

Datum

2015-11-03

Författare

Jonathan Arnlund

Uppföljning av Kungsängsdammen

Flödesproportionell provtagning av metaller och organiska föroreningar under mars-augusti 2014

Sammanfattning

Under mars-augusti 2014 utfördes flödesproportionella provtagningar av Kungsängens dagvattendamm i södra Uppsala. Provtagningen varade i 22 veckor varav 8 veckor utfördes och sammanställdes i form av ett examensarbete (Arnlund, 2014). Denna rapport syftar till att framställa resultaten för hela provtagningsperioden och ska ses som ett komplement till examensuppsatsen.

Kungsängsdammen färdigställdes 2010 och tar emot dagvatten från ett ca 65 ha stort industri- och handelsområde. Provtagningen var en del i Uppsala Vattens egenkontrollprogram för dagvatten och syftade till att utreda och följa upp reningsfunktionen i dammen. Vid in- och utloppet till dammen installerades flödesmätare och automatiska provtagare. Samlingsprover skickades in på analys med ca en veckas mellanrum. Ämnen som undersöktes var totala halter av näringsämnena fosfor och kväve, totala halter av tungmetaller, suspenderat material (partiklar) samt oljeindex och den organsiska föreningen tributyltenn.

Utifrån nya flödesmätningar och beräkningar av inloppsflödet uppskattades 10 % av årsflödet brädda förbi dammen i bypass-diket. Maximal nederbördsintensitet för perioden uppmättes den 16/8 som motsvarade ett regn med 19-års återkomsttid.

Resultatet visar att Kungsängsdammen fungerar väl som avskiljningsanläggning för föroreningar. Halterna av ämnena fosfor, kväve, suspenderat material, oljeindex, kadmium, koppar, bly och zink översteg riktvärdet (1M) för inloppet. Vid utloppet var det inga ämnen vars flödesviktade medelkoncentrationer översteg riktvärdena. Variationen av koncentrationer under perioden visade vikten av att provta flödesproportionellt.

Avskiljningseffektiviteten för Kungsängsdammen visade sig vara hög i jämförelse med andra dagvattendammar. Suspenderad substans avskiljs med 85 %, fosfor med 56 %, kväve med 41 % och tungmetaller med 65-87 %. Den höga avskiljningen tros bero på en väl utformad och dimensionerad anläggning. Även den höga inkommande halten av suspenderat material möjliggör avskiljning av särskilt fosfor och tungmetaller som gärna binder till partiklar som har möjlighet att sedimentera i dagvattnet.

Då inlopps- och utloppshalter jämförs med uppmätta bakgrundshalter i Fyrisån visade resultatet att utloppshalterna från dammen var i nivå med eller under Fyrisåns halter för de flesta ämnen. Endast kadmium, nickel och zink översteg bakgrundshalterna. Eftersom vattnet leds i ett ca 1 km långt öppet dike innan det når Fyrisån kan även ytterligare rening ske genom sedimentation och näringsupptag av växter i diket. Detta antyder att dagvattnet i dagsläget inte försämrar vattenkvalitén i Fyrisån för de undersökta ämnena.

Resultatet för tributyltenn visade att ämnet förekommer i något högre halter i jämförelse med andra dagvattendammar. Avrinningsområdet till Kungsängsdammen hade däremot en större andel hårdgjorda ytor som parkeringar och vägar än avrinningsområdena till dammarna i jämförelsen. Källan till förekomsten av TBT bör dock följas upp och undersökas uppströms i avrinningsområdet.

Innehåll

1	Inledning	4
1.1	Examensarbete	4
2	Bakgrund till undersökning	4
3	Material och metoder	5
3.1	Beskrivning av Kungsängsdammen	5
3.2	Ny beräkning av inloppsflödet	6
3.3	Riktvärden och miljö kvalitetsnormer	6
4	Resultat	8
4.1	Nederbörd	8
4.2	Flödesmätning	9
4.2.1	Andel bräddat vatten	11
4.3	Provtagningsresultat	11
4.3.1	Totalfosfor	12
4.3.2	Totalkväve	13
4.3.3	Suspenderat material	14
4.3.4	Zink	15
4.3.5	Tributyltenn	16
4.4	Jämförelse av halter med referensvärden	16
4.5	Jämförelse avskiljning och belastning	18
5	Diskussion	19
5.1	Klimat	19
5.2	Flödesmätning	19
5.3	Jämförelse av halter	19
5.4	Variation av koncentrationer	20
5.5	Tributyltenn	20
5.6	Jämförelse av belastning och avskiljning	20
6	Referenser	22
7	Bilagor	23
7.1	Provtagningsresultat	23
7.2	Provtagningsperioder och nederbörd	24
7.3	Variation i koncentrationer	25

1 Inledning

Dagvatten blir allt mer ett hetare ämne i samhällsdebatten och särskilt dagvattenkvalité och spridning av föroreningar. De senaste 10 åren har ca 15 st dagvattendammar anlagts i och utanför Uppsala och många fler planeras inom de närmaste åren. Men hur väl fungerar den tänkta reningen i dessa anläggningar och hur följs de upp på bästa sätt? Föreliggande rapport är resultatet av en undersökning som utförts i syfte att besvara dessa frågor för en specifik anläggning. Undersökningen var tänkt att fungera som ett pilotprojekt inför framtida uppföljningar av dagvattenanläggningar.

Under mars till augusti 2014 utfördes en flödesproportionell provtagning av Kungsängsdammen som ligger strax söder om centrala Uppsala. Dammen anlades 2010 för att rena och fördröja dagvatten från det ca 65 ha stora industri- och handelsområdet Boländerna. Provtagningens syfte var att utreda och följa upp reningsfunktionen i dammen. Detta gjordes genom att mäta föroreningsinnehållet i dagvattnet innan och efter dammen. Genom att mäta flöden kunde en procentuell avskiljning och mängdavsiljning räknas ut. Denna rapport syftar till att sammanställa och diskutera resultaten av hela provtagningsperioden.

1.1 Examensarbete

Den flödesproportionella provtagningen varade i 22 veckor där de 8 första veckorna ingick i examensarbetet "Utredning av reningsfunktionen hos Kungsängens dagvattendamm", en masteruppsats på 30 hp genom Uppsala Universitet (Arnlund, 2014). I examensarbetet redogörs utförligt för bl.a. provtagningsmetod, undersökta föroreningar och beräkningsmetoder. I denna rapport ligger fokus på resultaten av provtagningen för hela perioden och analys av provtagningsmetodiken i stort. För kompletterande information se examensarbetet.

2 Bakgrund till undersökning

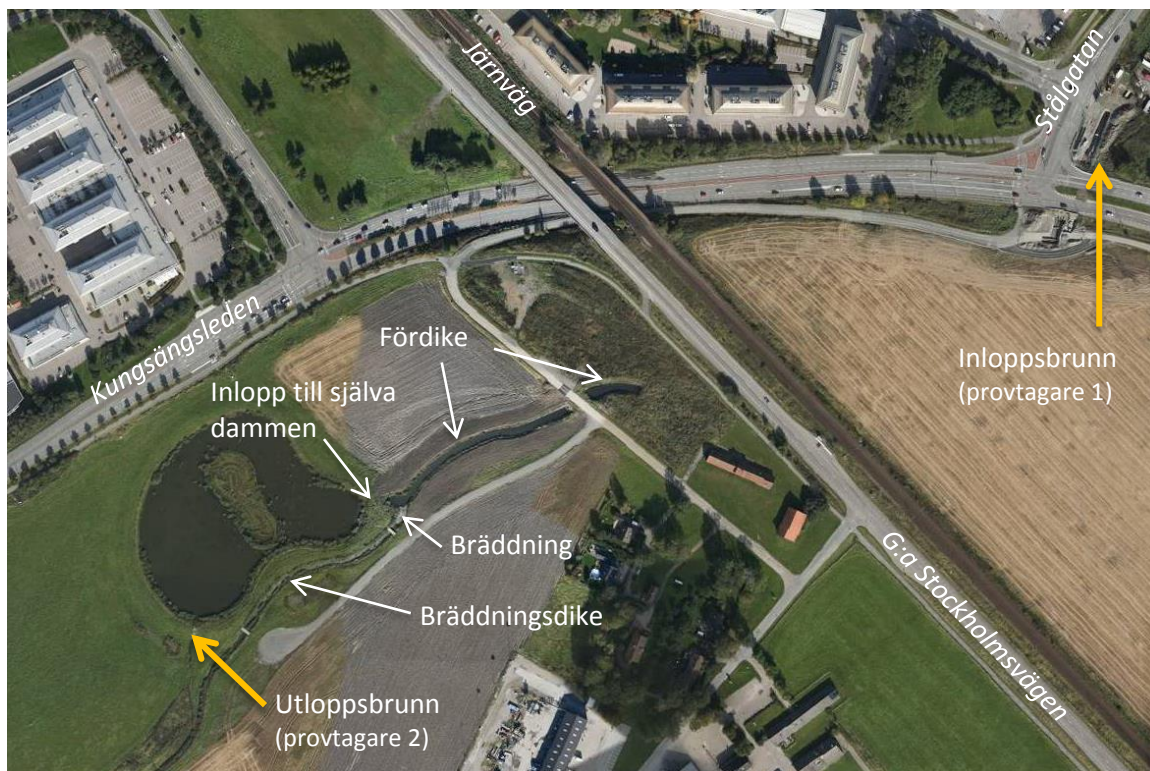
I mitten av 1970-talet samt i slutet på 1990-talet utfördes provtagningar av dagvattnet från industriområdet Boländerna. Analyserna visade på höga halter av tungmetaller, särskilt för zink. Dessa studier samt trenden med förtätning och utbyggnad av hårdgjorda ytor i Boländerna ledde till att man i början av 2000-talet började fundera på att anlägga en dagvattenanläggning för rening och fördröjning. Dagvattensystemet delades upp i två system där det östra leddes till Kungsängsdammen och sedan vidare ut i Fyrisån. Sedan dammen anlades 2010 fram till denna provtagning hade ingen kontroll eller uppföljning av dammens funktion skett.

Den genomförda provtagningen är en del i Uppsala Vattens egenkontrollprogram för dagvatten. Enligt förordning (1998:901) ska verksamhetsutövare med tillståndsplikt "fortlöpande och systematiskt undersöka och bedöma riskerna från hälso- och miljösynpunkt" (Sveriges Riksdag, 2015). Provtagningen har även fungerat som ett pilotprojekt för att få lärdom och erfarenhet av beräknings- och provtagningsmetoder för uppföljning av dagvattensystem.

3 Material och metoder

3.1 Beskrivning av Kungsängsdammen

Innan dammen finns ett fördike som är ca 190 meter långt och 6 meter brett, uppdelat på två sektioner. Därefter leds vattnet in i dammen och strax före detta inlopp finns ett skibord där vattnet kan brädda till ett brädddike vid höga flöden (Figur 1).



Figur 1. Översiktsbild av Kungsängsdammen med inlopp- och utloppsbrunnar samt fördike och bräddningsdike utmarkerat. Flygfoto från Uppsala Vatten.

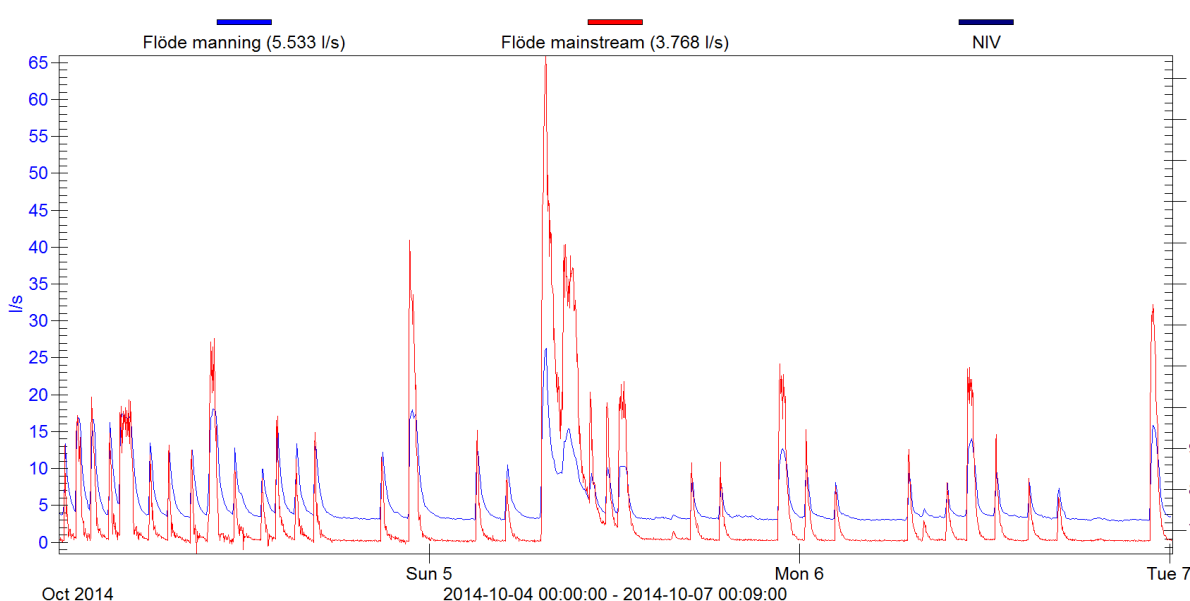
I Tabell 1 sammanfattas nyckeltal för dammen och avrinningsområdet.

