

Oblikovanje proširenja staza za vožnju u krivinama

Izv.prof. dr.sc. Irena Ištoka Otković

SVEUČILIŠTE
JOSIPA JURJA STROSSMAYERA
U OSIJEKU



JOSIP JURAJ STROSSMAYER
UNIVERSITY OF OSIJEK

SADRŽAJ



Projektiranje proširenja staza za vožnju u krivinama

1. Projektiranje proširenja staze u krivinama i raskrižjima grafičkom metodom luka i tangente
2. Projektiranje proširenja staze u krivinama i raskrižjima računskom metodom
3. Proširenje staza za vožnju prema preporukama Federal Aviation Administration's (FAA)
 - za projektnu grupu prema referentnom zrakoplovu
 - za projektnu grupu staza za vožnju



STAZE ZA VOŽNJU U KRIVINAMA, NA SPOJEVIMA I RASKRIŽJIMA

KRIVINE

Promjene u smjeru pružanja staze za vožnju moraju biti minimalne. Tamo gdje ih nije moguće izbjeći, polumjeri zavoja moraju biti projektirani u skladu sa manevarskim obilježjima referentnog zrakoplova, na način da najmanja sigurnosna udaljenost između vanjskih kotača glavnog podvozja zrakoplova i ruba staze za vožnju bude u skladu s propisanom.

Kodno slovo staze za vožnju						
	A	B	C	D	E	F
Najmanja udaljenost	1,5 m	2,25 m	3 m ^a ili 4,5 m ^b	4,5 m	4,5 m	4,5 m ^c

STAZE ZA VOŽNJU U KRIVINAMA, NA SPOJEVIMA I RASKRIŽJIMA

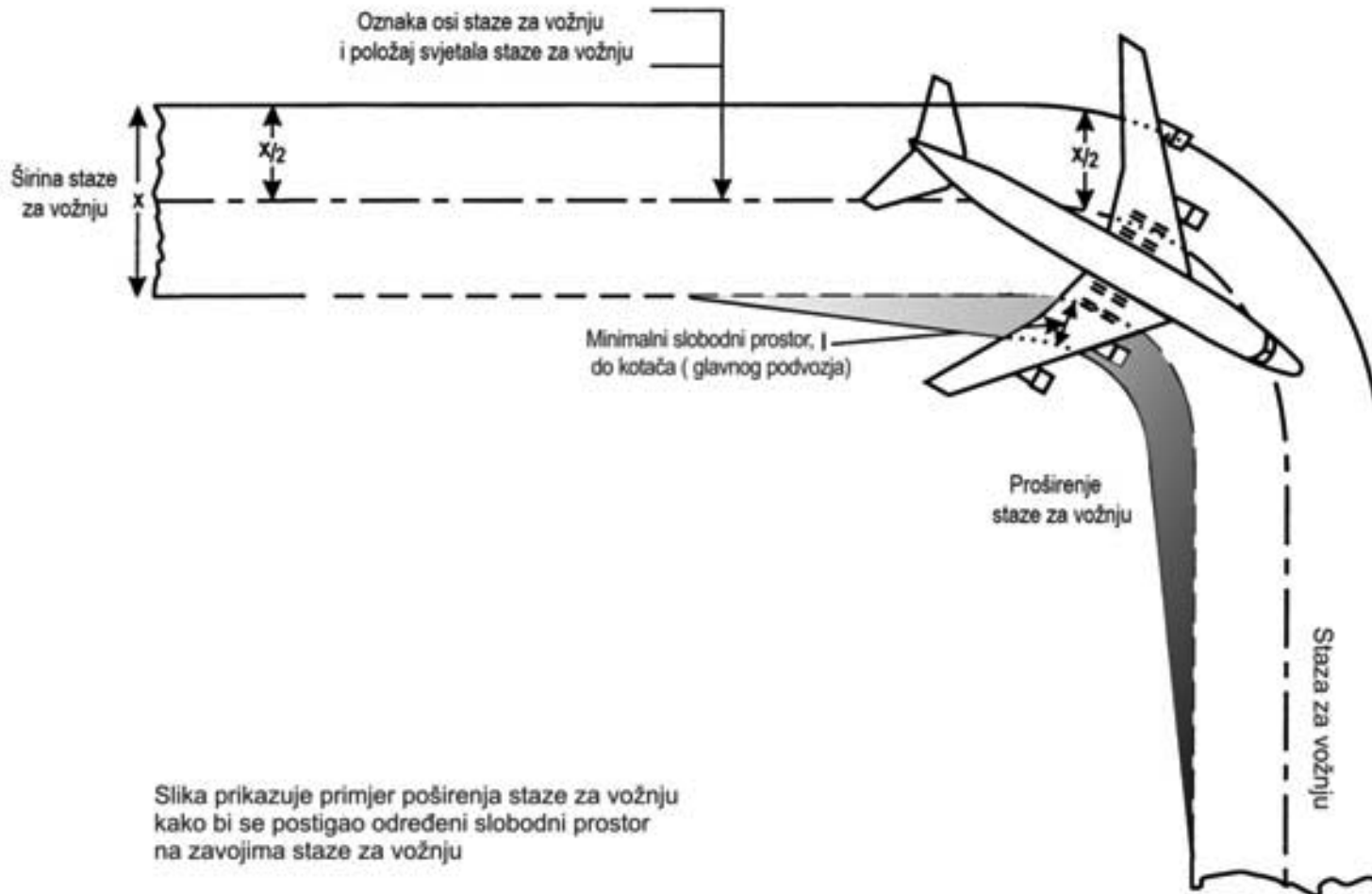
KRIVINE

Kako bi se olakšalo kretanje zrakoplova, obvezno je kolničku konstrukciju staze za vožnju proširiti na spojevima i raskrižjima staza za vožnju s uzletno-sletnim stazama, stajankama ili drugim stazama za vožnju. Projektiranje proširenja kolničke konstrukcije staze za vožnju bit će izvedeno na način da najmanja sigurnosna udaljenost između vanjskih kotača glavnog podvozja zrakoplova i ruba staze za vožnju bude u skladu s s propisanom.

Kodno slovo staze za vožnju						
	A	B	C	D	E	F
Najmanja udaljenost	1,5 m	2,25 m	3 m ^a ili 4,5 m ^b	4,5 m	4,5 m	4,5 m ^c

STAZE ZA VOŽNJU U KRIVINAMA, NA SPOJEVIMA I RASKRIŽJIMA

KRIVINE







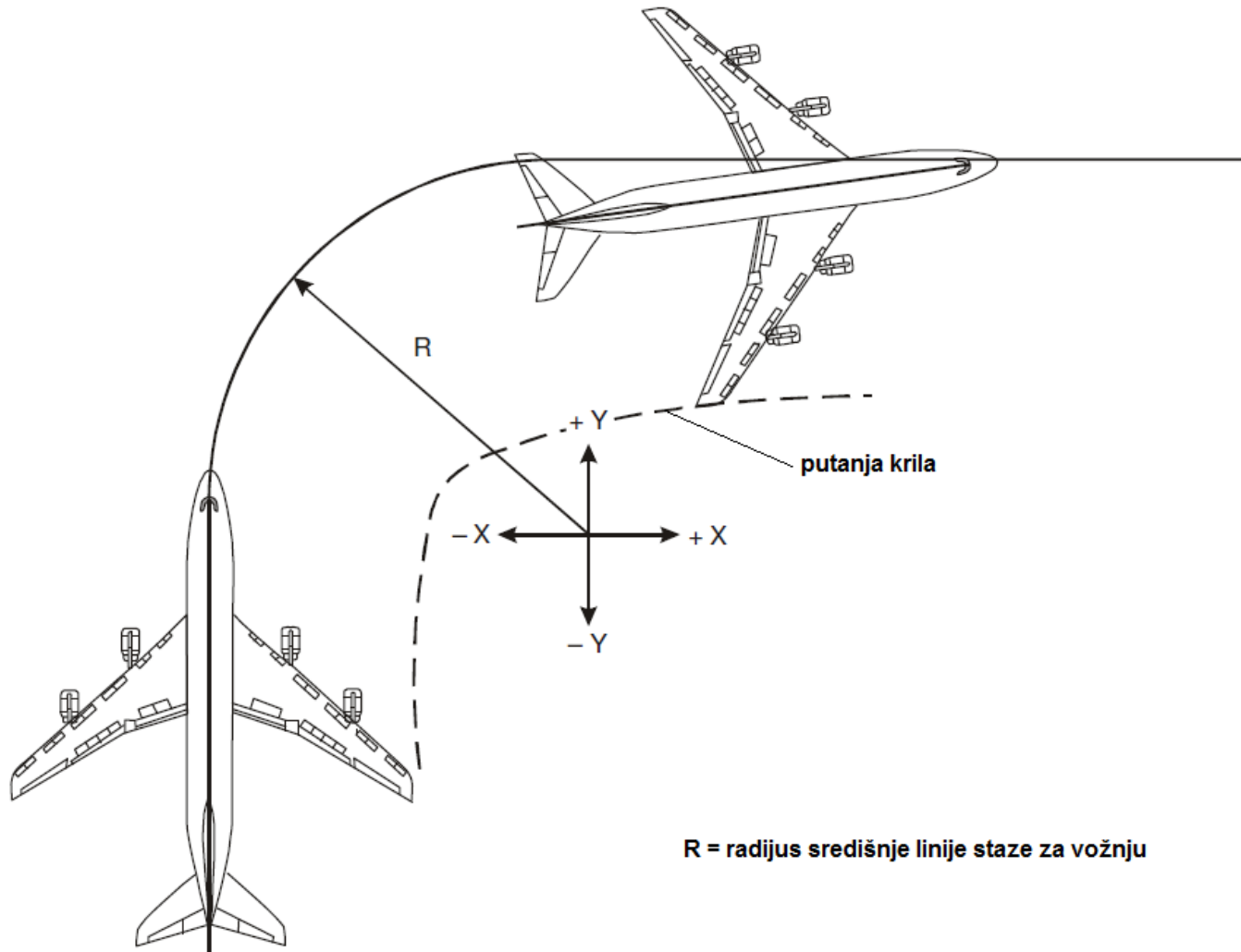




PROJEKTIRANJE PROŠIRENJA STAZE ZA VOŽNJU U ZAVOJIMA GRAFIČKA METODA LUKA I TANGENTE (Annex 14)

