

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP



Førord

Denne oppgaven er en oppfølgende studie av en tidligere hovedsfagsstudie ved UMB (Skarprud 2003). Et hovedformål har vært å undersøke om det har skjedd endringer i skarvens sommerdiett siden Skarpruds studie. Begge diettundersøkelsene er utført ved analyse av otolitter fra gulpeboller og oppulpet fisk fra mellomskarv. Oppgaven er gjennomført med støtte fra Fylkesmannen i Østfold og fra Bess Jahres Stiftelse.

Jeg vil få rette en stor takk til mine veiledere prof. Olav Hjeljord og prof. Reidar Borgstrøm for all støtte og oppfølging, det har vært utrolig lærerikt. Jeg vil også få takke prof. Thrond Haugen for statistisk hjelp, Åge Sten Fredriksen og Per-Arne Johansen for oppstart og veiledning på Langholmen, og takk til Øra småbåtforening for god service og lån av årer. Ikke minst vil jeg også få takke Målfrid Skarprud for gode råd og lån av otolittguide, Grethe Hillersøy for gode råd, hjelp til otolitt-identifisering og registreringsskjema, viltforvalter Åsmund Fjellbakk hos Fylkesmannen i Østfold for lån av båt, og Frank-Harald Hansen for kjøring av båten og feltassistanse.

Ås, 10. mai 2011

Anne Sørensen

Sammendrag

Kolonien av mellomskarv (*Phalacrocorax carbo sinensis*) i Øra naturreservat, Fredrikstad, har vært nøye fulgt siden den etablerte seg med 15 par i 1997. Kolonien har siden da hatt en voldsom populasjonsvekst før veksten flatet ut i 2004. De påfølgende årene har Øra naturreservat hatt en populasjon med en variasjon fra rundt 820 – 1090 hekkende par i året. Mellomskarven er en fiskespisende predator og kan derfor påvirke fiskesamfunn i områder hvor den hekker. For å påvise i hvilken grad, må man vite mer om hvilke arter skarven spiser og i hvilke mengder. Dette ble undersøkt i juni og juli 2011 ved å identifisere 6612 otolitter (øresteiner) fra 211 gulpeboller fra skarven i Øra naturreservat. Lengde og bredde på otolittene fra byttefisk ble målt, og brukt til å estimere lengde og vekt på fisk som var spist. Mellomskarvens diett var variert, og minst 30 fiskearter var representert. Størstedelen av dietten i 2011 bestod av fisk fra leppefiskfamilien (Labridae), og torskefamilien (Gadidae). I en lignende undersøkelse fra 2002 utgjorde leppefiskfamilien en betydelig større andel enn torskefamilien. En sammenligning mellom 2002 og 2011 viser videre at 25 arter var felles, men at andelen av de forskjellige artene varierte mellom årene. Andelen av grønngylt (*Ctenolabrus reupestris*) var større i 2002 enn i 2011 (35 % mot 4.2 % i 2011), mens andelen av torsk (*Gadhus morhua*) var større i 2011 (8 % mot 4 % i 2002). Dette kan ha en sammenheng med tilbudet av de aktuelle artene siden mellomskarven er en generalist. Basert på antatt daglig forbehov konsumerte mellomskarven i Ørakolonien 205-293 tonn fisk i løpet av sesongen 2011, og torsk hadde størst betydning med 43-61 tonn. Vekt av ål (*Anguilla anguilla*) i dietten var større i 2011 enn i 2002 selv om antallet var mindre. Det er vanskelig å si noe om mellomskarvens predasjon av fisk har betydning for fisket i denne delen av Oslofjorden, men for en større forståelse og en best mulig forvaltning, bør økosystemet i Øra naturreservat nøye overvåkes, og flere undersøkelser bør gjøres, både på skarvens diett og fiskesamfunnet i området rundt.

Summary

The colony of great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in Øra Nature Reserve, Fredrikstad, has been followed closely since 15 pairs established there in 1997. The colony has since then, increased dramatically until the growth levelled off in 2004. Over the subsequent years, the population varied annually between 820 and 1090 breeding pairs. The great cormorant is a fish-eating predator, and may therefore affect the fish communities in their feeding area. In this connection, it is necessary to study the diet composition of the cormorants, and evaluate the total fish consumption of the colony. This was done in June and July 2011 by identifying 6612 otoliths (ear stones) from 211 pellets from cormorants in the Øra Nature Reserve. Length and width of the otoliths found in the pellets was measured, and used to estimate the length and weight of the preyed fish, as well as identify the species. The diet of the great cormorants was diverse, with at least 30 fish species represented. The wrasse family (Labridae) and the cod family (Gadidae) were the most common fish families preyed upon. In a similar diet study from 2002 the wrasse family was significantly more common than the cod family. Furthermore, a comparison of the diet between 2002 and 2011 show that 25 species were identical in both years, but the proportion of the different species varied between years. The share of the goldsinny wrasse (*Ctenolabrus rupestris*) was considerably larger in 2002 than in 2011 (from 35 % in 2002 to 4.2 % in 2011), while the share of cod (*Gadhus morhua*) was larger in 2011 (from 4 % in 2002 to 8 % in 2011). These changes may related to the availability of the species, since the great cormorant is a generalist. Based on the estimated daily food rate, the great cormorants in Øra consumed 205-293 tonnes of fish in the season 2011 with cod as the most important with regard to biomass consumed (43-61 tons). Weight of the eel (*Anguilla anguilla*) in the diet was higher in 2011 than in 2002, although the estimated number was much lower. For a better understanding of cormorant feeding and effects on the fish populations and the fishery, ecosystem in Øra nature reserve should be carefully monitored, including a survey of both the cormorants diet and the fish community in the surrounding area.

Innhold

1. Innledning.....	1
2. Materialer og metode.....	2
2.1 Studiemråde	2
2.2 Innsamling og behandling av gulpeboller.....	4
2.3 Identifisering av byttefisk	5
2.4 Oppgullet fisk.....	6
2.5 Antall skarver og fødeinntak.....	7
2.6 Statistikk	9
3. Resultater.....	9
3.1 Artsfordeling av byttefisk fra gulpeboller	9
3.2 Beregnet vekt for byttefisk.....	13
3.3 Lengdefordeling av byttefisk.....	16
3.4 Artsfordeling av oppgullet byttefisk	18
3.5 Antall skarver og fødeinntak.....	19
4. Diskusjon.....	20
4.1 Mellomskarvens byttefisk	20
4.2 Metodisk usikkerhet.....	24
5. Konklusjon.....	25
6. Referanser.....	26
7. Vedlegg.....	32

1. Innledning

Mange fiskearter er en svært viktig matressurs for mennesker, og dessuten viktig for både fritidsfiske og næringsfiske. Andre dyr spiser også fisk, og en av disse fiskespiserne er storskarv (*Phalacrocorax carbo*). Storskarven hører til skarvefamilien (Phalacrocoracidae) under orden storkefugler (Ciconiiformes) og finnes i 6 underarter (del Hoyo et al. 1992). I Norge har vi to underarter av storskarv, hvorav den nordlige storskarven (*P. carbo carbo*) har sin utbredelse fra Midt-Norge og nordover, mens den sørlige storskarven (*P. carbo sinensis*), heretter kalt mellomskarv eller bare skarv, har sin utbredelse i Sør-Norge (Dybbro 2003, Gasbjerg et al. 2011). Mellomskarvens utbredelsesområde er fra Kina og India til Europa (del Hoyo et al. 1992). Det kan være vanskelig å skille undertypene av storskarv (Lundevall & Bergström 2005) og de to formene kan hybridisere (Carss & Ekins 2002).

Mellomskarven er en forholdsvis stor fiskespisende sjøfugl som er i fremgang over hele Europa og den antas å kunne ha stor effekt på fiskebestandene (Barett et al. 1990, Leopold et al. 1998, Gjøsæter 2008, Vetemaa et al. 2010). Effekten kan påvirke enten direkte som ved predasjon, eller indirekte som endring av artsammensetningen i fiskesamfunn (McKay et al. 2003). I Norge har vi hatt en reduksjon av torskefisk langs kysten av Østfold og på den svenske vestkysten siden 2000-tallet, og dette er blitt satt i sammenheng med blant annet den økte mellomskarvbestanden (Gjøsæter et al. 2002, Nedreaas et al. 2008). Det er derfor viktig å undersøke både artssammensetningen av dietten og hvor mye den spiser av hver art. Siden den kan spise fra 16 – 30 % av kroppsvekten daglig, blir det en betydelig mengde gjennom hekkesesongen (Johnstone et al. 1990). Kroppsvekten til en europeisk mellomskarv er i gjennomsnitt 2.6 kg for hanner og 2.2 kg for hunner (Engström 2001b). En metode for å bestemme hva fuglen spiser er å analysere otolitter fra byttfisk i henholdsvis oppgulp av fisk og gulpeboller fra fuglen (Härkönen 1986, Hald-Mortensen 1994, Lorentsen et al. 2004). Dette kan igjen gi oss informasjon som vi kan bruke til artsidentifisering av byttfisken og estimering av lengde og vekt av enkeltfisk (Härkönen 1986).

Mellomskarven har i flere årtier utvidet sitt utbredelsesområde fra kontinentet via Danmark og Sverige til Norge (Sørensen et al. 2009), og i årene 1978-1993 hadde hekkende mellomskarv i Nord-Vest Europa en årlig vekst på 16.3 % (Van Eerden & Gregersen 1995). Hovedgrunnen til spredningen er trolig fredning av arten i EU, og økning i fiskebestander som følge av eutrofiering i egnede leveområder (Van Eerden et al. 1995). Mellomskarvens

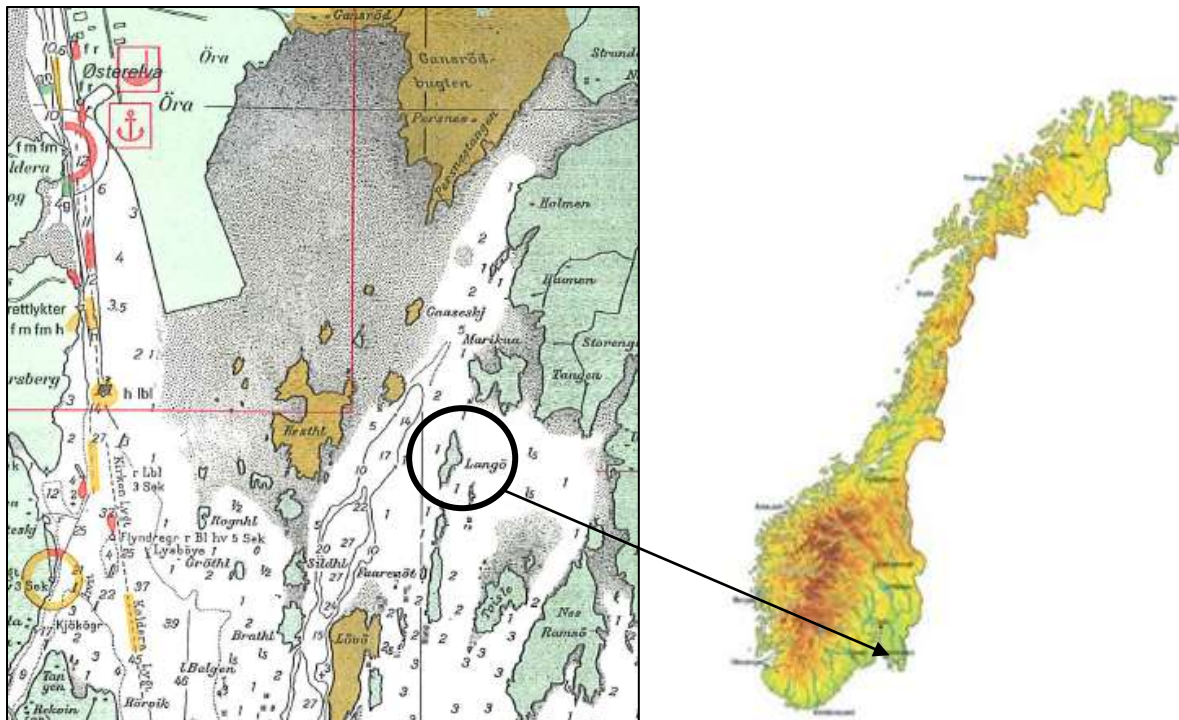
populasjonsvekst må derfor sees i sammenheng med de menneskeskapte endringene som har funnet sted i fiskepopulasjonene i ferskvann i Europa (De Nie 1995). De eldre fuglene er stedbundne selv om kolonien har stor tetthet, men velger de å emigrere er det som oftest til en koloni i nærheten, hvor den kan benytte seg av kjente jaktområder (Hénaux et al. 2007). Mellomskarven er en kolonihekkende fugl, og i 1997 etablerte den seg i Øra naturreservat utenfor Fredrikstad, Østfold fylke, med 15 par (Fredriksen & Johansen 1999). Frem til 2004 hadde denne bestanden en sterk vekst, til 992 par, og med et toppår på 1097 par i 2008. Deretter har veksten flatet ut, og i 2011 var bestanden på 893 par (Fredriksen 2011) (Vedlegg 2).

