

# Obliczenia trakcyjne pojazdu Renault Twingo 1 generacji

Michał Łukaszewicz (297696)



# Spis treści

<b>1</b>	<b>Wstęp</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Dane pojazdu</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Obliczenia</b>	<b>5</b>
3.1	Siła i moc oporów ruchu w funkcji prędkości . . . . .	5
3.2	Charakterystyka trakcyjna . . . . .	7
3.3	Bilans mocy . . . . .	8
3.4	Charakterystyka dynamiczna . . . . .	9
3.5	Charakterystyka przyśpieszeń . . . . .	9
3.6	Charakterystyka rozpędzania . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Wnioski końcowe</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>Oświadczenie o samodzielności wykonania</b>	<b>13</b>

# 1 Wstęp

Do obliczeń wybrano samochód Renault Twingo I 1.2 16v (kod silnika: D4F), rocznik 2001. Auto wyposażono w cztero-cylindrowy silnik rzędowy ustawiony poprzecznie o zapłonie iskrowym, pojemności  $1149\text{ cm}^3$ , mocy 55 kW przy 5500 obr/min. Silnik napędza koła przednie poprzez 5 biegową, manualną skrzynię biegów.

## 2 Dane pojazdu

Dane pojazdu zostały pozyskane ze strony internetowej *automobile-catalog.com*

Masa własna:  $m_0 = 850\text{ kg}$

Dopuszczalna masa całkowita  $m = 1260\text{ kg}$

Powierzchnia czołowa pojazdu:

$$A = 1.93\text{ m}^2$$

Współczynnik oporów powietrza:

$$c_x = 0.35$$

Współczynnik oporów toczenia

$$f_0 = 0.01$$

Przełożenia skrzyni biegów:

$$i_1 = 3.37$$

$$i_2 = 1.86$$

$$i_3 = 1.32$$

$$i_4 = 0.97$$

$$i_5 = 0.76$$

Przełożenie przekładni głównej:

$$i_g = 4.06$$

Sprawność układów mechanicznych:

$$\eta_M = 0.9$$

Moc silnika maksymalna:

$$P_s = 55\text{ kW dla } n_P = 5542\text{ obr/min}$$

Moment silnika maksymalny:

$$M_s = 105\text{ Nm dla } n_M = 3648\text{ obr/min}$$

Parametry opon

$$d = 155$$

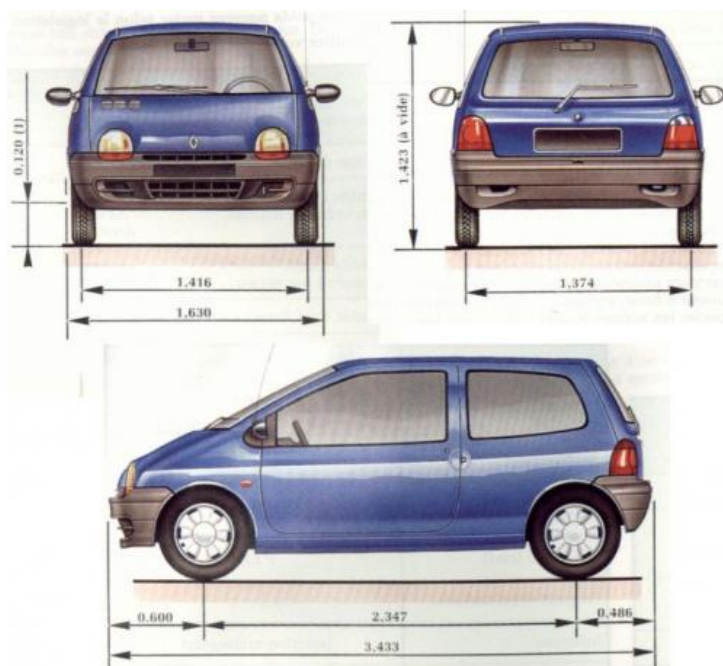
$$profil = 65$$

$$R = 14\text{ in.} = 356\text{ mm}$$

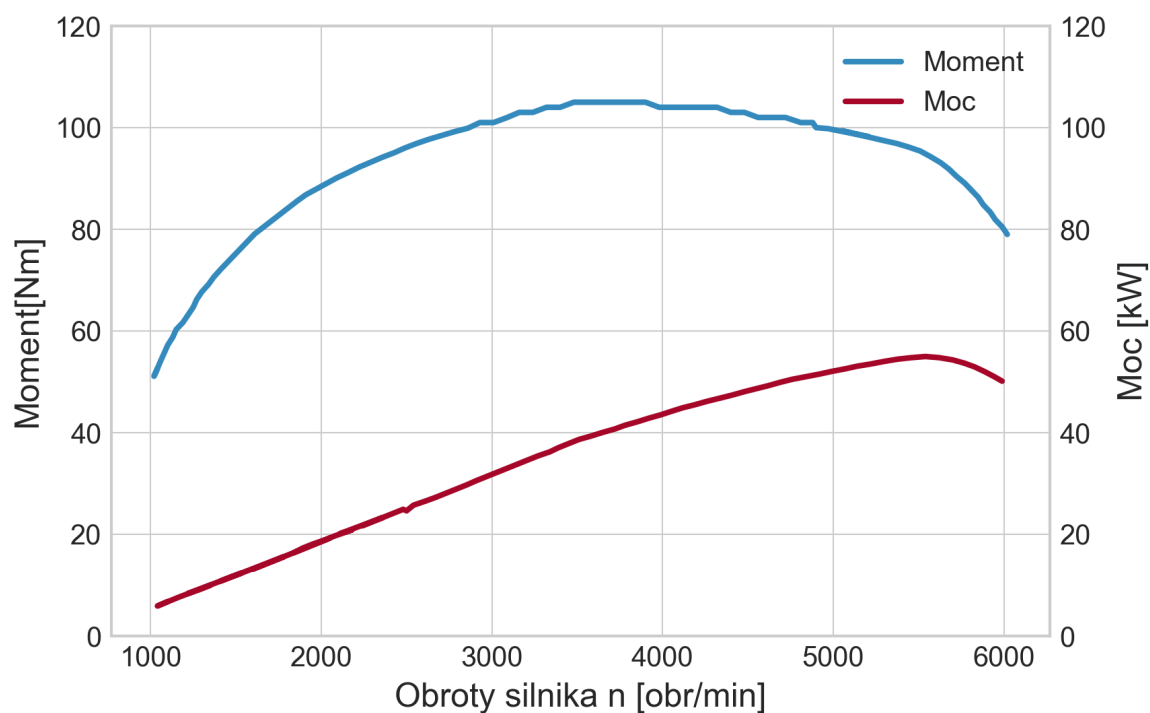
$$r_d = 0.97 \cdot (d \cdot profil + R/2) = 270\text{ mm}^1$$

---

<sup>1</sup>J. Warczek, Metoda pomiaru proemienia dynamicznego koła samochodowego, 2010



Rys. 1: Renault Twingo I - wymiary<sup>2</sup>



Rys. 2: Charakterystyka silnika D4F

Dane do charakterystyki silnika zostały pozyskane ze strony internetowej *automobile-catalog.com* a następnie zdigitalizowane za pomocą programu *GetData Graph Digitizer*

<sup>2</sup><https://www.autocentrum.pl/dane-techniczne/renault/twingo/i/>

### 3 Obliczenia

Obliczenia zostały wykonane za pomocą języka *Python* w środowisku obliczeniowym *Jupyter*

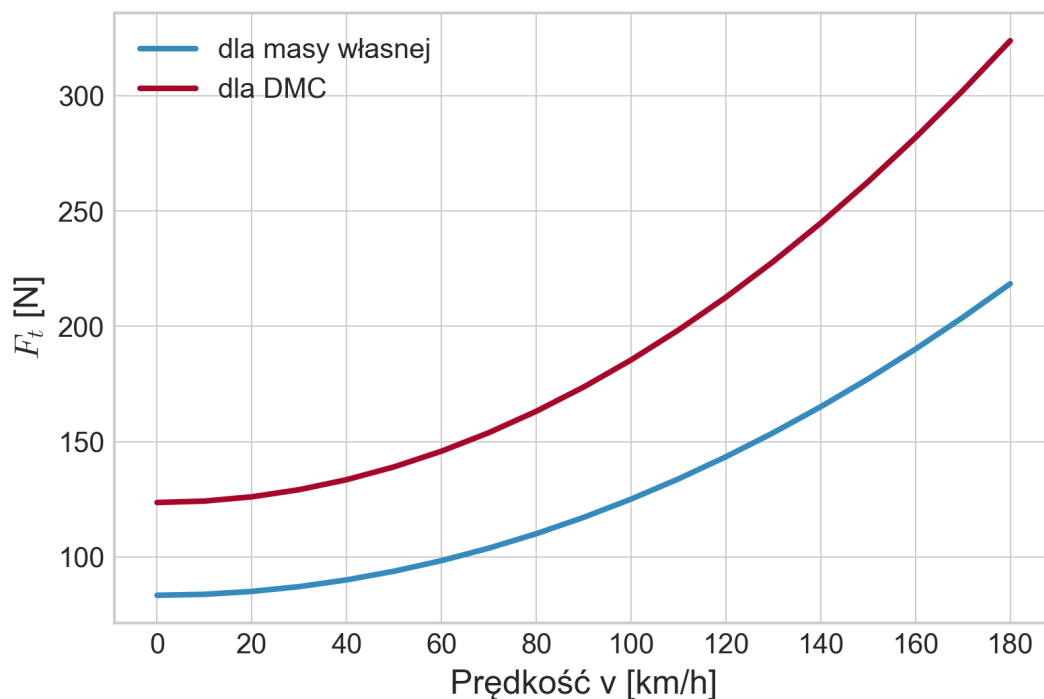
#### 3.1 Siła i moc oporów ruchu w funkcji prędkości

