BILAGA M2

Analys av miljötillståndet 2005-2015

Gryaab AB

Rapport

April 2017

The expert in WATER ENVIRONMENTS

Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas

Analys av miljötillståndet 2005-2015

Framtagen för	Gryaab AB
Kontaktperson	Jan Mattsson

För ett renare hav
Bild hämtad från Gryaab AB:s bildarkiv
Fotograf: Emelie Asplund

Projektledare	Christin Eriksson
Kvalitetsansvarig	Christin Eriksson
Handläggare	Patricia Moreno Arancibia och Hanna Corell

Uppdragsnummer	12803297
Godkänd datum	2017-04-10
Version	Slutlig 1.1
Klassificering	Öppen

DHI Sverige AB • Drakegatan 6, 6 tr • SE-412 50 Göteborg • Sweden
Telefon: +46 31 808790 • Fax: +46 31 152120 • info@dhi.se • www.dhi.se

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 Inledning 4

2 Förhållandena i recipienten 5
2.1 Älvsborgsbron profil 7
2.2 Karakterisering av recipienten 9

3 Belastning från land 14
3.1 Kväve- och fosforbelastning från land 14
3.2 Trender i belastningen från land 18
3.3 Jämförelse mellan utsläpp från Ryaverket och förhållandena i Göta älvs mynningsområde 19
3.3.1 Närsalter 19
3.3.2 Klorofyll 21

4 Statusklassning 22

5 Utökning av Lars Rydberg rapport 29

6 Slutsatser och sammanfattning 34

7 Referenslista 36

FIGURER

Figur 2-1 Karta som visar recipienten och positionen för provtagningsstationerna och Ryaverket. Den röda rektangeln visar detalj av kartan vid Göta älvs mynningsområde. Ryaverket ligger nedströms Älvsborgsbron och provtagningsstationen E Älvsborgsbron ligger uppströms av bron. Bakgrundsbild från Google Earth. 5

Figur 2-2 Salthalten vid E Älvsborgsbron över djupet för 2005-2015 (alla månader). Bilder visar medianvärdet (rött streck), intervallet inom vilket värdena ligger över de lägsta 25 % av värdena men under de lägsta 75 % av värdena (blå rektangel). Samt motsvarande intervall för 9 % och 91 %. (svarta streckade linjer). Det vill säga, inom den blåa rektangel ligger 50 % av värdena och inom de svarta strecken 82 % av värdena. 7

Figur 2-3 Löst oorganiskt kväve (DIN), summan av ammonium, nitrat och nitrit, vid E Älvsborgsbron över djupet för 2005-2015 (alla månader). Bilder visar medianvärdet (rött streck), intervallet inom vilket värdena ligger över de lägsta 25 % av värdena men under de lägsta 75 % av värdena (blå rektangel). Samt motsvarande intervall för 9 % och 91 %. (svarta streckade linjer). Det vill säga, inom den blåa rektangel ligger 50 % av värdena och inom de svarta strecken 82 % av värdena. 8

Figur 2-4 Fosfat vid E Älvsborgsbron över djupet för 2005-2015 (alla månader). Bilder visar medianvärdet (rött streck), intervallet inom vilket värdena ligger över de lägsta 25 % av värdena men under de lägsta 75 % av värdena (blå rektangel). Samt motsvarande intervall för 9 % och 91 %. (svarta streckade linjer). Det vill säga, inom den blåa rektangel ligger 50 % av värdena och inom de svarta strecken 82 % av värdena. 9

Figur 2-5 Salthalten på ytan för alla månader vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2015. 10

Figur 2-6 Total-kväve på ytan för alla månader vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2015. 11
Figur 2-7 Löst oorganiskt kväve (summan av ammonium, nitrat och nitrit) på ytan för vintermånaderna (december-februari) vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2015. 11
Figur 2-8 Total-fosfor på ytan för alla månader vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2015. 12
Figur 2-9 Fosfat på ytan för vintermånaderna (december-februari) vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2016. 12
Figur 2-10 Klorofyll-a på ytan för sommarmånaderna (juni-september) vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2015. 13
Figur 2-11 Ammonium vid ytan för sommarmånaderna (juni-september) vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2015. 13
Figur 3-1 Årlig transport av total-kväve och årsmedelvattenföring för Göta älv, samt kvävetillförsel från Ryaverket och övriga punktkällor. Kvävetransporten uttrycks i ton N/år och årsmedelvattenföringen i m^3/s. 15
Figur 3-2 Årlig transport av total-kväve (ton N/år) och årsmedelvattenföring (m^3/s) för Nordre älv. 15
Figur 3-3 Årlig transport av total-fosfor och årsmedelvattenföring för Göta älv, samt fosfortillförsel från Ryaverket och övriga punktkällor. Fosfortransporten uttrycks i ton P/år och årsmedelvattenföringen i m^3/s. 16
Figur 3-4 Årlig transport av total-fosfor (ton P/år) och årsmedelvattenföring (m^3/s) för Nordre älv. 16
Figur 3-5 Utsläpp från Ryaverket från 1990 till 2015 för total-kväve (Tot-N), ammonium (NH4) och total-fosfor (Tot-P). 18
Figur 3-6 Kväve- och fosfortransport (ton/år) via Göta älv från 1999 till 2014 18
Figur 3-7 Årligt utsläpp av ammonium (NH4, ton N/år) från Ryaverket (Gryaab) för 1990-2015 och 4-års medelvärde av uppmätta NH4-halter (µmol/l) vid Skalkorgarna i ytvattnet under vintern och sommaren. Värdena för Skalkorgarna är hämtade från Lars Rydbergs tabell i Avsnitt 5. 19
Figur 3-8 Årligt utsläpp av total-fosfor (Tot-P, ton P/år) från Ryaverket (Gryaab) för 1990-2015 och 4-års medelvärde av uppmätta Tot-P-halter (µmol/l) vid Skalkorgarna i ytvattnet under vintern och sommaren. Värdena för Skalkorgarna är hämtade från Lars Rydbergs tabell i Avsnitt 5. 20
Figur 3-9 Medelvärde av halten av klorofyll-a vid Skalkorgarna för 2005-2010 och 2011-2015 på ytan (0-5 m) för sommarmånaderna juni - september. 21
Figur 3-10 Medelvärde av halten av klorofyll-a vid Danafjord för 2005-2010 och 2011-2015 på ytan (0-5 m) för sommarmånaderna juni – september. 21

TABELLER

Tabell 3-1 Belastning från land för år 2015: närsaltstransport via Göta älv (2014), utsläppet från Ryaverket, övriga punktkällor, bräddning och enskilda avlopp. För enskilda avlopp har det antagits att hälften av utsläppet hamnar i havsvattnet. 17
Tabell 3-2 Kväve- och fosfortransport via Göta älvs båda grenar, Nordre älv och Göta älv, år 2014. 17
Tabell 4-1 Statusklassning vid E Älvsborgsbron. 23
Tabell 4-2 Statusklassning vid Skalkorgarna 24
Tabell 4-3 Statusklassning vid Danafjord 25
Tabell 4-4 Statusklassning vid Valö 26
Tabell 4-5 Statusklassning vid Instö Ränna 27
Tabell 4-6 Statusklassning vid Åstol 28

Tabell 5-1 Salthalt, närsaltskoncentrationer och klorofyllhalt under sommaren (mars-oktober), uppdelat i 4-årsperioder, i ytvattnet. Salthalt i PSU, närsalthalter i (µmol/l), och Chl-a i (µg/l). Tabellen utgör en utökning av Lars Rydbergs tabell A.3 (Ref.). De nya värdena är markerade i fel still och är de för tidsperioderna 2010-2013 och 2014-2016 (till och med maj). 30
Tabell 5-2 Salthalt, närsaltskoncentrationer och syrgashalt under sommaren (mars-oktober), uppdelat i 4-årsperioder, i bottenvattnet. Salthalt i PSU, närsalthalter i (µmol/l), och syrehalt i ml/l. Tabellen utgör en utökning av Lars Rydbergs tabell A.3 (Ref.). De nya värdena är markerade i fel still och är de för tidsperioderna 2010-2013 och 2014-2016 (till och med maj). 31
Tabell 5-3 Salthalt, närsaltskoncentrationer och klorofyllhalt under vintern (november-februari), uppdelat i 4-årsperioder, i ytvattnet. Salthalt i PSU, närsalthalter i (µmol/l), och Chl-a i (µg/l). Tabellen utgör en utökning av Lars Rydbergs tabell A.3 (Ref.). De nya värdena är markerade i fel still och är de för tidsperioderna 2010-2013 och 2014-2016 (till och med maj). 32
Tabell 5-4 Salthalt, närsaltskoncentrationer och syrgashalt under vintern (december-februari), uppdelat i 4-årsperioder, i bottenvattnet. Salthalt i PSU, närsalthalter i (µmol/l), och syrehalt i ml/l. Tabellen utgör en utökning av Lars Rydbergs tabell A.3 (Ref.). De nya värdena är markerade i fel still och är de för tidsperioderna 2010-2013 och 2014-2016 (till och med maj). 33
Tabell 6-1 Medelvärde av halter av ammonium (µmol/l), total-fosfor (µmol/l) och klorofyll (µg/l) i ytvattnet vid Skalkorgarna för 1990-1997, 1998-2009, och 2010-2016. Halterna av ammonium och total-fosfor är vintervärden (se Tabell 5-3) medan klorofyllvärdena är sommarvärden (Tabell 5-1)..... 35

BILAGOR

BILAGA A – Tidsserier av hydrografiska förhållandena i ytvattnet vid provtagsningsstationerna

1 Inledning

Nära Göta älvs mynning ligger Göteborgsregionens reningsverk, Ryaverket, som drivs av Gryaab AB. Det renade vattnet från verket släpps ut i havet och innehåller rester av kväve och fosfor. Just nu ansöker Gryaab om ett nytt miljötillstånd för sin verksamhet hos Länsstyrelsen i Västra Götalands län. I ansökan ingår det att redovisa hur framtida utsläpp från verket kan påverka vattenkvalitén i recipienten.

DHI har tidigare genomfört en miljöstudie åt Gryaab AB. I den här tidigare studien från 2005, ***Utredning av effekterna av fosforutsläpp från Ryaverket*** (Ref. /2/), ingick en analys av historiska hydrografiska och biokemiska mätningar för en 7-års period (1998-2004). Syftet med den analysen var att bedöma effekten av ett minskat fosforutsläpp med 12 ton per år, samt att bestämma vilka faktorer som begränsar planktonproduktionen och undersöka tidstrender.

Gryaab AB är nu intresserade att uppdatera denna analys och bestämma dagens (2015) miljötillstånd. DHI har därför på uppdrag av Gryaab AB genomfört en analys för tidsperioden 2005-2015. Studien genomfördes på liknande sätt som den tidigare studien och i analysen ingår följande delmoment:

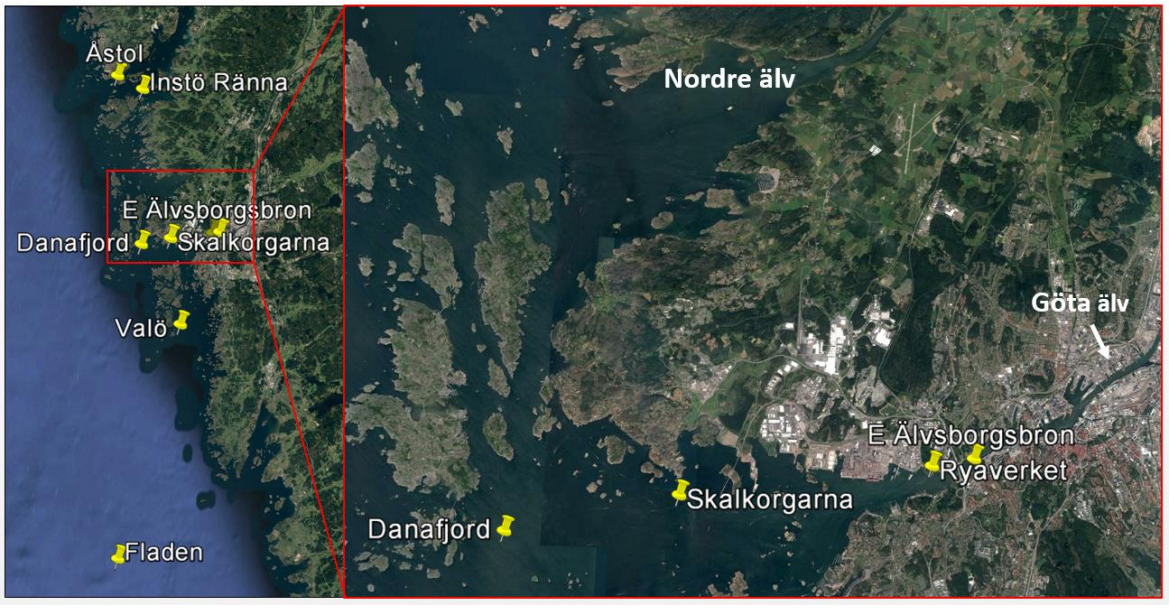
1. analys av förhållandena i recipienten utifrån mätningar,
2. sammanställning av belastning från land,
3. sammanställning av statusklassningen i recipienten och
4. utökning av tabeller i Lars Rydbergs rapport (Ref. /20/) med ny data.

2 Förhållandena i recipienten

Förhållandena i recipienten analyseras på liknande sätt som i den tidigare studien men för en mer närliggande tidsperiod, 2005-2015. Dataunderlaget består av hydrografiska och biokemiska mätningar vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, E Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt den sydligt belägna referensstationen Fladen (Figur 2-1). Referensstationen representerar opåverkade förhållanden med avseende på Göta älv och Nordre älv.

I det tidigare projektet (Ref. /2/) användes Byttelocket som referensstation. Denna station är dock eventuellt påverkad av Kungshamns avloppsreningsverk samt fiskeindustrier i närheten. På grund av denna påverkan samt för att kunna jämföra resultaten i detta projekt med Lars Rydbergs rapport (Ref. /20/) används Fladen som referensstation i denna studie.

Göta älv delar vid Kungälv upp sig i två grenar. Den norra grenen löper norr om Hisingen och kallas för Nordre älv. Den södra grenen kallas för Göta älv, dvs. samma namn som älven har uppströms om Kungälv. För att undvika missförstånd används i den här rapporten Göta älv endast för att referera till den södra grenen såvida det inte står uttryckligen att det rör sig om de båda grenarna.



Figur 2-1 Karta som visar recipienten och positionen för provtagningsstationerna och Ryaverket. Den röda rektangeln visar detalj av kartan vid Göta älvs mynningsområde. Ryaverket ligger nedströms Älvsborgsbron och provtagningsstationen E Älvsborgsbron ligger uppströms av bron. Bakgrundsbild från Google Earth.

Data-underlaget består av uppmätta värden för följande variabler:

- temperatur och salthalt
- ammonium, nitrat och nitrit, fosfat, totalkväve, totalfosfor
- klorofyll
- syrgashalt
- siktdjup
- POC (partikulärt organiskt kol) och PON (partikulärt organiskt kväve)
- biovolym av växtplankton

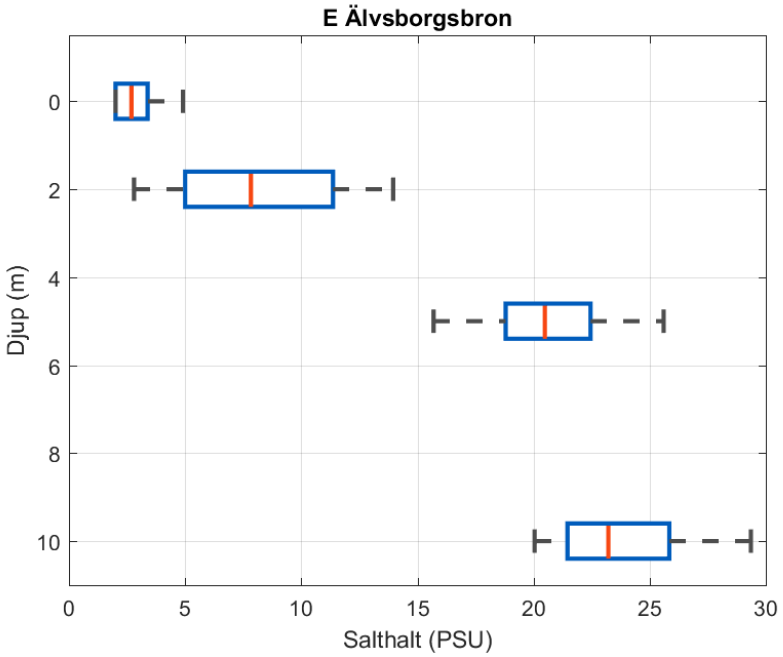
Provtagning sker en gång i månaden och prov tas i ytvattnet, på 2 m djup, 5 m, 10 m, 15 m, 20 m, 30 m, osv. ner till botten. Mätningar av POC, PON, och biovolym av växtplankton mäts mer sällan och inte vid alla provtagningsstationerna. Mätdatan har hämtats från SMHI:s SHARK hemsida (http://www.smhi.se/klimatdata/oceanografi/havsmiljodata/marina-miljoovervakningsdata). Provtagningar genomförs på uppdrag av Bohuskustens Vattenvårdsförbund (BVVF, där Gryaab är en av medlemmarna).

För att få en överskådlig bild av förhållandena i recipienten genomförs analysen med avseende på medianvärden och avvikelser från medianvärden. Medianvärdet är det värde som hamnar precis i mitten av en uppsättning värden som sorterats i storleksordning. I figurerna är medianvärdet markerat med ett rött streck. Två intervaller för avvikelserna anges i figurerna. intervallet inom vilket värdena ligger över de lägsta 25 % av värdena men under de lägsta 75 % av värdena (blå rektangel i figurerna). Samt motsvarande intervall för 9 % och 91 %. (svarta streckade linjer). Det vill säga, inom den blåa rektangel ligger 50 % av värdena och inom de svarta strecken 82 % av värdena.

I Bilaga A visas tidsserier för temperatur, salthalt, total-kväve, ammonium, summan av nitrat och nitrit, total-fosfor, fosfat, klorofyll på ytan, syrgashalten på botten, och siktdjupet för provtagningsstationerna för tidsperioden 2005-2016 (maj). För de stationerna där provtagning av POC och PON sker har även dessa variabler plottats.

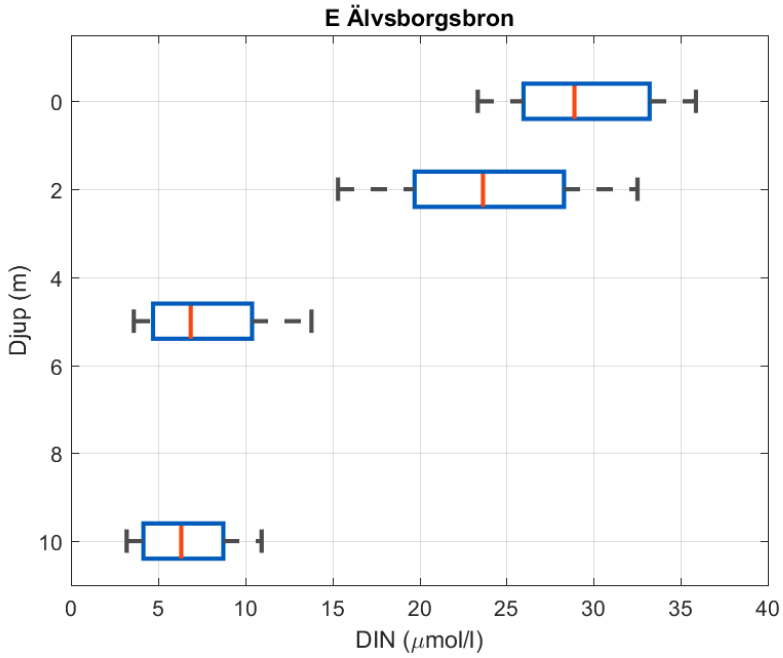
2.1 Älvsborgsbron profil

Stationen E Älvsborgsbron ligger vid mynningen av Göta älv och djupprofilen av salthalten (Figur 2-2) är ett klassiskt exempel på en så kallad saltkil i en flodmynning med låga salthalter på ytan och högre halter i djupvattnet. Då ett vattendrag med färskvatten mynnar i det salta havet kommer det färska (lättare) vattnet att flöda ut ovanpå havsvattnet innan det blandats upp med havsvattnet. Sett från sidan ser det då ut som en kil av saltvatten tränger in i flodmynningen under färskvattnet. I profilfigurerna i detta avsnitt motsvarar därför ytvärdena Göta älvsvattnet och djupvärdena utsjövattnet som tränger in i Göta älv längs botten.



Figur 2-2 Salthalten vid E Älvsborgsbron över djupet för 2005-2015 (alla månader). Bilder visar medianvärdet (rött streck), intervallet inom vilket värdena ligger över de lägsta 25 % av värdena men under de lägsta 75 % av värdena (blå rektangel). Samt motsvarande intervall för 9 % och 91 %. (svarta streckade linjer). Det vill säga, inom den blåa rektangel ligger 50 % av värdena och inom de svarta strecken 82 % av värdena.

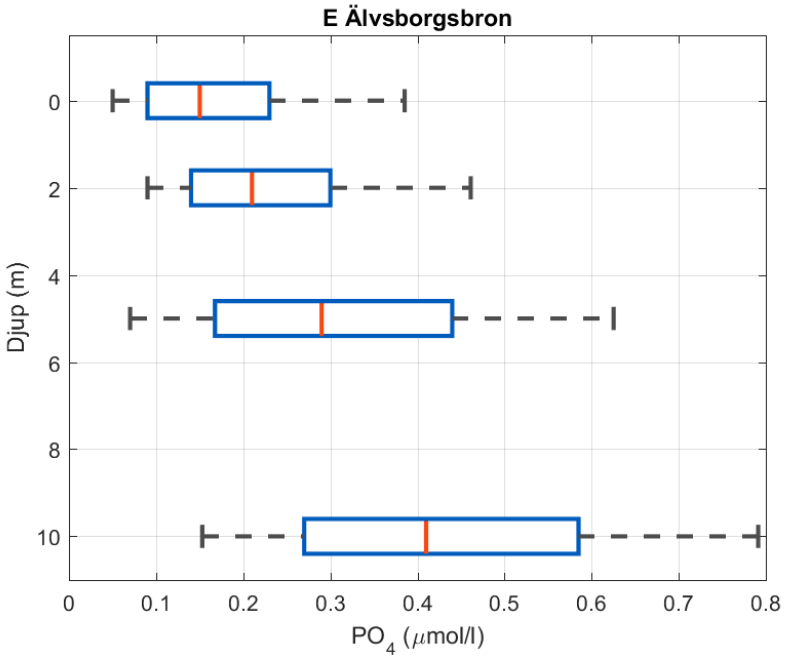
Den vertikala profilen av salthalten avspeglas i en ”motsatt” profil av koncentration av löst oorganiskt kväve[1] med höga kvävehalter på ytan och låga halter i djupvattnet (Figur 2-3). Anledning till de höga halterna i ytvattnet är att Göta älv transporterar stora mängder kväve ut till havet medan havsvattnet har lägre kvävehalter.



Figur 2-3 Löst oorganiskt kväve (DIN), summan av ammonium, nitrat och nitrit, vid E Älvsborgsbron över djupet för 2005-2015 (alla månader). Bilder visar medianvärdet (rött streck), intervallet inom vilket värdena ligger över de lägsta 25 % av värdena men under de lägsta 75 % av värdena (blå rektangel). Samt motsvarande intervall för 9 % och 91 %. (svarta streckade linjer). Det vill säga, inom den blåa rektangel ligger 50 % av värdena och inom de svarta strecken 82 % av värdena.

[1] Löst oorganiskt kväve består av ammonium, nitrat och nitrit och betecknas vanligtvis för DIN som står för *dissolved inorganic nitrogen* på engelska.

För fosfat är situationen den omvända med låga fosfathalter på ytan och högre i djupvattnet (Figur 2-4). Fosfat på ytan är lägre vid E Älvsborgsbron än längre ut till havs (Figur 2-9). Detta beror på att Göta älv transporterar, relativt förhållandena i utsjön, låga mängder av fosfat. Utsjön har högre halter av fosfat och när utsjövattnet tränger in i Göta älv leder det till högre fosfathalter på botten vid E Älvsborgsbron.



Figur 2-4 Fosfat vid E Älvsborgsbron över djupet för 2005-2015 (alla månader). Bilder visar medianvärdet (rött streck), intervallet inom vilket värdena ligger över de lägsta 25 % av värdena men under de lägsta 75 % av värdena (blå rektangel). Samt motsvarande intervall för 9 % och 91 %. (svarta streckade linjer). Det vill säga, inom den blåa rektangel ligger 50 % av värdena och inom de svarta strecken 82 % av värdena.

2.2 Karakterisering av recipienten

Karakterisering av recipienten görs med avseende på ytvärdena av följande variabler: salthalt (Figur 2-5), total-kväve (Figur 2-6), löst oorganiskt kväve (Figur 2-7), total-fosfor (Figur 2-8), fosfat (Figur 2-9) och klorofyll (Figur 2-10). För de variabler där variationerna inom ett år är relativt små bygger figuren på mätvärden för alla månader. De oorganiska närsalterna, löst oorganiskt kväve (DIN) och fosfat (PO4), varierar under året med höga halter under vintern och mycket låga halter under sommaren. Figurerna för DIN och PO4 bygger därför på värdena för vintermånaderna december – februari. Klorofyll å andra sidan visar låga halter på vintern (låg primärproduktion) och högre halter under sommaren (hög primärproduktion). Figuren för klorofyll bygger därför på värdena för sommarmånaderna juni – september.

