

## Visar feta kiselalger på näringsrika vatten?

- En undersökning om hur fosforhalt påverkar kroppsstorleken hos artkomplexet *Fragilaria capucina*



### Fat diatoms as bioindicators of eutrophic waters?

- How phosphorous affects the body size of the *Fragilaria capucina* species complex

*Jenny Bäck*

## Visar feta kiselalger på näringsrika vatten?

Fat diatoms as bioindicators of eutrophic waters?

*Jenny Bäck*

**Handledare:** Maria Kahlert  
**Examinator:** Frauke Ecke

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grund C

**Kurstitel:** Självständigt arbete i miljövetenskap

**Kurskod:** EX0432

**Program/utbildning:** Biologi och miljövetenskap - kandidat

**Utgivningsort:** Uppsala

**Utgivningsår:** 2010

**Omslagsbild:** Fotografi av *F. capucina Desmazieres var. capucina*. Foto: Jenny Bäck

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Kiselalger, *Fragilaria capucina*, miljöövervakning, storlek, bredd, längd, volym, totalfosfor.



Sveriges lantbruksuniversitet  
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap  
Institutionen för vatten och miljö

## Sammanfattning

Syftet med denna uppsats är att undersöka om det finns någon mätbar korrelation mellan kiselalgskomplexet *Fragilaria capucinas* storlek och halten av fosfor i det vattendrag där de lever. Om ett samband finns kan detta efter ytterligare studier komma att bli användbart inom miljöövervakningen då bland annat vattendragens eutrofieringsgrad ska undersökas. Studien baseras på arkiverade kiselalgspreparat som finns på Institutionen för vatten och miljö (IVM). Arton prover med varierande fosforhalter valdes ut, och tjugo *F. capucina* räknades i varje prov. För att undersöka kiselalgernas storlek användes fyra storleksparametrar: Bredd, längd, kvoten längd/bredd samt volym. Korrelationen mellan storleksparametrarna och vattnets totalfosforhalt undersöktes genom linjär regression. Resultaten visar att längd och kvoten längd/bredd inte kan korreleras till fosforhalten eftersom variationen i längd är för stor. Volymen uppvisar ett svagt samband till fosforhalten, men detta blir inte statistiskt signifikant ( $p > 0,05$ ). När bredden undersöktes blev resultatet signifikant på 5%-nivån om linjär regression antogs. Då de prover med högst fosforhalter hade stort mellanrum sinsemellan och avvek mycket från trendlinjen testades också att logaritmera värdena för totalfosfor. Resultatet blev då signifikant på 1%-nivån och  $R^2$ -värdet steg från 0,23 till 0,46. Detta tyder på att sambandet är logaritmiskt och inte linjärt. När medelbredden jämförs med halten totalfosfor i varje prov går det också att urskilja en gräns där alla prover med fosforhalter över 30  $\mu\text{g/l}$  har en medelbredd över 2,3  $\mu\text{m}$ . Detta innebär att det finns en möjlighet att göra en klassindelning av artkomplexet *F. capucina* i åtminstone två grupper som förekommer antingen i vatten med hög eller med låg fosforhalt, grupper som sedan kan användas i miljöövervakningen. För säkrare resultat skulle fler prover med höga fosforhalter behövas.

*Nyckelord: Kiselalg, Fragilaria capucina, miljöövervakning, storlek, bredd, längd, volym, totalfosforhalt, vattendrag.*

## Abstract

Diatoms have shown to be of great use in environmental monitoring. There is still a lot which is unknown about diatoms however, and more research is required to improve the methods of diatom based environmental monitoring. The objective of this paper is thus to investigate if the total phosphorous concentration in streams has a positive correlation with the size of the *Fragilaria capucina* species complex. Eighteen samples were included in the study and twenty *F. capucina* were measured in each sample. Four size parameters were investigated: Width, length, the ratio width/length and volume. The correlation with the phosphorous concentration in the streams was examined using linear regression. The results showed that length, and the ratio length/width did not have any significant correlation with the phosphorous concentration. The reason for this is the high variance in length. This affected the volume parameter as well, and even though a weak correlation was observed, it was not significant ( $p > 0,05$ ). A significant correlation was found only between width and phosphorous. The correlation was significant on a 5% level but the received  $R^2$  value was only 0,24. Most of the data came from rivers with low concentrations of phosphorous and the intervals in concentration between the samples with phosphorous were large. In light of this finding, it was uncertain if linear regression was suitable. A new calculation was therefore made, where width remained on a linear scale, while total phosphorous was transformed to a logarithmic scale. This gave stronger results, with a  $p < 0,01$  and an  $R^2 = 0,46$ . This leads to the conclusion that the correlation between width and phosphorous is logarithmic instead of linear. When comparing the mean width with the phosphorous concentrations it was also revealed that the mean width is likely to exceed  $2,3 \mu\text{m}$  if the phosphorous concentration is  $30 \mu\text{g/l}$  or higher. This could be useful in environmental monitoring since it opens the possibility to divide the *F. capucina* species complex into groups occurring under either high or low phosphorus content.

*Key words: Diatom, Fragilaria capucina, environmental monitoring, size, width, length, volume, total phosphorous, stream, linear regression*



# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>8</b>
1.1	Kiselalger inom miljöövervakningen.....	8
1.2	Näringsupptagets koppling till kroppsstorlek.....	9
1.3	Tidigare studier: <i>Achnanthes minutissima</i> .....	10
1.4	Artkomplexet <i>Fragilaria capucina</i> .....	10
<b>2</b>	<b>Hypotes</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>Material och metod</b>	<b>13</b>
3.1	Urval av prover .....	13
3.2	Undersökning av proverna.....	14
3.3	Bearbetning av data.....	15
3.3.1	Statistik.....	16
<b>4</b>	<b>Resultat</b>	<b>17</b>
4.1	Bredd .....	17
4.1.1	Övriga observationer .....	18
4.2	Längd och kvoten längd/bredd.....	19
4.3	Volym.....	20
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>21</b>
5.1	Längd, kvoten längd/bredd samt volym .....	21
5.2	Bredd .....	21
5.2.1	Förutsättningar för gruppindelning.....	22
5.2.2	Förbättring av modellen.....	22
<b>6</b>	<b>Slutsats</b>	<b>23</b>
	<b>Referenser</b>	<b>24</b>
	Rapporter.....	24
	Artiklar .....	24
	Böcker .....	25
	Hemsidor .....	25



# 1 Inledning

Syftet med denna uppsats är att undersöka om det finns någon mätbar korrelation mellan kiselalgskomplexet *Fragilaria capucinas* storlek och halten av fosfor i det vattendrag där de lever. Om ett samband finns kan detta efter ytterligare studier komma att bli användbart inom miljöövervakningen då bland annat vattendragens eutrofieringsgrad ska undersökas. Att använda kiselalger som indikator på en kemisk parameter såsom fosfor kan tyckas underligt för den som inte är bevandrad inom miljöövervakningens metoder – det finns ju redan kemiska mätmetoder för att uppmäta fosforhalter. För att rätta ut eventuella frågetecken inleds därför denna uppsats med en kort redogörelse av fördelarna med kiselalgsstudier.

