



UPPSALA
UNIVERSITET

Interaktioner mellan *Orcinus orca* och dess byte



Nina Brunåker

Independent Project in Biology
Självständigt arbete i biologi, 15 hp, höstterminen 2010
Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet

Sammanfattning

Späckhuggaren, *Orcinus orca*, är en apexpredator som förekommer som olika underarter eller s.k. ekotyper. De två ekotyperna som jämförs här är *residents* (stationära) och *transients* (flyttande). Späckhuggare var för många tusen år sedan en art men har över tid evoluerat till olika ekotyper. De har sedan specialiserat sig på olika byten, transients äter marina däggdjur så som val, säl, och utter, medan residents äter fisk, främst lax. Förutom att de två ekotyperna differentierar sig vad gäller föda specialiserar sig även populationer av ekotyperna i byte beroende på var i världen de befinner sig, t.ex. äter de rocka på Nya Zeeland och säl vid nord- och sydpol. Späckhuggaren är en effektiv och tålmodig predator som använder olika strategier för olika bytesdjur. Människan är ett hot mot späckhuggaren, vi har stor inverkan, inte bara på habitatet utan även på späckhuggarpopulationer genom överfiskning och kontaminering.

Inledning

Denna uppsats kommer att fokusera på interaktioner mellan späckhuggare, *Orcinus orca*, och dess byten. Jag kommer främst att koncentrera mig på två ekotyper. *Transients*, mobila späckhuggare, växlar mellan pelagiska- och kustmiljöer t.ex. vid British Columbia, Canada (Orca network 2010) medan *residents*, stationära späckhuggare, lever i kustnära miljöer. De hittas på USAs västkust från Alaska ner till Kalifornien (Wild whales 2010). I denna uppsats kommer jag att använda mig av de engelska begreppen residents, transients och off-shore. De olika späckhuggarekotyperna och deras jaktstrategier jämförs här. Jag kommer även att beskriva olika överlevnadsstrategier som dess byten utvecklat. Späckhuggare är effektiva predatorer, de har utvecklat olika strategier för att fånga sina byten. Späckhuggaren är en apex predator, den har inga naturliga predatorer och begränsas endast av tillgången på byten, en effektiv predator kan ta sig an byten med välutvecklade sinnen och flyktstrategier (Ford *et al.* 2010).

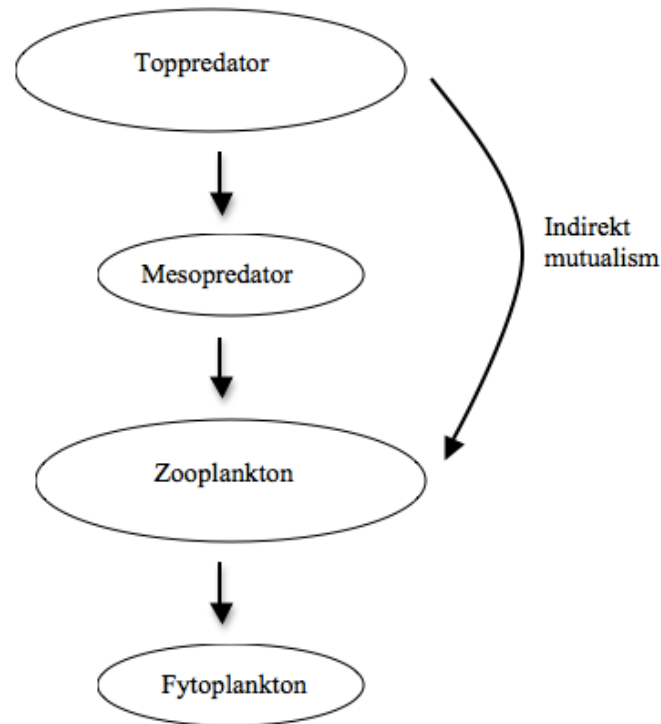
Eftersom späckhuggaren är på toppen av näringskedjan har den stor betydelse i ekosystemet då den håller mesopredatorer (herbivorer och medelstora köttätande predatorer) på en nivå så de inte okontrollerat ökar i densitet. En densitetsökning av mesopredatorer minskar antalet mindre byten (Ritchie & Johnson 2009). Späckhuggarens roll för balansen i ekosystemet har fått mig intresserad av hur den påverkar trofiska kaskader och indirekt mutualism.

Jag vill undersöka om späckhuggaren, p.g.a. att den är i toppen på näringskedjan, är en *nyckelart* (Keystone species). Det vill säga en art som genererar oproportionerligt stora konsekvenser, i förhållande till förekomsten av arten, om den tas bort från en näringsväv (About 2010). T.ex. om en sjöstjärna äter en mussla som är mycket mer konkurrenskraftig än andra arter påverkar sjöstjärnan artdiversiteten i det habitatet genom att minska konkurrensen. Tas sjöstjärnan bort från näringsväven kommer den mer konkurrenskraftiga musslan att konkurrera ut de andra musselarterna, diversiteten minskar då.

En *trofisk kaskadeffekt* är när man t.ex. ändrar någonting i toppen på en näringsväv, eller högre nivå, som även påverkar lägre nivåer i näringskedjan. Det sker *indirekt mutualism* mellan varannan trofinivå om det inte finns omnivorer, predatorer som äter från flera trofinivåer, i näringsväven. Detta betyder att om topppredatorer ökar kommer mesopredatorerna att minska, zooplankton kommer då att öka och fytoplankton att minska (Figur 1). I badsjöar med mycket alger, fytoplankton, har man ökat mängden av topppredatorer genom att tillsätta större (fiskätande) fiskar, det har sedan skett indirekt mutualism och en

förbättring av siktdjupet i sjön då den ökade mängden zooplankton äter mer fytoplankton. Jag är intresserad av vilka trofiska kaskader som händer om man tar bort späckhuggaren från en näringsväv.

Enligt den *Ideala forageringsteorin* ska predatoren, späckhuggaren, få i sig så mycket energi som möjligt per tidsenhet. Det som avgör vilket djur en späckhuggare attackerar bör delvis därför bero på energiinnehållet på bytet, hur lång tid det tar att döda/äta det och hur lång tid det tar att hitta det.



Figur 1. Födonät med fyra trofinivåer där den ovan äter den under. Indirekt mutualism då toppredator äter mesopredator, zooplankton växer till eftersom predation på dem minskar.

De övergripande problemställningarna i denna uppsats är (1) Vilken påverkan har späckhuggare i näringsvävar? (2) Vilka strategier har späckhuggare utvecklat för att maximera sitt energiintag? (3) Vilka strategier är gemensamma för späckhuggarnas byten? (4) Vilken populationsstorlek är bäst för den ideala forageringsteorin? (5) Är späckhuggaren en nyckelart och kan den bidra till biodiversitet med hjälp av indirekt mutualism?

