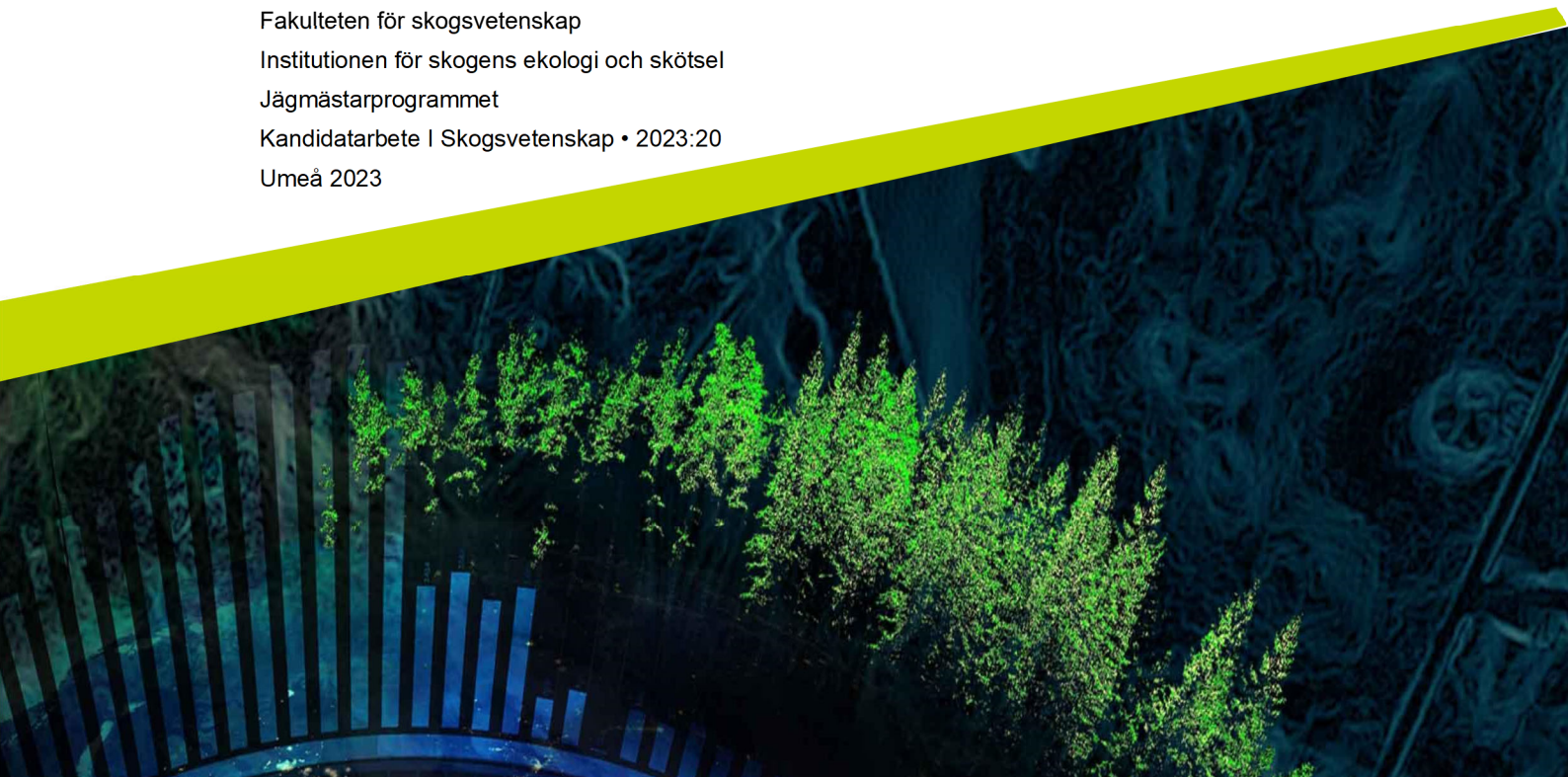




Utforskande dataanalys av bäckarna i Undersviks Tillväxtpark före BAG-försök

Maja Sjöström

Kandidatarbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Fakulteten för skogsvetenskap
Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Jägmästarprogrammet
Kandidatarbete | Skogsvetenskap • 2023:20
Umeå 2023



Utforskade dataanalys av bäckarna i Undersviks Tillväxtpark före BAG-försök

Explorative data analysis of streams in Undersvik Tillväxtpark before BAG-trial

Maja Sjöström

Handledare: Kevin Bishop, SLU, institutionen för vatten och miljö
Examinator: Nils Henriksson, SLU, institutionen för vilt, fisk och miljö

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt kandidatarbete i skogsvetenskap
Kurskod: EX0911
Program/utbildning: Jägmästarprogrammet
Kursansvarig inst.: Institutionen för skogens ekologi och skötsel
Utgivningsort: Umeå
Utgivningsår: 2023
Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
Serietitel: Kandidatarbeten i skogsvetenskap
Delnummer i serien: 2023:20

Nyckelord: BAG, skogsgödsling, markvatten, näringsläckage, bäckar, barrskog.

Sammanfattning

Förorening av vatten är ett stort problem både på lokal och global nivå. Övergödning från mänsklig aktivitet såsom jordbruk och industrier utgör ett markant hot mot våra vatten (Rheinheimer 1998), å andra sidan skulle skogsbruket kunna förbättra sin produktion med större nyttjande av gödsel. Ett ökat bruk av gödsel skulle dock kunna leda till ökade utsläpp av näringsämnen i vattendragen (Larsson 2008). BAG, behovsanpassad gödsling är en metod som ämnar förbättra effektiviteten av gödseln och på så vis minska utsläppen. Metoden utgår ifrån trädens förmåga att ta upp näring och växa och att anpassa gödslingens form efter den. Under 2020 påbörjades mätning av vatten i nio stycken bäckar för att under ett kommande BAG-försök kunna följa vattnets tillstånd. I denna rapport redogörs för en explorativ analys av de halter som uppmätts i vattnet innan försöket börjat. Organiskt kol, pH, kväve, fosfat och vattnets elektriska ledningsförmåga har mätts och noterats på en ungefärligt månadsvis basis. Extra fokus lades på att utforska potentiella kopplingar mellan bäckarna och grupperna av bäckar. Med denna undersökning kan referensramar för framtida undersökningar av försöksdatan skapas. Trots vissa försvårande omständigheter med datan kunde tydliga skillnader upptäckas inom grupperna och mellan dem. Detta kan komma att leda till svårigheter i att bedöma effekterna av gödsling på de lokala vattnen i BAG-försöket.

Nyckelord: BAG, skogsgödsling, näringsläckage, bäckar, barrskog.

Abstract

Polluted water is a problem on both a local and global scale. Eutrophication stemming from human activities such as farming and industries pose a notable threat to our waters (Rheinheimer 1998). On the other hand, the forestry industry could increase its production greatly by utilizing fertilization more. An increase in fertilizer use could however lead to more leaching into the water (Larsson 2008). BAG, (behovsanpassad gödsling) is a method of fertilizing which aims to improve the efficiency of the fertilizer and reduce the leaching. The method consists of using the trees ability to grow and absorb nutrients as a guide for the fertilizing form. Sampling of nine streams began in 2020 to follow the conditions of the water. In this report an explorative analysis of the pre-trial values will be presented. The focus will be on the contents of organic carbon, pH, nitrogen, phosphate and the electrical conductivity of the water. These were sampled on a monthly basis. Extra attention will be laid on exploring the potential connection between the streams and the groups of streams. By doing this, extra references for future examinations of the trial data may be generated. Despite some data irregularities clear differences were found within groups and between groups. Due to this there may be difficulty in determining the effects of fertilization on the local waters in the BAG-trial.

Keywords: BAG, forest fertilization, leaching, streams, conifer.

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	5
Figurförteckning	6
Förkortningar	7
1. Introduktion	8
1.1 Bakgrund	9
1.2 Risker och möjligheter med intensivare skogsbruk.....	9
1.3 Frågeställning	10
2. Metod och material	11
2.1 Insamling av data.....	11
2.2 Inrinningsområdenas storlek	11
2.3 Statiska strategier.....	12
3. Resultat	14
3.1 Kontrollgruppen	14
3.2 Gruppen som ska gödslas	16
3.3 Gruppen med stora inrinningsområden	17
3.4 Grupperna emellan	17
3.5 Märkbara mönster.....	17
4. Diskussion	18
4.1 Interna relationer i grupperna	18
4.2 Relationer mellan grupperna	19
4.3 Implikationer för BAG-försöket.....	19
4.4 Svårigheter med datan	19
4.5 Svårigheter med verkligheten	20
Referenser	21
Tack	23
Bilaga 1	24

Tabellförteckning

Tabell 1. Bäckarnas inrinningsområdets areal	11
Tabell 2: Medelvärden och standardavvikelse för varje bäck och ämne	15

Figurförteckning

Figur 1. karta över området	12
Figur 2. B8 utmärkt i blått mot andra grafer	14
Figur 3. pH graf med B8 i blått	15
Figur 4. Exempel på grafer där bäckar inom GBag har unika mönster	16

Förkortningar

BAG	Behovsanpassad gödsling
B1, B2 ...	Bäckarnas numrering
Dis-N/DN	Disolved Nitrogen
DOC	Disolved Organic Carbon
GBag	Group BAG, Grupp som skall gödslas.
GBC	Group Big Catchment, Grupp med stora inrinningsområden.
GC	Group Control, Grupp som ej skall gödslas.
SLU	Sveriges lantbruksuniversitet

