

Variationen av kväve- och fosforhalten i olika biflöden till Hagaån

JENNIE HANSSON 2019
MVEK02 EXAMENSARBETE FÖR KANDIDATEXAMEN 15 HP
MILJÖVETENSKAP | LUNDS UNIVERSITET



Omslagsbilden visar ett biflöde till Hagaån, Orust. Fotad av Jennie Hansson 2019.

Variationen av kväve- och fosforhalten i olika biflöden till Hagaån

Jennie Hansson

2019



LUNDS
UNIVERSITET

Jennie Hansson

MVEK02 Examensarbete för kandidatexamen 15 Hp, Lunds universitet

Intern handledare: Maria Hansson, Center for Environmental and Climate Research (CEC), Lunds universitet

Extern handledare: Andreas Höglind, Orust kommun

CEC - Centrum för miljö- och klimatforskning
Lunds universitet
Lund 2019

Abstract

Eutrophication of aquatic environments is a worldwide problem which is usually caused by leakage of nutrients from human activities on land. The primary production rises greatly when concentrations of phosphor and nitrogen increases, which can result in disturbances in the ecosystems. The aim of this project was to analyse the content of total-phosphor and total-nitrogen in different flow rates in the tributaries to the stream Hagaån on the island of Orust in the western of Sweden and identify relevant strategies to decrease the leakage. The material and information for this study was collected in two ways: a synoptic method was used to perform the water samplings, which was then combined with information retrieved from a literature analysis. The results show that a lower flow stream contains a higher concentration of nutrients and that nitrogen is added to the stream between sample 1 and 2 which needs to be further investigated. The results also show that the load of nutrients depend on the environment of the catchment area. The stream also transports the nutrients downstream which causes troubles making the estimation from where the nutrients originate. The results imply that further studies are needed to consider more factors that is influencing the result as soil and crops and investigate if there are any correlations between agriculture land and nutrient leakage in Orust due to the potential problem. Moreover, better communication between farmers and the municipality is essential to achieve a better environment and sustainable waterways.

Innehållsförteckning

Abstract 5

Innehållsförteckning 7

Inledning 9

Syfte och frågeställningar 13

Angränsningar 13

Metod 15

Områdesbeskrivning 15

Provtagningslokaler och utförande av synoptisk provtagning 16

Bearbetning av data 17

Etisk reflektion 18

Resultat 19

Fältobservation av provtagningslokaler 19

Totalkväve och totalfosfor i biflöden till Hagaån 21

Näringshalten av kväve och fosfor i huvudflödet, Hagaån 23

Nederbörd från klimatstation i Henån 25

Diskussion 27

Slutsatser 35

Tack 37

Referenser 39

Bilaga 1 43

Inledning

En stor del av de miljöproblem som mänskligheten står inför idag grundar sig i antropogena aktiviteter. Näringsläckage från mark till sjöar, vattendrag och hav sker naturligt men förstärks av antropogen påverkan som då kan leda till eutrofiering vilket är ett stort miljöproblem i samhället idag. Människan har länge nyttjat jordens resurser och i samband med att antalet människor på jorden ökar, ökar också markanvändningen. Det gör det ännu viktigare att nyttja marken på ett långsiktigt hållbart sätt för att inte försämra kvalitet och kvantitet hos vatten och mark (Fortner m.fl., 2012). Skagerak i Bohuslän är främst påverkat av överfiske och eutrofiering (Bergström m.fl., 2016) men det föreligger delade meningar om vad som ger den största påverkan på fjordsystemen. En studie visar på att torskens kraftiga minskning genom årtionden beror på ett överfiske (Sveda, 2003) medan en motsvarande studie visar att den övergödning som sker på kusten ger indirekta effekter på livsmiljökvaliteten och försämrar situationen för fisk (Bergström m.fl., 2016). Samband har också hittats mellan en förlust av djurplankton och övergödning av Baden m.fl. (1990), vilket kan vara en bidragande faktor till tillväxten av fintrådiga alger och reduktionen av sjögräset på västkusten.

De antropogena utsläppen av fosfor och kväve står för tre fjärdedelar av det totala utsläppet där jordbruk är den främsta huvudorsaken (Granström, 2016, s. 113–127). Näring som tillförs i vattenmiljöer har olika ursprung som genom läckage från avloppsreningsverk, industrier och jordbruk. Vanliga orsaker till näringsläckage från marken är genom översvämning av vattendraget eller att regnvatten ansamlats på lantbruksmarken och därpå fört med sig näringen i antingen partikel- eller i löst form till vattendrag (Marston, 1989). Mängden av näringen som når vattendraget beror på hur marken är behandlad innan kraftig nederbörd eller översvämningar (Marston, 1989). Näring transporteras genom mindre vattenflöden till större vattenområden där omblandning vanligen är låg. Mycket näring i vattnet främjar tillväxt av alger och igenväxning vilket kan ge upphov till flera storskaliga konsekvenser som exempelvis syrebrist och påverkan på hela ekosystemet (Kaiser m.fl., 2011, s. 414). Om algblomningen består av giftbildande alger producerar algerna toxiner vilka påverkar hälsan hos både människor och djur (Sveriges miljömål, 2018). Östersjön är ett av flera typexempel på områden där det är väldokumenterat att massiva blomningar sker återkommande (Kaiser m.fl., 2011, s. 414). Områden som främst är utsatta för övergödning är där det sker ett lågt utbyte av bottenvattnet, där det inte är några

stora tidvattenskillnader och där det är tydliga skiktningar i vattnet (Baden m.fl., 1990).

Det är också viktigt att uppmärksamma utbytet av substanser mellan sediment och vatten i vattendrag (Erickson & Auer, 1998). För substanser som syre, kväve och fosfor kan det vara en dominerande faktor vid massa-beräkningar av substanser. Det kan bidra till stora variationer av halterna samt variation inom olika vattensystem (Erickson & Auer, 1998). Om vattendraget blir syrefritt kommer fosfor och ammonium att frisättas och blandas i ytvattnet och på så sätt transporteras nedströms (Granström, 2016, s. 113–127).

Användandet av gödsel i jordbruk är en av de största antropogena utsläppskällorna av kväve till sötvattenssystem innehållande främst ammonium som bildats av ammoniak (Harrison, 2014, s. 87). Fosfor tillförs också vattendrag genom jordbruk och bidrar till att vegetation i vattendrag får en snabbare tillväxt genom den höga koncentrationen (Bydén m.fl., 2003). De generella formerna av fosfor som försvinner från jordbruksmark är löst reaktivt fosfor, (DRP), löst organiskt fosfor, (DOP), och suspenderat fosfor i sediment partiklar, (PP), (Parfitt m.fl., 2013). Medan de vanligaste formerna av kväve i vatten är ammonium (NH_3) och nitrat (NO_3) (Marston, 1989; Granström, 2016, s. 113-127). Kväve utlakas genom jordmånen till vattendrag via dränering eller till grundvattnet (Kyllmar m.fl., 2014).

Fosfor i suspenderad form bildas främst vid oväder då erosion är mer förekommande (Owens & Walling, 2002). Generellt, sker det större förluster av fosfor vid dåliga väderförhållanden som vid kraftig nederbörd och vind (Zealand, 2006). Fosfor kan därefter lagras i sediment och sedimenterar också vanligen på vattendragets botten (Owens & Walling, 2002). Vid nedbrytning av vegetation frigörs fosfat från de döda cellerna, vilket är en anledning till att både bottensediment och bottenvatten är rikt på fosfor (Bydén m.fl., 2003). Andra parametrar som väder, kemiska eller biologiska processer och erosion orsakar turbulens av sediment och frigör fosfor i vattnet som då blir biotillgängligt (Naturvårdsverket, 2003). Både fosfor i partikelform eller i löst reaktiv form förs då med strömmen nedströms (Parfitt m.fl., 2013).

Vegetation nyttjar först ammonium och sedan nitrat som kvävekällor eftersom det krävs minst energi vid omvandlingen och därför orsakar ammonium normalt en kraftig alg tillväxt (Bydén m.fl., 2003). Kväve är ett essentiellt ämne för växter som omvandlas till proteiner och aminosyror (Granström, 2016, s.113-127) men finns i alla levande organismer (Bydén m.fl., 2003). Vid nedbrytning av proteiner och kväverika föreningar bildas ammonium och koncentrationen är högst under hösten eftersom nedbrytningen dominerar den biologiska produktionen. I syrerika vatten finns fosfat-fosfor ($\text{PO}_4\text{-P}$) vilket är den enda formen av fosfor som växter kan ta upp. Fosfat kan också omvandlas från fosfor för att möjliggöra upptag för vegetation (Bydén m.fl., 2003).

Genom mineralisering är kväve generellt ackumulerat i jorden från skörden till hösten (Kyllmar m.fl., 2014). Då tillkommer mycket nederbörd som bidrar till att kvävet urlakas och vattendraget får då vanligen näringstoppen för året. Vid kraftig nederbörd blir även näringen i vattnet utspädd och koncentrationen lägre. Fosforkoncentrationen varierar med olika säsonger, speciellt i lerjordar. Kraftiga och återkommande regnfall bidrar till erosion av jord vilket fosfor gärna är bundet till. Näringsläckaget beror därav också på klimat, jordart, grödor och betestryck. Variationen av kvävehalten i förhållande till olika faktorer syns också tydligare vid mindre vattenområden än vid större vattendrag (Kyllmar m.fl., 2014).

