

# Aandrijftechniek Moonrover

Vollmuller, Michel  
1809572

Willems, Tijmen  
1805057

`michel.vollmuller@student.hu.nl`

`tijmen.willems@student.hu.nl`

20 maart 2024

## **Samenvatting**

Hier komt een mooie abstract

# 1 Inleiding

De Euro Moon Rover is een compact, wendbaar voertuig ontworpen voor het verkennen van het maanterrein. Met zijn vier individueel aangestuurde wielen kan het obstakels tot de grootte van de radius van het wiel overwinnen. Het voertuig is snel en robuust, uitgerust met gelijkstroommotoren van Maxon die zijn aangepast om te functioneren in de extreme omstandigheden van de maan. Dankzij zijn ontwerp en aanpassingen is de Euro Moon Rover goed uitgerust om wetenschappelijke missies uit te voeren en het oppervlak van de maan te verkennen.

## 2 Analyze

### 2.1 Vraagstelling

**Hoofdvraag:** Is de door Maxon voorgestelde aandrijving de beste oplossing voor de Euro Moon Rover?

**Deelvragen:**

1. Wat zijn de lasten en wat zijn de wensen?
2. Wat is de juiste mechanische transmissie?
3. Wat zijn de juiste speci voor de motor?
4. Wat is de efficiëntie van de motor?

### 2.2 Specificaties

#### Moonrover

Gewicht :	6 kg
formaat (lengte*breedte):	40 * 25 cm

#### Wielen

diameter wielen :	15 cm
wrijvingscoefficient :	0.9
rolweerstandcoefficient :	0.1
Massatraagheid (J) :	$2.1 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$

#### Eisen

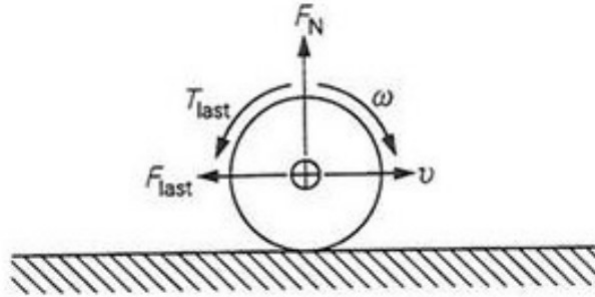
topsnelheid vlakke grond :	$2.1 \text{ m/s}$
versnelling vlakke grond :	$0.7 \text{ m/s}^2$
vertraging vlakke grond :	$0.5 \text{ m/s}^2$
max helling :	30 degrees

### 3 Lasten

In dit hoofdstuk worden de verschillende lasten van de moonrover berekend. In de formules word er een hellingshoek aan gehouden van 0 graden. De beschreven fomrules zijn allemaal voor 1 wiel. Voor de gehele moonrover zal dit dus x4 moeten. In de afbeeldingen is ook te zijn hoe de eigenschappen zich gedragen onder diverse hellingshoeken.

#### 3.1 Rollast

Rollast is de last die minaal overwonnen moet worden een wiel te laten draaien. Dit verschilt ook onder welke hellingshoek de moonrover staat. In afbeelding 3 is te zien hoe de rollast veranderd onder diverse hellingshoeken.



Figuur 1: rollast krachten

**Formules:**

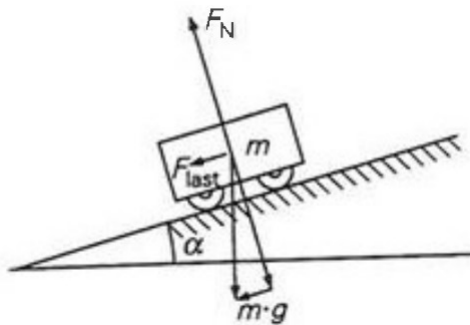
$$\begin{aligned} T_{last} &= f_{rol} \cdot F_N \cdot r \\ F_N &= m \cdot g \cdot \cos(\alpha) \\ \Downarrow \\ T_{last} &= 0.1 \cdot 2.43 \cdot 0.075 = 18.23[mNm] \end{aligned} \quad (1)$$