1. Introduktion

Det är inte bara i haven som de mänskliga utsläppen har påverkat miljön. Den antropogena påverkan av vattendrag börjar redan bäckar och sjöar. Utsläpp från jordbruk, industri och samhällen hamnar i de närbelägna vattendragen och kan där ha påtaglig effekt på habitatet. I merparten av sjöarna i Stockholmsområdet var halten av fosfor och kväve höga eller mycket höga. (Hagström & Pansar 2003) Halter mellan 25–130 µg P/l och 630–2100 µg N/l är klass 3–5 enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för miljö kvalitet (Naturvårdsverket - Allmänna råd 90:4 och Rapport 4913 1999). Detta betyder att de klassas som mycket näringsrika. Sjöarnas innehåll påverkas av markvattnet som flödar in genom marken men även av de bäckar och åar som rinner in i dem. I Sverige kan bäckarna naturligt variera i sitt innehåll så mycket att det går att se med blotta ögat. Bäckvattnet ser olika ut beroende på dess humusinnehåll och andra ämnen som kan färga vattnet. Varifrån bäcken har sitt ursprung påverkar vattnets innehåll. Bäckar som kommer ur myrmarker och humusrika sjöar har ofta mycket humussyror och ett lågt pH (Ågren & Löfgren 2010). Vatten som passerat genom berggrunden och sedan kommer till ett utströmningsområde bär med sig mineraler från berggrunden. Ett utlopp ur en kalkrik berggrund innehåller andra näringsämnen än det som kommer ut ur det näringsfattiga norrländska gråberget. När vattnet transporterar dessa ämnen ger det upphov till miljöer där olika sorters växter, djur och insekter trivs. Dessa miljöer är beroende av att vattenkvaliteten förblir samma. Om för mycket störning av vattenkvaliteten sker hotar det organismerna som lever där. I början av varje vattendrags resa mot havet är vattnet i allmänhet utan föroreningar av något slag. Det är naturligt att när vattnet rinner från källan blandas diverse ämnen som mineraler, salter och organiska ämnen in. Detta är en mycket viktig naturlig process som sprider näringsämnena i naturen. Vittring och urlakning är drivande i jordbildningen men för mycket urlakning av näringsämnen som kommer ur gödseltillförsel kan leda till förändringar i naturmiljön och allvarliga skador på flora och fauna. I den svenska naturen är växtligheten begränsad av kvävetillgången (Laudon et al. 2011). Kommersiell gödsel går ofta under namnet NPK, detta för kväve, fosfor och kalium. Kväve är den största andelen i den gödseln. Att tillföra kväverik gödsel till en kvävekänslig natur kan därför anses olämpligt. Samtidigt vet man att kvävetillförseln kan förbättra för skogsproduktionen. En vanlig gödselmodell i dagens skogsbruk är att ca 10 år innan planerad avverkning tillföra ca 150 kg gödsel per km² (Ståhl & Berg 2013). Denna metod kan kritiseras då det finns risk för ökat näringsläckage (Zetterberg et al. 2008). Från gödsling med 150 kg per km² kan en tillväxtökning på 10–20 kubikmeter förväntas (Pettersson 1994). Avvägningen mellan läckagerisk och ökad tillväxt är därför ett dilemma för dagens skogsägare.

1.1 Bakgrund

Sverige utgör ungefär en promille av världens landyta. Därför kan det diskuteras huruvida Sverige kan ha någon inverkan på de globala miljöproblemen. Det faktum att Sverige har ett stort antal älvar och andra vattendrag som mynnar ut i haven kan göra dess påverkan av vattenkvaliteten större än grannländerna. Efter reaktorolyckan i Fukushima kunde partiklar som släpps ut i havet sedan uppmätas uppe vid Kamtjatka halvön (Dianskii et al., 2012), detta ger en bild av hur långt föroreningar i vatten kan nå. Följaktligen kan nedsmutsningen av älvarna påverka vattenkvaliteten globalt. De många älvmyningarna på Sveriges ca. 3218 kilometer långa kust påverkar därför i hög grad vattenkvaliteten i Östersjön. Delar av den svenska kusten mynnar såklart ut i väst men majoriteten av den svenska kusten ligger i öst. Näst längst kust mot Östersjön har Finland med 31,000 kilometer. De övriga länderna runt Östersjön har alla betydligt mindre andelar kust mot Östersjön. Flera studier har visat att utsläppen av näring i vattnet leder till allvarliga förändringar i havsmiljön. Där kan nämnas algblooming som utöver att göra stränderna icke badvänliga leder till en obalans i ekosystemet och ökad autotrof aktivitet. Denna ökning konsumerar mycket syre i vattnet och kan leda till att andra organismer dör av syrebrist (Rheinheimer 1998). Rapporter om hypoxiska fiskar blir allt vanligare och sker allt närmare kusten (Conley et al. 2011).

1.2 Risker och möjligheter med intensivare skogsbruk

Med mer intensiva skogsbruksåtgärder skulle skogens produktion kunna dubbleras. (Larsson 2008) En sådan ökning skulle förstås leda till större inkomster för skogssektorn och skogsägarna. Utöver ekonomisk vinning finns även bevis för att en ökad och mer effektiv skogsproduktion skulle kunna ha stora miljönyttor. När växter, som träd växer, konsumerar de koldioxid genom fotosyntes. Kolet binds sedan i växtens vävnader och i marken (). Om gödningen ökade skulle skogsekosystemet potentiellt hålla 47% mer kol enligt en svensk 13 år lång studie. (Blasko et. al. 2022).

I rapporten "Potential Roles of Swedish Forestry in the Context of Climate Change Mitigation" beräknas förbättrade metoder inom skogsbruket kunna motverka ca 40 miljoner ton koldioxidutsläpp årligen. (Lundmark et. al. 2014) Där adderas även den så kallade substitutionseffekten till den siffran. Substitutionseffekten är ett begrepp som syftar till den miljönytta de produkter som kan tillverkas av skogsråvaran gör. När en skogsprodukt tar en fossil produkts plats kommer inte den fossila koldioxiden släppas ut i koldioxidloppet i samma utsträckning. Genom att ersätta varor av betong och plast skulle kol samlat i atmosfären av träden kunna användas för att t. ex. bygga hus eller ersätta miljöskadliga plastartiklar för engångsbruk. Att producera produkter som kommer ifrån skogen istället för att använda fossilbaserade produkter minskar följaktligen koldioxidutsläppen. Konflikten mellan målen att begränsa utsläppen av

näringsämnen i vattnen och den växande efterfrågan på skogsråvara blir därav mycket påtaglig i och med den pågående klimat- och miljödebatten.

För att möta utmaningen att producera mer råvara utan att öka föroreningarna i vattnet har flera försök gjorts av olika företag och forskargrupper. I Asa tillväxtpark bedrivs forskning som syftar till att med intensiva skogsskötselmetoder öka tillväxten med 50% samtidigt som miljöeffekten av dessa metoder mäts och utvärderas (*Asa tillväxtpark* u.å.). Parken etablerades år 2009 och ägs av Sveaskog. Där bedrivs bl. a försök med förädlat plantmaterial, anpassad gallring, omloppstid och gödsling. Asa fick senare en systerpark vid namn Tillväxtpark Undersvik. Parken ägs av även den av Sveaskog och de utför även skötselåtgärderna. Tillväxtpark Undersvik är ca 1600 ha stor och är belägen norr om Bollnäs. Där görs försök med BAG. BAG står för Behovsanpassad Gödsling. Dess mål är att med hjälp av frekvent tillförsel av rätt mängd gödsel hålla den löpande tillväxten så hög som möjligt samtidigt som näringsläckage begränsas. I tillväxtparkerna ges möjlighet att på landskapsnivå studera hur skötselåtgärderna påverkar skog, mark och vatten (*Tillväxtpark Undersvik* u.å.).

1.3 Frågeställning

Målet med detta arbete är att med en explorativ statistiskanalys utforska innehållet i vatten samlat i Tillväxtpark Undersvik. I analysen kommer halterna av pH, löst organiskt kol, löst väte, ammonium, nitrat, nitrit och fosfat i bäckvattnet att ligga som bas för analysen. Rapporten är även tänkt att ge hjälpsamma referenser för det BAG-försök som utförts i området, därav undersökts endast data som uppmätts innan gödsling För att jämföra de olika bäckarna och hur de påverkas är de även delade i tre grupper: kontrollgruppen, försöksgruppen och blandgruppen där vattnet består av vatten från stora inströmningsområden där vatten från de andra bäckarna ingår.

Huvudfrågorna att undersöka är följande:

- i Hur lika eller olika är bäckarnas halter inom grupperna?
- ii Hur lika eller olika är halterna mellan grupperna av bäckar?
- iii Hur kan dessa relationer påverka resultaten i BAG-försöket?

2. Metod och material

2.1 Insamling av data

Försöket i Undersvik Tillväxtpark utförs i samarbete mellan Sveaskog och SLU. Försökets huvudsakliga uppgift är att utvärdera BAG. (*Tillväxtpark Undersvik u.å.*) I bilagan som finns på infosidan för parken beskrivs försökets plan. Försöket påbörjades år 2020 och själva gödslingen startade 2021. Försöket utfördes i enlighet med Sveaskogs egna riktlinjer som togs fram som komplement till deras riktlinjer för konventionell gödsling. Försöket beskrivs främst vara beläget i grandominerad ungskog. Arealen för försöksområdet är cirka 155 hektar. Gödslingen planeras att utföras vid år 1, 2, 4, 7 och 10. I beskrivningen av försöket som finns tillgänglig från Sveaskog skall de nio utvalda bäckarna vara delade i tre grupper. Tre av mätstationerna (11, 9 och 8) blev kontrollområdet och har inte gödslats under försöket. Tre andra mätstationer (4, 5 och 6) lades i området som gödslades. Den sista gruppen (1, 2 och 3) består av mätstationer placerade i bäckar som har jämförelsevis stora inströmningsområden nedströms från de andra. I Sveaskogs dokument sorteras B3 till gödslingsgruppen men i denna rapport läggs B3 med B1 och B2 eftersom dessa tre har störst inströmningsområden. Med hjälp av grafer baserade på halterna som uppmätts kunde i tidigt stadie likheter för deras innehåll skönjas. Därav sorterades B3 om. På kartan kan dock en skillnad noteras. B1 och B2 får sitt vatten från hela området till skillnad från B3 som mest troligt består av vatten helt från området som skall gödulas.

