



**Skaltillväxt hos flodpärlmusslor,
Margaritifera margaritifera,
från Oslo och Akershus fylker
Norge**



2020

Rapport Nr 18/2020: Skaltillväxt hos flodpärlmusslor, *Margaritifera margaritifera*, från Oslo och Akershus, 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

Producerad april 2020



Sernanders väg 16
75262 UPPSALA

Mobil: 0709-423209

Orgnr: 650629-2827

E-post: info@bivalvia.se / aliona.meret@yahoo.se



Box 50007
10405 STOCKHOLM

Tel: 08-51955172

Innehållsförteckning

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
FÖRORD	4
SAMMANFATTING	4
ABSTRACT	4
INLEDNING.....	5
MATERIAL OCH METODER.....	9
RESULTAT.....	11
DISKUSSION	18
LITTERATURLISTA	19
BILAGA 1. METODBESKRIVNING.....	20

Förord

Undersökningen ” Skaltillväxt hos flodpärlmusslor, *Margaritifera margaritifera*, från Oslo och Akershus, 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.

Sammanfattning

Målsättningen med vår undersökning var att utvärdera skaltillväxten hos flodpärlmusslor insamlade i Oslo och Akershus fylker, Norge. Musslorna åldersbestämdes genom att räkna årstillväxten i snittytor av skal enligt en speciell metod som utvecklades på 90-talet vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm av Elena Meret (Dunca) och Harry Mutvei. Snittyterna behandlades först med Mutvei-lösning för etsning och infärgning och sedan undersöktes i ljusmikroskop. Musslornas ålder uttrycktes sedan som en funktion av skalens mått och presenterades i diagram. Musslornas tillväxt jämfördes med allmänna tillväxtkurvor för flodpärlmusslan som 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.

Abstract

Meret A.E. & Sandaas, K. 2020. Shell growth rate in freshwater pearl mussels, *Margaritifera margaritifera*, from Oslo and Akershus region, Norway. Bivalvia Report No: 18/2020, 25 s.

The present study aims to evaluate shell growth of freshwater pearl mussels collected in rivers from Oslo and Akershus region, Norway. The age of the mussels was determined by counting annual increments in shells using a special method developed by Elena Meret (Dunca) and Harry Mutvei at the Museum of Natural History in Stockholm, Sweden.

The annual increments in shells were counted and then measured in polished thin sections treated with Mutvei's solution. The age of the mussels was expressed in relation to their shell length and then compared with the general growth curves for freshwater pearl mussels. The annual growth of each shell was measured in images taken with a light microscope (ca 40x) and presented in charts.

Inledning

Flodpärlmusslan, *Margaritifera margaritifera* (L), är känd för sina värdefulla pärlor och pärlfisket har bidragit i hundratals år till att minska musselbeståndet. Idag är musslan hotat av 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 (Eriksson m.fl. 1998; Hastie m.fl., 2000, 2003; Geist, 1997; Miljødirektoratet 2018; Wahlström, 2006). Stora satsningar görs i alla europeiska länder där flodpärlmusslan fortfarande finns på att bevara och förnygra befintliga musselbestånd genom att förbättra deras habitat. Flodpärlmusslan är klassat som utrotningshotad art och är rödlistad i hela Europa.

Norge är ett av få europeiska länder som har mest livskraftiga flodpärlmusselbestånd (Miljødirektoratet 2018). Trots detta finns det tecken på att en försämrad vattenkvalité kan hota många musselpopulationer (Miljødirektoratet 2018). Kampåa i Akershus fylke, Nes kommune, är ett exempel på detta. Vattenkvalitén i denna å har försämrats med åren eftersom berggrunden har en liten buffertkapacitet i detta område (Sandaas m.fl., 2011).

Syftet med skalanalyser

Tillväxtanalyser av flodpärlmusslornas skal från försurade vattendrag visar oss kalkningens betydelse, alltså en effektoppföljning av kalkningsåtgärder. Musslor med hög ålder visar i form av ändringar i tillväxtmönstret hur olika episoder och perioder påverkar tillväxten; exempelvis utbredning av kraftverk och industriverksamheter eller förorenande utsläpp. Regionalt i Oslo och Akershus kan musslornas ålder, i speciella fall, visa om de ursprungligen är från vattendraget eller om de har spridits med infesterad öring med mussellarver som har släppts ut i vattendraget från fiskeanläggningar.

Områdesbeskrivning

Oslo och Akershus har en rik och varierad natur runt vattendrag. Vattendragarna utgör grunden för en stor biologisk mångfald med många sällsynta arter. Vatten och vattenvägar utgör en mycket viktig del av landskapet med vattennivåer, vattenfall, forsar och kantvegetation. Under tusentals år har vatten och is varit bland de viktigaste drivkrafterna för att forma landskapet. Vattendrag påverkar också lokala klimatförhållandena, grundvatten och jordmån i närområden, samt utgör sammanhängande ekosystem med en stor variation av olika livsmiljöer. Mångfalden av naturtyper är avgörande för vattendragets övergripande ekosystem. Betydande internationella, nationella och regionala värden är knutna till vattendragets natur.

Den höga befolkningstätheten i Oslo och Akershus medför att vattendragen har varit och ständigt är utsatta för ett signifikant ingreppstryck. Odling, flodkonstruktioner, stängningar av strömmar, utveckling av kraftverk, bygge- och anläggningsåtgärder i vattendragsområdet, vägar, järnvägar, föroreningar och sur nederbörd har medfört en avsevärd minskning av den ursprungliga vattendragsnaturen i och längs delar av vattendragen. Flodpärlmusslan är mycket känslig för förändringar i miljön och används som indikator för naturövervakning, särskilt i förhållande till försurning och effekter av kalkning. Oslo och Akershus har ca. 3000 sjöar och dammar med tillhörande floder och bäckar. Och fisk finns i de flesta vatten och vattendrag.

Otaliga fysiska ingrep i vattendragen från årionden med utveckling av kraftverk och avlopp, luftburen försurning, signifikanta föroreningar från jordbruk och lokalt från näringsverksamhet samt slamning av substratet i vattendragen har lett till att flodpärlmusslans rekrytering har starkt gått ner. För att flodpärlmusslan ska rekrytera måste beståndet av öring och lax, som är värd för musslornas larver, också vara bra. Musslornas larver är anpassade till deras lokala stam av värd fisk. Därför måste båda arter tas om hand.

År 2018 var totalt 19 förekomster av flodpärlmusslor kända från Oslo och Akershus, jfr Tabell 1. År 2018 användes miljö-DNA från vattenprover som en metod för att identifiera okända populationer.

Förekomsten i Skjærsløya hittades på detta sätt (Sandaas och Enerud 2018). Positiva upptäckter av tre vattenprover tagna i vattendrag längst öster i Akershus undersöktes 2019 och flodpärlmusslor hittades i Rabbillfløya. Flera upptäckter kommer antagligen senare. Öring är vädfisk för samtliga bestånd.

Tabell 1. Lokaler med funn av flodpärlmusslor i Oslo och Akershus fylker.

