

---

# STEM PROJECT: HYDRAULICA

---

Jarno Buyl – Sander Letouche



## Inhoud

Theorie Hydraulica. ....	2
Eigenschappen van vloeistoffen.....	2
Wet van pascal .....	2
Oefeningen.....	4
Debiet .....	5
Oefening .....	6
Toepassingen hydraulische cilinder. ....	7
Kranen .....	7
Spinnen.....	7
Opheffen zware voorwerpen .....	8
Hydraulische remmen .....	9
Montage hydraulische arm .....	10
Momentbepaling + toepassing kraan.....	11
Inleiding moment .....	11
Inleidende oefeningen: .....	11
Opdracht momentbepaling kraan:.....	13

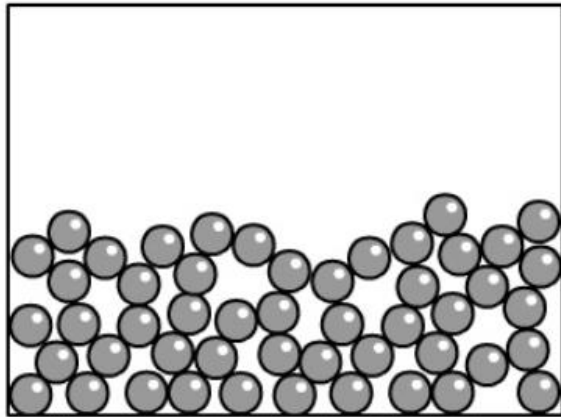
# Theorie Hydraulica.

## Eigenschappen van vloeistoffen

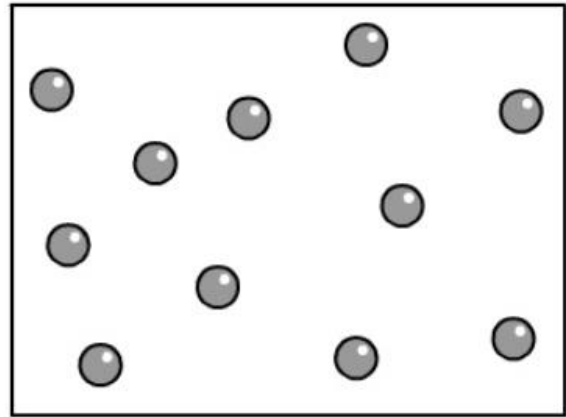
Er zijn een aantal verschillen tussen een vloeistof en een gas. Een gas is samendrukbaar. Wanneer we op een volume gas een bepaalde druk zetten zal de druk van het gas toenemen. Dit is bij een vloeistof niet mogelijk omdat vloeistoffen niet samendrukbaar zijn. Vloeistoffen gaan steeds een horizontale vorm aannemen. Een vloeistofoppervlak gaat steeds waterpas liggen.

## Wet van pascal

De druk (of drukverhoging) die op een bepaald deel van een vloeistof uitgeoefend wordt, plant zich **in alle richtingen gelijk** voor



Vloeibaar

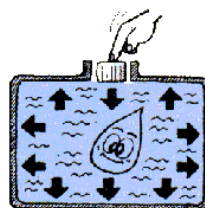
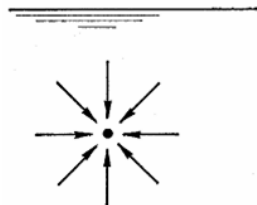


Gas

t.

De wet van pascal werd in de 17<sup>de</sup> eeuw opgesteld door de Frans wis- en natuurkundige Blaise Pascal. Pascal ontdekte dat een druk die wordt uitgeoefend op een vloeistof die zich in een geheel gevuld en gesloten vat bevindt zich onverminderd in elke richting zal voorplanten.

De wet heeft als gevolg dat op elk punt in een vloeistof de druk even groot is vanuit alle richtingen. Ook is hierdoor de druk op elk punt van alle wanden even groot.

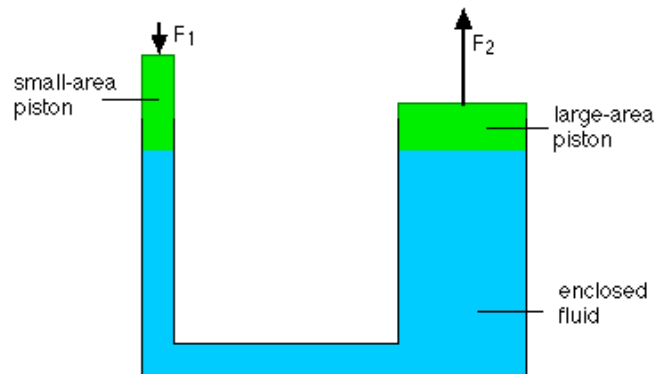


We weten dat de druk in een vloeistof gelijk is aan de kracht gedeeld door het oppervlak.

$$P = \frac{F}{A}$$

Als de druk in een vloeistof overal gelijk blijft kunnen we stellen dat  $P_1 = P_2$

Laten we dieper ingaan op onderstaand voorbeeld.



Er wordt een kracht  $F_1$  langs de linkerkant van het reservoir uitgeoefend. Deze druk op het water langs de linkerkant is gelijk aan.

