

**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.**

**Göteborg den 14 dec 2010**

**Lars Rydberg  
Institutionen för geovetenskaper  
Oceanografi  
lary@gvc.gu.se**

## Uppdrag

Att för Ryaverket och Bohuskustens vattenvårdsförbund (Bvuf) studera omsättningen av fosfor och kväve i göteborgsskärgården (södra älvgrenens mynningsområde), särskilt för åren 2009-10 och diskutera hur denna påverkats av variationerna i flodburen och antropogen (från Ryaverket) närsalttillförsel. Anledningen är, att efter flera års utbyggnad i Ryaverket har från och med maj 2010 en förbättrad kväverening med väsentligt lägre utsläpp uppnåtts. Frågan gäller framför allt i vilken utsträckning den minskade tillförseln har påverkat närsalt- och klorofyllhalterna i mynningsområdet.

## Sammanfattning

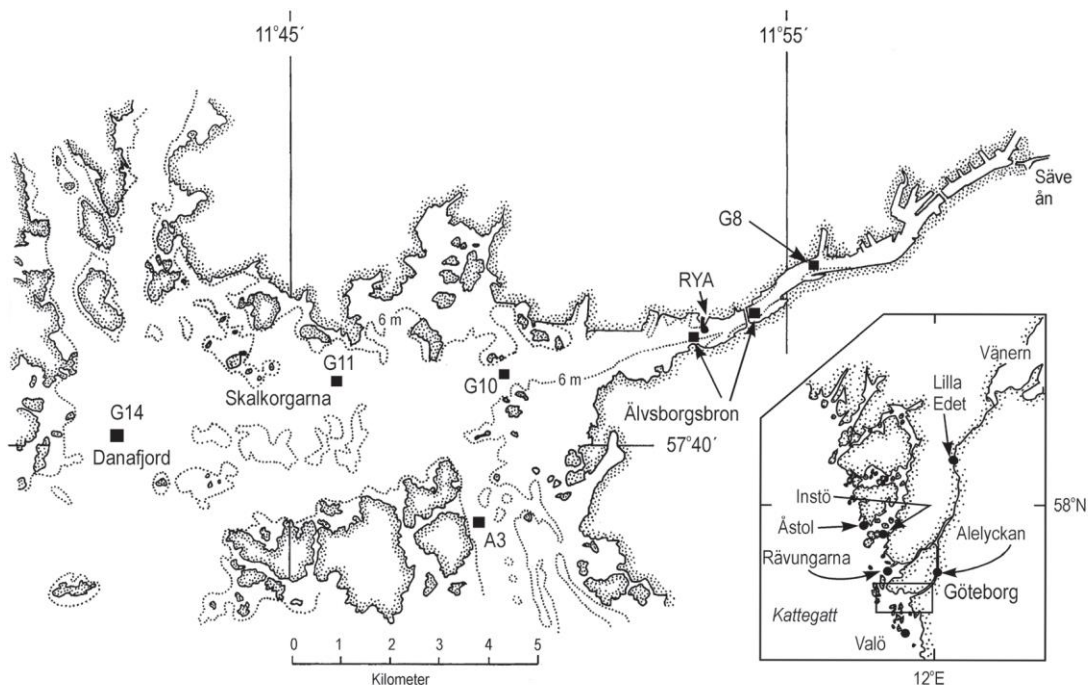
Under innevarande år har utflödet av totalkväve (TN) från Ryaverket till södra älvgrenens mynningsområde minskat, från i medeltal drygt 1500 ton (2006-09) till ca 1200 ton (2010). Minskningen berör i huvudsak högsommarperioden, maj-augusti, där ammoniumtillförseln sjönk med ca 200 ton, motsvarande ca 50% av tidigare utflöde. Ammoniumhalterna i recipienten har följaktligen sjunkit avsevärt; jämfört med åren 2006-09 från 1,5 till 1  $\mu\text{M}$  vid Skalkorgarna och från 0,54 till 0,17  $\mu\text{M}$  vid Danafjord för perioden maj-oktober, 2010. Även klorofyllhalterna var betydligt lägre; för samma period minskade Chl-a vid Skalkorgarna från 5.05 till 3.57  $\mu\text{g/l}$  och från 3.48 till 2.59  $\mu\text{g/l}$  vid Danafjord. För perioden maj-augusti var motsvarande minskning från 5.24 till 3.28  $\mu\text{g/l}$  resp 3.17 till 1,92  $\mu\text{g/l}$ . Med stor sannolikhet är de minskande klorofyllhalterna i mynningsområdet delvis ett resultat av sänkt tillförsel av ammonium från Ryaverket, men minskningen kan också delvis relateras till ett större vattenutbyte; mer kattegattvatten med lägre ammonium och klorofyllhalter har under sommaren 2010 befunnit sig i mynningsområdet.

Södra älvgrenens bidrag till kvävebudgeten låg under 2010 på normal nivå, dvs ca 300 ton TN/månad (varav ca 200 ton nitrat), trots en högre vattenföring i älven, som dock bara marginellt påverkar flödet i södra älvgrenen. Den högre vattenföringen motverkas nämligen av en långsiktig trend med sjunkande TN och nitrathalter i Väneren och därmed i Göta älv. Sammantaget har sjunkande halter (från 1986-09) sänkt transporten av TN i älven från 15000 till 11000 ton/år, därav i göteborgsgrenen från ca 5000 till 3500 ton/år, och för nitrat, specifikt från ca 3500 till 2500 ton/år. Minskningen i älvens transport av TN är av samma storleksordning som Ryaverkets förbättrade rening; före 1995 var utsläppen ca 2500 ton/år och idag, år 2010 uppgår de till ca 1200 ton/år, i bägge fall med en behandlad mängd om knappt 3500 ton/år. Den långsiktiga minskning av älvens transport av nitrat har därmed också bidragit till nuvarande sänkning av klorofyllhalten.

## Inledning

Föreliggande utredning av närsaltförhållanden mm i Göta älvs mynningsområde, den södra grenen, har samma upplägg som mina tidigare rapporter (Rydberg, 2005, 2008, 2009). I dessa finns fördjupade beskrivningar av tillståndet i recipienten, baserade på egna och andras undersökningar. Där diskuteras också mynningsområdets hydrografi och utbytet med Kattegatt, i relation till halter och flöden av näringsämnen samt klorofyll.

Även primärproduktions roll och värdet av klorofyll som mått på produktion och planktonbiomassa diskuteras i detalj (t.ex. i Rydberg, 2008). Årets utredning baseras liksom tidigare, på data från Bvufs/SMHIs månadsvisa, hydrografiska mätprogram ("kustvattenkontrollen"), på Lantbruksuniversitetets (SLU) mätprogram för närsalter (också månadsvis) och Vattenfalls flödesdata i Göta älv (dygnsmätningar) samt Ryaverkets mätningar på in- och utgående avloppsvatten (dygnsmätningar). SMHI mäter hydrografen på tre stationer i mynningsområdet (Älvsborgsbron, Skalkorgarna och Danafjord, Figur 1) och tre längre ut (Valö, Instö ränna och Åstol), Vattenfall mäter vattenföringen vid La Edet och Alelyckan, och SLU närsalter vid Alelyckan. Detaljer kring mätprogram och bearbetningar återfinns i Rydberg (2009). I årets utredning har data från perioden jan 2009-okt 2010 lagts till tidigare resultat. En femte fyraårsperiod (2006-09) är nu fullständig. För 2009-10 redovisas alla resultat med högre tidsupplösning än tidigare; dels månadsvis, dels för perioderna maj-aug och maj – okt. I tidigare rapporter gjordes uppdelningen av data och resultat i en sommar (mar-okt) och en vinterperiod (jan-feb; nov-dec). Rapporten består av tre kapitel, i) Älvens transport av näringsämnen till recipienten (resultat), ii) Ryaverkets tillförsel av näringsämnen till recipienten (resultat) samt iii) Salthalter, närsaltkoncentrationer och klorofyll i recipienten med omgivning (resultat och diskussion), samt slutsatser.



Figur 1. Göta älvs mynningsområde, den södra grenen, samt omgivande skärgård. Markerade stationer ingår i Bvufs och andra stationsnät. Data från Alelyckan tillhör södra grenen, Säveån mynnar nedströms Alelyckan. Vattenföringsdata från Lilla Edet täcker både flödet i göteborgsgrenen och i den norra grenen, Nordre älv. Vid Lilla Edet är Göta älvs medelflöde  $570 \text{ m}^3/\text{s}$ , vid Alelyckan  $170 \text{ m}^3/\text{s}$ . Säveån och andra mindre åar tillför, nedströms Alelyckan ytterligare ca  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  till den södra grenen (se Rydberg, 2008).

