



Bohuskustens Vattenvårdsförbund

Tillförel av näringsämnen till Bohuskusten 1998-2014

Uppdragsnummer
12802871
ISBN 978-91-87107-23-8

Stockholm 2016-01-21

 <p>DNV GL BUSINESS ASSURANCE DENMARK A/S</p>	<p>This report has been prepared under the DHI Business Management System certified by DNV to comply with ISO 9001 (Quality Management)</p>	
<p>Projektets namn: Redovisning tillförel av näringsämnen</p>	<p>Projekt nr: 12802871</p>	
<p>Projektledare: Patricia Moreno Arancibia</p>	<p>Beställare: Bohuskustens Vattenvårdsförbund</p>	
<p>Kvalitetsansvarig: Christin Eriksson</p>	<p>Beställarens ombud: Maria Sigroth</p>	
<p>Handläggare: Patricia Moreno Arancibia</p>	<p>Granskad av / datum: Christin Eriksson / 2015-12-17</p>	
<p>Rapport version: Slutrapport 2016-01-18 v. 1.1</p>	<p>Godkänd av kvalitetsansvarig / datum: Christin Eriksson / 2015-12-17</p>	

Innehållsförteckning

1	Sammanfattning	1
2	Metodik	2
2.1	Området.....	2
2.2	Typer av näringsämneskällor.....	5
2.3	Datakällor och beräkningar.....	5
3	Resultat	7
3.1	Svenska landbaserade källor 1998-2014.....	7
3.2	Jämförelse mellan olika flöden.....	9
4	Referenser	11

1 Sammanfattning

Denna rapport, framtagen på uppdrag av Bohuskustens vattenvårdsförbund, syftar till att översiktligt sammanställa omfattningen av näringstillförseln till Bohuskustens vattenområde för åren 1998-2014 (se DHI:s offert 2015-03-16). Parametrarna som sammanställts är totalfosfor och totalkväve. Sammanställningen utgår från tillgängliga datakällor och publicerad litteratur. Den omfattning som ursprungligen offererades har utökats något för att inkludera grova uppskattningar av atmosfärsdeposition, utbytet med omgivande hav samt eventuell nettotillförsel från sedimenten.

Sammanställningen inkluderar dels svenska källor (avrinning och punktkällor) och dels tillförsel via avrinning från Norge, atmosfärisisk deposition och utbyte med sedimenten. Tillförseln från Sverige domineras av Göta älv, som i sin tur beror på vattenföring, d.v.s. på hur mycket det regnar ett visst år. De åren som nederbörden är stor är också medelvattenföringen i Göta älv stor. Ju större medelvattenföring är desto större är närsaltstillförseln. I och med att tillförseln från Sverige domineras av tillförseln från Göta älv, så är också den totala tillförseln från Sverige stor de åren som nederbörden är stor. Tillförseln från Sverige varierar därför från år till år beroende på nederbörden.

Belastningen från Gryaab har under de senaste åren, varit lägre jämfört med de tidiga åren i tidsserierna (1998-2014). Detta gäller både för totalkväve och totalfosfor.

Observera att de övriga punktkällornas bidrag (d.v.s. samtliga punktkällor exklusive Gryaab) kan vara något underskattade p.g.a. luckor i datamängden. Man bör därför vara försiktig med att försöka identifiera någon trend i detta bidrag. Felet är däremot försumbart relativt t.ex. Gryaab:s bidrag.

Den totala tillförseln av totalkväve domineras av tillförseln från Göta älv och Glomma, vilka tillsammans står för ca 80 % av belastningen. De övriga källorna är betydligt mindre men inte helt försumbara.

Den totala tillförseln av totalfosfor är osäker eftersom den domineras av utbytet med sedimenten (ca 50 %). Omfattningen av nettoläckaget från sedimenten är svår att beräkna och därmed osäker. De presenterade värdena är grova uppskattningar. För att förbättra uppskattningarna fordras sannolikt en fördjupad studie.

