

I računska vežba

Dijagram Ostrovcova & Dinamički pasoš

AUTOR:

MARKO STOKIĆ

PREDMET:

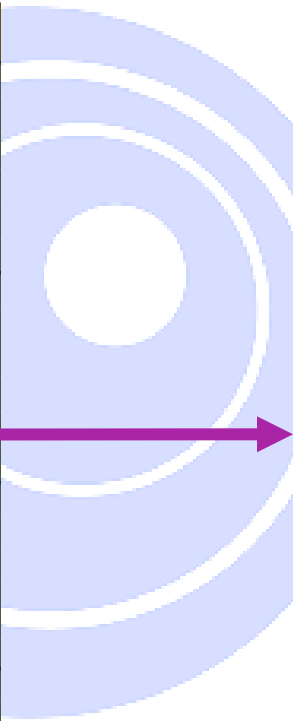
EKSPLOATACIONO-TEHNIČKA SVOJSTVA MOTORNIH VOZILA

Metod slobodne vučne sile (Dijagram Ostrovcova)

- ▶ Metod slobodne vučne sile omogućava analizu izmeritelja vučne dinamičnosti u slučajevima kada se menja opterećenje, odnosno iskorišćenje korisne nosivosti
- ▶ Na osnovu dijagrama dobijenog ovom metodom moguće je za konkretno vozilo naći vezu između četiri karakteristične veličine:
 - ▶ Brzine [V]
 - ▶ Iskorišćenja korisne nosivosti [H]
 - ▶ Koeficijenta otpora puta [Ψ]
 - ▶ Koeficijenta prijanjanja [φ]
- ▶ Na osnovu dve poznate vrednosti od četiri navedene moguće je odrediti ostale dve
- ▶ Dijagram se sastoji od tri dela

Excel tabela sa ulaznim podacima

ne [o/min]	st. pr. [-]	Pe [W]	Me [Nm]	V [m/s]	Fo [N]	Rv [N]	Fsl [N]	D [-]	Dpr [-]
	I								
0	II	0	0						
0	III	0	0						
0	IV	0	0						
0	V	0	0						
0	VI	0	0						
	I								
0	II	0	0						
0	III	0	0						
0	IV	0	0						
0	V	0	0						
0	VI	0	0						
	I								
0	II	0	0						
0	III	0	0						
0	IV	0	0						
0	V	0	0						
0	VI	0	0						
	I								
0	II	0	0						
0	III	0	0						
0	IV	0	0						
0	V	0	0						
0	VI	0	0						



ne [o/min]	st. pr. [-]	Pe [W]	Me [Nm]	V [m/s]	Fo [N]	Rv [N]	Fsl [N]	D [-]	Dpr [-]
280	I	9362.67328	319.334	0.65	12997	1.566	1299569685	0.1668	0.1668
280	II	9362.67328	319.334	0.871	9748.1	2.808	9745269583	0.1251	0.1251
280	III	9362.67328	319.334	1.166	7313	5.034	7307929012	0.0938	0.0939
280	IV	9362.67328	319.334	1.561	5485.9	9.024	5476925448	0.0703	0.0704
280	V	9362.67328	319.334	2.091	4112.5	16.2	4096345585	0.0526	0.0528
280	VI	9362.67328	319.334	2.8	3084.8	29.04	3055724283	0.0392	0.0396
500	I	19226.12	367.219	1.161	14946	4.992	1494123761	0.1918	0.1919
500	II	19226.12	367.219	1.555	11210	8.954	1120086582	0.1438	0.1439
500	III	19226.12	367.219	2.081	8409.6	16.05	839350564	0.1077	0.108
500	IV	19226.12	367.219	2.787	6308.6	28.77	627980415	0.0806	0.081
500	V	19226.12	367.219	3.734	4729.2	51.65	467757586	0.06	0.0607
500	VI	19226.12	367.219	5	3547.3	92.61	3454724	0.0443	0.0455
1000	I	47448.86	453.137	2.322	18443	19.97	1842321046	0.2365	0.2368
1000	II	47448.86	453.137	3.109	13833	35.82	1379675328	0.1771	0.1776
1000	III	47448.86	453.137	4.163	10377	64.21	1031292455	0.1324	0.1332
1000	IV	47448.86	453.137	5.574	7784.6	115.1	76694906	0.0985	0.0999
1000	V	47448.86	453.137	7.468	5835.7	206.6	56291084	0.0723	0.0749
1000	VI	47448.86	453.137	10	4377.3	370.4	4006,86	0.0514	0.0562
1500	I	79670.1	507.233	3.483	20645	44.93	2060003853	0.2644	0.265
1500	II	79670.1	507.233	4.664	15484	80.59	1540334238	0.1977	0.1988
1500	III	79670.1	507.233	6.245	11616	144.5	114715077	0.1473	0.1491
1500	IV	79670.1	507.233	8.361	8713.9	259	84549564	0.1085	0.1119
1500	V	79670.1	507.233	11.2	6532.4	464.9	60675227	0.0779	0.0839
1500	VI	79670.1	507.233	15	4899.9	833.5	4066381	0.0522	0.0629

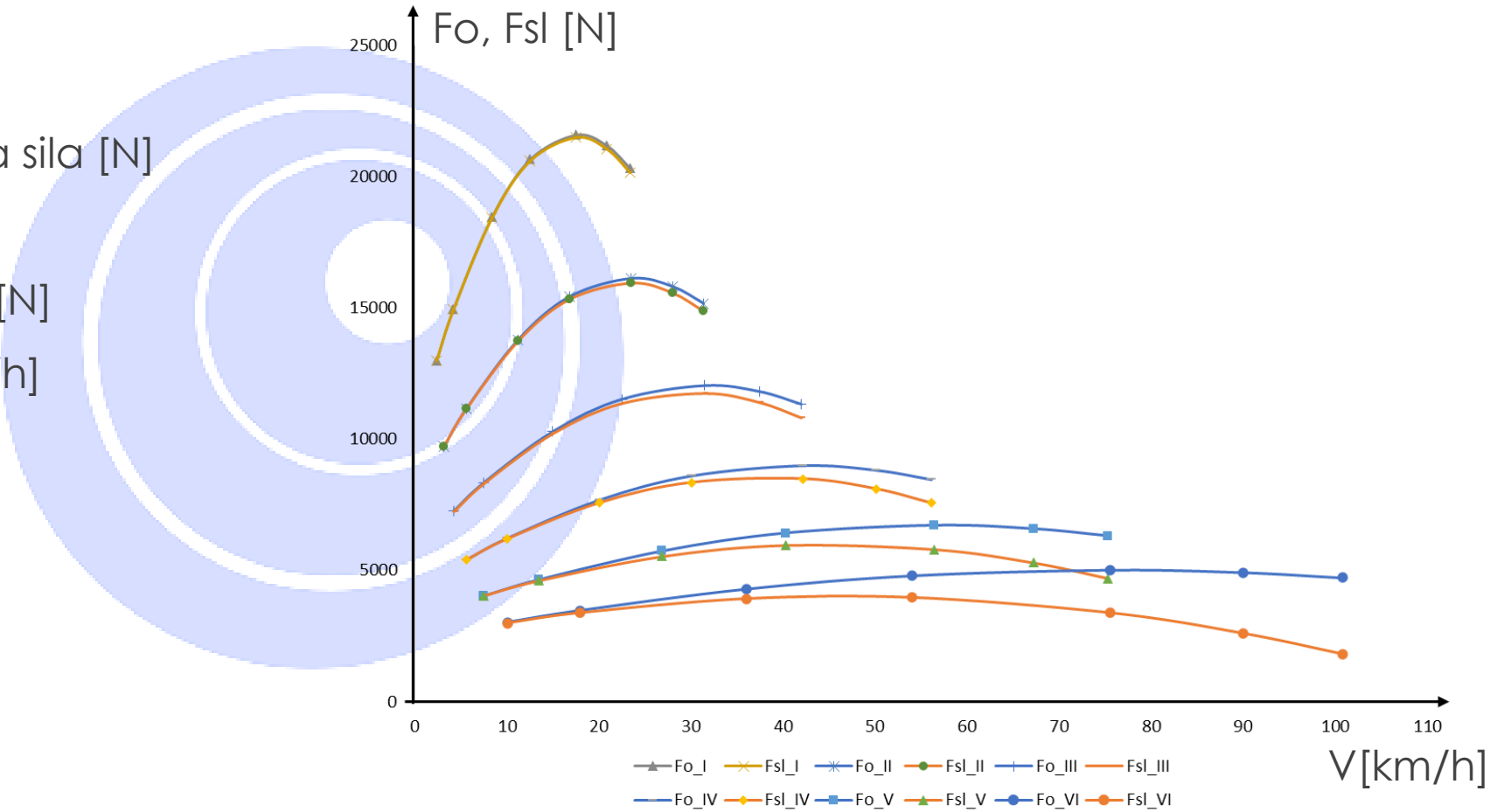
Excel tabela sa ulaznim podacima

- ▶ Popuniti sve tražene ulazne veličine na osnovu proračuna koji je izvršen u vežbi iz Motornih vozila
- ▶ Na osnovi tih vrednosti izvršiti dalje proračune koji su zahtevani u vežbi

