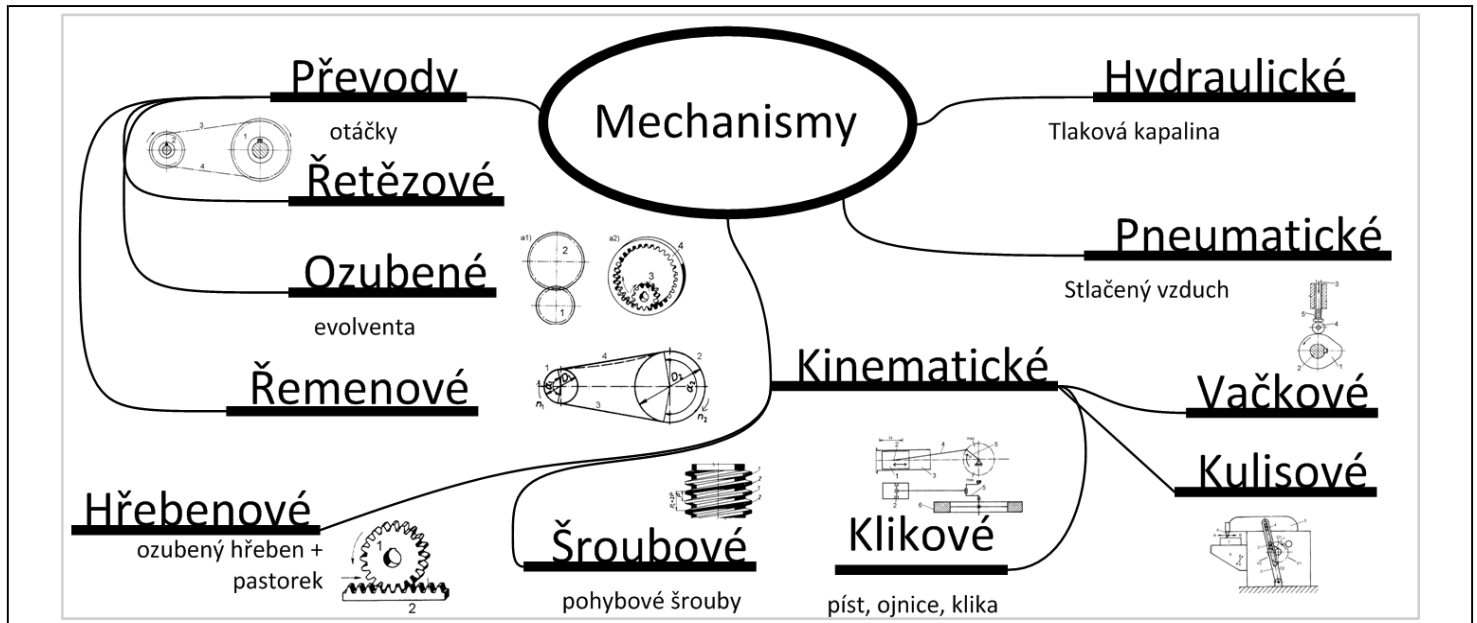


Mechanismy

↔	Přenáší pohyb (sílu) z hnacího členu na člen hnaný	↔	<i>např. z motoru na kola</i>
↔	Mění rychlost tohoto pohybu	↔	<i>např. otáčky u ozubeného převodu</i>
↔	Mění (transformují) dráhu tohoto pohybu	↔	<i>mění typ pohybu - např. otáčivý pohyb na přímočarý u pohybového šroubu</i>

Rozdělení:



17. Převody

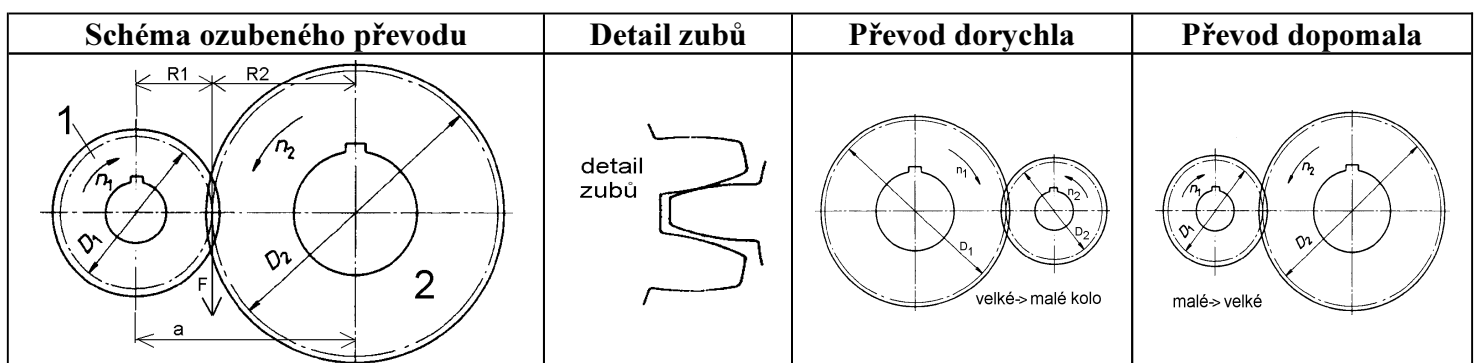
K čemu slouží:

↔	přenáší otáčivý pohyb (rotační) a točivý moment (<i>sílu na otočném rameně</i>)
↔	mění rychlost tohoto pohybu (otáčky) a velikost přenášeného točivého momentu
↔	mění směr otáčivého pohybu

Základní rozdělení převodů:

a)	přesné	↔ nedochází k prokluzu - mají stálý převodový poměr
		↔ ozubené převody (pro malou vzdálenost os) a řetězové převody (pro velkou vzdálenost)
		↔ přenášejí pohyb přes tvar zubů
		↔ přenáší větší zatížení, jsou hlučné, náročnější na výrobu
b)	nepřesné	↔ může dojít k prokluzu (<i> který je tím větší čím je větší přenášený moment</i>) - nemají stálý převodový poměr (<i>př. pískající řemen u auta - prokluz</i>)
		↔ třecí a řemenové převody
		↔ přenášejí pohyb silou (třením)
		↔ jsou tiché, tlumí rázy, snadná výroba

17.1. Ozubené převody



Části a parametry ozubeného převodu:

1	↔	hnací ozubené kolo	↔	označuje se indexem 1
2	↔	hnané ozubené kolo	↔	označuje se indexem 2, pohyb se přenáší z hnacího na hnané kolo
n_1, n_2	↔	otáčky	↔	počet otáček kola za minutu (rychlost otáčení kol) - [ot./min.]
z_1, z_2	↔	počet zubů		
D_1, D_2	↔	průměry	↔	velikost kol, přesněji průměry roztečných kružnic kol - [mm]
R_1, R_2	↔	poloměry	↔	polovina průměru - rádiusy
a	↔	osová vzdálenost	↔	$a = R_1 + R_2$
F	↔	přenášená síla (od pohonu)	↔	převodem se nemění - [N] (Newtony)
M_1, M_2	↔	točivý moment	↔	převodem se mění, $M_1 = F \cdot R_1$, $M_2 = F \cdot R_2$ [Nm] (Newtonmetry)

Vlastnosti:

↔	přesné převody s přenosem pohybu přes zuby kol (jejich tvarem - nedochází k prokluzu)
↔	Mají opačný směr otáčení kol (výjimky viz dále), používají se pro krátké osové vzdálenosti
↔	Výhody: přenos velkého zatížení, dlouhá životnost, neproklouznou
↔	Nevýhody: hlučnost, netlumí rázy, složitější výroba

Převodový poměr:

↔	je nejdůležitější veličina převodu = poměr otáček hnacího ke hnanému kolu – <i>když ho známe, můžeme vypočítat otáčky na výstupu</i>	
↔	$i = n_1/n_2 = z_2/z_1 = D_2/D_1 = M_2/M_1$	
↔	$i < 1$ = převod dorychla	↔ otáčky hnaného jsou větší než hnacího $n_1 < n_2$
		↔ hnací kolo je větší než hnané
		↔ dochází k zmenšení momentu síly
↔	$i > 1$ = převod dopomala	↔ otáčky hnacího kola jsou větší než hnaného $n_1 > n_2$
		↔ hnací kolo je menší než hnané
		↔ dochází k zvětšení momentu síly

Důležité pojmy:

↔	Soukolí	↔	dvě ozubená kola v záběru
↔	Pastorek	↔	malé ozubené kolo (menší kolo v soukolí)
↔	Náboj	↔	vnitřní část ozubeného kola - nasazuje se na hřídel, má drážku pro pero nebo klín
↔	Věnc	↔	vnější obvodová část velkého ozubeného kola (se zuby)

Materiály ozubených kol

- ocel, litina, bronz i jiné kovové a nekovové mat. (plasty – menší hluk)

17.1.1. Druhy soukolí

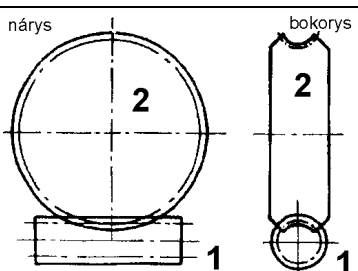
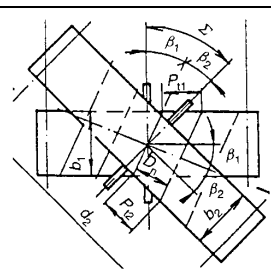
Čelní soukolí (vnější/vnitřní)	Druhy zubů	Kuželové soukolí

a) Čelní soukolí – osy otáčení kol jsou rovnoběžné

a1)	s vnějším ozubením	↔	části: 1 - pastorek, 2 - kolo - mají opačný směr otáčení	
		↔	hlavní použití: převodovky	
			Zuby mohou být:	
		x	přímé	zabírá jen jeden zub, jsou hlučné
		y	šikmé	zabírá více zubů najednou - tišší chod (postupný, klidný záběr zubů), vzniká axiální síla (musí zachytit ložiska), delší trvanlivost
	z	šípové	odstranění axiální síly - sešroubované dvě kola se šikmými zuby, pro velká zatížení (např. lodní převodovky), náročnější výroba, také mohou být zakřivené zuby	
a2)	s vnitřním ozubením	↔	části: 3 - pastorek a uvnitř 4 - věnec	
		↔	používají se pro malou osovou vzdálenost kol	
		↔	kola mají stejný směr otáčení	
		↔	velký převodový poměr	

b) Kuželové soukolí - osy kol jsou různoběžné

↔	osy kol se protínají - úhel os bývá nejčastěji pravý (90°), ale může být i menší nebo větší než 90° , existuje také soukolí s vnitřním ozubením		
↔	zuby bývají přímé, šikmé (tišší) nebo zakřivené (pro velké zatížení)		
↔	Profil zubů se směrem k vrcholu zmenšuje , vzniká axiální síla - nutno zachytit axiálními ložisky		
↔	Použití:	↔	změna směru osy otáčení - např.: diferenciál - pro přenos pohybu na kola aut
		↔	dále otočná ramena robotů, víceosé frézovací hlavy CNC frézky, náradí - ruční vrtačka, stavidla

Šnekové soukolí		Šroubové soukolí
	<p>1 hnací šnek = "pohybový šroub se závitem"</p> <p>2 hnané šnekové kolo = "část matice"</p>	

c) Šnekové soukolí

↔	osy otáčení jsou mimoběžné (leží v různých rovinách)
↔	při jedné otáčce jednochodého šneku se kolo otočí o jeden zub
↔	šnekový převod má největší převodový poměr dopomala z převodů ozubenými koly a největší zvětšení momentu, <i>ale nejmenší účinnost</i>
↔	dochází k velkému tření (ztrátám ve formě tepla) – zuby se otírají (neodvalují) - musí se dobře mazat
↔	převod bývá samosvorný ve směru od šnekového kola (nelze pohánět šnek kolem – používá se pro zabránění klesání břemen) - platí pro úhel stoupání závitu šneku do 5°
↔	Použití pro velké zatížení při malých otáčkách : výtahy, navijáky, jeřáby, kladkostroje, dopravníky, části obráběcích strojů

d) Šroubové soukolí

↔	osy otáčení jsou mimoběžné pod úhlem $< 90^\circ$
↔	= dvě válcová kola se šikmými zuby - ST 602

17.1.2. Části a rozměry ozubeného kola

	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>hlava zubu</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>pata zubu</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>bok zubu (evolventa)</td> </tr> </table>	1	hlava zubu	2	pata zubu	3	bok zubu (evolventa)		
1	hlava zubu								
2	pata zubu								
3	bok zubu (evolventa)								
<p>↔ roztečná kružnice rozděluje zub stejným dílem (teoreticky) na hlavu a patu</p>									
<p>↔ ve skutečnosti je mezi zuby spoluzabírajících kol vûle (pata je prohloubená a zub je užší než mezera mezi zuby)</p>									
<p>↔ bok zubu má tvar křivky, aby při záběru kol docházelo <i>mezi boky zubů</i> k malému tření - této křivce se říká evolventa (zuby se pak po sobě odvalují)</p>									

- další tvary zubů - hodinářské ozubení, cykloidní ozubení (např. hřebenové zvedáky)

Modul:

↔	modul je poměr průměru roztečné kružnice a počtu zubů (neboli část průměru roztečné kružnice připadající na jeden zub - vzorec $m=d/z$ [mm])
↔	je to základní veličina pro výpočet rozměrů ozubených kol
↔	zavádí se, aby se dosáhlo stejné rozteče zubů u spoluzabírajících kol (aby zuby do sebe zapadaly)
↔	spoluzabírající kola musí mít stejný modul – je normalizován (ST 159) - všechny ostatní veličiny se odvozují z modulu

Vzorce pro výpočty:

Veličina	Název	Vzorec
m	modul	
z	počet zubů kola	
d	průměr roztečné kružnice	$d=m \cdot z$
i	převodový poměr	$i=n_1/n_2=z_2/z_1=d_2/d_1$
da	průměr hlavové kružnice	$d_a=d+2h_a=(z+2) \cdot m$
df	průměr patní kružnice	$d_f=d-2h_f=(z-2,5) \cdot m$
h	výška zubu (mezi hlavovou a patní kružnicí)	$h=h_a+h_f=2,25 \cdot m$
ha	výška hlavy zubu	$h_a=m$
hf	výška paty zubu	$h_f=m+c_a=1,25 \cdot m$
p	rozteč zubů (vzdálenost zubů na roztečné kružnici)	$p=o/z=\pi \cdot d/z=\pi \cdot m$
s	tloušťka zubu (na roztečné kružnici)	$s=p/2$
e	mezera mezi zuby (na roztečné kružnici)	$e=s-p/2$
b	šířka ozubení	10-30 m
ca	hlavová vûle (mezi hlavovou a patní 2. kola)	$c_a=0,25 \cdot m$
a	vzdálenost os	$a=(d_1+d_2)/2$

- **Minimální počet zubů** - teoreticky stanovený na 17, prakticky až 14. Při menším počtu zubů nutno provádět korekce - úpravou osové vzdálenosti spoluzabírajících kol nebo korekcí tvaru paty zubů.

17.1.3. Převodovky

↔ jsou převody uložené ve skříních

Funkce uzavřené skříně:

↔	uložení hřídelů	↔	uložení v ložiskách
↔	montáž převodovky	↔	otvory pro montážní šrouby - pro připojení převodovky k rámu stroje
↔	mazání	↔	rozstřikovací - kolo je zčásti ponořené v oleji, při otáčení se olej rozstříkuje - vytváří se mlha
		↔	tlakové (centrální) - olej je dopravován čerpadlem - lze mazat i ložiska
↔	chlazení	↔	teplo se odvádí přenosem do maziva – z maziva do skříně - ze skříně do okolí
↔	zabránění průniku nečistot	↔	snížení nebezpečí poškození kol a znečištění oleje
↔	bezpečnost	↔	snížení rizika zranění
↔	tlumení hluku		

a) Převodovky se stálým převodovým poměrem

↔	Kola jsou spojená s hřídelemi nepohyblivě (neposunují se po nich)
↔	Převádí většinou vysoké otáčky (menší kroutící moment) hnacího hřídele na menší otáčky (větší kroutící moment) hnaného hřídele (převod dopomala, $i > 1$)

Převodovka s jedním párem kol

	A+B	víko a vana skříně - jsou sešroubované a utěsněné (vyrábí se jako litinové odlitky nebo ocelové svařence)
	C	motor + spojka
	1+2	ozubená kola - $i = n_1/n_2 = D_2/D_1$ (převodový poměr - bývá malý) - tento typ převodovky mění otáčky, moment, ale nemění přenášenou sílu
	D	hnací a hnaný hřídel - s koly jsou spojené pery
	E	ložiska + gufera + víčka

