

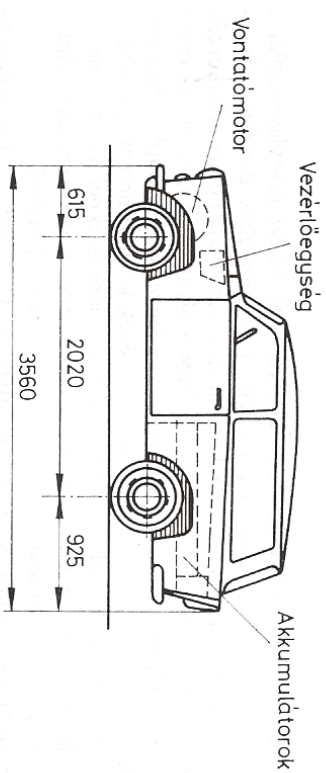
felelő alapadatok meghatározása. A technológiai és technikai lehetőségek figyelembevételével, az 1. fejeletben megadott összefüggések alapján leegyszerűsített számpéldán mutatjuk be a villamos hajtású járművek méretezésének alapelveit.

Villamos hajtású személyautó méretezése

A személyautó főbb jellemzőinél célszerű egy általánosan ismert belsőégésű motoros személykocsi adataiból kiindulni, annak gépészeti alapegységeit felhasználva.

A számítási példát Trabant Kombi személygépkocsi felhasználásával végeztük el, vázlatosan elvégezve a villamos berendezés beépítésének vizsgálatát is. A különleges, kizárólag városi üzemmódra való tekintettel a személygépkocsi néhány gyári adatát megváltoztattuk.

A személygépkocsi jellemző méretei és a villamos berendezés elhelyezése az 1.13. ábrán láthatók.



1.13. ábra. Trabant Kombi személygépkocsi jellegrajza és villamos berendezésének elhelyezése

Előzetes adatok

a gépkocsi tömege akkumulátorok nélkül, feltételezve, hogy a beépítendő villamos motor tömege kisebb az eredeti belsőégésű motor tömegénél:

500 kg

az akkumulátortelep tömege, 14 kWh tárolt energiát és 35,9 Wh/kg

fajlagos energiátároló képességét figyelembe véve:

390 kg
160 kg

két felnőtt utas tömege:

a gépkocsi teljes tömege:

1050 kg
1050 kg

A tömegarányok alakulásából látható az egyik korlátozás: az eredeti gyári gépkocsi terhelhetőségét figyelembe véve négy személy csak az akkumulátorok tömegének csökkentésével lenne szállítható, (a későbbi számítások szerint a számfolt tárolt energiára feltétlenül szükség van a menedinamikai tulajdonságok megtartása érdekében).

maximális sebesség 60 km/h
gyorstási idő teljes terheléssel

40 km/h-ra 9 s
60 km/h-ra 15 s

Kiseb gyorstásiértékekkel nem célszerű számolni a már említett menedinamikai szempontok miatt. Egy akkumulátortöltéssel megtehető út városi forgalomban legalább 80 km.

Menetjeljesítmény számítása

A jármű menetjeljesítményét a menetellenállások legyőzésére fordított teljesítmény határozza meg. A hajtókeréken leadott teljesítmény megegyezik a menetellenállások legyőzéséhez szükséges teljesítmények összegével. Az (1.12.) képlet felhasználásával:

$$P_k = P_v + P_w + P_r.$$

A menetellenállás teljesítményértékei az (1.13.) képlet

$$P_v = \frac{G(f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha)}{3,6} \cdot v$$

segítségével számítva, különböző sebességeken,

$f = 0,014$ átlagértékkel és $m = 1050$ kg tömeggel számolva ($G = m \cdot g$, sík úton ($\alpha = 0$):

v , km/h	10	20	30	40	50	60
P_v , W	400	800	1201	1602	2002	2403

A léghellenállás teljesítményértékei az (1.14.) képlet

$$P_w = \frac{K_w \cdot A \cdot v^3}{46,65}$$

alapján, továbbá $K_w = 0,2$, $A = 1,6$, és 20 km/h ellenszél

figyelembevételével:

v , km/h	10+20	20+20	30+20	40+20	50+20	60+20
P_w , W	183	435	850	1468	2332	3481

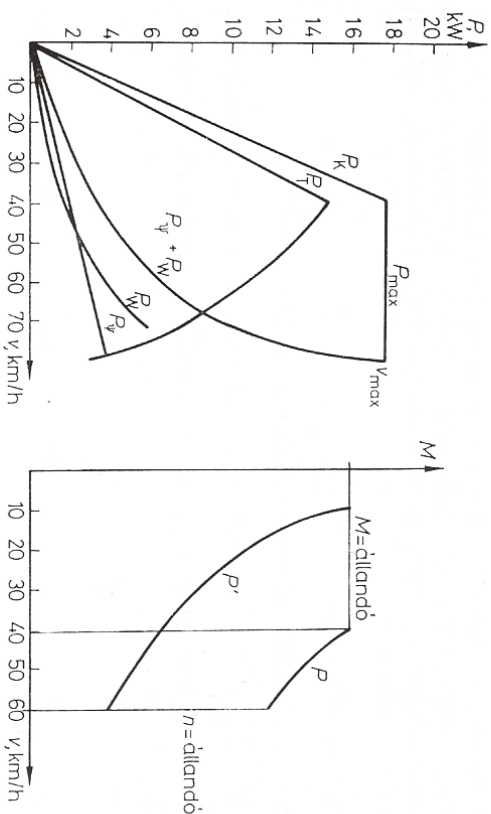
A gyorsítási teljesítmény az (1.2.8.) képlet alapján $\theta = 40$ km/h sebességnél $\frac{dv}{dt} = 1,2$ m/s²