Tabell 1. Nyckeltal för Kungsängsdammen. Den teoretiska uppehållstiden är beräknad utifrån medelvärdet av inflödet och permanentvolymen.

Normaldjup	m	0,70
Vattenspegels yta	ha	1,0
Permanentvolym (ca)	m ³	7000
Reglervolym (ca)	m ³	3000
Avrinningsområde	ha	65
Viktad avrinningskoeff.		0,60
Reducerad hårdjord yta	ha	39
Dammyta/red. yta	%	2,6
Uppmätt inflöde (medel)	l/s	6
Teoretisk uppehållstid	dygn	13,5

3.2 Ny beräkning av inloppsflödet

I examensarbetet beskrivs de provtagare och flödesmätare som användes. Vid inloppsbrunnen fungerade dock inte flödesmätningen som det var tänkt på grund av att nivån i ledningen ofta var lägre än vad tillverkaren rekommenderar (för ISCO 750 flödesmodul). Därför installerades en modernare flödesmätare av märket Mainstream vid samma punkt som också använder area-/hastighetsmetoden. Under ca 3 veckor i september till oktober mättes flödet med både Mainstream och ISCO-flödesmätaren. Genom Mannings formel anpassades ISCO-mätarens flöde (utifrån nivån) till Mainstreammätarens flöde för perioden (Figur 2). Därefter kunde det tidigare uppmätta flödet räknas ut med de nya "kalibrerade" parametrarna i Mannings formel. Inlopps- och utloppsflödet blev i och med detta i samma storleksordning, vilket antas vara mer trovärdigt än vad den föregående mätmetoden visade och som användes i examensarbetet (visade 40 % högre flöde vid inloppet jämfört med utloppet).



Figur 2. Uppmätt flöde vid inloppsbrunnen till Kungsängsdammen den 4/10-7/10 2014. Mainstreammätare (röd kurva) och flöde uppmätt med ISCO 750 flödesmodul beräknat utifrån nivå med Mannings ekvation (blå kurva). Figuren visar att vid låga flöden överskattas flödet för Mannings ekvation och vid höga flöden underskattas det.

3.3 Riktvärden och miljö kvalitetsnormer

I dag finns det inga nationellt fastslagna riktvärden för föroreningshalter i dagvatten utan bedömningar görs från fall till fall. År 2009 tog Regionala dagvattennätverket i Stockholms län fram en rapport innehållande riktvärden för dagvattenutsläpp. Målet var att ge en vägledning för framförallt kommuner i stockholmsregionen att göra bedömningar för dagvatten, då det ansågs finnas ett stort behov av rikt/- och jämförelsevärden. De ämnen som omfattades begränsades av mängden tillgänglig och tillförlitlig data (Riktvärdesgruppen, 2009). De föreslagna riktvärdena avser årsmedelhalter och är uppdelade i tre nivåer beroende på var utsläppet sker i ett avrinningsområde. Dessutom är de uppdelade beroende på storleken på recipienten (Tabell 2). För Kungsängsdammen är det intressant att titta på riktvärdesnivån 1M (direktutsläpp till recipient, utsläpp till mindre vattendrag) då dammen ligger nära recipienten Fyrisån som här räknas till ett mindre vattendrag. För närsalter och tungmetaller avses totalhalter och inte endast lösta fraktioner (prover filtrerade genom ett 0,45 µm filter).

Tabell 2. Föreslagna riktvärden för dagvattenutsläpp enligt Riktvärdesgruppen (2009). Årsmedelhalter och totala fraktioner för näringsämnen och metaller åsyftas. Nivå 1: direktutsläpp till recipient, Nivå 2: delområden, Nivå 3: verksamhetsutövare. Årsmedelhalter och totala fraktioner för näringsämnen och metaller åsyftas. För Kungsängsdammen används riktvärdesnivån 1M (direktutsläpp till recipient, utsläpp till mindre vattendrag).

Ämne	Nivå enhet	Mindre sjöar, vattendrag och havsvikar		Större sjöar och hav		Verksamhets- utövare
		1M	2M	1S	2S	
Fosfor (P)	µg/l	160	175	200	250	250
Kväve (N)	mg/l	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5
Bly (Pb)	µg/l	8	10	10	15	15
Koppar (Cu)	µg/l	18	30	30	40	40
Zink (Zn)	µg/l	75	90	90	125	150
Kadmium (Cd)	µg/l	0,4	0,5	0,45	0,5	0,5
Krom (Cr)	µg/l	10	15	15	25	25
Nickel (Ni)	µg/l	15	30	20	30	30
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,03	0,07	0,05	0,07	0,1
Suspenderad substans (SS)	mg/l	40	60	50	75	100
Oljeindex (olja)	mg/l	0,4	0,7	0,5	0,7	1,0
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,03	0,07	0,05	0,07	0,1

I EU:s ramdirektiv för vatten finns gränsvärden fastlagda för 33 prioriterade ämnen som gäller för inlandsytvatten, vatten i övergångszon, kustvatten och grundvatten (2000/60/EG). Dessa kallas även miljö kvalitetsnormer och om gränsvärden överskrids vid mätningar måste åtgärder genomföras (VISS, 2014). Riktvärdena gäller antingen för årsmedelvärden (AA-MKN) eller max tillåten koncentration (MAC-MKN). De två typerna av riktvärden avser att begränsa föroreningstoppar och minska den årliga föroreningsspridningen (Europaparlamentet, 2000).

I Kungsängsdammen provtogs det prioriterade ämnet Tributyltenn. Riktvärdet för årsmedelvärdet (AA-MKN) och max tillåten koncentration (MAC-MKN) enligt direktivet kan ses i Tabell 3 (totala fraktioner avses). Riktvärdena gäller för inlandsytvatten och alltså inte för dagvatten.

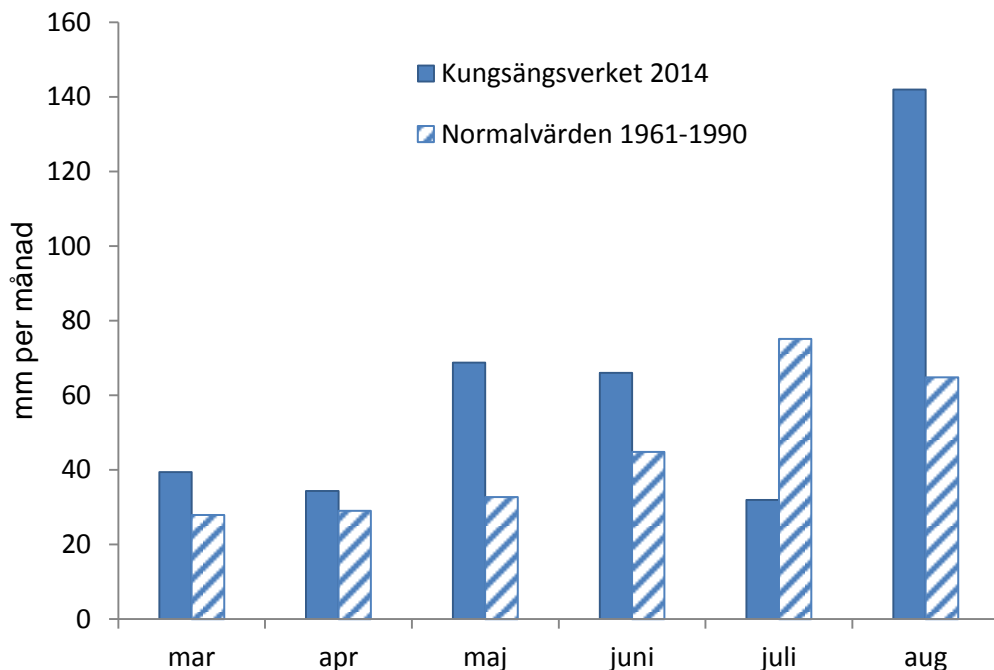
Tabell 3. Miljö kvalitetsnormer för Tributyltennföreningar i ramdirektivet för vatten (Europaparlamentet, 2000). Riktvärdena gäller för inlandsytvatten och totala fraktioner avses.

Ämne	Enhet	AA-MKN	MAC-MKN
		Inlandsytvatten	Inlandsytvatten
Tributyltennföreningar	ng/l	0,2	1,5

4 Resultat

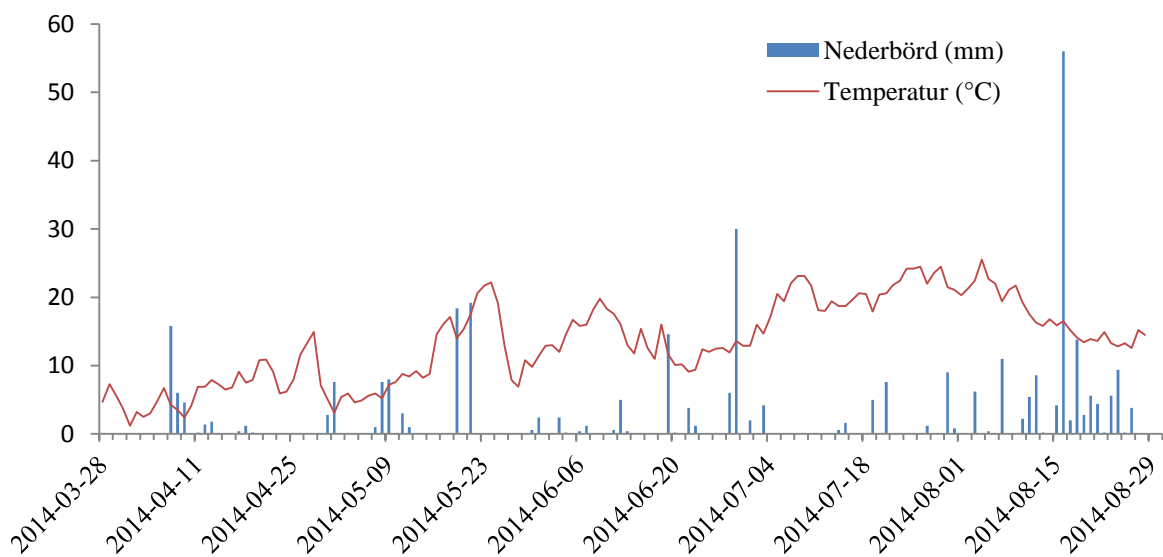
4.1 Nederbörd

Klimatet under provtagningsperioden präglades av mycket nederbörd och flera stora skyfall (Figur 3 och Figur 4). Totalt föll det 343 mm nederbörd under provtagningsperioden 28/3 - 28/8. Detta var ca 40 % mer nederbörd jämfört med vad som är normalt i Uppsala för dessa vår- och sommarmånader (SMHI, 2015). Juli månad urskilde sig med mindre nederbörd än normalt (Figur 3).



Figur 3. Nederbörd från Uppsala Vattens mätstation vid Kungsängsverket mar-aug 2014 samt motsvarande referensnormaler för perioden 1961-1990 från SMHI:s mätstation i Uppsala (SMHI, 2015).

Max intensitet uppmättes den 16/8 kl 20:50 då det föll 16,8 mm på 10 min. Detta innebär en återkomsttid på 19 år för denna varaktighet enligt Dahlström 2010 (Svenskt vatten, 2011). I Figur 4 visas total nederbörd per dag under provtagningsperioden samt medeltemperaturen i luften per dag. Temperaturen var som högst i slutet av juli och början på augusti (Figur 4).



Figur 4. Nederbörd och medeltemperatur i luften per dag för provtagningsperioden den 28/3 till 28/8 2014 (Uppsala Universitet, 2015).