Kalvöfjorden, som gränsar till Orust- och Tjörns kommun i Västra Götaland, har ansamlingar av fintrådiga alger och är klassat som ett övergödningsskänsligt område (Erlandsson m.fl., 2009). En undersökning gjord av VISS (2019a), (Vatten information system Sverige) har påvisat att Hagaån som mynnar till Kalvöfjorden innehåller höga halter av näring. En anledning kan vara, de omgivande lantbruksmarkerna till biflödena till Hagaån (VISS, 2019a). Hagaåns recipient, Kalvöfjorden gränsar till omgivande land och mycket holmar vilket bidrar till att omblandningen av vattnet är relativt dålig. Det har resulterat i övergödning i fjorden (VISS, 2019b) och kan också varit en orsak till minskningen av torsken (Bergström m.fl., 2016; Baden m.fl., 1990; Isaksson m.fl., 1994). Det behövs därför mer undersökningar för att kartlägga varifrån näringen kommer och hur läckaget kan minskas. Leva är ett nytt projekt som syftar till att åtgärda övergödningsskänsliga genom nya arbetssätt. Orust kommun är utvalt som ett pilotprojekt som denna studie är en del utav. Problemområden ska därför kartläggas i denna studie i samarbete med Orust kommun för att i framtiden möjliggöra ett bra åtgärdsarbete för att minska läckage av näring.

Syfte och frågeställningar

Studien syftar till att undersöka hur halten av totalfosfor- (tot-P) och totalkväve (tot-N) varierar i olika flödessituationer i biflödena till Hagaån i ett jordbruksområde på Orust innan tillväxt av vegetation samt ta fram lämpliga åtgärder för att minska näringsläckaget.

Följande frågeställningar har arbetats fram för att tillgodogöra syftet:

- I. Förändras totalfosfor- och totalkvävehalten mellan olika flöden?
- II. Varierar näringskoncentrationen i provtagningslokalerna med hänsyn till om avrinningsområdet främst består av skog eller jordbruksmark?
- III. Finns det lämpliga åtgärder för att minska näringsläckaget till Hagaån och vilka är de?

Avgränsningar

För att avgränsa studiens omfattning undersöks inte några andra parametrar som exempelvis pH, suspenderat material, konduktivitet och alkanitet. Enskilda grupper som ingår i totalkväve respektive totalfosfor analyseras inte heller i brist på resurser. Faktorer som influerar näringsläckaget, exempelvis markanvändning, typ av gröda, betestryck, jordmån och klimat nämns endast översiktligt i brist om tid.

Metod

Studien är en kombination av ett fältarbete och en litteraturstudie då material inhämtats genom båda delar. För att uppnå syftet med undersökningen gjordes synoptisk provtagning av åvatten. Metoden valdes dels för att Orust kommun föreslog den samt för att den är enkel att utföra. Den synoptiska metoden tillämpas ofta vid analyser av kemiska egenskaper av vattnet, (Byrne m.fl., 2017), (Runkel m.fl., 2013) utförs under en dag och är använd vid liknande studier både nationellt och internationellt. Den är också applicerbar vid undersökningar som relaterar till alg-tillväxt, eutrofiering och diverse studier av vattenkemin. Provtagning utfördes vid ett lågt flöde och vid ett mycket lågt flöde. Provtagningen (P1) för det låga flödet utfördes den 2019.03.29 och skickades till laboratoriet Eurofins under samma dag för analys av totalfosfor och totalkväve. Den andra provtagningen (P2) utfördes vid ett mycket lågt flöde den 2019.04.23 och skickades till laboratoriet under samma dag. Eurofins använde sig av svenska standardmetoder för analys av tot-N (SS-EN ISO 15681-2:2005) och tot-N (ISO 29441:2010).

Vid insamling av fakta användes sökmotorerna lubsearch, Web of science och Google scholar för att söka igenom de vetenskapliga baser som är relevanta för studien. En genomgående granskning gjordes av alla relevanta artiklar för att säkerställa den vetenskapliga relevansen och tillförlitligheten. Hemsidor som VISS, Länsstyrelsen Västra Götaland och Naturvårdsverket är tillämpade. Informationen inhämtades mellan perioden 2019-03-25 – 2019-05-12.

Sökord för denna studie är följande:

Synoptic method, river, stream, nutrient leakage, phosphorus, nitrogen, agriculture, strategies, reducing, bufferzones, wetland.

Områdesbeskrivning

Hagaån är ett naturligt vattendrag beläget i Orust kommun, Västra Götaland (VISS 2019a). Ån är ungefär 2 km lång (VISS 2019a) och har ett avrinningsområdet på 31 km² (Ruist m.fl., 2017). Då det saknas större recipienter i närheten till avrinningsområdena har vattendraget ett naturligt högt varierande flöde (VISS 2019a). Det gör också att biflöden till ån ofta svämmar över vilket bidrar till att vattnet tar med sig näring från exempelvis jordbruksmarken. Länsstyrelsen i Västra Götaland har undersökt ån och beskrivit den som övergödd. Genom en kartläggning av området har de klassat jordbruk, enskilda avlopp och atmosfärisk deposition som

orsaker till övergödningen (VISS 2019a). Hagaån är en del av ett miljöövervakningsprogram som Länsstyrelsen Västra Götaland har ansvar för. Fosforhalter som uppmätts har ett genomsnitt på 0,1 mg per liter (Johansson, 2010). Kalvöfjorden är ett inre vattenkustområde tillhörande Skagerrak med en yta på ungefär 11 km² (VISS 2019b). Vattenmassan har en salthalt på ungefär 18–30 PSU och vattenmassan är delvis skiktad. Bottensedimentet består av hårdbotten eller lera och bottenvattnet byts ut mellan 0–9 dagar beroende på väder. Även Kalvöfjorden är klassad som påverkad av övergödning genom en belastning av näringsämnen (VISS 2019b). Biflödena till Hagaån har vanligen sitt ursprung högre upp i skog och berg men slingrar sig naturligt förbi mycket jordbruksmark. Flera av lokalerna är omgivna av både åkermark och betesmark. Vattnet passerar många gånger stora områden av lantbruksmark innan det når mynningen och transporterar därför möjligen mycket näring mot fjorden.

Provtagningslokaler och utförande av synoptisk provtagning

12 provtagningslokaler valdes i hänsyn till tillgänglighet och typ av avrinningsområde som är intressant i enlighet med syftet, se figur 1. Inför provtagningen gjordes en fältobservation av området så att provtagning skulle vara möjlig och för att studera landskapskaraktären av lokalerna.

Vid utförandet av den synoptiska provtagningen användes en ”vattenhämtare” på ett teleskopskaft där en större vattenprovsbehållare skruvades fast i ett nät. Denna sänktes ned precis under ytan för att samla in ytvattnet. Provet ställdes åt sidan och en termometer (checktemp) sattes ned. En vattenprovsbehållare skruvades fast i nätet och undveks att kontamineras av människa eller vegetation. Denna sänktes ned i vattnet och tiden vid uppsamlandet av vattnet noterades. När behållaren var full skruvades locket på och lades i en kylbox. Temperaturen samt vädret noterades och åvattnet hälldes försiktigt tillbaka till ån. Processen upprepades på alla 12 lokaler inom ungefär 2,5h under båda provtagningarna den 2019.03.29 och den 2019.04.23.



Figur 1. Karta över provtagningsområdet. Provtagningslokalerna (röda) är numrerade utefter provtagningsordning. Hågaån samt biflöden till Hågaån är markerade med blått, observera dock att flera biflöden fortgår utanför den blåmarkeringen och kartan. Kartan är hämtad från Vatteninformationssystem Sverige, VISS (2019a).

Bearbetning av data

När data mottogs från Eurofins behandlades det i Excel för analys och framställning av nödvändiga figurer. Provtagning har även utförts vid Hågaåns mynning sedan 2010 och data för fosfor och kvävehalten erhöles från Orust kommun. Data från de kontinuerliga provtagningsarna och nya data från denna undersökning jämfördes med

de befintliga mätvärdena för att analysera resultatet och för att möjliggöra jämförelse med andra vattendrag. Data för nederbörds mängden på Orust under mars och april 2019 hämtades från SMHI för att möjliggöra en bättre analys av resultatet.

Etisk reflektion

Det sker inte någon diskriminering av personer p.g.a. kön eller bakgrund vid urval av artiklar och jag kommer inte använda mig av personuppgifter på ett olämpligt sätt. Den mängd av provvatten som inhämtats från ån kommer inte påverka ån eller ekosystemet och behöver inte tas i betraktning. Trots det ska provtagaren insamla vatten med varsamhet och utföra metoden på ett så väl fungerande sätt som möjligt för att minska påverkan.