Orcinus orca

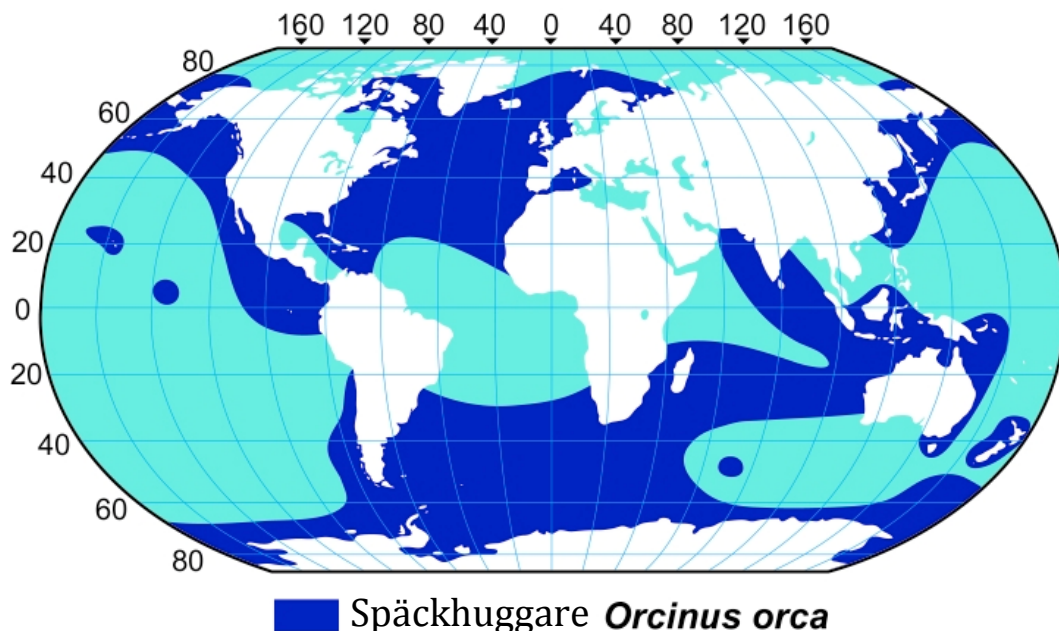
Späckhuggaren är en tandval och den största arten inom delfinfamiljen, de kan bli över 9 meter långa och väga mer än 7 ton (MarineBio 2010). De är marina däggdjur och har fått sitt namn för att de attackerar stora valar och äter deras späck (MarineBio 2010). Det har uppskattats att det idag finns åtminstone 50 000 men troligtvis finns det över 100 000 späckhuggare i världen (IUCN 2010). Späckhuggarens beteende kan delas in i fyra aktiviteter (Tabell 1). I *vila* simmar de långsamt, upp och ner från ytan eller står still. När de *färdas*, simmar de gruppvis i en högre hastighet mot ett mål. *Foragering* innebär att de letar, attackerar eller äter byten. *Socialisering* innefattar sexuella beteenden, när de slår med stjärten mot vattnet (fluking) och då de hoppar upp ur vattnet (breaching).

Det finns tre olika ekotyper av späckhuggare, *transients* vilka spenderar mycket tid på att leta föda och ta sig runt till olika födoplatser, *residents* är mer sociala och simmar inte runt till lika många områden (Tabell 1). *Off-shore*, pelagiska späckhuggare, befinner sig bara i öppet vatten (Saulitis *et al.* 2000). De tre ekotypernas områden överlappar men inga direkta interaktioner förekommer mellan dem så som reproduktion, de skiljer sig även genetiskt, morfologiskt och i beteende (NOAA fisheries 2010).

Tabell 1. Den procentuella fördelningen (%) transient och residentspäckhuggare spenderar i vardera aktivitet. Ca 2000 observationstimmar av residents och ca 500 observationstimmar av transients visar en signifikant skillnad mellan de två späckhuggarpopulationernas beteenden ($P < 0,05$). Omgjord efter Saulitis *et al.* (2000).

	Vila < 4 km/h	Färdas > 6 km/h	Foragering	Socialisering
Transient	4.1	38.5	50.0	7.4
Resident	17.6	35.2	35.5	11.7

Späckhuggare som art är inte anpassad för *en* specifik miljö men de olika ekotyperna är anpassade. De förekommer både i tempererade- och ishav och kan även leva i sötvatten (Morisaka & Connor 2007). Späckhuggarna har, förutom människan, den största utbredning av alla däggdjur i världen (Seaworld 2010) (Figur 2). Eftersom deras habitat är så varierande breddar de sin diet, de äter de byten som är mest tillgängliga under olika säsonger och migrerar även med dem. Det är viktigt att späckhuggare har alternativa byten eftersom varken stora valar eller små däggdjurspopulationer ensamma kan tillgodose energibehovet hos en population. Det skulle krävas för många individer från bytespopulationerna om de bara åt en bytesart. Dessa skulle bli utplånade och i sin tur också späckhuggarna (Estes *et al.* 2009). När en födokälla börjar avta byter de till en annan t.ex. tvingades de byta från val till mindre marina däggdjur p.g.a. människans överfiske av val i mitten på 1900-talet (Springer *et al.* 2008). Dock händer det aldrig att transients skiftar från däggdjur till fisk eller att residents byter från fisk till däggdjur.



Figur 2. De mörka områdena visar de olika späckhuggarekotypernas utbredning över världen. Från American Cetacean Society (2010) med tillstånd från upphovsrättsinnehavaren.

Grupplevande djur

Späckhuggare är sociala djur som lever i grupper (populationer) om 10 upp till 40 individer, de måste få i sig 2,5-5% av sin kroppsvikt varje dag för att kunna överleva, i vissa fall går flera små populationer ihop i en stor grupp för att kunna foragera bättre men bara under korta perioder, t.ex. vid attacker på stora valar. Grupperna är matriarkat och består av en hona och hennes döttrar, ibland även någon son (Ward *et al.* 2009). Skydd av kalvar och foragering kräver större grupper än den storlek där man får i sig mest energi per tidsenhet (Baird & Dill 1996). Späckhuggarna har ingen speciell reproduktionssäsong men en del hanar producerar mer koncentrerad sperma under våren jämfört med vintern (Robeck & Monfort 2006). Honorna kan reproducera sig från att de är i 10-18 års ålder och får sedan en kalv vart femte år fram tills de är 35-45 år (Brault & Caswell 1993).

Späckhuggare är s.k. k-selektiva djur, de investerar mycket tid och energi på få avkommor istället för att producera flera stycken och ha mindre ungvårdnad (Elasmo research 2010). När honorna i en grupp har nått den ålder då de inte kan reproducera sig längre hjälper de till med ungvårdnaden och kan leva i flera år till (> 10). De yngre, könsmogna honorna lär sig av de äldre hur man lever under svåra förhållanden. De äldre honorna får på så sätt en viktig roll då de ökar individernas fitness i gruppen (Brault & Caswell 1993). De könsmogna honorna kan även komma att ha kortare intervall mellan sina kalvar, vara reproduktiva längre och få en högre fekunditet när de får hjälp med ungvårdnaden (Ward *et al.* 2009). Föröreningar, förstföderskor eller kalla vintrar kan vara bidragande orsaker till att 40% av kalvarna dör under de första sex månaderna (Ritchie & Johnson 2009).

Späckhuggare brukar kallas havets vargar för att de jagar föda tillsammans, då de använder sig av ljud och ekopejling (beskrivs i strategier). Varje population utvecklar sin speciella jaktstrategi som sedan lärs in genom generationer, de känner dessutom igen individerna som är i samma grupp när de ger ifrån sig ljud (National Geographic 2010a). Späckhuggare är effektiva predatorer, en attack på knubbsäl lyckas (ger föda) 9 av 10 gånger. En attack på ett sjölejon lyckas hälften av gångerna men även det är en imponerande statistik då sjölejon under attack kan bli aggressiva (Ford *et al.* 1998). Beroende på vilket område späckhuggarna befinner sig i specialiserar de sig på olika byten (National Geographic 2010a).

Transient ekotyp

De späckhuggare som flyttar runt mellan olika födoplatser har en ryggfena som är ganska rak och spetsig (Figur 3). De förekommer mest runt Alaska och ner till Kalifornien.

