

STRUCTURAL ENGINEERING

BRIDGES & SKYSCRAPERS

THAMES & KOSMOS



Informații de siguranță

Avertizare! Nu este potrivit pentru copii sub 3 ani. Pericol de sufocare - părțile mici pot fi înghițite sau inhalate. Pericol de strangulare - cordoanele lungi se pot înfășura în jurul gâtului.

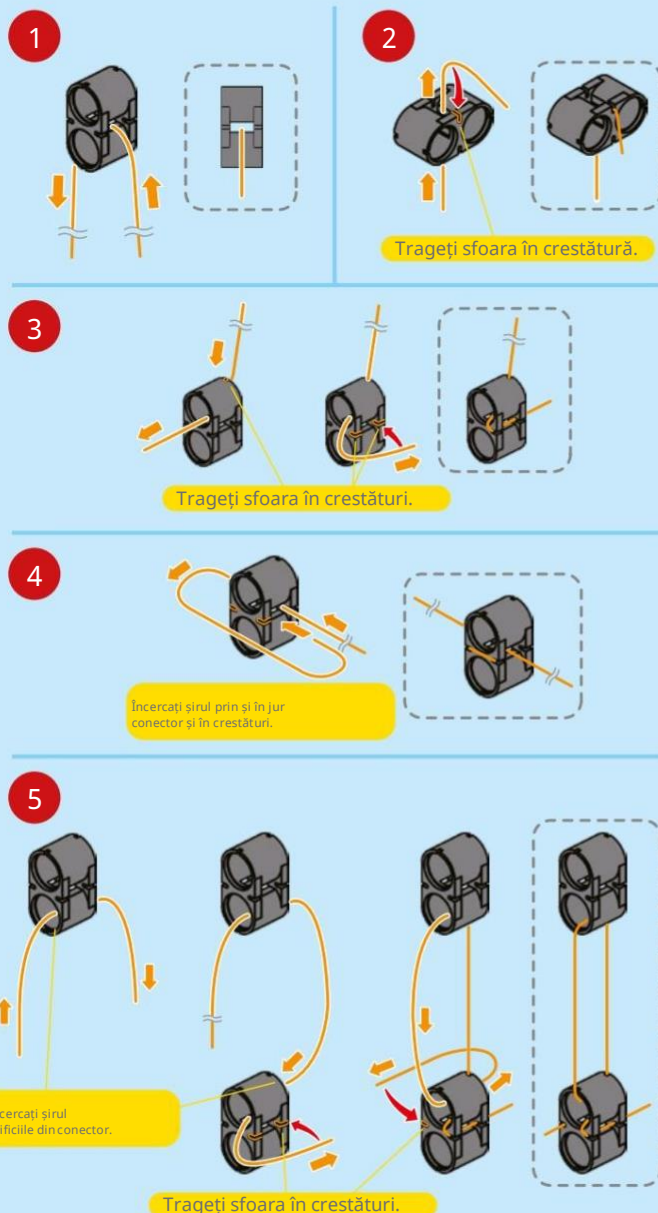
Păstrați materialul de experiment și modelele asamblate la îndemâna copiilor mici.

Păstrați ambalajul și instrucțiunile deoarece conțin informații importante.

Sfaturi de asamblare

Conectori string

Unele dintre modelele din acest kit folosesc conectori de șir pentru a conecta șirurile la celelalte părți. Aceste diagrame vă arată cinci moduri diferite de a introduce șirurile în conectorii de șir.



Dragi părinți și supraveghetori adulți,

Înainte de a începe experimentele, citiți manualul de instrucțiuni împreună cu copilul dumneavoastră și discutați informațiile despre siguranță. Verificați pentru a vă asigura că modelele au fost asamblate corect. Ajută-ți copilul cu experimente, în special cu citirea diagramelor de asamblare și asamblarea pieselor care pot necesita mai multă dexteritate sau putere a mâinii decât are copilul în prezent.

Sperăm ca tu și copilul tău să te distrezi foarte mult cu experimentele!

Pini și conectori de ancorare

Aruncă o privire atentă la diferitele componente de asamblare. Știfturile de ancorare roșii, știfturile de ancorare albastre și știfturile de îmbinare arată destul de asemănătoare la prima vedere. Când asamblați modelele, este important să le folosiți pe cele potrivite. Știfturile de ancorare albastre sunt mai scurte decât cele roșii. Știfturile de îmbinare permit pieselor să se rotească.



Tije de osie

Sistemul de construcție conține axe de diferite lungimi. În acest kit, aceste osii sunt folosite ca tije. Tijele de osie pot fi conectate la celelalte tije și între ele folosind conectorii tijelor de osie.

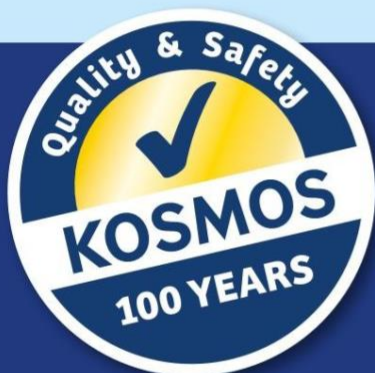
Când asamblați un model, asigurați-vă întotdeauna că utilizați tija de osie potrivită și că conectorul tije de osie este orientat corect pe tija de osie.



Pârghie a știftului de ancorare

Când doriți să demontați din nou modelul dvs., veți avea nevoie de pârghia știftului de ancorare. Utilizați capătul îngust al pârghiei pentru a îndepărta știfturile de ancorare. Puteți folosi capătul larg pentru a despărți alte părți.





Calitate și siguranță Kosmos

Peste o sută de ani de experiență în publicarea de kituri de experimente științifice stau în spatele fiecărui produs care poartă numele Kosmos. Kiturile de experiment Kosmos sunt proiectate de o echipă experimentată de specialiști și testate cu cea mai mare atenție în timpul dezvoltării și producției. În ceea ce privește siguranța produselor, aceste kituri de experiment urmează standardele de siguranță europene și americane, precum și propriile noastre linii directe de siguranță. Lucrând îndeaproape cu partenerii noștri de producție și cu laboratoarele de testare a siguranței, suntem capabili să controlăm toate etapele producției. În timp ce majoritatea produselor noastre sunt fabricate în Germania, toate produsele noastre, indiferent de origine, urmează aceleași standarde rigide de calitate.

Ediția I 2017 Thames & Kosmos, LLC, Providence, RI, SUA
Thames & Kosmos® este o marcă înregistrată a Thames & Kosmos, LLC.

Această lucrare, inclusiv toate părțile sale, este protejată prin drepturi de autor. Orice utilizare în afara limitelor specifice ale legii dreptului de autor fără acordul editorului este interzisă și pedepsită de lege. Acest lucru se aplică în mod specific reproducerilor, traducerilor, microfilmării și stocării și procesării în sisteme și rețele electronice. Nu garantăm că toate materialele din această lucrare sunt lipsite de drepturi de autor sau de altă protecție.

Dezvoltare tehnică a produsului: Genius Toy Taiwan Co., Ltd., Taichung, Taiwan, ROC
Autori: Camille Duhamel și Ted McGuire
Aspect manual: Ashley Greenleaf
Montaj: Ted McGuire
Grafică și ambalaj suplimentare: Ashley Greenleaf, Dan Freitas, Ted McGuire

Concept de proiectare manuală: Atelier Bea Klenk, Berlin
Ilustrații manuale: Genius Toy Taiwan Co., Ltd., Taichung, Taiwan, ROC și Thames & Kosmos

Fotografii manuale: p. 3 (cadru din oțel) focus finder; p. 3 și 31 (arcada Sf. Ludovic) Gino Santa Maria; p. 3 (stent) Özgür Güvenc; p. 4 (cadru biciclete) eshma; p. 5 (biliard balls) meerisusi; p. 6 (leagănul lui Newton) Sashkin; p. 17 (conexiuni din oțel) alexskopje; p. 17 (telefoane inteligente) Maksym Yemelyanov; p. 20 (coloane) Lightstone; p. 31 (pod de frânghie) Joe Mikuliak; p. 39 (Podul Golden Gate) TIMDAVIDCOLLECTION; p. 42 (pod cu tirant) vermontalm (toate anterioare © Adobe Stock); p. 5 (Newton) Sir Godfrey Kneller (domeniul public); p. 3 (podul de ferme) Leonard G. (Domeniul Public, Wikipedia); p. 3 (stație spațială) Prin amabilitatea NASA și/sau NASA JPL; p. 17 (suport role) Prin amabilitatea Departamentului de Transport din Minnesota

Editorul a depus toate eforturile pentru a localiza deținătorii drepturilor de imagine pentru toate fotografiile utilizate. Dacă, în orice caz individual, niciun deținător de drepturi de imagine nu a fost recunoscut, aceștia sunt rugați să furnizeze editorului dovada drepturilor lor de imagine, astfel încât să li se poată plăti o taxă de imagine în conformitate cu standardul industriei.

Distribuit în America de Nord de Thames & Kosmos, LLC, Providence, RI 02903
Telefon: 800-587-2872; Site: www.thamesandkosmos.com

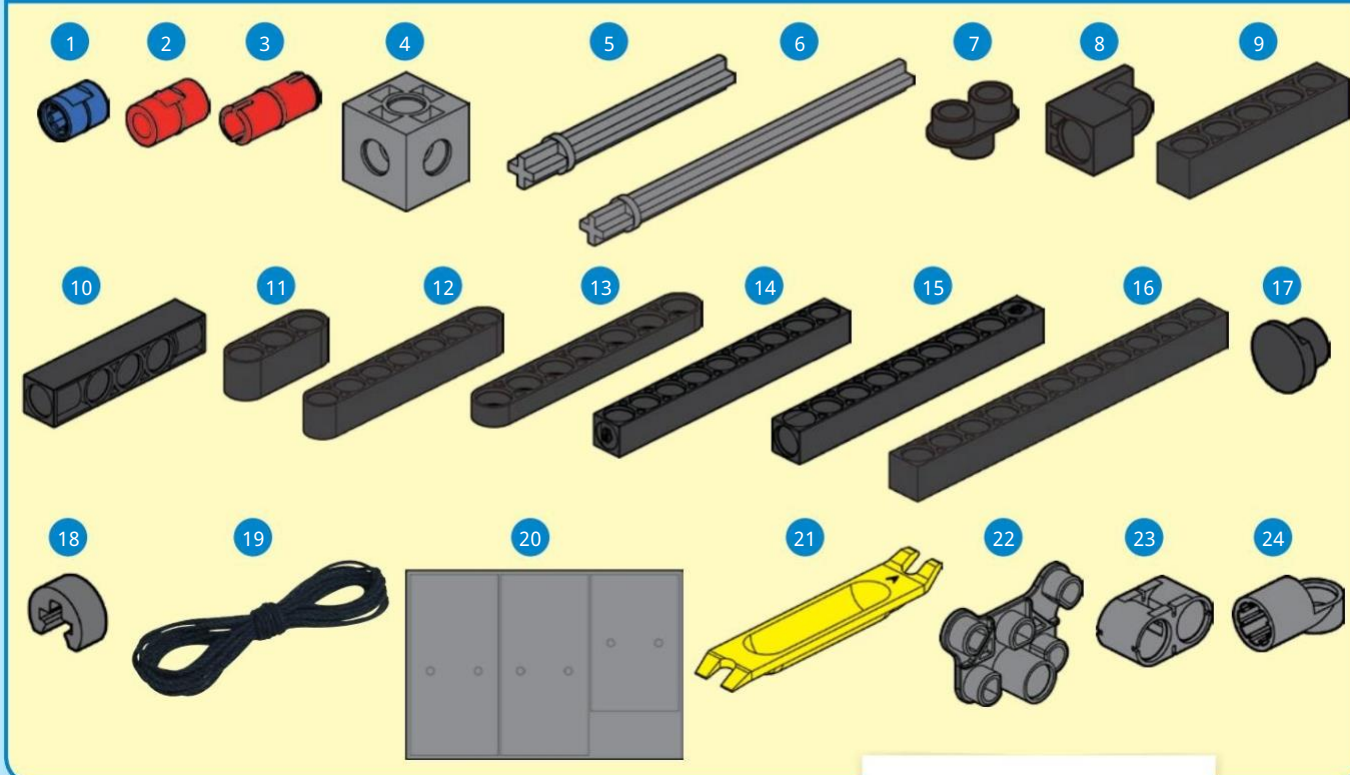
Distribuit în Regatul Unit de Thames & Kosmos UK LP, Cranbrook, Kent TN17 3HE
Telefon: 01580 713000; Site: www.thamesandkosmos.co.uk

Ne rezervăm dreptul de a face modificări tehnice.

Tipărit în Taiwan / Imprimé în Taiwan

>>> CONȚINUT KIT

Ce se află în setul dvs. de experiment:



Pentru a construi modelele, veți avea nevoie și de:

foarfece, riglă sau bandă demăsurat

Lista de verificare: Găsiți – Inspectați – Bifați

✓	Fără descriere	Cant.	Articol nr.
<input type="radio"/>	1 Știft de ancorare scurt, albastru	40	7344-W10-C2B
<input type="radio"/>	2 Știft de ancorare, roșu	20	7061-W10-C1R
<input type="radio"/>	3 Bolt de	32	1156-W10-A1R
<input type="radio"/>	4 Îmbinare cub cu 6	8	880-W10-N1S1
<input type="radio"/>	5 găuri, tijă gri de 60 mm	12	7413-W10-M1S
<input type="radio"/>	6 tijă axă de 100 mm	4	7413-W10-L2S
<input type="radio"/>	7 Convertor doi la unu	16	7061-W10-G1D
<input type="radio"/>	8 Convertor de 90 de grade Y, tijă	14	7061-W10-J2D
<input type="radio"/>	9 neagră cu 5 găuri, negru	12	7413-W10-K2D
<input type="radio"/>	10 Tijă transversală cu 5 găuri	10	7413-W10-K3D
<input type="radio"/>	11 Tijă rotunjită lată cu 3 găuri	2	7404-W10-C1D
<input type="radio"/>	12 Tijă rotunjită lată cu 7 găuri	2	7404-W10-C2D
<input type="radio"/>	13 Tijă plată rotunjită cu 7 găuri 14	2	7404-W10-C3D
<input type="radio"/>	Tijă cu 9 găuri	24	7407-W10-C1D
<input type="radio"/>	15 Tijă transversală cu 9 găuri	13	7407-W10-C2D
<input type="radio"/>	16 Tijă cu 11 găuri	11	7413-W10-P1D
<input type="radio"/>	17 Buton scurt	8	7061-W10-W1D
<input type="radio"/>	18 Blocare ax	9	3620-W10-A1D
<input type="radio"/>	19 Snur negru, 400 cm	2	R39-W85-400D
<input type="radio"/>	20 Foaie de plastic tăiată cu matriță	1	K41-7410
<input type="radio"/>	21 Pârghie știft de ancorare	1	7061-W10-B1Y
<input type="radio"/>	22 Conector cu 6 căi	24	7410-W10-A1S
<input type="radio"/>	Conector cu 23 șiruri	24	7410-W10-B1S
<input type="radio"/>	24 Conector tijă axului	32	7410-W10-C1S

Tăind sfoara la lungime

Va trebui să tăiați cele două șiruri negre de 400 cm la următoarele lungimi. Lungimile specifice necesare fiecărui model sunt indicate în instrucțiunile de asamblare pentru fiecare model.

20 cm x 4

24 cm x 4

38 cm x 8



BINE DE STIUT!

Dacă vă lipsește vreo piesă, vă rugăm să contactați serviciul pentru clienți Thames & Kosmos.

SUA: techsupport@thamesandkosmos.com

Marea Britanie: techsupport@thamesandkosmos.co.uk

>>> CUPRINS

Informații importante..... În interiorul capacului frontal

Conținutul setului.....1

Cuprins..... 2

Ce este ingineria structurală?..... 3

Pătrat și pătrat contravântuit.....4

Vecori, forțe și momente..... 5

Triunghi și armătură simplă 7

Cadrul casei.....8

Casă modernă..... 9

Podul fasciculului 13

Pod cu grinzi armate 14

Podul truss..... 15

Sarcină.....17

Cub de compresie18

Cub armat și tetraedru 19

Elemente structurale: stâlpi, grinzi și plăci20

Zgârie-nori versiunea 1 21

zgârie-nori versiunea 2 23

Podul arcului puntea 25

Pod cu arc legat 28

Tensegritatea 30

Elemente structurale: cateneri, cabluri, arcade și carcase..... 31

Turnul de cablu32

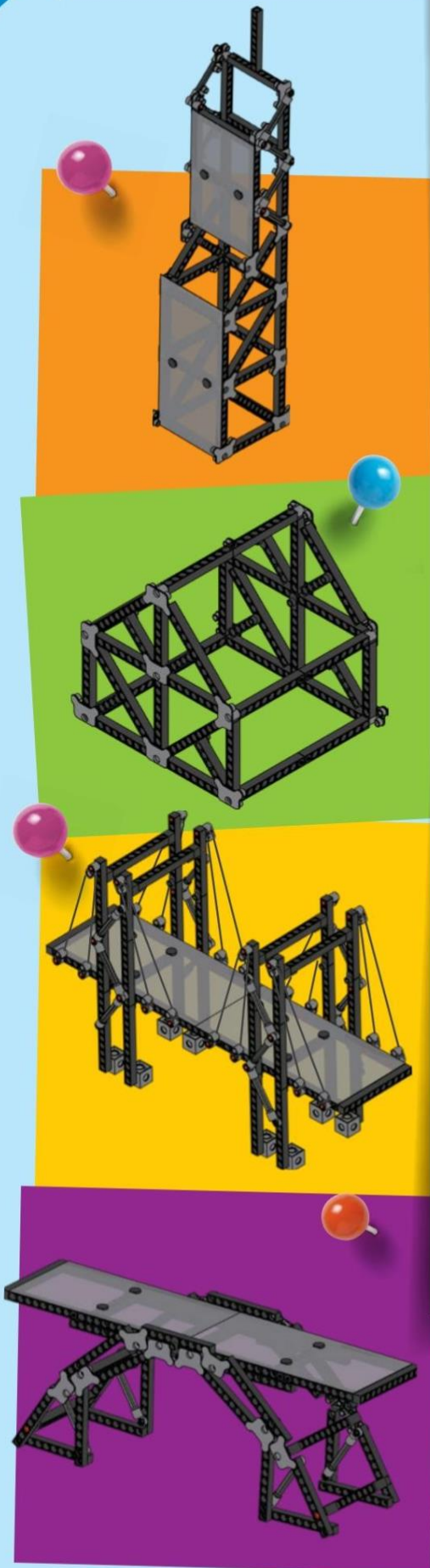
Pod suspendat..... 36

Pod cu tirant 40

Tipuri de poduri.....43

Design zgârie-nori 44

Informații despre editorÎn interiorul capacului din spate



BACISIS!

În partea de sus a fiecărei pagini de asamblare a modelului, veți găsi o bară roșie:

>>> Arată cât de dificil va fi asamblarea modelului:

Three red buttons with circles inside, representing difficulty levels:

- Button 1: One blue circle, two white circles. Labeled "u or" below.
- Button 2: Two blue circles, one white circle. Labeled "mediu" below.
- Button 3: Three blue circles. Labeled "greu" below.

Ce este ingineria structurală?

Inginerii structurali aplică legile fizice și cunoștințele empirice pentru a construi sisteme structurale complexe. Cunoștințele empirice sunt pur și simplu informații pe care le înveți observând rezultatele experimentelor și observând evenimentele din lumea din jurul tău. Inginerii construiesc structuri complexe combinând multe piese mai simple, numite elemente structurale, împreună. Aceste elemente sunt bine documentate proprietăți fizice, astfel încât inginerii să poată prezice modul în care vor lucra împreună în structura finală. În acest kit, tu va afla despre unele dintre acestea elemente structurale și folosiți-le pentru construiți-vă propriile structuri complexe.

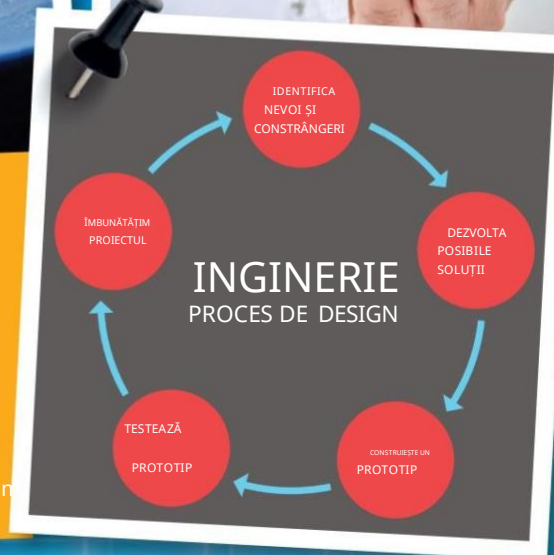


Când oamenii se gândesc la inginerie structurală, cel mai adesea își imaginează proiectarea și construcția clădirilor, turnurilor, barajelor și podurilor. Dar inginerii structurali sunt, de asemenea, implicați în proiectarea structurilor precum sateliți, avioane, nave și dispozitive medicale, cum ar fi stenturile. Aceleași legi fizice se aplică pentru proiectarea structurilor de toate formele și dimensiunile.



CE ESTE DESIGNUL ?

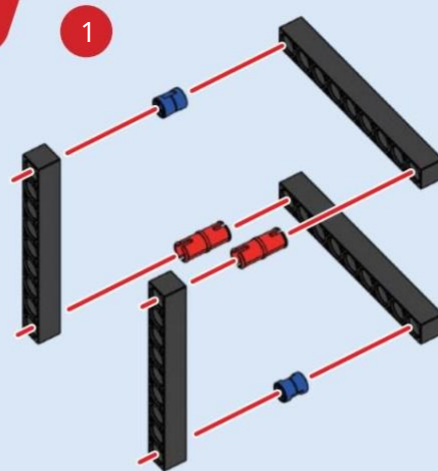
Inginerii folosesc adesea cuvântul „design” pentru a descrie ceea ce fac. Designul este o secvență de pași care sunt utilizați pentru a prelua o idee de la concept la un produs sau proces funcțional. Procesul de proiectare inginerească este iterativ, ceea ce înseamnă că pașii pot fi repeți de mai multe ori și apoi se pot face îmbunătățiri de fiecare dată, până când se obține rezultatul corect sau optim.



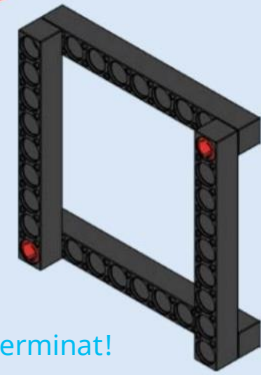


PĂTRAT

În primul rând, să construim câteva modele simple și să efectuăm experimente simple cu ele pentru a arăta cum conectarea elementelor structurale între ele în moduri diferite poate afecta rezistența și stabilitatea unei structuri.



2



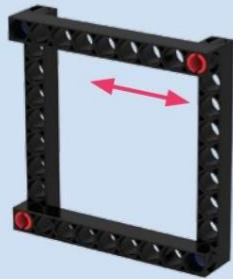
Terminat!

EXPERIMENTUL 1

Stabilitatea unei forme

IATĂ CUM

Țineți un colț al modelului într-o mână și încercați să deformați modelul mutând colțul opus. Modelul se deformează?



CE SE ÎNTÂMPLĂ ?

Când împingeți pe colțul pătratului, aplicați o forță sau o sarcină structurii. Un obiectiv al ingineriei structurale este de a atinge stabilitatea unei structuri sub diferite sarcini. Toate structurile își vor schimba forma într-o oarecare măsură atunci când sarcinile acționează asupra lor.

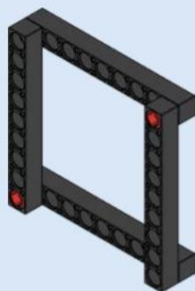
Într-o structură stabilă, modificările de formă sau deformațiile sunt mici, iar forțele din interiorul structurii readuc structura la forma inițială după ce sarcina este îndepărtată.

Într-o structură instabilă, modificările de formă sunt mari și de obicei cresc atâta timp cât se aplică forțele. O structură instabilă nu are forțele interne necesare pentru a readuce structura la forma inițială. Este pătratul o structură stabilă sau instabilă?



PĂTRAT

1

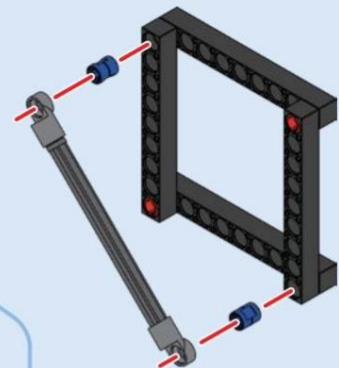


Începeți cu modelul din experimentul 1.

2



3

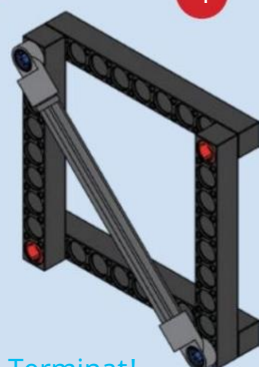


EXPERIMENTUL 2

Armat structurilor

IATĂ CUM

Repețiți Experimentul 1 cu pătratul întărit. Cum reacționează pătratul contravântuit la sarcină?



Terminat!



Cadrul unei biciclete folosește o formă similară!

CE SE ÎNTÂMPLĂ ?

Ați transformat modelul pătrat într-o structură stabilă prin adăugarea unei tije care leagă cele două colțuri. Acest lucru a blocat unghiul celorlalte tije. Când apăsați pe colțul pătratului, puteți simți că modelul se mișcă puțin. Pe măsură ce încetați să apăsați pe el, puteți simți că revine la forma sa inițială.

VERIFICĂ



Vectori, Forțe și Momente

Pentru a înțelege ce face o structură stabilă, trebuie să înțelegem vectorii, forțele și momentele.

VECTORI

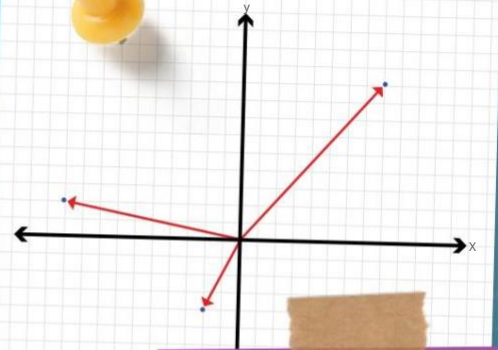
O cantitate care necesită doar o unitate de mărime pentru a o descrie este cunoscută ca **scalar**.

De exemplu, dacă doriți să descrieți cât cântărește un obiect, ar trebui să includeți doar o unitate de măsură, cum ar fi lire sterline (lb) sau kilograme (kg).

În fizică și inginerie, un alt concept util este un **vector**. Un vector este o mărime care are atât **o mărime**, cât și **o direcție**.

Doă exemple importante de vectori sunt **viteza și accelerația**. Viteza descrie cât de repede se mișcă un obiect și în ce direcție. Dacă ai mers cu bicicleta la cinci mile pe oră și ai mers spre nord, atunci asta ar fi viteza ta.

Accelerația este o măsură a modului în care se modifică viteza unui obiect. Un obiect, cum ar fi o mașină, accelerează atunci când accelerează, încetinește sau își schimbă direcția.



Vectorii sunt reprezentate prin săgeți. Capul săgeții puncte în direcția vectorului și lungimea dreptei reprezintă mărimea vectorului. O săgeată mai lungă înseamnă o magnitudine mai mare.

O parte importantă a ingineriei structurale este calcularea modului în care forțele și momentele afectează și trec printr-o structură. O greșală în aceste calcule ar putea duce la defectarea structurii sau la căderea sa.

FORȚE

O **forță** este o interacțiune între obiecte. Există trei legi care guvernează modul în care se comportă forțele, numite legile mișcării lui Newton.



PRIMA LEGĂ A MIȘCĂRII LUI NEWTON...