## 1.1 Kiselalger inom miljöövervakningen

Olika metoder för att använda kiselalger till grund för klassificering av vatten används redan i hög grad både i Sverige och internationellt. Kemiska och fysikaliska parametrar har svagheter att de enbart ger information om vattnet och inte de organismer som lever där, samt att de kan variera mycket till följd av vattenföringen och därför bara ger en momentan bild av det aktuella läget (Lowe & Pan, 1996 och Naturvårdsverket, 2009). Vattenföringen ändras ständigt till följd av årstidsväxlingar och väder samtidigt som olika typer av antropogen påverkan såsom gödsling av närliggande åkrar, trafik eller punktutsläpp från fabriker bidrar till stora skiftningar av kemiska och fysikaliska parametrar. För att få en mer representativ bild av vattnets status gällande grad av eutrofiering, försurning eller förorening är det ofta mer givande att studera något som kallas för *påväxtsamhället*, det vill säga ”alla organismer inom grupperna alger, bakterier, svampar och mikroskopiska djur, som sitter fast på eller lever i direkt anslutning till olika typer av substrat



(stenar, makrofyter etc) i vattnet” (Naturvårdsverket, 2009). Prover tas enkelt genom att ta upp en sten eller liknande från botten och skrapa av lite av påväxten. En centimeter påväxt kan innehålla hundratals arter av olika mikroorganismer, varav kiselalger ofta är den dominerande gruppen utav algfraktionen (op. cit). Det räcker dessutom med ett provtagningsstillfälle för att få information som täcker hela säsongen. Detta kan förklaras av att när kiselalgerna koloniserar ett substrat på våren kommer de sedan bli kvar där resten av säsongen. Kiselalger förökar sig snabbt genom celledelning och endast de som tål alla förändringar i vattenkemi som sker över säsongen kommer att kunna överleva och fortsätta att föröka sig tills hösten, då man vanligen samlar in prover. Då olika arter har olika toleransnivå för exempelvis pH kommer de som överlevde den värsta surstöten vara dominerande i provet. Hade man istället mätt pH direkt i vattnet hade man behövt mäta ofta och regelbundet för att inte missa några förändringar – något som kan bli både dyrt och tidskrävande (op.cit). Samma sak gäller för koncentrationer av närsalter, föroreningar med mera som kan påverka kiselalgernas överlevnad.

En annan fördel med att studera kiselalger är att de är primärproducenter. De har fotosyntes och näringsupptaget sker direkt från vattnet. Detta i kombination med en kort regenerationstid (en kiselalg kan dela sig en gång per dygn) innebär att kiselalger svarar mycket snabbt på förändringar i vattenkemin (Kahlert et al, 2007). Fördelen med detta är att föroreningar kan upptäckas tidigt (Lowe & Pan, 1996). Studeras högre organismer som exempelvis fiskar hinner föroreningen pågå betydligt längre innan några effekter kan påvisas. Även jämfört med organismer långt ner i näringskedjan så som protozoer och bentiska makrovertebrater är bentiska alger ( däribland kiselalger) en bättre och snabbare indikator på förändringar i vattenkemi (Lowe & Pan, 1996).

## 1.2 Näringsupptagets koppling till kroppsstorlek

I denna uppsats ska sambandet mellan artkomplexet *F. capucinas* storlek och näringsupptag studeras. Idén om att det skulle finnas ett samband bygger på att kiselalgens näringsupptag sker via skalet. Detta innebär att näringsupptaget blir effektivare ju större yta algen har i förhållande till kroppsvolym, en långsmal kiselalg bör ha ett effektivare näringsupptag än en cirkelformad (näringsåtgången blir dock också högre, vilket innebär att det totalt sätt inte alltid blir ”effektivt” med ett stort skal). Kiselalgens storlek varierar mellan olika individer tillhörande samma art,

precis som hos andra livsformer. Hur lång eller kort, smal eller bred en alg blir borde kunna kopplas till hur god tillgången på näringsämnen är, en långsmal alg borde ha bättre chanser att leva och reproducera sig i ett näringsfattigt vatten än en kort och bred alg. I näringsrika vatten finns däremot ingen fördel med att ha stor yta, eftersom det finns tillräckligt med näring ändå. Att bygga ett skal som ger extra stor yta kräver mer energi än att bygga ett mindre skal. Det är tänkbart att de breda och korta individerna blir de dominerande i näringsrika vatten, eftersom dessa kan lägga mindre energi till att bygga skal och mer på att föröka sig. Skalet på kiselalger är gjort av kiseloxid och är hårt och oflexibelt. En kiselalg har därför samma storlek hela livet, det är endast vid celldelning och sexuell förökning som storleken i en population förändras. Celldelningen resulterar hela tiden i allt mindre alger, medan den sexuella förökningen ger en större alg. Storleksanpassningen till vattnets näringshalt beror därmed på naturlig selektion där vissa typer av kiselalger är bättre anpassade till att leva i vissa vattendrag, inte på att enskilda alger växer eller ändrar form.

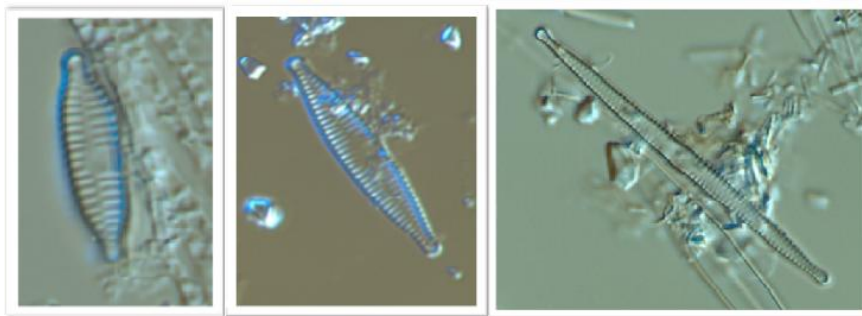
### 1.3 Tidigare studier: *Achnanthes minutissima*

Taxomin över kiselalger är för närvarande i förändring och det finns olika strategier när det kommer till artindelning (Kahlert, M. pers. medd. 2010). Att sätta sig in i taxomin kan därför vara komplicerat för den som inte ämnar ägna sig åt detta på heltid – för närvarande tycks det finnas en djungel av arter och underarter som skiljs åt av extremt små skillnader. Detta problem går dock att komma förbi genom att dela in ett artkomplex i grupper utifrån morfologiska karaktäristika (exempelvis bredd) istället för arter och underarter. På den nivån är det betydligt lättare att identifiera olika typer av kiselalger. I den svenska kiselalgsmetoden är det för närvarande artkomplexet *Achnanthes minutissima* som studeras. Denna har delats in i tre klasser efter skalbredd och förekomst. Det har där visat sig att smala skal finns i oligotrofa vatten medan breda skal finns i eutrofa vatten (Naturvårdsverket, 2009). Denna metod skulle kunna förbättras genom att hitta motsvarande samband för fler artkomplex – till exempel *F. capucina*.

### 1.4 Artkomplexet *Fragilaria capucina*

*F. capucina* är ett stort artkomplex med en mängd olika varieteter. De allra flesta delar dock några specifika särdrag som gör dem lätta att identifiera och skilja åt från andra artkomplex (att skilja mellan olika varieteter kan däremot vara mycket

komplikerat). Vid genomgång av de databaser som tillhandahålls av Institutionen för vatten och miljö (IVM) samt rapporter från den nationella miljöövervakning som bedrivs vid IVM (Kahlert 2008a-c, Kahlert opublicerade data, Grill & Kyllmar 2007) framgår det att *F. capucina* återfinns i vattendrag över hela Sverige, men är vanligast i vattendrag av hög eller god status, med låga näringshalter (IVM, u.å). I sötvattensfloran (Lange & Bertalot, 1991) framgår det också att de varieteter av *F. capucina* som behandlats i denna studie främst förekommer i oligotrofa till mesotrofa vattendrag. I ett eutrofierat vattendrag är det därför osannolikt att hitta *F. capucina*. Om förändringar i storlek hos *F. capucina* kan upptäckas även som följd av relativt små förändringar i fosforhalt, i vattendrag som ännu inte är övergödda, är detta värdefullt eftersom man då kan upptäcka en förändring i vattnets näringshalt tidigt, innan konsekvenserna blivit för stora.



Figur 1. Variation inom artkomplexet *F. capucina*. Till vänster samt i mitten visas två exemplar av *F. capucina* Desmazieres var. *Capucina*, till höger visas *F. capucina* Desmazieres var. *rumpens* (Kutzing) Lange-Bertalot. Foto: Jenny Bäck

## 2 Hypotes

Det finns ett positivt samband mellan storleken hos de långsmala varianterna inom artkomplexet *F. capucina* och fosforhalten i det vattendrag där de lever. Högre halt av fosfor ger större individer. Med storlek avses individens bredd, längd och volym. För bakgrund till hypotesen, se avsnitt 1.2.

