

Näringsläckage från de kustnära fritidshusområdena Båtsviken och Håtö

*En jämförelsestudie mellan ett område anslutet till kommunalt vatten
och avlopp och ett område med enskilda avlopp.*

Vidar Eriksson Nykäinen



Stockholm 2016

Abstrakt

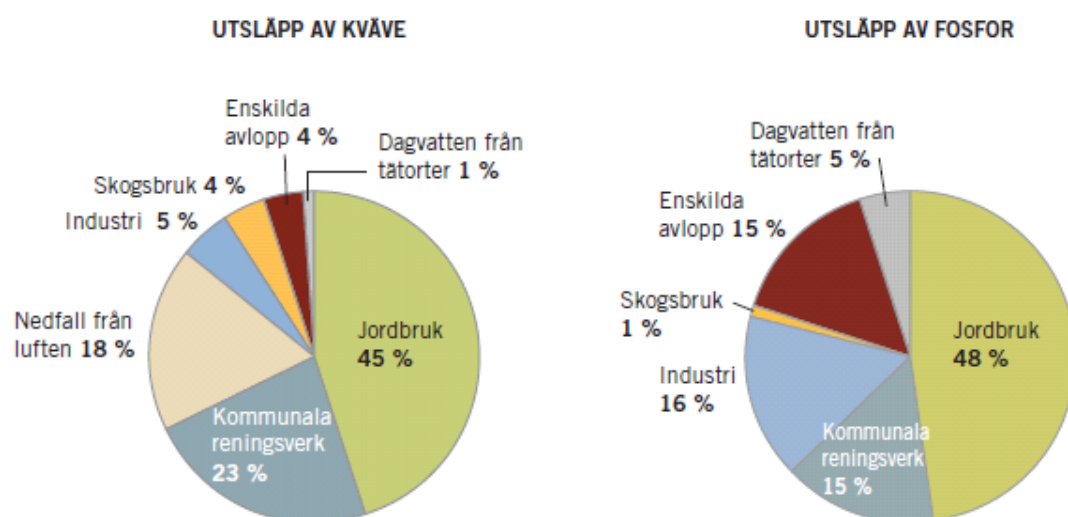
Under våren 2015 provtogs dikes- och brunnsvatten vid tre tillfällen från två närliggande och kustnära fritidshusområden i Norrtälje kommun. Det ena området hade enskilda avloppslösningar och de andra kommunalt VA. Närsalter, $\delta^{15}\text{N}$ och $\delta^{13}\text{C}$, PON och POC av POM analyserades. Närsaltkoncentrationerna minskade över tid och ingen påverkan av BDT-avlopp kan påvisas med den valda metoden. Närsaltkoncentrationerna minskade över tid och retention av dagvatten kan minska fritidshusområdets belastning av eutrofiserande ämnen till recipient.

Introduktion

Examensarbetet genomfördes som ett samarbete mellan Stockholms Universitet och Utvecklingscentrum för vatten (UCV) som ligger under Campus Roslagen AB i Norrtälje, under våren 2015. UCV arbetar för samla, sammanställa och sprida redan existerande kunskap kring vattenfrågor. Samt bidra till att utveckla ny kunskap genom innovation och företagande. Examensarbetet passade bra inom ramen för verksamheten.

Norrtälje är en naturskön skärgårdskommun med många fritidshusområden med enskilda avloppslösningar. Aktiviteter och verksamheter inom ett fritidshusområde kan påverka de trösklade och känsliga vikar de gränsar till. Kunskapsläget beträffande omfattningen av näringsläckage från fritidshusområden och hur de bidrar till eutrofiering är idag begränsat.

2010 svarade Sverige för 9 % av fosfortillförseln och 15 % kvävetillförseln till Östersjön (Helcom 2015). I Sverige finns cirka 625 000 hushåll med enskilt avlopp. Deras utsläpp av kväve och fosfor påverkar i stor utsträckning miljöstatusen i sjöar och vattendrag samt kustnära områden där vattenomsättningen är begränsad (Naturvårdsverket 2012). Enskilda avlopp står i Sverige för 4 % av de totala antropogena utsläppen av kväve och för 15 % av de totala antropogena utsläppen av fosfor. Detta kan jämföras med de kommunala avloppsreningsverken som står för 23 % av kväveutsläppen och 15 % av fosforutsläppen (SMED 2011).



Figur 1 Fördelning av antropogena utsläpp av kväve och fosfor i Sverige Bildkälla: Naturvårdsverket 2012

I Sverige beräknades det 2013 finnas 5 129 436 hushåll. Av dessa har 625 000 (12 %) enskilda avloppslösningar och står för lika stora utsläppa av fosfor från avloppsvatten som de övriga 84 % anslutna till kommunala reningsverk. I Norrtälje kommun finns runt 30 000 enskilda avlopp, många av dem kustnära eller i skärgården. Enskilda avloppslösningar kan vara minireningsverk eller markbaserad rening med grovseparerare följt av en infiltration eller markbädd, men även separerade system är vanliga i kustnära fritidshusområden. Toalettvattnen går då till en sluten tank, med separat rening för bad- disk- och- tvättvatten (BDT). Först av en grovseparerare som behåller grövre partiklar från vattnet som sedan rinner till efterföljande reningssteg, vanligen en infiltration, markbädd eller så kallad markbädd på burk.

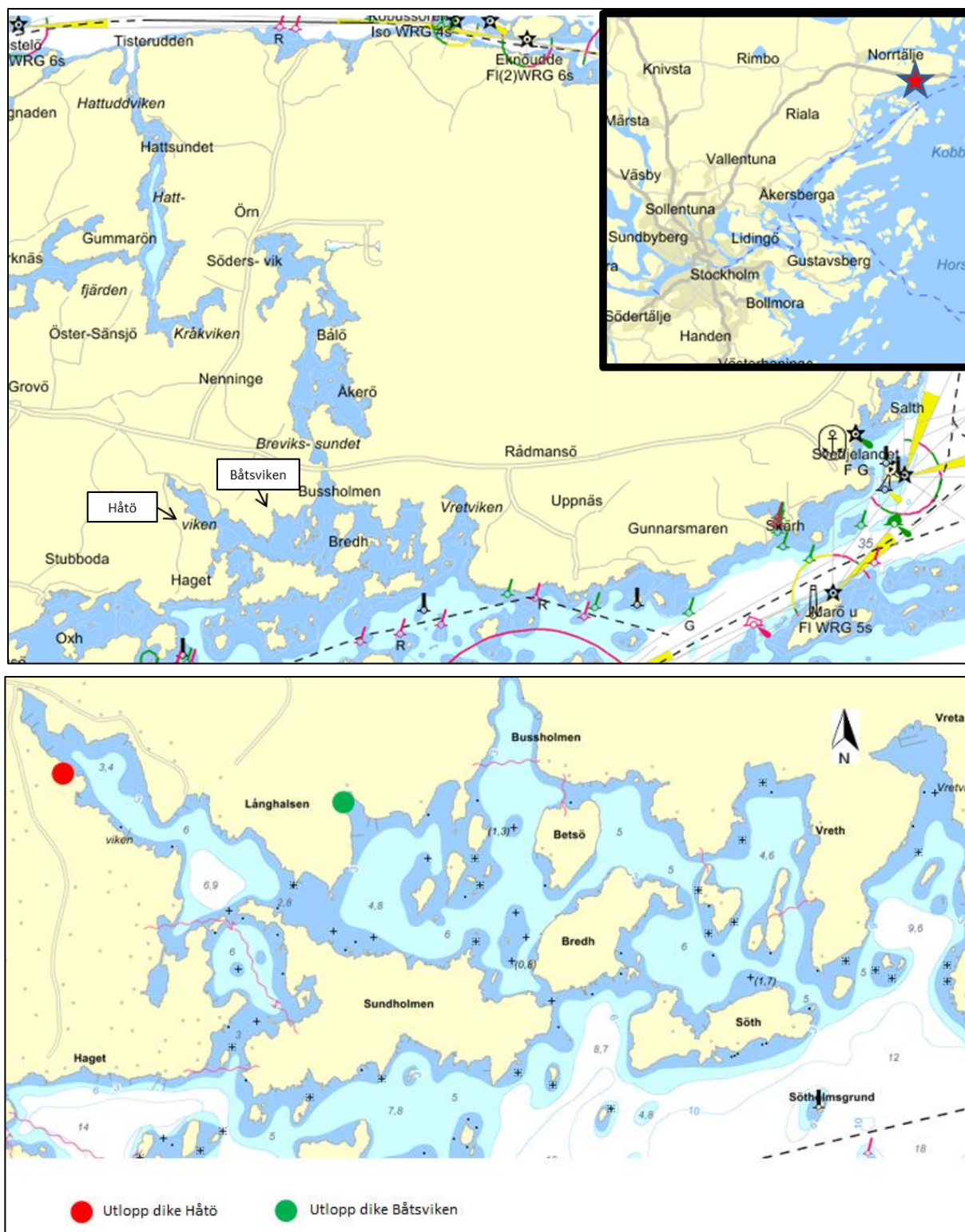
Syftet är att undersöka belastningen av näringsämnen till recipient från kustnära fritidshusområden. Studien ämnar också undersöka om den stora utbyggnaden av de kommunala vatten och avloppssystemet i Norrtälje kommun resulterar i en mätbar minskning av näringsflöden från kustnära fritidshusområden. Detta genom att jämföra de två närliggande fritidshusområdena Brevik och Håtö. Studien innefattar kvantifiering och jämförelse av koncentrationer närsalter i brunnsvatten och dikesvatten, samt totalkväve, kol, $\delta^{15}\text{N}$ och $\delta^{13}\text{C}$ från suspenderade partiklar (POM) från de två områdena. De isotopiska analyserna utfördes för att undersöka om den isotopiska signalen skiljer sig, och i så fall indikerar enskilda avlopp som källa för närsalter.

Båtsvikens fritidshusområde anslöts till kommunalt vatten och avlopp 2011 och innefattar 111 fastigheter med cirka 25 % permanentboende. Innan anslutning till kommunalt vatten och avlopp (VA) löstes avloppsfrågan med WC till sluten tank eller torra lösningar, samt separat lösning för BDT (bad, disk och tvättvatten) (Norrtälje kommun 2011)

Håtö fritidshusområde planeras att anslutas till kommunalt vatten och avlopp under 2016. Tomtägarföreningen innefattar 225 tomter med cirka 10 % permanentboende. Fram till anslutning är avloppsfrågan löst med WC till sluten tank eller torra lösningar, samt separat lösning för BDT (Norrtälje kommun 2011)

Båda fritidshusområdena har Håtövikens, en grund trösklad havsvik som bedöms vara särskilt skyddsvärd, som avrinningsrecipient (Norrtälje kommun 2011)

Hypotesen att undersöka om näringsläckage från BDT avlopp från fritidshusområden går att påvisa med de valda metoderna.



