

# MARINE MAMMALS science education

*Expedition box*



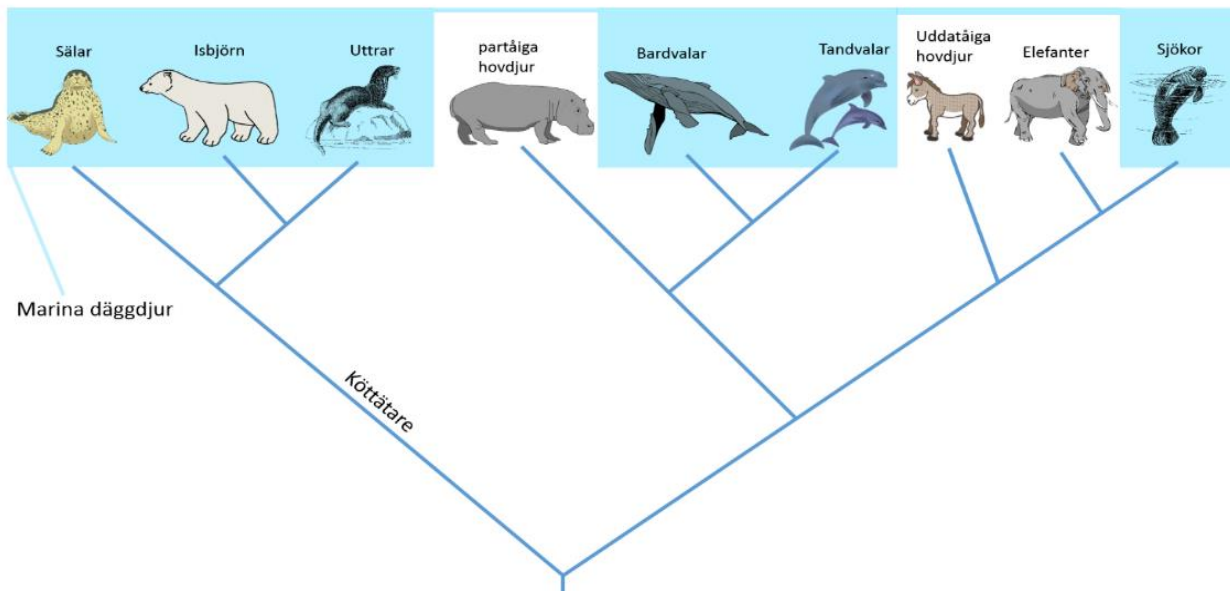
## Innehållsförteckning

- Marina däggdjur: En översikt
- Introduktion till de marina däggdjuren i norra Europa
- Dykfysiologi:
  - **Grundläggande:**
    - Hur påverkas din puls av dykning?
    - Vad händer med dina lungor när trycket ökar?
    - Hur påverkas din muskelstyrka i kallt vatten?
  - **Avancerad**
    - Dykreflexen
    - Tryck under ytan
    - Termoreglering och isolering
- Heta och nya ämnen inom vetenskapen om marina däggdjur
- Bevarande av marina däggdjur
- Plast i haven
- Mysteriespelet
- Kemikalier i havet
- Ljud i havet och dess påverkan på djur
  - Bubbelridåexperimentet
  - Bygg din egen hydrofon
- Marina däggdjur och dess interaktioner med fisket
- 3D animation av tumlare
- Undervattenslaboratorierum



Figur 1: Tre av de vanligaste marina däggdjuren i norra Europa: tumlare, knubbsäl och gråsäl.  
Ritningar av Sara Ortiz (Syddansk Universitet).

**De marina däggdjuren är** valar, sälar, sjölejon, sjökor (dugonger och manater), havsuttern och isbjörnen. Det finns nästan 130 arter av marina däggdjur.



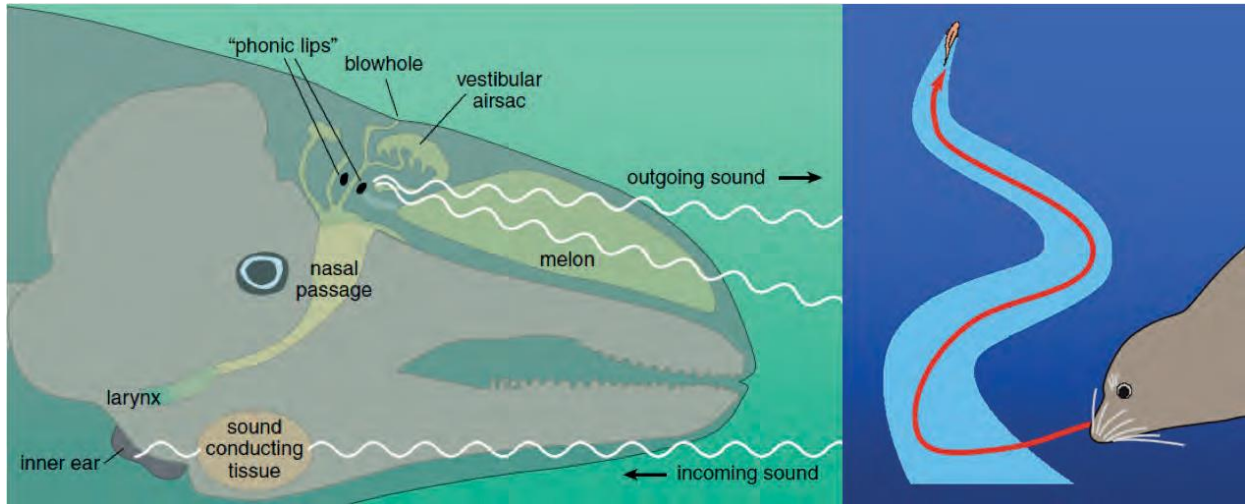
Figur 2: Evolutionsträd över de marina däggdjuren och deras nära släktingar, man kan se att marina däggdjur hur anpassat sig till ett liv i havet flera gånger oberoende av varandra, de bildar en så kallad polyfyletisk grupp.

**De levde på land**, men nu de tillbringa en stor del av eller hela deras liv i vattenmiljön. Deras förfäder hittade alltmer givande föda runt havet och därmed utvecklades anpassningar till att leva i havet. För valar startade detta för ca 40-60 miljoner år sedan. Isbjörnen är det senaste exemplet på ett däggdjur som anpassat sig till havet, för "bara" 1 miljon år sedan.

**Marina däggdjur har utvecklat specialfunktioner för att;**

- ... röra sig effektivt i vattnet
- ... dyka, hos vissa arter mycket länge och djupt
- ... bevara värme, vanligen genom tjock päls eller späck
- ... se och höra väl under vattnet

För de flesta marina däggdjur är **ljud en primär känsla**, ljudvågor transporteras mycket effektivt under vatten. Delfiner och andra tandvalar kan **ekolokalisera**: de hittar bytet genom att lyssna efter deras klick ljud som studsar på deras byten. Sälar använder sina **morrhår** för att upptäcka undervattensturbulens som genereras av simmande fisk (se figur 3).



Figur 3: Till vänster ser vi en val som använder ljud för att ekolokalisera, ljudet skapas i en speciellt utvecklad näsborre och förstärks i ett organ över käken, den så kallade melonen. Ljud som åker ut studsar på föremål och kommer tillbaka till valen, valen tar upp ljudet i underkäken som blir till vibrationen som valen kan använda för att "se" föremålet. På höger ser vi en säl som använder sina morrhår för att notera vattenturbulens från en fisk.

### Marina däggdjur livnär sig på olika typer av mat

- Bardvalar äter krill och andra smådjur.
- Tandvalar livnär sig på fisk och bläckfisk, ibland hittar de sina bytesdjur på 1-2 km djup, vissa delfiner såsom späckhuggare äter också andra marina däggdjur.
- Sälar och sjölejon livnär sig på fisk och bläckfisk. Sälar kan även äta andra marina däggdjur.
- Sjökor livnär sig på alger och marina växter, de ända marina däggdjuren som är växtätare.
- Havsutter lever på sjöborrar och musslor.
- Isbjörnen livnär sig på sälar under vinterhalvåret.

### Mänskliga aktiviteter hotar marina däggdjur på många olika sätt:

- Marina däggdjur blir bifångst i fiskeredskap.
- Marina däggdjur kan innehålla mycket höga halter av föroreningar t.ex. kvicksilver och andra tungmetaller.
- Man hittar stora mängder plast i valarnas magar.
- Vissa valar blir lätt rädda av undervattensbuller som genereras av t.ex. ekolod och båtar.



Figur 4: Tumlare i Östersjön. Foto av Annika Toth



Här presenterar vi några av de mest framstående marina däggdjuren i norra Europa, med särskild fokus på Östersjön och den Svenska västkusten. Djuren som beskrivs är tumlare, gråsäl, knubbsäl och vikare.

### Tumlare (*Phocoena phocoena*)



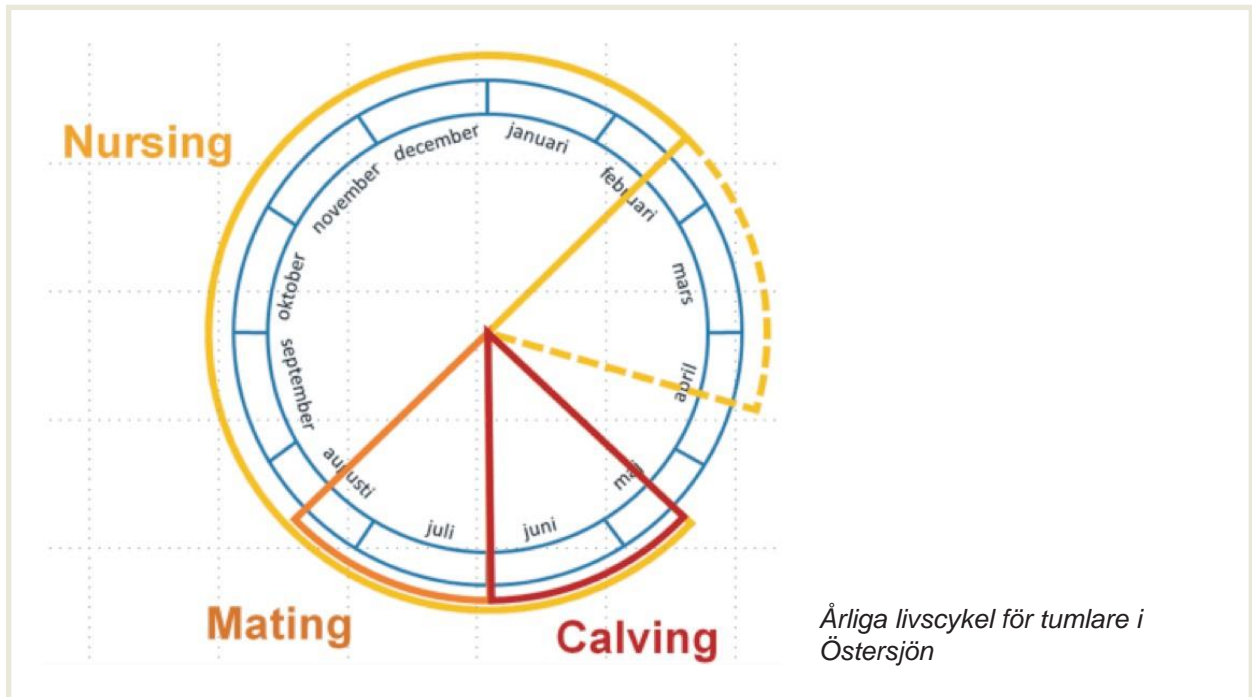
Tumlaren är en liten tandval (odontocete), som lever i tempererade och kalla vatten i norra Stilla havet, norra Atlanten och Svarta havet. Det är den enda valen som finns under hela året i Östersjön. Tumlare är främst en kustnära art, förekommer huvudsakligen på mellan 20-200 m djup; grunda vatten är viktiga som kalvnings- och omvårdnadsområden.

Tumlaren blir ca 160 cm lång och 65 kg tung, storleken skiljer sig något mellan populationer. Ryggsidan är mörkgrå, medan magen är vit, och det finns en mörk rand från hörnet av munnen till bröstfenan. Ryggfenan är låg och triangulär. Kroppsformen är ganska kort och rund, vilket begränsar värmeförlusten i kallt vatten.

Honorna är ofta något större än hanarna och når könsmognad vid äldre ålder, från drygt 3 till nästan 5 år jämfört med cirka 3 år för hanarna. Tumlare är bland de tandvalar som har kortast livslängd, de lever sällan längre än 12 år, men den äldsta som har hittas blev 23 år.

Reproduktionen är säsongsberoende, med kalvning i maj-juni och parning i juli-augusti. Honor föder en kalv nästan varje år, vilket betyder att de är gravida och ammande samtidigt största delen av sitt liv. Dräktigheten är ca 10,5 månader och kalvar diar i 6-9 månader, även om de börjar äta fisk redan vid några månaders ålder.

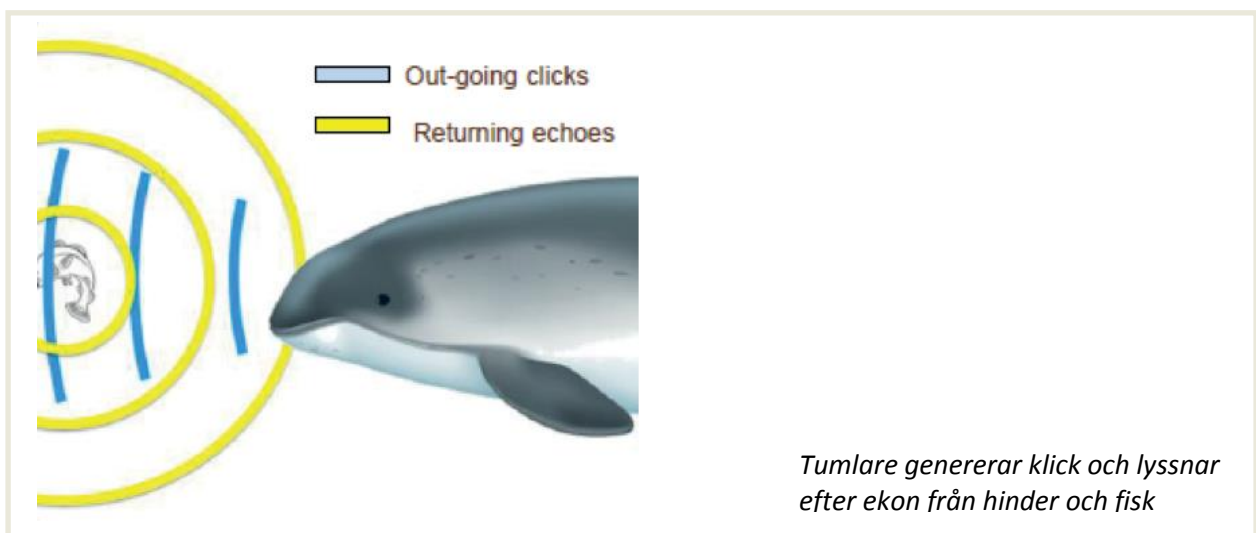
## Introduktion till de marina däggdjuren i norra Europa

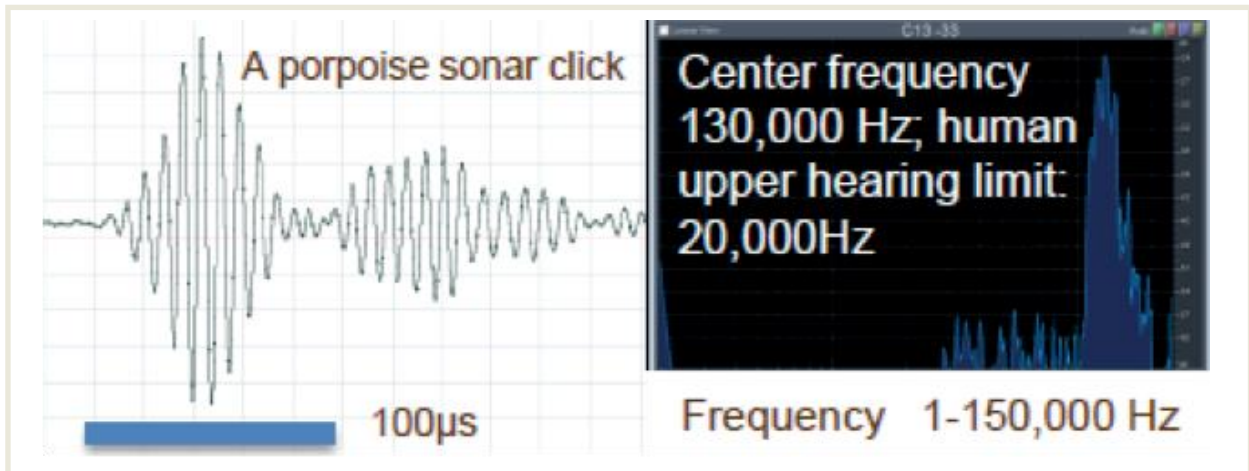


Tumlare är trots sin ringa storlek ett mycket rörligt djur. De simmar vanligen med hastigheter runt 2 km/h och kan simma upp till 58 km per dag. Tumlaren kan på så sätt ha stora revir.

Tumlare använder höga frekventa ljud för att orientera sig i sin omgivning, så kallad ekolokalisering. Tumlaren använder ljud för att lokalisera byte och eventuellt också att kommunicera. I dunkla vatten, på natten och på stora djup så förlitar tumlare sig helt på sin ekolokalisering. Deras klickande ljud genererar ljudvågor som studsar på t.ex. deras byten. Tumlaren lyssnar sedan efter ekot från bytesdjur såsom fisk och hinder i miljön.

Högsta frekvensen av tumlares klick är cirka 130 kHz och de kan upptäcka en vuxen sill upp till 40 m avstånd. Det har visats att tumlare använder sin ekolokalisering nästan kontinuerligt, även om viss dygnsvariation och enstaka lugna perioder förekommer.





Tumlaren kan dyka till minst 400 meters djup, även om de flesta dyk är grundare än 30 meter och varar mindre än en minut. Under djupare dyk antas de söka efter byten i närheten av botten eller på ett visst djup. Relativt liten kroppsstorlek gör att tumlare förlorar mycket av sin kroppsvärme till det omgivande kalla vattnet, vilket betyder att tumlaren måste konstant söka mat för att få den energi som krävs för att hålla sig varm.

Information om tumlarens jaktbeteende (som främst härletts från analyser av maginnehåll) visar att de är opportunistiska rovdjur som livnär sig främst på små stimfiskar som torsk (*Gadus morhua*), sill (*Clupea harengus*), skarpsill (*Sprattus sprattus*), smörbultar (*Gobiidae*) och tobisfiskar (*Ammodytidae*).

I Östersjöregionen så lever de på sill, skarpsill och små exemplar av torsk mätt i vikt, medan smörbultar var det mest vanligt förekommande bytesdjuret, men eftersom de sista är så små så blir de bara 5 % av det totala intaget mätt i vikt.

Tumlaren behöver äta 4-10% av sin kroppsvikt per dag. Bytesstorleken är ofta mindre än 300 mm och även om tumlare ses ibland i stora grupper så tror man att de jagar individuellt. Tumlare verkar hålla sig inom mindre områden och istället så anpassar de sin jaktstrategi till lokala miljöförhållanden som kan förändras över året.

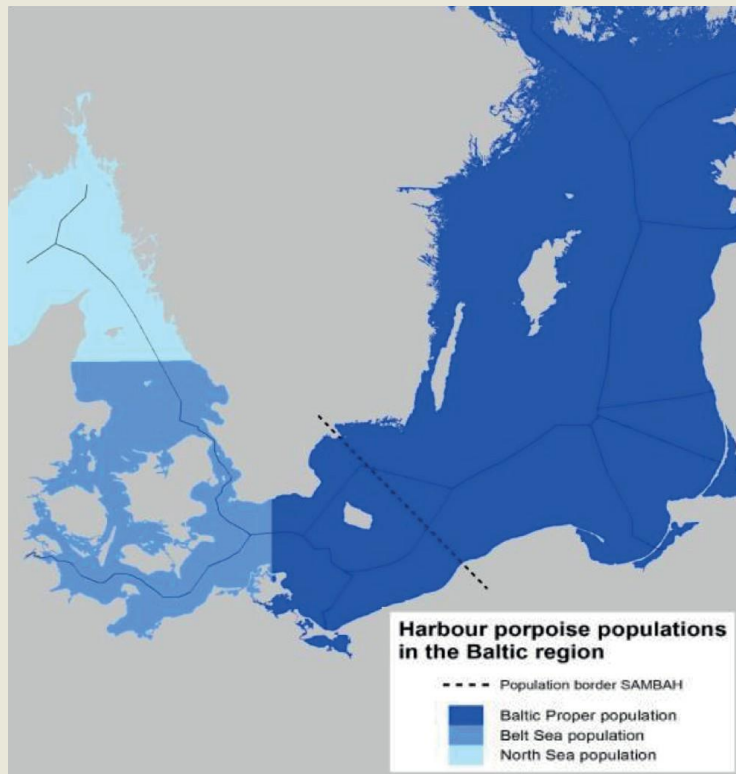
Alla tumlare i Östersjön antas tillhöra en population även om populationsstrukturen i Östersjöområdet inte är helt klart. Det finns tre tydliga populationer dock:

1. En i Nordsjön, Skagerrak och norra Kattegatt
2. En söder om första området, i den södra delen av Kattegatt och i Bälthavet, sträcker sig något in i Östersjön.
3. Sista populationen finns i resten av Östersjön, öster om den andra sydliga populationen.

Antalet tumlare i Östersjön uppskattades nyligen av Sambahprojektet till ca. 500 djur. Tidigare undersökningar gjordes 1995 och 2002 vilket uppskattade populationen på 600 individer och 93 grupper av tumlare. Östersjö subpopulationen klassificeras som akut hotad av IUCN. Tumlare skyddas i den nationella lagstiftningen<sup>1</sup> i Sverige, Finland, Estland, Lettland och Polen och anges i den nationella rödlistan i Sverige, Polen, Danmark, Estland, Lettland och Tyskland.

<sup>1</sup> Council Directive 92/43/EEC on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora





Tre populationer har identifierats i Östersjöområdet med en avgränsning i norra Kattegatt på LAT 57 ° N och en annan i sydvästra Östersjön på LON 13,5 ° E

### Hot status för tumlare i Östersjöområdet

Havsområde	Organisation	Status
Östersjön	IUCN	Akut hotad (CR)
Östersjön	HELCOM <sup>2</sup>	Akut hotad (CR)
Kattegat ("Västra Östersjön")	HELCOM	Sårbara (VU)

Det har föreslagits att det var för att undvika isen som gjorde att Östersjötumblaren migrerade genom Bälthaven, där de var föremål för kommersiell jakt, särskilt i Danmark fram till slutet av 1800-talet. I danska vatten uppskattas den totala fångsten för tumlare under 1700-1800-talet till över 180 000 djur. I polska vatten fångades mer än 700 tumlare framförallt i laxdrivgarn mellan 1922-1933, man fick bra betalt för att fånga dem.

Under första hälften av de 1900 -talet var det flera svåra vintrar, och 1929 drunknade flera hundra tumlare under isen, som senare spolades upp på stränderna i Bornholm. Under den stränga vintern 1942 dog ett betydande antal tumlare under isen öster om ön Als (Danmark).

<sup>2</sup> HELCOM: Baltic Marine Environment Protection Commission - Helsinki Commission

Även om tumlare inte aktivt jagas idag i Östersjöområdet så har den historiska jakten, svår is, införandet av nylongarn (ökade bifångsten av tumlare) samt införandet av flera typer av miljögifter fått en betydande negativ effekt på populationsstorleken.

Idag är det största hotet mot tumlare oavsiktlig fångst i fiskeredskap, främst i bottentrålning för att fånga torsk, piggar, rödspätta eller stenbit. I Östersjön är det svårt att avgöra hur stor bifångsterna är. I svenska och polska vatten så har en stor andel av bifångsterna skett på grund av drivgarn eller laxnät. Drivgarnsfiske är nu förbjudet men flera andra farliga metoder är fortfarande lagliga. Nuvarande är det inte känt hur stor bifångsten av tumlare är.

Utöver bifångster i yrkesmässiga fiskeredskap som är ett okänt antal tumlare fiskade av fritidsfisket, men det finns ingen bra information om detta.

Det finns tre huvudsakliga metoder för att minska bifångster av tumlare: minskat fiske, användning av akustiska larmanordningar så kallade pingers och användning av alternativa fiskeredskap.

Pingers har testats i ett stort antal studier över hela världen. Den övergripande slutsatsen från 14 kontrollerade pingerexperiment i Nordamerika och Europa är att pingers nästan helt eliminerar bifångst. Däremot så är det oklart huruvida tumlare skräms av pingers.

Ett problem är att pingers har visats agera som "middags klocka" för sälar. Detta är redan ett allvarligt problem i Östersjön och därför är baltiska fiskare mycket ovilliga att använda pingers. I Sverige pågår utveckling av en "säl-säker" pinger. Ljudet av denna pinger har justerats så att frekvensen är utanför sälarna hörselintervall, upp till 150 kHz vilket är den övre gränsen för tumlarens hörsel.



Tre typer av pingers: Fumunda, Aquamark och banan pinger

I Sverige utvecklas fällor som substitut för garn, detta för att minska säl relaterade skador på fångad fisk och redskap (se: Marina däggdjur interaktioner med fiske för mer information).

### Vad är skillnaden mellan delfiner och tumlare?

Delfiner och tumlare skiljer sig i deras nos, fenor och kroppsformer. Delfiner har näbbformade nosar, skär-formade ryggsfenor och längre, smalare fenor än tumlare. Även formen på tänderna är annorlunda: delfiner har koniska tänder medan tumlaren har spatelformade tänder.

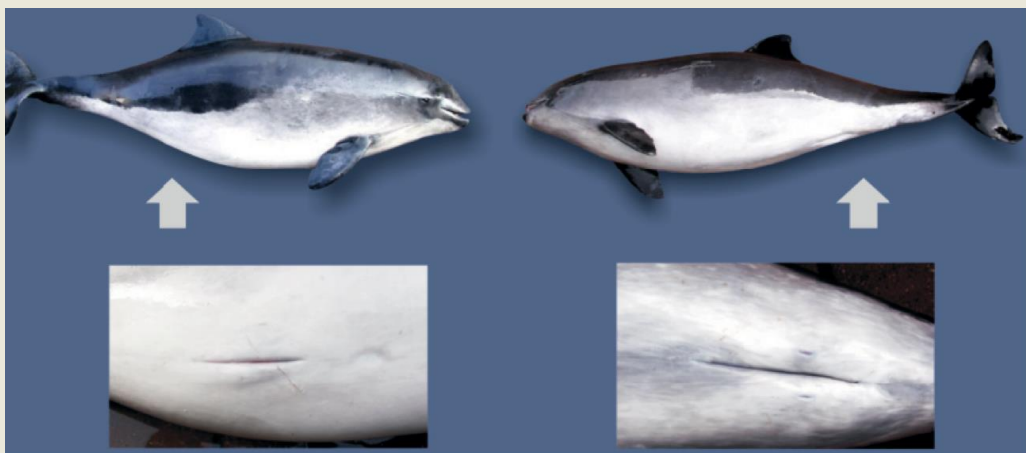
**Uppgift 1.** Ange vilket foto som visar tumlare respektive delfin



**Uppgift 2.** Markera i skisserna nedan vilka bilder som visar delfiner respektive tumlare, och markera skillnaderna dem emellan.

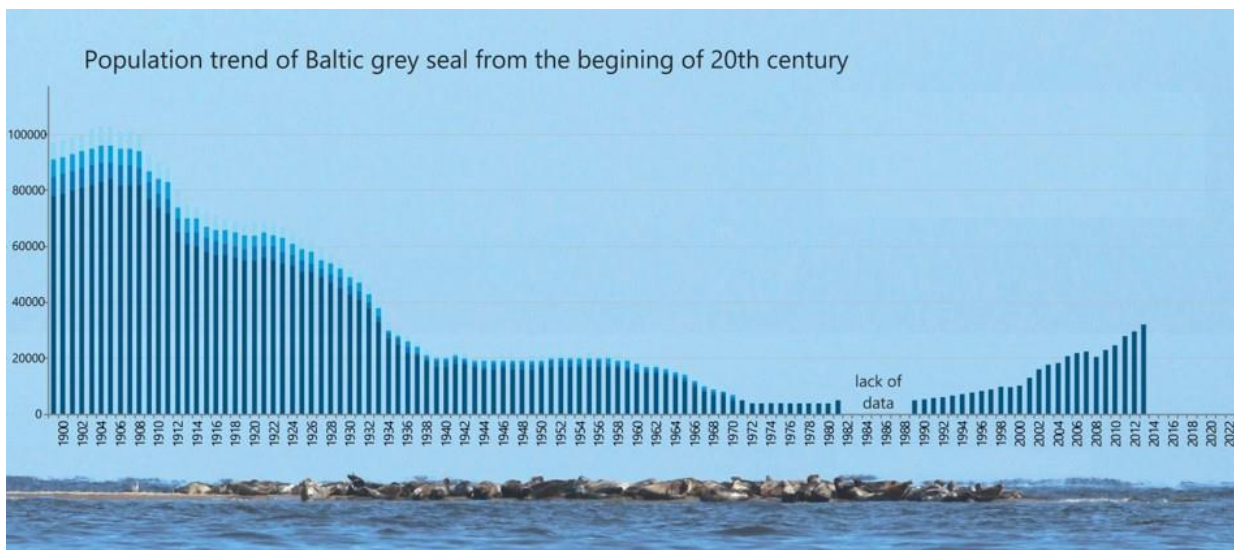


**Uppgift 3.** Ange vilket foto som visar kvinnliga respektive manliga tumlare, markera två huvudsakliga skillnader mellan dem.



