



ProCivitas Privata Gymnasium

Växjö

Gymnasiearbete

# Fosforreduktion i Växjösjöns laguner

**Författare:** Hannah Karlsson och Nicolle Quiñones

**Handledare:** Jonas Blom

**År:** 2020-2021

**Program:** Naturvetenskapliga programmet



## 1. Abstract

---

The ecosystem provides natural services, for humans as well as all other species, that are essential to health and quality of life. Therefore is its well being crucial for mankind's survival. This paper focuses on biochemistry and describes an analysis of the reduction of phosphorus in freshwater. One of today's important environmental issues is the eutrophication found in lakes due to the amount of unbound phosphorus. Eutrophication leads to consequences such as oxygen shortage, which then leads to reduction of diversity in fauna and flora. The aim of this current study is to determine which factors that are essential in phosphorus reduction in order to obtain a sustainable solution to the eutrophication problem. The methodology used for this study was a data collection followed by an analysis, which compared the concentration of phosphorus in the two sister lagoons located in Väjö, Strandbjörket. Finally a literary study was done to support the research. The results revealed that there are different factors affecting the reduction in phosphorus, these being precipitation, temperature, the presence of plants and depth. When comparing the lagoons, the results suggested that both masses of water share similarities regarding the factors affecting phosphorus reduction. Depth is the one factor that differs between the lagoons. Altogether this suggests that the best course of action, to inhibit the ongoing eutrophication, is to increase the depth.



## Innehållsförteckning

---

<b>1. Abstract</b>	<b>1</b>
<b>2. Inledning</b>	<b>4</b>
<b>3. Syfte &amp; frågeställning</b>	<b>5</b>
3.1 Ändamål och problemformuleringar	5
3.2 Avgränsningar	5
<b>4. Teoretisk bakgrund</b>	<b>6</b>
4.1 Övergödning	6
4.1.1 Fosfor i naturen	6
4.1.2 Orsaker	6
4.1.3 Konsekvenser	7
4.2 Växjösjöns historia	9
4.3 Redan tagna åtgärder i lagunerna	10
4.3.1 Sedimentering	10
4.3.2 Vattenväxter	11
4.3.3 Utfiskning	11
4.4 Växternas upptag av fosfor	12
4.5 Kemiska jämvikter	13
4.6 Fosfors kemi	13
<b>5. Metod</b>	<b>15</b>
5.1 Datainsamlingsmetoder	15
5.2 Källkritisk analys	15
<b>7. Resultat</b>	<b>18</b>
<b>8. Analys</b>	<b>21</b>
8.1 Dammarna	21
8.2 Inloppen	21
8.3 Temperaturförändring	21
8.4 Vattennivå	22
8.5 Nederbörd	22
<b>9. Diskussion</b>	<b>23</b>



9.1 Sedimentation	23
9.2 Trösklarna	25
9.3 Temperatur	25
9.4 Nederbörd	26
9.5 Slutsats	26
9.6 Felkällor	28
9.7 Ny frågeställning och vidare forskning	29
<b>Tillkännagivanden</b>	<b>30</b>
<b>Referenser</b>	<b>31</b>
<b>Bilagor</b>	<b>34</b>



## 2. Inledning

---

Växjösjön har under en längre period haft ett övergödningsproblem. För att förse sjön med utökade förutsättningar har en mängd åtgärder tagits för att minska mängden fosfor i vattenmassan. En av dessa åtgärder är anläggandet av lagunerna, i vilket fosfor sedimenterar på väg mot Växjösjön. I denna rapport kommer effektiviteten av lagunernas reningsprocess att undersökas med avseende på fosforrening. Detta kommer att genomföras genom mätning av fosforhalten i dammarna samt i deras respektive inlopp. Syftet med detta gymnasiearbete är att undersöka fosforhalten i Växjösjöns laguner för att förstärka deras fosforreducerande funktioner. Om det visar sig att fosfor-avskiljningen är mer effektiv i en av de respektive dammarna kan det diskuteras fram relevanta åtgärder för att effektivisera dem.



### 3. Syfte & frågeställning

---

#### 3.1 Ändamål och problemformuleringar

Syftet med detta gymnasiearbete är att undersöka fosforhalten i Växjösjöns två laguner vid Strandbjörket för att effektivisera deras fosforreducerande funktioner. Några centrala frågeställningar som kommer att diskuteras är: Hur fungerar lagunernas reningsprocess av fosfor? Vilka åtgärder borde tas för att effektivisera reningsprocessen? Vilka faktorer påverkar halten fosfor i lagunerna?

#### 3.2 Avgränsningar

Arbetet begränsas till undersökningen av lagunernas fosforreducerande funktioner. Detta med tanke på att arbetet grundar sig på tillståndet hos Växjösjöns inkommande vatten.

Provtagningsplatserna kommer även att avgränsas till fem stycken lokaler vilket kommer att representera vardera vattenmassa. Denna avgränsning beror på att det är dessa lokaler som kommer att jämföras med varandra. Det är inte heller relevant att undersöka fler än ett vattenprov från vardera provtagningsplats per provtagningsstillfälle. Detta då fosforhalten i hela vattenmassan, för en provtagningsplats, hålls konstant på grund av pågående diffusion. Provtagningsplatserna kommer att refereras till som Damm A, Damm B, Inlopp 1, Inlopp 2 samt Inlopp 3.



## 4. Teoretisk bakgrund

---

### 4.1 Övergödning

#### 4.1.1 Fosfor i naturen

Enlig artikeln “Miljökvalitetsnormer för fosfor i sjöar” av Havs och Vattenmyndigheten, är fosfor ett livsnödvändigt grundämne. Grundämnet är essentiellt för levande organismer såsom växter, människor och djur då det är nödvändigt för fotosyntes, respiration samt nerv- och muskelfunktioner. Fosfor förekommer inte i fri form i naturen utan återfinns oftast i form av fosfater, det vill säga bundet till syre, kol, kväve eller väte. Människor och djur får i sig fosfor genom konsumtionen av växter. Genom nedbrytning av organiskt material tillförs fosfor till marken i löst form, vilket växterna direkt kan absorbera genom rötterna. Växter får huvudsakligen fosfor från utfällning av kalcium-, järn och aluminiumföreningar. Fosfor transporteras med hjälp av regnet genom marken i form av vattenlösning, men vid kraftigt regn kan det även förflyttas i form av markpartiklar ([naturvardsverket.se](http://naturvardsverket.se), 2003).

#### 4.1.2 Orsaker

På jordbruksverkets hemsida står det i texten “Övergödning och läckage av växtnäring” att jordbruket är en av de största bidragande faktorerna till övergödning. Jordbruksmarken innehåller stora mängder kväve och fosfor som sedan frigörs vid upprörning av jorden, exempelvis vid plöjning. Dessutom blir halten högre när gödsel tillkommer för att grödorna ska gro bättre. Genom urlakning av jorden kommer dessa näringsämnen sedan nå vattendrag och sjöar ([jordbruksverket.se](http://jordbruksverket.se), 2020).

I artikeln “Miljökvalitetsnormer för fosfor i sjöar” diskuteras det vidare att kraftigt regn eller snösmältning kan leda till att jordens infiltrationsförmåga överskrids. Då infiltrationsförmågan överskrids kan den med hjälp av vattnets diffusion orsaka ökning i



resuspensionen av partiklar (naturvårdsverket.se, 2003). Texten "Suspensioner" tillägger även att resuspension är en process i vilket partiklar virvlar upp och skapar en heterogen blandning bestående av fasta partiklar olösliga i ovanstående vätska (Henrikson, 2015). Dessa partiklar kommer senare att färdas med ytvattnet. Även de partiklar som är starkt bundna till marken kan i stora mängder transporteras med ytvattnet då kraftigt regn kan orsaka sönderfall av markbitar. Ytvattnet hamnar sedan i vattendrag och rör som sedan samlar upp vattnet i sjöar. Alla fosfor partiklar som forslas in i sjöar med ytvattnet kommer att sjunka till botten och sedimentera. Sedimentet kan frigöras från botten och bli tillgänglig för växterna i sjön. Detta kan orsakas av turbulens, väder, djur som rör upp sedimentet samt kemiska och biologiska processer (naturvårdsverket.se, 2003).

En syrefri botten samt stora mängder fosfor i sedimentet skapar internbelastning i sjöar. Internbelastningen blir en ny fosfor-källa till sjön då fosfor frigörs från sedimentet. Detta orsakar att vattnet som rinner ut ur sjön har högre koncentration än det inkommande vilket kan påverka andra vattendrag, sjöar eller hav som sjön mynnar ut till. En ökad mängd näringsämnen kan i sin tur leda till övergödning (naturvårdsverket.se, 2003).

