



**Skaltillväxt hos  
flodpärlmusslor, *Margaritifera margaritifera*,  
från Bøelva, Hjarthdøla och Telemarkskanalen.  
Telemark fylke, Norge**



2016

**Rapport Nr 16/2016:**  
**Skaltillväxt hos flodpärlmusslor, *Margaritifera margaritifera*,  
från Bøelva, Hjarthøla och Telemarkskanalen.**  
**Telemark fylke, Norge**

av

Elena Aliona Meret (Dunca)  
Bivalvia konsultföretag  
i samarbete med Naturhistoriska riksmuseet,  
enheten för paleobiologi, Sverige

och

Kjell Sandaas  
Naturfaglige konsulenttenester, Norge

Foto: Kjell Sandaas, 2016.

Producerad 21a december 2016



Roslagsvägen 35 C  
74842 ÖRBYHUS

Mobil: 0709-423209      Orgnr: 6506292827  
E-post: [info@bivalvia.se](mailto:info@bivalvia.se) / [info@bivalvia.eu](mailto:info@bivalvia.eu)



Box 50007  
10405 STOCKHOLM

Tel: 08-51955172

# ***Innehållsförteckning***

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	3
SAMMANFATTING.....	4
FÖRORD.....	4
INLEDNING .....	4
MATERIAL OCH METODER .....	7
RESULTAT .....	9
DISKUSSION.....	14
LITTERATURLISTA .....	15
BILAGA 1 .....	16
METODBESKRIVNING.....	16

# Sammanfattning

Målsättningen med vår undersökning var att utvärdera skaltillväxten hos flodpärlmusslor insamlade från 3 vattendrag i Telemark fylke, Norge. Musslorna åldersbestämdes med hjälp av en speciell metod som utvecklades på 90-talet vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm av Elena Meret (Dunca) och Harry Mutvei. Enligt denna metod räknade man årstillväxten i snittytor av skal. Snittyterna behandlades först med Mutvei-lösning för etsning och infärgning och sedan undersöktes i ljusmikroskop. Skalens mått uttrycktes som en funktion av musslornas ålder i diagram. Tillväxten jämfördes sedan med allmänna tillväxtkurvor för flodpärlmusslan. Dessa diagram kan användas för att uppskatta musslornas ålder genom att mäta skallängden. Skalens årliga tillväxt mättes i bilder tagna i ljusmikroskop med ca 40x förstoring och presenterades i diagram.

## Förord

Undersökningen ”Skaltillväxt hos flodpärlmusslor från Telemark, Norge” genomfördes av Elena Aliona Meret (Dunca), i regi av Bivalvia konsultföretag i samarbete med Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm, sektionen för paleobiologi, på uppdrag av och i samarbete med Kjell Sandaas, Naturfaglige konsulenttjenester, Norge. Musselmaterialet insamlades av Kjell Sandaas och Jørn Enerud.

## Inledning

Flodpärlmusslan, *Margaritifera margaritifera* (L), mest känd för sina värdefulla pärlor är idag klassat som utrotningshotad art och är rödlistad i alla europeiska länder. Pärlfisket har bidragit i hundratals år till att minska musselbeståndet men idag är det miljöföroreningar, försämrad vattenkvalité (t.ex. lågt pH värde), habitatföreändringar, fysiska ingrepp, samt igenslamning av botten som är de främsta orsakerna till att musselbestånd minskar eller har försämrad fortplantning (Hastie m.fl., 2000, 2003; Geist, 1997; Wahlström, 2006).

Som exempel, har de senaste inventeringarna i Sverige visat att flodpärlmusslan har försvunnit i 35 % av de vattendrag som har haft musslor i början av 1900-talet och att fortplantningen fungerar bra endast i en tredjedel av de vattendrag där flodpärlmusslorna finns (Eriksson et al., 1998). Fynd av juvenila musslor (mindre än 20mm) har använts som ett mått på fungerande fortplantning (Eriksson m.fl., 1998). Stora satsningar görs i alla de europeiska länder där flodpärlmusslan är rödlistad. I första hand satsar man på åtgärder för att bevara och förnygrä de musselbestånd som finns.

Norge är ett av få europeiska länder som har mest livskraftiga flodpärlmusselbestånd (Larsen, 2005). Trots detta finns det tecken på att en försämrad vattenkvalité kan hota många musselpopulationer (Larsen, 2005). Kampåa i Akershus fylke, Nes kommune, är ett exempel på detta. Vattenkvaliteten i denna å har försämrats med åren eftersom berggrunden har en liten buffertkapacitet i detta område (Sandaas m.fl., 2011).

Analysen som presenteras här, av flodpärlmusselskal insamlade mellan 2013, 2015 och 2016 från Bøelva, Hjartrdøla och Telemarkskanalen.





Figur 1. De 6 undersökta lokalerna. Från vänster till höger och från toppen till botten är: Bøelva/Gvarelva, Hjørtedøla/Heddøla och Telemarkskanalen. Foto: Kjell Sandaas.



Figur 2. Norges fylker och lokalitetens placering i Telemark fylke.



## Material och metoder

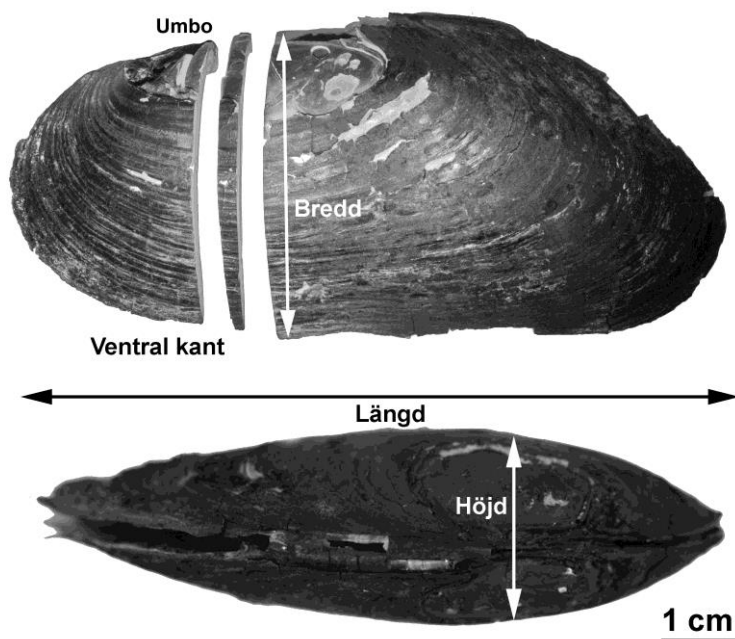
Totalt 11 musslor från 3 vattendrag i Telemark undersöktes. Musslorna insamlades enligt tabell 1.

Tabell 1. Lista över vattendrag där musslorna samlades in och insamlingsdatum.