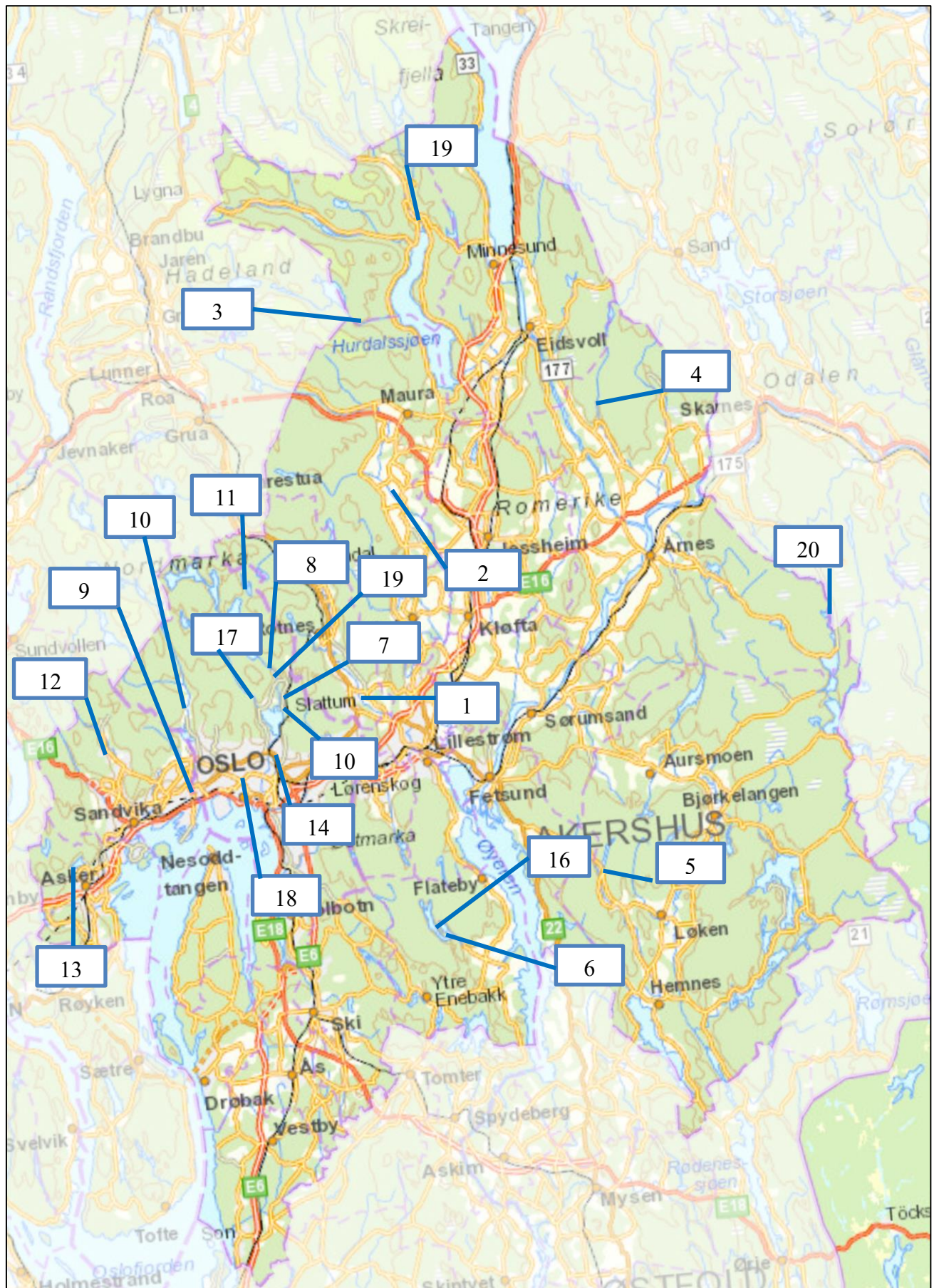
Nr	Lokalitet	Kommune	Forsuring	Moh	EU89 sone 32	
	Navn		ja/nei		nord	øst
1	Nitelva	Nittedal	n	85	6658825	604967
2	Leira	Nannestad	j/n	295	6683660	603041
3	Gjødingelva	Hurdal	j	325	6699734	607751
4	Kampåa	Nes	j/n	198	6682505	631815
5	Tunnsjøbekken	Aurskog-Høland	j/n	195	6635581	632487
6	Rausjøbekken	Enebakk	n	195	6631083	614206
7	Movannsbekken	Oslo	n	170	6655052	600261
8	Skarselva	Oslo	n	154	6654355	599621
9	Lysakerelva	Oslo og Bærum	n	140	6647313	591271
10	Sørkedalsleva	Oslo og Bærum	n	150	6652949	590871
11	Gørjabekken	Oslo	n	375	6661510	597130
12	Lomma	Bærum	n	115	6647458	583288
13	Askerelva	Asker	n	120	6634184	580216
14	Akerselva	Oslo	n	145	6649141	599540
15	Dausjøelva	Oslo	n	152	6652795	599864
16	Mosjøbekken	Enebakk	n	229	6630966	613210
17	Skjærsløya	Oslo	n	200	6652101	597762
18	Sognsvannsbekken	Oslo	n	170	6647904	595810
19	Hurdalselva	Hurdal	j/n	180	6701384	613645
20	Rabbillfløya	Nes	j	210	6701384	613645



Levande musslor och tomma skal.



Figur 1. Bilder från någon ut av de undersökta lokalerna. Från vänster till höger och från toppen till botten är: Leira, Askerelva, Tunnsjøbekken, Kampåa, Skarselva, Movannsbekken, Lysakerelva og Akerselva.



Figur 2. Oslo og Akershus fylker og lokalitetenes plassering (tabell 1).

Material och metoder

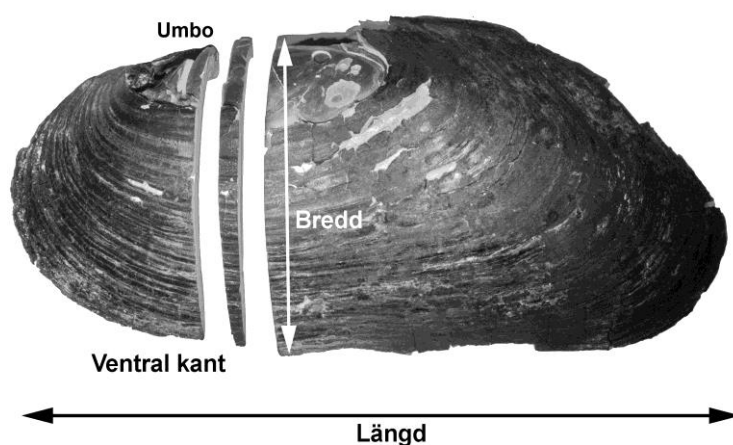
Totalt 55 musslor från 14 vattendrag insamlades enligt tabell 1.

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

Nr	Lokalitet Namn	Insamlings datum							Antal skall		
		1996	1997	2000	2008	2013	2015	2016	2017	Per år	Sammanlagt
1	Akerselva							08.08		3	3
2	Askerelva					25.08				1	1
3	Dausjøelva								20.11	1	1
4	Gjødingelva						23.11			2	2
5	Gørjabekken							03.06		2	2
6	Kampåa				01.08		13.10	12.07		9+2+2	13
7	Leira				31.07		23.11			10+2	12
8	Lysakerelva							03.09		2	2
9	Movannsbekken		31.07	02.08					09.11	1+1+1	3
10	Nitelva						28.10	13.06		2+3	5
11	Rausjøbekken						23.11	25.05		2+2	4
12	Skarselva	x							20.11	1+1	2
13	Sørkedalselva								20.11	2	2
14	Tunnsjøbekken						23.11	27.05		2+1	3
	Totalt antall										55

Preparationsteknik

Skalen rensades, etiketterades och mättes. En skalhalva valdes ut för var och en av de undersökta musslorna. Alla skalhalvor sågades från umbo till nedre skalkant, vinkelrätt mot årsringarna (se figur 3).



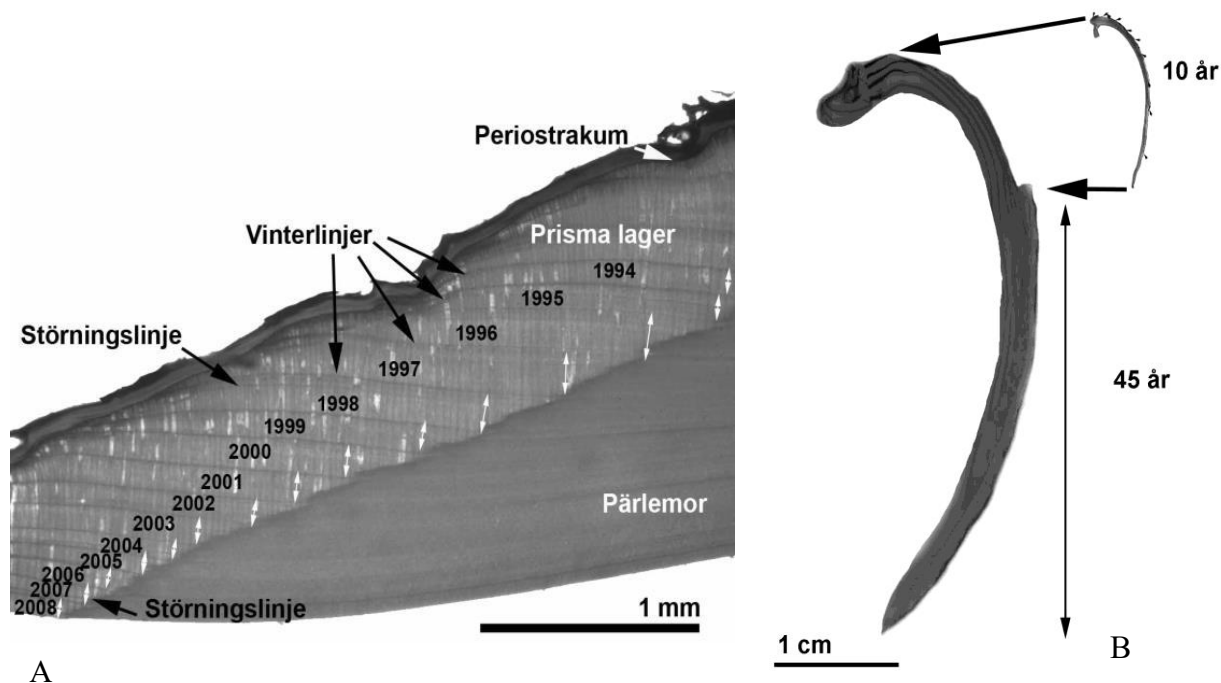
Figur 3. Skalens olika mått.

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 snitt ytorna 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 tillväxstörningslinjerna blev synliga i ljusmikroskop som mörkblåa linjer.

Åldersbestämning

Årsringarna hos en mussla, eller den årliga tillväxten, är det kalk material som läggs till i skalen under tillväxtsäsongen (ungefär mellan april och oktober). I tvärsnitt är den årliga tillväxten representerad av det kortaste avståndet som finns mellan två vinterlinjer och det är det som räknas i syftet att åldersbestämma musslorna (se figur 4A).

Vid umbo är skalen oftast eroderade och denna del förlorar all information om den årliga tillväxten. Därför uppskattas den eroderade delen med hjälp av tidigare åldersbestämda yngre musslor från andra norska musslor (se figur 4B), som till exempel musslor från Numedalslågen (Dunca, 2009), eller med hjälp av allmänna tillväxtkurvor (Dunca m. fl., 2011).



Figur 4. A - Tunnslip av musselskal som är etsat med Mutvei's blandning och fotograferad i ljusmikroskop. Vinterlinjer och tillväxtstörningslinjer 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 i tunnslip. 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 (i mm) till standardiserade tillväxtindex (SGI) som representerade förändringar i den årliga tillväxten, jämförbara mellan alla musslor.

