

# ABC O PŘEVODECH

## Praktická škola mladých konstruktérů

Píše J. Konvička

Často stojíte před problémem, jak získat vhodný převod k elektromotorku pro model nebo hračku, které si chcete sami vyrobit. Letos sice mají přijít do prodejen s modelářskými potřebami různé druhy ozubených koleček, pastorků, nábojek, osiček a dalších polotovarů. Než se to uskuteční, jak si pomoci? V návodech ABC jsme vám často doporučovali použít ozubených kol ze starých, již nefungujících strojků z hraček.

Zvolit vhodný převod k elektromotorku není tak jednoduché. Jiná je potřebná tažná síla pro autíčko na kolech, jiná pro tank s pásy nebo pro model poháněný vrtulí na vodě. Záleží též na váze modelu (hračky), na její funkci a podmínkách, v nichž pracuje.

Převod má být jednoduchý, účelně konstruovaný, patřičně pevný a snadno montovatelný. Nejčastější bývá převod ozubenými koly a pastorky uloženými v tzv. skříni. Ta je tvořena dvěma kovovými postranicemi s řadou od sebe přesně vrtaných otvorů, jimiž procházejí hřídelky s ozubenými koly a pastorky. Také lze použít kompletní převodovou skříňku i s elektromotorkem z jednoho autíčka do druhého atp. Někdy je možno z převodové skříňky jedno převodové kolo ubrat, ale též přidat, převodovou skříňku nastavit, upravit nebo zhotovit novou. V každém případě však velikost zubů a tvar kol i pastorků musí být stejné. Říkáme, že velikost (výška) zubů má stejný modul. Kolo s výškou zubů 1 mm nemůže zabírat s kolem o výšce zubů například 1,4 mm atp. Stejný modul a tvar kol poznáte též podle toho, že se kola v zubech po sobě snadno a plynule odvalují. Naopak kola o nestejně velikosti zubů drhnou, boky zubů narážejí do sebe, plynulé odvalování je nemožné.

Na obr. 1 je nakreslen **pastorek**. Je to vlastně malé ozubené kolo, obvykle pevně naražené na hřídeli. Větší **ozubená kola** (obr. 2) jsou upevněna (přinýtována, připájena ap.) na **nábojkách** (obr. 3). Ty pak jsou na hřídelce buď volně otočné (obr. 4), nebo pevně uchycené. Různé způsoby **upevnění na hřídeli** vidíte na kresbách (kolečkem, závlačkou, šroubkem) v obrázku 3.

Sestava různých pastorků a ozubených kol do skupin nám dává převod do rychla nebo

pomala. Jaký má převod být, určíme si výpočtem. Převod se vyjadřuje poměrem dvou čísel, která udávají poměrový vztah hnacího kola (např. na elektromotorku) ke kolu hnanému.

Jestliže je poměr např. 1:4, bude to převod do pomala. Znamená to, že hnací kolo se musí otočit čtyřikrát, aby se hnané kolo otočilo jednou (viz obr. 5). Tímto převodem do pomala se tažná síla zvětší čtyřikrát. Při obráceném převodu, tj. 4:1 — do rychla, se hnací kolo otočí jednou, zatímco hnané čtyřikrát. Tažná síla ovšem bude čtyřikrát menší (obr. 6).

Z obrázku je též vidět, že poměr 1:4 nám zároveň udává poměr velikosti průměru kol — např. 10 mm:40 mm, nebo opačně při převodu do rychla. Totéž platí o počtu zubů na jednotlivých kolech. Tak při převodu 1:4 bude mít například pastorek (hnací kolo) 10 zubů a hnané čtyřikrát tolik, tj. 40 zubů.

**Příklad:**

$$\text{Převod } \frac{1}{4} \times 10 \text{ zubů} = \frac{10}{40} \text{ zubů} \begin{array}{l} \text{hnacího kola} \\ \text{hnaného kola} \end{array}$$

Jestliže chceme mít převod jiný, třeba 1:6, pastorek má 9 zubů, pak budeme počítat:

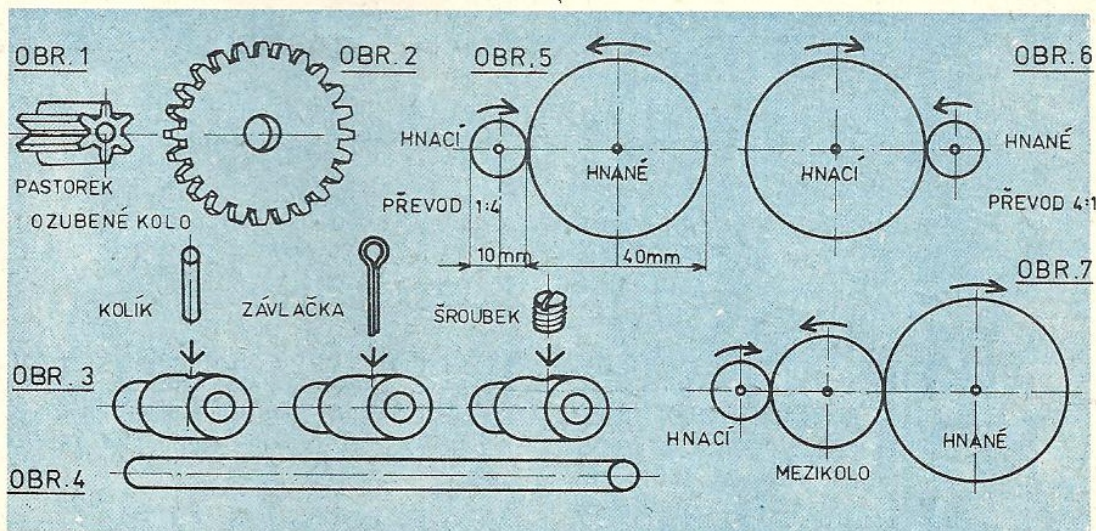
$$\frac{1}{6} \times 9 = \frac{9}{54} \text{ zubů} \begin{array}{l} \text{hnacího kola} \\ \text{hnaného kola} \end{array}$$

Při převodu do rychla bude poměr opačný.

Ještě si všimněte jiné důležité věci. Z obr. 5 vidíte podle šipek, že když se točí hnací kolo doprava (směr hodinových ruček), otáčí se hnané kolo doleva. Chceme-li, aby se hnací i hnané kolo otáčelo stejným směrem, musíme mezi ně vložit mezikolo (obr. 7).

Někdy se stává, že třeba při 4000 otáčkách elektromotorku za minutu potřebujeme velký převod do pomala — např. 1:10. Při pastorku o 9 zubech vyjde hnané kolo s 90 zuby, a má tedy velký průměr. Nevešlo by se proto do převodové skříňky autíčka (mohlo by mít i větší průměr než kola s pneumatikami). V takovém případě musíme převod rozložit nadvakrát i natřikrát. Získáme tak převod s předlohovými koly. O takových převodech si povíme až v další části naší „abecedy“.

Dokončení příště



## ABC O PŘEVODECH

### Praktická škola mladých konstruktérů

Píše J. Konvička

Složený převod do pomala nadvrát vidíte na obr. 8. Na ose prvního hnaného kola je napevno uloženo druhé kolo hnací (obvykle pastorek o malém počtu zubů), které zabírá do druhého kola hnaného. To může být o stejném průměru jako 1. kolo hnané, máme-li dostatek vůle mezi jeho vnějším průměrem a osou 2. kola. Zpravidla se však dělá 2. hnané kolo větší (nikdy menší) než první. To platí i u složených převodů na 3 ×, 4 × atd.

Na obr. 9 je obdobný převod do rychla; 1. kolo hnací bývá o větším průměru než 2. hnací.

Nevyhovuje-li směr otáčení kol, vloží se mezi ně mezikolo (obr. 10). Modeláři si těžko mohou sami vyrobit ozubená kola vykonstruovaná podle výpočtů. Obvykle máme k dispozici hotová kola s pastorky o určitém počtu zubů. Z nich se dá různými kombinacemi kol potřebný převod zhotovit.

Pro snadnější určení převodu složeného z normálních čelních kol vám pomůže obr. 11. a vzoreček na celkový výpočet. V obrázku značí: I. hnací kolo (pastorek), II. předloha, III. hnané kolo, N = počet otáček, Z = počet zubů.

Pro jednoduchost můžeme počítat nejdříve převod jednotlivých párů kol. Bude tedy počet otáček mezi soukolím I. a II.:

$$N_2 = N_1 \frac{Z_1}{Z_2} \text{ — druhého kola}$$

Počet otáček mezi soukolím II. a III. bude:

$$N_4 = N_3 \frac{Z_3}{Z_4} \text{ — čtvrtého kola}$$

přičemž  $N_2 = N_3$  — to znamená, že kola jsou pevně na stejné ose, mají tedy stejné otáčky.