... afirmă că un obiect rămâne în repaus sau în mișcare cu o viteză constantă, cu excepția cazului în care este acționat de o forță netă. Aceasta este adesea numită legea inerției și este simplificată astfel: „Un obiect în mișcare rămâne în mișcare, iar un obiect în repaus rămâne în repaus”.



$$F=ma$$



Cu cât mai multă forță... cu atât mai multă accelerație



(pentru aceeași masă)

A DOUA LEGE A MIȘCĂRII LUI NEWTON

afirmă că suma forțelor asupra unui obiect este egală cu masa (m) a obiectului înmulțită cu accelerația (a) a obiectului sau

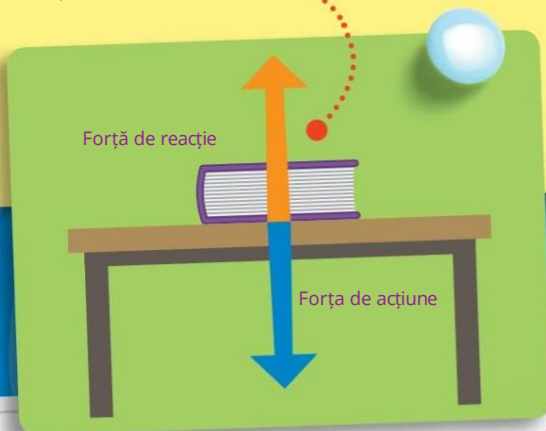
$$F = m \times a$$

Atât accelerația, cât și forța sunt vectori, așa că ambele se pot schimba dacă se modifică fie magnitudinea, fie direcția.



A TREIA LEGE A MIȘCĂRII LUI NEWTON afirmă

că atunci când o forță este exercitată asupra unui obiect, obiectul exercită o forță egală ca mărime, dar opusă ca direcție. În ingineria structurală, aceste forțe se numesc forțe de reacție. Acestea apar de obicei la conexiuni sau suporturi.



De exemplu, toate obiectele au o greutate, care se datorează forței gravitației care acționează asupra lor. Dacă o carte stă pe o masă, cartea generează o forță care împinge în jos masa din cauza greutății sale. Masa împinge înapoi cartea cu o forță egală și opusă. Dacă nu ar exista forță de reacție, cartea ar cădea prin masă!

MOMENT

O forță tinde să determine mișcarea unui obiect. Dar, în funcție de locul în care se aplică forța asupra unui obiect, forța poate determina și rotirea unui obiect. De exemplu, dacă apăsați pe capătul unei chei, forța o face să se rotească în jurul șurubului. Un moment este o măsură a tendinței unei forțe de a face ca un obiect să se rotească în jurul unui anumit punct de referință. Un moment se calculează înmulțind forța cu distanța dintre punctul în care forța acționează asupra obiectului și punctul

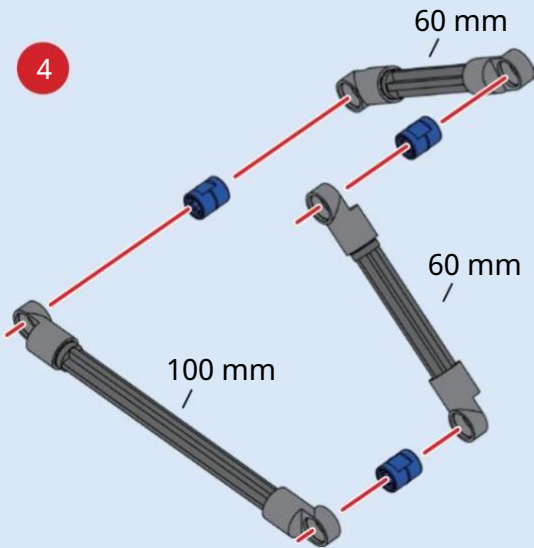
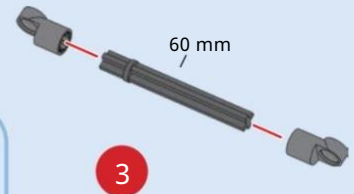
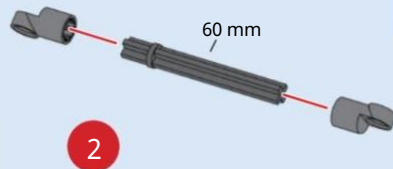
$$\text{de referință: } M = F \times d$$

Puteți crește momentul prin creșterea forței sau a distanței dintre forță și punctul de rotație.



Un moment este tot un vector, dar este reprezentat de o săgeată curbă. Direcția săgeții (în sensul acelor de ceasornic sau în sens invers acelor de ceasornic) reprezintă direcția momentului, iar lungimea reprezintă magnitudinea.

TRIUNGHI



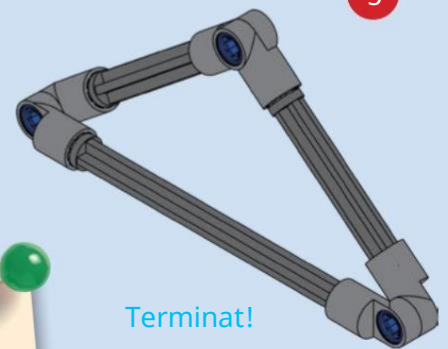
EXPERIMENTUL 3

Minimizarea materialelor

IATĂ CUM

Repețiți experimentul 1 cu triunghiul. Cum se compară triunghiul cu pătratul și pătratul întreținut?

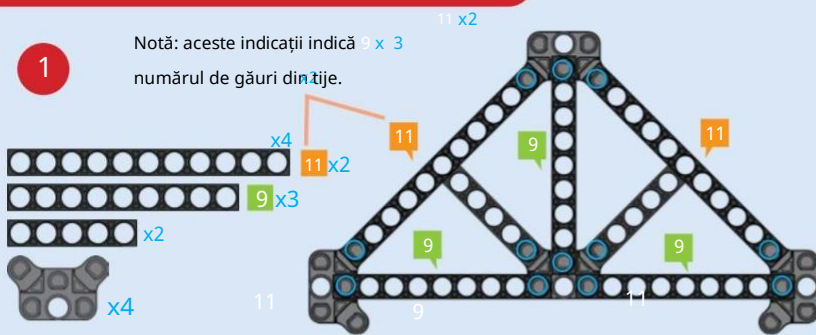
Triunghiul este cea mai simplă formă geometrică care este stabilă.



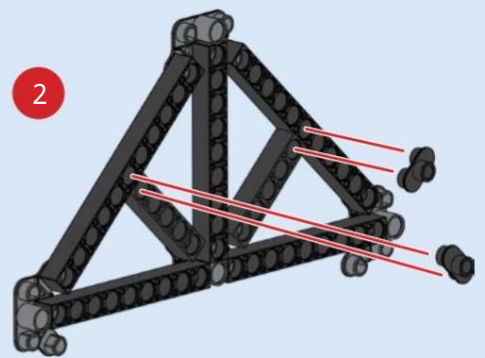
SIMPLU TRUSS

1

Notă: aceste indicații indică numărul de găuri din tije.



2

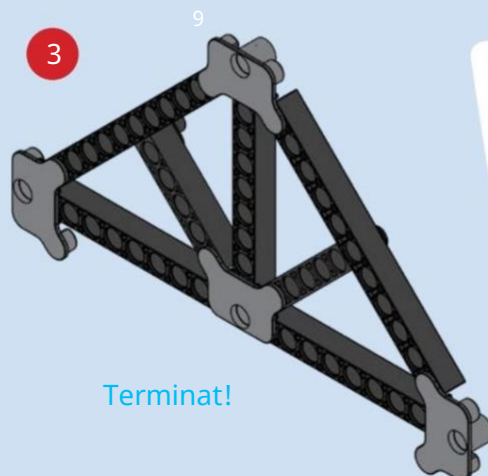


EXPERIMENTUL 4

Sarpă simplă

IATĂ CUM

Împingeți și trageți de colțurile fermei simple. Observați cum răspunde la aceste forțe. Comparați acest lucru cu experimentele anterioare.



CE SE ÎNTÂMPLĂ ?

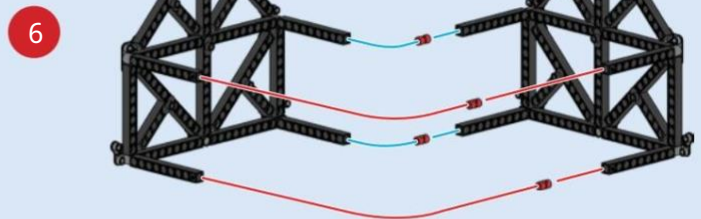
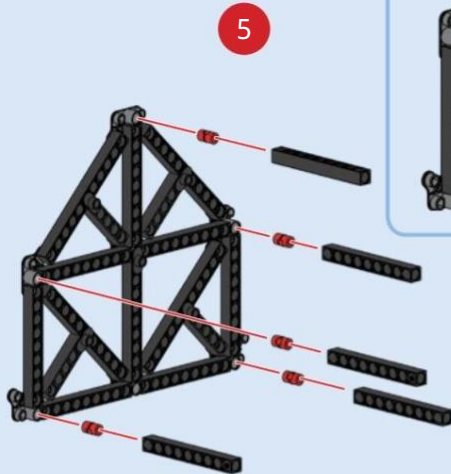
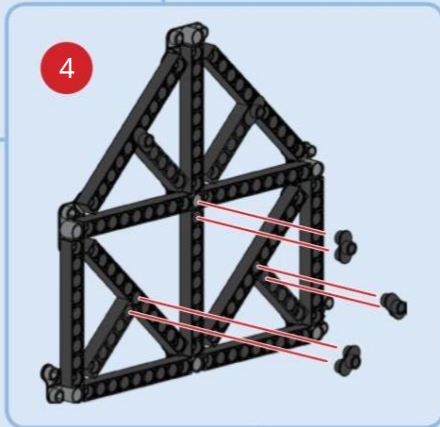
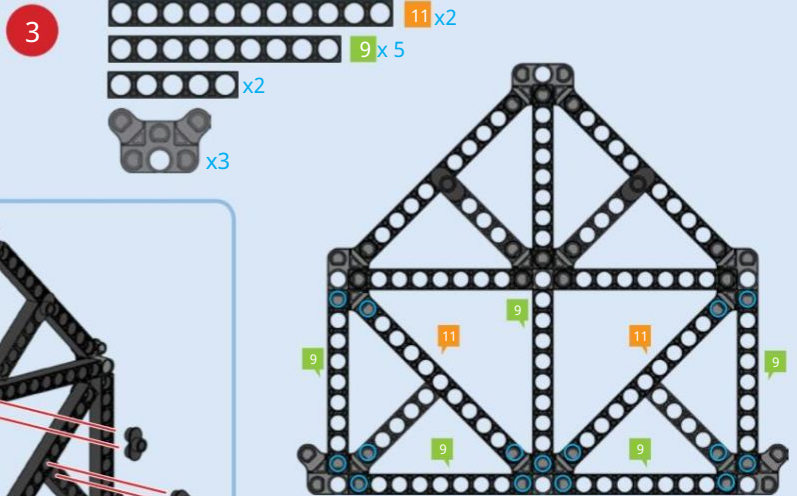
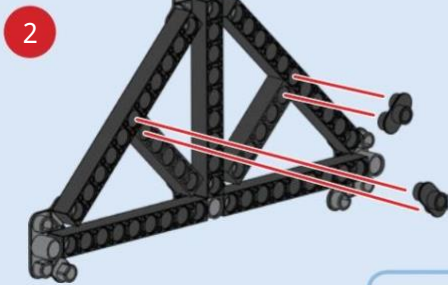
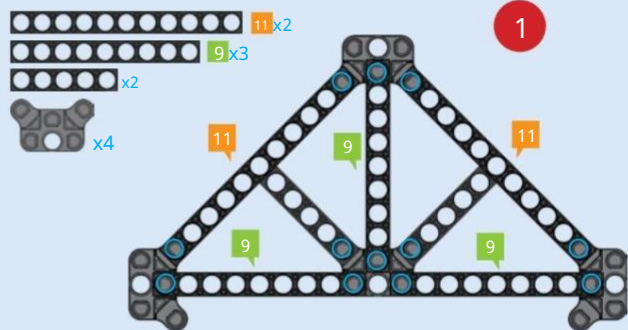
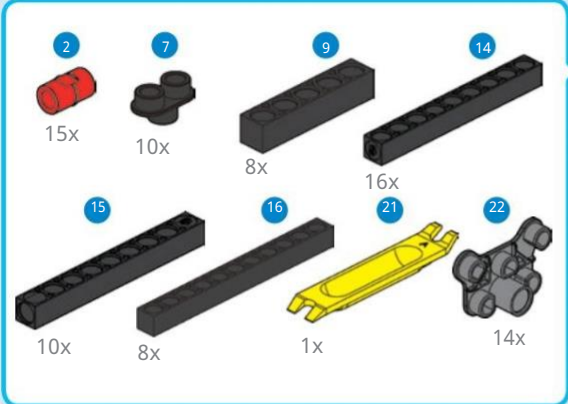
Inginerii structurali combină în mod regulat elemente simple și bine înțelese împreună pentru a construi structuri mai complexe. În acest caz, patru triunghiuri sunt combinate împreună pentru a forma ceea ce se numește o fermă simplă. Armătura folosește o cantitate relativ mică de material pentru a obține o cantitate relativ mare de stabilitate.



CADRU CASĂ

Acum, să construim câteva modele mai complexe folosind unele dintre elementele simple pe care le-ați construit deja.

2x
Repețiți pașii 1-5 de două ori.



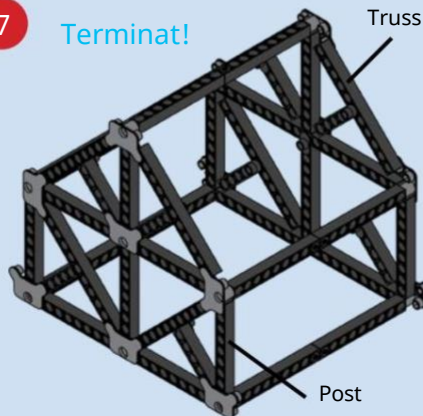
EXPERIMENTUL 5

Zăpadă pe acoperiș

IATĂ CUM

Deschideți o carte grea în mijloc și puneți-o peste partea de sus a cadrului casei. Ce observați că se întâmplă cu cadrul casei?

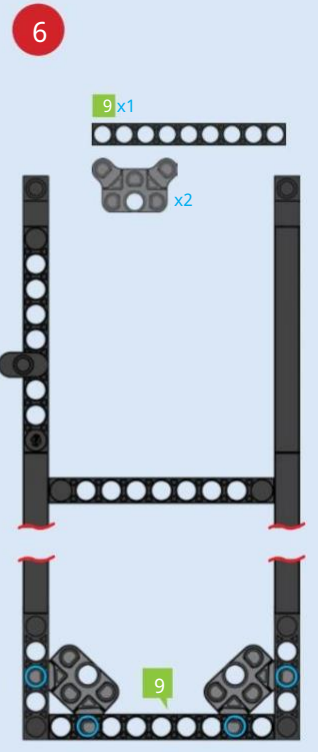
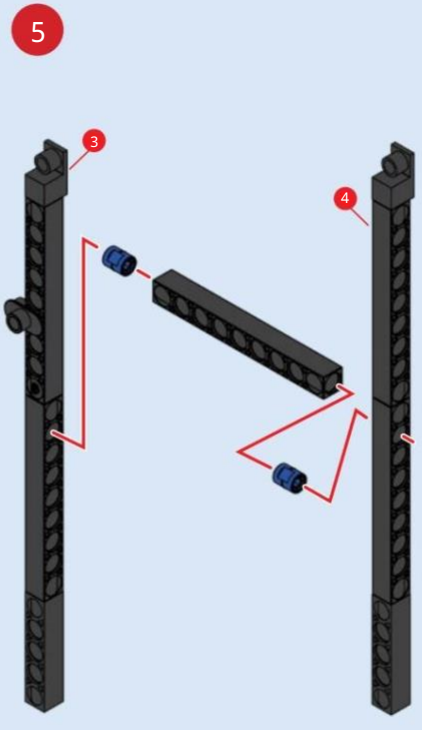
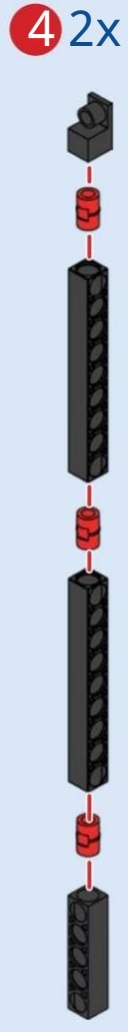
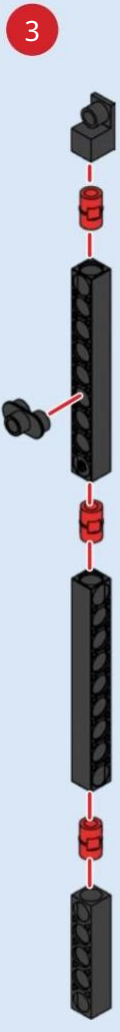
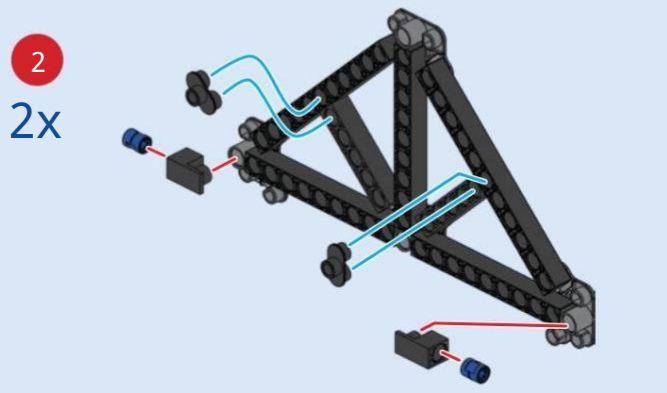
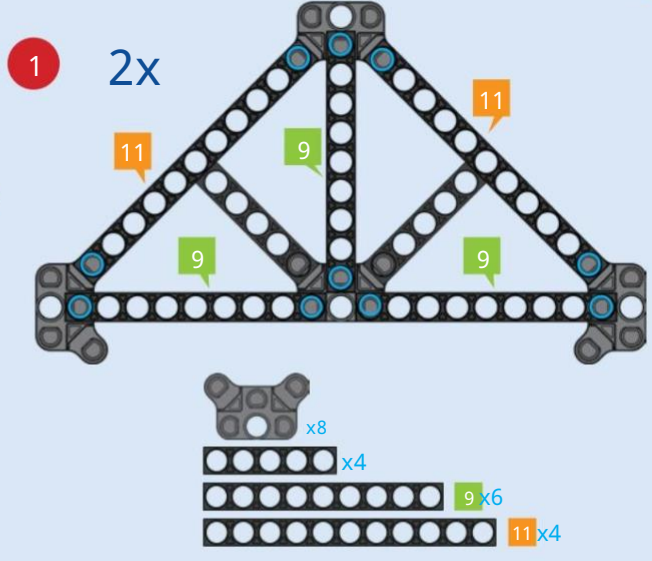
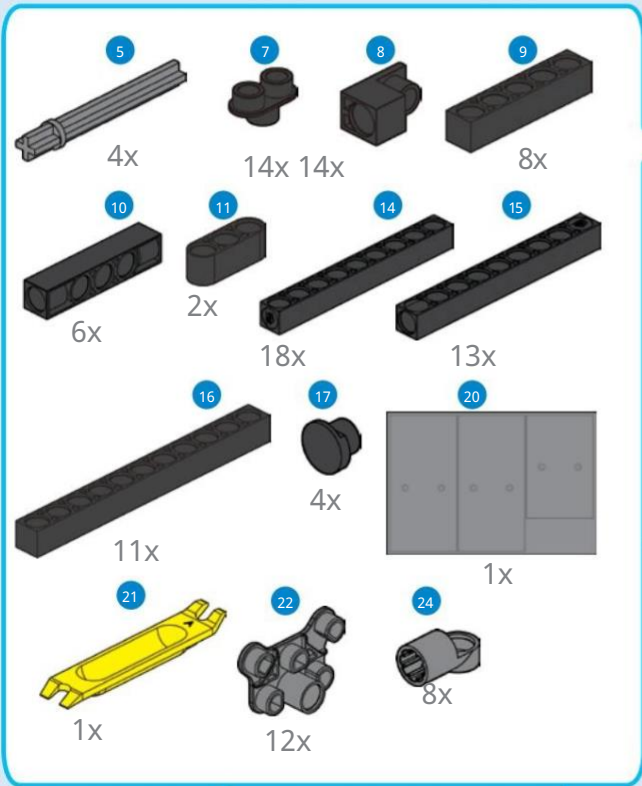
7 Terminat!

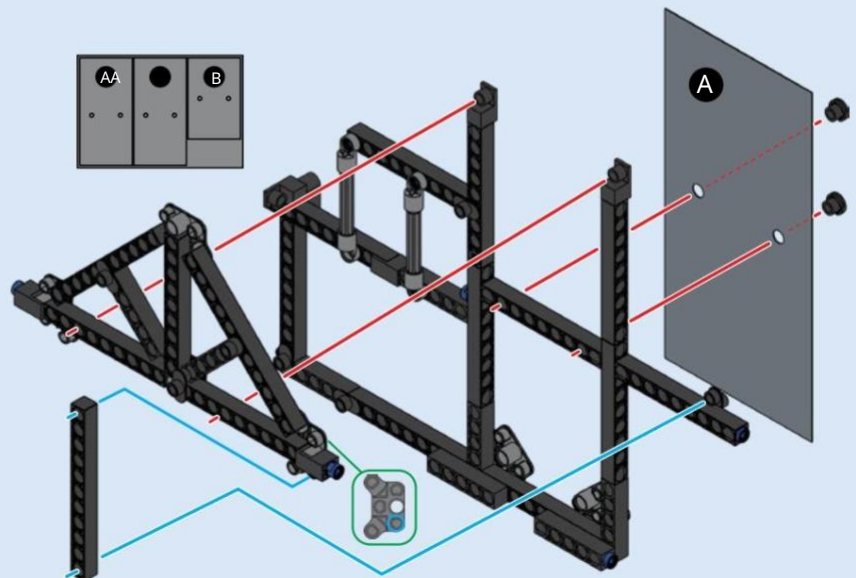
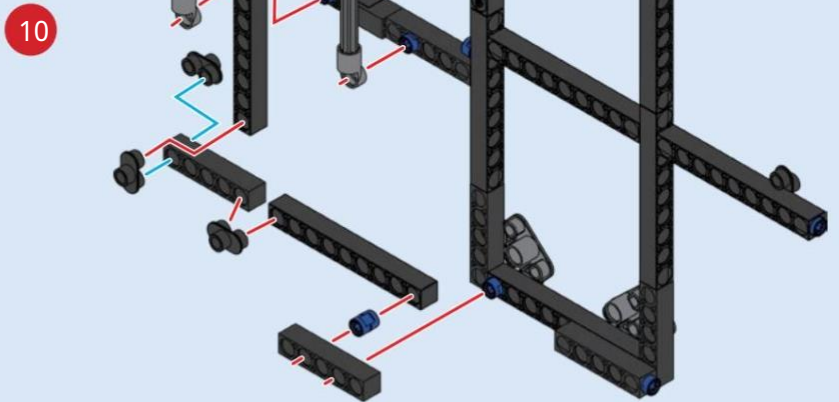
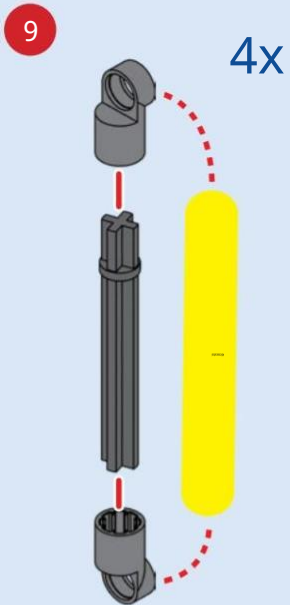
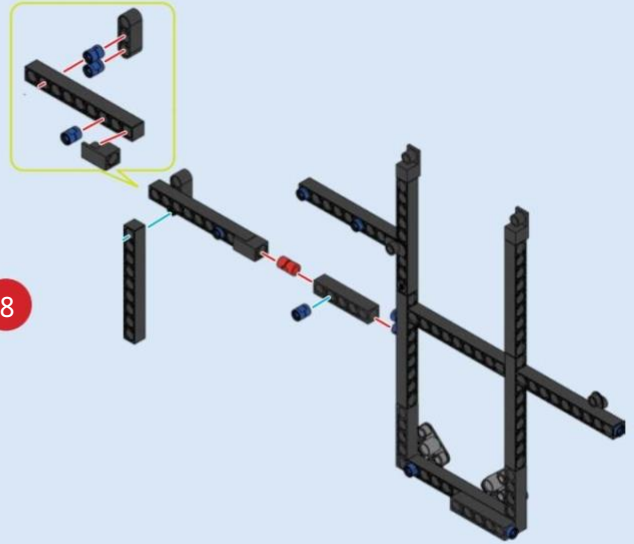
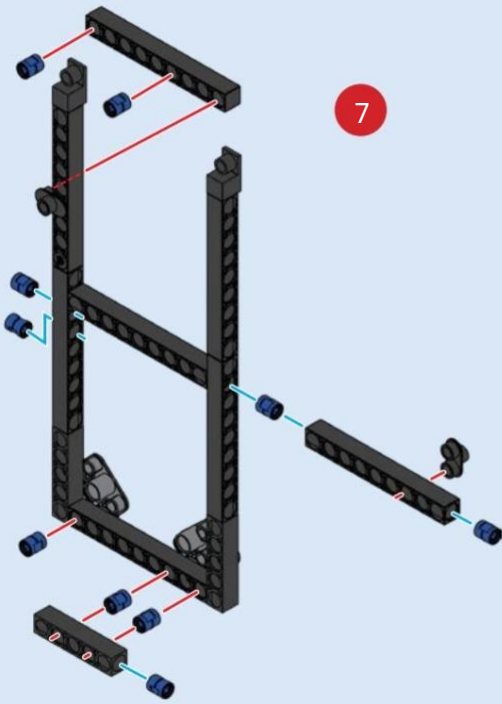


CE SE ÎNTÂMPLĂ ?

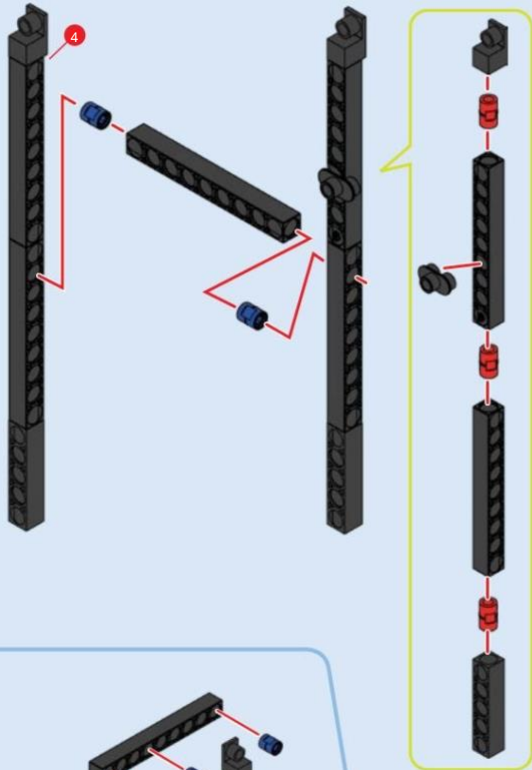
Fermele sunt folosite pentru a susține acoperișurile caselor. În acest experiment, fermele de acoperiș transferă sarcina de la carte pe stâlpii cadrului casei. Stâlpii transferă apoi sarcina în jos pe suprafața pe care se află modelul de cadru de casă, care împinge înapoi în sus.

