Online Proefstuderen
Built Environment

Theorie – module Techniek & Constructie

In dit document vind je twee onderdelen. Bij deel 1 krijg je een voorbeeldberekening te zien van een oplegreactie. En in deel 2 zie je een voorbeeldberekening over het kracht van het water op de sluisdeur.

Deel 1: voorbeeldberekening oplegreactie

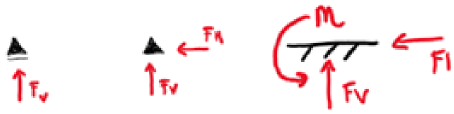
Er zijn drie verschillende opleggingen:
- rolschanier
- vast schanier
- moment vaste inklemming

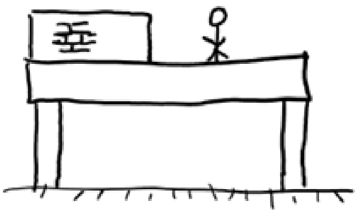
Als je een balk hebt op twee steunpunten, dan moet de balk de vrijheid hebben om te kunnen uitzetten.
Vandaar dat je dit schema zo schematiseert:

Je moet altijd evenwicht hebben in verticale en horizontale krachten en in de momenten. Dat houdt in dat de resulterende krachten gelijk moeten zijn met de evenwichtsmakende krachten. Bijvoorbeeld als je de som neemt van alle horizontale krachten dan moet dit gelijk zijn aan 0, want dan heb je evenwicht. Dus geldt:

$$\sum F_v = 0 \quad , \quad \sum F_H = 0 \quad , \quad \sum M = 0$$

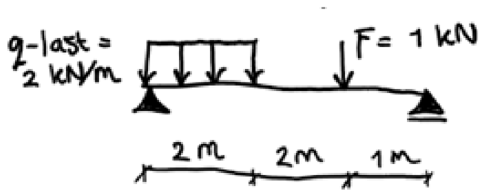
Een rolschanier kan alleen verticale krachten opnemen, een vast schanier alleen vertical en horizontale krachten en een momentvaste verbinding kan verticale en horizontale krachten opnemen, maar ook een moment. Deze krachten worden ook wel oplegreacties genoemd.





Voorbeeld: Stel we hebben een balk met daarop een metselwerk wandje en een persoon. De balk wordt gedragen door twee kolommen.

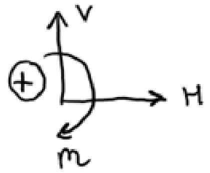
Laten we van dit onderstaande voorbeeldje de oplegreacties uitrekenen. Daarvoor moeten we dit voorbeeld eerst omzetten naar een schematisering.



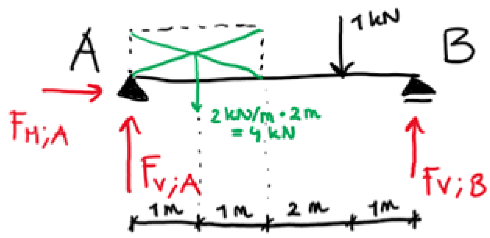
Als eerste moet er evenwicht zijn, dus geldt weer:

$$\Sigma F_V = 0, \quad \Sigma F_H = 0, \quad \Sigma m = 0$$

Daarnaast moeten we bepalen welke richtingen positief aangenomen worden:



We hebben nu te maken in dit voorbeeld met een kracht (F) in kN en een verdeelde belasting (q-last) in kN/m. Dit betekent dat de q-last eerst omgerekend moet worden naar een kracht, zodat alles dezelfde eenheid heeft [kN]. Anders kunnen we de krachten niet bij elkaar optellen of aftrekken. Daarnaast nemen we de richtingen aan van de oplegreacties. Vervolgens als we dit uitrekenen, kunenn we achterhalen of dit onjuist/juist is aangenomen.



