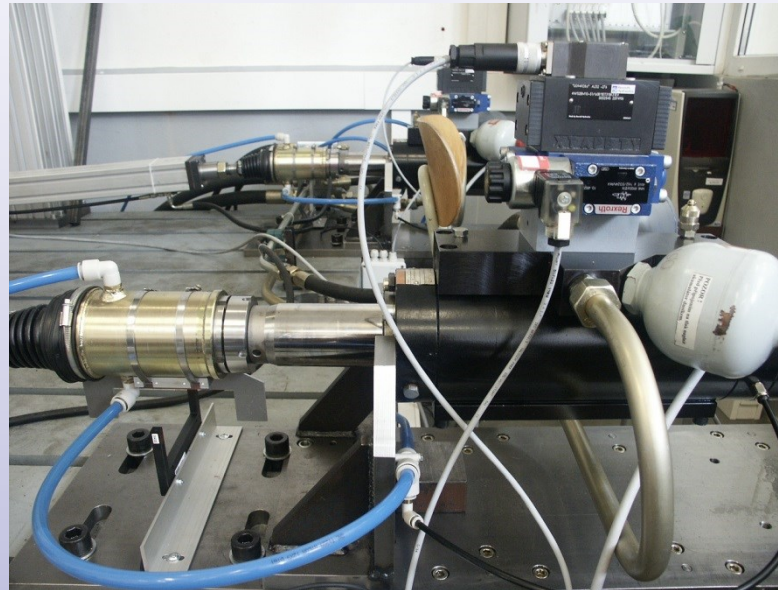
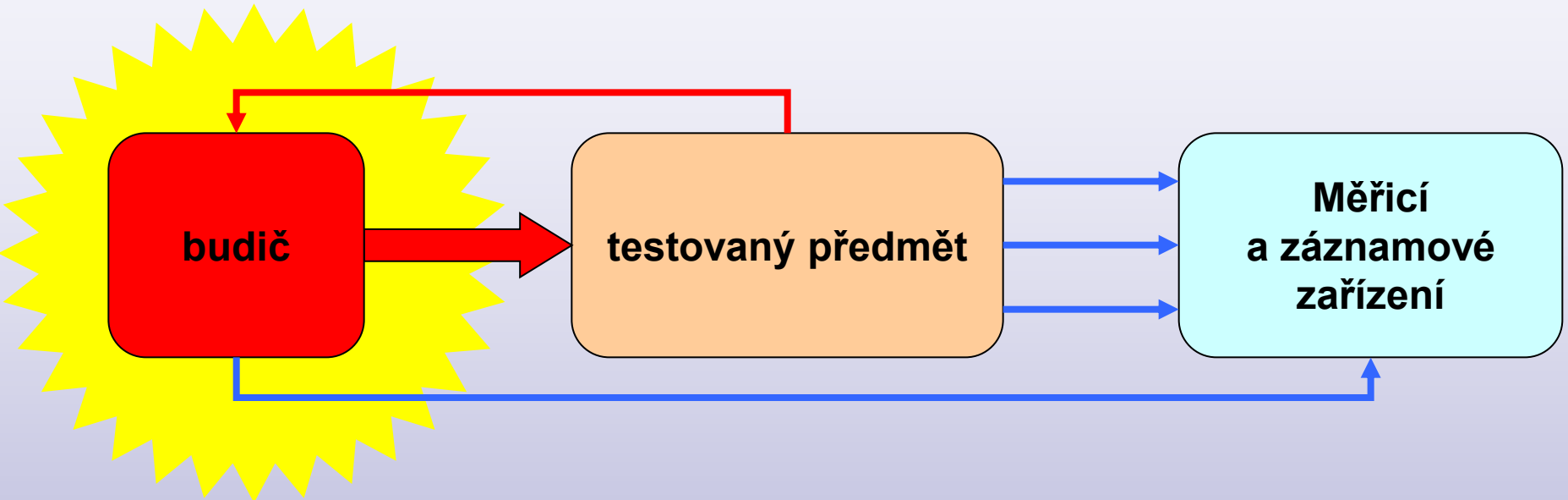


## 2. BUDIČE



- 2.1. Rozdělení podle principu činnosti
- 2.2. Mechanické budiče
- 2.3. Pneumatické budiče
- 2.4. Hydraulické budiče
- 2.5. Elektrické budiče
- 2.6. Klimatické budiče



- **budič**
  - vyvozuje vstupní podmínky
  - upravuje parametry buzení na základě měření odezvy (zpětná vazba)

## 2.1. RODĚLENÍ BUDIČŮ

- **podle vyvozovaných účinků:**
  - lineární zatěžování
  - rotační zatěžování (kroucí moment)
  - vibrace
  - klimatické účinky
  
- **podle doby trvání:**
  - periodické zatěžování
  - jednorázový děj
  
- **podle využívané energie:**
  - mechanické
  - pneumatické
  - hydraulické
  - elektrické
  - provoz testovaného dílu

