

Belsőégésű motorok (Nappali)

Tantárgy Neptun kódja: Nappali: **GEAHT452-B**

Tárgyfelelős intézet:EVG - Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet

Tárgyfelelős: Dr. Bencs Péter - egyetemi

docens **Óraszám/hét:** 2 óra előadás+2 óra

gyakorlat **Számonkérés módja:** kollokvium

Kreditpont: 4

Tárgy tematikus leírása:

1. hét Belsőégésű motorok fejlődéstörténete, alapfogalmai.

2. hét A Belsőégésű motorok szerkezeti felépítése, működési elve.

3. hét A Belsőégésű motorok szerkezeti felépítése, működési elve.

4. hét Otto és Diesel motorok.

5. hét Otto és Diesel motorok.

6. hét Elméleti és valóságos munkafolyamatok.

7. hét Nyomaték és teljesítmény származtatása.

8. hét Zárthelyi

9. hét Feltöltött motorok.

10. hét Két és négyütemű motorok, forgódugattyús motor.

11. hét Két és négyütemű motorok, forgódugattyús motor.

12. hét Motorok kenése.

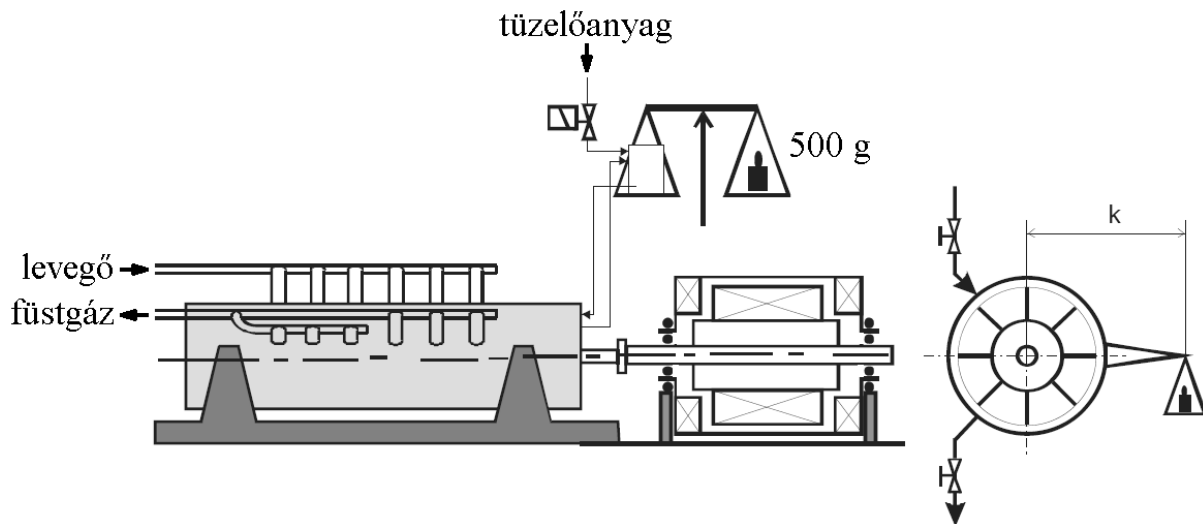
13. hét Motorok környezetvédelmi szempontjai, emissziócsökkentő technikák.

14. hét Elővizsga és Pótzárthelyi

Belsőégésű motorok ZH*

Számítási példa:

Diesel motor jellemzőinek meghatározása fékpadi mérés alapján.



Adatok:

- Hengerszám: $z = 6$
- Hengerfurat: $D = 121 \text{ mm}$
- Dugattyúlöket: $s = 2 \cdot r = 150 \text{ mm}$
- Fordulatonkénti ciklus szám: $i = 0,5 \leq \text{négyütemű}$
- Tüzelőanyag fűtőértéke: $F = 44000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
- Elméleti levegőszükséglet: $L_0 = 14,35 \frac{\text{kg}_{lev}}{\text{kg}_{tüz.a.}}$
- Levegő sűrűsége: $\rho_{lev} = 1,15 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Mért jellemzők:

