

ODPORY PROTI POHYBU KV

- odpory aktívne,
- odpory pasívne - jazdné odpory:
 - vozidlové odpory,
 - traťové odpory,
 - odpor zo zrýchlenia.

Pri trakčných výpočtoch sa používa všeobecné vyjadrenie odporu:

$$O = G_v \cdot o \text{ [N]}$$

kde G_v [N] je tiaž vozidla,
 o [-] je súčiniteľ jazdného odporu (merný odpor).

Vozidlové odpory:

$$O_v = O_f + O_l + O_{vz}$$

kde O_f je odpor valenia kolies po koľajniciach,
 O_l je odpor trenia v ložiskách,
 O_{vz} je odpor prostredia (aerodynamický).

Odpor prostredia:

$$O_{vz} = 0,5 \cdot c_x \cdot \rho \cdot S \cdot v^2 \text{ [N]}$$

kde c_x je súčiniteľ aerodynamického odporu,
 ρ je hustota prostredia [kg/m^3],
 S je čelná plocha vozidla [m^2],
 v je rýchlosť jazdy [m/s].

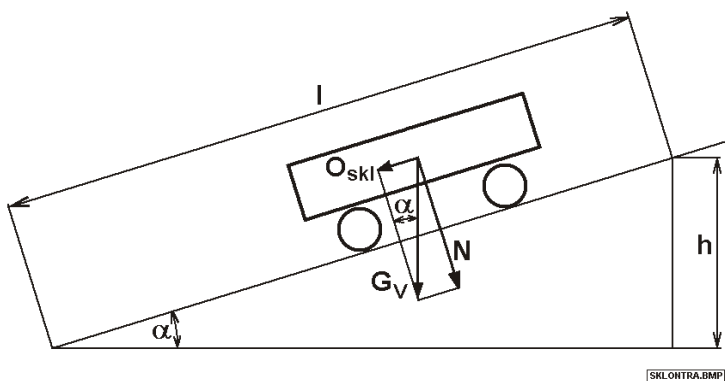
Súčiniteľ vozidlového odporu:

$$o_v = a + b \cdot V + c \cdot V^2 \text{ [-]}$$

kde V [km/h] je okamžitá rýchlosť jazdy.

Hodnoty koeficientov pre výpočet súčiniteľa vozidlového odporu

Typ vozidla	Charakteristika vozidla	Koeficienty súčiniteľa vozidlového odporu		
		a	b	c
Bo'Bo'		2,8	0	0,00085
Co'Co'		2,8	0,02	0,004
B'B'		2,5	0	0,0055
MJ	motorová jednotka	3	0	0,00037
EJ	elektrická jednotka	2,45	0,0123	0,000414
Vybrané rady HKV				
140, 141		3,6	0,002	0,0006
181, 182		3,8	0,02	0,0004
230		1,4	0	0,00056
460		2,2	0,015	0,00038
751		2,8	0	0,00085
770		3	0	0,0008
MUV - 69	Motorový univerzálny vozík	3,4	0	0,0017
PA 300		4,3	0,02	0,0007
Vybrané rady vozňov				
R	osobné 4-nápravové vozne	1,35	0,0008	0,00033
S	osobné a nákladné vozne	1,9	0	0,000465
M4	osobné 4-nápravové vozne ľahkej stavby	1,8	0,01	0,000476
M2	osobné 2-nápravové vozne ľahkej stavby	1,5	0	0,0089
U2	prázdne 2-ój nápravové nákladné vozne	2,0	0	0,00125
U4	prázdne 4-nápravové nákladné vozne	2,0	0	0,0008
T2	ložené 2-nápravové nákladné vozne	1,7	0,003	0,00018
T4	ložené 4-nápravové nákladné vozne	1,3	0	0,00033



Vozidlo na sklonenej trati

Traťové odpory:

- odpor sklonu - O_{skl}
- odpor oblúka - O_{obl}
- odpor tunela - O_{tun}

Sklon:

$$s = \sin \alpha = h/t$$

Odpor zo sklonu

$$O_{skl} = G_V \cdot \sin \alpha = G_V \cdot s.$$

Súčiniteľ odporu zo sklonu:

$$o_{skl} = s/1000$$

Odpor oblúka:

$$o_{obl} = 0,5/(R - 30)$$

kde R je polomer oblúka [m].

Odpor tunela:

Jednokoľajný tunel:

$$o_{tun} = 0,002$$

dvojkoľajný tunel:

$$o_{tun} = 0,001$$

Odpor zo zrýchlenia posuvných hmôt:

$$O_{pos} = m_V \cdot a = (G_V \cdot a)/g \text{ [N]}$$

kde a je zrýchlenie vozidla [m/s^2],

m_V je hmotnosť vozidla [kg],

G_V je tiaž vozidla [N].

Súčiniteľ odporu zrýchlenia posuvných hmôt:

$$o_{pos} = a/g$$

Vzťah medzi posuvným zrýchlením a a uhlovým zrýchlením ϵ je:

$$a = r \cdot \epsilon$$

Sila potrebná na zrýchlenie nerotujúceho dvojkoľesia je:

$$O_{pos d} = m_d \cdot a$$

Na dosiahnutie uhlového zrýchlenia ϵ musí v styku kolies s koľajnicami pôsobiť sila, ktorej moment k osi rotácie dvojkoľesia je:

$$O_{rot d} \cdot r = \epsilon \cdot I_d$$

Odpor zo zrýchlenia dvojkoľesia je daný súčtom týchto dvoch zložiek:

$$O_{zr d} = O_{pos d} + O_{rot d} = m_d \cdot a + (\epsilon \cdot I_d)/r = a \cdot (m_d + I_d/r^2) = a \cdot m_{red d}$$

Ak má vozidlo n dvojkoľesí, odpor zrýchlenia celého vozidla je:

$$O_{zr} = m_V \cdot a + (n \cdot I_d \cdot a)/r^2 = m_V \cdot (1 + (n \cdot I_d)/(m_V \cdot r^2)) \cdot a = m_V \cdot (1 + \xi) \cdot a$$

Súčiniteľ odporu zo zrýchlenia je:

$$o_{zr} = a \cdot (1 + \xi)/g$$

Hodnoty súčiniteľa rotujúcich hmôt

Skupiny vozidiel	Vozidlá	ξ [1]
Vlaky	Normálne osobné a nákladné vlaky	0,06
	Elektrické a motorové jednotky s elektrickým prenosom výkonu	0,15 - 0,20
Vozne	Motorové s mechanickým prenosom	0,12 - 0,15
	Motorové s elektrickým prenosom	0,20 - 0,25
	Osobné	0,04 - 0,06
	Nákladné ložené	0,04 - 0,05
	Nákladné prázdne	0,10 - 0,12

Ťažná sila dvojkolesia:

$$T = M_{dv} / r$$

kde M_{dv} je hnací moment privedený na dvojkolesie,
 r je polomer kolies.

Ťažná sila na medzi adhézie:

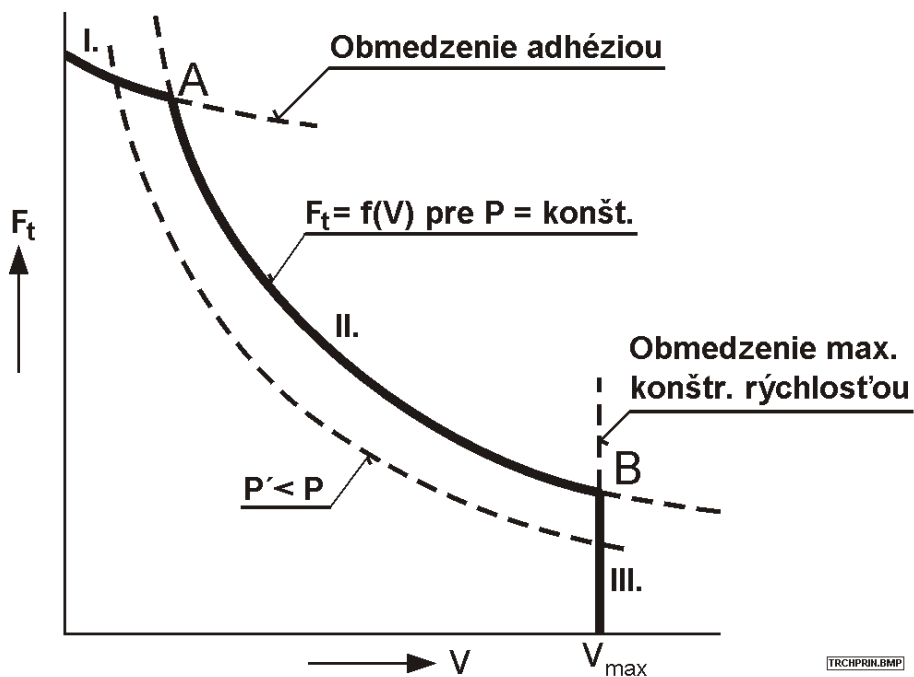
$$T_a = \mu \cdot A$$

kde μ je súčiniteľ adhézie,
 A je zvislá nápravová sila.

Ťažná sila hnacieho vozidla na medzi adhézie:

$$F_{to a} = \mu \cdot G_{a HV} \cdot \eta_{adh}$$

kde $G_{a HV}$ je adhézna tiaž hnacieho vozidla.



