

**Take-off prestaties van
De Husky en Robin DR400/CDI met sleep**

**gebaseerd op de
Gepubliceerde Take-off en klim prestatie**

**Herman Koolstra
augustus 2025**

Introductie

Voor alle motor vliegtuigen is het verplicht om in het vliegtuig handboek de take-off en klim prestaties te geven. Echter, veelal ontbreekt een sectie die de start en klim prestatie geeft met sleep, terwijl het juist in deze situatie de prestaties sterk verminderd zijn. Een goede uitzondering is de Super Dimona die in haar handboek ook de prestaties vermeldt met diverse sleep massa's. (Daarom is de Super Dimona ook niet opgenomen in dit document).

De sleep-prestaties zijn sterk afhankelijk van de massa van sleper en sleep, de temperatuur en druk, de baanconditie (gras of asfalt) en de wind. Bij afwezigheid van gegevens gaan zweefvliegers vaak af op hun ervaring. Het ging in het verleden ook goed, dus waarom vandaag niet. Maar ervaringen uit het verleden zijn geen garantie voor de toekomst, en op een vreemd veld met afwijkende hoogte kan men makkelijk voor verrassingen komen te staan. Met de gegevens in dit document willen we een handreiking geven aan de zweefvliegers om vooraf te kunnen bepalen wat ze kunnen verwachten.

Hoe de grafieken te gebruiken? De grafieken geven de take-off afstand (van de sleper) en de afstand tot 50' (15m), voor diverse sleep massa's en voor wind stil en 5 knopen tegen wind. Elke afzonderlijke grafiek geeft de afstand gebaseerd op temperatuur en de 'pressure altitude'. Voor wie onbekend is met het begrip 'pressure altitude', is er de volgende eenvoudige tip. Als u de hoogtemeter op 1013.2 hP zet dan geeft deze de 'pressure altitude' voor het veld waar u op staat.

Maar, onze banen hebben geen afstandsmarkeringen. Een goed alternatief is Google Earth. Als u de take-off afstand heeft en de afstand tot 50 voet hoogte kunt u op Google Earth kijken waar u mag verwachten dat de sleper los is (In elk geval op zijn take-off snelheid is) en waar u op 50 voet zit, en dat moet wel voor de eerste bommenrij zijn! Er is een voorbeeld van een Google Earth afbeelding met afstanden voor vliegveld Soesterberg is ter illustratie opgenomen in dit document.

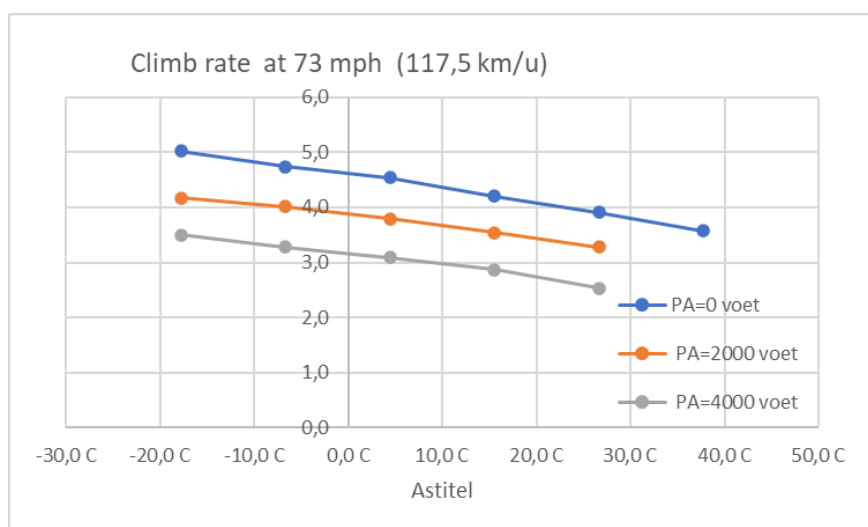
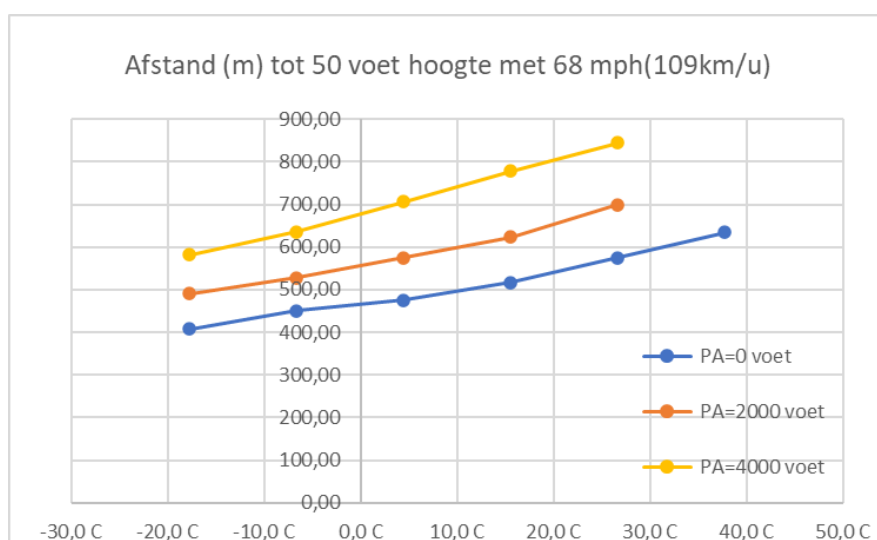
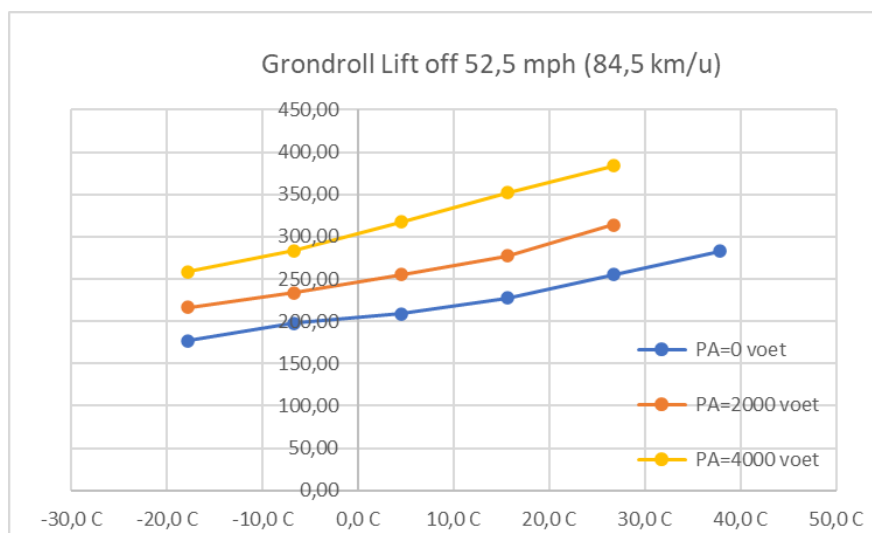
In de berekeningen is uitgegaan dat de sleper na het bereiken van zijn take-off snelheid direct klimt naar 50 voet. Dit is identiek aan de normale take-off procedure van het vliegtuig zonder sleep. Echter, voor een sleep met zware zweefkisten die met een hoge snelheid gesleept moeten worden is het veiliger eerst te accelereren naar een hoge snelheid voordat met de klim wordt begonnen. Daarom zijn ook berekeningen toegevoegd voor dit laatste scenario maar dan alleen voor een sleepmassa van 800kg.

Aan het slot van dit document is een korte uitleg gegeven hoe deze berekeningen tot stand zijn gekomen. Het zijn 'engineering estimates', dus niet gevalideerd met testvluchten. Gebruik ze dus met enige voorzichtigheid. Mocht u afwijkingen ontdekken dan horen wij dit graag. Ook als u nog andere sleepkisten wilt hebben toegevoegd. In dat laatste geval vernemen we graag die types en als het mogelijk is ook graag een scan van de standaard take-off performance.

Husky

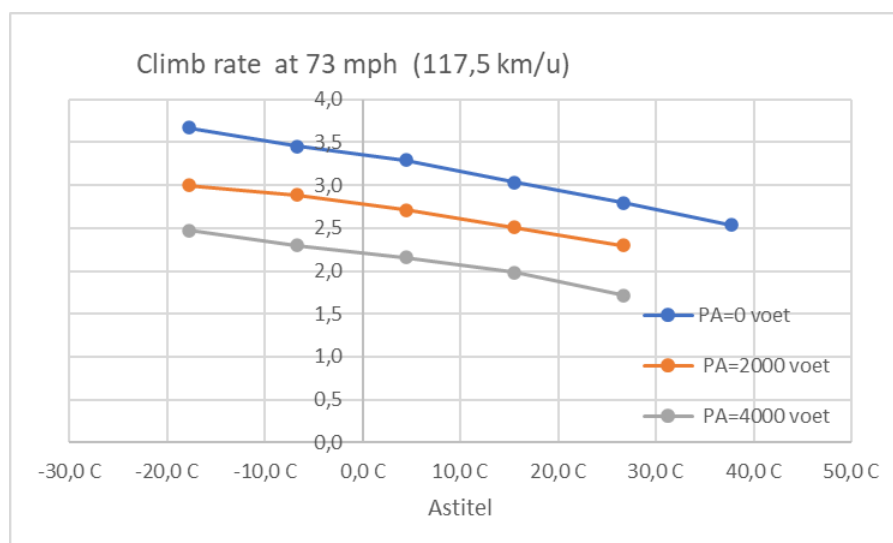
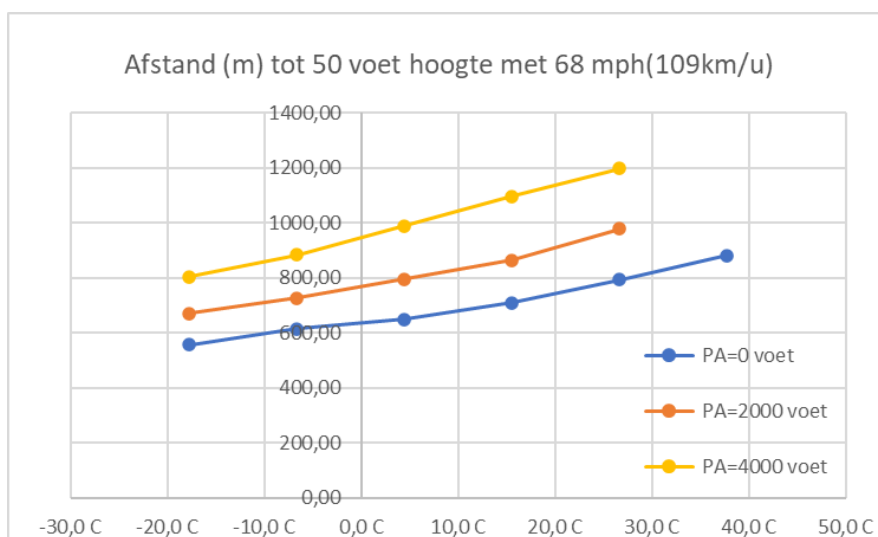
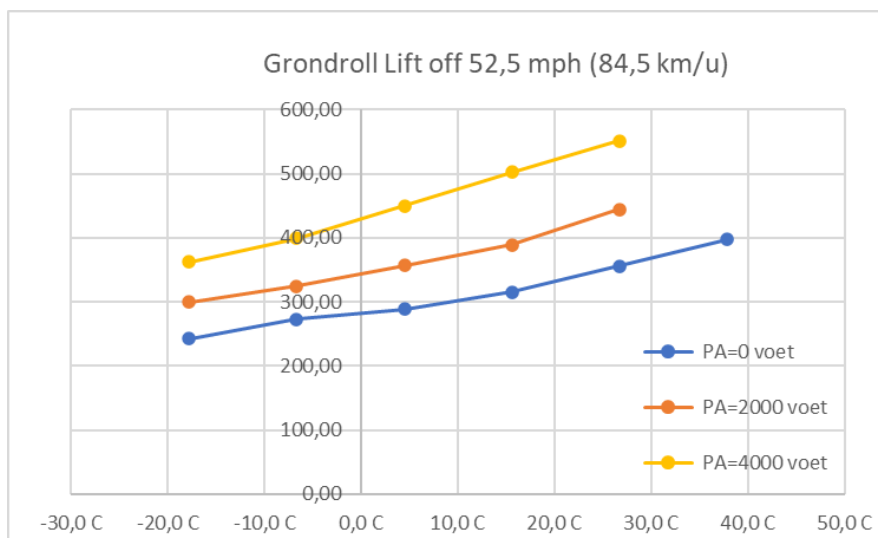
Husky Take-off performance

Husky 810 kg Sleep 300 kg
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=0 kts Slope=0%