#### **4.1.3 Konsekvenser**

Xiao-e Yang et al. diskuterar i uppsatsen "Mechanisms and assessment of water eutrofication", publicerad i Journal of Zhejiang University Science B år 2008, kring hur övergödning bidrar till en ökad tillväxt av alger och vegetation. Detta är positivt för oligotrofa (näringsfattiga) sjöar då det ökar mångfaldet i floran och faunan. För eutrofa (näringsrika) eller neutrala sjöar är övergödning däremot oftast negativt. Förekomsten av växtplankton ökar och påverkar därmed vattnets siktdjup. Det blir svårare för ljuset att tränga genom vattnet vilket orsakar att bottenvegetationen får mindre eller inget ljus. Brist på solljus leder i sin tur till en försämrad fotosyntes hos växterna (Journal of Zhejiang University Science B, 2008). Konkurrens mellan vegetation uppstår då en ökning i tillväxt ger en högre





densitet av växter. De växter som dör, till följd av konkurrensen, sjunker till botten och orsakar igenslamning. Nedbrytningen av döda växter och djur förbrukar syret i vattnet vilket orsakar syrebrist. Syrebristen kommer att ge upphov till en minskning i mångfalden. I följd till att syret förbrukas kommer svavelväte att bildas, vilket är ett giftigt ämne som kommer att påverka organismerna negativt (Naturvårdsverket, 2003).

Vidare skriver Yang et al. att algblomning, alltså växtplanktonproduktionen, är hög i eutrofierade sjöar då tillväxten ökar med högre näringshalt i vattnet. Cyanobakterier, så kallade blågröna bakterier, och alger ger vattnet dåligt lukt, smak och en brun färg. Vissa alger producerar gift, några av de med mycket hög toxicitet. Det uppstår även konkurrens mellan algerna och till följd kan arter försvinna. Några fiskar gynnas av algblomning medan andra, som till exempel abborre och gädda, dör vilket är negativt för människan och dess fiske. Detta är i sin tur dåligt för hela ekosystemet då det orsakar en förskjutning i den. Om lite rovfisk finns i vatten kommer mängden småfisk öka på samma sätt som växtplankton ökar då djurplankton minskar vilket rubbar balansen i ekosystemet. Människan påverkas också av övergödning och algblomning. Algskum som bildas av cyanobakterier och andra grönalger släpper ut toxiner som är giftiga för djur och människor (Journal of Zhejiang University Science B, 2008). Enligt Havs och Vattenmyndigheten kan dessa alger orsaka problem. Bland dessa problem är allergiska reaktioner, astmatiska reaktioner, mag och tarmåkommor, förgiftning via mat genom toxinförgiftade fiskar samt störningar i leverfunktionen (naturvårdsverket, 2003).

Levengood och Martineau påstår i sin text "Eutrophication", publicerad år 2012 av Uppsala universitet, att kväve och fosfor är de begränsande faktorer hos tillväxten av akvatiska växter, plankton samt alger. I sötvatten är den begränsande faktorn fosfor på grund av överskottet av kväve. En minskning av intaget av fosfor i ett sötvattensystem skulle resultera till en förhindrad algblomning. Utan en eventuell tillförsel av fosfor produceras och dör



fytoplankton i en måttlig hastighet utan att ekosystemets balans påverkas negativt. Författarna skriver vidare att om det finns rikligt med den begränsande faktorn ökar produktionen av fytoplankton. När dessa plankton dör och sjunker till botten bryter bakterier ner de organiska materialen. Nedbrytningsprocessen kräver syre och på grund av den ökade mängden plankton blir sjöbotten syrefattig. Syrefattiga förhållanden är inte gynnsamt för det akvatiska ekosystemet och därmed kan hela populationer ödeläggas (Uppsala universitet, 2012).

#### **4.2 Växjösjöns historia**

I uppsatsen "Åtgärdsstrategi för Växjösjöarna Etapp 1 av 3", publicerad av Växjö kommun, förklaras det att Växjösjön historiskt sett har varit påverkad av inflödet av avloppsvatten och dagvatten från staden. I början av 1800-talet, när befolkningmängden i Växjö ökade, tog Växjösjön emot stora mängder orenat slask-/avloppsvatten på grund av dess närhet till staden. År 1814 genomfördes även en sänkning av sjön, på en meter, vilket bidrog till eutrofieringsprocesserna. En längre period med en hög belastning av näringsämnen resulterade i kraftig eutrofiering av sjön och den blev en av de mest övergödda sjöarna i landet. Det var inte förrän 1927 som åtgärder med positiv effekt sattes i verk. Det var under denna period som en byggnation på ett reningsverk påbörjades, hela Växjö var däremot inte anslutet förrän 14 år senare. Reningen av avloppsvattnet hade en positiv effekt på inflödet av näringsämnen men stoppade inte övergödningen då näringsämnen fortfarande strömmade från dagvattnet och från Trummen. Växjösjön fortsatte att vara eutrof då bland annat massförekomst av blågröna alger under somrarna och syrebrist under vintrarna uppvisades. I slutet av 50-talet avlastades Trummen från vissa näringsintag vilket indirekt gynnade Växjösjön. Under 80-talet var fortfarande övergödningen hög med en dominans av blågröna alger. Orsakerna till detta var dagvattnet men även internbelastningen i sjön. Tillkomsten av lagunerna, år 1996 och 2001, reducerade mängden näringsämnen som tillfördes till



Växjösjön. De så kallade inloppen leder dagvattnet till lagunerna som har den primära funktionen att sedimentera den partikelbundna fosfor innan det når sjön (vaxjo.se, u.å).

### **4.3 Redan tagna åtgärder i lagunerna**

Enligt "Vattenväxter Lagunerna", skriven av ALcontrol laboratories år 2017, har Växjö kommun i många år aktivt arbetat för att motverka övergödningen i Växjösjön, bland annat genom att skapa kanaler som leder det fosforrika dagvattnet till lagunerna. Vattnet renas sedan i dessa dagvattenanläggningar innan det rinner ut i Växjösjön. Vidare nämns det att i samband med nedanstående anläggningsarbeten har 100 ton sediment grävts bort, vilket motsvarar 70-100 kilo fosfor (vaxjo.se, 2017).

#### **4.3.1 Sedimentering**

En viktig aspekt inom avskiljning av partikelbunden fosfor är sedimenteringen (vaxjo.se, 2017). I texten "Sedimentation" förklaras det att sedimentering är en metod för avskiljandet av uppslammade partiklar från en vätska. När en uppslamning står oberörd sjunker fasta partiklar till botten och bildar så kallade sediment. Det finns däremot partiklar som inte kan sedimenteras. Lösta ämnen och kolloidala partiklar kan inte separeras med denna metod på grund av Brownsk rörelse (ne.se, 2021). Detta är enligt texten "Brownsk rörelse" en oregelbunden rörelse som orsakas av stötar från det omgivande mediets molekyler (ne.se, 2021). För en effektiv sedimentering ska dammarna ha specifika djupförhållanden.

Huvuddelen av denna process sker i den norra dammen där djupet kan nå ett maximum på 2.1 meter. För att minska belastningen på den norra lagunen installerades trösklar vid de tre respektive inloppen (se bild 3). Målet med detta ingrepp var att försedimentera den partikelbundna fosfor. Försedimentering gör att sedimentation och vattnets grumlighet minskar utanför tröskeln, vilket i sin tur förbättrar förutsättningarna för vattenväxter i de stora ytorna. Lösta föroreningar kan kemiskt omlagras och därmed bindas till sediment. Våren 2017 genomfördes därför en helikopterkalkning av den norra och södra lagunen för att binda



fritt fosfor till sedimenten. Som ett resultat till kalkningen minskade den potentiella internbelastningen med 25 procent (vaxjo.se, 2017).

#### 4.3.2 Vattenväxter

I uppsatsen "Vattenväxter Lagunerna" skrivs det att övervattensväxter planterades på trösklarna för en ökad reningseffekt samt en minskad vind- och våg påverkan. Etablering av vattenväxter ger ökade förutsättningar för akvatiska ekosystem. Växtlighet lagrar näring i form av fosfor i biomassan, motverkar blomning av planktonalger, ger skydd åt växter utanför trösklarna samt minskar resuspensionen genom att stabilisera sediment (vaxjo.se, 2017).