### Älvens transport av näringsämnen till recipienten. Resultat

Vattenföringen i Göta älv, vid La Edet (för position, se Figur 1) uppvisar stora mellanårsvariationer, med årsmedelvärden som varierar från 300-900 m<sup>3</sup>/s (Figur A1; Appendix, Figurer). Säsongsvariationerna är små (Figur A2). Fyraårsmedelvärden av vattenföringen, separerat mellan sommar och vinter, framgår av Tabell A1 (se Appendix Tabeller). Vattenföringen i södra älvgrenen, Alelyckan framgår av samma figurer (Figur A1, A2). Denna styrs via en skärm i Nordre älv (Rydberg, 2009). Från åttiotalet och framåt finns ingen långsiktig trend i vattenföringen. Av de senaste två åren blev år 2009 ett normalår, med ett årsmedelflöde på 563 m<sup>3</sup>/s (Tabell 1). För perioden januari - oktober 2010 var medelflödet 663 m<sup>3</sup>/s, med högre sommarflöden än normalt (jfr Figur A2).

Tabell 1. Vattenföring i Göta älv, månadsmedelvärden från januari 2009 tom oktober 2010. Under 2009 var medelvattenföringen i älven nästan exakt lika med långtidsmedelvärdet, 570 m<sup>3</sup>/s. \*)Medelvärdet för 2010 gäller perioden jan-okt.

2009	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Årsmv
La Edet	591,2	569,7	651,2	475,0	257,8	338,3	385,7	636,6	705,2	659,8	682,6	799,2	562,7
Alelyckan	167,7	164,0	165,8	155,5	141,6	146,7	149,1	166,6	179,9	168,7	171,8	202,0	165
2010													
La Edet	696,6	809,1	850,1	791,8	600,5	419,3	342,5	598,1	738,9	784,0	-	-	663,1*
Alelyckan	174,8	202,5	214,9	200,8	169,1	146,8	144,7	164,4	187,2	197,0	-	-	180,2*

Kvävehalterna i Göta älv fortsätter att sjunka (se Rydberg, 2009); TN från 800 till 630 µg/l och nitrat från 560 till 400 µg/l (1985-2010). Sedan 1985 har därför totaltransporten av kväve i Göta älv (vid La Edet) minskat från ca 15000 till 11000 ton TN/år [Tabell 2a, b; Tabell A1 och A2 visar närsalttransporterna i älven, månads- resp. årsmedelvärden. Av tabelltexten framgår också hur långtidsmedel beräknats]. För södra älvgrenen, där vattenföringen varierar mellan minimum 150 och maximum 250 m<sup>3</sup>/s (inräknat Sävån och andra mindre vattendrag som mynnar nedströms Alelyckan) betyder det en medeltransport idag om ca 3500 resp 2500 ton TN/år, mot 5000 resp 3500 ton TN/år i mitten av åttiotalet (se också Tabell A1). Att transporten avtar är ett resultat av sjunkande halter av TN och nitrat i Väneren (Rydberg, 2009). Detta kan ha flera orsaker, t. ex. kortare issäsong och därav en längre period med skiktat vatten och en större primärproduktion som gradvis kan nyttiggöra sjöns stora kväveöverskott.

Tabell 2a. Koncentrationer vid Alelyckan (µg/l), medelvärde i 4-årsperioder, 1986-2009, samt 2010 (medelvärde för perioden jan-okt). Mätdata från 2009-10 tyder på fortsatt minskande nitrat och TN halter. Minskningen sedan 80-talet uppgår till ca 25% (se även Figur A3).

	1986-89	1990-93	1994-97	1998-01	2002-05	2006-09	2010
Ammonium	9,9	18,9	27,9	20	25,8	22,6	19
Nitrat	559	552,6	517	506,4	474,7	440,5	396,8
Tot-N	803,5	778,7	812,6	766,5	685,4	634,5	627,6
Fosfat	3,3	3,4	3,7	5	6,5	6,9	6,5
Tot-P	17,4	20,8	19,1	19,1	18,4	18,6	17,1
Silikat	437,1	396,9	462,9	698,1	-	-	-

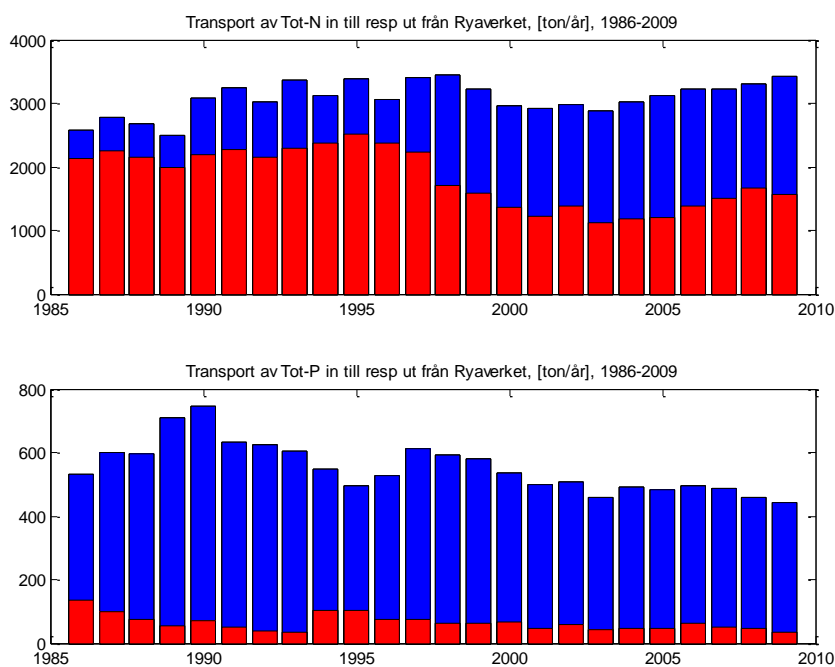
Tabell 2b. Transport vid Alelyckan (ton/månad), medelvärde i 4-årsperioder, 1986-2009, samt motsv medelvärden för perioden jan-okt 2010. Se även Figur A4.

	1986-89	1990-93	1994-97	1998-01	2002-05	2006-09	2010
Ammonium	4,5	7,28	10,89	9,95	9,85	<b>11,1</b>	<b>8,9</b>
Nitrat	268,5	228,6	214,0	264,4	184,4	<b>191,9</b>	<b>191,3</b>
Tot-N	383	320,4	334	396,5	266,7	<b>277,5</b>	<b>303,9</b>
Fosfat	1,62	1,42	1,52	2,67	2,54	<b>3,10</b>	<b>3,1</b>
Tot-P	8,3	8,5	7,8	10,0	7,1	<b>8,73</b>	<b>8,1</b>
Silikat	213,8	166,6	193,1	368,9	-	-	-

## ii) Ryaverkets tillförsel av näringsämnen till recipienten. Resultat

Ryaverkets bidrag till kväve- och fosforbelastningen på mynningsområdet framgår av Figur 2 a-b. Från år 2004 och fram till 2008 skedde en svag ökning, främst beroende på ombyggnader i verket, och behovet av förbiledning, men också därför att inkommande mängd kväve ökat. Medelflödet ut från Ryaverket under åren 2006-09 var ca 50 ton TP och 1550 ton TN/år.

I maj 2010 togs två nya reningssteg i bruk vid Ryaverket, vilket medförde en kraftig reduktion av uttransporten av kväve och fosfor. Fram till och med oktober 2010 uppgick uttransporten till 28 ton TP resp. 997 ton TN (Tabell 3). Sänkningen var störst under högsommar; från maj-aug uppgick belastningen till 68.5 ton TN/mån, varav 42.5 ton ammonium, motsvarande minskningar med i storleksordningen 30 resp. 50%. Mot denna bakgrund bör man kunna förvänta sig ytterligare sänkta halter av ammonium i recipienten, möjligen också lägre klorofyllhalter (se Rydberg, 2008).



Figur 2 a-b Årsmedelvärden av in- resp uttransporter av kväve och fosfor (ton/år) i Ryaverket. För en serie från 1970, se Rydberg (2005). För årstidsvariationen, se Figur A5.

Av Tabell 3 framgår att på såväl års- som månadsbasis är kvävetillförseln via älven 2-3 ggr så stor som den via Ryaverket, högre för 2010, då vattenföringen i älven var högre än normalt och Ryaverkets tillförsel lägre. För fosfor är förhållandet likartat. Om man ser till medelvärden under 2000-talet är tillförseln av TN resp TP via göteborgsgrenen 3500 resp 100 ton/år (Tabell A1-A2), och Ryaverkets bidrag 1500 resp 50 ton, men tillskottet från Ryaverket var alltså lägre under 2010, och älvens något högre (Tabell 3; Tabell A1). Älvens påverkan på de biologiska produktionsförhållandena i recipienten dominerar därför över Ryaverkets. Detta gäller i än högre grad om tillförseln via Nordre älv, som transporterar ca 70% av Göta älvs närsalter till havet, och dess mynningsområde räknas in. Emellertid är det sällsynt att Nordre älvs vatten når göteborgsgrenens mynning (dvs påverkar tillståndet vid Skalkorgarna och Danafjord; Rydberg, 2008).

Tabell 3. Månadsvis transport resp tillförsel av kväve och fosfor via Göta älvs södra gren (inkl Säveån m fl) och Ryaverket till mynningsområdet under 2009-10. Årstransporten framgår av den högra kolumnen, för 2010 uppskattad som 1,2 ggr transporten från jan-okt enl. kolumn Nov.