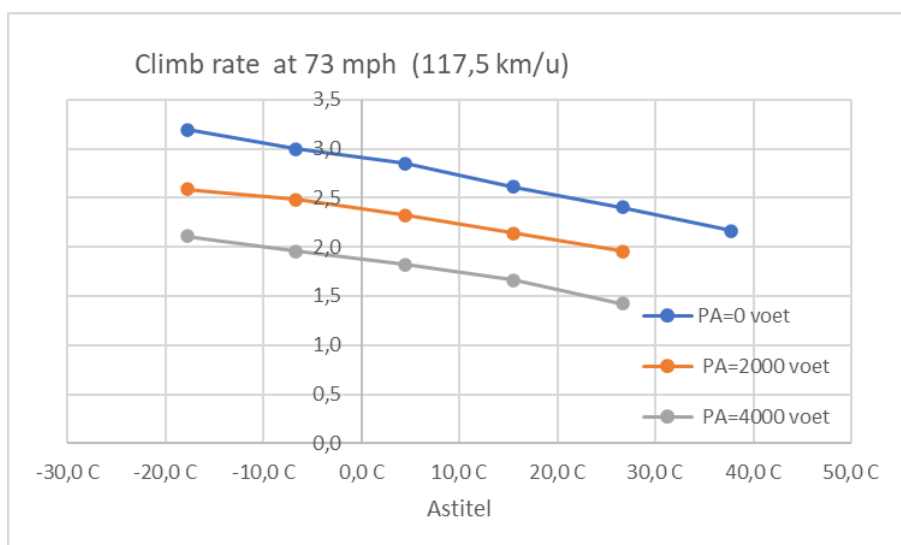
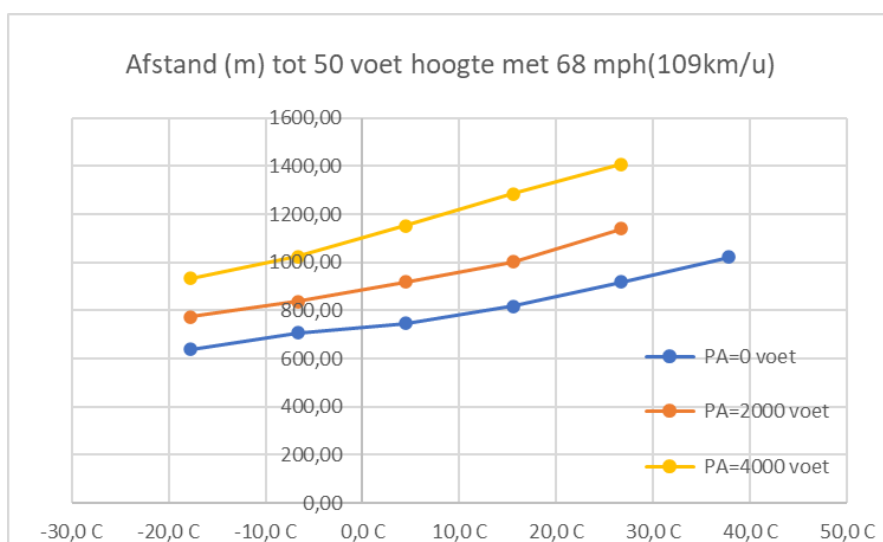
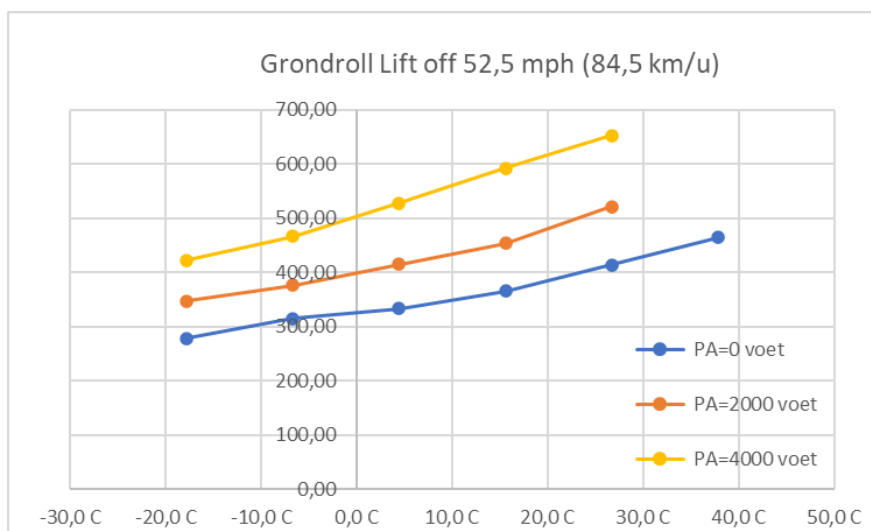
Husky Take-off performance

Husky 810 kg Sleep 600 kg
Runway Grass mu=0,05 Headwind=0 Slope=0%



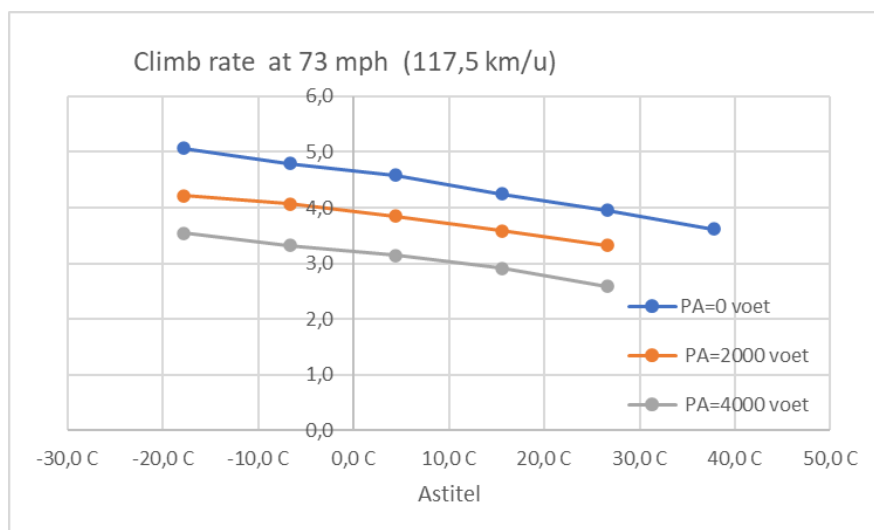
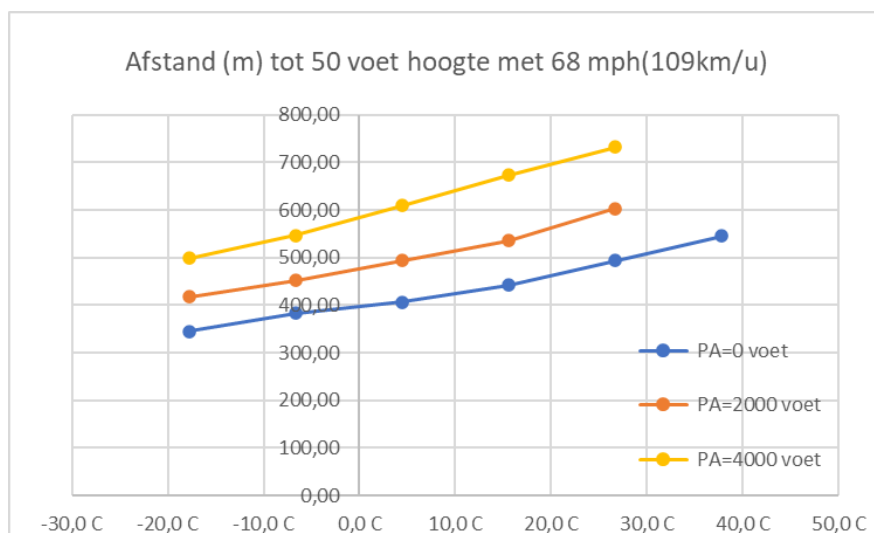
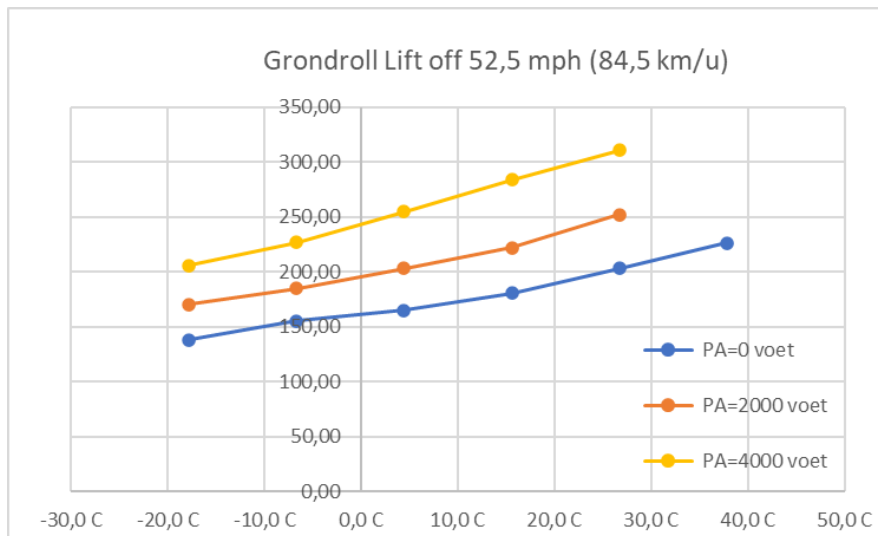
Husky Take-off performance

Husky 810 kg Sleep 750 kg
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=0 Slope=0%



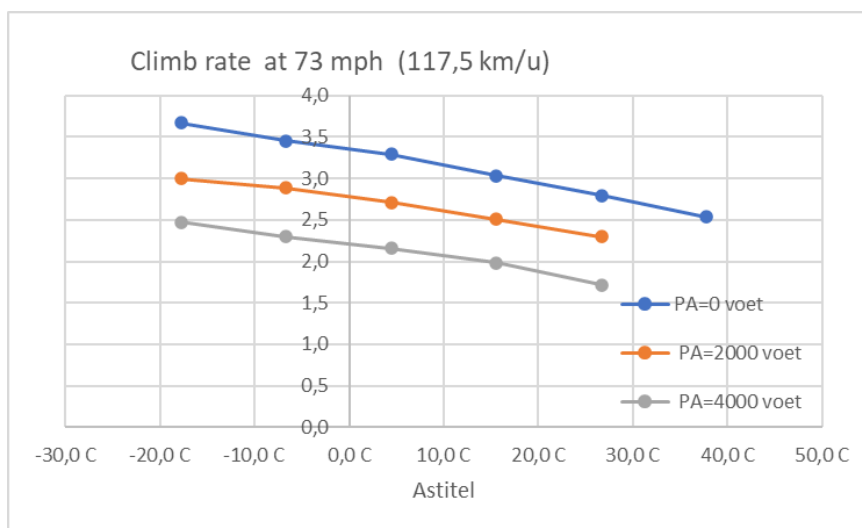
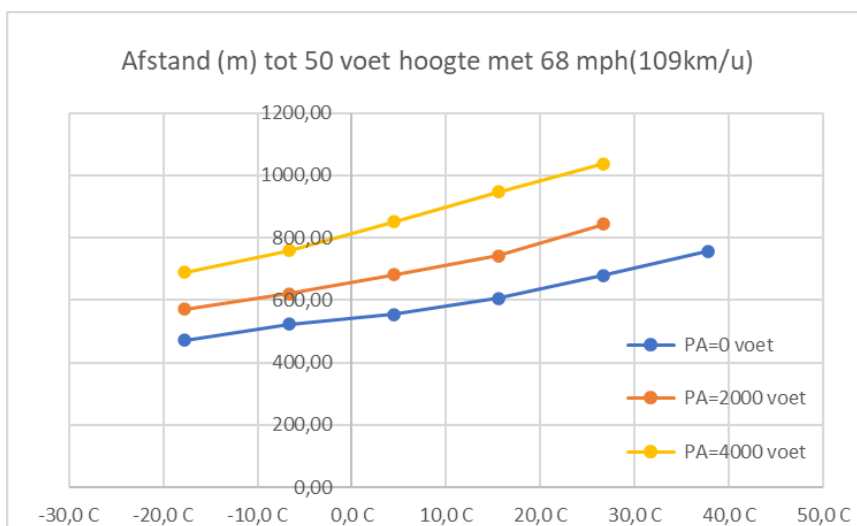
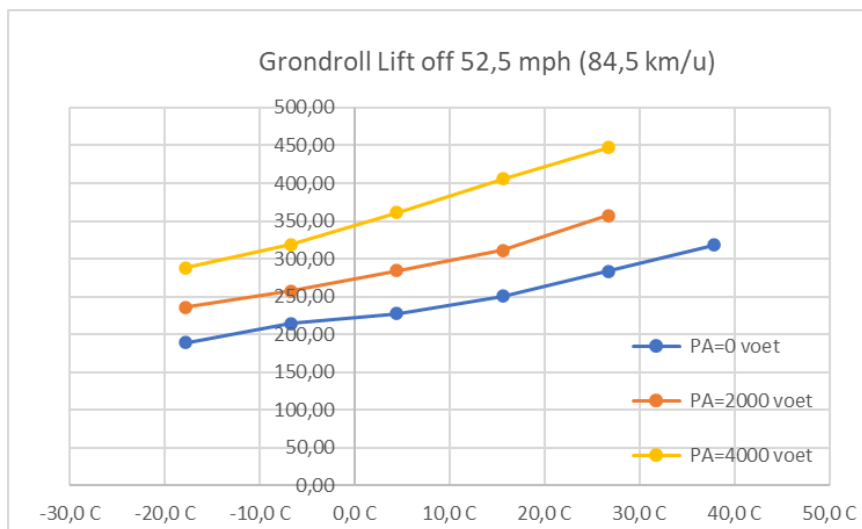
Husky Take-off performance

Husky 810 kg Sleep 300 kg
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=5kts Slope=0%



