

## PLANETOVÁ PŘEVODOVKA SE STUPŇOVOU ZMĚNOU OTÁČEK SVOČ – FST 2019

Václav Bouček  
Západočeská univerzita v Plzni  
Univerzitní 8, 306 14 Plzeň  
Česká republika

### ABSTRAKT

Tato bakalářská práce je zaměřena na konstrukci dvoustupňové planetové převodovky pro hlavní pohon vodorovné vyvrtávačky (horizontky) FCW 140. Práce obsahuje rešerše hlavních pohonů obráběcích strojů, základní rozdělení motorů a převodovek a následné konstrukční řešení pro zadané vstupní a výstupní hodnoty. Výpočet základních parametrů převodovky je proveden pomocí softwarů KISSsys a KISSsoft, ze kterých poté vychází 3D model a následná konstrukční dokumentace. Model převodovky je proveden v konstrukčním programu Siemens NX.

### KLÍČOVÁ SLOVA

Planetová převodovka, pohony obráběcích strojů, vodorovná vyvrtávačka, horizontka, konstrukce

### ÚVOD

Cílem bakalářské práce je navrhnout a zkonstruovat planetovou převodovku. Jedná se dvoustupňovou planetovou převodovku k horizontce FCW 140. Návrh převodovky vychází ze stávajícího konstrukčního řešení, které se upraví na nové dle požadovaných vstupních a výstupních parametrů. V první části jsou popsány a charakterizovány horizontky. Jejich rozdělení z hlediska konstrukčního uspořádání, vlastností a stavební struktury stroje. Dále jsou popsány jednotlivé hlavní části strojů a jejich příslušenství. V další části je popsán pohonný systém obráběcích strojů. Z čeho se skládá, rozdělení a stručná charakteristika jednotlivých členů. Poté následuje rozdělení a popis konstrukcí převodovek pro hlavní pohony obráběcích strojů. V poslední a hlavní části bakalářské práce je popsána konstrukce převodovky. Popis výpočtu ve výpočtových programech KISSsys a KISSsoft, popis konstrukce, 3D model a výkresová dokumentace v softwaru Siemens NX.

### VODOROVNÉ VYVRTÁVAČKY

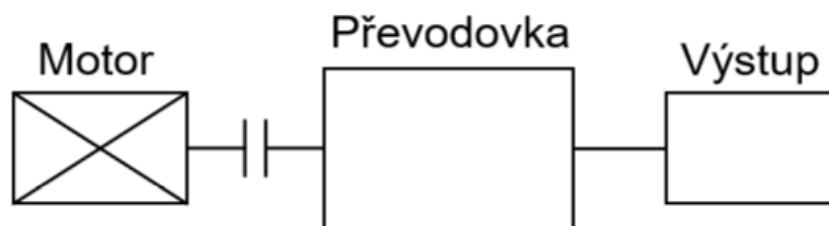
Univerzální stroje vhodné k obrábění složitých součástí v kusové a malosériové výrobě. Na jedno upnutí lze provést současně nebo postupně různé operace. Je možno vrtat, vystruhovat, zahlubovat, vyvrtávat, soustružit čelní, vnější a vnitřní plochy, frézovat, někdy i obrážet a protahovat. U těchto obráběcích strojů je typické použití zvláštního příslušenství a speciálních přídavných zařízení, které rozšiřují technologické možnosti stroje.

Hlavní řezný pohyb je rotační a koná ho nástroj upnutý ve vřetenu. Vyvrtávací vřeteno je osově výsuvné z vřeteníku.

Dle vnějšího průměru vrtacího vřetene se stroje rozlišují na malé do 80 mm, střední do 180 mm a těžké do 300 mm. Obrobek se upíná na horní plochu stolu nebo na upínací desku uloženou na základnu. Podle toho se vodorovné vyvrtávačky rozdělují na stolové a deskové.