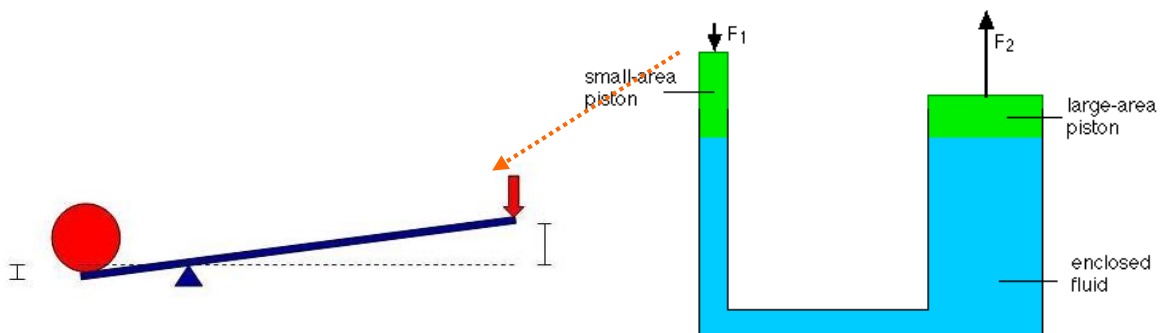
$$P_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

Door de wet van Pascal weten we dat de druk zich in alle richtingen gelijk voortplant. De druk  $P_2$  langs de rechterkant van het reservoir moet dus gelijk zijn aan de druk  $P_1$  langs de linkerkant van het reservoir.

$$P_2 = P_1$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Hoe groter het oppervlak hoe groter dus de kracht moet zijn langs de rechterkant van het reservoir. Er kan dus met behulp van een kleine kracht een groot massa opgetild worden ( zie ook het hefboomprincipe). De hydraulische lift werkt zoals een hefboom.



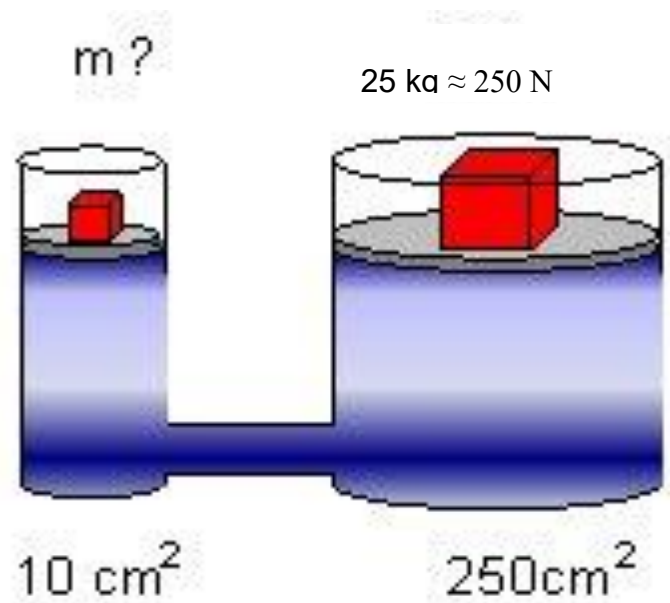
## Oefeningen

- 1) Hoeveel moet de massa  $m$  wegen om de massa van 25kg te kunnen dragen ?

Gegeven:

Gevraagd:

Oplossing:

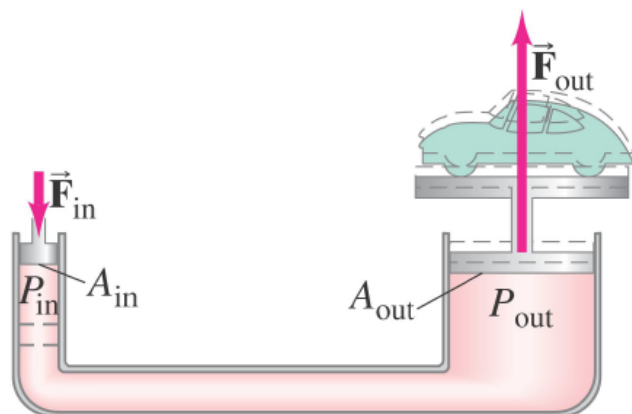


- 2) Als de wagen in de tekening 1200kg weegt en op een oppervlak staat van  $8 \text{ m}^2$ , hoe groot moet de kracht zijn op het linkse oppervlak als je weet dat het oppervlak  $1,5 \text{ m}^2$  groot is.

Gegeven:

Gevraagd:

Oplossing:



## Debiet

Debiet is de natuurkundige grootheid voor een doorstromend medium uitgedrukt als de hoeveelheid van een vloeistof of gas per tijdseenheid.

$$Q = \frac{V}{t}$$

Waarbij Q = debiet in m<sup>3</sup> / s

V= volume vloeistof in m<sup>3</sup>

t= tijd

Vaak wordt debiet ook gebruikt als de hoeveelheid water die in een rivier of een beek per tijdseenheid stroomt. Wanneer het water door bijvoorbeeld een buis of leidingen stroomt wordt het debiet op een andere manier berekend.

$$Q = A * v$$



Waarbij A de oppervlakte van de doorsnede is en v de snelheid waarmee de vloeistof door het oppervlak stroomt.

Het debiet wordt gemeten met een debietmeter. Een debietmeter is een meetinstrument waarmee in gesloten geheel gevulde leidingen de doorstroming van een gas of vloeistof per tijdseenheid gemeten kan worden.

Hiervoor bestaan er verschillende principes. De meest gebruikte debietmeters zijn schoepenmeters, ultrasone debietmeters en elektromagnetische debietmeters. De keuze hangt af van de prijs en de toepassing. Bij gasmeters worden er andere meettoestellen gebruikt.



