

Øvelse 1 – Snorbølger

Rasmus Klitgaard*

Rene Czepluch†

Laurits N. Stokholm‡

19. april 2017

1 Introduktion

I dette forsøg, undersøges stående bølger på en streng. Specielt undersøges, sammenhængen mellem

2 Teori

Bølgefænomenet dukker op mange steder i hverdagen, især for dem som spiller musik, hopper i sjippetorv eller læser fysik. I laboratoriet genereres stående bølger på en snor og det er disse, som vi her vil beskrive. Men først må vi nærme os grundbegreberne

Mekaniske bølger

Når en substans (refereret som *mediet*) forstyrres fra dets hvilestadie, vil hver enkel af mediets partikler undergå en forskydning omkring sit ligevægtspunkt, hvorfor der vil ske en energitransport i mediet. Dette er hvad i dagligtale kaldes en mekanisk bølge¹. Hvorvidt partiklerne forskydes langs bølgens udbredelsesretning eller på tværs, er hvad separerer bølger i kategorierne *transversale* og *longitudinale* bølger. I forsøget vil vi ikke betragte longitudinale bølger langs snoren, så derfor vil der ikke skrives mere om disse.

Fra skolegården kender mange, at en enkelt puls hurtigt dør ud langs sjippetorvet. Hvad er mere interessant er, hvis man med en drivkraft tvinger torvet til at undergå en periodisk bevægelse.

Periodisk Bevægelse

I forsøget betragtes en simpel harmonisk oscillator (SHM). Disse er særdeles simple at analysere og kaldes også sinusoidale bølger. Dette er fundamentet for alle bølger, som alle kan brydes op som en sum af sinusoidale bølger, jævnfør superposition.

Bølgen er en symmetrisk sekvens af bølgedale og toppe. Symmetrien opstår ved en bølgelængde, λ (afstand fra vilkårligt punkt til selvsamme punkt i næste sekvens). Tiden det tager bølgen at gentage sig er perioden, $T = f^{-1}$, hvor f er en nogenlunde pendant, svarende til antallet af bølger pr. tid (kaldet frekvensen). Da sinusbølgen kan relateres til en cirkulær bevægelse, introduceres også en vinkelfrekvens, $\omega = 2\pi f$ samt et mål for partiklernes maksimale udsving, nemlig amplituden, A .

Bølgen propagerer med hastigheden, $v = \lambda f$, og da forsøget omhandler en snor, da vil bølgen være bundet til en én-dimensionel bevægelse.

Bølge på en streng

I forsøget vil strengen være udtrukken, og ser man bort fra tyngdekraftens virkning (en fin antagelse), vil hvilestadiet af strengen være en ret linie. Indføres en x -akse langs snoren. Bølger på strengen er transversale, hvorfor partiklers forskydelse er langs y -aksen. Forskydelsen afhænger af position på strengen, men er ligeledes tidsafhængig, da bølgen propagerer med hastigheden $v \neq 0$. Bølgefunktionen er givet ved

$$y(x, t) = A \cos(kx - \omega t), \quad k = \frac{2\pi}{\lambda}. \quad (1)$$

hvor k indføres som bølgetallet.

*Rasmus.Klitgaard@post.au.dk

†rene.czepluch@post.au.dk

‡laurits.stokholm@post.au.dk

¹Også andre bølger eksisterer, bølger som ikke behøver et medie at propagerer i. Her er lys et eksempel.

Stående bølger

Frekvensen af en stående bølge, er givet ved

$$f_g = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad (2)$$

Hvor F er snor spændingen, μ er masse pr. længdeenhed og L er længden på snoren.

Dette er lige en lille test, til at se om det hele virker! endnu en test

3 Eksperimentel Opstilling

4 Databehandling

Grundfrekvensens afhængighed af snorspænding

Vi har lavet to målinger hvor vi primært har kigget på ligning 2 og vi har derfor foretaget variabel kontrol og altså varieret på μ og F i ligning 1. Observationerne kan ses i figur 1.

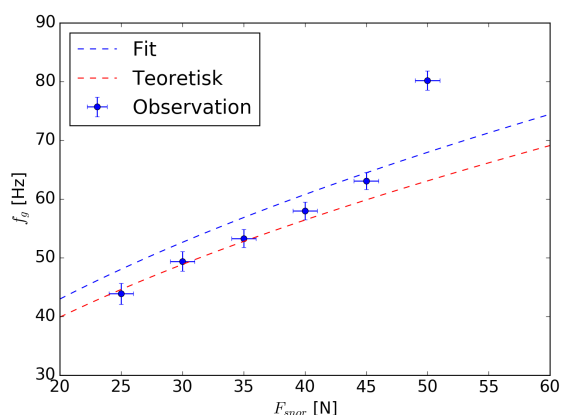


Fig. 1: Resultater af fit, teoretisk værdier og observation af grundfrekvensen som funktion af snorspændingen.

Her ses det at vi har lavet en fittet linje sammen med den teoretiske. Dette var for at se hvor godt et evt. fit ville være ift. teorien og ud fra dette fit har vi fundet en eksperimentielt bestemt værdi for μ . Den er fundet til $\mu_{eks} = 7,52 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$. Den egentlige værdi for $\mu = 8,72 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}}$. Dette er rimelig tæt på den værdi vi fandt, men der er alligevel en rimelig afvigelse. Det skyldes sandsynligvis den outlier som

vi har på vores data, som man måske skulle se bort fra - dette har vi valgt ikke at gøre grundet det lave antal målinger i forvejen. Det kan også lige nævnes at vores usikkerheder her er en rimelig faktor som det fremgår i figur 1.

Grundfrekvensens afhængighed af masse/længde

Igen foretages variabel kontrol af samme ligning 1 Hvor snorspændingen F og længden L holdes konstant.

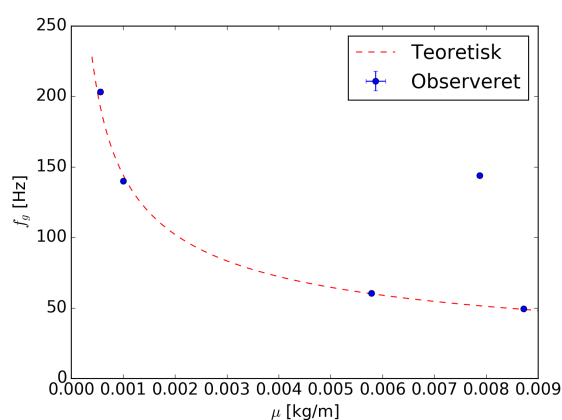


Fig. 2: Resultater af observationer og teoretiske værdier, af grundfrekvensen som funktion af snorspændingen.

Her ses det at data passer rigtig godt på vores målepunkter, undtagen den ene outlier. Usikkerhederne her er ikke synlige grundet de store dimensioner på vores akser, men det kan nævnes at de er i omegnen af ± 5 Hz

5 Diskussion

I både figur 1 og figur 2 ses et datapunkt der afviger markant fra de teoretiske værdier. Det er svært at sige hvor fejlen kommer fra, men da errorbars viser, at den teoretiske linje, ligger langt væk fra usikkerheden, må det skyldes en fejl aflæsning, eller måske havde vi dæmpet snoren, ved at røre den under en afmåling.

Ud over det, bidrog opsættelsen til nogle usikkerheder. Bølgegeneratoren flyttede vi engang i mellem, der bidrog til minimale ændringer i dæmpningen og grundfrekvensen.

6 Konklusion