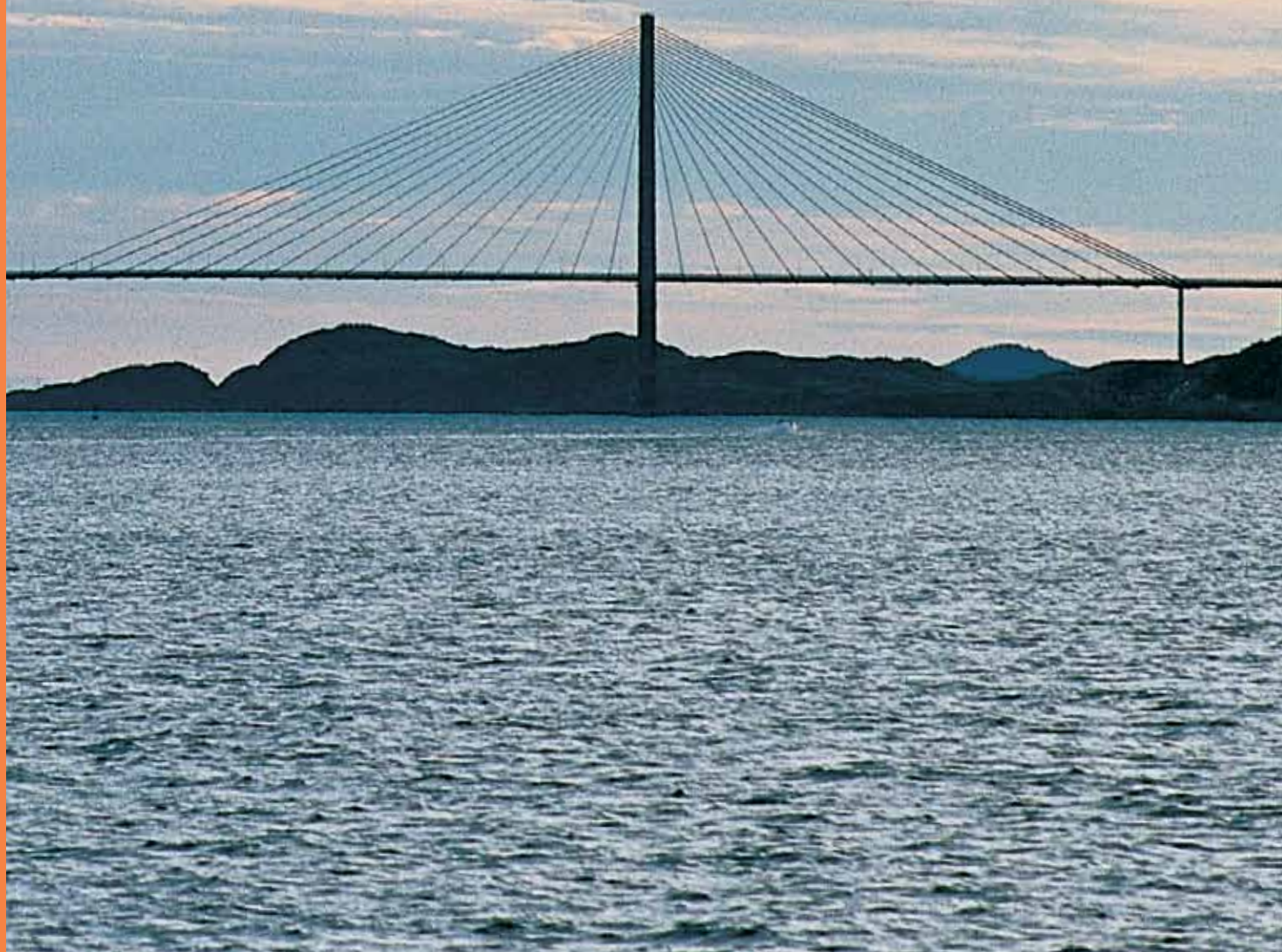


# BROER



## BROER

Broer forteller historier om menneskers hverdagsliv, kunnskap, verdier og visjoner. Broene hjelper oss å nå hverandre og gjør det mulig å krysse elver, sjøer, dype dalsøkk og trafikkerte områder. Broer binder veinettet sammen og sørger for effektiv transport av folk og gods. I Norge med vårt kupert terreng og mange øysamfunn har vi tusenvis av broer.

Broer må utformes i forhold til sin funksjon og naturforhold på stedet. Utfordringen med broer har til alle tider vært å bygge over lengre spenn i forhold til det materialet og den teknikken man har til rådighet. En bro må være i stand til å bære sin egen vekt i all slags vær i tillegg til vekten og kraften fra personer og kjøretøy som beveger seg på den. De broene som bygges som en del av veinettet vårt i dag er teknisk avanserte og ofte en kombinasjon av flere forskjellige materialer og bæresystemer. Likevel ser vi likheter i konstruksjonsprinsippene mellom nåtidens og fortidens broer.

Broer egner seg som studieobjekter fordi de er så tydelige både som konstruksjoner og som byggverk i landskapet. Forståelse av grunnleggende strukturer og konstruksjonsprinsipper når det gjelder broer kan overføres til arkitektur generelt.