CASĂ MODERNĂ

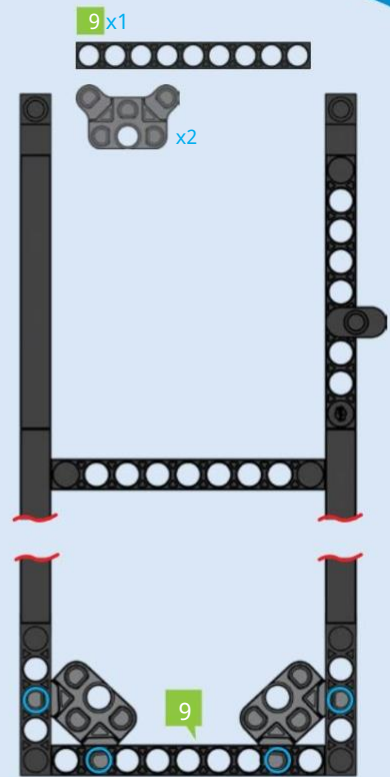




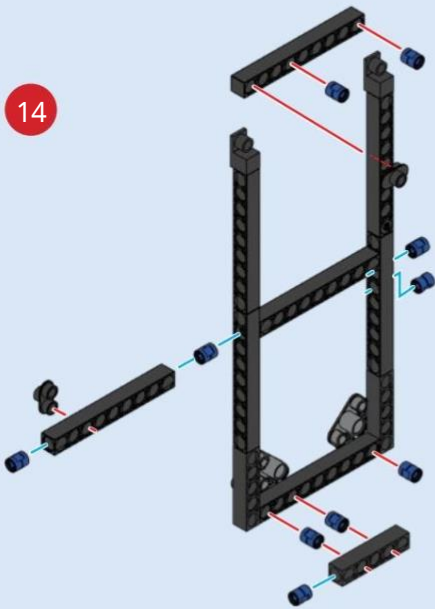
12



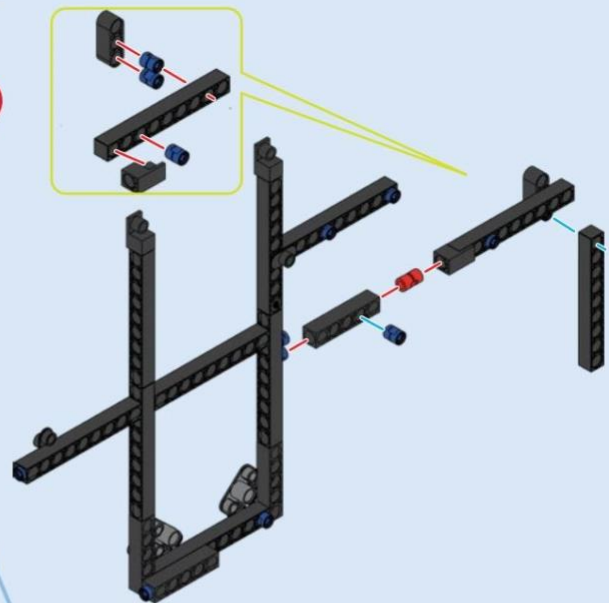
13



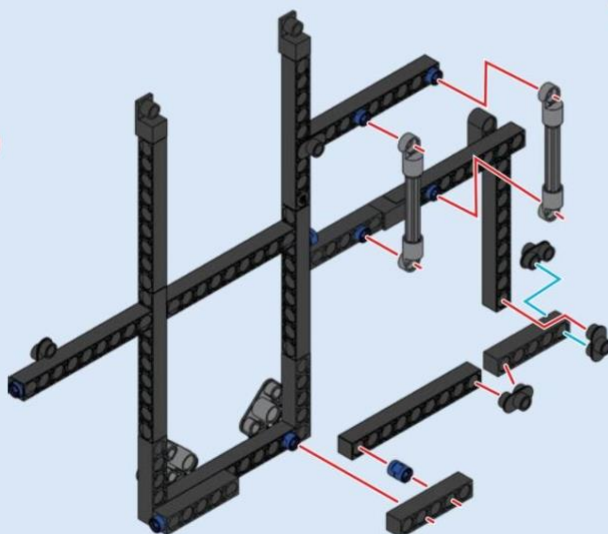
14



15

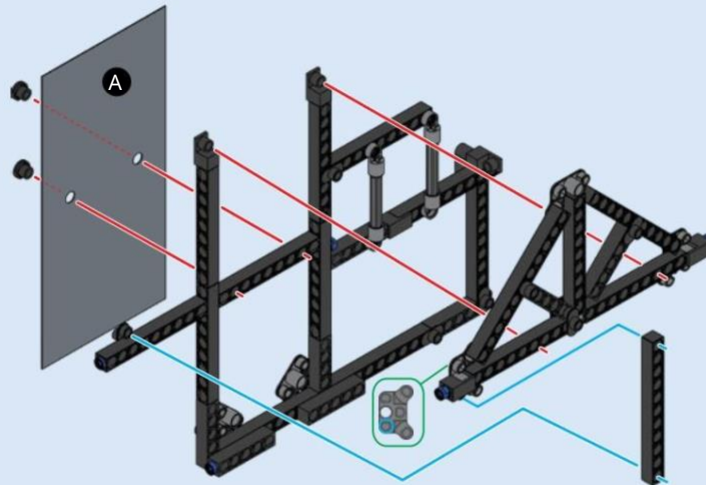


16

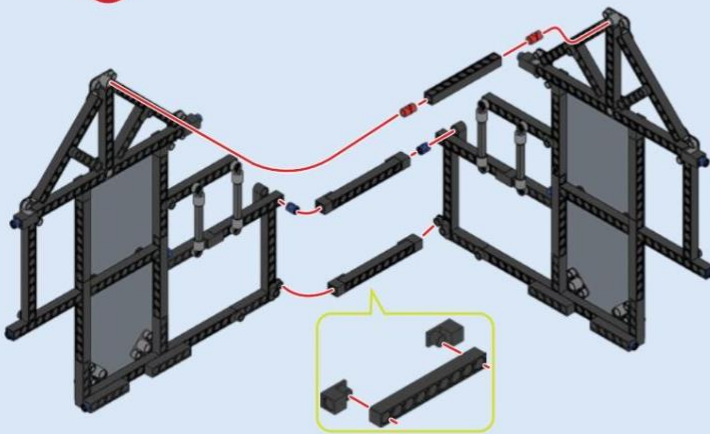




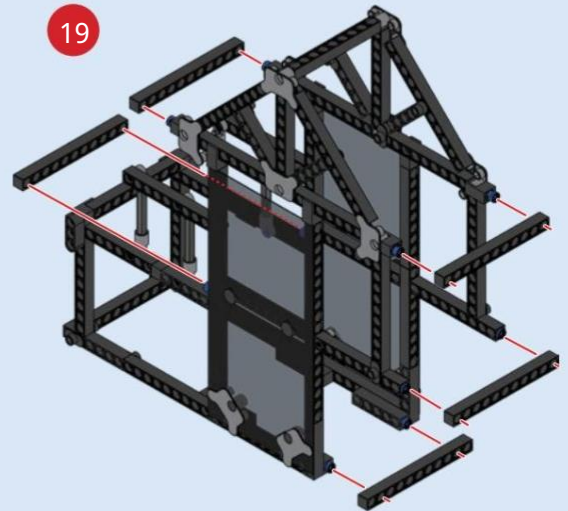
17



18



19



EXPERIMENTUL 6

Provocare de proiectare ingierească: casă

IATĂ CUM

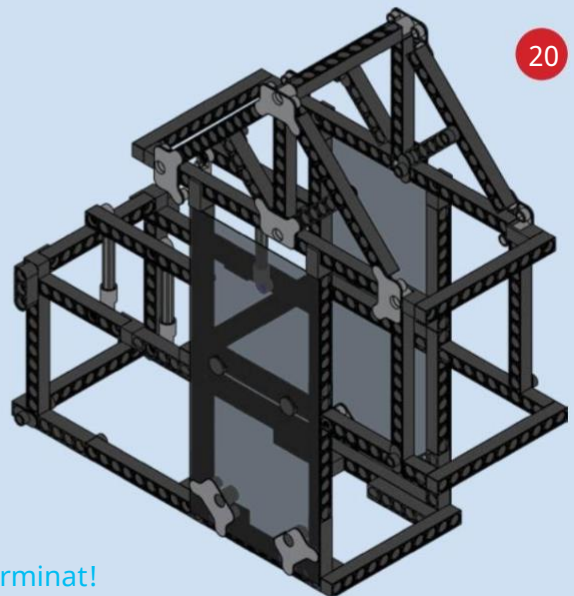
Folosind doar materialele din acest kit, proiectează-ți și construiește-ți propria casă. Gândeți-vă cum vor fi camerele din casă

fi folosit. De câte camere ai nevoie? Cum ești limitat de spațiul și materialele pe care le ai?

Ce trebuie să faceți pentru a face casa sigură și confortabilă pentru ocupanții săi?

Acestea sunt doar câteva dintre întrebările pe care inginerii și arhitecții trebuie să le ia în considerare atunci când proiectează și construiesc o casă.

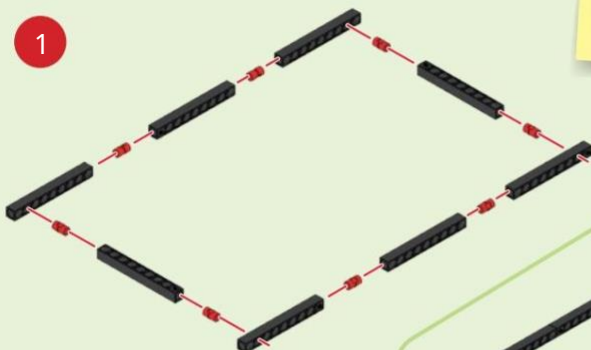
20



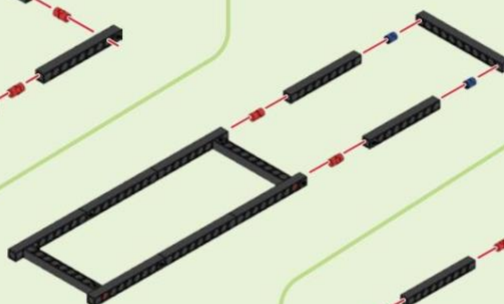


PODUL DE BRINZI

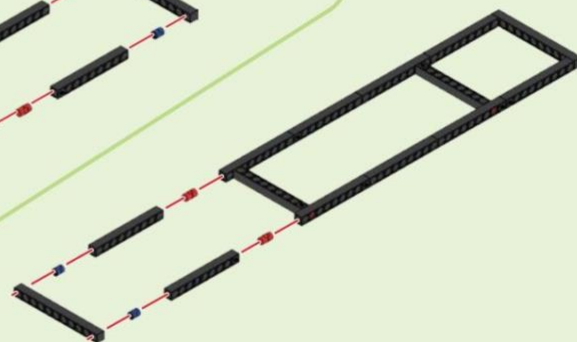
Acum, haideți să aplicăm ceea ce ați învățat deja la un alt tip de structură atât de multe structurale proiectare de ingineri: poduri!



1



2



3

EXPERIMENTUL 7

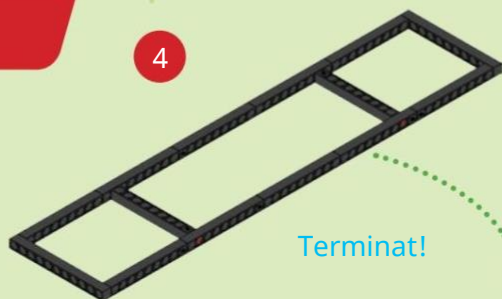
Îndoire

IATĂ CUM

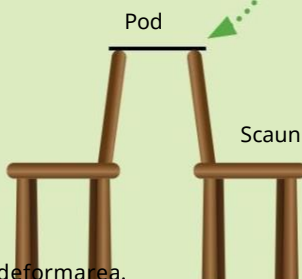
Instalați două scaune așa cum se arată.

Așezați puntea de grinzi astfel încât să se întinde pe distanța dintre spătarele celor două scaune. Legați o greutate de centrul podului folosind o sfoară. Folosiți o riglă pentru a măsura deformarea sau gradul în care puntea este deplasată sub sarcină, la mijloc. Schimbați greutatea și măsurați din nou deformarea.

4



Terminat!



CE SE ÎNTÂMPLĂ ?

Când agățați greutatea pe podul grinzii, forța greutății face ca puntea să se deformeze sau să se îndoie, deoarece podul este susținut doar de cele două scaune de la capete. Mijlocul podului se deviază în jos deoarece materialele podului nu sunt suficient de puternice sau rigide pentru a contracara sarcina.

Vă puteți gândi la câteva modalități în care ați putea face acest pod mai puternic și să deviați mai puțin?

Proiectare inginerească:

Capacitatea de funcționare și proprietățile materialelor

Inginerii structurali trebuie să ia în considerare funcționalitatea tuturor structurilor pe care le proiectează.

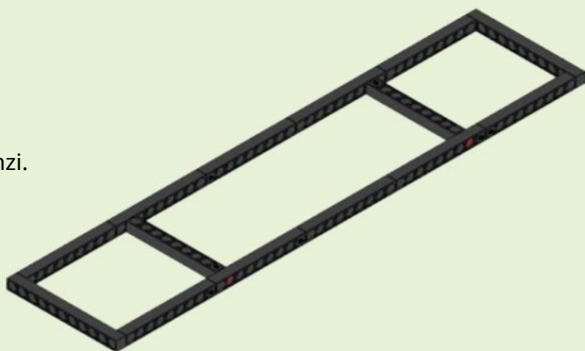
Serviciul este capacitatea unei structuri de a-și îndeplini funcția. Un inginer structural trebuie să ia în considerare nu numai capacitatea unei structuri de a rămâne în picioare, ci și dacă structura va fi capabilă să satisfacă toate nevoile utilizatorilor sau ocupanților săi pe toată durata de viață. De exemplu, structura nu trebuie să vibreze atât de mult încât oamenii să nu se simtă confortabil în interiorul ei.

Pe lângă înțelegerea forțelor și a momentelor, un inginer structural trebuie să înțeleagă proprietățile materialelor pe care le utilizează. **Proprietățile materialelor** sunt măsurători cantitative ale modului în care diferitele materiale răspund la aplicarea diferitelor tipuri de forțe și momente. Proprietățile materialelor permit inginerilor structurali să evalueze beneficiile și dezavantajele utilizării diferitelor materiale.

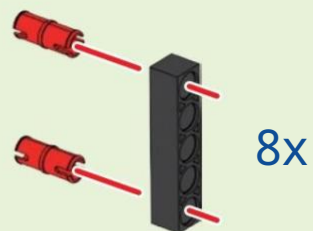


1

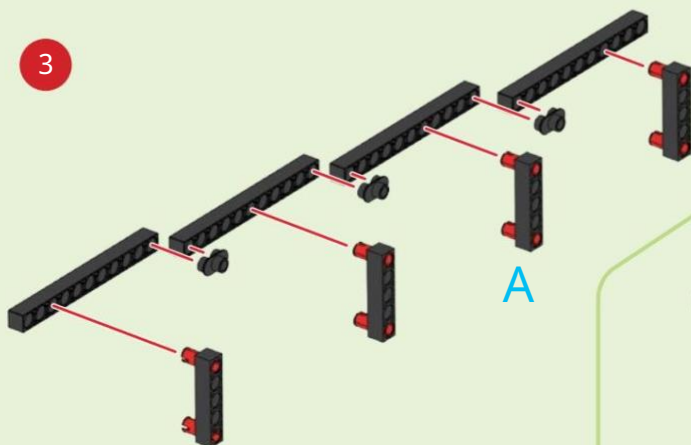
Începe cu
pod de grinzi.



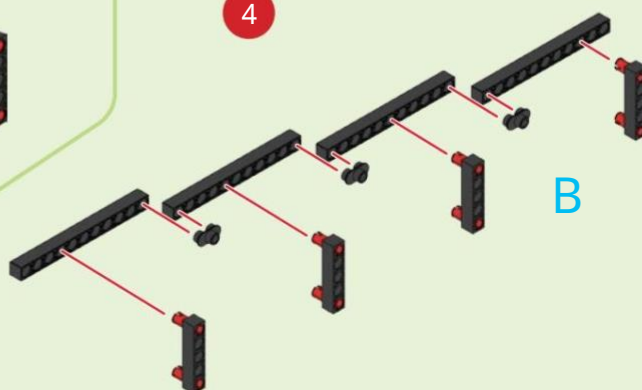
2



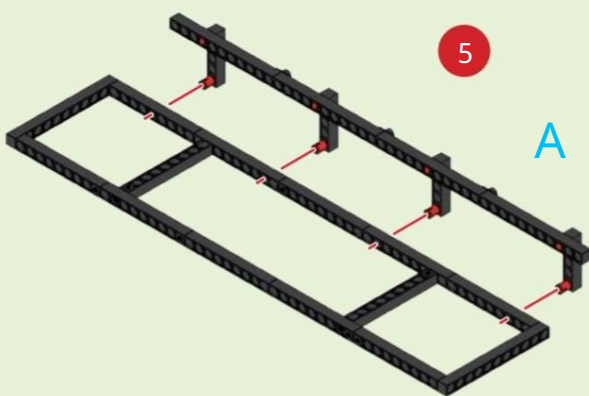
3



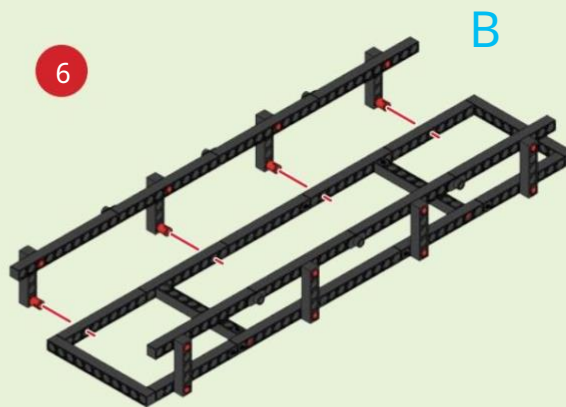
4



5



6



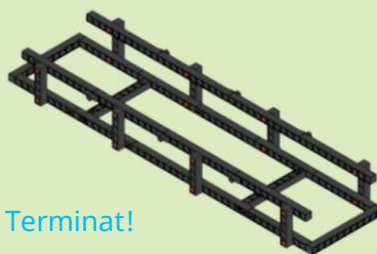
EXPERIMENTUL 8

Trimite întăririle

IATĂ CUM

Așezați puntea de grinzi armate între două scaune așa cum ați făcut în experimentul anterior. Legați o greutate de centrul podului folosind o sfoară. Folosiți o riglă pentru a măsura deformația podului. Comparați deviația cu rezultatele experimentului anterior pentru aceeași greutate.

7

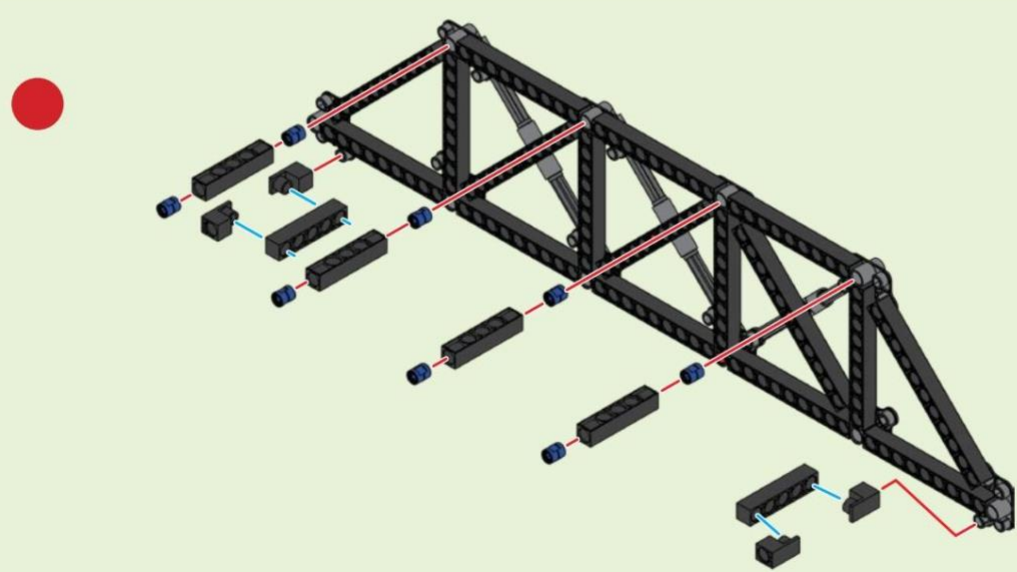
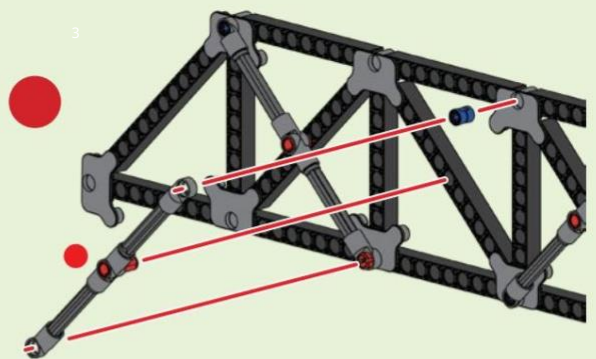
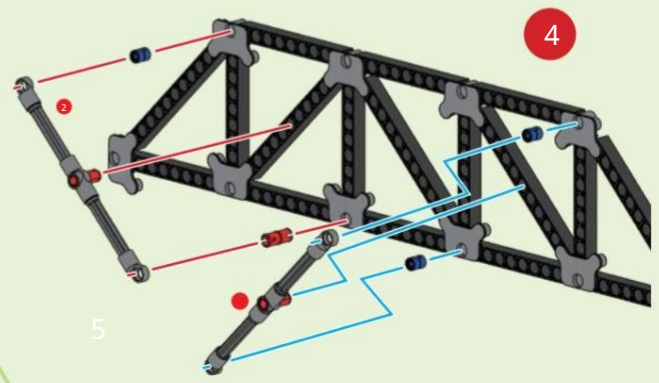
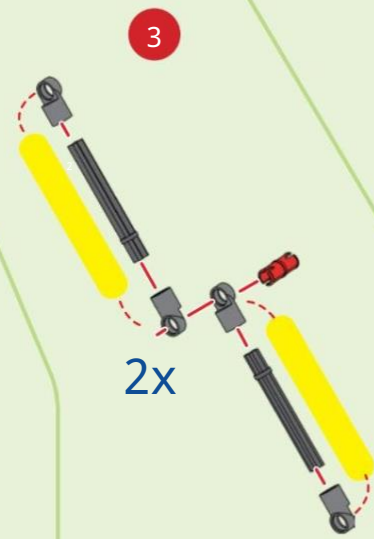
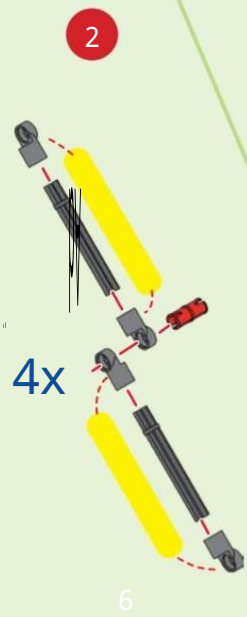
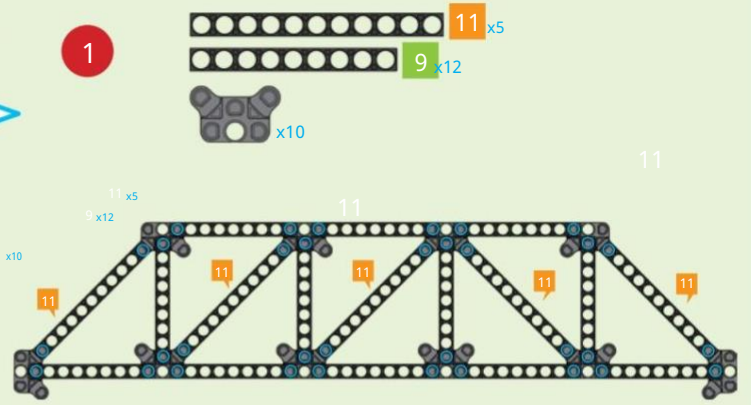
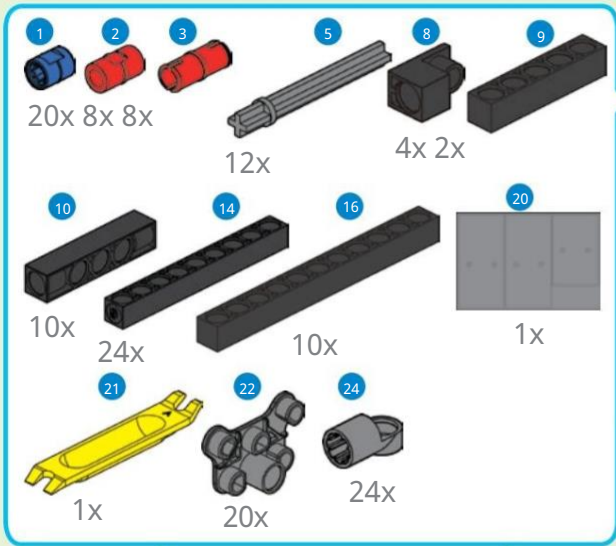


CE SE ÎNTÂMPLĂ ?

Deoarece podul este întărit cu niște șine suplimentare de-a lungul lateral, cantitatea de deformare este redusă.

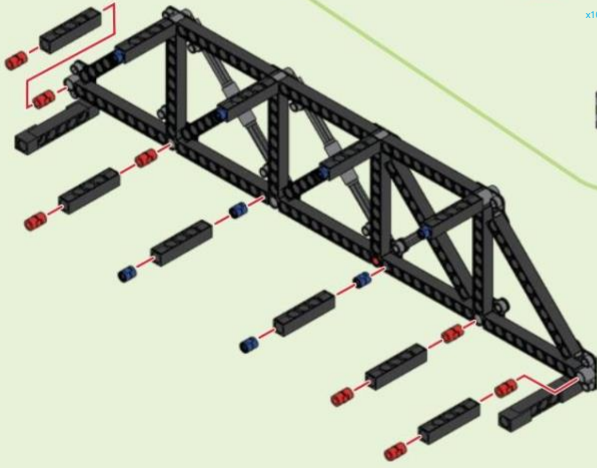


PODUL DE VÂND

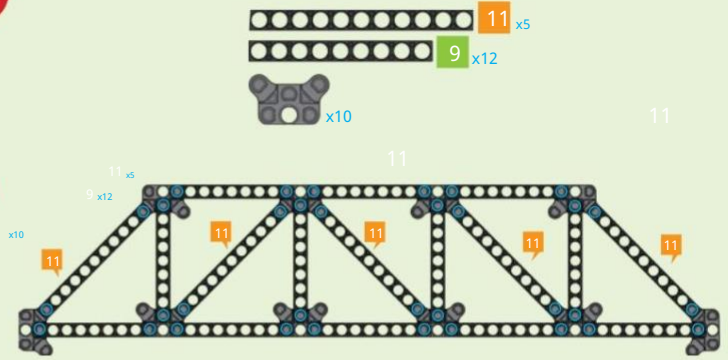




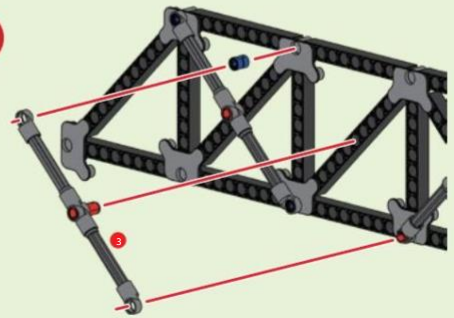
7



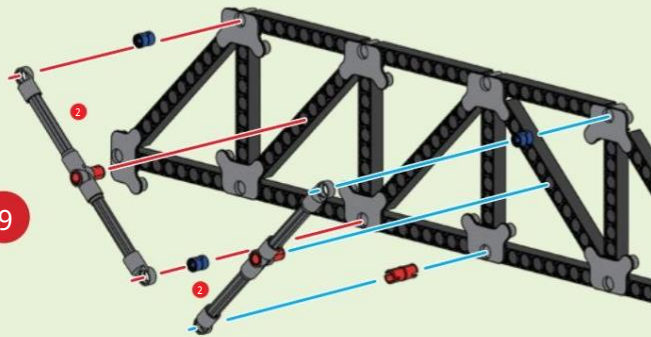
8



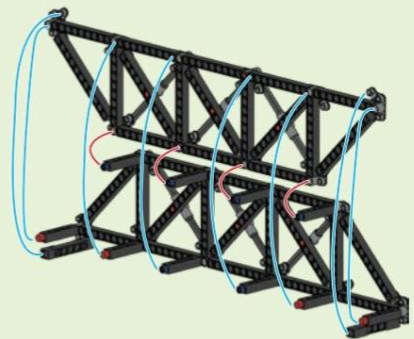
10



9



11



EXPERIMENTUL 9

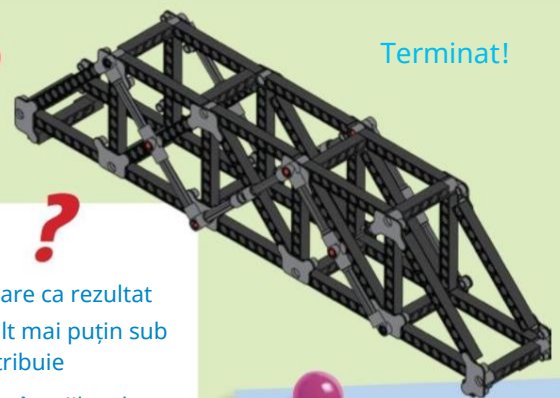
Constrângeri de inginerie

IATĂ CUM

Repetati experimentul 7. Comparați cantitatea de deviere a diferitelor punți. Care pod este cel mai puternic?