<b>2009</b>	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec	ton/år
Amm, Älv	8,3	5,5	9,0	8,5	4,8	17,5	11,2	5,2	6,5	5,2	8,9	9,9	<b>101</b>
Amm, Rya	143	120	133	105	112	94,1	72	69,2	81	91,2	109	71,6	<b>1203</b>
Nitrat, Älv	193	184	199	177	134	123	136	171	187	175	176	232	<b>2090</b>
Nitrat,Rya													
TotN, Älv	286	286	280	261	229	229	224	269	284	262	283	330	<b>3223</b>
TotN, Rya	200	173	171	126	139	108	89	90,4	103	115	143	100	<b>1559</b>
Fosfat, Älv	2,2	1,3	2,6	1,2	1,1	1,9	2,3	1,3	1,9	1,7	2,7	7,3	<b>27</b>
Fosfat, Rya	1,1	0,7	0,9	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,9	0,7	<b>9</b>
TotP, Älv	5,7	5,1	6,4	4,0	4,4	6,5	8,5	6,9	6,1	5,2	7,6	16,2	<b>83</b>
TotP, Rya	4,3	3,0	3,9	2,9	2,6	2,6	2,3	2,5	2,6	2,8	3,5	2,8	<b>36</b>
<b>2010</b>													
Amm, Älv	9,5	7,3	7,8	10,4	12,7	6,8	6,8	11,1	8,2	6,6	<b>87</b>		<b>105</b>
Amm, Rya	62,4	71,8	159	105	49,5	33,4	30,1	56,9	60,6	89,2	<b>717</b>		<b>861</b>
Nitrat, Älv	201	232	240	247	162	122	141	155	182	190	<b>1872</b>		<b>2246</b>
Nitrat,Rya													
TotN, Älv	287	346	370	387	297	212	204	251	306	313	<b>2974</b>		<b>3569</b>
TotN, Rya	89	93	196	134	78	58	51	87	88	121	<b>996</b>		<b>1195</b>
Fosfat, Älv	5,0	3,1	2,2	2,1	2,2	2,3	1,9	3,0	5,8	2,6	<b>30</b>		<b>36</b>
Fosfat, Rya	0,6	0,8	1,5	0,8	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,9	<b>7</b>		<b>8</b>
TotP, Älv	7,2	6,8	4,5	7,3	7,0	4,9	6,0	8,9	20,9	5,6	<b>79</b>		<b>95</b>
TotP, Rya	2,3	3,3	6,2	3,4	1,9	1,5	2,2	2,0	1,9	3,6	<b>28</b>		<b>34</b>
<b>Kvot</b>													
Amm/TN_09	0,72	0,70	0,78	0,83	0,81	0,87	0,81	0,77	0,79	0,79	0,76	0,72	
Amm/TN_10	0,70	0,77	0,81	0,78	0,63	0,58	0,59	0,66	0,69	0,74			

### *iii) Salthalter, närsaltkoncentrationer och klorofyll i recipienten med omgivning.*

#### **Resultat och diskussion. Slutsatser.**

##### *Metodik. Bakgrund*

Älvens näringstransporter dominerar alltså över Ryaverkets, enligt ovan, men också tillförseln av kattegattvatten är av betydelse för transport och omsättning av näringsämnen i mynningsområdet. Den vertikala omblandningen, driven av i första hand vinden, bestämmer utbytet och näringstillförseln från havet. Ju kraftigare blandning, desto större inflöden. I mina tidigare rapporter har salt- och närsalthalter mm beräknats i fyraårsperioder från 1990-93 och framåt, i syfte att med godtagbar noggrannhet kunna beräkna volymflöden samt salt- och näringstransporter in till och ut från mynningsområdet. För ändamålet har jag använt ekvationer för volym-, salt- och närsaltkonservering, och skiljt mellan sommar (mar-okt) och vinter (jan-feb; nov-dec). Metodiken möjliggör också uppskattningar av närsaltupptaget i mynningsområdet. Beräkningarna har visat att kattegattvattnet bidrar med i storleksordningen 300 ton P/år och 2000 ton N/år. För fosfor dominerar alltså tillförseln från havet, medan för kväve dominerar älvens och Ryaverkets bidrag (Rydberg, 2008), och förutom med sitt närsalttillskott, som kan vara negativt bidrar kattegattvattnet också genom att tillföra marina plankton och ett klarare vatten där produktion kan ske till betydligt större djup.

Samma metodik som ovan, baserad på mätningar under en enstaka säsong, en gång per månad är emellertid otillräckligt för att beräkna transport och näringsupptag med tillräcklig noggrannhet. Därför gör jag här ett försök att, för år 2010, kvalitativt uppskatta kattegattvattnets inverkan på mynningsområdets närsalthalter och klorofyll, genom att i första hand detaljgranska data från recipienten, med högre upplösning än tidigare, och jämföra med dels motsvarande data från stationer i öppna Kattegatt – väsentligen Fladen, och dels med medelvärden från perioden 2006-09.

##### *Mätresultat från recipienten. Salthalt och närsalter. Klorofyll. Långsiktiga variationer och variationer under 2010.*

Medelvärden av Bvufs/SMHIs data från Danafjord (G14), Skalkorgarna (G11) och Älvsborgsbron (G9) redovisas i Tabell A3 (sommar) - A4 (vinter), här liksom tidigare i fyraårsperioder, från 1990-93 och framåt. För perioden 2006-09 och år 2010 har jag beräknat medelvärden också för perioderna maj-okt och maj-aug. Dessa redovisas i Tabell 4. I Tabell 5 jämförs dessutom hydrografidata från Danafjord för sommaren 2010 (perioderna mar-okt och maj-aug) med data från Fladen, Valö och Åstol, stationer belägna längre bort från recipienten (Fig 1).

Tabell A3, med sommardata i 4-årsperioder från 1990-93 och framåt visar att alla kvävefraktioner har sjunkit betydligt vid samtliga stationer. Lägre halter står i samklang med lägre tillförsel i detta fall. Även fosforhalterna har sjunkit (vilket också skett i Kattegatt, enligt Håkansson, 2007), men denna tendens tycks bruten under de senaste två perioderna inkl 2010, och förändringarna i tillförseln av fosfor är inte stora nog för att förklara de variationer som förekommit. Ryaverkets lägre utsläppsnivåer medför emellertid lägre koncentrationer av ammonium och fosfat vid Älvsborgsbron, mest påtagligt för ammonium, då avloppsvatten stundtals kan följa med underströmmen i Göta älv. Klorofyllhalterna däremot, ligger kvar på i stort sett samma nivå som under 90-

talet, med undantag för det senaste året, 2010 (se diskussion rörande trender i Chl-a i Rydberg, 2009), där en markant sänkning inträffat vid Skalkorgarna och Danafjord.

Tabell 4. Salthalt och syrehalt samt näringsämneskoncentration och klorofyllhalt på stationerna i mynningsområdet under sommar (mar-okt; maj-okt; maj-aug) uppdelat på yt- och djupvatten. Salthalt i psu, närsalthalter i ( $\mu\text{M}$ ), Chl-a i ( $\mu\text{g/l}$ ) och syrehalt i ml/l. Data från den senaste fyraårsperioden, 2006-09 jämförs med 2010, då tillförseln av ammonium och TN från Ryaverket var klart lägre (se Tabell 3).

Sommar ytvatten	Salthalt	Fosfat	Tot-P	Nitrat	Ammonium	Tot-N	Chl-a
<b>Älvsborgsbron (G9)</b>							
2006-09 (mar-okt)	5.65	0.22	0.83	25.24	2.92	46.87	2.58
2010 (mar-okt)	4.95	0.12	0.65	23.32	1.89	43.66	2.76
2006-09 (maj-okt)	5.74	0.20	0.82	23.56	2.96	45.45	2.70
2010 (maj-okt)	5.47	0.11	0.67	21.30	1.88	42.25	3.38
<b>Skalkorgarna (G11)</b>							
2006-09 (mar-okt)	18.62	0.14	0.64	5.53	2.00	25.07	4.33
2010 (mar-okt)	18.88	0.20	0.67	5.99	1.85	24.99	2.83
2006-09 (maj-okt)	18.70	0.10	0.61	4.29	1.58	23.91	5.05
2010 (maj-okt)	17.95	0.11	0.62	3.81	1.00	23.27	3.57
2010(maj-aug)	18,02	0,10	0,61	3,41	1,06	23,76	3,28
<b>Danafjord (G14)</b>							
2006-09 (mar-okt)	21.21	0.14	0.59	3.25	0.72	19.84	3.12
2010 (mar-okt)	20.72	0.15	0.60	3.36	0.59	19.42	2.11
2006-09 (maj-okt)	21.43	0.08	0.54	1.87	0.54	18.49	3.48
2010 (maj-okt)	20.04	0.07	0.54	1.20	0.17	17.55	2.39
2010 (maj-aug)	20,09	0,05	0,52	1,12	0,13	17,45	1,92
Sommar djupvatten	Salthalt	Fosfat	Tot-P	Nitrat	Ammonium	Tot-N	Syrehalt
<b>Älvsborgsbron (G9)</b>							
2006-09 (mar-okt)	22.01	0.37	0.96	4.27	2.79	23.33	6.20
2010 (mar-okt)	22.49	0.38	0.94	4.28	2.29	22.55	5.98
2006-09 (maj-okt)	22.07	0.38	1.00	3.27	3.05	22.87	5.63
2010 (maj-okt)	20.82	0.31	0.92	3.00	2.63	22.85	5.75
<b>Danafjord (G14)</b>							
2006-09 (mar-okt)	30.72	0.45	0.71	3.96	1.17	15.53	5.62
2010 (mar-okt)	29.61	0.46	0.74	3.49	1.00	15.85	5.77
2006-09 (maj-okt)	30.82	0.41	0.68	2.65	1.35	14.52	5.23
2010 (maj-okt)	29.07	0.38	0.71	2.05	1.10	15.19	5.59

