

Adfærds- og fødeundersøgelse af adulte gedder (*Esox lucius* L.) fra Hestholm Sø samt vurdering af geddernes betydning for smoltudtrækket i Skjern Å-systemet



Specialerapport af Kim Iversen

Biologisk Institut, Afd. for Marin Økologi, Aarhus Universitet

DFU, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Silkeborg

Maj 2004

Intern vejleder: Peter Grønkjær, Afd. for Marin Økologi, Aarhus Universitet

Ekstern vejleder: Anders Koed, DFU, Silkeborg

Forord

Dette speciale er en del af et projekt finansieret af myndighedssamarbejdet mellem Ministeriet for fødevarer, landbrug og fiskeri, Skov- & Naturstyrelsen og Ringkøbing Amt om fiskeriet i Ringkøbing og Nisum fjorde samt Skjern Å-systemet.

Mine vejledere Anders Koed (DFU, Silkeborg) og Peter ”Fisker” Grønkjær (Afd. for Marin Økologi, Aarhus Universitet) har ydet stor hjælp og støtte gennem forløbet.

Feltarbejdet blev udført hos Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afdeling for Ferskvandsfiskeri, Silkeborg, og i den anledning vil jeg gerne takke personalet hos DFU for godt samarbejde.

Skov- & Naturstyrelsen og Ringkøbing Amt har været yderst samarbejdsvillige i forbindelse med projektet, specielt skal naturvejleder Marianne Lindemann ved SNS takkes for hendes venlighed og for at sørge for, at vi kunne bo på Lønborggård i feltsæsonen.

Kasper Falck-Rasmussen takkes for godt selskab og samarbejde i felten, ligesom Henrik Baktoft også ydede god support flere gange i løbet af processen.

I forbindelse med udarbejdelse af rapporten, var især Søren Widt og Kim Mouritsen fra Afdeling for Marin Økologi, Aarhus Universitet, til stor hjælp ved den statistiske databehandling.

Til sidst vil jeg takke min kæreste, Mette Fogh Møller, for støtte gennem hele min specialetid. En uvurderlig hjælp, især gennem den sidste, hektiske del af processen.

Med venlig hilsen

Kim Iversen

Resume

I forbindelse med genetableringen af Skjern Å-dalen opstod i november 2000 en 242 ha. stor lavvandet sø, Hestholm Sø, som i dag er i direkte forbindelse med Skjern Å via Hestholmkanalen. Nærværende undersøgelse havde til formål at beskrive adfærd og fødevalg for gedder i Hestholm Sø samt at vurdere geddernes eventuelle effekt på smoltudtrækket i Skjern Å-systemet.

I perioden 27/2/02 – 30/5/02 blev 33 kønsmodne gedder fra den nydannede Hestholm Sø radiomærket. Gedderne blev efterfølgende pejlet en gang om ugen indtil maj 2003, hvor de 12 tilbageværende gedder blev genfanget. Adfærdsmønstre blev kortlagt for 18 gedder, som alle blev fulgt i en periode på mere end 8 måneder. Disse gedder blev inddelt i fire kategorier: søgedder, Skjern Å-gedder, Ganer Å-gedder og gedder med anden adfærd. Forsøgsgedderne blev pejlet inden for et område på 10×4 km, og flere gedder har sandsynligvis i perioder opholdt sig i Ringkøbing Fjord. Kun én af de 18 gedder okkuperede en veldefineret home range gennem hele forsøgsperioden, resten af forsøgsmønstrene skiftede område flere gange i løbet af undersøgelsen. Flere gedder udviste periodevis nomadeadfærd. Gennemsnitligt vandrede gedderne længst i gydeperioden marts - maj, og kortest i sommerperioden fra juni - oktober. Der var en signifikant positiv korrelation mellem geddelængde og gennemsnitlig ugentlig vandring. Gedderne i Hestholmkanalen var betydelig mere aktive i gydeperioden end i resten af forsøgsperioden. Der var ingen signifikant forskel på geddeaktiviteten over døgnets 24 timer.

Undersøgelsen af fødevalg for gedderne i Hestholmområdet viste, at for mindre gedder, 30 – 40 cm, var der forekomster af invertebrater i mere end halvdelen af geddemaverne med indhold. Derimod havde ingen af gedderne større end 50 cm ædt invertebrater, de var udelukkende piscivore. De større, og i højere grad piscivore, gedder havde oftere tomme maver end de mindre gedder. Geddetætheden i Hestholm Sø i foråret 2002 blev beregnet til 34,3 gedder pr. ha. Ca. 10 % af gedderne var større end 30 cm. Det blev estimeret, at gedder på over 30 cm har præderet ca. 74 % af de smolt, som trak ind i Hestholm Sø i foråret 2002.

Resultaterne fra undersøgelsen antyder, at gedderne i Hestholm Sø fremover vil kunne æde op til 100 % af udtrækkende smolt fra Ganer Å. Overløbet fra Skjern Å til Hestholm Sø blev i maj 2002 opdæmmet, så smoltene fra Skjern Å nu kun kan komme ind i Hestholm Sø ved meget høj vandstand i åen. Data fra telemetriundersøgelsen sandsynliggør, at en del af de gedder, der vokser op i Hestholm Sø, vil trække fra opvækstområderne og ud i Skjern Å senere i livet. Dermed bliver geddetætheden i Skjern Å sandsynligvis større, og det kan resultere i, at færre udtrækkende lakse- og ørredsmolt når ud til havet.

Indhold

Forord.....	1
Resume.....	2
Indhold	3
1. Indledning	
1.1 Skjern Å-projektet.....	5
1.2 Hestholm Sø.....	5
1.3 Skjern Å-laksen, en gammel historie.....	6
1.4 Gedden	7
1.4.1 Udseende.....	7
1.4.2 Udbredelse	8
1.4.3 Fysiske forhold	8
1.4.4 Geddens livshistorie: Fra lille Larve til Gedden Grum	9
1.4.5 Geddens føde	10
1.4.6 Kannibalisme	10
1.4.7 Kleptoparasitisme	10
1.5 Biotelemetry og dets anvendelse	11
1.5.1 Udstyr	11
1.5.2 Mærkningsmetoder	12
1.5.3 Fremtiden for biotelemetry	13
1.6 Formål.....	14
2. Delrapport 1: Adfærdsundersøgelse af gedder i Hestholm Sø	
2.1 Introduktion	15
2.1.1 Migration	15
2.1.2 Home range og territorium.....	16
2.1.3 Vandring	17
2.1.4 Døgnaktivitet	17
2.1.5 Formål.....	17
2.2 Materialer og metoder.....	17
2.2.1 Indfangning af gedder fra Hestholm Sø	17
2.2.2 Radiomærkning.....	18
2.2.3 Pejling	19
2.2.4 Genfangst af mærkede gedder.....	19
2.2.5 Software.....	20
2.2.6 Datalogger til vandringsaktivitet.....	20
2.2.7 Aldersbestemmelse	20
2.2.8 Vækstberegninger	22
2.2.9 Vækstkurver.....	22
2.2.10 Statistik	22
2.3 Resultater	23
2.3.1 Biologiske data.....	23
2.3.2 Fysiske data.....	25
2.3.3 Vækst	27

2.3.4 Aldersbestemmelse og vækstkurver.....	28
2.3.5 Gedderne i Hestholm Sø	30
2.3.6 Geddernes udbredelse gennem perioden.....	35
2.3.6 Habitatvalg.....	36
2.3.8 Gydning i Hestholm Sø.....	36
2.3.9 Gedder i Ringkøbing Fjord	36
2.3.10 Vandring	37
2.3.11 Geddeaktivitet.....	41
2.3.12 Mistede gedder.....	43
2.4 Diskussion.....	45
2.4.1 Fiskefaunaen i forsøgsområdet	45
2.4.2 Aldersbestemmelse og vækstkurver.....	45
2.4.3 Geddetyper.....	46
2.4.4 Home range.....	47
2.4.5 Habitatvalg.....	48
2.4.6 Gydning	48
2.4.7 Gedder i Ringkøbing Fjord	49
2.4.8 Vandring	49
2.4.9 Døgnaktivitet	50
2.4.10 Mistede gedder.....	51
2.5 Konklusion.....	54
2.6 Referencer.....	55

3. Delrapport 2:

Geddernes diæt og betydning for migrerende smolt i Hestholm Sø og Skjern Å

3.1 Introduktion	60
3.1.1 Geddens diæt.....	60
3.1.2 Geddens betydning for smoltudtræk	61
3.1.3 Formål.....	61
3.2 Materialer og metoder.....	61
3.2.1 Fødeundersøgelse.....	61
3.2.2 Bestandsestimat for gedder i Hestholm Sø	62
3.2.3 Estimeret geddeprædation på smolt i Hestholm Sø i foråret 2002	64
3.3 Resultater	64
3.3.1 Fødeundersøgelse.....	64
3.3.2 Bestandsestimat for gedder i Hestholm Sø	66
3.3.3 Geddeprædation på smolt i Hestholm Sø i 2002.....	67
3.4 Diskussion.....	68
3.4.1 Fødeundersøgelse.....	68
3.4.2 Geddebestanden i Hestholm Sø	70
3.4.3 Smolttabet i Hestholm Sø	73
3.5 Konklusion.....	76
3.6 Referencer.....	77

4. Perspektivering

Bilag 1: Opslag til lystfiskere

Bilag 2-19: Pejlepositioner for gedder fra telemetriundersøgelsen

1. Indledning

I perioden 1999 – 2003 blev de nederste 19 km af Skjern Å, samt dele af de tilstødende vandløb, genslynget til i alt ca. 40 km ny åstrækning (Figur 1). Dette var kulminationen på det stort anlagte Skjern Å-projekt, som bl.a. havde til formål at genskabe et internationalt værdifuldt naturområde, Skjern Å-deltaet, og forbedre vandmiljøet og levevilkår for planter og dyr (Skov- & Naturstyrelsens hjemmeside www.sns.dk). Effekterne af denne naturgenopretning bliver løbende evalueret.

Denne specialrapport er en del af en sådan evaluering, foranstaltet af myndighedssamarbejdet mellem Ministeriet for fødevarer, landbrug og fiskeri, Skov- & Naturstyrelsen og Ringkøbing Amt om fiskeriet i Ringkøbing og Nisum fjorde samt Skjern Å-systemet.

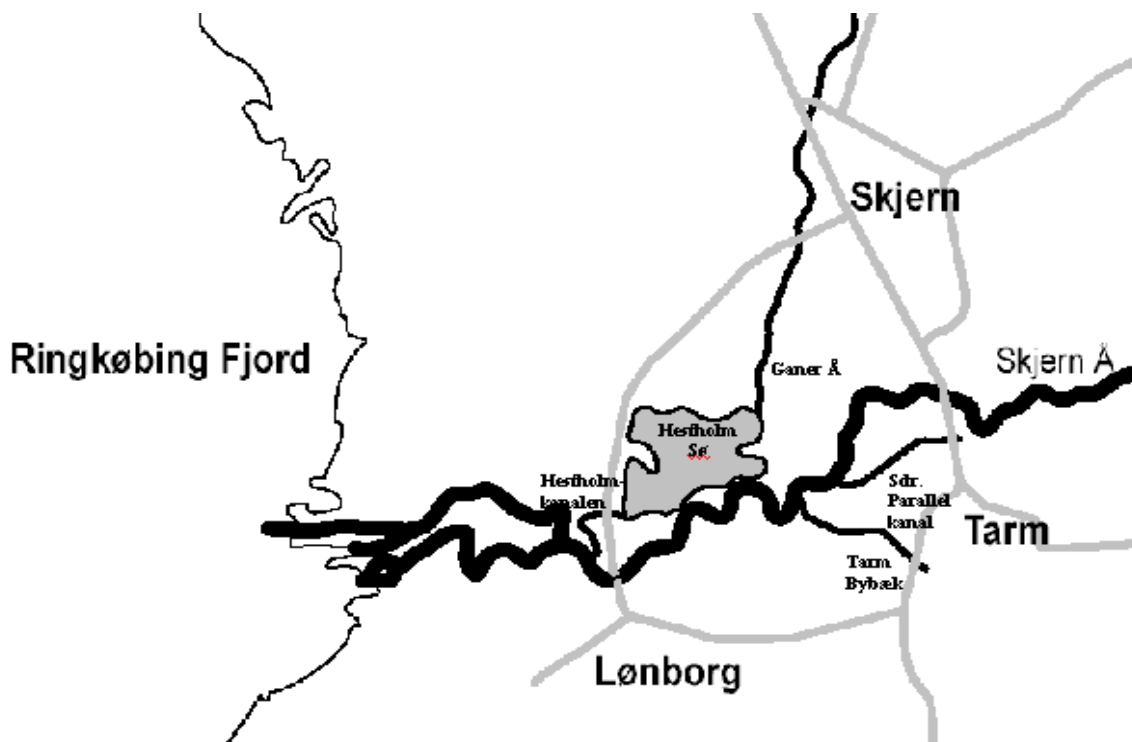
1.1 Skjern Å-projektet

I 1960'erne blev vandløbene i den nederste del af Skjern Å-systemet rettet ud og inddiget for at dræne og inddrage omkringliggende arealer til landbrugsjord. Af hensyn til især vandkvaliteten i Ringkøbing Fjord bestemte folkettinget i 1987, at Skjern Å deltaet skulle genskabes ved at genslynge vandløbsstrækninger, og man ville lade store områder oversvømme, for at få fjernet en del af de belastende næringsstoffer fra vandet på de oversvømmede enge. I 1999, 12 år senere, påbegyndte man restaureringsarbejdet, som blev færdiggjort i sommeren 2003 (www.sns.dk).

1.2 Hestholm Sø

Hestholm Sø blev dannet, da Skjern Å's første etape blev åbnet i oktober 2000. Hestholmområdet havde som følge af oxideringen af det organiske materiale i det tidligere vådområde sat sig med omkring en meter siden dræningen i 1960'erne (www.sns.dk). Det betød, at der blev dannet en sø, da vand fra Skjern Å skyllede ind over leveerne til Hestholmområdet (Figur 1). Samtidig gik vand fra Ganer Å også til området. Ved ekstrem høj vandstand i starten af 2002 blev søens areal målt til godt 242 ha. Senere på året, da vandstanden i Skjern Å faldt og leveerne blev forstærkede, faldt Hestholm Søes areal til de ca. 200 ha, den er ved normal vandstand i åen.

Vandstanden i Hestholm Sø er generelt lav, gennemsnitligt ca. 60 cm dyb med en maksimal dybde på 130 cm under normale forhold. Den lave vandstand og det høje indhold af næringsstoffer betyder, at søen er rig på vandplanter, og i sommerperioderne er der jævnligt kraftige algeopblomstringer. Der vil med tiden blive aflejret store mængder sediment og organisk materiale i



Figur 1: Øverst: Beliggenheden af Hestholm Sø. Nederst: Det genetablerede projektområde på 2200 ha fra Borris til Ringkøbing Fjord (www.sns.dk).

søen, og det skønnes, at søen vil være væk i løbet af 60-100 år. Ganer Å vil da have et slynget forløb gennem området (www.sns.dk).

Hestholm Sø er udlagt som internationalt naturbeskyttelsesområde, og søen gæstes af en stor mængde træk- og standfugle, heriblandt skarv og fiskehejre.

1.3 Skjern Å-laksen, en gammel historie....

Skjern Å rummer en unik laksestamme, Skjern Å-laksen, som har overlevet og gydt i Skjern Å siden sidste istid eller længere. Denne stamme var egentlig formodet udryddet p.g.a. forringede

miljøforhold i åen, fiskeri og spærringer, men i 1994 fandt Danmarks Fiskeriundersøgelser, at der endnu var individer tilbage af den oprindelige stamme (Nielsen, 1994). Ved at sammenligne DNA fra gamle lakseskæl fra Skjern Å, med DNA fra nulevende laks fra Skjern Å, samt DNA fra udsatte stammer fra Skotland, Irland og Sverige, kunne man se, at en del af laksene var genetisk identiske med de gamle Skjern Å-laks (Nielsen, 1994). På det tidspunkt var Skjern Å-laksen den eneste kendte oprindelige stamme i Danmark og store dele af Mellemeuropa.. Skjern Å-laksen er kategoriseret som akut truet og er dermed en rødlisteart (www.sns.dk). Der blev i 1993 udarbejdet en handlingsplan for at ophjælpe og genskabe danske laksebestande. Planens formål skulle opfyldes ved en kombination af rensnings- og restaureringstiltag og udsætninger af lakseyngel (Koed *et al.*, 1999). Der er siden blevet indført et forbud mod laksefiskeri i Ringkøbing Fjord (Fødevareministeriet, 2001), og man udsætter årligt store mængder af laksesmolt i Skjern Å fra moderfisk af Skjern Å-stammen (30.000 ½-årssmolt og 62.000 1-årssmolt i sæsonen 2002-2003 (Dansk Center for Vildlaks' (DCV) hjemmeside www.vildlaks.dk). Vandrings- og gydeforholdene i Skjern Å er samtidig blevet væsentligt forbedret i forbindelse med Skjern Å-naturprojektet. Det blev oprindeligt foreslået, at Hestholm Sø og endnu en sø, Dam Sø længere opstrøms, skulle være indskudte søer i Skjern Å's forløb, men den model blev skrinlagt. I en delrapport fra IFF vurderede man, at geddebestanden i de to søer kunne gøre et voldsomt indhug i størrelsen af det årlige smoltudtræk (Koed, 1995b).

1.4 Gedden (*Esox lucius* L.)

Gedden *Esox lucius* L. af familien *Esocidae* menes at nedstamme fra sildelignende forfædre. Hundefiskarterne (*Umbridae*) betragtes som dens nærmest relaterede familie i dag (Crossman, 1996). I Amerika har gedden en tæt slægtning i muskellungen (*E. masquinongy*). Den ligner meget gedden af udseende og natur, og i de områder, hvor begge arter findes, lever disse syntopisk eller allotopisk (Crossman, 1996).

1.4.1 Udseende

Gedden er en rovfisk, og den torpedoformede krop med den store halefinne og de posteriort siddende store ryg- og gatfinner (Figur 2) gør gedden i



Figur 2: Gedden (*Esox lucius*).

stand til at foretage lynhurtige angreb. Munden er stor og bred, hvilket gør, at gedden kan tage forholdsvis store fisk, og de sylespidse tænder er bagudrettede, så den kan fastholde byttet (Jensen, 2003). Geddens gulgrønne farver med den mørke overside og lyse underside gør, at gedden falder godt i med omgivende vegetation. Dette hjælper den i det/de første år, hvor den er udsat for prædation fra både vand og luft, og i den efterfølgende tid hvor den skal ernære sig som piscivor rovfisk. De yderligt siddende øjne sikrer et stereoskopisk syn til gavn ved jagt. Foruden synet bruger gedden sit sideliniesystem til at jage i mørke og ved lave lysintensiteter (www.dfu.min.dk/fiskepleje/gedde.htm)

1.4.2 Udbredelse

Gedden er vidt udbredt over et bælte på den nordlige halvkugle som dækker Europa, Asien og Amerika. Den sydlige udbredelse i Europa strækker sig ned til det nordlige Italien (Lorenzoni *et al.*, 2002), og mod nord findes den langt op i Sverige nord for polarcirklen (Hansen, 2004). Den lever fortrinsvis i ferskvand, hvor den findes i søer samt langsomt strømmende vandløb. Den trives dog også i brakvandsområder, bl.a. i kystnære områder af Østersøen (Muus & Dahlstrøm, 1990; Karås & Lehtonen, 1993) og i fjorde, f.eks. i Ringkøbing Fjord.

1.4.3 Fysiske forhold

1.4.3.1 Temperatur

Gedden har optimal vækst ved temperaturer mellem 19-21 °C (Casselman & Lewis, 1996). Ved temperaturer højere end 25 °C søger gedden mod koldere vand, og ved vandtemperaturer omkring 30 °C begynder i hvert fald de voksne gedder at dø (Casselman, 1996). Gedder er blevet observeret ved temperaturer meget tæt ved frysepunktet (≈ 0.1 °C), uden at der var nogen synlige tegn på stress eller hæmmet bevægelse (Casselman, 1996, samt personlig observation).

1.4.3.2 Iltkoncentration

Gedden er tolerant over for lave iltkoncentrationer, som ofte opstår i stillestående vande under is eller ved høje sommertemperaturer, men dens vækst er størst når vandet er mættet med ilt. Ved aftagende iltkoncentrationer mindskes væksten, og ved 2 mg O₂/L (20 % af luftmættet) stopper gedden med at indtage føde. Afhængig af den omgivende vandtemperatur ligger den letale iltkoncentration i intervallet 0,5-1,5 mg O₂/L (Casselman, 1996).

1.4.3.3 Salinitet

Brakvandsgeddernes æg kan klækkes i brakvand ved saliniteter op til 6,9 promille (Jensen, 2003). Forsøg har vist at juvenile gedder overlever ved saliniteter op til 10-12 promille (pers. komm. L. Jacobsen, DFU, Silkeborg), og i Østersøen omkring Bornholm finder man adulte gedder ved saliniteter på op til 10 promille (Jensen, 2003).

1.4.4 Geddens livshistorie: Fra Lille Larve til Gedden Grum

1.4.4.1 Gydning

Geddens gydeperiode strækker sig fra februar til maj (Crossman, 1996) og nogle steder frem til juni (DosSantos *et al.*, 1991). De foretrukne gydehabitater er oversvømmede græsenge eller de lavere dele af søer med passende vegetation (Casselman & Lewis, 1996). Hangedderne begynder allerede i februar at bevæge sig til gydepladserne, og hunnerne følger efter i marts og april. Selve gydningen finder gerne sted i april/maj ved vandtemperaturer omkring 8-12 °C (Casselman & Lewis, 1996). Æggene klitrer til vegetationen, og ca. 5-16 dage efter gydningen klækkes de (Crossman, 1996).

1.4.4.2 Opvækst

De små larver sætter sig fast på vegetationen ved nogle klæbrige områder i hovedregionen, og når blommesæknæringen er brugt, fyldes svømmeblæren, og fiskelarven begynder at svømme (Bry, 1996). Gedderne tilbringer de første år i vegetationen, hvor de gemmer sig fra større rovdyr og finder føde. Når gedderne bliver større, søger de ud på lidt dybere vand, men de forbliver i vegetationen (Chapman & MacKay, 1984a).

1.4.4.3 Adulte gedder

De store gedder findes ofte ved overgangen mellem vegetationbæltet og åbent vand (Chapman & Mackay, 1984a) eller ude på dybere vand, ved skrænter og andre steder hvor der er gode chancer for at møde deres foretrukne byttedyr. Gedden betegnes af nogle som stationær og territoriehævdende (Eklöv, 1997), og af andre som mere bevægelig med udefineret home range og varierende i habitatvalg (Chapman & Mackay, 1984b). Forårets migrationer til gydepladserne bringer ofte gedderne udenfor deres normale home range, og de kan tilbagelægge store afstande på disse gydemigrationer (Müller, 1986; DosSantos *et al.*, 1991; Andersen & Balleby, 2000). Flere undersøgelser antyder, at gedderne vender tilbage til samme gydeområde år efter år (Müller, 1986; DosSantos *et al.*, 1991; Rosell & MacOscar, 2002).

Geddehannerne bliver generelt mindre end hunnerne, men bliver kønsmodne allerede i 1-3 års alderen (Jensen, 2003). Hunnerne bliver først kønsmodne ved alderen 2-5 år, og er således som regel noget større end de hanner de møder på gydepladserne. Gedderne faster i en periode omkring gydningen (Diana, 1979), men umiddelbart efter gydningen genoptages fødeindtagelsen. Gedder kan blive endog meget store og gamle. Hunnerne kan blive over 1,5 meter lange, veje ca. 35 kg og blive over 30 år gamle (Muus & Dahlstrøm, 1990)

1.4.5 Geddens føde

Gedden betegnes som opportunistisk piscivor (Mann, 1982; Diana, 1996), hvilket giver et udmærket billede af den måde den jager på: Et eksplosivt overraskelsesangreb på fødeemner som kommer forbi geddens opholdssted (Diana, 1996).

I løbet af geddens første leveår sker der en sekventiel ontogenetisk udvikling i dens fødevalg, fra mikrobyttedyr som myggelarver og zooplankton til en diæt bestående overvejende af fisk og andre vertebrater (Skov *et al.*, 2002a). Store gedder kan tage endog rigtig store byttefisk. En radiomærket sandart på 66 cm fra Gudenåen skulle genfanges ved elfiskeri. Sandarten kom op, men i maven på en gedde på 108 cm! (Andersen & Balleby, 2000).

1.4.6 Kannibalisme

Frænde er frænde værst. Dette ordsprog passer fint på gedden, som bogstavelig talt er den fødte kannibal. Allerede når gedderne når en længde på omkring to cm, er mindre søskende eller kohortemedlemmer at finde på menukortet, hvis chancen byder sig. Jo større heterogenitet der er i størrelsesfordelingen indenfor kohorten eller batch'en, des mere intrakohorde-kannibalisme er der (Skov *et al.*, 2002b). Interkohorde-kannibalisme kan også være af stor betydning for størrelsen af geddebestanden, da denne form for kannibalisme kan udgøre det meste af den naturlige dødelighed for gedder i alderen ½ - 2 år (Mann, 1982). Heller ikke store gedder kan vide sig sikre, når rigtig store artsfæller er i nærheden. På Orasøen i Sverige fandt man en død gedde på 110 cm. Ud af gabet på gedden stak halefinnen af en anden gedde på ca. 70 cm- åbenbart en lidt for stor mundfuld (Jensen, 2002).

1.4.7 Kleptoparasitisme

Kleptoparasitisme, hvor et individ stjæler et andet individs bytte, finder man også hos gedderne (Nilsson & Brönmark, 1999). Undersøgelser har vist, at disse hændelser er positivt korreleret med geddens behandlingstid af byttet, og dermed byttets størrelse. Større gedder angriber mindre gedder med bytte på et hvilket som helst tidspunkt i forløbet, mens gedder af samme størrelse angriber, når gedden med byttet manipulerer byttet i munden (Nilsson & Brönmark, 1999).

1.5 Biotelemetry og dets anvendelse

Udvidelsen af kendskabet til geddens og andre fisks adfærd i deres naturlige element tog for alvor fart, med indførelsen af telemetriens værktøjer. I begyndelsen blev der udelukkende brugt akustiske/ultrasoniske sendere (transmittere), men i 1960'erne fulgte brugen af radiosendere (Winter, 1996). Siden dengang er brugen af telemetri til monitorering af fiskenes adfærd og fysiologi samt fysiske data fra omgivende miljø blevet næsten uundværlig, og metoder og udstyr bliver løbende forbedret.

1.5.1 Udstyr

Telemetriudstyret består kort beskrevet af en sender og en modtager med en antenne. Mere udstyr kan tilføjes systemet, så det bliver mere teknisk og automatisk, som det også vil blive beskrevet senere.

Der findes to typer af sendere, og en tredje som er en kombination af disse to. En sender består af et batteri, som i praksis bestemmer størrelsen og vægten af senderen, samt et elektronisk kredsløb som udsender kodede signaler i form af vibrationer. Disse vibrationer danner en puls, og ud fra pulsrate, pulsinterval og pulslængde kan man kende senderne fra hinanden (Winter, 1996). Det er muligt at slå senderen fra i perioder v.h.a. en såkaldt microcontroller. Senderne er støbt ind i et fast, vandskyende materiale, f.eks. epoxy, som ikke generer fisken specielt. Det er anbefalet at senderen maksimalt må veje 2 % (i luft) af fiskens vægt (Winter, 1996). Højere vægtprocenter på op til 12 % er dog blevet anvendt uden problemer (Bridger & Booth, 2003).

1.5.1.1 Akustiske sendere

Akustiske sendere kan anvendes i saltvand, i vandmiljøer med høj konduktivitet og på relativt store dybder. Lydbølger forplanter sig gennem vandet og opfanges af en undervandsmikrofon ved modtageren. Akustiske sendere er uhensigtsmæssige hvis der er mange makrofytter i vandet, da

planterne stopper lydbølgerne. Alger og luftbobler dannet ved turbulens virker også hæmmende, ligesom en termoklin eller støj fra en bådmotor kan forringe signalet. Anvendt under de rette forhold betragtes disse sendere som de mest nøjagtige (Winter, 1996). Pejling med akustiske sendere sker aktivt fra båd, men stationære lyttebøjer kan også bruges (www.dfu.min.dk/fiskepleje).

1.5.1.2 Radiosendere

Radiosendere anvendes på lavere vanddybder (< 5 m), og hvor konduktiviteten i vandet er lav (Winter, 1996). Radiobølger transmitteres gennem vandet og videre gennem luften, og der pejles derfor med en retningsbestemmende antenne. Disse sendere er ikke så påvirkelige af f.eks. makrofyter i vandet, da radiobølgerne breder sig gennem luften. Derudover har man fordel af en større rækkevidde, og muligheder for at pejle fra land. Radiosendere har dog den ulempe, at de er meget følsomme overfor støj fra elledninger og radioer (Winter, 1996). Senderne har som regel hver sin frekvens, hvilket gør det muligt at scanne efter flere sendere, mens man bevæger sig rundt i forsøgsområdet. En stationær modtager med datalogger kan bruges som alternativ/supplement til manuel pejling (Baktoft, 2003)

1.5.1.3 CARTs

CART-sendere indeholder begge de ovenstående systemer og er beregnet til at følge fisk, som vandrer mellem salt- og ferskvand som f.eks. laksen. En microcontroller slår sonarsenderen fra på et forudbestemt tidspunkt, hvor man regner med at fisken er kommet op i åen, og radiosystemet tager over. Herved spares energi, så senderen holder længere (Winter, 1996).

1.5.1.4 Fysiske og fysiologiske målinger

Senderne kan også udformes således, at de registrerer biotiske og abiotiske forhold som f.eks. temperatur, tryk, lysintensitet (Gayduk *et al.*, 1971), salinitet og aktivitet. En fisks aktivitet kan registreres v.h.a. en lille kviksølvskontakt i senderen forbundet til en microcontroller (Beaumont *et al.*, 2002). På samme måde kan fiskens hjertefrekvens registreres og eksempelvis bruges til at estimere metabolismestørrelser (Lucas *et al.*, 1991).

1.5.2 Mærkningsmetoder

Der findes forskellige måder at fastgøre senderne til fiskene. Metoderne, hver med deres fordele og ulemper, er beskrevet nedenfor.

1.5.2.1 Eksterne sendere

Senderne fastgøres på gedden ved hjælp af hudlim og sutur eller metalwire (Donnelly *et al.*, 1998; Herke & Moring, 1999; Beaumont & Masters, 2003). Denne mærkningsmetode har den fordel, at den er hurtig og gør begrænset skade på fisken. Ulemperne er bl.a. at senderen kan sidde fast i vegetation, og belastningen af påsætningsstedet kan forårsage epidermale sår. Wiren kan også slides gennem vævet, så senderen falder af fisken. Derforuden vil senderen alt efter størrelse og placering give større vandmodstand, og den kan evt. forskyde fiskens balancepunkt (Winter, 1996).

1.5.2.2 Gastriske sendere

Ved denne metode minimerer man operationstiden, og fisken lider ingen nævneværdig overlast. Senderen føres ned i maven på fisken, og antennen føres ud gennem gæller, gællelåg eller undermund (Diana *et al.*, 1977). Problemerne herved består i, at fisken kan gylpe senderen op (Bridger & Booth, 2003), og det virker sandsynligt, at der er stort ubehag forbundet med at have en sender i maven og en antenne i svælget.

1.5.2.3 Indopererede sendere

Implanteringen af en radiosender/akustisk sender i bughulen på fisk er en meget anvendt metode indenfor biotelemetry på fisk (Bridger & Booth, 2003). Ulemperne ved denne metode er koncentreret inden for den første tid lige efter mærkningen, hvor stress, infektioner og vævsnekrose kan forårsage senderudstødning eller forsøgsfiskens død (Jepsen *et al.*, 2002). Hvis fisken kommer vel over den første periode med god sårheling og uden infektioner, træder fordelene ved implanterede sendere i kraft. De eneste umiddelbare gener for fisken herefter er i vævet omkring antennens udgangshul, og hvis der bliver pladsmangel i bughulen som følge af indtagelse af store fødemængder eller p.g.a. udvidede gonader op til gydningen (Jepsen *et al.*, 2002).

1.5.3 Fremtiden for biotelemetry

Fremskridt indenfor teknologien gør producenterne af telemetryudstyr i stand til at gøre senderne mindre og mindre og samtidig forbedre holdbarhed, sendetid og egenskaber. Et af de mest

spændende tiltag er brugen af DST-GPS sendere, som modtager og lagrer positionsdata fra et skibs GPS (Global Positioning System) samt senderens dybde og temperatur, hvorigennem fiskenes adfærd bliver kortlagt (se www.star-oddi.com). En anden ny metode bruger Geolocation Tags, som registrerer lys, temperatur og dybde. Senderen kan løsne sig fra fisken efter et forudbestemt tidsforløb og fra overfladen sende information til satellitter. Udfra tidspunkter for solop- og nedgang kan positionen for fisken så bestemmes for forskellige tidspunkter over en længere periode (se www.lotek.com og www.microwavetechnology.com).

Der sker ligeledes store fremskridt indenfor mærkningsmetoder, bl.a. er det er nu muligt at mærke fisk fra større dybder som f.eks. rødfisk. Ved hjælp af et nyligt udviklet undervandsmærkningsapparat kan man undgå de letale effekter, som opstår, når fiskenes svømmeblærer, p.g.a. trykforskelle, udvides ved hurtig opstigning fra større dybder (se www.star-oddi.com).

1.6 Formål

Formålet med dette projekt var at undersøge adfærd og fødevalg for adulte gedder i den nydannede Hestholm Sø, samt at vurdere geddernes eventuelle betydningen for udtrækket af lakse- og ørredsmolt i Skjern Å-systemet.

Geddernes adfærd blev kortlagt ved et telemetriforsøg, hvor radiomærkede adulte gedder fra Hestholm Sø blev pejlet ugentligt gennem forsøgsperioden 27/2/02 – 14/5/03.

Geddernes fødevalg blev undersøgt ved at analysere maveprøver fra gedder fanget i Hestholm Sø og Skjern Å i forsøgsperioden.

Geddernes betydning for smoltudtrækket i Skjern Å-systemet blev vurderet bl.a. ud fra mærkningsfangstforsøg udført i Hestholm sø og den tilstødende del af Skjern Å i foråret 2002.

2. Delrapport 1

Adfærdsundersøgelse af gedder fra Hestholm Sø

2.1 Introduktion

Fiskenes adfærd er vigtig at prøve at kortlægge for bedre at kunne forstå deres rolle og betydning i det økosystem, de lever i. Fiskenes adfærd og valg af opholdssted påvirkes af en række begivenheder som f.eks. fødesøgning, sociale interaktioner og migrationer i forbindelse med gydning og årstidernes skiften (Northcote, 1978). Visuelle observationer og fangst-genfangstforsøg kan give os små brikker til det store puslespil. Brugen af radiotelemetry kan derimod potentielt oplyse om fiskenes position og aktivitet når som helst, over kortere eller længere perioder, og give en idé om hvilke faktorer, der er betydende for fiskenes adfærd på hvilke tidspunkter.

2.1.1 Migration

Af fiskenes migrationer er de diadrome arters gydemigrationer nok de mest kendte. Især ålens gydevandring fra vandløbene i Europa til gydeområderne i Sargassohavet, og laksens vandring fra fourageringsområderne i Nordatlanten til gydebankerne i det vandløb hvor de selv blev født. Den vandring en fisk foretager, når den skifter fra ét område til et andet for at finde bedre forhold, f. eks. bedre vandkvalitet eller fourageringsmuligheder, kan også betegnes som en migration. Northcote (1978) beskrev en cyklus bestående af tre slags migrationer:

- 1) Gydemigration til områder hvor forholdene for yngel er optimal.
- 2) Fødemigration, hvor fiskene søger efter områder, hvor de kan maksimere vækst og fekunditet.
- 3) Vintermigration, som skal sikre bedre overlevelse i vinterperioden.

2.1.1.1 Gydemigration

Gedder foretager gydemigrationer, dog er længderne af disse vandringer meget forskellig fra individ til individ og de forskellige populationer imellem (Müller, 1986; DosSantos *et al.*, 1991; Andersen & Balleby, 2000). Flere publikationer beretter om gedder, som vender tilbage til de samme gydeområder år efter år (Müller, 1986; DosSantos *et al.*, 1991; Rosell & MacOscar, 2002). Denne adfærd, hvor fisk søger tilbage mod tidligere okkuperede habitater, kaldes homing. Gerking

(1959) definerede homing som: ”Det valg en fisk tager, når den vender tilbage til et sted den har okkuperet før, frem for et andet lige så sandsynligt sted”.

2.1.1.2 Fødemigration

Fødemigration hos gedder finder sted, når gedderne søger mod steder, hvor biomassen af byttefisk er højere. Det kan ske efter gydningen, når gedderne forlader gydepladserne og skal have genopbygget deres depoter (Müller, 1986; Pedersen, 2000). Fødemigration kan også forekomme, hvis området gedden opholder sig i, ikke længere kan opfylde dens fødebehov. Eksempelvis i det tilfælde hvor migrerende byttefisk forsvinder, som når smelten trækker fra åen tilbage ud i brakvand (Muus & Dahlstrøm, 1990).