O sarcină crucială a unui inginer este să identifice și să înțeleagă constrângerile pentru a dezvolta o soluție. Un inginer trebuie să echilibreze multe compromisuri diferite. Unele compromisuri pe care le poate confrunta un inginer includ resursele disponibile, costul, productivitatea, timpul, calitatea și siguranța.

12



Terminat!

CE SE ÎNTÂMPLĂ ?

Adăugarea fermelor la pod are ca rezultat o punte care se deviază mult mai puțin sub aceeași sarcină. Ferpile distribuie forțele prin pod în așa fel încât mijlocul podului să se devieze mai puțin. Unele dintre tijele din ferme sunt sub compresie, iar altele sunt sub tensiune, iar fiecare tijă și punct de conectare sunt suficient de puternice pentru a rezista forțelor care acționează asupra acesteia.

Citiți despre tensiune și compresie pe pagina următoare.

EXPERIMENT BONUS

Puteți construi acest pod alternativ?

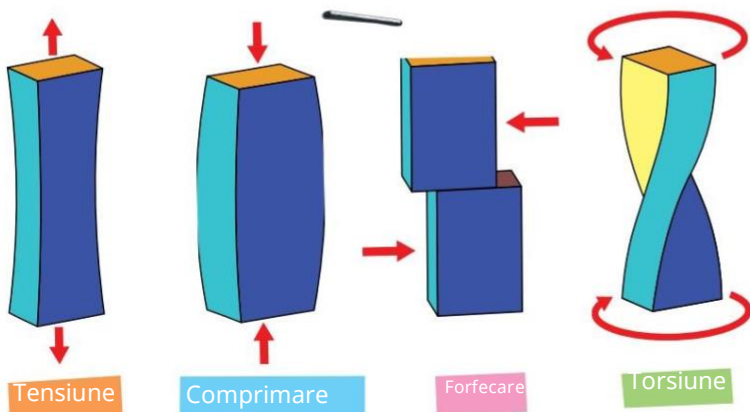


VERIFICĂ



Sarcină

O altă parte importantă a proiectării unei structuri este înțelegerea modului în care sarcinile afectează o structură. Sarcinile sunt forțe, deformații sau accelerații care sunt aplicate unei structuri sau părților acesteia.



Inginerii structurali folosesc adesea patru termeni pentru a descrie modul în care o sarcină poate afecta o structură: tensiune, compresie, forfecare și torsiune.

Tensiunea este orice forță care trage (sau întinde) un obiect.

Compresia este orice forță care împinge (sau strânge) un obiect.

Forța de forfecare este o forță care face ca suprafețele interne paralele dintr-un obiect să alunece unele pe lângă altele. (Veți vedea un exemplu de forfecare în următorul experiment.)

Torsiunea este o forță care provoacă răsucirea unui obiect din cauza unui moment.

ȘTIAȚI ...

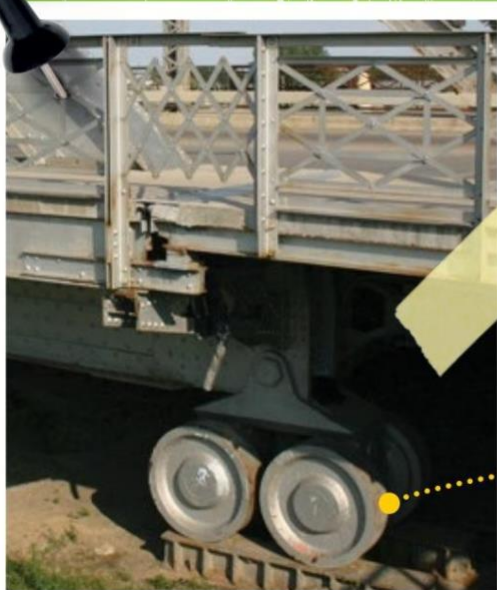
... sticla călită, care este sticla folosită în ecranele smartphone-urilor, este întărită prin tratarea acesteia cu căldură și substanțe chimice pentru a induce o stare de compresie în suprafața exterioară a sticlei și o stare de tensiune în interiorul sticlei. Acest lucru îi crește capacitatea de a rezista la sarcini externe fără a se rupe.

O structură, cum ar fi o clădire, este alcătuită din multe părți diferite,

cum ar fi pereții, podele, grinzi și tavane. Un inginer structural grupează părțile unei clădiri sau structuri într-un număr mic de categorii pe baza comportamentului lor fizic. În acest kit, ne concentrăm pe înțelegerea modului în care stâlpii, grinzile, avioanele, fermele, catenarele, arcadele, cablurile, iar scoicile lucrează într-o structură.

La fel de important ca elementele structurale utilizate într-o clădire sunt și modurile în care acele elemente structurale sunt conectate între ele. O clădire este proiectată pentru a-și transfera în siguranță sarcina prin elementele sale structurale la sol. Există trei tipuri comune de conexiuni utilizate în clădiri: role, știfturi și suporturi fixe.

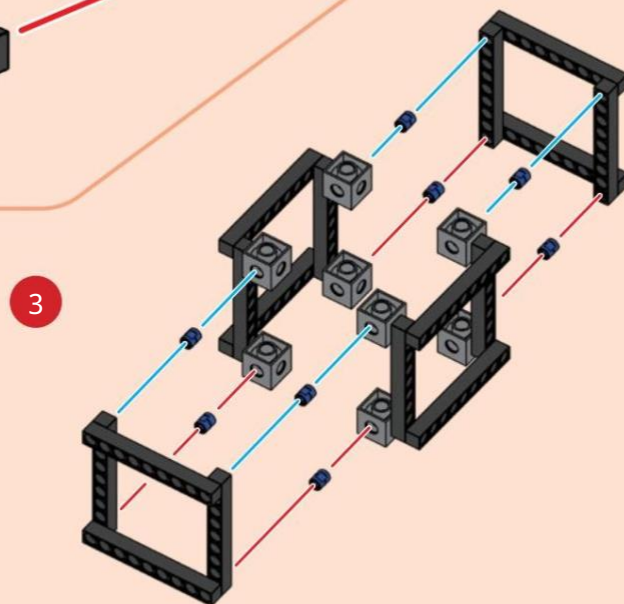
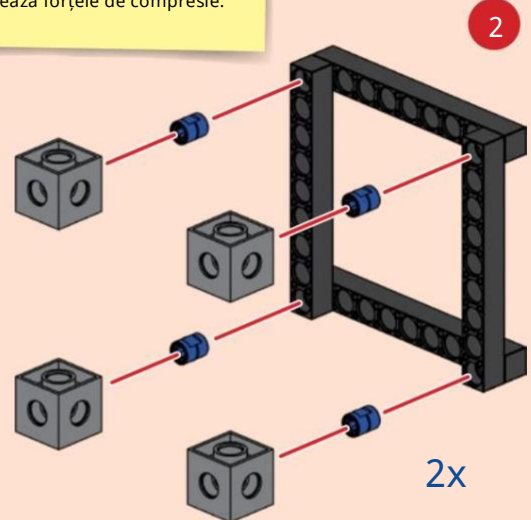
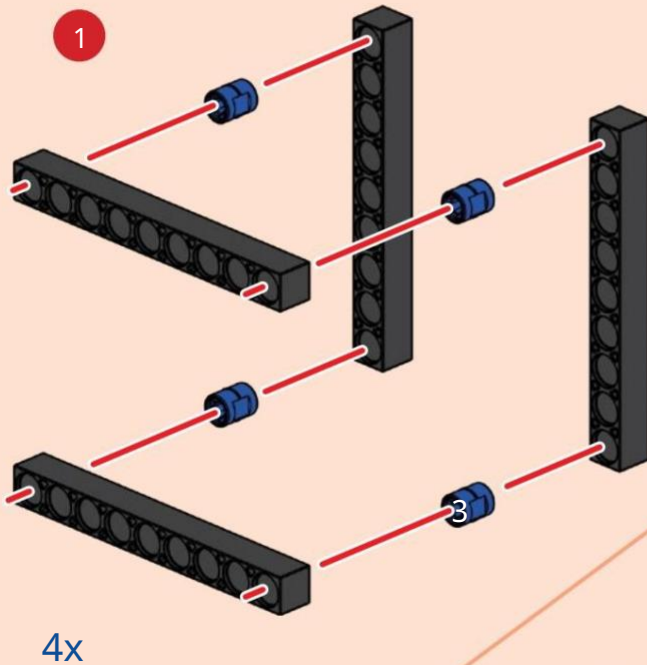
De exemplu, **suporturile cu role** sunt utilizate în mod obișnuit la un capăt al podurilor. Acest lucru permite podului să se miște atunci când se extinde și se contractă odată cu schimbările de temperatură.





CUB DE COMPRESIUNE

Acum, să construim câteva modele pentru a investiga modul în care elementele structurale gestionează forțele de compresie.



EXPERIMENTUL 10

Coloane și grinzi

IATĂ CUM

Pune o mână deasupra cubului și una pe partea de jos. Împingeți mâinile împreună, comprimând modelul. Ce observați că se întâmplă?

Apoi, ținând partea de jos a cubului cu o mână, glisați partea superioară a cubului într-o mișcare laterală cu cealaltă mână.

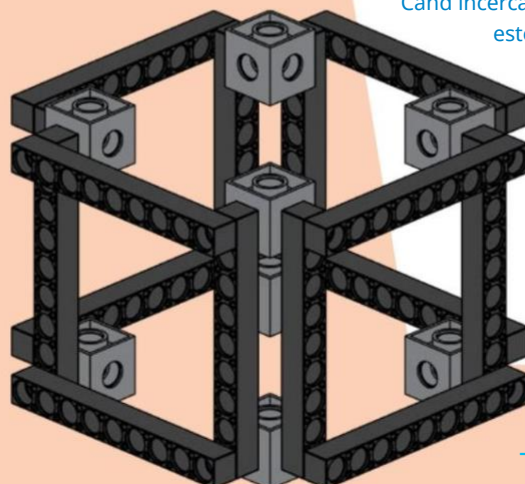
4

CE SE ÎNTÂMPLĂ ?

Când încercați să apăsați în jos pe cub, cubul este capabil să reziste

compresie fara deformare. Dar atunci când cubul experimentează forțe laterale, este instabil.

Modelul cub este format din două elemente structurale: stâlpi și grinzi.

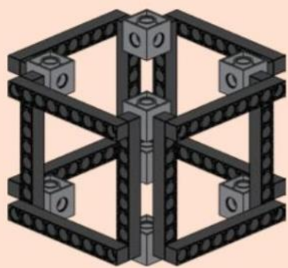


Terminat!



CUB INFORTAT

1



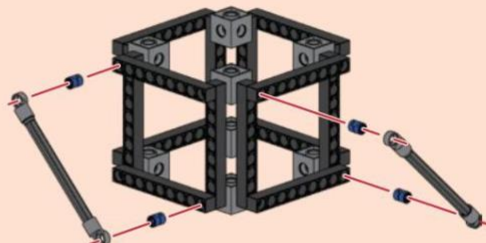
Începeți cu cubul.

2

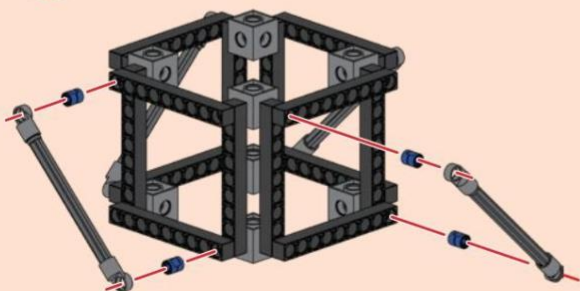


4x

3



4



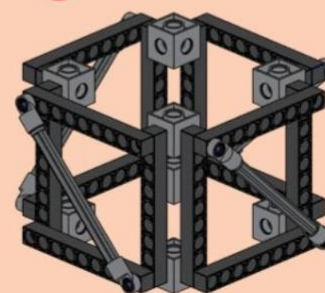
EXPERIMENTUL 11

IATĂ CUM

Repetăți experimentul 10 cu cubul armat. Ce efect au bretele diagonale asupra modelului?

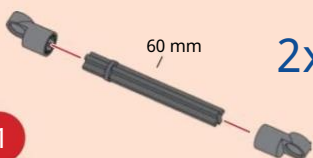
5

Terminat!



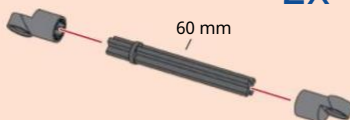
TETRAEDRU

1



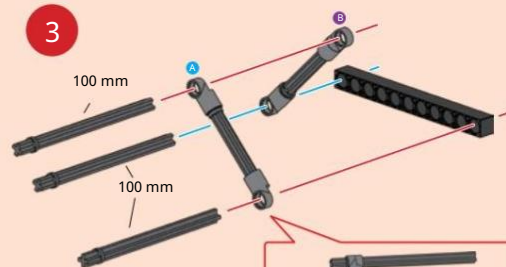
2x

2

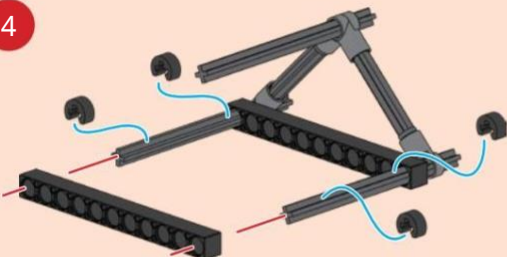


2x

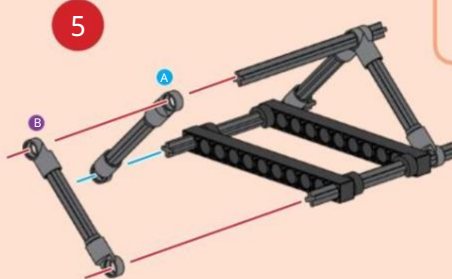
3



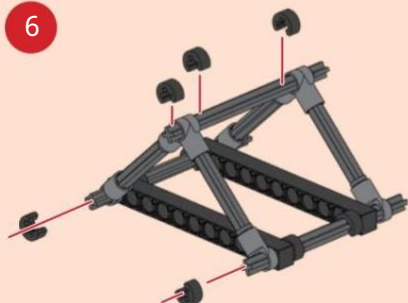
4



5



6



EXPERIMENTUL 12

IATĂ CUM

Folosește ambele mâini pentru a împinge, trage și răsuci colțurile tetraedrului. Ce observați că se întâmplă?

7



Terminat!



VERIFICĂ

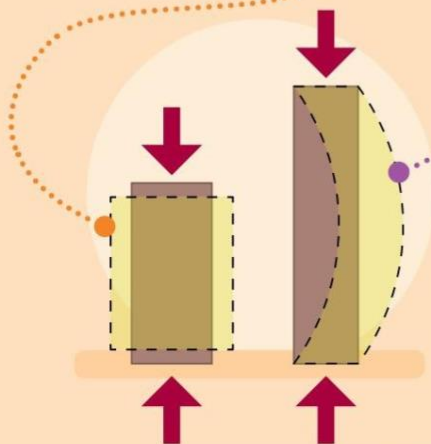


Elemente structurale: Coloane, grinzi și plăci

COLONNE

Stâlpii sunt elemente structurale care transmit forțe pe verticală, prin compresie. După cum ați observat în Experimentul 10, coloanele sunt puternice în rezistența forțelor verticale, dar slabe în rezistența forțelor orizontale.

Când coloanele suferă compresie, acestea se deformează pentru a fi mai scurte și mai late.



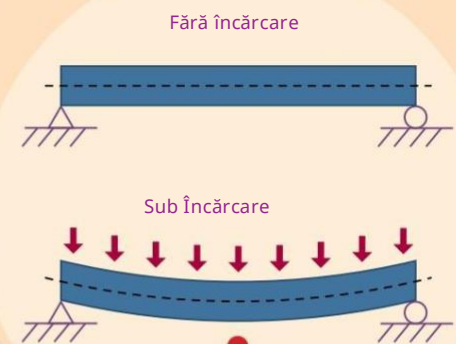
De ce nu vezi coloanele dintr-o clădire din ce în ce mai scurte și mai

late? Motivul este că aceste modificări sunt de obicei foarte mici, deoarece materialele de construcție sunt foarte rigide.

Inginerii structurali doresc să prevină defectarea coloanelor din cauza unui fenomen numit flambaj. Flambarea este atunci când un element structural începe să se încline lateral din cauza unei sarcini mari de compresie. Această defecțiune poate face ca elementul structural să își piardă orice capacitate de a transporta o sarcină.

BRINZI

Grinzile sunt elemente structurale care sunt capabile să reziste la sarcini orizontale, dar sunt slabe în a rezista la sarcini verticale. După cum ați văzut cu podul de grinzi din Experimentul 7, atunci când grinziile suferă forțe verticale, ele sunt supuse



FARFURII

O placă este un element structural solid cu o grosime foarte mică în comparație cu celelalte dimensiuni ale sale. Încărcările aplicate unei plăci sunt presupuse a fi perpendiculare pe fețele plăcii. Foaia de plastic tăiată cu matriță este un exemplu de farfurie.

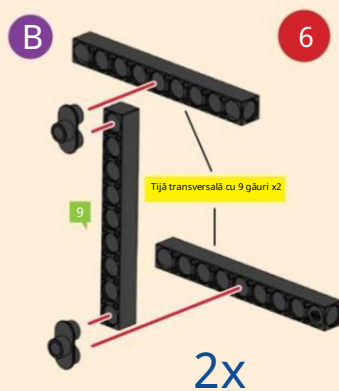
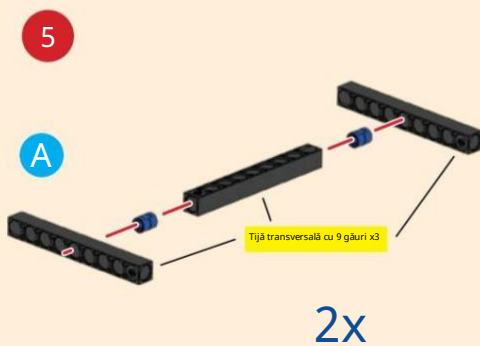
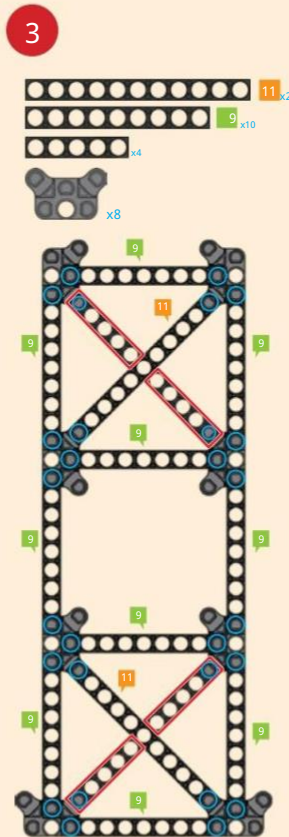
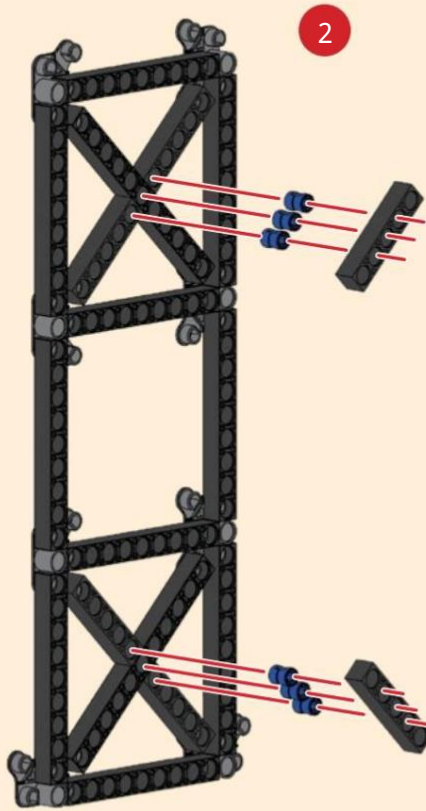
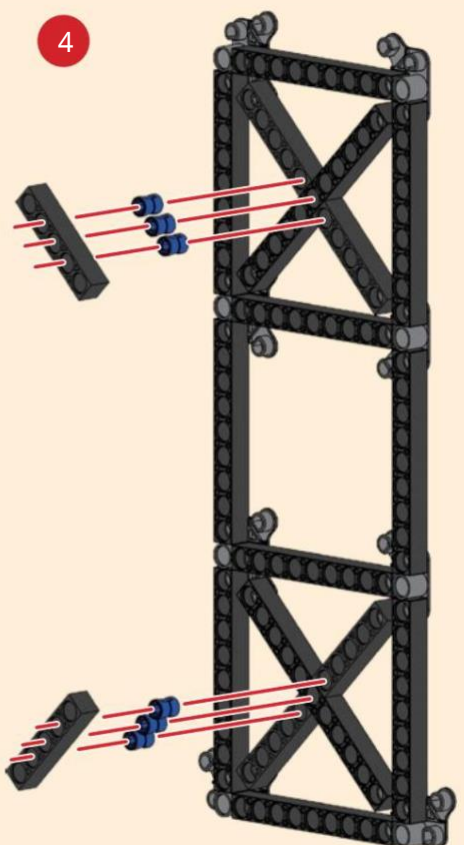
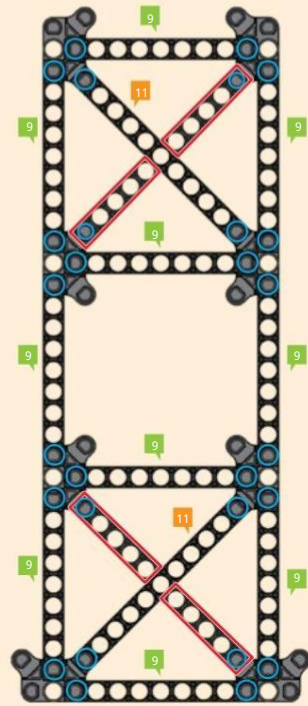
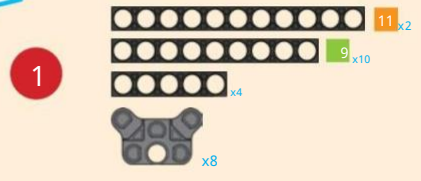
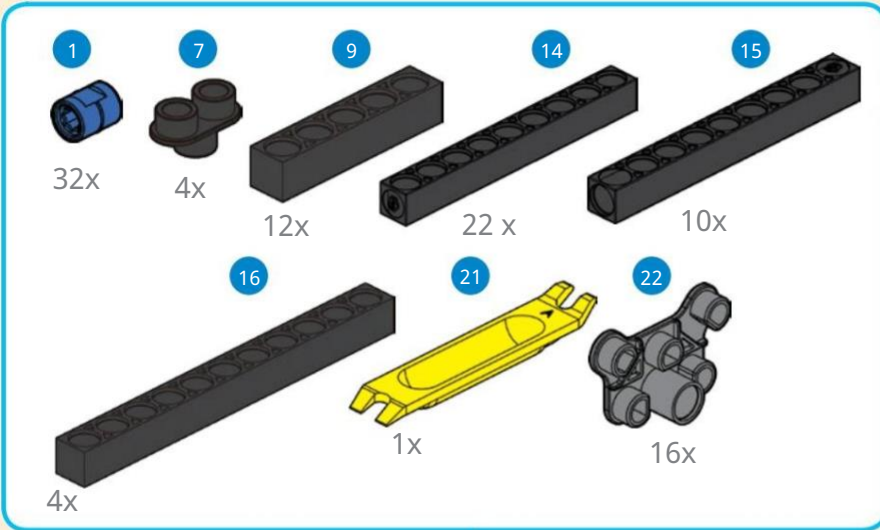


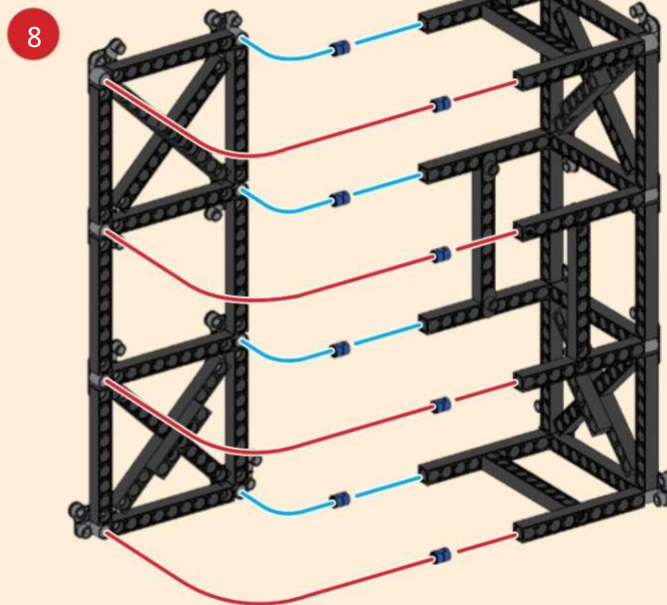
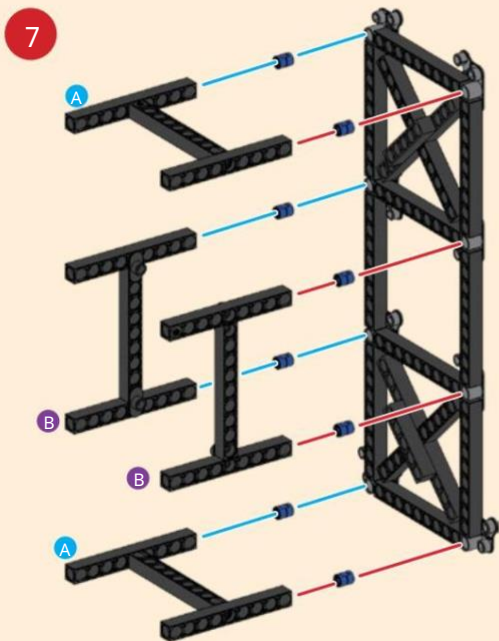
Când o grindă se îndoaie, marginea superioară a tije este în compresie, în timp ce marginea inferioară este în tensiune.



Zgârie-nori VERSIUNEA 1

Acum, să construim niște zgârie-nori. Puteți identifica elementele structurale utilizate în ele?





EXPERIMENTUL 13

Cutremur!

IATĂ CUM

Așezați zgârie-nori pe o bucată de hârtie sau carton. Glisați bucata de carton înainte și înapoi pe masă. Ce observați că se întâmplă cu zgârie-nori?

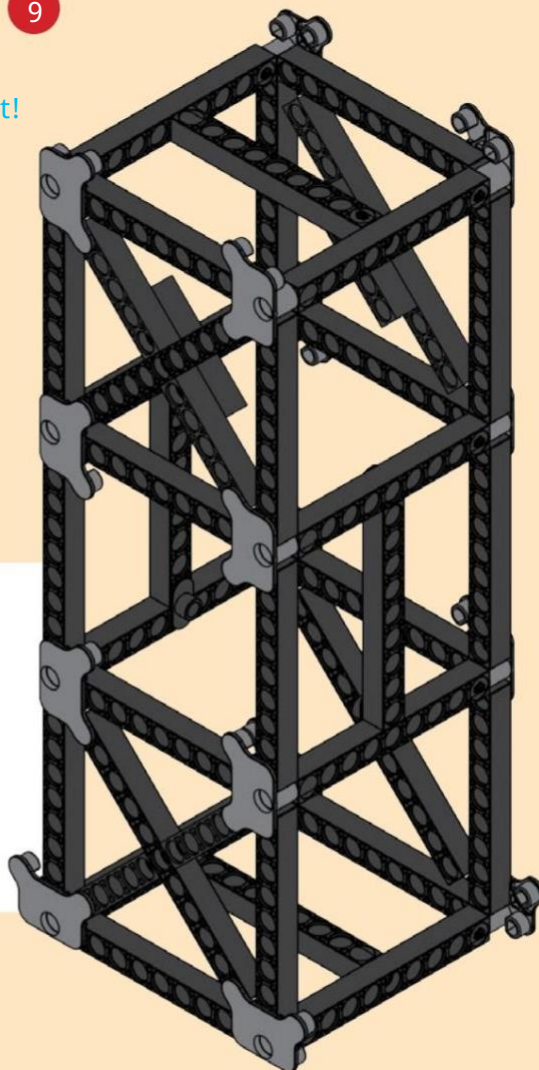
CE SE ÎNTÂMPLĂ



Cutremurele fac ca solul de suprafață să se miște înainte și înapoi, ca bucata de hârtie din experiment. Acest lucru face ca structurile să cadă, să alunece sau să se răsucescă în jurul bazei lor. O fundație largă ajută la prevenirea căderii unei clădiri, iar o structură flexibilă care se poate îndoi puțin în loc să se rupă ajută la prevenirea căderii unei clădiri în timpul unui cutremur.