ULAZNE VELIČINE			
Maksimalna snaga	$P_{e_{max}}$		W
Broj obrtaja pri max snazi	$n_{p_{max}}$		$^{\circ}/min$
Maksimalni broj obrtaja	$n_{e_{max}}$		$^{\circ}/min$
Minimalni broj obrtaja	$n_{e_{min}}$		$^{\circ}/min$
Odnos u glavnom prenosniku	i_o		
Maksimalna brzina	V_{max}		m/s
Prenosni odnosi u menjaču u prvom stepenu	i_1		
Prenosni odnosi u menjaču u drugom stepenu	i_2		
Prenosni odnosi u menjaču u trećem stepenu	i_3		
Prenosni odnosi u menjaču u četvrtom stepenu	i_4		
Prenosni odnosi u menjaču u petom stepenu	i_5		
Prenosni odnosi u šestom stepenu (ako ga ima)	i_6		
Koeficijent iskorišćenja mt	η_{mt}		max
Koeficijent iskorišćenja mt u prvom stepenu	1		
Koeficijent iskorišćenja mt u drugom stepenu	2		
Koeficijent iskorišćenja mt u trećem stepenu	3		
Koeficijent iskorišćenja mt u četvrtom stepenu	4		
Koeficijent iskorišćenja mt u petom stepenu	5		
Koeficijent iskorišćenja mt u šestom stepenu (ako ga ima)	6		
Dinamički poluprečnik točka	r_d		m
Težina praznog vozila	G_o		N
Nominalna nosivost	G_t		N
Nominalno opterećeno vozilo	G		N
Os. opterećenje prednje osovine	G_p		N

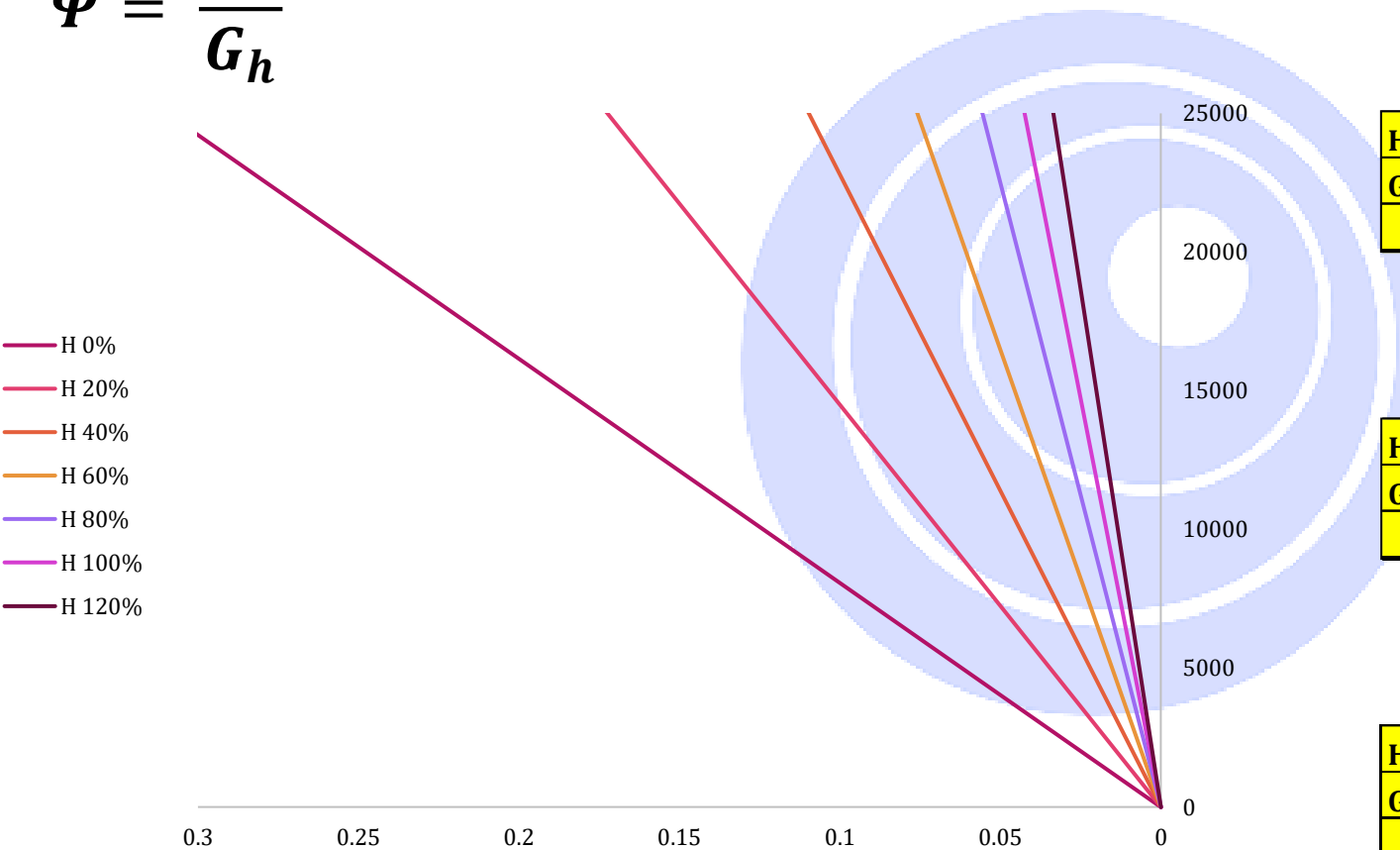
Konstrukcija srednjeg dela grafikona

- ▶ F_o – vučna sila [N]
- ▶ F_{sl} – slobodna vučna sila [N]
- ▶ $F_{sl} = F_o - R_v$ [N]
- ▶ R_v – otpor vazduha [N]
- ▶ U funkciji brzine [km/h]



Konstrukcija zrakova opterećenja za ψ

$$\psi = \frac{F_{sl}}{G_h}$$



H [%]	0	20	40	60	80	100	120
Gh [N]							
ψ							

H [%]	0	20	40	60	80	100	120
Gh [N]	28852.9	38662.9	48472.9	58282.9	68092.9	77902.9	87712.9
ψ							

H [%]	0	20	40	60	80	100	120
Gh [N]	28852.9	38662.9	48472.9	58282.9	68092.9	77902.9	87712.9
ψ	0.35743	0.26674	0.21276	0.17695	0.15145	0.13238	0.11758

Koje Fsl usvojiti?

- ▶ Biraju se vrednosti Fo i Fsl na osnovu kojih se konstruiše dijagram
- ▶ Biraju se vrednost za **srednji** broj obrtaja i za **srednji** stepen prenosa
- ▶ Na primer: Ukoliko je broj obrtaja od 500 do 3000, usvoji se vrednost **1500 o/min** i **III stepen prenosa**
- ▶ Na osnovu ovih vrednosti se crtaju zraci opterećenja

ne [o/min]	st. pr. [-]	Pe [W]	Me [Nm]	V [m/s]	Fo [N]	Rv [N]	Fsl [N]	D [-]	Dpr [-]
280	I	9362.67328	319.334	0.65	12997	1.566	1299569685	0.1668	0.1668
280	II	9362.67328	319.334	0.871	9748.1	2.808	9745269583	0.1251	0.1251
280	III	9362.67328	319.334	1.166	7313	5.034	7307929012	0.0938	0.0939
280	IV	9362.67328	319.334	1.561	5485.9	9.024	5476925448	0.0703	0.0704
280	V	9362.67328	319.334	2.091	4112.5	16.2	4096345585	0.0526	0.0528
280	VI	9362.67328	319.334	2.8	3084.8	29.04	3055724283	0.0392	0.0396
500	I	19226.12	367.219	1.161	14946	4.992	1494123761	0.1918	0.1919
500	II	19226.12	367.219	1.555	11210	8.954	1120086582	0.1438	0.1439
500	III	19226.12	367.219	2.081	8409.6	16.05	839350564	0.1077	0.108
500	IV	19226.12	367.219	2.787	6308.6	28.77	627980415	0.0806	0.081
500	V	19226.12	367.219	3.734	4729.2	51.65	467757586	0.06	0.0607
500	VI	19226.12	367.219	5	3547.3	92.61	3454724	0.0443	0.0455
1000	I	47448.86	453.137	2.322	18443	19.97	1842321046	0.2365	0.2368
1000	II	47448.86	453.137	3.109	13833	35.82	1379675328	0.1771	0.1776
1000	III	47448.86	453.137	4.163	10377	64.21	1031292455	0.1324	0.1332
1000	IV	47448.86	453.137	5.574	7784.6	115.1	76694906	0.0985	0.0999
1000	V	47448.86	453.137	7.468	5835.7	206.6	56291084	0.0723	0.0749
1000	VI	47448.86	453.137	10	4377.3	370.4	4006,86	0.0514	0.0562
1500	I	79670.1	507.233	3.483	20645	44.93	2060003853	0.2644	0.265
1500	II	79670.1	507.233	4.664	15484	80.59	1540334238	0.1977	0.1988
1500	III	79670.1	507.233	6.245	11616	144.5	114715077	0.1473	0.1491
1500	IV	79670.1	507.233	8.361	8713.9	259	84549564	0.1085	0.1119
1500	V	79670.1	507.233	11.2	6532.4	464.9	60675227	0.0779	0.0839
1500	VI	79670.1	507.233	15	4899.9	833.5	4066381	0.0522	0.0629