4.2 Flödesmätning

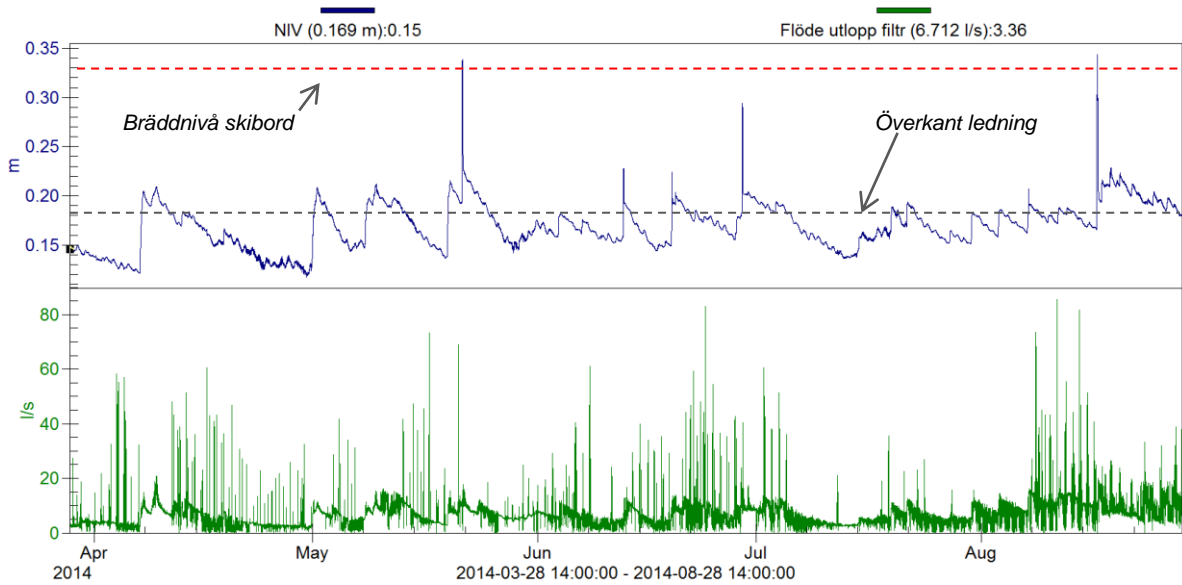
I Figur 5 och Figur 6 visas uppmätt nivå och flöde för hela provtagningsperioden för utloppet respektive inloppet. Vid utloppet var medelflödet 6,7 l/s och vid inloppet 6,4 l/s.

Nivå-grafen i Figur 5 ur 5 visar hur dammen fylls på vid nederbörd och sakta töms vid uppehållsväder (jämför med nederbörden, Figur 4). Dammens nivå översteg nivån för skibordet vid bräddningen endast vid några få tillfällen. Dock iaktogs det att bräddning av vatten skedde vid fler tillfällen, t.ex. den 7 april då nivån i dammen var 13 cm under skibordet. Detta tros bero på att dammens inlopp är strypt och vid intensiv nederbörd och ett kraftigt ökat flöde bräddar en stor del av dagvattnet då kapaciteten i inloppet är begränsad.

Maxflödet uppmättes till 85 l/s den 11/8 och nivån var som max ca 33 cm från underkanten på utloppsröret den 21 maj och 16 augusti. Nivån varierade med knappt 25 cm under hela perioden. Flödesmätaren satt i utloppsröret som hade innerdimensionen 180 mm.

UTLOPP

Flowlink 5

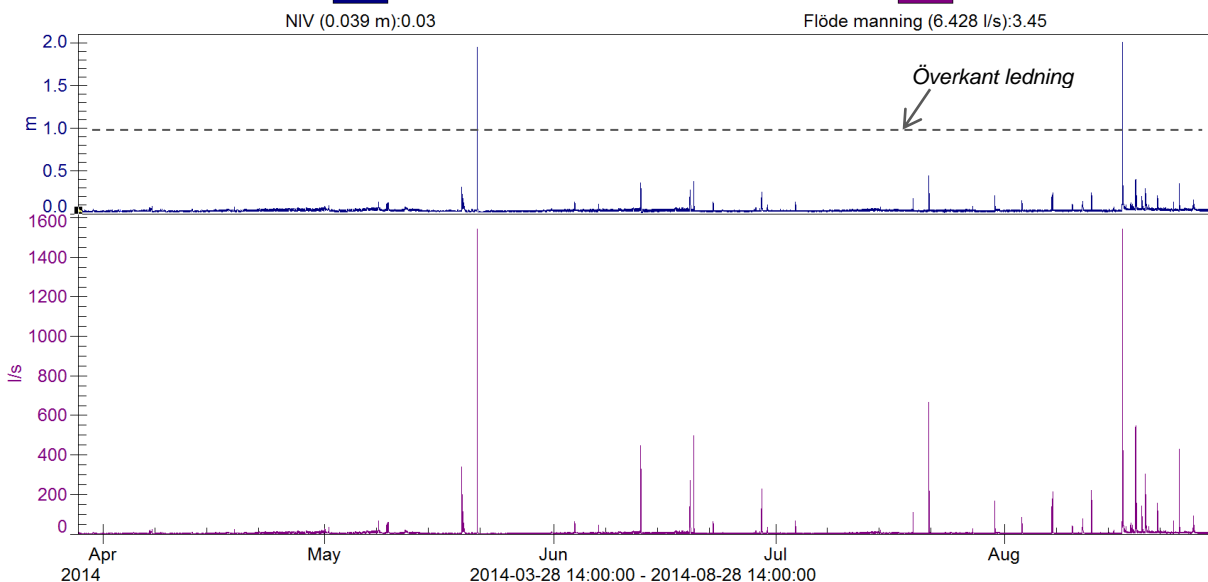


Figur 5. Nivå (övre graf) och flöde (undre graf) för utloppet under hela provtagningsperioden. Streckad linje visar överkant på ledningen (0,18 m). I den övre grafen syns hur nivån påverkas av nederbörd. Nivåtopparna indikerar kraftig och intensiv nederbörd med bräddning i bypass-diket som följd.

Vid inloppet var dagvattensystemet helt dämt vid två tillfällen, 21 maj och 16 augusti. Trycknivån var då knappt 1 m ovan ledningens hjässa som hade en innerdimension på 1,0 m (Figur 6). Maxflödet uppmättes vid dessa tillfällen till 1500 l/s.

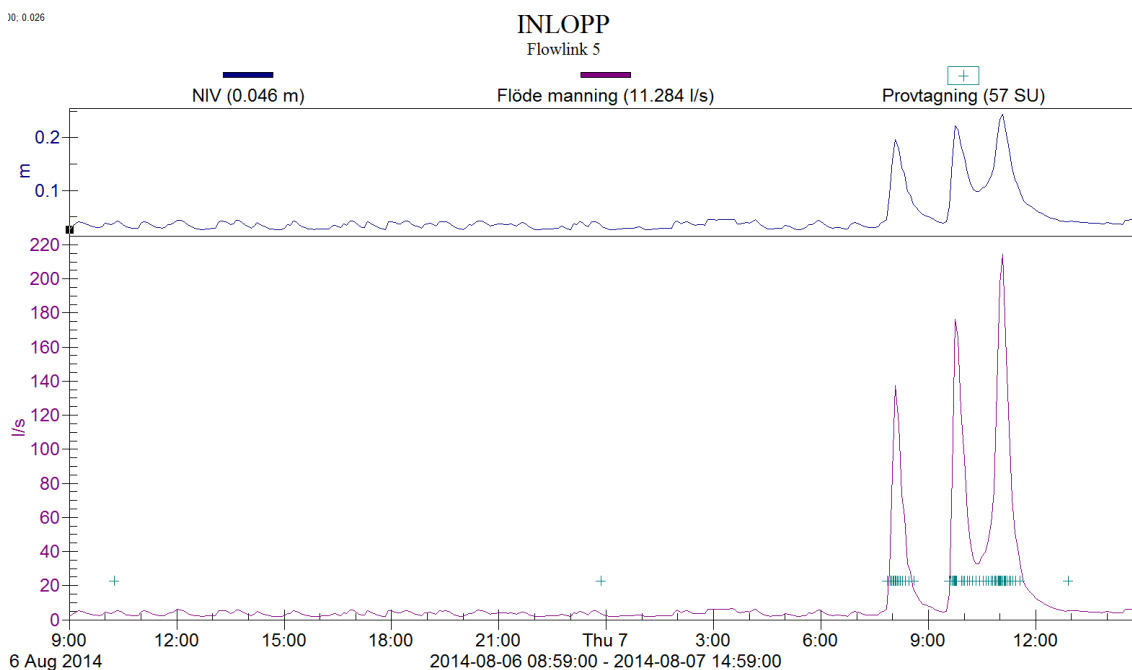
INLOPP

Flowlink 5



Figur 6. Nivå (övre graf) och flöde (undre graf) vid inloppet under hela provtagningsperioden. Nivån översteg ledningens dimension på 1 m vid två tillfällen, den 21 maj och den 16 augusti.

Ett mer detaljerat regntillfälle för inloppet kan ses i Figur 7 som också visar principen för flödesproportionell provtagning.



Figur 7. Nivå (övre graf) och flöde (undre graf) vid inloppet i början av augusti 2014. Provtagningsstillfällen är markerade med turkosa kryss. Figuren visar hur flödesproportionell provtagning fungerar: vid lågt flöde tar provtagaren prover sällan, när flödet ökar tas prover med tätt intervall ända tills att flödet minskar igen.

4.2.1 Andel bräddat vatten

lakttagelser gjordes att mycket vatten bräddades förbi dammen vid kraftig nederbörd. Eftersom det var problematiskt att mäta detta flöde är den andel vatten som bräddat under perioden svår att uppskatta. Den nya beräkningsmetoden av flödet vid inloppet visar att flödet in var lite mindre än flödet ut (medelflöde 6,4 respektive 6,7 l/s), vilket inte är troligt enligt observationerna att vatten bräddat. Vid uträkning av flödesviktade koncentrationer av föroreningar antas det att 10 % av flödet bräddas förbi dammen. Detta anses vara ett rimligt antagande vid analys av vattenvolymer in till dammen vid kraftig nederbörd jämfört med total passerad volym. Eftersom inloppskoncentrationen för de flesta föroreningarna är så mycket högre än utloppskoncentrationen blir avskiljningen fortfarande positiv även med detta antagande för de flesta ämnen.

4.3 Provtagningsresultat

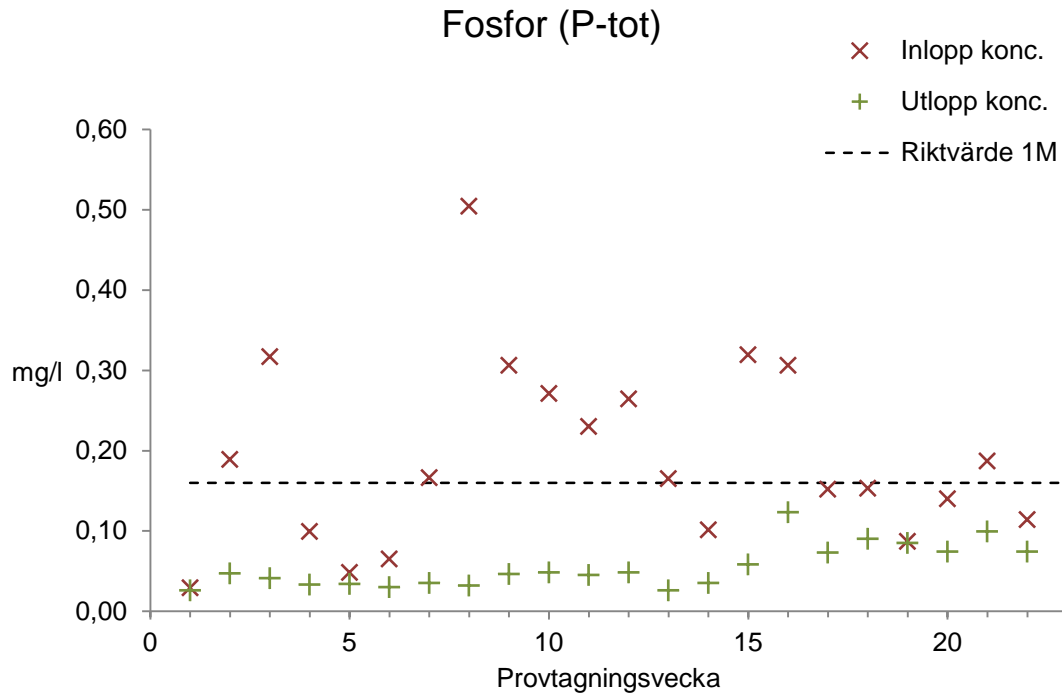
Resultatet för samtliga undersökta ämnen med flödesviktade medelkoncentrationer, min- och max koncentrationer, belastning per år och ha, avskiljning etc. redovisas i bilaga 7.1, Tabell 7. Nederbörd och provtagningsperioder visas i Tabell 8 i bilaga 7.2.