Celkový počet otáček mezi soukolím I. a III. určuje vzoreček:

$$N_4 = N_1 \times \frac{Z_1 \times Z_3}{Z_2 \times Z_4}$$

Výpočet celkového převodu (značí se písmenem i) bude:

$$i = \frac{N_1}{N_4}$$

... dosadí se z vypočtené hodnoty nebo přímo z počtu zubů:

$$i = \frac{Z_2 \times Z_4}{Z_1 \times Z_3}$$

Z praxe pro model vozidla nejčastěji vychází převod se dvěma předlohami — jako má například autíčko Iglá — čili I. je hnací kolo, II. soukoli první předlohy, III. soukoli druhé předlohy, IV. je hnané kolo, jak ukazuje obr. 12.

V tomto případě budou platit vzorečky:

$$N_{\text{konečný}} = N_1 \times \frac{Z_1 \times Z_3 \times Z_5}{Z_2 \times Z_4 \times Z_6}$$

$$i_{\text{konečný}} = \frac{N_1}{N_6} = \frac{Z_2 \times Z_4 \times Z_6}{Z_1 \times Z_3 \times Z_5}$$

Bude-li převod o vícenásobných soukollích, pokračuje ve vzorci s dalším vyčíslením kol s příslušnými počty zubů.

Abychom si ověřili výpočet prakticky, spočítáme si převod pohonu modelu autíčka, kde je použito:

Elektromotor Iglá o 4000 otáčkách za 1 minutu

I. pastorek elektromotoru = 10 zubů (Z1)

II. soukoli — předloha = kolo 31 zubů (Z2) a pastorek 9 zubů (Z3)

III. soukoli — předloha = kolo 31 zubů (Z4) a pastorek 9 zubů (Z5)

IV. hnané kolo = kolo 31 zubů (Z6) pak:

$$N_{\text{konečné}} = N_1 \times \frac{Z_1 \times Z_3 \times Z_5}{Z_2 \times Z_4 \times Z_6} = 4000 \times \frac{10 \times 9 \times 9}{31 \times 31 \times 31} = \frac{3\,240\,000}{29\,791}$$

zaokrouhлено = 109 otáček za 1 minutu.

$$i = \frac{N_1}{N_6} = \frac{Z_2 \times Z_4 \times Z_6}{Z_1 \times Z_3 \times Z_5} = \frac{31 \times 31 \times 31}{10 \times 9 \times 9} = \frac{29\,791}{810} \text{ nebo } = \frac{4000 \text{ ot/min}}{209 \text{ ot/min}} = \frac{36,6}{1}$$

$$\frac{29\,791}{810} \text{ nebo } = \frac{4000 \text{ ot/min}}{209 \text{ ot/min}} = \frac{36,6}{1}$$

zaokrouhлено 36 otáček elektromotorku k jedné otáčce hnaného kola, nebo jinak řečeno převod bude 36 × do pomala.

Potřebujeme-li přenášet otáčivou sílu na rovnoběžné hřídele značně vzdálené od sebe, je výhodný pohon řemenicemi. Slouží k tomu řemen plochý (obvykle kožený) nebo řemen klínový (viz obr. 13). O výpočtu řemenových převodů platí totéž, co bylo řečeno o průměrech kol již v ABC č. 2. Rozdíl je v tom, že chceme-li změnit směr točení, nevkládá se do soukoli tzv. mezikolo, nýbrž stačí jen zkřížit řemen (viz obr. 14).

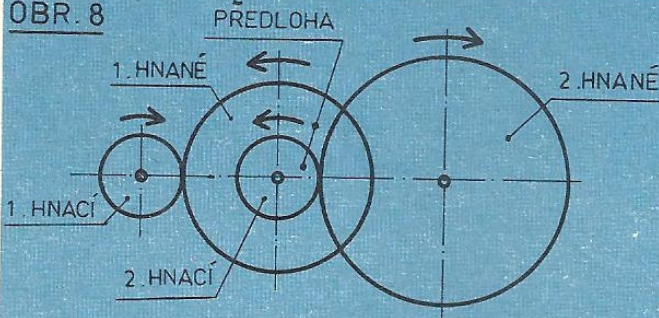
V modelářství lze pro menší síly a namáhání použít tohoto převodu snadno s tou obměnou, že použijeme kola kovová, dřevěná nebo z umělé hmoty na obvodě s drážkou (kulatou, klínovou). Ploché nebo klínové řemeny nám nahradí gumička, tenké lanko, šňůrka, úzký textilní pásek atp.

Existují též tzv. třecí převody, kde namísto zubů mají kola na obvodě povrch z gumy a třením se odvalují. Poněvadž tímto třením vznikají velké ztráty převodové síly, používají se na hračky jen výjimečně, a to na odvození jen podružného pohybu, nevyžadujícího síly a namáhy.

