

**ÅLDER VID REPRODUKTION
HOS DEN ALLMÄNNA
DAMMUSSLAN (*ANODONTA
ANATINA*)**

**AGE AT REPRODUCTION FOR
DUCK MUSSEL (*ANODONTA
ANATINA*)**

Examensarbete inom huvudområdet Ekologi
Grundnivå 15 Högskolepoäng
Vårtermin 2013

Frida Henriksson

Handledare: Annie Johnsson
Examinator: Noël Holmgren

Sammanfattning

Blötdjur (*Mollusca*) tillhör en av de mest hotade taxonomiska grupperna i världen och musselpopulationer (*Bivalvia*) har drastiskt setts minska. Den avtagande tillväxten hos musselpopulationen kan bero på faktorer så som minskning av värdfisken, försurning, invasiva arter, föroreningar och igenslamning av botten. Alla arter av stormusslor (*Unionoida*) är känsliga för eutrofiering och fysiska förändringar av deras livsmiljö och kan därmed användas som indikatorer för höga naturvärden eller som indikator på vattnets kemiska kvalitet. För att en musselpopulation skall vara livskraftig krävs en förnygring på mellan 10 till 20 procent. Med förnygring menas andelen juvenila i populationen. I Västra Götalands län visar endast hälften av 33 tidigare undersökta populationer upp en tillräcklig förnygring. Men när är egentligen musslan juvenil och när övergår den till adult? Idag finns få studier gjorda på stormusslor gällande ålder vid könsmognad. Oftast används uppskattade värden eller andra arters ålder vid könsmognad. Detta arbete syftar till att undersöka tillväxttakten för den allmänna dammusslan. Tillväxten mättes som differenserna av avståndet mellan årsringarna på musselindividernas skal. Med hjälp av den årliga tillväxten kunde en exponentiell tillväxthastighet räknas fram vilken indikerade när tillväxten hos de flesta individer avtog. Brytpunkten som indikerar att tillväxten avtar räknades fram med hjälp av Von Bertalanffy's tillväxtmodell som visar tillväxt över tid. Genom att veta i vilken ålder tillväxten avtar kan en slutsats om eventuell könsmognad dras då individen börjar fördela mängden tillgänglig energi till fler funktioner än tillväxt, där reproduktion är den troligaste. Det är viktigt att veta i vilken ålder en art blir könsmogen i bevarandesyfte då en mussla anses vara mycket känslig i sina juvenila år. Resultaten i denna studie visar att tillväxten avtar vid en ålder av 4 år för en av de undersökta sjöarna. I de övriga 2 avtog tillväxten innan musslan uppnått en ålder av 3 år. Att åldern då tillväxten avtar skiljer sig mellan sjöarna kan bero på att livsförutsättningarna i sjöarna är olika gynnsamma.

Abstract

Molluscs (*Mollusca*) belong to one of the most threatened taxonomic groups in the world and mussels (*Bivalvia*) have been observed to drastically decrease. The reduced growth of the mussel population may depend on factors such as decrease of the host fishes, acidification, invasive species, pollution and siltation of the seabed. All species of large mussels (*Unionoidea*) are sensitive to eutrophication and physical changes in their habitat and can thus be used as indicators of territories with high conservation value or as an indicator of the chemical quality of the water. For a mussel population to be viable it requires a mean the proportion of juveniles (rejuvenation) in the population between 10 to 20 percentages. In Västra Götaland country only half of the previously 33 studied populations show satisfactory rejuvenation. When a mussel is considered to be a juvenile or adult is contentious. Today there are few studies on age at maturity of unionid mussels. Most often estimated values or knowledge of other species age at maturity is used. This work aims to investigate the growth of *Anodonta anatina*. Growth was measured as the differences in the distance between growth rings on each of the mussel individuals shell. With the annual growth rings an exponential growth rate was calculated that indicated the year in which most of the individuals slowed their growth. The breaking point was found using Von Bertalanffy's growth model which indicates growths over time. Knowing the age at which most mussels slows their growth can give us a conclusion of possible age when sexual maturity occurs. The conclusion can be made upon the knowing that an individual starts to allocate the amount of energy available to more features than growth, where reproduction is the most likely. It is important to know the age at which species reaches sexual maturity due to conservation purposes. A clam is considered very sensitive in its juvenile years. The result in this study shows that growth is slowing at the age of 4 years for one of the studied lakes. In the other two studied, the growth slowed before the mussel attained the age of 3 years. The age at which growth slows differ between lakes and may due to that natural conditions in lakes are various favorable.

Innehåll

1	Introduktion.....	1
1.1	Musslans biologi.....	1
1.2	Minskning av populationen	1
1.3	Föryngring	2
1.4	Skaltillväxt.....	3
1.5	Livshistorieegenskaper, trade off och tillväxtmodeller	3
1.6	Syfte.....	4
2	Metod	5
2.1	Inventering	5
2.2	Besökta lokaler	5
2.3	Analys	6
3	Resultat	7
4	Diskussion.....	11
4.1	Tillväxt.....	11
4.2	Åldersbestämning	11
4.3	Variationer hos individer och populationer	12
4.4	Ålderstruktur.....	12
5	Referenser	13

1 Introduktion

1.1 Musslans biologi

Den allmänna dammusslan (*Anodonta anatina*) tillhör gruppen blötdjur (Mollusca) och räknas till klassen *Bivalvia*. Den allmänna dammusslan kännetecknas precis som resten av musselarterna av sina stora fot, vilket den använder för att gräva sig ned i sedimentbottnar med. På var sida av foten sitter musslans gälar vilka den använder för syreupptag samt filtrering, här utvecklas även äggen och larverna. Gälarna används ofta vid bestämning av musslans könstillhörighet, då de hos honan är något förtjockad och kan anta en mörkare färg (Bauer & Wächtler 2001). Befruktningen sker genom att hanen släpper ifrån sig spermier som tas upp av honans gälar där äggen finns. Efter ett antal månader utvecklas äggen till glochidielarver och släpps då ut av honan. Larverna måste nu hitta en värdfisk att parasitera på för att kunna utvecklas till en mussla. Värdfisken varierar beroende på musselart (Young 2009). Detta stadi är en kritisk period i musslans liv och dödligheten är hög, men uppvägs av en hög fekunditet och låg adult dödlighet (Heino & Kaitala 1997). Lekperioden sker under maj, med en pik i juli och avtar i början av augusti. Vissa arter inom familjen *Anodontina* har dock visat sig ha sin lekperiod under vintern (Haggerty et al 2011). Under extrema situationer kan musslorna bli hermafroditer för att populationen skall överleva, men detta förekommer ej hos den allmänna dammussla.