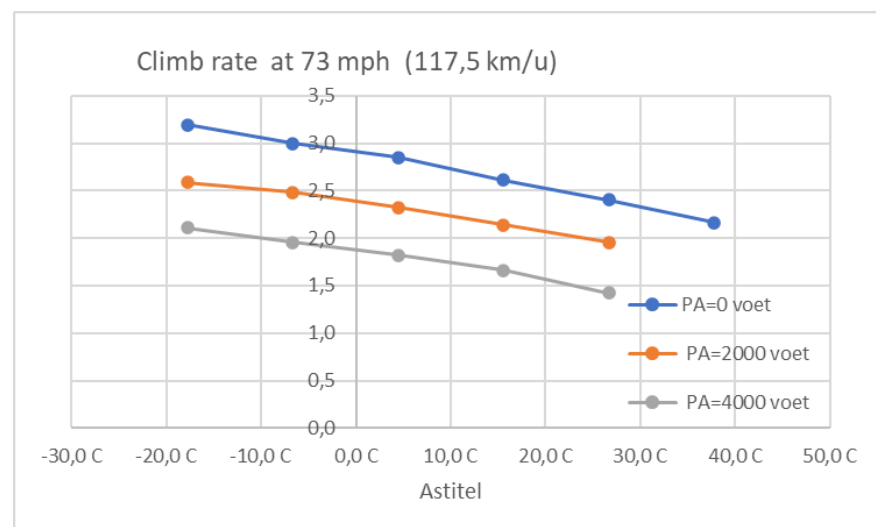
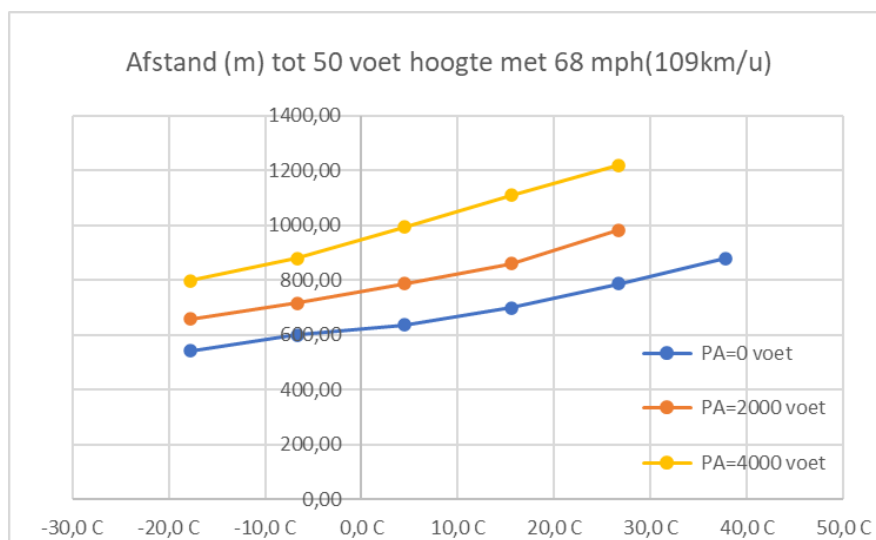
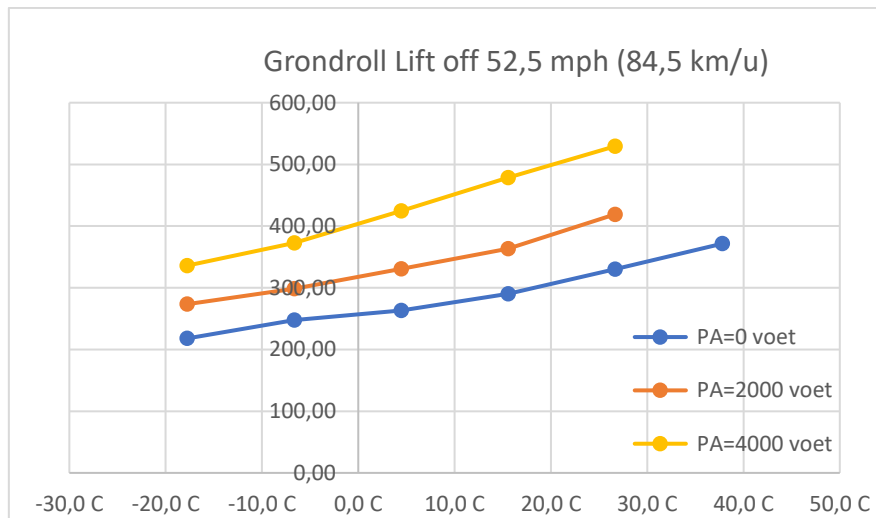
Husky Take-off performance

Husky 810 kg Sleep 600 kg
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=5kts Slope=0



Husky Take-off performance

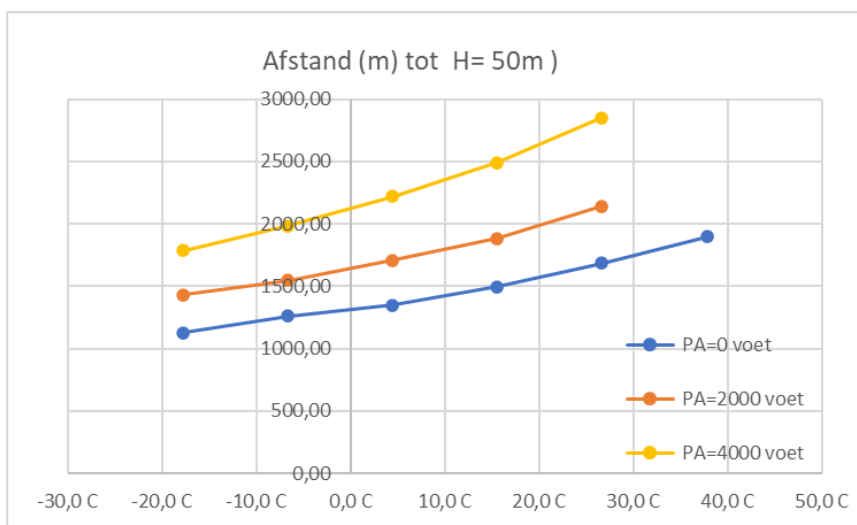
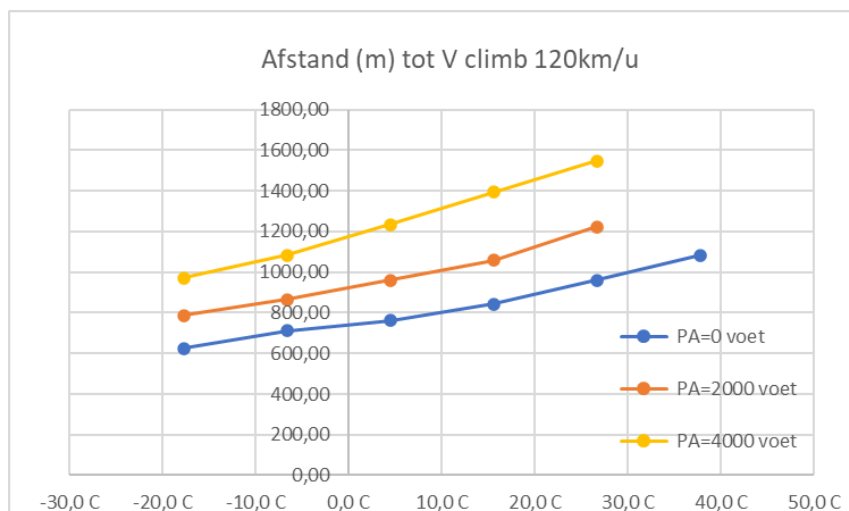
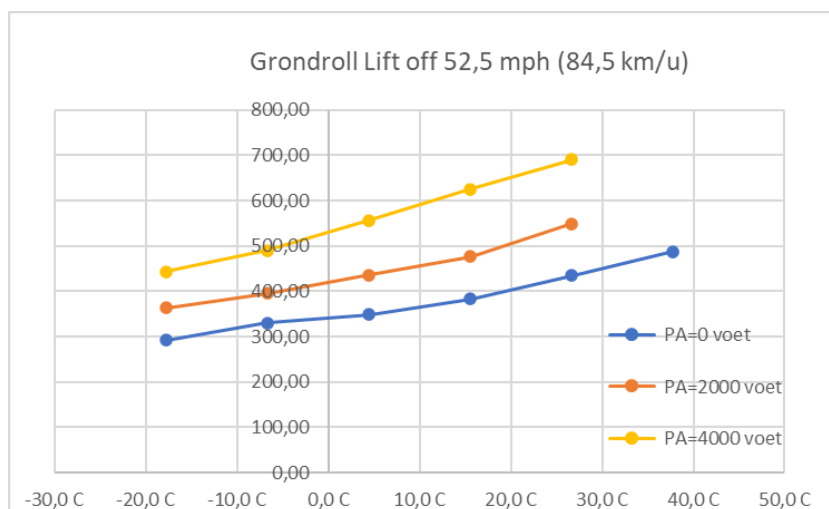
Husky 810 kg Sleep 750 kg
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=5 kts Slope=0



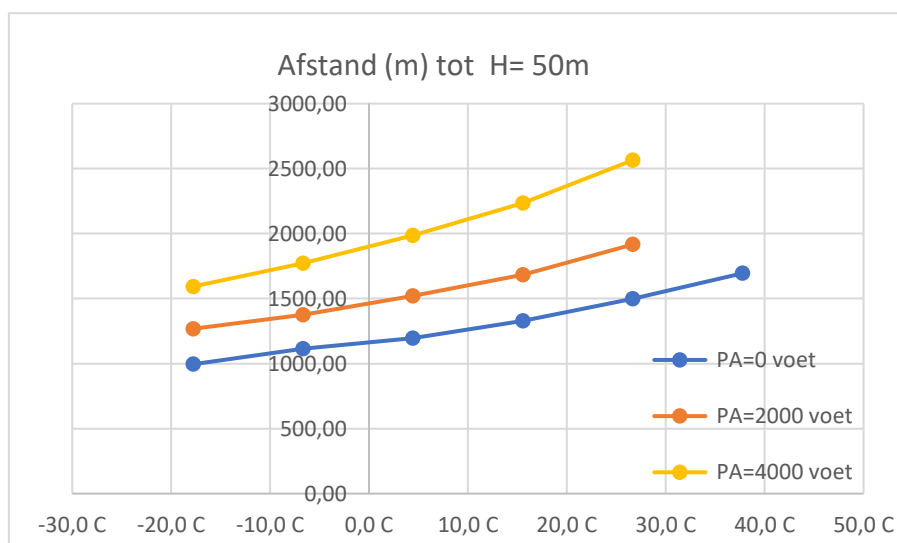
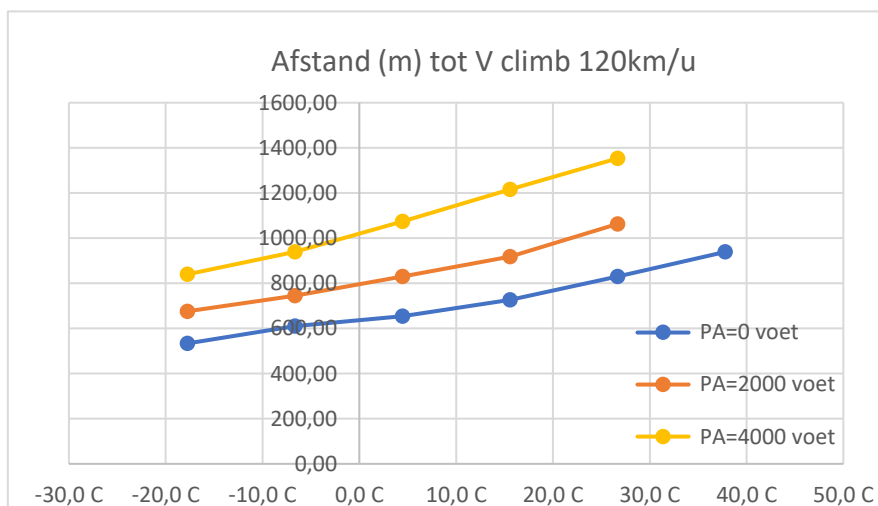
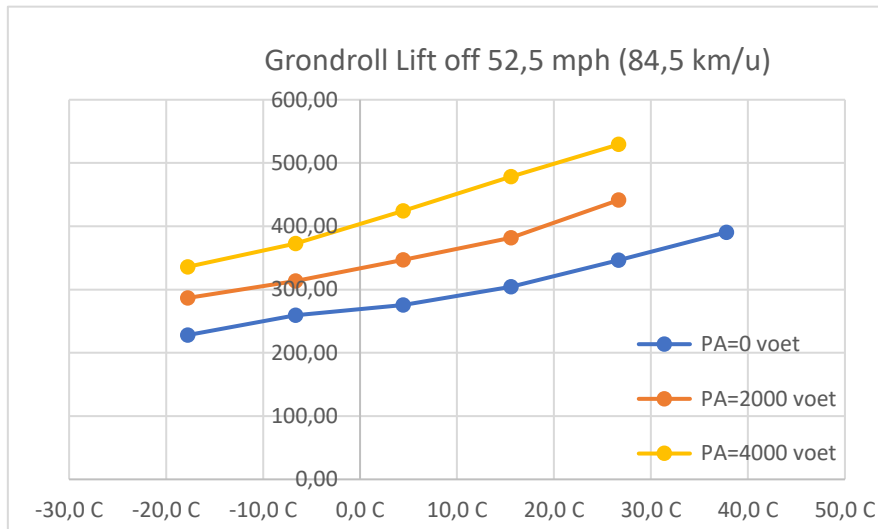
Husky met zware sleep

De volgende berekeningen zijn gemaakt voor een zware sleep waarbij in grond effect eerst wordt geaccelereerd naar 120 km/u en dan pas de klim wordt begonnen. Bij deze berekeningen is de eerste grafiek de standaard afstand tot dat de sleep airborne komt. De tweede grafiek geeft de afstand waarop de snelheid van 120km/u wordt bereikt. De derde grafiek geeft de afstand tot 50m, de hoogte waarop veilig een 180 terug naar het veld gemaakt zou kunnen worden. Omdat er met een constante snelheid wordt geklommen kan eenvoudig ook de afstand tot 15m worden bepaald. Dat is dan 30% van het afstandsverschil tussen grafiek 2 en 3. Voorbeeld: Sleep 800kg geen wind, temperatuur 20 graden Celcius, pressure altitude 0; de take off roll is 400m, klimsnelheid na 900m en 50m hoogte na 1600m. Het verschil van de laatste twee afstanden is (1600-900) is 700m. 30% is 210 dus na $900+210=1110\text{m}$ wordt 15m hoogte bereikt.

