089	0,08	3,7	0,18	0,12	0,045	3,871
	Median	0,73	0,083	0,08	3,9	0,18	0,11	0,043	3,871
	Max	0,96	0,130	0,09	4,8	0,24	0,18	0,097	3,871
Månstaån	Medel	0,17	0,059	0,06	2,5	0,20	0,08	0,021	2,647
	Median	0,17	0,061	0,06	2,5	0,21	0,09	0,017	2,647
	Max	0,25	0,120	0,06	3,0	0,25	0,11	0,074	2,647
Slandromsån	Medel	0,09	0,029	<0,05	2,0	0,13	0,04	0,012	2,109
	Median	0,09	0,028	<0,05	1,9	0,12	0,05	0,012	2,109
	Max	0,13	0,037	<0,05	2,7	0,18	0,05	0,024	2,109
Hovermobäcken	Medel	0,13	0,075	0,06	1,0	0,17	0,10	0,035	1,107
	Median	0,13	0,073	0,06	0,9	0,17	0,10	0,035	1,107
	Max	0,17	0,096	0,08	1,3	0,23	0,12	0,074	1,107
Vadbäcken	Medel	0,45	0,214	0,06	2,9	0,20	0,18	0,032	3,018
	Median	0,44	0,217	0,07	3,1	0,22	0,17	0,025	3,018
	Max	0,58	0,310	0,07	3,9	0,29	0,22	0,130	3,018
Hällnebäcken	Medel	0,51	0,090	0,12	2,3	0,17	0,13	0,041	2,421
	Median	0,51	0,091	0,13	2,3	0,17	0,12	0,038	2,421
	Max	0,83	0,136	0,19	3,5	0,26	0,20	0,079	2,421
Sågbäcken	Medel	0,28	0,056	0,07	2,5	0,22	0,12	0,035	2,736
	Median	0,28	0,059	0,07	2,7	0,23	0,13	0,036	2,736
	Max	0,37	0,065	0,08	3,3	0,29	0,16	0,049	2,736
Abbåsan	Medel	0,27	0,062	0,07	1,7	0,13	0,10	0,024	1,807
	Median	0,28	0,063	0,06	1,8	0,13	0,10	0,020	1,807
	Max	0,37	0,085	0,09	2,3	0,16	0,13	0,069	1,807
Trättgärdesbäcken	Medel	1,14	0,249	0,07	6,3	0,42	0,23	0,063	6,629
	Median	1,10	0,240	0,07	6,3	0,45	0,24	0,051	6,629
	Max	1,40	0,370	0,09	8,0	0,51	0,27	0,190	6,629

Bilaga 2 Beräknade EK-värden med de olika metoderna

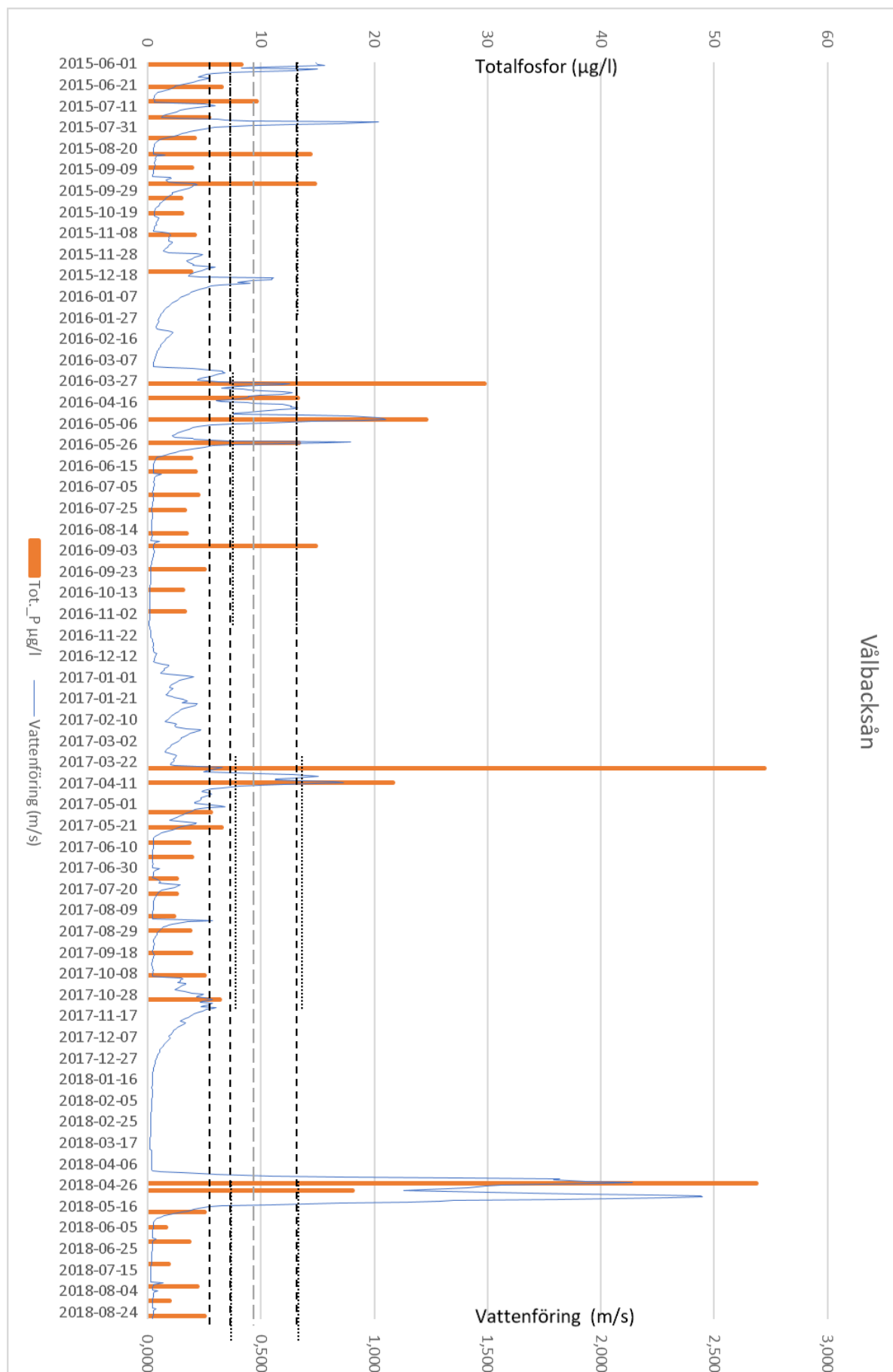
Beräknade värden för ekologiska kvalitetskvoten (EK) metoderna angiva i HVMFA 2013:19 samt.