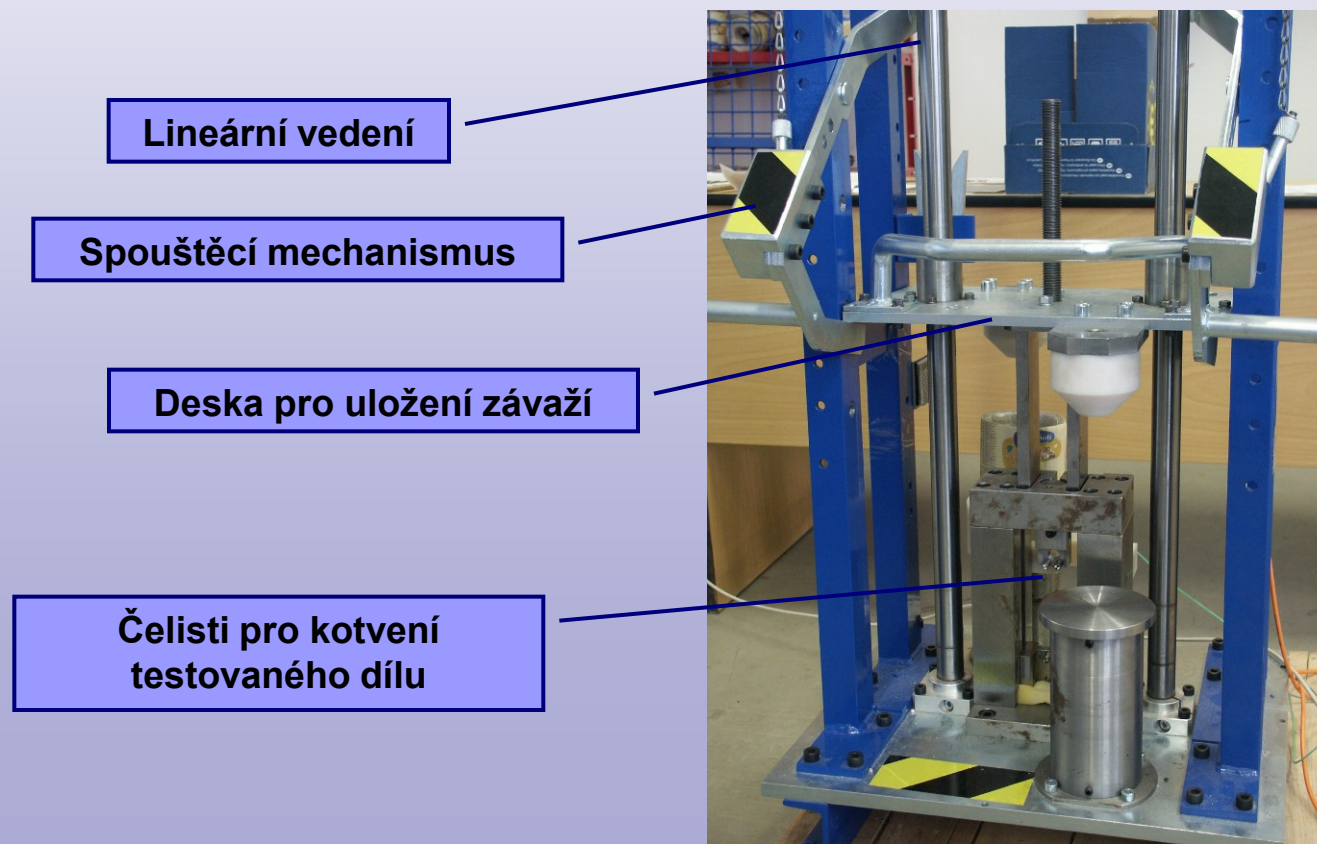
## 2.2. MECHANICKÉ BUDIČE

- k vyvození účinků využívají:
  - gravitaci
  - pružiny
  - lidskou sílu

**eventuálně jejich kombinace**
  
- oblast použití:
  - jednorázové děje
  - frekvenční (modální) analýza testovaného dílu
  
- **výhody:**
  - jednoduchost
  - cena
  
- **nevýhody:**
  - nelze použít pro periodické buzení
  - lidská síla = špatná opakovatelnost buzení
  - nelze použít zpětnou vazbu

## 2.2. MECHANICKÉ BUDIČE

- Gravitační budič:
  - jednorázový děj
  - k vyvození účinku využívá „volný pád“ hmoty
  - rychlost určená výškou
  - dopadová energie určená hmotností



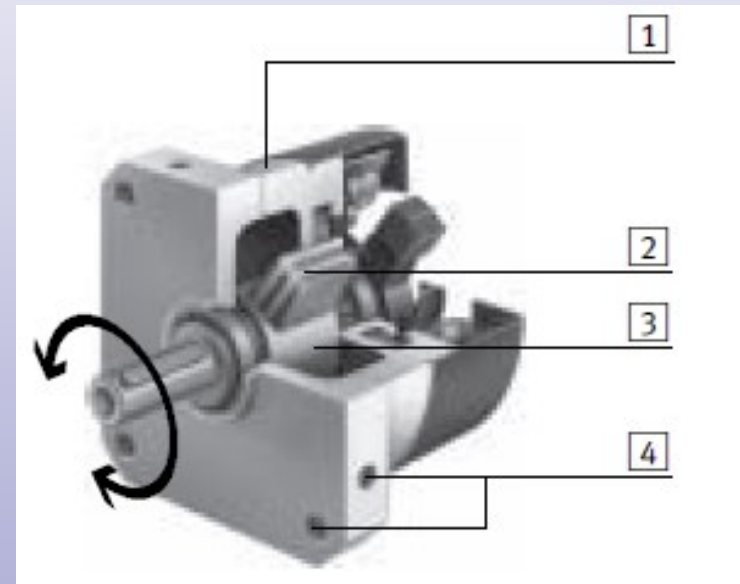
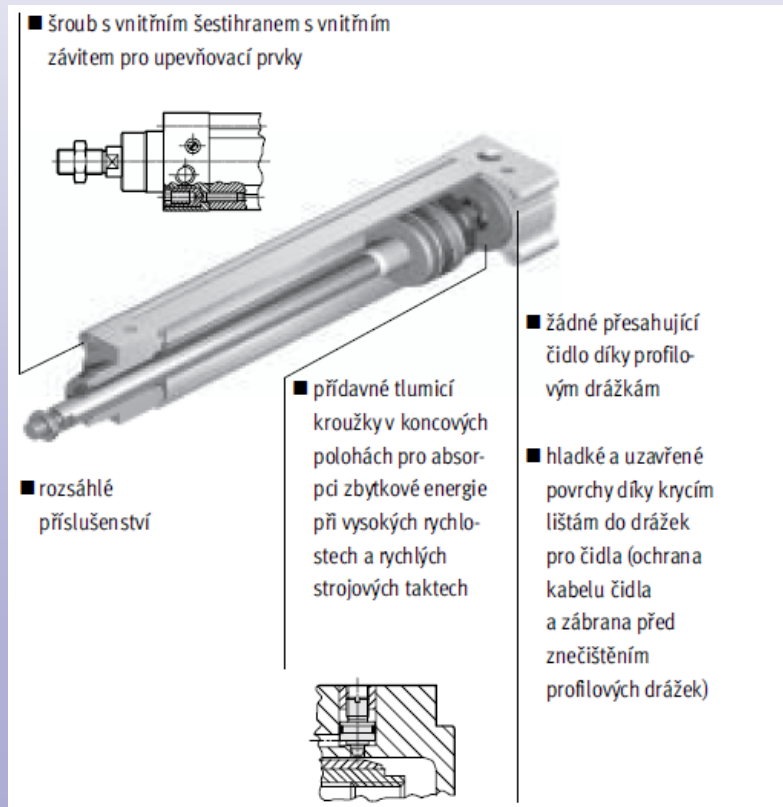
## 2.2. MECHANICKÉ BUDIČE

