

Lærervejledning

Forløbets titel	Brobygning med fokus på statik og materialeforståelse
Omfang	<p>Forløbet kan gennemføres i tre versioner:</p> <ul style="list-style-type: none">• Ultralight: 2–4 lektioner• Mini: 6 lektioner• Projekt: 2 hele dage (12 lektioner) <p>Valg af version afhænger af holdets niveau, tidsramme og hvor dybt der ønskes arbejdet med beregninger og dokumentation.</p>
De grundlæggende idéer	<p>De grundlæggende idéer</p> <p>Forløbet kombinerer praktisk konstruktion med grundlæggende statik, kraftfordeling og materialeforståelse. Eleverne arbejder undersøgende og eksperimenterende med at bygge en bro, teste den med statisk og dynamisk belastning, ændre konstruktionen og analysere effekten af ændringerne.</p> <p>Grundideen er, at eleverne ser, hvordan kræfter løber i en konstruktion, og hvordan designvalg påvirker styrke, stabilitet og muligheder for materialereduktion.</p>
Læringsmål	<p>Eleverne skal:</p> <ul style="list-style-type: none">• Opnå grundlæggende forståelse af kraftmoment, ligevægt og tryk-/trækkræfter i simple gitterkonstruktioner.• Kunne anvende digitale værktøjer (PASCO Capstone) til at måle kraftpåvirkning.• Kunne koble praktiske målinger med teoretiske overvejelser.• Udvikle, teste og justere en konstruktion på baggrund af data.• Vurdere muligheder for materialereduktion uden tab af funktionalitet.• Arbejde systematisk i grupper og dokumentere proces og resultater.
Hvor i et undervisningsforløb?	<p>Forløbet kan placeres:</p> <ul style="list-style-type: none">• I starten eller midten af Hovedforløb 2• Som opfølgning på grundforløbets tema om energi og varme, hvor eleverne har mødt kræfter, energi og simple beregninger• Som introduktion til statik og styrkelære i værkstedsfagene

	<p>Det fungerer både som selvstændigt forløb og som bro til mere avancerede konstruktions- eller materialeberegningsopgaver.</p>
Arbejdsformer	<ul style="list-style-type: none"> • Klasseundervisning: Introduktion af begreber (tryk, træk, kraftmoment, statik). • Gruppearbejde: Design, bygning, test og ændring af brokonstruktion. • Eksperimentelt arbejde: Måling med lodder og vogn (statisk/dynamisk belastning). • Dataarbejde: Opsamling og analyse i PASCO Capstone. • Refleksion: Sammenligning af konstruktioner og vurdering af materialeforbrug. • Afrunding: Kort præsentation eller fælles opsamling.
Underviserroller	<p>Underviseren fungerer som:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducerende formidler, der præsenterer teori og opgave. • Vejleder i laboratoriet, der sikrer korrekt brug af måleudstyr og hjælper med måleteknik. • Sparringspartner, der udfordrer elevernes forklaringer og hjælper med at forbinde teori og data. • Strukturansvarlig, der sørger for progression igennem faserne: bygge → teste → ændre → teste igen → vurdere. • Facilitator for refleksion, især når eleverne skal vurdere materialereduktion.
Vejledning	<p>Undervisningen fungerer bedst, når vejledningen er løbende og differentieret:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ultralight: Fokus på oplevelse, afprøvning og grundlæggende samtaler om kræfter. • Mini: Mere fokus på at forklare målinger, koble teori på og lave simple beregninger. • Projekt: Tæt vejledning i både knudepunktsanalyse, kraftmoment og brug af data til argumentation. <p>Undervejs kan du bruge spørgsmål som:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Hvad fortæller denne måling jer om den bjælke?</i> • <i>Hvad sker der, når vognen kører forbi målepunktet?</i> • <i>Hvordan ændrer kraften sig, når I fjerner den diagonal?</i> • <i>Hvis noget bliver svagere – hvorfor?</i> • <i>Hvilken ændring vil I teste næste gang, og hvorfor?</i>

