

Hljóð

Athuga að skoða vel allar myndir sem tengjast útskýringum.

Hljóðið byggir á **hreyfingu og sameindum**. Hljóð er orkumynd sem kemur sameindum á hreyfingu. Þegar hljóð er myndað stafar það alltaf frá hreyfingu. Hreyfingin er fólgin í sveiflu sameindanna fram og til baka (sameindir í efninu hreyfast).

Hljóð berst með bylgjubera sem nefnist **hljóðberi**. Hljóðberi er efni (loft, vökvi eða fast efni) og berst hljóð því eingöngu þegar sameindir í efninu fara að titra. Ef ekkert efni er til staðar sem ber bylgjur heyrir ekkert hljóð (t.d. á tunglinu).

Hljóð berst í gegnum efni án þess að efnið hreyfist í heild sinni (orkan færir en efnið ekki). Þess vegna finnum við ekki vind eða annað þegar hljóðbylgjur berast til eyrans. Þegar bylgjuorka berst í gegnum efni t.d. á vatni hreyfist bylgjan upp og niður en efnið færir ekki úr stað.

Hljóðbylgjur eru **langsbylgjur**. Í langsbylgjum sveiflast bylgjurnar í sömu stefnu og stefna bylgjunnar er. Sameindir þjappast og valda þéttingu en verða svo dreifðari og valda þynningu (sjá mynd 4-4 bls. 88). Þétting og þynning sameinda endurtekur sig svo eftir efninu og skapar hljóðbylgju.

Föst efni eru **bestu hljóðberarnir** af því að sameindir í föstu efni eru þéttastar.

Fjaðrandi föst efni eins og járn, nikkell og stál leiða mjög vel af því að þau eru fljót að ná fyrri lögun ef þau aflagast. Blý er ekki mjög fjaðrandi og á erfitt með að ná fyrri lögun því leiðir það hljóð verr.

Þar sem algjört tómarúm er, t.d. enginn loftþjúpur, berst ekkert hljóð vegna þess að það er ekkert efni til staðar og því engar sameindir sem sveiflast.

Hljóð berst með um 340 metra hraða á sekúndu í lofti (**340 m/sek**). Ljós berst mun hraðar en hraði ljóss er nærri milljónfaldur hljóðhraði. T.d. er hægt að mæla fjarlægð eldinga með því að telja sekúndurnar frá því að eldingu slær niður og þangað til að við heyrum þrumuna. Ef ein sekúnda hefur liðið á milli eldingarinnar og þrumunnar hefur eldingin verið í 340 metra fjarlægð. Ef 3 sekúndur líða á milli hefur eldingin verið í rúmlega km fjarlægð.

(3sek x 340m = 1.020 metrar = 1,02 km).

Hljóð sem endurvarpast kallast **bergmál**. Þegar hljóðbylgjur lenda á fyrirstöðu endurvarpast þær og snúa til baka.

Hæsti punktur í útslagi bylgju kallast **öldutoppur** og lægsti punktur kallast **öldudalur**. Í hljóðbylgju er öldutoppur þegar þétting á sér stað og öldudalur þegar þynning á sér stað.

Sveifluvídd: sveifluvídd er fjarlægð útslags frá jafnvægisstöðu bylgjunnar. Því meiri sem sveifluvíddin er þeim mun meiri orka er notuð til að mynda hljóðið. Hljóðið verður herra ef sveifluvíddin er meiri.

Bylgjulengd er fjarlægð á einum punkti að sama punkti í næstu bylgju. T.d. fjarlægð milli tveggja öldutoppa í bylgju. (**sjá mynd 4-8 bls. 92**). **Tíðni** bylgju fer eftir hversu margar heilar sveiflur koma fram á ákveðinni tímaeiningu. (eða hversu margar þéttingar/þynningar koma á ákveðinni tímaeiningu). **Hertz** (Hz) eða **rið** er mælieining fyrir tíðni. 50 sveiflur á sekúndu eru þá 50 hertz eða 50 rið. Bylgjan hefur þá sveiflast 50 sinnum á einni sekúndu.

Tónhæð hljóðs er mælikvarði á hversu skær eða djúpur tónn er. Fer eftir hversu hratt hlutur titrar og er því háð tíðni. Hærri tíðni -> há tónhæð. Lægri tíðni -> lág tónhæð. Mannseyra greinir frá 20 hertz og upp í 20.000 hertz. **Úthljóð** er hljóð sem er yfir 20.000 hertz og við greinum ekki. Mörg dýr (t.d. leðurblökur og hundar) greina úthljóð. Leðurblökur gefa frá sér úthljóð og styðjast við bergmál til að finna bráð eða rata í svartamyrkri. Þegar hljóðgjafi (eða sá sem hlustar) er á hreyfingu breytist tíðni og tónhæð hljóðsins. Þessi breyting nefnist **Dopplerhrif**. Þegar hljóðgjafi er á hreyfingu þéttast bylgjurnar fyrir framan hljóðgjafan og við það eykst tíðnin og tónhæðin. Fyrir aftan hljóðgjafann verður lengra á milli hljóðbylgna og því verður tíðnin lægri og um leið tónhæðin lægri. (sjá mynd 4-11 bls.95).