## Säl

Säl är toppkonsumenter i Östersjön, de är känsliga för förändringar i det marina ekosystemet, speciellt förändringar som förekommer i lägre trofnivåer. Förändringarna orsakas av variationer i klimat och mänsklig påverkan (ex. minskande fiskbestånd, föroreningar, jakt och bifångst). På grund av deras sårbarhet för dessa problem är säl utmärkta bioindikatorer för att mäta miljötillståndet i ekosystem. Det fanns gott med säl av olika arter i Östersjön i början av 1900-talet, men på grund av intensiv jakt så försvann 80-90% av sälarna mellan 1920-1945. Miljöförstöring under 1960- och 1970-talet ledde till svår infertilitet hos vikare och gråsäl. På 1970-talet så observerade man flera missfall hos gråsäl och att endast 17 % av vikarens honor var fertila. Forskning visade ett direkt samband mellan reproduktivitet, sjukdom och föroreningar hos dessa två arter. Missfall var en av de främsta orsakerna till populationskrascherna hos både vikare och gråsäl i början av 1980-talet, populationer av båda arterna hade minskat till 3000 individer, 80 år innan (1900) hade population varit runt 100 000 individer. Populationerna kunde återhämta sig först när halterna av giftet PCB i havsmiljön minskade i slutet av 1980-talet. I dag är fertiliteten normal hos gråsäl, men fortfarande nedsatt hos vikare. Det mycket låga antalet vikare i finska viken förklaras av nedsatt fertilitet.

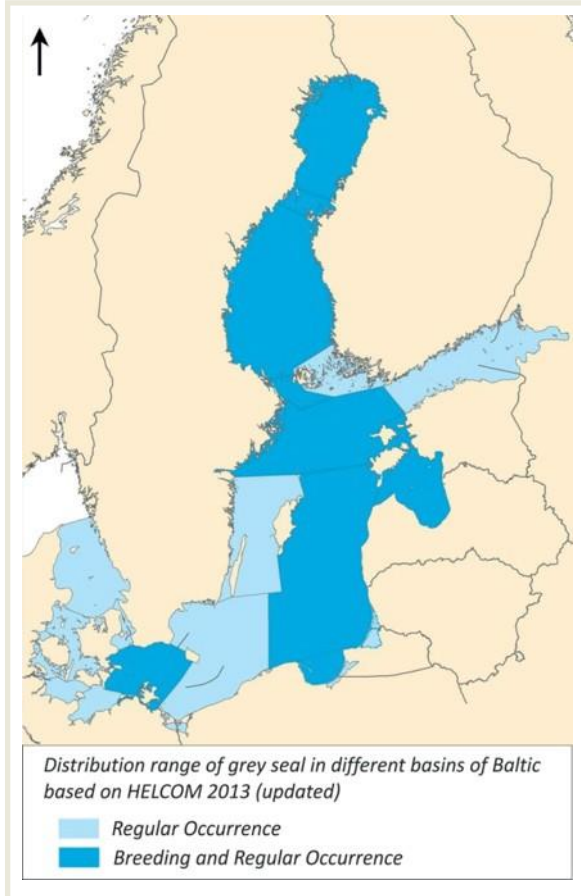




### Gråsäl (*Halichoerus grypus macrorhynchus*)



En vuxen gråsälshanne kan bli upp till 250 cm och väga 300-400 kg. Honorna är i genomsnitt 200 cm långa och väger max 250 kg. Nyfödda ungar är ca 70 cm långa och väger runt 14 kg. Gråsäl har en lång hund-formad nos med W-formade näsborrar. Det är bara Östersjö sälarna som

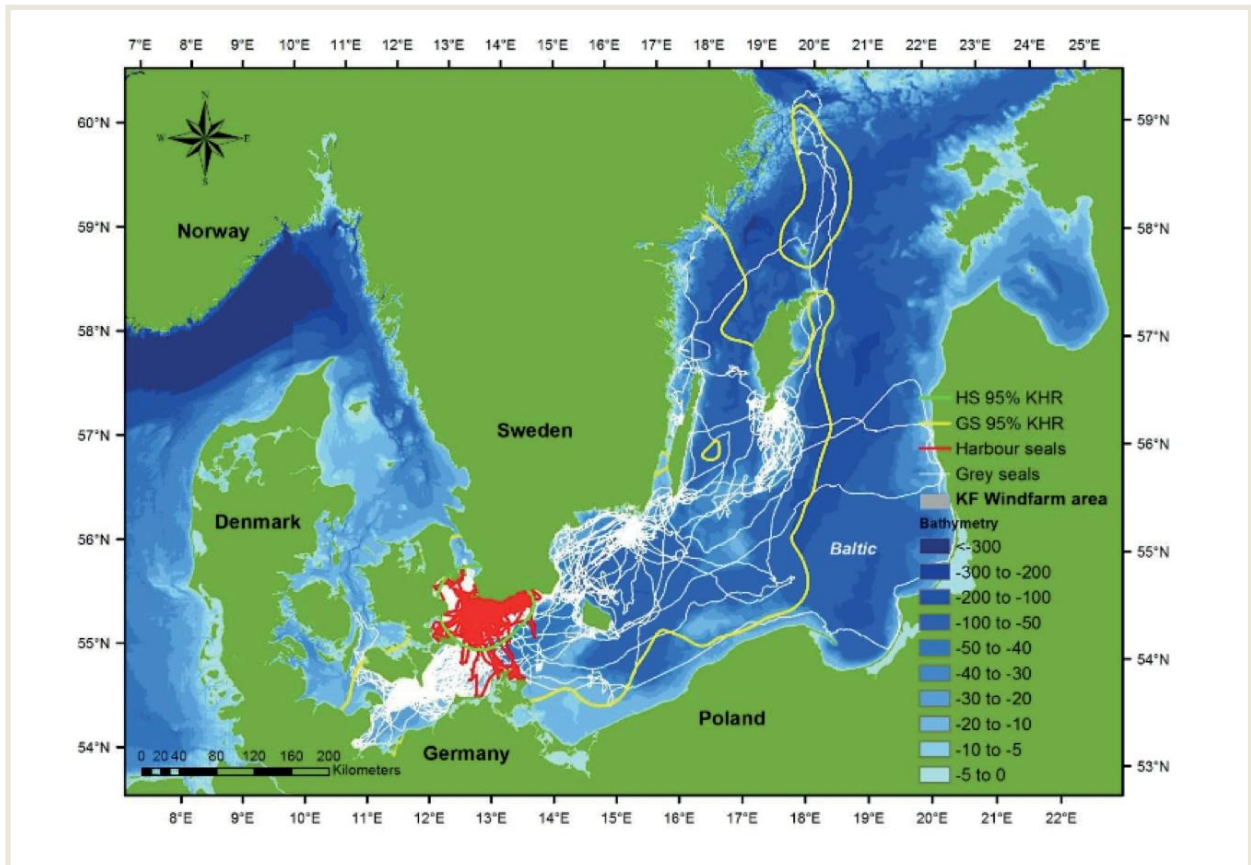


uppvisar skillnader i färg och form mellan könen (könsdimorfism). Hanarna är mörkbruna med bred och konvex nos. Honorna är mörkgrå på ryggsidan och ljusa på buken med en del mönster som är unika för varje individ. Honornas nos är kortare och smalare.

Gråsäl är sällskaplig, inte bara under reproduktionsperioden och ruggningen, fast ofta ser man dem ensamma. Under reproduktionsperioden så skapar hanen harem. Honorna blir köns mogna när de är 4 år, hanarna ett par år senare. Hanarnas harem består av dussintals honor i ett territorium som de försvarar tillsammans. Honor föder efter 11,5 månaders dräktighet, vanligtvis 1 valp, även kallad kut. Nyföda kutar är täckt med lanugo (babypäls), som ger värmeisolering och kamouflage. Lanugo ersätts med vuxenpäls under den första månaden av kutens liv. Kuten diar i ca 3 veckor. Gråsäl föder sina ungar både på land och på isen, kutarnas överlevnad är bättre på is än på land.



Satellit och GSM sändare som har kopplats till gråsäl i Östersjön, de visar att de jagar och rör sig i hela Östersjön, även om det saknas reproduktionsområden i Lettland och Litauen. Gråsäl migrerar upp till 850 km och dyker till ett medeldjup på 82 m. De kan simma runt 10 km under 24 timmar. Till skillnad från knubbsäl så dyker gråsäl också under natten. Gråsälarna i Kattegatt är en blandning av individer från populationerna i Östersjön respektive Atlanten.



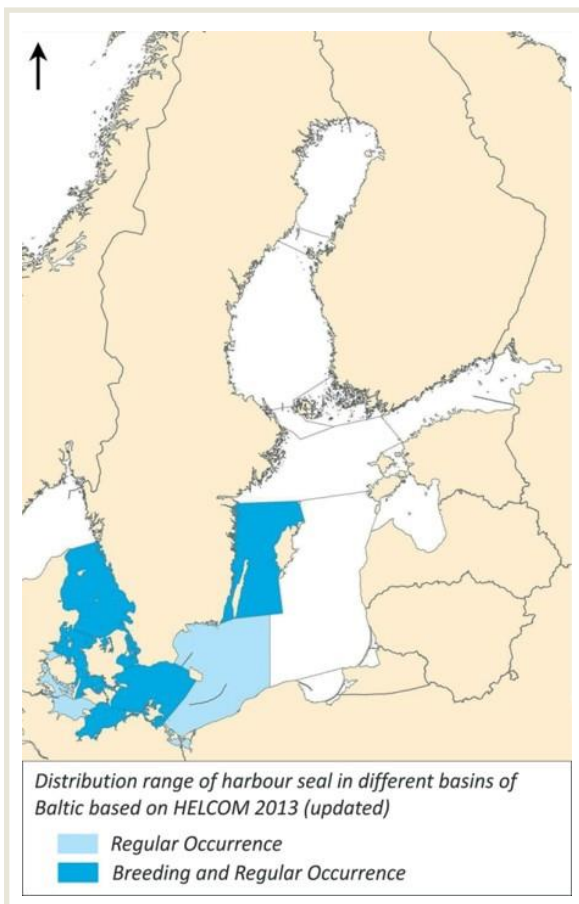
*Migration av gråsäl (vit) och knubbsäl (röd) märkta med GSM sändare på Måkläppen i södra Sverige. Gråsäl rör sig mycket i Östersjön medan knubbsäl är mer lokala ([www.helcom.fi](http://www.helcom.fi))*

Den dominerande födan för gråsäl är sill, men även torsk och skarpsill. Den kan ibland ta laxfiskar, mörtfiskar och andra fiskarter. Ibland kan kosten berikas med sjöfåglar.

Den baltiska populationen uppskattades i början av 20-talet till ca 100 000 individer men minskade till ca 3000 individer på 70-talet. Den kraftiga minskningen berodde huvudsakligen på överdriven jakt och miljöförstöring. För närvarande beräknas antalet gråsäl till 30 000 individer i Östersjöregionen. Majoriteten av Östersjöpopulationen finns i nordöstra delen av Östersjön, men när det inte är reproduktions- eller ruggningssäsong så kan man påträffa gråsäl regelbundet längs hela kusten av Östersjön. Huvudsakliga hot mot arten är bifångst, föroreningar (tungmetaller, PCB och DDT) samt störningar på reproduktionsplatser (t.ex. av turism).

### Knubbsäl (*Phoca vitulina vitulina*)

Vuxna individer kan bli ca 170 cm och väga upp till 170 kg. Hanarna är ungefär 20 % större än honorna. Kutarna är 65-100 cm långa och väger 8-12 kg.



Knubbsälen har en kort kattformad nos med V-formade näsborrar. Pälsen är ljusgrå till mörkbrun, oftast med små mörka fläckar. De lever oftast på grunt vatten vid stränder och klippor. I vattnet kan man se enstaka individer eller mindre grupper. På land kan de skapa större grupper. De är skygga men nyfikna, och undersöker gärna nya objekt och platser.

Hanar når sin könsmognad när de är 6 år, honorna när de är 4 år. De reproducerar sig från september till början av oktober. Kutarna föds mellan juni och juli. De förlorar sin lanugo (baby päls) medan de fortfarande är foster och pälsen hos de nyfödda är samma som hos de vuxna. Kutarna diar under 4-6 veckor. Efter denna period blir de mer oberoende, fast de håller sig fortfarande nära sin mor i en längre period. Kutarna äter främst sillfisk, smörbult, tobisfisk och plattfisk.

Knubbsälar märkta med satellitsändare visar att de tar bara korta turer inom sitt område, runt 50-100 m från reproduktionsplatsen. De dyker i genomsnitt aldrig djupare än 12 m.



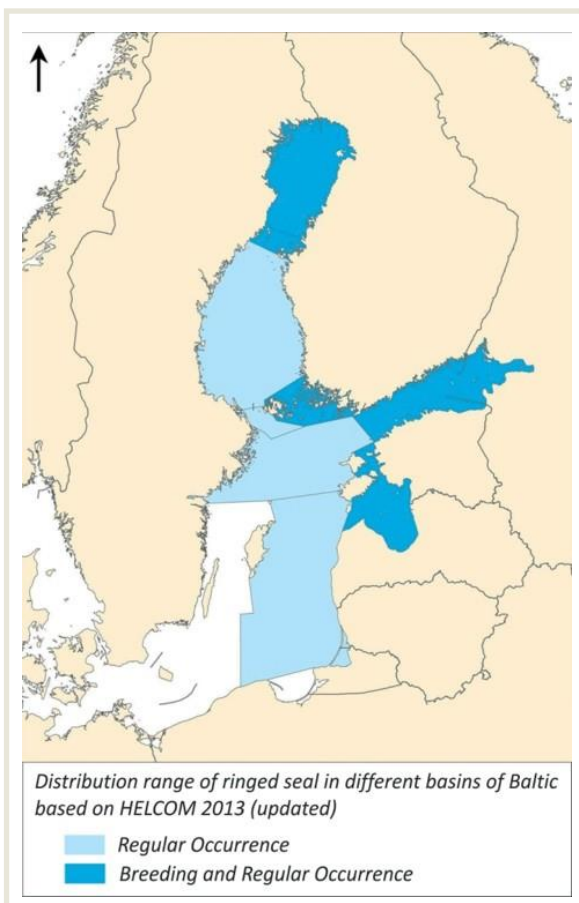
## Introduktion till de marina däggdjuren i norra Europa

Östersjöpopulationen lever i sydvästra delen av Östersjön och består av ca 800 individer. Östersjöpopulationen uppskattades i början av 1900-talet till 5000 individer, sen minskade den till endast 200 individer på 1960-talet, främst av intensiv jakt.

I Östersjöområdet finns nu tre populationer, den största gruppen vid Öland. I Kattegatt och i Bälthavet finns en separat population på 8500 individer, som i början av 1900-talet var hela 17 000 individer. Östersjöpopulationen minskade kraftigt av jakt, bifångst och sjukdomar till följd av miljöföroreningar. Populationen i Danmark och Svenska västkusten påverkades kraftigt av valpsjukaviruset (PDV).



### Vikare (*Pusa hispida botnica*)



Vikaren är den minsta sälen av Östersjö arterna. De största individerna är 160 cm långa (den genomsnittliga 110-150 cm) och väger runt 70 kg. Honor är mindre, cirka 145 cm långa. Kutarna är ca 60 cm långa och väger endast 4-5 kg. Vikaren har en kort kattformad nos, V-formade näsborrar och har ett pärlhalsband liknande mönster på nosen. Pälsen på ryggen har unika vita ringar.

Vikaren tycker om att leva i kallare vatten än gråsäl och knubbsäl. Vikaren i Östersjön är kvarlevor från förra istiden. Vikaren är beroende av isen för reproduktion och omvårdnadsområden. Den är mestadels ensam, men kan bilda små grupper under reproduktions-säsongen.

Honorna blir köns mogna vid 5 års ålder, hanarna vid 7 år. Dräktigheten varar i 11,5 månader. Vikare finns främst i norra delen av Östersjön samt i Finska viken. Det finns tre populationer i Östersjön: Bottniska viken, Rigabukten och Finska viken. Det finns få vikare i södra Östersjön. Populationen uppskattats till färre än 10 000 individer.



## Introduktion till de marina däggdjuren i norra Europa

För 100 år sedan fanns det närmare 200 000 vikare i Östersjön. Det finns två underarter av vikare i Östersjön: *Pusa hispida ladogensis* (sjön Ladoga) och *Pusa hispida saimensis* (sjön Saimen). Storleken på populationen under vintern beror på utbredningen av istäcket som vikaren behöver för att bygga hålor. Honorna föder sina ungar i hålorna, hålorna skyddar kutarna mot vädret och rovdjur. Isläget är avgörande för reproduktionsframgången. Nyfödda kutar bär lanugo som ersätts med vuxenpäls inom de första månaderna. Diande och ung vård varar i ca 3 månader. Vikarna äter främst småfisk såsom sillfiskar, smörbultar och spigg, ibland tar de ryggradslösa djur.

De största hoten mot vikaren är bifångst risken, miljöföroreningar (PCB, DDT och tungmetaller) och störningar i deras livsmiljö. De påverkas troligen även negativt av den globala uppvärmningen eftersom istäcket blir mindre av det varmare vattnet.

Östersjövikare som har märkts med satellitsändare visar att de spenderar cirka 85 % av sin tid i vattnet under sommarens jakt. De vistas i mindre områden, även om vissa djur kan simma långa sträckor. De återvänder regelbundet till samma klippor för att sova under natten.



## Uppgift 1.

Avgör vilken art av säl det är på bilderna nedan

A



B



C



## Introduktion till de marina däggdjuren i norra Europa

**Uppgift 2.** Räkna antalet sälar på de följande flygfotona. Försök att räkna ut det totala antalet sälar närvarande (inte bara de som syns på bilden). Östersjöpopulationerna räknas under ruggningsperioden när de tillbringar merparten av sin tid på land för att bli varma (förbättrar ruggningen). Det är den tid när den största andelen av populationen kan ses samtidigt. Gråsälen räknas med hjälp av flygfoto tagna på olika reproduktionsplatser i Östersjön. Eftersom inte alla individer är uppe samtidigt så är de räknade antalet inte samma som den totala populationen. Det är oklart exakt vilken andel av populationen som ses i undersökningar, men det har uppskattats till att omkring 60-80% av den totala populationen syns samtidigt.

A



B



## Uppgift 2.

C



Svar:

D



Svar:



## Uppgift 2.

E



Svar:

## Information till lärare:

- Facit**
- A: ca 254 st. (Hela populationen är: 318-423)
  - B: ca 160 st. (Hela populationen är: 200-267)
  - C: 188 st. (Hela populationen är: 235-313)
  - D: 158 st. (Hela populationen är: 198-263)
  - E: 294 st. (Hela populationen är: 368-490)



Att leva i vatten för med sig en rad utmaningar om man andas med lungor, såsom däggdjur och fåglar gör. Därför behöver de ha en del anpassningar för att klara av den akvatiska miljön. Det man först tänker på är kanske bristen på syre under längre dyk, men det finns även andra utmaningar som måste övervinnas för att de ska kunna leva ett framgångsrikt liv i vatten.

Det är bara två ordningar av däggdjur som saknar anpassningar till ett vattenliv och det är fladdermöss (Chiroptera) samt harar och kaniner (Lagomorpha). Alla större ordningar har annars någon representant i akvatisk miljö och tre ordningar är rent akvatiska: sälar, valar och sjökor. Tittar man på fåglarna ser man att flera avlägset besläktade grupper har anpassat sig till ett liv i vatten, såsom pingviner, albatrosser, hägrar, vadare, måsar och änder. Det finns också grupper av fåglar som inte har någon akvatisk representant, till exempel papegojor, duvor och ugglor, för att nämna några.

Vilka är då utmaningarna dessa djur måste övervinna om de ska klara av ett akvatiskt liv? Vi kan dela in dem i sex kategorier:

1. Temperatur och värme
2. Syrgastillförsel
3. Effekten av tryck
4. Berusningseffekter
5. Syrgasförgiftning
6. Dykarsjuka

### Temperatur och värme

När levande organismer oxiderar näring vid förbränning i cellandningen omvandlas en hel del, ca 50 % av energin, till värme. Denna värme kan ju ses som en förlust för levande organismerna som försöker generera energirika molekyler i form av till exempel ATP, adenosintrifosfat. Värmen är dock inte bortkastad hos de jämnvarma (endoterma) organismerna som vill hålla en hög och jämn kroppstemperatur. Reaktionshastigheten för kemiska processer och hållbarheten hos stora makromolekyler är starkt temperaturberoende, vilket gör att till exempel däggdjuren utvecklats för att hålla en jämn kroppstemperatur som är optimal för reaktionshastigheterna i deras kroppar och deras makromolekylers stabilitet.

Vatten har en mycket bättre värmeledningsförmåga än luft (0,58 W/(m·K) för vatten, respektive 0,026 W/(m·K) för luft). Luft har alltså en värmeledningsförmåga som är tjugo gånger lägre än vatten. Om vattnet har en lägre temperatur än den temperatur djuret försöker hålla, så kommer mycket av värmen att ledas bort från djuret, som har anpassat sina kemiska reaktioner för en given temperatur. Det här gör att alla endoterma djur som vistas i vatten måste anpassa sig för att minimera denna värmeförlust. Ett sätt kan vara att isolera sin kropp med hjälp av fett, päls eller fjädrar. Ett annat sätt kan vara att försöka undvika värmeförluster genom att minska blodflödet till områden där värmeförlusten är som störst. Motströmsprincipen fungerar som en effektiv värmeväxlare hos både däggdjur och fåglar. Det är till och med så att en del stora aktiva rovfiskar som till exempel tonfiskar använder motströmsprincipen för att hålla en högre kroppstemperatur än det omgivande vattnet. Ett tredje sätt man kan anpassa sig för att minska värmeförluster är genom att vara väldigt stor, eftersom förhållandet mellan yta och volym minskar ju större man är. Det betyder att en individ som är liten kommer att ha en förhållandevis större yta där värmeförlusten kan ske i jämförelse med en stor individ som har lite yta i förhållande till sin kroppsvolym. Detta har man sett när man tittar på individer i olika klimatzoner och funnit att i kallare klimat är djuren ofta större (Bergmanns lag). Ett exempel på detta är att älgar i genomsnitt är större i Norrland än i Skåne. Och tittar man på de marina däggdjuren så är de bland de största djuren på jorden, vilket gör att de förlorar förhållandevis mindre värme än om de var mindre.

### Syrgastillförsel

För ett djur som andas luft innebär ett dyk under ytan att det måste ta med sig det syre djuret kommer behöva under hela dyket och det finns flera lösningar på det här problemet. Man kan tänka sig att man skulle öka lungvolymen och därmed få med sig mer luft ned i djupet, men det visar sig att dykande djur inte har större lungvolymmer än motsvarande landlevande organismer och

de bästa dykarna har ofta förhållandevis små lungvolymmer. Det är dessutom så att de flesta marina däggdjuren dyker på utandning, d.v.s. de fyller inte sina lungor innan de dyker. Däremot så har de en god syrgasupptagningsförmåga i blodet. Människor kan i genomsnitt ta upp 20 ml O<sub>2</sub> per 100 ml blod, medan sälar och valar bär 30-40 ml O<sub>2</sub> per 100 ml blod. Man kan dock inte ha för mycket röda blodkroppar i blodet då det blir för trögflytande för hjärtat att pumpa runt det, så för att komma runt detta kan man ha en större blodvolym i kroppen. En 70 kg människa har i genomsnitt 4,5-5 l blod och det är ungefär lika mycket blod som en säl som väger 30 kg har.

Dessutom bär valar och sälar mycket mer syre i sina muskler. Människor har ca 6,0 g myoglobin per kg muskel. Motsvarande värden för öresvin (*Tursiops truncatus*) är 32,5 g/kg muskel, för weddellsälar (*Leptonychotes weddellii*) 44,6 g/kg muskel och för kaskelotter (*Physeter macrocephalus*) 56,7 g/kg muskel.

Ytterligare en anpassning flera djur, däribland människan, uppvisar är en dykreflex. Dykreflexen innebär en kraftig sänkning av pulsen i samband med dykning. Detta fenomen upptäckte den franske fysiologen Paul Bert 1870, då han upptäckte att änders puls gick ned från 100 slag/minut till 14 slag/ minut om de tvingades under ytan. Gråsälar (*Halichoerus grypus*) kan under sina längsta dyk sänka pulsen från 120 slag/minut vid ytan till endast 4 slag/minut i minuten. Den svenskfödde fysiologen Per F. Scholander och hans handledare Laurence Irving fortsatte studera detta fenomen på 1930-talet. De tidiga studierna man gjorde var i laboratorier och djuren tvingades under ytan, men när man gjort studier på senare tid har man upptäckt att dykreflexen är en betydligt mer nyanserad respons hos djuren. De verkar ha betydligt mer kontroll över sin puls och även andra cirkulatoriska förändringar än man först trodde. Hos människor har man sett att man kan trigga dykreflexen på en rad olika sätt. Man kan hålla andan och stoppa huvudet i vatten, men det kan även räcka med att enbart hålla andan för att se en respons. Man har även påvisat dykreflexen genom att kyla olika delar av ansiktet, framförallt området kring pannan och ögonen, men även andra delar av ansiktet. Bäst effekt får man om stimulerar trillingnervens ena del, ophthalmicus, d.v.s. den som går mot ögonen.

Trots att pulsen sänks bibehålls trycket i artärerna och det kan ett djur endast uppnå om det stryker blodflödet till vissa delar av kroppen. Man har sett att mindre vitala organ som till exempel njurar får sitt blodflöde kraftigt strypt under ett dyk, vilket gör att trycket kan bibehållas.

### Effekten av tryck

Tryck är något som kan ha stora konsekvenser för djur som ska dyka, särskilt när dyken är så djupa som ned mot 1000 m eller som småhuvudvalarnas rekord ned till 2992 meter! Människor kan gå ned till ett par hundra meters djup relativt rutinmässigt och de har varit nere på 300 meters djup utan någon utrustning som skyddar mot tryck men där någonstans går gränsen för vad vi klarar av. Det beror delvis på trycket men även på tryckets effekter på gaser, som tas upp i andra stycken. Stora tryck har även effekt på kemiska reaktioner och man vet att tryck påverkar jämviktsreaktioner hos svaga syror och baser som är en viktig del av de kemiska reaktionerna i kroppen. Dessutom kan trycket påverka många proteiners struktur, framförallt tertiärstrukturen som hålls ihop av förhållandevis svaga bindningar. Resultatet av detta påverkar med stor sannolikhet nervsignaler, musklesammandragningar och syrgastransporten i blodet. Dessutom kan det påverka cellmembranens funktion och även mekanismer för jontransport.

### Berusningseffekter

Kvävgas är en inert gas som har en berusande effekt vid högre tryck. Det påminner lite om lustgasens (N<sub>2</sub>O) effekt. Effekten tar lite tid innan den sätter in, men på 100 m djup är den så påtaglig att gasblandningar med syrgas-kvävgas inte går att använda vid dykning. Många sportdykare kan vittna om djupberusning som kan påverka humöret likt alkoholberusning, då personer kan bli både flamsiga och väldigt sentimentala och gråtmilda. Inget av dessa beteenden är att föredra vid dykning.

För att undvika djupberusningens effekter använder man andra gasblandningar med mindre kväve och mer helium, men även helium kan ha berusande effekt om trycket är stort nog. Dykande djur, däremot, påverkas inte av djupberusning då de inte andas under själva dyket.

### Syrgasförgiftning

Syrgas är väldigt reaktivt och jordens syresättning för 2,5 miljarder år sedan kan nog ses som en av de allvarligaste förgiftningarna av jordens atmosfär i planetens historia. Nu har ju allt liv anpassat sig till syret och kan inte vara utan det, men det är fortfarande så att ren syrgas vid normalt lufttryck är skadligt för de flesta jämnvarma djuren. Människor kan andas 100 % syrgas i tolv timmar, men efter 24 timmar blir luftvägarna och lungorna irriterade. Ett par dagars exponering för ren syrgas har visat sig dödligt för råttor och värre blir det om man dessutom ökar trycket. Människor klarar bara några timmar om de utsätts för ren syrgas vid 3 atm. Det här blir viktigt vid dykning eftersom dykare tar med sig luft som innehåller syre. En dykare som har vanlig luft med sig ned till 40 m djup kommer att andas en gas med 5 atms tryck. Partialtrycket för syret är en femtedel, d.v.s. 1 atm, vilket är nära den gräns då syre blir giftigt. Ska man dyka djupare en 40 m bör man alltså andas en gasblandning som innehåller mindre än 20 % syre, kanske 10 % syre och resterande helium. Inget av detta är dock ett problem för dykande djur som endast andas vid ytan.

### Dykarsjuka

Dykarsjuka kallas även tryckfallssjuka, men det är nog framförallt namnet dykarsjuka som är mest känt bland allmänheten. Missuppfattningarna är ganska många kring vad det är, men det är ett tillstånd där det bildas små bubblor av gas i kroppen till följd av att trycket minskar, d.v.s. när man går upp mot ytan. Man kan jämföra det med när bubblor av koldioxid bildas i en läskflaska som öppnas. Genom att minska trycket i flaskan frigörs den koldioxid som under högre tryck varit löst i vätskan. En dykare som har med sig andningsluft i en flaska och andas in denna luft kommer att förse blodet med mycket gas som löser sig i blodströmmen under högt tryck. Om han eller hon sedan minskar trycket snabbt, genom att stiga mot ytan, bildas bubblor av kvävgas i olika vävnader. Dessa bubblor kan blockera mindre blodkärl och sker det i det centrala nervsystemet kan det få dödliga konsekvenser. Enda sättet att bota tryckfallssjuka är att återigen trycksätta personen så att kvävgasen löser sig i blodet och sedan gradvis och sakta minska trycket. Genom att sakta stiga mot ytan och ibland även göra stopp på vissa djup för att ventilerar ut kvävgasen undviker man dykarsjuka från första början.

