Ljud i havet och dess påverkan

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?

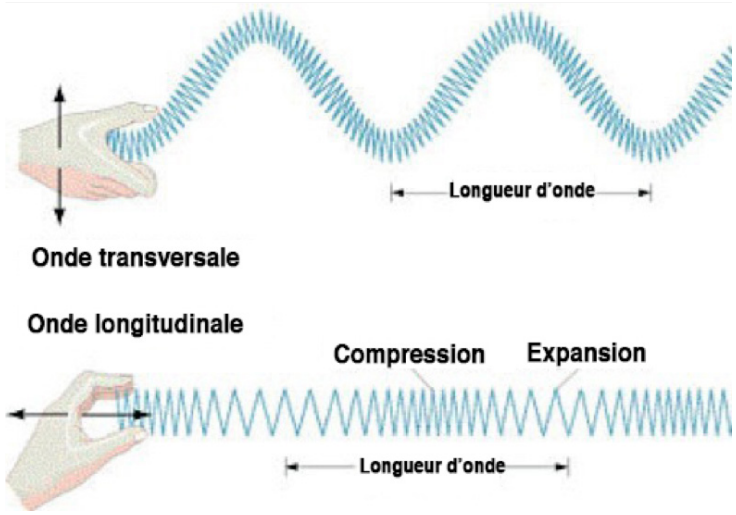


Figure 1: Transverse versus longitudinal wave. © Northwestern University

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 fettet 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 reflektera 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, oljeriggar, 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 valar 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?

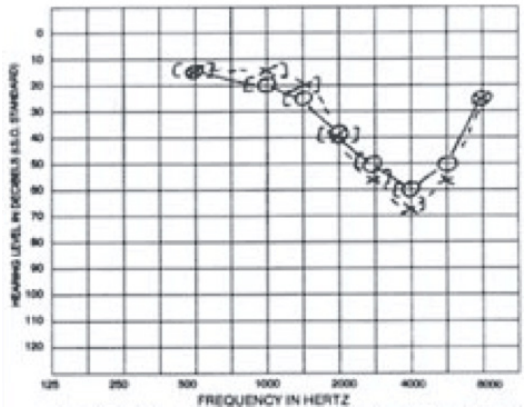
Vi har fortfarande mycket att lära om hur marina däggdjur kommunicerar och navigerar sig under vattnet. För att ta reda på detta så har görs det experiment hela tiden. Man upptäckte ekolokalisering i valar genom att mörklägga deras ögon, detta gjorde man för att se om de fortfarande skulle kunna finna 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. 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 stimulerar tankar och diskussioner.

5. Bubbelgardin experimentet (se separat beskrivning för detaljer)

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

Anslut bubbelröret 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 lägger sig 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 bubbelgardin delen av experimentet. Koppla in akvariepumpen för att börja bubbelgardinen. 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 höras bättre efter en tid.

6. Bygga en egen hydrofon

inuti expeditionsboxen 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

Ljud i havet och dess påverkan

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 spelar 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 _____

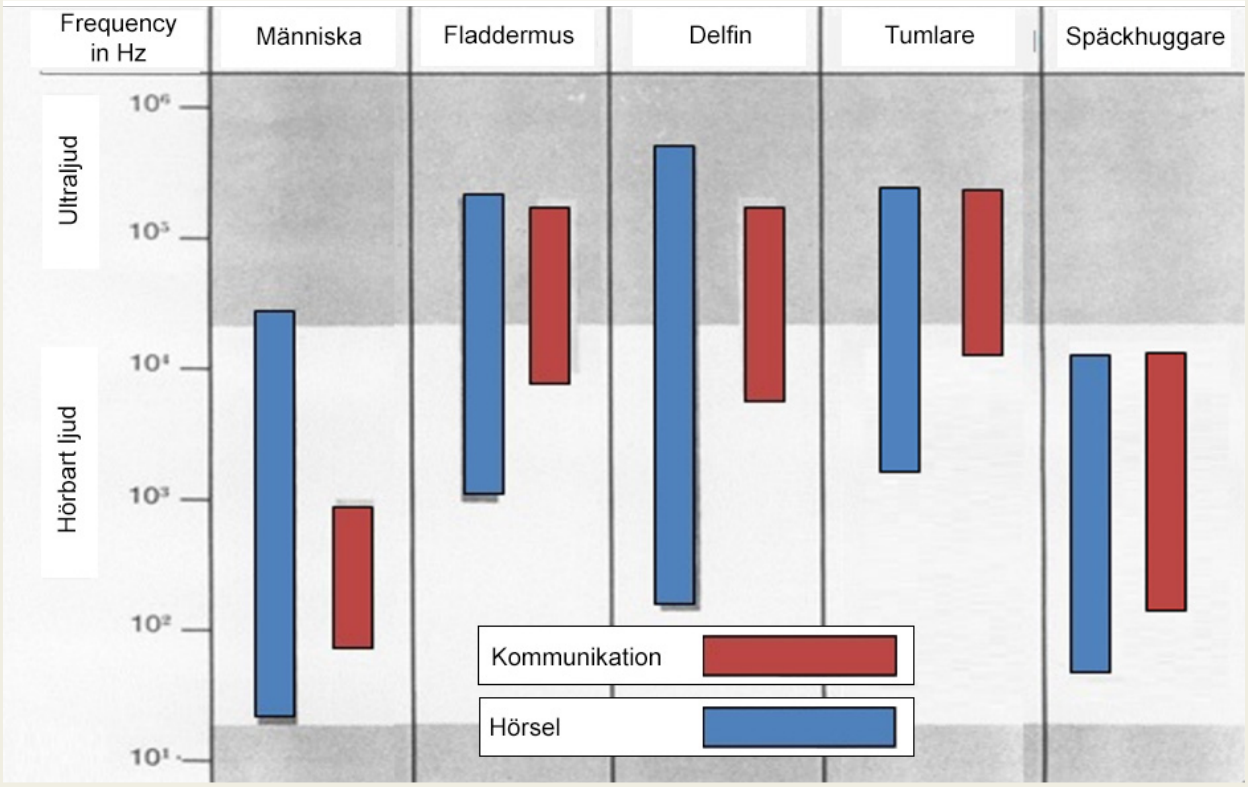
_____använder _____ för att _____ objekt såsom mat, hinder och andra valar.

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 agerar 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 uteslutna; 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 hörsel kurvan på ett audiogram-blad)
  – Mänsklig ekolokalisering, En elev avger klickande ljud medan hen går i en skärmad cirkel. Väggarna 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)
  – Bubbel-gardin experiment (En bubbel-gardin 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.

This project is funded by the Horizon 2020 Framework Programme of the European Union under Grant Agreement No. 710708