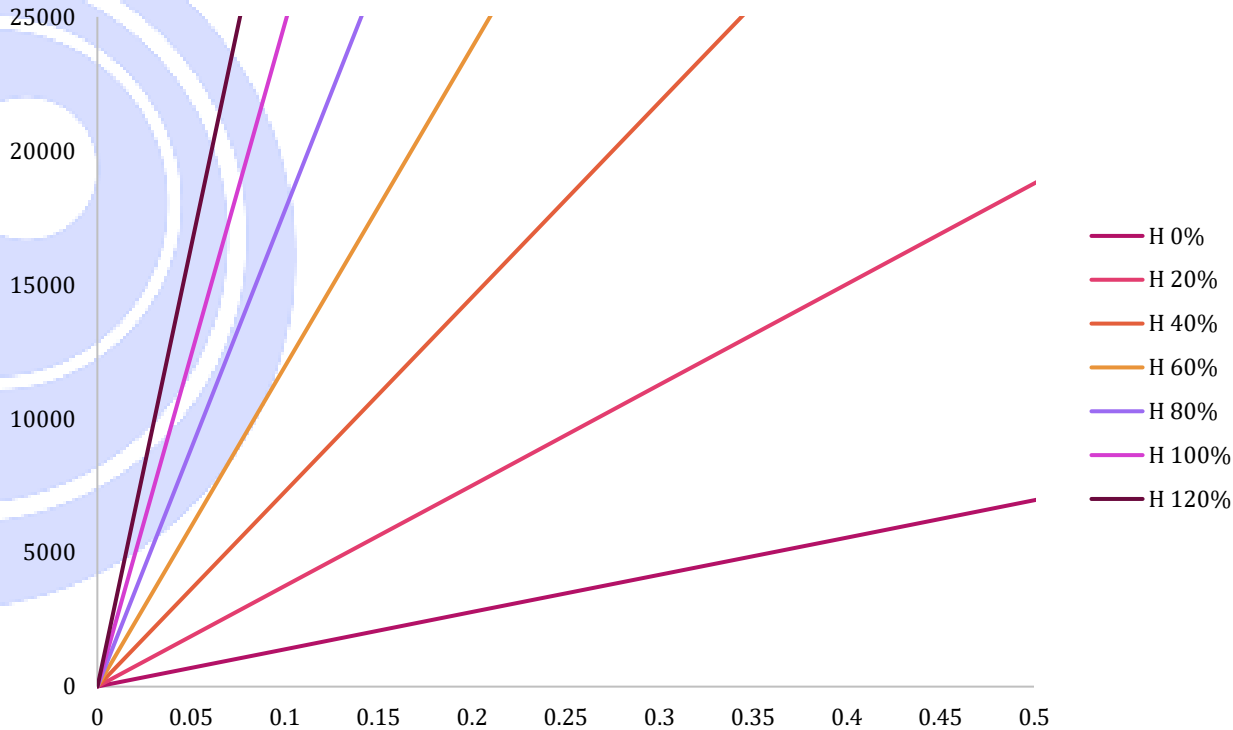
Konstrukcija zrakova opterećenja za φ

$$\varphi = \frac{F_o}{G_{hpog}}$$

H [%]	0	20	40	60	80	100	120
Ghpog [N]							
φ							

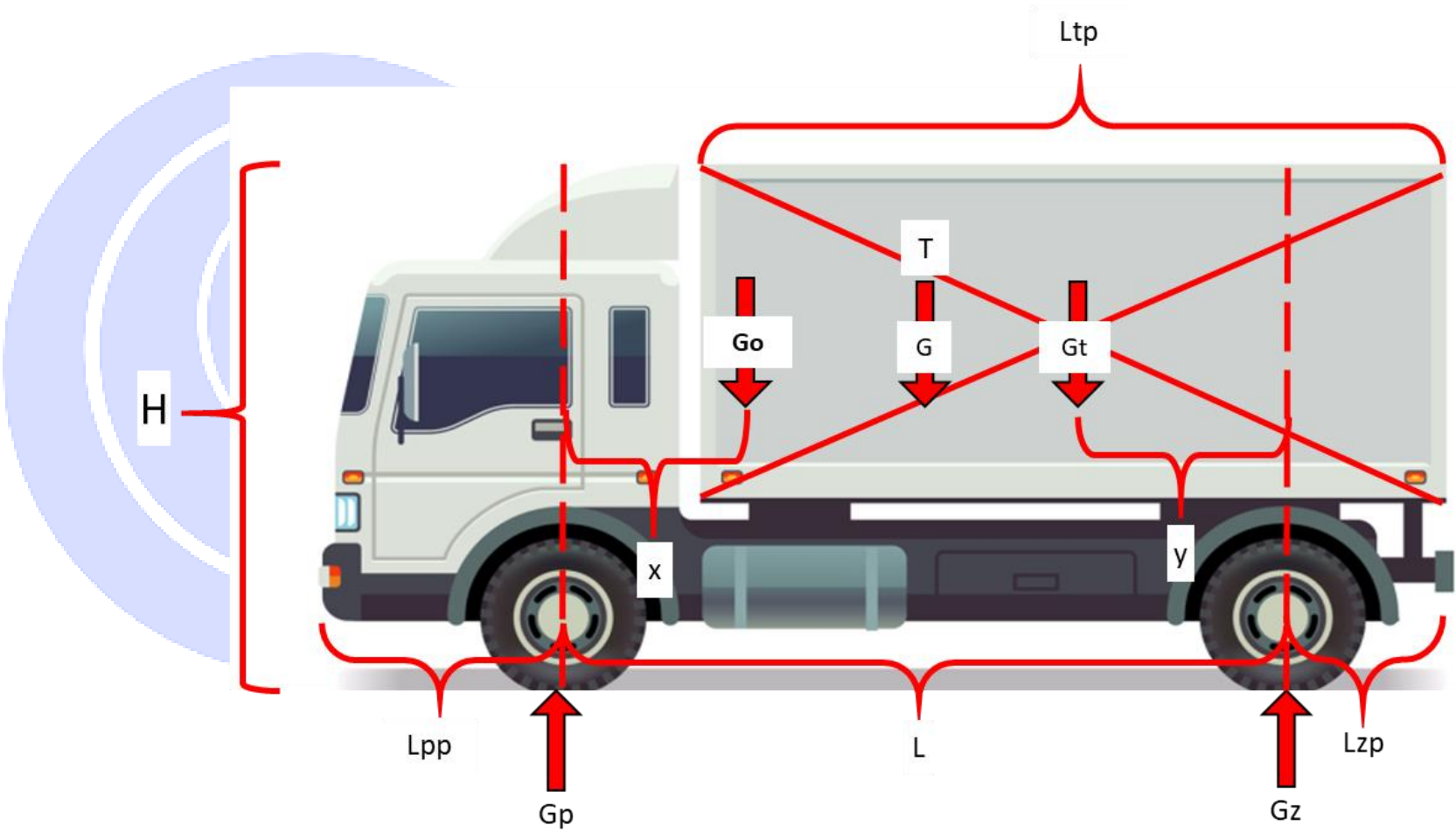
H [%]	0	20	40	60	80	100	120
Ghpog [N]	12012.2	19740.4	27468.6	35196.9	42925.1	50653.3	58381.6
φ							

H [%]	0	20	40	60	80	100	120
Ghpog [N]	12012.2	19740.4	27468.6	35196.9	42925.1	50653.3	58381.6
φ	0.86388	0.52568	0.37778	0.29483	0.24175	0.20487	0.17775



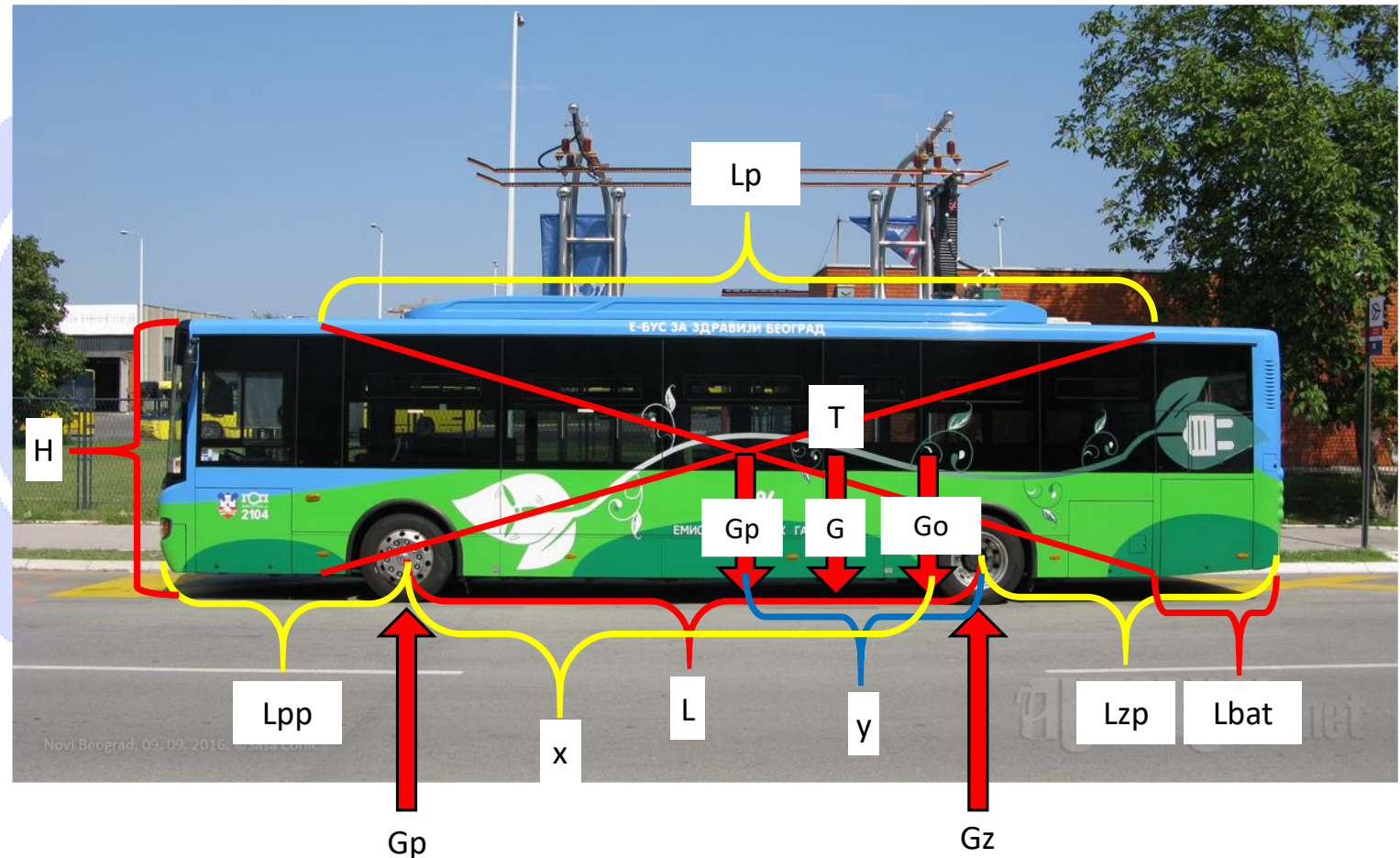
Kako dobiti G_{hpog} ?