Dykarsjuka kan även drabba fridykare som gör många upprepade dyk då han eller hon fyller lungorna med ny luft vid ytan och kanske inte hinner ventilerar ut kvävgasen som då ackumuleras i blodet. En dansk läkare som tränade uppstigning i en 20-meters tank gjorde 60 dyk under en femtimmars period utvecklade dykarsjuka och fick behandlas i en tryckkammare där man först ökade trycket för att sedan gradvis sänka trycket till normalt lufttryck. Behandlingen tog 20 timmar och han blev helt återställd.

Varför får då inte dykande däggdjur dykarsjuka om de gör upprepade dyk som är långt djupare än de dyk en människa kan göra? Huvudanledningen är att de inte dyker med fyllda lungor. De dyker som tidigare nämnts på utandning och weddellsälen (*Leptonychotes weddellii*) har lungor som kollapsar fullständigt under dyket. Det innebär att blodet inte kan ta upp någon kvävgas vid högre tryck och därmed uppstår inte problemet med dykarsjukan.

### Övningar

De kommande sidorna i denna del är labbinstruktioner för 3 övningar, först presenteras övningarna grundläggande, dessa passar möjligen lägre årskurser, sedan presenteras samma övningar igen fast då mer avancerat som möjligt passar äldre årskurser, lite extra lärarinformation finns också mellan labbinstruktionerna. De följande övningarna är:

- En om dykreflexen – Eleverna får testa sig själva om deras puls sänkts om blötlägger sitt ansikte.
- En enkel övning som visar tryckets funktion på lungor.
- En övning om isolering och muskelstyrka – Eleverna får se om deras muskelstyrka försämras om de blir kalla.

## Hur påverkas din puls av dykning?



Vad tror du kommer att hända med din puls när du doppar ditt ansikte under vattnet?

Kommer den att öka?

Kommer den att minska?

---

**Utrustning:** Djup bricka, kallt vatten (ca 10°C), termometer, pulsmätare, stoppur, pappershandduk/trasa.

### Experiment:

Börja med att göra en referensmätning.

Sätt pulsmätare på fingret och mät din puls.

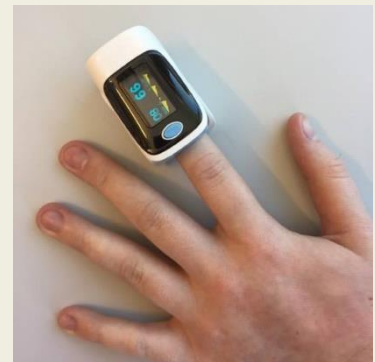
Anteckna pulsen: \_\_\_\_\_

Vattnets temperatur: \_\_\_\_\_

Doppa ansiktet i kallt vatten.

Mät din puls igen med pulsmätaren.

Anteckna resultatet: \_\_\_\_\_



### Sammanfattning:

Vad hände med din puls när du doppade huvudet i vattnet?

---

---

---

Varför hände det här?

---

---

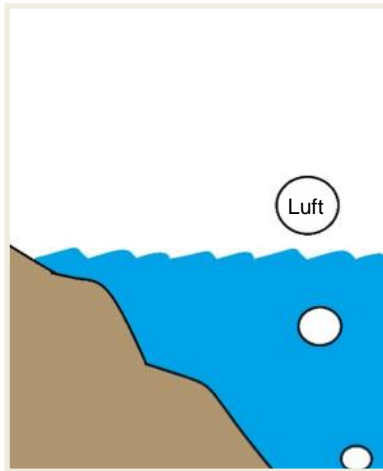
---

## Hur påverkas din puls av dykning?

Alla däggdjur andas in syre från luften. Däggdjur lagrar syre i blodet och muskler. Dykreflexen aktiveras när däggdjur dyker i kallt vatten och då använder deras kroppar så lite syre som möjligt. Användning av mindre syre betyder att de inte behöver komma till ytan för luft lika ofta och kan därmed stanna längre under vattenytan. Idag kommer vi att undersöka en del av dykreflexen. Vi kommer att se vad som händer med människors puls när ansiktet kommer i kontakt med kallt vatten. Pulsen kommer att minska och då har dykreflexen aktiverats. Detta betyder att mindre blod rör sig runt i kroppen och därför kommer mindre syre att användas. Reflexen är starkare hos marina däggdjur än hos oss, vilket gör att de kan stanna under vattenytan en längre tid.



# Vad händer med dina lungor när trycket ökar?



När du går djupare under vattnets yta kommer trycket att öka. När trycket ökar så minskar luftens volym.

Vad händer med lungorna när trycket ökar? Tror du att lungorna blir större eller mindre när trycket ökar?

---

---

---

---

---

---

**Utrustning:** Hård genomskinlig flaska (detta kommer att representera havet), ballong (detta kommer att representera en däggdjurslunga), pump (detta ökar trycket, som det händer i ett dyk).

- Experiment:**
1. Blås upp ballongen i flaskan.
  2. Studera ballongen som finns i flaskan.
  3. Anteckna hur den ser ut: \_\_\_\_\_
  4. Öka trycket i flaskan genom att pumpa i mer luft.
  5. Anteckna hur ballongen ser ut nu: \_\_\_\_\_



## Sammanfattning:

*Vad händer med ballongen?*

---

---

---

---

*Vad betyder det här?*

---

---

---

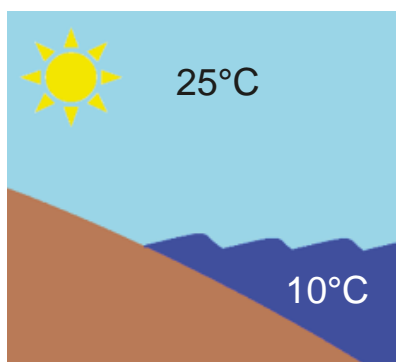
---



## Vad händer med dina lungor när trycket ökar?

Vatten har en högre densitet än luft. Detta betyder att däggdjur som hantera ökad tryck när de dyker under ytan. Vi mäter detta tryck i atmosfärer. När ett däggdjur är på land är tryckets påverkan 1 atmosfär. Vid 10 m är trycket 2 atmosfärer, vid 20 m är trycket 3 atmosfärer osv. Detta tryck gör att luften i kroppen komprimeras när du dyker ner i djupt vatten. När luften komprimeras kan gaserna i luften komma in i kroppen. När trycket reduceras expanderar gaserna och kan göra stor skada och bli giftiga i kroppen. Om detta händer kan man få en sjukdom som kallas dekompressionssjukdom. Marina däggdjur undviker detta genom att andas ut före ett dyk.

## Hur påverkas din muskelstyrka i kallt vatten?



Temperaturen i vattnet är ofta mycket kallare än temperaturen i luften. Marina däggdjur måste kunna hålla sig varma i vattnet. De har ett extra tjockt skikt som kallas späck eller päls. De använder detta för att hålla sina kroppar varma så att deras muskler är tillräckligt starka för att simma i vattnet. Idag ska vi undersöka vad som kommer hända med vår styrka i våra händer efter att ha varit i kallt vatten med eller utan isolering.

**Vad händer med din styrka när din hand kyls ner i vattnet? Kommer du att bli starkare eller svagare?**

**Utrustning:** Hink, kallt vatten (ca 10°C), termometer, bomullshandske (eller smör), stor plasthandske, handdynamometer, stoppur, pappershandduk/trasa.

- Experiment:**
1. Anteckna vattnets temperatur.
  2. Testa din handstyrka och kläm så hårt som du kan på handdynamometern. Anteckna din styrka och skriv ner resultaten i tabellen



Namn	Vatten temperatur (°C)	Styrketest (kg)		
<i>Medel:</i>				

3. Anteckna vattnets temperatur. Ta på bomullshansken och plasthandsken. Sänk ner handen i vattnet i 30 sekunder. Testa din handstyrka och kläm så hårt som du kan på handdynamometern. Anteckna din styrka och skriv ner resultaten i tabellen:



Namn	Vatten temperatur (°C)	Styrketest med isolering (kg)		
<i>Medel:</i>				

4. Ta sedan bort handsken och doppa handen i kallt vatten i 30 sekunder.

Anteckna dina resultat i tabellen.



Namn	Vatten temperatur (°C)	Styrketest utan isolering (kg)		
<i>Medel:</i>				

## Hur påverkas din muskelstyrka i kallt vatten?

Termoregulering är när en organism kan bibehålla en varm kroppstemperatur även om omgivningen är kallare. Isolering förhindrar värmeförlust från en kropp. När marina däggdjur dyker i kallt vatten behöver de hålla sina kroppar varma. Ett sätt de gör det här på är att ha ett extra tjockt lager av fett i sin hud så kallat späck eller som har de tjock päls. Späck hjälper till att isolera kroppen och låter dem stanna kvar i vattnet utan att få hypotermi. Idag ska vi undersöka vad som skulle hända med ett däggdjurs muskelstyrka med eller utan isolering i kallt vatten.

## Hur påverkas din puls av dykning?

Vad tror du kommer att hända med din puls när du doppar ditt ansikte under vattnet? Kommer den att öka? Kommer den att minska?

*Pulsen kommer att minska.*

**Sammanfattning:** Vad hände med din puls när du doppade huvudet i vattnet?  
*Den gick ner.*

Varför hände det här?  
*Kroppen gör så att det krävs mindre syre.*

## Vad händer med dina lungor när trycket ökar?

När du går djupare under vattnets yta kommer trycket att öka.

*När trycket ökar så minskar luftens volym.*

Vad händer med lungorna när trycket ökar? Tror du att lungorna blir större eller mindre när trycket ökar?

*De kommer att bli mindre.*

### Experiment:

1. Blås upp ballongen i flaskan
2. Studera ballongen som finns i flaskan.
3. Anteckna hur den ser ut: **Den är uppblåst.**
4. Öka trycket i flaskan genom att pumpa i mer luft.
5. Anteckna hur ballongen ser ut nu: **Den har blivit mindre.**

### Sammanfattning:

Vad händer med ballongen?

*Det blev mindre.*

Vad betyder det här?

*När trycket ökar blir luften i ballongen mindre. Om ballongen var en lunga skulle den också bli mindre när trycket ökade.*

## Hur påverkas din muskelstyrka i kallt vatten?

Temperaturen i vattnet är ofta mycket kallare än temperaturen i luften. Marina däggdjur måste kunna hålla sig varma i vattnet. De har ett extra tjockt skikt som kallas späck eller päls. De använder detta för att hålla sina kroppar varma så att deras muskler är tillräckligt starka för att simma i vattnet. Idag ska vi undersöka vad som kommer hända med vår styrka i våra händer efter att ha varit i kallt vatten med eller utan isolering.

Vad händer med din styrka när din hand kyls ner i vattnet? Kommer du att bli starkare eller svagare? *Min styrka blir svagare.*

### Sammanfattning:

Finns det en skillnad mellan de olika situationerna när du doppar i handen i vattnet? Vad var skillnaden? Vad betyder det här för dig och marina däggdjur? *Ja jag märkte en skillnad. Min hand var svagare i kallt vatten utan handsken. Det var liten skillnad mellan min referensstyrka och min styrka med handsken på. Det betyder att det skulle vara svårt för däggdjur att simma i vatten om de inte hade något späck eller päls. Deras muskler skulle bli kalla och de skulle inte kunna simma speciellt bra*



## Avancerad övning om dykreflexen



### Hur påverkas din hjärtfrekvens av dykning?

När marina däggdjur dyker så håller de sig under vatten under lång tid. För att göra detta måste de hantera syret sparsamt i kroppen. Syret transporteras runt i däggdjurskroppen via blodet. När däggdjuret dyker behöver de ändra sin hjärtfrekvens för att minska blodflödet genom kroppen. Genom att göra detta kommer de att förbruka mindre syre. Idag ska vi se om vi kan påverka vår hjärtfrekvens när vi dyker i kallt vatten.

**Ange en hypotes:** Vad händer med din puls när du doppar ansiktet under vattnet? Kommer det att öka eller minska?

---



---

**Utrustning:** Djup bricka, kallt vatten (ca 10°C), termometer, pulsoximeter, stoppur, pappershandduk.

- Metod:**
1. Anteckna vattentemperaturen..
  2. Börja med att göra en referensmätning.
    - a. Sätt pulsoximetern på fingret och mät din hjärtfrekvens.
    - b. Anteckna resultatet.
  3. Doppa ditt ansikte i det kalla vattnet. Ta upp ansiktet efter några sekunder.
    - a. Sätt pulsoximetern på fingret och mät hjärtfrekvensen i några minuter.
    - b. Anteckna dina resultat



### Resultat

Namn	1. Vattentemperatur (°C)	2. Referens puls (bpm)	3. Puls efter dopp av ansikte (bpm)
<i>Elefant säl</i>	<i>0</i>	<i>120 bpm</i>	<i>40 bpm</i>

## Avancerad övning om dykreflexen

**Sammanfattning:** Vad hände med din puls när du doppade ansiktet i vattnet? Vad tror du detta betyder för dig och marina däggdjur?

---

---

---

---

---

---

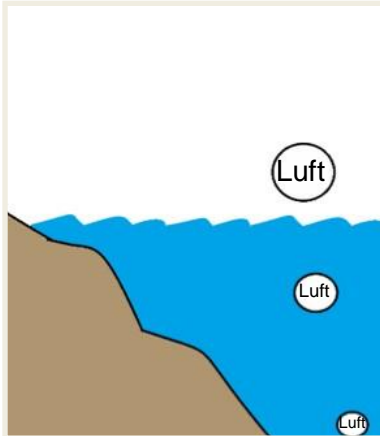
---

---

---

---

Alla däggdjur andas in syre från luften. Däggdjur lagrar syre i blod och muskler. Dykreflexen aktiveras när däggdjur dyker i kallt vatten och deras kroppar använder sin syreförsörjning så lite som möjligt. Användning av mindre syre betyder att de inte behöver komma till ytan för luft lika ofta och kan därmed stanna längre under vattenytan. Idag kommer vi att undersöka en del av dykreflexen. Vi kommer att se vad som händer med människans hjärtfrekvens när ansiktet kommer i kontakt med kallt vatten. Hjärtfrekvensen kommer att minska och då har dykreflexen aktiverats. Det betyder att mindre blod rör sig runt i kroppen och därför kommer mindre syre att användas. Reflexen är starkare hos marina däggdjur, vilket har gjort att de kan stanna under vattenytan under en längre tid



### Vad händer med dina lungor när trycket ökar?

På land så trycker tyngden av luft över våra huvuden ner på oss, detta kallas atmosfärstryck. I oceanerna ökar detta tryck eftersom vattnet har högre densitet än luften. Trycket ökar ju mer vatten man får över sig, alltså desto djupare man dyker. När trycket ökar så komprimeras luften i kroppen, så luftens volym kommer att minska. Det motsatta kommer att hända när trycket sänks, då kommer luften i en kropp att expandera. När luften komprimeras med högt tryck blir gaserna giftiga och kan komma in i olika delar av kroppen. Om trycket minskar igen kommer de giftiga gaserna att expandera och kan orsaka skada. Marina däggdjur undviker detta genom att andas ut innan de dyker.

**Ange en hypotes:** När du går djupare under vattnets yta kommer trycket att öka. Vad händer med lungorna när trycket ökar?

---



---

**Utrustning:** Genomskinlig flaska med skruvlock (detta kommer att representera havet), ballong (detta kommer att innebära en däggdjurslunga), pump (detta kommer att öka trycket, vilket sker vid ett dyk).

- Metod:**
1. Blås upp ballongen i flaskan.
  2. Studera ballongen som finns i flaskan.
  3. Anteckna hur den ser ut.
  4. Öka trycket i flaskan genom att pumpa in mer luft.
  5. Anteckna möjlig förändring av ballongen..



**Resultat:** Ballong innan trycket ökats: \_\_\_\_\_

Ballong efter att trycket ökats: \_\_\_\_\_

**Sammanfattning:** Vad hände med ballongen? Vad tror du det betyder?

---



---



---



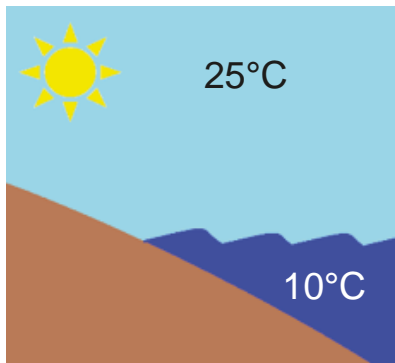
---



---

## Avancerad övning om tryck under ytan

Vatten har en högre densitet än luft. Detta betyder att när däggdjur dyker under vattnet så ökar trycket. Vi mäter detta tryck i atmosfärer. När ett däggdjur är på land är trycket på kroppen 1 atmosfär. Vid 10 m är trycket 2 atmosfärer, vid 20 m är trycket 3 atmosfärer osv. Detta tryck gör att luften i kroppen komprimeras när du dyker ner i djupt vatten. När luften komprimeras kan gaserna i luften komma in i kroppen. När trycket reduceras expanderar gaserna och kan göra stor skada och bli giftiga i kroppen. Om detta händer kan man få en sjukdom som kallas dekompressionssjukdom. Marina däggdjur undviker detta genom att andas ut före ett dyk.



### Hur påverkas din styrka i kallt vatten?

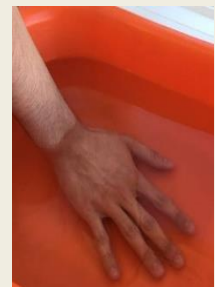
Värme förloras 20 gånger snabbare i vatten än i luften och temperaturen i havet är ofta mycket kallare än lufttemperaturen. När däggdjur dyker behöver de vara varma och undvika att bli för kalla. Ett av de sätt de gör för att bibehålla värme är med ett tjockt lager isolering som kallas späck eller päls som täcker kroppen. Späck eller päls minskar värmeförlusten från kroppen till vattnet. Däggdjuren måste vara varma för att kunna använda sina muskler och simma djupt i havet. Idag ska vi undersöka hur kallt vatten kan påverka våra muskler.

**Ange en hypotes:** Vad händer med din styrka när du lägger handen i kallt vatten? Kommer din styrka att påverkas? Kommer du att bli starkare eller svagare?



**Material:** Djup bricka, handdynamometer, bomullshandske (eller smör), plasthandske, stoppur.

- Metod:**
1. Anteckna vattnets temperatur.
  2. Börja med att göra en referensmätning.
    - a. Plocka upp handen och pressa dynamometern så hårt du kan.
    - b. Anteckna din styrka och registrera resultaten i tabellen.
  3. Sätt på en bomullshandsken och en tunn plasthandske.
    - a. Doppa handen i en hink med kallt vatten under 60 sekunder.
    - b. Plocka upp handen och pressa dynamometern så hårt du kan.
    - c. Anteckna din styrka och registrera resultaten i tabellen.
  4. Ta bort handsken och doppa handen i kallt vatten i 60 sekunde.
    - a. Plocka upp handen och pressa dynamometern så hårt du kan.
    - b. Anteckna din styrka och registrera resultaten i tabellen.





## Resultat:

Namn	1. Vattentemp. (°C)	2. Referens (kg)	3. Hand i vatten med handske (kg)	4. Hand i vatten ingen handske (kg)

**Sammanfattning:** Finns det någon skillnad mellan de olika situationerna när du doppar i handen i vattnet? Vad betyder det här för oss och marina däggdjur?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Termoregulering är när en organism kan hålla sin kropp varm även om omgivningen är kallare. Isolering förhindrar värmeförlust från kroppen. När marina däggdjur dyker i kallt vatten behöver de hålla sina kroppar varma. Ett sätt att de gör det är att ha ett extra tjockt skikt som kallas späck eller päls. Detta späck hjälper till att isolera kroppen och låta dem stanna kvar i vattnet utan att få hypotermi. Idag ska vi undersöka vad som skulle hända med ett däggdjurs muskelstyrka med eller utan isolering i kallt vatten.

### Lärarinformation:

#### Dykreflexen

**Ange en hypotes:** Vad händer med din puls när du doppar ansiktet under vattnet? Kommer det att öka eller minska? *Pulsen minskar eftersom alla däggdjur behöver använda mindre syre när de dyker djupt under vatten.*

**Sammanfattning:** Vad händer med din puls när du doppade ansiktet i vattnet? Vad tror du detta betyder för dig och marina däggdjur? *Min puls gick ner. När däggdjur dyker minskar deras puls. Detta händer så att de kan använda mindre syre i kroppen. Genom att göra detta kan däggdjuren stanna under vattnet under en längre period. Däggdjuren andas syre genom luften. Genom att minska syre som används i sina kroppar betyder det att de inte behöver komma tillbaka till ytan för luft för ofta och kan dyka djupare. Sjöelefant har en större förändring i hjärtfrekvensen tack vare adaptation till liv i vatten, så att den kan stanna under vatten längre än människor.*

#### Tryck under ytan

**Ange en hypotes:** När du går djupare under vattnets yta kommer trycket att öka. Vad händer med lungorna när trycket ökar? *Luften inuti lungan kommer att krympa.*

**Resultat:** Ballong innan trycket ökats: *Ballongen är uppblåst.*  
Ballong efter att trycket ökats: *Ballongen har minskat i volym.*

**Sammanfattning:** Vad händer med ballongen? Vad tror du det betyder? *Luften i ballongen komprimerades. Detta händer på grund av att trycket runt ballongen ökade. När trycket ökar i ett slutet område minskar volymen i det stängda området i direkt proportion. Om däggdjur inte kollapsar sina lungor innan de dyker djupt kan de bli sjuka när de simmar upp igen eftersom gaserna i luften expanderar på fel ställen och blir giftiga.*

#### Termoregulering och isolering

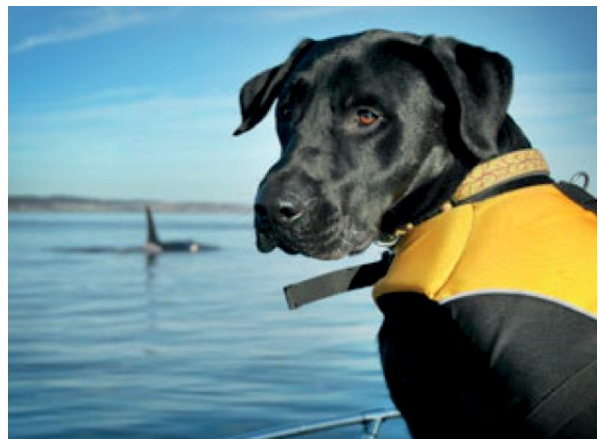
**Ange en hypotes:** Vad händer med din styrka när du lägger handen i kallt vatten? Kommer din styrka att påverkas? Kommer du att bli starkare eller svagare? *Min styrka blir svagare efter att den har varit i kallt vatten utan isolering (handsken). Det ska inte ändras lika mycket när min hand har isolering (handsken) runt den.*

**Sammanfattning:** Finns det någon skillnad mellan de olika situationerna när du doppar i handen i vattnet? Vad betyder det här för oss och marina däggdjur? *Styrkan i min hand var svagare efter att ha doppat min hand i kallt vatten utan handsken på. Det betyder att min arm förlorade värmen i vattnet snabbare när det inte fanns någon isolering. Mina muskler har mindre styrka när de var kalla. Om marina däggdjur inte hade isolering skulle de inte kunna simma i kallt vatten eftersom deras muskler inte skulle kunna fungera ordentligt.*

**"Många människor tror att vetenskapen är tråkig och bara för nördar – men de har förmodligen inte har hört talas om alla fantastiska möjligheter vetenskapen kan erbjuda! Här har vi några ganska coola exempel från marindäggdjursforskning:"**

### Tucker, den val-bajs-luktande forsknings hunden

För att förstå valars biologi, sociala strukturer och relationer så behöver forskare få tag på prover för att analysera hormoner och genetik. I valar är detta särskilt svårt eftersom de tillbringade hela sitt liv i vattnet. Vi kan inte lika enkelt hitta och samla avföringsprover som vi kan med landlevande däggdjur. Andra metoder för att övervaka deras fysiologi och biologi är mycket mer invasiva, som en hudbiopsi. På grund av deras tjocka späck lager så kan vävnads prover enbart insamlas från döda djur. För att lösa detta problem, började en forskare i Washington träna ledarhundar, så kallade "Conservation Canines" för att styra forskarna på en båt mot avföring som nyligen "lämnats", de måste var snabba innan det sjunker till botten. Hunden gör något vi inte i närheten kan göra idag med dagens teknik, den kan känna lukten av avföring i vatten 1600 meter bort. Så hundarna hjälper forskarna att samla in tillräckligt med avföringsprover för att indirekt testa valens stressnivåer, reproduktiv status, genetik, toxikologiska börda, m.m.



Figur 1: Tucker, en "Conservation Canine" som hjälper forskare hitta valbajs © Center for Conservation Biology

Titta på ett clip av Tucker och hans team av forskare när de letar och hittar valbajs på BBC Two's Natural World: <http://www.bbc.co.uk/programmes/p01jwz1j> (på Engelska)

### Drönare

Att studera valar utan att störa dem har varit ett stort problem i tidigare forskning, men med en ganska ny forskningsmetod så kan vi smygfilma marina däggdjur med drönare. Genom ett säkert avstånd kan vi nu filma så att djuren inte är medvetna om det flygande objektet och då kan vi se deras vardag som vanligt. Denna teknik kan ge forskare mer insikt om socialt beteende, interaktioner, gruppkompositioner och migrationer.

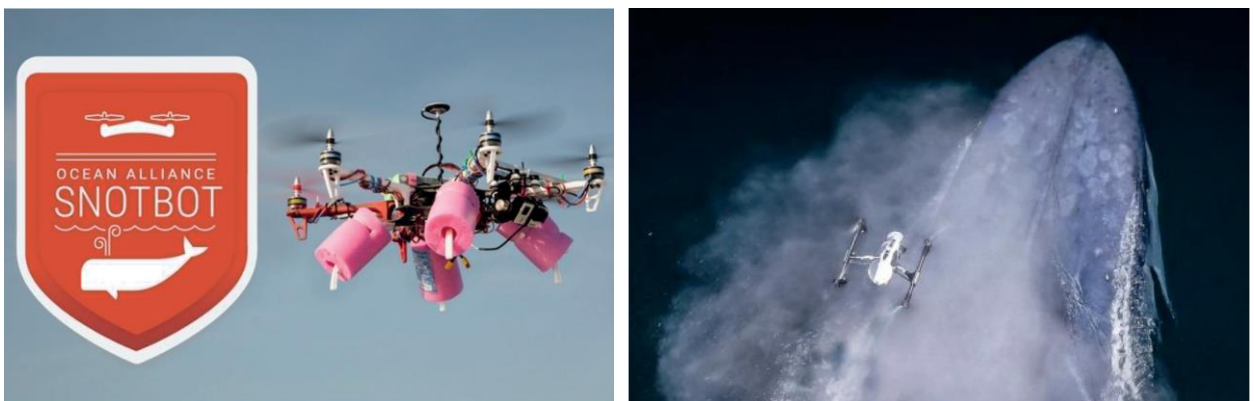


Figur 2: Studera jaktmetoder och sociala beteenden med hjälp av drönare, © Norwegian Orca Survey

Titta på en häftig scen på späckhuggare som använder skärt fenan för att jaga i Norge:

<https://www.facebook.com/norwegianorcasurvey/videos/1271162312951287/>

En annan innovativ användning av drönare är att samla in prover. Med varje utandning valarna gör så utsöndrar de slem och celler som kan analyseras för virus, bakterier, DNA och miljögifter i valens system. Samla in dessa avgörande prover kan enbart göras av specialbyggda drönare, så kallade "SnotBots". De styrs av forskare som tar dem ovanför en val vid ytan och samlar in proven (eller snor) som valarna utandas från sina lungor. Här kan ni titta på en intervju med Ocean Alliance CEO Iain Kerr och Sir Patrick Stewart där de pratar om drönaren "Snotbot" <https://shop.whale.org/pages/snotbot>



Figur 3: Snotbots: Special byggd drönare som fångar upp snor från valars utblåsningsluft, © Ocean Alliance



### Djurtaggning

Nya miniatyr GPS:er, kameror och mikrofoner kan nu sättas fast på marina däggdjur. De kan ge inblick i djurens beteende under vattnet, genom att spela in rörelser, bakgrundsljud, puls, GPS-positioner och miljöparametrar.

(<http://cascadiaresearch.org/kws/dtagging.htm>). Tack vare detta har vi nu möjlighet att ta reda på hur marina däggdjur rör sig, migrerar och äter under vattnet.



Figur 4: Tumlare och gråsäl som har blivit taggade med GPS, © ITAW

Kamerataggning kan ge oss insikt i familjeliv av marina däggdjur, utan att de störs av människor. Kombinerat med andra innovativa forskningsmetoder, t.ex. Drönare som filmar, kan dessa enheter ge nya insikter på beteende, sociala strukturer och livsmiljöer.

Titta på filmen som visar en späckhuggares perspektiv:

<https://www.facebook.com/norwegianorcasurvey/videos/1191744200893099/>



Figur 5: En vals perspektiv av antarktisk, © Ari Friedlander / WWF-Australia



## Heta och nya ämnen inom vetenskapen om marina däggdjur

### Information för lärare (instruktörer):

Dessa heta ämnen kan vara bra ämnen för elever att presentera i och fördjupa sig inom. Det finns många intressanta studier som pågår över hela världen och studenterna kan samla idéer och utforska (Internetsökning) vilka aktuella ämne som de vill undersöka och presentera det för sin klass. Om eleverna har egna idéer kan de också försöka utveckla en forskning studie, inklusive experiment.



En bred biologisk mångfald av flora och fauna är viktigt för fungerande livsmiljöer och ekosystem. Därför måste man bevara den biologiska mångfalden i havet om man vill att den ska må bra. På grund av mänsklig verksamhet är många arter ofta i nöd och vissa är även utrotningshotade. Mycket alarmerande är att mer än hälften av världens vilda djur redan är förlorade. Vi människor är beroende av stora mängder resurser från haven och i stället för att ta hand om haven så förorenar och utnyttjar vi dem i stor utsträckning.