## 3 Material och metod

### 3.1 Urval av prover

Studien har baserats på arkiverade preparat från kiselalgsprovtagningar som finns på Institutionen för vatten och miljö (IVM) i Uppsala. Information om vattenkemi har tagits från IVM:s databas (IVM, u.å.) samt från de rapporter som skrevs om provtagningsprogrammen (Kahlert 2008a-c, Kahlert opublicerade data, Grill & Kyllmar 2007). Proverna har valts ut så att det finns en spridning i fosforhalt, och framför allt så att prover med höga fosforhalter tagits med. Detta har begränsat antalet lämpliga prover eftersom artkomplexet *F. capucina* är ovanligt i näringsrika vatten.

De taxa som inkluderats i undersökningen är följande:

*F. capucina* Desmazieres var. *capucina*

*F. capucina* Desmazieres var. *gracilis* (Oestrup) Hustedt

*F. capucina* Desmazieres var. *rumpens* (Kutzing) Lange-Bertalot

*F. delicatissima* (W. Smith) Lange-Bertalot

*F. nanana* Lange-Bertalot

*F. nanoides* Lange-Bertalot

*F. tenera* (W. Smith) Lange-Bertalot

Taxomin i denna lista anges enligt samma system som använts i IVM:s rapport 2008:7 (M. Kahlert, 2008c). Inte alla av de taxa som nämns i listan är nära släkt med *F. capucina* Desmazieres, men de har liknande form och kan lätt förväxlas med *F. capucina* Desmazieres. Att de dessutom förekommer i samma typ av vattendrag (oligotrofa – mesotrofa vatten) bidrar ytterligare till att arterna lätt förväx-

las. I denna uppsats kommer ”*F. capucina*” användas som ett samlingsnamn för samtliga taxa i listan. Notera att definitionen av *F. capucina* som ett samlingsnamn för flera taxa enbart gäller i denna uppsats och inte i några andra sammanhang. Syftet är att underlätta hänvisningar i texten.

Samlad information om de enskilda proverna finns i bilaga 1 och 2. För information om hur provtagning och framställning av preparaten gått till rekommenderas de rapporter som skrevs för provtagningsprogrammen (Kahlert 2008a-c, Kahlert opublicerade data, Grill & Kyllmar 2007) samt naturvårdsverkets skrift *Påväxt i rinnande vatten – kiselalgsanalys* som innehåller en detaljerad genomgång av såväl provtagnings- som analysmetodik (Naturvårdsverket, 2009).

### 3.2 Undersökning av proverna

Preparaten studerades med ett interferenskontrastmikroskop av typen Nikon EC-LIPSE 80i. 1000x förstoring med olja användes. För fotografering, ytterligare förstoring och mätning av alger användes programmet SPOT Basic. I varje preparat letades tjugo *Fragilaria capucina* upp, dessa fotograferades och mättes med avseende på längd och bredd. Bilderna fick ofta dålig upplösning och det kunde ibland vara svårt att avgöra vad som är skugga och vad som är alg vid mätningen. För att undvika en överskattning av bredden mättes denna från insida till utsida. Min bedömning är att mätvärdena har en osäkerhet på  $\pm 0,1 \mu\text{m}$ . Bredden hos artkomplexet *F. capucina* brukar ligga mellan 2-6,5  $\mu\text{m}$  (Krammer & Lange-Bertalot, 1991). För att kunna göra en artbestämning räknades även striae. Striae är de ”streck” som sitter längs med kanterna (se figur 2). Dessa består utav små hål genom vilka kiselalger silar in vatten. Olika arter har olika antal striae och detta utnyttjas för att identifiera olika arter. I denna undersökning räknades antal striae per fem mikrometer och multiplicerades sedan med två för att kunna anges per tio mikrometer som är standard. Multiplikeringen medför ett fel på  $\pm 1$  stria. Efter att jag valt ut, fotograferat och tagit mått på alla alger fick jag hjälp av Maria Kahlert för att göra en mer exakt artbestämning. Artbestämningen gjordes som en kvalitetskontroll för att undvika att fel arter togs med i undersökningen. Totalt fyra av 360 räknade kiselalger tillhörde fel art. Dessa har exkluderats vid beräkningar, vilket innebär att medelvärde och varians för storleksparametrarna är baserat på 19 kiselalger istället för 20 i fyra av proverna.



Figur 2. Bilden visar hur det såg ut vid mätningar i SPOT Basic (efterkonstruktion i Paint). Bredden mättes från insida till utsida, vilket innebär att den tjocka svarta kanten bara inkluderades på ena sidan. De streck som går längs med algens långsidor kallas för striae, och består utav en mängd små hål genom vilka algen filtrerar in vatten.

### 3.3 Bearbetning av data

Beräkningar och grafer har gjorts i Microsoft Excel. Fyra olika storleksparametrar användes: Bredd, längd, volym samt kvoten längd/bredd. Volymen för varje kiselalg räknades ut enligt en formel särskilt anpassad för *F. capucina* som framtagits av Hillebrand et al. (1999):

$$Volym = \frac{\pi}{4} \times längd \times bredd^2$$

Storleksparametrarnas samband med totalfosforhalt testades genom regressionsanalys, där linjär regression antogs. Grafer och uträkning av p-värden har hela ti-

den baserats på medelvärden för proverna. Med ”medelbredd”, ”medellängd” etc. menas därmed att bredden respektive längden för varje observation i ett prov har summerats och sedan dividerats med antalet observationer. De totalfosforhalter som använts i beräkningarna är alltid årsmedelvärden.

### 3.3.1 Statistik

För den som inte är bekant med statistiska termer följer här en kort förklaring som ska underlätta tolkningen av resultatet:

**Hypotesprövning:** En nollhypotes ( $H_0$ ) testas mot en mothypotes ( $H_1$ ). Nollhypotesen blir i denna undersökning t.ex. ”Det finns ingen skillnad mellan bredden hos *F. capucina* i näringsfattiga och näringsrika vatten” medan mothypotesen blir att det finns en skillnad. Hypotesprövningen testar sedan om nollhypotesen kan förkastas eller inte. Resultatet blir signifikant ifall nollhypotesen kan förkastas. (Olsson et al. 2005)

**P-värde:** Anger risken att ha fel efter att ha gjort en hypotesprövning, det vill säga risken att felaktigt förkasta nollhypotesen.

- $p > 0,05$ : Risken att ha fel är större än 5 %. Resultatet kan inte betraktas som signifikant.
- $0,01 < p < 0,05$ : Risken att ha fel ligger mellan 1 - 5 %, man kan säga att resultatet är signifikant på 5%-nivån. Denna nivå av signifikans är ofta tillräcklig inom biologisk forskning.
- $0,001 < p < 0,01$  Risken att felaktigt förkasta nollhypotesen ligger mellan 0,1 - 1 % och resultatet är signifikant på 1%-nivån. (op.cit.)