De ämnen vars flödesviktade medelkoncentrationer översteg riktvärdet (1M) för inloppet var fosfor, kväve, suspenderat material, oljeindex, kadmium, koppar, bly och zink. För utloppet var det inga ämnen vars flödesviktade medelkoncentrationer översteg riktvärdena.

Nedan beskrivs resultatet för fosfor, kväve, suspenderat material, zink och tributyltenn något mer utförligt. Diagram som visar variationen i koncentrationer för de flesta analyserade ämnen kan ses i bilaga 7.3 "Variation i koncentrationer".

4.3.1 Totalfosfor

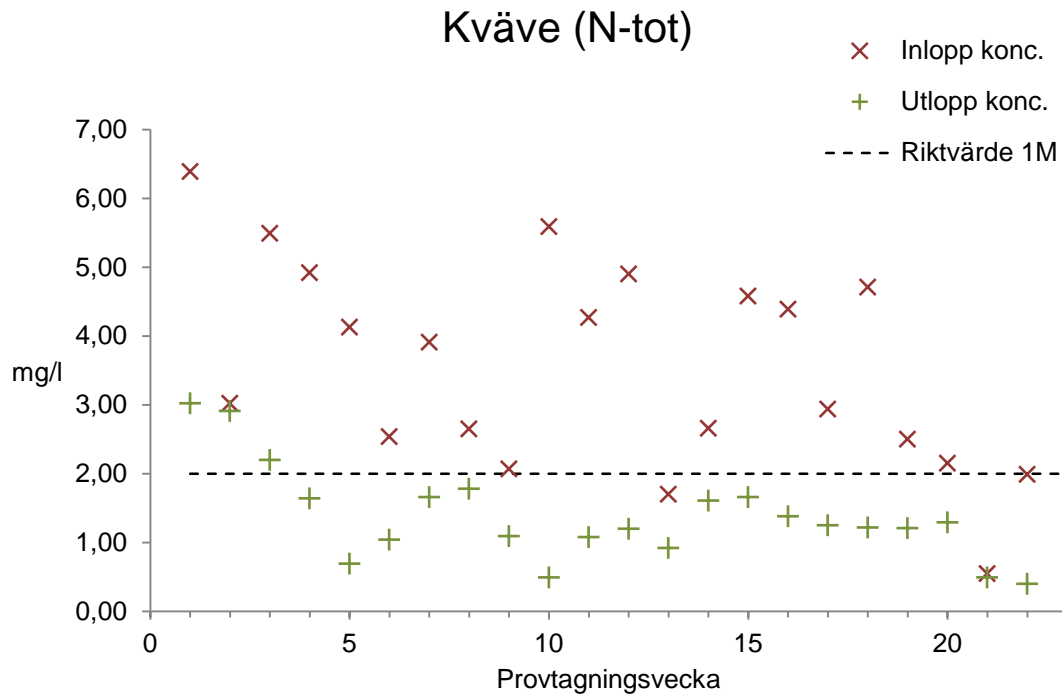
Inkommande koncentrationer av fosfor varierade mellan 0,03-0,50 mg/l (Figur 8). Utloppskoncentrationen varierade inte lika mycket (0,03-0,12 mg/l) och låg alltid under riktvärdet (1M). Därmed blev den relativa fosforavskiljningen ganska hög (56 %, bilaga 7.1).



Figur 8. Inlopps- och utloppskoncentrationer för totalfosfor i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.

4.3.2 Totalkväve

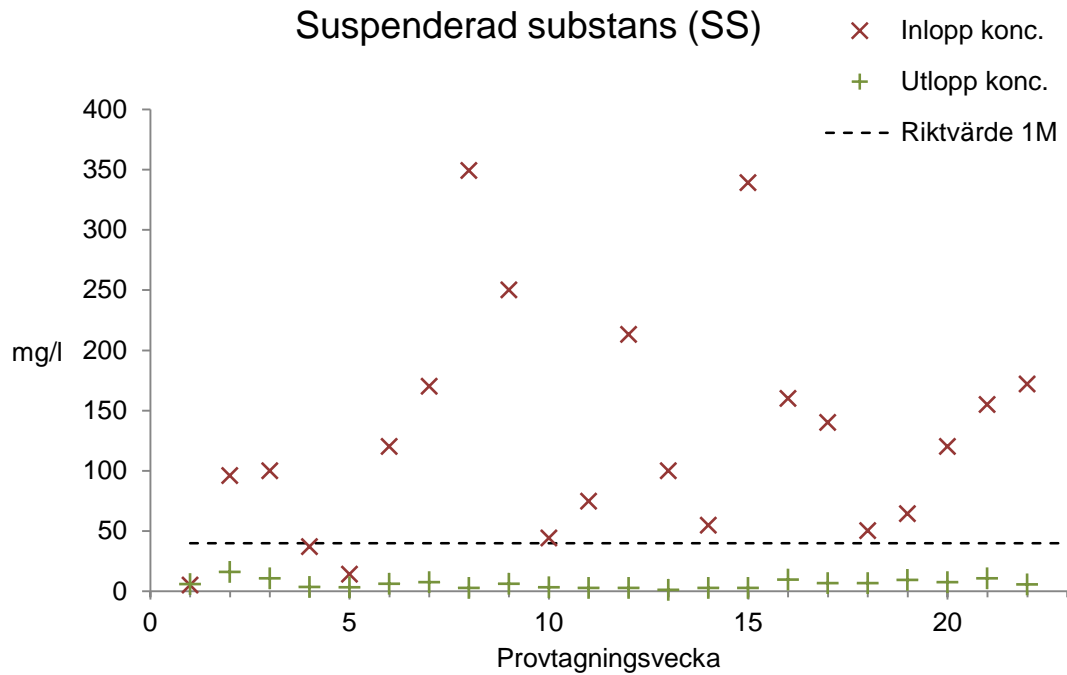
Kväve visade en högre koncentration i början av provtagningen både vid inloppet och utloppet (Figur 9). Dessa varierade mellan 0,55-6,4 mg/l (inloppet) och 0,40-3,0 (utloppet). Generellt var det en mindre skillnad mellan koncentration i in- och utlopp för kväve jämfört med övriga ämnen. Detta är rimligt då kväve inte binder lika lätt till partiklar i vattnet samtidigt som nitrifikations- och denitrifikationsprocesser påverkar avskiljningen, vilken uppmättes till 41 % (bilaga 7.1). Nästan alla utloppskoncentrationer låg under riktvärdet (1M).



Figur 9. Inlopps- och utloppskoncentrationer för totalkväve i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.

4.3.3 Suspenderat material

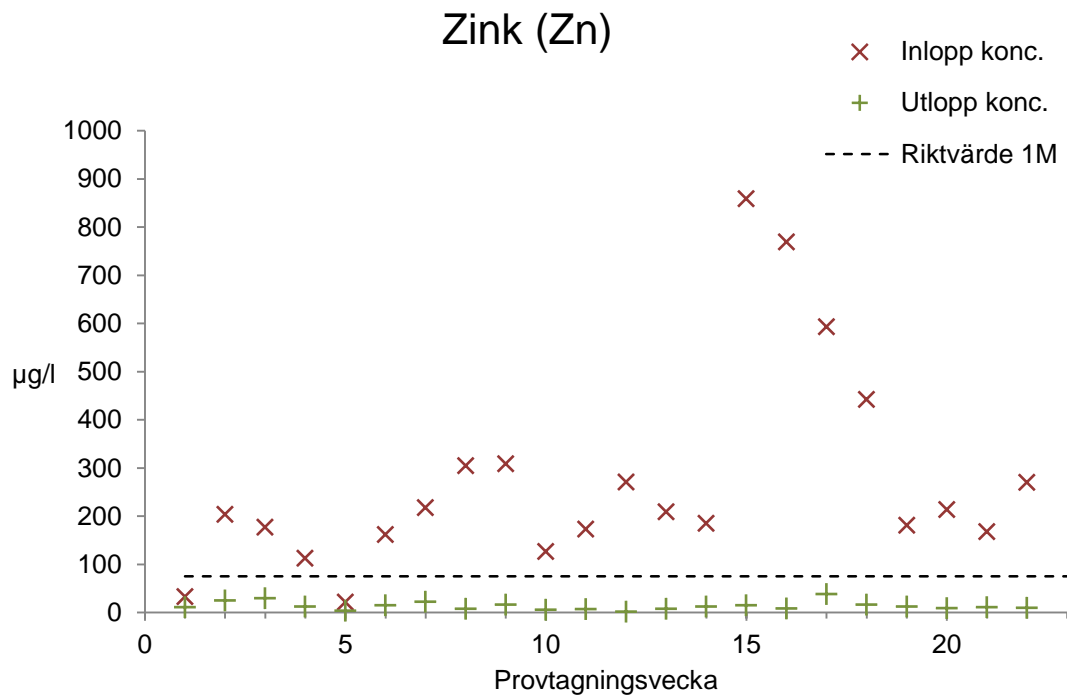
Inkommande koncentrationer av suspenderat material varierade mellan 4,9-349 mg/l (Figur 10). Utloppskoncentrationerna varierade inte lika mycket (1,1-16 mg/l) och låg alltid under riktvärdet (1M). Avskiljningen var därmed mycket hög (85 %, bilaga 7.1).



Figur 10. Inlopps- och utloppskoncentrationer för suspenderat material i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.

4.3.4 Zink

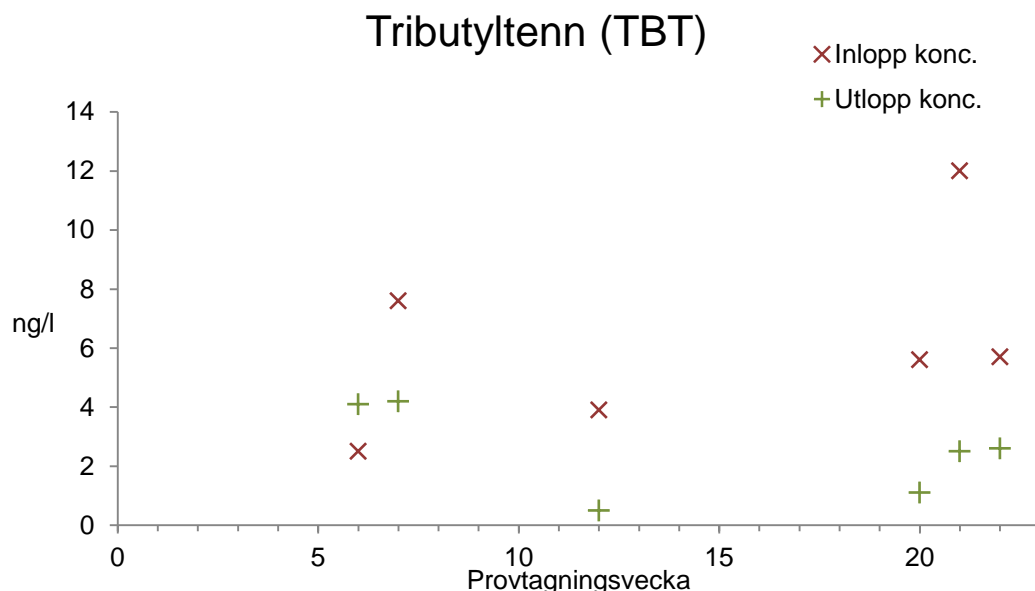
Inloppskoncentrationerna för zink varierade mellan 22-859 µg/l (Figur 11). Utloppskoncentrationerna var betydligt lägre och varierade inte lika mycket (<4-38 µg/l). Samtliga utloppskoncentrationer låg under riktvärdet (1M). Den stora skillnaden mellan in- och utloppskoncentrationer resulterade i en hög avskiljning på 84 % (bilaga 7.1).



Figur 11. Inlopps- och utloppskoncentrationer (totalhalter) för zink i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.

4.3.5 Tributyltenn

Tributyltenn analyserades vid 6 provtagningsperioder. Inloppshalterna varierade mellan 3,9-12 ng/l och utloppshalterna varierade mellan <1,0-4,2 ng/l (Figur 12). Den framräknade avskiljningen var 58 %. Detta värde ska ses som osäkert då det bygger på färre analystillfällen än för övriga ämnen.



Figur 12. Inlopps- och utloppskoncentrationer (totalhalter) för tributyltenn i 6 samlingsprov tagna vid olika tillfällena under våren och sommaren 2014.

4.4 Jämförelse av halter med referensvärden

De flödesviktade halterna av närsalter och några metaller kan jämföras med halter uppmätta i Fyrisån (Tabell 4). Proverna som visar halter i Fyrisån är tagna månadsvis vid Vinbron, strax söder om utloppet från dammen till ån, under perioden 1991-2013 (närsalter) och 2009-2013 (metaller) (Fyrisåns Vattenförbund, 2015). Utloppshalterna från dammen överstiger halterna i Fyrisån för ämnena Cd, Ni och Zn. Övriga ämnen har utloppshalter i nivå med eller under Fyrisåns halter. Inloppshalterna till dammen ligger över Fyrisåns nivåer för samtliga ämnen.