Musslans skal består av två lager. Det yttre lagret består av en proteinliknande substans som hindrar att skalet löses upp av vattnet medan det inre lagret består av pärlemor. Då den allmänna dammusslan lever i tempererade regioner innebär detta att den under vinterhalvåret upphör att växa. Tillväxten och aktiviteten hos musslan styrs nämligen av temperaturen på vattnet. Musslan gräver då ned sig i sedimentet och ligger vilande. Detta resulterar i mörka ringar på skalet så kallade ”vinterårsringar”, dessa kan användas för att bestämma åldern hos musslan. Under vinterhalvåret sker alltså ingen filtrering utan detta sker endast på sommarhalvåret då musslan intar sin föda bestående av encelliga alger och näringsämnen från detritus löst i vattnet. Vissa arter filtrerar 90% av sin tid (Bauer & Wächtler 2001). Musslor lagrar toxiska ämnen i sin vävnad samt filtrerar bort partiklar, därmed spelar de en viktig roll i att hålla vattnet klart och vid god kvalitet (Strayer 1994).

1.2 Minskning av populationen

Musselpopulationer världen över har de senaste åren setts minska drastiskt. Blötdjur (*Mollusca*) tillhör en av de mest hotade taxonomiska grupperna och står för över 42 procent av alla utrotade arter i världen (Österling 2006). En minskning av musselpopulationen kan bero på flera faktorer så som minskning av värdfisken, försurning (Loyaza-Muro & Elias-Letts 2007), invasiva arter (Henriksson & von Proschwitz 2006), föroreningar (Chagas et al 2009) och igenslamning av botten. Studier gjorda av Mark Young (2009) med syfte att ta reda på populationsekologin och orsaken till musslans minskning samt behovet av att bevara vissa musselarter har visat att den faktor som påverkar musselpopulationen mest under dess juvenila stadi är habitatets kvalitet. Detta då juvenila musslor är mycket känsliga för habitat försämringar. De lever på bakteriefilmer som finns runt sandkornen och är beroende av att

dessa förs till dem med strömmar (Young 2009). Alla arter av stormusslor är känsliga för eutrofiering och fysiska förändringar av deras livsmiljö och kan därmed användas som indikatorer för höga naturvärden eller som indikator på vattnets kemiska kvalitet (Lundberg & Bergengren 2008).

1.3 Föryngring

När den allmänna dammusslan anses vara juvenil eller adult är omtvistat. Det finns definitioner inom miljöövervakningen som säger att när en mussla är över 50 mm anses den vara könsmogen (Schreiber & Tranvik 2005) medan andra betraktar musslan som juvenil om den är under 6 år. Både storlek och ålder vid könsmognad kan variera stort från art till art (Larsen & Wiberg-Larsen 2006). Haukioja och Hakala (1978) anser att musslan är juvenil när den lägger all energi på tillväxt mellan år 1 till år 5 för att sedan bli könsmogen och årligen reproducera sig. Studien, med syfte att undersöka ålder vid första reproduktion gjordes genom att titta på gälarna hos hon musslor och undersöka om dessa innehöll glochidielarver eller ej. Ålder vid första reproduktion bestämdes genom att de interpolerade den genomsnittliga åldern då hälften av honorna hade glochidielarver i sina gälar för första gången. Studien visade även att musslan har sin tillväxt under försommaren innan reproduktionen sker vilket gör att den senare kan utnyttja sin storlek på ett maximalt sätt, då större individer kan producera fler spermier/ägg. Honan fortsätter sin tillväxt om än något långsammare efter könsmognad. (Haukioja & Hakala 1978). En annan studie gjord av Heino och Kaitala (1997) visade att arten *Anodonta grandis* börjar reproducera sig i åldern 4-5 år. De tog reda på detta genom att väga de inre delarna hos honmusslorna och notera åldern då gälarnas viktökning var som störst.

Liknande studier finns gjorda på fiskars tillväxt och visar på två olika typer av könsmognadsstrategier kopplad till kroppsstorlek och ålder. Den ena handlar om individer med en snabb tillväxt som blir könsmogna vid samma storlek som sina artfränder trots att dessa haft en långsammare tillväxt. Könsmognaden i detta fall är alltså kopplad endast till kroppsstorlek. Den andra teorin är kopplad till ålder och innebär att alla individer blir könsmogna vid samma ålder oavsett hur snabbt de tillväxt (Stearns & Koella 1986).

Ett förslag till andelen juvenila i en population har uppskattas för arten tjockskalig målarmussla och bör ligga mellan 10-20 procent för att populationen skall anses vara livskraftig. Detta kan antas gälla för övriga musselarter med (Larsen & Wiberg-Larsen 2006). Enligt en undersökning gjord i Västra Götalands län uppvisar endast hälften av de undersökta populationerna en tillräcklig föryngring på över 10%. En fjärdedel av populationerna uppvisade ingen föryngring alls. Då det råder brist på juvenila musslor kan detta betyda att musselpopulationen drastiskt håller på att minska samt att risk finns för lokala utdöenden på vissa lokaler (Ingvarsson et al 2008). Man fann dock ingen korrelation mellan tätheten av musslor på en plats och andelen juvenila (Gustavsson 2007).

1.4 Skaltillväxt

Musslans skal tillväxer hela livet. Men årstidsvariationer resulterar i variationer i tillväxthastigheten. Det är främst temperaturskillnader som orsakar dessa variationer. En varmare lufttemperatur resulterar i en snabbare skaltillväxt medan en kylig lufttemperatur kan få tillväxten att nästan avstanna helt. Temperaturen bör ligga över 5 °C för att skaltillväxt skall ske. Många biologiska processer är temperaturstyrda, däribland metabolismen som stimuleras av högre temperaturer. Högre metabolism innebär snabbare skaltillväxt. Skalet fortsätter att växa även om födotillgången är låg och avtar aldrig helt trots svält. Skaltillväxten kan drastiskt öka om vattentemperaturen höjs, detta på grund av att metabolismen ökar. (Lewis & Cerrato 1997). I Sverige tillväxer musslan mellan maj och oktober/november (Dunca & Mutvei 2001). Sötvattensmusslorna tillväxer därför periodiskt under musslans aeroba respiration (dess filtrerande period). Under dess anaeroba respiration (på vintern) bildas försurande restprodukter vilka neutraliseras genom kalket i skalet. Det bildas då en ring genom anhopningar av kalciumkarbonat i skalet (Day 1983). Då skalet innehåller mycket kalk är musslor känsliga för vatten med lågt pH vilket får skalet att växa mycket långsamt (Dunca & Mutvei 2001).

