

EE4 Building a ssv

Docent: Marc Smeulders

Team Venture (AM 12):

Anton Rauws

Jasper Derden

Bartel Buls

Felix Porres

Alexander Van Kerckhoven

YassirHabboub

Datum: 9/05/2013



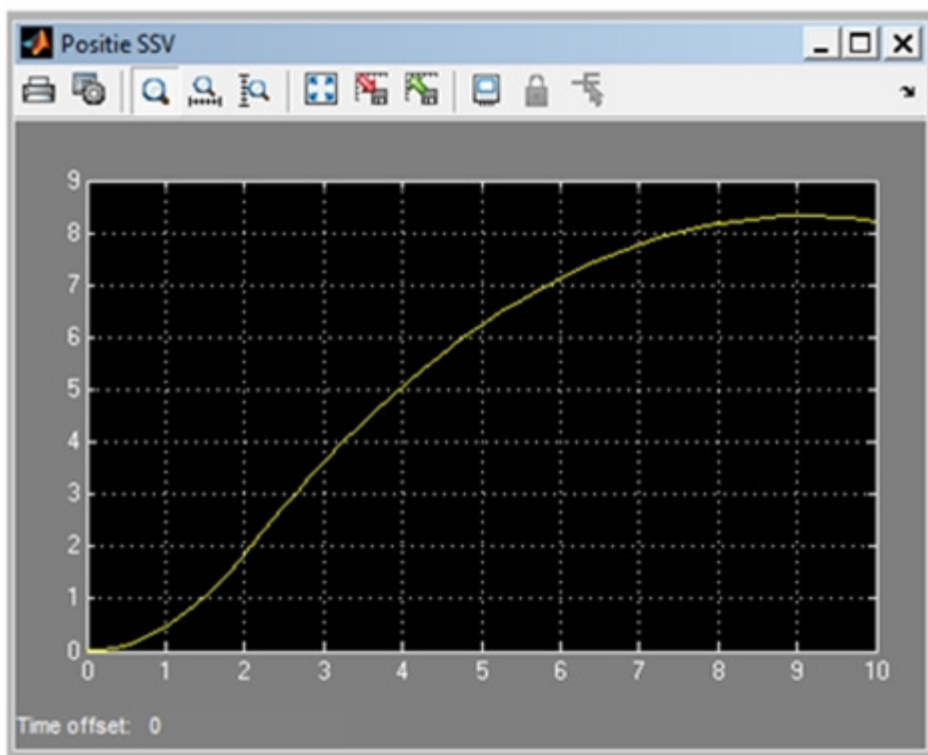
Inhoudstafel

Case SSV, deel II.....	4
1. Sankeydiagram.....	4
2. kritisch belaste onderdelen nauwkeurig dimensioneren.....	8
3. 2D technische tekening van het frame.....	17
4. SSV botst aan maximale snelheid.....	19
5. fietser rijdt aan een snelheid van 50 km/u.....	20
Bijlage	21

Case SSV, deel II

1. Laat op het wedstrijdparcours je wagentje echt 2 meter van de helling rollen, onder toezicht van je coach. Vergelijk de afgelegde weg met je voorspelling. Probeer een eventueel verschil te verklaren. Stel op basis van je bevindingen een nieuw, correcter Sankeydiagram op.

De bedoeling van de vraag was om de realiteit te toetsen met de theoretische waarden bekomen door middel van simulink. Toen we met behulp van simulink theoretisch probeerde te achterhalen hoe ver de SSV zou rollen wanneer we deze los lieten op de helling met een afstand 2m: rolde de SVV 8,3m ver in 9 seconde tijd te zien in grafiek 1. Maar toen we onze eigen SSV in de praktijk over de helling met afstand 2m lieten rollen, bekwamen we maar een afstand van 4,2m. Hoe dit verschil er komt bespreken we in de volgende alinea's. Ook zal er een nieuw Sankeydiagram moeten worden opgesteld.



Grafiek 1: positie in functie(m) van tijd(s)

Er zijn 2 grote redenen waarom de theoretische afstand bijna wordt gehalveerd bij de praktische proef. Het gewicht van de SSV hadden we in case 1 geschat op het minimum gewicht namelijk 750 gram terwijl het uiteindelijke gewicht van het wagentje 830gram bedraagt. Ook door het feit dat de wielen niet volledig rond zijn maar door het laser cutten kleine ribbels vertoont zal de rolweerstand niet overeenkomen met wat we in case 1 bepaalt hebben.

Ook zijn er nog enkele kleinere redenen hoe we de vermindering in afstand zouden kunnen verklaren: Zo hebben we mogelijks een te groot rendement genomen voor de lagers en overbrenging.

Met dit alles in het achterhoofd zullen we proberen een veel realistischer sankey diagram op te stellen dan in case 1.

Totale Energie

De zon levert ons op een zonnige dag in mei op het Martelarenplein 1000 W/m^2 . De zonnecellen op het zonnepaneel hebben een totale oppervlakte van 486.72 cm^2 . Als we deze nu met elkaar vermenigvuldigen en rekening houden met de juiste eenheden zien we dat er $48,672 \text{ Watt}$ toekomt op het zonnepaneel.

Rendement Zonnepaneel

Ten eerste moeten we rekening houden met dat niet al het toekomende licht wordt geabsorbeerd door het zonnepaneel, 20 procent van dit licht wordt weerkaatst door het paneel. Als we dit in rekening brengen verliezen we hierdoor 9.7344 Watt . Er blijft dan nog 38.9376 Watt over.

Ten tweede zal het zonnepaneel nooit al het geabsorbeerde licht kunnen omzetten in bruikbaar energie. Ons zonnepaneel heeft een rendement van 20 procent. Het overige 80 procent gaat verloren aan warmte. Hierdoor verliezen we de meeste energie in het hele proces.

$$0.2 \times 38.9376 \text{ W} = 7.7875 \text{ W}$$

We verliezen hierbij 31.15 Watt , er blijft nog 7.7875 Watt aan bruikbare energie over.

Efficiëntie motor

De motor in onze auto heeft een efficiëntie van 84 procent.

$$0.84 \times 7.7875 \text{ W} = 6.5415 \text{ W}$$

Hierdoor verliezen we 1.246 Watt , er blijft nog 6.5415 Watt over.

Lagers en overbrenging

We hebben gloednieuwe lagers besteld via internet. Hierop hebben we teruggevonden dat het verlies aan wrijving zo enorm klein is dat we dit kunnen verwaarlozen. Door het testen is wel gebleken dat het wagentje niet even ver reed als eerst aangenomen. Al blijft het moeilijk in te schatten hoeveel dit ten kosten van de lagers en overbrengingen gaat.

We zullen er van uitgaan dat het verlies van onze kogellagers neerkomt op 15%

$$0.85 \times 6.5415 \text{ W} = 5.5603 \text{ W}$$

Een verlies van: 0.9812 W

Onze overbrenging is een tandwieloverbrenging met gear ratio 8. Het rendement hiervan is 98.5 procent.

$$0.985 \times 5.5603 \text{ W} = 5.4769 \text{ W}$$

Verlies overbrenging: 0.0834 W

Samen komt dit neer op een verlies van 1.0646 Watt, we houden nog zo een 5.4769 Watt over.

Weerstand

Rolweerstand

De rolweerstand wordt berekend aan de hand van volgende formule:

$$F_r = C_{rr} \times N$$

C_{rr} is de wrijvingscoëfficiënt. In case 1 hadden we deze ruim onderschat en zullen nu gebruik maken van de wrijvingscoëfficiënt 0.035. Ook het soort rubber op de racebaan kan hier een invloed op hebben gehad.

N is gelijk aan de valversnelling vermenigvuldigd met het gewicht van de wagen.

De massa van het wagentje bedraagt: 830gram in plaats van het minimum gewicht 750gram

$$F_r = 0.035 \times 9.81 \times 0.830 = 0.2850 \text{ N}$$

Luchtweerstand

De formule voor de luchtweerstand is:

$$F_w = 0.5 \times C_w \times A \times \rho \times v^2$$

C_w is de weerstand coëfficiënt, we hebben deze bepaald op 0.8.

A is de frontale oppervlakte van onze wagen. De oppervlakte is gelijk aan 0.028 m².

ρ is 1.293 kg/mm, dit is de massadichtheid van lucht.

v is de snelheid van onze wagen op een bepaald moment.

$$F_w = 0.5 \times 0.8 \times 1.293 \times 0.028 \times v^2 = 0.01448 \times v^2$$

SSV op 10 meter

Onze wagen haalt na 10 meter een snelheid van 3.009 m/s. Om het resterend vermogen van de auto op dat punt te vinden moeten we nog rekening houden met de hierboven berekende weerstanden.

$$P_{\text{verlies}} = v \times (F_r + F_w)$$

$$P_{\text{verlies}} = 3.009 \times (0.2850 + 0.01448 \times 3.009^2)$$

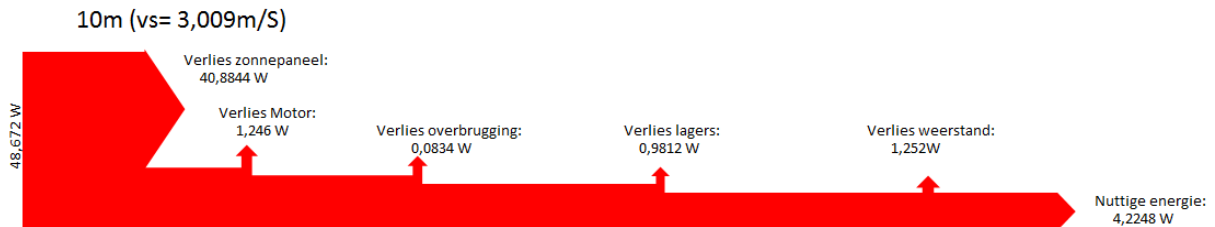
$$P_{\text{verlies}} = 1.252 \text{ W}$$

Als we dit nu aftrekken van het overgebleven vermogen dan krijgen we:

$$5.4769 \text{ W} - 1.252 \text{ W} = 4.2248 \text{ W}$$

Hieruit kunnen we besluiten dat we nog 4.2248 Watt hebben om te accelereren na 10 meter.