#### 4.3.3 Utfiskning

Växtligheten är essentiell för lagunernas ekosystem och därför är bevarandet av den kritisk. Lagunerna hade en stor population av både fisk och kräftor i början av 2016, vilket utgjorde ett hinder för etablering av undervattensväxter. Ett stort bestånd av fisk leder till ett högt betetryck på zooplankton samtidigt som sarven direkt konsumerar vattenväxter. Rapporten nämner också att bottenlevande fisk även rotar upp plantor och bidrar därför till resuspension. Kräftbeståndet är också en påverkande faktor i växtlighetens välbefinnande. Genom direkt betning av etablerade såväl som späda plantor, påverkas makrofyttbestånden negativt. Under våren 2016 påbörjades ett reduktionsfiske samt ett utfiske av kräftor för att optimera vattenväxternas överlevnadschanser. I den södra lagunens utlopp installerades även en stenbarriär, för att förhindra återimmigartionen av vitfisk, där vattnet kan strömma genom

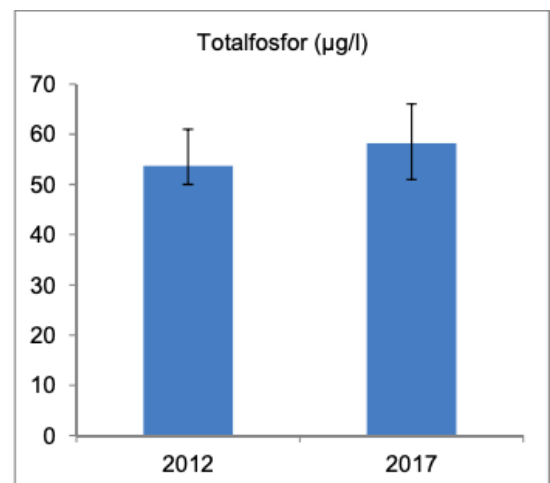


Bild1: Stapeldiagram som visar totalfosfor i damm B efter åtgärder.



stenarna istället för över dem. Efter de åtagna åtgärder var totalfosfor i den södra dammen (damm B) 58 µg/l, vilket kan observeras i bild 1 (vaxjo.se, 2017).

#### **4.4 Växternas upptag av fosfor**

Malin Nilsson förklarar i artikeln "Växttillgänglighet av fosfor i jord gödslad med aska och slam", publicerad år 2012 på Luleå tekniska universitet, att växter behöver näringsämnen såväl som vatten till sin tillväxt. Dessa ämnen tar växterna upp via rötterna med hjälp av aktiv och passiv transport. Fosfor tas upp av växter lättast från marklösning i form av joner.

Rötterna spelar en stor roll vid näringsupptagning. Ju längre rötterna är desto djupare når dem. Fler rotförgreningar ger en större rot-area och ger därmed en högre möjlighet till att ta upp näring i större mängder (Luleå tekniska universitet, 2012). Birgitta Båth skriver i artikeln "Makronäringsämnen" att fosfor förekommer i cellmembran och som beståndsdelar av nukleinsyror. Ämnet är därmed en viktig bärare av genetiskt material. En del fosforföreningar är även viktiga för transport och lagring av den energi som växten utnyttjar vid fotosyntesen. Birgitta fortsätter med att konstatera att tillgängligheten av fosfor i marken är starkt beroende av jämviktsreaktioners hastighet. Vid lägre temperatur är hastigheten på jämviktsreaktioner lägre. Detta leder till att fosforbrist kan uppstå hos växter där jorden har en normal fosforstatus (jordbruksverket.se, u.å). Matias Ekstrand påstår i texten "Reaktionshastighet" att det behövs en viss mängd energi, en så kallad aktiveringsenergi, för att reaktionen ska påbörjas. Desto högre temperatur desto mer energi finns det, och därmed sker reaktionen i högre hastighet (naturvetenskap.org, 2012).

#### **4.5 Kemiska jämvikter**

Andreas Henriksson skriver i boken "Syntes Kemi 2", publicerad av Gleerups Utbildning AB år 2012, att en kemisk jämvikt uppstår då två motsatta reaktioner har samma reaktionshastighet. Vid jämvikt varken skapas eller förbrukas mer av reaktanten eller produkten. Detta innebär inte att det finns lika mycket av reaktanten och produkten utan det



varierar beroende på reaktionen. En kemisk jämvikt kan exempelvis uppstå då det finns 30% av reaktanten och 70% av produkten. Hastigheten då en jämviktsreaktion sker påverkas av temperaturen. Desto högre temperatur desto snabbare sker reaktionen. Reaktionskvoten som beräknas enligt jämviktsekvationen vid en viss temperatur kallas för jämviktskonstanten och betecknas K. Formeln  $\frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b} = K_c$  gäller vid jämvikt. Jämviktskonstanten varierar beroende på koncentrationen av de ämnen som ingår i reaktionen (Gleerups Utbildning AB, 2012).

#### 4.6 Fosfors kemi

Texten “Fosfor” förklarar att fosfor är ett icke-metalliskt grundämne med beteckningen P. Fosfor är det femtonde elementet i det periodiska systemet och har därmed fem valenselektroner i sitt yttersta skal (ne.se, u.å). I texten “Ädelgasstruktur” skrivs det även att alla ämnen vill uppnå en så kallad ädelgasstruktur då de har den lägsta möjliga energin i det tillståndet. Detta innebär att det yttersta elektronskalet ska vara fullt, vilket kan möjliggöras på tre olika sätt. Det första sättet är att ta upp elektroner, vilket leder till att en negativ jon skapas. Det andra sättet är att släppa elektronerna i det yttersta skalet vilket skapar en positiv jon. Det tredje sättet är att dela elektroner med en eller flera atomer vilket därmed bildar en molekyl (ne.se, u.å). Kvist Göran et.al. nämner i boken *Ergo Fysik 2* (2012) att Bohrs modell är en simpel modell som visar en atoms uppbyggnad. Den visar att elektroner cirkulerar kring atomkärnan med hjälp av elektrisk attraktion mellan dem (Liber AB, 2012).

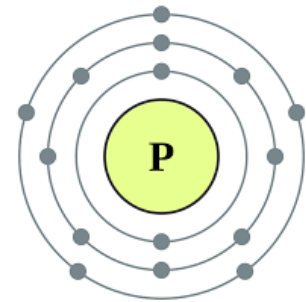


Bild 2: Fosfors atommodell.



## 5. Metod

### 5.1 Datainsamlingsmetoder

Provtagningen genomfördes med de två lagunerna vid Strandbjörket som lokal. Varje lagun har en damm med respektive inlopp. Vid varje provtillfälle ska ett vattenprov tas vid samtliga provplatser, se bild 3, där det minsta djupet var 50 cm. En tom flaska, med en volym på minst 25 ml, placerades i provtagningspinnen med öppningen uppåt. Flaskan sänktes sedan ner i provtagningsområdet, ungefär 10-20 cm



under ytan. Nedsänkningen utfördes med yttersta försiktighet för att förhindra resuspension av sedimenterade partiklar. Vattnets temperatur mättes sedan, direkt efter upptagning, med hjälp av en termometer.

Locket skruvades på flaskan och flaskan markerades sedan med provnummer, datum, plats samt temperatur på en etikett. Flaskorna förvarades i en mörk och sval miljö. Provtagningen genomfördes fem dagar i veckan under perioden 16 september 2020 - 4 november 2020. Detta resulterade i ett totalt antal av 150 vattenprover.



Spektrofotometri analysen genomfördes av SYNLAB Linköping.

### 5.2 Källkritisk analys

I syfte till att analysera källornas validitet samt reliabilitet har de källkritiska kriterierna; tendens, närhet och rum, beroende samt rimlighet använts. Tendens används för att beskriva



om en text innehåller medveten manipulation där sanning förvrängs till någons syfte. Kriteriet närhet och rum beskriver att ju närmare händelsen texten skrivs desto mer trovärdig är den. Om en källa är beroende betyder det att dess information är baserad på andra källors fakta. Ifall en källa inte är beroende kan den hänvisas till som en förstahandskälla. En källa visar på äkthet eller är rimlig då källans information stämmer med andra källors information då de ej är beroende av varandra. Informationen måste även vara enig med dess kontext.

För att kunna besvara frågeställningarna presenterade i inledningen användes ett flertal digitala samt tryckta källor. Samtliga tryckta källor är akademiska böcker och används i utläringssyfte i skolsammanhang och är därmed tendensfria. Böckerna är både primära och sekundära källor då skribenterna skriver fakta som hen redan känner till såväl som fakta tagen från andra källor. De digitala källor som har använts i detta gymnasiearbete har alla genomgått grundliga kontroller för att försäkra dess reliabilitet.

