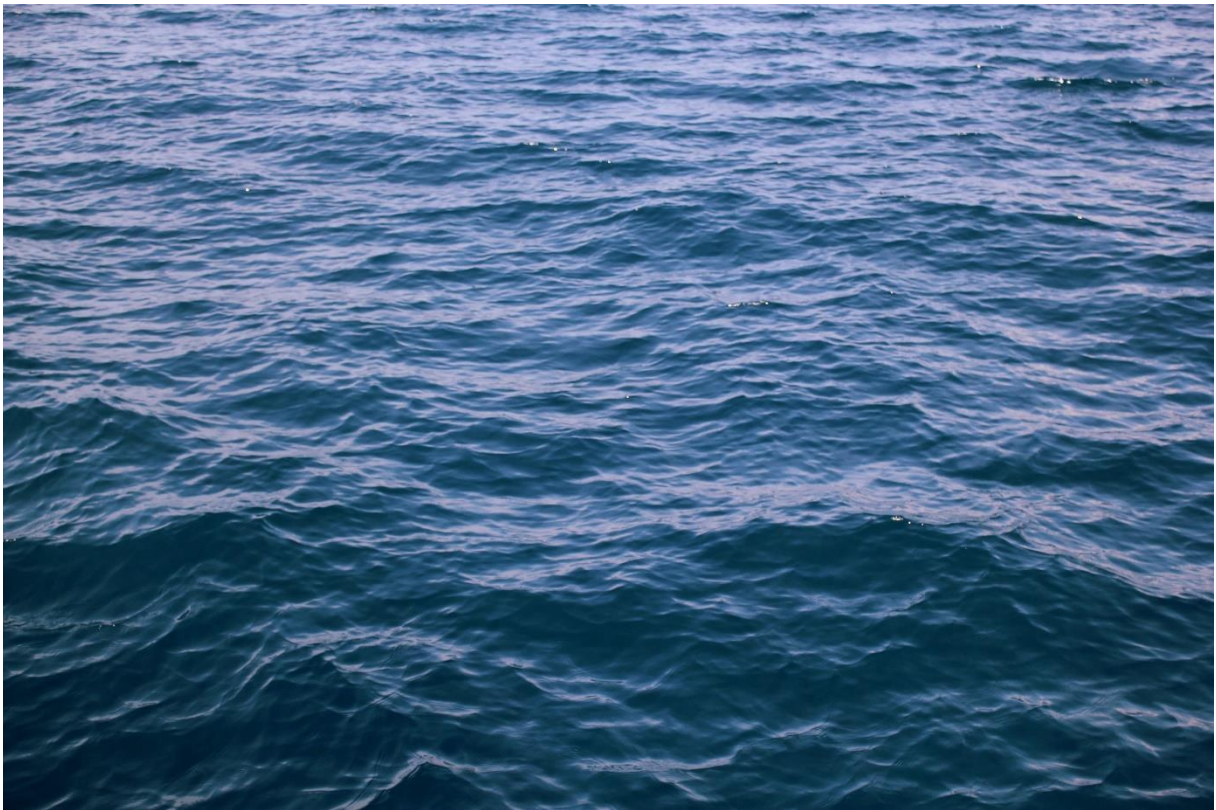


Utreda möjligheter till spridningsberäkningar av löst oorganiskt kväve och löst oorganiskt fosfor från Ryaverket



Gryaab AB

Rapport

Mars 2018

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

ISO 9001
Management System Certification

BUREAU VERITAS
Certification Denmark A/S



Utreda möjligheter till spridningsberäkningar av löst oorganiskt kväve och löst oorganiskt fosfor från Ryaverket

Framtagen för Gryaab AB
Kontaktperson Jan Mattsson



Matthew Kosloski

Projektledare	Hanna Corell
Kvalitetsansvarig	Christin Eriksson
Handläggare	Sofia Hjalmarsson
Uppdragsnummer	12804058
Godkänd datum	2018-03-26
Version	Slutlig
Klassificering	Öppen



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Bakgrund	1
2	Sammanfattning	1
3	Spridningsmodeller, möjligheter och begränsningar	1
4	Befintliga utredningar	2
4.1	Figurer från modellåret 2002	4
4.1.1	Kväve.....	4
4.1.2	Fosfor	6
4.1.3	Klorofyll-a.....	8
4.2	Slutsatser och relevans för dagens utredning	9
5	Referenslista.....	10