Resultat

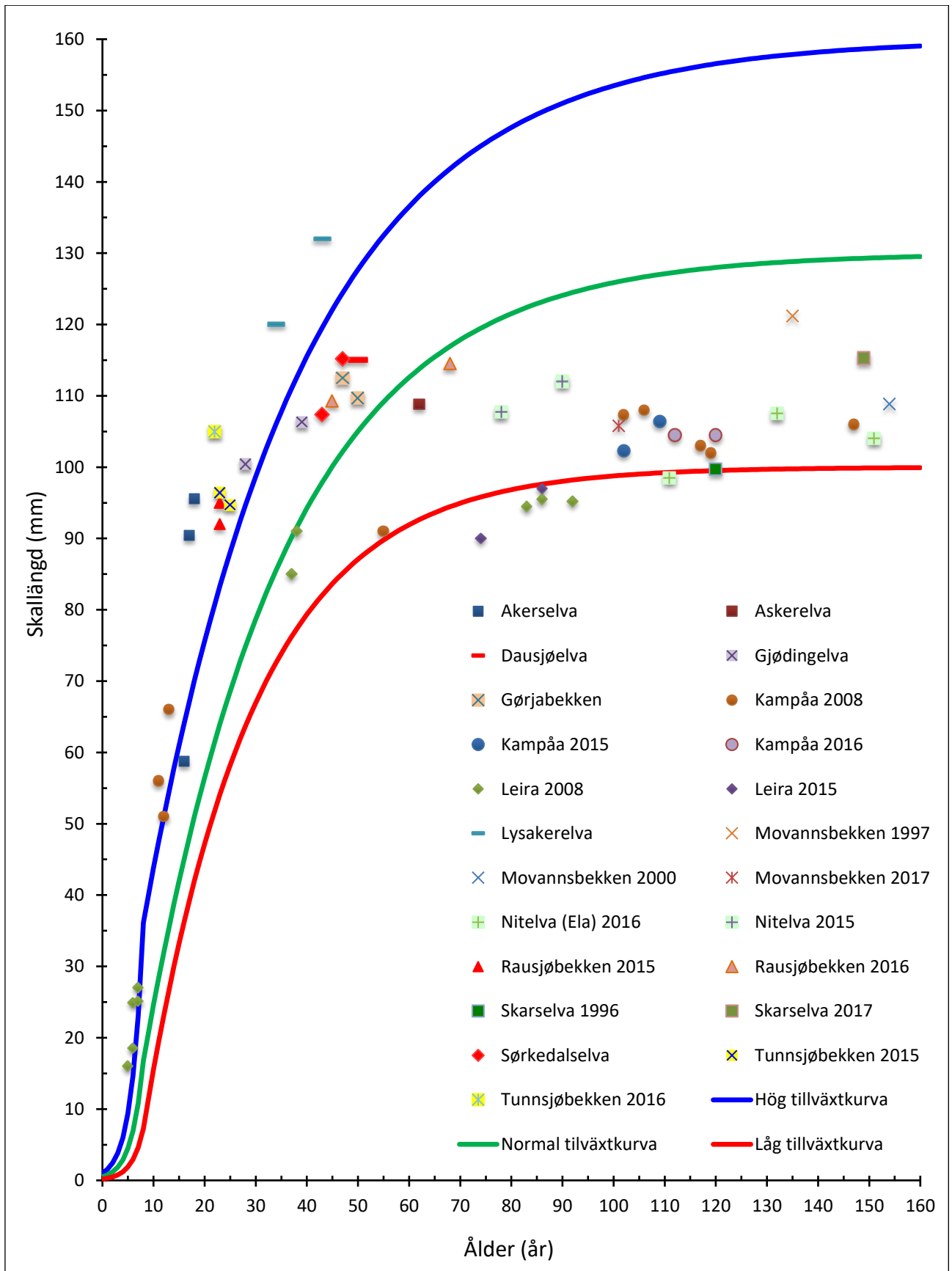
Musslornas ålder varierade från 5 till 154 år och skallängden mellan 16 och 132 mm (se tabell 2). Den yngsta musslan insamlades 2008 i Leira, medan den äldsta musslan insamlades i Movannsbekken och den föddes runt 1847.

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

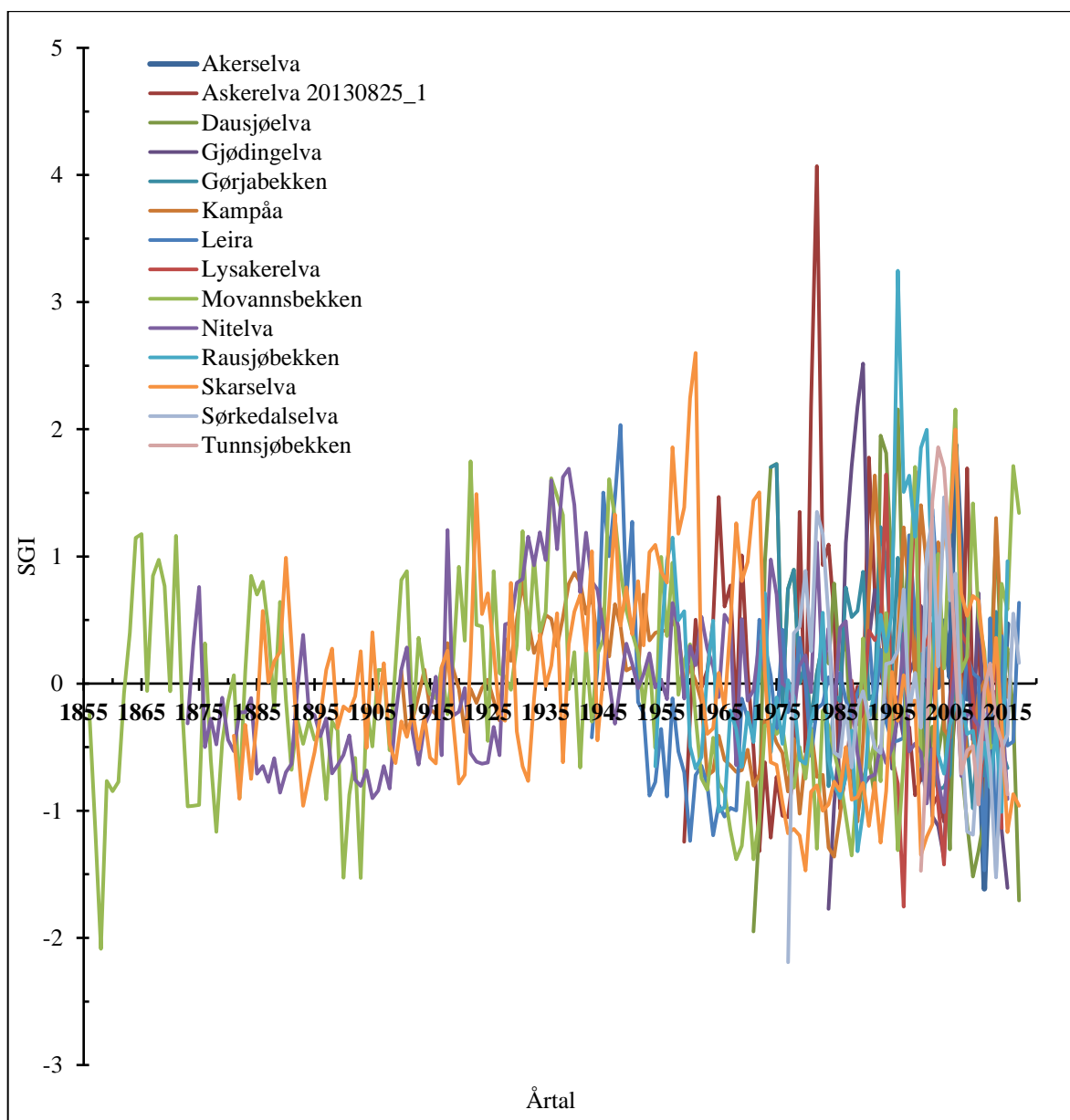
Lokal	Insamlingsdatum	Skallängd (mm)			Ålder (år)		
		Skal 1	Skal 2	Skal 3	Skal 1	Skal 2	Skal 3
Akerselva	20-11-2017	95,5	90,4	58,7	18	17	16
Askerelva	025-08-2013	108,8	-	-	62	-	-
Dausjøelva	20-11-2017	115	-	-	50	-	-
Gjødingelva	23-11-2015	106,3	100,4	-	39	28	
Gørjabekken	03-06-2016	112,5	109,7	-	47	50	-
Kampåa	1-08-2008	56	51	66	11	12	13
Kampåa	1-08-2008	91	107,3	108	55	102	106
Kampåa	1-08-2008	103	102	106	117	119	147
Kampåa	13-10-2015	102,3	106,4	-	102	109	-
Kampåa	1-07-2016	104,5	104,5	-	120	112	-
Leira	31-07-2008	16	24,9	18,5	5	6	6
Leira	31-07-2008	27	25,1	85	7	7	37
Leira	31-07-2008	91	94,5	95,5	38	83	86
Leira	31-07-2008	95,2	-	-	92	-	-
Leira	23-11-2015	90	97	-	74	86	-
Lysakerelva	06-09-2013	120	132	-	34	43	-
Movannsbekken	31-07-1997	121,15	-	-	135	-	-
Movannsbekken	02-08-2000	108,8	-	-	154	-	-
Movannsbekken	09-11-2017	105,8	-	-	101	-	-
Nitelva (Ela)	13-06-2016	107,5	104	98,5	132	151	111
Nitelva	28-10-2015	112	107,7	-	90	78	-
Rausjøbekken	23-11-2015	95	92	-	23	23	-
Rausjøbekken	25-05-2016	114,5	109,3	-	68	45	-
Skarselva	1996	99,75			120		
Skarselva	20-11-2017	115,3	-	-	149	-	-
Sørkedalselva	20-11-2017	115,2	107,4	-	47	43	-
Tunnsjøbekken	23-11-2015	96,4	94,7	-	23	25	-
Tunnsjøbekken	27-05-2016	105	-	-	22	-	-

Relationen mellan skallängden och åldern på musslan visar att musslorna har varierande tillväxt i de olika vattendrag men även i en och samma vattendrag som till exempel i Leira och Kampåa (figur 4).

