



Bohuskustens vattenvårdsförbund

## Tillförsel av näringsämnen till Bohuskusten 1998-2009

Uppdragsnummer 12700111  
ISBN 91-85293-72-5

2011-12-13

---

DHI Sverige AB  
Org. Nr. 556550-9600

GÖTEBORG  
Lilla Bommen 1  
  
411 04 Göteborg  
Tel: 031-80 87 90  
Fax: 031-15 21 20

STOCKHOLM  
Svartmangatan 18  
  
111 29 Stockholm  
Tel: 08-402 12 80  
Fax: 08-402 12 81

VÄXJÖ  
Honnörsgatan 16  
Box 3287  
350 53 Växjö  
Tel: 0470-75 27 60  
Fax: 0470-75 27 61

LUND  
Kyrkogatan 3  
  
222 22 Lund  
Tel: 046-16 56 80  
Fax: 046-16 56 81

	<p>LEDNINGSSYSTEM FÖR KVALITET ENLIGT ISO 9001:2000</p>	
<p>Projektets namn: Redovisning tillförel av näringsämnen</p>	<p>Projekt nr: 12700111</p>	
<p>Projektledare: Patricia Moreno-Arancibia</p>	<p>Beställare: Bohuskustens Vattenvårdsförbund</p>	
<p>Kvalitetsansvarig: Olof Liungman</p>	<p>Beställarens ombud: Torunn Skau</p>	
<p>Handläggare: Patricia Moreno-Arancibia</p>	<p>Granskad av / datum: Olof Liungman / 2011-12-12</p>	
<p>Rapport version: Slutrapport 2011-12-13</p>	<p>Godkänd av kvalitetsansvarig / datum: Olof Liungman / 2011-12-12</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 1998-2009.....	7
3.2	Jämförelse mellan olika flöden .....	8
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 1998-2009 (se DHI:s anbud 2006-06-15). 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.

Jämfört med sammanställningen för perioden 1998-2008 är skillnaderna små. Det mycket lilla bidraget från punktkällor utöver Gryaab år 2009 är sannolikt ett resultat av bristande underlag. Det totala tillskottet av näringsämnen från svenska landbaserade källor var relativt lågt år 2009, sannolikt på grund av att 2009 var ett ganska torrt år. Tillskottet av kväve var dock ännu något lägre än vad kunde förväntas utifrån nivån på medelvattenföringen i Göta Älv.

Denna sammanställning är inte på något sätt komplett. Resultaten bör därför betraktas med viss försiktighet. Framför allt är omfattningen på nettoläckaget från sedimenten svårt att beräkna och därmed osäkert. De presenterade värdena är grova uppskattningar. För att förbättra uppskattningarna fordras sannolikt ett mätprogram. För år 2009 visade det sig dessutom att tillgången på data avseende närsaltstillförseln från punktkällor var ytterst begränsad. Endast ett mindre antal avloppsreningsverk ingår. Detta skiljer sig från föregående år och beror på ändrade rutiner på Länsstyrelsen i Göteborg.