Lokal	Insamlingsdatum	Antal musselskal	Koordinater EU89 UTM-sone 32	
			Øst	Nord
Bøelva	27.07.2016	2	492979	6587987
Bøelva	03.09.2013	2	497058	6608241
Hjartdøla	03.09.2016	1	497022	6608252
Hjartdøla	09.09.2013	2	494858	6587057
Telemarkskanalen	30.10.2015	4	512006	6573499
Totalt	2013-2016	11		

### Preparationsteknik

Skalen rensades, etiketterades och mättes med hänsyn till deras längd, höjd och bredd (se figur 1).



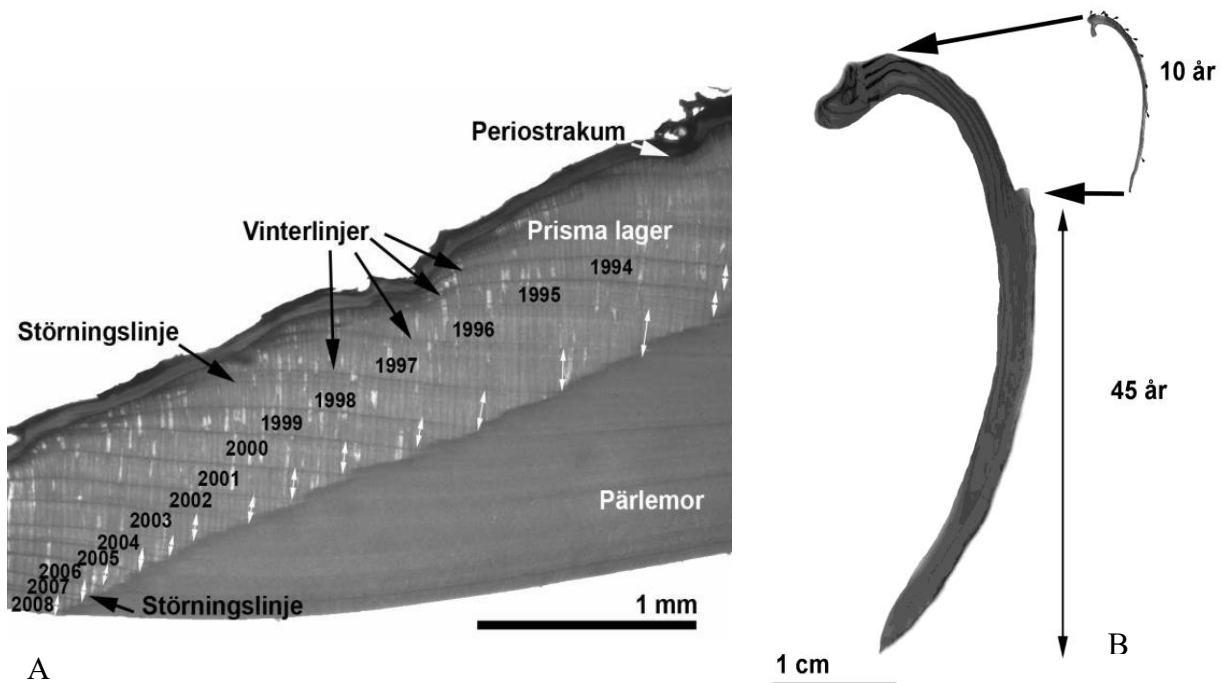
Figur 2. Skalens olika mått.

En skalhalva valdes ut för var och en av de 11 musslorna. Alla skalhalvor sågades från umbo till nedre skalkant, vinkelrätt mot årsringarna (se figur 2). Snittytor genom skalet preparerades fram enligt en speciell metod som utvecklades under 90-talet vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm (se bilaga 1 för en mer detaljerad metodbeskrivning). För att årsringar skall bättre framträda behandlades snittyterna med Mutvei's lösning, en blandning av glutardialdehyd, ättiksyra och elsassblått. Denna lösning fixerade och färgade de organiska komponenter mellan kristallerna i skalen och samtidigt löste långsamt upp kristallerna på snittytan. Vinterlinjerna och tillväxtstörningslinjerna blev synliga i ljusmikroskop som mörkblåa linjer.

### ***Åldersbestämning***

Årsringarna hos en mussla, eller den årliga tillväxten, är det skalmaterial som läggs till under tillväxtsåsongen (mellan april och oktober). I tvärsnitt är årliga tillväxten representerad av det kortaste avståndet som finns mellan två vinterlinjer och räknas i tunnslip i syftet att åldersbestämma musslor (se figur 3A).

Den eroderade delen vid umbo förlorar all information om den årliga tillväxten och därför uppskattas (se figur 3B) med hjälp av tidigare åldersbestämda yngre musslor från andra norska musslor som till exempel musslor från Numedalslågen (Dunca, 2009a) och med hjälp av allmänna tillväxtkurvor (Dunca m. fl., 2011).



Figur 3. A- Tunnslip av musselskal som är etsat med Mutvei's blandning och fotograferad i ljusmikroskop. Vinterlinjer och tillväxstörningslinjer är mörkare och är markerade med svarta pilar. De vita pilarna markerar avståndet mellan två vinterlinjer som ett mått på den årliga tillväxten.  
; B Uppskattning av den eroderade delen hos äldre musslor.

### ***Årlig tillväxt***

Det minsta avståndet mellan två vinterlinjer användes som mått på den årliga tillväxten. Avståndet mättes vid gränsen mellan pärlemor och prisma lager. I tvärsnitt sjönk den årliga tillväxten exponentiellt med åldern och för att kunna jämföra tillväxten hos äldre musslor med tillväxten hos yngre musslor behövde man standardisera mätningarna (figur 1.1 i bilaga 1). Standardiseringen gjordes med samma matematiska redskap som dendrokronologerna (trädkännarna) använde för årsringarna på träd (Dunca, 1999). En utförlig metodbeskrivning finns i bilaga 1. Efter standardiseringen omvandlades mätningarnas värde till standardiserade tillväxtindex (SGI) som representerade förändringen i den årliga tillväxten och blev jämförbar mellan alla musslor.



# Resultat

Musslornas ålder varierade från 53 till 171 år och skallängden mellan 79 och 146 mm (se tabell 2). Den yngsta musslan, samt den största musslan insamlades i Hjartdøla, medan den äldsta musslan insamlades i Bøelva vid Sanda Camping 03.09.2013 och den föddes runt 1842.

