

Morfologisk variation hos skrubbskädda (*Platichthys flesus*)

– Finns det en koppling till ekologi?

Morphometric variation of flounder (*Platichthys flesus*)

– Could there be a correlation with ecology?

Lisa Axén Stålberg

Morfologisk variation hos skrubbskädda (*Platichthys flesus*) – Finns det en koppling till ekologi?

Morphometric variation of flounder (*Platichthys flesus*) – Could there be a correlation with ecology?

Lisa Axén Stålborg

Handledare: Ann-Britt Florin, SLU, Institutionen för akvatiska resurser

Btr handledare: -

Examinator: Anna Gårdmark, SLU, Institutionen för akvatiska resurser

Omfattning: 15hp

Nivå och fördjupning: Grund C (G2E)

Kurstitel: Självständigt arbete i biologi – kandidatarbete

Kurskod: EX0689

Program: Biologi och miljövetenskap

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2015

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

Nyckelord: *Platichthys flesus*, skrubbskädda, morfologi, lektyp, Östersjön, principalkomponentanalys, diskriminantanalys

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap
Institutionen för akvatiska resurser
Kustlaboratoriet, Öregrund

Sammanfattning

Fiskars morfologi, det vill säga dess utseende och form, kan variera beroende på hur de utvecklas och fortplantar sig. Morfometriska analyser används för olika typer av studier då det ger information om grupper av individer med samma reproduktionstakt, tillväxt och överlevnad samt fenotypiska grupper. Skrubbskädda, *Platichthys flesus*, delas in i två olika lektyper; utsjölekande och kustlekande, där de utsjölekande lägger pelagiska ägg och de kustlekande lägger demersala ägg. Morfometriska analyser kan vara en bra metod att skilja dessa lektyper åt i förvaltningen. I denna studie fotograferades skrubbskäddor och morfometriska analyser utfördes i samarbete med BONUS-INSPIRE för att avgöra om dessa två lektyper skiljer sig åt i morfologi. Skillnader mellan de olika lektyperna hittades för längden på stjärtfenan, bröstfenan och huvudet samt avståndet mellan anal- och bukfenan och fiskens bredd. Skillnader kunde även ses mellan de olika könen samt mellan de olika fångstområdena. De kustlekande skrubbskäddorna lägger mer energi på reproduktiv tillväxt och har därför bredare buk pga. större gonader, de har kortare huvud, bröst- och stjärtfenan vilket indikerar att lite energi läggs på kroppstillväxt. Utsjölekande skrubbskäddor lägger istället mer energi på somatisk tillväxt vilket förklarar att de är relativt längre men smalare kropp än de kustlekande. Honor har bredare buk än hanar då de har större gonader, tarmar och lever. Individerna klassades utifrån deras morfologi i en diskriminantanalys som visade att 76 av 85 individer klassades till rätt lektyp när man endast såg till deras morfologi, det ger en felmarginal på 10,5%.

Abstract

The morphology of fishes could vary depending on how they develop and reproduce. Morphometric analysis is used in many different types of studies because it gives information about groups of individuals with the same rate of development, growth and survival and phenotypic groups. The European flounder, *Platichthys flesus*, can be categorized into two different types of groups depending on their spawning strategies; deep water spawning (offshore spawning) with pelagic eggs and shallow water spawning (costal spawning) with demersal eggs. Morphometric analysis could be a good method to use when trying to separate these two spawning types apart in an efficient and economic way. In this study the flounder was photographed and morphometric analysis was conducted in cooperation with BONUS INSPIRE to see if the two different spawning types differed in morphology. Differences between the different spawning types was found on the length of the pectoral fin, the caudal fin and the head. Differences was also found for the distance between the insertion of the anal fin and the insertion of pelvic the fin, differences was also seen in body depth. There was also morphometric differences when looking at the different types of sex and the different catch areas. The costal spawning flounder focuses more on reproductive growth and has therefore a wider body depth because their gonads are larger. They have a shorter head, pectoral fin and caudal fin which indicate that more energy is used for body growth. Offshore spawning flounder focuses more on somatic growth which explain their longer and slimmer body compared to the costal spawning flounder. Females have a larger abdomen than males because their gonads, liver and intestine are larger. With a discriminant analysis all the individuals were classified into spawning type based only on their morphology, 76 of 85 individuals were classified into correct spawning type which gives an error of 10,5 %.

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	4
Figurförteckning	5
1 Introduktion	6
1.1 Morfologi för att studera fiskbestånd	6
1.2 Skrubbskädda (<i>Platichthys flesus</i>)	8
1.3 Salt- och syrehalt	9
1.4 Hypotes	9
2 Metod	10
2.1 Insamling av individer	10
2.2 Bestämning av lektyp	11
2.3 Fotografering	11
2.4 Landmärken	12
2.5 Statistik	14
2.5.1 Principalkomponentsanalys (PCA)	14
2.5.2 ANOVA	15
2.5.3 Diskriminantanalys	15
3 Resultat	16
3.1 Principalkomponentanalyser (PCA)	17
3.2 ANOVA	20
3.3 Diskriminantanalys	21
4 Diskussion	22
4.1 Slutsats	24
Tack till	26
Referenser	27

Tabellförteckning

Tabell 1. Beskrivning av de morfologiska landmärkena.	13
Tabell 2. Beskrivning av avstånden mellan de olika landmärkena.	13
Tabell 3. Fördelning av lektyp, kön och fångstområde.	16
Tabell 4. Djupfördelning för de olika fångstområdena.	16
Tabell 5. PCA värden för avstånden mellan de olika landmärkena. Värden markerade i fetstil har ett värde större än 0,2.	17
Tabell 6. Sammanfattning av klassifikation för lektyp från diskriminantanalys.	21

Figurförteckning

<i>Figur 1.</i> ICES subdivisioner i Östersjön samt namn på de uppdelade områden som refereras till (Nissling, et al., 2002)	7
<i>Figur 2.</i> Karta över de olika stationerna för provfisket av skrubbskädda för båda fångstområdena Hanöbukten och Herrvik.	10
<i>Figur 3.</i> Morfologiska landmärken numrerade i rött och avstånd mellan landmärkena markerat med blå linjer.	12
<i>Figur 4.</i> Diagram över fördelningen efter PC1 och PC2 värden för de olika lektyperna. Medelvärde för respektive lektyp markeras med stjärna i deras respektive lektyps färg.	19
<i>Figur 5.</i> Fördelning av kön efter dess PC1 och PC2 värden. Medelvärde för respektive kön markeras med en stjärna i respektive köns färg.	19
<i>Figur 6.</i> Fördelning av de pelagiskt lekande skrubbskäddorna uppdelat efter de olika fångstområdena. Medelvärde för respektive fångstområde markeras med en stjärna i respektive områdes färg.	19
<i>Figur 7.</i> Fördelning efter lektyp för individer från Herrvik utifrån deras PC1 och PC2 värden. Medelvärde för respektive lektyp markeras med en stjärna i respektive lektyps färg.	19
<i>Figur 8.</i> Fördelning efter lektyp för hanar fångade i Herrvik utifrån deras PC1 och PC2 värden. Medelvärde för respektive lektyp markeras med en stjärna i respektive lektyps färg.	19
<i>Figur 9.</i> ANOVA för de olika lektypernas skillnader i PC2-värden för samtliga individer.	20
<i>Figur 10.</i> ANOVA för fördelningen mellan de olika könen baserat på dess PC2-värden för samtliga individer.	20
<i>Figur 11.</i> ANOVA för skillnader mellan de olika fångstområdenas PC2-värden för pelagiska individer.	20
<i>Figur 12.</i> ANOVA för skillnader mellan de olika lektypernas PC2-värden för samtliga individer från Herrvik.	20
<i>Figur 13.</i> ANOVA för skillnaden mellan de olika lektypernas PC2-värden för hanar från Herrvik.	20