En andel av källorna är hämtade från DiVa Portalen, vilket är en samlingsplats för arbeten skrivna av högskoleelever. Forskningsartiklar publicerade av forskare såväl som elever granskas alla noggrant innan de publiceras för att säkerställa att informationen som presenteras är korrekt. Detta medför därmed en hög äkthet som källa.

Det har även använts artiklar från den svenska regeringens myndigheter, såsom Jordbruksverket och Havs och vattenmyndigheten, vilket granskas av utbildade inspektörer. Dessa artiklar är trovärdiga då de är objektivt skrivna och uppdateras kontinuerligt.

Både de digitala samt tryckta källorna som användes i arbetet är andrahandskällor. De refererar däremot till de primärkällor som användes i deras källbeteckning och kan därmed anses som pålitliga. Även om de är andrahandskällor håller sig reliabiliteten hög då de är tillförlitliga. Reliabiliteten samt validiteten är höga i hänsyn till de källkritiska kriterier.





Vattenproverna och den rådata som framställdes från dem är förstahandskällor.

Förstahandskällor har hög reliabilitet då de medför att informationen inte har ändrats under informationsflödets gång mellan olika källor. Säkerheten av datan för vattenproverna, med fokus på insamlingsmetoden, kommer att diskuteras under felkällor.



## 7. Resultat

Alla grafer som visas under resultat är framställda med hjälp av rådatan i tabell 1 och 2.

### Fosforhalten i Växjösjöns laguner

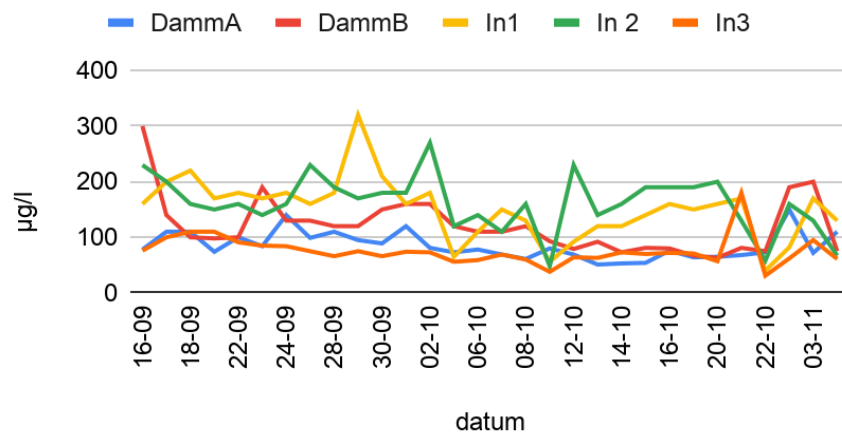


Bild 5: Graf representerande fosforhalten i Växjösjöns laguner.

### Fosforhalten i Damm A och B

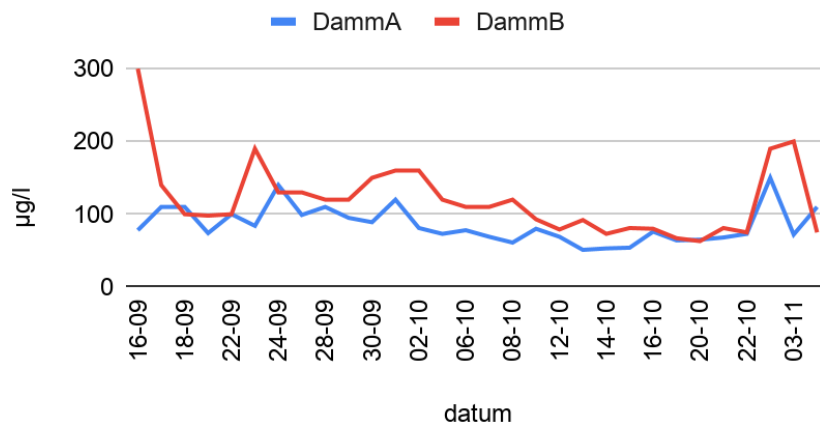


Bild 6: Graf representerande fosforhalten i damm A och B



## Fosforhalten i inloppen

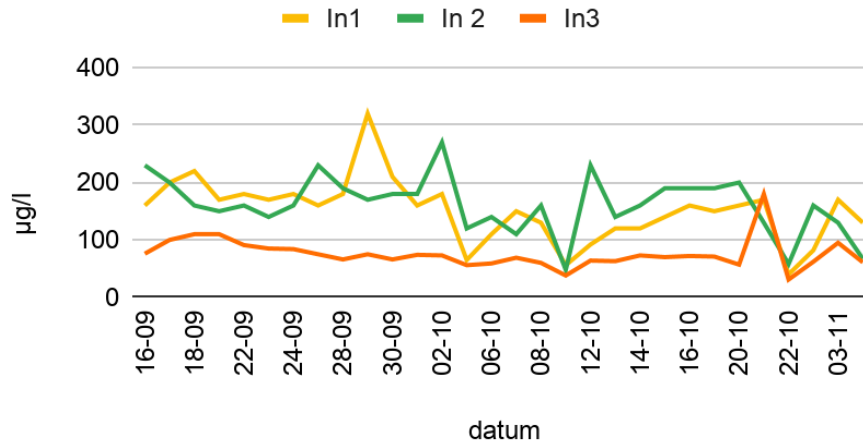


Bild 7: Graf representerande fosforhalten i inloppen.

## Temperaturförändring i lagunerna

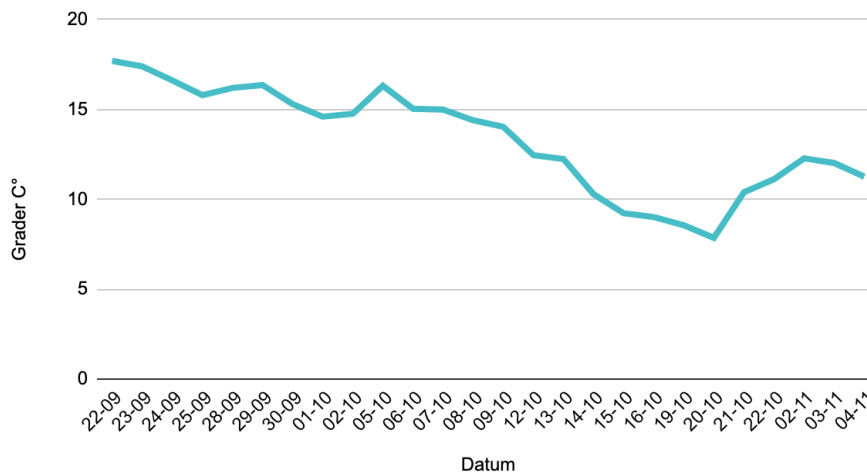


Bild 8: Graf representerande temperaturförändringarna i lagunerna.