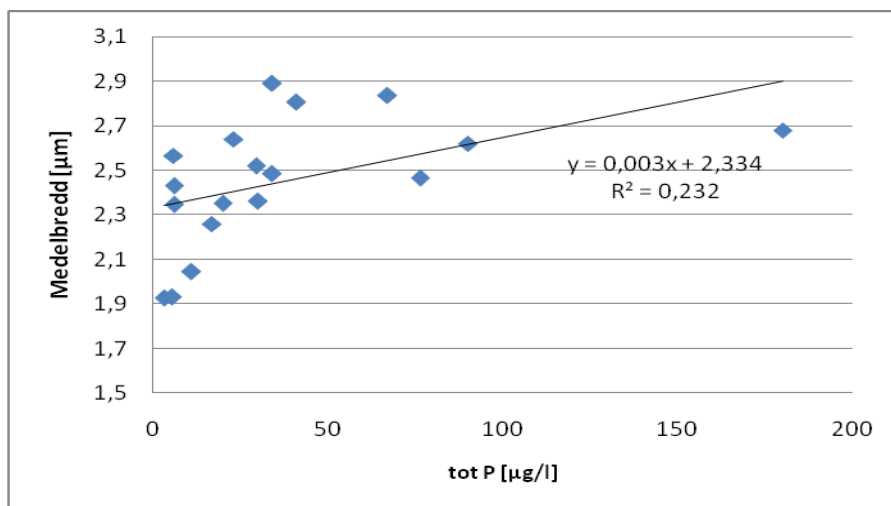
**$R^2$ -värde:** Även kallat determinationskoefficienten. Beskriver hur stor del av variationen hos den beroende variabeln (i detta fall någon av storleksparametrarna) som förklaras av variationen hos den oberoende variabeln (i detta fall halten totalfosfor).  $R^2$ -värdet ligger alltid mellan 0 och 1, där 1 innebär att 100 % av variationen hos den beroende variabeln förklaras av variationen hos den oberoende variabeln.  $R^2$ -värdet kan också sägas vara ett mått på den statistiska modellens förklaringsgrad, om  $R^2 = 0,6$  kan detta utläsas som att förklaringsgraden är 60 %. (Vejde & Leander, 2000)



## 4 Resultat

### 4.1 Bredd

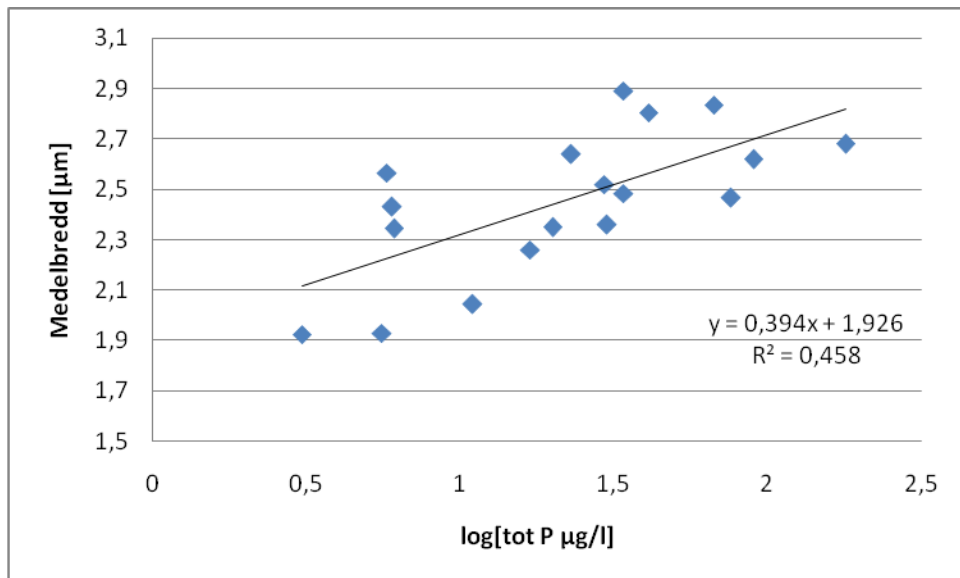
Sambandet mellan kiselalgernas bredd och vattnets fosforhalt uppvisas i figur 3. Sambandet blev signifikant på 5%-nivån ( $p = 0,043$ ) och förklaringsgraden räknades ut till 23% ( $R^2 = 0,23$ ) vilket innebär att 23 % av variationen i bredd beror på variationen i fosforhalt.



Figur 3. Linjär regressionsgraf där kiselalgernas medelbredd i alla prover testas mot årsmedelvärden av provtagningslokalernas totalfosforhalt. Medelbredden har en positiv korrelation med halten tot P.

Då halten totalfosfor sträckte sig över ett stort intervall (3 – 180 µg/l) medan medelbreddens intervall var litet (1,93 – 2,89 µm) gjordes även ett linlogdiagram där

halten totalfosfor logaritmerades. Med denna metod blev sambandet signifikant på 1%-nivån ( $p = 0,002$ ) och förklaringsgraden blev 46% ( $R^2 = 0,46$ ).



Figur 4. Linlogdiagram där medelbredden följer en linjär skala och tot P har logaritmerats. Sambandet är signifikant på 1%-nivån ( $p=0,002$ ).

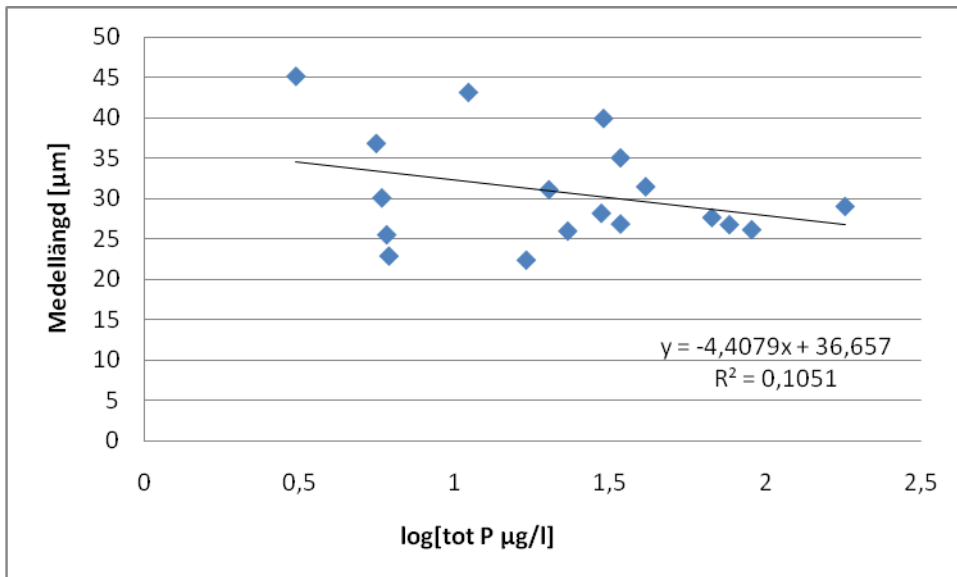
#### 4.1.1 Övriga observationer

I bilaga 2, tabell 1, är punkterna till figur 3 sorterade efter bredd. Studeras tabellen syns det att breda kiselalger förekom både i vatten med låga och höga fosforhalter. Exempelvis låg medelbredden kring 2,6 µm i vatten med fosforhalterna 6; 23; 90 och 180 µg/l. Däremot låg medelbredden i denna undersökning hela tiden över 2,3 µm vid fosforhalter över 30 µg/l.

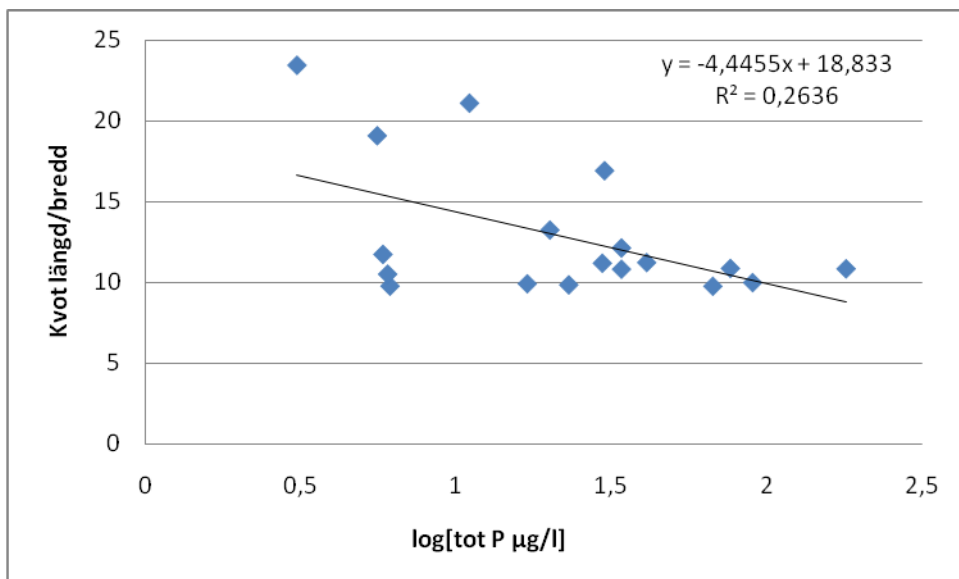
## 4.2 Längd och kvoten längd/bredd

*F. capucina* uppvisade en mycket stor spridning i längd. Något samband mellan vattnets fosforhalt och längd kunde inte påvisas när linjär regression användes. P-värdet för medellängden räknades ut till 0,34 och var inte signifikant ( $p > 0,05$ ).  $R^2$ -värdet blev 0,05. Vid logaritmering av totalfosforhalten sänktes p-värdet men resultatet blev fortfarande inte signifikant ( $p = 0,189$ ;  $R^2 = 0,11$ ), se även figur 5.