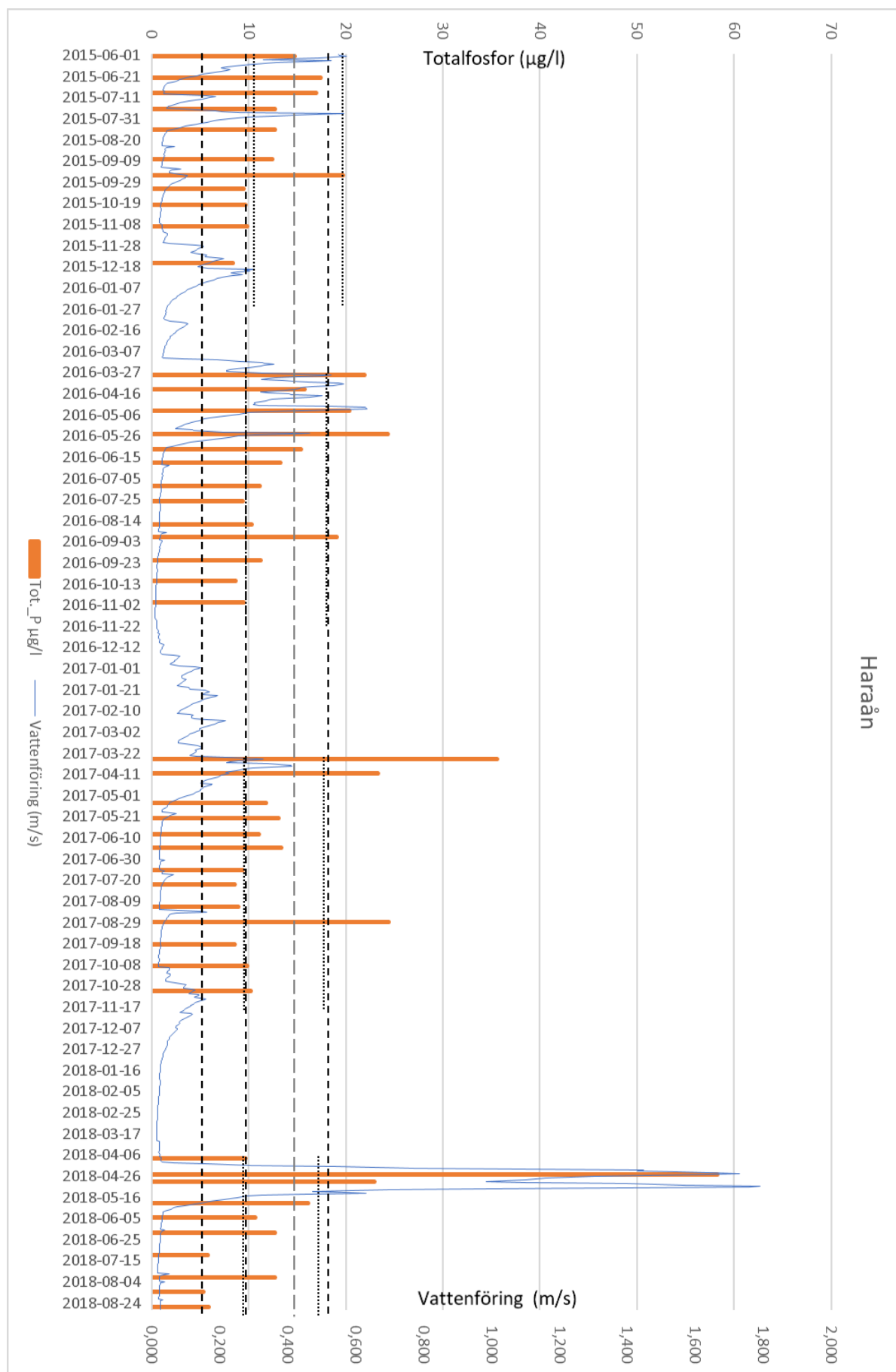
Plats	Period	EK IPS	EK Ref Ca*Mg*	EK Ref ej Ca*Mg*	EK Ref=5 ug/l
Vålbacksån	1	0,99	1,43	0,79	0,54
	2	0,77	1,38	0,77	0,55
	3	1	1,43	0,79	0,54
Haraån	1	0,97	1,29	0,69	0,35
	2	0,99	1,18	0,64	0,34
	3	1,01	1,16	0,63	0,34
Sannebäcken	1	0,79	0,62	0,38	0,15
	2	0,78	0,47	0,29	0,12
	3	0,77	0,47	0,38	0,15
Månstaån	1	0,97	1,31	0,90	0,42
	2	0,99	0,81	0,56	0,27
	3	0,99	1,05	0,72	0,35
Slandromsån	1	1	1,64	1,18	0,57
	2	0,99	1,48	1,08	0,54
	3	0,78	1,52	1,09	0,53
Hovermobäcken	1	0,78	0,60	0,48	0,22
	2	0,79	0,61	0,49	0,23
	3	0,77	0,65	0,52	0,24
Vadbäcken	1	0,71	0,68	0,46	0,17
	2	0,78	0,46	0,31	0,12
