

Hållfasta och stabila konstruktioner

Centralt innehåll Lgr 11, årskurs 1-6

Tekniska lösningar

Årskurs 1-3: Några vanliga tekniska lösningar där människan härmat naturen.

Några enkla ord och begrepp för att benämna och samtala om tekniska lösningar.

Årskurs 4-6: Hur vanliga hållfasta och stabila konstruktioner är uppbyggda, till exempel hus och broar.

Vanliga material, till exempel trä, glas och betong, och deras egenskaper samt användning i hållfasta och stabila konstruktioner.

Ord och begrepp för att benämna och samtala om tekniska lösningar.

Arbetsätt för utveckling av tekniska lösningar

Årskurs 4-6: Egna konstruktioner med tillämpningar av principer för hållfasta och stabila strukturer.

Om hållfasta och stabila konstruktioner

De flesta av oss passerar dagligen hus, broar, viadukter eller master av olika slag. De är alla exempel på konstruktioner där hållfasthet och stabilitet är viktigt.

Hållfasthet kan även handla om att göra förpackningar tillräckligt starka och stabila för att tåla krafter som de är utsatta för eller vilken belastning en hissline ska tåla för att vi säkert ska våga åka med hissen.

Det förekommer några grundläggande krafter som materialet i en konstruktion kan utsättas för:

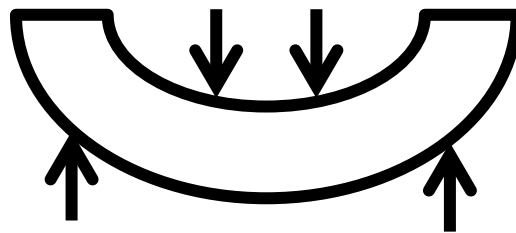
Drag



Tryck



Böjning



Dessa krafter kan deformera och till och med bryta sönder materialet i en konstruktion. När en konstruktion utsätts för en upprepad kraftpåverkan kan den också bryta. Det kallas för *utmattning*. Det gäller därför att göra en konstruktion tillräckligt hållfast och stabil för sin funktion.

Utmattning



Material

I allt konstruktionsarbete är själva materialet en mycket viktig faktor. Materialet bestämmer i stor utsträckning hur lång, hur stor, stark och intressant en konstruktion kan göras. När man ska välja material måste man ta hänsyn till hur materialet ska formas och sammanfogas samt vilken hållfasthet det har och ger åt konstruktionen. Hur mycket materialet kostar och hur lätt det är att få tag på spelar också en viktig roll.

Här följer ett urval av material som används i konstruktioner och en beskrivning av materialens egenskaper:

Metaller har av människan använts under lång tid i olika konstruktioner. Metallernas tekniska egenskaper har utvecklats och anpassats för att kunna användas i många olika sammanhang. Man har lärt sig blanda metaller med andra metaller eller ämnen, för att till exempel förändra deras hållfasthet eller förmåga att motstå korrosion, till exempel mässing som är en legering av koppar och zink. En nackdel med metaller är att de snabbt kan smälta när de upphettas, till exempel vid brand i byggnader, vilket kan leda till kollapser.

Stål är en metall som framställs av järnmalm. Det är världens mest använda konstruktionsmaterial och finns i olika kvaliteter och former, till exempel plåt, rör och stänger. Det kan framställas rostfritt och beläggas med zink eller plast som skydd.

Koppar är en metall som är dyr men har bra ledningsförmåga. Den används till exempel i vattenledningar, elledningar och takplåt.

Aluminium är metall som är dyr att framställa men har egenskapen att den är lätt. Den används bland annat i flygplanstillverkning, aluminiumfolier och plåt.

Trä är ett material som använts under lång tid i människans historia. Som konstruktionsmaterial är träet lätt att forma, förhållandevis billigt, förnyelsebart och behåller sin bärkraft relativt länge vid brand i byggnader. Det har även utvecklats olika former av trälaminat som förändrar egenskaperna hos det rena träet.

Syntetiska material som plast och gummi utmärks till exempel av att de är lätta att formgjuta och att de är elastiska, vilket kan vara en nödvändig egenskap för att göra konstruktioner hållfasta där det krävs flexibilitet. Plaster framställs på konstgjord väg och är billigt att framställa.