Resident ekotyp

Befinner sig mest runt kusten vid British Columbia utanför Vancouver. Deras fena är mer krökt upptill och rundad i spetsen.



Figur 3. Skillnaden mellan ryggenor och ryggläckar på två späckhuggarekoter, transient till vänster och resident till höger. Omgjord efter Russian orca (2010).

Off-shore ekotyp

De helt pelagiska *Off-shore* späckhuggarna verkar vara en blandning av de två andra undergrupperna. Forskarna tror att de äter fisk, de förekommer i stora grupper, större än residents, i samma områden som transients. *Off-shore* späckhuggarna kommunicerar mycket, liksom transients (Jones 2006). De färdas mycket längre sträckor än någon av de andra ekotyperna, ca 4500 km under en förflyttning. Även om *off-shore* späckhuggare förekommer i samma områden som transients och residents ibland, interagerar de inte. Man har lyckats identifiera 211 stycken *off-shore* späckhuggare vilket anses vara långt under det verkliga individantalet (Orca network 2010). Utöver det finns det inte mycket information om dem, just för att de är helt pelagiska är de svåra att studera.

Tabell 2. Skillnader mellan resident- och transientspäckhuggares beteende och morfologi. Omgjord efter Baird *et al.* (1992).

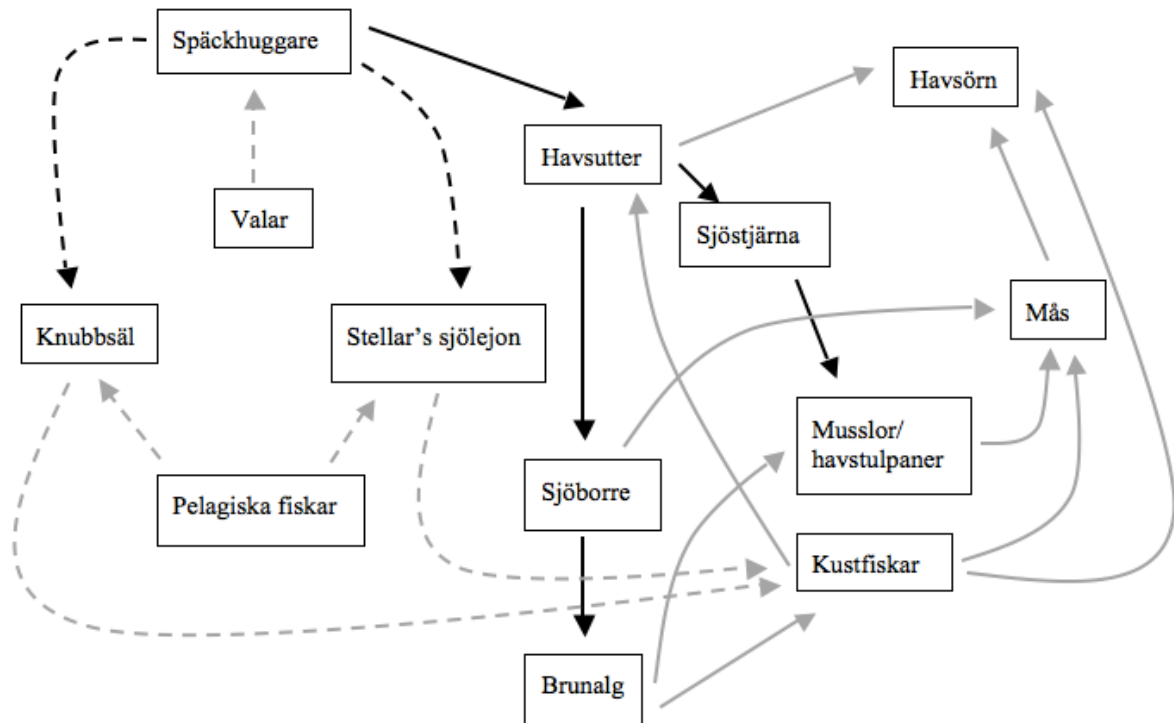
	Residents	Transients
Gruppstorlek	stor (3-80)	liten (1-15)
Lämnar modergruppen	nej	ja
Säsongsförekomst	laxtider	oförutsägbart
Födoområde	djupt vatten	grunt vatten
Varaktighet på dyk	kort, konsistent	lång, variabla
Ekopejling under jakt på föda	ja	nej
Bytesdjur	fisk	marina däggdjur
Bytesstorlek	små	stora
Delar på bytet	vanligtvis inte	oftast
Ryggfläck ¹	stor, diffus kant	liten, skarp kant
Fena ²	böjd längst upp, rundad i spetsen	spetsig

¹Russian orca 2010.

²Killer whale centre 2010.

Strategier hos späckhuggare och dess byten

Trots att späckhuggare inte har några naturliga fiender kan de ändå hållas nere i antal. Bottom-up kontroll betyder att de begränsas av tillgång på byten (Figur 4). Späckhuggarnas roll i denna födoväv är att den utövar top-down kontroll genom sin position som toppredator.



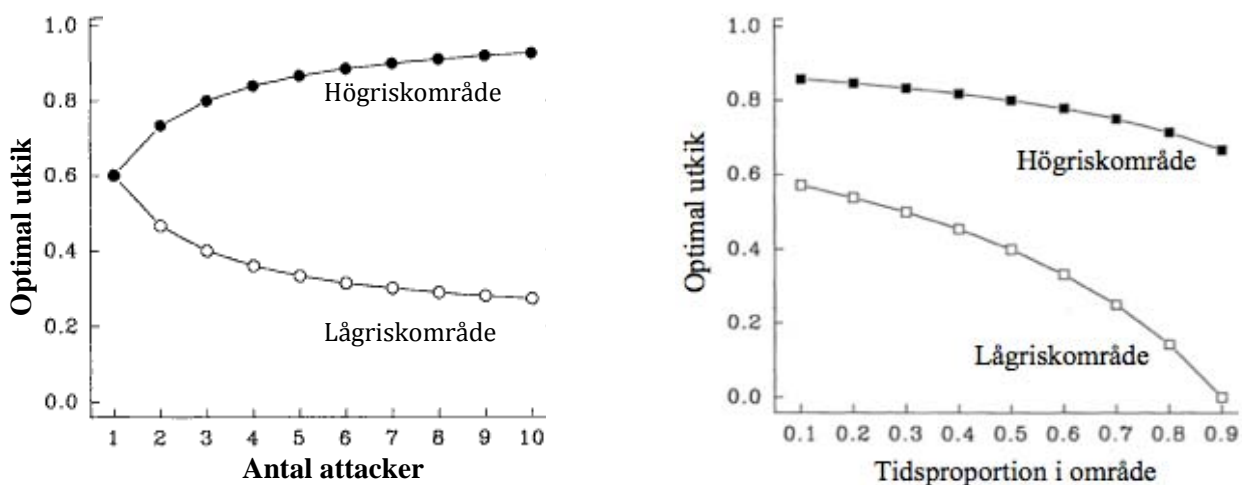
Figur 4. Födoväv med fyra trofinivåer som mest, med späckhuggare i toppen. De gråa linjerna visar bottom-up kontroll, där tillgång på byten begränsar nivån ovanför, de svarta linjerna visar top-down kontroll, där predation begränsar och de streckade linjerna visar antagna interaktioner. Omgjord efter Estes *et al.* (2009).