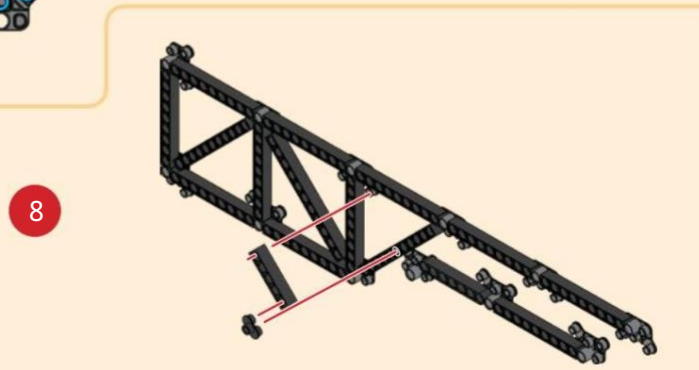
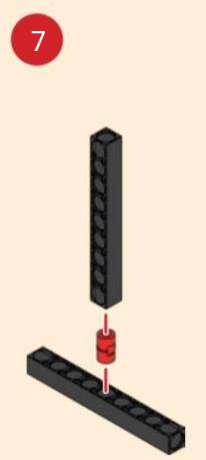
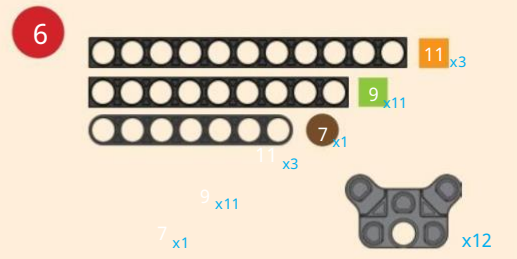
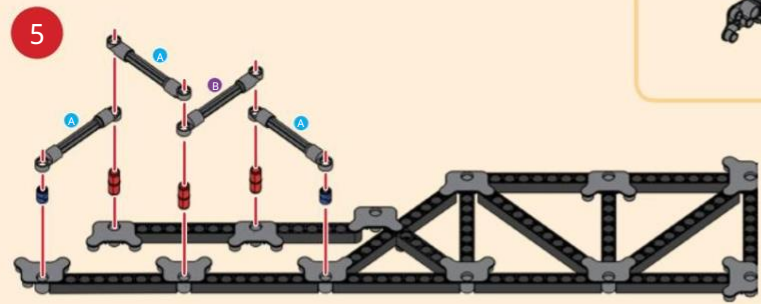
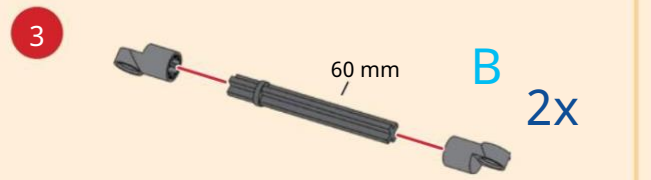
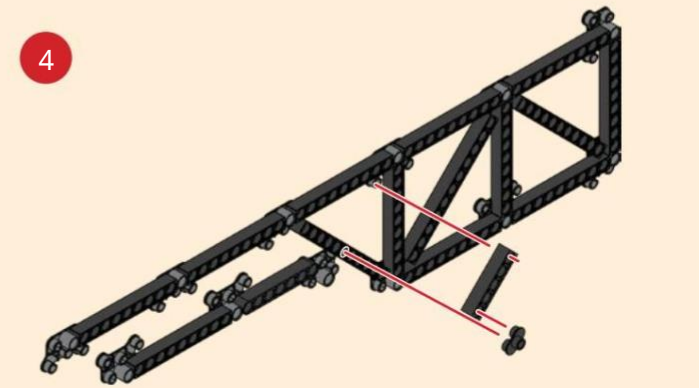
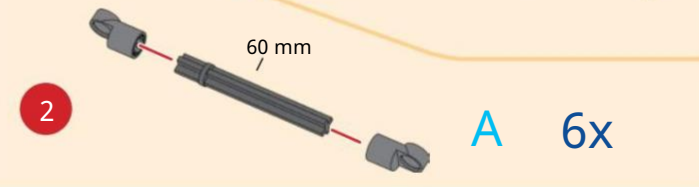
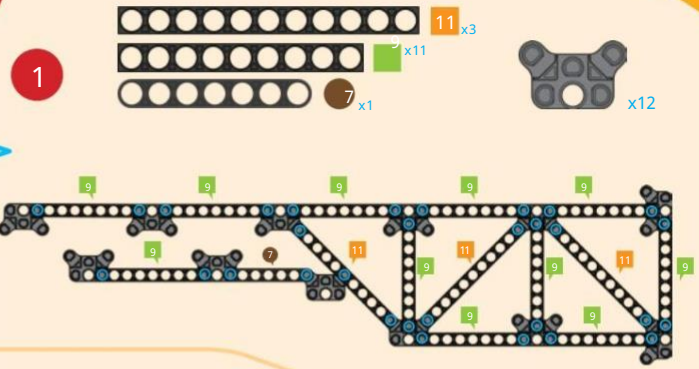
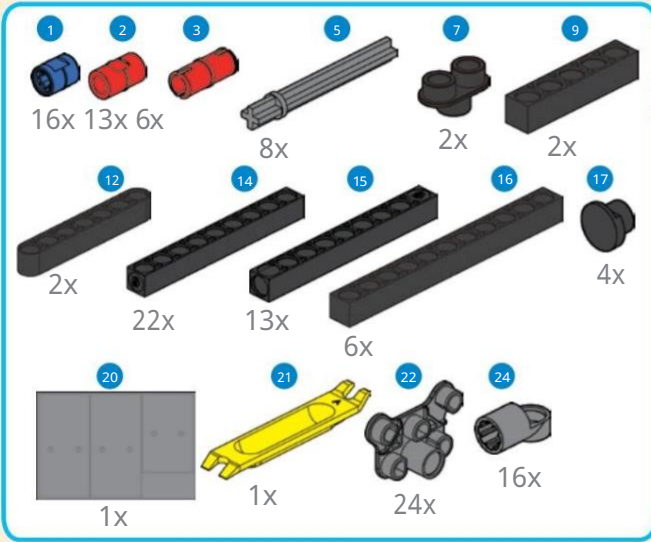
9

Terminat!



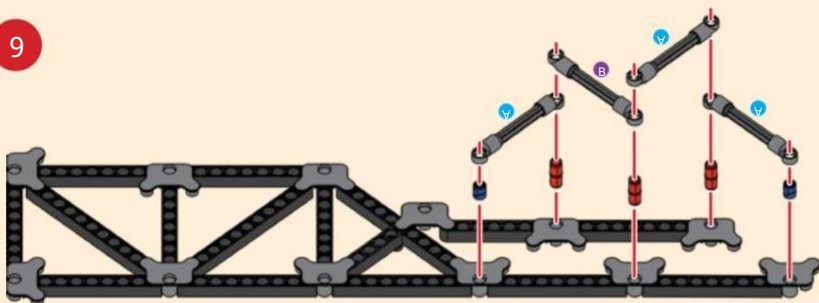


Zgârie-nori VERSIUNEA 2

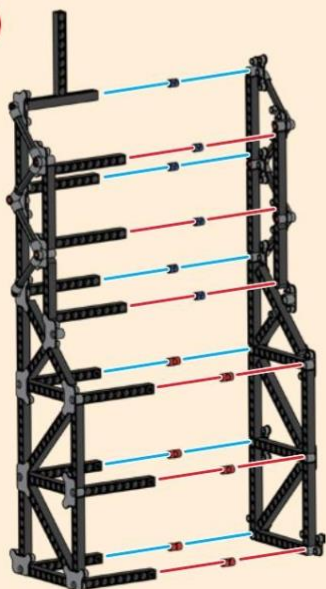




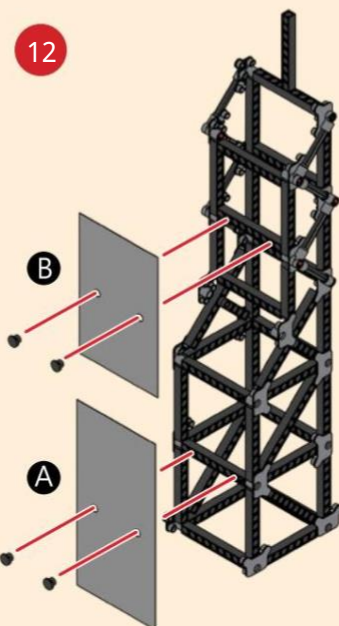
9



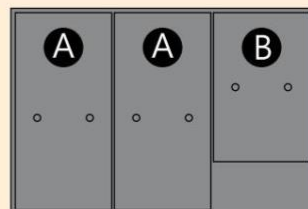
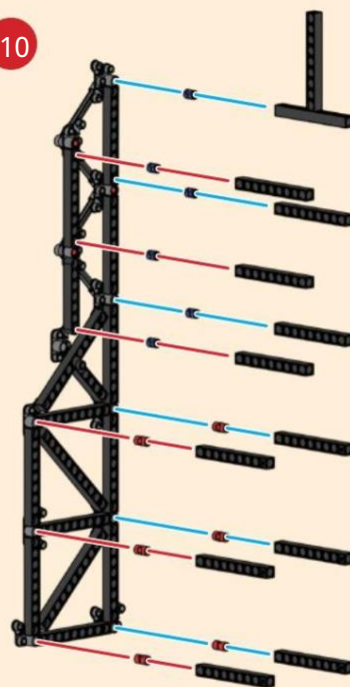
11



12



10



EXPERIMENTUL 14

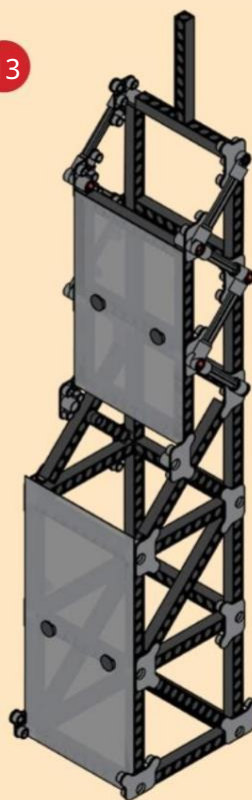
Proiectare inginerească Provocare: Zgârie-nori

IATĂ CUM

Folosind doar materialele din acest kit, construiește cel mai înalt zgârie-nori posibil. Zgârie-nori trebuie să poată rămâne singur în picioare. Puteți îngreuna provocarea adăugând alte cerințe, cum ar fi că zgârie-nori trebuie să reziste la fluxul de aer de la un uscător de păr, sau la tremuratul mesei, sau trebuie să mențină o anumită greutate.

Unele constrângeri de inginerie referitoare la zgârie-nori pe care ar putea fi necesar să le luați în considerare în proiectare includ materialele disponibile, înălțimea, greutatea zgârie-norilor și a ocupanților, locația, timpul, costul și rezistența și stabilitatea necesare pentru a rezista la sarcini precum cutremure și vânt.

13

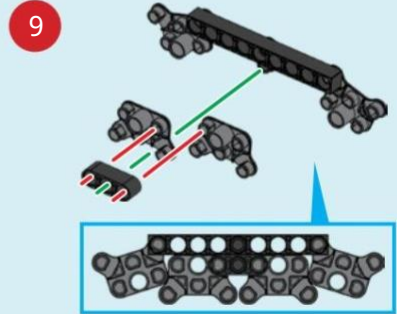
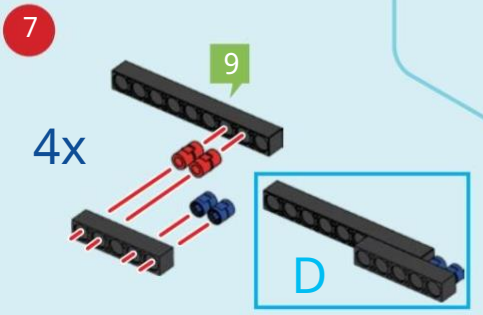
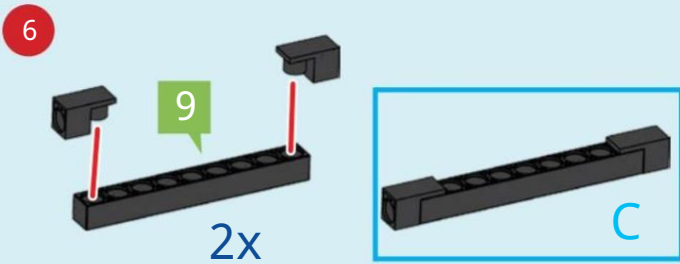
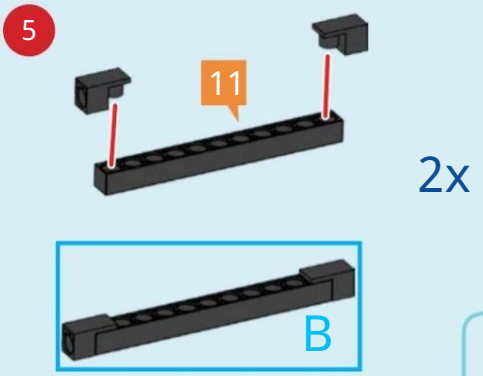
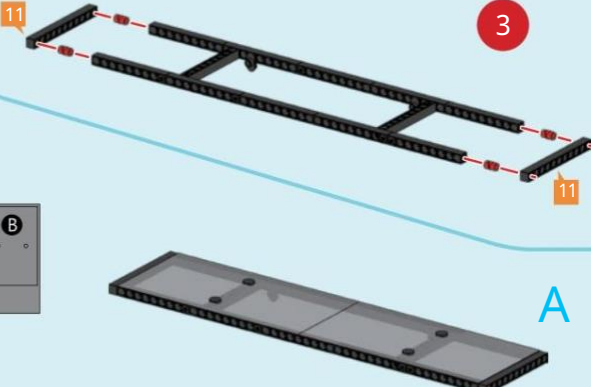
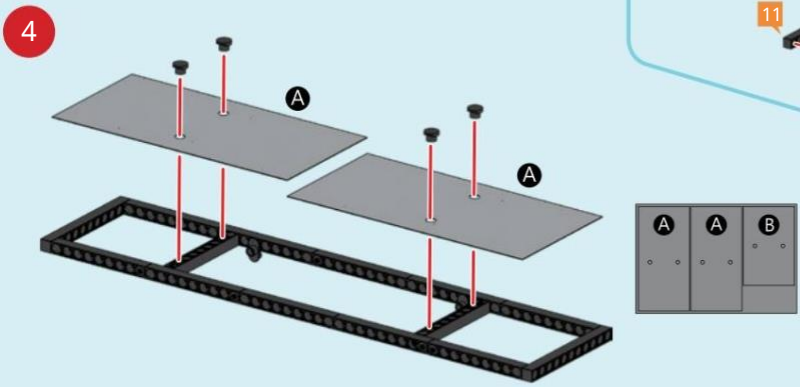
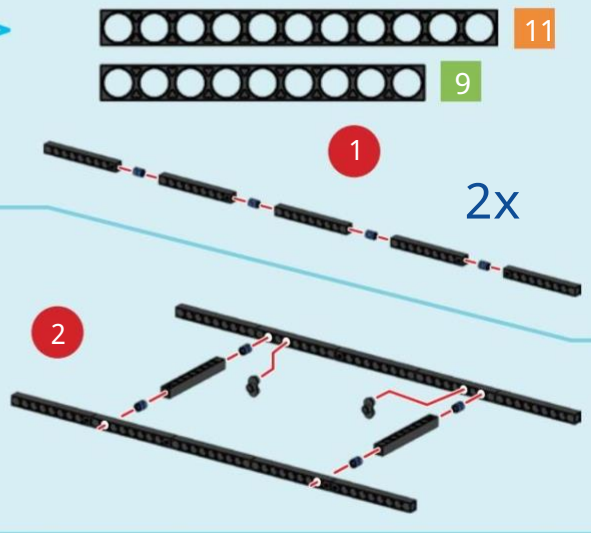
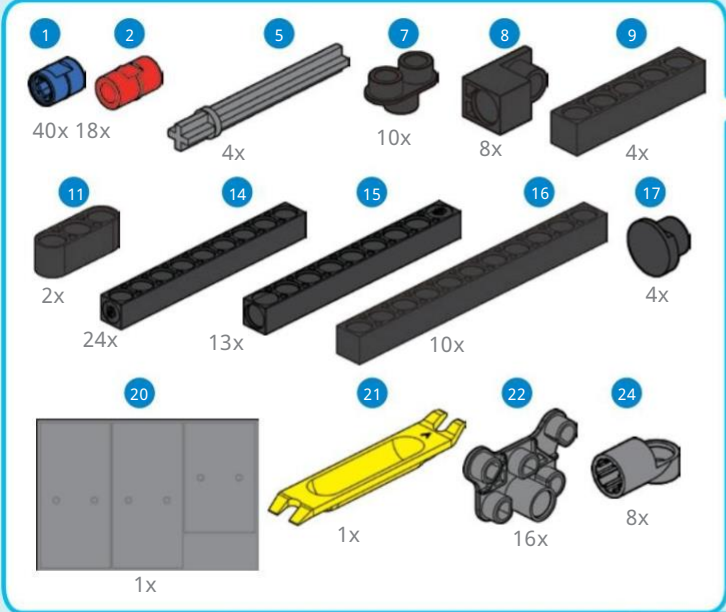


Terminat!



POD ARC DE PUNTE

Acum, să construim niște poduri cu arc. Unde crezi că ar putea acționa compresia asupra podurilor?

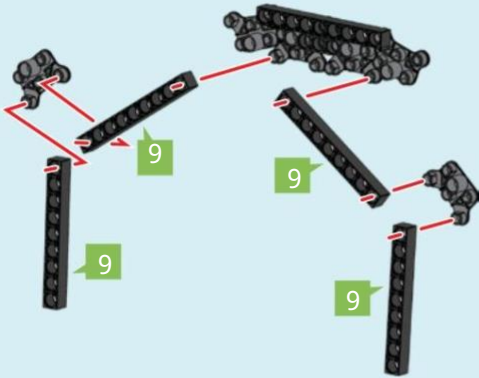


2x Repetați pașii 8-17 de două ori.

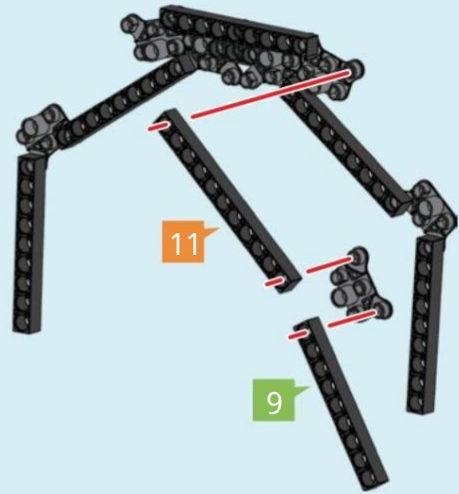


POD ARC DE PUNTE

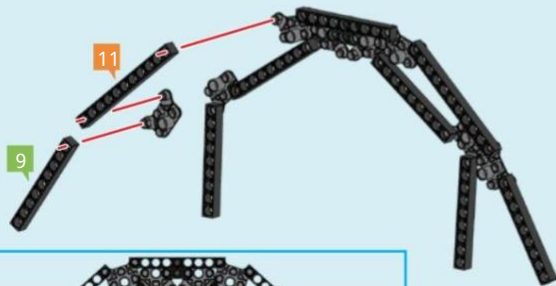
10



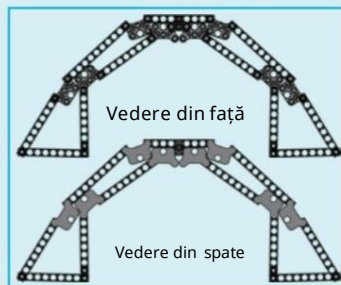
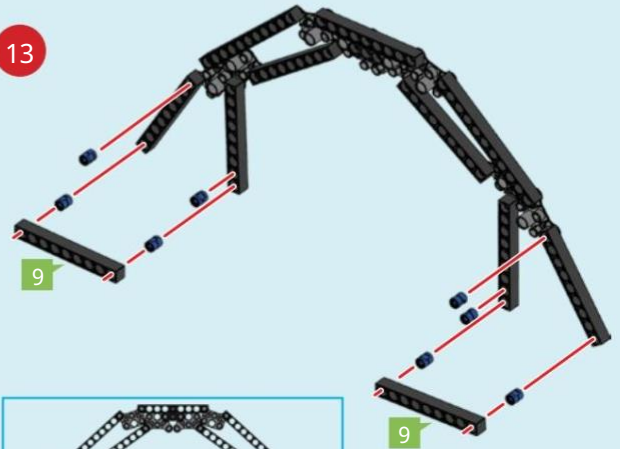
11



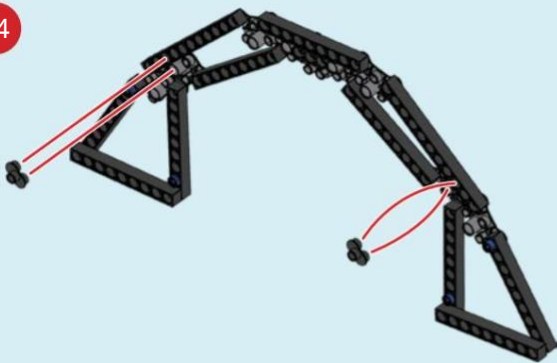
12



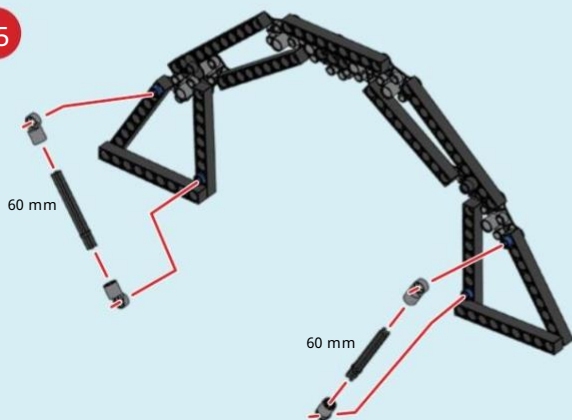
13



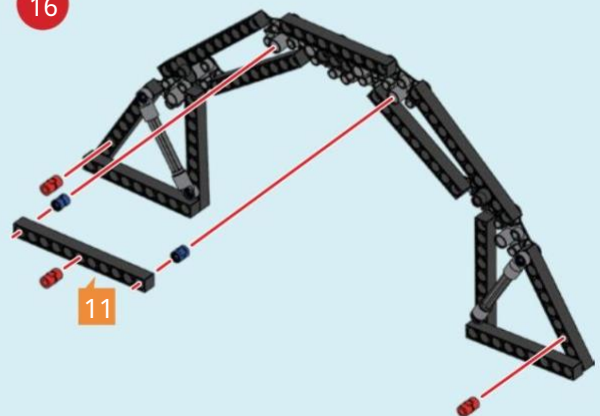
14

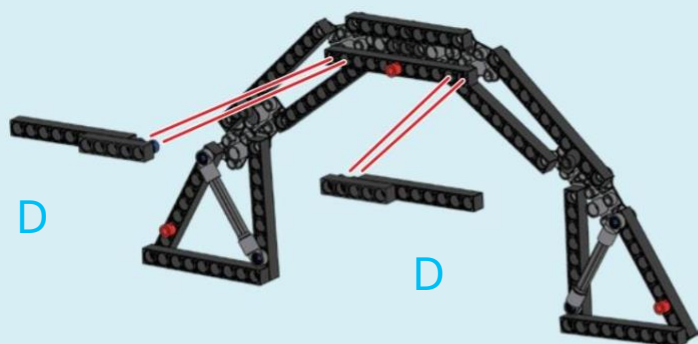


15

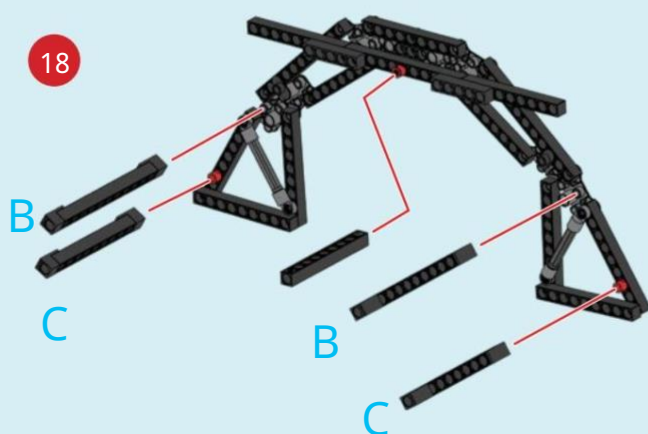


16

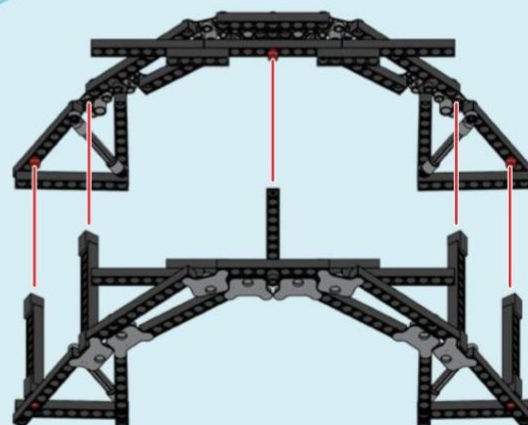




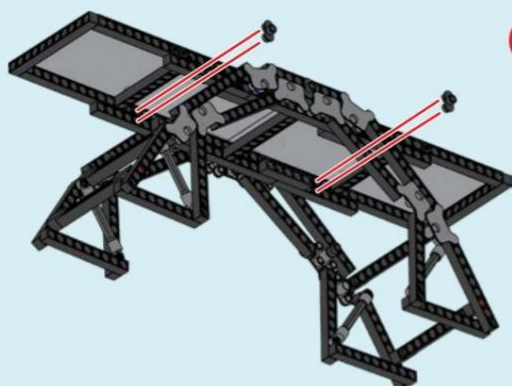
17



18



19



20



21

EXPERIMENTUL 15

Arcurile

IATĂ CUM

Puneți mâinile pe partea inferioară a arcului.
Rugați un prieten sau un membru al familiei să plaseze o carte deasupra podului cu arc. Ce observați că se întâmplă cu arcul când cartea este plasată deasupra?



22

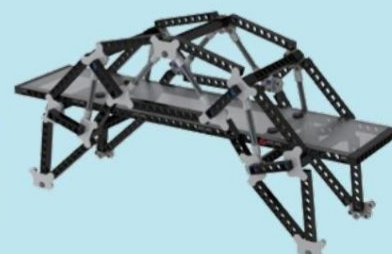
Terminat!