Material som har sitt ursprung i olika former av **sten, lera** eller **mineraler** används till exempel i hus, broar och vägar. Hit räknas tegel, porslin, betong, glas och gips. Material i denna grupp har oftast hög hållfasthet och hög värmebeständighet.

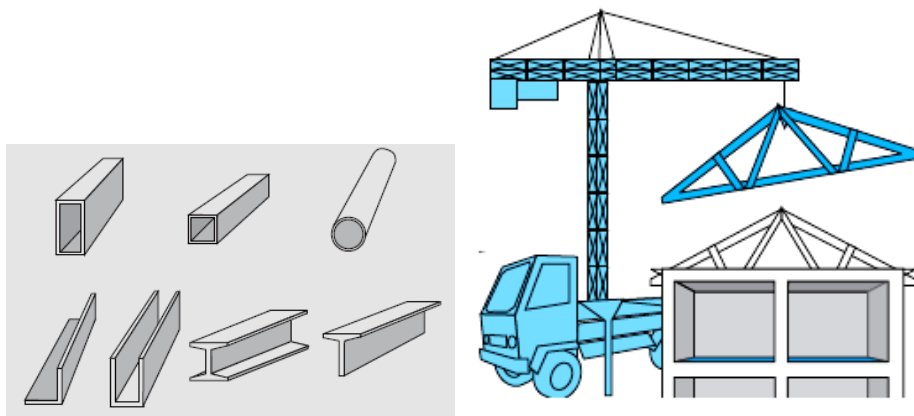
Betong är ett vanligt byggnadsmaterial som är en blandning av cement, sand och vatten. Gips kan användas i form av gipsskivor till ett husbygge men även till gipsbandage vid benbrott.

Textilier är ett exempel på material framställt av fibrer från naturen och på konstgjord väg. Tyg av konstfiber är starkt, lätt att tvätta och torkar snabbt och används bland annat till strumpor, underkläder och blusar. Naturfibrer bildas i naturen och kommer från fröhår eller hår från pälsdjur. Exempel på naturfibrer är ull och bomull.

Nya material utvecklas ständigt genom att olika befintliga material kombineras. På så vis framställs material med nya egenskaper. Inom området hållfasthet och stabilitet är det oftast lättare och starkare material man vill skapa. Ett sådant exempel från senare tid är grafen, ett material som är mycket starkt. Det leder elektricitet lika bra som koppar, men är så tunt att det nästan är helt genomskinligt. Materialet är helt byggt av kolatomer.

Materialformer

För att göra konstruktioner hållfasta och stabila används olika *materialformer*. Exempel på sådana former är *balkar*, *fackverk* och *pelare*.



Sammanfogningstekniker och armering

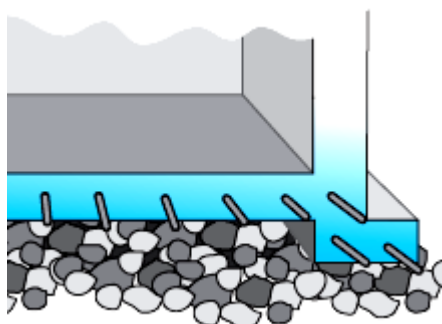
Sammanfogningstekniker, som till exempel svetsning, murning, nitning, limning, sömmar respektive spikfogning har också stor betydelse för hållfastheten och stabiliteten. Fler av dessa tekniker har människan känt till i många tusen år, men det finns även en stor teknisk utveckling på detta område. Val av de sammanfogningstekniker

som ska användas i en konstruktion varierar och är avgörande för konstruktionens hållfasthet och stabilitet. Ibland eftersträvas väldigt hög stabilitet, ibland måste sammanfogningsteknikerna väljas så att rörelse eller flexibilitet kan uppnås.

