

NA CESTU DO PRÁCE - ELEKTROMOBIL I.

Už dvakrát jsme při vypsání konstruktéřská soutěže upozornili na námět, který po zrušení daně z motorových vozidel a zvýšení ceny benzínu začal být zajímavý — přestavbu starého automobilu se spalovacím motorem na elektrický pohon.

Proč přestavbu a ne novou konstrukci lehkého vozítka, které by nesporně mělo výhodnější parametry? Protože schválení amatéřské konstrukce při otypování je velmi obtížné, nemluví o vysokých poplatcích, které by levnější provoz vozítka asi nevyrovnal. Při přestavbě továrně vyrobeného auta na jiný pohon jde pouze o přetypování (s minimálním poplatkem), k němuž může dát souhlas ministerstvo vnitra — správa pro dopravu. Je ovšem nutné žádost

doložit podrobným technickým popisem přestavby s výkresy a výpočtem, z něž budou zřejmé i užítkové a bezpečnostní vlastnosti (únosnost pneumatik ap.) navrženého vozidla.

Protože výpočet budoucích jízdních parametrů musí být základem všech úvah o tom, zda elektromobil stavět či ne, otiskujeme materiál, který zájemcům pomůže se v problematice orientovat a příp. ušetřit mnoho práce a peněz.

Upozorňujeme naše čtenáře, že jsme se správou pro dopravu ministerstva vnitra dojednali způsob projednávání žádosti o přetypování. Doporučujeme proto, aby zájemci zaslali popis, výkresy a výpočty napřed do redakce „Udělej si sám“. Za Strahovem 10. 169 00 Praha 6. Redakce

Výhody elektromobilu jsou nesporné: tichý chod, žádné výfukové zplodiny, velká spolehlivost i životnost pohonu (a z toho plynoucí minimální údržba) a nízké provozní náklady. Nemalé jsou však doposud i jeho nevýhody: velká hmotnost (váha) zdrojů a s ní související nízké užitečné zatížení, omezená stoupavost a malý dojezd. To platí pro všechny dosud zkoušené zdroje, tedy akumulátory olověné i nikloceťové, pro palivové články i termoelektrické měniče. Výhodnější jsou pouze stříbrozinkové nebo halogenové akumulátory, ale ty pro svou vysokou cenu a krátkou životnost jsou zatím rovněž nepřijatelné. Pro amatéřskou stavbu elektromobilu je v našich podmínkách reálné počítat pouze s běžnými akumulátory olověnými. Jejich hmotnost pro určité množství nahromaděné energie je 500 krát větší než hmotnost benzínu. I když vezmeme v úvahu mnohem lepší účinnost elektrického motoru ve srovnání s benzínovým, a to zvláště při výkonu nižším než jmenovitém, a též lepší účinnost převodů, které mohou být jednodušší, je tento poměr stále ještě 80:1 v neprospěch akumulátoru. Pro ujetí určité vzdálenosti bude zapotřebí osmdesátkrát větší hmotnosti akumulátorů, než je hmotnost spotřebovaného benzínu. Potřebuje-li vozidlo o celkové hmotnosti 1000 kg (včetně osob a nákladu) 7 litru benzínu na 100 km, pak by pro elektrický provoz bylo zapotřebí akumulátorů o hmotnosti 560 kg. Tak těžkou baterii lze sotva ve vozidle umístit, má-li být splněn předpoklad celkové hmotnosti 1000 kg. Nezbyvá než přijmout omezení dojezdu.

Z užitečné nosnosti 380 kg
DO odečtení hmotnosti
akumulátoru -224 kg
zbude pro cestující 156 kg

Pro dojezd 40 km by naše vozidlo spotřebovalo 2,8 litru benzínu a potřebná hmotnost akumulátorů by byla 224 kg.

Za předpokladu, že elektrický pohon včetně převodů nebude těžší než odstraněný spalovací motor s převody, nádrží a startovacím akumulátorem. Tento předpoklad lze splnit, jak ukážeme později. Z uvedeného však vyplývá, že hmotnost prázdného vozidla by neměla překročit hodnotu 620 kg (tj. 1000 — 380 kg). Uvedený výpočet slouží jen pro první odhad. Přesnější výsledek obdržíme výpočtem elektrické trakční práce baterií dle požadovaných tunokilometrů. Je totiž zapotřebí 0,10 až 0,15 kWh pro tunokilometr dle terénu, nebo jinak 5 až 7,5 kg hmotnosti baterií na jeden tunokilometr.