I Tabell 4 jämförs även de flödesviktade halterna med resultatet från kontinuerlig provtagning av 5 dammar under två års tid kallat "NOS-dagvatten"- projektet (Andersson m.fl., 2012). I tabellen visas medelvärdet av de flödesviktade medelhalterna för de 5 undersökta dammarna. Generellt har Kungsängsdammen högre inloppshalter men lägre utloppshalter än NOS-dammarna, vilket tyder på en effektiv avskiljning. För de flesta ämnen ligger värdena i samma storleksordning, där zink och kadmium sticker ut med mer än 3 gånger så höga inloppskoncentrationer jämfört med NOS-dammarna.

Tabell 4. Inkommande och utgående flödesviktade medelkoncentrationer för Kungsängsdammen. Medelkoncentrationer för Fyrisån vid Vindbron under perioden 1991-2013 (fosfor och kväve) och 2009-2013 (metaller) (Fyrisåns Vattenförbund, 2015). Medelvärdet av flödesviktade medelkoncentrationer för 5 dammar i "NOS-dagvatten"-projektet (Andersson m.fl., 2012).

	Inlopp	Utlopp	Fyrisån	NOS inlopp	NOS utlopp
P-tot (mg/l)	0.19	0.06	0.069	0.15	0.08
N-tot (mg/l)	3	1.3	1.9	2.1	1.5
SS (mg/l)	139	6.2	-	58	17
Cd (µg/l)	0.41	0.06	0.023	0.12	0.08
Cr (µg/l)	8.4	0.72	0.82	4.0	1.7
Cu (µg/l)	30	3.3	3.3	13	7.2
Ni (µg/l)	14	3.1	2.3	4.5	3.0
Pb (µg/l)	10	0.32	0.74	3.5	1.3
Zn (µg/l)	266	14	9.4	72	35

Föreningen tributyltenn (TBT) har undersökts i ett parallellt projekt till NOS-dagvattenprojektet. I SVU-rapporten "Förekomst och rening av prioriterade ämnen" redogörs för lösta metaller och prioriterade ämnen i dagvatten för de två dammarna Ladbrodammen och Tibbledammen som provtogs flödesproportionellt under ca 2 år (Alm m.fl., 2010). I Tabell 5 jämförs de uppmätta halterna av TBT i Kungsängsdammen med data från denna studie. Flödesviktade medelhalter visas för inlopp och utlopp samt antal gånger TBT detekterats över laboratoriets rapporteringsgräns som var på 1,0 ng/l för båda studierna. I tabellen visas även miljö kvalitetsnormer för årsmedelhalter (AA-MKN) och max tillåten halt (MAC-MKN) som gäller för inlandsytvatten, alltså ej för dagvatten.

Tabell 5. Flödesviktade medelkoncentrationer för Kungsängsdammen, Ladbrodammen och Tibbledammen. Antal detektioner för inlopp och utlopp samt MKN årsmedel (AA) och max-tillåten halt (MAC) vilka gäller för inlandsytvatten.

	Kungsängs-dammen		Ladbro-dammen		Tibble-dammen		AA-MKN	MAC-MKN
	Inlopp	Utlopp	Inlopp	Utlopp	Inlopp	Utlopp		
Tributyltenn (ng/l)	7,3	2,4	2,0	<	1,2	2,6	0,2	1,5
¹ Antal ggr över detektionsgräns	5	5	2	0	2	4		

¹ För Kungsängsdammen baseras detta på 6 samlingsprover, medan det totala antalet samlingsprover för Ladbrodammen och Tibbledammen var ca 16 st (Banach, 2015). < = ej detekterat över rapporteringsgränsen på 1,0 ng/l.

Kungsängsdammens flödesviktade inloppshalt överstiger de två dammarna i NOS-projektet. Vid inloppet detekterades ämnet 5 av 6 ggr jämfört med de två NOS-dammarna där TBT detekterats i 2 av 16 samlingsprover för båda de två anläggningarna. Utloppshalten ligger strax under Tibbledammen och över Ladbrodammen (där TBT ej detekterats över 1,0 ng/l).

Resultatet för inkommande belastning av TBT liknar det för tungmetallerna zink och kadmium som översteg inloppshalterna till NOS-dammarna med mer än 3 ggr (Tabell 4 ovan).

4.5 Jämförelse avskiljning och belastning

Föroreningsbelastningen på en dagvattenanläggning och dess avskiljningseffektivitet beror på många faktorer. Två viktiga faktorer är avrinningsområdets area och markanvändning. För att göra en rättvis jämförelse mellan Kungsängsdammen och andra anläggningar kan belastning per ha och år samt avskiljning per ha och år användas. I Tabell 6 redovisas medelvärdet av dessa framräknade parametrar för 4 dammar i NOS-projektet. Dessa dammar är Ladbrodammen med ett avrinningsområde på 200 ha, Myrängsdammen (44 ha), Tibbledammen (649 ha) och Viby gårds dammar (140 ha). Kungsängsdammens avrinningsområde är ca 65 ha stort. Den femte dammen i NOS-projektet (Steningedalens årike) togs inte med i denna jämförelse då avrinningsområdet till denna är 80,5 km² stort och därför inte bör jämföras.

För samtliga ämnen i jämförelsen har Kungsängsdammen både större belastning, högre relativ avskiljning och större absolut avskiljning än NOS-dammarna, vilket är anmärkningsvärt (Tabell 6). Inkommande belastning per ha och år för de redovisade ämnena är 3-9 ggr större för Kungsängsdammen än NOS-dammarna. Eftersom Kungsängsdammen även har en högre relativ avskiljning för samtliga ämnen blir den absoluta avskiljningen 3-14 ggr så stor för Kungsängsdammen. De ämnen som sticker ut mest är metallerna Ni (14 ggr), Zn (12 ggr) och Cu (11 ggr).

Tabell 6. Jämförelse av belastning, relativ avskiljning och absolut avskiljning mellan Kungsängsdammen och 4 dammar i NOS-projektet.

	Belastning (kg/ha/år)		Relativ avskiljning (%)		Avskiljning (kg/ha/år)	
	Kungsängs-dammen	NOS-dammar	Kungsängs-dammen	NOS-dammar	Kungsängs-dammen	NOS-dammar
P-tot	0.89	0.29	56	47	0.50	0.15
N-tot	14	4.3	41	31	5.9	1.3
SS	663	125	85	73	564	96
Cd	0.002	0.0005	74	34	0.001	0.0002
Cr	0.04	0.009	80	62	0.03	0.006
Cu	0.14	0.03	78	43	0.11	0.01
Ni	0.07	0.007	65	39	0.04	0.003
Pb	0.05	0.008	87	65	0.04	0.005
Zn	1.3	0.17	84	58	1.1	0.09

5 Diskussion

5.1 Klimat

Provtagningen pågick från slutet av mars till slutet av augusti, vilket återspeglar dagvattenkvaliteten och dammens funktion under vår- och sommarförhållanden. Vid ytterligare utvärdering och provtagning av Kungsängsdammen bör prover tas även under höst- och vintertid för att få ett ännu mer representativt resultat av årsmedelhalter och avskiljning per år. När anläggningen jämförs med liknande anläggningar bör detta tas i beaktande, då flera studier visar att avskiljningseffektiviteten hos dagvattendammar är större under sommarmånaderna än under vinterhalvåret.

5.2 Flödesmätning

Flödesmätningen är viktig för att uppnå noggranna och rimliga resultat av mängder föroreningar och avskiljning. Den nya metoden att beräkna flödet vid inloppet tros ge ett säkrare resultat då flödesvärdena jämfördes med ytterligare en flödesmätare av en annan tillverkare. Vid ytterligare provtagning av dammen vore det intressant att mäta flödet i bypass-diket för att bättre kunna uppskatta det flöde som passerar förbi dammen. Att provta detta vatten vore också intressant för att se hur mycket av avskiljningen som faktiskt sker i inloppsdiket innan bräddningen. Försök gjordes att mäta bräddflödet under september till oktober. Sensorn som mäter vattentrycket fungerade dock inte då mekanismen torkade fast eftersom skibordet vid bräddningen under långa perioder var ovanför vattenytan.

5.3 Jämförelse av halter

Resultatet visar att Kungsängsdammen fungerar väl som avskiljningsanläggning för föroreningar. Inloppskoncentrationerna var generellt högre än inkommande halter i NOS-dammarna och de var även högre än riktvärdena (1M) för ämnena fosfor, kväve, suspenderat material, oljeindex, kadmium, koppar, bly och zink. Trots detta var utloppskoncentrationerna lägre både jämfört med riktvärdena (1M), NOS-dammarna samt jämfört med medelhalter i Fyrisån för flera ämnen (Tabell 4). Fyrisåns halter kan betraktas som bakgrundshalter och i den meningen står endast i dagsläget Zn, Ni och Cd för en

försämring av vattenkvaliteten i Fyrisån då dessa utloppshalter översteg värdena för ån. Det är dock viktigt att poängtera att mellan dammen och Fyrisån rinner vattnet i ett ca 1 km långt dike där ytterligare rening kan ske genom sedimentation och näringsupptag av växter.

5.4 Variation av koncentrationer

Den 22 veckor långa provtagningsperioden visar hur koncentrationerna varierar för de olika samlingsproven, särskilt för inloppet. Figurerna i bilaga 7.3 visar vikten av att provta flödesproportionellt över en längre period för att få en bra bild av dagvattenkvaliteten. Om t.ex. ämnet kadmium endast hade provtagits flödesproportionellt under en vecka, t.ex. provperiod 12 där halten vid inloppet uppmättes till 2,1 µg/l, hade denna halt varit missvisande. Detta värde är nästan 4 ggr högre än riktvärdet 1M för kadmium som är 0,40 µg/l. Den flödesviktade halten för hela perioden visade dock 0,41 µg/l, alltså i nivå med riktvärdet. När absoluta halter analyseras för dagvattenanläggningar och resurser saknas för att göra kontinuerliga mätningar för längre perioder, rekommenderas det att ta flödesproportionella prover för 1-2 veckor under olika tider på året för att få en så representativ medelhalt som möjligt.

Maxkoncentrationen för P, SS och Oljeindex uppmättes i provperiod 8, då det föll 18,4 mm på en dag. De första ca 7 mm fångades upp av provtagaren innan den blev full och var tvungen att stoppas. Även flera metaller visade höga halter i detta samlingsprov. En möjlig förklaring till detta kan vara att det var uppehåll i flera dagar innan det intensiva regnet kom och gav en "first-flush-effekt". Då provtagaren stoppades för att den blev full kom inte resten av nederbördstillfället med i mätningen, vilket kan ha höjt koncentrationen av partiklar och föroreningar i det uppsamlade provet. Eftersom detta var under våren fanns det troligen också mycket pollen i luften och på marken som föroreningar kunde binda till.

5.5 Tributyltenn

Den flödesviktade medelkoncentrationen av ämnet tributyltenn i Kungsängsdammen översteg koncentrationen i både Tibbledammen och Ladbrodammen i NOS-projektet (Tabell 5). I Kungsängsdammen togs 6 samlingsprover vid in- och utlopp, varav halten i 5 prover låg över detektionsgränsen både för in- och utlopp. Vid NOS-dammarna gjordes 16 analyser där TBT endast detekterades 0-4 ggr vid in- och utlopp. Skillnaden i antalet detektioner gör att halterna av TBT i Kungsängsdammen blir ännu mer anmärkningsvärda.

Eftersom det finns få riktvärden eller jämförelsevärden för TBT visas AA-MKN och MAC-MKN i Tabell 5. De uppmätta halterna i Kungsängsdammen överstiger dessa värden, men så är även fallet för NOS-dammarna. Med nuvarande forskning är det svårt att dra några slutsatser om de uppmätta koncentrationerna vid Kungsängsdammen bidrar till en försämring av miljökvalitetsnormerna för Fyrisån.