- **Lidská síla:**
  - rázové kladívko
  - frekvenční (modální) analýza testovaného dílu (zjištění rezonanční frekvence)



## 2.3. PNEUMATICKÉ BUDIČE

- lineární i rotační provedení = pneumatický válec, motor
- energie = tlakový vzduch
  - síla = tlak vzduchu \* plocha pístu
  - vzduch = plyn – je stlačitelný



## 2.3. PNEUMATICKÉ BUDIČE

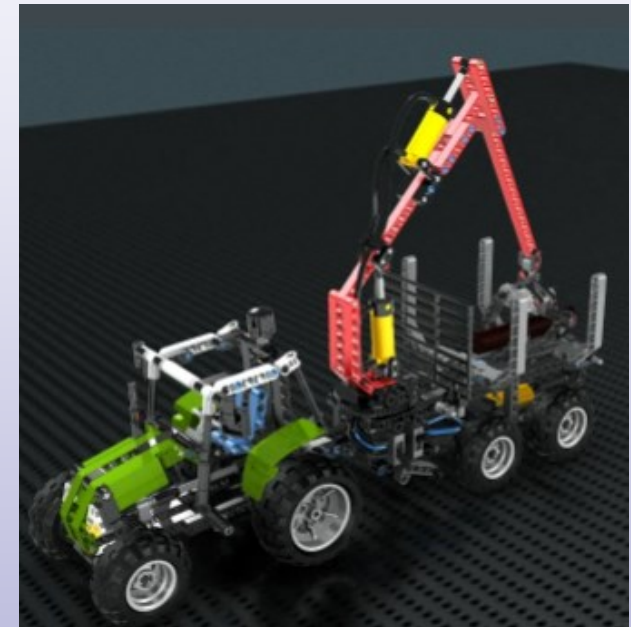
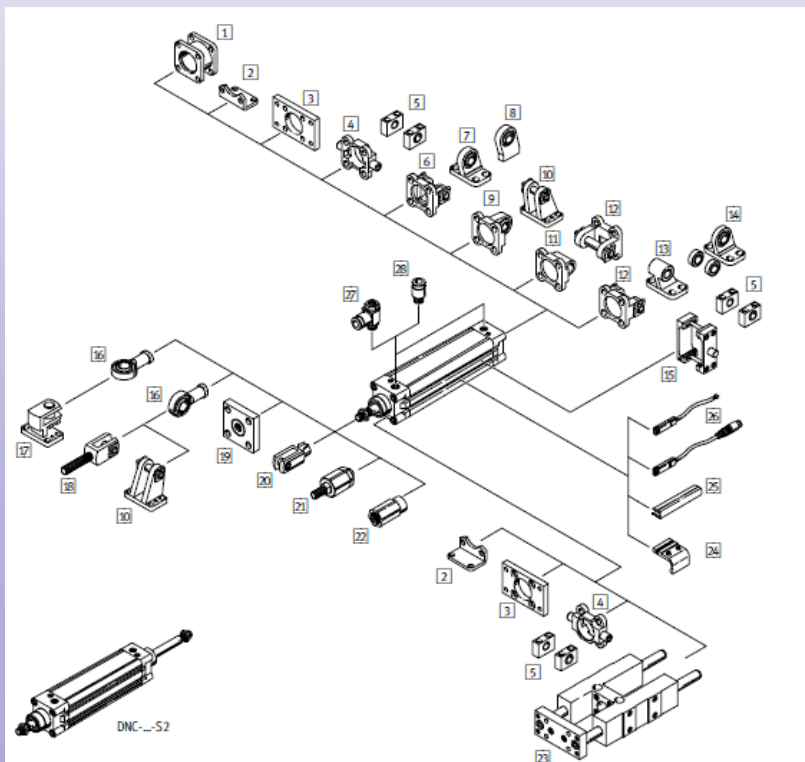
- **výhody:**
  - **cena + široká nabídka, velký počet výrobců a dodavatelů**
  - **široká škála typů a provedení**
  - **posuvný i rotační pohyb**
  - **lze vyvodit statické zatížení**
  - **jednoduchost zapojení, snadná montáž (hadice, rychlospojky)**
  - **využívají ekologicky nezávadné medium (vzduch)**
  - **relativní dostupnost energie (v průmyslu většinou k dispozici tlakový vzduch)**
  - **možnost použití při konstrukci vlastních jednoúčelových zařízení**
  
- **nevýhody:**
  - **stlačitelnost vzduchu (plyn) - velký vliv vnějšího zatížení na polohu a rychlost**
  - **velké síly = buď vysoký tlak vzduchu nebo velká plocha pístu**



## 2.3. PNEUMATICKÉ BUDIČE

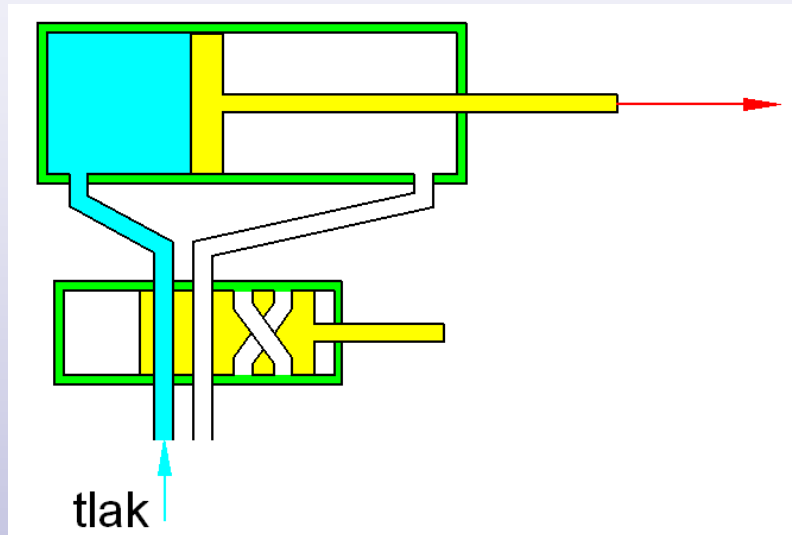
### oblast použití

- **jednoúčelová testovací zařízení**
- **vysoké počty cyklů bez nutnosti přesně definovat průběh signálu**
- **jednoduchost sestavení - stavebnice**