I 2002 ble sammensetningen av sommerdietten hos mellomskarv i Øra naturreservat undersøkt av Skarprud (2003). Bestanden var da på 766 hekkende par. Det ble beregnet at kolonien konsumerte 194-277 tonn fisk i løpet av sommersesongen, med fisk fra leppefiskfamilien, som den viktigste byttefiskgruppen (Skarprud 2003). Hovedmålet med min masteroppgave er å gjenta fødeundersøkelsen for skarvene i den samme kolonien på Langholmen i Øra, sommeren 2011, for å klarlegge: 1) hvilke arter som inngår i føden, og om den relative fordelingen av byttearter har forandret seg i forhold til 2002, og 2) om den gjennomsnittlige fiskestørrelsen i dietten til skarven har endret seg i forhold til 2002, og 3) om eventuelle endringer i dietten kan relateres til bestandsendringer hos byttefiskartene.

2. Materialer og metode

2.1 Studieområde

Innsamling av materialet ble gjort på Langholmen i Øra naturreservat som ligger like utenfor Fredrikstad, i Østfold fylke (Figur 1). Undersøkelsen i 2002 (Skarprud 2003) ble foretatt på den samme øya. Det er mange øyer som ligger rundt Langholmen, og det er kolonier av skarv på flere av dem. Tilsammen var jeg 10 ganger på Langholmen, hvorav åtte turer var for innsamling av materiale, en tur var for befarings, samt en bomtur grunnet for mye vind til at båten kunne nå ut. Hver tur ute på Langholmen ble forsøkt begrenset til maksimum en time av hensyn til fuglene.



Figur 1. Kart over Øra naturreservat, Fredrikstad. Langholmen er innfelt.

Langholmen har en av de største koloniene av skarv i Øra naturreservat, og den ble tatt i bruk som hekkeplass i 1999 (Fredriksen & Johansen 2000). Navnløs og Grønnskjær var de første holmene som ble benyttet i henholdsvis 1997 og 1998, men etter mine egne observasjoner ble flere holmer benyttet i 2011, blant annet var det en stor koloni på Gåseskjær. Kolonien har siden den gang spredd seg til flere av øyene rundt ytterste del av Oslofjorden, og også lenger inn i landet (Fredriksen & Johansen 2000). I Buskerud ble det påvist hekking av storskarv på Saltskjær i Drammensfjorden for første gang i 2008, med ett reir, og i 2011 hadde antall reir økt til 16 (Stueflotten 2008, Christoffer Mikalsen, pers. medd.). Det er også funnet fargeringsmerket storskarv fra Øra på Linnestranda i Lier, Buskerud (Stueflotten 2009). Langholmen består av mye svaberg med tett vegetasjon, og midt på øya finnes einerkratt, noen furutrær og endel osp. Skarvene på Langholmen hekker mest i trær (Figur 2) men på østsiden er det flere reir på bakken. En del av trærne er døde som følge av all overgjødslingen. Det var også endel kråker og måkefugler på Langholmen og øyene rundt.

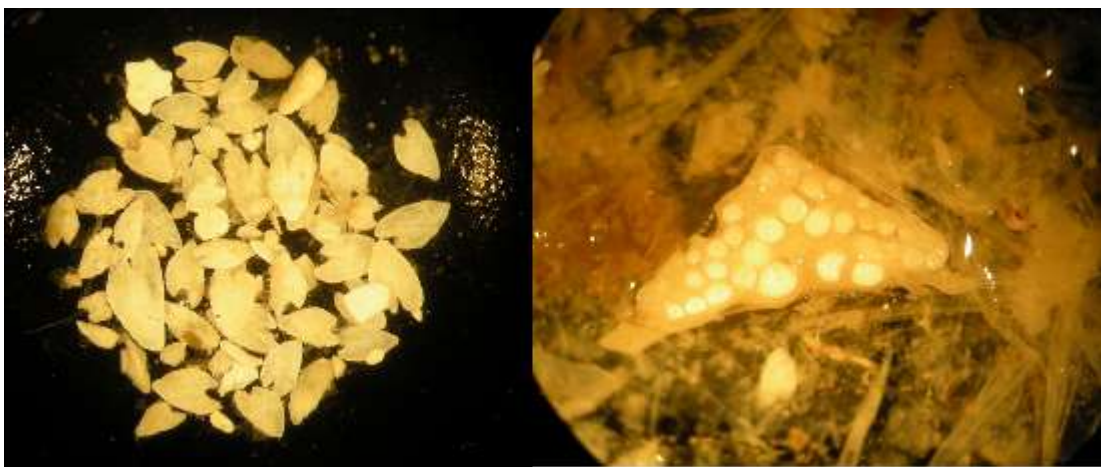


Figur 2. Reirtrær på Langholmen, Øra naturreservat, Fredrikstad, 2011. Foto: A. Sørensen.

Øra naturreservat ligger ved Glommas østre munning, og består av et indre grunt våtmarksområde med dybder på 0.25 – 1.5 m, og med store takrørsforekomster. I de ytre områdene finnes holmer og skjær med dybder på rundt 12 - 24 m (Pethon 1980). Reservatet er et større bløtbunnsestuar og har både salt- og ferskvannarter av fisk (Pethon 1981). Øra naturreservat er et Ramsar-område og ble vernet i 1979 (Forskrift om Øra naturreservat 2010). Det har et unikt økologisk system, med et rikt fugleliv. For fiskene har saliniteten stor betydning, men saliniteten forandrer seg avhengig av mengde ferskvann fra Glomma og vindretningen (Pethon 1980). Dette vil igjen påvirke fiskesamfunnet i Øra, og gir en sesongmessig syklus, med dominans av torsk (*Gadhus morhua*), hvitting (*Merlangius merlangus*), skrubbe (*Platichthys flesus*) og ål (*Anguilla anguilla*) på sen vinteren og våren, mens ferskvannarter som abbor (*Perca fluviatilis*), hork (*Gymnocephalus cernuus*), mort (*Rutilus rutilus*), vederbuk (*Leuciscus idus*), gullbust (*Leuciscus leuciscus*) og brasme (*Abramis brama*) dominerer utover sommeren (Pethon 1981). Saltvannstypene er stort sett de samme som for resten av Skagerrakkysten (Gjørseter 2008), og variasjonen mellom områder er vanligvis mindre enn variasjonen mellom år (Lekve et al. 1999).

2.2 Innsamling og behandling av gulpeboller

Skarvene gulper opp ufordøyde boller som kan bestå av beinrester, otolitter (ørestein) og fiskeskjell (Figur 3). Innholdet i gulpebollene kan brukes til artsbestemmelse av byttedyret (Zijlstra & Van Eerden 1995). Gjennomsnittlig produserer de voksne skarvene én gulpebolle i døgnet, men det kan gå mer enn ett døgn også, og ved dårlig mattilgang produseres ikke gulpeboller over lengre tidsrom (Hald-Mortensen 1994). Ved å analysere otolitter kan man finne ut hvilke arter som har blitt spist, samt estimere lengde og vekt på fisken ut fra otolittstørrelsen (Veldkamp 1995b). I denne undersøkelsen vil metoden for øvrig være den samme som beskrevet av Härkönen (1986) og Skarprud (2003).



Figur 3. Otolitter (til venstre) og svelgbein med beinrester fra gulpeboller (til høyre) fra Øra naturreservat, Fredrikstad, 2011. Foto: A.Sørensen.

Innsamling av gulpeboller ble foretatt én gang i uken i juni og juli 2011, fra uke 23 til og med uke 30. Innsamlingen ble forsøkt foretatt om morgenen mens gulpebollene ennå var mest mulig intakte og ikke skadet av åtselere. Ved hvert besøk ble det innsamlet 30 intakte gulpeboller på tilfeldige steder, unntatt i uke 27, 28 og 30. Da ble det bare funnet henholdsvis 23, 29 og 9 gulpeboller. Gulpebollene ble pakket inn i tørkepapir, slik at de ikke klebet sammen, og deretter lagt i poser for så å bli frosset ned for senere analyse. I fire av gulpebollene var det ingen otolitter noe som ikke er uvanlig (Eschbaum et al. 2003).

Før analyse ble gulpebollene lagt til bløyt i 1-3 dager. Hver gulpebolle ble lagt i et beger med 0.1 liter vann tilsatt 0.5 gram kaustisk soda (NaOH). Etter oppbløyting ble oppløsningen silt gjennom en liten sil med en maskevidde på 0,5 mm. Materialet ble skyllet flere ganger med vann. Det var viktig at blandingen ble skyllet godt, siden NaOH kan føre til forringelse av

otolittene (Hald-Mortensen 1994). Innholdet ble så undersøkt under en stereolupe, og otolittene plukket ut med en pinsett og lagret samlet i et eppendorfrør, siden lagringen kun var for kort tid. Plast bør unngås ved langtidslagring siden det finnes enkelte etsende stoffer i plast som kan føre til erosjon hos noen otolitter (Härkönen 1986). Eppendorfrøret ble puttet i en konvolutt og merket med ID-nummer. Otolittene ble så analysert i rekkefølge på tvers av uker slik at eventuell feiltolkning grunnet uerfarenhet ville bli likt fordelt på ukene. Restmaterialet etter at otolittene var tatt ut, ble frosset ned i merkede små poser med lynlås slik at de kunne tas frem igjen for eventuelt å bruke andre beinrester, som kjevebein, til hjelp ved artsidentifisering (Veldkamp 1995b).

2.3 Identifisering av byttfisk

Otolittene er en viktig del av fiskens indre øre (Sand 1992), og benyttes som nevnt for identifikasjon av art (Härkönen 1986, Veldkamp 1995b, Tuset et al. 2008). De fleste otolitter består av omlag 95 % kalsiumkarbonat (Campana 2004). Det er tre otolittpar: sagitta, asterisci og lapilli som alle er av forskjellig størrelse (Campana 1985). De analyserte otolittene i dette studiet var hovedsaklig av den vanligvis største typen; sagitta, men hos mort er det asterisci som er benyttet til artsidentifisering sammen med lapilli, da disse er bedre egnet for denne arten (Campana 1985, Gagliardi et al. 2005) (Figur 4). Otolittstørrelse og form forandrer seg vesentlig med fiskens vekst (Härkönen 1986). Den høyre og den venstre otolitten er veldig like, men ikke alltid speilbilder av hverandre.

I denne undersøkelsen ble otolittene artsbestemt eller bestemt til nærmeste familie hovedsakelig ved hjelp av otolittmorfologi i Breiby (1985), Härkönen (1986), Leopold et al. (2001), Campana (2004) og Tuset et al. (2008) og de ble ikke forsøkt parett.

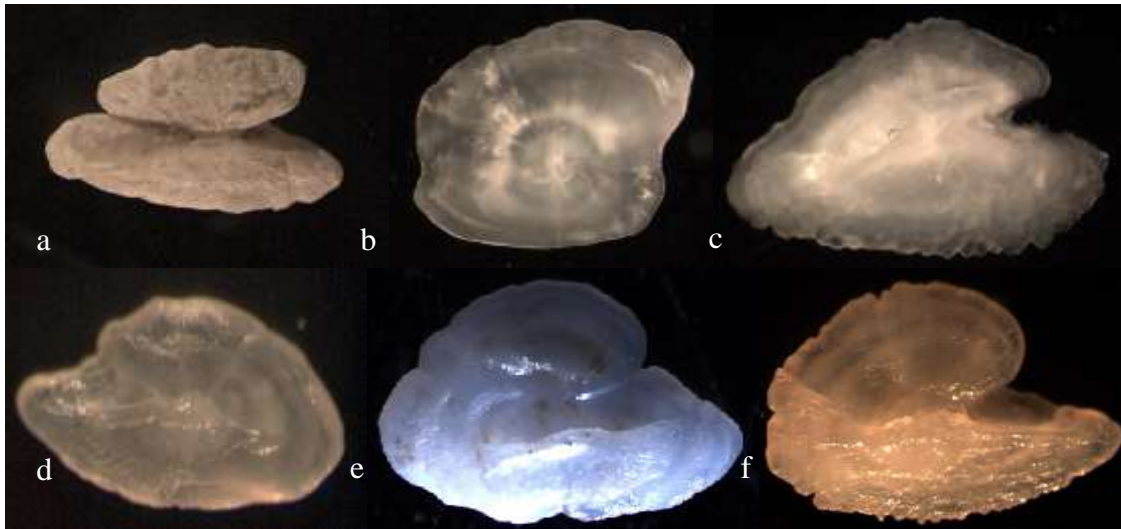


Figur 4. Asterisci (til venstre) og lappilli (til høyre) hos mort fra gulpeboller fra Øra naturreservat, Fredrikstad, 2011. Foto: A. Sørensen.