**constante:**

$$\begin{aligned} f_{rol} &= 0,1 \\ r &= 0,075[m] \\ m &= 1,5[N] \\ g &= 1,62[m/s^2] \\ \alpha &= 0^\circ \end{aligned}$$

#### 3.2 Hellingslast

Hellingslast is de last die om de hoek komt kijken zodra de moonrover zich onder een helling bevindt. Wanneer deze helling stijgend is zal dit de last zijn die overtroffen moet worden om voorruit te komen. Wanneer deze helling dalend is is dit de last die overtroffen moet worden of tot stilstand te komen.



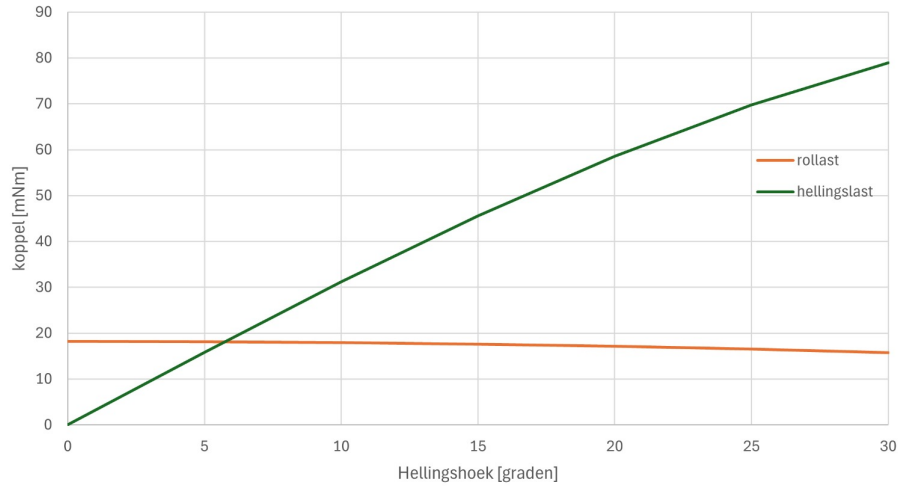
Figuur 2: hellingslast krachten

**Formules:**

$$\begin{aligned} T_{last} &= f_N \cdot \sin(\alpha) \cdot r \\ F_N &= m \cdot g \cdot \cos(\alpha) \\ \Downarrow \\ T_{last} &= 2.43 \cdot 0 \cdot 0.075 = 0[mNm] \end{aligned} \quad (2)$$

**constante:**

$$\begin{aligned} r &= 0,075[m] \\ m &= 1,5[N] \\ g &= 1,62[m/s^2] \\ \alpha &= 0^\circ \end{aligned}$$



Figuur 3: rolweerstand vs hellingsweerstand onder verschillende hoeken

In figuur 3 is te zien hoe de rolweerstand en de hellingsweerstand zich gedragen ten opzichte van verschillende hellingshoeken. In de grafiek is te zien dat vanaf een hoek  $\approx 5.7^\circ$  de moonrover altijd stil zal blijven staan. Dit komt doordat de moonrover tot dit punt nog niet voorbij zijn rollast komt. Het snijpunt van de rollast met de hellingslast wordt als volgt berekend:

$$\begin{aligned}
 T_{rollast} &= T_{hellingslast} \\
 f_{rol} \cdot F_N \cdot r &= F_N \cdot \sin(\alpha) \cdot r \\
 f_{rol} &= \sin(\alpha) \\
 0.1 &= \sin(\alpha) \\
 \alpha &= \sin^{-1}(0.1) \\
 \alpha &= 5.72^\circ
 \end{aligned} \tag{3}$$