STAZE ZA VOŽNJU U KRIVINAMA, NA SPOJEVIMA I RASKRIŽJIMA

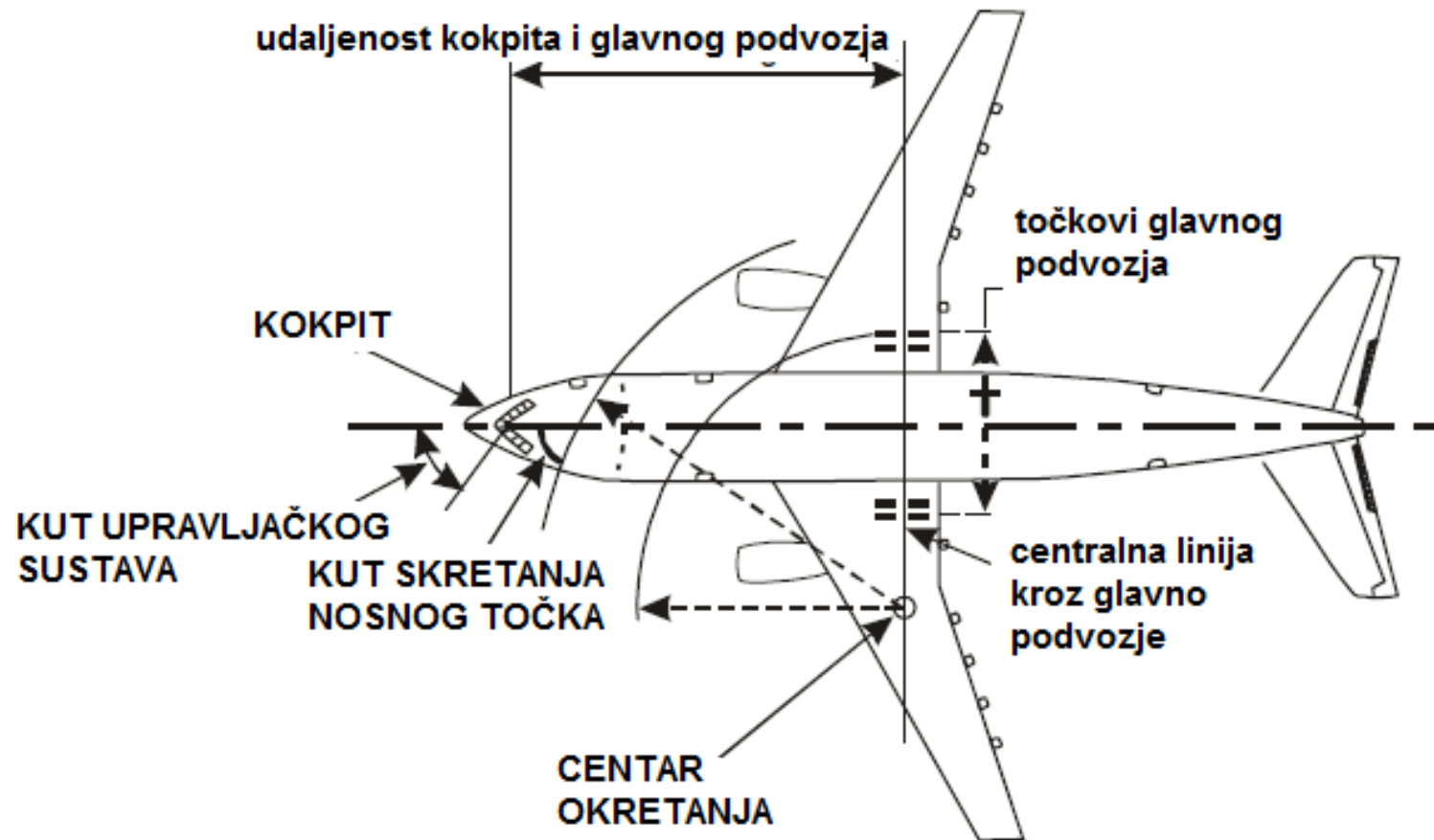
KRIVINE



R = radijus središnje linije staze za vožnju

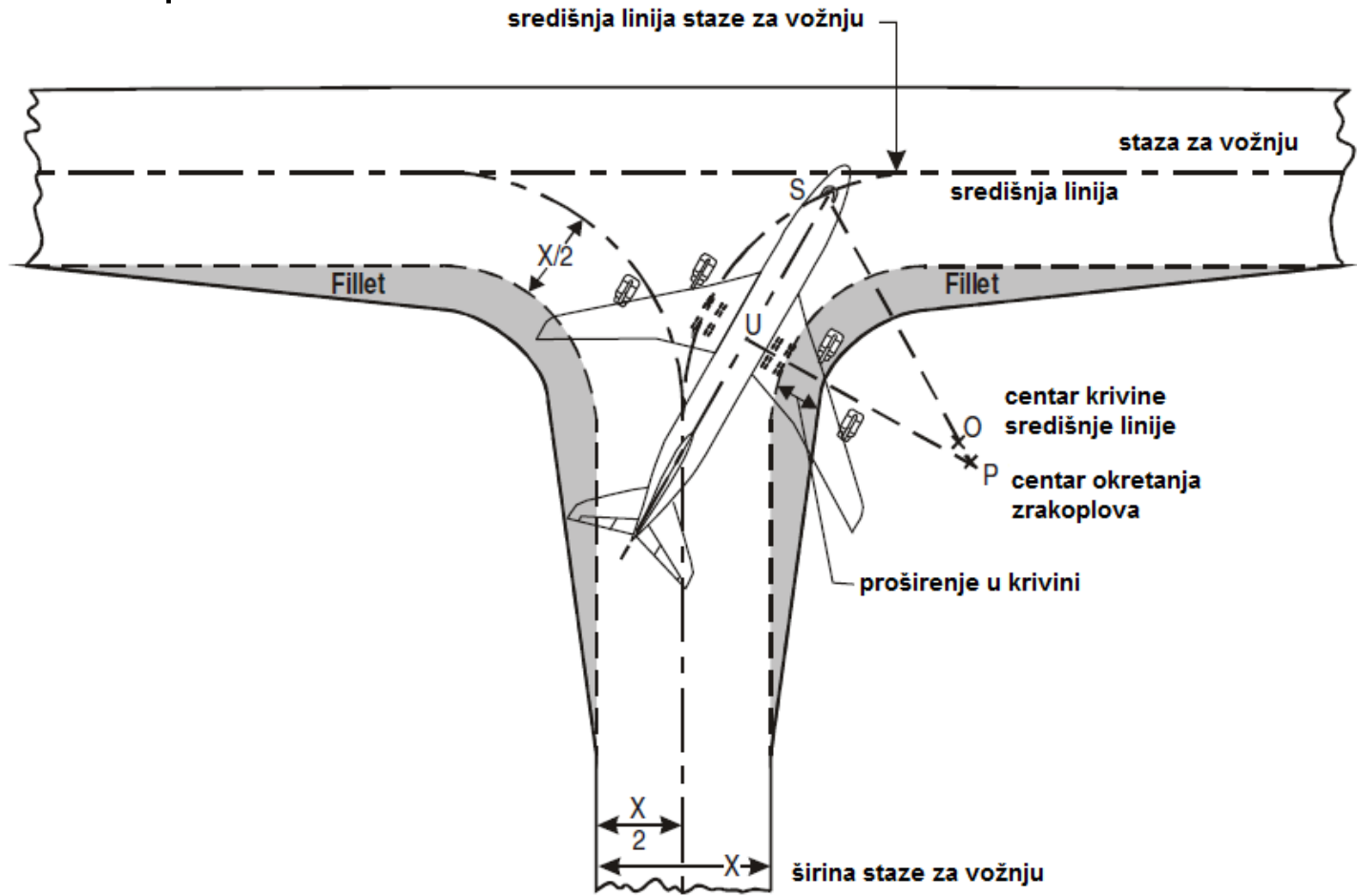
STAZE ZA VOŽNJU U KRIVINAMA, NA SPOJEVIMA I RASKRIŽJIMA

KRIVINE – osnovni podatci

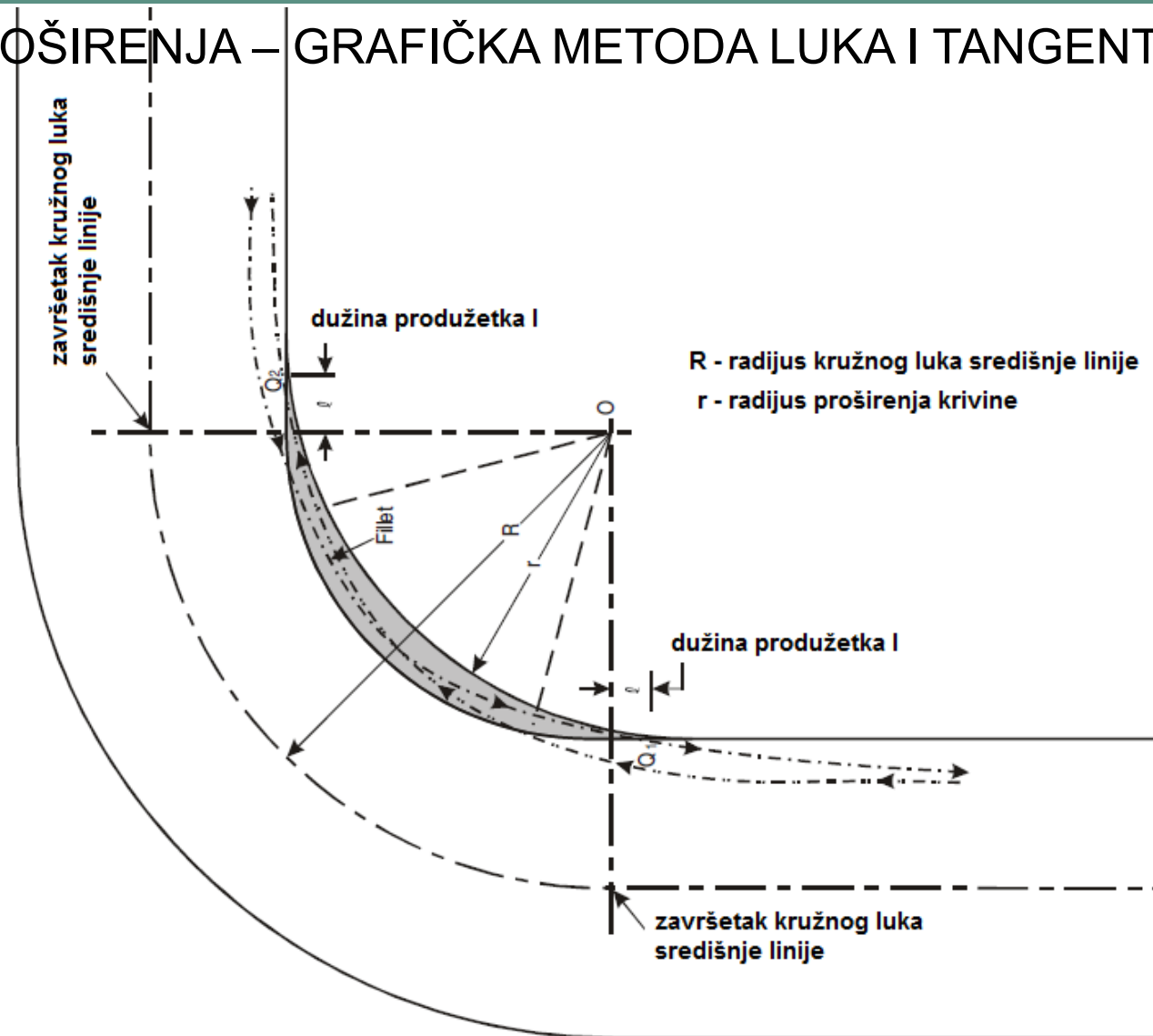


STAZE ZA VOŽNJU U KRIVINAMA, NA SPOJEVIMA I RASKRIŽJIMA

KRIVINE – osnovni podatci



PROJEKTIRANJE PROŠIRENJA – GRAFIČKA METODA LUKA I TANGENTE



PROJEKTIRANJE PROŠIRENJA – GRAFIČKA METODA LUKA I TANGENTE

Radijus zaobljenja je r (m)

$$r = R - (\lambda_{max} + M + \frac{T}{2})$$

Pri tome je:

R – radijus središnje linije staze za vožnju (m)

λ_{max} – maksimalna devijacija glavnog podvozja (m)

M – zaštitna margina (m) – propisana za kodno slovo

T – udaljenost vanjskih točkova glavnog podvozja (m) – data za ref. zrakoplov

Najmanji radijus središnje linije staze za vožnju R za kodno slovo

KODNO SLOVO	RADIJUS (min) (m)
A	11.875
B	16.75
C	22.0
D	33.25
E	40.0
F	48.75

PROJEKTIRANJE PROŠIRENJA – GRAFIČKA METODA LUKA I TANGENTE

λ_{\max} – maksimalna devijacija glavnog podvozja (m) se očitava iz dijagrama kao postotak dužine d

d (CMG) je udaljenost kokpita od glavnog podvozja

$\lambda_{\max} = f(R/d$ i stupnja zakretanja staze za vožnju)

PROJEKTIRANJE PROŠIRENJA – GRAFIČKA METODA LUKA I TANGENTE

Dužina produženja I (m)

Dužina produženja I = $L_3 - d$

$L_3 = L_1 - L_2$

L_1 je dužina koja se očitava iz dijagrama

$L_1 = f(\beta, d)$

β je kut zakretanja koji se očitava iz dijagrama = $f(\lambda, d)$

$$\lambda = X/2 - (M + T/2)$$

X je širina staze za vožnju

L_2 je dužina koja se očitava iz dijagrama

$L_2 = f(\beta_{\max}, d)$

β_{\max} je maksimalan kut zakretanja koji se očitava iz dijagrama = $f(\text{stupnja zakretanja staze za vožnju}, R/d)$

PRIMJER

Izračunati proširenje staze za vožnju primjenom grafičke metode luka i tangente ako je zadano:

- promjena smjera staze za vožnju je 135°
- radijus zaobljenja središnje linije staze $R = 42\text{m}$
- širina staze za vožnju je $X = 23\text{m}$
- deklarirana dužina zrakoplova od glavnog podvozja do kokpita $d=22\text{m}$
- širina glavnog podvozja $T = 8\text{m}$
- sigurnosna margina $M=4,5\text{m}$

