


MÉRNÖKI ALAPISMERETEK

Hőerőgépek: Motorszerkezettani alapismeretek


 Dr. Bak Árpád
 Egyetemi docens
 Eötvös Loránd Tudományegyetem
 Informatikai Kar Savaria Műszaki Intézet
 Web: smi.inf.elte.hu | szombathelyi@szegsz.hu
 Email: ab@inf.elte.hu

1



Előadás témakörei

- Hőerőgépek fogalma
- Hőerőgépek története
- Külső/belső égésű erőgépek hatásfoka
- Belsőégésű motorok csoportosítása
- Belsőégésű motor működési elve
- A belsőégésű motor elvi felépítése
- Termikus hatásfok
- Belső égésű ideális Otto/Diesel motor körfolyamata
- A négyütemű motor indikátordiagramja
- Benzinmotor hatásfokláncolata
- Motor jelleggörbék
- Motorszerkezettan

2

HŐERŐGÉPEK

- A hőerőgépek olyan szerkezetek, melyek a tüzelőanyag kémiai energiáját alakítják hővé, majd mechanikai munkává.
- Hőerőgépekről a gőzgép megjelenésétől (James Watt, 1769) beszélünk.
- A nagyipar a kereskedelem és a szállítás kialakulása létrejötté, széleskörű polarizációt eredményezett és az országok közötti fejlődési különbségekre is meghatározóan hatott.

3

HŐERŐGÉPEK

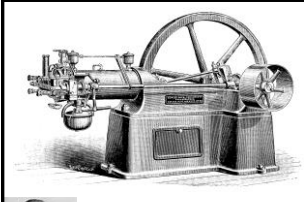
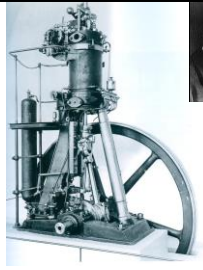


- **Hőerőgépek:** szilárd, folyékony, légnemű tüzelőanyagok felszabadítása révén termikus energiát mechanikai munkává alakít.

Az elégetési mód szerint:

- Külső égésűerőgépek:
 - Dugattyús gőzgép
 - Gőzturbina
- Belsőégésű erőgépek:
 - *Belsőégésű motor*
 - Gázturbina



4

Első négyütemű, gázüzemű motor (A.N. Otto) 1876-ban. Manuálisan szabályozható, 6100cm³, 3 HP azaz 2,2 kW

Első dízelmotor 1897-ben. Melynek hatékonysága 26,2% volt. 20.000cm³, 18 LE azaz 13 kW, 154 rpm

5

KÜLSŐ ÉGÉSŰ ERŐGÉPEK HATÁSFOKA

- 1 kg szén elégetése elméletileg **5-8 kWh** munkát ad.
- A dugattyús gőzgépek energiaátalakulás hatásfoka **5-15 %**.
- A gőzturbinák kiegészítő berendezéssel (kondenzátor, tápvíz előmelegítő, levegő-előmelegítő, túlhevítő) alkalmazásával **25-45 %**



$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h} = 3600 \text{ kJ} \cdot \text{h} = 3600 \text{ kJ}$

6

BELSŐÉGÉSŰ ERŐGÉPEK HATÁSFOKA

- 1 kg folyékony szénhidrogén (benzin, gázolaj) elégetése **12 kWh munkát ad.**
- Belsőégésű motorokban **25-45 %-os hatásfokkal** alakítható mechanikai munkává



A Tesla Model S akkumulátorsomag a fedél eltávolítása után, 18650 cella, 85 kWh energiataralommal - Forrás: <https://gizmodo.com/peek-inside-the-battery-of-a-tesla-model-s>

7

BELSŐÉGÉSŰ ERŐGÉPEK HATÁSFOKA

- 1 kg folyékony szénhidrogén (benzin, gázolaj) elégetése **12 kWh munkát ad.**
- 1 kg hajtóanyaghoz 15 kg levegő kell (keverési arány 1:14,7)

Az üzemanyagkeverék 1/15 részét kell csak magukkal vinniük, a többit a környezetből veszik.