Otolittenes form er tydelig forskjellige hos de fleste familier, men enkelte arter er vanskelige å skille (Härkönen 1986). Spesielt er otolitter hos torskefamilien særdeles vanskelig å skille, spesielt de små. Jeg lot derfor være å artsbestemme otolitter < 3 mm innen torskefamilien (Lorentsen et al. 2004, Hillersøy 2011), de ble samlet i familienivå. Det samme gjelder også rødspette (*Pleuronectes platessa*) og skrubbe, som ble samlet i gruppen "flyndrefamilien ubestemt". Leppefiskene er også en gruppe som kan være vanskelig å artsbestemme ved hjelp av otolitter. Særlig hvis de er små eller veldig erodert, og de ble derfor samlet i gruppen "leppefiskfamilien ubestemt". Torskefamilien, flyndrefamilien og leppefiskfamilien er tre forholdsvis store familier, og byttedefiskfordeling etter familie kan derfor gi et riktigere bilde enn byttedefiskfordeling etter art. Otolitter som har vært ugjenkjennelige fordi de er små eller skadet, er plassert i gruppen "ukjent" som godt kan inneholde mange arter. De fleste otolitter i familiegruppene og gruppen "ukjent" har en lengde på < 2 mm. Ved beregning av lengde og vekt ble formler fra Härkönen (1986) benyttet (Vedlegg 1). Kamera som ble benyttet til fotografering av enkelte otolitter var Leica DFC 320 R2 og programmer som ble benyttet var Leica DFC Twain 6.2.0 og Adobe Photoshop Elements 8.0. Alle otolittene ble målt ved bruk av måleokular i en Leica MS5 stereolupe og lagt inn i Microsoft Excel for videre behandling.

2.4 Oppgulpet fisk

Skarver som blir skremte, gulper gjerne opp ufordøyde fisker, og skiter på uvedkommende under reiret. Det er antatt at dette er en evolusjonsmessig adferd som skal avlede rovdyrers oppmerksomhet (Hald-Mortensen 1994). På Langholmen ble oppgulpet fisk innsamlet, og senere artsbestemt etter beskrivelser i Pethon (2005). Otolitter ble fjernet fra hver fisk, og videre analysert på samme måte som de fra gulpebollene. Lengden ble beregnet ut fra otolitter ved hjelp av formler fra Härkönen (1986) (Vedlegg 1). Otolittene fra oppgulpet fisk som visuelt kunne artsidentifiseres ble også brukt som referansegrunnlag for otolitter fra gulpebollene (Figur 5). Ikke alle fiskene kunne lengdemåles, siden enkelte var delvis fordøyd og skadet, og enkelte fiskerester var også umulig å identifisere siden hodet og otolitter manglet, noe som ikke er uvanlig (Van Dobben 1952).



Figur 5. Bilder av otolitter fjernet fra oppgullet, identifisert fisk fra skarv i Øra, Fredrikstad. **a)** grønngylt (*Symphodus melops*), **b)** svartkutling (*Gobius niger*), **c)** bergnebb (*Ctenolabrus rupestris*), **d)** tangsprell (*Pholis gunnellus*), **e)** vanlig ulke (*Myoxocephalus scorpius*), **f)** ålekvabbe (*Zoarces viviparus*). Foto: A. Sørensen.

2.5 Antall skarver og fødeinntak

Antall skarver til stede i kolonien gjennom sesongen ble beregnet ved å anta at halvparten av de voksne (hekkende) fuglene ankom kolonien i mars og resten i april. Andel ungfugl (ikke hekkende) ble satt til 50 % av antall hekkende fugler, og det ble antatt at de kom i april. Antall unger per par ble satt til et gjennomsnitt på 2.4 (Skarprud 2003). Halvparten av disse antas klekket i april, og den andre halvdelene antas klekket i mai. Det ble videre antatt at også halvparten av koloniens fugler forlot området i begynnelsen av august, og at resten forlot kolonien ved utgangen av august. Det er ikke fratrukket ungedødelighet eller migrasjon. Gjennomsnitt for førsteårs overlevelse er ofte satt til 0.5 (Hénaux et al. 2007).

For å finne totalt konsum av fisk ble antall skarver i kolonien multiplisert med antall dager i perioden 1.mars – 31. august (30 dager i hver måned) og multiplisert med en dagsrasjon per fugl satt til 350 – 500 gram. I en undersøkelse av Grémillet et al. (1995) beregnet de fødebehovet til 316 g for en mellomskarv med dununger og 588 g for en skarv med eldre unger. Siden mellomskarvene ankommer hekkeområdet til forskjellige tider og ungene klekkes asynkront (del Hoyo et al. 1992) er det stor variasjon på størrelsen på ungene og det ble derfor hensiktsmessig å sette et gjennomsnitt for dagsrasjonen per fugl uavhengig om den er voksen eller unge. Skarvekoloniens beregnede totale fangst estimeres ut fra vektandelen til den enkelte fiskeart i dietten, og totaltkonsumet fordeles da etter denne andelen. Dette er

samme beregningsmetode som Skarprud (2003) benyttet. Alle opplysninger for 2002 er brukt med tillatelse fra Skarprud (pers.medd.).

2.6 Statistikk

Program som ble benyttet til statistiske analyser var Minitab 3.1 til chi-square test, Students t-test og R 2.14.2 til ANCOVA og Kruskall-Wallis test.

3. Resultat

3.1 Artsfordeling av byttfisk

Totalt ble det funnet 6612 otolitter i 211 gulpeboller i løpet av de åtte ukene (uke 23-30) sommeren 2011. Det var gjennomsnittlig 31 otolitter per gulpebolle. Basert på otolittene ble det identifisert 30 fiskearter, mens otolitter som ikke kunne artsbestemmes ble bestemt til nærmeste familie eller gruppen "ukjent" (Tabell 1).

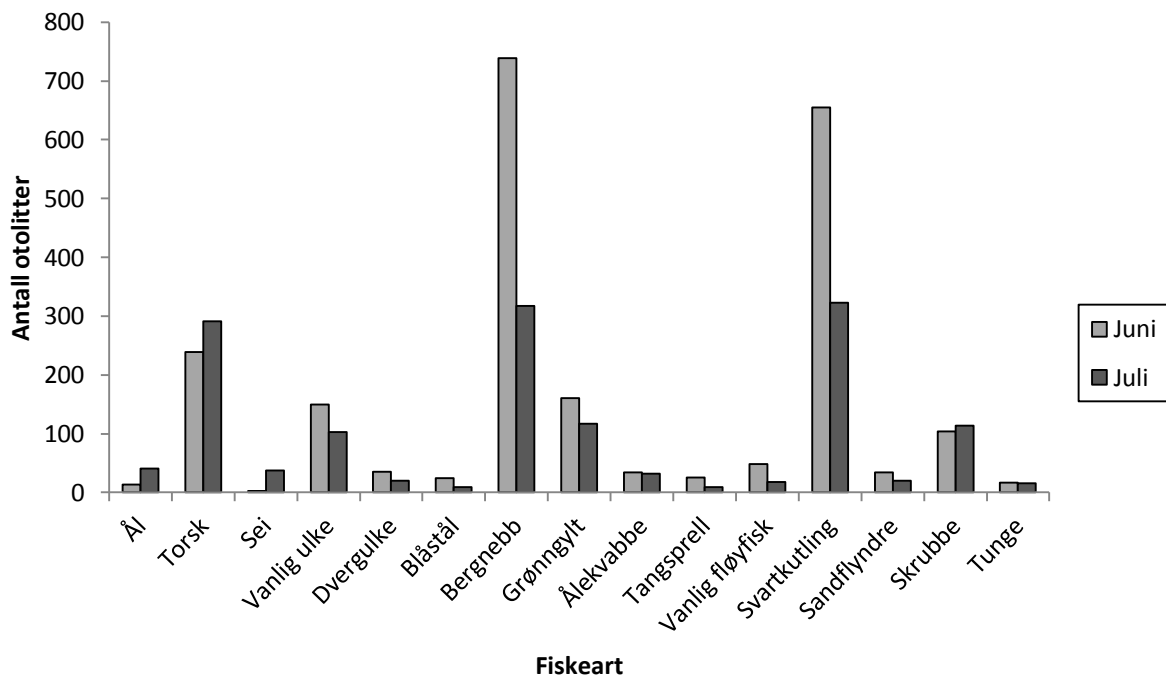
Leppefiskfamilien og torskefamilien hadde høyest andel otolitter, med henholdsvis 34 % og 33 % av totalen. Svartkutlingfamilien (Gobiidae), var heller ikke ubetydelig med sine 15 %. Deretter fulgte flyndrefamilien med 8 %, ulkefamilien (Cottidae), med 5 %, ålekvabbefamilien (Zorcidae) og fløyfiskfamilien (Callionymidae), med 1 % hver og ålefamilien (Anguilliformes) med 0.8 %. De andre familiene utgjorde 2.2 %. Innen leppfiskfamilien var det bergnebb (*Ctenolabrus rupestris*) som utgjorde den største andelen med 75 % av de artsbestemte leppefiskene (n= 1406), mens torsk utgjorde 89 % av torskefamilien (n= 593). Andelen uspesifiserte otolitter utgjorde 1.6 % (Tabell 1).

Tabell 1. Antall otolitter fra ulike fiskegrupper funnet i gulpeboller (n=211) fra mellomskarv fordelt på uke 23 til 30 i Øra Naturreservat, Fredrikstad, 2011.

Ukenummer	23	24	25	26	27	28	29	30	Totalt
Brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Ål (<i>Anguilla anguilla</i>)	2	1	3	8	10	19	12	-	55
Mort (<i>Rutilus rutilus</i>)	-	11	-	-	-	-	-	8	19
Ørret (<i>Salmo trutta</i>)	-	2	-	-	4	-	-	-	6
Torsk (<i>Gadhus morhua</i>)	31	30	60	118	107	90	75	19	530
Hvitting (<i>Merlangius merlangus</i>)	-	-	2	-	-	-	-	8	10
Sei (<i>Pollachius virens</i>)	-	-	-	3	30	-	7	1	41
Lyr (<i>Pollachius pollachius</i>)	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Paddetorsk (<i>Raniceps raninus</i>)	-	2	4	-	2	3	-	-	11
Torskefamilien ubestemt	31	205	230	487	119	222	242	19	1555
Horngjel (<i>Belone belone</i>)	-	-	-	-	8	-	-	-	8
Vanlig ulke (<i>Myoxocephalus scorpius</i>)	22	37	26	65	33	48	18	4	253
Dvergulke (<i>Taurulus bubalis</i>)	1	7	18	9	9	9	2	-	55
Abbor (<i>Perca fluviatilis</i>)	-	1	-	-	-	1	-	-	2
Blåstål (<i>Labrus mixtus</i>)	12	3	7	2	1	5	3	-	33
Berggylt (<i>Labrus bergylta</i>)	1	2	1	6	1	-	-	2	13
Gressgylt (<i>Centrolabrus exoletus</i>)	5	6	2	2	5	1	4	2	27
Bergnebb (<i>Ctenolabrus rupestris</i>)	297	220	142	80	115	96	88	18	1056
Grønngylt (<i>Symphodus melops</i>)	32	48	37	43	45	34	25	13	277
Leppefiskfamilien ubestemt	218	187	103	136	60	84	55	21	864
Ålekvabbe (<i>Zoarces viviparus</i>)	3	9	5	17	7	15	10	-	66
Tangsprell (<i>Pholis gunnellus</i>)	4	12	5	4	6	1	2	-	34
Småsil (<i>Ammodytes tobianus</i>)	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Fløyfisk (<i>Callionymus lyra</i>)	17	14	10	7	8	4	6	-	66
Svartkutling (<i>Gobius niger</i>)	68	327	59	201	58	178	82	5	978
Hårvar (<i>Zeugopterus punctatus</i>)	-	2	2	4	-	3	2	-	13
Rødspette (<i>Pleuronectes platessa</i>)	1	-	-	5	3	14	6	-	29
Smørflyndre									
(<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>)	3	-	-	3	-	3	3	1	13
Sandflyndre (<i>Limanda limanda</i>)	-	15	9	10	3	13	4	-	54
Skrubbe (<i>Platichthys flesus</i>)	4	11	35	54	28	41	43	2	218
Tunge (<i>Solea solea</i>)	-	4	3	10	3	7	6	-	33
Gapeflyndre									
(<i>Hippoglossoides platessoides</i>)	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Flyndrefamilien ubestemt	15	13	14	33	15	41	46	3	180
Ukjent	4	14	25	12	9	41	4	-	109
Totalt	773	1183	802	1319	690	973	746	126	6612