## 2 Metodik

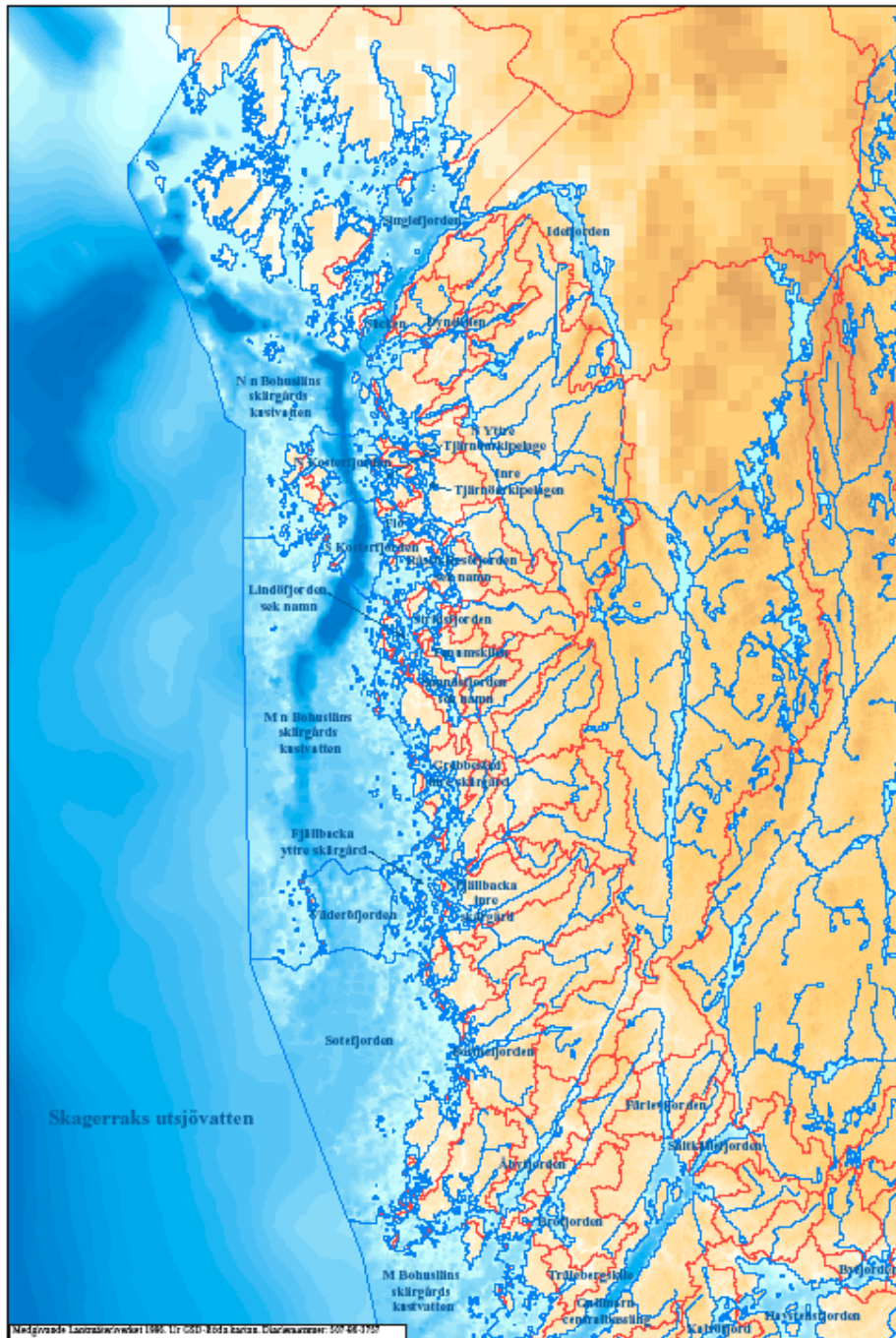
### 2.1 Området

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 i Kattegatt. På grund av färskvatten-tillförel 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 m<sup>3</sup>/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 sötvattentillförel (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.



## 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 2009 utifrån ett antal olika datakällor (se avsnitt 2.3). De näringsämneskällor som beaktats är:

- avrinning från land<sup>1</sup>, både via större vattendrag och diffust läckage,
- antropogena punktkällor,
- atmosfäriskt nedfall (deposition) på vattenytan,
- utläckage 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. 2),
2. övrig avrinning från Sverige norr om Göta Älv (avrinningsområden 109-112 enl. ref. 2),
3. Gryaab i Göteborg,
4. övriga punktkällor från Göteborg och norrut,
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 (ref. Lars Sonesten).

Tillförelsen av Tot-N och Tot-P från Gryaab har tillhandahållits av Gryaab, förutom för 2007 då data tillhandahållits av Länsstyrelsen för Västra Götaland.