IDEALIZOVANÁ TRAKČNÁ CHARAKTERISTIKA

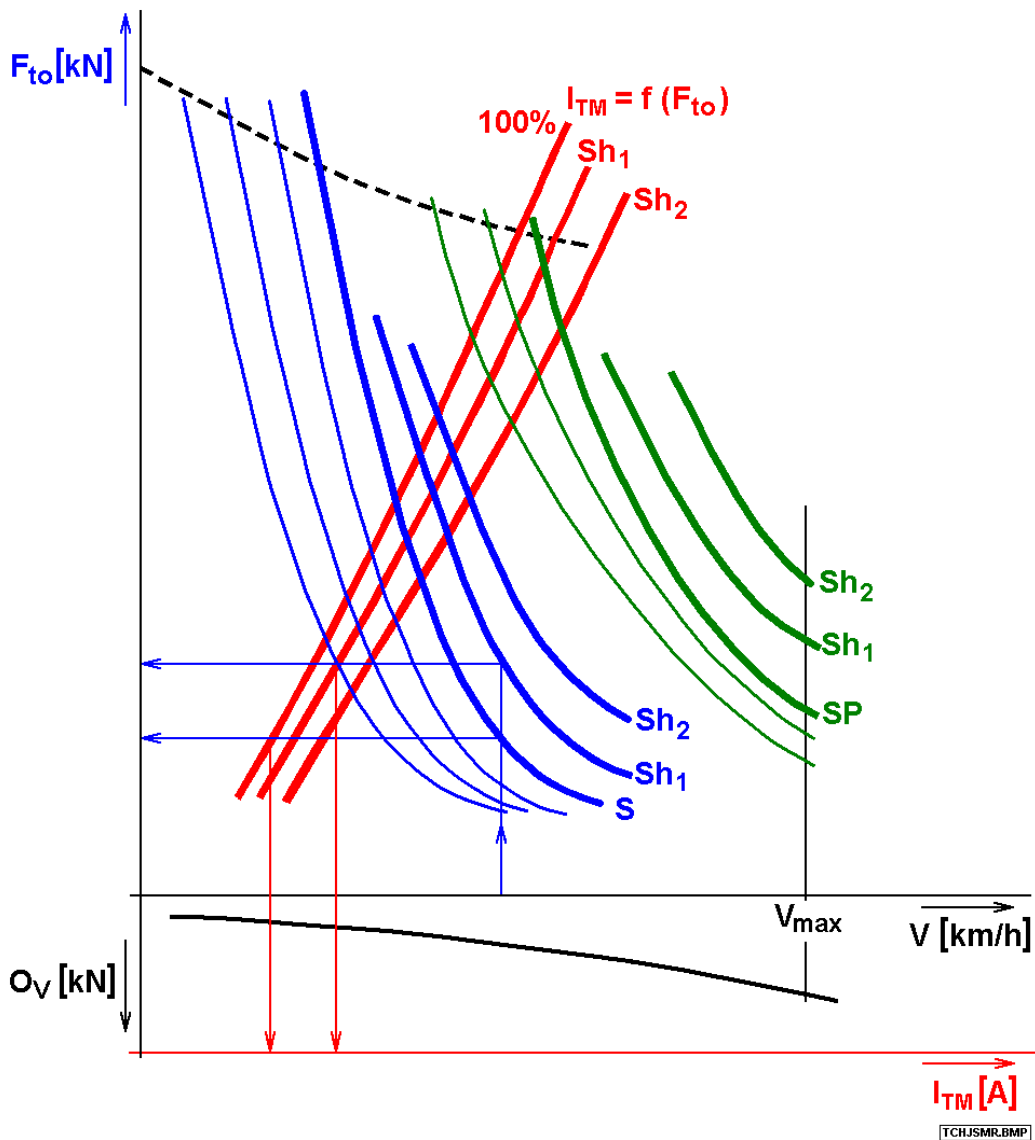
Výkon na obvode kolies:

$$P_{ok} = F_{to} \cdot v \text{ [kW]}$$

kde F_{to} je ťažná sila HV na obvode kolies [kN],
 v je rýchlosť jazdy [m/s]

$$P_{ok} = F_{to} \cdot V / 3,6 \text{ [kW]}$$

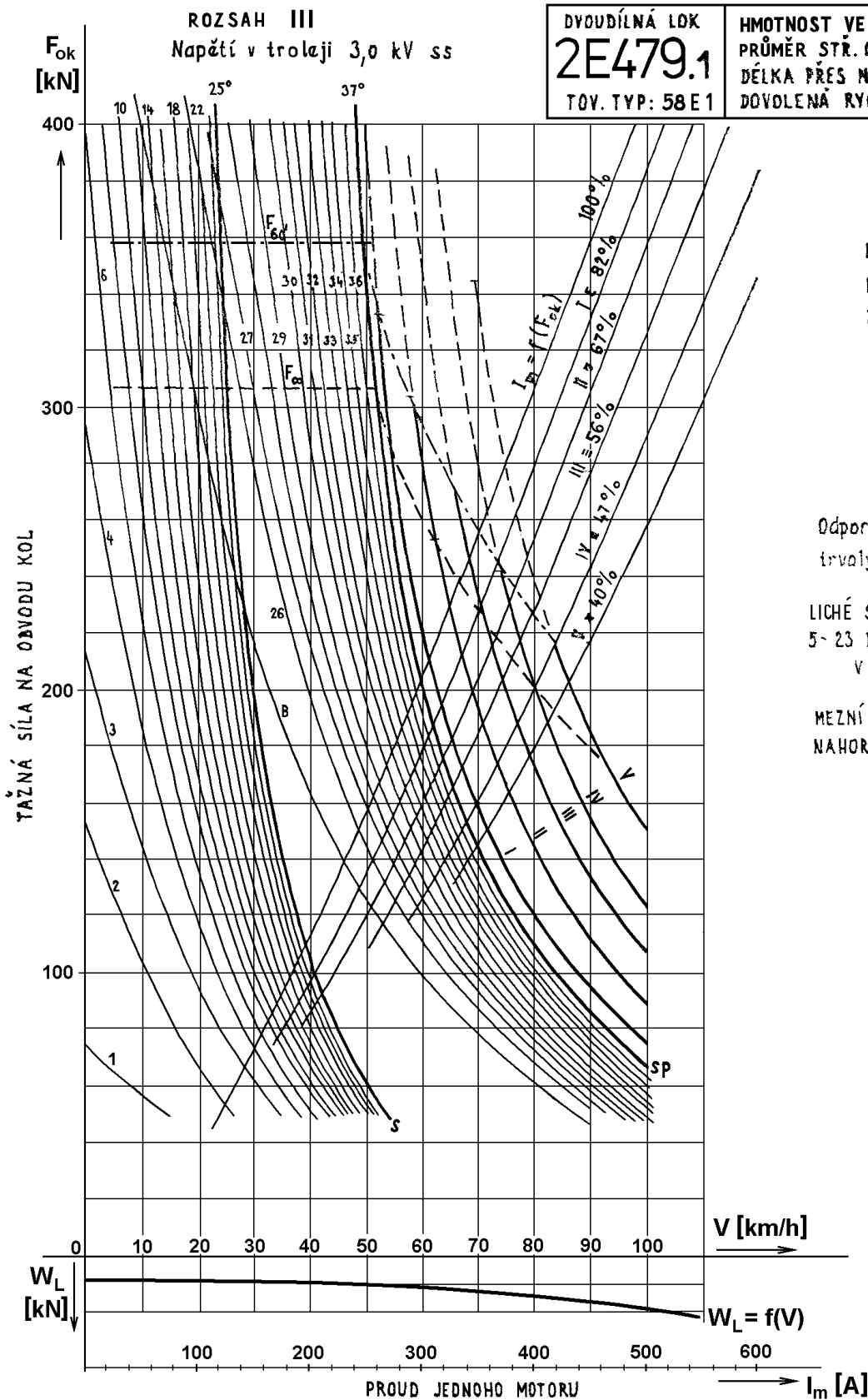
kde V je rýchlosť jazdy [km/h]



TRAKČNÁ CHARAKTERISTIKA JEDNOSMERNÉHO ELEKTRICKÉHO
 RUŠŇA S ODPOROVOU REGULÁCIOU

$$P_{ok} = (P_{SM} - P_{PS}) \cdot \eta_{pv} \cdot \eta_{vv}$$

kde P_{SM} je menovitý výkon spaľovacieho motora,
 P_{PS} je príkon pohonov pomocných strojov,
 η_{pv} je účinnosť prenosu výkonu,
 η_{vv} je súčiniteľ využitia výkonu SM.



HMOTNOST VE SLUŽBĚ	170,0 t
PRŮMĚR STR. OJETÝCH KOL	1215 mm
DĚLKA PŘES NÁRAZNÍKY	34,54 m
DOVOLENÁ RYCHLOST	100 km/h

PŘEVOD 2,703 : 1

F_{60} = 357,4 kN

F_{∞} = 307,0 kN

R_{min} = 120 m

Trakční motor

9 A1 4846 zT

I_{60} = 450 A

I_{∞} = 400 A

Odporníky trvaliz zatížitelné
trvalým proudem motorů

LIČÉ SERIOVÉ ODPOROVÉ STUPNĚ
5- 23 PRO PŘEHLEDNOST
VYKEČHÁNY

MEZNÍ TAŽNÁ SÍLA PRO ŘAZENÍ
NAHORU: 332 kN
(= 425 A)

KORREFOV ZÁŤAŽOVÝ DIAGRAM

Základná rovnica pohybu vlaku:

$$F_{ts} - G_{VL} \cdot o_{VL} - (G_{HV} + G_{VL}) \cdot o_{skl} = 0$$

kde F_{ts} je ťažná sila na spriahle,

o_{VL} je súčiniteľ vozidlového odporu privesenej záťaže,

o_{skl} je súčiniteľ odporu zo sklonu trate,

G_{VL} je tiaž privesenej záťaže,

G_{HV} je tiaž rušňa.

