

FÖRHANDSMEDDELANDE NR1 TILL RAPPORT HU-161

Sten Luthander

20 juli 1944

Beräkning av topphöjden vid vertikal skjutning med lufttorped

$$(G = 8 - 2,2 \text{ ton}; P = 28,5 - 2,7 \text{ ton})$$

Uppdragsgivare: Kungl. Flygförvaltningen genom skrivelse MU H 411:2 den 28 juni 1944.

Uppgift.

Föreliggande rapport avser beräkning av stighastighets- och stigtidsdiagram för en speciell lufttorped, som förutsättes avskjuten vertikalt uppåt. Torpeden drives under 60 sek. av ett reaktionsaggregat. Katapultanordning användes icke. Vid beräkningen skall hänsyn tagas till viktens och reaktionstryckets variation i tiden ävensom till luftmotståndets variation med hastigheten och med höjden.

Förutsättningar.

Dimensioner. Torpeden antages ha cirkulär sektion med 1,7 m diameter. Tvärsnittsytan är sålunda $S = \pi D^2/4 = \pi 1,7^2/4 = 2,27 m^2$.

Vikt. Torpedens vikt G vid starten = 8000 kg för att därpå under 60 sek. avtaga till 2700 kg och därefter förbli konstant. Det förutsatta sambandet mellan G och t framgår å blad 3.

Luftmotstånd. I föreliggande fall kommer torpeden att bli symmetriskt anblåst. Motståndet antages definierat av sambandet

$$\begin{aligned} X &= \rho v^2 k \\ \rho &= \text{lufttäteten } kg/m^3 \\ v &= \text{hastigheten } m/s \\ k &= \frac{1}{2} c_x S m^2 \end{aligned}$$

Med ovanstående värde på S insatt fås

$$k = 1,14 c_x$$

Storleken av c_x antages till 0,07 vid $v = 0$ och antages variera med v/a ($a =$ ljudhastigheten) på samma sätt som för en spetsig projektil. På så sätt erhålles för k de värden, som framgår av diagrammet blad 4, 5. Sambandet mellan lufttäteten ρ och höjden y framgår av diagrammet blad 6 (för $h < 20$ km motsvarar detta DIN-normalatmosfär).

Reaktionstryck. Reaktionstrycket (P) förutsättes avtaga från 28,5 ton i startögonblicket till 2 ton efter 60 sek. för att därefter vara lika med noll. Sambandet mellan P och t framgår av diagram på blad 3.

Beräkningsmetod.

$$\begin{aligned}G &= \text{egenvikt } kg \\P &= \text{reaktionskraft } kg \\X &= \text{luftmotstånd } kg \\g &= \text{jordaccelerationen } m/sek^2\end{aligned}$$

Ur vertikallrörelsens differentialekvation erhålles följande uttryck för den uppåtriktade vertikalhastighetens tillskott Δv under ett tidsintervall Δt

$$\Delta v = g \left[\frac{P(t)}{G(t)} - 1 - \frac{X(v, y)}{G(t)} \right] \Delta t \text{ m/s}$$

där

$$\begin{aligned}P(t) &\text{ enligt kurva blad 3} \\G(t) &\text{ enligt kurva blad 3} \\X(v, y) &= \rho(y) \cdot v^2 \cdot k(v/a) \\ \rho(y) &\text{ enligt kurva blad 6} \\k(v/a) &\text{ enligt kurva blad 4} \\a(y) &\text{ enligt kurva blad 5}\end{aligned}$$

Vid beräkningen av Δv användas för de ingående storheterna dessas medelvärden under det ifrågavarande Δt -intervallet.

Höjdens ökning Δy under ett tidsintervall Δt beräknas ur relationen

$$\Delta y = v \cdot \Delta t$$

där v = medelvärdet av vertikalhastigheten under tidsintervallet ifråga.

Räkningen innebär en successiv beräkning av Δv och Δy för de efter varandra följande Δt -intervallen. Beräkningen av Δv och Δy sker härvid genom successiva approximationer.

I det ögonblick, då reaktionstrycket upphör (dvs. efter 60 sek.), har torpeden en viss uppåtriktad vertikalhastighet. Om man, vilket har skett i föreliggande fall, försummar luftmotståndet för den därpå följande ytterligare stigrörelsen, kommer denna att bestämmas av sambanden

$$\begin{aligned}v &= v_{60} - g(t - 60) \\y &= y_{60} + v_{60}(t - 60) - \frac{g}{2}(t - 60)^2\end{aligned}$$

Beräkningsresultat.

Genom ovanstående beräkningsmetod erhållas följande samhörande värden på tid (t), vertikalhastighet (v) och höjd (y)

t	v	y
sek	m/s	m
0	0	0
10	232	1160
20	382	4230
30	413	8210
40	429	12420
50	432	16730
60	404	20910
70,3	303	24570
80,6	202	27190
90,9	101	28760
101,2	0	29280

Dessa siffervärden åskådliggörs i diagrammen på blad 9–10.

Ulvunda den 20 juli 1944.
FLYGTEKNISKA FÖRSÖKSANSTALTEN
Hållfasthetsavdelningen
Sten Luthander
avdchef