PRIMJER

Postupak:

$$r = R - (\lambda_{\max} + \frac{T}{2} + M)$$

$$R/d = 42/22 = 1,9$$

Maksimalna devijacija glavnog podvozja λ_{\max}

$\lambda_{\max} \rightarrow$ iz dijagrama kao % od d

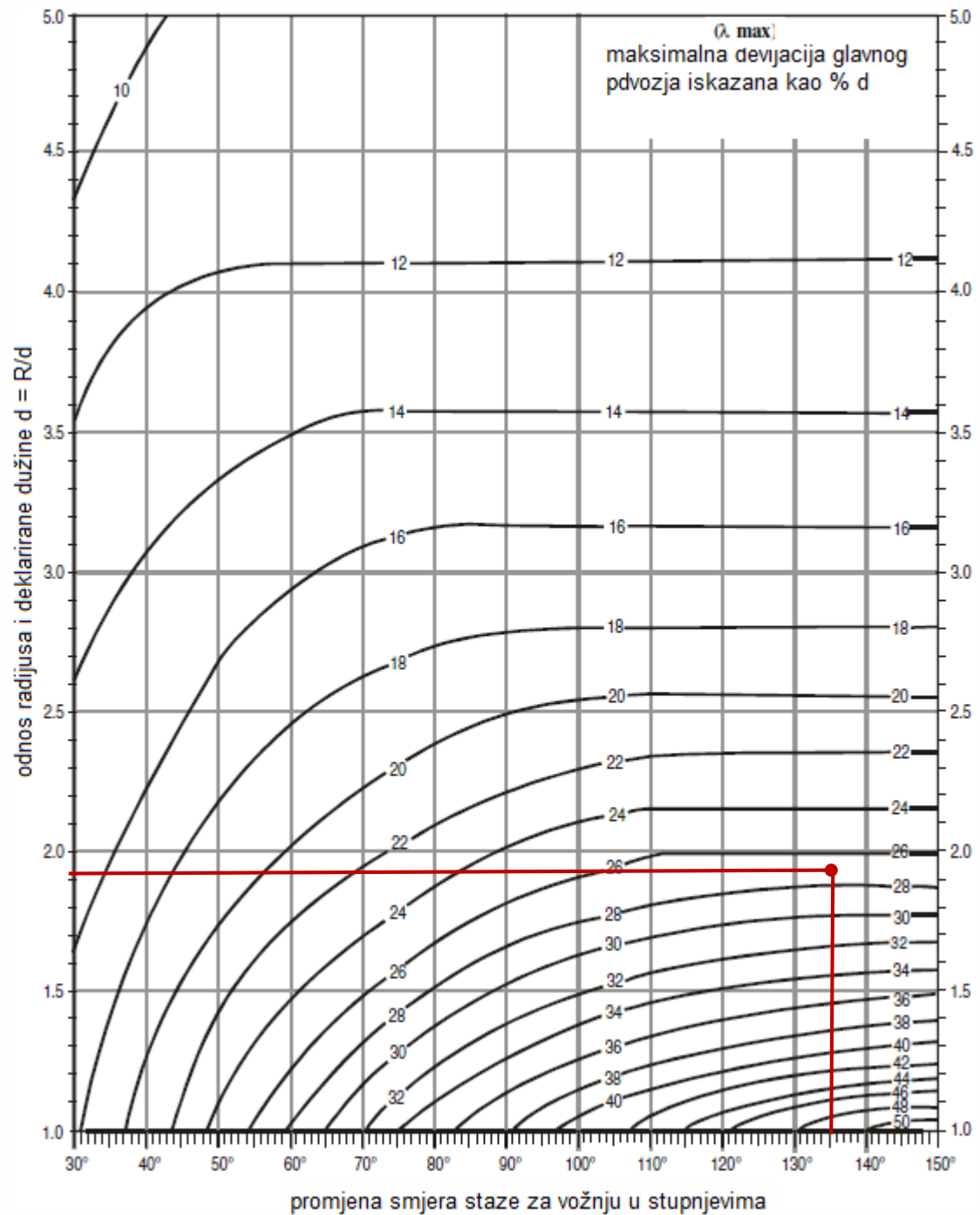
Iz dijagrama je očitano 27%

$$\lambda_{\max} = 0,27 \times 22 = 6\text{m}$$

$$r = 42 - (6 + 4 + 4,5) = 27,5\text{m}$$

PRIMJER

Iz dijagrama je očitano
Za $R/d = 1,9$ i za
promjenu smjera staze od
 135° da je postotak 27



PRIMJER

Postupak:

Izračunavanje dužine produženja zaobljenja l

$$l = L_3 - d \text{ (m)}$$

Potreban je podatak o devijaciji glavnog podvozja bez proširenja λ

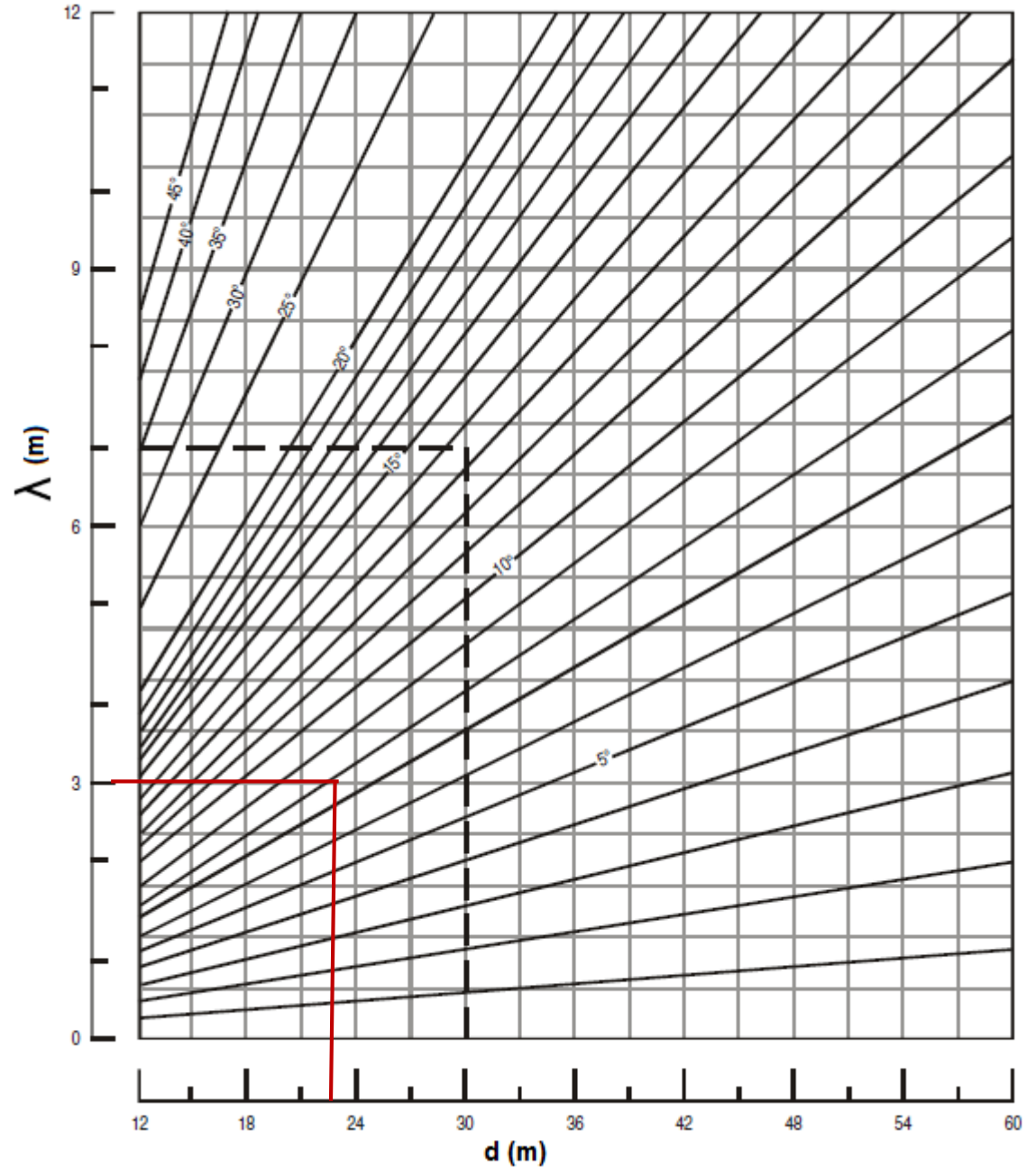
$$\lambda = \frac{X}{2} - \left(M + \frac{T}{2} \right)$$

$$\lambda = 3\text{m}$$

Za određivanje dužine produženja zaobljenja l potrebni su kut zakretanja β i maksimalan kut zakretanja upravljačkog sustava β_{\max}

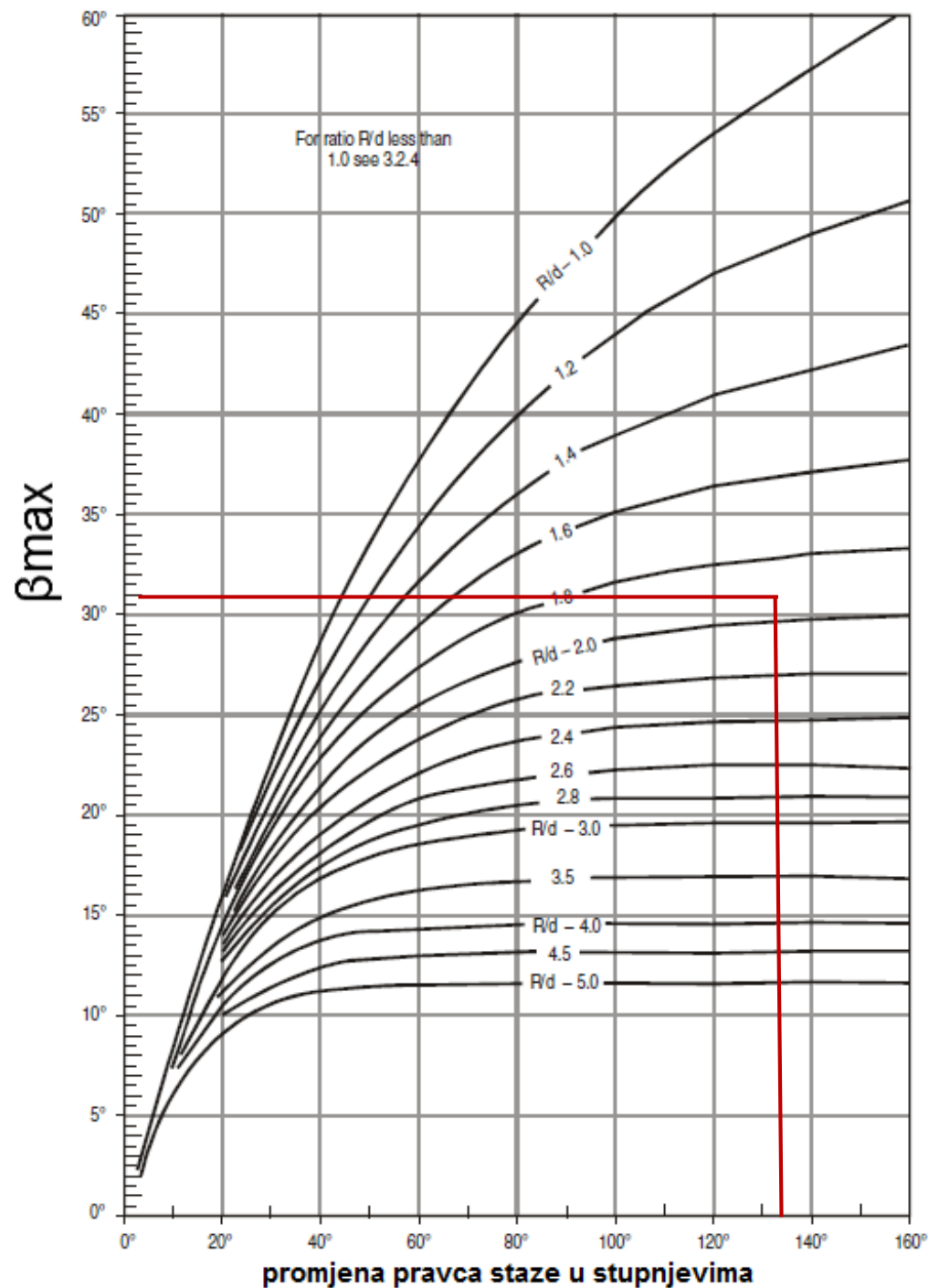
PRIMJER

Iz dijagrama je očitano
za $d = 22\text{m}$ i za $\lambda = 3\text{m}$
da je kut zakretanja
 $\beta = 7,6^\circ$



PRIMJER

Iz dijagrama je očitano
za promjenu pravca od 135°
i krivulju $R/d = 1,9$
 $B_{max} = 31^\circ$