Figur 2 Batymetriska kartor med lokalisering av fritidshusområdena Håttö och Båtsviken samt dikesutlopp markerade Källa: Modifierad från eniro.se 2016-05

Bakgrund

Närsalter och eutrofiering

Viktiga närsalter är fosfat (PO_4^{3-}), kväve (N) i löst form som nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-) och ammonium (NH_4^+). Kväve och fosfor som närsalter är lättast för växter och plankton att ta

upp. Övergödning eller eutrofiering uppstår när näringsämnen finns i överskott och inte längre begränsar den biologiska tillväxten. När vattnet blivit tillräckligt varmt under våren kan det leda till stor primärproduktion i form av kraftig algtillväxt, s.k. algblooming. Växtplankton behöver i regel kväve och fosfor i kvoten 16:1. Finns det för lite fosfor i förhållande till kväve så är det fosfor som begränsar tillväxten och tvärt om när det finns för lite kväve i förhållande till fosfor. I Östersjön är det generellt kväve som begränsar tillväxten av växtplankton och när det är förbrukat upphör vårbloomingen av växtplankton. Då börjar istället tillväxten av blågröna alger, eller cyanobakterier, som har förmågan att assimilera kväve direkt från kvävgas. All primärproduktion av växtplankton och cyanobakterier ska också brytas ner och de som inte konsumeras vid ytan av framförallt djurplankton sjunker så småningom till botten. I Östersjön skiljs oftast ytvattnet från djupvattnet av ett salthaltssprångskikt som vertikalt stratifierar vattenkolumnen, vilket leder till att syre från atmosfären inte blandas ner i djupvattnet. Den stora mängden biologiskt material från algbloomingen som når botten och ska brytas ned kan då leda till att syret tar slut. Det leder i sin tur till att syrekrävande växter och organismer dör och det ekologiska systemet förändras och blir artfattigare. Syrefria bottenar leder också till att fosfor som ligger bundet i sedimenten frigörs eftersom trevärt järn, som binder fosfor, oxiderar till tvåvärt järn som inte binder fosfor, vilket ytterligare ökar eutrofieringen. En vik som är trösklad kan vara känslig för eutrofiering då den har begränsat vattenutbyte med övriga Östersjön, vilket leder till att näringsämnen som tillförs stannar kvar i viken. Kusteutrofiering med ökad syrebrist och effekterna av det är ett växande miljöproblem (Carstensen et al., 2014 PNAS). Det är ett miljöproblem som kan komma att påverka många människor längs kusten i framtiden.

Isotopfraktionering av stabila isotoper

Stabila isotoper är icke radioaktiva variationer av samma grundämne beroende på antal neutroner, vilket gör att de har olika massa och storlek. För lättare grundämnen kan den skillnaden påverka de fysiska, kemiska och biologiska egenskaperna (Kendall et al., 2003). Olika processer ger annorlunda isotopfördelning, då det sker en fraktionering mot tyngre eller lättare isotoper beroende på process. Det kallas för det isotopiska fingeravtrycket och kan användas för bland annat källspårning av ett visst ämne. Om man kopplar den isotopiska sammansättningen från två grundämnen blir det isotopiska fingeravtrycket mer distinkt. Kol och kväve kan användas tillsammans och har två stabila isotoper ^{12}C , ^{13}C , och ^{14}N , ^{15}N . De kan också kopplas ytterligare genom att använda fördelningen av kol och kväve (C:N)

Deltavärdet (δ) uttrycks i ‰ och utnyttjas för att lättare bedöma små skillnader i isotopsammansättning och innebär att man jämför sammansättningen av sitt prov mot en standard med $X = [(R_{\text{prov}}/R_{\text{standard}}) - 1] \times 1000$ där X kan vara ^{13}C eller ^{15}N och R $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ eller $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ (Kendall et al., 2003). Standarden är PDB kalksten för kol och luft (air) för kväve.

Anrikning av $\delta^{15}\text{N}$ från diet till konsument ligger i regel på 2,5-3,4‰ (Perkins et al., 2014). $^{15}\text{N}\text{-NO}_3^-$ kan användas för att knyta nitrat i vattendrag till specifika källor (Voss et al., 2006). De högsta värdena har uppmätts i naturgödsel och septiska tankar för klosettatten, 14‰ (Aravena et al., 1993) och 20‰ (Heaton 1986), eftersom ^{14}N i högre utstäckning avgår som ammoniak (Heaton, 1986).

POM

Partikulärt organiskt material (POM) som via vattendrag transporteras till kusten kan vara en betydande källa för näringstillförsel och kan bidra till temporära hypoxiska förhållanden i kustområden (Kendall et al., 2001). POM består av fragmentalt organiskt material och den isotopiska sammansättningen tillsammans med C:N förhållande kan användas för att indikera mänskliga och naturliga aktiviteter inom ett avrinningsområde (Kendall et al., 2001).

Tabell 1 Typisk isotopsammansättning samt C:N fördelning för POM (Kendall et al., 2001)

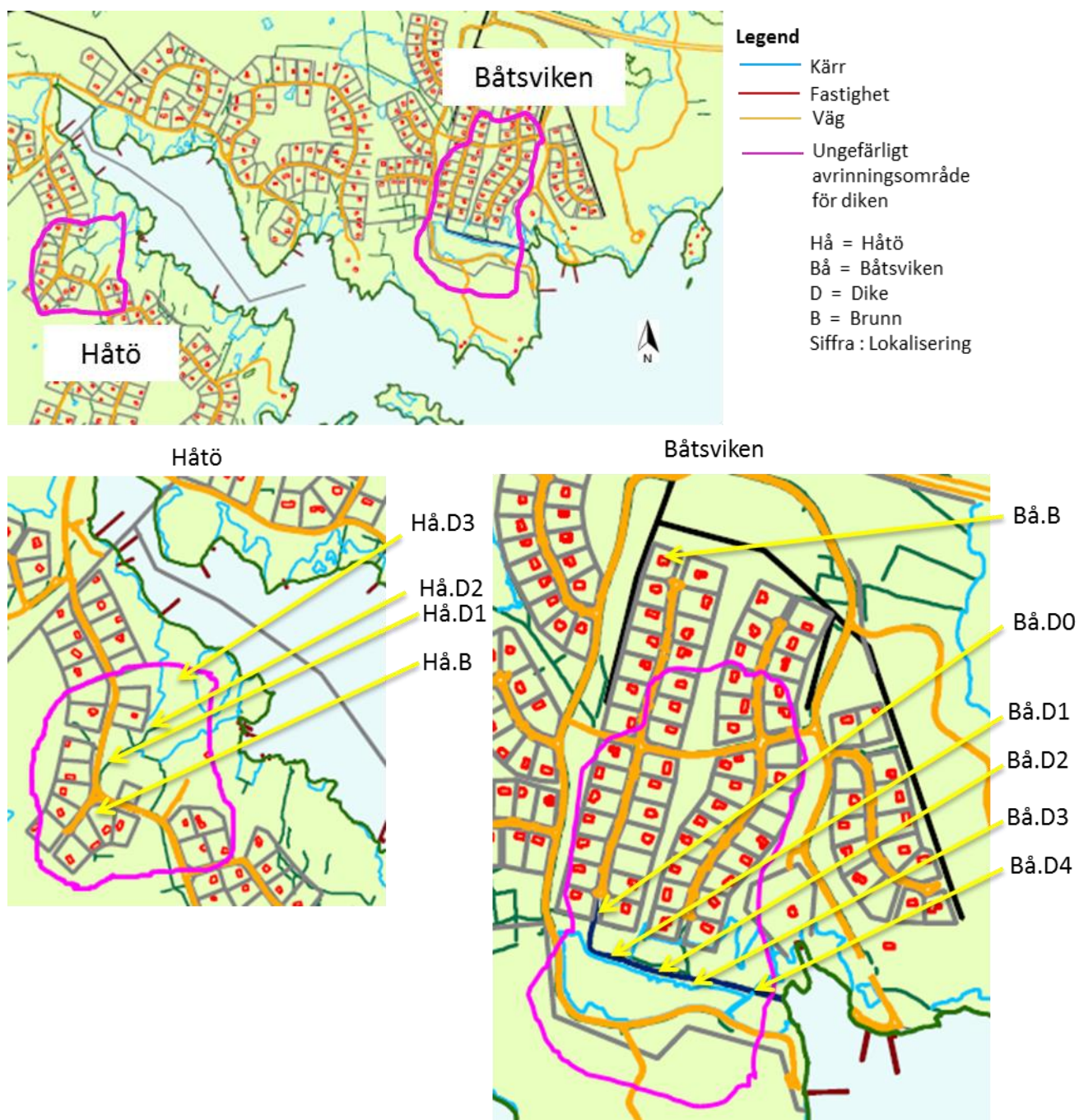
POM source	Type	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	C : N (at.)
Plankton		-30 (-42 to -24)	? (-15 to +20)	5 to 8
Macrophytes		-27 to -20 (-28 to -18)	? (-15 to +20)	10 to 30 (8 to >80)
Soil organic matter	C3	-27 (-32 to -22)	+2 to +5	8 to 15 (5 to >80)
	C4	-13 (-16 to -9)		
Terrestrial plants	C3	-27 (-32 to -22)	+3 to +7 (-10 to +10)	> 15 (15 to >50)
	C4	-13 (-16 to -9)		

Metod och material

Vattenprov från två diken och två brunnar togs under våren 2015 från fritidhusområdena Båtsviken och Håtö i Norrtälje kommun. Båtsvikens samfällighetsförening informerades om projektet och dess syfte under ett styrelsemöte och Håtö tomtägarförening informerades under deras årsmöte. Dikena från respektive områden valdes på basis att de var kustnära och tillräckligt djupa för provtagning utan att riskera upprörning och kontaminering av bottensediment. Provtagningspunkterna i dikena valdes ut på basis av tillgänglighet för provtagning, samt minst 40 m ifrån varandra för respektive dike. Brunnsvattnet från Håtö tappades upp från de gemensamma pumphus som låg närmast diket medan brunnsvattnet från Båtsviken tappades upp hos fastighetsägare med privat brunn.

Förhållanden under provtagning och provtagningspunkter

Provtagningar utfördes den 22:a mars, 18:e maj och 19:e maj 2015. Temperaturen vid första provtagningsstillfället låg lite över 1° C och temperaturen på dikesvattnet låg mellan 0,7-1° C. Is, snö och tjäle låg bitvis kvar och växtligheten hade inte kommit igång. Framåt eftermiddagen kom lite snöblandat regn. Under andra och tredje provtagningsstillfället var vädret klart till halvklart, temperaturen lite över 20°C och temperaturen på dikesvattnet låg mellan 8-11° C. Det hade regnat mycket tiden innan den 18:e maj och kraftigt dagen innan.



Figur 3 Provtagningspunkter och dikesavrinningsområden för Båtsviken och Håtö

ArcGIS användes för att uppskatta avrinningsområdenas storlek genom höjdkurvor tillhandahållna av Norrtälje kommuns planavdelning.