- Fordulatszám: $n = 1000 \frac{1}{\text{min}}$
- Fékerő: $F_{fék} = 885 \text{ N}$
- Fékkar hossza: $k = 0,716 \text{ m}$
- 500 g tüzelőanyag elfogyásának ideje: $\tau = 121,5 \text{ s}$
- Légnyelés: $\dot{V}_{lev} = 0,0695 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Számítás menete:

- Nyomaték:

$$M = F_{fék} \cdot k = 633,7 \text{ Nm}$$

- Effektív teljesítmény:

$$P_e = M \cdot \omega = M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n = 66,4 \text{ kW}$$

- Lökettérfogat:

$$V_L = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} = 0,001725 \text{ m}^3$$

- Effektív középnyomás: a dugattyúra hatva ugyanazt az effektív teljesítményt adja, mint a változó értékű nyomás

$$p_e = \frac{P_e}{V_L \cdot z \cdot n \cdot i} = 7,694 \text{ bar}$$

- Tüzelőanyag tömegáram:

$$\dot{m}_{\text{tüz}} = \frac{0,5}{\tau} = 0,004115 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 4,115 \frac{\text{g}}{\text{s}}$$

- Levegő tömegáram:

$$\dot{m}_{\text{lev}} = \dot{V}_{\text{lev}} \cdot \rho_{\text{lev}} = 0,0799 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

- Légfeleslegtényező:

$$\lambda = \frac{\dot{m}_{\text{lev}}}{\dot{m}_{\text{tüz}} \cdot L_0} = 1,35$$

- Töltési fok:

$$\lambda_t = \frac{\dot{m}_{\text{lev}}}{\rho_{\text{lev}} \cdot V_L \cdot z \cdot n \cdot i} = 0,806$$

- Dózis: egy munkakütem alatt ennyi tüzelőanyag jut egy hengerbe

$$d = \frac{\dot{m}_{\text{tüz}}}{z \cdot n \cdot i} = 0,0823 \frac{\text{g}}{\text{ciklus}}$$

- Effektív fajlagos fogyasztás: 1 kW effektív teljesítményhez szükséges tüzelőanyag fogyasztás

$$b_e = \frac{\dot{m}_{\text{tüz}}}{P_e} = 0,062 \frac{\text{g}}{\text{kW} \cdot \text{s}} = 223,1 \frac{\text{g}}{\text{kW} \cdot \text{h}}$$

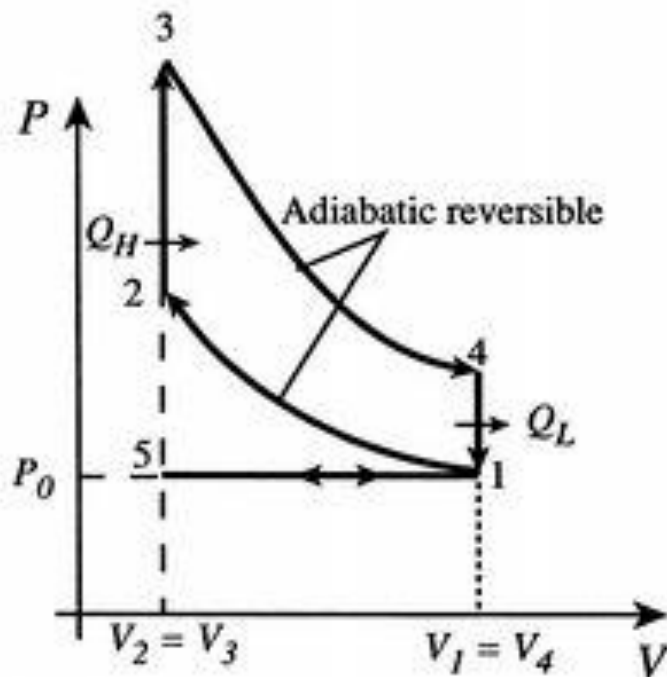
- Effektív hatásfok:

$$\eta_e = \frac{P_e}{\dot{Q}_{be}} = \frac{P_e}{\dot{m}_{\text{tüz}} \cdot F} = 0,367 = 36,7\%$$