- ▶ Suma momenata
- ▶ Izračunati 'y'
- ▶ Izračunati 'x'



Kako dobiti G_{hpog} ?

- Suma momenata
- Izračunati ' y '
- Izračunati ' x '



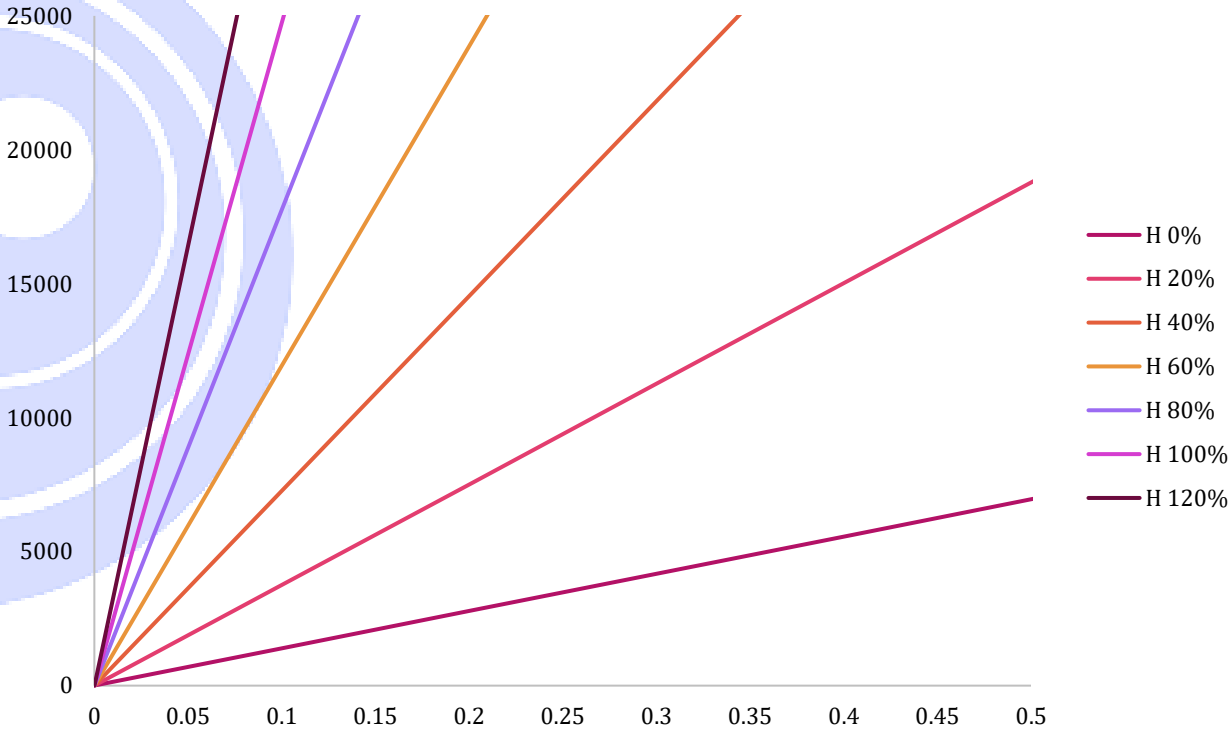
Konstrukcija zrakova opterećenja za φ

$$\varphi = \frac{F_o}{G_{hpog}}$$

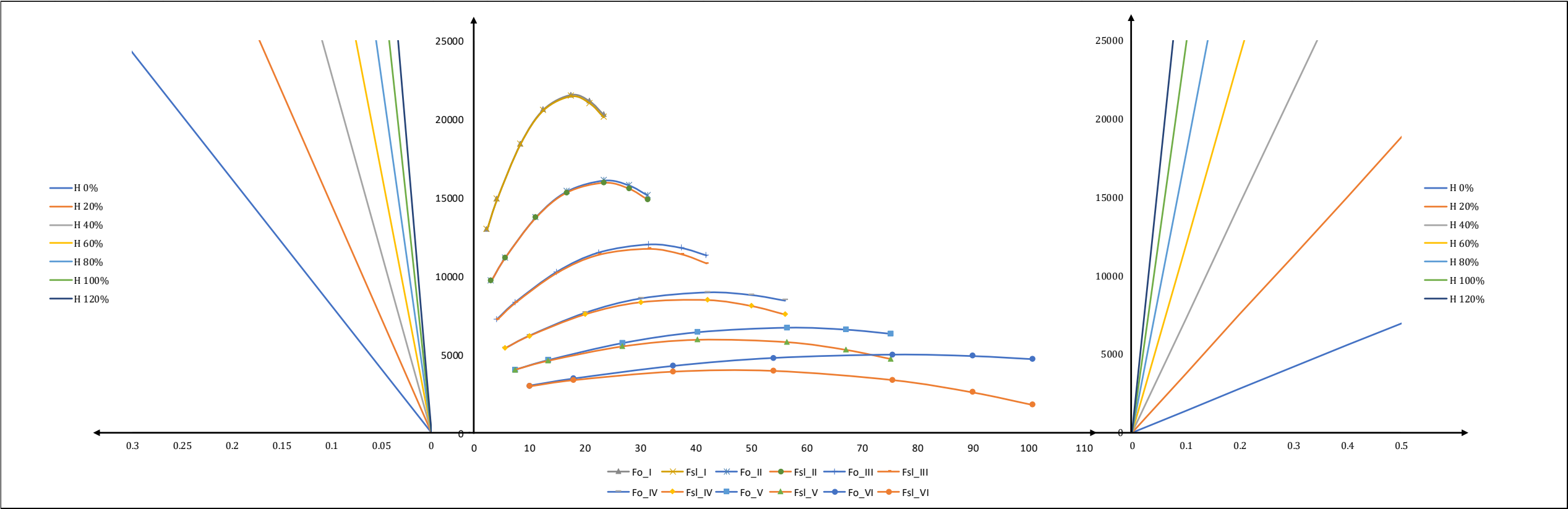
H [%]	0	20	40	60	80	100	120
G _{hpog} [N]							
φ							

H [%]	0	20	40	60	80	100	120
G _{hpog} [N]	12012.2	19740.4	27468.6	35196.9	42925.1	50653.3	58381.6
φ							

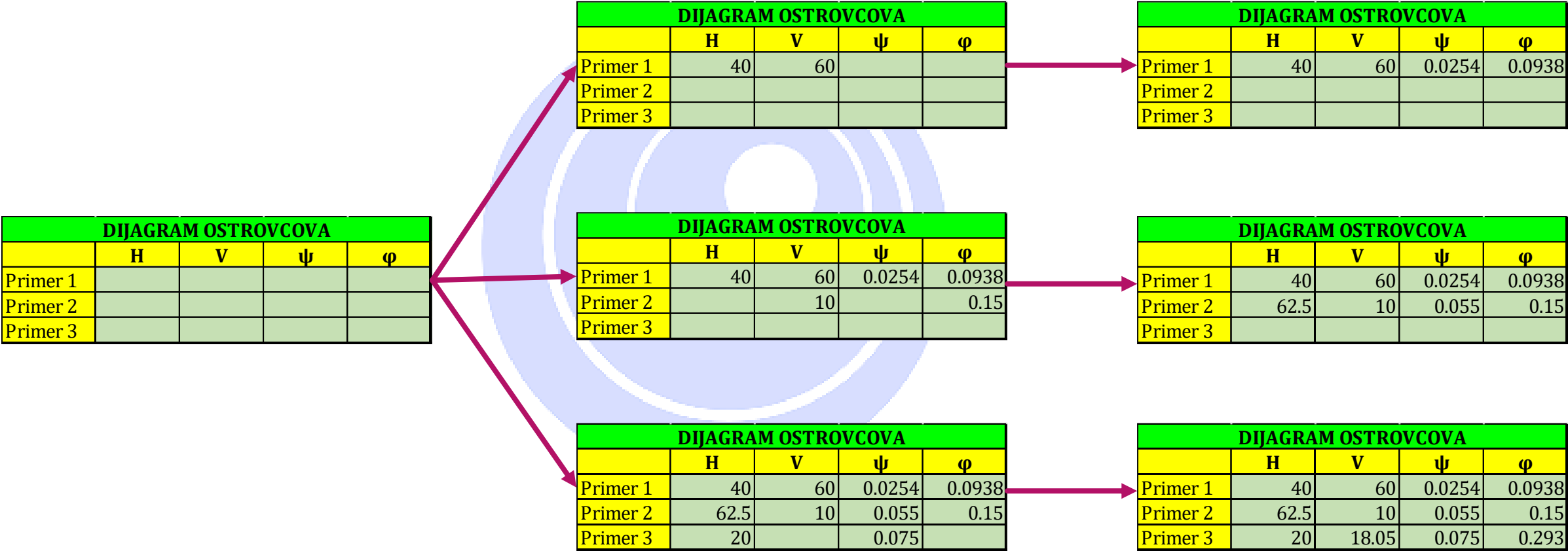
H [%]	0	20	40	60	80	100	120
G _{hpog} [N]	12012.2	19740.4	27468.6	35196.9	42925.1	50653.3	58381.6
φ	0.86388	0.52568	0.37778	0.29483	0.24175	0.20487	0.17775