Dagens kunskap om musslors tillväxt är baserad på termen ”long-lived and slow-growing”. Detta antagande är baserat på den data som finns om flodpärlmusslan (*Magritifera margaritifera*) vilken har en mycket långsam tillväxt och kan bli uppemot 200 år gammal (Haag & Ryel 2010). Att anta att detta gäller för alla musselarter kan resultera i en orealistiskt smal uppfattning av livshistorieegenskaperna. Därav kan antagandet vara opassande att använda på arter med snabbare tillväxt och kortare livslängd, däribland allmän dammussla. Teorin om den årliga tillväxten är en teori testad av få och de tester som gjorts har visat på tvetydiga resultat för sötvattensmusslor. Tecken finns på att mätning av yttre årsringarna kan ge en överskattad tillväxt men en underskattad ålder genom att inga nya yttre årsringar bildas varje år (Downing et al 1992, Kesler & Downing 1997). För att bättre kunna fastställa ålder och tillväxt finns metoder där de inre årsringarna räknas vilket sägs ge ett säkrare resultat. De inre årsringarna kan ses som tydligast om skalet sågas isär och studeras under mikroskop.

1.5 Livshistorieegenskaper, trade off och tillväxtmodeller

Då en individ har en begränsad mängd resurser till sitt förfogande kan inte hundra procent läggas på både tillväxt och reproduktion utan en fördelning måste ske. Livshistorieteorier beskriver en sådan energifördelning under en individs liv. Egenskaperna är kopplade till fitness hos individen som till exempel överlevnad och reproduktion och därmed ålder vid könsmognad. Men då individen har en begränsad mängd användbar energi måste en trade-off göras mellan olika val av fysiologiska funktioner. Ett känt exempel på trade-off är förhållandet mellan reproduktion och tillväxt.

Observationer hos fisk har visat att energi läggs på tillväxt till dess att individen nått en konkurrenskraftig storlek. För hanar innebär detta att kunna hålla ett revir och för honor att kunna producera så många livskraftiga yngel som möjligt. Då predationstrycket är mycket högre på små juvenila fiskar än på fullvuxna fiskar är ett sätt att minimera predationsrisken en snabb tillväxt. Den snabba tillväxten kan ske då ingen energi behöver läggas på reproduktion (van Rooij et al 1995). Fler faktorer kan påverka förhållandena mellan de olika

energiallokeringarna och mortaliteten är den faktor som mest påverkar förhållandet mellan åldern och storleken vid första reproduktionen. Om mortaliteten är mycket hög kan det istället vara optimalt att börja reproducera sig tidigt trots en mindre storlek (Kozlowski 1992). Energifördelningen för reproduktionen är ej likadan hos honor som hos hanar då det krävs mer energi att producera ägg/glochidielarver än spermier (van Rooij et al. 1995).

En individs fekunditet är nära kopplat till dess kroppsstorlek. Ju större kroppsstorlek ju mer avkomma kan produceras utan att individen blir försvagad och löper högre mortalitetsrisk. I en tillväxtmodell bör man ta hänsyn till den ”tävling” som sker om energin mellan reproduktion och tillväxt. Då en individ innan den blir könsmogen lägger all sin överskottsenergi på tillväxt bör tillväxten stå i proportion till mängden tillgänglig energi minus energi använd för underhåll av kroppsliga funktioner och reparation av förvärvade skador. Tillväxtkurvan för denna modell bör få en bana som är konkav uppåt. När individen istället börjar fördela den tillgängliga energin mellan andra möjliga faktorer är reproduktion det troligaste valet (Day & Taylor 1996). Tillväxten avstannar ej helt men en förändring av tillväxthastigheten bör ske till det långsammare. Observationer visar att ju äldre en individ blir ju mer energi läggs på reproduktion men aldrig så mycket att tillväxten avstannar helt utan musslan fortsätter sin tillväxt om än mycket långsamt, hela livet (Engen & Sether 1993). Tillväxtkurvan hos arten *Magritifera margritifera* ser annorlunda ut under musslans juvenila år jämfört med dess adulta levnadsperiod. Den har till en början en mycket snabb tillväxttakt för att sedan övergå till en mer hyperbolisk tillväxt (San Miguel et al. 2004).

För att förstå i vilken ålder en art väljer att reproducera sig kan man titta på flera faktorer. Det kan vara faktorer som mortalitet eller tillväxt. Tillväxt anses dock vara den mest tillförlitliga faktorn då den anses ha störst påverkan på när reproduktion sker. För att förutsäga när den första reproduktionen inträffar i förhållande till storleken kan man använda sig av olika tillväxtmodeller. Von Bertalanffy är ett exempel på en tillväxtmodell som ofta används för att ta reda på ålder vid könsmognad hos fisk. Modellen beskriver tillväxt över tid under olika födotillgångsförhållanden. Variationer kan förekomma mellan olika populationer och den allmänna dammusslan har enligt undersökningar visat på hög variation vad gäller energi lagd på reproduktion, tillväxthastighet, antalet ägg per läggning, resurstillgång samt ålder vid första reproduktion (Hakala & Haukioja 1978). Det är därför viktigt att jämföra populationer från olika områden för att få en så bred bild som möjligt.

1.6 Syfte

Syftet med detta arbete är att undersöka i vilken ålder den allmänna dammusslan börjar reproducera sig. Detta genom att mäta avståndet/tillväxten mellan årsringarna. Förutom den evolutionära kunskapen som livshistoriestrategier och som ålder vid reproduktion ger oss är kunskapen viktig för förståelse och bevarande av arter. Livshistoriekaraktärer är direkt kopplade till hur organismer reagerar och svarar på skötselåtgärder samt förändringar i deras livsmiljö. De frågeställningar jag försökt besvara med detta arbete är:

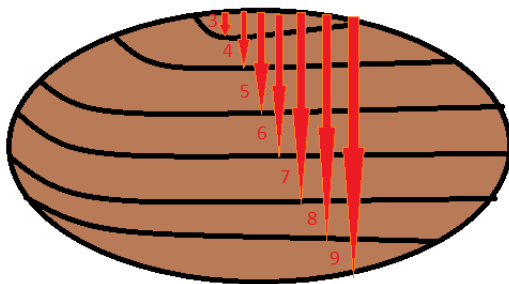
- Avtar musslans tillväxt vid en viss ålder?
- Under antagandet att skaltillväxten minskar med åldern, vid vilken ålder sker detta?

2 Metod

2.1 Inventering

I denna undersökning har tre vattendrag i Västra Götalands län inventerats för mätning av musslors årsringstäthet. Lokalerna som valdes var Vingsjöns utlopp, Stakasjöns utlopp samt Ämtens utlopp. Dessa valdes då de har goda förekomster av musslor enligt en inventering gjord med syfte att studera föryngringen hos stormusslor på uppdrag av länsstyrelsen Västra Götalands län (Ingvarsson et al. 2008). För att få reda på sjöarnas geografiska placering samt utlopp användes databasen VISS.se. VISS står för Vatten Informationssystem i Sverige och är en databas för Sveriges alla sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten. För sidan ansvarar vattenmyndigheten på länsstyrelsen och här kan även information om sjöarnas pH, temperatur och ljusförhållanden hämtas. De redskap som användes vid inventeringen var: vattenkikare för att upptäcka musslornas förekomst på botten, griptång att plocka upp musslorna med, en hink att lägga dem i för senare mätning på plats samt ett skjutmått för att mäta bredden mellan årsringarna. Totalt samlades 150 musslor in, 50 i varje utlopp. De flesta av musslorna plockades upp inom en radie av ca 3 meter, förutom i Stakasjöns utlopp där beståndet var glesare utspritt på ca 20 meter. Fri-sök användes för upptäckten av musslorna.