Inget samband kunde utläsas mellan kvoten längd/bredd och totalfosfor (figur 6,  $R^2 = 0,12$ ;  $p = 0,16$ ) när linjär regression antogs. Vid logaritmering av totalfosforhalten uppnåddes dock 5% signifikans ( $p = 0,029$ ;  $R^2 = 0,26$ ) (figur 6).



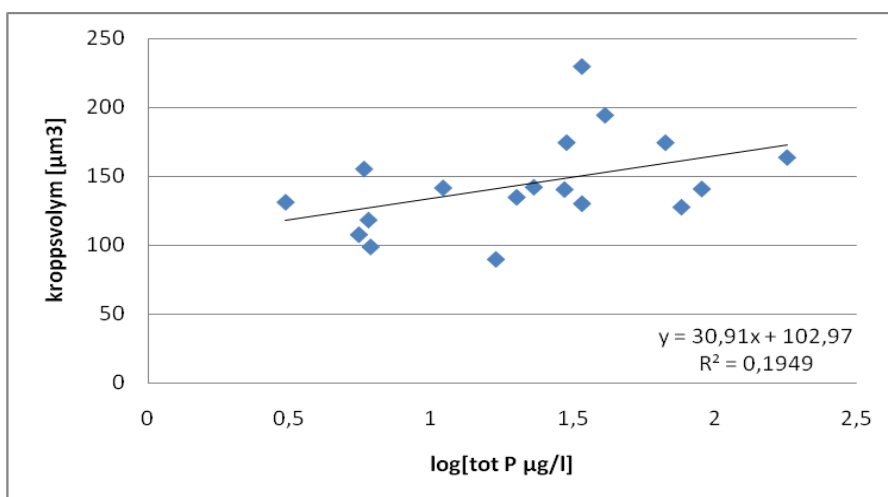
Figur 5. Medellängden hos *F. capucina* kan inte sägas ha någon korrelation med vattnets halt av tot P.



Figur 6. Kvoten medellängd/medelbredd kan inte sägas vara beroende av halten tot P.

### 4.3 Volym

Den sista storleksparametern som undersöktes var kiselalgernas kroppsvolym. Inget signifikant samband kunde påvisas vid användning av linjär regressionsanalys ( $p = 0,24$ ;  $R^2 = 0,09$ ). När totalfosforhalten logaritmerades stärktes sambandet men blev ändå inte signifikant ( $p = 0,067$ ;  $R^2 = 0,19$ ) (figur 7).



Figur 7. Sambandet mellan kroppsvolym och logaritmerade P-halter.

## 5 Diskussion

### 5.1 Längd, kvoten längd/bredd samt volym

Hypotesen för denna uppsats var att storleken (bredd, längd, kvoten längd/bredd samt volym) hos artkomplexet *F. capucina* (se definition i avsnitt 3.1) har ett positivt samband med vattnets fosforhalt (mätt som totalfosfor). För parametrarna längd, kvoten längd/bredd och volym måste hypotesen förkastas vid användning av linjär regression. Vid logaritmering av totalfosforhalten uppvisades starkare samband för alla parametrar, och för kvoten längd/bredd uppnåddes 5 % signifikans. Detta innebär att sambandet mellan storlek och fosforhalt är logaritmiskt och inte linjärt så som antogs vid studiens början. Hypotesen om ett samband mellan storlek och fosforhalt måste dock fortfarande förkastas för parametrarna längd och volym. Det signifikanta resultat som erhöles för kvoten längd/bredd bör betraktas med försiktighet då förklaringsgraden endast var 26 %. Denna siffra innebär att 74 % av variationen inte kunde kopplas till fosforhalten.

I bilaga 1 redovisas variansen för varje prov. Värt att notera är att den högsta variansen för längd är 360 medan den högsta variansen för bredd är 0,35. Det är därför tydligt att längd är en olämplig parameter för att undersöka samband med såväl fosforhalt som andra variabler som kan tänkas bli aktuella i framtida studier.

### 5.2 Bredd

Även för bredd blev resultatet starkare efter logaritmering av totalfosforhalten och sambandet kan därför antas vara logaritmiskt. Andelen prover med höga fosforhalter är dock låg, vilket ger en osäkerhet i resultatet. För att stärka säkerheten i resultatet skulle fler prover från höga fosforhalter behövas. Trots osäkerheter är det dock tydligt att bredd är den parameter som har starkast korrelation till vattnets

fosforhalt. Detta tillsammans med att variationen hos bredd är betydligt lägre än variationen hos längd gör bredd till den parameter som är bäst lämpad för fortsatta studier.

#### 5.2.1 Förutsättningar för gruppindelning

I bilaga 2, tabell 1, framgår det dels att breda kiselalger av artkomplexet *F. capucina* kan förekomma både vid höga och låga fosforhalter, men också att det verkar finnas en gräns vid 20 µg/l. Över denna fosforhalt överstiger medelbredden i denna undersökning alltid 2,3 µm. För att ha med en felmarginal bör man dock säga att gränsen går vid 30 µg/l. Resultatet gäller just denna undersökning, men det öppnar upp för möjligheten till att göra en klassindelning på liknande sätt som gjorts för *A.minutissima* där bredd har kopplats till fosforhalt (se avsnitt 1.3). För att kunna göra en sådan klassindelning krävs dock en större studie med fler prover med framför allt höga fosforhalter.

#### 5.2.2 Förbättring av modellen

Även om  $R^2$ -värdet blev högre i den senare beräkningen av fosforhaltens påverkan på bredden är det fortfarande 54 % av variationen i bredd som inte förklaras av variationen i fosforhalt. Detta kan tolkas som att det är någonting i modellen som fattas. Att biologiska undersökningar oftast har en stor variation kan förklaras av att det är många faktorer som spelar in: solinstrålning, olika näringsämnen, temperatur och pH för att ta några exempel. Det är rimligt att anta att alla dessa faktorer har betydelse för tillväxten hos *F. capucina*. Möjligen skulle modellen fungera bättre ifall någon av dessa variabler lades till. Syftet med uppsatsen var dock att undersöka ifall sambandet mellan just fosforhalt och bredd (och andra storleksparametrar) är tillräckligt starkt för att man efter fortsatta studier ska kunna utnyttja detta samband inom miljöövervakningen. Om sambandet visar sig vara starkt även efter en utvidgad undersökning där fler prover med höga fosforhalter inkluderas finns det stora möjligheter för detta.

## 6 Slutsats

Det samlade resultatet visar att bredd är den parameter som är bäst lämpad för fortsatta studier på sambandet mellan morfologi och fosforhalt eftersom denna uppvisar lägst varians. Det finns också förutsättningar för att artkomplexet *F. capucina* ska kunna delas upp i klasser och bli användbar inom miljöövervakningen. Detta indikeras av att medelbredden i denna undersökning konsekvent överstiger 2,3  $\mu\text{m}$  vid totalfosforhalter över 30  $\mu\text{g/l}$ . För säkrare resultat krävs dock en mer omfattande undersökning där framför allt fler prover från vattendrag med höga fosforhalter inkluderas.