Om de q-last om te rekenen naar een kracht, kunnen we kijken naar de eenheid [kN/m]. Om hier [kN] van te maken, kunnen we de [kN/m] vermenigvuldigen met [m].

Even controleren of we het kunnen uitrekenen (of het statisch bepaald is):
We hebben 3 onbekende oplegreacties: $F_{H;A}$, $F_{V;A}$, $F_{V;B}$
En we hebben 3 vergelijkingen: $\Sigma F_V = 0$, $\Sigma F_H = 0$, $\Sigma m = 0$

We kunnen dus nu de onbekende oplegreacties oplossen.

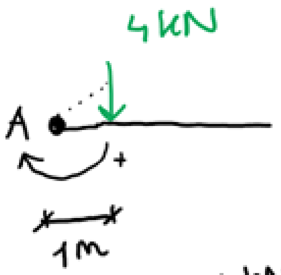
(1) $\Sigma H = 0$ — Alle horizontale krachten bij elkaar opgeteld/ van elkaar afgetrokken moet 0 zijn.

$+ F_{H;A} = 0$ — De horizontale kracht in punt A hebben we naar links aangenomen dus nemen we positief aan. Er zijn verder geen andere horizontale krachten dus dit is gelijk aan 0.

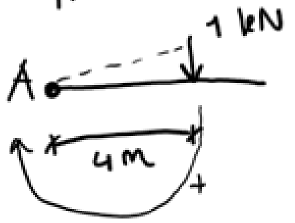
(2) $\Sigma m_A = 0 \qquad (m = F \cdot a)$

Alle momenten bij elkaar op of van elkaar af moet 0 zijn. Moment is kracht vermenigvuldigd met arm. We nemen nu een moment aan in het punt A.

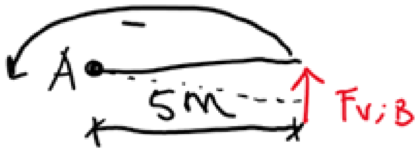
De volgende krachten moeten dan meegenomen worden in de momentensom:



De kracht [4 kN] draait positief om punt A en heeft een arm van 1 m tot aan punt A.



Kracht [1 kN] draait positief om punt A en heeft een arm van 4 m tot aan punt A.



Kracht [FvB kN] draait positief om punt A en heeft een arm van 4 m tot aan punt A.

Dit geeft:

$$(2) \quad \sum m_A = 0 \qquad (m = F \cdot a)$$

$$+4 \cdot 1 + 1 \cdot 4 - F_{v;B} \cdot 5 = 0$$

$$4 + 4 - 5 \cdot F_{v;B} = 0$$

$$-5 \cdot F_{v;B} = -8$$

$$F_{v;B} = \frac{-8}{-5} = +\ 1{,}6 \text{ kN}$$

Richting is dus goed aangenomen (R.g.a.)
Fv;B gaat dus omhoog ↑

Nog 1 vergelijking en 1 onbekende te gaan:

$$(3) \quad \Sigma F_v = 0$$

Alle verticale krachten bij elkaar opgeteld/ van elkaar afgetrokken moet 0 zijn.

Alle verticale krachten die naar beneden gericht zijn, moeten negatief aangenomen worden en alle krachten die naar boven gericht zijn, moeten positief aangenomen worden. Dat was immers hoe we het aangenomen hebben.

$$+ F_{v;A} - 4 - 1 + F_{v;B} = 0$$

$$+ F_{v;A} - 4 - 1 + 1{,}6 = 0$$

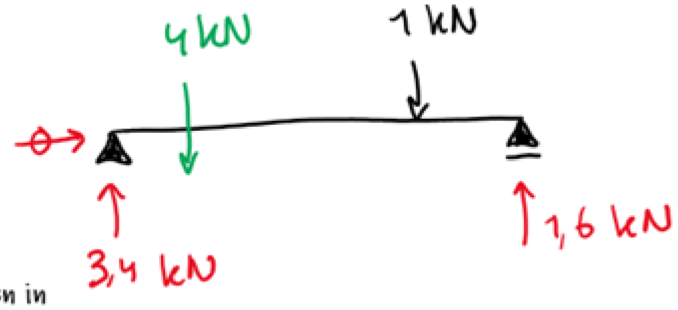
$$F_{v;A} = (+)\ 3{,}4 \text{ kN}$$

R.g.a. ↑

Nu hebben we alle oplegreacties uitgerekend!
FHA = 0 kN
FVA = 3,4 kN
FVB = 1,6 kN

Dit maakt evenwicht met de krachten op de balk.