---

<sup>1</sup> Detta kan innefatta både ett antropogent bidrag och naturlig urlakning.



För år 2009 har Länsstyrelsen för Västra Götaland endast kunnat tillhandahålla ett mindre antal punktkällor. (ref. Sten Wolme). Det rör sig endast om avloppsreningsverk, d.v.s. i år ingår inte närsaltstillförseln från industrier i punktkällorna.

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-modell (ref. 3). SMHI tog 2010 fram nya metoder för att beräkna depositionen (ref. 7) och värdena för 2005 till 2008 räknades då om i förra årets rapport (ref. 8). De värden för 2009 som presenteras i denna rapport bygger på ytterligare utvecklade metoder. De nya metoderna ger något lägre värden. Det uppskattade nedfallet per kvadratmeter för Bohuskusten har multiplicerats med arean på de havsområden som beaktas (ca 2828 km<sup>2</sup> enligt SMHI:s havsområdesindelning; ref. 1). Depositionen av fosfor har beräknats på samma sätt men utifrån ett nedfall på 0,5 kg fosfat per km<sup>2</sup> och månad (ref. 4).

Ingen information avseende nettoläcketaget 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. 5 och 6). 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. 5), dels beräkningar utförda av DHI (ref. 6). Denna siffra är uppenbarligen synnerligen osäker.

Tillförsel via Glomma har hämtats från OSPAR-kommissionens datarapporter avseende ”Riverine inputs and direct discharges (RID)” ([www.ospar.org](http://www.ospar.org) samt [www.sft.no](http://www.sft.no)). 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. 4), 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. 4).

Slutligen har Göta älvs vattenvårdsförbund tillhandahållit årsmedelvattenföringen vid Lilla Edet (ref. Monica Dahlberg).