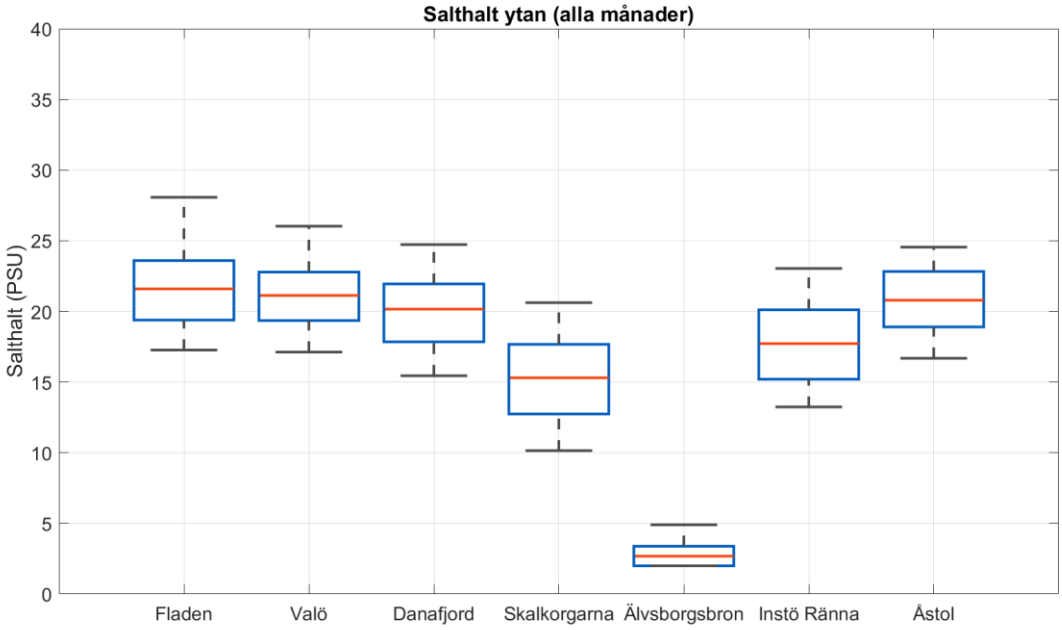
Dessa figurer ger en snabb och enkel överblick av vad som är typiska halter av salt, närsalter, och klorofyll i ytvattnet i recipienten. Värdena på provtagningsstationerna kan jämföras med värdena från referensstationen Fladen som anses opåverkad av Göta älv med avseende på sötvatten- och närsaltstillförseln från älven. Jämförelsen gör det möjligt att få en uppfattning av hur stor påverkansområdet från Göta älv är.

Skalkorgarna och Instö Ränna är efter E Älvsborgsbron de mest sötvattenpåverkade provtagningsstationerna med relativt låga salthalter (Figur 2-5). Vid de övriga provtagningsstationerna är salthalterna likt de vid referensstationen.

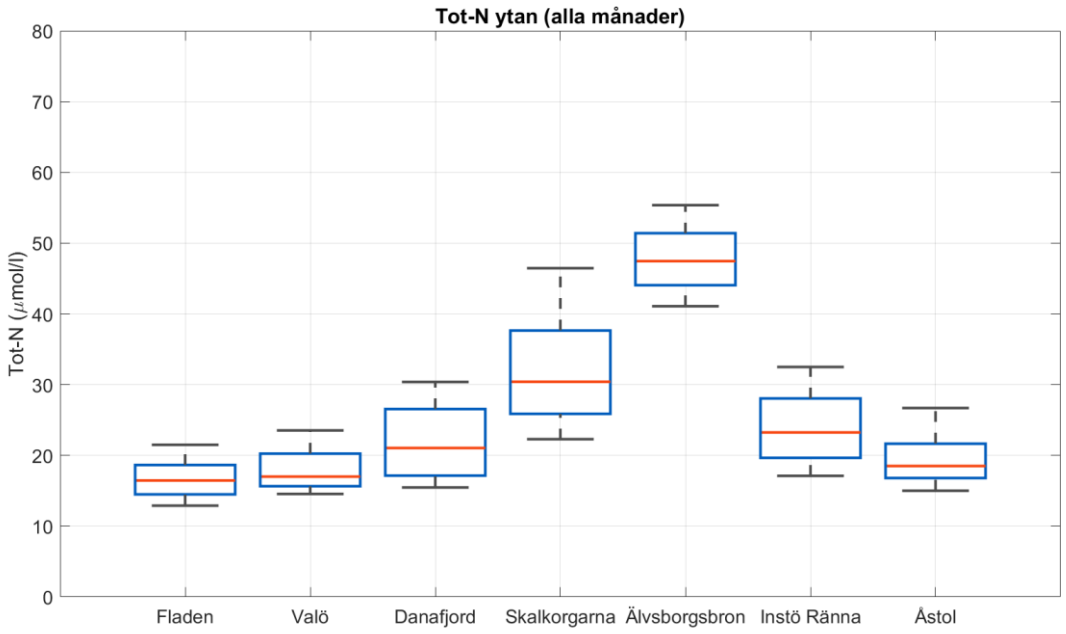
E Älvsborgsbron, Skalkorgarna, och Instö Ränna har även höga kväve-koncentrationer, både total-kväve (Figur 2-6), löst oorganiskt kväve (Figur 2-7) och ammonium (Figur 2-11), vilket hänger samman med närsaltstransporten via Göta älv. Älven transporterar stora mängder kväve ut i havet och är en viktig källa av kväve till norra Kattegatt och södra Skagerack. Kväve-halten är högst inne i älven (E Älvsborgsbron) och minskar i takt med att vattnet flödar ut mot havet och späds ut. Denna gradient av minskande kvävehalter med avstånd till utsjön syns tydligt om kvävehalterna vid stationerna E Älvsborgsbron, Skalkorgarna och Danafjord jämförs.

Till skillnad från kväve är transport av total-fosfor via Göta älv relativt liten i jämförelse med de fosformängder som redan finns i utsjön (se Avsnitt 3.1). Fosfortransporten leder därför inte till några förhöjda fosforhalter inne i älven som sedan avtar ut mot utsjön så som är fallet för kväve, Halterna av total-fosfor skiljer sig mycket lite mellan de olika provtagningsstationerna (Figur 2-8). Samma sak gäller för fosfat-halterna med undantag för E Älvsborgsbron, och delvis Skalkorgarna, som har lägre fosfat-halter än övriga provtagningsstationer (Figur 2-9). Detta beror på att fosfat-halterna i Göta älv är relativt låga.

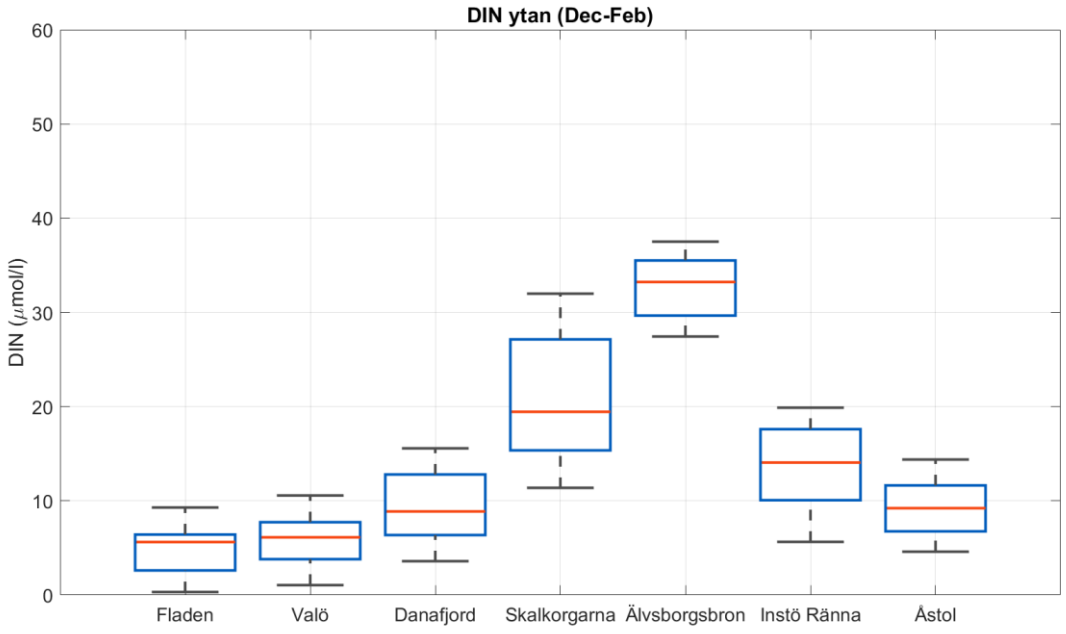
Utifrån den rumsliga fördelningen av salt, närsalter och klorofyll bestäms Göta älvs och Nordre älvs påverkansområde. Lägre salthalt, samt förhöjda halter av kväve och klorofyll, relativt halterna vid Fladen (referensstation) är ett tecken på påverkan från Göta älv och Nordre älv. Följande provtagningsstationer kan därför anses vara påverkade av närsaltstransporten via Göta älv och Nordre älv: Danafjord, Skalkorgarna, E Älvsborgsbron, Instö Ränna och Åstol.



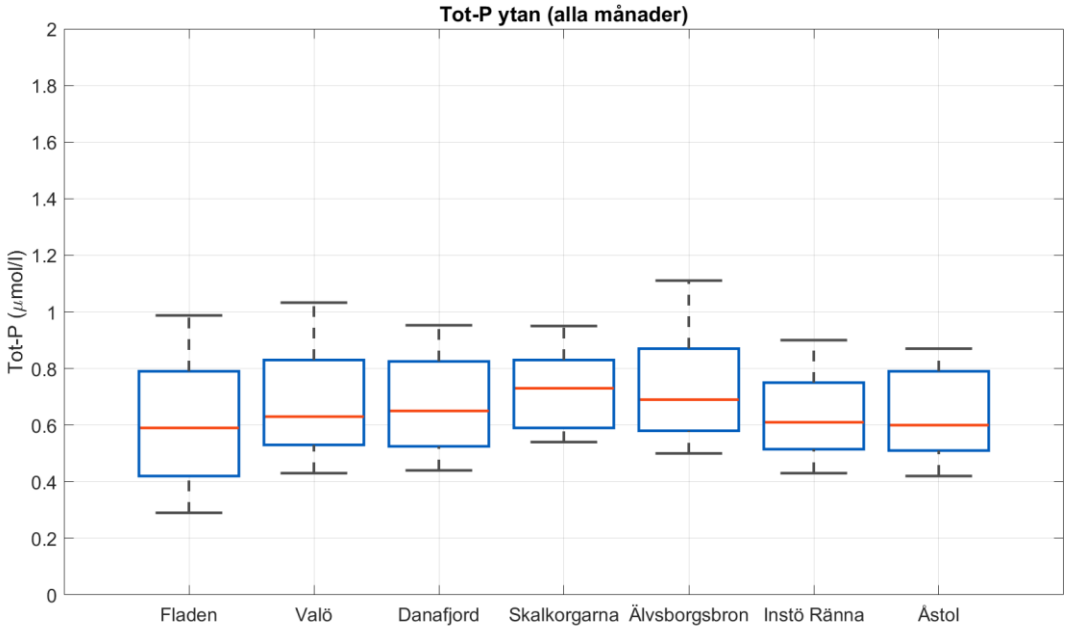
Figur 2-5 Salthalten på ytan för alla månader vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2015.



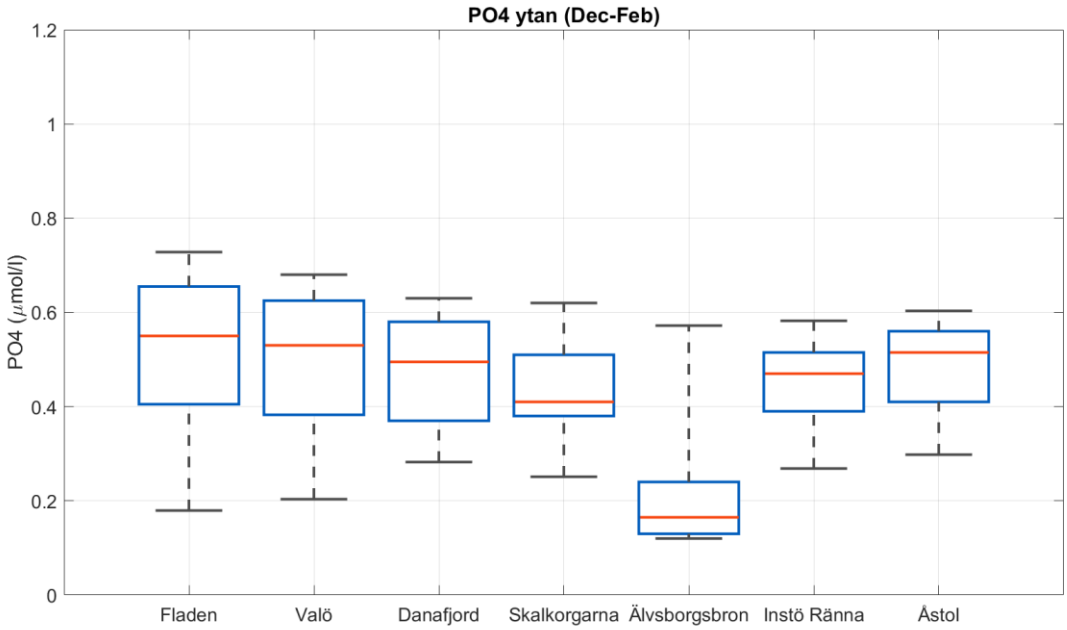
Figur 2-6 Total-kväve på ytan för alla månader vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2015.



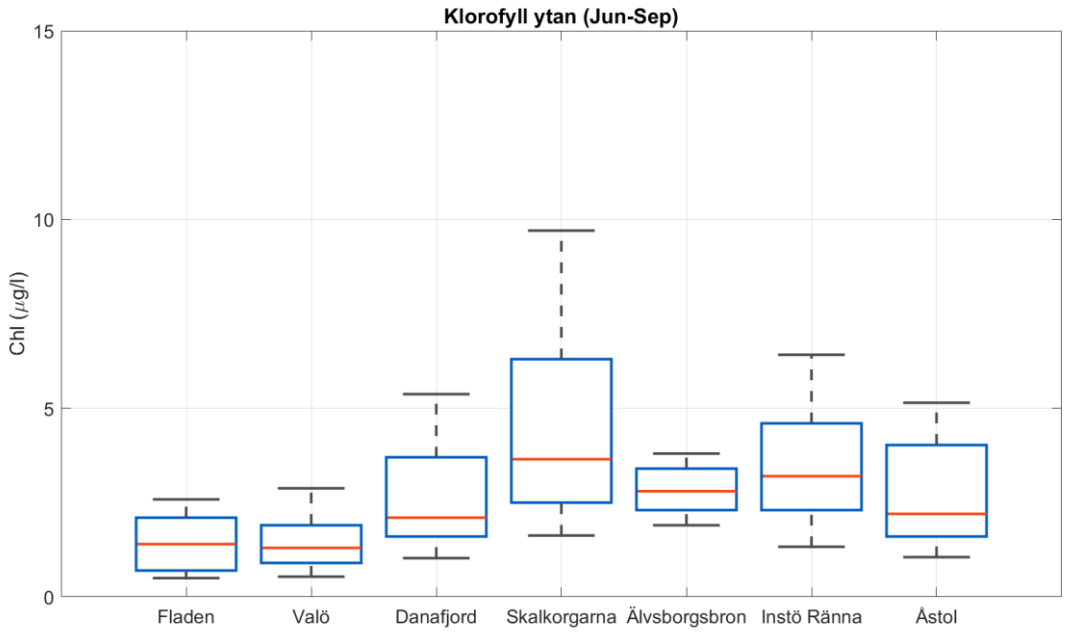
Figur 2-7 Löst oorganiskt kväve (summan av ammonium, nitrat och nitrit) på ytan för vintermånaderna (december-februari) vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2015.



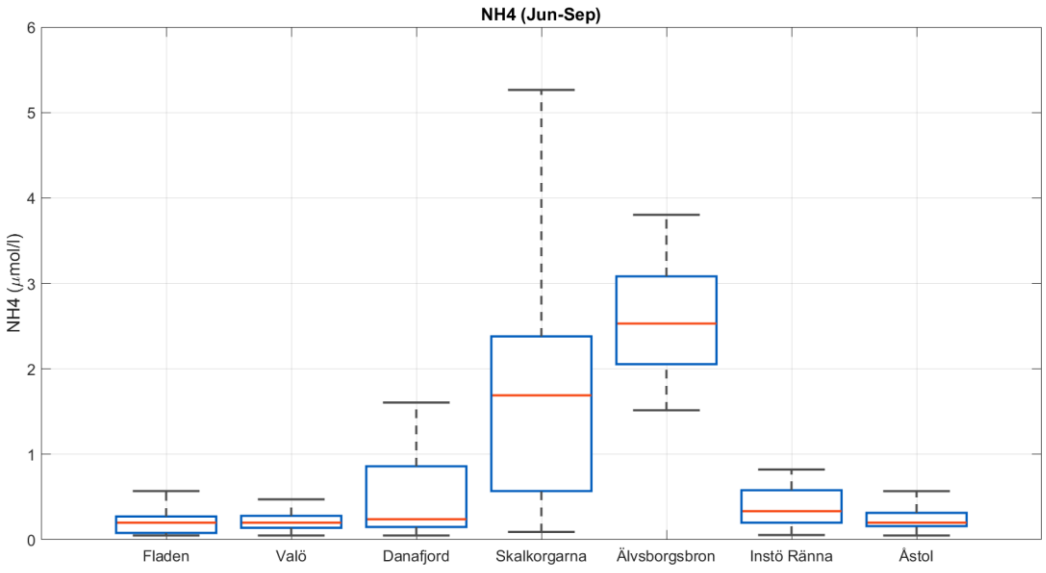
Figur 2-8 Total-fosfor på ytan för alla månader vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2015.



Figur 2-9 Fosfat på ytan för vintermånaderna (december-februari) vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2016.



Figur 2-10 Klorofyll-a på ytan för sommarmånaderna (juni-september) vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2015.



Figur 2-11 Ammonium vid ytan för sommarmånaderna (juni-september) vid provtagningsstationerna Valö, Danafjord, Skalkorgarna, Älvsborgsbron, Instö Ränna, Åstol samt referensstationen Fladen för 2005-2015.

3 Belastning från land

3.1 Kväve- och fosforbelastning från land

För att sätta vattenkvalitetsmätningarna och Ryaverkets utsläpp i ett sammanhang har kväve- och fosforbelastningen från land tagits fram för perioden 2005-2015. I belastningen från land ingår utsläppet från Ryaverket, övriga punktkällor från industrier och avloppsreningsverk, samt avrinningen från land, dvs. närsalttransporten via Göta älv. Vattenföringen och kväve- och fosfortransporten via Göta älv redovisas för både den norra grenen (Nordre älv) och den södra grenen (Göta älv). Vattenföringen via Nordre älv är reglerad och styrs av en skärmanläggning vid Ormo. Syftet med regleringen är att upprätthålla en stabil vattennivå i den södra grenen (Göta älv) med hänsyn till fartygstrafiken, samt att undvika att alltför mycket vatten rinner via Nordre älv istället för genom den södra grenen (Göta älv) Om för mycket vattnen rinner via Nordre Älv skulle nivåerna kunna sjunka i Göta älvs södra gren vilket i sin tur skulle öka risken för att saltvatten tränger in uppströms i älven och når drickvattenintaget vid Lärjeholm.

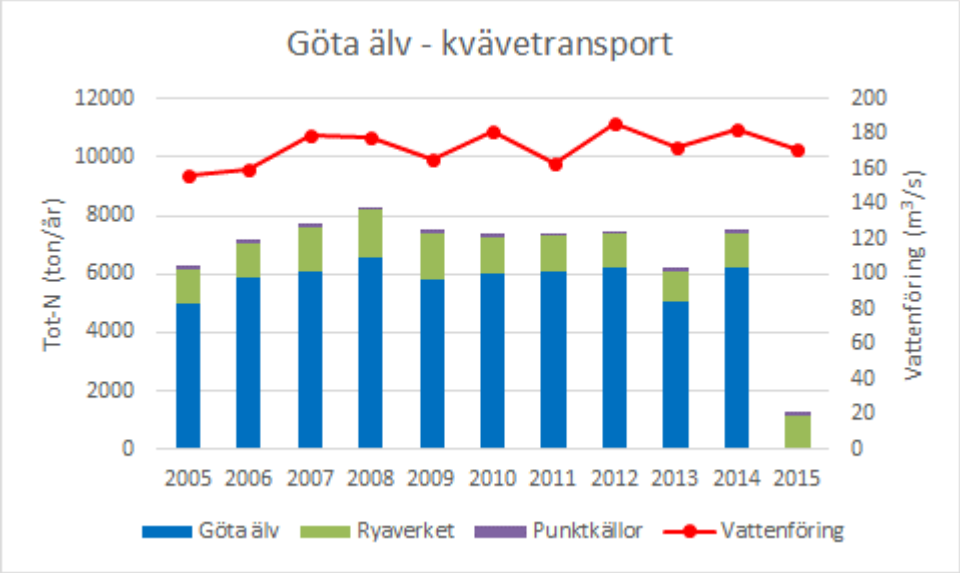
Data för kväve- och fosfor belastningen från Ryaverket har hämtats från Gryaab:s årliga miljörapporter (Ref. /3/ - /13/). Data för utsläppen från övriga punktkällor har erhållits från Länsstyrelsen i Västra Götalands län och från Svensk Miljöportal (https://smp.lansstyrelsen.se/). Dataunderlaget för punktkällorna är bristfälligt och för ett antal av punktkällorna saknas det data för några av åren 2005-2015. Vattenföringen för Nordre älv och Göta älv har hämtats från Göta älvs Vattenvårdsförbund:s årliga datasammanställning (Ref. /1/). Kväve- och fosforbelastningen för Göta älvs båda grenar har hämtats från SMHI:s Vattenweb (http://vattenwebb.smhi.se/) och är modellerade data. När denna rapport togs fram, augusti 2016, fanns data endast till och med 2014.

Figur 3-1 visar den årliga transporten av totalkväve via Göta älv (södra grenen), utsläppet från Ryaverket och övriga punktkällor, samt årsmedelvärde av vattenföringen. Det största bidraget är från Göta älv, dvs. avrinningen från land. Göta älv transportera i snitt ca 6 000 ton kväve/år (medelvärde för perioden 2005-2014) vilket kan jämföras med Ryaverkets utsläpp på ca 1200 ton kväve/år. Punktkällorna utgör endast ett mindre bidrag. Lars Rydberg har i sin rapport (Ref. /20/) uppskattat kvävetransporten från Kattegatt till Göta älvs mynningsområde (södra grenens mynningsområde, dvs. Göteborgsskärgården) till 2000 ton/år. Detta innebär att för Göta älvs mynningsområde är kvävetransporten via Göta älv en viktig källa medan transporten från utsjön har en mindre betydelse.

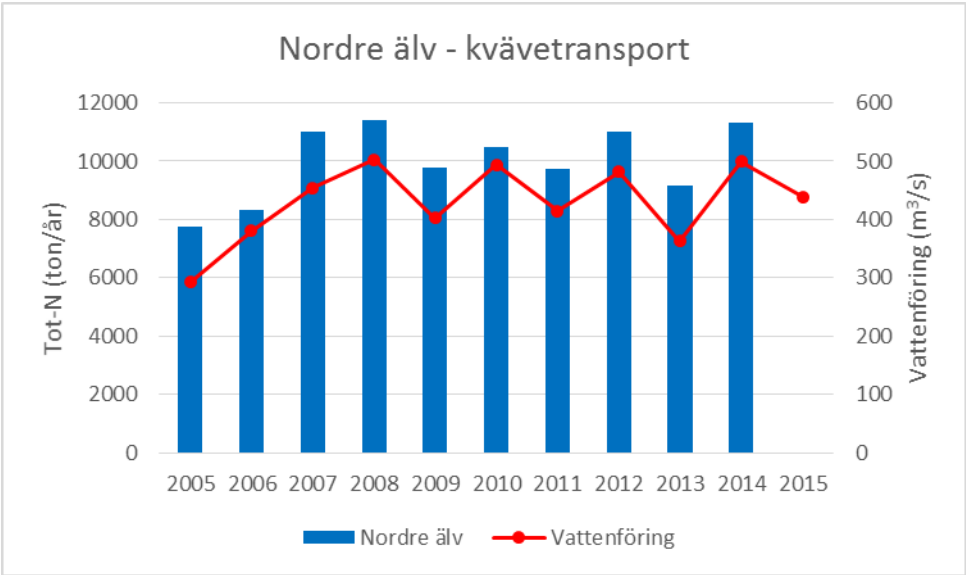
Den årliga transporten av total-kväve och årsmedelvattenföringen för Nordre älv visas i Figur 3-2. Nordre älv har en högre vattenföring och därmed större kvävetransport än södra grenen, Göta älv. Nordre älv transporterar ca 10 000 ton N/år (medelvärde för perioden 2005-2014). Vattenföringen och närsaltstransporten hänger samman, ju högre vattenföring desto större mängd närsalter som transporteras med älven.

Motsvarande data för fosfor visas i Figur 3-3 och Figur 3-4. Även för fosfor domineras transporten från land av landavrinningen, dvs. fosfortransporten via Göta älv. Medelvärdet av fosfortransporten via Göta älv (södra grenen) för perioden 2005-2014 är 142 ton P/år och för utsläppet från Ryaverket för samma period 36 ton P/år.