En dit klopt want nu zijn de verticale en horizontale krachten in evenwicht:
- horizontale krachten : 0
- verticale krachten : 3,4 + 1,6 - 4 - 1 = 0



en in

Deel 2: Voorbeeldberekening kracht van het water op een sluisdeur

Bekijk eerst dit filmpje waarin wordt uitgelegd wat een schutsluis is en hoe deze werkt.

- https://www.youtube.com/watch?v=79uw7tLC21U

In de video heb je gezien hoe een schutsluis werkt: in een sluiskolk tussen 2 deuren in gaat de waterstand omhoog en omlaag om schepen van het bovenpand naar het benedenpand te brengen, en omgekeerd.

De Oostersluis
Een voorbeeld van een dergelijke schutsluis is de Oostersluis in Groningen. Het niveau van het water rond de sluis, in een kanaal dus, wordt aangegeven ten opzichte van het Normaal Amsterdams Peil (NAP). De Oostersluis is de laatste sluis in het Van Starkenborghkanaal en koppelt dat kanaal (met peil NAP -0,93m) aan het Eemskanaal. Het Eemskanaal loopt van de Oostersluis naar de zee bij Delfzijl, zie figuur 1.

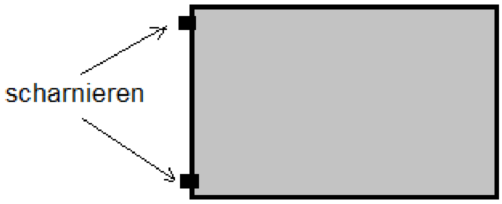
Figuur 1 De Oostersluis koppelt verschillende kanalen

In het Eemskanaal staat het water hoog genoeg (peil: NAP +0,62m) om het te kunnen lozen op zee. Het peilverschil over de sluis is dus: 0,62-(-0,93) m = 1,55m.

Gek genoeg gaan de schepen dus in de sluis naar beneden als ze landinwaarts varen en omhoog richting de zee. Dat zal je in het buitenland niet gauw zien. Maar ja, Nederland ligt nu eenmaal voor een groot deel onder de zeespiegel.

Sluiskolk en deuren
In figuur 2 zie je hoe een sluis er van bovenaf schematisch uitziet. In figuur 3 zie je hoe de sluisdeur eruitziet.