Vid artbestämning av musslorna användes en guide framtagen av naturhistoriska riksmuseet (Naturhistoriska riksmuseet 2012). På de insamlade individerna mättes avståndet mellan varje vinterårsring. Bredden mättes från toppen till första ringen, från toppen till andra ringen, från toppen till tredje ringen och så vidare (fig 1). Ingen hänsyn togs till kurvningen av skalet. Detta gjordes i fält för att sedan kunna lägga tillbaka musslorna där de plockades upp. Även åldern på musslorna noterades genom att räkna alla vinterårsringar och addera med två då den första ringen representerar musslans tredje levnadsår (San Miguel et al 2004).



Figur 1 visar hur mätningen av musslorna utfördes. Från toppen till första ringen, från toppen till andra ringen osv. Första ringen antas vara musslan tredje levnadsår.

2.2 Besökta lokaler

Nedan följer en kort beskrivning av de besökta utloppen.

Vingsjöns utlopp: Utgörs av en ca 3 meter bred bäck omgiven av jordbruksmark. Botten var dyg och vattnet hade relativt stark strömstyrka. Musslorna plockades upp från ett djup av ca

en halv meter. Mycket hög täthet.

Ämtens utlopp: Utgörs av en ca 2,5 meter bred bäck omgiven av vass och lövskogsly. Bebyggelse finns nära utloppet. Botten var sandig med inslag av dy. Strömstyrkan bedömdes ej vara speciellt stark. Musslorna plockades upp från ett djup av ca en meter. Hög täthet.

Stakasjöns utlopp: Utgörs av en ca 1,5 meter bred bäck omgiven av odlingslandskap. Bebyggelse finns relativt nära utloppet. Botten var sandig och strömstyrkan stark. Musslorna plockades upp från ett djup av ca en halvmeter. Glest bestånd.

2.3 Analys

Medeltillväxttakten samt medellängden för en viss ålder räknades fram. Musslornas tillväxt antogs följa von Bertalanffys tillväxtmodell som tidigare använts på fisk, från och med det år de började reproducera sig (Sparre & Venema 1998). Den årliga tillväxten antas vara konstant innan reproduktionen startar. Logaritmen av den årliga tillväxten (LogG) är då konstant fram till åldern för könsmognad, därefter avtar log-tillväxten linjärt med ålder.

$$\log G = \begin{cases} a - k(t - b) & \text{om } t > b \\ a & \text{om } t \leq b \end{cases}$$

Där k = lutningskoefficient, b = skärningspunkt, a = specifik skaltillväxt innan könsmognad och t = tiden (åldern).

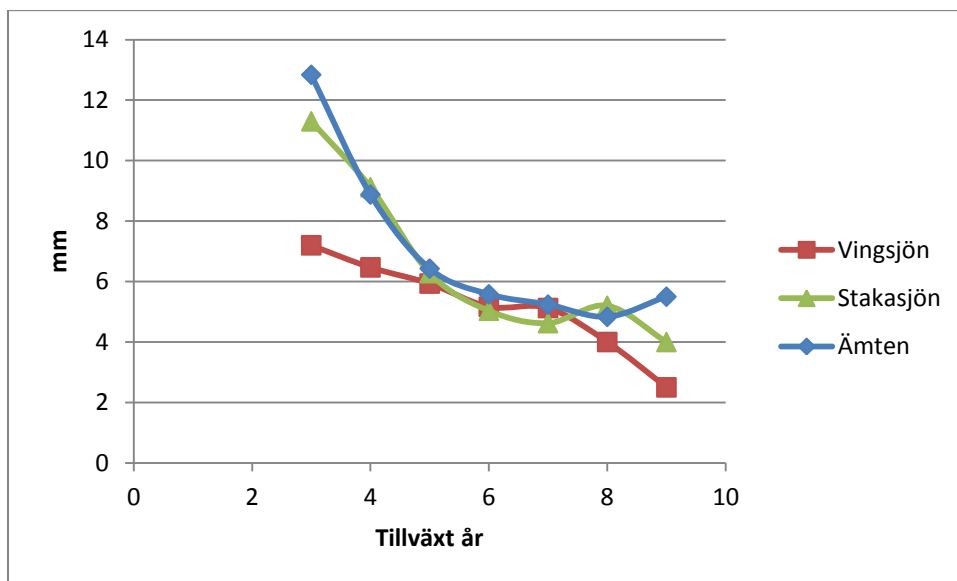
En kurva anpassades som minsta avståndet till alla punkterna på de logaritmerade värdena av tillväxten. Brytpunkten noterades för att se i vilken ålder tillväxttakten börjar avta. Ekvationen räknades ut med hjälp av statistikprogrammet STATISTICA.

Musslor med tre eller färre mätpunkter togs bort på grund av för få mätpunkter för att kunna göra en analys. Åldersstruktur och åldersfördelningen räknades fram och jämfördes för varje sjö. Flera ANOVA-test utfördes för att se om skillnader fanns mellan medelvärdena för tillväxt per ålder samt storlek vid en viss ålder.

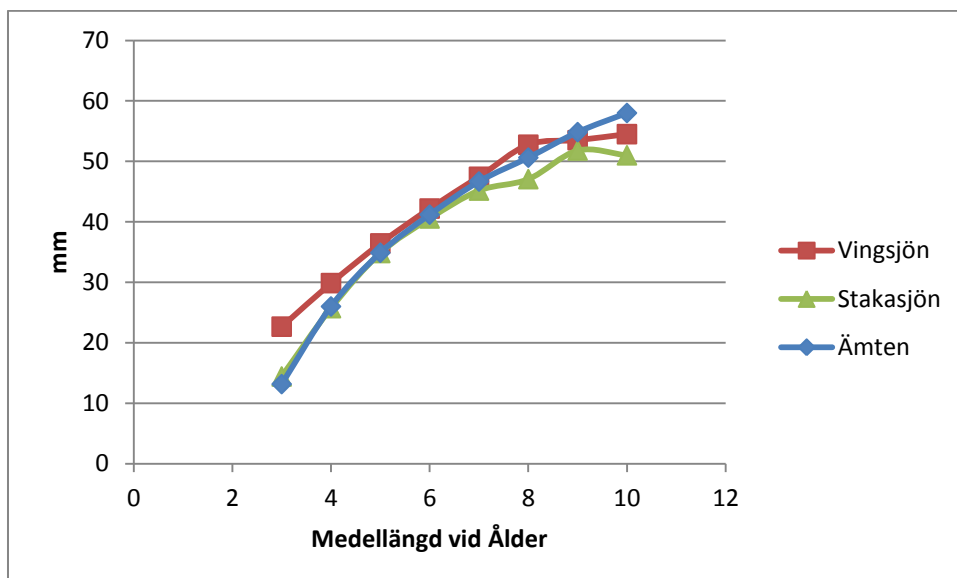
3 Resultat

Medellängden i sjöarna skiljde sig något sjöarna emellan för åldrarna 3, 4 och 8 (fig 2 och tabell 1). Medeltillväxttakten hos den allmänna dammusslan avtar med åldern (fig 2).