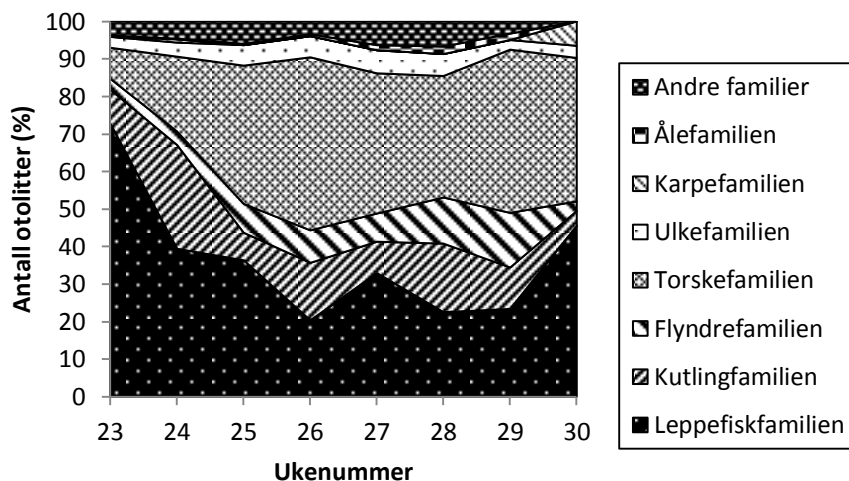
Artene og familiene omfattet 9 ulike ordener. Disse ordenene var sildefisker (Clupeiformes), ålefisker (Anguilliformes), karpfisker (Cypriniformes), laksefisker (Salmoniformes), torskfisker (Gadiformes), horn gjel/flygefisk (Beloniformes), ulkefisker (Scorpaeniformes), piggfinnesk (Perciformes) og flatfisker (Pleuronectiformes). Den største ordenen var piggfinnesk med 52 % av antall otolitter fra gulpeboller.

Fra juni til juli endret mengde otolitter for de forskjellige fiskearter seg signifikant ($\chi^2=215.046$, $df=14$, $p<0.0001$). Både bergnebb og svartkutling hadde en betydelig større andel i juni enn i juli. Torsk, ål, sei (*Pollachius virens*) og skrubbe økte fra juni til juli, mens ålekvabbe og tunge (*Solea solea*) derimot hadde nesten like store andeler i både juni og juli (Figur 6).



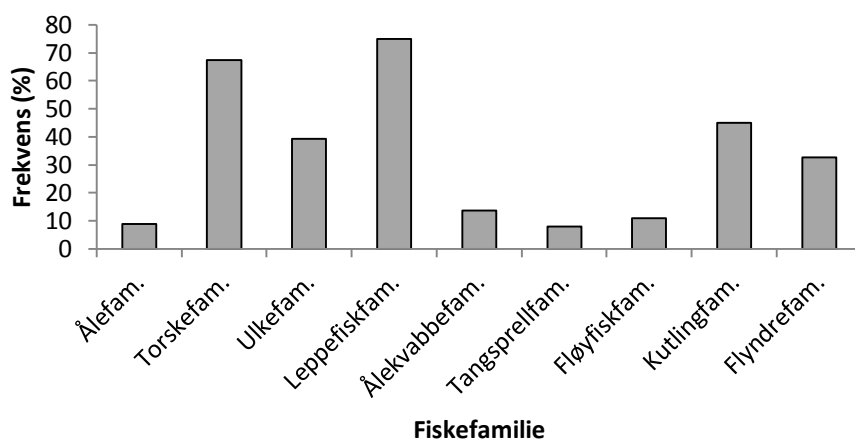
Figur 6. Antall otolitter fra de vanligste fiskeartene funnet i gulpeboller fra skarv i juni og juli 2011, i Øra Naturresevat, Fredrikstad.

Den ukentlige andelen av otolitter per familiegruppe viser at leppefiskfamilien hadde størst forekomst fra uke 23 til 25, mens andelen av torskfiskfamilien var størst fra uke 25 til uke 30. Flyndrefamilien økte fra uke 25, og ålefamilien hadde også en større andel otolitter i juli enn juni (Figur 7).



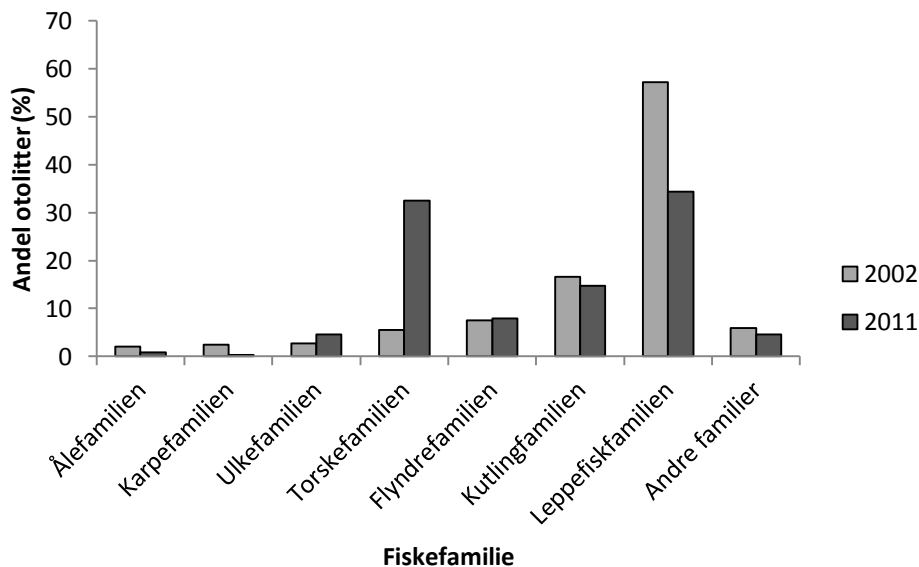
Figur 7. Ukentlig andel av otolitter fra ulike fiskefamilier funnet i gulpeboller (n=211) fra skarv i juni og juli 2011, Øra naturreservat, Fredrikstad. Merk at uke 30 har otolitter fra kun 9 gulpeboller.

En eller flere otolitter fra leppefiskfamilien forekom i nesten 80 % av gulpebollene, mens en eller flere otolitter fra torskefamilien ble funnet i 70 % av gulpebollene. Fra kutlingfamilien ble det påvist en eller flere otolitter i nær 50 % av gulpebollene (Figur 8). De artene som forekom med størst frekvens i gulpebollene er også blant de artene som det var flest av totalt (Tabell 1, Figur 8).



Figur 8. Frekvens (%) av gulpeboller (n=211) med otolitter fra de vanligst forekommende fiskefamilier fra mellomskarv uke 23-30 i 2011, Øra naturreservat, Fredrikstad.

Ut fra otolittfordeling på de ulike fiskefamiliene er det en signifikant forskjell fra 2002 til 2011 ($\chi^2 = 1852.940$, $df = 7$, $P < 0.0001$) (Figur 9). Den største forskjellen mellom de to årene er at det er funnet langt fler otolitter av torskefamilien i 2011 og også langt færre otolitter fra leppefiskfamilien. Grønnngylt utgjør størsteparten av nedgangen. Antall otolitter fra ål viste også en nedgang fra 2002 til 2011.



Figur 9. Andel otolitter i prosent fra fiskefamilier funnet i gulpeboller fra skarv i juni og juli, 2002 og 2011, Øra Naturreservat, Fredrikstad. Opplysninger fra 2002 er hentet fra Skarprud (2003).

3.2 Beregnet vekt av byttfisk

Samlet vekt ble beregnet for 26 fiskearter, basert på otolittstørrelser. Torsk dominerte med en andel på 19 %, mens bergnebb utgjorde 18 %. Grønnngylt utgjorde 13 %, og svartkutling og ål med 7 % hver (Tabell 2).

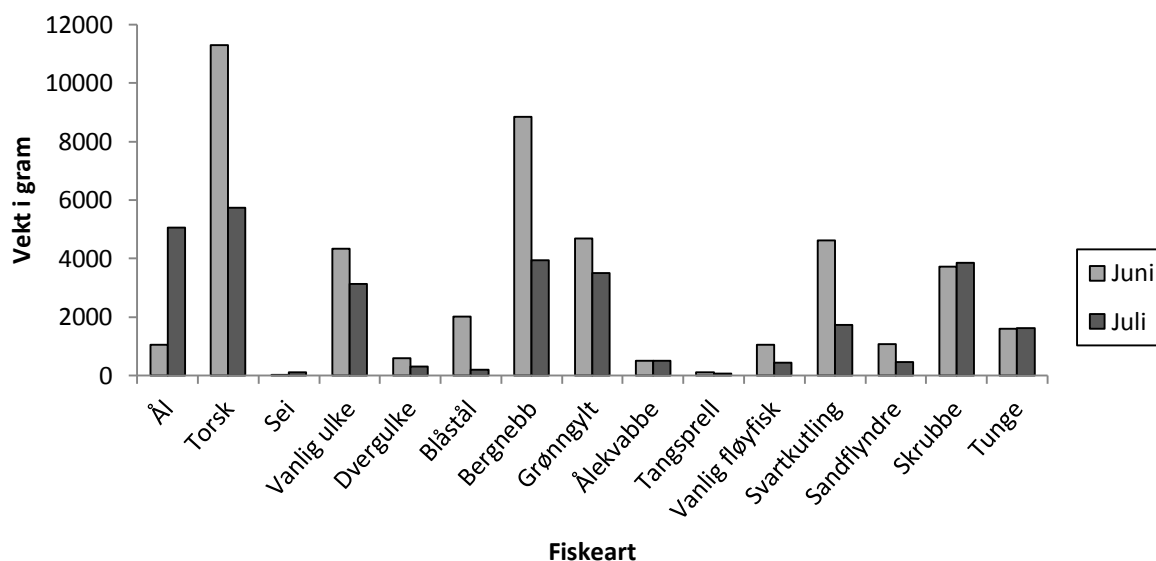
Tabell 2. Beregnet samlet vekt (gram) for 26 identifiserte fiskearter i dietten til mellomskarv i Øra naturreservat, basert på otoliter funnet i gulpeboller i uke nr. 23-30 (2011).

Ukenummer	23	24	25	26	27	28	29	30	Totalt
Brisling	-	-	-	-	10	-	-	-	10
Ål	228	44	223	555	1639	1684	1744	-	6117
Ørret	-	38	-	-	148	-	-	-	186
Torsk	3734	1112	4662	1787	1491	2365	1820	62	17033
Hvitting	-	-	14	-	-	-	-	22	36
Sei	-	-	-	15	72	-	16	23	126
Lyr	344	-	-	-	-	-	-	-	344
Paddetorsk	-	363	611	-	74	337	-	-	1385
Vanlig ulke	619	1230	513	1965	1146	1323	448	210	7454
Dvergulke	7	141	318	133	103	175	38	-	915
Abbor	-	56	-	-	-	6	-	-	62
Blåstål	1121	267	591	42	20	81	107	-	2229
Berggylt	4	116	61	1291	19	-	-	19	1510
Gressgylt	103	157	33	50	133	27	98	35	636
Bergnebb	3541	2519	1909	887	1253	1462	1021	198	12789
Grønngylt	1229	1336	1076	1050	1446	974	743	339	8193
Ålekvabbe	144	28	103	240	33	143	330	-	1021
Tangsprell	23	50	18	19	42	9	10	-	171
Fløyfisk	464	200	142	245	133	110	206	-	1500
Svartkutling	629	2504	544	948	276	1004	386	63	6354
Rødspette	112	-	-	182	108	313	291	-	1006
Smørflyndre	40	-	-	110	-	38	39	15	242
Sandflyndre	-	633	251	184	65	241	149	-	1523
Skrubbe	1797	442	600	888	1385	1844	527	105	7588
Tunge	-	526	236	836	223	282	1116	-	3219
Gapeflyndre	-	-	-	-	-	-	5	-	5
Totalt	14139	11761	11905	11427	9819	12418	9094	1091	81653

Det var signifikante uketrender i vektbidrag fra ulike arter ($F_{\text{art}*\text{uke}} = 2.905$, $df = 25$, $p < 0.0001$) (Tabell 3), og det var i snitt forskjell i vektbidraget per art mellom juni og juli ($F_{\text{art}*mnd} = 1.981$, $df = 25$, $p < 0.006$) (Figur 10).