2.2 Inrinningsområdenas storlek

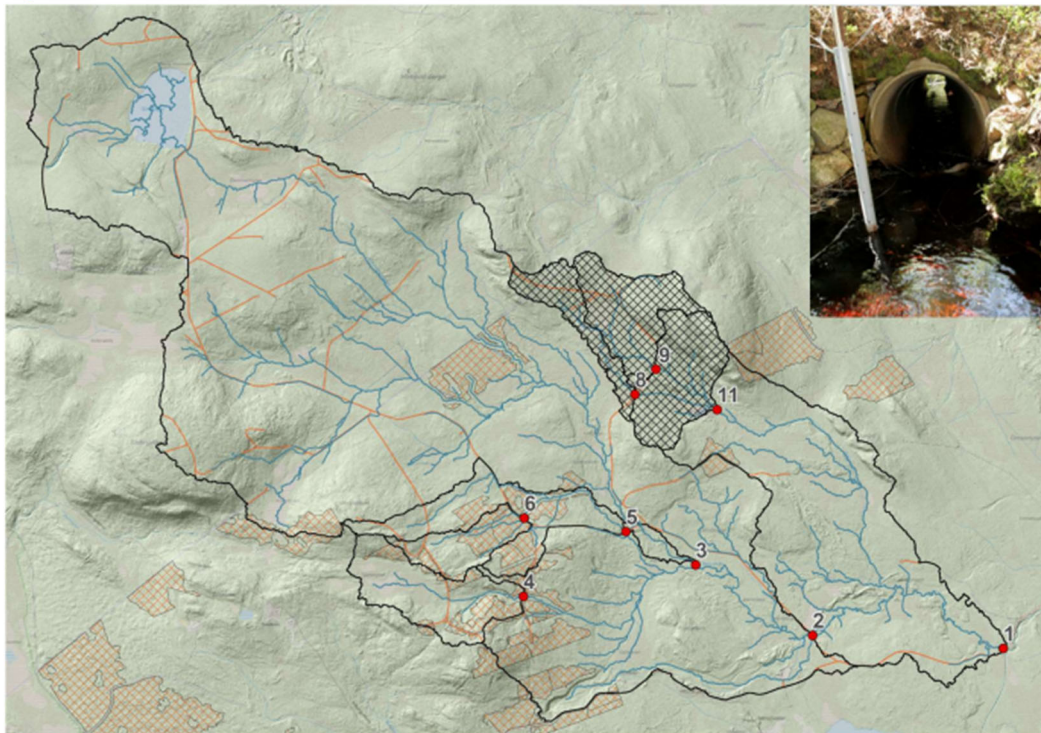
Tabell 1. Bäckarnas inrinningsområdets areal

Bäck nummer	1	2	3	4	5	6	8	9	11
Area [km ²]	19,6	15,3	11,4	0,6	1	0,3	0,3	0,5	1,3

Vid mätstationerna mättes vattennivån med en logger kontinuerligt. Flödet är beräknat med SMHI:s beräkningar för området. För att mäta vattenkemin togs två flaskor vatten ungefär en gång i månaden. En 250 ml flaska och en mindre flaska för pH mätning. Proverna analyserades vid SLU:s labb i Umeå. De värden som analyserats är elektrisk strömförningsförmåga (EC), pH, löst organiskt kol (DOC), löst kväve (DN alt Dis-N), ammonium (NH₄N), nitrat och nitrit (NO₂ och NO₃), och fosfat (PO₄). Denna rapport kommer bara att hantera de värden som uppmättes innan gödslingen började. Från den tiden finns tio mätningar från och med augusti 2020 till maj nästa år. Tyvärr saknas vissa mätvärden på grund av problem som t. ex. torka, då det helt enkelt inte funnits något vatten att analysera. B11, B8 och B6 är de mest påverkade av detta i datasetet. I sin helhet finns fler mätningar längre

fram i försöket. B8 beskrivs som ett dike vilket kan skilja den från de naturligt uppkomna bäckarna. Hela december 2020 och april 2021 saknas i tabellen för NH4N.

Figur 1: Karta över området



Källa: Sveaskogs instruktioner

https://www.skogforsk.se/cd_20210610103545/contentassets/cc3d73fd628a4627bbdf7470715661a1/vattenprovtagning.pdf

2.3 Statiska strategier

För att kunna utvärdera och visualisera datan som fanns skapades grafer för varje mätparameter. När kurvorna färgats i samma färg för varje bäck över alla grafer kunde vissa mönster upptäckas. Detta gav även hjälpande intryck för att kunna tolka de siffror som sedan beräknades i R. Bäckarnas medelvärden och standardavvikelse beräknades i R. De siffrorna lades i tabeller i Google Sheets för att underlätta utvärdering och för framtida användning. Sedan korrelerades bäckarna mot varandra efter de olika innehållsparametrarna. De korrelationstabeller som R skrev ut använde punkt som decimal och detta resulterade i helt felaktiga siffror vid förflyttning till Google sheets där kommatecken används. Metoden för att byta decimaltecken visade sig senare vara att byta tidszon. Innan detta upptäcktes användes ChatGPT för att ta bort kommandon, vända på tabellerna och byta ut punkterna mot kommatecken. De resulterande tabellerna kunde sedan studeras för att söka svar på de frågor som ställts. Först jämfördes korrelationen mellan bäckarna inom gruppen. Efter att de tre grupperna beskrivits jämfördes grupperna mot varandra på samma vis. Spearmans rangkorrelation används då det inte är troligt att mätvärdena skulle följa linjär- eller normalfördelning. Vid första

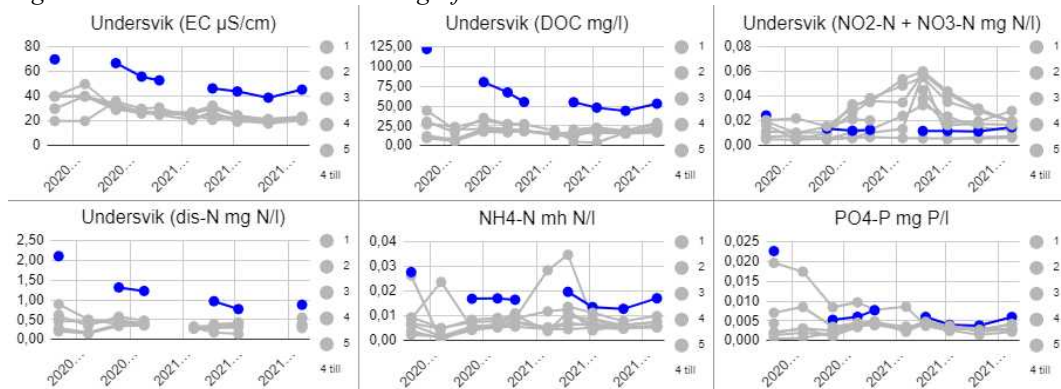
undersökningen av graferna syntes detta. I jämförelse med Pearson korrelation är denna modell något robustare mot ytterlighetsvärden. I tidigt stadie kunde vissa utstickande värden noteras på de grafer som gjordes för att visualisera bäckarnas innehåll. Utöver det saknas flera mätningar. Därav valdes parvis Spearman korrelation för analyserna av mätdata.

3. Resultat

3.1 Kontrollgruppen

Kontrollgruppen besväras av att två av tre bäckar har avvikande mätvärden. Gruppen döptes till GC i R. B8 avviker tydligt från alla andra bäckar i försöket i alla grafer för de mätta ämnena. Detta syns rent visuellt på graferna.

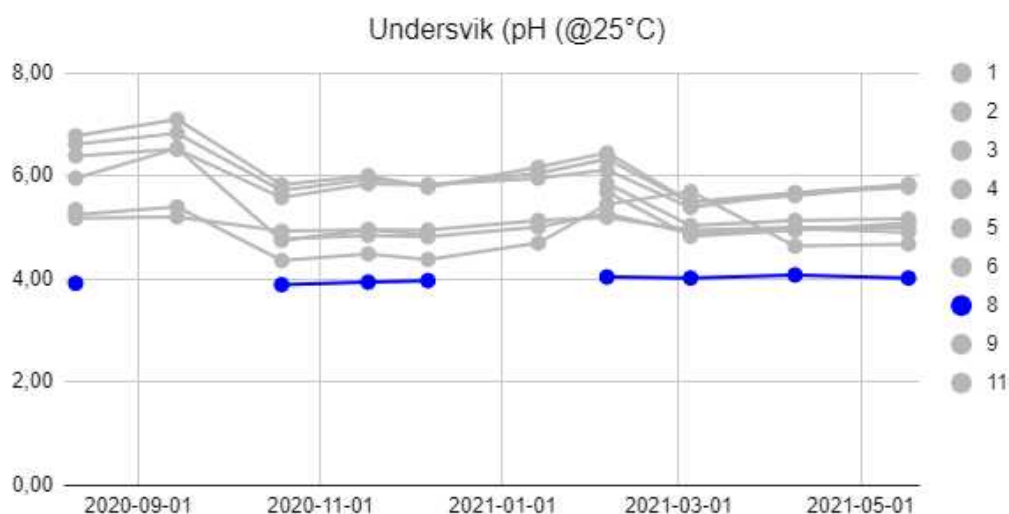
Figur 2: B8 utmärkt i blått mot andra grafer.