Resultat

Fältobservation av provtagningslokaler

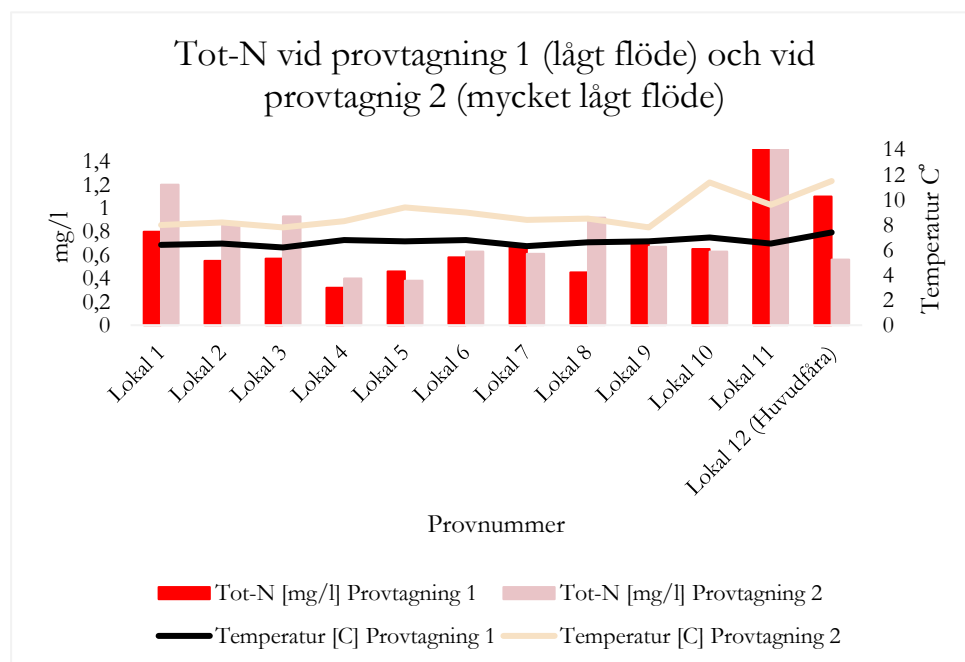
Noterades gjordes att många lokaler hade mycket växlighet i vattendraget. Flera provlokaler var nästan igenväxta samt flera vattenområden hade en väldigt låg vattennivå. De flesta lokalers närområden bestod av bar åkermark, låg vegetation på åkermark eller betesmark. Några lokaler var omgivna av en högre vegetation som en skogsdunge, (provpunkt 4, 7 och 12), där provpunkt 7 hade en rejäl skogsdunge med flertalet större träd och buskar. Flera lokaler erhåll en kraftig vegetation av vass i både kanterna till vattendraget samt i vattendraget. Vattenmängden varierade stort, också beroende på om det var en bäck eller en mindre å, exempelvis var lokal 10 större än de flesta. Vid några lokaler fanns det en väldigt låg mängd vatten, lokal 5, 6 och 11 vid P1 som förvärrades vid P2.

Vädret vid första provtagningen var konstant mulet med kraftig vind och vid andra provtagningen var det en klar himmel med stark sol och relativt mycket vind.

Under provtagning två var det ett mycket lågt flöde och vattennivåerna observerades vara lägre i de flesta lokaler i jämförelse med provtagning 1. Vid provpunkt 7 noterades ett dräneringsrör som tillförde vattendraget små mängder av vatten. Vid lokal 5 och 6 var mängden vatten så låg att provflaskorna på 250 ml endast fylldes till hälften. För att möjliggöra insamling av vatten vid provpunkt 11 lades provinstrumentet nära botten.

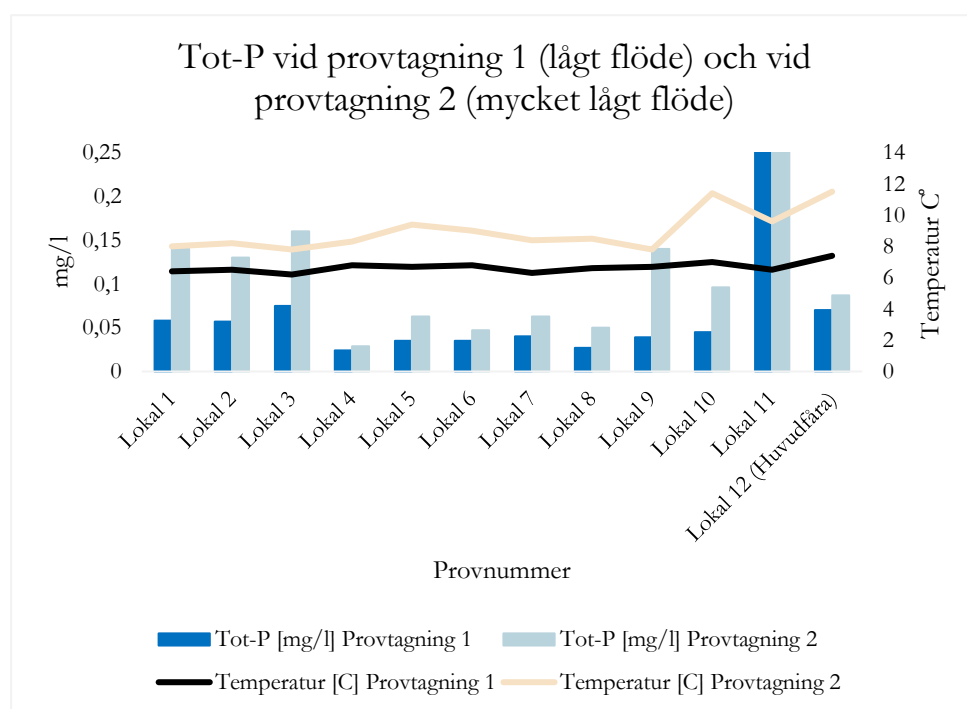
Totalkväve och totalfosfor i biflöden till Hagaån

Den högsta halten av tot-N uppmättes i provpunkt 11 under båda provtagningar följt av provpunkten i Hagaån, lokal 12 vid P1 och lokal 1 vid P2, se figur 2. Kvävehalten varierar mellan provtagningarna, men det går inte att urskilja något specifikt mönster. De lägsta kvävehalterna uppmättes i provpunkt 4 och 5, se figur 2. Provtagningslokalerna har en relativ jämn fördelning av tot-N, det är endast lokal 11 som är kraftigt annorlunda. Däremot finns ett mönster mellan lokalerna 1,2 och 3 som observeras under båda provtagningar. I mönstret avläses det att provpunkt 1 har högst koncentration av tot-N medan lokal 2 har lägst och provlokal 3 är mittemellan. Flera lokaler har en likartad kvävehalt (provpunkt 6, 7, 9 och 10) samt att kvävehalten är ungefär den samma vid båda provtagningar. Däremot innehåller flera provpunkter vid P2 en relativt hög kvävehalt i jämförelse med lokalen i huvudflödet (0,56 mg/l) medan vid P1 är tot-N generellt lägre än i huvudflödet (1,1 mg/l), se figur 2. Temperaturen var lägre samt mer stabil under första provtagningen i förhållande till den andra. Värdena för tot-N samt den tiden var enskilt vattenprov uppsamlades presenteras i bilaga 1, B1C och B1D.



Figur 2. Närbild av Tot-N i mg/l vid P1 (lågt flöde) den 29/3–2019 och vid P2 (mycket lågt flöde) den 23/4–2019 i relation till temperaturen i C°. För hela figuren, se bilaga 1, B1a.

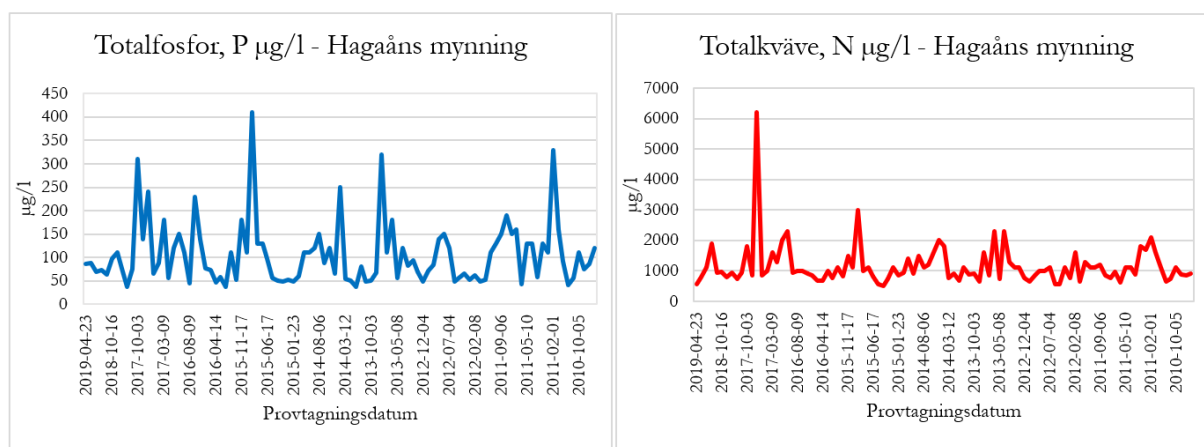
Figur 3 visar totalfosforhalten för P1 och P2. Den högsta respektive lägsta koncentrationen av tot-P var i provpunkt 11 respektive provpunkt 4 vid båda provtagningar, se figur 3. Det noteras att samtliga provpunkter innehåller en högre halt av tot-P vid P2 i förhållande till P1. Även flera provpunkter innehåller en högre halt av tot-P än provlokal 12, huvudfåran, Hagaån under P2 i jämförelse med P1, se figur 3. Ett annat mönster observeras också i figur 3 mellan lokal 1,2 och 3. Där innehåller provpunkt 3 den högsta koncentrationen av tot-P, följt av lokal 1 och lägst koncentration i provlokal 2. Vattenproverna visar att fosforhalten varierar relativt stort mellan provpunkterna där lokalerna mellan 4-8 uppmättes innehålla en lägre fosforhalt än de resterande, se figur 3. Värdena för tot-P samt den tiden var enskilt vattenprov uppsamlades presenteras i bilaga 1, B1C och B1D.