Dijagram Ostrovcova



Primeri za Dijagram Ostrovcova

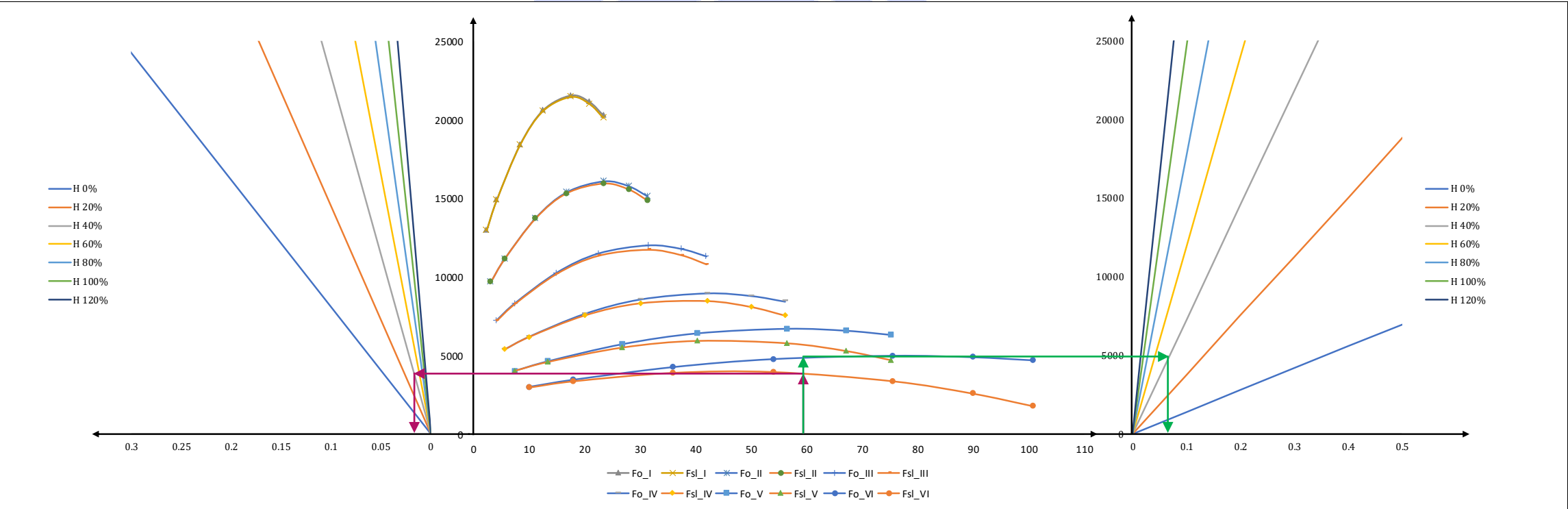


Primer 1 – šesti stepen prenosa

DIJAGRAM OSTROVCOVA				
	H	V	ψ	φ
Primer 1				
Primer 2				
Primer 3				

DIJAGRAM OSTROVCOVA				
	H	V	ψ	φ
Primer 1	40	60		
Primer 2				
Primer 3				

DIJAGRAM OSTROVCOVA				
	H	V	ψ	φ
Primer 1	40	60	0.0254	0.0938
Primer 2				
Primer 3				

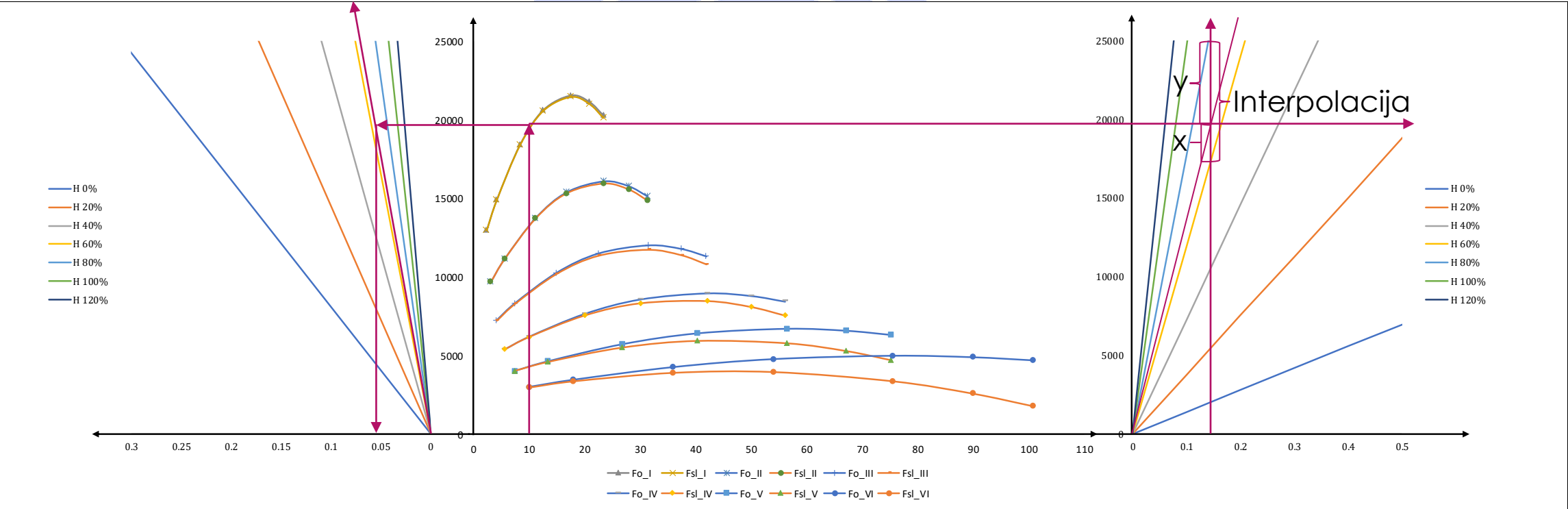


Primer 2 – prvi stepen prenosa

DIJAGRAM OSTROVCOVA				
	H	V	ψ	ϕ
Primer 1				
Primer 2				
Primer 3				

DIJAGRAM OSTROVCOVA				
	H	V	ψ	ϕ
Primer 1	40	60	0.0254	0.0938
Primer 2		10		0.15
Primer 3				

DIJAGRAM OSTROVCOVA				
	H	V	ψ	ϕ
Primer 1	40	60	0.0254	0.0938
Primer 2	62.5	10	0.055	0.15
Primer 3				

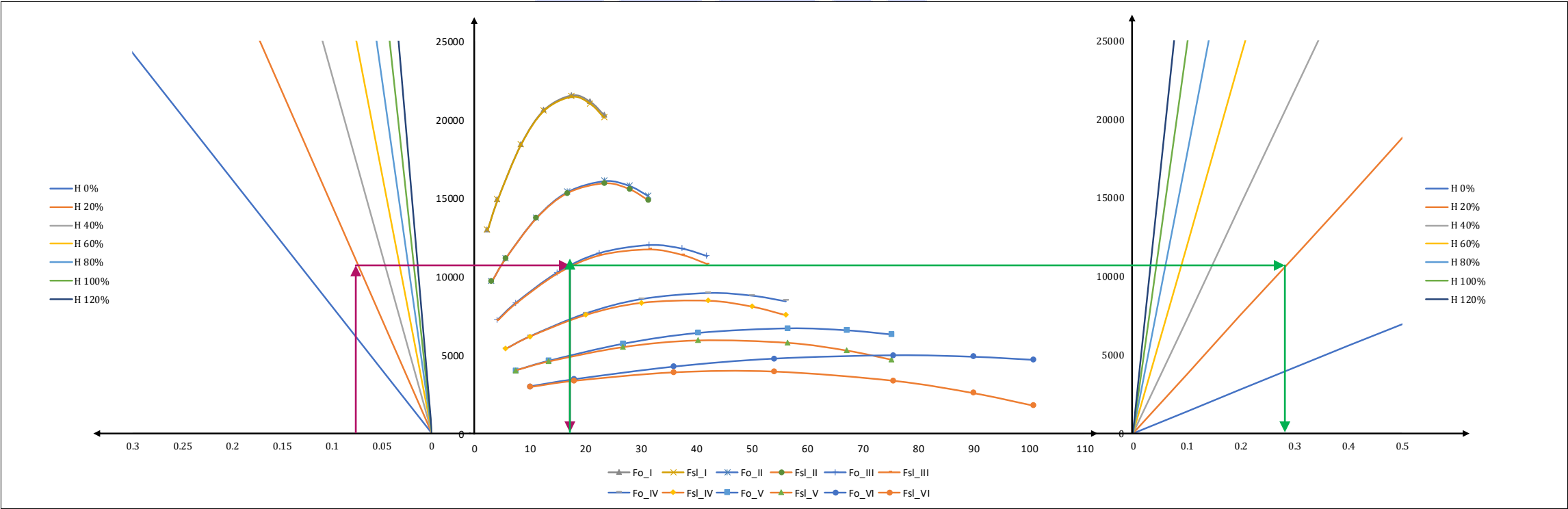


Primer 3 – treći stepen prenosa

DIJAGRAM OSTROVCOVA				
	H	V	ψ	ϕ
Primer 1				
Primer 2				
Primer 3				

DIJAGRAM OSTROVCOVA				
	H	V	ψ	ϕ
Primer 1	40	60	0.0254	0.0938
Primer 2	62.5	10	0.055	0.15
Primer 3	20		0.075	