Het totale verlies door de weerstanden bedraagt 1.252W dit komt neer op 22.86% verlies.



SSV op maximumsnelheid

Op de maximumsnelheid van de SSV is de versnelling gelijk aan nul. Dit wil zeggen dat de kracht van de motor gelijk is aan de kracht van de weerstanden of het verschil is nul.

$$F_{\text{verlies}} - F_{\text{motor}} = 0$$

$$F_w + F_r - F_{\text{motor}} = 0$$

$$F_w = 0.01448 \times v^2 \text{ N}$$

$$F_r = 0.2850 \text{ N}$$

$$F_{\text{motor}} = 4.2248/v \text{ N}$$

Ingevuld geeft dit:

$$0.01448v^3 + 0.1839v - 4.2248 = 0$$

Dit opgelost geeft ons met behulp van maple een oplossing voor v gelijk aan 5.99641m/s. De snelheid op een oneindig lange baan bedraagt 5.99641m/s.



2. In je ontwerp moet je de kritisch belaste onderdelen nauwkeurig dimensioneren. Daarvoor is een grondige studie noodzakelijk. We bestuderen de aandrijfassen van je SSV in verschillende situaties.

De snelheid is maximaal; het geleverde koppel is kleiner. Voer dezelfde stappen uit als in de eerste situatie.

Reactiekrachten op wielen

We berekenen eerst de reactiekrachten op de wielen. Hiervoor maken we gebruik van tabel 1. Illustratie van alle krachten op het SSV is in de figuren 1 en 2 terug te vinden.

$\Sigma M_{A,x}=0$

$$-F_{\text{steunL}} * l_{\text{steunL,zrich}} + F_{\text{sensor1}} * l_{\text{sensor1,zrich}} - F_{\text{batterij}} * l_{\text{batterij,zrich}} + F_{\text{arduino}} * l_{\text{arduino,zrich}} + F_{\text{chassis}} * l_{\text{chassis,zrich}} + F_{\text{motor}} * l_{\text{motor,zrich}} + F_{\text{ovb}} * l_{\text{ovb,zrich}} + F_{\text{sensor2}} * l_{\text{sensor2,zrich}} + F_{\text{stuur}} * l_{\text{stuur,zrich}} + F_{\text{pan}} * l_{\text{pan,zrich}} + F_{\text{steunV}} * l_{\text{steunV}} - F_{\text{steunR}} * l_{\text{steunR,zrich}} - F_{\text{Cy}} * l_{\text{FCy,zrich}} = 0$$

$$-0,836 * 1,7 + 0,103 * 99,45 - 1,635 * 8,2 + 0,04 * 49,42 + 0,882 * 40,91 + 0,179 * 55,35 + 0,1 * 25,48 + 0,103 * 99,54 + 0,187 * 147,18 + 2,551 * 82,76 + 0,43 * 144,93 - 0,836 * 0,48 - F_{\text{Cy}} * 147,18 = 0$$

$$-1,4212 + 10,24335 - 13,407 + 1,9768 + 36,08262 + 9,90765 + 2,548 + 10,25262 + 27,52266 + 211,12076 + 62,3199 - 0,40128 - F_{\text{Cy}} * 147,18 = 0$$

$$F_{\text{Cy}} = 2,424 \text{ N}$$

$\Sigma M_{A,z}=0$

$$+F_{\text{steunL}} * l_{\text{steunL,xrich}} + F_{\text{sensor1}} * l_{\text{sensor1,xrich}} + F_{\text{batterij}} * l_{\text{batterij,xrich}} + F_{\text{arduino}} * l_{\text{arduino,xrich}} + F_{\text{chassis}} * l_{\text{chassis,xrich}} + F_{\text{motor}} * l_{\text{motor,xrich}} + F_{\text{ovb}} * l_{\text{ovb,xrich}} + F_{\text{sensor2}} * l_{\text{sensor2,xrich}} + F_{\text{stuur}} * l_{\text{stuur,xrich}} + F_{\text{pan}} * l_{\text{pan,xrich}} + F_{\text{steunV}} * l_{\text{steunV}} - F_{\text{steunR}} * l_{\text{steunR,xrich}} - F_{\text{Cy}} * l_{\text{FCy,xrich}} - F_{\text{By}} * l_{\text{FBy,xrich}} = 0$$

$$-0,836 * 138,23 + 0,103 * 26,62 + 1,635 * 20,77 + 0,04 * 25,22 + 0,882 * 60 + 0,179 * 61,07 + 0,1 * 84,84 + 0,103 * 94,94 + 0,187 * 56,5 + 2,551 * 60,82 + 0,43 * 60,78 + 0,836 * 15,61 - 2,423868 * 56,5 - F_{\text{By}} * 122,58 = 0$$

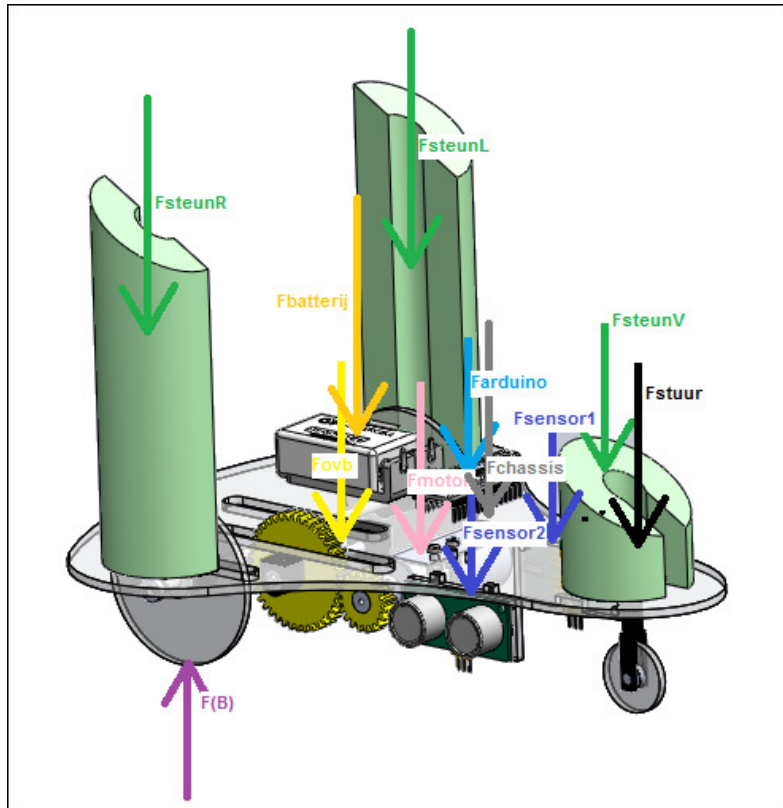
$$+115,56028 + 2,74186 + 33,95895 + 1,0088 + 52,92 + 10,93153 + 8,484 + 9,77882 + 10,5655 + 155,15182 + 26,1354 - 13,04996 - 136,948542 - F_{\text{By}} * 122,58 = 0$$

$$F_{\text{By}} = 2,261 \text{ N}$$

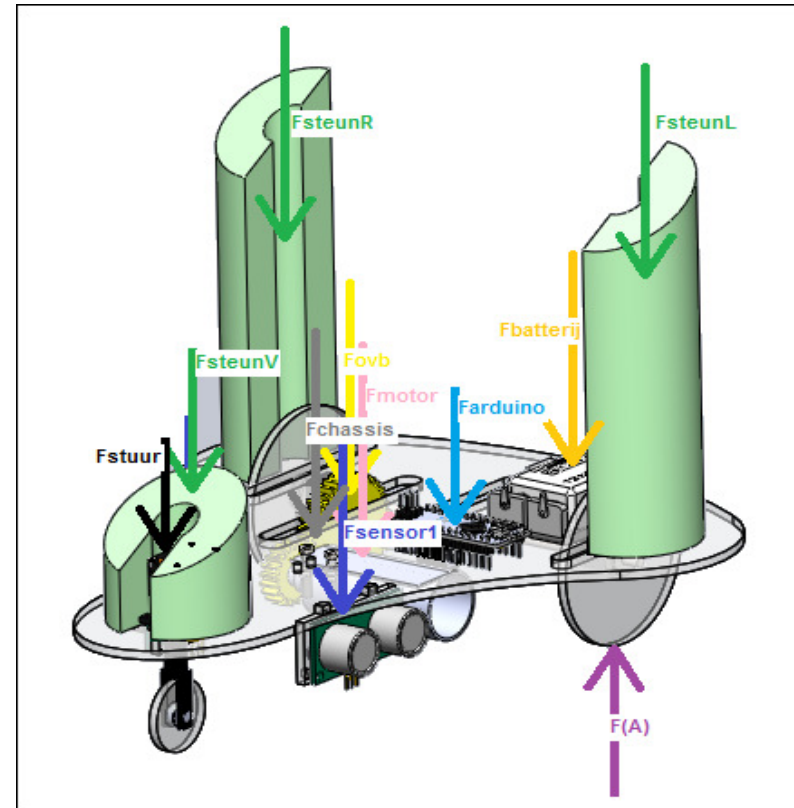
$\Sigma F_y=0$

$$-F_{\text{motor}} - F_{\text{batterij}} - F_{\text{arduino}} - F_{\text{chassis}} - F_{\text{sensor1}} - F_{\text{sensor2}} - F_{\text{ovb}} - F_{\text{stuur}} - F_{\text{pan}} - F_{\text{steunV}} - F_{\text{steunL}} - F_{\text{steunR}} + F_{\text{Ay}} + F_{\text{By}} + F_{\text{Cy}} = 0$$