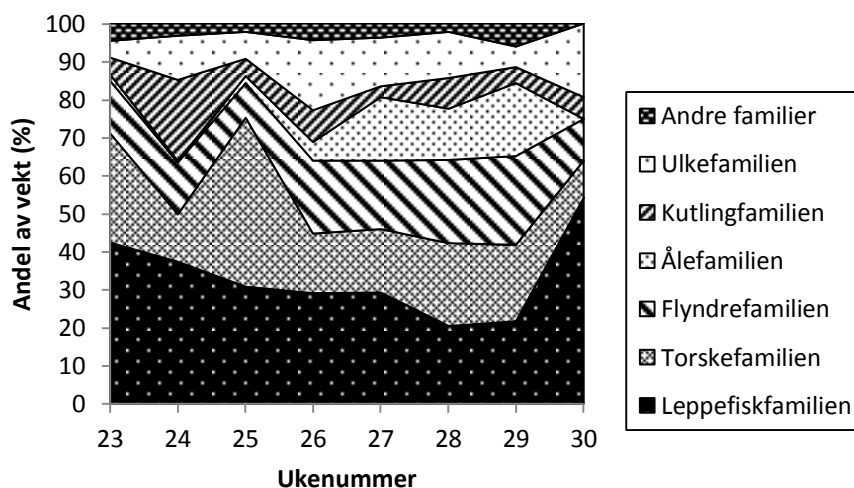
Tabell 3. Ancova-tabell for uketrender i vektbidrag for de 26 ulike fiskeartene funnet i gulpeboller fra skarv i Øra naturreservat.

	Df	Sum Sq	Mean sq	F value	Pr(>F)
Art	25	60371978	2414879	13.965	<2.2e-16***
Uke	1	2511794	2511794	14.525	0.0001986***
Art*Uke	25	12558576	502343	2.905	3.046e-05***



Figur 10. Samlet vekt for de 15 vanligste fiskeartene funnet i gulpeboller fra skarv i juni og juli 2011, i Øra Naturreservat, Fredrikstad, basert på forekomst og størrelse av otolittene.

Endringene i vektandel til de ulike fiskefamiliene foregikk gradvis i løpet av ukene 23 til 29 (Figur 11). Samlet for hekkeperioden dominerte leppefiskfamilien i vekt med 36 % av total forekomst, torskfamilien med 21 %, flyndrefamilien med 18 %, ulkefamilien med 9 % og ålefamilien og kutlingfamilien med 7 % hver.



Figur 11. Ukentlig vektandel av ulike fiskefamilier basert på otolitter funnet i gulpeboller fra skarv i uke 23-30 i Øra Naturreservat, Fredrikstad, 2011.

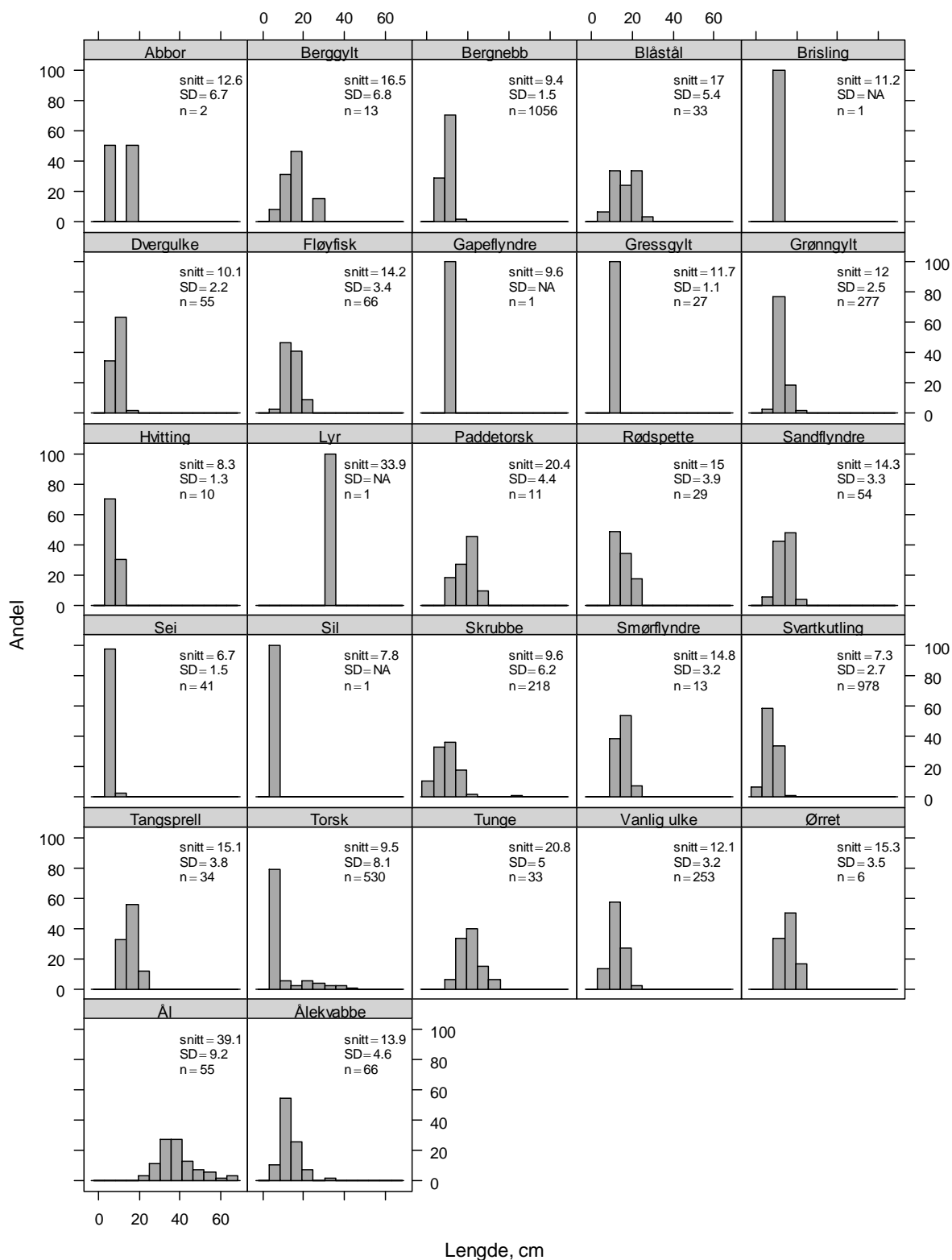
3.3 Estimert lengdefordeling av byttefisk

Basert på måling av 3863 otolitter fra gulpebollene, var medianen av den estimerte fiskelengde og den gjennomsnittlige fiskelengde henholdsvis 9.2 cm og 10.1 cm.

Ål hadde den største kroppslengden med 65.7 cm (median 37.3 cm, n=55) etterfulgt av ålekvaabbe (median 13.8 cm, n=66) og vanlig fløyfisk (median 13.5 cm, n=66). Deretter kom grønngylt (median 11.6 cm, n=277), vanlig ulke (median 11.6 cm, n=253), dvergulke (10 cm, n=55), bergnebb (median 9.2 cm, n=1056), skrubbe (median 9.1 cm, n=218), svartkutling (median 7.5 cm, n=978), og torsk (median 6 cm, n=530).

Ut fra de beregnede lengdene, var det var signifikante forskjeller mellom fiskeartene (Kruskall-Wallis, $H=1608.116$, $df=26$, $p<0.0001$) (Figur 12).

I 2002 var medianen til den estimerte lengden for fisk 10.5 cm (n=6247) (Skarprud 2003), og ved en sammenligning av lengde for 2002 og 2011 for følgende arter: brisling (*Sprattus sprattus*), ål, torsk, vanlig ulke, gressgylt (*Centrolabrus exoletus*), bergnebb, grønngylt, svartkutling, rødspette og skrubbe, var det ingen signifikant forskjell ($t=0,3199$, $df = 18$, $P = 0,75272$).



Figur 12. Lengdefordeling av 27 fiskearter basert på størrelsen av otolitter funnet i gulpeboller fra skarv i juni og juli 2011, i Øra Naturreservat, Fredrikstad.

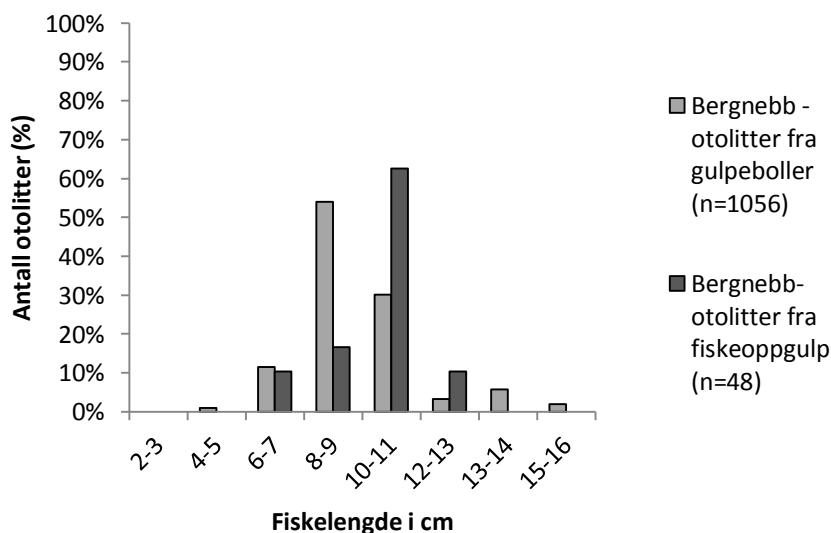
3.4 Artsfordeling av oppgullet byttefisk

Det ble samlet inn 79 oppgullet fisk fra Langholmen, hvorav 53 ble identifisert ut fra morfologi og otolitter, mens resten av individene var så oppløst at de måtte identifiseres kun ved hjelp av otolittene (Tabell 4). Medianlengden for alle fiskene var 10.8 cm. Den lengste fisken var en ål på 50.5 cm, mens den minste fisken var en bergnebb på 7.2 cm.

Tabell 4. Ukentlig fordeling av otolitter (n=79) funnet i fisk fra oppgulep av skarv sommeren 2011, i Øra Naturreservat, Fredrikstad.

Ukenummer	23	24	25	26	27	28	29	Totalt
Ål	-	-	1	-	-	1	-	2
Vanlig ulke	-	-	-	4	-	-	-	4
Dvergulke	-	-	-	-	5	2	-	7
Bergnebb	3	21	5	4	8	3	4	48
Grønngylt	-	2	-	-	-	-	-	2
Ålekvabbe	-	-	-	1	2	1	-	4
Tangsprell	-	-	-	1	-	-	-	1
Svartkutling	-	1	6	1	-	-	-	8
Skrubbe	-	-	-	-	3	-	-	3
Totalt	3	24	12	11	18	7	4	79

Estimert lengde av bergnebb basert på otolitter funnet i gulpeboller var noe mindre enn lengden basert på otolitter funnet i oppgullet fisk (Figur 13). Median for lengden på bergnebb basert på otolitter i gulpeboller var 9.2 cm (n=1056) og median for lengden av oppgullet bergnebb var 10.4 cm (n=48). Dette utgjør en forskjell på 1.2 cm.



Figur 13. Estimert lengdefordeling av bergnebb basert på henholdsvis otolitter fra gulpeboller og oppgullet fisk, fra skarv i Øra Naturreservat, Fredrikstad, 2011.

3.5 Antall skarver og fødeinntak

Hekkende mellomskarv i Øra naturreservat var på 893 par, sommeren 2011, og beregnet antall individer per måned (Tabell 5). Ved antatt dagsrasjon per fugl på 350 - 500 gram og 30 dager per måned, ga dette et totaltkonsum på 205-293 tonn fisk for sesongen 2011.

Tabell 5. Estimert antall skarver i Øra naturreservat, Fredrikstad, 2011. Data på voksen fugl er fra Fredriksen (2011).

Fordeling av individer	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August
Voksne (hekkende)	893	1786	1786	1786	1786	1786
Ungfugl (50 % av hekkende)		446.5	446.5	446.5	446.5	446.5
Unger (2.4 per par)		1071.6	2143.2	2143.2	2143.2	2143.2
Fugler som forlater kolonien						-2187.85
Totalt antall individer	893	3304.1	4375.7	4375.7	4375.7	2187.9

Høyeste andel har torsk med et beregnet totaltkonsum på 43 – 61 tonn, tett fulgt av bergnebb med 32 - 46 tonn i sesongen 2011 (Tabell 6).