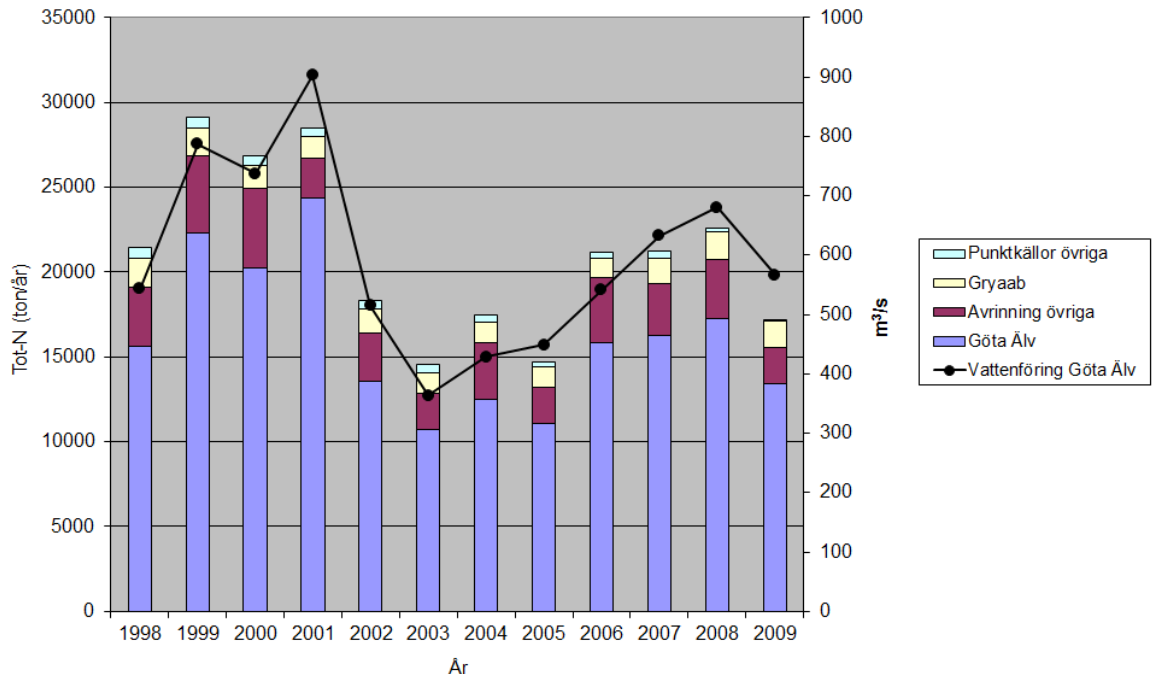
### 3 Resultat

Här redovisas först de svenska landbaserade källorna för perioden 1998-2009, 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 Tot-N respektive Tot-P.

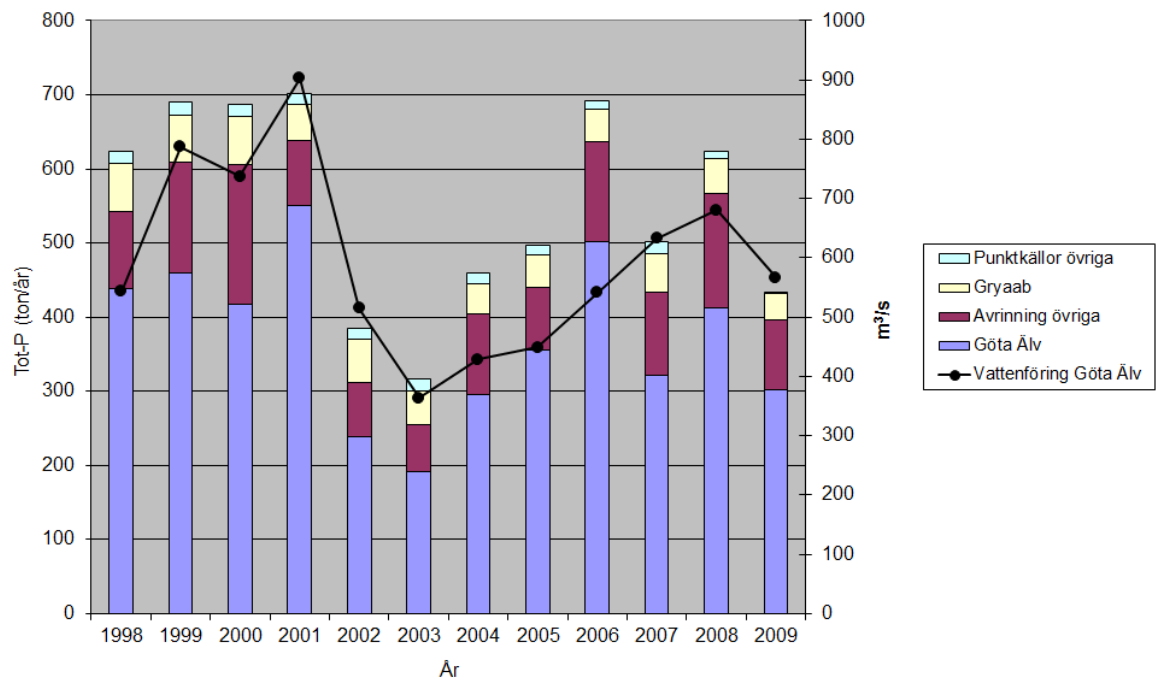
#### 3.1 Svenska landbaserade källor 1998-2009

I Figur 3 och Figur 4 redovisas den årliga variationen av svenska landbaserade källor för Tot-N respektive Tot-P samt årsmedelvattenföringen i Göta älv vid Lilla Edet. Observera att de övriga punktkällornas bidrag (d.v.s. samtliga punktkällor exklusive Gryaab) kan vara något underskattade p.g.a. luckor i datamängden. Detta gäller särskilt år 2008 samt 2009 då t.ex. utsläpp från industrier saknas. Man bör därför vara försiktig med att försöka identifiera någon trend i detta bidrag. Felet är däremot försumbart relativt t.ex. Gryaab:s bidrag.