Exempel på sammanfogningstekniker för några material:

Material	Sammanfogning
Plåt	Foga med skruvar och muttrar, nita, löda eller svetsa
Papper	Limma, häfta eller tejpa
Trä	Limma, spika eller skruva
Kork	Limma
Kartong	Limma, häfta eller tejpa
Frigolit	Limma med växtlim

Armering är också en teknik som tog lång tid att utveckla. Tidigare använde man sten för att uppnå hög hållfasthet, men idag har man till stor del ersatt sten med betong. Betong håller bra för tryckkrafter men betydligt sämre för dragkrafter. För att betongen ska tåla dragkrafter bättre gjuter man in armeringsjärn i betongen. Betong och järn utvidgar sig lika mycket när temperaturen ökar, vilket gör att armerad betong inte spricker. Armering kan läggas in i betongen som grova järntrådar i längdriktningen, eller som hela nät som stabiliserar åt flera håll.



Förutom krafter, materialval, materialformer och sammanfogningstekniker så avgörs den slutgiltiga konstruktionen av en sammanvägd bedömning där även andra aspekter har betydelse. Det kan handla om till exempel estetiska värden, samhälllig acceptans, miljöhänsyn, standarder, lagar och regler samt säkerhetsfaktorer vid konstruktionsarbete, till exempel när man bygger broar och hissar måste de konstrueras med betryggande marginal. Då räknar man ofta med en säkerhetsfaktor som är flera gånger större än vad beräkningarna säger. Ofta måste man optimera konstruktionen

i relation till flera och ibland motstridiga krav, till exempel lätt och billigt, där det lätta materialet är det dyra.

Om hållfasta och stabila konstruktioner i undervisningen

Kursplanen i teknik anger fem förmågor som eleverna genom undervisningen ska ges förutsättningar att utveckla.

- identifiera och analysera tekniska lösningar utifrån ändamålsenlighet och funktion,
- identifiera problem och behov som kan lösas med teknik och utarbeta förslag till lösningar,
- använda teknikområdets begrepp och uttrycksformer,
- värdera konsekvenser av olika teknikval för individ, samhälle och miljö, och
- analysera drivkrafter bakom teknikutveckling och hur tekniken har förändrats över tid.

Nedan följer exempel på hur de första fyra förmågorna skulle kunna utvecklas när läraren behandlar innehållspunkter som rör hållfasta och stabila konstruktioner.

Hållfasta och stabila lösningars ändamålsenlighet och funktion

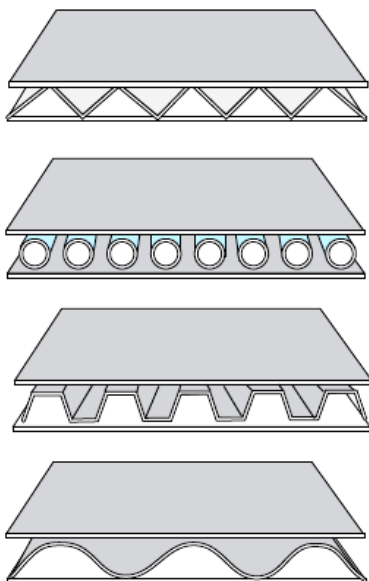
Här blir lärarens roll att belysa hur krafter, val av material och dess former samt sammanfogningstekniker utgör basen för att uppnå hållfasthet och stabilitet i konstruktioner. Sådant är möjligt att finna i elevernas vardag och det går att hitta exempel från såväl nu- som dåtid.

Olika materialformer

För att eleverna ska få förståelse för att materialformer har betydelse för hur hållfast och stabil en konstruktion kan bli kan man börja med att studera någon konstruktion ute i samhället, till exempel någon bro i närheten av skolan. Eleverna kan studera uppbyggnaden och vilket material som har använts i konstruktionen. Tillbaka i skolan kan eleverna få genomföra olika tester. Exempelvis kan två frigolitskivor placeras bredvid varandra mellan två bänkar. Den ena på högkant. Därefter belastas skivorna med vikter eller böcker. Testen består i att se vilken av skivorna som håller för högst belastning.






Eleverna kan även få i uppgift att vika papper i "dragspelsform" (korrugering) och sedan testa att belasta med så mycket tyngd som möjligt. Med detta exempel kan eleverna se att ett enda papper kan bära en hel bok och de kan utveckla sina "dragspelsformer" genom att vika tätare eller genom att klistra fast papper på ovan- och

undersida så att det kommer att likna wellpapp. Diskussioner kring var man kan hitta liknande materialformer ute i det omgivande samhället kan ge nya kunskaper och lärarens uppgift blir att visa på sådana kopplingar, till exempel med korrugerad plåt och wellpapp.