2.1.1.3 Vintermigrationer

Gedders vintermigrationer er ikke et ukendt fænomen. Det er beskrevet, at gedderne rykker ud på dybere vand og længere fra bredden om vinteren (Diana *et al.*, 1977; Pedersen, 2000; Jepsen *et al.*, 2001). Disse vintermigrationer kan rimeligvis nogle år tilskrives de dårlige iltforhold der opstår på lavt vand i perioder med isdækkede søer (Inskip, 1982). Der er også eksempler på, at fisk i søer migrerer til de nedre dele af større tilstødende vandløb i vintermånederne (Northcote, 1978).

2.1.2 Home range og territorium

Gerking (1959) definerede en fisks home range som det område, en fisk normalt opholder sig indenfor, og hvor man ikke ser nogen aggressiv forsvarsadfærd fra fisken. Et territorium blev betegnet som det område, en fisk aggressivt forsvare mod andre fisk (Gerking, 1959). Minns (1995) lavede en undersøgelse baseret på home range-størrelser for ferskvandsfisk og fandt, at arealet af en home range voksede eksponentielt med størrelsen af fisken, både indenfor og imellem arter. Ligeledes fandt han, at fisks home range var meget større i søer end i vandløb, hvilket han tilskrev, at en generelt højere produktion af fisk i vandløb i forhold til i søer medførte, at fiskenes fødesøgningsområde blev mindre i vandløb.

Der er delte meninger om, hvorvidt gedder kan siges at have et territorium eller en home range. Nogle har beskrevet gedden som en territorialprædator, hvis effektivitet er afhængig af konkurrence fra andre artsfæller (Eklöv, 1997). Andre har betegnet gedden som en fisk med en veldefineret home range, som defineret af Gerking (Malinin, 1972). Andre igen har fundet, at gedder ikke

okkuperer nogen veldefineret home range, men derimod bruger flere forskellige lokale habitater adskilt af større afstande (Diana *et al.*, 1977; Chapman & MacKay, 1984b).

2.1.3 Vandring

Gedders vandringsaktivitet kan variere over året. Især i gydeperioden er der blevet rapporteret om længere vandring end i andre perioder (Lucas, 1992; Andersen & Balleby, 2000). Man har også fundet et peak i vandringsaktivitet i forbindelse med vinterperioden (Andersen & Balleby, 2000), som ifølge Cook & Bergersen (1988) kunne skyldes øget fødesøgning.

2.1.4 Døgnaktivitet

Gedden menes at være inaktiv ca. 80 % af tiden (Diana, 1980). Aktive perioder vil være når gedden angriber sit bytte (Beaumont *et al.*, 2002), søger efter nye jagtmarker, udviser gydeaktivitet (Lucas, 1992) eller bliver skræmt eller jaget væk fra sit opholdssted.

Gedden bliver oftest beskrevet som dagaktiv (Diana, 1980; Lucas *et al.*, 1991; Lucas, 1992) med størst aktivitet om morgenen og omkring skumringen, hvor den ved lave lysintensiteter bruger sit gode syn til fange sine byttedyr (Casselman & Lewis, 1996). Lucas *et al.*, (1991) beskrev gedden som inaktiv om natten, hvor nyere undersøgelser har rapporteret om betydelig natlig aktivitet, især i sommermånederne (Pedersen, 2000; Jepsen *et al.*, 2001).

2.1.5 Formål

Denne del af undersøgelsen har til formål at beskrive adfærd og bevægelsesmønster for radiomærkede kønsmodne gedder fanget i Hestholm Sø i foråret 2002.

2.2 Materialer og metoder

2.2.1 Indfangning af gedder fra Hestholm Sø

Alle gedder blev fanget i perioden februar til maj, da der skulle bruges gydemodne gedder til telemetriundersøgelsen. Der blev brugt elfiskeudstyr til indfangningen. Elfiskeriet foregik fra båd, hvis der var vand nok i søen til at sejle på søen, ellers ved vadning. Vadefiskeri blev især praktiseret ved søens bredder, hvor der var meget vegetation. Udstyret bestod af en 6500 watt trefaset generator, der producerede pulserende jævnstrøm, en elfiskestang med 10 meter ledning, en plusring på 60 cm i diameter, og en minuselektrode der bestod af en kobberrist på 55 x 55 cm. Da vegetationen mange steder var meget tæt, måtte vi bruge et net med en lille ramme for at kunne

komme til. Fiskene blev opbevaret i et 80 liter transportkar med låg. I begyndelsen af gydeperioden blev en Kegnæs jolle med en 10 Hk Mariner påhængsmotor brugt som transportmiddel i søen, men da vandstanden i søen efterfølgende faldt, måtte vi gå over til at bruge fladbundet pram med en kortbenet 5 hk Johnson påhængsmotor.

2.2.2 Radiomærkning

Gedden blev først bedøvet i en balje med vand tilsat 40 ppm af det naturlige bedøvelsesmiddel eugenol (nellikeolie). Gedden blev i baljen til ventilationsraten faldt mærkbart, og den begyndte at miste balancen. Bedøvelsen virkede kort herefter med fuld styrke, og gedden var ubevægelig under operationen. Før operationen blev geddens totallængde målt fra snude til halespids og den blev vejlet med ét grams præcision, så vidt muligt. Kønnen blev bestemt ved at stryge gedden let for kønsprodukter. Herefter blev fisken anbragt med bugen op i en dertil udformet skumgummipude, og med en skalpel blev der lagt et 2-3 cm langt snit ventralt mellem bryst- og bugfinner. En radiosender (Figur 3) blev sat ind i bughulen, og antennen blev derefter ført ud gennem bugvæggen ca. 3-5 cm bag operationshullet, v.h.a. en Ø 0,6 mm muskelbiopsinål. Hullet blev syet med selvopløseligt sutur (Figur 4), 2-3 sting, og løse skæl fra operationen blev gemt til aldersbestemmelse af gedden. Især hos de større gedder kunne skællene gøre det svært at få nålen igennem bugskindet. I disse tilfælde hjalp det at fjerne enkelte skæl omkring det sted, hvor suturen skulle sidde. Senderen og alle instrumenterne til operationen blev desinficeret med 96 % ethanol og skyllet i demineraliseret vand. Umiddelbart efter operationen blev gedden overført til et tredje kar, hvor den kunne vågne op fra bedøvelsen. Når gedden atter var kommet på højkant, blev den genudsat på det sted, hvor den blev fanget. På udsætningsstedet blev lavet et waypoint på en håndholdt GPS (©Garmin Ltd).



Figur 3: Radiosender



Figur 4: Indoperering af radiosender

Radiosenderne var af model F1835 fra ATS, Advanced Telemetry System, Inc., USA. Senderne havde målene 1,7 cm x 4,2 cm, vejede 14 g og havde en 30 cm lang og 1 mm tyk plastikdækket antenne. Fra firmaet var der garanteret en levetid på et år og forventet levetid på ca. halvdelen af året. Hver enkelt radiosender havde sin egen frekvens i området 143.496 - 143.839 MHz og pulsrate 45 ppm. Senderne var påført et label, hvor på der stod, at man fik en dusør på 300 kr. ved at indsende senderen til DFU i Silkeborg.

Det var vigtigt at få så mange data som muligt fra hver eneste sender, så i starten af forløbet blev der hængt sedler op til lystfiskerne ved broen ved Hestholmkanalen samt ved Lønborgbroen.

Ligeledes blev der indsendt et opslag til den lokale lystfiskerforening, Skjern Å-dalens Lystfiskerforening, som blev vist på foreningens hjemmeside. På disse opslag (Bilag 1) blev fiskere, som fangede en mærket gedde, opfordret til at genudsætte fisken.

2.2.3 Pejling

I perioden fra 27/10/02 – 14/05/03 blev geddernes positioner logget fra båd v.h.a. pejleudstyr. Udstyret bestod af en ATS modtager, model R2100, et sæt hovedtelefoner, en håndholdt tre-elements Yagi-antenne, en dybdemåler og en håndholdt GPS. Farten af båden blev tilpasset, så modtageren kunne nå at scanne alle frekvenserne og registrere alle passerende gedder. Først blev Hestholmkanalen pejlet igennem og efterfølgende Skjern Å fra Ringkøbing Fjord til broen ved hovedvej 11 mellem Skjern og Tarm og de tilstødende vandløb på det stykke, Tarm Bybæk og Sdr. Parallelkanal. Dernæst blev Hestholm Sø pejlet igennem og til sidst Ganer Å. Ganer Å måtte pejles til fods, da den var for lavvandet til at sejle på. Der blev pejlet ved Skjern Å's udmundinger i Ringkøbing Fjord, men i selve fjorden var saliniteten for høj, til at pejleudstyret kunne bruges. Når en gedde blev registreret, prøvede jeg at komme så tæt på den som muligt, uden at den skiftede position. Fiskens position blev markeret på GPS, og notater om geddens standplads, vegetation og dybde blev taget. Hvis det blev registreret, at fisken flyttede sig under nærpejlingen, blev der lavet et umiddelbart skøn over geddens startposition, og data blev indsamlet hér. Det hændte ofte, at gedden flyttede sig, når båden kom tæt på.

2.2.4 Genfangst af mærkede gedder

Telemetriforsøget blev kørt frem til maj 2003 for at få geddernes adfærd under gydeperioden og smoltudtrækket i 2003 med. Ved forsøgets afslutning blev gedderne genfanget. Opfiskning af gedderne blev først forsøgt med fiskestang, enten på levende agn eller wobler. Det var især en god

metode i grøfterne ved/i Hestholm Sø og ved Ganer Å, hvor generatoren til elfiskeri ikke kunne transporteres rundt i båd. Tre gedder blev opfisket på stang. De resterende, som befandt sig i Hestholm Sø, Skjern Å eller Sdr. Parallelkanal, blev fanget ved elfiskeri.

De genfangne gedder blev målt og vejjet, fiskenes tilstand og operationsårerne blev evalueret, og otolitterne (øresten) blev udtaget til brug ved aldersbestemmelse af gedderne.

2.2.5 Software

Data fra GPS'en blev overført til en PC med kortprogrammet MapSource (©Garmin Ltd.) og tilhørende cd-rom Roads & Rec. Sweden/Denmark version 2.0. Dette program blev brugt til opmåling af afstande og arealer til databehandling. Der blev målt ugentlige vandringer for hver enkelt gedde. Afstande på Hestholm Sø blev målt i fugleflugt, mens afstande i åerne blev målt som den korteste vej fra punkt til punkt langs åens forløb

2.2.6 Datalogger til vandringsmonitoring

Ved forsøgets start blev en datalogger af mærket Lotek SRX_400 med en 9-elements antenne opstillet ved Hestholmkanalen for at registrere fiskenes færden i kanalen mellem Hestholm Sø og Skjern Å. Dataloggeren scannede alle indlagte frekvenser i tosekunders intervaller, og disse data viste bl.a., hvornår på året de mærkede gedder var i Hestholmkanalen, og hvornår på døgnet de var aktive.

Da dataloggeren var opstillet ved Hestholmkanalen, blev der kun registreret data fra gedder, som passerede loggeren eller opholdt sig i kanalen indefor et stræk af ca. 500 meter omkring.

Tidspunkterne for en geddes vandring blev bestemt således, at mediantidspunktet for fiskens passage blev brugt til databehandling. Såfremt fisken blev i området i mere end to timer, blev der udtaget to aktivitetstidspunkter, ét da fisken kom indenfor rækkevidde, og ét da fisken igen forsvandt udenfor rækkevidde. Det skete, at der kom støjsignaler, som besværliggjorde fortolkningen af data fra dataloggeren. Derfor blev kun de data brugt, som stemte overens med pejlingsresultaterne eller virkede overbevisende m.h.t. varighed, pulsrate, frekvens og signalstyrke.

2.2.7 Aldersbestemmelse

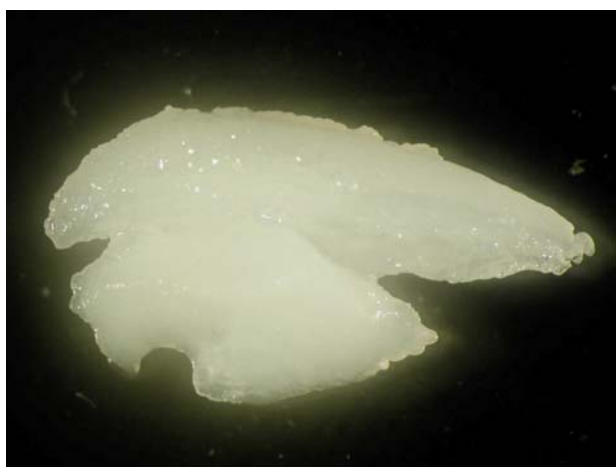
2.7.1 Skæl

De indsamlede skæl blev undersøgt i laboratoriet for at bestemme geddernes alder. Egnede skæl fra en gedde blev anbragt i en diasramme, og v.h.a. et lysbilledapparat blev skællene forstørret op på en

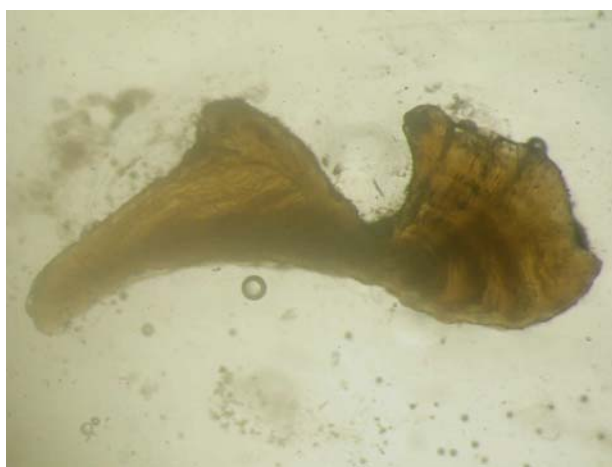
hvid baggrund. Årringe blev herefter observeret og talt, og derudfra blev alderen på de enkelte fisk estimeret. Denne metode er den hyppigst brugte til at aldersbestemme ferskvandsfisk (pers. komm. M. Klausstrup, Bio-Consult, Århus og J. Carl, ph.d. ved Afd. for Marin Økologi, Aarhus Universitet).

2.7.2 Otolitter

De udtagne otolitter (øresten) blev ligeledes forsøgt anvendt til aldersbestemmelse. Otolitterne blev grundigt rensset for væv og opbevaret tørt i et eppendorfrør. Der blev eksperimenteret for at finde den bedst egnede flade at observere årringe på. Alle tre typer øresten, sagitta, asteriscus og lapillus, blev undersøgt. Sagitta (Figur 5) blev valgt, da den ud fra forsøgsotolitter gav det bedste resultat. Fremgangsmåden blev som følger: Otolitten blev varmet op, til den fik en gyldenbrun farve. Overgangen fra hvid til brun skete forholdsvis hurtigt, så det var vigtigt at være opmærksom. For meget varme gjorde otolitten skør, så den slog revner og blev svær at arbejde med. Efter varmebehandlingen blev otolitten fikseret med voks, Crystalbond™ 509 (Buehler®), på kanten af et objektglas, så otolittens spids ragede ud over glaskanten indtil ca. ½ mm før otolittens kerne. Otolitten blev slebet ned til glaskanten med sandpapir, Struers P#320, og fladen blev finpudset med finere sandpapir. Herefter blev otolitten løsnet på en varmeplade (IKA-labortechnik) og drejet 180 grader, så den sad fast på glasset med ca. 1½ mm på glasset. Otolitten blev så igen slebet ned, så man havde et 1-1½ mm bredt tværsnit af otolitten. Tværsnittet blev vendt om på en af slibefladerne og slebet ned til den tykkelse, hvor årringene trådte tydeligst frem (Figur 6). Det var vigtig at eksperimentere med belysningsvinkler ovenfra og underbelysning, når man identificerede årringene.



Figur 5: Sagitta fra gedde nr. 589.



Figur 6: Otolitttværsnit. Fem ringe kan tælles på højre side.

2.2.8 Vækstberegninger

Geddernes specifikke vækstrate i længde, dL , over perioden blev beregnet ved

$$dL = \frac{L_2 - L_1}{L_1} * 100\%$$

Geddernes specifikke vækstrate i vægt, dW , over perioden blev beregnet ved

$$dW = \frac{W_2 - W_1}{W_1} * 100\%$$

2.2.9 Vækstkurver

Vækstkurver blev lavet ud fra både otolit- og skælalder vs. geddelængde for at sammenligne Hestholm Sø-geddernes vækst med gedder fra andre lokaliteter. Den maksimale totallængde for Hestholm Sø-/Skjern Å-gedderne blev estimeret ud fra von Bertalanffy's vækstmodel (King, 1995):

$$L_t = L_T * (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

Hvor L_t er geddens teoretiske længde til tiden t , L_T er den teoretiske maksimale længde for gedderne, k er vækstkoefficienten og t_0 den teoretiske alder ved længden 0 cm.

Vækstindekset, ω , bruges til at sammenligne væksthastigheder (Casselman, 1996).

$$\omega = k * L_T$$

Geddernes alder udledt fra skæl og otolitter samt geddernes længder blev brugt til at bestemme koefficienterne i von Bertalanffy's vækstmodel. Dette blev gjort ved non-lineær regression i SPSS. Der blev ligeledes lavet en vækstkurve, som beskrev forholdet mellem otolitlængde og fiskelængde for gedderne i undersøgelsen.

2.2.10 Statistik.

For at teste for korrelation mellem geddelængde og gennemsnitlig ugentlig vandring i forsøgsperioden blev der udført lineær regression på data i programmet Sigma Plot 8.0.

Der blev lavet en univariat variansanalyse (ANOVA) i SPSS for at finde evt. forskelle i gennemsnitlige vandringslængder for tre størrelsesgrupper af gedder: < 55 cm ($n = 5$); $55 - 65$ cm ($n = 6$); > 65 cm ($n = 6$).

For at undersøge hvorvidt der var relation mellem fiskelængde og gennemsnitlig ugentlig vandring indenfor tre forskellige perioder i løbet af året, blev der ligeledes lavet regressioner for perioderne sommer (1/6/02 – 31/10/02), vinter (1/11/02 – 28/2/03) og gydeperiode (1/3/03 – 14/5/03).

Det blev undersøgt, om der var forskel på geddernes gennemsnitlige ugentlige vandring sommer, vinter og gydeperiode imellem. Dette blev gjort med en repeated-measures ANOVA, da data fra gedderne blev sammenlignet for tre forskellige perioder. Det blev også testet, om der var interaktion mellem geddelængde og periode. Levene's test for varianshomogenitet blev brugt til at teste, om der var varianshomogeneitet for vandringsdata. Vandringsgennemsnit for perioderne blev testet mod hinanden ved brug af Bonferroni-korrigerede paired-samples t-tests.

Til behandling af data fra dataloggeren ved Hestholmkanalen blev programmet Oriana version 2 brugt, da dette statistikprogram opererer med cirkulær statistik. Raleigh's uniformity test blev brugt til at teste, om der var en jævn fordeling af vandringsaktivitet over døgnet. Rao's spacing test blev også brugt på datasættet for at teste, om vandringstidspunkterne klumpede sig sammen over døgnet.

2.3 Resultater

2.3.1 Biologiske data

2.3.1.1 Plantefauna i Hestholm Sø

I september 2002 blev der lavet en vegetationsundersøgelse i Hestholm Sø, og resultatet gav artssammensætning som ses i tabel 1. Artslisten skal tages med forbehold, da vandplanterne var afblomstrede og enkelte arter derfor kan være blevet overset. Søen var over sommeren periodevis meget plaget af algeopblomstringer, bl.a. forskellige arter af trådalger.

Tabel 1: Planter fra Hestholm Sø, september 2002.

Almindelig vandranunkel (<i>Batrachium aquatile</i>)
Andemad (<i>Lemna minor</i> L.)
Enkel pindsvineknop (<i>Sparganium emersum</i>)
Grenet pindsvineknop (<i>Sparganium erectum</i>)
Gul Åkande (<i>Nuphar lutea</i>)
Lysesiv (<i>Juncus effusus</i>)
Pilblad (<i>Sagittaria</i>)
Rust-vandaks (<i>Potamogeton alpinus</i>)
Rørgræs (<i>Phalaris arundinacea</i> L.)
Storblomstret vandranunkel (<i>Batrachium peltatum</i>)
Svømmende vandaks (<i>Potamogeton natans</i> L.)
Søkogleaks (<i>Scirpus lacustris</i> L.)
Tagrør (<i>Phragmites australis</i>)
Vandpest (<i>Elodea</i>)
Vandpileurt (<i>Polygonum amphibium</i> L.)
Vandstjerne (<i>Callitriche</i> sp.)
Vejbred skeblad (<i>Alisma plantago-aquatica</i>)

2.3.1.2 Fiskefauna i Hestholm Sø og Skjern Å

Der blev i forsøgsperioden 28/2/02 – 14/5/03 elfisket jævnligt på mange forskellige lokationer i Hestholm Sø og Skjern Å. Ud fra disse befiskninger blev der lavet artslister over fisk fra Hestholm Sø og den tilstødende del af Skjern Å (Tabel 2).

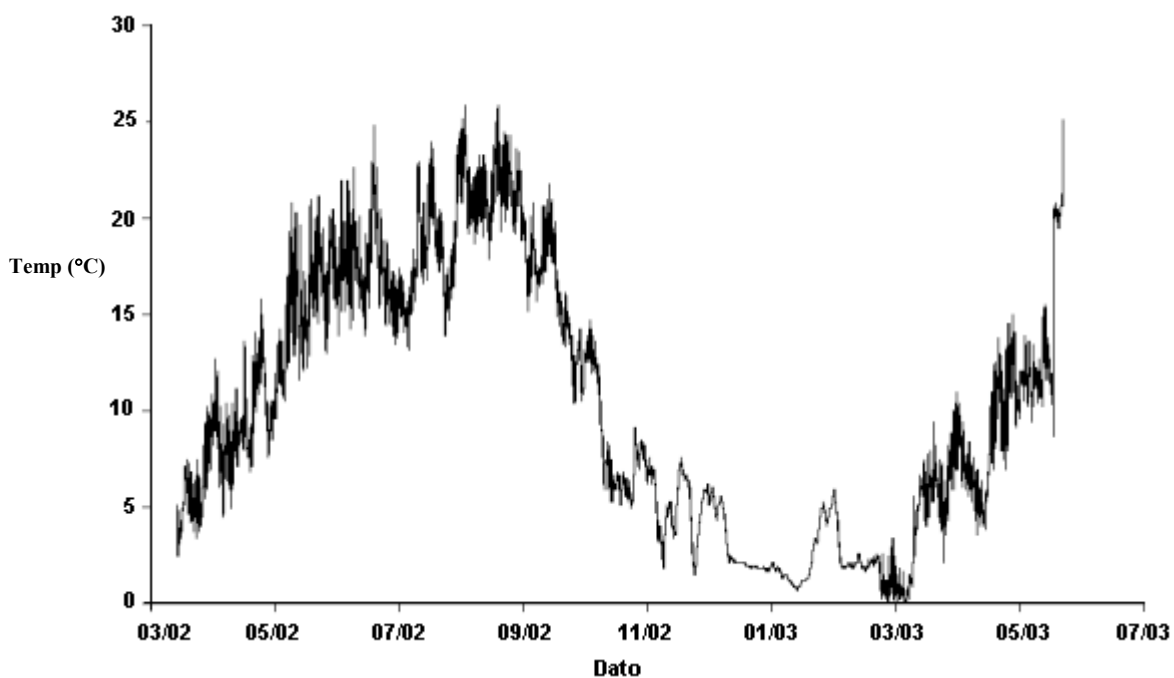
Tabel 2: Fiskearter fanget i hhv. Hestholm Sø og Skjern Å.

<u>Hestholm Sø</u>	<u>Skjern Å v. Lønborg</u>
3-pigget hundestejle (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	3-pigget hundestejle (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)
9-pigget hundestejle (<i>Pungitius pungitius</i>)	9-pigget hundestejle (<i>Pungitius pungitius</i>)
Aborre (<i>Perca fluviatilis</i>)	Aborre (<i>Perca fluviatilis</i>)
Brasen (<i>Abramis brama</i>)	Bæklampret (<i>Lampetra planeri</i>)
Bæklampret (<i>Lampetra planeri</i>)	Elritse (<i>Phoxinus phoxinus</i>)
Flire (<i>Blicca björkna</i>)	Finnestribet ferskvandsulk (<i>Cottus poecilopus</i>)
Flodlampret (<i>Lampetra fluviatilis</i>)	Flodlampret (<i>Lampetra fluviatilis</i>)
Gedde (<i>Esox lucius</i>)	Gedde (<i>Esox lucius</i>)
Grundling (<i>Gobio gobio</i>)	Grundling (<i>Gobio gobio</i>)
Hork (<i>Acerina cernua</i>)	Hork (<i>Acerina cernua</i>)
Havlampret (<i>Petromyzom marinus</i>)	Havlampret (<i>Petromyzom marinus</i>)
Havørred (<i>Salmo trutta</i>)	Havørred (<i>Salmo trutta</i>)
Helt (<i>Coregonus lavaretus</i>)	Helt (<i>Coregonus lavaretus</i>)
Karpe (<i>Cyprinus carpio</i>)	Knude (<i>Lota lota</i>)
Karuds (<i>Carassius carassius</i>)	Laks (<i>Salmo salar</i>)
Knude (<i>Lota lota</i>)	Løje (<i>Alburnus alburnus</i>)
Laks (<i>Salmo salar</i>)	Regnbueørred (<i>Salmo gairdneri</i>)
Løje (<i>Alburnus alburnus</i>)	Rudskalle (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)
Rudskalle (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	Skalle (<i>Rutilus rutilus</i>)
Skalle (<i>Rutilus rutilus</i>)	Skrubbe (<i>Platichthys flesus</i>)
Skrubbe (<i>Platichthys flesus</i>)	Strømskalle (<i>Leuciscus leuciscus</i>)
Strømskalle (<i>Leuciscus leuciscus</i>)	Ål (<i>Anguilla anguilla</i>)
Suder (<i>Tinca tinca</i>)	
Ål (<i>Anguilla anguilla</i>)	

2.3.2 Fysiske data

2.3.2.1 Temperatur

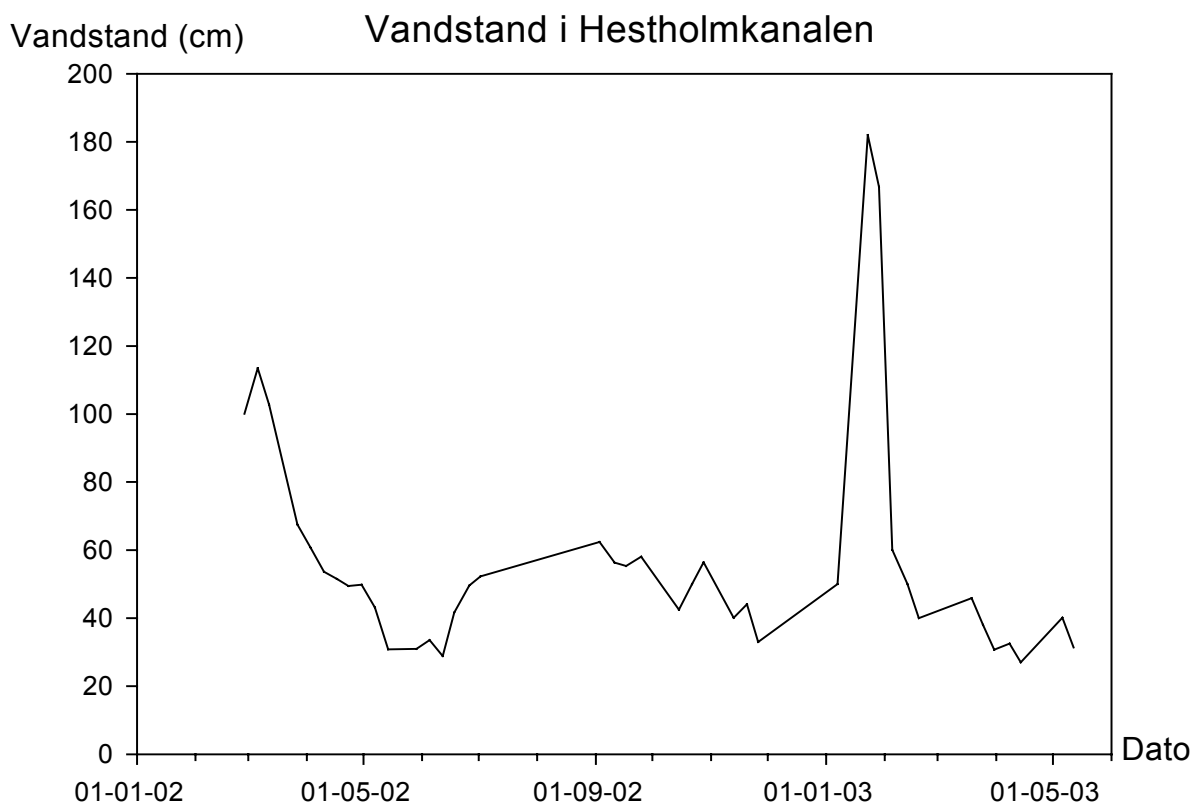
Vandtemperaturen i Hestholm Sø og Hestholmkanalen blev gennem forsøgsperioden registreret på to dataloggere, én i Hestholm Sø og én i Hestholmkanalen. Hestholm Sø er som beskrevet meget lavvandet. Vandtemperaturen i søen fluktuerede derfor meget, da vandet blev relativt hurtigt opvarmet og afkølet. Figur 7 viser temperaturudviklingen i Hestholmkanalen, som fører søvandet fra Hestholm Sø ud i Skjern Å. Der ses store temperatursvingninger dagene imellem, og data fra temperaturloggerne viste døgnvariationer på op til 8 °C (f.eks. 11/5/02).



Figur 7: Vandtemperaturen i Hestholmkanalen i forsøgsperioden.

2.3.2.2 Vandstand

Ringkøbing Amt målte perioden igennem vandstanden i Hestholmkanalen hver halve time, samme sted som temperaturloggeren var placeret. Vandføring i kanalen blev målt hver 14. dag, men da vandføringen var meget svingende i Hestholmkanalen, og ofte med negativt fortegn p.g.a. vindstuvning og vandstandsændringer i Skjern Å, er vandføring ikke behandlet i dette speciale. Vandstanden i kanalen var derimod en god indikator for, hvor meget vand der var i søen og kanalen. Vores egne målinger viste, at vandstandsændringerne fulgte hinanden i sø og kanal. Figur 8 viser vandstanden i Hestholmkanalen i forsøgsperioden (gennemsnit per uge). I starten af forsøgsperioden lå hele området omkring Hestholm Sø mere eller mindre under vand. Resten af perioden var relativt tør. Den store peak i jan./feb. 2003 skyldtes voldsom isdannelse på både Hestholm Sø, Hestholmkanalen og Skjern Å og den efterfølgende oversvømmelse ved tøbrud. Magnituden af denne peak kan der sættes spørgsmålstegn ved, da måleudstyret kan have været påvirket af de usædvanlige omstændigheder (massiv isdannelse).



Figur 8: Gennemsnitlig ugentlig vandstand i Hestholmkanalen igennem forsøgsperioden.

2.3.3 Vækst

Geddernes længde og vægt blev målt ved radiomærkningen, og det samme blev gjort for de 11 gedder, som blev genfanget ved forsøgets afslutning (Tabel 3). Ved forsøgets start var gedderne enten gydemodne eller udgydte, og mange, hanner især, havde slidte og ødelagte finner, sikkert som følge af kampe på gydepladserne. Ved forsøgets slutning var næsten alle gedderne udgydt, på nær nr. 567 som var fyldt med gydeklar rogn.

Tabel 3: Udvalgte data fra de 33 radiomærkede gedder. Gedder markeret med gråt blev fulgt i mere end otte måneder og indgik i dataanalyse.

Frekvens	Fangst dato	Køn	startlængde L1 (cm)	slutlængde L2 (cm)	dL %	Startvægt W1 (g)	slutvægt W2 (g)	dW %	Genfangst/fundet
496	19-03-02	F	51,0			923			Sender fundet i sø 23-5-02
496-2	30-05-02	?	53,6			?			Sender fundet i kanal 27-8-02
509	15-04-02	F	54,7			1234			Sender fundet i kanal 23-5-02
509-2	30-05-02	F	55,1	64,2	16,5	?	1808		Genfanget 12-5-03
531	04-04-02	F	55,3	65,6	18,6	1276	1621	27,0	Genfanget 12-5-03
548	15-04-02	M	60,4	62,0	2,6	1375			Fanget af lystfisker 20-6-02
559	05-04-02	M	60,8			1638			Ikke fundet fra 14-4-03
567	04-04-02	F	69,8	74,3	6,4	1944	2882	48,3	Genfanget 14-5-03
576	19-03-02	M	59,6			1573			Sender fundet i siv i å v. fjord 8-4-03
589	19-03-02	M	72,3	72,7	0,6	2665	2648	-0,6	Genfanget 14-5-03
598	13-03-02	M	55,0	65,1	18,4	1125	1871	66,3	Genfanget 6-5-03
609	21-03-02	M	68,0			2325			Genfanget 12-5-03
619	12-04-02	F	47,1			570			Sender fundet på Olsens polt 14-5-02
627	04-04-02	M	71,6	73,6	2,8	2363	2724	15,3	Genfanget 6-5-03
639	15-04-02	M	46,0			682			Sender fundet i sø 7-5-02
639-2	30-05-02	?	47,6			?			Sender fundet på land v. sø 13-3-03
649	27-02-02	M	43,5			600			Sender fundet på mark 18-6-02
658	27-02-02	M	49,0	53,0	8,2	800	928	16,0	Genfanget 12-5-03
668	02-05-02	M	54,1			1150			Sender fundet i å v. fjord 18-6-02
678	16-04-02	M	46,1	49,6	7,6	645	843	30,7	Genfanget 12-5-03
686	29-03-02	M	51,0	59,5	16,7	920	1456	58,3	Fanget i garn i fjord 26-3-03
697	16-04-02	M	52,6			965			Sender fundet i sø 23-5-02
708	04-04-02	M	54,4			978			Sender fundet i sø 15-7-02
718	30-05-02	?	69,9			?			Ikke fundet fra 11-9-02
727	23-03-02	M	47,0	50,8	8,1	752	823	9,4	Genfanget 6-5-03
739	30-05-02	?	49,1			?			Sender fundet i sø 24-4-03
748	02-05-02	M	72,0	71,9	-0,1	2600	2526	-2,8	Genfanget 6-5-03
759	30-03-02	F	70,0			2320			Ikke fundet fra 24-4-03
768	21-03-02	F	47,1			818			Sender fundet i sø 14-5-02
778	31-03-02	M	53,5			1055			Sender fundet i sø 14-5-02
789	14-05-02	F	94,3			5200			Ikke fundet fra 17-9-03
819	30-05-02	M	57,9	64,3	11,1	?	1665		Genfanget 12-5-03
839	04-04-02	M	50,6			901			Sender fundet i kanal 14-5-02

2.3.3.1 Længde

Geddernes tilvækst i længde varierede, men den største tilvækst var på 18,6 %. Gedde nr. 748 havde negativ længdevækst over forsøgsperioden, hvilket skyldtes, at en stor del af halen var væk ved genfangsten. Andre gedder havde også beskadigede finner, dog ikke i så udpræget grad.

2.3.3.2 Vægt

Den største vægtmæssige procentvise forøgelse var på 66,3 %. Der var også gedder som gik ned i vægt, f.eks. gedde nr. 589, som var med rogn, da den blev mærket i marts. Den blev genfanget i maj 2003 udgydt og meget tynd.

2.3.4 Aldersbestemmelse og vækstkurver

Gedderne fra telemetriforsøget blev aldersbestemt, både ved at undersøge otolitter (øresten) fra de fisk som blev fanget ved forsøgets afslutning, og ved analyse af skæl som blev taget i forbindelse med radiomærkningen.