Pro náš případ s vozidlem o hmotnosti právě 1 tuny a dojezdu 40 km bude při použití středních hodnot

trakční práce $40 \times 0,12 = 4,8$ kWh a hmotnost baterií $40 \times 6 = 240$ kg. Výsledek je podobný a ukazuje, že je základním předpokladem šetřit doslovně s každým kilogramem hmotnosti v celé konstrukci vozidla, má-li být dosaženo přijatelných jízdních vlastností. Za povšimnutí stojí malá spotřeba energie.

Zatím jsme blíže neuvažovali o terénu a stoupání, které by měl elektromobil překonávat. Je nutno si uvědomit, že tah, potřebný pro jízdu do stoupání 2 % je dvojnásobný než pro jízdu po rovině. My však musíme uvažovat se stoupáním alespoň 10 %, které již vyžaduje tah šestinásobný. Tah závisí na hmotnosti vozidla a na stoupání, nikoli na rychlosti. Odpor vzduchu můžeme zanedbat. Rychlost jízdy má vliv na potřebný hnací výkon, tedy na výkon elektrického motoru a aku-

mulátorů. Aby tento výkon při jízdě do stoupání nevzrostl rovněž šestinásobně, což by se projevilo zvýšením hmotnosti motoru a akumulátoru, musíme přistoupit na snížení rychlosti do kopce. Trakční elektrický motor samočinně sníží rychlost v poměru odmocniny k požadovanému tahu. Není třeba přepínat rychlostní stupně jako u spalovacího motoru. Ve stejném poměru sníží samočinně i výkon, takže nepřetěžuje sebe ani akumulátory. Při jízdě do 10 % stoupání tedy

6 *
stoupne potřebný tah
klesne rychlost jízdy $\sqrt{6} = 2,5$ x
stoupne výkon i odběr
z akumulátorů 2,5 >

Tah je vyvozován točivým momentem motoru. Elektromotor vyvine, je-li to zapotřebí, desíti až dvacetinásobný moment proti svému 100 % momentu, na který je počítán a konstruován. Spalovací motor nemůže svůj 100 % moment překročit, a proto musí být pro trakční účely vybaven převodovou skříní, která moment přenášený na kola zvětšuje. Protože není přetížitelný, musí být navrhován vždy s velikou rezervou a normálně pracuje pak se zlomkem svého plného výkonu.

Elektromotor díky své přetížitelnosti se navrhuje na průměrný výkon. Při jízdě po rovině jej cele nevyužívá, do kopce jej překračuje. Při stanovení průměrného výkonu záleží přirozeně na vzájemném poměru doby, po kterou se jede po rovině a do kopce a rovněž na strmosti kopce. Pro každou trať bychom dostali jiný výsledek, a proto vyjdeme z těchto požadavků: nejvyšší rychlost

na rovině 40 km/h
rychlost dostoupání 10 % 10 km/h
nejvyšší stoupavost
(krátkodobě) 20 %

Městské ulice se stoupáním 10 % se nám jeví jako dosti strmé a nevy-

sKytuii se často. Rychlost 10 km/h je volena s ohledem na ostatní dopravu. Menší rychlost by ji již brzdila. Stoupání 20 % mívají výjezdy z podúrovňových garáží či nájezdy na rampu. Tam nám na rychlosti nezáleží.

Potřebný trakční výkon se vypočte z tažné síly a rychlosti. Tažná síla po rovině je podle zkušenosti 160 N (\approx 16 kp) na tunu hmotnosti vozidla, pro naše vozidlo tedy právě 1 60 N. Rychlosti 40 km/h odpovídá 11,1 metrů za sekundu. Trakční výkon po rovině bude $160 \times 11,1 = 1776 \text{ W} = 1,78 \text{ kW}$

Tažná síla do kopce je

$$P_k = 10 \times Q \times p$$

kde Q je hmotnost vozidla [t]

p — procento stoupání.