Figur 3. Närbild av Tot-P i mg/l vid provtagning 1 (lågt flöde) den 29/3–2019 och vid provtagning 2 (mycket lågt flöde) den 23/4–2019 i relation till temperaturen i °C. För hela figuren, se bilaga 1, B1b.

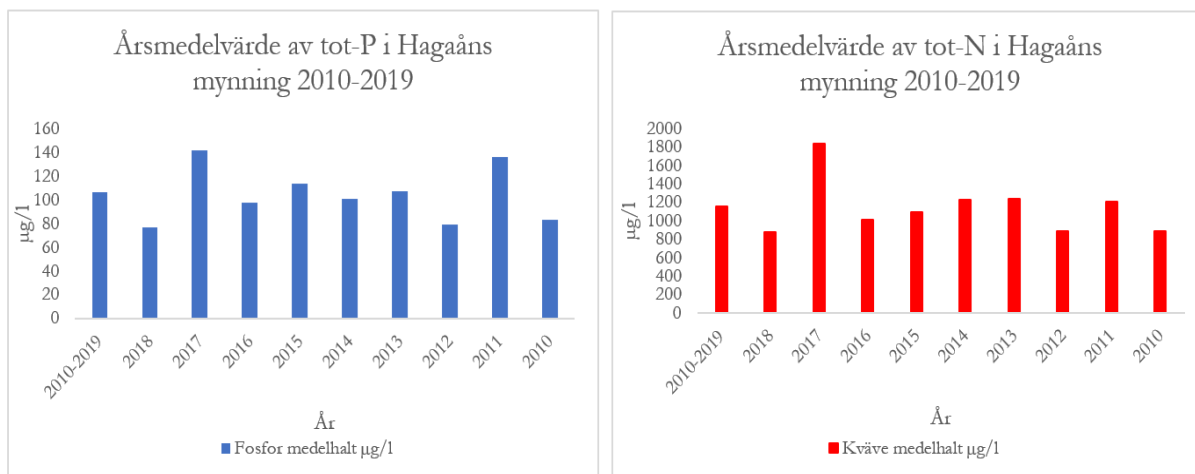
Näringshalten av kväve och fosfor i huvudflödet, Hagaån

Från figur 4 kan det avläsas att totalkvävehalten är relativt stabilt genom åren medan totalfosforhalten varierar mycket vid Hagaåns mynning. Några extrema toppar uppfattas då den uppmätta kvävehalten är mycket högre än vanligt, exempelvis vid juni 2017 och september 2015 se figur 4. Till skillnad från kvävehalten noteras flera extrema toppar av fosforkoncentrationen, vilka uppstår i ett återkommande mönster, se figur 4.



Figur 4. Tot-P och tot-N vid Hagaåns mynning mellan hösten 2010 till våren 2019.

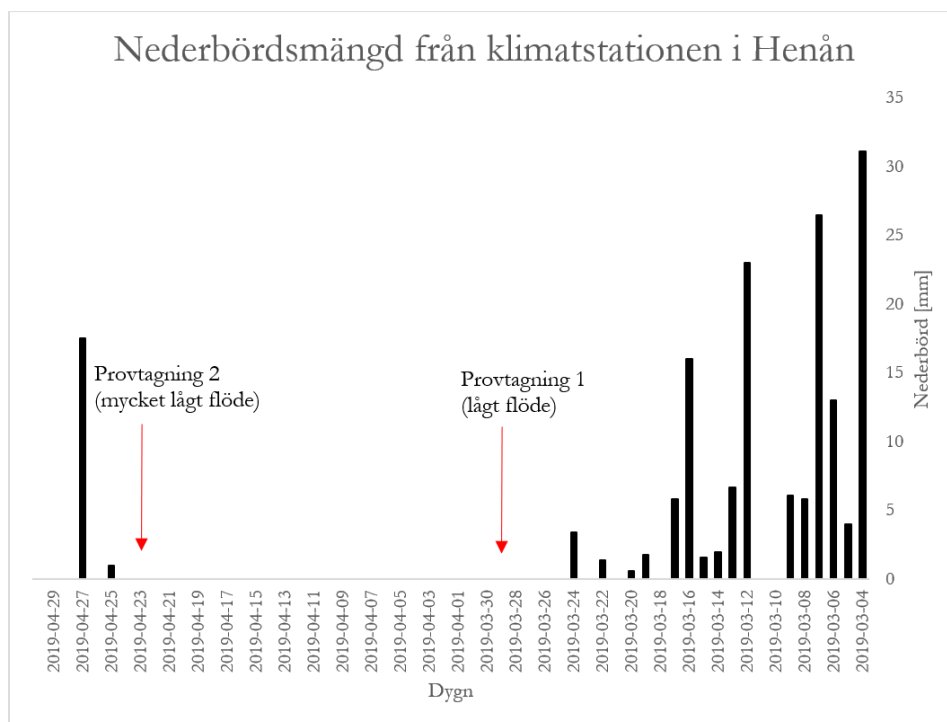
Medelvärdet av tot-P och tot-N under 2010–2019 samt för varje enskilt år mellan 2010–2019 presenteras i figur 5 för att möjliggöra jämförelser av näringshalter i vattendrag. Det går att avläsa att årsmedelvärden av totalkväve och totalfosfor varierar mellan olika år och att medelvärdet mellan 2010–2019 är representativt, se figur 5.



Figur 5. Medelvärden av totalkväve och totalfosfor för Hagaåns mynning.

Nederbörd från klimatstation i Henån

Av figur 6 avläses det att mellan den 25/3 och den 24/4 tillkom ingen nederbörd hos klimatstationen i Henån, vilket är den närmsta klimatstationen och har mindre än 20km avstånd till mätpunkterna. Det ger ett ungefärligt mått på mängden nederbörd under perioden. Det går också att avläsa att i början av mars tillkom relativt mycket nederbörd men när första provtagning gjordes (29/3), hade en torr period nyligen påbörjats, se figur 6.



Figur 6. Nederbördsmängd i mm på Orust under perioden mars och april. Data är hämtad från klimatstationen "Henån", med klimatnummer 81140 från SMHI:s klimatdata den 2019.05.06 (SMHI, u.d.). Röd pil visar provtagningsdatumen för denna studie.

Diskussion

Denna studie har undersökt hur koncentrationen av näring varierade mellan olika biflöden till Hagaån under två olika flödessituationer. Resultatet av studien visade att vid ett mycket lågt flöde finns en högre koncentration av fosfor än vid ett lågt flöde. Provpunkt 11 uppmättes innehålla den högsta koncentrationen av både tot-N och tot-P vid båda provtagningar. Resultatet av studien visade också att avrinningsområdet influerar näringshalten i vattnet beroende på om området främst bestod av skogsmark eller jordbruksmark. Resultatet tyder även på att näring transporteras nedströms då ett mönster hittades mellan lokalerna 1,2 och 3 där det troligen finns ett kväveupptag mellan provpunkt 1 och 2. Det är intressant att fortsätta analysera dessa lokaler där mycket näring finns i vattendraget för att undersöka varför. Eftersom det finns ett flertal faktorer som influerar resultatet bör de ingå i fortsatta studier. Därför föreslås kommunikation med lantbrukare i närheten av provtagningsområdet om markbehandling som ett alternativ till en bättre analys av resultatet samt för att i framtiden möjliggöra arbetet med att förebygga näringsläckage till Hagaån.

Generellt har den totala näringshalten i vattendragen ökat under P2 (mycket lågt flöde) och fler lokaler innehöll en näringshalt som är högre än huvudflödet (provlokal 12), se figur 2 och 3. Däremot ökade fosforkoncentrationen mer än kvävekoncentrationen vid P2 och en anledning kan vara att säsongen för tillväxt av vegetation hade påbörjats, se figur 2 och 3. Det innebär att kväve har tagits upp av växter i närheten av eller i vattendraget. Trots att kvävehalten är lägre i P2 uppmättes 9 av 12 provpunkter innehålla en högre koncentration av kväve än huvudflödet (lokal 12), se figur 2. Det kan istället bero på att den näring som finns i vattnet blir mer koncentrerad under ett mycket lågt flöde eftersom inget nytt vatten tillförs. En låg omblandning av vattnet bidrar också till att näring blir mer koncentrerat eftersom utbytet av näring mellan sediment och vatten fortfarande sker. Det ger en indikation på att det är mycket näring som ligger bundet i sedimentet. En förklaring till varför vattenprov 12 innehåller en lägre näringshalt än flera andra vattendrag kan bero på en utspädnings effekt när vattendragen sammanfogas till ett större flöde.

Provtagning ett gav också den högsta näringshalten i lokal 11 vilket kan ha orsakats av att närliggande åkermark gödslats med flytgödsel tidigt i mars och endast någon dag senare tillkom rikligt med nederbörd (Höglind, 2019, pers comm.), se

figur 2. Påståendet stärks genom data från SMHI (u.d) på nederbördsmängden under mars-april från SMHI (u.d), se figur 6.