Jämförelsen mellan 2010 och åren 2006-09 enligt Tabell A3 och Tabell 4 visar alltså på avsevärt mindre klorofyll i ytvattnet, men också på tydligt sänkta ammoniumhalter. Vid Skalkorgarna och Danafjord var halterna av ammonium under sommarmånaderna ca 1,0 resp 0,15  $\mu\text{mol/l}$  mot ca 2 resp 0,75  $\mu\text{mol/l}$  för perioden 2006-09. För Chl-a var motsvarande värden 3.57-2,83 och 1,92-2,39  $\mu\text{g/l}$ , för perioder enligt Tabell 4 mot ca 4,7 resp 3,3  $\mu\text{g/l}$  för motsvarande perioder under 2006-09. Även nitralterna är lägre än normalt, vid såväl Skalkorgarna som Danafjord. Kombinationen med låga nitrat och klorofyllhalter och något lägre TN halter tyder emellertid på en större närvaro av kattegattvatten än normalt, dvs kraftigare utbyte än normalt mellan kattegattvatten och älvvatten i mynningsområdet, särskilt som vattenföringen i älven var något högre än normalt och därigenom snarare borde ha bidragit till att höja kvävehalterna något.

Tabell 5, där 2010 års data från Danafjord (mar-okt; maj-aug) jämförs med stationerna Fladen, Valö och Åstol, ger en översiktlig bild av horisontella koncentrationsskillnader mellan mynningsområdet och utsjön. Av stationerna är det bara Fladen som kan anses helt opåverkad Göta älv. För perioden mar-okt ligger Danafjord klart högre än övriga stationer både för ammonium, nitrat och TN. Under högsommar är skillnaden betydligt



mindre, men nitrat och TN ligger fortfarande högre. Älvvatten med överskott på kväve når alltså tidvis Danafjord. Man ser också tydliga skillnader i klorofyll, halterna är lägst vid Fladen [med undantag för Åstol, vars höga klorofyllvärden beror på att hög vattenföring i Nordre älv, som under sommaren 2010, påverkar denna station; se Karlsson och Andersson, 2003; Rydberg, 2008]. Sammanfattat är det dock tydligt att en större närvaro av kattegattvatten i södra älvgrenens mynningsområde kan ha påtagligt bidragit till låga klorofyll- och kvävehalter. Det är också tydligt att det är under perioden maj-aug som näringstillförseln från land är som mest avgörande för närsalthalter och klorofyll i området, men att denna period kan utsträckas fram till oktober.

Tabell 5. Medelvärden av närsalthalter mm (dimensioner enl Tabell 4) vid Danafjord, Fladen, Valö och Åstol, dels för perioden mar-okt, dels för perioden maj-aug 2010. Vid Valö, Danafjord och Åstol är ytvattnets medelvärde beräknat från mätningar på djupen 0, 2, 5, 10 m, vid Fladen från djupen 0, 5 och 10 m. Djupvattnet baseras på data från 15 o 20 m vid Valö, 15, 20 och 30 m vid övriga stationer.

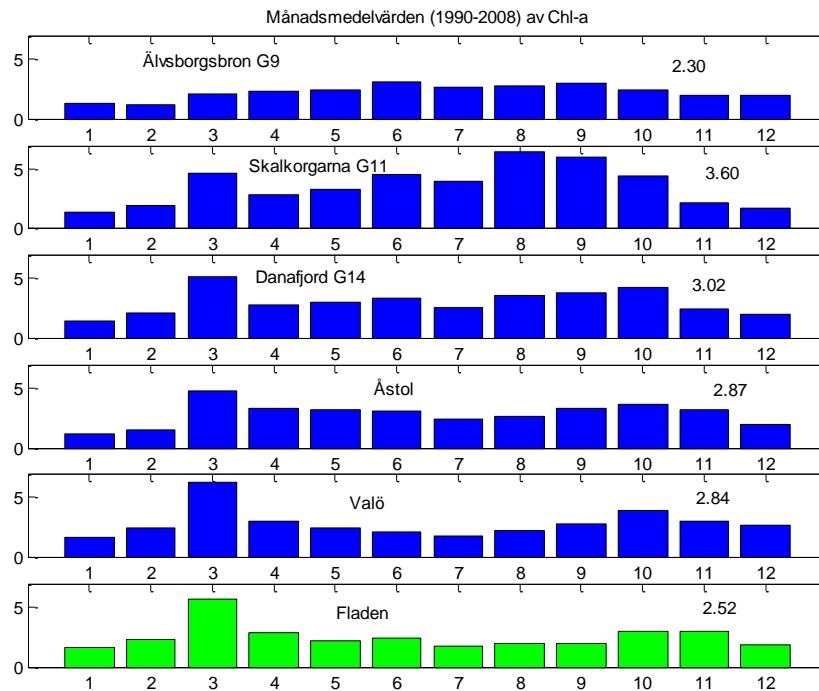
<b>Mar-Okt, ytvatten</b>	<i>Salthalt</i>	<i>Fosfat</i>	<i>Tot-P</i>	<i>Nitrat</i>	<i>Ammonium</i>	<i>Tot-N</i>	<i>Chl-a</i>
Åstol	21,79	0,10	0,58	1,61	0,33	17,82	2,83
Danafjord	20,72	0,15	0,60	3,36	0,59	19,42	2,11
Valö	21,82	0,15	0,63	1,53	0,23	17,22	1,38
Fladen	22,16	0,08	0,54	0,30	0,11	13,80	1,68
<b>Mar-Okt, djupvatten</b>							
Åstol	29,44	0,33	0,63	2,27	0,79	14,05	-
Danafjord	29,61	0,46	0,74	3,49	1,00	15,85	-
Valö	27,80	0,43	0,75	3,34	0,69	16,09	-
Fladen	31,92	0,33	0,58	2,65	0,42	11,19	-
<b>Maj-Aug, ytvatten</b>	<i>Salthalt</i>	<i>Fosfat</i>	<i>Tot-P</i>	<i>Nitrat</i>	<i>Ammonium</i>	<i>Tot-N</i>	<i>Chl-a</i>
Åstol	21,01	0,06	0,57	0,31	0,15	16,84	2,48
Danafjord	20,09	0,05	0,52	1,12	0,13	17,45	1,92
Valö	20,00	0,04	0,55	0,22	0,07	16,84	1,53
Fladen	20,37	0,05	0,60	0,10	0,10	16,32	1,37
<b>Maj-Aug, djupvatten</b>							
Åstol	29,96	0,21	0,58	0,86	0,75	12,61	-
Danafjord	30,27	0,35	0,68	2,32	0,74	14,56	-
Valö	28,52	0,39	0,73	2,93	0,36	15,31	-
Fladen	32,08	0,24	0,62	1,70	0,40	12,04	-

#### *Klorofyllhalterna i mynningsområdet och i Kattegatt. Resultat. Diskussion*

Ovan har vi noterat en tydlig sänkning av såväl ammoniumhalter som klorofyll under år 2010, jämfört med tidigare fyårsperiod (Tabell 4) och föreliggande långtidsdata (Tabell A3). Vad gäller sänkta ammoniumhalter i mynningsområdet kan dessa med stor sannolikhet hänföras till en minskad tillförsel från Ryaverket. Om de i stället berott på ökat upptag skulle klorofyllhalterna ha varit högre, och om de berott uteslutande på ökad blandning skulle nitralthalterna (som är låga i Kattegatt; se Fladen, Tabell 5) också ha varit betydligt lägre. Det är emellertid rimligt att anta att de markant låga klorofyllvärdena under 2010, inte heller kan härledas till enbart sänkt tillförsel och upptag av ammonium. Minskningen av ammoniumtillförseln, som uppgår till ca 200 ton för maj-aug, är i relation till hela tillskottet av oorganiskt kväve till recipienten (inräknat både ammonium från Ryaverket och nitrat från älven mm; totalt ca 1000 ton), alltför lågt.

I Rydberg (2008; 2009) diskuterades också fördelningen av klorofyll i tid och rum, i relation till närsalttillförseln. För att se i detalj på minskningen under sommarmånaderna 2010, adderas nu Figur 3, som visar säsongsfördelningen av klorofyll, dels i själva mynningsområdet, dels vid stationerna Åstol och Valö, samt Fladen. I Appendix (Figur

A6, A7) visas också 4-årsmedelvärden av klorofyll från 1990-93 och framåt, samt årsproduktionen i mynningsområdet för perioden 1990-2010, samt Tabell A6 och A7.