Převodovka se dvěma páry kol:

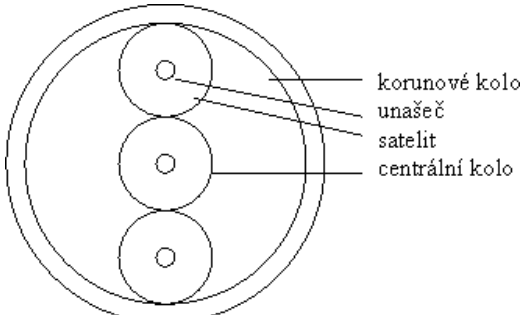
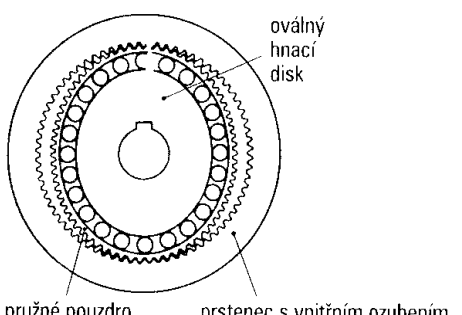
↔	obrázek níže - umožňuje větší převodový poměr
↔	střední hřídel je tzv. předlohový – na principu kola na hřídeli – mění se na něm i přenášená síla (většinou se zvětšuje)
↔	$i = n_1/n_4$ (převodový poměr = poměr otáček na vstupu a na výstupu) = $i_1 * i_2$

b) Měnitelné převodovky

Dvojstupňová převodovka	Trojstupňová převodovka
1. stupeň 1->2, 2. stupeň 3->4	1. stupeň 1->2, 2. stupeň 3->4, 3. stupeň 5->6

↔	umožňují stupňovou (<i>skokovou</i>) změnu převodového poměru
↔	způsoby změny stupně (řazení):
↔	přesunem ozubených kol na drážkových hřídelích pomocí vidlic - umožňují řazení jen bez zatížení
↔	přesunem spojek (všechna kola jsou stále v záběru) - kola mohou mít šikmé zuby - umožňují řazení i při zatížení
↔	přesun kol se provádí mechanicky (pákou), hydraulicky, pneumaticky, elektromagneticky, servomotorem

Zvláštní typy převodovek

Planetová převodovka	Harmonická převodovka
 <p>korunové kolo unašeč satelit centrální kolo</p>	 <p>oválný hnací disk pružné pouzdro prstavec s vnitřním ozubením</p>

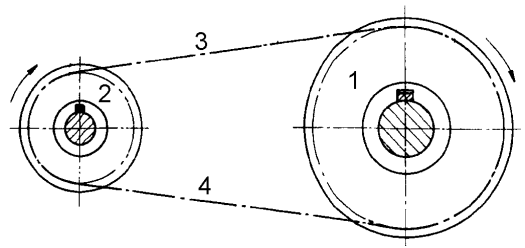
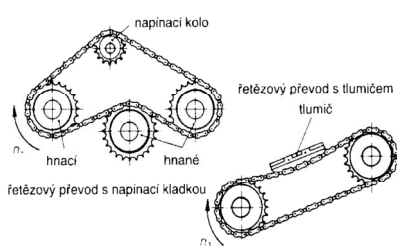
a) Planetová převodovka

↔	Má velký převodový poměr při malém rozměru
↔	Rychlostní stupně se řadí zabrzděním nebo odbrzděním některé části převodovky
↔	Používá se např. u aku- a pneunáradí, autobusů, elektrokol, podobně funguje strouhátko na tužky

b) Harmonická převodovka

↔	vysoké převodové poměry (až 200), náročná výroba, zajišťují přesné polohování (minimální vůle), zabírají málo místa, vysoká cena
↔	eliptický hnací unašeč se protáčí v pružném hrníčkovitém pouzdře s vnějším ozubením zapadajícím do vnitřního ozubení pevného prstence – pružné pouzdro se odvaluje po vnitřku prstence a přenáší pohyb na výstupní hřídel
↔	použití - průmyslové roboty, výrobce - Harmonic Drive AG

17.2. Řetězové převody

Schéma řetězového převodu	Napínání a tlumení řetězu
	 <p>napínací kolo řetězový převod s tlumičem tlumič řetězový převod s napínací kladkou hnací hnané</p>
1 - hnací řetězové kolo, 2 - hnané řetězové kolo, 3 - tažená část řetězu, 4 - volná část řetězu	

Vlastnosti:

↔	Hnací a hnané řetězové kolo se otáčí stejným směrem
↔	Pohyb se přenáší zapadáním zubů řetězových kol do článků řetězu (přenáší se tvarem, ne třením)
↔	Používá se nejčastěji ve vodorovném (nebo šikmém) uspořádání - horní část řetězu bývá tažená , spodní část bývá volnější - mírně prověšená
↔	Používají se pokud je potřeba přenést pohyb na větší osovou vzdálenost (větší než u ozubených převodů) - motorová vozidla, jízdní kola, zemědělské, dopravní stroje (kladkostroje, dopravníky, zdvižné vozíky)
↔	Převodový poměr $i = z_2/z_1$ (podíl počtu zubů řetězových kol)

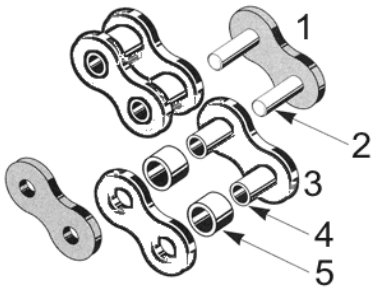
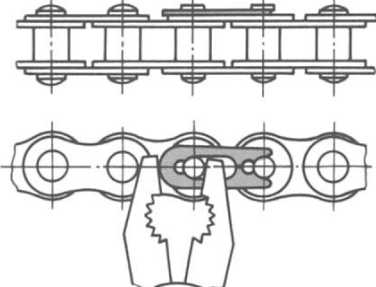
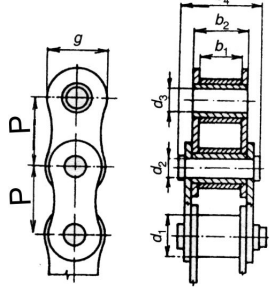
Výhody:

↔	jsou přesné - nedochází k prokluzu (mají stálý převodový poměr)
↔	přenáší velká zatížení při velké osové vzdálenosti
↔	snáší vysoké teploty, vlhkost, oleje (oproti řemenovým)
↔	výroba řetězových kol nemusí být tak přesná jako u ozubených kol – odlitky, svařence, obrobky, výlisky, materiál kol - ocel, litina, plasty

Nevýhody:

↔	jsou hlučnější (nárazy článků do zubů kol)
↔	netlumí rázy
↔	náročnější údržba a montáž - dostatečné mazání, očištění po určité době provozu, dodržení stejného směru pohybu po opětovné montáži

17.2.1. Válečkové řetězy

Válečkový řetěz	Spojování řetězu pojistkou	Rozměry řetězu
		

Části válečkového řetězu:

1	vnější článek	↔ také destička
2	čep	↔ také svorník, je pevně spojený s vnějším článkem (např. roznýtováním)
3	vnitřní článek	↔ střídá se s vnějším článkem
4	pouzdro	↔ je pevně spojené (nalisované) s vnitřním článkem, uvnitř pouzdra je vsunutý čep
5	váleček	↔ je nasazený na pouzdru, je volně otočný pro menší tření (funguje jako kluzné ložisko)

Hlavní rozměry (ST 559):

P	↔	rozteč čepů = rozteč zubů řetězových kol
b₁	↔	vnitřní šířka (musí být o něco větší než šířka řetězového kola)
d₁	↔	vnější průměr válečku

- dále se uvádí u řetězu délka nebo počet článků

Vlastnosti:

↔	Každý řetěz má spojovací článek s pružnou pojistkou nebo závlačkami (pro větší rozteče - nad 20 mm) – vznikne bezkoncový (nekonečný) řetěz
↔	Řetězy se opotřebením článků natahují – může se proto používat napínací kolo
↔	Řetězy mohou být jednořadé nebo víceřadé se společným čepem (pro větší zatížení),
↔	Používají se pro velké rychlosti otáčení hlavně u dopravní techniky (říká se jim rychloběžné), u zvedacích zařízení pro přenos velkých sil při malých rychlostech otáčení
↔	Moderní variantou jsou půlčláňkové řetězy

Příbuzné typy řetězů:

↔	Pouzdrové řetězy	↔ nemají válečky = větší tření, použití je stejné jako u válečkových řetězů, ST 561
↔	Čepové řetězy	↔ nemají pouzdro ani váleček - pro velká zatížení a malé rychlosti otáčení (zvedací stroje) - ST 562 - např. Gallovy řetězy

- Existují také **speciální řetězy** - např. pro dopravníky - Ewartovy řetězy, válečkové řetězy s patkami pro upevnění desek, apod.

