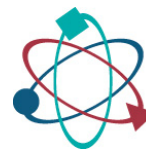


# BYGG EI BRU



V&TENSENTERET  
NORDNORSK VITENSENTER TROMSØ



## Hva er ei bru?

Ei bru er en konstruksjon laget for å kunne krysse et vanskelig farbart område, som f.eks. en fjord, en elv, et juv eller andre kryssende veier eller jernbanelinjer.



## Historie

De første broene ble laget av naturen, som når et tre faller over en elv. Det var dette menneskene så på når de begynte å bygge broer selv. Man la stokker over ujevnheter i landskapet og utviklet etter hvert med flere stokker ved siden av hverandre, steiner og, i varmere land, lianer. I India utviklet man den første hengebroen, og i Mesopotamia ble buebroen laget for første gang. Man oppdaget at steiner kunne settes sammen så de formet en bue og sto av seg selv.

Romerne var de tidlige pionerene innenfor brobygging. De trengte å frakte mennesker og utstyr over elver og juv når de skulle ut å erobre land. De utviklet en rekke trebroer og senere buebroer i stein og akveduktene til vannsystemet sitt.

I middelalderen var det kirken som tok ansvar for brobyggingen for å gjøre veiene trygge for reisende. I Frankrike ble Freres du Pont (broderskap av brobyggere/prester) dannet. På denne tiden ble kjente broer som London Bridge og Pont d'Avignon bygget.

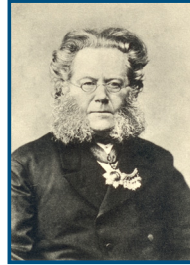
Til langt ut på 1600-tallet ble broene bygget av prester og arkitekter som var interessert i ingeniørarbeid, men i 1716 var det ingeniører fra det franske militæret som tok ledelsen på resten av verden. I 1747 ble verdens første ingeniørskole grunnlagt i Paris, og den første læreren, Jean Perronet, har blitt kalt "den moderne brobyggingens grunnlegger". Hans meste kjente bro er Pont de la Concorde som sto ferdig i 1791.

Etter hvert som broene utviklet seg begynte man å bruke flere forskjellige materialer og kombinere dem for at broen skulle bli sterkere og vare lenger. Jern ble ikke brukt før på 1700-tallet, før dette var det tre og stein som var vanlig.

I årene fremover gikk det nedover med brobyggingen på grunn av mange dårlige brokonstruksjoner og ulykker. Det var ikke før den første stålbroen ble bygget, i 1878, at en ny tidsalder begynte. Man kunne nå bygge lengre, billigere og sterkere broer med et nettere design. Et av de første eksemplene på den moderne stålbroen er Eads Bridge i St. Louis.

Denne måten å bygge broer på har vi fortsatt med frem til vår tid. Den brotypen man satser mest på i dag er hengebroen, som Golden Gate bridge.

## BYGGMESTER SOLNESS VILLE IKKE SLIPPE UNGDOMMEN TIL – HOS OSS FÅR ALLE BYGGE BRUER!



"Har De aldri merket det, Hilde, at det umulige –  
det liksom roper og lokker på en?"

Byggmester Solness av Henrik Ibsen



byggmester  
solness

av henrik ibsen

Premiere på Studioscenen 26. mars 2004

## Byggmester Solness

Utgitt i 1892 av den 64 år gamle Henrik Ibsen

**Handling:** Byggmester Halvard Solness driver et suksessrikt arkitektkontor, men er ikke selv arkitekt. Han undertrykker sin dyktige assistent og tegner Ragnar Brovik. Ragnars far, arkitekten Knut, er også knuget og tvunget til å arbeide for Solness.

**22-åringen** Hilde Wangel kommer på besøk og krever at Solness bygger et slott og gir henne et kongerike. Det lofte han henne da hun var 12 år. Siden har de ikke møttes. Solness innser langsomt at hans tid er over, at han egentlig aldri har bidratt konstruktivt. Det ender med at han dør, og vi aner at det nok var et selvmord.

For scenografer og arkitekter har Byggmester Solness en helt spesiell posisjon.

Stykket handler om de samme konfliktlinjene mellom kreativitet og økonomi, gammelt og nytt som preger dagens byggebransje. Ibsen rører ved makstrukturer i faget, om forholdet mellom arkitektur og entreprenør. Hvem er det egentlig man bygger for?

Kilde: Aftenposten



## Hoppende Gertie

Tacoma Narrows Bridge er kanskje verdens mest kjente bru. Vinden i området fikk brua til å hoppe og vri seg, og fem måneder etter åpningen (1. juli 1940) kollapset brua fordi vinden skapte så mye ressonans i brulegemet at materialene ikke klarte belastningen. Kollapsen ble festet til film. Ingen mennesker omkom, men hunden Tubby døde fordi den nektet å forlate bilen til eieren, som strandet midt på brua.

## Ordet "BRU"

Ordet stammer fra det gamle germanske ordet brugjō, som har gitt opphav til det gammelengelske ordet brycg, det moderne engelske ordet bridge, tyske brücke, brug på nederlandsk, samt bro og bru på norsk.

## Visste du?

Den offisielle tittelen på paven i Roma er "pontiff". Ordet stammer fra pontifex, som betyr bruygger.



