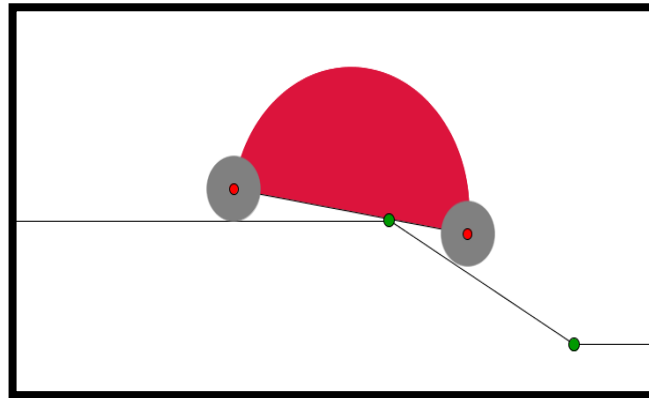


## “Het ontwerpen van een inrit voor een ondergrondse parkeergarage” – leerlingenhand-out



### Het voornaamste probleem

Je bent een architect en het is jouw taak om **de parkeerinrit** te ontwerpen **voor een ondergrondse parkeergarage**. Je krijgt hierbij opdracht om een rechte helling te ontwerpen die de straat verbindt met de ondergrondse parkeergarage, zoals in fig. 1 bij een nieuwgebouwd huis.

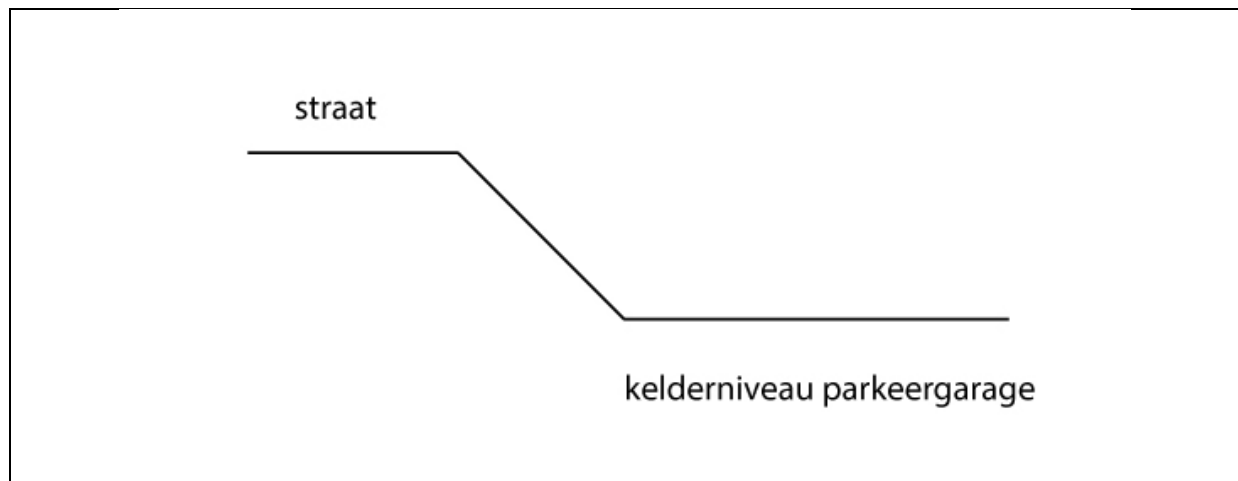


Fig. 1

**Opdracht 1.** Als de banden van de keveraauto een straal hebben van 8 cm en de afstand tussen de middelpunten van de banden 72 cm is (zoals getoond in fig. 2), zal de keveraauto dan veilig over de helling komen  $34^\circ$ ?