Balkar

Eleverna kan även prova på att testa olika balkar och belasta dessa med vikter för att sedan pröva hur stor belastning respektive form håller för.

Profil	Belastning
	
	
	
	
	

Diskussioner kring var man kan hitta liknande balkar ute i det omgivande samhället kan ge nya kunskaper och lärarens uppgift blir att visa på sådana kopplingar. När man ska bygga konstruktioner använder man sig av olika balkar. De kan vara gjorda av trä, betong eller stål. Balkar formas olika beroende på användningsområden och de benämns efter de bokstäver de liknar. Man talar om I-, T-, H-, L- och U- balkar. Vanliga användningsområden för balkar är att hålla upp tyngd i till exempel golv, tak, broar samt i järnvägsräls.

En annan test eleverna kan få i uppgift att göra är att välja några vardagsföremål och analysera deras hållfasthet. Eleverna kan exempelvis undersöka plast- eller pappmuggar och hur översta kantens vikning och räfflorna i materialet har betydelse för muggens stabilitet. Vikningen, som kan jämföras med en balk, stabiliserar muggen.

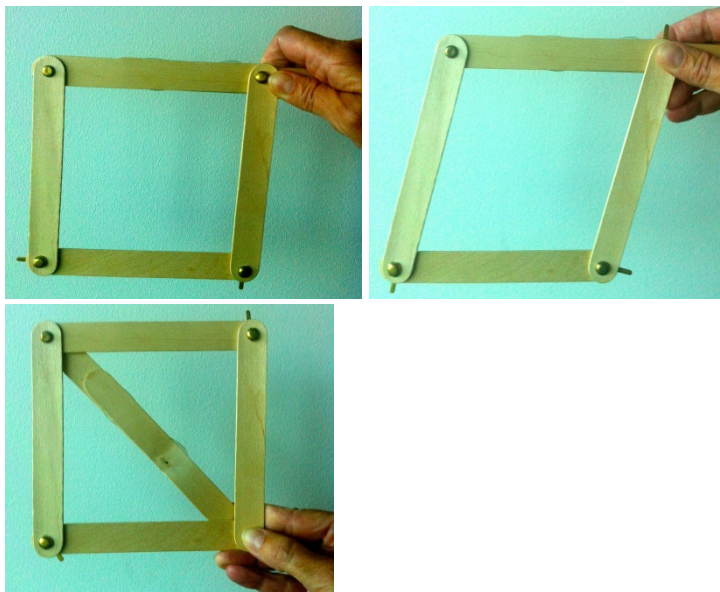


Även rör har hållfasthetsegenskaper som kan användas vid konstruktioner. Ett rör innehåller mindre material än en massiv stång, men kan ändå vara nästan lika stark. Här kan en diskussion föras utifrån ett enkelt test där en elev ställer sig på en tom aluminiumburk. Det räcker med att någon annan knackar lätt på burken från sidan så kollapsar den. Förklaringen är att rörformiga konstruktioner kan belastas ganska mycket i rörets riktning, men förhållandevis lite från sidan. Jämförelse kan göras med människokroppens långa skelettben som är ihåliga och tål hög lodrät belastning, men ganska lätt bryts vid stötar och slag från sidan. Ett annat sätt är att knyta an exempel från naturen, till exempel hur solrosens stjälk kan bära upp den tunga blomställningen. I fallet med solrosen går det att jämföra stjälken med ett rör som kan vara nästan lika starkt som en massiv stång trots att det innehåller mycket mindre material. Rör tillverkade i koppar används till vattenledningar i huset, rör gjorda i betong används för avloppsledningar, men även för att leda gaser och andra ämnen.

Fackverk

För att uppnå hög hållfasthet och stabilitet används olika geometriska former, där trianglar är särskilt stabila. Ofta upprepas ett mönster av triangelformade ramar i en fackverkskonstruktion. Genom att använda sig av fackverk får man en hållfast konstruktion samtidigt som den är lätt och klarar av att bära stor tyngd. Fackverkskonstruktioner är hållfasta och stabila, materialsnåla och släpper igenom vind.