$$F_{\text{Ay}} = 7,881 - 2,261 - 2,424 = 3,196 \text{ N}$$



Figuur 1 Rechter perspectief met alle aangrijpende krachten



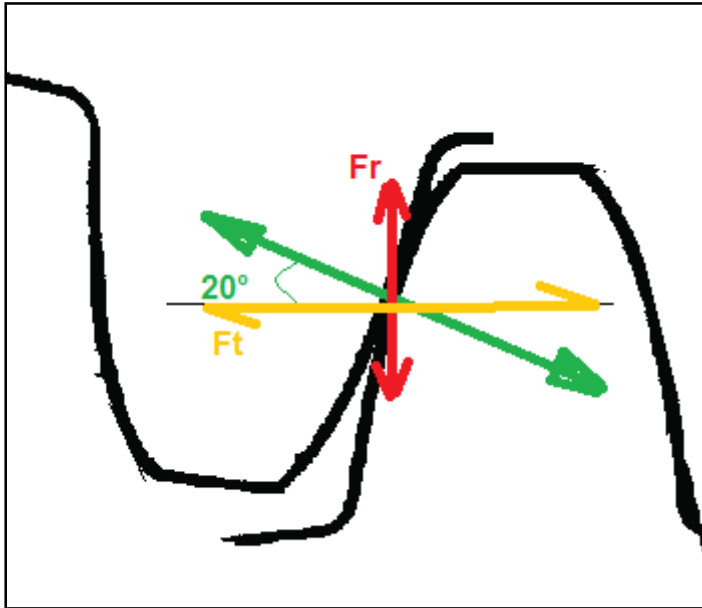
Figuur 2 Linker perspectief met alle aangrijpende krachten

Tabel 1: krachten werkend op wielen voor berekening van de reactiekrachten FA en FB

beschrijving	massa (g)	vector	kracht (N)	x-pos	y-pos	z-pos	afstand t.o.v. FA			pos t.o.v. FB		
							x-rich	y-rich	z-rich	x-rich	y-rich	z-rich
motor+motorhoude+	18,25	Fmotor	0,179	-9,16	-8,91	-10,82	61,51	23,93	55,35	9,16	8,91	10,82
batterij+batterijhouder	166,65	Fbatterij	1,635	31,14	14,52	-74,37	101,81	47,36	8,2	31,14	14,52	74,37
arduino	4,05	Farduino	0,040	26,69	16,19	-16,75	97,36	49,03	49,42	26,69	16,19	16,75
chassis	89,95	Fchassis	0,882	-8,09	4,16	-25,26	62,58	37	40,91	8,09	4,16	25,26
sensor1+sensorhouder	10,47	Fsensor1	0,103	25,29	-8,17	33,28	95,96	24,67	99,45	25,29	8,17	33,28
sensor2+sensorhouder	10,47	Fsensor2	0,103	-43,03	-8,17	33,37	27,64	24,67	99,54	43,03	8,17	33,37
overbrengingsas	10,16	Fovb	0,100	-32,93	-3,56	-40,69	37,74	29,28	25,48	32,93	3,56	40,69
servo+vork+voorwiel	19,11	Fstuur	0,187	-4,59	12,29	81,01	66,08	45,13	147,18	4,59	12,29	81,01
zonnepaneel	260,00	Fpan	2,551	-8,91	79,6	16,59	61,76	112,44	82,76	8,91	79,6	16,59
steun vooraan	43,88	FsteunV	0,430	-8,87	24,13	78,76	61,8	56,97	144,93	8,87	24,13	78,76
steun achteraan links	85,17	FsteunL	0,836	-86,32	66,45	-67,87	15,65	99,29	1,7	86,32	66,45	67,87
steun achteraan rechts	85,17	FsteunR	0,836	67,52	66,1	-66,65	138,19	98,94	0,48	67,52	66,1	66,65
FA				51,91	-32,84	-66,17						
FB				-70,67	-32,84	-66,17						

SNELHEID MAXIMAAL

Reactiekrachten op tandwiel 4



Figuur 3

$$P_{\text{motor}} * \eta_{\text{motor}} = T_{\text{motor}} * \omega_{\text{motor}}$$

$$P_{\text{motor}} * \eta_{\text{motor}} = T_{\text{motor}} * v_{\text{SSV}} * i / r_{\text{wiel}} * \eta_{\text{ovb}}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{motor}} &= P_{\text{motor}} * \eta_{\text{motor}} * \eta_{\text{ovb}} * r_{\text{wiel}} / (i * v_{\text{SSV}}) \\ &= 5 * 0,84 * 0,96 * 0,03 / (4 * 5,99641) \\ &= 5,043 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Met:

$$P_{\text{motor}} = 5 \text{ W}$$

$$\eta_{\text{motor}} = 0,84$$

$$r_{\text{wiel}} = 0,03 \text{ m}$$

$$v_{\text{SSV}} = 5,433 \text{ m/s}$$

$$i = i_1 * i_2 = 4 * 2 = 8$$

$$\eta_{\text{ovb}} = \eta_z * \eta_L = 0,99^2 * 0,98 = 0,96$$

: vermogen motor

: rendement motor

: straal wiel

: snelheid SSV

: 2-traps overbreningsverhouding

: rendement overbrengeing met

η_z : rend. tandwiel

η_L : rend. lagers

$$\begin{aligned} F_t &= T_{\text{motor}} * \eta_{\text{ovb}1} / (i_1 * r_{\text{tandwiel}3}) \\ &= 5,043 * (0,99 * 0,98) / (4 * 10) \\ &= 0,1223 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_r &= F_t * \tan(20^\circ) \\ &= 0,1223 * \tan(20^\circ) \\ &= 0,0445 \text{ N} \end{aligned}$$

Met:

$$T_{\text{motor}} = 5,043 \text{ Nmm}$$

$$r_{\text{tandwiel}3} = 10 \text{ mm}$$

$$i_1 = 4$$

$$\eta_{\text{ovb}1} = \eta_z * \eta_L = 0,99 * 0,98 = 0,96$$

: koppel gel. door motor

: straal tandwiel 3

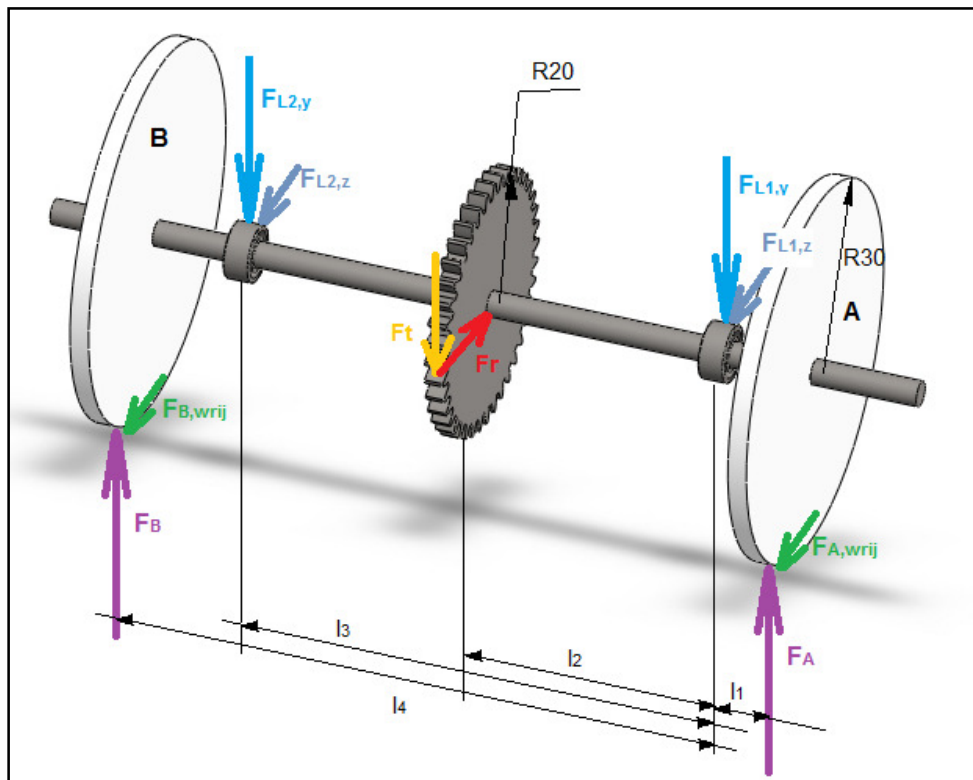
: overbreningsverhouding van 1^{ste} trap