Notera att B8 ofta följer trenderna i de andra bäckarna men här mycket högre halter. Därför kan korrelationen ibland vara hög trots att de egentligen ur en näringsinnehållsmässig syn är olika.

B11 saknar mätvärden för sex av tio tillfällen. Endast februari till maj finns uppmätta. På grund av detta är B9 den enda bäcken i kontrollgruppen som är intakt och liknar de andra bäckarna. B8 har medelvärden som avviker starkt från de andra, ofta är medelhalten dubbelt så hög. Även pH är starkt avvikande då de andra bäckarna ligger runt 6 eller 5. B8 har ett lägre pH om 4. Standardavvikelsen är skalenligt liknande mot andra bäckar förutom för pH. Standardavvikelsen för pH i B8 är väldigt liten. Det överensstämmer med bilden som fås av att undersöka grafen för pH. För övriga bäckar utgör SD ca 10–5% av medelvärdet. För B8 är SD ca 1%. Det överensstämmer med bilden som fås av att undersöka grafen för pH då B8 är ett platt streck.

Figur 3: pH graf med B8 i blått.



Det finns vissa svängningar i B8 grafen, men de är så små att det är svårt att veta om de är relaterade till de andra bäckarnas rörelser.

B9 har något högre halter av de mätta ämnena mot för de andra bäckarna och pH 5. SD är typiskt för området. B11 saknar många värden så medelvärden och standardavvikelsen blir svår att jämföra mot de andra bäckarna i gruppen. I de fyra punkter som finns att se på graferna följer B9 och B11 mycket nära varandra. På grund av detta blir det svårt att med korrelationsberäkningar säga hur lika bäckarna i gruppen är varandra. Därför bortser rapporten från B11 då dess beräkningsvärden är så influerade av de andra bäckarna att korrelationen alltid ligger högt eller lågt med jämna siffror och 100% relation i många fall. Därav bedöms de inte vara pålitliga. Vid korrelations bedömning mellan B8 och B9 finns dock höga korrelationer mellan bäckarna i avseende för PO₄, Dis-N, DOC och EC. För NO₂/NO₃, NH₄N och pH är dock korrelationen låg.

Tabell 2: Medelvärden och standardavvikelse för varje bäck och ämne

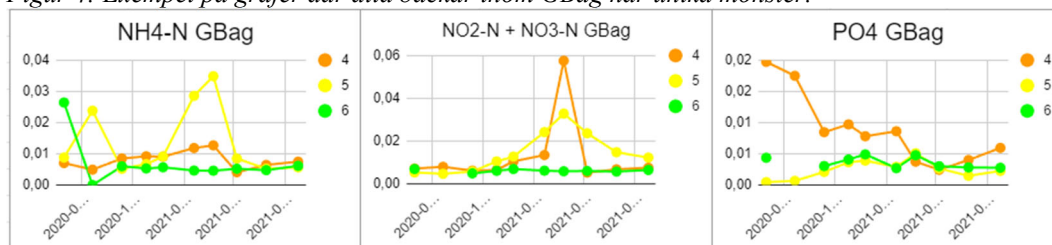
contentMEAN	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	B9	B11
DN	0.34	0.30	0.29	0.35	0.45	0.39	1.21	0.48	0.43
DOC	16.14	15.31	14.59	20.44	21.05	19.71	65.85	25.33	21.13
EC	30.20	29.12	28.62	24.59	27.82	24.68	52.62	27.26	20.80
NH ₄ N	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
NO ₂ NO ₃	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
pH	5.91	6.02	6.11	4.91	5.05	4.98	3.99	5.29	5.30
PO ₄	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
contentSD	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	B9	B11
DN	0.08	0.09	0.08	0.13	0.19	0.12	0.49	0.10	0.09

DOC	4.50	4.72	4.50	9.57	8.73	4.09	25.67	5.92	4.33
EC	8.72	6.55	6.71	6.00	7.27	4.52	11.15	6.59	2.56
NH4N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
NO2NO3	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
pH	0.35	0.44	0.51	0.49	0.12	0.20	0.07	0.62	0.38
PO4	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00

3.2 Gruppen som ska gödslas

Gruppen av bäckar som i försöket gödslas består av B4, B5 och B6. Gruppen heter GBag i R. Vid första anblick ser de tre bäckarna liknande ut, men vissa grafer visar på ämnesvisa avvikelser. B5 har i medeltal något högre halter och pH medan B6 har lägst halter överlag inom gruppen. B4 har störst SD i pH, fosfat och nitrat/nitrit. B6 har låga SD-värden vilket överensstämmer med visuell analys av graferna då B5 kurvan är stabilast. Vid analys av graferna noteras att B5 och B6 ofta tycks följas men när siffrorna i korrelationstabellerna undersöks är relationerna mer komplicerade. DOC koncentrationen har god korrelation, likaså Dis-N. För NH4N, NO2/NO3 och PO4 är siffrorna låga eller negativa. EC och pH analyseras med slutsatsen att B6 korrelerar bra med de andra men B5 är mindre korrelerade till de andra. Över alla ämnen som mäts har B4 de mest utstickande värdena vilket stödjer den visuella tolkningen att B5 och B6 är mer lika. Detta då B4 ibland avviker från de mönster som övriga bäckar följer. I tabellerna för NH4N, NO2/NO3 och PO4 uppmätts negativa korrelationer mellan bäckarna. I dessa avviker B5, B6 och B4 respektive. I mätningarna tagna i september och januari har B5 väldigt hög NH4N halt. B6 har under hela mätperioden lågt och stabilt NO2/NO3 innehåll, till skillnad från de andra som ökar från november till mars och sedan minskar under sommaren. B4 avviker från de andra två i sin PO4 halt.

Figur 4: Exempel på grafer där alla bäckar inom GBag har unika mönster.



Från vänster: B5 har toppar som ej återfinns hos övriga vid ammoniummätning. B6 har väldigt låg halt av nitrat och nitrit utan ökning under höst och vinter. B4 visar motsatt trend i sin fosfathalt.

3.3 Gruppen med stora inrinningsområden

Den tredje gruppen består av B1, B2 och B3. Dessa bäckar har mycket större inströmningsområde (tabell 1). Gruppen heter GBC i R. B1 och B2 består av vatten från både kontrollområdet och området som skulle gödslas. B3 består mest troligt endast av vatten från gödslingsområdet. Redan vid visuell analys av graferna syntes likheten inom gruppen. Medelvärdena är mycket lika och SD likaså. För EC, pH, DOC, Dis-N och NO₂/NO₃ är korrelationen över 0,9. Resterande ämnens korrelationer mellan bäckarna är alla över 0,7. Av alla grupper är GBC den mest homogena gruppen.

3.4 Grupperna emellan

Vid jämförelse av gödslingsgruppen och kontrollgruppen noteras något högre medelvärden mellan GBag och GC. Dock måste avvägningar göras i och med B8s avvikande halter. SD är ofta mindre för B9 för bäckarna i GBag förutom för pH. Korrelation mellan GBag och GC gällande för alla ämnen är ojämn. B11 utesluts som tidigare. NO₂/NO₃ korrelationen är -0,8 mellan B5 och B8. NH₄N halten uppvisar inga samband över 0,5. DOC är den enda parametern där alla bäckar inom grupperna tycks vara liknande med tal över 0,5. Mellan GC och GBC är medel och SD märkbart olika. EC visar på korrelation mellan grupperna då talen överstiger 0,8 mellan alla bäckar. B9 har mot bäckarna i GBC hög korrelation för NH₄N och pH men låg för DOC, Dis-N, NO₂/NO₃ och PO₄. B8 visar låg eller negativ korrelation för alla parametrar utom EC. Jämförelse av GBag mot GBC visar på att medelvärdena är närmare varandra än för kontrollgruppen. Dock skiljer sig pH markant mellan GBC pH 6 och GBag pH 5. SD är också betydligt större för GBag. Korrelationen mellan grupperna är hög för B5 och B6 gällande EC och pH. B5 korrelerar även bra mot GBC för NO₂/NO₃ och PO₄. I övriga parametrar är korrelationen låg och ibland negativ.

3.5 Märkbara mönster

Under analysen noterades att vissa mönster som kunde ses på graferna för bäckarnas halter. Notera att alla grafer börjar i augusti och slutar i maj, när början av graferna diskuteras syftar detta på augusti. EC-grafen har en lite större spridning under sensommaren men under vinter och vår är bäckarna samlade och följer ett gemensamt mönster. Detta återfinns i graferna för DOC, Dis-N och PO₄. pH-värdena följer varandra nästan parallellt förutom B4 och B8. I grafen med de mätta NO₂/NO₃ halterna noteras en markant ökning från oktober till februari. Därefter minskar värdena ner igen. Denna tendens ses i alla bäckar utom B6 och B8. B8 avviker i alla grafer men följer ibland samma trend av ökning eller minskning som de övriga.

4. Diskussion

4.1 Interna relationer i grupperna

Den första frågan denna analys försöker svara på är huruvida bäckarna inom grupperna är lika varandra. Detta varierar hos olika grupper och beroende på vilka ämnen som sätts i fokus. Över alla parametrar som mäts är dock gruppen GBC mest homogen. I instruktionen från Sveaskog sorterades B3 till GBag men flyttades i denna undersökning. Efter korrelationsberäkningarna och studier av graferna tyder allt på att detta var korrekt att göra. Av alla här prövade konstellationer är GBC den grupp som har störst stöd i statistiken för att kunna kallas en grupp och jämföras mot andra.