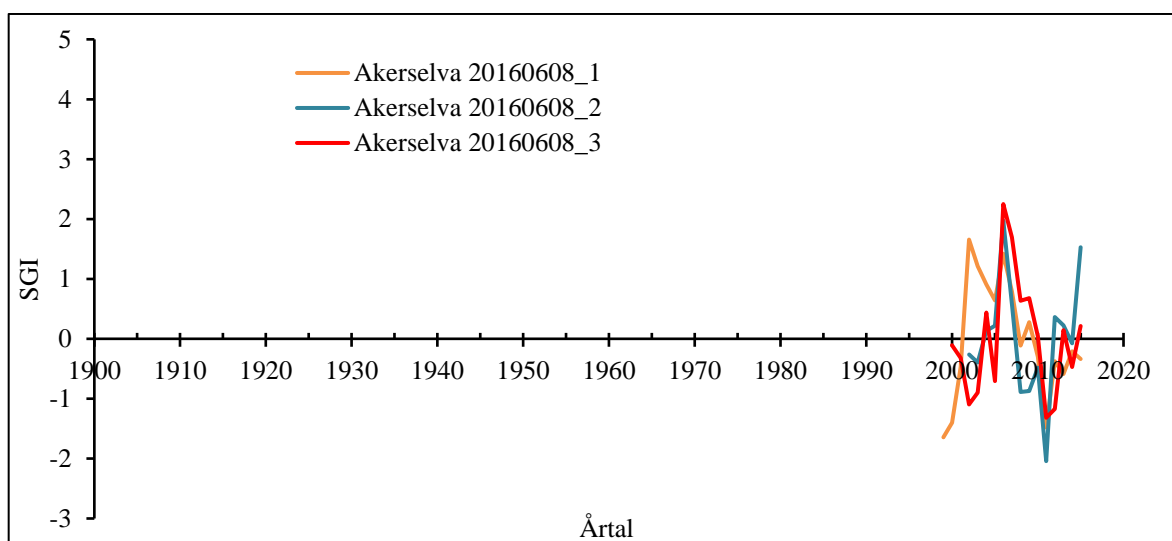
Den årliga tillväxten mättes på minst ett skal från alla vattendrag som ingår i undersökningen och visar en specifik variation för varje lokal (figurerna 5-18). Medelvärdet på mätningarna för alla musslor från samma lokal användes som population tillväxtkurva för respektive vattendrag (figur 5). I vissa vattendrag som till exempel Nittelva varierar den årliga tillväxten på individ nivå (figur 14).



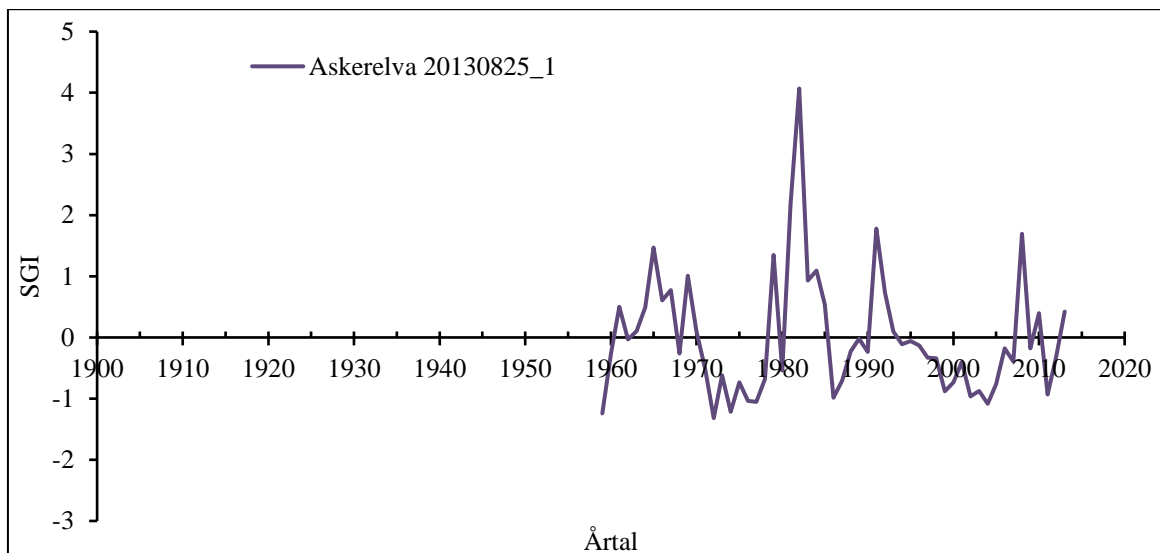
Figur 4. Diagram som viser forholdet mellom alderen og skalllengden og plasseringen rundt de tre allmänna tillväxtkurvorna för flodpärlmuslan.



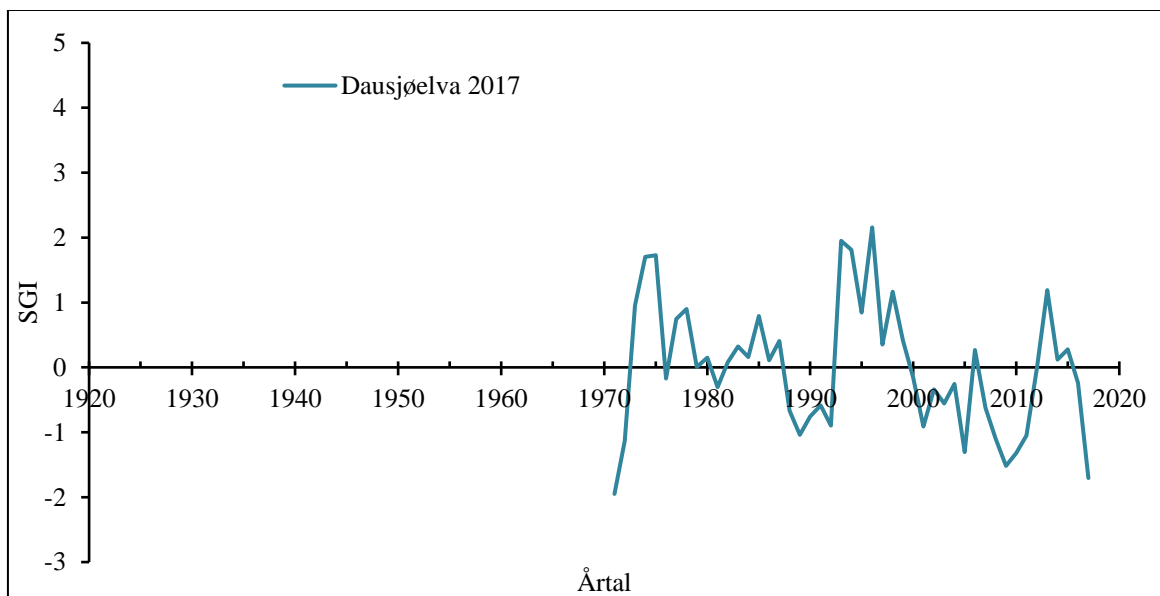
Figur 5. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos flodpärlmusslor från Oslo och Akerhus områden.



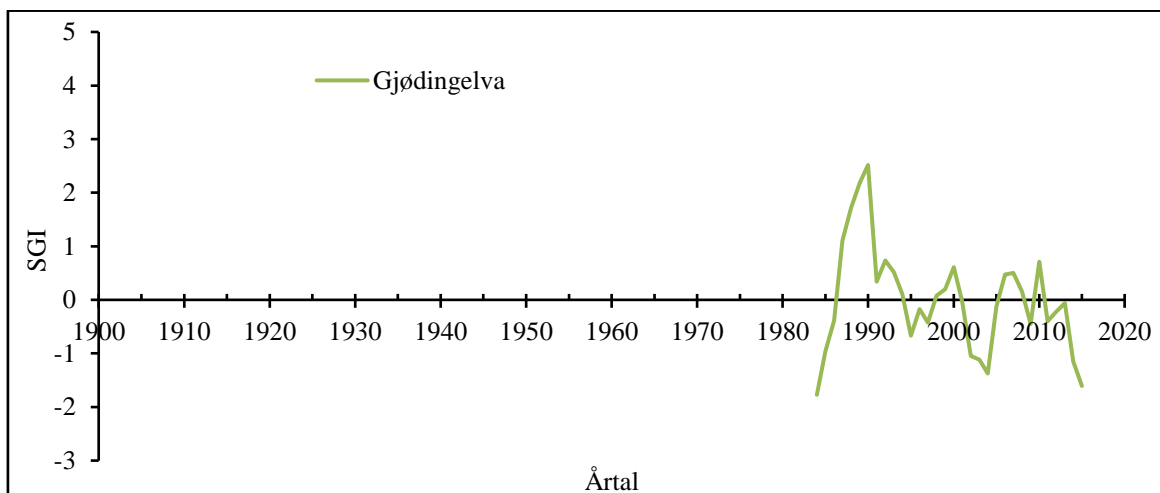
Figur 6. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslorna från Akerselva.