Späckhuggare äter havsuttrar, *Enhydra lutris*, när detta sker sätter det igång en kedjereaktion som orsakar en trofisk kaskad; när utterpopulationerna minskar kommer inte sjöborrepopulationer att kunna hållas nere och då äter sjöborrarna upp för mycket brunalg i habitatet. Dessa brunalger är i sin tur habitat till flera andra arter som riskerar att försvinna eller minska i antal (Estes *et al.* 2009). För hård predation på havsuttrarpopulationer får konsekvenser både ner och upp i näringskedjan, det visar att havsuttrarna är en nyckelart (Estes *et al.* 2009). Konsekvenser uppåt i näringskedjan är att kustfiskar begränsas av tillgång på brunalg och havsuttrar påverkas för att kustfisken minskar och indirekt begränsas späckhuggarens föda.

Predatorn och bytets agerande i interaktionen beror på hur den andra agerar, de påverkar varandras beteenden (Srinivasan *et al.* 2010). Predatorn måste undvika onödiga risker och bedöma om bytet är värt den energi som går åt för att fånga det. Predatorer gör ofta falska attacker på byten (harassment), det förvirrar och stör dem när de äter och tillslut kommer bytet inte vara lika uppmärksam vilket gör det enklare att fånga det eftersom det blir svårare att förutse predatorns beteende (Ford *et al.* 1998). Späckhuggare använder sig av överraskningsmoment när de attackerar sitt byte, eftersom en jakt tröttnar ut båda parter kommer chansen att predatorn fångar bytet att minska ju längre späckhuggaren stannar i systemet (Wolf & Mangel 2007).

Bytesstrategier

Hungern är en viktig faktor för hur riskbenägen bytet är att vistas på farliga områden där det kan finnas predatorer. Det finns en trade-off (avvägning) mellan risken att svälta och bli prederad. Djur under predation utvecklar ett så kallat anti-predator beteende, d.v.s. olika sätt att undvika predatorer såsom gift, bepansring eller flykt (Kats & Dill 1998). Det kräver tid och energi att uppehålla ett sådant skydd eller beteende, därför kan anti-predator beteenden minska istället för att öka i uppenbart farliga platser, högriskområden, där attacker sker ideligen (Figur 5). Bytet vet att det finns en stor risk att dö och lägger all fokus på att äta så mycket som möjligt istället för att slösa forageringstid på att hålla utkik efter predatorer (Wolf & Mangel 2007). Vid högriskområden där attacker sker då och då kan bytet välja att gömma sig och vänta ut predatorn (Lima & Bednekoff 1999). Djur reagerar snabbt på förändringar i predationsrisk över tid, alla beslut ett bytesdjur gör påverkas av hur stor risken är att stöta på en predator (Lima & Bednekoff 1999) (Figur 5).



Figur 5. T.v. Hur mycket bytet *förväntas* hålla utkik efter predatorer i ett hög- (svarta cirklar) och ett lågriskområde (vita cirklar) som en funktion av hur många attacker som sker. T.h. Hur mycket utkik bytet håller i vardera område, ju längre det befinner sig däri. Omgjord efter Lima & Bednekoff (1999).

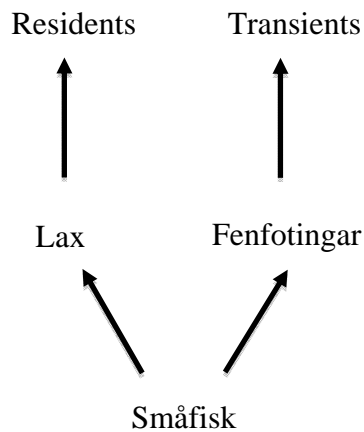
Predatorstrategier – späckhuggare

Späckhuggarna har tre olika ljud som de ger ifrån sig; ekopejling, visslingar och pulserade signaler (Ford 1989). När de använder sig av ekopejling ger de ifrån sig ett läte som fortsätter tills det studsar emot något, späckhuggarna lyssnar således efter ekon och navigerar eller finner byten på det sättet. Visslingar används när de kommunicerar med varandra och de pulserade lätena är olika i varje population av späckhuggarekotyperna, en slags "dialekt" (NOAA 2010). Hur mycket späckhuggarna kommunicerar beror på vilket byte de jagar (Deecke *et al.* 2005).

Forageringsstrategi – transients och residents

De strategier som tränats fram och som är fördelaktiga för att fånga ett slags bytesdjur, kan vara det som gör att man inte kan fånga andra bytesdjur. Späckhuggarna måste bl.a. lära sig var bytet befinner sig, vart det migrerar och deras försvarstaktiker. Det tar för lång tid att bemästra flera jaktstrategier då de lärns ner genom generationer, därför födonischar sig späckhuggaren (Baird *et al.* 1992) (Tabell 2).

Ca. 90% av *residents* diet består av kungslax, *Oncorhynchus tshawytscha*, vilket gör att det finns en indirekt interaktion mellan transients och residentspäckhuggare, då "fenfotingar" (säl och valross) äter småfisk (Baird *et al.* 1992) (Figur 6). Det sker indirekt mutualism mellan de två späckhuggarpopulationerna, en ökning i densitet i den ena populationen kommer att resultera i en densitetsökning i den andra populationen också (Figur 6).



Figur 6. Födoväv som binder ihop resident och transientspäckhuggare. Fenfotingar påverkar lax indirekt genom att äta upp mindre fisk. Transients påverkar indirekt residents genom hur många fenfotingar de äter. Omgjord efter Baird *et al.* (1992).

Marina däggdjur - transients

Transients äter marina däggdjur, t.ex. säl, utter och val. Dessa byten kan inte andas under vatten och håller sig närmare ytan då de socialiserar (Baird *et al.* 1992). De har även välutvecklad hörsel och kan höra späckhuggarna kommunicera på långt håll under vatten, de kan då förvarna sin flock och förhoppningsvis slippa undan predatorn (Deecke *et al.* 2002). Lukten av predatorer i vatten ger också bytena tillräckligt med information för att använda anti-predatorbeteende (Kats & Dill 1998). Ett ex. på när predator och byte samevolverar är att späckhuggarna, främst transient som äter marina däggdjur, format intensiteten på sin vokala kommunikation och sin andning efter sitt bytes förmåga att höra under vatten (Baird *et al.* 1992). Delfiner och tumlare hör bra på höga frekvenser, som hörs över kortare avstånd, medan sälar och sjölejon hör bra på låga frekvenser (Deecke *et al.* 2005). Det betyder att om transients ska kunna kommunicera ostört utan att deras byten ska märka vad som pågår behöver späckhuggarna antingen höja eller sänka frekvensen avsevärt. De har då begränsat kommunikationen för att inte bli upptäckta innan de är inom räckhåll av bytet och kan attackera. Tumlare har utöver att vara snabba utvecklat ett läte (NBHF clicks) som ligger ovanför det intervall späckhuggare hör, för att undkomma dem (Morisaka & Connor 2007).

Transientspäckhuggare har utvecklat sina jaktstrategier över flera år, fisk behövs därför inte längre som föda (Ford *et al.* 1998). Späckhuggare har setts attackera fåglar men forskare tror att det är ett sätt för kalvar att lära sig jakttekniker eftersom det är kalvar som oftast fångar fåglar (Matkin & Dahlheim 1995). Små grupper av transients äter sälar medan stora grupper attackerar sjölejon och delfiner, en attack kan vara mellan 5 min (knubbsäl) upp till 2,5 timme (sjölejon) (Ford *et al.* 1998). När en grupp späckhuggare attackerar större byten, t.ex. val, har de bättre chans att lyckas om gruppstorleken är större än genomsnittet. Dock är det inte lika lätt att smyga sig på bytet om man är en stor grupp och dessutom får varje individ en mindre ranson mat. Detta kan vägas upp genom att en stor grupp kan hjälpas åt att hålla kroppen vid ytan längre och därmed förlänga sitt födointag (Guinet *et al.* 2000).