2 Metodik

2.1 Området

Huvuddelen av Bohuskustens vattenområde ligger ur geografisk synvinkel i Skagerrak, men även till viss del i Kattegatt. Gränsen mellan dessa två vattenområden varierar men brukar anges som ett snitt från Skagen till Marstrandsområdet.

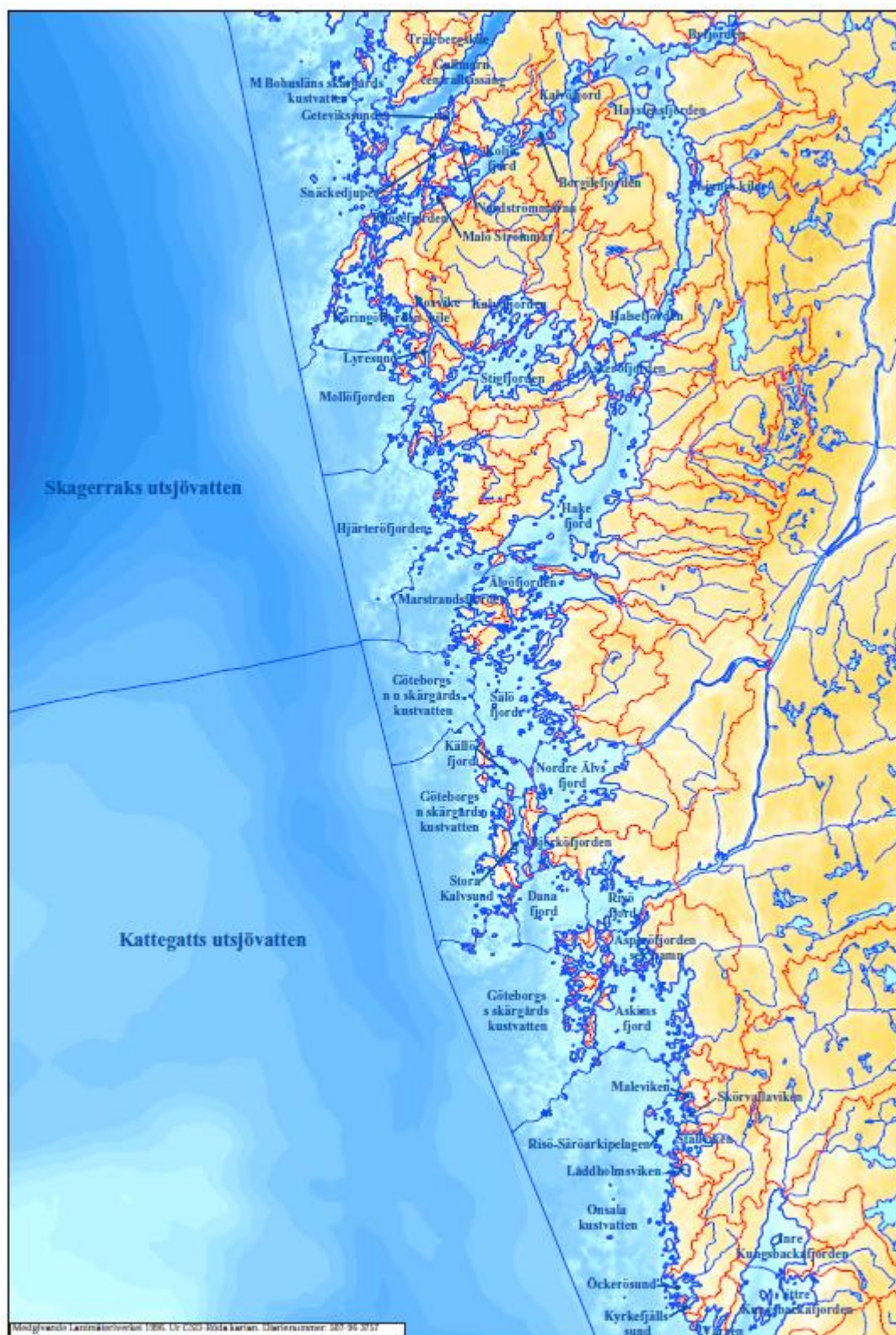
Vattnet längs Bohuskusten härstammar till stor del från Kattegatt. På grund av färskvattentillförseln till Östersjön transporteras en stor mängd bräckt ytvatten ut från Östersjön via Öresund och Bältsunden, upp längs svenska västkusten och vidare längs norska kusten till Nordsjön. Detta är den s.k. Baltiska strömmen. På vägen blandas omgivande vatten in och strömmen ökar i salthalt samt flöde. I medeltal är transporten i Baltiska strömmen ca 50 000 m³/s när den lämnar Kattegatt och går in i Skagerrak. Det bör påpekas att detta generellt sett nordgående flöde ibland kan avstanna eller bli sydgående vid särskilda vädersituationer. Den Baltiska strömmens storlek varierar också med avrinningen till Östersjön.