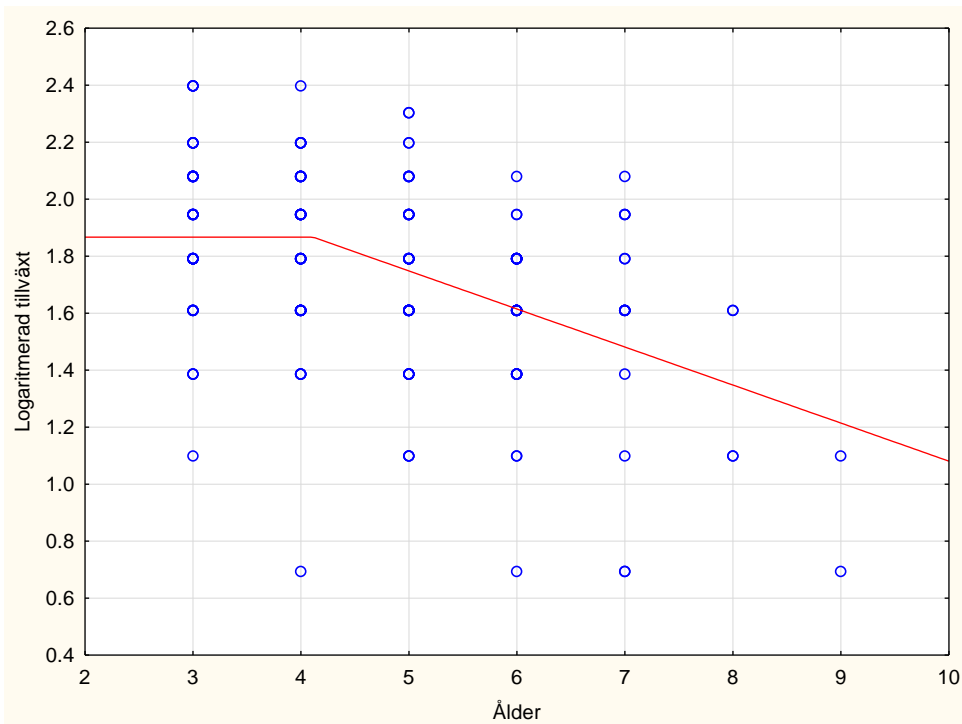
Vingsjön avviker från de andra sjöarna genom att ha en lägre tillväxttakt per år (fig 2 och tabell 2). musslorna var ungefär lika stora vid en viss ålder (fig 3). Tillväxten hos musslan avtar enligt mina observationer vid 4 års ålder för Vingsjön (fig 4). Tillväxttakten avtar inann år 3 för Stakasjön och Ämten då ingen brytpunkt kan observeras inom mätvärdena (fig 5 och fig 6). Åldersfördelningen sjöarna emellan skiljde sig något åt. Stakasjön hade flest musslor i åldern 5-8, Vingsjön i åldern 6-8 och Ämten i åldern 7-8 (fig 7).



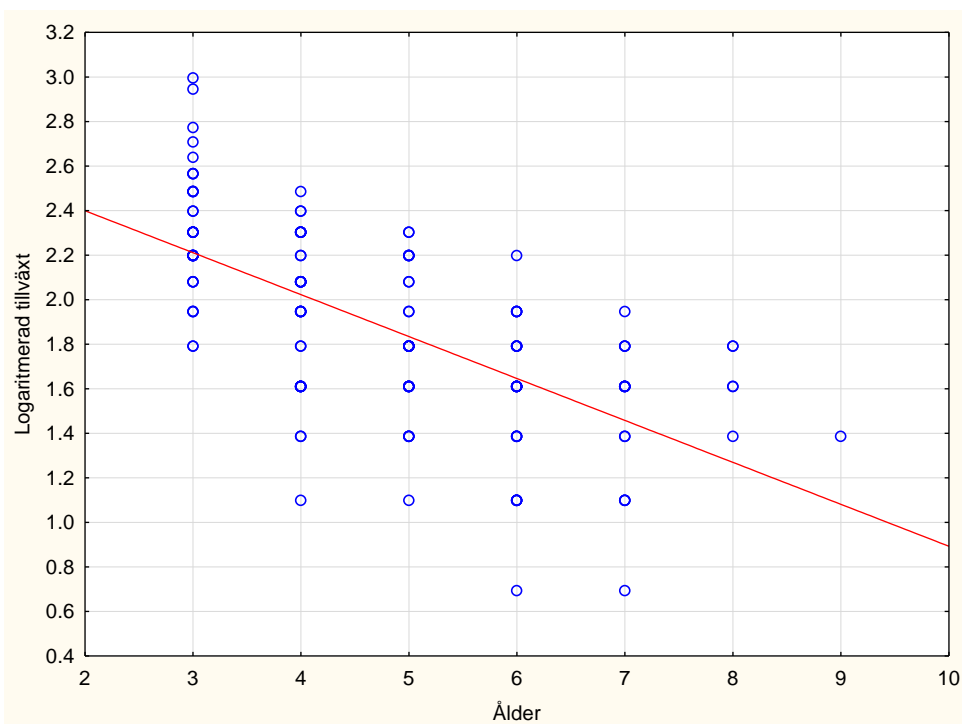
Figur 2 Tillväxttakten hos de olika sjöarna baserat på 50 individer från varje sjö.