Tabell 6. Beregnet totalkonsum av ulike fiskearter for skarvekolonien i Øra naturreservat sesongen 2011, og fiskernes oppgitte fangst for 2011 og 2010 i Østfold ifølge Fiskeridirektoratet (2012).
Merk – Fiskernes oppgitte fangst for 2011 er midlertidige tall (Baklien, pers.medd.).

Fiskeart	Skarvens beregnete fangst (tonn) 2011	Fiskernes oppgitte fangst (tonn) 2011	Fiskernes oppgitte fangst (tonn) 2010
Ål	15.3-21.9	0	0
Ørret	0.5-0.7	-	-
Torsk	42.7-61.1	34	36
Hvitting	0.1	1	1
Sei	0.3-0.5	15	18
Lyr	0.9-1.2	3	2
Paddetorsk	3.6-5.0	-	-
Vanlig ulke	18.7-26.7	-	-
Dvergulke	2.3-3.3	-	-
Abbor	0.2	-	-
Blåstål	5.6-8.0	-	-
Berggylt	3.8-5.4	-	-
Gressgylt	1.6-2.3	-	-
Bergnebb	32.1-45.8	-	-
Grønngylt	20.6-29.4	-	-
Ålekvabbe	2.6-3.7	-	-
Tangsprell	0.4-0.6	-	-
Fløyfisk	3.8-5.4	-	-
Svartkutling	15.9-22.8	-	-
Rødspette	2.5-3.6	8	10
Smørflyndre	0.6-0.9	5	5
Sandflyndre	3.8-5.5	0	0
Skrubbe	19.0-27.2	-	-
Tunge	8.1-11.5	1	1

4. Diskusjon

4.1 Mellomskarvens byttefisk

Totalt for 2011 ble det funnet 30 arter i gulpebollene fra mellomskarven i Øra naturreservat, hvorav 25 var av samme art som i 2002 (Skarprud 2003). I 2002 ble det funnet otolitter fra sik (*Coregonus lavaretus*) som ikke ble funnet i 2011, mens det i 2011 ble funnet otolitter fra mort, lyr, horngjel, småsil og gapeflyndre som på sin side ikke ble funnet i 2002. Det var litt overraskende at mellomskarven tok horngjel, men Gregersen (1992) rapporterte ett funn av horngjel, som en ny art, i en overvåkingsrapport fra 1990-1991 over danske skarvekolonier. Både sik, mort, lyr, horngjel og småsil kan ha forekommet i begge år, men blitt plassert under gruppen «ukjent». I 2002 har Skarprud (2003) en gruppe av ubestemte karpefisker, og det er

mulig at mort er representert der. Det er lite karpefisker i undersøkelsen fra 2011, noe som kan tyde på at skarvene i første rekke har jaktet på fisk i saltvannsnære områder. Skarven kan fly opptil 20 km for å hente mat (Van Eerden & Gregersen 1995), og den kan også bytte mellom forskjellige forasjeringsstrategier for å optimalisere næringssøket etter forekomst av fisk (Cosolo et al. 2010). Analysen i 2011 viste at leppefiskene har stor betydning i dietten til mellomskarven i Øraområdet, men til forskjell fra undersøkelsen i 2002 var det flest bergnebb som ble konsumert i 2011, og ikke grønngylt som i 2002. Dette kan skyldes svingninger i forekomst av begge arter, særlig for grønngylt (Espeland et al. 2010). Andelen av leppefiskfamilien i dietten gikk ned fra 57 % i 2002 til 34 % i 2011, og den største endringen var lavere forekomst av grønngylt som utgjorde 34 % av dietten i 2002 mot 4 % i 2011. I denne forbindelse er det verdt å nevne at det i det siste har det vært økt kommersiell oppmerksomhet knyttet til leppefisk, siden de kan benyttes som predator mot fiskelus i oppdrettsnæringen, og fangstene av leppefisk til dette formålet har blitt tidoblet fra 2008 til 2010 (Espeland et al. 2010).

Den store forskjellen mellom 2002 og 2011 er den høye andelen av torskefiskotolitter i 2011. Andelen av identifisert torsk var på 8 % av alle otolittene (n=6612) i 2011 mot bare 4 % (n=6716) i 2002 (Skarprud 2003). Dette er en økning på 50 %. Hele torskefamilien samlet økte fra 5.6 % i 2002 til 32.5 % i 2011. Dette er en formidabel økning med tanke på at i mange år har kysttorsk i 0-gruppe (alder under ett år) og 1-gruppe vist sterk nedgang langs sørøst-kysten av Norge (Ottersen et al. 2010). Ved prøvefiske med strandnot har nedgangen vært på henholdsvis 43 % og 85 % i forhold til langtidsgjennomsnittet 1919-2010 (Johannessen 2011), men i 2011 hadde rekrutteringen av 0-gruppen tatt seg opp, og viste seg å være den sterkeste på mange år (Johannessen 2012). Det kan antas at skarven tar en del sommer gammel torsk, siden resultatet viser en median for torsk på 6 cm (n=530). Torsk på ca. 17 – 27 cm er ett år gammel fisk (Ruud 1939). Kysttorsken i 0-gruppen vest for Kragerø, hadde dobbelt så mange torsk (24 torsk/trekk) som øst for Kragerø (12 torsk/trekk) i strandnotserien for 2011, og forekomsten av eldre torsk var lavest i øst (Johannessen 2012). Det kan tyde på at den gode sesongen med 0-gruppe torsk for 2011 har vært av betydning for mellomskarvens fødevalg, og at tettheten av byttefisk har innvirkning på hva skarven tar. At tettheten av byttefisk har betydning viser også en undersøkelse av Bregnballe et al. (2008), hvor mellomskarven fanget mye skrubbe i 1-gruppe (9-20 cm) når tettheten var stor, enn i områder, i samme tidsrom, hvor tettheten var lavere.

Selv om mellomskarven ser ut til å ta mye fisk i 0-gruppe og 1-gruppe kan det tenkes at det har mindre betydning enn om den skulle tatt mest av gytefisk, siden den unge fisken uansett har en høy dødelighet. Men på den annen side er småfisk (<10 cm) en viktig del av økosystemet (Mous et al. 2003), ikke minst som førfisk for mange andre fiskearter, i tillegg til bl.a. skarv.

Arts sammensetningen i dietten til mellomskarven i Øraområdet varierte i mengde fra juni til juli, med mye leppefisk tidlig i sesongen, og større mengder med torsk senere i sesongen. Det kan være at forandringer i dietten skyldes tilgjengeligheten av byttefisk, og er en bekreftelse på skarvens opportunistiske atferd (Liordos & Goutner 2008). Flere faktorer kan påvirke variasjonen i tilgang på fisk, så som næringstilgang for byttefisken, intra- og interspesifikk konkurranse og vannkvalitet. Det er vist at forandringer i vannkvalitet har forandret arts sammensetningen av fisk fanget av fiskere (Cowx 1991). Fiskens størrelse gjennom sesongen og muligheter for skjul kan også ha betydning.

Skarvene fanget lite ål i første halvdel av sesongen i forhold til fangsten i juli, og ålen i min undersøkelse hadde høyest medianlengde (37.3 cm). Også i en undersøkelse av Carss og Ekins (2002) viste det seg at mellomskarv tok stor ål, med en gjennomsnittslengde på 46 cm. Ål over 35 cm er stort sett hunner, men ikke alle, og at skarven tar store hunner kan ha betydning for ålepopulasjoner (Carss & Ekins 2002). Skarvenes totalfangst av ål i Øra har forandret seg, med en nedgang på 42 % fra 2002 til 2011. Dette er en forholdsvis stor nedgang, og det kan være en sammenheng med at det er påvist en generell nedgang i ålebestanden i flere land (Durif 2012). Europeisk ål er på rødlista som kritisk truet (Gjøsæter et al. 2010), og all kommersiell fangst av ål ble stanset i 2010 (Durif 2012). Nedgangen av ål kan skyldes flere forhold som tap av habitat, overfiske, forurensning og vandringsbarrierer (Durif 2012), men ifølge Engström (2001a) kan skarven også ha en påvirkning på tettheten av ål i enkelte små innsjøer der skarvetettheten er høy.

Mange av otolittene i denne undersøkelsen var små, og noen av otolittene kan skyldes sekundærkonsum, det vil si store fisker som har blitt spist av skarven inneholder små fisk som bytte (Blackwell & Sinclair 1995). Mange av otolittene i torskefamilien var < 3mm, noe som tilsvarer en fiskelengde på rundt 5 cm (Härkönen 1986). Skarven tar vanligvis byttefisk med en lengde på 10 – 20 cm (Hald-Mortensen 1994) men det er også funnet byttefisk ned mot 4 cm (Opačak et al. 2004). I en studie fra Kina viste det seg at skarvene var veldig

størrelsesspesifikke, og tok karper på 7-11 cm (Radhakrishnan et al. 2010), mens i en studie fra Polen var byttefiskene < 10 cm (Stempniewicz et al. 2003). Min studie viser en median fiskelengde på 9.2 cm, ikke langt unna medianen for 2002, som var 10.5 cm (Skarprud 2003), men skarven hadde forskjellige preferanser på lengder for de forskjellige artene, og det kan virke som om en lengre og smal fisk, som ål, kan være lengre ved fangst enn en høyrygget karpfisk (Cech et al. 2008). Median for torsk i 2002 var 22.7 cm (n=268) (Skarprud 2003), men for 2011 var den bare 6 cm (n=530). Historiske data viser at 0-gruppen for torsk var svært lav i 2002, mens den tallrike 2001-årsklassen 2001 (Johannessen 2012), kan ha gitt utslag i høyere median (22.7 cm) på torsk som ble fanget av skarven i 2002 sammenlignet med i 2011 da 0-greppen (årsklasse 2011) var tallrik. Selv om størrelsen på torsken som ble tatt av skarven i 2011 var forholdsvis liten, viste beregnet vekt at det utgjorde den største andelen når vekt ble fordelt på art, men ved samling av alle fiskeartene i familier, var det leppefiskfamilien som likevel hadde størst betydning. Dette sammenfaller bra med undersøkelsen fra 2002 (Skarprud 2003), og viser at leppefiskene er av stor betydning for skarven i Øra naturreservat.

På tross av stor innsats, ble det funnet langt mindre oppgullet fisk i 2011 enn ved undersøkelsen til Skarprud (2003), hvor det ble innsamlet 273 fisker (fra uke 23 til 28) mot 79 fisker i 2011 (fra uke 23 til 29). Dette kan ha sammenheng med konkurranse i kolonien om mattilgangen slik at fuglene nødig vil gi fra seg energi (Hald-Mortensen 1994). Av de oppgulte fiskene utgjorde bergnebb 61 %, noe som også gjenspeiles i materialet fra gulpebollene. Ved registrering av oppgullet fisk i 1999 ble det også funnet flest bergnebb (Fredriksen & Johansen 2000). I 2002 ble det funnet flest ål (21 %) og bergnebb (16.5 %) (Skarprud 2003). Alle arter som ble funnet som oppgullet fisk ble også funnet som otolitter i gulpebollene. Lengdesnittet for fisker i oppgult var større enn for fisker i gulpebollene, og kan skyldes erosjon av otolittene i gulpeboller (Härkönen 1986), eller det kan skyldes at stor fisk lettere kan gulpes opp enn liten fisk slik at disse blir overrepresentert (Veldkamp 1995a, Hald-Mortensen 1994). Det er uansett en mulighet for at fiskelengden i skarvens diett kan være underestimert når den baseres på måling av otolitter i gulpeboller.

Totalkonsumet for kolonien i 2011 var 205-293 tonn fisk, mot 194-277 tonn i 2002. Dette kan nok stemme bra, siden kolonien er på omtrent samme størrelse, og beregningene som er gjort for 2002 og 2011 er basert på samme metode. Det er noe variasjon mellom arter, og den største forskjellen er flyndrefisker som bidrar mye i vekt for 2011 i forhold til 2002. Konsum

av torsk utgjør nesten det samme, og skyldes trolig at det var færre, men større torsk i 2002, og flere, men mindre torsk som ble tatt av skarven i 2011. Det er også et høyere konsum av ål i 2011 enn 2002, samt vanlig ulke, bergnebb og svartkutling. Grønngylt utgjør til gjengjeld vesentlig mye mindre i konsum for 2011 enn i 2002. Ved sammenligning av rapporten for 2002 og 2011 må man være spesielt oppmerksom på at det er flere otolitter som kun er identifisert til familie, og disse gruppene ble ikke medtatt i beregninger av vekt.