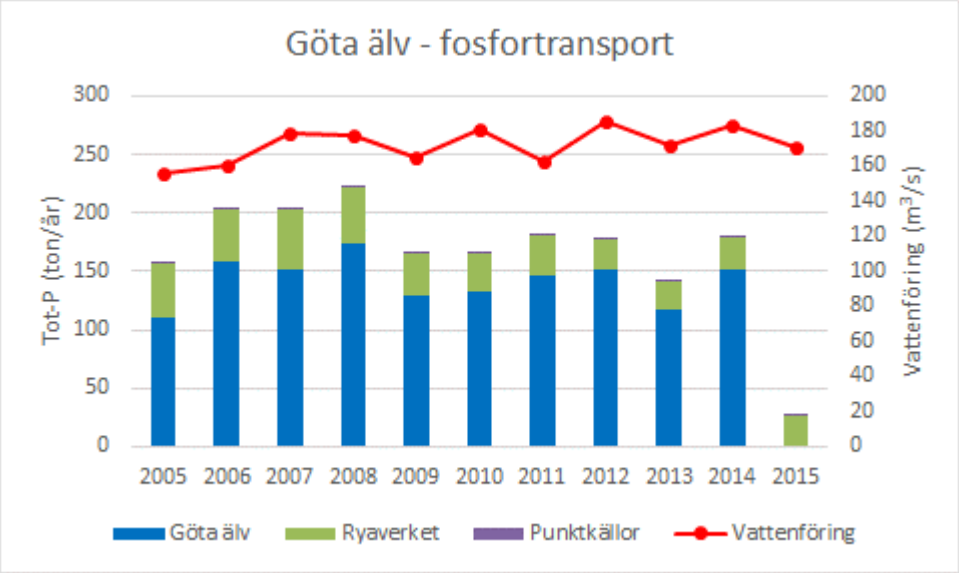
Till skillnad från kväve, spelar transporten från havet in i mynningsområdet en större roll för fosfor än för kväve. Fosfortransporten från Kattegatt till Göta älvs mynningsområde uppskattas till 300 ton P/år (Ref. /20/) vilket kan jämföras med summan av närsaltstransporten från Göta älv (södra grenen) och utsläppet från Ryaverket som är ca 178 ton P/år (se Tabell 3-1). Fosfortransporten via Göta älv är inte den dominerande fosforkällan till kustområdet utan utsjötransporten spelar en viktigare roll.



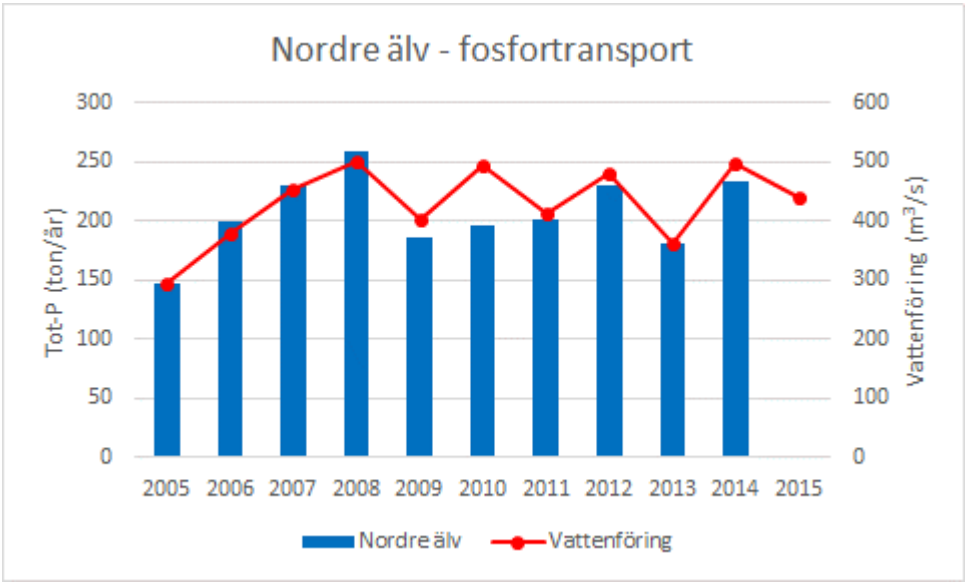
Figur 3-1 Årlig transport av total-kväve och årsmedelvattenföring för Göta älv, samt kvävetillförsel från Ryaverket och övriga punktkällor. Kvävetransporten uttrycks i ton N/år och årsmedelvattenföringen i m^3/s.



Figur 3-2 Årlig transport av total-kväve (ton N/år) och årsmedelvattenföring (m^3/s) för Nordre älv.



Figur 3-3 Årlig transport av total-fosfor och årsmedelvattenföring för Göta älv, samt fosfortillförsel från Ryaverket och övriga punktkällor. Fosfortransporten uttrycks i ton P/år och årsmedelvattenföringen i m^3/s.



Figur 3-4 Årlig transport av total-fosfor (ton P/år) och årsmedelvattenföring (m^3/s) för Nordre älv.

För en mer detaljerad bild av belastningen från land redovisas närsaltstillförseln för de individuella källorna för ett specifikt år i tabellformat. I Tabell 3-1 redovisas närsaltstransporten via Göta älv, utsläppet från Ryaverket och övriga punktkällor, samt bidragen från bräddning och enskilda avlopp. Alla siffror är för år 2015 förutom Göta älv som är för 2014 på grund av att 2015-års siffror inte var tillgängliga när denna rapport togs fram. Tabellen visar även den procentuella fördelningen mellan de olika källorna. För både kväve och fosfor är närsaltstransporten via Göta älv (landavrinningen) den största landkällan och står för ca 82 % av belastningen från land. Näst största källa är utsläppet från Ryaverket som står för ca 15 % av belastningen från land. De övriga källorna, övriga punktkällor, bräddning och enskilda avlopp är jämförelsevis relativt små.

Tabell 3-1 Belastning från land för år 2015: närsaltstransport via Göta älv (2014), utsläppet från Ryaverket, övriga punktkällor, bräddning och enskilda avlopp. För enskilda avlopp har det antagits att hälften av utsläppet hamnar i havsvattnet.

Källa	Tot-N (ton N/år)	% av summa	Tot-P (ton P/år)	% av summa
Göta älv	6250	82,6	151	82,0
Ryaverket	1169	15,4	27	14,6
Övriga punktkällor	120	1,6	1,8	1,0
Bräddning	19	0,3	3,1	1,7
Enskilda avlopp	10	0,1	1,3	0,7
Summa	**7568**		**184**	

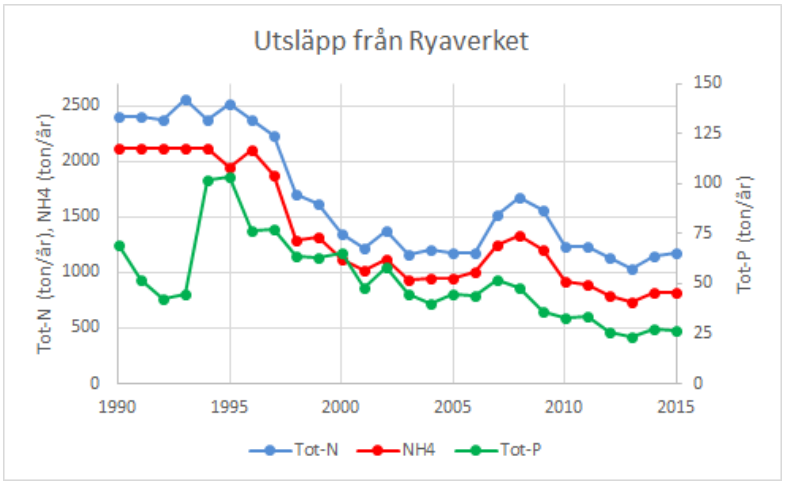
Tabell 3-2 visar närsaltstransporten via Göta älvs båda grenar: den norra grenen Nordre älv och den södra grenen Göta älv för 2014. Den största delen av transporten går via den norra grenen, Nordre älv. Drygt 60 % av kvävet och fosforn går via Nordre älv.

Tabell 3-2 Kväve- och fosfortransport via Göta älvs båda grenar, Nordre älv och Göta älv, år 2014.

Källa	Tot-N (ton N/år)	% av summa	Tot-P (ton P/år)	% av summa
Göta älv	6250	36	151	39
Nordre älv	11300	64	234	61
Summa	**17550**		**385**	

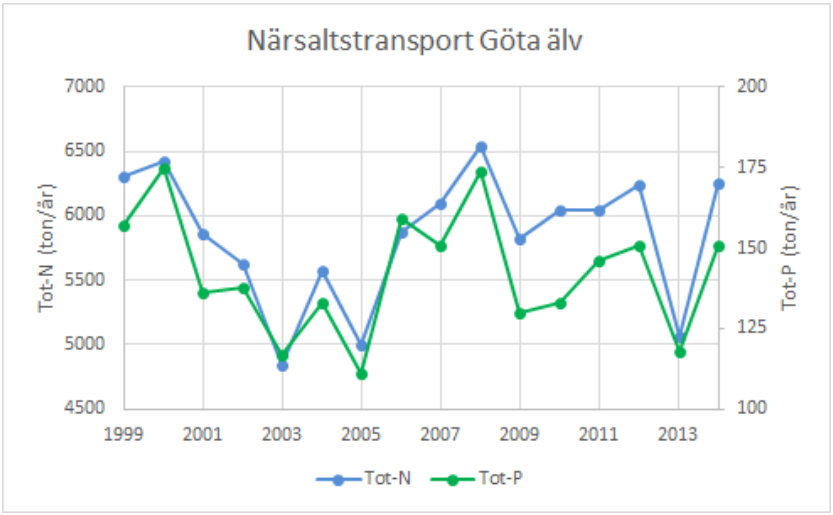
3.2 Trender i belastningen från land

För utsläppet från Ryaverket och närsaltstransporten via Göta älv har längre tidsserier tagits fram. Figur 3-5 visar utsläppet från Ryaverket från 1990 till 2015 för total-kväve, ammonium och total-fosfor. 1998 infördes förbättrad kväverening vilket syns som en markant minskning av utsläppen av total-kväve och ammonium från 1997 till 1998. Under 2007 till 2009 pågick ombyggnader i reningsverket och utsläppen ökade temporärt. 2005 genomfördes förbättrad fosforrening och 2010 förbättrad kväve- och fosforrening.



Figur 3-5 Utsläpp från Ryaverket från 1990 till 2015 för total-kväve (Tot-N), ammonium (NH4) och total-fosfor (Tot-P).

En längre tidsserie har även tagits fram för närsaltstransporten via Göta älvs södra gren. Tidserien sträcker sig från 1999 till 2014. Under denna period syns ingen tydlig trend i närsaltstransporten via Göta älv (Figur 3-6). Lars Rydberg har i sin rapport (Ref. /20/) tittat på en längre tidsserie med början 1985. I den tidsserien syns en nedåtgående trend i närsaltstransporten. För kväve är minskningen i närsaltstransport via Göta älvs södra gren av samma storlek (1000 ton N/år) som minskningen i kväveutsläppet från Ryaverket under de senaste 20 åren. Likande trender redovisas i den senaste Havet 2015/2016-rapporten (Ref. /14/). Både belastningen av totalkväve från land till Kattegatt och halterna av totalkväve i Kattegatt visar en nedåtgående trend sedan mitten av 1990-talet.

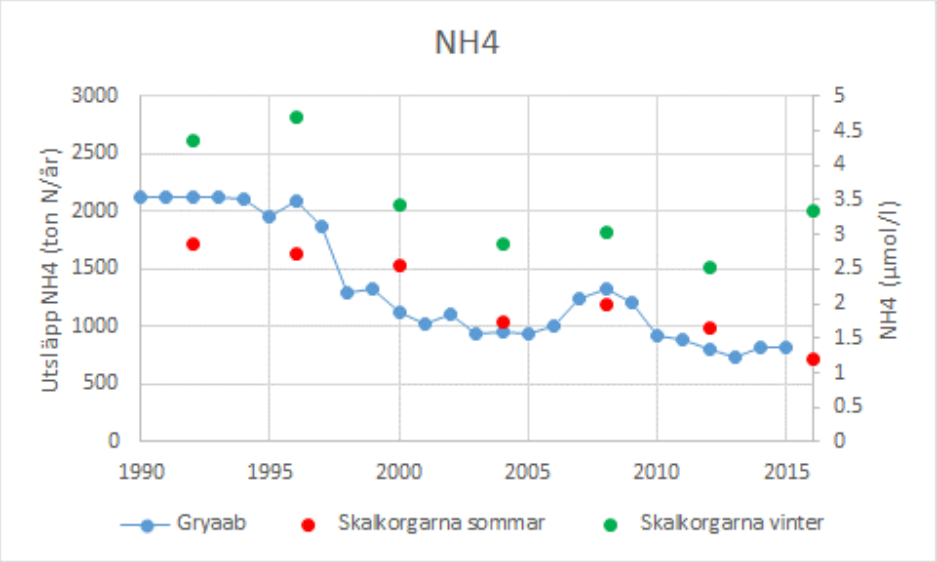


Figur 3-6 Kväve- och fosfortransport (ton/år) via Göta älv från 1999 till 2014

3.3 Jämförelse mellan utsläpp från Ryaverket och förhållandena i Göta älvs mynningsområde

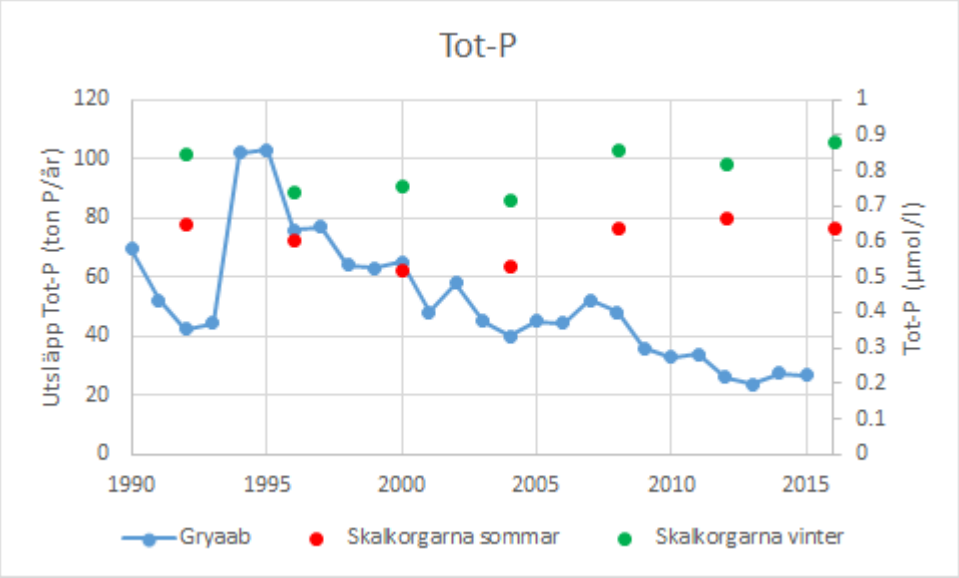
3.3.1 Närsalter

Figur 3-7 visar det årliga utsläppet av ammonium från Ryaverket och sommar- och vinterhalter av ammonium i ytvattnet vid Skalkorgarna (4-års medelvärden hämtade från Tabell 5-1 och Tabell 5-3). I takt med att ammonium utsläppet från Ryaverket har minskat har även halterna av ammonium i vattnet minskat. Det sista vintermedelvärdet av ammonium visar på oväntade höga halter i ytvattnet, 3,35 µmol/l (vilket kan jämföras med vintermedelvärdet för 2010-2013 på 2,54 µmol/l). Det sista vintermedelvärde bygger på mätningar från 2014 till 2016, dvs. en kortare period än dem övriga medelvärden i figuren som bygger på mätningar från fyra år. En närmare analys av ammonium-halterna 2014-2016 visar att det är främst 2014-års värden som leder till ett högt medelvärde för den perioden. Någon tydlig förklaring till de höga ammoniumvärdena vintern 2014 har ej hittats. Vintern 2014 är det bara ammonium som uppvisar höga halter, övriga kvävehalter (total-kväve och nitrat), fosforhalter (total-fosfor och fosfat), och klorofyll visar värden nära långtidsmedelvärdena.



Figur 3-7 Årligt utsläpp av ammonium (NH4, ton N/år) från Ryaverket (Gryaab) för 1990-2015 och 4-års medelvärde av uppmätta NH4-halter (µmol/l) vid Skalkorgarna i ytvattnet under vintern och sommaren. Värdena för Skalkorgarna är hämtade från Lars Rydbergs tabell i Avsnitt 5.

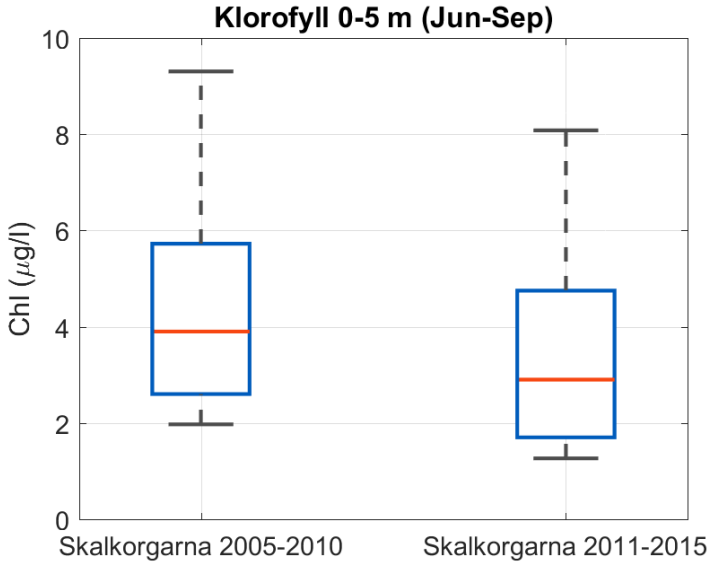
För total-fosfor är situationen annorlunda (Figur 3-8). Utsläppen av total-fosfor från Ryaverket har minskat sedan 1995 men någon motsvarande minskning av total-fosfor i vattnet har inte uppmätts.



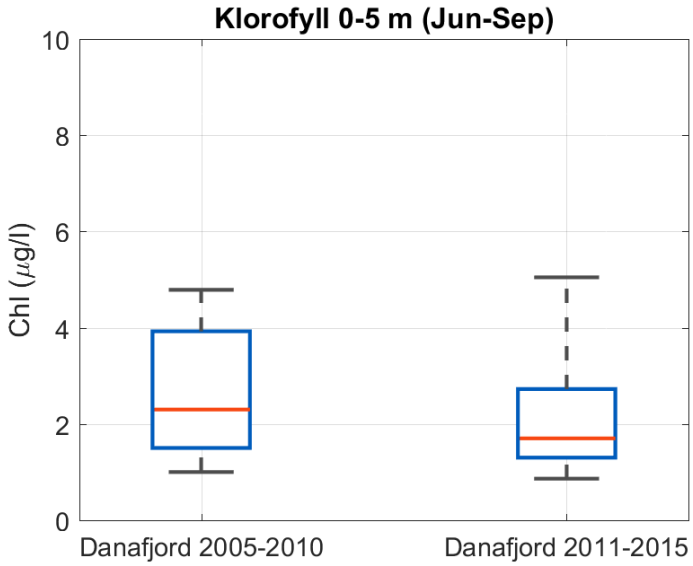
Figur 3-8 Årligt utsläpp av total-fosfor (Tot-P, ton P/år) från Ryaverket (Gryaab) för 1990-2015 och 4-års medelvärde av uppmätta Tot-P-halter (µmol/l) vid Skalkorgarna i ytvattnet under vintern och sommaren. Värdena för Skalkorgarna är hämtade från Lars Rydbergs tabell i Avsnitt 5.

3.3.2 Klorofyll

Under 2010 infördes förbättrad kväve- och fosforrening på Ryaverket. För att undersöka om de minskade utsläppen från Ryaverket (Figur 3-5) har påverkat förhållandena i recipienten beräknas medelvärdet av klorofyll på ytan för perioden 2005-2010 och 2011-2015 vid Skalkorgarna (Figur 3-9) och Danafjord (Figur 3-10), de båda provtagningsstationerna som anses vara mest påverkade av utsläppet från Ryaverket. För båda stationerna ses en minskning av klorofyll-halten under perioden 2011-2015 som sammanfaller med lägre utsläpp från Ryaverket. Se Avsnitt 5 för en mer detaljerad bild av hur klorofyllhalten har varierat sedan 1990.



Figur 3-9 Medelvärde av halten av klorofyll-a vid Skalkorgarna för 2005-2010 och 2011-2015 på ytan (0-5 m) för sommarmånaderna juni - september.



Figur 3-10 Medelvärde av halten av klorofyll-a vid Danafjord för 2005-2010 och 2011-2015 på ytan (0-5 m) för sommarmånaderna juni – september.

4 Statusklassning

Som en del av analysen av miljötillståndet har statusklassningen för närsalter, klorofyll och syrgashalt sammanställts. Värdena för statusklassningen har hämtats från de årliga hydrografiska rapporter som SMHI tar fram åt Bohuskustens Vattenvårdsförbund (Ref. /21/-/30/).

Statusklassningen redovisas stationsvis. Varje tabell visar statusen för närsalterna, klorofyll, och syrgashalten på botten för 2005-2016. Två år saknas i tabellerna. 2007 togs en hydrografisk rapport fram men ingen statusklassning genomfördes (Ref. /15/). Även 2012 saknas, det år togs ingen hydrografisk rapport fram.

Årsskiftet 2007/2008 tog Naturvårdsverket fram nya bedömningsgrunder för statusklassningen av svenska vatten. Statusklassningen i de hydrografiska rapporterna för 2005 och 2006 bygger på de gamla bedömningsgrunderna. Från och med 2008 används de nya bedömningsgrunderna. I 2008-års hydrografiska rapport (Ref. /23/) genomfördes statusklassning enligt de båda metoderna. I tabellerna är detta markerat med *G* för de gamla bedömningsgrunderna och *N* för de nya.

Statusklasserna benämns **hög**, **god**, **måttlig**, **otillfredsställande**, och **dålig**. Målsättningen är ”god ekologisk status” senast 2015.

Resultaten från statusklassningen kan kopplas samman med resultaten från karakteriseringen av recipienten (Avsnitt 2.2). De provatagningsstationer som är mest sötvattenpåverkade, E Älvsborgs (Tabell 4-1), Skalkorgarna (Tabell 4-2), Danafjord (Tabell 4-3) och till viss del Instö Ränna (Tabell 4-5), och därmed påverkas mest av belastningen från land, är också de med sämst ekologisk status. Ju större sötvattenpåverkan desto sämre status. Provtagningsstationerna längst bort från Göta älv, Åstol (Tabell 4-6) och Valö (Tabell 4-4), är också de som visar bäst status.

Tabell 4-1 Statusklassning vid E Älvsborgsbron.

År	NO2+NO3 vinter	NH4 vinter	DIN vinter	Tot-N vinter	Tot-N sommar	DIP vinter	Tot-P vinter	Tot-P sommar	Närsalter sammanvägt	Chl sommar	O_2 botten
2005	Måttlig	God	X	X	Måttlig	Hög	X	God	X	Hög	X
2006	Måttlig	God	X	X	Måttlig	Hög	X	God	X	God	X
2008 G	Måttlig	God	X	X	Otillfreds-ställande	Hög	X	God	X	Hög	X
2008 N	X	X	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Hög	Måttlig	Otillfreds-ställande	X	X	Hög
2009	X	X	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Måtlig	Måttlig	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	God	Hög
2010	X	X	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	God	Måttlig	Måttlig	Måttlig	God	Hög
2011	X	X	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Hög	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Hög
2013	X	X	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	Hög	Måttlig	Otillfreds-ställande	Måttlig	God	Hög
2014	X	X	Måttlig	Måttlig	Måttlig	God	Måttlig	Otillfreds-ställande	Måttlig	God	Hög
2015	X	X	Måttlig	Måttlig	Otillfreds-ställande	God	Måttlig	Otillfreds-ställande	Måttlig	God	Hög
2016	X	X	Måttlig	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	God	Hög

Tabell 4-2 Statusklassning vid Skalkorgarna

År	NO2+NO3 vinter	NH4 vinter	DIN vinter	Tot-N vinter	Tot-N sommar	DIP vinter	Tot-P vinter	Tot-P sommar	Närsalter sammanvägt	Chl sommar	O_2 botten
2005	God	God	X	X	God	Hög	X	Hög	X	Måttlig	X
2006	Hög	God	X	X	God	Hög	X	Hög	X	Otillfreds-ställande	X
2008 G	God	God	X	X	God	Hög	X	Hög	X	Hög	X
2008 N	X	X	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	God	Måttlig	Måttlig	X	X	Hög
2009	X	X	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	Måttlig	God	Måttlig	Otillfreds-ställande	Hög
2010	X	X	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Hög
2011	X	X	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Måttlig	God	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Hög
2013	X	X	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	God	God	God	Måttlig	God	Hög
2014	X	X	Måttlig	Måttlig	Måttlig	God	God	Måttlig	Måttlig	God	Hög
2015	X	X	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	God	God	Måttlig	Måttlig	God	Hög
2016	X	X	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	God	God	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Hög

Tabell 4-3 Statusklassning vid Danafjord

År	NO2+NO3 vinter	NH4 vinter	DIN vinter	Tot-N vinter	Tot-N sommar	DIP vinter	Tot-P vinter	Tot-P sommar	Närsalter sammanvägt	Chl sommar	O_2 botten
2005	God	God	X	X	God	Hög	X	Hög	X	God	X
2006	Hög	Hög	X	X	God	Hög	X	Hög	X	God	X
2008 G	God	God	X	X	God	Hög	X	Hög	X	Hög	X
2008 N	X	X	God	God	Måttlig	Hög	Hög	Måttlig	X	X	Hög
2009	X	X	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	Måttlig	God	Hög	Måttlig	God	Hög
2010	X	X	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Måttlig	God	Måttlig	Hög	Hög
2011	X	X	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	God	God	God	Måttlig	God	Måttlig
2013	X	X	Måttlig	Måttlig	God	God	Måttlig	Hög	God	Hög	God
2014	X	X	Måttlig	Måttlig	God	God	Måttlig	God	God	Hög	Hög
2015	X	X	Måttlig	God	God	God	God	God	God	Hög	Hög
2016	X	X	Måttlig	God	God	God	God	God	God	Hög	Hög