## Referenser

### Rapporter

- Grill, K & Kyllmar, K. (2007). Växtnäringsförluster i små jordbruksdominerade avrinningsområden 2005/2006. Årsredovisning för miljöövervakningsprogrammet Typområden på jordbruksmark. Uppsala: Avdelningen för vattenvårdslära, Sveriges lantbruksuniversitet. ISSN 0347-9307
- Kahlert, M. (2008a). Kiselalgsundersökning i Motala Ströms delområde, 2007. Uppsala: Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 2008:8. ISSN 1403-977X
- Gottschalk, S & Kahlert, M. (2008b). Kiselalger i Dalarnas län. Uppsala: Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 2008:24 ISSN 1403-977X
- Kahlert, M. (2008c). Kiselalgsundersökning i södra delen av Norra Östersjödistriktet, 2007. Uppsala: Institutionen för vatten och miljö, Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport 2008:7. ISSN 1403-977X
- Jarlman, A. & Kahlert, M. Naturvårdsverket (2009), Påväxt i rinnande vatten – kiselalgsanalys. Version 3:1: 2009-03-13. [online] Tillgänglig: [http://www.naturvardsverket.se/upload/02\\_tillstandet\\_i\\_miljon/Miljoovervakning/undersokn\\_typ/sotvatten/pavaxt.pdf](http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/Miljoovervakning/undersokn_typ/sotvatten/pavaxt.pdf) [2010-05-09]
- Kahlert, M., Andren, C. & Jarlman, A. (2007). Bakgrundsrapport för revideringen 2007 av bedömningsgrunder för Påväxt – kiselalger i vattendrag. Institutionen för miljöanalys, Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport 2007:23. ISSN 1403-977X

### Artiklar

- Hillebrand, H; Dürselen, CD; Kirschtel, D; Pollinger, U; Zohaty, T. (1999) Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. *Journal of Phycology* [online] 35. 403-424. Tillgänglig: <http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/119064418/PDFSTART> [2010-05-17]



Kahlert, M. et al. (2008) Harmonization is more important than experience – results of the first Nordic-Baltic diatom intercalibration exercise 2007 (stream monitoring). *Journal of Phycology* [online] 21 (4). 471-482. Tillgänglig: <http://www.springerlink.com/content/g333714185872341/> [2010-06-02]

Tuji A (2007) Type examination of *Fragilaria gracilis* (Østrup) (Bacillariophyceae). *Bulletin of the National Museum of Natural Science*. Ser B 33(1):9-12

Tuji A, Williams DM (2006) Examination of the type material of *Synedra rumpens* = *Fragilaria rumpens*. Bacillariophyceae. *Phycological Research* 54:99-103 doi:10.1111/j.1440-1835.2006.00414.x

## Böcker

Lowe, R L & Pan, Y. (1996). Benthic algal communities as biological monitors. I: R. J Stevenson, M. L. Bothwell & R. L. Lowe (Red.) *Algal Ecology: Freshwater Benthic Ecosystems*. 705-740. San Diego: Academic Press. ISBN 0-12-668450-2

Stoermer, E. F & Smol, J. P. (1999) *The Diatoms: Applications for the Environmental and Earth Sciences*. Cambridge: University Press. ISBN 0 521 00412 8

Olsson, U., Englund, J-E., Engstrand, U. (2005) *Biometri. Grundläggande biologisk statistik*. Lund: Studentlitteratur. ISBN 91-44-04577-8

Vejde, O., Leander, E. (2000) *Ordbok i statistik*. Morgongåva: Olle Vejde förlag. ISBN 91-972847-2-6

Krammer K, Lange-Bertalot H (1991) Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart New York: Gustav Fischer Verlag

## Hemsidor

IVM – Institutionen för vatten och miljö. Hemsida. [online] Tillgänglig: <http://info1.ma.slu.se/db.html> [2010-05-17]

## Bilaga 1.

Denna bilaga innehåller en tabell över de arton proverna. Referenserna återfinns i referenslistan. Med tot P avses årsmedelvärde (antal mätningar per år varierar mellan de olika proverna). SLU-ID kan användas för att hitta proverna i IVM:s arkiv samt för att hitta ytterligare information om proverna i de referenser som angetts.

SLU-ID	Lokal	Referens	tot P [µg/l]	E(bredd) [µm]	Var(bredd) [µm]	E(längd) [µm]	Var(Längd) [µm]	Volym [µm <sup>3</sup> ]	Kvot Längd/Bredd
208	Akkarjåkkå	IVM. u.å. (NMÖ 2007)	6	2.35	0.23	22.88	160.67	98.88	9.76
207	Kitkiöjoki	IVM. u.å. (NMÖ 2007)	17	2.26	0.15	22.38	56.61	89.76	9.90
221	Höjdabäcken	IVM. u.å. (NMÖ 2007)	6	2.57	0.13	30.07	105.81	155.38	11.72
213	Laxtjärnsbäcken	IVM. u.å. (NMÖ 2007)	3	1.93	0.04	45.11	187.81	131.29	23.43
222	Kärmsjöbäcken	IVM. u.å. (NMÖ 2007)	6	1.93	0.12	36.81	293.11	107.69	19.07
307	Fadabäcken	Kahlert 2008c	67	2.84	0.11	27.64	19.21	174.48	9.75
100	Bälungebäcken	Kahlert 2008c	180	2.68	0.53	29.03	44.67	163.73	10.83
152	Görälven	Gottschalk & Kahlert 2008b	6	2.43	0.07	25.51	127.42	118.31	10.50
318	Nygårdsbäcken	Gottschalk & Kahlert 2008b	11	2.05	0.03	43.13	80.42	141.65	21.09
176	Ässån	Gottschalk & Kahlert 2008b	23	2.64	0.12	25.97	119.41	142.16	9.84
255	Bärlebäcken	Kahlert 2008c	30	2.52	0.13	28.17	190.90	140.48	11.21
469	Sangisälven	IVM. u.å. (NMK 2008, flodmynningar)	34	2.49	0.07	26.85	73.96	130.22	10.80
W1	Forsån	Gottschalk & Kahlert 2008b	41	2.81	0.14	31.46	188.67	194.41	11.21
340	F26 Jordbruks- mark	Grill & Kyllmar 2007	90	2.62	0.37	26.14	74.51	140.90	9.98
186	Ysundaån	Kahlert 2008a	20	2.35	0.21	31.09	146.16	134.85	13.23
313	Stångån Nykvarn	Kahlert 2008a	30	2.36	0.34	39.9	365.05	174.54	16.91
181	Mjölnaån	Kahlert 2008a	34	2.89	0.35	35.03	160.36	229.79	12.12
V507	Huluån	Kahlert, ej utgiven rap- port.	76	2.47	0.24	26.76	33.47	127.68	10.85

## Bilaga 2.

Tabell 1 i denna bilaga visar upp siffrorna till punkterna i figur 3 i uppsatsen. Punkterna är sorterade efter medelbredd för att göra det mer lättöverskådligt.

Tabell 2 innehåller rådata från mätningarna samt en artlista. Förkortningar: FCAP = *Fragilaria capucina Desmazieres var. capucina*; FDEL = *F. delicatissima* (W. Smith) Lange-Bertalot; FGRA = *F. capucina Desmazieres var. gracilis* (Oestrup) Hustedt; FNAN = *F. nanana* Lange-Bertalot; F. nanoides = *F. nanoides* Lange-Bertalot; FRUM = *F. capucina Desmazieres var. rumpens* (Kutzing) Lange-Bertalot; FTEN = *F. tenera* (W. Smith) Lange-Bertalot.

På vissa alger var det inte möjligt att räkna antal striae, detta anges i tabellen som ”otydligt”. Artbestämningen är gjord utifrån foton av varierande kvalitet och kan därför innehålla en del fel. I osäkra fall är detta markerat med ett frågetecken alternativt ”FRUM/FCAP” ifall det är ett gränsfall mellan två arter.

Tabell 1. Punkterna till figur 3 i uppsatsen, här sorterade efter bredd..