Tažná síla do stoupání 10% bude pro vozidlo o hmotnosti 1 tuny $p_k = 10 \times 1 \times 10 = 100 \text{ kp} = 1000 \text{ N}$.

Rychlostí 10 km/h odpovídá 2,77 m/s. Trakční výkon je $1000 \times 2,77 = 2770 \text{ W}$.

K tomu přistupuje ještě výkon jako po rovině, ale rychlosti jen 2,77 m/s na přemáhání valivých odporů, tedy

$$160 \times 2,77 = 443 \text{ W}$$

Do stoupání je tedy celkem

$$2770 + 443 = 3213 \text{ W} = 3,21 \text{ kW}$$

Průměrný výkon je někde mezi hodnotami 1,78 a 3,21 kW. Musí být však vyšší asi o 15 % na přemáhání ztrát v převodech, tedy mezi 2,1 kW a 3,6 kW.

STANOVENÍ TYPU BATERIE A MOTORU

Akumulátory — uvažujeme pouze olověné — jsou dvojího druhu: startovací — známé z automobilů a trakční. Druhé jsou vhodnější, neboť snesou rychlejší vybíjení a mají delší život. Jsou ovšem dražší a těže dostupné. Vyrábějí se jako jednotlivé články, které se v potřebném počtu seskupují do dřevěných skříní. Běžné startovací akumulátory však při pečlivé údržbě pro náš účel vyhoví rovněž. Budou mít kratší život, asi 2 roky, trakční šest let. Pro orientaci uvádíme v **tab. 1** přehled vybraných typů obou druhů.

Proudem se rozumí nabíjecí proud a podle něj musí být řešen nabíječ. Vybíjecí proud bude proměnlivý dle zatížení a bude uvedené hodnoty značně přesahovat.

Vhodnou volbou počtu článků či baterií můžeme se přizpůsobit napětí motoru v souladu s dříve vypočtenou hmotností baterií.

Motor bude sériový stejnosměrný, o výkonu blízkém vypočtené hodnotě. Může být na napětí mezi 48 až 120 V, jeho jmenovité otáčky by měly být asi 1400 min^{-1} (ot/min).

Tabulka 1

Typ článku	Kapacita [Ah]	Napětí [V]	Proud [A]	Rozměry [mm]	Hmotnost [kg]
Trakční články					
2K 210	53	2	11	36×148×320	4,0
3K 210	80	2	16	51×148×332	6,0
4K 210	106	2	21	66×148×332	8,0
Startovací baterie					
6ST 50	50	12	5,0	310×175×230	24,0
6ST 82	82	12	8,2	434×175×230	36,0
6ST 115	115	12	11,5	512×216×232	44,0

Bude patkový, otevřený, krytý proti vniknutí větších předmětů, s vlastním chladicím ventilátorem uvnitř. Různých typů starých stejnosměrných elektromotorů je veliké množství. Používaly se v textilkách, papírnách, mlýnech a jinde. Většinou jsou však derivační. Jak je lze upravit na sériové, ukážeme dále. Nejvýhodnější by byl motor z elektrozísky (ještěrky).

Důležitá je nízká hmotnost, ale v tomto směru příliš nepořídíme. Hodnotu 25 kg na kilowatt výkonu můžeme považovat za dobrou. Některé typy motorů vyráběných nyní nebo v nedávnou uvádíme v **tab. 2**.

Z uvedených údajů si zvolíme pro adaptaci

akumulátory:

60 článků 2K 210, 53 Ah, hmotnost 240 kg, napětí 120 V nebo:

10 baterií 6ST 50, 50 Ah, hmotnost 240 kg, napětí 120 V

motor:

2,9 kW, 1400 min^{-1} , proud jmenovitý 32,8 A, 110 V

Přřazení motoru k baterii z hlediska napětí nemusí být přesné, motor může být na napětí o něco nižší, neboť napětí baterie za provozu klesne asi o 10 %. Obráceně je to nevhodné, motor by měl snížený výkon.

Je možné, že se motor, který se nám podaří opatřit, nebude hodit svým napětím. Je pak možno se pokusit o jinou sestavu akumulátorové baterie nebo lze též motor převinout. Pokud by motor měl

poškozené vinutí, pak je nejlépe jej dát nově navinout přímo na požadovanou napětí.