Tabell 2 Bredd och djup för provtagningspunkterna

	20150322		20150518		20150519	
Lokal	Bredd (cm)	Djup (cm)	Bredd (cm)	Djup (cm)	Bredd (cm)	Djup (cm)
Bå.B		Ej känd**	*	*	*	*
Bå.D0	*	*	~100	~15	*	*
Bå.D1	~160	~12	~300	~60	*	*
Bå.D2	~120	~12	~250	~60	*	*
Bå.D3	~180	~17	*	*	*	*
Bå.D4		*	~250	~60	*	*
Hå.B	*	60000**		60000**	*	60000*
Hå.D1	~113	~10	~130	~10	~100	~10
Hå.D2	~60	~10	~100	*	*	*
Hå.D3	***	~8	*	*	*	*

*Ingen provtagning

** Borrdjup

*** Sankmark



Fig 4 Bilder från provtagning mars. Från vänster: Hå.D2, Hå.D3

Snö, is och tjäle låg bitvis kvar den 22:a mars



Fig 5 Bilder från provtagning i maj. Från vänster: Bå.D0, Bå.D1

Högt vattenstånd på grund av riklig nederbörd dagarna innan provtagning.

Provtagning och analysmetod

För analys av närsalter användes 125 ml polyetenflaskor med skruvlock, som förberetts genom att ligga tolv timmar i saltsyralösning, sedan sköljts i destillerat vatten och lufttorkats. Detta för minimera kontaminationsrisken. Tre prover togs från respektive provtagningspunkt för att möjliggöra kalkylering av standardavvikelser. Dock finns provtagningspunkter med bara en eller två prover analyserade, vilket redovisas i appendix. Analyserna utfördes på en AutoAnalyser 2 colorimeter av laboratoriepersonal. Proverna från 2015-03-22 analyserades för koncentrationer av NH_4 , $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$ och PO_4 , från 2015-05-18 och 2015-05-19 analyserades koncentrationerna $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$ och PO_4 . NH_4 enligt SS 028134:1, $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$ enligt SS-EN ISO 13395:1997 och PO_4 enligt SS-EN ISO 15681-2:2005. Principen för instrumentet är att proverna introduceras i ett kontinuerligt flöde från sina individuella behållare och separeras från varandra av luftbubblor, färgreagens tillsätts och koncentrationen avgörs fotometriskt (Ružička och Hansen 1975).

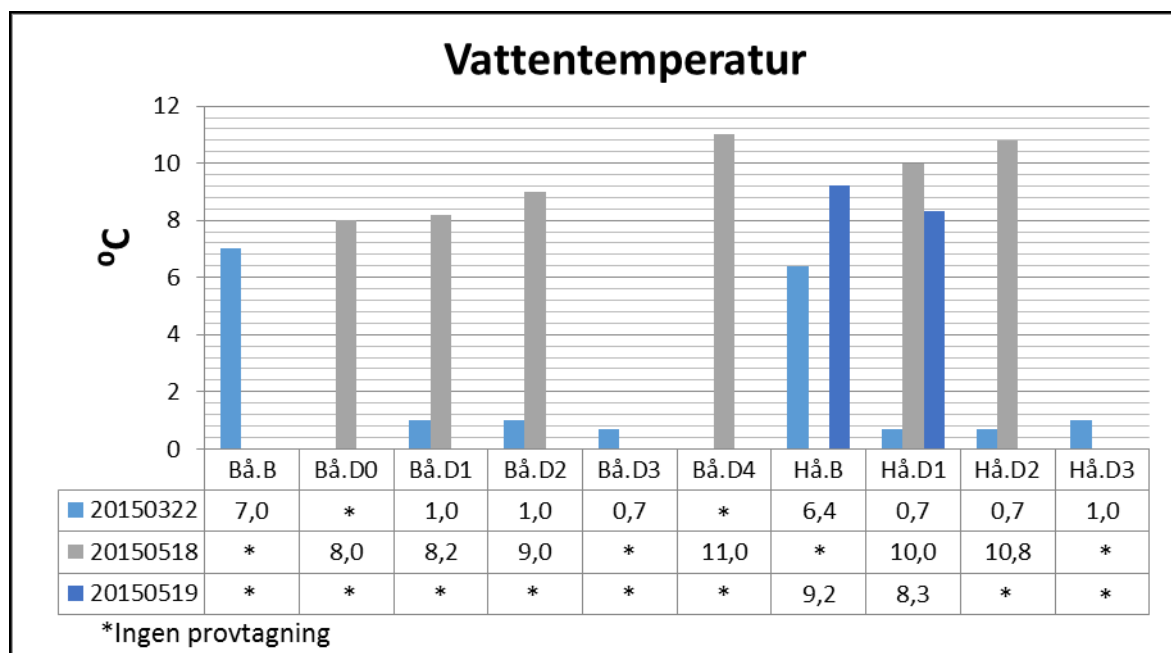
En pH-meter (pHM) med elektrod GK 2401 användes för att analysera provernas pH enligt ISO 10523:2008.

Potentiometrisk titrering utfördes för att analysera alkaliniteten med en Radiometer TitraLab 865. Under analys bubblas provet med kvävgas för att avlägsna koldioxid samtidigt som saltsyra titreras i provet till pH 5,4 nåtts. Alkaliniteten ges av den mängd saltsyra som krävts.

500 ml polyetenflaskor, som genomgått samma procedur som ovan, användes för att samla prover för isotopanalyserna. Provtagningen utfördes som ovan, dock med bara ett prov per lokal och provtagningsstillfälle. Med hjälp av en vakuumpump filtrerades proverna genom 25 mm glasfiberfilter (Whatman GF/F filters) tills de fick tydlig brungrön färg. Filtren hade först bakats under 4,5 timmar i 450° C. Innan filtrering skakades flaskorna. Löst substans (mindre än 0,7 μm) penetrerar filtren medan allt material över 0,7 μm , d.v.s. partiklar, fastnar. Därefter placerades filtren i en saltsyrainkubator i 12 timmar med ca 8 cl 3,5 % saltsyralösning, de placerades sedan i 1,5 mm Eppendorf kapslar för torkning i 60° C, varpå de omslöts av silverfolie och analyserades av laboratoriepersonal för $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$, C_{org} och N_{tot} . Analysen utfördes på en element analyserare (EA) "Carlo Erba NC2500" kopplad till en isotop fördelnings mass spectrometer (IRMS) "Thermo Delta V Advantage Isotopo Ratio Mass Spectrometer". Principen med EA-IRMS systemet är att EA:n förbränner proven och det omslutande silverfoliet, gaserna CO_2 , N_2 och H_2O separeras sedan av en gaskromatografikolonn och försätter sedan till IRMS:en (Fry et al. 1992). På så vis erhålls värden för $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$, N_{tot} och C_{org} .

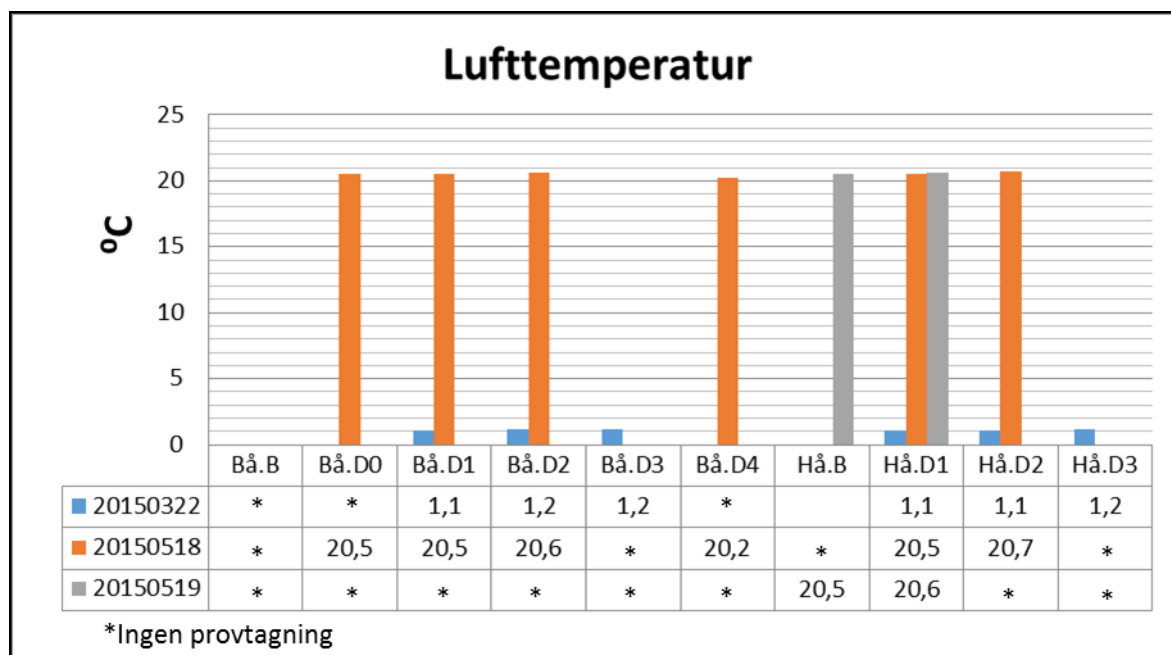
Samtliga prover hölls kylda, först i kylbagar under provtagningen och sedan i kylskåp fram till analys.

Resultat



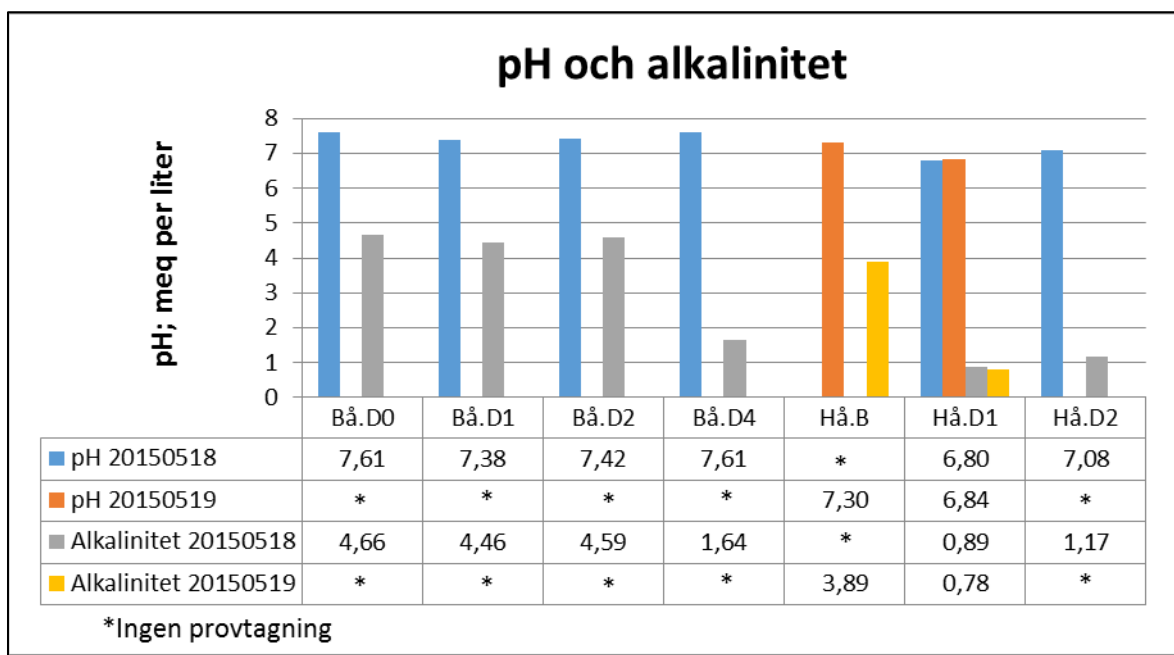
Figur 6 Vattentemperatur

Brunnsvattnet (Bå.B och Hå.B) är tappat från hydroforer inomhus och representerar således inte grundvattentemperaturen. Medeltemperaturen på dikesvattnet var 0,9 °C 22:a mars och 9,5 °C den 18:e maj. Det finns bara ett värde på dikesvattenstemperaturen (8,3 °C), från den 19:e maj.