	3	0,77	0,86	0,59	0,23
Hällnebäcken	1	0,77	0,67	0,46	0,17
	2	0,76	0,69	0,48	0,18
	3	0,78	0,68	0,48	0,18
Sågbäcken	1	0,80	1,05	0,72	0,33
	2	0,78	0,85	0,59	0,28
	3	0,73	0,99	0,68	0,31
Abbåsån	1	0,9	1,18	0,92	0,31
	2	0,95	0,95	0,75	0,25
	3	1	1,02	0,80	0,27
Trättgärdesbäcken	1	0,80	0,37	0,29	0,09
	2	0,75	0,29	0,23	0,07
	3	0,80	0,49	0,40	0,13

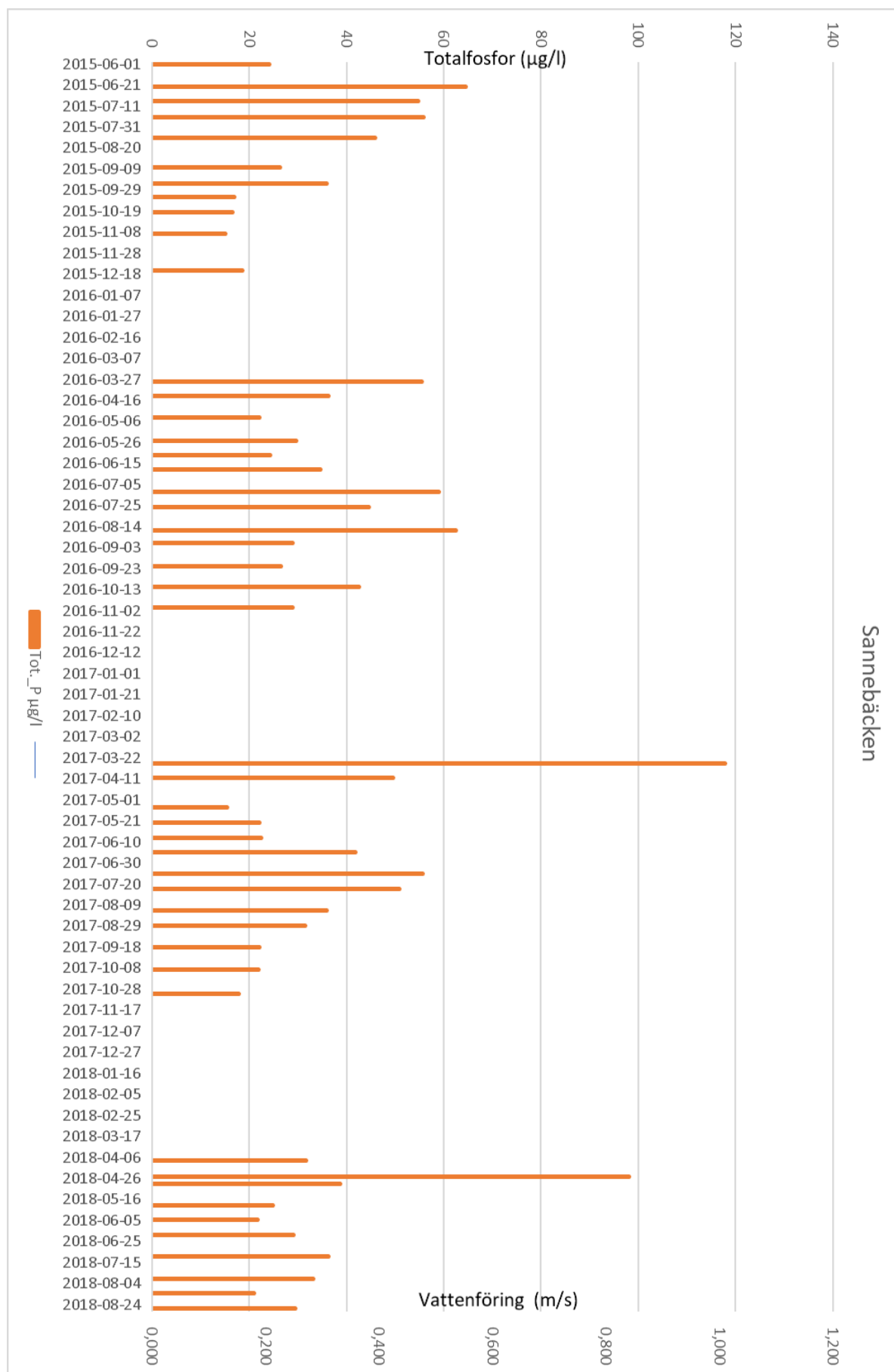
Bilaga 3 Fosforhalt och vattenföring

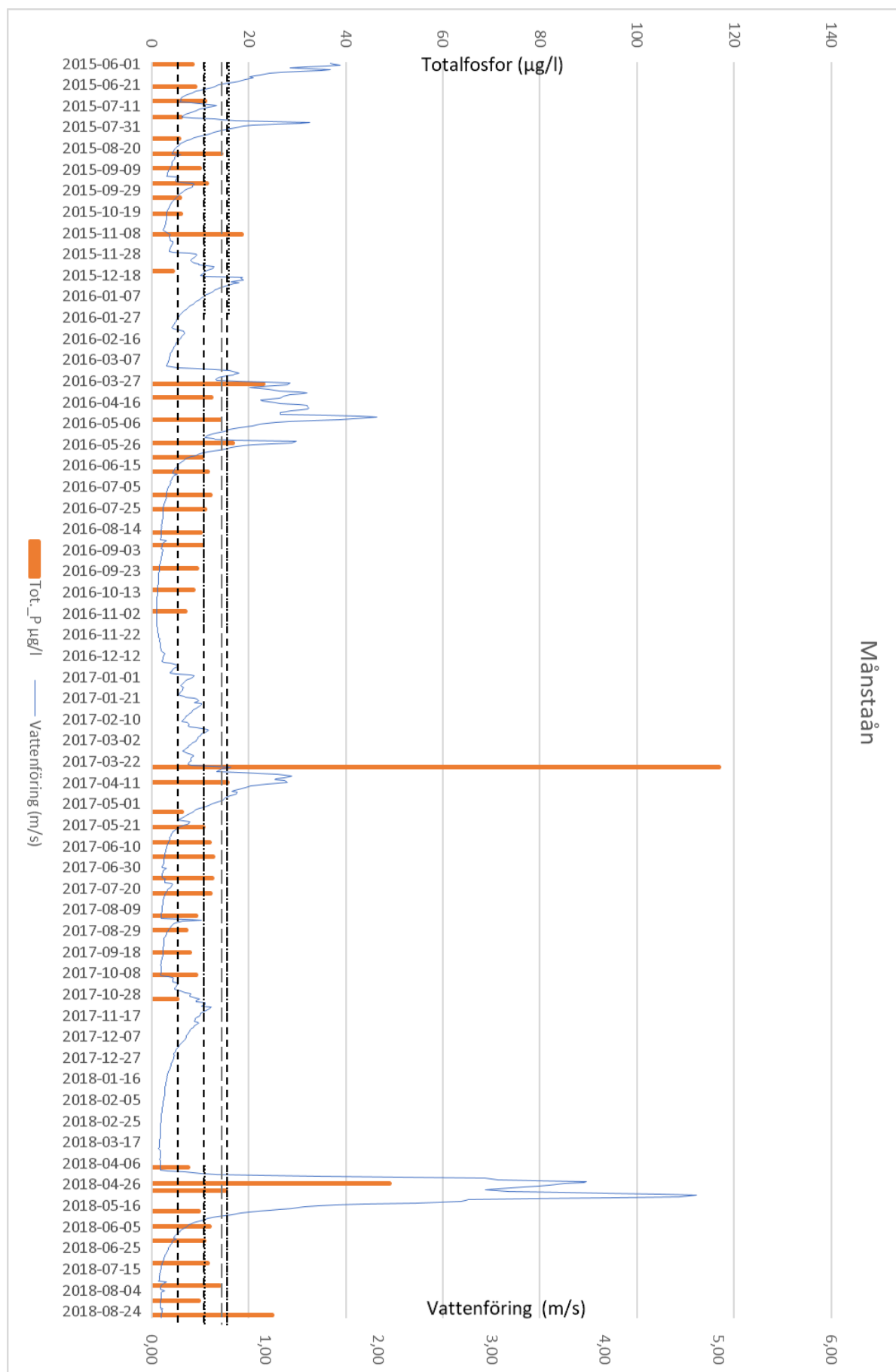
Uppmätta fosforhalter och beräknad vattenföring från SMHI:s vattenwebb. För Trättgärdesbäcken, som inte är någon egen vattenförekomst, användes vattenföringen från Semsån, som ligger nedströms Trättgärdesbäcken. För Sannebäcken finns inga värden för vattenföring.