Častěji než sériové se vyskytují motory derivační. Pak je třeba převinout jen stator, tedy budící cívky magnetů, což je poměrně jednoduché. Rotor — pokud se hodí napětím — zůstane původní; jeho převíjení je obtížnější a musí být po převinutí a impregnaci vyvážen. To může provést jen odborná dílna. Pro informaci otiskneme v příštím sborníku různá zapojení stejnosměrných motorů.

STANOVENÍ PŘEVODOVÉHO POMĚRU

Při adaptaci staršího automobilu se budeme snažit použít stávajícího převodu, který je tvořen stálou redukcí pravidelně v rozvodovce a některým rychlostním stupněm v převodovce, nejspíše druhým u tří-rychlostních převodovek a druhým či třetím u čtyřrychlostních. Nepoužité převodové stupně se podle možnosti vymontují, aby se snížily neúčinné ztráty. Vždy však celkový převod musí přibližně odpovídat vypočtenému, přičemž na převodový poměr má vliv i velikost použitých kol. Výměnou kol za jiná je možno stávající převod, který máme k dispozici, „doladit“ na potřebnou hodnotu. Stačí vyměnit jen kola poháněná, avšak nové pneumatiky musí svou nosností vyhovovat zatížení. Všechny potřebné hodnoty podle katalogu Barum uvádíme

Tabulka 2

Výkon [kW]	Otáčky [min^{-1}]	Typ	Účinnost [%]	Hmotnost [kg]	Proud [A]	Výrobce
Stejnoseměrné motory průmyslové na napětí 110 V						
1,5	1400	TMN12Ab	80	58	17,1	MEZ Židenice
2,2	1400	TMN12b	83	72	24	MEZ Židenice
4,0	1400	TMN16Ab	86	100	42,2	MEZ Židenice
1,7	1400	SM132S	76	48	20,2	MEZ Židenice
2,9	1400	SM132L	81	65	32,8	MEZ Židenice
4,8	1400	SM160S	81	94	54	MEZ Židenice
Stejnoseměrné motory akumulátorových vozíků na napětí 40 V						
1,54	1100	DS1,5/4	79	50	45,5	dovoz z Bulharska

Tabulka 3

Označení pláště	Poloměr [mm]	Únosnost při huštění [atm]					Obvod [mm]
		1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	
5,20—10	240	175	200	240	255	275	1507
5,20—12	264	195	225	270	290	310	1657
5,20—13	277	215	245	290	315	335	1739
5,20—14	297	240	270	315	345	375	1865
5,60—15	309	280	315	370	400	425	1940
5,50—16	326	260	320	365	405	430	2047

v tab. 3.

Výpočet převodového poměru je choulostivou záležitostí a nelze jej provést se zaručeným výsledkem bez znalosti momento-obrátkové charakteristiky motoru a trakční charakteristiky vozidla, tedy diagramu potřebné tažné síly pro různé rychlosti. Dále by byla nutná i znalost ztrát v převodech. Žádnou z těchto hodnot patrně nebudeme mít k dispozici a navíc výsledek je ovlivněn huštěním pneumatik, stavem vozovky, stavem a nabitím akumulátorů, jejich teplotou, viskozitou oleje v převodech a dalšími vlivy. Uvádíme proto způsob výpočtu, který vychází z obecných zákonitostí elektromotoru a z průměrného jízdního odporu vozidla bez přihlídnutí k odporu vzduchu (ten se do 40 km/h téměř neuplatní); výpočet je svou jednoduchostí přístupný a výsledky dobře vyhoví.

Vzorci i výpočet jsou zjednodušeny a zaokrouhleny, čímž se dopouštíme určitých malých nepřesností, za daných podmínek to však není na závadu.

Vydeme se zásady, že elektromotor nesmí překročit jisté obrátky z důvodu odstředivých sil, které by poškodily rotor. Protože nebudeme mít patrně k dispozici speciální motor, smíme připustit obvodovou rychlost rotoru asi 50 až 50 m/s. Tomu odpovídá u uvedených velikostí počet otáček asi 4500 min⁻¹. Předpokládejme tedy, že převod bude takový, aby motor běžel otáčkami 4500 min⁻¹ při rychlosti 45 km/h. Tento předpoklad nám zjednoduší výpočet. Je náraz patrné, že při jmenovitých 1400 obrátkách dosáhne rychlosti 14 km/h.