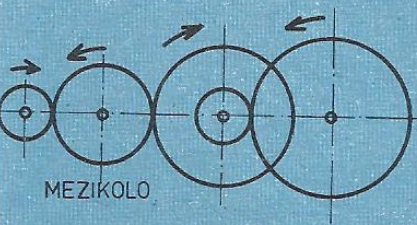
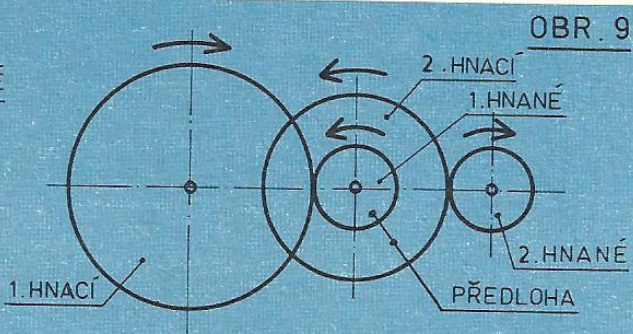
Převodovým soukolím, o nichž už byl výklad, se říká odborně soukoli čelní, to znamená, že osy kol jsou položeny jedním směrem — v jedné rovině. Pro převedení točivého pohybu z této čelní roviny do strany použijeme kola kuželová, jinak též taliřová nebo úhlová. Kuželová kola (viz obr. 15) jsou obvykle k sobě položena pod úhlem 90°, mají šikmé zuby zužující se nebo sbíhající se do středu. Pro naše modelářské potřeby často postačí kolo úhlové (lisované z plechu) v záběru s obvyčejným pastorkem (obr. 16). Výpočet převodu je stejný jako u kol čelních. Při použití úhlových kol lze i jejich osy prodloužit a tak vzdálit náhonu od sebe.

Další běžný případ náhonu do pravouhla je tzv. převod šnekový, vlastně záběr šneku (podobný šroubu se závitěm) se šnekovým kolem — viz obr. 17. Šnek může být jednoduchý či vícechodý, to znamená, že na plášti obvodu má buď jeden „závit“, či více „závitů“. Nejobvyklejší a pro naše modely nejvýhodnější je „jednoduchý“ při jedné otáčce šneku

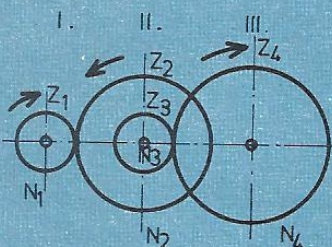
OBR. 8



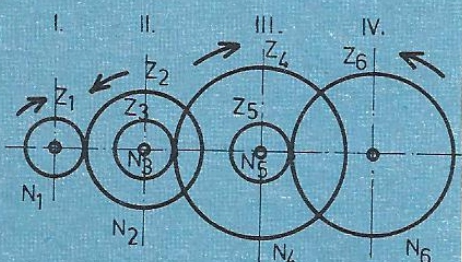
OBR. 9



OBR. 10

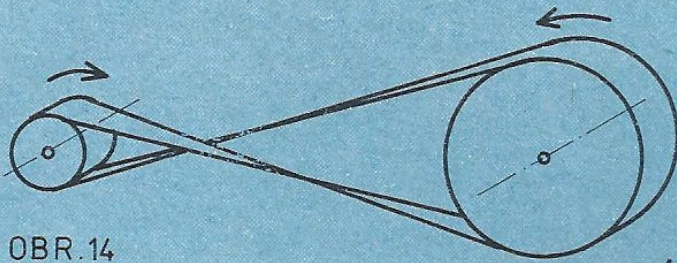
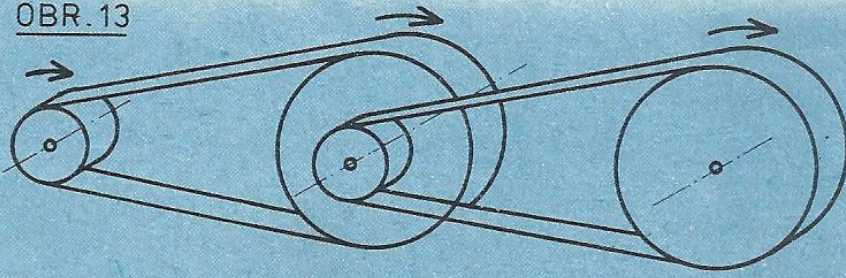