1 Introduktion

1.1 Morfologi för att studera fiskbestånd

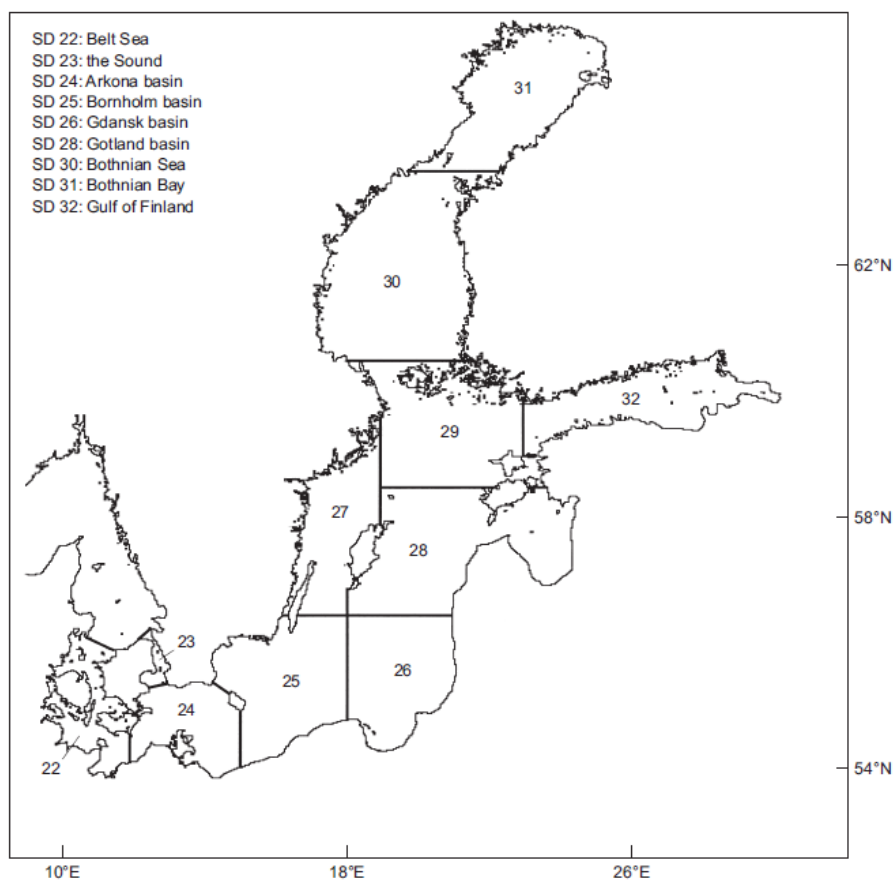
Fiskars morfologi, det vill säga dess utseende och form, kan variera beroende på hur de utvecklas och fortplantar sig (Cadrin & Silva, 2005). Morfometriska analyser används för olika typer av studier då det ger information om grupper av individer med samma reproduktionstakt, tillväxt och överlevnad samt fenotypiska grupper (Cadrin & Silva, 2005). *Limanda ferruginea* är en plattfisk som studier har utförts på i Nordamerika. En variation finns mellan individer hos *L. ferruginea* som lever i olika geografiska områden (Cadrin & Silva, 2005). De utvecklas generellt långsammare i de norra kallare vatten, det finns även en skillnad i dess utveckling sett till de olika könen. Cadrin & Silva fann i sin undersökning på *L. ferruginea* att det fanns morfologisk variation mellan könen och geografiskt. Skillnader hittades för längden på huvet samt längden på bröstfenan (ibid.). De stora variationerna i huvudområdet kan indikera skillnader i föda (ibid.). Det finns många indikatorer att morfologiska skillnader finns för de olika könen hos plattfiskar, där hanar generellt sett har längre bröstfena och större avstånd mellan ögonen och honor har större huvud och bredare kropp, vilket indikerar en snabbare tillväxt (ibid.).

Morfometriska analyser kan också användas för att identifiera olika fiskbestånd som bör skiljas åt i förvaltningen. Exempelvis har flera morfologiska studier utförts för olika laxbestånd för att testa fenotypiska variationer (Cadrin, et al., 2005). Bland annat finns studier på Atlantisk lax där morfologiska skillnader upptäckts mellan två olika grupper av Atlantisk lax i Miramichi River, New Brunswick, där den ena gruppen stannar i floden under våren medan den andra gruppen lämnar floden till våren. Skillnader hittades där de individer som lämnade floden hade kortare huvud och var kraftigare än de som stannade (ibid.). En anledning till varför de som stannar under vårfloden är klenare med längre huvud är att de har en högre energiförbrukning då de behöver kämpa i en hårdare ström jämfört med de som lämnar floden på våren (ibid.). Den grupp individer som stannar kvar i floden under våren hade även större bröst- och bukfenan som hjälper dem att lättare hålla sig fast närmare botten vid den starka vårfloden (ibid.). De fann sammanfattningsvis att morfologiska karaktärer ärvs och skillnaderna var adaptiva mellan de olika populationerna.

Denna uppsats görs i samarbete med forskningsprojektet BONUS INSPIRE, som bl.a. vill kunna avgöra om det finns en morfologisk skillnad på kustlekande och utsjölekande skrubbskädda (*Platichthys flesus*) (BONUS-INSPIRE, 2015). Varför man vill kunna skilja dessa lektyper åt är för att de leker i olika delar av Östersjön och deras tillväxt skiljer sig, men de förekommer tillsammans utanför lektid och fisket sker på båda lektyperna samtidigt (ICES, 2013). Skrubbskäddan är en stor del

bifångst vid fiske av torsk och en enkel och billig metod för att kunna avgöra vilken lektyp skrubbskäddan har behövs för att den ska kunna förvaltas på ett bra sätt (ICES, 2013; Laikre, et al., 2005).

Tidigare arbeten med liknande frågeställning finns. Utöver Cadrin & Silva (2005) har bland annat har Anna-Li Johansson kollat på hypoteserna ”kustlekande och utsjölekande skrubbskädda har olika morfologi” och ”kustlekande och utsjölekande skrubbskädda har olika kondition” (Jonsson, 2014). Där hon på liknande sätt som i denna studie fotograferat skrubbskäddor fiskade i Hanöbukten och på Gotland och kollat på deras morfologi (ibid.). Jonsson (2014) fann att morfometriska variationen hos skrubbskädda var större mellan könen än mellan lektyperna och ingen större variation fanns mellan lektyperna, viss skillnad fanns mellan de olika fångstområdena. De morfometriska skillnader som hittades beskrev bröstfenans relativa position samt huvudets relativa storlek och lite av fiskens bredd (ibid.).



Figur 1. ICES subdivisioner i Östersjön samt namn på de uppdelade områden som refereras till (Nissling, et al., 2002)

1.2 Skrubbskädda (*Platichthys flesus*)

Skrubbskädda är utbredd i stora delar av Östersjön bortsett från de östra delarna av Finlands kust (SD 32) samt bottniska viken (SD 31; figur 1) (Nissling, et al., 2002). Skrubbskäddan är den vanligaste plattfisken i Östersjön och i jämförelse med många andra plattfiskar har just skrubbskäddan vandrat längre in i Östersjön och anpassat sig bättre till de mindre salta förhållandena som råder i Östersjön (Nissling & Dahlman, 2010; Florin & Höglund, 2008). Den är en av de kommersiellt viktigaste plattfisken i Östersjön där ca 15 000 ton plockas upp per år (ICES, 2013).

Det finns många indikatorer på att skrubbskäddan har flera olika lokala populationer i Östersjön som skiljer sig åt på flera olika sätt. Bland annat vart de leker, om de leker i djupare vatten (utsjö) eller grundare vatten (kust). Generellt sett reproducerar sig flundran i djupare vatten för att sedan söka föda i grundare vatten (Florin & Höglund, 2008). Men flera studier har sett indikatorer på att det finns flundror i Östersjön som både reproducerar sig och födosöker i grundare vatten (ibid).

Skrubbskäddans ägg är beroende av att vara flytande för att en lyckad förökning skall ske (Nissling, et al., 2002). Om de inte flyter utan lägger sig på botten är chansen att de överlever mycket låg på grund av låga syrehalter vid botten (ibid.). Flera studier har visat på att skrubbskäddan har gjort vissa anpassningar på flytkraften hos deras ägg som gör att de kan flyta bra även vid lägre salthalter (ibid.). Anpassningar för att behålla en bra flytkraft vid lägre salthalter innebär en ökning av äggens storlek och vatteninnehåll samt lägre densitet (ibid.). De kustlekande skrubbskäddorna har en helt annan strategi då de har utvecklat demersala ägg som är bättre anpassade till en lägre salthalt och inte beroende av att flyta. Det innebär att de utsjölekande flundror producerar pelagiska ägg som flyter och är livskraftiga vid ~10-20 psu medan de kustlekande producerar demersala ägg som klarar av att utvecklas vid 5-7 psu (Nissling & Dahlman, 2010). Spermiemobilitet (spermiernas rörelse-/simförmåga) påverkas också av salthalten. I vatten med salthalt som understiger 11psu förlorar spermier sin mobilitet och befruktning blir inte möjlig hos utsjölekande skrubbskädda (Nissling, et al., 2002). För de skrubbskäddor som är kustlekande är spermiemobiliteten anpassad för att vara aktiv i så pass låga salthalter som 3-4 psu (ibid.). De skrubbskäddor som reproducerar sig pelagiskt satsar mer på somatisk tillväxt och har därför en större tillväxt hos sina befruktade ägg men har då istället färre ägg jämfört med de demersala (Nissling & Dahlman, 2010). De kustlekande har istället större fekunditet och mindre storlek på sina ägg, de lägger mer energi på reproduktiv tillväxt (ibid.).