Tabell 4-4 Statusklassning vid Valö

År	NO2+NO3 vinter	NH4 vinter	DIN vinter	Tot-N vinter	Tot-N sommar	DIP vinter	Tot-P vinter	Tot-P sommar	Närsalter sammanvägt	Chl sommar	O_2 botten
2005	God	God	X	X	God	Hög	X	Hög	X	God	X
2006	Hög	Hög	X	X	God	Hög	X	Hög	X	Hög	X
2008 G	God	God	X	X	God	Hög	X	Hög	X	Hög	X
2008 N	X	X	God	Hög	God	God	Hög	Måttlig	X	X	Hög
2009	X	X	Måttlig	God	God	Måttlig	Måttlig	God	God	God	Hög
2010	X	X	Måttlig	God	God	Måttlig	Måttlig	God	Måttlig	God	Hög
2011	X	X	God	God	God	God	Måttlig	God	God	Måttlig	God
2013	X	X	God	God	God	God	Måttlig	God	God	Hög	God
2014	X	X	Måttlig	God	God	God	God	God	God	God	God
2015	X	X	Måttlig	God	God	God	God	God	God	God	God
2016	X	X	Måttlig	God	God	God	God	Måttlig	Måttlig	God	God

Tabell 4-5 Statusklassning vid Instö Ränna

År	NO2+NO3 vinter	NH4 vinter	DIN vinter	Tot-N vinter	Tot-N sommar	DIP vinter	Tot-P vinter	Tot-P sommar	Närsalter sammanvägt	Chl sommar	O_2 botten
2005	Måttlig	God	X	X	God	Hög	X	Hög	X	God	X
2006	God	God	X	X	God	Hög	X	Hög	X	Otillfreds-ställande	X
2008 G	Måttlig	God	X	X	God	Hög	X	Hög	X	God	X
2008 N	X	X	Måttlig	Måttlig	Måttlig	Hög	God	Måttlig	X	X	Hög
2009	X	X	Otillfreds-ställande	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	God	God	Måttlig	Måttlig	Hög
2010	X	X	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	God	Måttlig	God	Måttlig	God	Hög
2011	X	X	Otillfreds-ställande	Måttlig	Måttlig	Måttlig	God	Måttlig	Måttlig	God	Hög
2013	X	X	X	X	God	X	X	God	God	Måttlig	Hög
2014	X	X	God	Hög	God	Hög	God	God	God	Måttlig	Hög
2015	X	X	God	Hög	God	Hög	God	God	God	Måttlig	Hög
2016	X	X	God	Hög	Hög	Hög	God	God	God	Måttlig	Hög

Tabell 4-6 Statusklassning vid Åstol

År	NO2+NO3 vinter	NH4 vinter	DIN vinter	Tot-N vinter	Tot-N sommar	DIP vinter	Tot-P vinter	Tot-P sommar	Närsalter sammanvägt	Chl sommar	O_2 botten
2005	God	Hög	X	X	God	Hög	X	Hög	X	God	X
2006	Hög	God	X	X	God	Hög	X	Hög	X	God	X
2008 G	Måttlig	God	X	X	God	Hög	X	Hög	X	God	X
2008 N	X	X	God	Hög	Hög	Hög	God	Måttlig	X	X	Hög
2009	X	X	God	God	Hög	God	God	Hög	God	Måttlig	Hög
2010	X	X	God	Hög	Hög	God	Måttlig	God	God	Måttlig	Hög
2011	X	X	Hög	Hög	Hög	Hög	God	God	Hög	Måttlig	Hög
2013	X	X	Hög	Hög	Hög	Hög	God	Hög	Hög	God	Hög
2014	X	X	God	Hög	God	Hög	God	God	Hög	God	Hög
2015	X	X	God	Hög	God	Hög	God	God	Hög	God	Hög
2016	X	X	God	Hög	Hög	Hög	God	God	God	God	Hög

5 Utökning av Lars Rydberg rapport

I rapporten ***Kväve och fosforomsättning i Göta älvs mynningsområden, med tonvikt på utvecklingen under 2009-2010, samt Ryaverkets, älvens och utsjöns betydelse för klorofyllhalterna i södra älvgrenens mynning***, har Lars Rydberg analyserat förhållandena i recipienten (Ref. /20/). Som en del av analysen av miljötillståndet 2005-215 ingår det att uppdatera två tabeller med ny mätdata:

- Tabell A3. Salthalt och syrehalt, samt näringsämneskoncentrationer och klorofyllhalter under sommaren (mar-okt), uppdelat i 4-årsperioder, samt yt- och djupvatten
- Tabell A4. Salthalt och syrehalt, samt näringsämneskoncentrationer och klorofyllhalter under vintern (jan-feb, nov-dec), uppdelat i 4-årsperioder, samt yt- och djupvatten.

Dessa två tabeller utökas med värden för 2010-2013 samt 2014-2016 (fram till maj). Även värdena för 2006-2009 räknades ut och jämfördes med Lars Rydbergs värden för att säkerställa att samma metodik används i denna rapport som i Lars Rydbergs rapport.

Tabell 5-1 visar sommarvärdena i ytvattnet, Tabell 5-2 sommarvärdena i bottenvattnet, Tabell 5-3 vintervärdena i ytvattnet och Tabell 5-4 vintervärdena i bottenvattnet. Sommarperioden är definierad som mars till oktober och vinterperioden som november till februari. Värdena vid Älvsborgsbron 1990-1993 avviker på grund av att dessa mätningar gjordes längre ut i älvmynningen.

Av störst intresse för Gryaab är värdena vid Skalkorgarna. E Älvsborgsbron ligger uppströms om Ryaverket och Danafjord ligger längre bort från verket. Speciellt intressant är det att titta på de variabler som motsvarar utsläppen från Ryaverket: total-fosfor, total-kväve, och ammonium och jämföra med utsläppets storlek (se Avsnitt 3). Utsläppet av total-fosfor från Ryaverket har minskat under de senaste två decennierna men ingen minskning har uppmätts i halten av total-fosfor i Skalkorgarna. Även utsläppen av total-kväve och ammonium har minskat och detta syns tydligt i de uppmätta värdena vid Skalkorgarna, speciellt för ammonium som har halverats.

Tabell 5-1 Salthalt, närsaltskoncentrationer och klorofyllhalt under sommaren (mars-oktober), uppdelat i 4-årsperioder, i ytvattnet. Salthalt i PSU, närsalthalter i (µmol/l), och Chl-a i (µg/l). Tabellen utgör en utökning av Lars Rydbergs tabell A.3 (Ref.). De nya värdena är markerade i fel still och är de för tidsperioderna 2010-2013 och 2014-2016 (till och med maj).

	Salthalt	Fosfat	Tot-P	Nitrat	Ammonium	Tot-N	Chl-a
Älvsborgsbron							
1990-93	11,54	0,32	0,87	18,76	5,44	-	2,80
1994-97	7,40	0,22	0,96	27,88	4,02	48,76	2,36
1998-01	5,63	0,23	0,58	28,49	2,70	48,33	3,03
2002-05	5,33	0,17	0,64	26,45	3,23	49,34	2,57
2006-09	5,65	0,22	0,83	25,24	2,92	46,87	2,58
2010-2013	**5,61**	**0,17**	**0,70**	**21,39**	**2,33**	**42,49**	**2,59**
2014-2016	**5,92**	**0,21**	**0,64**	**21,04**	**1,92**	**40,79**	**2,42**
Skalkorgarna							
1990-93	18,93	0,17	0,65	5,75	2,89	26,17	4,61
1994-97	18,85	0,15	0,60	7,03	2,72	29,85	4,92
1998-01	17,19	0,15	0,52	8,03	2,58	29,04	4,87
2002-05	17,78	0,12	0,53	6,06	1,76	26,10	4,12
2006-09	18,62	0,14	0,64	5,53	2,00	25,07	4,33
2010-2013	**18,04**	**0,15**	**0,67**	**4,97**	**1,66**	**24,33**	**3,63**
2014-2016		**0,12**	**0,64**	**4,51**	**1,22**	**22,13**	**3,88**
Danafjord							
1990-93	21,29	0,15	0,57	2,74	1,20	21,07	3,43
1994-97	21,67	0,14	0,48	3,51	0,82	21,34	3,38
1998-01	20,00	0,12	0,48	3,97	0,94	22,42	4,23
2002-05	20,84	0,11	0,47	2,12	0,65	18,90	3,57
2006-09	21,21	0,14	0,59	3,25	0,72	19,84	3,12
2010-2013	**21,12**	**0,12**	**0,59**	**2,20**	**0,53**	**18,51**	**2,60**
2014-2016	**21,92**	**0,09**	**0,58**	**2,02**	**0,53**	**17,55**	**3,21**

Tabell 5-2 Salthalt, närsaltskoncentrationer och syrgashalt under sommaren (mars-oktober), uppdelat i 4-årsperioder, i bottenvattnet. Salthalt i PSU, närsalthalter i (µmol/l), och syrehalt i ml/l. Tabellen utgör en utökning av Lars Rydbergs tabell A.3 (Ref.). De nya värdena är markerade i fel still och är de för tidsperioderna 2010-2013 och 2014-2016 (till och med maj).

	Salthalt	Fosfat	Tot-P	Nitrat	Ammonium	Tot-N	Syrgashalt
Älvsborgsbron							
1990-93	21,85	0,4	0,92	3,77	3,43	-	6,30
1994-97	21,01	0,41	1,03	8,06	3,60	29,31	6,01
1998-01	19,20	0,49	1,01	8,13	3,67	29,35	6,39
2002-05	21,58	0,32	0,84	4,54	3,42	24,91	6,21
2006-09	22,01	0,37	0,96	4,27	2,79	23,33	6,20
2010-2013	**21,87**	**0,33**	**0,97**	**3,44**	**2,61**	**22,55**	**6,17**
2014-2016	**24,24**	**0,27**	**0,86**	**3,24**	**2,00**	**20,29**	**6,50**
Danafjord							
1990-93	30,67	0,55	0,82	3,85	1,71	17,57	5,67
1994-97	30,86	0,48	0,65	4,72	1,86	18,38	5,67
1998-01	30,25	0,48	0,69	4,97	2,05	18,66	5,6
2002-05	30,25	0,45	0,69	4,30	1,73	17,38	5,65
2006-09	30,72	0,45	0,71	3,96	1,17	15,53	5,62
2010-2013	**29,72**	**0,45**	**0,72**	**3,19**	**1,41**	**15,46**	**5,59**
2014-2016	**30,21**	**0,37**	**0,73**	**3,26**	**1,20**	**15,00**	**5,88**

Tabell 5-3 Salthalt, närsaltskoncentrationer och klorofyllhalt under vintern (november-februari), uppdelat i 4-årsperioder, i ytvattnet. Salthalt i PSU, närsalthalter i (µmol/l), och Chl-a i (µg/l). Tabellen utgör en utökning av Lars Rydbergs tabell A.3 (Ref.). De nya värdena är markerade i fel still och är de för tidsperioderna 2010-2013 och 2014-2016 (till och med maj).

	Salthalt	Fosfat	Tot-P	Nitrat	Ammonium	Tot-N	Chl-a
Älvsborgsbron							
1990-93	8,98	0,51	1,03	27,52	5,00	-	1,58
1994-97	9,30	0,27	0,84	32,43	2,86	46,06	0,93
1998-01	6,81	0,37	0,71	31,48	2,40	49,86	1,87
2002-05	6,49	0,19	0,67	30,28	2,55	49,08	1,85
2006-09	5,79	0,27	0,86	27,90	2,56	47,90	1,94
2010-2013	**4,90**	**0,21**	**0,79**	**26,89**	**2,16**	**46,58**	**1,85**
2014-2016	**2,00**	**0,39**	**0,84**	**23,95**	**1,93**	**44,03**	**1,23**
Skalkorgarna							
1990-93	20,59	0,50	0,85	11,19	4,38	31,61	1,79
1994-97	22,14	0,40	0,74	9,86	4,70	32,18	1,91
1998-01	20,87	0,46	0,76	12,23	3,43	31,01	1,53
2002-05	21,24	0,44	0,72	9,97	2,89	27,71	1,34
2006-09	20,16	0,47	0,86	9,93	3,05	28,32	2,23
2010-2013	**19,36**	**0,37**	**0,82**	**9,97**	**2,54**	**27,44**	**3,04**
2014-2016		**0,46**	**0,88**	**10,51**	**3,35**	**27,63**	**1,41**
Danafjord							
1990-93	24,06	0,5	0,83	6,59	1,73	23,26	1,85
1994-97	24,83	0,38	0,7	5,82	1,76	22,65	2,45
1998-01	24,40	0,45	0,77	7,17	1,48	22,16	1,77
2002-05	23,34	0,42	0,68	6,00	1,25	21,16	1,63
2006-09	23,77	0,48	0,82	5,55	0,93	20,44	2,24
2010-2013	**23,73**	**0,38**	**0,85**	**4,93**	**0,74**	**20,13**	**5,09**
2014-2016	**28,27**	**0,45**	**0,85**	**5,93**	**1,21**	**19,29**	**1,74**

Tabell 5-4 Salthalt, närsaltskoncentrationer och syrgashalt under vintern (december-februari), uppdelat i 4-årsperioder, i bottenvattnet. Salthalt i PSU, närsalthalter i (µmol/l), och syrehalt i ml/l. Tabellen utgör en utökning av Lars Rydbergs tabell A.3 (Ref.). De nya värdena är markerade i fel still och är de för tidsperioderna 2010-2013 och 2014-2016 (till och med maj).

	Salthalt	Fosfat	Tot-P	Nitrat	Ammonium	Tot-N	Syrehalt
Älvsborgsbron							
1990-93	23,32	0,69	1,15	9,21	2,48	-	7,06
1994-97	24,43	0,54	1,01	9,24	3,22	25,17	6,90
1998-01	24,46	0,65	1,12	9,48	2,69	28,3	6,87
2002-05	23,90	0,49	0,91	6,96	2,14	23,72	7,23
2006-09	23,29	0,57	1,11	7,50	2,00	26,03	6,88
2010-2013	**23,91**	**0,46**	**0,94**	**6,79**	**1,75**	**22,79**	**7,29**
2014-2016		**0,58**	**1,13**	**6,82**	**1,97**	**21,84**	**6,32**
Danafjord							
1990-93	30,67	0,76	1,06	6,33	1,05	19,7	6,42
1994-97	29,75	0,56	0,79	5,88	1,05	19,74	6,39
1998-01	30,37	0,66	0,91	6,62	1,14	18,97	6,44
2002-05	29,12	0,59	0,79	5,53	1,12	17,55	6,40
2006-09	29,21	0,61	0,87	5,16	0,76	17,09	6,41
2010-2013	**30,39**	**0,56**	**0,83**	**5,51**	**0,69**	**16,64**	**6,57**
2014-2016	**33,09**	**0,56**	**0,92**	**5,11**	**0,81**	**16,30**	**6,29**

6 Slutsatser och sammanfattning

Gryaab AB som driver avloppsreningsverket Ryaverket vid Göta älvs mynning, håller just nu på att ansöka om ett nytt miljötillstånd. I samband med denna ansökan har DHI på uppdrag av Gryaab genomfört en analys av miljötillståndet i recipienten för tidsperioden 2005-2015. Underlaget för miljöanalysen består av hydrografiska och biokemiska mätningar, samt rapporter från bland annat Bohuskustens vattenvårdsförbund, Göta älvs vattenvårdsförbund, DHI, och SMHI.

Provtagningsstationen E Älvsborgs beskriver förhållandena uppströms i Göta älvs mynningsområde. En vertikal profil av salthalten visar att Göta älvsvattnet (färskvatten) transportera på ytan ut mot havet. I takt med att vattnet transporteras ut mot havet blandas det ner i vattenmassan. Djupvattnet vid E Älvsborgsbron består av havsvatten med hög salthalt som har trängt in i Göta älv längs botten. Genom att jämföra närsaltshalterna på ytan och botten vid E Älvsborgsbron kan halterna i Göta älvsvattnet (ytvattnet vid E Älvsborgsbron) jämföras med halter ute i havet (djupvattnet vid E Älvsborgsbron). Kväveprofilen visar att halterna är högre i ytlagret än på botten, dvs. kvävehalterna i Göta älv är högre än ute i havet. För fosfor är situationen den omvända, dvs. fosforhalterna i Göta älv är lägre än ute i havet.

Vilka stationer som påverkas av sötvatten- och närsaltstransporten från Göta älv och Nordre älv bestäms utifrån vilka provatagningsstationer som har avvikande halter av salt, närsalter och klorofyll jämfört med referensstationen Fladen (som representerar opåverkade förhållanden). De provatagningsstationer som uppvisar lägre salthalt, högre kvävehalter och högre klorofyllhalter än vid Fladen anses vara påverkade av Göta älv. De stationer som påverkas av transporten från Göta älv (i fallande ordning) är: E Älvsborgsbron, Skalkorgarna, Instö Ränna, Danafjord och Åstol. Dessa stationer faller därför inom Göta älvs påverkansområde.

Utsläppet från Ryaverket har jämförts med övriga landbaserade källor som belastar Göta älvs mynningsområde (Göteborgsskärgården). De källor som har beaktats är landavrinningen närsaltstransport via Göta älv (södra grenen), samt punktkällor från industrier och avloppsreningsverk. För både kväve och fosfor är den dominerande källan närsaltstransporten via Göta älvs södra gren. Den står för ca 82 % av belastningen till recipienten. Ryaverkets utsläpp är mycket mindre och står för ca 15 % av belastningen. De övriga punktkällorna är mycket små i jämförelse med landavrinningen och utsläppet från Ryaverket.

För recipienten är kvävetillförseln från Göta och Nordre älv den dominerande källan med 15 – 20 000 ton N/år. Därnäst kommer Ryaverket med ca 1 200 ton N/år. För fosfor är situationen helt annorlunda. Här är det intransport med djupvatten från Kattegatt som är viktigast. Ryaverket bidrar med en mindre mängd. Älven tillför endast små mängder och har liten betydelse i sammanhanget.

Ryaverket har under årens lopp genomfört förbättringar i reningsprocessen vilket har minskat kväve- och fosforutsläppen. En jämförelse mellan 1995- och 2015-års siffror visar att det årliga kväveutsläppet är idag 1300 ton N lägre än utsläppet 1995. Motsvarande siffra för fosfor är 76 ton P. Under de senaste 20 åren har kväve- och fosforutsläppen från Ryaverket mer än halverats. En intressant fråga är om minskningen av utsläppet från Ryaverket har påverkat halterna av närsalter och klorofyll i recipienten, dvs. i Göta älvs mynningsområde. En jämförelse mellan Ryaverkets utsläpp och förhållandena i recipienten visar att halterna av kväve och klorofyll har minskat i recipienten i takt med att utsläppet har minskat. Däremot syns ingen sådan minskning i fosforhalterna. Trots att utsläppet av fosfor har minskat så har inte fosforhalterna i recipienten minskat. Dessa slutsatser sammanfattas i Tabell 6-1 där halterna av ammonium, total-fosfor och klorofyll visas uppdelade på tidsperioden som motsvarar när förbättringar har genomförts vid reningsverket.

Tabell 6-1 Medelvärde av halter av ammonium (µmol/l), total-fosfor (µmol/l) och klorofyll (µg/l) i ytvattnet vid Skalkorgarna för 1990-1997, 1998-2009, och 2010-2016. Halterna av ammonium och total-fosfor är vintervärden (se Tabell 5-3) medan klorofyllvärdena är sommarvärden (Tabell 5-1).

Tidsperiod	Ammonium	Total-fosfor	Klorofyll
1990-1997	4.45	0.80	4.77
1998-2009	3.12	0.78	4.44
2010-2016	2.95	0.85	3.76

7 Referenslista

/1/ Göta älvs Vattenvårdsförbund, 2016. *Rapport avseende Vattendragskontroll 2015*.

/2/ DHI, 2005. *Utredning av effekterna av fosforutsläpp från Ryaverket*., DHI rapport framtagen åt Bohuskustens Vattenvårdsförbund.

/3/ Gryaab, 2006: *Miljörapport enligt Miljöbalken 2005.* Gryaab rapport 2006:1.

/4/ Gryaab, 2007: *Miljörapport enligt Miljöbalken 2006.* Gryaab rapport 2007:1.

/5/ Gryaab, 2009: *Miljörapport enligt Miljöbalken 2007.* Gryaab rapport 2008:1, version 4.

/6/ Gryaab, 2009: *Miljörapport enligt Miljöbalken 2008.* Gryaab rapport 2009:1.

/7/ Gryaab, 2010: *Miljörapport enligt Miljöbalken 2009.* Gryaab rapport 2010:2, version 2.

/8/ Gryaab, 2011: *Miljörapport enligt Miljöbalken 2010.* Gryaab rapport 2011:1, version 2.

/9/ Gryaab, 2012: *Miljörapport Ryaverket 2011.* Gryaab rapport 2012:3, version 2.

/10/ Gryaab, 2013: *Miljörapport Ryaverket 2012.* Gryaab rapport 2013:3.

/11/ Gryaab, 2014: *Miljörapport Ryaverket 2013.* Gryaab rapport 2014:1.

/12/ Gryaab, 2015: *Miljörapport Ryaverket 2014.* Gryaab rapport 2015:4.

/13/ Gryaab, 2016: *Miljörapport Ryaverket 2015.* Gryaab rapport 2016:1.

/14/ Havsmiljöinstitutet och Havs- och Vattenmyndigheten, 2016: *Om miljötillståndet i svenska havsområden – Havet 2015/2016.*

/15/ Kristinebergs Marina Forskningsstation, 2008, *Årsrapport Hydrografi 2007*. Bohuskustens Vattenvårdsförbund

/16/ Liungman, O. och Moreno-Arancibia, P., 2010. *Tillförsel av näringsämnen till Bohuskusten 1998-2008*, rapport till Bohuskustens vattenvårdsförbund, DHI Sverige AB, ISBN 91-85293-62-89.

/17/ Moreno Arancibia, P. och Liungman, O., 2011. *Tillförsel av näringsämnen till Bohuskusten 1998-2009*, rapport till Bohuskustens vattenvårdsförbund, DHI Sverige AB, ISBN 91-85293-72-5.

/18/ Moreno Arancibia, P. och Liungman, O., 2014. *Tillförsel av näringsämnen till Bohuskusten 1998-2010*, rapport till Bohuskustens vattenvårdsförbund, DHI Sverige AB, ISBN 91-87107-13-9.

/19/ Moreno Arancibia, P. och Eriksson, C., 2016. *Tillförsel av näringsämnen till Bohuskusten 1998-2014*, rapport till Bohuskustens vattenvårdsförbund, DHI Sverige AB, ISBN 978-91-87107-23-8

/20/ Rydberg, L., 2010. *Kväve- och fosforomsättningen i Göta älvs mynningsområde, med tonvikt på utvecklingen under 2009-10, samt på Ryaverkets, älvens och utsjöns betydelse för klorofyllhalterna i södra älvgrenens mynning*. Institutionen för geovetenskaper, Göteborgs Universitet. Rapport framtagen åt Bohuskustens Vattenvårdsförbund.