CE SE ÎNTÂMPLĂ



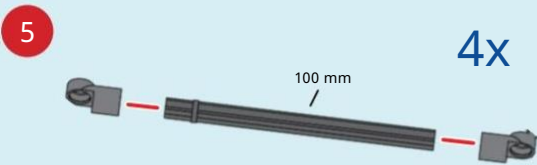
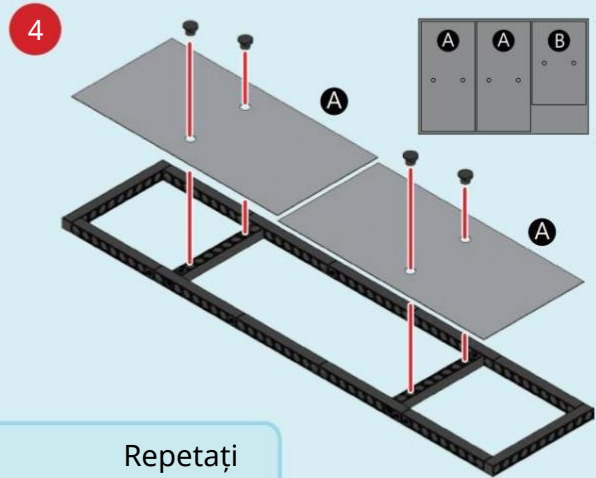
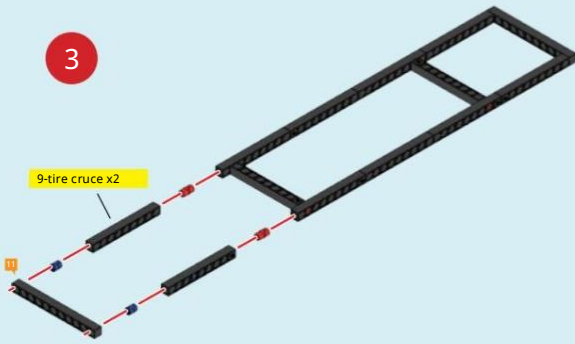
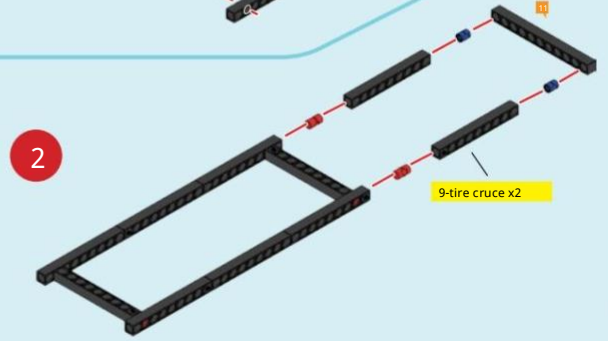
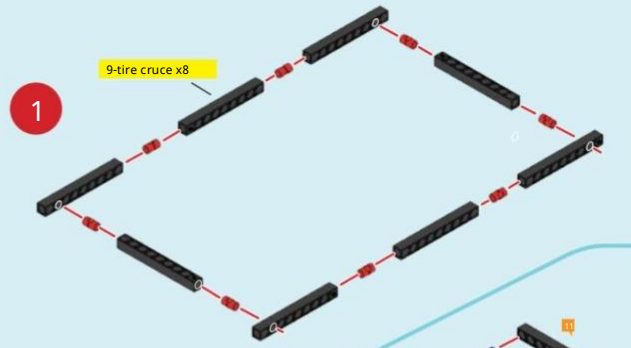
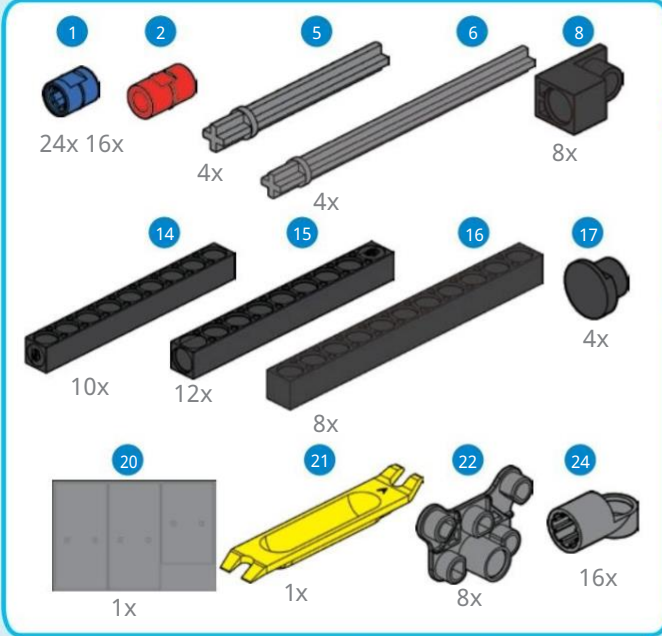
Un arc transformă forțele care împing în jos pe partea superioară a acestuia în forțe care împing spre exterior la baza sa. Trebuie să existe structuri fie interne, fie externe care să contracareze forțele exterioare de la bază; în caz contrar, arcul se va prăbuși.

EXPERIMENT BONUS
Poți construi acest pod cu arc?

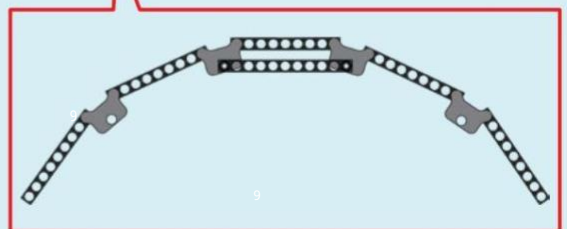
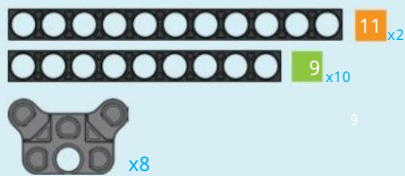
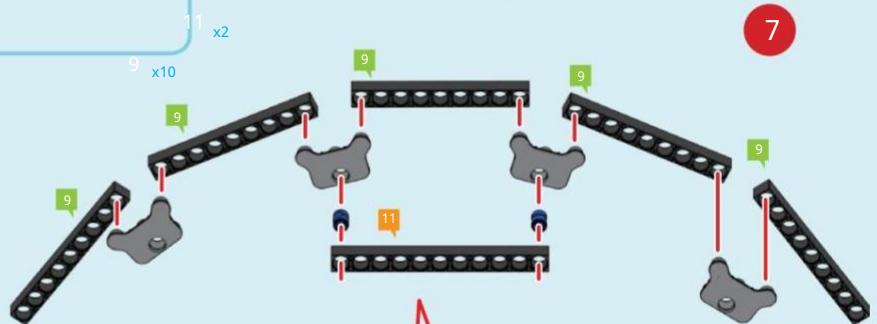
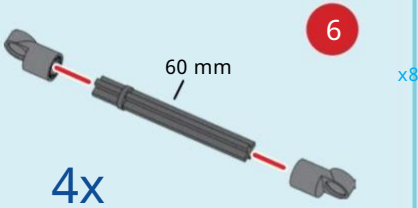


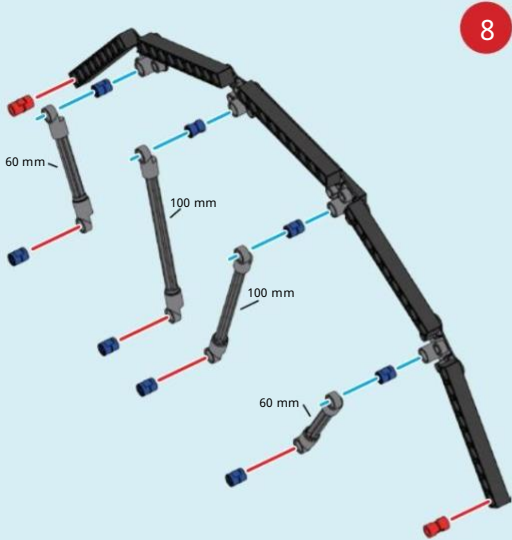


PODUL ARC LEGAT

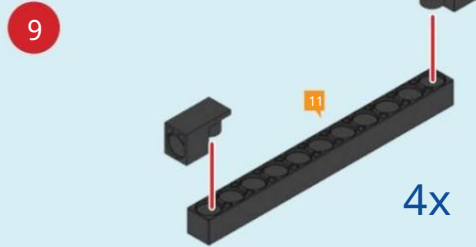


2x Repetați pașii 7 și 8 de două ori.





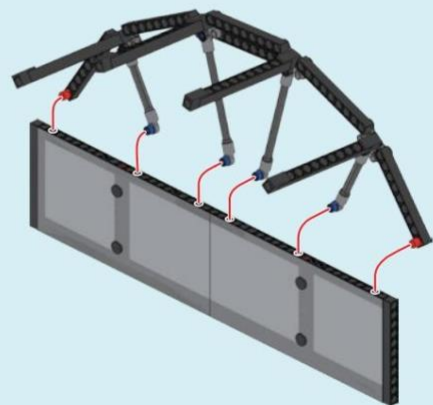
8



9

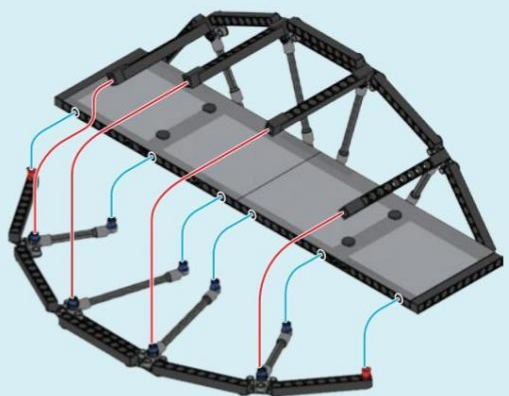
4x

11

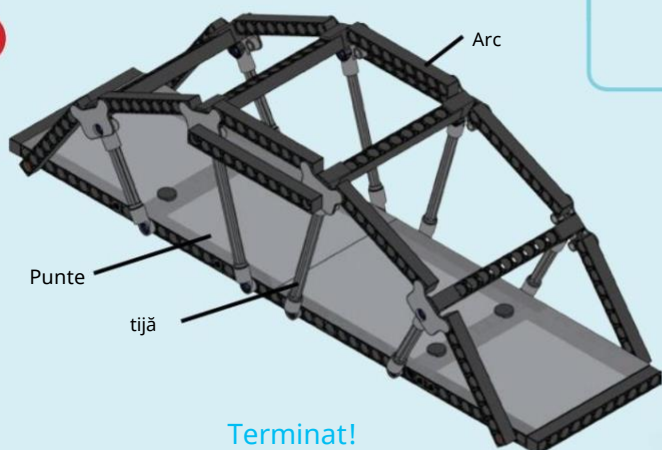


10

12

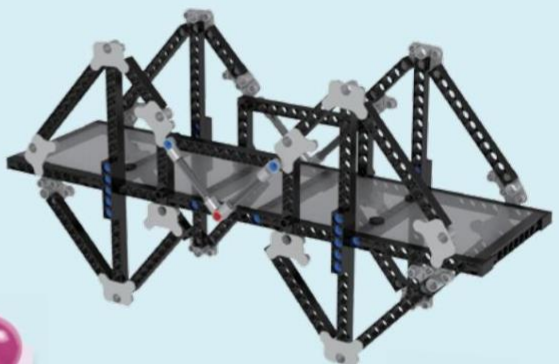


13



Terminat!

Forțele care împing în jos pe puntea podului fac ca tijele verticale să tragă de arc. Acest lucru face ca arcul să se împingă în afară la capete, la fel ca podul arcului de pe punte. Cu toate acestea, într-o punte cu arc legat sau cu corzi, aceste mișcări sunt înfrânate prin conectarea arcului la puntea podului, la fel ca un arc înșirat.

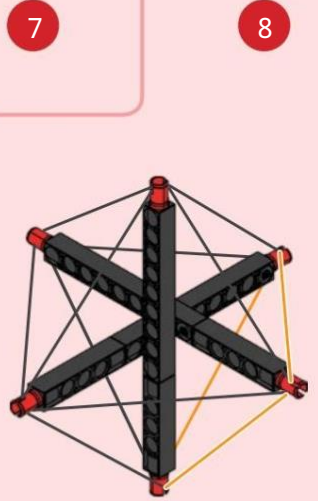
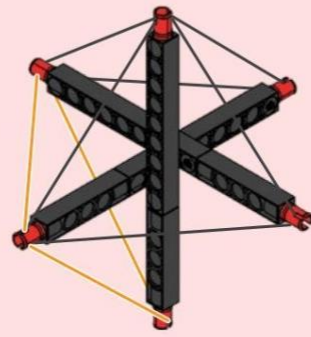
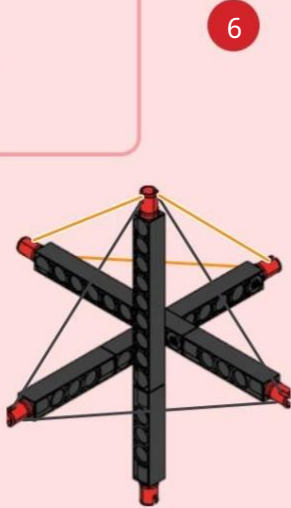
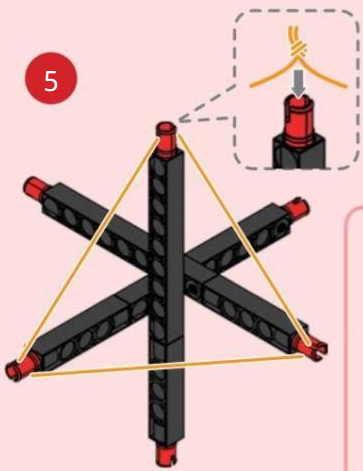
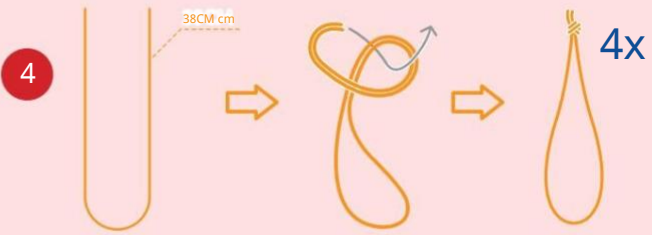
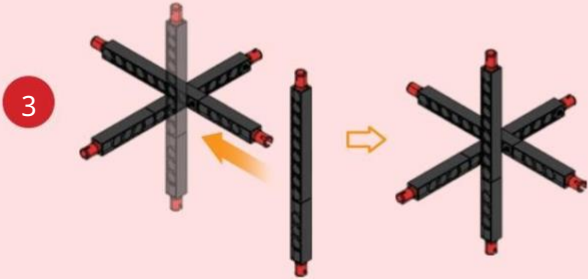
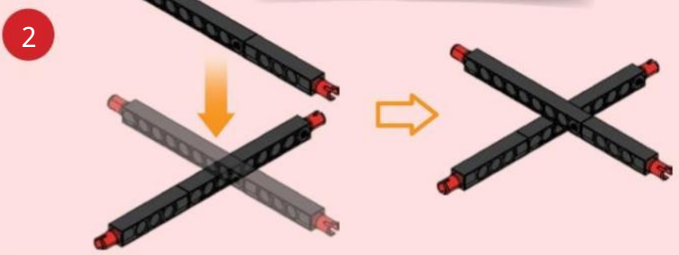


EXPERIMENT BONUS
Poți construi
acest pod cantilever?



TENSIUNE

În următoarele câteva modele, să explorăm cum funcționează tensiunea în structuri.

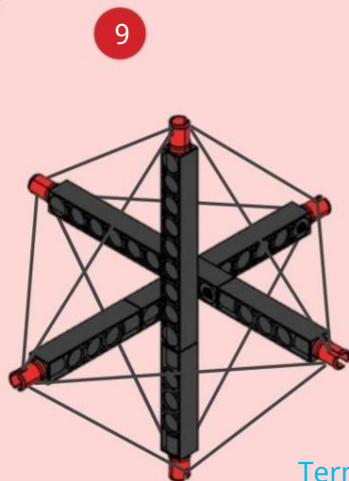


EXPERIMENTUL 16

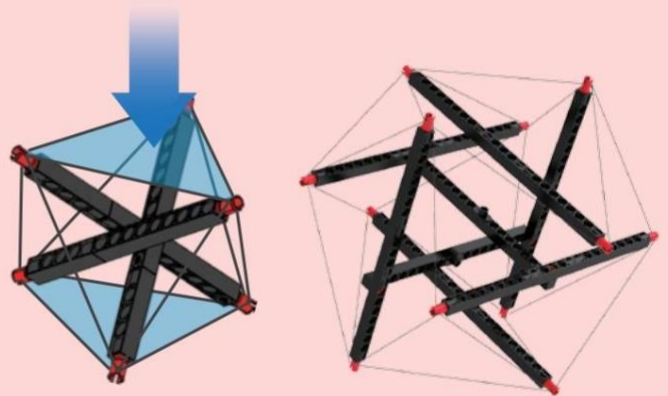
Tensiune și comprimare

IATĂ CUM

Împingeți în jos sau plasați o carte peste tensegritate. Observați cum tensegritatea este capabilă să susțină greutatea, chiar dacă tijele sunt ținute împreună doar de corzi.



Terminat!



EXPERIMENT BONUS

Încercați să construiți o tensegritate mai mare.

VERIFICĂ



Elemente structurale: Catenare, Cabluri, Arce și scoici

CATENARE

Țineți ambele capete ale unei bucăți de sfoară și lăsați-o să atârne liber în mijloc. Observați forma pe care o formează firul în mod natural sub propria greutate.

Această curbă se numește catenară. Corzile, lanțurile și cablurile capătă această formă ca

urmare a modului în care gravitația le trage în jos.

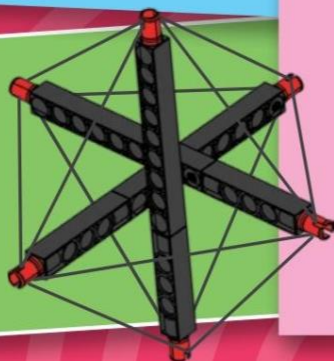


Un pod de frânghie este cel mai elementar tip de pod care utilizează cabluri. Cablurile unui pod de frânghie suspendat urmează o curbă catenară.

CABLURI

Acum treceți sfoara printr-o tijă cu 5 găuri. Țineți sfoara la ambele capete și lăsați-l să atârne din nou liber în mijloc. Observați că sfoara formează acum două linii mai drepte și simțiți o ușoară tragere de la sfoară pe ambele mâini. Lanțurile, frânghiile și cablurile pot oferi suport doar prin tragere de un alt element structural prin tensiune.

Tensegritatea este o structură care are elemente de compresie (în acest caz tije) ținute împreună prin elemente de tensionare (în acest caz șiruri).

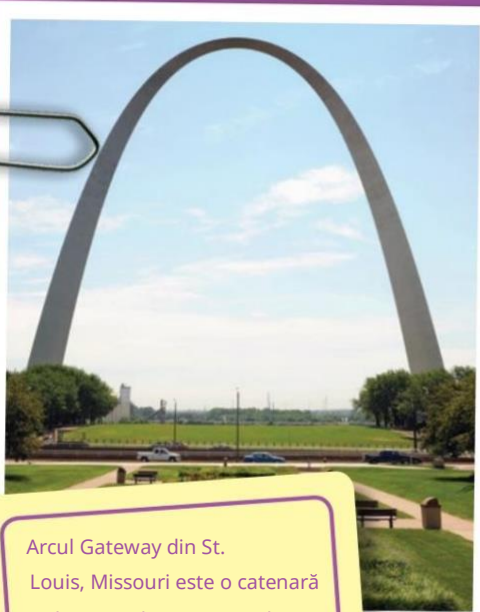


COICILE

La fel ca plăcile, carcasa sunt elemente structurale cu grosimi mult mai mici în comparație cu celelalte dimensiuni ale acestora. Cu toate acestea, cochiliile sunt structuri curbe, în timp ce plăcile sunt plate. Cojile pot produce atât tensiune, cât și compr

ARCURI

După cum ați învățat în Experimentul 15, arcade transforma forțele care împing asupra lor în forțe care împing spre exterior la bazele lor. Acest lucru se datorează formei curbate a arcurilor.



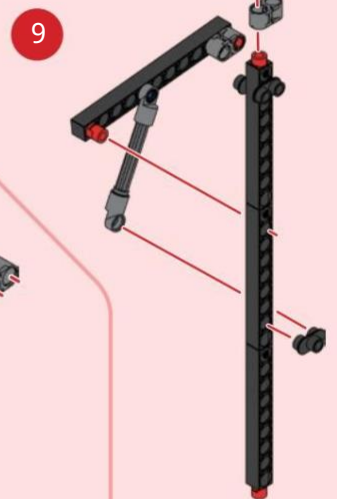
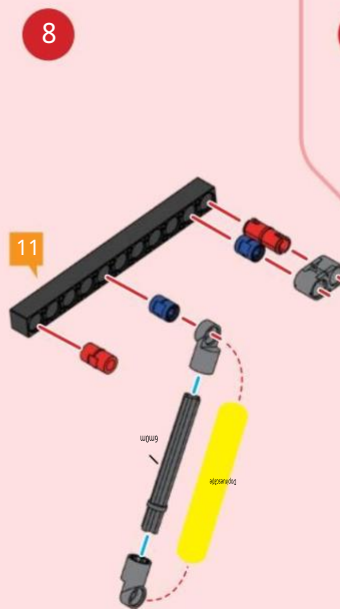
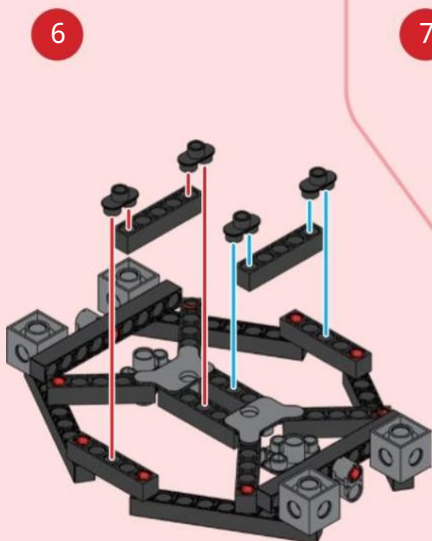
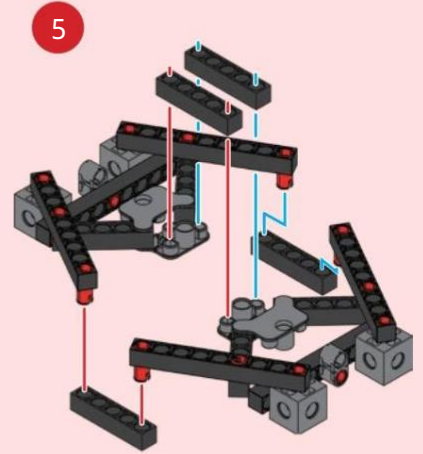
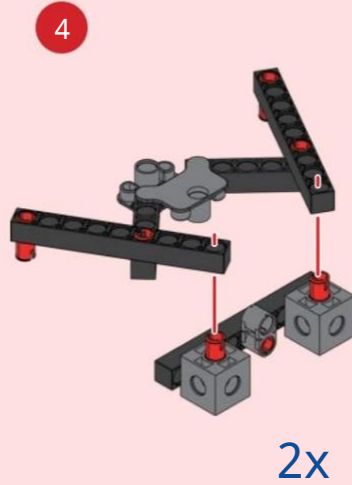
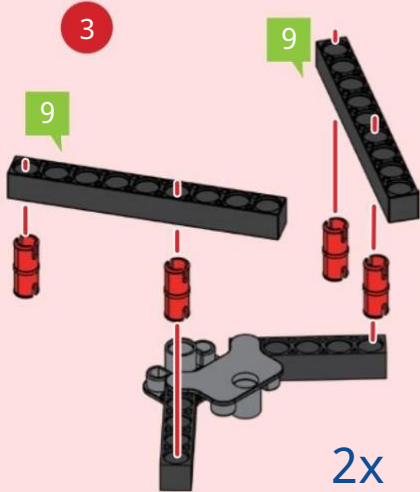
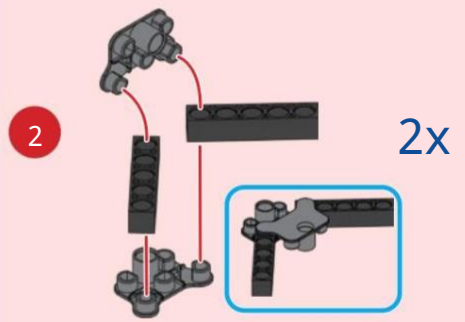
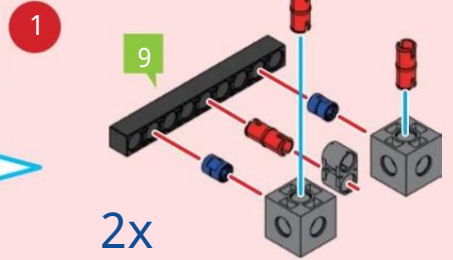
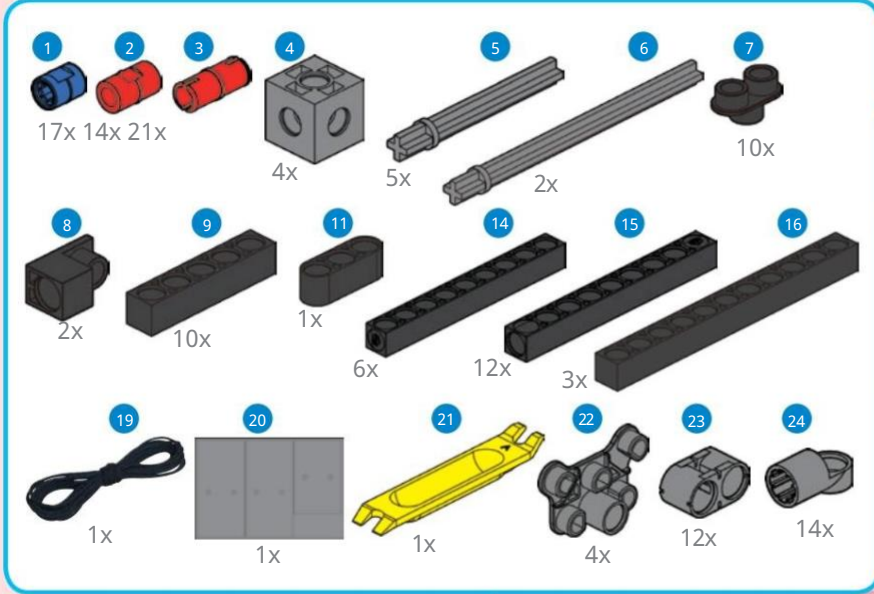
Arcul Gateway din St. Louis, Missouri este o catenară aplatizată, deoarece arcul se îngustează aproape de vârf.

Forma optimă pentru un arc de densitate și grosime uniforme care trebuie să-și susțină doar propria greutate este o catenară care a fost răsturnată cu susul în jos.

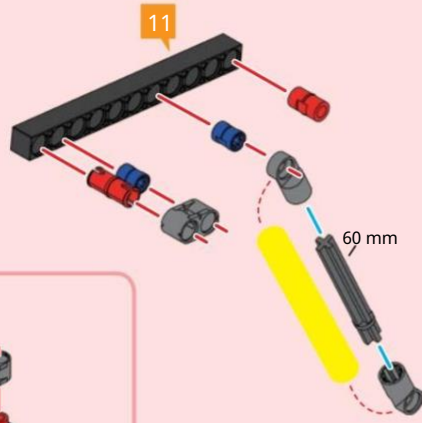
Acest lucru se datorează faptului că o catenară este cea mai eficientă formă pentru a transforma forța gravitațională în forțele de compresie care sunt transferate prin arc către sol.