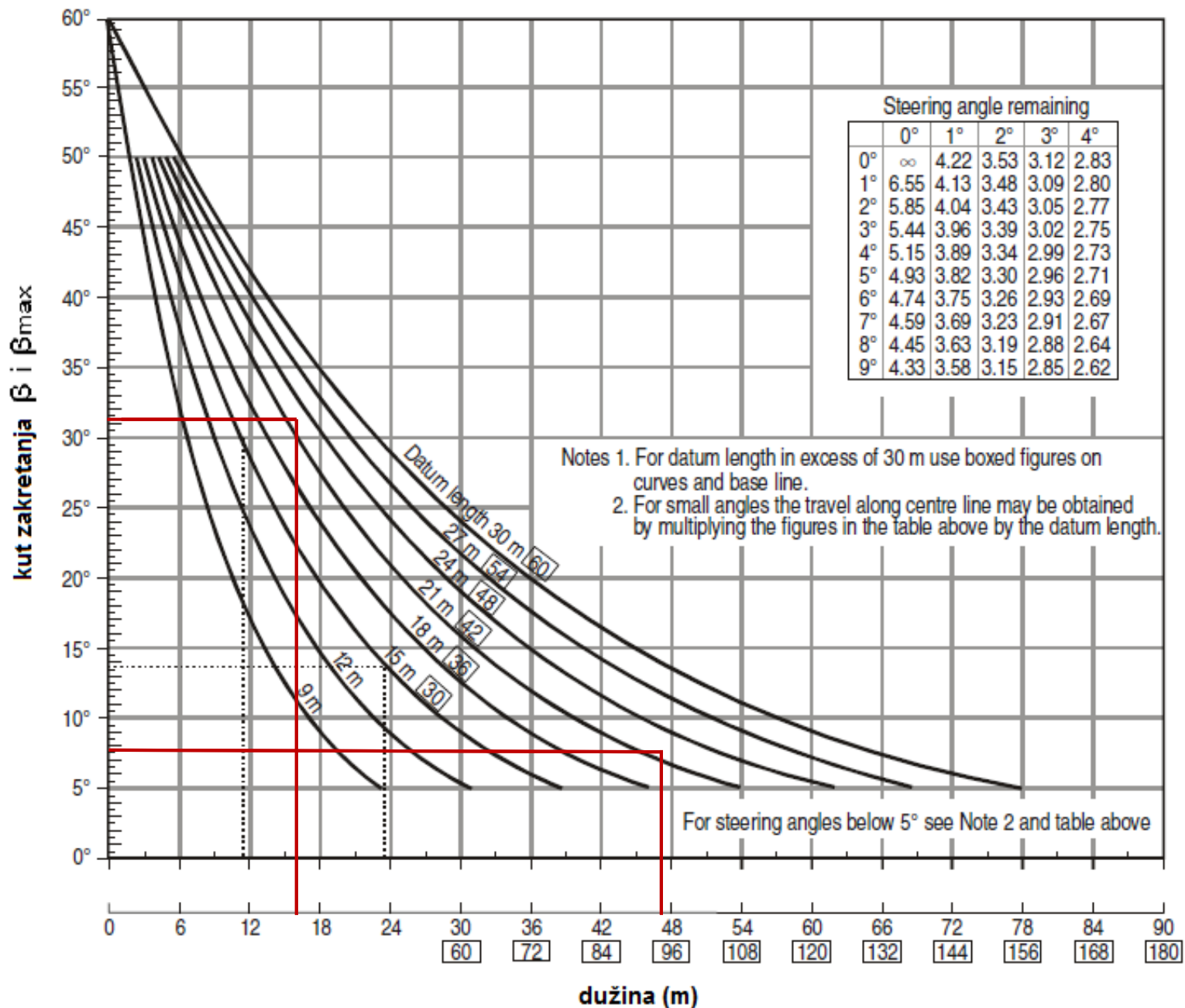
PRIMJER

Postupak:

- iz kuta zakretanja β i dužine d iz dijagrama se može dobiti dužina $L1$
- iz maksimalanog kuta zakretanja upravljačkog sustava β_{max} i dužine d iz dijagrama se može dobiti dužina $L2$ β i β_{max}

PRIMJER

Iz dijagrama je očitano za $\beta=7,6^\circ$ i krivulju $d=22\text{m}$ dužina $L1$ $L1=47,9\text{m}$, a za $\beta_{\max} = 31^\circ$ i krivulju $d=22\text{m}$ Dužinu $L2$ $L2=16,5\text{m}$



PRIMJER

Kada je kut zakretanja β manji od 5° koristi se tablica:

CIJELI KUT

DESETI DIO KUTA

	0°	1°	2°	3°	4°
0°	∞	4.22	3.53	3.12	2.83
1°	6.55	4.13	3.48	3.09	2.80
2°	5.85	4.04	3.43	3.05	2.77
3°	5.44	3.96	3.39	3.02	2.75
4°	5.15	3.89	3.34	2.99	2.73
5°	4.93	3.82	3.30	2.96	2.71
6°	4.74	3.75	3.26	2.93	2.69
7°	4.59	3.69	3.23	2.91	2.67
8°	4.45	3.63	3.19	2.88	2.64
9°	4.33	3.58	3.15	2.85	2.62

Npr.

$$\beta = 2,4^\circ \quad L1' = 3,34\text{m}$$

$$\beta = 4,9^\circ \quad L1' = 2,62\text{m}$$

$$L1 = L1(5^\circ) + L1'$$

PRIMJER

Postupak:

$$L_3 = L_1 - L_2$$

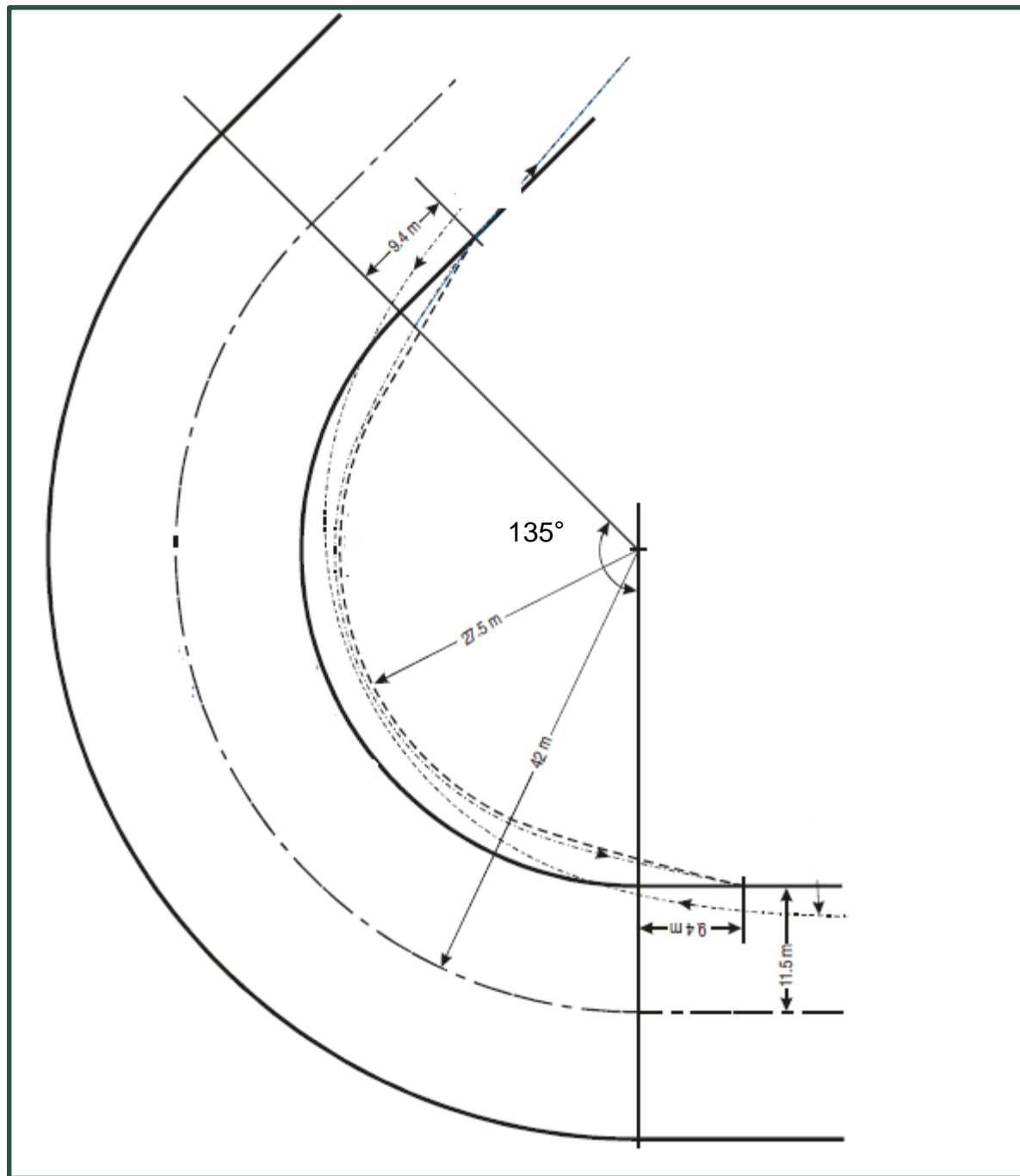
Dužina produženja $l = L_3 - d$

$$L_3 = 47,9 - 16,5 = 31,4\text{m}$$

$$\text{Dužina proširenja } l = 31,4 - 22 = 9,4\text{m}$$

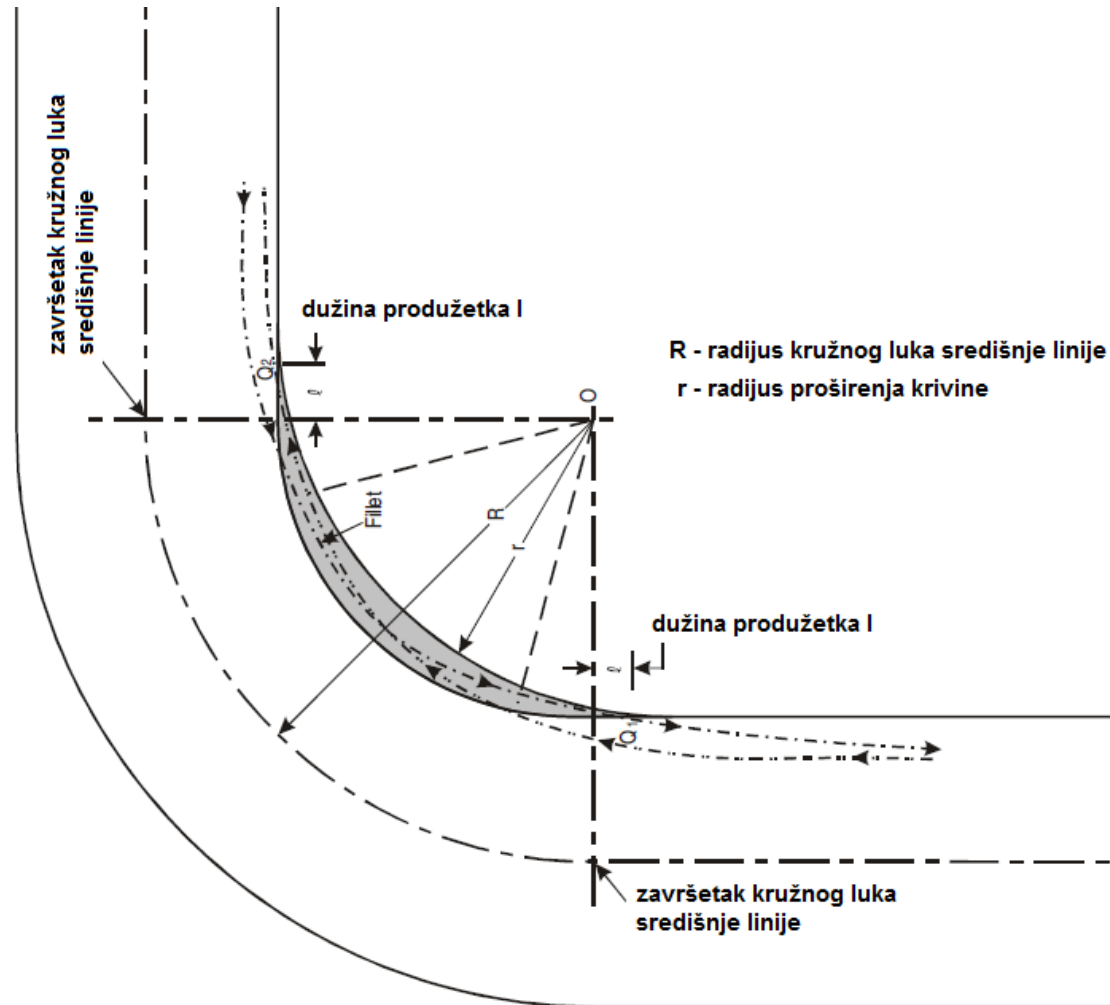
PRIMJER

RJEŠENJE



PROJEKTIRANJE PROŠIRENJA STAZE ZA VOŽNJU U ZAVOJIMA RAČUNSKA METODA

PROJEKTIRANJE PROŠIRENJA – RAČUNSKA METODA



PROJEKTNA GRUPA PREMA REFERENTNOM ZRAKOPLOVU

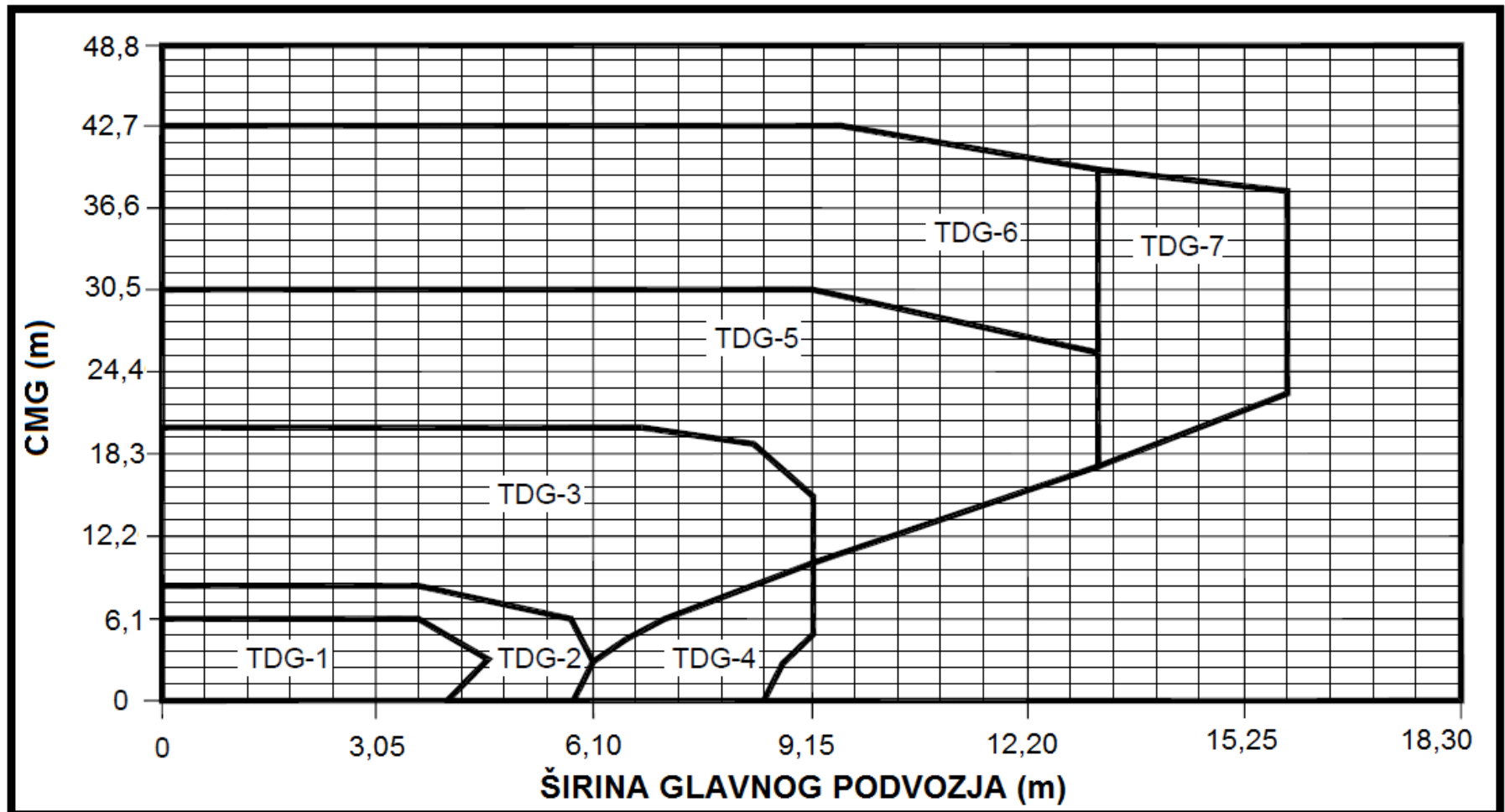
1. KORAK

Airplane Design Group (ADG)

Grupa	Visina repa [m]	Raspon krila [m]
I	< 6 m	< 15 m
II	6 m - < 9 m	15 m - < 24 m
III	9 m - < 13.5 m	24 m - < 36 m
IV	13.5 m - < 18.5 m	36 m - < 52 m
V	18.5 m - < 20 m	52 m - < 65 m
VI	20 m - < 24.5 m	65 m - < 80 m

- referentni zrakoplov određuje ADG

2. KORAK



- referentni zrakoplov određuje **TDG** (Taxiway Design Group)

3. KORAK

	Projektna grupa prema referetnom zrakoplovu (ADG)						
	Oznaka	I	II	III	IV	V	VI
Radius zaobljenja staze za vožnju	R	23	23	30	46	46	52

		Projektna grupa staza za vožnju						
		1	2	3	4	5	6	7
Širina staze za vožnju	W	25 ft (7.5 m)	35 ft (10.5 m)	50 ft (15 m)	50 ft (15 m)	75 ft (23 m)	75 ft (23 m)	82 ft (25 m)
Sigurnosna udaljenost	M	5 ft (1.5 m)	7.5 ft (2 m)	10 ft (3 m)	10 ft (3 m)	15 ft (5 m)	15 ft (5 m)	15 ft (5 m)

4. KORAK - PRORAČUN

Za računsku metodu proširenja staze za vožnju u zavojima potrebno je izračunati maksimalan kut (A_{\max}) koji zatvaraju tangenta na radijus zaobljenja središnje linije staze za vožnju i longitudinalna os zrakoplova na kraju krivulje, kada nosni točak dostigne točku tangiranja.

$$A_{\max} = \sin^{-1}(d/R)$$

Pri čemu je:

d = CMG – udaljenost glavnog podvozja od kokpita

R – radijus središnje linije staze za vožnju koju prati nosni točak

Maksimalni kut skretanja nosnog točka (B_{\max}) definiran je izrazom:

$$B_{\max} = \tan^{-1}\left(\left(\frac{\omega}{d}\right) * \tan A_{\max}\right)$$

Pri čemu je:

$\omega = WB$ - udaljenost nosnog točka od glavnog podvozja

$d = CMG$ – udaljenost glavnog podvozja od kokpita

Radijus proširenja definiran je izrazom:

$$F = (R^2 + d^2 - 2Rd \sin A_{\max})^{0,5} - 0,5u - M$$

Pri čemu je:

R – radijus središnje linije staze za vožnju koju prati nosni točak

d = CMG – udaljenost glavnog podvozja od kokpita

u – širina glavnog podvozja

M - sigurnosna udaljenost između vanjskih kotača glavnog podvozja zrakoplova i ruba staze za vožnju

Dužina proširenja L data je izrazom:

$$L = d \ln \frac{4d \tan 0,5A_{\max}}{W - u - 2M} - d$$

Pri čemu je:

d = CMG – udaljenost glavnog podvozja od kokpita

W – širina staze za vožnju

u – širina glavnog podvozja

M - sigurnosna udaljenost između vanjskih kotača glavnog podvozja zrakoplova i ruba staze za vožnju

PRIMJER

Izračunati radijus i dužinu proširenja staze za vožnju u krivini za referentni zrakoplov koji ima:

- raspon krila 47,6m
- visinu repa 15,2m
- udaljenost nosnog točka od glavnog podvozja 19,7m
- udaljenost kokpita od glavnog podvozja 22m
- širinu glavnog podvozja 10,4m

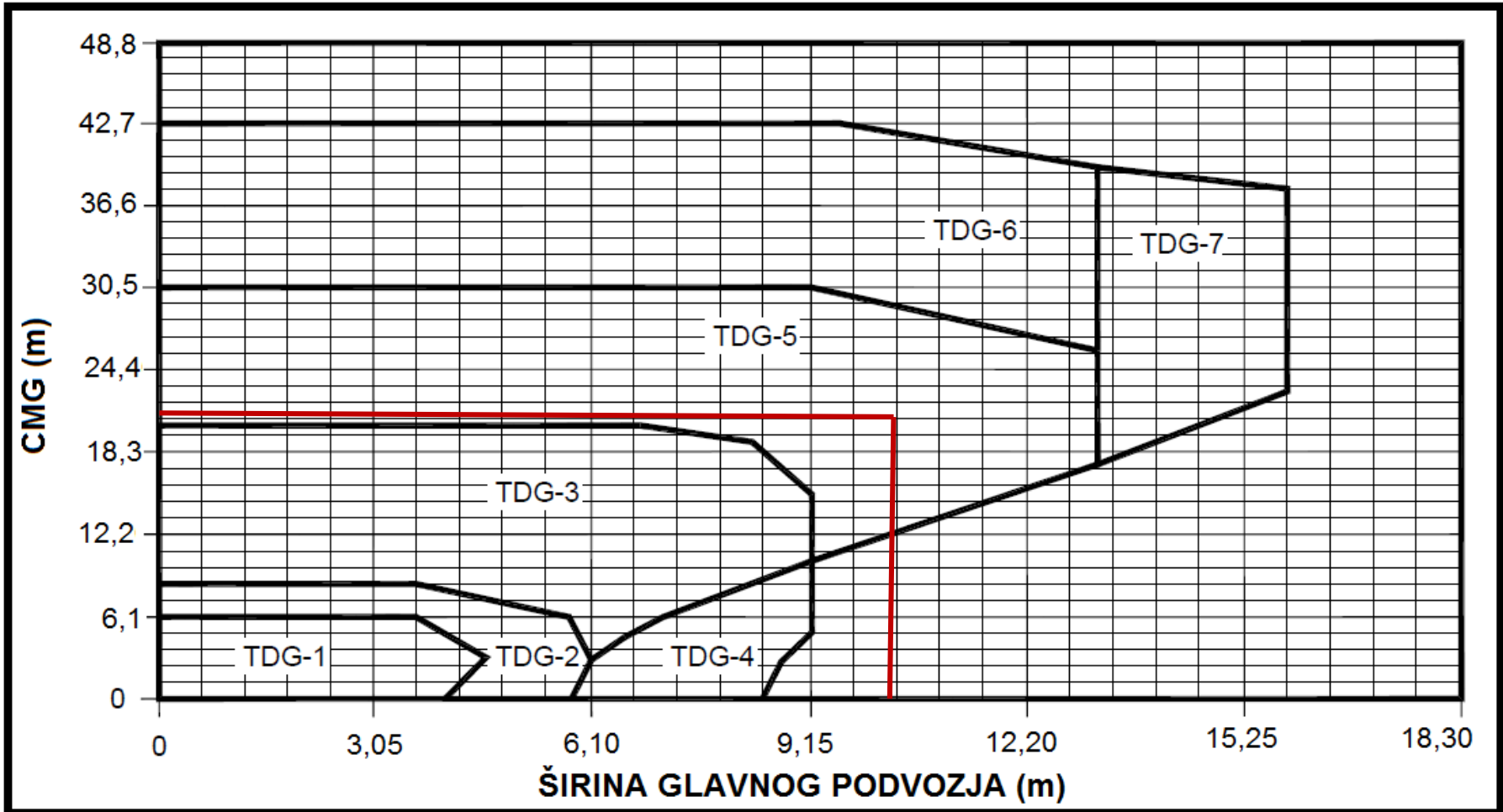
PRIMJER

PROJEKTNNA GRUPA PREMA REFERENTNOM ZRAKOPLOVU

Airplane Design Group (ADG)

Grupa	Visina repa [m]	Raspon krila [m]
I	< 6 m	< 15 m
II	6 m - < 9 m	15 m - < 24 m
III	9 m - < 13.5 m	24 m - < 36 m
IV	13.5 m - < 18.5 m	36 m - < 52 m
V	18.5 m - < 20 m	52 m - < 65 m
VI	20 m - < 24.5 m	65 m - < 80 m

- raspon krila 47,6m
 - visinu repa 15,2m
- } **ADG IV**



- udaljenost kokpita od glavnog podvozja 22m
 - širinu glavnog podvozja 10,4m
- TDG 5**

PRIMJER

PROJEKTNA GRUPA STAZA ZA VOŽNJU I FIZIČKE KARAKTERISTIKE STAZA ZA VOŽNJU

	OZNAKA	Projektna grupa staza za vožnju						
		1	2	3	4	5	6	7
Širina staze za vožnju	W	25 ft (7.5 m)	35 ft (10.5 m)	50 ft (15 m)	50 ft (15 m)	75 ft (23 m)	75 ft (23 m)	82 ft (25 m)
Sigurnosna udaljenost	M	5 ft (1.5 m)	7.5 ft (2 m)	10 ft (3 m)	10 ft (3 m)	15 ft (5 m)	15 ft (5 m)	15 ft (5 m)