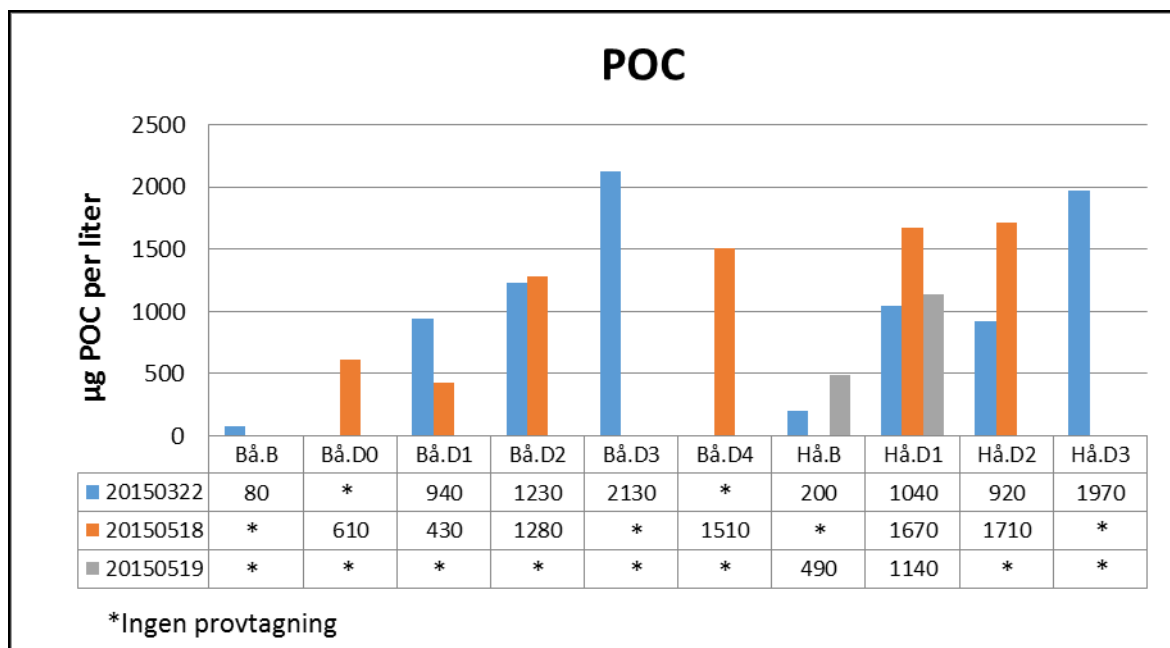
Figur 7 Lufttemperatur

Luftmedeltemperaturen den 22:a mars var 1,15 °C och 20,5 °C den 18:e maj. Den 19:a maj var luftmedeltemperaturen 20,55 °C.

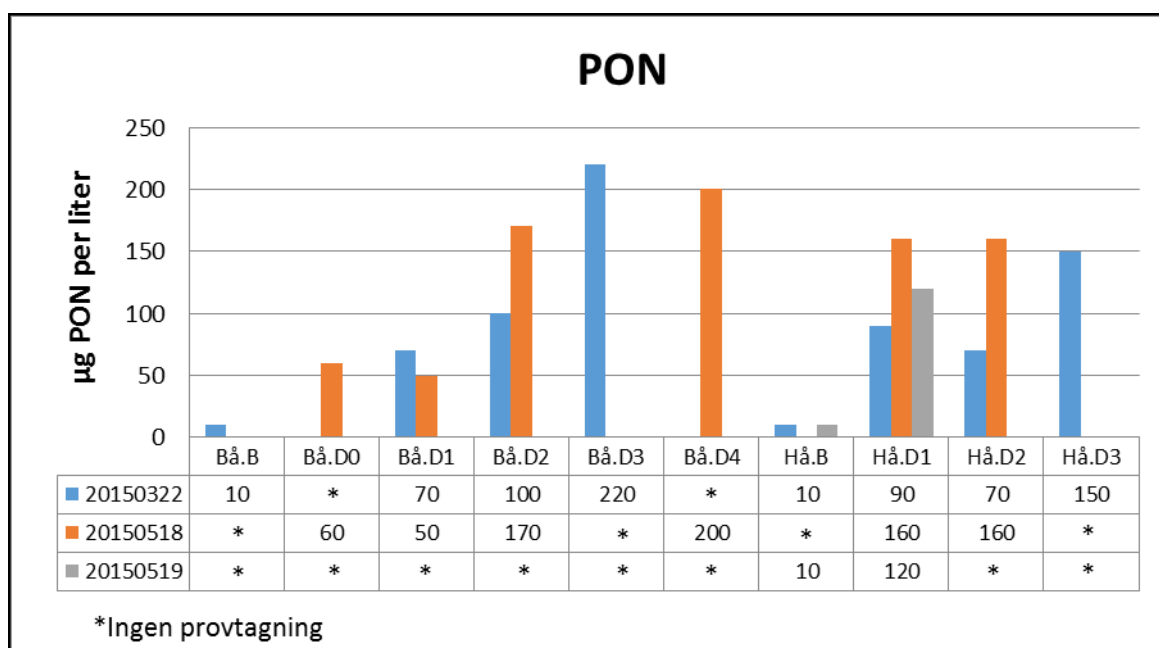


Figur 8 pH och alkalinitet

pH värdena var högre för Båtsvikens dikesvatten jämfört med Håtös dikesvatten, men skillnaden är inte markant. Skillnad i alkalinitet är tydligare, med betydligt högre värden för Båtsviken, bortsett från Bå.D4. Det är den lokalen som ligger närmast dikesmynningen och dess relativt låga alkalinitet, samtidigt som det är den enda lokal med mätbar salinitet (5 ‰), är högst sannolikt på grund av vatteninträngning från viken. Den högre alkaliniteten från Båtsvikens område indikerar mer lösta karbonater i vattnet. Brunnsvattnet från Håtö har både högre pH och alkalinitet än dikesvattnet från samma provtagningsdag. Provtagningspunkt Hå.D1, där en jämförelse över tid kan göras, uppvisade en ökning av pH värdet medan alkaliniteten minskade mellan 18:e maj och 19:e maj.