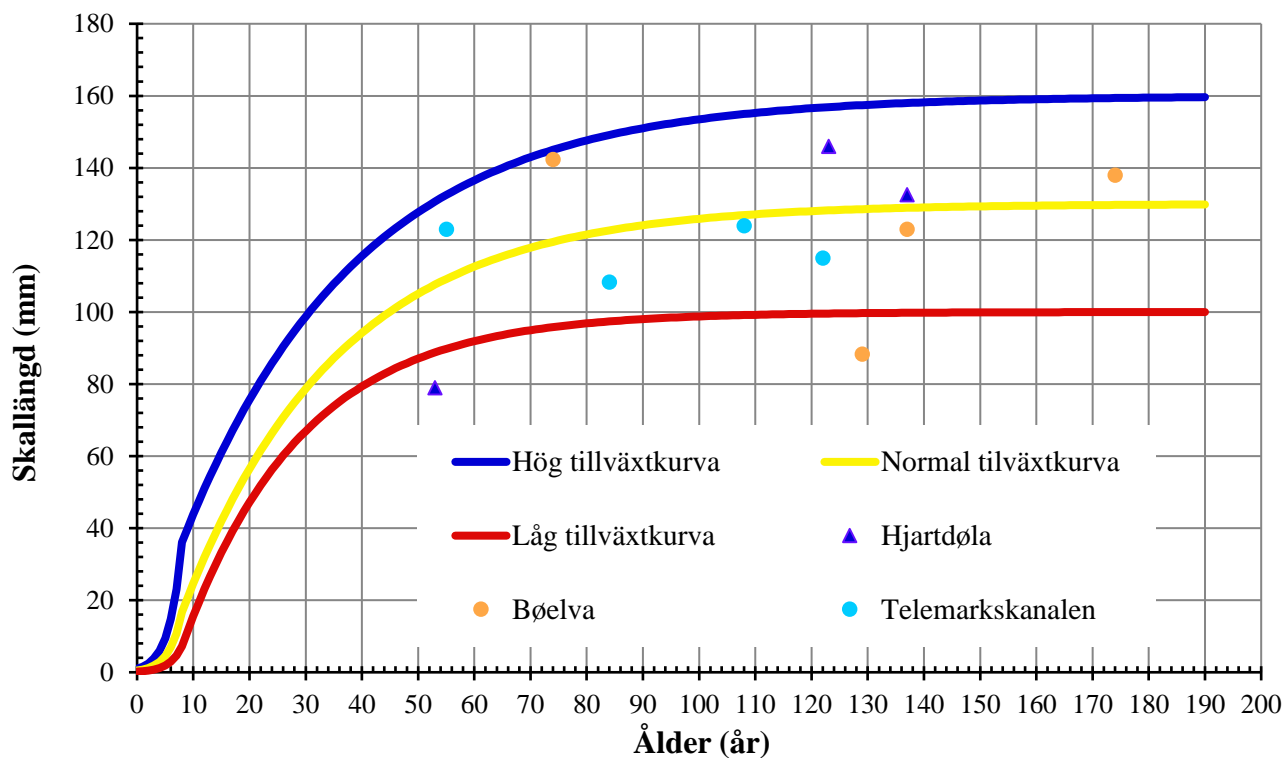
Tabell 2. Lista över skallängden och musslornas ålder (inklusive uppskattade umbonala år).

Lokal	Mussla	Insamlings-datum	År född	Ålder (år)	Uppskattade år vid umbo	Skallängd (mm)	Längd erosion umbo (mm)
Bøelva	1	27.07.2016	1887	129	17	88,3	38
	2	27.07.2016	1879	137	15	123	40
	OF1	03.09.2013	1942	71	10	142,4	42
	SC1	03.09.2013	1842	171	23	138	64
Hjartdøla	H1	03.09.2016	1893	123	12	146	52
	S1	09.09.2013	1960	53	14	79	29
	S2	09.09.2013	1876	137	38	132,6	91
Telemarkskanalen	TK1	30.10.2015	1931	84	15	108,3	43
	TK2	30.10.2015	1893	122	15	115	42
	TK3	30.10.2015	1960	55	7	123	24
	TK4	30.10.2015	1907	108	12	124	30

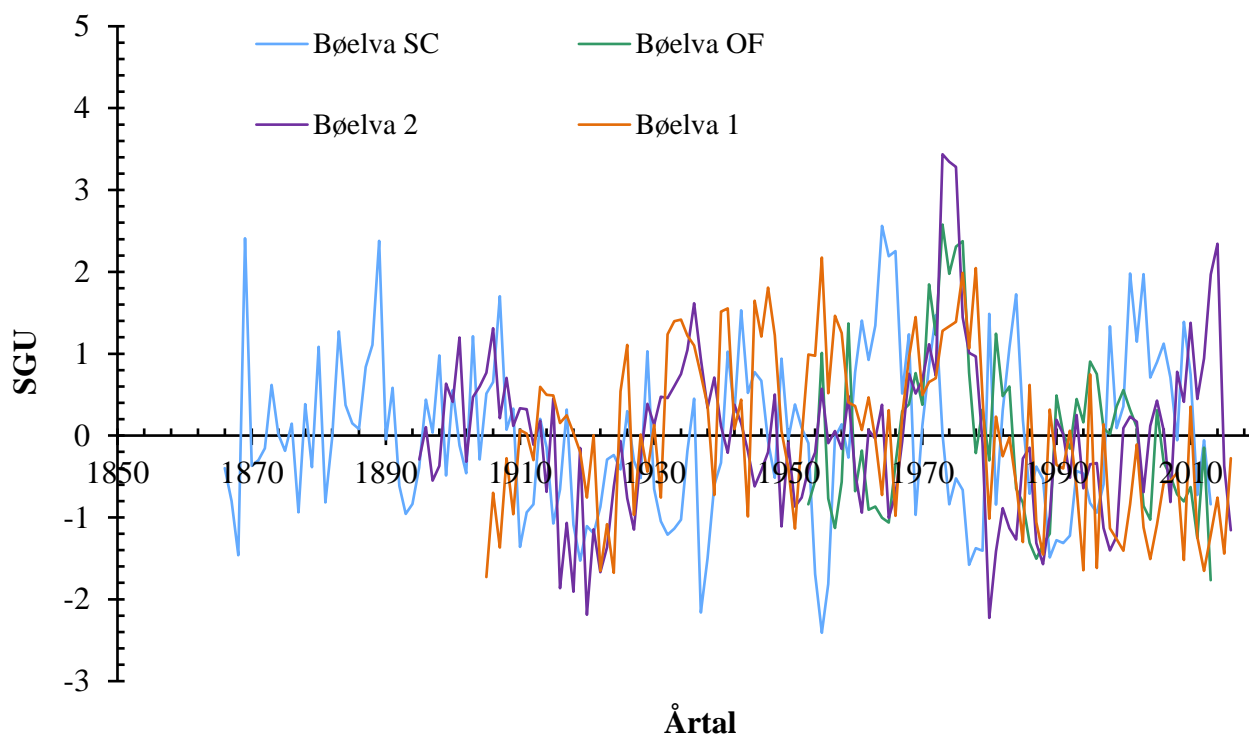
Relationen mellan skallängden och åldern på musslan visar att musslorna har varierande tillväxt i en och samma vattendrag. I Hjartdøla den yngsta musslan (S1) har sämre tillväxt än de två äldre musslorna (H1, S2). I Telemarkskanalen den yngre musslan (TK3) har en högre tillväxt än de 3 äldre musslorna som ligger mellan den normala och låga tillväxtkurvan (figur 4). Musslorna från Bøelva visar den största variationen i tillväxt. Mussla 1 har den lägsta tillväxten och ligger under låg tillväxtkurvan, musslan OF1 har den högsta tillväxten och ligger på hög tillväxtkurvan, medan musslorna 2 och SC1 ligger runt den normala tillväxt kurvan (figur 4).