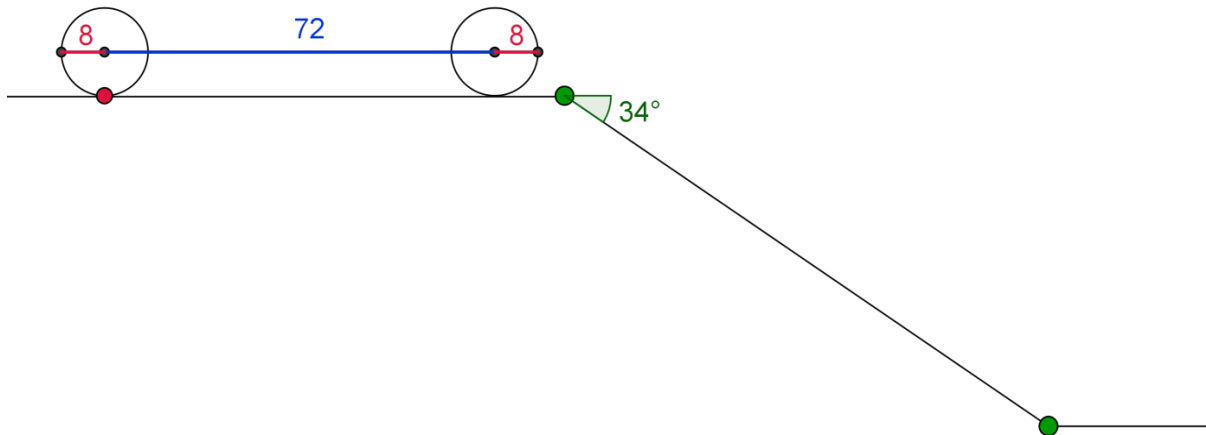


Fig. 2

Om deze en volgende opdrachten te onderzoeken, kun je gebruik maken van bestand *EE2.ggb*.

**Opdracht 2.** Er zijn drie keveraauto's met verschillende maten, zoals je kunt zien in de tabel:

keveraauto	Straal van de banden	Afstand tussen de middelpunten van de banden
KA1	8 cm	72 cm
KA2	10 cm	99 cm

KA3	13 cm	111 cm
-----	-------	--------

Wat is de steilste helling die alle drie de keverauto's kunnen nemen?

**Opdracht 3.** Wanneer de afstand tussen de middelpunten van de banden 72 cm is, wat is dan de minimale straal van de banden zodat ze de helling van  $34^\circ$  kunnen nemen?

**Opdracht 4.** Wanneer we kijken naar de straal van de banden (8 cm) en de helling ( $34^\circ$ ), wat is dan de maximale lengte tussen de middelpunten van de banden waarbij de keverauto nog in de kelder geparkeerd zou kunnen worden?

**Opdracht 5.** Er zijn wielen van verschillende formaten zoals we in onderstaande tabel zien. Vind voor elk wielformaat de maximale lengte van een keverauto (wat betreft de afstand tussen de middelpunten van de banden) waarbij nog geparkeerd zou kunnen worden bij een helling van  $34^\circ$ . Controleer bij deze maximale lengte of in het parkeerproces de vertex het midden van de bodem van de keverauto raakt. Meet op het "raakmoment" de hoek tussen de bodem van de keverauto en de horizontale lijn. Vul de lege vakken in de tabel in.

Straal van de wielen	Maximale afstand tussen de middelpunten van de wielen waarbij parkeren mogelijk is	Grootte van de hoek op het aanraakmoment
8 cm		
10 cm		
13 cm		
15 cm		

Laten we de lat nu wat hoger leggen!

Denk na over een realistischer automodel zoals getoond in fig. 3.

**Opdracht 6.** Is het mogelijk om de auto uit fig. 3 (waarbij alle maten in centimeters gegeven zijn) te parkeren bij een helling van  $28^\circ$ ? Let op de problemen die naar voren kunnen komen bij het verlaten van de helling en het binnenrijden van de kelder.

Je kunt bestand *EE3.ggb* gebruiken.