GBag uppvisar mycket lika medelvärden och standardavvikelser men korrelationen för NH₄N, NO₂/NO₃ och PO₄ finns ingen större koppling. Alla bäckar har olika mönster och är därför svåra att bedöma samhörigheten hos. De separata bäckarna har alla olika egenskaper. B4 har unika grafer som skiljer sig och till och med ökar eller minskar tvärtemot de andra. B5 har två mycket extrema toppar på kurvan för NH₄N. B6 utmärker sig med mycket "rent" vatten och små skillnader i halter över mätningarna. Detta gör B6 till en av de märkligare bäckarna eftersom den inte påverkas lika mycket som de andra. De flesta bäckar följer i graferna för ämneshalterna liknande mönster, B6 ligger ofta mycket plattare och långt ned i klungan. Huruvida dessa skillnader är för stora beror mycket på vilka av de mätta ämnena som har stor vikt för ställningstaganden då DOC och Dis-N har goda samband men andra ämnen inte har det.

Den planerade kontrollgruppen GC, har många problem som talar mot grupperingen. B8 följer förvisso med de andra kurvorna i vissa grafer men halterna är mycket olika och pH-kurvan liknar inte andras alls. En bäck som B8 skulle behöva en helt egen kontrollbäck och ett eget försök eftersom en mycket annorlunda reaktion mot gödsling är möjlig. Varför B8 är så avvikande är inget som undersökts i denna studie men mest troligt är att bäckens artificiella natur samt att den marktyp omringar den är olik övriga områden. B9 och B11 är mycket lika i de existerande datapunkterna men eftersom det inte finns data för B11 innan februari kan man inte veta hur lika de var under hösten och vintern. Som tidigare nämnts utgår denna rapport endast datan innan gödslingsförsökets början. Det är dock nämnvärt att i fortsättningen finns mätningar för B11. Även om B11 skulle matcha B9 bra finns det fortfarande problem i form av att den statistiska styrkan påverkas av att ha olika stora grupper.

4.2 Relationer mellan grupperna

För att kunna dra slutsatser om BAG-försökets påverkan på vattnet i försöksområdet måste en testgrupp och en kontrollgrupp finnas. Idealet skulle vara att dessa är så lika som möjligt och därav blir gödslingen den mest avgörande parametern för eventuell skillnad efter försöket. Tyvärr finner denna studie att utöver variationen inom grupperna finns även stora skillnader mellan grupperna. GBag har några starkt utstickande värden inom gruppen där en bäck kan ha extrema värden i en parameter men vara relativt homogen i en annan. Därav är GBag den svåraste gruppen att relatera till de andra. Detta blir ytterligare problematiskt då GC bara har en bäck att jämföra med. Eftersom korrelationen mellan B9 och GBag inte är speciellt övertygande gällande deras likhet kan inte grupperna anses vara så pass lika att det inte kommer påverka försöket. Om B8 inkluderas gör detta bara skillnaden större.

4.3 Implikationer för BAG-försöket

Av analysen dras slutsatsen att de utvalda bäckarna har skiljaktigheter som kan komma att störa BAG-försökets resultat. Det finns flera anledningar till detta. Det största dilemmat ligger i olikheterna mellan kontrollgrupp och testgrupp vilket kommer göra det svårt att värdera resultaten. De interna olikheterna gör det svårt att fastställa vad de normala halterna är. Utan förståelse för vad som för området är normala halter kan eventuell skillnad orsakad av gödseltillförseln inte fastställas. Bäst skulle nog vara att utesluta B8 då den påverkar GC-gruppens statistiska profil väldigt mycket. Det är såklart också intressant att veta hur en bäck som B8 reagerar på gödsling men då skulle en test- och kontrollgrupp behövas för att få ordentligt med data. För framtida försök skulle dessa problem kunna undvikas genom att fler bäckar mäts för att få ett större dataunderlag där utliggare som B8 antingen kan sorteras ut eller blir så pass utspädda bland de andra. Detta är såklart mycket mer tidsomfattande och kostsammare. Med GBC i åtanke skulle det kanske vara användbart att undersöka om det är universellt att bäckar med stora inrinningsområden har mer homogena vatten. Att utföra ett BAG-försök med bara sådana bäckar skulle kunna ge intressanta resultat. Ett sådant försök skulle såklart inte bedöma förändringar på den nära nivå som detta försök, men de svårigheter som kommer sig ur heterogeniteten hos bäckarna kanske skulle kunna dämpas.

4.4 Svårigheter med datan

Vissa svårigheter uppdagade sig på grund av brister i datan som samlats. Det saknas mätvärden för december och april i mätningarna av Dis-N. Utöver detta saknar B11 sex av tio värden. B9 saknar ett, B8 två och B6 ett värde. Mest troligt saknas dessa mätningar på grund av att bäckarna i fråga lång torra, det fanns helt enkelt inget vatten att ta prover av. De saknade månaderna i Dis-N tabellen kan

bero på halter som var så låga att de inte kunde säkerställas. Bristen på prov leder till vissa osäkerheter. Det är därför svårare att upptäcka förhållanden mellan de olika faktorerna och mellan bäckar eller grupper. Utöver detta får de förhållanden som påvisats mindre statistisk kraft. Det är extra besvärande att de flesta utliggare och saknade värden finns i den grupp av bäckar som skall användas som kontrollgrupp. För att få en bra förståelse för vad som sker när gödningen utförs bör kontrollgruppen vara så lik den gödslade gruppen som möjligt. Detta är bevisligen inte fallet. Därav finns en risk att de resultat som hittas i utvärderingen av BAG-försöket inte beror enbart på försöket.

4.5 Svårigheter med verkligheten

Under arbetets gång teoretiserades det om bäckarnas ursprung. Det hade varit mycket tilltalande att undersöka bäckarnas härkomst med till exempel fjärranalys eller att bara jämföra fukt- och geologikartor bredvid bilden i figur 1. Tyvärr är den kartan något sned, vill säga inte norr-orienterad och utdragen. Det går att återfinna det generella området men att hitta punkterna och inrinningsområdena blev omöjligt. Därav uteslöts sådan analys. Då återstår frågan om B6 kanske kommer ur en kalkälla eller dylikt då den har en sådan låg halt av allting. B8 kanske kan komma ur ett dike som grävts i ett område med mycket myrmark vilket skulle förklara de höga halterna. En ytterligare fråga som finns att testa i framtiden är ursprunget till den markanta ökningen av nitrat och nitrit under höst och vinter. I framtiden skulle det vara mycket intressant att undersöka ett större antal bäckar och på så vis avgöra om det är ett normalt förlopp.

Referenser

- Bedömningsgrunder för miljö kvalitet* (u.å.).
<https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/miljoovervakning/bedomningsgrunder/> [2023-03-21]
- Blaško, R., Forsmark, B., Gundale, M.J., Lim, H., Lundmark, T. & Nordin, A. (2022). The carbon sequestration response of aboveground biomass and soils to nutrient enrichment in boreal forests depends on baseline site productivity. *Science of The Total Environment*, 838, 156327. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156327>
- Conley, D.J., Carstensen, J., Aigars, J., Axe, P., Bonsdorff, E., Eremina, T., Haahti, B.-M., Humborg, C., Jonsson, P., Kotta, J., Lännegren, C., Larsson, U., Maximov, A., Medina, M.R., Lysiak-Pastuszek, E., Remeikaitė-Nikienė, N., Walve, J., Wilhelms, S. & Zillén, L. (2011). Hypoxia Is Increasing in the Coastal Zone of the Baltic Sea. *Environmental Science & Technology*, 45 (16), 6777–6783. <https://doi.org/10.1021/es201212r>
- Dianskii, N.A., Gusev, A.V. & Fomin, V.V. (2012). The specific features of pollution spread in the northwest Pacific Ocean. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 48 (2), 222–240. <https://doi.org/10.1134/S0001433812010033>
- Hagström, J. & Pansar, J. (2003). *Näringsstillståndet i Stockholms läns sjöar, vattendrag och havsområden: Ett underlag till uppföljningen av miljö kvalitetsmålet "Ingen övergödning"*. Länsstyrelsen i Stockholms län. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:naturvardsverket:diva-2629> [2023-03-21]
- Larsson, S. (u.å.). *Möjligheter till intensivodling av skog*.
- Laudon, H., Sponseller, R.A., Lucas, R.W., Futter, M.N., Egnell, G., Bishop, K., Ågren, A., Ring, E. & Högberg, P. (2011). Consequences of More Intensive Forestry for the Sustainable Management of Forest Soils and Waters. *Forests*, 2 (1), 243–260. <https://doi.org/10.3390/f2010243>
- Lundmark, T., Bergh, J., Hofer, P., Lundström, A., Nordin, A., Poudel, B.C., Sathre, R., Taverna, R. & Werner, F. (2014). Potential Roles of Swedish

- Forestry in the Context of Climate Change Mitigation. *Forests*, 5 (4), 557–578. <https://doi.org/10.3390/f5040557>
- Pettersson, F. (1994). Predictive functions for impact of nitrogen fertilization on growth over five years. <https://www.osti.gov/etdeweb/biblio/6892928> [2023-03-21]
- Rheinheimer, G. (1998). Pollution in the Baltic Sea. *Naturwissenschaften*, 85 (7), 318–329. <https://doi.org/10.1007/s001140050508>
- Tillväxtpark* *Undersvik* (u.å.).
<https://www.skogforsk.se:443/kunskap/projekt/adaptivt-skogsbruk/behovsanpassad-godsling/undersvik/> [2023-03-15]
- Zetterberg, T., Hellsten, S. & Belyazid, S. (u.å.). Regionala förutsättningar och miljörisker till följd av skogsmarksgödsling vid olika scenarier för skogsskötsel och kvävedeposition.
- Ågren, A. & Löfgren, S. (u.å.). Förurningskänsliga bäckar –.

