



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för mark och miljö

## **Vattenskyddsåtgärder och vattenmätningar i Svärtaåns avrinningsområde - utvärdering av data 2009 – 2012**

Sofi Sundin, Katarina Kyllmar och Caroline Orback



Omslagsbild:  
Svärtaåns avrinningsområde vid Öknaskolan, augusti 2012. Foto: Judith Braun

SLU  
Institutionen för mark och miljö  
Box 7014  
SE-75 07 Uppsala  
+46-18-67 10 00  
[www.slu.se/mark](http://www.slu.se/mark)

ISRN SLU-VV-EKOHYD-135-SE  
ISSN 0347-9307

Tryck: SLU Service/Repro, Uppsala 2013

# Förord

SLU, institutionen för mark och miljö har på uppdrag av länsstyrelsen i Södermanlands län utvärderat data som insamlats inom *Svärtaåprojektet* under perioden 2009-2012. Sofi Sundin har utfört beräkningar och sammanställningar av mätdata medan Caroline Orback vid SLU, institutionen för vatten och miljö har utfört modellering av läckage från jordbruket. Projektledare har varit Katarina Kyllmar.

Ett stort tack riktas till Faruk Djodjic, Kristina Mårtensson, Karin Blombäck och Elin Widén-Nilsson för värdefulla bidrag och kommentarer samt till Stefan Andesson för hjälp med datahantering och kartor.



# Innehåll

<b>SAMMANFATTNING</b>	<b>6</b>
<b>INLEDNING</b>	<b>7</b>
<b>OMRÅDESBESKRIVNING</b>	<b>7</b>
<b>Svärtaåns avrinningsområde</b> .....	<b>7</b>
<b>Fokusområden</b> .....	<b>8</b>
<b>DATAUNDERLAG</b>	<b>11</b>
<b>Grödor, djurhållning och vattenskyddsåtgärder</b> .....	<b>11</b>
Jordbruksmarkens användning	11
Lantbrukets husdjur	11
Vattenskyddsåtgärder inom Svärtaåprojektet	11
<b>Vattenkemi</b> .....	<b>11</b>
Synoptisk provtagning i vattendrag	11
Sjöar	11
Fokusområden	11
SRK-stationer	12
<b>Vattenföring</b> .....	<b>12</b>
Fokusområden	12
SRK-stationer	12
<b>Nederbörd och temperatur</b> .....	<b>12</b>
<b>Ämnestransporter</b> .....	<b>13</b>
<b>BERÄKNING AV KÄLLFÖRDELNING OCH EFFEKTER AV VATTENSKYDDSÅTGÄRDER</b>	<b>14</b>
<b>Källfördelningsmodellen FyrisNP</b> .....	<b>14</b>
<b>Modelluppsättning för Svärtaåns avrinningsområde</b> .....	<b>14</b>
<b>Delavrinningsområden</b> .....	<b>14</b>
<b>Beräkning av effekter av åtgärder</b> .....	<b>15</b>
<b>Indata källfördelning</b> .....	<b>15</b>
Markanvändning	15
Läckagehalter för jordbruksmark	15
Läckagehalter för övrig markanvändning	16
Atmosfärsdeposition	16
Punktkällor	16
Tidsserier	16
<b>Kalibrering och beräkning av retention</b> .....	<b>16</b>
<b>RESULTAT OCH DISKUSSION</b>	<b>20</b>
<b>Jordbrukets karaktär och förändring under projektperioden</b> .....	<b>20</b>
Grödfördelning	20
Miljöersättning	21
Djurhållning	23
Vattenskyddsåtgärder	23
<b>Resultat av mätningar i vattendragen</b> .....	<b>25</b>
Avrinning	25
Vattenkvalitet i fokusområden och i SRK-stationer	26
Ämnestransporter	26
Vattenkvalitet i delavrinningsområden för synoptiska provpunkter	32
<b>Källfördelning och skattade effekter av vattenskyddsåtgärder</b> .....	<b>35</b>
Källfördelning	35
Skattade effekter av vattenskyddsåtgärder	36
<b>SLUTSATSER</b>	<b>38</b>
<b>FÖRSLAG VID FORTSATT UPPFÖLJNING</b>	<b>38</b>
<b>REFERENSER</b>	<b>39</b>
<b>APPENDIX</b>	<b>40</b>

# Sammanfattning

Inom Svärtaåprojektet (2009 – 2012) genomfördes ett mätprogram med vattenkemi- och flödesanalyser för att utvärdera effekten av jordbruksrelaterade vattenskyddsåtgärder som utfördes inom ramen för projektet. Mätprogrammet omfattar synoptiska mätningar i vattendrag och sjöar och täta mätningar i tre s.k. fokusområden: Kattgalgebäcken, Husbybäcken och Ånstabäcken. Data från mätprogrammet har analyserats och jämförts med andra data från Svärtaåns avrinningsområde som fanns tillgänglig via Jordbruksverket, SLU, SMHI och Nyköpingsåarnas vattenvårdsförbund.

De synoptiska mätningarna i vattendrag visade en positiv korrelation mellan andelen åkermark uppströms mätpunkten och uppmätt halt kväve (N) och fosfor (P). Sambandet var tydligast för P. För de två år som mätningar pågick i fokusområdena syntes en högre årsmedelkoncentration av P, högre avrinning och därmed också en större transport av P år 2012 jämfört med år 2011. Samma mönster var det i provpunkter i området som ingår i den samordnade recipientkontrollen (SRK) men jämfört med tidigare år var åren 2011 och 2012 nära de normala. Hittills går det inte att, med hjälp av data från mätprogrammet i fokusområden, uttala sig om huruvida åtgärderna för att minska näringsläckaget från åkermarken har haft effekt på vattenkvaliteten. Detta då mätningarna av vattenkemi och avrinning pågick samtidigt som implementeringen av åtgärder.

För att ändå försöka uppskatta de implementerade åtgärdernas samlade effekt på sikt gjordes en scenariomodellering med källfördelningsmodellen FyrisNP. Scenariomodelleringen visade på en reduktion av P-läckaget från jordbruksmark med mellan 9 % och knappt 25 % i fokusområdena, efter införande av samtliga åtgärder. Motsvarande modellresultat för den totala belastningen från all mark i hela Svärtaåns avrinningsområde skattades till knappt 2 % P-reduktionseffekt. Att effekten blev så liten beror på att jordbruksmarken utgör en relativt liten del av avrinningsområdet (drygt 20 %). Det underlag som finns, för att göra bedömningar om effekten av många av de åtgärder som utförts inom projektet, var dessutom litet vilket påverkar tillförlitligheten i modellresultaten. Åtgärder kan också ha utförts utan att vetskap om detta funnits inom projektet. En källfördelningsmodellering visade också att jordbruksmarken bidrar med drygt 60 % av nettobelastningen av fosfor i Svärtaåns avrinningsområde och att mer än hälften av denna belastning är antropogen.

För fortsatt åtgärdsarbete i området föreslås att mätningarna i fokusområdena fortgår för att möjliggöra detektion av förändringar i vattenkvalitet av de redan genomförda åtgärderna. Dessutom bör ett antal synoptiska provpunkter som representerar likartad markanvändning som i fokusområdena behållas som referensområden. Vid införande av ytterligare åtgärder eller mer areal med samma åtgärd föreslås ett nytt angreppssätt där endast en åtgärd per delavrinningsområde genomförs för att möjliggöra uppföljning av effekterna av enskilda åtgärder.

# Inledning

I stort sett hela kustområdet i Egentliga Östersjön har klassats som påverkat av övergödning. Förekomster med dålig status, d.v.s. de mest påverkade områdena är Sjösafjärden, Mellanfjärden och Stadsfjärden som utgör recipienter för Kilaån, Nyköpingsån och Svärtaån samt för avloppsreningsverket i Nyköping (Larsson & Pettersson, 2009). Svärtaån har pekats ut som ett av de mest högbelastande vattendragen (kväve och fosfor) per ytenhet inom Norra Östersjöns vattendistrikt (Larsson & Pettersson, 2009). En stor del av belastningen kommer från jordbruksmark.

För att försöka minska påverkan från jordbruket på Östersjön startades under 2009 det s.k. Svärtaåprojektet som syftar till är att planera och genomföra åtgärder som reducerar förluster av fosfor och kväve från jordbruksmark inom Svärtaåns avrinningsområde (Svärtaåprojektet – för ett renare hav, Länsstyrelsen Södermanlands län, 2009). Fokus i projektet har varit att genom kommunikation, rådgivning och investeringsstöd nå genomförande av åtgärder inom lantbruket som syftar till att minska läckaget av näringsämnen. Inom projektet har dessutom ett omfattande mätprogram med vattenkemi- och flödesanalyser ingått för att möjliggöra utvärdering av de långsiktiga effekterna av genomförda åtgärder (Svärtaåprojektets webbplats, 2013).

Arbetet med åtgärder har till största delen genomförts i tre mindre delavrinningsområden (fokusområden): Kattgalgebäcken, Husbybäcken och Ånstabäcken eftersom markägarna där visade intresse för att delta i projektet genom att genomföra läckagereducerande åtgärder. Exempel på genomförda åtgärder är skyddszoner, sedimentationsdammar för fosfor, strukturkalkning och täckdikning där kalk blandats in i återfyllnadsmassorna.

Projektet har drivits av Länsstyrelsen i Södermanlands län i nära samarbete med lantbrukare i avrinningsområdet och med Vattenmyndigheten, SMHI, SLU, IVL, Greppa Näringen och Öknaskolans naturbruksgymnasium. Projektet finansierades med medel från havsmiljöanslaget.

Syftet denna rapport är att: (1) utvärdera om genomförda åtgärder har resulterat i förbättrad vattenkvalitet i avrinnande vatten; (2) bedöma olika åtgärders effekt på fosfor- och kvävetransporter; (3) utgöra ett underlag för fortsatt åtgärdsarbete samt (4) föreslå hur mätprogrammet ska utformas vid fortsatta mätningar.

## Områdesbeskrivning

### **Svärtaåns avrinningsområde**

Svärtaåns avrinningsområde (figur 1) är 372 km<sup>2</sup>, 53 % består av skogsmark, 7 % vatten och 22 % åker- och betesmark. Svärtaån har två huvudgrenar som möts vid Runnviken 12 km norr om utloppet i Sjösafjärden (Östersjön). Landskapet är kuperat och jordbruksmarken, som är relativt jämnt spridd, återfinns huvudsakligen i dalgångarna (Wallenberg & Larsson, 2012). Åkermarken är nästan uteslutande belägen på lerjord (figur 1 och 2). Det bor runt 3 350 människor inom avrinningsområdet varav ca en tredjedel tillhör hushåll som är anslutna till det kommunala avlopps nätet, omkring 60 % har enskilt avlopp och 3 % saknar avlopp. Det finns också ca 600 sommarstugor i området av vilka ca hälften har enskilt avlopp och hälften saknar avlopp (Wallenberg & Larsson, 2012). Två mindre avloppsreningsverk finns inom området: Aspa och Runtuna.

Även i delavrinningsområden som ligger uppströms provtagningsstationer för samordnad recipientkontroll (SRK) är förhållandena mellan jord- och skogsmark samt jordartsfördelning lik den i Svärtaåns avrinningsområdes som helhet (tabell 1).

## Fokusområden

Jämfört med Svärtaåns avrinningsområde som helhet har fokusområdena (Kattgalgebäcken, Husbybäcken och Ånstabäcken) liknande markanvändning och jordartsfördelning (tabell 1). Andelen vatten är dock mindre i Kattgalge- och Husbybäcken. Nedan ges en kort sammanfattning av grödfördelning (tabell 4) och genomförda åtgärder (tabell 5) i projektperioden.

### *Kattgalgebäcken*

Området är drygt 9,6 km<sup>2</sup> och består till 17 % av jordbruksmark. Ett tvåstegsdike färdigställdes under hösten 2012. Detta är beläget långt nedströms så att allt vatten från avrinningsområdet passerar genom detta. Dessutom strukturkalkkads en stor del av åkermarken under projektperioden. Arealen vall och grönfoder ökade i projektperioden medan den totala spannmålsarealen minskade något.

### *Husbybäcken*

Husbybäckens avrinningsområde är strax över 8,6 km<sup>2</sup> varav ca 24 % är åkermark. Närmare 30 % av åkermarken brukades ekologiskt år 2012. De kända vattenskyddsåtgärder som utförts i området var strukturkalkning och kalkfiltertäckdikning (täckdiken med kalkinblandning i återfyllnadsmassorna). Arealen träda och betesmark minskade medan ytan för vall- och grönfoderproduktion ökade något. Produktionen av baljväxter upptog en dryg femtedel av arealen under 2009 medan det år 2012 inte odlades några baljväxter alls. Däremot ökade arealen för spannmålsproduktion med ca 40 ha.

### *Ånstabäcken*

Avrinningsområdet är 6 km<sup>2</sup> ha stort. En femtedel är jordbruksmark. Utöver kalkfiltertäckdiken och strukturkalkning grävdes också parallella kalkfilterdiken utefter ca 2,2 km dike. Arealen åkermark ökade något mellan åren 2009 och 2012. Arealen för vall och grönfoder ökade medan andelen träda och betesmark minskade. Arealen för spannmålsproduktion var i det närmaste oförändrad.

**Tabell 1.** Markanvändning och jordarter i delavrinningsområden uppströms provtagningsstationer inom samordnad recipientkontroll (SRK) samt i fokusområden

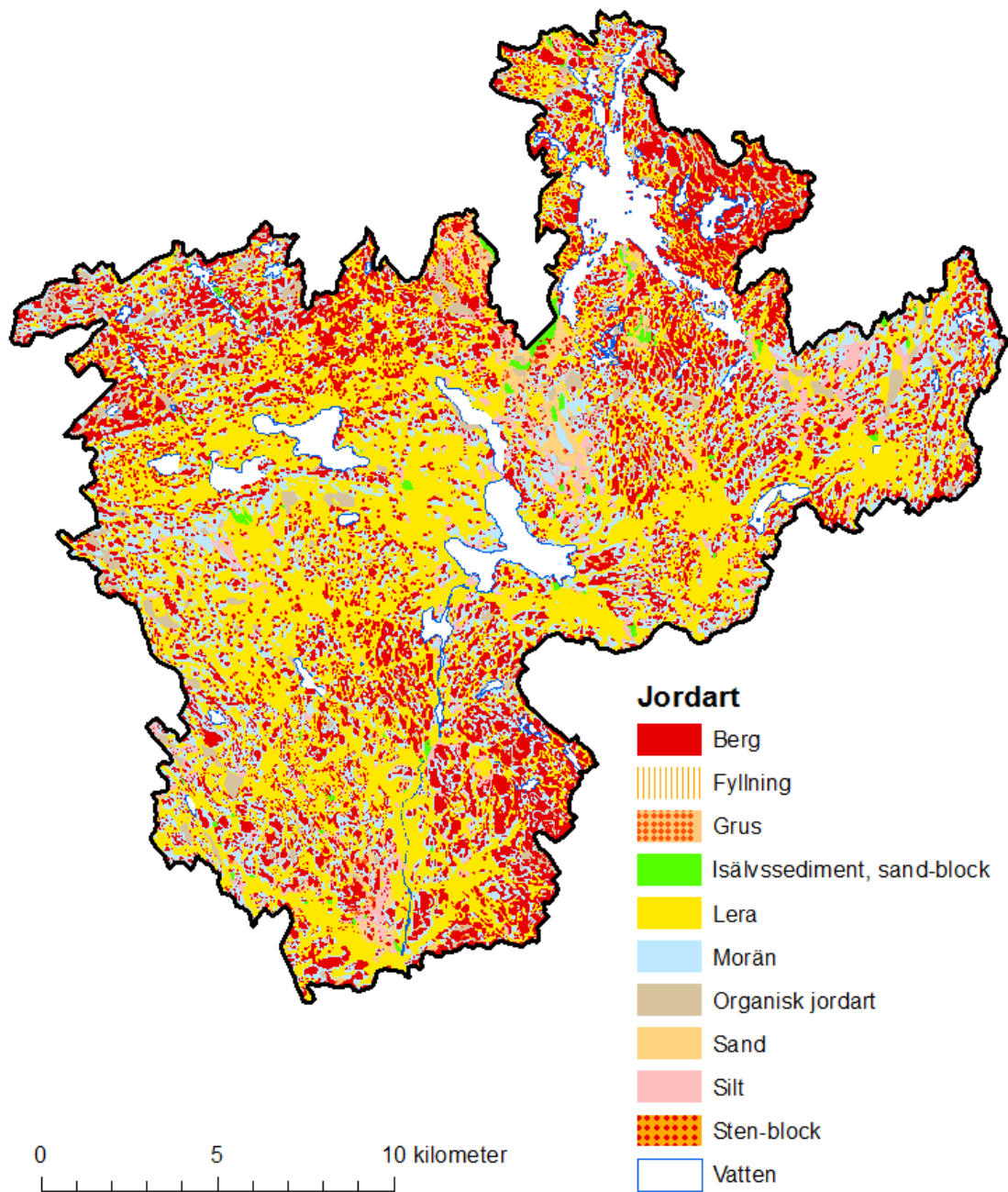
Område	Area (km <sup>2</sup> )	Åkermark (%)	Betes- mark (%)	Skogs- mark (%)	Vatten (%)	Jordart enligt internationell klassificering*			
						Sandy loam (%)	Silt loam (%)	Loam (%)	Silty clay loam (%)
<i>SRK-stationer</i>									
B19	24,9	17	2	62	7	-	20	-	80
B20	127,0	16	2	57	10	1	22	1	76
B21	66,4	19	2	57	7	-	18	-	82
B23	351,0	22	3	52	7	1	19	1	79
<i>Fokusområden</i>									
1	9,6	17	2,8	62	0,2	-	22	-	78
2	8,6	24	2,2	46	0,2	-	13	1	86
3	6,0	20	2,9	54	6,2	-	24	-	76

\* Jordarterna i Svärtaåns avrinningsområde har tidigare kartlagts enligt internationell klassificering (Djodjic m.fl., 2009).





**Figur 1.** Svärtaåns avrinningsområde med sjöar, vattendrag, skogs- och åkermark. Fokusområden (lila områdesavgränsning) med mätstationer för kemi och vattenföring (röda punkter) samt SRK-mätstationer (mörkblå punkter). Mörkare grå partier utmärker tätare bebyggelse.



**Figur 2.** Förenklad jordartskarta (0,5 m djup) enligt SGU:s indelning.

# Dataunderlag

## Grödor, djurhållning och vattenskyddsåtgärder

### *Jordbruksmarkens användning*

Jordbruksmarkens användning (grödor samt stödberättigade åtgärder som fånggröda, skydds-zoner etc.) sammanställdes årsvis (2001 – 2012) för hela Svärtaåns avrinningsområde samt för respektive fokusområde. Som underlag användes Jordbruksverkets stöddatabas där ID för jordbruksblocken konverterades till en mittpunktskoordinat för respektive jordbruksblock. Block som hade sin mittpunkt inom ett avrinningsområde bedömdes då ha hela sin areal inom avrinningsområdet.

Svärtaåns avrinningsområde ligger helt inom Nyköpings kommun och för att skissa en bakgrund av jordbrukets utveckling i området sammanställdes även data från Jordbruksverkets statistikdatabas över jordbruksmarkens användning i Nyköpings kommun åren 1992 – 2012.

### *Lantbrukets husdjur*

Data över husdjur i Nyköpings kommun åren 1992 – 2010 hämtades även de från Jordbruksverkets statistikdatabas. Antalet hästar är sannolikt underskattat då endast hästar vid jordbruksföretag finns redovisade samt hästar som ägs av utomstående men uppstallats inom ett jordbruksföretag. Hästar liksom slaktkycklingar fanns dessutom inte redovisade för lika många år som övriga djurslag. De år då data saknades för dessa djurslag, men fanns för övriga djurslag, interpolerades ett värde fram. Antalet djur räknades om till djurenheter. En djurenhet motsvarar antingen ett nötkreatur, en häst, tre slaktsvin, 10 får eller 100 slaktkycklingar.

### *Vattenskyddsåtgärder inom Svärtaåprojektet*

Information om implementerade vattenskyddsåtgärder under perioden 2010 – 2012, tillhandahölls av Svärtaåprojektets ledningsgrupp. Data omfattade åtgärder utförda i Svärtaåprojektets regi men även andra åtgärder som projektets ledningsgrupp hade kännedom om. Åtgärdernas areella omfattning och deras påverkansområde skattades (se nedan *Beräkning av effekter av åtgärder*).

## Vattenkemi

### *Synoptisk provtagning i vattendrag*

Vattenkemi har analyserats på prover från 43 synoptiska stationer i rinnande vatten. De vattenkemiska analyserna omfattade temperatur, totalkväve (N-tot), ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N), nitratkväve (NO<sub>2</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N), totalfosfor (P-tot) och fosfatfosfor (PO<sub>4</sub>-P). I perioden 2009-04-28 – 2012-11-12 provtogs 35 av stationerna vid 3, 6 och 2 tillfällen under 2009, 2010 och 2012. Vid övriga stationer togs prov vid ett tillfälle. De prov som togs 2009 och 2010 analyserades av Nyköpings kommuns Vattenlaboratorium medan prov som togs 2012 analyserades av Marklaboratoriet på Institutionen för mark och miljö vid SLU. Analysmetoder för de båda laboratorierna redovisas i appendix A och enskilda analysresultat i appendix B.

### *Sjöar*

Vattenprover togs även i 12 sjöar vid två provtagningstillfällen under 2010. Analyserna omfattade samma variabler som för de synoptiska proverna men därutöver analyserades även absorbans, sulfat (SO<sub>4</sub>), magnesium (Mg), fluor (F), natrium (Na), kalium (K), klor (Cl), kalcium (Ca) och kisel (Si). Analyserna utfördes vid Nyköpings kommuns Vattenlaboratorium.

### *Fokusområden*

I de tre fokusområdena genomfördes provtagningar vid ca 40 tillfällen under perioden 2011-03-16 – 2012-12-19. Proverna togs med omkring en veckas mellanrum men både glesare och tätare provtagning förekom. I mars och april 2011 togs 1-2 prover per dag i ett antal kortvariga kampanjer



om 2- 4 dagar. I Husbybäcken flyttades provpunkten (SVÅ2) uppströms i början av maj 2011 eftersom vatten från huvudfåran trycktes upp i biflödet vid högflöde. Den nya provpunkten fick beteckningen SVÅ2b. Samtliga prover analyserades av Marklaboratoriet vid SLU. Analyserna omfattade pH, konduktivitet, N-tot, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N, P-tot, PO<sub>4</sub>-P, suspenderat material och totalt organiskt kol (TOC) samt registrering av vattentemperatur. Under 2011 bestämdes även syrgashalt (O<sub>2</sub>).