2.3.4.1. Otolitmetoden

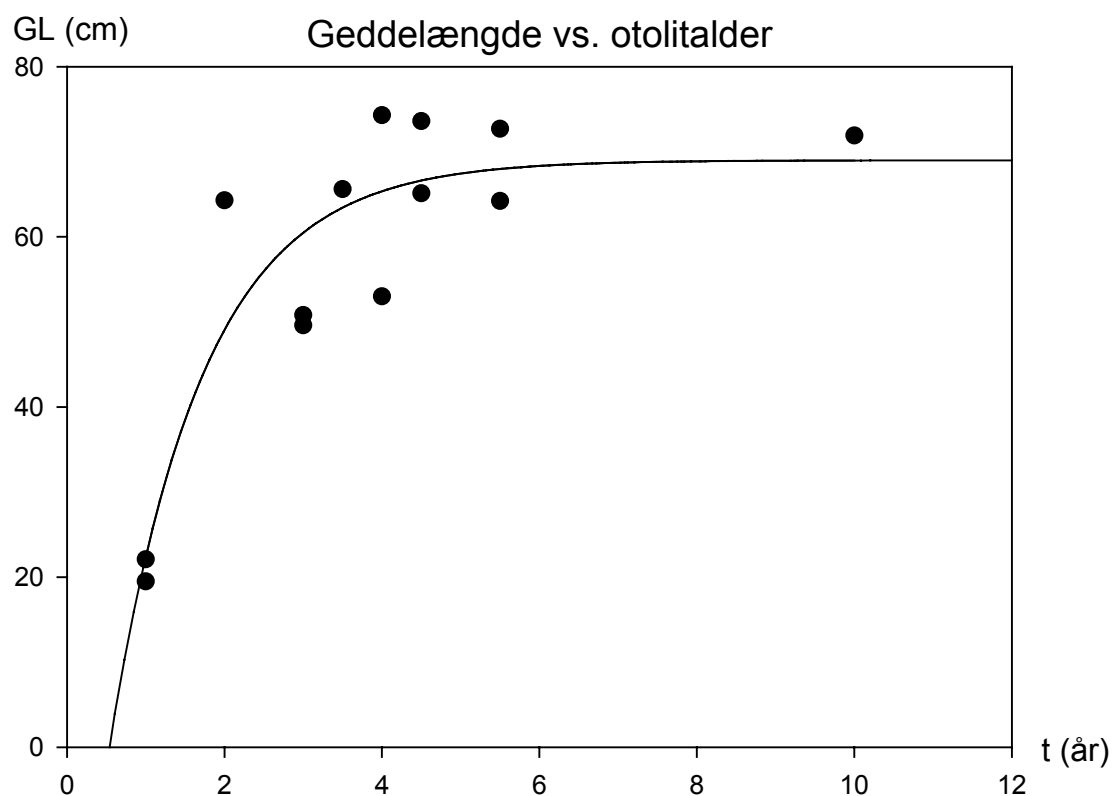
Der blev udtaget otolitter fra de 11 genfangede gedder samt fra to mindre gedder fanget i Hestholm Sø. Otolitalderen blev estimeret ud fra de to sagittaotolitter. Figur 9 viser en von Bertalanffy's vækstmodel lavet ud fra geddelængde og otolitalder. Relationen mellem alder t (år) og geddelængde GL (cm) kan beskrives ved: $GL = 69,0 * (1 - e^{-0,85 * (t-0,54)})$; $R^2 = 0,80$.

Figur 10 viser den lineære regression af geddelængde GL (mm) som funktion af geddens gennemsnitlige otolitlængde OL (mm) og lineær regression lavet på dette; $GL = -118,1 + 90,9 * OL$; $R^2 = 0,97$; $p < 0,001$.

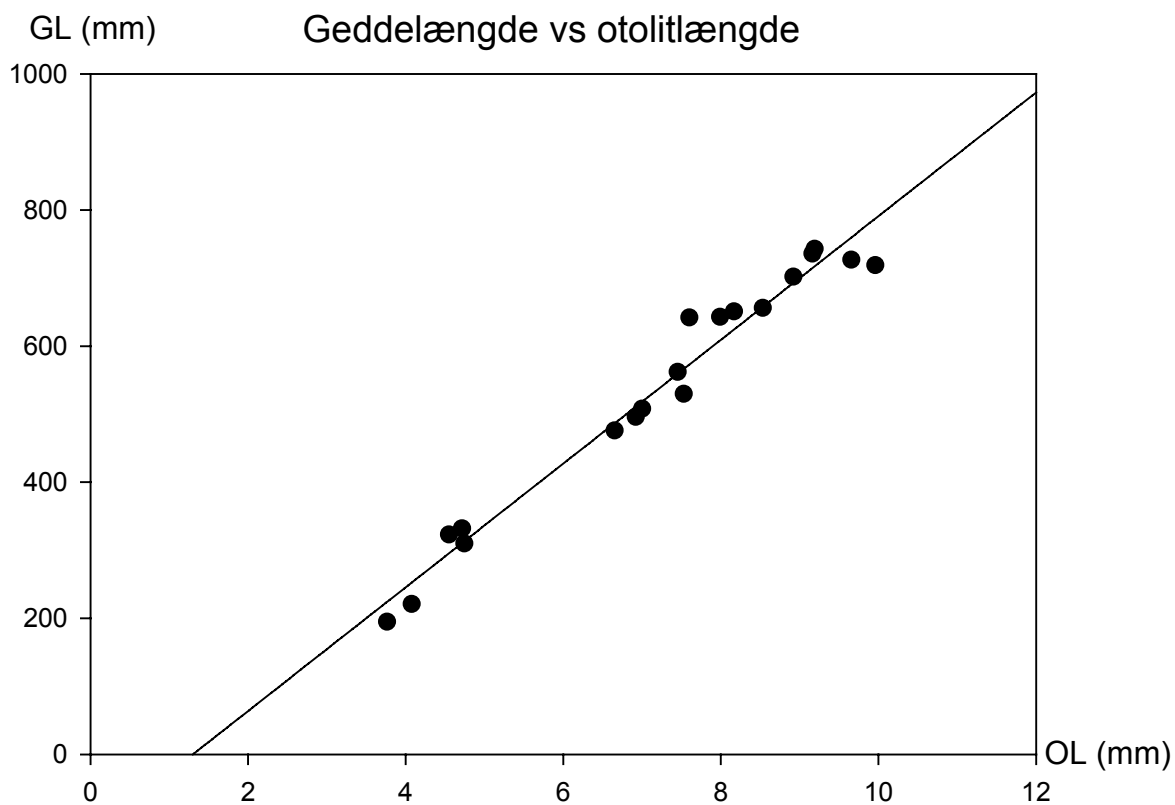
2.3.4.2 Skælmetoden

Skæl fra de 33 radiomærkede gedder og tre mindre gedder blev analyseret, og en von Bertalanffy's vækstmodel blev lavet ved non-lineær regression (Figur 11). Relationen mellem alder t (år) og geddelængde GL (cm) kan beskrives ved: $GL = 114,6 * (1 - e^{-0,14 * (t+0,54)})$; $R^2 = 0,92$.

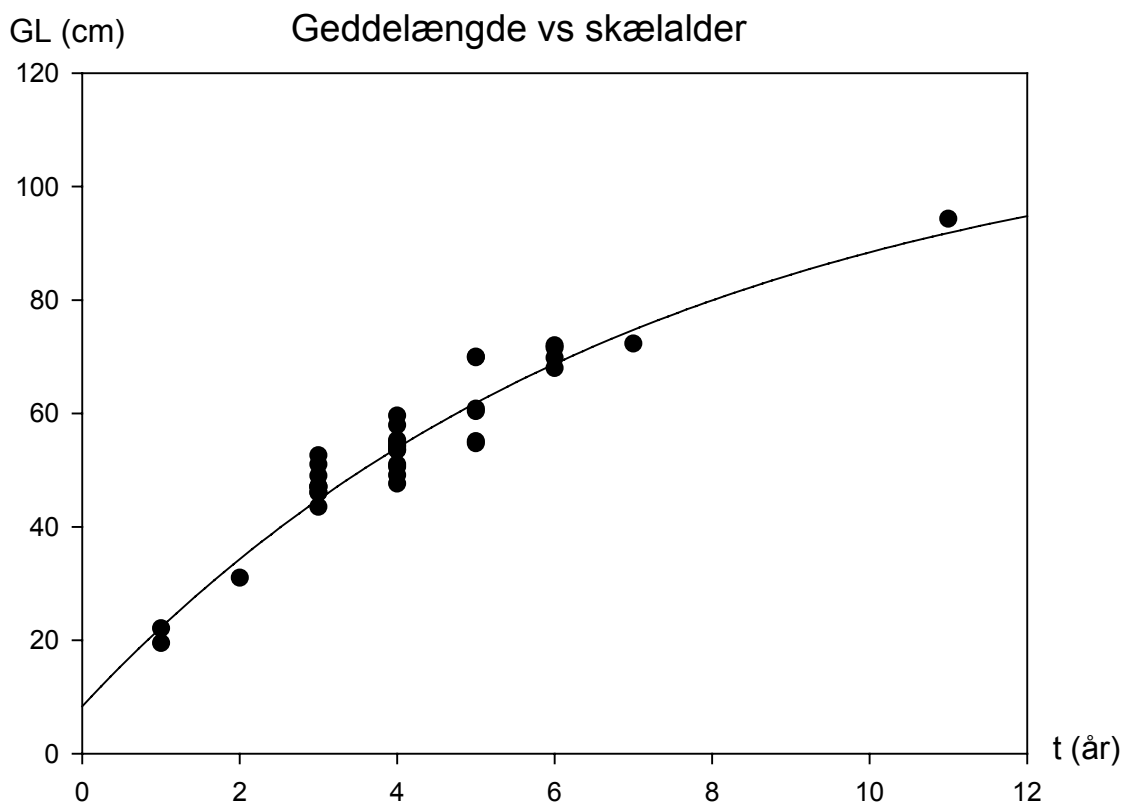
Ud fra von Bertalanffy's vækstmodel blev den teoretiske maksimale længde for Hestholm Sø-/Skjern Å-gedderne bestemt til 114,6 cm, vækstkoefficienten k er 0,14 og vækstindekset ω er 16,0.



Figur 9: Von Bertalanffy's vækstmodel: $GL = 69,0 * (1 - e^{-0,85 * (t - 0,54)})$; $R^2 = 0,80$; $n = 13$. Geddernes alder blev bestemt ved otolitanalyse.



**Figur 10: Lineær regression på geddelængde GL (mm) og otolitlængde OL (mm).
 $GL = -118,1 + 90,9 * OL$; $R^2 = 0,97$; $p < 0,001$; $n = 20$.**



Figur 11: Von Bertalanffy's vækstmodel: $GL = 114,6 * (1 - e^{-0,14(t+0,54)})$; $R^2 = 0,92$; $n = 36$. Gedderne's alder blev bestemt ved skælanalyse.

2.3.5 Gedderne i Hestholm Sø

De 33 radiomærkede gedder til radiomærkning blev alle, på nær én, fanget i Hestholm Sø eller ved udløbet af denne. Den ene undtagelse var gedde nr. 789, som blev fanget i forbindelse med et smoltprojekt under DFU, som kørte i foråret 2002. Gedden havde spist en radiomærket smolt og havde derefter bevæget sig rundt i området fra Sdr. Parallelkanal til et stykke op i Hestholmkanalen, før den blev fanget og mærket (pers. komm. H. Baktoft, DFU, Silkeborg). De fleste gedder blev fanget i grøfter og områder ved søens bredder, hvor der var vegetation og $\frac{1}{2}$ - 1 m dybt.

Gedderne's vandringsadfærd i Hestholm Sø og Skjern Å-systemet beskrives i det nedenstående.

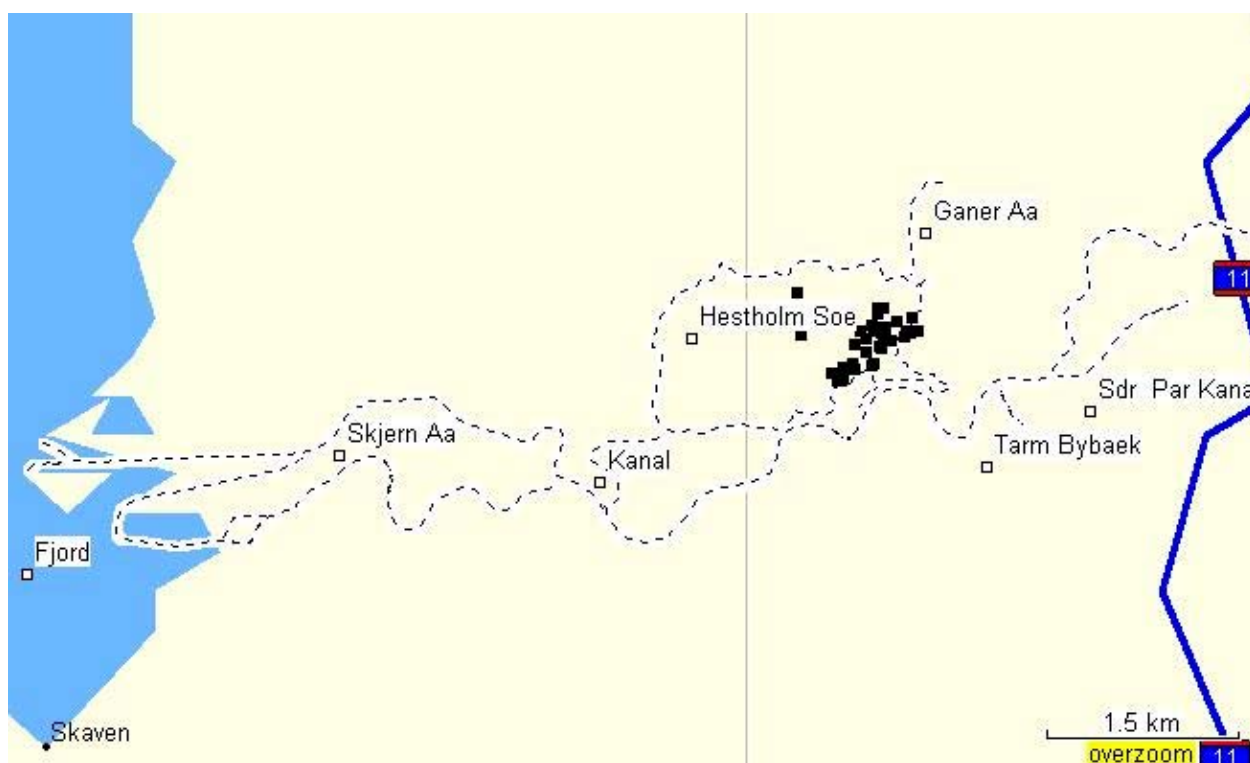
Til databehandlingen benyttes kun data fra de 18 gedder, som blev fulgt gennem en betydelig del af forsøgsperioden (mere end otte måneder, se tabel 3).

Gedderne blev inddelt i fire adfærdsgrupper ud fra deres vandringsadfærd og opholdsteder i forsøgsperioden. De fire grupper bliver beskrevet hver for sig.

2.3.5.1 Søgedder

Denne gruppe bestod af tre fisk, nr. 509-2, 531 og 678. Under hele monitoringsperioden forblev gedderne i Hestholm Sø (dog blev nr. 531 pejlet én uge i Ganer Å) og var i lange perioder stationære indenfor begrænsede områder. Især befandt de sig ofte i vegetationsrige områder. Søgedderne var i den mindre ende størrelsesmæssigt, 46-55 cm, og var kønsmæssigt fordelt på to hunner og én han.

Eksempel: Hangedde nr. 678 (Figur 12), blev fanget i vegetationen nær bredden ved søens østlige del, tæt ved det daværende overløb fra Skjern Å. Gennem hele observationsperioden blev gedden i østsøen på nær en enkelt afstikker til den nordlige del af søen. Den opholdt sig oftest i tæt vegetation på 80-100 cm vand, især i en ca. 100 m² stor ø af svømmende vandaks.



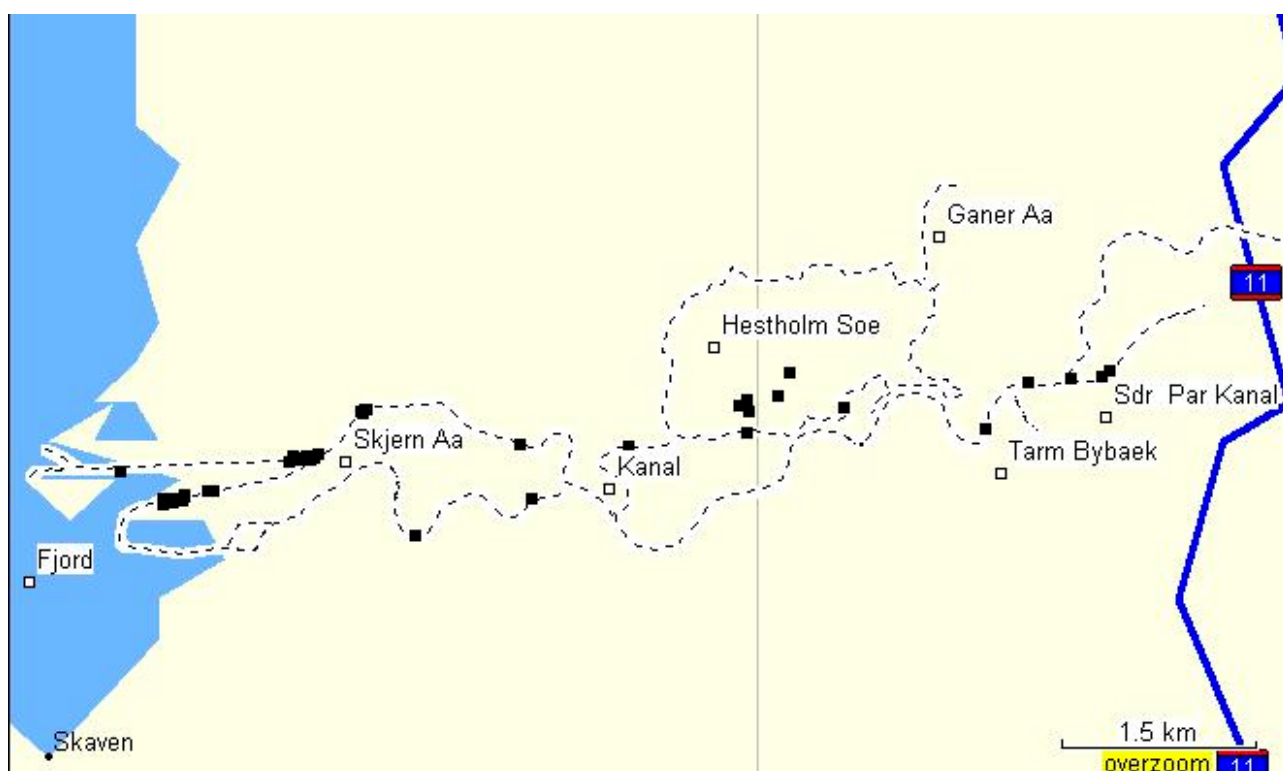
Figur 12: Gedde nr. 678 (søgedde). 50 positioner i perioden 16/4/02 – 12/5/03.

2.3.5.2 Skjern Å-gedder

Denne gruppe bestod af otte gedder, fisk nr. 559, 567, 576, 589, 609, 627, 748 og 759, som efter gydeperioden gik ud i Skjern Å-systemet og blev der perioden ud eller til næste gydeperiode. Det var større gedder fordelt på to hunner, fem hanner og én af ukendt køn. Fælles for gedderne var, at de vandrede fra søen og ud i Skjern Å i løbet af foråret eller sommeren 2002, hvor opholdt sig forsøgsperioden ud, med undtagelse af få, kortere perioder i løbet af vinter/forår 2003. Én

hangedde, nr. 748, befandt sig seks uger i søen i perioden 23/1/03-19/3/03. Hungedde nr. 567 blev pejlet i søen d. 5/2/03, men kun én gang. Nr. 759 blev ligeledes pejlet i søen én gang d. 14/4/03. Et par dage senere blev den registreret på dataloggeren ved Hestholmkanalen, hvorefter den ikke blev fundet igen. Gedderne var stationære i lange perioder afbrudt af vandringer på op til 10 km.

Eksempel: Gedde nr. 567 (Figur 13), en hun på 71,6 cm, blev fanget og mærket d. 4/4/02. Fisken blev ikke fundet i ugen efter genudsætningen i søen, men blev den følgende uge fundet i åen ved munden af det nordlige fjordudløb. Ugen efter blev fisken igen fundet i søen, hvor den blev de næste fem uger, før den atter vandrede ud mod fjorden, denne gang til det midterste åudløb. Et åkandebælte ved fjorden var herefter geddens faste tilholdssted indtil hen mod årsskiftet, hvor den begyndte at vandre. Denne vandrings start faldt sammen med, at der begyndte at danne sig is på steder med stillestående vand. Gennem ni pejlinger vandrede gedden rundt i området mellem Ringkøbing Fjord, Hestholm Sø og Sdr. Parallelkanal. I denne periode, blev den ikke pejlet på samme position to uger i træk. Gedden blev genfanget d. 14/5/03. Den var fyldt med rogn, da den blev genfanget, altså havde den endnu ikke, eller kun lige, påbegyndt gydningen.

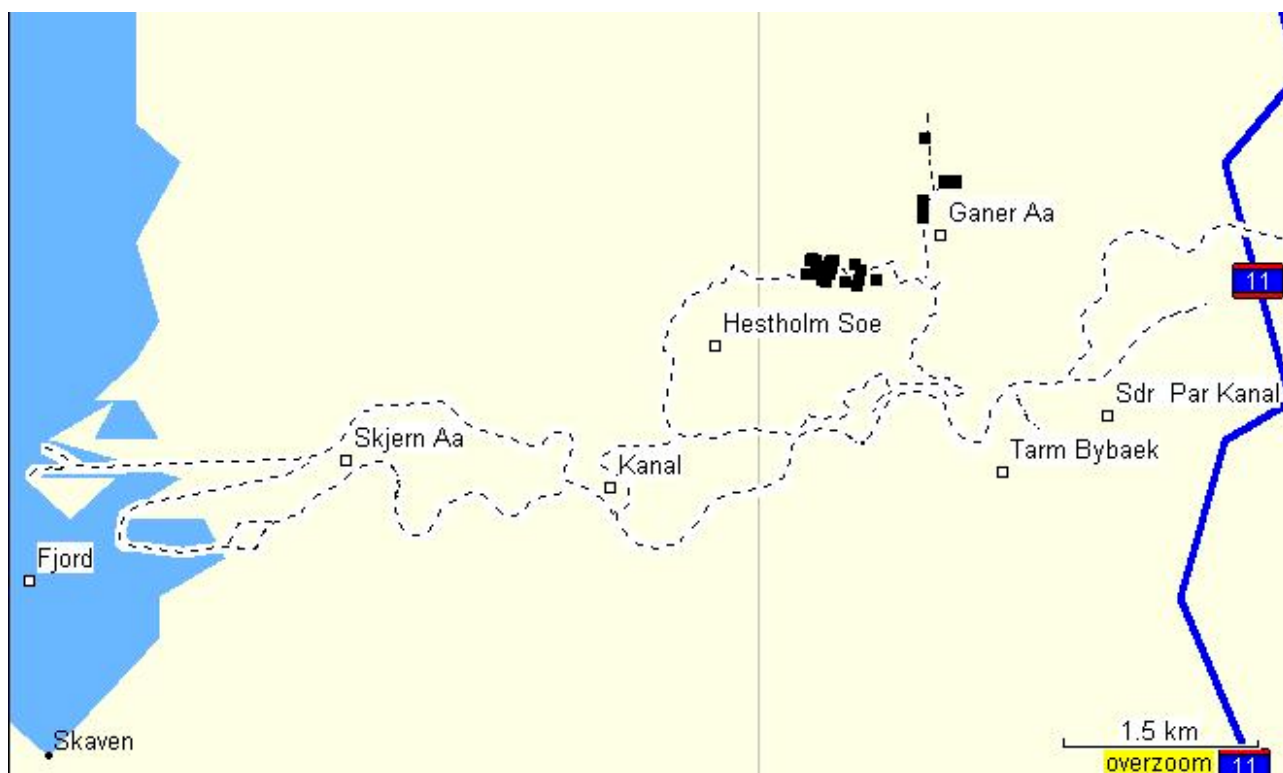


Figur 13: Gedde nr. 567 (Skjern Å-gedde). 55 positioner i perioden 4/4/02-14/5/03.

2.3.5.3 Ganer Å-gedder

Denne gruppe bestod af gedder, som i forsøgsperioden kun blev fundet i Ganer Å og Hestholm Sø. De to hangedder nr. 598 og nr. 727 udgjorde denne gruppe, da de ud over at opholde sig i Hestholm Sø også befandt sig i den tilstødende Ganer Å i længere perioder.

Eksempel: Fisk nr. 727 (Figur 14), en hangedde på 47 cm, blev fanget d. 22/3/03 i søens nordlige del. Efter genudsætningen forblev fisken indenfor et mindre område i den nordlige del af søen med en del vegetation og varierede dybdeforhold (50-150 cm). I starten af december 2002 rykkede fisken op i Ganer Å. Efter en måneds tid i åen vandrede den videre op i en lille bæk, som også blev brugt som afløb fra papirfabrikken i Skjern. I denne bæk var der en høj biomasse af især skaller. Denne høje biomasse skyldtes givetvis, at vandet var varmere end i selve Ganer Å, og at bækken var det eneste vand, som forblev isfrit i løbet af den kolde vinter 2002-2003. Gedden blev opfisket fra bækken d. 6/5/03.

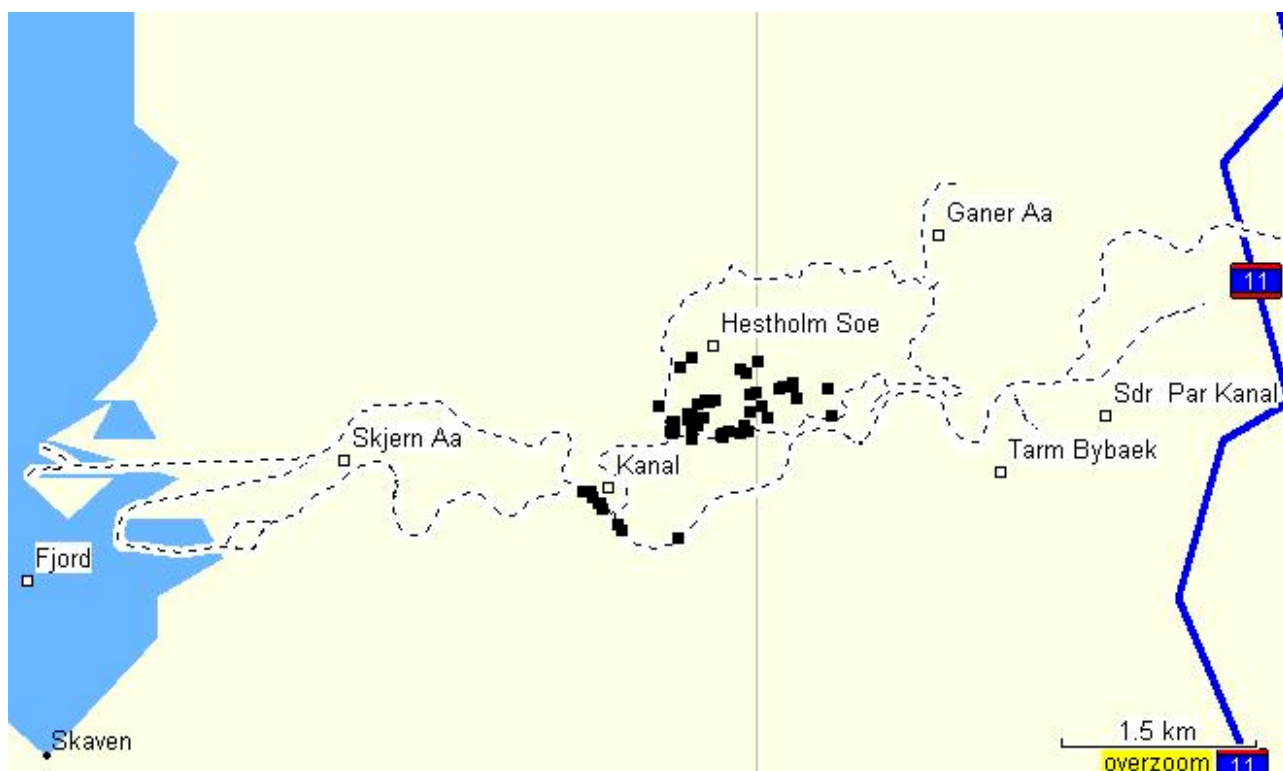


Figur 14: Gedde nr. 727 (Ganer Å-gedde). 57 positioner i perioden 23/3/02 – 6/5/03.

2.3.5.4 Gedder med anden adfærd

De fem gedder i denne gruppe skilte sig af forskellige årsager ud fra de tre andre grupper. Gedde nr. 658, 686 og 819 vandrede på nomadevis flere gange frem og tilbage mellem sø og å gennem forsøgsperioden. Vandringerne skete i forskellige perioder fiskene imellem, og opholdene i åen var af varierende tidslængder. Nr. 639 blev, foruden i Skjern Å og i Hestholm Sø, også fundet i Ganer Å over en længere periode. Nr. 739 vandrede med isens komme i december ud i Skjern Å, hvor den stillede sig på dybere vand i Tarm Bybæk og Sdr. Parallelkanal. Her blev den i tre uger og vendte derefter atter tilbage til Hestholm Sø.

Eksempel: Fisk nr. 658 (Figur 15). Denne hangededde blev fanget d. 27/2/02 i Hestholm Sø. Den forblev i søens sydvestlige del indtil september 2002, hvor den første gang trak ud i Skjern Å. Her stod den i seks uger på en 400 meter lang strækning ved Hestholmkanalens udløb. Derefter trak gedden tilbage til søen. Her blev den perioden ud, på nær tre uger, to uger i december 2002 og én uge i april 2003, hvor den begge gange blev fundet i Skjern Å tæt ved tilløbet fra Hestholmkanalen. Gedden blev genfanget ved elfiskeri d. 12/5/03.

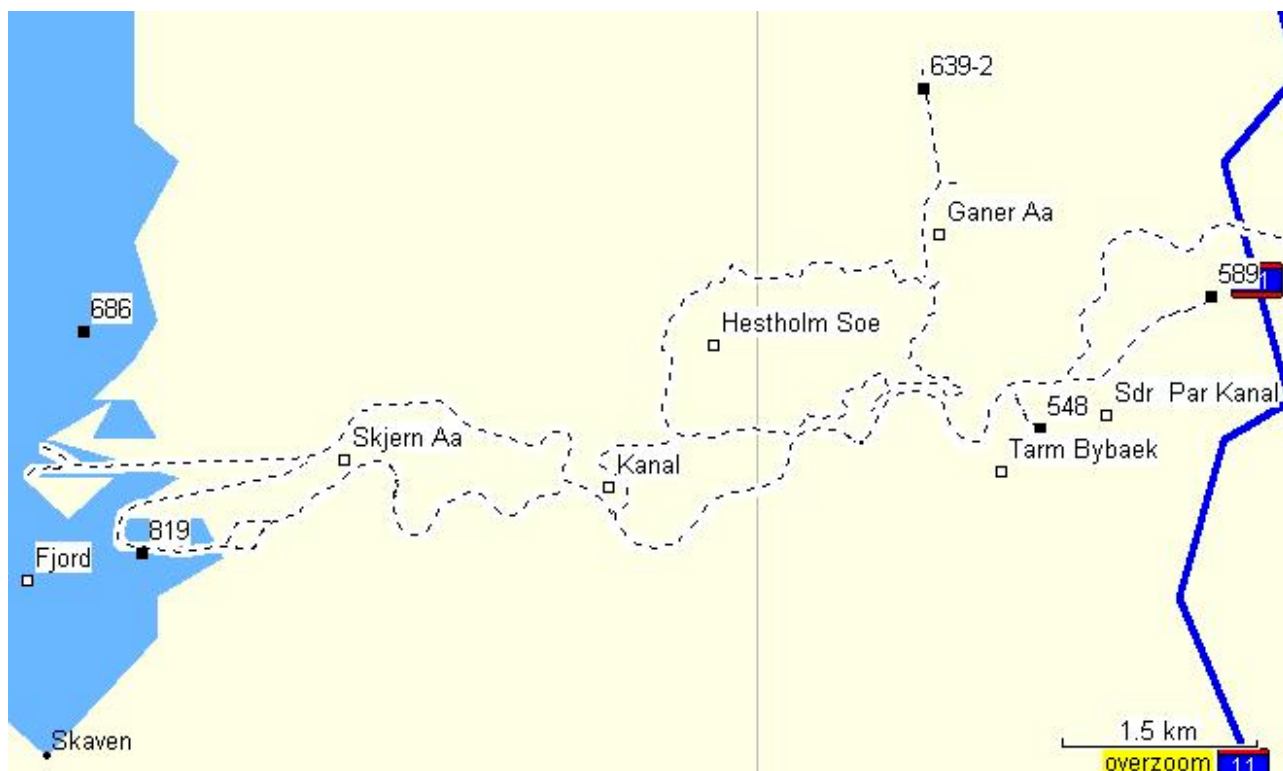


Figur 15: Gedde nr. 658 (gedde med anden adfærd). 59 positioner i perioden 27/2/02 – 12/5/03.

2.3.6 Geddernes udbredelse gennem forsøgsperioden

Ved forsøgets start var det uvist, hvor meget gedderne ville sprede sig. De forsvundne gedder, nr. 559, 718, 759 og 789, kan i teorien have vandret ud i Ringkøbing Fjord eller meget langt op i Ganer Å, Tarm Bybæk eller Skjern Å. Den østligste geddeposition blev registreret 1,5 km oppe i Sdr. Parallelskanal (nr. 589, d. 19/3/03, se figur 16). Mod sydøst blev nr. 548 d. 12/6/02 pejlet 400 m oppe i Tarm Bybæk. Den nordligste position der blev pejlet, var 1,4 km oppe i Ganer Å (nr. 639, d. 6/11/02). Mod vest blev der pejlet gedder ude ved de tre åudmøndinger. Hvor langt ude i Ringkøbing Fjord gedderne har været er uvist, da pejling ikke var muligt hér p.g.a. saliniteten. Sikker er det dog, at gedderne faktisk gik ud i fjorden, da gedde nr. 686 blev garnfanget ca. én km nord for Skjern Å's nordligste udløb. Ligeledes blev nr. 819 pejlet vest for det sydligste udløb d. 6/11/02. I alt spændte geddernes udbredelsesområde sig minimum 9,2 km i øst-vestlig retning og 3,4 km i nord-sydlig retning.

De områder, de enkelte gedder dækkede i forsøgsperioden, var meget forskellige. Den mest stationære gedde, nr. 678, bevægede sig inden for et område i søen på ca. fem ha. Å-gedderne dækkede derimod generelt et noget større område. Foruden at have opholdt sig i søen i gydeperioden, bevægede de sig rundt i Skjern Å i området fra Ringkøbing Fjord til Sdr. Parallelskanal, i alt ca. 20 km vandløb.



Figur 16: Geddepositioner som afgrænser forsøgsgeddernes kendte udbredelse i forsøgsperioden.

2.3.7 Habitatvalg

Flere af gedderne foretrak specifikke habitater i lange perioder. I nedenstående er disse kort beskrevet.

Ved Skjern Å's midterste udløb i Ringkøbing Fjord, hvor åen begynder at brede sig ud, befandt mange (nr. 567, 589, 627, 718, 759 og 789) af de større mærkede fisk sig fra april til oktober. Det pågældende habitat var et ca. 5000 m² stort område med gul åkande, stor tæthed af byttefisk og en vanddybde på 1-1½ m. Fra efteråret og frem rykkede en del af disse fisk opstrøms og stillede sig i den gamle parallelkanal. I vinterperioden stod op til seks af de mærkede fisk over 60 cm i kanalen på én gang nr. 567, 589, 609, 627, 739 og 759, d. 3/1/03). Kanalens forhold med 1-2 m dybt, stillestående vand, tæt vegetation over hele forsøgsperioden og en meget stor biomasse af byttefisk, syntes at opfylde kravene til et godt habitat for disse gedder.

I Hestholm Sø blev især gamle afvandingsgrøfter og dybere steder med vegetation benyttet som opholdssted.

Generelt blev mindre gedder (< 65 cm) fundet i eller ved tæt vegetation, mens større gedder ofte fandtes i det åbne, på dybere steder.

2.3.8 Gyldning i Hestholm Sø

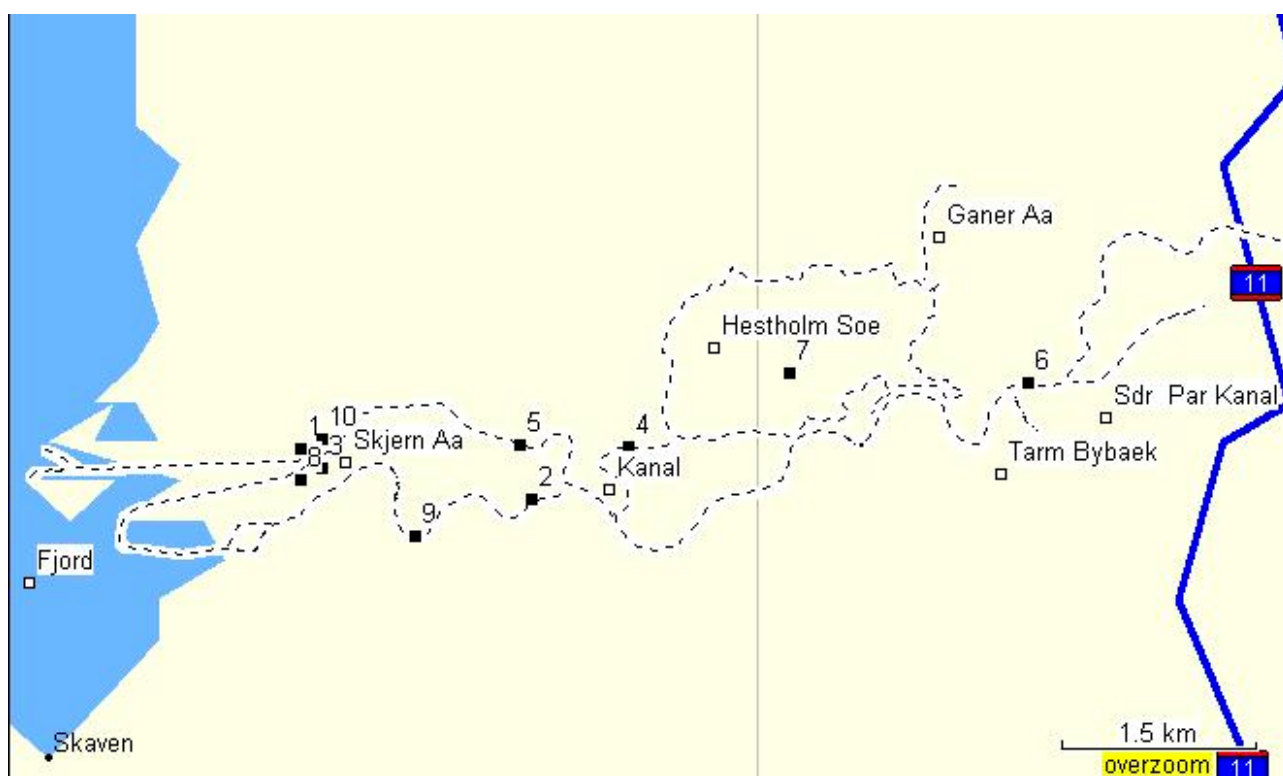
Gedderne mærket i Hestholm Sø i 2002 udskilte alle kønsprodukter ved let strygning, bortset fra de fem gedder mærket d. 30/5, som var udgydte. D. 21/5/02 blev der fanget geddeyngel på 2-4 cm, hvilket betyder, at gedderne har gydt i april, eller i maj, først på måneden. Af de 17 gedder som stadig var med i forsøget i gydeperioden 2003, var fem (nr. 509-2, 531, 598, 658, 678) at finde i Hestholm Sø gennem hele, eller næsten hele, gydeperioden 2003. Fem andre gedder blev pejlet i søen i kortere perioder i løbet af gydeperioden.