- A gázmotorok fajlagos hajtóanya-fogyasztása (200-600 g/kWh)
- Kis üzemanyag tartállyal hosszú ideig nagy teljesítményt kifejtteni.
- A gép kis fajlagos tömege (0,5-10 kg/kW)

Nagy energia sűrűség

8

1 kg hajtóanyaghoz 15 kg levegő kell (keverési arány 1:14,7)

- A levegő sűrűsége 1,2045 kg/m³
- Benzín sűrűsége 717 kg/m³
- Liter benzin elégetéséhez kb 10.000 liter kell.

9

GÁZMOTOR, BELSŐÉGÉSŰ MOTOR, ROBBANÓMOTOR

- A hajtóanyag lehet bármilyen gáznemű vagy elgázosítható és **salak nélkül elégethető** anyag.
- A motor belsejében a lángfront sebessége **15-25 m/s.**



Robbanás: 150-300 m/s

10

BELSŐÉGÉSŰ MOTOROK CSOPORTOSÍTÁSA

- Felhasznált hajtóanyag (tűzelőanyag) szerint
 - Benzinmotor (Otto-motor)
 - Dízelmotor (gázolajmotor)
 - Gázmotor (a hajtóanyag normál állapotában gáznemű)
 - Egyéb hajtóanyagú motor (növényi olajok, alkohol, petróleum)
 - Mindenevű motor (gázolajon kívül más folyékony hajtóanyaggal is üzemeltethető)
 - Átváltható motor (2 féle üzemanyaggal is működik, működés megszakítása nélkül átváltható egyikről a másikra)
 - Kettős (vegyes) hajtóanyagú motor (egyidejűleg gáz és folyékony hajtóanyag)
- Forgásirány szerint
 - Jobb forgású motor
 - Bal forgású motor
 - Változtatható forgásirányú (reverzalható) motor

11

A BELSŐÉGÉSŰ MOTOR MŰKÖDÉSI ELVE: ALAPFOGALMAK

Az égéshez három feltétel együttes megléte szükséges:

- Éghető anyag: *hajtóanyag* -> *töltet*
- Oxigén: *égéslevegő tartalmazza*
- Gyulladás hőmérséklet (*motor szerkezeti eleme*)

Munkafolyamat/(munkaciklus) : periodikusan ismétlődő energiaátalakulási folyamat, részei:

1. A friss közeg (töltet) beáramlása a munkatérbe (szívás vagy töltés) **Kiegészítő folyamat**
2. Sűrítés (kompresszió) **Fő munkafolyamat**
3. Égés, terjeszkedés **Fő munkafolyamat**
4. A közeg kiáramlása a munkatérből (kipufogás, kitolás) **Kiegészítő folyamat**

Ütem: a munkafolyamatnak egy lökethez eső része

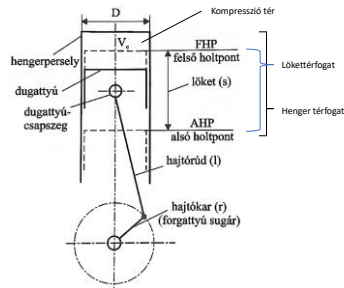
12

A BELSŐÉGÉSŰ MOTOR MŰKÖDÉSI ELVE: EGYÉB KÍSÉRŐ JELENSÉGEK

- A hajtóanyag elporlasztása
- A hajtóanyag keverése, a keverék összetételének szabályozása
- Az égés megindítása (a keverék meggyújtása)
- A töltéscsere során a henger átöblítése
- Az égéstermék esetleges utókezelése (katalizátor)
- Kenés, hűtés.