Siła oporów toczenia

$$F_t = mgf_t \text{ [N]}$$

Współczynnik oporów toczenia

$$f_t = f_0(1 + k_v v^2) \text{ gdzie } k_v = 5 * 10^{-5}$$



Rys. 3: Siła oporów toczenia w funkcji prędkości jazdy

Siła oporów powietrza w funkcji prędkości

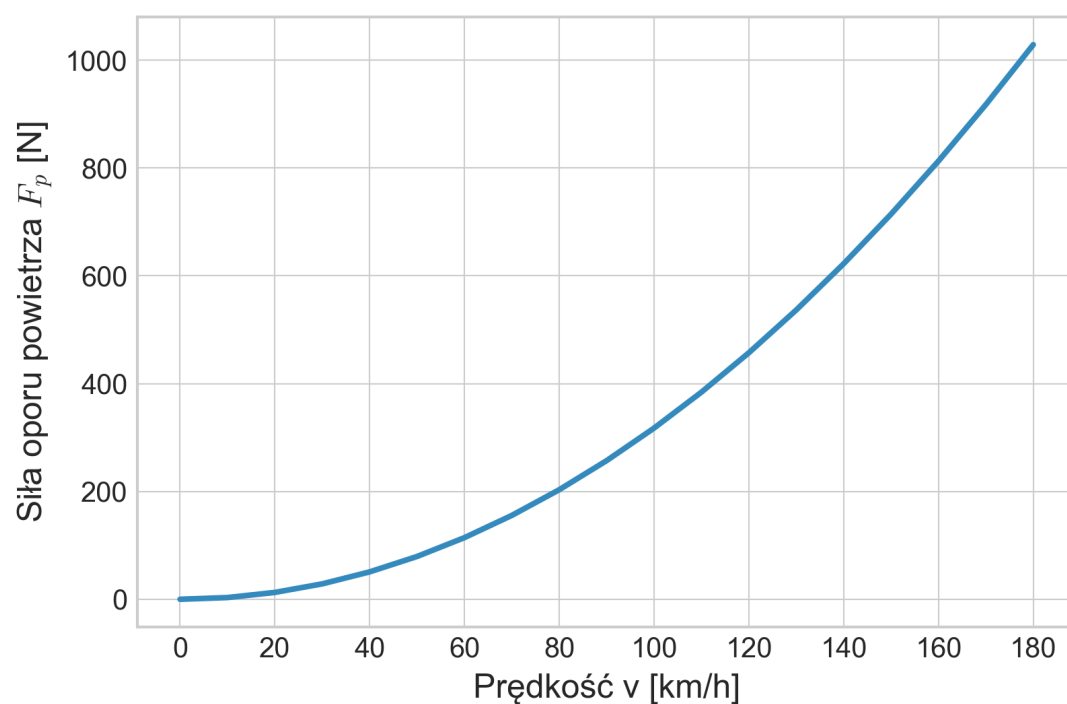
$$F_p = 0,047 \cdot A c_x v^2 \text{ [N]}$$