Den årliga tillväxten mättes på samtliga skal från alla 3 vattendrag och visar en specifik variation för varje lokal (figurerna 5-10). Tillväxttenden har beräknats som en 5<sup>e</sup> grads polynom för varje vattendrag utifrån medelvärdet på mätningarna för alla musslor från samma lokal.

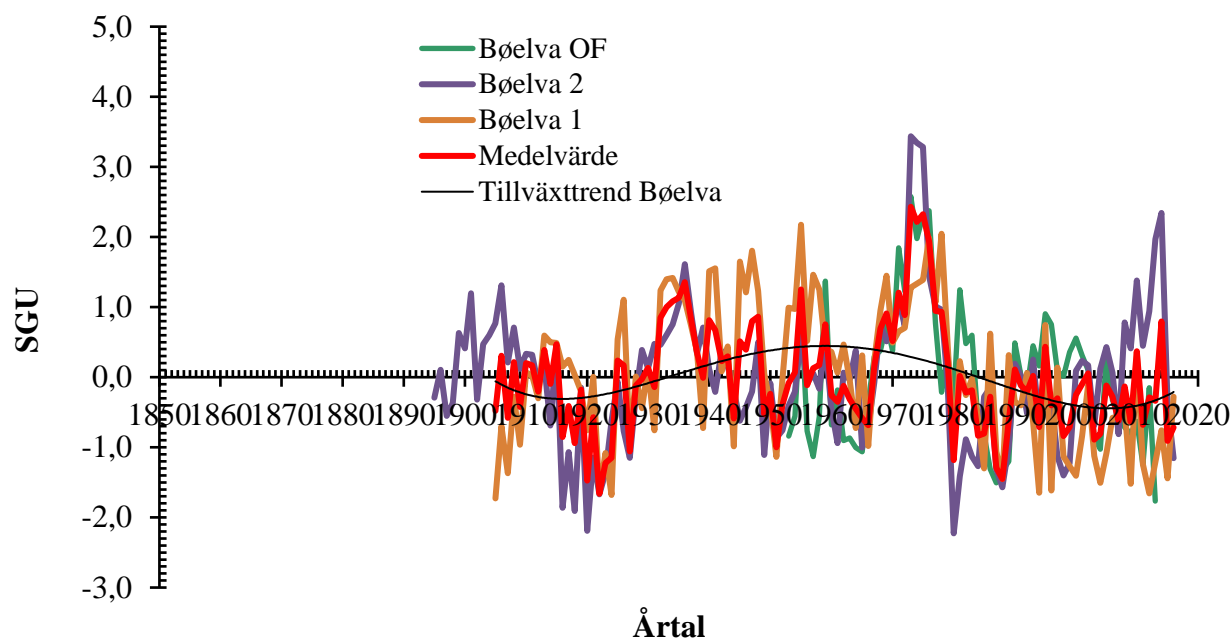
Tre av musslorna från Bøelva visar liknande årlig tillväxt medan den äldsta musslan Bøelva SC visar en årlig tillväxt som skiljer sig från de andra tre musslorna (figur 5). Musslorna Bøelva 1, 2 och OF har liknande årlig tillväxt och tillväxttenden beräknades på deras medelvärde (figur 6). Tillväxttenden för mussla Bøelva SC (figur 7) skilljer sig från tillväxttenden för de andra tre musslorna från Bøelva (figur 8).



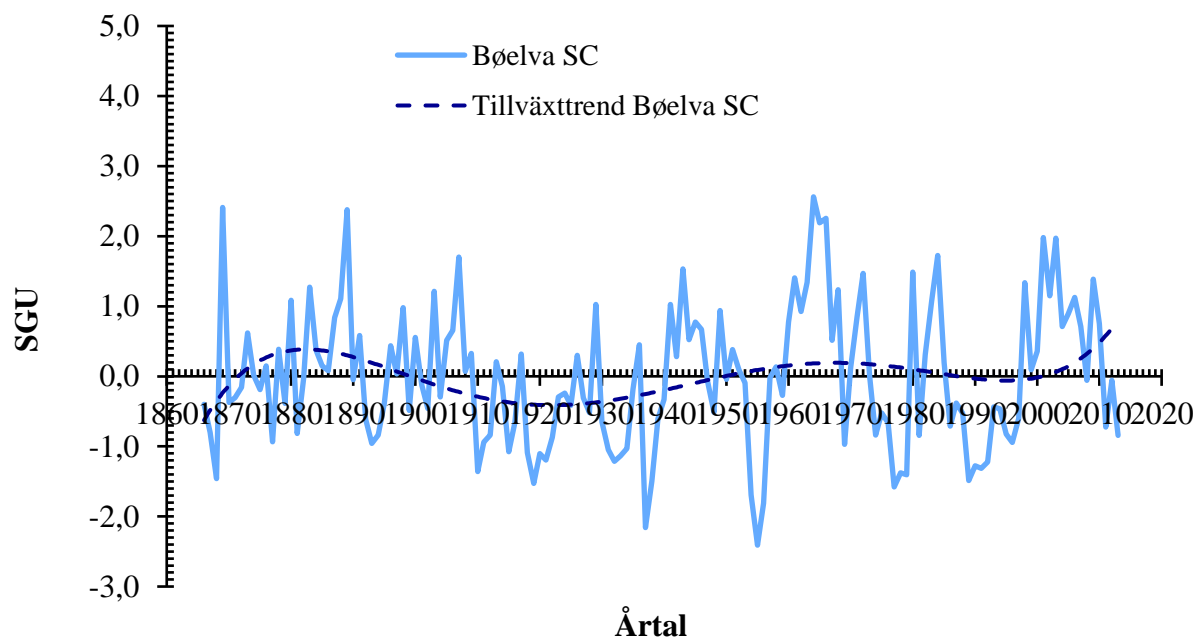
Figur 4. Diagram som visar förhållandet mellan åldern på musslorna från Telemark och deras skallängd och de tre allmänna tillväxtkurvorna för flodpärlmusslan.