		Projektna grupa prema referetnom zrakoplovu					
	Oznaka	I	II	III	IV	V	VI
Radius zaobljenja staze za vožnju	R	23	23	30	46	46	52

PRIMJER

Ulazni podatci:

- raspon krila 47,6m
- visinu repa 15,2m
- ω = WB -udaljenost nosnog točka od glavnog podvozja = 19,7m
- d = CMG - udaljenost kokpita od glavnog podvozja = 22m
- u - širinu glavnog podvozja = 10,4m
- W - širina staze za vožnju = 23m
- M - sigurnosna udaljenost između vanjskih kotača glavnog podvozja zrakoplova i ruba staze za vožnju = 5m
- R = 46m

PRIMJER

Maksimalan kut (A_{\max}) koji zatvaraju tangenta na radijus zaobljenja središnje linije staze za vožnju i longitudinalna os zrakoplova na kraju krivulje, kada nosni točak dostigne točku tangiranja:

$$A_{\max} = \sin^{-1}(d/R) = \sin^{-1}(22/46) = 28,57 = 29^{\circ}$$

Maksimalni kut skretanja nosnog točka (B_{\max}):

$$\begin{aligned} B_{\max} &= \tan^{-1}((\omega/d) * \tan A_{\max}) \\ &= \tan^{-1}((19,7/22) * \tan 29) = 26,4 = 27^{\circ} \end{aligned}$$

PRIMJER

Radijus proširenja:

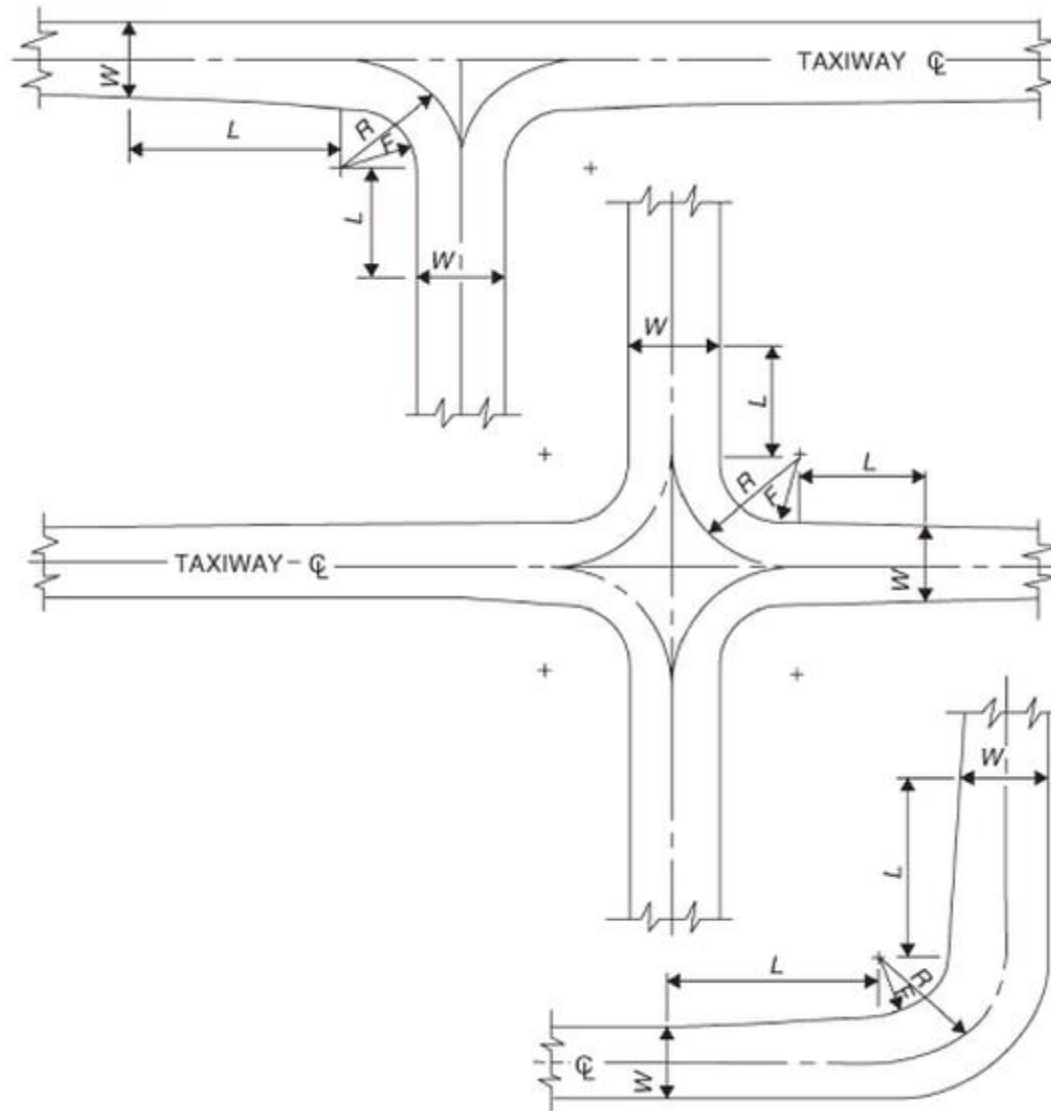
$$\begin{aligned}
 F &= (R^2 + d^2 - 2Rd \sin A_{\max})^{0,5} - 0,5u - M = \\
 &= (46^2 + 22^2 - 2 * 46 * 22 * \sin 29)^{0,5} - 0,5 * 10,4 - 5 \\
 &= 40,23 - 5,2 - 5 = 30,03 \text{m}
 \end{aligned}$$

Dužina proširenja:

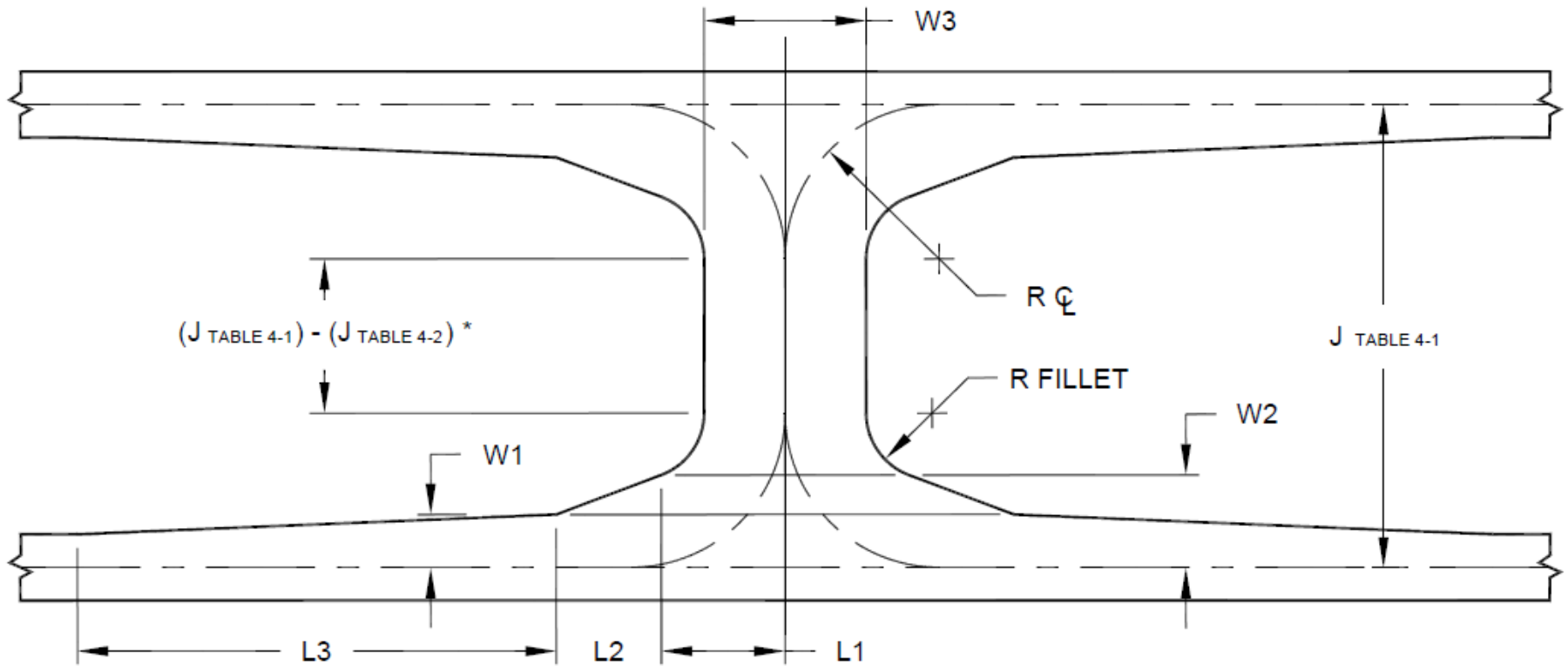
$$\begin{aligned}
 L &= d \ln \frac{4d \tan 0,5 A_{\max}}{W - u - 2M} - d \\
 &= 22 \ln \frac{4 * 22 * \tan 0,5 * 29}{23 - 10,4 - 2 * 5} - 22 = 25,73 \text{m}
 \end{aligned}$$

**PROŠIRENJE STAZE
ZA VOŽNJU U ZAVOJIMA
PREMA PREPORUKAMA
FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION'S (FAA)

ZA ODREĐENU PROJETNU GRUPU PREMA
REFERENTNOM ZRAKOPLOVU (ADG)**



		PROJEKTNA GRUPA PREMA REFERETNOM ZRAKOPLOVU (ADG)					
		I	II	III	IV	V	VI
Radijus središnje linije staze za vožnju	R (m)	23	23	30	46	46	52
Dužina proširenja	L (m)	15	15	46	76	76	76
Radijus proširenja za skretanje staze za vožnju	F (m)	18	17	17	26	26	26
Radijus proširenja za simetrično proširenja	F (m)	19	18	21	32	32	34
Radijus proširenja za jednostrano proširenje	F (m)	19	18	18	30	30	30



* IF VALUE IS LESS THAN ZERO, USE ZERO.

Table 4-1. Design standards based on Airplane Design Group (ADG)

ITEM	DIM	ADG					
		I	II	III	IV	V	VI
TAXIWAY SEPARATION							
<i>Taxiway Centerline to Parallel Taxiway/Taxilane Centerline</i> ¹	J	70 ft (21 m)	105 ft (32 m)	152 ft (46.5 m)	215 ft (65.5 m)	267 ft (81 m)	324 ft (99 m)
<i>Taxiway Centerline to Fixed or Movable Object</i>	K	44.5 ft (13.5 m)	65.5 ft (20 m)	93 ft (28.5 m)	129.5 ft (39.5 m)	160 ft (48.5 m)	193 ft (59 m)
<i>Taxilane Centerline to Parallel Taxilane Centerline</i> ¹		64 ft (19.5 m)	97 ft (29.5 m)	140 ft (42.5 m)	198 ft (60 m)	245 ft (74.5 m)	298 ft (91 m)
<i>Taxilane Centerline to Fixed or Movable Object</i>		39.5 ft (12 m)	57.5 ft (17.5 m)	81 ft (24.5 m)	112.5 ft (34 m)	138 ft (42 m)	167 ft (51 m)
WINGTIP CLEARANCE							
Taxiway Wingtip Clearance		20 ft (6 m)	26 ft (8 m)	34 ft (10.5 m)	44 ft (13.5 m)	53 ft (16 m)	62 ft (19 m)
Taxilane Wingtip Clearance		15 ft (4.5 m)	18 ft (5.5 m)	23 ft (6.5 m)	27 ft (8 m)	31 ft (9.5 m)	36 ft (11 m)