Po úprave dostaneme:

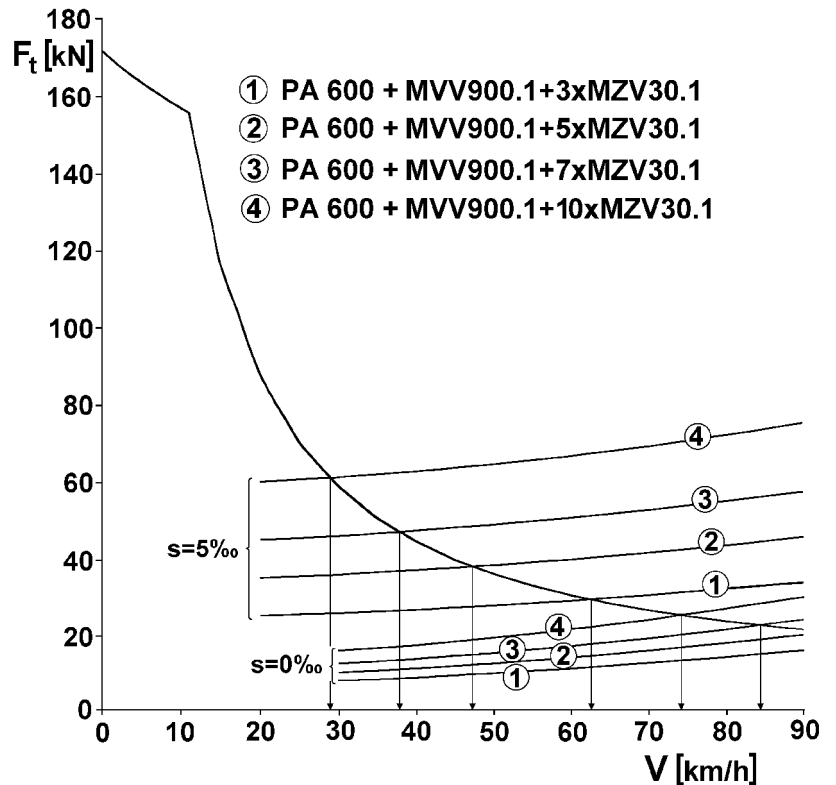
$$F_{TS} - M_{VL} \cdot G \cdot o_{VL} = (M_{HV} + M_{VL}) \cdot s_{red} \cdot 10^{-3} \cdot g.$$

Ľavá strana rovnice predstavuje rovnicu priamky vychádzajúcu z bodu so súradnicami $(0, F_{ts})$:

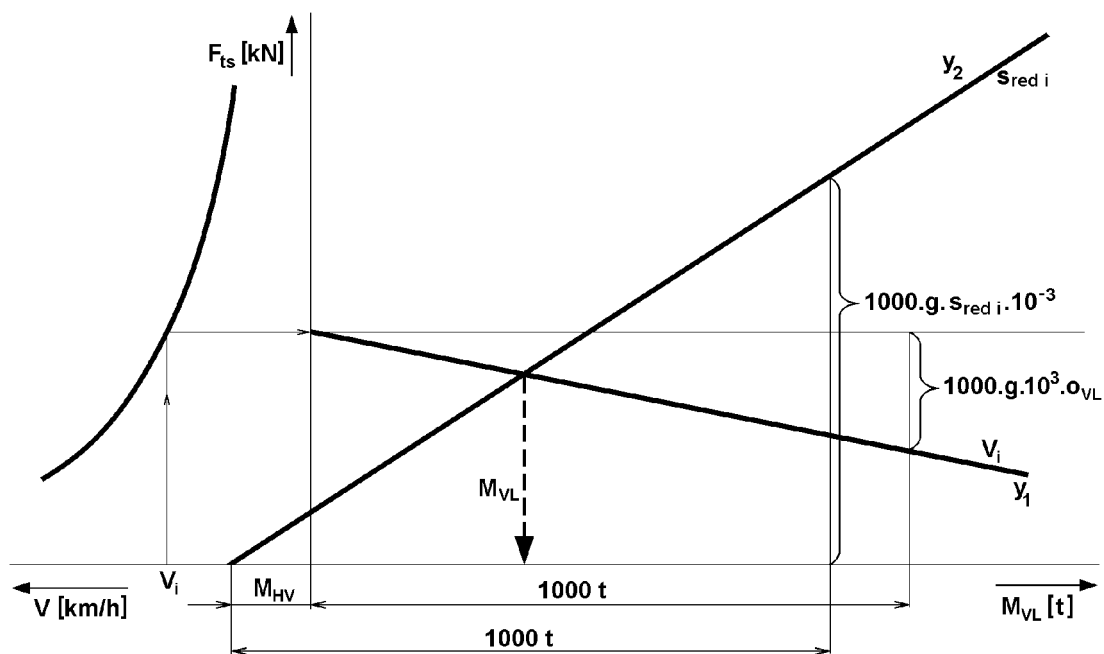
$$y_1 = F_{TS} - M_{VL} \cdot G \cdot o_{VL}$$

a pravá strana rovnice tiež priamky vychádzajúcu z bodu $(-M_{HV}, 0)$:

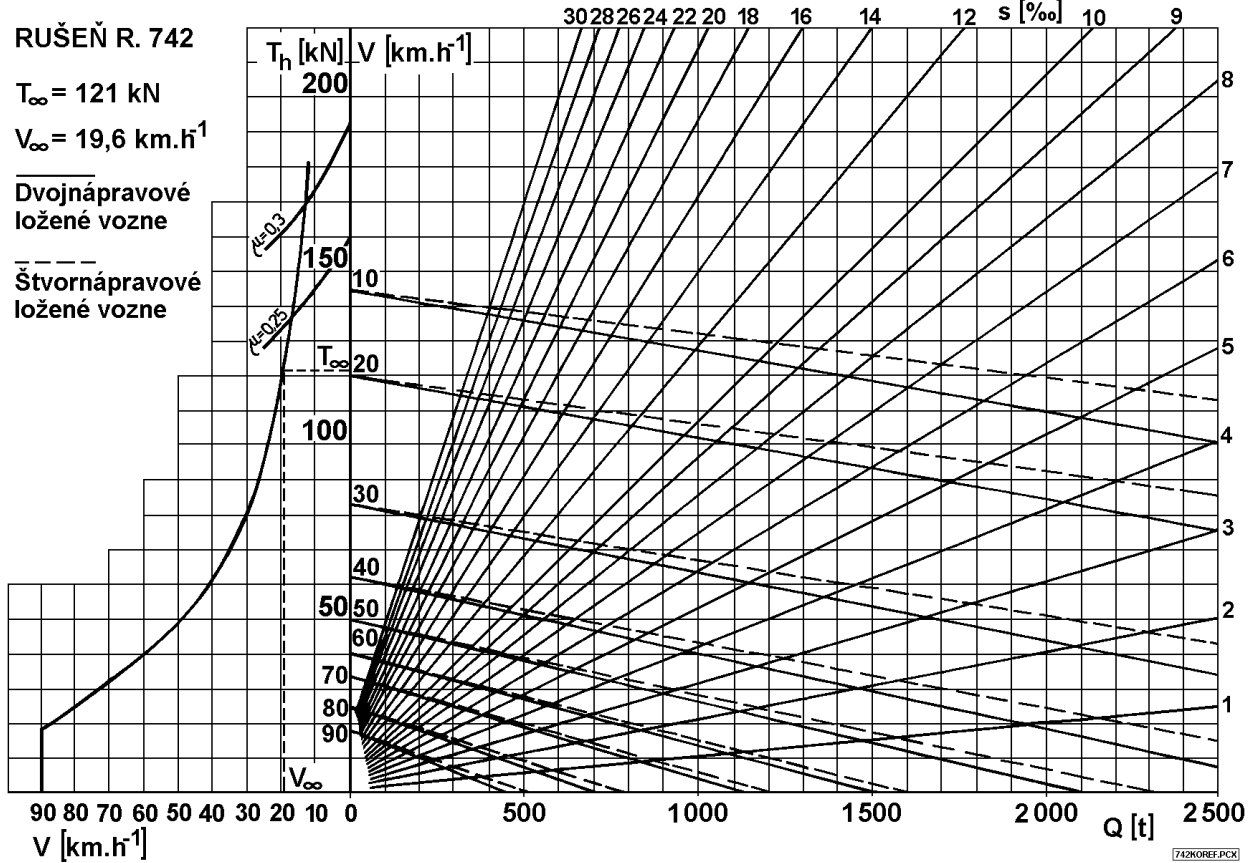
$$y_2 = (M_{HV} + M_{VL}) \cdot s_{red} \cdot 10^{-3} \cdot g.$$



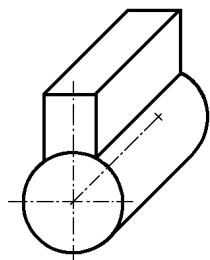
ODHAD RÝCHLOSTI JAZDY VLAKU Z TRAKČNEJ CHARAKTERISTIKY



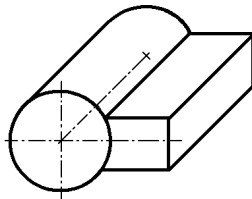
PRINCÍP KONŠTRUKCIE KOREFFOVHO ZÁŤAŽOVÉHO DIAGRAMU



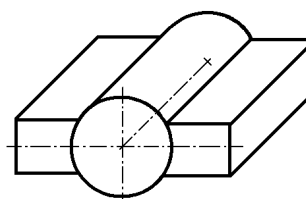
ZÁŤAŽOVÝ DIAGRAM DE RUŠŇA R. 742



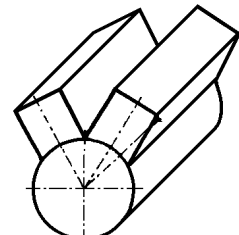
Stojatý radový



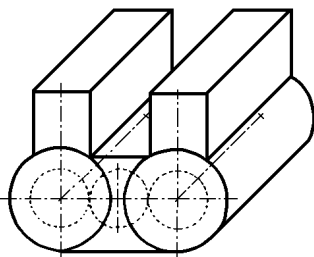
Ležatý plochý jednoradový



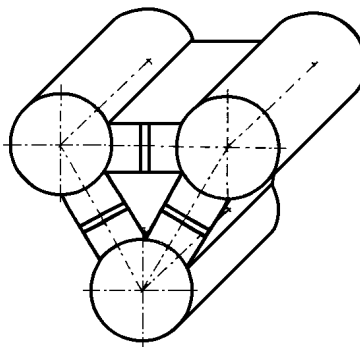
Ležatý plochý dvojradový (boxer)