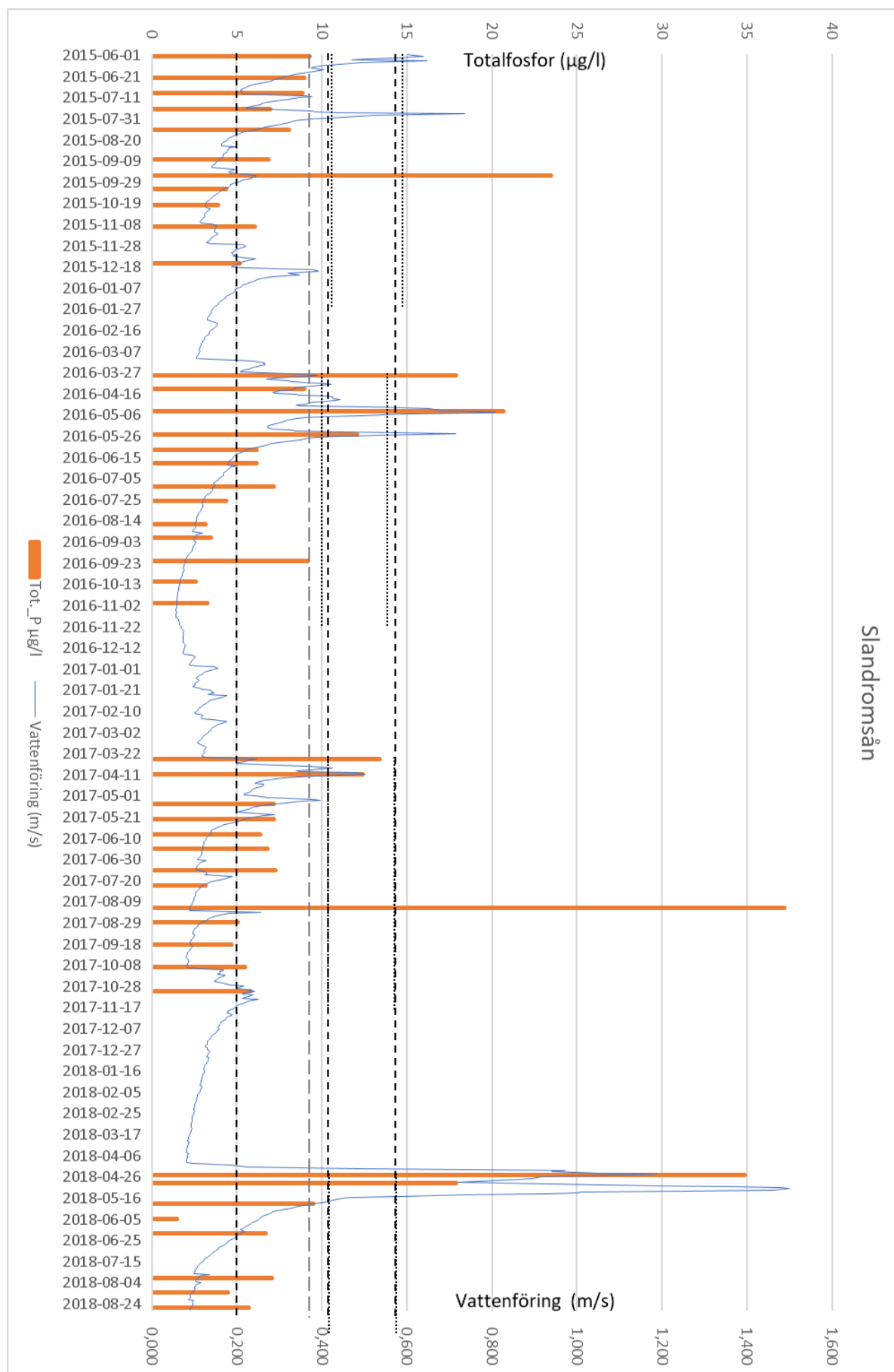
Totalfosforhalt (orange staplar) och vattenföring (blå linjer) vid de olika provtagningstillfällena. De svarta streckade linjerna (_ _ _ _) motsvarar det beräknade referensvärdet där den övre motsvarar värdet beräknat med icke marina baskatjoner ($\text{Ca} \cdot \text{Mg}^*$), den mellersta utan icke marina baskatjoner och den nedre $5 \mu\text{g/l}$. De finstreckade linjerna (_ _ _ _ _ _) motsvarar beräknat referensvärde för respektive år. Den grå streckade linjen motsvarar medelvärde för perioden (_ _ _ _ _).