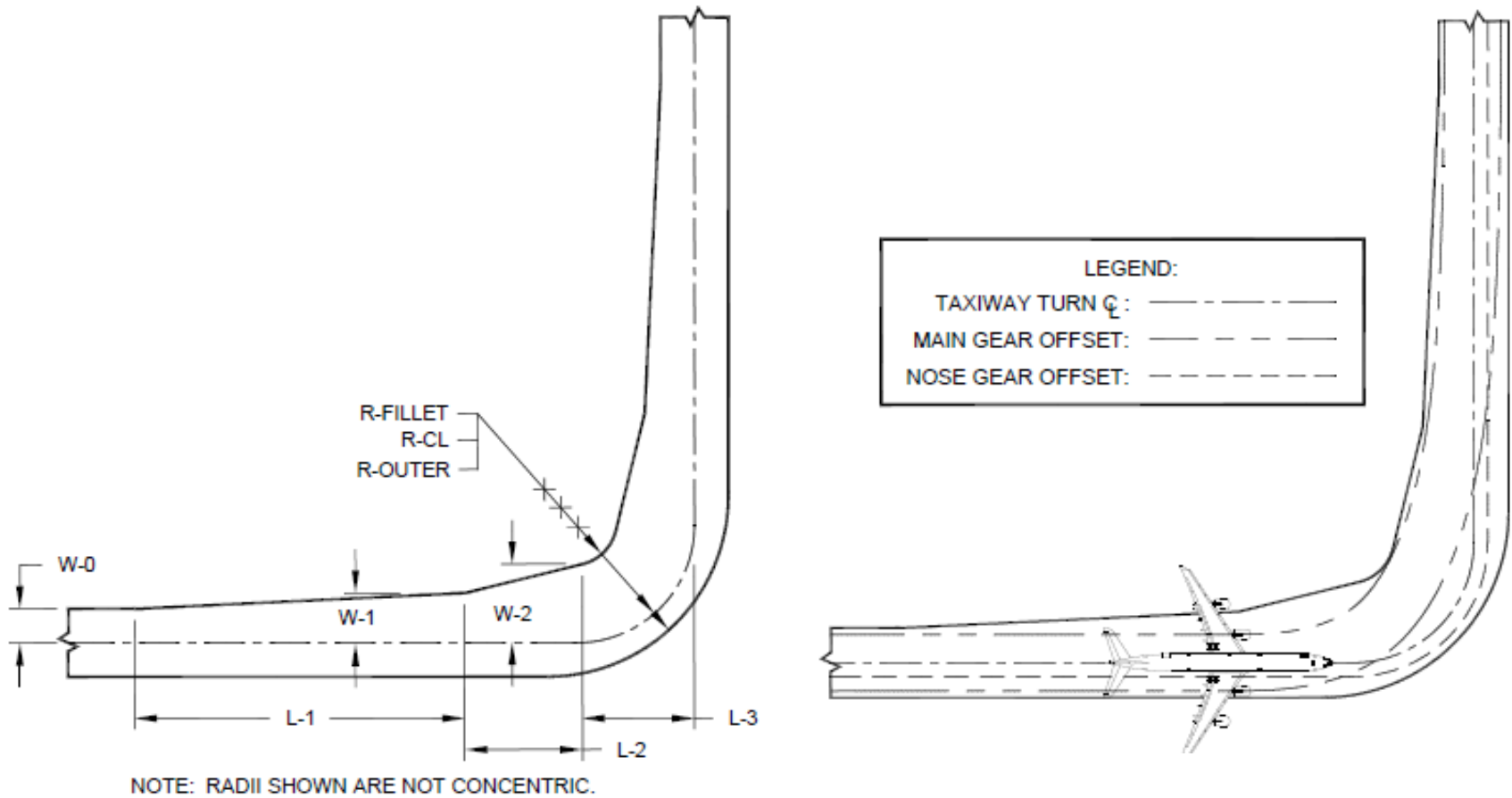
Note: 1. These values are based on wingtip clearances. If 180 degree turns between parallel taxiways are needed, use this dimension or the dimension specified in [Table 4-2](#), whichever is larger.

Table 4-2. Design standards based on Taxiway Design Group (TDG)

ITEM	DIM	TDG						
		1	2	3	4	5	6	7
Taxiway Width	W	25 ft (7.5 m)	35 ft (10.5 m)	50 ft (15 m)	50 ft (15 m)	75 ft (23 m)	75 ft (23 m)	82 ft (25 m)
Taxiway Edge Safety Margin	M	5 ft (1.5 m)	7.5 ft (2 m)	10 ft (3 m)	10 ft (3 m)	15 ft (5 m)	15 ft (5 m)	15 ft (5 m)
Taxiway Shoulder Width		10 ft (3 m)	10 ft (3 m)	20 ft (6 m)	20 ft (6 m)	25 ft (7.5m)	35 ft (10.5 m)	40 ft (12 m)
Taxiway/Taxilane Centerline to Parallel Taxiway/Taxilane Centerline ¹	J	70 ft (21 m)	70 ft (21 m)	160 ft (49 m)	160 ft (49 m)	240 ft (73 m)	350 ft (107 m)	350 ft (107 m)

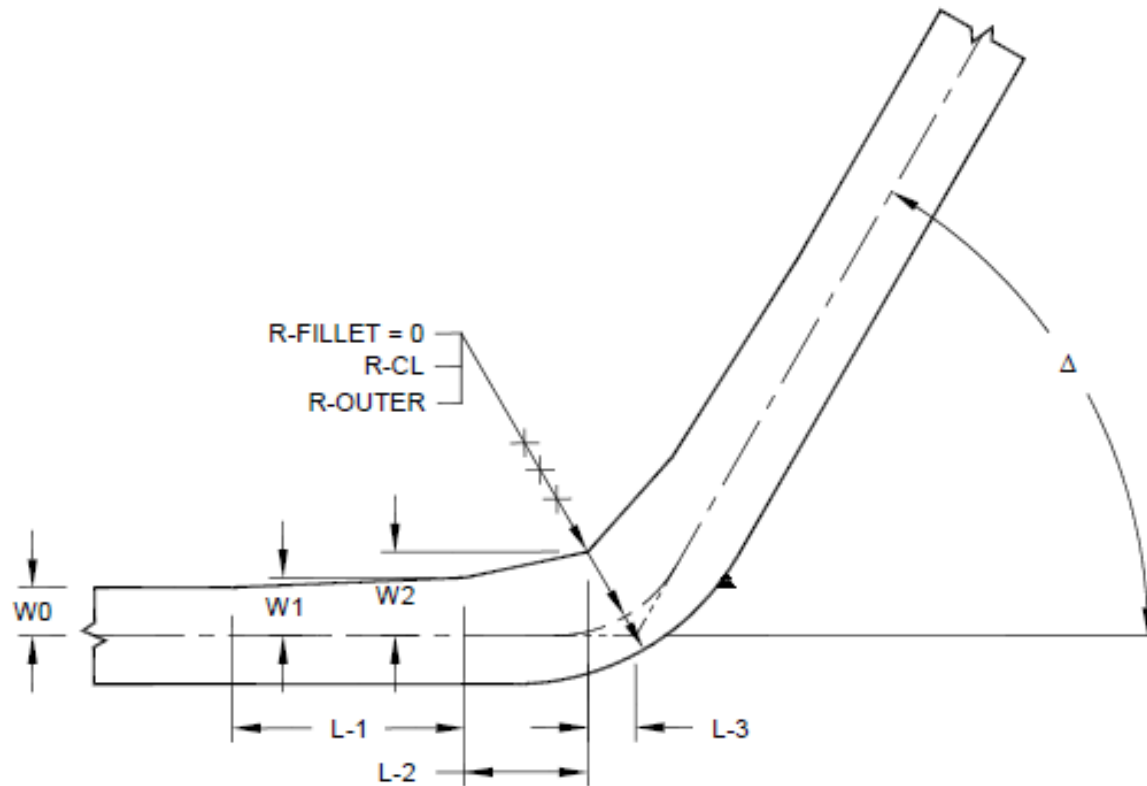
**PROŠIRENJE STAZE
ZA VOŽNJU U ZAVOJIMA
PREMA PREPORUKAMA
FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION'S (FAA)
ZA ODREĐENU PROJETNU GRUPU STAZA ZA
VOŽNJU (TDG)**

PROŠIRENJE STAZE ZA VOŽNJU U ZAVOJU



PROŠIRENJE STAZE ZA VOŽNJU U ZAVOJU

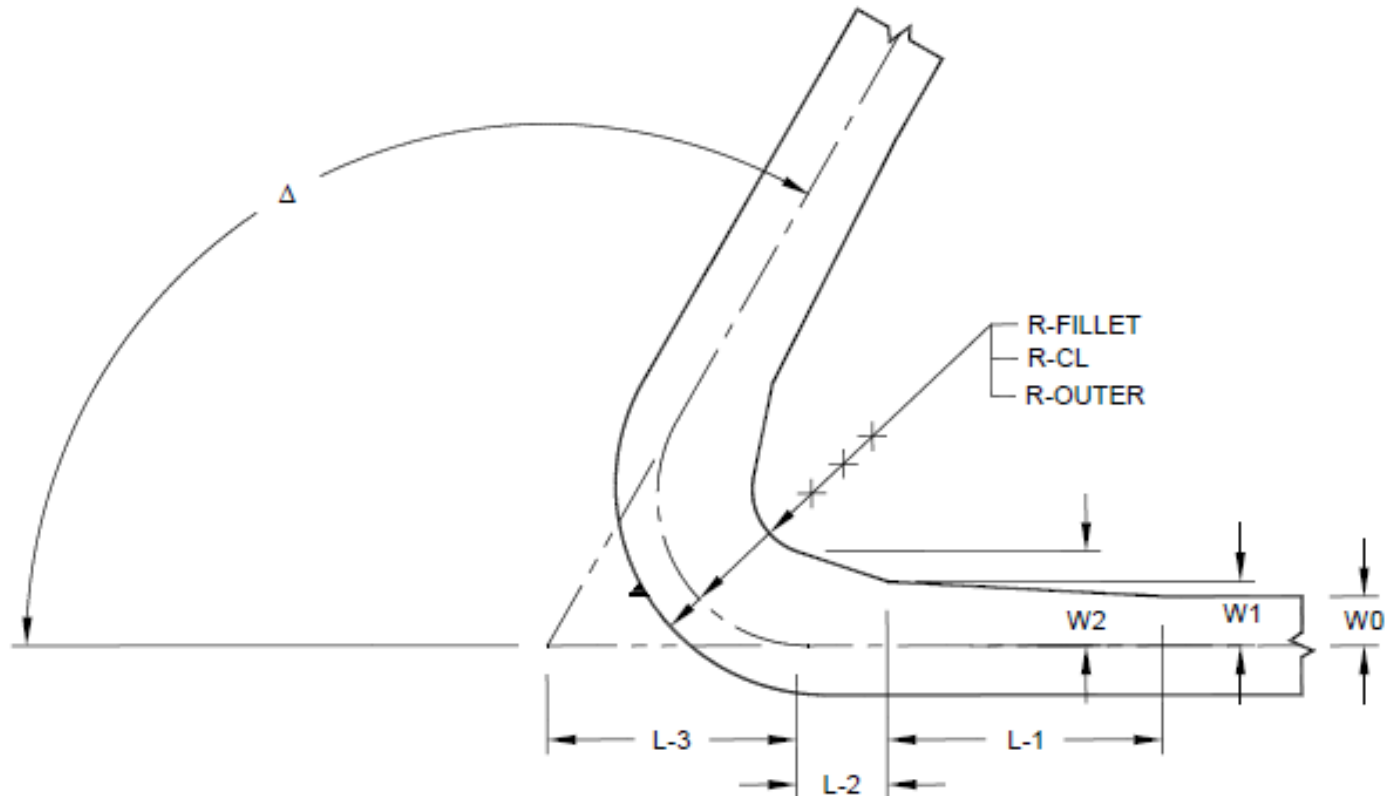
KUT MANJI OD 90°



NOTE: RADII SHOWN ARE NOT CONCENTRIC.

PROŠIRENJE STAZE ZA VOŽNJU U ZAVOJU

KUT VEĆI OD 90°



NOTE: RADII SHOWN ARE NOT CONCENTRIC.

PROŠIRENJE STAZE ZA VOŽNJU U ZAVOJU

DIMENZIJE SU U STOPAMA

TDG 1								
KUT SKRETANJA								
Δ (degrees)	30	45	60	90	120	135	150	180 ¹
W-0 (ft)	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
W-1 (ft)	15	16	17	20	22	22	23	17
W-2 (ft)	15	16	17	20	22	22	23	17
W-3 (ft)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	35
L-1 (ft)	15	20	25	30	30	30	30	25
L-2 (ft)	0	0	0	0	0	0	0	0
L-3 (ft)	4	7	10	20	37	54	87	32
R-Fillet (ft)	0	0	0	0	0	0	0	18
R-CL (ft)	25	25	25	25	25	25	25	35
R-Outer (ft)	70	50	45	40	38	38	38	N/A

Note: Values in the table are rounded to the nearest foot. 1 foot = 0.305 meters.

PROŠIRENJE STAZE ZA VOŽNJU U ZAVOJU

DIMENZIJE SU U STOPAMA

TDG 2								
KUT SKRETANJA								
Δ (degrees)	30	45	60	90	120	135	150	180 ¹
W-0 (ft)	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5	17.5
W-1 (ft)	20	22	23	25	25	25	25	25
W-2 (ft)	20	22	23	25	25	25	25	25
W-3 (ft)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	54
L-1 (ft)	25	35	35	40	35	35	35	35
L-2 (ft)	0	0	0	0	0	0	0	0
L-3 (ft)	5	9	13	25	58	82	128	35
R-Fillet (ft)	0	0	0	0	10	10	10	10
R-CL (ft)	35	35	35	30	35	35	35	35
R-Outer (ft)	65	60	55	48	52	52	52	N/A

Note: Values in the table are rounded to the nearest foot. 1 foot = 0.305 meters.

