



construiește un pod suspendat

Acest model fascinant de pod suspendat te va familiariza cu un tip special de poduri: podurile pe cabluri! Învață prin experimente cum tensiunea cablurilor susține puntea podului.

- Care sunt diferitele tipuri de poduri pe cabluri.
- Care sunt avantajele acestora.



construiește un pod în arc

Construiește un model realist al unui pod în arc și învață proprietățile arcului! Descoperă cum poate deveni acest pod stabil și cum poate suporta o greutate mare prin transferul acesteia spre piloni.

- Cum se redistribuie greutatea.
- Care sunt elementele unui pod în arc.



construiește un pod susținut de cabluri

Acest model interesant de pod suspendat este un alt tip de pod pe cabluri. Un exemplu celebru al acestui tip de pod este podul Rio-Antirion din Grecia, al doilea cel mai lung pod susținut cu cabluri cu mai multe tronsoane din lume.

- În ce măsură pot fi susținute eficient întinderile lungi.
- Modul în care tensiunea conferă stabilitate podului.



construiește un pod cu grinzi

Construiește două modele de pod cu grinzi, unul cu grinzi deasupra punții și unul cu grinzi sub punte! Învață cum triangulația oferă stabilitate și rigiditate mare unei structuri. Descoperă diferitele tipuri de poduri simple.

- Care sunt diferitele tipuri de poduri cu grinzi.
- Modul în care triangulația consolidează o structură.

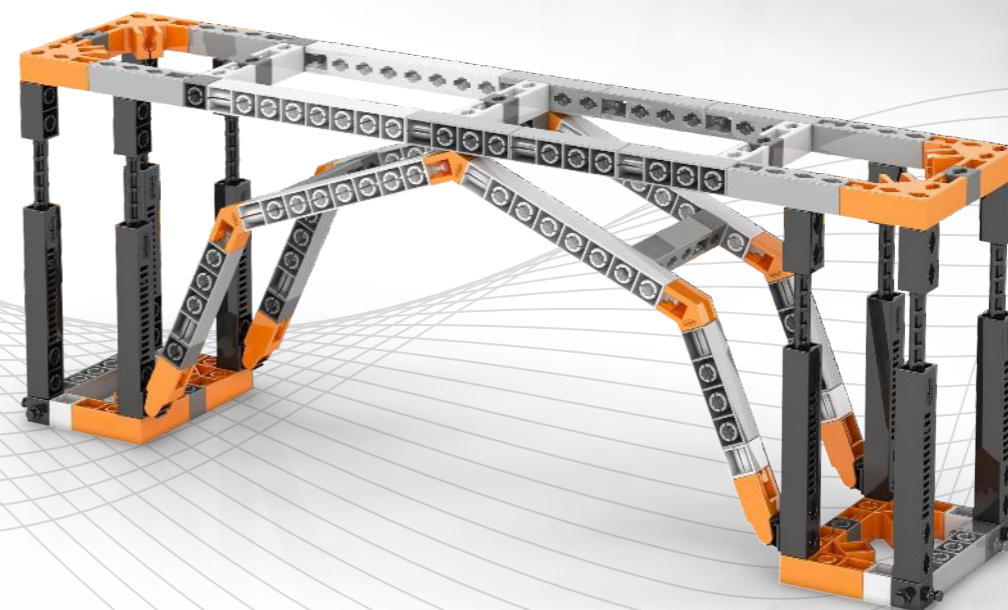


STRUCTURI

clădiri și poduri

Află totul despre clădiri și despre modul în care acestea ne susțin literalmente viața! Experimentează diferite tipuri de poduri și află cum arhitectura lor asigură susținerea masivă a greutății. Descoperă toate tipurile de forțe aplicate și modul în care inginerii reușesc să le reducă efectele. Construiește 9 modele funcționale, cum ar fi o casă, o piramidă și diferite tipuri de poduri: cu grinzi, în arc, cu grinzi cu zăbrele, cu cabluri și poduri suspendate. Poți găsi instrucțiuni de construit ușor de urmat pentru toate modelele fie online, fie în broșura inclusă. Broșura oferă explicații detaliate ale diferitelor principii științifice aplicate și încorporează activități experimentale inovatoare pentru învățarea practică. O secțiune de teste tip Quiz, este, de asemenea, disponibilă pentru a-ți pune la încercare cunoștințele nou dobândite!

- 10 pagini de teorie și date uimitoare!
- 4 pagini de activități experimentale!
- 2 pagini de teste tip Quiz!
- 2 pagini de instrucțiuni pas cu pas!



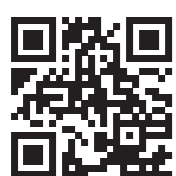
9 modele de construit

9+

maestri ingineri

8 instrucțiuni online

1 instrucțiuni printate



OFFICE UE & FABRICĂ:
 ENGINO-NET LIMITED
 P.O. BOX 72100, 4200
 LIMASSOL, CIPRU
 Tel.: +357 25821960
 Fax: +357 25821961
 E-mail: info@engino.com
 Web: www.engino.com

+
 instrucțiuni interactive 3D
 care pot fi descărcate pe
 dispozitivul tău smart

Aplicația Engino
 kidCAD (3D Viewer)
 Available on the
 App Store
 GET IT ON
 Google Play



Cod Produs: **STEM06**

Ediția 3.0

Descoperă STEM

Scopul educației STEM - Știință, Tehnologie, Inginerie și Matematică - este de a le oferi elevilor competențele, cunoștințele și experiența necesare pentru a face față provocărilor tehnologice ale viitorului. Teoriile pedagogice moderne sugerează că studiul ingineriei ar trebui să fie încorporat în toate celelalte materii, începând de la nivelul elementar. Seria DESCOPERĂ STEM oferă o soluție practică pentru a face față tuturor acestor probleme educaționale, ajutând profesorul să implice elevii în disciplinele STEM într-un mod distractiv, captivant și interesant!

Pachetele educaționale sunt, de asemenea, ideale ca instrument de învățare acasă! Seria acoperă o arie largă de subiecte: mecanică și mașini simple, structuri, legile lui Newton, energie regenerabilă și chiar robotică programabilă.

PREMII câștigate:

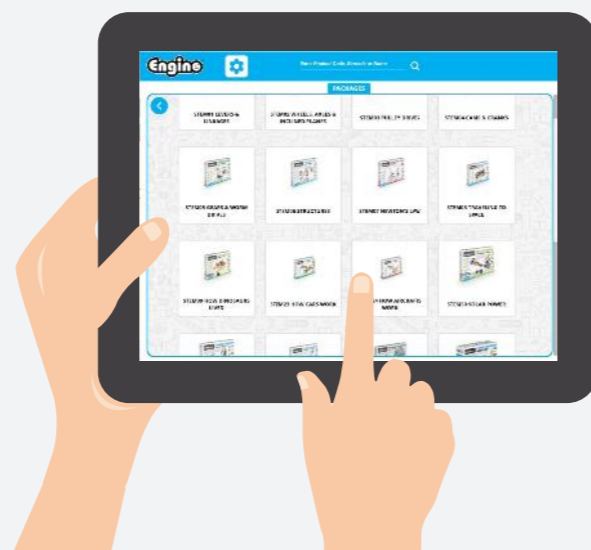


Mai multe modele online

- A** Utilizează PC-ul sau tableta și accesează link-ul de mai jos pentru mai multe modele:

www.Engino.com/instructions/stem06

- B** Descarcă aplicația pentru a descoperi instrucțiunile pas cu pas în vizualizare 3D
Aplicația Engino kidCAD (3D Viewer):



Cuprins



Teorie

- 03 Ce vom învăța
- 03 Istoria clădirilor și a podurilor
- 05 Definiția structurii
- 07 Tipuri de forțe
- 08 Tipuri de sarcini
- 09 Tipuri de poduri
- 11 Poduri cu cabluri



Experimente

- 13 Forme triunghiulare și în arc
- 14 Forțe care acționează asupra structurilor
- 15 Poduri cu bârne, cu grinzi și în arc
- 16 Poduri pe cabluri



Quiz

- 17 Exerciții 1-3
- 18 Exerciții 4-6



Instrucțiuni de construire

19 Casă



Engino

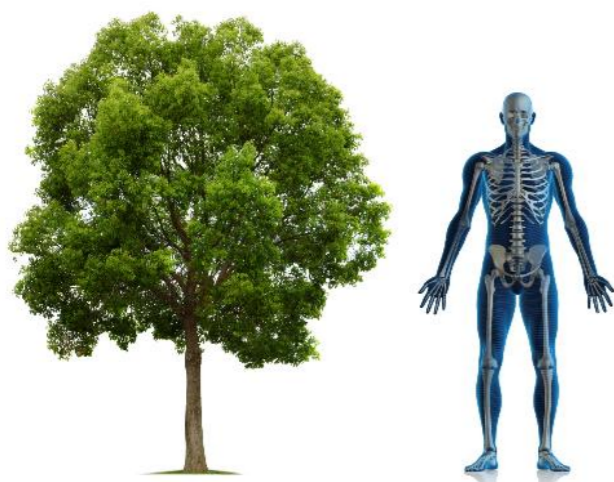
STEM Știință · Tehnologie · Inginerie · Matematică

Teorie

Ce vom învăța

Ai trecut vreodată peste un pod? Poate că ai traversat podul Rio-Antirion din Grecia sau podul Tower Bridge din Londra. Dar alte monumente celebre? Poate că ai fost în interiorul Colosseumului din Roma sau în vârful turnului Eiffel din Paris. Dar, știi ce au în comun școala ta, un trunchi de copac, o peșteră și casa ta? Toate sunt structuri! Aproape tot ceea ce se află în jurul tău în acest moment este o structură; chiar și corpul tău este susținut de una! Nu numai oamenii construiesc structuri. Și animalele își creează propriile lucruri pentru a acoperi orice nevoi pe care le-ar putea avea, cum ar fi un stup de albine pentru regina albină! Mai mult, și evenimentele naturale au ca rezultat structuri, după cum vom vedea în continuare.