*Schoepenmeter*



*Ultrasone debietmeter*

## Oefening

- 1) Bepaal het debiet gemeten door een schoepenmeter. Het volume gemeten in een tijdspanne van 90 seconden is  $20\text{m}^3$ .

Gegeven:

Gevraagd:

Oplossing:

- 2) Door een oppervlak van  $20\text{cm}^2$  moet er de hele tijd  $4\text{l/min}$  water stromen. Berken de snelheid waarmee het water zich in de leidingen moet voortplanten.

Gegeven:

Gevraagd:

Oplossing:

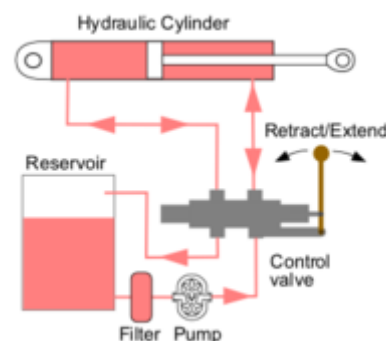
## Toepassingen hydraulische cilinder.

## Kranen

Een van de gekendste toepassingen is het gebruik van hydraulische cilinders in allerlei soorten kranen, hoogtewerkers, graafmachines, ... Hierbij bewegen de verschillende delen ten opzichte van elkaar doordat een pomp een olie van of naar de hydraulische cilinder kan sturen.



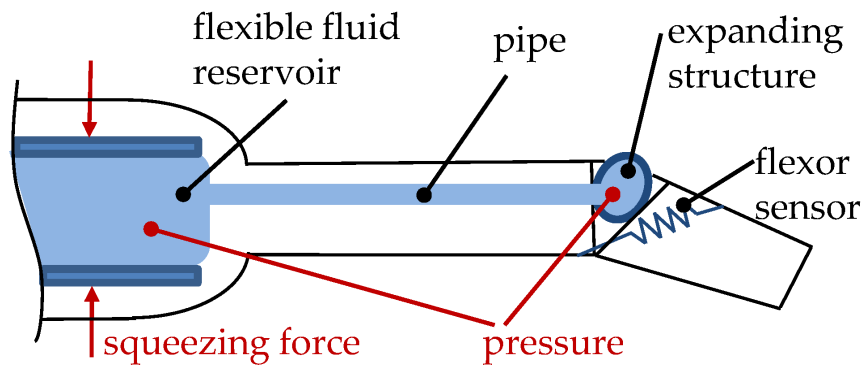
In onderstaande figuur wordt de werking hiervan weergegeven. De pomp, zal olie uit het reservoir naar de hydraulische cilinder sturen. Hierdoor zal de zuiger uit de cilinder komen waardoor 2 delen van een kraan uit elkaar geduwd worden. Omgekeerd zal, als de pomp olie naar het reservoir stuurt, de zuiger terug in de hydraulische cilinder komen, waardoor 2 delen van een kraan naar elkaar toe getrokken worden.



## Spinnen

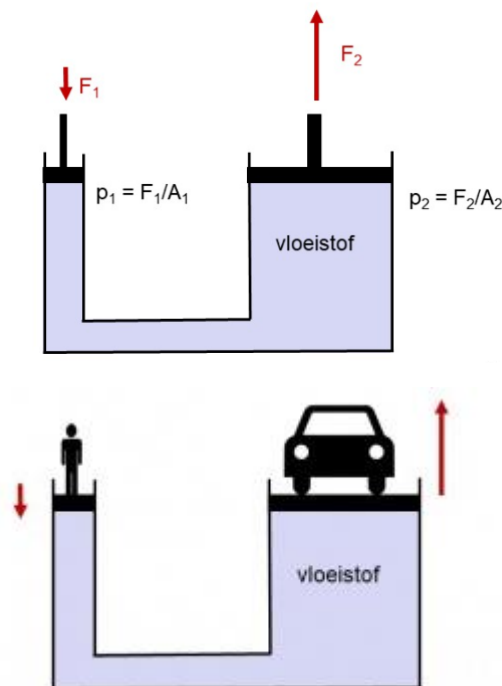
Ook in de biologie, meer bepaald in de fauna, zijn er een aantal dieren die gebruik maken van hydraulica om te bewegen. De voortbeweging van de spin is namelijk *deels* hydraulisch: door de bloeddruk in de poot te variëren, kunnen ze de poot strekken of buigen. Er zijn zelfs spinnen die hierdoor een gigantische springkracht ontwikkelen. De springspin kan door dit hydraulisch systeem namelijk 25 keer zijn lichaamslengte springen. Dat hydraulisch systeem van de spin is goed te zien indien we dit met de sprinkhaan vergelijken. De sprinkhaan heeft namelijk 2 geweldig gespierde achterpoten om zo ver te springen, spinnen hebben niet zo een felle gespierde poten, maar (sommige) kunnen door het hydraulisch systeem toch een aanzienlijke afstand springen.