2.3.9 Gedder i Ringkøbing Fjord

Gedde nr. 686 blev garnfanget i Ringkøbing Fjord ca. én km nord for fredningsbæltet. Fem andre gedder, nr. 567, 589, 627, 759, 819 var alle forsvundet i kortere eller længere perioder, hvor de ved pejlingen lige før eller efter denne periode blev fundet ved et af Skjern Å's udløb. Nr. 718 og 789 forsvandt begge i september 2002, efter at de havde stået ved åens midterste fjordudmunding i længere tid.

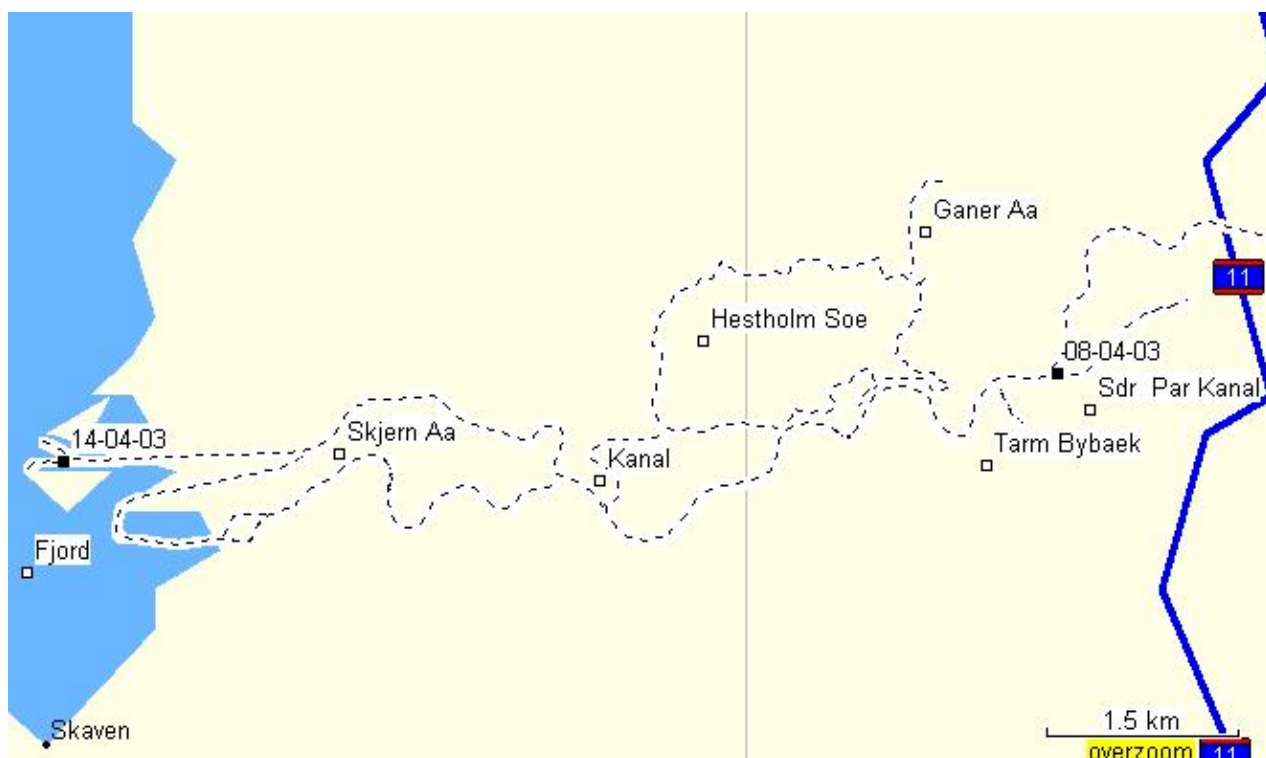
2.3.10 Vandring

Geddernes vandringsadfærd var meget forskellig fiskene imellem. Gedde nr. 678 var stationær, i og med at den forblev i det samme område i den østlige del af Hestholm Sø. De resterende gedder vandrede til et nyt område, én til flere gange i løbet af forsøgsperioden. Disse vandringerne kunne ske over en til to uger, hvorefter gedden igen var stationær i en periode efter det, som især sås hos gedde nr. 759 (Bilag 17). Gedderne vandrede også langt rundt i systemet flere uger i træk. Eksempelvis nr. 567 som i ni uger i perioden 19/12/02 – 4/3/03 vandrede rundt mellem Ringkøbing Fjord, Sdr. Parallelkanal og Hestholm Sø. I løbet af de ni uger var den samlede afstand mellem pejlingspunkterne mere end 38,3 km- d.v.s. gennemsnitligt 4,3 km pr. uge (Figur 17). Dette



Figur 17: Positioner for gedde nr. 567 i perioden 19/12/02-4/3/03.

tal kan reelt have været meget større, da der kun blev målt afstande mellem ugentlige pejlingspunkter. Geddernes vandring fra uge til uge var ofte af anseelig længde, den længste vandring skete fra 8/3 – 14/3/03, hvor gedde nr. 627 svømmede 10 km fra Sdr. Parallelkanal til Skjern Å's nordligste udløb i Ringkøbing Fjord (Figur 18).

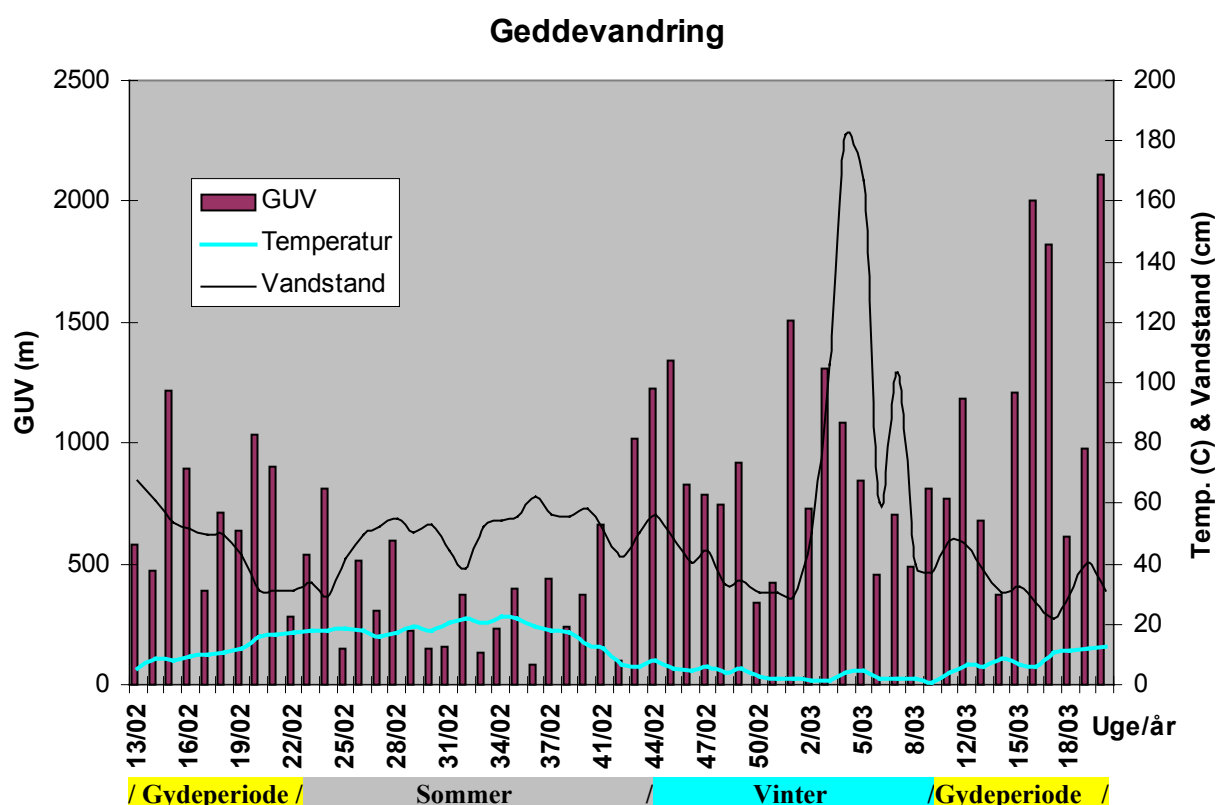


Figur 18: Gedde nr. 627. Ugevandring på over 10 km.

2.3.10.1 Vandringsdata

Figur 19 viser geddernes gennemsnitlige ugentlige vandring (GUV) samt vandstand og vandtemperatur målt i Hestholmkanalen i perioden 18/03/02 – 14/5/03. De ugentlige gennemsnitlige vandringstal er baseret på et varierende antal gedder, alt efter hvor mange gedder som blev pejlet i de forskellige uger. Data er, som i afsnit 3.5, kun fra de 18 fisk, som blev fulgt i over 8 måneder. I ugerne 40/02 og 9/03 blev der ikke pejlet.

Til den statistiske behandling af vandringsdata i det følgende, blev der kun medtaget data, hvor der var gået 7 ± 1 dage mellem to pejlinger af en gedde. Gedderne i forsøget blev mærket i perioden 27/2/02 – 30/5/02. For at undgå alt for uens prøvestørrelser og tage højde for ændret geddeadfærd i perioden umiddelbart efter mærkningen, blev data fra gydesæsonen 2002 ikke brugt. Således er data brugt til den statiske behandling fra perioden 1/6/02 – 14/5/03. De ovenstående forbehold blev taget for at behandle data så korrekt som muligt.



Figur 19: Geddernes gennemsnitlige ugentlige vandring (GUV) samt temperatur- og vandstandsdata fra Hestholmkanalen i perioden 18/3/02 – 14/5/03.

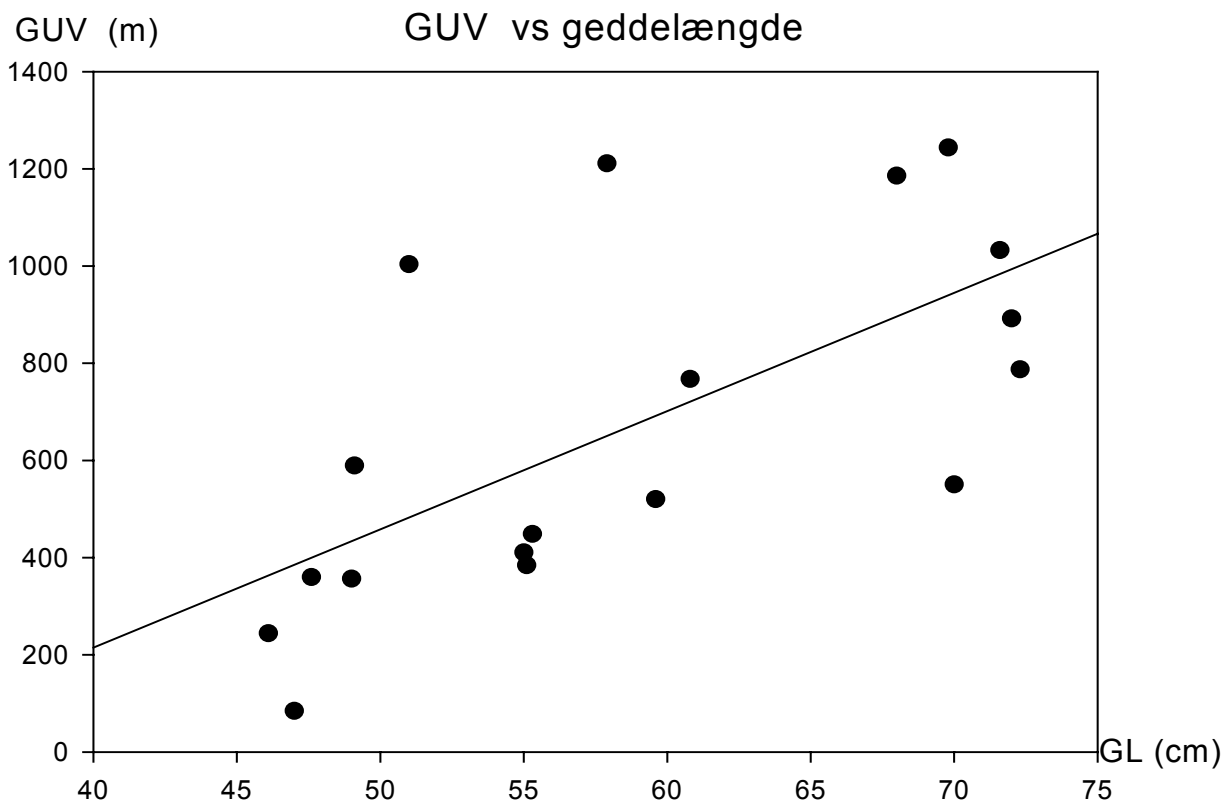
2.3.10.1.1 Geddelængde og vandring

Det blev undersøgt, om geddelængden havde en betydning for gennemsnitlig ugentlig vandring. En lineær regression blev lavet for gennemsnitlig ugentlig vandring GUV (m) mod geddelængde GL (cm): $GUV = 24,34 * GL - 759$; $R^2 = 0,43$; $df = 17$; $F = 12,1$; $p = 0,003$ (Figur 20)

En univariat ANOVA-test viste, at der var signifikant forskel på gennemsnitlig ugentlig vandring for tre størrelsesgrupper af gedder ($P < 0.05$). Store gedder (> 65 cm) vandrede længst ($M = 949$ m), mellemstore gedder ($55 - 65$ cm) intermedieært ($M = 623$ m), og de mindste (< 55 cm) havde vandret den korteste gennemsnitlige ugentlige distance ($M = 440$ m).

2.3.10.1.2 Periode og vandring

Det blev herefter undersøgt, om der var forskel på geddernes gennemsnitlige ugentlige vandring sommer, vinter og gydeperiode imellem. Der blev medtaget data fra 17 gedder, da gedde nr. 639, udgik af forsøget tidligt i gydeperioden.



Figur 20: Gennemsnitlig ugentlig vandring GUV (m) per gedde for forsøgsperioden, som funktion af geddelængde GL (cm). Lineær regression: $GUV = 24,34 \times GL - 759$; $R^2 = 0,43$; $df = 17$; $F = 12,1$; $p < 0,01$, $n = 18$

En repeated-measures ANOVA-test viste, at perioden havde en signifikant effekt på geddernes ugentlige gennemsnitlige vandring: $F(2, 28) = 7,67$; $p < 0.01$. Gedderne vandrede længst i gydeperioden ($M = 1128$ m), intermedieært i vinterperioden ($M = 764$ m) og kortest i sommerperioden ($M = 433$ m). Resultaterne af t-tests perioderne imellem viste, at geddernes gennemsnitlige ugentlige vandring var signifikant højere i gydeperioden end i sommerperioden: $t(16) = -4,291$; $p < 0,001$. Forskelle mellem sommer vs. vinter og vinter vs. gydeperiode var ikke signifikante ($p > 0.05$). Der var ingen signifikant interaktion mellem størrelsesgruppe og periode: $F(4, 28) = 1,481$; $p = 0,234$. Levene's test for varianshomogenitet for data i de tre perioder blev testet (sommer: $p = 0,032$; vinter: $p = 0,296$ og gydeperiode: $p = 0,078$). Dataheterogeneiteten i sommerperioden svækker umiddelbart troværdigheden af testen, men sammenholdt med den lave p-værdi mellem perioder i ANOVA-testen ($p < 0,01$) burde der ikke være usikkerheder forbundet med brug af data. (Underwood, 1981; pers. komm. K. N. Mouritsen, Afd. for Marin Økologi, Aarhus Universitet).

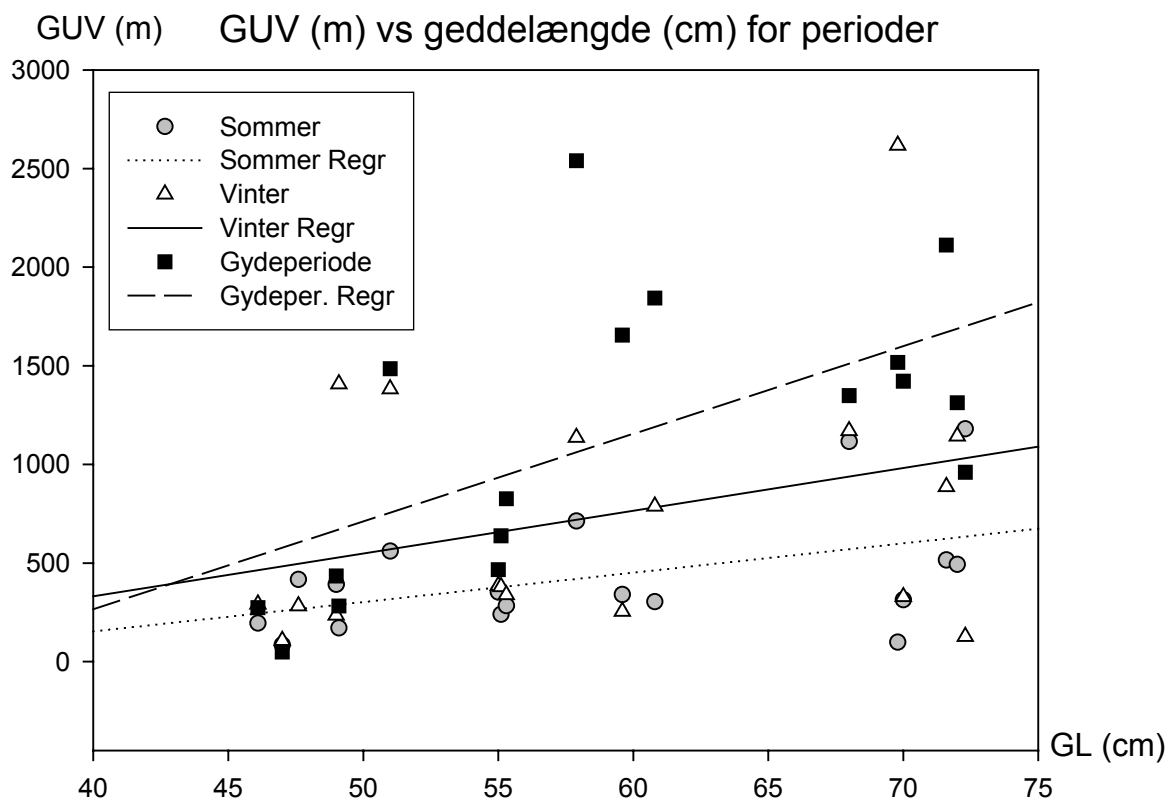
På figur 21 ses regressionslinierne for forsøgsgeddernes gennemsnitlige ugentlige vandring som funktion af geddelængde for perioderne sommer, vinter og gydeperiode. Der var ingen signifikant

lineær relation for vinterperioden ($p > 0,05$), hvorimod der var en signifikant positiv lineær relation mellem ugentlig vandring og geddelængde i sommerperioden :

$$GUV = 14,88 * GL - 442; df=17; F = 4,47; p = 0,05$$

og i gydeperioden:

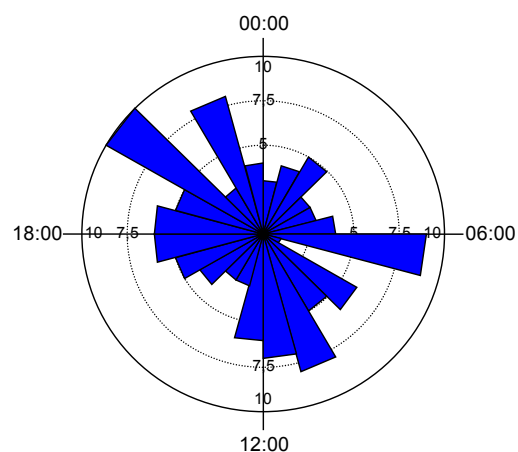
$$GUV = 44,46 * GL - 1512; df = 16; F = 8,2; p = 0,01.$$



Figur 21: Regressionslinier for gennemsnitlig ugentlig vandring som funktion af geddelængde for de tre perioder sommer (n=18), vinter (n=18) og gydeperiode (n=17).

2.3.11 Geddeaktivitet

Den stationære datalogger registrerede geddernes aktivitetstidspunkter i Hestholmkanalen gennem forsøgsperioden. Figur 22 viser aktivitetstidspunkterne (n = 121) for hele perioden sammenlagt, delt op i timeintervaller over døgnets 24 timer. Ifølge Raleigh's uniformity test ($Z = 0,434; p = 0.648$) og Rao's spacing test ($U = 115,5; 0,90 < p <$

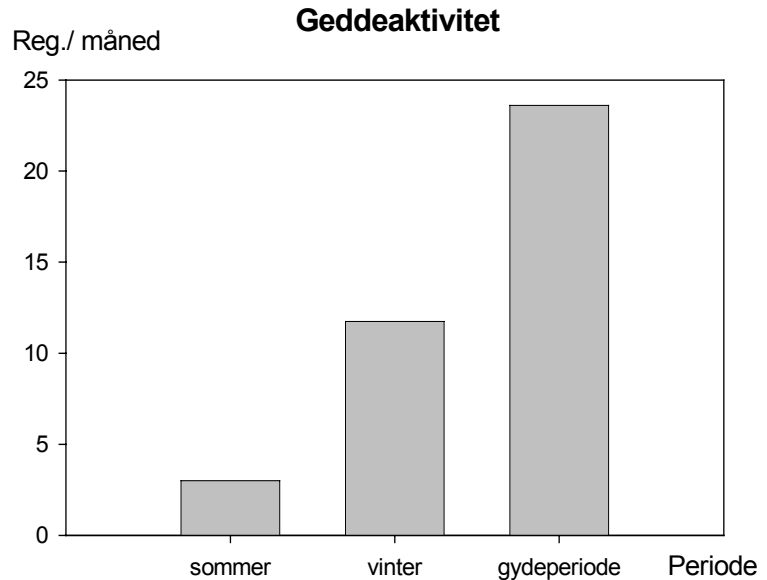


Figur 22: De 121 registrerede aktivitetstidspunkter i forsøgsperioden fordelt på døgnets 24 timer.

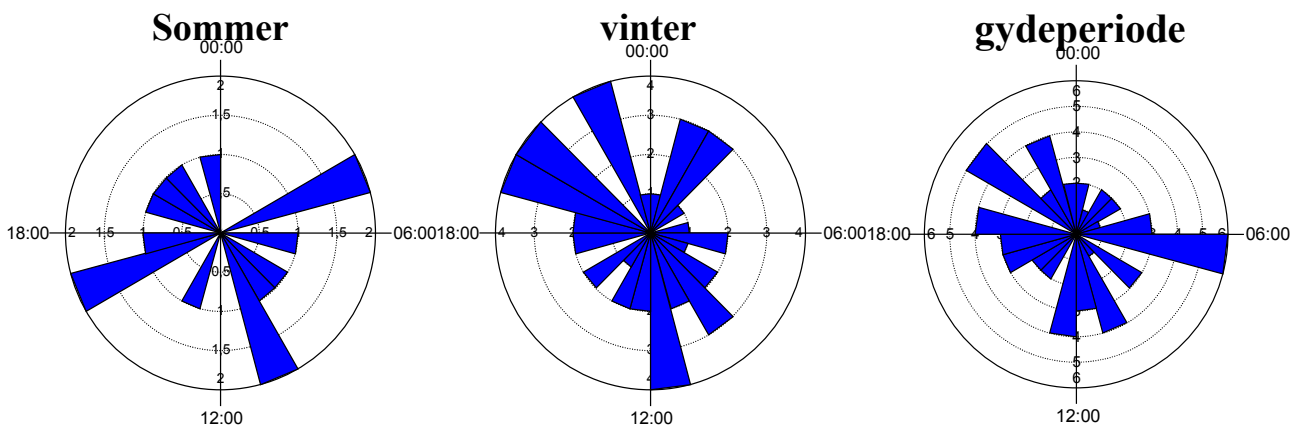
0,95) var tidspunkterne for aktivitet jævnt fordelt over døgnet 24 timer. Geddeaktivitet for sommer vinter og gydeperiode er vist på figur 23 ved antal registrerede aktiviteter pr. måned. Søjlediagrammet viser en tydelig forskel på aktivitetsniveauet i Hestholmkanalen de tre perioder imellem. Gydesæsonen var geddernes mest "aktive" periode og sommerperioden var den periode med mindst aktivitet.

I de tre perioder fordelte aktiviteten

sig over døgnet som vist på figur 24. Raleigh's Uniformity Test og Rao's Spacing Test viste ingen statistisk forskel i aktivitet i løbet af døgnet i de tre perioder ($p > 0.05$), aktiviteten var jævnt fordelt. På sommerdiagrammet er der ingen aktivitet fra 00:00 – 04:00, men da prøvestørrelsen er lille ($n = 15$), er det ikke umiddelbart ensbetydende med, at gedderne ikke var aktive indenfor det tidsrum om sommeren.



Figur 23: Antal registrerede geddeaktiviteter per måned i de tre perioder; sommer, vinter og gydeperiode.



Figur 24: Geddeaktivitet fordelt over døgnet for perioderne sommer (jun. – okt., $n = 15$), vinter (nov. – feb., $n = 47$) og gydeperiode (mar. – maj, $n = 59$). Akserne på diagrammerne har forskellige intervaller.

2.3.12 Mistede gedder

Ud af de 33 mærkede gedder blev kun 12 genfanget ved forsøgets slutning. Af de resterende 21 gedder blev én fanget i garn i Ringkøbing Fjord, én blev fanget i Tarm Bybæk af en lystfisker, og fire forsvandt i løbet af forsøgsperioden. En sender blev fundet ved skarvkolonien på Olsens Polt i Ringkøbing Fjord og én blev fundet på en vådeng vest for Hestholm Sø, et yndet fourageringssted for et større antal fiskehejrer. De sidste 13 sendere blev fundet uden nogle tegn på, hvad der kan være sket med gedderne. Otte sendere blev fundet i/ved Hestholm Sø, tre i Hestholmkanalen og to i Skjern Å.

2.3.12.1 Forsvundne gedder

Ved forsøgets slutning var fire fisk, nr. 559, 718, 759 og 789, forsvundet. Nr. 718 og nr. 789 forsvandt i september 2002. De blev sidst pejlet ved et område med gul åkande i åens midterste udløb i Ringkøbing Fjord, et område hvor de havde befundet sig sommeren over.

Nr. 759 blev sidst pejlet 14/4/03 i Hestholm Sø. Nr. 559 var forsvundet ved pejlingen 29/4/03. Ugen inden havde den stået på lavt vand på en oversvømmet eng tæt ved åens sydlige udløb.

2.3.12.2 Prædation

Selv om forsøgsgedderne alle var kønsmodne fisk af en anseelig størrelse, var prædation stadig en trussel for gedderne. Senderen fra gedde nr. 619, 47 cm lang ved mærkningen, blev fundet på Olsens Pold på den anden side af Ringkøbing Fjord, 15 km fra Hestholm Sø hvor gedden sidst blev pejlet. Her holder en stor koloni af skarver til, og en af disse skarver har altså ædt gedden og skidt senderen ud ved reden. Ligeledes blev senderen fra gedde nr. 649 fundet på en vådeng 500 meter vest for Hestholm Sø. Denne vådeng blev oversvømmet med vand fra Skjern Å i vinteren 2001/2002, og siden har en flok på mindst 10 fiskehejrer haft denne eng som fourageringssted. Da vådengen havde været afskåret fra Å-systemet og Hestholm Sø i flere måneder, var det sandsynligvis en fiskehejre der havde ædt den 43,5 cm lange gedde. Derudover havde tre af 11 gedder, bl.a. én på 64 cm (nr. 531), ved forsøgets slutning tydelige mærker fra fuglehak/-bid,

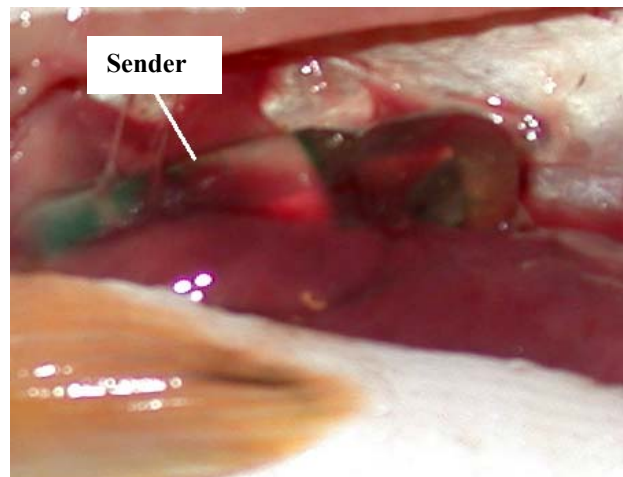
2.3.12.3 Fundne sendere

I 13 tilfælde blev sendere fundet uden gedderne. Ni sendere blev fundet inden for de to første måneder efter radiomærkningen i månederne april, maj og juni. Yderligere tre blev fundet i løbet af sommeren, og de sidste tre blev fundet i perioden marts – april i foråret 2003.

2.3.12.4 Senderudstødning

For at undersøge hvorvidt det selvopløselige sutur fungerede efter hensigten, blev en af mærkede fisk, nr. 686, genfanget to måneder efter operationen. Såret var helet fint, og der sad stadig suturrester i to ud af tre sting. Fisk nr. 531 blev genfanget i marts 2003. Her var såret også helet fint, og der var ingen tegn på irritation eller begyndende udstødning. Ved opfiskningen i maj 2003 var operationsarrene hos alle 11 fisk helet fint.

Der var ingen tegn på senderudstødning og ingen infektioner omkring arrene. De 11 gedder fik derefter åbnet bughulen ved et snit fra anus til gæller, og det blev registreret hvordan fiskene havde responderet på fremmedlegemet. Hos faktisk alle gedderne lå selve senderen i en fordybning i leveren, og senderne var alle helt eller delvist dækket af en gennemsigtig vævshinde (Figur 25).



Figur 25: Sender indkapslet i væv, et år efter mærkning.

2.3.12.5 Fiskeri

Der blev ofte observeret lystfiskere langs bredderne af Skjern Å og tilløbene. D. 20/6/02 blev gedde nr. 548 fanget, hvor Tarm Bybæk løber ud i Skjern Å. Lystfiskeren indsendte senderen til DFU.

Der blev fire gange fundet ulovlige ruser i systemet. En stor ruse blev fundet sat på tværs af tilløbet fra Sdr. Parallelkanal, og det samme blev observeret to gange ved Tarm Bybæks udløb. Derudover blev der fundet en gammel og forladt, men stadig fiskende ruse på det flade vand i fjorden ud for Skjern Å's sydligste udløb. Alle disse ruser var umarkerede og havde ingen identifikation påsat.

Fisk nr. 686 blev fanget i garn lige nord for fredningszonen ved Skjern Å's udløb d. 26/3/03.

2.4. Diskussion

2.4.1 Fiskefaunaen i forsøgsområdet

Sammensætningen af fiskearter i Hestholm Sø er typisk for danske søer (Muus & Dahlstrøm, 1990). Atslisten indikere dog, at Hestholm Sø er forbundet med et vandløb, da flere typiske vandløbsfisk og vandrende arter befinder sig på listen over fisk fanget i søen. Specifikt drejer det sig bl.a. om lampretterne, havørred, laks, helt og skrubbe.

I forbindelse med geddeprojektet blev der fanget fem fiskearter i Skjern Å, som ikke figurerede på den artsliste DFU lavede over fiskene i Skjern Å i 1995 (Koed, 1995a): Bæk- og havlampret, elritse, helt og løje. I Hestholm Sø blev der fanget yderligere to arter, som ikke fremgik af DFU's artsliste for Skjern Å, nemlig karpe og flire. Disse to arter kan måske være kommet til søen fra Ganer Å, eller i hvert fald for karpens vedkommende, være blevet udsat af karpefiskeentusiaster. Der blev ikke fanget smelt i forbindelse med undersøgelsen. Smelten er ellers tidligere blevet fanget i meget store mængder i Skjern Å om foråret (pers. komm. A. Koed, DFU, Silkeborg), og kan, hvis den er tilstede, være geddens primære fødekilde (Vøllestad *et al.*, 1986).

2.4.2 Aldersbestemmelse og vækstkurver

Af de to aldersbestemmelsesmetoder brugt i denne undersøgelse, otolitanalyse og skælaflæsning, viste skælaflæsning sig at være den nemmeste, hurtigste og mest pålidelige måde at aldersbestemme gedderne. Aldersbestemmelse af ferskvandsfisk ved undersøgelse af otolitter bliver sjældent brugt, men da brugbare resultater er fremkommet (f.eks. Halden, 2001), blev det forsøgt i denne undersøgelse. Det viste sig dog hurtigt, at det var en meget besværlig og tidskrævende proces at aldersbestemme gedderne ud fra otolitterne, både på grund af otolitternes form og vanskelighederne med at aflæse årringe. Aflæsningsvanskelighederne gjorde vækstkurven for otolitdata knap så pålidelige som den for skældata. Casselman (1996) anbefalede, foruden brug af skælmetoden, at aflæse alder på geddens kæbeben (cleithra). Denne metode har dog ligesom otolitmetoden den ulempe, at man bliver nødt til at aflive fisken, hvilket man undgår ved skælmetoden.

2.4.2.1 Otolitlængde vs. geddelængde

Härkönen (1986) beskrev en lineær regression mellem geddelængde og otolitlængde, for otolitlængder fra fem til tolv millimeter; $GL = -153,0 + 87,02 * OL$; $R^2 = 0,993$. Denne regression er meget lig den regression der blev fundet ved denne undersøgelse; $GL = -118,1 + 90,9 * OL$, hvor

R^2 -værdien også er meget høj, 0,97. At korrelationen mellem OL og GL er pænt lineær, og alligevel er forholdsvis langt fra at gå igennem origo (0,0), kan muligvis skyldes metabolismeændringer ved kønsmodning, således at otolithlængden hos juvenile gedder øges hurtigere i forhold til geddelængden (Härkönen, 1986). Vækstlinjen for juvenile gedder vil da få en anden hældning, og linjen vil komme tættere på origo.

2.4.2.2 Vækstmodel

Von Bertalanffy's vækstmodel anvendt på gedder giver god baggrund for sammenligning af vækst mellem forskellige geddepopulationer. Lorenzoni *et al.* (2002) fandt, at gedderne i Lake Trasimeno havde en teoretisk maksimal længde på 162,76 cm. Han tilskrev den meget store maksimal længde den lave vækstkoefficient $k = 0.089$. Gedderne han undersøgte var maksimalt ni år gamle. Det kan have betydet, at stagningen i vækst med alder ikke blev medtaget i tilstrækkelig grad, og at maksimal længden efter von Bertalanffy's model derfor blev meget stor. I denne undersøgelse blev den ældste gedde ved skælanalyse aldersbestemt til 11 år. Maksimal længden på 114,6 cm fremkommet ved von Bertalanffy's model ud fra skælalder stemmer umiddelbart fint med fangstrapporter fra Skjern Å-systemet, hvor der er blevet fanget gedder op til 111 cm lange (pers. komm. H. Hansen, lokalrapportør, www.lystfiskeri.dk). Ved at analysere længde- og aldersdata fra 24 geddeundersøgelser i europæiske vande fandt Casselman (1996) en gennemsnitlig maksimal længde på 117,8 cm (omregnet fra forklængde v. Casselman, 1996) og et vækstindeks på $\omega = 21.1$, hvilket er noget højere end i denne undersøgelse $\omega = 16,0$. Da maksimal længden næsten er den samme i analysen baseret på Casselman (1996) og i nærværende undersøgelse, må forskellen i vækstindeks derfor skyldes en langsommere vækst hos gedderne i Skjern Å-systemet.