### 3.3 Grip

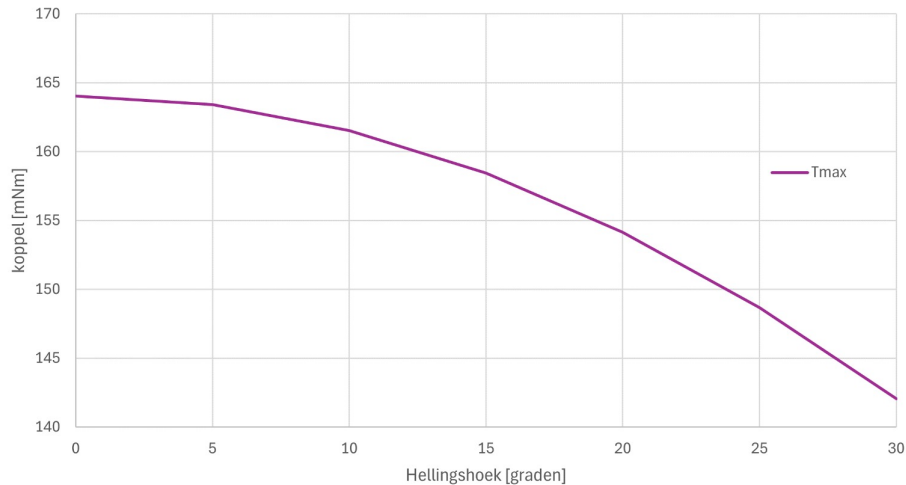
Onder grip verstaan we de hoeveelheid torque die op de aandrijving gegeven kan worden zonder dat het wiel zal gaan slippen. Hierbij berekenen we dus ook wat de maximale torque is die gegeven kan worden op de aandrijving.

**Formules:**

$$\begin{aligned}
 T_{max} &= \mu \omega \cdot F_N \cdot r \\
 F_N &= m \cdot g \cdot \cos(\alpha) \\
 \Downarrow \\
 T_{max} &= 0.9 \cdot 2.43 \cdot 0.075 = 164.03 [mNm]
 \end{aligned} \tag{4}$$

**constante:**

$$\begin{aligned}
 \mu \omega &= 0.9 \\
 r &= 0.075 [m] \\
 m &= 1.5 [N] \\
 g &= 1.62 [m/s^2] \\
 \alpha &= 0^\circ
 \end{aligned}$$



Figuur 4:  $T_{max}$

In figuur 4 is te zien hoe de maximale koppel zich weerhoud tegen de hellingshoek. Hierbij is duidelijk te zien dat de maximale koppel af neemt naarmate de hellingshoek groter wordt.

### 3.4 Versnelling

Hier wordt het koppeloverschot berekend wat nodig is om de beoogde versnelling te behalen.

**Formules:**

$$\begin{aligned}
 T_{acc} &= J \cdot \frac{d\omega}{dt} \\
 omtrek_{wiel} &= 2 \cdot \pi \cdot r = 0.47[m] \\
 Versnelling &= \frac{a}{omtrek_{wiel}} = 1.49[omwentelingen/s^2] \\
 &= 9.36[rad/s^2] \\
 &\Downarrow \\
 T_{acc} &= 2.1 \cdot 10^{-3} \cdot 9.36 = 19.6[mNm]
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

**constante:**

$$\begin{aligned}
 a &= 0.7[m/s^2] \\
 J &= 2.1 \cdot 10^{-3}[kg \cdot m^2] \\
 r &= 0.075[m] \\
 m &= 1.5[N] \\
 g &= 1.62[m/s^2] \\
 \alpha &= 0^\circ
 \end{aligned}$$

### 3.5 Snelheid

Hier berekenen we de maximale rpm waarbij de maximale snelheid van van 2.1 m/s niet word overtroffen.

**Formules:**

$$\begin{aligned}
 omtrek &= 2 \cdot \pi \cdot r \\
 snelheid &= \frac{speed_{max}}{omtrek} = \frac{2.1}{0.47} = 4.46[omw/s] \\
 &\Downarrow \\
 &= 267.4[rpm]
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

**constante:**

$$\begin{aligned}
 speed_{max} &= 2.1[m/s] \\
 r &= 0.075[m]
 \end{aligned}$$

### 3.6 Conclusie

4    **Motor**

## Conclusie