

## Projekt 8.2 Storebæltsbroens geometri

Storebæltsbroen var verdens største hængebro, da broen blev bygget. Den har et frit spænd på 1624 meter, dvs afstanden mellem store bropiller, pylonerne er 1624 meter. Pylonerne selv rækker 254 meter over havoverfladen. At broen er en hængebro betyder, at brobanen bæres af de to store kabler, der går op over pylonerne og til de såkaldte ankerblokke, hvor kablerne er fastgjort. Hver ankerblok er på størrelse med en fodboldbane og vejer ca 250.000 ton. Selve brobanen mellem pylonerne har i profil form som en del af en cirkel. (Den er konstrueret som en del af en kugle, for at sikre, at vandet løber fra). De bærende kabler har form som en parabel. Parablens laveste punkt er 87 meter over havoverfladen. Cirkelbuen er en del af en stor cirkel med radius på 45000 meter. Brobanens højeste punkt ligger 75 meter over havet. Vi lægger nu et koordinatsystem ind, hvor x-aksen følger vandoverfladen og 2. akse ligger lige midt imellem pylonerne og derved deler hængebroen symmetrisk.



de  
ned  
ton.

a) Opskriv en ligning for parablen, som kablet danner.

Cirkelns centrum ligger således dybt nede i Jorden, i punktet  $(0, -44925)$ . I analytisk geometri lærer man at opstille ligninger for cirkler. Hvis  $P(x, y)$  er et punkt på cirkelbuen, så kan ligningen for denne cirkel skrives således:

$$(x - 0)^2 + (y + 44925)^2 = 45000^2$$

b) Kan du argumentere for, at denne ligning må gælde? (Hint: Tegn en skitse af cirklen, tegn heri en retvinklet trekant, hvor centrum er den ene spids og punktet er den anden. Anvend så Pythagoras)

c) Brug dit værktøjsprogram til at isolere  $y$ , idet vi sætter betingelsen:  $y > 0$ . Definer udtrykket som en funktion.

d) Tegn grafen for denne funktion sammen med grafen for parablen. Vær omhyggelig med at indrette grafvinduet.



e) Beregn længden af brobanen mellem de to pyloner, og sammenlign med afstanden mellem pylonerne. (Hint: Tegn en trekant, hvor den ene vandrette side er en linje mellem pylonerne og de to andre er radius trukket fra pylonerne ned til centrum. Beregn vinklen i denne trekant, og brug denne vinkel og din viden om længden af hele cirkelns omkreds til at beregne længden af brobanen, som er en del af en cirkel).

f) Brug forskriften eller cirkelns ligning til at vise, at brobanens højde over havoverfladen ved pylonerne er 67,67 meter.

g) De stålwirer, der går fra det bærende kabel ned til brobanen kaldes hængere. Det er vigtigt at man på forhånd kan beregne længden af disse hængere. Beregn længden af hængeren midt på broen og længden af den hænger, der er 200 meter fra midten

Tilkørselsramperne fra ankerblokkene op på brobanen er konstrueret som tangenter til cirkelbuen, hvilket sikrer en glat overgang.

## Hvad er matematik? 1

ISBN 9788770668279

Projekter: Kapitel 8. Projekt 8.6 Storebæltsbroens geometri

- h) Bestem med dit værktøj en ligning for tangenten til brobanen hvor denne passerer pylonerne.
- i) Den vandrette afstand fra ankerblokkene ind til pylonerne er 536 meter. Ankerblokkenes højde over havet er 58 meter. Undersøg om tilkørselsramperne rammer ankerblokkene præcist.
- j) Aflever en konstruktion udført i et værktøjsprogram af broen med tilkørselsrampe.

## Hvad er matematik? 1

ISBN 9788770668279

Projekter: Kapitel 8. Projekt 8.6 Storebæltsbroens geometri

### Facitliste

a)  $p(x) = 0.000253 \cdot x^2 + 0 \cdot x + 87$

c)  $b(x) = \sqrt{(45000^2 - x^2)} - 44925 \quad | -813 \leq x \leq 813$

e) jfr hint: Vinklen er 2,0675.

Broen er 8 cm længere end afstanden mellem de to pyloner: 1624.08-1624 ▶ 0.08

f) Indsæt direkte i  $b(x)$ , eller indsæt i cirkelligningen og brug solve

g) hængeren midt på broen har en længde på 12 og hængeren 200 m fra midten har en længde på 22.5644

h) I den højre side:  $a(x) := -0.018 \cdot x + 82.33$  I den venstre side:  $b(x) := 0.018 \cdot x + 82.33$

i)  $812 + 536 \triangleright 1348$ .  $a(1348) \triangleright 58.066$   $b(-1348) \triangleright 58.066$ . Det er ok.