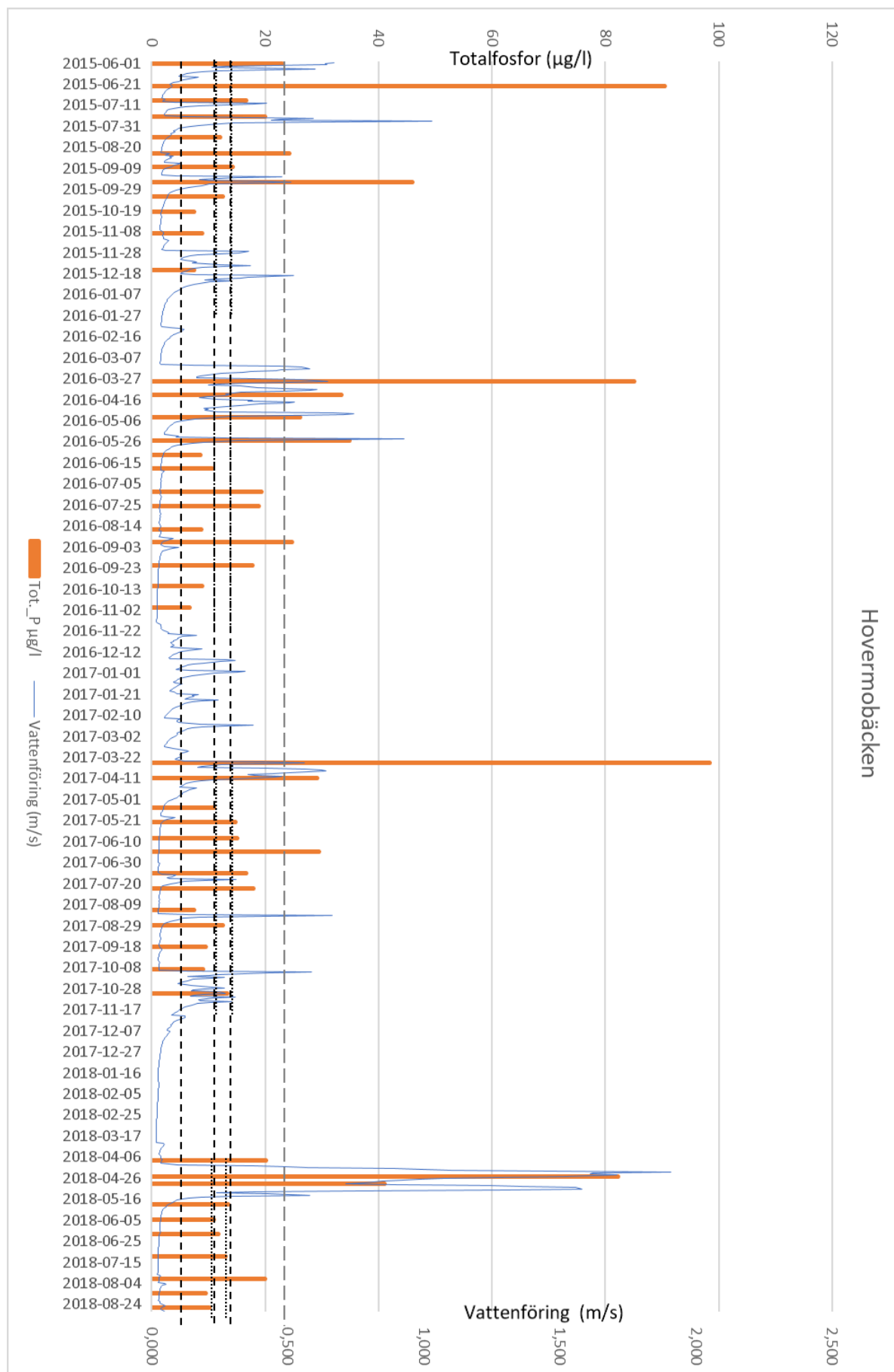


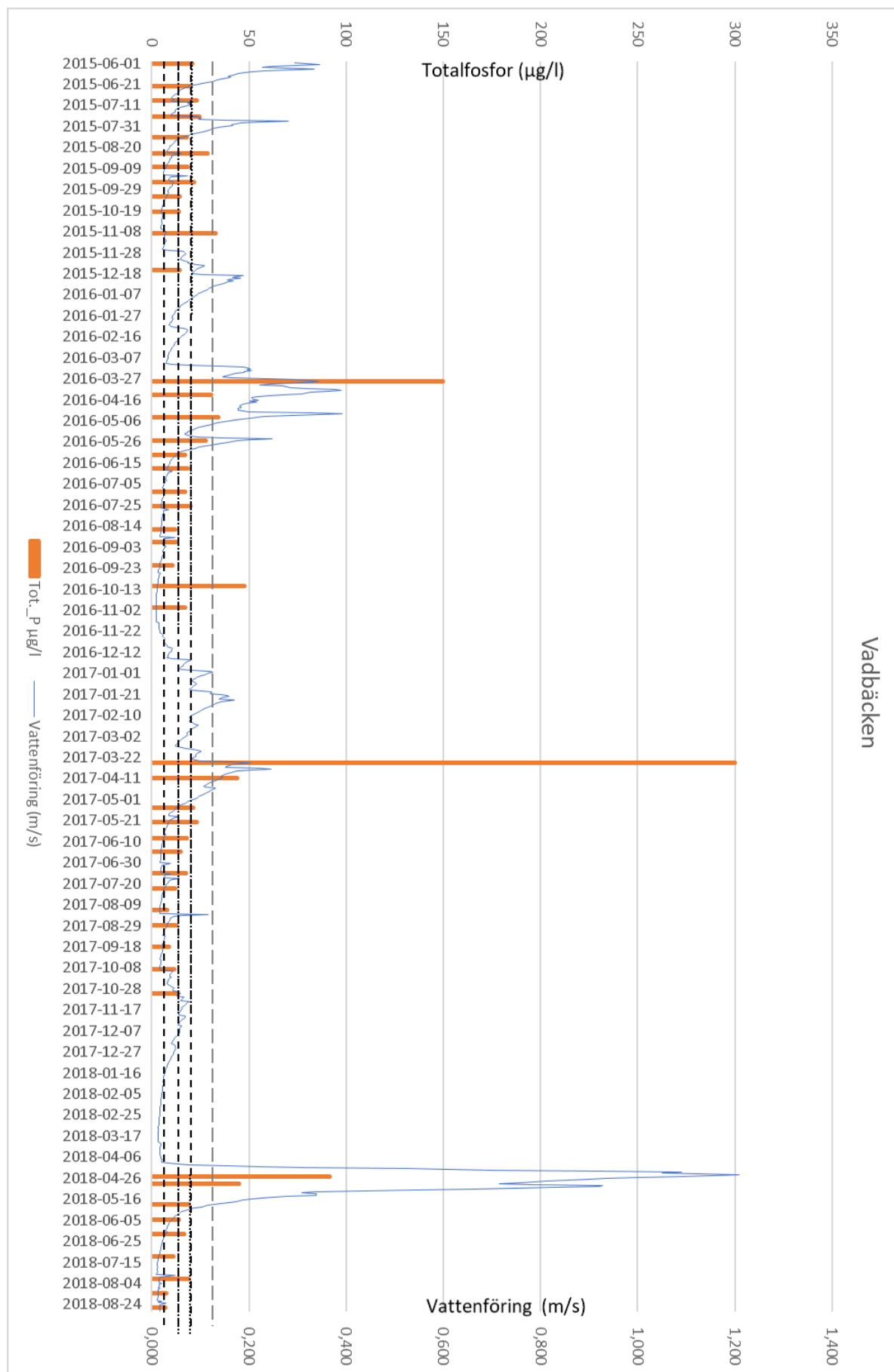