### MÅL MED UTSTILLINGEN

Nasjonalmuseet ønsker å gi **elever fra 3-6. trinn** en opplevelse av temaet arkitektur gjennom en presentasjon av broen som bærende konstruksjon og som en del av våre bygde omgivelser. Målet er at elevene gjennom lek og praktisk arbeid i utstillingen får økt forståelse og interesse for broer og andre bygde konstruksjoner i sitt lokalmiljø.

### UTSTILLINGENS FORANKRING I LÆREPLANEN

Utstillingen er relevant i forhold til skolens kompetansemål i naturfag, matematikk og kunst og håndverk. En tverrfaglig innfallsvinkel gjør utstillingen særlig aktuell i forhold til fagemnet teknologi og design.

### UTSTILLINGEN

Utstillingen består av tre frittstående bromodeller utformet som byggesett. Elevene monterer /bygger broene som de etterpå bruker når de krysser elven. Formidlingen starter med at elevene ved hjelp egen kropp, gjør noen strekk- og trykkøvelser og avsluttes med en konkurranse der elevene gjenkjenner og klassifiserer konstruksjonen av broer projisert på et lerret.



Vi gjør trykk og strekk øvelser for å teste forskjellige typer konstruksjoner.

Foto: Nasjonalmuseet



Elevene bygger tre broer; en bjelkebro, en bue bro og en hengverksbro.

Foto: Nasjonalmuseet

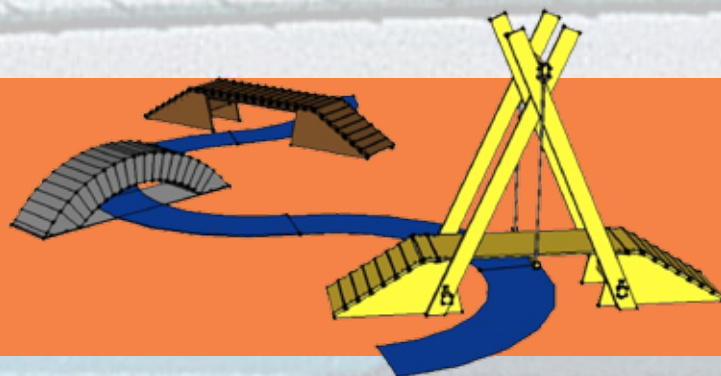


Broene krysses til slutt. Vil de holde seg oppe?

Foto: Nasjonalmuseet

## FORSLAG TIL FOR-/ETTERARBEID

- Samtale om broer. Hvorfor holder de seg oppe?
- Er det broer som er verdenskjente?
- Samtale om broer i sanger, kunst, dikt, eventyr og som symbol.



## BROENE I UTSTILLINGEN

Elevene bygger tre forskjellige brotyper som representerer tre former som ofte er brukt i eldre og nyere brokonstruksjoner – nemlig bjelken, buen og trekanten.

### BJELKEBRO

*Turister på Holmebroa i Bjerkreim. Bjelkebro med pæleåk. Foto: Magne Skjånes*

*Tromsøbroa. Norges første fritt frambygg bro i betong. Foto: Johan Brun*



Bjelkebroene besto opprinnelig av grove tømmerstokker lagt i spenn på tvers over elva og med et brodekke av planker. For å nå over større spenn enn lengden på en tømmerstokk, satte man opp krakker eller pæleåk hvor man kunne legge nye bjelker. På

den måten kunne bjelkebroene bli svært lange når det var mulig å fundamenterer pæleåkene. Moderne bjelkebroer lages i dag i stål og betong. Disse broene, inkludert fritt-frambygg-broene, er sterkere og kan tåle store belastninger og lange spenn.

### BUEBRO

*Tegning av Tronsholen buebro i Sandnes. Kilde: Statens vegvesen*

*Den nye Svinesundsbroa. En buebro med kjørebane delvis under buen. I bakgrunnen den gamle Svinesundsbroa. Foto: Santina Crolla*



Med bruk av hvelv- eller buekonstruksjon kan man oppnå større spenn og bæreevne med stein som byggemateriale. Steinene blir hogd som kiler og hvelvbroen presses bare bedre sammen når den utsettes for trykk. Buebroen, en videreutvikling av hvelvsbroen,

kan utformes med kjørebane liggende helt eller delvis over eller under buen. Bæresystemet i nyere buebroer lages ofte i armert betong, men forekommer også i andre materialer som for eksempel laminert tre.

### HENGVERKSBRØ

*Hengverksbro over elva Sjøa i Oppland. Foto: Svein Magne Olsen*

*Flisa bro over Glomma. En fagverksbro av impregnert limtre på gamle bropilarer. Foto: Johan Brun*



Hengverksbroen er en av mange brotyper som baserer seg på trykkoverføring ved hjelp av trekantkonstruksjon. Overbygningen på broen blir holdt oppe av skråstivere som fører tyngden av brodekket og brolasten over på landkarene. Det

finnes ulike kombinasjoner, med en eller flere hengesøyler, senere jernstenger eller wire, som holder overbygningen oppe. Nyere beslektete brotyper er fagverksbroer og skråstagsbroer.