De största farorna mot marina däggdjur kommer från mänsklig aktivitet såsom fartygkollisioner, fiske, buller och kemiska föroreningar. Exempelvis ohållbara fiskemetoder ändrar på näringskedjan och fiskpopulationerna i världshaven, spökgarn (förlorade fiskeredskap som är fortfarande flyter i havet) kan var riktigt skadligt och ibland dödligt för många djur. Oavsiktliga bifångster av många marina varelser och marint skräp kan också leda till död och livsmiljönedbrytning.

***“For most of history, man has had to fight nature to survive; in this century, he is beginning to realize that, in order to survive, he must protect it. “***  
*(Jacques Yves Cousteau)*

Bevarande synsättet har som målsättning att skydda arter, livsmiljöer och ekosystem från hot och utrotning. Syftet är att förebygga, minimera och reparera ekologiska skador för att skydda arter, deras livsmiljöer samt ekosystem från alltför stora förändringar från mänskliga aktiviteter. Risken för utrotning är det som driver och ger bevarandearbeten en stor betydelse. Det finns personer och organisationer som agerar i försvar för dem som inte kan tala, som aktivt slåss mot hoten och skyddar våra djur och natur: de kallas för naturvårdare. Men bevarande är inte nödvändigtvis något man behöver en lång utbildning för, det finns en naturvårdare i oss alla, stor eller liten. Våra handlingar definierar vilka vi är och vi är naturvårdare när vi t.ex. återvinner, köper mindre varor, köper lokalt producerade livsmedel, cyklar istället för att ta bilen, släcker lampor, plockar upp skräp på våra gator, stränder, skogar, m.m.

## Bevarandestrategier

Hittills har det införts många olika åtgärder för att skydda arter och deras livsmiljöer, vissa av dessa åtgärder har varit mer specifika än andra. Nedan beskriver vi några av dessa genomförda strategier för bevarande:

### 1. IUCN Red List of Threatened Species™

Den ”röda listan” fungerar som ett system för att fastställa den relativa risken för utrotning av världens djur och växter. Den beskriver populationsstatus om växter, svampar och djur runt om i världen. Det tillhandhålls av den Internationella naturvårdsunionen (IUCN), som är världens främsta myndighet för bedömning av en arts bevarandestatus. Den har utvecklats över 50 år och den nuvarande röda listan betraktas som tillförlitlig och vetenskaplig och således avsedda att tjäna som riktlinjer och underlag för åtgärder av lagstiftare och myndigheter rörande skyddet av arter, natur och miljö.

Listan under används för att beskriva hur hotad en art är, det finns flera kategorier ifrån utrotad till livskraftig. (fig. 1).



Figur 1: Rödlista klassificering, EX utdöd, EW utdöd i vilt tillstånd, RE nationellt utdöd, CR akut hotad, EN starkt hotad, VU sårbar, NT nära hotad, LC livskraftig, DD Kunskapsbrist, NE Ej bedömd

Alla valar är en del av IUCN röda listan, listan inkluderar alla arter även om några är listade som "livskraftig".

**Uppgift 1:** Utför en sökning på internet och ta reda på aktuell IUCN status för följande arter:

Art	IUCN status
Gråsälén - <i>Halichoerus grypus</i>	
Vikare - <i>Pusa hispida</i>	
Knubbsälén - <i>Phoca vitulina</i>	
Tumlare - <i>Phocoena phocoena</i>	
Blåval - <i>Balaenoptera musculus</i>	
Sillval - <i>Balaenoptera physalus</i>	
Vikval - <i>Balaenoptera acutorostrata</i>	

Tips: Titta på artdatabankens och IUCNs hemsida

## 2. Reglering av valfångst

Valfångst är när man jagar valar för deras kött och späck. I vissa delar av världen startade valfångst på valar för minst 5000 år sedan och man gjorde det för köttet på valen, men senare under 1800-talet så jagades val också för deras späck som kokades till värdefull olja för lampor. Under 1800-talet så jagades det mycket val och de flesta valarna jagades till nära utrotning, detta hade en betydande inverkan på populationen, flera av val arterna är fortfarande rödlistade idag. Valar skyddas nuförtiden också av olika nationella och internationella bevarandelagar som försöker få folk att sluta döda eller stressa valar i onödan. Det finns till exempel en internationell överenskommelse om upphörande av valfångst. Men det finns fortfarande grupper och länder som jagar valar, se vilka de är i tabell nedanför (tabell 1).

### Internationella valfångstkommissionen (IWC)

The IWC är en mellanstatlig organisation vars syfte är förvaltningen av valfångst, liksom andra relevanta frågor som rör valarnas välfärd och bevarande. I denna roll reglerar IWC också valfångsten inom handel, vetenskapen och kulturella sektorn. 1982 beslutade IWC att kvoten för valfångst skulle bli lika med noll, de ville pausa kommersiell valfångst på alla valarter och populationer, detta avtal står i kraft än idag.



## Hur ska vi bevara våra marina däggdjur och deras miljö

Det har spelat en betydande roll i att sätta stopp på jakt på stora valar i de flesta länder. Som ett resultat har antalet djur som avlivats minskat betydligt och många populationer har fått möjlighet att återhämta sig från den omfattande exploateringen under 1800- och 1900-talet.



*Figur 2:  
Valfångst under  
senare 1800-  
talet, New  
England whaler.  
Källa:  
Amerikanska  
Library of  
Congress*

Tabell 1. Valfångst idag

Vilka	Varför	Vart?	Oro
Valfångst av urbefolkning	Kulturella och näringsmässiga kraven i avlägsna aboriginska stammar	Alaska, Tjukotka, Grönland och Bequia,	Missbruk av systemet för kommersiell användning: t.ex. Grönland främjar valkött för turister.  Avlivningsmetoder är ofta mycket mindre effektiv än nyare redskap och djur lider mer och längre.



## Hur ska vi bevara våra marina däggdjur och deras miljö

Vetenskaplig valfångst	Forskningsändamål	Japan	Påstår att jaga valar för vetenskapliga ändamål, men de säljer köttet, vilket ger dem möjlighet att utföra kommersiell valfångst under paraplyet av vetenskaplig valfångst
Kommersiell valfångst	Kommersiella skäl	Island och Norge	Länder upprätta egna fångstbegränsningar

## ASCOBANS

ASCOBANS ("avtalet om bevarande av små valar i Östersjön, nordöstra Atlanten och Nordsjön") är ett regionalt avtal om skydd av Östersjö- och Nordsjövalar som ingicks 1991. Avtalet förlängdes till nordöstra Atlanten och irländska haven under 2008. Syftet är att återställa en gynnsam bevarandestatus eller bibehålla dagens status för valar i de påverkade områdena.

## Säljakt

Säljakt går tillbaka minst ett par tusen år genom människans historia. Ben och tänder hittas regelbundet i sten-, brons- och järnålders uppgrävningar i norra Europa och många andra platser runt om i världen. Säl har varit jagade både för päls, ben, späck, lever och kött samt som en skadedjursbekämpning för att minska konkurrens med fisket. Under de senaste hundra åren är de två viktigaste målarterna för säljakt i norra Europa: knobbsälen och gråsälen. I det sena 1800-talet och tidigt 1900-tal fick man pengar för varje säl man dödade i flera länder. Det var ett försök att minska sälbestånden och deras inflytande på lokal fiskeverksamhet. Detta ledde till en överexploatering av båda arter. Samtidigt såg man hårda effekterna av DDT, PCB och andra giftiga ämnen, bestånden rasat ännu längre i 1950 och 1960. Både grå- och knobbsälen skyddades från jakt efter 1970-talet i de nordeuropeiska länderna. Sedan 1980-talet har populationerna börjat öka, förutom några populationer som har haft utbrott av virussjukdomar. Beståndet har i dag nått sådana nivåer att skydds jakt runt fiskeområden är tillåtet i flera länder runt Östersjön, som Finland, Sverige och Danmark. I Tyskland tillhör knobbsäljar fortfarande de arter som får jagas. Jägare hjälper också myndigheterna i insamling av döda djur på stränderna samt levande djur som behöver rehabilitering.

## 3. Marint skyddade områden

Ett marint skyddat område (MPA) är ett samlingsnamn som omfattar marina områden som skyddas mot exploatering av människor. För att skydda valar, delfiner och tumlare så är det viktigt att skydda deras livsmiljöer över längre perioder.

Olika typer av MPA har sina egna bestämda regler, förordningar och restriktioner. Ett mycket effektivt MPA är exempelvis ett "marint reservat" som ger en hög nivå av skydd av ekosystemet. Dessa områden tillåter inte kommersiellt fiske eller stressande mänskliga aktiviteter. Dessa strikta MPAs har resulterat i en ökad biologisk mångfald både inom och runt reservatet. Eftersom MPAs är på ett begränsat område så kan de inte skydda hela populationer av de flesta valar. Dock kan perfekta MPAs ge skydd för de viktigaste delarna av arternas livsmiljö såsom deras barnkammare, jaktmarker och migrerande ruter. För närvarande skyddas bara 1 % av havsytan. 2010 så enades världens länder att 10 % av havsytan bör skyddas efter 2020, men många experter är överens om att minimiskyddet bör vara minst 30 % av världshaven

## Hur ska vi bevara våra marina däggdjur och deras miljö

**Uppgift 2:** Den första MPA som skyddade valar förklarades av Mexiko 1972 för gråvalens lekogränder i Baja, Kalifornien. För närvarande finns det sammanlagt 20 000 MPAs i världshaven för alla marina arter och ca 600 av dem skyddar viktiga livsmiljöer för valar, delfiner och tumlare. Några viktiga MPAs listas i tabellen under. Försök att hitta information om deras betydelse och slutför tabellen.

	År av deklARATION	Storlek	Marina däggdjur som bebor området	Plats
<b>South Polar Sea</b>				
<b>Pelagos Sanctuary</b>				
<b>Rosshavet</b>				
<b>NATURA 2000</b>				

## Lärande aktivitet: Rollspel – paneldebatt

En koalition av djurskyddsorganisationer har sagt:

***„Methods of killing whales are so inhumane that all commercial and scientific whaling operations should end. “***

I en paneldiskussion kommer ett stort antal personer från olika grupper och av olika åsikt diskutera denna fråga. Idag, presenterar representanter från 10 olika intressegrupper sina positioner på följande fråga:

### Bör det finnas ett världsomfattande förbud mot kommersiell valfångst?

#### Situation: valfångst i Norge

Norge är ett av de två länderna där det sker kommersiell valfångst. De bedriver sin verksamhet i Nordatlanten, där jagar de t.ex. vikval i syfte att sälja val kött som livsmedel, IUCN listar vikvalen som livskraftig. Norge tar valar kommersiellt i dagsläget, även om majoriteten av andra länder är emot det. Det upprättar egna fångstbegränsningar men måste lämna information om sina fångster till den internationella valfångstkommissionen, under 2017 var Norges fångstkotov av vikval 999 st.

- Uppgift**
- 1:** I detta rollspel ska deltagarna presentera olika karaktärer av olika parter inblandade i denna intressekonflikt. Välj en av de 10 rollerna (eller få en tilldelad av din lärare) och samla argument för din position för att utveckla en grund för diskussionen. Detta är inte begränsat till 10 deltagare, hela klassen bör delta i denna paneldebatt. Därför kan flera elever bilda grupper av parterna. Se dock till att mängden aktörer i varje part av intresse är jämt fördelat. Förbered dig för din position, dina argument och möjliga motargument. En deltagare (lärare eller elev) måste vara moderator (diskussionsledare) för diskussionen.
  - 2:** Du kommer att diskutera din position och argumentera i gruppen, ni får cirka fem minuter att diskutera med dina kolleger/ klasskamrater innan ni ska presentera de för de andra deltagarna/parterna av intresse. Kom ihåg följande innan diskussionen:
    - Vad är din position på valfångst?
    - Vad är ditt huvudsakliga argument? (Formulera minst tre argument)
    - Vad kan vara ett alternativ som skulle kunna intressera din organisation? (De vill säga ett alternativ som fungerar som en kompromisslösning)
  - 3:** Moderatören startar diskussionen. Innan paneldiskussionen börjar så ska alla deltagare presentera sig själva, sin position och sina argument i 2-3 min. Alla deltagare ges därmed möjlighet att lära känna varandra och deras positioner på ämnet. Efter införandet tar moderatören ledningen på diskussionen mellan parterna av intresse.
  - 4:** I slutet, bör alla elever kollektivt sammanfatta alla argument för- och emot valfångst och se om klassen kan komma till ett samförstånd på deras yttrande om kommersiell valfångst.



## Roller:

### Moderator

Du leder paneldiskussionen och du kommer att undersöka ämnet så omfattande som möjligt som medlare. Du bör vara oberoende, neutral och inte partiska mot en åsikt under hela diskussionen. Du bör styra en rättvis fördelning av diskussionen. Du ansvarar även för att få de olika parterna att förklara sig om diskussionen blir alltför hetsig.

För att påbörja diskussionen, frågar du olika karaktärer att presentera sig själva och att framlägga sin ståndpunkt avseende kommersiell valfångst. Titta på tiden under introduktionerna, varje part har bara 2-3 min och om några frågor förblir obesvarade kan du alltid be karaktärerna om svar senare.

Därefter kommer du att börja diskussionen. Här kommer några exempel på hur du kan börja:

- Be en organisation som är emot valfångst att förklara varför de började denna debatt.
- Be en av de organisationerna som är för valfångst att förklara sin synpunkt på valfångst.
- Fråga karaktärer för valfångst varför de fortfarande genomför kommersiell valfångst trots att den i princip varit upphävd världen över i decennier sedan.

Se till att varje deltagare får chansen att tala och uttrycka sin åsikt och se till att engagera parterna i samtalet genom att ge alternativa förslag eller be om deras åsikt i denna fråga. Om diskussionen avstannar så kan du få igång samtalet igen genom att t.ex.

- Fråga de som är för valfångst om de kan tänka sig ett alternativ.
- Om karaktärerna för valfångst inte reagerar så kan du fråga vad de anser om karaktärerna emot valfångst eller hela rörelsen att förbjuda valfångst.
- Fråga människors åsikter, be om etik bakom valfångst, om nödvändigheten av valfångst, be om djurskydds åsikter, peka på exempel på andra länder där valfångst nationerna har framgångsrikt förvandlats till valskådningsländer.

### Karaktärer

Du bestämmer din karaktärs roll med hjälp följande informations material. Du kan också informera dig om din rolls yttrande genom att söka information på internet. Först kommer du att presentera karaktärens position och syn på valfångst. Varje representant har endast 2-3 min för introduktion för sina synpunkter, efter det blir det en öppen debatt där moderatorn bestämmer vem som får tala.

### Valfångare

”Jag är en enkel man. Valfångst är mitt jobb. Jag tjänar mina pengar och försörjer min familj genom fångsten. Det är vad jag lärt mig och vad jag växte upp med. Jag har inte en examen eller någon annan arbetserfarenhet; jag tror inte att jag kan försörja min familj om jag måste stoppa det här jobbet. Jag förstår inte varför de flesta människor är så arg över mitt jobb. Jämfört med vad människor gör till andra människor, är den valfångst i praktiken mycket mindre skadligt. Våra moderna metoder garanterar en snabb och human död. Valfångst är hållbara. Det finns gott om valar ute i havet och bestånden fortsätter att växa. Valarna har ett bra liv, är fria och glada och bli dödad utan förvarning. De hade ett bättre liv och en bättre död än många djur som fötts upp på gårdar för sitt kött”.

## Fiskaren för valfångst

"Fiske är vårt levebröd och valar äter för mycket fisk. Vi når inte upp till våra fiskekvoter. Men fisk är en av våra viktigaste export inkomster. Vi behöver minska val populationen för att uppfylla våra fiskekvoter. Visa valar äter till och med fisken i våra nät!"

## Fiskaren emot valfångst

"Fiske är vårt levebröd och valar stöder det eftersom de är ekosystemet ingenjörer. Många människor tror att de äter fisk och därmed konkurrera med våra fångster, men det är inte sant. Många valar äter plankton och småfisk som inte är våra mål arter. Deras avföring berikar havet med näringsämnen och ger små plankton och krill mat, som igen serverar som näringskälla för större varelser. Valar i princip hjälper den fisk som vi vill fånga växa. Vi behöver se till att fiskbestånden inte kollapsar och ett sätt att uppnå detta är att skydda våra valar".

## Lokalpolitiker

"Norge är ett suveränt land att göra sina egna beslut. Vi blir inte styrda av utlänningar, varken Europeiska unionen eller den internationella valfångstkommissionen kan påverka. Vi beslutar själva om valfångst bör utföras eller inte. Valfångst har en lång tradition i Norge och vi är ett traditionellt land. Vi värdesätter vår historia och våra förfäder. Dessutom, är valfångst mycket hållbart"

## Valindustriekonom

"Valfångst har en lång tradition i Norge. Min familj har fångat val i århundraden. Valar har varit tillgänglig, hälsosamt och hållbart i årtionden. Dessutom är det värt en bra summa pengar att sälja valkött i Norge. Det är fortfarande är en ganska hög efterfrågan på valkött eftersom människor växte upp att äta den. Ingen vet riktigt hur stora val populationerna är, och vi är såna småföretag som tar endast av de arter det finns mycket av. Det är uppenbart att det vi gör leder inte till minskning av valpopulationen eller utrotning".

## Djurskydd-aktivist

"Vi tror att kommersiell valfångst ska sluta. Vi kan inte vara säkra på att valbestånden kan överleva såväl storskalig jakt som de andra dagliga hot som de möter. Förbud eller inget förbud, valfångst förblir omänskligt och valar är olämpliga för användning av människor på detta sätt. De lever länge och är långsamma att reproducera sig. Det finns inga humana sätt att döda en val till sjöss. Jakt kan aldrig vara en exakt övning - valar är ett rörligt mål, som är beskjutna från ett rörligt fartyg på ett rörligt hav. Granat harpuner används ofta för att döda valar, detta utsätter dem för en långsam och smärtsam död och det har vi källa på ifrån Whale and Dolphin Conservation Society!"

## Forskare

"Valar har erkänts som ekosystem ingenjörer och är därför mycket viktiga för hela havet. Många valar har fasta migrationsvägar, vilket har bevisats av vetenskapliga studier och vi märker ofta att samma djur misstas för flera, så populationer kan misstolkas som större än vad de egentligen är. Vi vet inte mycket om migrationsvägarna och livshistorien för vissa arter eller underarter. Den jagade vikvalen är ett exempel på detta, vi vet för lite. De har förekommit rapporter från valskådning fartyg i Island som säger att de inte stött på några fler vikvalar i ett område där det dödades en val, De verkar som om djuren visste att undvika detta område."

## Norska medborgare 1

"Få norrmän äter valkött idag. Jag själv växte upp utan att ha provsmakat valkött innan och jag har inga ambitioner att göra det nu. Valfångst är en föråldrad tradition som ska sluta. Många turister som kommer till Norge hatar det faktum att vi är en valfångstnation och vi har antagligen ekonomiska förluster från människor som väljer att bojkotta Norge på grund av valfångstverksamheten. Enligt min mening så skadar valfångsten vårt lands ekonomi och rykte."

## Norska medborgare 2

"Valfångst är en tradition i Norge och därför tar jag mycket stolthet i det! Jag och många andra norrmän stöder valfångst eftersom det är bra för ekonomin, är hållbart och hälsosamt. Valjakten skapar jobb och ger en lokalproducerad mat källa. Valkött är också bättre än annat kött, eftersom valen levde ett lyckligare liv än en ko eller gris".

## Turismexpert

"Turismen är ett av de viktigaste och snabbast växande företagen i Norge. Turister kommer hit för att se Norges natur och också för valskådningen. Det är absurt att Norge fortsätter att döda valar, men turisternas beteende är också förbryllande för mig. Vissa valskådningsturister äter valkött. Kan du tro att de fascinerats av dessa fantastiska varelser, när de sedan kommer tillbaka på land går de direkt till nästa restaurang för att äta de varelsen som de var så fascinerade av? Men inte alla turister är så okunniga. Det finns många som bojkottar Norge som semester mål på grund av vårt valfångstrykte. Andra kommer hit för att stödja valskådningen och bekämpa valfångst på så sätt, dessa turister väljer specifika val vänliga restauranger".

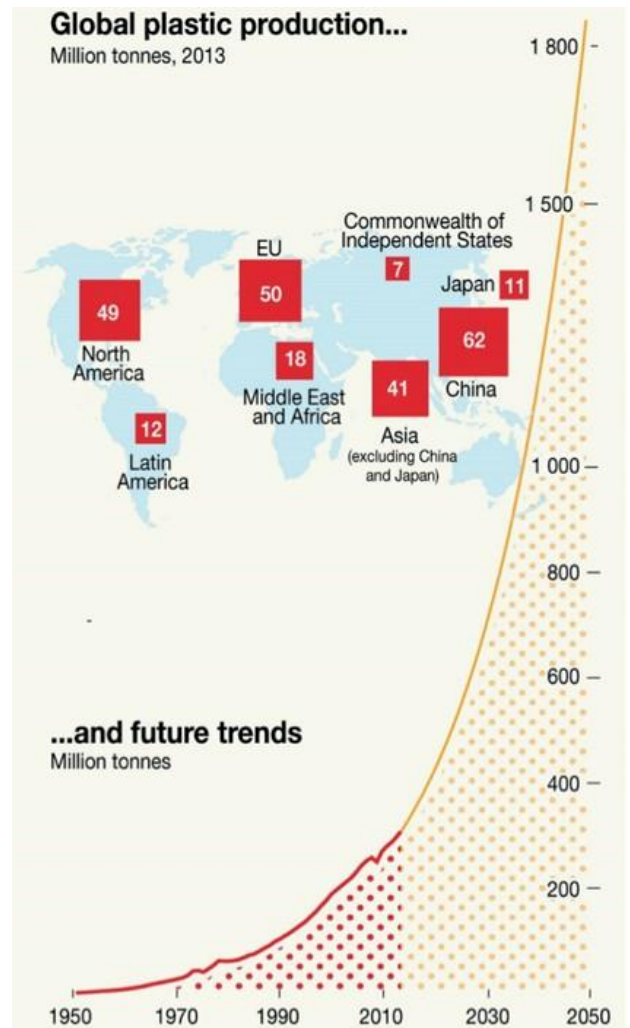
## Val

"Jag är den som denna diskussion handlar om – jag är en val. Jag bor i havet som människor använder för rekreation och kommersiellt ändamål. Mitt hem har blivit högljutt och farlig på grund av dem. De tittar ibland på oss när vi simmar, men de förorenar också våra hem och tar vår mat. Länge sedan, brukade det vara många av oss, men de var alla dödade i fruktansvärda kampar för sina liv. Som ett resultat försvann många av oss från denna planet. Varje år är hundratals mina vänner och familjemedlemmar tagna av människor. De kommer med sina stora båtar och skjuter oss med stora metallstänger. Varför kan inte ni sluta jaga och döda oss? "

Det kan vara svårt att föreställa sig vår vardag utan plast. Oberoende om det är förpackningar i affären, barnens leksaker eller kläder, så möter vi plast i nästan varje produkt. Det finns skäl för detta. 1. 'Plast' refererar till många olika typer av syntetiska material som görs främst med råolja och som inte är biologiskt nedbrytbara. 2. Plast har en mängd praktiska egenskaper. De kan användas till nästan alla vardagliga behov. De är formbara, hårda, elastiska, okrossbara och kan ändras på nästan alla tänkbara sätt genom blandning med tillsatser. 3. Låga produktionskostnader är också en orsak till den globala ökningen av plast. Denna framgångssaga har tyvärr orsakat ett globalt miljöproblem, eftersom det tar flera hundra år för plast att brytas ner.

År 2015 så tillverkades 322 miljoner ton plast globalt, och uppskattningsvis 4,8 - 12,7 miljoner ton hamnar i världshaven varje år. Plastproduktion beräknas fyrdubblas fram till 2050 och då kommer plastavfallet i havet isåfall väga mer än alla fiskstim kombinerat. Under 24 expeditioner på sex år upptäckte forskarna att över fem miljarder plastbitar med en totalvikt på över 268,000 ton flyter runt i havet. Dessa plastöar har en area av central Europa och innefattar både makroplast och mikroplast (partiklar mindre än 5 millimeter). Mycket av plasten sjunker till botten så småningom, resten fortsätter att utsätta djur för olika risker. Mer än 550 marina arter blir påverkade av plast, från ryggradslösa djur till däggdjur som dör genom att äta plast eller fastna i det.

Sköldpaddor, sälar, fåglar och andra djur blir exempelvis intrasslad i gamla nät, s.k. "spöknät". Många djur såsom albatrosser och andra sjöfåglar förväxlar dessutom plastbitar med mat och äter dem av misstag. Havsfåglar får sedan magen full med plast, men de klarar inte av att smälta något utan svälter ihjäl. I januari 2016 strandade 30 kaskeloter runt Nordsjön. Obduktionen visade att deras magar var fyllda med plastskräp. Fiskeredskap och delar till en plastbil är några delar av innehållet i deras magar.



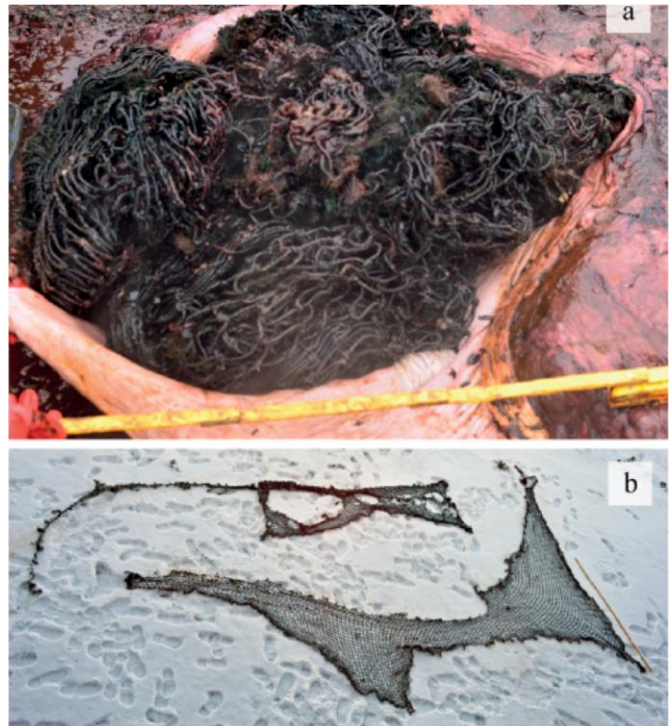
Figur 1: Global plastproduktion ökar.  
(Source: Plastics Europe, 2015)



Ett ytterligare problem är att havsvatten innehåller många långlivade organiska föroreningar såsom DDT och PCB som hamnar i havet via floder och från kusten. Dessa föroreningar fastnar på ytan av mikroplast. Som ett resultat blir mikroplasten flytande bärare av föroreningar. När partiklarna äts av marina djur så hamnar ofta dessa föroreningar i djurens vävnader. Dels kan dessa giftiga ämnen orsaka stor skada hos djuren som är berörda, det kan påverka deras hormonsystem, immunförsvar och/eller kan även orsaka cancer. Fettlösliga gifter fastnar ofta i fettvävnaden såsom lever och nervsystem. Andra föroreningar överförs i näringskedjan och från en trofisk nivå till nästa. Gifter bioackumuleras ofta uppåt till toppkonsumenterna som därmed drabbas hårdast.



*Figur 2:  
Ihop trasslad i plast: en knölval fångad i ett nät. Valen var helt täckt av nätet och en av dess bröstfenor var fast i sidan. De behövdes flera insatser innan valen kunde frigöras. Många valar som inte hjälps dör, ofta eftersom de inte längre kan simma upp till ytan och andas. (Foto: Gary Freitag, Metlakatla, Alaska)*



*Figur 3:  
Plast som har ätits: Bilderna visar maginnehållet på en strandade kaskelot i östersjön, ett nät på 13m hittades. (Foto: ITAW, Location: Büsum, Germany)*



## Lektionsövningar

### 1. Plast i större vattendrag

När människor slarvigt slänger sitt skräp i naturen eller att soptunnor svämmar över så kan skräpet hamna i vattendrag på grund av vind och regn. Vattnet transporterar sedan skräpet från mindre till större vattendrag innan det slutligen rinner ut i havet. Mer än 80 % av den årliga plasten som hamnar i våra hav anländer ifrån vattendrag, skräp som flaskor och plastförpackningar kommer ifrån landbaserade källor. Många marina djur såsom marina däggdjur missar plastavfall för mat.

#### Mål med övning

- A. Att iakttä större flytande artiklar: hur mycket skräp flyter längs med floden mot havet? Vad är vanligast – naturlig flytande artiklar sådana som blad och kvistar eller avfall?
- B. Söka efter mikroplast genom att kasta ut ett nät: hur många mikroplastpartiklar flyter längs med floden mot havet?

#### Material:

- Mikroplast nät
- Snöre/rep (att kasta nätet), 20 m
- Klocka
- Bricka
- Förslutningsbara påsar
- Sprutflaska flaska
- Minimikroskop för smartphone

#### Metod:

##### A. Iakttä större flytande artiklar:

1. Starta genom att översiktligt observera och notera vad för olika saker som flyter i vattnet. Leta sedan efter en utsiktspunkt som ger dig en bra översikt av hela floden. Om floden är mycket bred, markera den punkt fram till vilket du kan se floden. Ta ett foto av ett objekt i vattnet, till exempel en boj eller en klippa. Beräkna bredden på din flod/avsnittet kan du se.
2. Titta efter flytande objekt. Så fort du ser ett objekt, försök ta ett foto av det och bestämma dess storlek. Observera floden i 30 minuter. Notera vad för typ av objekt det är, och om det är skräp eller naturlig.