Studier på om hybridisering är möjlig är få och det finns inget direkt svar idag (Nissling & Dahlman, 2010). Det finns pågående studier på Uppsala universitet, Campus Gotland, som under våren undersöker om hybridisering mellan utsjölekande och kustlekande skrubbskäddor är möjlig (Nissling, A, personlig kommentar).

1.3 Salt- och syrehalt

Salthalten är en viktig faktor när man ska kolla på de olika lektyperna av skrubbskädda då deras ägg och spermier är helt beroende av att den ligger inom rätt intervall för att en lyckad reproduktion ska ske.

Östersjön består av bräckt vatten där salthalten varierar kraftigt från norr till söder och väst till öst, från 8psu i ytvattnet i sydväst till 3 psu i ytvattnet i norr (Nissling, et al., 2002). Det finns även en vertikal gradient där salthalten är högre under haloklinen med en variation mellan 10-22psu (ibid.). Salthalterna i Östersjön är helt beroende av inflöden av saltvatten från Nordsjön genom Öresund samt lilla och stora Bält (SMHI, 2012; Nissling, et al., 2002). Då kallare vatten kan lösa mer syrgas är det inflödena som sker under vintern som har störst inverkan på syreförhållandena i Östersjön. (SMHI, 2012).

1.4 Hypotes

Då tidigare studier har visat att det finns skillnader mellan de kustlekande och de utsjölekande skrubbskäddorna när det kommer till skillnad i lektyp och genetik, kan man anta att det finns en morfologisk skillnad dessa emellan då de lever och reproducerar sig på olika sätt (Nissling, et al., 2002). Då morfologiska skillnader har upptäckts hos andra plattfiskar som t.ex. *Limanda ferruginea* kan man förvänta sig en liknande skillnad i morfologi även hos skrubbskäddan (Cadrin & Silva, 2005).

Hypotesen i denna studie är att då de olika lektyperna lägger olika mycket energi på tillväxt, antal och storlek på äggen kommer det med stor sannolikhet även finnas en skillnad i dess morfologi. Den morfologiska skillnaden mellan de olika lektyperna kommer troligen att synas främst vid de landmärken som är runt huvudregionen men även för bröstfenans längd om man ser till tidigare studie av Cadrin & Silva (2005). Även Jonsson (2014) hittade morfologiska skillnader i huvudregionen mellan de olika lektyperna. Då de olika lektyperna befinner sig i olika miljöer förväntas de äta olika saker vilket kan leda till anpassningar i morfologi som är kopplat till födointag och därav kan skillnad synas just i huvudregionen.

Morfologiska skillnader kommer med stor sannolikhet finnas mellan de olika könen då honor hos plattfisk generellt sett har större tillväxt och blir därför bredare och större i huvudregionen, hanarna borde vara mer långsmala med längre fenor (Cadrin & Silva, 2005). En mindre skillnad på individerna skulle kunna ses mellan de olika fångstområdena beroende av att temperatur och salthalt skiljer sig i de olika områdena. Jonsson (2014) såg att individer fångade vid Herrvik, Gotland var mindre i storlek jämfört med de fångade i Hanöbukten.

2 Metod

2.1 Insamling av individer

Insamling av individer gjordes i samarbete med BONUS INSPIRE i två områden i Östersjön (figur 2). Första området var Hanöbukten (SD 25) där insamling gjordes med nät på djup 10, 20, 50 och 70 meter under vecka 15, 2015 (figur 1). Område två var öster om Gotland nära Herrvik (SD 28) där fiske med nät gjordes på djupen 10, 20, 50 och 70 meter under vecka 17, 2015 (figur 1). Båda dessa områden SD 25 och SD 28 ger möjlighet att få både utsjölekande och kustlekande individer då båda områdena har ett brett djupspann. De kustlekande kommer troligen att representera den största andelen individer för de grundare provstationerna och de utsjölekande i de djupare provstationerna (figur 2). Insamling gjordes under april då det faller under skrubbskäddans lekperiod vilket möjliggör reproduktionsanalys av lektyper.



Figur 2. Karta över de olika stationerna för provfisket av skrubbskädda för båda fångstområdena Hanöbukten och Herrvik.

2.2 Bestämning av lektyp

För de skrubbskäddor som ingick i de morfologiska analyserna utfördes reproduktionsförsök på levande individer som befann sig mitt i lekperiod av Anders Nissling och Isa Wallin från Uppsala Universitet Campus Gotland, där de bland annat bestämde skrubbskäddornas lektyp. Delar av metoden beskrivs ingående i Nissling et al (2002).

De mätte spermimobilitet genom att använda mikroskåp med 250 gånger förstoring där de avgjorde om spermier var simmande, vibrerande eller stilla i vatten med olika salthalter för att se när mobiliteten avtar (Nissling, et al., 2002). Spermier från utsjölekande skrubbskädda behöver minst ca. 10,5 psu för att kunna simma, medan kustlekande även simmar i 6-7psu (Nissling, A, personlig kommentar).

Flytkraften hos ägg mättes genom att ta ägg från levande individer (Nissling, A, personlig kommentar). Äggen befruktades genom att blanda ägg och spermie i vatten med salthalt 10,5 psu (Nissling, et al., 2002). De befruktade äggens flytkraft mättes sedan genom att lägga ner dem i en densitetsgradientkolonn som har en vertikal saltahaltsgradient och dess position jämfördes med kulor av känd densitet (Nissling, A, personlig kommentar). Vid 10-15 psu flyter ägg från utsjölekande skrubba och vid ca 20 psu flyter ägg från kustlekande skrubbskädda. (Nissling, et al., 2002)

2.3 Fotografering

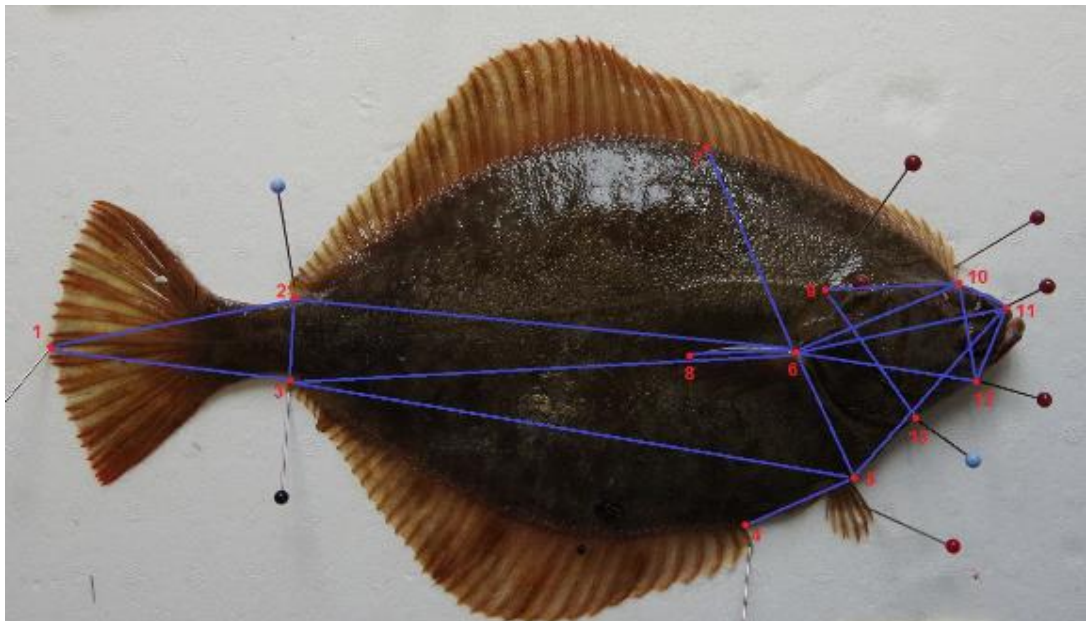
Varje individ placerades med ögonsidan upp och med ryggfenan högst upp i bild på en frigitplatta. De nålades upp med 11st nålar på särskilt utvalda punkter (figur 3). På stjärtfenan sattes en nål i dess center, för att hitta rätt punkt följdes sidolinjen hela vägen ut. På ryggfenan sattes två stycken nålar ut, en längst bak på den sista fenstrålen och en längst fram på den första fenstrålen. Av praktiska skäl sattes punkten för främre insättningen av ryggfenan på den andra fenstrålen då fiskens ögon ofta täckte insättningen av den första fenstrålen. Samma punkter sattes ut på bukfenan. Sidofenan närmast bukfenan spärrades ut. Markering där den andra sidofenan har sitt fäste gjordes. En nål sattes i sidolinjen, där huvet övergår till kropp. Nålar sattes även vid underkant av gälloket där gälarna möter kroppen samt vid käkbenets underkant. Till sist markerades överläppens kant (figur 3).