### POHONNÝ SYSTÉM OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

V pohonných systémech stroje dochází k přeměně vstupní energie na energii mechanickou. Lze v nich měnit rozsah i druh pohybu. Obecný pohonný systém stroje je složen z hnacího členu (motor), složeného převodového mechanismu a členu výstupního (vřeteno). Hnací člen transformuje vstupní energii na energii mechanickou. Převodový mechanismus slouží k vytvoření kinematické a silové vazby mezi vstupním a výstupním členem a zajišťuje změnu rozsahu výstupních veličin, případně změnu rotačního pohybu na pohyb přímočarý. Parametry pohonného systému jsou u rotačního výstupního členu krouťací moment, úhlová rychlost, celkový převodový poměr, celková účinnost a celková životnost.



**Obrázek 1: Schéma pohonného systému**

Hlavní pohonný systém musí zajistit, aby se v dostatečném rozsahu dali nastavit řezné rychlosti s potřebnou dávkou přesnosti. Dále musí zabezpečit potřebný výkon pro řezný pohyb a pro hlavní pohonný systém s rotačním motorem konstantní výkon v celém rozsahu otáček. Také by měl systém umožňovat rychlou reverzi řezného pohybu.

### Hnací členy

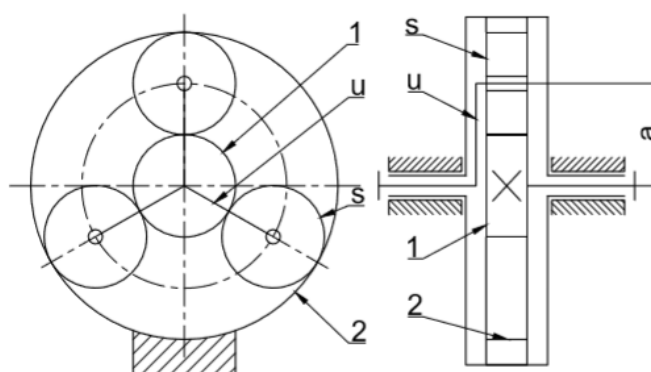
Motor patří mezi základní části pohonného systému, kde se přeměňuje vstupní energie na energii mechanickou. Je také důležité, aby motor splňoval kromě energetického požadavku také ekonomické a ekologické požadavky.

### Převodové mechanismy

Používají se z toho důvodu, že výstupní hodnoty hnacích členů většinou přímo nevyhovují, a proto potřebný rozsah momentů a otáček nebo rychlostí a sil je potřeba uskutečnit pomocí převodových mechanismů. Převodovky, které mají výstupní rychlost menší, než vstupní nazýváme reduktory. Jsou-li otáčky na výstupu vyšší, než na vstupu jedná se o multiplikátor. Změna parametrů převodu mezi hnacím a hnaným členem lze provést stupňovitě nebo plynule. Volba mezi stupňovitou a plynulou změnou otáček je dána požadavkem nastavení optimální řezné rychlosti. Pokud požadovaný rozsah otáček na výstupu je větší, než lze docílit regulací motoru musí se použít více stupňová převodovka. Změny převodových poměrů se realizují spojkami nebo přesouvacími koly.

### PLANETOVÉ PŘEVODOVKY

Planetové převodovky se řadí mezi převodovky s proměnnou polohou os. U planetových mechanismů konají osy tzv. satelitů krouživý pohyb okolo centrální osy převodu a satelity otočně na těchto osách konají vůči rámu pohyb planetový. Centrální osou převodu se označuje příčka procházející vstupním a výstupním hřídelem, které jsou vždy koaxiální. U tohoto typu převodů se nejčastěji používají válcová kola valivá, dále pak méně častěji kola kuželová nebo šroubová.



