

NAVRHOVANIE A OPTIMALIZÁCIA V TECHNOLOGICKEJ PRÍPRAVE VÝROBY

Technologická príprava výroby (TgPV) je súhrn technicko-ekonomicko-organizačných činností a opatrení, zameraných na spracovanie výrobnej dokumentácie a podkladov pre materiálové vybavenie.

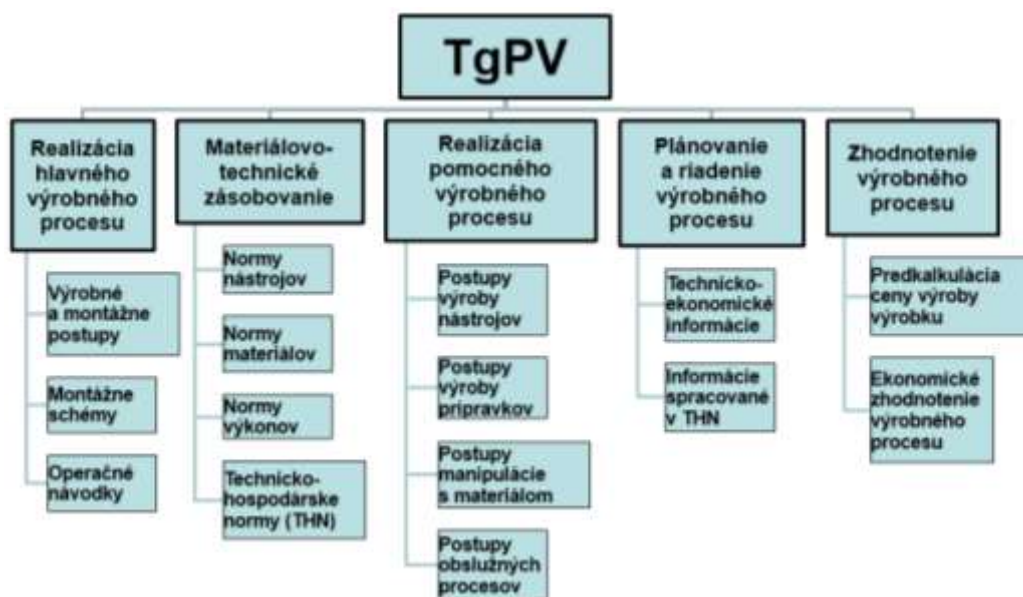
Úlohy TgPV sú zamerané na:

- Spracovanie konštrukčno-technologických rozborov súčiastkovej základne.
- Výber vhodných polotovarov.
- Stanovenie počtu a poradia výrobných, kontrolných a montážnych operácií.
- Voľba vhodných strojov, nástrojov, prípravkov, meradiel a pomôcok.
- Výpočet základných technicko-ekonomických údajov o spotrebe materiálu, energie, času a pod.
- Spracovanie, kompletizácia a archivácia výrobnej dokumentácie.
- Spracovanie a modifikácia výrobnej dokumentácie v rámci zmenového riadenia.
- Určenie technologických (napr. rezných) podmienok a noriem spotreby času.
- Zaradenie a spracovanie manipulačných a dopravných operácií.
- Spracovanie programov pre NC stroje, roboty a kontrolné zariadenia.
- Spracovanie dokumentácie pre montáž výrobkov.

Úlohy TgPV je možné zhrnúť do troch hlavných činností, a to:

1. Činnosti organizačného a plánovacieho charakteru.
2. Činnosti koncepčného a rozvojového charakteru.
3. Činnosti operatívneho charakteru.

V rámci hlavných úloh TgPV sa zabezpečujú činnosti, ktoré uvádza obr. 1 a sú spojené s realizáciou hlavného výrobného procesu a z jeho materiálovo-technickým zabezpečením. Ďalej s pomocným výrobným procesom a následným plánovaním a riadením týchto procesov, ktoré na základe predkalkulačných návrhov ceny produktu sa spracúva celkové ekonomické zhodnotenie výrobného procesu.



Obr. 1 Úlohy a činnosti v rámci technologickej prípravy výroby

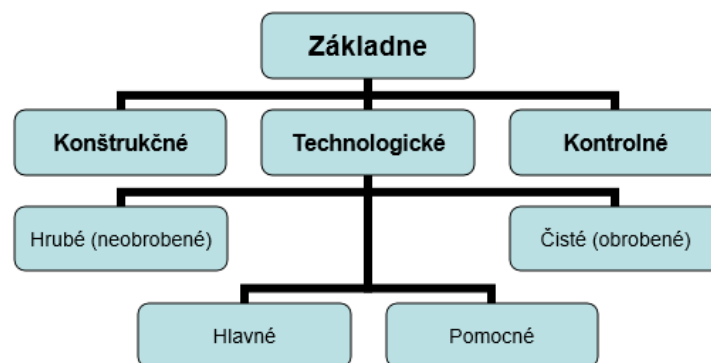
Plán výrobného procesu – výrobný postup

Najdôležitejšia vstupná informácia pri TgPV je výrobný postup (VP), pretože je základným podkladom na určenie:

- času nutného na vykonanie jednotlivých operácií,
- vhodného vybavenia pracoviska strojmi, nástrojmi a pod.,
- kapacít, t. j. počtu pracovísk a pracovníkov,
- plánovaných vlastných nákladov výroby,
- výrobných úloh pracovísk, dielní, prevádzok firmy,
- podkladov na odmeňovanie,
- organizácie, plánovania a riadenia výroby.

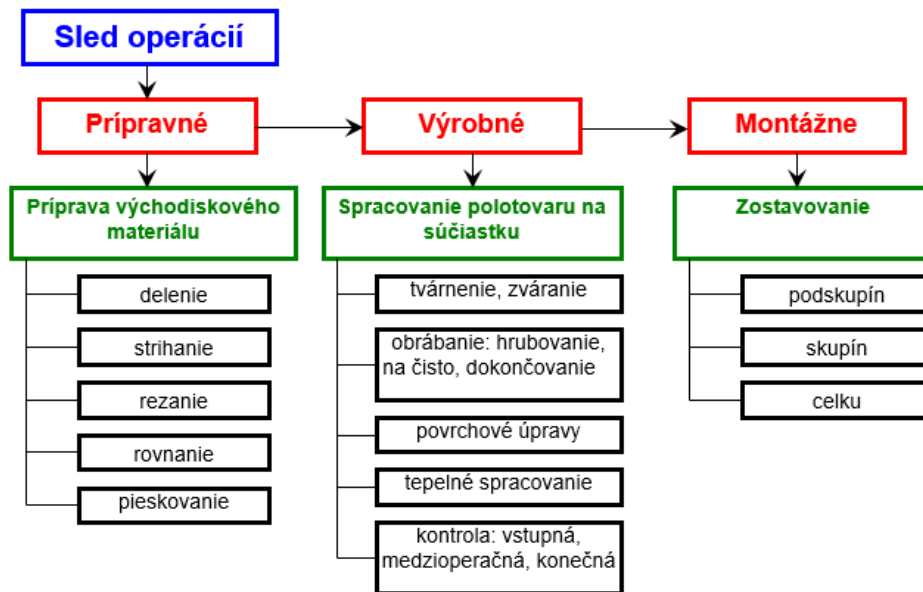
Tvorbu VP, ovplyvňujú nasledovné činitele:

1. **Voľba materiálov** – je determinovaná hlavne požadovanou pevnosťou a tuhosťou, druhom použitého polotovaru, spôsobom výroby súčiastky, potrebnou životnosťou súčiastky, požiadavkami na koróznú stabilitu a tiež navrhovaným dizajnom súčiastky.
2. **Voľba polotovarov** – výrazne ovplyvňuje materiálové úspory, ktoré môžu predstavovať až 50%. Úsporu je možné dosiahnuť vhodnou voľbou polotovaru, z hľadiska kvality a z hľadiska znížovania hmotnosti, ďalej lepším využitím materiálu navrhovaného polotovaru a tiež použitím „moderných“ materiálov napr. ocelí s vyššou pevnosťou, tenkostenných profilov, plastov, kompozitov a iné.
3. **Voľba prídavkov** – je významne determinovaná výrobnou technológiou, ako sú zlievanie, tvárnenie, obrábanie a iné, napr. veľkosť odoberanej vrstvy pri technológii obrábania závisí od tvaru, veľkosti a materiálu súčiastky, samotného druhu polotovaru, presnosti výrobného zariadenia, od druhu nástroja, ale tiež od tuhosti systému stroj-nástroj-obrobok-prípravok.
4. **Voľba základní** – je dôležitý činiteľ, ktorý súvisí s upnutím a ustavením polotovaru alebo obrobku v procese výroby. Základňa je plocha (čiara, bod), určujúca(-i) polohu súčiastky pri jej funkcii, alebo pri ustavení vo výrobnom zariadení. Klasifikácia základní je uvedená na obr. 2.