SLU-ID	E(bredd) [ $\mu\text{m}$ ]	tot P [ $\mu\text{g/l}$ ]	SLU-ID	E(bredd) [ $\mu\text{m}$ ]	tot P [ $\mu\text{g/l}$ ]
213	1,93	3	181	2,49	34
222	1,93	6	255	2,52	30
318	2,05	11	221	2,57	6
207	2,26	17	340	2,62	90
208	2,35	6	176	2,64	23
186	2,35	20	100	2,68	180
313	2,36	30	W1	2,81	41
152	2,43	6	307	2,84	67
V507	2,47	76	469	2,89	34

Tabell 2. Artlista och rådata från kiselalgsräkningar. Teckenförklaring i texten ovan.

Prov 1: SLU ID 208 (Akkarjåkkå)				Prov 2: SLU-ID 207 (Kitkiöjoki)			
2007-09-15				2007-09-17			
NMÖ 2007				NMÖ 2007			
art	Striae / 10 µm	Bredd [µm]	Längd [µm]	art	Striae / 10 µm	Bredd [µm]	Längd [µm]
FCAP	16	3.4	13.12	FGRA	18	2.4	25.1
FTEN	17	2.5	31.2	FGRA	18	2.8	25.3
FRUM	17	3.0	33.2	FGRA	18	2	23.6
FCAP	18	3.3	15.39	FGRA	18	2.3	17.7
FDEL?	18	1.5	71.28	FGRA	20	2.1	19.6
FGRA	20	2.34	22.2	FGRA	20	2.8	18.9
FGRA	20	2.1	24.36	FGRA	20	2.5	18.3
FGRA	20	2.4	18	FGRA	20	1.7	30.9
FGRA	20	2.6	13.44	FGRA	20	2.3	24.9
FGRA	20	1.8	19.02	FRUM	20	3.1	13
FGRA	20	2.3	23.41	FGRA	20	2.5	20.9
FGRA	22	2.1	25.3	FGRA	22	2.6	18.3
FGRA	22	2.03	16.57	FGRA	22	2.2	27.9
FGRA	22	2.52	14.6	FGRA	22	2.2	23.8
FGRA	22	2.03	17.8	FGRA	22	2.3	40.6
FGRA	22	2.44	18.61	FGRA	22	2.3	31.7
FGRA	22	2.2	21.9	FGRA	22	2	28.3
FGRA	22	2.43	15.8	FGRA	24	1.9	29.4
FGRA	24	1.8	25.57	FRUM/FCAP	otydligt	3.2	9.3
FGRA	otydligt	2.1	16.9				

Prov 3: SLU-ID 221 (Höjdabäcken)				Prov 4: SLU-ID 213 (Laxtjärnsbäcken)			
2007-09-26				2007-09-14			
NMÖ 2007				NMÖ 2007			
art	Striae / 10 µm	Bredd [µm]	Längd [µm]	art	Striae / 10 µm	Bredd [µm]	Längd [µm]
FTEN	16	3.3	30.7	FTEN	18	2.1	51.2
FTEN	16	2.7	29.5	FTEN	18	1.8	63.9
FTEN	18	2.9	41.5	FGRA	18	2	58.2
FTEN	18	2.5	32.1	FTEN	18	2	67.6
FTEN	18	2.7	54.4	FGRA	18	2.1	61.6
FGRA	18	3.1	24.5	FGRA	20	2	29.6
FTEN	18	2.8	31	FGRA	20	1.9	49.7
FRUM	18	2.7	43.1	FGRA	20	2.2	31.6
FTEN	18	3	28.1	FGRA	20	1.7	27.3
FGRA	18	2.7	26.6	FGRA	22	2	35.6
FGRA	18	2.5	28.1	FGRA	22	2.1	33.6
FGRA	20	2.3	21.3	FGRA	22	1.5	59.8
FGRA	20	2.5	19.6	FGRA	22	1.9	26.5
FGRA	20	2.7	15.2	FGRA	22	1.8	35.9
FGRA	20	2.1	21.1	FGRA	22	2	30.3
FGRA	20	2.1	18.8	FGRA	24	2.2	41.3
FGRA	20	2.3	22.6	FGRA	24	1.8	43
FGRA	22	2.2	43.1	FRUM	26	2.1	40
FGRA	22	2.2	25.8	FGRA	26	1.8	60.4
FGRA	22	2	44.3	FGRA	26	1.5	55.1

<b>Prov 5: SLU-ID 222 (Kärmsjöbäcken)</b>				<b>Prov 6: SLU-ID 307 (Fadabäcken)</b>			
2007-09-29				2007-09-03			
NMÖ 2007				Södermanland			
<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>	<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>
FGRA	18	2.5	20.8	FCAP	14	2.9	25.6
FGRA	18	2.2	55	FCAP	16	2.9	19.9
FTEN	18	2.1	76.1	FCAP	16	3.2	23.2
FTEN	18	1.8	64	FCAP	16	2.9	24.6
FGRA	18	1.8	36.8	FCAP	16	3.1	25.5
FGRA	18	2	29	FCAP	16	3.3	24.9
FGRA	20	2.3	61.5	FCAP	16	3.3	26
FGRA	20	1.9	35.6	FCAP	16	2.8	24.3
FTEN	20	2	60.7	FCAP	16	3.1	25.2
FGRA	20	1.6	35.4	FCAP	16	2.8	26.1
FGRA	20	2.4	19.3	FCAP	16	3.3	26.4
FGRA	20	1.6	33.1	FTEN	18	2.5	34.1
FGRA	20	2.1	34.5	FGRA	18	2.5	25.8
FGRA	20	2	48.8	FCAP	18	3	25.8
FGRA	20	2	27.7	FGRA	20	2.7	34.5
FGRA	22	2.1	32.9	FGRA	20	2.2	31.9
FGRA	22	1.9	21.5	FGRA	20	2.6	35.5
FGRA	22	2	18	FGRA	20	2.3	35.1
FGRA	22	2.3	25.5	FGRA	22	2.6	29.4
				FGRA	22	2.7	29

<b>Prov 7: SLU-ID 100 (Bälingsbäcken)</b>				<b>Prov 8: SLU-ID 152 (Görälven)</b>			
2007-08-09				2007-09-06			
Södermanland				Dalarna			
<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>	<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>
FCAP	14	4	24.1	FGRA	18	2.1	46.8
FCAP	16	3.8	25.6	FGRA	18	2.3	53.2
FCAP	16	4.1	22.8	?	18	3	47
FCAP	16	3.8	26.6	FGRA	20	2.4	26.4
FCAP	16	3.7	24.9	FGRA	20	2.3	18.9
FGRA	16	2.4	28.4	FGRA	20	2.6	17
FCAP	16	2.2	24.4	FGRA	20	2.6	16.5
FGRA	18	2.2	26	FGRA	20	2.5	17.9
FGRA	18	2.2	27.2	FGRA	22	2.2	19
FGRA	18	2.5	24.4	FGRA	22	2.1	26.9
FGRA	18	2	28.6	FGRA	22	2.7	18.1
FGRA	18	2.5	22.1	FGRA	22	2.3	28.2
FGRA	18	2.2	29.6	FGRA	22	2.1	34.4
FGRA	18	2.4	23.4	FGRA	22	2.3	22.1
FGRA	20	2.2	36.5	FGRA	22	2.8	13
FTEN	20	2.2	42.9	FGRA	22	2.3	21
FGRA	20	2.3	28.5	FGRA	22	2.1	24.7
FGRA	20	2.2	41.2	FGRA	22	2.7	19.9
FGRA	22	2.6	29.5	FGRA	24	2.6	17.7
FGRA	22	2.1	43.8	FGRA	24	2.6	21.5