Figuur 2 Bovenaanzicht sluis

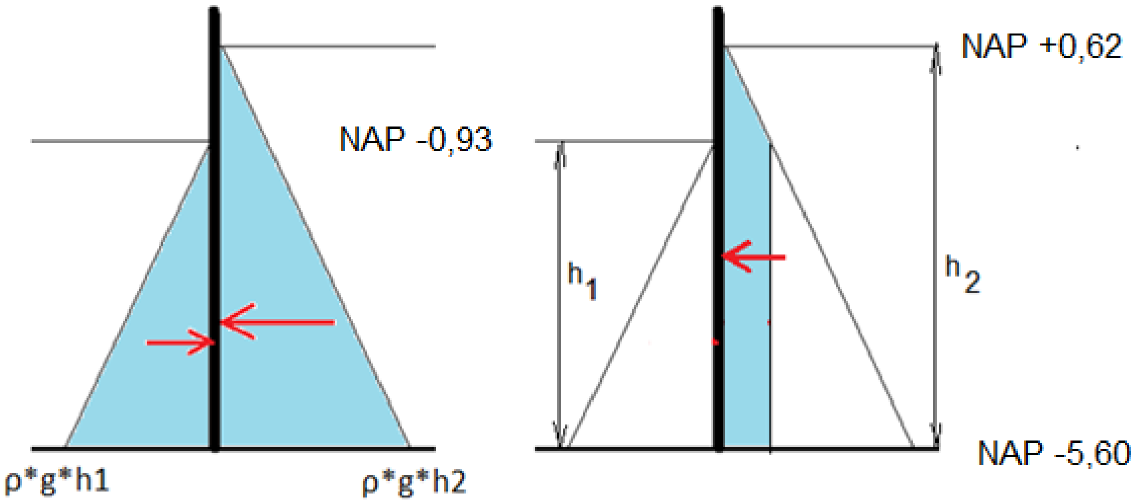


Figuur 3 De sluiskolk met de sluisdeuren

Je ziet in figuur 2 en 3 de vier deuren die de sluiskolk afsluiten. Die deuren worden zo gebouwd dat het water de deuren vanzelf dichtdrukt. Aan welke kant van de schets is dus het hoge Eemskanaalpeil en waar het lage peil van het Van Starkenborghkanaal?

Elke deur draait om twee scharnieren, één boven water en één beneden op de bodem. We willen weten hoeveel horizontale kracht er op de scharnieren staat om te weten hoe sterk ze moeten zijn. De verticale kracht op het scharnier hoeft niet al te groot te zijn omdat je deze zware stalen deuren drijfvermogen mee kan geven door het maken van luchtkamers in de deur.

De horizontale kracht bereken je uit de waterdruk op de deur. Op de deur staat aan beide kanten een zogenaamde hydrostatische drukverdeling van het water, zie de figuur 4 hieronder.



Figuur 4 Druk en kracht op een sluisdeur

De toename van de druk wordt gegeven door de schuine lijnen en door de formule:

- p = ρ * g* h

In figuur 4, de linker tekening zie je in het blauw de maximale water*druk* die op de deur kan staan van beide kanten. In figuur 4, de rechter tekening is de netto druk op de sluisdeur weergegeven in het blauw. De eenheid van druk is kiloNewton per vierkante meter (kN/m^2). De rode pijlen geven de krachten weer als gevolg van deze waterdrukken. De eenheid van kracht is kiloNewton (kN).

Kracht is druk maal oppervlak: F =p * A. weer is de kracht op de sluisdeur. F = p * A. Dus deze kracht is de druk maal de oppervlakte van de deur. Dus:

- ρ = 1000 kg/m3 g = 9,81 m/s2 F = p*A en F = m*g *10^{-3} (in kN)

De kracht op de sluisdeur **per 1 meter breedte** van de deur is gelijk aan de resulterende oppervlakte van de drukdriehoek **maal 1** (meter loodrecht op de tekening), zie figuur 4. Je kunt nu de resulterende kracht uitrekenen per meter deurbreedte. Doe dit door de kracht naar rechts en de kracht naar links uit te rekenen, en deze van elkaar af te trekken, zie figuur 4, de linker kant.

- Bereken de resulterende oppervlakte en dus de kracht op elke meter van de sluisdeur (je moet uitkomen op ongeveer 82,8 kN).

De sluisdeuren zijn ieder 9,40 meter breed. Je kunt nu dus de totale kracht van het water op de deur uitrekenen.

- Bereken de resulterende kracht van het water op de hele sluisdeur (je moet uitkomen op ongeveer 778,3 kN).

Deze kracht wordt voor ene de helft opgevangen door de andere sluisdeur en voor de andere helft door de twee scharnieren van de deur. Neem aan dat de kracht op iedere scharnier even groot is. Nu kan je de horizontale kracht per scharnier uitrekenen.

- Bereken de horizontale kracht van het water op iedere scharnier (je moet uitkomen op ongeveer 194,6 kN).