FIGURER

Figur 4-1	Modellomän i utredningen från rapporten 2008.	2
Figur 4-2	Koncentrationen av totalkväve, till vänster och löst oorganiskt kväve, till höger, i ytvattnet från mars-maj. Från modellscenario 4.....	4
Figur 4-3	Koncentrationen av totalkväve, till vänster och löst oorganiskt kväve, till höger, i ytvattnet från jun-sep. Från modellscenario 4.....	5
Figur 4-4	Koncentrationen av totalfosfor, till vänster och löst oorganiskt fosfor, till höger, i ytvattnet från mars-maj. Från modellscenario 4.....	6
Figur 4-5	Koncentrationen av totalfosfor, till vänster och löst oorganiskt fosfor, till höger, i ytvattnet från jun-sep. Från modellscenario 4.....	7
Figur 4-6	Koncentrationer av Klorofyll-a under våren, till vänster och under sommaren, till höger, i ytvattnet	8

TABELLER

Tabell 4-1	Sammanställning av indata för utförda modelleringar för åren 2002 och 2014.	3
Tabell 4-2	Mängder ut från verket för utförda modelleringar och beräkningar	3
Tabell 4-3	Medelvärde av uppmätta halter kväve i ytvattnet 2014-2016 /2/ samt modellerade halter vilka är uppskattade ur Figur 4-2 och Figur 4-3 för både vår och sommar.....	5
Tabell 4-4	Medelvärde av uppmätta halter fosfor i ytvattnet 2014-2016 /2/ samt modellerade halter vilka är uppskattade ur Figur 4-4 och Figur 4-5 för både vår och sommar.....	7
Tabell 4-5	Medelvärde av uppmätta halter klorofyll-a i ytvattnet 2014-2016 /2/ samt modellerade halter vilka är uppskattade ur Figur 4-6 för både vår och sommar.	8



1 Bakgrund

Länsstyrelsen har i sin kompletteringsbegäran (punkt 17) ålagt Gryaab att redovisa förutsättningarna för att även utföra spridningsberäkningar med avseende på utsläppet av oorganiska näringsämnen (fosfat-fosfor, nitrat-kväve, nitrit-kväve och ammonium-kväve). Om uppgifterna finns tillgängliga ska sådana spridningsberäkningar redovisas.

2 Sammanfattning

DHI har på uppdrag av Gryaab AB undersökt och redovisat möjligheterna att genomföra spridningsberäkningar av löst oorganiskt kväve och fosfor. Det är fullt möjligt att genomföra spridningsberäkningar av lösta näringsämnen, men de är komplicerade och tidskrävande, och ställer stora krav på indata. Gryaab lät 2008 genomföra modellberäkningar på löst kväve och fosfor för ett antal scenarion, ett av dessa motsvarar bra dagens förutsättningar. Resultatet från dessa modelleringar är fortfarande användbara för att titta på skillnader i spridningsmönster mellan totalhalter och lösta halter. Dock släpper Ryaverket ut en mindre andel ammonium idag, vilket motsvaras av modellåret 2014, jämfört med vad som antogs när utredningen gjordes 2008.

3 Spridningsmodeller, möjligheter och begränsningar

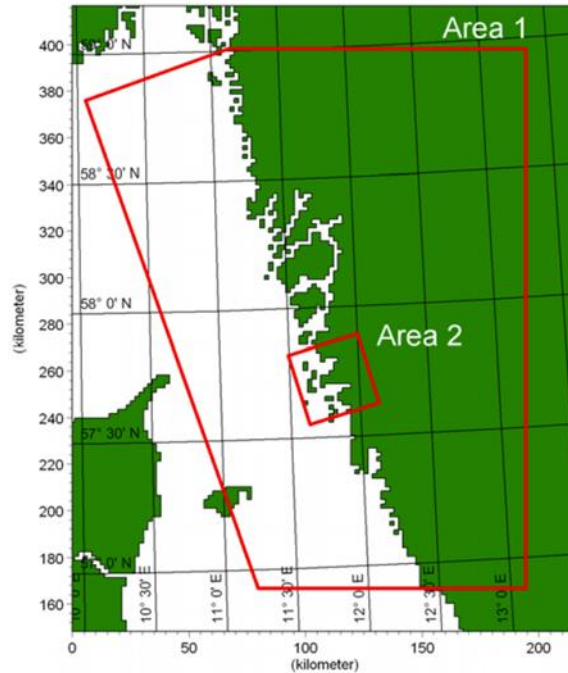
DHI har på uppdrag av Gryaab genomfört en spridningsmodellering av totalkväve och totalfosfor i recipienten (Bilaga M1. Miljökonsekvensbeskrivningen). Modelleringen är utförd konservativt, dvs det finns inga processer i modellen som bryter ned eller förbrukar kväve eller fosfor. Denna typ av modellering leder till att halterna i recipienten överskattas snarare än underskattas. En konservativ spridningsmodellering av totalhalter ger dock en bra uppskattning då totalhalten omfattar både partikulära och lösta näringsämnen. Det innebär att även partikulära näringsämnen t ex i form av alger omfattas och därmed blir inte omvandlingen mellan dessa fosfor- eller kväveformer avgörande.