: rendement overbrengeing met

η_z : rend. tandwiel

η_L : rend. lagers

Aandrijfjas met alle krachten



Figuur 4

$$F_{Ay}=3,196 \text{ N}$$

$$F_{By}=2,261 \text{ N}$$

$$F_t=0,1223 \text{ N} \quad l_1=5,5\text{mm}; l_2=55,5\text{mm}; l_3=116,5\text{mm}; l_4=111\text{mm}$$

$$F_r=0,0445 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} F_{A,z}=F_{B,z} &= (T/2)/r_{\text{wiel}} = (F_t \cdot r_{\text{tandwiel4}})/(2 \cdot r_{\text{wiel}}) \\ &= (0,1223 \cdot 20)/(2 \cdot 30) \\ &= 0,0408 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_{L1,z}=0: \quad & +F_{Ay} \cdot l_1 + F_{L2,y} \cdot l_3 - F_{By} \cdot l_4 = 0; & 3,196 \cdot 5,5 - 2,261 \cdot 116,5 + F_{L2,y} \cdot 111 = 0 \\ & \rightarrow F_{L2,y} = 2,2147 \text{ N} \end{aligned}$$

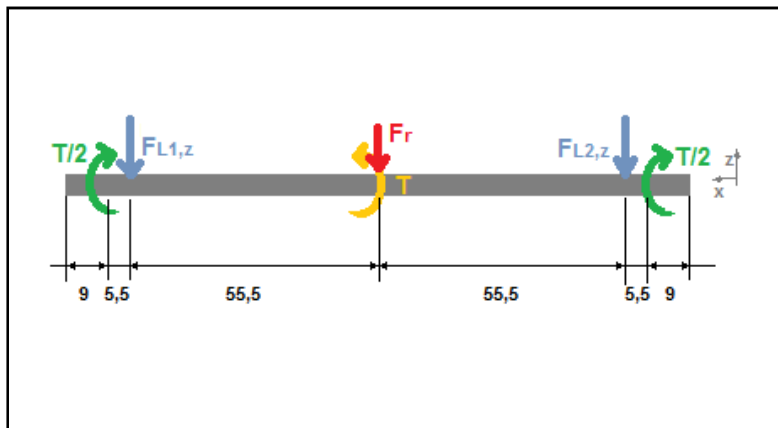
$$\begin{aligned} \Sigma M_{L1,y}=0: \quad & +F_{L2,z} \cdot l_3 - F_r \cdot l_2 = 0; & +F_{L2,z} \cdot 111 - 0,0445 \cdot 55,5 = 0 \\ & \rightarrow F_{L2,z} = 0,02225 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F_z=0: \quad & F_{L2,z} + F_{L1,z} - F_r = 0; & -0,0445 + 0,02225 + F_{L1,z} = 0 \\ & \Rightarrow F_{L1,z} = 0,02225 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F_y=0: \quad & F_{By} + F_{Ay} - F_{L2,y} - F_{L1,y} = 0; & 3,196 + 2,261 - 2,2147 - F_{L1,y} = 0 \\ & \Rightarrow F_{L1,y} = 3,242 \text{ N} \end{aligned}$$

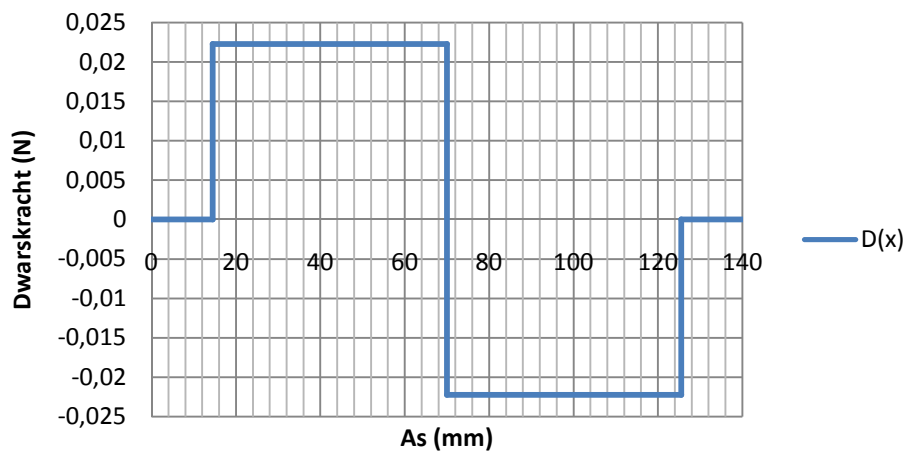
Dwarskrachten- en momentendiagramma's

XZ-vlak:

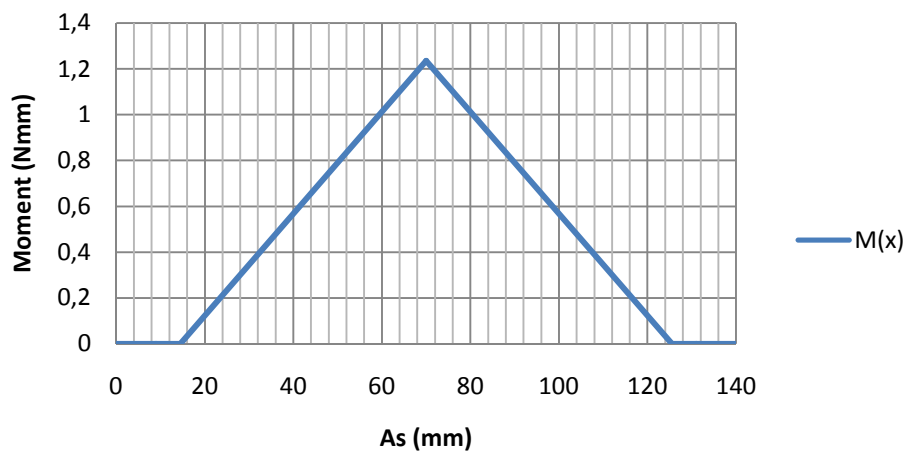


$$\begin{aligned} T &= 2,446 \text{ Nmm} \\ F_{L1,z} &= 0,02225 \text{ N} \\ F_{L2,z} &= 0,02225 \text{ N} \\ F_r &= 0,0445 \text{ N} \end{aligned}$$

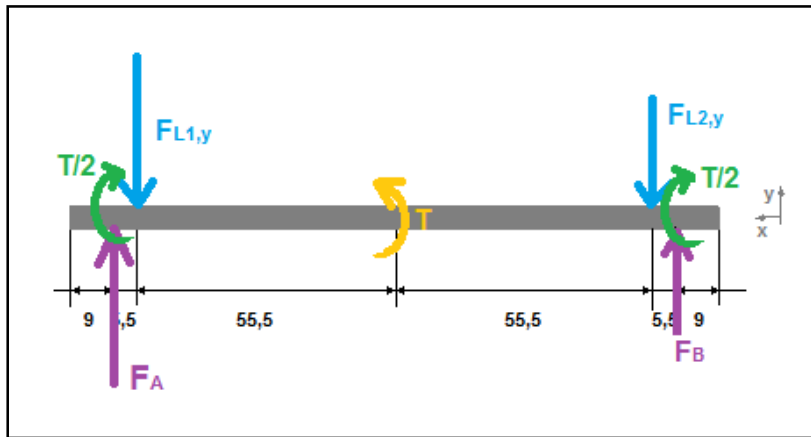
Dwarskrachtdiagram xz-vlak



Momentendiagram xz-vlak

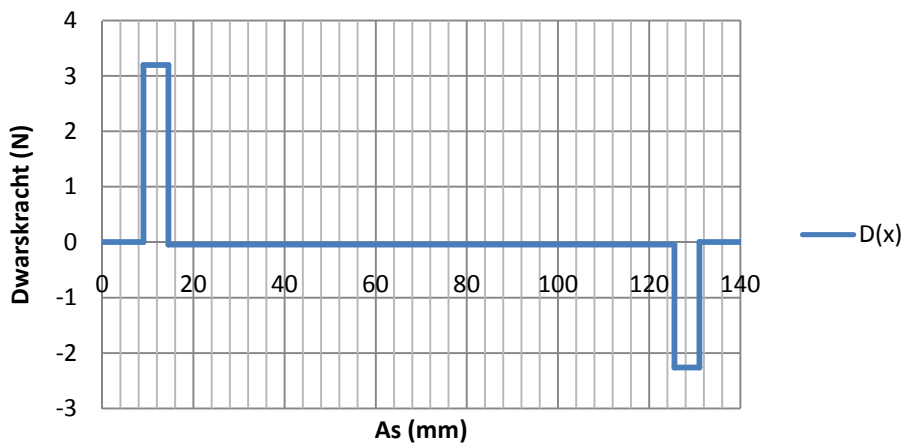


XY-vlak:

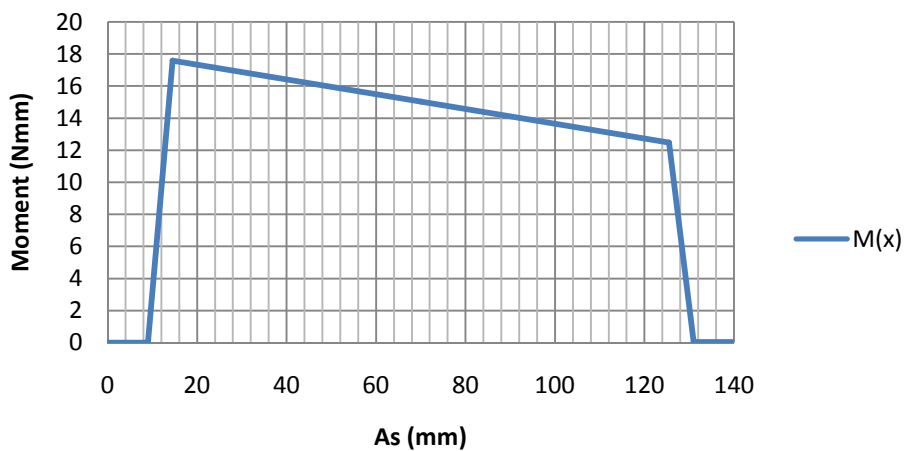


$T=2,446 \text{ Nmm}$
 $F_{L1,y}= 3,242 \text{ N}$
 $F_{L2,y}= 2,215 \text{ N}$
 $F_{Ay}=3,196 \text{ N}$
 $F_{By}=2,261 \text{ N}$