#### *SRK-stationer*

Nyköpingsåarnas vattenvårdsförbund som är en del av samordnade recipientkontrollen (SRK) har utfört provtagning i fyra provpunkter i Svärtaåns avrinningsområde sedan 1977: vid Svärtaåns utlopp (B23), Lindö kanal (B19), Vedaån (B20) och Storån (B21). Proverna analyserades på Nyköpings kommuns Vattenlaboratorium. I detta projekt har analysresultat för N-tot, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N, P-tot, PO<sub>4</sub>-P och suspenderat material använts för perioden 1990 – 2012 eller den period som provtagningen omfattat (tabell 2).

**Tabell 2.** SRK-stationer och tidsperioder för vilka vattenkemi fanns tillgängliga

Station	Namn	Vattenkemi
B19	Lindö kanal	19960219 - 20111213
B20	Vedaån	20031027 – 20130115
B21	Storån	19891214 - 20130115
B23	Svärtaåns utlopp	19891214 - 20130123

## Vattenföring

### *Fokusområden*

Vid de tre stationerna för vattenprovtagning i fokusområdena utfördes även vattenståndsmätningar. Vattenföringsstationerna etablerades av SMHI i april 2011 och mätningarna utfördes också av SMHI på uppdrag av Svärtaåprojektet. Dessa mätningar har dock endast kunnat omvandlas till vattenföringsdata för ett av områdena (Ånstabäcken /SVÅ3). Vid utvärderingen hade det ännu inte varit möjligt att ta fram avbördningskurvor för de två andra. För att få en flödesserie för SVÅ3 som omfattade hela år 2011 användes modellerat flöde (HYPE, version 3\_5\_3; setup version S-HYPE2010\_version\_1 ) från SMHI:s vattenwebb för årets första månader. Även de sista veckorna under 2012 kompletterades med flöde från samma dataserie. Det modellerade flödet representerar Storån som också ligger inom Svärtaåns avrinningsområde och flödet viktades om med avseende på skillnad i areal. På detta sätt möjliggjordes en bedömning av två hela kalenderår. För att kunna beräkna arealspecifika transporter räknades flödet om till avrinning som är dimensionslös (figur 3). Samma avrinning antogs gälla även för Kattgalgebäcken och Husbybäcken eftersom flödesdata ännu inte var framtagna för dessa fokusområden. De tre fokusområdena är likartade i storlek och andel åkermark varför denna bedömning antogs vara rimlig.

### *SRK-stationer*

En sammanviktad vattenföring för Svärtaåns utlopp (B23) erhöles från källfördelningsmodellen FyrisNP (se nedan *Tidsserier*). För övriga SRK-stationer (B19, B20 och B21) användes modellerade flöden för perioden 1990 – 2012 (HYPE, version 3\_5\_3; setup version S-HYPE2010\_version\_1).

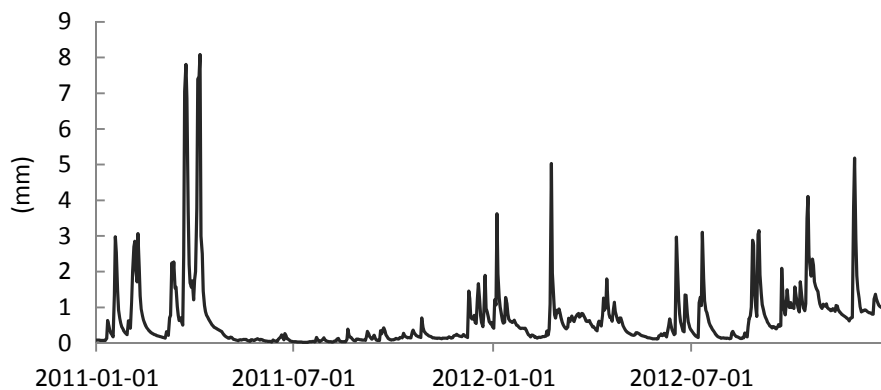
## Nederbörd och temperatur

Dygnsvärden av temperatur och nederbörd erhöles från SMHI för närliggande klimatstationer. Temperaturen gällde för Nyköpings flygplats (station 8648) medan nederbörden var registrerad i Gnesta (station 9703).

## Ämnestransporter

Transporterade mängder av kväve, fosfor och suspenderat material beräknades för de tre fokusområdena samt för de tre SRK-stationerna. Vid beräkningen interpolerades analysvärden till dygnskoncentrationer. Dessa multiplicerades med dygnsvattenföring/dygnsavrinning till dygnstransporter vilka sedan summerades till månads- och årstransporter. Flödesvägda årsmedelhalter beräknades genom att dela årstransporter med årsvattenföring. Då uppmätta värden för kemidata befann sig under detektionsgränsen för respektive analysmetod har gränsvärdet halverats.

Flödesvägda medelhalter av kväve och fosfor för respektive synoptisk provtagningspunkt beräknades på ett likartat sätt men utan att ta fram årstransporter eftersom det var så få provtagningsstillfällen. Först beräknades dygnstransport för varje provtagningsstillfälle och provpunkt genom att multiplicera analysvärdet med den aktuella dygnsavrinningen i avrinningsområdet. Därefter beräknades ett aritmetisk medelvärde av samtliga dygnstransporter för respektive provpunkt. Medeltransporten delades sedan med medel för dygnsavrinningen.



**Figur 3.** Dygnsavrinning (mm) i Ånstabäcken.

# Beräkning av källfördelning och effekter av vattenskyddsåtgärder

## Källfördelningsmodellen FyrisNP

De implementerade vattenskyddsåtgärdernas samlade effekt har skattats genom scenariomodellering med källfördelningsmodellen FyrisNP (Widén-Nilsson m.fl., 2012a och 2012b). Modellen sattes upp för kväve och fosfor och modelleringsperioden sattes till nio år (2004 - 2012). Modellen kördes på månadsbasis och kalibrerades mot data från SRK-stationer och synoptiska provpunkter i området. Modellen användes även för att ta reda på från vilka källor som näringen i sjöar och vattendrag kommer och om de härrör från naturlig eller mänsklig påverkan.

Modellen beräknar källfördelad brutto- och nettotransport av kväve och fosfor i sjöar och vattendrag. Den rumsliga upplösningen är på delavrinningsområdesnivå. Med bruttobelastning menas den totala mängden fosfor och kväve som tillförs ett delavrinningsområde från olika källor. Bruttobelastning från markanvändning som skog, hygge, myr, öppen mark och jordbruks- och betesmark beräknas utifrån areal, flöde och läckagehalter. Till detta kommer punktkällor i form av enskilda avlopp, dagvatten och reningsverk, samt atmosfärsdeposition på sjöar och vattendrag och för kväve även på hyggen. Det principiella beräkningsförfarandet för nettobelastning är att uttransporten från ett delavrinningsområde (nettobelastning) är summan av tillförsel från uppströms belägna avrinningsområden plus intern tillförsel inom avrinningsområdet (bruttobelastning) minus retentionen. Retentionen, d.v.s. förlust av näring i sjöar och vattendrag genom sedimentation, upptag av växter och denitrifikation, beräknas som en funktion av vattentemperatur, näringskoncentrationer, vattenflöde, samt sjö- och vattendragsarea.

Belastningen kan delas upp i ett naturligt ursprung, så kallad bakgrundsbelastning, och det som härrör från mänsklig aktivitet, så kallad antropogen belastning (Brandt m.fl., 2008). Till de källor som anses utgöra bakgrundsbelastning hör markläckage från fjäll, myr, skog, övrig öppen mark samt fosfordeposition på sjöar. Till rent antropogena källor hör punktutsläpp från reningsverk, industrier, enskilda avlopp och dagvatten från tätorter samt kvävedeposition på sjöar. Belastning från jordbruksmark och hygge består både av en antropogen del samt en naturlig del. Jordbrukets bakgrundsbelastning har beräknats som läckage från oskördad och ogödslad gräsmark (extensiv vall) som odlats i en monokultur. Vid beräkning av bakgrundsbelastning för hyggen har typhalten för skog använts och för tätorter har typhalten för övrig öppen mark använts (Brandt m.fl., 2008).

## Modelluppsättning för Svärtaåns avrinningsområde

För både kväve och fosfor har modelluppsättningen för år 2006 (PLC5) (Brandt m.fl., 2008) använts som underlag:

- Grundkörningen med PLC5-data har förbättrats och justerats för att gälla för en ny förfinad indelning av delavrinningsområdena (se nedan *Delavrinningsområden*).
- Åtgärdsscenario byggs på grundkörningen där genomförda åtgärder har lagts till och modellerats var för sig samt en modelluppsättning med samtliga åtgärder. Åtgärder som modellerats är strukturkalkning, kalkfiltertäckdike, våtmark, fosfordamm, tvåstegsdike och parallella kalkfilterdiken (se nedan *Beräkning av effekter av åtgärder*).

Grödfördelningen på den areal där åtgärden har genomförts har antagits vara densamma som för hela delavrinningsområdet.

## Delavrinningsområden

Indelningen av Svärtaåns avrinningsområde och delavrinningsområden (figur 20) är baserad på två olika områdesindelningar: SVAR (SMHI, Svenskt vattenarkiv version 2010\_2) som används för modellerad och uppmätt vattenföring samt den indelning som använts inom PLC5 (SMED, Svenska

miljöemissionsdata). Delområdena har sedan delats ytterligare i fler mindre områden utifrån synoptiska provpunkter i delavrinningsområden samt utsläppspunkter för två avloppsreningsverk.

## Beräkning av effekter av åtgärder

Åtgärderna som genomfördes i området var främst avsedda för att minska fosforbelastningen på recipienten. Däremot är reduktionseffektens storlek för ett flertal av de genomförda åtgärderna begränsad liksom den praktiska erfarenheten. I detta arbete har antaganden om reduktionseffekterna för de enskilda åtgärderna främst baserats på tidigare scenarieberäkningar för hela Svärtaåns avrinningsområde (Blombäck et al., 2012) men med några justeringar och kompletteringar. Följande antaganden gjordes om åtgärdernas påverkansområden och effekt:

*Strukturkalkning* – strukturkalkat område (åker) räknades som påverkansområde. Strukturkalkning antogs rena 20 % av fosfor från den areal jordbruksmark som åtgärden genomförts på.

*Kalkfiltertäckdiken* - åtgärden beräknades påverka hela det område som dränerats med kalkfiltertäckdiken. Även ett kalkfiltertäckdike antogs rena 20 % av fosfor från den areal jordbruksmark som åtgärden genomförts på.

*Parallella kalkfilterdiken* - åtgärden beräknades påverka ytavrinningen från en yta om 10 m<sup>2</sup> per m dike. Diket antogs ta 0,5 m<sup>2</sup> i anspråk per m dike. Parallella kalkfilterdiken antogs rena 5 % av fosfor från de närmaste 10 metrarna jordbruksmark.

*Tvåstegsdike* - effekten beräknades utifrån avvattnad areal åker. Diket antogs ta en hektar i anspråk per kvadratkilometer dike. Tvåstegsdiken antogs rena 10 % av fosfor i inkommande vatten från jordbruksmark uppströms diket.

*Dikessläntning*: antogs ha samma effekt som tvåstegsdiken men ta hälften så stor yta i anspråk (0,5 ha per m dike).

*Fosfordammar* - effekten beräknades utifrån avvattnad åkerareal. Fosfordammar antogs rena 30 % av fosfor i avrinnande vatten från areal jordbruksmark uppströms dammen. Dammens läge i delavrinningsområdet har därför betydelse.

*Våtmark* - effekten beräknades på hela den avvattnade arealen. För att beräkna reduktionen av kväve och fosfor från våtmarker användes en våtmarksmodul som bygger på att våtmarkens placering är längst ned i ett delavrinningsområde. Det antogs att det vatten som når våtmarken har samma mix som vattnet som når delavrinningsområdets utlopp. Reningseffekten antogs vara 11 % för fosfor.

Kvävereningen är flödesberoende och beräknas av modellen.

*Backdiken* - påverkansområdet antogs vara 10 m<sup>2</sup> per m dike. Dessa var dock belägna utanför fokusområdena varför åtgärden inte togs med i scenariomodelleringen.

*Markkartering* - avser markkarterad areal. Markkartering ökar kunskapen om jordbruksmarken men har i sig inte någon reducerande effekt och har inte ingått i scenariomodelleringen.

*Skyddszoner* - har inte modellerats då de ingår i läckagekoefficienterna för jordbruksmark. Andelen skyddszoner var också lika före projektets start och år 2012.

## Indata källfördelning

### *Markanvändning*

Till grund för beräkning av markanvändning har samma kartmaterial som i PLC5-beräkningarna använts. Arealen jordbruksmark uppdaterades för att gälla år 2012. Där information om odlad gröda saknats har samma grödfördelning som i resten av avrinningsområdet antagits. Arealen hyggen har också uppdaterats med hyggesavverkningar (Skogsstyrelsen, Skogens källa) gjorda under de senaste tio åren (2002 – 2012). Vattendragens längd har beräknas utifrån terrängkartan.

### *Läckagehalter för jordbruksmark*

Mer representativa läckagehalter från jordbruksmark har använts genom att uppdatera och förbättra informationen kring grödor, jordart, lutning och markfosfor. För uppdaterad information om jordbruksgrödor användes gröd- och blockdata (Jordbruksverket) för år 2012 respektive 2013. En

lokalt anpassad jordartskarta för jordbruksmark har tagits fram med hjälp av en metod från ett utvecklingsprojekt i SMED (Djodjic m.fl., 2009). Kartans upplösning är på en sådan nivå att varje delavrinningsområde kan innehålla fler jordarter. Jordarterna är indelade i 10 jordartsklasser som bygger på den internationella texturklassificeringen. Jordbruksmarkens lutning närmast vattendragen beräknades för respektive delavrinningsområde enligt samma metodik som i PLC5 men utifrån nya höjddata (2 meters grid). I Kattgalgebäcken och Ånstabäcken har markfosfor (P-HCl) analyserats och för dessa områden har ett medelvärde för varje delavrinningsområde beräknats. För övriga områden har medelvärdet för PLC5:s fosforklass använts. Läckagekoefficienter (Blombäck m.fl., 2011) har tagits fram enligt en metodik där kontinuerliga lutning- och markfosforvärden användes (Djodjic m.fl., 2008) och metodutveckling av Persson (2009), jämfört med PLC5-metodiken där tre klasser används. Läckagekoefficienterna viktades sedan samman till läckagehalter för åker- och betesmark, en för varje delavrinningsområde.

#### *Läckagehalter för övrig markanvändning*

Till grund för läckagehalterna för övrig markanvändning användes läckagehalter framtagna i PLC5-beräkningarna (Brandt m.fl., 2008). Myr och öppen mark har samma typhalter som i PLC5-beräkningarna men läckagehalterna från skog och hygge visade sig vid källfördelningsmodelleringen vara för låga. För att hitta mer representativa läckagehalter användes mätdata från tre synoptiska mätstationer där skog och hygge utgjorde mer än 96 % av arealen uppströms mätpunkterna. Sammanlagt rör det sig om 25 mätvärden. Ett medianvärde av dessa har beräknats och gav en läckagehalt som var tio gånger större för fosfor och nästan fyra gånger större för kväve. För kväve användes medianvärdet tillsammans med samma säsongsvariation som de läckagehalter som togs fram till PLC5-beräkningarna och för fosfor användes medianvärdet som skogsläckagehalt då ingen säsongsvariation finns med i PLC5-beräkningarna. För hyggesläckagehalten har förhållandet mellan skog och hyggestyphalten använts tillsammans med det nya medianvärdet.

#### *Atmosfärsdeposition*

För atmosfärsdeposition av kväve och fosfor på öppna vattenytor och hyggen användes samma metod som för PLC5-beräkningarna.

#### *Punktkällor*

Mätdata och årsmedelvärden för kväve och fosforutsläpp från reningsverken Aspa och Runtuna har samlats in för åren 2006 till och med 2012 (Nyköpings vattenvårdsförbund). För 2004 till 2005 fanns inte data tillgänglig i digital form och värden för 2006 har fått representera de två åren som saknas. Reningsverkens månatliga belastning beräknades genom att årsmedel för uppmätta fosfor- och kvävekoncentrationer multiplicerats med den mängd avloppsvatten som varje månad kommit till verken. Uppgifter om bruttobelastning från dagvatten har tagits från PLC5-data. Belastningen skalades ned för att motsvara arean tätort i respektive delavrinningsområde. Belastning från enskilda avlopp (Ek m.fl., 2011) areaviktades då inga mer detaljerade uppgifter fanns att tillgå inom projektet.

#### *Tidsserier*

Vattenkemiska data som användes för kalibrering av modellen var från de fyra SRK-stationerna, från de 35 synoptiska provtagningspunkter som provtagits mellan 7 och 8 gånger april 2009 – december 2012 samt från fokusområdena (se ovan *Vattenkemi*). Vattenföringen som användes var en kombination av uppmätt vattenföring från stationerna Baggebol nedre 3, Kvarnstugan och Ånstabäcken samt S-HYPE. Vattentemperaturdata för hela modelleringsperioden beräknades som månadsmedel från de fyra ordinarie mätstationerna (SRK).

## **Kalibrering och beräkning av retention**

För grundscenariot har optimala värden för kalibreringsparametrarna  $c0$  och  $kvs$  fått från 5 000 Monte Carlo-simuleringar, värdena som erhöles var 0,98 för  $c0$  och 0,05 för  $Kvs$ . Värdena på dessa kalibreringsparametrar visar på en låg modellerad retention där retentionen sker oberoende av



temperaturen. Den statistiska överensstämmelsen mellan modellerade och uppmätta fosforvärden beräknas med Nash-Sutcliffe model efficiency (E) och med linjär korrelation (r) (tabell 3). För koncentrationer blev E 0,22 och r 0,48 och för transporter blev E 0,86 och r 0,93. De modellerade och de uppmätta koncentrationerna hade ganska låg överensstämmelse (tabell 3) medan för transporterna erhöles bra statistisk överensstämmelse. Åtgärdsscenario visat i stort samma överensstämmelse som grundkörningen vilket beror på att de åtgärder som implementerats hade liten påverkan på hela området.

**Tabell 3.** Sammanställning av utvärderingsparametrar för grundkörning och åtgärdsscenario med samtliga åtgärder. Effektivitetskoefficienten, Nash-Sutcliffe (E) och linjär regression (r) anges både för koncentration och för transport

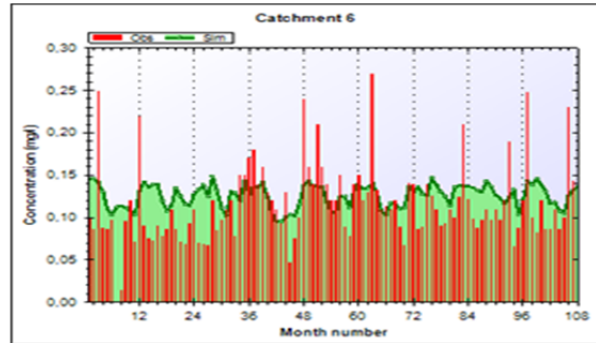
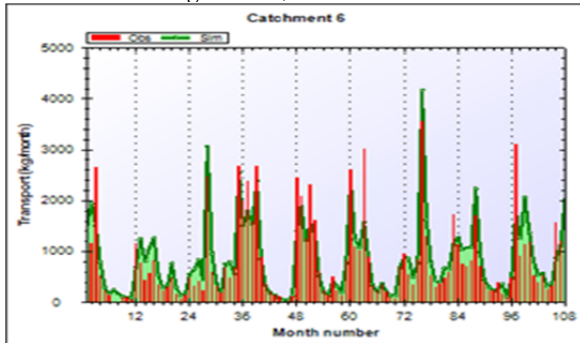
<b>Fosfor</b>	<b>Grundkörning</b>	<b>Samtliga åtgärder</b>
$E_{transport}$	0,86	0,86
$r_{transport}$	0,93	0,93
$E_{koncentration}$	0,22	0,21
$r_{koncentration}$	0,48	0,47

Kalibreringsresultat för grundscenariot och scenariot med samtliga åtgärder visas i figur 4 och 5. De modellerade koncentrationerna (figur 4 och 5) når inte upp till de högsta uppmätta fosforvärdena men det är inte heller rimligt då de modellerade koncentrationerna bygger på läckagehalter som ska återge en medelvariation. Läckagehalterna kan därför inte återge de högsta uppmätta värdena då dessa ofta uppmätts efter extrema händelser. Om man bortser från dessa höga koncentrationer ligger de modellerade fosforvärdena generellt något högre än de uppmätta koncentrationerna men utrymmet för retention är litet. För transporter (figur 4 och 5) är det stor överensstämmelse mellan modellerade och uppmätta värden. Vilket beror på att vattenföringen använts för beräkning av både modellerade och uppmätta transporter. En annan orsak är att flödena var låga vid de tillfällen då stora skillnader i uppmätt och modellerad koncentration observerats.