Zware sleep, eerst acceleratie naar 120km/u dan pas klimmen
Husky 810 kg Sleep 800 kg
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=0 kts Slope=0



Zware sleep, eerst acceleratie naar 120km/u dan pas klimmen
Husky 810 kg Sleep 800 kg
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=5 kts Slope=0



Robin DR400 905kg

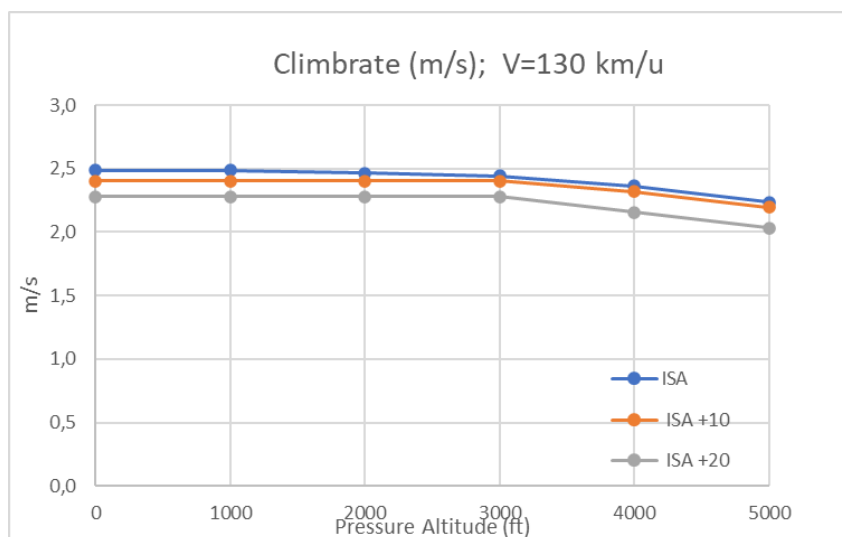
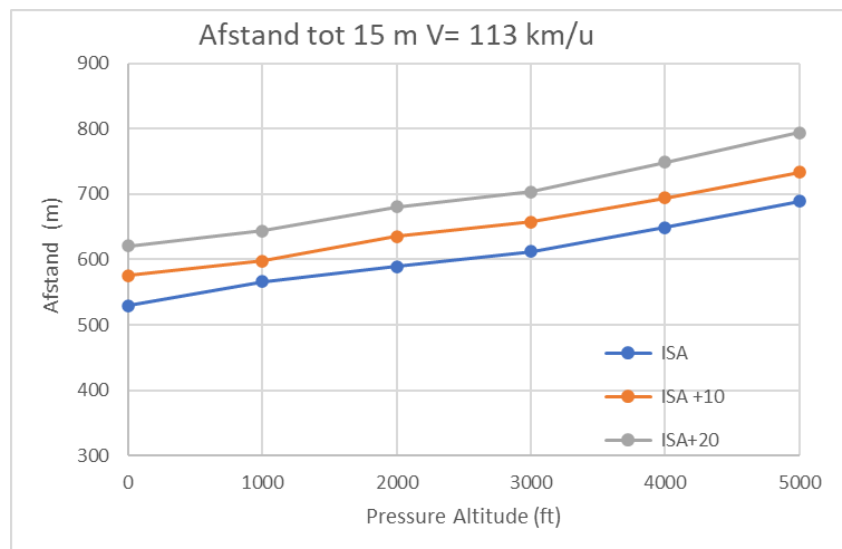
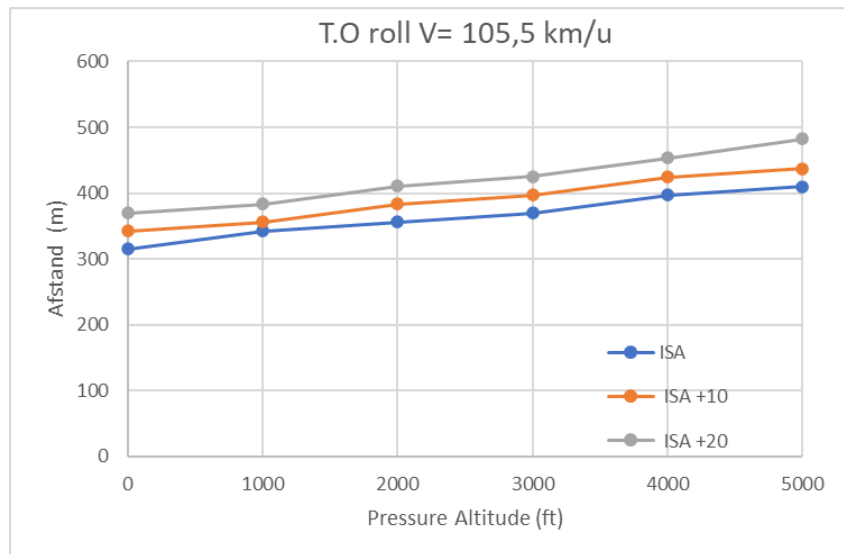
De volgende grafieken zijn gebaseerd op de gegevens zoals vermeld in het flight manual Document n° 1001639GB. Het manual geeft take off performance voor de zwaarste configuratie en (980kg) en 100kg lichter 880kg. Omdat de sleep in principe wordt gedaan met één sleepvlieger zijn deze twee waardes met 75 kg verminderd en de berekeningen zijn daar op gecorrigeerd. Ergo, er zijn twee stel berekeningen namelijk voor een gewicht van de Robin van 905 en 805 kg.

Bij de berekeningen voor een zware sleep is er vanuit gegaan dat dit alleen met een lichte Robin van 805kg zal worden gedaan.

Robin 400 Take-off performance

Robin 905 kg Sleep 300 kg

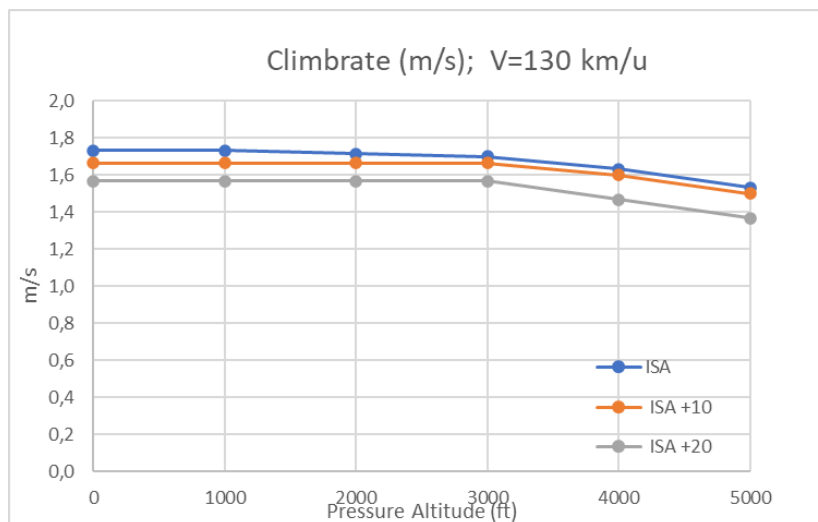
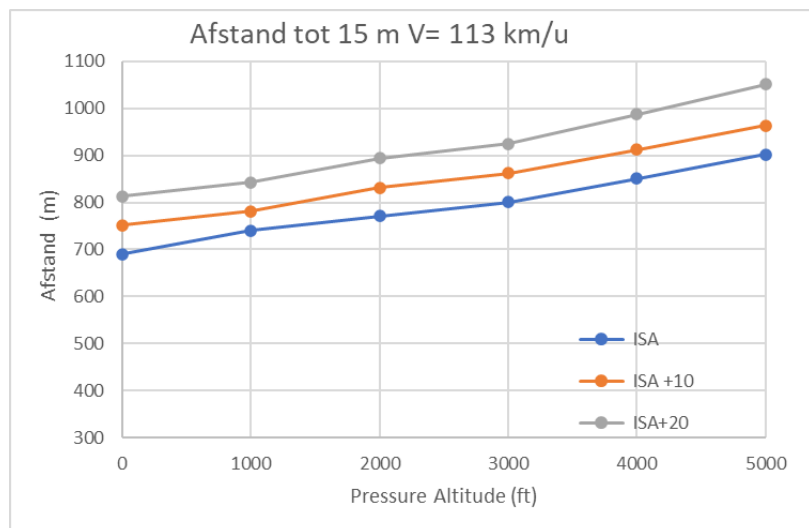
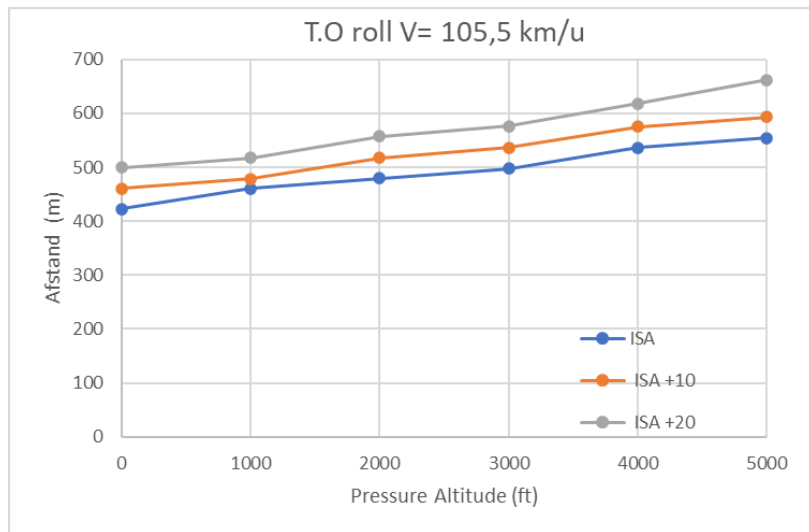
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=0 kts Slope=0



Robin 400 Take-off performance

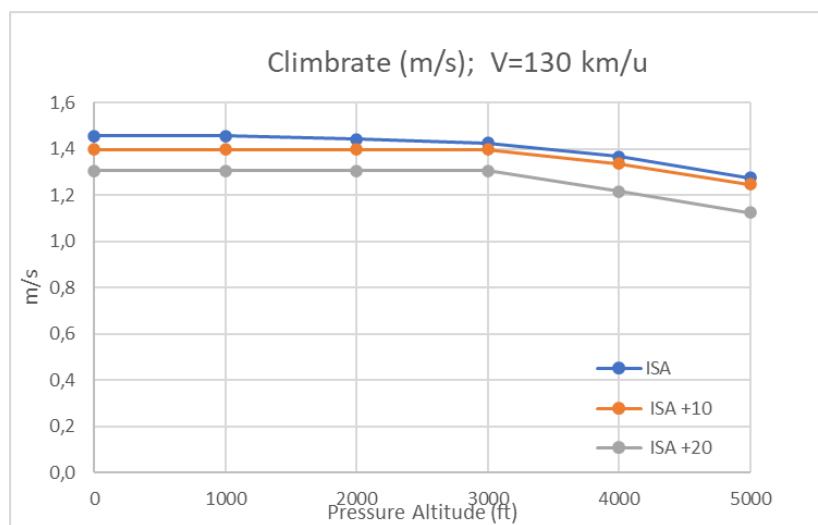
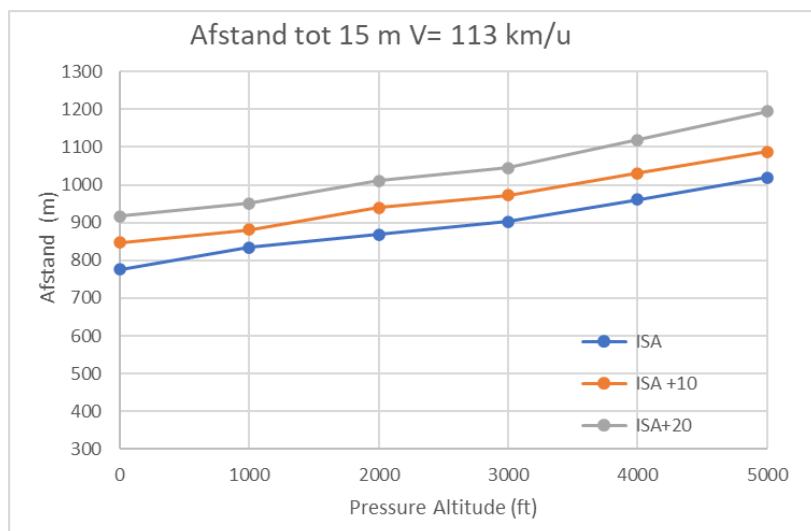
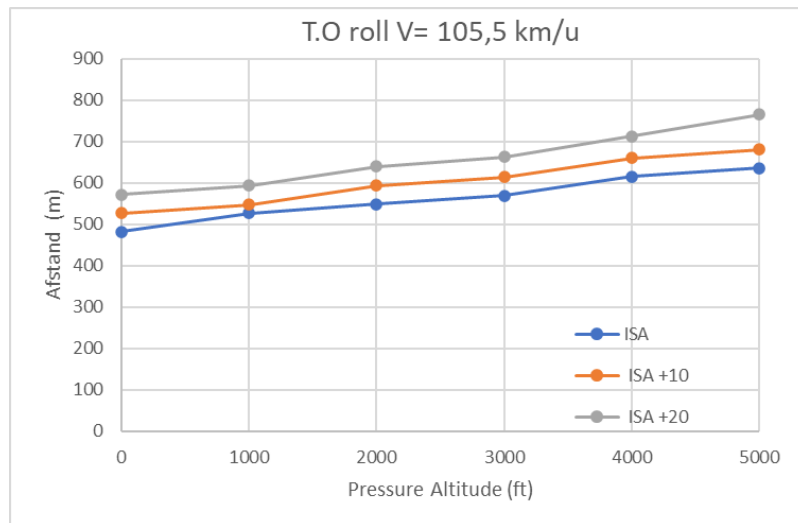
Robin 905 kg Sleep 600 kg

Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=0 kts Slope=0



Robin 400 Take-off performance

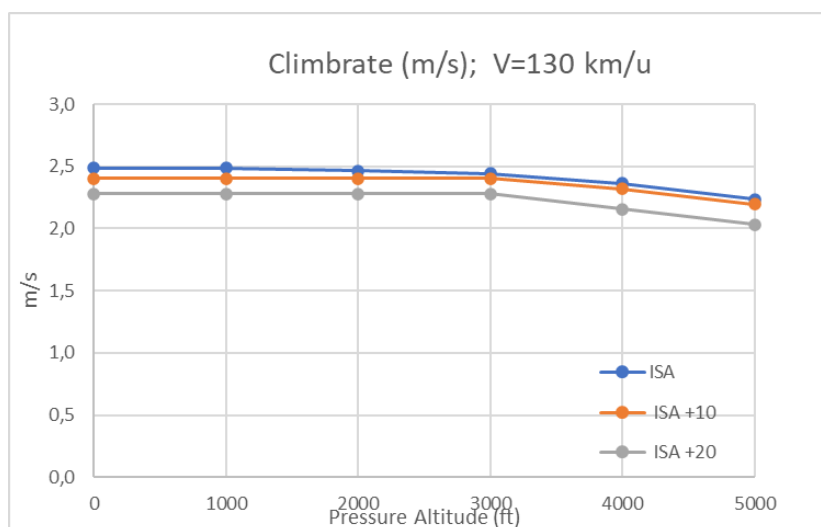
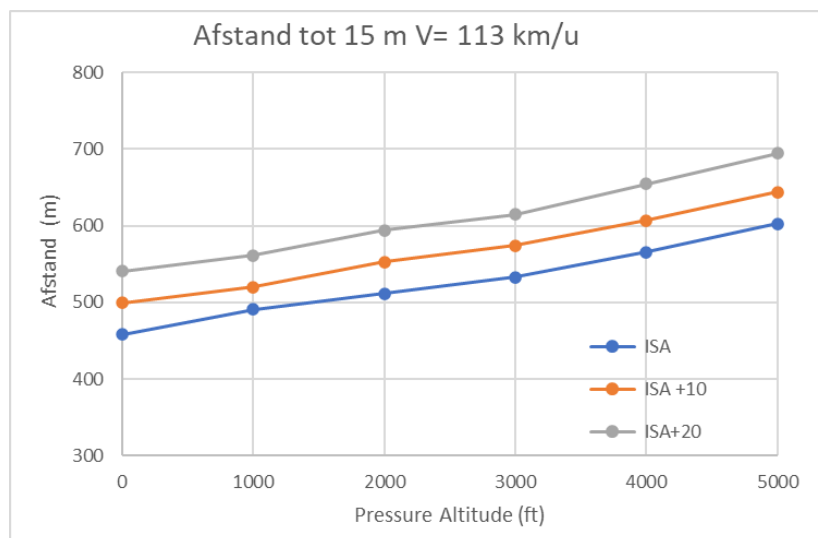
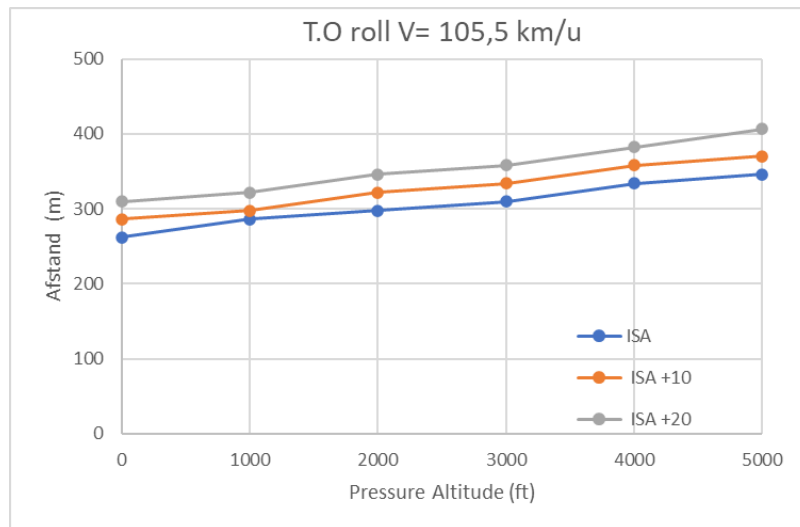
Robin 905 kg Sleep 750 kg
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=0 kts Slope=0



Robin 400 Take-off performance

Robin 905 kg Sleep 300 kg

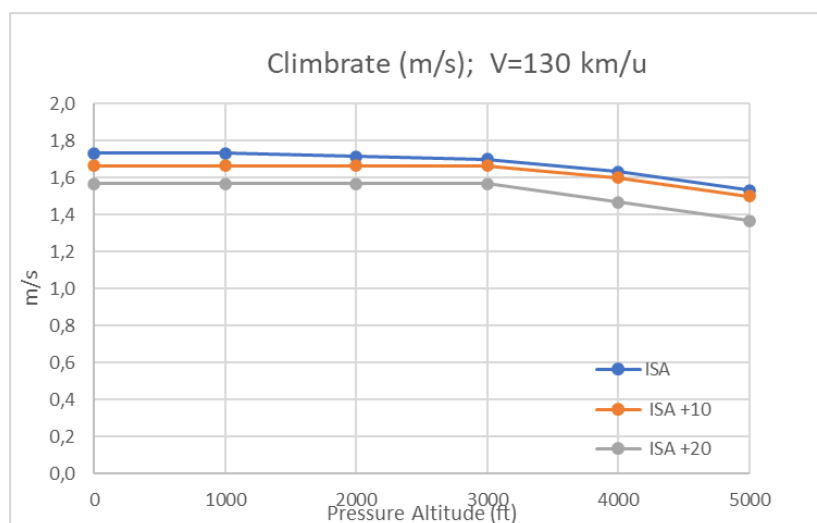
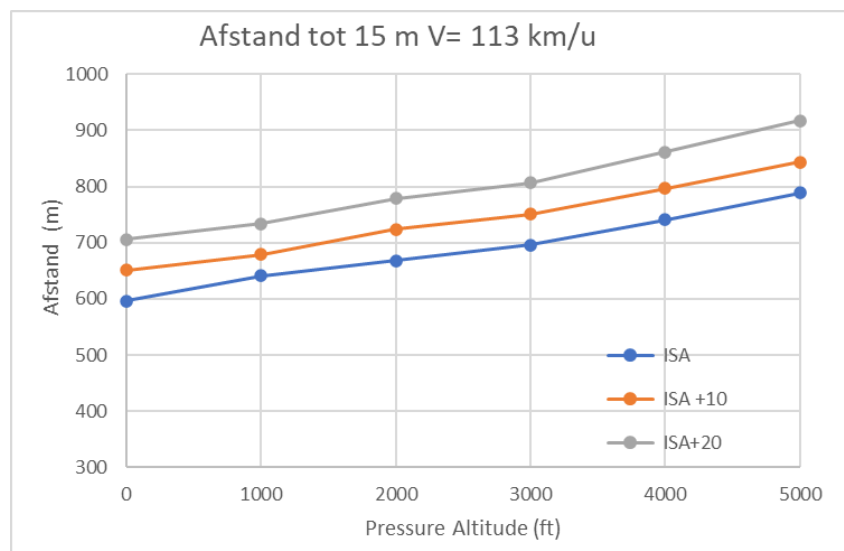
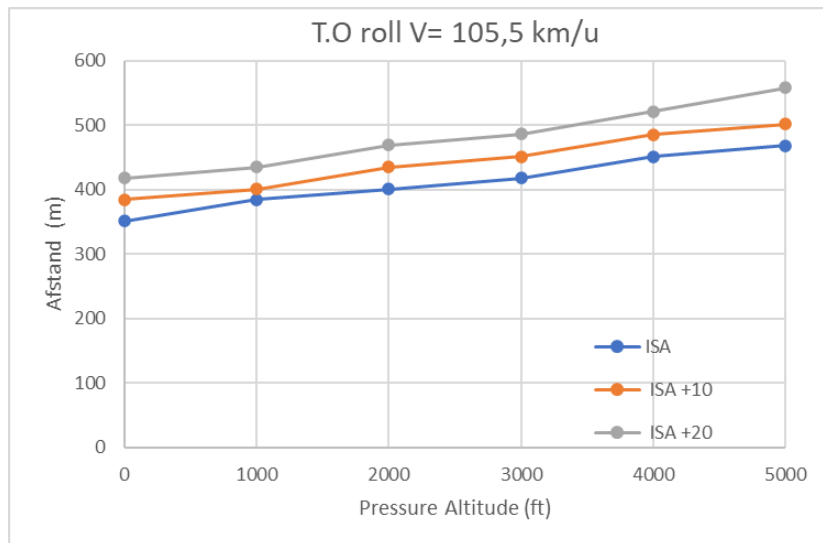
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=5 kts Slope=0



Robin 400 Take-off performance

Robin 905 kg Sleep 600 kg

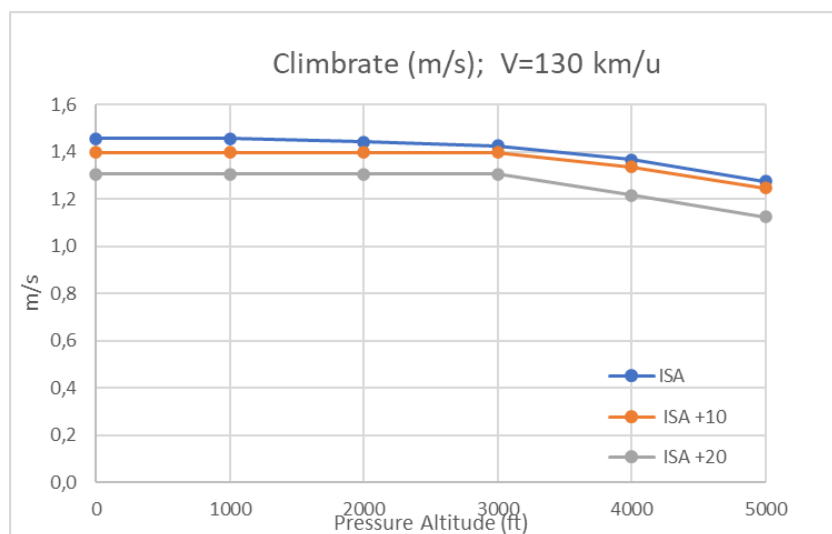
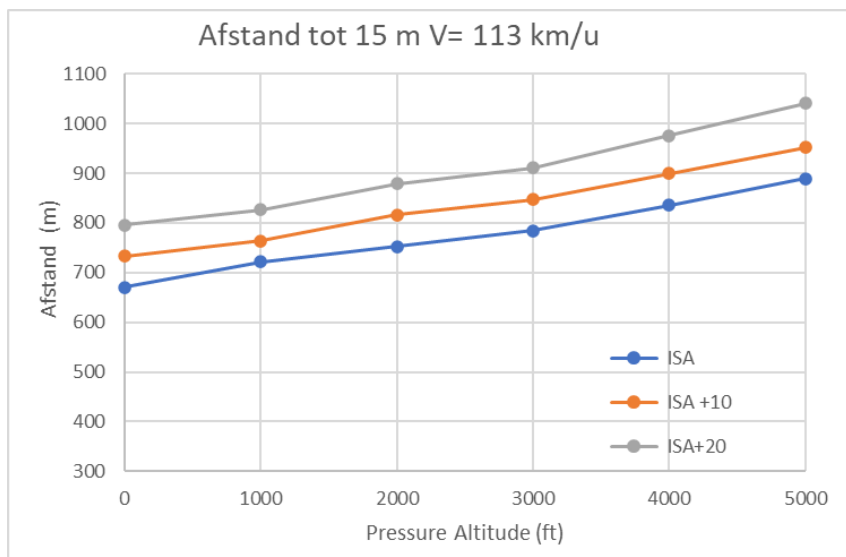
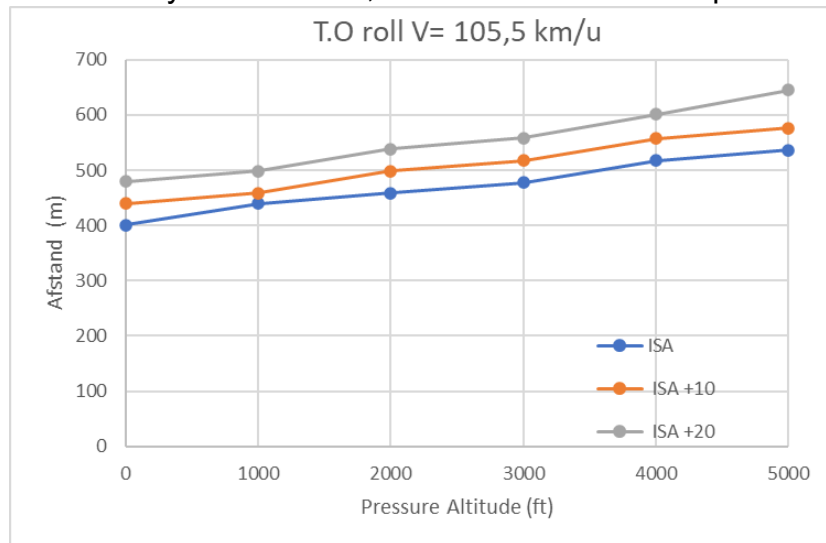
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=5 kts Slope=0