- Finn eksempler på forskjellige brotyper i nærmiljøet. Grupper i klassen presenterer hver sin bro med tegninger, foto og tekst.
- Lag fagverksbroer (trekantkonstruksjon) av sugerør. Konkurrer om hvilken av broene som kan tåle mest last. Se ksys.no for bruksanvisning

Foto: Ruseløkka skole



## ORDFORKLARINGER

**brobane** – den del av broen som ferdselen skjer på  
**brodekke** – toppen av brobanen som vi går eller kjører på  
**betong** – betegnelsen på støpbart byggemateriale og ferdig støpt vare, sammensatt av sement, sand, knust stein og vann. Forsterket betong har stål, karbon eller polypropylen tilsatt.  
**bevegelig last** – vekten og kraften av personer og kjøretøy som beveger seg på broen  
**bæresystem** – strukturer som holder en konstruksjon oppe  
**død last** – broens egenvekt  
**fagverk** – bærekonstruksjon som består av staver/bjelker i et trekantmønster  
**forskaling** – midlertidig reisverk brukt som støtte under bygging  
**fritt frambygg-bro** – betegnelse på de største betongkonstruksjonene som utføres som bjelkebroer, med monteringsmetode som ikke krever understøttende forskaling under montering  
**fundament** – det som broen eller byggverket hviler på mot terrenget  
**hengesøyle** – søyle som henger loddrett ned fra broens skråstivere hvor funksjonen er å holde overbygningen oppe  
**konstruksjon** – de bærende og overdekkende delene av et byggverk  
**landkar** – endestøttene på brobanen mot land  
**overbygning** – selve brokonstruksjonen med bæresystem, avstivninger og brobanen som fører kreftene fra bevegelig last, dødvekt og vind over på underbygningen  
**pilar** – søyleliknende støtte  
**pæleåk** – understøtte for bjelkespenn  
**seilingshøyden** – avstanden fra vannet/bakken til høyeste punkt under broen i meter  
**skråstivere** – stabiliserende elementer bestående av skrått plasserte staver i tre eller metall  
**spenn** – avstanden, spennvidden mellom pilarer eller landkar  
**stein** – stein kan tåle store trykkpåkjenninger, men svært små bøyings- og strekkpåkjenninger  
**stål** – fellesbetegnelse på forskjellige typer smibart og herdet jern med karbon som viktigste tileggsingrediens, et meget sterkt og fleksibelt bygningsmateriale  
**tre** – et fornybart materiale. Tre materialer er lette å bearbeide og har stor styrke i forhold til vekten.  
**underbygning** – fundamenter, pilarer og landkar og eventuelt forankringer

## LENKER

(Med forbehold om endringer)

Informasjon og aktiviteter som kan knyttes til bærende konstruksjoner:

[nordnorsk.vitensenter.no](http://nordnorsk.vitensenter.no)

Bridges: amerikansk nettside om broer generelt:

[www.pbs.org/wgbh/buildingbig/bridge/index.html](http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig/bridge/index.html)

Contre brobyggesett i tre:

[www.jjicon.no](http://www.jjicon.no)

Naturfagsenterets ressursider for lærere:

oppgaver i teknologi og design:

[www.naturfag.no](http://www.naturfag.no)

Om moderne norsk brobygging i tre:

[www.trefokus.no](http://www.trefokus.no)

Statens vegvesens broseksjon:

[www.vegvesen.no/Fag/Teknologi/Bruer](http://www.vegvesen.no/Fag/Teknologi/Bruer)

West Point Bridge Designer: amerikansk interaktivt nettbasert spill om brobygging:

[bridgecontest.usma.edu/](http://bridgecontest.usma.edu/)

## LITTERATUR

Brun, Johan, *Våre bruer*, NW Damm & Søn, 2003

Dalvadori, Mario George, *The Art of Construction. Projects and Principles for Beginning Engineers and Architects*, Chicago Review Press, 1990

Gunnarsjaa, Arne, *Arkitekturleksikon*, Abstrakt forlag as, 1999

Johmann, Carol A. and Rieth, Elizabeth J., *Bridges! Amazing Structures to Design, Build & Test*, Williamson Books, 1999

Olsen, Svein Magne, *Broer i Norge*, Vigmostad Bjørke, 2008

Omslagsfoto: Helgelandsbroa  
Foto: Johan Brun

**Arrangør/produksjon/idé** Nasjonalmuseet for kunst, arkitektur og design

Utstillingsdesigner og prosjektleder: Ragna Jacobsen,

Formidlingsansvarlig arkitektur: Eli Solsrud

Utstillingsteknikk/AV: Nicholas Sullivan Hellsøgg

I samarbeid med Norsk Vegmuseum



Statens vegvesen

For mer informasjon, se [ksys.no](http://ksys.no)

**NASJONALMUSEET**  
**FOR KUNST, ARKITEKTUR**  
**OG DESIGN**