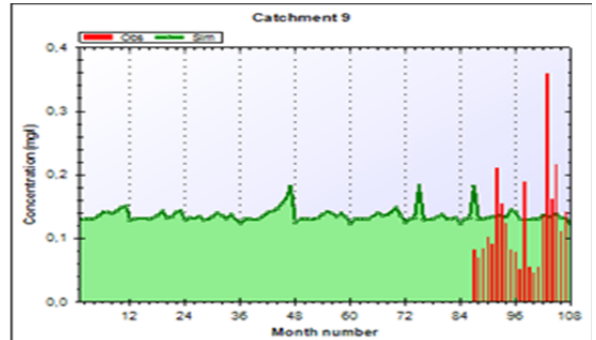
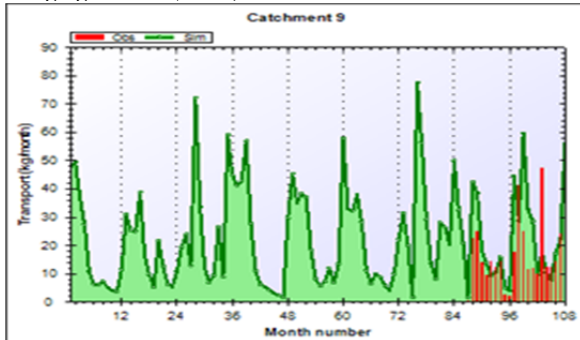
## Fosfortransport (kg/månad)

## Fosforkoncentration (mg/l)

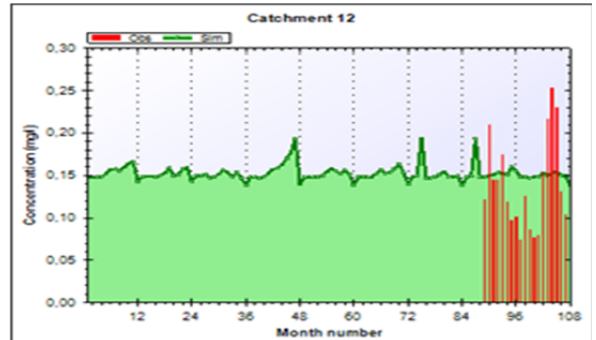
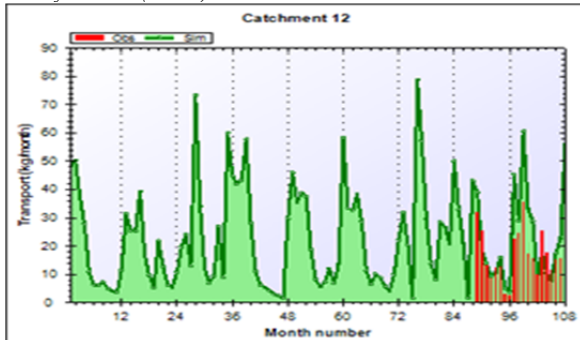
Svärtaåns avrinningsområde, B23



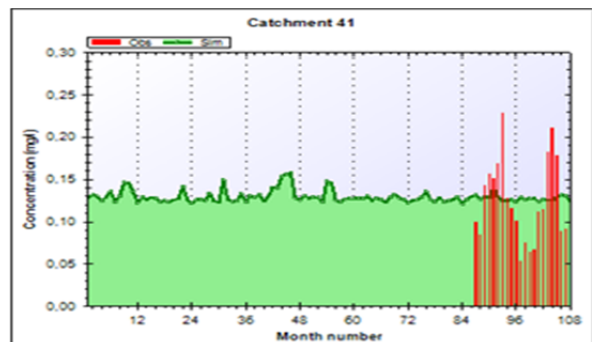
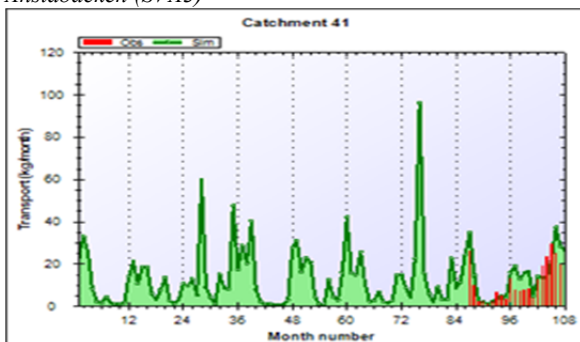
Kattgalgebäcken (SVÅ1)



Husbybäcken (SVÅ2)



Ånstabäcken (SVÅ3)

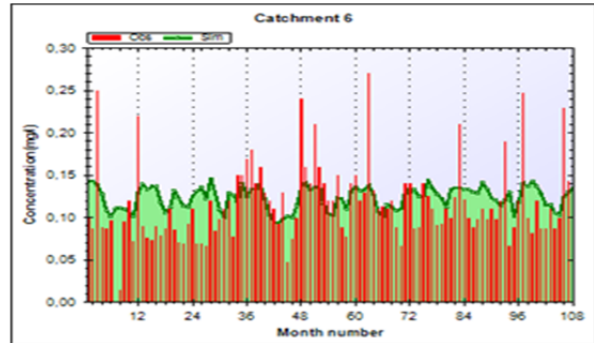
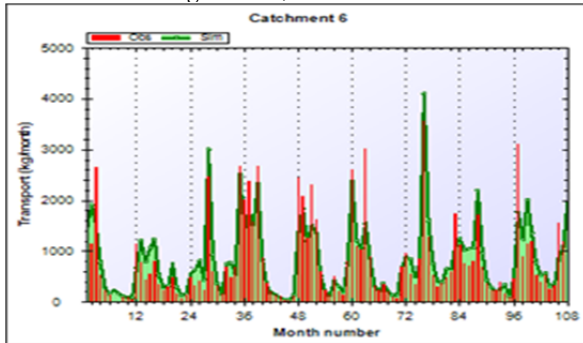


**Figur 4.** Grundskenario, kalibreringsresultat för Svärtaåns utlopp representerat av den SRK-station som ligger längst nedströms och de tre fokusområdena; Kattgalgebäcken, Husbybäcken och Ånstabäcken. Röda staplar (Obs) visar observerade fosfortransporter och fosforkoncentrationer och grön yta (Sim) visar modellerade fosfortransporter och fosforkoncentrationer.

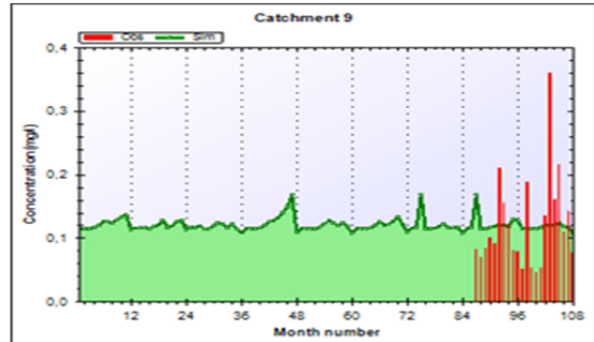
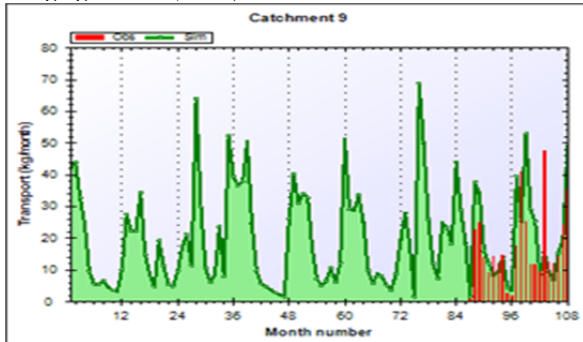
## Fosfortransport (kg/månad)

## Fosforkoncentration (mg/l)

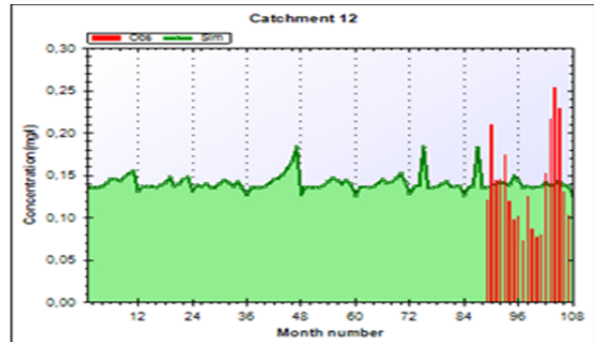
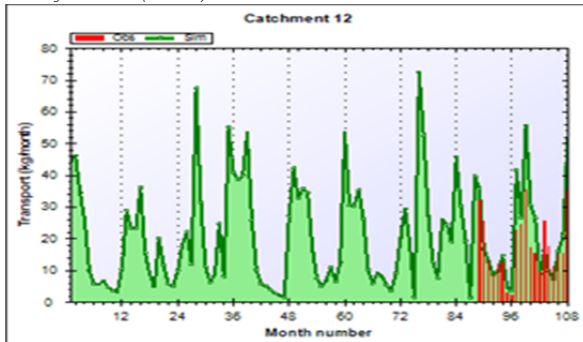
Svärtaåns avrinningsområde, B23



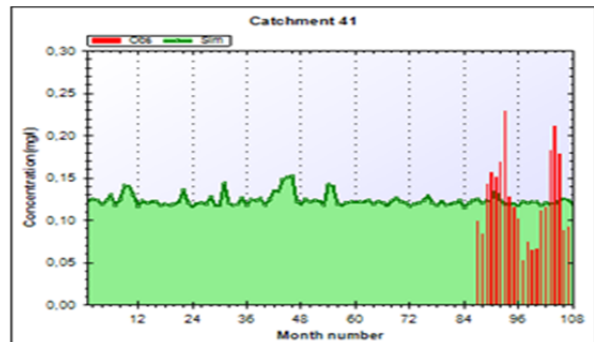
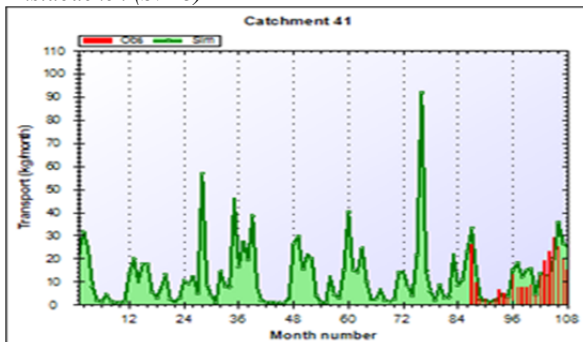
Kattgalgebäcken (SVÅ1)



Husbybäcken (SVÅ2)



Ånstabäcken (SVÅ3)



**Figur 5.** Scenario med samtliga åtgärder, kalibreringsresultat för Svärtaåns utlopp representerat av den SRK-station som ligger längst nedströms och de tre fokusområdena; Kattgalgebäcken, Husbybäcken och Ånstabäcken. Röda staplar (Obs) visar observerade fosfortransporter och fosforkoncentrationer och grön yta (Sim) visar modellerade fosfortransporter och fosforkoncentrationer.

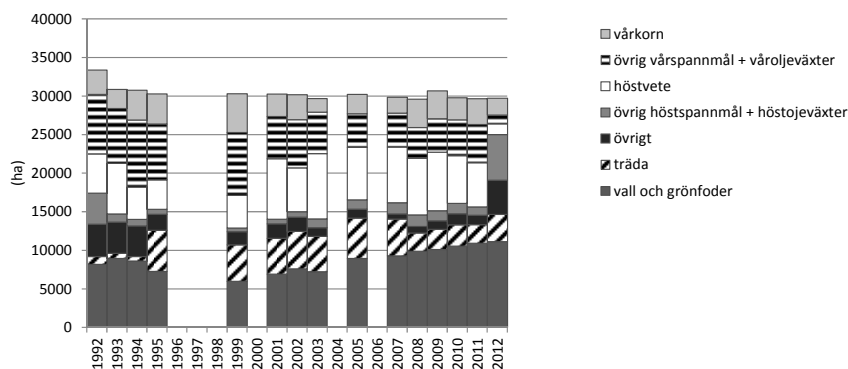
# Resultat och diskussion

## Jordbrukets karaktär och förändring under projektperioden

### Grödfördelning

Marken läcker mer växtnäring då den är obevuxen. Därför läcker öppna grödor där jordbearbetning sker årligen mer än betesmark och vall som ligger i flera år utan att brytas (Malgeryd et al., 2008). Flera faktorer i hur marken praktiskt brukas påverkar växtnäringsläckaget men då information fanns endast om arealomfattning och typ av gröda kommenteras huvudsakligen relationer mellan arealer som får ligga obrutna under några år eller helt och hållet – hit räknades betesmark, vall och grönfoder samt träda – och arealer med öppna grödor. All träda har antagits vara grölträda.

I Nyköpings kommun ökade andelen vall och grönfoder (även bete ingår i samma kategori) i perioden 1992 - 2012 medan arealerna öppna grödor minskade (figur 6). I början av perioden var arealen med öppen gröda större än de obrutna arealerna (betesmark, vall och grönfoder samt träda) medan de år 2012 upptog ungefär lika stor yta. Likaså har andelen höstsådda grödor ökat medan andelen vårsådda grödor minskade. Under nittiotalet var arealen med vårsådd gröda större än arealen höstsådd gröda medan det efter år 2000 huvudsakligen varit den höstsådda arealen som varit större.

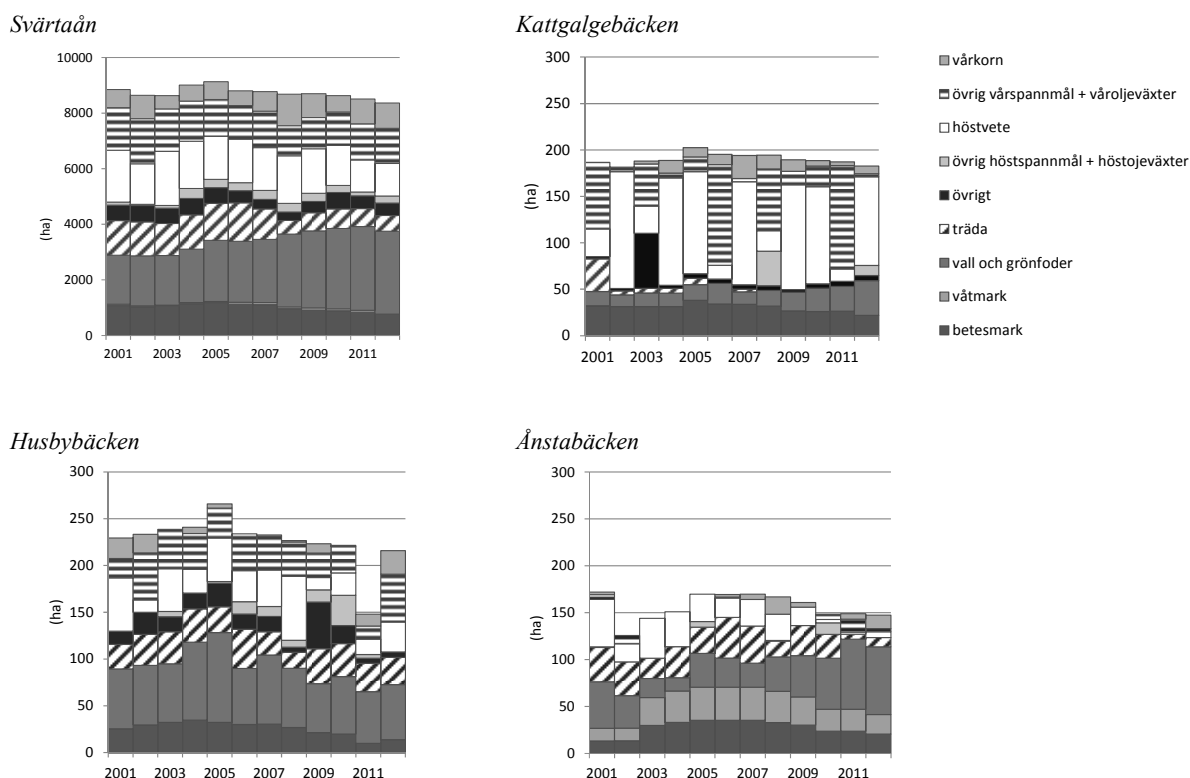


Figur 6. Grödfördelning i Nyköpings kommun 1992 – 2011. Betesmark ingår i "vall och grönfoder".

Liksom i Nyköpings kommun syns i Svärtaåns avrinningsområde en ökning av arealen där vall och grönfoder odlas (perioden 2001 – 2012) (figur 7). Sett till den totala "obrutna" arealen är skillnaderna under perioden inte så stora i Svärtaåns avrinningsområde och storleken på arealerna med obrutna grödor och arealerna med öppna grödor är ungefär desamma.

Få trender går att iaktta i fokusområdena (figur 7), möjligen undantaget en ökning av arealen betesmark, vall och träda omkring år 2005. I Kattgalgebäckens avrinningsområde var arealerna öppna grödor större än ytan betesmark, vall och träda. I Husbybäckens avrinningsområde upptog öppna grödor huvudsakligen en mindre areal än ytan betesmark, vall och träda under perioden 2001 – 2009. Den obrutna arealen har dock minskat och år 2012 var den mindre än arealen öppna grödor. I Ånstabäckens avrinningsområde var den obrutna arealen större än arealen öppna grödor under hela perioden 2001 – 2012.

Under perioden 2009 – 2012 minskade arealen jordbruksmark i Svärtaåns avrinningsområde något, så även betesmarken (tabell 4). I fokusområdena var däremot arealen åkermark oförändrad. Ett undantag är att den totala odlade arealen i Husbybäcken var mindre år 2011 än övriga år under den studerade perioden (figur 7). Det var då huvudsakligen arealen öppna grödor som minskade. Detta behöver dock inte vara en faktisk minskning i brukad mark utan kan bero på att mindre areal omfattades av jordbruksstöd detta år.



Figur 7. Grödfördelning i Svärtaåns avrinningsområde samt i fokusområden.

Tabell 4. Grödfördelning i Svärtaåns avrinningsområde och i fokusområden åren 2009 och 2012

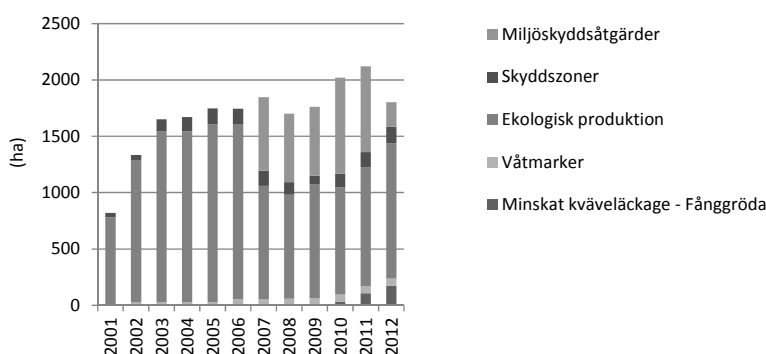
Grödfördelning	Svärtaån		Kattgalgebäcken		Husbybäcken		Ånstabäcken	
	2009 (ha)	2012 (ha)	2009 (ha)	2012 (ha)	2009 (ha)	2012 (ha)	2009 (ha)	2012 (ha)
total åkerareal	7700	7600	163	161	202	202	102	107
våtmark	75	0	0	0	0	0	30	21
träda	650	570	0	0	37	29	32	10
vall och grönfoder	2770	2980	20	37	53	59	44	72
betesmark	920	770	27	22	21	14	30	21
energiskog	60	60	0	0	0	0	0	0
baljväxter	170	190	0	0	45	0	0	0
höstoljeväxt	130	100	0	0	0	0	0	0
våroljeväxt	440	370	0	0	0	0	0	0
råg	55	0	0	0	13	0	0	0
rågvete	110	160	0	11	0	0	0	0
vårvete	120	190	4	0	0	0	0	0
höstvete	1600	1200	113	95	13	32	20	6
vårkorn	850	910	12	8	10	25	5	14
havre	570	700	10	4	26	51	0	3

### Miljöersättning

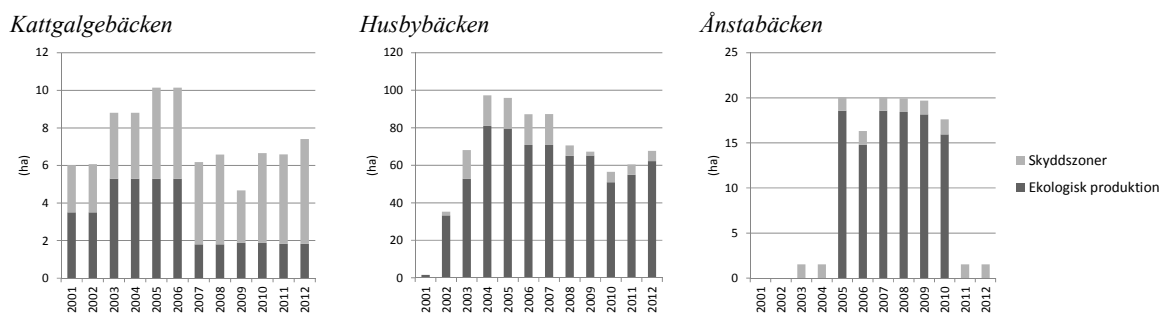
I fokusområdena har stöd endast sökts för mark med ekologisk produktion och skyddszoner (tabell 5). I Ånstabäcken söktes från och med år 2011 endast stöd för skyddszoner. År 2007 var de områden där stöd sökts för ekologisk produktion mycket mindre i Svärtaån och Kattgalgebäcken än föregående år (figur 8 och 9). Detta har sannolikt ett samband med att stödformen för ekologisk produktion då ändrades. Stödsökt areal för skötsel av våtmark i Svärtaåns avrinningsområde har inte ökat sedan 2006. Stödformen miljöskyddsåtgärder kan först ses år 2007 (figur 8). År 2009 syns en minskning i arealen med sökt stöd för skyddszoner i avrinningsområdet som helhet och också i Kattgalgebäcken

och Husbybäcken. Däremot ökade arealen åter år 2010. Areal där stöd söks för fånggröda (Svärtaån) inträder först 2010; denna areal har ökat fram till 2012.

Vid ekologisk odling ska i första hand stallgödsel från gårdens egna djur användas då växtnäring ska tillföras. Vall och trindsäd ska också finnas i växtföljden, eftersom dessa grödor tillför marken kväve (Jordbruksverket, 2012). Då gödslingseffekten av organiska gödselmedel är svårare att bedöma kan ekologisk produktion i sig inte betraktas som en läckagereducerande åtgärd. Miljöskyddsåtgärder innebär upprättande av växtnäringsbalans och också krav på markartering och bestämning av kväveinnehåll i flytgödseln. Detta ger bättre kännedom om markens förråd av näring och mängden antropogent tillförd näring, vilket kan antas påverka läckaget av växtnäring från åkermark i positiv riktning. Arealen med miljöskyddsåtgärder minskade under perioden för Svärtaåprojektet. Detta antogs dock inte påverka läckaget då ingen förändring i kunskapsläget om de marker där stödet tidigare funnits antogs. Arealen fånggröda, som antas minska läckaget av kväve, har ökat men finns på en mycket liten del av den sammanlagda arealen. Arealen skydds-zoner var lika före projektets start och år 2012. År 2009 var dock arealen mindre än föregående år och ökade därefter till dubbel storlek, från ca 70 till 145 ha. Stöd delas ut för skydds-zoner som är mellan 6 och 20 m breda (Jordbruksverket, 2013). Vid antagandet om en bredd på 10 m motsvarar detta en ökning på ca 75 km nya skydds-zoner, vilket måste anses positivt ur läckagesynpunkt. Skydds-zoner finns också i fokusområdena. I Husbybäcken och Ånstabäcken förändrades arealen inte under projektperioden. I Kattgalgebäcken ökade arealen skydds-zoner mellan 2009 och 2012 med ca 2 ha. Vid antagandet om en bredd av 10 m motsvarar 2 ha ökning 2 km nya skydds-zoner. Effekt av dessa är dock svår att se då grävarbeten också pågick under perioden.



**Figur 8.** Stödsökt areal 2001 – 2012 i Svärtaåns avrinningsområde. "Våtmark" avser stöd för skötsel av våtmark, ej anläggande.