Robin 400 Take-off performance

Robin 905 kg Sleep 750 kg

Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=5 kts Slope=0

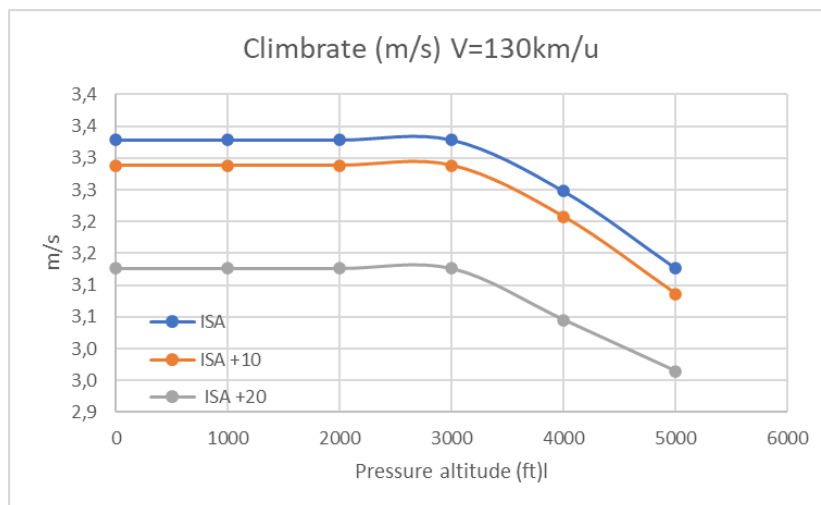
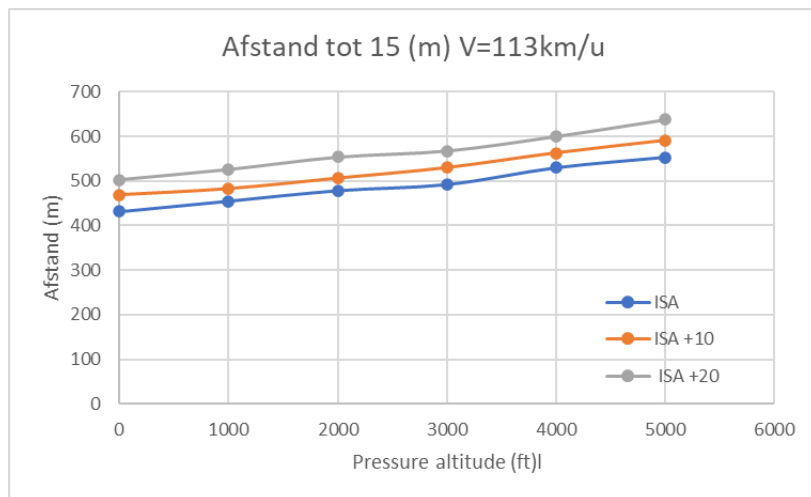
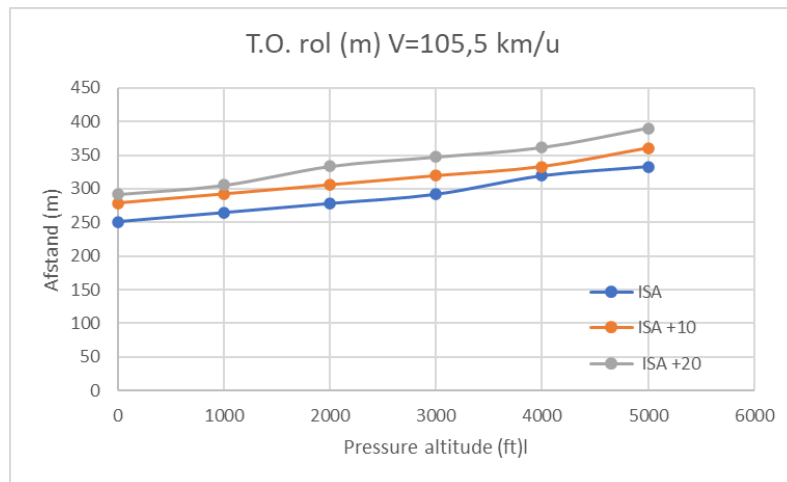


Robin 805kg

Robin 400 Take-off performance

Robin 805 kg Sleep 300 kg

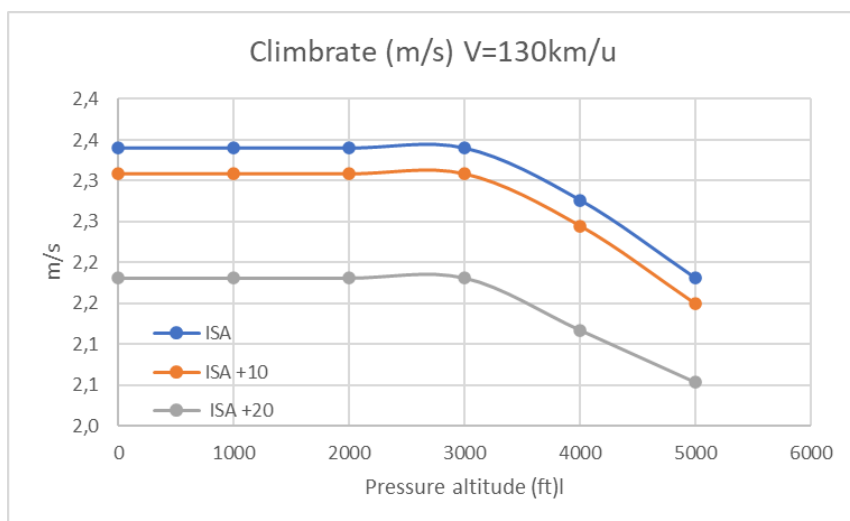
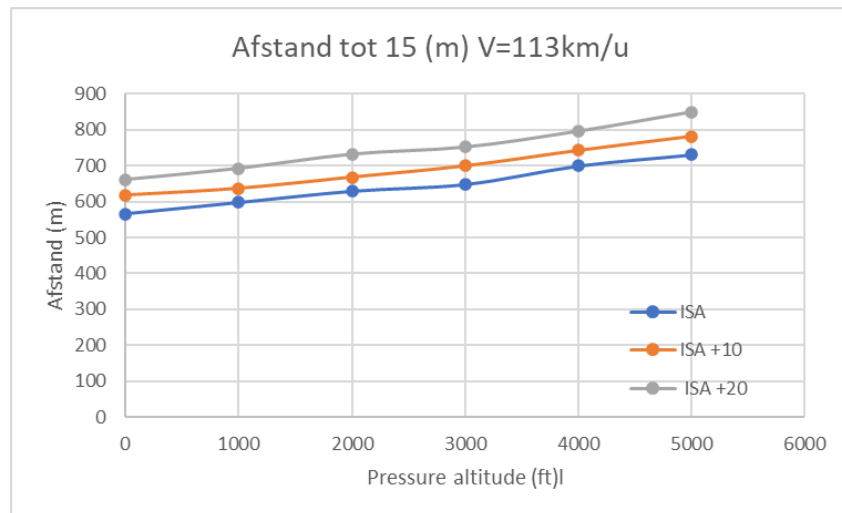
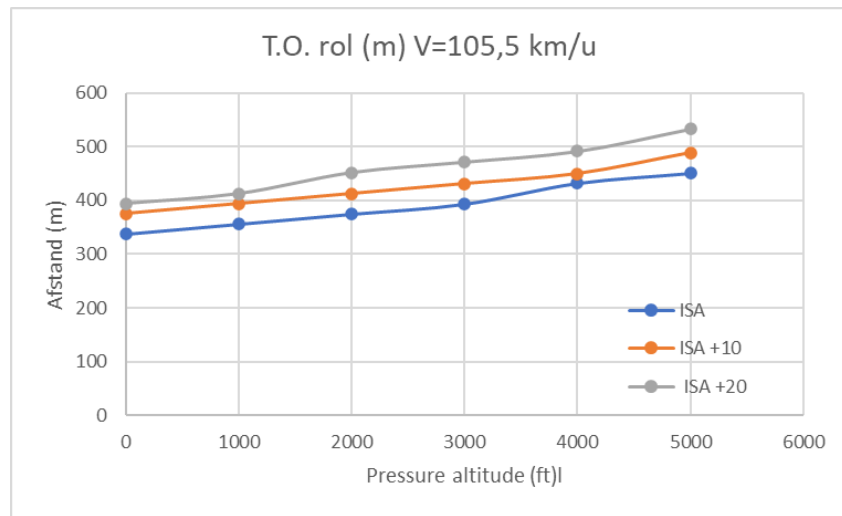
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=0 kts Slope=0



Robin 400 Take-off performance

Robin 805 kg Sleep 600 kg

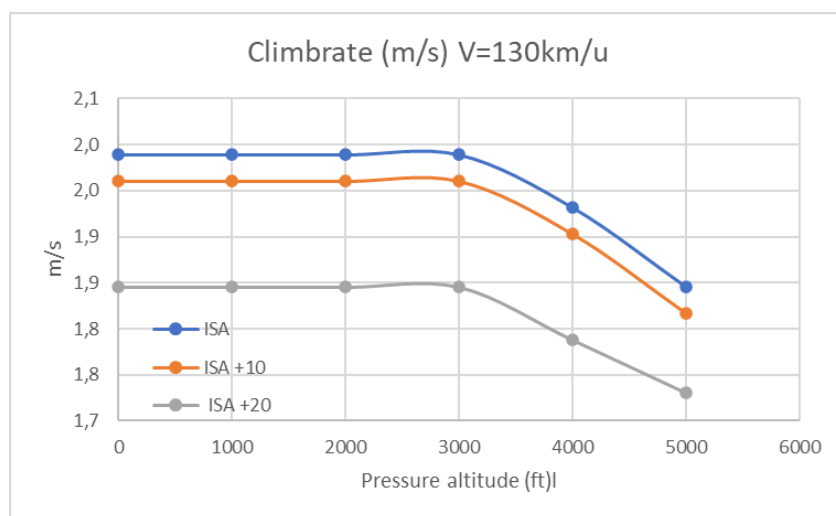
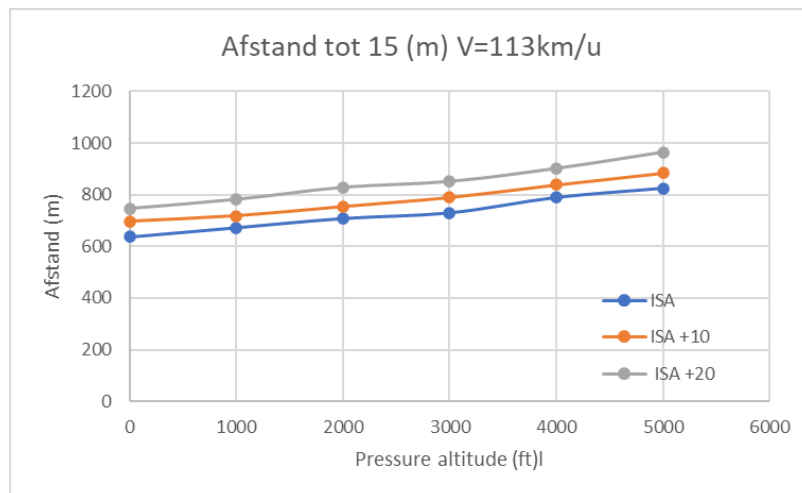
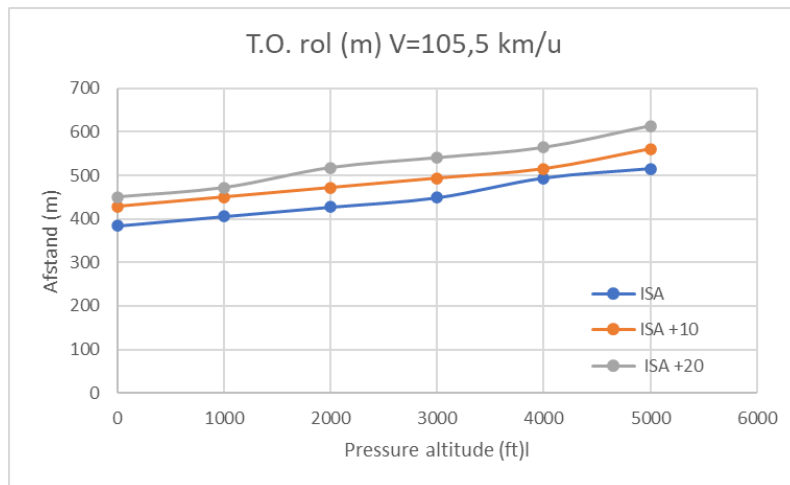
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=0 kts Slope=0



