

(Gross vehicle mass) מסת רכב כוללת

מסת רכב כוללת.	$GVW =$	1350.0	[kg]	$GVW = m_{vehicle} + m_{payload}$
מסה עצמית של הרכב (כולל נוסעים, נזלים, גלגל ספיייר)	$m_{vehicle} =$	1300.0	[kg]	
מסה של מטען מועיל	$m_{payload} =$	50.0	[kg]	

(Vehicle weight) משקל הרכב

משקל הרכב	$W_{vehicle} =$	12753.0	[N]	$W_{vehicle} = GVW \cdot g$
מסת רכב כוללת	$GVW =$	1300.0	[kg]	
תאוצת הכובד	$g =$	9.81	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$	

(Engine angular velocity) מהירות זוויתית מנוע

מהירות זוויתית מנוע	$\omega_{engine} =$	10.47	$\left[\frac{rad}{sec}\right]$	$\omega_{engine} = n \cdot 0.1047$
סל"ד מנוע	$n =$	100	[RPM]	

(Wheel angular velocity) מהירות זוויתית גלגל

מהירות זוויתית גלגל.	$\omega_{wheel} =$	84.7	$\left[\frac{rad}{sec}\right]$	$\omega_{wheel} = \omega_{engine} \cdot i_{total}$
מהירות זוויתית מנוע.	$\omega_{engine} =$	84.70	$\left[\frac{rad}{sec}\right]$	
יחס תמסורת כולל.	$i_{total} =$	1.00		

(Wheel tangent speed) מהירות משיקית גלגל

מהירות משיקית גלגל.	$v_{wheel} =$	22.02	$\left[\frac{m}{s}\right]$	$v_{wheel} = \omega_{wheel} \cdot R_k$
מהירות משיקית גלגל.	$v_{wheel} =$	79.3	$\left[\frac{km}{h}\right]$	
מהירות זוויתית גלגל.	$\omega_{wheel} =$	84.70	$\left[\frac{rad}{sec}\right]$	
רדיוס קינמטי של גלגל (בהנחה שהצמיג אלסטי ולכן נמערך).	$R_k =$	0.26	[m]	

(Rolling resistance) כח התנגדות לגלילה

כוח התנגדות לגלילה.	$F_{Ro} =$	135	[N]	$F_{Ro} = f \cdot mg \cdot \cos(\alpha)$
מקדם התנגדות לגלילה. (שולפים מטבלה, בהתאם לסוג הקרקע)	$f =$	0.01		
מסת רכב כוללת.	$m = GVW$	1385	[kg]	
תאוצת הכובד.	$g =$	9.81	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$	
זווית שיפוע המישור.	$\alpha =$	8	[deg]	

כח גרר שמפעילה הרוח על רכב (Air resistance)

כוח גרר.	$F_{Air\ Drag} =$	320	[N]
צפיפות האוויר.	$\rho =$	1.2	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$
מקדם אווירודינמי של צורת גוף הרכב.	$C_D =$	0.3	
שטח חתך של גוף הרכב.	$A =$	2.8	$[m^2]$
מהירות הרכב ביחס למהירות הרוח.	$v =$	25.0	$\left[\frac{m}{s}\right]$

$$F_{Air\ Drag} = \frac{1}{2} \rho C_D A v^2$$

כח טיפוס מישור משופע (Climbing resistance)

כוח כתוצאה ממישור ממושפע (רכיב אופקי של כח גרויטציה).	$F_{Climbing} =$	1891	[N]
מסת רכב כוללת.	$m = GVW$	1385	[kg]
תאוצת הכובד.	$g =$	9.81	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$
זווית שיפוע המישור (עבור ירידה - זווית שלילית).	$\alpha =$	8	[deg]
אחוז שיפוע המישור (גרדיאנט).		14	[%]

$$F_{Climbing} = mg \sin(\alpha)$$

כוחות עבור מישור משופע / אופקי - במהירות קבועה

כוח הנעת רכב במישור משופע.	$F_{Traction} =$	2230	[N]
כוח התנגדות לגלילה.	$F_{Ro} =$	135	[N]
כוח גרר.	$F_{Air\ Drag} =$	320	[N]
כוח טיפוס מישור משופע.	$F_{Climbing} =$	1775	[N]

$$F_{Traction} = F_{Ro} + F_{Air\ Drag} + F_{Climbing}$$

כוחות הנעת רכב המישור משופע/אופקי - בתאוצה קבועה

כוח הנעה נדרש.	$F_{motive} =$	2552	[N]
מסת רכב כוללת.	$m = GVW$	350	[kg]
תאוצת הרכב.	$a =$	1.00	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$
כוח התנגדות לגלילה.	$F_{Ro} =$	311	[N]
כוח גרר.	$F_{Air\ Drag} =$	0	[N]
כוח טיפוס מישור משופע.	$F_{Climbing} =$	1891	[N]

$$F = ma + F_{Ro} + F_{Air\ Drag} + F_{Climbing}$$

$$F = ma + fmg \cos(\alpha) + \frac{1}{2} \rho C_D A v^2 + mg \sin(\alpha)$$

תאוצה קבועה

תאוצה קבועה	$a =$	1.5	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$
תאוצה ביחס לתאוצת הכובד		0.15	[g]
שינוי במהירות	$\Delta v =$	4.50	$\left[\frac{m}{s}\right]$
		16.2	$\left[\frac{km}{h}\right]$
זמן הנדרש לשינוי המהירות	$\Delta t =$	3.00	[sec]