### Opheffen zware voorwerpen

Door gebruik te maken van hydraulica kan je zware voorwerpen (auto's, XXX,) opheffen zonder al te veel moeite. Hierdoor maak je gebruik van de reeds gezien wet van Pascal. Doordat de druk in de vloeistof gelijk is en zich in alle richtingen voort zet, kan hierdoor een kleine kracht op een klein oppervlakte doorgegeven aan een groot oppervlakte wat vervolgens een grote kracht geeft. Dit wordt weergegeven in volgende figuren:

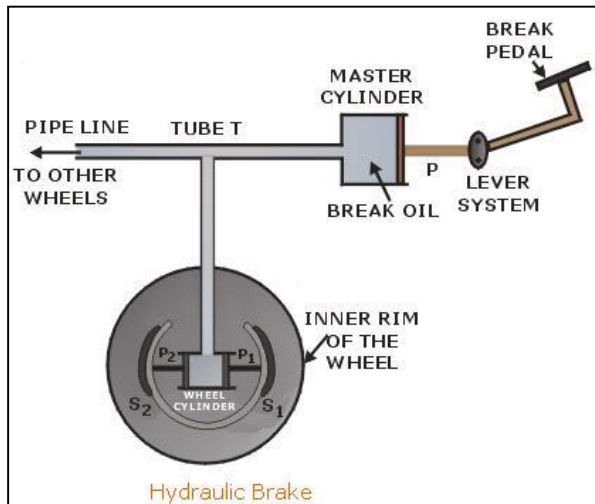


## Hydraulische remmen

Ook de remmen van auto's of schijfremmen van de nieuwste fietsen maken gebruik van hydraulica. In volgende figuur wordt dit duidelijk weergegeven. Een persoon duwt op de rempedaal (kleine oppervlakte) en dit wordt doorgegeven aan de remmen in de verschillende wielen. Bij fietsen wordt tegenwoordig ook meer en meer dit systeem gebruikt voor het remmen. De reden hiervoor is dat je met dit systeem meer grip hebt bij regenweer en je dus ook sneller kunt remmen.

Indien je wat meer wilt te weten komen over hydraulische remmen kan je altijd in volgende link eens een kijkje nemen. Hierin wordt ook de werking van de hydraulische rem nog eens goed gevisualiseerd.

<https://www.youtube.com/watch?v=VxLTDtaRCZk>



## Montage hydraulische arm

De leerlingen maken gebruik van het stappenplan in de bijlage om zelf een hydraulische arm te bouwen.



## Momentbepaling + toepassing kraan

### Inleiding moment

Bij heel wat kranen zie je aan de basis een hoeveel massieve stenen liggen. De reden hiervoor heeft te maken met het feit dat kranen zware voorwerpen moeten kunnen opheffen en hierdoor uit balans kunnen raken. Er is dus gevaar dat kranen zouden omvallen. Om dit op te lossen hangt men dus aan de basis een bepaalde massa, om de kraan in evenwicht te houden.

Het effect van een kracht op de **rotatie** van een voorwerp wordt bepaald door **het inwerkende krachtmoment** (symbool: **M**)

Het moment is afhankelijk van:

- de ..... van de kracht  $\vec{F}$
- de ..... tussen de werklijn van de kracht en de evenwijdige door de as  
(= krachttarm!)

#### Formule:

moment = kracht . krachttarm

$$M = F \cdot d$$

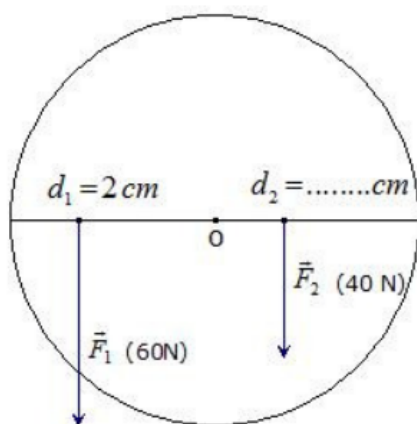
M : Moment (eenheid : Nm )  
F : Kracht (eenheid : N )  
d : krachttarm (eenheid : m )

Eenheid: eenheid Moment = eenheid kracht . eenheid krachttarm  
= **Nm**

### Inleidende oefeningen:

Als inleiding worden hier onder enkele voorbeeldoefeningen weergegeven:

#### - Opdracht 1



**fig. 1:**

Bereken het moment in wijzerzin:

.....

Bereken het moment in tegenwijzerszin:

.....

Is de schijf in evenwicht?

.....

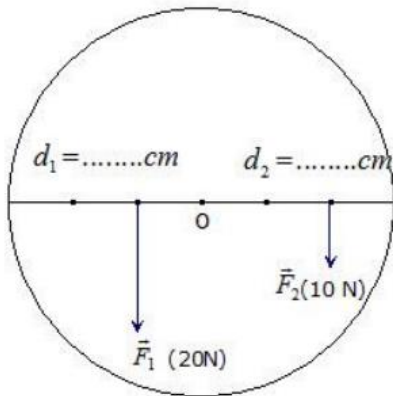
Waarom?

.....

In welke richting zal de schijf draaien?

.....

#### - Opdracht 2



**fig. 2:**

Bereken het moment in wijzerzin:

.....

Bereken het moment in tegenwijzerszin:

.....

Is de schijf in evenwicht?

.....

Waarom?

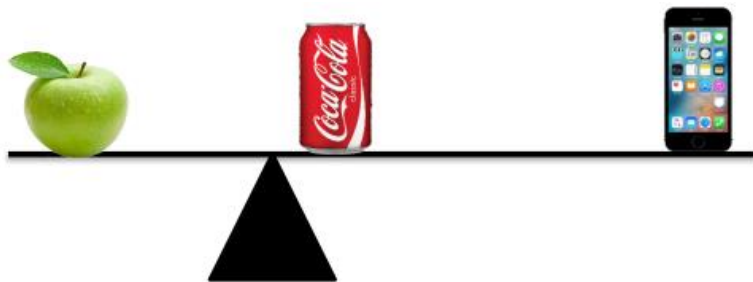
.....