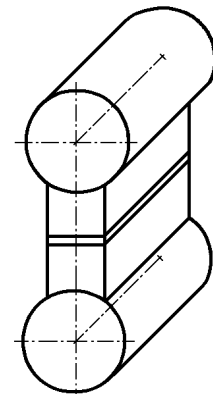
V-motor (vidlicový)



Dvojradový dvojhriadeľový (U-motor)

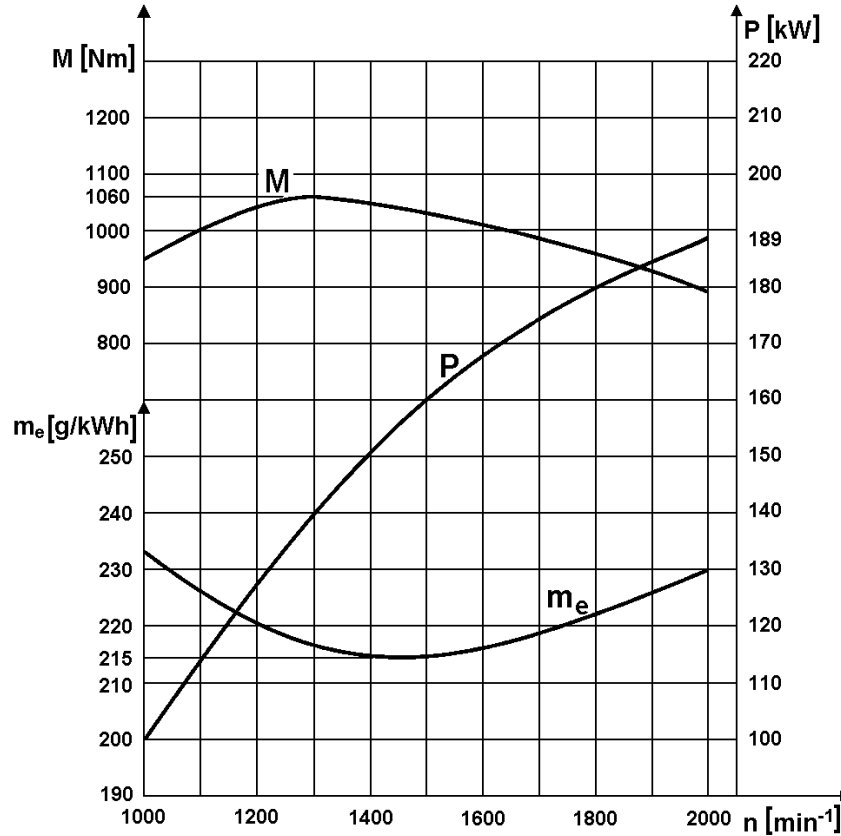


Trojradový trojhriadeľový (Delta motor)



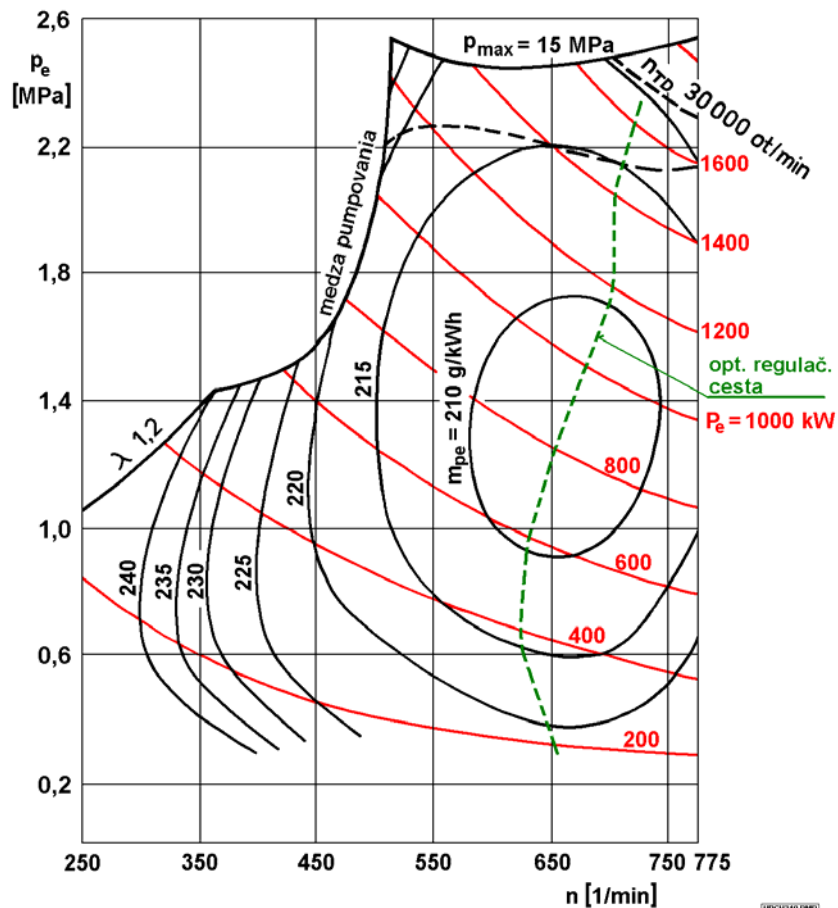
Jednoradový dvojhriadeľový motor (s protibežnými piestami)

SCHÉMY USPORIADANIA DRÁHOVÝCH MOTOROV



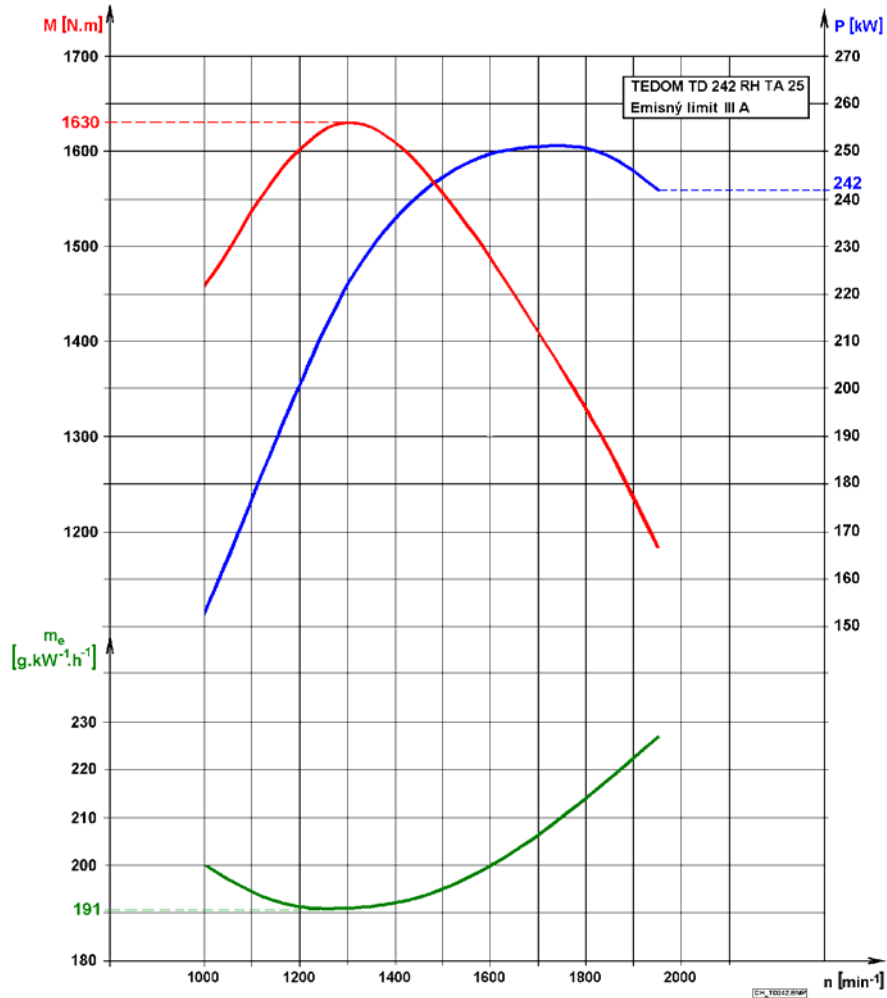
CH_M637.BMP

RÝCHLOSTNÁ CHARAKTERISTIKA PREPLŇOVANÉHO NAFTOVÉHO MOTORA LIAZ M 637



UPCH110.BMP

ÚPLNÁ CHARAKTERISTIKA PREPLŇOVANÉHO MOTORA

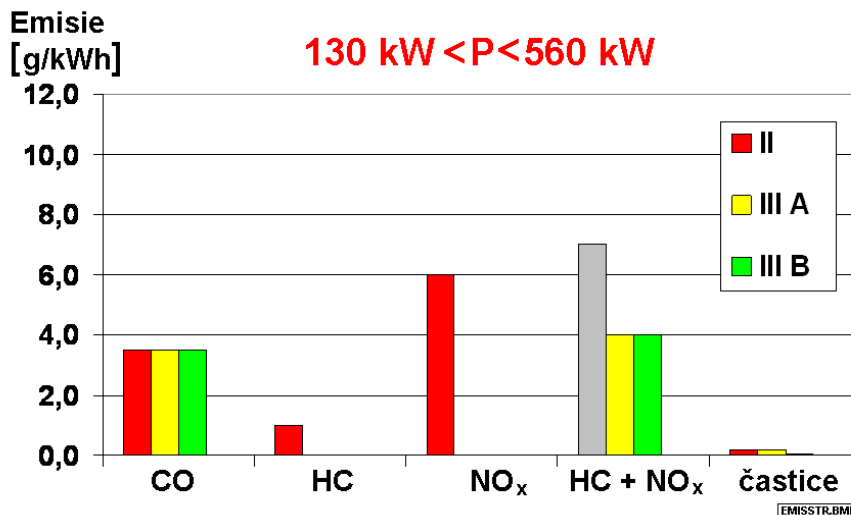


CHARAKTERISTIKA PREPLŇOVANÉHO NAFTOVÉHO MOTORA TEDOM TD 242 RH TA 25 (spĺňa emisný limit III A)