Kustvattnet längs svenska västkusten utgörs alltså av en blandning av vatten från Östersjön, Kattegatt och Skagerrak. Vattnet i Skagerrak är i sin tur en blandning av vatten från Kattegatt, saltare djupvatten från norra delarna av Nordsjön och något mindre salt ytvatten från de södra delarna av Nordsjön. Inflödet av det senare följer ofta den danska nordkusten och brukar betecknas Jutska strömmen. Det bör påpekas att den bild som här presenteras av cirkulationen i haven väster om Sverige är en grov medelbild. Till exempel är den Baltiska strömmen otydlig i området vid gränsen mellan Norge och Sverige och lokal sötvattentillförsel (Oslofjorden, Glomma, m.m.) har sannolikt en viktig påverkan.

I denna studie har Bohuskustens vattenområde definierats utifrån SMHI:s havsområdesindelning (ref. 1). De områden som tagits med sträcker sig från Idefjorden i norr till Göteborgs södra skärgård i söder (se Figur 1 och Figur 2).



Figur 1 Karta över norra Bohusläns kustvatten som visar avgränsningen mot utsjön.



Figur 2 Karta över södra Bohusläns kustvatten som visar avgränsningen mot utsjön.

2.2 Typer av näringsämneskällor

De årliga tillskotten av totalfosfor (Tot-P) och totalkväve (Tot-N) till Kattegatts ytvatten har sammanställts för perioden 1998 till 2014 utifrån ett antal olika datakällor (se avsnitt 2.3). De näringsämneskällor som beaktats är:

- avrinning från land¹, både via större vattendrag och diffust läckage,
- antropogena punktkällor,
- atmosfäriskt nedfall (deposition) på vattenytan,
- läckage från sediment, samt
- utbyte med utsjön (Skagerrak och Kattegatt).

I denna sammanställning har bidragen av Tot-N och Tot-P källkategoriserats enligt följande uppdelning:

1. Göta älv (avrinningsområde 108 enl. ref. 15),
2. övrig avrinning från Sverige norr om Göta älv (avrinningsområden 109-112 enl. ref. 15),
3. Gryaab i Göteborg,
4. övriga punktkällor (industrier och avloppsreningsverk) från Göteborg och norr-
rut,
5. atmosfärisk deposition på vattenytan,
6. nettoläckage från sediment,
7. Glomma (Norge), samt
8. utbyte med utsjön (Kattegatt och Skagerrak).

För de svenska landbaserade källorna 1-4 redovisas tidsvariationerna för hela perioden. För källorna 5-8 saknas information för hela perioden och därför redovisas endast medelvärden av tillgängliga uppskattningar eller beräkningar.

2.3 Datakällor och beräkningar

Årliga transporter av Tot-N och Tot-P från avrinningsområdena 108-112 (O-län) har erhållits från SLU, Institutionen för Miljöanalys (<http://info1.ma.slu.se/db.html>).

Tillförseln av Tot-N och Tot-P från Gryaab har erhållits från de årliga miljörapporterna för Ryaverket (ref. 2-8), förutom för 2007 då data tillhandahållits av Länsstyrelsen för Västra Götaland.