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

הספק נדרש לצורך הנעת הרכב במהירות קבועה

הספק דרוש.	$P_{wheels} =$	63,800	[W]
כוח הנעת הרכב.	$F_{Traction} =$	2552	[N]
מהירות הרכב.	$v =$	25.0	$\left[\frac{m}{s}\right]$

$$P_{wheels} = F_{traction} \cdot v_{vehicle}$$

הספק מושקע

הספק מושקע	$P_{in} =$	70,889	[W]
הספק דרוש	$P_{out} =$	63,800	[N]
נצילות	$\eta =$	90.0%	$\left[\frac{m}{s}\right]$

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta}$$

תאוצה מקסימלית אפשרית מבחינת תאחיזת קרקע - עבור הנעה אחורית

תאוצה מקסימלית.	$a_{max} =$	0.43	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$
תאוצה ביחס לתאוצת כובד.		0.04	[g]
מקדם חיכוך בין צמיג לקרקע. Longitudinal friction coefficient.	$\mu_x =$	0.6	
מרחק סרן קדמי ממרכז מסת הרכב.	$C_1 =$	0.46	[m]
מרחק סרן אחורי ממרכז מסת הרכב.	$C_2 =$	0.44	[m]
גובה מרכז כובד הרכב.	$h =$	0.38	[m]
תאוצת הכובד.	$g =$	9.81	$\left[\frac{m}{s^2}\right]$
שיפוע המישור המשופע.	$\alpha =$	20	[deg]

$$a_{max} = \left(\frac{\mu C_1 \cos(\alpha)}{C_1 + C_2 - \mu h} - \sin(\alpha) \right) \cdot g$$

שיפוע מקסימלי שעבורו ניתן להתחיל לנוע ממצב מנוחה - עבור הנעה אחורית

זווית שיפוע מקסימלי שבו ניתן לנוע ממצב מנוחה	$\alpha_{max} =$	22.42	
מקדם חיכוך סטטי בין צמיג לקרקע	$\mu =$	0.60	
מרחק סרן קדמי ממרכז מסת הרכב	$C_1 =$	0.44	[m]
מרחק סרן אחורי ממרכז מסת הרכב	$C_2 =$	0.44	[m]
גובה מרכז כובד הרכב	$h =$	0.40	[m]

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{\mu C_1}{C_1 + C_2 - \mu h} \right)$$

שיפוע מקסימלי שעבורו ניתן להתחיל לנוע ממצב מנוחה - עבור הנעה כפולה

זווית שיפוע מקסימלי שבו ניתן לנוע ממצב מנוחה - עבור סרן קדמי	$\alpha_{f_{max}} =$	22.87	[deg]
זווית שיפוע מקסימלי שבו ניתן לנוע ממצב מנוחה - עבור סרן אחורי	$\alpha_{r_{max}} =$	46.89	[deg]
מקדם חיכוך סטטי בין צמיג לקרקע - סרן קדמי	$\mu_1 =$	0.60	
מקדם חיכוך סטטי בין צמיג לקרקע - סרן אחורי	$\mu_2 =$	0.60	
מרחק סרן קדמי ממרכז מסת הרכב	$C_1 =$	0.446	[m]
מרחק סרן אחורי ממרכז מסת הרכב	$C_2 =$	0.439	[m]
גובה מרכז כובד הרכב	$h =$	0.320	[m]
מקדם חלוקת כח בין הסרנים	$K_f =$	0.50	

$$\alpha_{f_{max}} = \tan^{-1} \left(\frac{\mu_2 C_1}{(K_f)(C_1 + C_2) + \mu_2 h} \right)$$

$$\alpha_{r_{max}} = \tan^{-1} \left(\frac{\mu_2 C_1}{(1 - K_f)(C_1 + C_2) - \mu_2 h} \right)$$

דרישה $a > 0$

בוחרים את הזווית הקטנה מבין השניים

שיפוע צד מקסימלי (Vehicle Roll angle)

בהנחת שמרכז כובד נמצא במישור האמצעי של הרכב - כלומר חלוקת משקל רכב אחידה בין ימין לשמאל

$$\theta_{\max} = \tan^{-1} \left(\frac{L_{A-CG}}{h_{CG}} \right)$$

שיפוע צד מקסימלי	$\theta_{\max} =$	60.0	[deg]
מרחק בין נק' מרכז כובד של הרכב לבין ציר גלגול הרכב. מישור חיצוני של גלגל (מחצית רוחב הרכב)	$L_{A-CG} =$	0.555	[m]
גובה נק' מרכז הכובד של הרכב	$h_{CG} =$	0.3200	[m]