Porovnání pouzdrového a válečkového řetězu	Rozměry řetězového kola	Provedení řetězových kol
1 - vnější článek, 2 - čep, 3 - vnitřní článek, 4 - pouzdro, 5 - váleček		A - obrobek, B - svarek, C - odlitek

Rozměry řetězového kola (ST 563)

P	↔	rozteč zubů (musí odpovídat rozteči čepů řetězu)
d	↔	průměr roztečné kružnice
d_f	↔	průměr patní kružnice
d_a	↔	průměr hlavové kružnice
d₁	↔	průměr válečku
b_{f1}	↔	šířka zubu - musí být menší než vnitřní šířka řetězu b ₁

17.2.2. Článekové (svařované) řetězy

	↔	Oválné články z ohnutého a svařeného ocelového drátu kruhového průřezu
	↔	Výhoda – jednoduchá výroba, velká nosnost, řetěz se může natáčet
	↔	Nevýhoda - velká hmotnost, malé rychlosti otáčení
	↔	Použití - ruční zvedací stroje – kladkostroje, ruční výtahy

17.2.3. Rozměry řetězů

a) Válečkové řetězy

↔	Značení: ŘETĚZ 20 B-1 ČSN 02 3311, kde 20 = přibližně vnitřní šířka, B-1 – jednořadý typ B
---	---

b) Svařované řetězy

↔	Značení: ŘETĚZ 18 x 50 ČSN 02 3221 (tloušťka drátu d x vnitřní rozteč článku P)
---	--

17.3. Řemenové převody

Schéma řemenového převodu		Možnosti napínání řemenu
	1 hnací řemenice (kolo pro řemen) 2 hnaná řemenice 3 řemen - táhnoucí větev 4 řemen - odlehčená větev	
↔	n₁, n₂	↔ otáčky hnací, hnané řemenice
↔	D₁, D₂	↔ průměr hnací a hnané řemenice (převodový poměr $i = D_2/D_1$)
↔	α₁, α₂	↔ úhly opásání

Vlastnosti:

↔	Hnací a hnaná řemenice se otáčí stejným směrem
↔	Pohyb mezi řemenicí a řemenem se přenáší třením - řemen musí být určitou silou napnut pro co nejmenší prokluz
↔	Používají se pokud je potřeba přenést pohyb na větší osovou vzdálenost (větší než u ozubených převodů)
↔	Jsou nepřesné (nemají stálý převodový poměr) - můžou proklouznout (např. pískající řemen u auta) - v závislosti na
↔	napnutí a velikosti přenášeného momentu
↔	materiálu kol (součiniteli tření)
↔	úhlu opásání – snaha, aby byl co největší
↔	Napnutí lze zvětšit (tedy zmenšit prokluz) přidavným napínacím kolem/kladkou (zvětší se i úhel opásání) nebo posuvným uložením řemenice (pro zvětšení vzdálenosti os)

- Nejvhodnější uspořádání - hřídel je ve vodorovné rovině a táhne se dolní část řemenu - prohnutím horní volné části řemenu se zvětší úhly opásání

Výhody:

↔	Jsou tiché, vhodné pro menší točivé momenty, umožňují pohon více hřídelů, jednoduchá výroba
↔	tlumí rázy - díky prokluzu

Nevýhody:

↔	kromě prokluzu malá odolnost vůči vysokým teplotám a vlhkosti, nadměrné namáhání ložisek
---	--

17.3.1. Převody s plochými řemeny

- Často se používaly dříve pro přenos otáček na velkou vzdálenost mezi pohony a stroji = **transmise**

Možnosti opásání plochým řemenem		Provedení a části řemenic	
		1 - náboj, 2 - věnec, 3 - disk	
A	otevřený řemenový převod	↔	nejpoužívanější varianta - stejný směr otáčení
B	zkřížený převod	↔	umožňuje opačný směr otáčení
C	polozkřížený převod	↔	změna směru osy otáčení

Materiál řemenu:

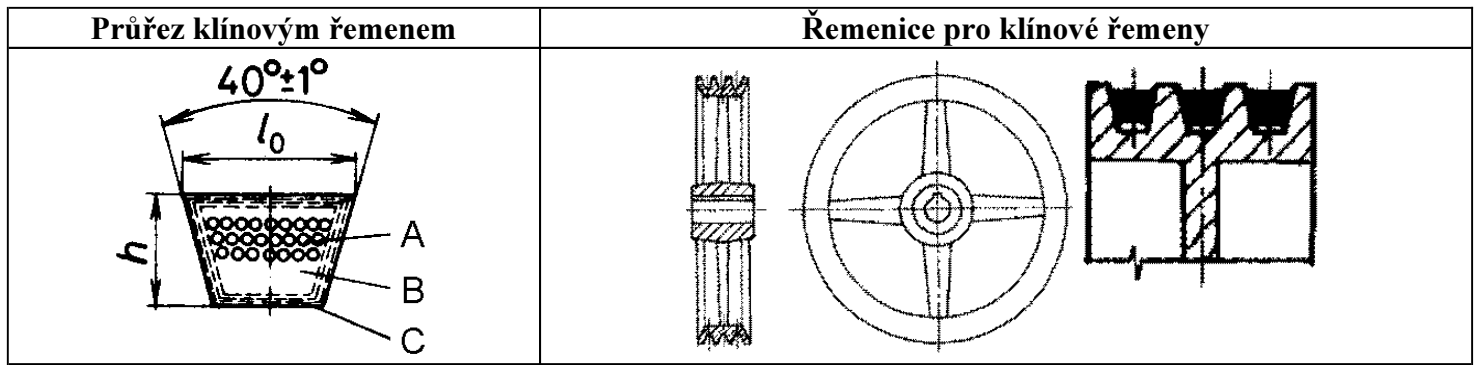
↔	kůže (tzv. usně) spojená lepením, sponami, sešitím
↔	pryž, přírodní tkaniny (konopí, bavlna), umělá vlákna (polyamid, polyester) - jejich kombinace - tažná vnější vrstva s vysokou pevností, styková vrstva s velkým součinitelem tření

Řemenice (kola pro řemeny):

=	náboj + věnec (spojené rameny nebo diskem)
↔	věnec bývá válcový nebo vypouklý (soudkovitý, vydutý, bombírovaný - aby řemen nesklouzl - odstředivá síla ho vytlačuje na největší průměr), musí mít jemný povrch kvůli opotřebení řemenu
↔	v náboji bývá drážka pro pero - pro spojení s hřídelem
↔	výroba litím, svařováním, lisováním, obráběním - materiály - ocel, litina, lehké kovy, plasty

- Pozn. Pro větší otáčky se řemenice vyvažují, aby neházely

17.3.2. Převody s klínovými řemeny



Vlastnosti:

↔	Řemenice má ve věnci drážku pro řemen (nebo více drážek) - úhel drážky je menší než úhel řemenu (kvůli sevření řemenu)
↔	Mají menší prokluz - tření v drážce je větší než na ploché řemenici - používají se pro přenos větších momentů - lze použít i několik řemenů vedle sebe na stejné řemenici
↔	řemen nemusí být tak napnutý (šetří se ložiska), ale nejde ho zkřížit (pro změnu směru otáček)

Vrstvy řemenu:

A	vnitřní vrstva	↔ kord - pevná textilní (bavlna, polyester) nebo skelná vlákna = tažná vrstva (kostra)
B	střední vrstva	↔ pryžové jádro (pružná výplň)
C	vnější vrstva	↔ textilní obal napuštěný pryží (nárazník, plášť) - má tvar lichoběžníku s vrcholovým úhlem 40° ↔ funguje jako ochrana proti mechanickým (otěru) i chemickým vlivům, má velký součinitel tření

a) Rozměry klasických klínových řemenů

↔	Značení: ŘEMEN A - 2000 ČSN 02 3110 (kde A je označení průřezu, výpočtová délka 2000 mm)
---	---