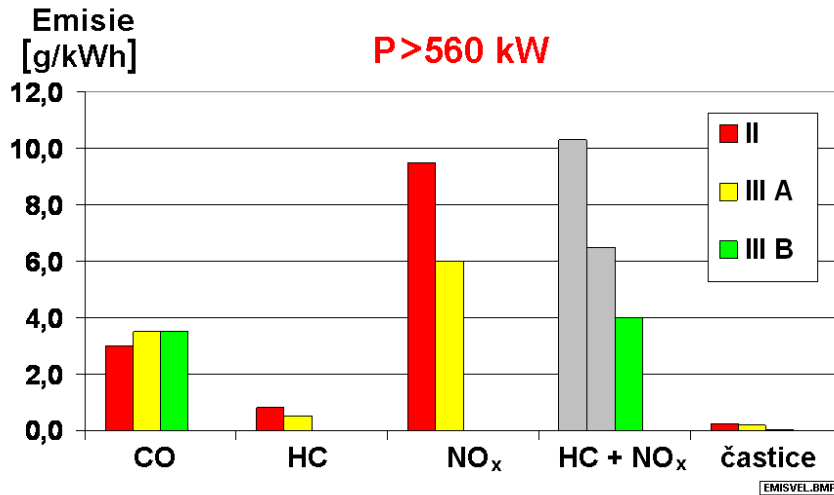
EMISNÉ LIMITY SPALOVACÍCH MOTOROV PRE KV

Limit II podľa UIC 624

Limity III A, III B podľa Smernice Európskeho parlamentu a Rady 97/68/ES v znení Smerníc EpR 2001/63/ES a 2004/26/ES



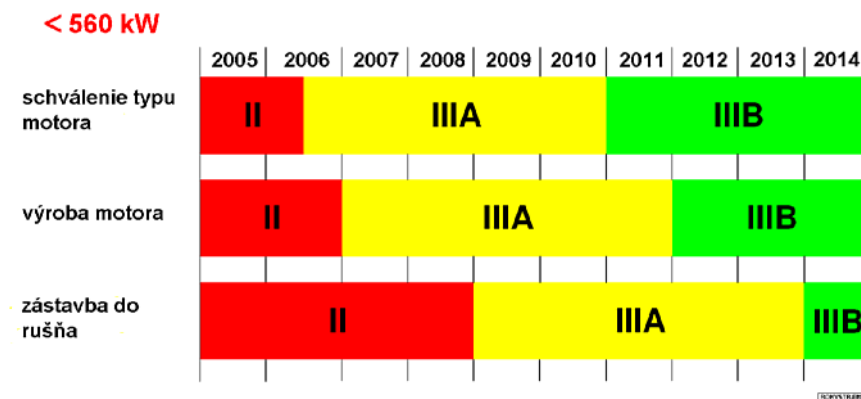
EMISNÉ LIMITY PRE SM STREDNÉHO VÝKONU



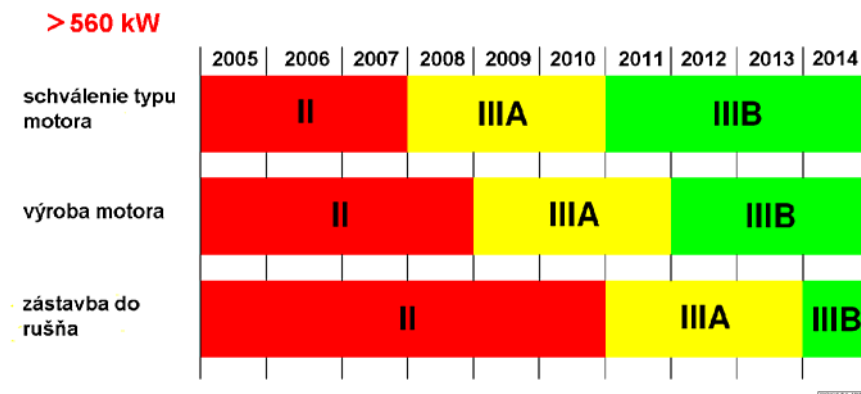
Pre SM s výkonom nad 2 000 kW a zdvihovým objemom valca nad 5 dm³ platia pre limit III A tieto odlišné hraničné hodnoty: NO_x # 7,4 g/kWh; HC # 0,4 g/kWh.

Zavedenie limitu III A prináša:

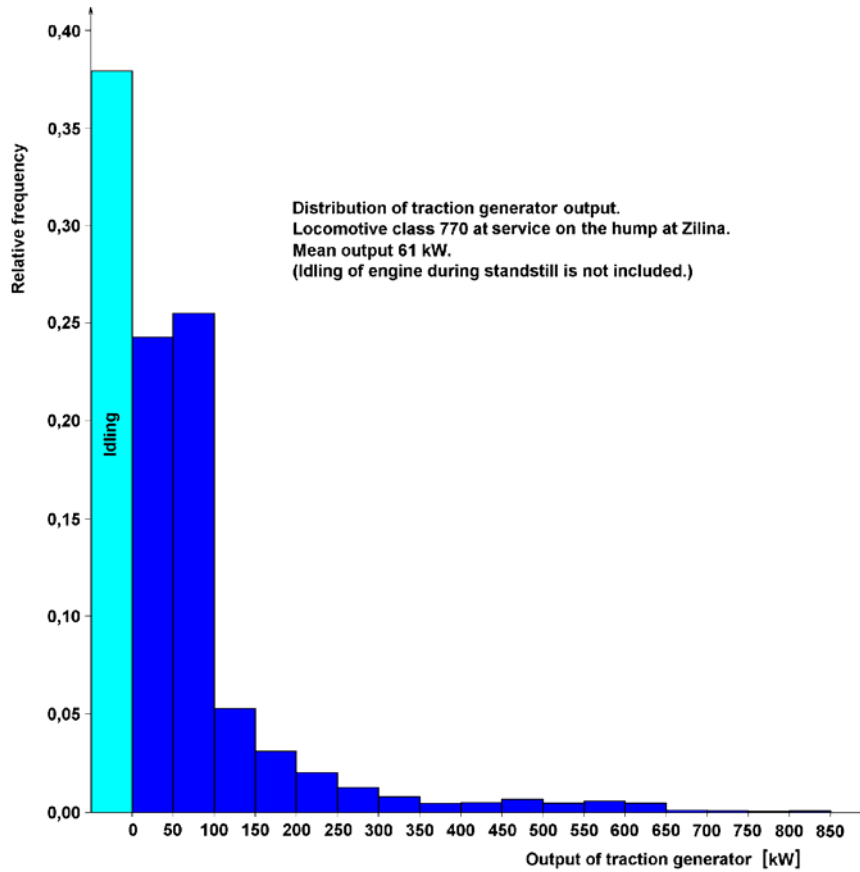
- Zväčšenie mernej spotreby SM,
- Zvýšenie nárokov na chladenie, predovšetkým plniaceho vzduchu,
- Väčšie rozmery motora,
- Väčšiu hmotnosť motora,
- Zvýšenie ceny motora.