Belsőégésű motorok vizsgaZH*

Belsőégésű motorok elméleti körfolyamatai:

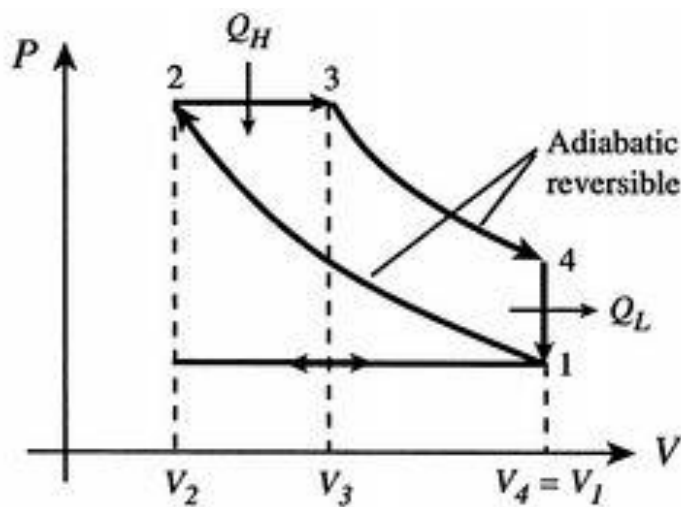
1. Otto ciklus



$$W = c_v \cdot (T_3 - T_2) - c_v \cdot (T_4 - T_1) = c_v \cdot T_1 \cdot (\lambda - 1) \cdot (\varepsilon^{\kappa-1} - 1)$$

$$\eta_0 = \frac{W}{Q_{be}} = \frac{Q_{be} - Q_{ki}}{Q_{be}} = \frac{c_v \cdot (T_3 - T_2) - c_v \cdot (T_4 - T_1)}{c_v \cdot (T_3 - T_2)}$$

2. Diesel ciklus



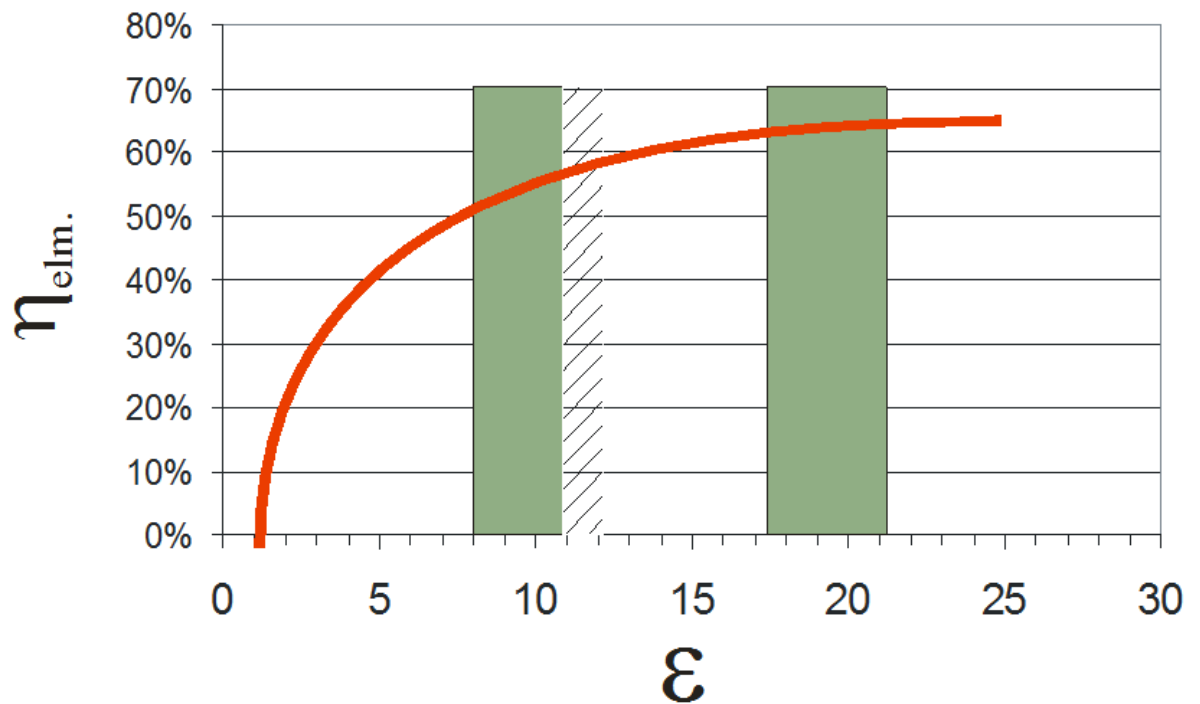
$$W = c_v \cdot T_1 \cdot [(\kappa \cdot \varepsilon^{\kappa-1} \cdot (\rho - 1) - (\rho^{\kappa} - 1))]$$