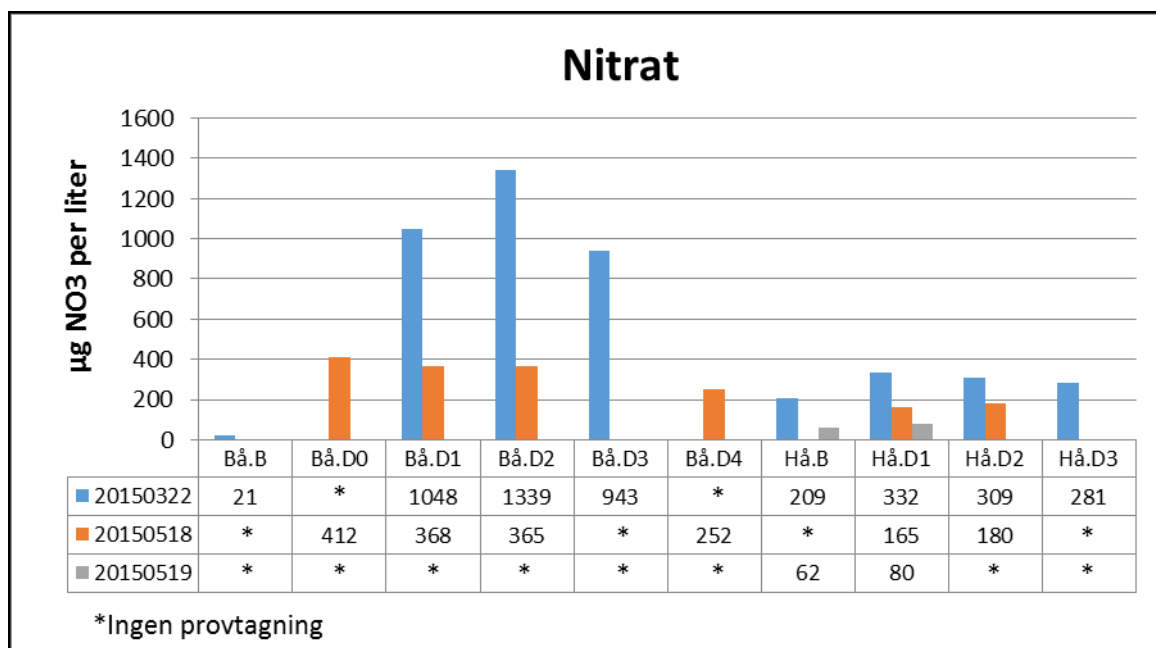


Figur 9 POC koncentrationer



Figur 10 PON koncentrationer

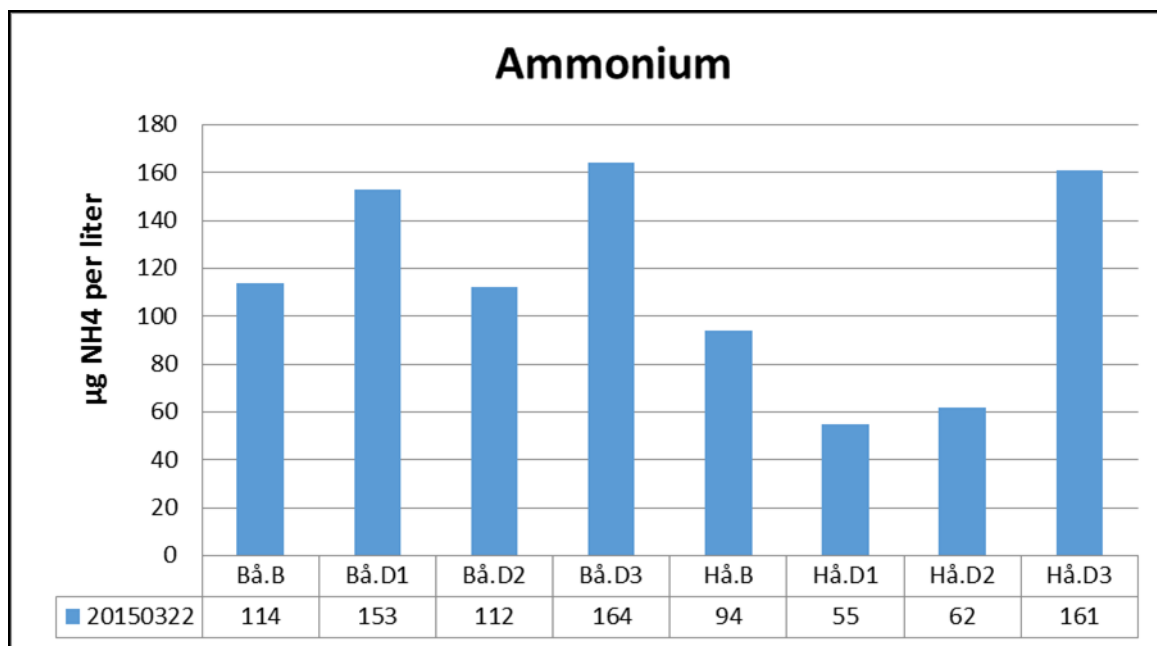
I Båtsviken ökar koncentration av POC och PON närmare dikesutloppet, både i mars och maj, om man bortser från Bå.D0. De högre koncentrationerna från den provtagningspunkten jämfört med Bå.D1 kommer troligen av det faktum att den befinner sig innan 90° kurva där POM retineras. I Håtö är koncentrationerna högst närmast utloppet i mars. POC och PON minskar något mellan Hå.D1 och Hå.D2 den 22:a mars, men ökar något för POC och är konstant för PON den 18:e maj då mer vatten transporteras i diket. När vattenmängden minskar mellan 18:e och 19:e maj går koncentrationen POC och PON från provtagningspunkt Hå.D1 ner. Brunnsvattnet från Håtö har samma koncentration PON men betydligt högre koncentration POC än brunnsvattnet från Båtsviken. PON-koncentrationen är konstant och POC koncentrationen ökar betydligt från mars till maj i brunnsvattnet från Håtö



Figur 11 Nitratkoncentrationer

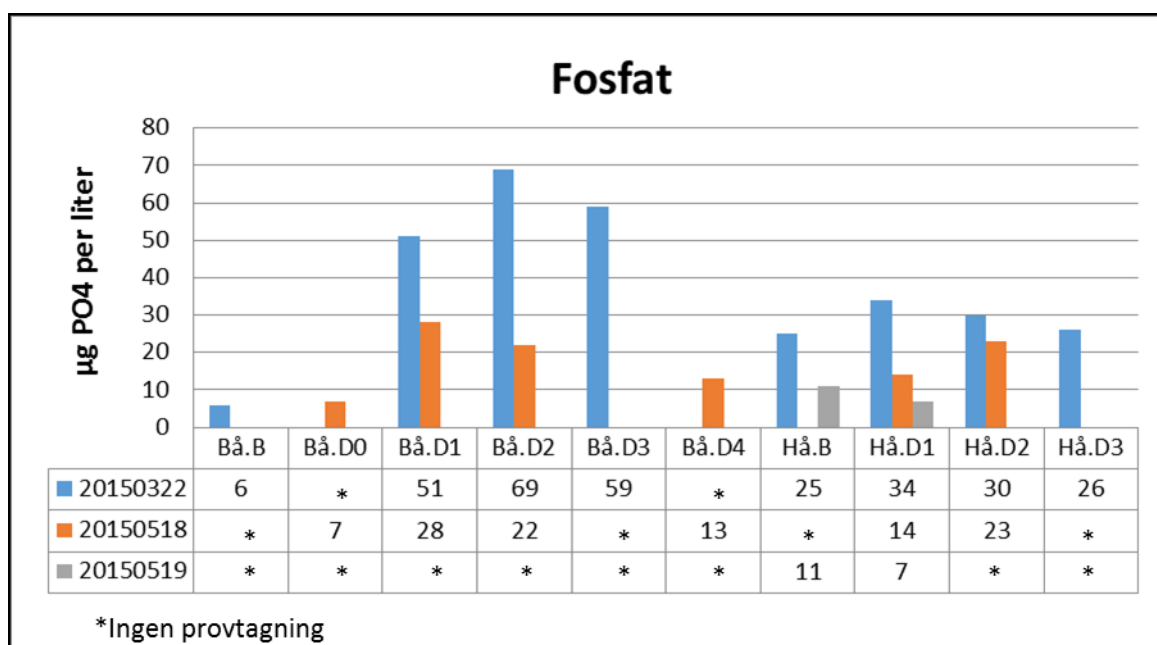
Nitrit och nitrat analyserades samtidigt, men nitritkoncentrationen är i sammanhanget så låg att den är försumbar.

Nitrathalterna är högre för båtsvikens dikesvatten. Skillnaden är störst från provtagningen den 22:a mars, då Båtsvikens dikesvatten har ett medelvärde på $1110 \pm 168 \mu\text{g/l}$ medan dikesvattnet från Håtö har ett medelvärde på $307 \pm 21 \mu\text{g/l}$. Skillnaden mellan områdena från provtagning den 18:e maj är mindre men fortfarande tydlig, $382 \pm 21 \mu\text{g/l}$ i medelvärde för Båtsviken, exklusive Bå.D4 då tillförlitligheten på de värdet är för lågt, och $173 \mu\text{g/l}$ som medelvärde för Håtö (från värdena 165 och $180 \mu\text{g/l}$). Koncentrationerna av nitrat i dikesvattnet minskar vid jämförelse mellan 22:a mars och 18:e maj. Nedgången är kraftigast för Båtsviken med 66%, medan nedgången för Håtö är 44%. Lokal Hå.D1 uppvisar en ungefärlig halvering av nitratkoncentrationen för varje provtagningstillfälle. Brunnsvattnet provtaget i mars från Båtsviken tycks ha betydligt lägre nitrathalt än brunnsvattnet från Håtö, dock finns bara två värden från Håtös brunnsvatten som dessutom skiljer sig markant (23 respektive $395 \mu\text{g/l}$) så den jämförelsen kan inte göras.



Figur 12 Ammoniumkoncentrationer

Ammonium analyserades enbart från provtagningen i mars. Förutom Hå.D3 är ammoniumhalten i dikesvattnet högre från Båtviken med $143 \pm 22 \mu\text{g/l}$, mot $59 \mu\text{g/l}$ (55 och 62) för dikesvattnet i Håtö. Jämförelse av brunnsvattnet kan inte göras då resultatet från Håtö inte är tillförlitligt. Båtsvikens brunnsvatten uppvisar dock högre koncentration ammonium jämfört med nitrat, vilket indikerar anoxiska förhållanden.

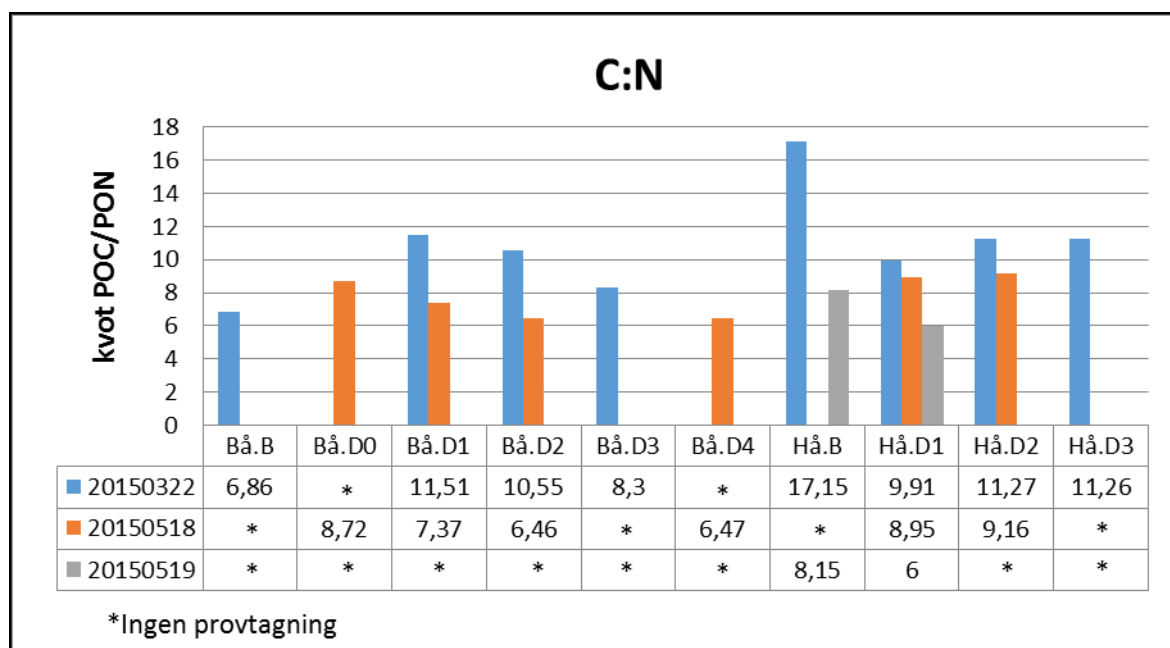


Figur 13 Fosfatkoncentrationer

Dikesvattnet provtaget i mars uppvisar högre koncentration fosfat i Båtsviken än på Håtö. $60 \mu\text{g/l}$ med 7 i standardavvikelse mot $32 \pm 2 \mu\text{g/l}$. Jämförelse mellan områdena från provtagningen den 18:e maj kan inte göras då resultaten från Håtö har mellan 28,6 och

36,4% i relativ standardavvikelse och sålades inte är tillräckligt tillförlitliga. Lokalen Bå.D0 ligger ovanför två mindre dikestillflöden och har signifikant lägre halt fosfat än övriga provtagningspunkter i Båtsviken, samtidigt som nitrathalten är högre. Lokal Hå.D1 uppvisar en 59%-ig nedgång mellan 22:a mars och 18:e maj, och ytterligare en nedgång på 50% till 19:e maj.

Sammantaget är närsaltkoncentrationerna högre i Båtsvikens dikesvattnet jämfört med dikesvattnet i Håtö.



Figur 14 C:N fördelning POM

C:N kvoten minskar närmare utloppet i Båtsvikens dike både i mars och i maj, bortsett från Bå.D4 som troligen är påverkad av vatteninträngning från viken. Den trenden syns inte för dikesvattnet på Håtö, där finns snarare en tendens till ökad C:N kvot närmare utloppet. Brunnsvattnet från Håtö minskar betydligt i C:N kvot mellan mars och maj.