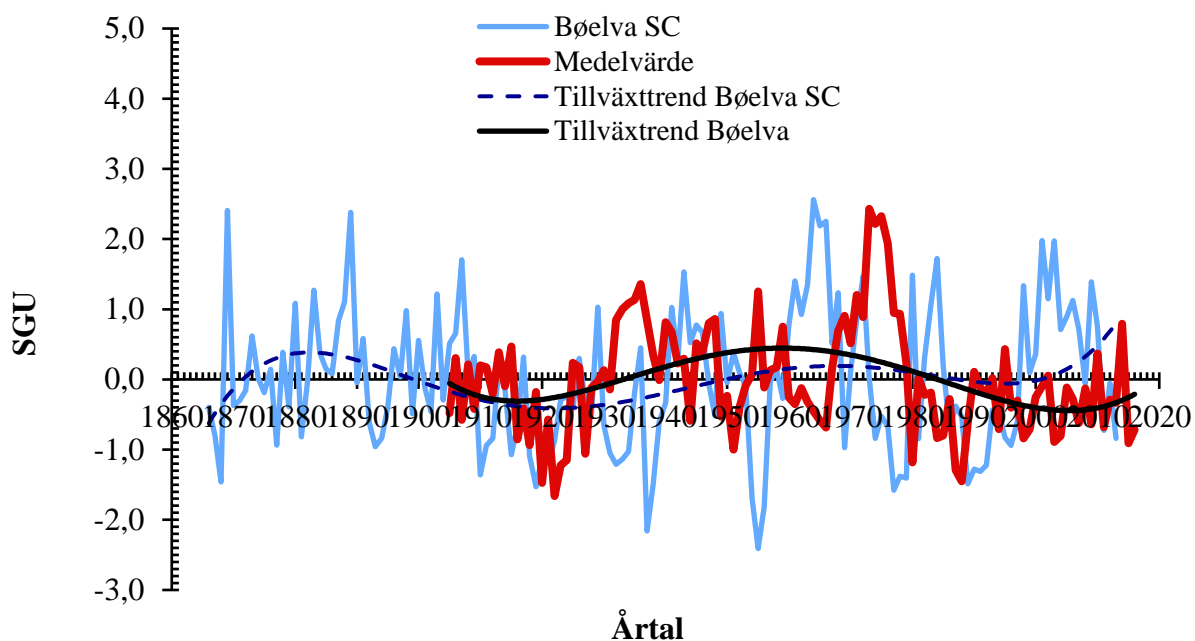
Figur 5. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos flodpärlmusslan från Bøelva. Tillväxttrenden är beräknad som en 5:e grads polynom.



Figur 6. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) och medelvärdet hos musslorna Bøelva 1,2 och OF samt tillväxttrenden beräknad som en 5'e grads polynom av medelvärdet.

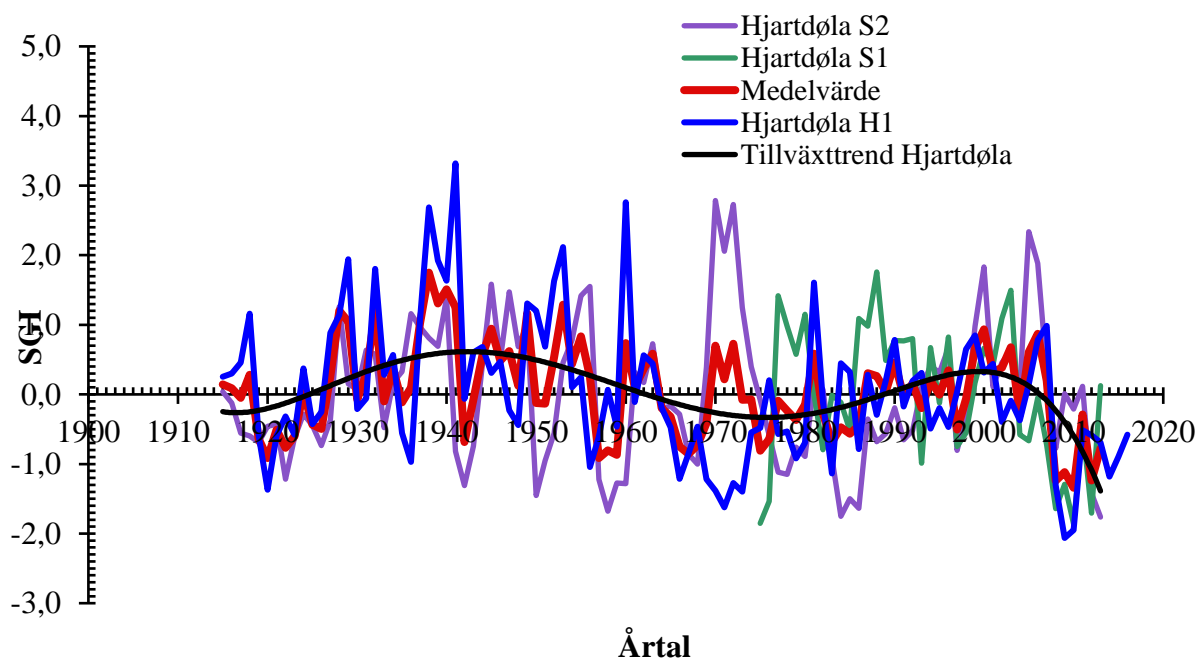


Figur 7. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslan Bøelva SC samt tillväxttrenden beräknad som en 5'e grads polynom.



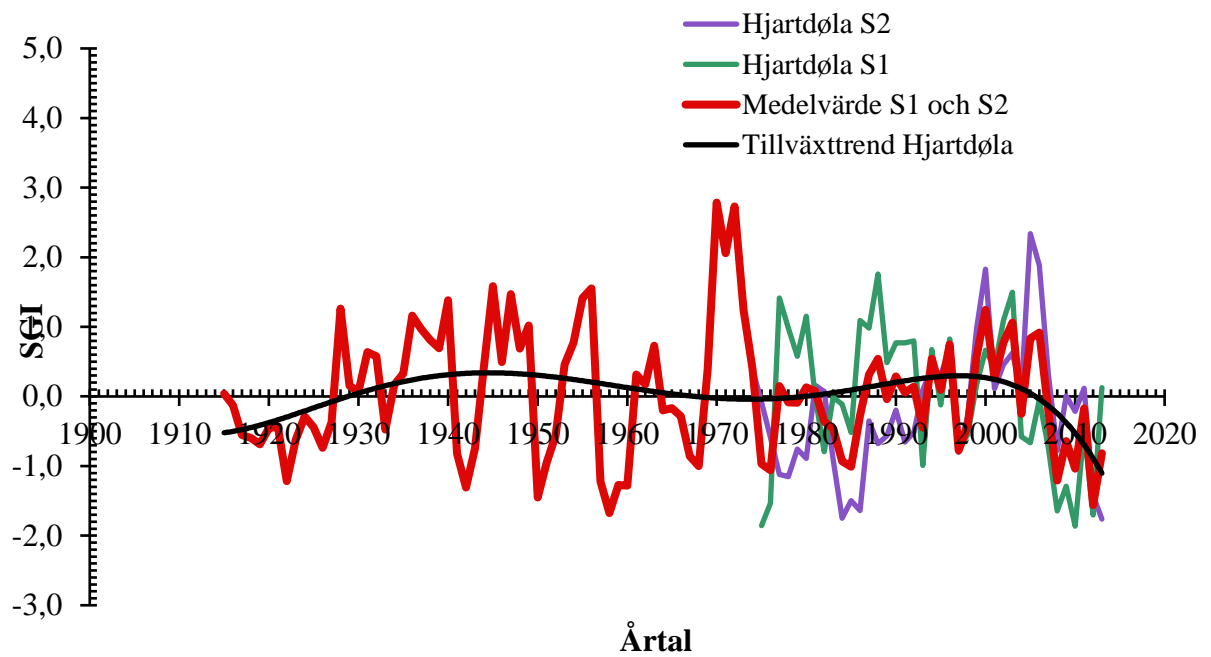
Figur 8. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslan Bøelva SC och medelvärdet hos musslorna Bøelva 1,2 och OF samt tillväxttrenden beräknad som en 5'e grads polynom.