För att eleverna ska inse triangelns fördelar kan diskussioner föras utifrån tester som visar kvadraternas instabilitet, men som med hjälp av en tvärså kan göras stabil. Tvärsåns roll är alltså att skapa en triangel för att göra kvadraten stark och stabil.

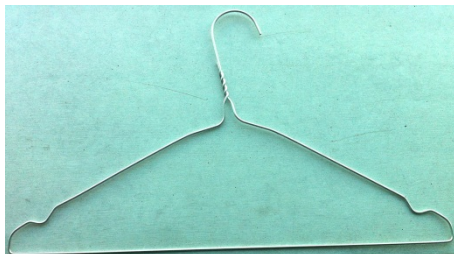


Diskussioner kring var man kan hitta liknande fackverkskonstruktioner ute i det omgivande samhället kan ge nya kunskaper och lärarens uppgift blir att visa på sådana kopplingar. Eleverna kan även få i uppgift att leta efter sådana i det omgivande samhället. Exempel på fackverkskonstruktioner är korsvirkeshus, lyftkranar, broar, wellpapp och mobiltelefonmaster. I korsvirkeshus förstärks byggnaden av att man placerar snedsträvor i hörnen och fyller utrymmet mellan stockarna med olika material, till exempel sten, tegel eller lera. Takstolarna i ett hus är ett annat exempel där man med hjälp av fackverk kan åstadkomma stor hållfasthet och stabilitet. Fackverk används även i konstruktioner där man vill ha låg vikt i kombination med god bärighet.

Eleverna kan även få i uppgift att testa om några pinnar kan tas bort från en fackverksmodell, liknande den på bilden nedan, utan att stabiliteten går förlorad.



Det finns många olika tillämpningar av fackverksprincipen i vardagsföremål såsom cyklar, möbler, lekredskap och verktyg. Dessa föremål kan också användas för att eleverna ska få identifiera hur trianglar har betydelse för hållfastheten och stabiliteten. Ytterligare ett föremål som kan användas för att identifiera tekniska lösningar utifrån ändamålsenlighet och funktion är galgen. Den kan användas för att och dra slutsatser om formens och materialens betydelse för funktionen. Jämför till exempel en ståltrådgalge med en trägalge. Trots att den är gjord med så tunn ståltråd, är den ändå stabil, eftersom den formad som en triangel.



Pelare

En pelare i en byggnad är i princip en vertikal balk. Pelarens uppgift är att vara underlag för horisontella balkar och dessutom leda kraften nedåt i konstruktionen. Pelare används i olika byggnader både idag och förr i tiden. Bilden föreställer Lunds vattentorn, men eleverna känner säkert till fler exempel, inte minst från Antikens byggnader.



Valv

Valvets bärande förmåga har använts i konstruktioner av människor genom årtusenden. Den stora hållfastheten hos valv kan förklaras med att belastningen huvudsakligen tas upp i form av tryckkrafter som fördelas utefter valvet. Äldre broar av sten eller tegel är uppbyggda av kilformade stenar som är lagda efter varandra i en båge. Man kan mura fast stenarna i varandra men i princip hålls de ihop av sin egen tyngd. När bron belastas pressas stenarna hårdare mot varandra. Exempel på valv som är konstruerade av människor är stenbroar, igloos och de valv man kan se i stora katedraler. Även dammar som ska hålla för högt vattentryck kan vara formade som ett liggande valv, där belastningen alltså kommer från de enorma vattenmassorna. I naturen förekommer valvformationer i till exempel ägg, korallrev och grottor.

I undervisningen kan eleverna få i uppgift att analysera valvkonstruktioner genom att exempelvis bygga modeller, provbelasta samt studera valv i närområdet.