In welke richting zal de schijf draaien?

.....

### - Opdracht 2

Einstein en Marie Curie vervelen zich tijdens hun onderzoek en proberen volgende opstelling te balanceren. Ze leggen een lat horizontaal op een scharnierpunt en proberen een appel, een blikje cola en een smartphone te balanceren. De bedoeling is dus dat het moment in het scharnierpunt gelijk is aan nul. Op welke afstand moet dan de smartphone geplaatst worden?



De gegevens van volgende opstelling staan weergegeven in volgende tabel:

Voorwerp	Massa (kg)	Krachtarm (cm)
Appel	0.2	15
Cola	0.33	5
Smartphone	0.10	X

$$M = 0$$

$$<=>$$

$$0 = -0.2 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.15 \text{ m} + 0.33 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * 0.05 \text{ m} + 0.10 \text{ kg} * 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} * X \text{ m}$$

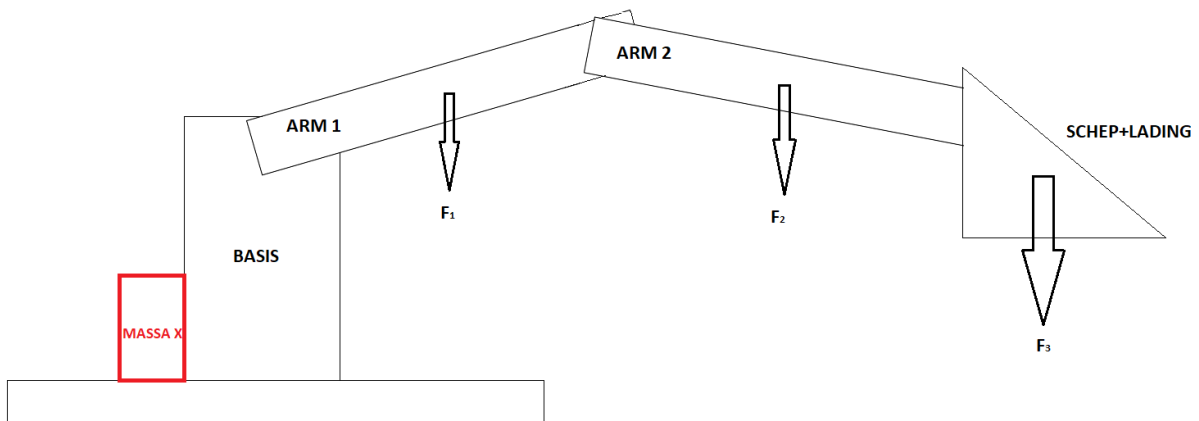
$$<=>$$

$$X = \dots\dots\dots \text{ m}$$

### Opdracht momentbepaling kraan:

Het kraantje dat jullie gebouwd hebben kan, afhankelijk van de massa dat in het schepgedeelte ligt moeite hebben met de stabiliteit. Daarom zou het goed zijn om een massa aan de basis te hangen om de stabiliteit van de kraan te garanderen. Dit wordt eerst bepaald bij een realistische kraan:

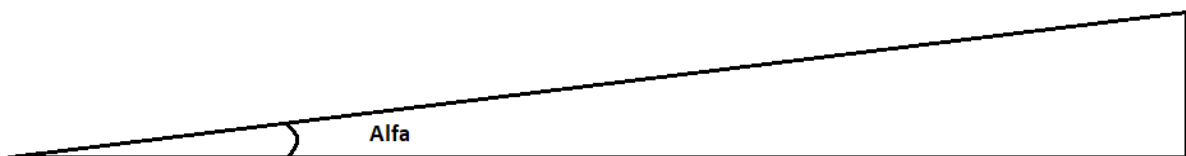
Om het probleem te vereenvoedigen stellen we de kraan in 5 onderdelen voor: De basis, arm 1, arm 2 en het schepgedeelte. Daarnaast hebben we ook nog een massieve blok waarvan we de massa moeten trachten te bepalen. (Zie figuur)



De volgende gegevens van de kraan weten we:

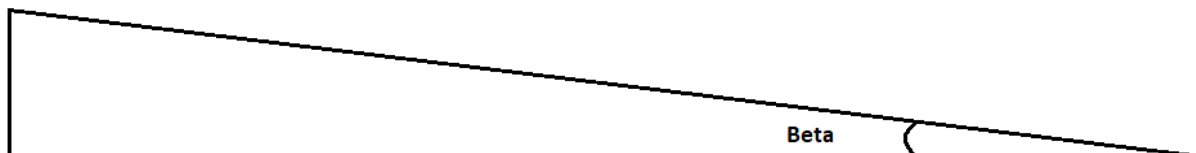
Onderdeel	Massa (kg)	Krachtarm (m)
Arm 1	400	?
Arm 2	400	?
Schep + Lading	1200	9 m
Massa X	X	1 m

De krachtarm van arm 1 en arm 2 kan bepaald worden door gebruik te maken van de Stelling van Pythagoras. Voor arm 1 zijn volgende gegevens te vinden. Je weet dat het aangrijpingspunt van Kracht  $F_1$  in het midden van arm 1 aangrijpt en dat arm 1 een lengte van 4 meter heeft. Daarnaast weet je dat in maximale uitwijking de hoek  $\alpha = 15^\circ$ .