## 2.3. PNEUMATICKÉ BUDIČE

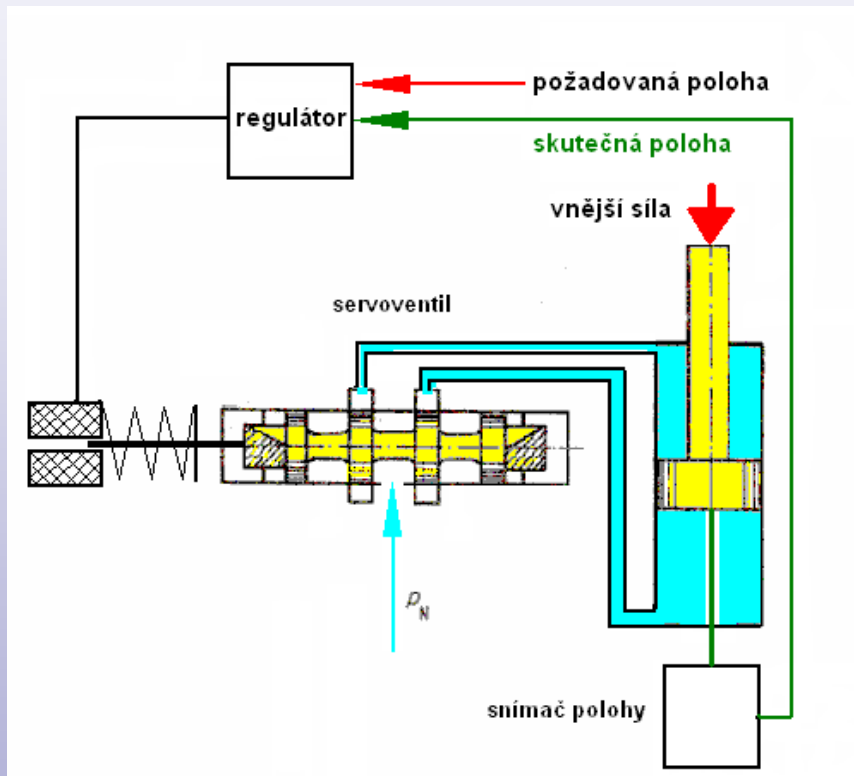
- řízení bez zpětné vazby



- **stlačitelnost vzduchu generuje nevýhody:**
  - nemožnost regulování polohy  
koncovou polohu lze definovat jen mechanickými dorazy
  - nemožnost dodržení definovaného průběhu signálu  
vliv vnějšího zatížení na rychlost
  - možnost změny polohy vnější silou

## 2.3. PNEUMATICKÉ BUDIČE

### ▪ zpětnovazební proporcionální řízení



- v současné době ne příliš rozšířené
- vysoké nároky na přesnost servoventilu (prakticky nevyrobitelný)

- **problémy vyplývají z vlastností media, tj. stlačitelnosti vzduchu**
  - velký vliv vnějšího zatížení na polohu a rychlost
    - obtížná regulace polohy
    - obtížné dodržení definovaného průběhu signálu

## 2.4. HYDRAULICKÉ BUDIČE

- lineární i rotační provedení = hydraulický válec, motor
- energie = tlaková hydraulická kapalina (olej)
  - síla = tlak kapaliny \* plocha pístu
  - rychlost = průtok kapaliny
  - kapalina – je prakticky nestlačitelná



## 2.4. HYDRAULICKÉ BUDIČE

- **výhody:**
  - posuvný i rotační pohyb
  - lze vyvodit statické zatížení
  - velké síly při relativně malých rozměrech
  - velká dynamika, vysoké rychlosti
  - libovolné budící signály (harmonické, jednorázové, náhodné, reálné)
  
- **nevýhody:**
  - potřeba zdroj tlakové kapaliny
  - neekologické medium
  - obtížná montáž a manipulace (přípojně hadice)
  - vysoké tlaky – nároky na všechny komponenty hydraulického rozvodu
  - energeticky náročné
  - omezený počet dodavatelů, vysoká cena
  - problematika těsnění pístnice, odsávání průsaků