Fotograferingen utfördes med en systemkamera monterad på ett stativ rakt ovanför fisken. Avståndet mellan kamera och fisk varierade beroende på yttre förutsättningar då lokal och utrustning varierade mellan de olika fångstområdena. Under all fotografering vid samma tillfälle var avståndet mellan kamera och frigitplattan

den samma och samma inställningar på kameran användes. Bredvid fisken placerades ett millimeterpapper som används som skala samt fiskens ID-nummer för att hålla reda på var fisken var fångad samt vilket resultat reproduktionsförsöken gav.

2.4 Landmärken

Landmärkena valdes ut med inspiration från flera morfometriska studier av plattfiskar, Jonsson (2014), Cadrin (2005) samt Cadrin & Silva (2005) (figur 3, tabell 1) då vissa av landmärkena i dessa studier visade upp morfologiska skillnader mellan kön, lektyp eller geografisk spridning. Exempelvis valdes landmärke 6-8 ut då Cadrin & Silva (2005) hittat morfologiska skillnader mellan dessa punkter. Även landmärkena som mäter längden på huvudet, exempelvis 6-10, 6-11 och 6-12, valdes ut då Cadrin & Silva (2005) sett morfologiska skillnader i huvudets storlek, dock skiljer sig landmärkena lite åt då Cadrin & Silva använt ögonen som landmärken, men dessa byttes ut då ögonen på skrubbskäddorna kunde vara så pass deformerade att de inte kunde användas som landmärken. Tidigare studier utförda för just skrubbskädda (Jonsson, 2014) visade inte någon signifikant skillnad i lektyp, därför valdes även nya landmärken ut för att kunna upptäcka om morfologiska skillnader kunde hittas med dessa.



Figur 3. Morfologiska landmärken numrerade i rött och avstånd mellan landmärkena markerat med blå linjer.

Tabell 1. *Beskrivning av de morfologiska landmärkena.*

Landmärke	Beskrivning
1	Stjärtfenans spets i linje med sidolinjen
2	Bakre insättning av ryggfenan
3	Bakre insättning av analfenan
4	Främre insättning av analfenan
5	Främre insättning av bukfenan
6	Dorsal insättning av bröstfenan
7	Insättning av ryggfenan i linje med punkter 5 och 6
8	Bröstfenans spets
9	Övergång mellan kropp och gällock i linje med sidolinjen
10	Främre insättning av ryggfenan
11	Nospets (mätt ovan överläppen)
12	Bakre del av käkben
13	Övergång mellan kropp och gällock underkant

Tabell 2. *Beskrivning av avstånden mellan de olika landmärkena.*

Avstånd	Beskrivning/namn
1-2	Längd stjärtfena med stjärtspole övre
1-3	Längd stjärtfena med stjärtspole undre
2-3	Stjärtspolens bredd
2-6	Kroppslängd 1
3-5	Kroppslängd nedre
3-6	Kroppslängd 2
4-5	Främre insättning analfena - Bukfena
5-6	Bukensbredd
5-11	Bukfena - nospets
6-7	Ryggens bredd
6-8	Bröstfenans längd
6-10	Bröstfena - Främre ryggfena
6-11	Bröstfena - Nospets
6-12	Bröstfena - Käkben
9-10	Benutbuktning bakom huvud - Främre insättning ryggfena
9-13	Huvets bredd bakre
10-11	Noslängd övre
10-12	Huvets bredd främre
11-12	Noslängd undre

Landmärkena, enligt figur 3, liksom den fotograferade millimeterskalan markerades för hand med muspekare på bildskärmen i datorprogrammet tpsDig (Rohlf, 2015). Genom detta program får man fram skala och position av landmärkena. Dessa data exporterades sedan till Excel och med hjälp av Pythagoras sats räknades avståndet mellan landmärkena (tabell 2) ut i cm, utförlig beskrivning se Blass (2014). För att kontrollera om landmärkena har satts ut konsekvent på fotografierna sattes landmärken ut på samma fotografi två gånger, detta gjordes för 20st olika individer. Fotografierna analyserades i slumpmässig ordning för att undvika att bli mer noggrann eller mer slarvig beroende på tidpunkt för analysen av fotografierna.

Något som är viktigt att tänka på när man gör morfometriska analyser på individer som är mitt i leken är att deras form kan ändras upp till 40 % jämfört med hur deras kroppsform är utanför leken (ibid). Anledningen är att fiskarnas gonader blir mycket större för att hålla stora mängder rom och mjölke (ibid.). Det är därför viktigt att alla individer som analyseras är i samma lekstadie. För denna studie är detta mitt i leken då reproduktionsstudier måste utföras på fiskarna för att kunna lektypsbestämma dem.

2.5 Statistik

För att se om det fanns signifikanta skillnader för landmärkena mellan mättillfällena samt för att se storleken på standardavvikelsen för landmärkenas koordinater utfördes ett statistiskt t-test med en signifikansnivå på 0,05.

2.5.1 Principalkomponentsanalys (PCA)

Principalkomponentsanalyser (PCA) utfördes för att få fram ett samlat mått, i form av PC1 och PC2 värden, för samtliga avstånd mellan landmärkena och för att se vilka landmärken som förklarade mest variation. Resultaten från PCA användes för vidare analyser med grafiska presentationer av PC1 och PC2 för fem olika aspekter av hur morfologisk variation är kopplad till lektyp, kön och område.

Första aspekten såg på vilka variabler som förklarar skillnad mellan de olika lektyperna för samtliga individer. Den andra aspekten kollade på hur de olika variablerna varierar/korrelerar beroende på kön. Den tredje aspekten såg endast på de pelagiska individerna och hur de varierar eller korrelerar i de olika områdena Herrvik och Hanöbukten. Den fjärde aspekten kollade hur lektyperna varierar/korrelerar i området Herrvik. Den femte aspekten såg till hur lektyp varierade/korrelerade för hanar fångade i Herrvik.

Då antalet pelagiska individer fångade i Hanöbukten var så pass få utfördes den fjärde aspekten för lektyp i Herrvik för att kunna utesluta felkällor med för få individer i den första aspekten som kan leda till att skillnaden som visas beror på de olika fångstområdena. Men en felkälla för fjärde aspekten var att det var så pass få

honor som var pelagiska vilket gör att resultatet från fjärde aspekten kan vara missvisande och visa skillnaden mellan könen istället för skillnad i lektyp, därför utfördes den femte aspekten som endast såg till hanar från Herrvik. Något som måste beaktas för den femte aspekten är att individantalet nu är mindre och därav är styrkan i testet mindre, dvs. chansen att upptäcka en skillnad även om den finns är lägre.

Spridningsdiagram med grupper skapades för samtliga analyserna med PC2 värden på y-axeln och PC1 värden på x-axeln. Medelvärde för de olika gruppernas PC1 och PC2 värden beräknades separat i Excel och fördes in i diagrammen manuellt.

2.5.2 ANOVA

ANOVA utfördes på PC2 värdena (då de förklarar skillnad som finns mellan individernas form, PC1 värdena förklarar skillnad som finns beroende av individernas storlek) för de fem olika aspekterna av hur morfologisk variation är kopplade till lektyp, område och kön som undersöktes i PCA. Testet utfördes med en signifikansnivå på 0,05 och p-värde samt standardavvikelse räknades ut. "One-way Anova" användes med "response" PC2 värden för samtliga landmärken och med "factor": lektyp, kön, fångstområde (endast pelagiska), lektyp (endast från Herrvik och endast hanar från Herrvik). Diagram som visar medelvärden och konfidensintervall för de undersökta faktorerna skapades för varje analys.

2.5.3 Diskriminantanalys

Diskriminantanalys användes för att kunna avgöra om avstånden mellan landmärken skiljer sig mellan lektyperna och genom analysen avgöra hur många individer av en viss lektyp som utifrån avstånden kan placeras i rätt lektyp. För att kunna göra denna analys behöver data för avstånden mellan landmärken anpassas så att fiskens storlek inte påverkar resultatet. För att få fram dessa data divideras samtliga avstånd mellan landmärken med fiskens totallängd, detta görs för samtliga individer. För att kontrollera att storlekskorrigeringen fungerat tillfredställande gjordes en korrelations matris där samtliga variabler jämfördes med totallängden för varje individ. Alla variabler (9 stycken) som fortfarande var signifikant korrelerade ($p < 0,05$) med totallängd plockades bort och analysen utfördes på nytt utan de starkt korrelerade variablerna och nya värden erhöles.

"Groups" i statistikprogrammet väljs lektyp, "Predictors" samtliga korrigerade avstånd mellan landmärken och funktionen skall vara linjär.

Alla statistiska beräkningar och analyser utfördes i programmet "Minitab".

3 Resultat

Totalt fångades 85 individer i de båda fångstområdena, 34 stycken i Hanöbukten och 51 stycken i Herrvik (tabell 3). I Hanöbukten fångades majoriteten av fiskarna på de djupare stationerna och flest individer från Hanöbukten var av pelagisk typ (tabell 4). Från Herrvik fångades flest antal individer i de grundare stationerna, men det var även ett stort antal individer från de djupare stationerna (tabell 4). Fångstområdet Herrvik har ett stort utbud av individer för båda lektyper, båda könen och olika fångstdjup (tabell 3 och 4).