Vill man istället titta på de lösta oorganiska formerna nitrat nitrit, ammonium och fosfat behöver man sätta upp en modell med ekvationer som beskriver de processer som påverkar upptag och nedbrytning av dessa ämnen. Det går inte att sprida biotillgängliga ämnen konservativt under den produktiva perioden då de kommer tas upp av alger. Därför behöver man känna till bakgrundshalten och samtliga övriga källor som kan påverka vattenområdet för att få en bild av den totala halten i vattnet. En sådan modelluppsättning ställer därmed stora krav på indata för att bli representativ. Den är även tung och tar många veckor att köra och analysera.

Det är tveksamt vad en spridningsmodellering av endast lösta oorganiska näringsämnen skulle ge, huvuddelen av de utsläppta, biotillgängliga näringsämnena kommer på sommaren förbrukas direkt och utan att titta på den ökning av klorofyll-a som utsläppet från Ryaverket ger upphov till är det inte säkert att det går att se en påverkan av närsalter i vattenförekomsten vid utsläppspunkten eftersom den ökningen framförallt kommer leda till högre biologisk aktivitet. Utsläppet som sker under vintern kommer transporteras bort från närområdet och effekterna av utsläppet när vårbloomingen startar kommer med stor sannolikhet inte synas i närområdet.

4 Befintliga utredningar

2008 gjorde DHI på uppdrag av Ryaverket ett uppdrag "Analysis of changes in N and P Discharge from Ryaverket", se /1/. I detta arbete ställdes en ekologisk modell upp som täckte hela Skagerrak och även ett mindre område runt Ryaverket, se Figur 4-1. Den stora arean användes främst för att kunna göra en massbudget.



Figur 4-1 Modellomän i utredningen från rapporten 2008.

I denna modellering togs samtliga kända källor i den stora modellomänen med i beräkningen (totalt 120 st) för att kunna få en korrekt beskrivning av bakgrundshalten. Modellen kördes för året 2002 då det fanns indata för detta projekt samt att det var innan ett stort muddringsprojekt startade i Göteborgs hamn vilket bedömdes kunna ha en påverkan på halterna vid provtagningsstationerna under kommande år.

I rapporten modellerades ett referens-scenario samt ytterligare 5 scenarion som sedan jämfördes med referensscenariot. Scenario 4 i rapporten motsvarade det man då såg skulle kunna uppnås med "Best Available Technology", år 2010. I denna modellering ingår även påverkan från bräddning. Som man ser av Tabell 4-1 så representerar scenario 4 relativt bra de förhållanden som modellerades för år 2014, se Bilaga M1, Miljökonsekvensbeskrivningen. Det som kan ha förändrats är fördelningen mellan löst kväve ($\text{NO}_3 + \text{NH}_4$) och partikulärt kväve (DN) samt löst fosfor (DIP) och partikulärt fosfor (DP) i det utgående vattnet. Andelen ammonium har minskat från 83 % till 72 % av totalkvävehalten mellan 2002 och 2014.

Tabell 4-1 Sammanställning av indata för utförda modelleringar för åren 2002 och 2014.

Relevanta scenarion	Flöde från Rya m ³ /s	Renat avloppsvatten		Bräddning		Fördelning NH ₄ / NO ₃ /DN		Fördelning DIP/DP	
		N mg/l	P mg/l	N mg/l	P mg/l	Renat vatten	Bräddning	Renat vatten	Bräddning
Scenario 4	3,5	5,6	0,2	10,8	0,4	83/6/11	49/0/51	30/70	25/75
2014	3,5*	6,8*	0,2*	-	-	72/ - / -			

*Medelvärden mellan april till september

Tabell 4-2 Mängder ut från verket för utförda modelleringar och beräkningar

Relevanta scenarion	Flöde från Rya m ³ /s	Renat avloppsvatten			
		N mg/l	P mg/l	N g/s	P g/s
Scenario 4	3,5	5,6	0,2	23	0,8
2014	3,5*	6,8*	0,2*	24	0,7

*Medelvärden mellan april till september

Till skillnad mot år 2002 som rapporten baseras på görs idag ingen skillnad mellan bräddning och renat vatten, utan bräddningen är inkluderad i villkoren för utgående vatten. För att jämföra dessa siffror kan den totala mängden utsläppt kväve och fosfor beräknas (se Tabell 4-2). Man kan se att skillnaderna i mängd för kväve är små i förhållande till osäkerheten i Göta älvs bidrag.