Siła oporów ruchu

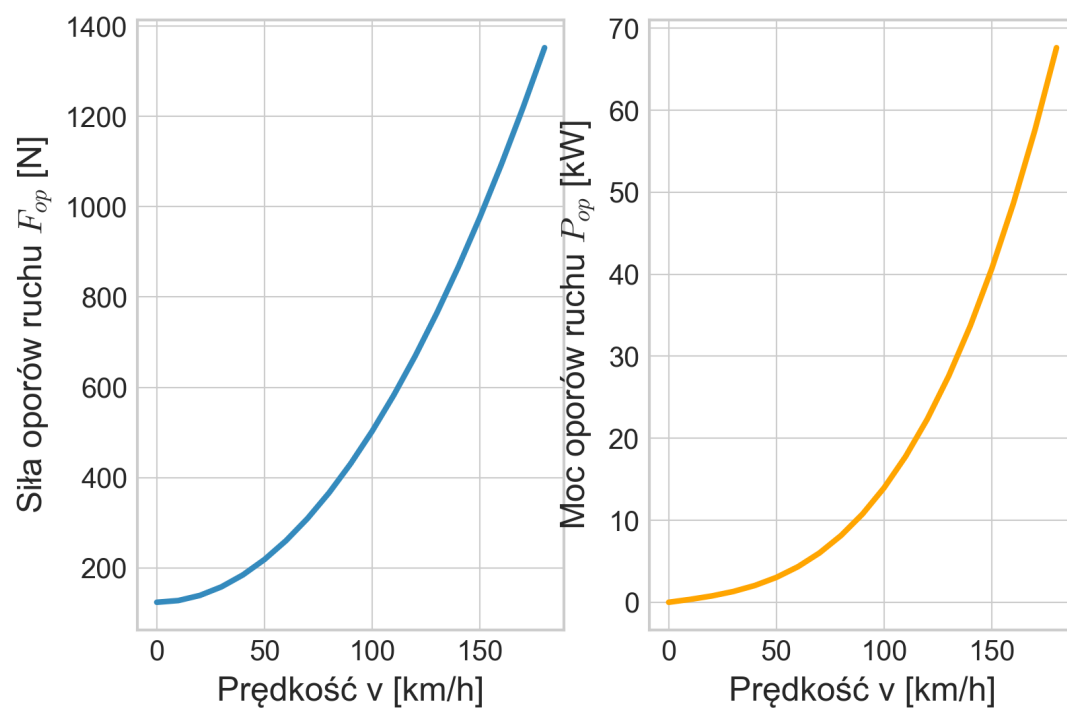
$$F_{op} = F_t + F_p$$

Moc oporów ruchu

$$P_{op} = F_{op} \cdot \frac{v}{3600} \text{ [kW]}$$



Rys. 4: Siła oporów powietrza w funkcji prędkości jazdy



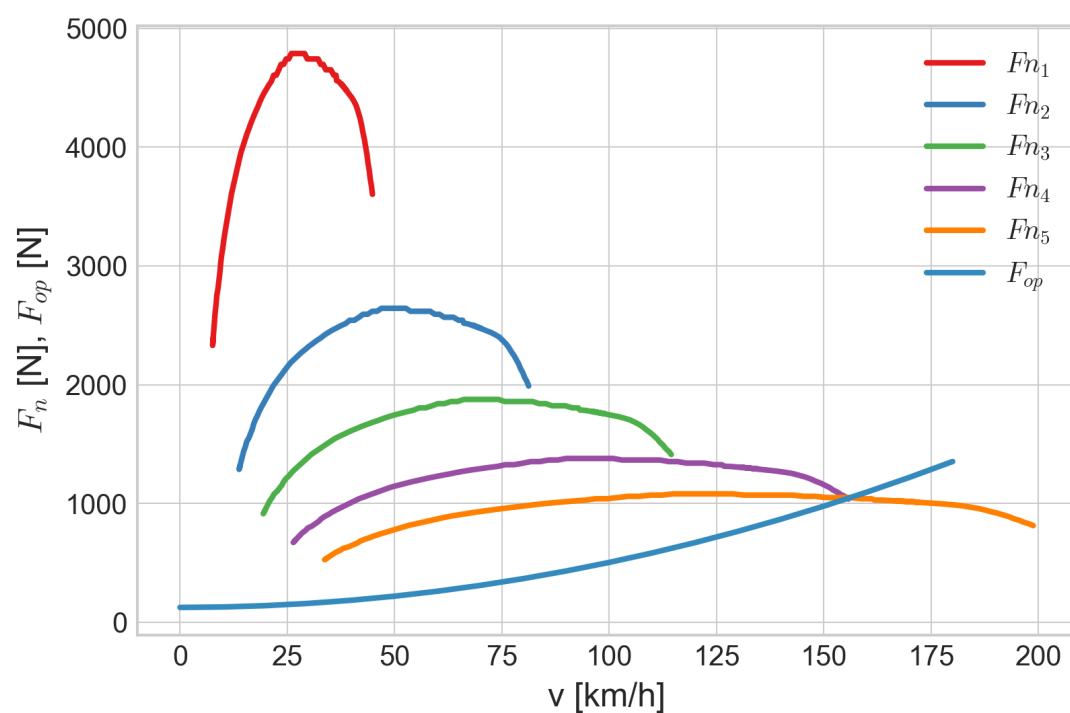
Rys. 5: Siła oporów ruchu i moc oporów ruchu w funkcji prędkości jazdy