Tabell 3. *Fördelning av lektyp, kön och fångstområde.*

Kön	Fångstområde	Antal individer	Pelagiska	Demersala	Högervridna	Vänstervridna
Honor	Hanöbukten	11	9	2	10	1
Hanar	Hanöbukten	23	23	0	20	3
Honor	Herrvik	17	2	15	15	2
Hanar	Herrvik	34	17	17	24	10
TOTALT		85	51	34	69	16

Tabell 4. *Djupfördelning för de olika fångstområdena.*

Djup	Hanöbukten		Herrvik	
	Demersala	Pelagiska	Demersala	Pelagiska
10	0	0	3	1
20	1	0	28	3
50	1	3	1	0
70	0	29	0	15

Det matchade t-testet som utfördes för de 19 avstånden mellan landmärkena hos 20 individer visade att det inte fanns någon signifikant skillnad mellan mättillfällena för något av avstånden. Samtliga värden hade ett 95 % konfidensintervall som täckte hypotesen 0, samt låga standardavvikelser där det högsta var 0,12. Alla avstånden mellan landmärkena kan därför användas.

3.1 Principalkomponentanalyser (PCA)

Tabell 5. PCA värden för avstånden mellan de olika landmärkena. Värden markerade i fetstil har ett värde större än 0,2.

Avstånd	PC1	PC2
Landmärken 1-2	0,226	0,267
Landmärken 1-3	0,219	0,33
Landmärken 2-3	0,219	0,076
Landmärken 2-6	0,241	-0,002
Landmärken 3-5	0,242	-0,159
Landmärken 3-6	0,241	-0,026
Landmärken 4-5	0,19	-0,64
Landmärken 5-6	0,231	-0,323
Landmärken 5-11	0,245	-0,018
Landmärken 6-7	0,212	-0,253
Landmärken 6-8	0,203	0,287
Landmärken 6-10	0,234	0,241
Landmärken 6-11	0,24	0,121
Landmärken 6-12	0,235	0,112
Landmärken 9-10	0,222	0,139
Landmärken 9-13	0,24	-0,125
Landmärken 10-11	0,225	-0,026
Landmärken 10-12	0,242	0,014
Landmärken 11-12	0,243	-0,076

PCA analysen för samtliga individer visade att 84 % av de skillnader som hittades för avstånden mellan landmärkena förklaras av PC1 vilket kan antas förklaras av individernas olika storlekar. Samtliga värden för PC1 är nämligen positiva och approximerat lika vilket innebär att alla avstånd korrelerar positivt med en faktor som beskriver fiskens form vilket i detta fall kan antas vara storleken på individerna (Cadrin & Silva, 2005).

4,5 % av skillnaderna mellan samtliga individer förklaras av PC2, dvs. skillnader i form (Cadrin, et al., 2005). PC2 värdena beskriver hur stor påverkan varje avstånd har på det slutliga värdet på PC2 samt om de påverkar positivt eller negativt. De värden som är större än 0,2 kan sägas vara starka och ha stor påverkan (tabell 5). Alltså har en individ med högt PC2 värde lång stjärtfena (1-2, 1-3) och lång bröstfena (6-8) som är placerad längre bak på fisken i förhållande till främre insättningen av ryggfenan(6-10), dvs. längre huvud. Bukfenan sitter lite längre bak i förhållande till analfenan(4-5) och fisken är lite smalare (5-6, 6-7) hos individer med högt PC2.

De beräknade PCA värdena för alla avstånden mellan landmärkena för samtliga fiskar kontrollerades att de inte översteg värdet 3. Är värdet större än 3 visar detta

att individen avviker mer än förväntat från övriga individer (Cadrin & Silva, 2005). Det var några individer som översteg värdet 3, dessa kontrollerades för att utesluta mätfel eller inmatningsfel, men inga sådana upptäcktes. Dessa anses därför vara en del för den naturliga variationen av skrubbskäddor och deras avvikande värden kan förklaras av att totallängden för dessa individer var stor.

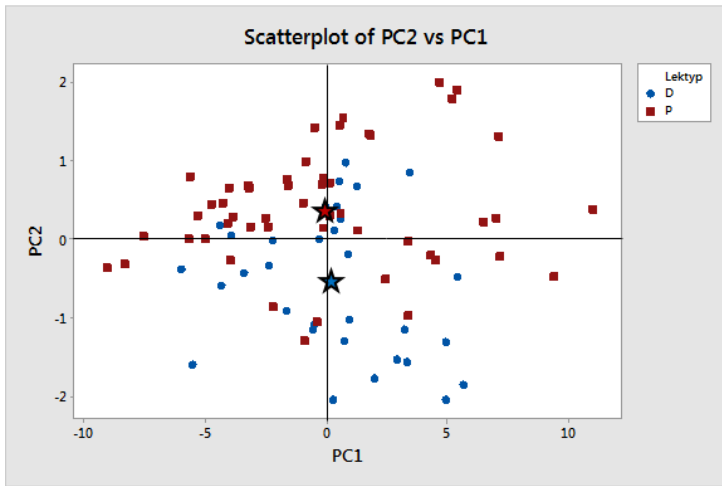
När samtliga individer ingick i analysen tycks lektyperna skilja sig åt i form (PC2) men inte i storlek (PC1) (figur 4). Medelvärden hos båda lektyperna visar att PC1 är väldigt lika (pelagiska = -0,13 och demersala = 0,20), men medelvärdet för PC2 skiljer sig mer där de pelagiska har större värde (0,37) än de demersala (-0,56). En ANOVA avslöjade att de pelagiska har ett signifikant högre värde på PC2 än de demersala (ANOVA, $F=27,40$, $df=83$, $p<0,000$; figur 9).

Könen verkar också skilja sig åt i både storlek och i form när samtliga individer ingår i analysen, där honorna är större (PC1= 2,67) jämfört med hanarna (PC1= -1,31) men hanarnas form är starkare positivt korrelerat med PC2 (PC2= 0,45) än honornas (PC2= -0,91) (figur 5). ANOVA visar att hanarna har ett signifikant högre värde på PC2 än honorna (ANOVA, $F=76,39$, $df=83$, $p<0,000$; figur 10).

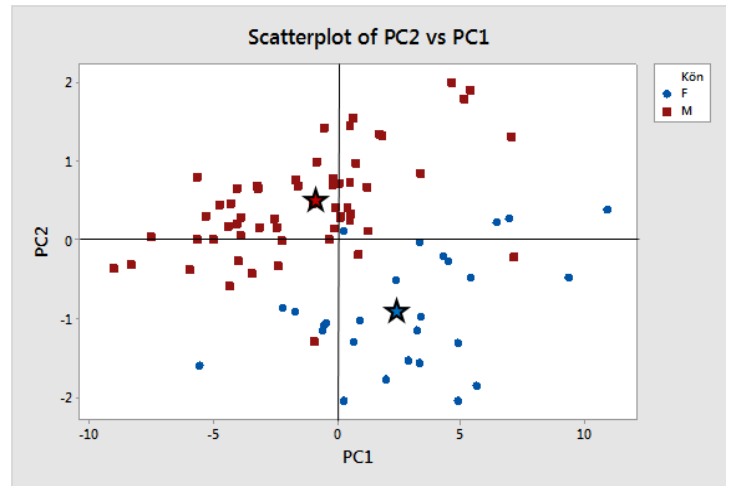
Det ses ingen större skillnad i formen mellan de olika fångstområdena när samtliga individer ingår i analysen (Hanöbukten PC2= 0,44 och Herrvik PC2= 0,26, figur 6). Storleken mellan områdena skiljer sig dock då Hanöbukten har större individer (PC1= 1,24) än Herrvik (PC1= -2,44). ANOVA för skillnaden mellan fångstområdena skiljer sig inte signifikant åt i form. (ANOVA, $F=0,74$, $df=49$, $p<0,393$; figur 11).

Lektyperna verkar skilja sig åt i både storlek och form för individer fångade i Herrvik, där de pelagiska är något mindre (PC1= -2,44, figur 7) men har starkare positiv korrelation med PC2 (PC2= 0,26) jämför med de demersala (PC1= 0,11 och PC2= -0,55). En ANOVA avslöjar att de pelagiska har ett signifikant högre värde på PC2 än de demersala (ANOVA, $F=13,47$, $df=49$, $p<0,001$; figur 12).