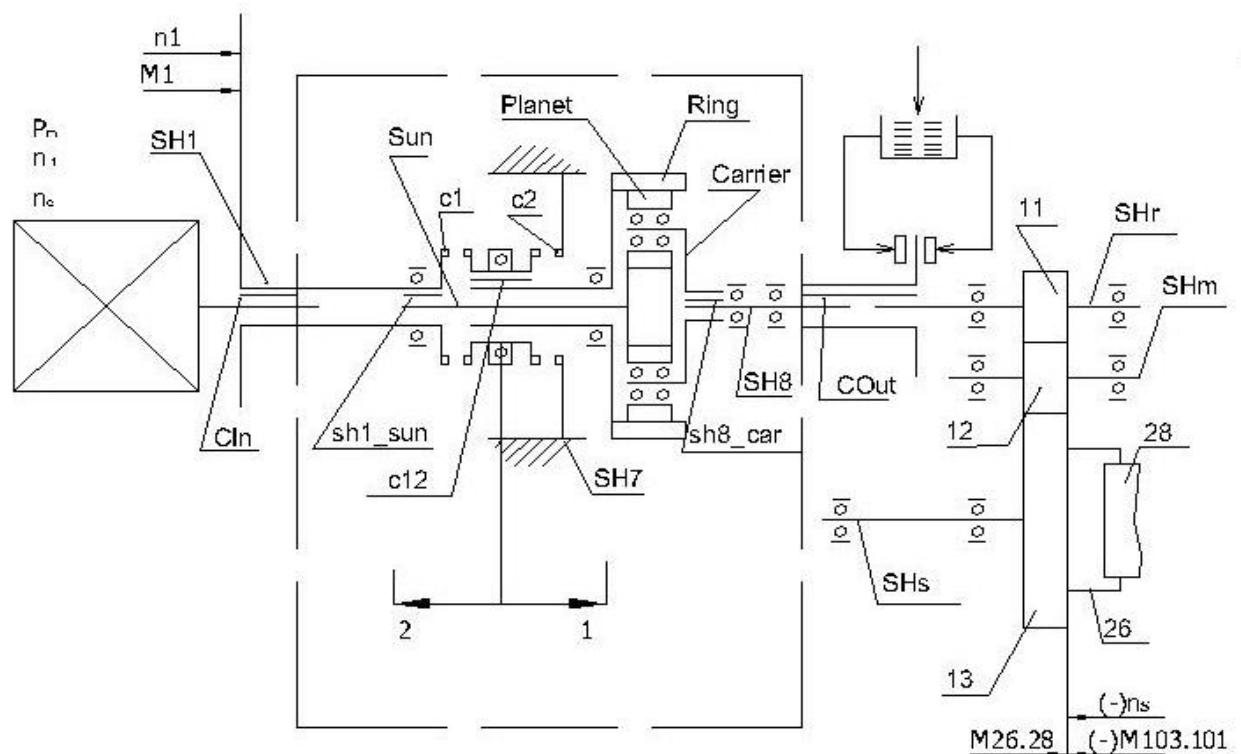
**Obrázek 2: Schéma planetové převodovky**

Planetová převodovka se skládá z centrálního kola (1), korunového kola (2), unašeče (u) a satelitů (s). Osy centrálního a korunového kola jsou shodné s centrální osou mechanismu.

Unašeč se otáčí okolo centrální osy převodu a slouží jako vodící člen a opěra satelitů. Z jeho náboje vycházejí rovnoměrně rozložená ramena. Počet ramen unašeče souhlasí s počtem satelitů. Unašeč většinou zastává funkci převodového členu, ale slouží i pro přenos točivého momentu.

Satelity jsou kola o stejných průměrech s vnějším ozubením a jsou otočně uloženy na čepech unašeče a tvoří s korunovými koly pólový záběr. Podle počtu řad satelitů mohou být převody s jednoduchými satelity nebo s dvojitými satelity. Převodovky s dvojitými satelity mají větší kinematické možnosti a větší počet konstrukčních variant, ale jsou složitější a dražší na výrobu.