/21/ SMHI, 2006. *Årsrapport Hydrografi 2005*. Bohuskustens Vattenvårdsförbund, Nr. 2006-3

/22/ SMHI, 2007. *Årsrapport Hydrografi 2006*. Bohuskustens Vattenvårdsförbund, Nr. 2007-2

/23/ SMHI, 2009, *Årsrapport Hydrografi 2008*. Bohuskustens Vattenvårdsförbund, Nr. 2009-6

/24/ SMHI, 2010, *Årsrapport Hydrografi 2009*. Bohuskustens Vattenvårdsförbund, Nr. 2010-3, version 1.1

/25/ SMHI, 2011, *Årsrapport Hydrografi 2010*. Bohuskustens Vattenvårdsförbund, Nr. 2011-7

/26/ SMHI, 2012, Årsrapport Hydrografi 2011. Bohuskustens Vattenvårdsförbund, Nr. 2012-2

/27/ SMHI, 2014. *Årsrapport Hydrografi 2013*. Bohuskustens Vattenvårdsförbund, Nr. 2014-5

/28/ SHMI, 2016. *Årsrapport Hydrografi 2014*. Bohuskustens Vattenvårdsförbund, Nr. 2016-13

/29/ SHMI, 2016. *Årsrapport Hydrografi 2015*. Bohuskustens Vattenvårdsförbund, Nr. 2016-17, version 2.0

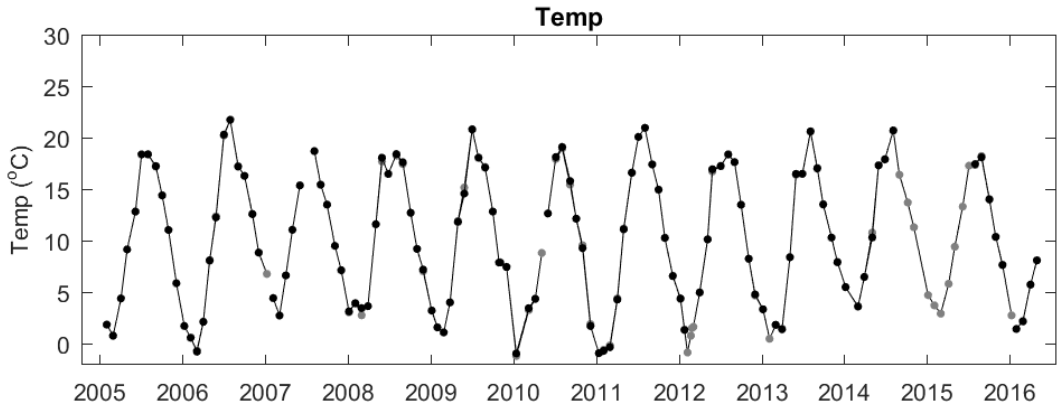
/30/ SHMI, 2017. *Årsrapport Hydrografi 2016*. Bohuskustens Vattenvårdsförbund, Nr. 2017-2

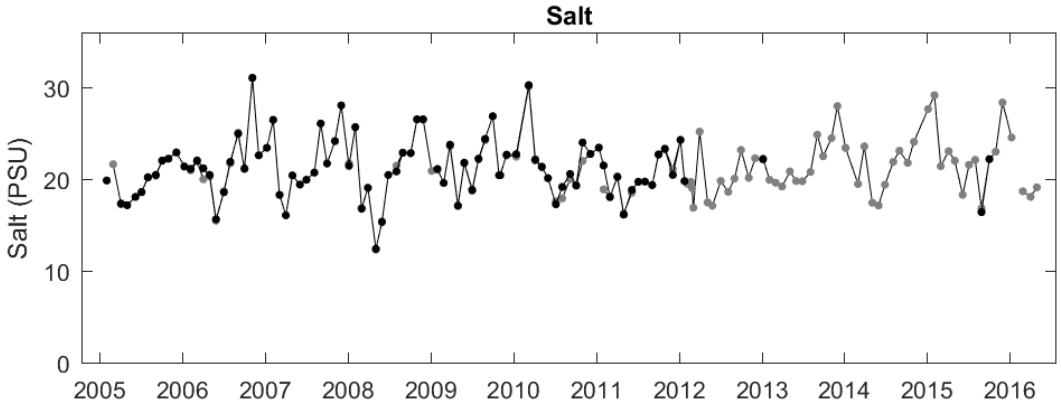
BILAGOR

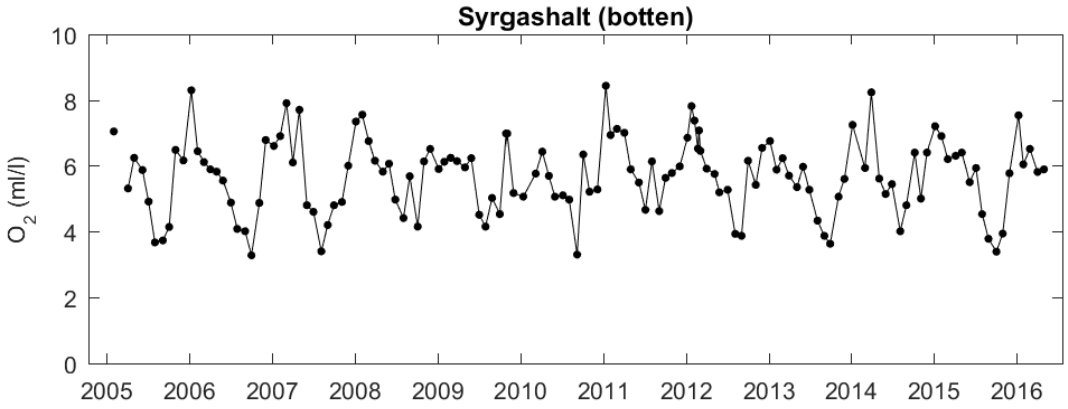
BILAGA A – Tidsserier av hydrografiska förhållandena i ytvattnet vid provtagsningsstationerna

A.1 Valö

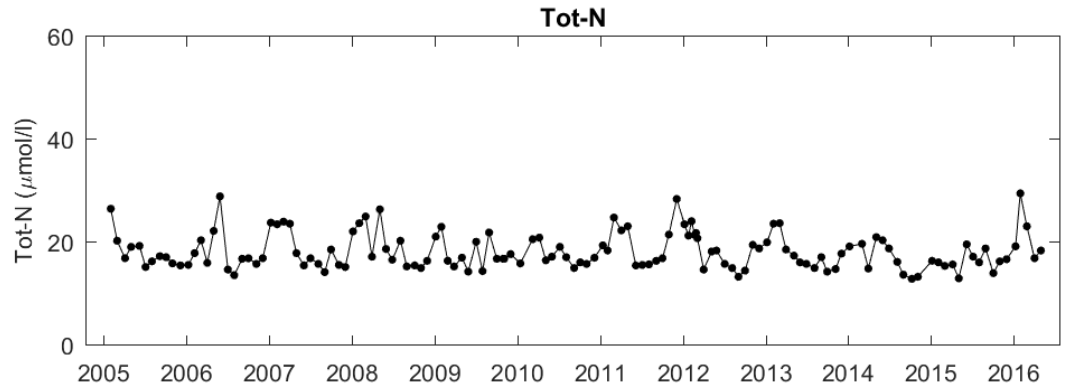
Valö

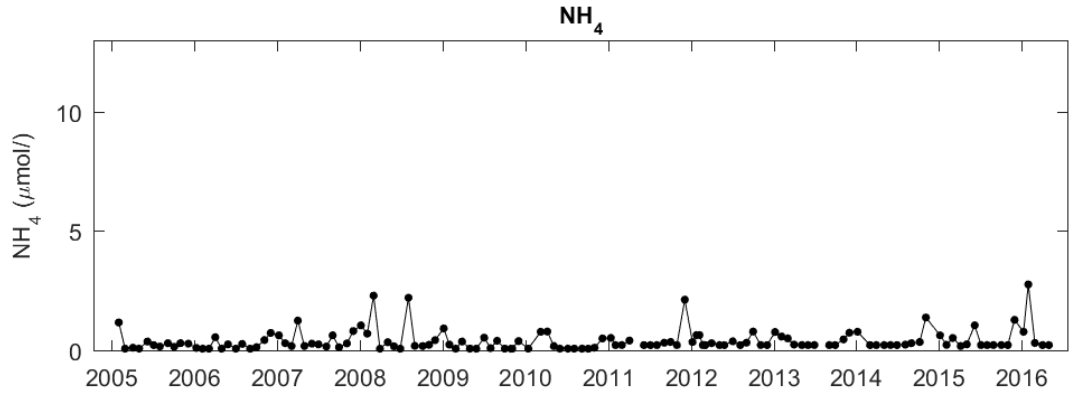

Temp
Temp (°C)
30
25
20
15
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

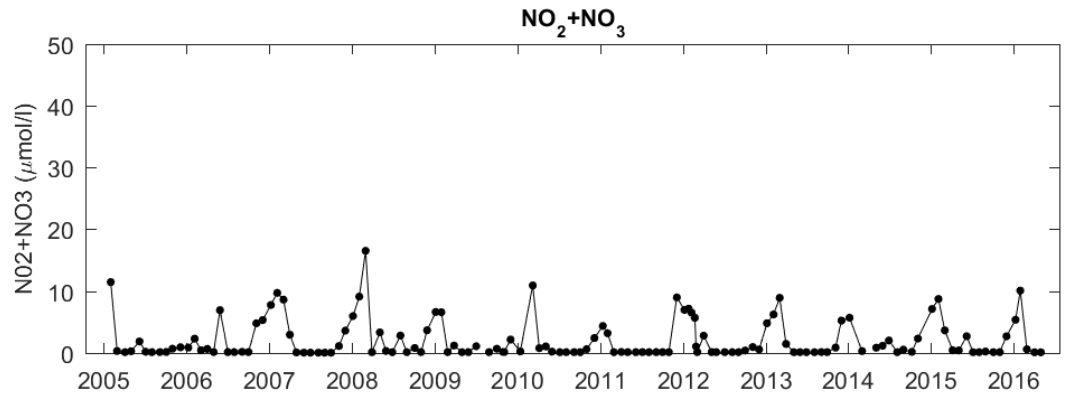

Salt
Salt (PSU)
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


Syrgashalt (botten)
O2 (ml/l)
10
8
6
4
2
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

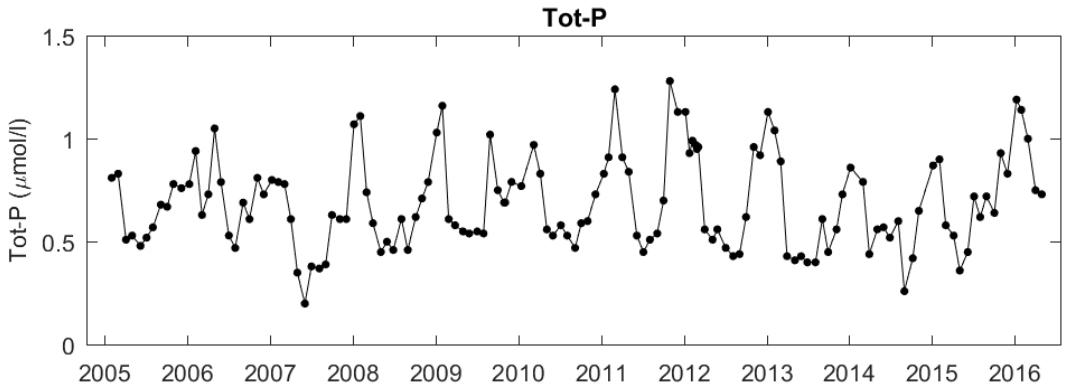
Valö

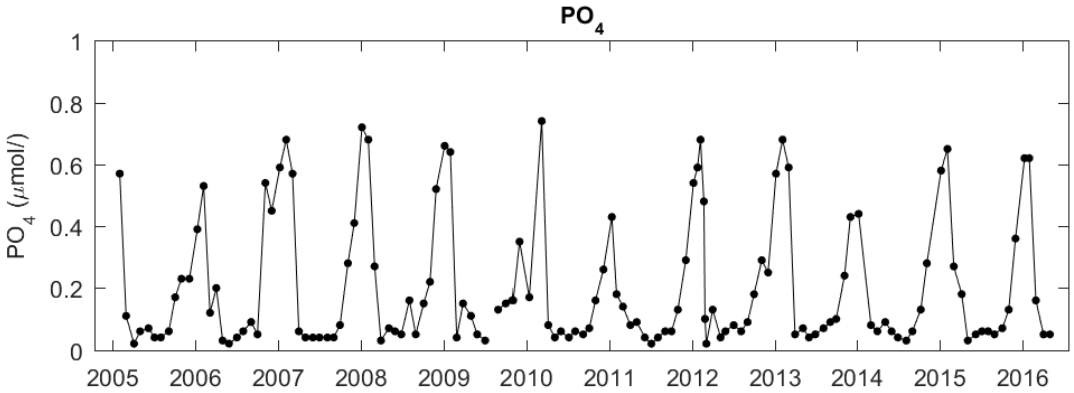

Tot-N
Tot-N (µmol/l)
60
40
20
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

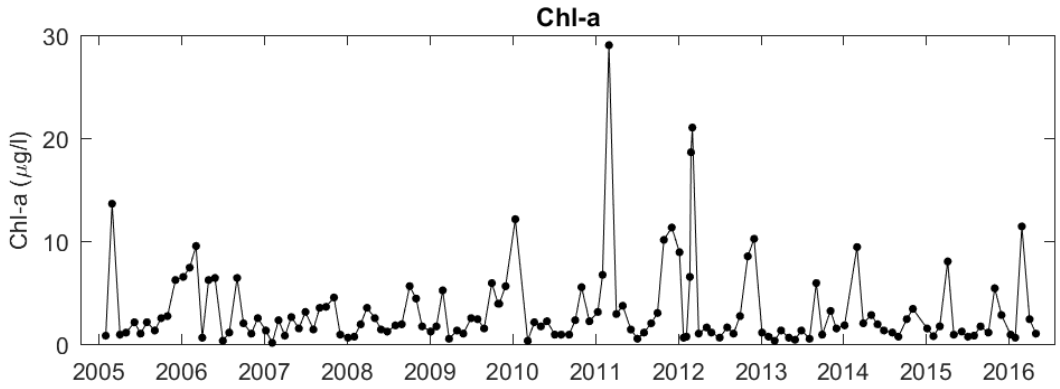

NH4
NH4 (µmol/l)
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


NO2+NO3
N02+NO3 (µmol/l)
50
40
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

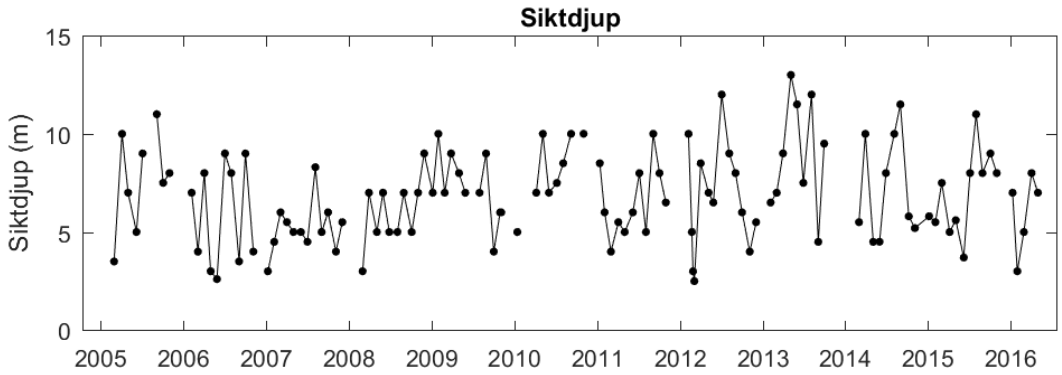
Valö


Tot-P
Tot-P (µmol/l)
1.5
1
0.5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


PO4
PO4 (µmol/)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

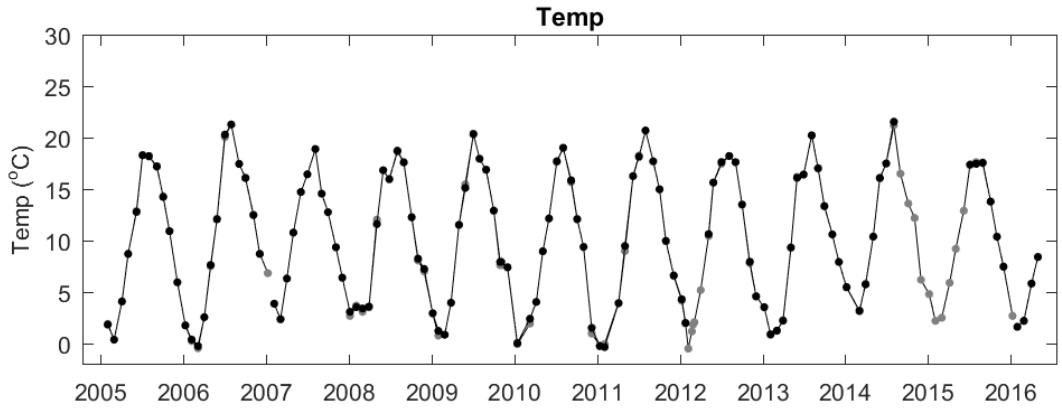

Chl-a
Chl-a (µg/l)
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

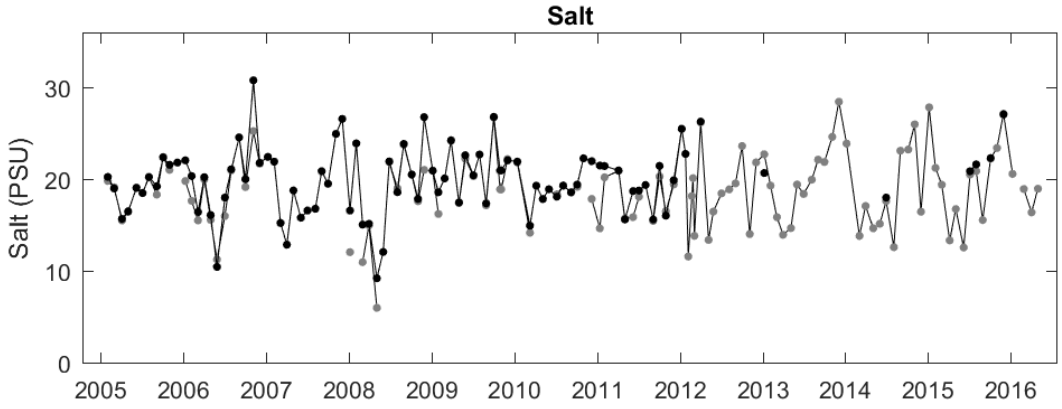
Valö

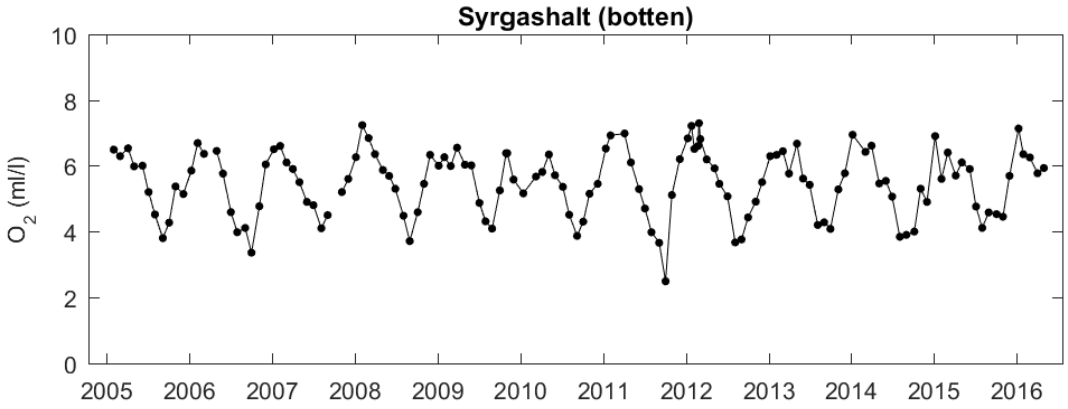

Siktdjup
Siktdjup (m)
15
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

A.2 Danafjord

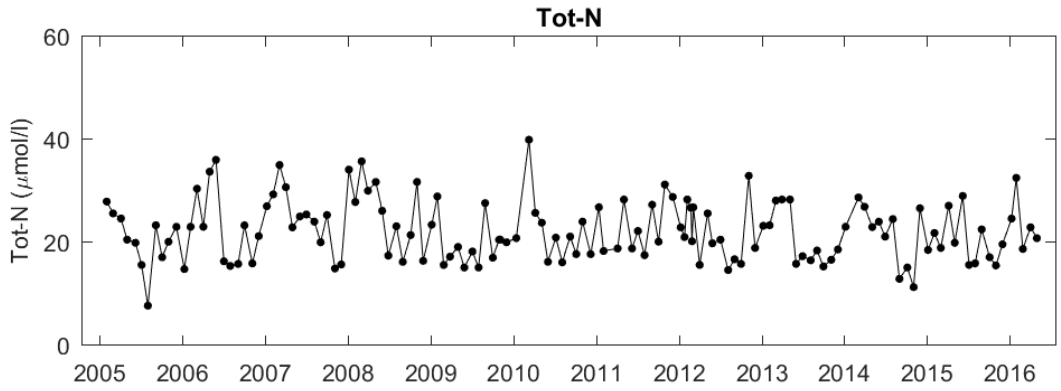
Danafjord

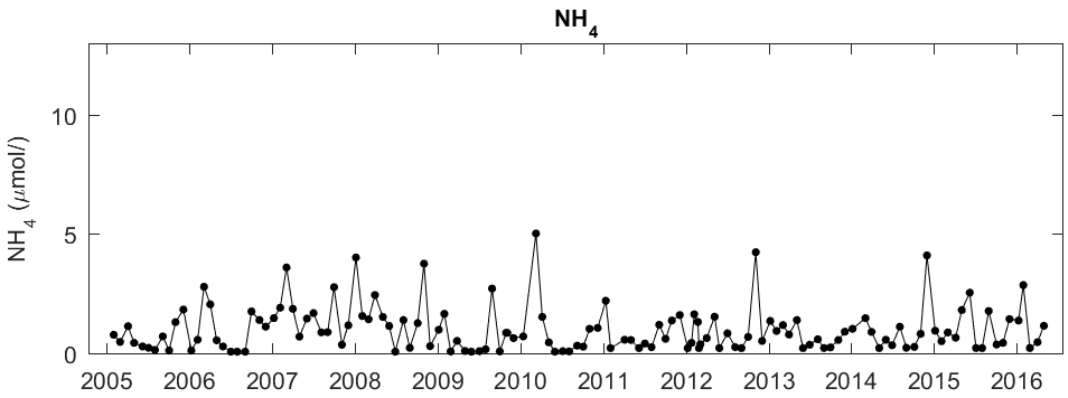

Temp
Temp (°C)
30
25
20
15
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

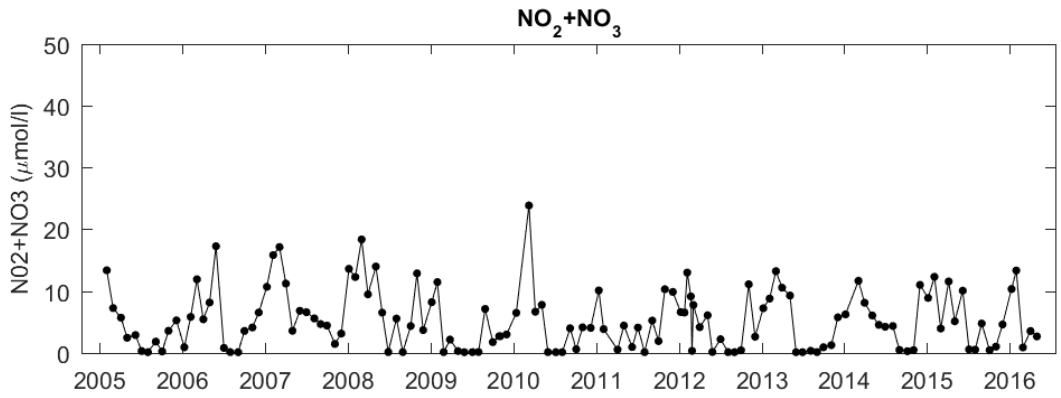

Salt
Salt (PSU)
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


Syrgashalt (botten)
O2 (ml/l)
10
8
6
4
2
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

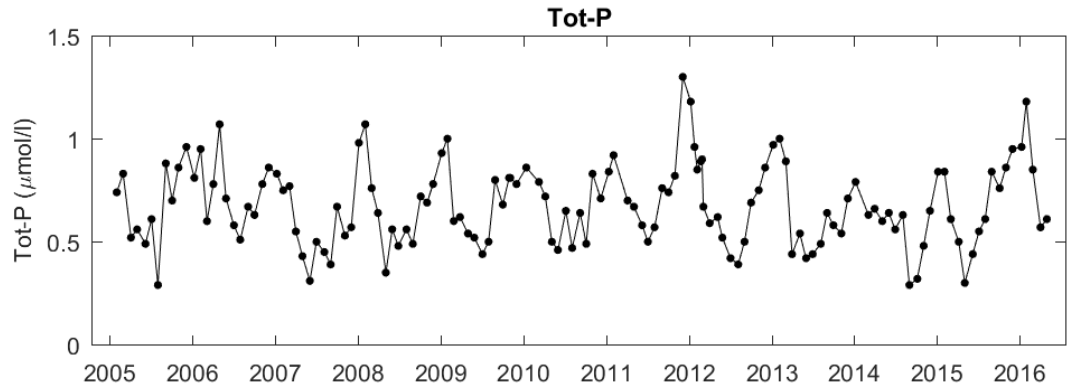
Danafjord

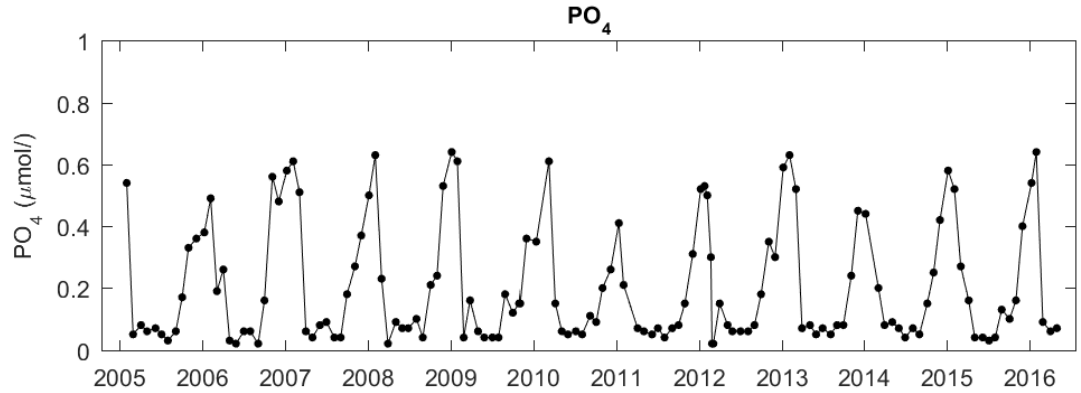

Tot-N
Tot-N (µmol/l)
60
40
20
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

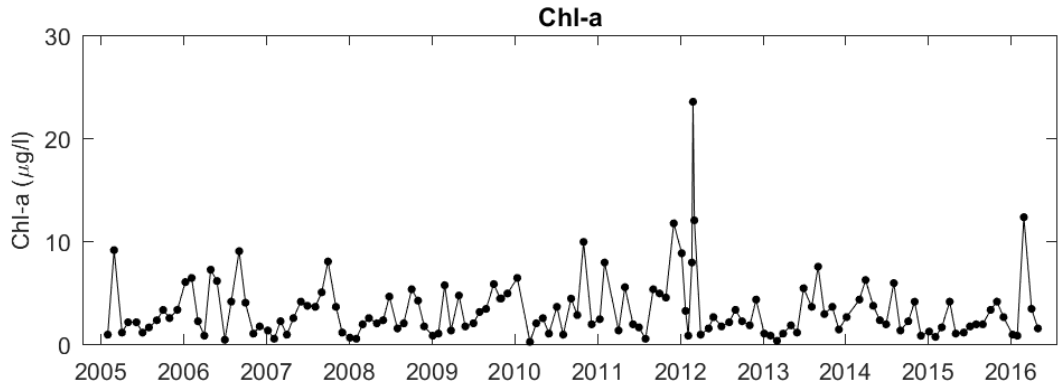

NH4
NH4 (µmol/)
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


NO2+NO3
N02+NO3 (µmol/l)
50
40
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