Vattennivån varierade stort mellan de olika lokalerna och försvårar bedömningen om endast ytvatten insamlats. I exempelvis lokal 5, 6 och 11 var det mer komplicerat att samla upp den mängd av vatten som behöves på grund av den låga vattennivån vid P2. Vid provpunkt 11 lades provinstrumentet väldigt nära botten att det finns en risk att sediment rördes upp medan vid lokal 5 och 6 fylldes behållaren endas till hälften, under P2. Det bidrar till en större osäkerhet kring lokal 11, P2, då näringshalten är extremt hög i jämförelse med de andra lokalerna samt huvudflödets mätningar sedan 2010, se figur 2, 3 och 4. Den extrema näringshalten kan istället indikera att näring sedimenterat i botten av biflödet och att det är antingen mycket sedimentpartiklar eller bottenvatten i provet. Bottenvatten innehåller mer näring, främst fosfor än ytvatten (Bydén m.fl., 2003). Däremot innehöll flera bäckar en väldigt låg vattenmängd men resultatet har inte uppmätt någon näringshalt i likartad storleksordning som lokal 11. Exempelvis har provlokal 5 och 6 en låg fosforhalt i förhållande till de andra lokalerna, se figur 3, medan lokal 6 uppmättes ha en förhållandevis hög kvävehalt i jämförelse till huvudflödet (provpunkt 12) under P2, se figur 2. En mer utförlig diskussion kan inte göras av provpunkt 11, (P2) då det troligtvis är sediment som bidragit till den höga näringshalten och lokalen behöver därför utredas mer. Provet har en kvävehalt i nivå med Segeån i Skåne som har ett årsmedelvärde mellan 4000–9000 µg/l för tot-N (Segeå, u.d), se figur 2. Det är troligtvis inte den korrekta bilden när andra vattenprover är mycket lägre. Något annat som är värt att notera är att halten av tot-N i lokal 1 är mycket högre än i huvudflödet, lokal 12, vid P2. Det ger ännu en indikation om att det är mer näring i åvattnet vid ett mycket lågt flöde.

Ett intressant mönster noterades vid analys av tot-N under båda provtagningarna vid lokalerna 1,2 och 3 som är placerade i samma biflöde till Hagaån. Där var kvävehalten högst i lokal 1, lägst i lokal 2 medan lokal 3 hade en koncentration strax ovan lokal 2, se figur 2. Det innebär att mellan lokal 1 och 2 tillförs mer kväve till vattendraget än högre uppströms. I hänsyn till att storleken på vattendraget är ungefär densamma vid de olika mätpunkterna bör inte kvävet bli koncentrerat vid lokalen nedströms (lokal 1). Eftersom samma mönster noterades i resultatet av P2, kan det indikera på att det finns ett problem. Vad för problem bör undersökas i fortsatta studier. Under båda provtagningar uppmättes också provpunkt 1 och 2 innehålla en liknande fosforhalt men däremot innehöll provlokal 3 en högre koncentration av fosfor vilket också var högre än huvudfåran, se figur 3. Det innebär att mellan lokal 2 och 3 finns ett fosforupptag. Då det inte finns något vattendrag som sammankopplas bör inte någon utspädningseffekt ske, se figur 1. Provpunkterna 8 och 9 sammankopplas till ett större vattendrag där lokal 7 är placerad, se figur 1. Av resultatet från P1 kan då en utspädningseffekt observeras i lokal 7 då en relativt låg kvävehalt uppmättes i lokal 8 i jämförelse till lokal 9 som har

en högre kvävehalt, se figur 2. Det observeras även för totalfosforhalten vid P1, se figur 3. Däremot har lokal 7 (P1) ungefär samma kvävehalt som lokal 9 vilket potentiellt kan orsakas av den jordbruksmark som är beläget mellan lokalerna. Något som är anmärkningsvärt är vid jämförelse mellan vattenprov 8 och 9 då lokal 9 har en högre fosforhalt vid P2 medan lokal 8 har en högre kvävehalt. Att lokal 9 avvattnar ett lite större område av jordbruksmark behöver därför inte vara någon förklaring. Det kan istället bero på att kväve urlakats från marken i närheten till lokal 8 eller det mest troliga, naturlig variation. Den naturliga variationen styrks då fosfor generellt tillförs vattendrag genom erosion eller avrinning från mark via nederbörd och då det inte tillkommit någon nederbörd under provtagningsperioden är inte det en orsak till hög fosforhalt i lokal 9, se figur 6.

Vattenprov 10 representerar många lokaler men uppmättes inte innehålla avvikande höga näringshalter. En provlokal bör därför placeras vid området Smedby för att analysera vilken påverkan marker mellan provlokal 10 och Smedby ger, se figur 1. Dessvärre var det vattendraget svåråtkomligt och inte möjligt att ta prover på under denna studie. Däremot kan näringshalten i provpunkt 10 bero på den utspädningseffekt som tidigare nämnts eftersom många biflöden ansluter till vattendraget som är större än de flesta biflöden. De biflöden som ansluts till ett där provpunkt 10 är lokaliserad innehåller enligt denna undersökning relativt låga halter av kväve- och fosfor vilket också kan ge en bidragande effekt till näringshalten i vattenprov 10, se figur 1,2 och 3.

Vattenprov 4 uppmättes innehålla en väldigt låg kväve- och fosforhalt under båda provtagningarna, vilket kan bero på att buskage som omringade vattnet begränsar näringsstillförseln, se figur 2 och 3. Däremot borde lokal 7 innehålla en ännu lägre halt eftersom vegetationen var kraftigare omkring vattnet. Detta kan bero på att avrinningsområdet kring prov 4 främst består av ett skogslandskap medan prov 7 i huvudsak är omringat av jordbruksmark. Det är synnerligen inte konstigt att lokal 7 har en relativt hög halt av tot-N och tot-P, eftersom vattendraget är påverkat från flera riktningar. Det bör också uppmärksammas att lokal 1 innehåller mer kväve och fosfor än lokal 7 under båda provtagningarna, se figur 2 och 3. Det är intressant då lokalerna har olika avrinningsområden, se figur 1. Vattenprov 7 är omgivet av jordbruksmark medan omgivningen omkring vattenprov 1 består av en blandning mellan skog och jordbruksmark, se figur 1. Vattendraget där vattenprov 1 är lokaliserat rinner genom jordbruksmarker och därför kan en bidragande faktor vara att vattendraget för med sig näringen, se figur 1. En stor andel av kväve och fosfor kan därför tillförts tidigare i vattendragets avrinningsområde men det kan likaväl vara slumpen som avgjorde att mer näring uppmättes i lokal 1.

Halten av kväve och fosfor varierar kraftigt på en årsbasis vid Hagaåns mynning och under studiens två provtagningstillfällen ges intryck om att näringshalten minskar framemot sommaren, se figur 4. Det kan bero på att vegetationen börjar

komma igång och upptar näring eller för att provtagningarna gjordes under en varm period med låga nederbörds mängder, se figur 6. En undersökning bör därför utföras vid andra flöden för att styrka resultatet, exempelvis ett högt flöde då åvatten kan föra med sig näring från vattendragets kanter och närliggande mark genom nederbörd. Näringshalten i vattnet varierar normalt under ett år då markanvändningen samt mängden vegetation förändras. Näringsläckaget påverkas också kraftigt av vädret under året. I Hagaån varierar medelhalten av totalfosfor kraftigt mellan åren (Ruist m.fl., 2017). Trots det finns antydningar om att fosforhalten minskar medan kvävehalten uppmäts vara relativt stabila (Ruist m.fl., 2017) vilket också går att avläsa från resultaten i denna undersökning, se figur 4. Det går däremot inte att avläsa om det finns något samband mellan de extrema topparna av fosfor och kväve då denna studie har möjlighet att analysera resultatet genom statistik. Länsstyrelsen har ett miljöövervakningsprogram där Hagaån ingår (Johansson, 2010). Uppmätta halter av tot-P är igenomsnitt över 0.1mg P/l (Johansson, 2010). Dock är värdena relativt gamla då rapporten var publicerad 2010, men genom en granskning av figur 4, kan det understrykas att det fortfarande är aktuellt.

Hagaåns medelvärde för tot-N är 1158 µg/l och 106 µg/l för tot-P mellan år 2010–2019, se figur 5. Tot-N är förhållandevis lågt om det jämförs med Kävlingeån som har ett medel på 4700 µg tot-N/l mellan år 1988–2011 och ett årsmedel för tot-P mellan 60–140 µg/l (Kävlingeåns vattenråd, u.d.). Liknande värden av fosfor kan bero på att läckaget främst beror på nederbörd, medan kväve generellt urlakas ur marken, (Kyllmar m.fl., 2014). Båda områden har utfört regelbundna mätningar under en lång period bidrar till en större tillförlitlighet men det speglar också importansen om information om vattendragets egenskaper samt den omgivande miljön. Mätningar som gjorts i Höjeå stärker ett tidigare påstående genom att kvävehalten varierar beroende på vilken del av ån som provtagits (Höjeå vattenråd, u.d). I den övre delen där skogsmark dominerar ligger årsmedelhalten på 2000 µg N/l medan den nedre delen av ån som domineras av åkermark har ungefär den dubbla kvävehalten (Höjeå vattenråd, u.d). Det stärker teorierna om varför näringshalten varierar mellan olika biflöden till Hagaån.