OBR. 11

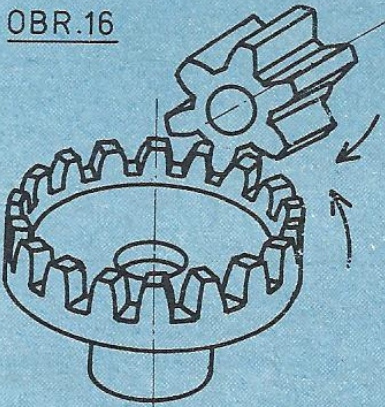


OBR. 12

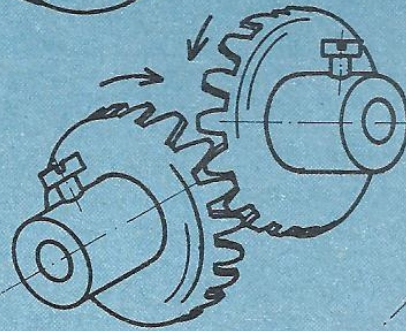
OBR. 13



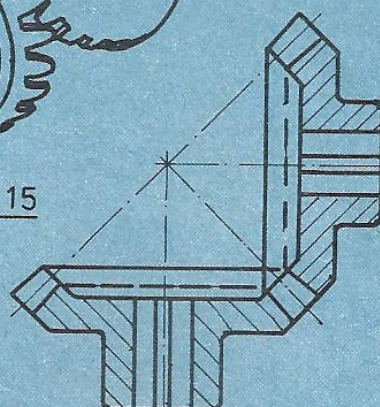
OBR. 14



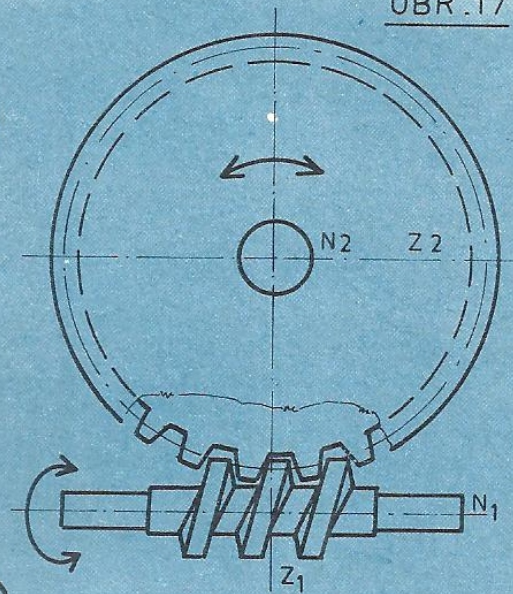
OBR. 16



OBR. 15



OBR. 17



odběhne jeden závit, tj. v záběru se šnekovým kolem, o jeden zub. Bude-li mít šnekové kolo např. 50 zubů, otočí se 50 × pomaleji než šnek.

Pro výpočet tohoto převodu — viz obr. 17 — i se šneky vícechodými platí rovnice:

$$n_1 = \frac{z_2 \times n_2}{z_1} \text{ nebo } n_2 = \frac{z_1 \times n_1}{z_2}$$

nebo převod:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

kde značí:

$z_1$  = počet závitů (chodů) šneku

$n_1$  = počet otáček šneku

$z_2$  = počet zubů šnekového kola  
 $n_2$  = počet otáček šnekového kola

Převody šnekové mají velkou výhodu v tom, že se vlastně jen dvěma koly docílí značného převodu do pomala. Poněvadž při odvalování šneku s kolem vzniká větší tření, bývají tyto převody uloženy ve zvláštních skříních a musí být dobře mazány. Ve většině případů je nejvýhodnější, běží-li celý šnek v olejové lázni.

Nakonec si ještě musíme říci o rozteči (vzdálenosti) ozubených kol mezi sebou. Výpočet vzdálenosti středů do sebe zabírajících kol je závislý na hodnotě (velikosti) modulu, což je záležitost dosti přesná a vyžadující vět-

ších odborných znalostí. Pro vás postačí vždy dvě jednotlivá kola přiložit k sobě a změřit středy mezi sebou a podle změřené míry vyvrtat v bočnicích převodové skřínky otvory pro osy. Kola nemají být do sebe namačknuta, špatně by se protáčela (ztráta síly). Napilováním otvorů v bočnicích kulatým jehlovým pilníčkem od sebe kola uvolníte a chyba je napravena. Vyjde-li však po zhotovení vzdálenost otvorů větší, takže kola zabírají spolu jen ve špičkách zubů (což je též chybou) musí se otvory v plechu na vnějšku kladivem naklepat (stáhnout) a kulatým pilníčkem k sobě napilovat. Je-li chyba příliš velká, je lépe raději zhotovit nové bočnice převodové skřínky.