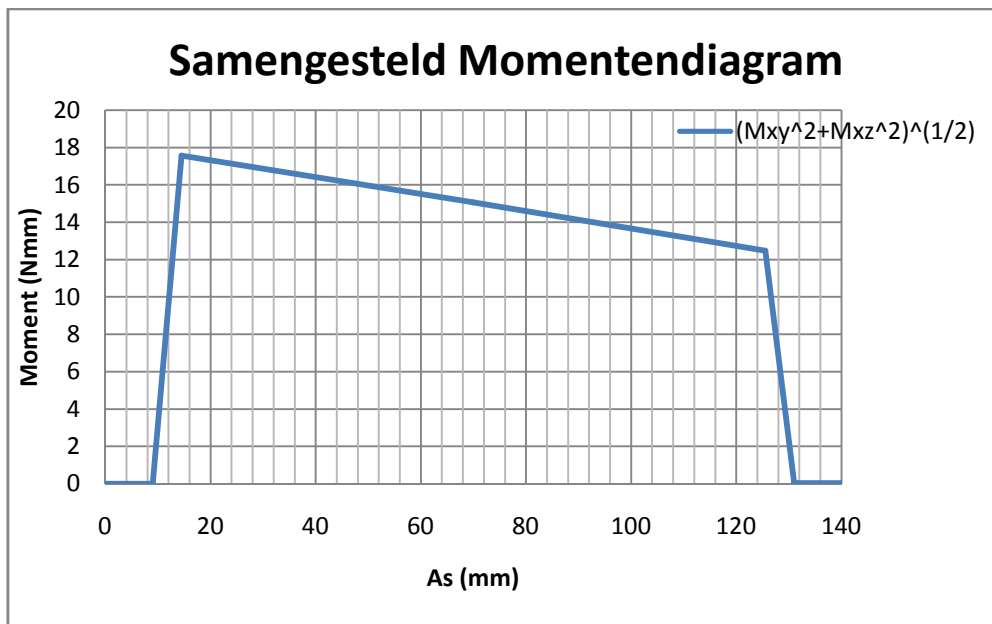
Dwarskrachtdiagram xy-vlak



Momentendiagram xy-vlak



Samengesteld Buigmoment



Maximaal buigmoment: $M_{max} = \sqrt{M_{xy}^2 + M_{xz}^2} = 17,578 \text{ Nmm}$

Maximale buigspanning: $\sigma_{max} = \frac{32 \cdot M_{max}}{\pi \cdot d^3} = \frac{32 \cdot 17,578}{\pi \cdot 4^3} = 2,7976 \text{ MPa}$

Maximum toelaatbare spanning: $\sigma_{max} \leq \sigma_{toel}$

Materiaal as= **staal S235**: $\sigma_{toel} = 180 \text{ MPa}$

→ Maximale buigspanning ligt VER onder de maximum toelaatbare spanning!

Maximale torsiespanning: $\tau_{max} = \frac{16 \cdot T/2}{\pi \cdot d^3} = \frac{16 \cdot 4,892}{\pi \cdot 4^3} = 0,389 \text{ MPa}$

Maximum toelaatbare torsiespanning: $\tau_{max} \leq \tau_{toel}$

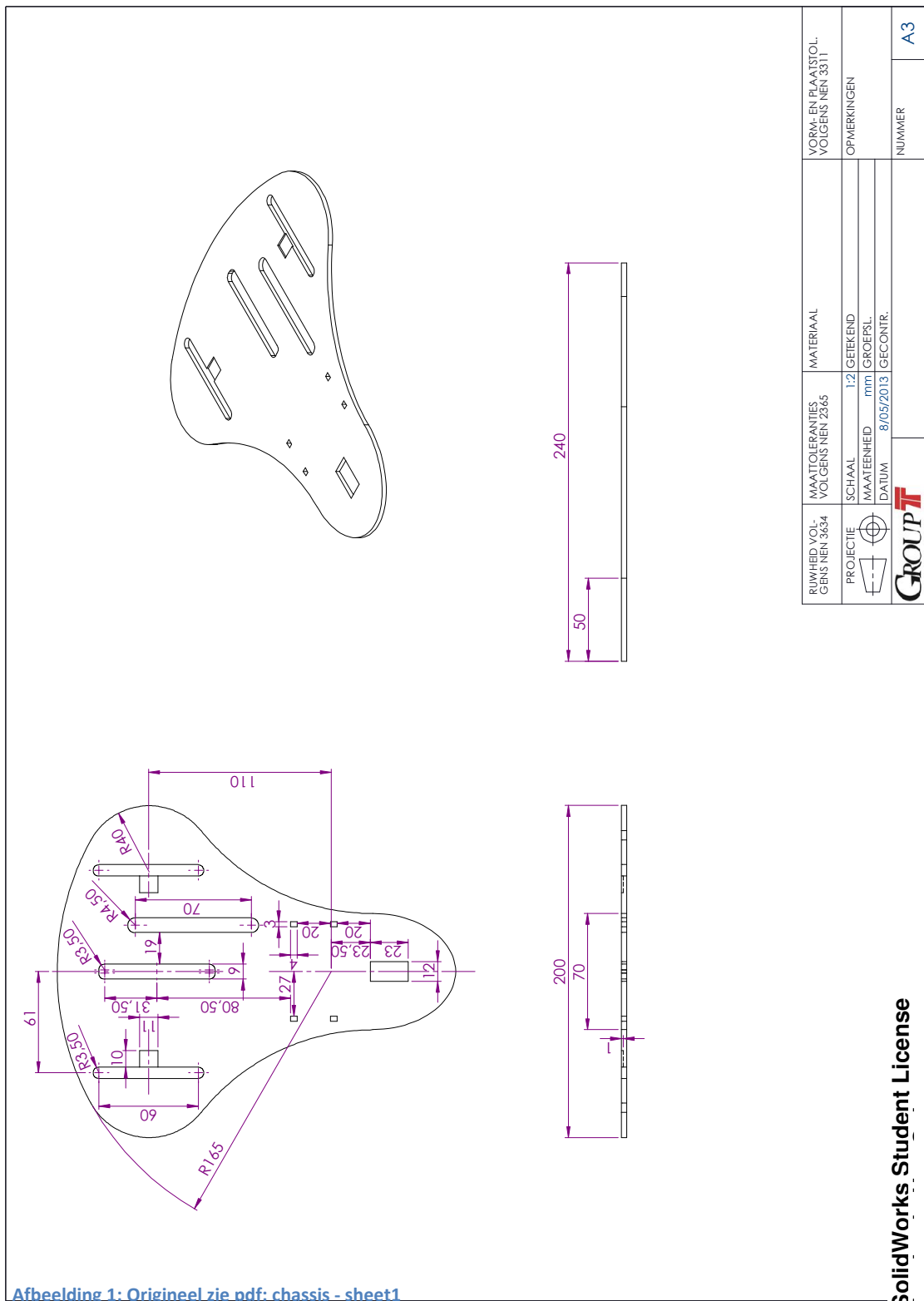
Materiaal as= **staal S235**: $\tau_{toel} = 105 \text{ MPa}$

→ Maximale torsiespanning ligt VER onder de maximum toelaatbare! Ontwerp OK!

3. Maak een 2D technische tekening van het frame van je wagentje. Bemaat deze tekening op een correcte manier. Zie ook het boek "Werktuigbouwkundig tekenen voor het hoger technisch onderwijs". Op Toledo vind je een zelfstudiepakket.

Op de volgende pagina staat de 2D technische tekening. In bijlage ook de stuklijst en technische tekeningen van de andere onderdelen.

4.



Afbeelding 1: Origineel zie pdf: chassis - sheet1

4. Je SSV botst aan maximale snelheid op het vlakke stuk tegen de zijkant van de baan onder een hoek van 10° . Wat is de stoot als je uitgaat van een elastische botsing? Hoe lang moet de botsing duren opdat de kracht onder 10 N zou blijven?

Gegeven:

$$\alpha = 10^\circ$$

$$V_{\max} = 21.587 \text{ km/u} = 5.99641 \text{ m/s (rekening houdend met verliezen)}$$

$$m = 0.825 \text{ kg}$$

$$F_{\text{gem}} = 10 \text{ N}$$

Botsing is elastisch

- Gevraagd:** 1) Wat is de stoot?
2) Hoe lang moet de botsing duren opdat de kracht onder de 10 Newton zou blijven?