2.4.3 Geddetyper

Skjern Å-gedderne i forsøget var store gedder, som sandsynligvis har levet i Skjern Å før Hestholm Sø's etablering. I hvert vandrede de ud i Skjern Å umiddelbart efter gydeperioden, hvor de blev gennem næsten hele forsøgsperioden.

Søgedderne har været gedder fra Skjern Å, Søndre Parallelkanal eller Ganer Å, som har koloniseret den nye Hestholm Sø og er blevet dér. Hvor der sikkert har været stabile geddepopulationsstørrelser med kamp om føde og plads i Skjern Å og Ganer Å, har dannelsen af Hestholm Sø skabt nye geddehabitater.

Ganer Å-gedderne kombinerede ophold i Ganer Å med ophold i områder med stillestående vand i Hestholm Sø. Der blev observeret høje fiskebiomasser i Ganer Å, så geddernes ophold i Ganer Å have været betinget af fødemigration, såvel som vintermigration i de kolde vintermåneder. Flere af gedderne i den sidste gruppe, gedder med anden adfærd, udviste nomadeadfærd med stor diversitet i habitatvalg. Sådanne nomadegedder blev også beskrevet af Chapman & MacKay (1984b). Det er gode grunde til, at gedder opfører sig forskelligt som set i forbindelse med denne undersøgelse. Søgedder og ågedder lever i to forskellige habitater m.h.t. fiskeproduktion og fysiske forhold. Randall *et al.* (1995) fandt, at fiskeproduktion og biomasse var hhv. 3.3 og 1.7 gange højere i vandløb end i søer. Dette kan muligvis forklares ved, at herbivore og omnivore åfisks føde kan blive bragt til dem med strømmen i form af allochton materiale, og dermed skal disse fisk afsøge mindre områder end søfisk for at opfylde deres fødebehov. Den store fiskeproduktion og biomasse betyder, at der er mere føde til de piscivore fisk i åerne. Således har man fundet, at fisk i åer/floder har mindre home range end fisk i søer (Minns, 1995). Ovenstående tyder på at søgedder generelt må være mere aktive end ågedder. Gedder indenfor de to grupper ågedder og søgedder kan også opføre sig meget forskelligt. Jepsen *et al.* (2001) beskrev et meget varieret bevægelsesmønster for radiomærkede gedder i Bygholm Sø, med både stationære og ikke-stationære søgedder. Der er altså teoretiske grunde til at gedder skulle opføre sig forskelligt, ligesom det er blevet observeret, at gedderne udviser forskellige bevægelsesmønstre. Disse forskelle i adfærd blev tydeliggjort ved telemetriforsøget med gedderne fra Hestholm Sø.

2.4.4 Home range

Malinin (1972) beskrev geddens home range som en cirkel med en diameter på 50 – 150 meter på en jævn søbund. Ved flodbredder eller i åer ville en geddes home range strække sig op til ca. 500 m langs bredden og 20-30 m ud. Gruppen af gedder, hvis adfærd ikke matchede denne beskrivelse, ville bestå af individer, som ikke kunne finde en passende ”sektor”, såkaldte nomadefisk, eller gedder som blev tvunget væk p.g.a. ugunstige forhold som lave iltkoncentrationer eller fjender (Malinin, 1972). Diana *et al.* (1977) tilskrev Malinins home range-resultater, at Malinins sendere havde en meget kort levetid, kun 50 – 60 timer, og han mente heller ikke ud fra egne undersøgelser, at man kunne beskrive gedden som stationær indenfor ét mindre område. Jepsen *et al.* (2001) fandt, at de fleste af deres radiomærkede gedder i Ring sø og Bygholm Sø benyttede hele søens areal over en forsøgsperiode på ét år, og at de generelt ikke viste tilknytning til

bestemte områder i søerne. Chapman & MacKay (1984b) og Cook & Bergersen (1988) kom til noget nær samme konklusion. De beskrev, at gedderne opholdt sig i et begrænset område i en begrænset tidsperiode, hvorefter de fandt et nyt område for en periode, før de igen vandrede videre til et nyt sted.

Gedderne fra nærværende forsøg udviste flere forskellige adfærdsmønstre. Dog kan kun gedde nr. 678 tilnærmelsesvis siges at have okkuperet en begrænset home range, som Malinin (1972) beskrev det. Resten af gedderne udviste en adfærd, hvor de vandrede rundt mellem flere forskellige områder, indenfor hvilke de blev i varierende tidsrum. Periodevis udviste de nomadeadfærd, som set hos gedde nr. 567.

2.4.5 Habitatvalg

Chapman & Mackay (1984b) fandt, at store gedder (> 65 cm) udnyttede en meget bredere vifte af habitater, end bare relativt lavt vand med vegetation, selv om denne habitattype var den oftest anvendte.

Gedderne fra nærværende undersøgelse blev oftest fundet i forbindelse med stille vand og vegetation, hvor der i mange tilfælde blev observeret store tætheder af byttefisk, især skaller. Dog hændte det, at især de større gedder stod ved bunden ude på mere åbent vand. Denne adfærd m.h.t. habitatvalg ligner den, Bry (1996) beskrev som, "...en kontinuert association mellem vegetation og gedder af de fleste størrelsesgrupper, hvor denne forbindelse kunne blive løsere for store gedders vedkommende."

2.4.6 Gydning

Ud fra fangsterne af 2-4 cm lange geddeyngel i Hestholm sø sidst i maj 2002 er det rimeligt at antage, at gedderne i søen har gydt i perioden fra sidste halvdel af april til først i maj (pers. komm. M. Gramkow, DFU, Silkeborg). Gillet & Dublois (1995) fulgte geddernes gydning i Genevesøen, og de fandt ligeledes, at gedderne gød i perioden fra sidst i april til først i maj. Der blev ikke fundet entydige svar på, hvorvidt gydegedderne fra Hestholm Sø, 2002, anvendte gydepladserne i Hestholmområdet igen i foråret 2003. Ti af 18 gedder blev pejlet i Hestholm Sø i hele eller dele af gydeperioden 2003. Af de store Skjern Å-gedder blev kun to pejlet kortvarigt i søen i gydeperioden. Vandstanden i Hestholm Sø var meget lav i foråret 2003 sammenlignet med foråret 2002, og de omkringliggende enge var ikke oversvømmede. Det har indskrænket geddernes foretrukne gydehabitater i området, og det kan være en forklaring på, at gedderne fra Skjern Å åbenbart ikke

gød i Hestholm Sø i 2003. Fangst-genfangstforsøg fra Østersøen og fra Lower Lough Erne, en stor sø i Nordirland, viste, at en stor andel mærkede gedder blev genfanget på gydepladser, de havde været på år før (Karås & Lehtonen, 1993; Rosell & MacOscar, 2002). Det virker plausibelt, at Østersøgedderne udviser homing mod ferskvandsområder, hvor der er bedre beskyttelse for geddeyngel end i det åbne miljø i Østersøen (Müller, 1986). Hvorvidt ferskvandsgedder gyder på de samme gydepladser år efter år, synes dog ikke at være bevist ved forsøgene i Lower Lough Erne. DosSantos *et al.* (1991) fandt, at radiomærkede gedder i Flathead River System, Montana, USA, vendte tilbage til gydepladserne benyttet året før gennem migrationer på op til 56 km. Det fremgik dog ikke af artiklen, hvor stor en del af forsøgsgedderne der udviste denne homing-adfærd.

2.4.7 Gedder i Ringkøbing Fjord

I forbindelse med nærværende undersøgelse forsvandt to gedder permanent og fem andre periodevis, efter at de havde stået ved en af åens fjordudmundinger. Derforuden blev en af forsøgsgedderne garnfanget i Ringkøbing Fjord én km fra åens nordlige udløb. Det er sandsynligt, at disse gedder periodevis har været ude i fjorden eller har stået omkring åudmundingerne, hvor saliniteten har været for høj til, at pejlingsudstyret kunne virke. Slusepraksis ved Hvide Sande gør, at man holder saliniteten i Ringkøbing Fjord på 8-15 promille (Dieperink, 2003). I den sydlige del af fjorden, hvor bl.a. Skjern Å løber ud, vil saliniteten være lavere p.g.a. fortyndingen.

Müller (1986) og Karås & Lehtonen (1993) beskrev brakvandsgeddernes vandring i Østersøen og berettede, at disse gedder i gydeperioden befandt sig i vige og fjorde med lave saliniteter eller vandrede op i åer eller søer. Det virker sandsynligt, at der findes en bestand af fjordgedder i Ringkøbing Fjord, som søger mod ferskere vand ved gydetid ligesom gedderne i Østersøen, de forsvundne gedder, nr. 718 og 789, kan have været fjordgedder, men de blev ikke genfundet i åen i gydeperioden 2003.

2.4.8 Vandring

2.4.8.1 Vandring og geddelængde

Vandringsdata indsamlet over forsøgsperioden viste, at forsøgsgeddernes gennemsnitlige ugentlige vandring var positivt korreleret med geddelængde, og at der var signifikant forskel på vandringsafstand de tre størrelsesgrupper imellem. Der er flere mulige forklaringer på dette. Store gedder er næsten udelukkende piscivore (Muus & Dahlstrøm, 1990). Det er sandsynligt, at de store gedder fra forsøget har bevæget sig vidt omkring for at finde og følge deres byttefisk. Mindre

gedder skal spise mindre mængder og kan være mere alsidige i deres fødevalg (Chapman *et al.*, 1989). Det kan forklare hvorfor fiskene i den mindste størrelsesgruppe vandrede mindst i dette forsøg. Store gedder kan også bevæge sig mere frit, da prædationsrisikoen er lille for de store gedder. Minns (1995) beskrev et allometrisk voksende forhold mellem fiskelængde og fiskens home range. Såfremt en gedde med en stor home range vandrer mere end en gedde med en lille home range, falder denne beskrivelse godt i tråd med adfærden hos gedderne i denne undersøgelse, da det var de største af de mærkede gedder, som vandrede længst.

2.4.8.2 Vandring og periode

Der var også signifikant forskel på geddernes gennemsnitlige ugentlige vandring sæsonerne imellem. I gydesæsonen marts - maj vandrede gedderne længst. Resultaterne fra denne undersøgelse viste også, at gedderne vandrede længere i vinterperioden november - februar end i sommerperioden juni - oktober. At gedderne i dette forsøg vandrede forholdsvis meget i vinterperioden kan sandsynligvis tildels tilskrives en kombination af føde- og vintermigration mod dybere vand. Om vinteren, især ved isdække, kan iltkoncentrationer blive kritiske i lavvandede søer, når vegetationen henfalder (Casselman, 1996; Inskip, 1982), og byttefisk af karpefamilien danner store overvintringsstimer på foretrukne dybe steder (Muus & Dahlstrøm, 1990). Sdr. Parallelkanal, hvor mange af gedderne fra forsøget søgte hen i vinterperioden, sandsynligvis været et godt vinteropholdssted for gedderne.

Andersen & Balleby (2000) fandt hos gedderne i Gudenåen lignende forskelle på gennemsnitlig bevægelse sommer, vinter og gydeperiode imellem. Gedderne bevægede sig meget i gydeperioden, og der var ligeledes en periode om vinteren med øget bevægelse. Cook & Bergersen (1988) fandt ligeledes størst geddeaktivitet i april-maj i Eleven Mile Reservoir i Colorado, USA, og gedder i Flathead River System, Montana, USA tilbagelagde meget store afstande i løbet af foråret for at nå gydepladserne (DosSantos *et al.*, 1991). Modsat undersøgte Jepsen *et al.* (2001) adfærd hos gedder i Ring Sø og Bygholm Sø og fandt dér ingen signifikant forskel i gennemsnitlig vandring over tredøgnsperioder på forskellige tidspunkter af året. Ligeledes fandt Pedersen (2000) ingen øget geddeaktivitet i april i Bygholm Sø.

2.4.9 Døgnaktivitet

Jepsen *et al.*, (2001) observerede døgnrytmer for gedder i Bygholm Sø og Ring Sø gennem et år, og fandt ingen signifikant forskel på bevægelse i sekstimers-perioderne fra kl. 0 – 6, 6 – 12, 12-18 og

18 –24. Cook & Bergersen (1988) fandt heller ingen signifikante forskelle på geddeaktivitet over døgnet i Eleven Mile Reservoir, Colorado, men de mente at kunne se en større aktivitet i timerne omkring daggry og solnedgang i sommerperioden. Diana (1980) fandt, at gedderne i Lac Ste. Anne i Alberta var inaktive om natten, både sommer og vinter. Lucas *et al.* (1991) kom til samme konklusion i forbindelse med et pulsrate-telemetriforsøg på gedder og foreslog, at gedderne brugte denne natperiode til at fordøje byttedyr fanget i løbet af dagen.

Geddernes aktiviteter i Hestholmkanalen i denne undersøgelse, defineret ved deres bevægelser ud af og ind i dataloggerens dækningsområde, viste ikke noget specifikt mønster. Aktiviteterne for hele forsøgsperioden samlet var spredt jævnt ud over døgnet 24 timer. Det samme gjaldt for de tre perioder, sommer, vinter og gydeperiode individuelt.

Sommer, vinter og gydeperiode imellem blev der registreret klart flest aktiviteter pr. måned i gydesæsonen, efterfulgt af vintersæsonen og der blev kun registreret få aktiviteter i sommersæsonen. Disse forskelle i aktivitetsniveau i Hestholmkanalen sæsonerne imellem stemte fint overens med resultaterne for geddernes gennemsnitlige vandring, idet gedderne bevægede sig oftere, såvel som længere, i gydeperioden og næstlængst og næstoftest i vinterperioden. Det skal dog understreges, at aktiviteten i Hestholmkanalen ikke nødvendigvis afspejlede aktivitetsmønstret for gedderne generelt. Gedderne var spredt over hele systemet, og det var kun aktiviteter i Hestholmkanalen, som blev registreret og brugt til dataanalyse.

2.4.10 Mistede gedder

Af de 33 mærkede gedder overlevede 12, to blev ædt af skarv og fiskehejre, fire forsvandt og to blev fanget af fiskere. De resterende 13 gedders skæbne er uvis, da deres sendere blev fundet uden fisk.

2.4.10.1 Fiskeri

På trods af annoncering om forsøget var det var forventeligt, at der kunne gå gedder tabt som følge af fiskeri. Jepsen *et al.* (2001) og Andersen & Balleby (2000) havde store tab på mellem 15 og 21 % som følge af lystfiskeri ved undersøgelser af gedde og sandartadfærd i hhv. Bygholm Sø og Gudenåen. De 6 % tab ved fiskeri i nærværende undersøgelse kan reelt have været højere, såfremt nogle af de forsvundne gedder er blevet fanget af fiskere, som ikke har indsendt radiosenderen på trods af dusøren.

2.4.10.2 Forsvundne gedder

At fire af fiskene forsvandt under forløbet var heller ikke nogen overraskelse, eftersom gedderne kunne bevæge sig langt i det store Skjern Å-system og ud i fjorden også. Der blev kun pejlet indenfor et begrænset område, så det kan meget vel være, at gedderne er vandret ud i fjorden eller langt op i åsystemet, uden for rækkevidde.

2.4.10.3 Fuglepædation

Det højst uventet, at gedder blev mistet p.g.a. fuglepædation. At skarv og fiskehejre tog gedder på hhv. 47 og 43,5 cm var ikke desto mindre, hvad der skete. Det er derfor sandsynligt, at flere af de 13 sendere som blev fundet uden gedder, har været igennem en skarvs eller fiskehejres fordøjelsessystem. Hvorvidt gedderne kan have været ekstra sårbare p.g.a. gener fra radiomærkningen er uvist.

2.4.10.4 Senderfund

Der kan være flere forskellige forklaringer på, hvad der skete med de 13 gedder, hvorfra kun senderne blev fundet. Selve indfangningen og operationen af gedderne forløb som anbefalet af bl.a. Jepsen *et al.*, (2002). Eugenol er et effektivt bedøvelsesmiddel, som fået GRAS-stemplet (Generally Regarded As Safe). Man har ikke kunne påvise bivirkninger ved brug af eugenol, tværtimod har stoffet en antibakteriel og svampedræbende effekt (Bridger & Booth, 2003). Gedderne virkede friske ved udsætning, men det er før observeret, at operationen blev efterfulgt af en stressperiode på 8-12 timer (Lucas *et al.*, 1991). En sådan stressperiode kan have svækket geddernes organismer og specielt deres immunforsvar i den vigtige periode efter mærkningen.

Senderne fra syv af gedderne blev fundet indenfor to måneder efter mærkningen. Det er muligt, at den selvopløselige sutur ikke har holdt længe nok til at sikre sårheling hos nogle af gedderne. Dette var dog ikke tilfældet for den gedde, som blev kontrolleret to måneder efter mærkning, hvor såret var helet fint. Udstødning af senderne gennem sårhullet kunne dog være en forklaring på, at der ikke var spor af gedderne, der hvor vi fandt senderne. Flere undersøgelser har berettet om senderudstødning gennem anus eller bughulen (se Jepsen *et al.*, 2002; Bridger & Booth, 2003). Der var dog ingen tegn på senderudstødning hos de genfangne gedder ved dette forsøgs slutning.

Derimod havde geddernes organisme dannet en hinde om senderen, så denne var sikkert forankret i bughulen. Senderne vejede under 2 % af geddernes vægt som anbefalet (Winter, 1996), på nær hos gedde nr. 649 (2,3 %). Gedderne virkede ikke på nogen måder hæmmede eller skadede af

radiosenderne, hvilket Jepsen & Aarestrup (1999) også kom frem til ved sammenligning af radiomærkede og Pan-Jet blækmærkede gedder et år efter mærkning. Ligeledes sammenlignede Koed & Thorstad (2001) ydeevnen (critical swimming speed) hos en gruppe radiomærkede sandart blev ét år efter operationen med ydeevnen for en kontrolgruppe. De fandt signifikant forskel på ydeevne og observerede heller ikke nogen komplikationer m.h.t. sårheling eller senderirritation. En muskellunge (*Esox masquinongy*) blev fanget 13 år efter, at en radiosender var blevet indopereret i bughulen på den. Fisken havde ingen mén eller sygdomme, andet end at senderen var associeret med en stor vævsmasse (Mangan, 1998).

I perioden op til gydningen går en stor del af geddens energi til dannelsen af kønsprodukter (Diana, 1996). Derforuden kan migrationen til gydepladserne være lang, der bliver kæmpet på gydepladserne, og nogle mener at gedden faster i en periode omkring gydningen (Diana, 1979). Disse begivenheder tærer på geddernes energidepoter. Gedderne er derfor i dårlig kondition hen mod slutningen af gydeperioden, som vi også så det i forbindelse med denne undersøgelse. Det er tænkeligt, at gedderne har været ekstra sårbare i denne periode, og at forholdene omkring mærkningen kan have været med til at forværre deres tilstand, således at dødeligheden i og efter gydeperioden har været højere. Det anbefales generelt at undgå mærkning af fisk omkring gydeperioden (Jepsen *et al.*, 2001; Malinin, 1972). Da de mærkede gedder skulle være gedder, som kunne formodes at være gydegedder fra Hestholm Sø, var det imidlertid nødvendigt at fange dem i gydesæsonen på det, som kunne formodes at være deres gydepladser.

Gedder er, som beskrevet i indledningen, i stand til æde artsfæller af stor størrelse. Det er muligt, at nogle af forsøgsgedderne er blevet spist af større gedder, som så har skidt senderne ud. Der blev dog hverken set eller fanget rigtig store gedder i Hestholm Sø.

Sideløbende med undersøgelsen af adulte gedders adfærd, blev et andet telemetriforsøg udført på 1+ gedder fra Hestholm Sø. Ingen af de 29 mærkede gedder overlevede det efterfølgende halve år, og den store dødelighed blev tilskrevet en voldsom prædation på 1+ gedderne i Hestholm Sø (pers. komm. K. Falck-Rasmussen, DFU). Dette understøtter billedet af en generel høj geddedødelighed i Hestholm Sø.

2.5 Konklusion

Af de 33 kønsmodne gedder, som blev radiomærket i den nydannede Hestholm Sø i gydesæsonen 2002, blev kun 12 gedder genfanget i maj 2003.

Adfærdsmønstre blev kortlagt for 18 gedder, som alle blev fulgt i en periode på mere end 8 måneder. Gedderne udviste forskellige adfærdsmønstre og blev inddelt i fire geddekategorier ud fra ugentlige positioneringer gennem forsøgsperioden:

1. Søgedder: Blev i Hestholm Sø gennem hele forsøget.
2. Skjern Å-gedder: Bevægede sig ud i Skjern Å efter gydning, hvor de opholdt sig den klart overvejende del af forsøgsperioden.
3. Ganer Å-gedder: Opholdt sig i lange perioder i Ganer Å foruden i Hestholm Sø.
4. Gedder med anden adfærd: Faldt uden for de øvrige kategorier af forskellige årsager.

ForsøgsGEDDERNE blev pejlet indenfor et område på 10×4 km, og flere gedder har sandsynligvis i perioder opholdt sig i Ringkøbing Fjord.

Kun én af de 18 gedder okkuperede en veldefineret home range gennem hele forsøgsperioden, resten af forsøgsfiskene skiftede område flere gange gennem undersøgelsen. Flere gedder udviste periodevis nomadeadfærd.

Der var en signifikant positivt korrelation mellem geddelængde og gennemsnitlig ugentlig vandring. Gennemsnitligt vandrede gedderne længst i gydeperioden marts - maj, og kortest i sommerperioden fra juni - oktober.

Der var ingen signifikant forskel på geddeaktivitet i Hestholmkanalen over døgnet 24 timer i forsøgsperioden, men aktiviteten var betydelig større i gydeperioden end i resten af forsøgsperioden.

2.6 Referencer

- Andersen, P. M. & Balleby, K. (2000). En undersøgelse af sandartens (*Stizostedion lucioperca*) migrationsmønster og vækst på det nederste af Gudenåen & En undersøgelse af geddens (*Esox lucius*) bevægelsesmønster og gydning i Gudenåen ved Randers. Specialrapport, Aarhus Universitet
- Baktoft, H. (2003). Udvandringen af ørred- (*Salmo trutta*) og laksesmolt (*Salmo salar*) fra Skjern Å 2002. Specialrapport, Århus Universitet.
- Beaumont, W. R. C., Cresswell, B., Hodder, K. H., Masters, J. E. G. & Welton, J. S. (2002). A simple activity monitoring radio tag for fish. *Hydrobiologia* **483**: 219-224.
- Beaumont, W. R. C. & Masters, J. E. G. (2003). A method for the external attachment of miniature radio tags to pike *Esox lucius*. *Fisheries Management and Ecology* **10**: 407-409.
- Bridger, C. J. & Booth, R. K. (2003). The effects of biotelemetry transmitter presence and attachment procedures on fish physiology and behavior. *Reviews in Fisheries Science* **11** (1): 13-34.
- Bry, C. (1996). Role of vegetation in the life cycle of pike. I *Pike. Biology and exploitation* (Craig, J.F., ed.): 45-67. Chapman & Hall, London.
- Casselman, J. M. (1996). Age, growth and environmental requirements of pike. I *Pike. Biology and exploitation* (Craig, J. F., ed.): 69-101. Chapman & Hall, London.
- Casselman, J. M. & Lewis, C. A. (1996). Habitat requirements of northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **53**: 161-174.
- Chapman, C. A. & Mackay, W. C. (1984a). Direct observation of habitat utilization by northern pike. *Copeia* (1): 255-258.
- Chapman, C. A. & Mackay, W. C. (1984b). Versatility in habitat use by a top aquatic predator, *Esox lucius* L. *Journal of Fish Biology* **25** (1): 109-115.
- Chapman, L. J., Mackay, W. C. & Wilkinson, C. W. (1989). Feeding Flexibility in Northern Pike (*Esox-Lucius*) - Fish Versus Invertebrate Prey. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **46**: 666-669.
- Cook, M. F. & Bergersen, E. P. (1988). Movements, Habitat Selection, and Activity Periods of Northern Pike in Eleven Mile Reservoir, Colorado. *Transactions of the American Fisheries Society* **117**: 495-502
- Crossman, E. J. (1996). Taxonomy and distribution. I *Pike. Biology and exploitation* (Craig, J.F., ed.): 1-11. Chapman & Hall, London.
- Diana, J. S., Mackay, W. C. & Ehrman, M. (1977). Movements and habitat preference of northern pike (*Esox lucius*) in Lac Ste Anne, Alberta. *Transactions of the American Fisheries Society* **106** (6): 560-565.

- Diana, J. S. (1979). Feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne de Zoologie* **57**: 2121-2127.
- Diana, J. S. (1980). Diel activity pattern and swimming speeds of northern pike (*Esox lucius*) in Lac Ste Anne, Alberta. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **37**: 1454-1458.
- Diana, J. S. (1996). Energetics. I *Pike. Biology and exploitation* (Craig J.F., ed.): 103-124. Chapman & Hall, London.
- Dieperink, C. (2003). Ændring af vandskiftet i Ringkøbing Fjord: Betydning for bestandene af ørred og laks. Notat til Ringkøbing Amt. Waterframe, Danmark.
- Donnelly, R. E., Caffrey J. M. & Tierney, D. M. (1998). Movements of a bream (*Abramis brama* (L.)), rudd x bream hybrid, tench (*Tinca tinca* (L.)) and pike (*Esox lucius* (L.)) in an Irish canal habitat. *Hydrobiologia* **372**: 305-308.
- DosSantos, J. M., Cooper, J. L. & Hamre, R. H. (1991). Ecology of a riverine pike population. *Warmwater Fisheries Symposium* **1**: 155-159
- Eklöv, P. (1997). Effects of habitat complexity and prey abundance on the spatial and temporal distributions of perch (*Perca fluviatilis*) and pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **54** (7): 1520-1531.
- Fødevareministeriet (2001). Bekendtgørelse om fiskeri og fredningsbælter i Ringkøbing Fjord, Stadil Fjord og Von Å. BEK nr 806 af 14/09/2001
- Gayduk, V.V., Malinin L.K., & Poddubny, A. G. (1971). Determination of the swimming depth of fishes during the hours of daylight. *J. Ichthyol.* (USSR), **11**: 140-143.
- Gerking, S. D. (1959). The Restricted Movement of Fish Populations. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* **34**: 221-42.
- Gillet, C. & Dubois, J. P. (1995). A Survey of the Spawning of Perch (*Perca fluviatilis*), Pike (*Esox lucius*), and Roach (*Rutilus rutilus*), Using Artificial Spawning Substrates in Lakes. *Hydrobiologia* **300/301**: 409-415.
- Halden, N. M. (2001). Coloured fish ears: Cathodoluminescence as a guide to variation in aqueous environments. *Newsletter of the Minerological Association of Canada* **64**: 1-4.
- Hansen, R. (2004). Råstærke polargedder. *Sportsfiskeren* **1**: 62-66
- Herke, S. W. & Moring, J. R. (1999). "Soft" harness for external attachment of large radio transmitters to northern pike (*Esox lucius*). *Fisheries Research* **39**: 305-312.
- Härkönen, T. (1986). Guide to the otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic. Danbiu Aps., Hellerup, Denmark.
- Inskip, P. D. (1982). Habitat suitability index models: Northern pike. Washington, DC, US Dept Interior, Fish Wildlife Serv. (FWS/OBS - 82/10.17).

- Jensen, F. (2003): Gedden. Natur og Museum **42** (3). Naturhistorisk Museum, Århus.
- Jensen, M. (2002). Dødsulten gedde. *Sportsfiskeren*, 2002 (8): p 62
- Jepsen, N. & Aarestrup, K. (1999). A comparison of the growth of radio-tagged and dye-marked pike. *Journal of Fish Biology* **55**: 880-883.
- Jepsen, N., Beck, S., Skov, C. & Koed, A. (2001). Behavior of pike (*Esox lucius* L.) > 50 cm in a turbid reservoir and in a clearwater lake. *Ecology of Freshwater Fish* **10**: 26-34.
- Jepsen, N., Koed, A., Thorstad, E. B. & Baras E. (2002). Surgical implantation of telemetry transmitters in fish: how much have we learned? *Hydrobiologia* **483**: 239-248.
- Karås, P. & Lehtonen, H. (1993). Patterns of Movement and Migration of Pike (*Esox lucius* L.) in the Baltic Sea. *Nordic J. Freshw. Res.* **68**: 72-79
- King, M. (1995). Fisheries Biology, Assessment and Management. Fishing News Books, Blackwell Science Ltd., London.
- Koed, A. (1995a). Status over fiskebestanden i Skjern Å's hovedløb med hovedvægt på ørred- og laksesmoltudtrækket fra Skjern Å. IFF rapport nr. 35.
- Koed, A. (1995b). En teoretisk vurdering af gennemførelsen af Skjern Å-projektets effekt på udtrækket af ørred- og laksesmolt fra Skjern Å's hovedløb. Tillæg til IFF rapport nr. 35.
- Koed, A., Aarestrup, K., Nielsen, E. E. & Glüsing, H. (1999). Status for Laksehandlingsplanen. DFU-rapport nr. 66-99.
- Koed, A. & Thorstad, E. B. (2001). Long-term effect of radio-tagging on the swimming performance of pikeperch. *Journal of Fish Biology* **58**: 1753-1756
- Lorenzoni, M., Corboli, M., Dörr, A. J. M., Mearelli, M. & Giovinazzio, G. (2002). The growth of pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1798) in Lake Trasimeno (Umbria, Italy). *Fisheries Research* **59**: 239-246.
- Lucas, M. C., Priede, I. G., Armstrong, J. D., Gindy, A. N. Z. & De Vera L. (1991). Direct measurements of metabolism activity and feeding-behavior of pike, *Esox lucius* L, in the wild, by the use of heart rate telemetry. *Journal of Fish Biology* **39**: 325-345.
- Lucas, M. C. (1992). Spawning activity of male and female pike, *Esox lucius* L, determined by acoustic tracking. *Canadian Journal of Zoology* **70**: 191-196.
- Malinin, L. K. (1972): Home range and homing instinct of fish. *Fisheries research Board of Canada*, 1972. Translation series. no. 2050.
- Mangan, B. P. (1998). Long-term retention of a radio transmitter by a muskellunge. *Journal of Freshwater Ecology* **13**: 485-487.
- Mann, R. H. K. (1982). The annual food-consumption and prey preferences of pike (*Esox lucius*) in the River Frome, Dorset. *Journal of Animal Ecology* **51**: 81-95.

- Minns, C. K. (1995). Allometry of home range size in lake and river fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **52**: 1499-1508
- Muus, B. J. & Dahlstrøm, P. (1990): Ferskvandsfisk. G.E.C. Gads Forlag, København.
- Müller, K. (1986). Seasonal anadromous migration of the pike (*Esox lucius* L.) in coastal areas of the northern Botnian Sea. *Arch. Hydrobiol.* **107** (3): 315-330.
- Nielsen, E. E. (1994). Genetisk differentiering blandt europæiske populationer af Atlantiske laks (*Salmo salar* L.) med speciel reference til laksen i Skjern Å. Specialrapport, Afdeling for Genetik og Økologi, Århus Universitet.
- Nilsson, P. A. & Brönmark C. (1999). Foraging among cannibals and kleptoparasites: effects of prey size on pike behavior. *Behavioral Ecology* **10** (5): 557-566.
- Northcote, T. G. (1978). Migratory Strategies and Production in Freshwater Fisheries. I *Ecology of freshwater fish production* (Gerking, S. D., ed.): 326-359. Blackwell, Oxford.
- Pedersen, S. T. (2000). Generel adfærd hos gedde og sandart i Bygholm Sø samt adfærd i forbindelse med smoltvandring undersøgt ved hjælp af radiotelemetri. Specialrapport, Aarhus Universitet.
- Randall, R. G., Kelso, J. R. M. & Minns, C. K. (1995). Fish production in freshwaters: Are rivers more productive than lakes? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **52**: 631-643
- Rosell, R. S. & MacOscar K. C. (2002). Movements of pike, *Esox lucius*, in Lower Lough Erne, determined by mark-recapture between 1994 and 2000. *Fisheries Management and Ecology* **9**: 189-196.
- Skov, C., Lousdal, O., Johansen, P. H. & Berg, S. (2002a). Food and feeding habits of 0+ pike in a small eutrophic lake and its implication for biomanipulation. I *Stocking 0+ pike (Esox lucius L.) as a tool in the biomanipulation of shallow eutrophic lakes*. Ph. d. afhandling, Københavns Universitet.
- Skov, C., Jacobsen, L. & Berg, S. (2002b). Post-stocking cannibalism in 0+ pike (*Esox lucius* L.) related to Secchi depth, habitat complexity, prey availability and stocking length heterogeneity: Pond experiments. I *Stocking 0+ pike (Esox lucius L.) as a tool in the biomanipulation of shallow eutrophic lakes*. Ph. d. afhandling, Københavns Universitet
- Underwood, A. J. (1981). Techniques of Analysis of Variance in Experimental Marine Biology and Ecology. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* **19**: 513-605
- Vøllestad, L. A., Skurdal, J. & Qvenild, T. (1986). Habitat use, growth, and feeding of pike (*Esox lucius* L.) in four Norwegian lakes. *Arch. Hydrobiol.* **108** (1): 107-117
- Winter, J. (1996). Advances in Underwater Biotelemetry. I *Fisheries techniques, 2nd edition* (Murphy, B. R. & Willis, D. W., ed.), 555-585. American Fisheries Society, USA.

Internetadresser:

www.dfu.min/fiskepleje/gedde.htm . Danmarks Fiskeriundersøgelser (DFU), Silkeborg

www.lotek.com

www.lystfiskeri.dk

www.microwavetechnology.com

www.sns.dk , se <http://www.skovognatur.dk/natur/netpub/Skjernaa/index.htm> Skov- &

Naturstyrelsen

www.star-oddi.com

www.vildlaks.dk , se <http://www.vildlaks.dk/nyt.htm>. Dansk Center for Vildlaks (DCV)

3. Delrapport 2

Geddernes diæt og betydning for migrerende smolt i Hestholm Sø og Skjern Å

3.1 Introduktion

Rovfisk har en stor betydning for den kvantitative og kvalitative sammensætning af fisk i det vand, de opholder sig i. De udgør en nødvendig del af fiskefaunaen, fordi de øger stabiliteten i økosystemet gennem regulering af arterne af både byttefisk og artsfæller og fjerner svage individer fra fiskepopulationerne (Popova, 1978). Gedden er som topprædator et glimrende eksempel på en sådan rovfisk (He & Wright, 1992).

Gedden præderer i høj grad på skaller og andre fredfisk hvis disse er tilstede (Muus & Dahlstrøm, 1990). Fredfiskenes yngel æder zooplankton, som regulerer forekomsten af fyttoplankton i vandet. Ved at regulere bestanden af fredfisk kan gedden derfor indirekte have en positiv indvirkning på vandkvaliteten i søer (Skov, 2002). Fiskeribiologer og lystfiskere er dog bekymrede for den effekt, geddeprædation kan have på truede og sårbare bestande af den atlantiske laks (*Salmo salar*) og havørred (*Salmo trutta*) i danske vandløb. Især menes geddernes prædation på smolt i indskudte VMP II-søer at kunne reducere antallet af udtrækkende smolt voldsomt (Koed, 1995).

3.1.1 Geddens diæt

De små geddelarver starter på en diæt bestående af zooplankton og mikroinvertebrater, som de finder i den tætte vegetation i opvækstområderne. Senere æder krebsdyr og større vandinsekter; typisk vandbænkebidere (*Asellus aquaticus*) og ferskvandstanglopper (*Gammarus pulex*). Når gedderne bliver over 10 cm lange, kan fiskeyngel være den hyppigst forekommende fødegruppe i geddemaverne (Skov, 2002). Geddernes timing af overgangen mellem de forskellige diæter vil være afhængig af tilgængeligheden såvel som mængden og artssammensætningen af byttedyr. Mann (1982) fandt, at fisk vægtmæssigt udgjorde 99 % af geddernes diæt, når de var ældre end ét år. Gedder kan blive ved med at æde invertebrater gennem en stor del af deres liv (Chapman *et al.*, 1989; Beaudoin *et al.*, 1999). Selv større gedders føde kan i perioder bestå udelukkende af invertebrater, og derefter skifte til næsten udelukkende vertebrater som f.eks. aborre, når disse er talrige (Chapman & Mackay, 1990). Disse iagttagelser understøtter fint karakteriseringen af gedden

som en opportunist, som præderer på de byttedyr, der er tilgængelige, og derved kan klare sig igennem perioder med lave eller manglende forekomster af de foretrukne fødeemner (Chapman *et al.*, 1989; Sammons *et al.*, 1994). Generelt beskrives større gedder dog som klart overvejende piscivore (Vøllestad *et al.*, 1986; Amundsen *et al.*, 2003)

3.1.2 Geddens betydning for smoltudtræk

Gedden er kendt for at prædere på lakse- og ørredsmolt, når smoltene i foråret vandrer fra deres opvækstområder i små vandløb og ud til havet for at æde sig store (Mann, 1982).