##### B. Leta efter mikroplast genom att kasta ut ett mikroplast nät:

1. Förbereda mikroplastnätet. Du behöver fixera en 500 ml plastflaska på varje sida av nätet, sätt fast dem med hjälp av buntband.
2. Hitta en lämplig plats för utplacering av mikroplastnätet. Detta kan vara en brygga, en liten bro eller en tillgänglig plats på stranden. Strömmen måste gå i en riktning.
3. Kasta i mikroplastnätet, med öppningen vänd uppströms. Stabilisera nätet så att vattnet kan flöda genom öppningen. Anteckna den aktuella tiden. Mikroplastnätet bör vara i strömmen i 60 minuter. Du kan knyta fast nätet till ett broräcke eller liknande.

4. Så snart mikroplastnätet har varit i vattnet i 60 minuter, ta upp den.
5. Skölj nätet i brickan med hjälp av en sprutflaska och töm hela innehållet i brickan.
6. Studera i detalj innehållet på brickan. Leta efter plastfragment och ta bilder av dessa med minimikroskopet och dela dem med dina vänner.
7. Lägg plastfragmenten i en förslutbar påse.
8. Beräkna antalet mikroplastfragment per 1 000 liter strömmande vatten.



Figur 4: Mikroplastnät med flaskor som flyttanordning (Photo: Kieler Forschungswerkstatt)

Du behöver följande uppgifter för att beräkna antalet mikroplast fragment per 1 m<sup>3</sup> flodvatten:

- **Flödeshastighet i m/s**, för att få detta så mät 20 meter längs stranden med hjälp av ett måttband och tydligt markera en startpunkt på 0 meter och en slutpunkt på 20 meter med en träbit eller en sten. Lägg sedan en pinne i vattnet vid startpunkten. Starta stoppuret och stoppa tiden så snart pinnen passerar slutpunkten. Ta nu tiden delat med sträckan så har du flödeshastigheten.
- **Nätöppningens storlek**: mäta inre öppningen av ditt mikroplastnät i meter!

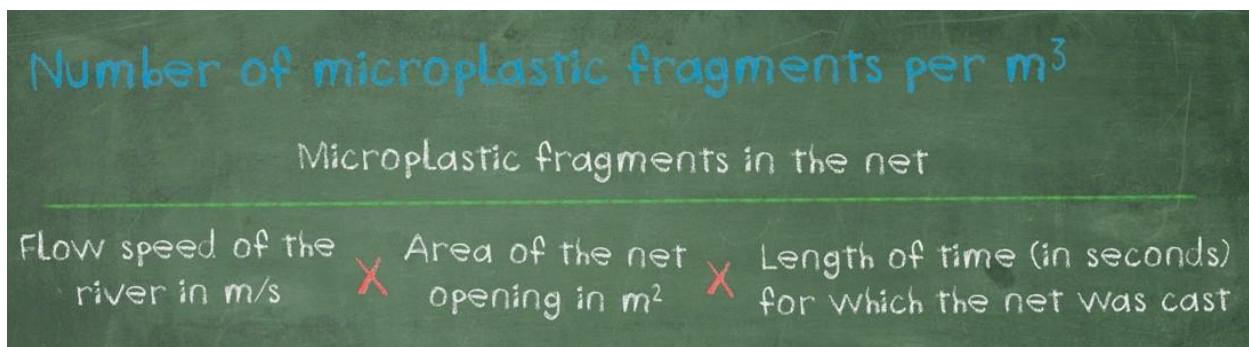
Sida a = \_\_\_ m, sida b = \_\_\_ m

Glöm inte att inte hela nätet är i vattnet. Normalt är ca 9-11 cm av nätet i vattnet. Använd därför ett värde på 0,09 m för b. beräkna ytan av öppningen i kvadratmeter:

$a \times b = \text{___ m}^2$

- **Ange tiden som nätet var i vattnet**, i sekunder = \_\_\_ sekunder.

Slå in dina värden i följande formel:



Figur 5: Formeln för att beräkna mängden mikroplast partiklar som flyter längs floden mot havet, i fragment per kubikmeter och sekund.

## 2. Skräp på stranden

När människor slarvigt slänger skräp så kan det hamna i vattendrag på grund av vind och regn. Vattnet transporterar sedan det från mindre till större vattendrag innan skräpet slutligen åker ut i havet. Slarviga människor kan även skräpa ner direkt på stränderna. Skräp kan likaså hamna direkt i havet för att sedan spolas upp på stränder.

### Mål med övning:

*Hur mycket avfall kan hittas på stranden och vilket material är avfallet gjort av?*

### Material:

- *En rak pinne, ca 1 meter lång*
- *Snöre, 1,5 meter lång*
- *Grus eller liknande objekt att markera ut en cirkel*
- *Kamera eller smartphone*

### Metod:

1. För att ta dina prover, behöver du lite utrymme på stranden. Leta efter en lättillgänglig plats, borde vara ca 50 x 20 meter.
2. Identifiera tre olika strand zoner:
  - Zon A: Denna zon har regelbundet (dagligen) kontakt med floden/havet och ungefär 5 meter brett. Här kan du ofta se det senaste högvatten märket (Om det är nära havet).
  - Zon B: Denna zon har oregelbunden kontakt med floden/havet och omfattar nästan 10 meter från vattnet.
  - Zon C: Denna zon har inte i kontakt med floden/havet och börjar ungefär 15 meter från floden.
3. Markera ut dina första transekt (transekt är en konstgjord linje som förbinder två eller flera punkter). Detta är en konstgjord linje som går från kanten av vattnet till toppen av stranden. Det är viktigt att du placerar din transekt slumpat – och inte eftersom du se någonstans med mycket eller lite avfall!
4. Bestäm en provtagningsplats i vardera av de tre zonerna (A, B, C) utefter din transekt: Tryck ner en pinne i marken i provtagningspunkten och knyt en bit snöre som mäter 1,5 meter i längd runt botten. Gå ett varv längs med marken för att spåra ut en cirkel. Använd småsten för att markera cirkeln. Nu spåra ut den andra och tredje cirkeln i zonerna B och C. Avståndet mellan cirkelarna bör vara mer eller mindre samma. Se figur 6 för att hjälp.
5. Leta nu efter skräp i den första cirkeln och lägg det på en vit duk eller bricka bredvid cirkeln. Plocka bara skräp, inga naturliga objekt såsom träbitar. Samla bara skräp som är minst lika stort som en cigarettfimp.
6. Räkna antal skräpobjekt och sortera dem efter material. Ta bilder med din smartphone.

- Upprepa proceduren i de två andra cirklarna och markera sedan ut en andra och tredje transekt för att replikera provtagningen. Kontrollera att dina cirklar är ungefär lika stora som i de första transekten. Avståndet mellan transekten bör vara minst 20 meter.
- för att räkna ut hur mycket skräp som finns på din strand per m<sup>2</sup>, behöver vi veta arean på våra cirklar, använd följande formel:

$$A = \pi \times r^2 ; r = 1.5 \text{ m}$$

- Ta nu antalet skräpobjekt inom en cirkel och dela med arean, räkna ut medel på alla cirklar i varje zon. Nu vet du hur mycket skräp det finns per m<sup>2</sup> vid varje zon. Jämför de olika typerna av skräp som hittats i de olika zonerna och fundera över varifrån skräpet kommer.



Figur 6:  
Samla skräp från  
stranden

### 3. Mikroplast på stranden

Överallt i hela världen så hittas plast i havet och på stränderna, och kan där utgöra en risk för många djur. Forskare kvantifierar mikroplast på stränder i hela världen och utför experiment för att analysera effekterna av mikroplast på olika marina djur. Mikroplast är särskilt problematiska eftersom de är mycket svåra att se och många arter såsom musslor och sjöfåglar kan få i sig plastpartiklarna av misstag eller förväxla dem med mat. Beroende på hur mycket som äts kan resultaten vara skadligt.

#### Mål med övning

##### 1. Hur mycket mikroplast kan hittas på sandstränder?

#### Material:

- Mikroplast såll, ram (Nät storlek 1 mm)
- Bricka
- Snöre, 20 meter lång
- Mini spade
- Minimikroskop för smartphone

#### Metod:

1. Identifiera högvattenlinjen (punkten där den våta och torra sanden möts). Om du inte hittar denna linje, markera en meters avstånd från vattnet.
2. Lägg ut det 20 meter långa repet längs med denna linje och markera ut tre punkter – i början, mitten och slutet av längden på repet (punkt 1, 2 och 3)
3. Mät ut en 50 × 50 cm fyrkantig ruta på vardera av dessa punkter och markera ut dem i sanden.
4. Gå till den första punkten. Ta bort alla större naturliga föremål (stenar, alger, växter, trä). Använd minispaden att gräva upp sanden i rutan från ca 2 cm djup och lägg sanden på en bricka.
5. Filtrera sanden i tråget med mikroplastsållen så att den fina sanden hamnar på en bricka. Placera allt som är kvar på nätet på en annan bricka.
6. Studera nu noggrant det fina innehållet på brickan. Sortera ut mikroplast i ena hörnet av brickan, räkna plastfragment och pellets.

Om sanden är fuktig, filtrera inte det på stranden, men håll det i en påse. Märk påsen med provtagningspunkten (1, 2 eller 3), Stäng det ordentligt och ta den med dig tillbaka till din skola/grupprum. Här kan du låta din sand torka i lämpligt märkta brickor och filtrera det så snart det är torrt. Placera allt kvar i nätet på en annan bricka.

7. Fota av plast fragment och pellets, använd minimikroskopet för smartphone och dela upp dem med dina vänner.



8. Räkna ut arean på dina provtagnings rutor i kvadratmeter:

Sida a i meter x sida b i meter= \_\_\_\_\_m<sup>2</sup> (area)

9. Räkna ut antalet mikroplast fragment per 1 kvadratmeter på varje provtagningspunkt: antal mikroplast fragment finns på varje punkt/område för provtagning (se figur 7).



Figur 7: Mikroplast strandprovtagning.

### 4. Mikroplast i vardagsprodukter

Plastmikrokulor används i mycket kosmetika och i hudvårdsprodukter, i syfte att förbättra den renande effekten. Även om plastkulorna är mycket små, utgör de en betydande risk för marint djurliv. På grund av kemiska egenskaper så fäster sig skadliga organiska ämnen på dessa plastpartiklar. Om dessa sedan misstas för mat och blir uppätta av filtrerare, planktonätare eller andra djur så hamnar plasterna och gifterna i näringskedjan.

#### Material:

- *Runda mikrosållar (100 eller 300 mikrometer)*
- *Petriskålar*
- *Vattentankar (plast akvarium)*
- *Kosmetiska produkter (Body peeling/scrub, duschgel)*
- *Spruttflaska*
- *Minimikroskop för smartphone*

#### Metod:

1. Placera en normal mängd av en kosmetisk produkt i mikro sållen (vanliga mängden av den kosmetiska produkten som man använder för tvätt).
2. Skölj provet i mikrosållen. För detta, sätt mikrosållen i baljan med vatten och rör runt i provet med ditt finger tills provet inte skummar längre.
3. Använd tvättflaskan för att samla alla plastpartiklar i ena delen av sållen, överför dem till petriskålar. Studera plasten i de olika proverna genom minimikroskop eller lupp.
4. Upprepa processen med olika kosmetiska produkter och jämföra mängden mikroplast bland produkterna.
5. Ladda ner appen "Beat microbead" och "CodeCheck" på din smartphone. Skanna dina kosmetiska produkter hemma och i din lokala mataffär för mikroplastingredienser.

### 5. Hur lång tid tar det för olika typer av skräp att brytas ner?

Vi ifrågasätter knappast det faktum att vi använder plast. Plast är ett syntetiskt material som numera finns i många olika former med alla typer av egenskaper. Vad alla plaster har gemensamt är att de görs primärt av råolja. Plaster har många praktiska egenskaper. Plast har blivit genom åren ett dagligt grundläggande material som finns i ett brett utbud av produkter på grund av flera enastående egenskaper. De är formbara, hård, elastisk, oförstörbara, långvarig och kan ändras i nästan alla sätt genom att blanda med tillsatser. De kan också produceras relativt billigt. Plast finns över hela världen.

#### Material:

- *Nedbrytningsaffisch (valbart)*
- *Tidslinje*
- *Magnetburkar med olika avfall*

1. Uppskatta med diagrammet på affischen hur många år det tar för skräpet i lådorna att brytas ner i havet.

#### **Alt.**

1. Försök placera ut lådorna från kortast till snabbast nedbrytningstid, detta kan visas med ett snöre på golvet eller en linje på tavlan där ena hörnet presenterar 1 Vecka och andra hörnet presenterar 600 år, tidslinje.
2. När du är klar, fundera på hur avfallet hamnar i havet.



Figur 8: Nedbrytningstid för plast

### 6. Skräp i hemmet

Du är säkert bekant med många olika plastprodukter. Det är svårt att föreställa sig vardagen utan dem. En genomsnittlig person i Europa använder till exempel över 100 kg plast per år. Den globala ökningen av konsumtionen av plastmaterial har resulterat i stora mängder avfall. Tänk på hur mycket plast du använder och slänger varje dag:

#### Metod:

1. Gör en plastavfall dagbok för en vecka. Anteckna mängden plastavfall du personligen generera varje dag. Gör en lista över alla plastobjekt som du kastar bort.

Veckodag	Antal plastavfall objekt	Typ av avfall
Måndag		
Tisdag		
Onsdag		
Torsdag		
Fredag		
Lördag		
Söndag		

2. Vad märker du? Jämför dina resultat med andra.
3. Nu kan du prova att minska ditt plastavfall för en hel dag eller vecka. Räkna igen. Vad har ändrats?
4. Vad kan du göra annorlunda i framtiden för att minska ditt plastavfall ytterligare?

### 7. Flyter eller sjunker plast?

Forskare studerar nu plastens beteende i olika typer av vatten. Denna kunskap är viktig för att förstå varför plasten hamnar där den hamnar och vad för skada plastavfallet kan göra i havet. En viktig fråga i detta sammanhang är hur plasten transporteras/sprids. Tillsammans med typen av plast spelar dess form och densitet viktiga roller. Detta avgör tillsammans om ett plastföremål flyter på ytan, driver i vattenmassan eller sjunker till botten.

#### Metod:

1. Samla in tre olika sorters plastavfall. Välj gärna plastföremål som du ofta hittar i ditt hushållsavfall eller i återvinningen.
2. Överväg faktorer som kan avgöra flytförmåga av plasterna.
3. Fundera över olika experiment som du kan göra för att studera flytförmågan. Du kan använda hela plastföremål eller skära ut små prover. Om du inte har några idéer, kan du undersöka följande frågor:

Vad flyter i vattnet och hur beter de sig i vatten?

- Slutna burkar med lock och öppna flaskor utan lock
  - Slutna och fyllda flaskor
  - Flaskor med olika volymer (t.ex. 250 ml, 500 ml och 1 000 ml)
  - Flaskor som har blivit koloniserad av arter såsom havstulpaner (kan simuleras med modeller)
  - Flaskor tillverkade av olika typer av plast (t.ex. dryckesflaskor och schampoflaskor)
4. Utför experimentet med andra plasttyper (ex. golfbollar, plastpåsar eller yoghurtburkar) eller i sött jämfört med i saltvatten, för att studera beteendet hos plastavfall i vatten. Havsvatten i Atlanten har 35 gram salt per en liter.
  5. Vilka marina organismer kan påverkas av flytande respektive sjunkande plast? På vilket sätt kan djuren påverkas?



## 8. Mysteryspelet

Situation: 2016 så blev 30 kaskeloter strandsatta på olika platser längs Nordsjökusten. Alla individer var unga tjuvar runt samma ålder. Flera forskningsgrupper från de berörda länderna försöker förklara strandningen.



Figur 9: Uwe Piatkowski från Geomar och Ursula Siebert från Hanover Veterinary College undersöker valarnas olyckliga dödsfall. (Foto: Kieler Forschungswerkstatt)

### Vetenskapligt förhållningssätt:

experiment och forskning är viktiga för att besvara vetenskapliga frågor. Samtidigt så måste man publicera resultaten samt presentera dem för andra på konferenser. Detta är nödvändigt för att göra framsteg i vetenskapen och för att resultaten ska bli tillgängliga internationellt, för först då kan man oftast hitta gemensamma lösningar på problemet. Det händer ofta att flera forskningsgrupper forskar på samma problem samtidigt och naturligtvis vill varje grupp vara först med att publicera sina resultat.

### Metod:

1. Anta att ni är en forskare från Tyskland, Frankrike och Storbritannien. Du och dina forskarkollegor ska nu försöka hitta en rimlig förklaring för strandningen i Nordsjön med hjälp av korten i Mysteryspelet. Skapa en logisk sekvens av incidenter och försöka förklara detta fenomen.  
Börja med kort nr 7 och använd minst 5 kort till. Om du hittar en sannolik förklaring för strandningarna, kan du publicera dem.
2. Läs alla mysteryspelkort och gruppera dem i olika kategorier. Sortera korten i en logisk sekvens och plocka bort kort som inte är relevanta för strandningen av kaskeloter. Leta efter likheter och skillnader, och försöka hitta samband mellan korten.

### 9. Vad kan jag göra?

Vi människor har använt floder, sjöar och hav sedan urminnes tider. Dessa livsmiljöer ger oss en stor mängd resurser. Men istället för att ta hand om dem, så förorenar och överanvänder vi dem. Lyckligtvis finns det också människor och organisationer som aktivt försöker att skydda den här planeten. Det finns många sätt att skydda miljöerna och dess invånare. Var och en av oss kan göra vårt. För att minska plastförbrukning, kan du tillämpa tre R regeln. De tre R´en är reduce (minska), Reuse (återanvända) och recycle (återvinna) – och det finns ytterligare R´n – som t.ex. refuse (vägra), repurpose (använda på nytt sätt) och rethink (tänka om). Snöret med klädnypor kan användas för att hänga upp förslag.

#### 1. Reduce (minska)

Här är syftet att dra ner på saker som du egentligen inte behöver. Behöver du verkligen den senaste smartphonen eller ännu ett par skor? Om du funderar nu på att kasta bort allt som är överflödigt, så skulle det vara fel strategi. Du kan bli av med överflödiga objekt på andra sätt, såsom genom att få dem till platser där de fortfarande kan användas. Därför ska du sälja, ge bort, donera eller byta dina objekt istället för att slänga dem.

#### 2. Reuse (återanvända)

Innan du köper något nytt, varför inte använda något som du redan har och spendera dina pengar på saker som du kommer att använda oftare? Ett exempel skulle vara påsar som kan återanvändas många gånger. Om du tänker noga på daglig basis, hittar du att de flesta engångsartiklar kan ersättas med mer hållbara alternativ.

#### 3. Recycle (återvinna)

Det är viktigt att sortera avfall när det gäller återvinning. Inte allt skräp kan återvinnas. I vissa länder betalar konsumenten en mindre kostnad för artiklar såsom flaskor och burkar, som de sedan får tillbaka när de återvinner flaskorna, s.k. pant.

#### 4. Refuse (vägrar)

Detta innebär att säga nej när du erbjuds saker som du inte behöver. Klassiska exempel inkluderar reklambroschyrer, sugrör och plastpåsar. I många fall finns det miljövänliga alternativ till dessa produkter som du kan antingen köpa eller göra själv, t.ex. kosmetika produkter.

#### 5. Repurpose (använda på nytt sätt)

Många produkter kan användas på nya sätt, d.v.s. används för något annat än vad de var designade för. Allt som krävs är lite tanke och kreativitet. Det finns gott om exempel på detta när man söker på internet.

#### 6. Rethink (tänka om)

Det är ofta lättare än vi tror att ändra våra vanor. Allt du behöver göra är att planera en förnuftig förändring och hålla dig till den. Detta gäller inte bara privatpersoner, utan företag, politiker och forskarsamhället. Ett exempel kan vara ett framtida beslut om att sluta tillverka kosmetiska produkter och tandkräm som innehåller mikroplast.

**Uppgift 1:** hitta minst ett exempel för varje R.

**Uppgift 2:** Hur kan du ändra din dagliga rutin för att producera mindre plastavfall? Anteckna ner dina idéer.

**Uppgift 3:** Fundera på sätt som du kan öka allmänhetens medvetenhet om problemet med plastavfall i haven så att fler människor blir informerade. Vilka initiativ kunde du göra så att massor av människor engagera sig? Vad kan människor som inte bor i kustområdet göra för att skydda sjöar och hav?

Följande frågor kan vara användbara:

- Vem tillverkar den största mängden avfall i ditt område?
- Vem är fortfarande inte medvetna om avfallsproblemet?
- Hur kan vi presentera resultaten?

**Uppgift 4:** Genomför ett projekt i praktiken för att minska plastavfall och liknade, dokumentera varje steg med bilder

## Information till lärare:

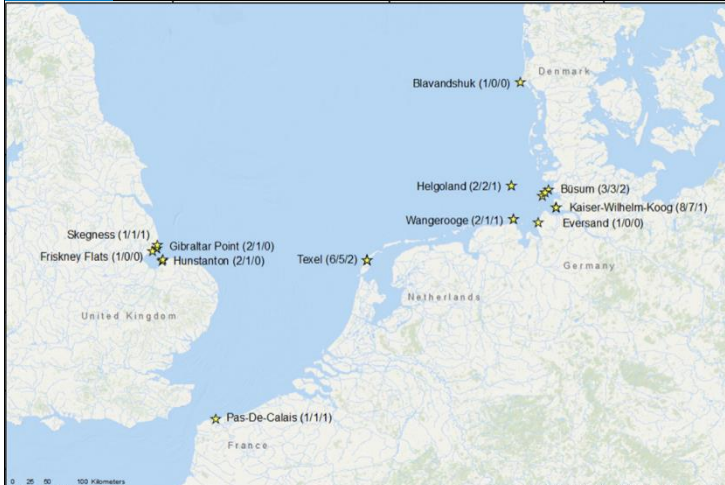
Syftet med denna undervisningsmodul är att göra ungdomar bekanta med det övergripande ämnet plast och dess påverkan på marina däggdjur och därmed på djuren i havet. Modulen initieras lämpligen med en teoretisk genomgång om aktuell forskning med fokus på ursprung, överflöd och effekterna av plastavfall i havet (särskilt på marina däggdjur).

Vi har utvecklat nio olika aktiviteter kring plast och skräp. De flesta är lämpliga för klassrummet som standardlektion (nr 3-9), andra som utomhusaktiviteter (nr 1, 2). Experimenten kan utföras enskilda eller som en serie av experiment beroende på fokus och tillgänglig tid. Modulens moment är lämpliga för olika åldersgrupper (ca 10 – 18 år).



## 30 Kaskeloter strandar på kort tid

07



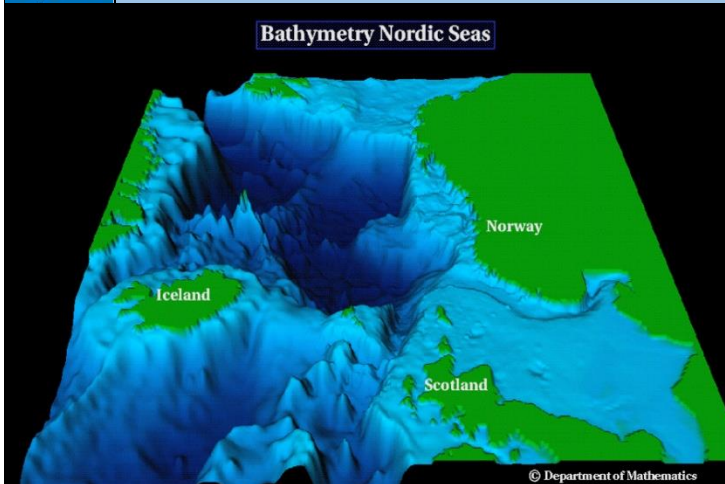
I januari och februari 2016 så strandar 30 kaskeloter på kusterna i Nordsjön i Danmark, England, Tyskland, Frankrike och Nederländerna.

Source: Unger et al. (2016). Large amounts of marine debris found in sperm whales stranded along the North Sea coast in early 2016. *Marine Pollution Bulletin*, 112(1), 134-141.  
In brackets: Number of stranded animals/ investigated/ plastic in gastro-intestinal tracts



## Kaskeloter äter bläckfiskar

02



En stor grupp av bläckfiskar drevs in i nordhavet av starka stormar i nordöstra Atlanten.

Source: Department of Mathematics University of Oslo, 1995



## Sociala relationer hos kaskeloter

11

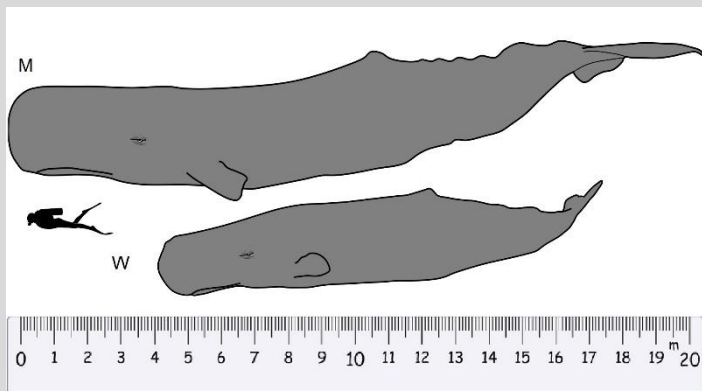


Kaskeloter har en stark social struktur, de lever i grupper som vanligtvis leds av ett dominerande djur, kan både vara en hona eller hane.

Source: The dominica sperm whale project: <http://www.thespermwhaleproject.org/>



## Egenskaper hos kaskeloter 21



Kaskeloten kan bli upp till 70 år gammal. Hanar kan nå längder på 20 meter och en vikt på upp till 50 ton medan honorna kan nå en längd upp till 12 meter.

## Plastavfall i kaskeloter 16



25 kg plastavfall kunde hittas i bara en av de strandade kaskeloterna.

Source: Unger et al. (2016). Large amounts of marine debris found in sperm whales stranded along the North Sea coast in early 2016. *Marine Pollution Bulletin*, 112(1), 134-141.

## Plastavfall i havet 01



Varje år, släpps det ut mellan 4,8 och 12,7 miljoner ton plast in haven. I många länder så kastas sopor i floderna eller i havet eftersom det är det enklaste och mest kostnadseffektiva lösningen.

Source:  
<https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/meere/muellkippe-meer/muellkippe-meer.html>





## Plastproduktionen

06



'Plast' refereras till många olika typer av syntetiska material som görs primärt av råolja. Dessa är knappt eller inte alls biologiskt nedbrytbara. Varje år tillverkas upp till 322 miljoner ton plast.

Source:

<http://www.badische-zeitung.de/literatur-1/plastik-sogar-im-blut--33129120.html>



## Nedbrytning av plast

12



Plast bryts ner mycket långsamt av saltvatten och UV-strålning. Resterna som blir över kallas mikroplast. Plastpåsar är beräknat att brytas ner på ca 20 år, aluminiumburkar 200 år och fiske linjer upp till 600 år. Men efter det kan det finnas mikroplast kvar som aldrig bryts ner.

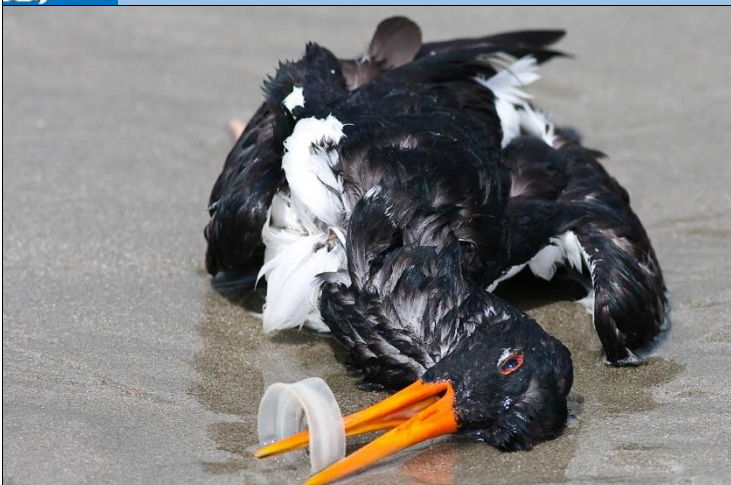
Source:

<http://www.spektrum.de/news/wohin-verschwindet-unser-plastikmuell/1315749>



## Djur misstar plast för mat

22



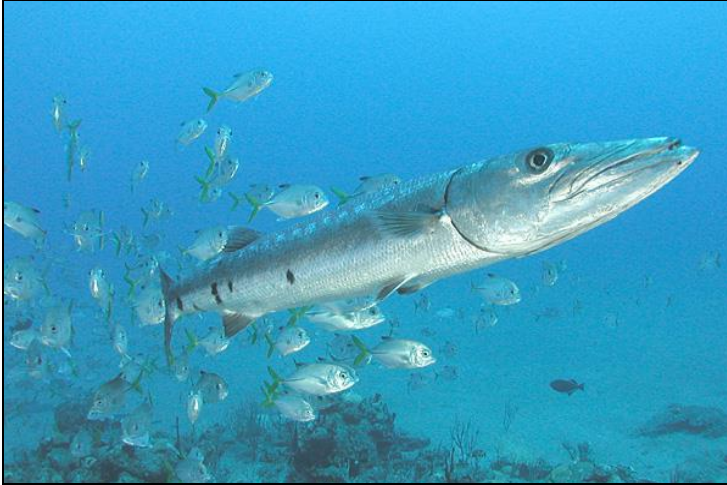
Plastavfall har redan hittats i många marina organismer (t.ex. i bläckfisk, musslor, kräftdjur, fiskar, fåglar och sälar). Organismerna kan förväxla plastavfallet med mat.