Segeån innehåller också en mycket högre halt av tot-N än Hagaån då ett årsmedel varierar mellan 4000–9000 µg tot-N/l och 100–150 µg tot-P/l (Segeå, u.d), se figur 5. Noteras bör dock göras att fosforhalten inte är mycket lägre i Hagaån, det är kvävehalten som skiljer sig åt tydligast. Åarna som jämförts med har ett större avrinningsområde än Hagaån vilket bidrar till att mer jordbruksmark och fler faktorer som jordart, typ av gröda och markbehandling påverkar vattendragen (Johansson m.fl., 2006). Jämförelse med Skåneåar görs för att de främst är påverkade av lantbruk trots att det inte är optimalt då vattendragen är större samt är belägna i en helt annan miljö. Näringshalten uppfattas därför vara förhållandevis låg i jämförelse med andra åvatten men ändå stabilt höga för att vara i Hagaån på Orust.

Däremot mynnar Skåneåar till Öresund som angränsar till övergödda Östersjön där vi vet att just jordbruk är en stor faktor till varför eutrofieringen är så kraftig (Andersen m.fl., 2016). Enligt Baden m.fl. (1990) kommer eutrofiering troligtvis skapa oväntade effekter i kustområden, speciellt de område som är mer utsatta. Eftersom Kalvöfjorden är klassat som ett känsligt vattenområde bör därför åtgärder, i enlighet med Baden m.fl. (1990) implementeras för att minimera näringsläckaget.

Många faktorer påverkar näringsläckaget och är viktiga att reflektera över innan implementering av åtgärder. Klimatet är en faktor som bidrar till varierande effekter beroende på vart i världen undersökningen görs (Bol m.fl., 2018) samt påverkar klimatet hur kväve reagerar med jordmånen (Amundson m.fl., 2003). Lintern m.fl. (2018) har tagit fram underlag för att vattenkvaliteten influeras av många olika faktorer förutom mänskliga aktiviteter som b.l.a. klimat, geologi, hydrogeologi och topografi. De får inte uteslutas vid bedömning av vattenkvaliteten eftersom det exempelvis påverkar mobilisering av ämnet (Lintern, m.fl. 2018). Andra faktorer som har stor betydelse vid analys av näring i vattendrag är pH, alkanitet, konduktivitet, mängd suspenderat material, flödes hastigheten och geologin i avrinningsområdet (Kyllmar, 2019; Kyllmar m.fl., 2014; Johnsson m.fl., 2006). Ett intensifierat jordbruk i kombination med faktorer som väder, främst nederbörd, typ av jordmån och betetrycket påverkar näringsläckaget (Johnsson m.fl., 2006). Det är därför viktigt att notera jordbruksaktiviteter i området för att kunna analysera orsak- konsekvens sambandet samt relationen mellan jordbruket och avrinningsområdet (Johnsson m.fl., 2006), (Kyllmar m.fl., 2014).

Jordbruk är vanligen en anledning till höga koncentrationer av näring i vattnet (Granström, 2016, s. 113–127) och därför är markanvändningen i lantbruksområden värda att diskutera. Eftersom väldigt mycket samt olika faktorer påverkar näringsläckaget är det intressant att ta i beaktning vad som redan görs och vad som kan förbättras. Men då denna studie inte har möjlighet att undersöka vad som görs inom lantbruk på Orust belyses endast vad som kan vara bra att titta lite extra på.

Exempelvis är odlingstekniken viktig för att jorden ska inneha en god status så att odlingen fungerar väl. Plantering av fånggrödor motverkar upp till 35% rotläckage av kväve då fånggrödan tar upp nitrat som mineraliserat i växtrester (Andersen m.fl., 2016). En bra växtföljd kan innebära att grödor som utför kvävefixering planteras innan huvudgrödan som kräver mycket kväve ska planteras. Det kommer resultera i ett mindre behov av tillförsel av näring. I sådana situationer krävs också ett bra och rymligt lagringsutrymme för gödsel så det kan tillföras i situationer när det verkligen behövs (Andersen m.fl., 2016). Ett förekommande problem idag är att förvaringsytor för gödsel inte är tillräckligt stora för att kunna förvara det så länge som krävs. Det resulterar ofta i tidig utspridning av näring. Om det är ett problem på Orust går inte att avgöra men eftersom jordbruksmarkerna på Orust ligger innanför ett nitratkänsligt område, se 5§ förordningen (1998:915) om miljöhänsyn i jordbruket

samt föreskriften av jordbruksverket SJVFS 2010:1, måste mer hänsyn tas och större krav måste följas. Det är därför en väsentlig del i hela problemet med för höga kvävehalter i Hagaån och kan vara en viktig del att undersöka. Det bör också vara ett incitament för alla inom kommunen, det vill säga personer med sommarstugor och därmed ofta enskilda avlopp, lantbrukare samt små- och storskaliga industrier att arbeta för att sträva mot en god miljö i området.

Två andra åtgärder som minskar näringsläckage men också relaterar till bevarandet av biologisk mångfald är kantzoner och våtmarker. Avsättning av jordbruksmark till en kantzon närmast åvattnet kan vara en bra lösning. Där skulle plantering av träd eller buskar vara ett effektivt sätt för att minska näringsläckage, gynna insekter samt upprätthålla en god miljö i vattnet (Mander, m.fl., 2017). Det kan också minska påverkan av översvämning av vattendraget (Mander, m.fl., 2017). Kantzoner kan fungera bra på Orust om det är jordbruksmarker som är problemet men utöver kantzoner är våtmarker en generell åtgärd som kan anläggas i anslutning till vattendraget. En våtmark kan exempelvis vid de mest gynnsamma förhållandena för denitrifikation och anamox reducera närmare 50% av nitrat (Mander, m.fl., 2017). Länsstyrelsen västra Götaland har tagit fram ett förslag på placering av våtmark intill Hagaån (Johansson, 2010) men information saknas om den är anlagd. Enligt (Höglind, 2019, pers comm.) finns en våtmark norr om provpunkt 10 vilket kan vara våtmarken som syftas på. Dock tar den upp vatten uppströms och ligger inte i huvudfåran (Höglind, 2019, pers comm.). Våtmarker bör vara lokaliserade nära vattnet för att fungera optimalt men effektiviteten beror även på volymen och arean av den (Mander, m.fl., 2017). Innan anläggning av våtmark bör därför det undersökas om nitrathalten i vattnet behöver minskas samt bör områden undersökas inför lokalisering av den mest lämpliga marken för anläggandet.

Denna undersökning är som nämnt tidigare, en liten del i ett stort åtgärdsprogram för att minska övergödningen på kusten omkring Orust. Markkartering pågår i närområdet och flera jordbrukare är medlemmar i ”Greppa näringen” vilket är en bra start inför ett effektivt åtgärdsarbete. Greppa näringen ett projekt i samarbete mellan jordbruksverket, länsstyrelserna och lantbrukarnas riksförbund som erbjuder rådgivning till lantbrukare (Gustafsson, 2016). Medlemskapet är en bra start inför ett bra samarbete mellan lantbrukare och kommun/landsting för att förbättra näringens cirkulation i marken och minska näringsläckaget. Det är därför viktigt att engagera, bistå med information och kunskap om problemet för att kunna uppnå effektiva och hållbara åtgärder som i slutändan kan komma att gynna alla.

Då denna studie inte har kunnat bevisa några samband mellan andelen jordbruk och näringsläckage till biflödena till Hagaån kan därför inga konkreta förslag på åtgärder ges. Det behövs fortsatta studier för att analysera varför fosfor- och kvävehalterna uppmättes i dessa koncentrationerna vid olika provpunkter. Det är något som denna studie inte kan undersöka i brist om tid men kommer förmodligen

att undersökas av Orust kommun. Resultatet av studien kan endast understryka att näringshalten varierar mellan ett lågt- och ett mycket lågt flöde samt att det varierade i hänsyn till avrinningsområdet. Eftersom det endast är två utförda provtagningar på området finns viss osäkerhet i resultatet som kan åtgärdas genom fler och upprepade provtagningar vid olika flödessituationer. Undersökningen nämner därför att problemet med höga koncentrationer av näring eventuellt kan bero på jordbruksverksamhet lika väl som det kan bero på enskilda avlopp. För att undersöka det kan vatten analyseras efter specifika parametrar som nitratkväve och ammonium istället för tot-N, vilket kan tydliggöra varifrån kvävet härstammar. En mer djupgående studie för att analysera faktorernas påverkan samt om det finns något samband mellan näringsläckaget och andelen jordbruk bör utföras i framtida studier. Det kan också vara intressant att bistå lantbrukarna med en enkät för att kunna ta del om den senaste månadens markanvändning och behandling av marken. Även en mer ingående granskning av området är relevant för att kunna följa bäckarnas naturliga väg och undersöka vilka områden som passeras. Mycket näring kan ha sitt ursprung i marker uppströms och inte från dem som observeras ligga i närområdet. I framtiden är det också intressant att ta kontinuerliga vattenprover på utvalda lokaler på minst en årsbasis för vidare undersökning och för ett bättre resultat.