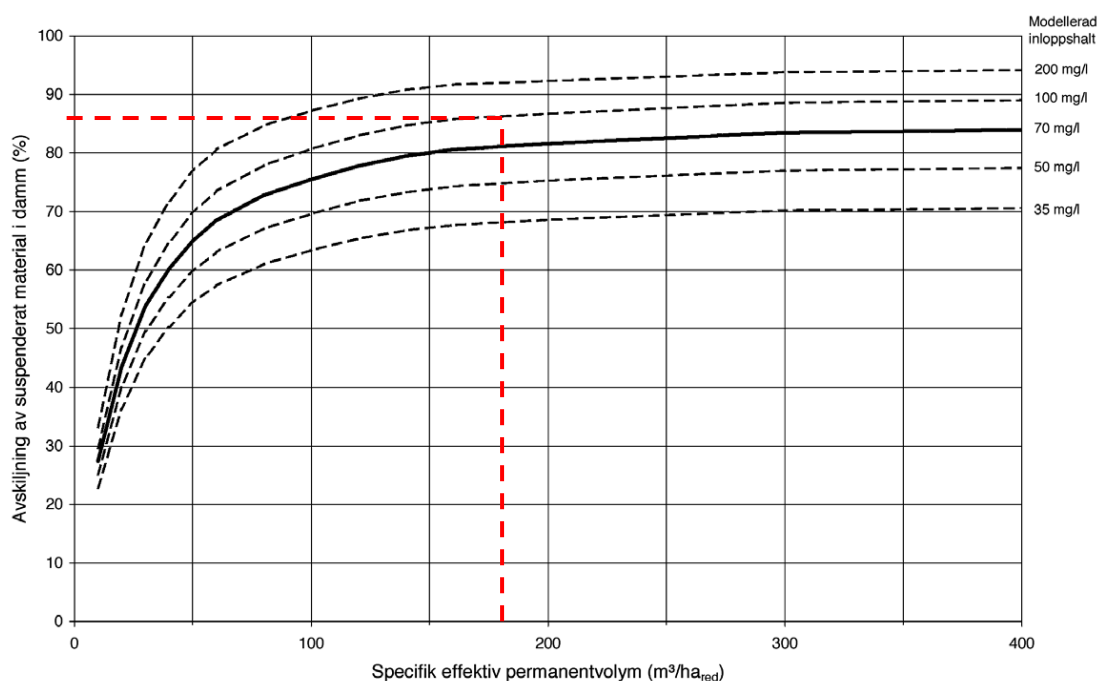
Källan till förekomsten av TBT bör undersökas uppströms i avrinningsområdet. Kända vanliga spridningskällor för ämnet är från båtottenfärg, bekämpningsmedel, plast och gummi (se examensarbete). Provtagningen visar dock att ämnet avskiljs med 58 % även om utloppshalten var högre än inloppshalten vid ett av de sex samlingsproven (Figur 12).

5.6 Jämförelse av belastning och avskiljning

Kungsängsdammens avrinningsområde är ca 65 ha stort och består till största delen av hårdgjorda ytor i form av vägar, parkeringsytor samt industri- och handelsområden (se examensarbete). NOS-dammarnas avrinningsområden består däremot av varierade markanvändningar som centrumbebyggelse, radhus och villabebyggelse, industri- och handelsområden, skogsmark, åkermark och ängsmark (Andersson m.fl., 2012). Detta kan vara en förklaring till den höga inkommande belastningen per ha till dammen jämfört med

NOS-dammarna. En ännu mer djupgående analys och jämförelse av föroreningsnivåer vore intressant där Kungsängsdammen jämförs med dammar som har liknande markanvändning samt där provtagning skett under samma tid på året.

Den absoluta avskiljningen i kg/ha/år var anmärkningsvärt hög i jämförelse med NOS-dammarna särskilt för metallerna nickel, zink och koppar (Tabell 6). Det faktum att provtagningen av Kungsängsdammen endast pågick under vår- och sommar kan vara en bidragande orsak till detta, då dammens funktion antas vara något försämrad vintertid. Resultatet ligger även i linje med en artikel i tidsskriften "Vatten" där en dagvattendamms avskiljningsförmåga till stor del tros bero på halten av suspenderat material i inkommande dagvatten (Pramsten, 2010). Författaren menar att en högre halt suspenderat material genererar en högre avskiljning, dock endast upp till en viss gräns då avskiljningen vid högre SS-halt än 100 mg/l helt styrs av sedimentationstiden. I Figur 13 visas hur avskiljningen av suspenderat material för Kungsängsdammen ligger i linje med modellresultaten i studien.



Figur 13. Modellerad avskiljning för olika inkommande halter av suspenderat material avsatt mot specifik effektiv permanentvolym (avser dammar utan bräddning) (Pramsten, 2010). Röd streckad linje visar resultatet av provtagningen för Kungsängsdammen som hade en avskiljning av SS på 85 %, specifik effektiv permanentvolym på 170 m³/ha samt en flödesviktad inloppshalt av 140 mg/l.

6 Referenser

Andersson, J., Owenius, S., Stråe, D., (2012). *NOS-dagvatten. Uppföljning av dagvattenanläggningar i fem Stockholmskommuner*. Svenskt Vatten Utveckling, Rapport nr 2012-02

Arnlund, J., (2014). Utredning av reningsfunktionen hos Kungsängens dagvattendamm – en studie med flödesproportionell provtagning. Uppsala Universitet. [online] <<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-232140>>

Banach, A., (2015). Personlig kontakt 3/9 2015.

Europaparlamentet, (2000). Europaparlamentets och Rådets direktiv 2000/60/EG. [online] <<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>>

Fyrisåns Vattenförbund, (2015). Förbundets provtagningspunkt, Vindbron. [online] <www.fyrisan.se>

Pramsten, J., (2010). *Avskiljningsförmåga hos dagvattendammar i relation till dammvolymer, bräddflöde och inkommande föroreningshalt*. Vatten 66:99-111. Lund 2010. [online] <<http://www.tidskriftenvatten.se>>

Riktvärdesgruppen, (2009). Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp. [online] <www.stormtac.com>

SMHI, (2015). Dataserier med normalvärden för perioden 1961-1990. Normalvärden för nederbörd. [online] <www.smhi.se>

Svenskt Vatten, (2011). *Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem, Publikation P104, augusti 2011*. ISS nr 1651-4947

Sveriges Riksdag, (2015). Svensk författningssamling 1998:901: Förordning om verksamhetsutövares egenkontroll §6. [online] <www.riksdagen.se>

Uppsala Universitet, (2015). Celsius: Månadsrapporter – tabeller. [online] <celsius.met.uu.se>

VISS, (2014). Vatteninformationssystem Sverige, VISS-hjälp, Kemisk status. [online] <<http://projektwebbar.lansstyrelsen.se/viss>>

7 Bilagor

7.1 Provtagningsresultat

Tabell 7. Flödesviktade medelkoncentrationer för Kungsängsdammens inlopp och utlopp samt uppmätta min- och maxvärden i samlingsprov under provtagningsperioden 28/3 till 28/8 2014. Totalhalter åsyftas för samtliga parametrar. Riktvärdesgruppens riktvärde 1M: utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag, belastning, relativ avskiljning utan och med antagande om 10 % bräddning samt absolut avskiljning per hektar. Rödmärkade siffror visar medelhalter som överstiger riktvärdena (1M).

Ämne	Inlopp			Utlopp			Riktvärde 1M	Belastning (kg/år)	Belastning (kg/ha/år)	Avskiljning (%)	Avskiljning med 10 % bräddning	
	min	MEDEL	max	min	MEDEL	max					(%)	(%)
P-tot (mg/l)	0.03	0.19	0.50	0.03	0.06	0.12	0.16	35	0.89	70	56	0.50
N-tot (mg/l)	0.55	3.0	6.4	0.40	1.3	3.0	2.0	558	14	57	41	5.9
SS (mg/l)	4.9	139	349	1.1	6.2	16	40	25860	663	96	85	564
Oljeindex (µg/l)	<50	102	659	<50	26	82	40	19	0.49	74	61	0.30
As (µg/l)	<0.5	1.7	7.3	<0.5	1.4	2.1		0.32	0.01	20	0.3	3*10 ⁻⁵
Cd (µg/l)	<0.05	0.41	2.1	<0.05	0.06	0.41	0.40	0.08	0.002	85	74	0.001
Co (µg/l)	0.33	2.2	5.8	<0.2	0.30	0.57		0.40	0.01	86	74	0.008
Cr (µg/l)	1.4	8.4	41	<0.9	0.72	8.5	10	1.6	0.04	91	80	0.03
Cu (µg/l)	7.3	30	62	1.3	3.3	5.3	18	5.6	0.14	89	78	0.11
Mo ¹ (µg/l)	1.3	4.5	21.9	2.2	4.5	7.1		0.84	0.02	1.1	-22 ¹	-0.005
Ni (µg/l)	3	14	52	0.87	3.1	9.4	15	2.6	0.07	78	65	0.04
Pb (µg/l)	1.1	10	23	<0.5	0.32	0.89	8.0	1.9	0.05	97	87	0.04
V (µg/l)	2.8	11	28	0.55	0.95	2.5		2.0	0.05	91	80	0.04
Zn (µg/l)	22	266	859	<4	14	38	75	49	1.3	95	84	1.1
Hg ² (µg/l)	<0.02	0.01	0.06	<0.02	0.01	<0.02	0.03	0.003	0.0001	31	12	9*10 ⁻⁶
Tributyltenn (ng/l)	3.9	7.3	12	<1.0	2.4	4.2		0.0006	0.00001	72	58	6*10 ⁻⁶

¹ Molybden har en negativ avskiljning, anledningen till detta är okänd. Ämnet var ej prioriterat i denna studie.

² Resultat för kvicksilver osäkert då ämnet endast detekterades över rapporteringsgränsen vid 5 ggr (av 22) vid inloppet och 0 ggr (av 22) vid utloppet.

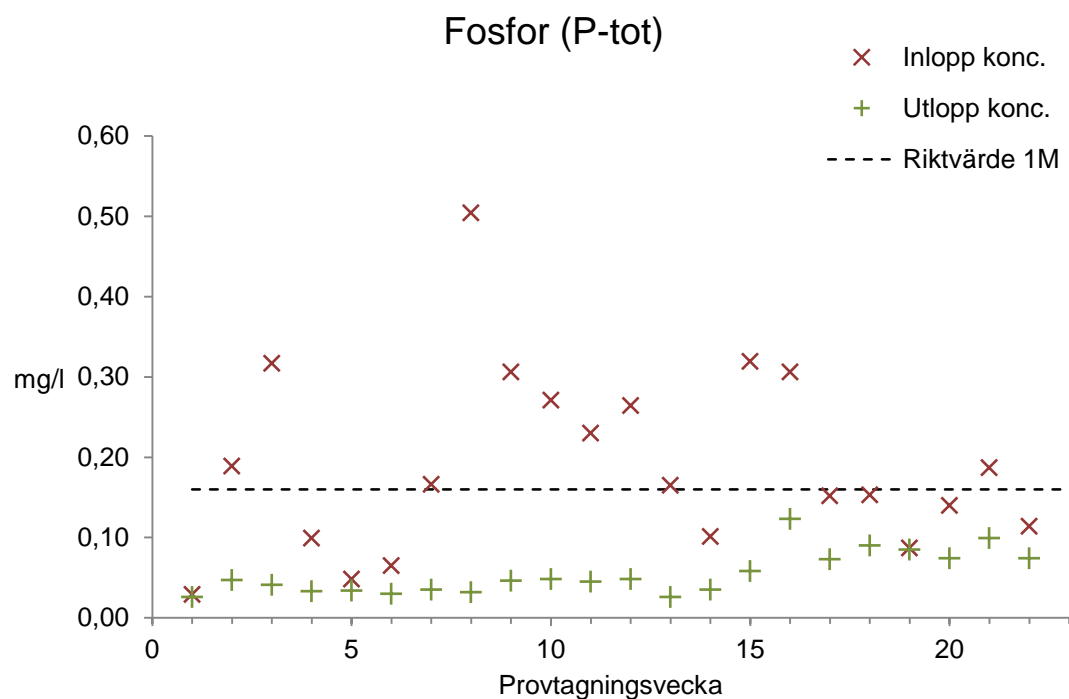
7.2 Provtagningsperioder och nederbörd

Tabell 8. Start- och slutdatum, tidslängd samt nederbörd från Kungsängsverkets nederbördsmätare för de 22 provtagningsperioderna.