Source: Craig Nash



## Näringsväven

23



Växter tar upp näringsämnen i vattnet och använder solen som energi. Djur äter växter samt andra djur. Organismer är kopplade genom vad de äter och vad som äter dem i en näringskedja. Många näringskedjor kan bli sammankopplade i ett nätverk som kallas en näringsväv.

Source: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3553150>

<http://worldoceanreview.com/wor-2/oekosystem-artenvielfalt/lebensraum-der-fische/>



## Producenter

14



Primär producenter såsom växtplankton är första steget av näringskedjan. De skapar sin egen energi med hjälp av t.ex. solen.



## Förstahandskonsumenter

19



Zooplankton (t.ex. små kräftdjur) äter på växtplankton och på så sätt är de förstahandskonsumenter.

Source: Kieler Forschungswerkstatt





## Andrahandskonsumenter

05



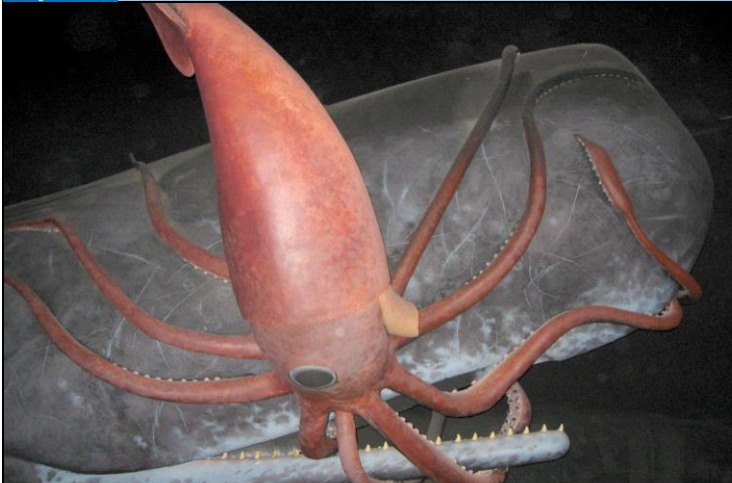
Bläckfiskar lever på ryggradslösadjur och små fiskar. På så sätt blir de andrahandskonsumenter.

Source: [https://de.wikipedia.org/wiki/Kalmare#/media/File:Loligo\\_vulgaris.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Kalmare#/media/File:Loligo_vulgaris.jpg)



## Tredjehandskonsumenter

03



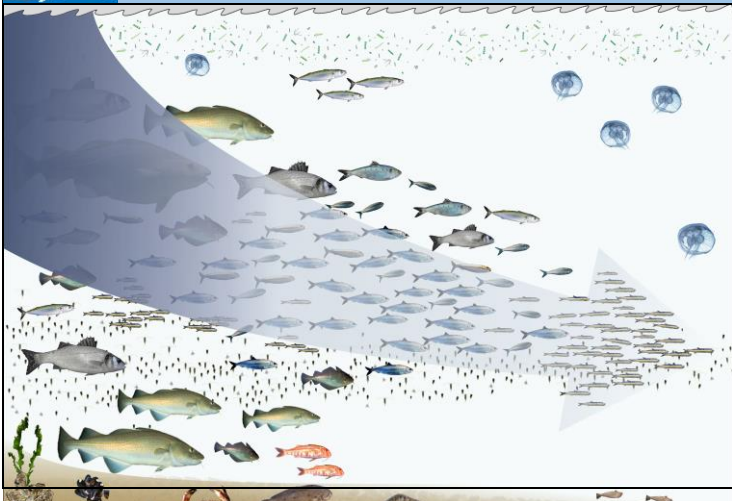
Kaskeloter äter bläckfiskar. De gör dem till tredjehandskonsumenter. För att äta bläckfisk så simmar de tusentals kilometer i iskallt vatten och dyker upp till 2000 meter djupt.

Source: Display of sperm whale and giant squid battling in the Museum of Natural History, New York City, USA, Photo: Mike Goren



## Överfiske

08



Överfiske uppstår när man fiskar mer än vad fiskpopulationen kan ersätta genom naturliga reproduktion. Cirka 60-70% av världens fiskarter är överfiskade.

Source: Hans Hillewaert



### Utsläpp av koldioxid

18



Vid förbränning av kol, olja och naturgas släpps en massa koldioxid ut i atmosfären.



### Den förstärkta växthuseffekten

13



Eftersom det släpps ut stora mängder koldioxid så förstärks den naturliga växthuseffekten. Som konsekvens så stannar mer av värmen från solen kvar på jorden, och på så sätt ökas den globala temperaturen. Detta påverkar alla ekosystem.



### Haven tar upp koldioxid

10



Haven kan ta upp stora mängder koldioxid som reagerar med vatten och bildar kolsyra. Den ökade mängden kolsyra leder sedan till en sänkning av pH-värdet. Detta kallas havsförsurning.



## Havsförsurningen

04



Havsförsurningen drabbar särskilt smått marint liv såsom plankton, kräddjur och ryggradslösa djur. När detta händer, kan de t.ex. inte längre bygga sina kalkskal. Kalkskalen fräts sönder av den låga pH-halten. Detta kan göra kalkskal byggande organismer till lätta byten.



## Vindkraftparker

15



Byggandet av havsbaserade vindkraftverksparker producerar massa undervattensbuller. Volymen når 220-260 decibel. I jämförelse når en flygplansmotor upp till 120 decibel.



## Undervattensbuller

09



Buller stör ekolokaliseringen av kaskeloter avsevärt. Valar kan inte längre orientera sig, de inte kan hitta mat, riskerar att simma till platser där de inte bör vara och detta kan leda till valens död.

Source: NOAA





### Bubbelgardin

20



”Bubbelgardinen” är en ”vägg” av luftbubblor, de används i byggandet av vindkraftverk för att minska undervattensbuller.

Source:

<http://www.windkraft-journal.de/wp-content/uploads/2012/02/Blasenschleier.jpg>



### Nordsjö djupet

17



Nordsjön är mycket grunt på många platser. Från ett vattendjup på 50m, kaskeloternas ekolokaliserings system fungerar inte lika bra på detta djup, detta kan leda till desorientering.



## Situationen



2016 så strandade 30 kaskeloter på olika platser längs Nordsjökusten. Alla individer var unga tjurar runt samma ålder. Flera forskningsgrupper från de berörda länderna försöker förklara denna strandning.

Source: Press release Nationalpark Wattenmeer / Brunckhorst / LKN SH



## Vetenskapligt förhållningsätt

Experiment och forskning är viktiga verktyg för att besvara vetenskapliga frågor. Samtidigt så måste man publicera resultaten samt presentera dem till andra på ett bra sätt, utan detta så kan man inte göra framsteg i vetenskapen. Dessa steg är viktigt att göra eftersom information måste vara tillgängligt globalt och då kan man hitta lösningar tillsammans. Det händer ofta att flera forskningsgrupper bedriver forskning på samma problem och, naturligtvis vill varje grupp vara först med att publicera sina resultat.



## Instruktion - hur spelar man Mysteriespelet

1. Du kommer att vara en forskare från Tyskland, Frankrike eller Storbritannien. Du och dina kollegor kommer att försöka hitta en rimlig förklaring för strandningar i Nordsjön med hjälp av korten.
2. Läs alla kort och gruppera dem i kategorier. Sortera korten i en logisk sekvens och eliminera kort som inte är relevanta för strandningen av kaskeloter. Leta efter likheter och skillnader och försök hitta relationer mellan korten.
3. Starta med kort 7 och använd minst 5 mer. Om du hittar en sannolik förklaring för strandningar, kan du publicera den.

### Bioindikatorer i havet

Organiska och oorganiska kemikalier produceras av mänskligaktivitet och kommer tillslut ner i våra hav och oceaner. Vetenskapsmannen Reddy sa följande: *"Under loppet av 1900-talet blev planeten kemiskt olik än vad den har varit innan"*. Mer människor bebor kustregionerna än någon annanstans på jorden, för dem är speciellt frågan om hälsan i haven viktig. Marina däggdjur kan användas för att få tidig varning om negativa trender och påverka mänskliga aktiviteter. Sådana organismer är kvalificerade som "bioindikator". Vi kan med hjälp av deras hälsa och beteende kategorisera och potentiellt hantera negativa effekter på människors och djurs hälsa som är associerad med våra hav.

### Den kemiska föroreningen i Nordsjön

Nordsjön är ofta ansett som ett av de mest förorenade haven i världen. Cirka 185 miljoner människor bor i de högindustrialiserade länderna som gränsar till Nordsjön. Ytterligare 85 miljoner invånare upptar det baltiska avrinningsområdet som rinner ut i Nordsjön. Populationer skiljer sig mycket, med över 1000 invånare per km<sup>2</sup> utmed kusten av Belgium och Nederländerna, till mindre än 50 invånare per km<sup>2</sup> längs kusterna i Norge och Scotland. Ovanpå detta finns det storskaliga säsongsbetonade migrationer av turister till kusten. Föroreningar från dessa områden når havet direkt från kusten och genom flera stora floder. Föroreningarna ackumuleras lokalt i tidvattenzoner och flodmynningar eller skingras av strömmarna.

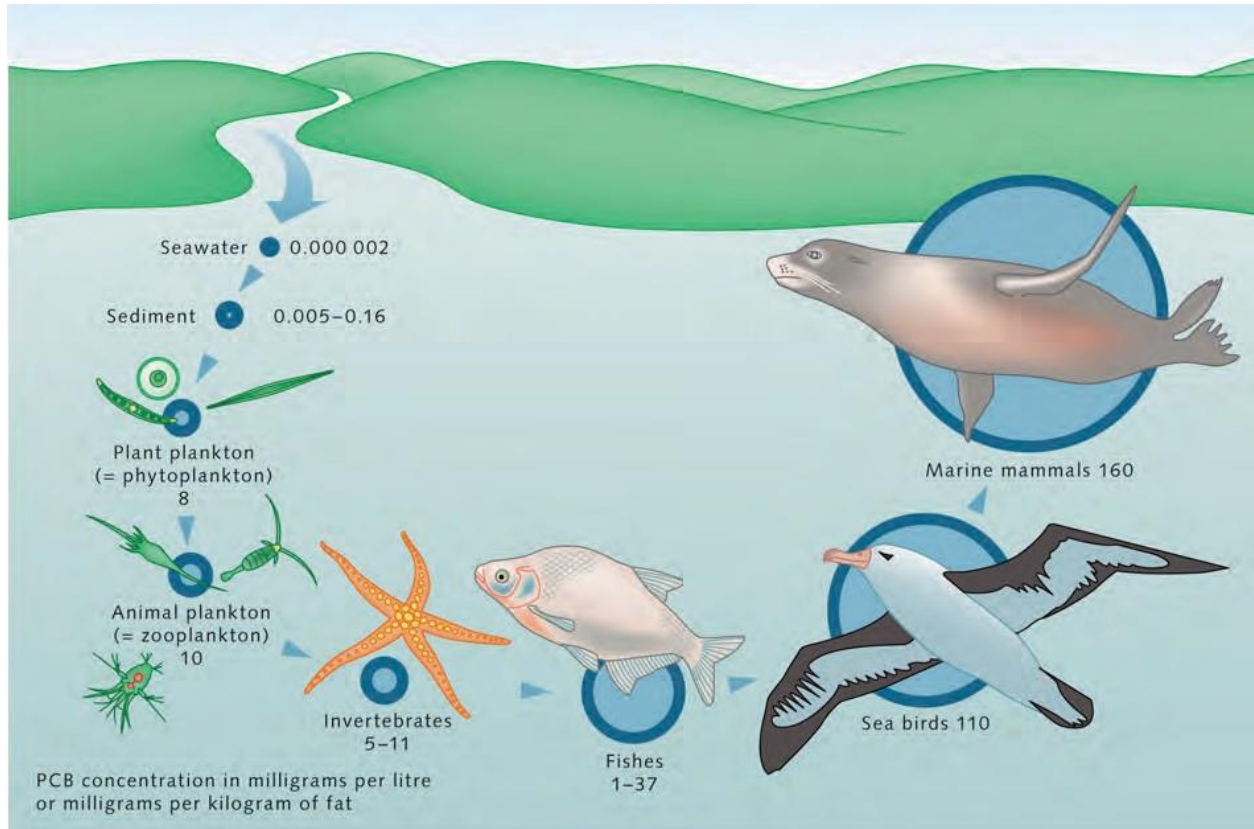
Tillförseln av föroreningar i havet kommer ifrån från land, sjötransport och havsutnyttjanden (gas och olja), Nordsjön fick även en tillförsel av förbränt avfall fram till 1991, vilket har gett höga klororganiska resthalter i bentiska och pelagiska organismer.

Den största industrin i Nordsjön är havsutnyttjanden av gas och olja, upp till 92 miljarder m<sup>3</sup> gas och 183 miljoner ton olja per år. Detta transporteras sedan genom en 10,000 km långt system av rör. Andra aktiviteter såsom marina utvinning av grus och sand bidrar med 15 % av dessa råvaror, detta kan leda till allvarliga fysiska effekter eller förändring av botten topografin, såsom bildandet av tillfälliga plymer i vattenmassan och förnyad nedfall av föroreningar. Kemikalier sedimenteras tillslut i botten och gör då minimal skada till organismer, men återintroduktion av kemikalier från sediment genom t.ex. muddring kan skapa stora skada hos marina organismer. Den höga användningen av resurserna i Nordsjön orsakar en rad problem för ekosystemet: en serie av gamla problem fortsätter att påverka ekosystemet, ibland ser vi tecken på förbättring medan nya problem har uppstått (dvs. identifiering av nya syntetiska föreningar).

### Marina däggdjur som bioindikator

Under de senaste decennierna har ökande oro för miljöföroreningar lett till många utredningar på kemisk förorening och deras fördelning i havet. Fördelningen av kemiska föroreningar i den marina miljön är inte den samma och en stor variation av koncentrationer kan uppstå både regionalt och temporärt. Användningen av bioindikatorer erbjuder ett användbart alternativ för föroreningsstudier. Marina däggdjur verkar vara potentiellt värdefulla indikatorer av kemiska föroreningar när det ackumuleras i deras marina miljön. Dessa djur har höga halter av kemikalier tack vare sin topposition i ekosystemet, deras långa livslängd och sin långa

biologisk halverings tid av kemikalier. Man ser höga halter av kemikalier i marina däggdjur, speciellt klor-föreningar och giftiga metaller (t.ex. kvicksilver (Hg), kadmium (Cd), m.m.).



Figur1: Anrikning av gifter i den marina näringskedjan har länge setts som ett problem. Processen illustreras här avser med polyklorerade bifenylter (PCB), en typisk miljö toxin. © maribus (efter Böhlmann, 1991)

Det ökande intresset att studera föroreningar i marina däggdjur är på grund av storskaliga utdöende och försämrade reproduktion, vilket kan leda till populationsminskningar hos marina däggdjur. Hos sälar var populationsminskningen ofta på grund av morbillivirus infektioner. Det ökande utdöendet tack vare sjukdomar bland sälar och delfiner har lett till spekulationer om den möjliga inblandningen av sämre immunförsvar tack vare miljögifter.

Många undersökningar har utförts för att utvärdera föroreningars effekter. T.ex. förorenad fisk från Nederländerna visade minskad reproduktion jämfört med de mindre förorenade fiskarna från Atlanten. Denna studie var det första tecknet på en relation mellan naturligt förekommande nivåer av föroreningar och en fysiologisk reaktion i marina djur.

En nyare studie över en period på två år har visat en försämring av immunförsvaret hos knubbsälar som matas på sill från Östersjön jämfört med dem som matas med fisk från mindre förorenade Atlanten.

### Uppgift 1:

Samla in blå musslor (*Mytilus edulis*) och hålla dem i ett akvarium.

Ordna ett annat akvarium av liknande storlek bredvid den första. Håll en blandning av planktonalger (från t.ex. en sjö) i både akvarier och notera hur fort musslorna kan rena vattnet.

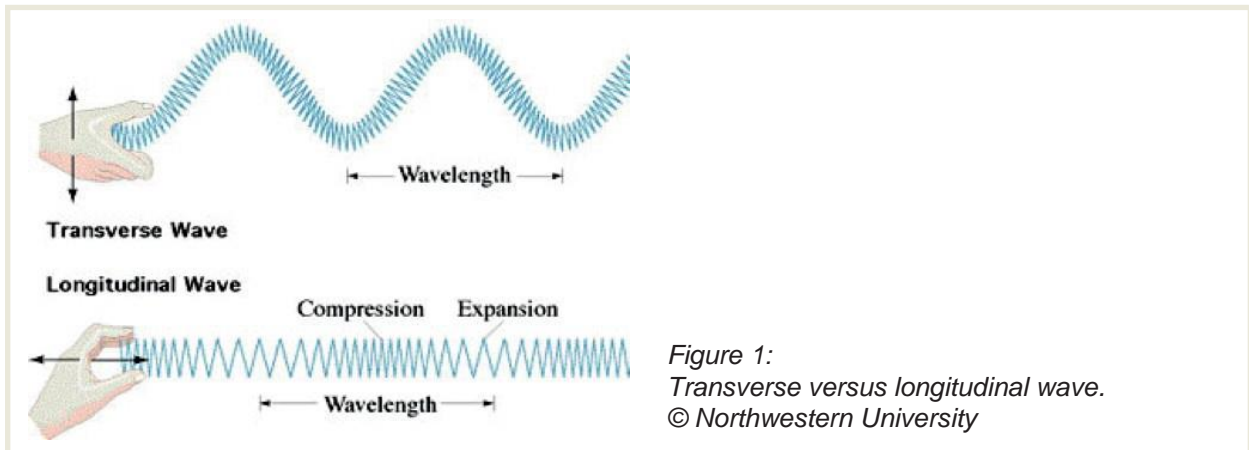
Se filmen: <https://www.youtube.com/watch?v=iOc0AuHAtDM>





Akustik” är i den del av fysiken som behandlar ljud och ljudvågor. Det hänvisar ofta till ljudproduktion, spridning och reception. Bioakustiken är en tvärvetenskaplig vetenskap som kombinerar biologi och akustik. I grund och botten är bioakustiken en vetenskaplig studie där man spelar in & analyserar djurläten.

## 1. Vad är ljud?



Ljud är en våg, liknande till havets vågor som man kan se på en strand, ljud är en våg som färdas genom luft eller vatten. Ljudet behöver resa genom ett medium - en vätska (såsom vatten), en solid (såsom havsbotten) eller en gas (t.ex. luft). Ljud kan inte existera om det inte finns ett medium att resa genom. I yttre rymden kan ljud inte resa, eftersom det är ett vakuum som innehåller ingenting för att bära ljudet. Ljudvågor kan vara longitudinala eller transversella.

Partiklar i en longitudinell våg flyttar sig parallellt i riktning jämfört med vågens rörelse.

I kontrast så rör sig partiklarna i en transversella våg upp-och-ner. Partiklar i en transversella våg flyttas i vinkelrät riktning där vågen reser. En transversell våg kan föreställas genom att utföra "La Ola" vågen som regelbundet utförs i sportevenemang.

## 2. Hur marina däggdjur hör/kommunicerar/uppfattar sin omgivning?

Den marina faunan lever och kommunicerar i en vattenmiljö, som ofta är mörka och grumliga (till exempel Nordsjön). Syn är således endast av begränsad praktisk användning för dem. Särskilt valar har utvecklat mycket distinkt kommunikationsstrategier och navigerings system, som gör det möjligt för dem att hitta sina byten och även kommunicera med varandra över stora avstånd.

Tandvalar använder ekolokalisering. De har anpassat sin anatomi för denna mycket unika form av kommunikation och orientering. De kan producera mycket högfrekventa ljudvågor genom att tvinga luften förbi läpparna som de har i sina näsgångar. De producerar klick som sedan överförs genom det akustiska fett på framsidan av huvudet (den så kallade melonen), ljudet samlas för att producera en smal stråle av ljud (klick eller pulser). Dessa klick färdas genom vattnet tills de når ett objekt, t.ex. en fisk eller ett undervattens hinder. Dessa objekt reflekterar sedan ljudvågorna, så att de återgår till valen. I deras ihåliga underkäke tas ljudet upp, vilket är ganska nära deras komplexa öra. Även underkäken har akustiskt fett, vilket hjälper ljudet till det komplexa örat och hjärnan. I hjärnan bearbetas informationen och förvandlas till en "bild". Så genom ultraljud klick, eller korta pulser av ljud, kan valar lyssna efter ekon och upptäcka föremål under

vattnet. De kan i princip "se" sin omgivning genom de ljudvågor som de producerar, likt ekolod på ett fartyg.

Stora valar och sälar använda inte ekolokalisering, men de förlitar fortfarande sig på ljud och hörsel. De större valarna kommunicera över stora avstånd med andra valar, genom att skicka ut lågfrekventa ljudvågor som kan resa mycket långa avstånd i vatten. Dessa tillverkas i deras hals, i luftblåsor. Förutom bra förmågor att höra i vatten och i luften så kan säldjur upptäcka/känna vatten störningar med sina morrhår. De producerar ljud med sina struphuvud, likt andra däggdjur och människor och de kommunicera med varandra genom ljud. Den typiska delfin visslingen vet vi också produceras inom struphuvudet, skillnad från ekolokalisering som görs av läpparna i näsgången.

### 3. Vad är buller?

Världen består av många olika ljud, som kan ha en naturlig orsak som åska, vindar, djurläten och regn eller komma ifrån onaturliga orsak, vilket innebär delvis skapat av människor (antropogena). Marina däggdjur är väl anpassade till de naturliga ljuden, de förstår vad de menar och de har lärt sig att ignorera dem eller agera därefter. Buller är summan av alla ytterligare ljud som kan påverka marina däggdjur i deras livsmiljöer och som oftast stör livsmiljön. I tätorter och högt industrialiserade områden kan många olika källor vara orsaken till buller. Fritidsbruk, kommersiella fartyg, vindkraftverk, oljeriggjar, undervattensprospektering för resurser, konstruktioner, m.m. det finns många sätt vi utnyttja haven och alla dessa har vissa ljudstörningar i den naturliga miljön. Summan av dessa onaturliga ljud kallas "buller".

### 4. Varför är buller farligt för marina däggdjur?

Eftersom marina däggdjur hittar byten, navigerarar och kommunicera med andra via ljud så påverkas de stort av buller. Om deras kommunikation maskas av antropogena buller, skulle de inte kunna höra samtal med vandra, vilket skulle t.ex. förhindra parning eller information om goda jaktmarker. Detta kan spela en viktig roll för individ eller arters överlevnad. Extremt höga ljud kan dessutom tvinga valar till strandning eftersom de försöker fly eller undvika ljudet, vilket kan leda till dödsfall. Buller kan också störa djurens naturliga beteende, få dem att lämna deras kända livsmiljö för att hitta mer tysta platser tillfälligt eller permanent, detta kan leda till aborter genom akut stress och leda till permanenta förändringar i distribution. Mycket högt kontinuerlig eller impulsiva ljud kan också skada hörseln på vissa frekvenser, vilket kan resultera i att inte höra viktig information (som till exempel annalkande skepp eller en viss frekvens för parning).

Längre kontinuerlig stress genom buller kan sänka deras immunförsvar och gör dem mer sårbara för infektionssjukdomar och parasiter. Marina däggdjur hör oftast och kommunicera på olika frekvenser än människor, så att de kan påverkas av ljud som vi inte kan höra under vattnet, därför är det nödvändigt att registrera undervattens ljud inom ett brett spektrum, på så sätt kan vi avslöja ljud och bullernivåer som vi inte kan upptäcka med våra öron.

### 5. Hur kan vi förbättra den nuvarande situationen?

En hel del forskning behöver utföras på den nuvarande situationen i havet och politiker och beslutsfattare behöver informeras om denna forskning när de ska skapa nya lösningar eller

förslag för havs användning. När nya strukturer håller på att byggas bör en riskbedömning inklusive en profil om buller göras. Dessutom bör man göra åtgärder för att minska riskabelt buller. Dessa kan omfatta system som bubbel gardiner under konstruktioner eller utveckling av tystare fartygsmotorer.

Att köpa fler lokala varor i stället för att ha allt skickat från utlandet är också ett sätt att förbättra den nuvarande situationen för omfattande fartygstrafik. Frakt är en annan detalj: om fartyg skulle färdas långsammare skulle de producera mindre ljud, så om kunden skulle acceptera längre leverans tid så skulle fler varor skyddas. Dessa åtgärder i vårt personliga beteende skulle kunna förbättra vår miljö och hjälpa våra marina däggdjur.

### **6. Hur kan vi använda den akustiska forskningen för att skydda marina däggdjur och lära oss mer om dem?**

Vi har fortfarande mycket att lära om hur marina däggdjur kommunicerar och navigerar sig under vattnet. För att ta reda på detta så har gjorts det experiment hela tiden. Man upptäckte ekolokalisering i valar genom att mörklägga deras ögon, detta gjorde man för att se om de fortfarande skulle kunna finna sin väg genom en labyrint eller hitta byten. När forskare märkte att vissa djur (tandvalar) kunde fortfarande hitta fisken och inte krocka med väggarna, så analyserade de valens läten för att ta reda på hur detta är möjligt. Denna akustik forskning sker fortfarande idag. Till exempel så vet vi idag att ett djur som har blivit strandsatt kan ha hörsel problem, så detta kontrolleras alltid innan man släpper ut djuret igen. Djuret bör kunna höra de artspecifika frekvenserna för att släppas tillbaka i naturen.

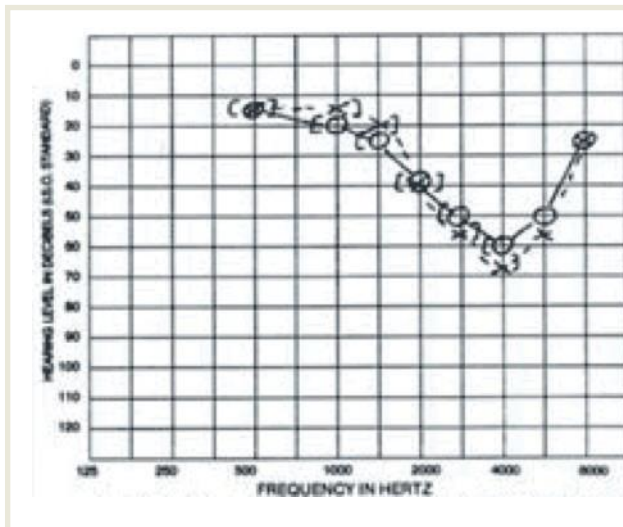
Ett annat tillvägagångssätt är statisk akustisk övervakning. Hydrofoner som är speciellt utvecklade även kallade "C-Pods" (Cetacean -Porpoise Detector) kan placeras längs kritiska livsmiljöer eller fraktsträckor. Där kan de spela in samtal av arterna. På detta sätt kan forskarna bättre förstå arterna utan att vara fysiskt närvarande på en båt och således störa djuren. Denna åtgärd kan även tas ett steg längre genom att placera passiva akustiska sensorer som informerar via satellit när utrotningshotade valar är i närheten, detta kan kaptener och forskare i området använda och ta särskild försiktighet.

<http://www.listenforwhales.org/page.aspx?pid=434>.

## Spel/experiment för att stödja inlärningsprocessen

### 1 Frequencer:

För att spela Frequencer spelet så har vi utvecklat nedladdningsbara ljudfiler på [www.marine-mammals.com](http://www.marine-mammals.com). Ljudfilerna har olika frekvenser och volymer som ska spela högt för eleverna. Dessutom ges ett audiogram-ark till varje elev. Det är mycket enkelt och liknar exemplet i figur 2. Gör en kopia för varje elev och distribuera arken innan du spelar ljudet. Eleverna bör markera när de hör ljudet och låta det var tomt om de inte hör. Resultatet är sina egna mänskliga hörselkurva (personligt audiogram)!



Figur 2:  
Audiogram. © audiocheck.net

### 2 Mänsklig ekolokalisering:

För detta experiment behöver du flera stora trä, plast eller kartong ark (A0 eller liknande storlekar, du kan använda gamla pappkartonger eller andra resurser du har tillgängliga på din skola). Alla elever bör försöka öva på att göra klick ljud eller svep ljud före experimentet med egen hand som ett hinder för att se om de klick som de avger är effektiva. Det skulle ta dem tid för att producera effektivt ljud, men det är en rolig grupp övning. Alla elever måste vara tysta för att få den bästa experimentella effekten under experimentet.

Eleverna bör stå i en cirkel, de ska skärma en av eleverna som står mitt i cirkeln med "väggarna". Placera en ögonbindel på eleven i cirkeln. De andra eleverna ska hålla upp kartongpaneler mot den "blinda" eleven som behöver avge klickande ljud och gå långsamt framåt. När eleven når väggarna kommer hon märka en förändring i det klickande ljudet och därmed kommer att stanna och vända för att gå i en ny riktning. Beroende på tid och intresse för eleverna, kan detta experiment upprepas flera gånger med olika kandidater.

### 3 Ljudets riktning:

Använd den grå tuben med orangea trattarna för detta experiment. En elev håller den från ena örat, runt bakom sig och tillbaka till det andra örat. En annan elev kramar försiktigt på röret bakom elevens rygg. Det kan göras på olika positioner på vardera sidan, så den lyssnande får som uppdrag att ange på vilken sida ljudet kommer ifrån. Ju närmare mitten ljudet blir, desto svårare blir det för eleven att skilja ljud riktning.

#### 4 Namnge det ljudet:

Detta inkluderar en PowerPoint-Presentation med olika naturliga och antropogena ljud att jämföra. Efter eleverna hört ljudet får de 4 möjliga svar (a, b, c och d) och får gissa vilket ljud de hör. Detta spel kan utföras individuellt, där varje student anteckningar ner sina svar, eller i små grupper där eleverna har kommit till ett samförstånd om det rätta svaret, övningen ska stimulera tankar och diskussioner.