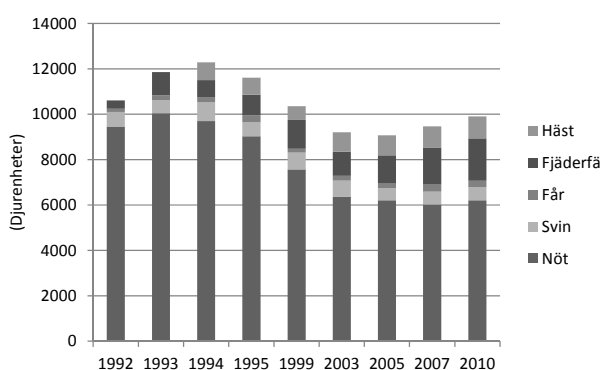
**Figur 9.** Stödsökt areal (ha) 2001 – 2012 i fokusområden. Notera skillnad i skala.

**Tabell 5. Areal stödsökta åtgärder under 2012**

	Svärtaån (ha)	Kattgalgebäcken (ha)	Husbybäcken (ha)	Ånstabäcken (ha)
Minskat kväveläckage -				
Fånggröda	174	-	-	-
Våtmarker	64	-	-	-
Ekologisk produktion	1200	2	62	0
Skyddszoner	145	6	5	2
Miljöskyddsåtgärder	218	-	-	-

### Djurhållning

Antalet djurenheter i Nyköpings kommun har minskat sedan början av nittioalet (figur 10). Efter 2005 syns en svag uppgång men då data saknas efter år 2010 antas att skillnaden i djurenheter mellan 2009 och 2012 är försumbar. En minskning i antalet djurenheter under 20-års perioden antas också gälla för Svärtaåns avrinningsområde. En minskad djurtäthet indikerar att spridningen av stallgödsel minskat och därmed risken för påverkan av stallgödsel på vattenkvaliteten.

**Figur 10. Antalet djurenheter i Nyköpings kommun 1992 – 2010.**

### Vattenskyddsåtgärder

Den totala areal som omfattades av, inom projektet kända, åtgärder redovisas nedan (figur 11). Åtgärder kan dock även ha implementerats utan att vetskap om detta funnits inom projektet. Till största delen infördes åtgärderna under år 2011 och 2012. De åtgärder som påverkade störst yta och följaktligen kan antas ha störst effekt var tvästegsdiken och strukturkalkning. En stor areal markkarterades också. Denna åtgärd i sig påverkar dock inte läckaget. Nedan (tabell 6) presenteras alla, inom projektet kända, åtgärder som implementerats inom Svärtaåns avrinningsområde uppdelade efter plats och utförandeår. I fokusområdena skedde en mer koncentrerad implementering än i Svärtaåns avrinningsområde som helhet. Många av de åtgärder som utfördes innebar grävarbete. Detta gör att ökad erosion kan antas som en initial effekt av flera av de implementerande åtgärderna. Åtgärdsarbetet pågick fram till slutet av år 2012 vilket innebar att utförandet av åtgärder och mätningar av vattenkemi pågick simultant. Mätningarna i fokusområdena har också pågått under en mycket begränsad period. Det har inte heller funnits några kontrollområden utan åtgärder att jämföra mätresultaten med och därför går det inte att med enbart mätresultat utvärdera effekten av varje enskild åtgärd. Den samlade effekten av samtliga genomförda åtgärder kan utvärderas med mätresultat först några år efter att åtgärderna har genomförts.

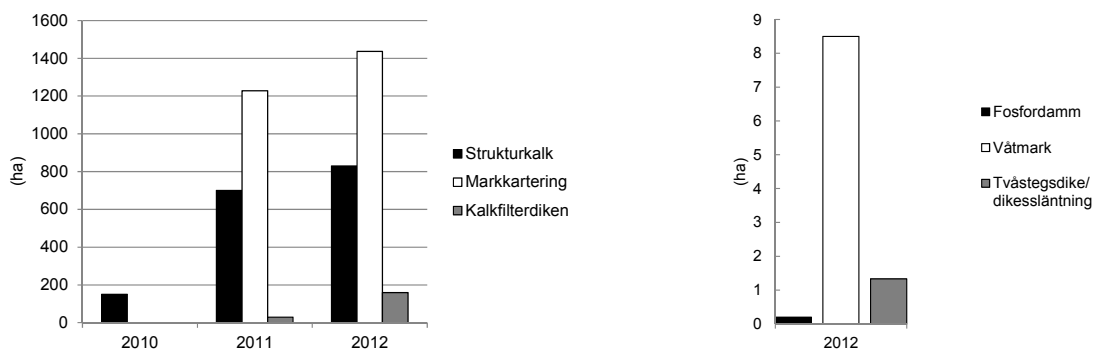
**Tabell 6.** Genomförda vattenskyddsåtgärder samt areell omfattning\* i fokusområden och i övriga delar inom Svärtaåns avrinningsområde under perioden 2010 – 2012

Åtgärd	Område	Område för åtgärd		Påverkansområde			
		(ha)	(m)	Totalt (ha)	År 2010 (ha)	År 2011 (ha)	År 2012 (ha)
<i>Strukturkalk<sup>a</sup></i>	Utanför fokusområden	540	-	540	150	290	100
	Kattgalgebäcken	130	-	130	-	130	-
	Husbybäcken	90	-	90	-	60	30
	Ånstabäcken	60	-	60	-	40	20
<i>Kalkfiltertäckdikning</i>	Utanför fokusområden	117	-	117	-	29	87
	Kattgalgebäcken	-	-	-	-	-	-
	Husbybäcken	63	-	63	-	-	63
	Ånstabäcken	20	-	20	-	-	20
<i>Parallella kalkfilterdiken</i>	Utanför fokusområden	<0,1	370	0,4	-	0,4	-
	Kattgalgebäcken	-	-	-	-	-	-
	Husbybäcken	-	-	-	-	-	-
	Ånstabäcken	0,1	2160	2	-	2	-
<i>Tvästegsdike</i>	Utanför fokusområden	-	800	716	-	-	716
	Kattgalgebäcken	-	346	963	-	-	963
	Husbybäcken	-	-	-	-	-	-
	Ånstabäcken	-	-	-	-	-	-
<i>Markkartering</i>	Hela avrinningsområdet	1437	-	1437	-	1228	209
<i>Dikesslänkning</i>	Utanför fokusområden	-	360	0,2	-	-	0,2
<i>Backdiken</i>	Utanför fokusområden	-	3230	3	-	-	3
<i>Fosfordamm</i>	Utanför fokusområden	0,1+0,1	-	87+192	-	-	279
<i>Våtmark</i>	Utanför fokusområden	2+3+4	-	64 <sup>b</sup> +412	-	-	476

<sup>a</sup>Implementeringsår för strukturkalkning som gjorts med stöd av LOVA-bidrag var inte känt. Dessa områden adderades till 2011 års strukturkalkade yta, varför arealerna detta år kan ha överskattats i förhållande till 2010 och 2012.

<sup>b</sup>Våtmarkerna på 2 och 3 ha ligger efter varandra. Det sammanlagda avrinningsområdet för de båda är ca 64 ha.

\*Påverkansområde åtgärder: *Strukturkalk* - strukturkalkat område (åker) räknades som påverkansområde; *Kalkfiltertäckdiken* - åtgärden beräknades påverka hela det dränerade området (angiven åkerareal); *Parallella kalkfilterdiken* - området beräknades påverka ytavrinningen från en yta på 10 m<sup>2</sup> per m dike. Diket antogs ta 0,5 m<sup>2</sup> i anspråk per m; *Tvästegsdike* - effekten beräknades utifrån avvattnad areal åker. Diket antogs ta en ha i anspråk per km dike; *Markkartering* - beräknades påverka den areal åker som angivits; *Dikesslänkning*: antogs ta 0,5 ha per km dike i anspråk; *Backdiken* - påverkansområdet antogs vara 10 m<sup>2</sup> per m dike; *Fosfordamm* - effekten beräknades utifrån avvattnad åkerareal; *Våtmark* - effekten beräknades på hela den avvattnade arealen (placerad längst ned i delavrinningsområdet).



**Figur 11.** Areal som omfattas av implementerade åtgärder åren 2010 - 2012 i Svärtaåns avrinningsområde.



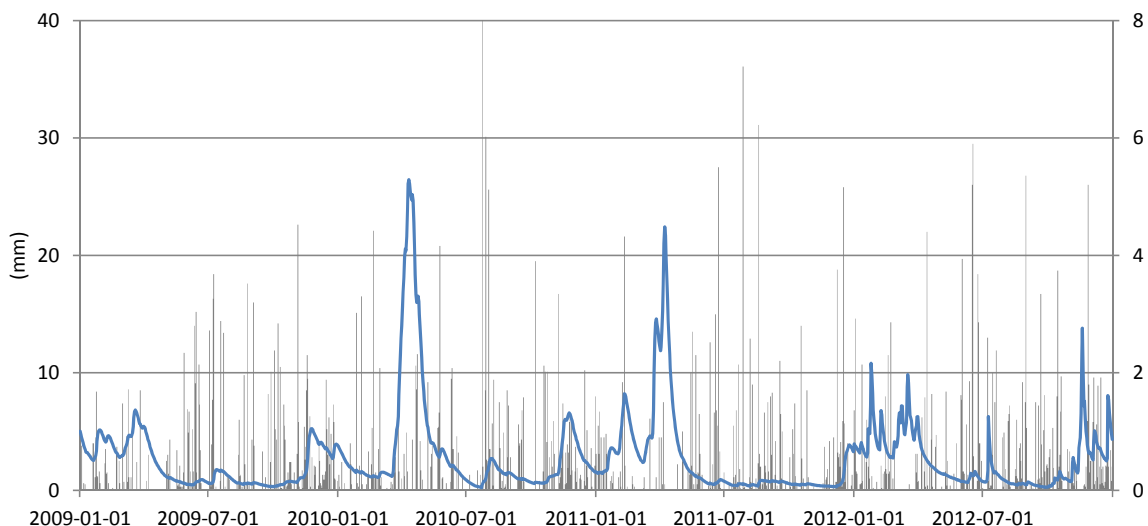
## Resultat av mätningar i vattendragen

### *Avrinning*

Uppmätt årsnederbörd vid klimatstationen i Gnesta var högre (630, 696, 605 och 787 mm) under de undersökta åren jämfört med normalnederbörden på 567 mm (SMHI, 2007).

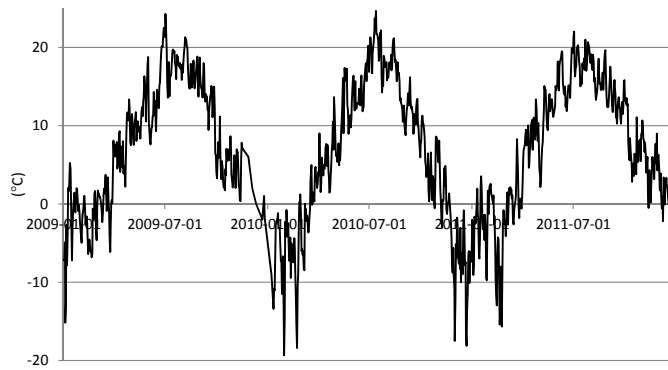
Under början av år 2009 pendlade temperaturen kring nollstrecket och vårflo den uteblev helt (figur 12). Från början av december samma år till mitten/slutet av mars det påföljande, låg temperaturen i princip konstant under noll, med undantag av några få dagar i slutet av februari då temperaturen steg över nollstrecket (figur 13a). Mycket nederbörd i form av snö kom under början av 2010 och vårflo den blev kraftig (figur 12 och 13b). Under vintern 2010/2011 låg temperaturen under noll från slutet av november till början av januari. Några kortare perioder med temperaturer över noll inträffade i mitten av januari och början av februari (figur 13a). Vårflo den under 2011 var lugnare än den 2010 då den period av mildare väder som inföll i januari orsakade viss snösmältning och då ett relativt blåsigt aprilväder också fick vatten att avdunsta (Persson, 2011). Vårflo den hade under det två åren 2010 och 2011 en markant högsta avrinning i början av april, medan vårflo den under 2012 var mindre; den största avrinningen skedde i slutet av februari (figur 12) och efter det steg temperaturen igen med undantag av ett kort temperaturfall i månadsskiftet mars/april (figur 13a).

Sommaren 2009 var blötare och något varmare än normalt. Hösten var den blötaste under perioden 2009 - 2012. Sommaren 2010 var ovanligt varm (Hellström red., 2011) medan hösten var kall och nederbördsrik. Sommaren 2011 hade något högre temperatur och nederbörd än normalt. Också den påföljande hösten var varm men nederbördsmängderna var då små varför avrinningen blev liten. Sommaren 2012 var ovanligt kall och hösten 2012 var kall och nederbördsrik. Under höstarna 2009, 2010 och 2012 kom mer nederbörd än normalt medan avrinningen var större främst under höstarna 2010 och 2012 (figur 13b).

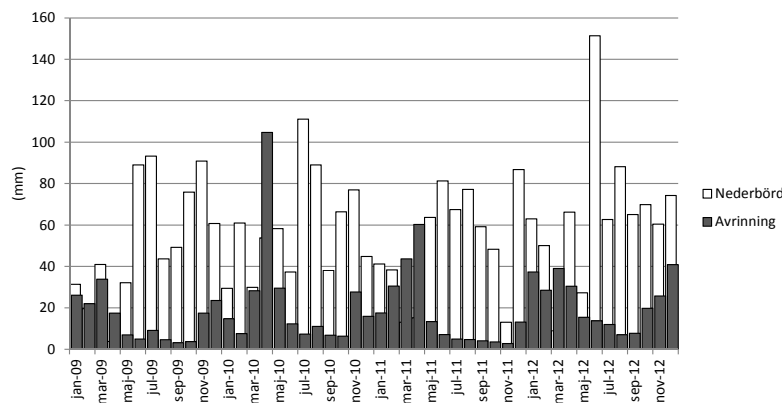


**Figur 12.** Dygnsnederbörd och -avrinning i Svärtaåns avrinningsområde åren 2009 – 2012.

a) Dygnsmedeltemperatur i °C, åren 2009 – 2012



b) Nederbörd och avrinning i mm per månad, åren 2009 – 2012



**Figur 13.** Figuren visar a) dygnsmedeltemperatur vid Nyköpings flygplats samt, b) nederbörd per månad i Gnesta och avrinning per månad för Svärtaåns utlopp.

#### Vattenkvalitet i fokusområden och i SRK-stationer

Årsmedelhalterna av totalfosfor (tabell 7) var högre i fokusområdena än i Svärtaåns utlopp (B23). Högre halter av totalfosfor i fokusområdena kan vara en effekt av att mätningar görs i direkt anslutning till åkermarken men också att införandet av åtgärder har inneburit grävarbeten som kan ha stört markstabiliteten och därmed ökat jorderosionen.

Figurerna som visar uppmätta halter av kväve, fosfor och suspenderat material i fokusområdena (figur 19) ger ett spikigare intryck än de som visar de uppmätta halterna vid SRK-stationerna (figur 16). Detta kan delvis förklaras av att det för fokusområdena finns flera mätresultat från varje månad medan det för SRK-stationerna endast finns ett mätvärde per månad. En annan orsak är att fokusområdena är mindre avrinningsområden som reagerar snabbare på nederbörd och därmed får en större variation i avrinningen. I fokusområdena uppmättes vid några tillfällen höga koncentrationer av N, P och suspenderat material (figur 19) som delvis sammanföll med hög avrinning. Högre totalfosforvärden syns också under sommarmånaderna då avrinningen var liten. Samtidigt var värden för fosfatfosfor förhöjda vilket kan indikera påverkan från punktkällor, framför allt då värdena för suspenderat material är låga. Andelen jordbruksmark är ungefär lika ovanför alla mätstationer varför detta inte bör påverka. Kvävehalterna i området är måttliga och inga markanta skillnader ses mellan fokusområden och SRK-stationer (tabell 7).

#### Ämnestransporter

Ett tydligt samband kan ses mellan avrinning (figur 13b) och månadstransporter (N, P och suspenderat material) både vid mätstationer i Svärtaån (figur 15) och i fokusområden (figur 18), vilket följaktligen också avspeglas i årstransporterna (figur 14 och 17). I fokusområdena var transporter av både fosfor

och kväve större 2012 än 2011. Men även SRK-stationer där mätvärden för 2012 samlades in (B20, B21, B23) visar också större transporter av fosfor och kväve under 2012 jämfört med 2011. Inget av dessa årsvärden kan dock anses vara extrema vid jämförelse med tidigare års transporter (tabell 7). Transporterna år 2010 var stora - jämnstora eller större än år 2012 - som liksom år 2012 hade en blöt höst men också en kraftig vårflood (vårfloden 2012 var liten). Transporterna av totalfosfor var större från fokusområdena än från områdena uppströms SRK-stationerna. Transporten av fosfatfosfor var dock inte på samma sätt iögonenfallande varför förklaringen kan antas vara stora mängder partikelbunden fosfor, till följd av grävarbeten i samband med implementering av åtgärder. Den största transporten av totalfosfor syns i Kattgalgebäcken där ett större grävarbete (tvåstegsdike) pågick under den blöta hösten 2012. Grävarbeten/markbearbetning i samband med åtgärdsimplementering har under 2012 skett också i Husby- och Ånstabäcken.

**Tabell 7.** Årsvärden för avrinning, flödesvägda halter och transporter vid mätstationer för SRK-stationer (B19, B21 och B23); för mätstation B20 fanns ej äldre mätdata än från 2004 att tillgå varför inget medelvärde beräknades, och vid mätstationerna för fokusområden (SVÅ1, SVÅ2 och SVÅ3)

	<b>Avrinning (mm)</b>	<b>N-tot (mg/l)</b>	<b>NO<sub>3</sub>-N (mg/l)</b>	<b>P-tot (mg/l)</b>	<b>PO<sub>4</sub>-P (mg/l)</b>	<b>N-tot (kg/km<sup>2</sup>)</b>	<b>NO<sub>3</sub>-N (kg/km<sup>2</sup>)</b>	<b>P-tot (kg/km<sup>2</sup>)</b>	<b>PO<sub>4</sub>-P (kg/km<sup>2</sup>)</b>
<b>B19</b>									
2009	158	1,35	0,48	0,09	0,05	214	75,7	13,6	7,21
2010	265	1,59	0,76	0,07	0,04	420	201	19,3	10,7
2011	190	1,46	0,52	0,11	0,07	278	99,3	20,3	13,3
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Medel 1998 - 2007	212	1,45	0,66	0,10	0,05	305	135	21,5	11,6
<b>B20*</b>									
2009	187	1,16	0,40	0,09	0,04	217	74,2	17,4	8,18
2010	275	1,30	0,40	0,13	0,07	359	109	36,7	18,5
2011	210	1,09	0,25	0,10	0,05	230	53,5	20,1	11,3
2012	291	1,04	0,16	0,09	0,04	301	46,7	26,2	11,2
Medel 1998 - 2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>B21</b>									
2009	160	1,38	0,40	0,14	0,07	221	65,0	21,7	10,8
2010	266	1,44	0,61	0,10	0,05	383	162	27,4	13,9
2011	194	1,26	0,38	0,09	0,05	245	73,4	17,6	9,53
2012	275	1,13	0,25	0,08	0,03	311	69,2	21,7	9,13
Medel 1998 - 2007	215	1,42	0,62	0,10	0,05	299	127	21,0	11,0
<b>B23</b>									
2009	173	1,52	0,54	0,14	0,08	264	92,9	24,7	13,9
2010	272	1,90	0,95	0,12	0,07	518	259	32,6	18,2
2011	206	1,48	0,58	0,10	0,06	305	119	21,1	13,0
2012	278	1,51	0,61	0,12	0,06	419	169	32,9	17,0
Medel 1998 - 2007	221	1,82	0,98	0,12	0,07	394	208	26,7	15,4
<b>SVÅ1</b>									
2011	192	1,40	0,82	0,11	0,03	269	159	21,1	6,29
2012	292	1,52	0,60	0,20	0,03	445	175	57,9	8,73
<b>SVÅ2</b>									
2011	192	1,62	0,87	0,16	0,04	311	168	30,4	7,60
2012	292	1,65	0,56	0,21	0,04	482	163	62,6	12,21
<b>SVÅ3</b>									
2011	192	1,89	0,95	0,13	0,05	364	183	25,3	8,74
2012	292	1,76	0,49	0,18	0,05	515	142	53,7	15,38

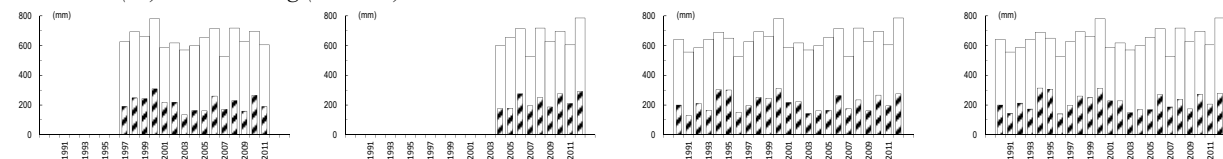
**B19 1997 – 2011**

**B20 2004 - 2012**

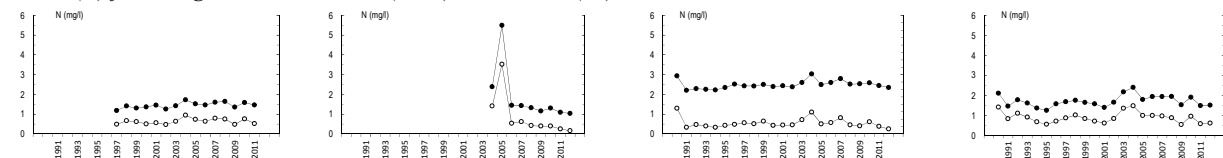
**B21 1990 – 2012**

**B23 1990 - 2012**

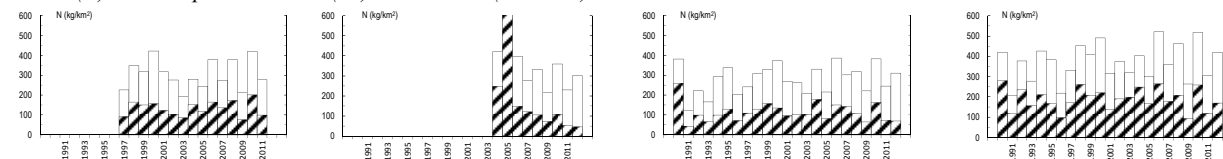
*Nederbörd (vit) och avrinning (streckad)*