### Vattennivå m.ö.h.

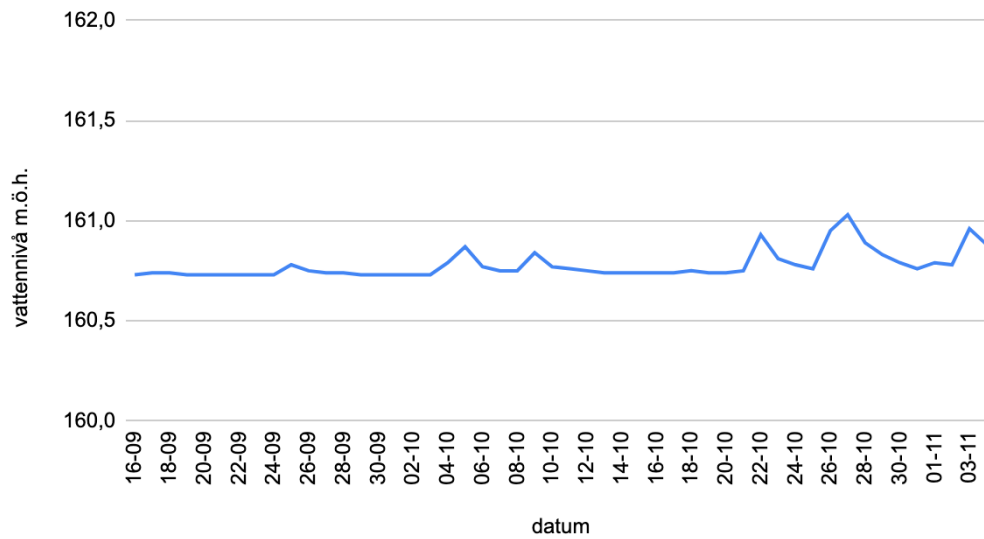


Bild 9: Graf representerande vattennivån i Dam B

### Nederbörd mm

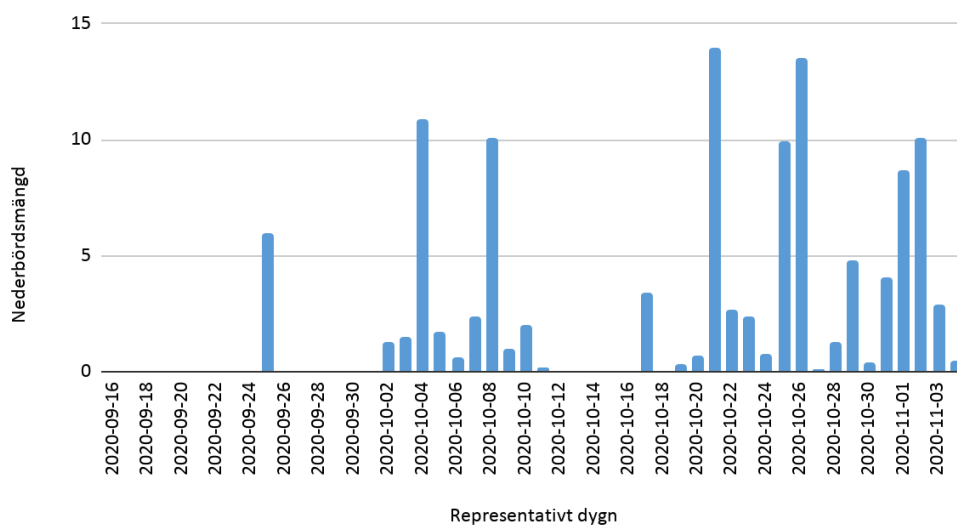


Bild 10: Stapeliagram som visar mängden nederbörd vid Växjösjön.



## 8. Analys

---

### 8.1 Dammarna

Damm A representeras av den blå kurvan. Den blå kurvan har den näst lägsta fosforhalten, vilket håller sig runt 100 µg/l under september månad och lite lägre under oktober månad. Vid jämförelse med damm B har damm A nästintill konstant lägre koncentration fosfor.

Damm B representeras av den röda kurvan. Den har ett värde som är generellt lägre än inlopp 1 och 2 men har nästintill konstant högre fosforhalt än damm A. Den första mätningen är betydligt högre än resterande delen av kurvan. Koncentrationen varierar under tidsintervallet men observeras vara någorlunda stabilt i oktober månad.

### 8.2 Inloppen

Inlopp 1 representeras av den gula kurvan. Kurvan är konstant varierande men noteras följa kurvan för inlopp 2 till viss del.

Inlopp 2 representeras av den gröna kurvan. Kurvan är konstant varierande men noteras följa kurvan för inlopp 1 till viss del.

Inlopp 3 representeras av den orangea kurvan. Inlopp 3 har till största del den lägst uppmätta fosforhalten. Kurvan har ett relativt konstant värde men avviker från trenden i slutet av oktober månad.

### 8.3 Temperaturförändring

I slutet av september månad var medeltemperaturen kring 17 grader celcius. Detta sjunker nästan konsekvent till sitt lägsta värde på 7.86 för att sedan öka igen.



#### **8.4 Vattennivå**

Bild 9 visar en graf på vattennivån i Damm B. En ökning i vattennivån kan direkt kopplas till nederbörden, vilket kan ses i topparna. Enligt graften var det flest regnperioder i slutet av oktober månad och nästan inget regn i september månad.

#### **8.5 Nederbörd**

Bild 10 visar ett stapeldiagram där mängden nederbörd visas för varje datum. Även denna bilden visar på en mer frekvent nederbörd i oktober månad samt början på november månad. Mängden regn varierar betydligt under provtagningsperioden där volymen sträcker sig mellan 0 och 15 mm per dag.



## 9. Diskussion

### 9.1 Sedimentation

Bild 6 visar på att damm A har en relativt låg fosforhalt i förhållande till damm B. Inlopp 1 har generellt sett även en högre halt fosfor än den damm som inloppet mynnar ut i, damm A. Detta visar på en fungerande fosforreduktion i inloppet och i dammen. En faktor som spelar roll är djupet på dammen. I bild 11 kan det observeras att dammen har ett djup på två meter i dess djupaste del. Detta resulterar i att fosforpartiklar kan sedimentera utan en större risk för resuspension.

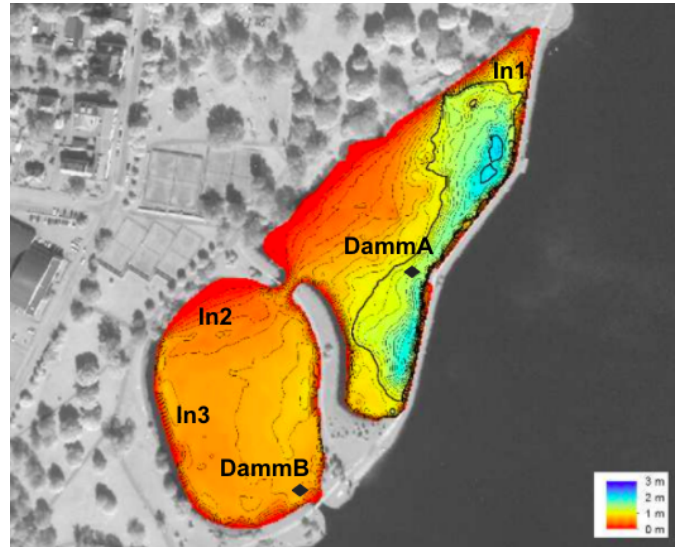


Bild 11: Översiktlig karta för lagunernas djup.

Även försedimenteringen i inlopp 1 verkar ha bidragit till en lägre halt fosfor. I jämförelse med inlopp 2 och inlopp 3 har inlopp 1 ett betydligt högre djup. Inlopp 1 har ett djup på en meter samtidigt som inlopp 2 och 3 är grundare än en meter. Även om en meter inte möter det ideala djupet på 2.1 meter, förhindrar det fortfarande grumlighet utanför tröskeln. Till följd av denna ökade sikt har de bottenlevande växterna en högre chans till överlevnad då det är lättare för solstrålarna att tränga igenom vattnet vilket är nödvändigt för fotosyntesen. Att bottenväxternas chans till överlevnad ökar är positivt. Detta då det förhindrar en nedbrytningsprocess vilken skulle ske i snabbare takt än vad det aktuella ekosystemet hade klarat av. Nedbrytningen förbrukar stora mängder syre från botten vilket innebär mindre mängder syre till resterande organismer. Syrebristen skulle kunna leda till eventuell död av andra organismer vilket presenterar svåra konsekvenser för lagunens ekosystem.



Inlopp 3 har, enligt grafen på bild 7, den lägsta och mest konstanta fosforhalten bland de olika vattenmassorna. Inloppet är begränsad av en tröskel för att minska fosforutsläppen från inloppet till damm B. Inlopp 3 har dessutom, enligt bild 11, ett djup som aldrig överstiger en meter. Detta innebär en större risk för resuspension av fosforpartiklar då sedimentet är nåbart för djur såväl som människor, men också regn-, vind- och vågpåverkan. Halten fosfor är mest sannolikt jämn på grund av konstant resuspension av fosfor. På grund av inloppets låga djup har inte fosforpartiklarna förutsättningarna för att sedimentera till botten på inloppet. Trots detta är halten låg inom tröskelns gränser. Detta kan bero på att växterna runt inloppet (tröskeln) fortfarande har en effektiv fosforupptagningsförmåga. Den mest troliga orsaken är däremot att mängden ingående vatten inte innehåller en stor mängd fosfor. Då ett större antal människor blir mer medvetna om dess miljöpåverkan, ändrar dem och samhället på sina vanor. Fosfor används numera i mindre utsträckning i produkter. Till följd hamnar inte lika stora mängder i vattendragen, vilket kan förklara den relativt låga fosforhalten i Inlopp 3.

Grafen visar att inlopp 2 har betydligt högre värden än inlopp 3, som befinner sig i samma lagun. Inlopp 2 är därför det inlopp som har störst påverkan på damm B:s fosforhalter. Inlopp 2 har, precis som inlopp 3, ett djup på mindre än en meter i dess djupaste delar.