## 2.4. HYDRAULICKÉ BUDIČE

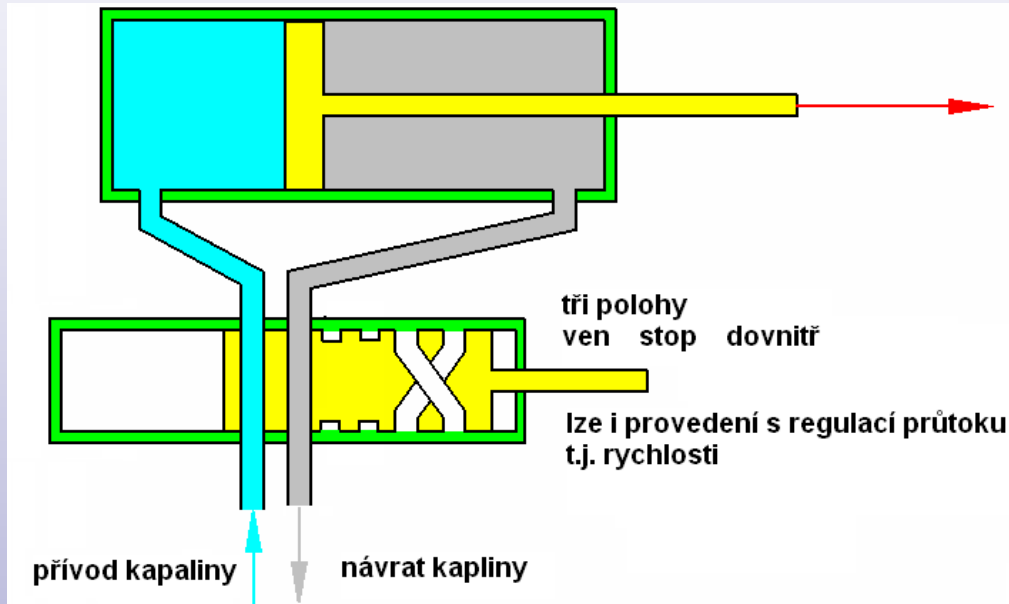
### oblast použití

- testovací zařízení
  - možnost řízení zatížení libovolným průběhem signálu
  - velké síly (až stovky kN) a vysoké rychlosti (až desítky ms<sup>-1</sup>)
  - vibrační zatěžování velkých (těžkých) vzorků vysokými frekvencemi (do 500Hz)
- **dosahované síly a max. rychlosti (frekvence) jdou proti sobě**
  - **limitováno výkonem agregátu**
  - **max. možným průtokem hydraulické kapaliny potrubím a servoventily**



## 2.4. HYDRAULICKÉ BUDIČE

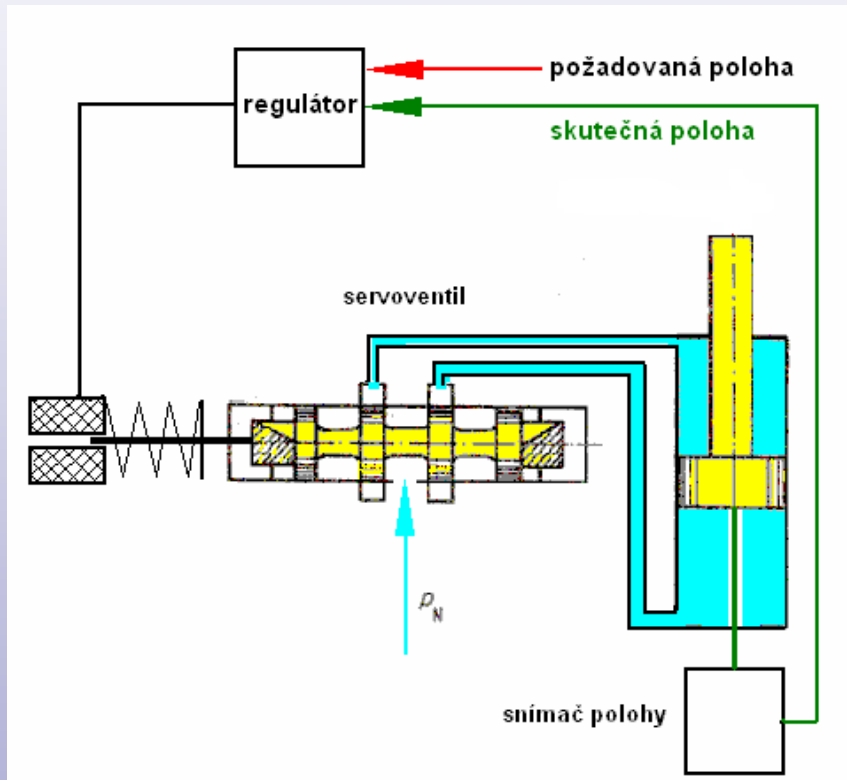
- řízení bez zpětné vazby (zpětná vazba zajištěna obsluhou)



- **prakticky nestlačitelná kapalina**
  - přesně definovaná a stabilní poloha
  - volba rychlosti regulací průtoku ovládacího ventilu
  - odolnost proti působení vnější síly

## 2.4. HYDRAULICKÉ BUDIČE

### ▪ zpětnovazební proporcionální řízení



- pro testovací stroje je to nejčastěji používané řešení
- zpětná vazba může být polohová nebo silová
- proporcionální servoventil je nejdůležitějším článkem jeho vlastnosti určují chování celého regulačního obvodu

### • prakticky nestlačitelná kapalina

- přesně definovaný průběh signálu, řízení v poloze nebo síle
- odolnost proti působení vnější síly



### 2.4. HYDRAULICKÉ BUDIČE

#### ▪ vlastnosti servoventilů

Servoventil s překrytými hranami šoupátka

Servoventil s nedokrytými hranami šoupátka

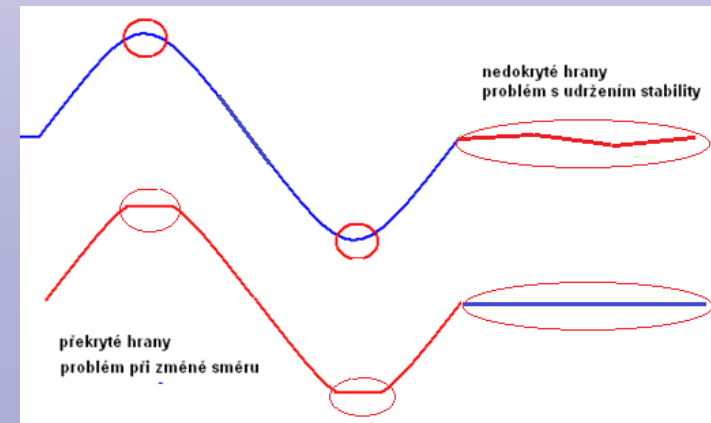
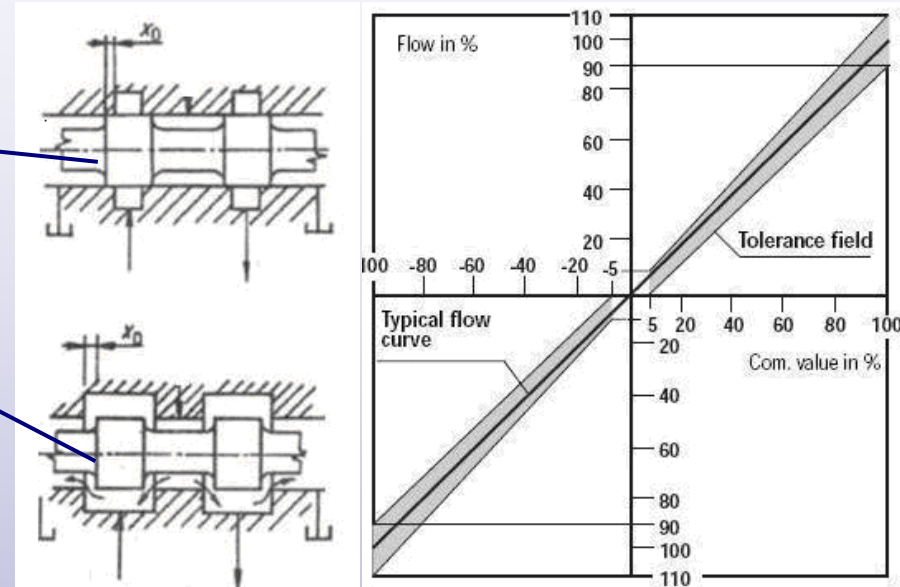
- servoventil s nulovým překrytím nelze vyrobit