Oplossing:

1)

$$\Delta t = 0,1718s$$

zie (2)

$$\vec{I} = \vec{F} * \Delta t$$

$$I_x = F_x * \Delta t = 10N * 0,1718s = 1,718 \text{ Ns}$$

$$I_y = 0$$



De stoot is 1,718 Ns

2)

$$\vec{L} = m * \vec{v}$$

$$\int \sum F_x dt = L_{2x} - L_{1x} = m.v_{2x} - m.v_{1x}$$

$$10N \cdot t = 0,825 \text{ kg} \cdot 5,99641 \text{ m/s} \cdot \sin(10^\circ) - (-0,825 \text{ kg} \cdot 5,99641 \text{ m/s} \cdot \sin(10^\circ))$$

$$\Rightarrow t = \frac{1,718}{10} = 0,1718s$$

De stoot moet minimum 0,1718 seconden duren om onder de 10 Newton te blijven

5. Een fietser rijdt aan een snelheid van 50 km/u. Hij komt aan een kruispunt waar hij rechts moet afslaan. De straal van de bocht is 10 m. Wat is de vereiste hoek waaronder hij moet scheefhangen? Moet hij zijn snelheid aanpassen om veilig de bocht te kunnen pakken? Wat is de maximale mogelijke snelheid? Massa fietser: 60 kg; massa fiets: 12 kg; afstand tussen de grond en het totale zwaartepunt: 1,5 m (wanneer hij rechtop rijdt); statische wrijvingscoëfficiënt tussen de wielen en de grond: 0,3.

Gegeven:

$$v = 50 \text{ km/u} = 13.89 \text{ m/s}$$

$$\rho = 10 \text{ m}$$

$$\mu_s = 0.3$$

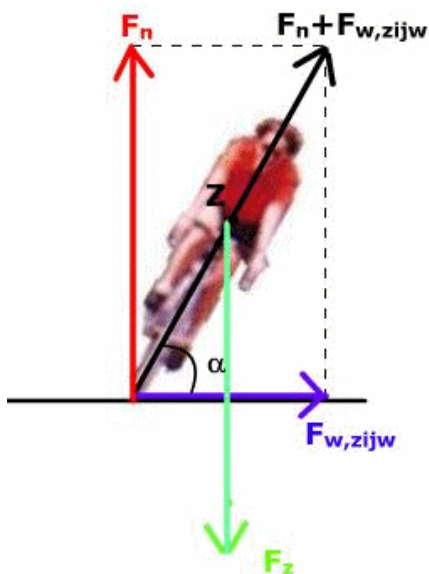
$$m = 72 \text{ kg}$$

$$Z = 1.5 \text{ m}$$

- Gevraagd:**
- 1) Wat is de vereiste hoek waaronder hij moet scheefhangen? ($\alpha = ?$)
 - 2) Moet hij zijn snelheid aanpassen om een veilige bocht te kunnen pakken?
 - 3) Wat is de maximaal mogelijke snelheid?

Oplissing:

1)



$$\tan \alpha = \frac{F_n}{F_{w, zijw}} = \frac{m \cdot g}{\frac{m \cdot v^2}{\rho}} = \frac{9.81}{\frac{13.89^2}{10}} \Rightarrow \alpha = 26.95 \text{ graden}$$

De hoek waar de fietser moet scheefhangen bedraagt 26.95 graden.

2)

$$F_{w, zijw} = \mu_s \cdot F_n = \frac{m \cdot v^2}{\rho} \Rightarrow v = \sqrt{\mu_s \cdot g \cdot \rho} = \sqrt{0.3 \cdot 9.81 \cdot 10} = 5.4 \text{ m/s}$$

De snelheid moet aangepast worden.

3) Zie (2)

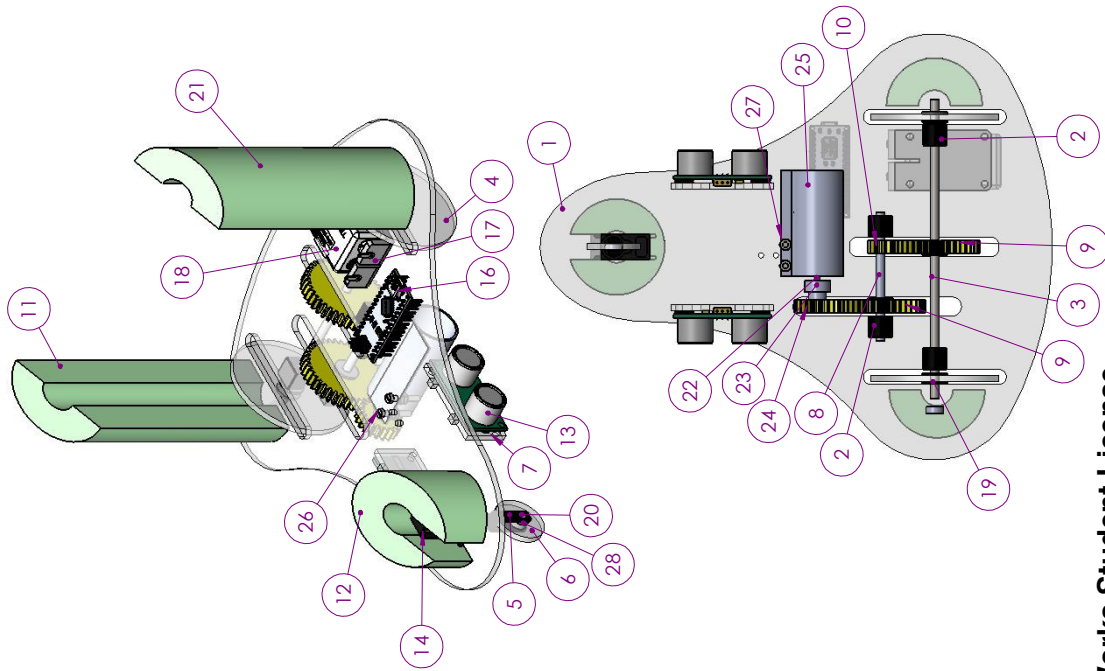
De maximale snelheid waarmee de bocht genomen kan worden is 5.4 m/s of 19.44 km/u.

$$\tan \beta = \frac{F_n}{F_{w, zijw}} = \frac{F_n}{\mu_s \cdot F_n} = \frac{1}{\mu_s} = \frac{1}{0.3} \Rightarrow \beta = 73.3 \text{ graden}$$

De hoek waaronder de fietser dan zal hangen bedraagt 73.3 graden.

Bijlage

De originele files bevinden zich in de pdf files.



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Chassis		1
2	Lagerhuis		4
3	Aandrijfas		4
4	Achterwiel		2
5	Voork		1
6	Voorwiel		1
7	sensorhouder		2
8	landwielas		1
9	ISO - Spur gear 1M 401 14.5PA 6FW --- S40A75H50L4.0N		2
10	ISO - Spur gear 1M 10T 14.5PA 6FW --- S10A75H50L4.0N		1
11	steun links		1
12	Steun Vooraan		1
13	Ultrasonic Sensor		2
14	Servo		1
15	ZONNEPANEEL		1
16	Arduino Nano 3.0		1
17	Batterij houder 9V		1
18	9V Battery		1
19	Washer DIN 9021 - 4.3		6
20	As Voorwiel		1
21	Steun rechts		1
22	Motor		1
23	Tussenstuk motor		1
24	DIN - Spur gear 1M 20T 14.5PA 6FW --- S20A75H50L8N		1
25	Motorhouder		1
26	ISO 1207 - M2.5x 16 --- 16N		2
27	Hexogon NUT ISO - 4032 - M2.5 - W - N		4
28	Lager 4x8x3		5

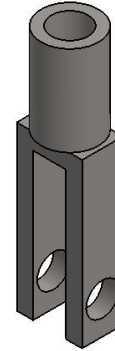
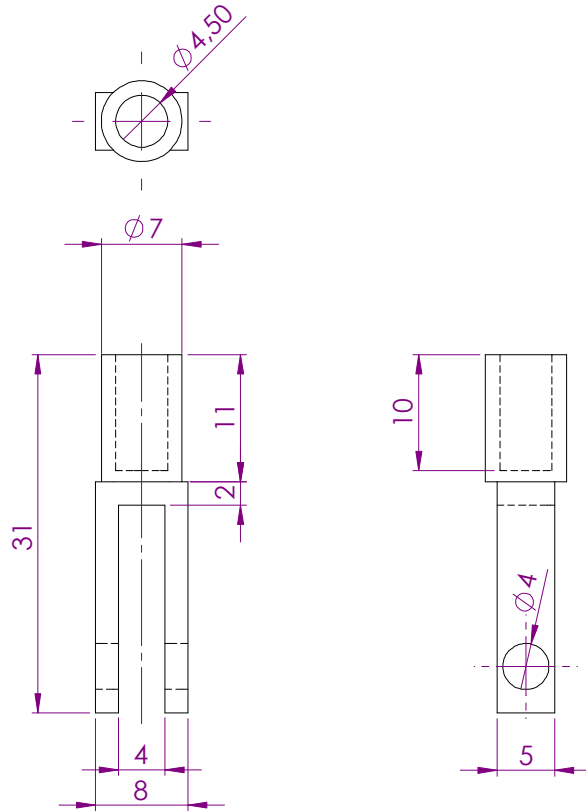
RUWHEID VOL- GENS NEN 3634	MAATTOLERANTIES VOLGENS NEN 2365	MATERIAAL	VORM- EN PLAATSTOL- VOLGENS NEN 3311
PROJECTIE	SCHAAL 1:2	GETEKEND	OPMERKINGEN
	MAATEENHEID mm	GROEPSL.	
	DATUM 8/05/2013	GECONTR.	NUMMER
GROUP T			A3

SolidWorks Student License

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (<http://www.novapdf.com/>)