$$\eta_0 = \frac{W}{Q_{be}} = \frac{Q_{be} - Q_{ki}}{Q_{be}} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} \cdot \frac{\rho^{\kappa} - 1}{\kappa \cdot (\rho - 1)}$$

$$\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_h + V_c}{V_c}$$

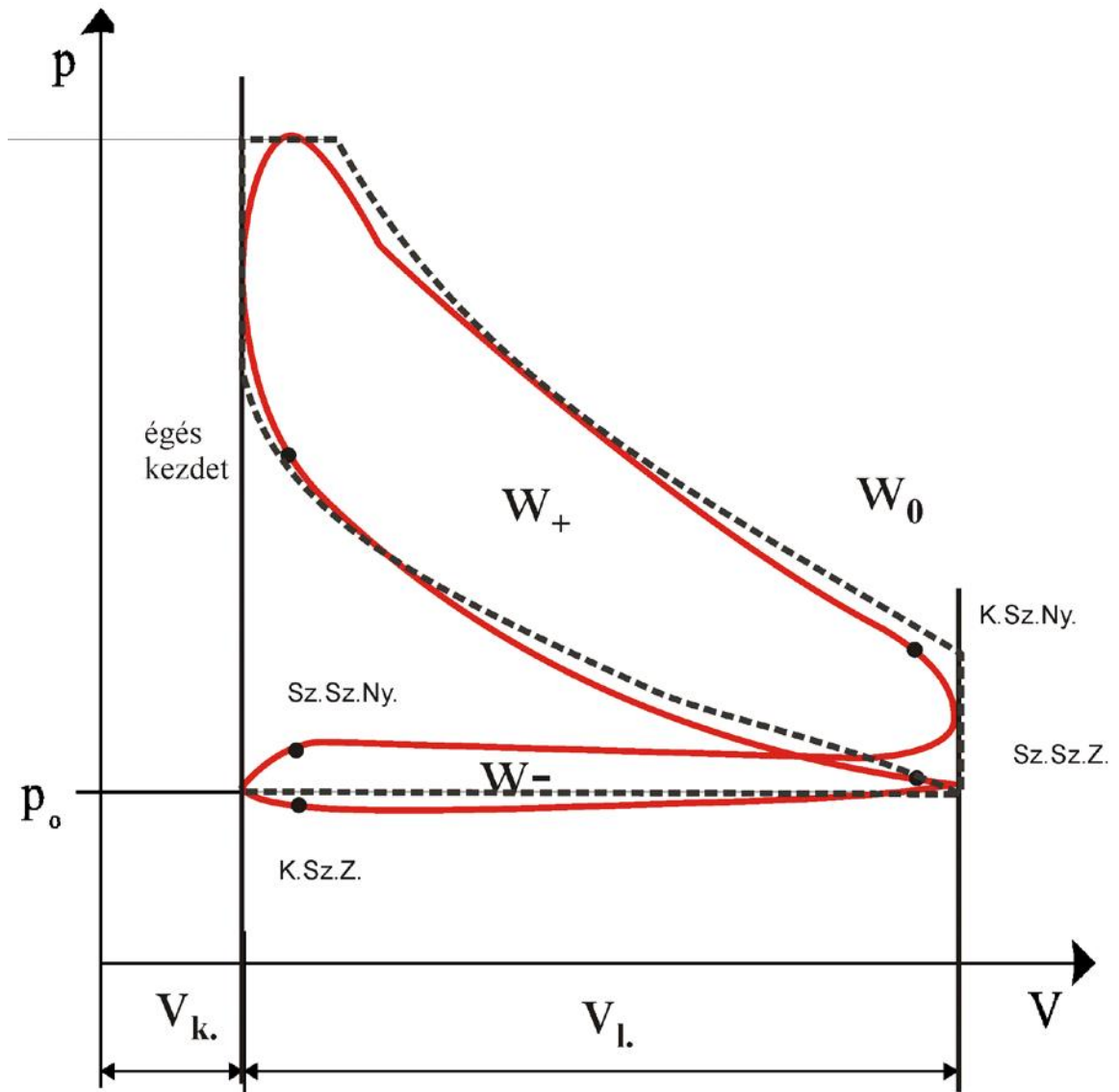
$$\rho = \frac{V_3}{V_2}$$

A termikus hatások változása a kompresszió függvényében:



Valóságos indikátor diagram:

- Elméleti (szaggatott vonal)
- Valós indikátordiagram (folyamatos vonal)



Belsőégésű motorok veszteségei:

- A motorikus, belső veszteségek:
 - Friss töltet bejuttatása (töltet csere, maradék gáz, szelep veszti.)
 - Hőleadás a falak felé ill. felöl (nem adiabatikus kompresszió)
 - Véges égési sebesség
 - Égés során hőleadás (+tökéletlen égés)
 - Gázvesztesség (dug.-persely)

Belsőégésű indikált teljesítménye:

$$P_i = p_i \cdot V_{L,H} \cdot z \cdot n \cdot i \text{ [kW]}$$

ahol:

- $p_i \left[\frac{N}{m^2} \right]$ – az indikált középnyomás
- $z \text{ [db]}$ – hengerszám