Această broșură a proiectului **Descoperă STEM: Clădiri și poduri** conține o secțiune teoretică cuprinzătoare, cu provocări legate de clădiri și date interesante, astfel încât să înveți totul despre aplicațiile acestora în viața de zi cu zi. Descoperă toate principiile științifice aplicate prin **experimente**, cu ghiduri pas cu pas și exerciții care te fac să te gândești. Urmează instrucțiunile de construire, conținute în această broșură și, de asemenea, online, pentru a construi modele captivante, cum ar fi **o casă, un pod cu grinzi, un pod cu grinzi inferioare, un pod în arc, un pod cu cabluri și un pod suspendat**. La final, fă testul de recapitulare pentru a-ți testa cunoștințele proaspăt dobândite.



Trunchiurile de copaci și scheletul uman sunt structuri naturale

Probabil ca prima structură construită vreodată de om să fi fost un pod; și prin pod nu ne referim la un pod suspendat mare și sofisticat, cum este podul Golden Gate din SUA. Un pod poate fi și un buștean peste un pârâu sau un râu. Ceva atât de simplu ca acesta se numește pod cu bârne. Primii oameni le-au folosit probabil pentru a traversa râuri și canioane înguste cu mult înainte de a construi case sau așezări.

Pe măsură ce oamenii au început să se stabilească în diferite locuri în scopuri agricole, oamenii au avut nevoie să construiască locuințe pentru a trăi. Acestea erau case mici, rotunde sau pătrate, făcute din piatră, lemn sau cărămidă.



Coloseumul din Roma, Italia

Istoria clădirilor și a podurilor

Clădirile și podurile fac parte din categoria generală a structurilor, astfel încât este necesar să se facă o referire mai amplă la acestea pe tot parcursul broșurii.

Structurile există de când lumea, la fel de mult ca și viața însăși. Orice ființă vie are nevoie de o structură care să-i susțină greutatea. Un trunchi de copac, cu ramurile sale, este o structură naturală care susține frunzele și fructele copacului; scheletul tău susține mușchii, nervii și tot ceea ce există în corpul tău, prin urmare este, de asemenea, o structură. Pe lângă construcțiile naturale, există și construcții realizate de om, care există de când oamenii au devenit conștienți de modul de a construi, folosind materiale primitive.



Băiat folosind un pod natural

03



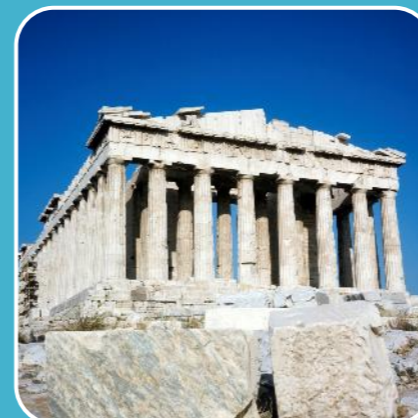
Piramida lui Kukulcan El Castillo din Mexic

Nu ar trebui să fie o surpriză faptul că cea mai înaltă structură din lume timp de peste 3800 de ani a fost Marea Piramidă din Giza. Finalizată în 2560 î.Hr. la o înălțime de 146,5 metri, este cea mai mare și cea mai veche dintre cele trei piramide din necropola de la Giza. Recordul său a fost depășit de Catedrala Lincoln, din Lincoln, Anglia, cu o înălțime de 160 de metri, în anul 1300 d.Hr. Titlul a fost câștigat apoi de un zgârie-nor în 1930, de către clădirea Chrysler, cu o înălțime de 319 metri, deși recordul său a fost de scurtă durată (doar 11 luni), când a fost depășit de Empire State Building, în 1931, de 443 de metri.



Știi că?

Unul dintre cele mai faimoase monumente culturale din lume, Partenonul din Atena (Grecia), face din el o mare iluzie optică! Coloanele sale ar trebui să se încline spre exterior, dar de fapt se înclină ușor spre interior! Acest design parabolic ingenios a fost conceput în principal pentru a consolida clădirea împotriva cutremurelor. Partenonul a fost construit în perioada 447-438 î.Hr. pe vârful Acropolei ateniene și a servit drept templu dedicat zeiței grecești Atena.



Partenonul din Atena, Grecia

Piramida a fost o formă de construcție preferată de aproape toate civilizațiile antice. Oamenii doreau să ajungă cât mai sus posibil și să facă creații magnifice pentru a-și preamări zeii sau pentru a-și îngropa regii. Ei au înțeles că o modalitate practică de a realiza acest lucru este de a începe cu o bază mare și de a urca în sus, adăugând din ce în ce mai puține materiale, concentrându-se într-un singur punct în vârf, de unde și forma piramidală. Aceste structuri pot fi găsite în întreaga lume în diferite perioade de timp: din Asia (China, India), Africa (Egipt, Mesopotamia, Nigeria), Europa (Grecia, Spania, Italia), America Centrală (Mexic) și America de Sud (Peru)!



Marea Piramidă din Giza

Progresele din toate domeniile și creșterea populației la nivel mondial au creat nevoia de structuri mai mari și mai puternice. Pe măsură ce tehnologia a progresat, au devenit disponibile materiale mai bune, cum ar fi betonul și oțelul, ajutând omenirea să creeze zgârie-nori, poduri, monumente și aproape tot ceea ce vezi în jurul tău! De exemplu, cel mai înalt zgârie-nor din lume (cel puțin până în 2015), Burj Khalifa din Dubai, are o înălțime extraordinară de 828 de metri! Deține, de asemenea, recordul pentru cea mai înaltă structură construită vreodată de om! De aceea este numit "orașul vertical"! Pe lângă construcțiile de pe întreg teritoriul Pământului, oamenii au reușit să creeze structuri în interiorul mării, să zboare în aer sau chiar să se plimbe în spațiu. Următorul mare pas va fi crearea de structuri pe alte planete, unde oamenii vor putea în sfârșit să locuiască!



Zgârie-norul Burj Khalifa din Dubai

04

Definiția structurii

O structură este orice configurație, naturală sau artificială, care susține o greutate. S-ar putea să credeți că aproape totul se încadrează în această definiție largă, deoarece toate construcțiile susțin ceva, chiar dacă este vorba pur și simplu de propria lor greutate! Cu toate acestea, nu toate structurile sunt la fel, deoarece acestea sunt împărțite în mai multe categorii. În continuare, vom examina trei distincții de bază între ele: 1) dacă structurile sunt construite de om sau dacă sunt naturale, 2) profilul lor, adică în ce mod sunt construite de fapt și cum suportă greutatea și 3) dacă sunt concepute pentru ca oamenii să locuiască în ele sau nu.



Structură din oțel realizată pentru a susține un acoperiș



O capotă de mașină este o structură de tip carcasă

Ultima categorie este cea a **clădirilor** și a celor care **nu sunt clădiri**. O clădire este orice structură în care oamenii pot locui (hoteluri, case etc.), în timp ce o non-construcție este o structură în care oamenii nu locuiesc în mod continuu (cum ar fi mașinile, podurile, macaralele etc.). Cu toate acestea, unele structuri, cum ar fi farurile și centralele electrice, care nu sunt ocupate în mod continuu, sunt clasificate ca fiind clădiri din motive de siguranță.

Cele mai importante elemente ale structurilor sunt materialele din care sunt realizate. Atunci când ne construim casele și zgârie-norii, dorim ca acestea să fie rezistente la toate tipurile de forțe. Acestea sunt explicate în pagina următoare.

Structurile de tip cochilie sunt structuri care sunt formate dintr-o unitate solidă care susține greutatea din exterior. Acest lucru înseamnă că sarcina se află în interiorul structurii. Un exemplu excelent al acestei structuri este coaja de ou, care susține puiul din exterior. Structurile în coajă tind să fie mai ușoare decât structurile cu cadru. Există, de asemenea, multe exemple de structuri care sunt o combinație între cele de tip coajă și cele de tip cadru, cum ar fi capota mașinii, care este o structură de tip coajă, dar are un cadru sub ea pentru a oferi o rezistență mai mare.



O casă este o clădire, în timp ce un pod nu este



Ouale sunt structuri naturale

Structurile naturale sunt cele care apar în mod natural sau care nu au fost construite de către om. Exemple de astfel de structuri sunt buștenii de copac despre care am discutat anterior, oul, scheletul nostru și multe altele.

Structurile artificiale sunt cele construite de către om. Acestea sunt structurile pe care le vezi în jurul tău, locuiești în ele, te miști cu ele și le admiri! Este vorba de casa ta, de mașina părinților tăi sau de un zgârie-nori.