Afbeelding 2: Origineel zie pdf: ssv1 - sheet1

5

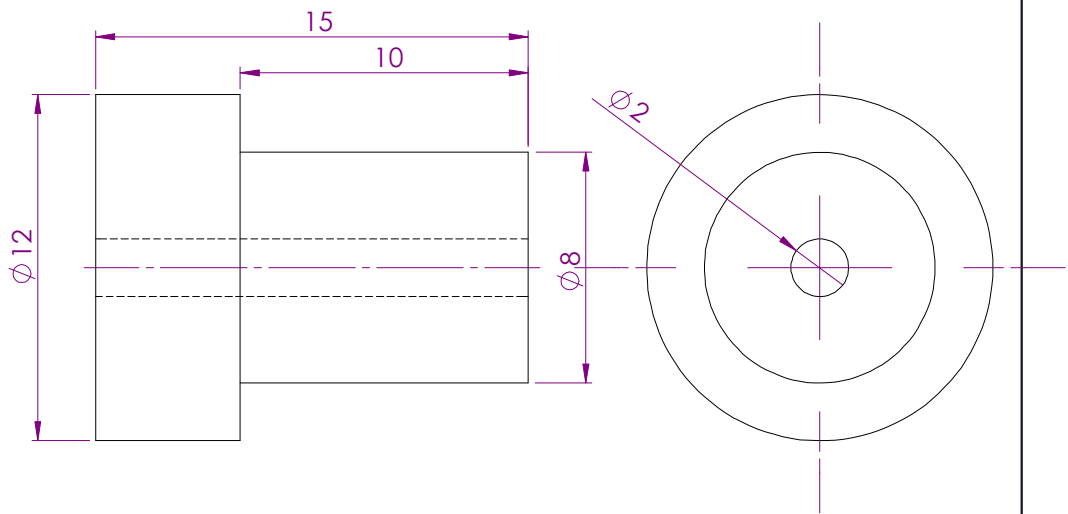
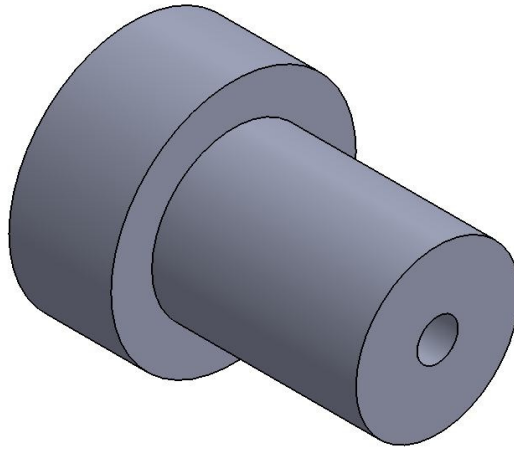


RUWHEID VOLGENS NEN 3634	MAATTOLERANTIES VOLGENS NEN 2365	MATERIAAL	VORM- EN PLAATSTOL. VOLGENS NEN 3311
	SCHAAL 2:1	GETEKEND	OPMERKINGEN
	MAATEENHEID mm	GROEPSL.	
	DATUM 8/05/2013	GECONTR.	
			NUMMER
SolidWorks Student License			A4

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (<http://www.novapdf.com/>)

Afbeelding 3: Origineel zie pdf: vork - sheet1

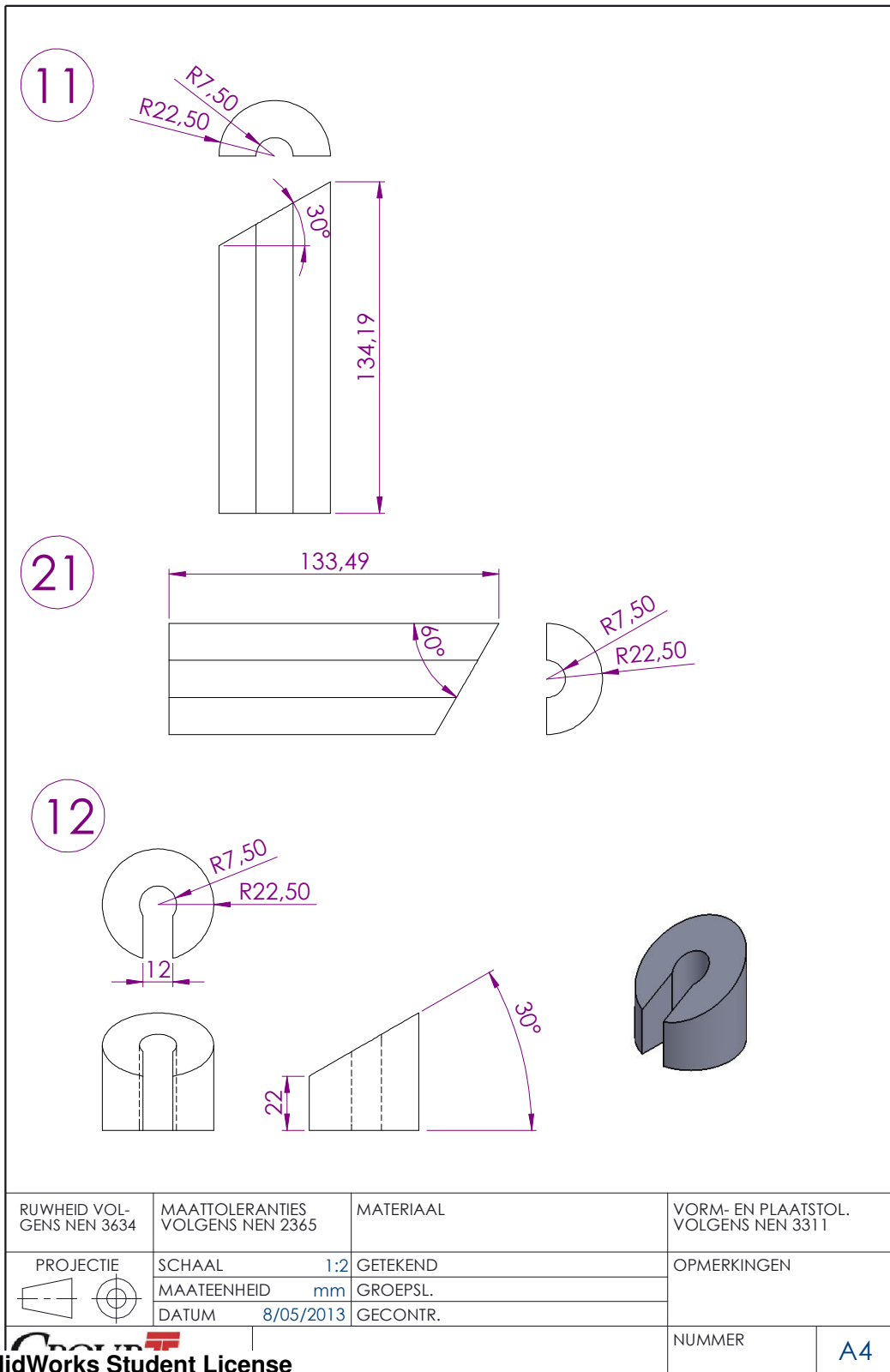
23



RUWHEID VOL- GENS NEN 3634	MAATTOLERANTIES VOLGENS NEN 2365	MATERIAAL	VORM- EN PLAATSTOL. VOLGENS NEN 3311
PROJECTIE 	SCHAAL 2:1	GETEKEND	OPMERKINGEN
	MAATEENHEID mm	GROEPSL.	
	DATUM 8/05/2013	GECONTR.	NUMMER
SolidWorks Student License			A4

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (<http://www.novapdf.com/>)

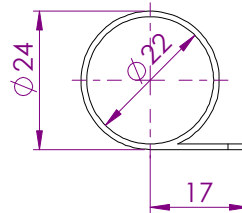
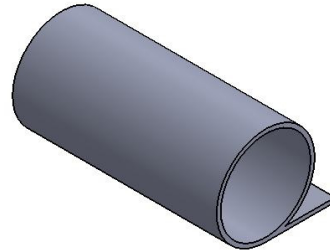
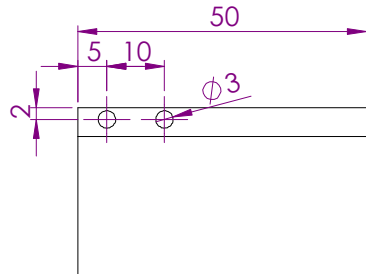
Afbeelding 4: Origineel zie pdf: tussenstuk motor - sheet1



Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (<http://www.novapdf.com/>)