#### 5 Bubbeldiagen experimentet (se separat beskrivning för detaljer)

Alla nödvändiga material för bubbeldiagen kan hittas inuti expeditjonsboxen. Dessutom behöver du ett akvarium, en behållare eller en hink full med vatten.

Anslut bubbeldiagen med medföljande slang till akvariepumpen och rulla den i en tät cirkel, så att det gör nästan 2 hela cirklar. Placera det inringade röret med vikter inuti vattenbehållaren, så att det stannar på botten. Som ljudenhet finns det ett rött "paniklarm", som börjar låta genom att dra i strängen (de slutar igen genom att trycka axeln tillbaka inuti). Denna enhet behöver hängas i vattnet. VIKTIGT: Kontrollera att enheten hänger i vattenmassan och inte ligger på marken. Om det ligger på botten fungerar väggarna i akvarium/hink som ljud sändare och experimentet kommer inte att fungera, eftersom bullret kommer att spridas lika av behållarens väggar.

När eleverna har lyssnat till ljudet av den hängande nedsänkta enheten, ska eleverna vara tyst under bubbeldiagen delen av experimentet. Koppla in akvariepumpen för att börja bubbeldiagen. Det kommer finnas en klart påvisbar minskning av ljudnivån! Låt inte experimentet köra för länge, eftersom våra öron anpassar sig till volymen av ljud och alarmet hörs bättre efter en tid.

#### 6 Bygga en egen hydrofon

inuti expeditjonsboxen hittar du nödvändigt material för att bygga en hydrofon, som kan användas för att lyssna under vatten. Se separat beskrivning för detaljer.

#### 7 Gap text

***Fyll i denna gap-text med de angivna orden. Varje ord kan bara användas en gång, alla ord måste användas.***

##### **Ord och nummer att använda:**

340, 1500, amplitud, arter, antropogena, avstånd, beteende, densitet, ekolokalisering, faktorer, Frekvens, frekvens, frekvens, hydrofoner, hög, höga, högre, höra, höra, identifiera, intensitet, intervall, kommunicera, konstruktion, känsla, källa, Ljud, mat, maskering, mikrofoner, minska, minskar, prospektering, salthalt, skada, skador, Tandvalar, temperatur, teknik, tillfälliga, trumhinnor, tryck, undervatten, vibrerande, volymen, våglängd, vågmönster, vågor, ökar

and



De ljud som vi hör är faktiskt \_\_\_\_\_ som färdas genom luft eller vatten, vilket vi kan upptäcka med våra \_\_\_\_\_. Ljud kan skapas från \_\_\_\_\_ objekt.

Ljudet kännetecknas av \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ och \_\_\_\_\_.

Den \_\_\_\_\_ är tryckförändring som ljudvågen passerar. Ökar man amplituden av ljud blir det starkare, precis som att vrida upp \_\_\_\_\_ på din radio. Så om amplituden av ljudvågen \_\_\_\_\_ så ökar intensiteten av ljudet. Ljud med \_\_\_\_\_ intensitet uppfattas således för att vara högre.

\_\_\_\_\_ är den fysiska parametern för antalet upprepningar av ljud i en sekund. Det blir höga - eller låga toner, så när du ökar frekvensen av ljudet, får du \_\_\_\_\_ toner, medan när \_\_\_\_\_ frekvensen får en lägre ton.

Våglängden är längden av ett \_\_\_\_\_ räknat från en angiven position av en våg till samma position i nästa våg.

Ljudet färdas i luften med en ungefärlig hastighet på \_\_\_\_\_ m/s, medan i havet färdas det med en ungefärlig hastighet på \_\_\_\_\_ m/s.

Ljudets hastighet beror på \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ och \_\_\_\_\_. Färdas det genom havet påverkas också hastigheten av \_\_\_\_\_.

Instrument som används för att spela in ljud kallas \_\_\_\_\_ i luft och \_\_\_\_\_ under vattnet.

\_\_\_\_\_ är så viktigt eftersom djur kan \_\_\_\_\_ händelser runt omkring dem. De kan \_\_\_\_\_ över stora \_\_\_\_\_ och från alla håll. Marina djur förlita sig på ljud för att få en \_\_\_\_\_ över omgivningen, kommunicera, hitta \_\_\_\_\_ och skydda sig \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_ använder \_\_\_\_\_ för att \_\_\_\_\_ objekt såsom mat, hinder och andra valar.

Det finns många \_\_\_\_\_ som påverkar hur mycket en ljud-\_\_\_\_\_ påverkar marina djur. Hur \_\_\_\_\_ källan är, vilken \_\_\_\_\_ den har och hur den kommer att användas, och vilka \_\_\_\_\_ det kan vara i området är alla faktorer som måste beaktas när man ska studera ljud i havet. Om ljudet är inom djurens hörsel \_\_\_\_\_ så kan de ha en effekt på dem. De skulle kunna hindra de marina djuren från att \_\_\_\_\_ viktiga ljud, detta kallas \_\_\_\_\_. Andra ljud kan orsaka djuren att ändra deras \_\_\_\_\_. Om ljudet är mycket högt, kan de orsaka fysiska \_\_\_\_\_ hos djuren. Exponering för mycket höga toner kan orsaka \_\_\_\_\_ eller permanenta \_\_\_\_\_.

Aktiviteter som producerar ljud inkluderar transport, \_\_\_\_\_, försvar, geofysiska \_\_\_\_\_ och oceanografiska forskning. Målet är att \_\_\_\_\_ och använda alternativ \_\_\_\_\_ för att minska effekterna av \_\_\_\_\_ (konstgjorda) ljud på Marina däggdjur.

## 8 Jämförelse av hörsel och kommunikation av tumlare och späckhuggare

Jämföra hörsel och kommunikations förmågor av arten nedan (figur 1). Varför tror du att det är sådan skillnad mellan tumlare och späckhuggare, trots att de båda är tandvalar?

---



---



---



---



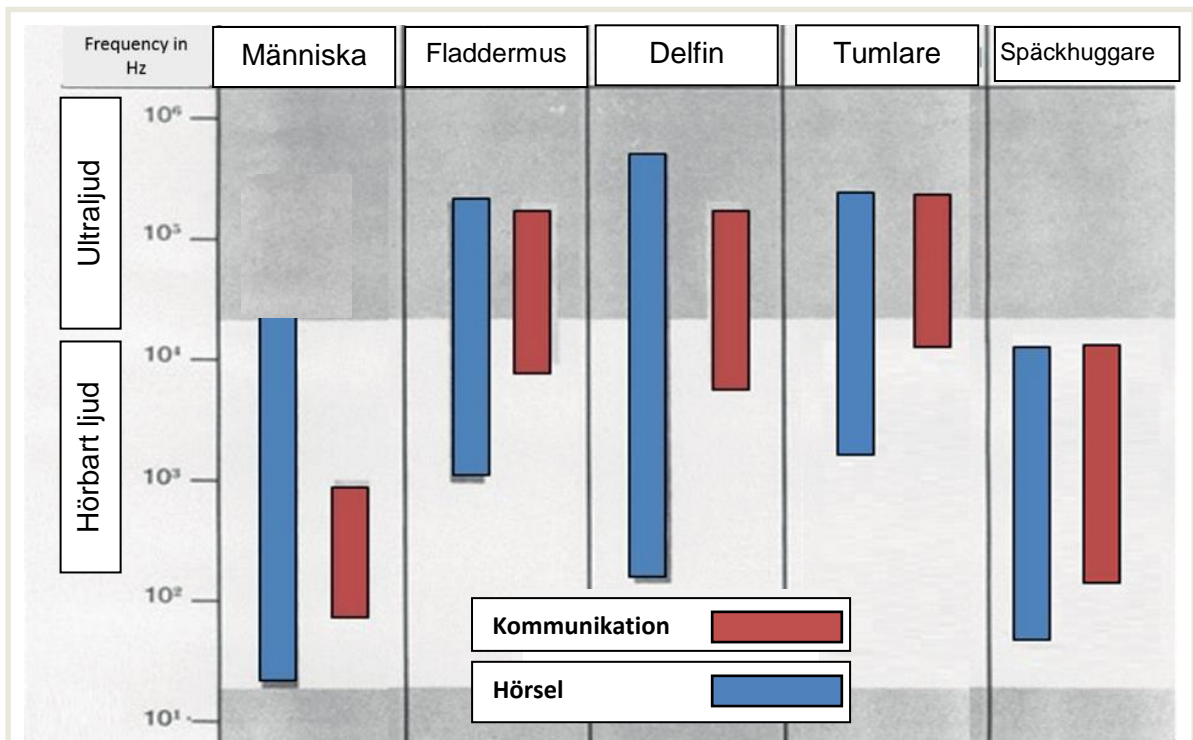
---



---



---



Figur 3: Hörsel och kommunikations ljudinterval (hz) för olika arter. källa: Einführung in die Physik: Band 2 - Von Schwingungen über Elektromagnetismus bis zur Astrophysik,, Cornelsen.

## Information för lärare:

**Denna modul är utformad att förklara komplexiteten i den akustiska världen och väcker elevens intresse för ämnen med anknytning till biologi och fysiken.**

Allmän information finns i en PowerPoint-presentation, som kan hållas för studenter eller bara ageras som extra information till läraren. För mer detaljerad information om akustik besök <http://www.dosits.org> och <http://www.acs.psu.edu/drussell/demos.html> (båda på engelska).

Denna allmänna information stöds av flera praktiska experiment som eleverna kan utföra själva, eller möjlighet att experimentera själva som medel för att stärka gemenskapen i klassen.

De olika delarna i modulen är utformade för att fylla 45 min klasser, men kan anpassas till lärarnas tycke. Experiment kan kombineras eller uteslutas; Det finns ingen anledning att använda varje material denna modul erbjuder. Om klassen verkar vara intresserad av en del av detta ämne, kan du gå in närmare på djupet och förkorta eller hoppa över andra delar. Framgång och tid av experimenten beror på studenternas förmåga att fokusera. Om du har rastlösa studenter så bör du beräkna mer tid för experiment.

## Denna modul består av:

- **Allmän information om akustik (Powerpointpresentation)**
- **Frågor för eleverna**
  - Vad betyder "akustik"?
  - Hur hör/kommunicera/uppfattar marina däggdjur sin omgivning?
  - Varför är akustik/brus föroreningar viktigt/farliga för marina däggdjur?
  - Vad är buller?
  - Hur kan vi förbättra den nuvarande situationen?
  - Hur kan vi använda akustik för att skydda marina däggdjur och lära sig mer om dem?
- **Spel/experiment att stödja inlärningsprocessen**
  - Frequencer (Audio CD nedladdningsbar fil med Sounds för studenter att bestämma sin egen hörselkurvan på ett audiogram-blad)
  - Mänsklig ekolokalisering, En elev avger klickande ljud medan hen går i en skärmad cirkel. Väggar kommer att återspegla det ljud som kommer att fösa eleven att vända)
  - Riktning mot ljud (Eleverna omsluter sina öron med en tub, genom att trycka på röret så kan eleven försöka skilja ljudets riktning)
  - Namnet som det låter (En presentation med olika naturliga och antropogena ljud för eleverna att jämföra och säga vilken som är vilken)
  - Hydrofon (Elever kan bygga sin egen hydrofon och lyssna i en lokal flod, sjö eller havet vad de kan höra)
  - Bubbelsgardin experiment (En bubbelsgardin är byggd runt en bullerkälla för att förhindra bullret att sprida sig i vattenmassan)
  - En gap-text (Eleverna kan minnas några av vad de har lärt sig genom denna modul)
  - Jämförelse av hörsel och kommunikation spektra av tumlare och späckhuggare

## Allmän information om akustik

Använd den medföljande PowerPoint-presentationen till stöd/förbättra din egen bakgrundskunskap. Det eller delar av den kan också ges som en presentation till studenterna.

### Frågor till eleverna

Börja det här ämnet med en Q & A session med eleverna. Vi vill först få dem att börja tänka på ämnet av marina däggdjur och ljud. Vad kan de om akustik redan?

- Vad betyder "akustik"?
- Vad är ljud?
- Hur gör marina däggdjur hör/kommunicera/uppfattar sin omgivning?
- Vad är buller?
- Varför är akustik/brus föroreningar viktigt/farliga för marina däggdjur?
- Hur kan vi förbättra den nuvarande situationen?
- Hur kan vi använda akustiska forskning att skydda marina däggdjur och att lära av dem?

Efter att samla några svar från studenterna, så förklarar man korrekt svar på varje fråga individuellt. Använd så mycket information av medföljande svaren och ytterligare info från PowerPoint som är lämpliga för klassens åldersgrupp för dina svar och förklaringar.

### Gap text facit

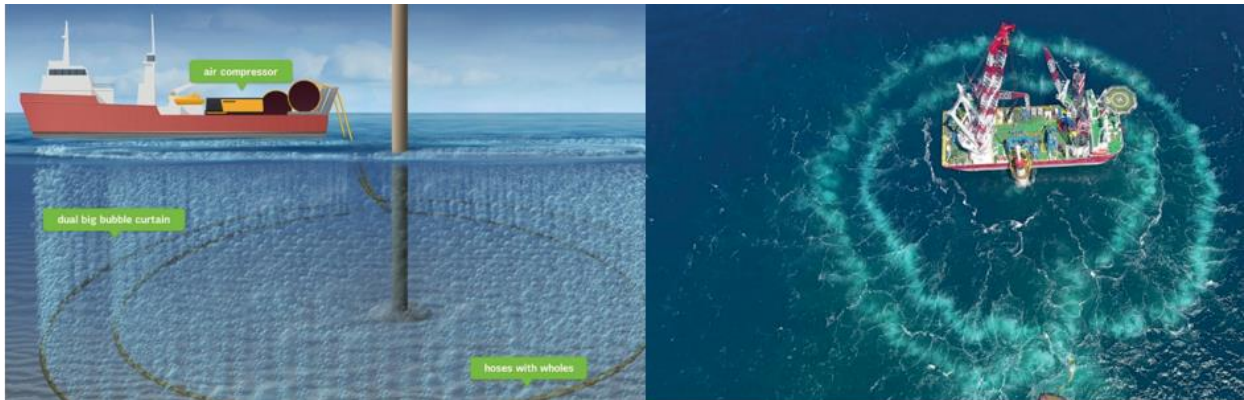
*vågor, trumhinnor, vibrerande, intensitet, frekvens, våglängd, amplitud, volymen, ökar, högre, Frekvens, höga, minskar, vågmönster, 340, 1500, temperatur, tryck, densitet, salthalt, mikrofoner, hydrofoner, Ljud, hora, kommunicera, avstånd, känsla, mat, undervatten, Tandvalar, ekolokalisering, identifiera, faktorer, källa, hög, frekvens, arter, intervall, höra, maskering, beteende, skada, tillfälliga, skador, konstruktion, prospektering, minska, teknik, antropogena.*

### Ytterligare info:

Om din skola har eller tillåter användning av surfplattor eller iPads så finns det appar som "Analyzer" (<https://itunes.apple.com/us/app/analyzer/id454225351?mt=8>), tillgänglig online, som gör det möjligt för akustisk analys. Du och dina elever kan ladda ner en sådan App och utvärdera olika arbetsmiljöer eller ljudkällor.

Bubbelgardiner är buller-riskreducerande åtgärder som används för att dämpa och absorbera ljud av undervattens konstruktioner. De förhindrar omfattande hörsel förlust och buller trakassering av marina däggdjur i närheten av platsen för konstruktion. Därför kan ett enormt bubbelgardinsystem byggas runt en byggarbetsplats och aktiveras vid behov. Genom att öka mängden hål i rören och mängden ringar runt bullerkällan kan effektiviteten av bubbelgardinen förbättras.

I detta experiment ska vi bygga en miniatyr bubbelgardin för att visa effektiviteten av ett sådant system genom en mycket enkel experimentell uppställning.



Figur 1: En bubbelgardin hjälper till att minska bullret från pålning. © vänster: Dantysk, höger: Hydrotechnik Lübeck

### Hur bygger man en bubbelgardin:

Alla nödvändiga material för bubbelgardinen är följande:

1. **akvariepump** (du behöver inte stark, det kan vara en mycket enkel, billig modell))
2. **bubbelrör**, du kan prova att göra dessa själv med dina elever, men beroende på materialet i de valda slangarna kan detta vara mycket utmanande. Därför rekommenderar vi kommersiellt tillgängliga bubbelrör för akvarier
3. en **slang** som ansluter pumpen med bubbelröret (~1.5m)
4. en **vattentät ljudenhet** (vi rekommenderar ett överfallslarm eller liknande)
5. ett **akvarium**, en behållare eller en hink full med vatten
6. **Något som håller fast** luftslangen eller vikter att förhindra bubbelluftslangen från att flytta upp i akvariet/hinken, t.ex. en sugkopp.





## Bubbelgardin experimentet

Anslut luftslangen, bubbelröret och akvariepumpen. Luftslangen måste vara tillräckligt lång för att säkerställa att bubbelröret är helt nedsänkt på akvariebotten, medan pumpen kan säkert stå utanför och vara ansluten till en strömkälla.

Innan du börjar experimentet bör du se till att slutet av bubbelröret är blockerad, så ingen luft kan fly på det sättet. Allt luft behöver fly genom hålen längs röret för att bubbelgardinen ska fungera korrekt. Om du vill blockera i slutet kan du klämma eller limma den (se nedan).



Forma bubbelröret i snäva loopar så att det resulterar i nästan 2 hela ringar. Placera bubbelröret med sugkopp eller likande inuti vattenbehållaren så att det stannar på botten.



Som ljudenhet rekommenderar vi ett "panik alarm", som är vattentät till viss del och bifogas med ett snöre. Enheten som ligger i lådan börjar producera ljud när du drar i snöret (se bilden över). Den slutar igen genom att trycka lite på axeln som håller snöret. Ljudenheten måste hängas in i akvariet. Det måste vara placerad i mitten av bubbelgardinen.

**VIKTIGT:** Kontrollera att enheten är fritt i vattenkolumnen och inte ligger på botten av tanken. Om enheten är i kontakt med väggarna i akvariet/hinken så kommer de att fungera som ljudförstärkare.

### *Eleverna bör vara tysta under hela experimentet.*

För att börja experimentet, starta ljudenheten under vattnet och låt eleverna lyssna till ljudet av den hängande nedsänkta enheten. Efter att ha lyssnat till ljudet starta pumpen för att börja bubbelgardinen.

Det kommer att finnas en klar påvisbar sänkning av ljudnivån!

### **Information för lärare och utbildare:**

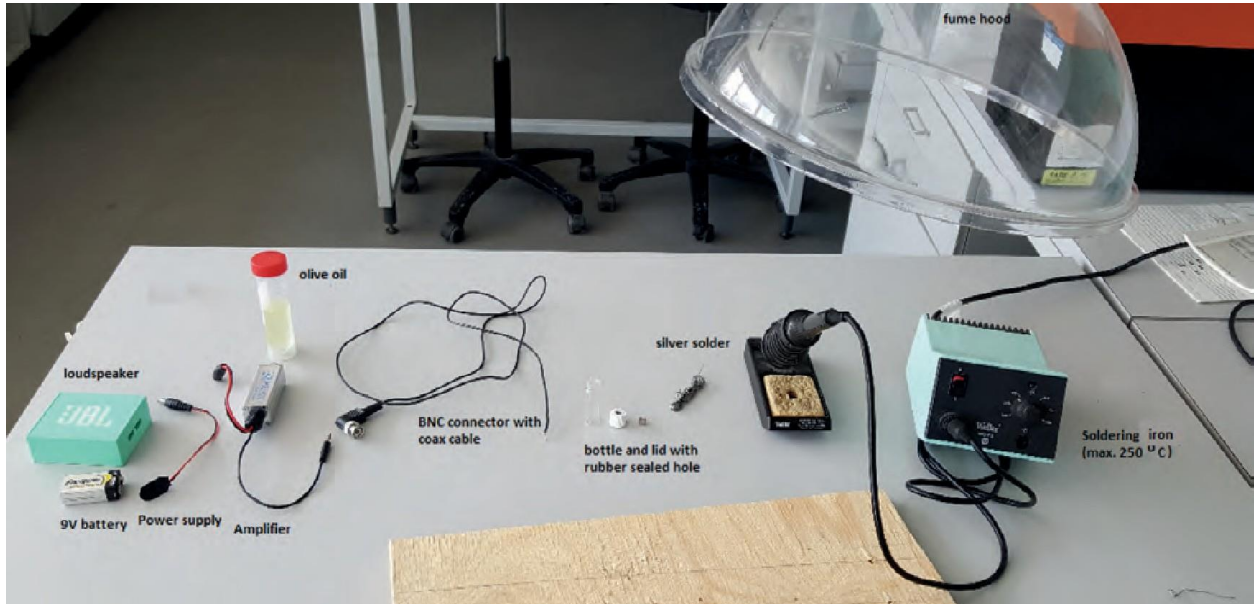
Låt inte experimentet köra för länge. Våra öron anpassar sig efter volymen av ljudet och bullret kommer låta högre efter ett tag.

På grund av de begränsade mängden lufthål i kommersiellt bubbelröret så är effekten av detta experiment inte jättestor, men studenterna kan få en bra känsla för hur effektivt det kan vara om fler luftbubblor och dubbla eller tredubbla lager används.

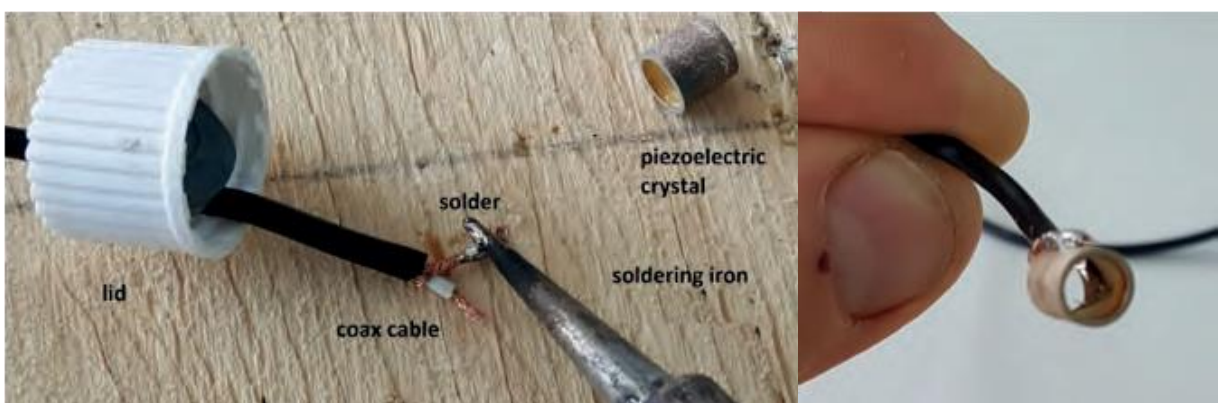
Genom att dränka den aktiva ljudenheten i vattnet kan du försöka förklara en hård ljudvall, och ljudreflektion. Densitet skillnaden mellan luft och vatten är enorm, därför kan vi inte höra vad som händer under vattnet medan vi lyssnar i luften, vilket är varför vi ofta tycker vattenmassor verkar vara tysta till oss. I det här fallet höra vi fortfarande ljudet av paniklarmet eftersom det är så högt och hinkens väggar överför ljudet till luften. För att bevisa detta kan ni låta larmet sjunka till botten, överföring av ljudet kommer att vara mycket högre. Försök med bubbelgardinen igen med ljudenheten på botten och du kommer se att det inte fungerar, på grund av det ljud som reflekteras överförs av akvariets/hinkens väggar.

Om enheten skulle vara nedsänkt i havet eller en större sjö där ljudet inte överförs av väggar skulle vi inte höra det på vattenytan. Om vi är nedsänkt kan vi höra mer av ljudet som är närvarande under vattnet, men luft-vatten ljudvallen finns kvar inuti vårt öra, så vi kan inte höra helt under vattnet. Dessutom är många ljud under vattnet utanför den mänskliga hörseln intervallen, men väl inom intervallet för marint liv.

Hydrofoner är undervattensmikrofoner som enkelt kan byggas från några komponenter. Dessa levereras alla i Expeditionsboxen, förutom lödkolv.



1. Dra igenom koaxialkabeln genom ett hål på locket på behållaren.
2. Löda de två kabel delarna på varje sida av kristallen under ett dragskåp. Helst bör man ha möjlighet att styra temperatur på lödkolven, så att den kan hållas under 250° C, detta för att undvika att skada den ljud-känsliga piezoelektriska kristallen. För att göra lödningen lätt vid så låga temperaturer så är det bäst att använda löd med låg smältpunkt, t.ex. löd som innehåller silver. Du bör också vara noga med att inte andas in lödet när det värms upp. Detta kan undvikas genom att löda under ett dragskåp i ett laboratorium

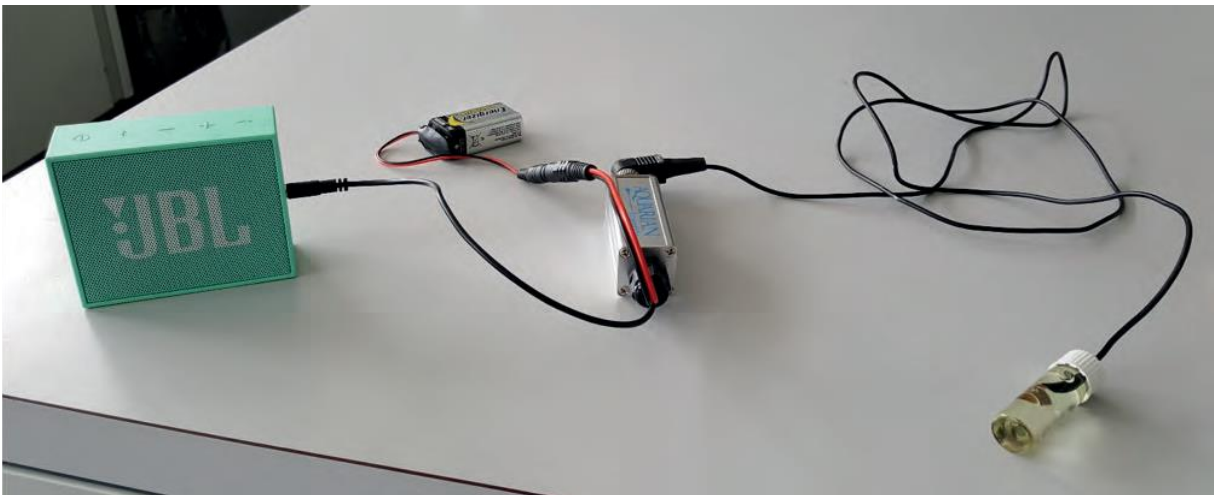


3. Anslut den andra änden av kabeln till förstärkaren och anslut batteriet. Anslut utgången på förstärkaren till högtalaren.
4. Gör ett "tryck test": Tryck försiktigt på kristallen, du bör höra ett skarpt buller som kommer genom högtalaren. Den piezoelektriska kristallen omvandlar trycket till en spänning. Spänningen plockas upp av kabeln och förstärks innan det skickas till högtalaren.

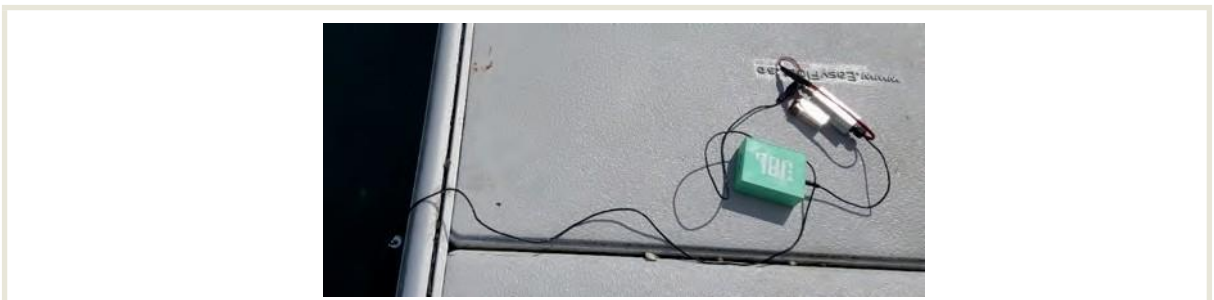
## Build your own hydrophone



5. Slutligen måste du vattentäta kristallen. Lättast är att hälla vegetabilisk olja i behållaren, flytta sedan kristallen och kabeln inuti. Vegetabilisk olja leder inte elektricitet, men det leder ljudvågor: På så sätt kan undervattensljudvågorna nå kristallen utan att kristallen kortsluts av vattnet. Skruva på locket och så är hydrofonen klar!



6. Ta hydrofon ut till en brygga eller likande och sänk ner den i vattnet. Var noga med att hålla resten av elektroniken torr! Plaska fingrarna i vattenytan och kasta en liten sten i vattnet. Lyssna på ljuden. Försök höra om du kan upptäcka fisk och andra biologiska ljud, eller kanske du kan höra en förbipasserande båt?