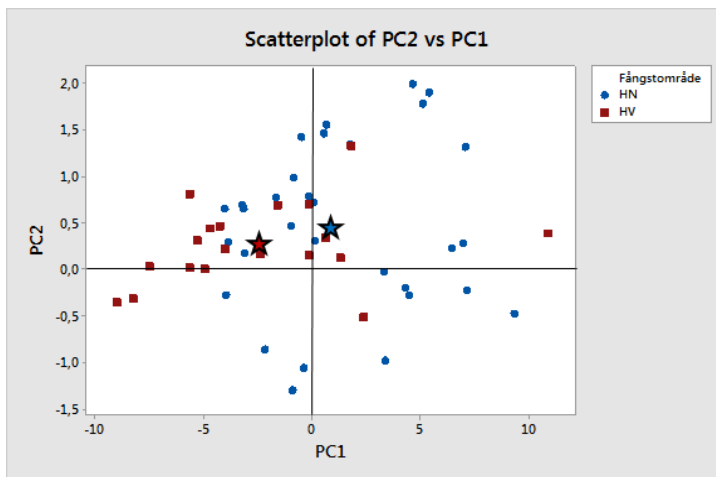
Figur 8 tyder på att formen mellan de olika lektyperna för hanar i Herrvik inte skiljer sig åt då pelagiska har PC2= 0,30 och demersala har PC2= 0,17. Däremot skiljer sig lektyperna lite åt i storlek där de demersala är större (PC1= ,1,10) än de pelagiska (PC1= -3,52). En ANOVA tyder på att de pelagiska har något högre värde på PC2 än de demersala men det är inte signifikant (ANOVA, $F=0,70$, $df=32$, $p=0,408$; figur 13).



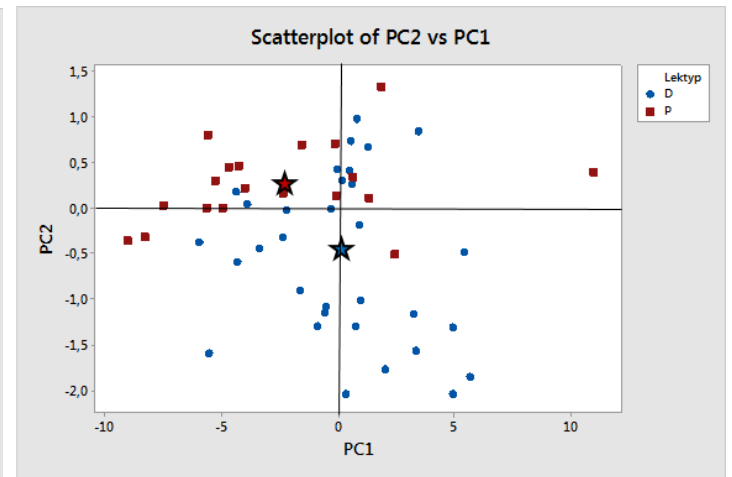
Figur 4. Diagram över fördelningen efter PC1 och PC2 värden för de olika lektyperna. Medelvärde för respektive lektyp markeras med stjärna i deras respektive lektyps färg.



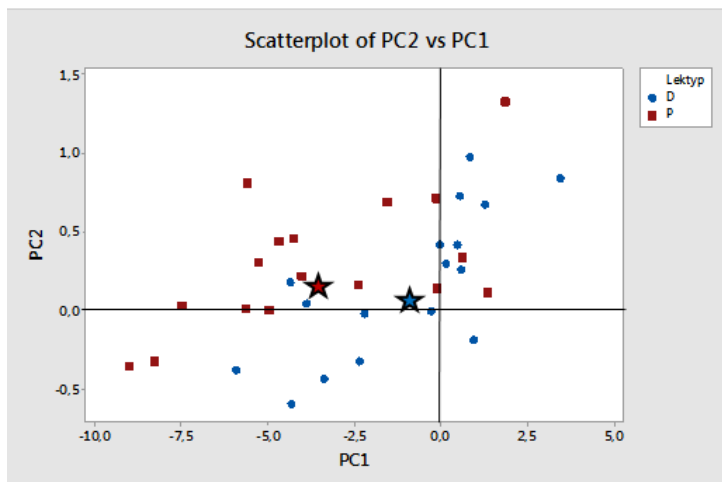
Figur 5. Fördelning av kön efter dess PC1 och PC2 värden. Medelvärde för respektive kön markeras med en stjärna i respektive köns färg.



Figur 6. Fördelning av de pelagiskt lekande skrubbskäddorna uppdelat efter de olika fångstområdena. Medelvärde för respektive fångstområde markeras med en stjärna i respektive områdes färg.

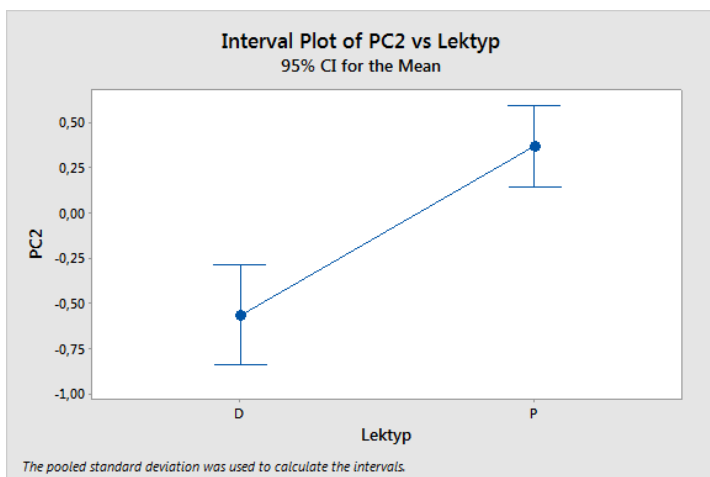


Figur 7. Fördelning efter lektyp för individer från Herrvik utifrån deras PC1 och PC2 värden. Medelvärde för respektive lektyp markeras med en stjärna i respektive lektyps färg.

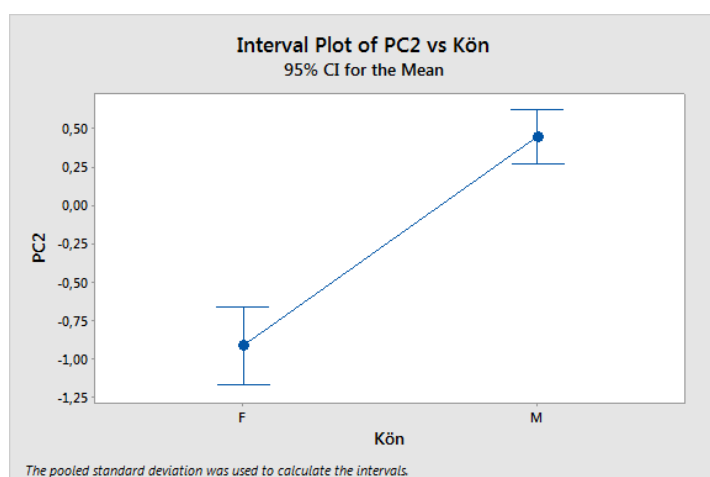


Figur 8. Fördelning efter lektyp för hanar fångade i Herrvik utifrån deras PC1 och PC2 värden. Medelvärde för respektive lektyp markeras med en stjärna i respektive lektyps färg.

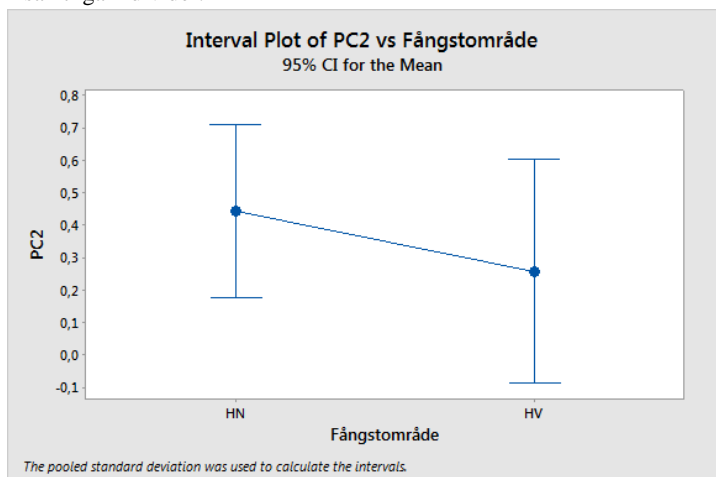
3.2 ANOVA



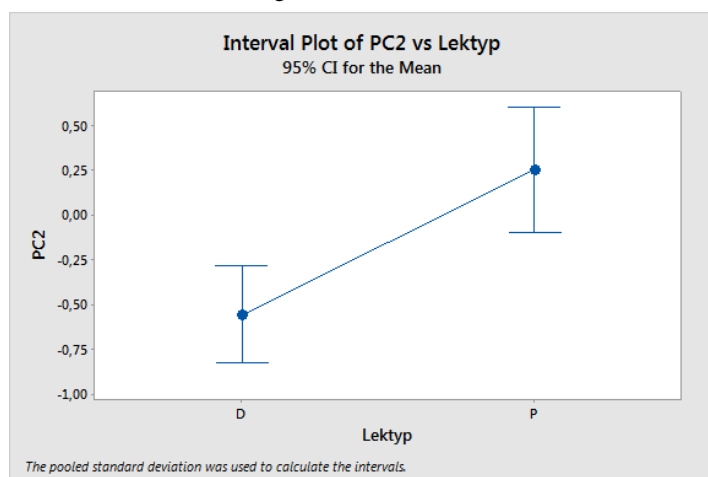
Figur 9. ANOVA för de olika lektypernas skillnader i PC2-värden för samtliga individer.