Zgârie-nori construiți de om

O combinație interesantă a celor două categorii este reprezentată de structurile construite de animale. Furnicile, termitile și barajele castorilor sunt exemple perfecte în acest sens, deoarece nu sunt structuri naturale, dar sunt construite și de altcineva decât de oameni. De fapt, cele mai multe dintre structurile noastre se bazează pe modele preluate din aceste structuri construite de animale. Oamenii de știință studiază modul în care creațiile animalelor și ale insectelor rezistă la condițiile meteorologice și cum sunt folosite pentru a-și utiliza scopul. Un exemplu este pânza de păianjen, care are o formă, o culoare și o textură specială pentru a prinde prada și a avertiza păianjenul despre aceasta.



Mușuroiul termitelor este o structură făcută de insecte

Structurile cu cadru sunt structuri care sunt alcătuite din mai multe piese conectate între ele, numite **elemente**. Acestea pot fi atât naturale, cât și artificiale. Formele triunghiului, pătratului și arcului sunt părți ale unei structuri de tip cadru. Inginerii preferă mai ales formele triunghiulare, deoarece sunt mai stabile decât formele pătrate. Motivul pentru aceasta este faptul că orice forță care este aplicată pe un triunghi este transferată la colțurile sale, care sunt punctele sale cele mai puternice. Arcul este format din elemente mici în formă de pană. Acesta este construit în așa fel încât transferă toată forța și presiunea pe baza arcului, astfel încât, odată ce arcul este finalizat, acesta devine foarte stabil.



Structura cadrului folosită la construirea unei case

05



Știi că?

Unele materiale sunt elastice, ceea ce înseamnă că își pot schimba forma temporar, fără a se deteriora permanent. Un bun exemplu în acest sens este cauciucul, care se îndoiește și își schimbă forma fără să se rupă, spre deosebire de lemn, care, atunci când este îndoit, se rupe în bucăți. Desigur, există o limită; dacă se exercită o forță suficientă asupra lor, chiar și cele mai elastice materiale se vor deforma în cele din urmă și în cele din urmă se vor rupe. Alte exemple sunt arcurile, utilizate în cazurile în care este necesară o deformare temporară (de exemplu, suspensiile mașinilor).



Arcurile sunt elastice



Provocarea montajului

www.instrucțiunile sunt disponibile online

Piramida: am analizat deja cât de importantă a fost forma piramidei pentru civilizațiile antice. În zilele noastre, acest design nu mai este preferat, deoarece este nepractic. Cu toate acestea, există mai multe exemple de structuri piramidale moderne în întreaga lume, cum ar fi piramida de sticlă din fața muzeului Louvre din Paris, hotelul Luxor din Las Vegas (SUA) și piramida Transamerica din San Francisco (California, SUA).

Construiește modelul de piramidă Engino și folosește-l ca pe o piesă decorativă minunată. De asemenea, poți modifica modelul în funcție de diferite modele de piramide care îți plac. Un bun exemplu ar fi piramida lui Kukulcan El Castillo cu vârful pătrat și scările de pe părțile sale laterale.



Modelul de piramidă Engino®

06

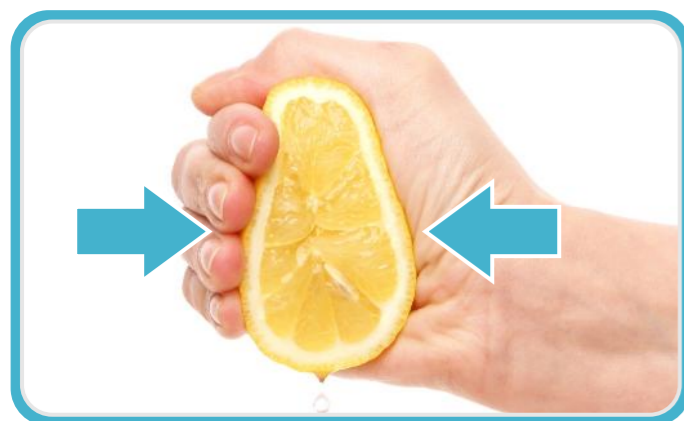
Tipuri de forțe

Nu putem vedea forțele, dar putem înțelege efectele lor atunci când sunt aplicate. Când tragem de un elastic, putem observa că acesta se întinde. O cutie de conserve este presată de forța aplicată de mâna noastră. În general, pentru a schimba forma sau mișcarea unui obiect, trebuie aplicată o forță asupra acestuia. Dar nu toate forțele au același efect. Unele determină tragerea corpului și, prin urmare, îl fac mai lung; altele îl micșorează, în timp ce altele îl rup. Totul depinde de direcția în care este aplicată forța și de proprietățile și rezistența materialului, așa cum se arată mai jos.

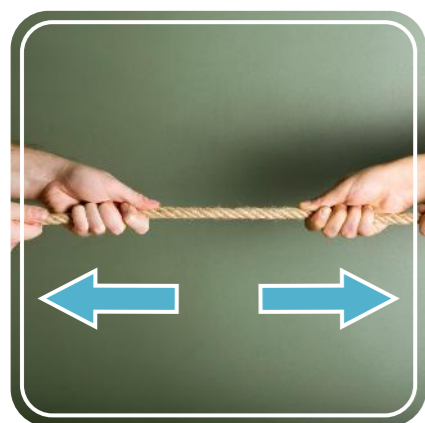


Putem observa rezultatele unei forțe

Compresia este forța care comprimă un material. Dacă materialul este elastic, acesta se va contracta. Direcția forțelor este spre interior, de-a lungul axei corpului. Exemplu de compresie poate fi stoarcerea unei lămâi sau împingerea unui resort metallic. Acesta din urmă este, de asemenea, un exemplu excelent de material care își schimbă reacția atunci când forma sa este diferită. O tijă metalică dreaptă este foarte rezistentă la compresie, fără a avea aproape nicio modificare vizibilă a lungimii sale. Cu toate acestea, atunci când are forma unui resort, nu mai este la fel de puternică sub compresie, dar revine totuși la forma sa inițială atunci când încetăm să aplicăm forța. Materialele rezistente la compresie sunt lemnul, oțelul, betonul armat etc.



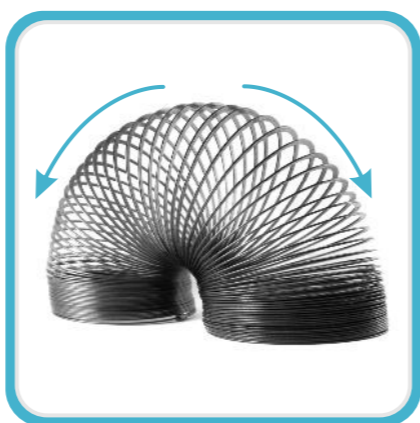
Forțe de compresie asupra unei lămâi



Forțe de tensiune în jocul frânghiei

Tensiunea este forța care desface un material. Este opusul compresiei, deoarece direcția forței este spre exterior. Materialele care sunt rezistente la tensiune sunt lemnul, frânghia, oțelul, cablurile etc.

Flexiunea este forța care îndoaie un material, practic o combinație a celor două forțe menționate mai sus. Atunci când un obiect este îndoit, partea superioară a acestuia se află sub tensiune, iar partea inferioară sub compresie.



Forțe de îndoire pe un arc



Forțe de forfecare asupra unei panglici

Forța de tăiere este forța care rupe un corp. Direcția celor două forțe este opusă una față de cealaltă, ceea ce face ca părți ale corpului să se deplaseze în direcții opuse și, astfel, să îl rupă.

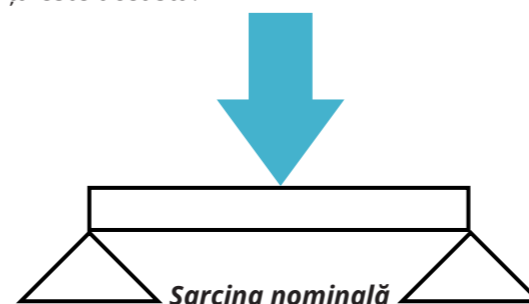
Torsiunea este forța care răsuțește un corp. Este similară cu tăierea, dar acum avem părți ale corpului care fac mișcare circulară, dar în direcții opuse. În cele din urmă, corpul se va rupe în bucăți, ca și în cazul forței de tăiere.



Forțe de torsiune asupra unei pungi

Tipuri de sarcini

Am învățat mai devreme că o structură este orice lucru care susține o greutate. Greutatea se mai numește și **sarcină**. Practic, **o sarcină este orice forță care acționează asupra unei structuri**, fie că este vorba de greutatea unei mașini, a unui tren, de forța vântului sau a apei (în cazul unui pod), chiar și de greutatea structurii în sine. Dar există multe tipuri diferite de sarcini, în funcție de o mulțime de lucruri: cine exercită forța, unde se exercită forța și ce fel de forță este aceasta.



Sarcina nominală

Dacă acum forța nu este aplicată într-un singur punct, ci pe o suprafață mare a structurii, se numește **sarcină de distribuție**. Forța încărcăturii nominale și a celei de distribuție poate avea aceeași valoare, dar deoarece încărcătura nominală este exercitată doar într-un singur punct al structurii, ceea ce înseamnă că toată forța este concentrată într-un singur punct, structura poate ceda.



Sarcina de lucru este greutatea podului și a mașinilor de pe el.

Sarcina de șoc este sarcina exercitată de obiecte grele și în mișcare rapidă. Aceste obiecte produc o forță numită șoc, care se adaugă la greutatea lor și crește sarcina totală. De exemplu, atunci când un tren traversează un pod, sarcina sa de șoc este foarte mare, uneori mai mare decât pot suporta majoritatea podurilor.

