Følgende link kan hjælpe dig med at beregne hvilke kræfter der er træk og tryk i en gitterkonstruktion:  
<https://ei.jhu.edu/truss-simulator/>

# Eksempel på beregning af kræfterne i en gitterkonstruktion

# Shape Description automatically generated with medium confidence

## Step 1:

Bestem tyngdekræften .

* Ser vi på skitsen af gitterkonstruktionen kan vi se at der er indtegnet en del kræft pile. Alle pilene er tegnet mellem punkter vi kalder for ”led”. Disse led er forbindingspunkter for de bjælker som konstruktionen består af. Alle bjælker oplever enden en tryk- eller en trækkraft. Alle led vil derfor opleve en modsat virkende kræft fra bjælkerne. Dvs. at en bjælke der bliver strakt, vil påføre leddene den er forbundet til med en lige så stor modsat rettet trækkraft. Det er disse trækkræfter der er vist på leddene i skitsen.   
  Der er kun 3 kræfter der ikke er på grund af disse tryk- og trækkræfter. Det er nemlig vores normalkræfter og tyngdekraften.
* Første skridt for at kunne bestemme de tryk- og trækkræfter som påvirker leddene, er derfor at bestemme tyngdekraften () da vi ofte kender massen () og altid kender tyngdeaccelerationen ().
* Broen vejer og er placeret på 2 beton blokke i begge ender.  
  Der er derfor en

A picture containing text, night sky

Description automatically generated

og er begge normalkræfter.

## Step 2:

Opstil systemets ligevægtsligninger , , .

* Ligevægtsligningerne fortæller os at når et system er i ligevægt (står helt stille), så er summen af alle kræfter og kræftmomenter der virker på konstruktionen lig med nul. Dette gælder i alle retninger. Ved at udnytte denne information kan vi beregne og . Vi skal derfor kunne opstille disse ligninger og for at gøre det skal vi først udvælge et rotationspunkt, altså et punkt på broen hvor vi forstiller os at resten af broen vil rotere rundt om.

Her er der mulighed for at være smart. Hvis man vælger et led der er påvirket af en ekstern (udefrakommende) kraft som sit rotationspunkt, så kan man eliminere en af de kraftmomenter man skal summe sammen ()

* Lad os vælge leddet yderst til venstre hvor kraften befinder sig som vores rotationspunkt.  
  Vi finder nu alle kraftmomenter omkring rotationspunktet.  
  Forstiller man sig at broen var fri til at rotere rundt om vores rotationspunkt, så ville kraften få broen til at rotere med uret rundt og ville få broen til at rotere mod uret rundt. Det gør at er negativ og er positiv.
* Lad os beregne summen af broens kraftmomenter:   
  (Da kræfterne virker på rotationsarmen med en vinkel på skal vi huske at )

(Vi kender jo stadig ikke , så vores formel ender med at se sådan ud)

Vi indsætter nu disse to kraftmomenter i vores sum:

Da er den eneste variabel vi ikke kender i denne ligning, kan vi finde ud af hvad den er ved at isolere :

Vi udfylder også de to sidste ligevægtsligninger:

(Der er ikke nogen kræfter langs x-aksen, så vi kan ignorere)

På samme måde som vi fandt kan vi finde :

Shape

Description automatically generated with medium confidenceVi kan efterfølgende skrive disse værdier ind på vores skitse:

## Step 3:

Det er nu muligt at begynde at bestemme kræfterne der påvirker hvert led og derigennem bestemme om bjælkerne bliver udsat for tryk- eller trækkræfter.

* For at bestemme kræfterne der påvirker et givent led, skal vi starte med at udvælge et led at beregne på, når kræfterne på dette led er beregnet, kan vi gå videre til det næste led og regne på det. Sådan fortsætter man til kræfterne på alle led er blevet bestemt. Heldigvis kommer ligevægtsprincippet os til gavn. Hvis et led udsættes for en kraft, vil leddet i den anden ende af bjælken blive udsat for en lige så stor modsatrettet kræft (Newtons 3. lov).
* For at gøre processen nemmere kan vi navngive hvert led med et bogstav, som følgende:  
  Shape

  Description automatically generated with medium confidence

På den måde kan vi navngive kræfterne der peger fra et led til et andet. F.eks. vil kraften der peger fra led A til led B hedde osv.

* A picture containing application

  Description automatically generatedLad os fokusere på led A hvor har sit angrebspunkt.  
  Vi vil bestemme og .  
  For at gøre dette skal vi igen bruge ligevægtsligningerne, men denne gang  
  skal vi kun tage højde for kræfterne der virker i led A.
* , , .  
  Vi kan ikke inkludere , da alle kræfter har angrebspunkt i led A, men  
  vi kan bruge de 2 andre i dette tilfælde, hvilket giver os følgende:

, hvor er y-komponenten (den lodrette del)

af .   
   
Vi bruger efterfølgende trigonometri til at bestemme

Vi gør nu det samme med

,

Vi isolerer derefter for i ligevægtsligningen og får:

* Vi kender nu alle kræfter ved led A og kan bruge bjælkernes ligevægt til at afgøre nogle af kræfterne på led B og led C:

A picture containing application

Description automatically generated

* Vi kan nu gå videre til et andet punkt. Vi vælger led C da der ikke er nogen kræfter der skal brydes op i x- og y-komponenter da de allerede peget langs akserne.

A blue moon in a black sky

Description automatically generated with low confidence

Med vores ligevægtsligninger kan vi hurtigt se at

Bjælkens ligevægt kan igen bruges så vi ved at .

Ser vi nu på hele konstruktionen igen bemærker vi at den er symmetrisk (altså at den kan spejles) hen over linje BC. Vi kan altså se at den venstre side af gitterkonstruktionen er identisk til den højre side, hvilket betyder at kræfterne også må være de samme. Dette giver os følgende resultat for alle kræfter på gitterkonstruktionen:

A picture containing text, indoor

Description automatically generated

* Med dette har vi fundet alle kræfter og mangler kun at bestemme hvilke der er trækkræfter og hvilke der er trykkræfter på bjælkerne.  
  Alle kræfter der har et negativt fortegn indikere at pilene vender forkert, så skal altså ikke pege væk fra leddene men pege ind mod dem.  
  Alle andre peger den rigtige vej.  
  Peger kræfterne væk fra et led betyder det at bjælken er udspændt, altså at den bliver trukket i af en trækkraft i hver ende.

Peger kræfterne ind mod leddet betyder det at bjælken mellem leddene bliver presset sammen, altså at den bliver trykket på af en trykkræft fra begge ender.  
Shape

Description automatically generated

Røde bjælker er under tryk og blå bjælker er bliver trukket i.

# I skal nu selv beregne kræfterne i følgende gitterkonstruktion:

I kan følge præcis den samme metode til at bestemme alle kræfter på denne gitterkonstruktion.

Chart, line chart

Description automatically generated  
Antag at broen er placeret på to beton pæle, en ved led 0 og en ved led 2, så led 0 og 2 har hver deres normalkraft.

Centrum er punkt 0

Facit:

Diagram

Description automatically generated