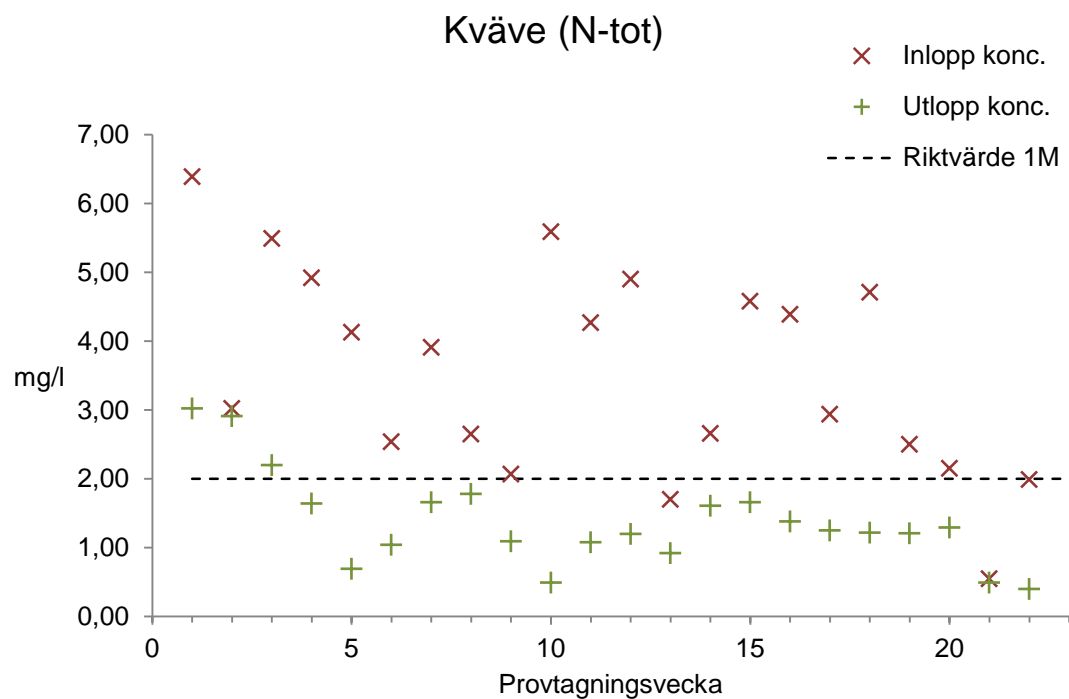
Provperiod	Från	Till	Tid (dagar)	Nederbörd (mm)
1	3-28	4-03	5,8	0,0
2	4-03	4-09	6,1	26,4
3	4-09	4-16	6,7	3,4
4	4-16	4-24	8,1	1,8
5	4-24	4-29	5,0	0
6	4-29	5-06	7,0	10,4
7	5-06	5-15	8,7	20,6
8	5-15	5-19	4,2	6,8
9	5-20	5-27	7,0	19,2
10	5-27	6-03	7,0	3
11	6-03	6-10	6,8	4,2
12	6-10	6-17	7,1	6
13	6-17	6-26	8,8	19,8
14	6-26	7-03	6,9	38
15	7-03	7-10	7,0	4,2
16	7-10	7-17	7,0	2,2
17	7-17	7-24	7,0	12,6
18	7-24	7-30	6,2	11
19	7-31	8-07	6,9	14,8
20	8-07	8-14	7,0	20
21	8-14	8-21	7,0	60,8
22	8-21	8-27	6,3	23,6

7.3 Variation i koncentrationer

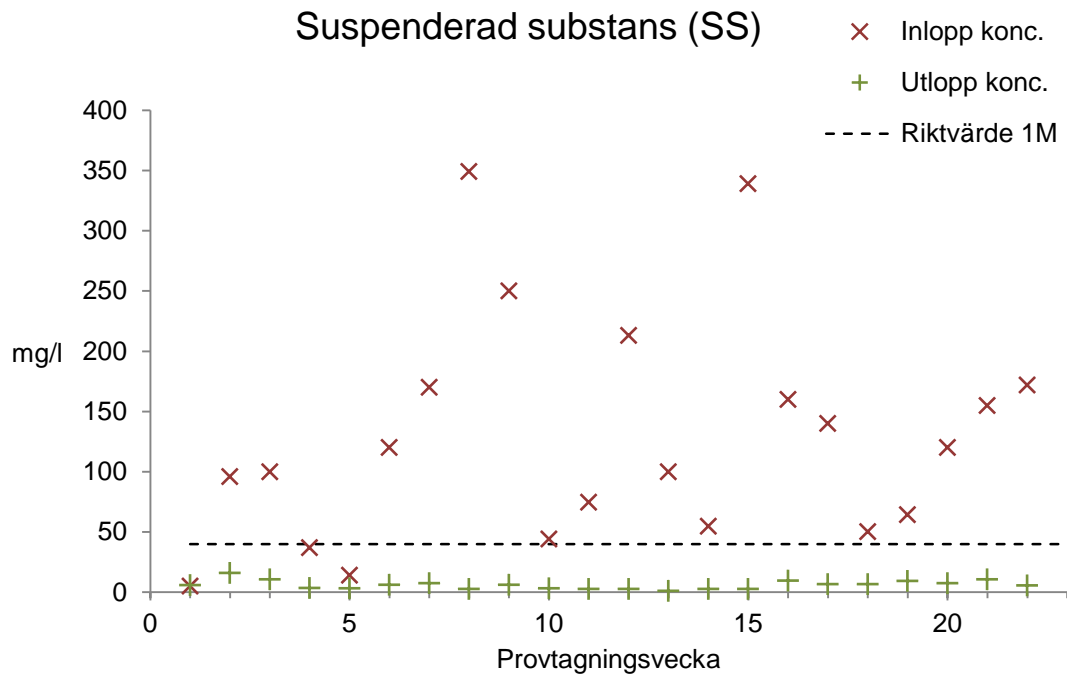
Figurer över utvalda analyserade ämnen för hela provtagningsperioden.



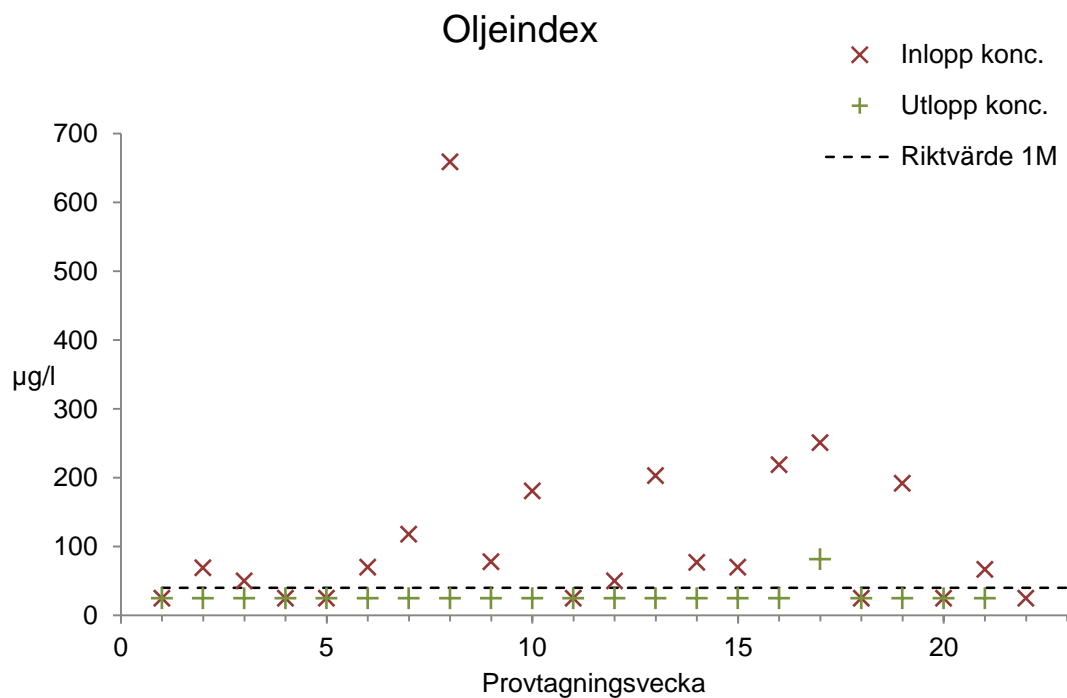
Figur 14. Inlopps- och utloppskoncentrationer för totalfosfor i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.



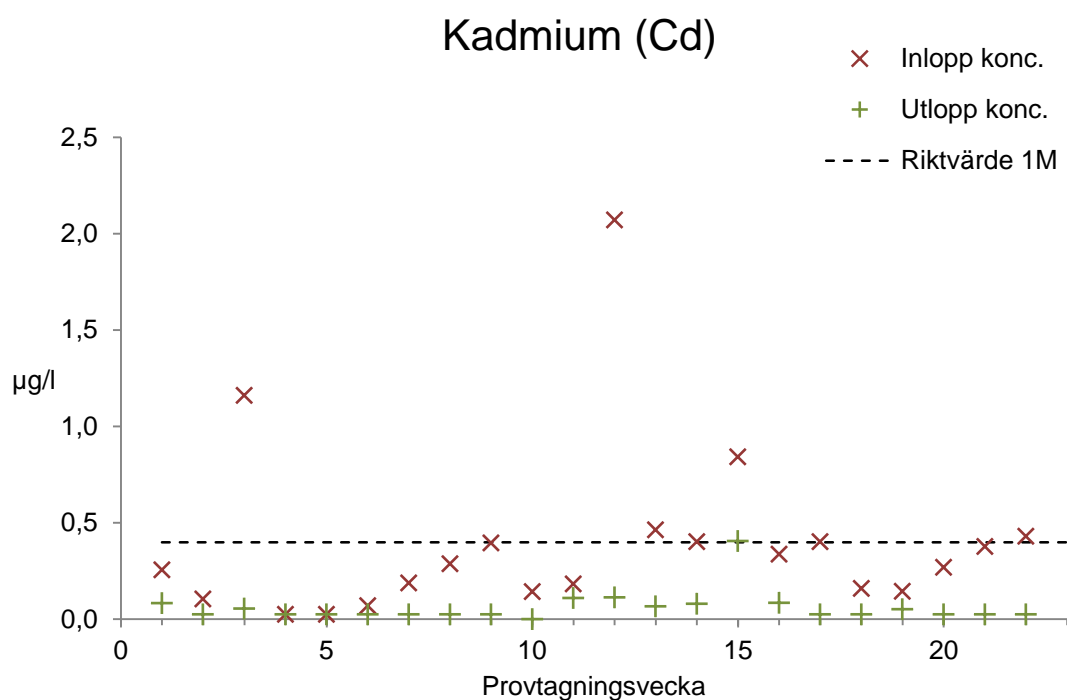
Figur 15. Inlopps- och utloppskoncentrationer för totalkväve i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.



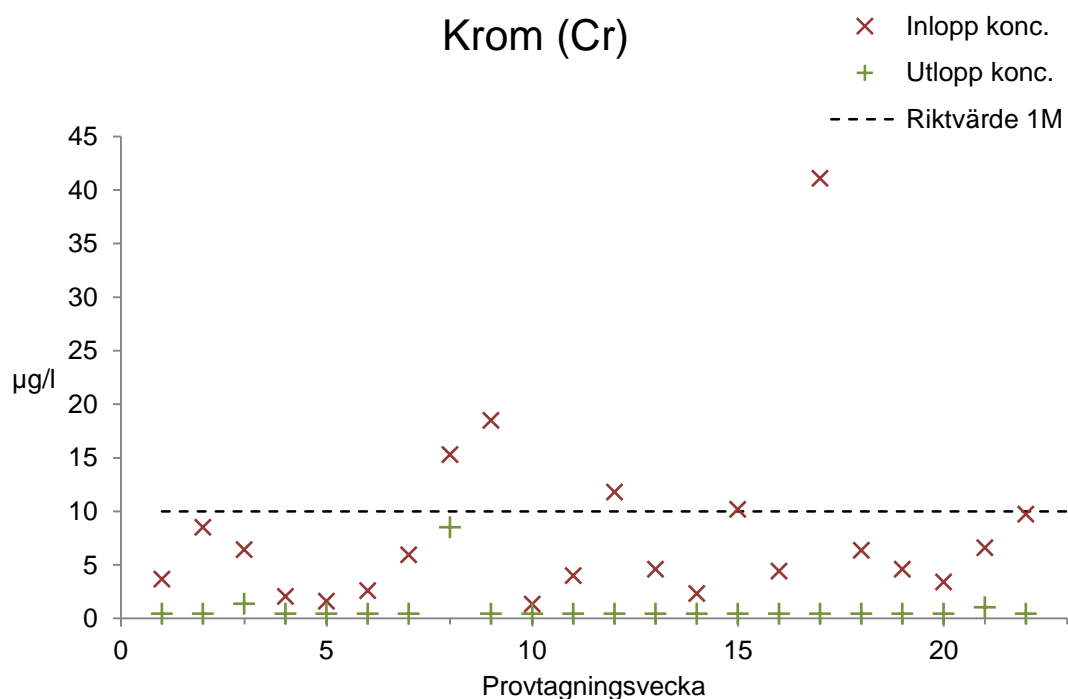
Figur 16. Inlopps- och utloppskoncentrationer för suspenderad substans i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.