TERMÍNY APLIKÁCIE EMISNÝCH LIMITOV PRE SM STREDNÉHO VÝKONU



TERMÍNY APLIKÁCIE EMISNÝCH LIMITOV PRE SM VEĽKÝCH VÝKONOV



ROZLOŽENIE VÝKONU DE RUŠŇA PRI POSUNE

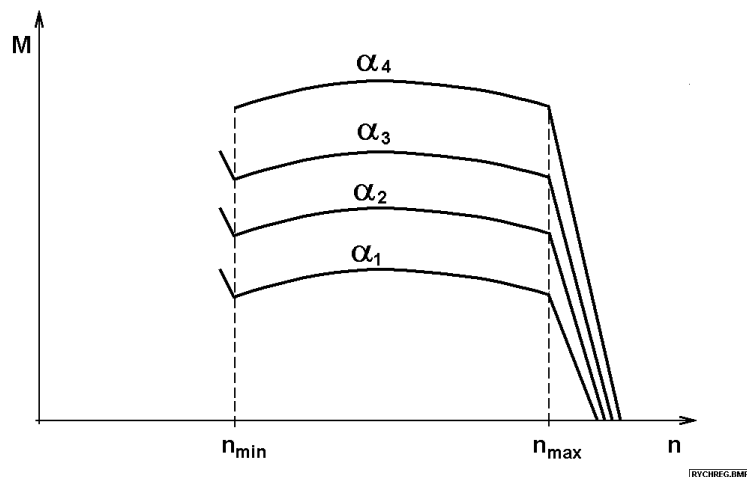
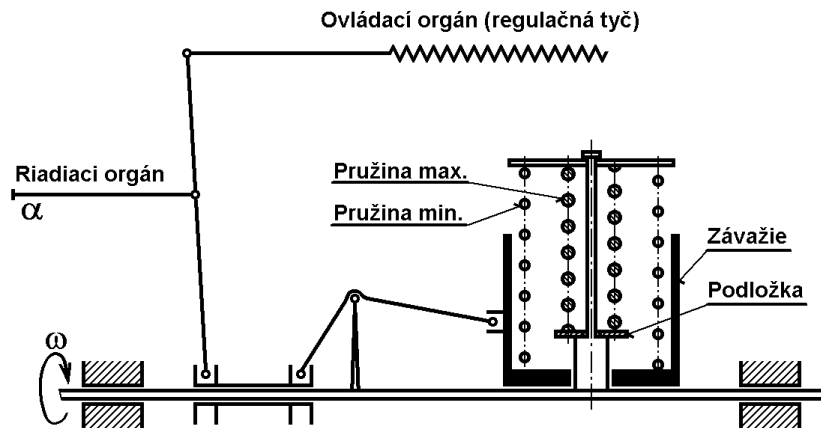
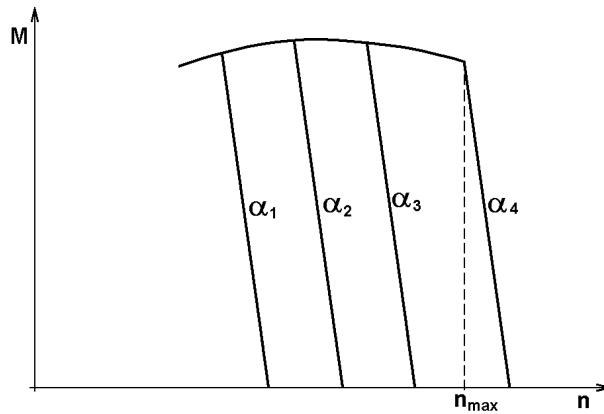
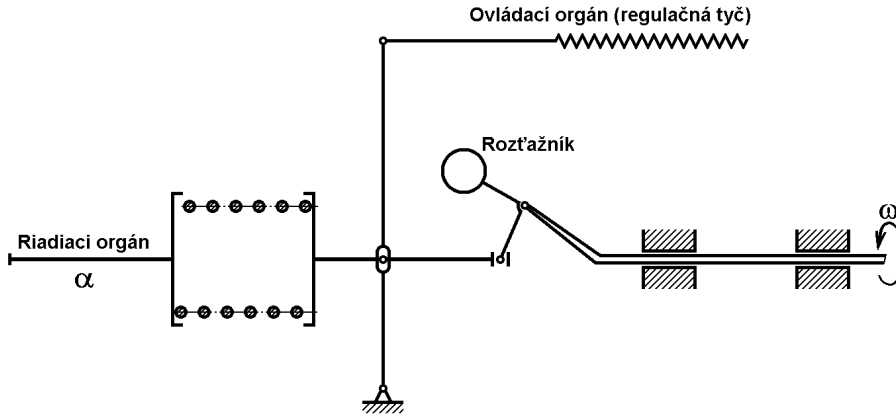
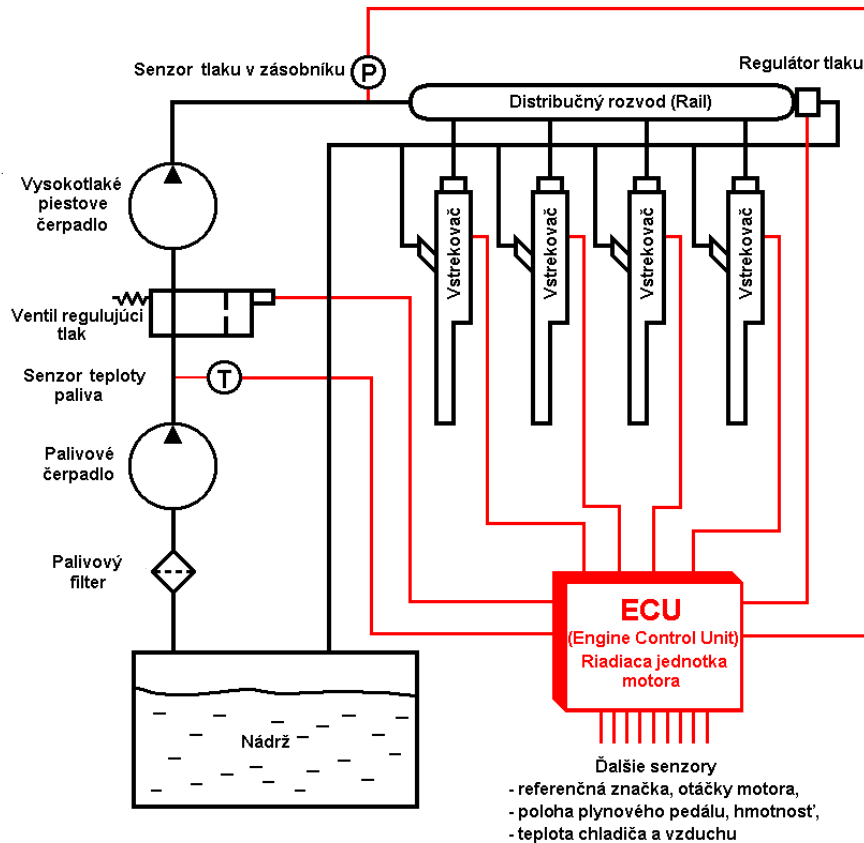


SCHÉMA RÝCHLOSTNEJ REGULÁCIE MOTORA



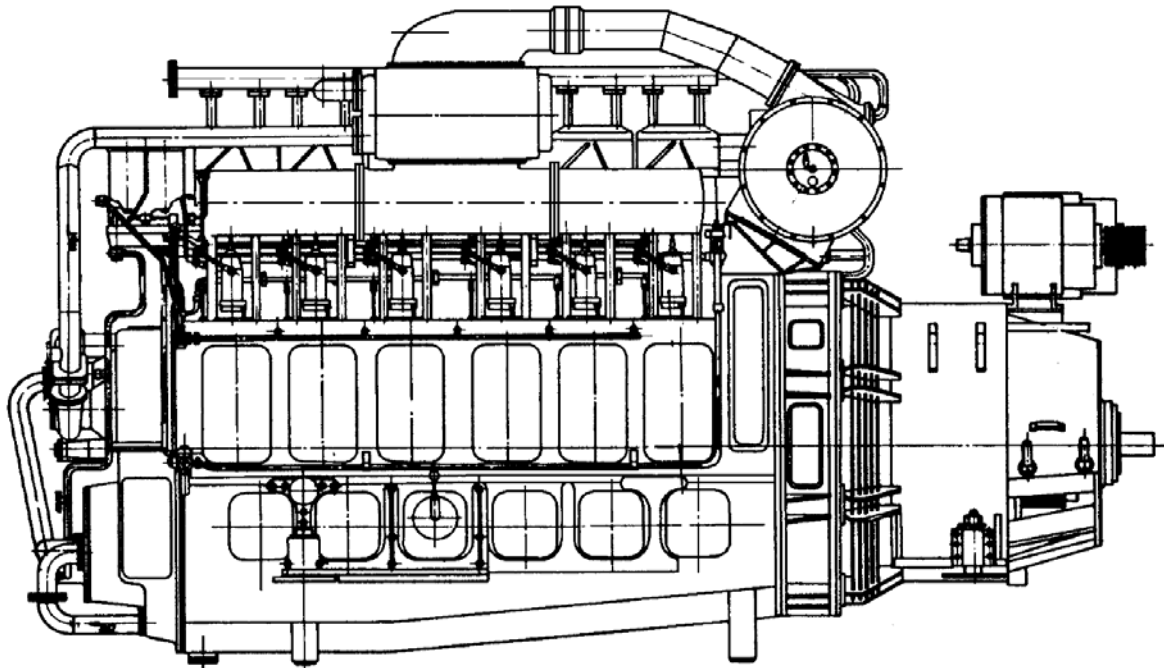
VYBREC.BMP

SCHÉMA VÝKONOSTNEJ REGULÁCIE

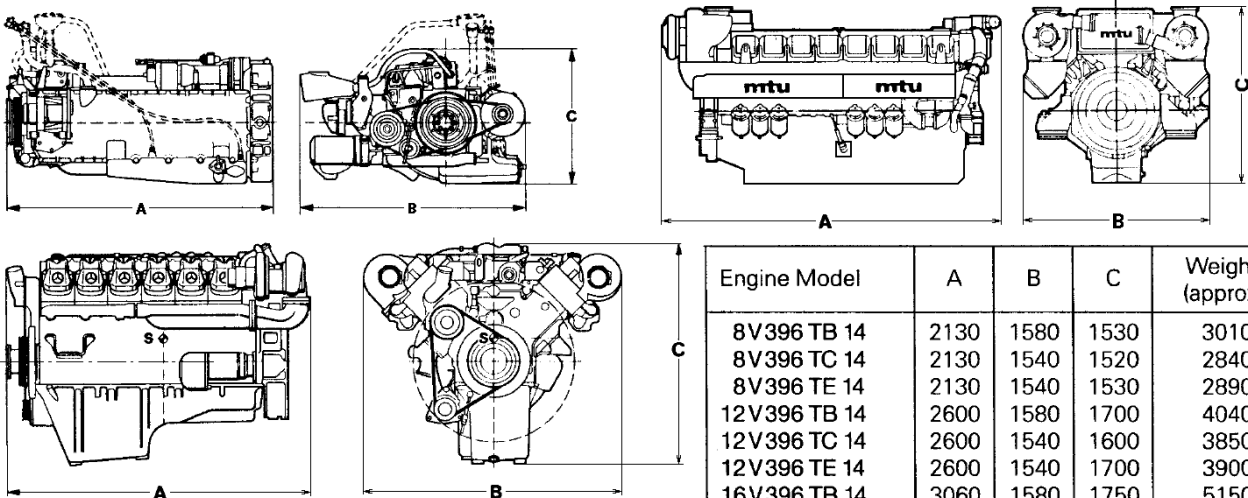


COM_RAIL.BMP

SCHÉMA VSTREKOVANIA "COMMON RAIL"



ZOSTAVENIE TRAKČNÉHO AGREGÁTU S MOTOROM
ČKD K 6 S 230 DR



Engine Model	A	B	C	Weight ¹⁾ (approx.)
8V396 TB 14	2130	1580	1530	3010
8V396 TC 14	2130	1540	1520	2840
8V396 TE 14	2130	1540	1530	2890
12V396 TB 14	2600	1580	1700	4040
12V396 TC 14	2600	1540	1600	3850
12V396 TE 14	2600	1540	1700	3900
16V396 TB 14	3060	1580	1750	5150
16V396 TC 14	3060	1540	1650	4950
16V396 TE 14	3060	1540	1750	5000