Delfiner och tumlare

När en Peales delfin, *Lagenorhynchus australis*, upptäcker späckhuggare tar den sig till så grunt vatten som möjligt (< 10 m) och väntar ut den. Späckhuggaren följer efter så långt den kan och väntar ett tag innan den beger sig vidare (Srinivasan *et al.* 2010). Detta kallas för ”waiting game” då späckhuggaren inte vet om delfinen kommer att komma ut den närmaste tiden, det kan gå åt mycket forageringstid genom att vänta ut bytet. Bytet vet i sin tur inte hur länge späckhuggaren är kvar och det kan hända att den går ut för tidigt från sitt gömställe och attackeraras.

Späckhuggare fångar och äter hellre knobbsäl än delfiner och tumlare eftersom det går åt mer energi att fånga dem. Jakt på delfin och tumlare är längre, mer intensiv och sker delvis i luften (Saulitis *et al.* 2000). Dessutom lyckas en jakt på tumlare 60% av gångerna, vilket är lägre än om de skulle jaga knobbsäl (Ford *et al.* 1998).

Haj

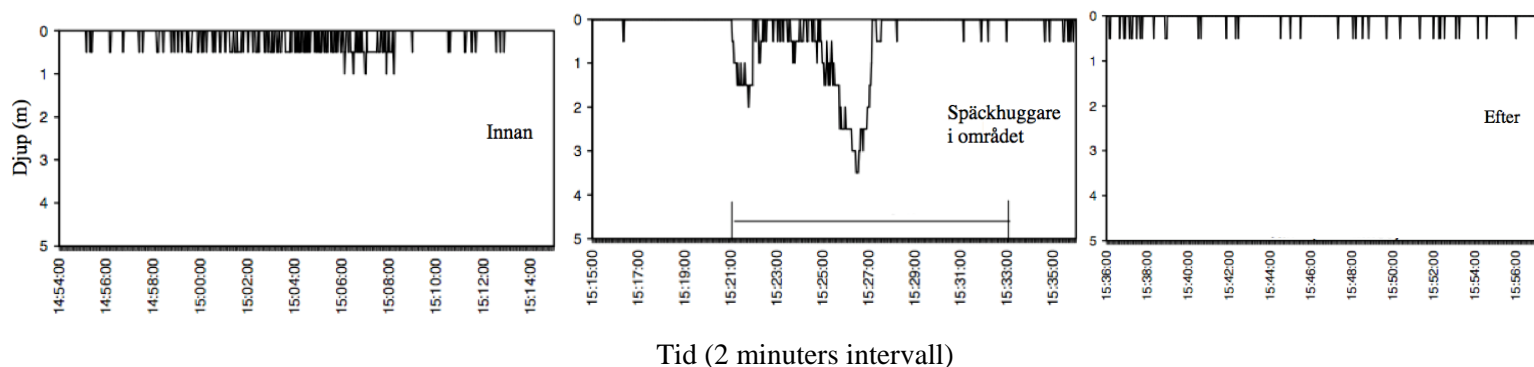
När en späckhuggare attackerar en haj använder den sig av tonisk orörlighet (tonic immobility), vilket gör att hajen hamnar i dvala och blir helt orörlig (Davie *et al.* 1993), när ett djur läggs i en onaturlig position sker tonisk orörlighet, motoriken försvinner. Späckhuggaren attackerar hajen från sidan och vänder den upp och ner, då behöver den inte oroa sig för att hajen ska försvara sig. Späckhuggare har setts attackera och äta vithaj, *Carcharodon carcharias*, på detta sätt (National Geographic 2010b).

Sjölejon

De sjölejon späckhuggare oftast äter är Steller's sjölejon, *Eumetopias jubatus*, de ger mycket mat men det finns även risker med att jaga sjölejon eftersom hanar kan bli mycket aggressiva och stora (Saulitis *et al.* 2000). När de attackerar ett sjölejon bildar späckhuggarna stora grupper och turas om att ramma sjölejonet tills det är svagt nog att dränkas (Ford *et al.* 1998). För att undkomma predationsförsök av späckhuggare tar sig sjölejon upp på stranden eller flyr i tätsimmande grupper med honor och kalvar närmare stranden och grupper av hanar runt om dem (Permyakov & Burkanov 2009).

Säl

Knobbsälen, *Phoca vitulina*, är transient späckhuggarens vanligaste föda i ishaven (Ford *et al.* 1998). En späckhuggare behöver ungefär 3 sälungar per dag för att överleva, de fångar sälarna genom att simma in till stranden när det är flod och attackera vid strandbränningen. De tar sats och kastar sig upp på land, vilket kräver precision och timing eftersom det annars kan sluta i att späckhuggaren strandar och dör av uttorkning och sin egen kroppsvikt. En säl ute till havs som märker att det finns späckhuggare i närheten tar skydd nära botten så länge späckhuggarna befinner sig vid ytan, vilket är både tids- och energikrävande och kan därför klassas som anti-predator beteende (Womble *et al.* 2007) (Figur 7). Både vid nord- och sydpol kan sälarna ta skydd på isblock, späckhuggare simmar då, efter klartecken från ledaren i flocken, bredvid varandra i linje mot sälen och skapar en våg som sköljer av den från isblocket (Animal Planet TV 2010).

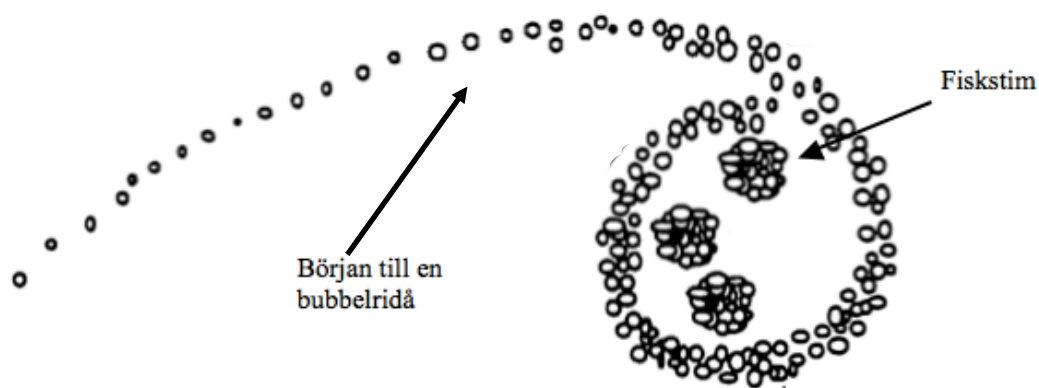


Figur 7. De svarta strecken är hur djupa dyk knubbsälen gör och hur länge den befinner sig under ytan när det inte finns predatorer (vänster), när det finns späckhuggare i närheten (mitten) och då späckhuggarna lämnat platsen (höger). Omgjord efter Womble *et al.* (2007).