Hjartdøla musslorna insamlade i Hjartdøla (S1 och S2) har liknande årlig tillväxt men visar avvikande årligtillväxt från musslan H1 runt 70-talet (figurerna 9 och 10).

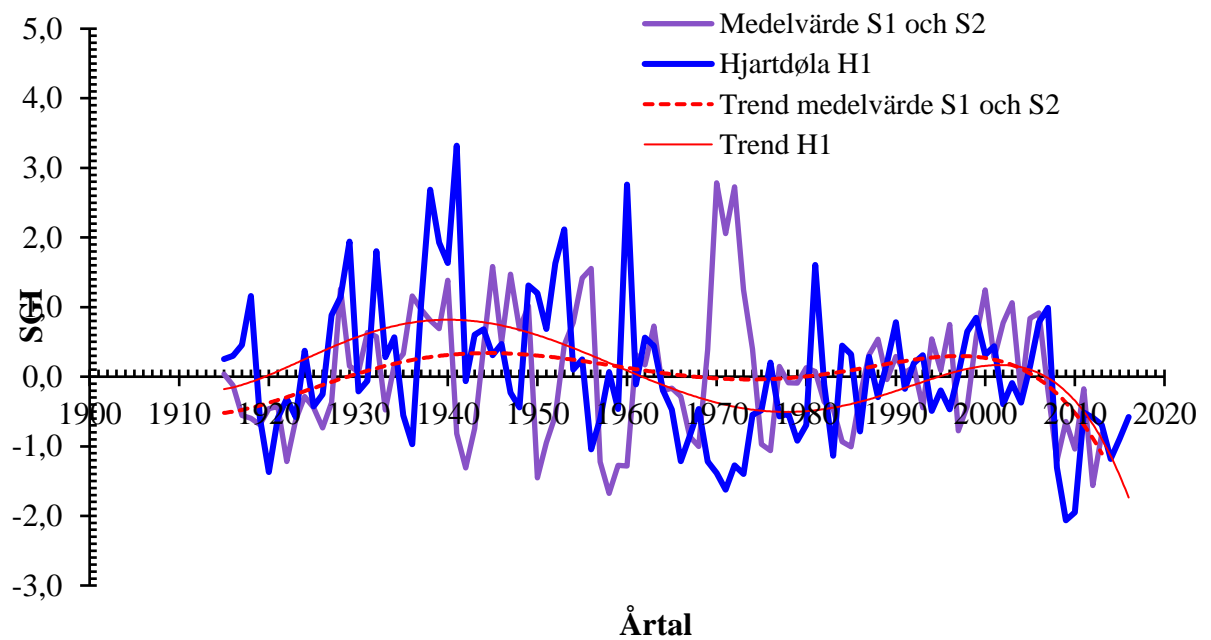


Figur 9. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos tre flodpärlmusslor från Hjartdøla: S1, S2 och H1.



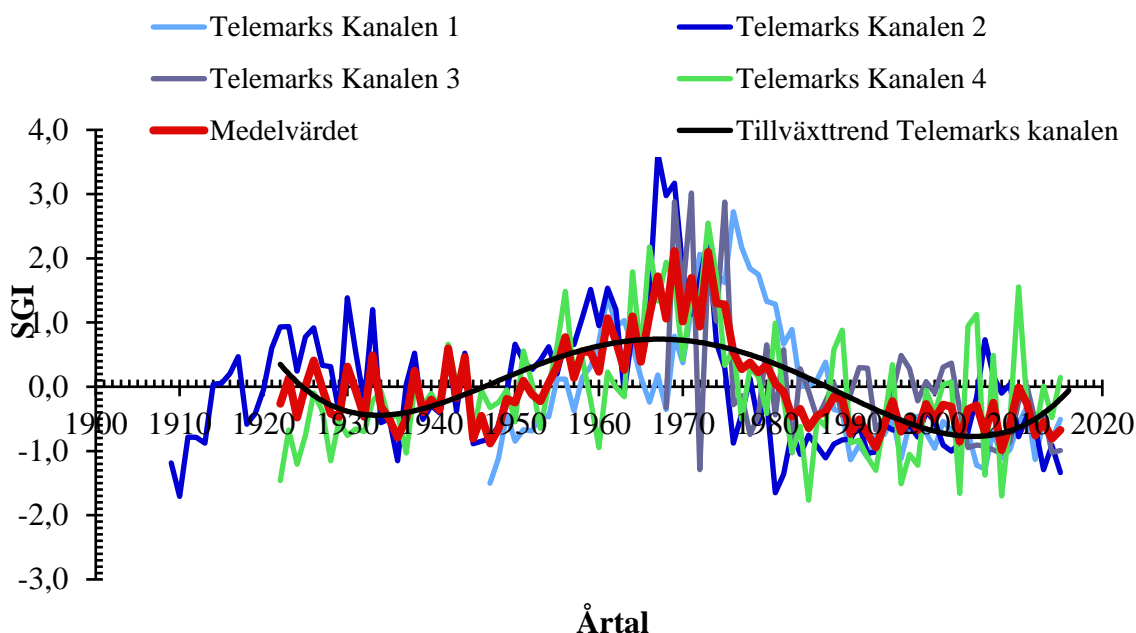


Figur 10. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslorna S1 och S2 från Hjartdøla och medelvärdet på deras tillväxt. Tillväxttrenden är beräknad som en 5'e grads polynom på medelvärdet.



Figur 11. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslan H1 och medelvärdet för musslorna S1 och S2 från Hjartdøla. Tillväxttrenden är beräknad som en 5'e grads polynom.

Musslorna från Telemarks Kanalen visar en högre årlig tillväxt på 60 och 70-talet (figur 12).



Figur 12. Diagram som viser den årlige tillväxten (SGI) och medelværdet hos fyra musslor från Telemarks Kanalen. Tillvæxttrenden beräknad som en 5:e grads polynom hos musslor i alla undersökta vattendrag.

## Diskussion

Undersøkelsen omfatter de tre store hovedgrenene i Telemarksvassdraget Telemarkskanalen, Bøelva/Gvarvelva og Hjartdøla/Hedddøla.

Relationen mellom alder og skaltillvæxt viser at musslorna från 3 vattendrag i Telemark fylke, Norge, har en något lägre tillvæxt än musslor från andra vattendrag i Norge som Simoa (Dunca & Larsen 2012a) och Numedalslågen, Håelva, Aursunda (Dunca 2009a; Dunca & Larsen 2012b). Musslorna som ingick i undersøkningen visar varierende tillvæxt i en och samma vattendrag, vilket kan vara ett tecken på at dessa vattendrag har olika levnadsförhållanden och musslorna påverkas av varierende miljøfaktorer längs deras sträcka och/eller det finns olika fiskarter som är værdar for musslornas glochidier. Variationerna i den årlige tillvæxten hos de analyserade musslorna tyder på ulike levnadsforhållanden i de ulike vattendragen i likhet med vattendrag från Hedmark fylke (Meret & Sandaas 2016) men också inom samma vattendrag.

Da den eldste muslingen på 171 fra Bøelva ble født i 1842 var Norsjø ennå ikke oppdemt (1854-1861) og hele vassdraget rant naturlig fra fjell til hav. Hvilke deler av dette enorme vassdraget som var andromt vites ikke med sikkerhet i dag.