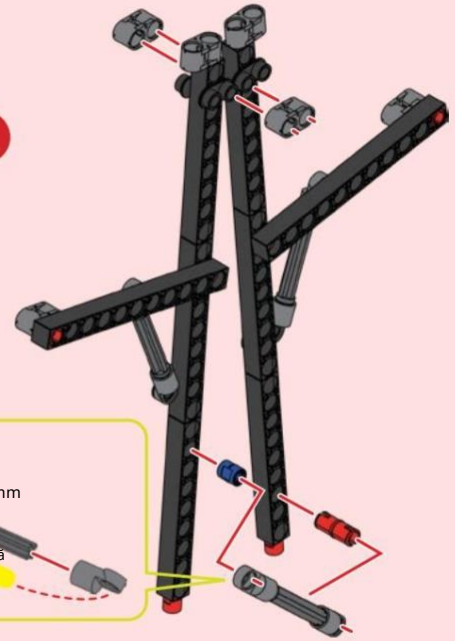
TURN DE CABLURI



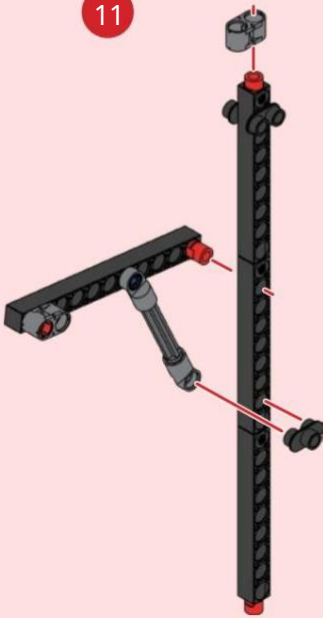
10



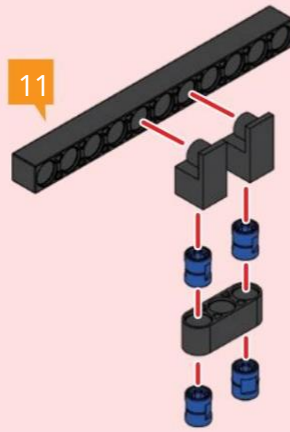
12



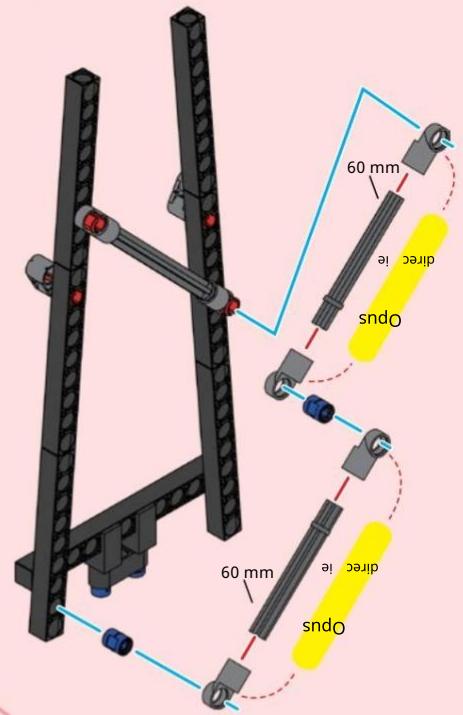
11



11

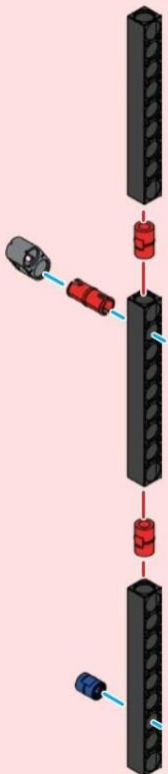


16

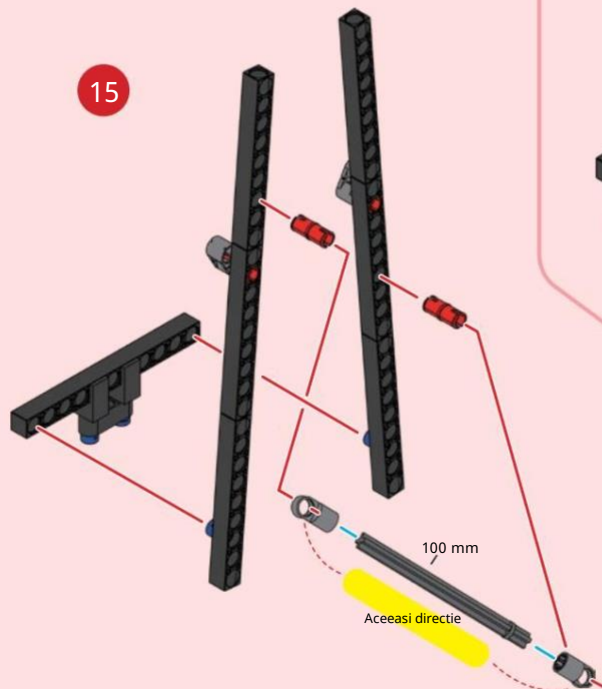


13

2x



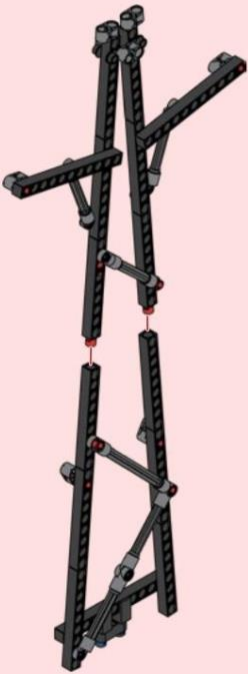
14



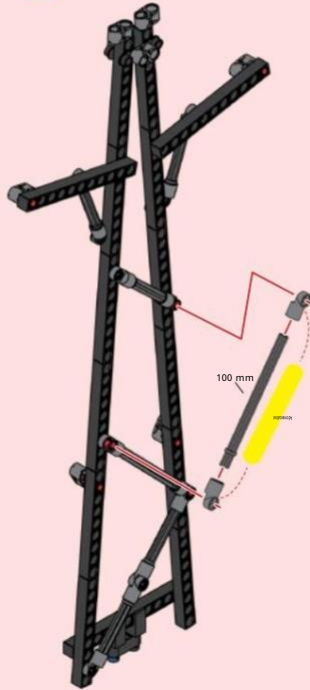
15



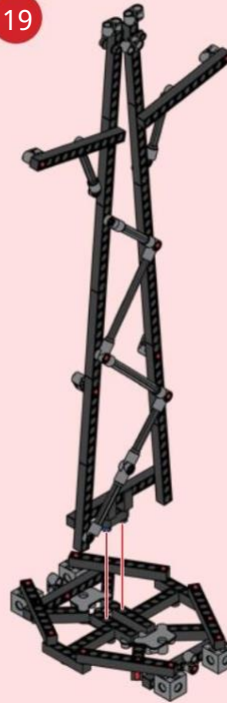
17



18

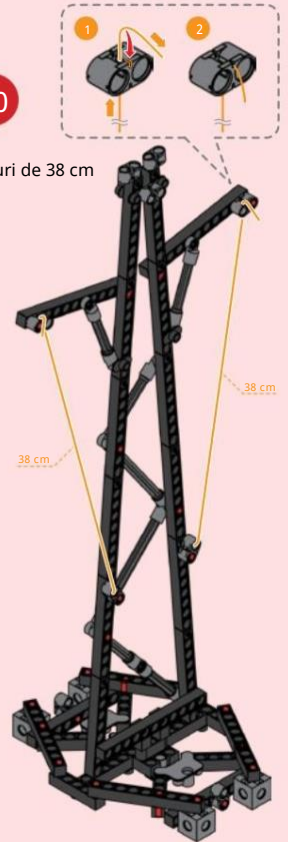


19



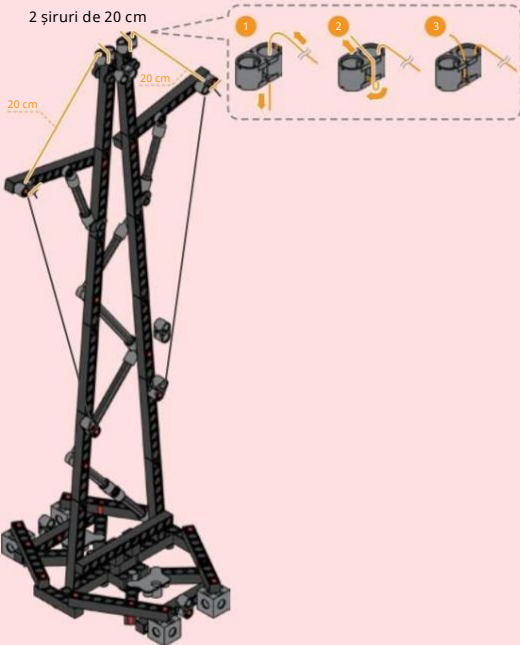
20

2 șiruri de 38 cm



21

2 șiruri de 20 cm



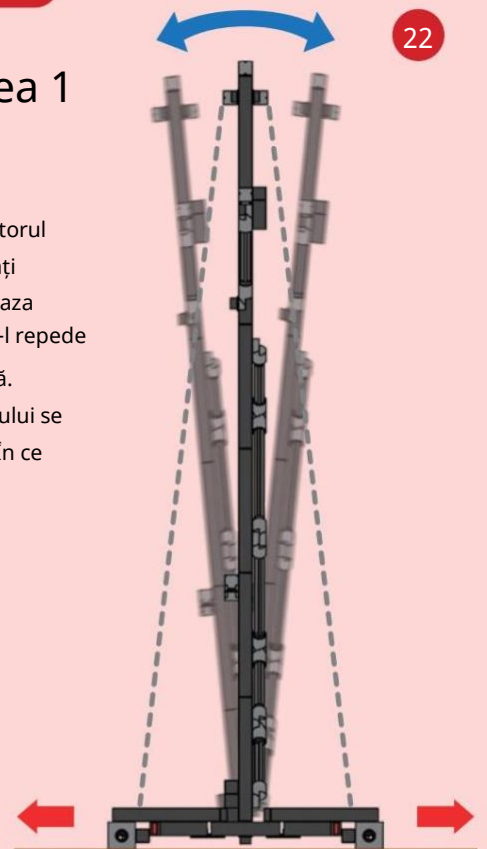
EXPERIMENTUL 17

Cabluri: Partea 1

IATĂ CUM

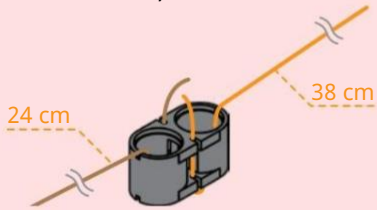
Înainte de a trece la următorul pas de asamblare, efectuați acest experiment. Țineți baza turnului de cablu și glisați-l repede înainte și înapoi pe o masă. Observați cum vârful turnului se leagă înainte și înapoi. În ce direcție se balansează?

22



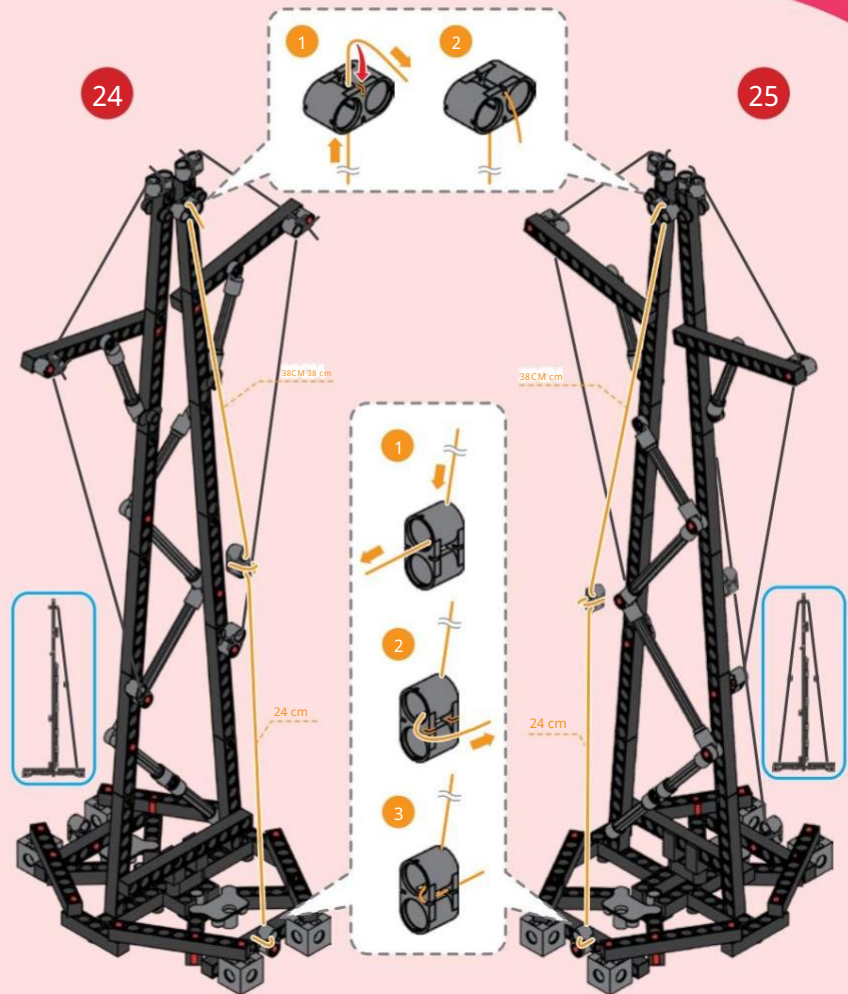
23

2 șiruri de 24 cm
2 șiruri de 38 cm



24

25



EXPERIMENTUL 18

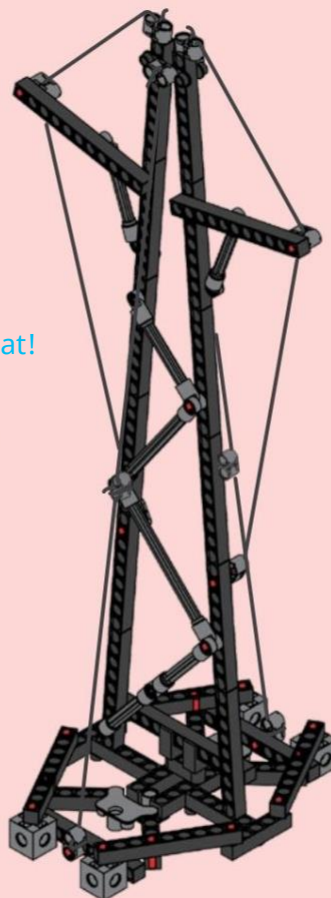
Cabluri: Partea 2

IATĂ CUM

Glisați turnul de cablu înainte și înapoi din nou. Acum turnul nu se va balansa înainte și înapoi, deoarece cablurile rezistă mișcării turnului.

26

Terminat!



27



CE SE ÎNTÂMPLĂ ?

În primul experiment cu turnul de cabluri, conexiunile de la baza modelului nu sunt suficient de rigide pentru a împiedica balansarea vârfului turnului. În al doilea experiment, cablurile de pe ambele părți ale turnului trag în mod egal de vârful turnului. Cablurile sunt tensionate. Acest lucru stabilizează turn și îl împiedică să se balanseze atunci când baza este mutată.



POD SUSPENDAT

În această secțiune finală, să folosim tot ce ați învățat până acum pentru a construi două tipuri de poduri care folosesc cabluri pentru a-și susținea punțile.

1	2	3	5	7	8	9
36x 20x 24x			12x	16x	4x	4x
10	14	15	16	17		
8x	18x	12x	10x	4x		
19	20	21	23	24		
1x	1x	1x	20x	24x		

11	9
x10	x18

1

9

9

11

8x

2

60 mm

12x

3

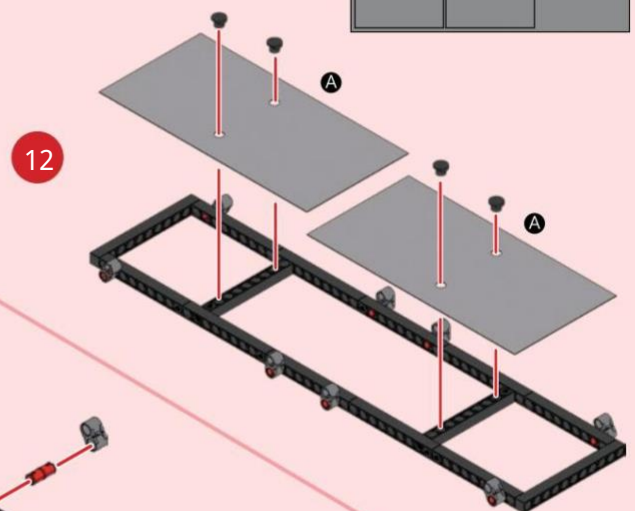
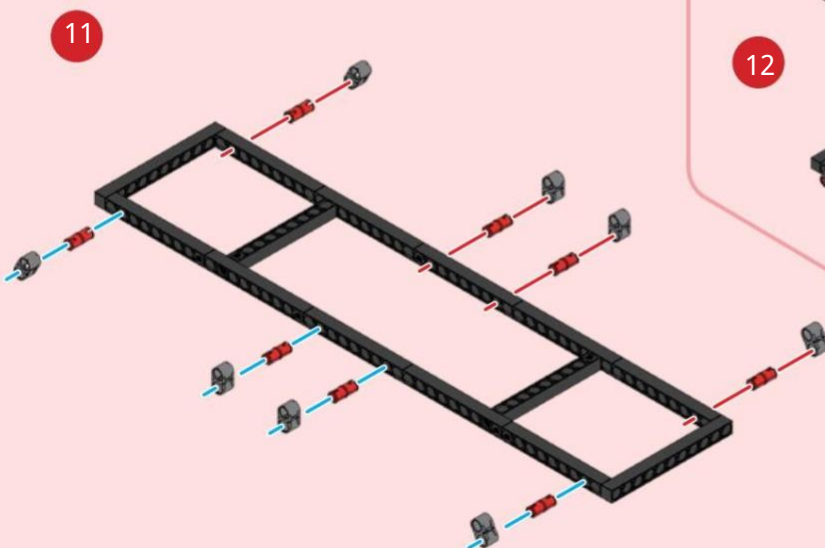
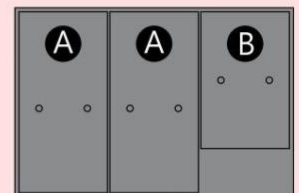
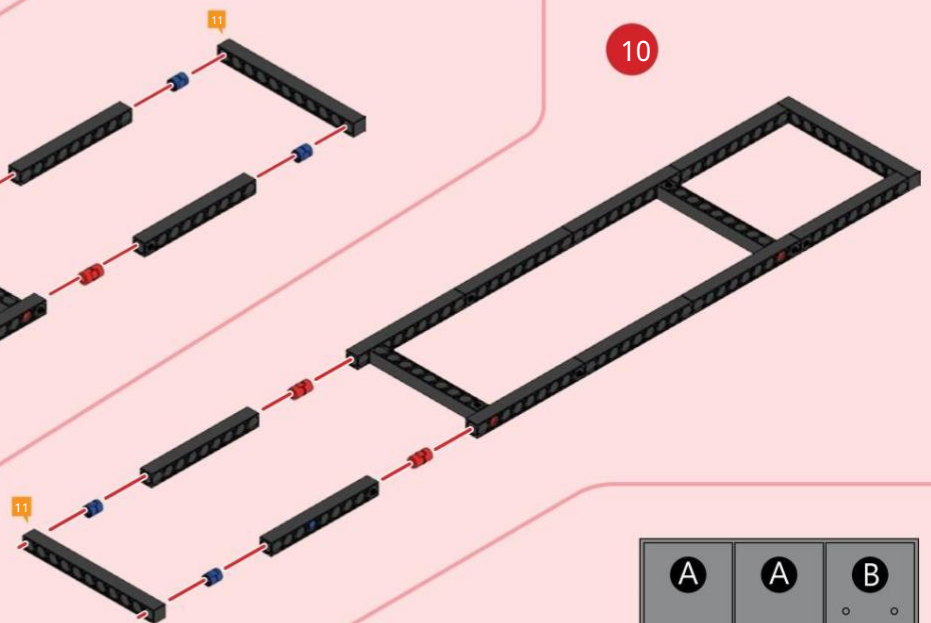
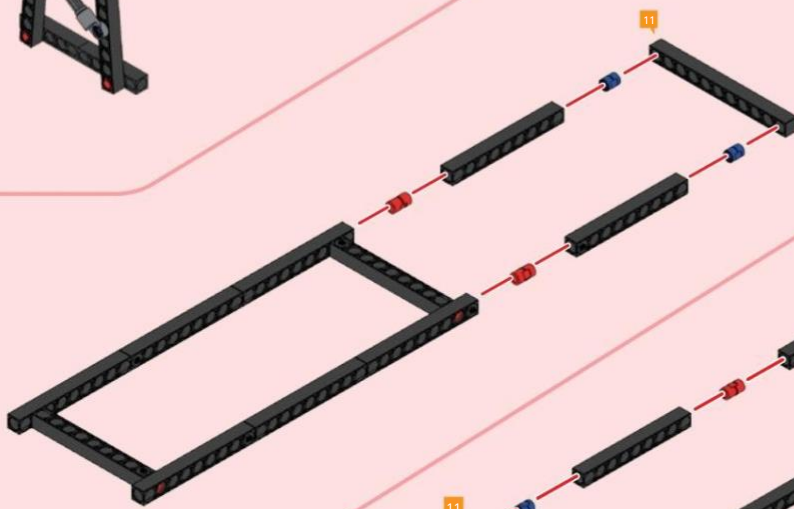
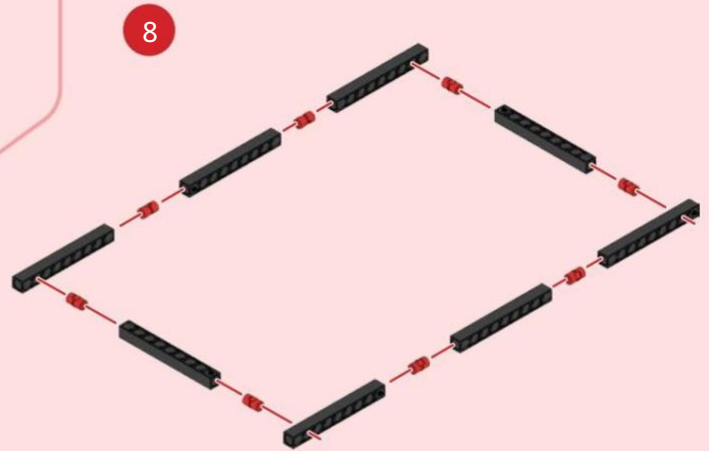
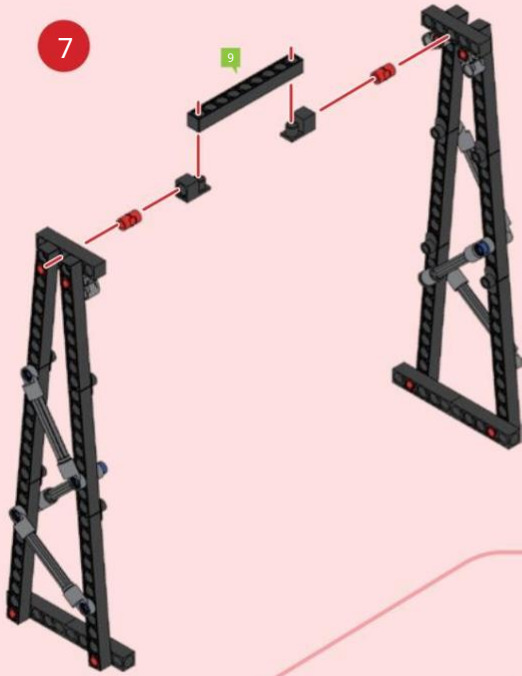
2x Repetați pașii 3-7 de două ori.

4

5

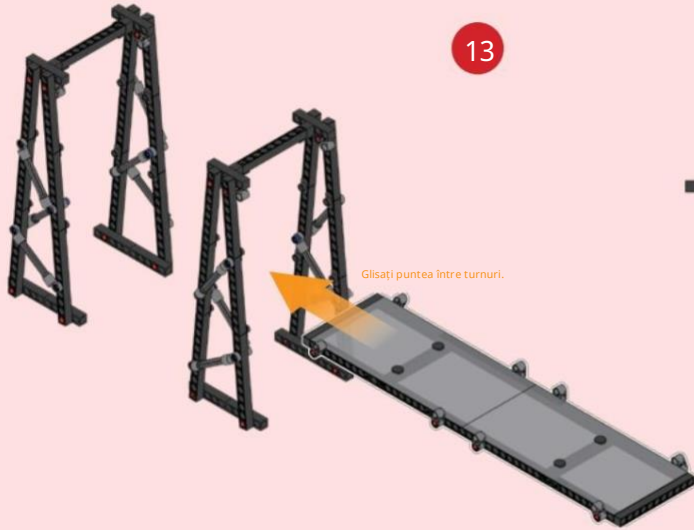
6

6

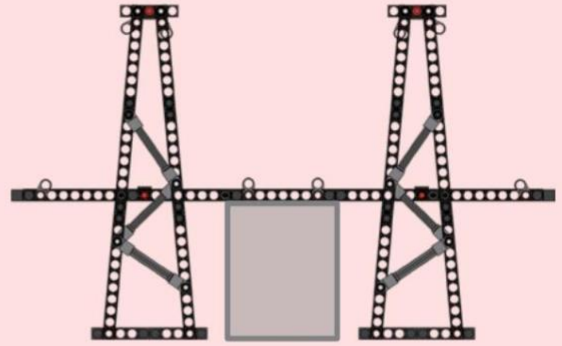




POD SUSPENDAT



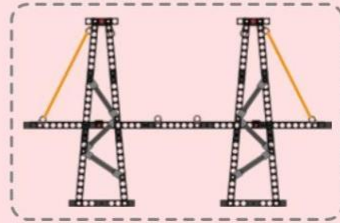
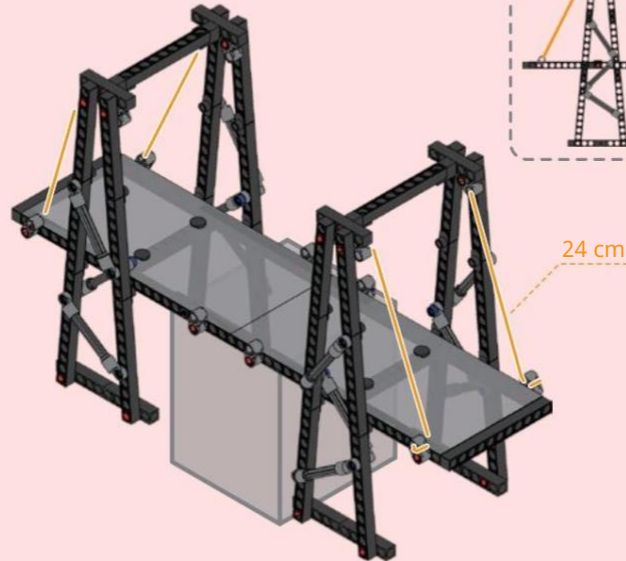
13



Sfat: Găsiți un obiect care poate ține puntea în această poziție. Acest lucru va facilita conectarea cablurilor.

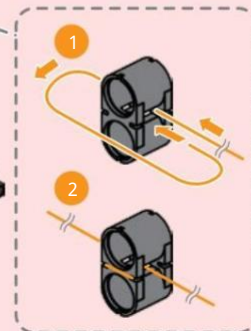
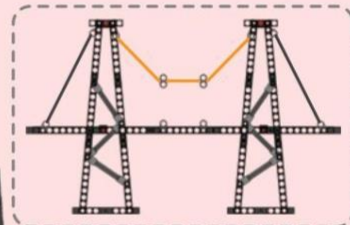
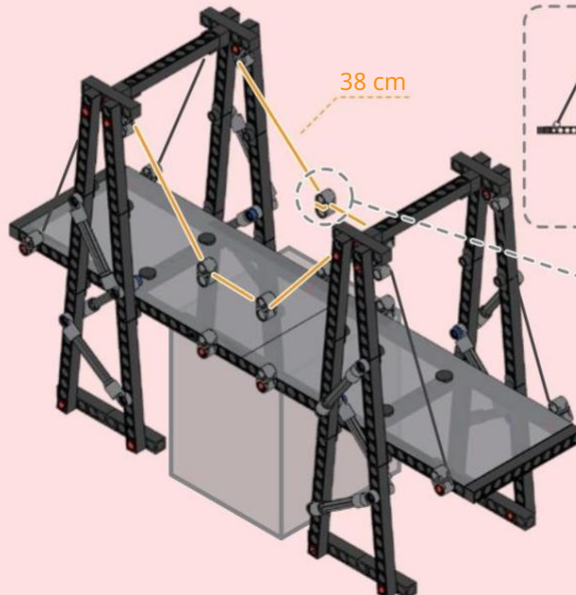
14

Aach patru șiruri de 24 cm.



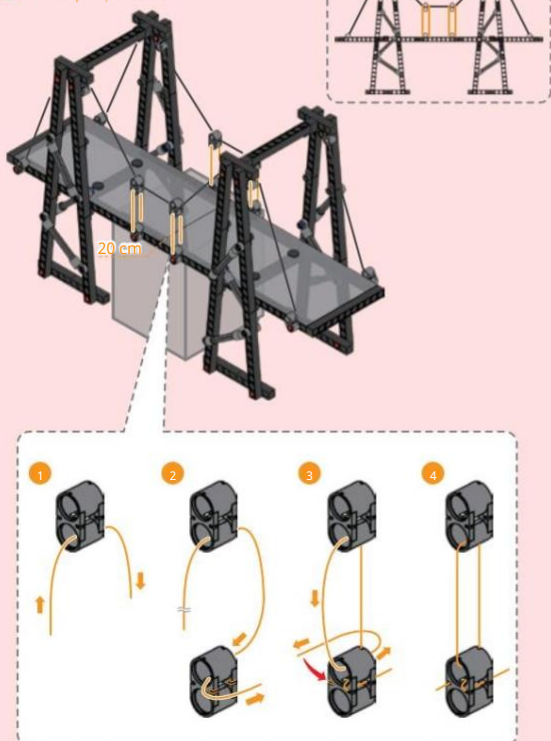
15

Aach două șiruri de 38 cm.