<b>Prov 9: SLU-ID 318 (Nygårdsbäcken)</b>				<b>Prov 10: SLU-ID 176 (Ässån)</b>			
2007-09-18				2007-09-12			
Dalarna				Dalarna			
<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>	<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>
FTEN	18	2	39.3	FGRA	18	2.7	28.6
FGRA	20	1.9	50.6	FRUM	18	2.6	43.7
FGRA	20	1.8	44.6	FGRA	18	2.4	20.6
FGRA	20	2	52.3	FGRA	18	2.4	34.3
FGRA	20	1.7	52.4	FTEN	18	2.5	47.1
FGRA	20	2	47.3	FGRA	18	3.2	13.3
FGRA	20	2.1	52.2	FTEN	18	2.4	46.5
FGRA	20	2.3	28.8	FCAP	20	3.2	13.1
FGRA	20	2.3	56	FGRA	20	2.4	37.3
FGRA	20	2.1	34.3	FGRA	20	2.4	22.2
FGRA	20	2.2	29.2	FGRA	20	2.4	22.3
FGRA	20	2.1	35.6	FGRA	20	2.9	15.5
FGRA	20	2.2	34.7	FGRA	20	2.5	20.7
FGRA	20	1.9	35.4	FGRA	20	2.5	18.4
FGRA	20	2.2	35.5	FGRA	20	2.3	27.2
FGRA	20	2.2	45.7	FGRA	20	2.3	28.8
FGRA	22	2	50.5	FGRA	20	3.4	15.5
FGRA	22	2.1	36.1	FGRA	20	3.2	14.2
FGRA	22	1.8	45.4	FGRA	20	2.4	20.3
FGRA	22	2	56.6	FGRA	22	2.7	29.8

<b>Prov 11: SLU-ID 255 (Bärlebäcken)</b>				<b>Prov 12: SLU-ID 469 (Sangisälven)</b>			
2007-08-17				2008-09-13			
Södermanland				NMK, Flodmynningar			
<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>	<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>
FCAP	16	2.8	31.9	FGRA	18	2.4	23.5
FRUM/FGRA	16	2.7	15	FGRA	18	3.1	40.3
FGRA	18	2.2	61.8	FGRA	18	2.7	24.9
FRUM/FGRA	18	3.4	19.2	FGRA	20	2.4	23.4
FRUM/FGRA	18	2.9	9.8	FGRA	20	2.4	27.8
FGRA	18	2.5	23.4	FGRA	20	2.7	25.2
FRUM/FGRA	18	2.5	20	FGRA	20	2.5	30.2
FGRA	18	2.4	18.9	FGRA	20	2.8	31.1
FGRA	18	2.7	30.7	FGRA	20	2.5	28.6
FTEN	20	2.3	18.7	FGRA	20	2.4	25.7
FGRA	20	2.4	24.5	FGRA	20	2.1	29.1
FGRA	20	2.4	29	FGRA	20	2.5	23
FRUM/FGRA	20	2.6	14.2	FGRA	22	2.1	31.5
FGRA	20	2.5	25	FGRA	22	2.7	14.2
FGRA	20	2.1	55.9	FGRA	22	2.1	13.4
FGRA	20	2.1	31.3	FGRA	22	2.8	32.4
FGRA	22	1.9	46.3	FGRA	22	2.4	30.7
FGRA	22	2.2	42.6	FGRA	22	2.2	17
FRUM/FGRA	otydligt	2.8	19.3	FGRA	22	2.6	15.6
FRUM/FGRA	otydligt	3	25.8	FGRA	22	2.3	49.4

<b>Prov 13: W1 (Forsån)</b>				<b>Prov 14: SLU-ID 340 (F26 jordbruksmark)</b>			
2005-09-13				2007-10-30			
Dalarna							
<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>	<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>
FCAP	14	3	19.3	FCAP	16	3.2	24.2
FCAP	14	2.8	23.1	FCAP	16	3.3	24.4
FCAP	14	2.9	20.6	FRUM/FGRA	16	3.3	29.6
FCAP	14	2.9	21.5	FRUM/FGRA	16	3	22.5
FCAP	14	3.3	15.6	FCAP	16	3.1	20.9
FRUM/FGRA	14	3.1	51.1	FGRA	18	2.5	43.6
FCAP	16	3.8	16.1	FCAP	18	4.1	22.5
FCAP	16	3	31.9	FGRA	18	2.8	16.4
FRUM/FGRA	18	2.7	17.9	FRUM/FGRA	20	3	15
FGRA	20	2.6	46.7	FRUM/FGRA	20	3.4	24.2
FGRA	20	2.9	45.5	FGRA	20	2.1	41.5
FGRA	20	2.2	47.7	FGRA	20	3.1	23.7
FGRA	20	2.4	21.3	FGRA	20	2.9	17.2
FGRA	20	3	35.1	FGRA	20	2.2	26.9
FGRA	20	2.5	42.4	FGRA	20	2.1	34.8
FGRA	20	2.4	30.3	FGRA	20	2.1	26.8
FGRA	20	2.7	23.3	F.nanoides	22	2.1	39.8
FGRA	20	2.9	24	FGRA	22	2.1	40.3
FGRA	20	2.7	63.7	FGRA	22	2	28.4
FGRA	20	2.3	32.1				

<b>Prov 15: SLU-ID 186 (Ysundaån)</b>				<b>Prov 16: SLU-ID 313 (Stångån Nykvarn. "Li05")</b>			
2007-09-12				2007-09-20			
Motala ström				Motala ström			
<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>	<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>
FGRA	16	3	22.9	FRUM	12	3.3	26.3
FGRA	16	3.2	27.1	FGRA	14	2.8	25.2
FTEN	16	3.1	29.4	FGRA	16	3.3	34.8
FGRA	18	3.1	27.2	FGRA	16	3.6	32.8
FGRA	20	2.5	21.3	FGRA	18	3.9	31.9
FGRA	20	2.4	70.5	FGRA	18	3.5	18.3
FGRA	20	2	24.1	FGRA	18	1.9	55.3
FGRA	20	2.5	18.8	FGRA	20	2.4	28
FGRA	20	2.1	25.7	FGRA	20	2.7	38.5
FGRA	20	2.1	32	FGRA	20	2.4	32.3
FGRA	20	2	30.6	FGRA	20	2.1	63.7
FGRA	20	2	37.5	FNAN	22	1.9	71.8
FGRA	22	2.7	31.3	FGRA	22	1.7	45.8
FGRA	22	2.1	28.8	FGRA	22	2.5	30.1
FGRA	22	1.9	35.4	FNAN	22	1.8	61.3
FGRA	otydligt	2.3	23.8	FGRA	22	1.6	30.7
FGRA	otydligt	2.2	27.2	FGRA	22	1.9	54.7
FGRA	otydligt	2.2	22.6	FNAN	22	2.1	60.5
FGRA	otydligt	2	30.2	FNAN	24	1.8	56
FGRA	otydligt	1.6	55.4				

**Prov 17: SLU-ID 181 (Mjölnaån)**

2007-09-13

Motala ström

**Prov 18: Huluån "VärstingvattenAJ, V507"**

2005-08-14

<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>	<b>art</b>	<b>Striae / 10 µm</b>	<b>Bredd [µm]</b>	<b>Längd [µm]</b>
FGRA	16	3.5	23.4	FCAP	14	2.7	20.9
FGRA	16	4.2	18.8	FCAP	16	2.9	21.1
FGRA	16	3.9	29.8	FCAP	16	3.6	27.1
FGRA	20	3.2	62.5	FCAP	16	3.2	30.2
FGRA	20	2.8	41.5	FCAP	16	3.2	22.6
FGRA	20	3.2	23.2	FGRA	18	2.3	24.7
FTEN	20	2.3	45.7	FGRA	18	2.1	27.5
FGRA	20	2.6	27.9	FCAP	18	3	20.7
FGRA	20	3.1	20	FGRA	20	2	25.6
FGRA	20	2.3	26.8	FGRA	20	2.2	24.7
FGRA	20	2.8	44.7	FGRA	20	2.4	19.6
FGRA	20	3.2	26.6	FGRA	20	2	27.7
FGRA	20	2.2	49.4	FGRA	20	2.3	21.3
FTEN	20	2.6	47.4	FGRA	20	2.4	29.7
FGRA	20	3.3	23.1	FGRA	20	1.9	21.4
FGRA	22	2.5	40.4	FGRA	22	2	31.3
FGRA	22	2.5	33.4	FGRA	22	2.4	34.4
FCAP	22	3.3	21.3	FGRA	22	2	32.2
FGRA	22	2.3	43.1	FGRA	22	2	42.8
FGRA	24	2	51.6	FGRA	22	2.7	29.6