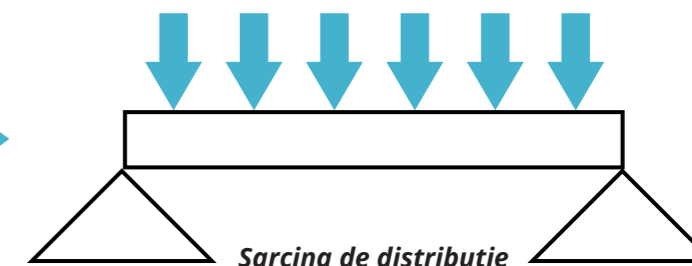
Sarcina de mediu este sarcina exercitată de orice fenomen natural. Exemple în acest sens sunt vântul, ploaia, zăpada, cutremurele și multe altele. Pentru aceasta, inginerii trebuie să ia în considerare locația podului, condițiile meteorologice din zonă, orice istoric de activitate seismică, curenții apelor etc.



O persoană care transportă o cutie transportă practic o sarcină, deoarece greutatea cutiei este aplicată asupra persoanei!

Sarcinile pot fi **statice** sau **dinamice**, după cum forța care acționează asupra structurii este constantă sau se schimbă lent sau dinamic (se schimbă rapid).

Dacă forța este exercitată doar într-un punct al podului, atunci sarcina se numește **sarcină nominală**. În mod realist, acest lucru nu este posibil, deoarece punctele perfecte nu există în viața reală! Cu toate acestea, dacă orice sarcină este exercitată într-o zonă relativ mică a structurii, atunci aceasta se comportă ca o sarcină nominală.

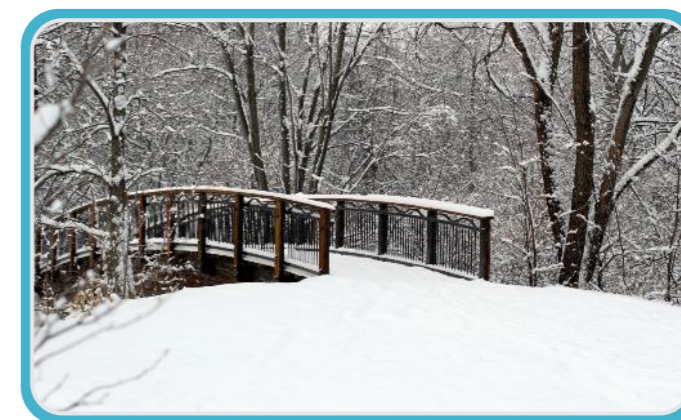


Sarcina de distribuție

Sarcina moartă este greutatea structurii în sine, deci este constantă în timp. Din acest punct de vedere, sarcina moartă trebuie să fie cât mai mică posibil, astfel încât structura să fie mai ușoară și mai eficientă din punct de vedere al costurilor.

Sarcina vie este orice greutate care se exercită asupra structurii și care nu este permanentă. Aceasta include oameni, animale, mașini și orice altceva care va exercita o forță asupra structurii pentru o perioadă scurtă de timp.

Combinarea dintre sarcina moartă și cea vie se numește **sarcină de lucru**.



Sarcina de mediu: un pod acoperit de zăpadă

Tipuri de poduri

Orice structură care este concepută pentru a asigura trecerea peste orice tip de obstacol (râuri, canioane, chiar și mări) poate fi numită **pod**. Podurile sunt de toate formele și dimensiunile. De la cele mari și complexe, până la cele mai simple tipuri de poduri, toate fac parte din viața noastră în multe feluri. Parcurgerea distanțelor lungi este ușurată cu ajutorul lor, la fel ca și depășirea oricăror obstacole din cale. Ele au fost create chiar de civilizațiile antice și sunt probabil primele structuri construite de om. Există mai multe tipuri diferite de acestea, fiecare cu propriile caracteristici, avantaje și dezavantaje.



Un pod cu grinzi care leagă un drum de autostradă

Pod cu grinzi cu zăbrele

Un **pod cu grinzi cu zăbrele** este similar cu un pod cu grinzi, dar cu o diferență foarte importantă: puntea podului este susținută de sus sau de jos cu elemente triunghiulare și dreptunghiulare. În acest fel, puntea nu se îndoaie. Din nou, greutatea podului și orice sarcină sunt susținute de piloni, dar acum elementele de formă triunghiulară sunt supuse la tensiune și compresie în loc să se îndoaie, oferind rigiditate podului și punții. Materialele folosite pentru această structură sunt lemnul și oțelul, menținând-o relativ ușoară și ieftină.



Un pod de piatră în arc



Podul Newport din Rhode Island, SUA

Pod cu grinzi

Un **pod cu grinzi** este cel mai simplu tip de pod. Acesta constă dintr-un număr de **stâlpi verticali** (piloni sau coloane), care susțin o grindă (puntea podului). Greutatea podului, precum și orice sarcină, este susținută în întregime de piloni. Puntea unui pod cu grinzi este susceptibilă să se îndoaie, astfel încât deschiderea acesteia (distanța dintre doi piloni succesivi) are o limită de lungime. O modalitate de a reduce încovoierea este creșterea grosimii punții, dar acest lucru crește greutatea. Din aceste motive, podurile cu grinzi sunt folosite pentru a acoperi distanțe relativ mici.



Un pod cu grinzi cu zăbrele susținute cu grinzi de sus

Pod în arc

Un **pod în arc**, după cum îi spune și numele, este construit cu un arc pentru a susține greutatea podului. Acesta poate conține unul sau mai multe arcuri, unde fiecare arc poate fi construit fie sub punte, fie deasupra punții sau chiar cu puntea care trece prin el. Podurile în arc sunt foarte stabile după ce sunt finalizate și pot susține o greutate mare, deși sunt destul de grele și nu se pot întinde pe distanțe mari. Podurile în arc, realizate din piatră, au fost cele mai răspândite poduri în antichitate și în perioada medievală.

Un arc este format din blocuri în formă de pană (de obicei pietre sau cărămizi) așezate unele lângă altele pentru a forma un arc. Blocul superior al arcului se numește **cheia de boltă** și susține greutatea întregului pod. Este cea mai importantă piesă a arcului, asigurând stabilitatea. Sarcina podului este transferată de la partea inferioară a arcului la sol și înapoi, în timp ce asupra acestuia se aplică trei forțe: compresie pe partea superioară a podului, tensiune pe partea inferioară (deși tensiunea pe un pod în arc este neglijabilă) a podului și o forță de tăiere la cele două capete ale podului.



O serie de pietre de boltă

Pentru a contrabalansa acest lucru, trebuie amplasate structuri uriașe la fiecare capăt pentru a exercita o forță opusă forței de tăiere, astfel încât arcul să nu se deschidă. Aceste structuri se numesc **piloni** și sunt la fel de importante ca și arcul în sine, deoarece împiedică arcul să se prăbușească, asigurând astfel stabilitate. Un exemplu excelent de pod în arc este faimosul "Ponte Vecchio Bridge" din Florența, Italia. Numele său înseamnă "pod vechi" în italiană și a fost construit în perioada medievală, traversând râul Arno. Un fapt fascinant este că podul are magazine de-a lungul punții sale care sunt folosite și astăzi de artiști și bijutierii!

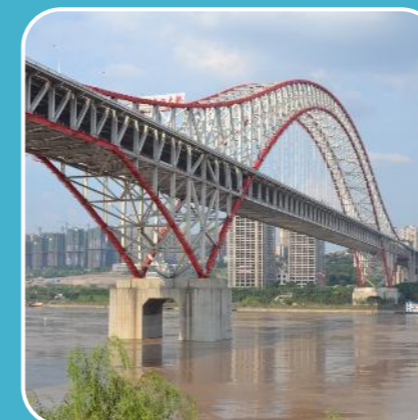


Podul Ponte Vecchio din Florența, Italia



Știi că?

Cel mai vechi pod în arc din lume este podul Arkadiko, din Arkadiko, Grecia. Acesta a fost construit undeva în jurul anilor 1200-1300 î.Hr. de către micenieni, pentru a fi folosit ca drum pentru căruțe. Ceea ce este uimitor este faptul că podul este folosit și astăzi de către localnici! Are o deschidere de numai 1 metru, ceea ce este cu mult sub recordul pentru cel mai lung pod cu arc, deținut de podul Chaotianmen din China. Acest pod are o lungime totală de 1,7 km, cu o deschidere de 552 de metri!!



Podul Chaotianmen din China

Pod în consolă

Un **pod în consolă** este un tip de pod cu grinzi în care grinda este susținută într-un singur loc. De obicei, aceasta se află undeva la mijloc, astfel încât forțele opuse să echilibreze grinda. Există, de asemenea, o deschidere intermediară (care nu este susținută de un pilon) care leagă consolele. Pentru ca structura să fie stabilă, de obicei există o contragreutate la capătul fiecărui pilon, astfel încât consolele să se echilibreze.

Unul dintre cele mai renumite poduri în consolă este podul feroviar Forth din Scoția, care a fost construit în 1890. Acest pod este o combinație între un pod în consolă și un pod cu grinzi, deoarece puntea este susținută tot de grinzi.