Hvilke e-læringsværktøjer	<p>Ingen egentlige e-læringsværktøjer anvendes.</p> <p>Dog bruges PASCO Capstone til dataopsamling og grafisk visning af kraftpåvirkninger. Eleverne arbejder digitalt med:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraftmåling (statisk og dynamisk) • Grafvisning af kraft over tid • Sammenligning af datasæt fra forskellige konstruktioner
Særlige forhold	<ul style="list-style-type: none"> • Sørg for at alle grupper får en velfungerende kraftmåler, og at Capstone er kalibreret korrekt. • Eleverne kan nemt fordybe sig i konstruktion — skab tydelig tidsstyring, så de når til målinger og ændringer. • Dynamiske målinger med vogn kræver, at broen er nogenlunde stabil; ellers får eleverne meget støj i data. • Eleverne kan let “opfinde” for komplicerede broer — anbefal simple gitterkonstruktioner baseret på trekanter. • Materialereduktion kan være abstrakt; hjælp dem med at fokusere på kraftstier (hvor løber kræfterne hen?). • Nogle elever vil forvente perfekte målinger. Understreg at målene er kvalitative mere end præcise.
Materialeoversigt	<p>Til konstruktionen (Frederiksen Scientific):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brobyggesæt (bjælker, samlestykker) • Vognbane + lille vogn (mulighed for ekstra masse) <p>Til målinger:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraftsensor (PS-3216) • PASCO Capstone installeret • Computer pr. gruppe <p>Til belastning:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lodder i flere størrelser • Ekstra vægte til vogn <p>Til beregning og dokumentation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Papir/noter • Excel eller papirtabel

Et par gode råd	<ul style="list-style-type: none"> • Lad eleverne starte simpelt – de lærer mest ved at ændre konstruktionen, ikke ved at bygge det perfekte fra start. • Vis et enkelt eksempel på en måling i Capstone, så alle forstår datavisningen. • Hjælp grupper, der får ”mærkelige data”, med at tjekke sensorens retning (tryk vs. træk). • Bed eleverne tale højt om, hvad de forventer der sker, <i>før</i> de tester — det styrker deres forståelse. • Opfordr dem til at lave små ændringer og teste ofte — store ændringer giver sjældent læring.
Husk	<ul style="list-style-type: none"> • Husk at kalibrere kraftsensoren før første måling. • Husk at vognen giver andre måleprofiler end lodder — test begge typer. • Husk at billeder eller korte skitser fra eleverne styrker deres dokumentation. • Husk at fokuseringen på materialereduktion er både teknisk og kreativ. • Husk at samle klassen til fælles opsamling — store pointer opstår ofte i sammenligningen af gruppernes konstruktioner.

Minivejledning til underviser

Alt afhængigt af hvilken version der vælges, skal underviser gennemgå teori. Hvordan dette gøres, er op til den enkelte underviser og holdet, men det anbefales, at der laves klassegennemgang af teorien eller dele heraf.

Til ultralight-forløbet er det primært *leg* der er i fokus, med minimal teori. Dog bør eleverne få en fornemmelse af kraftmoment, samt undersøge hvordan kraftpåvirkningen på en bjælke et eller flere steder på konstruktionen ændres, når eventuelle andre bjælker fjernes.

Til miniforløbet og projektførløbet, er det vigtigt at eleverne får en fornemmelse af at kunne foretage nogle simple beregninger på kraftmoment og evt. gitterkonstruktioner (statisk situation). Størrelserne eleverne får udregnet, vil med al sandsynlighed ikke være præcis det de måler, men de kan forsøge at på sammenhængene: *bliver kraftpåvirkningen større eller mindre hvis jeg gør sådan her eller ændrer det på denne måde?* - så selvom tallene ikke være 100% sammenlignelige, så kan de give et indblik i hvad de skal se efter under deres dataopsamling/databehandling.

Ud fra alt dette kan eleverne se på, dan ændringen af kraftpåvirkningen i en bjælke ændres meget eller lidt, når de ændrer i deres brokonstruktion, og vurdere hvorvidt de mener at ændringen i

kraftpåvirkningen er lille nok til at vi kan "undvære" noget materiale/bjælke - altså reducere materialeforbruget.