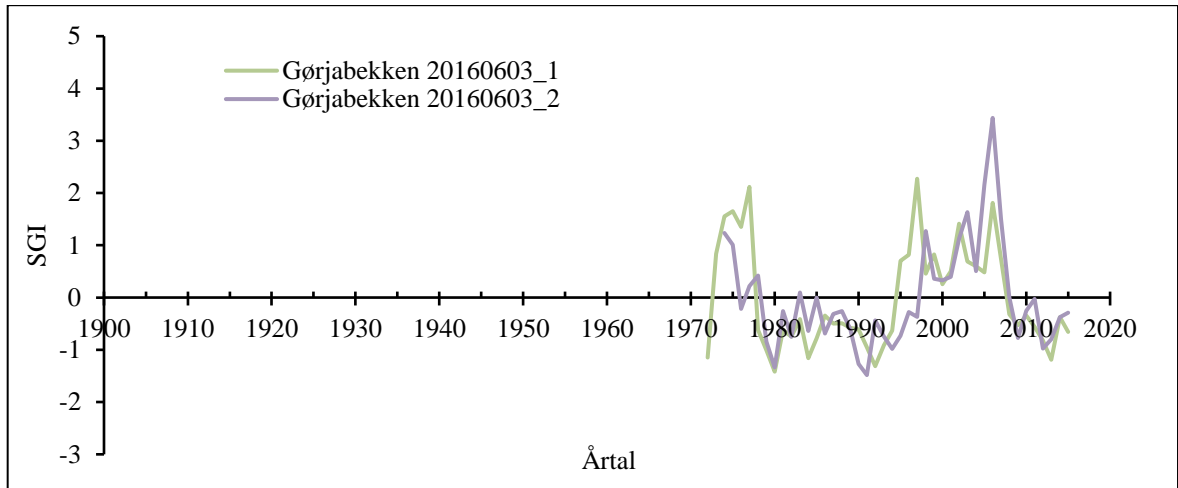
Figur 7. Diagram som viser den årlige tillväxten (SGI) hos musslan från Askerelva.



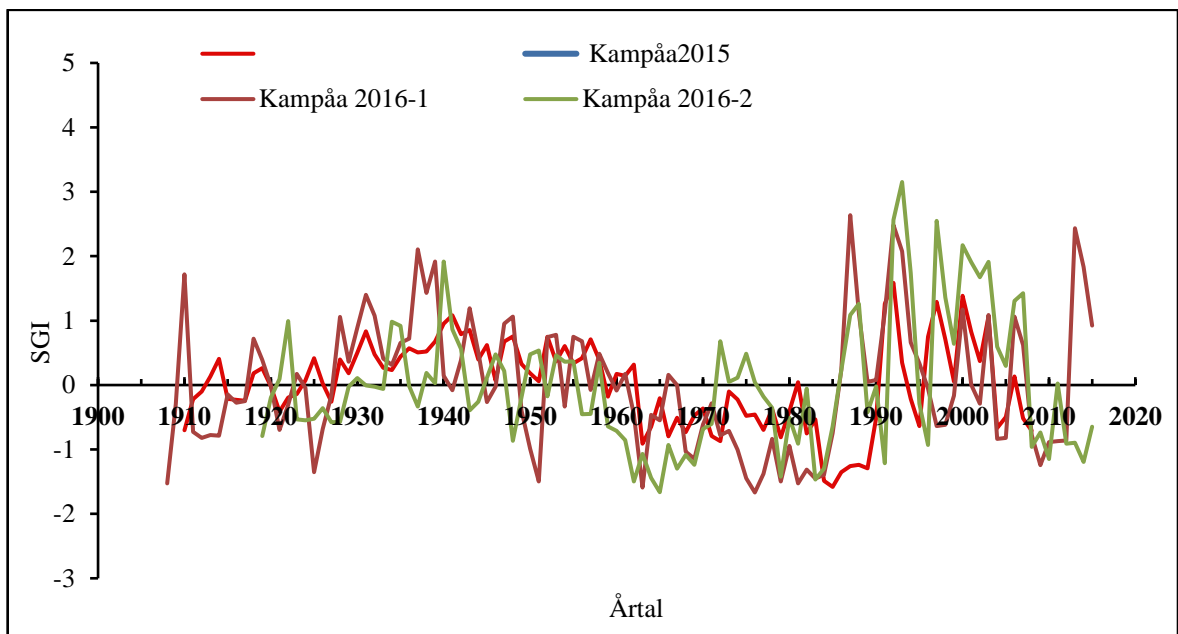
Figur 8. Diagram som viser den årlige tillväxten (SGI) hos musslan från Dausjøelva.



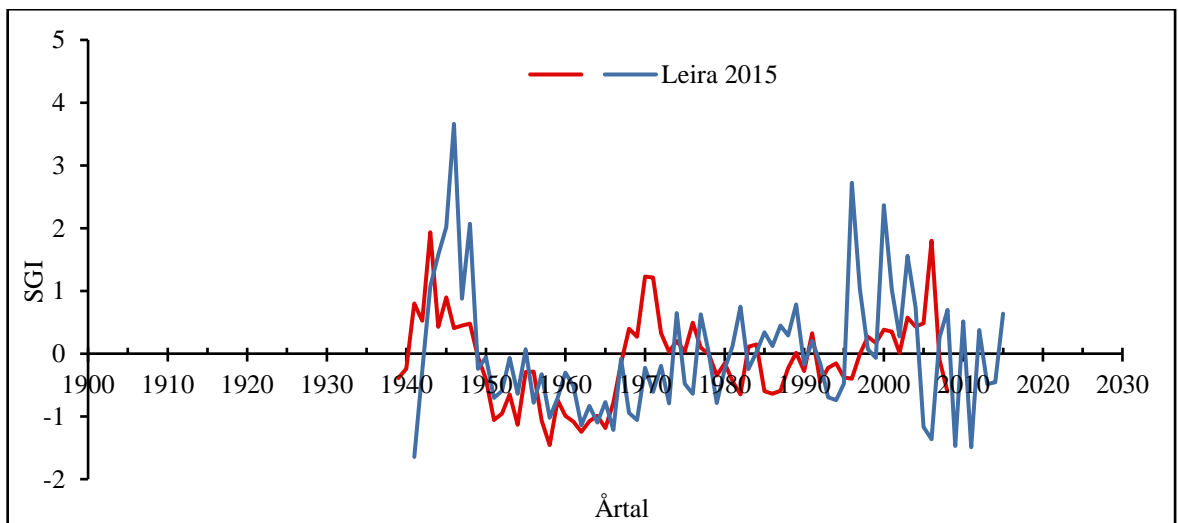
Figur 9. Diagram som viser den årlige tillväxten (SGI) hos tre flodpärlmusslor från Gjødingelva.



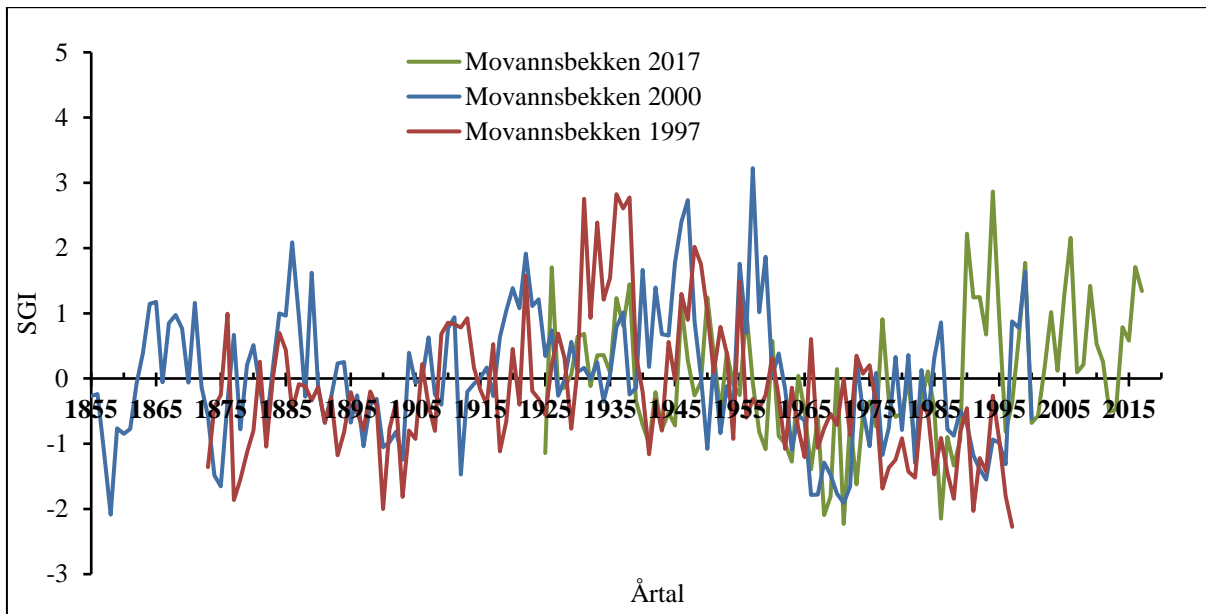
Figur 10. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslorna från Gørjabekken.