Figur 3. Månadsmedelvärden av Chl-a vid stationerna i mynningsområdet och dess omgivning. Resultat från Fladen baseras på ett medelvärde av data från 0, 5, 10 m, Åstol, Danafjord och Valö från ett medelvärde av mätningar på 0, 2, 5 och 10 m, Skalkogarna från 0, 2, 5 m och Älvsborgsbron från 0 och 2 m. Metodiken och dess betydelse för skillnader i halter är diskuterad i Rydberg (2008). De i figuren angivna värdena är långtidsmedelvärden 1990-08, med undantag för Fladen; där gäller 1995-09.

Klorofylldata från Fladen (Figur 3) kan som nämnts betraktas opåverkade av Göta älv och Ryaverket. Resultaten från Fladen har beräknats med stationsdata från SHARK, SMHI:s publika databas ([www.smhi.se](http://www.smhi.se)), och som ett aritmetiskt medelvärde för djupen 0, 5, 10 m [Klorofylldata som SMHI refererar till är beräknade för djup 0-20 m, exvis i Håkansson, 2007; Anon., 2010; Algaware, [www.smhi.se](http://www.smhi.se), som ger lägre värden. Tabell A6 jämför medelvärden 0-10 resp. 0-20 m, och visar att 0-20 m ger ca 0,4 µg/l lägre värden än 0-10 m]. Tabell 6 antyder också riskerna med att för kortare perioder bestämma klorofyllhalten. Sommardata från perioden 2006-10 enligt denna tabell tyder på en kraftig uppgång i Chl-a, som troligtvis är en ren artefakt (se figurtext). Denna risk finns också inbyggd i resultaten från älvmynningen under 2010. Årsmedelvärdet 2,52 µg/l i Figur 3 kan däremot, liksom övriga medelvärden i Figur 3, helt säkra, och därmed sinsemellan jämförbara. För att få ett pålitligt resultat avseende ettårsvärden av Chl-a skulle det krävas mätningar en gång per vecka, året runt.

Enligt Figur 3 följer, som synes den säsongsvisa profilen vid Valö nästan exakt utsjöstationen Fladen, men ligger 0,32 µg/l högre. Åstol har också en likartad profil men ligger 0,35 µg/l högre. Danafjord som ligger 0,5 µg/l högre än Fladen, däremot, skiljer sig markant, och avvikelserna finns under perioden maj-okt, då Danafjord har högre halter.

Skillnaden blir ännu tydligare vid Skalkorgarna; nästa hela differensen gentemot Fladen, 1,08µg/l uppkommer pga högre värden under perioden maj-okt, vilket också är den period när tillgången på närsalter är som lägst i Kattegatts ytvatten [Differensen mellan Fladen och Skalkorgarna är emellertid hög också därför att mätningen vid Skalkorgarna bygger på data 0-5 m].

Tabell 6. Klorofyllhalter (µg/l) i ytvattnet, medelvärden för 2006-09 resp 2010 under perioderna maj-aug, maj-okt samt mar-okt. Förändring mellan 2006-09 och 2010. Medelvärde i vertikal led är de aritmetiska medelvärdena av halterna vid 0, 5, 10 m vid Fladen, 0, 2, 5, 10 m vid övriga stationer.

2006_09	maj_aug	maj_okt	mar_okt	_2010	maj_aug	maj_okt	mar_okt
Fladen	1,40	1,72	2,18		1,37	1,47	1,68
Valö	2,08	2,49	2,54		1,53	1,53	1,38
Åstol	2,78	3,28	3,03		2,48	2,72	2,83
Danafjord	3,17	3,48	3,12		1,92	2,39	2,11
Skalkorgarna	5,24	5,05	4,33		3,28	3,57	2,83
<b>Ändring 06_09 - 10</b>							
Fladen	-0,03	-0,25	-0,50				
Valö	-0,55	<b>-0,96</b>	<b>-1,16</b>				
Åstol	-0,30	-0,56	-0,20				
Danafjord	<b>-1,25</b>	<b>-1,09</b>	<b>-1,01</b>				
Skalkorgarna	<b>-1,96</b>	<b>-1,48</b>	<b>-1,50</b>				

#### Slutsatser betr klorofyllhalten i mynningsområdet.

Säsongprofilerna av klorofyll vid Skalkorgarna och Danafjord (Figur 3) tydliggör den högre produktionen vid dessa stationer jämfört med övriga stationer och framför allt jämfört med Fladen. I Tabell 6, slutligen, har vi därför samlat och jämfört klorofylldata för perioden 2006-09 med 2010, samtliga sommarperioder där man ser avvikelser mellan mynningsområdet och utsjön (maj-aug, maj-okt och mar-okt). Minskningen är mest påtaglig vid Skalkorgarna och Danafjord, och tydligast under maj-aug, men betydande också vid Valö som i normala fall inte är särskilt påverkad av södra älvgrenens färskvatten. Det kan tolkas som att merparten av klorofyllhaltens sänkning är ett resultat av mer blandning dvs mer kattegattvatten i mynningsområdet, men om man ser speciellt till perioden maj-aug är minskningen så pass mycket mindre vid Valö, att det uppenbart finns en lokal effekt, och då rimligtvis att den lägre tillförseln av ammonium från Ryaverket dominerat sänkningen. Den lägre tillförseln har gjort att kvävetillgången tidvis begränsat produktionen åtminstone till i höjd med Skalkorgarna. Man måste erinra sig att det område som nås av Göta älvs utsötade vatten principiellt är lika stort idag som det var 1985, därför att vattenföringen inte förändrats långsiktigt, men att den gradvis minskande tillförseln av kväve från såväl Ryaverket som älven (från totalt 8500 till 4700 ton/år), medför dels sjunkande kvävehalter men också ett minskande område med konstant överskott av kväve, dvs där det råder fosfor- eller ljusbegränsning av produktionen (Anon., 2005; Rydberg, 2008). Områdets storlek varierar, styrt av vattenföringen, men med sänkt kvävetillförsel når det allt mindre ofta ut till Danafjord, och nu som det tycks inte ens alltid ut till Skalkorgarna. Eftersom årets sänkning av ammoniumtillförseln fått effekt kan man också hävda att den lägre nivån på klorofyllhalterna vid Danafjord och

Skalkorgarna också kommer att bestå, förutsatt fortsatt låga kvävetransporter i älven, och med reservation för att blandningen också ligger på en likartad nivå.

### **Tack**

Ett stort tack går som vanligt till Jan Mattsson vid Ryaverket/GRYAAB, som med oförtrutet intresse följer upp och diskuterar resultaten. Ett erkännande till SMHI, SLU och Vattenfall som med omedelbar verkan släpper sina mätdata. Utan denna ynnest hade denna rapport blivit fördröjd med åtskilliga månader. Jag vill också påpeka att samtliga rådata håller mycket imponerande klass, det är ytterst sällsynt att det dyker upp felaktiga värden. Tack också till Lars Andersson och Ann-Turi Skjevik vid SMHI och Christian Demandt vid SLU, vilka frikostligt delat med sig av sin erfarenhet gällande mätningar och bearbetningar och till Pege Schelander vid Bvuf.

### **Referenser**

Anon, 2005. Utredning av effekterna av fosforutsläpp från Ryaverket. DHI. Slutrapport. Mars 2005. Bohuskustens vattenvårdsförbund, Uddevalla (hämtas från [www.bvuf.se](http://www.bvuf.se)).

Anon, 2010. Havet. Om miljötillståndet i svenska havsområden. Utg Naturvårdsverket/Havsmilöinst. (hämtas från [www.havet.nu](http://www.havet.nu)).

Håkansson, B.(ed.), 2007. *Swedish National Report on Eutrophication Status in the Kattegat and Skagerrak*. OSPAR Assessment 2007. Swedish Hydrological and Meteorological Institute, Norrköping, Sweden.

Karlson, B. och Andersson, L., 2003. The *Chattonella* bloom in the year 2001 and effects of high freshwater input from river Göta älv to the Kattegat-Skagerrak area. SMHI Report No 32. 2003

Rydberg, L., 2005. Fosforrening vid Ryaverket, GU. Rapport till Bvuf, Mars 2005. (hämtas på [www.bvuf.se](http://www.bvuf.se))

Rydberg, L., 2008. Nutrient reductions in the Gothenburg waste water treatment plant and their effects on nutrient concentrations and chlorophyll in the estuary of the River Göta Älv. *Vatten* 64: 103–119.

Rydberg, L., 2009. Utredning rörande kväve- och fosforomsättningen i Göta älvs mynningsområde, med tonvikt på utvecklingen under den senaste treårsperioden, 2006-08, och på Ryaverkets betydelse för tillståndet. Rapport till Bvuf, juni 2009 (hämtas från [www.bvuf.se](http://www.bvuf.se)).