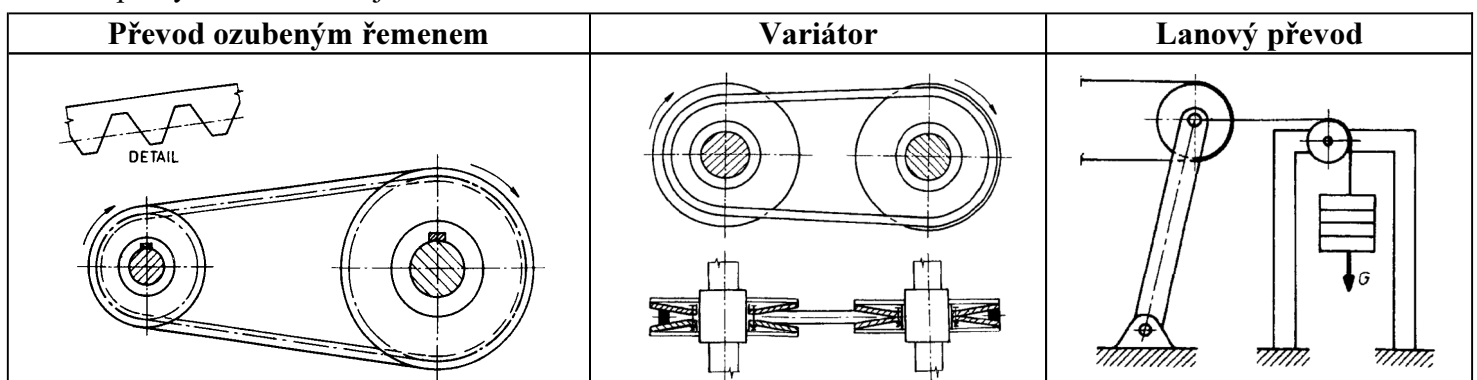
b) Rozměry úzkých klínových řemenů

↔	Značení: ŘEMEN SPZ - 1013 L _a ČSN 02 3112 (SPZ - průřez, vnější délka 1013 mm)
---	--

17.3.3. Převody ozubenými řemeny

↔	ozubený řemen = kombinace řemenu a řetězu (spojuje jejich výhody)
↔	na vnitřní straně má zuby zapadající do ozubené řemenice
↔	Je to přesný převod (neproklouzne) s přenosem pohybu tvarem zubů a zároveň tlumí rázy
↔	Materiál - pryž (např. neopren) vyztužená kordem (textilními, skelnými vlákny)
↔	Použití - rozvodové řemeny pro pohon vačkových hřídelů v automobilových motorech, řemeny pro přesné polohování - ramena robotů, pohybové šrouby obráběcích strojů, válce počítačových tiskáren

- Další vlastnosti - řemen lze více ohnout – ozubená řemenice může mít malý průměr; řemen nemusí být tak napnutý - méně zatěžuje ložiska



17.3.4. Doplněk - Převodovka s plynulým převodem

↔	Variátor - má dvě stejné řemenice a klínový řemen
↔	půlky řemenic se mohou přibližovat/oddalovat a tím se mění převodový poměr - pohyby obou řemenic musí být svázány (synchronizovány)
↔	používají se pro plynulou změnu otáček např. u skútrů

- Pozn. Existují i řetězové variátory (s lamelovým řetězem), třecí variátory

17.3.5. Lanové převody

↔	Místo řemene mají lano - slouží k dopravě osob - lanovky, lyžařské vleky - jejich délka bývá až několik kilometrů
↔	Místo řemenic mají kladky , mezi koncovými kladkami jsou používány podpěrné kladky
↔	Lana jsou spletena z ocelových drátů - ST 566

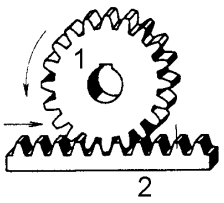
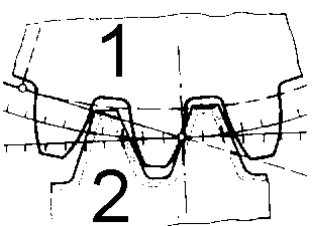
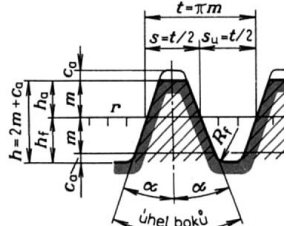
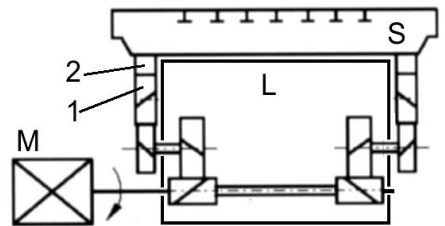
- Mají napínací zařízení - zajišťuje napnutí lana a zároveň vyrovnává změnu délky lana vlivem teploty

18. Kinematické mechanismy

↔	Přenáší pohyb a zároveň mění jeho rychlost a dráhu
---	---

18.1. Hřebenové ozubení

↔	mění otáčivý pohyb pastorku na přímočarý pohyb hřebenu nebo naopak
↔	vznikne rozvinutím věnce čelního soukolí s vnitřním ozubením

Schéma	Detail	Rozměry hřebenu	Použití u hoblovky
			

1 - pastorek (malé ozubené kolo), 2 - hřeben

M - motor, S - stůl, L - lože

↔	boky zubů pastorku jsou zaoblené ve tvaru křivky, které se říká evolventa
↔	boky zubů hřebene jsou přímky
↔	rozměry hřebenu - úhel boků $2 \times \alpha = 40^\circ$, t - rozteč zubu, h - výška zubu, m - modul, c_a - vůle
↔	každý zub pastorku posune hřeben o jednu rozteč zubu, při jedné otáčce pastorku se pak hřeben posune o počet zubů pastorku x rozteč zubu

Použití:

↔	obráběcí stroje	↔	pro velké rozjezdy stolů, kde pohybový šroub by byl moc dlouhý
		↔	hoblovka - poháněný pastorek je pod stolem, varianta s motorem ve stole, sloupová vrtačka - vertikální pohyb vřetena, stolu
↔	hřebenový zvedák	↔	může mít převod a kliku pro zmenšení ovládací síly, podobně např. hřebenový lis pro nýtování
↔	optické mechaniky	↔	u PC a stolních přehrávačů (výsuv šuplíku - plastový hřeben i pastorek poháněný motorem)

- také posuvné brány, řízení kol u auta, úchytkoměr (některé typy)

Podobné varianty mechanismu:

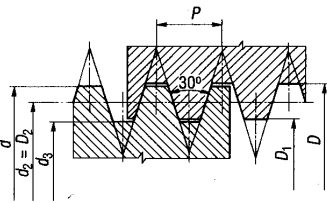
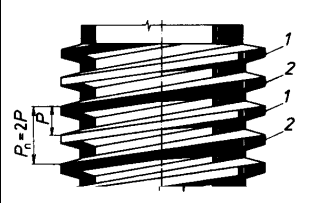
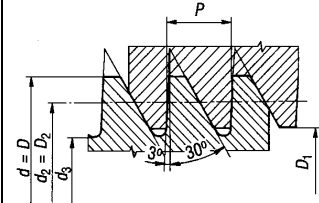
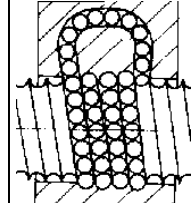
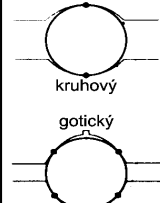
↔	hřebenové ozubení se šnekem	↔	šnek je místo pastorku, šnekový hřeben má šikmé zuby
		↔	pohyb hřebenu je plynulejší (je více zubů v záběru), ale pomalejší - při jedné otáčce pastorku se hřeben posune o rozteč zubu hřebenu

↔	ozubené řemeny	↔	můžou se také použít pro změnu z otáčivého na přímočarý pohyb - např. posun hlav inkoustových tiskáren, posun vozíku u stolního scanneru
↔	cykloidní ozubení	↔	boky zubů mohou mít tvar křivky cykloidy - např. některé hřebenové zvedáky

18.2. Šroubový mechanismus (pohybový šroub)

↔	Je tvořen pohybovým šroubem (vřetenem) a maticí - využívá principu závitů
↔	Mění otáčivý pohyb na přímočarý pohyb a zároveň umožňuje vyvození velkých sil
↔	Rychlost přímočarého pohybu matice je při konstantních otáčkách šroubu stálá (grafem průběhu rychlosti je přímka)