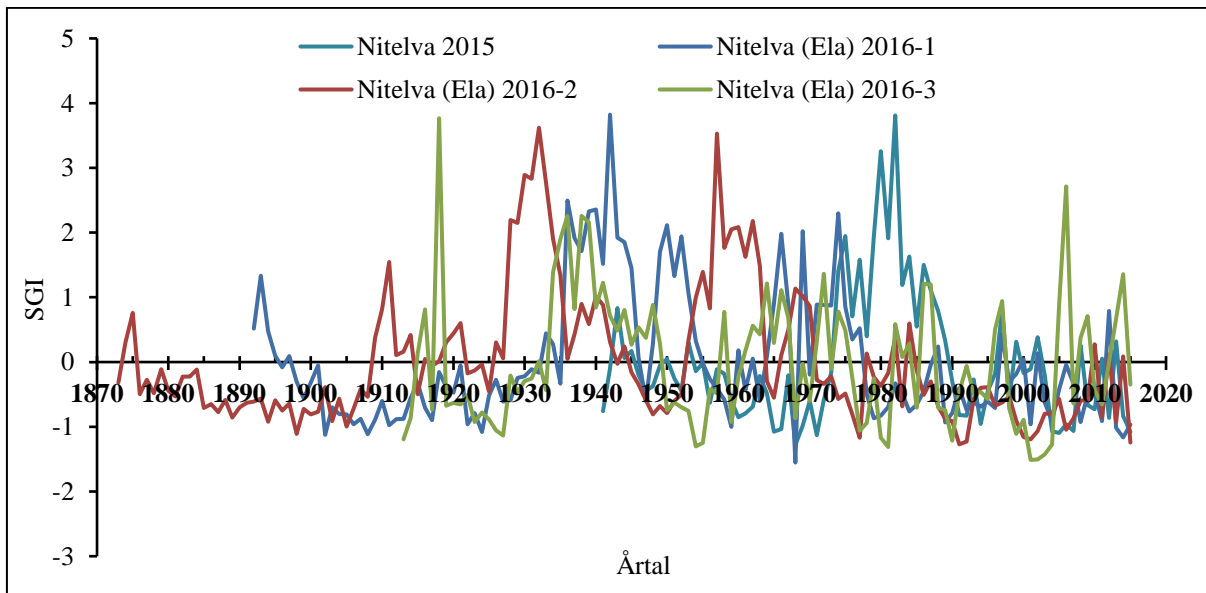
Figur 11. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslor från Kampåa. Kampåa 2008 är ett medelvärde för 6 musslor insamlade 2008.



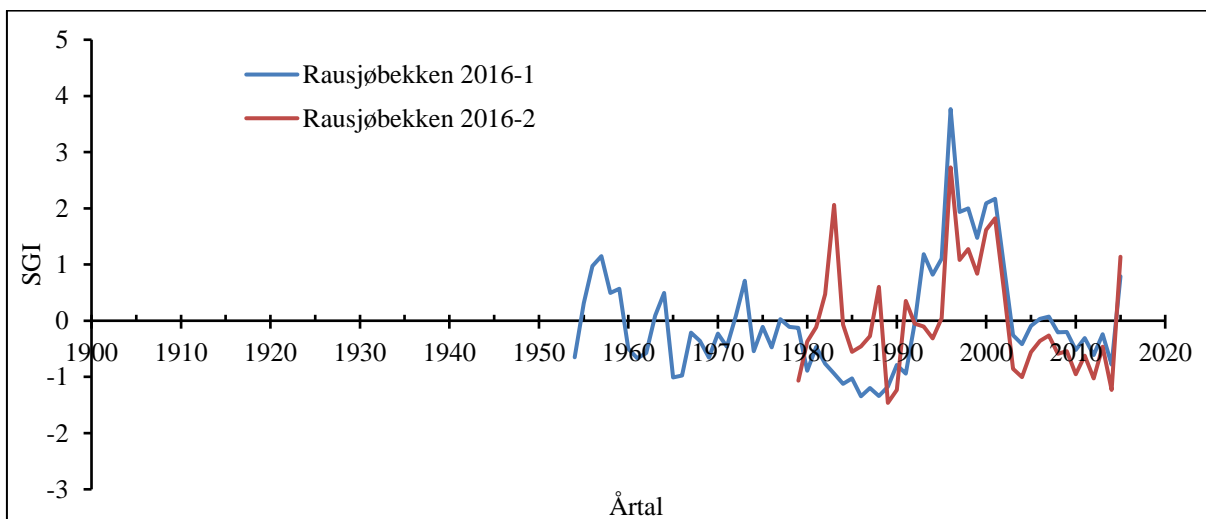
Figur 12. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslor från Leira insamlade under 2008 och 2015. Leira 2008 är ett medelvärde för 5 musslor insamlade vid samma tillfälle 2008.



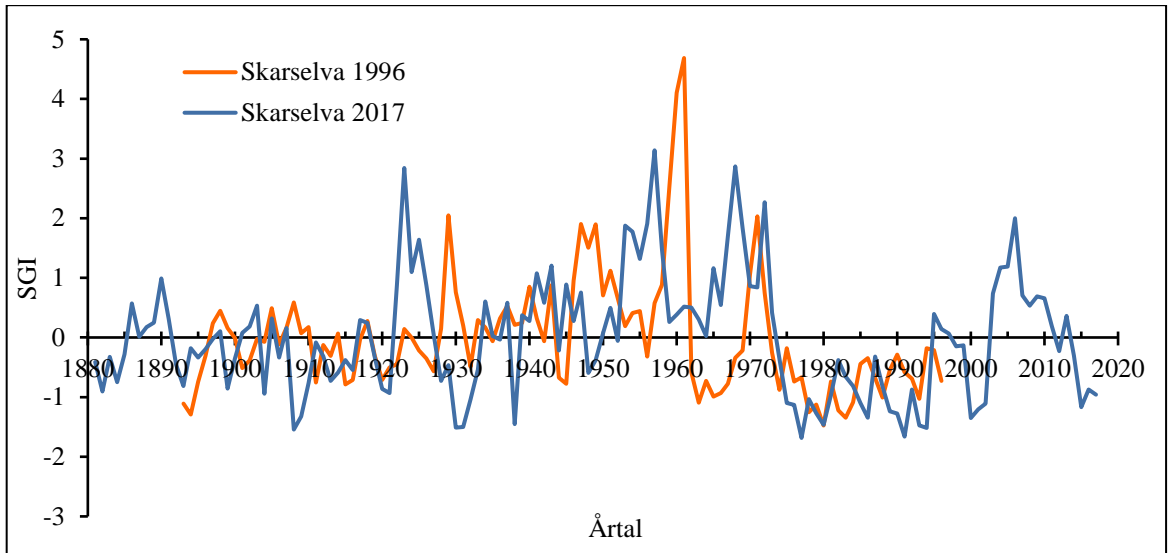
Figur 13. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslor från Movannsbekken.



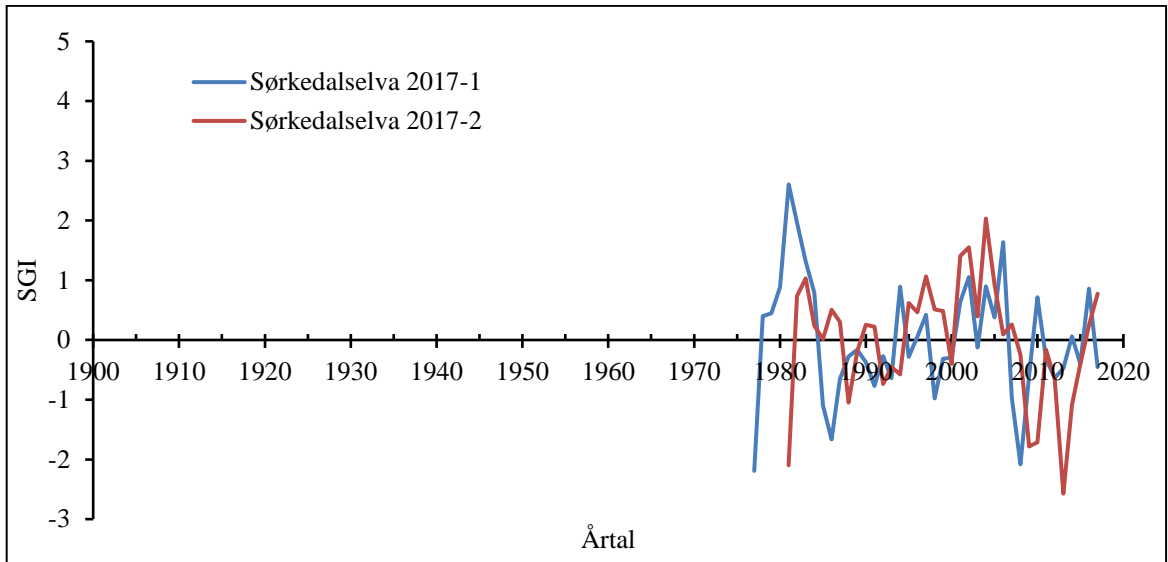
Figur 14. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslor från Nitelva.



