

# Aandrijftechniek maan casus

Jelmer Hemstra, 1810225, Flint Wardenaar, 1771881

March 27, 2024

## Abstract

In dit document wordt de casus van de aandrijftechniek van de maanlander behandeld. Hierbij wordt gekeken naar de verschillende aandrijftechnieken en de voor- en nadelen van deze technieken.

## 1 Inleiding

In dit document wordt de casus van de aandrijftechniek van de maanlander behandeld.

## 2 Onderzoek

Om te bepalen welk type motor het beste is voor de toepassing wordt er vooral gekeken naar de last die de motor moet verdragen. De last is opgedeelt in statische en dynamische last. De statische last is de last die de motor moet verdragen als de maanlander een vaste snelheid heeft. De dynamische last is de last die de motor moet verdragen als de maanlander versnelt of vertraagt.

Beschrijf de aanpak en methoden die gebruikt zijn voor het onderzoek en de evaluatie van de motoren en transmissiesystemen. Duidelijke formulering van de vraag waarop door middel van analyse/onderzoek een antwoord wordt gezocht. (max 6 A4'tjes)

### 2.1 Analyse van de Last

Om de last die de motor moet kunnen verdragen te bepalen wordt er gekeken naar de eisen die aan de maanlander worden gesteld. Uit de opdracht die ons gegeven is hebben we de volgende eisen opgesteld:

- De maanlander moet kunnen rijden op een helling van  $20^\circ$ .
- de maanlander moet versnellen met  $0.7[m/s]$  en vertragen met  $0.5[m/s]$ .
- De maanlander moet een top snelheid kunnen halen van  $2.1[m/s]$ .

Ook hebben we uit de opdracht de volgende gegevens gehaald:

- De maanlander heeft een massa van  $6[kg]$ .
- De zwaartekracht op de maan is  $1.62[m/s^2]$ .
- De rolweerstandcoëfficiënt is  $0.1$ .
- De straal van de wielen is  $0.075[m]$ .
- De massatraagheid van de wielen is  $0.0021[kg \cdot m^2]$ .

Deze last is op te delen in een statische en dynamische last. De statische last is de last die de motor moet verdragen als de maanlander een vaste snelheid heeft. De dynamische last is de last die de motor moet verdragen als de maanlander versnelt of vertraagt.

#### 2.1.1 Statische last

Er zijn twee onderdelen in de statische last namelijk de zwaartekracht en de rolweerstand. De zwaartekracht is te berekenen met de formule:

$$F_{\text{zwaartekracht}} = m \cdot g \cdot \sin(\theta)$$

- $F_{\text{zwaartekracht}}$  is last die de zwaartekracht veroorzaakt in  $[N]$
- $m$  is de massa van de maanlander in  $[kg]$
- $g$  is de zwaartekracht in  $[m/s^2]$
- $\theta$  is de hoek van de helling in  $[rad]$

De rolweerstand is te berekenen met de formule:

$$F_{rolweerstand} = u_r \cdot m \cdot g \cdot \cos(\theta)$$

- $F_{rolweerstand}$  is de last die de rolweerstand veroorzaakt in  $[N]$
- $u_r$  is de rolweerstandscoefficiënt
- $m$  is de massa van de maanlander in  $[kg]$
- $g$  is de zwaartekracht in  $[m/s^2]$
- $\theta$  is de hoek van de helling in  $[rad]$

De totale statische last is dan de som van de zwaartekracht en de rolweerstand:

$$F_{statisch}[N] = F_{zwaartekracht}[N] + F_{rolweerstand}[N]$$

Maar om de motor te selecteren moet er gekeken worden naar de koppel. Om de koppel te berekenen per motor moet de volgende formule gebruikt worden:

$$T_{statischperwiel}[Nm] = \frac{F_{statisch}[N] \cdot r_{wiel}[m]}{4}$$

### 2.1.2 Dynamische last

De dynamische last is de last die de motor moet verdragen als de maanlander versnelt of vertraagt. Deze last bestaat uit twee onderdelen: de massatraagheid van de maanlander en de massatraagheid van de wielen. De massatraagheid van de maanlander is te berekenen met de formule:

$$T_{inertiamaanlander} = m \cdot a \cdot r_{wiel}$$

- $T_{inertiamaanlander}$  is koppel die het kost om de maanlander te versnellen  $[Nm]$
- $m$  is de massa van de maanlander in  $[kg]$
- $a$  is de versnelling van de maanlander in  $[m/s^2]$
- $r_{wiel}$  is de straal van het wiel in  $[m]$

De massatraagheid van de wielen is te berekenen met de formule:

$$T_{inertiawielen} = \frac{I_{wielen} \cdot a}{r_{wiel}}$$

- $T_{inertiawielen}$  is de koppel die het kost om het wiel te versnellen  $[Nm]$
- $I_{wielen}$  is het traagheidsmoment van de wielen in  $[kg \cdot m^2]$
- $a$  is de versnelling van de maanlander in  $[m/s^2]$
- $r_{wiel}$  is de straal van het wiel in  $[m]$

De totale dynamische koppel per wiel is dan de som van de massatraagheid van de maanlander en de massatraagheid van de wielen:

$$T_{dynamischperwiel}[Nm] = \frac{T_{inertiamaanlander}[Nm]}{4} + T_{inertiawielen}[Nm] + T_{statischperwiel}[Nm]$$

## 2.2 Analyse van de motoren

### 2.2.1 gearbox?

## 3 Resultaten

Uitkomsten van de analyse, het onderzoek worden gepresenteerd. max 2 A4tjes

### 3.1 last

De statische en dynamische lasten zijn berekend voor verschillende hellingen. Uit deze berekeningen zijn de volgende resultaten gekomen:

Helling	-20°	-8.5°	0°	8.5°	20°
Statisch [mNm]	-45.20	-8.91	18.22	44.96	79.45
Dynamisch [mNm]	53.13	89.43	116.57	143.31	177.81

Table 1: Helling - Koppel

Dit is gedaan met de volgende formules:

$$T_{statisch} = \frac{r_{wiel}(m \cdot g \cdot \sin(\theta) + u_r \cdot m \cdot g \cdot \cos(\theta))}{4} = \frac{0.075(9.72 \cdot \sin(\theta) + 0.972 \cdot \cos(\theta))}{4}$$

$$T_{dynamisch} = T_{statisch} + \frac{m \cdot a \cdot r_{wiel}}{4} + \frac{I_{wielen} \cdot a}{r_{wiel}} = T_{statisch} + \frac{0.315}{4} + 0.0196$$

Deze formules zijn toegelicht in hoofdstuk 2.1.

### 3.2 Motor

## 4 Advies

Aan de hand van het onderzoek en de bijbehorende resultaten wordt een onderbouwd advies uitgebracht. max 1 A4tje