DIJAGRAM OSTROVCOVA				
	H	V	ψ	ϕ
Primer 1	40	60	0.0254	0.0938
Primer 2	62.5	10	0.055	0.15
Primer 3	20	18.05	0.075	0.293



Dinamički pasoš

- ▶ Dinamički pasoš motornog vozila omogućava uporednu analizu dinamičnosti različitih vozila kod kojih se veličine vučnih sila znatno razlikuju
- ▶ Osnovu ove metode predstavlja dinamička karakteristika (grafički prikaz zavisnosti dinamičkog faktora od brzine kretanja u pojedinim stepenima prenosa)
- ▶ Iz definicije dinamičkog faktora proizilazi da on zavisi samo od konstrukcionih parametara vozila:

$$D = \frac{F_o - R_V}{G}$$

- ▶ Pri ravnomernom kretanju vučna sila potrebna za savlađivanje otpora je:

$$F_o = R_\psi + R_V$$

Dinamički pasoš

- ▶ Na osnovu prethodno navedenog sledi:

$$D = \frac{F_o - R_V}{G} = \frac{R_\psi}{G} = \frac{\Psi \cdot G}{G} = \Psi$$

- ▶ Što znači da ordinata svake tačke na dinamičkoj karakteristici, pri ravnomernom kretanju, određuje i najveći koeficijent otpora puta koje vozilo može da savlada pri toj brzini.
- ▶ Kontrola proklizavanja pogonskih točkova vrši se tako što se na dinamičku karakteristiku nanesu vrednosti dinamičkog faktora u odnosu na prijanjanje u datim uslovima

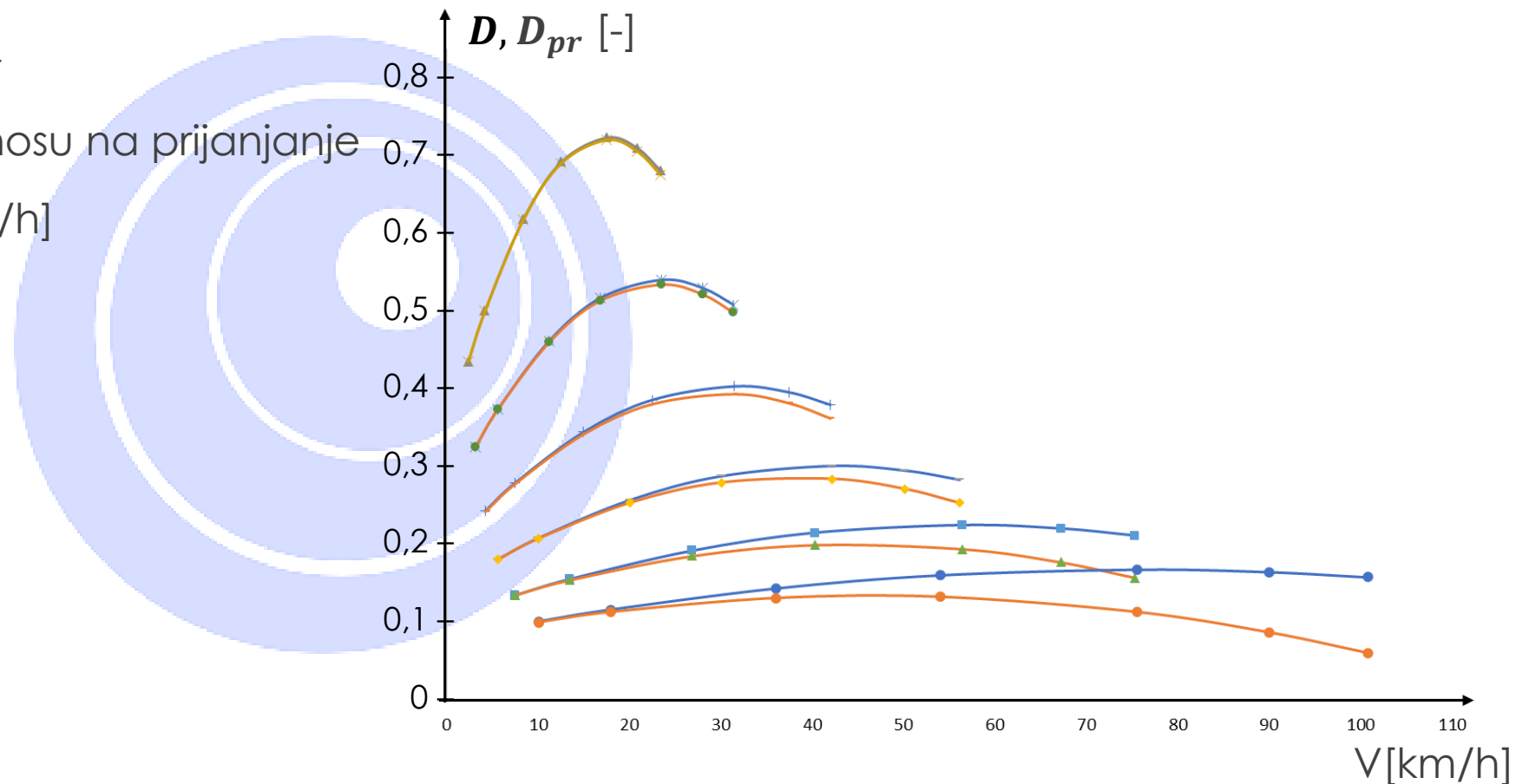
$$D_{pr} = \frac{F_{pr}}{G} = \frac{G_{pog} \cdot \varphi}{G}$$

- ▶ Pri čemu je uslov kretanja:

$$D_{pr} > D > \Psi$$

Dinamički pasoš

- ▶ D – dinamički faktor
- ▶ D_{pr} – din. fak. u odnosu na prijanjanje
- ▶ U funkciji brzine [km/h]



Dinamički pasoš

- ▶ Na osnovu iznetog, vidi se da se sama dinamička karakteristika može koristiti za analizu izmeritelja vučne dinamičnosti jedino u uslovima punog iskorišćenja nosivosti
- ▶ Iz tog razloga dinamičkoj karakteristici se pridodaje nomogram iskorišćenja nosivosti, kojim se pokrivaju svi slučajevi, od praznog vozila pa do njegove pune opterećenosti
- ▶ Prikazan zajedno sa dinamičkom karakteristikom čini dinamički pasoš motornog vozila

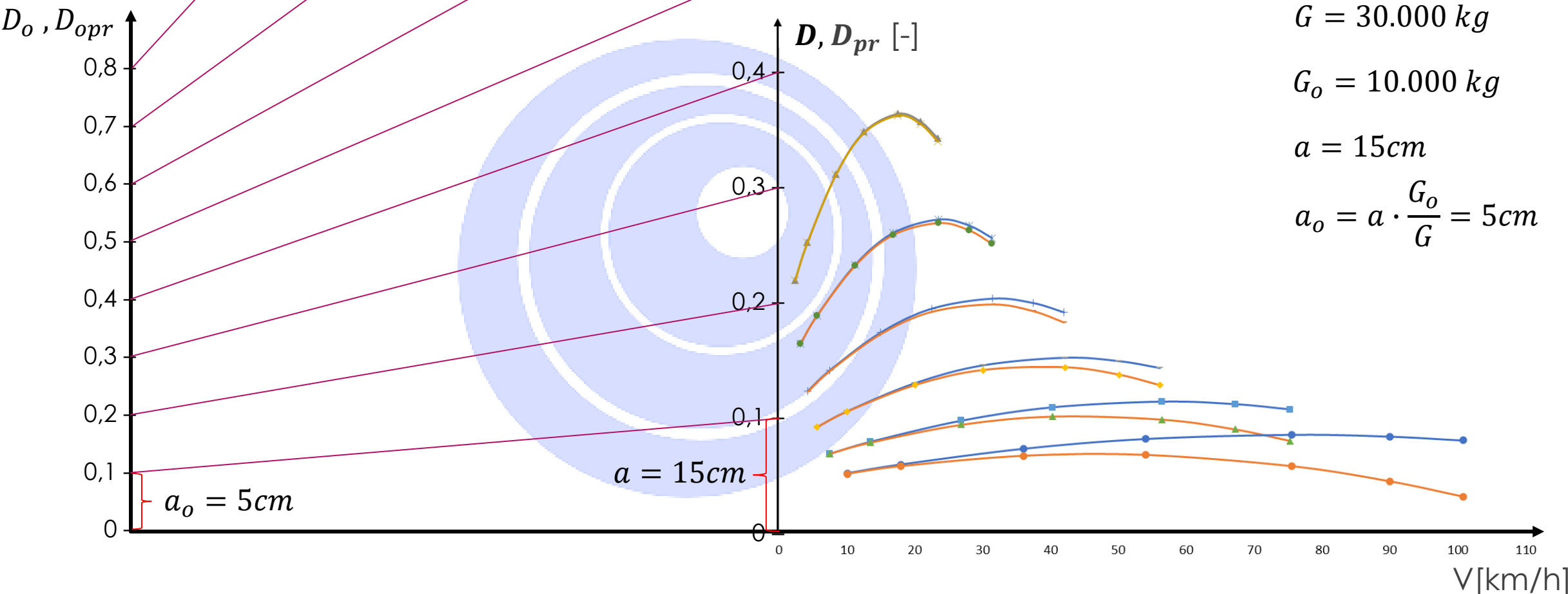
Način konstrukcije dinamičkog pasoša

- ▶ Nomogram kojim se pokrivaju svi slučajevi iskorišćenja korisne nosivosti crta se tako što se na produžetku apcise sa leve strane nanese sklada iskorišćenja korisne nosivosti u proizvoljnoj razmeri
- ▶ Od tačke $H = 0\%$ povuče se prava paralelna ordinati D i na nju se nanese skala dinamičkog faktora D_o koji odgovara praznom vozilu. Razmera skale nalazi se iz odnosa

$$\frac{a_o}{a} = \frac{G_o}{G} \Rightarrow a_o = a \cdot \frac{G_o}{G}$$

- ▶ ' a ' - predstavlja razmeru skale dinamičkog faktora pri punom opterećenju
- ▶ ' a_o ' – predstavlja razmeru skale dinamičkog faktora pri praznom vozilu
- ▶ Zatim je potrebno spojiti tačke istih vrednosti dinamičkih faktora punim linijama