### 3.2 Charakterystyka trakcyjna

Siła napędowa:  $F_n = \frac{M_s i_g i_b \eta_m}{r_d}$

Prędkość jazdy:  $v = \frac{r_d n_s}{2.65 i_b i_g}$

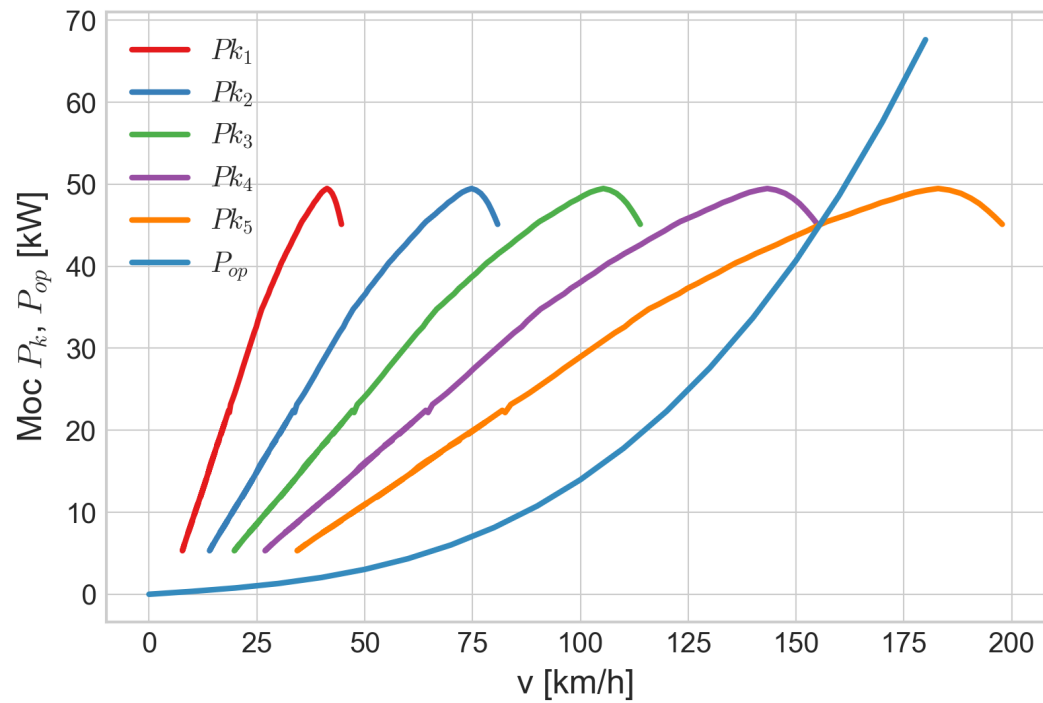
Wartości  $M_s$  i  $n_s$  z charakterystyki silnika