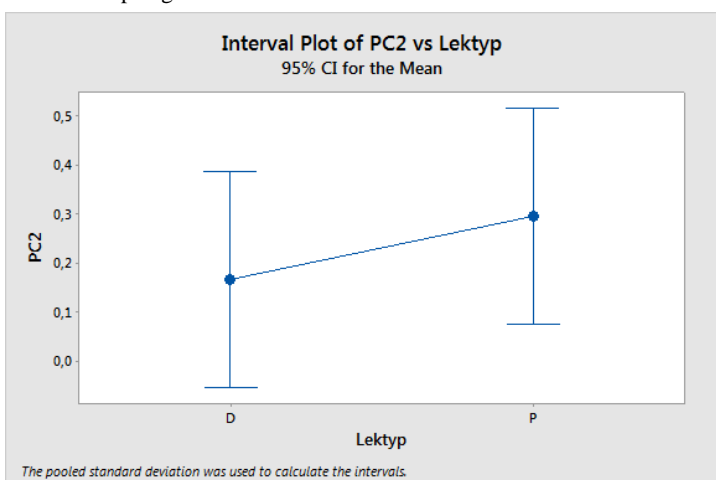
Figur 10. ANOVA för fördelningen mellan de olika könen baserat på dess PC2-värden för samtliga individer.



Figur 11. ANOVA för skillnader mellan de olika fångstområdenas PC2-värden för pelagiska individer.



Figur 12. ANOVA för skillnader mellan de olika lektypernas PC2-värden för samtliga individer från Herrvik.



Figur 13. ANOVA för skillnaden mellan de olika lektypernas PC2-värden för hanar från Herrvik.

3.3 Diskriminantanalys

Nio variabler visade sig vara korrelerade med totallängd: 1-2, 1-3, 2-3, 4-5, 6-8, 6-10, 6-11, 6-12 och 9-10. Dessa variabler plockades bort och diskriminantanalysen utfördes utan dessa.

Tabell 6. *Sammanfattning av klassifikation för lektyp från diskriminantanalys.*

Placerad i grupp	Rätt grupp	
	D	P
D	31	6
P	3	45
Totalt antal	34	51
Antal rätt	31	45
Proportion	0,912	0,882

Totalt klassades 85 individer, av dessa klassades 76 stycken i rätt grupp. I analysen var det totalt 9 individer som blev placerade i fel lektypsgrupp (tabell 7). Felmarginalen är $9/85 = 10,5\%$.

Det finns ingen tydlig korrelation mellan lektyp, kön, fångstområde, djup eller längd för de individer som missklassificerats då det är ganska jämn uppdelning mellan de olika faktorerna. Av de nio individer som missklassificerats kom 4st från Herrvik och 5st från Hanöbukten så de olika fångstområdena kan inte förklara felen. 5st var hanar och 4st var honor så även könen kan inte förklara missklassificeringen. Det var 3 demersala och 6 pelagiska som placerades i fel grupp av lektyp vilket inte kan ge några indikatorer för vad felen beror på. Deras längd kan inte heller förklara missklassificeringen då individerna hade ett längdintervall mellan 230-358cm. Fångstdjupen för individerna var 5st från 70 meter och 4st från 20 meter, vilket kan indikera att felen finns för just de två djupen. Men då majoriteten av fiskarna fångats just på 20 och 70 meters djup är troligen detta förklaringen för att just dessa djup representeras här (tabell 4).

4 Diskussion

Denna studie visar att morfologiska skillnader kan ses mellan skrubbskäddans lektyper på längden av bröstfenan (6-8), längden på huvudet (6-10), längden på stjärtfenan (1-2 och 1-3), avståndet mellan bukfenan och främre insättningen av analfenan (4-5) samt bredden på fisken (5-6 och 6-7). De demersala skrubbskäddorna har kortare stjärtfena, bröstfena och huvud. Deras bukfena sitter längre fram på fisken och de är lite bredare. De pelgiska är motsatsen, de har längre stjärtfena, bröstfena samt huvud och deras bukfena sitter längre bak på kroppen och de är smalare.

Att bukfenan skulle variera för de olika lektyperna stämmer bra överens med hypotesen och resultatet Cadrin & Silva fick i sin studie på *Limanda ferruginea* längs Nordamerikas östkust, även längden på huvudet stämmer bra överens med detta. De kunde också se skillnader i längden på stjärtfenan vilket även ses här.

Anledning till varför de olika lektyperna skiljer sig åt är att de lägger olika mycket energi på tillväxt och reproduktion i olika stadier i deras levnadstid. De demersala lägger mer energi på sin reproduktiva tillväxt vilket kan förklara att de har långsammare tillväxt i andra delar av kroppen som inte har direkt med reproduktionen att göra. De har nämligen kortare stjärtfena (1-2, 1-3), kortare bröstfena (6-8) samt kortare huvud (6-10). Däremot sitter bukfenan längre fram på fisken (4-5) och fisken är lite bredare (5-6, 6-7), vilket indikerar att den lägger mer energi på reproduktion och blir då bredare då deras gonader blir större för att få plats med mer ägg eller mjölke (Nissling & Dahlman, 2010). Detta kan jämföras med pelagiska som lägger mer energi på somatisk tillväxt vilket förklarar att de har längre stjärtfena, bröstfena och huvud samt att de är smalare (ibid.).

Om man istället jämför de olika könen kan man se att hanarna har ett större värde på PC2 vilket visar att de har längre stjärtfena och bröstfena samt längre huvud. Detta stämmer överens med faktorn att hanar generellt sett ska ha längre bröstfena (Cadrin & Silva, 2005). Däremot ska honornas huvud generellt sett vara större än hanarnas vilket inte stämmer överens med data framställt från denna studie (ibid.). Hanarna är även smalare och bukfenan sitter längre bak på fisken. Att hanarna är smalare i jämförelse med honorna förklaras av att honorna blir bredare då de bl.a. måste få plats med mycket rom som tar större plats i buken än vad mjölken gör. Det finns även indikatorer på att honor hos plattfiskar även ska ha en större lever och tarmar samt äta mer än hanarna (Cadrin & Silva, 2005). Honor ska generellt sett ha en snabbare tillväxt än hanar vilket ses genom en större buk (bredare) och ett större huvud (ibid.). Huvudstorleken i denna studie visar sig vara större för hanar och inte honor, men detta gäller endast längden på huvudet och inte bredden. För bredden på huvudet har inte några morfologiska skillnader upptäckts. Däremot att honorna ska ha

större buk jämfört med hanarna stämmer bra överens med resultaten från denna studie.

Hypotesen om att individer från Hanöbukten kommer vara längre än de fångade i Herrvik stämmer då medelvärdena för PC1 är 1,24 respektive -2,44 när man endast ser till pelagiska individer (figur 6). Varför det är en storleksskillnad mellan de olika områdena är för att tillväxten hos fiskarna ökar med en ökad temperatur samt salt-halt, därav blir skrubbskäddan större i Hanöbukten då det ligger längre söderut och är därför varmare samt högre salthalt då det ligger närmare inflödet i Öresund och Bälten (Florin, 2005; Nissling, et al., 2002).

ANOVA stöder resultatet att det finns signifikanta skillnader i morfologi mellan utsjölekande och insjölekande skrubbskäddor, både när man kollar på samtliga individer och när man endast kollar på individer från Herrvik. Det finns även signifikanta skillnader för morfologi mellan de olika könen. Däremot måste man ta hänsyn till de felkällor som följer med dessa resultat som beror av ojämn fördelning av kön, lektyp eller fångstområde. Den skillnad i morfologi för samtliga individer som hittats behöver inte endast bero på att det finns skillnad mellan lektyperna, den skillnad som ses kan även bero på morfologiska skillnader mellan könen samt mellan de olika fångstområdena. Därför utfördes analyserna endast för Herrvik för att utesluta att skillnaderna beror på skillnad i fångstområde (då få pelagiska individer fångats i Hanöbukten) samt endast för hanar från Herrvik för att utesluta skillnad beroende av kön eller fångstområde (då få honor i Herrvik var pelagiska). Men en felkälla för resultaten för hanar från Herrvik är att individantalet för analysen var ganska låg och därav är styrkan i testet mindre. Inga signifikanta skillnader mellan lektyperna för aspekten endast hanar från Herrvik kunde hittats, det kan antingen bero på att det faktiskt inte finns några skillnader mellan lektyperna då man uteslutit alla eventuella felkällor som kön och fångstområde, eller så är det beroende av att individantalet är så pass lågt att signifikanta skillnader inte kan uppnås då variablerna är för många, dvs chansen att upptäcka en skillnad som finns är lägre. Inga signifikanta skillnader mellan fångstområdena för pelagiska individer kunde hittas.