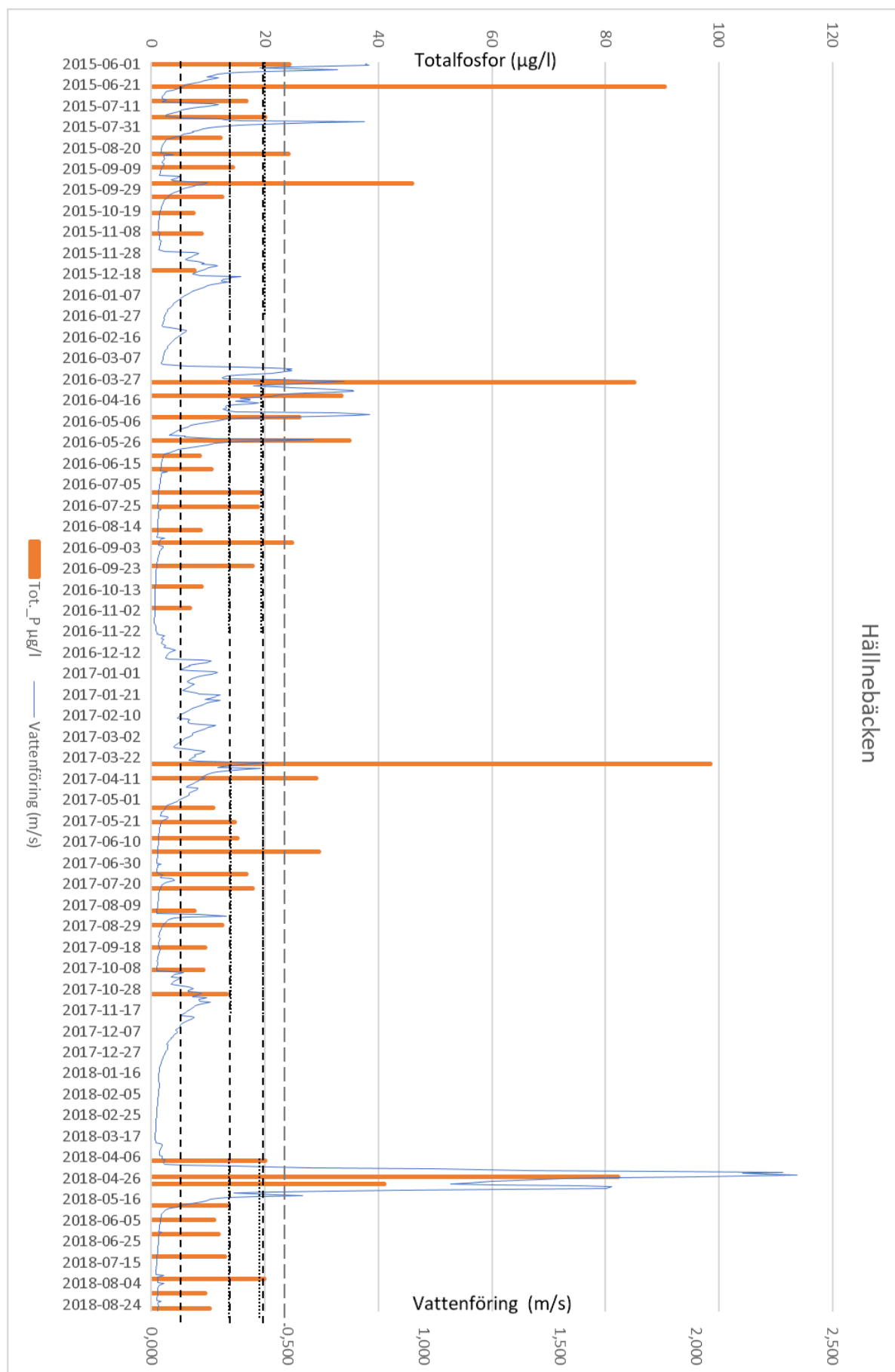


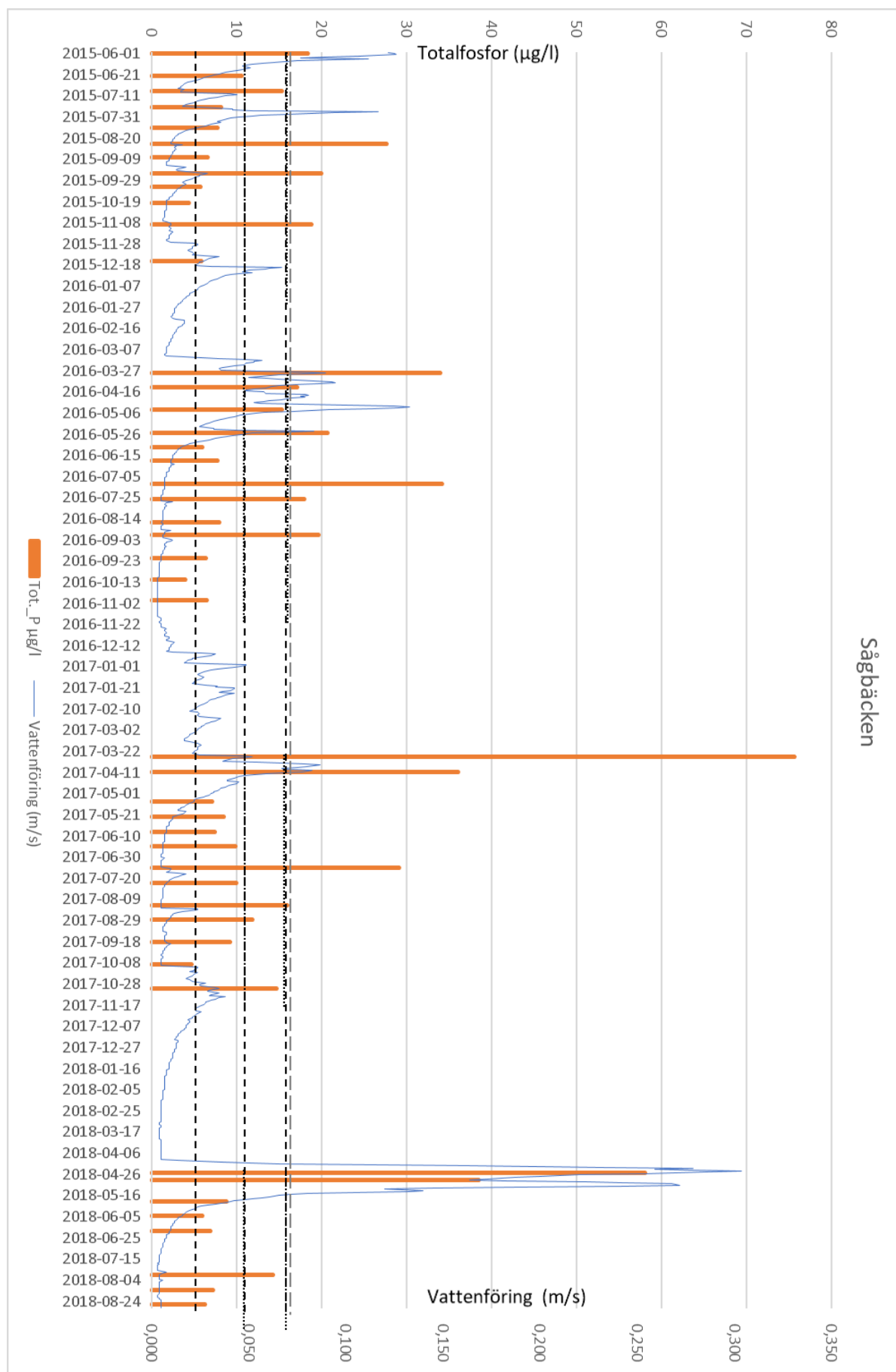