13

A BELSŐÉGÉSŰ MOTOR ELVI FELÉPÍTÉSE



$$\varepsilon = 2 - r$$

$$V_h = \frac{D^3 \cdot \pi}{4} \cdot s$$

$$V_{h1} = z \cdot V_h$$

$$V_1 = V_h + V_c$$

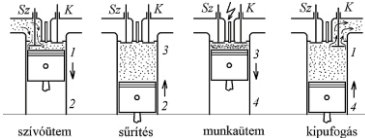
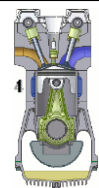
A hengertérfogat és a kompresszió térfogat hányadosa a kompresszió viszony

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_c + V_c}{V_c} = \frac{V_1}{V_c} + 1$$

Értéke: Otto motornál 6-10
Dízel motornál 14-22

14

A NÉGYÜTEMŰ MOTOR MŰKÖDÉSE



benzinmotor

- Levegő és tüzelőanyag keverékét szívja be
- 12-40 MPa-ig kisebb a környezeti nyomásnál
- Nyomás: 1-4, 6 MPa
- Hőmérséklet: 350-500 °C
- A sűrítési arányt csak a motor mechanikai szilártsága és termiikus igénybevétele korlátozza
- A tüzelőanyag 2-3 ms alatt elég
- Égéstermék: 2500 °C
- A forgási 4/7 Mpa-nyomású

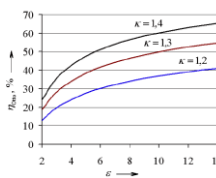
dízelmotor

- 1,5-2 MPa-tal kisebb a légnyomásnál
- Nyomás: 3-5 MPa
- Hőmérséklet: 550-700 °C
- A sűrítési arányt csak a motor mechanikai szilártsága és termiikus igénybevétele korlátozza
- A csúcshőmérséklet: 1900-2100 °C
- A csúcnyomás: 6-16 MPa-ig

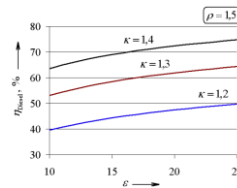
A többhengeres motorok hengereiben egymáshoz képest eltolva játszódik le a négy ütem.

15

TERMÍKUS HATÁSFOK



Az Otto-körfolyamat termikus hatásfoka



A Diesel-körfolyamat termikus hatásfoka

Kompresszióviszony ε
Fajhőviszony κ

16

Megnevezés	Jelölés	Mértékegység
Hengermérő (a henger négyzetes belső átmérője)	d	m, cm, mm
A löket hossza (lökét)	s	m, cm, mm
Fogattyúsugár	r	m, cm, mm
Egy henger lökettérfogata	V_h	m ³ , cm ³ , mm ³
Hengertérfogat	V	dm ³
Összlökét-térfogat	V_{h1}	m ³ , cm ³ , mm ³
Sűrítési arány	ε	—
A sűrítési tér, égéster (kompresszió-térfogat)	V_c	cm ³
Lökés-hatás arány	κ	—
Hengertérfogatomos, vagy dugattyúfelület	A_h	m ² , cm ² , mm ²
Ütemszám	i	—

$$V_h = A_h \cdot s = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot s}{4} = d^2 \cdot \pi \cdot \kappa$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V_h}{\pi \cdot \kappa}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_h}{\pi \cdot s}}$$

$$\kappa = \frac{s}{d}$$

$$A_h = \frac{d^2 \cdot \pi \cdot V_h}{s}$$

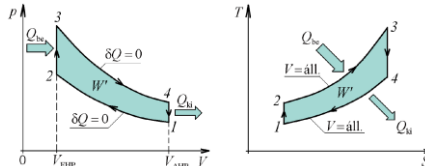
$$V_{h1} = V_h \cdot \varepsilon$$

$$r = \frac{s}{2}$$

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_c}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}$$

$$s = 2 \cdot r$$

BELSŐ ÉGÉSŰ IDEÁLIS OTTO MOTOR KÖRFOLYAMATA



1. **Adiabaticus sűrítés (1–2):** a motor sűrítési ütemét közelítő folyamat.
2. **Hőbevitel állandó térfogaton (2–3):** a munkáütem elején lejátszódó gyújtást, a tüzelőanyag elégetését és az égéstermék gyors fölmelegedését közelítő folyamat.
3. **Adiabaticus expansió (tágulás) (3–4):** a tényleges munkáütemet közelíti.
4. **Hőelvonás állandó térfogaton (4–1):** a kipufogást és a szívóütemet helyettesíti.