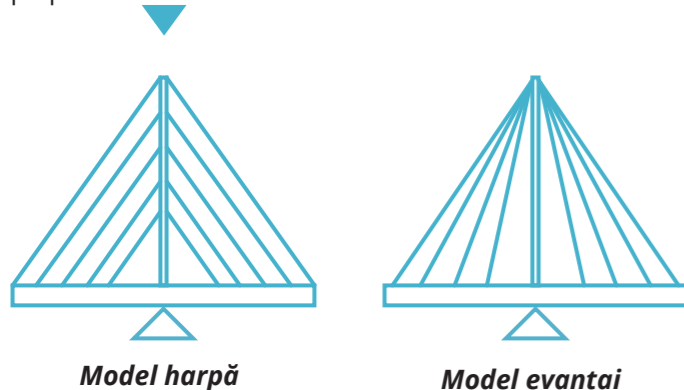
Podul feroviar Forth din Edinburgh, Scoția

Poduri pe cabluri

Pod suspendat pe cabluri

La un **pod suspendat pe cabluri**, puntea este conectată cu cabluri direct la turn. Cablurile din oțel sunt folosite pentru a susține greutatea podului și sunt foarte rezistente la forțele de tracțiune. Există două tipuri de modele, reprezentate în imaginea următoare, în funcție de locul în care cablurile sunt atașate la turn.

În cazul proiectului cu formă de **harpă**, cablurile de pe fiecare parte sunt aproape paralele între ele, deoarece sunt conectate în puncte diferite pe turn și pe punte.



Un exemplu celebru de pod suspendat pe cabluri este podul Rio-Antirion din Grecia, care traversează Golful Corint. Podul are caracteristici ingineresti unice, necesare pentru condițiile speciale care există în zonă (uzura apei, cutremure etc.). Stâlpii podului nu sunt îngropați în fundul mării, ci se sprijină pe un pat de pietriș care permite o anumită mișcare. Podul Rio-Antirio are o lungime de 560 de metri și o lățime de 27 de metri. A fost deschis pentru uz public în august 2004, cu doar o săptămână înainte de Jocurile Olimpice de la Atena. Purtătorii torței olimpice au fost primii care i-au traversat oficial lungimea!

Provocarea montajului

instrucțiunile sunt disponibile online

Pod cu două punți: podurile își pot schimba tipul prin modificări specifice. Acest lucru poate fi simulat cu ajutorul sistemului Engino într-un mod simplu. De exemplu, puteți transforma un pod cu o singură grindă într-un pod cu două niveluri și acesta într-un pod suspendat pe cabluri (folosind șirul corespunzător).

Construiți modelul de pod cu două punți Engino și încercați provocarea descrisă mai sus. Înainte de fiecare transformare, verificați rigiditatea podului împingând în jos puntea și pilonii. De asemenea, puteți combina și alte caracteristici ale podurilor pentru a-l face cât mai rezistent posibil, cum ar fi traversele și arcurile.



Un pod suspendat pe cabluri din SUA

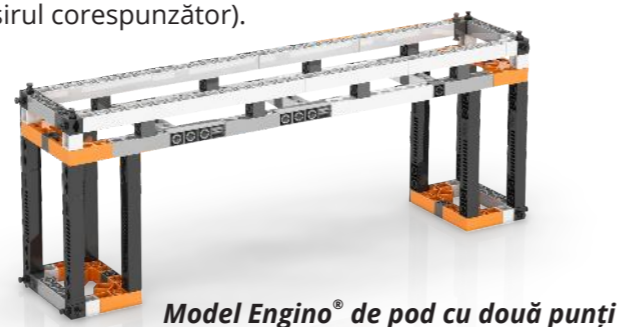
În modelul **evantai**, toate cablurile sunt conectate în partea superioară a podului sau trec prin partea superioară pentru a se conecta la puntea de pe cealaltă parte a turnului. Cablurile sunt în mod constant sub tensiune, suportând greutatea punții și orice sarcină pe ea și, ca urmare, puntea podurilor cu cabluri nu este complet dreaptă din cauza acestor forțe de tracțiune.

Avantajul acestui tip de pod este că se poate întinde pe o lungime mai mare decât orice alt tip de pod pe care l-am văzut până acum, dar mai puțin decât podul suspendat pe care îl vom examina în continuare.



Podul Rio-Antirion din Grecia

11



Model Engino® de pod cu două punți



Pod suspendat cu ancore în Moscova, Rusia

Podurile suspendate au multe avantaje față de alte tipuri de poduri: necesită mai puțin material și, prin urmare, sunt mai ieftine și pot acoperi lungimi mai mari decât orice alt pod. De asemenea, sunt mai puțin rigide decât majoritatea podurilor și pot rezista mai bine la cutremure puternice. Cu toate acestea, din cauza acestei lipse de rigiditate, ele sunt mai sensibile la sarcinile de mediu (în special la vânt) și trebuie să fie proiectate special pentru a le rezista. Cel mai faimos exemplu de pod suspendat este podul Golden Gate din San Francisco, SUA, care a fost, de asemenea, declarat una dintre minunile moderne ale lumii.

Știi că?

Există multe poduri care sunt combinații de tipuri diferite! Un exemplu fascinant este podul Sydney Harbour Bridge din Australia, care este o combinație între un pod cu arc și un pod cu grinzi și zăbrele. Podul Tower Bridge din Londra (Anglia) este, de asemenea, foarte faimos. Este format din două turnuri mari cu două pasaje de grinzi, care susțin două poduri suspendate mai mici pe fiecare parte. Puntea principală poate fi ridicată pentru a permite accesul navelor, ceea ce face ca podul să fie și de tip basculant!



Podul Tower Bridge din Londra (Anglia)

Pod suspendat

Un **pod suspendat** are o configurație diferită. Două **cabluri principale** leagă cele două turnuri, iar cabluri mai mici (numite suspensii) leagă pe verticală cablurile principale de punte. Din nou, toate cablurile sunt sub tensiune, cablurile de suspendare transferând greutatea punții și a traficului de pe ea către turnuri. În acest caz, puntea podului se poate îndoi puțin din cauza tensiunii de la suspensii. Podurile suspendate au nevoie, de asemenea, de ancore, pentru a susține turnurile, astfel încât acestea să nu se prăbușească spre interior din cauza forțelor de tracțiune ale cablurilor principale. Aceste ancore sunt, de obicei, cablurile principale care trec pe lângă turnuri și ajung în pământ.



Podul Golden Gate din San Francisco

Provocarea montajului

instrucțiunile sunt disponibile online

Pod basculant: Unele poduri își pot deplasa puntea pentru a permite trecerea navelor. Acestea sunt un tip special de poduri numite Basculante, care derivă din cuvântul francez "echilibru". Pot exista diferite variante ale acestora, fie în ceea ce privește numărul de punți care se ridică (cu o singură foaie sau cu două foi), fie în ceea ce privește modul în care puntea este ridicată și contragreutățile folosite (de exemplu, rotirea în jurul unei axe mari).

Construiște modelul de pod basculant Engino și observă cum se ridică punțile cu ajutorul coardei și al manivelei. Modificăți podul pentru a crea tipul cu o singură foaie sau adăugați mai multe contragreutăți pentru a diminua efortul.



Modelul Engino® de "pod basculant"

12

Învață despre: Clădiri & Poduri

Cadre triunghiulare și arcuri

Macaralele sunt folosite pentru a ridica greutatea enormă la înălțimi mari. Acestea sunt realizate dintr-un cadru de oțel care este format din mai multe forme triunghiulare mici. Te-ai întrebat vreodată de ce sunt construite astfel? Realizează următorul experiment și află de ce forma triunghiulară este utilizată atât de mult în structuri!

Descoperă:

- De ce este necesară triangulația pentru a consolida structurile?
- Care parte a arcului are nevoie de sprijin?

Nivel de dificultate ★★★★★

Învață despre: Clădiri & Poduri

Forțe care acționează asupra structurilor

Ce material crezi că este mai rezistent: hârtia sau lemnul? Poate că te gândești că hârtia poate fi ruptă cu ușurință, așa că lemnul este mai rezistent, dar acest lucru nu este în întregime adevărat. Chiar dacă aplici aceeași forță pe același corp, uneori forma corpului joacă un rol foarte important în rigiditatea acestuia.

Descoperă:

- Care sunt diferitele tipuri de forțe?
- Cum poate deveni o structură mai puternică?

Nivel de dificultate ★★★★★

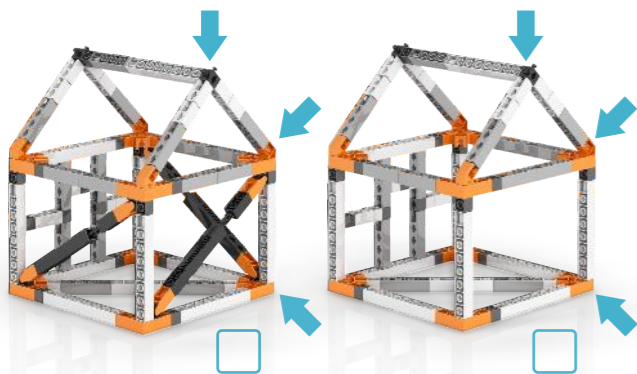
Materiale necesare:

- Engino® Clădiri & Poduri (STEM06).