Som framgår av figuren är variationer från år till år i huvudsak ett resultat av variationer i nederbörd och därmed färskvattenavrinningen. Här urskiljer sig däremot år 2006, då tillskottet av totalfosfor var lika högt som under åren 1999-2001 trots en mycket lägre medelvattenföring i Göta älv (se Figur 4). År 2009 var ett relativt torrt år med lägre näringsämnestillförsel via avrinningen. Totalkvävetillförseln från Göta Älv var däremot ännu något lägre än man kunde förvänta sig utifrån nivån på årsmedelvattenföringen (se Figur 3).



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 Lilla Edet.

### 3.2 Jämförelse mellan olika flöden

I Tabell 1 jämförs medelvärdet för den totala tillförseln av Tot-N respektive Tot-P 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.

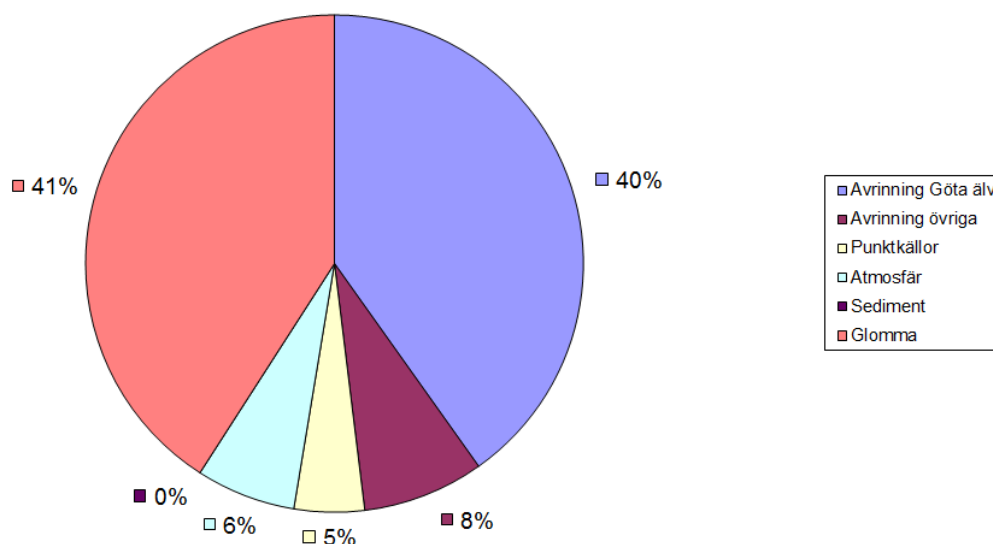
Tabell 1. Jämförelse mellan medelvärdet av här presenterade data samt resultaten från TRK-projektet.

	Avrinning		Punktkällor	
	Medelvärde 1998-2009	TRK	Medelvärde 1998-2009	TRK
Tot-N (ton/år)	19269	23218	1830	2036
Tot-P (ton/år)	487	596 <sup>2</sup>	64	78

<sup>2</sup> Beräknad utifrån summan av tillflödena via avrinning minus tillflödena från punktkällor.

Figur 5 visar i medeltal den relativa fördelningen mellan de olika källorna av Tot-N i Bohuskustens vattenområde. Den totala tillförseln uppgår i medeltal till drygt 40500 ton/år. Detta ska jämföras med en beräknad export av Tot-N till utsjön på ca 40000 ton/år (ref. 4). Denna siffra är däremot skillnaden mellan två stora tal, d.v.s. kustvattnet importerar ca 680000 ton Tot-N/år och exporterar ca 720000 ton Tot-N/år.

Jämfört med perioden 1998-2008 syns ingen förändring.



