

6KT

KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ - PŘEVODY

David Rebenda

David.Rebenda@vut.cz

A2/401

Ústav konstruování

Fakulta strojního inženýrství

VUT v Brně

1. cvičení

Průběh cvičení

- Cvičení probíhá formou **individuálního** semestrálního projektu (planetová převodovka).
- V průběhu cvičení studenti řeší **samostatně** projekt dle zadání vyučujícího.
- Projekt je postaven na knize **Konstruování strojních součástí** (**errata** – viz **e-learning**) + **Doplňující podklady pro návrhový výpočet**
- Při vypracování výpočtové části semestrálního projektu je doporučeno využívat programu **Mathcad** (preferovaný), případně dalších programů např. MS Office Excel, atd.



M

Hodnocení a docházka ve cvičení

- Účast na cvičeních je kontrolována. Maximálně **2 omluvené** absence
- **Student je povinen** vést průběžnou konstrukční dokumentaci řešení projektu (**výpočtový sešit**), která slouží jako podklad pro konzultace ve cvičeních.
- Ze cvičení je možné získat **40 bodů** (min. 50 % pro získání zápočtu)
 - **40 b.** vypracování a odevzdání semestrálního projektu v termínu
 - **25 b. výpočtová zpráva** (tj. kompletní konstrukční dokumentace)
 - **15 b. výkresová dokumentace** 10 b. návrhový výkres sestavení
5 b. výrobní výkresy
 - **(-)20 b.** průběžné hodnocení práce studenta
 - (ne)včasné plnění klíčových bodů projektu dle **kontrolního listu**
 - **konstrukční dokumentace** a (ne)připravenost na **konzultace**



Kontrolní protokol a výpočtový sešit

- **Kontrolní list**

- vytisknout, nosit do cvičení
- do dalšího cvičení vyplněné požadované hodnoty (hodnocení)

Kontrolní list							
Týden	Parametr		Výsledky - iterace				
			1.	2.	3.	4.	5.
1.	Počet zubů centrálního kola	z_1					
	Počet zubů satelitu	z_2					
	Počet zubů korunového kola	z_3					
	Počet satelitů	a_K					
	Dílčí převodový poměr	i_{12}					
	Dílčí převodový poměr	i_{23}					
	Procentuální odchylka skutečných a požadovaných výstupných otáček	n_{4_dev}					
	Otáčky satelitu	n_2					
2.	Modul ozubení (normální)	m_n					
	Šířka centrálního kola	b_1					
	Šířka satelitu	b_2					

- **Výpočtový sešit**

- nutné vedení v papírové podobě (ručně, tisk z Mathcadu)