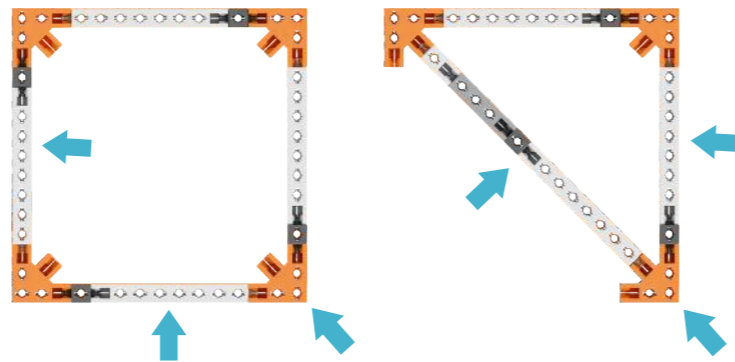
Procedură:

1. Folosind piesele Engino, creează un triunghi mic și un pătrat ca în imaginile următoare.
2. Împinge laturile și colțurile pentru a afla care sunt cele mai puternice poziții. Încearcă să modifice pătratul prin adăugarea unor piese suplimentare pentru a-l face mai puternic și rezolvă **exercițiile 1 și 2**.
3. Construiește un arc, ca în imaginea din dreapta, și împinge-l în jos. Rezolvă **exercițiul 3**.
4. Citește instrucțiunile de la **paginile 19-20** și creează modelul de **casă**. După ce este gata, împinge-i colțurile și laturile. Compară rigiditatea structurii atunci când împingi de la colțul susținut de tija extensibilă diagonală și atunci când împingi de la colțul nesusținut.
5. Îndepărtează diagonalele (tijele extensibile) de pe pereții casei și testează din nou. După aceea, rezolvă **exercițiul 4**.

4 a. Compară rigiditatea caselor de mai jos și notează-o pe cea mai rezistentă.

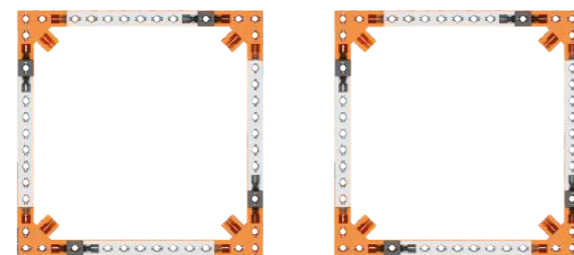


1. Împinge laturile și colțurile formelor pe care le-ai construit, așa cum se observă în imaginile de mai jos.



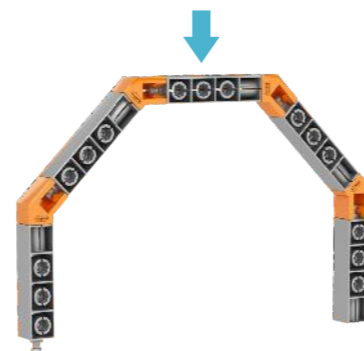
Ce puncte sunt mai puternice?.....

2. Cum poți modifica pătratul pentru a-l face mai puternic? Testează 2 soluții și arată mai jos cum ai făcut-o.



3 a. Desenează câteva săgeți pentru a arăta unde este redirecționată forța.

3 b. Cum se comportă arcul? Ce poți face pentru a întări această formă?



4 b. Care este avantajul triangulației?

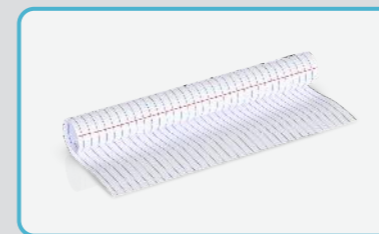
13

Materiale necesare:

- Engino® Clădiri & Poduri (STEM06).
- O anumită greutate (de ex. cărți).
- 15 coli de hârtie A4 pentru fotocopiere.
- Lipici sau bandă adezivă.

Procedură:

1. Ia o bucată de hârtie și ține-o de la margini. Ce observi? Își păstrează forma sau se îndoiește? Cum o poți face mai rezistentă? Rulează hârtia în jurul unei suprafețe cilindrice, cum ar fi creionul, pentru a crea un tub gol. Aplică diferite tipuri de forțe prezentate în **exercițiul 1** și completează tabelul.



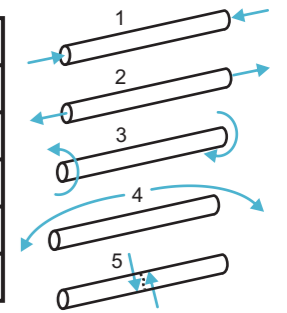
2. Construiește o **platformă** (fără piloni) urmând instrucțiunile online ale **podului de grinzi** (privește și poza din exercițiul 2).

3. Folosește patru tuburi de hârtie pentru a susține platforma. Încearcă 3 forme diferite de hârtie (triunghiulară, dreptunghiulară și cilindrică) pentru a o susține și testează ce greutate poate susține fiecare formă. Rezolvă **exercițiul 2**.

4. Construiește 3 tipuri de panouri sandwich folosind hârtie și lipici (sau bandă adezivă). Trebuie să realizezi 3 forme interioare: cilindrică, triunghiulară și dreptunghiulară, așa cum se observă în imaginile următoare. Așează-le pe platforma podului și aplică o greutate pentru a testa cât de mult poate susține podul. Poți să așezi cărți pe panouri, una după alta și vezi câte cărți poți stivui înainte ca panourile să cedeze.

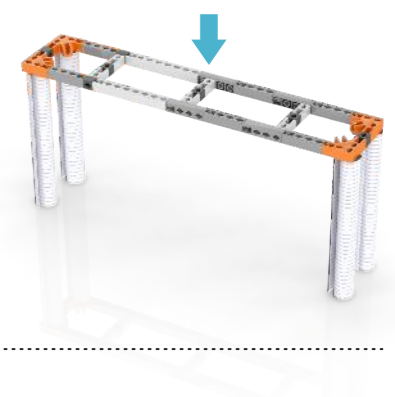
1. Completează tabelul următor în funcție de observațiile tale. Indică dacă tubul de hârtie rezistă la fiecare tip de forță, scriind **slab** sau **puternic**. Privește cu atenție imaginile din dreapta pentru a înțelege cum se aplică fiecare forță.

	Forță	Tub de hârtie
1.	Compresie (împinge)	
2.	Tensiune (trage)	
3.	Torsiune (răsucește)	
4.	Îndoire	
5.	Tăiere (rupere)	



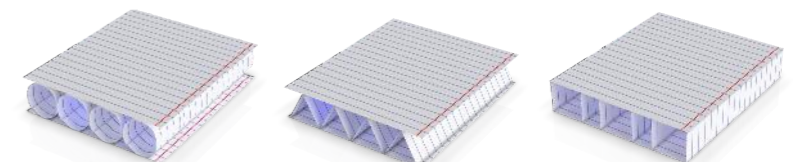
2. Încearcă să creezi un pod puternic folosind piese engino și 4 coli de hârtie. Testează 3 forme diferite de hârtie: triunghiulară, dreptunghiulară și cilindrică.

Care este cea mai potrivită formă de hârtie folosită pentru a susține greutatea maximă?



3. Poți identifica cel mai puternic tip de sandwich? Compară rezistența panourilor de hârtie și completează tabelul de mai jos folosind cuvintele **puternic**, **mediu** și **slab**. Explică pe scurt observațiile tale.

panouri de hârtie	rezistență
suporturi interioare cilindrice	
suporturi interioare triunghiulare	
suporturi interioare pătrate	



14

Învăță despre: Clădiri & Poduri

Poduri cu grinzi, cu zăbrele și în arc

Din cele mai vechi timpuri și până în secolul trecut, toate podurile au fost construite cu grinzi sau arcade, acoperind o distanță relativ mică. Pentru construcție, oamenii foloseau adesea lemn sau pietre, cele mai comune materiale găsite în jur, progresând în zilele noastre către materiale mai rezistente, cum ar fi barele metalice și betonul.

Descoperă:

- Ce sunt grinzi și cum funcționează?
- Unde direcționează podurile în arc forța de încărcare?

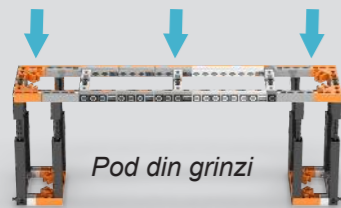
Nivel de dificultate ★★★★★

Materiale necesare:

- Engino® Clădiri & Poduri (STEM06).

Procedură:

1. Caută instrucțiunile online și construiește un **pod simplu** din grinzi și testează-i rigiditatea. Gândește-te la câteva modalități de a face podul mai rezistent și completează **exercițiul 1**.



Pod din grinzi

2. Acum, să transformăm podul nostru din grinzi simple în **pod cu grinzi și zăbrele**, urmând instrucțiunile online. Practic, vei adăuga formele triunghiulare deasupra podului cu grinzi, numite zăbrele, de unde și tipul podului. Testează rigiditatea acestuia și efectuează **exercițiul 2**.

3. Există și alte configurații posibile ale unui pod cu grinzi și zăbrele, de exemplu plasarea grinzilor sub punte în loc de deasupra. Dacă vrei să construiești un model similar, urmează instrucțiunile online.



Pod cu grinzi inferioare

4. Un alt tip este podul în arc. Construiește unul urmând instrucțiunile online. Odată construit, aplică forța în mijlocul punții. Gândește-te la o soluție pentru a face podul mai rezistent și rezolvă **exercițiul 3**.

5. În următoarea imagine se poate vedea o soluție pentru a face podul în arc mai puternic. Adaugă piesele necesare și împinge puntea în jos, finalizând **exercițiul 4**. Identifică tipurile de forțe care acționează asupra podului și marchează-le cu săgeți pe imagine (**exercițiul 5**).