Robin 400 Take-off performance

Robin 805 kg Sleep 750 kg

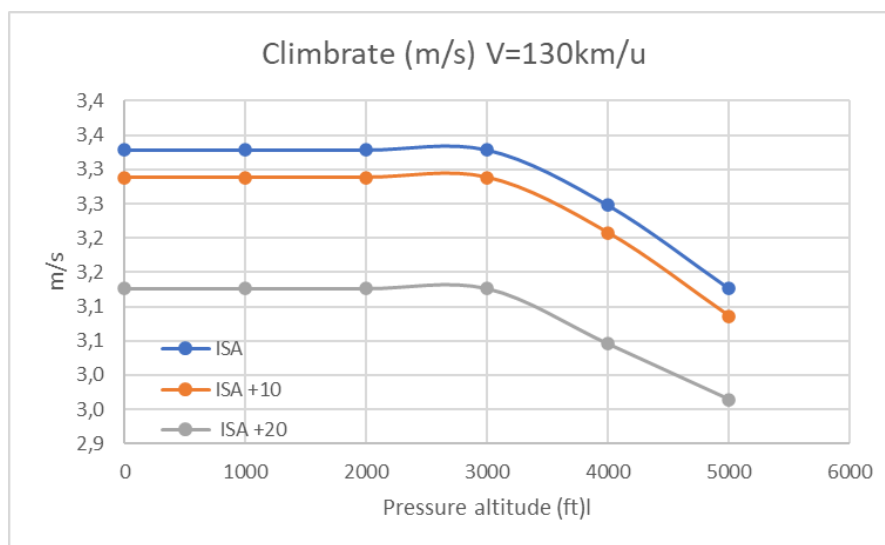
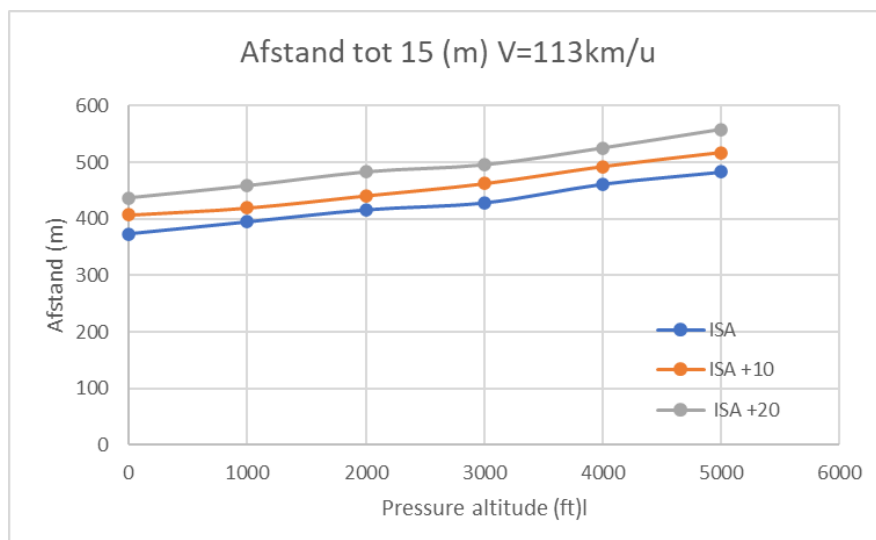
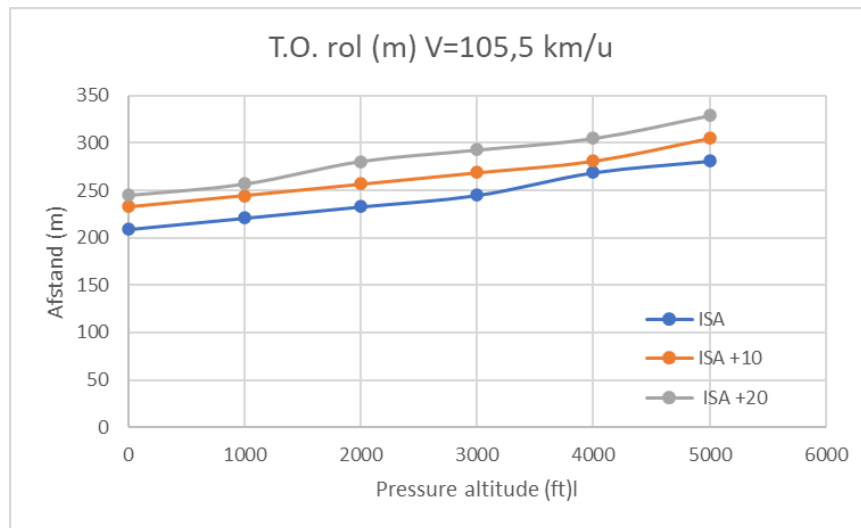
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=0 kts Slope=0



Robin 400 Take-off performance

Robin 805 kg Sleep 300 kg

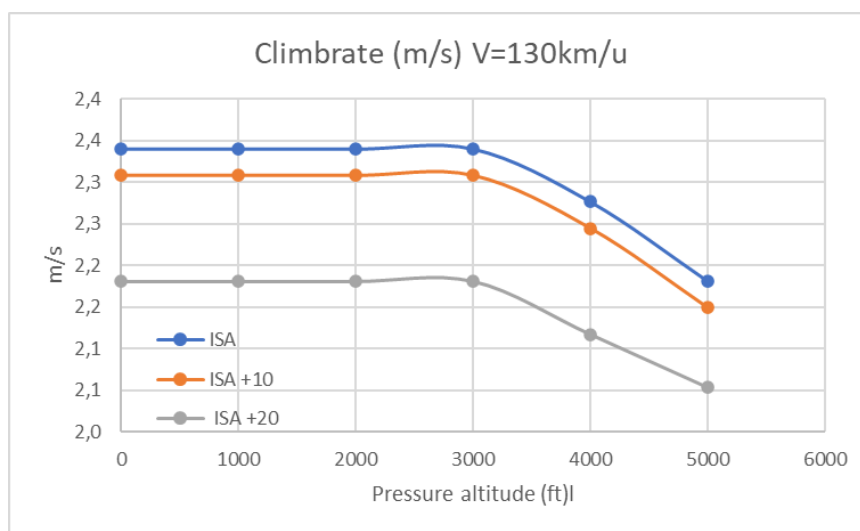
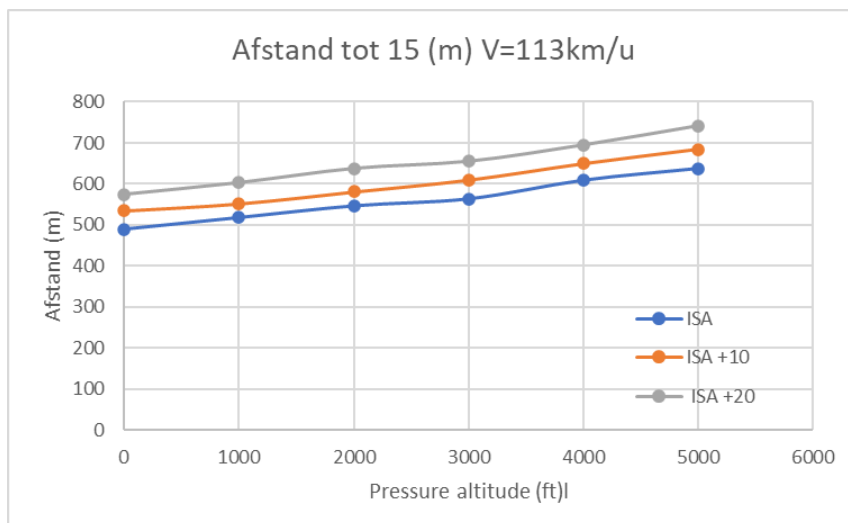
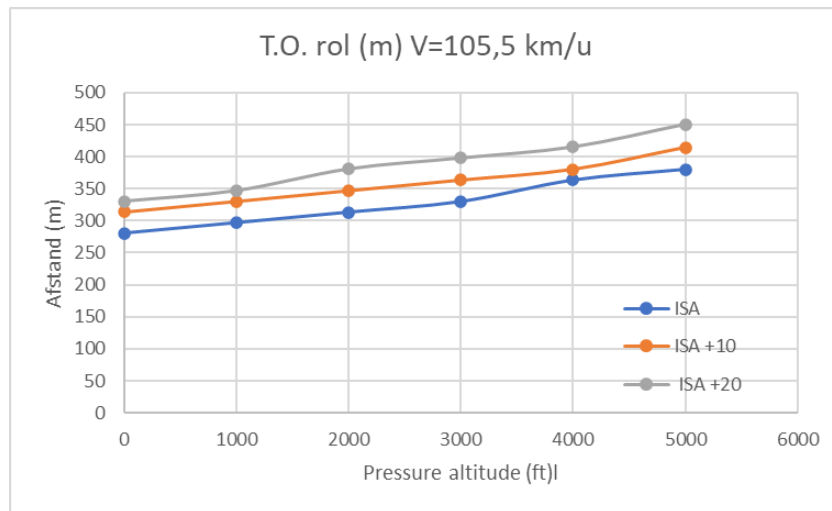
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=5 kts Slope=0



Robin 400 Take-off performance

Robin 805 kg Sleep 600 kg

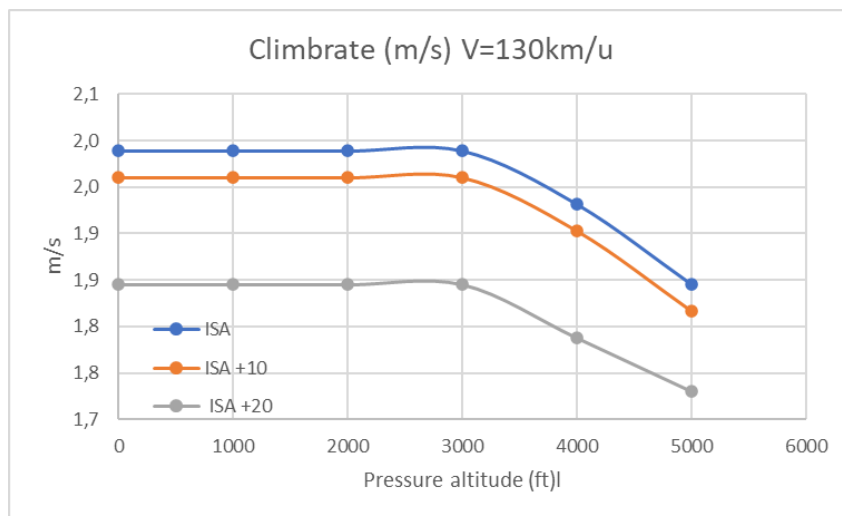
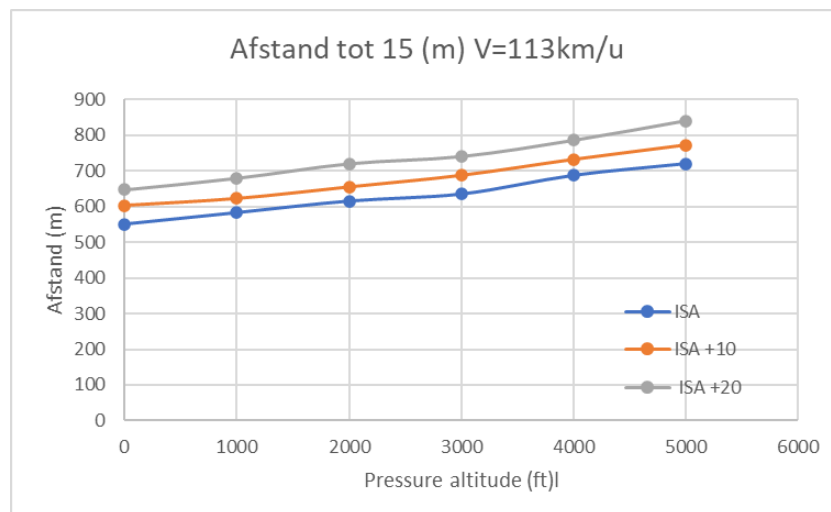
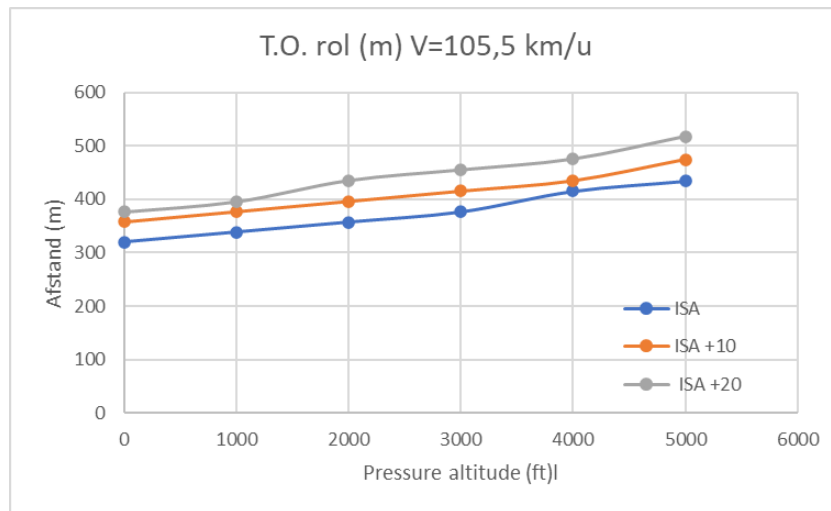
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=5 kts Slope=0



Robin 400 Take-off performance

Robin 805 kg Sleep 750 kg

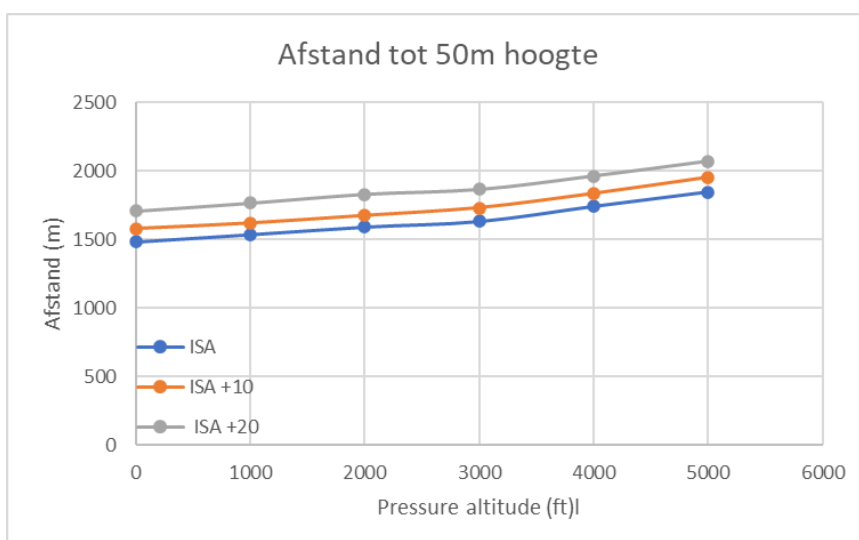
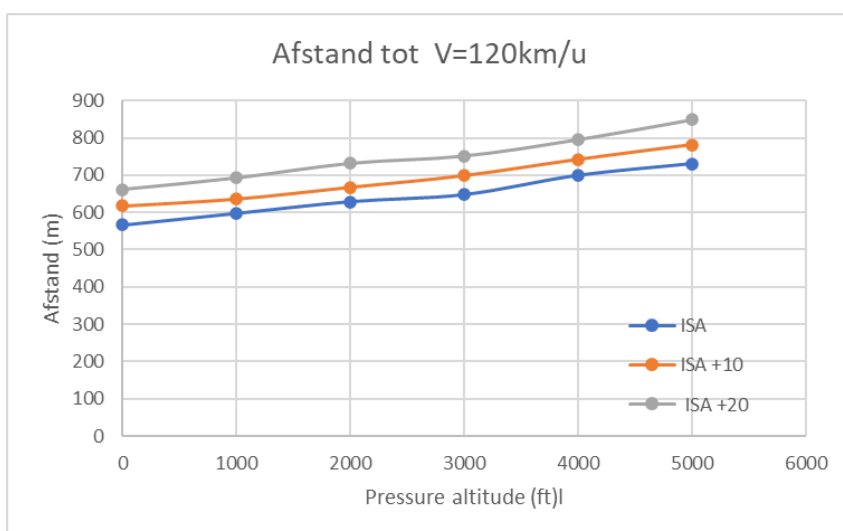
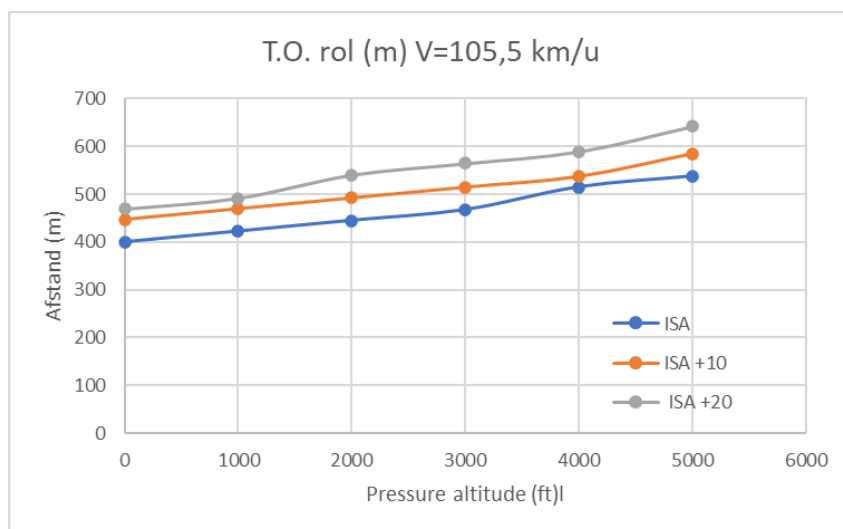
Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=5 kts Slope=0