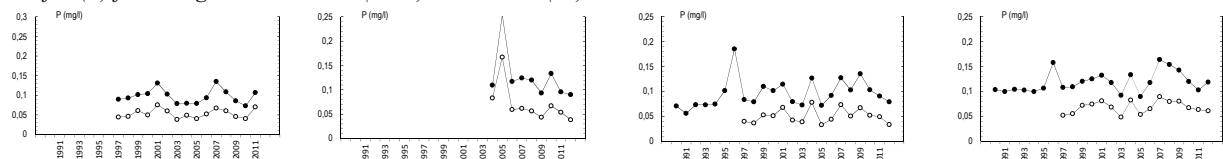
*Kväve (N) flödesvägda halter av Tot-N (svart) och NO<sub>3</sub>-N (vit)*



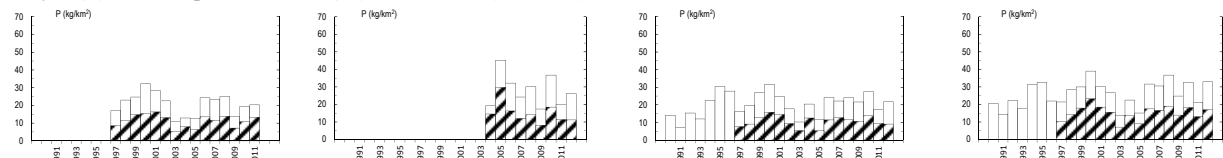
*Kväve (N) årstransport av Tot-N (vit) och NO<sub>3</sub>-N (streckad)*



*Fosfor (P) flödesvägda halter Tot-P (svart) och PO<sub>4</sub>-P (vit)*

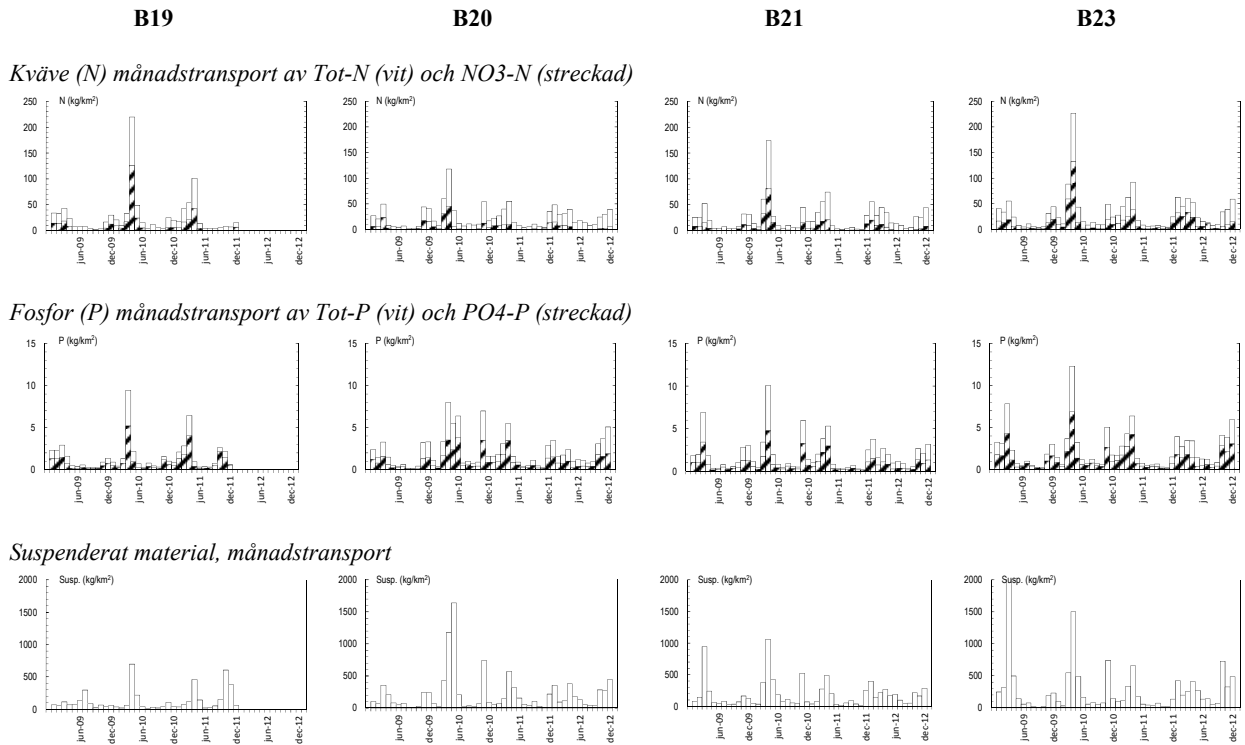


*Fosfor (P) årstransport av Tot-P (vit) och PO<sub>4</sub>-P (streckad)*

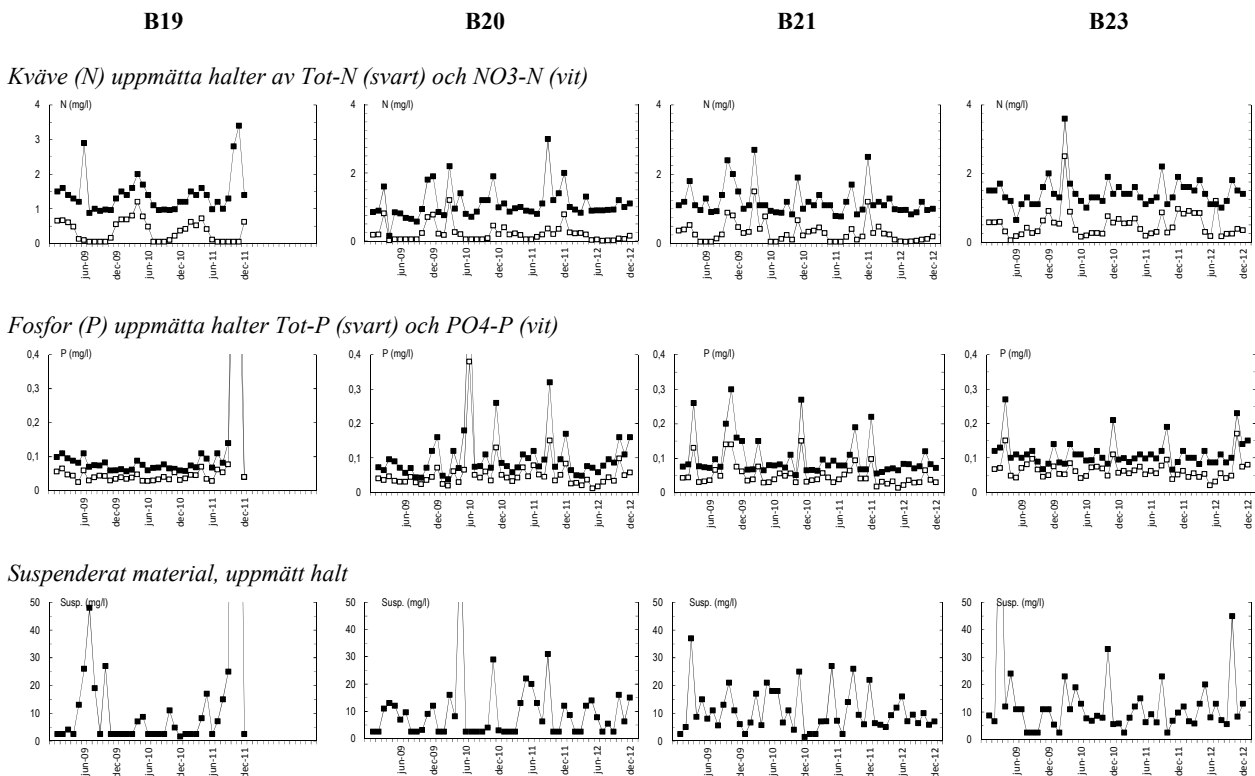


N-tot och NO<sub>3</sub>-N B20 2005: 979 kg/km<sup>2</sup>; 628 kg/km<sup>2</sup>  
 Susp. B23 April 2009: 2545 kg/km<sup>2</sup>

**Figur 14.** Årsvärden för nederbörd och avrinning (mm), flödesvägda halter (mg/l) samt transporter (kg/km<sup>2</sup>) av kväve respektive fosfor vid SRK mätstationer B19 – 21 och B23.

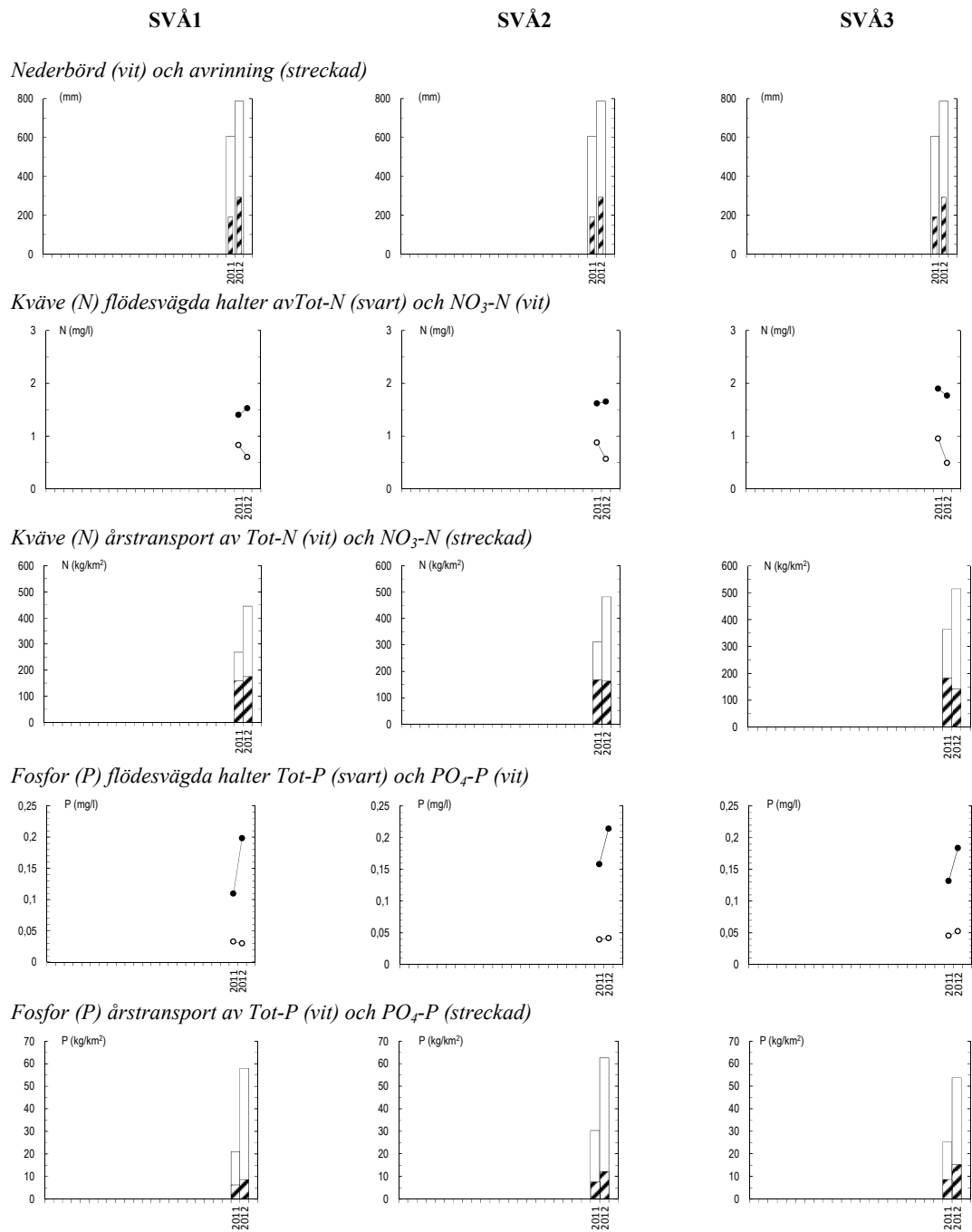


**Figur 15.** Månadstransporter ( $\text{kg}/\text{km}^2$ ) av kväve, fosfor och suspenderat material vid SRK mätstationer B19 – 21 och B23 åren 2009-2012.

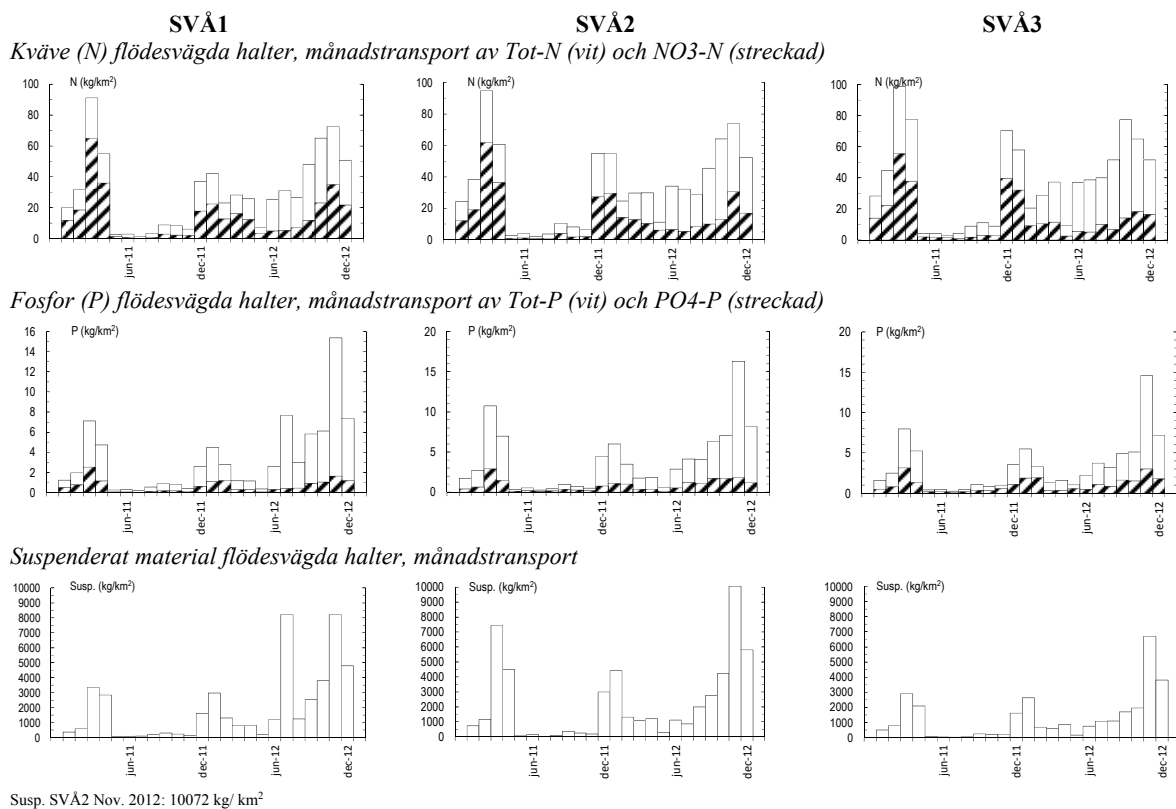


P-tot och  $\text{PO}_4\text{P}$  B19 okt 2011: 0,98; 0,85 mg/l; P-tot och  $\text{PO}_4\text{P}$  B19 nov 2011: 1.1; 0,72 mg/l; P-tot B20 jun 2010: 0,62 mg/l; Susp. B19 okt och nov 2011: 240; 180 mg/l; Susp. B20 maj 2010: 77 mg/l; Susp. B23 mars 2009: 97 mg/l

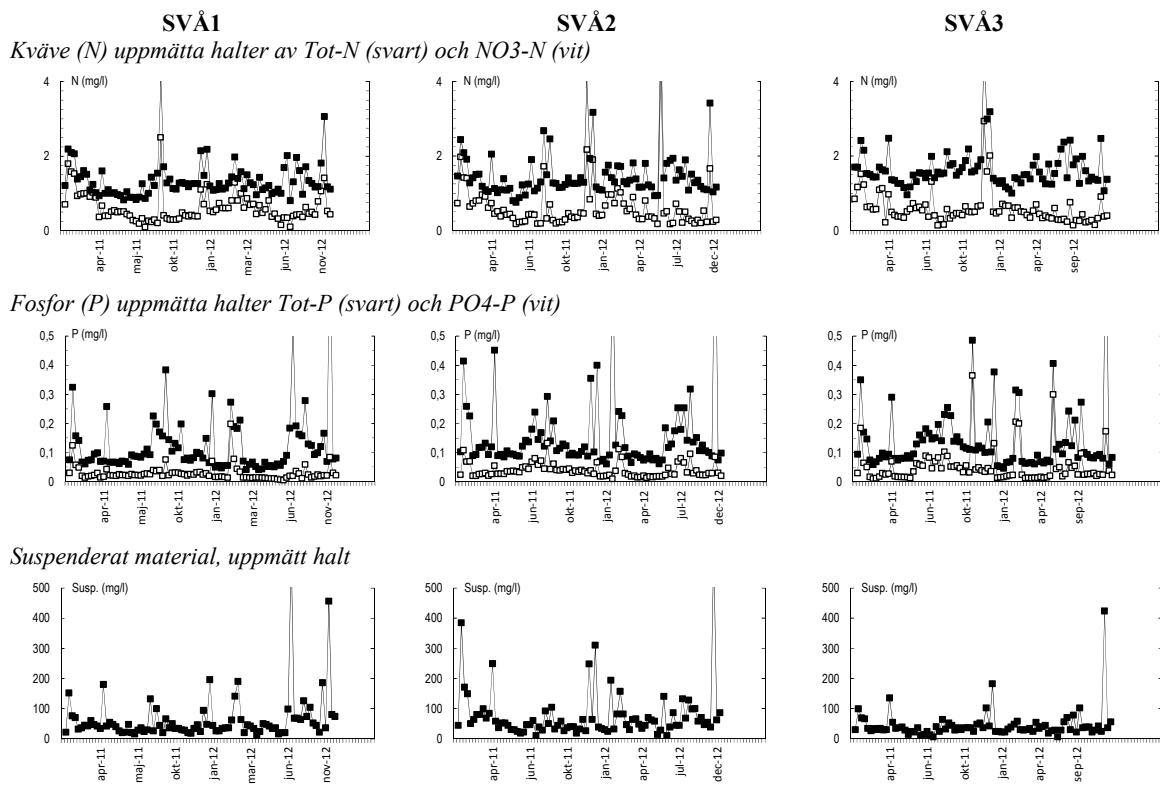
**Figur 16.** Uppmätta halter ( $\text{mg}/\text{l}$ ) av kväve, fosfor och suspenderat material vid SRK mätstationer B19 – 21 och B23 för åren 2009-2012. Då det uppmätta värdet varit mindre än detektionsgränsen har gränsvärdet halverats.



**Figur 17.** Årsvärden för nederbörd och avrinning (mm) i Svärtaåns avrinningsområde och flödesvägda halter (mg/l) och transporter (kg/km<sup>2</sup>) av kväve och fosfor vid fokusområdenas mätstationer SVÅ1, SVÅ2 och SVÅ3.



Figur 18. Månadstransport ( $\text{kg}/\text{km}^2$ ) av kväve, fosfor och suspenderat material vid mätstationerna SVÅ1, SVÅ2 och SVÅ3.



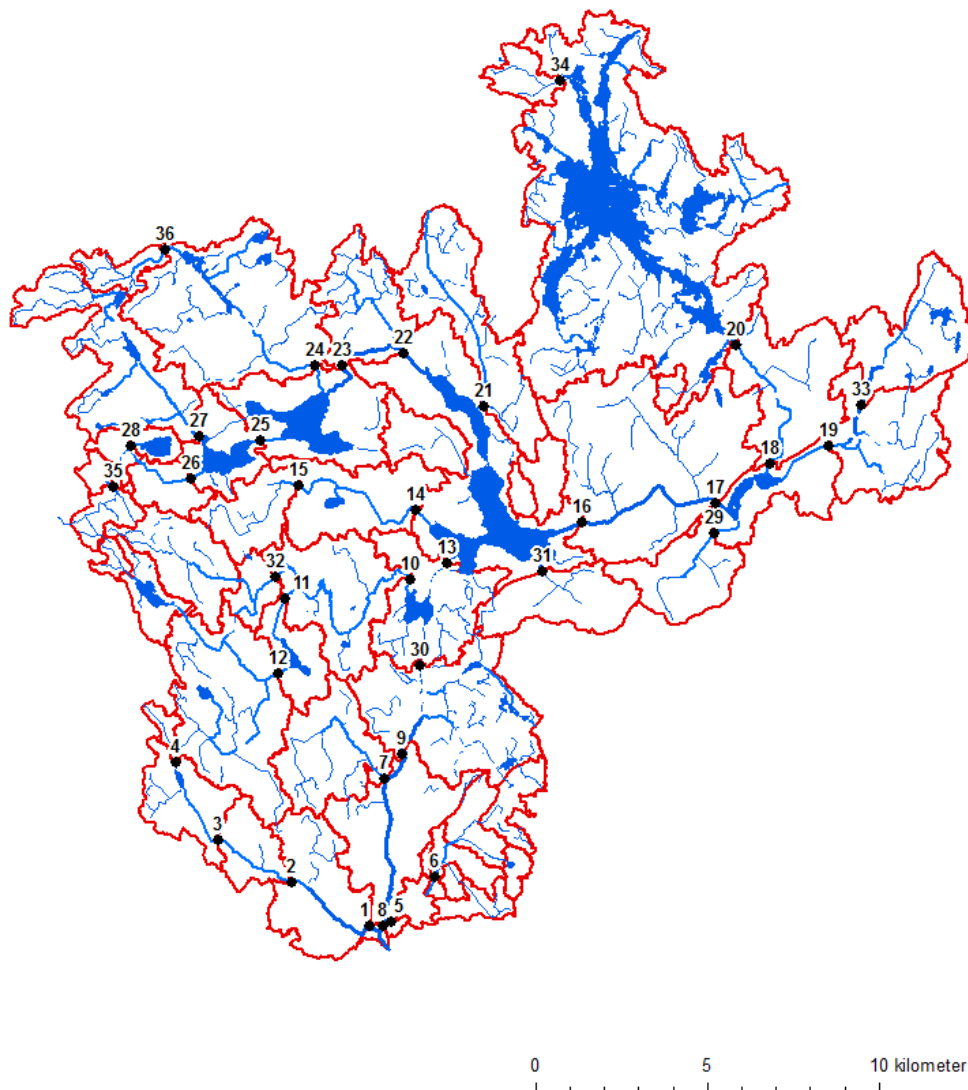
N SVÅ 1 19 nov 2011: 4,06 mg/l; P SVÅ 1 11 juli 2012: 27 nov 2012: 0,53 mg/l; 0,9 mg/l; Susp. SVÅ 1 11 juli 2012: 620 mg/l; N SVÅ 2 14 dec 2011; 22 maj 2012: 4,02 mg/l; 5,39 mg/l; P SVÅ 2 15 feb 2012; 27 nov 2012: 0,79 mg/l; 0,99 mg/l; Susp. SVÅ 2 27 nov 2012: 630 mg/l; N SVÅ 3 14 dec 2011: 4,61 mg/l; P SVÅ 3 27 nov 2012: 0,89 mg/l

Figur 19. Uppmätta halter ( $\text{mg}/\text{l}$ ) för kväve, fosfor och suspenderat material i fokusområdena 2011-2012. Då flera mätningar fanns för samma datum har ett medelvärde av dessa använts.