Tabell 3 $\delta^{15}\text{N}$ vs Air, $\delta^{13}\text{C}$ vs PDB, C:N fördelning, POC och PON av POM

	2015-03-22			2015-05-18			2015-05-19		
Lokal	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N (at.)	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N (at.)	$\delta^{13}\text{C}$	$\delta^{15}\text{N}$	C:N (at.)
Bå.B	-27,36	2,51	6,86	*	*	*	*	*	*
Bå.D0	*	*	*	-28,10	2,94	8,72	*	*	*
Bå.D1	-27,99	1,54	11,51	-27,38	1,17	7,37	*	*	*
Bå.D2	-28	1,82	10,55	-28,54	1,44	6,46	*	*	*
Bå.D3	-28,48	1,92	8,3	*	*	*	*	*	*
Bå.D4	*	*	*	-28,49	4,2	6,47	*	*	*
Hå.B	-27,36	2,45	17,15	*	*	*	-27,4	5,17	8,15
Hå.D1	-27,26	3,45	9,91	-28,02	1,79	8,95	-28,6	1,60	6,00
Hå.D2	-27,43	1,67	11,27	-27,88	1,46	9,16	*	*	*
Hå.D3	-28,44	1,79	11,26	*	*	*	*	*	*

Lokal	$\mu\text{g POC/l}$	$\mu\text{g PON/l}$	$\mu\text{g POC/l}$	$\mu\text{g PON/l}$	$\mu\text{g POC/l}$	$\mu\text{g PON/l}$
Bå.B	80	10	*	*	*	*
Bå.D0	*	*	610	60	*	*
Bå.D1	940	70	430	50	*	*
Bå.D2	1230	100	1280	170	*	*
Bå.D3	2130	220	*	*	*	*
Bå.D4	*	*	1510	200	*	*
Hå.B	200	10	*	*	490	10
Hå.D1	1040	90	1670	160	1140	120
Hå.D2	920	70	1710	160	*	*
Hå.D3	1970	150	*	*	*	*

*Ingen provtagning

Vid jämförelse med tabell 1 från Kendall et., al är huvudkällan för det organiska materialet humusämnen. $\delta^{15}\text{N}$ värdet och C:N fördelningen är något låga för ett antal prov för att passa in i den typiska fördelningen för humuspartiklar, men inget mer passande alternativ finns. Bå.D4 har det högsta $\delta^{15}\text{N}$ värdet från dikesvatten och skiljer sig signifikant från övriga provtagningspunkter i Båtsvikens dike, troligen på grund av vatteninträngning från viken Brunnsvattnet från Håtö minskar betydligt i C:N kvot och $\delta^{15}\text{N}$ ökar betydligt från mars till maj, det kan bero på nedbryning av organiskt material och denitrifikation eller inflöde av vatten med annan sammansättning.

Diskussion

Hydrologi

Båtsvikens dike har ett större avrinningsområde och påverkas av fler fastigheter än diket på Håtö, så en direkt jämförelse är inte lämplig. Mängden vatten som transporteras skiljer sig mellan de två dikena, uppskattningsvis 190 l/s för båtsviken och 80 l/s för Håtö den 22:a mars respektive 550 l/s och 170 l/s den 18:e maj. Vidare så går vattnet från Båtsvikens dike direkt ut till recipient medan vattnet i Håtös dike rinner igenom en skogsdunge och inget tydligt utlopp till recipient finns. I mars gick det att ta vattenprover från skogsdungen (se fig 4), men i maj var det inte möjligt då vattnet infiltrerades i marken när de nådde dit. Det kan

inte heller göras en direkt jämförelse mellan områdena beträffande brunnsvattenproverna, då borrhjupet på brunnen i Båtsviken är okänt samtidigt som den inte används mer än till sommarbevattnings då kommunalt vatten är påkopplat.

Hå.D1 provtogs även den 19:e maj och visar på nederbördens betydelse för näringsläckage då nitrat och fosfatkoncentrationerna halveras mellan den 18:e och 19:e maj. Se appendix för nederbördsdata från Norrveda väderstation 12 km från de aktuella områdena. Det regnade nio dagar i streck innan den 18:e maj och dagen innan var nederbörden 14,3 mm. Den 18:e maj noteras en nederbörd på 0,3 mm. Det indikerar att marken släpper ifrån sig betydligt mer näringsämnen när den är vattenmättad.

Jämförelse mellan Båtsviken och Håtö

Ett statistiskt student t.test genomfördes för att utröna signifikanta skillnader mellan områdena beträffande de parametrar som analyserats, inom ett 95% konfidensintervall. Provtagningspunkt Bå.D4 utelämnades då den troligen är påverkad av vatten från viken.

Tabell 4 Jämförelse mellan områdena med Student T.Test på nitrat, ammonium, fosfat, $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$, POC, PON och C:N kvot värden från dikesvatten, exklusive provtagningspunkt Bå.D4

	Medel Båtsviken	Medel Håtö	Antal Båtsviken	Antal Håtö	Normalfördelning	p - värde	Signifikant skillnad med 95% konfidensintervall
NO ₃ 22/3-15 (µg/l)	1110	307	3	3	Ensidig	0,01	Ja
NO ₃ 18/5-15 (µg/l)	382	173	4	2	Ensidig	0,001	ja
NO ₃ 22/3-15 och 18/5-15 (µg/l)	675	253	7	5	Ensidig	0,02	ja
NH ₄ 22/3-15 (µg/l)	143	93	3	3	Ensidig	0,14	Nej
PO ₄ 22/3-15 (µg/l)	60	32	3	3	Ensidig	0,014	Ja
PO ₄ 18/5-15 (µg/l)	19	19	4	4	Ensidig		
PO ₄ 22/3-15 och 18/5-15(µg/l)	39	27	6	5	Ensidig	0,476	Nej
$\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ vs PDB 22/3-15	-28,16	-27,71	3	3	Tvåsidig	0,35	Nej
$\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ vs PDB 18/5-15	-28,01	-27,95	3	2	Tvåsidig	0,88	Nej
$\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ vs PDB 22/3-15 och 18/5-15	-28,08	-27,81	6	5	Tvåsidig	0,34	Nej
$\delta^{15}\text{N}$ vs air 22/3-15	1,76	2,3	3	3	Tvåsidig	0,45	Nej
$\delta^{15}\text{N}$ vs air 18/5-15	1,85	1,63	3	2	Tvåsidig	0,73	Nej
$\delta^{15}\text{N}$ vs air 22/3-15 och 18/5-15	1,81	2,03	6	5	Tvåsidig	0,62	Nej
POC/l 22/3-15	1433	1310	3	3	Tvåsidig	0,81	Nej
POC/l 18/5-15	773	1690	3	2	Ensidig	0,035	Ja
POC/l 22/3-15 och 18/5-15	1103	1462	6	5	Tvåsidig	0,292	Nej
PON/l 22/3-15	130	103	3	3	Tvåsidig	0,642	Nej
PON/l 18/5-15	93	160	3	2	Tvåsidig	0,225	Nej
PON/l 22/3-15 och 18/5-15	112	126	6	5	Tvåsidig	0,683	Nej
C:N kvot 22/3-15	10,12	10,81	3	3	Tvåsidig	0,559	Nej
C:N kvot 18/5-15	7,52	9,06	3	2	Ensidig	0,07	Nej
C:N kvot 22/3-15 och 18/5-15	8,82	10,11	6	5	Tvåsidig	0,149	Nej

p-värdena visar en signifikant skillnad mellan områdena för nitratkoncentrationerna i mars och maj, för fosfatkoncentrationerna i mars och för POC koncentrationerna i maj.

För den isotopiska sammansättningen finns ingen signifikant skillnad mellan områdena, men $\delta^{15}\text{N}$ och $\delta^{13}\text{C}$ är sammantaget något tyngre på Håtö. Vad gäller det högsta uppmätta värdet av $\delta^{15}\text{N}$ från dikesvattnet på 3,5‰ från Hå.D1 så verkar sorkar hålla till i ett rör som sammankopplar de aktuella diket med ett annat mindre dike. En sork simmade dock ut precis efter provtagning, och det kan möjligen ha påverkat resultatet, men det är enbart spekulativt. Det går inte att se några tecken på avloppspåverkan i den isotopiska sammansättningen. Studien indikerar således skillnaderna i $\delta^{15}\text{N}$ och $\delta^{13}\text{C}$ och C:N av POM inte skiljer sig åt tillräckligt mellan BDT-vatten och dagvatten för den valda metoden för källspårning. Om icke separerade avloppslösningar funnits hade resultatet möjligen varit annorlunda, både vad gäller den isotopiska sammansättningen av POM och koncentrationen av närsalter i dikesvattnet.

Nitratkoncentrationerna är konsekvent högre i Båtsvikens dikesvatten medan ammonium och fosfatkoncentrationerna är högre med varsitt undantag. Den högre koncentrationen ammonium från provtagningspunk Hå.D3 jämfört med övriga provtagningspunkter på Håtö beror troligen på att istäckning hindrat syretillförseln (se fig 4 till höger). Vid tidjämförelse minskar koncentrationerna för varje provtagningstillfälle. Den naturliga barriärförmågan som motverkar näringsläckage är lägre under vinterhalvåret och skillnaden är betydligt större i Båtsviken. Troligen beror det på att växtlighet som kan ta upp närsalterna är mindre omfattande i mars. Dessutom motverkar tjäle infiltration och ökar ytavrinningen vilket minskar retentionen av vattnet. En ökad retention av dikesvattnet i Båtsviken skulle möjligen minska den relativa skillnaden från vinter till vår-sommar till samma nivå som på Håtö, samtidigt som näringsläckaget under sommarhalvåret skulle minska. Ett sätt att göra det är att återställa den våtmark som diket en gång troligen utdikats från. En sammanställande studie på våtmarker visade att näringsläckaget i genomsnitt kan minska med 40% i en våtmark från inlopp till utlopp (Land et al., 2016).

Totalkväve (N_{tot}) kan bestämmas från medelvärdena för 22:a mars och $N_{\text{tot}}-\text{NH}_4$ för 18:e maj. Hur stor del som når recipient från Håtös dike är oklart, troligen sker en minskning men fler analyser behövs för att fastslå det, samt avgöra omfattningen.

Tabell 5 Totalkväve och totalkväve minus ammonium

	22: mars	18:e maj
	N_{tot}	$N_{\text{tot}}-\text{NH}_4$
Båtsviken	490 $\mu\text{g/l}$	180 $\mu\text{g/l}$
Håtö	240 $\mu\text{g/l}$	140 $\mu\text{g/l}$

Det typiska C:N förhållandet för humuspartiklar är 8-15 och >15 för terrestriska växter (Kendall et al.,) De flertalet uppmätta låga fördelningsvärdena indikerar att det finns ett överskott av kväve, vilket tyder på att områdena och de verksamheter som sker där bidrar till övergödning av recipient.

Förhållandet mellan löst kväve (DIN) och löst fosfor (DIP) kan beräknas för provtagningen i mars. I Båtsviken var det 18,5:1 och ett överskott på kväve, medan det på Håtö var 13,6 och ett överskott på fosfor. Den skillnaden kan möjligen bero på näringsläckage från de enskilda avloppen på Håtö.