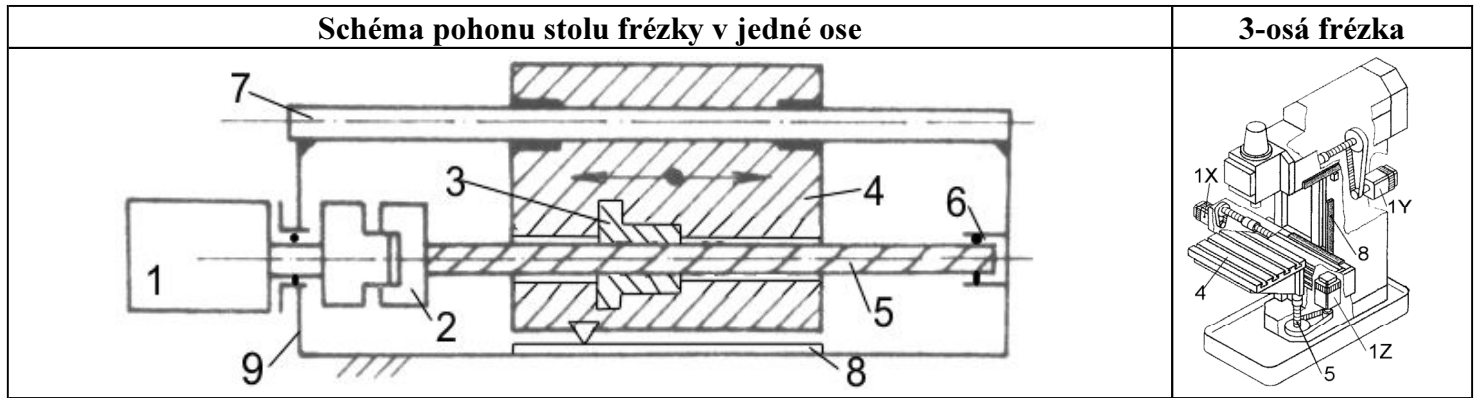
18.2.1. Druhy pohybových závitů

	Lichoběžníkový rovnoramenný závit	Dvouchodý lichoběžníkový závit	Lichoběžníkový nerovnoramenný závit	Kuličkový šroub	Profil žlábků
					
↔	lichoběžníkový rovnoramenný závit (trapézový)	↔	slouží pro přenos pohybu a zatížení v obou směrech - vrcholový úhel 30°		
		↔	může být vícechodý (má více šroubovic, větší stoupání)		
		↔	značení: Tr d x P _h (P), kde d - velký průměr závitů, P _h - stoupání, P - rozteč		
		↔	např. Tr 20 x 8 (P4) = dvouchodý závit s velkým průměrem 20 mm, stoupáním 8 mm a roztečí 4 mm		
↔	lichoběžníkový nerovnoramenný závit (pilový)	↔	používá se tam, kde osová síla působí v jednom směru - na kolmou stranu závitů - např. u vřetenových lisů		
		↔	snese větší zatížení než trapézový (ale jen v jednom směru)		
↔	závit kuličkových šroubů ("kuličkový" závit)	↔	mezi šroubem a maticí obíhají kuličky - kombinace pohybového šroubu a kuličkového ložiska		
		↔	kuličky obíhají v uzavřeném okruhu (díky vratnému kanálu - můstku matice)		
		↔	drážky závitů mají profil "gotického" nebo levnějšího kruhového žlábků		
		↔	umožňuje minimální tření (valivý odpor je menší než kluzné tření)		
		↔	minimální vůli (aby se zamezilo mrtvému chodu) - vůli lze vymezit		
		↔	používá se u posuvových stolů moderních obráběcích CNC strojů - u nás se vyrábí k KŠK Kuřim		

- další typy závitů pro pohybové šrouby - metrický, oblý, čtvercový (používají se méně)

18.2.2. Provedení šroubových mechanismů

a) Pohybový šroub - otáčí se, neposunuje se, matice - neotáčí se, posunuje se:



Příklad pohonu stolu frézky:

1	servomotor	↔ elektromotor s možností nastavení úhlu natočení, může mít převodovku
2	spojka	↔ přenáší pohyb na šroub + vyrovnává změny délky šroubu vlivem teploty (dilataci šroubu - teplotní roztažnost) + tlumí rázy (pruží - chrání motor)
3	matice	↔ posunuje se po šroubu (ve směru daném směrem otáčení šroubu), má přírubu pro montáž ke stolu
4	stůl	↔ je unášen maticí, slouží pro upnutí obrobku, varianta pro svislý pohyb
5	pohybový šroub	↔ točí se - každá osa stroje má svůj šroub
6	valivá ložiska	↔ otočné uložení šroubu - musí zachycovat i axiální sílu (např. dvojice kuličkových s kosouhlým stykem)
7	lineární vedení	↔ kluzné nebo valivé - zajišťuje přesný přímočarý pohyb s malým třením
8	odměřování	↔ nepřímé - snímá se otočení motoru
		↔ přímé - snímá se poloha stolu - pravítko nebo laser
9	rám	↔ podle typu stroje - lože, stojan

Další příklady použití:

↔	soustruh	↔ šroubový mechanismus zajišťuje pohyb podélného suportu, také pinola koníku
↔	sloupový zvedák	↔ pro automobily v autodílně
↔	optické mechaniky	↔ čtecí hlava laseru v optické mechanice v PC nebo ve stolním přehrávači
↔	svidřík	↔ ruční vrták – pohybem matice (člunku) se roztáčí vřeteno s velkým stoupáním

b) Pohybový šroub - otáčí se, posunuje se, matice - neotáčí

Šroubový lis	Zvedák	Svěráky	Stavidlo
↔	šroubový lis	↔	také vřetenový , ruční ovládání, části: 1 - matice (je pevně spojená se stojanem), 2 - pohybový šroub, 3 - stojan, 4 - otočná páka, 5 - beran
↔	šroubový zvedák	↔	probíráno v dopravních strojích včetně dalších typů

↔ svěráky	↔ zadní čelist (1) pevná, přední (2) pohyblivá spojená se šroubem
	↔ typy: dílenské (A) , strojní (B)

- Další varianty - stavidla (matice se otáčí, šroub se posunuje)

18.3. Klikový mechanismus

↔ mění přímočarý pohyb na otáčivý	↔ pístové spalovací motory
↔ nebo otáčivý pohyb na přímočarý	↔ pístové kompresory, pístová čerpadla, klikové lis, rámové pily (katr - pila s mlýnským pohonem)

18.3.1. Zkrácený klikový mechanismus

↔ používá se u jednočinných strojů - využívá se jen jedna strana pístu		
Schéma zkráceného klikového mechanismu	Řez pístem	Detail klikovky

Části:

1 Píst	↔ pohybuje se přímočaře ve válci mezi krajními polohami (má ve válci vůli - nesmí se zadřít)
	↔ má tvar dutého válce s okem pro pístní čep
	↔ H = zdvih - vzdálenost mezi krajními polohami - úvratěmi (průměr "klikové" kružnice)
	↔ pohybuje se proměnnou rychlostí - zrychluje a zpomaluje
	↔ řez pístem (obr. uprostřed): 1-dno, 2-plášť, 3-drážky pro pístní kroužky (těsnící a stírací), 4-ojnice, 5-kluzné ložisko, 6-pojistné kroužky, 7-pístní čep
2 Pístní čep	↔ spojuje píst s ojnicí - umožňuje kývavý pohyb ojnice
3 Válec	↔ vede píst, je uzavřen hlavou válců, vnitřní průměr válce = vrtání
4 Ojnice	↔ přenáší přímočarý pohyb pístu na otáčivý pohyb klikovky (nebo naopak)
	↔ skládá se z ok (hlav) a dříku - klikové oko bývá dělené a spojené šrouby (pokud ojnici nelze nasadit na čep kliky ze strany)
	↔ mezi oky ojnice a čepy jsou kluzná ložiska
5 Klikový hřídel	↔ také zalomený hřídel, klikovka - koná otáčivý (rotační) pohyb v klikové skříni
	↔ části (obr. vpravo): a - vyosený čep pro ojnici , b - rameno (také klika - mívá otvory pro přívod oleje k ložiskům), c - hlavní čep pro uložení do klikové skříně, d - protizávaží (vývažek) - vyvažuje hřídel
	↔ počet čepů pro ojnice je dán počtem válců, jednoválcové mechanismy mohou mít jen kliku
6 Setrvačnik	↔ kotouč s velkou hmotností - zrovnoměňuje otáčky klikovky