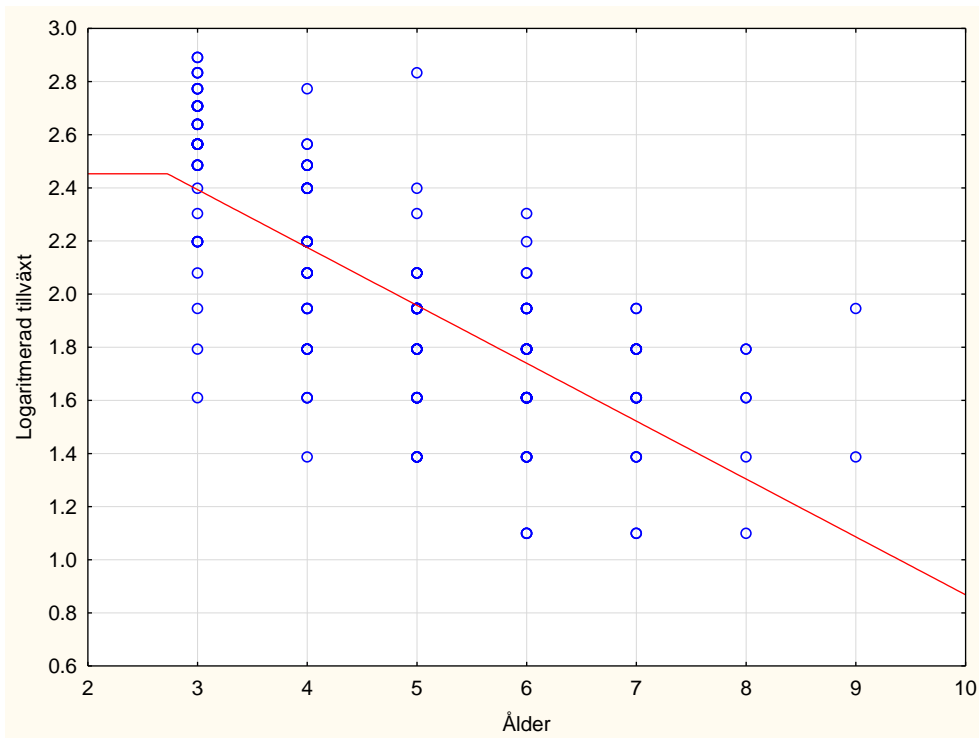
Figur 3 Medellängden hos individerna i varje sjö.



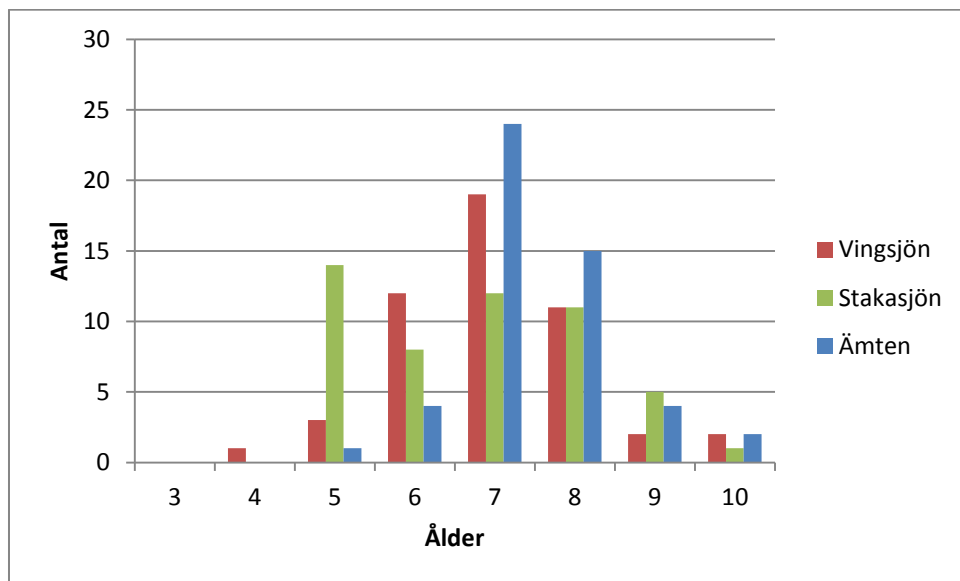
Figur 4 Tillväxtkurva för Vingsjön enligt Von Bertalanffys tillväxtmodell (se metoddelen). På y-axeln finns den logaritmerade tillväxten och på x-axeln finns åldern.



Figur 5 Tillväxtkurva för Stakasjön enligt Von Bertalanffys tillväxtmodell (se metoddelen). På y-axeln finns den logaritmerade tillväxten och på x-axeln finns åldern.



Figur 6 Tillväxtkurvan för Ämten enligt Von Bertalanffys tillväxtmodell (se metoddelen). På y-axeln finns den logaritmerade tillväxten och på x-axeln finns åldern.



Figur 7 visar åldersfördelningen över de registrerade musslorna.

Tabell 1 visar resultatet av ett ANOVA-test för musslornas storlek vid en viss ålder. Skillnaden testades mellan alla lokaler.

Storlek vid år	3	4	5	6	7	8	9	10
F-värde	72,90	17,52	2,40	28,47	2,26	5,99	0,39	0,55
Frihetsgrader	2, 147	2, 147	2, 146	2, 128	2, 107	2, 50	2, 12	2, 2
p-värde	<0,001	<0,001	0,094	0,187	0,109	0,005	0,683	0,646

Tabell 2 visar resultatet av ett ANOVA-test för musslornas tillväxt per år vid en viss ålder. Skillnaden testades mellan alla lokaler.

Tillväxt/år	3	4	5	6	7	8	9
F-värde	55,22	23,18	0,79	1,49	0,92	1,45	1,80
Frihetsgrader	2, 147	2, 146	2, 128	2, 107	2, 50	2, 12	2, 2
p-värde	<0,001	<0,001	0,485	0,23	0,403	0,272	0,357

4 Diskussion

4.1 Tillväxt

Resultatet pekar för Vingsjön på att den allmänna dammusslan under år 4 minskar sin tillväxt. Detta kan ha att göra med den energiallokering som sker hos musslan. Då ju äldre den blir, lägger mer och mer fokus på reproduktion istället för tillväxt (fig 4). Stakasjön och Ämtens resultat visade att tillväxten troligtvis börjar avta innan år 3, därav finns ingen brytpunkt att observera hos dessa (fig 5 och fig 6).

Andra studier gjorda på individer av arten flat dammussla (*Pseuodonta complanata*) visade att de minsta individerna blev dräktiga vid en storlek av 43 mm – 49 mm, vilket motsvarar en ålder på ca 4 år (McIvor & Alridge 2007). Detta överensstämmer med mina observationer för den allmänna dammusslan i Vingsjön. Hos arten flodpärlmussla avtog tillväxten efter 6 års ålder och antagande gjordes att arten flyttade sin energiallokering till reproduktion istället för tillväxt (San Miguel et al. 2004).

Musslans tillväxt under de 3 första åren mättes som första synlig ring. Från toppen till första synliga tillväxtringen har alltså 3 år förflutit sedan musslan genomgått metamorfosen från glochidielarv till mussla. Då jag ej hade faktiska värden på dessa år finns ingen tillväxttakt uträknad. Musslans tillväxt under dess unga år är något annorlunda den som sker senare i livet, tillväxten sker främst i volym och ej i skullängd (Negus C 2009).