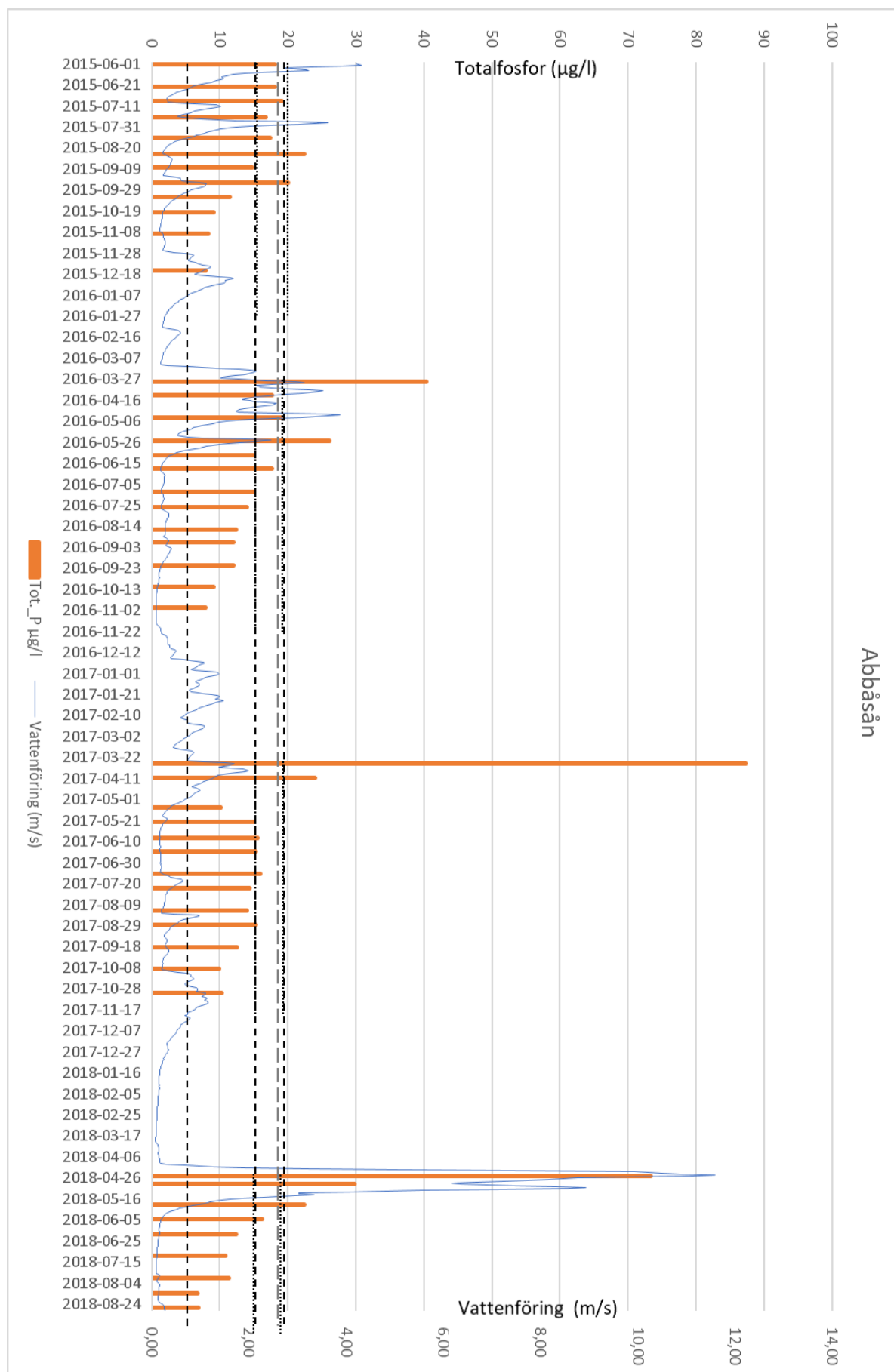


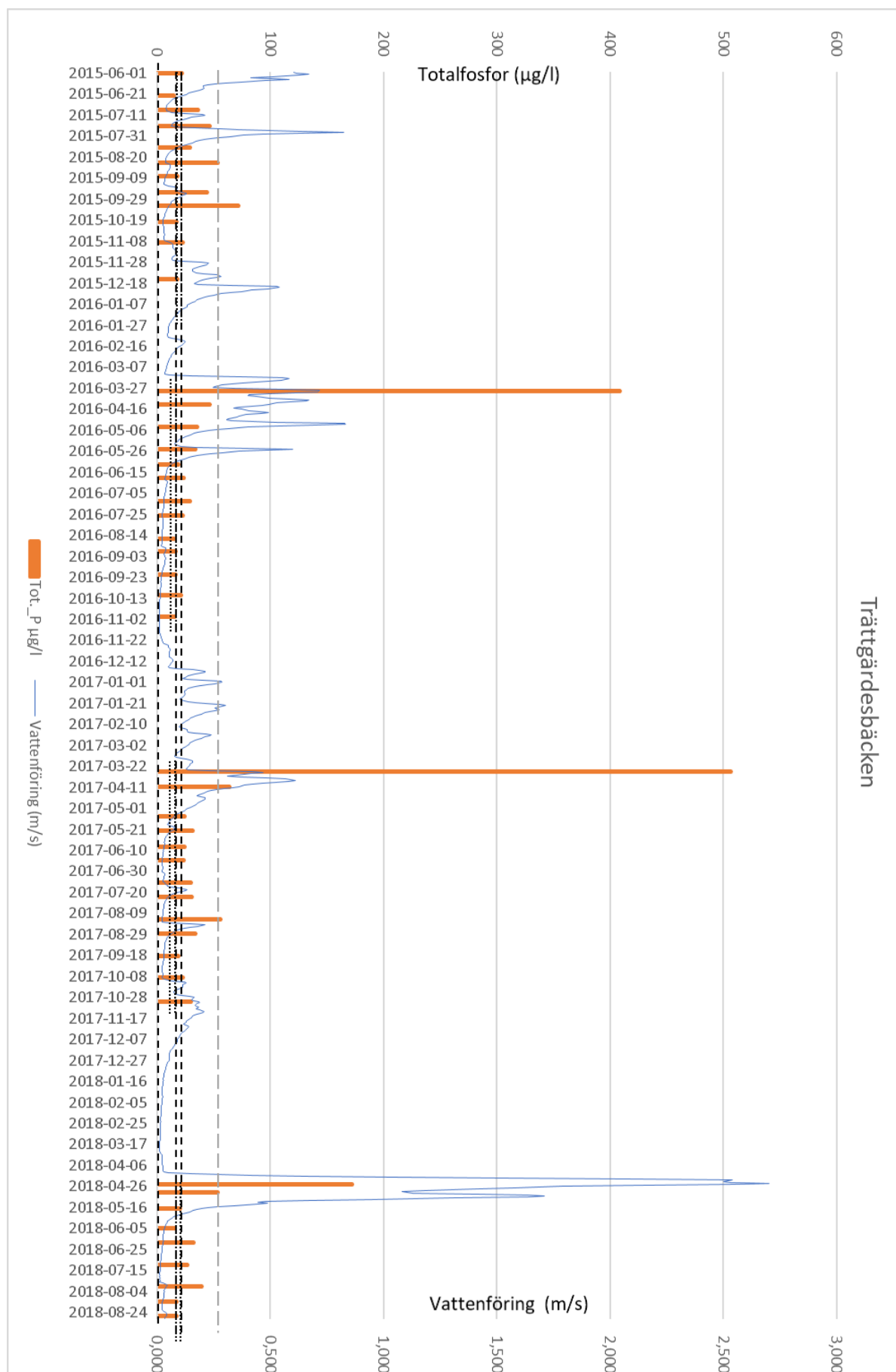














Länsstyrelsen
Jämtlands län

Telefon: 010-225 30 00
jamtland@lansstyrelsen.se
www.lansstyrelsen.se/jamtland