## Teknologi og design i Kunnskapsløftet:

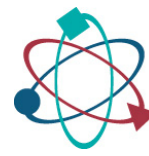
### Kompetansemål etter 4. årstrinn

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- beskrive konstruksjoner og samtale om hvorfor noen er mer stabile og tåler større belastning enn andre
- gjenkjenne og sammenligne bærende strukturer i ulike byggverk i nærmiljøet
- planlegge, bygge og teste enkle modeller av byggkonstruksjoner og dokumentere prosessen fra idé til ferdig produkt



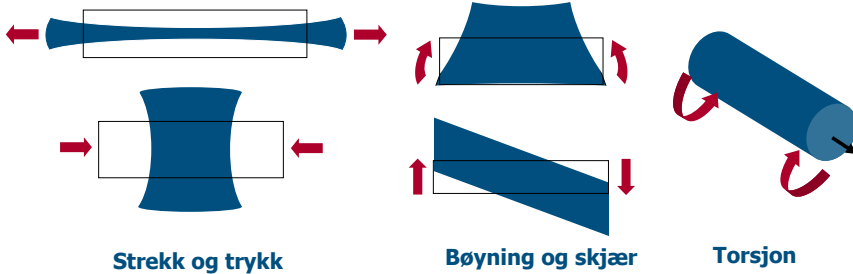
# BRUER OG BÆRENDE KONSTRUKSJONER



**VITENSENTERET**  
NORDNORSK VITENSENTER TROMSØ



## ULIKE KREFTER PÅVIRKER BRUKONSTRUKSJONER

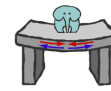


Strekk og trykk

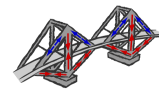
Bøyning og skjær

Torsjon

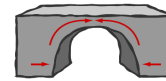
## STATISK SYSTEM BESTEMMER BRULENGDEN



Dette er den enkleste broen. En bjelke støttes i hver ende. Kraftene presser nedover mot støttepunktene. Når bjelken belastes presses toppen sammen mens bunnen strekkes. En bjelke spenner sjeldent over 75 meter, men ved å legge flere bjelker etter hverandre kan broen likevel bli lang.



Denne brotypen brukes ofte når tog skal kjøre over. Strukturen er den samme som man bruker i bygging av berg- og dalbane. Materialene må tåle stort trykk og mye strekk.



Vanlig spennvidde er 40-150 meter. Broen er formet som en bue. Kraftene ledes gjennom buen mot fundamentene. Materialene må derfor tåle stort trykk. Fundamentene som endene trykker mot må være solid og stabilt.



Vanlig spennvidde er 700-2000 meter. Kabler spennes over tårn og forankres på begge sider. Kablene utsettes for strekk og holdes tilbake i forankringen. Kablene trykker ned mot tårnene. Banen henges opp i kablene.

Kilder: PBS Online og Ekspert i team/gruppet - NTNU

## Klassifisering etter bygningsmateriale

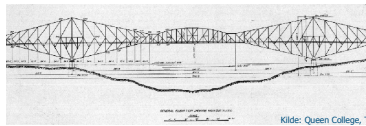
steinbruer  
trebruer  
stål- og aluminiumbruer  
betongbruer  
samvirkebruer

## Jernringen



I Canada bærer enkelte ingeniører en symbolsk ring kalt "the Iron Ring".

En populær legende forteller at ringene er lagd av jernet fra Quebec bru, som kollapset i 1907 etter dårlig planlegging og design av de engelske ingeniørene. I ulykken ble 75 bygningsarbeidere drept. Selv om historien ikke er sann, ringene lages ikke av de fatale brumaterialene, er ringen et symbol på stolthet og ydmykhet ovenfor ingeniørfaget.



Kilde: Queen College, Toronto

## Klassifisering etter bruk

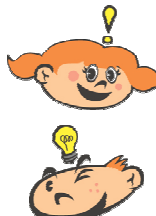
gangbro  
veibro (viadukt)  
jernbanebro  
akvedukt ("vannbro")  
kanalbro  
transportbåndbro



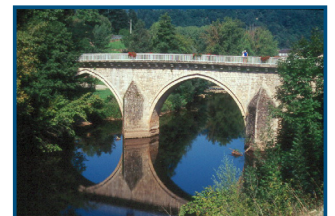
Lille Bælt broen, Danmark



Tower bridge, London



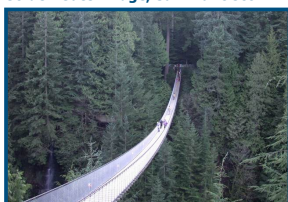
Sidney Harbour Bridge, Sidney



Entraigues bru, Avignon



Golden Gate Bridge, San Francisco



Capilano Suspension Bridge, Vancouver

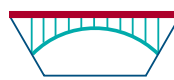


Rainbow bridge, Lake Powell

## KLASSIFISERING ETTER STATISK SYSTEM



BJELKEBRU



BUEBRUER



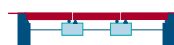
PLATEBRU



RAMME OG SPRENGVERKSBRU



FAGVERKSBRU



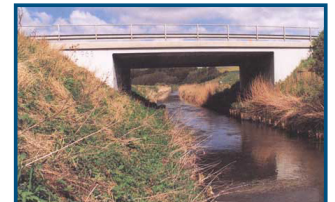
FLYTEBRU



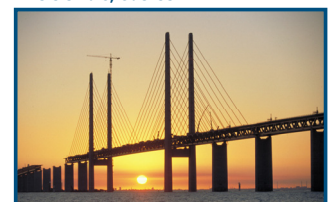
HENGBRU



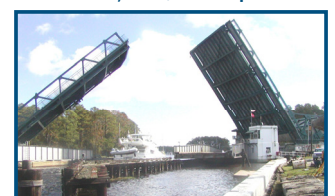
SKRÅSTAGSBRU



Hillerslev bro, Odense



Øresundbroen, Malmö - Kastrup



Deep Creek Bridge, Chesapeake, VA