Vid granskning av medeltillväxttakten för alla individer i respektive sjö ser man att Vingsjön skiljer sig från de andra sjöarna genom att ha en lägre tillväxttakt per år samt var större som treåringar. Kanske är förhållandena sämre i detta vattendrag än i de övriga och att det är därför de har en långsammare tillväxt per år samt reproducerar sig senare? Förekomsten av musslor var trots allt god i denna lokal. Medellängden för alla sjöarna stämde överens bra, med undantag för medellängden hos musslorna i åldrarna 3, 4 och 8 års åldern i Vingsjön som hade en något större medellängd än de andra sjöarna.

Variation av åldern då första reproduktion sker är vanligt förekommande mellan olika populationer. Orsaker till varför åldern vid könsmognad skiljer sig mellan populationerna kan vara faktorer så som predation, parasitism, chans till överlevnad hos de nyfödda musslorna och miljöns variation. Enligt en studie gjord av Heino & Kaitala (1997) kan åldern vid första reproduktion hos allmän dammussla vara låg och variera något mellan olika populationer och man fann att ålder vid könsmognad kunde ske redan efter år 1 ända upp till musslans 5:e levnadsår.

4.2 Åldersbestämning

Att åldersbestämma musslor med hjälp av att räkna dess årsringar är inte en helt säker metod. Det finns studier som visar på att vissa arter ej följer det typiska tillväxtmönstret. Det vill säga de får ingen distinkt årsring utan att ringar kan uppstå när som på året, vilket då gör det mycket svårt att tillämpa årsringsberäkning i fråga om ålder. En säkrare metod skulle kunna vara att titta på ringarna på insidan av skalet (kan ses om skalet sågas isär) då de oftast är

tydligare än ringarna på utsidan. Ringar kan även bildas av andra orsaker än att metabolismen sjunker på vintern, till exempel på grund av föroreningar i vattnet vilket får tillväxten att temporärt stanna av. På äldre exemplar kan även ett slitage på skalet skett vilket resulterat i att ringar eroderat bort. Detta kan ha gjort att jag gett fel ålder på musslan och dess tillväxt vid en viss ålder (Haag & Commens-Carson 2008).

En säkrare metod hade kunnat vara att väga skalens för att få fram massan på skalet vid olika åldrar då skalet med åldern även blir tjockare på insidan. Dock hade denna metod krävt tillgång på ett stort antal tomma skal. Det finns observationer hos flodpärlmusslan på att tillväxten avtar med åren, speciellt under musslans äldre år (Dunca & Mutvei 2009) detta gör att tillväxten blir mycket svår att mäta. Falska årsringar kan även uppstå om individen utsätts för en predatorattack eller en kraftig sänkning av temperaturen (Day 1983). Detta kan resultera i att jag tolkat vissa ringar som årsringar när de i själva verket inte var det.

4.3 Variationer hos individer och populationer

Variationer hos musselindividernas tillväxt kan förekomma. Detta kan bero på variationer i kvalitén och tillgången på föda under delar av året. Är tillgången på föda dålig blir tillväxten långsammare och åldern för könsmognad kan senareläggas. Det kan även skilja i tillväxt mellan könen då honorna lägger mer energi på tillverkning av könsceller (van Rooij et al. 1995). Samt att hanar ofta är större än honor då honorna använder en del av sitt tillgängliga kalcium till bildandet av de juvenila musslornas skal (McIvor & Alridge 2007). I denna rapport har ingen hänsyn till kön tagits på grund av svårigheter med könsbestämningen. Detta kan ha lett till att åldern för första reproduktion förskjutits framåt eller bakåt beroende på hur många hanar respektive honor som fångades. En viktig faktor som reglerar populationstätheten är fekunditeten vilken minskar på grund av inomartskonkurrens, predationstrycket och resurskonkurrens vilket ger en minskad tillväxt (Heino & Kaitala 1997). Fekunditeten hos individerna är kopplad till individens storlek. Hos honor finns ett starkt samband mellan antalet glochidielarver och längden på skalet (McIvor & Alridge 2007) och kan därmed höra samman med den avtagande tillväxten som observerats i alla de undersökta populationerna. Musslan blir könsmogen i vid en storlek av ca 30 mm enligt mina observationer för Vingsjön (bilaga1). Detta bör höra samman med att individen uppnått en storlek stor nog att producera tillräckligt många glochidielarver/spermier för att en reproduktionen energimässigt skall vara värd att genomföra.

4.4 Ålderstruktur

Åldersstrukturen är idag något olik den som noterades för några år sedan. I ett tidigare examensarbete noterade Linda Gustafsson (2010) att åldern för de flesta musslorna i Ämtens utlopp låg mellan 6 och 8 års ålder. Enligt mina observationer ligger åldern för Ämtens ungefär samma ålder, mellan 7 och 8. Detta kan bero på att den stora ålderskullen Linda observerade nu är 2 år äldre. Vingsjön hade enligt Linda flest musslor i åldern 5 år. Mina observationer visade att flest musslor befann sig mellan 6 och 8 års ålder. Samma gäller för Vingsjön, att ålderskullen blivit 2 år äldre och att få nya musslor har tillkommit. För Stakasjön kunde ingen tidigare studie över åldersstruktur hittas i varken Lindas eller Anns arbete.

5 Referenser

- Bauer G, Vogel C. (1987). The parasitic stage of the freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera* L.) Host response to glochidiosis. *Archiv für Hydrobiologie* **76**:393-402.
- Bauer, G. & Wächtler, K. (2001) Ecology and Evolution of the freshwater Mussels Unionoida. Berlin: Ecological studies V **149**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2001.
- Chagas G, Brossi-Garcia A, Menegário A, Franchi M, Piao S, Govone J (2009). Use of the freshwater crab *Trichodactylus fluviatilis* to biomonitoring alga and mn contamination in river water. *HOLOS Environment* v.9 n.2 2009. ISSN: 1519-8634
- Day M (1983) The Shell as a recording device: growth record and shell ultrastructure of *Lampsilis radiata radiata* (Pelecypoda: Unionidae). *Canadian journal of zoology* Vol. **29** (1951) – 80 (2002).
- Day T, Taylor P. (1996) Von Bertalanffys growth equation should not be used to model age and size at maturity. *The American naturalist* Vol. **149** No.2
- Dolmen D, Kleiven E (2008) Distribution, status and threats of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus) (*Bivalvia*, *Margaritiferidae*) in Norway. *Fauna norvegica* 2008 Vol. **26/27**: 3-14 ISSN: 1502-4873
- Downing W, Shostell J, Downing J (1992) Non-annual external annuli in the freshwater mussels *Anodonta grandis grandis* and *Lampsilis radiata siliquoidea*. *Freshwater Biology* (1992) **28**, 309-317.
- Dunca, E., Mutvei, H., (2001). Comparison of microgrowth pattern in *Margaritifera margaritifera* shells from south and north Sweden. *Am. Malacol. Bull.* **16**, 239–250.
- Dunca E, Mutvei H (2009) Åldersbestämning av unga flodpärlmusslor i Sverige. Världsnaturfonden WWF 2009
- Engen S, Sether B (1993) Optimal allocation of resources to growth and reproduction. *Theoretical population biology* **46**: 232-248 (1994) ISSN: 0040-5809
- Gustafsson L. (2010) Undersökning av föryngring av allmän dammussla (*Anodonta anatina*) i Lidan och Mariedalsån. Examensarbete inom ekologi, Högskolan i Skövde 2010.
- Gustavsson, A. (2007) Föryngring hos Stormusslor i olika vattensystem i Västragötalands län 2007. *Länstyrelsen Rapport* **2007:88**. ISSN 1403-168X
- Haag W, Commens-Carson A, (2008) Testing the assumption of annual shell ring deposition in freshwater mussels. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **65**: 493–508 (2008)
- Haag W, Rypel A (2010) Growth and longevity in freshwater mussels: evolutionary and conservation implications. *Biological reviews* (2010). doi: 10.1111/j.1469-185X.2010.00146.x