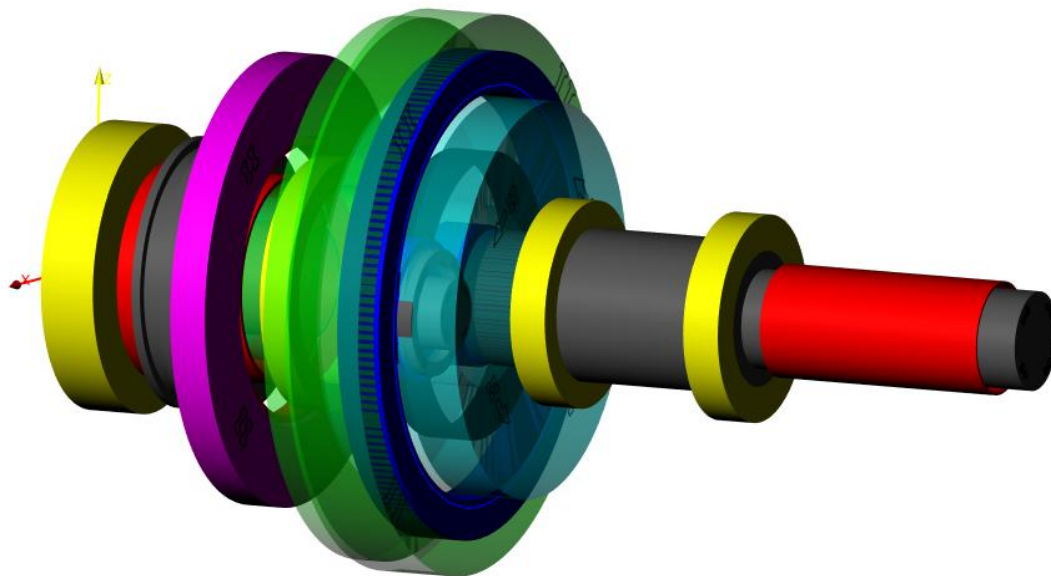
Hlavními přednostmi planetových převodů je, že umožňují přenos velkých výkonů a jsou schopné vyvinout vysoké převodové poměry při relativně malých rozměrech a malé hmotnosti převodového ústrojí. Tomu přispívá zejména použití vnitřního soukolí, které je únosnější, má vyšší účinnost a menší prostorové nároky. Díky rovnoměrnému rozložení sil nejsou tolik zatěžována ložiska. Maximálně využívají vnitřní prostor skříně a jsou celkově ucelené.



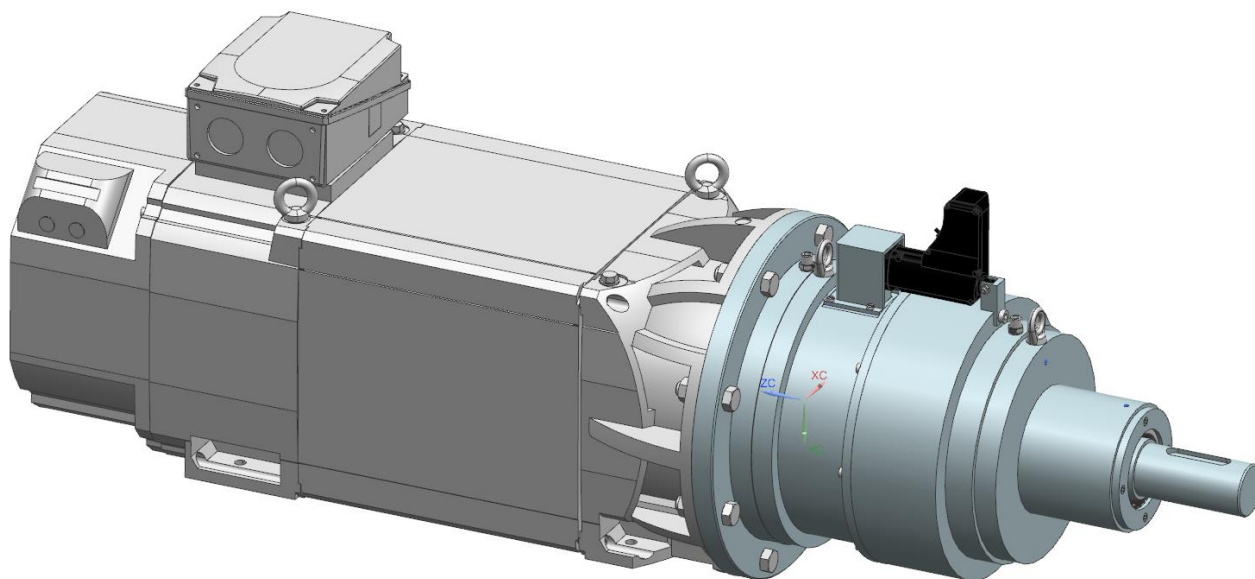
**Obrázek 3: Kinematické schéma hlavního pohonu s planetovou dvourychlostní převodovkou**