Postup výpočtu

Zvolený motor 2,9 kW, 1400 min⁻¹ bude mít jmenovitý točivý moment

$$M = \frac{\text{výkon [W]} \cdot 2900}{\text{otáčky [min}^{-1} \cdot \text{J}]} = \frac{2900}{1400} = 20,7 \text{ Nm (2,07 kpm)} \quad (1)$$

Vozidlo má kola s pneumatikami 5,60—16 s obvodem podle tab. 3 2,047 m. Při jmenovitých otáčkách 1400 min⁻¹ pojedje vozidlo jak jsme stanovili rychlostí 14 km/h, to je 3,88 m/s.

Motor vykoná za sekundu

1400 · 60 = 23,3 otáček
a kolo při obvodu 2,047 m
3,88 · 2,047 = 1,89 otáček

Potřebný převod bude
23,3 : 1,89 = 12,32

Nyní je nutno výpočtem zkontrolovat, zda vozidlo dosáhne plánované rychlosti 40 km/h na rovině, dále zda dosáhne 10 km/h ve stoupání 10 % a jakým výkonem bude motor v obou případech pracovat. K tomu potřebujeme opět tažnou sílu, která je podle dřívějšího na rovině

Tažná síla P = 16 x hmotnost vozidla v tunách (2)

tedy při hmotnosti 1000 kg, tj. 1 tuny, právě 16 kp ≈ 160 N. Pak bude potřebný točivý moment na kolech

$$M_k = P \times \text{poloměr kola v metrech} \\ \text{tedy } 160 \times 0,326 = 52,1 \text{ Nm} (\approx 5,21 \text{ kpm}) \quad (3)$$

Po přepočtu převodovým poměrem bude potřebný moment na hřídeli motoru 52,1 : 12,32 = 4,23 Nm (≈ 0,423 kpm).

Na přeměnění ztrát v převodech musí motor vynaložit moment o 15 % větší, tedy 4,86 Nm (≈ 0,486 kpm). Tento moment je mnohem menší, než moment jmenovitý podle rovnice (1), a proto se motor rozběhne do vyšších otáček než jmenovitých.

Poměr momentů je 20,7 : 4,86 = 4,27
poměr otáček bude $\sqrt{4,27} = 2,06$
otáčky motoru budou 1400 x 2,06 = 2880
rychlost vozidla 28,8 km/h
výkon motoru 2,9 : 2,06 = 1,40 kW

Rychlost neodpovídá předpokladu 40 km/h a bude nutno provést zásah do buzení, aby se rychlost zvýšila. K tomu se vrátíme dále. Výkon je menší než jmenovitý, motor nebude plně zatížen. Bude odebírat proud ve stejném poměru snížený, tedy proud motoru 32,8 : 2,06 ≈ 16 A

Ve stoupání 10% bude tažná síla dle dřívějšího 1000 + 160 = 1160 N.

Točivý moment na kolech M_k = 1160 x 0,326 = 378 Nm

Po přepočtu převodovým poměrem – moment na motoru 378 : 12,32 = 30,6 Nm + 15 %

ztráty = 35,1 Nm

Tento moment je větší než jme-

novitý, a proto klesnou otáčky pod jmenovité.

Poměr momentů je 35,1 : 20,7 = 1,69
poměr

otáček bude $\sqrt{1,69} = 1,30$

otáčky motoru budou 1400 : 1,30 = 1070 min⁻¹

rychlost vozidla 10,7 km/h

výkon motoru 2,9 · 1,30 = 3,77 kW

proud motoru 32,8 · 1,30 = 43 A

Rychlost odpovídá předpokladu, motor bude přetížen o 30 %, což

nevadí, pokud to netrvá dlouho.

Motor této velikosti mohou být přetíženy o 25 % po dobu 15 min

1 hodiny a o 100 % asi po 1/4 hodiny.