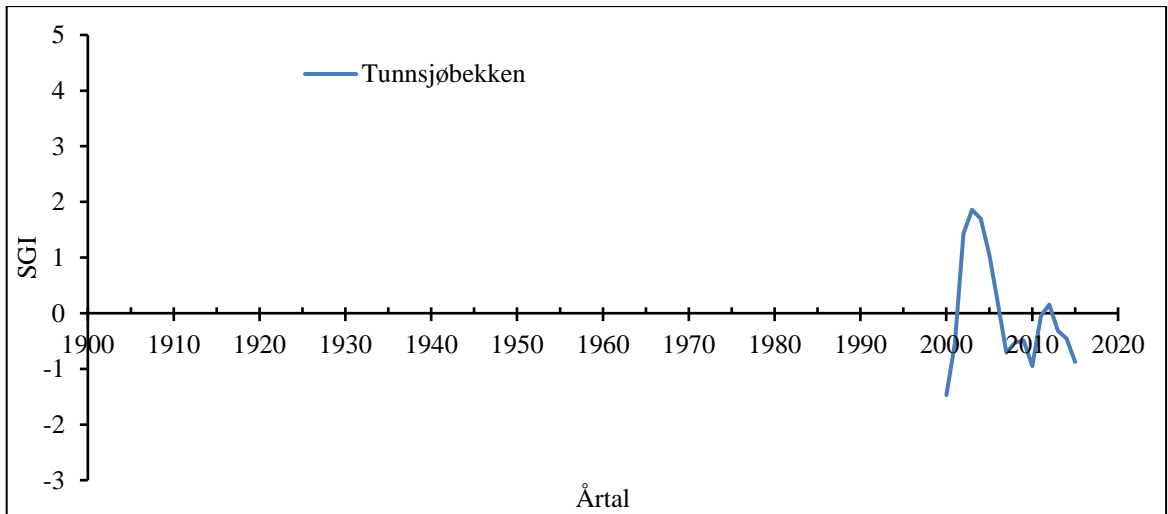
Figur 15. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos två musslor från Rausjøbekken.



Figur 16. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslor från Skarselva.



Figur 17. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslor från Sørkedalselva.



Figur 18. Diagram som visar den årliga tillväxten (SGI) hos musslor från Tunnsjøbekken.

Diskussion

Det råder ingen tvekan om att flodpärlmusslan har haft en stor utbredning med bestånd i de allra flesta anadroma vattendrag som rinner till Oslofjorden. Flodpärlmusslan har fortfarande vid utbredning i länet, med förekomster från Asker och Bærum i väster, via Nordmarka och Romerriksåsen i norr och till Aurskog-Høland i öst. Arealkonflikterna blir ofta stora när lantbruk, bosättning, infrastruktur och industri skall finna plats i samma område. Inte sällan finns de viktigaste vattendrag med stora populationer av öring, lax och flodpärlmusslor mitt i eller mycket nära tätbebyggelse.

Dolmen och Kleiven (2008) påpekar att flodpärlmusslan har minskat huvudsakligen under de senaste decennierna och att nedgången motsvarar 30% av lokalerna, främst på grund av urbanisering och förorening. Dolmen och Kleiven (2008) har visat att sambandet mellan befolkningstätheten (eller andelen odlad mark) i ett län och antalet utrotade flodpärlmusselpopulationer är hög ($r = 0,91$). Uppenbarligen föredrar musslan och människan att bo i samma typ av områden; från naturens sida den rika och bördiga låglandet (under marin gräns, dvs. gammal havsbotten med lera), vilket också Sandaas & Enerud (1999) påpekar.

Vidare skriver Dolmen och Kleiven (2008) att nedgången av flodpärlmusslan i sydöstra Norge, och särskilt i Oslo och Akershus, har varit formidabel. Så många som 71% eller 17 av 24 sannolika populationer i Oslo och Akershus gick förlorade av olika orsaker. Denna region är också den tätast befolkade i Norge och har den tredje högsta andelen intensivt odlad mark såväl en signifikant förorening av vattendrag. Andra län i en liknande situation är Vestfold, Østfold och Rogaland. Baserat på kunskapsstatus 2020 (Sandaas upubl.) är dock nedgången 37,5 %, eller 12 av 32 sannolika bestånd.

En sådan betydande positiv utveckling som uppnåtts på några år kräver djupgående kommentarer. Dolmen och Kleiven (2008) hänvisar till flera osäkerhetsfaktorer, bl.a. förväxling med andra arter. Denna fara är kraftigt reducerad, men nog häftar sig vid några historiska lokaler. Flera nya fynd har gjorts och många lokaler har undersökts som en del av en allmän kartläggning av vad som tros vara potentiella områden. Själva fakta grunden är väsentligt utvidgad och kvalitetssäkrad. Dessutom har nya undersökningar de senaste åren visat att flodpärlmusslan hittats - och har rekrytering - i lokaler som tidigare avskrivits som "osannolika". Många bestånd har också väl undersökts under ett antal år så att grunden för övervakning och uppföljningsåtgärder är tillräckligt bra.

Storleken på de hittade och utvärderade bestånden varierar från hundratusentals individer i de största till små beståndrester <mindre än hundra individer i en liten ström.

Det faller naturligt att fråga varför musselbeståndet är helt borta på vissa ställen, att mindre än hälften av de kända bestånden har rekrytering, och att bara hälften av dessa verkar ha en bra rekrytering baserad på aktuell kunskap. Saknad eller svag rekrytering innebär att de kan försvinna på lång sikt om orsakerna inte identifieras och motverkas. Hoten kan vara flera och de kan verka tillsammans i en negativ riktning. För några decennier tillbaka var förorening från jordbruk och kommunala utsläpp en mycket viktig orsak. Tack vare många effektiva åtgärder är detta annorlunda idag och fiskarna är tillbaka i vattendragen. Andra typer av föroreningar från industri och näringsverksamhet har till stor del rensats. Syrt nederbörd har varit ett stort problem i delar av Akershus, men intensiv kalkning har lett till en betydande förbättring av vattenkvaliteten.

Störst betydelse har kanske de många ingrepp i vattendragen med kanalisering, dammkonstruktion, torrläggning, reducerat vattenföring och onaturliga översvämningssystem, vandringshinder och vattendragsrengöring för att underlätta timmerflottning. Dessa ingrepp är ofta irreversibla, medan många typer av föroreningar kan stoppas och tas bort efteråt. Ett antal andra fysiska ingrepp påverkar också våra vattendrag, ofta som en bit-för-bit-situation där varje enskild handling ser ofarlig ut, men där summan kan vara stor. På samma sätt ser vi att laxfisken kommer tillbaka i många vattendrag när förhållandena blir optimala. Och flodpärlmusslan med sin otroligt långa livslängd på 100 till 200 år återupptar rekryteringen när värdfisken kommer tillbaka.

Utvecklingen är tvåfaldig. Flodpärlmusslan har gått och går antagligen tillbaka i Oslo och Akershus-regionen, även om det finns ljusa fläckar. I vilken grad förvaltningen kan påverka utvecklingen är svårt att säga. Hoten har förmodligen en mer "systemisk" karaktär och är kopplad i stora drag till utvecklingen av miljö och markanvändning i allmänhet. En bra kartläggning som grundläggande för vattendragsförvaltningen och målinriktad information om hoten är två nödvändiga verktyg i arbetet med att bevara flodpärlmusslan.

Relationen mellan ålder och skaltillväxt visar att musslorna från Akerselva, Gjødingelva, Lysakerelva, Rausjøbekken och Tunnsjøbekken har en högre tillväxt än musslor från andra vattendrag i samma område. Unga musslor från Leira och Kampåa visar också en hög tillväxt, men äldre musslor från samma lokal har en lägre tillväxt. Detta speglas även i den årliga tillväxten och beror på att levnadsförhållandena för musslorna har förbättrats genom kalkningsåtgärder (Dunca m.fl. 2009a,b, Sandaas & al 2011, Sevaldrud, m.fl. 1996).

Musslor från Movannbekken, Nitelva och Skarselva har en sämre tillväxt och större individuell variation än musslor från andra vattendrag i Oslo och Akerhus fylker. Detta är tacksen på att musslorna inte har optimala levnadsförhållanden sannolikt på grund av mänsklig aktivitet (timmerflottningsjord- och skogsbruk).

Litteraturlista

Dolmen, D. and Kleiven, E. 2008. **Distribution, status and threats of the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* (Linnaeus) (Bivalvia, Margaritiferidae) in Norway.** Fauna norvegica 26/27: 3-14.

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., Mørth, C-M. & Sandaas, K. 2009a. **Skaltillväxt och kemiska analyser av flodpärlmusslor från Kampåa, Norge.** Bivalvia Rapport Nr 3/2009, 27 s.

Dunca, E., Mørth, C-M. & Sandaas, K. 2009b. **Skaltillväxt och kemiska analyser av flodpärlmusslor från Leira, Norge.** Bivalvia Rapport Nr 2/2009, 26 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.

Miljødirektoratet 2018. **Handlingsplan for elvemusling (*Margaritifera margaritifera* L.) 2019 – 2028**. Rapport 1107/2018. 62 sider.

Sandaas, K. og Enerud, J. 1999: **Undersøkelse av elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Oslo-området**. - *Fauna* 52(1) 1999: 43-46.

Sandaas, K. **Utbredelse og bestandsstatus for Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Oslo og Akershus 2014**. Rapport 22 sider.

Sandaas, K., Enerud, J. & Wivestad, T. 2011. **Elvemusling i Kampåa Nes kommune i Akershus 2008-2010**. Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvernnavdelingen, rapportnummer X/2011, 49 s. http://gint.no/fmmt/elvemusling/kilder/ID_159.pdf

Sandaas, K. og Enerud, J. 2018. **Feltverifisering av miljøDNA som metode for å finne elvemusling *Margaritifera margaritifera*. Eksempel Skjærsvøelva 2018**. Oslo kommune, Oslo og Akershus fylker. 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, 228: 149-166.