### **Förkortningar mm**

*Chl-a* = klorofyll

psu = practical salinity unit, ungefär promille (o/oo)

TN = Tot-N = totalkväve

TP = Tot-P = totalfosfor

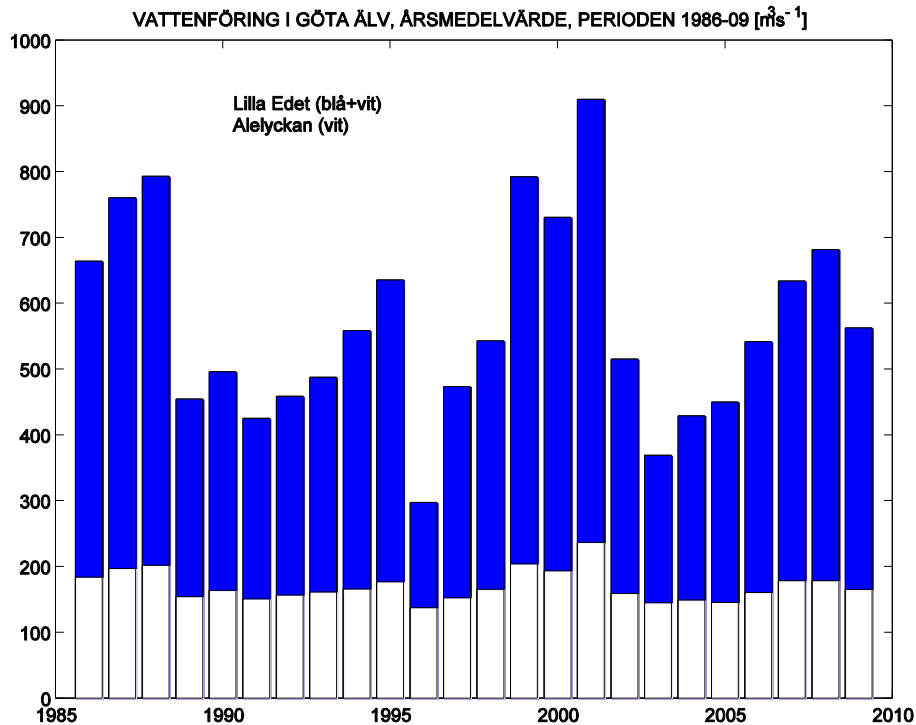
1µM= 1µmol/l = 1µgat/l = 30.9µg/l P = 14µg/l N

Bvuf, Bohuskustens vattenvårdsförbund ([www.bvuf.se](http://www.bvuf.se))

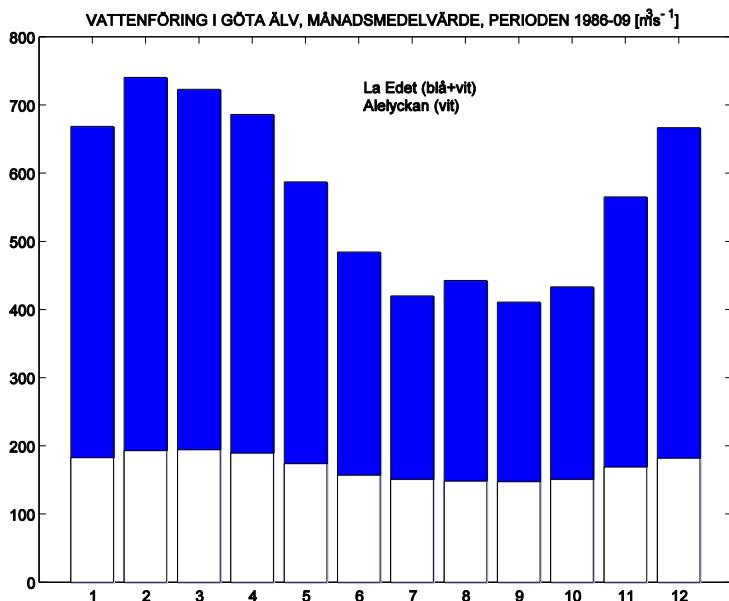
SMHI, Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut ([www.smhi.se](http://www.smhi.se))

SLU, Sveriges Lantbruksuniversitet ([www.slu.se](http://www.slu.se))

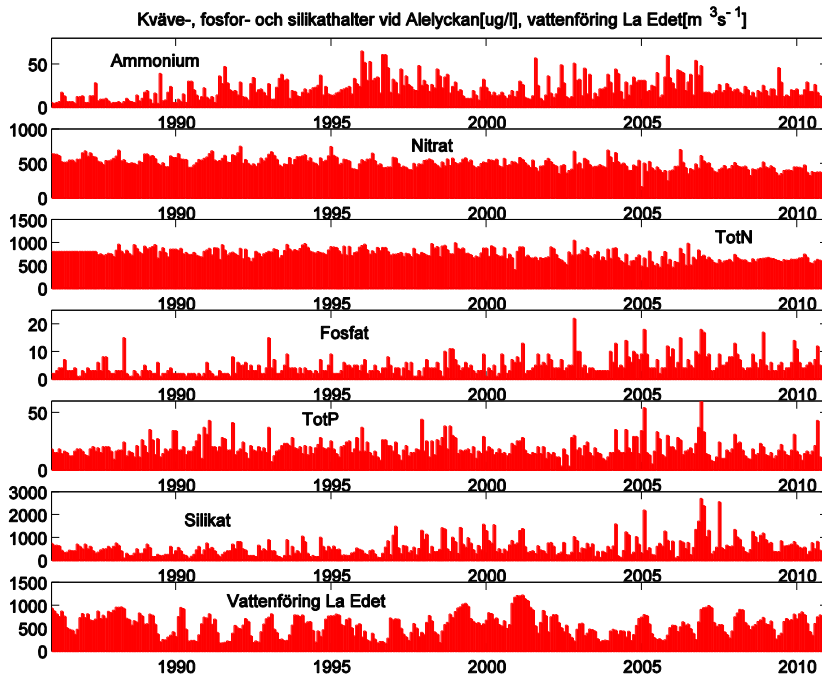
## Appendix - Figurer



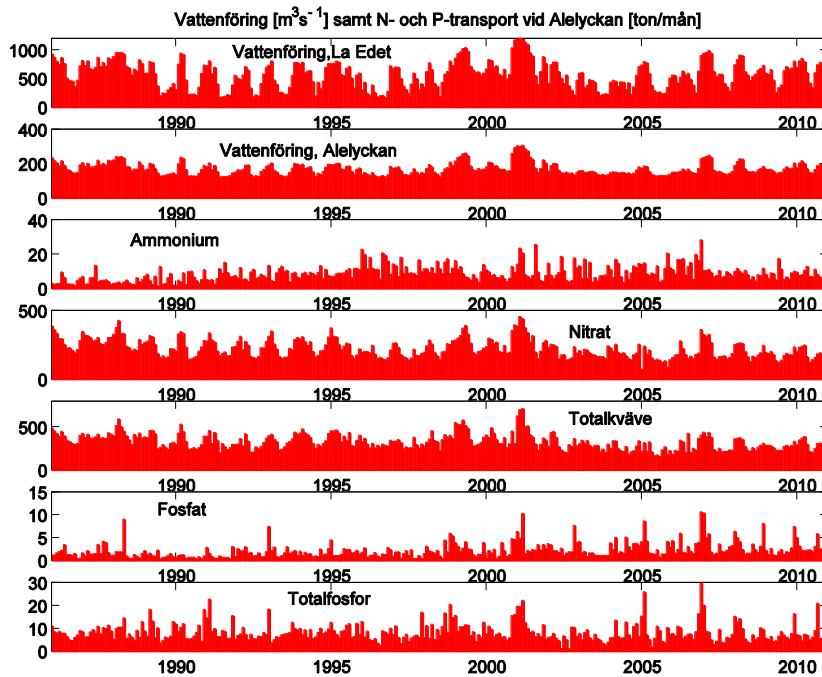
Figur A1. Vattenföringen i Göta älv, årsmedelvärden för perioden 1986-2009. De stora variationerna hänger samman med vattenkraftens skiftande behov och dämningen av Vänern, men påverkas också av skillnader i nederbörd och avdunstning i avrinningsområdet. Flödet vid Alelyckan (i den södra älvgrenen), som styrs via en skärm i Nordre älv varierar inte alls lika mycket som uppströms delningen (La Edet). Därför får man också mindre kraftiga variationer i salthalt mm i den södra grenens mynningsområde än i Nordre älvs (stationerna Åstol och Instö ränna).



Figur A2. Årstidsvariationerna i vattenföringen är relativt måttliga, tack vare dämningen av Vänern. Vid Alelyckan är dom små. I beräkningarna av näringsämne transporter antas det att tillskotten från Sävån mm följer samma variationer som Göta älv vid La Edet (se Rydberg, 2008).