Data för tillförseln av kväve och fosfor från punktkällor har tillhandahållits av Länsstyrelsen för Västra Götaland. Data är ett utdrag från Svenska Miljörapporteringsportalen (SMP) och utgörs av de mätdata som verksamhetsutövarna har rapporterat in i SMP. Det kan saknas anläggningar med utsläpp av kväve och fosfor till Bohuskusten. Förklaringen är antingen att verksamhetsutövaren inte har fyllt i Emissionsdeklarationen i SMP eller att mängden utsläpp ligger under gränsen för rapportering. (ref. Eva Grip-hammar Westberg).

¹ Detta kan innefatta både ett antropogent bidrag och naturlig urlakning.

Värdena för de samlade punktkällorna samt totala tillförseln via avrinning har kontrollerats mot resultaten från TRK-projektet (Transport, Retention och Källfördelning – belastning på havet, SLU och SMHI för Naturvårdsverket; <http://www.nrciws.slu.se/TRK/index.html>). TRK-projektets underlag härstammar från olika år men man har inte skilt på detta i redovisningen.

Atmosfärisk deposition av kväve har beräknats utifrån depositionskartor som visar resultat från SMHI:s MATCH-modell² (ref. 16). SMHI tog 2010 fram nya metoder för att beräkna depositionen (ref. 18) och värdena för 2005 till 2008 räknades då om i 2009-års rapport (ref. 12). De värden för 2011-2014 som presenteras i denna rapport bygger på ytterligare utvecklade metoder (Ref. 19). Det uppskattade nedfallet per kvadratmeter för Bohuskusten har multiplicerats med arean på de havsområden som beaktas (ca 2828 km² enligt SMHI:s havsområdesindelning; ref. 14). Depositionen av fosfor har beräknats på samma sätt men utifrån ett nedfall på 0,5 kg fosfat per km² och månad (ref. 17).

Ingen information avseende nettoläcket från sedimenten av kväve har hittats. Denitrifikation i sedimenten antas ofta utgöra en sänka för kväve, d.v.s. kväve förloras och återgår inte till vattenmassan. Huruvida detta alltid är fallet eller om sedimenten kan utgöra en källa för kväve återstår att undersöka.

För fosfor har överslagsberäkningar gjorts utifrån två olika litteraturkällor (ref. 10 och 1). Vid beräkningarna har antagits att den relevanta mjukbottenarean är lika stor som hela Bohuskustens vattenarea (se ovan), vilket innebär en överskattning. Ett medelvärde har bestämts utifrån dels min- och maxvärden beräknade utifrån flödesmätningar i Skagerrak (ref. 10), dels beräkningar utförda av DHI (ref. 1). Denna siffra är därför osäker och bör betraktas som en grov uppskattning.

Tillförsel via Glomma har hämtats från OSPAR-kommissionens datarapporter avseende "Riverine inputs and direct discharges (RID)" (www.ospar.org). Här anges flera källor till nordöstra Skagerrak, men eftersom Glomma utgör ca hälften av den totala tillförseln till nordöstra Skagerrak och dessutom är den källa som tydligast påverkar Bohuskustens vattenområde (ref. 17), så redovisas endast Glommas bidrag här. Observera att det inte är säkert att hela tillförseln via Glomma hamnar inom Bohuskustens vattenområde. Dessutom har punktkällor nedströms mätpunkten i Glomma tagits med, men endast t.o.m. 2003 eftersom dessa därefter inte längre särredovisas. Punktkällorna utgör ca 15 % av Glommas totala tillförsel.

Nettoutbytet med utsjön har hämtats från SMHI:s beräkningar med kustzonssystemet för Bohuslänns skärgård (ref. 17).

Slutligen har Göta älvs vattenvårdsförbund tillhandahållit årsmedelvattenföringen vid Lilla Edet (Ref. 9).

² Nationell kartläggning av atmosfärskemiska data för Sveriges miljöövervakning är framtaget av SMHI på uppdrag av Naturvårdsverket.

3 Resultat

Här redovisas först de svenska landbaserade källorna för perioden 1998-2014, vilket visar på eventuella variationer under tidsperioden. Därefter redovisas en genomsnittlig fördelning mellan de övergripande källkategorierna för att ge en uppfattning om det inbördes förhållandet mellan olika flöden av totalkväve respektive totalfosfor.