Fisk - residents

Då residentspäckhuggare jagar fisk sprider de ut sig med kilometers avstånd, de formar stora grupper där honor och ungar är i mitten och hanarna utmed kanterna. Eftersom fiskar inte hör lika bra som däggdjur gör under vatten kan späckhuggarna kommunicera med varandra utan problem (Ford *et al.* 1998). Residents har ingen maxstorlek på sina grupper eftersom laxstim oftast är väldigt stora (Baird *et al.* 1992). Ska man jaga lax bör man ha erfarenhet av hur de migrerar och deras överlevnadsstrategier för att kunna överlista dem (Ford *et al.* 1998). Även strömming, *Clupea harengus*, är en stor födokälla för späckhuggarna, de simmar och lyssnar efter ljud från dem och när de hittat ett stim försvagar de fisken genom att slå med stjärten under vatten (tail-slapping) eller blåsa bubblor (Simon *et al.* 2007) (Figur 8).

Simon *et al.* (2007) menar att späckhuggarna slår bytet med stjärten för att det är enklare för dem, småfiskar kan röra sig snabbare och göra snävare svängar än späckhuggarna. För att inte jaga enstaka fiskar och slösa energi slår de till med stjärten i ett stim då de kan fånga fler än de kan med munnen. Exakt hur slagen påverkar bytet är inte klarlagt än men det tros vara tryckförändringar och en fysisk inverkan, strömmingen blir förvirrad och förlorar sin simförmåga, ibland under en kort period (under 1 minut) men i vissa fall återhämtar sig inte strömmingen.



Figur 8. Bubbelridån görs som en cirkel runt fiskstimmen. Den fungerar som en barriär för fisken, de kan bara simma upp mot ytan och späckhuggarna kommer underifrån och äter dem. Omgjord efter Sharpe (1984).

Fiskars skyddsstrategi mot späckhuggare är att stimmen går ner på djupet (> 20 m), där späckhuggarna inte använder "tail-slapping" (Simon *et al.* 2005). Stimmet ökar hastigheten och simmar i zick-zack när de får syn på en späckhuggare, då predatorer oftast attackerar rakt på (Baird *et al.* 1992). Maxhastigheten hos fiskar är beroende av temperatur, när den sjunker gör även maxhastigheten det. Hos marina däggdjur spelar temperaturen inte lika stor roll, späckhuggarna har på så sätt en fördel mot fisk i kalla vatten, däremot kan späckhuggarna inte accelerera lika snabbt som småfisk (Domenici 2001). Byten kan undankomma en predator som är snabbare än dem om de kan göra snävare svängar. Även fiskar adapterar till den miljö de lever i, pelagiska fiskar som t.ex. tonfisk har större svängradie och måste slå flera gånger med stjärtfenan för att svänga än fiskar som lever i korallrev (Domenici 2001).

Späckhuggarens hotbild

Späckhuggare kan klassificeras som hotad och förekommer på rödlistor för utrotningshotade djur men det finns delade meningar om hur allvarliga läget är, vissa säger att en del späckhuggarpopulationer är utrotningshotade, andra att de är helt utarmade (Lusseau *et al.* 2009). Jag tänkte inrikta mig på de hot som mänskliga aktiviteter och sjukdomar utgör för späckhuggare.

Mänskliga aktiviteter

Ljud från människor så som marina övningar, vattenkraftverk och båtar påverkar marina däggdjur. Ljud propageras olika bra i vatten beroende på t.ex. salinitet, temperatur och djup vilket gör det svårt att mäta ljudtransmission och på så sätt veta om ljudet är skadligt eller inte (Bailey *et al.* 2010). Ljud från när man driver ner pålar i marken för att bygga hus (pile-driving) vid vattenturbiner kan komma att påverka både beteende och hörsel hos marina däggdjur (Bailey *et al.* 2010). "Pile-driving" ljud hörs på upp till 70 km avstånd och flasknosdelfiner, *Tursiops truncatus*, höll ett avstånd på 50 km i ett experiment. Resultaten visade att det var skadligt för flasknosdelfinen att vistas inom 100 meters avstånd från vattenkraftverket (Bailey *et al.* 2010).

Även om ljudet inte är direkt dödligt för marina däggdjur kan våra försök att utvinna energi ur haven driva bort arter från bra habitat och därmed indirekt vara skadliga. Ljuden kan även dölja kommunikation mellan flasknosdelfin från 10-15 km avstånd (Bailey *et al.* 2010). Utöver det kan ljudet från "pile-driving" dölja naturliga ljud i omgivningen, däggdjuren kan då missa detektion av ett byte eller en predator. Skadas en späckhuggares hörsel kommer kommunikation och navigering att påverkas (Bailey *et al.* 2010). Ca 900 valar och delfiner har under de senaste 10 åren skadats eller dött p.g.a. ljud från mänskliga aktiviteter (Bright Hub 2010). I de fall djuret har dött var orsaken att det inte hört en båt som kom och då blivit överkört. Båtar av alla slag; turist, forskning och färjor, påverkar foragering och beteende hos späckhuggare (Lusseau *et al.* 2009).

Spridning av föroreningar är ett annat hot mot späckhuggare. Honor för över toxiner till sina kalvar genom bröstmjölken, detta gör att hennes nivå av föroreningar sjunker medan kalvens förhöjs (Krahn *et al.* 2009). Ju mer toxiner en späckhuggarpopulation har desto mer sårbar är den för epidemier och patogener (Guimaraes *et al.* 2007). Även överfiske från människans sida har tvingat späckhuggare att migrera och byta födokälla.

Sjukdomar

Guimaraes *et al.* (2007) gjorde simuleringar på transientspäckhuggare där det fanns några individer som kom från grupper som normalt inte vistades där experimentet gjordes, dessa sågs som potentiella sjukdomsbärare. Epidemier upptäcktes inte förrän de infekterat en stor andel i populationen. Eftersom späckhuggarpopulationerna är så sammansvetsade sprids sjukdomar lätt, i simulationerna blev upp till 90 % av späckhuggarna i en population infekterade och i observationer av riktiga fall har det varit ännu fler (Guimaraes *et al.* 2007). De individer forskarna anser man bör hålla under uppsikt är mogna honor, de interagerar med ett stort antal späckhuggare i en population och träffar även sin avkomma efter den lämnat hennes sida och populationen, på så sätt kan sjukdomar föras över mellan grupper. Könsmogna honor är en bra startpunkt för en epidemi, de bör undersökas regelbundet för att förhindra att en epidemi bildas (Guimaraes *et al.* 2007).

Diskussion

I min diskussion utgår jag från frågorna jag hade i inledningen men i en annan ordning.

Späckhuggaren som nyckelart? Jag skulle inte benämna späckhuggaren som en nyckelart även om de påverkar näringsvävar starkt. När de äter havsutter, som är en nyckelart, får det indirekt oproportionerligt stora konsekvenser men att ta bort späckhuggaren från en näringsväv ger inte lika stora konsekvenser som om man tar bort havsuttern. Då späckhuggare äter mycket havsutter kommer brunalghabitaten att minska, eftersom dessa är habitat för många fiskarter kommer späckhuggaren vara ansvarig för en minskning i biodiversitet. I andra fall, t.ex. när en art är på väg att uttömmas byter späckhuggarna till en annan bytesart och indirekt bidrar de till biodiversitet genom att låta den arten återhämta sig istället för att utarma den helt. De uppehåller alltså inte biodiversitet genom indirekt mutualism.

Späckhuggares jaktstrategier? För att maximera sitt energiintag har späckhuggare format sin vokala intensitet så att byten inte kan höra dem, dessutom har de utvecklat noggranna jaktstrategier för sina olika byten så som att jaga i grupp eller kasta sig upp på stranden. De olika strategierna kräver precision och därför fokuserar späckhuggarna oftast på en sorts jaktstrategi. Den optimala storleken för späckhuggarpopulationer för att varje individ ska få i sig så mycket energi som möjligt per tidsenhet är tre stycken per grupp.