## VÝPOČET PŘEVODOVKY

Výpočet převodovky proběhl pomocí výpočtových programů KISSsys a KISSsoft, ve kterých se navrhovali základní parametry převodovky. Výpočet probíhal tak, že do typizovaného výpočtového programu jsem zadal vstupní parametry motoru a požadovaného výstupního převodového poměru. Poté jsem navrhoval a upravoval hřídele a ozubená kola na požadované bezpečnosti. Dále pak trvanlivost jednotlivých ložisek, aby vydrželi požadovanou dobu běhu. Jedno z ložisek při návrhu na nejtěžší zatížení nedosahovalo požadovaných hodnot, ale při spuštění výpočtu na celé zatěžovací spektrum nakonec vyšlo. A v poslední řadě se navrhovalo rovnoboké drážkování pro spojení hřídele s unašečem a pro spojení centrálního kola s výstupním nábojem. Dále pak drážkování evolventní, pro řazení převodovky a pera těsná na vstupu a výstupu. Na závěr došlo na zvolení lineárního elektromotoru pro pohyb přesouvadla do záběru. Elektromotor se volil od firmy Thomson dle vypočítané přesuvné síly. Získaná výstupní data z programů KISSsys a KISSsoft byla použita na vlastní konstrukci modelu a výkresové dokumentace převodovky, která byla provedena v softwaru Siemens NX.



Obrázek 4: Výpočtový model převodovky



Obrázek 5: Konečný model převodovky s elektromotorem

## ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Tato práce vychází ze zadaných a požadovaných parametrů a požadavků na obráběcí stroje. Převodovka se skládá jak z typizovaných součástí, tak ze součástí, které bude nutno vyrábět, proto byla snaha o jednoduchost vyráběných součástí. Co se týká bezpečností a životností jednotlivých dílů převodovky, tak vycházejí mnohem vyšší než jsou požadované hodnoty. Proto by se v dalším postupu měli zkontrolovat jednotlivé části a zejména převodová skříň pomocí MKP za účelem snížení celkové hmotnosti převodovky.

## PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé práce panu Doc. Ing. Zdeňku Hudcovi, CSc. za vedení mé práce a cenné rady.

## LITERATURA

- [1] Hudec, Z. Hlavní pohon – příklady. Plzeň ZČU, 2013, ISBN 978-80-261-0391-2.
- [2] Fiala, J., Svoboda, P., Šťastný, K., Strojnické tabulky 3. Praha, SNTL, 1989.
- [3] Přemysl, B.; Píč, J.; Obráběcí stroje konstrukce a výpočty, 1st ed.; SNTL: Praha, 1982.
- [4] Lašová, V.; Základy stavby obráběcích strojů, 1st ed.; Západočeská univerzita v Plzni, Vydavatelství: Plzeň, 2012.
- [5] Hosnedl, S.; Krátký, J.; Krónerová, E. Obecné strojní části 2, 1st ed.; Západočeská univerzita v Plzni, Vydavatelství: Plzeň, 2011.
- [6] Ženíšek, J.; Kratochvíl, J.; Vacek, V.; Zieba, B.; Teorie a konstrukce výrobních strojů II.; SNTL: Praha, 1988.
- [7] Bolek, A.; Kochman, J.; Části strojů 2. svazek.; SNTL: Praha, 1990.