Vattenkvalitet

Det finns inga fastställda riktvärden för kväve gällande dagvatten, utan en bedömning görs för varje enskilt fall beroende på recipient. Den klassificering som oftast används även för dikesvatten är egentligen ämnad för sjöar och vattendrag: Låga halter: <123 µg/l, Måttliga halter: 125-500 µg/l Höga halter: >500 µg/l (Naturvårdsverket 1999). Enligt den klassificeringen är totalkvävehalten måttlig för dikesvattnet i den här studien. Även om ammoniumkoncentrationen fanns med från 18:e maj så är det ytterst osannolikt att något värde skulle vara >500 µg. Viksystemet är dock känslig då det är trösklad på flera ställen (se fig 2) och har begränsat utbyte med övriga Östersjön. Samtidigt som viksystemet är stort (se fig 2) och kantat av fastigheter och fritidshusområden. Så i det här enskilda fallet bör ett gränsvärde lägre än genomsnittet sättas.

Båtsvikens samfällighetsförening har observerat en tydlig ökning av växtlighet och grumlighet i deras vik de senaste tio åren. Att anlägga en våtmark skulle minska belastningen av närsalter samt POM från det enskilda diket, men fler åtgärder måste troligen till längs hela viksystemet för att en klar förbättring av miljöstatusen i viken ska ske.

Möjliga felkällor

Avrinningsområdet är bedömt efter höjdkurvor och är troligen inte helt korrekt.

Under provtagningen kan bottensediment rörts upp och påverkat resultatet.

Slutsatser

Ingen tydlig miljöförbättring kan visas genom att ansluta ett fritidshusområde med torra lösningar och slutna tankar som avloppslösning för klosettvattnet till kommunalt vatten och avlopp. Om dessutom vattentillgången är god, vilket verkar vara fallet på Håtö, är det kanske bättre ur ett miljöperspektiv att lägga resurser på andra åtgärder för att minska näringsläckaget från fritidshusområden.

Dagvattenhanteringen i fritidshusområden bör ses över och en ökad retention på dagvattnet eftersträvas. Det skulle bidra till att minska belastning av näringsämnen och påverkan av känsliga recipienter från fritidshusområden.

Tack

Författaren vill rikta ett stort tack till handledaren Volker Brüchert, Stockholms Universitet och till handledaren Jonathan Alm, Utvecklingscentrum för vatten, Campus Roslagen. Även ett stort tack till Amelia Morey Strömberg och Git Jugen på Utvecklingscentrum för Vatten, Campus Roslagen AB, samt till Ulf Linderholm som försåg författaren med den morot som krävdes för att arbetet skulle färdigställas. Och övriga medarbetare på Campus Roslagen AB. Kristina Larsson, Vatteninfo AB, Heike Siegmund och Jörgen Ek, Stockholms Universitet. Alan Wiech för hjälp med provtagning och bildposering. Torbjörn Mattson på bygg- och miljökontoret och Anders Franzén på plan- och exploateringsavdelningen, Norrtälje

kommun. Håtö tomtägarförening och Båtsvikens samfällighetsförening, med särskilt tack till fastighetsägare Anders Ericsson.

Referenser

Fry B., Brand W., Mersh F.J., Tholke K and Garritt R. (1992) Automated analysis system for coupled $\delta^{13}\text{C}$ $\delta^{15}\text{N}$ measurements. *Anal Chem.* **64**, 288-291

Heaton, T. H. E.: Isotopic studies of nitrogen pollution in the hydrosphere and atmosphere: A review, *Chemical Geology*, 59, 87– 102, 1986.

HELCOM, 2015. Updated Fifth Baltic Sea pollution load compilation (PLC-5.5). Baltic Sea Environment Proceedings No. 145

HELCOM, 2014. Eutrophication status of the Baltic Sea 2007-2011 - A concise thematic assessment. Baltic Sea Environment Proceedings No. 143

http://www.scb.se/sv_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Hushallens-ekonomi/Inkomster-och-inkomstfordelning/Hushallens-ekonomi-HEK/7289/7296/Antal-hushall/146283/_Hämtad-2016-05

Ingri, J. (2012). *Introduktion i miljögeokemi*. (1. uppl.) Lund: Studentlitteratur.

Kendall, C., D.H. Doctor, and M.B. Young. 2014. "7.9: Environmental Isotope Applications in Hydrologic Studies." *Treatise On Geochemistry* 273-327.

Kendall, C., and D.H. Doctor. 2003. "5.11: Stable Isotope Applications in Hydrologic Studies." *Treatise On Geochemistry, Ten Volume Set* 319-364.

Kendall C., Silva S. R., and Kelly V. J. (2001b) Carbon and nitrogen isotopic compositions of particulate organic matter in four large river systems across the United States. *Hydrol. Process.* 15, 1301–1346.

Land M., Granéli W., Grimvall A., Hoffmann C.C., Mitsch W.J., Tonderski K.S., Verhoeven J.T. (2016). How effective are created or restored freshwater wetlands for nitrogen and phosphorus removal? A systematic review.

M., Voss, Deutsch B., Elmgren R., Humborg C., Kuuppo P., Pastuszak M., Rolff C., and Schulte U. 2006. "Source identification of nitrate by means of isotopic tracers in the Baltic Sea catchments." *Biogeosciences* no. 4: 663. *Directory of Open Access Journals*, EBSCOhost (accessed May 19, 2016).

Naturvårdsverket, 2012, Rening av avloppsvatten i Sverige

Naturvårdsverket, 1999, Rapport 4913, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet- Sjöar och Vattendrag.

Perkins MJ, McDonald RA, van Veen FJF, Kelly SD, Rees G, Bearhop S (2014) Application of Nitrogen and Carbon Stable Isotopes ($\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$) to Quantify Food Chain Length and Trophic Structure. PLoS ONE 9(3): e93281. doi:10.1371/journal.pone.0093281

Program för utveckling av kommunalt vatten och avlopp i Norrtälje kommun 2010-2030

SMED Rapport Nr 166, 2015

SMHI FAKTABLAD NR 55, 2012

Thang., M.N., Brüchert, V., Formolo, M., Wegener, G., Ginters, L., Jorgensen, B.B., Ferdelman, T.G., 2012, The impact of Sediment and Carbon Fluxes on the Biogeochemistry of Methane and Sulfur in Baltic Sea Sediments (Himmerfjärden, Sweden), *Estuaries and Coasts*, DOI 10.1007/s12237-012-9557-0

Ærtebjerg, G., Andersen, J.H. & Hansen, O.S. (eds.) (2003) Nutrients and Eutrophication in Danish Marine Waters. A Challenge for Science and Management. National Environmental Research Institute. 126 pp.

Stockholms universitet, Naturvetenskapliga fakulteten, Stockholms universitets Östersjöcentrum, Baltic Nest Institute, Originator, Naturvetenskap, Biologisk geovetenskapliga verksamhetsområdet, Geocentrum II (Centrum för geobiosfärsvetenskap), Geologiska institutionen, Kvartärgeologi, Publisher Lunds universitet, Science, Section of Biological and Earth Sciences, Geocentre II (GeoBiosphere Science Centre), Department of Geology, Quaternary Sciences, Publisher Lund University, Jacob, Author Carstensen, Jesper H., Author Andersen, Bo G., Author Gustafsson, and Daniel J., Author Conley. 2014. "Deoxygenation of the Baltic Sea during the last century." *Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America* 5628

V. Mohrholz, M. Naumann, G. Nausch, S. Krüger, U. Gräwe, Fresh oxygen for the Baltic Sea An exceptional saline inflow after a decade of stagnation, Journal of Marine Systems, Volume 148, August 2015, Pages 152-166, ISSN 0924-7963

Appendix

Temperatur, pH och Alkalinitet

Tabell 1 Temperatur, pH och alkalinitet

Lokal	Datum	Temperatur vatten °C	Temperatur luft °C	pH	Alkalinitet meq/l	Salinitet ‰
Bå.B	20150322	7,0	*	*	*	*
Bå.D1	20150322	1,0	1,1	*	*	*
Bå.D2	20150322	1,0	1,2	*	*	*
Bå.D3	20150322	0,7	1,2	*	*	*
Hå.B	20150322	6,4	*	*	*	*
Hå.D1	20150322	0,7	1,1	*	*	*
Hå.D2	20150322	0,7	1,1	*	*	*
Hå.D3	20150322	1,0	1,2	*	*	*
Bå.D0	20150518	8,0	20,5	7,61	4,66	0
Bå.D1	20150518	8,2	20,5	7,38	4,46	0
Bå.D2	20150518	9,0	20,6	7,42	4,59	0
Bå.D4	20150518	11,0	20,2	7,61	1,64	5
Hå.D1	20150518	10,0	20,5	6,80	0,89	0
Hå.D2	20150518	10,8	20,7	7,08	1,17	0
Hå.B	20150519	9,2	20,5	7,30	3,89	0
Hå.D1	20150519	8,3	20,6	6,84	0,78	0
* Ingen provtagning						

Närsalter

Tabell 2 Nitratkoncentrationer med standardavvikelse och relativ standardavvikelse

Lokal	Datum	Prov	NO3 µmol/l	NO3 µg/l	Medelvärde NO3 µg/l	Standardavvikelse	%Relativ standardavvikelse
Bå.B*	20150322	bå.b2	0,27	23	21	xxx	xxx
		bå.b3	0,24	20			
Bå.D1	20150322	bå.d1:3	12,39	1035	1048	6,68	0,9%
		bå.d1:4	12,63	1055			
		bå.d1:5	12,60	1053			
Bå.D2	20150322	bå.d2:3	16,06	1342	1339	1,56	0,2%
		bå.d2:4	16,00	1337			
		bå.d2:5	16,01	1338			
Bå.D3*	20150322	bå.d3:3	11,29	943	943	xxx	xxx
Hå.B*	20150322	hå.b3	0,27	23	209	xxx	xxx
		hå.b4	4,73	395			
Hå.D1	20150322	hå.d1:2	4,23	353	332	6,64	2,6%
		hå.d1:3	4,02	336			
		hå.d1:4	4,00	334			
		hå.d1:5	3,66	306			
Hå.D2	20150322	hå.d2:2	3,77	315	309	3,41	1,5%
		hå.d2:3	3,64	304			
		hå.d2:4	3,68	308			
Hå.D3*	20150322	hå.d3:2	3,44	287	281	xxx	xxx
		hå.d3:3	3,29	275			
Bå.D0	20150518	2bå.d0:1	6,61	410	412		0,5%
		2bå.d0:2	6,61	410			
		2bå.d0:3	6,69	415			
Bå.D1	20150518	2bå.d1:1	5,89	365	368		0,5%
		2bå.d1:2	5,97	370			
		2bå.d1:3	5,97	370			
Bå.D2	20150518	2bå.d2:1	5,89	365	365		1,1%
		2bå.d2:2	5,97	370			
		2bå.d2:3	5,81	360			
Bå.D4*	20150518	2bå.d4:1	6,45	400	252		42,1%
		2bå.d4:2	2,50	155			
		2bå.d4:3	3,23	200			
Hå.D1	20150518	2hå.d1:1	2,66	165	165		0,0%
		2hå.d1:2	2,66	165			
		2hå.d1:3	2,66	165			
Hå.D2	20150518	2hå.d2:1	2,90	180	180		0,0%
		2hå.d2:2	2,90	180			
		2hå.d2:3	2,90	180			
Hå.B	20150519	3hå.b:1	0,97	60	62		3,2%
		3hå.b:2	1,05	65			
		3hå.b:3	0,97	60			
Hå.D1	20150519	3hå.d1:1	1,29	80	80		0,0%
		3hå.d1:2	1,29	80			
		3hå.d2:3	1,29	80			
*För hög relativ standardavvikelse eller otillräckligt antal värden							