I Danmark har man flere steder opstemmet åer for at få vandkraft. Det har skabt søer indskudt i åernes forløb som f.eks. Tange Sø i Gudenåen. Disse søer med næsten stillestående vand udgør fine habitater for rovfisk som gedde og sandart (Koed, 2000). Gedde og sandart præderer heftigt på smoltene, som har problemer med at finde igennem søen og passere ved opstemningen (Jepsen *et al.*, 2000) Undersøgelser af smolttabene i Tange Sø og Bygholm Sø v. Horsens har vist, at kun 5 - 30 % af de smolt, som svømmer ind i søerne, kommer ud af søen igen nedstrøms (Carl & Larsen, 1994; Jepsen *et al.*, 1998; Jepsen *et al.*, 2000).

3.1.3 Formål

Formålet med nærværende del af specialet, var at undersøge geddernes diæt i Hestholmområdet, samt at estimere størrelsen og betydningen af geddernes prædation på trækkende smolt i Hestholm Sø.

3.2 Materialer og metoder

3.2.1 Fødeundersøgelse

I perioden 12/3/02 – 14/5/03 blev et større antal gedder elfisket i Hestholm Sø og den tilgrænsende del af Skjern Å. Formålet var, at undersøge geddernes fødesammensætning samt at kvantificere geddernes prædation på migrerende smolt. Kun gedder større end 30 cm blev undersøgt, da man ved en lignende undersøgelse i Bygholm Sø ikke fandt smolt i gedder mindre end 30 cm (Carl & Larsen, 1994).

3.2.1.1 Mavepumpning

Mavepumpningsteknikken, beskrevet og anbefalet af Hyslop (1980), blev anvendt. Gedden blev først bedøvet i en 40 ppm eugenolopløsning og overført til en balje med rent vand. Et glastrør med en diameter af passende størrelse til geddens svælg blev forsigtigt ført ned i geddens spiserør, hvorefter røret blev fyldt op med vand (Figur 26). En pumpebold med adapter blev herefter



Figur 26: Mavepumpning af gedde (foto: K. Falck-Rasmussen).

påsat røret, og under selve mavepumpningen blev gedden holdt med hovedet nedad, så maveindholdet blev skyllet ned i glastrøret. Såfremt maveindholdet var for stort, måtte byttedyret lirkes ud med en tang. Rørets indhold blev tømt ud i en si og opbevaret i en pose i fryseren, indtil maveprøverne skulle analyseres. Analysen foregik i laboratoriet under stereolup, og indholdet blev bestemt til arts- eller slægtsniveau efter Wheeler (1978), Mehner (1990), Hansen & Jacobsen (1992) og Dall & Lindegaard (1995). Byttedyrenes oprindelige længde blev estimeret, og vådvægten af de forskellige slægts- eller artsgrupper blev registreret for hver enkelt geddemave.

3.2.1.2 Databehandling

Gedderne fra undersøgelsen blev inddelt i tre størrelsesgrupper, 30 – 40 cm, 40 – 50 cm og gedder større end 50 cm. For at illustrere evt. forskelle i fødevalg mellem gedder af forskellig størrelse blev fødeemnerne delt op i otte fødekategorier. Hyslop (1980) anbefalede at kombinere to metoder til en føde analyse. Både fødegruppernes procentvise forekomst og deres vægtmæssige fordeling i maveprøverne blev derfor udregnet for hver af de tre størrelsesgrupper af gedder.

3.2.2 Bestandsestimat for gedder i Hestholm Sø

For at estimere bestanden af gedder i Hestholm Sø i foråret 2002 blev der i perioden 12/3/02 – 19/6/02 elfisket i søen af ni omgange. Søen blev delt op i otte områder, og inden for hver af disse stykker blev der elfisket 30 minutter i vegetation og 20 minutter på åbent vand. Elfiskeriet i kantvegetationen foregik ved vadning, og på åbent vand blev der fisket fra båd. Alle opfiskede gedder blev målt og vejede. Gedderne blev blækmærket med en PanJet på bugsiden bag gatfinnen

(Figur 27). Derudover blev de mærket med et PIT-mærke (TROVAN – ID 100), som er en lille glasampul på 11,5 x 2,2 mm med en kode, som kan aflæses ved scanning (Figur 28). PIT-mærket blev indført i geddens rygmuskulatur med en biopsinål, hvorefter fisken kunne genudsættes. Genfangster kunne herefter hurtigt genkendes ved blækmærket og identificeres ved brug af en PIT-scanner.



Figur 27: PanJet-blækmærkning af gedde (foto: K. Falck-Rasmussen).



Figur 28: PIT-mærkning af gedde (foto: K. Falck-Rasmussen).

Geddeyngel fra 2002 blev ikke medtaget i udregningen af bestandsestimatet.

Bestandsestimatet blev lavet efter Chapman's modificerede udgave af Schnabel's multiple census metode (Ricker, 1975):

$$N = \sum(C_t * M_t) / \sum R_t + 1$$

Hvor

N = Populationsstørrelse for perioden

C_t = Antal gedder fanget ved prøvetagning t

M_t = Antal mærkede gedder i populationen før prøvetagning t

R_t = Antal genfangster ved prøvetagning t

95 % konfidensintervallet blev lavet ved brug af Poisson-fordeling, da antal genfangster var rimelig lavt (Ricker, 1975).

Udviklingen af bestandsstørrelsen gennem perioden blev estimeret ud fra Chapman's modificerede Petersen metode (Ricker, 1975):

$$N = (M_t + 1) (C_t + 1) / (R_t + 1)$$

Det estimerede antal af gedder større end 30 cm i Hestholm Sø ($N > 30$) blev beregnet som:

$$N_{>30} = N * f_{>30}$$

hvor $f_{>30}$ betegner fraktionen af fangede gedder, som var større end 30 cm.

3.2.3 Estimeret geddeprædation på smolt i Hestholm Sø i foråret 2002

Den estimerede geddeprædation på lakse- og ørredsmolt i Hestholm Sø i foråret 2002 blev udregnet på grundlag af maveprøver udtaget fra 30 gedder, som alle var større end 30 cm. Gedderne blev fanget i Hestholm Sø i perioden for smoltudtrækket 31/3/02 – 20/5/02.

Den samlede geddeprædation på smolt (S) i Hestholm Sø, blev estimeret ud fra formlen:

$$S = N_{>30} * GMS * SD / GET$$

hvor $N_{>30}$ = Estimeret bestand af gedder i Hestholm Sø større end 30 cm.

GET = Gastric Evacuation Time. Den tid det tager, før en smolt har passeret gennem en geddemave. Er afhængig af bl.a. vandtemperatur, smoltstørrelse og geddestørrelse (Koed 1993; Nilsson & Brönmark, 2000).

GMS = Fraktionen af gedder med smolt i maven.

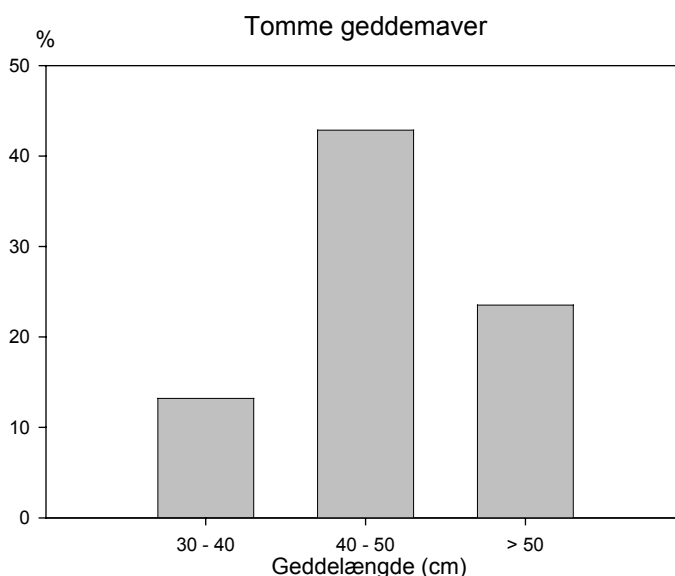
SD = Smoltudtræksperiodens varighed i dage.

3.3 Resultater

3.3.1 Fødeundersøgelse

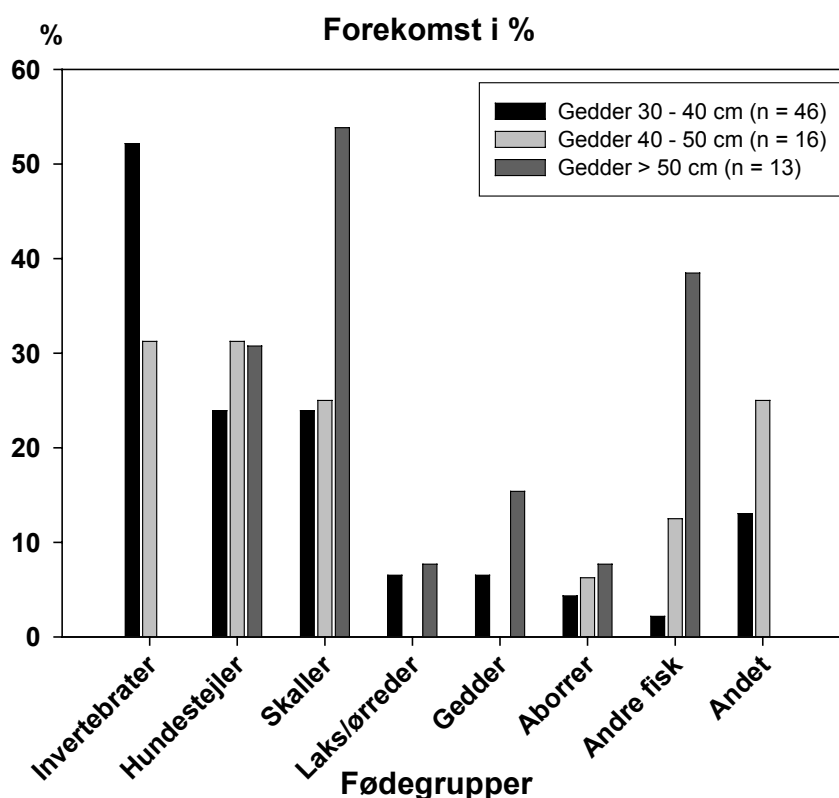
Der blev udtaget maveprøver fra i alt 98 gedder. Heraf blev 72 fanget i Hestholm Sø og 26 i Skjern Å. Gedderne var fordelt på størrelsesgrupperne 30 - 40 cm ($n = 53$), 40 - 50 cm ($n = 28$) og gedder større end 50 cm ($n = 17$). Mange af geddemaverne var tomme. Den procentvise fordeling af tomme maver indenfor hver af størrelsesgrupperne er vist på figur 29.

Byttedyrene i maverne blev inddelt i otte kategorier: hundestejler (tre- og nipiggede), skaller (alm. skaller og strømskaller), laks/ørred (laks og hav/bækørreder), gedder, aborrer, andre fisk (ål, helt, hork, smelt og lampretter), invertebrater (ferskvandstanglopper, vandbænkebidere, myggelarver, vandkalvelarver, m.m.) og andet (spidsmus (1) og butsnudede frøer (9)). Figur 30 viser den procentvise forekomst af

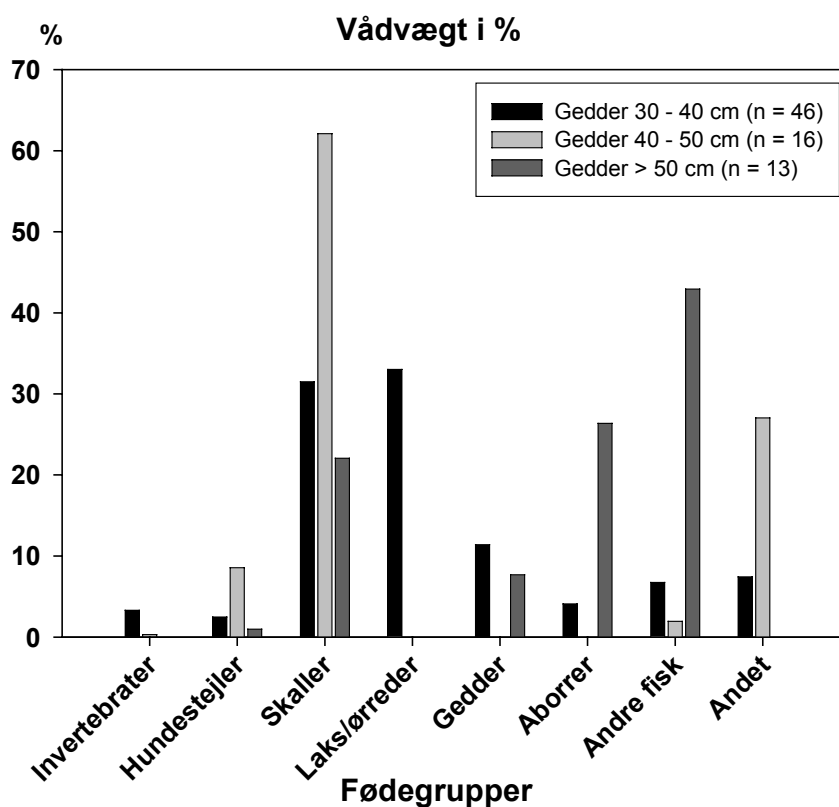


Figur 29: Den procentvise fordeling af tomme maver inden for tre størrelsesgrupper af gedder. 30 – 40 cm = 13 %, 40 – 50 cm = 43 %, > 50 cm = 24 %.

fødegrupperne i geddemaverne for de tre størrelsesgrupper. Den procentvise vægtandel (vådvægt) af fødegrupperne er vist på figur 31. For gedderne i gruppen 30 – 40 cm var forekomsten størst af invertebrater (52 %), skaller (24 %) og hundestejler (24 %). Vægtmæssigt bestod diæten fortrinsvis af skaller (32 %) og lakse- og ørredsmolt (34 %). For gedderne i gruppen 40 - 50 cm var hundestejler (31 %), invertebrater (31 %) og ”andet” (25%) de hyppigst forekommende fødekategorier. Vægtmæssigt bestod diæten for denne gruppe fortrinsvis af skaller (62 %) og fødeemner fra kategorigruppen ”andet” (27 %). Hos de store gedder (> 50 cm) var skaller (54 %), andre fisk (38 %) og hundestejler (31 %) de hyppigst forekommende fødeemner, mens det vægtmæssigt var de større fiskearter i kategorierne andre fisk (43 %), aborrer (26 %) og skaller (22 %), der dominerede diæten. Der blev ikke fundet invertebrater i maveprøverne fra de store gedder. Forekomsten af fisk i geddemaverne var i alt 61 % for de mindste gedder, 63 % for de mellemstore gedder og 100 % for de store gedder



Figur 30: Den procentvise forekomst af fødegrupper i maverne fra tre størrelsesgrupper af gedder.



Figur 31: Fødegruppernes procentdel af den samlede vådvægt af maveindholdet fra tre størrelsesgrupper af gedder.

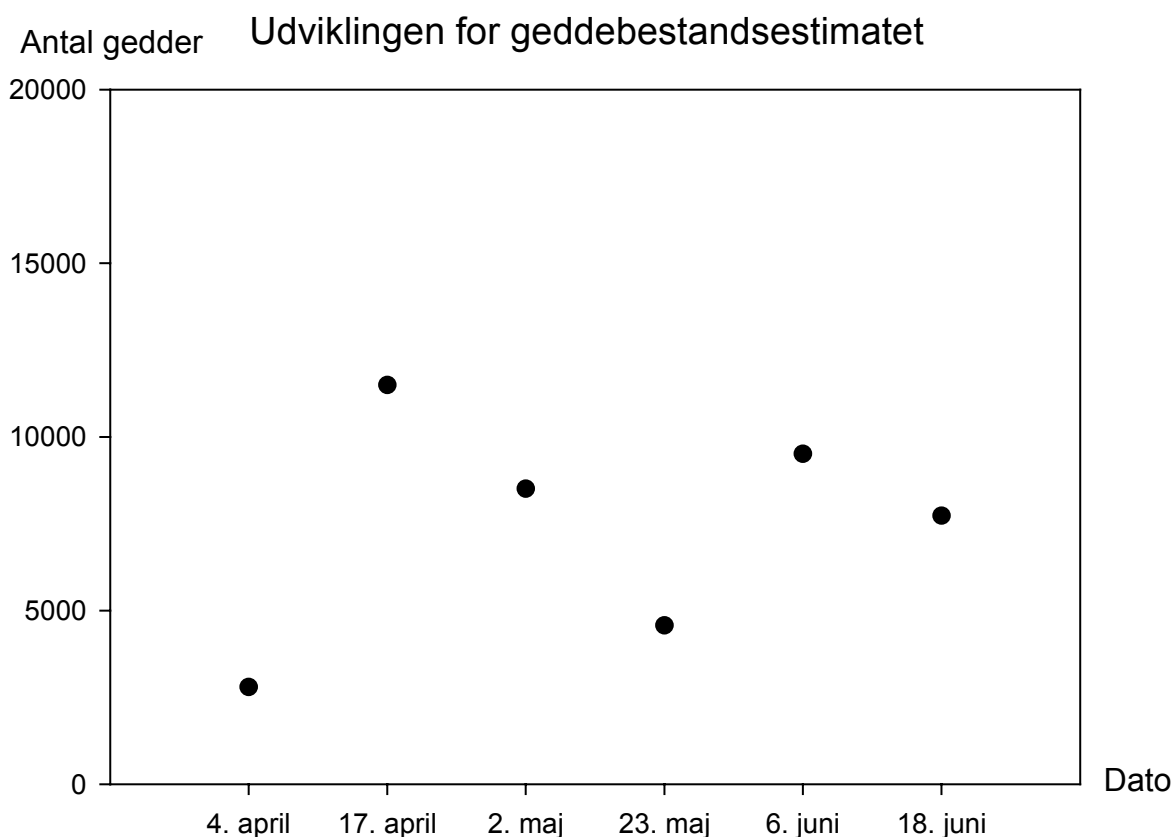
3.3.2 Bestandsestimat for gedder i Hestholm Sø

Bestandsstørrelsen af gedder i Hestholm Sø i foråret 2002 blev estimeret ud fra data fra ni befiskninger lavet med én til tre ugers mellemrum i perioden 12/3 -19/6 (Tabel 4).

Den løbende udvikling i geddebestandens størrelse, udregnet efter Chapman's modificerede Petersen metode, fremgår af figur 32.

Tabel 4: Data fra de ni befiskninger i geddebestandsundersøgelsen.

Dato	Gedder 10-30 cm	Gedder > 30 cm	I alt fanget C	Genfangst R	Mærkede M	C * M	Petersens bestandsudv.
12-03-02	43	4	47	0	0	0	
21-03-02	73	13	86	0	47	4042	
30-03-02	130	16	146	0	133	19418	
05-04-02	15	14	29	2	279	8091	2800
17-04-02	171	14	185	4	308	56980	11495
02-05-02	145	9	154	8	493	75922	8508
23-05-02	119	7	126	17	647	81522	4572
06-06-02	78	7	85	6	773	65705	9509
19-06-02	41	12	53	5	858	45474	7731
Sum	815	96	911	42	3538	357154	



Figur 32: Udviklingen i geddebestandsstørrelse i Hestholm Sø i foråret 2002 estimeret v.h.a. Petersen metoden (se Tabel 4).

Bestandsestimateret, lavet efter Schnabel's multiple census metode, var på 8306 gedder (95 % konf.: 6288 – 11787). Dette svarer til en geddetæthed i Hestholm sø på 36 gedder pr. ha (8306 / 242). Antallet af gedder større end 30 cm ($N > 30$) i Hestholm Sø blev estimeret ud fra fraktionen af gedder fanget ved befiskningerne, som var større end 30 cm (se tabel 4):

$$N > 30 = 8306 * (96 / 911) = 875$$

hvilket svarer til en tæthed på 3,6 gedder større end 30 cm pr. ha.

3.3.3 Geddeprædation på smolt i Hestholm Sø i 2002

I perioden 29/3/02 - 2/5/02 blev 30 gedder af størrelsen 30 – 60 cm fanget i Hestholm Sø og efterfølgende mavepumpet. Fire af disse 30 gedder (ca. 13 %) havde smolt i maven (tre ørredsmolt og én laksesmolt).

Gennemsnitlig vandtemperatur i Hestholm Sø i udtræksperioden var 11,4 °C, og gennemsnitslængden af smoltene var ca. 14,5 cm svarende til ca. 25 g (Baktoft, 2003). Ud fra disse tal blev det vurderet, at GET for gedderne var ca. tre døgn (Koed, 1993; Nilsson & Brönmark, 2000).

Hovedudtrækket af smolt skete indenfor en periode af 51 dage. Det estimerede antal gedder større end 30 cm i Hestholm Sø gennem perioden blev beregnet til 875 stk. (se 3.3.2 & 3.3.3).

Ud fra formelen i afsnit 3.2.4, blev det estimerede antal smolt spist af gedder i Hestholm Sø i udtræksperioden beregnet:

$$S = 875 * 0,13 * 51 / 3 = 1934$$

Det estimerede smolttræk igennem Hestholm Sø i 2002 var som før nævnt på 2612 stk. Det betyder, at gedderne i teorien har ædt 74 % af det antal smolt, som blev estimeret til at trække igennem søen.

3.4 Diskussion

3.4.1 Fødeundersøgelse

Resultaterne fra undersøgelsen af geddernes diæt viste især én markant forskel i fødevalg størrelsesgrupperne imellem. I maveprøverne fra de mindste gedder på 30 – 40 cm var der forekomster af invertebrater i over 50 % af tilfældene. Hos gedderne på 40 – 50 cm var der invertebrater i 31 % maverne. Til forskel blev der ikke fundet invertebrater i maveprøverne fra gedder større end 50 cm. De store gedders diæt bestod udelukkende af fisk. Disse resultater antyder, at skiftet fra en diæt bestående fortrinsvis af invertebrater til en næsten ren piscivor diæt kan ske som en proces over en længere periode. Vægtmæssigt fyldte invertebrater dog ikke meget i det samlede billede fra fødeundersøgelsen; kategorien udgjorde kun eksempelvis 3 % af den samlede vådvægt af de mindre gedders maveindhold. Fordelingen af de forskellige byttedyrskategorier fundet ved maveindholdsanalyserne kan give et skævt billede i forhold til den sande sammensætning. Svært fordøjelige elementer som ben fra vertebrater og chitindele fra en række invertebrater, forbliver længere tid i maven. Andre invertebrater, bløddyr som orm og igler, vil til sammenligning have en noget kortere fordøjelsestid (Hyslop, 1980). Invertebratandelen af geddernes diæt kan altså reelt have været større.

Beaudoin *et al.* (1999) lavede en fødeundersøgelse af gedder af størrelsen 25 – 58 cm fra to søer i Alberta, Canada. Isotop- og maveindholdsanalyser viste, at invertebrater var den hyppigst forekommende fødekategori, og det var også den fødekategori med størst RI-værdi, et mål for byttedyrenes relative vigtighed som tager hensyn til både forekomst, masse og antal af byttedyr inden for en kategori. Chapman *et al.* (1989) fandt invertebrater i gedder op til 60 cm lange, og invertebratforekomster blev konstateret i mere end 90 % af maverne fra geddepopulationer i tre af

otte nordamerikanske søer. Ligeledes fandt Sammons *et al.* (1994), at makroinvertebrater udgjorde en vigtig del af føden for gedder på op til 60 cm i Lake Thompson, South Dakota, især i perioden maj – oktober. Når udbuddet af byttedyrsarter i nogle søer er meget afhængig af årstid, kan gedderne skifte mellem invertebratdiæt og fiskediæt. Chapman & Mackay (1990) beskrev dette skifte hos gedder (30 – 58 cm) i Mere Lake, Alberta. I forsommeren bestod geddernes diæt næsten udelukkende af invertebrater. I august var der en stigning i antallet af vertebrater i søen, især aborre. Dette blev tydeligt afspejlet i geddernes diæt, som i væsentlig højere grad blev præget af vertebrater.

I mange geddepopulationer er invertebrater en sjælden del af føden for de lidt større gedder. Carl & Larsen (1994) undersøgte i foråret 1992 maveindholdet fra 155 gedder større end 30 cm fra Bygholm Sø. Der blev udelukkende fundet fisk i maverne. Det samme var resultatet af en undersøgelse fra fire søer i Norge, hvor der ligeledes kun blev fundet fisk i en prøvestørrelse på 229 maver fra gedder større end 20 cm (Vøllestad *et al.*, 1986). Mann (1982) undersøgte geddernes fødebiologi i River Frome, England. Han fandt, at invertebrater udgjorde mindre end 1 % af vægten af føden for gedder der var ét år gamle eller ældre.

I nærværende undersøgelse havde kun 13 % af de mindste gedder tomme maver, mens hele 43 % af de mellemstore gedders maver var tomme. Af de store gedder havde 24 % tomme maver. Det, at de mindste gedder havde den laveste forekomst af tomme maver, hænger sandsynligvis sammen med den høje forekomst af invertebrater i maverne fra disse gedder. Chapman *et al.* (1989) foreslog, at gedder, som præderer på relativt små fødeemner så som amphipoder, sjældnere har tomme maver, da de har en højere fødeindtagsfrekvens. De skal finde og indtage mange flere fødeemner for at opfylde deres energibehov end piscivore fisk. Geddediæter bestående næsten udelukkende af fisk er i flere undersøgelser blevet forbundet med en større forekomst af tomme maver. Chapman *et al.* (1989) undersøgte maveindhold fra geddepopulationer i otte nordamerikanske søer. De fandt, at den procentvise forekomst af invertebrater i geddemaverne var negativt korreleret med frekvensen af tomme geddemaver, mens forekomsten af fisk i maverne var positivt korreleret med frekvensen af tomme maver. Koed (1993) og Carl & Larsen (1994) fandt, at 43 % af alle geddemaver fra Bygholm sø var tomme. I resten af maverne blev der udelukkende fundet fisk. Der var ingen forskel på procentdelen af tomme maver hos gedder på 30 - 50 cm og gedder større end 50 cm i Bygholm Sø. Af 1290 gedder fanget i løbet af et år i Lac Ste Anne, Alberta, havde 29 - 62 % af gedderne tomme maver, opgjort pr. måned (Diana, 1979). Geddernes føde bestod næsten udelukkende af fisk.

Resultaterne fra ovenstående undersøgelser stemmer overens med, at de store piscivore gedder fra Hestholmområdet oftere havde tomme maver end de mindre gedder på 30 – 40 cm. Der syntes ikke umiddelbart at være forklaring på, hvorfor der var den største forekomst af tomme maver hos de mellemstore gedder (40 – 50 cm).

Der var rimelig store forekomster af både trepiggede hundestejler og skaller i maverne fra alle tre størrelsesgrupper af gedder i Hestholmområdet. Amundsen *et al.* (2003) foreslog ud fra undersøgelser i en elv i Nordnorge, at nipiggede hundestejler udgør et vigtigt springbræt for gedder i elven, når de skifter fra en invertebratpræget diæt til en diæt bestående af større fisk. Trepiggede hundestejler kan tænkes have en lignende betydning for gedderne i Skjern Å og Hestholm Sø. Mann (1982) udledte af sine undersøgelser i River Frome, England, at en betydelig del af dødeligheden for juvenile gedder kunne tilskrives kannibalisme. Der blev fundet rester af andre gedder i maverne fra både mindre og store gedder fra Hestholmområdet. Dette viser, at gedderne i nogen grad regulerede deres eget antal.

3.4.2 Geddebestanden i Hestholm Sø

For at få et rimeligt bestandsestimat ved anvendelse af mærkning-genfangstmetoder må en række betingelser være opfyldt (Ricker, 1975):

1. *De mærkede fisk har samme dødelighed som de umærkede.*

Kun enkelte af de i alt 42 genfangede gedder havde synlige mén fra mærkningen i form af infektion i vævet omkring PIT-mærkets indførsingssted. De mærkede gedder virkede ikke hæmmede på andre måder. Det er dog muligt, at gedderne har været mere sårbare over for prædationen i en kortere periode lige efter mærkningen, hvor de måske har været hæmmet i deres bevægelser. Der var generelt en høj prædation på gedderne i Hestholm sø, især fra fugle. En meget stor del af gedderne havde tydelige mærker fra skarvhak eller fiskehejrebid. Der var dog ikke noget umiddelbart, der tydede på, at dødeligheden var højere for mærkede gedder end for umærkede.

2. *De mærkede fisk er lige så nemme at fange som de umærkede.*

Denne betingelse synes umiddelbart opfyldt. Der blev genfanget 42 ud af 911 mærkede gedder i perioden, hvilket synes at være et rimeligt tal ud fra et personligt skøn.

3. *Fiskene taber ikke deres mærker.*

Der var ingen eksempler på, at gedderne havde smidt deres PIT-mærker. PanJet-mærket gjorde det muligt at kontrollere dette.

4. De mærkede fisk blander sig med resten af populationen.

Der var en markant lokal spredning af gedderne i søen. En stor del af genfangsterne blev fanget på positioner relativt langt væk fra de positioner, de blev mærket på. Ligeledes blev der fanget mange umærkede gedder på positioner, der var blevet affisket ved en tidligere befiskning. Altså tyder det på, at de mærkede fisk blandede sig med resten af populationen. Fiskeriet var fordelt på hele søen, og der blev fisket i både vegetation og åbent vand.

5. Alle mærkede fisk kan genkendes.

PanJet-blækmærket blev lidt utydeligt med tiden. Alle fangede gedder blev derfor scannet, så eventuelle genfangster kunne erkendes.

6. Der sker kun en negligerbar rekruttering til populationen under prøvetagningsperioden.

Der blev også mærket gedder i den tilstødende del af Skjern Å for at finde ud af, om gedderne vandrede mellem Hestholm Sø og Skjern Å. Kun én af gedderne, som blev fanget i åen, var en genfangst fra søen. Ingen af gedderne fanget i søen var genfangster fra åen (pers. komm. K. Falck-Rasmussen, DFU). I efteråret 2002 blev 30 gedder (23 – 52 cm) radiomærket i Hestholm Sø. Ingen af disse bevægede sig ud af søen inden for det næste halve år (pers. komm. K. Falck-Rasmussen, DFU). Ud fra de to ovennævnte mærkningsforsøg var der ikke noget, der tydede på, at der foregik nogen nævneværdig geddemigration mellem Hestholm Sø og Skjern Å. Derimod viste telemetriforsøget beskrevet i delrapport 1, at en del af de adulte gedder vandrer mellem sø og å. Yngel fra 2002 blev ikke inkluderet ved beregningen af bestandsestimatet, og bestandsestimatet er derfor ikke blevet påvirket af rekruttering fra den ny kohorte.

Ud fra de seks betingelser gennemgået ovenfor, synes det rimeligt at anvende mærkningsgenfangstmetoden til at bestemme bestandsstørrelsen af gedder i Hestholm Sø.

Tætheden af gedder i Hestholm Sø blev beregnet til 34,3 gedder pr. ha. Det var ikke muligt at estimere antallet af gedder større end 30 cm i Hestholm Sø ved Schnabel's multiple census-metode eller Petersen-metoden, fordi antallet af genfangster fra den størrelsesgruppe var for lavt. Estimatet på 3,6 gedder større end 30 cm pr. ha., som fremkom ved beregningen i afsnit 3.3.3, kan forekomme meget lavt ved sammenligning med resultater fra andre undersøgelser. Den gennemsnitlige tæthed af gedder større end 30 cm for de tre danske søer, Ring Sø, Bygholm Sø og Bredvad Sø blev beregnet til 15,7 gedder pr. ha. (Koed, 1995). Pierce & Tomcko (2003) undersøgte tætheden af gedder, 2+ eller ældre, i syv nord-centrale søer i Minnesota, USA og fandt geddetætheder på mellem 3,2 og 59,0 gedder pr. ha.

Tætheden af gedder i Hestholm Sø var rimelig høj, men der var forholdsvis få gedder større end 30 cm. Under elfiskeriet blev der fisket meget grundigt, så også de mindre gedder blev fanget. Flere større gedder blev set smutte væk, hvilket givetvis skyldtes, at vi gik langsommere og mere metodisk frem, end hvis man udelukkende skulle fiske efter store gedder. Det er derfor meget sandsynligt, at der reelt har været forholdsvis flere store gedder i søen. Dog ikke flere end at estimeret stadig ville være forholdsvis lavt. At antallet af gedder større end 30 cm i søen var lavt, skal sikkert forklares ved, at Hestholm Sø er en nydannet sø. De store gedder der var i søen har været fisk som er immigreret fra de omkringliggende vandløb efter søens dannelse i efteråret 2000. Størrelsen af geddebestanden i søer afhænger af en række faktorer, hvor de vigtigste er (Koed, 1995):

1. Søernes åbne vandfladeareal.
2. Søernes gennemsnitsdybde.
3. Dækningsgraden af emergente makrofytter.
4. Søernes næringstilstand (total fosforkoncentration).
5. Secchidybden.
6. Mængden af byttefisk.

En stor del af Hestholm Sø var meget lavvandet. I disse områder var der meget vegetation og en stor tæthed af små gedder. De dybere områder, > 50 cm, var næsten uden vegetation på nær lokale, tykke tæpper af vandpest. På disse lidt dybere områder, hvor de større gedder kunne tænkes at opholde sig, fangede vi kun få gedder og fisk i det hele taget. Søen var meget næringsrig, og secchidybden over perioden blev målt til 20-120 cm. De relativt lave sigtbarheder kan have nedsat de større gedders jagtsucces, da de delvis jager med synet, og dermed gjort søen mindre attraktiv for gedderne. I Danmark findes de største geddebestande dog i søer med secchidybder på ca. 0,5 m (Koed, 1995). Dette skyldes, at den nedsatte sigtbarhed normalt opvejes af en større mængde byttefisk som følge af øget primærproduktion i eutrofe søer (Koed, 1995). Bedømt ud fra elfiskeriet var biomassen af byttefisk i Hestholm Sø dog ikke særlig høj.

Craig & Babaluk (1989) sammenlignede geddernes konditionsfaktor med secchidybden i 37 søer i Canada, og fandt en signifikant positiv korrelation mellem geddernes kondition og secchidybde. Vøllestad *et al.* (1986) fandt ligeledes, at geddevæksten var større i klare, oligotrofe søer i Norge end i mesotrofe søer, på trods af meget større tætheder af byttefisk i de sidstnævnte søer.

At der var mange små gedder i Hestholm Sø var ikke overraskende. De store områder i søen med meget lavt vand og tæt vegetation udgjorde gode opvæksthabitater for juvenile gedder. At der var få

store gedder i søen, skal nok fortrinsvis tilskrives at søen blev dannet kun godt ét år før undersøgelsen blev lavet, men kan måske også delvis skyldes høj turbiditet i vandet.

3.4.3 Smolttabet i Hestholm Sø

Baktoft (2003) estimerede størrelsen af smoltudtrækket i Skjern Å i 2002 til samlet 33.271 lakse- og ørredsmolt. Hovedudtrækket fandt sted i perioden 31/3 – 20/5 (Baktoft, 2003). I denne periode var der et permanent overløb fra Skjern Å og ind i Hestholm Sø, så smoltene kunne svømme ind og igennem søen på vej nedstrøms. Man mærkede 113 lakse- og ørredsmolt med radiosendere og fulgte deres færden mod Ringkøbing Fjord. Fire af disse smolt (3,5 %), alle ørreder, blev registreret inde i Hestholm Sø. Dette tal kan reelt have været højere, da der under forløbet ikke var opstillet dataloggere ved indløbet fra Skjern Å til Hestholm Sø ved udløbet fra Hestholm Sø. Nogle de mærkede smolt kan derfor være svømmet igennem søen, uden at det blev opdaget. Hvis de 3,5 % antages at repræsentere den fraktion af smoltene fra Skjern Å, som gik ind i Hestholm Sø, vil antallet af smolt fra Skjern Å i Hestholm Sø være 1180 stk. (33.271×0.035) for udtræksperioden 2002. Baktoft (2003) registrerede ingen radiomærkede laksesmolt i søen. Det var dog ikke kun ørredsmolt, som forvildede sig ind i Hestholm Sø. I forbindelse med geddeundersøgelsen blev der i smoltudtræksperioden elfisket en del laksesmolt fra Skjern Å i søen.

Ganer Å løber igennem Hestholm Sø, før den støder til Skjern Å. Ifølge DFU's udsætningsplaner (pers. komm. B. Terkildsen, DFU) bliver der årligt udsat 1.750 stk. havørredyngel, 500 ½-årsørreder og 4.100 1-årsørreder fordelt på 27 stationer i Ganer Å-systemet, og den naturlige reproduktion er blevet beregnet til 3129 1-års fisk. I alt skulle udsætning plus naturlig reproduktion resultere i 1432 ($1119 + 313$) smolt fra Ganer Å til Skjern Å om året. Dette tal tager højde for prædation og naturlig dødelighed (pers. komm. B. Terkildsen, DFU).

Sammenlagt estimeres smoltudtrækket fra Ganer Å og Skjern Å gennem Hestholm Sø i 2002 dermed til 2612 ($1432 + 1180$) lakse- og havørredsmolt.

Geddernes smoltprædation i Hestholm Sø i perioden for smoltudtrækket 2002 blev estimeret til 1934 stk., d.v.s. ca. 74 % af de smolt som efter beregningerne trak igennem søen i perioden.