Figur A3. Månadsvis halter av kväve, fosfor och silikat vid Alelyckan från 1986-2010. Det föreligger en ganska svag men ändå tydlig årstidsvariation i parametrarna, med lägre halter under sommarhalvåret (jfr vattenföringen vid La Edet). Enstaka värden avviker som synes markant från denna baslinje, men i flertalet fall finns en naturlig förklaring. För fosfor (men även för kvävefraktionerna och silikat) kan halterna öka kraftigt vid en tillfällig regnpuls som för åkerslam till älven (detta framgår dock inte alltid av de måndsmedelvärden av vattenföringen som visas här).



Figur A4. Vattenföringen vid La Edet och Alelyckan samt transporten av kväve och fosfor i södra älvgrönan (vid Alelyckan; ej inkl Säveån). Det framgår att variationerna i vattenföringen vid Alelyckan är små men också att de är helt korrelerade med variationerna i La Edet.

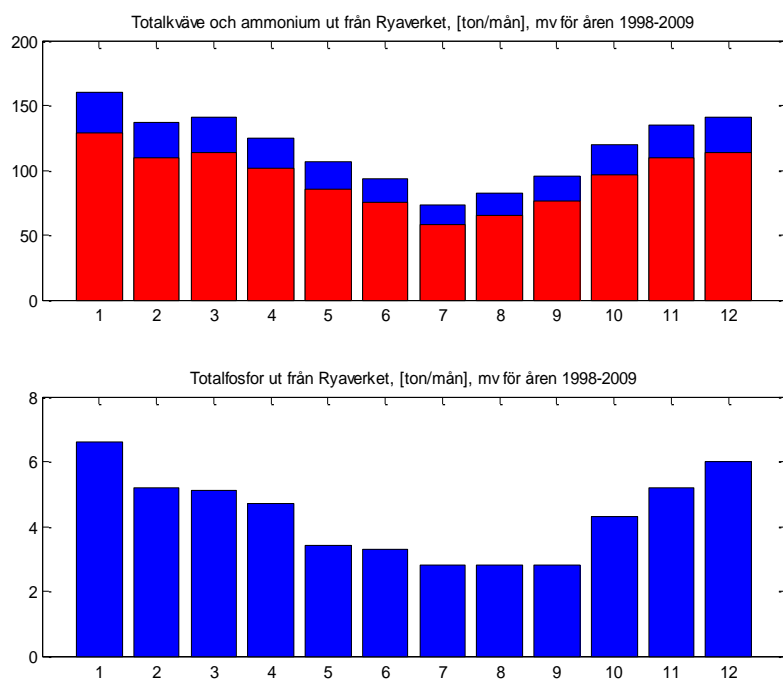
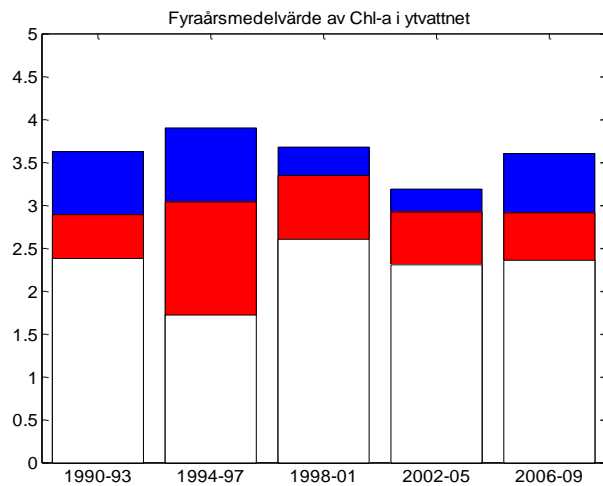
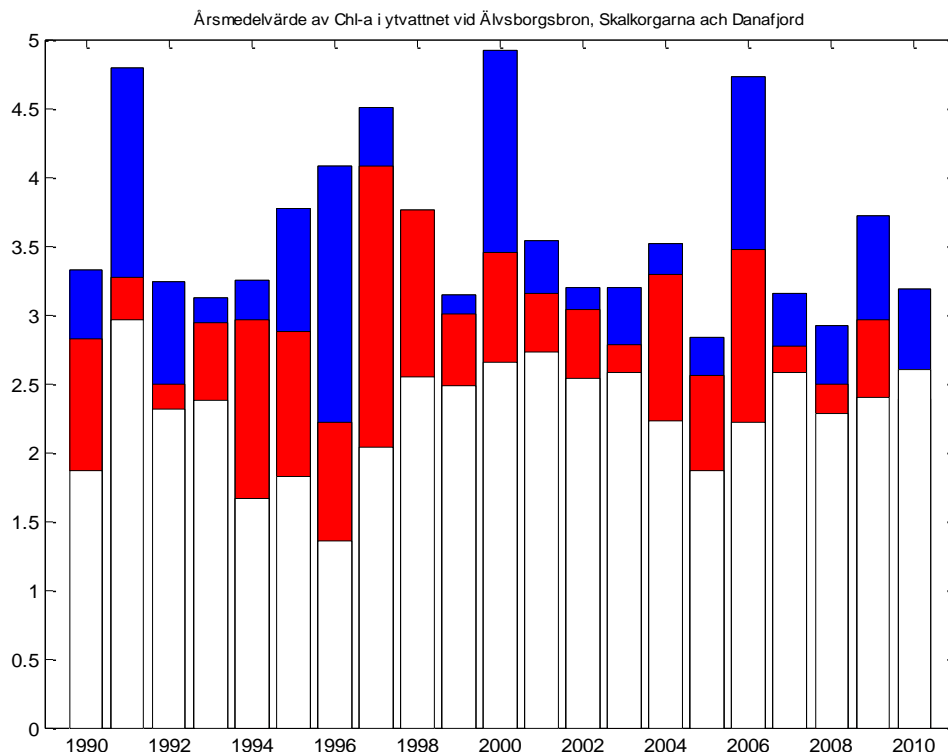


Fig A5. Årstidsvariationer i kväve och fosforuttransporten från Ryaverket. TN (röd+blå)



Figur A6. Fyraårsmedelvärden av Chl-a ( $\mu\text{g/l}$ ) vid Älvsborgsbron, Skalkorgarna och Danafford (hela året). Älvsborgsbron (vit), Danafford (vit+röd), Skalkorgarna (vit+röd+blå).



Figur A7. Årsmedelvärden av Chl-a ( $\mu\text{g/l}$ ) vid Älvsborgsbron, Skalkorgarna och Danafford (hela året). Älvsborgsbron (vit), Danafford (vit+röd), Skalkorgarna (vit+röd+blå).

## Appendix-Tabeller

Tabell A1. Fyraårsmedelvärde av vattenföring ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) vid Lilla Edet och Alelyckan, exkl och inkl. Säveån mfl år, samt transport av kväve och fosfor vid Alelyckan (ton/mån; 1986-09). Tillskotten från Säveån och andra mindre år har uppskattats utgående från en medelvattenföring på  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  (fördelat på  $21 \text{ m}^3/\text{s}$  under sommar och  $33 \text{ m}^3/\text{s}$  under vinter), med samma koncentrationer som uppmätt i Alelyckan.

Sommar (Mar-Okt)	1986-89	1990-93	1994-97	1998-01	2002-05	2006-09	2010
Vattenföring (Lilla Edet)	639,4	380,6	440,3	703,2	410,3	<b>581,5</b>	<b>640,7</b>
Vattenföring (Alelyckan)	179,7	148,8	152,4	192,3	147,1	<b>163,9</b>	<b>178,1</b>
Alelyckan inkl. Säveån	200,7	169,8	173,4	213,3	168,1	<b>184,9</b>	<b>199,1</b>
Ammonium	4,50	7,43	10,41	9,16	8,64	<b>10,09</b>	<b>8,8</b>
Nitrat	255,1	203,5	200,2	251,6	173,7	<b>185</b>	<b>179,8</b>
Tot-N	375,2	297,9	318,7	384,7	255,0	<b>267,8</b>	<b>292,5</b>
Fosfat	1,84	1,15	1,36	2,23	1,97	<b>2,36</b>	<b>2,8</b>
Tot-P	8,13	7,42	6,90	8,73	6,43	<b>6,82</b>	<b>8,1</b>
Vinter (Nov-Feb)	1986-89	1990-93	1994-97	1998-01	2002-05	2006-9	2010
Vattenföring (Lilla Edet)	708,1	651,0	646,4	732,5	591,3	<b>679,5</b>	-
Vattenföring (Alelyckan)	223,6	207,4	200,4	246,2	185,5	<b>182,8</b>	-
Vattenföring inkl. Säveån	256,6	240,4	233,4	279,2	218,5	<b>215,8</b>	-
Ammonium	4,49	6,98	11,85	11,52	12,29	<b>12,34</b>	-
Nitrat	295,5	278,9	241,8	290,0	205,9	<b>199,5</b>	-
Tot-N	398,6	365,4	364,6	419,9	290,3	<b>288,8</b>	-
Fosfat	1,20	1,95	1,85	3,54	3,69	<b>4,25</b>	-
Tot-P	8,65	10,68	9,54	12,47	8,57	<b>11,84</b>	-



Tabell A2. Medelvattenföring ( $m^3 s^{-1}$ ), långtidsmedelvärden av halter och medeltransport av kväve och fosfor vid Alelyckan under perioden 1986-2008, med standardavvikelser, baserade på månadsvis data från Alelyckan. \*)Transporterna vid Lilla Edet har uppskattats genom att multiplicera transporten vid Alelyckan med en faktor 3.35 (medelkvoten av flöde vid Lilla Edet vs Alelyckan).