Op welke horizontale afstand t.o.v. het aangrijpingspunt met de basis (= de krachttarm) neemt kracht  $F_1$  dan aan?

Voor de 2<sup>de</sup> arm is de berekening gelijkaardig. De lengte van arm 2 is ook 4 m en hoek  $\beta$  is ook  $15^\circ$ .



Vervolgens hebben we alle gegevens om de massa van de massieve blok te bepalen. Hiervoor dient het moment in het aangrijpingspunt namelijk gelijk zijn aan 0.

Antwoord:

De massa van de massieve blok is:

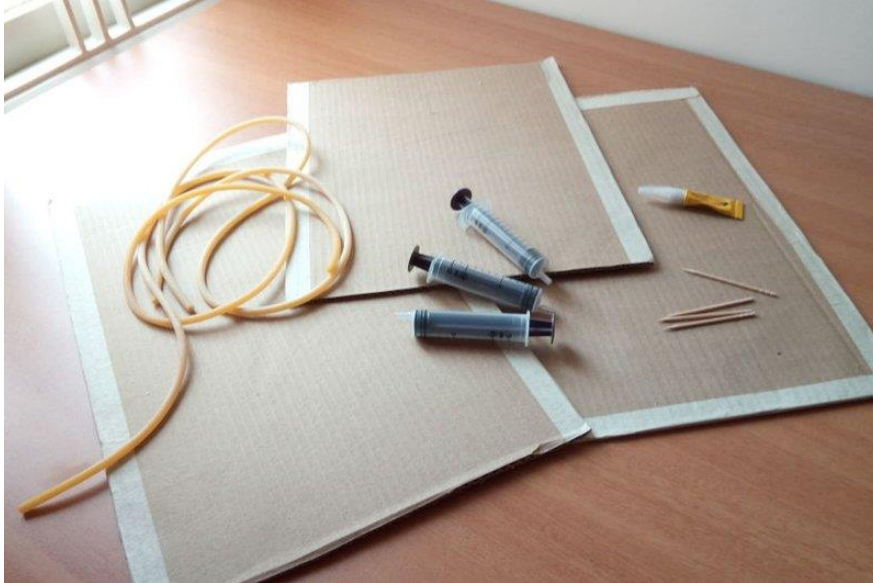
Toepassing zelfgemaakt kraantje: ook hier kan een bepaalde massieve blok gebruikt worden om het kraantje in balans te brengen. Bij het zelfgemaakte kraantje is het enige verschil dat er veel meer onderdelen aanwezig zijn, waardoor er veel meer massa's een invloed zullen hebben op het moment. Indien het kraantje gemaakt werd in isomo dan zal de massa van de spuitjes zelfs veel belangrijker zijn op het al dan niet in balans zijn van het kraantje dan de massa van de armen en het schepgedeelte.