17

18

A DIESEL-KÖRFOLYAMAT MUNKA- ÉS HŐDIAGRAMJA

1. **Adiabtikus sűrités (1-2):** a motor sűritési ütemét közelíti.
2. **Hőbevitel állandó nyomáson (2-3):** a tüzelőanyag égését és az égéstermék fölmelegedését közelíti.
3. **Adiabtikus tágulás (3-4):** a munkáütemet közelíti.
4. **Hőelvonás állandó térfogaton (4-1):** a kipufogást és a szívóütemet helyettesíti.

19

A NÉGYÜTEMŰ MOTOR INDIKÁTORDIAGRAMJA

Indikátornak nevezzük azt a berendezést, amivel rögzíteni tudjuk egy motor hengereiben uralkodó pillanatnyi p nyomást a φ főtengelyszög vagy a V hengerterfogat függvényében.

1. Szívás (1-2):
2. Sűrités (2-3):
3. Hőbevitel, égés (3-4):
4. Munkavégzés (4-5):
5. Kipufogás (5-1):

Indikált munka egy munkáütem alatt végzett munka

Az indikált középnnyomás annak a téglalpnak a magassága, amelynek az alapja a lökettérfogat és területe egyenlő az indikált munkával $W_{ind} = p_{ind} V_c \rightarrow p_{ind} = \frac{W_{ind}}{V_c}$.

20

BENZINMOTOR HATÁSFOKLÁNCSOLATA

21

A MOTOROK JELLEMZŐ HATÁSFOKAI

- **Termikus hatásfok:** a körfolyamatból nyerhető munka és a bevezetett hőmennyiség hányadosa
- **Jóságfok:** az indikátordiagramból meghatározott belső indikált munkának és az elméleti munkának a hányadosa. Értéke: 0.8-0.92
- **Indikált hatásfok:** az indikált munka és a bevezetett hő hányadosa
- **Mechanikai hatásfok:** a motor fő tengelyén fékezéssel megállapított munka, ill. teljesítmény, és az indikálással megállapított munka ill. teljesítmény hányadosa

22

A MOTOROK JELLEMZŐ HATÁSFOKAI

- **Gazdasági hatásfok:** amennyiben a fő tengelyen levehető munkát ill. teljesítményt a bevezetett hőenergiával vetjük össze, mérő számként a gazdasági hatásfokot kapjuk.
- **Órás fogyasztás:** időegység alatti (óránként) hajtóanyag-fogyasztást jelenti: B_i [kg/h]
- **Fajlagos fogyasztás:** egységnyi munkavégzés eléréséhez szükséges hajtóanyag fogyasztás.

23

MOTOR JELLEGÖRBÉK

Valóságos motor
Jelleggörbéi teljes terheléskor

24

A NÉGYHENGERES SOROS MOTOR GYÚJTÁSI SORRENDEJE

Főtengelyfordulat	1	2	3	4
0°-180°	↑ szívás	↑ szívás	↑ kipufogás	↓ szorítás
180°-360°	↓ szorítás	↓ szorítás	↑ szívás	↑ kipufogás
360°-540°	↑ szívás	↑ szívás	↓ szorítás	↓ szorítás
540°-720°	↓ szorítás	↓ szorítás	↑ szívás	↑ szívás

- A tömegterek kiegyenlítése
- Fél főtengely-fordulatonként (180°) van egy-egy munkakütem.

31

A HENGERFEJ

- A nyitott hengert felülől a rácsvarozott hengerfej zárja le.
- Ebben alakítják ki a szívó- és kipufogócsatornákat és az égésteret.
- Anyaga leggyakrabban öntött alumínium-ötvözet.
- A hengerfejet hűteni kell.