Ut fra disse studiene er et fremdeles uklart om mellomskarvens predasjon av fisk har vesentlig betydning for fiskebestandene i området rundt Øra naturreservat. I Väinameri i Østersjøen mente fiskerne at mellomskarven var en konkurrent, men tidlig på 1990-tallet, hvor antallet av mellomskarv var lavt, økte næringsfisket, og fisk av økonomisk verdi ble overbeskattet (Eschabaum et al. 2003). Dette viser at en økning i næringsfisket kan ha samme effekt som en stor bestand av mellomskarv (Vetemaa et al. 2010). Engströms undersøkelser i 15 innsjøer i Sverige viste at skarvens effekter på naturlige fiskebestander var små (Engström 2001a), mens Leopold et al. (1998) mente at skarven var en viktig årsak til fiskedødelighet, særlig i år med lave 0-grupper.

4.2 Metodisk usikkerhet

I min undersøkelse viste det seg vanskelig å få samlet inn 30 gulpeboller for hver uke. Mye regn sommeren 2011 kan ha gjort sitt til at gulpebollene har gått fortere i oppløsning (Boström et al. 2009), men det kan også være at de voksne fuglene stopper å produsere gulpeboller siden de gir nesten all maten til ungene (Harris & Wanless 1993). Det ble også observert en del kråker og måker i kolonien og gulpebollene kan bli transportert bort for så å bli spist av disse artene (Boström et al. 2009). Kolonien i Øra naturreservat i 2011 var av nesten samme størrelse som i 2002, så antall fugl kan ikke forklare nedgangen i gulpeboller.

Skarvene kan ha begynt hekkesesongen tidligere i 2011 enn i årene før, siden det var en ekstremt tidlig vår i 2011. Gjennomsnittstemperaturen for mars, april og mai i 2011 var på 2°C over normalen (Meteorologisk Institutt 2011). Metoden med å samle inn gulpeboller for analyse av otolitter kan føre til underestimering siden magesyren, med en pH på 0.2 – 1.2, kan føre til at otolittene eroderer (Härkönen 1986, Jobling & Breiby 1986). Otolittene kan bli redusert med minst 25 % i lengde fra fisken blir fortært til gulpebollen blir produsert (Duffy & Laurenson 1983), og alt etter fiskearten kan den blir erodert med 5 – 30% (Martucci et al. 1993). Otolittene fra bergnebb som ble tatt fra oppgullet fisk, var gjennomgående større enn

otolittene fra bergnebb som ble tatt fra gulpeboller, noe som kan tyde på dette. For otolittene må det også tas hensyn til at de, for noen arter, kan forsvinne helt, slik at noen arter ikke vil komme med i gulpebolle-metoden (Härkönen 1986). Makrell og sildefisker har en høy nedbrytningsgrad mens torsk og ulkefisker har lav nedbrytningsgrad (Hald-Mortensen 1994). Selv om metoden har en del usikkerheter er den likevel egnet til relative sammenligninger over tid (Hald-Mortensen 1994).

5. Konklusjon

Ut fra denne undersøkelsen har den relative fordelingen av byttearter forandret seg mye for mellomskarven i Øra-området i forhold til 2002. Mellomskarvens viktigste byttefisk for 2011 i antall var bergnebb, mens i 2002 var det grønngylt. Torsk utgjør mest når man beregner skarvenes fangst i tonn for 2011. Fiskefamilier som var av stor betydning var leppefiskfamilien og torskfamilien, samt flyndrefamilien, ulkefamilien og kutlingfamilien. Den totale gjennomsnittlige fiskelengden har ikke endret seg siden 2002, men for enkelte arter som torsk var det stor forskjell på den estimerte lengden i 2002 og 2011. Mellomskarven tok mye mer småtorsk i 2011 enn i 2002, trolig som en følge av en stor 2011-årsklasse av torsk.

Mye tyder på at mellomskarven i Øra fanger den fisken som er lettest tilgjengelig, og at dette kan variere mellom år. Mellomskarven tar mye fisk i 0-gruppe og 1-gruppe av de fleste artene. Mellomskarven har tatt færre ål i 2011, men vekten utgjør mer enn i 2002 siden ålen var større ved fangst i 2011. Totalt konsumerte mellomskarven 205-293 tonn fisk i hekkesesongen og det kan se ut som om kolonien i Øra naturreservat har stabilisert seg med 800-1000 hekkende par. For en større forståelse og en best mulig forvaltning bør økosystemet i Øra naturreservat nøye overvåkes og flere undersøkelser bør gjøres både på skarvens diett og fiskesamfunnet i området rundt i årene som kommer.

6. Referanser

- Barett, R. T., Røy, N., Loen, J. & Montevecchi, W. A. (1990). Diets of shags *Phalacrocorax aristotelis* and cormorants *P. carbo* in Norway and possible implications for gadoid stock recruitment. *Mar Ecol Prog Ser*, **66**: 205-218.
- Blackwell, B. F. & Sinclair, J. A. (1995). Evidence of secondary consumption of fish by double-crested cormorants. *Mar Ecol Prog Ser*, **123**: 1-4.
- Boström, M. K., Lynnerud, S.-G., Karlsson, L. & Ragnarsson, B. (2009). Cormorant impact on trout (*Salmo trutta*) and salmon (*Salmo salar*) migrating from the river Dalälven emerging in the Baltic Sea. *Fish Res*, **98**: 16-21.
- Bregnballe, T., Sonnesen, P. M., Nicolajsen, H., Jepsen, N., Kanstrup, E. & Sørensen, N. H. (2008). Skarvernes prædation belyst ved mærkning af skrubber. I: Bregnballe, T. & Grooss, J. I. (red.) Skarver og fisk i Ringkøbing og Nissum Fjorde. En undersøgelse af skarvers prædation og effekter af skarvregulering 2002-2007. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU, nr. 680. s. 103-109.
- Breiby, A. (1985). Otolitter fra saltvannsfisker i Nord-Norge. Tromsø Naturvidenskap no.45, Institutt for museumsvirksomhet Tromsø, Universitetet i Tromsø. 29 s.
- Campana, S. E. (1985). Microstructure of Fish Otoliths. *Can J Fish Aquat Sci*, **42**: 1014-1032.
- Campana, S. E. (2004). *Photographic atlas of fish otoliths of the Northwest Atlantic Ocean*. NRC Research Press, Ontario. 284 s.
- Carss, D. N. & Ekins, G. R. (2002). Further European integration: Mixed sub-species colonies of great cormorant *Phalacrocorax carbo* in Britain – colony establishment, diet and implications for fisheries management. *Ardea*, **90**: 23-41.
- Cech, M., Cech, P., Kubecka, J., Prchalová, M. & Draštík, V. (2008). Size Selectivity in Summer and Winter Diets of Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*): Does it Reflect Season-Dependent Difference in Foraging Efficiency? *Waterbirds*, **31**: 438-447.
- Cosolo, M., Ferrero, E. A. & Sponza, S. (2010). Prey ecology and behaviour foraging strategies in the Great Cormorant. *Mar Biol*, **157**: 2533-2544.
- Cowx, I. G. (1991). The use of angler catch data to examine potential fishery management problems in the lower reaches of the River Trent, England. I: Cowx, I.G. (red.) *Catch Effort Sampling Strategies and their Application in Freshwater Fisheries Management*. Fishing News Books, Blackwell Science Ltd., Oxford. s. 154-165.
- De Nie, H. (1995). Changes in the inland fish populations in Europe in relation to the increase of the Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ardea* **83**: 115-122.
- del Hoyo, J., Elliott, A. & Sargatal, J. (red.) (1992). *Handbook of the Birds of the World*. Vol. 1. Lynx Edicions, Barcelona. s. 326-343.

- Duffy, D. C. & Laureson, L. J. B. (1983). Pellets of Cape Cormorants as Indicators of Diet. *The Condor*, **3**: 305-307.
- Durif, C. (2012). Ål – Europeisk. I: Aglen A., Bakketeig I.E., Gjørseter H., Hauge M., Loeng H., Sunnset, B.H. & Toft, K.Ø. (red.) Havforsknings-rapporten 2012. *Fisken og havet*, særnr. 1–2012. s. 158-159.
- Dybbro, T. (2003). *Fugler*. Damms Naturhåndbøker. N.W. Damm & Søn AS, Danmark. s. 32.
- Eschbaum, R., Veber, T., Vetemaa, M. & Saat, T. (2003). Do cormorants and fishermen compete for fish resources in the Väinameri (eastern Baltic) area? I: Cowx, I.G. (red.) *Interactions between fish and birds: Implication for Management*. Blackwell Science Ltd., Oxford. s. 72-83.
- Espeland, S. H., Nedreaas, K., Mortensen, S., Skiftesvik, A. B., Agnalt, A.-L., Durif, C., Harkestad, L. S., Karlsbakk, E., Knutsen, H., Thangstad, T., Jørstad, K., Bjordal, Å. & Gjørseter, J. (2010). Kunnskapsstatus leppefisk - utfordringer i et økende fiskeri. Havforskningsinstituttet. *Fisken og havet*, (7). 35 s.
- Engstrøm, H. (2001a). Long term effects of cormorant predation on fish communities and fishery in a freshwater lake. *Ecography*, **24**: 127-138.
- Engström, H. (2001b). Effects of Great Cormorant Predation on Fish Populations and Fishery. Comprehensive summaries of Ph.D thesis, Uppsala University. 39 s.
- Fiskeridirektoratet (2012). F.05.001 Fangst, etter fartøyets nasjonalitet, landingskommune/fylke, fiskesort/gruppe og fartøyets lengdegruppe (2000-2011). Tilgjengelig fra: <http://www.fiskeridir.no/fiskeridirektoratets-statistikkbank> (lest 25.04.12).
- Fredriksen, Å. S. (2011). Det nasjonale overvåkingsprogrammet for sjøfugl.(E-post fra Lorentsen, S.-H., SEAPOP).
- Fredriksen, Å. S. & Johansen, P. A. (1999). Storskarv *Phalacrocorax carbo* ny hekkefugl i Østfold. *Natur i Østfold*, **18**: 21-24.
- Fredriksen, Å. S. & Johansen, P. A. (2000). Storskarven *Phalacrocorax carbo sinensis* i Øra naturreservat 1999. *Natur i Østfold*, **19**: 81-83.
- Forskrift om Øra naturreservat, Fredrikstad kommune, Østfold* (2010). Tilgjengelig fra: <http://www.lovdatabank.no/cgi-wift/ldles?doc=/lf/lf/lf-20100416-0534.html/> (lest 23.03.12)
- Gagliardi, A., Martinoli, A., Preatoni, D., Wauters, L. A. & Tosi, G. (2005). From mass of body elements to fish biomass: a direct method to quantify food intake of fish eating birds. *Hydrobiologia*, **583**: 213-222.
- Gasbjerg, G., Christensen-Dalsgaard, S., Lorentsen, S.-H., Systad, G. H. & Anker-Nilssen, T. (2011). Tverrsektoriell vurdering av konsekvenser for sjøfugl. Grunnlagsrapport til en helhetlig forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak. *NINA Rapport 733*. 139 s.

- Gjørseter, J. (2008). Fiskeressurser og miljøforhold i Ytre Oslofjord 2007. Forskningsstasjonen i Flødevigen, Havforskningsinstituttet. 25 s.
- Gjørseter, J., Enersen, K., Enersen, S. E, Knutsen, J. A., Sollie, A. & Tveite, S. (2002). Hvorfor har det blitt så lite torsk i ytre Oslofjord? Havforskningsinstituttet. *Havets Miljø*, s. 82 -85.
- Gjørseter, J., Hesthagen, T., Borgstrøm, R., Brabrand, Å., Byrkjedal, I., Christiansen, J.S., Nedreaas, K., Pethon, P., Uiblein, F, Vøllestad, L.A. & Wienerroither, R. (2010). Fisker. I: Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S og Skjelseth, S. (red.) Norsk rødliste for arter 2010, s. 403-412. Artsdatabanken, Norge.
- Gregersen, J. (1992). Overvågning af skarver 1990 og 1991. Naturovervågningsrapport fra Skov- og Naturstyrelsen, Danmark. 01-05-92.
- Grémillet, D., Schmid, D. & Culik, B. (1995). Energy requirements of breeding great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Mar Ecol Prog Ser*, **121**: 1-9.
- Hald-Mortensen, P. (1994). Danske skarvers fødevalg i 1980'erne. *Rapport fra Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen*. 118 s.
- Harris, M. P. & Wanless, S. (1993). The diet of Shags *Phalacrocorax aristotelis* during the chick-rearing period assessed by three methods. *Bird Study*, **40**: 135-139.
- Hénaux, V., Bregnballe, T. & Lebreton, J.-D. (2007). Dispersal and recruitment during population growth in a colonial bird, the great cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*. *J Avian Biol*, **38**: 4-57.
- Hillersøy, G. (2011). Annual variation in the diet of the European shag (*Phalacrocorax aristoteles*) at Sklinna, Central Norway, and a possible relationship between reproduction and abundance of year class 1-saithe in the diet. Master thesis. Norwegian University of Life Sciences, Department of Ecology and Natural Resource Management, Ås. 47 s.
- Härkönen, T. J. (1986). *Guide to the otoliths of the bony fishes of the northeast Atlantic*. Danbiu ApS. København. 257 s.
- Jobling, M., & Breiby, A. (1986). The use and abuse of fish otoliths in studies of feeding habits of marine piscivores. *Sarsia*, **71**: 265 – 274.
- Johannessen, T. (2011). Torsk – Kysttorsk sør for 62°CN. I: Agnalt, A-L., Fossum P., Hauge, M., Mangor-Jensen, A., Ottersen, G., Røttingen, I., Sundet, J.H. & Sunnset, B.H. (red.) Havforskningsrapporten 2011. *Fisken og havet*, særnr. 1–2011. s. 156-157.
- Johannessen, T. (2012). Torsk – Kysttorsk sør for 62°N. I: Aglen A., Bakketeig I.E., Gjørseter H., Hauge M., Loeng H., Sunnset, B.H. & Toft, K.Ø. (red.) (2012). Havforskningsrapporten 2012. *Fisken og havet*, særnr. 1–2012. s. 150-151.
- Johnstone, I. G., Harris, M. P., Wanless, S. & Graves, J. A. (1990). The usefulness of pellets for assessing the diet of adult Shags *Phalacrocorax aristotelis*. *Bird Study*, **37**: 5-11.