Rys. 6: Wykres trakcyjny

### 3.3 Bilans mocy

Moc na kołach:  $P_k = P_s \eta_m$

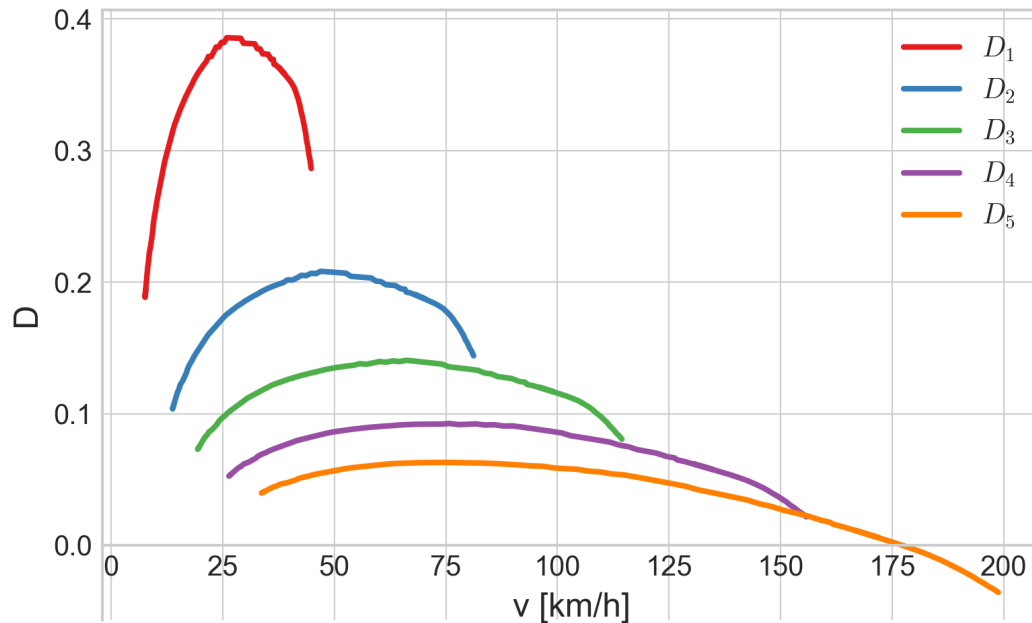


Rys. 7: Bilans mocy



### 3.4 Charakterystyka dynamiczna

Wskaźnik dynamiczny:  $D = \frac{F_n - F_p}{mg}$



Rys. 8: Charakterystyka dynamiczna

### 3.5 Charakterystyka przyspieszeń

Wykres przyspieszeń uzyskujemy z zależności:

$$a = \frac{g}{\delta_b}(\nu D - f_t)$$

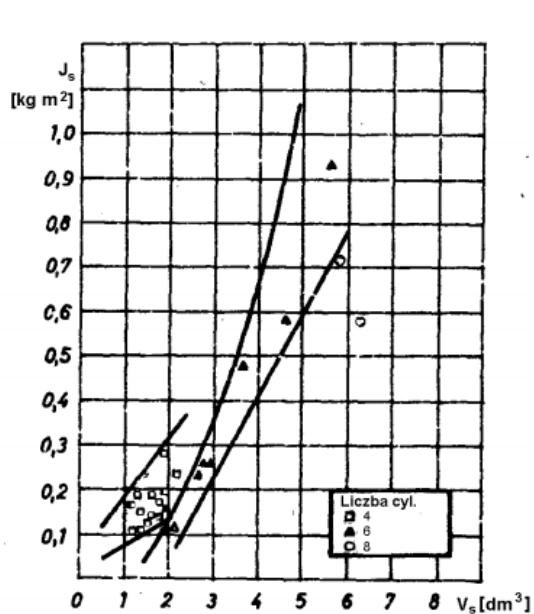
gdzie:

$$\nu = 0.95$$

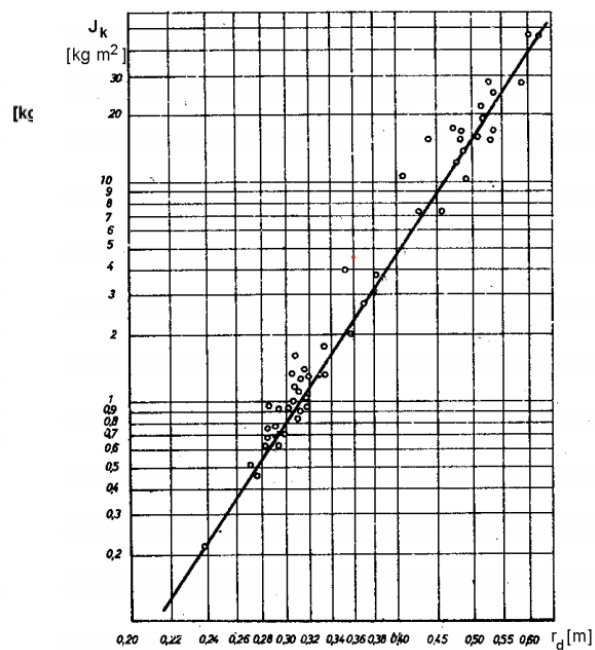
Współczynnik mas wirujących, uwzględniający współczynniki:  $\delta_s$  - mas wirujących silnika,  $\delta_k$  - mas wirujących kół.

$$\delta_b = 1 + \delta_s i_b^2 + \delta_k$$

Obliczenia współczynników wykonujemy dobierając z charakterystyk momenty bezwładności części wirujących silnika ( $J_s$ ) i kół ( $J_k$ ) (Rys. 8)



(a) Momenty bezwładności dla silników ZI



(b) Momenty bezwładności dla kół

Rys. 9: Krzywe doboru momentów bezwładności

Po dobraniu wartości:

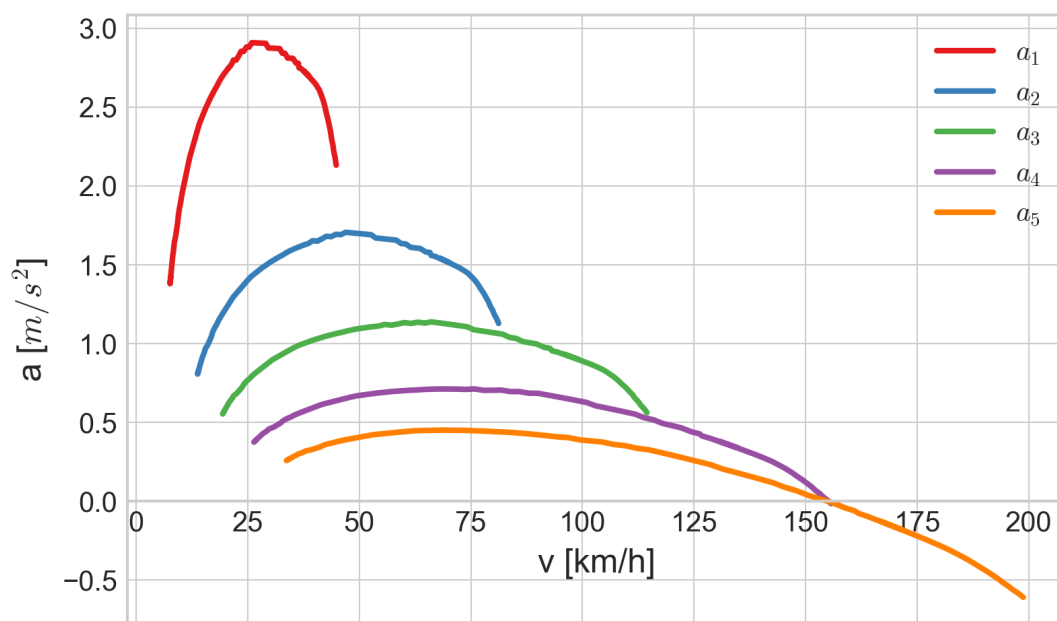
$$J_s = 0.1$$

$$J_k = 0.4$$

Obliczamy współczynniki:

$$\delta_s = \frac{J_s i_g^2 \eta_M}{m r_d^2}$$

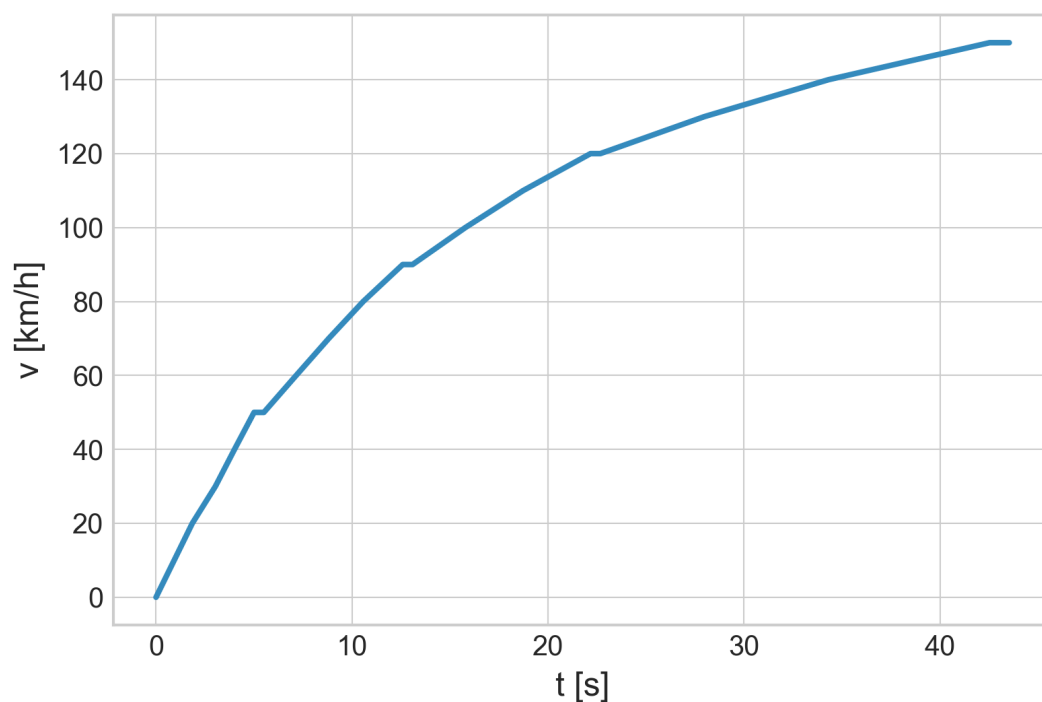
$$\delta_k = k \frac{J_k}{m r_d^2} \text{ gdzie } k - \text{liczba kół}$$