#### • nedokryté hrany:

- nelze udržet rovnovážnou polohu bez činnosti zpětné vazby
- jakákoliv porucha zpětné vazby vede k nekontrolovanému pohybu pístnice na doraz

#### • překryté hrany:

- nelze dodržet tvar signálu při změně směru pohybu pístnice



## 2.5. ELEKTRICKÉ BUDIČE

- elektromotory
- aktuátory
- elektrodynamické budiče



## 2.5. ELEKTRICKÉ BUDIČE - ELEKTROMOTORY

- **výhody:**
  - nízká cena, velký počet výrobců a dodavatelů
  - široká škála typů a provedení (asynchronní, stejnosměrné, krokové)
  - dostupnost energie
  - vysoká účinnost
  - jednoduché zapojení a instalace
  - snadná regulace, vysoká přesnost řízení
  - možnost použití při konstrukci vlastních jednoúčelových zařízení
  
- **nevýhody:**
  - jen rotační pohyb
  - závislost kroutícího momentu elektromotorů na otáčkách

## 2.5. ELEKTRICKÉ BUDIČE - ELEKTROMOTORY

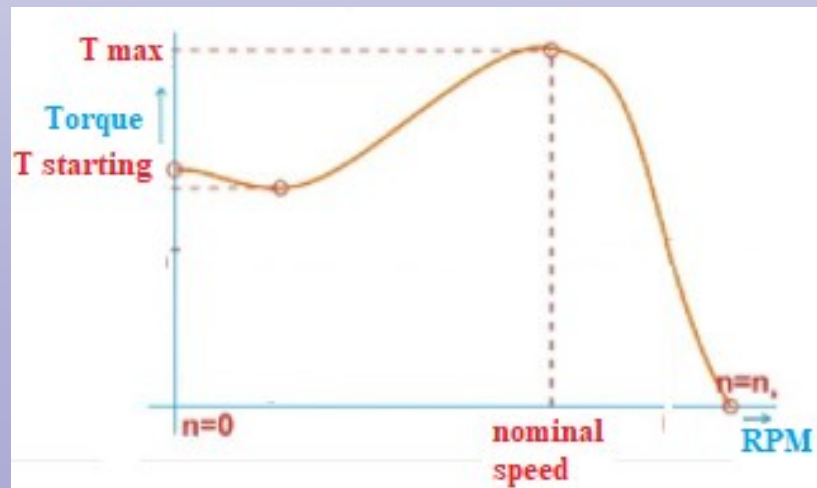
### ▪ AC asynchronní motory

#### výhody

- v nejjednodušších zařízeních mohou fungovat samostatně bez řídicí jednotky, mohou být připojeny přímo do elektrické sítě
- jednoduché řízení frekvenčním měničem
- vysoká dynamika

#### nevýhody

- malý záběrový moment
- rychlý pokles momentu při překročení nominálních otáček
- nemůže vyvodit statické zatížení (bez rotace hřídele) problematické jsou i velmi nízké otáčky (chlazení)
- řízení polohy v rámci jedné otáčky hřídele je nemožné



## 2.5. ELEKTRICKÉ BUDIČE - ELEKTROMOTORY

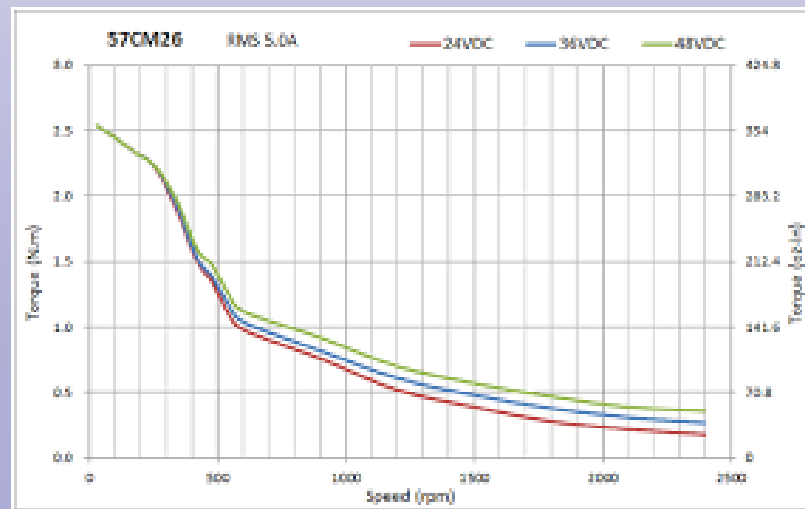
### ▪ krokové motory

#### výhody

- jednoduché řízení polohy a rychlosti řídicí jednotkou
- může vyvodit statické zatížení (bez rotace hřídele) nebo pracovat ve velmi nízkých otáčkách
- je možné i přesné polohování v rámci jedné otáčky hřídele – každý vstupní impuls pootočí hřídel o definovaný úhel, takzvaný krok motoru