Zraci za koeficijent otpora puta



Način konstrukcije dinamičkog pasoša

- ▶ Na kraju se nomogram iskorišćenja korisne nosivosti dopunjuje na način koji obezbeđuje kontrolu proklizavanja. Za ovo se koristi dinamički faktor u odnosu na prijanjanje D_{pr} .
- ▶ Njegova vrednost se računa za prazno vozilo D_{pro} i opterećeno vozilo D_{pr} za različite vrednosti koeficijenta prijanjanja φ , a potom se nanosi na odgovarajuće ordinate D_o i D .
- ▶ φ – uzima vrednosti $\varphi = [0,1 \div 0,6]$

$$D_{pr} = \frac{G_{pog} \cdot \varphi}{G} = \frac{G_{pog(H=100\%)} \cdot \varphi}{G}$$

$$D_{opr} = \frac{G_{opog} \cdot \varphi}{G_o} = \frac{G_{opog(H=0\%)} \cdot \varphi}{G_o}$$

Način konstrukcije dinamičkog pasoša

φ	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
D_{opr}						
D_{pr}						



φ	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
D_{opr}	0.042	0.083	0.125	0.167	0.208	0.250
D_{pr}						



φ	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
D_{opr}	0.042	0.083	0.125	0.167	0.208	0.250
D_{pr}	0.065	0.130	0.195	0.260	0.325	0.390

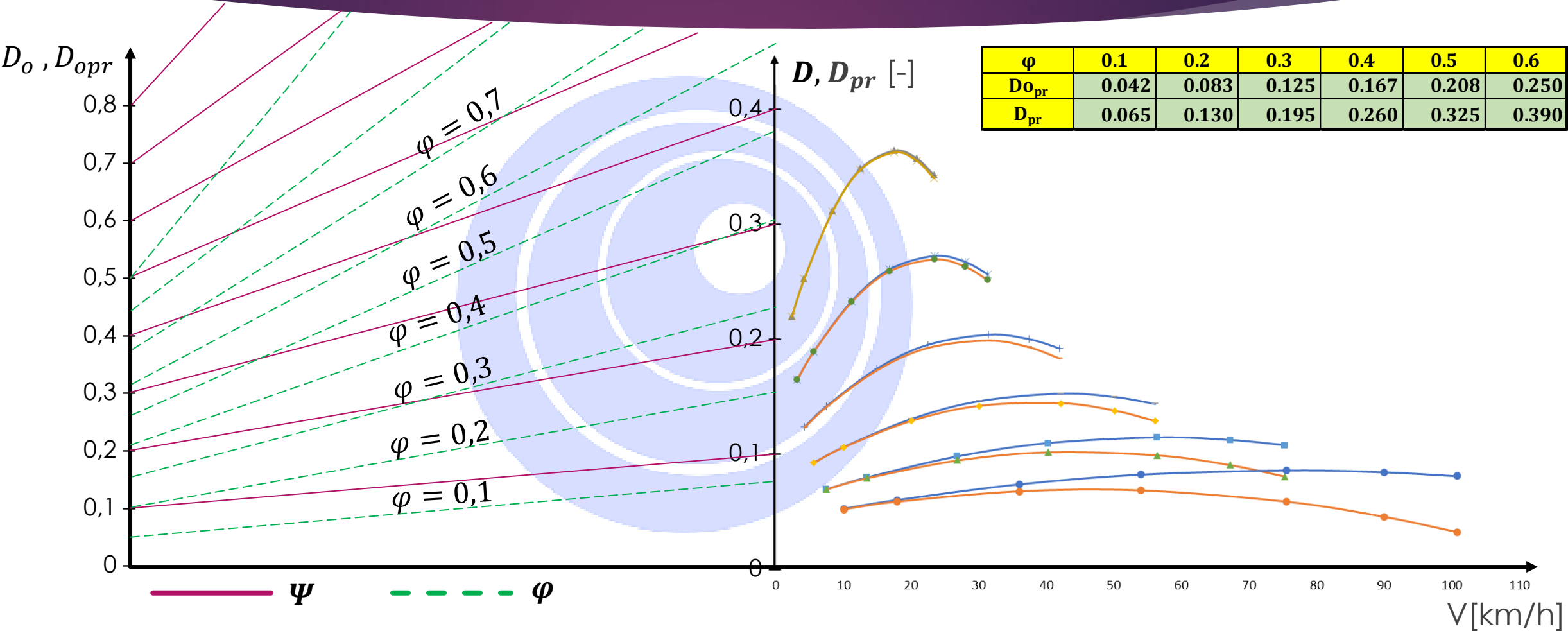
► φ – uzima vrednosti $\varphi = [0,1 \div 0,6]$

►
$$D_{pr} = \frac{G_{pog} \cdot \varphi}{G} = \frac{G_{pog(H=100\%)} \cdot \varphi}{G}$$

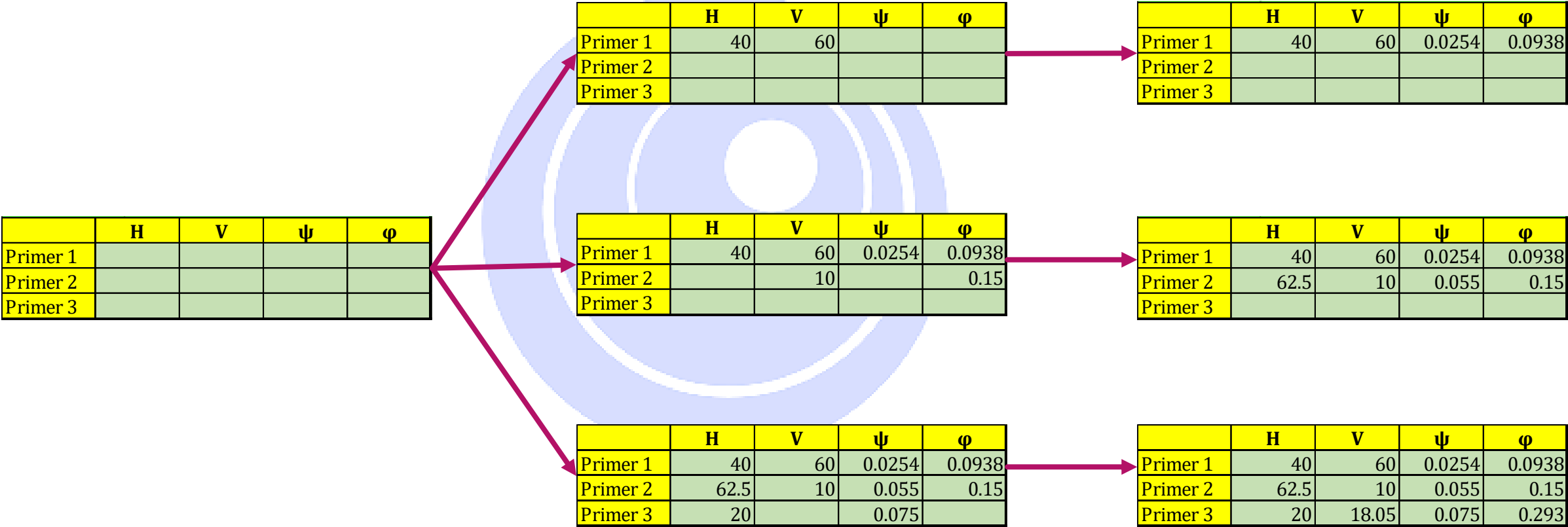
►
$$D_{opr} = \frac{G_{opog} \cdot \varphi}{G_o} = \frac{G_{opog(H=0\%)} \cdot \varphi}{G_o}$$