Slutsatser

- Koncentrationen av näring varierar vid olika flöden. Exempelvis uppmättes fosforhalten vara högre vid ett mycket lågt flöde än vid ett lågt flöde under en period utan nederbörd.
- Högst näringshalt uppmättes vid provlokal 11 och behöver undersökas vidare för att implementera effektiva åtgärder
- Mellan lokal 1 och 2 tillförs mer kväve till vattendraget än lokalen 3 högre uppströms. Detta mönster observerades under båda provtagningarna och behöver undersökas vidare inför implementering av åtgärder.
- Avrinningsområdet påverkar koncentrationen av kväve och fosfor i åvattnet beroende på om det är skogsmark eller jordbruksmarker. Men åvattnet för med sig näring och försvårar bedömningen varifrån näringen härstammar. Då de uppmätta koncentrationerna också kan bero på naturlig variation finns det ett behov att studera områdena mer.
- Resultatet influeras av många faktorer som, provtagningsteknik, väder, klimat, markbehandling, grödor, jordart, och lagring av gödsel. Det är nödvändigt att ta hänsyn till dessa vid framtida studier.
- Bättre kommunikation med jordbrukaren om markbehandling föreslås för att möjliggöra en mer detaljerad analys av resultatet.
- Då studien inte diskuterar varför koncentrationen av näringen uppmättes vara höga vid specifika lokaler kan därför inga slutgiltiga åtgärder föreslås. Det behövs istället analyseras mer noggrant och undersöka om det finns något samband mellan jordbruksmark och näringsläckage som kan vara ett potentiellt problem på Orust.

Tack

Jag tackar för all support från min handledare, Maria Hansson, vid Center for Environmental and Climate Research (CEC), på Lunds universitet och min externa handledare, Andreas Höglind, åtgärdssamordnare på Orust kommun för ett givande samarbete. Tack till Biologibiblioteket som underlättat informationssökning och referenshantering. Tackar också mina medstudenter i handledargruppen för bra och givande diskussioner samt familj och vänner som stöttat mig under min studietid.

Referenser

- Amundson, R., Austin, A. T., Schuur, E. A. G., Yoo, K., Matzek, V., Kendall, C., Uebersax, A., Brenner, D., & Baisden, W. T. 2003. *Global patterns of the isotopic composition of soil and plant nitrogen*. *Global biochemical cycles*. 17(1): 31-35. <https://doi.org/10.1029/2002GB001903>
- Andersen, H. E., Blicher-mathiesen, G., Thodsen, H. Andersen, P. M., Larsen, S. E., Stålnacke, P., Humborg, C., Mörth, C., & Smedberg, E. 2016. *Identifying Hot Spots of Agricultural Nitrogen Loss Within the Baltic Sea Drainage Basin*. *Water Air Soil Pollution*. 227:38. <https://doi.org/10.1007/s11270-015-2733-7>
- Baden, S. P., Loo, L., Pihl, L., & Rosenberg, R. 1990. *Effects of Eutrophication on Benthic Communities Including Fish: Swedish West Coast*. *Marine Eutrophication*. 19:3. 113-122. <https://www.jstor.org/stable/4313676>
- Bergström, L., Karlsson, M., Bergström, U., Pihl, L., & Kraufvelin, P. 2016. *Distribution of mesopredatory fish determined by habitat variables in a predator - depleted coastal system*. *Marine Biology*. 163:201. <https://doi.org/10.1007/s00227-016-2977-9>
- Bol, R., Gruau, G., Mellander, P.-E., Dupas, R., Bechmann, M., Skarbøvik, E., Bierzoza, M., Dijodic, F., Glendell, M.,...& Gascuel-Oudou, C.2018. *Challenges of Reducing Phosphorus Based Water Eutrophication in the Agricultural Landscapes of Northwest Europe*. *Frontiers in Marine Science*. 5:276. Doi:10.3389/fmars.2018.00276
- Bydén, S., Larsson, A., & Olsson, M. 2003. *Mäta vatten: Undersökningar av sött och salt vatten*. Upplaga 3. Institutionen för miljövetenskap och kulturvård. Göteborgs universitet. Bohuslän '5.PP 134 ISBN: 91 88376 22 2
- Byrne, P., Runkel, R. L., & Walton-Day, K. 2017. *Synoptic sampling and principal components analysis to identify sources of water and metals to an acid mine drainage stream*. *Environmental Science and Pollution Research*. 24: 17220–17240. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9038-x>
- Erickson, M. J., & Auer, M. T. 1998. *Chemical Exchange at the Sediment-Water Interface of Cannonsville Reservoir*. *Lake and Reservoir Management*. 14:2-3, 266-277.

<https://doi.org/10.1080/07438149809354336>

- Erlandsson, C. P., Lann, H., Ruist, E., Rönner, U., Stibe, L., & Klingberg, M. 2009. *Finn de områden som göder havet mest - och de som är mest känsliga för övergödning*. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, vattenvårdsenheten. 2009:56. ISSN: 1403-168X.
- Fortner, S. K., Lyons, W. B., Carey, A. E., Shipitalo, M. J., Welch, S. A., & Welch, K. A. 2012. *Silicate weathering and CO₂ consumption within agricultural landscapes , the Ohio-Tennessee River Basin, USA*. *Biogeosciences*. 9: 941–955. <https://doi.org/10.5194/bg-9-941-2012>
- Granström, K. 2016. *Introduktion till miljö kemi*. Lund: Studentlitteratur AB. 1:1 kp 6
- Gustafsson, A. 2016. *Projektet greppa näringen*. Greppa näringen: Rådgivning lantbruk och miljö tjänar på. [<http://www.greppa.nu/om-greppa/om-projektet.html>] Hämtad: 2019.05.24
- Harrison, R.M., 2014. *Pollution: causes, effects and control*. Fifth ed. Royal society of chemistry (RSC) Cambridge, UK. ISBN: 987-1-84973-648-0 KP4
- Höglind, A. 2019. Orust kommun.
- Höjeå vattenråd. U.d. Näringsämnen. Höjeå vattenråd. [<http://www.hojea.se/Naringsaemnen-2.htm>] Hämtad: 2019.05.02
- Isaksson, I., Pihl, L., & Montfransb, J. V. 1994. *Eutrophication-related changes in macrovegetation and foraging of young cod (Gadus morhua L.): a mesocosm experiment*. *J. Exp. Mar. biol. ecol.* 177: 203-217.
- Johansson, S. 2010. *Åtgärdsprogram för näringsbegränsning inom Stigfjordens och Kalvöfjordens avrinningsområden*. Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Vattenvårdsenheten. 2010:46 ISSN: 1403-168X.
- Kaiser. M.J. m.fl. 2011. *Marine ecology: Processes, systems, and impact*. Oxford University press. ISBN 978-0-19-922702-0 kp15
- Kyllmar, K. 2019. Faktablad synoptisk provtagning. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för mark och miljö.
- Kyllmar, K., Carlsson, C., Gustafson, A., Ulén, B., & Johnsson, H. 2006. *Nutrient discharge from small agricultural catchments in Sweden Characterisation and trends*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 115: 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.12.004>
- Kyllmar, K., Forsberg, L. S., Andersson, S., & Mårtensson, K. 2014. *Small agricultural monitoring catchments in Sweden representing environmental impact*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 198: 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.05.016>

- Kävlingeåns vattenråd. U.d. Näringsämnen. Kävlingeåns vattenråd. [<http://www.kavlinge.se/NARINGSAMNEN.html>] Hämtad: 2019.05.02
- Mander, Ü., Tournebize, J., Tonderski, K., Verhoeven, T.A, J., & Mitsch, J, W. 2017. *Planning and establishment principles for constructed wetlands and riparian buffer zones in agricultural catchments.* Ecological Engineering. 103: 296–300. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.12.006>
- Marston, R.A. 1989. *Particulate and dissolved losses of nitrogen and phosphorus from forest and agricultural soils.* Progress in Physical Geography. 13: 234-259. DOI: 10.1177/030913338901300204
- Naturvårdsverket. 2003. *Miljö kvalitetsnormer för fosfor i sjöar: Redovisning av ett regeringsuppdrag.* Naturvårdsverket. Rapport 5288. ISBN: 91-620-5288-8.
- Owens. P.N. and Walling. D. E. 2002. *The phosphorus content of fluvial sediment in rural and industrialized river basins.* Water research, 36: 685-701. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(01\)00247-0](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(01)00247-0)
- Parfitt, RL., Frelat, M., Dymond, JR., Clark, M., & Roygard, J. 2013. *Sources of phosphorus in two subcatchments of the Manawatu River , and discussion of mitigation measures to reduce the phosphorus load.* New Zealand Journal of Agricultural Research. 56:3 187–203. <http://dx.doi.org/10.1080/00288233.2013.799497>
- Ruist, E., Gelang, M., & Lagergren, R. 2017. *Kväve och fosfor i kustmynnande vattendrag: Utvärdering av halter och transporter i Västra Götalands län 1988-2014.* Länssturelsen Västra Götalands Län, Vattenavdelningen. 2017:01. 1–122. <https://doi.org/ISSN:1403-168X>
- Runkel, R. L., Walton-Day, K., Kimball, B. A., Verplanck, P. L., & Nimick, D. A. 2013. *Estimating instream constituent loads using replicate synoptic sampling, Peru Creek, Colorado.* Journal of Hydrology: 489. 26–41. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.02.031>
- SFS 1998:915. Förordning (1998:915) om miljöhänsyn i jordbruket. Stockholm. Näringsdepartementet RSL.
- SJVFS 2010:1. Föreskrifter om ändring i Statens jordbruksverks föreskrifter och allmänna råd (SJVFS 2004:62) om miljöhänsyn i jordbruket vad avser växtnäring. Stockholm. Statens Jordbruksverk. ISSN: 1102-0970.
- SMHI, u.d. Ladda ner meteorologiska observationer. SMHI. [<https://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/ladda-ner-meteorologiska-observationer/#param=precipitation24HourSum,stations=all,stationid=81140>] Hämtad: 2019.05.06
- Sveda, H. 2003. *The inshore demersal fish community on the Swedish Skagerrak coast:*

regulation by recruitment from off shore sources. ICES Journal of Marine Science. 60: 23–31. <https://doi.org/10.1006/jmsc.2002.1329>