Planetová převodovka

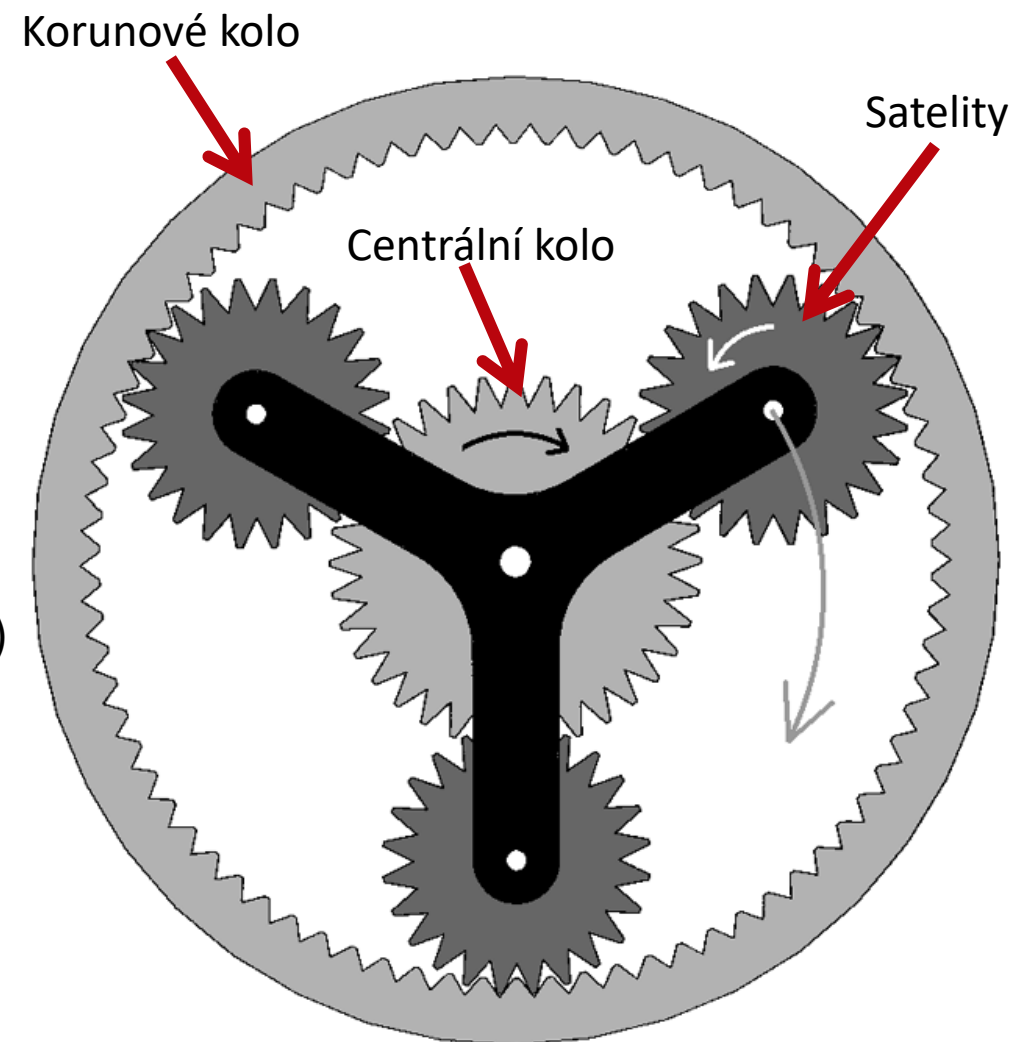
Výhody

- Kompaktní konstrukce (souosé uspořádání)
- Nižší hmotnost proti normální převodovce
- Více převodových kombinací
- Jednodušší řazení (kola stále v záběru)

Nevýhody

- Vyšší požadavky na přesnost a montáž (složitější konstrukce)
- Vyšší výrobní náklady

https://www.youtube.com/watch?v=-ue_usZqHYs



<http://www.stefanv.com/>

Semestrální projekt – Planetová převodovka

Uspořádání planetových převodů

Zabrzdné korunové kolo

Vstup = centrální kolo, výstup = unášeč, převod do pomala

Zabrzdný unášeč satelitů

Vstup = centrální kolo, výstup = korunové kolo, obrácení smyslu otáčení

Zabrzdné centrální kolo

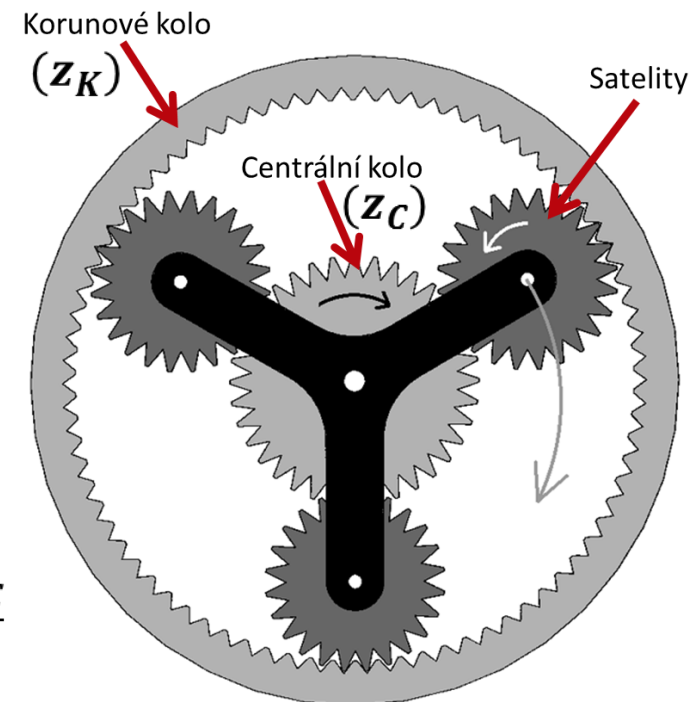
Vstup = unášeč satelitů, výstup = korunové kolo, převod do pomala