### Vattenkvalitet i delavrinningsområden för synoptiska provpunkter

De synoptiska mätningarna visar på en positiv korrelation mellan procentandelen åkermark uppströms mätstationen och den uppmätta halten kväve (N) och fosfor (P) (figur 21). Sambandet är tydligast för P medan det för N uppmätts höga halter från några skogsområden. Detta gäller för exempelvis mätstationerna 4 och 35 (figur 20) där andelen uppströms åkermark ligger mellan 0 och 2 % (tabell 8) medan halterna av uppmätt totalkväve är i nivå med station 29 (tabell 9) som har över 50 % uppströms åkermark. Detta kan vara en följd av höga mullhalter i skogsmarken och/eller att skogen växer på mark som tidigare har använts för odling. Inverkan av andelen uppströms jordbruksmark kan också ses i den ökande koncentrationen i det sydöstliga biflödet med mätstationerna 4-3-2-1 (till höger i de två bilderna längst ned i figur 23). Andelen åkermark ökar här gradvis ( $0\% < 15\% < 19\% < 21\%$ ) och den generella trenden är stigande halter med stigande andel åkermark, speciellt för fosfor. Detta är också tydligt i punkt 35 (1 % åker) och 26 (30 % åker). De högsta uppmätta koncentrationerna för kväve kan ses vid provtagningstillfällena då avrinningen är som störst (2010-04-06 och 2012-01-04) (figur 22) och vid de mättillfällena som inträffade närmast efter skörd/växetsäsongens slut, då förhöjda halter av löst kväve finns i marken (2009-11-17 och 2010-10-20). För fosfor syns inget tydligt samband mellan koncentration och avrinning.

Retention i sjöar (punkt 25, 23, 13, 17, 20) kan ses för både fosfor och kvävekoncentrationer. Tydligast är detta i punkterna 20 och 13 (figur 23).

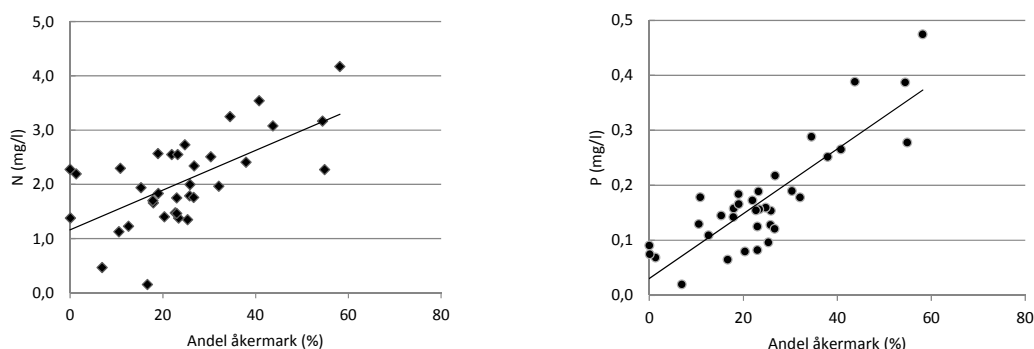


**Figur 20.** Svärtaåns avrinningsområde med sjöar och vattendrag samt synoptiska provpunkter i delavrinningsområden.



**Tabell 8.** Delavrinningsområden uppströms mätstationer för synoptisk provtagning. Areal, andel jordbruksmark, skog och vatten enligt Tattari et al., 2012 samt åkermarkens jordartsfördelning enligt Djodjic m.fl., 2009

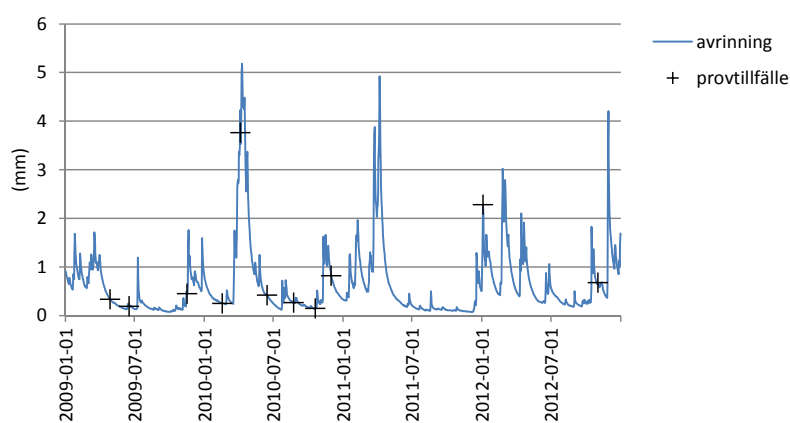
Del- avrinnings- område	Area (km <sup>2</sup> )	Jordbruks- mark (%)	Skogs- mark (%)	Vatten (%)	Jordart, internationell klassificering			
					Sandy loam (%)	Silt loam (%)	Loam (%)	Silty clay loam (%)
1	18,4	22	64	1	1	17	2	80
2	9,7	19	69	1	1	21	2	76
3	6,2	15	72	1	1	20	2	77
4	0,8	-	98	-	-	-	-	-
5	11,8	18	66	-	-	21	-	79
6	10,3	18	67	-	-	22	-	78
7	8,4	32	49	-	-	13	1	86
8	342,8	26	54	7	1	19	0,5	79
9	268,8	26	53	9	1	19	0,5	79
10	41,5	35	50	1	-	19	-	81
11	22,7	25	62	2	-	17	-	82
12	18,9	23	66	1	-	17	-	83
13	246,1	25	53	10	1	20	1	78
14	13,5	58	22	1	1	20	1	78
15	4,9	55	26	-	-	21	1	76
16	123,4	19	59	11	1	22	1	76
17	99,0	17	60	13	1	26	-	73
18	68,1	11	64	17	1	35	1	63
19	18,7	23	60	3	1	21	-	78
20	57,7	7	66	20	1	23	-	76
21	11,2	27	57	1	8	35	0,5	56
22	65,1	23	58	7	-	18	-	82
23	57,8	23	58	8	-	17	-	83
24	21,8	13	74	3	-	17	-	83
25	25,5	23	60	7	-	20	-	80
26	8,5	30	50	4	-	19	-	81
27	12,2	11	80	3	-	25	1	74
29	6,3	55	28	-	-	20	-	79
30	296,8	27	52	8	1	19	0,5	79
31	6,6	44	46	-	-	7	2	91
32	8,7	41	40	-	-	20	-	80
33	8,8	20	57	5	1	28	-	70
34	2,3	38	44	-	-	31	-	69
35	2,1	1	92	-	-	25	-	75
36	2,2	0	70	-	-	14	-	86



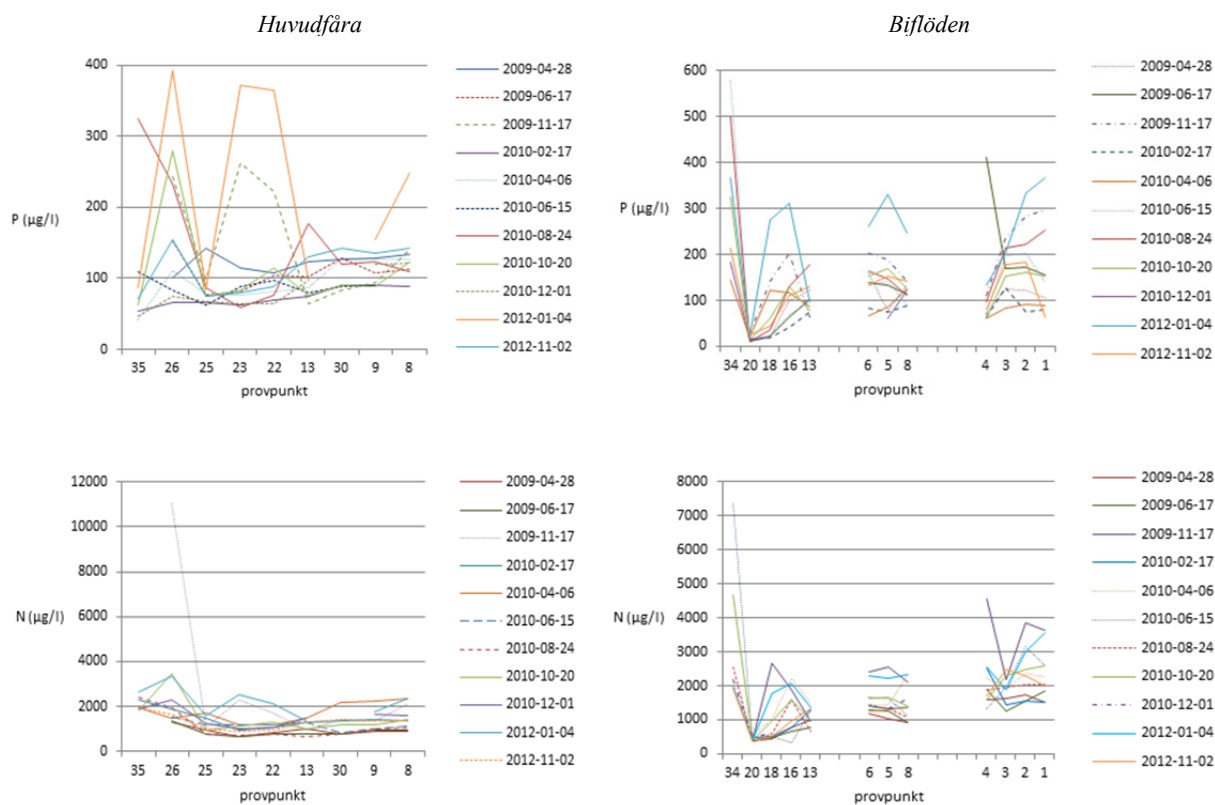
**Figur 21.** Förhållande mellan andelen åkermark uppströms de synoptiska mätpunkterna och flödesviktade halter (mg/l) av kväve (N) och fosfor (P).

**Tabell 9.** Flödesvägda halter för den totala mängden fosfor och kväve samt för nitratkväve och fosfatfosfor från de synoptiska mätningarna

Station	N-tot (mg/l)	P-tot (mg/l)	NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	PO <sub>4</sub> -P (mg/l)
1	2,55	0,06	1,36	0,06
2	2,57	0,06	1,12	0,06
3	1,94	0,06	0,50	0,06
4	2,27	0,04	0,73	0,04
5	1,66	0,06	0,76	0,06
6	1,70	0,06	0,72	0,06
7	1,97	0,08	0,89	0,08
8	2,00	0,07	1,00	0,07
9	1,79	0,06	0,83	0,06
10	3,25	0,11	1,76	0,11
11	2,73	0,07	1,20	0,07
12	2,55	0,07	0,99	0,07
13	1,35	0,04	0,61	0,04
14	4,17	0,15	2,32	0,15
15	3,17	0,14	1,57	0,14
16	1,83	0,06	0,85	0,06
17	0,15	0,42	0,07	0,42
18	1,13	0,03	0,48	0,03
19	1,75	0,05	0,68	0,05
20	0,47	0,01	0,11	0,01
21	2,34	0,09	1,13	0,09
22	1,38	0,06	0,45	0,06
23	1,47	0,05	0,51	0,05
24	1,23	0,05	0,35	0,05
25	1,46	0,03	0,68	0,03
26	2,50	0,07	1,67	0,07
27	2,29	0,06	1,18	0,06
29	2,27	0,10	1,06	0,10
30	1,76	0,06	0,87	0,06
31	3,08	0,13	2,06	0,13
32	3,54	0,11	1,96	0,11
33	1,40	0,02	0,47	0,02
34	2,41	0,14	0,69	0,14
35	2,19	0,02	0,57	0,02
36	1,38	0,02	0,09	0,02



**Figur 22.** Avrinning i Svärtaån (B23) vid tidpunkterna för de synoptiska provtagningarna (+).



Figur 23. Uppmätta halter av fosfor och kväve i huvudfåra och biflöden till Svärtaån vid de synoptiska provtagningarna.

## Källfördelning och skattade effekter av vattenskyddsåtgärder

### Källfördelning

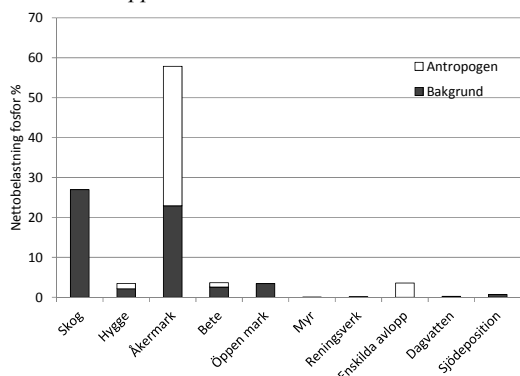
Källfördelning av transporter av fosfor (nettobelastning) från hela Svärtaån och fokusområdena (tabell 10) visar att störst del (50 – 60 %) kommer från jordbruksmark (åker- och betesmark). Skogen bidrar med 25 – 40 % och övriga källor bidrar vardera med ungefär 5 %.

Tabell 10. Procentuellt fördelad nettobelastning av fosfor uppdelat på bidragande källa för fokusområden och Svärtaåns avrinningsområde som helhet

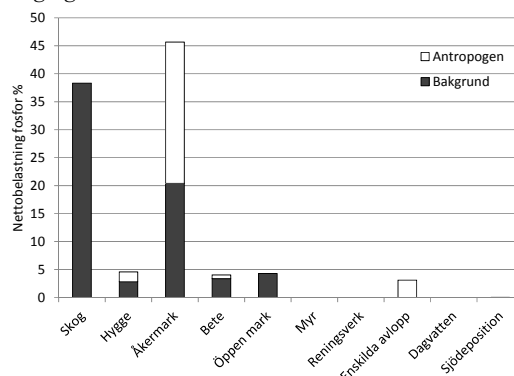
	Åkermark	Betesmark	Skog	Hygge	Övrig öppen mark	Enskilda avlopp	Sjödeposition
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Hela Svärtaån	58	4	27	3	3	4	1
Kattgalgebäcken	46	4	38	5	4	3	0
Husbybäcken	56	3	25	8	5	3	0
Ånstabäcken	51	4	33	6	3	3	1

Den största belastningen av fosfor kommer från jordbruksmark där den mänskliga delen (antropogena) står för mer än hälften av fosfor belastningen (figur 24). All belastning från enskilda avlopp är antropogen och från hyggen utgör antropogen påverkan en tredjedel. Det är framför allt de antropogena delarna av belastningen som är möjliga att minska med olika former av åtgärder.

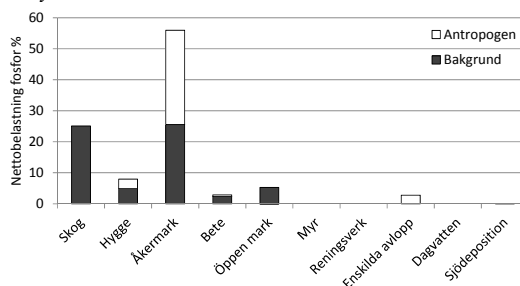
*Svärtaåns utlopp*



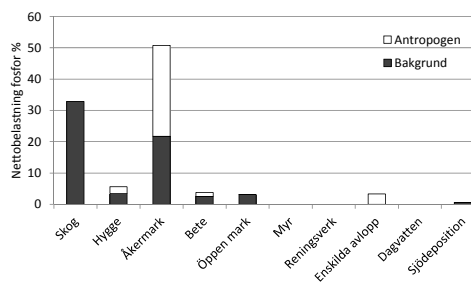
*Kattgalgebäcken*



*Husbybäcken*



*Ånstabäcken*



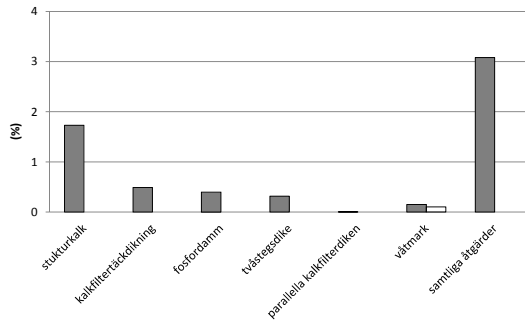
**Figur 24.** Procentuellt källfördelad nettobelastning av fosfor fördelat på mänsklig påverkan (Antropogen) och naturlig belastning (Bakgrund).

### Skattade effekter av vattenskyddsåtgärder

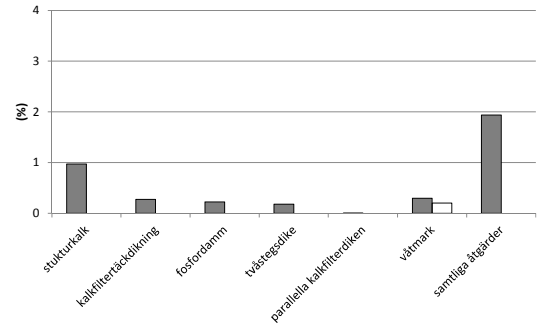
Resultatet av scenariomodelleringen ska ses som ett försök till skattning av den potentiella reduktionseffekten utifrån antagandena om reduktionseffekt. Endast en åtgärd antogs påverka kväveläckaget varför huvudsakligen reduktionen i fosforläckage presenteras.

Det modellerade scenariot visade, efter implementering av samtliga åtgärder, på en reduktion av fosforläckaget från jordbruksmark i fokusområdena med mellan 9 % och knappt 25 % (figur 25). Motsvarande fosforreduktionseffekt för den totala belastningen från all mark i fokusområdena, skattades till mellan 4 % och 11 %. Eftersom andelen åkermark i fokusområdena är mindre än 25 %, blir också effekten förhållandevis liten. Störst reducerande effekt beräknades för strukturkalkning som var en utbredd åtgärd och som antagits ha en relativt hög fosforreducerande effekt. För hela Svärtaåns avrinningsområde skattades effekten av reduktionen fosforläckaget från jordbruksmark till 3 % och motsvarande fosforreduktionseffekt för den totala belastningen från all mark i hela Svärtaåns avrinningsområde, skattades till knappt 2 %. Att effekten blir så liten beror på att åkermarken utgör en relativt liten del av avrinningsområdet (drygt 20 %). Nettobelastningen av fosfor för grund och samtliga åtgärdsscenario ligger för hela Svärtaån på drygt 10 ton/år och för fokusområdena mellan cirka 150 och 350 kg/år (figur 26).

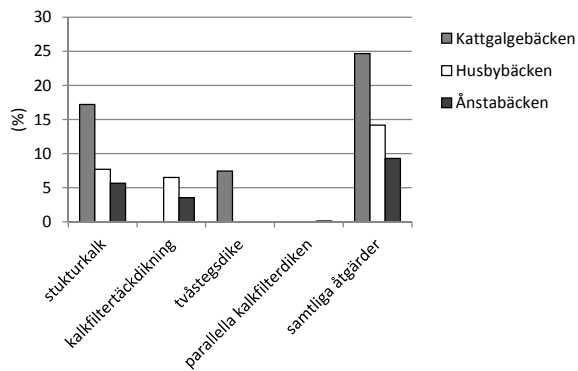
A1) Modellerad reduktion av fosfor (grå) och kväve (vit) för åtgärder i Svärtaåns avrinningsområde, jordbruksmark.



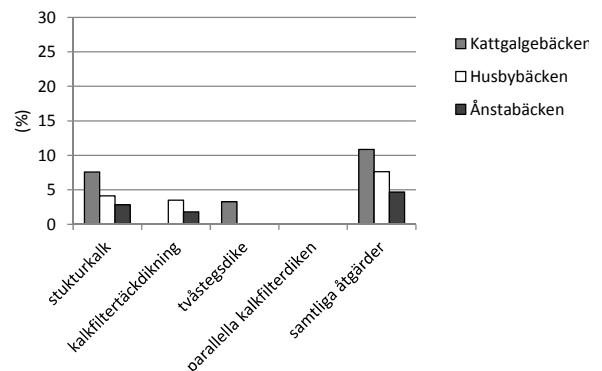
A2) Modellerad reduktion av fosfor (grå) och kväve (vit) för åtgärder i Svärtaåns avrinningsområde, hela avrinningsområdet



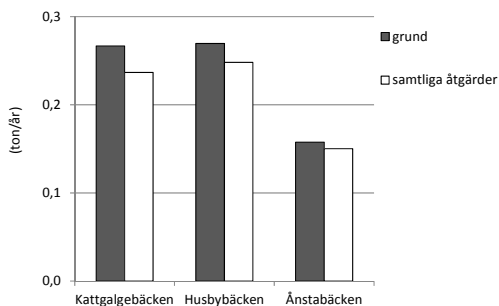
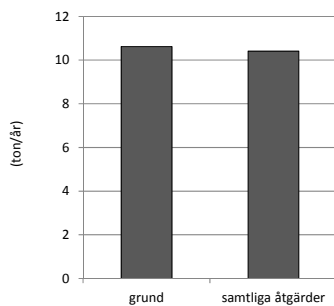
B1) Modellerad reduktion av fosfor (grå) och kväve (vit) för åtgärder i fokusområden, jordbruksmark



B2) Modellerad reduktion av fosfor (grå) och kväve (vit) för åtgärder i fokusområden, hela avrinningsområdet



Figur 25. Procentuell modellerad reduktion av näringsläckaget för respektive åtgärd visas för jordbruksmark i Svärtaåns avrinningsområde (A1) och för all mark i Svärtaåns avrinningsområde (A2) samt för jordbruksmark i fokusområdena (B1) och för all mark i fokusområdena (B2).



Figur 26. Modellerad genomsnittlig nettobelastning av fosfor (ton/år) från hela Svärtaåns avrinningsområde och från hela fokusområdenas avrinningsområden, före och efter det att alla åtgärder har implementerats. Notera skillnad i skala.