Engine Model	A	B	C	Weight ¹⁾ (approx.)
6R183 AA12H	1315	1110	670	820
6R183 TA12H	1315	1300	635	840
6R183 AA12	1325	820	1165	815
6R183 TA12	1325	820	1165	835
6R183 TD12H	1315	1245	840	1000
8V183 TA12	1320	970	1035	930
8V183 TA12	1390	1200	1135	950
12V183 TA12	1515	1310	890	1300
12V183 TE12	1470	1215	1175	1380
12V183 TD12, 12L	1650	1305	870	1300
12V183 TB12	1415	1215	1175	1380

ROZMERY MOTOROV MTU RADY 396

(785 - 1840 kW)

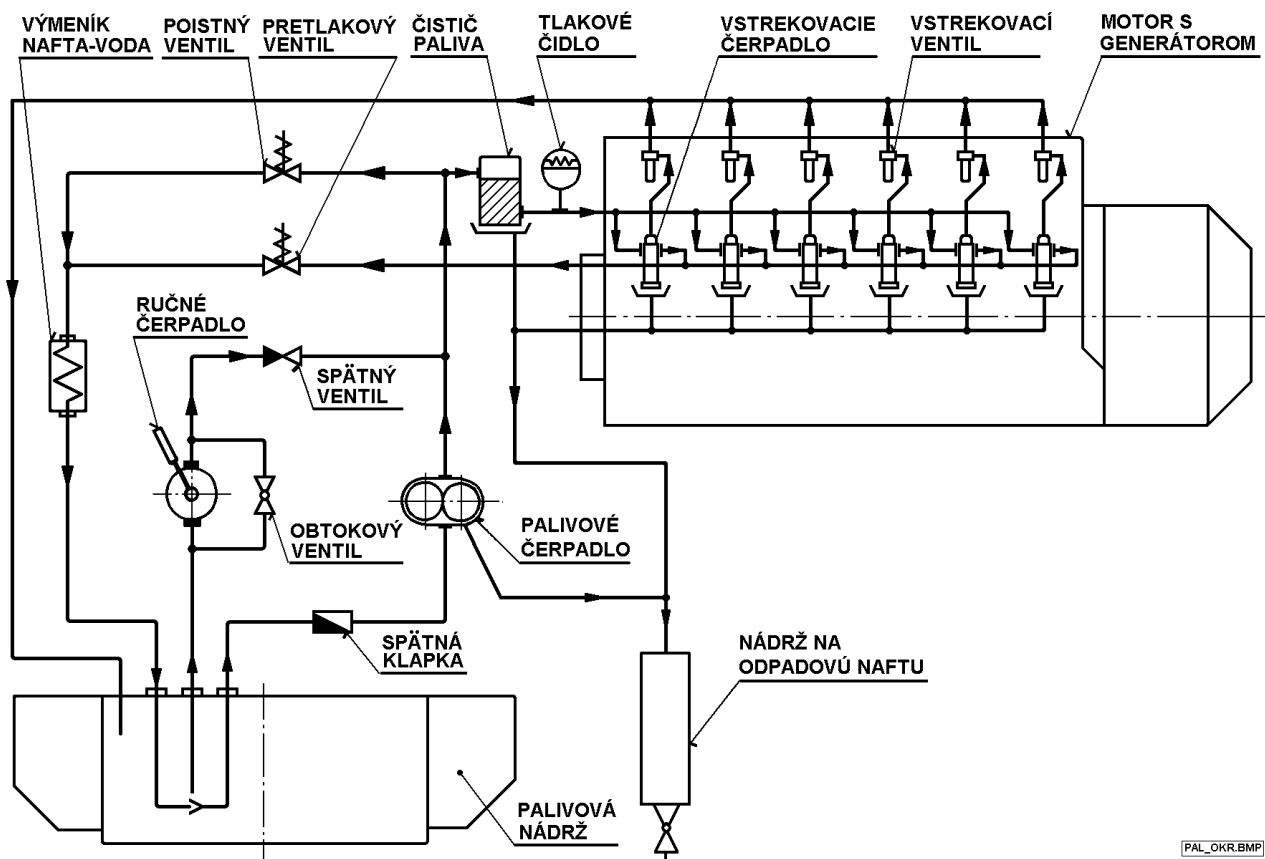
ROZMERY MOTOROV MTU RADY 183 (129 - 580 kW)

POŽIADAVKY NA PALIVOVÝ OKRUH MOTORA:

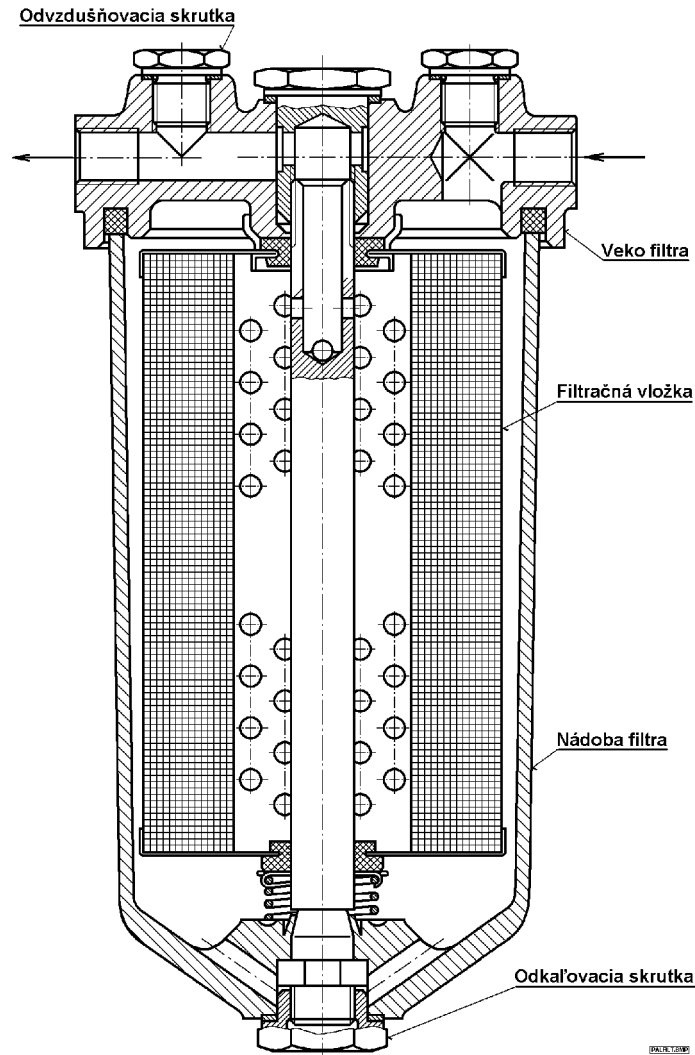
- S** dodávka dostatočného množstva paliva za každých prevádzkových podmienok;
- S** dodávka paliva s dostatočným tlakom, bez mechanických nečistôt, vody, vzduchových bublínok a s optimálnou teplotou;
- zabezpečenie palivového okruhu proti zavzdušneniu a v prípade, že k nemu dôjde, možnosť rýchleho odvzdušnenia;
- S** uloženie dostatočnej zásoby paliva pre požadovanú prevádzkovú dobu HV (napr. 1 týždeň prevádzky pre posunovacie rušne, prebeh **500 km** pre HV s výkonom **do 370 kW**, **1 000 km** pre traťové rušne, podľa UIC 627-1) a možnosť jeho rýchleho doplnenia;
- S** tesnosť všetkých spojov palivového potrubia, čerpadiel a pod. s ohľadom na zaistenie čistého prostredia a zníženia nebezpečenstva požiaru;
- S** dosiahnutie spoľahlivej funkcie všetkých zariadení, najmä vstrekovacích čerpadiel, trysiek a palivových filtrov,
- S** také uloženie paliva, ktoré nevyvolá výraznejšie zmeny zaťaženia dvojkolesí pri čiastočnom naplnení palivových nádrží.

Objem naftovej nádrže býva u nás na traťových rušňoch približne **3 500 - 4 500 l**.

Plniace zariadenia paliva sú predpísané vo vyhláske UIC 627-2 (plniace hrdlo min. priemer 70 mm, max. 1 500 mm nad T.K.).