3.1 Svenska landbaserade källor 1998-2014

I Figur 3 och Figur 4 redovisas den årliga variationen av svenska landbaserade källor för totalkväve respektive totalfosfor samt årsmedelvattenföringen i Göta älv vid Lilla Edet. De landbaserade källorna är uppdelade i bidraget från Göta älv, övrig avrinning, Gryaab och övriga punktkällor (d.v.s. alla punktkällor förutom Gryaab).

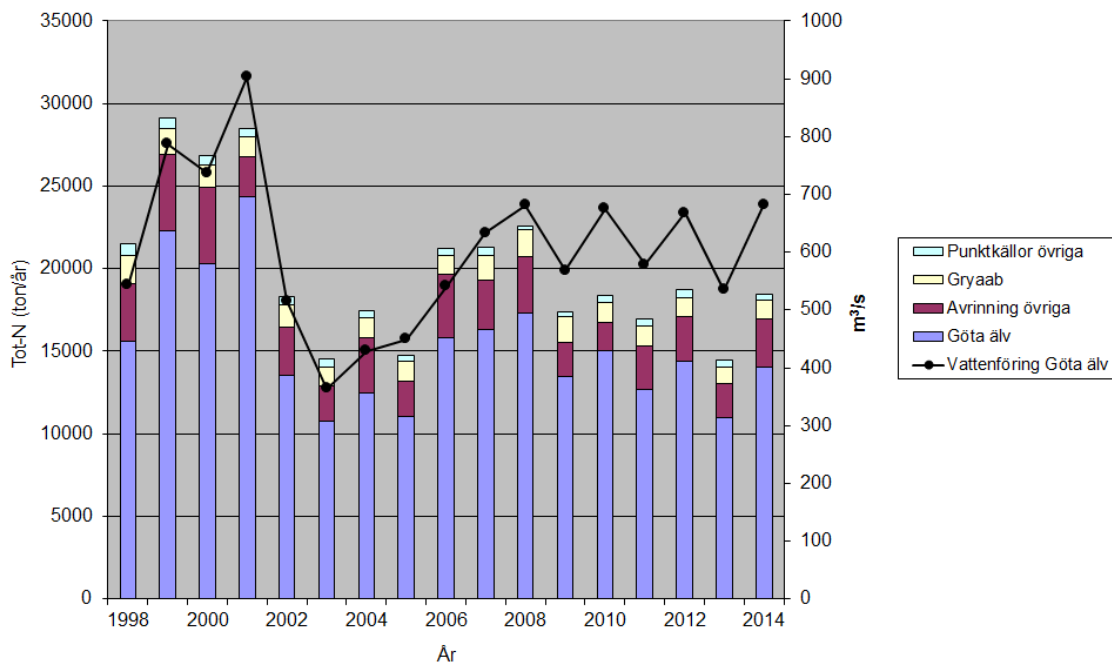
För både kväve och fosfor domineras tillförseln av Göta älv som i sin tur beror på vattenföringen i älven. Vattenföringen i sin tur beror på nederbörden under året. Generellt gäller att ju mer regn, desto högre vattenföring och desto större tillförsel av kväve och fosfor till kustvattnet.

Det går inte att se någon klar trend i tillförseln från Sverige under perioden 1998-2010. Som framgår av figurerna är variationer från år till år i huvudsak ett resultat av variationer i avrinning – representerat av vattenföringen i Göta älv – som i sin tur beror av nederbörden. Här urskiljer sig däremot år 2006, då tillskottet av totalfosfor var lika högt som under åren 1999-2001 trots en lägre medelvattenföring i Göta älv.