Även perioden skiljer sig då man för modellåret 2002 definierade våren som mars-maj och sommaren som juni till september. För 2014 har vi definierat sommaren som april till september. Därmed visas både vår och sommar för 2002 i figurerna nedan.

Ryaverkets placering i utloppet av Göta älv gör det dock svårt att skilja spridningen av Göta älvs vatten från Ryaverkets, då Ryaverkets bidrag av kväve och fosfor trots allt är relativt litet jämfört med älvens bidrag, se /2/ och /3/. Detta gör att man tydligast kan se Ryaverkets bidrag genom att jämföra olika scenarion och titta på den skillnad i halt i ytvattnet som förändringar i Ryaverkets utsläpp ger upphov till.

För att få representativa halter av ett framtids-scenarion behöver man väga in tidsskalan man arbetar på. Ska man göra en bedömning av framtiden är det viktigt att alla bakgrundskällor som läggs in i modellen är representativa. Alternativet att man håller dessa konstanta innebär att Ryaverkets bidrag till den totala belastningen på vattenförekomsten blir helt beroende på hur man uppskattar mängden kväve från Göta älv och de åtgärder som sker uppströms. Mängden totalkväve från Göta älv ligger på ungefär samma nivå 2002 som 2014, se /3/.

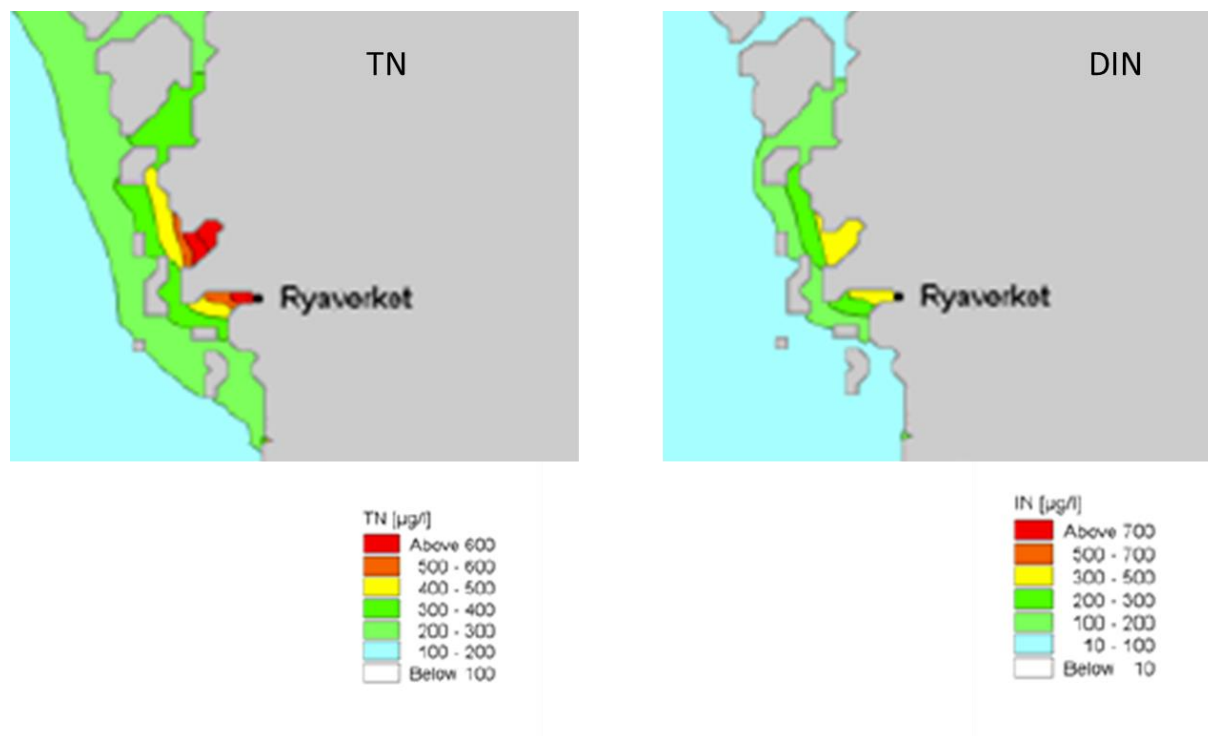
4.1 Figurer från modellåret 2002

I detta avsnitt visas utvalda figurer för Scenario 4, modellåret 2002. Det är viktigt att notera att man vid en spridningsmodellering av lösta näringsämnen inte kan titta endast på Ryaverkets bidrag utan den totala halten i vattnet, dvs bidraget från älven, det omgivande havet och övriga punktkällor. För modellåret 2014 var Ryaverkets bidrag till totalkvävet vid Skalkorgarna ca 5 % och vid Danafjord ca 2 %. Motsvarande siffror för fosfor var ca 2 % respektive ca 1 %.