18.3.2. Úplný klikový mechanismus

↔	Používá se kvůli utěsnění válce mezi pístem a ojnicí - pro tzv. dvojčinné stroje (využívají prostor na obou stranách pístu)
↔	Použití: dříve parní stroje , dnes např. dvojčinná pístová čerpadla , kompresory (stlačuje se střídavě oběma stranami pístu)

Schéma úplného klikového mechanismumu

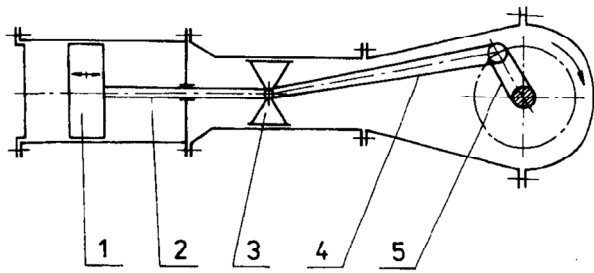
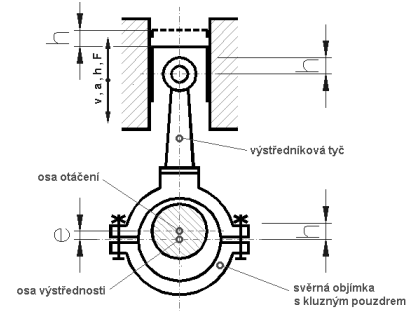


Schéma výstředníkového mechanismu



Části, které přibýly oproti zkrácenému mechanismu:

2 ↔	Pístní tyč	↔	také pístnice - pohybuje se přímočaře (nekýve se), bývá utěsněna (např. ucpávkou)
3 ↔	Křížák	↔	kloub, který spojuje pístnici s ojnicí - umožňuje přímočarý pohyb pístní tyče

- Nezměněné součásti: 1 - píst, 4 - ojnice, 5 - klikovka

18.3.3. Výstředníkový mechanismus

↔	Místo klikového hřídele je na normálním hřídeli výstředná vačka (spojená s hřídelem perem), která přes kluzné pouzdro pohybuje s výstředníkovou tyčí
↔	Používá se místo klikového mechanismu pro menší zdvihy (zdvih = 2 x výstřednost vačky) - dříve např. parní lokomotivy, výstředníkové lisy

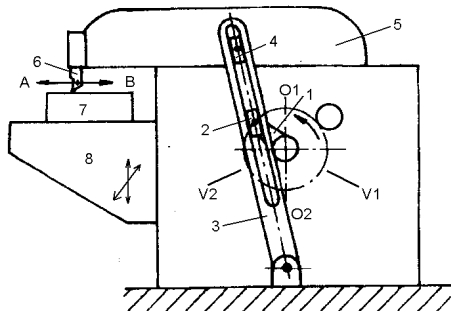
18.4. Kulisový mechanismus

↔	Mění otáčivý pohyb na přímočarý pohyb nebo naopak
↔	Průběh rychlosti přímočarého pohybu je jiný než u klikového mechanismu

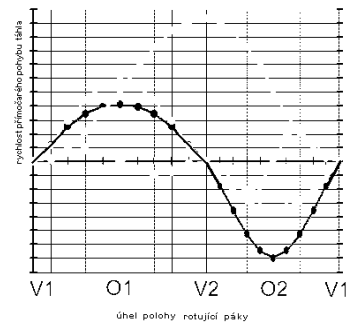
18.4.1. Kulisový mechanismus kyvný

↔	Kulisa koná kyvný pohyb
↔	Použití: obráběcí stroje s přímočarým pohybem nástroje – např. vodorovné obražečky

Schéma vodorovné obražečky



Průběh rychlosti smykadla



Části vodorovné obražečky:

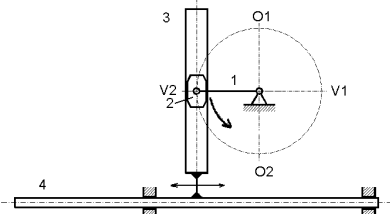
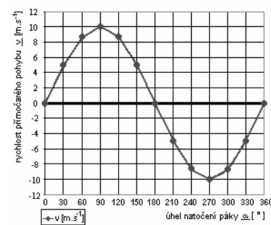
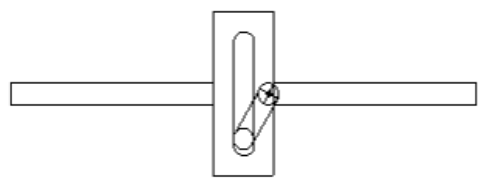
1	klika na kotouči	↔	otáčí se a unáší přes čep kluzný kámen, vzdálenost čepu od středu otáčení lze měnit a nastavit tím zdvih smykadla
		↔	kotouč s klikou jsou poháněny z převodovaným motorem
2	kluzný kámen	↔	klouže v drážce kulisy - převádí otáčivý pohyb kliky přes klikový čep na kyvný pohyb kulisy
3	kulisa	↔	páka s drážkou pro kluzné kameny
		↔	dole je uložena otočně v rámu stroje, horní část se kýve
4	kluzný kámen	↔	klouže v horní části drážky kulisy, je uložena otočně na čepu - převádí kyvný pohyb kulisy na přímočarý pohyb smykadla
5	smykadlo	↔	také šoupátko - koná přímočarý vratný pohyb, je uloženo v lineárním vedení, je na něm uchycen nástroj
		↔	délku pohybu smykadla - zdvih - lze nastavit délkou hnací kliky (ovlivňující výkyv

			kulisy)
6	řezný nástroj	↔	rychlost nástroje (smykadla) je v každém směru jiná:
		↔	rychlost ve směru A (pracovní posuv) je menší než přejezd zpátky B
		↔	v pozicích kliky označených V1 a V2 nastává změna směru pohybu smykadla
		↔	v bodech O1 a O2 je rychlost největší
7	obrobek	↔	upnutý na stole ve svěráku
8	stůl	↔	pohybuje se ve vedení kolmo k pohybu smykadla

- Pokud mechanismus nebude mít smykadlo, výsledný pohyb bude kyvný

18.4.2. Kulisový mechanismus posuvný (harmonický)

- anglicky "Scotch Yoke"

Schéma	Průběh rychlosti	Jiná varianta
		

Části:

1	klika	↔	otáčí se, 2x délka kliky = zdvih šoupátka
2	kluzný kámen	↔	přenáší pohyb na kulisu
3	kulisa	↔	páka s drážkou - posunuje se přímočaře (nekýve se)
4	šoupátko	↔	je pevně spojené s kulisou, pohybuje se ve vedení kolmo na drážku kulisy
		↔	rychlost šoupátka má stejný (harmonický) průběh v obou směrech
		↔	největší rychlost je uprostřed (v bodech O1 a O2) mezi koncovými polohami šoupátka V1 a V2

Použití:

↔	experimentální spalovací motory (Bourke, Stirling) - mění posuvný pohyb pístu na konci šoupátka na otáčení kliky (pro běžné spalovací motory se mechanismus neosvědčil)
↔	ventily u vysokotlakých potrubí (např. ropovodů) - mění posuvný pohyb na pootáčení škrtkové klapky nebo uzavírací koule

18.5. Vačkový mechanismus

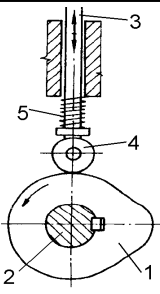
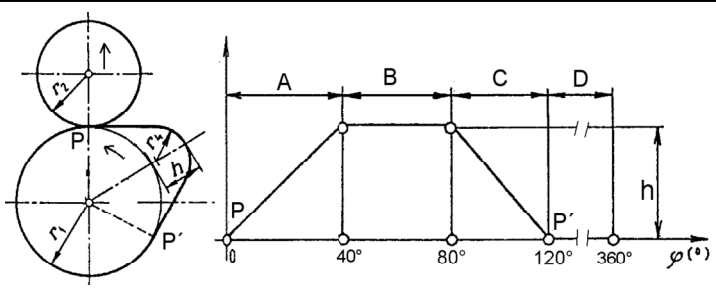
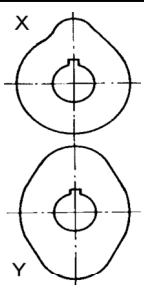
↔	Mění rotační pohyb na pohyb přímočarý s požadovaným časovým průběhem
---	--