Sevaldrud, I.H., Vingen, K., Kristiansson, L.T., Øxnevad, S.A. & Hegge, O. 1996. **Plan for kalkning av fiskevann i Oppland**. Rapport nr 9/96. Fylkesmannen i Oppland.

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). Skalsnittet 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 m.fl. 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.

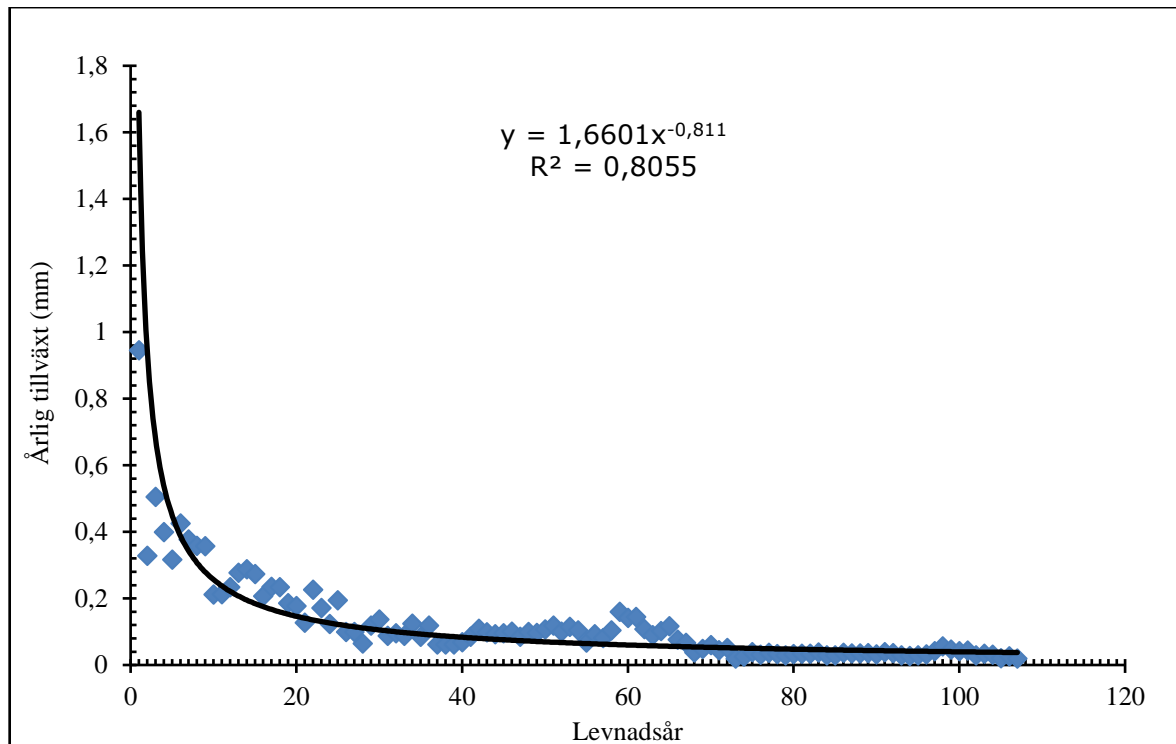
Tillväxtanalys

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 1.1) 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 årstillväxten (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 mäta tillväxten med den teoretiska tillväxten för varje levnadsår. Detta uttrycks i följande formel:

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

där:

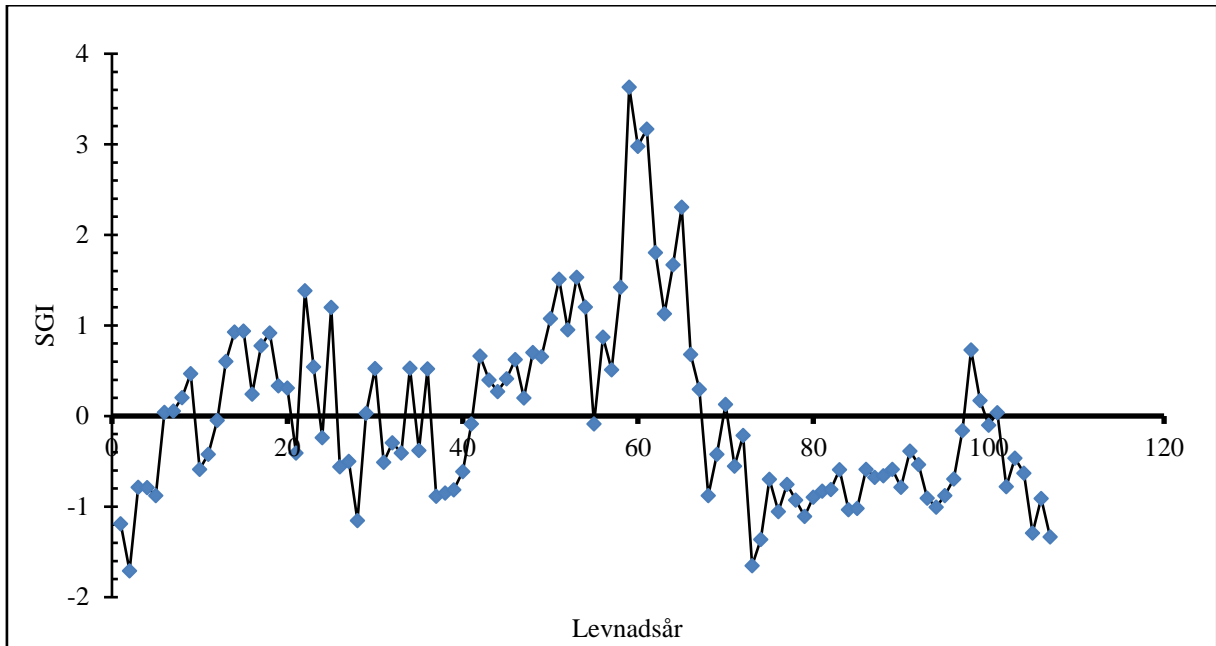
$F(t)$ = teoretiska tillväxten; $F(m)$ = tillväxtmätningar;

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

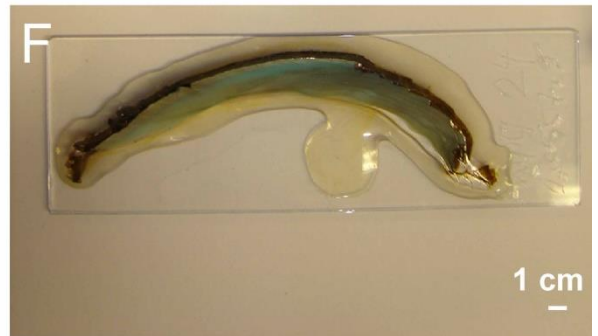
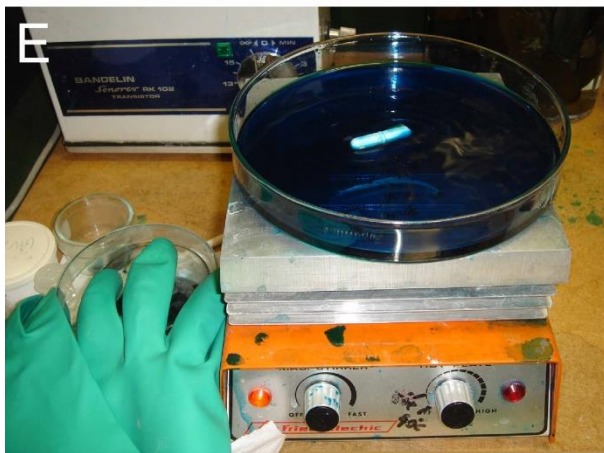
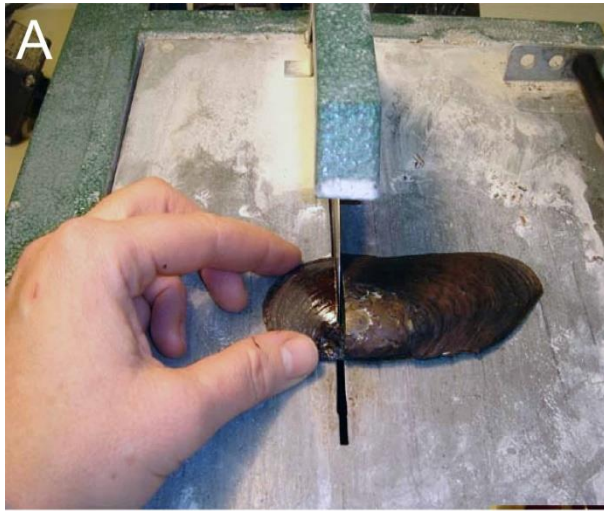
$$SGI = (GI - M_{(GI)}) / \sigma_{(GI)}$$

där:

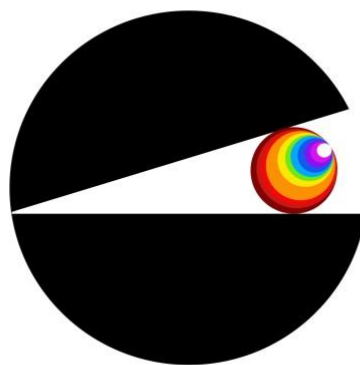
$M_{(GI)}$ = medelvärdet för tillväxtindexen och $\sigma_{(GI)}$ = standardavvikelsen för tillväxtindexen.



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