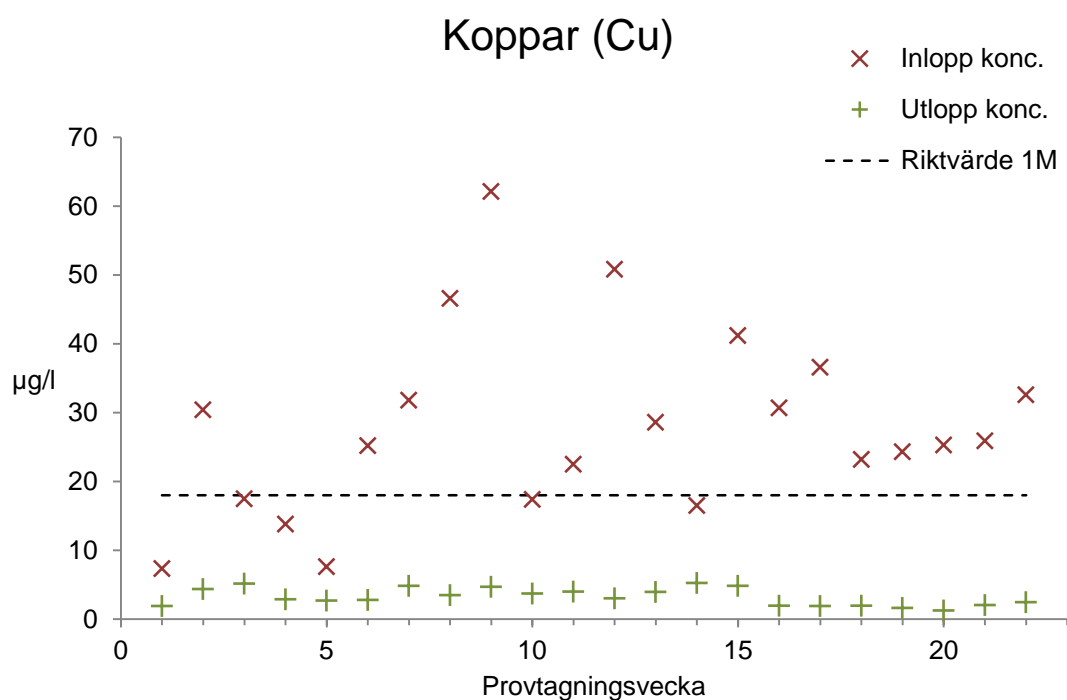
Figur 17. Inlopps- och utloppskoncentrationer för oljekolväten (oljeindex) i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.



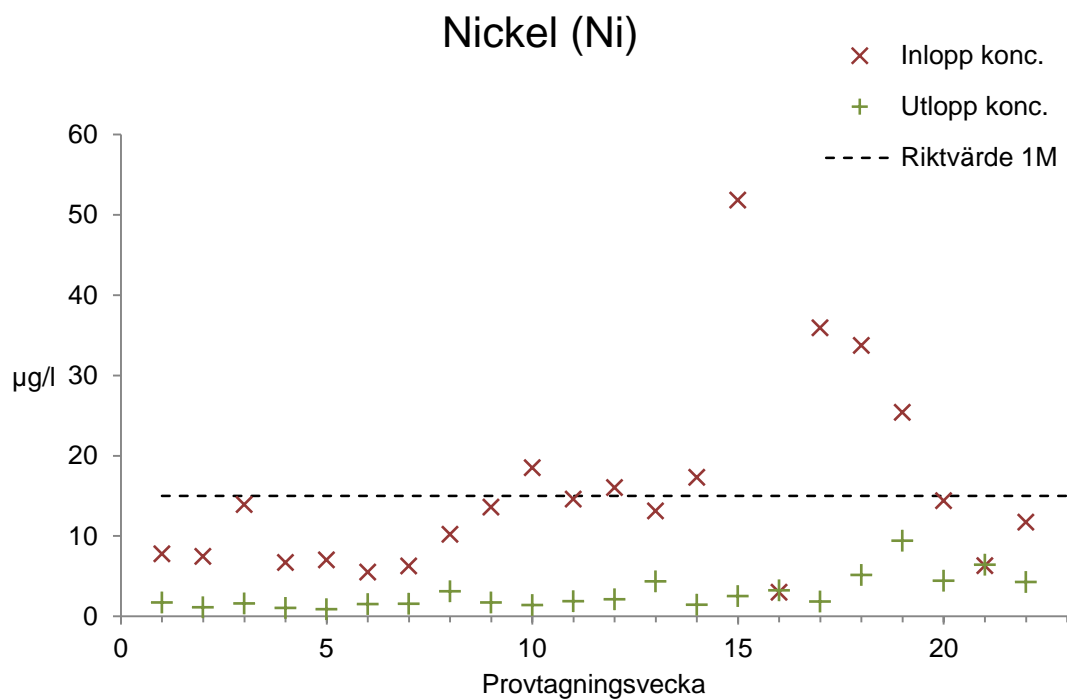
Figur 18. Inlopps- och utloppskoncentrationer (totalhalter) för kadmium i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.



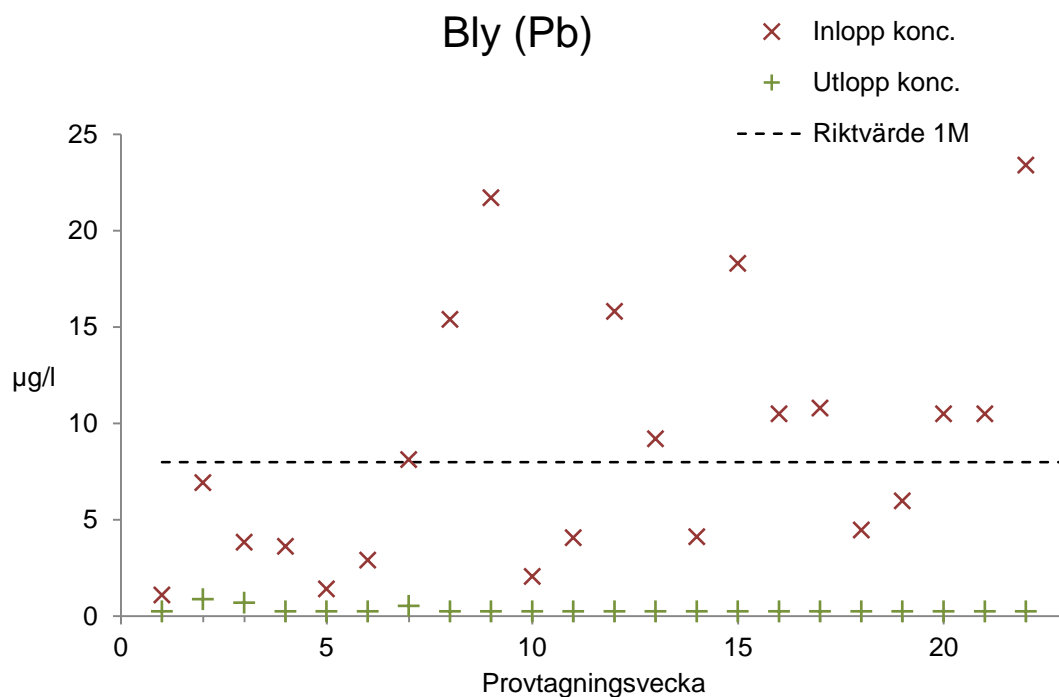
Figur 19. Inlopps- och utloppskoncentrationer (totalhalter) för krom i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.



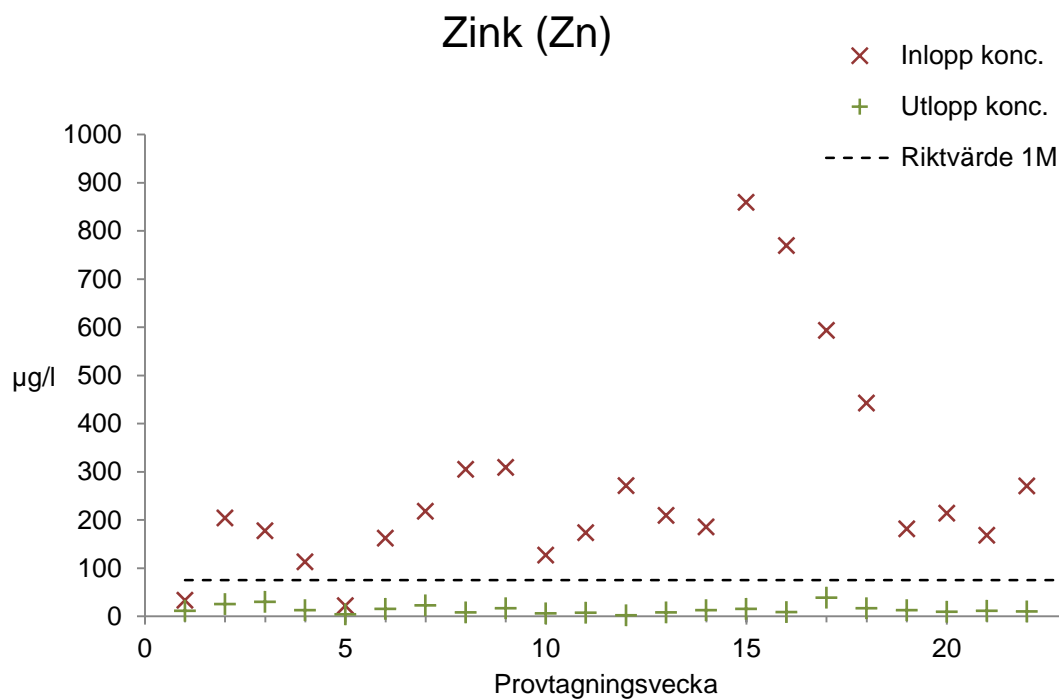
Figur 20. Inlopps- och utloppskoncentrationer (totalhalter) för koppar i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.



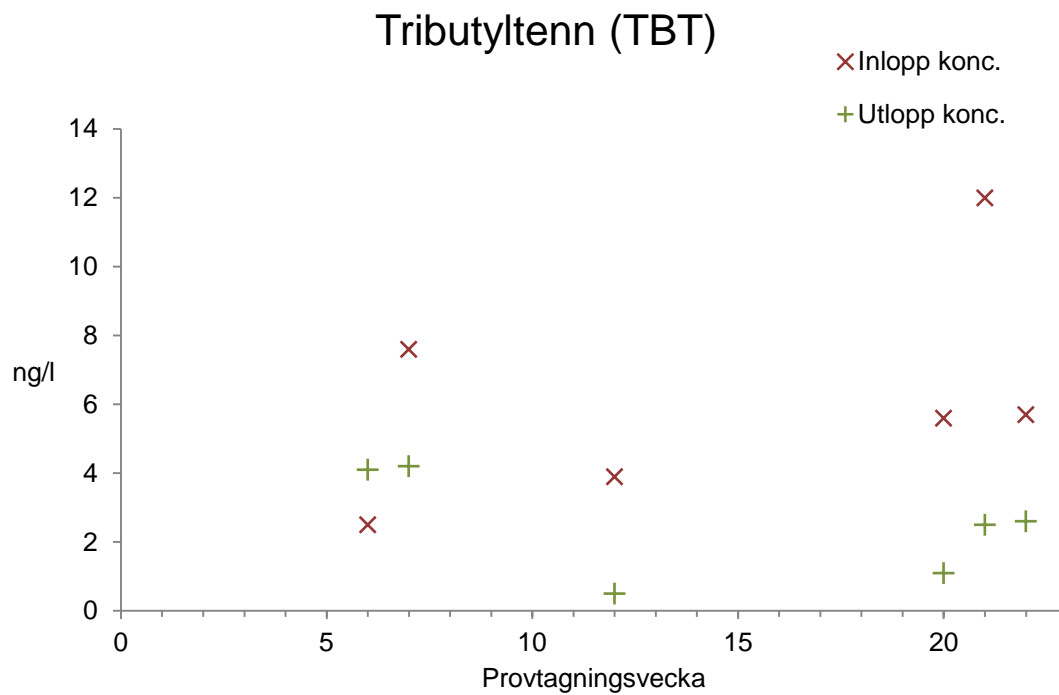
Figur 21. Inlopps- och utloppskoncentrationer (totalhalter) för nickel i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.



Figur 22. Inlopps- och utloppskoncentrationer (totalhalter) för bly i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.



Figur 23. Inlopps- och utloppskoncentrationer (totalhalter) för zink i 22 samlingsprov tagna under våren och sommaren 2014. Riktvärdesgruppens riktvärde (1M) för utsläpp direkt till mindre sjöar och vattendrag.



Figur 24. Inlopps- och utloppskoncentrationer (totalhalter) för tributyltenn i 6 samlingsprov tagna vid olika tillfällen under våren och sommaren 2014.