Analysen på graferna, för fosforhalterna, visar att damm B har ett värde som är generellt lägre än inlopp 1 och 2, men har nästintill konstant högre halt fosfor än damm A. Damm B har allmänt ett lägre djup. De djupaste delarna ligger omkring en meter. Detta är troligen den främsta faktorn till de högre fosforhalterna i förhållande till damm A. Dessa grunda förhållanden gör att resuspension uppkommer i en större frekvens. Detta kommer i sin tur leda till en sämre sikt. Det första värdet är betydligt högre än resterande delen av kurvan, vilket sannolikt är på grund av en mänsklig felkälla.





## 9.2 Trösklarna

Runt varje inlopp finns det en tröskel. Trösklarnas funktion är att förhindra en fraktion av fosfor från inloppen att hamna direkt i lagunerna, detta görs med hjälp av jordens filtrationsförmåga. Vid filtrationen av vatten fastnar fosforpartiklar i markpartiklarna, som växterna på trösklarna sedan kan använda som näring. Denna funktion verkar ha en fungerande effekt då det kan observeras i graferna att koncentrationen fosfor är högre i inloppen än den är i dammarna, med inlopp 3 som det enda undantaget. Dessa trösklar,



*Bild 12: Tröskel vid inlopp 3*

tillsammans med försedimenteringen är de faktorer som kan förklara skillnaden i fosforhalten mellan inloppen och dammarna. Att vattenväxterna tar upp den näring som fastnar i trösklarna gör att trösklarna i sin tur kan filtrera mer fosfor från det inkommande vattnet. Det finns däremot inget sätt att veta hur väl fungerande denna process är med den nuvarande datan. Det kan dessutom observeras, genom bilder tagna av trösklarna och området omkring, att växterna inte har brist på näring och kan växa utan större hinder. Detta tyder på att växterna absorberar fosfor till dess fulla kapacitet.

## 9.3 Temperatur

I graferna kan det observeras vara ett samband mellan temperaturen och fosforhalten i vattenmassan. Under provtagningsperioden kan det ses i bild 8 att temperaturen nästan konstant sjunker. Bild 6 visar också att under samma tidsperiod som denna temperaturförändringen sker, minskar även fosforhalten i dammarna. Detta skulle kunna förklaras av jämvikten för den fosfor som är bundet till sjöbotten och den som är frigjord från



botten. Eftersom att temperaturen är lägre kommer reaktioner i allmänhet att ske långsammare, detta gäller även för jämviktsreaktioner. Detta betyder att det inte kommer frigöras lika mycket fosfor från markpartiklarna som när vattnet har en varmare temperatur. Det är på grund av detta som koncentrationen fosfor är lägre vid låga temperaturer.

#### **9.4 Nederbörd**

Nederbörden är en faktor som har en effekt på alla vattenmassor, men dess påverkan varierar. Det finns en tydlig trend vilket visar att fosforhalten, i de olika vattenmassorna, stiger i koppling till nederbörd. Graferna för fosforhalten visar däremot att det finns en skillnad på hur mycket det stiger. Det visas att ett lägre djup ger en högre ökning i fosforkoncentration vid nederbörd i jämförelse med ett högre djup. Bild 6 visar tydligt att damm B, som är grundare än damm A, har en högre ökning i koncentration av fosfor än vad damm A visar på vid samma mätningstillfälle. Detta är på grund av den pågående resuspensionen. Vid grundare vatten rör nederbörd lättare upp de partiklar som sedimenterat. I motsats till detta har nederbörden svårare att påverka sedimenten, på de djupa delarna, i lika hög grad. Detta resulterar därmed i en lägre förändringshastighet.

#### **9.5 Slutsats**

Fosforhalten är beroende av en rad olika faktorer. Sedimentation är en process som ständigt sker i lagunerna i vilket partiklar sjunker till botten. Sedimentationen är direkt kopplad till djupet. Ett högre djup förhindrar partiklar från att resuspendera. Därför bidrar ett högre djup till en lägre fosforkoncentration.

Trösklarnas primära funktion är att filtrera vattnet från inloppen innan det kommer till dammarna. Detta möjliggörs genom att jorden förhindrar markpartiklar samt fosforpartiklar att passera igenom. Dess sekundära funktion är att verka som näringskälla då växterna absorberar fosfor från markvätskan. Floran vid lagunerna bidrar då också till en minskad



fosforhalt på grund av dess behov av näring. På detta sätt förhindrar växterna att jorden blir mättad, vilket leder till att mer fosfor kan filtreras bort från det inkommande vattnet.

Temperaturen är direkt kopplad till fosfors jämvikt med botten och därmed fosforhalten. När temperaturen ökar förflyttas jämviktsläget och reaktionerna sker snabbare. Detta leder till att en större mängd fosfor frigörs under ett kortare tidsintervall. På grund av detta är högre temperaturer associerade med högre halter av fosfor.

En större mängd nederbörd påverkar sedimenten i lagunerna. Ju mindre djup desto lättare uppkommer resuspensionen av partiklar från botten, vilket ökar fosforhalten i lagunerna. Vid ett högre djup blir det svårare för sedimenten att virvla upp till följd av rörelserna i vattnet som regnet ger upphov till. Detta resulterar därför i en oförändrad fosforhalt.

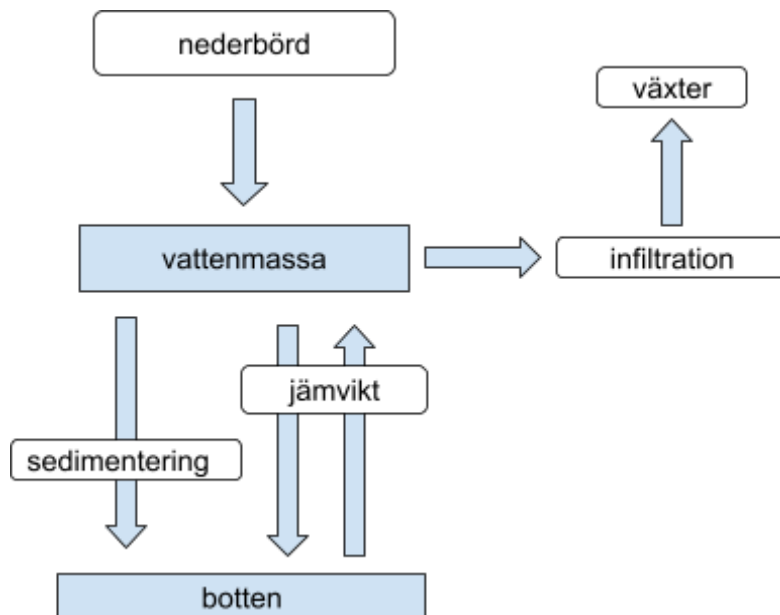


Bild 13: diagram över fosfors flöde i lagunerna



Vid jämförelse av båda lagunerna är flera av dessa faktorer generellt lika eller konstanta för båda dammarna. Den enda faktorn som skiljer de båda vattenmassorna åt är djupet, vilket är direkt kopplat till sedimentationen. Detta förklarar därför skillnaden i fosforhalt mellan dammarna, vilket kan ses i bild 6.

För att effektivisera reningsprocessen i dammarna utifrån ett mer långsiktig perspektiv rekommenderas därför att öka djupet ytterligare. Detta skulle minska risken för resuspension av sedimenten då det kommer vara mer svåråtkomligt för bland annat vind och vågpåverkan samt påverkan av nederbörden.

Ytterligare en rekommendation är att pumpa ner aluminiumjoner som, genom att binda till fosfor i vattnet, kan minska halten av fria fosforpartiklar. Denna åtgärd är inte lika effektiv på lång sikt men hjälper ändå att minska behovet av sedimentering.

Damm A har en bättre reningsprocess än damm B. Dock är det damm B:s vatten som för tillfället mynnar ut i Växjösjön. För att minska utsläppen av fosfor till Växjösjön skulle en möjlig lösning vara att ändra flödets riktning så att damm A mynnar ut till Växjösjön istället. Men för att detta ska fungera måste även flödet mellan de två dammarna inverteras, men detta kan vara en komplicerad process.

## **9.6 Felkällor**

Tillfällig upprörning av sedimentet kan påverka resultatet negativt. Djur i lagunerna kan, genom att gå i de grundaste delarna av lagunerna, röra upp sedimentet från botten precis innan en provtagning ska genomföras. Denna handling höjer fosforhalten i vattenmassan temporärt. Detta leder till en felmätning då det inte representerar den normala halten, utan den halt för den specifika tidpunkten.