$$P_T = \frac{\delta}{g} \cdot G \cdot \frac{dv}{dt} \cdot v = 14700 \text{ W.}$$

A kerékteljesítmény 40 km/h sebességen $P_k = P_v + P_w + P_T = 1602 + 1468 + 14700 = 17770$ W = 17,77 kW. A meneteljesítmény $\eta_m = 0,8$ motor hatásfokot figyelembe véve $P_m = P_k/\eta_m = 17,77/0,8 = 22,2$ kW. A 40 km/h sebesség eléréséhez szükséges idő:

$$t_1 = \frac{v - v_0}{a} = \frac{40}{3,6 \cdot 1,2} = 9 \text{ s.}$$

A meneteljesítmények számított értékeit az 1.14. ábrán tüntettük fel.



1.14. ábra. Meneteljesítmények a sebesség függvényében

1.15. ábra. EH 140 L4 Pa típusú vontatómotor jelleggörbéje

A számításoknál figyelembe vett (EVIG EH 140 L4 Pa) vontatómotor 1.15. ábrán feltüntetett jelleggörbéjén látható, hogy 0...40 km/h sebesség tartományban áramkorlátozással állandó forgatónyomatékot lehet biztosítani, így a gyorsulás is állandó lehet. 40...60 km/h sebesség határok között a jelleggörbéknek megfelelően a vontatómotor állandó teljesítménnyel — csökkenő nyomatékkal — gyorsít, majd a 60 km/h sebesség elérése után változatlan

motorfordulatszám mellett a motor nyomatékát a menetellenállás teljesítmény-igénye által megszabott értékre kell szabályozni. Amennyiben szabályozást nem alkalmazunk, a jármű tovább gyorsul és kb. 79 km/h sebességen kerül egyensúlyba a menetellenállás és vonóerő.

A menetdinamikai számítások után az üzemmód figyelembevételével ellenőrizhető az akkumulátorban tárolt energia felhasználása és az egyszeri akkumulátortöltéssel megtett út. A példánkban felvett járműnél 7 db 160 Ah-ás, 12 V-os, könnyített ólomakkumulátorral számoltunk, amelyek a Trabant Kombi hátsó ülésének helyén és a csomagterében könnyen elhelyezhetők.

Az energetikai számítások alapadatai:

- átlagos megállási távolság $s = 500$ m;
- maximális sebesség városi üzemben $v_a = 40$ km/h;
- fékezési út hossza $s_1 = 50$ m.

A jármű a korábbi számítások szerint 40 km/h sebességre 9 s alatt gyorsul fel. Az ezalatt megtett úthossz

$$s_1 = \frac{a_1}{2} \cdot t_1^2 = \frac{1,23}{2} \cdot 9^2 = 49,8 \text{ m.}$$

A jármű vontatással, állandó $v_a = 40$ km/h sebességgel halad $s_2 = 350$ m-t, és mintegy $s_3 = 50$ m-t kifutással tesz meg. A fékezés alatt megtett út: $s_4 = 50$ m.

Az állandó sebességgel megtett út ideje:

$$t_2 = \frac{s_2}{v_a} = \frac{350}{11,1} = 31,5 \text{ s}$$

$$t_3 = \frac{s_3}{v_k} = \frac{50}{10} = 5 \text{ s (kifutási idő)}$$

$$t_4 = \frac{2 \cdot s_4}{g} = \frac{100}{9} = 11,1 \text{ s (fékezési idő)}$$

A számítások alapján felrajzolhatók a menetdiagramok, ellenőrizhető a vontatómotor teljesítménye:

Az 1.16. ábra alapján: a vontatómotor csúcsteljesítménye $P_{cs} = 22$ kW; indítás alatti tartós teljesítménye $P_i = 10 \cdot 5$ kW; meneteljesítmény sík úton 40 km/h sebességnél 20 km/h sebességű ellenszélben $P_A = 3,1$ kW. Egy 500 m útszakasz Ah szükséglete:

$$t_1 \text{ időtartam alatt } \frac{9 \text{ s} \cdot 256 \text{ A}}{3600} = 0,64 \text{ Ah}$$

$$t_2 \text{ időtartam alatt } \frac{31,5 \text{ s} \cdot 42 \text{ A}}{3600} = 0,36 \text{ Ah.}$$