Nejvyšší převodový poměr

$$i = \frac{z_K + z_C}{z_C}$$

$$i = -\frac{z_K}{z_C}$$

$$i = \frac{z_K + z_C}{z_K}$$



Převodový poměr

$$i = \frac{\text{hnací kolo}}{\text{hnané kolo}} = \frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{z_3}{z_2}$$

Převodové číslo

$$u = \frac{\text{počet zubů kola}}{\text{počet zubů pastorku}} = \frac{z_3}{z_2}$$

kde $z_3 \geq z_2$

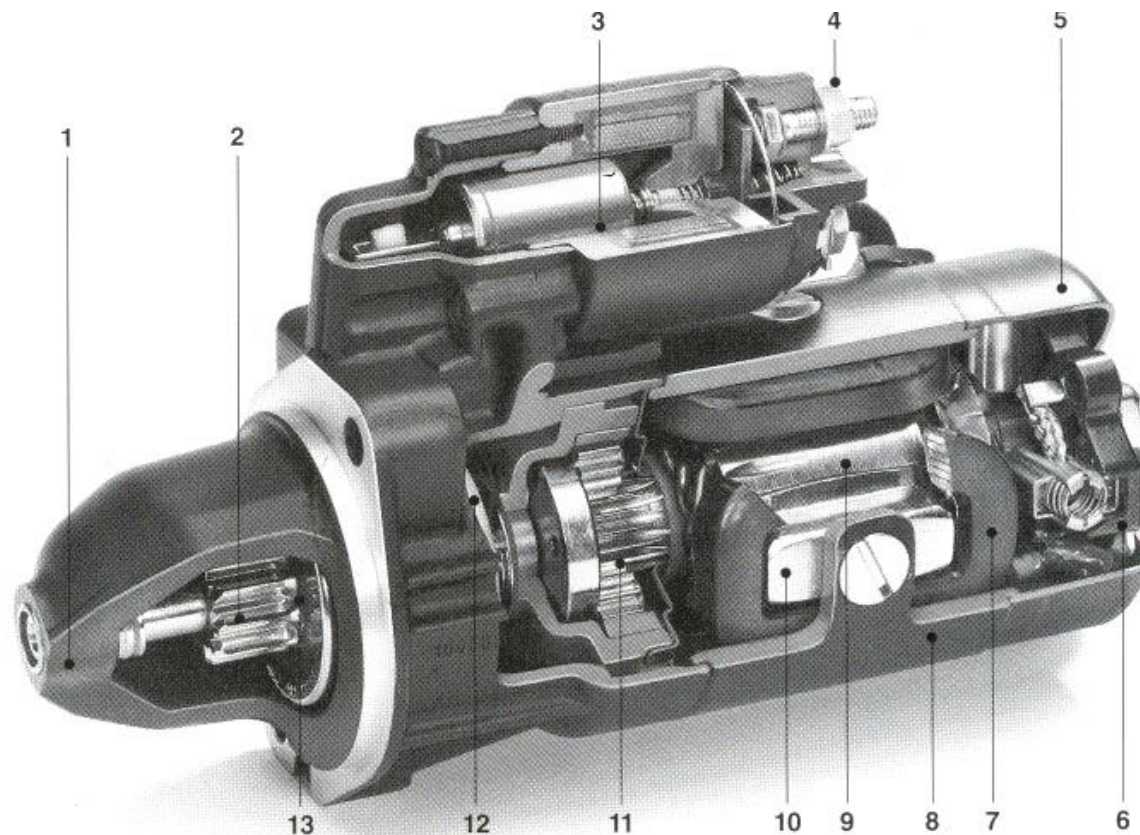
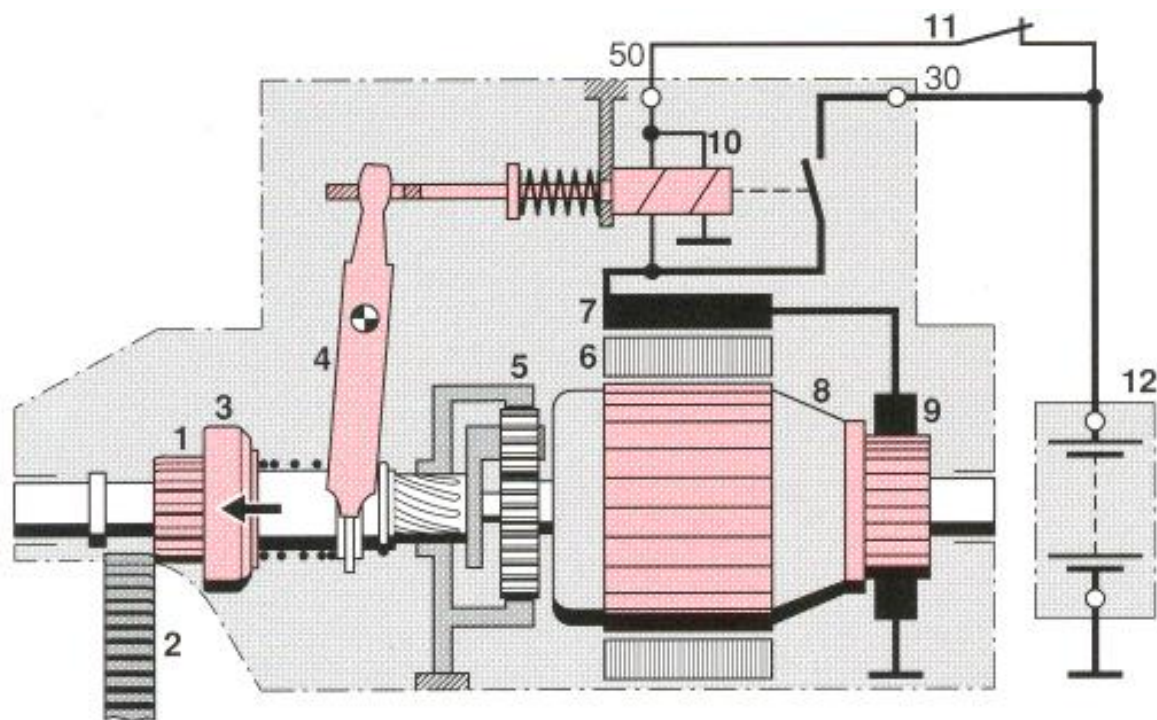
Převod do pomala (reduktory)