Afbeelding 5: Origineel zie pdf: steunen - sheet1

25

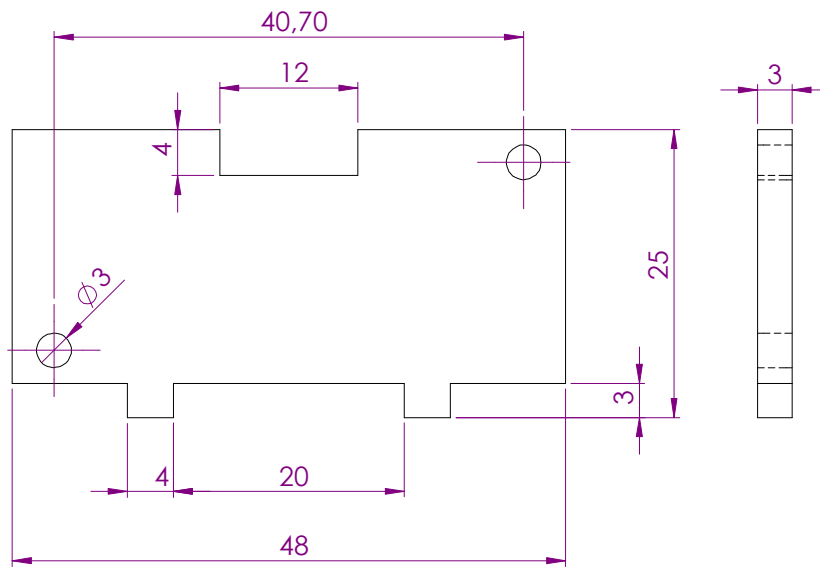
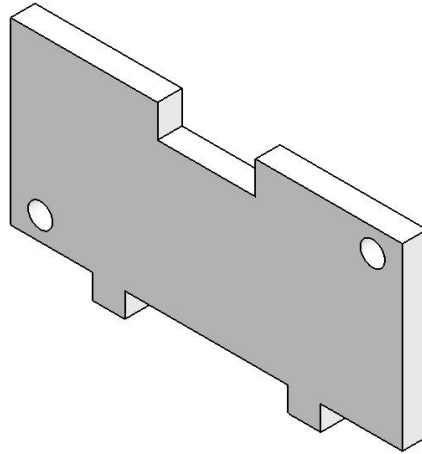


RUWHEID VOLGENS NEN 3634	MAATTOLERANTIES VOLGENS NEN 2365	MATERIAAL	VORM- EN PLAATSTOL. VOLGENS NEN 3311
	SCHAAL 1:1	GETEKEND	OPMERKINGEN
	MAATEENHEID mm	GROEPSL.	
	DATUM 8/05/2013	GECONTR.	
			NUMMER
SolidWorks Student License			A4

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (<http://www.novapdf.com/>)

Afbeelding 6: Origineel zie pdf: motorhouder - sheet1

7

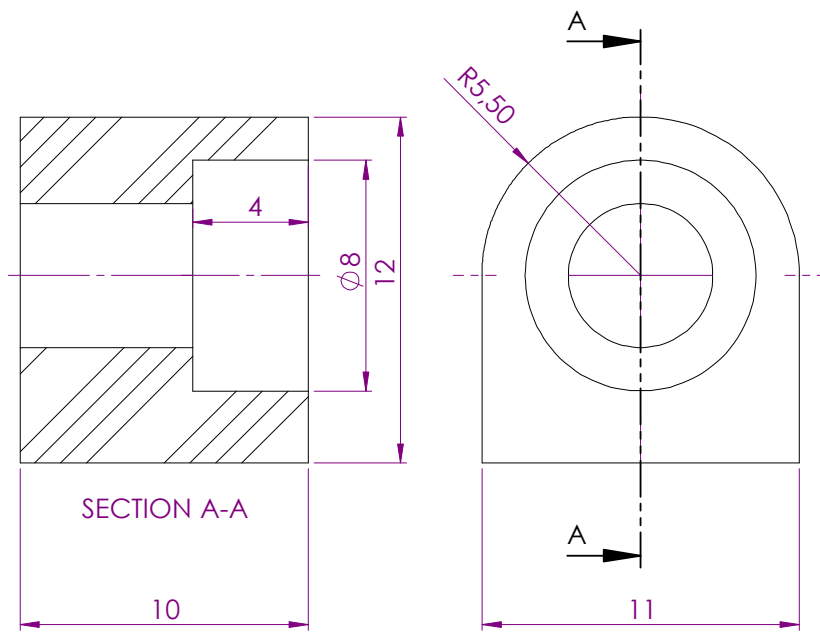
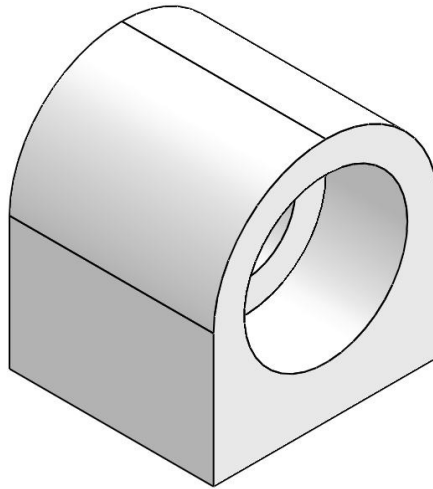


RUWHEID VOLGENS NEN 3634	MAATTOLERANTIES VOLGENS NEN 2365	MATERIAAL	VORM- EN PLAATSTOL. VOLGENS NEN 3311
PROJECTIE 	SCHAAL 2:1	GETEKEND	OPMERKINGEN
	MAATEENHEID mm	GROEPSL.	
	DATUM 8/05/2013	GECONTR.	
SolidWorks Student License			NUMMER A4

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (<http://www.novapdf.com/>)

Afbeelding 7: origineel zie pdf: sensor houder -sheet1

2

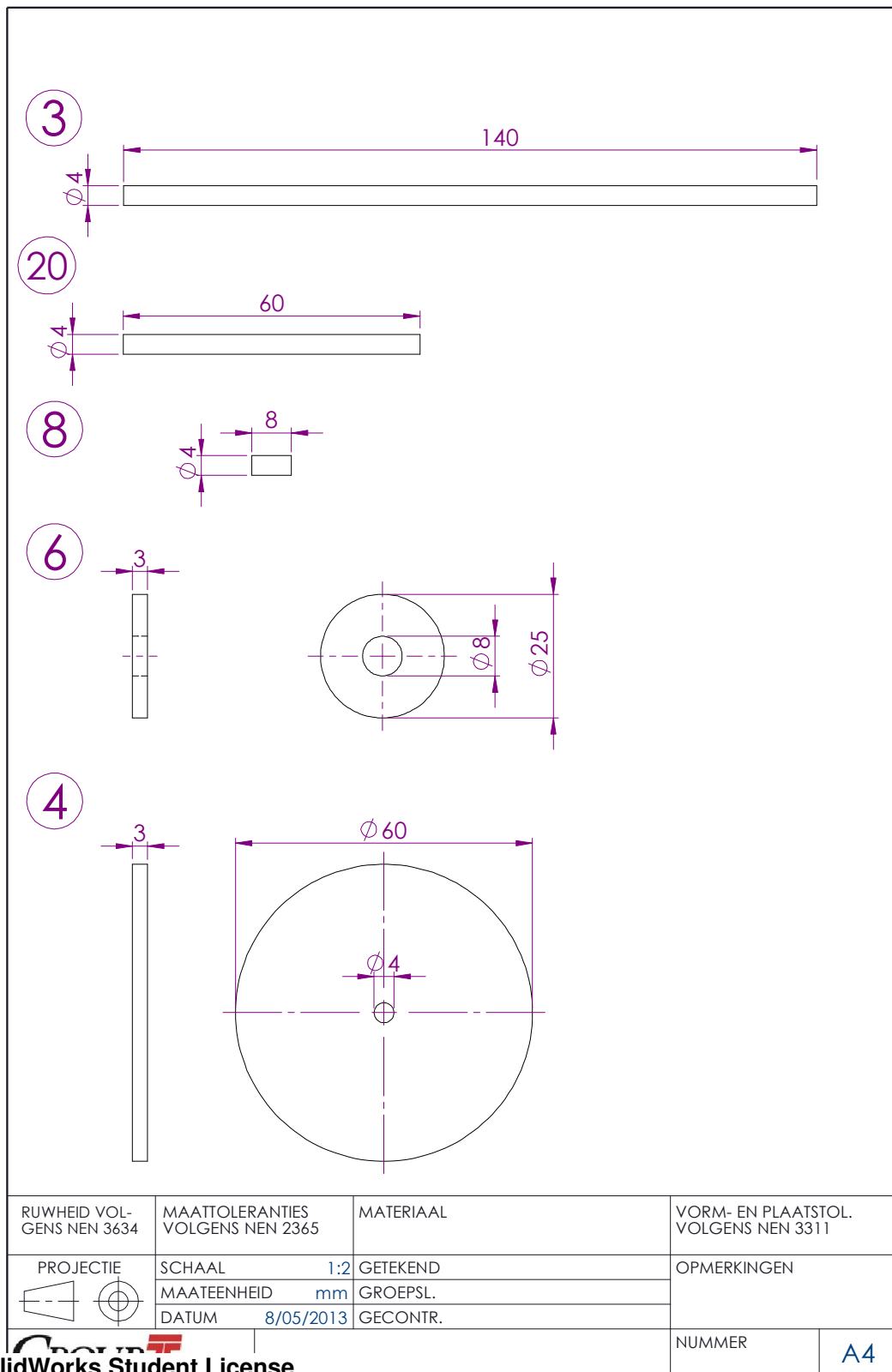


RUWHEID VOL- GENS NEN 3634	MAATTOLERANTIES VOLGENS NEN 2365	MATERIAAL	VORM- EN PLAATSTOL. VOLGENS NEN 3311
PROJECTIE 	SCHAAL 5:1	GETEKEND	OPMERKINGEN
	MAATEENHEID mm	GROEPSL.	
	DATUM 8/05/2013	GECONTR.	NUMMER

SolidWorks Student License

Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (<http://www.novapdf.com/>)

Afbeelding 8: Orgineel zie pdf: lagerhuis - sheet1



Print to PDF without this message by purchasing novaPDF (<http://www.novapdf.com/>)

Afbeelding 9: Origineel zie pdf: stukken - sheet 1