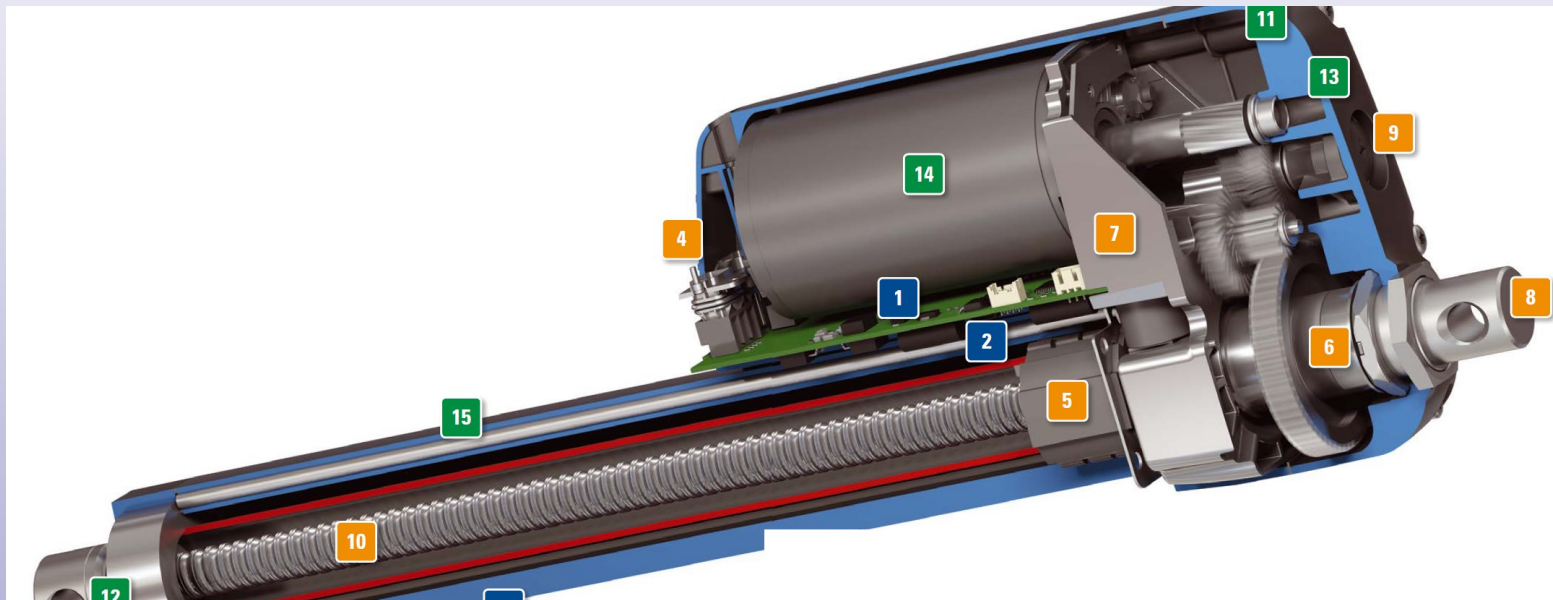
#### nevýhody

- točivý moment rychle klesá s otáčkami
- nižší dynamika, rychlá (skoková) změna rychlosti způsobí ztrátu synchronizace polohy rotoru s impulsním řízením, „ztráta kroků“
- nemůže pracovat bez řídicí jednotky



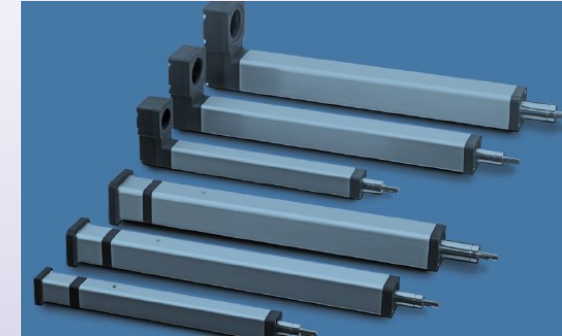
## 2.5. ELEKTRICKÉ BUDIČE - AKTUÁTORY

- elektrický motor s převodovkou
- pro posuvné pohyby doplněno pohybovým šroubem



## 2.5. ELEKTRICKÉ BUDIČE - AKTUÁTORY

- **moderní náhrada hydraulických i pneumatických budičů**
  - zdvihy až jednotky metrů
  - rychlosti až do jednotek m/s
  - síly až do desítek kN
- **výhody:**
  - příznivá cena, velké množství dodavatelů
  - široká škála typů a provedení (AC, DC, krokové motory)
  - dostupnost energie
  - velká účinnost
  - jednoduchost zapojení, snadná instalace
  - snadná regulace, vysoká přesnost
  - mohou být v provedení velmi odolném proti působení vnějších podmínek i do relativně extrémních teplot
  - možnost použití při konstrukci vlastních jednoúčelových zařízení



## 2.5. ELEKTRICKÉ BUDIČE - AKTUÁTORY

- řízení bez zpětné vazby
  - **krokový motor – počet impulsů = počet kroků = výsledná poloha**
  - **vysoce účinné krokové motory**
  - **levná a výkonná elektronika pro řízení**
  
- **výhody:**
  - **příznivá cena + široká nabídka**
  - **široká škála typů a provedení**
  - **jednoduchost zapojení, žádné další přídatné zdroje energie, dostupnost energie**
  - **možnost použití při konstrukci vlastních jednoúčelových zařízení**
  - **snadná regulace, vysoká přesnost**
  - **libovolné budící signály (harmonické, náhodné, reálné, jednorázové)**
  - **energeticky úsporné – velká účinnost**
  - **mohou být v provedení velmi odolném proti působení vnějších podmínek i do relativně extrémních teplot**