PROŠIRENJE STAZE ZA VOŽNJU U ZAVOJU

DIMENZIJE SU U STOPAMA

TDGs 3 and 4								
KUT SKRETANJA								
Δ (degrees)	30	45	60	90	120	135	150	180 ²
W-0 (ft)	25	25	25	25	25	25	25	25
W-1 (ft)	30	30	30	30	30	35	35	35
W-2 (ft)	35	40	45	50	50	51	55	62
W-3 (ft)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	96
L-1 (ft)	90	100	100	100	90	120	125	130
L-2 (ft)	50	55	70	80	80	50	55	60
L-3 (ft)	9	17	26	50	122	173	283	60
R-Fillet (ft)	0	0	0	0	25	25	25	20
R-CL (ft)	75	75	75	60	75	75	80	80
R-Outer TDG-3 (ft)	200	155	135	98	105	103	107	N/A
R-Outer TDG-4 (ft)	130	100	100	87	100	100	105	N/A

Note: Values in the table are rounded to the nearest foot. 1 foot = 0.305 meters.

PROŠIRENJE STAZE ZA VOŽNJU U ZAVOJU

DIMENZIJE SU U STOPAMA

TDG 5								
KUT SKRETANJA								
Δ (degrees)	30	45	60	90	120	135	150	180 ²
W-0 (ft)	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5
W-1 (ft)	40	45	45	45	50	50	45	50
W-2 (ft)	52	60	65	65	72	73	73	88
W-3 (ft)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	150
L-1 (ft)	100	165	180	180	210	215	180	185
L-2 (ft)	120	90	95	90	70	70	100	90
L-3 (ft)	14	25	37	103	191	276	440	96
R-Fillet (ft)	0	0	0	50	50	50	50	35
R-CL (ft)	110	110	110	95	115	120	120	120
R-Outer (ft)	350	250	200	164	160	160	160	N/A

Note: Values in the table are rounded to the nearest foot. 1 foot = 0.305 meters.

PROŠIRENJE STAZE ZA VOŽNJU U ZAVOJU

DIMENZIJE SU U STOPAMA

TDG 6								
KUT SKRETANJA								
Δ (degrees)	30	45	60	90	120	135	150	180 ³
W-0 (ft)	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5
W-1 (ft)	46	46	52	56	60	57	55	60
W-2 (ft)	60	71	82	85	95	102	107	105
W-3 (ft)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	184
L-1 (ft)	300	300	345	365	400	363	360	395
L-2 (ft)	111	157	137	125	110	145	165	120
L-3 (ft)	16	30	47	129	246	373	594	141
R-Fillet (ft)	0	0	0	60	60	60	60	75
R-CL (ft)	150	150	150	130	155	165	170	175
R-Outer (ft)	400	300	265	200	207	210	212	N/A

Note: Values in the table are rounded to the nearest foot. 1 foot = 0.305 meters.

PROŠIRENJE STAZE ZA VOŽNJU U ZAVOJU

DIMENZIJE SU U STOPAMA

TDG 7								
KUT SKRETANJA								
Δ (degrees)	30	45	60	90	120	135	150	180 ³
W-0 (ft)	41	41	41	41	41	41	41	41
W-1 (ft)	50	50	55	56	60	57	55	60
W-2 (ft)	65	75	85	85	95	102	107	105
W-3 (ft)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	184
L-1 (ft)	360	355	390	440	450	489	410	450
L-2 (ft)	110	155	135	125	110	145	165	120
L-3 (ft)	17	31	49	129	246	363	594	141
R-Fillet (ft)	0	0	0	60	60	60	60	75
R-CL (ft)	150	150	150	130	155	165	170	175
R-Outer (ft)	400	300	270	205	210	215	215	N/A

Note: Values in the table are rounded to the nearest foot. 1 foot = 0.305 meters.

ZADATCI ZA VJEŽBU

ZADATAK

Za referentni zrakoplov Boeing 767-200 projektirati proširenje u krivini za kut skretanja od 90°

1. grafičkom metodom luka i tangente
2. računskom metodom.

Dobivene vrijednosti radijusa i dužine proširenja usporediti sa preporukama FAA za

- projektnu grupu prema referentnom zrakoplovu i
- projektnu grupu staza za vožnju.

Ulazni podatci:

R=46m

M=4,5m

X=23m

d=CMG=24,30m

raspon krila $ws=47,6$ m

visina repa $th=16,12$ m

širina glavnog podvozja $T=u=10,8$ m

$\omega = WB=19,69$ m

ZADATAK

Grafička metoda luka i tangente

Ulazni podatci:

$R=46\text{m}$

$M=4,5\text{m}$

$X=23\text{m}$

$T=10,8\text{m}$

$d=\text{CMG}=24,30\text{m}$

ZADATAK

Računska metoda

Ulazni podatci:

$R=46\text{m}$

$d=\text{CMG}=24,30\text{m}$

$\omega = \text{WB}=19,69\text{m}$

$u=10,8\text{m}$

$W=23\text{m}$

$M=4,5\text{m}$

ZADATAK

Grafička metoda luka i tangente

RIJEŠENJE:

$$\lambda \text{ max} = 0,25 * 24,3 = 6,1$$

Radijus proširenja

$$r = 46 - (6,1 + 4,5 + 5,4) = 30\text{m}$$

Dužina proširenja

$$\lambda = 11,5 - (4,5 + 5,4) = 1,6$$

$$\beta = 3,9^\circ \rightarrow L1' = 2,85, L1(5^\circ) = 62\text{m} \rightarrow L1 = 64,85\text{m}$$

$$\beta_{\text{max}} = 29^\circ \rightarrow L2 = 18,5\text{m}$$

$$L3 = 64,85 - 18,5 = 46,35\text{m}$$

$$l = L3 - d = 46,35 - 24,30 = 22,05 \approx 23\text{m}$$

ZADATAK

Računska metoda

RIJEŠENJE:

$$A_{\max} = 32^{\circ}$$

$$B_{\max} = 22^{\circ}$$

$$F = 29\text{m}$$

$$L = 28\text{m}$$

ZADATAK

Airplane Design Group (ADG)

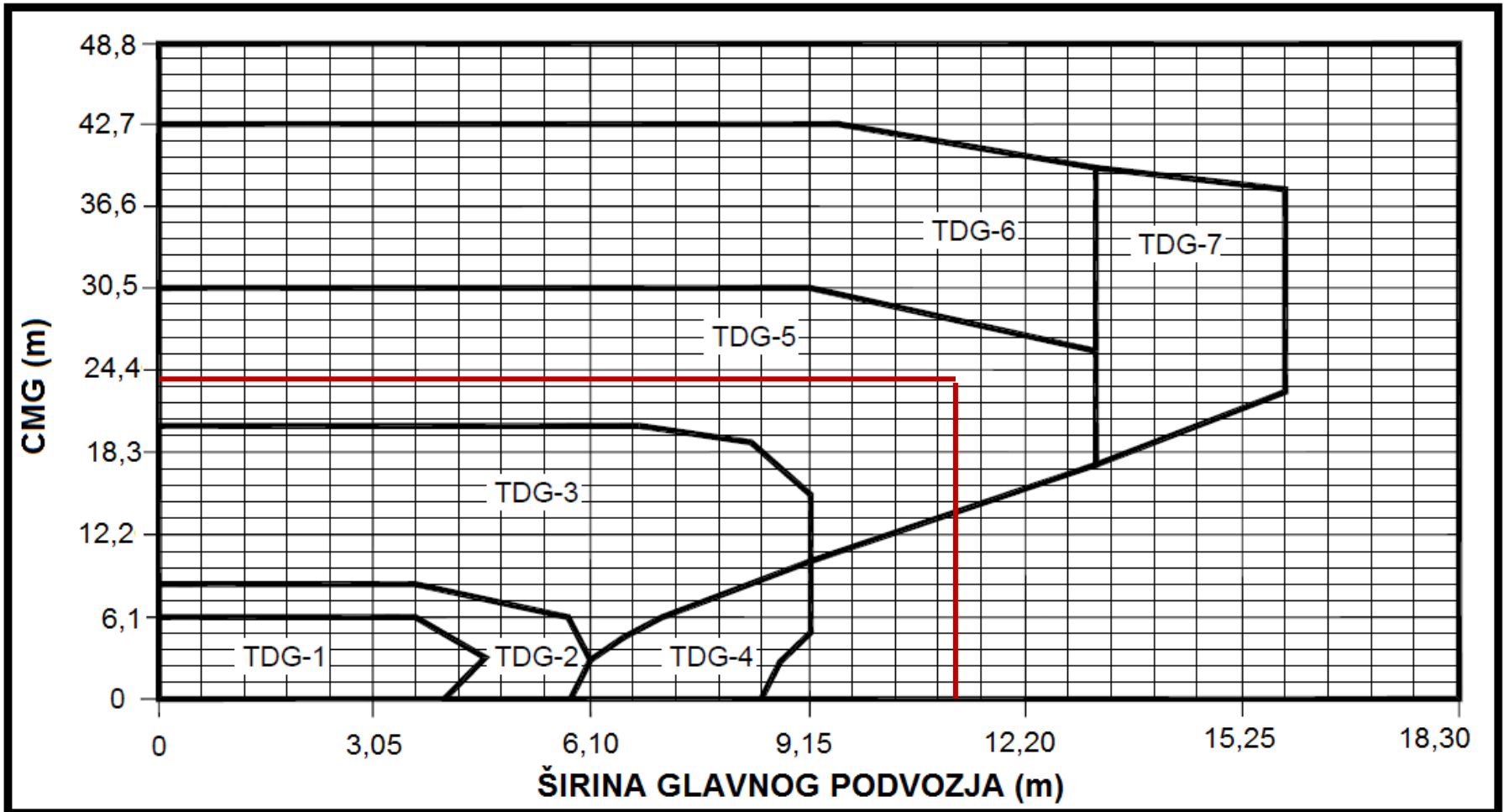
Grupa	Visina repa [m]	Raspon krila [m]
I	< 6 m	< 15 m
II	6 m - < 9 m	15 m - < 24 m
III	9 m - < 13.5 m	24 m - < 36 m
IV	13.5 m - < 18.5 m	36 m - < 52 m
V	18.5 m - < 20 m	52 m - < 65 m
VI	20 m - < 24.5 m	65 m - < 80 m

raspon krila $w_s=47,6$ m

visina repa $th=16,12$ m

ZADATAK

		PROJEKTNA GRUPA PREMA REFERETNOM ZRAKOPLOVU (ADG)					
		I	II	III	IV	V	VI
Radius središnje linije staze za vožnju	R (m)	23	23	30	46	46	52
Dužina proširenja	L (m)	15	15	46	76	76	76
Radius proširenja za skretanje staze za vožnju	F (m)	18	17	17	26	26	26
Radius proširenja za simetrično proširenja	F (m)	19	18	21	32	32	34
Radius proširenja za jednostrano proširenje	F (m)	19	18	18	30	30	30



- udaljenost kokpita od glavnog podvozja 24,3m
 - širinu glavnog podvozja 10,8m
- } **TDG 5**

ZADATAK

DIMENZIJE SU U STOPAMA

TDG 5								
KUT SKRETANJA								
Δ (degrees)	30	45	60	90	120	135	150	180 ²
W-0 (ft)	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5
W-1 (ft)	40	45	45	45	50	50	45	50
W-2 (ft)	52	60	65	65	72	73	73	88
W-3 (ft)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	150
L-1 (ft)	100	165	180	180	210	215	180	185
L-2 (ft)	120	90	95	90	70	70	100	90
L-3 (ft)	14	25	37	103	191	276	440	96
R-Fillet (ft)	0	0	0	50	50	50	50	35
R-CL (ft)	110	110	110	95	115	120	120	120
R-Outer (ft)	350	250	200	164	160	160	160	N/A

Note: Values in the table are rounded to the nearest foot. 1 foot = 0.305 meters.

$R_f = 50 * 0,305 = 15,25 = 16m...$ $W_1 = 45 * 0,305 = 13,73m ...$ $L_1 = 180 * 0,305 = 54,9 = 55m ...$ itd

VJEŽBE

Izračunati elemente proširenja staze za vožnju u horizontalnom zavoju prema sve četiri metode za referentni zrakoplov.

Nacrtati rješenje u ACAD-u prema sve četiri metode.

Usporediti.

Usvojiti konačno rješenje i obrazložiti.

Primjeniti usvojeno rješenje na svim potrebnim mjestima.



HVALA!