FUNKČNÁ SCHÉMA PALIVOVÉHO OKRUHU NAFTOVÉHO MOTORA



PALIVOVÝ FILTER

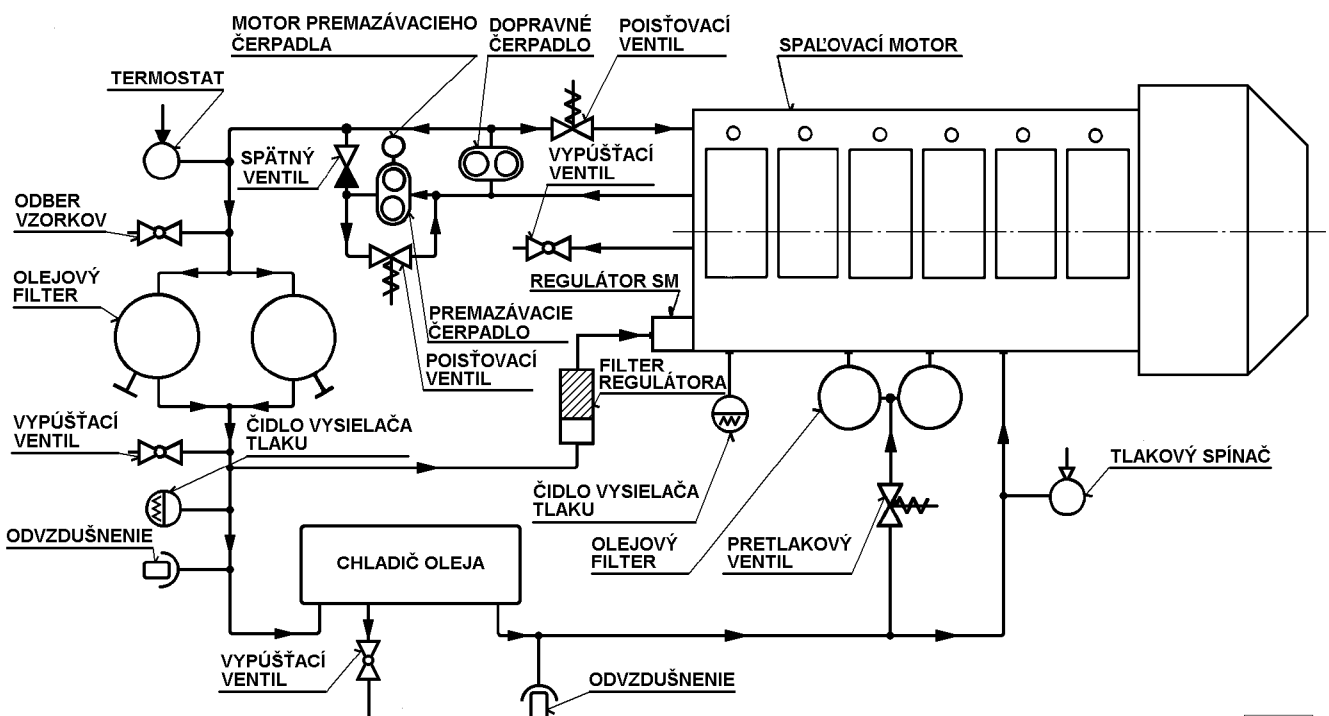
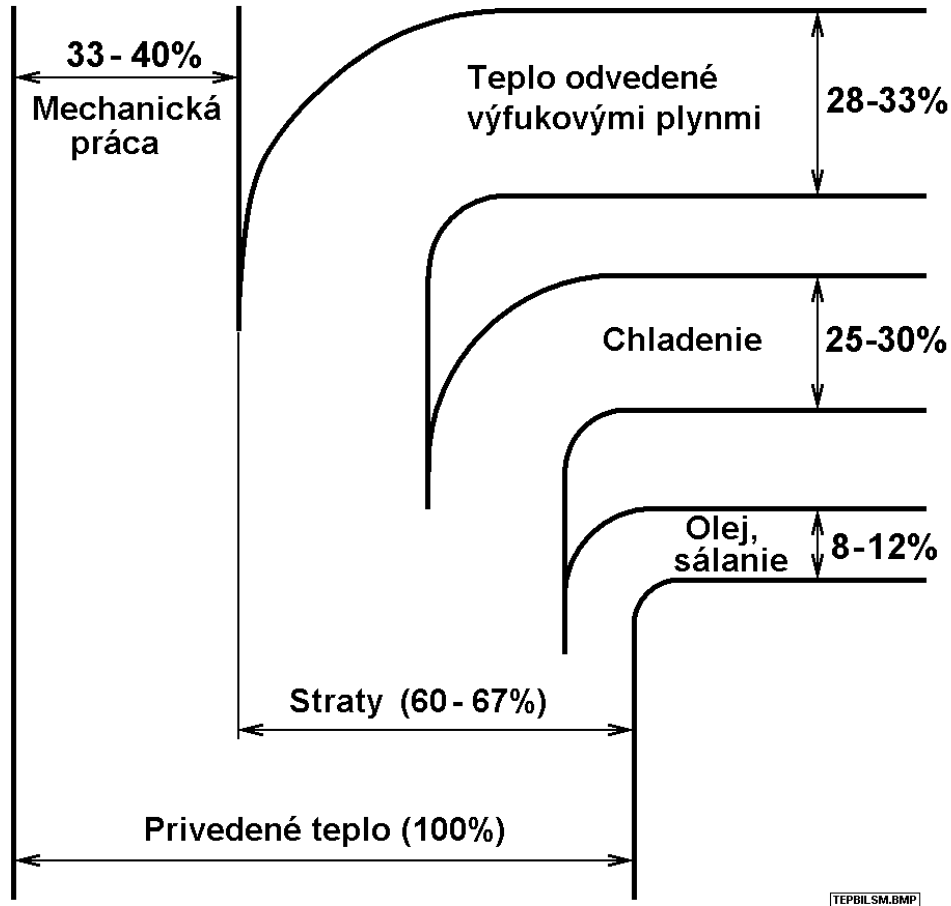


SCHÉMA OLEJOVÉHO OKRUHU SPALOVACIEHO MOTORA RUŠŇA



ENERGETICKÁ BILANCIA SPALOVACIEHO MOTORA

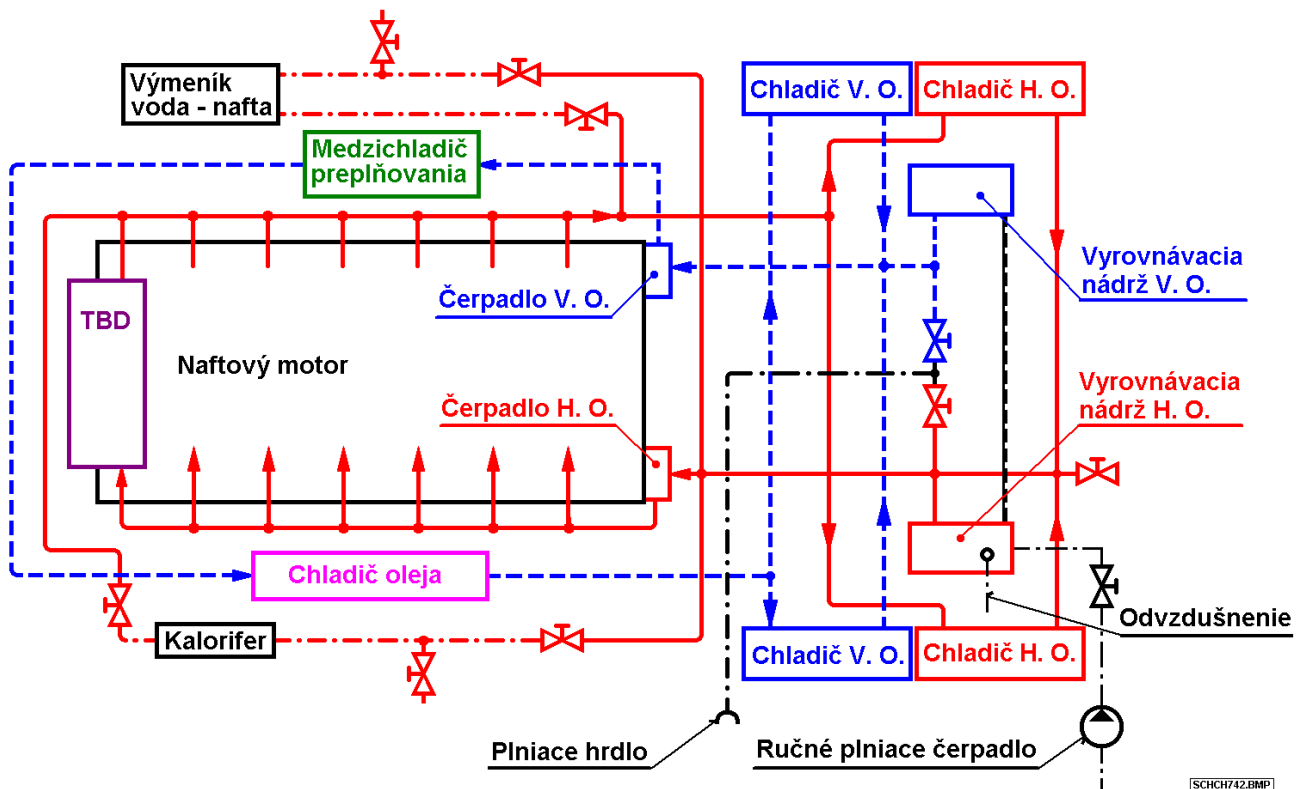
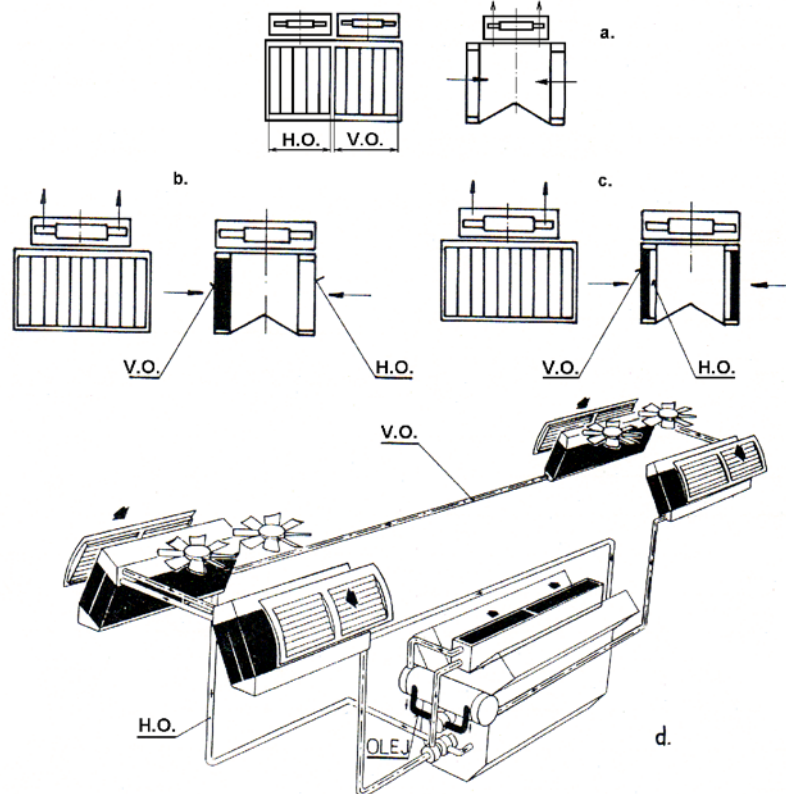


SCHÉMA CHLADIACICH OKRUHOV SPALOVACIEHO MOTORA DE RUŠŇA R. 742



UKÁZKY MOŽNÉHO USPORIADANIA CHLADIACICH OKRUHOV



**CHLADIACI BLOK A VENTILÁTOR CHLADENIA
 TM DE POSUNOVACIEHO RUŠŇA**