

# 3. *Bølger*



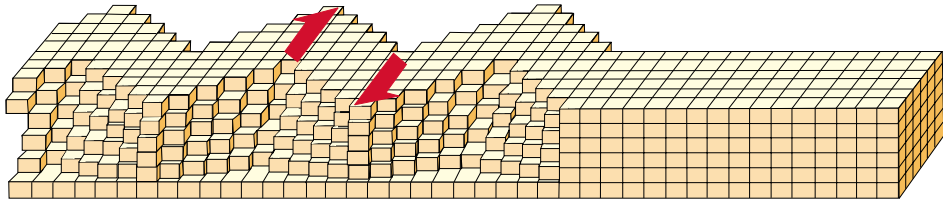
- 1. Fakta om bølger**
- 2. Havets bølger**
- 3. Seismiske bølger**
- 4. Bølgeteori**
- 5. Energi i bølger**
- 6. Energi i tsunamier**

- 7. Energi i jordskælv**
- 8. Case A: Energi og fysik**  
**Case B: Heliioseismologi**  
**Case C: Krakatau**  
**Case D: Tsunami Asien 2004**
- 9. Øvelse - Tsunami simulering**



### 3. Bølger

#### Love Bølge



Bølgens retning

#### Rayleigh Bølge

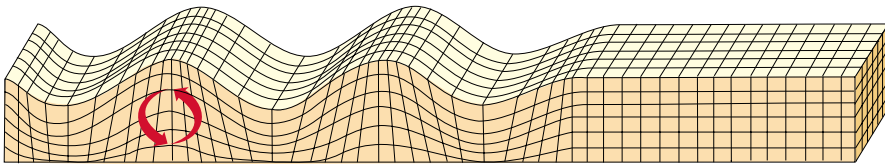


Fig. 42. Overfladebølgernes udbredelsesretning.

### 4. Bølgeteori

I fysikkens verden skelner man mellem to former for bølger, der forenklet kan beskrives som:

1. Bølger, der udbreder sig i et medie (fx vand eller lyd).
2. Elektromagnetisk stråling (fx lys).

Vi har ovenfor udelukkende beskæftiget os med bølgeudbredelse i vand og jord. I dette afsnit vil vi se på den basale fysik bag fænomenet bølger, og definere hvad en bølge egentligt er.

#### Hvad er en bølge?

En bølge er en svingning i et medie. Stoffet i mediet bevæger sig ikke med bølgens udbredelse, men svinger kun omkring en ligevægtsstilling, idet bølgen passerer. Det kan sammenlignes med, at man flyder i havet, og der passerer en stor bølge fra en færge under en.



Man skelner i faget fysik mellem to former for bølger, *transversale bølger* (latin: transversus), hvor svingningen foregår på tværs af udbredelsesretningen, og *longitudinale bølger* (latin: longus), hvor svingningen foregår på langs med udbredelsesretningen.

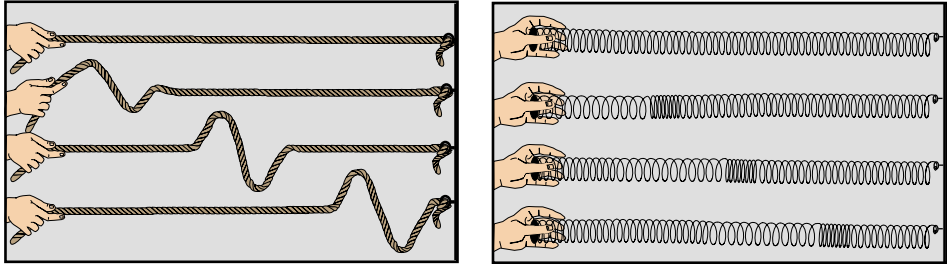


Fig. 43. Transversale og longitudinale bølger.

Både transversale og longitudinale bølger kan beskrives med et (Sted, Udsving) eller (Tid, Udsving)-koordinatsystem (se figur 44).