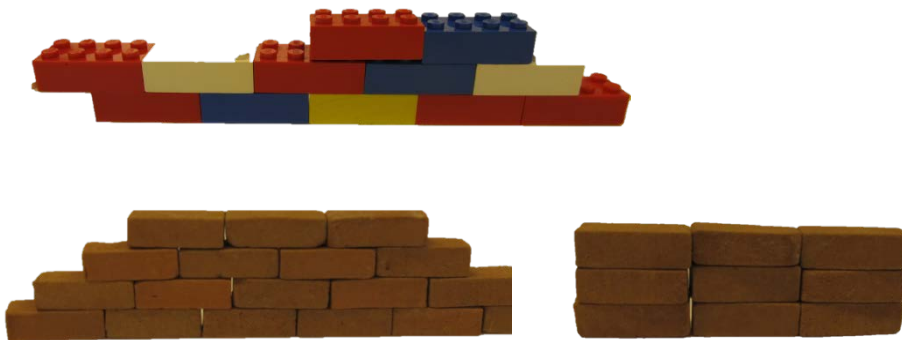
Sammanfogning

För att sammanfoga material för att uppnå önskad hållfasthet och stabilitet används olika sammanfogningstekniker. Mycket av sådant kan upplevas ute på till exempel byggarbetsplatser eller i fabriker, men det är inte ett huvudsakligt mål att alla elever ska få pröva att svetsa, mura eller nita. Däremot bör de erbjudas insikter i vilka egenskaper, för- och nackdelar olika sammanfogningstekniker har.

Ett exempel där elever kan undersöka hur sammanfogningstekniken påverkar hållfastheten och stabiliteten i en konstruktion är i blockkonstruktioner. Sättet att sammanfoga tegelstenar är ett sådant exempel. Där ska en sten greppa över två stenar.

Detta känner de flesta elever till eftersom de troligtvis har erfarenhet av att bygga med olika lekmaterial. Om stenarna istället läggs rakt ovanför varandra blir stabiliteten sämre och skulle man mura väggar på ett sådant sätt riskerar man att få sprickor i väggen, eller till och till väggen rasar. Sammanfogade block klarar av tryck bra, men är sämre på att stå emot drag- och vridkrafter. Det finns många olika sätt att ordna stenar i mönster då man staplar block, detta kallas *murförband*.

En lektionsaktivitet kan vara att titta på olika slags murförband i skolans närhet och diskutera dessa utifrån hållfasthet, variationsrikedom, estetiska värden etcetera. Eleverna kan sedan själva pröva hur stabila olika sammanfogningar blir i relation till hur många stenar som går åt.



Eleverna kan fördjupa sina kunskaper om armering genom att ta reda på fakta om denna metod och om de material man använder sig av, betong respektive järnstänger. Eleverna kan även få pröva att gjuta med både betong och armerad betong och provbelasta när det har härdat.



Identifiera problem och behov som kan lösas med hållfasta och stabila konstruktioner

Genom undervisningen i teknik ska eleverna ges förutsättningar att utveckla sin förmåga att utarbeta förslag till tekniska lösningar på olika problem eller behov. För att eleverna ska få förutsättningar att utveckla denna förmåga kan de få i uppdrag att konstruera egna modeller (se stödmaterialet ”Skisser, ritningar och modeller”). En utgångspunkt kan vara en berättelse som innehåller en utmaning. Till exempel kan man utgå från ”Sagan om tre små grisar” där eleverna utifrån sagans fokus på hållfasta byggnader får bygga egna modeller utifrån sagans text. Diskutera på vilket sätt grisarnas hus skiljer sig åt. Varför håller det hus som Bror Duktig byggt bäst? Diskussionerna kan naturligtvis även föras enbart utifrån bokillustrationer, men förutsätter då att eleverna på annat sätt har erövrat kunskap om olika material och deras egenskaper, materialformer samt om sammanfogning.