Tabell 3 Ammoniumkoncentrationer med standardavvikelse och relativ standardavvikelse

Lokal	Datum	Prov	NH4 µmol/l	NH4 µg/l	Medelvärde NH4 µg/l	Standardavvikelse	%Relativ standardavvikelse
Bå.B*	20150322	bå.b2	6,33	114,19	114	xxx	xxx
		bå.b3	6,31	113,83			
Bå.D1	20150322	bå.d1:3	8,35	150,63	153	2,81	1,8%
		bå.d1:4	8,37	150,99			
		bå.d1:5	8,69	156,77			
Bå.D2	20150322	bå.d2:3	6,50	117,26	112	5,90	5,2%
		bå.d2:4	6,42	115,82			
		bå.d2:5	5,77	104,09			
Bå.D3*	20150322	bå.d3:3	9,10	164,16	164	xxx	xxx
Hå.B*	20150322	hå.b3	9,08	163,80	94	xxx	xxx
		hå.b4	1,31	23,63			
Hå.D1	20150322	hå.d1:2	3,17	57,19	55	5,68	10,3%
		hå.d1:3	2,64	47,63			
		hå.d1:4	3,39	61,16			
Hå.D2	20150322	hå.d2:2	3,23	58,27	62	4,26	6,8%
		hå.d2:3	3,78	68,19			
		hå.d2:4	3,35	60,43			
Hå.D3*	20150322	hå.d3:2	8,38	151,18	161	xxx	xxx
		hå.d3:3	9,47	170,84			
*För hög relativ standardavvikelse eller otillräckligt antal värden							

Tabell 4 Fosfatkoncentrationer med standardavvikelse och relativ standardavvikelse

Lokal	Datum	Prov	PO4 µmol/l	PO4 µg/l	Medelvärde PO4 µg/l	Standardavvikelse	Relativ standardavvikelse
Bå.B*	20150322	bå.b2	0,07	7	6	xxx	xxx
		bå.b3	0,06	6			
Bå.D1	20150322	bå.d1:3	0,54	51	51	0,45	0,9%
		bå.d1:4	0,53	50			
		bå.d1:5	0,54	51			
Bå.D2	20150322	bå.d2:3	0,76	72	69	3,38	4,9%
		bå.d2:4	0,75	71			
		bå.d2:5	0,68	65			
Bå.D3*	20150322	bå.d3:3	0,62	59	59	xxx	xxx
Hå.B	20150322	hå.b3	0,34	32	25	xxx	xxx
		hå.b4	0,19	18			
Hå.D1	20150322	hå.d1:2	0,38	36	34	2,37	7,1%
		hå.d1:3	0,32	30			
		hå.d1:4	0,36	34			
		hå.d1:5	0,30	28			
Hå.D2	20150322	hå.d2:2	0,31	29	30	0,45	1,5%
		hå.d2:3	0,31	29			
		hå.d2:4	0,32	30			
Hå.D3*	20150322	hå.d3:2	0,32	30	32	xxx	xxx
		hå.d3:3	0,36	34			
Bå.D0	20150518	2bå.d0:1	0,07	7	7	0	0,0%
		2bå.d0:2	0,07	7			
		2bå.d0:3	0,08	8			
Bå.D1	20150518	2bå.d1:1	0,31	29	28	1	3,6%
		2bå.d1:2	0,29	28			
		2bå.d1:3	0,28	27			
Bå.D2	20150518	2bå.d2:1	0,23	22	22	1	4,5%
		2bå.d2:2	0,25	24			
		2bå.d2:3	0,22	21			
Bå.D4*	20150518	2bå.d4:1	0,23	22	13	6	46,2%
		2bå.d4:2	0,08	8			
		2bå.d4:3	0,09	9			
Hå.D1*	20150518	2hå.d1:1	0,11	10	14	4	28,6%
		2hå.d1:2	0,21	20			
		2hå.d1:3	0,13	12			
Hå.D2*	20150518	2hå.d2:1	0,36	34	23	8	34,8%
		2hå.d2:2	0,21	20			
		2hå.d2:3	0,17	16			
Hå.B*	20150519	3hå.b:1	0,08	8	11	4	36,4%
		3hå.b:2	0,18	17			
		3hå.b:3	0,09	9			
Hå.D1	20150519	3hå.d1:1	0,07	7	7	0	0,0%
		3hå.d1:2	0,07	7			
		3hå.d2:3	0,07	7			
*För hög relativ standardavvikelse eller otillräckligt antal värden							

Isotopfördelning, POC, POC och C:N fördelning

Tabell 5 Isotopfördelning, POC, POC och C:N fördelning

Lokal	Datum	$\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ vs PDB	$\delta^{15}\text{N}$ vs air	$\mu\text{g POC} / \text{l}$	$\mu\text{g PON} / \text{l}$	$\mu\text{mol POC/l}$	$\mu\text{mol PON/l}$	POC:PON (at.)
Bå.B	20150322	-27,36	2,51	80	10	960,856	140,07	6,86
Bå.D1	20150322	-27,99	1,54	940	70	11290,058	980,47	11,51
Bå.D2	20150322	-28	1,82	1230	100	14773,161	1400,67	10,55
Bå.D3	20150322	-28,48	1,92	2130	220	25582,791	3081,47	8,3
Hå.B	20150322	-27,36	2,45	200	10	2402,14	140,07	17,15
Hå.D1	20150322	-27,26	3,45	1040	90	12491,128	1260,6	9,91
Hå.D2	20150322	-27,43	1,67	920	70	11049,844	980,47	11,27
Hå.D3	20150322	-28,44	1,79	1970	150	23661,079	2101,01	11,26
Bå.D0	20150518	-28,1	2,94	610	60	7326,527	840,4	8,72
Bå.D1	20150518	-27,38	1,17	430	50	5164,601	700,34	7,37
Bå.D2	20150518	-28,54	1,44	1280	170	15373,696	2381,14	6,46
Bå.D4	20150518	-28,49	4,2	1510	200	18136,157	2801,34	6,47
Hå.D1	20150518	-28,02	1,79	1670	160	20057,869	2241,07	8,95
Hå.D2	20150518	-27,88	1,46	1710	160	20538,297	2241,07	9,16
Hå.D1	20150519	-28,58	1,6	1140	120	13692,198	1680,8	8,15
Hå.B	20150519	-27,37	5,17	490	70	5885,243	980,47	6

Nederbördsdata

Tabell 6 Nederbördsdata Norrvreda klimatstation Källa: SMHI

Stationsnamn	Klimatnummer	Mäthöjd (meter över marken)	Höjd (meter över havet)
Norrvreda	98500	2.0	25.0
Parameternamn	Beskrivning	Longitud (decimalgrader)	Latitud (decimalgrader)
Nederbördsmängd	summa 1 dygn, 1 gång/dygn, kl 06	18.9524	59.8298
<u>Från Datum Tid (UTC)</u>	<u>Till Datum Tid (UTC)</u>	<u>Representativt dygn</u>	<u>Nederbördsmängd (mm)</u>
2015-03-03 06:00	2015-03-04 06:00	2015-03-03	0.0
2015-03-04 06:00	2015-03-05 06:00	2015-03-04	0.9
2015-03-05 06:00	2015-03-06 06:00	2015-03-05	3.2
2015-03-06 06:00	2015-03-07 06:00	2015-03-06	0.5
2015-03-07 06:00	2015-03-08 06:00	2015-03-07	0.0
2015-03-08 06:00	2015-03-09 06:00	2015-03-08	0.0
2015-03-09 06:00	2015-03-10 06:00	2015-03-09	0.0
2015-03-10 06:00	2015-03-11 06:00	2015-03-10	0.0
2015-03-11 06:00	2015-03-12 06:00	2015-03-11	0.0
2015-03-12 06:00	2015-03-13 06:00	2015-03-12	0.0
2015-03-13 06:00	2015-03-14 06:00	2015-03-13	0.0
2015-03-14 06:00	2015-03-15 06:00	2015-03-14	0.0
2015-03-15 06:00	2015-03-16 06:00	2015-03-15	0.0
2015-03-16 06:00	2015-03-17 06:00	2015-03-16	0.0
2015-03-17 06:00	2015-03-18 06:00	2015-03-17	0.0
2015-03-18 06:00	2015-03-19 06:00	2015-03-18	0.0
2015-03-19 06:00	2015-03-20 06:00	2015-03-19	0.0
2015-03-20 06:00	2015-03-21 06:00	2015-03-20	1.9
2015-03-21 06:00	2015-03-22 06:00	2015-03-21	0.0
2015-05-01 06:00	2015-05-02 06:00	2015-05-01	0.2
2015-05-02 06:00	2015-05-03 06:00	2015-05-02	0.2
2015-05-03 06:00	2015-05-04 06:00	2015-05-03	0.0
2015-05-04 06:00	2015-05-05 06:00	2015-05-04	1.1
2015-05-05 06:00	2015-05-06 06:00	2015-05-05	5.3
2015-05-06 06:00	2015-05-07 06:00	2015-05-06	3.2
2015-05-07 06:00	2015-05-08 06:00	2015-05-07	0.0
2015-05-08 06:00	2015-05-09 06:00	2015-05-08	0.0
2015-05-09 06:00	2015-05-10 06:00	2015-05-09	2.7
2015-05-10 06:00	2015-05-11 06:00	2015-05-10	0.9
2015-05-11 06:00	2015-05-12 06:00	2015-05-11	1.1
2015-05-12 06:00	2015-05-13 06:00	2015-05-12	12.3
2015-05-13 06:00	2015-05-14 06:00	2015-05-13	8.3
2015-05-14 06:00	2015-05-15 06:00	2015-05-14	0.2
2015-05-15 06:00	2015-05-16 06:00	2015-05-15	2.7
2015-05-16 06:00	2015-05-17 06:00	2015-05-16	3.0
2015-05-17 06:00	2015-05-18 06:00	2015-05-17	14.4
2015-05-18 06:00	2015-05-19 06:00	2015-05-18	0.3
2015-05-19 06:00	2015-05-20 06:00	2015-05-19	4.0