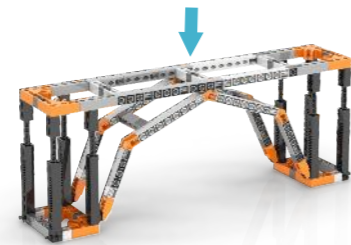
1. Împinge puntea podului cu grinzi, lângă piloni și în centru. Ce observi? Ce poți face pentru a consolida podul?

2. Apasă în jos puntea podului pe grinzi cu zăbrele și compară capacitatea de încărcare. Este acest pod mai puternic sau mai slab decât podul cu grinzi?



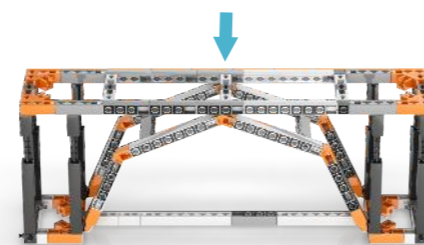
pod cu zăbrele

3. Apasă puntea și observă cum se mișcă picioarele podului în arc. Ilustrează acest lucru cu ajutorul săgeților de mai jos. Unde transferă arcul greutatea podului și sarcina acestuia?



4. Conectează cei 2 piloni cu niște grinzi Engino, așa cum se arată mai jos și testează din nou podul. Este mai puternic acum și de ce?

5. Desenează și etichetează forțele de pe fiecare parte a podului din figura de mai jos. Utilizează săgeți pentru a indica direcția fiecărei forțe, folosind → ← pentru compresie (grinzi împinse spre interior) și ← → pentru tensiune (grinzi trase spre exterior).



15

Învăță despre: Clădiri & Poduri

Poduri pe cabluri

Podurile cu grinzi și poduri în arc sunt limitate la distanțe scurte, ceea ce le face inutile atunci când leagă malurile unor râuri foarte întinse. Cu toate acestea, tehnologia modernă permite deschideri uriașe prin utilizarea cablurilor. Un exemplu de pod pe cabluri este podul Rio-Antirio din Grecia, care se întinde pe o lungime de 2,5 km!

Descoperă:

- Care sunt cele două tipuri principale de poduri pe cabluri?
- Care sunt cele mai mari avantaje ale acestora?

Nivel de dificultate ★★★★★

Materiale necesare:

- Engino® Clădiri & Poduri (STEM06).

Procedură:

1. Consultă instrucțiunile online și construiește **podul suspendat cu cabluri, dar nu adăuga încă corzile**. Împinge puntea în jos pentru a-i testa rigiditatea.

2. Completează podul prin adăugarea corzilor. Poți folosi câte o sfoară pe fiecare parte, pornind de la partea gri a stâlpului, trecând-o în jurul scripeților portocalii și terminând pe cealaltă parte gri a stâlpului opus. Testează acum podul și finalizează **exercițiul 1**.

3. În **exercițiul 2**, trasează forțele care acționează asupra podului și a corzilor. Ai observat cum corzile transferă forța din centrul podului către piloni? Totuși, există o problemă cu acest model, deoarece corzile trag pilonii spre interior. Încearcă să te gândești la o modalitate de a remedia această problemă.

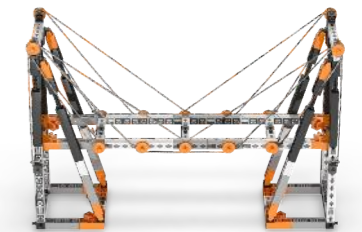
4. Demontează podul suspendat pe cabluri și urmează instrucțiunile online pentru a construi un model de **pod suspendat**. Răspunde apoi la **exercițiile 3 și 4**.



Podul Golden Gate din San Francisco este un exemplu de pod suspendat.

1. Împinge în jos puntea podului și testează-i rigiditatea. După ce ai conectat corzile de susținere și le-ai strâns, împinge din nou puntea în jos. Cât de rezistent este podul acum în comparație cu etapa anterioară și de ce?

2. Desenează forțele care acționează asupra punții și corzilor în figura din dreapta. Apoi scrie mai jos soluția ta, astfel încât stâlpii să nu se mai deplaseze spre interior.



3. Desenează forțele care acționează asupra modelului de pod suspendat din imaginea de mai jos. Scrie 3 asemănări între cele două tipuri de poduri: pe cabluri și suspendate.



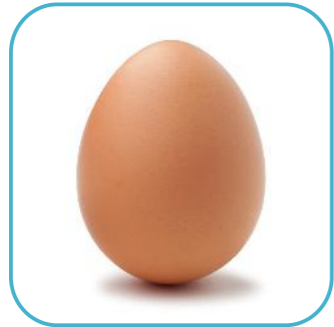
4. Care sunt cele 2 avantaje majore ale podurilor pe cabluri în comparație cu podurile cu grinzi și în arc?

16

Quiz

Exercițiul 1

Încercuiește cuvântul corect care descrie cel mai bine tipul de structură de sub fiecare imagine. Se utilizează clasificări diferite ale structurilor (2 puncte)



cochilie / cadru



cochilie / cadru



construcție / non-construcție

Exercițiul 2

Desenează și identifică forțele din figura de mai jos. Ce parte a acestui arc este cheia de boltă? Încercuiește-o și explică rolul ei (3 puncte).



.....

Exercițiul 3

Conectează fiecare pod cu tipul corect (1 punct)



Pod suspendat



Pod pe grinzi și zăbrele



Pod suspendat pe cabluri

Exercițiul 4

În figura următoare, identifică toate sarcinile care acționează asupra podului și scrie ce le exercită. Ce fel de pod este acesta? (4 puncte)



.....

Exercițiul 5

Completează propozițiile de mai jos, folosind cuvintele din casetă (5 puncte)

puntea, suspendat pe cabluri, în arc, piloni, suspendat, deschiderea, grinzi, în consolă, de tip basculant, zăbrele,

Cel mai simplu tip de pod este podul cu Acesta este format din 2 turnuri verticale sau..... care susțin Lungimea dintre doi piloni se numește podului. Un pod cu grinzi cu elemente triunghiulare care susțin greutatea punții se numește pod cu, iar un pod cu elemente circulare se numește pod..... Atunci când podul este sprijinit la mijloc, nu la capete, podul se numește Există două tipuri de poduri pe cabluri, pod..... și pod În cele din urmă, unele poduri se pot deschide sau își pot muta puntea pentru a permite navelor să treacă prin râu. Aceste poduri se numesc poduri

Exercițiul 6

Scrie pe scurt un avantaj și un dezavantaj pentru fiecare tip de pod. (5 puncte)