Späckhuggare kan ha evolverat så att olika populationer har nischat in sig på ett specifikt byte för att undvika inomartskonkurrens. De har dessutom spridit ut sig i alla hav för att kunna bredda sin diet så mycket som möjligt.

Då det inte finns några genetiska hinder för späckhuggarna att fortplanta sig med de andra populationerna som vistas i samma område har det uppkommit en beteendebarrriär mellan dem. Eftersom jaktteknikerna lärs ner genom generationer skulle det kanske vara olönsamt att interagera med en späckhuggare från en annan population då denna jagar på ett annat sätt och man måste lära om sig. Det kan vara en anledning till att späckhuggare inte byter från fisk till marina däggdjur.

Bytesstrategier? Jag har sammanfattat späckhuggarnas byten för olika områden i Tabell 3. Tabellen anger dels område (var i världen), vilket byte det rör sig om och vilken strategi såväl byte som späckhuggare har valt att använda. Som tabellen visar kan samma byte användas sig av olika försvar likväl använder sig späckhuggarna av olika attackstrategier för samma byte ibland.

Tabell 3. Sammanställning av späckhuggarens byten för olika områden samt predatorns attackstrategier och bytets försvarsstrategier i de olika områdena.

Område	Byte	Attackstrategi	Försvar	Ekotyp
Strait of gibraltar ¹	tonfisk	bubbelridå	djupt vatten	resident
Nya zeeland ²	rocka	bubbelridå	tagg	transient
British columbia ³	kungslax	bubbelridå	djupt vatten	resident
Ross Island ⁴	krill	tail-slapping	snäva svängar	resident
Argentina ⁵	knubbsäl	beaching	land	transient
British columbia ⁶	knubbsäl	skapar vågor	isblock	transient

¹Guinet *et al.* 2007 ²Green nature 2010 ³Ford & Ellis 2006 ⁴Ainley *et al.* 2006
⁵Ford *et al.* 1998 ⁶Animal Planet TV 2010

De gemensamma strategier späckhuggarnas byten har är att slå tillbaka (fight) eller fly (flight). De stora bytesdjuren, t.ex. delfin och valross väljer att slå tillbaka, de har en fördel i att de är stora nog och kan forma grupper och gå till motattack. De mindre bytena; fisk och knubbsäl väljer att fly då även stora grupper av dessa byten inte kan avvärja späckhuggarna utan snarare lockar till sig dem.

Späckhuggare som sociala djur?

Späckhuggares många strategier är komplexa och utarbetade i interaktionerna med bytet och det ger uttryck för att späckhuggarna är sociala djur eller i vilket fall att de har inslag av sociala beteenden. Jag hade inte väntat mig att deras strategier skulle vara så pass avancerade. Det får mig att undra om man bara det övergripande, det vore intressant att veta om det finns fler nyanser i deras strategier. Det som fascinerar mig är intelligensnivån som späckhuggarna ger uttryck för, de har en förmåga att utnyttja miljön de jagar i till sin fördel. Att de är toppredatorer råder inget tvivel om men det som förvånar är detaljerna på de olika jaktstrategierna som har finslipats nästintill perfektion.

Vidare forskning

Det vore intressant att veta om marina däggdjur vet vilka späckhuggare det är som attackerar dem. Kan de se skillnad på residents och transients eller gömmer de sig för alla späckhuggare de ser och därmed förlorar forageringstid? Off-shore späckhuggare vore intressant att veta mer om vad de gör ute till havs, om de har samma strategier som residents då de också äter fisk.

Då späckhuggarna benämns som apexpredatorer tycker jag ändå att de borde finnas något i djurvärlden som kan vara hotfullt mot späckhuggare, det vore intressant att veta vilken inverkan parasiter har på späckhuggarpopulationer. Ett intressant ämne för en annan uppsats tycker jag vore att gå in på hur späckhuggare påverkas av "kontamineringen" rent biologiskt.

Människan är med all sannolikhet späckhuggarens största hot både indirekt genom ljud, habitatförstörelse och båtar men även direkt vid fiske. Späckhuggare dödas ofta av fiskare då de ses som konkurrenter i jakten på lax och tonfisk. Förr i tiden fiskade människan för mycket val, detta tvingade späckhuggaren att byta diet. Havsutter jagades för sin päls (Estes *et al.* 1998) så även detta byte fick uteslutas från späckhuggarens föda. Då späckhuggarna kan verka vara djur som ligger på toppen av näringskedjan och tömmer arter innan de byter till en annan är de bara ännu en i raden av djur som tvingats anpassa sig efter människans utarmning av arter.

Tack

Katariina Kiviniemi Birgersson, Oscar Hagberg, Erik Hartwig och Svante Brunåker för fräscha idéer och konstruktiva kommentarer under uppsatsens gång!

Referenser

- About 2010. What is a keystone species? WWW-dokument:
<http://animals.about.com/od/animalswildlife101/f/keystonespecies.htm>. Hämtad 2010-11-03.
- American Cetacean Society 2010. Killer whale range map. WWW-dokument:
<http://www.acsonline.org/factpack/orca/kidDistribution.html#map>. Hämtad 2010-12-09.
- Animal Planet TV 2010. Orcas attack seal. WWW-dokument:
<http://www.youtube.com/watch?v=p3xmqbNsRSk>. Hämtad 2010-11-22.
- Bailey H, Senior B, Simmons D, Rusin J, Picken G, Thompson PM. 2010. Assessing underwater noise levels during pile-driving at an offshore windfarm and its potential effects on marine mammals. *Marine Pollution Bulletin* **60**: 888-897.
- Baird RW, Abrams PA, Dill LM. 1992. Possible indirect interactions between transient and resident killer whales – implications for the evolution of foraging specializations in the genus *Orcinus*. *Oecologia* **89**: 125-132.
- Baird RW, Dill LM. 1996. Ecological and social determinants of group size in transient killer whales. *Behavioral Ecology* **7**: 408–416.
- Begon M, Townsend CR, Harper JL. 2006. *Ecology. From individuals to ecosystems*. 4:e uppl. Blackwell publishing, Oxford.
- Brault S, Caswell H. 1993. Pod-specific demography of killer whales (*Orcinus orca*). *Ecology* **74**: 1444-1454.
- Bright Hub 2010. Detrimental effects from anthropogenic noise in marine life. WWW-dokument: <http://www.brighthouse.com/environment/science-environmental/articles/10670.aspx>. Hämtad 2010-11-23.
- Davie PS, Franklin CE, Grigg GC. 1993. Blood-pressure and heart-rate during tonic immobility in the black tipped reef shark, *Carcharhinus melanoptera*. *Fish physiology and biochemistry* **12**: 95-100.
- Deecke VB, Slater PJB, Ford JKB. 2002. Selective habituation shapes acoustic predator recognition in harbour seals. *Nature* **420**: 171–173.
- Deecke VB, Ford JKB, Slater PJB. 2005. The vocal behaviour of mammal-eating killer whales: communicating with costly calls. *Animal behavior* **69**: 395-405.
- Domenici P. 2001. The scaling of locomotor performance in predator-prey encounters: from fish to killer whales. *Comparative biochemistry and physiology a molecular & integrative physiology* **131**: 169-182.
- Elasmo research 2010. Biology of sharks and rays. One basket or many. http://www.elasmo-research.org/education/topics/lh_r_vs_k.htm. Hämtad 2010-12-09.
- Estes JA, Tinker MT, Williams TM, Doak DF. 1998. Killer whale predation on sea otters linking oceanic and nearshore ecosystems. *Science* **282**: 473-476.
- Estes JA, Doak DF, Springer AM, Williams TM. 2009. Causes and consequences of marine mammal population declines in southwest Alaska: a food-web perspective. *Royal society Philosophical Transactions Biological Sciences* **364**: 1647-1658.
- Ford JKB. 1989. Acoustic behaviour of resident killer whales (*Orcinus orca*) off Vancouver Island, British Columbia. *Canadian Journal of Zoology* **67**: 727–745.
- Ford JKB, Ellis GM, Barrett-Lennard LG, Morton AB, Palm RS, Balcomb KC. 1998. Dietary specialization in two sympatric populations of killer whales (*Orcinus orca*) in coastal British Columbia and adjacent waters. *Canadian Journal of Zoology* **76**: 1456-1471.