$$i = u > 1$$

Převod do rychla (multiplikátory)

$$i = \frac{1}{u} < 1$$

Semestrální projekt – Startér s planetovou převodovkou

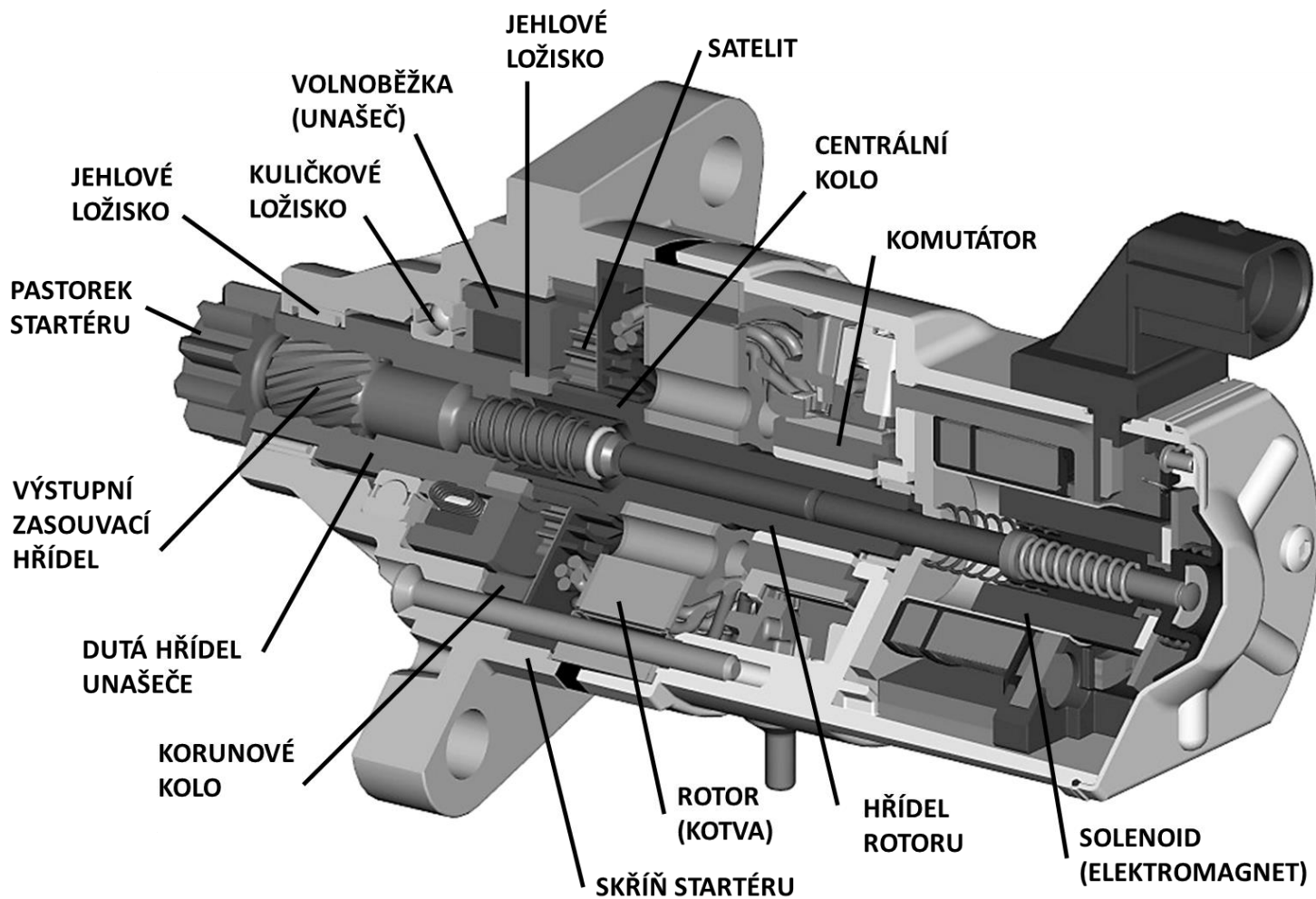


<https://www.youtube.com/watch?v=2IQaIA2JoYw>

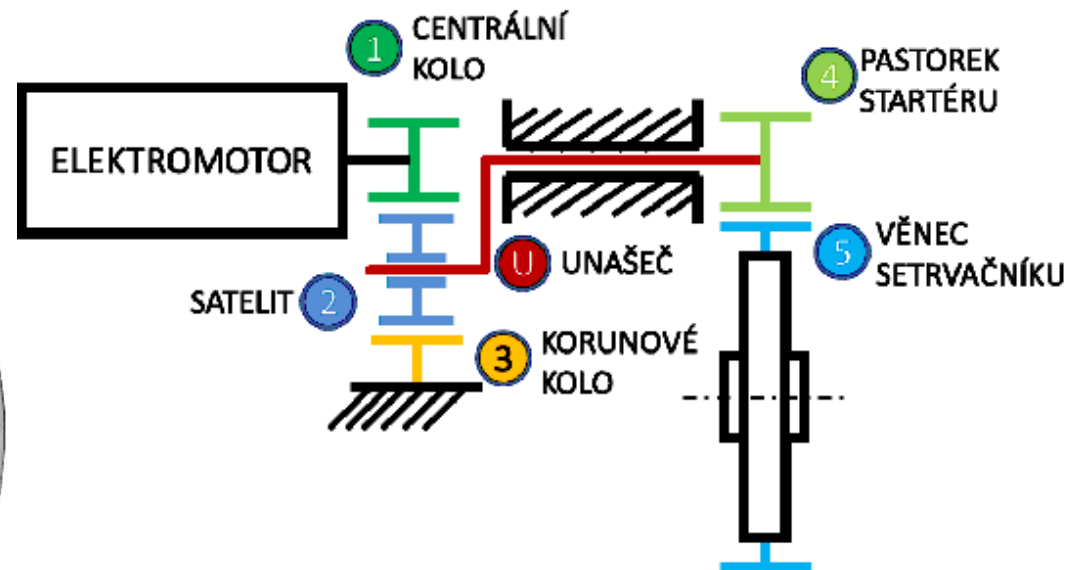
https://www.youtube.com/watch?v=8WD5Q_Pf3pM