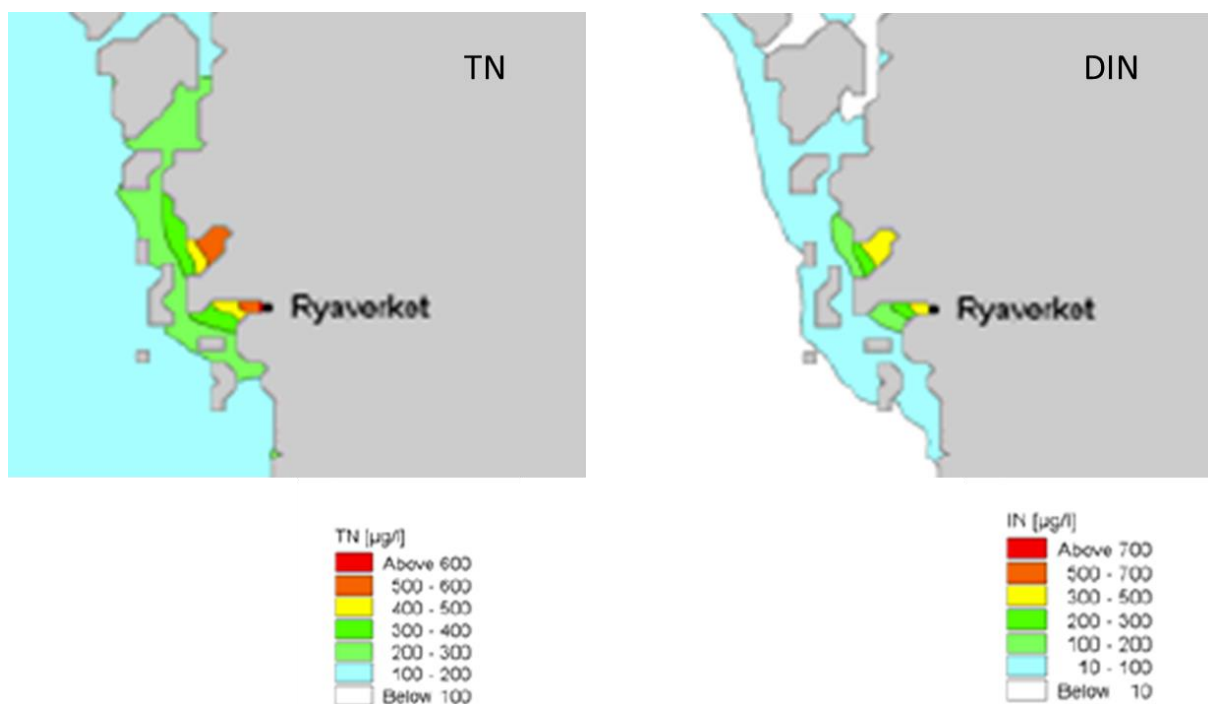
Generellt kan man se att halterna i Ryaverkets recipient motsvarar medlet för uppmätta värden för 2014-2016 /2/, se Tabell 4-3 -Tabell 4-5. Dock är både modelldomänen och haltintervallen i figurerna stora. Vi har valt att ytterligare förstora upp området runt Ryaverket ur figurerna från den lilla modelldomänen, area 2 i Figur 4-1.

4.1.1 Kväve

För kväve kan man se att det totalt sett mest påverkade området närmast land, dvs området innan man når utsjö-halter är mindre för löst kväve (DIN) än för totalkväve (TN) både för vår och sommar.



Figur 4-2 Koncentrationen av totalkväve, till vänster och löst oorganiskt kväve, till höger, i ytvattnet från mars-maj. Från modellscenario 4.