	Konc ( $\mu M$ )	Std	Konc ( $\mu g/l$ )	Flöde (m/s), Trp (ton/månad)	Std	Trp (ton/år) Alelyckan	Trp (ton/år) Lilla Edet <sup>*)</sup>
Vattenföring, Lilla Edet	-	-	-	569.5	240.7	-	
Vattenföring, Alelyckan	-	-	-	169.9	36.8	-	
Ammonium	1.49	0.88	20.9	9.11	4.94	109	365
Nitrat	36.49	5.75	510.9	226.1	70.0	2713	9100
Tot-N	53.71	8.28	752.0	329.9	99.7	3960	13270
Fosfat	0.155	0.109	4.79	2.14	1,66	26	87
Tot-P	1.36	0.59	19.0	8.47	4.13	102	342

Tabell A3. Salthalt och syrehalt, samt näringsämneskoncentration och klorofyllhalt under sommar (mar-okt), uppdelat i 4-årsperioder, samt i yt- och djupvatten. Salthalt i psu, närsalthalter i ( $\mu M$ ), Chl-a i ( $\mu g/l$ ) och syrehalt i ml/l. Nytt från tidigare rapporter är fyraårsperioden 2006-09 samt år 2010 som redovisas separat.

<b>Sommar Ytvatten</b>	Salthalt	Fosfat	Tot-P	Nitrat	Ammonium	Tot-N	Chl-a
<b>Älvsborgsbron (G9)</b>							
1990-93 (position längre ut)	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	4.95	0.12	0.65	23.32	1.89	43.66	2.76
<b>Skalkorgarna (G11)</b>							
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	18,88	0,20	0,67	5,99	1,85	24,99	2,83
<b>Danafjord (G14)</b>							
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	20,72	0,15	0,60	3,36	0,59	19,42	2,11
<b>Sommar djupvatten</b>	Salthalt	Fosfat	Tot-P	Nitrat	Ammonium	Tot-N	Syrehalt
<b>Älvsborgsbron (G9)</b>							
1990-93 (position längre ut)	21.85	0.40	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	22,49	0,38	0,94	4,28	2,29	22,55	5,98
<b>Danafjord (G14)</b>							
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	5.60
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	29,61	0,46	0,74	3,49	1,00	15,85	5,77

Tabell A4. Salthalt och syrehalt, samt näringsämneskoncentration och klorofyllhalt under vinter (jan-feb, nov-dec), uppdelat i 4-årsperioder, samt i yt- och djupvatten. Salthalt i (psu), närsalthalter i ( $\mu\text{M}$ ), Chl-a i ( $\mu\text{g/l}$ ) och syrehalt i ml/l. Hela fyraårsperioden 2006-09 ingår i årets sammanställning.

Vinter ytvatten	Salthalt	Fosfat	Tot-P	Nitrat	Ammonium	Tot-N	Chl-a
<b>Älvsborgsbron (G9)</b>							
1990-93 (position längre ut)	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
<b>Skalkorgarna (G11)</b>							
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
<b>Danafjord (G14)</b>							
1990-93	24.06	0.50	0.83	6.59	1.73	23.26	1.85
1994-97	24.83	0.38	0.70	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
<b>Vinter djupvatten</b>	<i>Salthalt</i>	<i>Fosfat</i>	<i>Tot-P</i>	<i>Nitrat</i>	<i>Ammonium</i>	<i>Tot-N</i>	<i>Syrehalt</i>
<b>Älvsborgsbron (G9)</b>							
1990-93 (position längre ut)	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	28.30	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
<b>Danafjord (G14)</b>							
1990-93	30.67	0.76	1.06	6.33	1.05	19.70	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

Tabell A5. Periodvis månadsmedelvärden av vattenföring i södra grenen inkl. Såveån m.fl ( $\text{m}^3\text{s}^{-1}$ ), samt närsaltbelastningen på recipienten (ton/månad), 1990-2009.

	GötaÄlv	RYA	GötaÄlv	RYA	GötaÄlv	RYA	GötaÄlv	RYA	GötaÄlv	RYA
<b>Sommar</b>	90-93	90-93	94-97	94-97	98-01	98-01	02-05	02-05	<b>06-09</b>	<b>06-09</b>
Vattenföring	170	-	173	-	213	-	168	-	<b>185</b>	<b>-</b>
Fosfat	1.46	0.90	1.69	1.69	2.81	1.12	2.47	0.90	<b>2.7</b>	<b>1.09</b>
Tot-P	9.33	3.71	8.76	7.08	11.01	4.83	8.09	3.60	<b>7.9</b>	<b>4.36</b>
Ammonium	9.4	166.3	13.1	182.0	11.6	98.9	10.9	79.8	<b>11.6</b>	<b>82.5</b>
Nitrat	257.3	-	252.8	-	318.0	-	219.1	-	<b>213</b>	<b>-</b>
Tot-N	376.4	200.0	402.2	218.0	485.4	123.6	322.5	98.9	<b>332</b>	<b>115.4</b>
<b>Vinter</b>										
Vattenföring	209	-	203	-	248	-	187	-	<b>216</b>	<b>-</b>
Fosfat	2.75	1.55	2.63	2.87	5.02	1.91	5.25	1.55	<b>4.9</b>	<b>1.34</b>
Tot-P	15.05	6.57	13.49	11.70	17.55	7.76	12.06	6.45	<b>13.6</b>	<b>5.35</b>
Ammonium	9.9	198.2	16.7	204.2	16.2	143.3	17.3	125.4	<b>16.9</b>	<b>120.5</b>
Nitrat	394.1	-	341.5	-	409.6	-	290.2	-	<b>263</b>	<b>-</b>
Tot-N	515.9	237.6	514.7	243.6	592.3	176.7	409.6	154.0	<b>383</b>	<b>152</b>

Tabell A6. Medelvärden av Chl-a vid Fladen under perioden 2006-2010 (maj-aug), beräknade för mätdjupen 0, 5, 10, 15 och 20m. Resultaten visar att halterna är förhöjda ner till minst 15 m; Medelvärdet, för 0-20 m är 1.96 µg/l. För 0-10 m är värdet 2,34µg/l. Ökningen under perioden är sannolikt en artefakt. Under 2006 träffades inga blomningar alls. Under 2008-09 två blomningar och under 2010 tre, varav en extrem med halter på 19µg/l. Resultaten visar att klorofyllmätningar (trots att de i dessa fall genomförts 15 ggr per år – 2 ggr per månad under mars, juni och september) kräver många års data för att ge hyggligt rättvisande medelvärden. Den gradvisa ökningen av medelvärdet över femårsperioden är sannolikt ingen trend alls, bara ett utslag av tillfälligheter.

Djup	2006	2007	2008	2009	2010	Medel
0	1,39	2,26	1,99	2,96	2,87	<b>2,29</b>
5	1,34	2,53	1,91	3,13	3,14	<b>2,41</b>
10	1,45	1,64	2,91	2,12	3,35	<b>2,29</b>
15	1,35	1,34	1,99	1,57	2,62	<b>1,78</b>
20	1,01	0,77	1,46	1,07	0,89	<b>1,04</b>
<b>Medel</b>	<b>1,31</b>	<b>1,71</b>	<b>2,05</b>	<b>2,17</b>	<b>2,57</b>	<b>1,96</b>

Tabell A 7 Medelvärden av klorofyllhalt (juni-sept, µg/l) samt vattenföring ( $m^3 s^{-1}$ ) vid Alelyckan (ex Sävån) och Lilla Edet under sommarperioden (mar-okt). Denna tabell har förekommit i samtliga tidigare rapporter. Den utgår från 1971 och 1974 års mätprogram i recipienten som företogs med något annorlunda metodik (t.ex. Rydberg, 2008). I tabellen har kustvattenkontrollens mätdata omräknats så att data är fullt jämförbara.

	<b>Tot-P (µM)</b> <b>Skalkorgarna</b>	<b>Chl-a (ug/l)</b> <b>Skalkorgarna</b>	<b>Tot-P (µM)</b> <b>Danafjord</b>	<b>Chl-a (ug/l)</b> <b>Danafjord</b>	<b>Vattenföring</b> <b>Alelyckan</b>	<b>Vattenföring</b> <b>Lilla Edet</b>
<b>1971</b>	1.18	6.9	0.80	2.7	-	-
<b>1974</b>	0.77	5.3	0.63	2.3	-	-
<b>1990-93</b>	0.67	5.32	0.58	3.16	170	380
<b>1994-97</b>	0.55	5.49	0.48	2.91	173	440
<b>1998-01</b>	0.47	5.70	0.41	4.15	213	703
<b>2002-05</b>	0.50	4.19	0.41	2.82	168	410
<b>2006-09</b>	0.61	5.45	0.51	3.17	180	568
<b>2010</b>	0.63	4.00	0.54	2.22	178	641