Négyhengeres soros motor hengerfeje és az égésterek

Hengerfej a szelepfedél felől nézve

Soros motor hengerfejtömítése

32

A FORGATYÚS HAJTÓMŰ

- A forgattyús hajtómű részei a dugattyú, a dugattyúcsapszeg, a hajtórúd és a főtengely.
- A forgattyús hajtómű a dugattyú egyenes vonalú mozgását átalakítja forgó mozgássá.

dugattyútető

dugattyúcsapszeg

hajtórúd

hajtórúdföldelt

csapszegcsapok

hajtórúdföldelt csavarok

Empercsigolyóról elválasztó gyári elválasztó gyári dugattyúcsapszeg betétszigetelő

33

DUGATTYÚ

A hengerben mozog a dugattyú feladata:

- Az égéskor keletkező térfogatváltozást munkájának átvittele a csapszegen és hajtórúdon át a főtengelyre.
- Az égésterben keletkező belső energia (hő) egy részének elvezetése a hengerfalra.
- A dugattyúgyűrűk megtartása és vezetése.
- A hajtórúd felső fejeének egyenesbe vezetése.
- A kétütemű motorokban a be-, ki- és az átömlesztés vezérlése (a megfelelő rések nyitása).

Dízelmotor dugattyúja

Dugattyú hőmérséklet-eloszlása (Négyütemű benzínmotor)

34

A DUGATTYÚGYŰRŰK

- A dugattyúhornyokban elhelyezett gyűrűk rugalmasan nekifeszülnek a hengerfalnak.

Feladataik:

- A hengertér tömítése
- A hő (belső energia) egy részének elvezetése a forró dugattyúból a hidegebb hengerfalra,
- A hengerfalra tapadó olaj visszajuttatása az olajteknyőbe
- A gyűrűk anyaga szürkeöntvény, gömbszemes öntöttvas acél

dugattyú henger

- csomópont kompressziógyűrű
- belső lekötött kompressziógyűrű
- T-csatorna (kompressziógyűrű)
- első olajelvezető gyűrű
- kereszt olajelvezető gyűrű
- hajtórúd elválasztó gyűrű
- megfeszítő gyűrű elválasztó gyűrű

35

A DUGATTYÚCSAPSZEG

- **Csuklóként köti össze** az egyenes vonalú mozgást végző dugattyút és a lengő mozgást végző hajtórúdat.
- A dugattyúra ható erőt viszi át a hajtórúdra.
- Anyaga szívós, betétben edzhető ötvöztött acél.
- Felülete üvegkemény, ezt cementálással vagy nitridálással érik el.

dugattyútető

gyűrűhornyok

dugattyúcsapszeg

dugattyúcsapszeg

hajtórúdföldelt

hajtórúdföldelt

36

A HAJTÓRÚD

- Összeköti az egyenes vonalú mozgást végző dugattyút a forgó mozgást végző főtengellyel.
- A hajtórúd anyaga nemeshíthető ötvözött acél.
- Bronzpersely
- Hajtórúdszár nyomó, húzó és hajlító igénybevétel.
- keresztmetszete leggyakrabban I alakú,
- Kis tömeget és a nagy merevséget.



37

A FŐTENGELY

- **Egyenlőtlen tömegelosztású** rendszert alkot (a rendszer súlypontja nem esik a forgástengelyre).
- A főtengely forgásakor váltakozó irányú és nagyságú tömegerők ébrednek.
- Ezek kiegyensúlyozására a főtengelyen **ellensúlyok** (sonkák) vannak.
- A motor segédberendezéseinek (olajszivattyú, hűtőventillátor, vízszivattyú stb.) meghajtása
- A vezérműtengely is a főtengelyről kapja a hajtást.
- A főtengely kihajtóvégén van a lendítőkerék, innen jut a nyomoték a meghajtott gépre.