Rys. 10: Charakterystyka przyśpieszeń

### 3.6 Charakterystyka rozpędzania

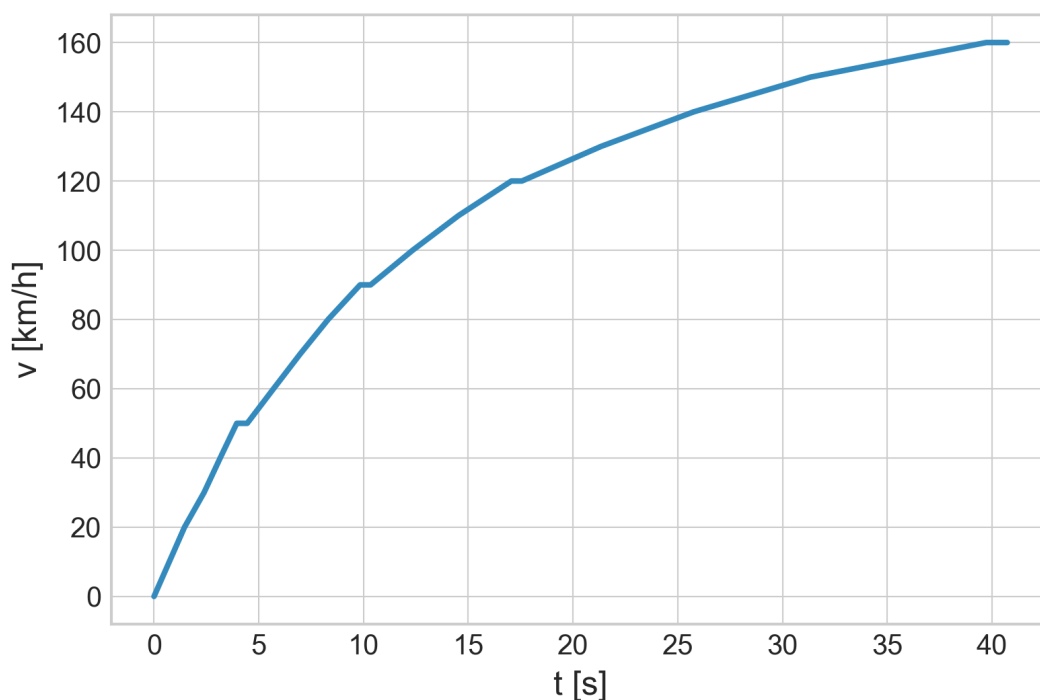
Do obliczeń przyjęto czas zmiany biegu  $dt_b = 0.5$  s



Rys. 11: Prędkość w funkcji czasu dla rozpędzania

Z charakterystyki rozpędzania (Rys. 11) możemy określić czas przyspieszenia do 50km/h i 100km/h jako kolejno 5.5s i 15.78 s, są to wartości większe od spodziewanych jednakże wynika to z zastosowania dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu do obliczeń, gdzie w warunkach normalnych pojazd jest zwykle o około 200 kg lżejszy.

Po podstawieniu do obliczeń masy:  $m_0 + m_{paliwa} + m_{kierowcy}$ , zakładając pełny bak (40 l benzyny bezołowiowej 95,  $\rho = 720 \text{ kg/m}^3$ ) i masę kierowcy 75 kg, otrzymujemy charakterystykę rozpędzania bliższą mierzonej empirycznie (Rys. 12). Pojazd rozpędza się do 100 km/h w około 12.3 s co jest bliskie parametrom podawanym przez producenta (11.1 s).



Rys. 12: Prędkość w funkcji czasu dla rozpędzania, dla masy z 40 l paliwa i kierowcą

## 4 Wnioski końcowe

1. Obliczone charakterystyki mają nieznacznie gorsze wartości niż charakterystyki dostarczone przez producenta, co może być spowodowane wykonaniem obliczeń dla dopuszczalnej masy całkowitej pojazdu oraz niedokładnością graficznego pobrania danych z charakterystyki silnika.
2. Na podstawie charakterystyki trakcyjnej i bilansu mocy możemy określić prędkość maksymalną pojazdu na około 156 km/h, jest wartość zaniżona wobec danych producenta, co ponownie może być spowodowane obliczeniami wykonywanymi dla dopuszczalnej masy całkowitej.

## 5 Oświadczenie o samodzielności wykonania

Oświadczam że powyższa praca stanowiąca podstawę oceny osiągnięcia efektów uczenia z przedmiotu Pojazdy została przeze mnie wykonana samodzielnie.

Michał Łukaszewicz  
297696

## Literatura

- [1] S. Arczyński, *Mechanika Ruchu Samochodu*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1994.