Sveriges miljömål. 2018. *Ingen övergödning*. Sveriges miljömål. [\[http://sverigesmiljomal.se/miljomalen/ingen-overgodning/\]](http://sverigesmiljomal.se/miljomalen/ingen-overgodning/) Hämtad: 2019.04.04

Sveriges miljömål. 2018a. *Hav i balans samt levande kust och skärgård*. Sveriges miljömål. [\[http://sverigesmiljomal.se/miljomalen/hav-i-balans-samt-levande-kust-och-skargard/\]](http://sverigesmiljomal.se/miljomalen/hav-i-balans-samt-levande-kust-och-skargard/) hämtad: 2019.04.05

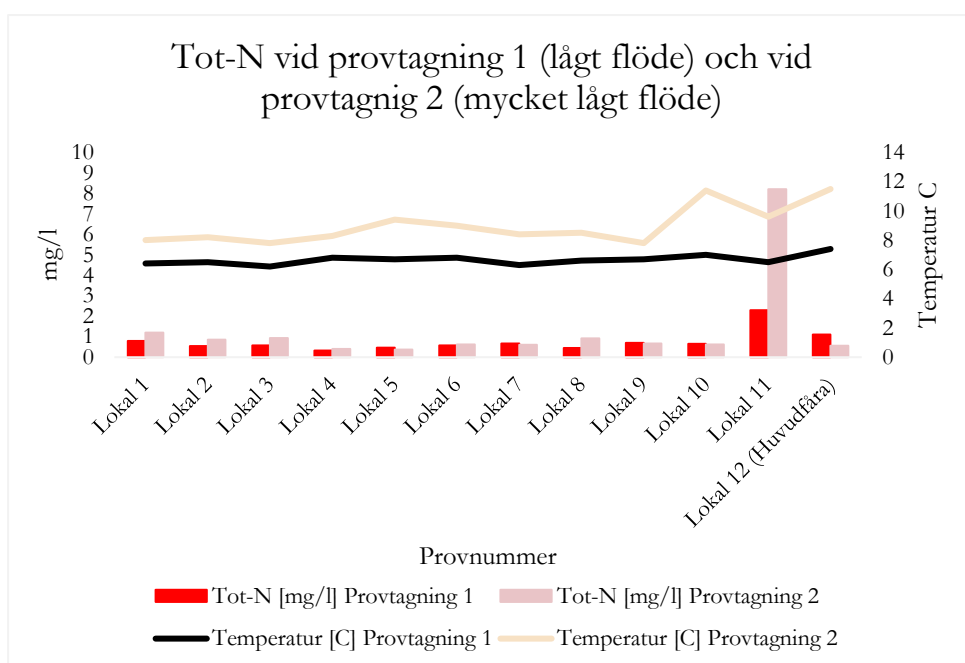
Sveriges miljömål. 2018b. *Levande sjöar och vattendrag*. Sveriges miljömål. [\[http://sverigesmiljomal.se/miljomalen/levande-sjoar-och-vattendrag/\]](http://sverigesmiljomal.se/miljomalen/levande-sjoar-och-vattendrag/) Hämtad: 2019.04.05

Segeå. U.d. Näringsämnen. Segeå. [\[http://www.segea.se/naringsamnen.html\]](http://www.segea.se/naringsamnen.html) Hämtad: 2019.05.06

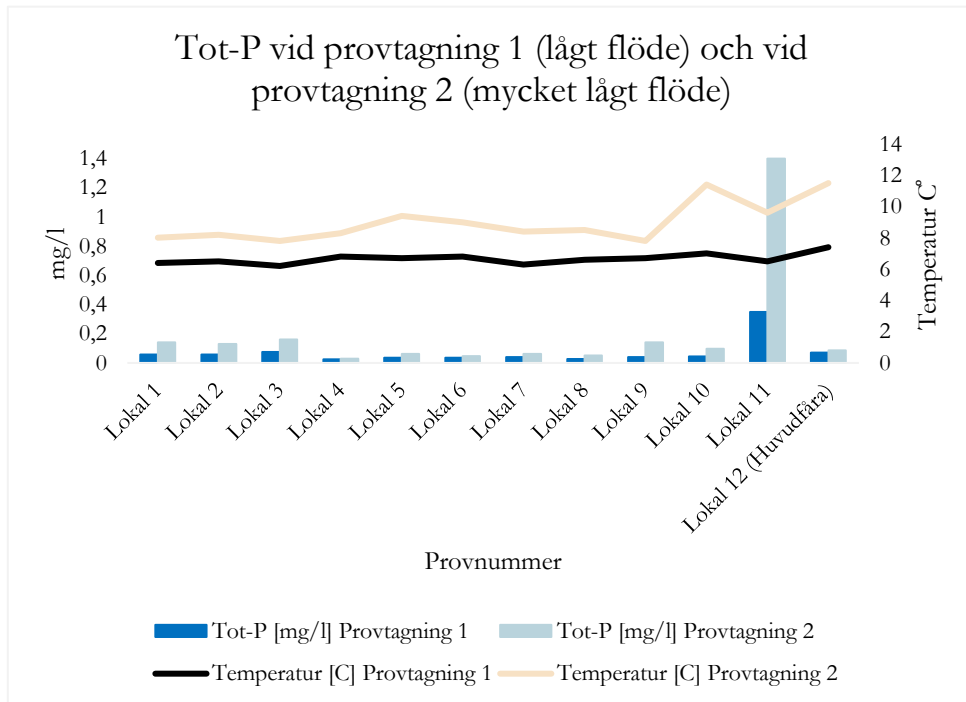
VISS Vatten informationssystem Sverige. 2019a. *Hagaån Wa88918313 / SE 645406-125389*. VISS Vatten informationssystem Sverige. [\[https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA48918313\]](https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA48918313) Hämtad 2019.04.02.

VISS Vatten informationssystem Sverige. 2019b. *Kalvöfjorden – WA12109072 / SE580610-113615*. VISS Vatteninformationssystem Sverige. [\[https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA12109072&managementCycleName=Cykel_3\]](https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA12109072&managementCycleName=Cykel_3) Hämtad 2019.04.02.

Bilaga 1



B1A. Tot-N i mg/l vid P1 (lågt flöde) den 29/3–2019 och vid P2 (mycket lågt flöde) den 23/4–2019 i relation till temperaturen i C°.



B1B. Tot-P i mg/l vid P1 (lågt flöde) den 29/3–2019 och vid P2 (mycket lågt flöde) den 23/4–2019 i relation till temperaturen i C°.

B1C. Värden för tid, temperatur totalfosfor och totalkväve för provtagning 1 lågt flöde den 2019-03-29.

Provtagning 1 Lågt flöde				
Provnummer	TID	TEMPERATUR [C]	Tot-P [mg/l]	Tot-N [mg/l]
SYN0H	09.42	6,4	0,058	0,8
SYN0H 2	09.54	6,5	0,057	0,55
SYN0H 3	10.02	6,2	0,075	0,57
SYN0H 4	10.13	6,8	0,024	0,32
SYN0H 5	10.28	6,7	0,035	0,46
SYN0H 6	10.35	6,8	0,035	0,58
SYN0H 7	10.47	6,3	0,04	0,67
SYN0H 8	11.03	6,6	0,027	0,45
SYN0H 9	11.09	6,7	0,039	0,7
SYN0H 10	11.26	7	0,045	0,65
SYN0H 11	11.32	6,5	0,35	2,3
SYN0H 12 (huvudfåra)	11.49	7,4	0,07	1,1

B1D. Värden för tid, temperatur totalfosfor och totalkväve för provtagning 2 mycket lågt flöde den 2019-04-23.

Provtagning 2: Mycket lågt flöde				
Provnummer	TID	TEMPERATUR [C]	Tot-P [mg/l]	Tot-N [mg/l]
SYNOP	09.24	8	0,14	1,2
SYNOP 2	09.40	8,2	0,13	0,86
SYNOP 3	09.49	7,8	0,16	0,93
SYNOP 4	09.58	8,3	0,029	0,4
SYNOP 5	10.10	9,4	0,063	0,38
SYNOP 6	10.17	9	0,047	0,63
SYNOP 7	10.28	8,4	0,063	0,61
SYNOP 8	10.41	8,5	0,05	0,92
SYNOP 9	10.46	7,8	0,14	0,67
SYNOP 10	11.06	11,4	0,096	0,63
SYNOP 11	11.10	9,6	1,4	8,2
SYNOP 12 (huvudfåra)	11.35	11,5	0,087	0,56