Tack

Ingegerd Sjöström – Språkhjälp
[Gida – Gehennas](#) – Akademiskt stöd
Mina klasskamrater - Gnällmottagare

Bilaga 1

Tabell med medelvärde, Standardavvikelser och korrelationer.

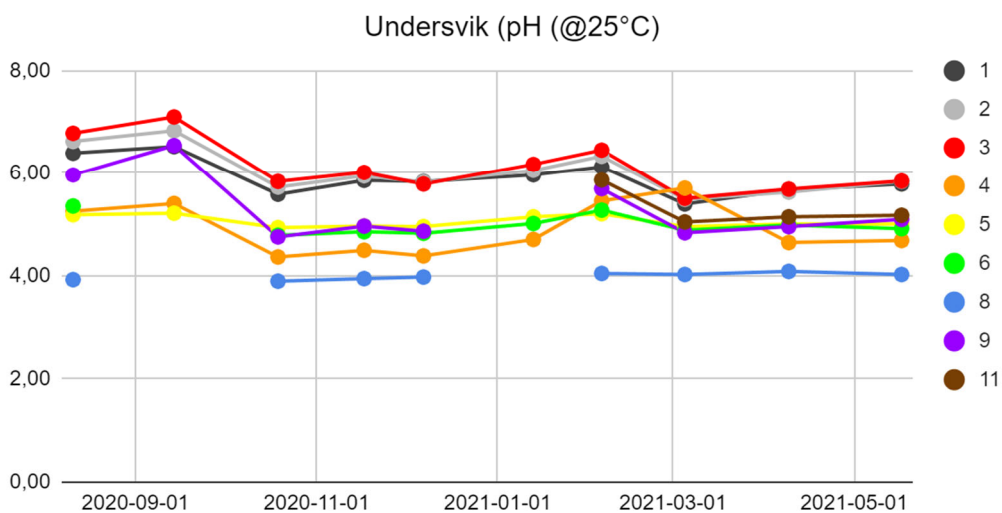
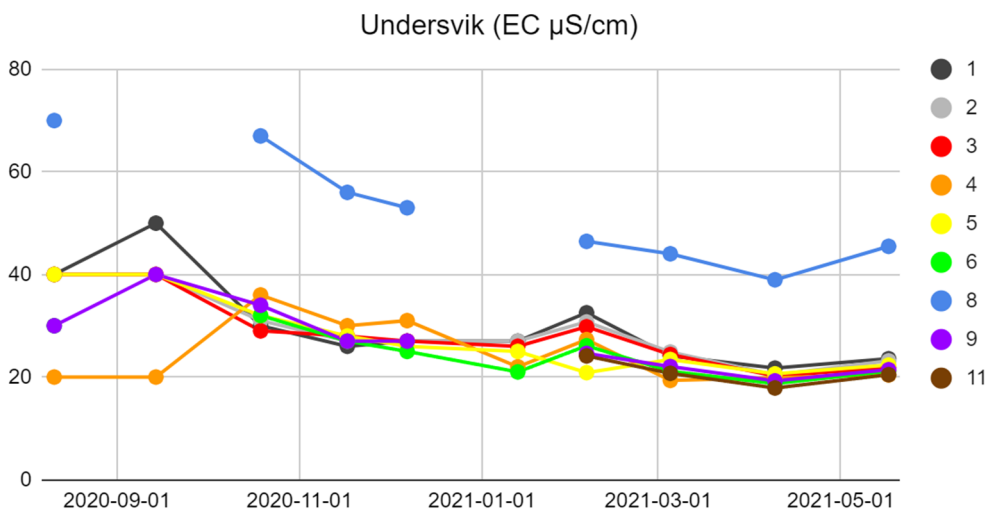
contentMEAN	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	B9	B11
DN	0.34	0.30	0.29	0.35	0.45	0.39	1.21	0.48	0.43
DOC	16.14	15.31	14.59	20.44	21.05	19.71	65.85	25.33	21.13
EC	30.20	29.12	28.62	24.59	27.82	24.68	52.62	27.26	20.80
NH4N	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
NO2NO3	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
pH	5.91	6.02	6.11	4.91	5.05	4.98	3.99	5.29	5.30
PO4	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
contentSD	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	B9	B11
DN	0.08	0.09	0.08	0.13	0.19	0.12	0.49	0.10	0.09
DOC	4.50	4.72	4.50	9.57	8.73	4.09	25.67	5.92	4.33
EC	8.72	6.55	6.71	6.00	7.27	4.52	11.15	6.59	2.56
NH4N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
NO2NO3	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
pH	0.35	0.44	0.51	0.49	0.12	0.20	0.07	0.62	0.38
PO4	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
corEC	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	B9	B11
B1	1.00	0.98	0.96	0.24	0.70	0.71	0.81	0.86	1.00
B2	0.98	1.00	0.98	0.28	0.80	0.83	0.90	0.92	1.00
B3	0.96	0.98	1.00	0.27	0.74	0.85	0.83	0.85	1.00
B4	0.24	0.28	0.27	1.00	0.23	0.60	0.60	0.41	0.40
B5	0.70	0.80	0.74	0.23	1.00	0.75	0.90	0.92	0.40
B6	0.71	0.83	0.85	0.60	0.75	1.00	0.95	0.93	0.80
B8	0.81	0.90	0.83	0.60	0.90	0.95	1.00	0.95	0.80
B9	0.86	0.92	0.85	0.41	0.92	0.93	0.95	1.00	1.00

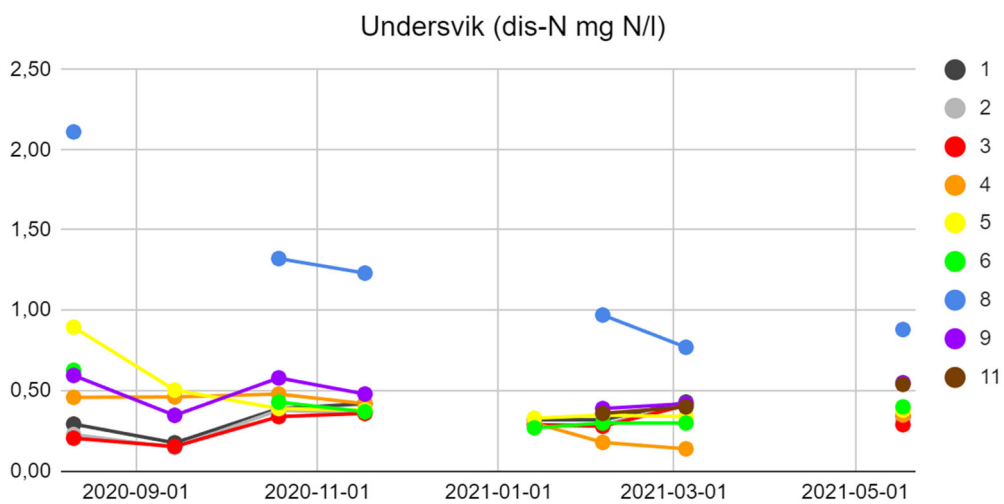
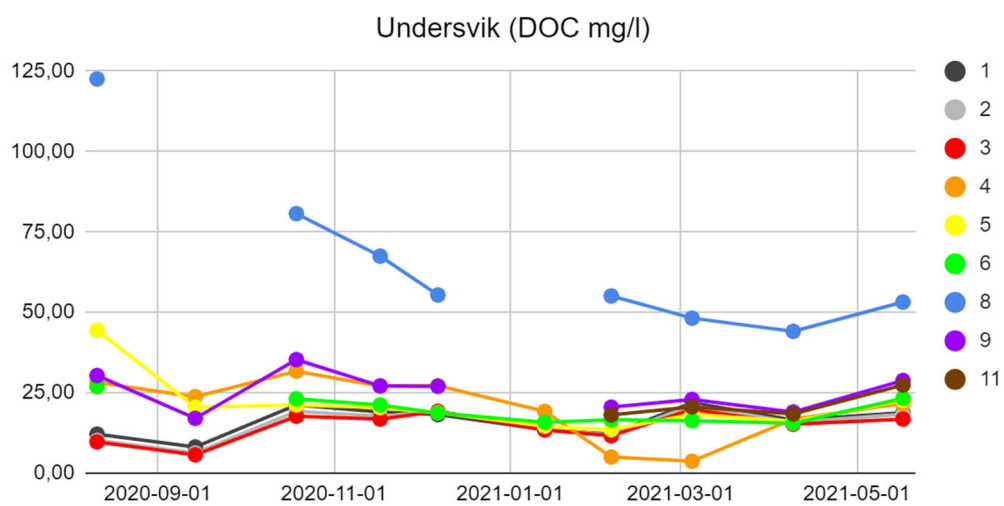
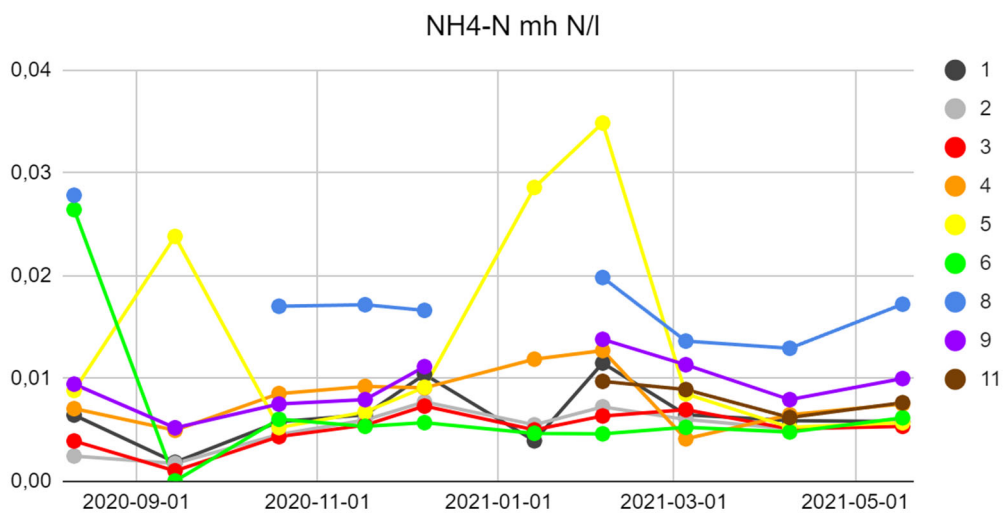
B11	1.00	1.00	1.00	0.40	0.40	0.80	0.80	1.00	1.00
				4.03		7.43	7.74		
corpH	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	B9	B11
B1	1.00	0.98	0.94	0.32	0.85	0.68	-0.13	0.90	1.00
B2	0.98	1.00	0.99	0.32	0.84	0.65	-0.26	0.90	1.00
B3	0.94	0.99	1.00	0.31	0.82	0.63	-0.34	0.87	1.00
B4	0.32	0.32	0.31	1.00	0.60	0.72	0.49	0.47	-0.20
B5	0.85	0.84	0.82	0.60	1.00	0.95	0.46	0.95	0.95
B6	0.68	0.65	0.63	0.72	0.95	1.00	0.44	0.83	0.80
B8	-0.13	-0.26	-0.34	0.49	0.46	0.44	1.00	0.17	0.21
B9	0.90	0.90	0.87	0.47	0.95	0.83	0.17	1.00	1.00
B11	1.00	1.00	1.00	-0.20	0.95	0.80	0.21	1.00	1.00
				4.02		6.71	2.04		
corDOC	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	B9	B11
B1	1.00	0.92	0.91	0.05	0.15	0.08	-0.07	0.52	0.80
B2	0.92	1.00	0.99	-0.02	0.00	-0.05	-0.24	0.37	0.80
B3	0.91	0.99	1.00	-0.02	-0.04	-0.08	-0.23	0.33	0.80
B4	0.05	-0.02	-0.02	1.00	0.72	0.72	0.83	0.67	0.40
B5	0.15	0.00	-0.04	0.72	1.00	0.88	0.64	0.68	1.00
B6	0.08	-0.05	-0.08	0.72	0.88	1.00	0.76	0.90	0.40
B8	-0.07	-0.24	-0.23	0.83	0.64	0.76	1.00	0.79	-0.20
B9	0.52	0.37	0.33	0.67	0.68	0.90	0.79	1.00	0.80
B11	0.80	0.80	0.80	0.40	1.00	0.40	-0.20	0.80	1.00
						4.62	3.29		
corDN	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	B9	B11
B1	1.00	0.98	0.98	-0.35	-0.46	-0.17	-0.54	0.14	0.50
B2	0.98	1.00	0.96	-0.28	-0.42	-0.10	-0.49	0.21	0.50
B3	0.98	0.96	1.00	-0.35	-0.52	-0.27	-0.54	0.14	0.50
B4	-0.35	-0.28	-0.35	1.00	0.83	0.81	0.89	0.32	0.50
B5	-0.46	-0.42	-0.52	0.83	1.00	0.98	0.90	0.41	0.50
B6	-0.17	-0.10	-0.27	0.81	0.98	1.00	0.78	0.99	0.87
B8	-0.54	-0.49	-0.54	0.89	0.90	0.78	1.00	0.71	-0.50