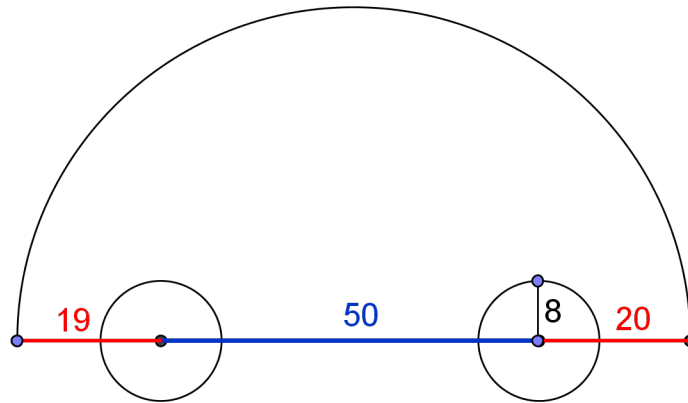


Fig. 3

**Opdracht 7.** Is het mogelijk om een auto met de technische eigenschappen zoals getoond in fig. 4 te parkeren op een helling van  $28^\circ$ ?

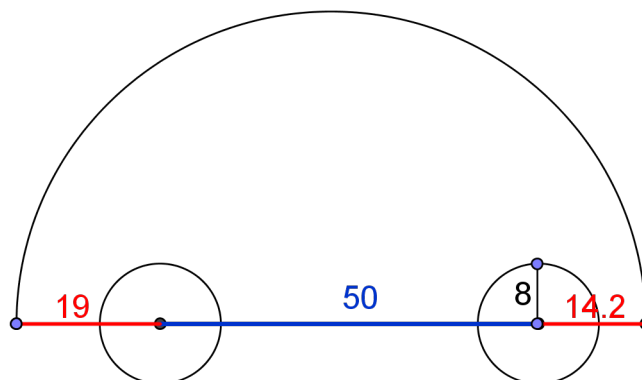


Fig. 4

In werkelijkheid, worden de middelpunten van de wielen niet verbonden door de “onderzijde” bij echte auto’s. Het kan lager zijn zoals in fig. 5.