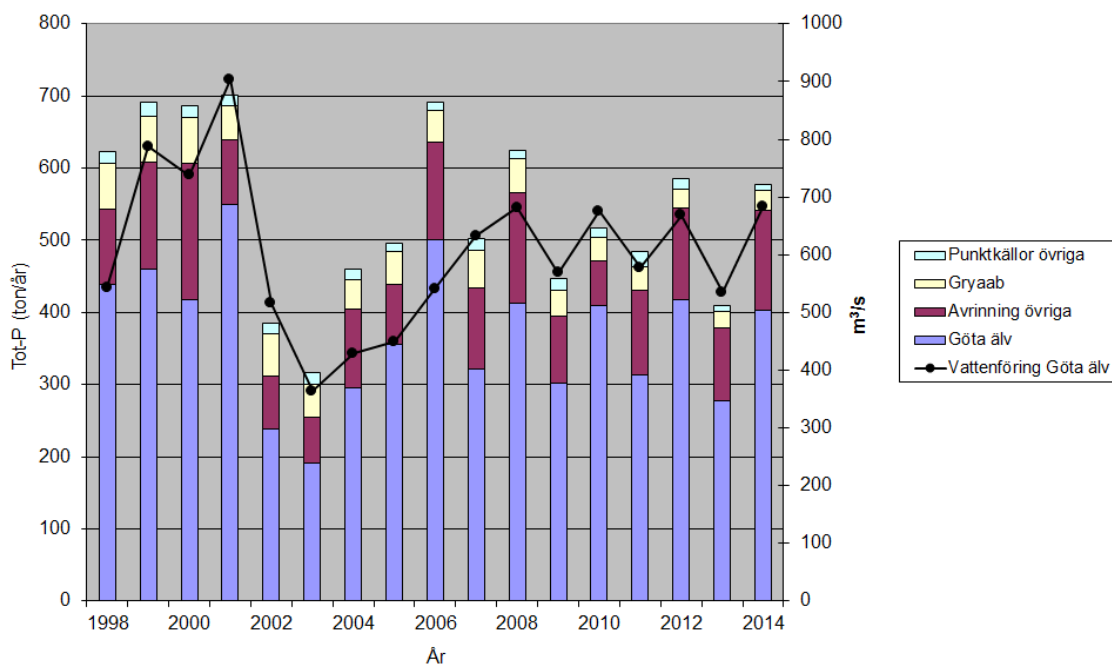
Under de senaste åren har 2009, 2011 och 2013 varit relativt torra år med längre näringsämnestillförsel via avrinningen. Åren 2010, 2012 och 2014 var medelvattenföringen i Göta älv relativt hög vilket återspeglas i totalkväve- och totalfosfor-tillförseln.

Belastningen från Gryaab har under de senaste åren, varit lägre jämfört med de tidiga åren i tidsserier (1998-2014). Detta gäller både för totalkväve och totalfosfor.

Observera att de övriga punktkällornas bidrag (d.v.s. samtliga punktkällor exklusive Gryaab) kan vara något underskattade p.g.a. luckor i datamängden. Man bör därför vara försiktig med att försöka identifiera någon trend i detta bidrag. Felet är däremot försumbart relativt t.ex. Gryaab:s bidrag.



Figur 3 Årsvariation i tillflödet av Tot-N från svenska landbaserade källor samt årsmedelvattenföringen i Göta älv vid Lilla Edet.



Figur 4 Årsvariation i tillflödet av Tot-P från svenska landbaserade källor samt årsmedelvattenföringen i Göta älv vid Lilla Edet.

3.2 Jämförelse mellan olika flöden

I Tabell 1 jämförs medelvärdet för den totala tillförseln av totalkväve respektive totalfosfor till Bohuskustens vattenområde med de värden som togs fram inom TRK-projektet. Värdena är inte direkt jämförbara – TRK-resultaten bygger t.ex. på underlag från ett begränsat antal år – men en jämförelse bör i alla fall indikera om det föreligger några uppenbara oklarheter. Resultaten av de två analyserna ligger inom 10-20 % av varandra, vilket får anses rimligt med tanke på osäkerheterna och skillnaderna i analysmetod.

Tabell 1 Jämförelse mellan medelvärdet av här presenterade data samt resultaten från TRK-projektet.