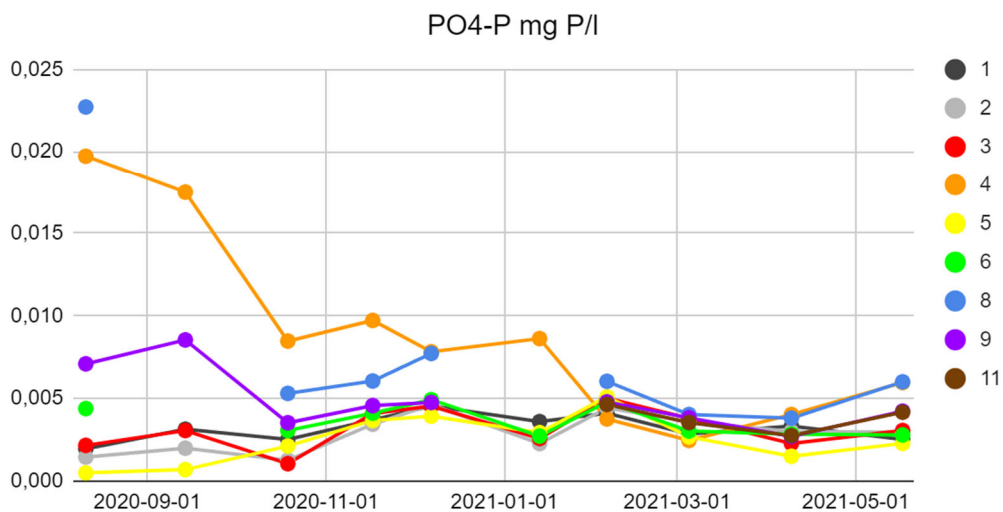
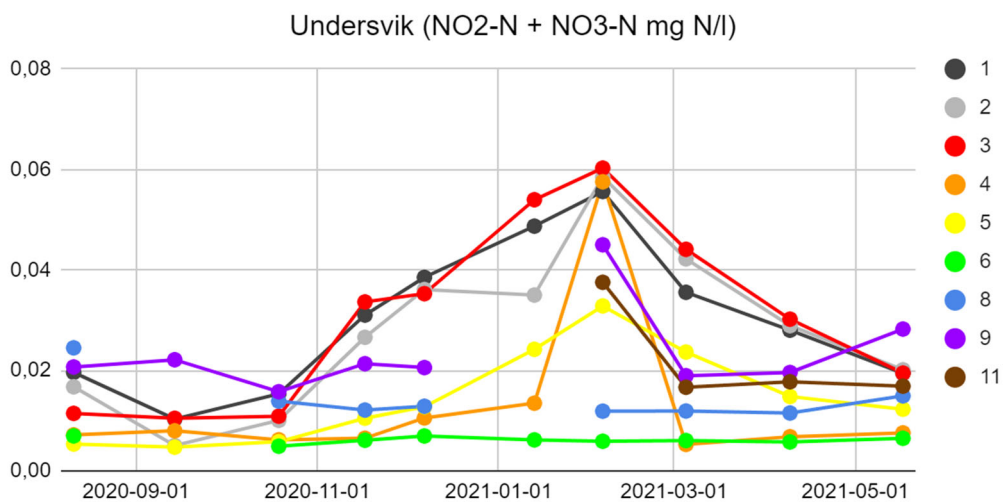
B9	0.14	0.21	0.14	0.32	0.41	0.99	0.71	1.00	1.00
B11	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.87	-0.50	1.00	1.00
						4.88	2.21		
corNH4N	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	B9	B11
B1	1.00	0.81	0.82	0.26	0.19	0.12	0.07	0.85	0.80
B2	0.81	1.00	0.98	0.44	0.24	-0.03	-0.21	0.80	1.00
B3	0.82	0.98	1.00	0.26	0.09	0.02	-0.33	0.79	0.80
B4	0.26	0.44	0.26	1.00	0.38	-0.08	0.45	0.26	0.40
B5	0.19	0.24	0.09	0.38	1.00	-0.56	0.40	0.40	1.00
B6	0.12	-0.03	0.02	-0.08	-0.56	1.00	0.43	0.05	-0.40
B8	0.07	-0.21	-0.33	0.45	0.40	0.43	1.00	0.17	0.80
B9	0.85	0.80	0.79	0.26	0.40	0.05	0.17	1.00	1.00
B11	0.80	1.00	0.80	0.40	1.00	-0.40	0.80	1.00	1.00
						0.54	2.78		
corNO2NO3	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	B9	B11
B1	1.00	0.93	0.98	0.44	0.87	0.08	-0.60	0.10	0.40
B2	0.93	1.00	0.95	0.27	0.92	-0.07	-0.74	0.07	0.40
B3	0.98	0.95	1.00	0.37	0.93	-0.02	-0.67	0.12	0.40
B4	0.44	0.27	0.37	1.00	0.33	0.37	0.05	0.73	0.80
B5	0.87	0.92	0.93	0.33	1.00	-0.27	-0.81	0.02	0.40
B6	0.08	-0.07	-0.02	0.37	-0.27	1.00	0.60	0.40	-0.60
B8	-0.60	-0.74	-0.67	0.05	-0.81	0.60	1.00	0.05	-0.60
B9	0.10	0.07	0.12	0.73	0.02	0.40	0.05	1.00	0.80
B11	0.40	0.40	0.40	0.80	0.40	-0.60	-0.60	0.80	1.00
						1.50	-1.72		
corPO4	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B8	B9	B11
B1	1.00	0.76	0.75	-0.24	0.80	0.39	0.08	0.10	0.20
B2	0.76	1.00	0.88	-0.62	0.78	0.48	0.14	0.03	0.40
B3	0.75	0.88	1.00	-0.39	0.80	0.45	0.26	0.31	0.80
B4	-0.24	-0.62	-0.39	1.00	-0.45	0.08	0.67	0.53	0.00
B5	0.80	0.78	0.80	-0.45	1.00	0.38	0.19	-0.07	0.80
B6	0.39	0.48	0.45	0.08	0.38	1.00	0.74	0.74	0.40

B8	0.08	0.14	0.26	0.67	0.19	0.74	1.00	0.90	1.00
B9	0.10	0.03	0.31	0.53	-0.07	0.74	0.90	1.00	1.00
B11	0.20	0.40	0.80	0.00	0.80	0.40	1.00	1.00	1.00

Haltgrafer från original dataset







Dataset designat för import till R.