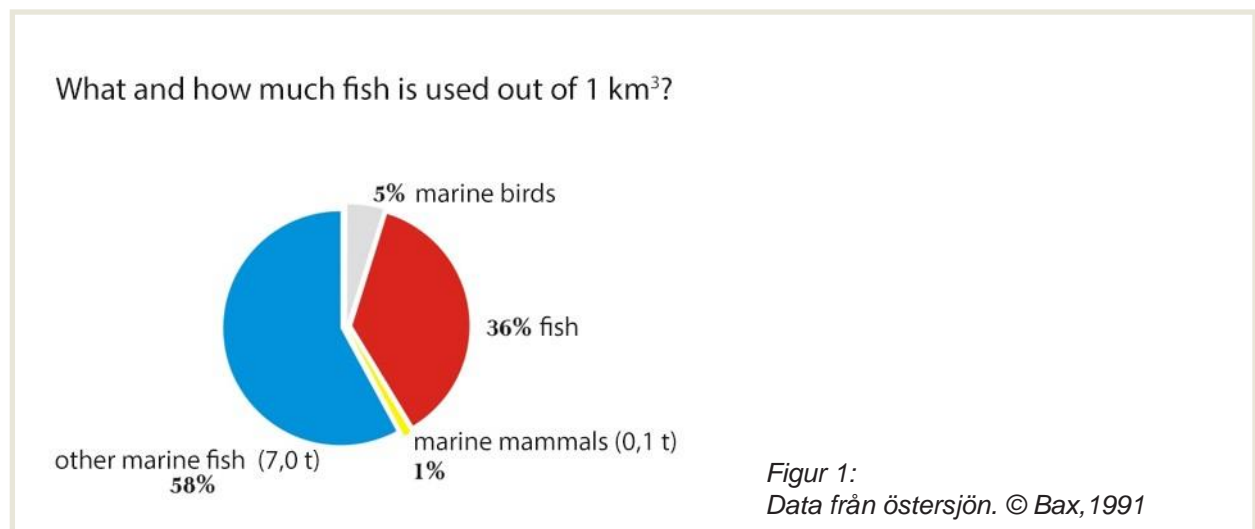




För att bedöma rollen av marina däggdjur i haven måste vi veta hur de påverkar och påverkas av det mänskliga fisket. Något som är väldigt viktigt är att veta hur deras kost ser ut och på vilket sätt de jagar.

## 1. Roll i östersjöekosystemet

Marina däggdjur är toppkonsumenter i Östersjön, de reglerar näringsväven i det marina ekosystemet. Marina däggdjur jagar ofta svagare, vanliga och sjuka djur, de reglerar överflödet av sina byten och påverkar olika trofinivåerna av näringspyramiden. Till exempel fokusera sälarna sitt intresse på fisk som är vanliga (sill, torsk, skarpsill). Genom att jaga det som är vanligt så spar de energi som annars hade använts på att leta efter "rätt" fiskarter som är knappa eller förekommer enstaka. Detta är en av anledningarna till varför sådana arter såsom lax och havsöring är ganska ovanligt i kosten. Marina däggdjur äter dessutom bara mängden fisk som de har möjlighet att äta, på så sätt förstör de inte sin livsmiljö.



En annan betydande roll av marina däggdjur är deras funktion som indikatorerna för hur miljön mår (speciellt i Östersjön). Det är en av anledningarna till varför alla marina däggdjuren man hittar döda genomgår en noggrann granskning. Exempel: Förekomst av säl i vissa regioner av kusten anger att miljön i denna region är i bra balans. Om sälarna däremot saknas på platser där de teoretiskt bör vara närvarande så kan det innebära att människor eller liknande hindrar dem från att bebo denna region. Dessutom om säl i vissa regionen bibehåller låg population över en längre tid så är det mycket sannolikt att sina byten, nämligen fisk är förorenat med giftiga ämnen såsom DDT eller PCB, vilket kan skada deras reproduktiva organ. För att sammanfatta; marina däggdjur indikerar kvaliteten på vår mat. Om de är i god hälsa tyder det på att de lever i ett rent hav och att fisken har bra näringsvärde för oss.

## 2. Kosten

Om vi vill beskriva matkonsumtionen av marina däggdjur så bör vi vara medvetna om hur olika faktorer kan påverka sammansättningen av deras kost;

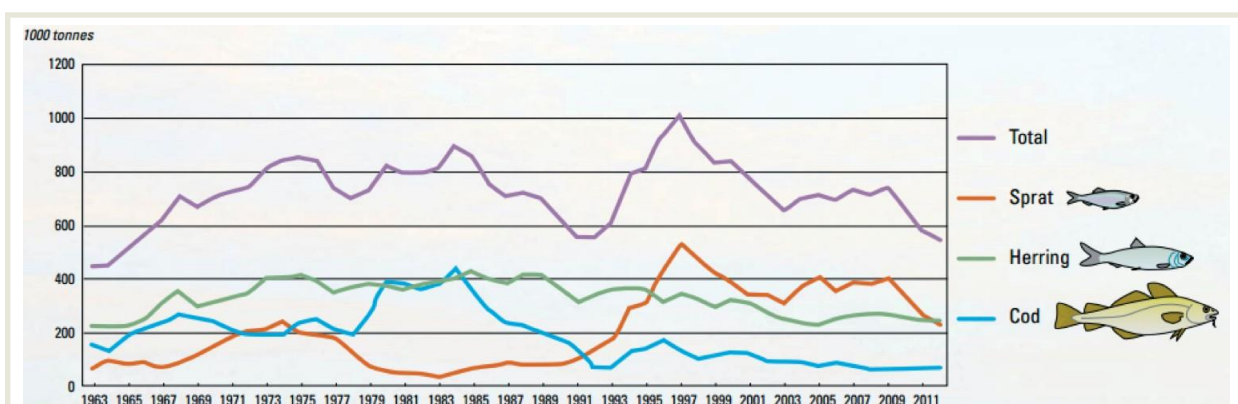
- Det finns kostvariationer mellan hanen, honan, vuxna, ungdomar och nyfödda. Det finns skillnader i energibehov, fysiologi, jaktbeteende, m.m. (Fig. 3).



- Variationer i kosten mellan åren kan orsakas av långa förändringar i artsammansättningen av bytesdjur. Förändringar i sammansättningen av sälkosten återspeglas i sammansättningen av olika fiskarter i Östersjön under de senaste decennierna (Tabell 1, Fig. 2)
- Säsongsmissiga förändringar t.ex. lek- och migration av fisk eller SKILLANDER I beteendemönster av de marina däggdjuren såsom ruggningen och reproduktion.
- Skillnader mellan platser kan orsakas av lokala variation i populationen av bytesdjur, t.ex. på grund av olika oceanografiska tillstånd.

Tab. 1: Frekvens (%) av olika bytesdjur (fisk) för Östersjö gråsälarna.

Fiskarter	1968-1971	2001-2004
Sill ( <i>Clupea harengus</i> )	24 %	81 %
Skarpsill ( <i>Sprattus sprattus</i> )	4 %	27 %
Sik ( <i>Coregonus oxyrinchus</i> )	4 %	20 %
Mört ( <i>Rutilus rutilus</i> )	0 %	10 %
Tånglake ( <i>Zoarces vivipara</i> )	2 %	7 %
Tobis ( <i>Ammodytes</i> spp.)	1 %	7 %
DAB ( <i>Pleuronectes limanda</i> ), piggvar ( <i>Psetta maxima</i> ), skrubbskädda ( <i>Platichthys flesus</i> ), rödspätta ( <i>Pleuronectes platessa</i> )	13 %	6 %
Torsk ( <i>Gadus morhua</i> )	21 %	4 %
Lax ( <i>Salmo salar</i> )	13 %	4 %
Lax eller öring	0 %	4 %
Nors ( <i>Osmerus eperlanus</i> )	4 %	4 %
Abborre ( <i>Perca fluviatilis</i> )	5 %	4 %



Figur 2: Antal fångade torskar, skarpsill och strömming mellan 1963 – 2012.  
© Finnish Environment Institute 2014

Både sälar och tumlare är inte kräsna och äter de fiskarter som finns tillgänglig. Som typiska rovdjur så jagar den fisk som är mest tillgänglig.

### 3. Daglig kost

#### **Gråsäl (*Halichoerus grypus*):**

Det vanligaste bytesdjuren i deras kost är sill, skarpsill och torsk. Ibland tar de även öring, lax, mörtfiskar m.fl. Under året uppvisar gråsälen stora variationer i kroppsvikt. Gråsäl har en period av fasta under avel, omvårdnad, diande och ruggningen.

#### **Knubbsäl (*Phoca vitulina*):**

Livnär sig mestadels på små fiskar som sill, smörbultar, tobisfiskar och plattfisk.

#### **Vikare (*Pusa hispida*):**

Konsumerar kräfdjur och små fiskar som sill, smörbultar, spiggar.

#### **Tumlare (*Phocoena phocoena*):**

Är opportunistiska rovdjur som livnär sig främst på små stimfiskar såsom torsk, sill, skarpsill, gobiider och tobisfiskar. I Östersjöområdet är sill, skarpsill och små exemplar av torsk de vanligaste bytena. Tumlare behöver äta mellan 4-10% av sin kroppsvikt per dag.

*Den dagliga kosten för Östersjö- och Nordsjösälarna. (Bergman 2007).*

Arter	Gråsäl	Knubbsäl	Vikare
Dagliga konsumtion	5-9 kg/dag beroende av vikt, kön samt säsong	4 kg per säl beroende på kost sammansättning	Konsumerar mycket mer kräfdjur än gråsäl och knubbsäl

### 4. Utfodring av marina däggdjur i fångenskap

Gråsälen äter fisk som motsvarar 4-6 % av sin egen kroppsvikt varje dag. Sälen livnär sig på fisk som väger ofta från 30 till 250 kg. På zoo runt östersjön så matas säl huvudsakligen med strömming, ibland är deras kost berikad med andra fiskarter såsom skarpsill, torsk eller makrill. Fisken levereras i fryst form. Genom att frysa fisken så dödar man möjliga parasiter som annars kan finnas i fisken.

**Uppgift 1:** Baserat på den information som erhålls under föreläsningen ges deltagarna en uppgift att komponera en balanserad årliga kost för fyra vuxna sälar i fångenskap (två hanar och två honor). Deltagarna bör ta hänsyn till olika faktorer som t.ex. avel och ruggnings perioder, födslar, årsäsong, art och typ av mat.

### 5. Öronstenarna från fisk är specifika ben och mycket användbara verktyg för att undersöka marina däggdjurs kost.

Benfiskarna har ett känsligt organ för att hålla balans, rörlighet och riktning. Detta organ gör också så att fisken kan höra. Organet är öronstenarna även kallad otoliter. Ljudöverföringen i vatten är väldigt bra och då behövs inga externa ljud receptorer hos fisk. Otoliterna finns på baksidan av hjärnskalen.

Otoliter formas på olika sätt i olika arter och kan därför användas för att artbestämma fisk.

Otoliterna har synliga årliga tillväxt zoner, de kan användas i åldersbestämning av fisk. I många arter kan dessa årliga zoner ses utan någon form av förberedelse, t.ex. sill, många plattfiskar och stensimpan. I andra som torsk måste öronstenarna sågas och slippas innan åldersbestämning är möjligt.

**Uppgift 2:** Identifiera otoliter av olika fiskarter. Deltagarna kommer att få en uppsättning av otoliter och foton av olika fiskarter. Med hjälp av medföljande material är deras uppgift att identifiera vilka fiskarter som hör ihop med uppsättningen av otoliter.

**Uppgift 3:** Beredning av otolith från fisk (det måste vara färsk eller fryst fisk). Övningen syftar till att visa där otolitherna finns i fisk. När uppgiften är uppfylld kommer deltagarna ha tillräcklig erfarenhet för att utföra analys av maginnehåll från marina djur.

### 6. Interaktioner med fiskeri

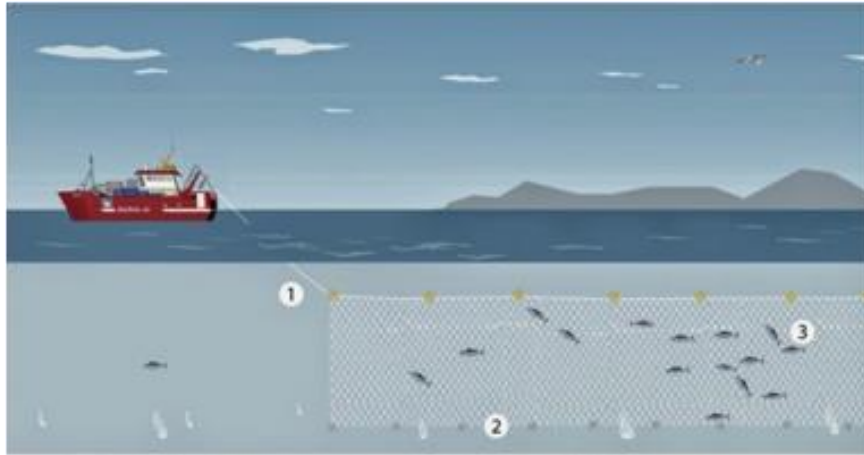
Det mänskliga fiske är ofta verksam i samma områden av havet som naturligt födosökande marina däggdjur. Det leder oundvikligen till interaktioner mellan dessa två. En av dessa interaktioner är bifångst som är oavsiktlig fångst av arter man inte vill ha.

Sedan 1970-talet så har bifångst varit en av de största orsakerna till minskningen av populationen av marina däggdjur. Bifångst betraktas som ett av de största hoten mot marina däggdjur i Östersjö- och Nordsjöregionen. Det har visats att bifångst av gråsälar i Östersjön kan vara runt 2250 individer per år (uppskattningarna är baserade på data från 2012). Tumlaren fångas också som bifångst och under 1990-talet så rapporterades det att runt 6800 individer fångas varje år i Nordsjön. Idag är det betydligt mindre bifångst tack vare mindre fisketryck och användningen av pingers på nät så skrämmer djuren med höga ljud.



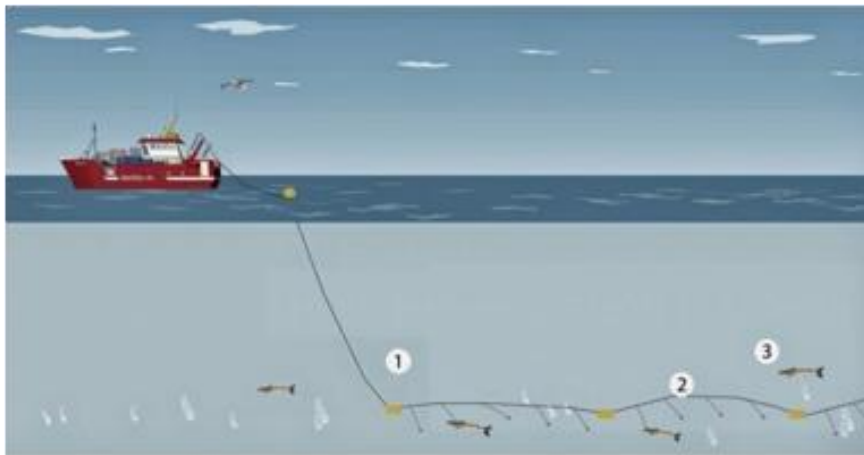
Figur 3: Tumlare med skador från nät och levande och döda sälar fast i spöknät.  
© Archive of Hel Marine Station

Huvudsakliga fiskeredskap som orsakar bifångst av marina däggdjur är statiska fiskeredskap och då ingår även garn (GNS). Tyvärr så blir många marina däggdjur tagna som bifångst och i många regioner så rapporterar man sällan, detta hindrar korrekt bedömning av bifångsten, vilket betyder att det troligen är mer vanligt än vad vi vet. Många strandade djur har tydliga ärr och sår som kommer från garn eller liknande. Många djur dör av sina sår runt halsen eller så har de synliga blödningar från näsborrarna vilket också indikerar död av bifångst. Om man bekräftar dödsorsaken till bifångst så kan man tyvärr inte fastställa information om dödsplats, datum och typ av fiskeredskap där bifångsten inträffade. Den informationen är avgörande för att bevara dessa arter.



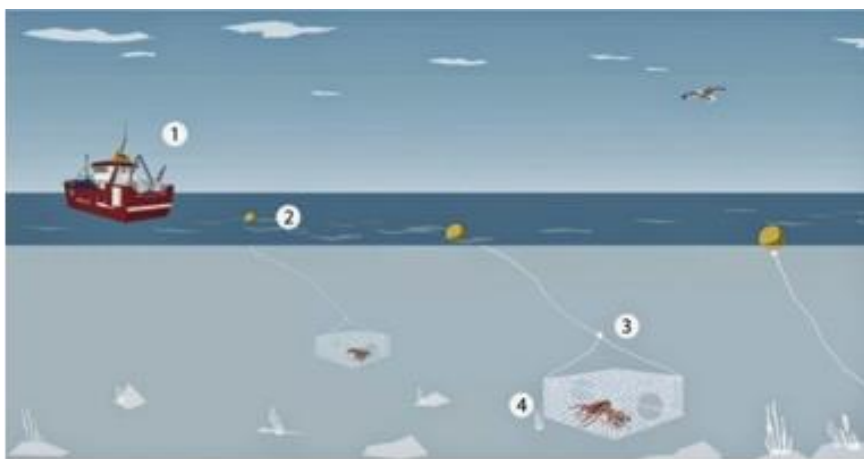
### NÄTFISKE

1. *Bogseringslina*
2. *Flytanordningar*
3. *Nätets storlek är baserat på den fisk man vill fånga*
4. *Fisk simmar in i nätet och fångas.*



### Långlina

1. *Tyngder*
2. *Lina med fiskelinor i intervaller med bete.*
3. *Specifika arter fiskas med att bestämma linans placering samt bete.*



### Burfiske

1. *Fiskebåten placerar och sätter ner burar*
2. *Flytanordningar visar vart burarna befinner sig.*
3. *Burarna är betade med bete som ska locka det djur man är efter.*
4. *Hummer är ett djur som fångas på detta sätt.*

Figur 4: Olika fisk tekniker. ©goodfishbadfish.com.au



**Uppgift 4:** Avgör med bilderna under vilka djur som har dött av bifångst.



Figur 5: Döda marina däggdjur. © Archive of Hel Marine Station

En mycket effektiv metod för att minimera bifångst av tumlare och även sälar är användningen av ljudskrämmare, akustiska larmanordningar som fästs i nät. Dessa enheter avger akustiska signaler som varnar marina däggdjur om hotet t.ex. fiskenät. EU har sedan 2004 begärt att fiskefartyg över 12 meter skall använda ljudskrämmare.

En annan typ av samspel som kan uppstå mellan marina däggdjur och fiske är fångstförlust eller utrustningsskada orsakad främst av sälar. Sedan 90-talet har det observerats en allvarlig konflikt mellan fiske och marina däggdjur. Denna konflikt beror delvis på återhämtningen av östersjö gråsälen och minskningen i biomassa av kommersiellt fångade fiskarter. Ökade problem resulterar i införandet av olika lösningar. Dessa lösningar skall minimera konflikten mellan fiskare och marina däggdjur. En av dem är införandet av ekonomisk ersättning för säl inducerad skada av fångster eller fiskeredskap. För att ansöka om ersättning så måste fiskarna rapportera skadan i detalj. Fotografisk dokumentation av fångstskador krävs ofta eller så måste man transportera den skadade fisken till en hamn för inspektion av experter.



Figur 6: Fiskares bilder från skadad fisk tack vare marina däggdjur. © Archive of Hel Marine Station

Ett annat sätt att minska fångstförluster är användningen av de olika fisketekniker som minskar bifångst, dessa tekniker leder ofta till minskad förlust av redskap och fisk. De alternativa fiskeredskap som används brett i norra delarna av Östersjön är följande: ponton fällor och torsk krukor. En annan lösning är modifiering av existerande traditionella fiskeredskap. Forskning har visat att användning av starkare material och tråd vid ingången till fällan kan minimera fångsten förlusten med 70 % jämfört med traditionella redskap, utan ändringar.



Figure 7: Ponton fällor och torsk burar. © Vänster: Linda Calamnius, Sven-Gunnar Lunneryd, Mikael Lundin/ Harmångers Maskin & Marin AB, Höger: Carapax Marine Group AB

Slutligen så kan man minska bifångst av marina däggdjur genom att införa olika typer av certifikat till fiskprodukter som säkerställer att fisken var hållbart fiskad och med teknik som inte utgör hot mot marina däggdjur. Konsumenterna får då ta ansvar och kan då hjälpa många marina organismer genom att välja en produkt med rätt certifikat. Om man gör detta så kan man minska de traditionella fiskemetoder som orsakar bifångst av marina däggdjur.

**Uppgift 5:** Matcha särskilda certifikat med deras namn. Vilka är de som fokuserar på att bevara havets resurser?

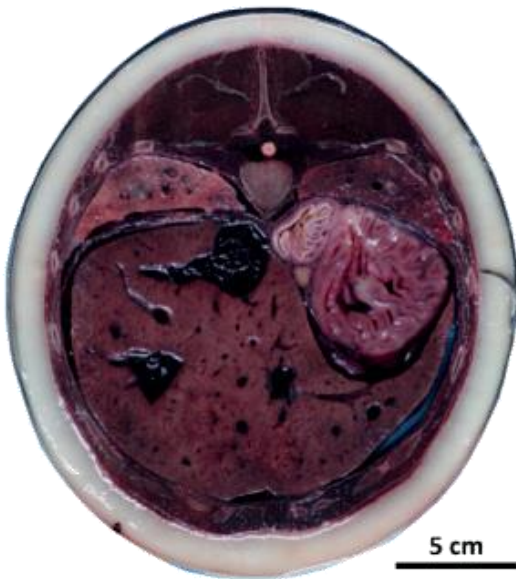
- Dolphin safe
- Friend of the sea
- Aquaculture Stewardship Council
- Organic farming
- Marine Stewardship Council
- Dolphin safe
- Rainforest alliance certified



### Hur man bygger en 3D-modell över skelett av en tumlare

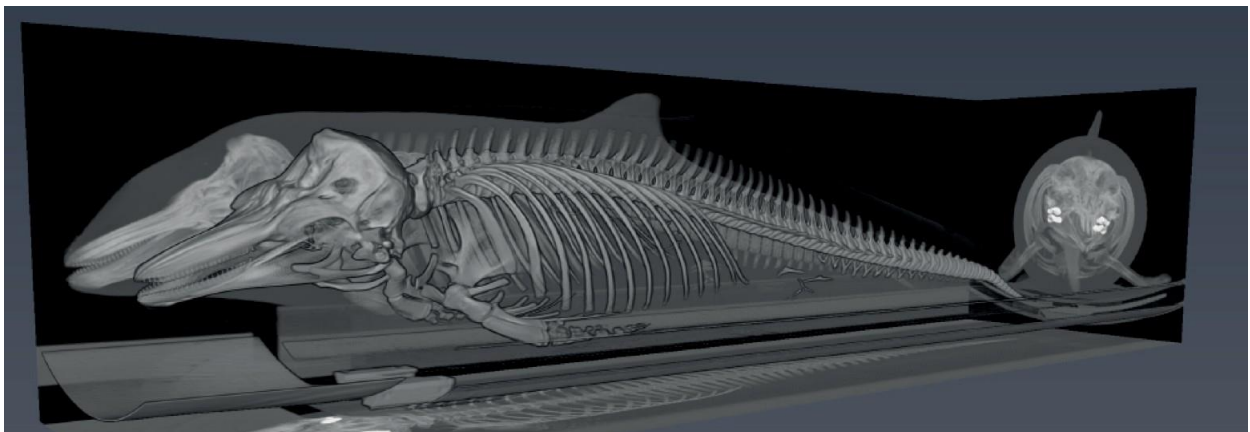
Här under kommer det en beskrivning av projektet att bygga en digital 3D modell av en tumlare:

En tumlares skelett har undersöktes med datortomografi (CT) bildsystem. Olika prover skannades på den veterinärmedicinska anstalten Lièges universitet. Strukturer begränsades av maximal upplösning (isotropiska voxel storlek: 600  $\mu\text{m}$ ), Tumlares skannades av avancerad teknik (Scanner Siemens Somatom Sensation 16-slice, Siemens AG, München). Volym och yta skapades med AMIRA 5.4.0 (VSG, FEI Company). En annan dator använde olika metoder för att färga de olika delarna.



Denna modell kompletteras av en annan metod. En tidigare fryst tumlare skannades, den hade skurits på tvären i 81 delar (15 mm breda bitar). Varje del blev fotograferade med en digital reflex kamera. Varje bild har en upplösning på 7360 x 4912 pixlar så att skillnaden av små anatomiska strukturer syns. Detta kommer att resultera i en anatomisk atlas och kommer användas parallellt med CT bilder.

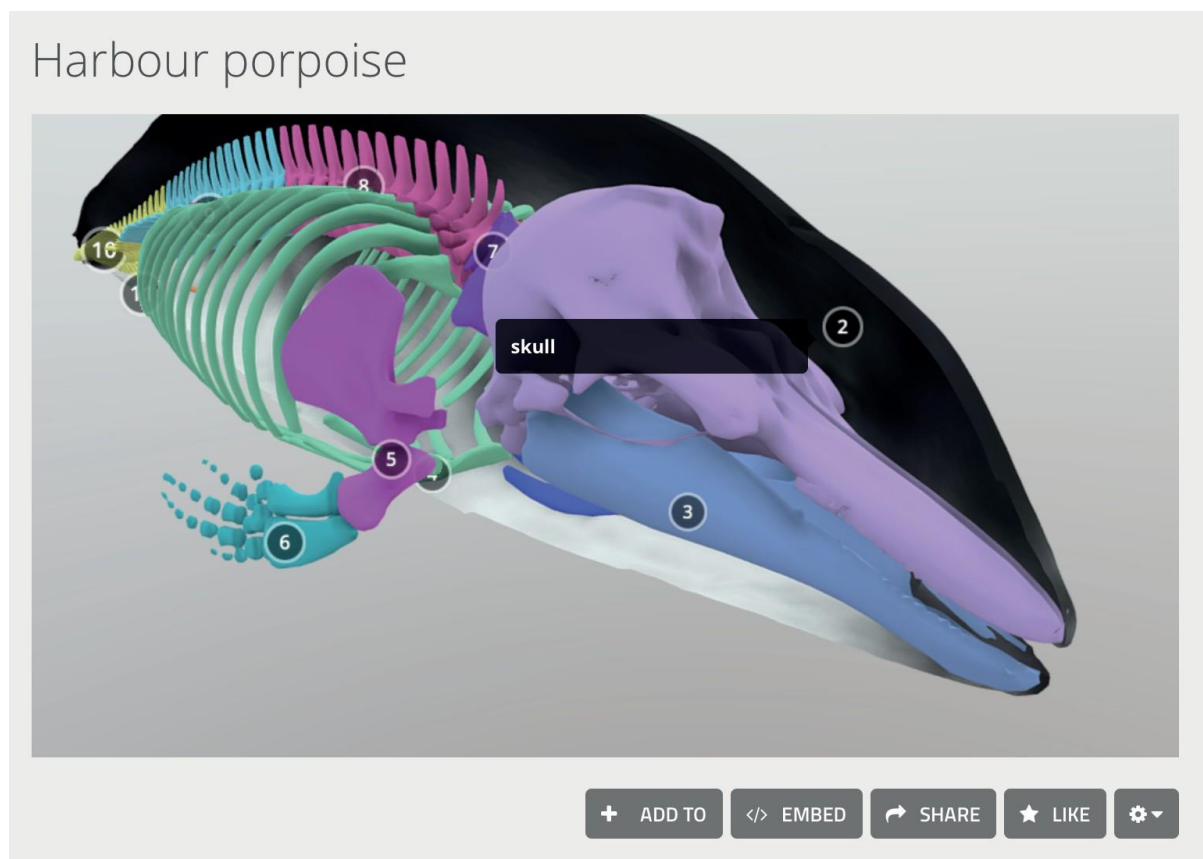
En tredje och mer experimentell metod består i användningen av en magnetkamera i Lièges universitet. Tumlares som användes för modellen är fryst och vi vet inte effekten av denna metod på vävnaden som skannades med en MRT. För att undersöka detta så har vi MRI skannat individuella fiskar i tre stater: nyligt död, frysta och tinnade.





### Information till lärare:

1. PowerPoint presentationen gör en jämförelse mellan hunden (valt eftersom alla vet vad det är) och tumlarskelett. Jämförelsen kan också användas för att förklara de olika karaktärerna som avser anpassning till marint liv (ändring av skallen, förlust av bukfenor, ändring av bröstfenorna, packning av ryggekotor, etc.) Läraren bör ta bort de delar som hen uppskattar alltför komplicerade.
2. Det finns en interaktiv PDF. Det kan användas av vem som helst som har en dator (även offline). Skelettet har rekonstruerats utifrån data för  $\mu$ CT-skanningar. Vissa figurer av skelettet visas men de har anpassats, men  $\mu$ CT garanterar alla skelett delar är korrekt placerad och proportionerad. I PDF-filen är det möjligt att använda en kryssruta för att belysa de viktigaste delarna av skelettet (skalle, käkarna, delar av ryggraden, bröstmuskeln och bäcken). Det är också möjligt att använda musen och en annan kryssruta för att navigera i skallen.
3. En online interaktiv version kan erhållas på:  
<https://sketchfab.com/models/c8736d3e96fc49c0a1b62cbe5c8805bc>





Undervattensmiljön skiljer sig mycket från den välkända landmiljön.

Alla våra sinnen och de flesta av våra erfarenheter är relaterade till landbaserad miljö. Vi vet mer eller mindre på vilken tid på året och vilken tid på dagen som väntar fåglar och gräshoppor att sjunga. Vi har erfarenhet och förståelse hur kallt, blåsigt eller blöt vädret påverkar djurlivet på land. Till exempel kraftiga regn orsakar vår fåglar att upphöra att sjunga. Om vi hör ett djur kan vi inte bara gissa vilken typ det är, men också uppskattning hur långt bort det är och i vilken riktning från oss.

Våra erfarenheter undervattnet är långt ifrån komplett. De flesta av oss har endast sporadiskt, eller kanske aldrig upplevt undervattensmiljön. Hur ser en ålgrässäng ut på en vinternatt jämfört med en somardag? När kommer våren på olika djup? Vilka är de första tecknen på hösten under vattnet?

Gå till <http://www.sdu.dk/da/havet> och se live hur ett vrak söder om Fyn på 10 m djup ser ut just nu. Vilka djur kan du se? Någon fisk? Musslor? Havstulpaner?