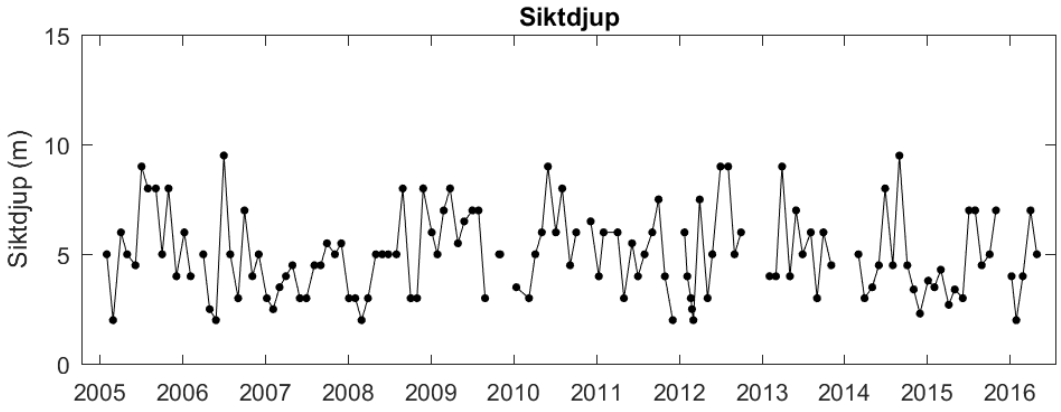
Danafjord

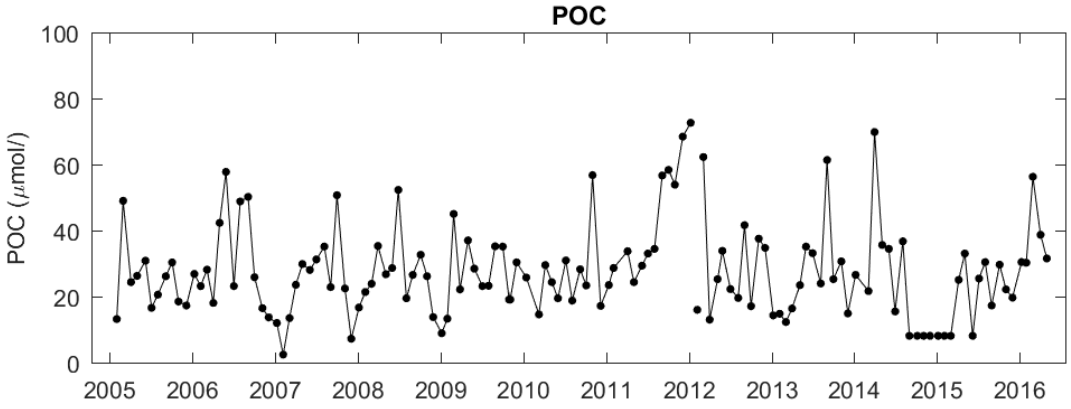

Tot-P
Tot-P (µmol/l)
1.5
1
0.5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

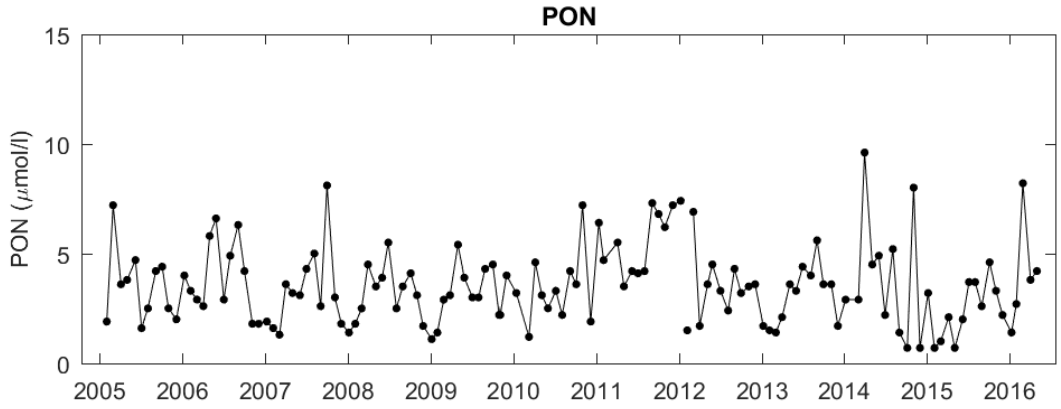

PO4
PO4 (µmol/)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


Chl-a
Chl-a (µg/l)
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

Danafjord

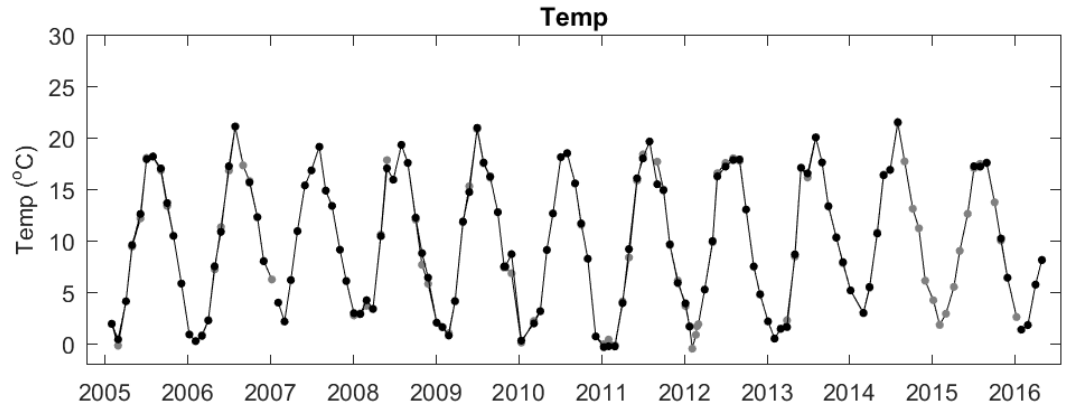

Siktdjup
Siktdjup (m)
0
5
10
15
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

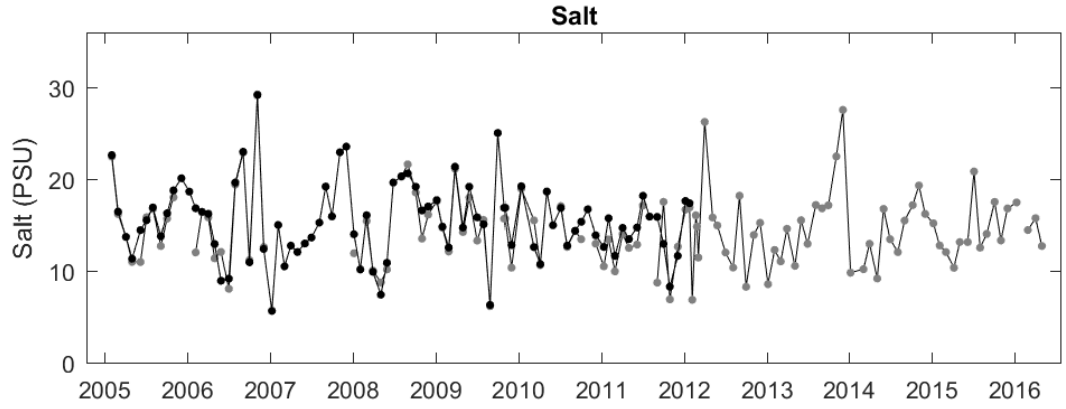

POC
POC (µmol/l)
0
20
40
60
80
100
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

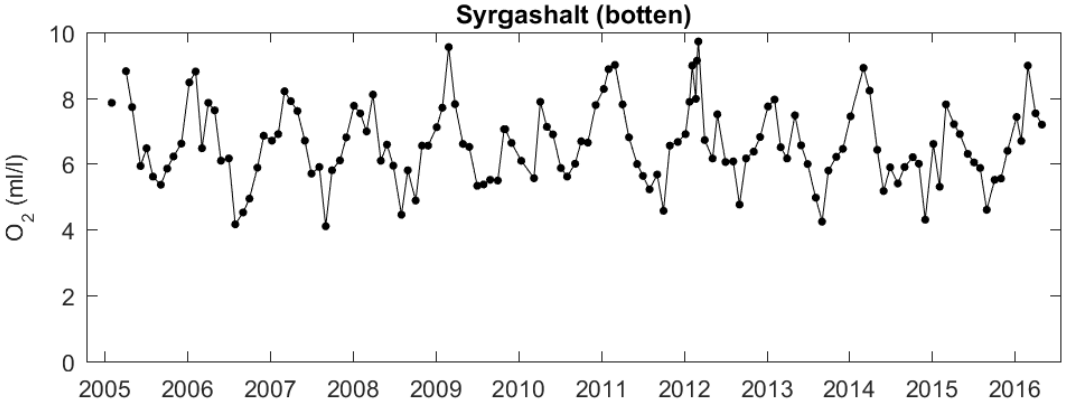

PON
PON (µmol/l)
0
5
10
15
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

A.3 Skalkorgarna

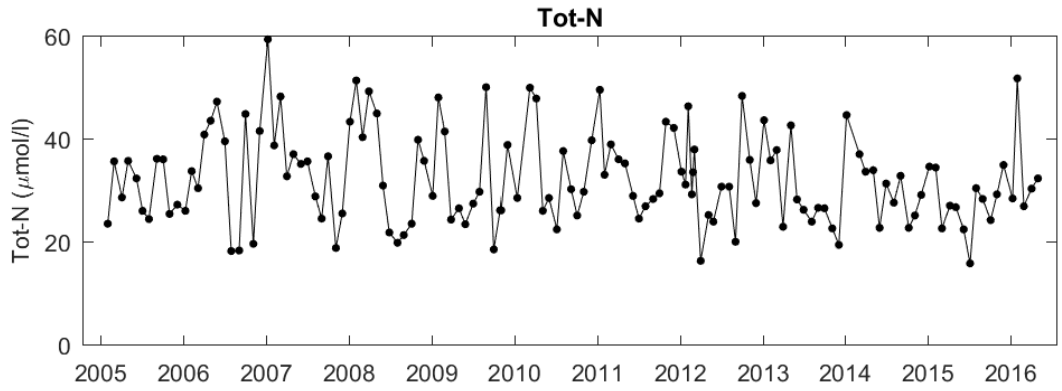
Skalkorgarna

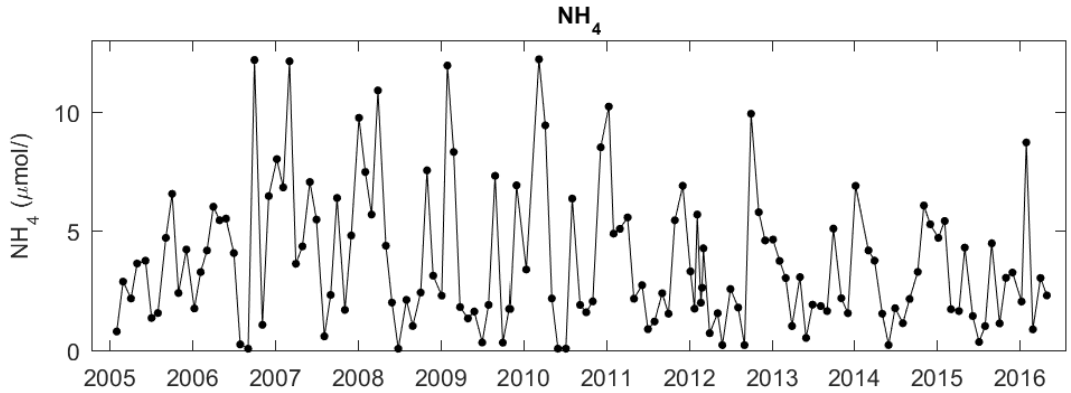


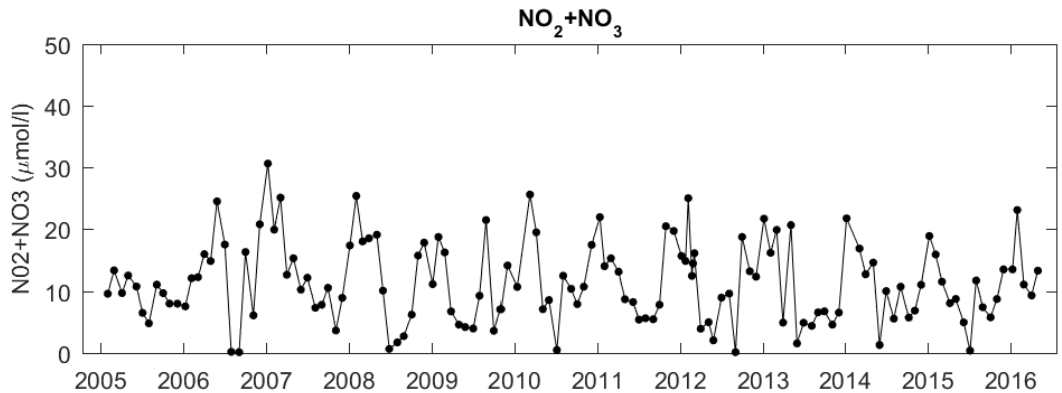




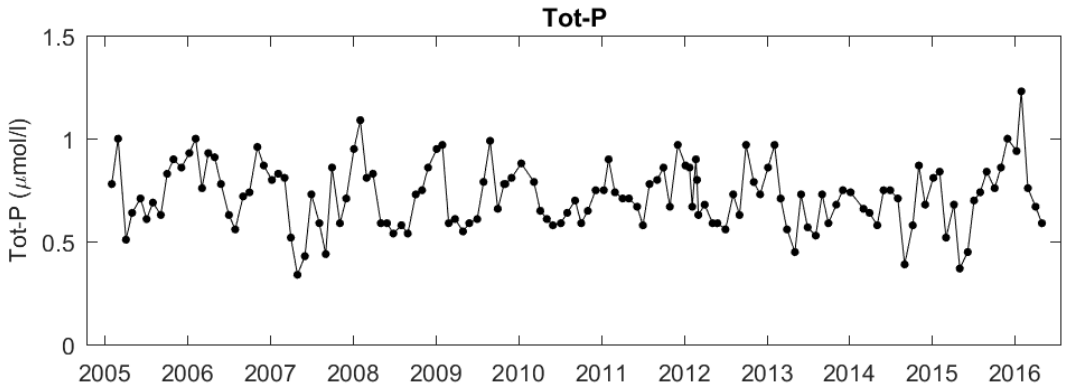
Skalkorgarna

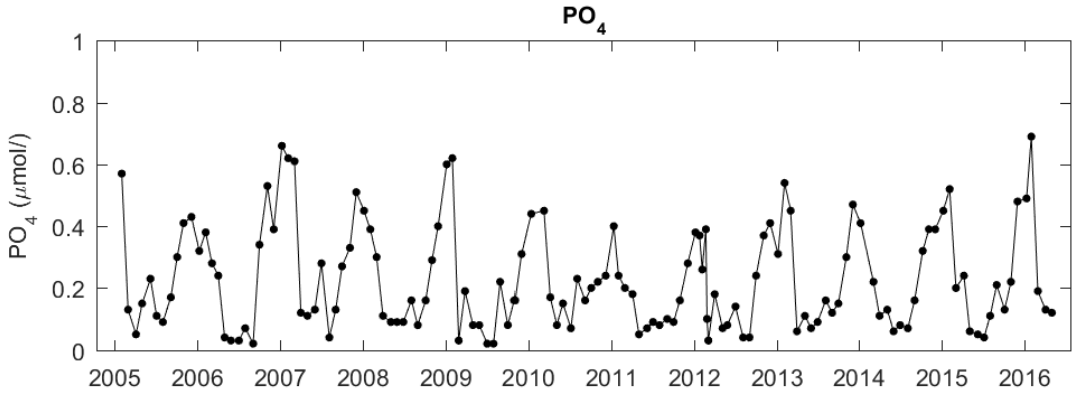


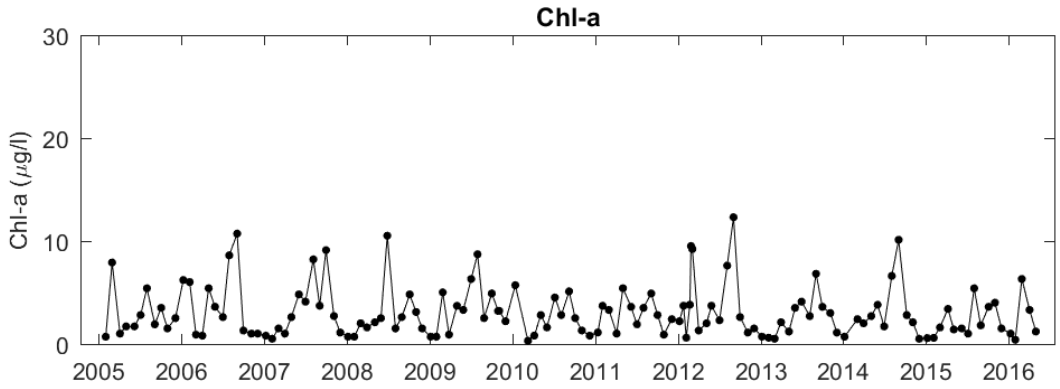




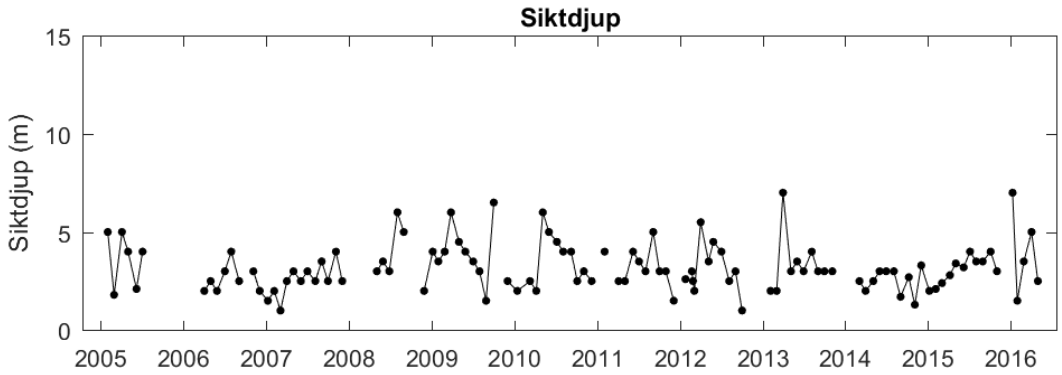
Skalkorgarna





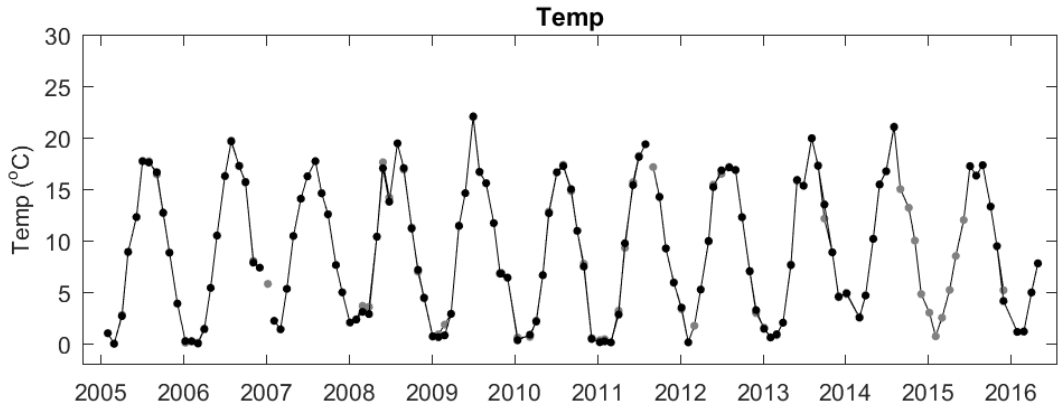


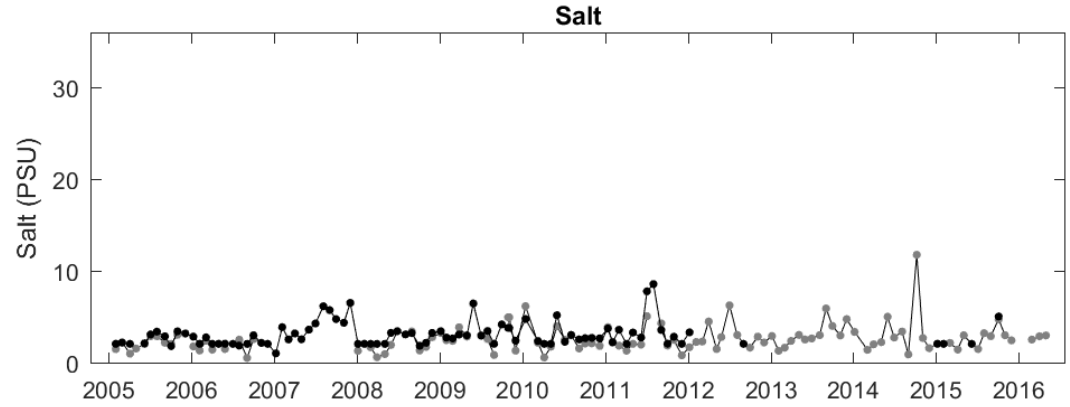
Skalkorgarna

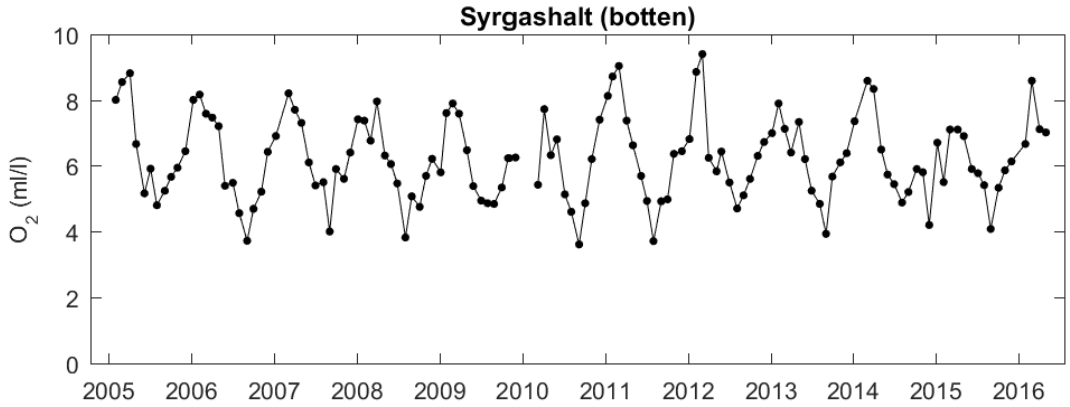


A.4 E Älvsborgsbron

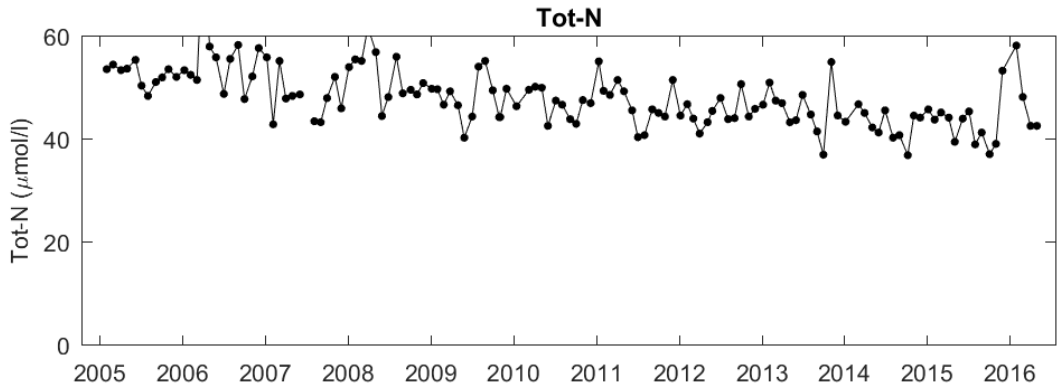
Älvsborg

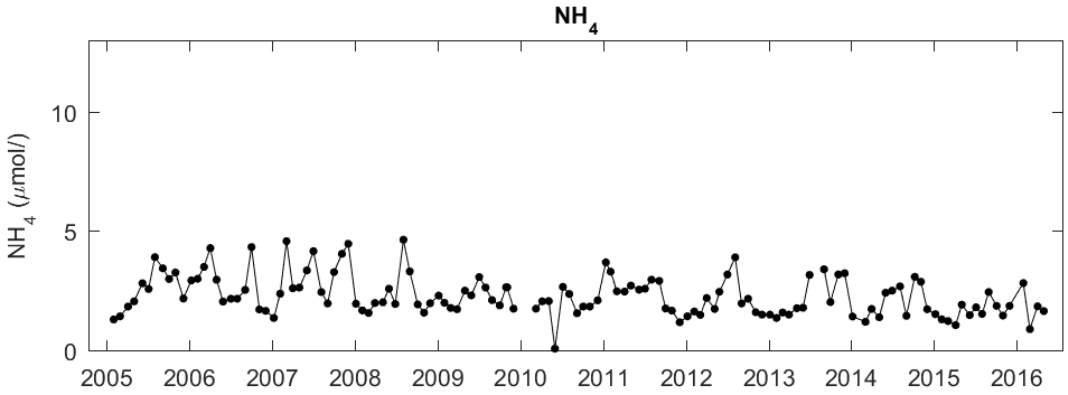

Temp
Temp (°C)
30
25
20
15
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

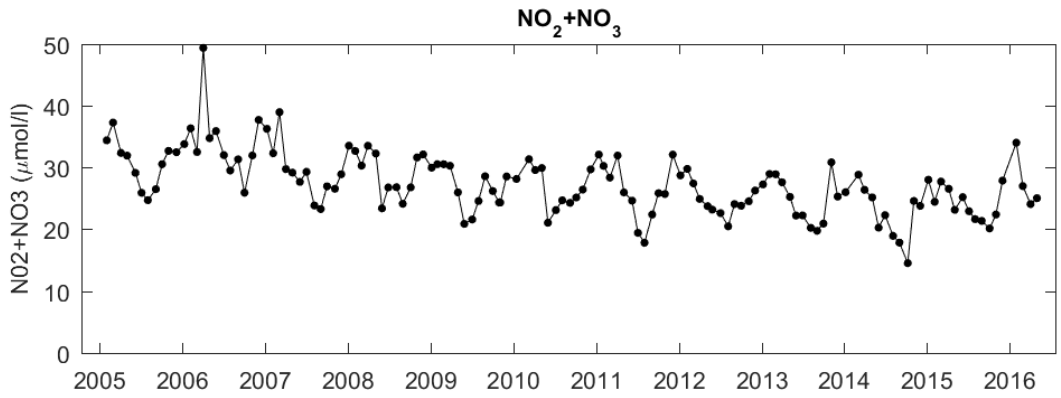

Salt
Salt (PSU)
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


Syrgashalt (botten)
O2 (ml/l)
10
8
6
4
2
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