Estimatet for geddernes smoltprædation i Hestholm Sø er baseret på andre estimater og antagelser, som ikke alle har været helt korrekte. Eksempelvis blev der fanget en gedde på kun 18,2 cm med 9,3 cm lang smolt i maven (pers. komm. K. Falck-Rasmussen, DFU). Dette stemmer ikke overens med antagelsen om, at gedder mindre end 30 cm ikke spiser smolt, og ud fra den betragtning kan estimatet for smoltprædationen i Hestholm Sø derfor være et underestimat. Mindre gedder har med

stor sandsynlighed stået for størstedelen af smoltprædationen i søen. Tre ud af de fire gedder, som blev fanget med smolt i maven, var af størrelsesgruppen 30-40 cm. Mann (1982) fandt ligeledes, at 1+ gedder af størrelsen 15-45 cm stod for 87 % af den samlede geddeprædation på laksesmolt i River Frome, England.

Baktoft (2003) fandt, at hovedudtrækket af smolt i Skjern Å var koncentreret (80 %) på 32 døgn i perioden 9/4/02 – 11/5/02. De fire gedder fra Hestholm Sø med smolt i maverne blev fanget hhv. d. 31/3/02 og d. 4/4/02. I den periode var smolttrækket i Skjern Å ikke startet for alvor, og det kan derfor tænkes at være udsatte smolt fra Ganer Å, som er trukket ind i søen i stort antal. Hvis smolttrækket gennem søen har været koncentreret i en eller flere mindre perioder, kan det have betydet, at flere smolt er kommet igennem søen uden at blive ædt. Gedderne har da givetvis ikke kunnet nå at spise så mange smolt, som de kunne, hvis smoltene var kommet som et kontinuert træk over alle udtræksperiodens 51 dage. Estimatet for geddernes smoltprædation har da været et overestimat.

Det ville have været ønskeligt med et større antal maveprøver samt prøver fra flere dage i udtræksperioden, men det var ikke muligt, da der i samme periode skulle fanges gedder til telemetriundersøgelsen. Gedderne til radiomærkning skulle håndteres mindst muligt, og de blev derfor ikke mavepumpet.

Mavetømmningstiden, GET, blev fastsat ud fra tidligere undersøgelser af geddernes GET. Koed (1993) undersøgte effekten af hhv. temperatur, byttestørrelse (vægt) og geddestørrelse på GET. Gedderne blev tvangsfodret med regnbueørred, og resultaterne viste bl.a., at en ørred på 20 g var forsvundet fra maven af en gedde på 1 kg efter godt 80 timer ved en vandtemperatur på 10 °C. Nilsson & Brönmark (2000) fandt, at GET for gedder på gennemsnitligt 217 g, som blev fodret med karusser på ca. 14 g, var ca. 48 timer ved vandtemperatur på 18 °C.

Da gennemsnitstemperaturen i Hestholm Sø i smoltudtræksperioden var 11,4 °C, og smoltene gennemsnitligt vejede ca. 25 g, vurderes tre døgn at have været en rimelig GET for gedder med smolt i maven i perioden.

Det reelle tal for geddeprædationen på smolt i Hestholm Sø i 2002 kan have været både større og mindre end de estimerede 74 %. Baktoft (2003) rapporterede, at tre af de fire radiomærkede smolt, som vandrede ind i Hestholm Sø fra Skjern Å i foråret 2002, nåede igennem uden at blive spist. De to smolt blev fundet i de gamle kanaler og afvandingsgrøfter i søen i forbindelse med pejling. Der blev registreret en betydelig vandgennemstrømning i disse kanaler. Strømmen i kanalerne kan evt. have hjulpet smoltene til at finde vej gennem søen, hvor vandet ellers var næsten stillestående.

Disse observationer antyder, at størrelsen af geddeprædationen på smolt i søen måske har været knap så stor reelt.

Koed (1993) og Carl & Larsen (1994) estimerede, at 34,6 % af 10439 smolt (det samlede smoltudtræk gennem Bygholm Sø) blev ædt af hhv. sandart (73 %) og gedde (27 %). Jepsen *et al.* (1998) mærkede 74 ørred- og laksesmolt i Gudenåen opstrøms Tange Sø og Tangeværket. Af disse blev mindst 37% ædt af gedder i Tange Sø. Tange Sø og Bygholm Sø er begge vandkraftsøer.

Meget tyder på, at smoltene specielt har svært ved at komme igennem disse søer, og især at komme forbi ved opstemningen (Jepsen *et al.*, 2000). Denne forlængede opholdstid medfører uden tvivl en større dødelighed som følge af prædation. Smoltpassage gennem vandkraftsøer synes generelt at være forbundet med høje dødeligheder. I Holstebro Vandkraftsø var der en dødelighed på ca. 80 % for udtrækkende lakse- og ørredsmolt fra Storåen (Koed, 1995). I Bredvad Sø var dødeligheden på 73,3 % for gennemtrækkende smolt (Koed, 1995).

Det estimerede smolttab i Hestholm Sø som følge af geddeprædation (74 %) er væsentligt højere end de tal, der blev fundet for geddernes smoltprædation i Tange Sø og Bygholm Sø.

Den oprindelige plan for Skjern Å-restaureringen indebar, at Skjern Å skulle løbe igennem en række søer/vådområder, bl.a. Hestholm Sø (Koed, 1995). Ud fra en forventet geddebestand på 15,7 gedder større end 30 cm pr. ha. i Hestholm Sø og smoltprædationstal fra egne undersøgelser skønnede Koed (1995), at den årlige geddeprædationen på smolt i Hestholm Sø ville blive på 17376 smolt. Skjern Å blev i stedet ført uden om Hestholm Sø, så smoltene kun havde mulighed for at svømme ind i søen ved meget høj vandstand i åen. Ved oversvømmelserne af Hestholmområdet vinteren og foråret 2002 dannede vandet fra Skjern Å naturlige indløb til Hestholm Sø, som smoltene kunne trække igennem. Disse indløb blev effektivt lukket sidst i maj, 2002. Det må derfor antages, at antallet af lakse- og ørredsmolt fra Skjern Å, som bliver præderet af gedder i Hestholm Sø, fremover vil være minimalt. Derimod antyder beregningerne af geddernes smoltprædation i Hestholm Sø, at gedderne i søen kan æde op til 100 % af de udtrækkende smolt fra Ganer Å.

3.5 Konklusion

Fødeundersøgelsen viste, at de forskellige størrelsesgrupper af gedder havde forskellige fødevalg. Hos mindre gedder, 30 – 40 cm, var der forekomster af invertebrater i mere end halvdelen af geddemaverne med indhold. Derimod havde ingen af gedderne større end 50 cm ædt invertebrater. Frekvensen af tomme geddemaver var lavest for den mindste størrelsesgruppe af gedder. De større, og i højere grad piscivore, gedder havde oftere tomme maver. Dette forhold er hyppigt beskrevet i litteraturen i forbindelse med overgangen fra invertebratpræget føde til en ren piscivor diæt.

Der var høje forekomster af både skaller og trepiggede hundestejler i maverne fra alle tre størrelsesgrupper af gedder.

Gedderne i Hestholmområdet var selvregulerende. Der blev fundet gedderester i maver fra såvel små som store gedder.

Geddetætheden i Hestholm Sø i foråret 2002 blev beregnet til 34,3 gedder pr. ha. Under 10 % af disse gedder var større end 30 cm. Store dele af søen var meget lavvandede, og disse områder udgjorde gode habitater for juvenile gedder. Det forholdsvis lave antal af større gedder i søen (3,6 pr. ha.) skal med stor sandsynlighed tilskrives, at søen blev dannet kun godt ét år før undersøgelsen startede. De store gedder, der var i søen, er immigreret fra de tilgrænsende vandløb.

Det blev estimeret, at gedderne i Hestholm Sø har præderet ca. 74 % af de smolt, som trak ind i Hestholm Sø i foråret 2002. Estimatet blev beregnet ud fra smoltforekomster i geddemaver fra søen, smoltperiodens længde, det estimerede antal af gedder større end 30 cm i Hestholm Sø og ”gastric evacuation time” for smolt i geddemaver.

Resultaterne fra undersøgelsen antyder, at gedderne i Hestholm Sø fremover vil kunne æde op til 100 % af udtrækkende smolt fra Ganer Å. De naturligt opståede overløb fra Skjern Å til Hestholm Sø blev i maj 2002 opdæmnet, så smoltene fra Skjern Å nu kun kan komme ind i Hestholm Sø ved meget høj vandstand i åen. Prædationen på Skjern Å-smolt i Hestholm Sø vil derfor være begrænset.

3.6 Referencer

- Amundsen, P. A., Bøhn, T., Popova, O. A., Staldvik, F. J., Reshetnikov, Y. S., Kashulin, N. A. & Lukin, A. A. (2003). Ontogenetic niche shifts and resource partitioning in a subarctic piscivore fish guild. *Hydrobiologia* **497**: 109-19.
- Baktoft, H. (2003). Udvandringen af ørred- (*Salmo trutta*) og laksesmolt (*Salmo salar*) fra Skjern Å 2002. Specialerapport, Århus Universitet.
- Beaudoin, C. P., Tonn, W. M., Prepas, E. E. & Wassenaar, L. I. (1999). Individual specialization and trophic adaptability of northern pike (*Esox lucius*): an isotope and dietary analysis. *Oecologia* **120**: 386-396.
- Carl, J. & Larsen, M. (1994). Betydningen af gedde (*Esox lucius* L.) og sandart (*Stizostedion lucioperca* L.) som predatorer på havørred (*Salmo trutta* L.) smolt under udtrækket fra Bygholm Å og Sø, 1992. Specialerapport, Aarhus universitet.
- Chapman, L. J., Mackay, W. C. & Wilkinson, C. W. (1989). Feeding Flexibility in Northern Pike (*Esox-Lucius*) - Fish Versus Invertebrate Prey. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **46**: 666-669.
- Chapman, L. J. & Mackay, W. C. (1990). Ecological correlates of feeding flexibility in Northern Pike (*Esox lucius*). *Journal of Freshwater Ecology* **5** (3):313-322.
- Craig, J. F. & Babaluk, J. A. (1989). Relationship of Condition of Walleye (*Stizostedion vitreum*) and Northern Pike (*Esox lucius*) to Water Clarity, with Special Reference to Dauphin Lake, Manitoba. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **46**: 1581-1586.
- Dall, P. C., & Lindegaard, C. (1995). En oversigt over danske ferskvandsinvertebrater til brug ved bedømmelse af forureningen i søer og vandløb. Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet.
- Diana, J. S. (1979). Feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Zoology-Revue Canadienne de Zoologie* **57**: 2121-2127.
- Hansen, H.-M. & Jacobsen, L. (1992): Aspekter af odderens (*Lutra lutra* L.) fødebiologi i Danmark. Specialerapport, Århus Universitet.
- He, X. & Wright, R. A. (1992). An experimental study of piscivore planktivore interactions - Population and community responses to predation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **49**: 1176-1183.
- Hyslop, E. J. (1980). Stomach Contents Analysis - A Review of Methods and Their Application. *Journal of Fish Biology* **17**: 411-429.
- Jepsen, N., Aarestrup, K., Økland, F. & Rasmussen, G. (1998). Survival of radio-tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) smolts passing a reservoir during seaward migration. *Hydrobiologia* **372**: 347-353.

- Jepsen, N., Pedersen, S. & Thorstad, E. (2000). Behavioural interactions between prey (trout smolts) and predators (pike and pikeperch) in an impounded river. *Regulated Rivers-Research & Management* **16**: 189-198.
- Koed, A. (1993). Gastric Evacuation Rate in Pike (*Esox lucius* L.) Described by a Model Applicable for Consumption Estimations of Pike in the Field: Effects of Pike Size and Meal Size. I *Aspekter af gedde (Esox lucius L.) og sandarts (Stizostedion lucioperca L.) fødebiologi*. Specialerapport, Aarhus Universitet.
- Koed, A. (1995). En teoretisk vurdering af genneførelsen af Skjern Å-projektets effekt på udtrækket af ørred- og laksesmolt fra Skjern Å's hovedløb. Tillæg til IFF rapport nr. 35.
- Koed, A. (2000). River dwelling piscivorous pikeperch *Stizostedion lucioperca* (L.): some biological characteristics and their ecological consequences. Ph. d. afhandling, Københavns Universitet.
- Mann, R. H. K. (1982). The annual food-consumption and prey preferences of pike (*Esox lucius*) in the River Frome, Dorset. *Journal of Animal Ecology* **51**: 81-95.
- Mehner, T. (1990). Zur Bestimmung der Beutefischarten aus Fragmenten der Wirbelsäule bei der Nahrungsanalyse (*Osteichthyes, Teleostei*). *Zoologischer Anzeiger* **225**: 210-222.
- Muus, B. J. & Dahlstrøm, P. (1990): Ferskvandsfisk. G.E.C. Gads Forlag, København.
- Nilsson, P. A. & Brönmark, C. (2000). The role of gastric evacuation rate in handling time of equal-mass rations of different prey sizes in northern pike. *Journal of Fish Biology* **57** (2): 516-524.
- Pierce, R. B. & Tomcko C. M. (2003). Interrelationships among production, density, growth, and mortality of northern pike in seven north-central Minnesota lakes. *Transactions of the American Fisheries Society* **132**: 143-153.
- Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada no. 191.
- Sammons, S. M., Scalet, C. G. & Neumann, R. M. (1994). Seasonal and size-related changes in the diet of Northern Pike from a shallow prairie lake. *Journal of Freshwater Ecology* **9** (4): 321-329.
- Skov, C. (2002). Stocking 0+ pike (*Esox lucius* L.) as a tool in the biomanipulation of shallow eutrophic lakes. Ph. d. afhandling, Københavns Universitet.
- Vøllestad, L. A., Skurdal, J. & Qvenild, T. (1986). Habitat use, growth, and feeding of pike (*Esox lucius* L.) in four Norwegian lakes. *Arch. Hydrobiol.* **108** (1): 107-117
- Wheeler, A. (1978). Key to the Fishes of Northern Europe: A Guide to the Identification of more than 350 Species. F. Warne, London.

4. Perspektivering

Dette projekt havde til formål at undersøge adfærd og fødevalg for adulte gedder fra Hestholm Sø, samt at vurdere betydningen af dannelsen af Hestholm Sø, især med henblik på geddernes prædation på udtrækkende smolt i Skjern Å-systemet.

Oversvømmelsen af Hestholmområdet i forbindelse med restaureringen af Skjern Å skabte en ca. 242 ha. stor lavvandet sø i et naturskønt område med et rigt dyreliv. Det forventes, at en del af de belastende næringsstoffer fra Ganer Å og Skjern Å vil blive fjernet i søen, hvilket forhåbentlig vil mindske eutrofieringen af Ringkøbing Fjord

Når vandet står højt i Hestholmområdet, dækker Hestholm Sø store områder med græs og anden vegetation. Disse områder udgør i foråret foretrukne gydehabitater for gedder fra såvel Hestholm Sø som fra de tilstødende vandløb i Skjern Å-systemet. Nærværende telemetriundersøgelse af adulte gydegedder i Hestholm Sø viste, at en stor del af disse gedder kun opholdt sig i søen omkring gydeperioden, for derefter at vandre ud i Skjern Å. Disse gedder har med stor sandsynlighed kun været i søen i forbindelse med gydningen.

De store lavvandede og vegetationsrige dele af søen byder på gode opvækstbetingelser for juvenile gedder. Der var en geddetæthed på 34.3 gedder pr. ha. i søen i foråret 2002, og en meget stor del (ca. 90 %) af gedderne var juvenile. Det er sandsynligt, at der med tiden vil komme en større bestand af store gedder i Hestholm Sø, da en del af de gedder, der vokser op i søen, vil forblive der, når de bliver større. De store gedder vil i nogen grad kunne regulere bestanden af små gedder i søen, så forholdet mellem antallet af juvenile og adulte gedder bliver normaliseret.

I 2002 blev et naturligt opstået overløb fra Skjern Å til Hestholm Sø lukket effektivt, så udtrækkende smolt nu kun kan svømme ind i Hestholm Sø ved meget høj vandstand. En evt. rekruttering af gedder fra Hestholm Sø til Skjern Å via Hestholmkanalen, kan dog betyde højere dødeligheder for smolt i Skjern Å p.g.a. af en større geddeprædation. Mærkning-genfangstforsøg udført på fortrinsvis juvenile gedder i Hestholm Sø og den tilstødende del af Skjern Å, viste ikke nogen tegn på, at juvenile gedder vandrede fra Hestholm Sø til Skjern Å i nævneværdigt antal. Derimod vandrede 13 ud af 18 radiomærkede adulte gedder fra Hestholm Sø ud i Skjern Å i løbet af forsøgsperioden 27/2/02 – 14/5/03. Disse resultater antyder, at en del af gedderne gydt og opvokset i Hestholm Sø vil trække fra opvækstområderne i Hestholm Sø og ud i Skjern Å, når de bliver adulte eller når en vis størrelse. Geddetætheden i Skjern Å vil dermed blive større, og flere udtrækkende lakse- og ørredsmolt vil blive ædt. Dette kan især blive et problem for den sårbare bestand af den rødlistede Skjern Å-laks.

En estimering af geddeprædationen på smolt i Hestholm Sø antydte, at gedderne i søen kan æde op til 100 % af de udtrækkende smolt fra Ganer Å. Dette forhold bør tages i betragtning, når nye ørredudsætningsplaner skal laves for Ganer Å.

Resultaterne fra denne og lignende undersøgelser af effekten af indskudte søer bør tages i betragtning, når der i fremtiden planlægges etableringer af VMPII-søer. Fordelene ved søernes vandrensende effekt, naturskønheden og et rigt dyreliv kan ikke modsiges, men man bør samtidig forsøge at værne om de vandrende fiskearter. Dette kunne eksempelvis gøres ved at danne veldefinerede strømrrender gennem søerne, så eksempelvis smoltene nemmere kan finde igennem.

Geddeprojekt

Der bliver fra marts 2002 til maj 2003 gennemført et telemetriprojekt i Hestholm Sø, Skjern Å og Ganer Å, som skal belyse gedders adfærd og vandringer i Skjern Å-systemet

30 gedder har fået indopereret en sender, som spores med modtager 1 gang ugentligt. Danmarks Fiskeriundersøgelser DFU beder venligst lyst-, fritids- og erhvervsfiskere, om skånsomt og hurtigst muligt at genudsætte disse fisk, såfremt man fanger en sådan. Gedderne kan let genkendes, da de har en antenne ført ud gennem bugen (se billede).



Har du/I spørgsmål eller informationer, kontakt da venligst undertegnede hos DFU, Silkeborg.

Anders Koed
Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afdeling for Ferskvandsfiskeri
Vejlsøvej 39
DK 8600 Silkeborg
Tlf: 89213100
Fax: 89213150

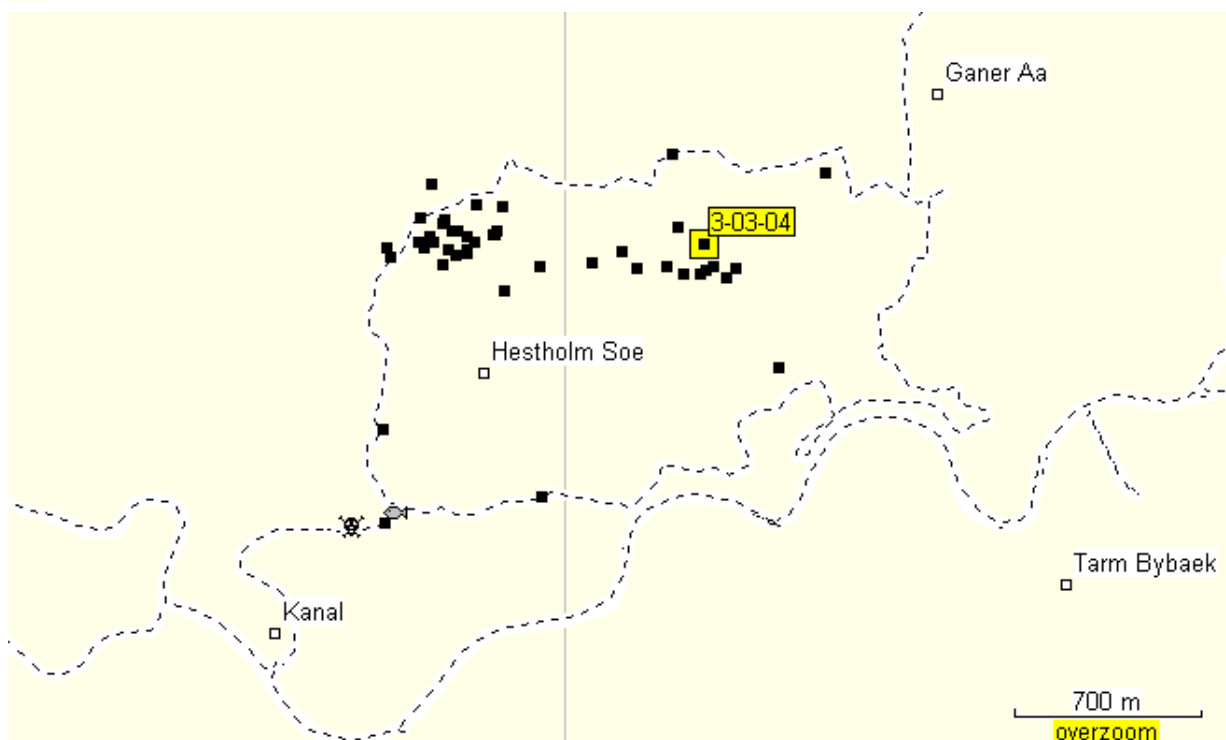
Med venlig hilsen og på forhånd tak for hjælpen.

Kim Iversen
Specialestuderende ved Danmarks Fiskeriundersøgelser

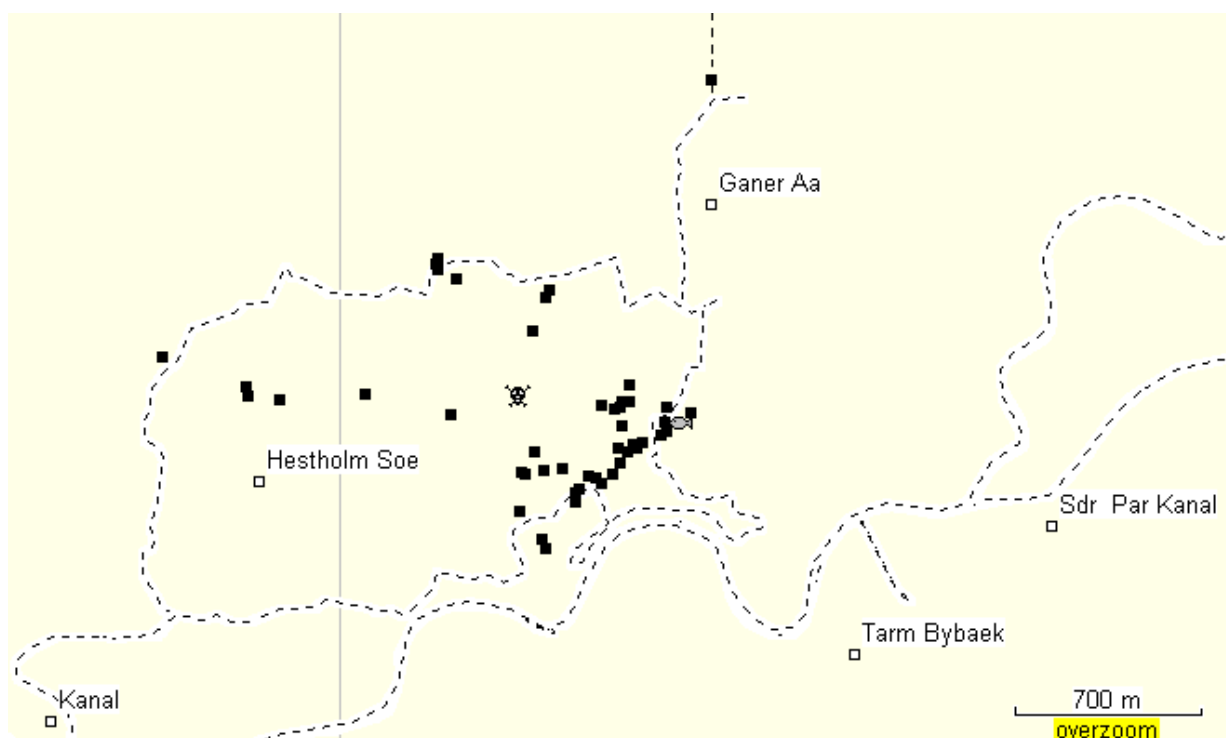
Bilag 1: Opslag fra Skjernådalens Lystfiskerforenings hjemmeside www.skj-lf.dk. Informationssedlen blev også opsat på P-pladser ved Hestholmkanalen og Skjern Å

 Angiver hvor gedden blev fanget og genudsat.

 Angiver hvor gedden blev genfanget, senderen blev fundet eller hvor gedden sidst blev pejlet.



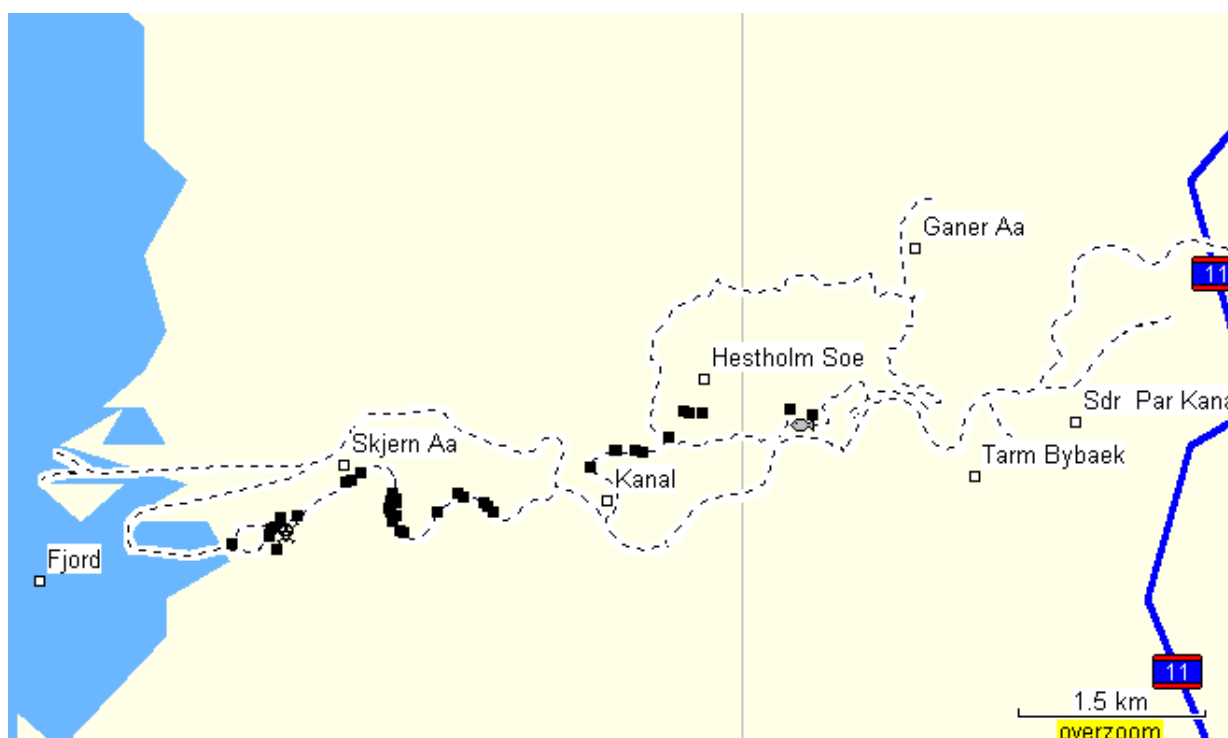
Bilag 2: Gedde nr. 509-2 (søgedde). 49 positioner i perioden 30/5/02 – 12/5/03.



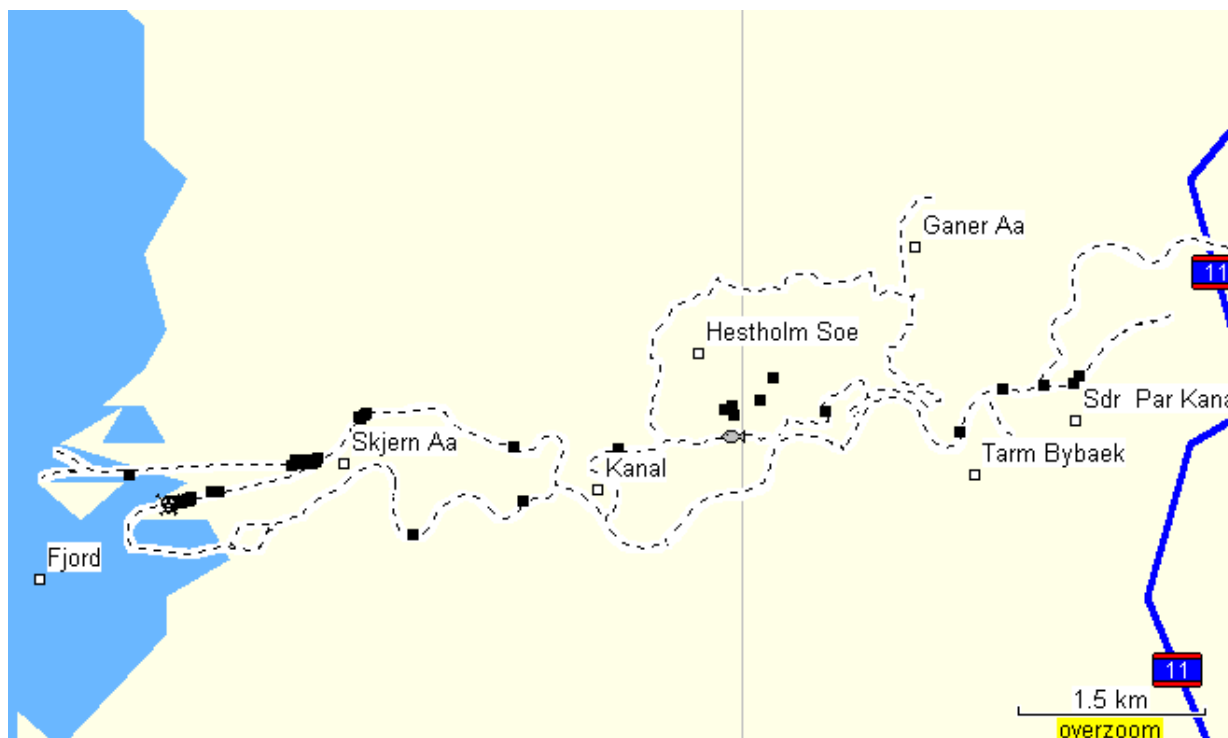
Bilag 3: Gedde nr. 531 (søgedde). 51 positioner i perioden 4/4/02 – 12/5/03.

 Angiver hvor gedden blev fanget og genudsat.

 Angiver hvor gedden blev genfanget, senderen blev fundet eller hvor gedden sidst blev pejlet.



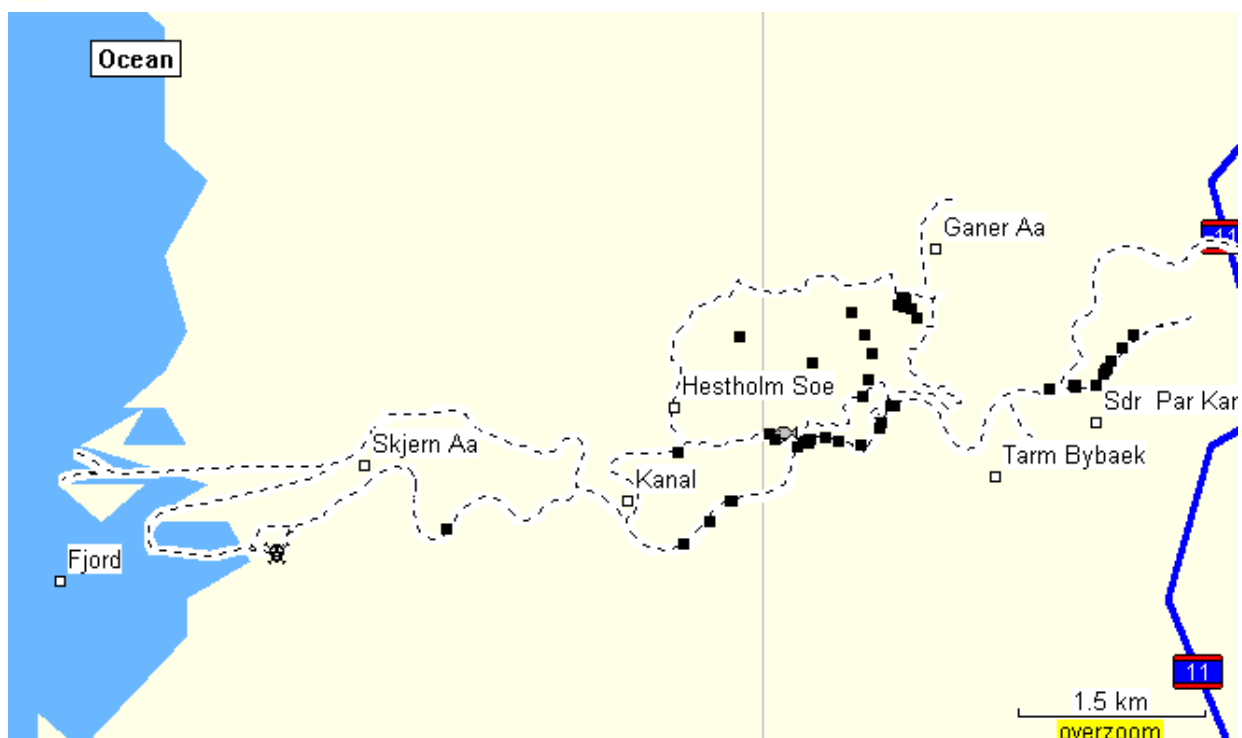
Bilag 4: Gedde nr. 559 (Skjern Å-gedde). 52 positioner i perioden 5/4/02 – 14/4/03.



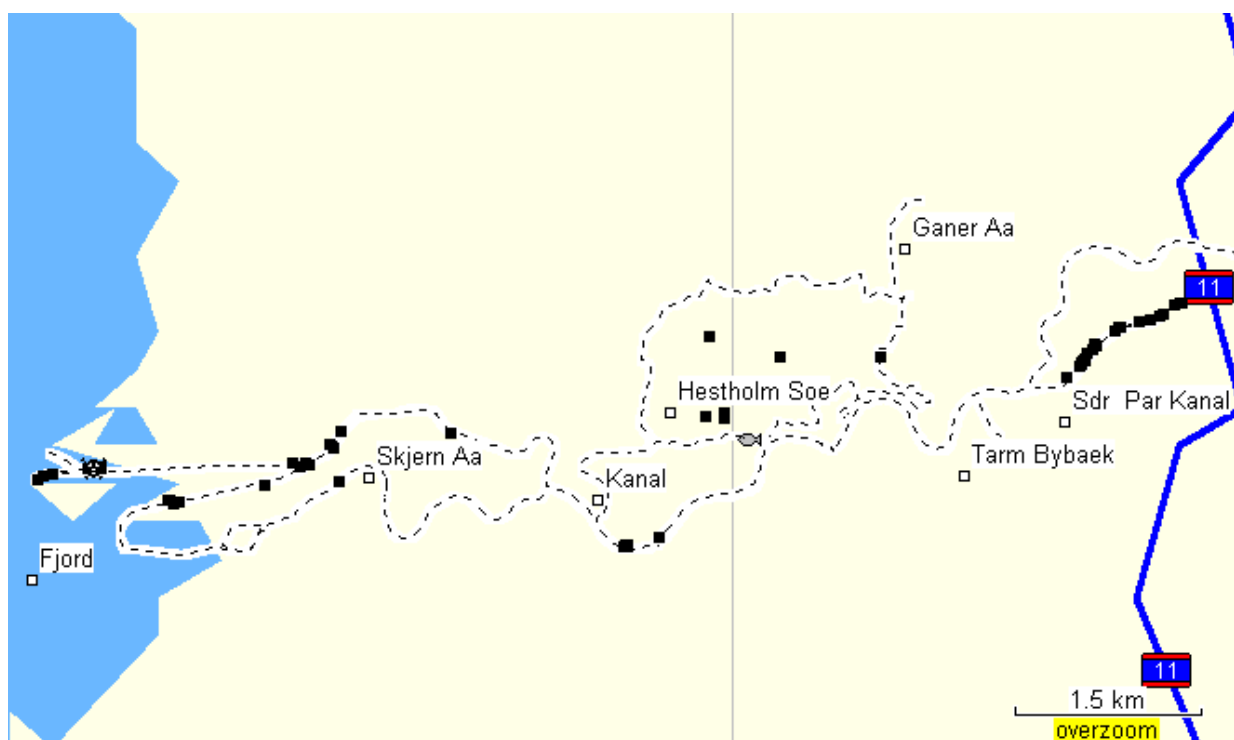
Bilag 5: Gedde nr. 567 (Skjern Å-gedde). 55 positioner i perioden 4/4/02-14/5/03.

 Angiver hvor gedden blev fanget og genudsat.

 Angiver hvor gedden blev genfanget, senderen blev fundet eller hvor gedden sidst blev pejlet.