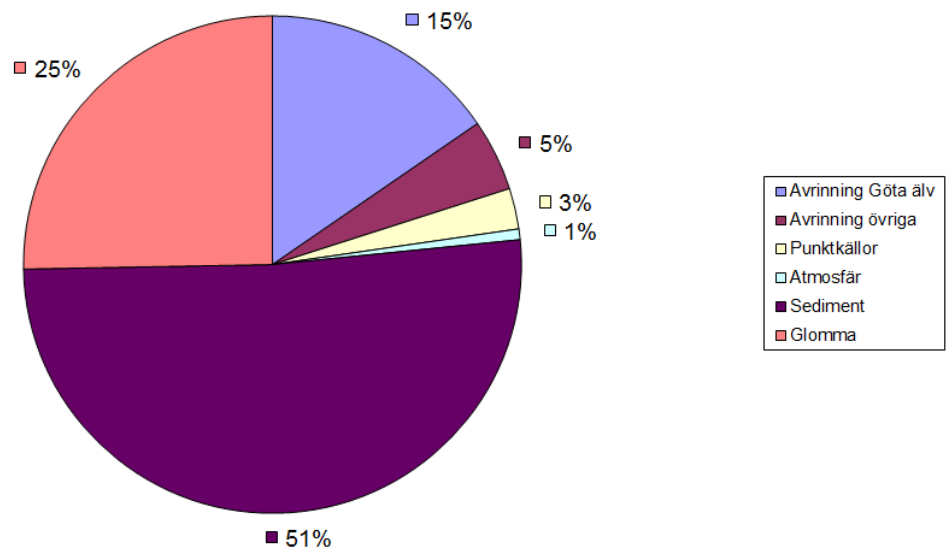
Figur 5. Relativ fördelning mellan olika typer av tillflöden av Tot-N till Bohuskustens vattenområde.

Figur 6 visar i medeltal den relativa fördelningen mellan de olika källorna av Tot-P i Bohuskustens vattenområde. Den totala tillförseln uppgår i medeltal till drygt 2400 ton/år. Detta ska jämföras med en beräknad export av Tot-P till utsjön på knappt 3700 ton/år (ref. 4). Denna siffra är återigen skillnaden mellan två stora tal, d.v.s. kustvattnet importerar ca 59600 ton Tot-P/år och exporterar drygt 63200 ton Tot-P/år.

Fördelningen är i stort sett identisk med den för perioden 1998-2008.

Det bör påpekas att den relativt sett stora tillförseln från sedimenten bygger på en mycket osäker uppskattning.

Beräkningarna av utbytet med utsjön (ref. 4) visade att i norra Bohuslän sker en mindre import av Tot-N och Tot-P 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.



Figur 6. Relativ fördelning mellan olika typer av tillflöden av Tot-P till Bohuskustens vattenområde.

## 4 Referenser

1. SMHI, 2003: *Djupdata för havsområden 2003*. SMHI Oceanografi nr 73 (uppdaterad 2004 på [www.smhi.se](http://www.smhi.se)).
2. SMHI, 2002: *Län och huvudavrinningsområden i Sverige*. Faktablad nr 10.
3. SMHI, 2004a: *Nationell miljöövervakning – MATCH-Sverige modellen; Metod och resultatsammanställning för åren 1999-2002 samt diskussion av osäkerheter, trender och miljömål*. SMHI Meteorologi nr 113 (data från [www.smhi.se](http://www.smhi.se)).
4. SMHI, 2004b: *Integrerat kustzonssystem för Bohusläns skärgård*. SMHI Oceanografi nr 76.
5. 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.
6. DHI, 2005: *Utredning av effekterna av fosforutsläpp från Ryaverket*. Slutrapport till Bohuskustens vattenvårdsförbund.
7. Andersson, C. *Miljöövervakningsdata för atmosfärskemi för 2005-2008*, SMHI 2010.
8. Liungman, O. och Moreno-Arancibia, P., 2010: *Tillförel av näringsämnen till Bohuskusten 1998-2008*, rapport till Bohuskustens vattenvårdsförbund, DHI Sverige AB, ISBN 91-85293-62-89.