38

A MOTOR KENÉSE



A motorban az egymáshoz kapcsolódó szerkezeti elemek súrlódnak egymással.

- A súrlódási ellenállás veszteség
- Melegedés.
- Kopás

39

DÍZELMOTOROK

A dízelmotorok előnyei:

- Jobb hatásfok
- Alacsonyabb fajlagos hajtóanyag-fogyasztás,
- A terhelés változásakor a fogyasztás kevésbé változik
- A felhasznált hajtóanyag valamivel olcsóbb
- A motor feltöltésére kedvezőbbek a feltételek
- Kevésbé tűzveszélyes.

A dízelmotor hátrányai:

- Nagyobb fajlagos motortömeg
- Bonyolultabb,
- Előállításuk és javításuk drágább,
- Kezelésük, karbantartásuk nagyobb gondosságot igényel,
- A teljesítmény a fordulatszám emelésével való növelésének korlátozottabbak a lehetőségei
- Környezet védelem

40

FELTÖLTÖTT MOTOROK

- A belsőégésű motorok teljesítménynövelési módjai lényegében három paraméter megváltoztatása köré csoportosíthatók:

- A lökettérfogat növelése
- A fordulatszám növelése
- A középnyomás növelése:

A gáztöltet ne csak a **dugattyú szívóhatása** révén jusson be a motor hengerébe, hanem valamilyen töltőberendezés (sűrítő) segítségével.

- Munkaciklus magasabb nyomásszintre kerül
- Nagyobb tömegű levegő jut a hengerbe, több hajtó anyag elégetése.
- Körfolyamat területe nő, nő a középnyomás is.
- 25-50 %-kal is növelhető a motor teljesítmény

41

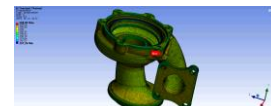
FELTÖLTÖTT MOTOROK

A feltöltött motorok előnyei:

- A motor teljesítménye növelhető
- Csökken a fajlagos fogyasztás, javul a gazdasági hatásfok,
- Kiseb a fajlagos motortömeg
- Légköri nyomásváltozásra (magasság változás) kevésbé érzékeny
- Javulhat a kipufogógáz összetétele

A feltöltött motorok hátrányai:

- Növekszik a motor hőterhelése
- Több az alkatrészek száma, ezért nagyobb a meghibásodás lehetősége
- Egyes esetekben a nyomoték rugalmasság romolhat



42

FELTÖLTÖTT MOTOROK

A leggyakrabban alkalmazott feltöltési módok:

- **Mechanikus feltöltésű motor:** amelynek a sűrítője (feltöltő berendezése) a hajtást a motor forgattyústengelyéről mechanikai kapcsolat révén kapja.



43

FELTÖLTÖTT MOTOROK

- **Turbófeltöltésű motor:** a sűrítő a működéséhez szükséges energiát a motor kipufogógázával hajtott gázturbinától kapja.

44

FELTÖLTÖTT MOTOROK

- **Idegen feltöltésű motor,** ha sűrítést önálló feltöltőberendezés végzi, amelyet az adott belsőegységű motortól független erőgép működtet.

KOMPRESSZOR

45

FELTÖLTÖTT MOTOROK

- **Dinamikus vagy akusztikus feltöltésű** a bejuto töltet sűrűségét a szívóvezetékben fellépő nyomáshullámok növelik meg.
- **Vegyes feltöltésű motor,** amikor az előző feltöltési módok kombinációjával működik.

46

FORGÓDUGATTYÚS MOTOR (WANKEL-MOTOR)

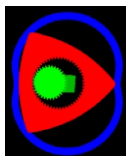
- Első modellt 1924-ben készítették el.
- Közel 30 évig tömítési és gyártási technológiai nehézségek elhárításán dolgozott.

A wankel-motor előnyei:

- Nem kell mozgásátalakítást megvalósítani (forgó-alternáló),
- Nincsenek kiegyenlítőlen tömegterők,
- Nem kell külön vezérmű,
- Fajlagos tömege kisebb a dugattyús motorokénál.