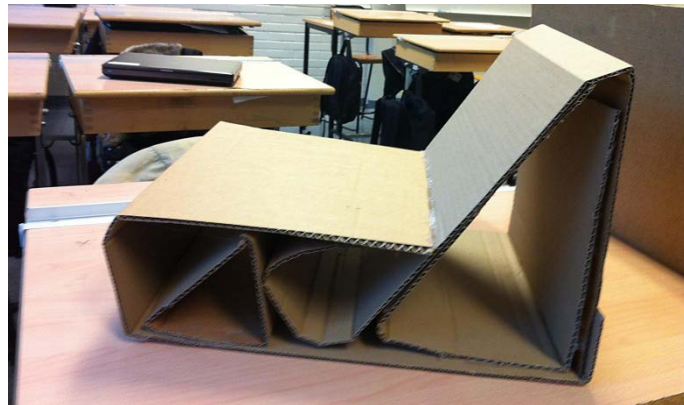
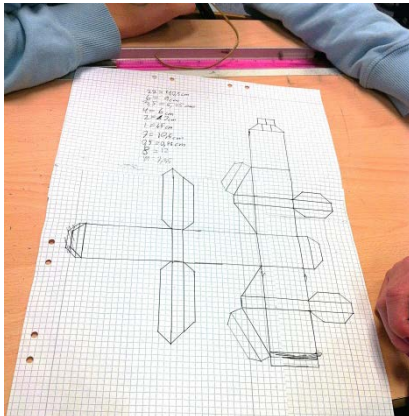
Undervisningen kan även utgå från vardagsnära exempel där eleverna får i uppgift att diskutera och ge förslag på lösningar. En idé kan vara att resonera utifrån instabila respektive stabila konstruktioner i skolans närhet. Den första bilden nedan föreställer ett jaktorn som lutar och eleverna uppmanas i detta exempel att diskutera hur mycket det kan luta innan det faller. De kan också få i uppgift att ge förslag på hur konstruktionen skulle kunna förbättras för att det ska bli stabilt åt alla håll. Den

andra bilden föreställer en lift med fackverkskonstruktion och diskussionen kan här handla om skillnader i stabilitet när liften är i olika höjdlägen.

För båda dessa exempel gäller att det kan vara klagörande för eleverna att få pröva hur de kan lösa problemet med jaktornet, respektive hur en saxlift uppför sig i olika höjdlägen.



Ett annat vardagsnära uppdrag kan vara att designa en egen möbel, till exempel en stol. Kraven här kan vara att den ska vara hållfast och stabil. Därutöver får den gärna var snygg att se på, ergonomiskt riktig, ekologiskt hållbar och materialsnål.



Ord och begrepp som rör hållfasta och stabila konstruktioner

För att kunna samtala om hållfasthet och stabilitet behövs ett gemensamt språk med relevanta ord och begrepp. Det som följer är ett urval av ord och begrepp som kan vara till hjälp för att identifiera, analysera och problematisera konstruktioner i vår vardag.

Dessa begrepp finns omnämnda i texten:

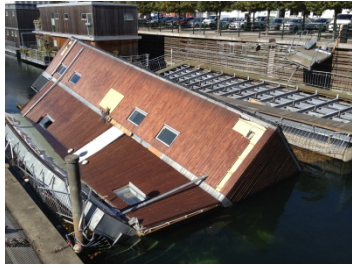
- Hållfasthet
- Stabilitet
- Dragkraft
- Tryckkraft
- Böjning
- Utmattning
- Säkerhetsfaktor
- Material
- Materialformer
- Balkar
- Fackverk
- Pelare
- Valv
- Armering
- Sammanfogningstekniker
- Murförband

Värdera konsekvenser av olika teknikval för individ, samhälle och miljö

Ett annat sätt att ta sig an undervisning om hållfasthet och stabilitet är att ta upp och diskutera dagsaktuella händelser i media eller elevernas närhet. Artiklar och reportage kan handla om nya fantastiska byggnadsverk, stormskador eller konstruktionsfel. Dock svalnar nyhetsvärdet fort, så varje lärare måste själv söka sina artiklar. Exempelen nedan är tänkta som inspiration.

Instabil husbåt i Malmö:

<http://www.sydsvenskan.se/malmo/allt-jag-ager-ligger-pa-botten/>



Film där en förbipasserande dam spekulerar om varför ett garage rasade.

<http://www.ystadsallehanda.se/webbtv/article1997215/TV-Garage-rasade.html>



Ett annat exempel på elevaktivitet kan vara att identifiera olika materialval i ett föremål eller att diskutera materialval i några konstruktioner utifrån hållfasthetsegenskaper. Eleverna kan också få i uppgift att ta reda på hur länge människan har

använt sig av olika slags material, om något material håller på att ta slut och om alla material kan återvinnas.

Fler exempel på arbetsområden som behandlar hållfasta och stabila konstruktioner finns i kommentarmaterialet till kunskapskraven.

www.skolverket.se/ntundervisning