En annan bidragande faktor till ett osäker resultat är termometern. Då endast en temperaturmätare användes vid provtagningen är reliabiliteten inte lika hög som den kunnat vara. Termometern kan bland annat ha haft oförutsägbara defekter. Termometern som användes vid temperaturmätningen var inte av högsta kvalitet vilket kan resultera i en större felmarginal. Detta kan undvikas genom användning av minst två olika temperaturmätare eller en mer precis termometer.

Ett sätt att föra arbetet vidare för att öka arbetets reliabilitet och validitet är att undersöka fosforhalten under en längre tidsperiod. Med en längre tidsperiod, exempelvis ett år, finns det mer underlag att dra slutsatser från. Temperaturen och nederbörden är två faktorer som påverkas under olika årstider. Det kan då diskuteras i större utsträckning hur mycket de olika faktorerna påverkar fosforhalten i lagunerna.

### **9.7 Ny frågeställning och vidare forskning**

Som tidigare nämnt är trösklarnas funktion att filtrera bort fosfor från inloppens vatten innan det mynnar ut i dammarna. Markpartiklarna kan däremot endast ta emot en viss mängd fosfor innan de blir mättade. En framtida frågeställning är om jorden i trösklarna är mättade på fosfor. Om det skulle visa sig att trösklarna är mättade skulle en logisk lösning vara att byta ut jorden och konstruera nya trösklar.

De olika formerna av fosfor står i jämvikt med varandra. Då en form minskar, A, exempelvis via upptag i växter, övergår form B till form A. Frigörelsen av fosfor beror starkt på markvätskans pH-värde. Tillgängligheten till fosfor är som högst vid ett pH kring 6.5 och vid lägre pH bildar näringsämnet föreningar med metallerna järn och aluminium. Är pH högre än 6.5 bildas det istället föreningar med kalcium. Vidare provtagningar skulle kunna ha i syfte att undersöka pH-värdet i markvätskan för att sedan justera värdet vid behov.



## Tillkännagivanden

---

Vi skulle först och främst vilja tacka vår handledare, Jonas Blom, för hans ovärderliga hjälp med detta gymnasiearbete. Vi är även mycket tacksamma till Växjö kommun som finansierade arbetet. Vi skulle också vilja tacka alla som har hjälpt oss samla in vattenprover vid de tillfällen vi inte haft möjlighet till. Dessa människor är Esraa Aleissa, Sitthime Koetkun, Fatemah Soltani, Ida Tornberg, Sassy Finnbogadottir och Alen Mahmutovic. Utan dessa människor hade vår data varit ofullständig. Andreas Hedrén har också varit till stor hjälp med sin expertis inom vårt undersökningsområde. Vi skulle även vilja tacka vår opponent Anton Wernersson för de råd och förslag som tillkommit. Slutligen finns en stor tacksamhet för alla de lärare som har stöttat oss med vårt gymnasiearbete och svarat på dem frågor vi har haft.



## Referenser

---

### Digitala

ALcontrol laboratories (2017-11-08): *Vattenväxter Lagunerna*. vaxjo.se, (Skribent saknas).

<https://vaxjo.se/download/18.3c2f321115fa770a04a3d049/1510647787348/Slutrapport%20Lagunerna%202017-11-08.pdf> [2020-09-29]

ALcontrol laboratories: *Åtgärdsstrategi för Växjösjöarna Etapp 1 av 3*. vaxjo.se, (u.å).

[https://vaxjo.se/download/18.59777ce315d3abb23513178f/1500369754089/%C3%85tg%C3%A4rdsstrategi%20f%C3%B6r%20V%C3%A4xj%C3%B6sj%C3%B6arna%20Etapp%201%20141030\\_del1.pdf](https://vaxjo.se/download/18.59777ce315d3abb23513178f/1500369754089/%C3%85tg%C3%A4rdsstrategi%20f%C3%B6r%20V%C3%A4xj%C3%B6sj%C3%B6arna%20Etapp%201%20141030_del1.pdf) [2021-05-06]

Båth, Birgitta: "Makronäringsämnen". Jordbruksverket. (u.å).

[https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d65a06/1434627358979/p10\\_8\\_2.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d65a06/1434627358979/p10_8_2.pdf) [2020-02-05]

Ekstrand, Matias (2010-03-10): "Reaktionshastighet". Senast uppdaterad: 2012-11-15.

naturvetenskap.org

<https://www.naturvetenskap.org/kemi/gymnasiekemi/kemiska-reaktioner/reaktionshastighet/>  
[2021-02-05]

Havs och Vattenmyndigheten (2003-06): "Miljökvalitetsnormer för fosfor i sjöar".

naturvårdsverket.se, (Skribent saknas).

<http://swedishepa.se/Documents/publikationer/620-5288-8.pdf> [2020-10-15]

Henriksson, Oskar (2015-01-22): "Suspensioner". naturvetenskap.org,

<https://www.naturvetenskap.org/kemi/hogstadiiekemi/blandningar/suspensioner/>



Jordbruksverket: "Övergödning och läckage av växtnäring". jordbruksverket.se, (u.å).  
<https://jordbruksverket.se/jordbruket-miljon-och-klimatet/overgodning-och-lackage-av-vaxtnaring> [2021-02-18]

Karsten, Pedersen, Lars, Ivar, Elding, Lars, Olof, Björn, Ulf, Erlandsson: "Fosfor". ne.se (u.å.).  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/fosfor> [2021-01-22]

Levengood, Jeffrey M, Martineau, Daniel (2012-10-28) : "Eutrophication" Uppsala universitet  
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:603237/FULLTEXT02.pdf> [2020-09-29]

Nationalencyklopedin: "Brownsk rörelse". ne.se, (u.å).  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/brownsk-rorelse> [2021-01-19]

Nationalencyklopedin: "Sedimentation". ne.se, (u.å).  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/sedimentation> [2021-01-19]

Nationalencyklopedin: "Ädelgasstruktur". ne.se, (u.å).  
<http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/enkel/adelgasstruktur> [2021-01-22]

Nilsson, Malin (2012): "Växttillgänglighet av fosfor i jord gödslad med aska och slam". Luleå tekniska universitet.  
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1015960/FULLTEXT02.pdf> [2021-01-15]

Yang, Xiao-e, Wu, Xiang, Hao, Hu-lin och He, Zhen-li (2008-01-28): *Mechanisms and assessment of water eutrophication*. Journal of Zhejiang University Science B





[http://www.jzus.zju.edu.cn/oldversion/article.php?doi=10.1631/jzus.B0710626&refdsp=ALL  
&comnowpage=0](http://www.jzus.zju.edu.cn/oldversion/article.php?doi=10.1631/jzus.B0710626&refdsp=ALL&comnowpage=0) [2020-10-15]

### **Tryckta källor**

Kvist, Göran, Nilson, Klas, Pålsgård, Jan (2012): *Ergo Fysik 2*. Kapitel 3, sida 95.

Henriksson, Anders (2012): *Syntes Kemi 2*. Kapitel 2, sida 18.



## Bilagor

Tabell 1: Rådata för vattenproverna

Nr	Datum	Tid	Plats	Fosforhalt (µg/l)	Vattentemperatur (°C)
1	16-09-2020	17:00	In 1	160	-
2	16-09-2020	17:00	Damm A	78	-
3	16-09-2020	17:00	Damm B	300	-
4	16-09-2020	17:00	In 3	76	-
5	16-09-2020	17:00	In 2	230	-
6	17-09-2020	13.00	In1	200	-
7	17-09-2020	13.00	Damm A	110	-
8	17-09-2020	13.00	Damm B	140	-
9	17-09-2020	13.00	In 3	100	-
10	17-09-2020	13.00	In 2	200	-
11	18-09-2020	14:00	In 1	220	-
12	18-09-2020	14:00	Damm A	110	-
13	18-09-2020	14:00	Damm B	100	-
14	18-09-2020	14:00	In 3	110	-
15	18-09-2020	14:00	In 2	160	-
16	21-09-2020	16:30	In 1	170	-
17	21-09-2020	16:35	Damm A	74	-
18	21-09-2020	16:40	Damm B	98	-