Semestrální projekt – Koncepce startéru pro projekt

Axiální startér



KINEMATICKÉ SCHÉMA SPOUŠTĚČE (STARTÉRU)



Semestrální projekt

Semestrální projekt: Návrh jednostupňové planetové převodovky

- **Časový harmonogram projektu** (podrobněji viz [Zadání projektu](#)):
 - **Týden 1. - 3.** – Návrh základních parametrů převodu a nekorigovaného ozubení
 - **Týden 3. - 6.** – Pevnostní kontrola ozubení pro soukolí centrální kolo – satelit
 - **Týden 6. - 7.** – Návrh čepů satelitů a nejmenšího průměru hřídele unašeče
 - **Týden 8.** – Návrh uložení hřídele unašeče a drážkování hřídele
 - **Týden 9.** – Dimenzování hřídele unašeče a kontrola bezpečnosti
 - **Týden 10. - 11.** – Výkresová dokumentace
 - **Týden 12.** – Odevzdání projektu



Semestrální projekt – 1. cvičení (úkol do 2. cvičení)

- Nadefinování vstupních parametrů – viz [Zadání projektu](#) a [Varianty zadání](#)
- Počáteční volba počtu zubů
- Celkový převodový poměr (metoda okamžitého středu otáčení viz [Konstruování strojů](#) nebo [Doplňující podklady](#))
- Kontrola odchylky skutečných a požadovaných výstupních otáček
- Geometrické podmínky planetového mechanismu
 - 1. - Stejně osové vzdálenosti
 - 2. - Podmínka smontovatelnosti
 - (3. - Vůle mezi sousedními satelity) – 2. cvičení
- Dílčí převodové poměry
- Otáčky satelitu

Semestrální projekt – 1. cvičení (úkol do 2. cvičení)

- Počet zubů centrálního kola
 - Minimální počet zubů pastorku, který je v záběru s ozubeným hřebenem (13-12)
- Počet zubů satelitu
 - Dle metody okamžitého středu otáčení (DP)
- Počet zubů korunového kola
 - 1. geometrická podmínka PM (DP)
- Počet satelitů
 - 2. geometrická podmínka PM (DP)

$$z_{\min} := \frac{2 \cdot h_{a0}}{(\sin(\alpha))^2}$$

$$z_2 = z_1 \cdot \left(\frac{i_{14}}{2} - 1 \right)$$

$$z_1 + 2z_2 = |z_3|$$

$$z_1 + z_3 = N \cdot a_K, \text{ kde } N \text{ je celé číslo a } a_K \text{ je počet satelitů}$$

Semestrální projekt – 1. cvičení (úkol do 2. cvičení)

- Dílčí převodové poměry

$$i = \frac{\text{hnací kolo}}{\text{hnané kolo}} = \frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{n_2}{n_3} = \frac{z_3}{z_2}$$

- Procentuální odchylka otáček
 - Skutečné výstupní otáčky (DP)

$$n_4 := \frac{z_1 \cdot n_1}{2 \cdot (z_1 + z_2)}$$

- Otáčky satelitu (DP)

$$n_2 = \frac{z_1 \cdot \frac{|z_3|}{z_2} \cdot n_1}{z_1 + |z_3|}$$

Děkuji vám za pozornost

David Rebenda

David.Rebenda@vut.cz

<http://uk.fme.vutbr.cz/>