18.5.1. Vačkový mechanismus s kotoučovou vačkou

Použití:

↔	rozvody spalovacích motorů	↔	řízení otevírání ventilů
↔	čerpadla	↔	vyvození pohybu pístů

- spínače, kopírovací mechanismy

Kotoučová vačka	Časový průběh pohybu táhla (zjednodušený)	Tvary vaček
		
<p>A - pohyb nahoru, B - klid nahoře, C - p. dolů, D - k. dole, h - zdvih</p>		

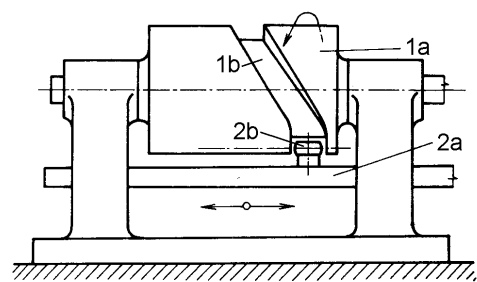
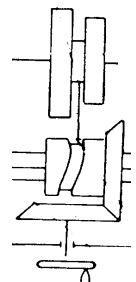
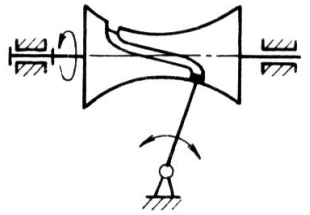
Části:

1	Vačka	↔ kotouč s výstupkem (<i>palcem, nose</i>), který se otáčí, povrch se musí mazat
		↔ tvar vačky určuje výsledný časový průběh pohybu táhla - představuje program pohybu
2	Vačkový hřídel	↔ hřídel s vačkami (na obrázku spojený s vačkou perem)
3	Táhlo	↔ (<i>zdvihátko, zdvihák</i>) - koná přímočarý pohyb - na výstupku vačky se zvedá a zase klesá
4	Kladička	↔ zmenšuje tření mezi vačkou a táhlem - odvaluje se po obvodu vačky (nemusí na táhle být - táhle může být zakončeno i talířkem nebo hrotem)
5	Pružina	↔ zajišťuje zpětný pohyb táhla a lepší kopírování tvaru vačky (přítlak)

Příklady tvarů vaček:

↔ tvar X	↔ tvar pro rychlý pohyb nahoru a pozvolný dolů (při otáčení proti směru hodinových ručiček)
↔ tvar Y	↔ tvar pro dva zdvihy táhla za jednu otáčku vačky
↔ výstředná kruhová vačka	↔ osa otáčení je mimo střed kruhu - vačka je excentrická - využívá se u výstředníkového mechanismu, čerpadel, cykloidní převodovky
↔ desmodromické vačky	↔ kombinace více vaček - je zajištěn i zpětný pohyb táhla (není třeba pružina) - rozvody motocyklů Ducati

18.5.2. Vačkový mechanismus s válcovou vačkou

Válcová vačka	Použití v převodovce	Verze pro kyvný pohyb
		<p>Křivkový globoid</p> 

Části:

1a	válcová vačka	↔ s vodící obvodovou drážkou (1b) - točí se (také křivkový buben)
2a	šoupátko	↔ s čepem (2b), který zapadá do drážky bubnu - šoupátko koná přímočarý pohyb řízený tvarem drážky bubnu

- Pozn. Místo šoupátka může být páka - výsledný pohyb pak je kyvný

Příklady použití:

↔ převodovky	↔ posuny ozubených kol - válcová vačka je otáčena kolečkem nebo pákou
↔ otočné stoly	↔ otáčení se přerušuje - pro provedení operace v automatických výrobních linkách

18.5.3. Mechanismus s křivkovou šablonou

Schéma křivkového pravítka	Použití u koncového spínače

Části:

1	šablona	↔	(pravítko) s křivkovým profilem - posunuje se nebo stojí
2	táhlo	↔	(také zdvihák) - může mít na konci kladičku - posunuje se po šabloně a zvedá se

Příklady použití:

↔	koncové spínače	↔	spínání v koncových polohách např. u stolů obráběcích strojů - najetím na tvarovou narážku
↔	kopírovací mechanismy	↔	dřevoobráběcí kopírovací soustruh pro výrobu pažeb, noh stolů, násad

18.6. Maltézský kříž

↔	Mění plynulý otáčivý pohyb na přerušovaný otáčivý	
Čtvrtinový maltézský kříž	Průběh rychlosti otáčení kříže	Příklad použití - otočný stůl

Části:

1	Hnací kolo	↔	plynule se otáčí
		↔	má takový tvar, aby se kříž nemohl pootočit (<i>aby byl aretován</i>), když čep není v drážce, ale zároveň aby kolo nebránilo otočení kříže, když je čep v drážce - v místě kliky má vykrojení
2	Klika s čepem	↔	otáčí se s kolem a zajíždí do radiálních drážek kříže, čepů může být na kole více
3	Maltézský kříž	↔	ramena s drážkami - kříž se otáčí přerušovaně
		↔	kříž se při 1 otáčce hnacího kola pootočí vždy o úhel 360°/počet drážek (např. při 4 drážkách se otočí o 45°, tedy o 1/4 otáčky)
		↔	kříž při pootáčení z klidu zrychlí a následně zpomalí do klidu (rychlost otáčení není rovnoměrná)

Vlastnosti:

↔	mechanismus se musí dobře mazat řídkým olejem
↔	je náročný na výrobu (velké namáhání, kvalitní materiály, je potřebná vysoká přesnost)
↔	dnes se nahrazuje elektrickými krokovými motory

Použití:

↔	Otočné montážní stoly	↔	převodem (5) lze měnit velikost úhlu pootočení
↔	Zásobníky nástrojů	↔	u CNC
↔	Promítačky v kině	↔	trhavý posun filmu

18.7. Rohatka a západka (račna)

↔ Mění kývavý pohyb na přerušovaný otáčivý pohyb		
Račna	Verze pro přepínání směru	Verze pro přímočarý pohyb

Části:

1	Páka	↔ kýve se - je ovládána manuálně
2	Západka	↔ v jednom směru západka přeskakuje přes zuby rohatky, v opačném směru se západka zaklíní do mezery zubu a otáčí rohatkou
3	Rohatka	↔ kolo se zuby - přerušovaně se otáčí
4	Blokovací západka	↔ slouží pro zablokování zpětného pohybu

Použití:

↔	račna - náradí pro utahování kývavým pohybem (na malém prostoru), podobně zvedáky, kladkostroje
↔	podobný mechanismus se využíval u kyvadlových hodin jako krokový mechanismus

18.8. Čtyřčlen (klikovahadlový mechanismus)

↔ Mění otáčivý pohyb na kyvný		
Schéma čtyřčlenu	Části (4 členy)	
	1	hnací klika otáčí se
	2	ojnice přenáší pohyb z kliky na vahadlo
	3	vahadlo hnaná klika - kýve se
	4	rám nehybná spojnice
	A-D	čepy otočné spoje - klouby

Příklady použití:

↔	stroje pro míchání těsta, stěrače
---	-----------------------------------

18.9. Paralelogramy

↔ mechanismy z pák, které tvoří rovnoběžníky		
↔ spoje pomocí čepů umožňují otáčení pák při dodržení jejich rovnoběžnosti		
	Pantograf	
	pro zvětšování:	
	1	bod ukotvení
	2	hrot pro snímání předlohy (šablony)
	3	psací pero (fréza)
	pro zmenšování: 2 - pero, 3 - šablona	
	Norimberské nůžky	

18.9.1. Pantograf

↔	Čtyři spojené páky, používané pro zvětšování nebo zmenšování obrysů (změnu měřítko)
↔	Použití - průmyslové pantografy pro gravírování (rytí nápisů a znaků)

- *Pantograf se také používá jako označení sběračů el. proudu u lokomotiv, tramvají, trolejbusů*

18.9.2. Nůžkový pákový mechanismus (Norimberské nůžky)

↔	zajišťuje stálou polohu koncového prvku (většinou vodorovnou nebo svislou)
↔	Použití: zdvižné nůžkové plošiny, zvedáky, nosič přístrojů (telefonu), shrnovací dveře apod.

- *Pozn. U nosiče přístrojů klesá při větším počtu pák a velkém prodloužení ve vodorovném směru spolehlivost konstrukce - doporučují se max. pětinasobné nůžky*