- Haggerty T, Garner J, Crews A, Kawamura R (2011). Reproductive seasonality and annual fecundity in *Arcidens confragosius* (Unionidae: Unioninae: Anodontini) from Tennessee River, Alabama, USA. *Invertebrate Reproduction & Development*, **55**:4, 230-235
- Haukioja E, Hakala T (1978). Life-History evolution in *Anodonta piscinalis* (Mollusca, Pelecypoda) *Oecologia* (Berl.) **35**, 253 – 266 (1978).
- Heino M, Kaitala V (1997). Should ecological factors affect the evolution of age at maturity in freshwater clams? *Evolutionary Ecology*, 1997, **11**, 67–81
- Henrikson, L & von Proschwitz, T. (2006). Bisam- en växtätare med smak för musslor. *Fauna och Flora*, **101**(3), 2-7.
- Ingvarsson P, Jonsson A, Rygård M (2008) Föryngring hos stormusslor i olika vattensystem i Västra Götalands Län 2008. *Länsstyrelsen Rapport 2009:01* ISSN 1403-168X
- Kesler D, Downing J (1997) Internal shell annuli yield inaccurate growth estimates in the freshwater mussels *Elliptio complanata* and *Lampsilis radiata*. *Freshwater biology* (1997) **37**, 325-332.
- Kozłowski J (1992) Optimal allocation of resources to growth and reproduction: Implications for age and size at maturity. *TREE* Vol. **7** no.1 1992
- Larsen, F. G & Wiberg-Larsen, P. (2006) Udbredelse og hyppighed af Tykskallet Malermusling (*Unio crassus* Philipson, 1788) i Odense Å- systemet. *Flora og Fauna* **112**, 4, 89-98.
- Lewis, D.E., Cerrato, R.M., (1997). Growth uncoupling and the relationship between shell growth and metabolism in the soft shell clam *Mya arenaria*. *Marine Ecology Progress Series* **158**, 177–189.
- Loayza-Muro, R. & Elías-Letts, R. (2007). Responses of the mussel *Anodontites trapesialis* (Unionidae) to environmental stressors: Effect of pH, temperature and metals on filtration rate. *Environmental Pollution*, **149**, 209-215.
- Lundberg, S. & Bergengren, J. (2008) Miljöövervakningsstrategi för stormusslor. Utveckling av nationell miljöövervakning för sötvattenslevande stormusslor 2008. *PM från Naturhistoriska riksmuseet*. **2008**:1. Naturhistoriska riksmuseets småskriftserie.
- McIvor A, Alridge D (2007) The reproductive biology of the depressed river mussel: *Pseuanodonta complanata* (Bivalvia: Unionidae), with implications for its conservations. *Journal of Molluscan Studies* (2007) nr: **73** Sid: 259-266
- Naturhistoriska riksmuseet (2012) *Svenska sötvattenmusslor*. Tillgänglig på internet: <http://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/djur/rygggradslosadjur/snackorochmusslor/svenskasotvattensmusslor.734.html> [Hämtad 2013-03-15]
- Negus C. (2009) A quantitative study of growth and production of Unionid mussels in the river Thames at reading. *The journal of animal ecology* (2009) Vol. **35** Nr. 3 pp. 513-532

San Miguel E., Monserrat S., Fernández C., Amaro R., Hermida M., Ondina P. & Altaba C.R. (2004) Growth models and longevity of freshwater pearl mussels (*Margaritifera margaritifera*) in Spain. *Can. J. Zool.* **82**, 1370-1379.

Sparre P, Venema S (1998) Introduction to tropical fish stock assessment. *FAO fisheries technical paper* **306/1** ISBN: 92-5-103996-8

Schmidt C & Vandr e R (2009) Do signal crayfish *Pasifastacus leniusculus* harm freshwater pearl mussels? Particular field observations. *Conference "Aquatic Conservations"* 12-14, August 2009.

Stearns S, Koella J (1986) The evolution of phenotypic plasticity in life-history traits: predictions of reaction norms for age and size at maturity. *Evolution* **40**(5), 1986 pp. 893-913.

Strayer DL, Hunter DC, Smith LC, Borg CK (1994) Distribution, abundance and roles of freshwater clams (*Bivalvia Unionidae*) in the freshwater tidal Hudson River. *Freshwater Biol.* **31**:239-248.

Van Rooij M, Bruggemann J, Videler J, Breeman A (1995). Plastic growth of the herbivorous reef fish *Sparisoma viride*: field evidence for a trade-off between growth and reproduction. *Marine ecology progress series* Vol. **122**:93-105, 1995.

Young M. (2009) How much do we know about the population ecology of *Margaritifera margaritifera* in relation to its conservation? *Karlstad University Studies* **2012**:40

 sterling M. (2006) Ecology of freshwater mussels in disturbed environments. *Karlstad University Studies* **2006**:53 ISSN:1403-8099 2006

Bilaga 1

Tabell 1 visar medellängden och medeltillväxten för musslorna i Vingsjön, Stakasjön och Ämten.

Ålder (år)	Medellängd (mm)	Medeltillväxt/år (mm)
Vingsjön		
3	22,66	7,20
4	29,86	6,47
5	36,43	5,93
6	42,20	5,17
7	47,44	5,1
8	52,75	4
9	53,50	2,50
10	54,50	
Stakasjön		
3	14,42	11,30
4	25,72	9,12
5	34,84	6,28
6	40,56	5,03
7	45,17	4,63
8	47,06	5,20
9	51,80	4
10	50	
Ämten		
3	13,16	12,84
4	26	8,88
5	34,88	6,43
6	41,18	5,58
7	46,67	5,24
8	50,62	4,83
9	54,83	5,50
10	58	