	Avrinning		Punktkällor	
	Medelvärde 1998-2014	TRK	Medelvärde 1998-2014	TRK
Tot-N (ton/år)	18257	23218	1762	2036
Tot-P (ton/år)	483	596 ³	58	78

Figur 5 visar i medeltal den relativa fördelningen mellan de olika källorna av totalkväve i Bohuskustens vattenområde. Jämfört med perioden 1998-2010 (ref. 9) syns ingen förändring. Den totala kvävetillförseln domineras av Göta älv och Glomma (81 %). De övriga källorna – övrig avrinning, punktkällor och atmosfärisk deposition – är betydligt mindre men inte försumbara (totalt 19 %).

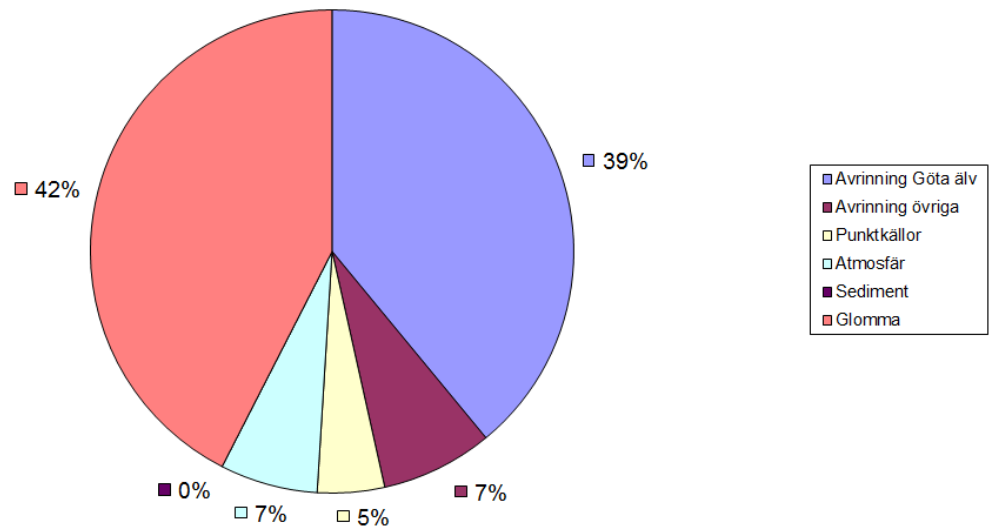
Den totala tillförseln av kväve till Bohuskusten uppgår i medeltal till drygt 39200 ton/år. Detta ska jämföras med en beräknad export av totalkväve till utsjön på ca 40000 ton/år (ref. 17). Denna siffra bygger på en modellstudie och är skillnaden mellan två stora tal, d.v.s. kustvattnet importerar ca 680000 ton Tot-N/år och exporterar ca 720000 ton Tot-N/år.

Figur 6 visar i medeltal den relativa fördelningen mellan de olika källorna av totalfosfor i Bohuskustens vattenområde. Fördelningen är i stort sett identisk med den för perioden 1998-2010. Tillförseln domineras av bidraget från sedimenten (52 %). Som påpekats tidigare bygger den relativt sett stora tillförseln från sedimenten på en grov uppskattning. De övriga stora källorna är tillförseln från Glomma (25 %) och från Göta älv (15 %).

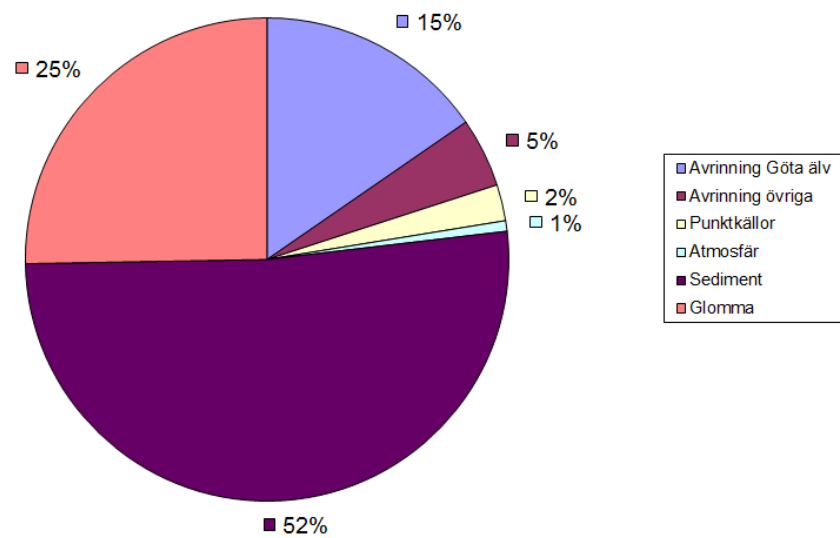
Den totala tillförseln uppgår i medeltal till drygt 2400 ton/år. Detta ska jämföras med en beräknad export av totalfosfor till utsjön på knappt 3700 ton/år (ref. 17). Precis som för totalkväve kommer denna siffra från en modellstudie och är skillnaden mellan två stora tal, d.v.s. kustvattnet importerar ca 59600 ton Tot-P/år och exporterar drygt 63200 ton Tot-P/år.