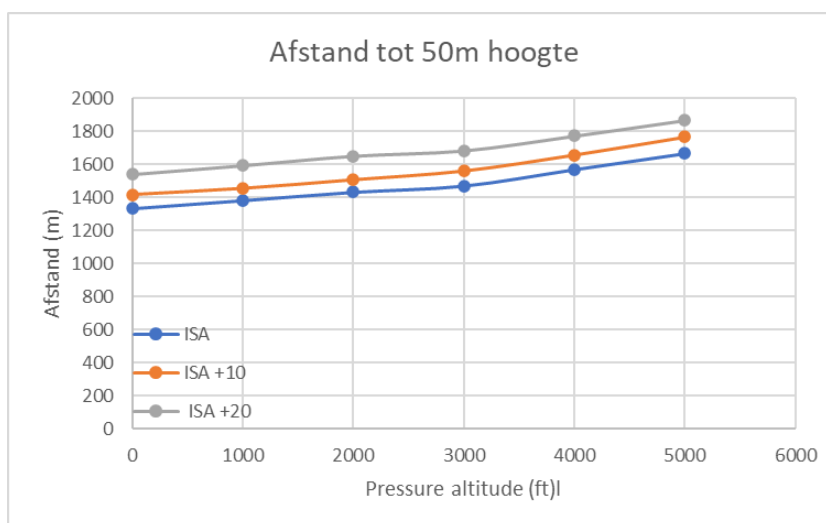
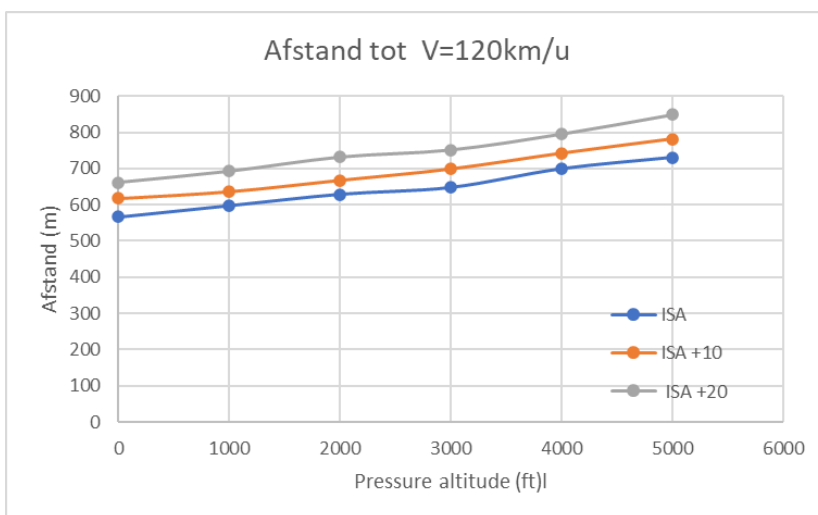
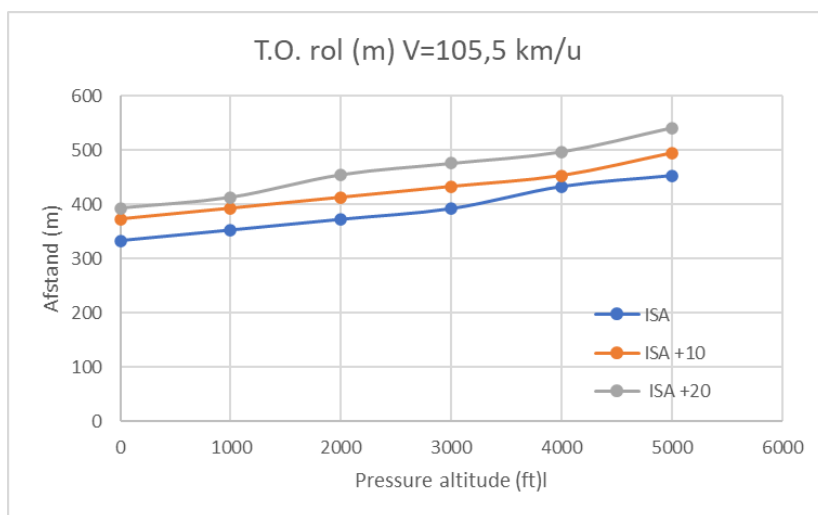
Robin DR400 met zware sleep

De volgende berekeningen zijn gemaakt voor een zware sleep waarbij in grond effect eerst wordt geaccelereerd naar 120 km/u en dan pas de klim wordt begonnen. Bij deze berekeningen is de eerste grafiek de standaard afstand tot dat de sleep airborne komt. De tweede grafiek geeft de afstand waarop de snelheid van 120km/u wordt bereikt. De derde grafiek geeft de afstand tot 50m, de hoogte waarop veilig een 180 terug naar het veld gemaakt zou kunnen worden. Omdat er met een constante snelheid wordt geklommen kan eenvoudig ook de afstand tot 15m worden bepaald. Dat is dan 30% van het afstandsverschil tussen grafiek 2 en 3.

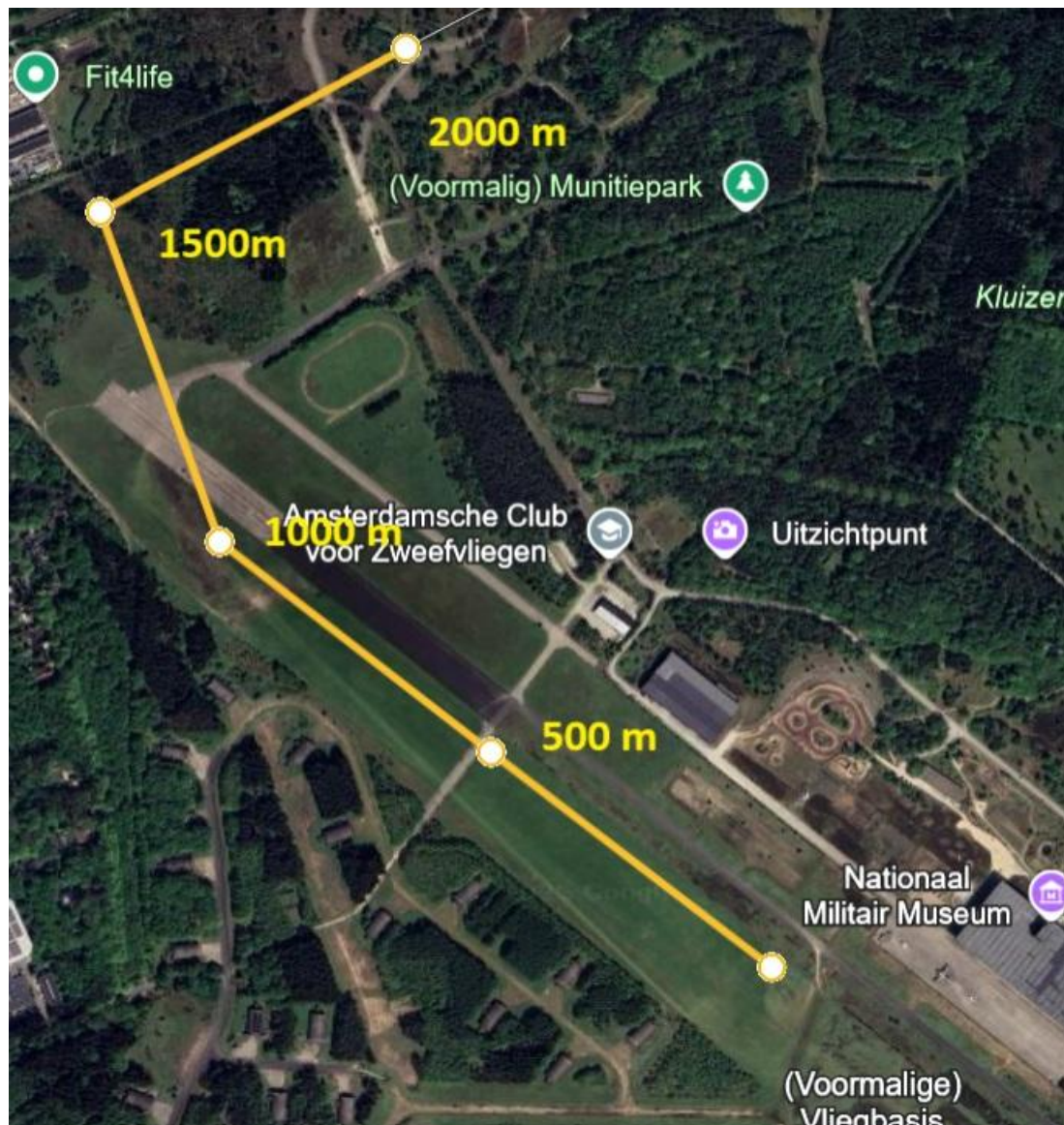
Zware sleep, eerst acceleratie naar 120km/u dan pas klimmen
 Robin 400 805 kg Sleep 800 kg
 Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=0 kts Slope=0



Zware sleep, eerst acceleratie naar 120km/u dan pas klimmen
 Robin 400 805 kg Sleep 800 kg
 Runway Grass $\mu=0,05$ Headwind=5 kts Slope=0



Available Distance
at
Soesterberg runway 31



Achtergrond sleep performance berekening

De berekeningen van de sleepprestaties gaat als volgt:

1. De standaard take off getallen geven de take off performance bij diverse temperaturen en drukhoogte. Gebaseerd op de drukhoogte en temperatuur wordt de luchtdichtheid bepaald en hiermee wordt de Take-Off speed en de snelheid op 50 voet omgerekend naar ware snelheid.
2. Gebaseerd op de ware take-off snelheid en de afstand tot lift off en de afstand tot 50 voet wordt de gemiddelde acceleratie voor beide afstanden berekend.
3. Omdat de massa van de sleper bekend is kan de ook de gemiddelde kracht worden berekend die over is om te accelereren.
4. Uit het gewicht, het glijgetal en de optimale glijsnelheid wordt het weerstandsprofiel van het zweefvliegtuig berekend. Bij de optimale glijsnelheid is de profiel weerstand en de geïnduceerde weerstand precies even groot. En deze weerstand is gelijk aan de massa van het zweefvliegtuig maal 9,81 gedeeld door de L/D ratio. Verder neemt de profiel weerstand toe met V^2 en neemt de profiel weerstand af met V^2 .
5. De meeste take-off gegevens zijn voor asfalt. De mu waarde van asfalt is ongeveer 0,01. Voor gras is die tussen de 0,04 en 0,06 maar veldcondities kunnen dit nog slechter maken. Voor de grondfrictie wordt gerekend met een mu waarde van 0,05 voor gras. De extra weerstand is dan de Massa x 9,81 x mu. Er wordt ook rekening gehouden met het feit dat de lift tijdens de take-off roll toeneemt en daardoor de grondfrictie afneemt.
6. De gemiddelde extra weerstand van wege de sleep door grondfrictie en aerodynamische krachten wordt nu afgetrokken van de beschikbare kracht. Tevens kan desgewenst ook een correctie worden gemaakt voor de runway slope maar is in deze berekeningen nog niet toegepast.
7. Met de nieuwe 'excess' kracht wordt gebaseerd op de massa van beide vliegtuigen de nieuwe acceleratie bepaald en daaruit de gecorrigeerde afstanden.
8. Het effect van wind valt uiteen in twee delen. Het makkelijkste deel is het deel van take-off tot 50 voet. De tijd die dat duurt is bekend dus gedurende die tijd zet de head wind je een bepaalde afstand terug. Wat lastiger is het effect van de headwind op de take-off roll. Indien de versnelling nagenoeg constant is, is dit effect simpel kwadratisch, en dat wordt ook toegepast. Maar bij propeller vliegtuigen neemt de acceleratie wel met snelheid af. Het precieze verloop hangt af van het soort propeller, motor en spoedregeling. Het effect zou dus in de praktijk iets minder positief kunnen zijn.