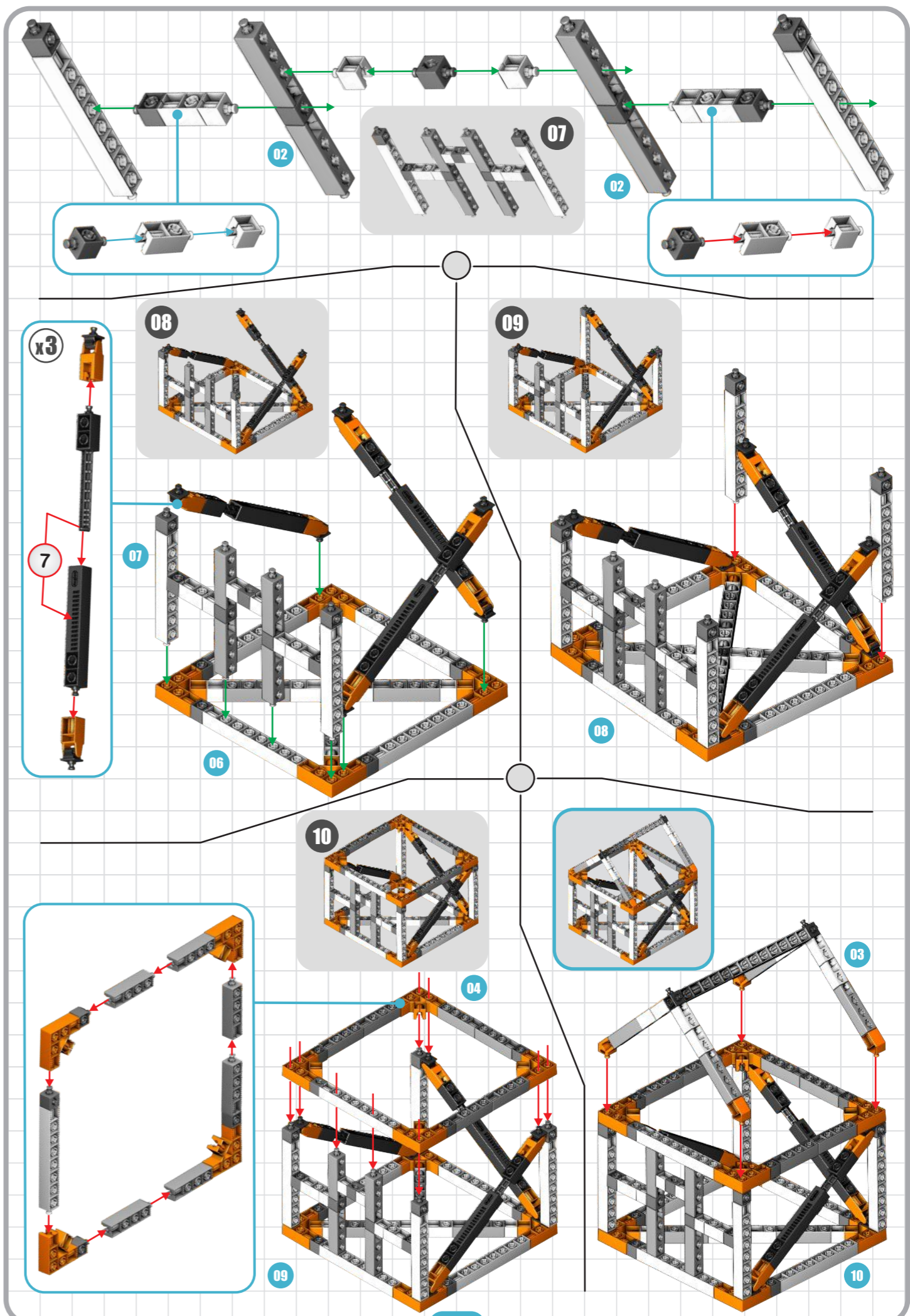
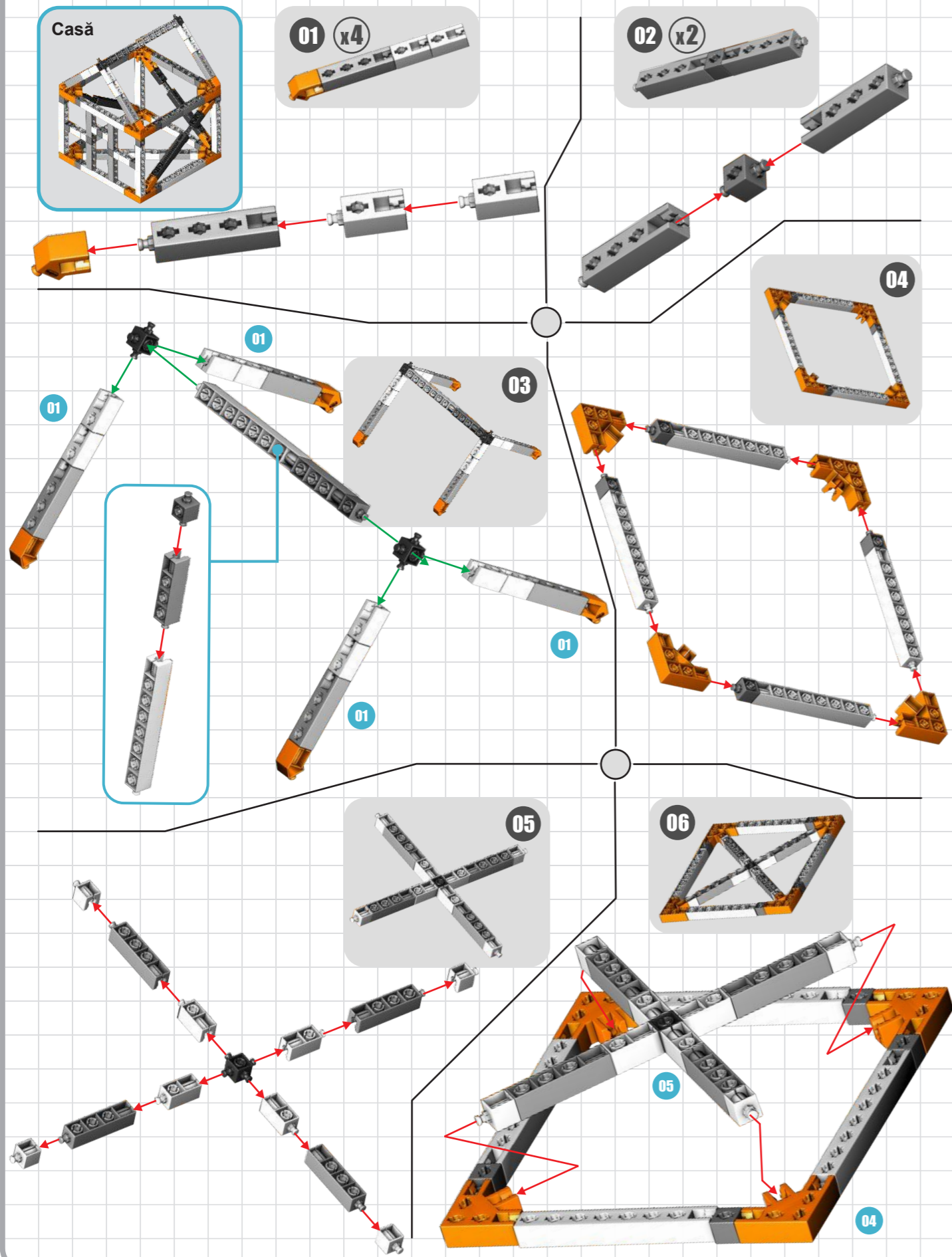
	Avantaj	Dezavantaj
Pod cu grinzi:
Pod cu zăbrele:
Pod în arc:
Pod suspendat pe cabluri:
Pod suspendat:



Accesează resursele noastre online pentru a găsi soluțiile la toate activitățile:
www.engino.com/solutions/stem06

Instrucțiuni de asamblare

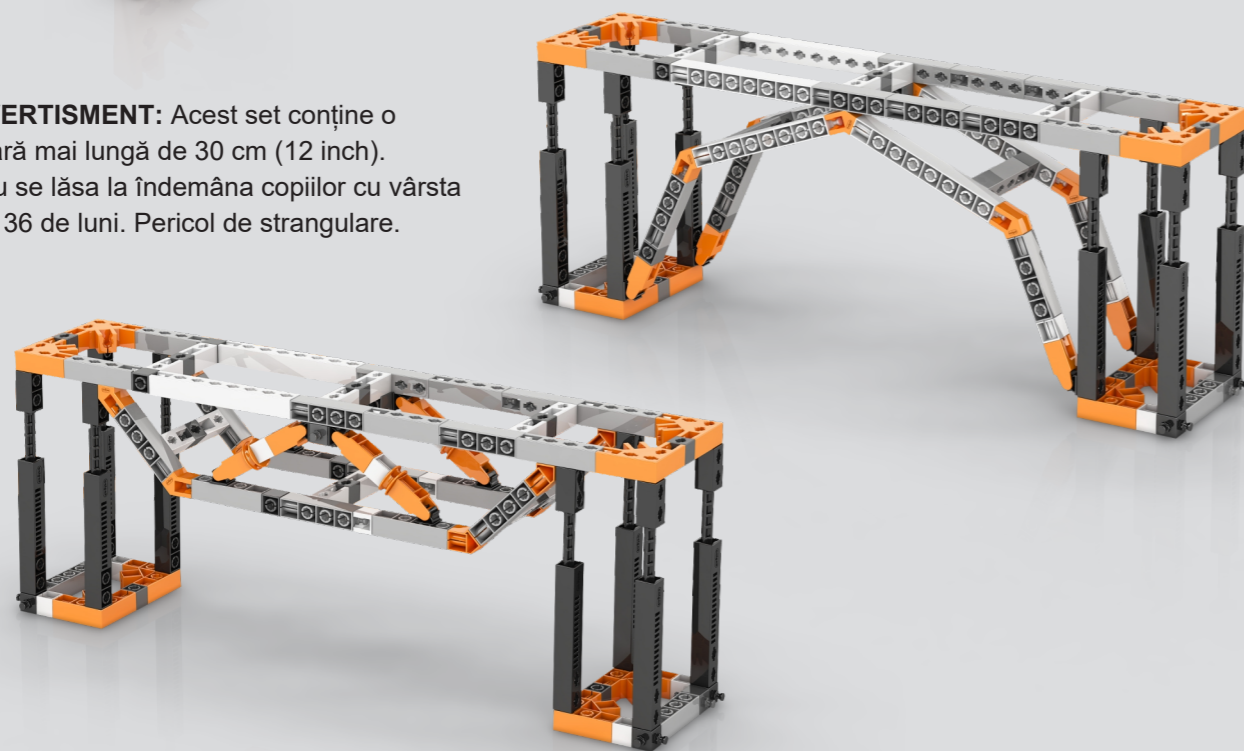
Casă



Lista materialelor



***AVERTISMENT:** Acest set conține o sfoară mai lungă de 30 cm (12 inch). A nu se lăsa la îndemâna copiilor cu vârsta sub 36 de luni. Pericol de strangulare.



Copyright pentru imagini

©iStock.com / kickstand, markgoddard, billnoll, Sarah8000, ChrisMR, kutaytanir, Filmwork, Adam Strzelecki, comotion_design, akaplummer, surely, KeithBinns, DNY59, duncanmoody, fstockfoto, bappleby17, Lev Mel, iainking, MarkGillow, styf22, bluestocking, adventtr, ParkerDeen, ollirg, DenisTangneyJr, Ifreytag, twildlife, Antagain, hoodesigns, miljko, KathyDewar, alxpin, clu, Stacey Newman, xactive, Lingbeek, gaspr13, dblight

©123RF.com / Pius Lee, Andrey Korolev, Boris Breytman, Sorin Colac, PaylessImages, server, Iakov Kalinin

© Copyright Engino-Net Limited. Toate drepturile rezervate

Este interzisă utilizarea acestor pagini în orice alt scop decât cel personal. Prin urmare, reproducerea, modificarea, stocarea într-un sistem de preluare sau retransmiterea, sub orice formă sau prin orice mijloace, electronice, mecanice sau de altă natură, pentru alte motive decât uzul personal, este strict interzisă fără permisiunea scrisă prealabilă a Engino-Net Limited