Beräkningarna av utbytet med utsjön (ref. 17) visade att i norra Bohuslän sker en mindre import av totalkväve och totalfosforP till kustvattnet, medan det i södra Bohuslän sker en betydligt större export. Det senare hänger sannolikt ihop med den stora tillförseln via Göta älv som fortsätter ut i havet.

³ Beräknad utifrån summan av tillflöden via avrinning minus tillflödena från punktkällor.



Figur 5 Relativ fördelning mellan olika typer av tillflöden av totalkväve till Bohuskustens vattenområde 1998-2014.



Figur 6 Relativ fördelning mellan olika typer av tillflöden av totalfosfor till Bohuskustens vattenområde 1998-2014.

4 Referenser

1. DHI, 2005: *Utredning av effekterna av fosforutsläpp från Ryaverket*. Slutrapport till Bohuskustens vattenvårdsförbund.
2. Gryaab, 2009: *Miljörapport enligt Miljöbalken 2008*. Gryaab rapport 2009:1.
3. Gryaab, 2010: *Miljörapport enligt Miljöbalken 2009*. Gryaab rapport 2010:2, version 2.
4. Gryaab, 2011: *Miljörapport enligt Miljöbalken 2010*. Gryaab rapport 2011:1, version 2.
5. Gryaab, 2012: *Miljörapport Ryaverket 2011*. Gryaab rapport 2012:3, version 2.
6. Gryaab, 2013: *Miljörapport Ryaverket 2012*. Gryaab rapport 2013:3.
7. Gryaab, 2014: *Miljörapport Ryaverket 2013*. Gryaab rapport 2014:1.
8. Gryaab, 2015: *Miljörapport Ryaverket 2014*. Gryaab rapport 2015:4.
9. Göta älvs Vattenvårdsförbund, 2015: Rapport avseende Vattendragskontroll 2014. <http://www.gotaalvvvf.org> – Rapporter – 2014.
10. Hall, P.O.J., Hulth, S., Hulthe, G., Landén, A. & Tengberg, A., 1996: *Benthic nutrient fluxes on a basin-wide scale in the Skagerrak (north-eastern North Sea)*. Journal of Sea Res., 35 (1-3): 123-137.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. SMHI, 2003: *Djupdata för havsområden 2003*. SMHI Oceanografi nr 73.
15. SMHI, 2002: *Län och huvudavrinningsområden i Sverige*. Faktablad nr 10.
16. SMHI, 2004a: *Nationell miljöövervakning – MATCH-Sverige modellen; Metod- och resultatsammanställning för åren 1999-2002 samt diskussion av osäkerheter, trender och miljömål*. SMHI Rapport Meteorologi 113.
17. SMHI, 2004b: *Integrerat kustzonssystem för Bohusläns skärgård*. SMHI Oceanografi nr 76.
18. SMHI, 2013: *Nationell miljöövervakning – MATCH-Sverige modellen; Metod- och resultatsammanställning för åren 1998-2011 samt diskussion av osäkerheter, trender och miljömål*. SMHI Rapport 2013-35.
19. SMHI, 2015: *Nationell miljöövervakning med MATCH Sverige-systemet – ny metodik, utvärdering och resultat för åren 2012-2013*. SMHI Rapport 2015-7.