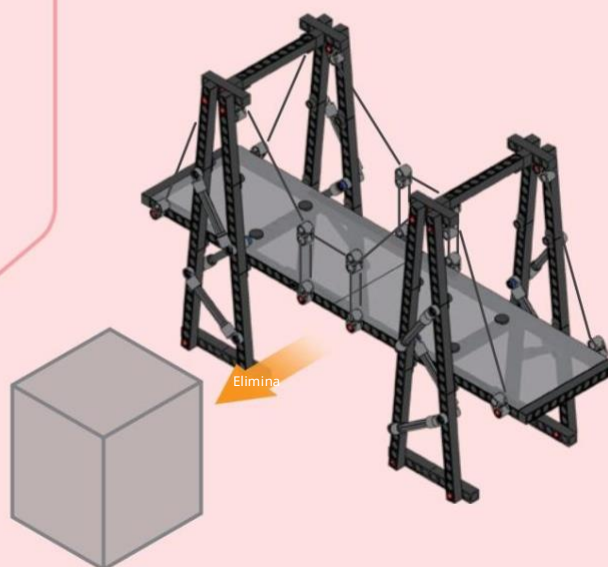


16

Aech patru şiruri de 20 cm.



17



EXPERIMENTUL 19

Provocare de proiectare inginerescă: poduri

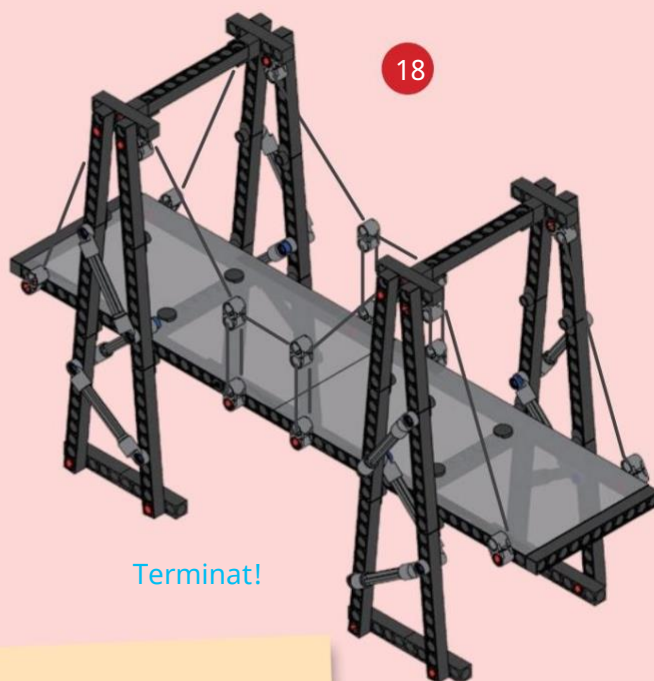
IATĂ CUM

Folosind numai materialele din acest kit, proiectați și construiți un pod care poate să se întindă pe o distanță de trei picioare. Podul ar trebui să folosească cea mai mică cantitate de material posibil și ar trebui să puteți atârna în siguranță o greutate de două kilograme de centru fără ca acesta să cadă. Puteți varia distanța și greutatea pentru a face această provocare mai ușoară sau mai dificilă.



Un pod suspendat are un cablu principal care trece între turnurile sale cu cabluri verticale care se conectează la puntea sa. Un pod suspendat este mai bun pentru a se întinde pe distanțe lungi decât un pod pe cablu.

18





POD CU CABLURI

1 2 3 4 5 7

20x 20x 32x

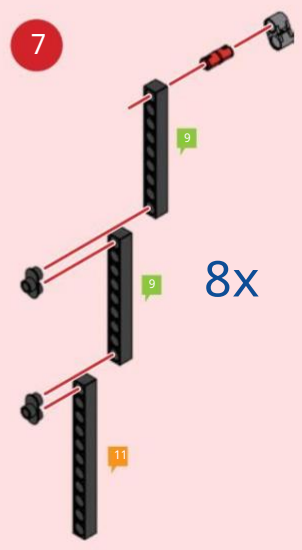
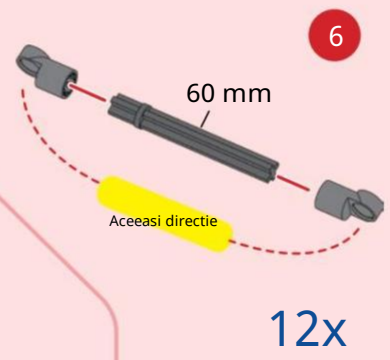
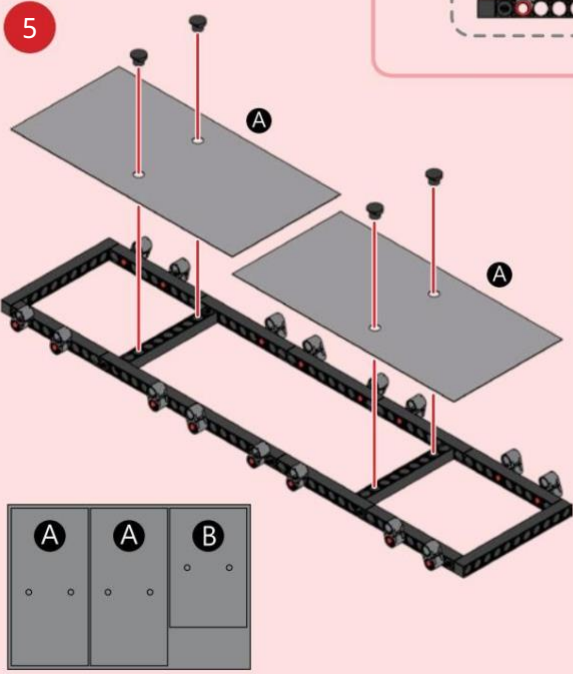
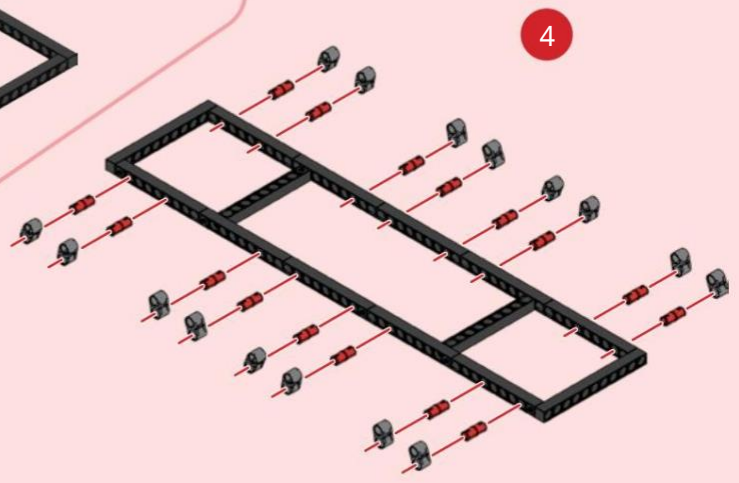
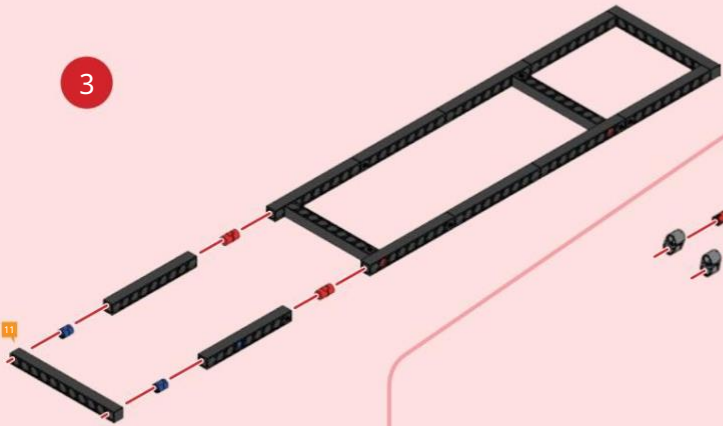
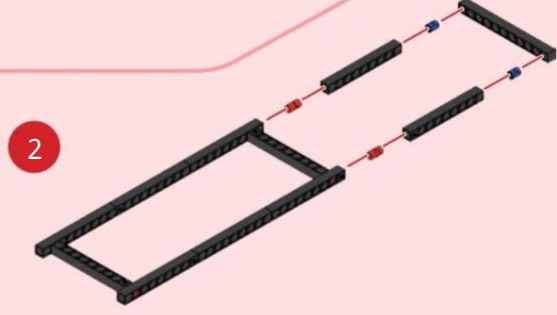
8x 12x 16x

14 15 16 17

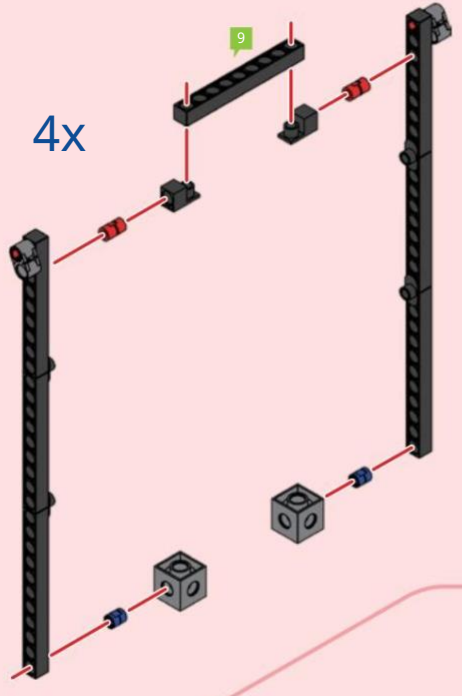
20x 12x 10x 4x

19 20 21 23 24

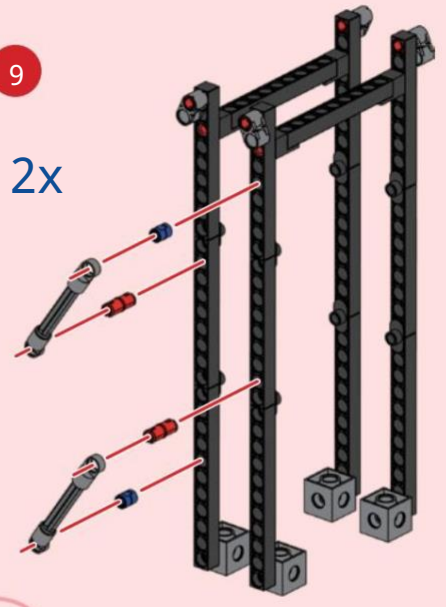
2x 1x 1x 24x 24x



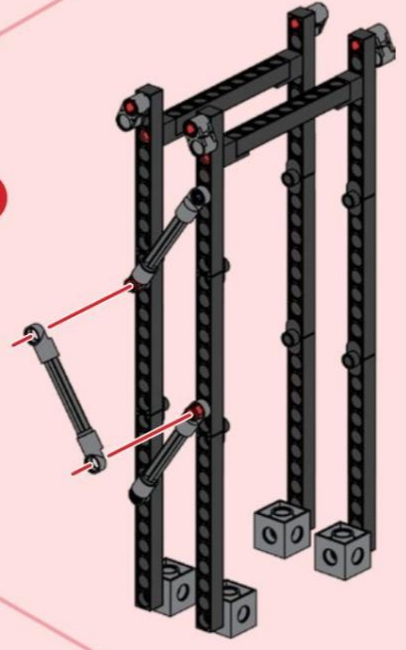
8



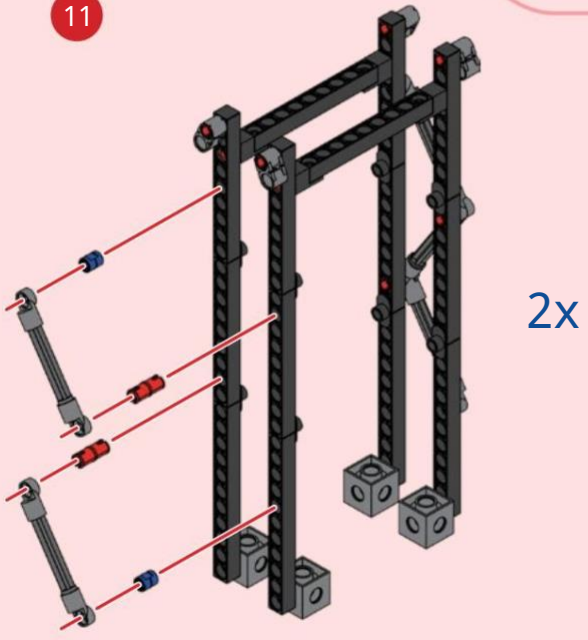
9



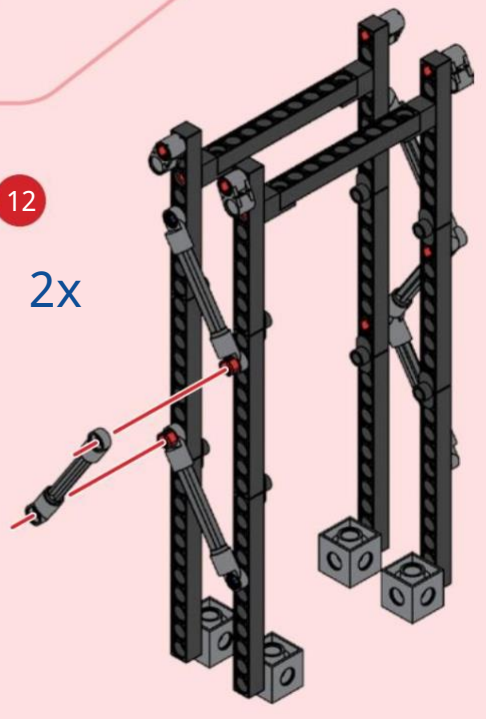
10



11



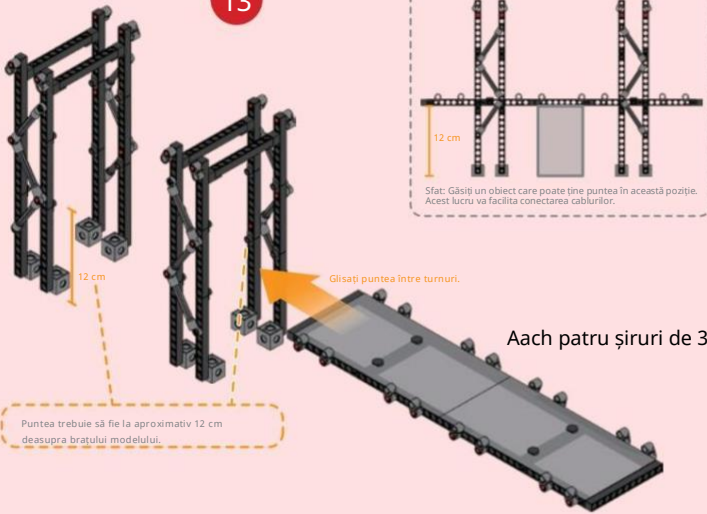
12



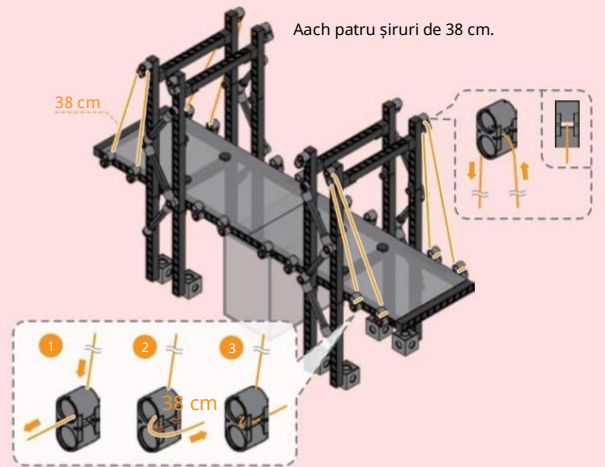


POD CU CABLURI

13



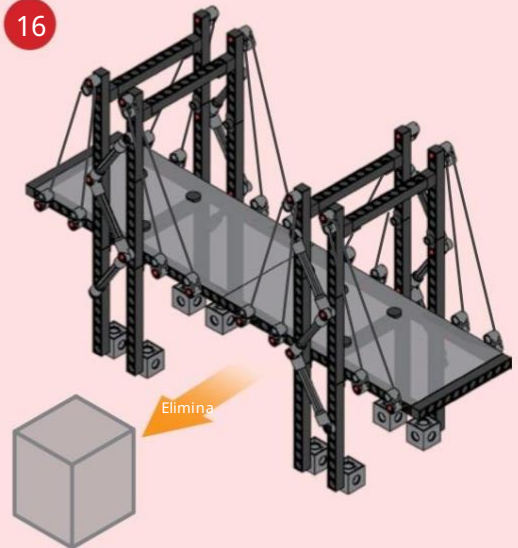
14



15



16



EXPERIMENTUL 20

Pod cu tirant

IATĂ CUM

Încercați să încărcăți podul cu cantități tot mai mari de greutate, cum ar fi blocurile de jucărie. Unde eșuează primul pod? Turnurile cad sau cablurile se desprind? Ce puteți deduce despre forțele care acționează asupra diferitelor elemente structurale din pod în funcție de modul în care eșuează?

Terminat!

17

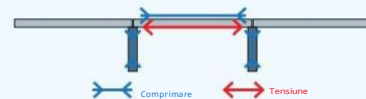


Un pod cu holuri are unul sau mai multe turnuri cu cabluri care merg de la turn la puntea podului. Cablurile susțin puntea podului.

VERIFICĂ

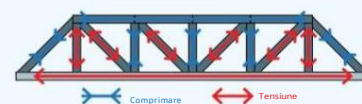
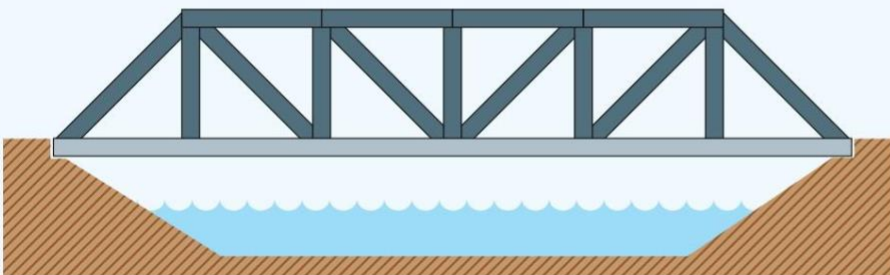
Tipuri de poduri

Podul fasciculului



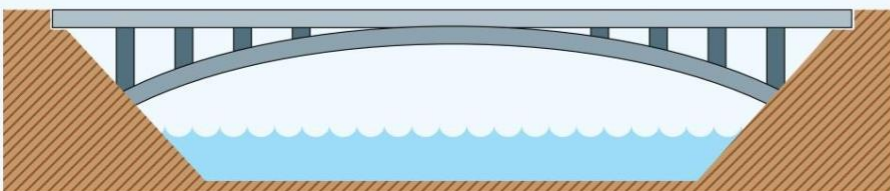
Podul cu grinzi este cel mai simplu tip de pod. Nu se poate întinde pe distanțe lungi deoarece nu transferă momente prin suporturile sale structurale.

Podul Truss



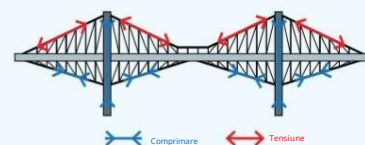
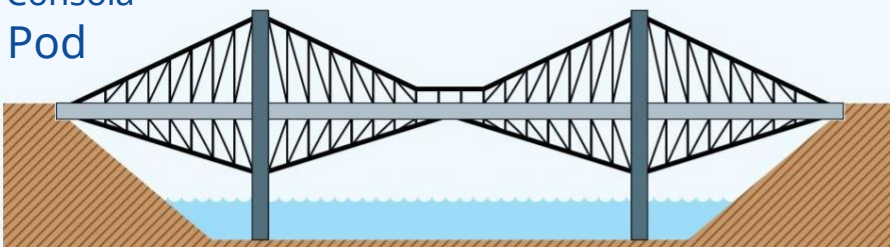
Podul de ferme este alcătuit din lupte conectate în unități triunghiulare pentru a oferi rezistență și susținere punții. Armatura poate fi deasupra sau sub punte.

Podul Arcului



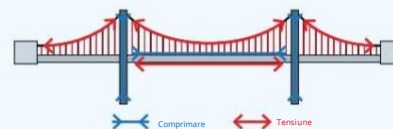
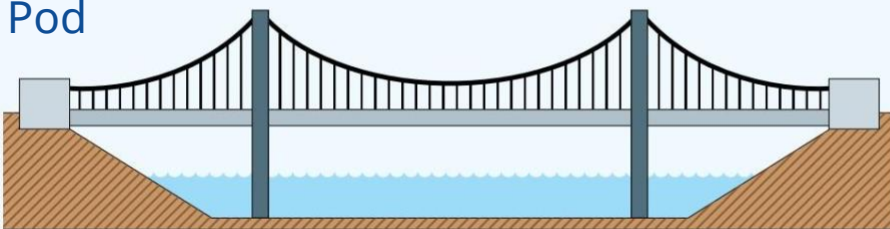
Podul cu arc datează din cele mai vechi timpuri, când au fost construite pentru prima dată din blocuri de piatră. Acum, podurile moderne cu arc sunt realizate din beton și metal. Puntea poate fi deasupra, dedesubt sau chiar prin mijlocul arcului.

Consolă Pod



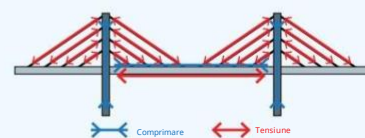
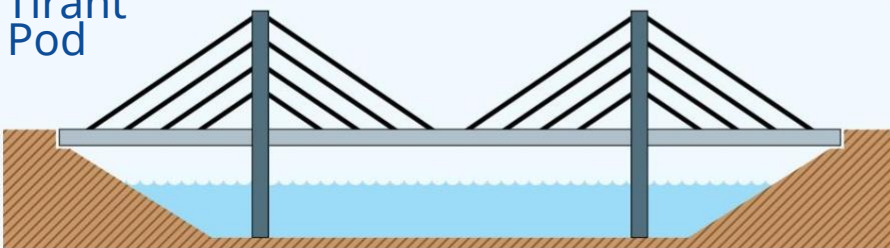
Un pod cantilever folosește cantilever, care sunt structuri orizontale care se proiectează în spațiu și sunt susținute doar la un capăt. Aceste poduri folosesc adesea ferme pentru susținerea consolelor.

Suspensie Pod



Puntea unui pod suspendat este atârnată de cabluri. Cablurile sunt suspendate de turnuri și ancorate în pământ sau blocuri masive.

Tirant Pod



Asemenea unui pod suspendat, un pod de cabluri este susținut de cabluri. Cablurile sunt conectate direct la un turn central.

Design zgârie-nori

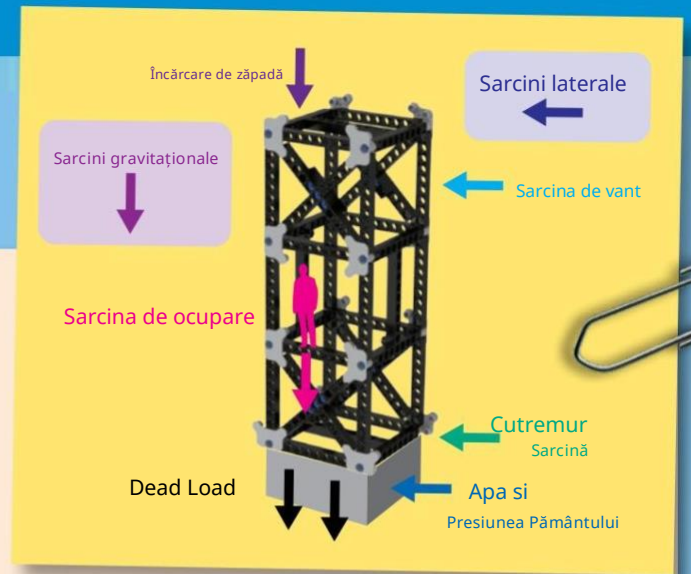
Încărcături care acționează asupra unei clădiri

Clădirile și zgârie-norii trebuie să reziste la multe tipuri diferite de sarcini care le-ar putea trage în jos sau le-ar împinge. Încărcăturile pot fi împărțite în două categorii: sarcini moarte și sarcini sub tensiune.

Sarcinile moarte includ greutatea clădirii în sine și toate lucrurile permanente instalate în clădire. Gravităția trage aceste sarcini în jos.

Sarcinile active includ greutatea oamenilor, a mobilierului și a altor obiecte din interiorul clădirii. Sarcina de zăpadă și sarcina de ploaie — greutatea zăpezii sau a apei de pe acoperiș — sunt, de asemenea, sarcini sub tensiune.

Unele sarcini active acționează lateral asupra clădirii, în loc să tragă în jos. Sarcina vântului este cauzată de împingerea vântului partea laterală a clădirii. Apele subterane și pământul din jurul fundației clădirii împing lateral asupra acesteia. Și chiar și sarcina cauzată de cutremure ocazionale trebuie luată în considerare atunci când proiectați o clădire puternică și stabilă.

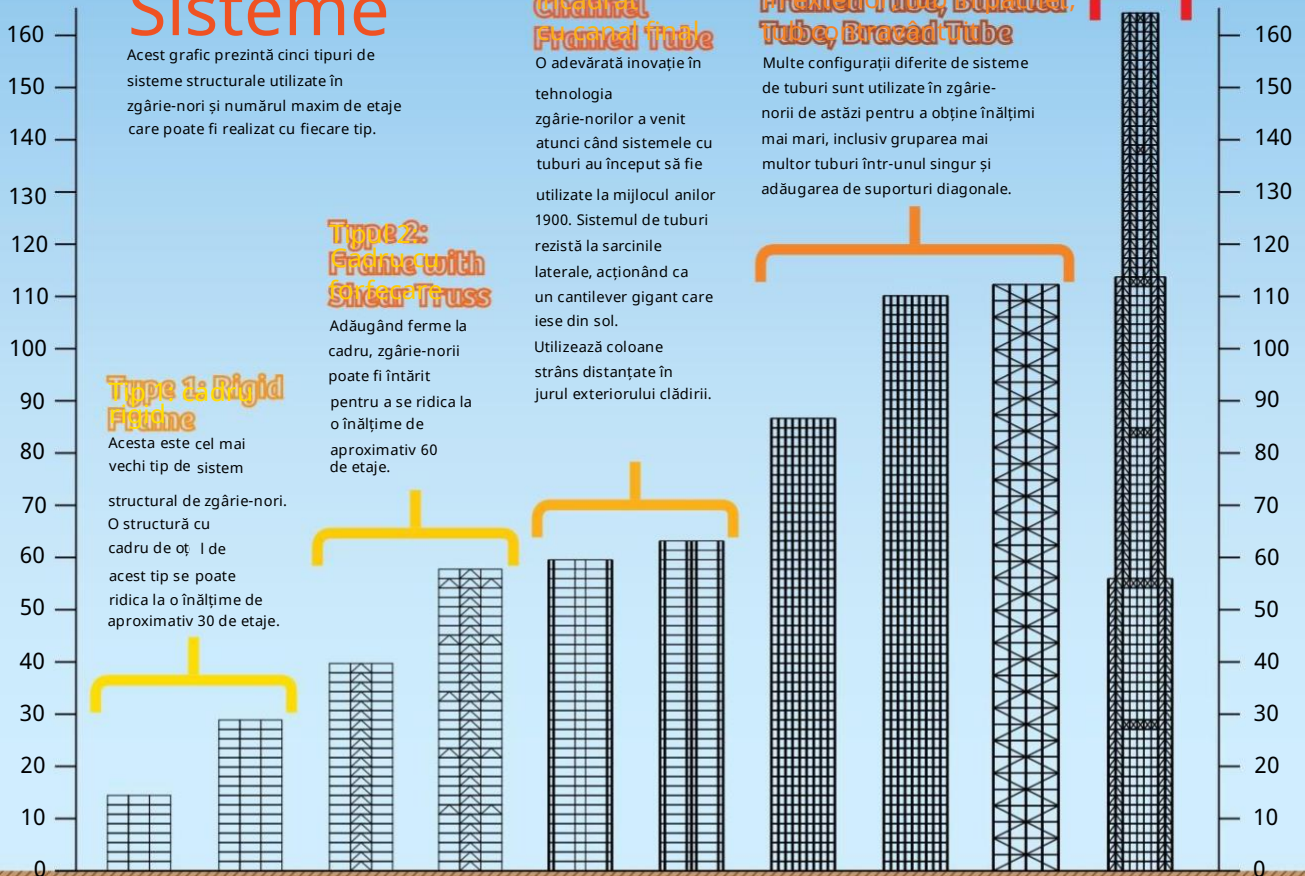


Zgârie-nori Structural

Aproximativ
Un numar de
Posibil etaje

Sisteme

Acest grafic prezintă cinci tipuri de sisteme structurale utilizate în zgârie-nori și numărul maxim de etaje care poate fi realizat cu fiecare tip.



Vedere în plan (de sus)