► Nakon proračuna unesu se vrednosti na grafikon

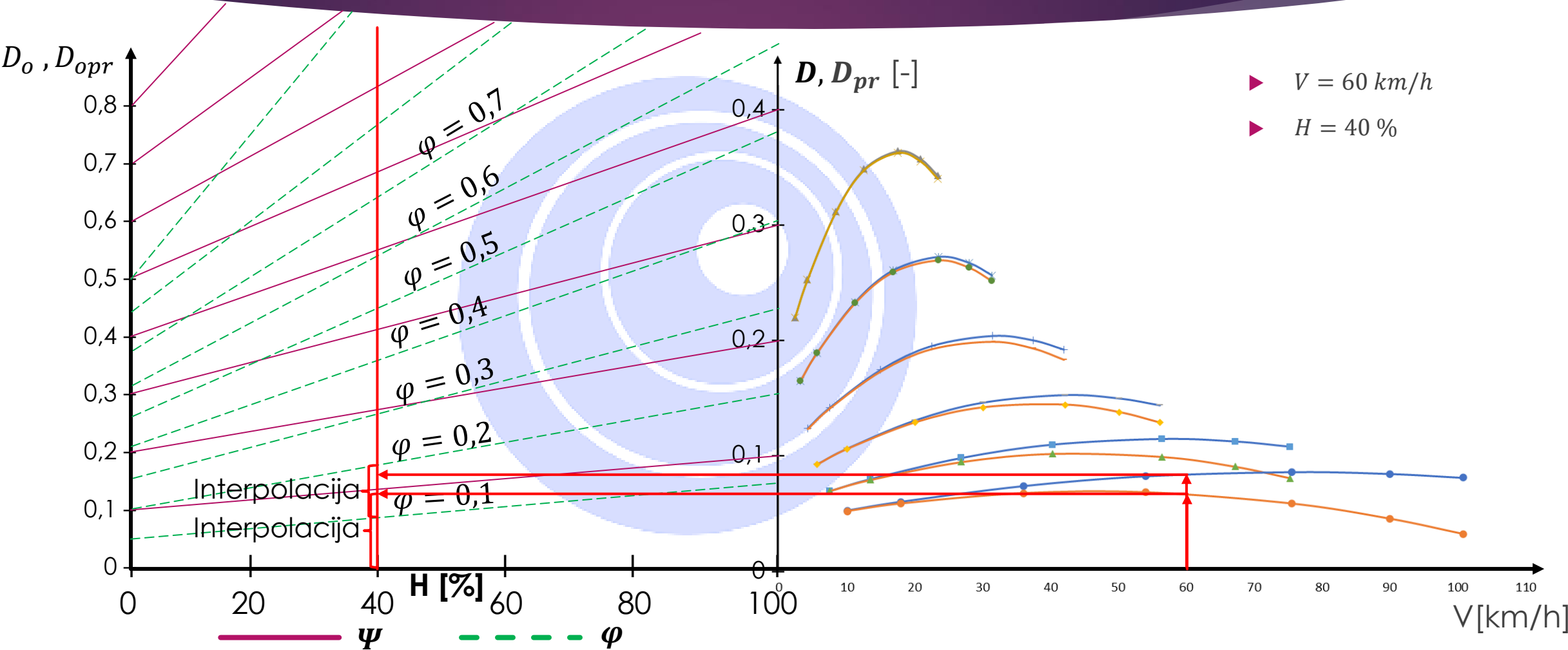
Zraci za koeficijent prijanjanja



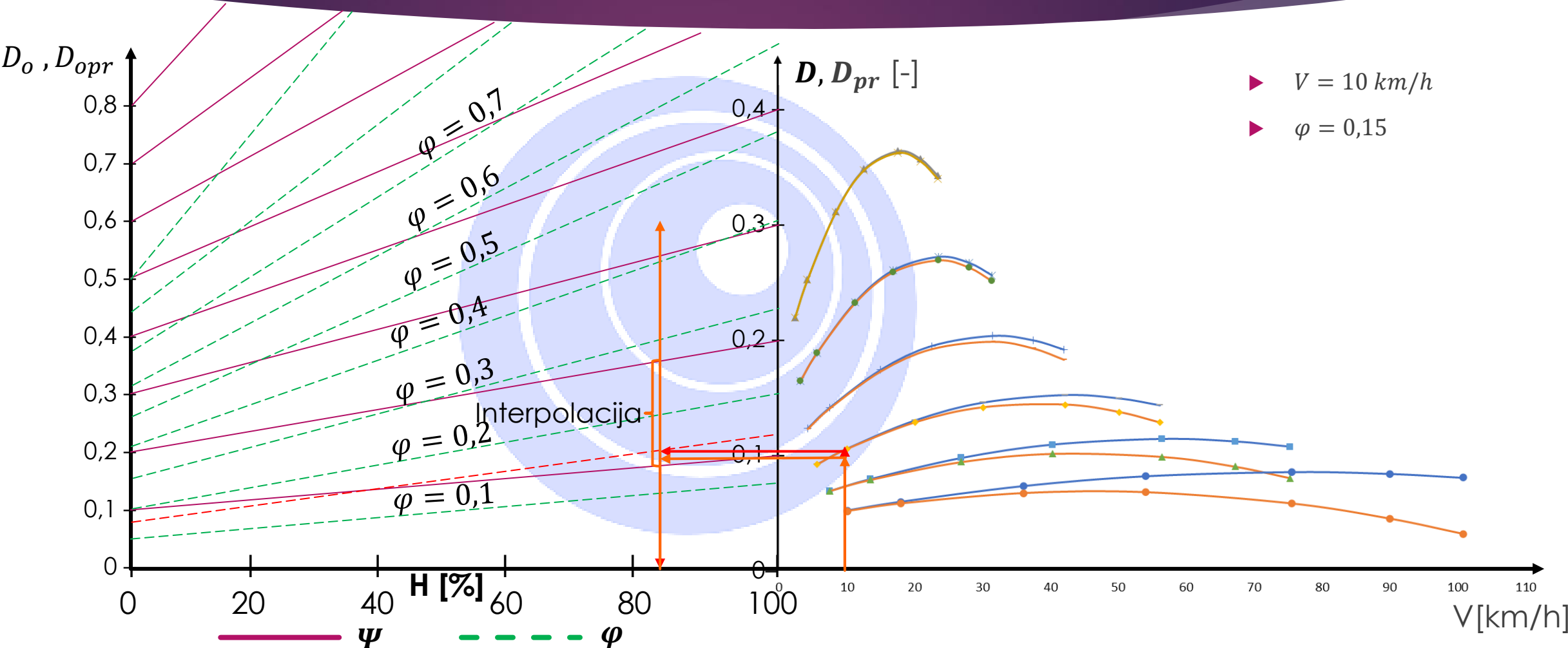
Primeri za Dinamički pasoš



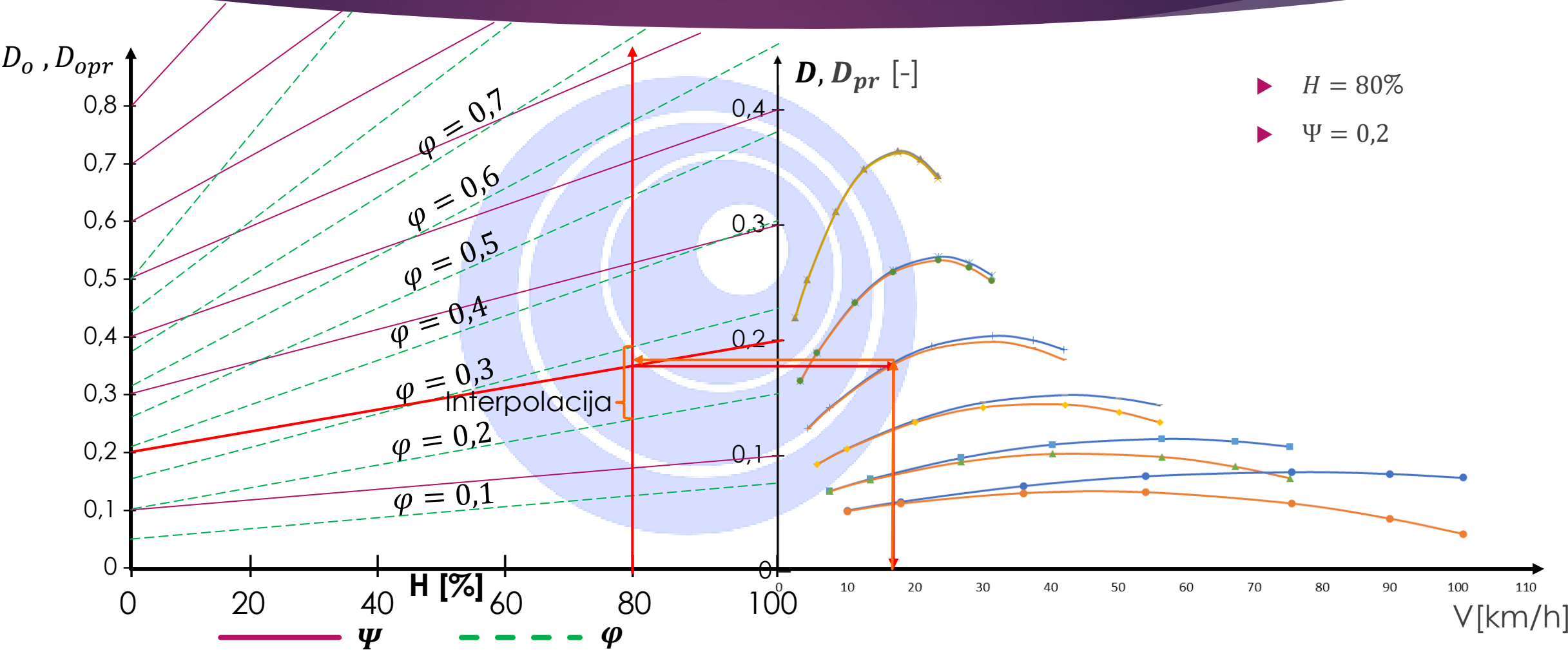
Primer 1 – šesti stepen prenosa



Primer 2 – četvrti stepen prenosa



Primer 3 – treći stepen prenosa



ROK ZA PREDAJU VEŽBE

- ▶ Dve nedelje od nedelje kada je vežba objašnjena
- ▶ Vežba se predaje na sledeći način
- ▶ Naziv mail-a (**Subject**): **ETSMV_vezba_1**
- ▶ Pravilno popunjen Excel šablon (popunjavaju se samo zelena polja)
- ▶ Naziv Excel fajla: Excel_sablon_brojIndeksa (npr: **Excel_sablon_180111**)
- ▶ Word fajl poslat elektronski
- ▶ Word fajl predat u papirnoj formi
- ▶ Naziv Word fajla: Ime_prezime_sifraOdseka_brojIndeksa (npr: **Marko_Markovic_DT_180111**)