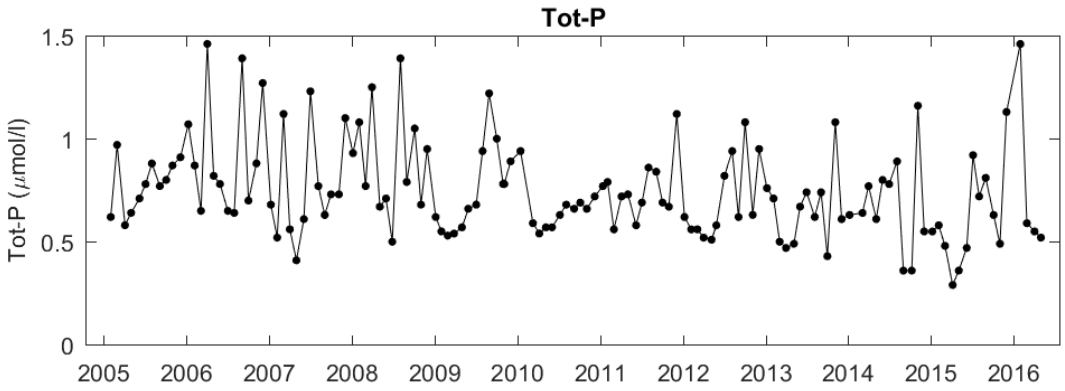
Älvsborg

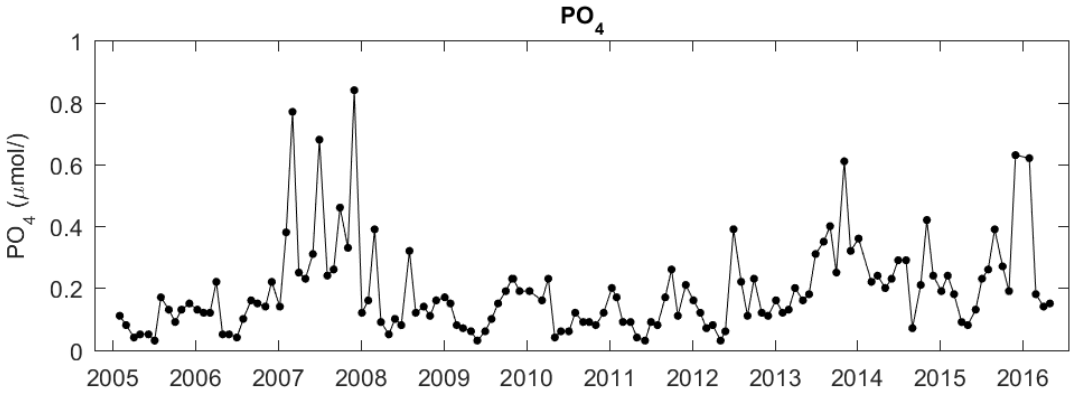

Tot-N
Tot-N (µmol/l)
60
40
20
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

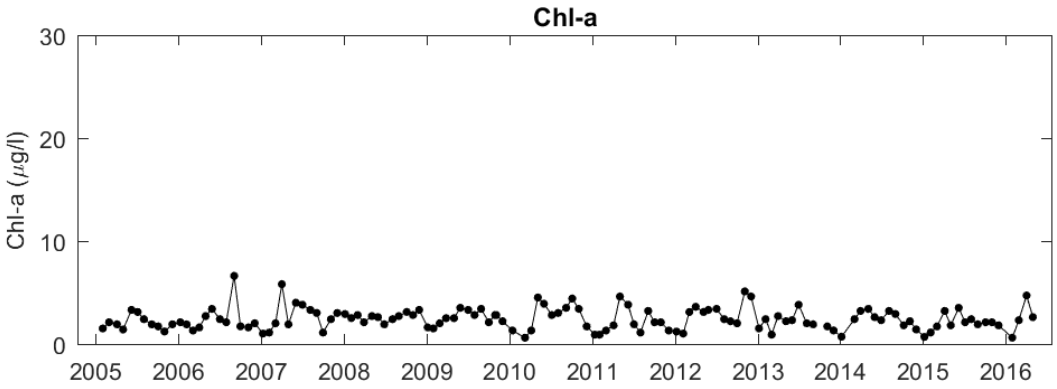

NH4
NH4 (µmol/)
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


NO2+NO3
N02+NO3 (µmol/l)
50
40
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

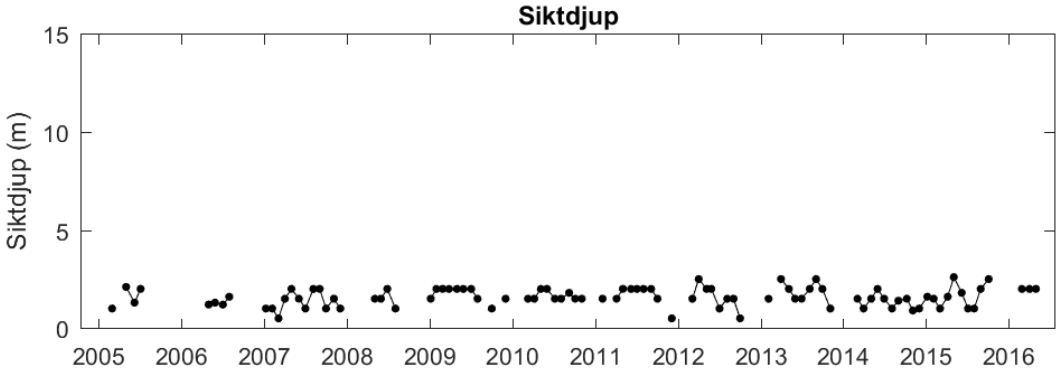
Älvsborg


Tot-P
Tot-P (µmol/l)
1.5
1
0.5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


PO4
PO4 (µmol/)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

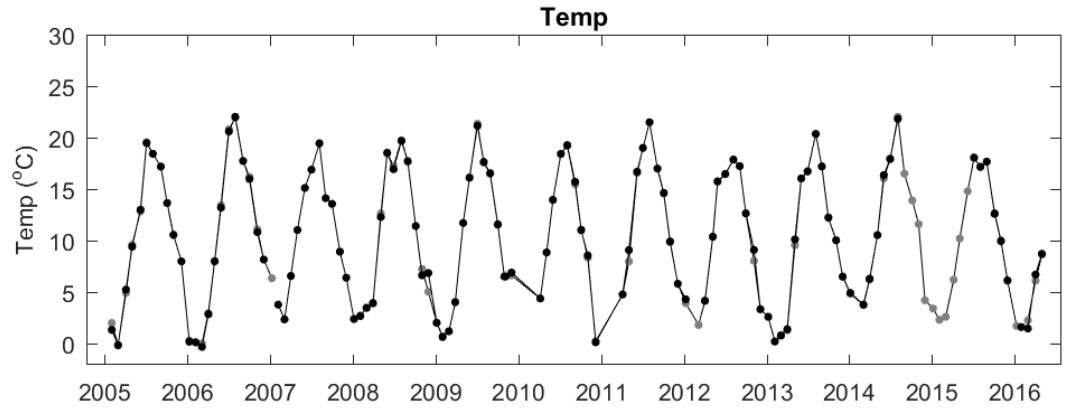

Chl-a
Chl-a (µg/l)
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

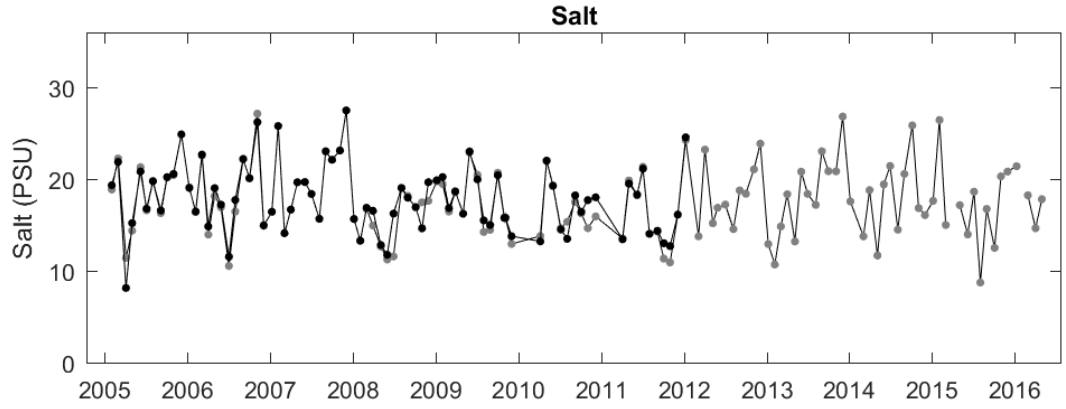
Älvsborg

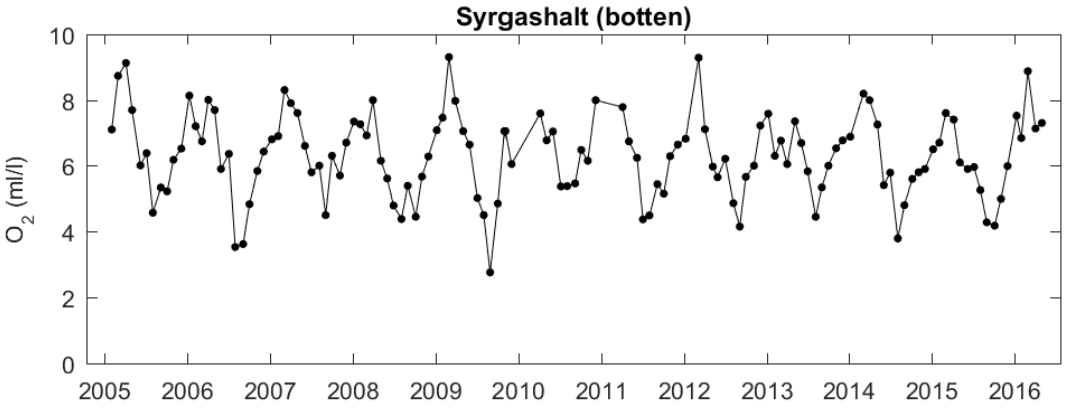

Siktdjup
Siktdjup (m)
15
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

A.5 Instö Ränna

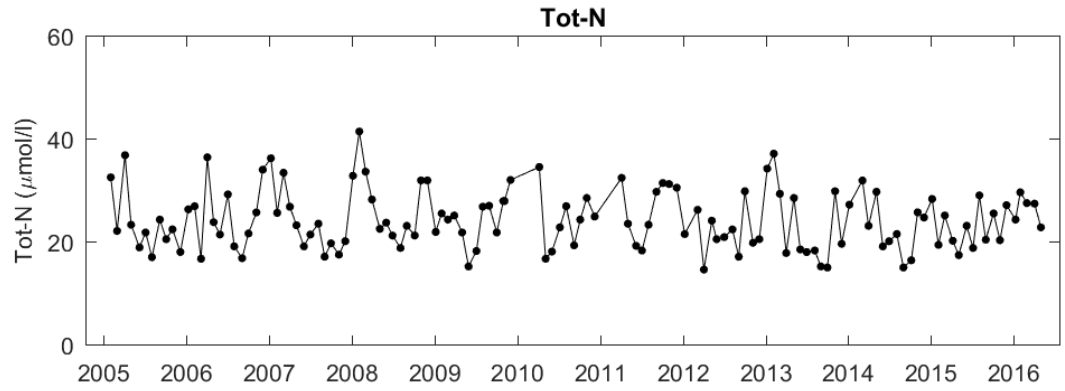
Instö Ränna

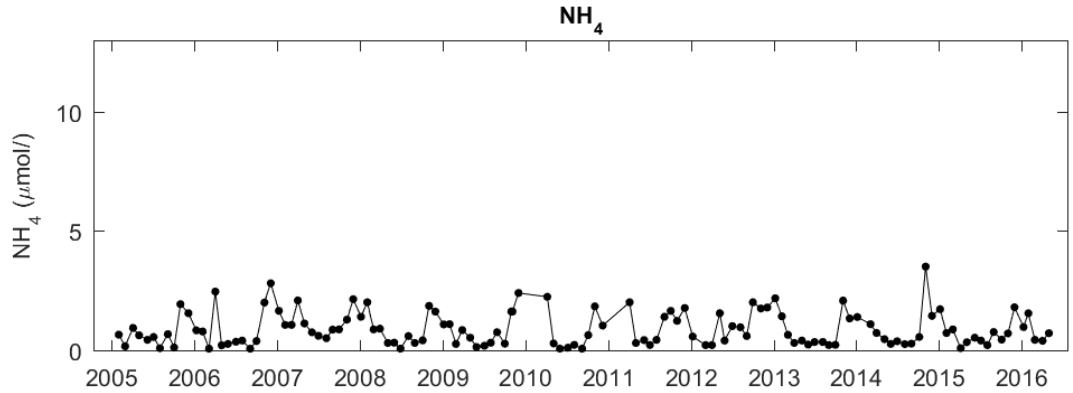

Temp
Temp (°C)
30
25
20
15
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

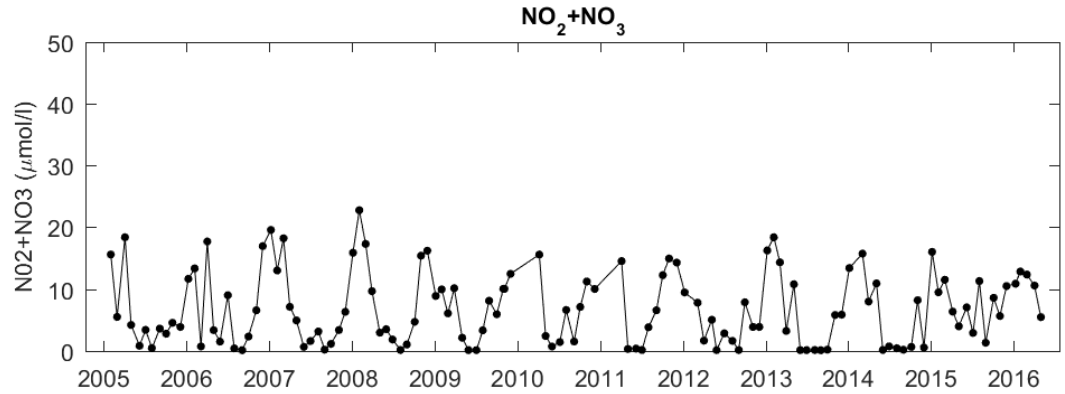

Salt
Salt (PSU)
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


Syrgashalt (botten)
O2 (ml/l)
10
8
6
4
2
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

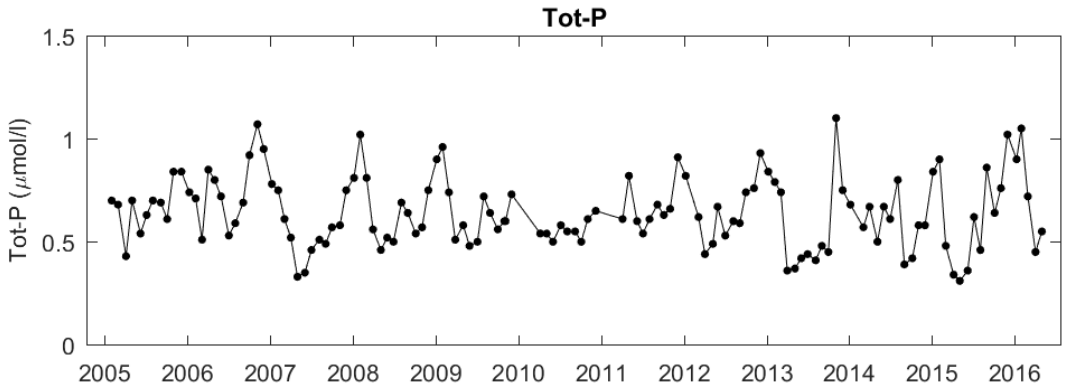
Instö Ränna

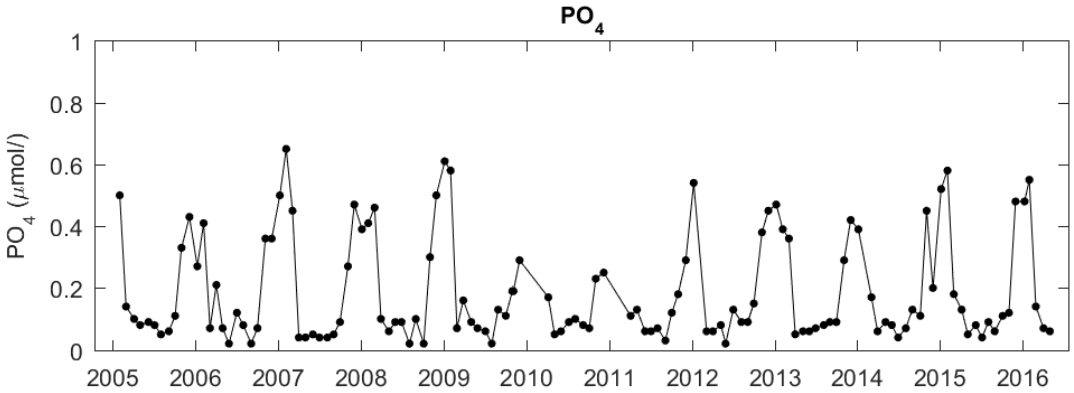

Tot-N
Tot-N (µmol/l)
60
40
20
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

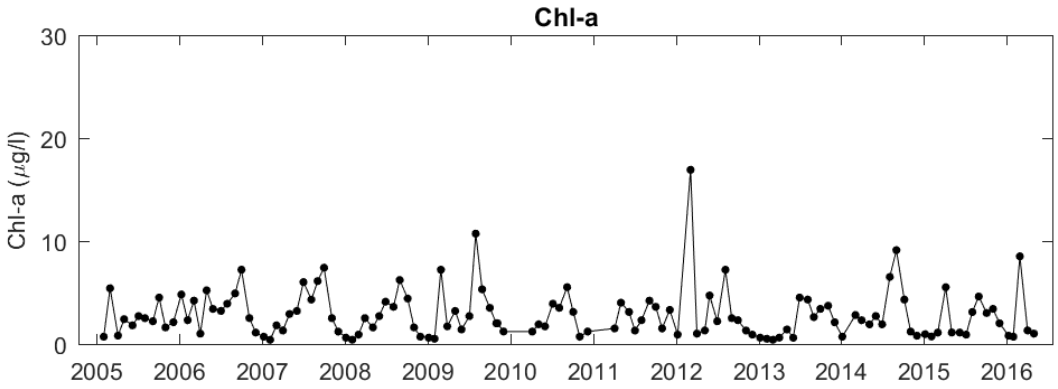

NH4
NH4 (µmol/)
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


NO2+NO3
N02+NO3 (µmol/l)
50
40
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

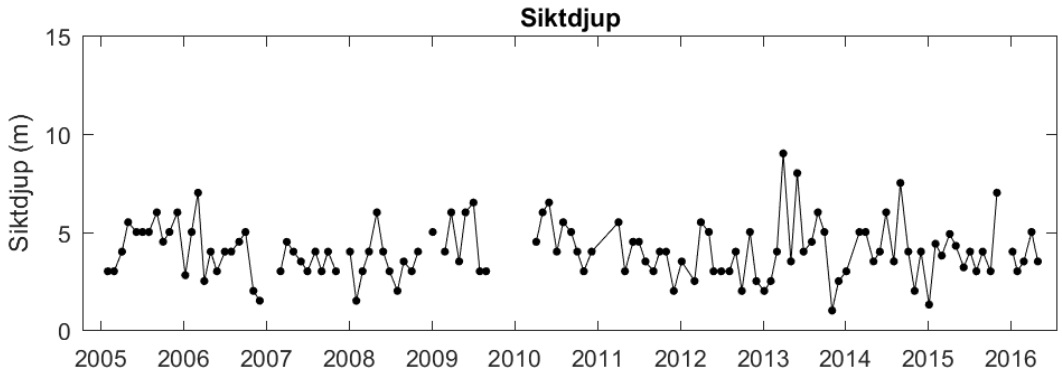
Instö Ränna


Tot-P
Tot-P (µmol/l)
1.5
1
0.5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


PO4
PO4 (µmol/)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

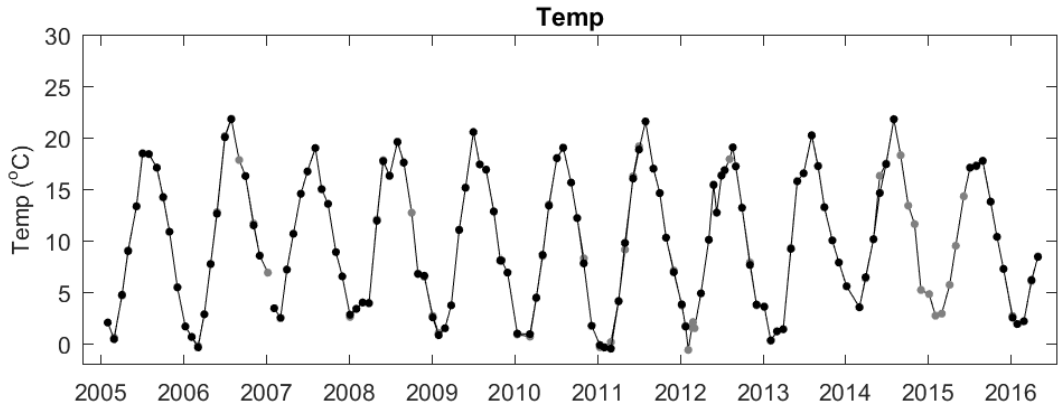

Chl-a
Chl-a (µg/l)
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

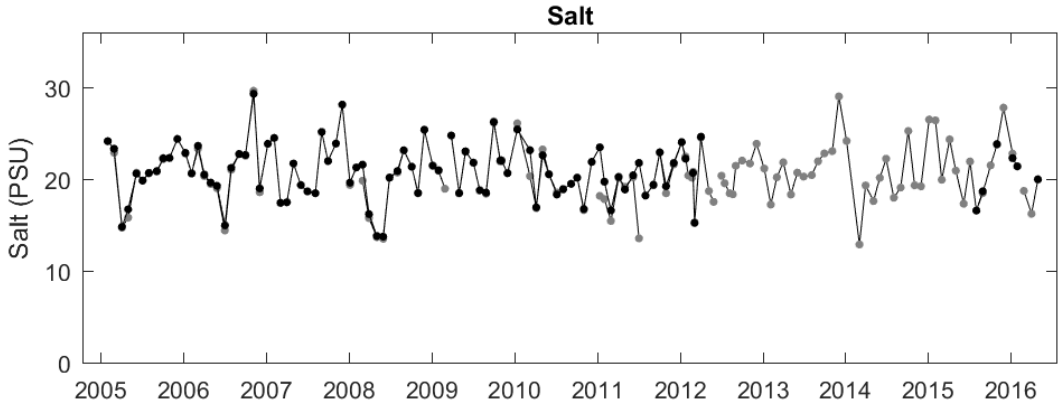
Instö Ränna

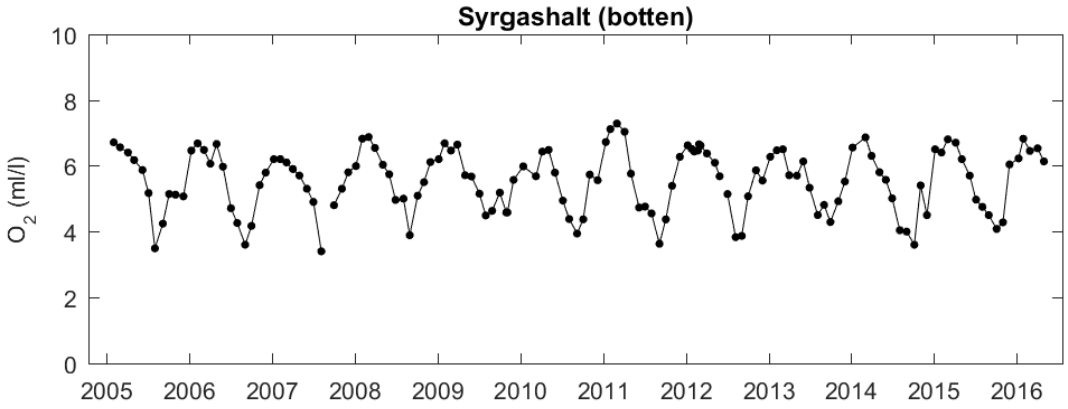

Siktdjup
Siktdjup (m)
15
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

A.6 Åstol

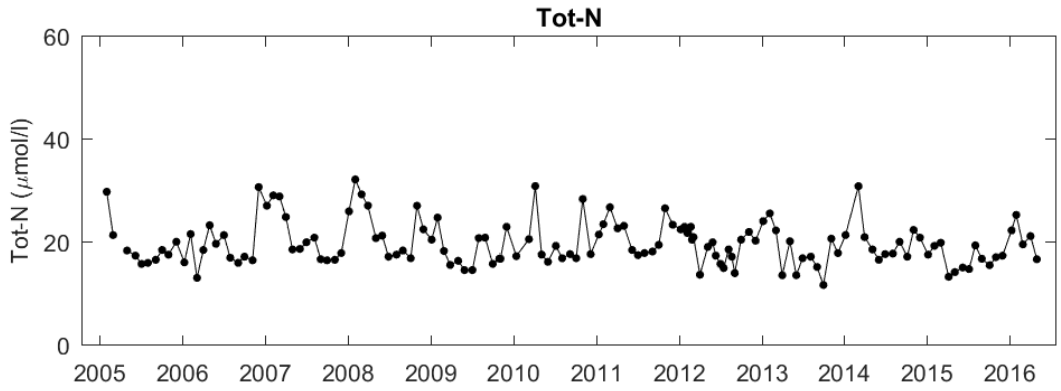
Åstol

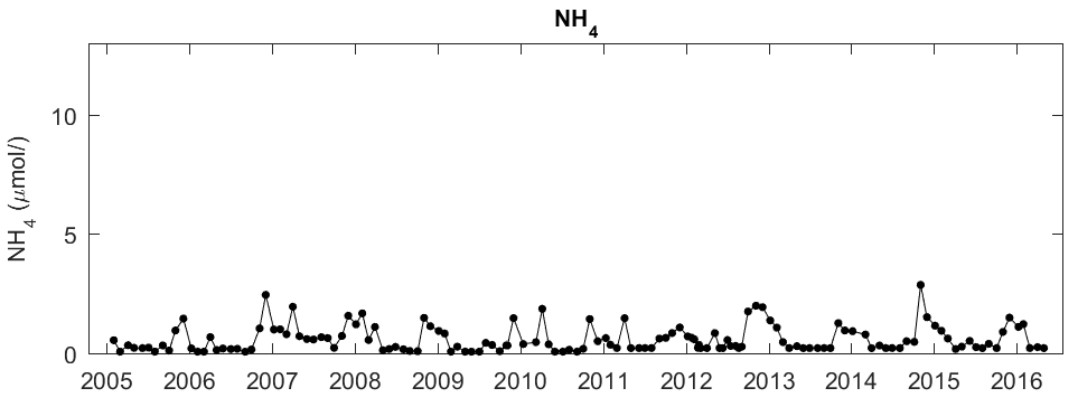

Temp
Temp (°C)
30
25
20
15
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

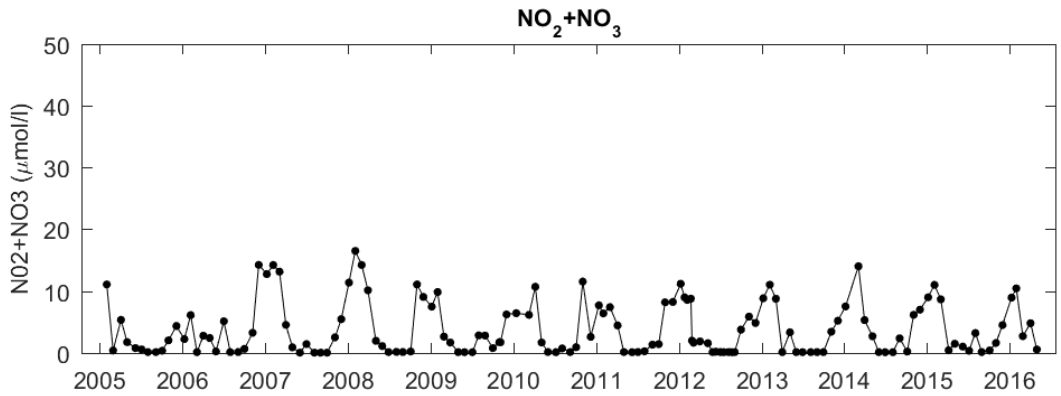

Salt
Salt (PSU)
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


Syrgashalt (botten)
O2 (ml/l)
10
8
6
4
2
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