I samme figur ser vi også definitionen på de basale fysiske størrelser for bølger:

1. Udsvingets maksimale størrelse fra ligevægt (*amplituden*,  $A$ ).
2. Afstanden mellem to bølgetoppe (*bølgelængden*,  $\lambda$ ).
3. Tidsrummet der går mellem passage af to bølgetoppe (*perioden*,  $T$ ).

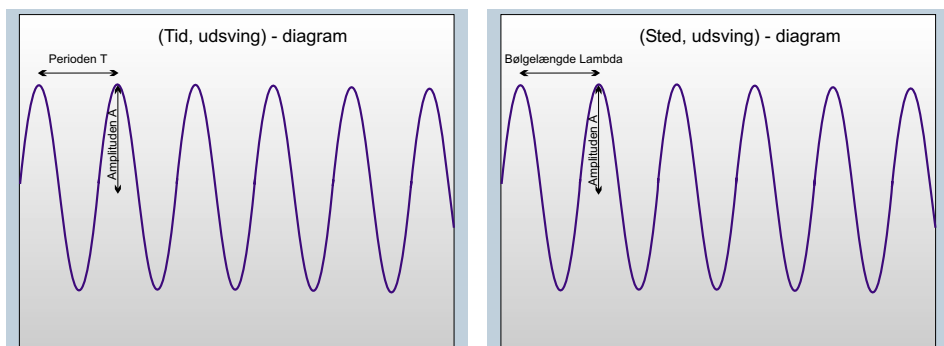


Fig. 44. Amplitude, bølgelængde og periode vist i to diagrammer: (Tid, Udsving) og (Sted, Udsving).

### 3. Bølger

Ud fra perioden defineres en ny størrelse:

4. Frekvensen er det antal bølgetoppe, der passerer pr. tidsenhed (*frekvensen*,  $f$ ).

Udbredeshastigheden er hastigheden af en bølgetop. I løbet af en periode ( $T$ ) bevæger en bølgetop sig en vejlængde ( $\lambda$ ), og udbredeshastigheden ( $v$ ) må derfor være

Bølgeformlen:

$$v = \frac{\lambda}{T} = \lambda * f$$

### Interferens

Når to (eller flere) bølger mødes, danner de en ny resulterende bølge, og man siger, at bølgerne *interfererer*. Interferensen er summen af de to (eller flere) bølger. Hvis bølgerne forstærker hinanden, siger man, at der er *konstruktiv interferens*. Hvis bølgerne svækker hinanden, siger man, at der er *destruktiv interferens* (figur 45).

### 5. Energi i bølger

Som skrevet på side 63 er det ikke materiale, der flyttes med en bølge, men energi. Ofte udmøntes bølgen i en bevægelse, og man kan som en simpel model beregne den energi, der flyttes med en bølge, som en kinetisk energi:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} mv^2$$

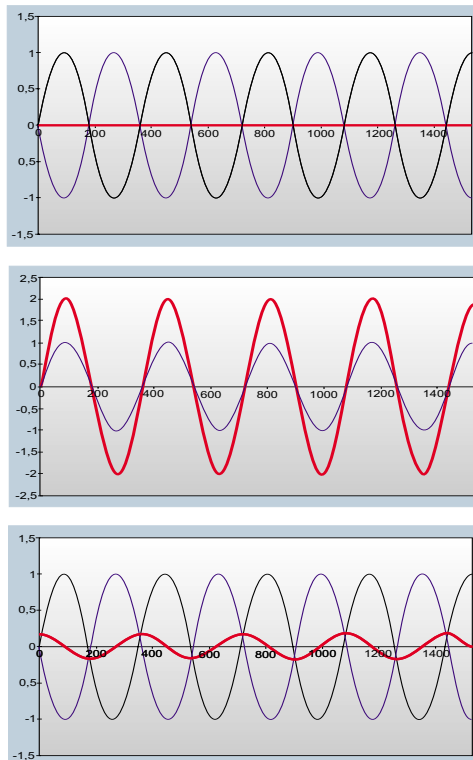


Fig. 45. Interferens af to harmoniske bølger. I den første er der destruktiv interferens. I den anden konstruktiv interferens. I den tredje er der i nogle punkter konstruktiv og i andre destruktiv interferens.