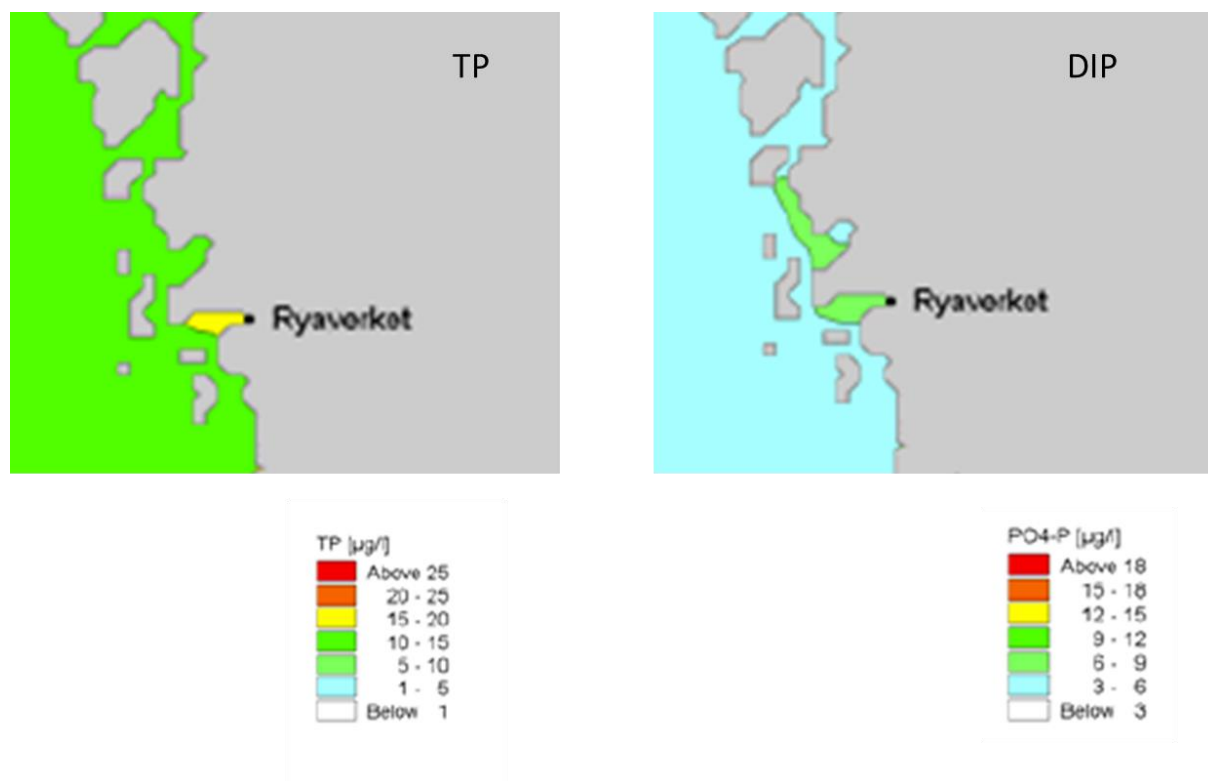
Figur 4-3 Koncentrationen av totalkväve, till vänster och löst oorganiskt kväve, till höger, i ytvattnet från jun-sep. Från modellscenario 4.

Tabell 4-3 Medelvärde av uppmätta halter kväve i ytvattnet 2014-2016 /2/ samt modellerade halter vilka är uppskattade ur Figur 4-2 och Figur 4-3 för både vår och sommar.