19	21-09-2020	16:43	In 3	110	-
20	21-09-2020	16:58	In2	150	-
21	22-09-2020	15:00	In 1	180	18.4
22	22-09-2020	15:05	Damn A	100	-
23	22-09-2020	15:12	Damm B	100	17.4
24	22-09-2020	15:17	In 3	91	16.9
25	22-09-2020	15:22	In 2	160	18.1
26	23-09-2020	16:40	In 1	170	17.3
27	23-09-2020	16:45	Damm A	84	17.4
28	23-09-2020	16:50	DammB	190	17.3
29	23-09-2020	16:55	In 3	85	16.8
30	23-09-2020	17:00	In2	140	18.2
31	24-09-2020	15:13	In1	180	16.6
32	24-09-2020	15:19	Damm A	140	16.5
33	24-09-2020	15:24	Damm B	130	17.0
34	24-09-2020	15:29	In 3	84	16.3
35	24-09-2020	15:33	In 2	160	16.7
36	25-09-2020	13:00	In 1	160	15.5
37	25-09-2020	13:05	DammA	99	15.9
38	25-09-2020	13:10	DammB	130	15.7
39	25-09-2020	13:15	In 3	75	15.8
40	25-09-2020	13:20	In2	230	16.1
41	28-09-2020	16:07	In1	180	16.2



42	28-09-2020	16:11	DammA	110	16.3
43	28-09-2020	16:17	DammB	120	16.3
44	28-09-2020	16:21	In3	66	16.0
45	28-09-2020	16:25	In2	190	16.2
46	29-09-2020	14:35	In1	320	16.6
47	29-09-2020	14:40	Damm A	95	16.0
48	29-09-2020	14:48	Damm B	120	16.3
49	29-09-2020	14:52	In3	75	16.3
50	29-09-2020	14:56	In2	170	16.0
51	30-09-2020	11:50	In 1	210	15.3
52	30-09-2020	11:55	DammA	89	15.7
53	30-09-2020	12:01	DammB	150	15.0
54	30-09-2020	12:06	In3	68	15.5
55	30-09-2020	12:11	In2	180	15.0
56	01-10-2020	17:05	In1	160	14.5
57	01-10-2020	17:10	DammA	120	14.9
58	01-10-2020	17:15	DammB	160	14.7
59	01-10-2020	17:20	In3	74	15.0
60	01-10-2020	17:25	In2	180	13.9
61	02-10-2020	14:00	In1	180	14.6
62	02-10-2020	14:05	DammA	81	14.7
63	02-10-2020	14:10	DammB	160	14.6
64	02-10-2020	14:15	In3	73	15.4



65	02-10-2020	14:18	In2	270	14.5
66	05-10-2020	16:30	In1	65	16.4
67	05-10-2020	16:25	DammA	73	15.8
68	05-10-2020	16:30	DammB	120	15.5
69	05-10-2020	16:35	In3	56	15.7
70	05-10-2020	16:40	In2	120	16.2
71	06-10-2020	13:30	In1	110	14.8
72	06-10-2020	13:35	DammA	78	14.7
73	06-10-2020	12:40	DammB	110	14.8
74	06-10-2020	13:45	In3	59	15.5
75	06-10-2020	13:50	In2	140	15.4
76	07-10-2020	16:30	In1	150	15.0
77	07-10-2020	16:35	DammA	69	14.8
78	07-10-2020	16:40	DammB	110	14.8
79	07-10-2020	16:45	In3	69	15.4
80	07-10-2020	16:50	In2	110	15.0
81	08-10-2020	14:03	In1	130	14.6
82	08-10-2020	14:08	DammA	61	14.3
83	08-10-2020	14:12	DammB	120	14.3
84	08-10-2020	14:16	In3	60	15.4
85	08-10-2020	14:20	In2	160	-
86	09-10-2020	14:45	In1	56	14.4
87	09-10-2020	14:50	Damm A	80	14.0



88	09-10-2020	14:55	Damm B	93	13.9
89	09-10-2020	15:00	In 3	38	14.0
90	09-10-2020	15:05	In 2	48	13.9
91	12-10-2020	16:20	In 1	92	12.3
92	12-10-2020	16:25	Damm A	69	12.4
93	12-10-2020	16:30	Damm B	79	12.0
94	12-10-2020	16:35	In 3	64	13.5
95	12-10-2020	16:40	In 2	230	12.1
96	13-10-2020	14:46	In 1	120	12.0
97	13-10-2020	14:50	Damm A	51	12.1
98	13-10-2020	14:55	Damm B	92	11.6
99	13-10-2020	15:00	In 3	63	13.7
100	13-10-2020	15:05	In 2	140	11.8
101	14-10-2020	16:45	In 1	120	10.4
102	14-10-2020	16:50	Damm A	53	10.2
103	14-10-2020	16:55	Damm B	73	9.2
104	14-10-2020	17:00	In 3	73	12.8
105	14-10-2020	17:01	In 2	160	8.8
106	15-10-2020	12:23	In 1	140	9.9
107	15-10-2020	12:27	Damm A	54	9.5
108	15-10-2020	12:31	Damm B	81	8.3
109	15-10-2020	12:35	In 3	70	-
110	15-10-2020	12:40	In 2	190	-



111	16-10-2020	12:10	In 1	160	9.1
112	16-10-2020	12:16	DammA	76	8.5
113	16-10-2020	12:21	DammB	80	7.6
114	16-10-2020	12:25	In3	72	12.3
115	16-10-2020	12:30	In2	190	7.6
116	19-10-2020	16:25	In1	150	8.7
117	19-10-2020	16:30	DammA	64	7.8
118	19-10-2020	16:30	DammB	67	7.2
119	19-10-2020	16:45	In3	71	11.4
120	19-10-2020	16:50	In2	190	7.7
121	20-10-2020	14:35	In1	160	8.7
122	20-10-2020	14:40	DammA	65	7.8
123	20-10-2020	14:45	DammB	63	7.1
124	20-10-2020	14:50	In3	57	-
125	20-10-2020	14:53	In2	200	-
126	21-10-2020	15:15	In1	170	10.8
127	21-10-2020	15:20	DammA	68	9.2
128	21-10-2020	15:25	DammB	81	8.7
129	21-10-2020	15:30	In3	180	12.5
130	21-10-2020	15:35	In2	130	10.8
131	22-10-2020	12:35	In1	40	11.8
132	22-10-2020	12:40	DammA	73	9.2
133	22-10-2020	12:45	DammB	75	10.2



134	22-10-2020	12:50	In3	31	12.3
135	22-10-2020	12:55	In2	58	12.1
136	02-11-2020	17:35	In1	82	12.7
137	02-11-2020	17:40	DammA	150	10.7
138	02-11-2020	17:45	DammB	190	12.1
139	02-11-2020	17:50	In3	62	12.8
140	02-11-2020	17:55	In2	160	13.1
141	03-11-2020	15:18	In1	170	12.6
142	03-11-2020	15:23	DammA	72	11.1
143	03-11-2020	15:28	DammB	200	11.8
144	03-11-2020	15:32	In3	95	12.7
145	03-11-2020	15:36	In2	130	11.9
146	04-11-2020	11:42	In1	130	10.9
147	04-11-2020	11:46	DammA	110	10.5
148	04-11-2020	11:52	DammB	75	10.5
149	04-11-2020	11:56	In3	61	12.2
150	04-11-2020	11:54	In2	67	12.2





Tabell 2: Rådata för vattennivån i Damm B samt nederbörden.

Datum	Vattennivå m.ö.h	Nederbörd (ml)
16-09	160.73	0.0
17-09	160.74	0.0
18-09	160.74	0.0
19-09	160.73	0.0
20-09	160.73	0.0
21-09	160.73	0.0
22-09	160.73	0.0
23-09	160.73	0.0
24-09	160.73	0.0
25-09	160.78	6.0
26-09	160.75	0.0
27-09	160.74	0.0
28-09	160.74	0.0
29-09	160.73	0.0
30-09	160.73	0.0
01-10	160.73	0.0
02-10	160.73	1.3
03-10	160.73	1.5
04-10	160.79	10.9
05-10	160.87	1.7
06-10	160.77	0.6
07-10	160.75	2.4
08-10	160.75	10.1
09-10	160.84	1.0
10-10	160.77	2.0



11-10	160.76	0.2
12-10	160.75	0.0
13-10	160.74	0.0
14-10	160.74	0.0
15-10	160.74	0.0
16-10	160.74	0.0
17-10	160.74	3.4
18-10	160.75	0.0
19-10	160.74	0.3
20-10	160.74	0.7
21-10	160.75	14.0
22-10	160.93	2.7
23-10	160.81	2.4
24-10	160.78	0.8
25-10	160.76	9.9
26-10	160.95	13.5
27-10	161.03	0.1
28-10	160.89	1.3
29-10	160.83	4.8
30-10	160.79	0.4
31-10	160.76	4.1
01-11	160.79	8.7
02-11	160.78	10.1
03-11	160.96	2.9
04-11	160.88	0.5