- Lekve, K. Stenseth, N. C., Gjøsæter, J., Fromentin, J. M. & Gray, J. S. (1999). Spatial-temporal patterns in diversity of a fish assemblage along the Norwegian Skagerrak coast. *Mar Ecol Prog Ser*, **178**: 17-27.
- Leopold, M. F., van Damme, C. J. G., Philippart, C. J. M. & Winter, C. J. N. (2001). *Otoliths of North Sea fish*. World Biodiversity Database, CD-ROM Series Volum 1.0. UNESCO-Publishing, Paris.
- Leopold, M. F., van Damme, C. J. G. & van der Veer, H. W. (1998). Diet of cormorants and the impact of cormorant predation on juvenile flatfish in the Dutch Wadden Sea. *J Sea Res*, **40**: 93-107.
- Liordos, V. & Goutner, V. (2008). Habitat and Temporal Variation in Diet of Great Cormorant Nestlings in Greek Colonies. *Waterbirds*, **31**: 424-437.
- Lorentsen, S.-H., Grémillet, D. & Nymoen, G. H. (2004). Annual variation in diet of breeding great cormorants: Does it reflect varying recruitment of gadoids? *Waterbirds*, **27**: 161-169.
- Lundevall, C. F. & Bergström, M. (2005). *Fugler i Norge og Norden* 3. utg. N.W. Damm & Søn AS. Danmark. s.38
- McKay, H.V., Robinson, K. A., Carss, D. N. & Parrott, D. (2003). The limitations of pellet analysis in the study of cormorant *Phalacrocorax* spp. diet. *Vogelwelt*, **124**: 227-236.
- Martucci, O., Pietrelli, L. & Consiglio, C. (1993). Fish otoliths as indicators of cormorant *Phalacrocorax carbo* diet (Aves, Pelecaniformes). *B Zool*, **60**: 393-396.
- Meteorologisk Institutt (2011). Lufttemperatur og nedbør for vårsesongen 2011. Tilgjengelig fra: http://met.no/Lufttemperatur+og+nedb%C3%B8r+for+v%C3%A5rsesongen+2011.b7C_w7zQZs.ips (lest 02.04.12).
- Mous, P. J., Dekker, W., De Leeuw, J. J., Van Eerden, M. R., Van Densen, W. L. T. (2003). Interactions in the utilisation of small fish by piscivorous fish and birds, and the fishery in IJsselmeer. I: Cowx, I.G. (red.) *Interactions between fish and birds: Implication for Management*. Blackwell Science Ltd., Oxford. s. 84-118.
- Nedreaas, K., Aglen, A., Gjøsæter, J., Jørstad, K., Knutsen, H., Smedstad, O., Svåsand, T. & Ågotnes, P. (2008). Kysttorskforvaltning på Vestlandet og langs Skagerrakkysten. Vurdering av status for kysttorsk på strekningen svenskegrensen-Stad med forslag om forvaltningsplan. Havforskningsinstituttet. *Fisken og havet*, (5). 106 s.
- Opačak, A., Florijančić, T., Horvat, D., Ozimec, S. & Bodakoš, D. (2004). Diet spectrum of great cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis* L.) at the Donji Miholjac carp fishponds in eastern Croatia. *Eur J Wildl Res*, **50**: 173-178.
- Ottersen, G., Postmyr, E. & Irgens, M. (red.) (2010). Faglig grunnlag for en forvaltningsplan for Nordsjøen og Skagerrak: Arealrapport. Havforskningsinstituttet. *Fisken og havet*, (6). 190 s.

- Pethon, P. (1980). Variations in the fish community of the Øra Estuary, SE Norway, with emphasis on the freshwater fishes. *Fauna norv Ser A*, **1**: 5-14.
- Pethon, P. (1981). Fiskefaunaen. I: Krohn, O. (red.). *Øra Naturreservat*, s. 33-37. Østlandske Naturvernforening og Østfold Naturvern, Ås.
- Pethon, P. (2005). *Aschehougs store fiskebok*. 5. utg. Aschehoug forlag, Oslo. 468 s.
- Radhakrishnan, K.V., Liu, M., He, W., Murphy, B. R. & Xie, S. (2010). Otolith retrieval from faeces and reconstruction of prey-fish size for Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) wintering at the East Dongting Lake National Nature Reserve, China. *Environ Biol Fish*, **89**: 505-512.
- Ruud, J. (1939). Torsken i Oslofjorden. *Fiskeridirektoratets skrifter*, Vol.VI, nr. 2. AS John Griegs Boktrykkeri, Bergen. 71 s.
- Sand, O. (1992). Hørsel og sidelinjesans. I: Døving, K., Reimers, E. (red.), *Fiskens fysiologi*. John Grieg Forlag AS, Stavanger. s. 94-95.
- Skarprud, M. (2003). Sommerføden til storskarven (*Phalacrocorax carbo*) i Øra naturreservat, Fredrikstad. Hovedoppgave. Norges landbrukshøgskole, Institutt for biologi og naturforvaltning, Ås. 43 s.
- Stempniewicz, L., Martyniak, A., Borowski, W. & Goc, M. (2003). Fish stocks, commercial fishing and cormorant predation in the Vistula Lagoon, Poland. I: Cowx, I.G. (red.) *Interactions between fish and birds: Implication for Management*. Blackwell Science Ltd., Oxford. s. 51-64.
- Stueflotten, S. (2008). Sjeldne fugler i Buskerud 2008. *Rapport fra den lokale rapport- og sjeldenhetskomiteen (LRSK) i Buskerud*. Norsk Ornitologisk Forening. Tilgjengelig fra: <http://www.nofbuskerud.net/Buskskvetten/Arkiv/2009/LRSK2008.pdf> (lest 23.03.12.)
- Stueflotten, S. (2009). Artsomtaler. I: Stueflotten, S. (red.), *Fuglelivet i Øvre Eiker*. Forlaget Tom & Tom, Vestfossen. s. 109.
- Sørensen, H. L., Bregnballe, T., & Koed, A. (2009). Forvaltningsplan for den danske ynglebestand af skarv (*Phalacrocorax carbo sinensis*) og trækgæster. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen. J.nr SNS-36-00003. 44 s.
- Tuset, V. M., Lombarte, A., & Assis, C. A. (2008). Otolith atlas for the western Mediterranean, north and central eastern Atlantic. *Sci Mar*, **72S1**. 198 s.
- Van Dobben, W. H.(1952). The food of the Cormorant in The Netherlands. *Ardea* **40**: 1-63.
- Van Eerden, M. R. & Gregersen, J. (1995). Long-term changes in the Northwest European population of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ardea*, **83**: 61-79.

- Van Eerden, M. R., Koffijberg, K. & Platteeuw, M. (1995). Riding on the crest of the wave: possibilities and limitations for a thriving population of migratory Cormorants (*Phalacrocorax carbo*) in man-dominated wetlands. *Ardea*, **83**: 1-9.
- Veldkamp, R. (1995a). Diet of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at Wanneperveen, The Netherlands, with special reference to bream *Abramis brama*. *Ardea*, **83**: 143-156.
- Veldkamp, R. (1995b). The use of chewing pads for estimating the consumption of cyprinids by cormorants *Phalacrocorax carbo*. *Ardea* **83**: 135-138.
- Vetemaa, M., Eschbaum, R., Albert, A., Saks, L. Verliin, A., Jürgens, K., Kesler, M., Hubel, K., Hannesson, R. & Saat, T. 2010. Changes in fish stock in an Estonian estuary: overfishing by cormorants? *Ices J Mar Sci*, **67**: 1972-1979.
- Zijlstra, M. & Van Eerden, M.R. (1995). Pellet production and the use of otoliths in determining the diet of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*: trials with captive birds. *Ardea*, **83**: 123–131.

7. Vedlegg

Vedlegg 1. Formler brukt for å estimere fiskelengde og kroppsvekt fra otolitter funnet i gulpeboller fra mellomskarv på Øra naturreservat, Fredrikstad, 2011. Alle formlene er fra Härkönen (1986).

Fiskeart	Intervall for otolittlengde/bredde (mm)	Fiskelengde (mm)	Fiskevekt (mm)
Brisling	0.5 – 1.4	-25.28+137.24 OW	9.7343 OW ^{4.695}
Ål	0.4 - 3.6	-44.211+189.57 OL	4.052 OL ^{3.721}
Ørret	1.5 – 6.0	-87.7+107.9 OL	1.034 OL ^{4.095}
Torsk	3.0 – 9.0	9.883 OL ^{1.439}	
	9.0 – 21.0	-202.13+48.37 OL	0.006855 OL ^{4.435}
Hvitting	4.0 – 24.0	-11.936+19.7 OL	0.012692 OL ^{3.535}
Sei	4.0 – 17.0	8.97297 OL ^{1.53}	0.007288 OL ^{4.501}
Lyr	4.0 – 18.0	13.20 OL ^{1.329}	0.01192 OL ^{4.205}
Paddetorsk	7.0 – 13.0	-20.37+22.96 OL	0.151155 OL ^{2.912}
Vanlig ulke	2.6 – 7.4	-9.95+34.84 OL	0.2261 OL ^{3.496}
Dvergulke	2.4 – 4.6	5.36+33.71 OL merk: lav r ²	0.6398 OL ^{2.988} merk: lav r ²
Abbor	4.0 – 12.0	-36.97+33.90 OL	0.0545 OL ^{3.797}
Blåstål	3.0 – 6.0	-4.76+52.12 OL	0.688 OL ^{3.51}
Berggyllt	2.2 – 6.2	-31.24+67.97 OL	0.695 OL ^{4.205}
Gressgyllt	1.2 – 3.0	28.90+41.18 OL	3.66 OL ^{2.417}
Bergnebb	1.0 – 4.0	9.5+39.36 OL	1.23 OL ^{2.88}
Grønngyllt	0.8 – 3.0	3.05+63.54 OL	3.29 OL ^{3.30}
Ålekvalbe	0.8 – 2.1	-23.65+179.30 OW	12.58 OW ^{4.432}
Tangsprell	0.5 – 1.0	1.23+173.96 OW merk: basert på 5 individer	6.110 OW ^{1.421} merk: basert på 5 individer
Fløyfisk	0.8 – 3.0	44.29 OL ^{1.412} merk: basert på 12 individer	0.482 OL ^{4.459} merk: basert på 12 individer
Svartkutling	0.5 – 3.3 0.4 – 3.4	-8.927+42.037 OW	0.225 OW ^{4.197}
Rødspette	3.5 – 10.0	-3.81+47.63 OL	0.498 OL ^{3.408}
Smørflyndre	2.5 – 6.5	-100.65+78.29 OL	0.0770 OL ^{4.633}
Sandflyndre	2.6 – 6.4	-50.96+58.47 OL	0.170 OL ^{4.117}
Skрубbe	4.0 – 8.0	-51.06+59.10 OL	1.578 OL ^{2.899}
Tunge	1.5 – 5.0	-12.622+80.901 OL	2.535 OL ^{3.444}
Gapeflyndre	2.0 – 8.0	-24.52+48.35 OL	0.166 OL ^{3.788}

Vedlegg 2. Bestandsutvikling av mellomskarv, Øra naturreservat, Fredrikstad, for årene 1997 til 2011. (Fredriksen 2011).