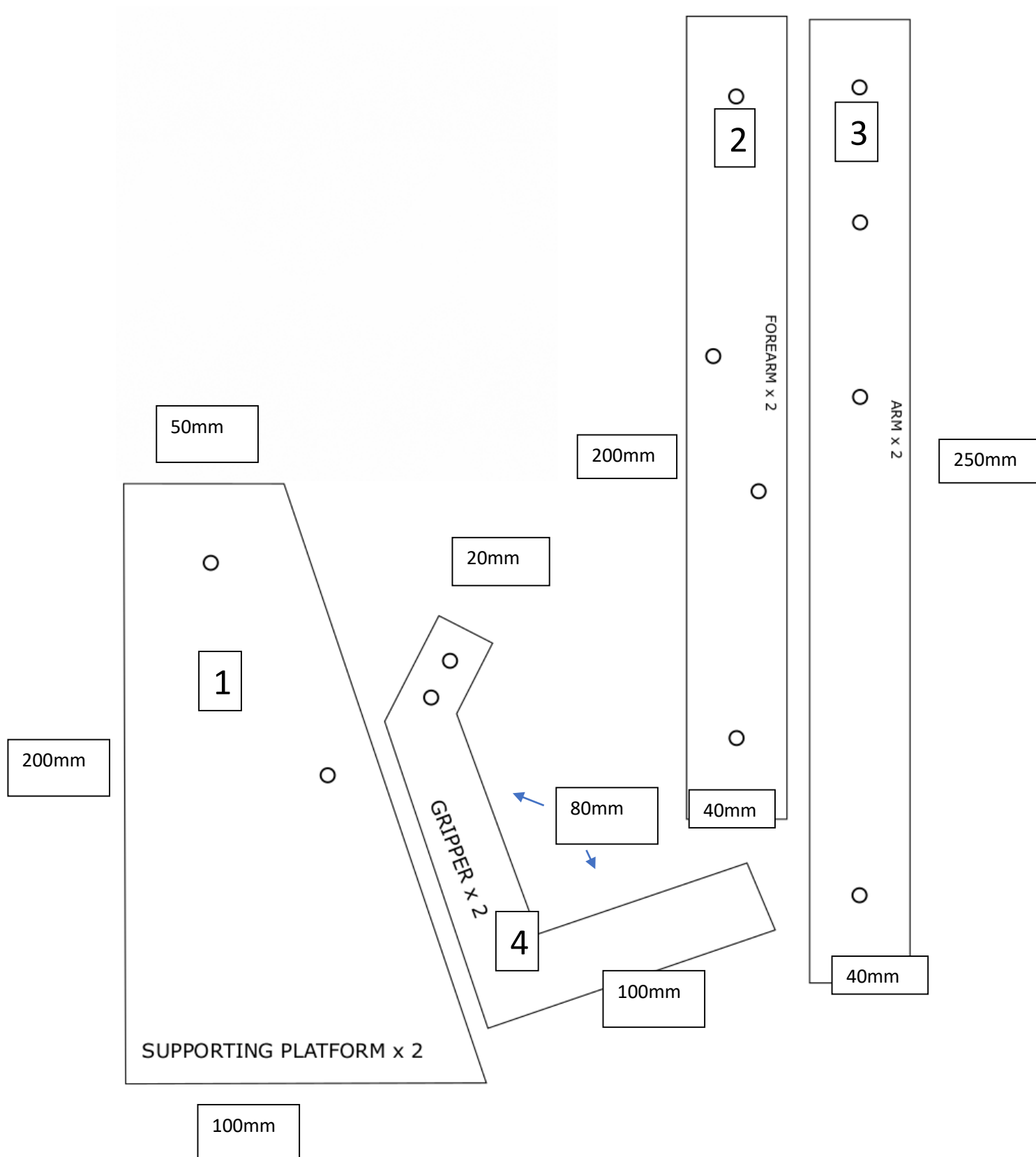


# Stappenplan hydraulische arm

## Benodigheden



- spanriemen
- Stevig karton of isomo
- 8 spuitjes van 10ml
- Verbindingslangen om de spuitjes te verbinden
- Houten stokjes
- Lijm
- Boormachine
- Schaar