# Litteraturlista

- Dunca, E. 1999. **Bivalve shells as archives for changes in water environment**. Vatten no 55: 279-290.
- Dunca, E. 2009a. **Skaltillväxt och åldersbestämning av flodpärlmusslor från Numedalslågen, Norge**. Bivalvia Rapport Nr 1/2009, 22 s.
- Dunca, E. 2009b. **Skaltillväxt och kemiska analyser av flodpärlmusslor från Kampåa, Norge**. Bivalvia Rapport Nr 3/2009, 27 s.
- Dunca, E. 2009c. **Skaltillväxt och kemiska analyser av flodpärlmusslor från Leira, Norge**. Bivalvia Rapport Nr 2/2009, 26 s.
- Dunca, E. & Larsen B. M. 2012a. **Skaltillväxt och kemiska analyser av flodpärlmusslor från Simoa, Norge**. NINA Rapport 912, 29 s.
- Dunca, E. & Larsen B. M. 2012b. **Skillnader i skaltillväxt hos flodpärlmusslor från reglerade och icke-reglerade vattendrag i Norge**. NINA Rapport 795, 63 s.
- Dunca, E., Söderberg, H. & Norrgrann, O. 2011. **Shell growth and age determination in the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* in Sweden: natural versus limed streams**. - Ferrantia 64: 48-58.
- Eriksson, M.O.G., Henrikson, L. & Söderberg, H. 1998. **Flodpärlmusslan i Sverige**. Rapport 4887 Naturvårdsverket.
- Geist, J. 1997. **Ecological studies on the effects of fine sediment illuviation in the interstices of Northern Bavarian freshwater pearl mussel brooks**. Technische Universitaet Muenchen, Germany.
- Hastie, L. C. Boon P. J. & Young M. R. 2000. **Physical microhabitat requirements of freshwater pearl mussels, *Margaritifera margaritifera* (L.)**. Hydrobiologia 429: 59-71.
- Hastie, L.C., Cooksley, S.L., Scougall, F., Young, M.R., Boon, P.J. & Gaywood M.J. 2003. **Characterization of freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) riverine habitat using River Habitat Survey data**. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 13-3: 213-224.
- Larsen, B.M. 1998. **Utbredelse av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Østre og Vestre Toten kommuner, Oppland**. - NINA Oppdragsmelding 570: 1-22.
- Larsen, B.M. 2005. **Handlingsplan for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Norge**. Innspill til den faglige delen av handlingsplanen. – NINA Rapport 122. 33 s.
- Meret, A.E. & Sandaas, K. 2016. **Skaltillväxt hos flodpärlmusslor från Hedmark, Norge**. Bivalvia rapport nr14/2016, s 19.
- Sandaas, K., Enerud, J. & Wivestad, T. 2011. **Elvemusling i Kampåa Nes kommune i Akershus 2008-2010**. Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvernveddelingen, rapportnummer X/2011, 49 s. [http://gint.no/fmnt/elvemusling/kilder/ID\\_159.pdf](http://gint.no/fmnt/elvemusling/kilder/ID_159.pdf)
- Sandaas, K. & Enerud, J. 2012. **Elvemusling i Bråtaåa 2012**. Rapport til Fylkesmannen i Hedmark, rapport.
- Sandaas, K. og Enerud, J. 2014. **Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Trøftåa, Løvhaugsåa og Gjerda**. Hedmark fylke 2014. 18 sider.
- Sandaas, K. og Enerud, J. 2016a. **Overvåking av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Finsrudåa 2012-2015**. Eidskog kommune, Hedmark. 21 sider inkl. vedlegg.
- Sandaas, K. og Enerud, J. 2016b. **Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Kjerkesjøåa og Rotna 2015**. Grue kommune, Hedmark. 17 sider inkl. vedlegg.
- Sandaas, K. og Enerud, J. 2016c. **Utbredelse og bestandsstatus for elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Nøkkelvassåa 2016**. Grue kommune, Hedmark. 14 sider.
- Schöne, B.R., Dunca, E., Fiebig, J. & Pfeiffer, M. 2005. **Mutvei's solution: an ideal agent for resolving microgrowth structures of biogenic carbonates**. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, BR Schöne & D. Surge (eds) Special Issue: Looking back over Skeletal Diaries – High-resolution Environmental Reconstructions from Accretionary Hard Parts of Aquatic Organisms, (in print).
- Wahlström, K. 2006. **Sediment Requirements for Freshwater Pearl Mussel (*Margaritifera margaritifera*) Recruitment**. Degree Project, Biology, Karlstads universitet. Serial Number: 06:89.

## **Bilaga 1**

### **Metodbeskrivning**

Musslorna rensas i ultraljudbad med 95 % alkohol. Skalen etiketteras och mätts med hänsyn till deras längd, höjd och bredd.

Sedan sågas musselskalen vinkelrätt mot vinterlinjerna från den yngsta, umbonala, delen till den äldsta, ventrala, delen med hjälp av en diamantklinga (figur 1.3 A ).

Tunna slipsnitt tillverkas sedan enligt en speciell metod som utvecklades under 1990-talet och som används idag som standard metod vid Naturhistoriska riksmuseet (Dunca, 1999; se figur 1.3). Skalsnitten poleras (figur 1.3 B) och klistras fast på objektglas med hjälp av tvåkomponentsplasten CaldoFix, Struers (figur 1.3 C). När plasten hårdnar sågas skalen så att ett tunt skalsnitt (ca 0,5 mm) är kvar på objektglaset (figur 1.3 D).

Alla tunnslip poleras med tennoxid på en roterande platta Struers DP-U3 och etsas med Mutvei´s blandning (Schöne et al, 2005) under 25 min (figur 1.3 E och F). Mutvei´s blandning består av lika delar vattenlöslig glutardialdehyd 25% och ättiksyra 1 % med tillsats av elsassblått (Alcian blue) pigment. Glutardialdehyden fixerar organiska komponenter i skalen, elsassblått både fixerar och färgar glukoproteinerna mellan kristallerna i skalen, medan den svaga ättiksyran långsamt löser upp ytkristallerna. På detta sätt bildas en relief som är synlig både i ljusmikroskop (LM) och svepelektronmikroskop (SEM). Vinterlinjerna och tillväxtstörningslinjerna framträder i mörkblått i LM, medan i SEM syns de som upphöjda ryggar.