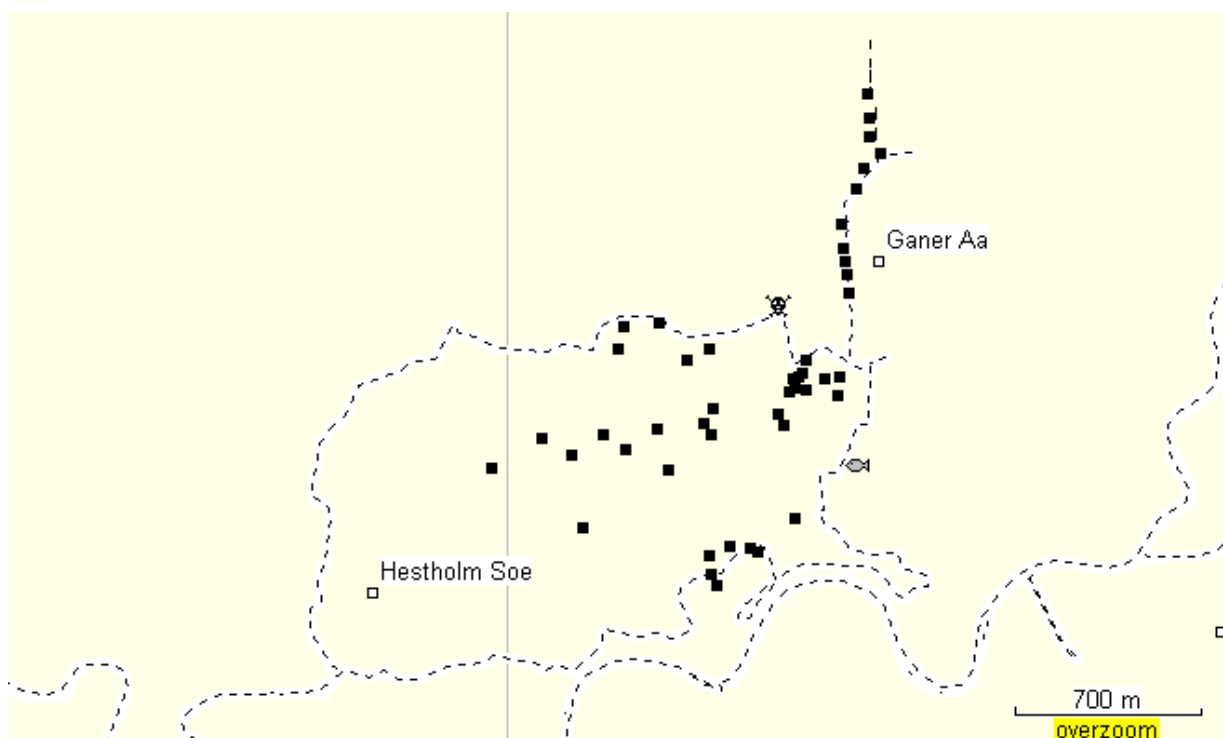
Bilag 6: Gedde nr. 576 (Skjern Å-gedde). 54 positioner i perioden 19/3/02 – 8/4/03.



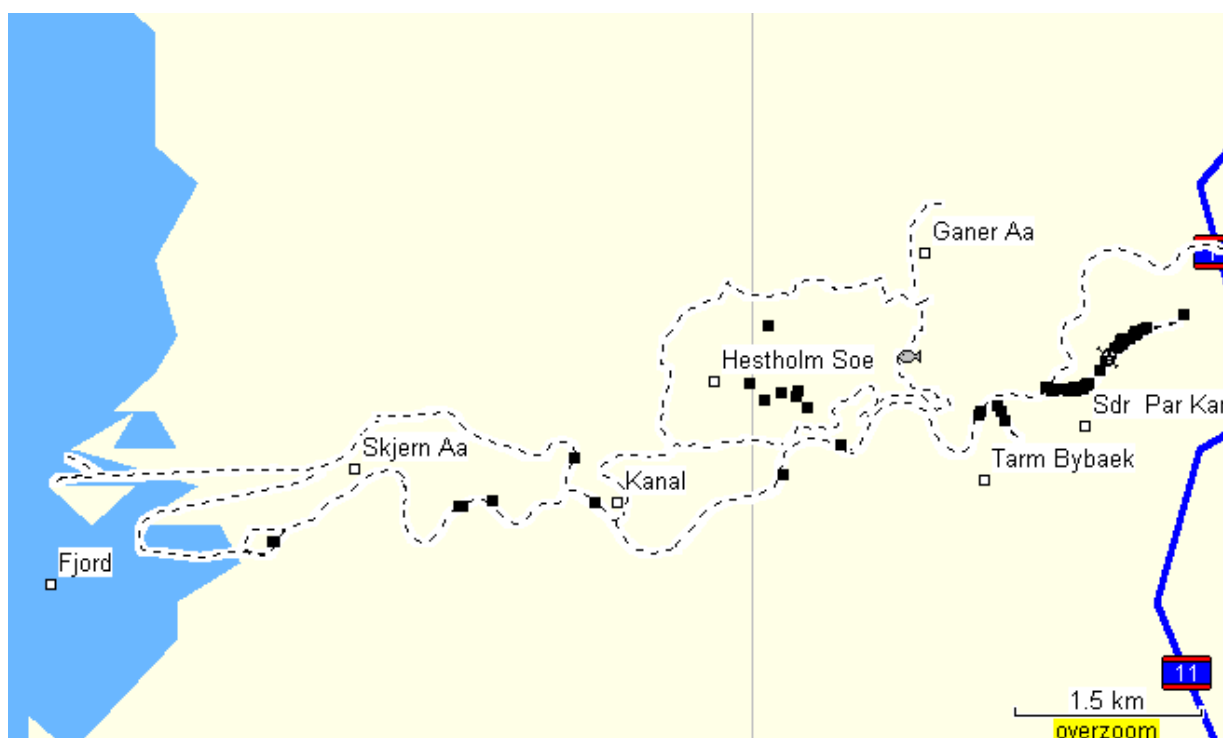
Bilag 7: Gedde nr. 589 (Skjern Å-gedde). 58 positioner i perioden 19/3/02 – 14/5/03.

 Angiver hvor gedden blev fanget og genudsat.

 Angiver hvor gedden blev genfanget, senderen blev fundet eller hvor gedden sidst blev pejlet.



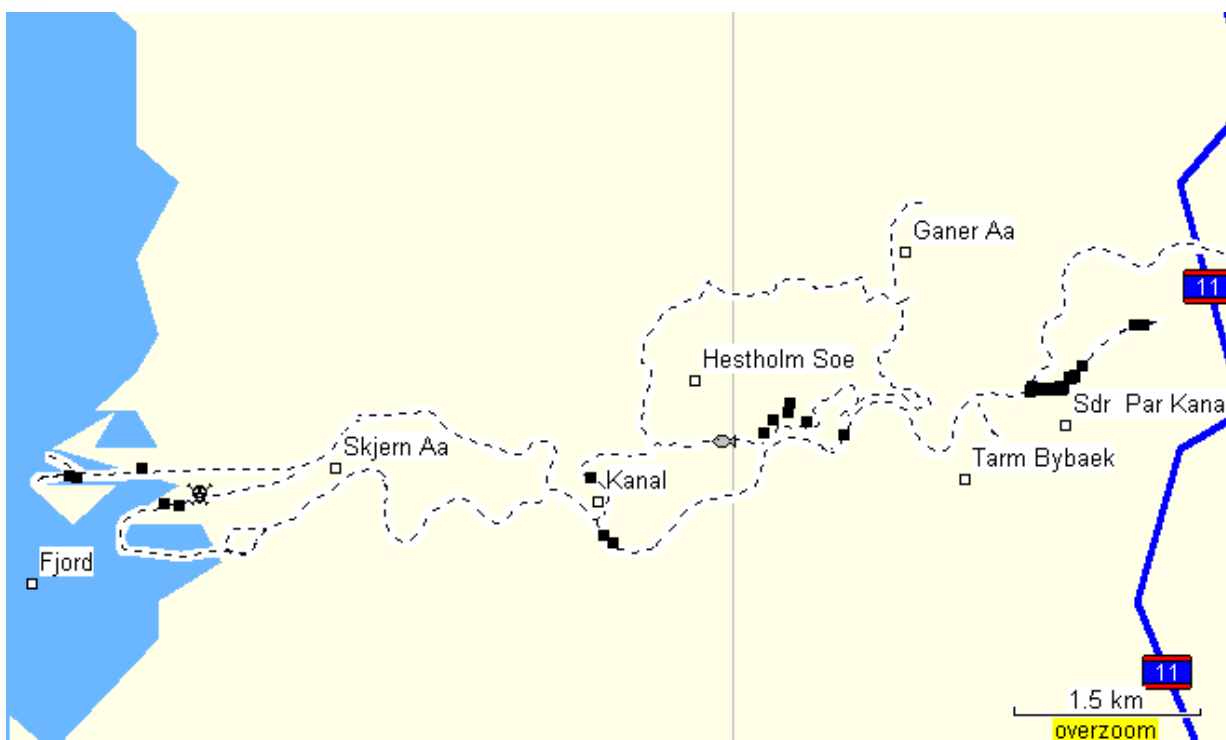
Bilag 8: Gedde nr. 598 (Ganer Å-gedde). 55 positioner i perioden 13/3/02 – 6/5/03.



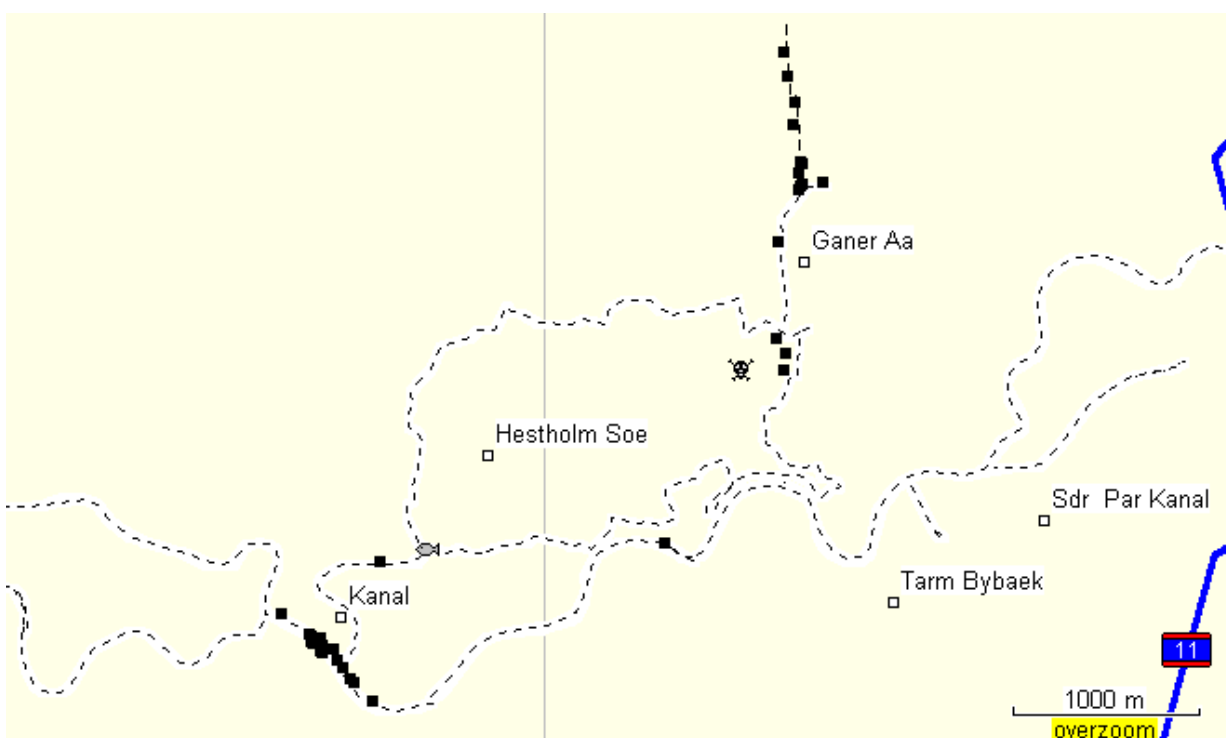
Bilag 9: Gedde nr. 609 (Skjern Å-gedde). 58 positioner i perioden 21/3/02 – 12/5/03.

 Angiver hvor gedden blev fanget og genudsat.

 Angiver hvor gedden blev genfanget, senderen blev fundet eller hvor gedden sidst blev pejlet.



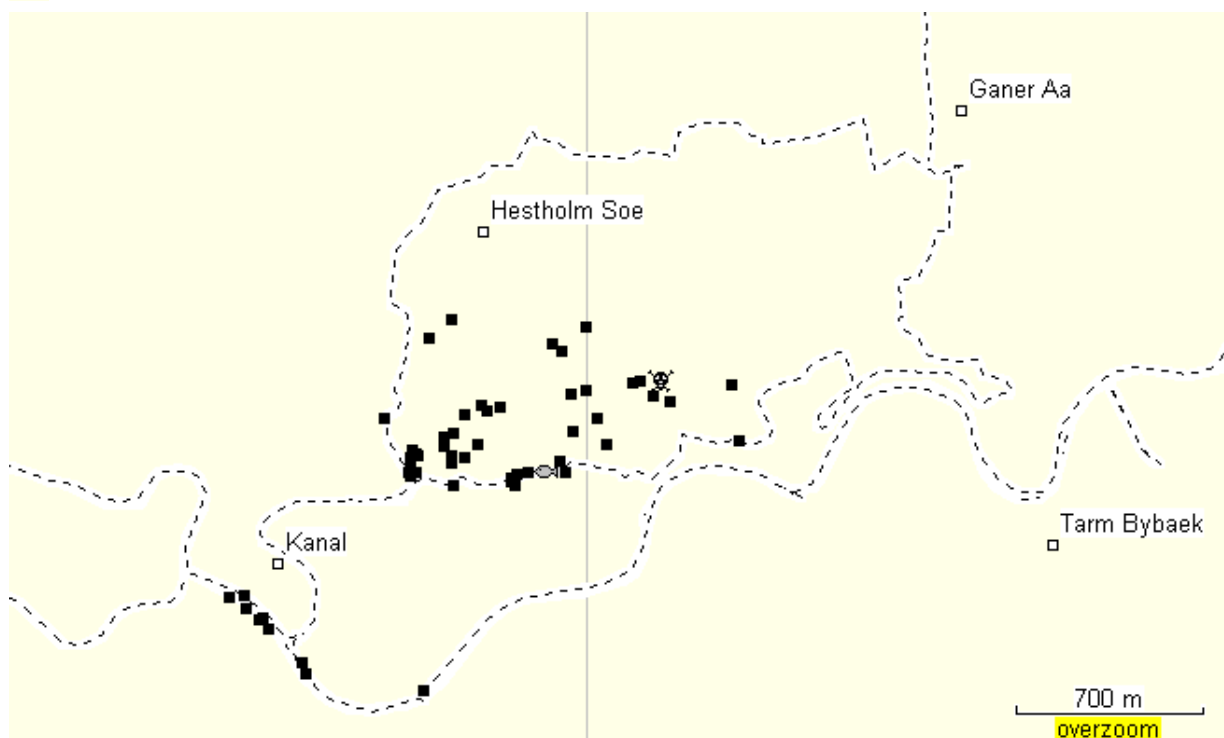
Bilag 10: Gedde nr. 627 (Skjern Å-gedde). 52 positioner i perioden 3/4/02 – 6/5/03.



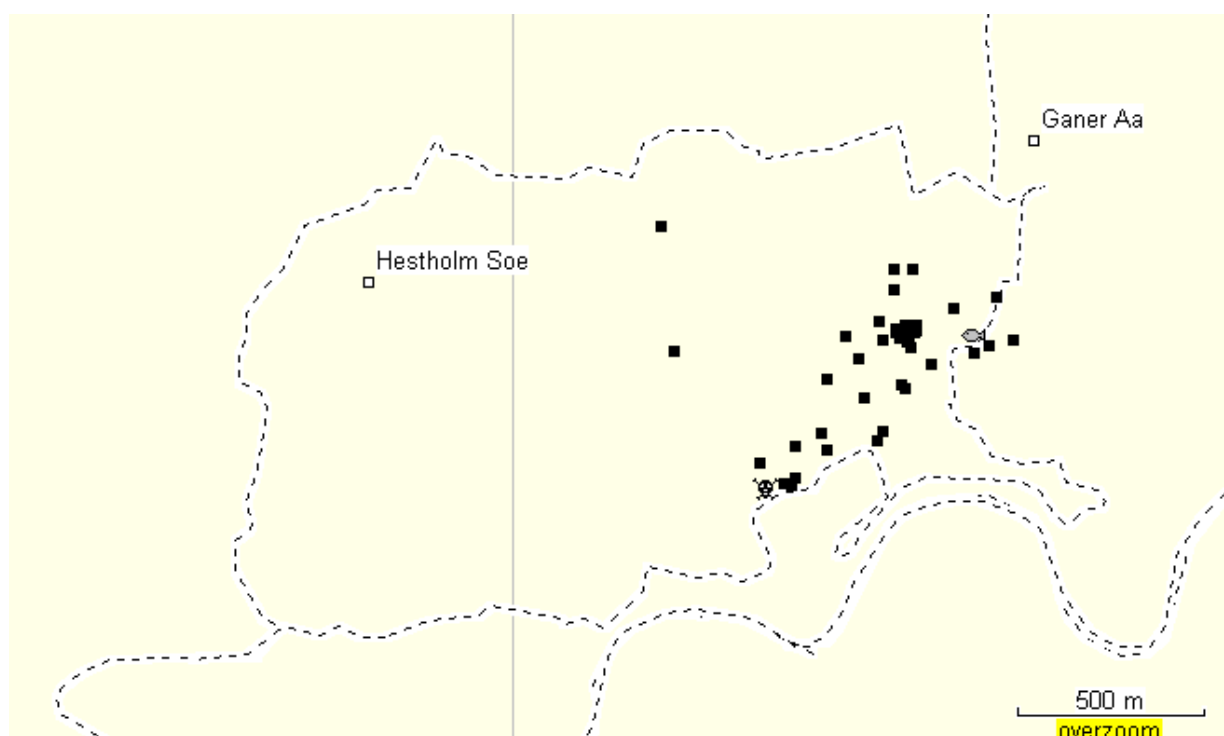
Bilag 11: Gedde nr. 639-2 (gedde med anden adfærd). 39 positioner i perioden 30/5/02 – 13/3/03.

 Angiver hvor gedden blev fanget og genudsat.

 Angiver hvor gedden blev genfanget, senderen blev fundet eller hvor gedden sidst blev pejlet.



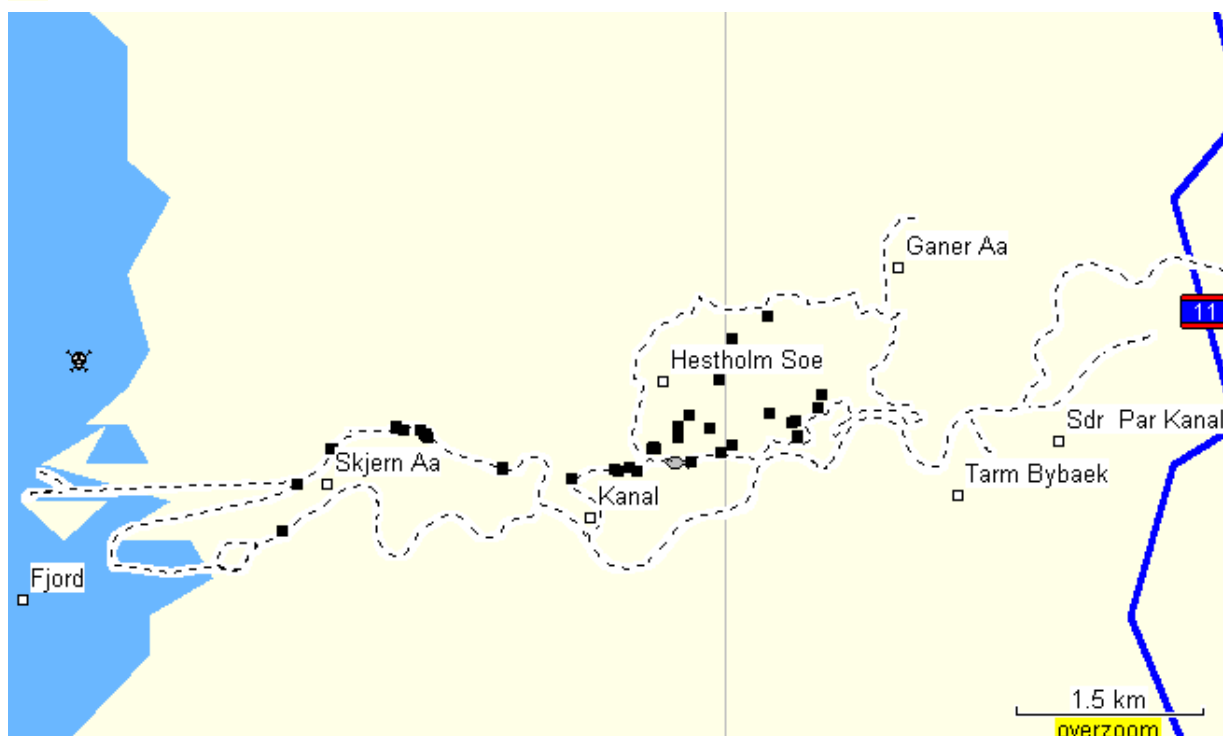
Bilag 12: Gedde nr. 658 (gedde med anden adfærd). 59 positioner i perioden 27/2/02 – 12/5/03.



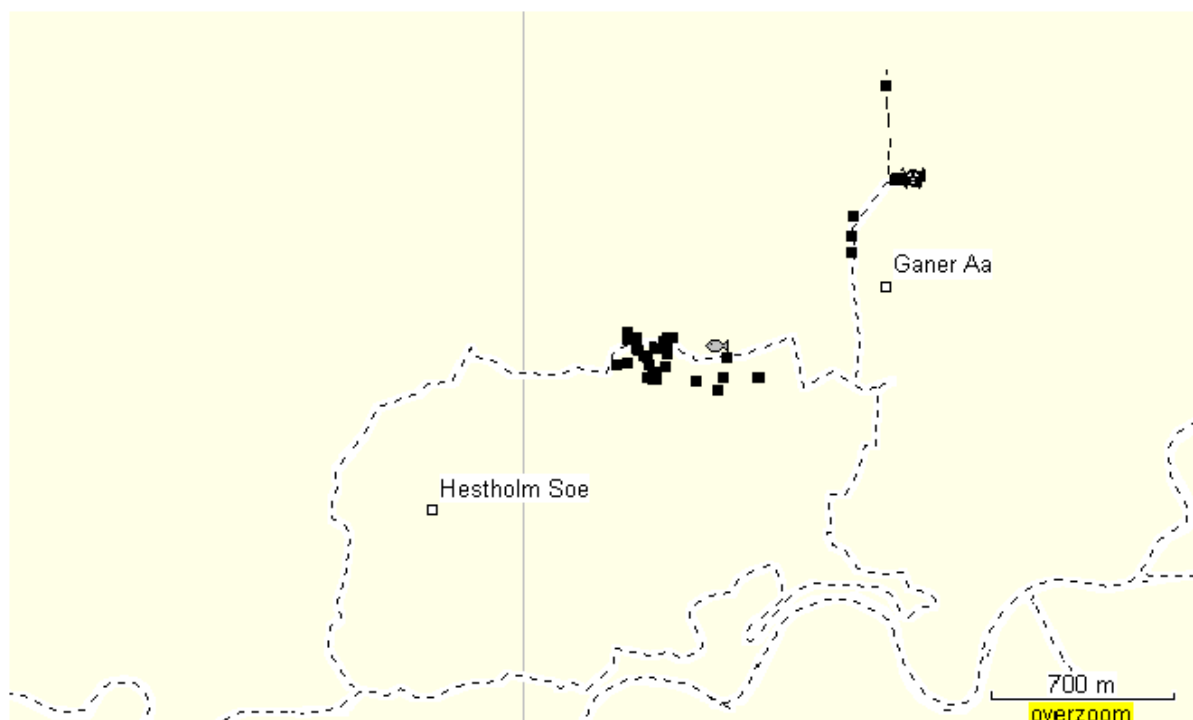
Bilag 13: Gedde nr. 678 (søgedde). 50 positioner i perioden 16/4/02 – 12/5/03.

 Angiver hvor gedden blev fanget og genudsat.

 Angiver hvor gedden blev genfanget, senderen blev fundet eller hvor gedden sidst blev pejlet.



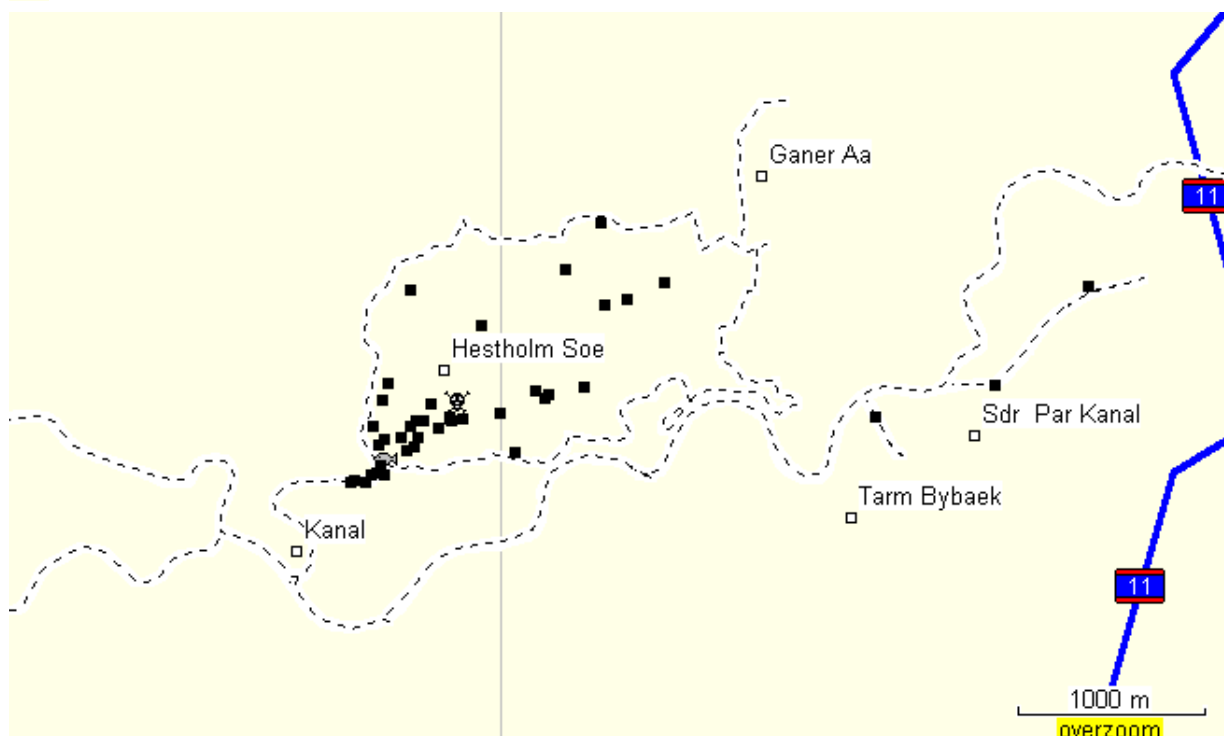
Bilag 14: Gedde nr. 686 (gedde med anden adfærd). 46 positioner i perioden 29/3/02 – 26/3/03.



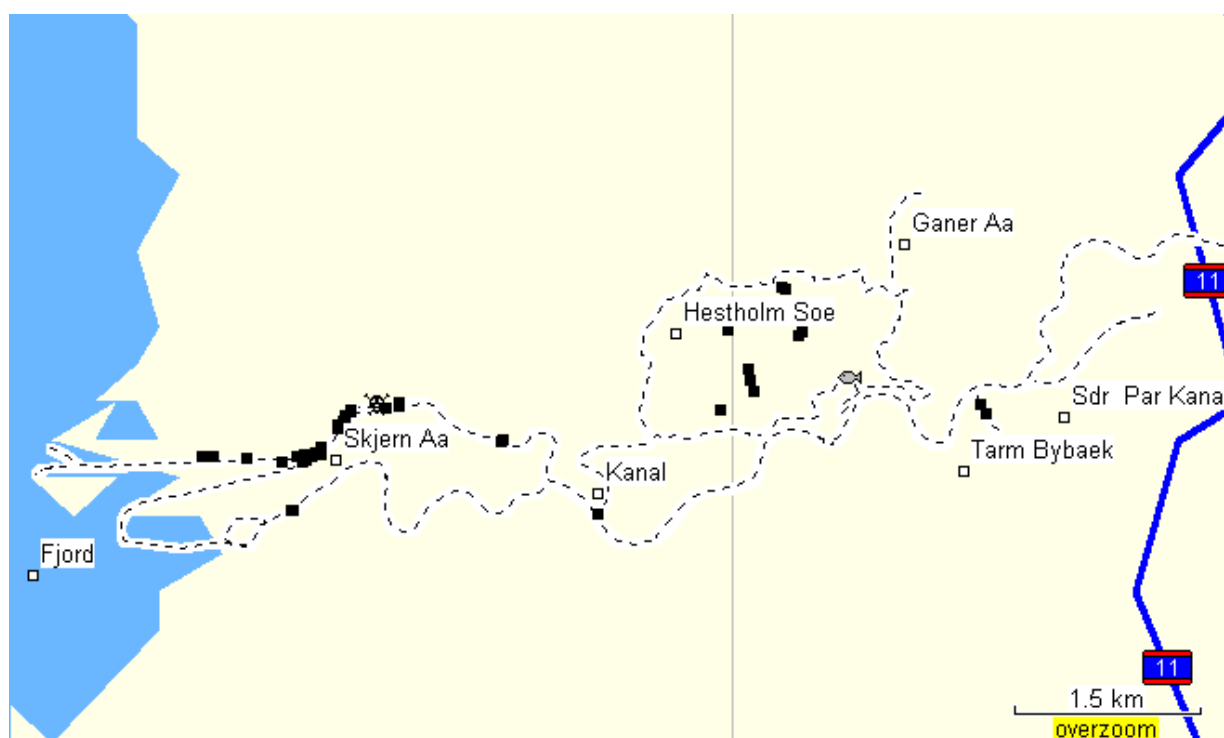
Bilag 15: Gedde nr. 727 (Ganer Å-gedde). 57 positioner i perioden 22/3/02 – 12/5/03.

 Angiver hvor gedden blev fanget og genudsat.

 Angiver hvor gedden blev genfanget, senderen blev fundet eller hvor gedden sidst blev pejlet.



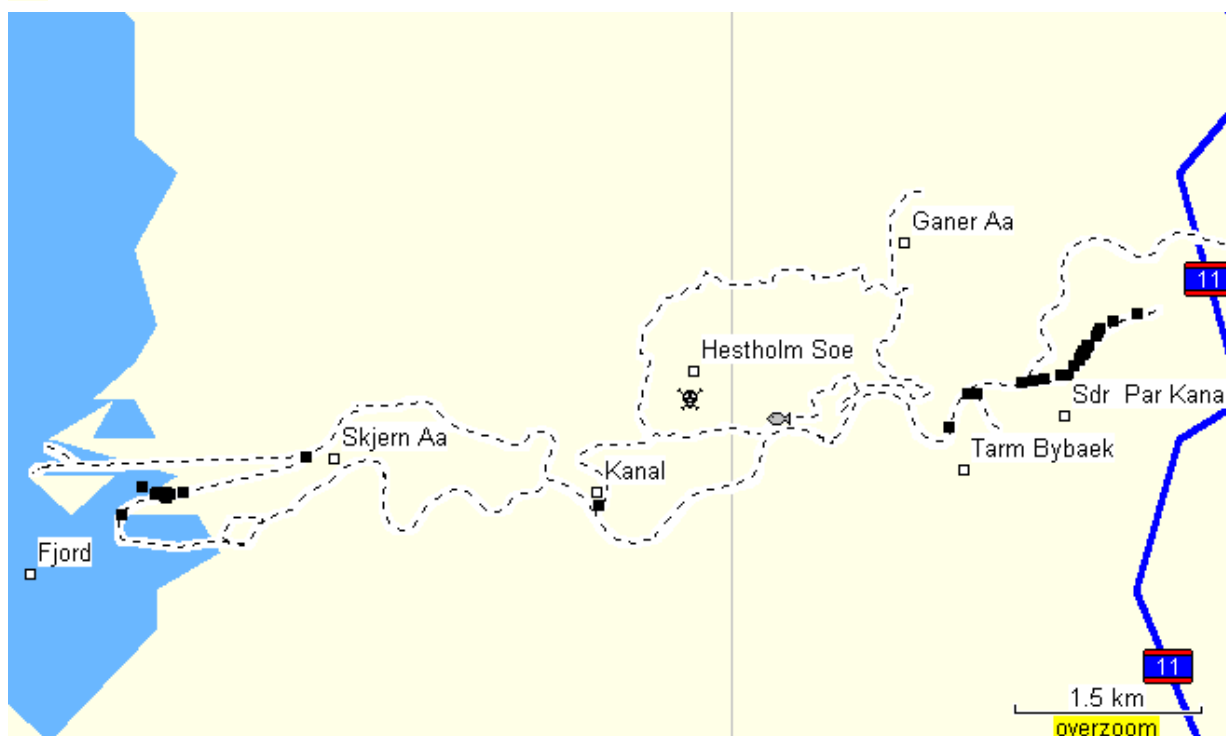
Bilag 16: Gedde nr. 739 (gedde med anden adfærd). 44 positioner i perioden 30/5/02 – 24/4/03.



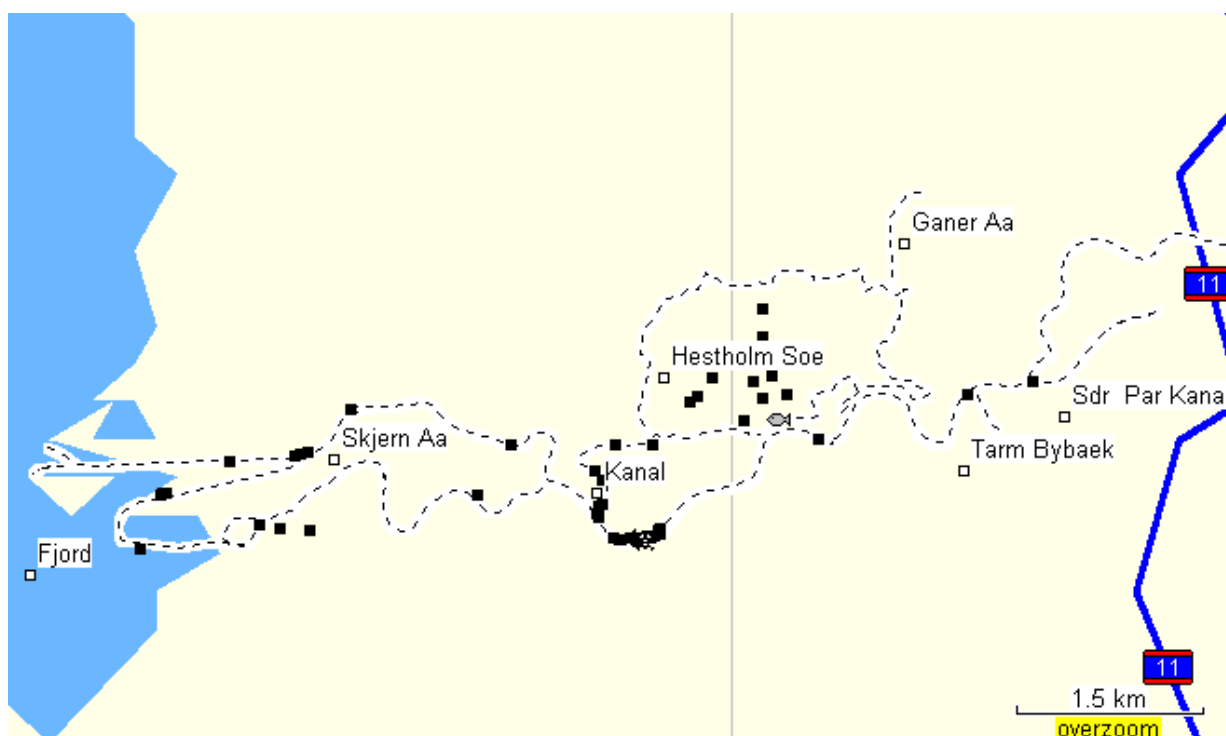
Bilag 17: Gedde nr. 748 (Skjern Å-gedde). 50 positioner i perioden 2/5/02 – 6/5/03.

 Angiver hvor gedden blev fanget og genudsat.

 Angiver hvor gedden blev genfanget, senderen blev fundet eller hvor gedden sidst blev pejlet.



Bilag 18: Gedde nr. 759 (Skjern Å-gedde). 51 positioner i perioden 30/3/02 – 14/4/03.



Bilag 19: Gedde nr. 819 (gedde med anden adfærd). 54 positioner i perioden 30/3/02 – 12/5/03.