Data file	date	1	2	3	4	5	6	8	9	11	content
Undersvik 20-21	2020-08-11	40	40	40	20	40	30	70	30		EC
Undersvik 20-21	2020-09-14	50	40	40	20	40			40		EC
Undersvik 20-21	2020-10-19	30	31	29	36	32	32	67	34		EC
Undersvik 20-21	2020-11-17	26	27	28	30	28	27	56	27		EC
Undersvik 20-21	2020-12-07	27	27	27	31	26	25	53	27		EC

Undersvik 20-21	2021-01- 13	27	27	26	22	25	21					EC
Undersvik 20-21	2021-02- 05	33	31	30	27	21	26	46	25	24		EC
Undersvik 20-21	2021-03- 05	24	25	24	19	23	21	44	22	21		EC
Undersvik 20-21	2021-04- 09	22	20	20	20	21	19	39	19	18		EC
Undersvik 20-21	2021-05- 17	24	23	22	20	22	21	45	21	20		EC
Undersvik 20-21	2020-08- 11	6,39	6,62	6,78	5,25	5,18	5,35	3,92	5,96			pH
Undersvik 20-21	2020-09- 14	6,52	6,83	7,10	5,40	5,21			6,54			pH
Undersvik 20-21	2020-10- 19	5,58	5,72	5,83	4,36	4,93	4,78	3,89	4,75			pH
Undersvik 20-21	2020-11- 17	5,85	5,94	6,01	4,49	4,96	4,85	3,94	4,96			pH
Undersvik 20-21	2020-12- 07	5,83	5,82	5,78	4,38	4,95	4,82	3,97	4,86			pH
Undersvik 20-21	2021-01- 13	5,96	6,05	6,17	4,70	5,14	5,01					pH
Undersvik 20-21	2021-02- 05	6,12	6,33	6,45	5,45	5,20	5,27	4,04	5,69	5,86		pH
Undersvik 20-21	2021-03- 05	5,39	5,48	5,50	5,70	4,95	4,88	4,02	4,83	5,04		pH
Undersvik 20-21	2021-04- 09	5,67	5,62	5,68	4,64	5,00	4,98	4,08	4,95	5,14		pH
Undersvik 20-21	2021-05- 17	5,78	5,83	5,84	4,68	5,00	4,91	4,02	5,09	5,17		pH
Undersvik 20-21	2020-08- 11	12,1 1	10,1 9	9,69	28,2 4	44,4 5	26,9 0	122, 60	30,3 5			DOC
Undersvik 20-21	2020-09- 14	8,12	6,26	5,68	23,7 7	20,5 3			17,0 3			DOC
Undersvik 20-21	2020-10- 19	21,2 0	19,2 0	17,7 0	31,7 0	21,2 0	23,1 0	80,7 0	35,3 0			DOC

Undersvik 20-21	2020-11- 17	19,0 0	17,7 0	16,8 0	27,1 0	20,4 0	21,2 0	67,5 0	27,1 0			DOC
Undersvik 20-21	2020-12- 07	18,2 0	19,2 0	19,2 0	27,2 0	18,8 0	18,7 0	55,4 0	27,0 0			DOC
Undersvik 20-21	2021-01- 13	13,5 0	13,7 0	13,4 0	19,2 0	14,6 0	15,8 0					DOC
Undersvik 20-21	2021-02- 05	12,1 0	11,8 0	11,6 0	5,00	13,5 0	16,6 0	55,1 0	20,5 0	18,10		DOC
Undersvik 20-21	2021-03- 05	21,9 0	21,0 0	19,8 0	3,69	18,3 0	16,3 0	48,2 0	22,9 0	20,60		DOC
Undersvik 20-21	2021-04- 09	16,5 0	15,8 0	15,2 0	16,8 0	16,1 0	15,5 0	44,1 0	19,0 0	18,40		DOC
Undersvik 20-21	2021-05- 17	18,8 0	18,3 0	16,8 0	21,7 0	22,6 0	23,3 0	53,2 0	28,8 0	27,40		DOC
Undersvik 20-21	2020-08- 11	0,29	0,23	0,21	0,46	0,89	0,63	2,11	0,60			DN
Undersvik 20-21	2020-09- 14	0,18	0,15	0,15	0,46	0,50			0,35			DN
Undersvik 20-21	2020-10- 19	0,39	0,38	0,34	0,48	0,39	0,43	1,32	0,58			DN
Undersvik 20-21	2020-11- 17	0,42	0,36	0,36	0,42	0,38	0,37	1,23	0,48			DN
Undersvik 20-21	2020-12- 07											DN
Undersvik 20-21	2021-01- 13	0,32	0,29	0,29	0,30	0,33	0,27					DN
Undersvik 20-21	2021-02- 05	0,32	0,29	0,28	0,18	0,35	0,30	0,97	0,39	0,36		DN
Undersvik 20-21	2021-03- 05	0,43	0,42	0,41	0,14	0,34	0,30	0,77	0,42	0,40		DN
Undersvik 20-21	2021-04- 09											DN
Undersvik 20-21	2021-05- 17	0,34	0,32	0,29	0,35	0,38	0,40	0,88	0,55	0,54		DN
Undersvik 20-21	2020-08- 11	0,00 64	0,00 24	0,00 39	0,00 70	0,00 88	0,02 64	0,02 78	0,00 94			NH4N

Undersvik 20-21	2020-09- 14	0,00 18	0,00 17	0,00 10	0,00 49	0,02 38	0,00 00		0,00 52		NH4N
Undersvik 20-21	2020-10- 19	0,00 58	0,00 45	0,00 43	0,00 85	0,00 52	0,00 60	0,01 70	0,00 75		NH4N
Undersvik 20-21	2020-11- 17	0,00 64	0,00 59	0,00 54	0,00 92	0,00 67	0,00 53	0,01 72	0,00 79		NH4N
Undersvik 20-21	2020-12- 07	0,01 04	0,00 77	0,00 73	0,00 91	0,00 91	0,00 57	0,01 66	0,01 11		NH4N
Undersvik 20-21	2021-01- 13	0,00 39	0,00 55	0,00 50	0,01 19	0,02 86	0,00 46				NH4N
Undersvik 20-21	2021-02- 05	0,01 15	0,00 72	0,00 63	0,01 27	0,03 49	0,00 46	0,01 98	0,01 38	0,009 7	NH4N
Undersvik 20-21	2021-03- 05	0,00 65	0,00 60	0,00 69	0,00 41	0,00 85	0,00 52	0,01 36	0,01 13	0,008 9	NH4N
Undersvik 20-21	2021-04- 09	0,00 59	0,00 51	0,00 51	0,00 65	0,00 52	0,00 48	0,01 29	0,00 79	0,006 2	NH4N
Undersvik 20-21	2021-05- 17	0,00 58	0,00 58	0,00 53	0,00 75	0,00 57	0,00 62	0,01 72	0,01 00	0,007 6	NH4N
Undersvik 20-21	2020-08- 11		0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	NO2N O3
Undersvik 20-21	2020-09- 14		0,01	0,01	0,01	0,01	0,00		0,02		NO2N O3
Undersvik 20-21	2020-10- 19		0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	NO2N O3
Undersvik 20-21	2020-11- 17		0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	NO2N O3
Undersvik 20-21	2020-12- 07		0,04	0,04	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	NO2N O3
Undersvik 20-21	2021-01- 13		0,05	0,04	0,05	0,01	0,02	0,01			NO2N O3
Undersvik 20-21	2021-02- 05		0,06	0,06	0,06	0,06	0,03	0,01	0,01	0,05	0,04 O3
Undersvik 20-21	2021-03- 05		0,04	0,04	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02 O3
Undersvik 20-21	2021-04- 09		0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02 O3

Undersvik 20-21	2021-05- 17	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	NO2N O3
Undersvik 20-21	2020-08- 11	0,00 19	0,00 14	0,00 21	0,01 97	0,00 05	0,00 44	0,02 27	0,00 71		PO4
Undersvik 20-21	2020-09- 14	0,00 31	0,00 20	0,00 30	0,01 75	0,00 07			0,00 85		PO4
Undersvik 20-21	2020-10- 19	0,00 25	0,00 12	0,00 10	0,00 85	0,00 21	0,00 30	0,00 53	0,00 35		PO4
Undersvik 20-21	2020-11- 17	0,00 37	0,00 34	0,00 41	0,00 97	0,00 37	0,00 41	0,00 60	0,00 46		PO4
Undersvik 20-21	2020-12- 07	0,00 45	0,00 46	0,00 45	0,00 78	0,00 39	0,00 49	0,00 77	0,00 47		PO4
Undersvik 20-21	2021-01- 13	0,00 36	0,00 23	0,00 26	0,00 86	0,00 29	0,00 27				PO4
Undersvik 20-21	2021-02- 05	0,00 41	0,00 44	0,00 50	0,00 37	0,00 51	0,00 48	0,00 60	0,00 48	0,004 6	PO4
Undersvik 20-21	2021-03- 05	0,00 28	0,00 36	0,00 38	0,00 24	0,00 27	0,00 30	0,00 40	0,00 38	0,003 5	PO4
Undersvik 20-21	2021-04- 09	0,00 33	0,00 30	0,00 23	0,00 40	0,00 15	0,00 28	0,00 38	0,00 27	0,002 7	PO4
Undersvik 20-21	2021-05- 17	0,00 25	0,00 29	0,00 30	0,00 60	0,00 23	0,00 28	0,00 60	0,00 42	0,004 2	PO4

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Läs om SLU:s publiceringsavtal här:

- <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.