#### ***Tillväxtanalys***

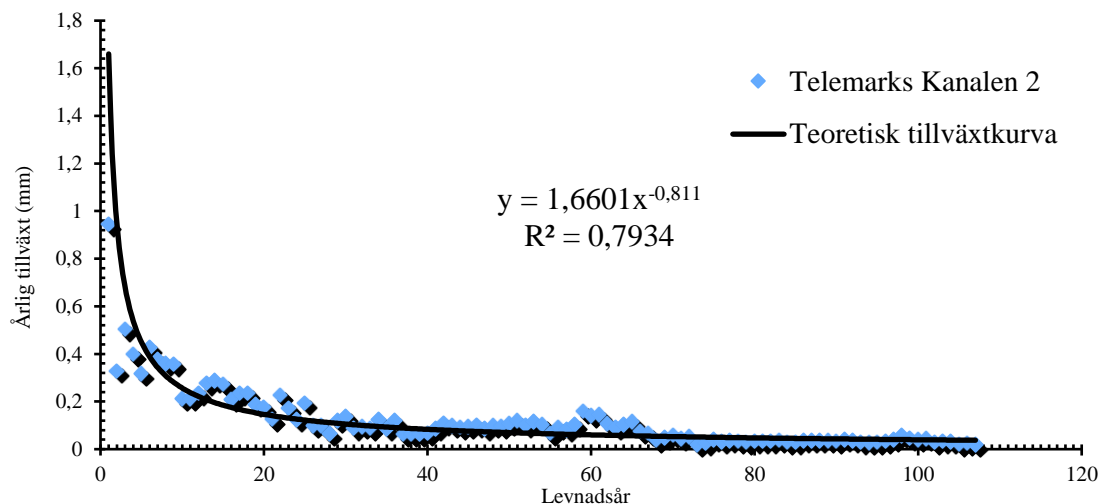
För att genomföra tillväxtanalysen alla tunnslip fotograferas i ljusmikroskop med 100-gångers förstoring. Den årliga tillväxten mäts på dessa bilder med hjälp av DinoXscope program. Mätningarna standardiseras för att kunna jämföra tillväxten hos äldre musslor med tillväxten hos yngre musslor. Standardiseringen görs med samma matematiska redskap som dendrokronologerna, trädkännarna, använder för årsringarna på ett träd.

För varje mussla anpassar man en potens kurva (figur 11) med följande formel:

$$F(t) = a \cdot t^b$$

där a och b är konstanter som avgör kurvans utseende och t är tiden (levnadsåret).





Figur 1.1 Diagram som representerar årtillväxten (i mm) för de levnadsår som är synliga i tvärsnitt. År noll i diagrammet motsvarar den tidigaste levnadsår som kunde mätas i tvärsnitt. Potens kurvan med formeln som är presenterad i diagrammet är anpassad för musslans mätvärden och representerar den teoretiska tillväxtkurvan.

Tillväxtindexet GI räknas fram genom att dela den mätta tillväxten med den teoretiska tillväxten för varje levnadsår. Detta uttrycks i följande formel:

$$GI = F(m)/F(t)$$

där:

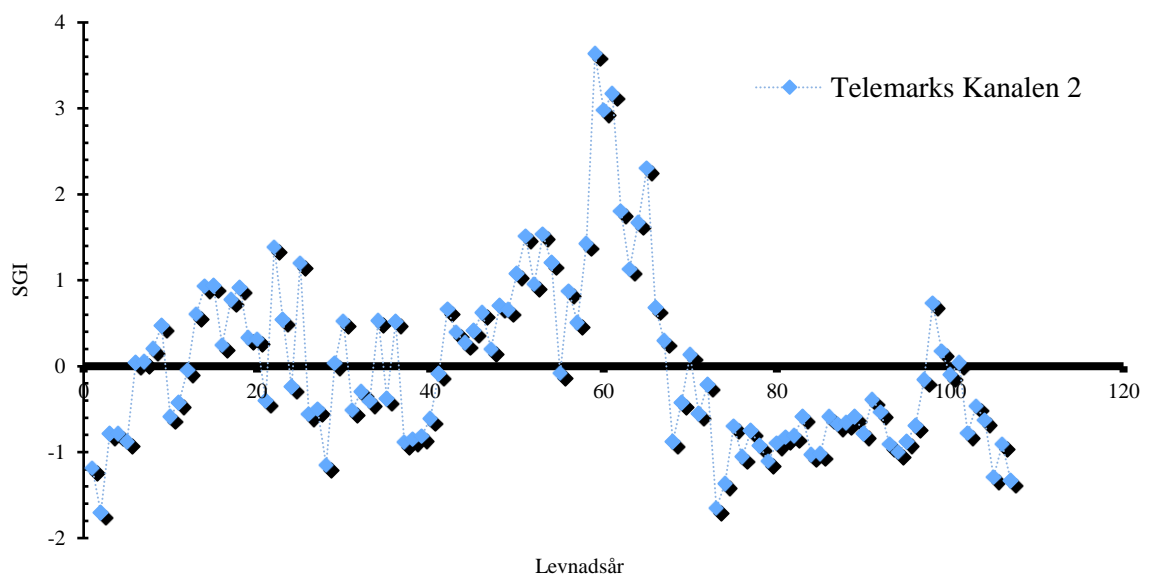
$F(t)$  = teoretiska tillväxten;  $F(m)$  = tillväxtmätningar;

Standardiserat tillväxtindex SGI (figur 12) räknas fram med hjälp av följande formel:

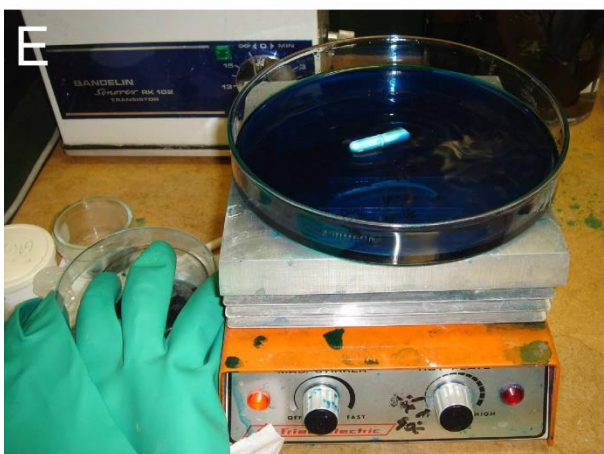
$$SGI = (GI - M_{(GI)}) / \sigma_{(GI)}$$

där:

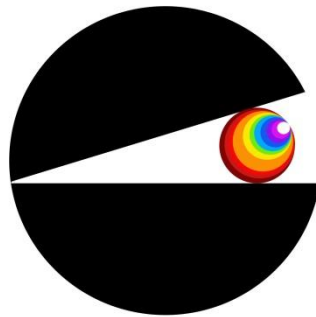
$M_{(GI)}$  = medelvärdet för tillväxtindexen och  $\sigma_{(GI)}$  = standardavvikelsen för tillväxtindexen.



Figur 1.2. Diagram som representerar standardiserade tillväxtindex (SGI) för samma mussla som i figur 11. SGI representerar förändringen i den årliga tillväxten och är jämförbar med SGI för andra musslor oberoende av deras ålder.



Figur 1.3. A- Musselskalen sågades vinkelrätt mot vinterlinjerna från den ventrala kanten till den yngsta, umbonala, delen med hjälp av en diamantklinga; B- Polering av skalsnittet; C- klistrades fast på objektglas; D- Skalen sågades så att ett tunt skalsnitt (ca 0,5 mm) är kvar på objektglaset; E- Etsning med Mutvei's blandning; F- Färdig slipsnitt.



**Bivalvia**