- Ford JKB, Ellis GM, Olesiuk PF, Balcomb CK. 2010. Linking killer whale survival and prey abundance: food limitation in the oceans' apex predator? *Biology letters* **6**: 139-142.
- Green nature 2010. What do killer whales eat? WWW-dokument: <http://greennature.com/article153.html>. Hämtad 2010-12-20.
- Guimaraes PR, de Menezes MA, Baird RW, Lusseau D, Guimaraes P, dos Reis SF. 2007. Vulnerability of a killer whale social network to disease outbreaks. *Physical Review E* **76**: 042901.
- Guinet C, Barrett-Lennard LG, Loyer B. 2000. Co-ordinated attack behavior and prey sharing by killer whales at Crozet Archipelago: strategies for feeding on negatively-buoyant prey. *Marine Mammal Science* **16**: 829–834.
- IUCN 2010. The IUCN Red List of Threatened Species, *Orcinus orca*. WWW-dokument: <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/15421/0>. Hämtad 2010-11-19.
- Jones IM. 2006. A northeast Pacific offshore killer whale (*Orcinus orca*) feeding on a Pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*). *Marine mammal science* **22**: 198-200.
- Kats LB, Dill LM. 1998. The scent of death: Chemosensory assessment of predation risk by prey animals. *Ecoscience* **5**: 361-394.
- Killer whale centre 2010. Johnstone Straight killer whale interpretive centre society. WWW-dokument: <http://www.killerwhalecentre.org/jskwics-about-killer-whales.html>. Hämtad 2010-11-22.
- Krahn MM, Hanson MB, Schorr GS, Emmons CK, Burrows DG, Bolton JL, Baird RW, Ylitaio GM. 2009. Effects of age, sex and reproductive status on persistent organic pollutant concentrations in "Southern Resident" killer whales. *Marine Pollution Bulletin* **58**: 1522-1529.
- Lima SL, Bednekoff PA. 1999. Temporal variation in danger drives antipredator behavior: the predation risk allocation hypothesis. *The American Naturalist* **153**: 649–659.
- Lusseau D, Bain DE, Williams R, Smith JC. 2009. Vessel traffic disrupts the foraging behavior of southern resident killer whales *Orcinus orca*. *Endangered Species Research* **6**: 211-221.
- MarineBio 2010. *Orcinus orca*, Orca (killer whale). WWW-dokument: <http://marinebio.org/species.asp?id=84>. Hämtad 2010-11-19.
- Matkin DR, Dahlheim ME. 1995. Feeding behaviors of killer whales in northern southeastern Alaska. D. R. Engstrom, ed. *Proceedings of the Third Glacier Bay Symposium, 1993*. Pages 246-253.
- Morisaka T, Connor RC. 2007. Predation by killer whales (*Orcinus orca*) and the evolution of whistle loss and narrow-band high frequency clicks in odontocetes. *Journal of evolutionary biology* **20**: 1439-1458.
- National Geographic 2010a. Killer whale (Orca). WWW-dokument 2010: <http://animals.nationalgeographic.com/animals/mammals/killer-whale/>. Hämtad 2010-11-09.
- National Geographic 2010b. !!Killer whale vs great white shark!! WWW-dokument: <http://www.youtube.com/watch?v=SS6NjdGLVZs>. Hämtad 2010-11-24.
- NOAA fisheries 2010. Killer whale (*Orcinus orca*). WWW-dokument: <http://www.nmfs.noaa.gov/pr/species/mammals/cetaceans/killerwhale.htm>. Hämtad 2010-11-17.
- Orca network 2010. Offshores. WWW-dokument: <http://www.orcanetwork.org/nathist/offshores.html>. Hämtad 2010-11-23.
- Permyakov PA, Burkanov VN. 2009. Interactions between killer whales (*Orcinus orca*) and Steller sea lions (*Eumetopias jubatus*) in the vicinity of Brat Chirpoev Island, Kuril Islands. *Russian journal of marine biology* **35**: 255-258.

- Ritchie EG, Johnson CN. 2009. Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology letters* **12**: 982-998.
- Robeck TR, Monfort SL. 2006. Characterization of male killer whale (*Orcinus orca*) sexual maturation and reproductive seasonality. *Theriogenology* **66**: 242-250.
- Russian orca 2010. Biology. WWW-dokument:
<http://www.russianorca.com/orcas.php?lang=en>. Hämtad 2010-12-01.
- Saulitis E, Matkin C, Barrett-Lennard L, Heise K, Ellis G. 2000. Foraging strategies of sympatric killer whale (*Orcinus orca*) populations in Prince William Sound, Alaska. *Marine mammal science* **16**: 94-109.
- Seaworld 2010. Distribution and Habitat. WWW-dokument:
<http://www.seaworld.org/infobooks/KillerWhale/habdiskw.html>. Hämtad 2010-11-11.
- Sharpe FA. 1984. Social foraging of the southeast Alaskan humpback whale *Megaptera novaeangliae*. Ph.D. dissertation, Simon Fraser University. Burnaby B.C.
- Simon M, McGregor PK, Ugarte F. 2007. The relationship between the acoustic behaviour and surface activity of killer whales (*Orcinus orca*) that feed on herring (*Clupea harengus*). *Acta ethologica* **10**: 47-53.
- Springer AM, Estes JA, Van Vliet GB, Williams T M, Doak DF, Danner EM, Pfister B. 2008. Mammal-eating killer whales, industrial whaling, and the sequential megafaunal collapse in the North Pacific Ocean : A reply to critics of Springer et al. 2003. *Marine Mammal Science* **24**: 414-442.
- Srinivasan M, Grant WE, Swannack TM, Rajan J. 2010. Behavioral games involving a clever prey avoiding a clever predator: An individual-based model of dusky dolphins and killer whales. *Ecological modelling* **221**: 2687-2698.
- Ward EJ, Parsons K, Holmes EE, Balcomb KC, Ford JKB. 2009. The role of menopause and reproductive senescence in a long-lived social mammal. *Frontiers in Zoology* **6**:4.
- Wild whales 2010. Killer whale (*Orcinus orca*). WWW-dokument:
<http://wildwhales.org/killer-whale/>. Hämtad 2011-01-12.
- Wolf N, Mangel M. 2007. Strategy, compromise, and cheating in predator-prey games. *Evolutionary ecology research* **9**: 1293-1304.
- Womble JN, Gende SM, Blundell GM. 2007. Dive behavior of a harbor seal (*Phoca vitulina richardii*) in the presence of transient killer whales (*Orcinus orca*) in Glacier Bay National Park, Alaska. *Marine mammal science* **23**: 203-208.