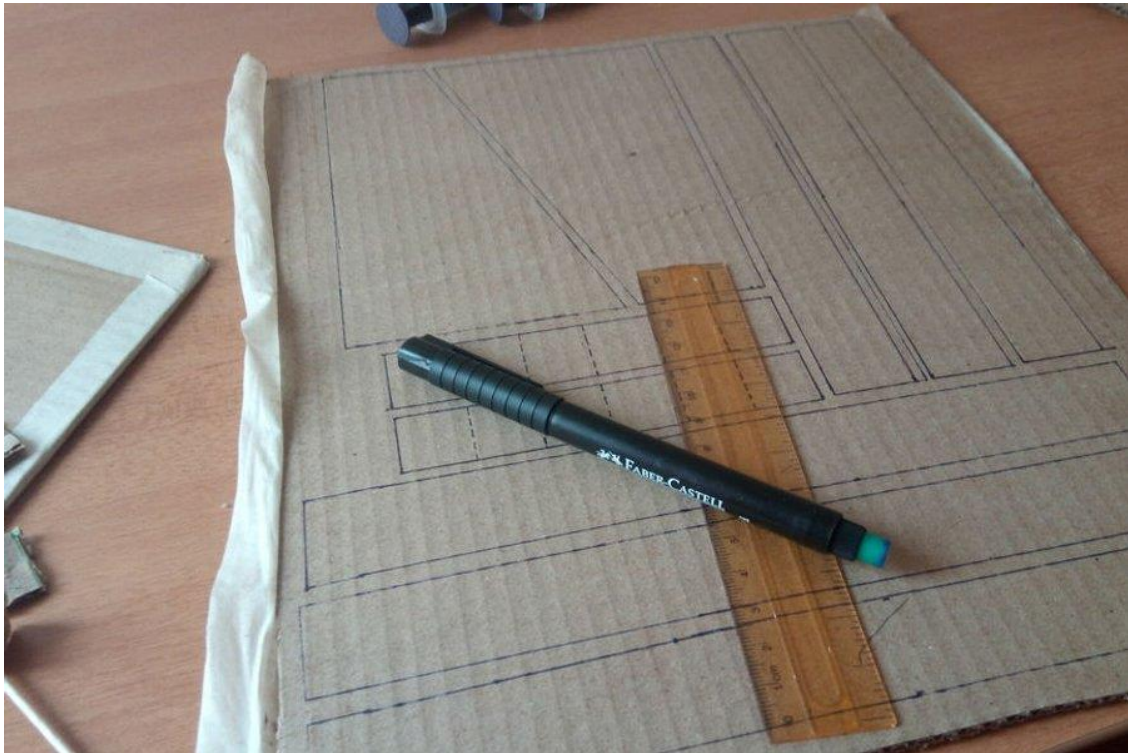
500mm

**BASE x 1**

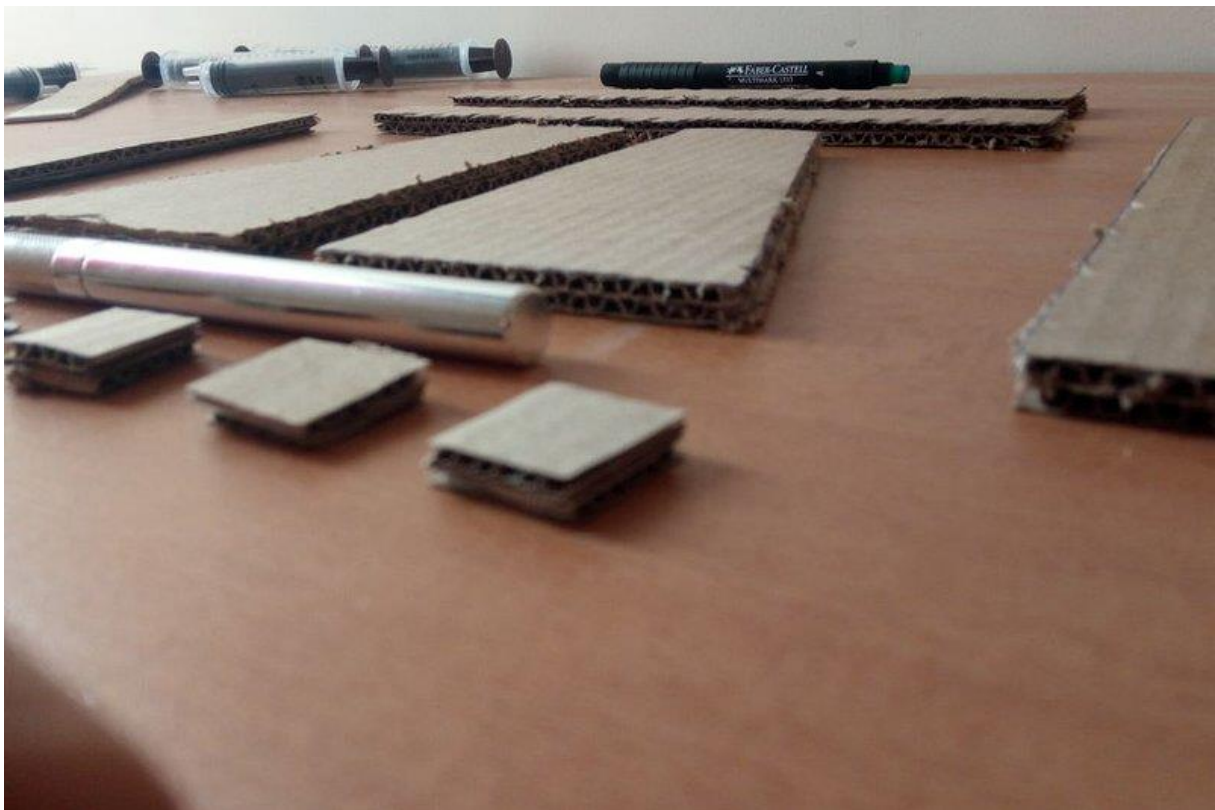


700mm

- Teken de verschillende vormen over op stevig karton of isomo.



- Snijdt de verschillende vormen uit het karton of de isomo.





- Maak de gaatjes in het karton of de isomo.



- Boor de gaatjes met de boormachine door de spuitjes.



- Sluit de spanriemen over elkaar zoals op onderstaande foto.



- Span één van de twee over de rand van het spuitje.





- Maak een opening in de het grondplatform ( base) en schuif er de supporting platforms (1) in.
  - Verbind de arm (3) met behulp van de houten stokjes met het supporting platform (1) zoals op onderstaande foto.
  - Verbind de forearm(2) met behulp van de houten stokjes aan de arm(3) zoals op onderstaande foto.
- Op de onderstaande foto zijn er kleine stokjes gebruikt, het is eenvoudiger om lange stokken te gebruiken.

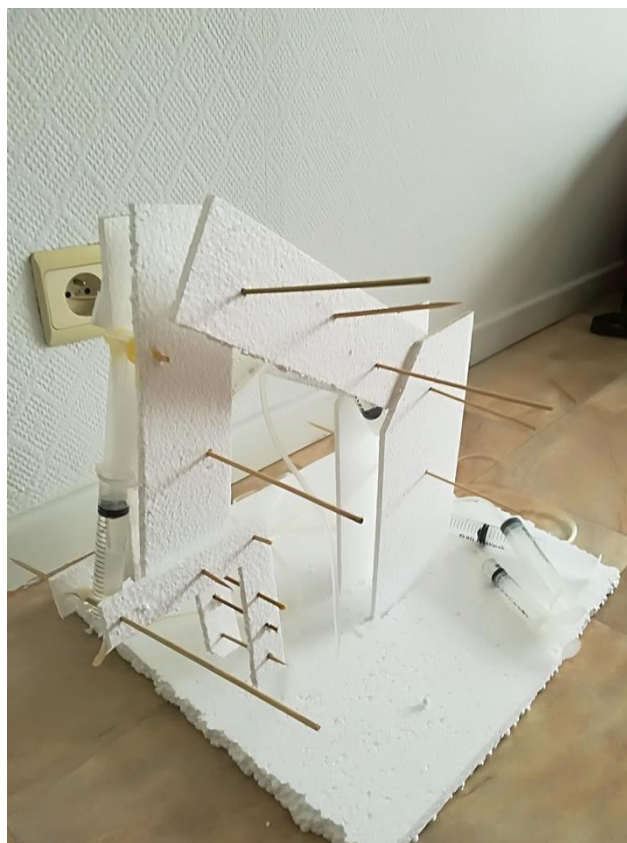




- Bevestig het spuitje op de stokjes in de constructie. Doe dit door het nog niet gesloten spanbandje over een stokje te bevestigen en het aan te spannen. Doe dit zoals op de foto.



- Bevestig de twee onderdelen van de gripper op elkaar met behulp van een aantal stokjes.



- Bevestig de gripper op de reeds afgewerkte constructie.
- Vul de spuitjes met water en verbind telkens een vol spuitje met een leeg spuitje.
- De hydraulische arm is nu volledig afgewerkt.