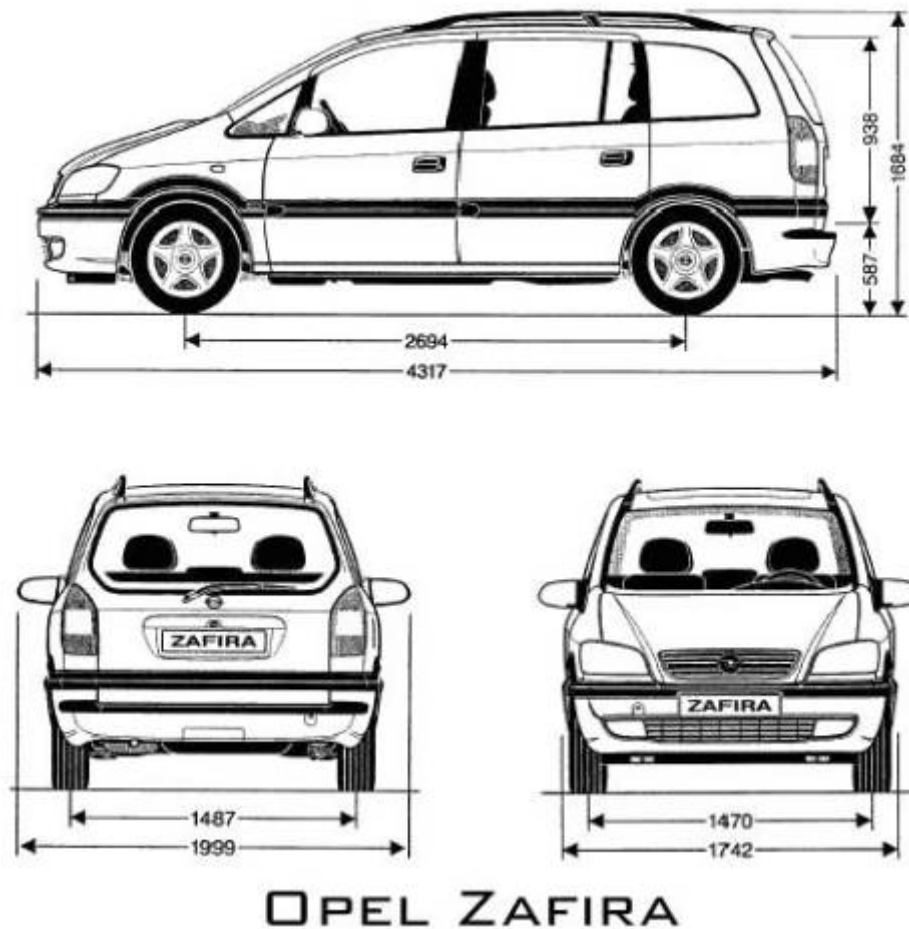


Fig. 5 <http://stamm.snimka.bg/automobiles/tehnicheski-shemi.523901.19987698>

Bij het verkennen van het parkeerprobleem moeten we te werk gaan met de werkelijke afstand tussen de grond en de laagste delen van het chassis van de auto. Dit is de zogenaamde “bodenvrijheid” van de auto. Dit is wat Wikipedia hierover zegt ([http://en.wikipedia.org/wiki/Ride\\_height](http://en.wikipedia.org/wiki/Ride_height)):

**Bodenvrijheid** is de hoeveelheid ruimte tussen de onderzijde van een auto tire en de onderzijde van het chassis: of, beter gezegd, de kortste afstand tussen een plat, effen oppervlak en ongeacht welk deel van een auto vehicle afgezien van die delen die ontworpen zijn om de grond te raken (zoals banden, het spoor, ski's, etc.). Bodenvrijheid wordt gemeten met standaard voertuigapparatuur, en voor cars de auto wordt het gewoonlijk gegeven zonder passagiers of lading.

Bodenvrijheid is een kritische factor bij verschillende belangrijke kenmerken van een voertuig. Voor alle voertuigen, vooral auto's, staan variaties in bodenvrijheid voor een evenwichtige wisselwerking tussen **handling hanteerbaarheid en gebruiksvriendelijkheid**. Een grotere bodenvrijheid houdt in dat het middelpunt van de massa van de auto hoger is, wat zorgt voor minder precieze en gevaarlijkere hanteerbaarheidskenmerken (vooral de kans op **rollover over de kop slaan is hoger**). Het betekent echter ook dat de auto geschikter is

Het MaSciL-project ontvangt fondsen van het Seventh Framework Programme van de Europese Unie voor onderzoek, technologische ontwikkeling en demonstratie onder fondsnummer 320 693.

om te rijden op oneffen wegen zonder dat het wegdek langs de auto schraapt en het chassis en onderstel beschadigd raakt. Hogere bodemvrijheid zal doorgaans een negatief effect hebben op **aerodynamic aerodynamische eigenschappen**. Vandaar dat **sports carssportauto's** doorgaans zeer lage bodemvrijheid hebben, terwijl **off-road vehiclesoff-the-road voertuigen** en **SUVsterreinwagens** meestal hogere bodemvrijheid hebben. Twee bekende voorbeelden hierbij zijn de **Ferrari F40 Ferrari F40** en de **HummerHummer**.

**Opdracht 8.** Bekijk de bodemvrijheid van de auto van je ouders en bepaal de maximale helling waarbij de auto nog steeds in de kelder geparkeerd kan worden.

**Opdracht 9.** Maak een snelheidsdrempel die hoger is dan de bodemvrijheid van de auto uit de vorige opdracht en waar de auto toch nog zonder problemen overheen kan.

Je kunt meer informatie over snelheidsdrempels vinden op [http://en.wikipedia.org/wiki/Speed\\_bump](http://en.wikipedia.org/wiki/Speed_bump).

Bekijk ook “de grootste vijand van de Superauto – de snelheidsdrempel” op <https://www.youtube.com/watch?v=GSUU5xOMAU8>.