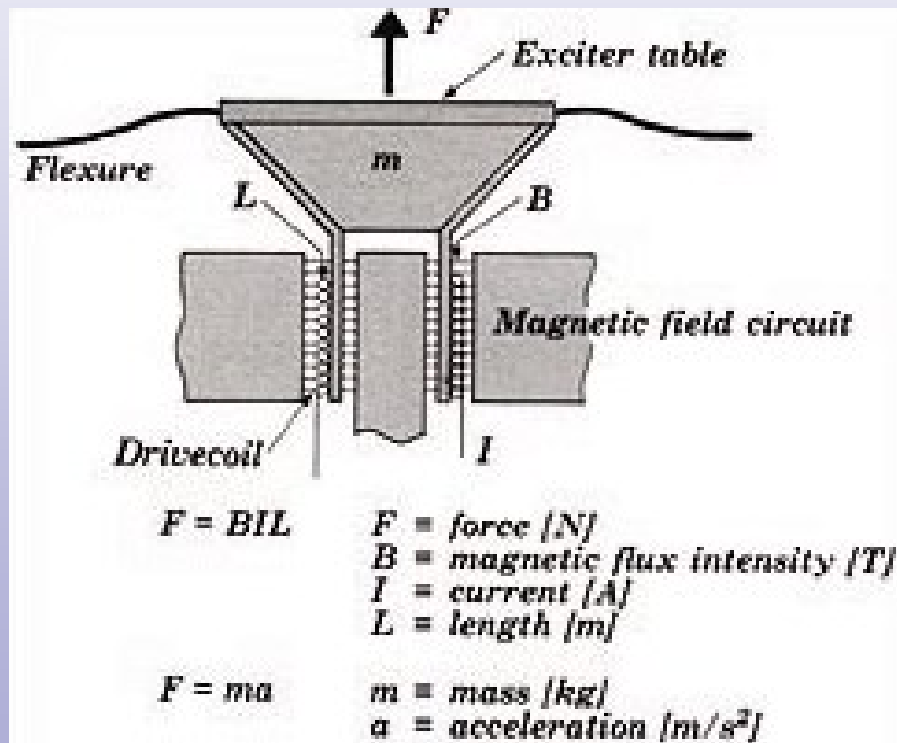


## 2.5. ELEKTRICKÉ BUDIČE - AKTUÁTORY

- vlastnosti aktuátoru vyplývají z typu použitého motoru a převodovky
- aktuátory s AC nebo DC motorem
  - potřebují vestavěný snímač polohy pro možnost řízení v polohové zpětné vazbě – dosažení a udržení požadované polohy
- aktuátory s krokovým motorem
  - mohou být řízeny bez zpětné vazby
  - nepotřebují senzor polohy
  - žádaná poloha je definována počtem řídicích pulsů (kroků motoru)
  - **riziko chyby polohování po ztrátě kroků**
    - **nadlimitní velikost změny rychlosti (skoková změna) nebo překročení limitu kroutícího momentu**
- standardní převodovka
  - **neudržení polohy po vypnutí napájení nebo řízení**
- samosvorná převodovka
  - **udržení polohy po vypnutí**

## 2.5. ELEKTRICKÉ BUDIČE – ELEKTRODYNAMICKÉ BUDIČE

- jednoúčelové zařízení - budič vibrací
  - v principu je to reproduktor
  - vibrační stůl je buzen soustavou cívek a permanentních magnetů



## 2.5. ELEKTRICKÉ BUDIČE – ELEKTRODYNAMICKÉ BUDIČE

- **výhody:**
  - vysoké frekvence buzení i pro velké síly
  - kompaktní zařízení
  - libovolné budicí signály (harmonické, náhodné, reálné)
- **Nevýhody:**
  - pouze lineární pohyb
  - malé výchylky
  - nepříznivá cena, omezený počet dodavatelů

9N, 2-18000 Hz



200kN, 5-2000Hz



## 2.6. BUDIČE PRO KLIMATICKÉ BUZENÍ – klimatické komory

- **nastavitelné podmínky**
  - teplota
  - vlhkost
  - ultrafialové záření
- **testování vlivu klimatických podmínek**
  - na životnost (laky, koroze,...)
  - na mechanické vlastnosti
    - plasty, kompozity za různých teplot a vlhkosti (nasákavost)
  - teplotní dilatace
- **testování přímo v komoře pro menší vzorky**
- **externí boxy pro velké díly nebo testy v kombinaci s mechanickým buzením**

eventuálně jejich kombinace



## 2.6. BUDIČE PRO KLIMATICKÉ BUZENÍ – klimatické komory

- obvyklé rozsahy
  - kladné teploty do cca 200°C
  - záporné teploty
    - kompresorové komory (princip ledničky) -40 °C pro jednokompresorové a -70 °C pro dvoukompresorové systémy
      - + pouze elektrická energie na provoz
      - nižší rozsah teplot
    - chlazení kapalným dusíkem pro velmi nízké teploty (-195.76 °C)
      - + velmi nízké teploty
      - malé komory pro malé vzorky
      - drahý provoz – nutnost kupovat kapalný dusík
  - vlhkost
    - cca 10 – 98% v rozsahu teplot 10-95 °C
- možnosti řízení
  - jednoduché ruční ovládání
    - nastavení a udržování konstantních hodnot teploty a vlhkosti
  - programování teplotních a vlhkostních cyklů
    - dlouhodobé automaticky řízené vyvozování klimatických podmínek

### KONTROLNÍ OTÁZKY

- rozdělení budičů
  - podle principu činnosti (str. 3)
  - podle využívané energie (str. 3)
- mechanické budiče
  - princip, oblast použití výhody, nevýhody (str. 4)
- pneumatické budiče
  - princip, oblast použití výhody, nevýhody (str. 7,8)
  - možnosti řízení (str. 10,11)
- hydraulické budiče
  - princip, oblast použití výhody, nevýhody (str. 12 - 14)
  - možnosti řízení (str. 15,16)
- elektrické budiče
  - rozdělení (str. 18)
  - elektromotory, princip, typy, výhody, nevýhody (str. 19 - 21)
  - aktuátory, princip, výhody, nevýhody, možnosti řízení (str. 22 - 25)
  - elektrodynamické budiče, princip, výhody, nevýhody (str. 26, 27)
- klimatické komory
  - možnosti použití, dva principy chlazení (str. 28, 29)