## Slutsatser

I alla tre fokusområden syns en högre årsmedelkoncentration och högre avrinning och därmed också en större transport av fosfor år 2012 jämfört med år 2011. Även mätningar inom den samlade recipientkontrollen (SRK) i Svärtaåns utlopp uppvisar högre årsmedelkoncentration och större transport av fosfor år 2012 än år 2011. Vid jämförelse med mätningar från en längre tidsserie (1990 – 2012) uppvisar dock varken år 2011 eller 2012 extrema värden.

De synoptiska mätningarna visar på en positiv korrelation mellan andelen åkermark uppströms mätpunkten och uppmätt halt kväve och fosfor. Sambandet är tydligast för fosfor medan det för kväve påverkades av att några skogsområden hade halter som var i nivå med de från jordbruksmark.

Det är svårt att uttala sig om resultatet av åtgärderna baserat på mätningar gjorda inom projektet. Detta då mätningar skett under en mycket begränsad tidsperiod. De år för vilka mätresultat analyserats (2011 och 2012) var också olika vädermässigt då hösten 2011 var torr och hösten 2012 var mycket nederbördsrik vilket ger helt olika transportmönster. Detta överskuggar effekterna av åtgärderna. En annan försvårande orsak är att åtgärderna implementerades kontinuerligt under den period då mätprogrammet pågick. Det fanns inte heller något referensområde, där åtgärder inte implementerats, att jämföra eventuella skillnader mot. De tre fokusområdena hade dessutom en liten andel åkermark (17 – 24 %) vilket minskar möjligheterna att se effekter av åtgärder eftersom även annan markanvändning inverkar. En annan faktor som försvårar en utvärdering av mätresultaten är att flera åtgärder har implementerats parallellt i samma fokusområde vilket medför att mätningarna endast kan beskriva den samlade effekten av de åtgärder som implementerats, inte av de enskilda åtgärderna.

Enligt källfördelningsmodelleringen bidrar jordbruksmarken med drygt 60 % av nettobelastningen av fosfor i Svärtaåns avrinningsområde varav den antropogena delen utgör drygt hälften. För hela Svärtaåns avrinningsområde är den antropogena belastningen från jordbruksmarken den enskilt största antropogena källan. Det modellerade scenariot visade, efter implementering av samtliga åtgärder, på en reduktion av P-läckaget från jordbruksmark i fokusområdena med mellan 9 % och knappt 25 %. Störst reducerande effekt beräknades för strukturkalkning som var en utbredd åtgärd och som antagits ha en relativt hög P-reducerande effekt. Motsvarande modellresultat för den totala belastningen från all mark i hela Svärtaåns avrinningsområde, skattades till knappt 2 % P-reduktionseffekt. Att effekten blir så liten beror på att åkermarken utgör en relativt liten del av avrinningsområdet (drygt 20 %). Kunskapen om effekten av många av de åtgärder som utförts inom projektet är dock liten, vilket påverkar tillförlitligheten i modellresultaten.

## Förslag vid fortsatt uppföljning

För fortsatt uppföljning av hittills genomförda åtgärder och deras effekt på vattenkvaliteten i Svärtaåns avrinningsområde föreslås att mätningarna i fokusområdena fortsätter. Dessutom bör det läggas till mätningar i ett referensområde där det inte har genomförts åtgärder. Vid val av referensområde skulle någon av de synoptiska provpunkterna kunna väljas för att om möjligt få en uppfattning om hur det kan ha sett ut i perioden innan åtgärderna genomfördes. Om ytterligare åtgärder ska implementeras i Svärtaåns avrinningsområde föreslår vi ett nytt angreppssätt. För att få en möjlighet att utvärdera effekten av en enskild åtgärd bör endast en åtgärd per delavrinningsområde genomföras. Som jämförelse bör det då finnas ett referensområde där det inte genomförs åtgärder. Om ytterligare en specifik åtgärd ska genomföras får man hitta ännu ett delavrinningsområde. Vid val av delavrinningsområden är det av största vikt att de har likartad jordart, stor andel åkermark och få punktkällor så att effekter av andra källor minimeras. Det ideala är om riktigt små delavrinningsområden eller åkerfält kan väljas.

För att denna typ av åtgärdsprojekt ska ge bäst kostnadsnytta och kunna ge kunskap om olika åtgärders effekt bör endast en åtgärd per område genomföras. Mätningar av vattenkvalitet bör påbörjas före åtgärdens genomförande och även fortgå några år efter införandet. Då kan projektets resultat på ett kostnadseffektivt sätt användas som utgångspunkt i andra liknande projekt och som underlag för mer övergripande planering av åtgärdsarbete.

## Referenser

- Blombäck, K., Johnsson, H., Lindsjö, A., Mårtensson, K., Persson, K., Schneider, F., 2011. Läckage av näringsämnen från svensk åkermark för år 2009 beräknat med PLC5-metodik. Beräkningar av normalläckage av kväve och fosfor för 2009. SMED rapport 2011:57
- Blombäck K., Børgesen C. D., Eckersten H., Gielczewski M., Piniewski M., Sundin S., Tattari S. and Väisänen S. 2012. Productive agriculture adapted to reduced nutrient losses in future climate - Model and stakeholder based scenarios of Baltic Sea catchments. Baltic COMPASS-report.
- Brandt, M., Ejhed, H. & Rapp, L., 2008. Näringsbelastningen på Östersjön och Västerhavet 2006. Underlag till Sveriges PLC5-redovisning till HELCOM. Naturvårdsverket rapport 5815.
- Djordjic, F., Blombäck, K., Lindsjö, A., and Persson, K. 2008. Förbättring av beräkningsmetodiken för diffus belastning av fosfor från åkermark. SMED rapport 2008:20.
- Djordjic, F., Nisell, J., Brandt, M., Söderström, M., 2009. Jordartskarta för jordbruksmark – Jämförelsestudie mellan olika metoder för interpolation av mätpunkter samt testning av deras betydelse för PLC-beräkningar. SMED rapport 2009:25.
- Ek, M., Junestedt, C., Larsson, C., Olshammar, M., Ericsson, M. 2011. Teknikenkät enskilda avlopp 2009. SMED rapport 2011:44
- Eriksson, J., Andersson, A. och Andersson, R. 1999. Tillståndet i svensk åkermark. Naturvårdsverket rapport 4778.
- Hellström, S. red., 2011. Väder och Vatten, En tidskrift från SMHI - Nr 13 Väderåret 2010. ISSN 0281-9619
- Jordbruksverkets statistikdatabas, markanvändning: [<http://statistik.sjv.se/Database/Jordbruksverket/Markanvandning/Markanvandning.asp>]
- Jordbruksverkets statistikdatabas, husdjur:  
[<http://statistik.sjv.se/Database/Jordbruksverket/Husdjur/Husdjur.asp>]
- Jordbruksverket, 2012. Växtnäring i ekologisk produktion.  
[<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/ekologiskproduktion/vaxtodling/vaxtnaring.4.389b567011d9aa1eeab8000781.html>] Åtkomst 2013-04-25
- Jordbruksverket, 2013. Villkor för miljöersättningen för skyddszoner  
[<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/stod/miljoersattningar/skyddszoner/villkor.4.207049b811dd8a513dc8000210.html>] Åtkomst 2013-04-25
- Larsson, M & Pettersson, M., 2009. Områden och källor som göder havet mest inom Norra Östersjöns vattendistrikt. Redovisning av regeringsuppdrag. Miljöenheten, Vattenmyndigheten Norra Östersjöns vattendistrikt, Länsstyrelsen i Västmanlands Län, Diarienummer: 537-13797-2007
- Malgeryd, J., Albertsson, B., Folkesson, Ö. & de Maré, L., 2008. 64 åtgärder inom jordbruket för god vattenstatus. Jordbruksverket Rapport 2008:3, ISSN 1102-3007
- Persson, J., 2011. Södermanlands nyheter 2011-04-14, Lugnare vårflod i år. Uttalande om vårfloden 2010 och 2011 av Jerry Persson, Nyköpingsårens vattenvårdsförbund [<http://www.sn.se/nyheter/nykoping/1.1018883>] Åtkomst 2013-04-23
- Persson, K., 2009. Automatisering av beräkningsrutiner i NLeCCS. SMED-rapport.
- SCB, 2006. Indelningsändringar. Utdrag ur SCB:s årsbok Rikets indelningar fr.o.m. 1974 och framåt. Statistiska centralbyrån 20906-02-02, sid. 12
- Skogsstyrelsen, 2013. Karttjänsten Skogens Källa [<http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Karttjanster/Skogens-Kalla/>]  
SLU:s datavårdskap [[http://info1.ma.slu.se/max/www\\_max.acgi\\$Project?ID=Intro&PID=-31/](http://info1.ma.slu.se/max/www_max.acgi$Project?ID=Intro&PID=-31/)]
- SLU, Institutionen för vatten och miljö/ SRK-data, 2012 [<http://www.slu.se/sv/fakulteter/nl-fakulteten/om-fakulteten/institutioner/institutionen-for-vatten-och-miljo/datavardskap/srk/>] Åtkomst: 2013-03-11
- SMED, PLC5-data [<http://www.smed.se/vatten/data/plc5/>] Åtkomst 2013-04-03
- SMHI vattenwebb [<http://vattenwebb.smhi.se/>] Åtkomst 2013-04-03
- smhi.se, 2007. Normalnederbörd 1961 – 1990  
[[http://data.smhi.se/met/climate/time\\_series/month\\_year/normal\\_1961\\_1990/SMHI\\_month\\_year\\_normal\\_61\\_90\\_precipitation\\_mm.txt](http://data.smhi.se/met/climate/time_series/month_year/normal_1961_1990/SMHI_month_year_normal_61_90_precipitation_mm.txt)]  
Åtkomst 2013-01-25
- SMHI SVARversion 2010\_2 [ <http://www.smhi.se/klimatdata/hydrologi/sjoar-och-vattendrag/ladda-ner-data-fran-svenskt-vattenarkiv-1.20127>]
- Svärtaåprojektet – för ett renare hav (informationsbroschyr), Länsstyrelsen Södermanlands län, 2009.  
[[http://www.lansstyrelsen.se/sodermanland/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/svartaaprojektet/svartaaprojektet\\_rev\\_broschyr.pdf](http://www.lansstyrelsen.se/sodermanland/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/svartaaprojektet/svartaaprojektet_rev_broschyr.pdf)] Åtkomst: 20130129.
- Svärtaåprojektets webbplats, 2013. [<http://www.lansstyrelsen.se/sodermanland/sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/svartaaprojektet/Pages/index.aspx>] Åtkomst 20130129.
- Tattari, S., Jaakkola, E., Koskiahio, J., Räsänen, A., Huitu, H., Lilja, H., Salo, T., Ojanen, H., Norman Haldén, A., Djordjic, F., Collentine, D., Norrgren, L., Boquist, S., Rydh Ottoson, J., Sternberg Lewerin, S., Pakhomau, A., Duus Børgesen, C., Rubæk, G., Krisciukaitiene, I., 2012. Mapping erosion- and phosphorus-vulnerable areas in the Baltic Sea Region – data availability, methods and biosecurity aspects. MTT RAPORTTI 65, ISBN: 978-952-487-405-2
- Wallenberg, P. & Larsson, M.H. 2012. Role of River Basin Management Plans addressing diffuse pollution from agriculture to limit the eutrophication of the Baltic Sea. Svärtaå River Basin Pilot Area, Sweden. Report to the Baltic Compass, SLU, Uppsala, Sweden.
- Widén-Nilsson, E., Hansson K., Wallin M., Djordjic F., Orback C. 2012 (a). The FyrisNP model Version 3.2. – A user’s manual. SLU, Institutionen för miljöanalys. Rapport 2012:8.
- Widén-Nilsson, E., Hansson K., Wallin M., Djordjic F., Lindgren G. 2012 (b). The FyrisNP model Version 3.2. –Technical description. SLU, Institutionen. för miljöanalys. Rapport 2012:9.

# Appendix

## Appendix A: Analyismetoder

Nyköpings kommuns Vattenlaboratorium / Metadata SRK

Laboratoriet är ackrediterat av SWEDAC (ackrediteringsnummer 1104)

Analysvariabel	Metod (referens)	Kommentar
Syre	SS-EN 25814-1	
Kond. 25 °C	SS-EN 27888-1	
pH 25 °C	SS028122-2	
Alk.	SS-EN-ISO 9663-2	
Σ Ca+Mg	SS 028121-2	
Ca	SIS 028119-1	
Cl	SIS 028120-1	
Mg	Beräknad	
Ammonium	FIA AN 5220-SE	
Σ nitrit-nitrat	FIA AN 5201-SE	
Turb.	TURB-FNU, SSEN 27027	
Susp.	SS-EN 872, mod.	
TOC	SS-EN 1484	
Färg	SS-EN ISO 7887 del 3, mod	
Nitrat-nitrit	SS-EN ISO 13395, mod.	
Tot-N	FIA AN 5202-SE	
Tot-P	SS-EN ISO 6878:2005 del 7	
Tot-P	f.d. SS 028127-2	Mynning, samlingsprov
Fosfat-P	f.d. SS 028126-2	
Färg,abs 420/5, filtr 0,45 µm, 25 °C	EN-ISO 7887:1994 del 3 mod	F.o.m. 2009
TOC	Hach DR 5000 metod TOC	
Susp.	SS-EN 872:2005-2	
Fe	SIS 028129-1	
Mn	SIS 028130-1	
Färg abs 436/5, filtr 0,45 µm, 25 °C	EN-ISO 7887:1994	

Marklaboratoriet, Institutionen för mark och miljö, SLU

[<http://www.slu.se/sv/fakulteter/nl-fakulteten/om-fakulteten/institutioner/institutionen-mark-och-miljo/laboratorier/marklabb/>] Tillgänglig 2013-05-02

Laboratoriet är ackrediterat för ett antal kemiska vattenanalyser av SWEDAC enligt SS-EN ISO/IEC 17025:2005

Analysvariabel	Metod (referens)	Anmärkning
pH	SS 028122-2	automatiserad
Konduktivitet	SS-EN 27888-1	automatiserad
Alkalinitet	SS-EN ISO 9963-2	
Tot-N	EN-12260-1	modifierad
NO3-N	SS-EN ISO 13395-2	modif enl Foss application Note 5201
NH4-N	SS-EN ISO 11732	modif enl Foss Tectator application Note 5220
Tot-P	ISO 15681-1	modif enl Foss Tectator application Note 5241. Filter 0.2 µm
PO4-P	ISO 15681-1	modif enl Foss Tectator application Note 5240. Filter 0.2 µm
Part.-P	ISO 15681-1	modif enl Foss Tectator application Note 5241. Filter 0.2 µm
Susp.	SS-EN 872	filter 0.2 µm
TOC	SS-EN 1484-1	NPOC-metoden



## Appendix B: Resultat från synoptiska mätningar i vattendrag och sjöar utförda inom Svärtaåprojektet.

Källa: Svärtaåprojektet/ Länsstyrelsen i Södermanlands län [<http://www.lansstyrelsen.se/sodermanland/Sv/miljo-och-klimat/vatten-och-vattenanvandning/svartaaprojektet/Pages/Matdata.aspx>]

1) Svärtaåns avrinningsområde. Resultat från synoptiska mätningar i vattendrag utförda inom Svärtaåprojektet												
Station	Lägeskoordinater		År	Mån	Dag	Temp. (°C)	NH <sub>4</sub> -N (µg/l)	NO <sub>2</sub> -N + NO <sub>3</sub> -N (µg/l)	PO <sub>4</sub> -P (µg/l)	Tot-P (µg/l)	Tot-N TNb (µg/l)	
	X	Y										
1	651788	157351	2009	4	28	7,6	111	576	61	105	1529	
			2009	6	17	12,2	54	573	17	155	1867	
				2009	11	17	6,8	102	2080	161	297	3619
				2010	2	17	-0,5	61	573	53	81	1533
				2010	4	6	2,8	52	1189	54	89	2277
				2010	6	15	12,3	57	1371	90	139	2611
				2010	8	24	16,1	115	614	202	252	2037
				2010	10	20	6,1	53	1152	86	153	2602
				2010	12	1	-0,3	64	763	58	89	1906
				2012	1	4		18	2240	62	368	3540
				2012	11	12	6,7	41	759	20	63	1990
	2	651918	157125	2009	4	28	8,9	177	412	62	123	1724
2009				6	17	12,9	44	404	18	173	1537	
				2009	11	17	6,7	102	1983	140	284	3847
				2010	2	17	-1	54	489	51	75	1562
				2010	4	6	2,8	57	1116	51	91	2375
				2010	6	15	13	58	435	133	202	3153
				2010	8	24	15,7	36	328	139	222	2032
				2010	10	20	5,7	41	741	75	160	2470
				2012	1	4		130	1620	63	333	2990
				2012	11	12	6,1	88	512	24	184	2310
3		652041	156910	2009	4	28	9,2	275	103	52	126	1631
				2009	6	17	12,7	103	51	17	170	1265
				2009	11	17	6,7	86	695	97	237	2174
				2010	2	17	-0,4	129	105	56	129	1441
				2010	4	6	3,9	65	735	38	83	1911
				2010	6	15	13	120	64	110	196	1973
				2010	8	24	16,3	71	20	125	213	1955
				2010	10	20	4,7	210	131	79	154	2310
				2012	1	4	1,6	16	476	92	204	1900
				2012	11	12	4,5	199	137	20	177	2490
	4	652264	156787	2009	4	28	10,1	52	233	39	71	1586
				2009	6	17	13,9	130	390	58	411	1884
				2009	11	17	6,7	111	1733	53	112	4553
				2010	2	17	0,5	116	515	31	64	2537
				2010	4	6	1,7	76	900	48	60	2207
				2010	6	15	12,2	29	24	23	70	1336
				2010	8	24	15,3	64	100	62	98	1894
				2010	10	20	4,1	41	153	33	60	1602
				2010	12	1	0	73	427	34	61	2081
				2012	1	4	1,5	13	886	19	133	2540
				2012	11	12	4,5	53	205	10	81	1700
5		651803	157417	2009	4	28	8,1	18	482	41	79	1031
	2009			6	17	12,2	63	307	67	133	1242	
				2009	11	17	6,6	135	907	106	190	2574
				2010	2	17	-1,2	75	526	60	75	1322
				2010	4	6	3	46	769	63	87	1458
				2010	6	15	12,3	63	472	62	143	1638
				2010	8	24	16,1	42	378	110	148	1341
				2010	10	20	6,3	43	662	108	170	1671
				2010	12	1	-0,9	59	672	48	60	1315
				2012	1	4		15	1010	63	330	2240
				2012	11	12	7,5	39	527	28	154	1300

Station	Lägeskoordinater		År	Mån	Dag	Temp.	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N+ NO <sub>3</sub> -N	PO4_P	Tot-P	Tot-N TNb
6	651933	157541	2009	4	28	7,5	29	643	52	158	1186
			2009	6	17	16,8	111	319	73	140	1298
			2009	11	17	6,7	161	733	114	202	2420
			2010	2	17	-1,2	109	531	64	83	1409
			2010	4	6	3,2	36	666	43	66	1445
			2010	6	15	13,1	60	462	64	132	1678
			2010	8	24	16,1	88	313	119	165	1447
			2010	10	20	6,3	51	565	98	152	1647
			2012	1	4		18	1060	68	261	2280
			2012	11	12	6,5	64	502	26	134	1270
			7	652219	157397	2009	4	28	8,9	162	465
2009	6	17				12,2	173	331	112	159	1308
2009	11	17				6,7	104	1814	159	297	3571
2010	2	17				-0,2	151	463	56	91	1247
2010	4	6				2,8	73	745	82	123	1670
2010	6	15				13,3	99	963	104	164	2490
2010	8	24				15,3	165	458	229	276	1994
2010	10	20				6,1	90	612	138	225	2248
2010	12	1				-1	93	451	70	90	1330
2012	1	4					8	1460	61	274	2570
2012	11	12				6,6	50	439	27	213	1660
8	651790	157390	2009	4	28	9,8	87	255	55	133	914
			2009	6	17	15,1	70	178	58	113	936
			2009	11	17	6,6	109	901	79	141	2116
			2010	2	17	-1,2	26	548	54	89	1367
			2010	4	6	3,1	66	1280	81	126	2350
			2010	6	15	16,4	102	111	42	91	1113
			2010	8	24	19,1	57	248	60	110	1078
			2010	10	20	6,1	69	425	72	124	1395
			2010	12	1	-0,6	82	678	79	122	1614
			2012	1	4		0	1320	54	248	2330
			2012	11	12	6,7	2	538	38	143	1380
9	652290	157447	2009	4	28	10,2	75	209	51	128	887
			2009	6	17	15,2	102	97	54	107	949
			2009	11	17	5,9	178	397	51	93	1360
			2010	2	17	-1	22	543	51	91	1411
			2010	4	6	3,1	67	1263	76	126	2246
			2010	6	15	17,4	153	63	30	88	1037
			2010	8	24	19,1	151	111	56	124	1035
			2010	10	20	6,1	111	213	46	88	1206
			2010	12	1	-1,1	93	619	76	120	1636
			2012	1	4		3	829	50	155	1800
			2012	11	12	5,6	6	512	32	135	1340
10	652800	157470	2009	4	28	12,4	64	342	65	202	1428
			2009	6	17	13	35	363	89	134	1359
			2009	11	17	6,5	136	2605	243	442	4216
			2010	2	17	-0,5	523	870	87	237	2760
			2010	4	6	3,5	138	1632	105	174	3035
			2010	6	15	15,2	38	1339	65	117	2540
			2010	8	24	16,8	57	408	114	163	1735
			2010	10	20	6,1	161	897	251	364	2923
			2010	12	1	-1	120	973	118	182	2577
			2012	1	4		18	3150	128	549	4730
			2012	11	12	6	50	611	32	316	2300
11	652741	157104	2009	4	28	10,2	108	271	51	158	1414
			2009	6	17	14,6	35	134	53	119	1120
			2009	11	17	6,2	82	582	169	338	1831
			2010	2	17	-0,5	41	1074	83	138	2497
			2010	4	6	5	127	1179	79	125	2932
			2010	6	15	16,2	56	70	35	96	1406
			2010	8	24	18,2	31	6	43	91	1071
			2010	10	20	5,8	132	329	72	125	1991
			2010	12	1	-1,5	98	848	105	174	2686
			2012	1	4		18	2350	37	193	3620
			2012	11	12	5,5	56	407	30	193	2060