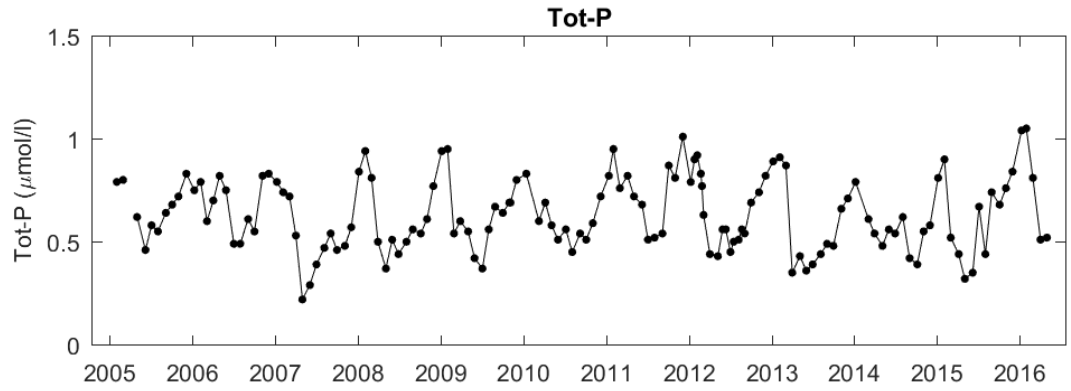
Åstol

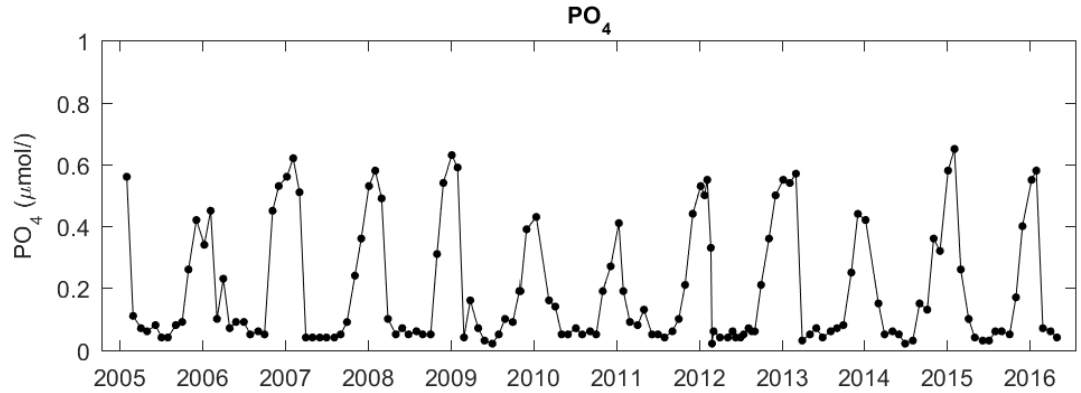

Tot-N
Tot-N (µmol/l)
60
40
20
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

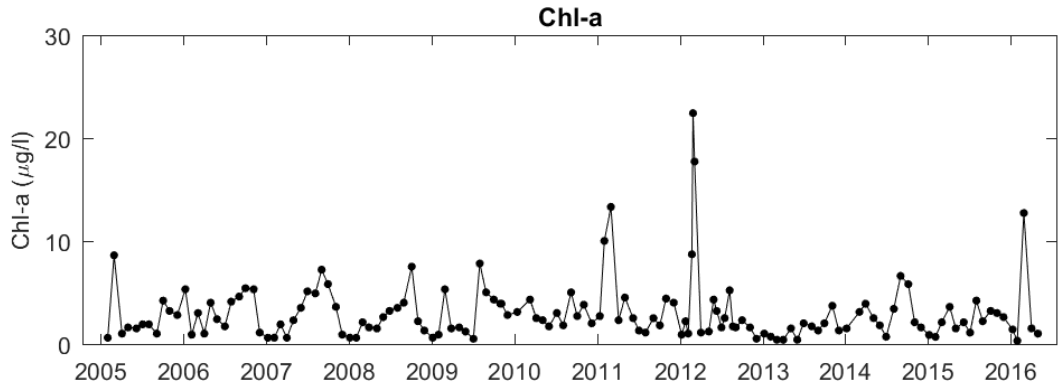

NH4
NH4 (µmol/)
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


NO2+NO3
N02+NO3 (µmol/l)
50
40
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

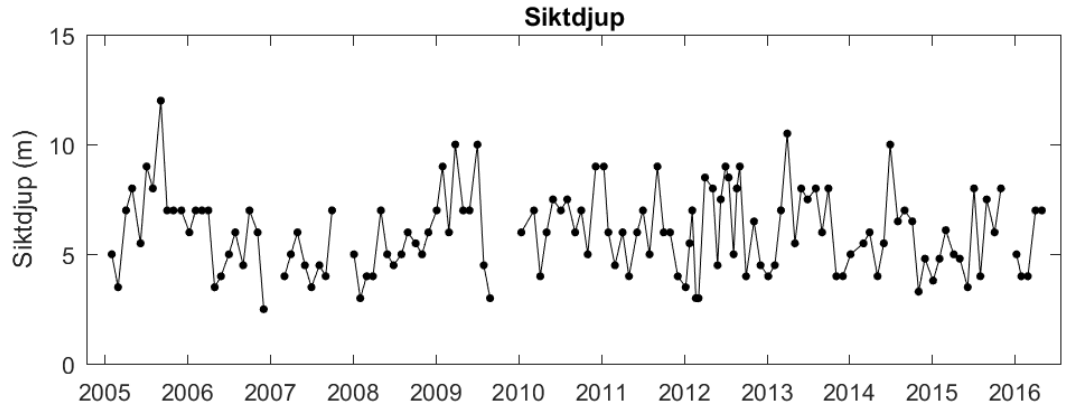
Åstol

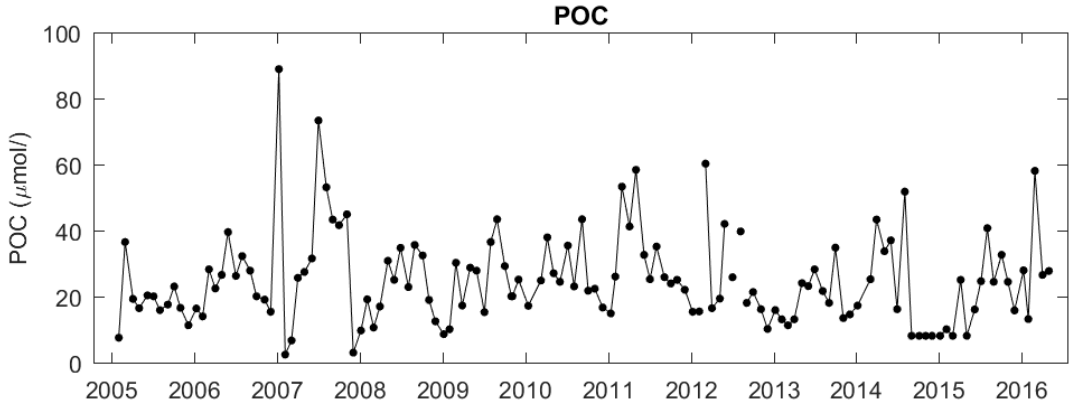

Tot-P
Tot-P (µmol/l)
1.5
1
0.5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

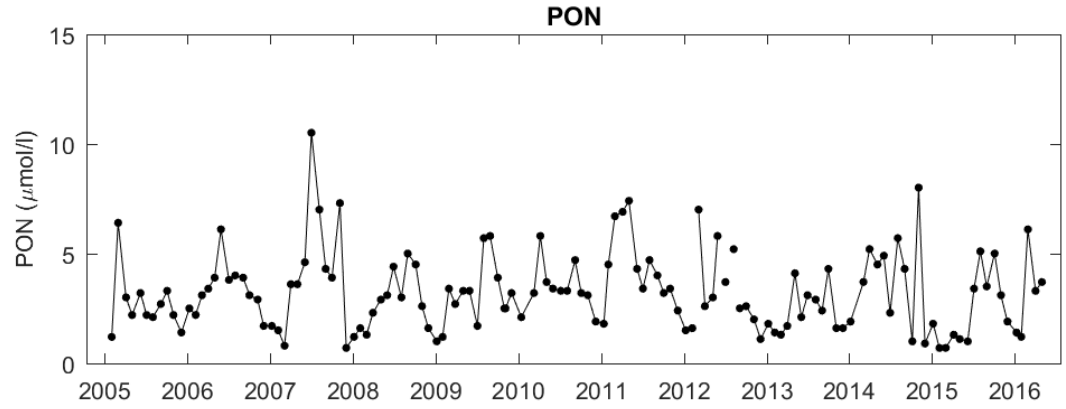

PO4
PO4 (µmol/)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


Chl-a
Chl-a (µg/l)
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

Åstol

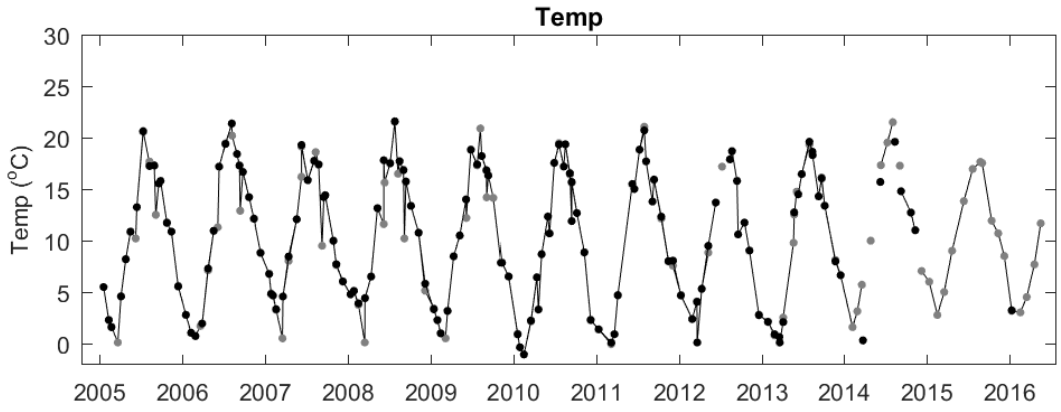

Siktdjup
Siktdjup (m)
0
5
10
15
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

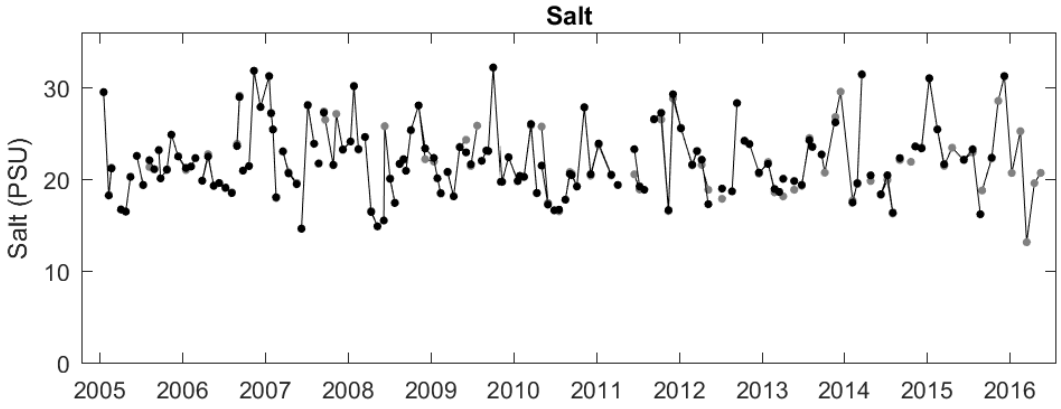

POC
POC (µmol/)
0
20
40
60
80
100
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

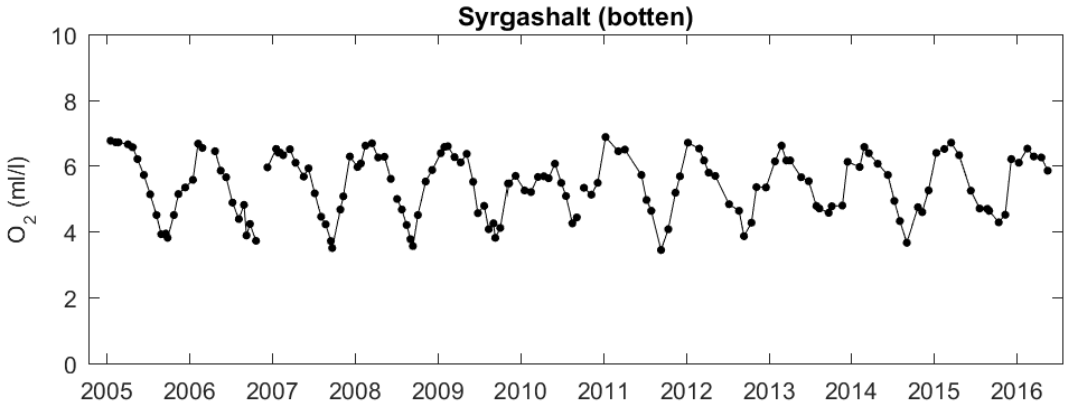

PON
PON (µmol/l)
0
5
10
15
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

A.7 Fladen

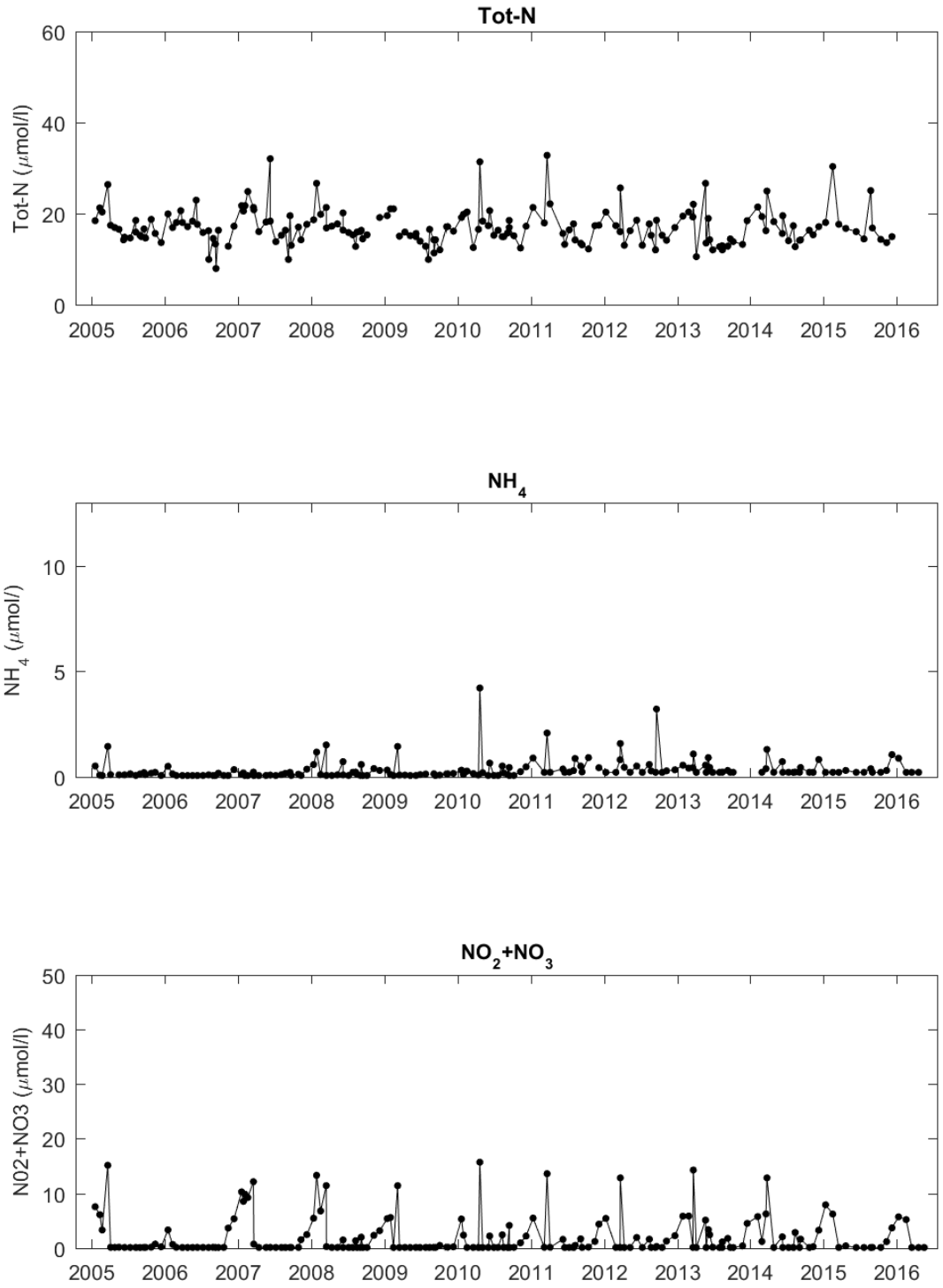
Fladen


Temp
Temp (°C)
30
25
20
15
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

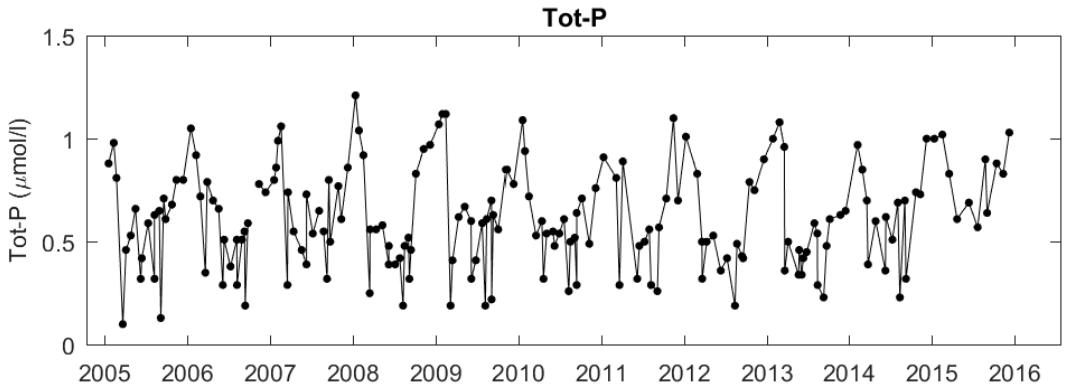

Salt
Salt (PSU)
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

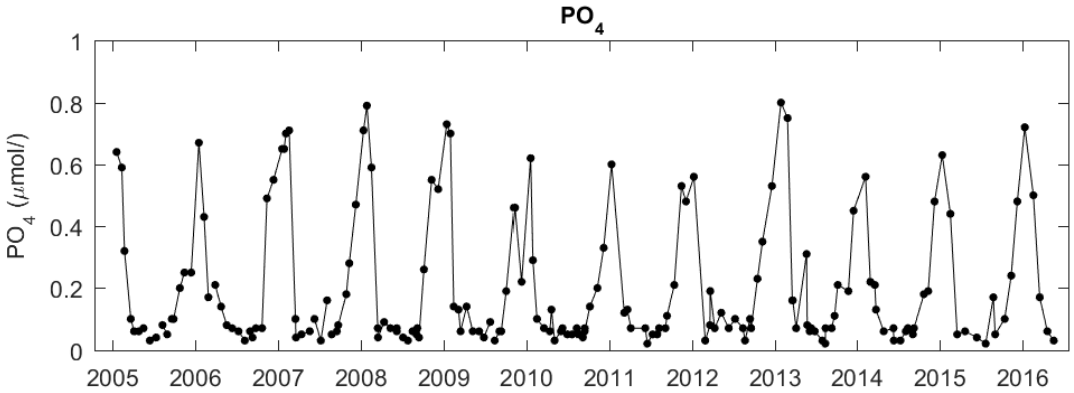

Syrgashalt (botten)
O2 (ml/l)
10
8
6
4
2
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

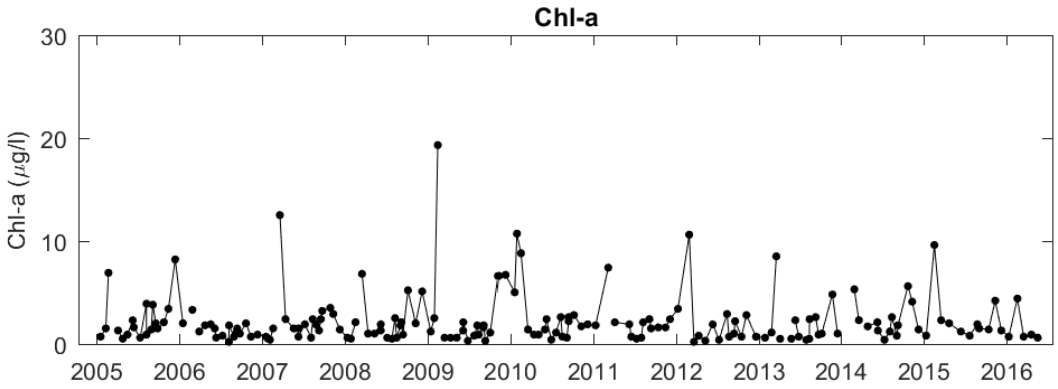
Fladen


Tot-N
Tot-N (µmol/l)
0
20
40
60
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
NH4
NH4 (µmol/l)
0
5
10
NO2+NO3
N02+NO3 (µmol/l)
0
10
20
30
40
50

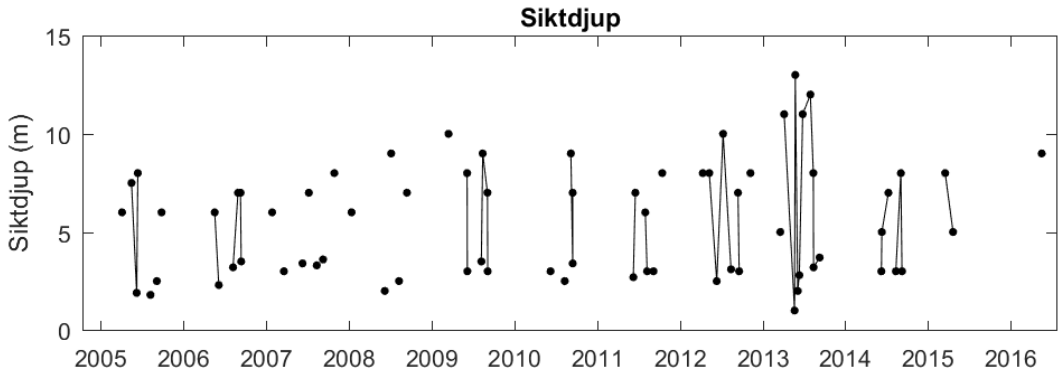
Fladen


Tot-P
Tot-P (µmol/l)
1.5
1
0.5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


PO4
PO4 (µmol/)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016


Chl-a
Chl-a (µg/l)
30
20
10
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016

Fladen


Siktdjup
Siktdjup (m)
15
10
5
0
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016