Diskriminantanalysen visade också att det finns en morfologisk skillnad mellan utsjölekande och kustlekande skrubbskädda. Bland de demersala klassades 31 av 34 individer till rätt lektyp och de pelagiska klassades 45 av 51 individer till rätt lektyp.

Felmarginalen vid användning av morfometrisk analys för att bestämma lektyp hos skrubbskädda är 9/85, d.v.s. 10,6 % felmarginal. Det är en ganska stor felmarginal som skulle behöva minskas för att metoden skall kunna användas fullt ut. Ett problem med borttagande av landmärken kan vara att felmarginalen blir större än vad den hade varit om man behållit dem. Ett alternativ hur detta skulle kunna förbättras är att ändra och/eller minska vilka avstånd man kollar på och på detta sätt få

ett mer korrekt resultat. Risken när man tar bort avstånd för att de är för starkt korrelerade med varandra är att man tar bort viktiga avstånd som kan ha stor betydelse för individernas morfologi.

Då både kön och lektyp hade samma inverkan på PC2 och data i denna studie inte är jämt fördelat mellan kön och lektyp går det inte att med säkerhet dra slutsatsen att den skillnad som vi fann i lektyp inte beror på en skillnad i kön. Därför skulle en studie som bygger på denna göras med ett större antal individer med en jämnare fördelning.

En av hypoteserna i denna studie var att det kommer synas morfometriska skillnader mellan lektyperna för avstånden mellan landmärkena i huvudregionen samt längden på bröstfenan. Lyckligtvis kan man se skillnader mellan de olika lektypernas morfologi på just bröstfenans längd och längden på huvudet. Däremot kunde ingen skillnad hittas för de andra variablerna runt huvudet som exempelvis bredden. Men skillnader kunde istället hittas för stjärtfenans längd, bredden på fisken samt avståndet mellan bukfenan och analfenan.

Så är morfometriska analyser en bra metod att använda för att bestämma lektyp hos skrubbskäddan i Östersjön? Ja till viss del eftersom flera avstånd mellan landmärkena visade sig vara signifikant skilda från varandra för de olika. Det skulle däremot behöva göras fortsatta studier inom området med fler antal individer från de båda lektyperna och könen för att få en bättre säkerställd slutsats. Förslagsvis att fotografering och morfometriska analyser utförs nästa säsong för samma provtagningsstationer och att fotografier och data från denna säsong även används vid analyserna. För att detta ska vara möjligt är det viktigt att samma eller liknande landmärken används för att det ska kunna markeras ut i tpsDig. Tanken var att kunna använda förra säsongens fotograferingar av Jonsson (2014) även i denna studie för att kunna få mer data, men detta var inte möjligt då vissa av landmärkena inte gick att läsa ut från Jonssons fotografier då dessa inte hade markerats med nål på fiskarna.

4.1 Slutsats

Morfologiska analyser är en metod som kan användas för att avgöra skillnaden mellan lektyper hos skrubbskädda. De utsjölekande skrubbskäddorna har längre stjärtfena, bröstfena och huvud samt de är smalare och dess bukfena sitter längre bak. Kustlekande har istället kortare stjärtfena, bröstfena samt huvud. De är bredare och deras bukfena sitter längre fram på kroppen. Skillnader mellan de olika könen måste tas hänsyn till samt mindre storleksskillnad mellan de olika fångstområdena.

Att kunna se morfometriska skillnader mellan de olika lektyperna direkt ute i fält skulle vara svårt då de skillnader som finns är så pass små. Om någon skillnad skulle

kunna ses skulle detta kunna vara mellan landmärke 4-5 då det var detta avstånd som var starkast korrelerat med PC2. Eventuellt skulle vissa avstånd (starkt korrelerade med PC2) kunna mätas med linjal och jämföras med fiskens storlek och på så sett se om vilken lektyp fisken hör, men fortsatta studier skulle behöva göras på detta då jag på grund av tidsbrist inte kunnat undersöka denna typ av lektypsbestämningssmetod. Eftersom morfometriska analyser är relativt enkla och prisvärda är detta en bra alternativ metod att använda för att lektypsbestämma skrubbskädda i förvaltningen.

Kompletterande studier är nödvändiga för att säkerställa att de morfometriska skillnader som hittats är statistiskt säkra för att kunna använda i förvaltningen.

Tack till

Jag vill först tacka min handledare, Ann-Britt Florin från institutionen för akvatiska resurser på Sveriges Lantbruksuniversitet, för all hjälp genom hela projektets gång. Jag vill även tacka Martina Blass från institutionen för akvatiska resurser på SLU för hjälpen med fotografering, metod samt analys av fotografierna. Tack till Anders Nissling från Uppsala Universitet, Campus Gotland, för hjälp och inspiration under fältarbetena i Hanöbukten och Gotland. Stort tack till Claudia von Brömmesen på institutionen för statistik på SLU som hjälpte mig att analysera mina data i olika statistikprogram.

Tack till pappa för intresset för hav och fiskar, till mamma och syster som har gett mig stöd, uppmuntran och energi. Till sist vill jag tacka Sofia och Emelie för uppmuntran, stöd och bollande av idéer genom hela projektets gång.

The research leading to these results has also received funding from BONUS (INSPIRE project), the joint Baltic Sea research and development programme (Art 185), funded jointly from the European Union's Seventh Framework Programme for Research, Technological Development and Demonstration, and from the Swedish Research Council Formas.

Referenser

Blass, M., 2012. *Lathund till Morphometrics at SUNY Stony Brook*.

Blass, M., 2014. *Morfologisk studie av höst- och vårlekande strömming*, Öregrund: Sveriges Lantbruksuniversitet.

BONUS-INSPIRE, 2015. *The INSPIRE project*. [Online]
Available at: <http://www.bonus-inspire.org>
[Accessed 22 05 2015].

BONUS-INSPIRE, n.d. *Survey protocol Gillnet surveys*.

Cadrin, S. X., Friedland, K. D. & Waldman, J., 2005. "Morphometric Landmarks" Chapter 7. In: *Stock Identification Methodology*. Amsterdam: Elsevier Academic Press, pp. 153-172.

Cadrin, S. X. & Silva, V. M., 2005. Morphometric variation of yellowtail flounder. *ICES Journal of Marine Science*, Issue 62, pp. 683-694.

Florin, A.-B., 2005. *Flatfishes in the Baltic Sea - a review of biology and fishery with focus on Swedish conditions*, Kustlaboratoriet, Öregrund: Fiskeriverket.

Florin, A.-B. & Höglund, J., 2008. Population structure of flounder (*Platichthys flesus*) in the Baltic Sea: differences among demersal and pelagic spawners. *Heredity*, Volume 101, pp. 27-38.

ICES, 2013. *Report of the Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS)*, ICES Headquarters, Copenhagen: ICES CM 2013/ACOM:10.

Jonsson, A.-L., 2014. *Morfometrisk och konditionsmässig variation hos *Platichthys flesus* i Östersjön*. s.l.:Göteborgs universitet. Institutionen för Biologi och Miljövetenskap.

Laikre, L., Palm, S. & Ryman, N., 2005. Genetic population structure of fishes: implications for coastal zone management. *Ambio*, 34(2), pp. 111-119.

Nissling, A., Uppsala universitet, Campus Gotland. (Personlig kommunikation 2015-04-23).

Nissling, A. & Dahlman, G., 2010. Fecundity of flounder, *Pleuronectes flesus*, in the Baltic Sea - Reproductive strategies in two sympatric populations. *Journal of Sea Research*, 64(3), pp. 190-198.

Nissling, A., Westin, L. & Hjerne, O., 2002. Reproductive success in relation to salinity for three flatfish species, dab (*Limanda limanda*), plaice (*Pleuronectes*

platessa), and flounder (*Pleuronectes flesus*), in the brackish water Baltic Sea. *ICES Journal of Marine Science*, Volume 59, pp. 93-108.

Rohlf, J., 2015. *tpsDig2, Version 2.18.* .: Ecology & Evolution, SUNY at Stony Brook.

SMHI, 2012. *Faktablad nr 56 - Syreförhållanden i svenska hav.* [Online]
Available at: http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.28176!/Faktablad%2056%20-%20Syref%C3%B6rh%C3%A5llanden%20i%20svenska%20hav.pdf
[Accessed 11 05 2015].

SMHI, 2015-12-19. *Stort inflöde av nytt vatten till Östersjön.* [Online]
Available at: <http://www.smhi.se/nyhetsarkiv/stort-inflode-av-nytt-vatten-till-ostersjon-1.82777>
[Accessed 10 05 2015].