Station	Lägeskoordinater		År	Mån	Dag	Temp.	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N + NO <sub>3</sub> -N	PO4_P	Tot-P	Tot-N TNb			
12	652526	157086	2009	4	28	8,3	290	336	69	164	1922			
			2009	6	17	12,1	107	434	88	150	1715			
			2009	11	17	6,4	90	1783	107	245	4365			
			2010	2	17	-0,7	174	840	55	116	2618			
			2010	4	6	4,4	142	971	64	107	2213			
			2010	6	15	13,1	97	514	81	144	1958			
			2010	8	24	16,2	78	298	119	193	2027			
			2010	10	20	5,8	83	848	140	218	3002			
			2010	12	1	-1,5	110	557	100	168	2534			
			2012	1	4		55	1460	81	334	3110			
			2012	11	12	5,6	112	616	27	210	2310			
			13	652847	157579	2009	4	28	10,7	26	329	46	123	997
2009	6	17				15,2	14	37	23	103	758			
2009	11	17				5,5	34	231	28	65	965			
2010	2	17				1	12	511	38	74	1283			
2010	4	6				3,8	31	858	45	86	1492			
2010	6	15				18,1	28	70	24	98	1291			
2010	8	24				16,1	14	7	50	177	654			
2010	10	20				6,7	150	102	43	77	990			
2010	12	1				-1	98	590	65	98	1486			
2012	1	4					1	612	36	98	1370			
2012	11	12				5,8	3	554	35	131	1330			
14	652999	157488				2009	4	28	11,1	79	710	124	209	2757
			2009	6	17	12	44	595	182	254	2234			
			2009	11	17	6,5	143	3920	218	385	6823			
			2010	2	17	-0,7	342	828	95	177	2249			
			2010	4	6	5,4	155	2502	148	247	4142			
			2010	6	15	15,5	95	1225	275	393	3056			
			2010	8	24	16,3	75	625	367	437	1960			
			2010	10	20	6,5	98	1680	260	332	3700			
			2010	12	1	-1	304	1162	187	264	3026			
			2012	1	4		35	3390	120	1050	5430			
			2012	11	12	6,3	157	1290	46	509	3300			
			15	653071	157146	2009	4	28	8,1	228	193	134	230	1649
2009	6	17				10,6	108	147	151	233	1392			
2009	11	17				6,3	180	5561	271	444	8326			
2010	2	17				-0,7	221	762	81	110	1689			
2010	4	6				5,7	108	1822	123	209	3161			
2010	6	15				16,2	179	225	219	378	2248			
2010	8	24				16,3	88	121	232	279	1418			
2010	10	20				5,4	172	724	240	386	2766			
2010	12	1				-1,4	188	1171	177	248	2510			
2012	1	4					34	1710	113	800	3600			
2012	11	12				6,1	154	562	57	385	2220			
16	652965	157972				2009	4	28	12,1	70	11	31	99	762
			2009	6	17	14,7	36	71	26	64	678			
			2009	11	17	6,4	74	848	112	204	1897			
			2010	2	17	-1	35	188	22	41	783			
			2010	4	6	5,1	66	1329	71	116	2236			
			2010	6	15	18,7	53	13	26	70	346			
			2010	10	20	6,7	158	295	71	130	1574			
			2010	12	1	-0,5	115	496	80	130	1574			
			2012	1	4		26	776	74	312	2090			
			2012	11	12	6	47	102	20	110	970			
			17	653021	158361	2009	4	28	11,5	41	2	17	71	575
						2009	6	17	15,4	17	2	8	51	533
2009	11	17				5,2	118	558	54	95	1172			
2010	2	17				-0,3	52	205	22	37	695			
2010	4	6				5,7	77	957	83	136	1948			
2010	6	15				16,1	56	400	86	131	1580			
2010	8	24				16,7	60	292	131	192	1490			
2010	10	20				6,2	165	213	62	116	1378			
2012	1	4					20	734	60	396	2610			

Station	Lägeskoordinater		År	Mån	Dag	Temp.	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N+ NO <sub>3</sub> -N	PO4_P	Tot-P	Tot-N TNb	
18	653136	158520	2009	4	28	6,5	22	72	7	23	434	
			2009	6	17	12,3	15	88	7	23	496	
				2009	11	17	6,3	71	1473	77	143	2657
				2010	2	17	0	16	153	9	20	527
				2010	4	6	4,5	18	527	18	121	1021
				2010	6	15	16,1	19	28	8	24	520
				2010	8	24	19,5	16	221	18	36	604
				2010	10	20	7,9	15	314	29	61	948
				2010	12	1	-0,5	34	146	11	20	617
				2012	1	4		7	701	47	276	1760
				2012	11	12	6,8	10	107	11	45	520
	19	653186	158691	2009	4	28	9,1	82	254	50	93	1059
2009				6	17	12,6	35	300	43	87	1189	
				2009	11	17	6,3	108	1180	156	373	2743
				2010	2	17	-1	29	250	22	37	844
				2010	4	6	5,2	28	1012	36	76	2042
				2010	6	15	14,1	70	133	39	81	1228
				2010	8	24	16,3	35	116	64	113	1409
				2010	10	20	6,1	84	608	111	201	3087
				2010	12	1	0	45	637	57	89	1594
				2012	1	4		4	553	39	186	1580
				2012	11	12	5,3	27	68	24	141	1190
20		653482	158421	2009	4	28	7,8	9	24	2	12	398
	2009			6	17	14,5	7	12	1	11	365	
				2009	11	17	6,1	27	33	7	27	402
				2010	2	17	0	5	117	7	14	463
				2010	4	6	3,1	19	176	3	20	553
				2010	6	15	17,5	15	8	4	15	393
				2010	8	24	20,1	11	4	4	12	352
				2010	10	20	8,2	6	18	4	14	391
				2010	12	1	0,8	21	48	8	16	488
				2012	1	4		0	99	14	23	410
				2012	11	12	6,8	5	33	10	24	350
	21	653304	157687	2009	4	28	12,6	67	52	47	272	1345
2009				6	17	,	52	274	136	197	1270	
				2009	11	17	7,1	272	683	68	156	2184
				2010	4	6	5,8	129	685	59	130	1552
				2010	6	15	18,3	54	281	137	225	1583
				2010	8	24	14,1	27	132	106	145	924
				2010	10	20	5,8	260	660	74	124	2118
				2010	12	1	-0,4	272	639	83	104	1948
				2012	1	4		52	3320	42	290	4440
				2012	11	12	6,1	212	579	30	89	1720
22		653457	157450	2009	4	28	11,3	102	10	23	107	859
				2009	6	17	,	70	112	55	104	791
				2009	11	17	6,1	64	697	98	222	1719
				2010	2	17	0,8	32	354	46	70	1068
				2010	4	6	3,5	26	484	45	82	1194
				2010	6	15	17,6	57	94	30	89	1214
				2010	8	24	18,7	41	118	59	77	754
				2010	10	20	6,2	28	405	61	115	1316
				2010	12	1	-0,6	48	242	40	64	1046
				2012	1	4		10	728	110	364	2120
				2012	11	12	5,7	20	187	22	89	970
	23	653423	157274	2009	4	28	11,3	55	1	21	114	681
2009				6	17	11,3	63	26	44	82	659	
				2009	11	17	5,6	107	745	129	262	2314
				2010	2	17	1,1	19	348	37	63	961
				2010	4	6	3,8	24	492	42	76	1173
				2010	6	15	18,2	66	50	21	63	1171
				2010	8	24	19,5	31	87	33	59	741
				2010	10	20	6,3	43	276	45	83	1102
				2010	12	1	-1,4	57	227	37	64	1032
				2012	1	4	1,5	14	968	70	372	2530
				2012	11	12	4,3	18	183	23	79	890

Station	Lägeskoordinater		År	Mån	Dag	Temp.	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N+ NO <sub>3</sub> -N	PO4_P	Tot-P	Tot-N TNb	
24	653420	157192	2009	4	28	9,5	75	213	34	77	938	
			2009	6	17	12,8	42	266	60	112	1022	
				2009	11	17	6,1	46	379	59	188	1680
				2010	2	17	0,7	60	322	27	51	1084
				2010	4	6	2,8	35	405	25	53	1080
				2010	6	15	17,6	28	83	30	75	865
				2010	8	24	17,7	38	131	42	74	950
				2010	10	20	5,6	37	269	58	130	1510
				2010	12	1	-1,4	50	185	24	44	1087
				2012	1	4	1,5	12	474	98	239	1630
				2012	11	12	4	39	127	16	76	1060
	25	653205	157036	2009	4	28	10,8	61	260	29	142	979
2009				6	17	14,9	33	97	29	77	802	
				2009	11	17	5,8	54	383	24	99	1093
				2010	2	17	-0,7	17	697	38	66	1463
				2010	4	6	3,3	23	936	37	78	1714
				2010	6	15	18,2	88	529	27	84	1187
				2010	8	24	19,5	73	54	25	86	781
				2010	10	20	6,4	35	124	26	75	956
				2010	12	1	-1,4	32	375	42	68	1259
				2012	1	4	1,6	0	774	3	85	1610
				2012	11	12	4,2	1	314	23	75	1030
26		653093	156830	2009	4	28	8,5	44	412	61	101	1298
	2009			6	17	12,9	72	285	94	153	1344	
				2009	11	17	6,6	77	7173	118	244	10999
				2010	2	17	0,5	40	130	44	66	1904
				2010	4	6	2,8	56	1474	50	111	1474
				2010	6	15	16,6	37	732	47	109	1529
				2010	8	24	15,9	62	626	146	233	1921
				2010	10	20	5,9	101	670	200	280	3474
				2010	12	1	-1,3	61	1373	53	74	2298
				2012	1	4	1,6	14	2160	111	393	3380
				2012	11	12	5,9	25	552	27	155	1680
	27	653216	156856	2009	4	28	9,8	32	147	26	53	975
2009				6	17	12	29	170	37	64	971	
				2009	11	17	6,3	227	1903	231	442	3950
				2010	2	17	0,6	267	448	37	65	1475
				2010	4	6	3,3	36	273	27	53	1058
				2010	6	15	15,4	12	242	41	74	1010
				2010	8	24	17,7	43	222	72	96	1044
				2010	10	20	4,8	42	660	114	174	2042
				2010	12	1	-1,4	60	239	22	40	1255
				2012	1	4	1,5	71	3770	98	478	5490
				2012	11	12	4,7	49	285	20	87	1210
28		653188	156656	2009	4	28	9,3	49	325	14	53	1006
29	652934	158357	2009	4	28	9,8	159	538	101	132	1469	
			2009	6	17	13,8	50	324	90	130	1297	
				2009	11	17	6,8	156	2338	243	464	3876
				2010	2	17	-0,9	165	863	65	89	1625
				2010	4	6	3,8	107	952	118	183	1923
				2010	6	15	16	54	477	89	130	1189
				2010	8	24	16,8	170	312	141	237	1708
				2010	10	20	6,9	199	1279	423	469	3398
				2010	12	1	0	111	843	97	120	1834
				2012	1	4		9	1550	60	487	3160
				2012	11	12	6,7	73	591	25	413	2240
	30	652548	157498	2009	4	28	11,2	44	183	45	127	808
2009				6	17	16,2	73	18	32	128	791	
				2009	11	17	5,2	335	224	38	83	1443
				2010	2	17	-0,8	21	594	47	91	1351
				2010	4	6	3,1	65	1311	73	128	2212
				2010	6	15	17,9	62	22	17	80	863
				2010	8	24	16,1	53	12	31	120	767
				2010	10	20	6	161	196	55	90	1175
			2012	11	12	5,5	15	530	19	143	1400	

Station	Lägeskoordinater		År	Mån	Dag	Temp.	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N+ NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	Tot-P	Tot-N TNb
31	652820	157855	2010	2	17	-0,9	86	972	108	124	1636
			2010	4	6	5,1	73	2202	123	188	3055
			2010	6	15	18,3	65	980	128	188	1877
			2010	8	24	17,1	132	958	300	372	2662
			2010	10	20	7,2	203	3111	283	340	5056
			2010	12	1	-0,5	135	3001	124	149	3604
			2012	1	4		29	2190	139	870	3460
			2012	11	12	6,7	48	960	70	404	2290
32	652807	157078	2010	2	17	-0,7	191	742	100	379	1700
			2010	4	6	5	124	1869	98	175	3420
			2010	6	15	14,5	115	289	120	192	1423
			2010	8	24	16,5	131	117	118	220	1821
			2010	10	20	6,2	135	993	362	366	2936
			2010	12	1	-1,5	176	1371	97	139	2978
			2012	1	4		32	3440	122	455	5130
			2012	11	12	6,2	108	568	33	277	2280
33	653306	158784	2010	2	17	-0,7	72	261	19	33	922
			2010	4	6	4,3	32	618	22	55	1390
			2010	6	15	16,1	73	103	27	65	854
			2010	8	24	17,1	57	49	31	70	1275
			2010	10	20	6,7	59	566	63	120	1995
			2010	12	1	-0,3	50	228	19	33	1039
			2012	1	4		14	565	27	142	1750
			2012	11	12	6,1	124	84	19	82	1170
34	654251	157907	2010	4	6	5	304	693	76	144	2004
			2010	6	15	18,8	2200	1820	410	577	7326
			2010	8	24	17,2	86	13	291	499	2542
			2010	10	20	7,1	500	2411	211	324	4656
			2010	12	1	-0,5	340	396	143	184	2183
			2012	1	4	1,5	31	600	215	366	1980
			2012	11	12	3,9	125	424	37	213	1920
			2012	11	12						
35	653068	156604	2010	2	17	0,4	130	410	27	54	2273
			2010	4	6	1	71	611	21	41	1956
			2010	8	24	16,7	149	59	65	325	2401
			2010	10	20	4,1	52	232	42	63	1811
			2010	12	1	-1,4	76	332	29	46	1912
			2012	1	4	1,5	24	784	22	87	2630
			2012	11	12	3,7	85	221	15	72	1920
			2012	11	12						
36	653759	156755	2010	2	17	0,5	31	116	25	51	1096
			2010	6	15	14,1	25	15	22	80	1409
			2010	8	24	15,7	39	54	47	95	1445
			2010	10	20	4,7	23	61	40	71	1394
			2010	12	1	-1,4	34	237	27	48	1481
			2012	1	4	1,5	4	168	19	80	1370
			2012	11	12	4,3	40	67	18	57	1180
			2012	11	12						
37	653347	158273	2010	4	6	0,5	71	292	37	63	1241
38 (A)	652795	156969	2010	6	15	15	56	189	96	154	1303
39 (B)	652702	156809	2010	6	15	17,5	805	439	138	260	3487
40 (C)	652803	156663	2010	6	15	12,2	118	140	117	188	2360
41 (D)	653115	157630	2010	6	15	14,6	57	1161	129	179	1623
42 (E)	653015	157758	2010	6	15	16	71	1703	22	50	1910
43 (F)	652960	157854	2010	6	15	11,2	416	1485	237	354	2118

2) Svårtädnäs avrinningsområde. Resultat från synoptiska mätningar i sjöar utförda som Svårtädnärojektet.

Sjö	Sjö	Lägeskoordinat	År	Mån	Dag	Nivå	Temp. (°C)	pH	Kond. (mS/m25)	Abs (F=420 /S)	Abs (F=436 /S)	Alk/ Acid (mekv /l)	SO <sub>4</sub> IC (mekv /l)	Ca (mekv /l)	Mg (mekv /l)	Na (mekv /l)	K (mekv /l)	Cl (mekv /l)	F (mg/l)	Si (mg/l)	NH <sub>4</sub> -N (µg/l)	PO <sub>4</sub> -P (µg/l)	Tot-P (µg/l)	Tot-N TND (µg/l)	TOC (mg/l)	NO <sub>2</sub> -N + NO <sub>3</sub> -N (µg/l)
S1	Långsjön	652570	2010	3	17	0.5	0	6.68	18.8	0.521	0.415	0.485	0.843	0.632	0.412	0.083	0.26	0.24	4.93	254	69	109	2895	33.2	969	
		652570	2010	5	25	0.5	17.6	7.02	12.4	0.387	0.297	0.363	0.583	0.389	0.252	0.061	0.154	0.23	4.02	63	38	105	1833	27.5	474	
		652719	2010	3	17	0.5	0	6.75	17	0.175	0.139	0.413	0.688	0.484	0.453	0.079	0.358	0.23	3.14	26	45	79	1456	16.2	567	
S2	Sundbynsjön	652719	2010	3	17	0.5	0	6.75	17	0.175	0.139	0.413	0.688	0.484	0.453	0.079	0.358	0.23	3.14	26	45	79	1456	16.2	567	
		652719	2010	5	25	0.5	16.9	7.36	14.4	0.12	0.086	0.319	0.592	0.385	0.37	0.07	0.318	0.22	0.27	45	15	89	1205	15.5	139	
		653030	2010	3	18	0.5	0.3	6.59	16	0.166	0.133	0.395	0.613	0.446	0.438	0.07	0.371	0.22	3.5	22	38	61	1155	12.8	480	
S3	Rumvikens	653030	2010	3	18	0.5	0.3	6.59	16	0.166	0.133	0.395	0.613	0.446	0.438	0.07	0.371	0.22	3.5	22	38	61	1155	12.8	480	
		653030	2010	5	25	0.5	15.2	7.67	13.9	0.102	0.073	0.321	0.563	0.369	0.365	0.067	0.319	0.21	0.69	36	20	84	1313	14.2	406	
		653272	2010	3	18	0.5	0.5	6.54	15.5	0.195	0.154	0.386	0.588	0.471	0.357	0.079	0.267	0.24	3.84	141	51	76	1317	16.5	318	
S4	Ludgösjön	653272	2010	3	18	0.5	0.5	6.54	15.5	0.195	0.154	0.386	0.588	0.471	0.357	0.079	0.267	0.24	3.84	141	51	76	1317	16.5	318	
		653272	2010	5	25	0.5	17.6	7.67	13.9	0.122	0.087	0.291	0.479	0.36	0.275	0.069	0.204	0.22	1.08	14	10	102	815	17.9	4	
		653291	2010	3	17	0.5	0.7	7.12	13.6	0.138	0.11	0.366	0.556	0.426	0.314	0.077	0.21	0.22	1.85	15	38	54	1077	14.3	325	
S5	Ekarens	653291	2010	3	17	0.5	0.6	7.03	13	0.179	0.141	0.383	0.542	0.402	0.292	0.07	0.208	0.22	1.56	13	40	60	1544	17.1	705	
		653291	2010	5	24	0.5	16.8	7.49	12.1	0.146	0.114	0.338	0.492	0.367	0.256	0.07	0.191	0.2	1.63	48	12	63	1058	14.6	191	
		653186	2010	3	17	0.5	0.6	7.03	13	0.179	0.141	0.383	0.542	0.402	0.292	0.07	0.208	0.22	1.56	13	40	60	1544	17.1	705	
S6	Kappstasjön	653186	2010	3	17	0.5	0.6	7.03	13	0.179	0.141	0.383	0.542	0.402	0.292	0.07	0.208	0.22	1.56	13	40	60	1544	17.1	705	
		653186	2010	5	24	0.5	17.6	7.31	10.9	0.239	0.189	0.321	0.468	0.326	0.222	0.062	0.17	0.2	2.52	43	20	74	1753	19.1	810	
		653182	2010	3	17	0.5	0.6	7.22	12.8	0.021	0.016	0.234	0.424	0.424	0.395	0.312	0.11	0.266	0.19	0.11	7	16	27	1086	8	457
S7	Glöttran	653182	2010	3	17	0.5	0.6	7.22	12.8	0.021	0.016	0.234	0.424	0.424	0.395	0.312	0.11	0.266	0.19	0.11	7	16	27	1086	8	457
		653182	2010	5	24	0.5	17.5	7.86	11.9	0.036	0.027	0.216	0.399	0.399	0.349	0.271	0.101	0.245	0.18	0.05	61	3	28	891	8.9	103
		653028	2010	3	17	0.5	0.6	6.92	18.8	0.108	0.085	0.185	0.751	0.668	0.422	0.15	0.282	0.32	1.23	15	84	127	3087	21.1	1714	
S8	Glöttrasjön	653028	2010	3	17	0.5	0.6	6.92	18.8	0.108	0.085	0.185	0.751	0.668	0.422	0.15	0.282	0.32	1.23	15	84	127	3087	21.1	1714	
		653028	2010	5	24	0.5	18.2	8.4	14.8	0.09	0.069	0.186	0.626	0.626	0.496	0.298	0.105	0.21	0.27	0.09	56	5	148	2129	21.8	182
		652195	2010	3	17	0.5	1	6.53	13.6	0.534	0.424	0.325	0.579	0.579	0.482	0.314	0.067	0.179	0.2	4.71	273	152	188	1665	34	11
S9	Tunsätterssjön	652195	2010	3	17	0.5	1	6.53	13.6	0.534	0.424	0.325	0.579	0.579	0.482	0.314	0.067	0.179	0.2	4.71	273	152	188	1665	34	11
		652195	2010	5	24	0.5	17.8	6.7	10.3	0.429	0.341	0.296	0.45	0.45	0.353	0.246	0.062	0.124	0.2	3.61	25	16	91	1457	29.6	4
		653085	2010	3	18	0.5	0.3	6.45	15.7	0.111	0.086	0.385	0.61	0.61	0.389	0.476	0.063	0.433	0.19	3.21	34	17	35	818	10.9	202
S10	Svanvaren	653085	2010	3	18	0.5	0.3	6.45	15.7	0.111	0.086	0.385	0.61	0.61	0.389	0.476	0.063	0.433	0.19	3.21	34	17	35	818	10.9	202
		653085	2010	5	24	0.5	19	7.18	10.4	0.073	0.056	0.262	0.386	0.386	0.26	0.284	0.043	0.243	0.17	1.12	11	6	30	527	10.1	2
		653203	2010	3	18	0.5	-0.1	6.33	26.6	0.167	0.128	1.603	1.056	1.056	0.863	0.553	0.06	0.4	0.33	5.65	60	28	37	1586	17.9	595
S11	Färsjön	653203	2010	3	18	0.5	-0.1	6.33	26.6	0.167	0.128	1.603	1.056	1.056	0.863	0.553	0.06	0.4	0.33	5.65	60	28	37	1586	17.9	595
		653460	2010	3	18	0.5	0.3	6.67	8.53	0.122	0.093	0.485	0.329	0.329	0.269	0.208	0.052	0.143	0.21	1.1	8	25	45	1488	17.3	574
		653460	2010	5	24	0.5	19.1	7.54	7.47	0.202	0.157	0.363	0.31	0.31	0.224	0.172	0.044	0.119	0.18	1.16	17	8	56	873	19.6	3
S13	Låsten	653460	2010	3	18	0.5	0.3	6.67	8.53	0.122	0.093	0.485	0.329	0.329	0.269	0.208	0.052	0.143	0.21	1.1	8	25	45	1488	17.3	574
		653531	2010	8	26	0.5	19.1	7.5	7.3	0.033	0.0413	0.29	0.29	0.29	-0.25	0.2	0.036	0.131		0.34	14	5	13	490	7.3	3