A wankel-motor hátrányai:

- Tömítési, hűtési, kenési problémák,
- Nagyobb fajlagos fogyasztás,
- Rövidebb élettartam,
- Környezetszennyezőbb.



47

A közúti közlekedés történelmi fejlődése I.

Year	Inventor	Invention	Country
1765	James Watt	Gőz meghajtású motor	Egyesült Királyság
1769	Nicolas Joseph Cugnot	Gőz meghajtású autó a katonai közlekedésben, (sebesség: 4 km ^h ⁻¹ , minden 15 percen megáll vizet és szenet tankolni)	Franciaország
1786	William Symington	Gőz meghajtású autó megjelenése a személyi közlekedésben	Egyesült Királyság
1813	Isaac de Rivas	Stabil gáz meghajtású motor	Svájc
1828	Onesiphore Pecqueur	Gőz meghajtású autó differenciálművel	Franciaország
1860	Richard Dungenan	Gőz meghajtású autó New York-ban	USA
1865	Siegfried Markus	Nagy méretű stabil motor	Ausztria
1867	Nikolaus August Otto	Atmoszférikus 2 ütemű motor (teljesítmény: 3 HP i.e. 2.2 kW, magasság: 4 m, súly: 4 t)	Németország
1878	Nikolaus August Otto	4 ütemű kompressziós motor	Németország
1883	Gottlieb Daimler	Könnyű és gyors gáz meghajtású motor	Németország

48

A közúti közlekedés történelmi fejlődése II.

1885	Carl Benz	Gépjármű gáz vezérelt, differenciálműs, tengelykapcsolós motorral	Németország
1887	Émile Roger	Első 3 kerekű gépjármű, amit Carl Benz tervezte motor hajttal	France
1895	Brother Peugeot	Első öt teherautó, amit Daimler-féle benzin motor hajttal (sebesség: $12.8 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$)	France
1897	Rudolf Diesel	Az első belsőégésű motor	Németország
1899	Rudolf Diesel	Az Estonia teherautó, az első nehéz teherautó. Súly: 300 kg, teljesítmény: 2.75 HP, i.e. 2.45 kW	Németország
1900	-	A kormánykerék bemutatása	
1900	William Still	Első nyitott fülkés hátsókerek (mint szíjhajtású) meghajtású teherautó	Kanada
1900	Rudolf Diesel	Második szállítási teherautó 5 HP-s, i.e. 3.73 kW-os teljesítménnyel	Németország
1903	Henry Ford	A gépjárművek tömegtermelése elindul	USA
1905	Abner Doble	Utolsó gőz meghajtású autó (ekkor már túl drága)	Franciaország
1914-1918	First World War	Hadászati gépek belső égésű motorokkal	

49

A közúti közlekedés történelmi fejlődése II.

1929		A Wall Street összeomlása, deplécio az autópárhuzban	USA
1934	André Lefébvre	Első gyártósorral készített autó a Citroen Traction Avant-ja, elsőkerék hajtással	Franciaország
1939-1945	Second World War	Háborús termelés. Tehergépjárművek nagy mértékű gyártása önálló gyártású motorral, de a benzin hiánya miatt acél és más nyersanyagok kerülnek előtérbe.	
1942	-	Mechanikus mutatók helyett a kar kikapcsolása.	
1947	Henry Ford	A V8-as személygépjármű tesztje, 3*10 ⁶ Volt-os mesterséges világítással	USA
1954	Thunderbird and T-Bird of Ford	A tervezés során nagymértékű krom és farok uszony használat jellemző	USA
1955	-	Első parkolóórák	Egyesült Királyság
1955	-	Első nehézipróbák a hűtőkamrákban	USA
1956	Firs oil crisis	A Suez-i válság okozta üzemanyag hiányban előtérbe kerül a kis méretű autógyártás	
1959	Austin Mini	Takarékos, kis "játékos" autók	Egyesült Királyság

50