Hraðamælingar byggjast á dopplerhrifum. Þá er notuð ratsjá (radarmælir). Bylgjum er varpað á hlut með ákveðinni tíðni og þær endurkastast til baka. Ef tíðni bylgna sem endurkastast er sú sama er hluturinn kyrrstæður. Ef tíðnin er hærri er hluturinn að nálgast og þeim mun hærri tíðni þeim hraðar fer hluturinn. Hægt er að finna út hraðann með því að reikna út frá mismuninum á tíðninni. Hljóðsá er notuð með sama hætti. Þá er hljóðbylgjum varpað á hafsbotn og fjarlægðin reiknuð út frá þeim tíma sem tekur þær að fara niður á hafbotn og aftur til baka.

Hljóðstyrkur (tónstyrkur) og tónhæð er ekki það sama. Tónhæð er háð tíðni en hljóðstyrkur háður því hversu mikil orka er notuð til að mynda hljóð. Ef mikil orka er notuð er hljóðið hátt. Ljón hefur t.d. djúpan tón og því lága tónhæð en öskrið er hátt og hljóðstyrkurinn mikill. Mús hefur aftur á móti háa tónhæð en lítinn hljóðstyrk. Hljóðstyrkur er háður sveifluvídd. Þeim mun meiri orka þeim mun stærri verður sveiflan. Hljóðstyrkur er mældur í **desíbelum**. Hljóð sem heyrst varla er nálægt 0 desíbelum. Ef hljóð fer yfir 120 desíbel veldur það sársauka og jafnvel heyrnaskemmdum.

Einfaldir hlutir hafa ákveðna sveiflutíðni sem kallast **eigintíðni**. Það kemur fyrir að hlutur fer að sveiflast með eigintíðni sinni ef annar hlutur með sömu eigintíðni sveiflast nálægt. Orka færast á milli og hluturinn sem ekki var á hreyfingu fer að sveiflast með eigintíðni sinni. Þetta kallast **herma**. Dæmi um þetta eru tvær hljóðkvíslar með sömu tíðni; Tahoe-bridge sem fór að sveiflast og hrundi; útvarpstæki eru stillt á ákveðna tíðni og taka við útvarpsbylgjum úr loftinu með sömu tíðni; í eyranu er kuðungur og í honum eru örsmá hár sem fara að sveiflast vegna hermiáhrifa og eru hluti af því að eyrað greini hljóð.

Hljóðfæri eru misjöfn. Sum sveiflast þegar slegið er á þau (ásláttarhljóðfæri t.d. trommur). Í öðrum sveiflast loftsóla inn í hljóðfærum með mismunandi tíðni (blásturshljóðfæri; t.d. flauta). En önnur hafa strengi sem eru slegnir, plokkaðir eða strokknir fram og aftur (strengjahljóðfæri; t.d. gítar, fiðla, píanó). Hægt er að breyta

tónhæð hljóðs með því að breyta lengd eða strekkja strenginn. Því styttri eða strekktari strengur þeim tíðar sveiflast hann og þeim mun hærri er tónhæðin og skærari er tóninn. Gildleiki strengsins hefur einnig áhrif. Gildir strengir sveiflast hægar en grannir. (gildir = breiðir). Sama á t.d. við um blásturshljóðfæri, með því að halda fyrir götin á hljóðfærinu höfum við áhrif á lengd og tíðni bylgna.

Tónblær eða **hljómbær** er líka mismunandi eftir hljóðfærum. Flestir hlutir mynda sveiflu af fleiri en einni tíðni. Hvert tíðnigildi skapar hljóð með tiltekinni tónhæð. Þegar öll tíðnigildin koma saman skapast sérstakur tónblær. **Grunntónn** er dýpsti tónn og þegar **yfirtónar** (tónar með hærri tíðni) blandast grunntóni skapast hljómur sem hefur sinn sérstaka tónblæ. Án yfirtóna myndu allar raddir og öll hljóðfæri hljóma eins.

Hljóðbylgjur sem myndast samtímis geta lagst saman og kallast það **samliðun** eða **bylgjuvíxl**. **Styrkjandi samliðun** er þegar tveir öldutoppar eða tveir öldudalir leggjast saman og útslagið (sveifluvíddin) verður meiri. Það kallast að vera samfasa eða samstíga. Við það verður hljóðstyrkurinn meiri en tíðnin er sú saman. **Eyðandi samliðun** er þegar öldutoppur og öldudalur mætast. Hljóðstyrkur minnkar og hljóðið verður lægra. Ef bylgjurnar ná að eyða alveg hvor annarri myndast „kyrrablettur“ þar sem ekkert hljóð heyrir. (sjá mynd 4-18 bls. 102)