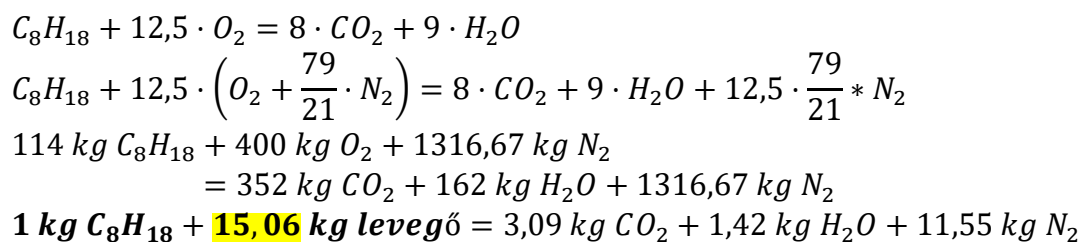
- $n [1/sec]$ - fordulát
- $i [-]$ - működések száma
- $V_{L,H} [m^3]$ - összlökettérfogat

Fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás

A motor másik alapvető jellemzője a tüzelőanyag fogyasztása, ami a munkafolyamat fenntartására fordított tüzelőanyag tömeg- vagy térfogatáramával, illetve a bejutatott hőárammal jellemezhető. Mivel ezen értékek alapvetően függenek a motor teljesítményétől, ezért a $P [kW]$ teljesítményre vonatkoztatott $B [g/h]$ a fajlagos tüzelőanyag-fogyasztás használata terjedt el.

$$b = \frac{\dot{B}}{P}$$

Légfelesleg tényező:



$$\lambda = \frac{m_{valós}}{m_{elm}} = \frac{m_{valós}}{B \cdot m_{l0}}$$

Elméleti égési levegő igény: m_{l0} (15,06 kg levegő)

A dugattyú középsebessége és a töltési fok:

Töltési fok (λ_t): a hengerbe bejutott valóságos friss töltet tömegének viszonya az elméleti friss töltet tömegéhez.

$$\lambda_t = \frac{m_{valós}}{m_{elméleti}}$$

Az elméleti friss töltet:

$$m_{elméleti} = V_L \cdot \rho_{levegő}$$