Maximální stoupavost je daná maximálním momentem, který motor může vyvinout. Jak jsme již uvedli, bývá to více než desetinásobek jmenovitého momentu. Z opatrnosti uvažujeme jen šestinásobek; Z předchozího výpočtu pro 10 % stoupání vyplývá potřeba momentu 1,69 násobného. Poměr bude 6 : 1,69 = 3,55. Dle této zjednodušené úvahy bude maximální stoupavost

10 % x 3,55 = 35,5 %

Je jisté, že stoupavosti 20 % bude dosaženo, a proto se spokojíme s tímto přibližným výpočtem.

Zvýšení rychlosti na 40 km/h se provede snížením buzení zapojením, které popíšeme dále. Snížíme h např. buzení na polovinu, tedy dvakrát, způsobí tento zásah nárůst otáček o násobek √2; otáčky tedy vzrostou: 1,41 krát a potřebný výkon motoru stoupne ve stejném poměru. Budou tedy

otáčky 2880 x 1,41 = 4060 min⁻¹

rychlost 40,6 km/h

výkon motoru 1,40 x 1,41 = 1,97 kW

proud motoru 16 · 1,41 = 22,5 A

Rychlost již odpovídá předpokladu a motor nepracuje ještě s plným výkonem; dalším odbuzením by bylo možno ještě rychlost zvýšit. Správnou hodnotu je nutno vyzkoušet. Snížení buzení bude v činnosti jen po rovině, do stoupání musí být zachováno plné buzení.

VÝPOČET DOJEZDU VOZIDLA

Dojezd závisí na velikosti proudu odebíraného z akumulátorů. Kapacita trakčních akumulátorů je udávána pro vybití za pět hodin, startovacích za 20 hodin. Pak je normální vybíjecí proud

akumulátorů 1/5 kapacity

trakčních 1/20 kapacity

startovacích 1/20 kapacity.

V našem případě budeme akumulátory vybíjet větším proudem a vybijí se dříve. Výpočet však nelze provést pouhým násobením, neboť akumulátor se při větším proudu vybije dříve, než kolik odpovídá zvětšení proudu nad normální. Vybíjecí doby pro násobky normálního vybíjecího proudu udává **tab. 4**.

Pro náš případ adaptace jsme zvolili trakční akumulátory o kapacitě 53 Ah. Jejich normální vybíjecí proud je $53:5 \approx 10$ A

Po rovině:

Proud 22,5 A, tj. 2,25 násobek...
doba jízdy ... 1,7 h

Dojezd po rovině 1,7 x 40 km/h = 64 km

Do stoupání: 10 %:

Proud 43 A, tj. 4,3 násobek...
doba jízdy ... 0,6 h

Dojezd do 10 % 0,6 x 10 km/h = 6 km

Podle druhu trati lze oba výsledky kombinovat. Je reálný předpoklad dojezdu 40 km i při častém rozjíždění, které vyžaduje městský provoz a které odčerpává energii navíc k urychlení vozidla.

Při použití akumulátorů startovacích bude norm. proud 50:20 = 2,5 A

Po rovině:

Proud 22,5 A, tj. 9-ti násobek...
doba jízdy ... 1,3 h

Do | (V | 1,3 · 40 > km

Do stoupání:

Proud 43 A, tj. 17-ti násobek...
doba jízdy ... 0,45 h

Dojezd 0,45 · 10 = 4,5 km

K dojezdu po rovině třeba dodat, že by jich bylo možno dosáhnout na skutečně vodorovné ploše asfaltované silnice. Všechny budou kratší proti teoretické hodnotě o asi 10 %, protože rychlost vozidla klesá s postupným vybíjením akumulátoru. Rovněž u starších akumulátorů dojde k dalšímu poklesu.

KALKULACE PROVOZNÍCH NÁKLADŮ

Náklady na provoz každého vozidla se skládají z

pevných nákladů — odpisy z pořizovací ceny, pojištění, daň pohyblivých nákladů — pohonné látky, opotřebení pneumatik, údržba.

Protože při adaptaci využíváme starého vysloužilého a odepsaného vozidla, zbývá z pevných nákladů jen pojištění — podle současného stavu 144,— Kčs ročně a z pohyblivých nákladů úměrných počtu ujetých kilometrů to je cena za elektřinu pro nabíjení, za renovaci akumulátoru a za pneumatiky.