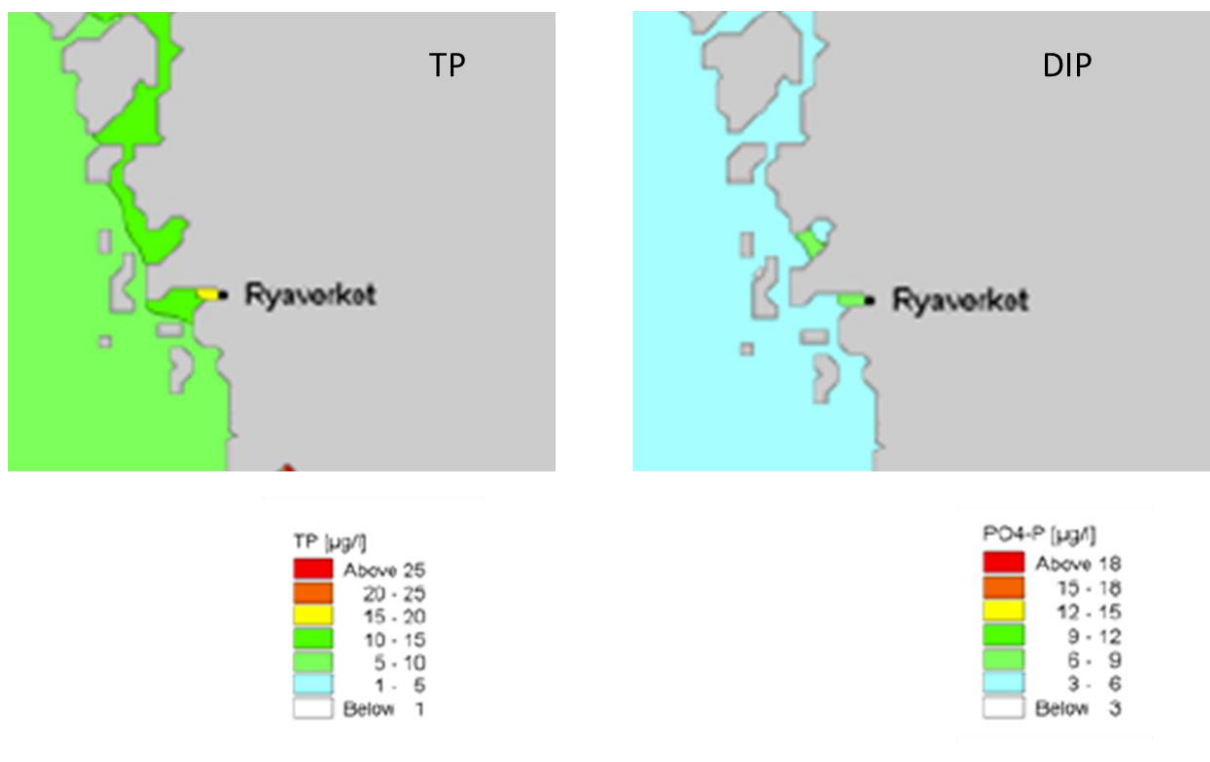
Station	Uppmätta halter		Modellerad halt	
	Totalkväve $\mu\text{g/l}$	Löst oorganiskt kväve (NO_3 och NH_4^+) $\mu\text{g/l}$	Totalkväve $\mu\text{g/l}$	Löst oorganiskt kväve (NO_3 och NH_4^+) $\mu\text{g/l}$
Älvsborgsbron	571	321	>500	300-500
Skalkorgarna	312	80	300-500	100-300
Danafjord	246	36	100-300	10-100

4.1.2 Fosfor

För fosfor kan man se att det totalt sett mest påverkade området närmast land är ungefär lika stort för totalfosfor (TP) som för fosfat (DIP) både för vår och sommar



Figur 4-4 Koncentrationen av totalfosfor, till vänster och löst oorganiskt fosfor, till höger, i ytvattnet från mars-maj. Från modellscenario 4.



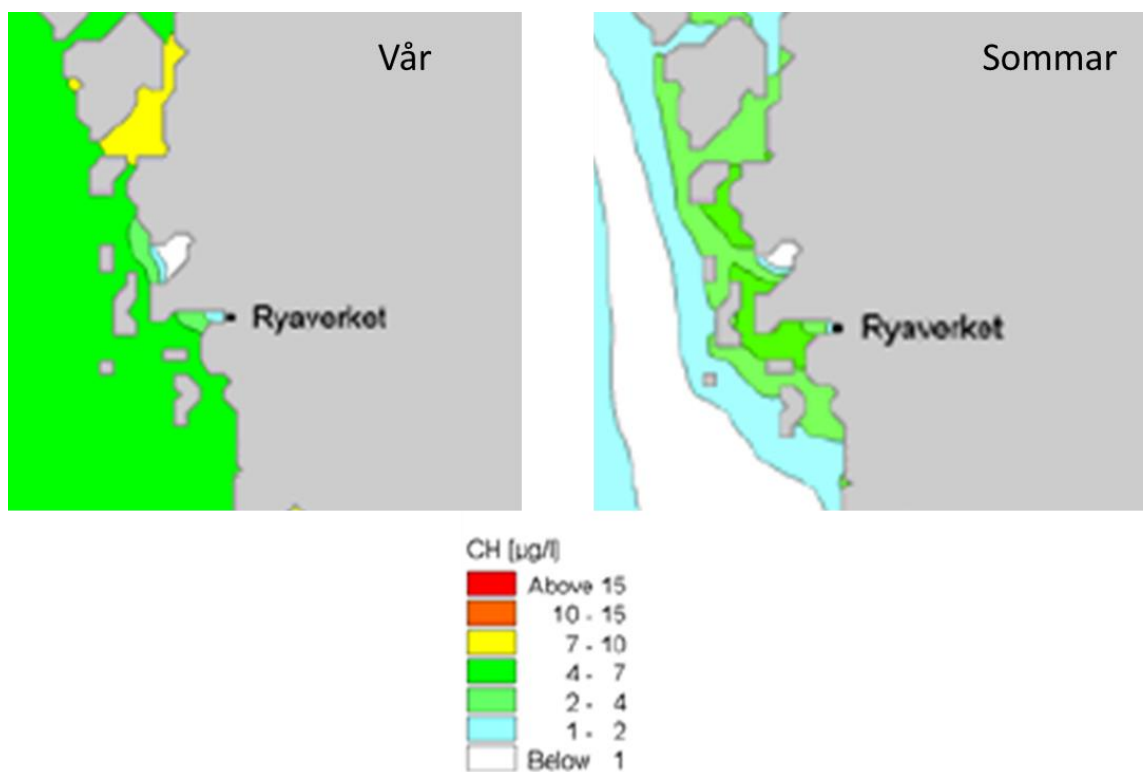
Figur 4-5 Koncentrationen av totalfosfor, till vänster och löst oorganiskt fosfor, till höger, i ytvattnet från jun-sep. Från modellscenario 4.

Tabell 4-4 Medelvärde av uppmätta halter fosfor i ytvattnet 2014-2016 /2/ samt modellerade halter vilka är uppskattade ur Figur 4-4 och Figur 4-5 för både vår och sommar.

Station	Uppmätta halter		Modellerad halt	
	Totalfosfor µg/l	Löst oorganiskt fosfor (PO ₄) µg/l	Totalfosfor µg/l	Löst oorganiskt fosfor (PO ₄) µg/l
Älvsborgsbron	20	6,5	15-20	6-9
Skalkorgarna	20	3,7	10-15	3-9
Danafjord	18	2,8	5-15	3-6

4.1.3 Klorofyll-a

Halterna klorofyll är lägre vid älvens mynning där Ryaverket ligger än ute i utsjön under våren trots de högre halterna närsalter. På sommaren har man däremot högre halter nära land, pga tillförseln från land.



Figur 4-6 Koncentrationer av Klorofyll-a under våren, till vänster och under sommaren, till höger, i ytvattnet

Tabell 4-5 Medelvärde av uppmätta halter klorofyll-a i ytvattnet 2014-2016 /2/ samt modellerade halter vilka är uppskattade ur Figur 4-6 för både vår och sommar.

Station	Uppmätt halt Chl-a µg/l	Modellerad halt Chl-a µg/l
Älvsborgsbron	2,42	1-4
Skalkorgarna	3,88	2-7
Danafjord	3,21	2-7

4.2 Slutsatser och relevans för dagens utredning

Genom att jämföra figurerna i avsnitt 4.1.1 med figur 4-1 i rapporten från 2014, se Bilaga M1 Miljökonsekvensbeskrivningen /4/, för kväve och figurerna i 4.1.2 med figur 4-2 i Bilaga M1 från 2014 för fosfor, kan man få en uppfattning om skillnaden i spridningsmönster från Ryaverket och Göta älv. Bild 4-1 och 4-2 i Bilaga M1 från 2014 som endast visar Ryaverkets spridning ger en uppfattning om vart den största påverkan från Ryaverket är, dvs längs med norra kusten, vid station Skalkorgarna.

Andelen ammonium Ryaverket släpper ut 2014 var mindre än den var för modellåret 2002 (se Tabell 4-1). Dessutom släpper Ryaverket ut en större andel av sin totalmängd över året under vintern medan man för modellåret 2002 hade ett jämt flöde över året. För 2014 var halterna av kväve som högst mellan november och februari, dvs utanför den produktiva perioden. Detta är också en indikation på att det framförallt inte är det renade vattnet från Ryaverket som styr halterna av kväve och fosfor i området, om det varit så hade scenario 4 för modellåret 2002 inte representerat de uppmätta halterna för 2014-2016 så väl.

5 Referenslista

- /1/ DHI, 2008, *Analysis of the changes in N and P Discharge from Ryaverket*, rapport för Gryaab AB, Projektnummer 54617.
- /2/ DHI, 2017, *Analys av miljötillståndet 2005-2015*, rapport för Gryaab AB, uppdragsnummer 12803297
- /3/ DHI, 2017, *Tillförsel av näringsämnen till Bohuskusten 1998-2015*, rapport för BVVF, uppdragsnummer 12803496, laddas ned från www.bvuf.se
- /4/ DHI, 2017, *Modellstudie av Ryaverkets påverkansområde, Utredning inför ansökan om förnyat miljötillstånd*, rapport för Gryaab AB, uppdragsnummer 12803297