Na nabíjení je třeba zhruba dvojnásobku energie, než lze čerpat při vybíjení. Při ceně nočního proudu Kčs 0,14 za kWh bude jedno nabití

Tabulka 4

násobek proudu I_5	Trakční akumulátory									
	1	2	3	4	5	6	8	10		
vybíjecí doba h	5	2	1	0,7	0,5	0,4	0,27	0,2		
min				42	30	24	16	12		
násobek proudu I_{20}	Startovací akumulátory									
	1	2	4	8	12	16	20	40	60	
vybíjecí doba h	20	8	3,5	1,5	0,75	0,5	0,37	0,16	0,1	
min					45	30	22	9	6	

(tj. 40 km pdzdy) stát

$2 \times 5 \text{ kWh} \times 0,14 = 1,40 \text{ Kčs}$

100 km jízdy tedy 3,50 Kčs

Na icnovaci akumulátoru je třeba počítat u startovacích uvedené velikosti asi Kčs 380, -- za jeden akumulátor vždy po 300 cyklech, tedy po ujetí $300 \times 40 = 12\,000$ km. Pro 10 akumulátorů bude

$10 \times 3\,800 \text{ Kčs}$

na 12 000 km jízdy

z toho na 100 km jízdy 31,60 Kčs

100 km jízdy celkem 35,10 Kčs

Pokud se podaří opatřit levnější akumulátory, např. výprodejní nebo vyiazené vojenské, mohou náklady klesnout. Náklady za pneumatiky (iní asi 4,— Kčs a pojištění 1,— Kčs na 100 km.

Srovnáme-li uvedené hodnoty s provozními náklady běžných automobilů, kde podle velikosti a typu se počítá s částkou Kčs 0,70 až 1,20/km, tedy 70,— až 120,— Kčs na 100 km jízdy, je použití elektricky poháněného vozidla pro městské jízdy nebo pro jízdy do zaměstnání, cenově výhodné. Nosnost jen 2 osob není v těchto případech na závadu.

Náklady na údržbu pomíjíme, neboť každý zájemce si musí nutnou údržbu provést zdarma a sám. Ostatně elektrický motor a ostatní díly elektroinstalace mají dlouhou životnost při nepatrné údržbě. Nejvyšší položku z nákladů činí akumulátory a tam je pečlivá údržba, tedy včasné a správné nabíjení, měření hustoty a dolévání elektrolytu i udržování akumulátorů v čistotě nejvyšší na místě.

Uvedené hodnoty výkonů motoru a akumulátorů jsou nejnižší možné pro požadované jízdní parametry. Použijeme-li motoru o větším výkonu, musí být úměrně větší i akumulátor. Dosáhne se pak vyšších jízdních rychlostí a eventuálně i o málo většího dojezdu, ovšem při vyšších nákladech.

Pokud se ke konci života akumulátorů spokojíme menším dojezdem, lze dosáhnout více cyklů do renovace akumulátoru a tím i nižších kilometrových nákladů.

Pozn. red. V příštím čísle autor popíše způsoby úpravy vhodných sériově vyrobených automobilů včetně návrhu optimální regulace.

K článku „Ohrievač vody zo starého Darlingu“ v USS č. 16, str.36

Prosíme čtenáře, aby si doplnili text třetího odstavce, kde při korektuře vypadly dva řádky. Správně tedy odstavec zní:

„Zásobník na teplú vodu musí mať prívod studenej vody zospodu a odvod teplej vody zvrchu, pričom otvárací kohútik je prirodzene len na prívode studenej vody. Vyhrievacie teleso a puzdro na termostat sa teda umiestia dole.“

Upozorňujeme, že kohoutek nesmí být na odvodu teplé vody, kudy musí případně unikat pára při poruše termostatu. Jinak by mohlo dojít k výbuchu zásobníku.

K článku „Vibračná brúska na drevo“ v USS č. 17, str. 54

Prosíme čtenáře, aby si na obr. na str. 55 opravili zapojení podle textu na str. 56 a 57 — ochranný vodič patří na kostru jádra a nulový vodič na vývod cívky.