Obr. 2 Klasifikácia základní pri tvorbe výrobného postupu

5. **Sled operácií** – je logické usporiadanie výrobného procesu, ktoré je nielen podklad na tvorbu VP, ale aj podklad na následné navrhovanie dispozičného riešenia, či pri návrhu počtu pracovníkov a vstupných nákladov procesu. Základná klasifikácia operácií, resp. ich sledu, je uvedená na obr. 3



Obr. 3 Základná klasifikácia sledu operácií

6. **Strojové vybavenie** – je určujúcou informáciou o možnosti, resp. obmedzení, ktoré výrobné zariadenia je možné pri výrobe produktu aplikovať. Na vypracovanie VP je dôležité poznať strojový park dielne, resp. podniku s kartami jednotlivých strojov a zariadení.
7. **Ďalšie činitele** – dôležité činitele, ovplyvňujúce tvorbu VP sú voľba druhu obrábania, tvárnenia, zlievania a iné, ďalej voľba výrobných pomôcok, presnosť a kvalita vyrobených plôch, ale aj kvalifikácia pracovníkov, či doprava medzi technologickými pracoviskami, ale aj bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci.

Výrobné postupy – klasifikácia

Výrobné postupy delíme podľa viacerých hľadísk, však základná klasifikácia je:

1. **Podľa prepracovanosti, na:**

- a) Jednoduchý písaný VP (TgP) (sprievodka) – na kusovú výrobu.
- b) Podrobný písaný VP (TgP) (sprievodka) – na malosériovú výrobu.
- c) Obrázkový VP (TgP) (návodka) – na sériovú a hromadnú výrobu.

2. **Podľa výrobných činností, na:**

- a) Technologický postup na obrábanie.
- b) Technologický postup na tvárnenie.
- c) Technologický postup na odlievanie.
- d) Technologický postup na zváranie.
- e) Technologický postup na tepelné spracovanie.
- f) Technologický postup na povrchovú úpravu.
- g) Technologický postup na montáž, a iné.

Výrobné postupy delíme aj podľa základných druhov prác, a to na:

1. **Procesy delenia materiálov** – sa uplatňujú pri výrobe polotovarov. K nim patrí plastické alebo krehké rozrušovanie materiálu (napr. lámanie, strihanie a pod.).
2. **Procesy spájania materiálov** – sú metódy zvárania (napr. zváranie elektrónovým lúčom, zváranie plameňom, a pod.), spájkovanie, spekanie, lisovanie, lepenie a pod.
3. **Procesy tvarovania materiálov a polotovarov** – ku, ktorým zaraďujeme:
 - a) **tvarovanie materiálu v tekutom stave** (napr. odlievaním do pieskových a kovových foriem, odlievanie pod tlakom, odlievanie s vytaviteľným modelom, a pod.),
 - b) **tvarovanie materiálu plastickou deformáciou** (napr. kovanie, lisovanie, a pod.),
 - c) **tvarovanie práškovou metalurgiou** (napr. lisovanie prášku za studena s jeho následným spekaním, lisovanie za tepla a pod.),
 - d) **tvarovanie rezaním materiálu** (napr. sústruženie, frézovanie, vŕtanie a pod.),
 - e) **tvarovanie odstraňovaním materiálu fyzikálno-chemickým úberom** (napr. elektroimpulzné a elektroiskrové, chemické obrábanie a pod.).
4. **Procesy zmeny fyzikálno-chemických vlastností materiálov** – sú procesy tepelného spracovania (napr. normalizačné žiňanie, kalenie a iné), termo-mechanické spracovanie, chemicko-tepelné spracovanie (napr. cementovanie, nitridovanie a pod.), galvanizovanie (ponikľovanie, pochrómovanie a pod.) a pod.
5. **Rozmerové opracovanie súčiastok** – odstraňuje v predchádzajúcich operáciách vzniknuté nepresnosti tvaru, rozmerov a polohy plôch odoberaním špeciálne ponechaného prídavku.
6. **Procesy zmeny stavu povrchu** – zlepšujú kvalitu povrchu pri zmene rozmerov a tvaru v rámci tolerančného poľa súčiastky. Robí sa to napr. brúsením, honovaním, superfinišovaním, leštením, ochrannými nátermi a pod.

Podklady na vypracovanie výrobných postupov

Na vypracovanie výrobného postupu (VP) je nutné mať na vstupe úplné a správne informácie, t. j. základné východiskové podklady, ktoré sú:

1. Výrobné výkresy súčiastok, zostáv a technicko-preberacie podmienky.
2. Požiadavky na množstvo vyrábaných kusov aj s počtom pre náhradné diely.
3. Výrobné možnosti dielne.
4. Nádrie, nástroje, prípravky a meradlá.
5. Organizácia dielní, ich rozčlenenie, vzájomné vzťahy medzi pracoviskami a stav pracovníkov.
6. Kooperačné možnosti na špeciálne požiadavky na navrhnutú technológiu v rámci odboru alebo oblasti, ktorá v podniku nie je.
7. Ostatné podklady nutné na spracovanie špecifických výrobných podnikov, alebo voľbu kooperačného podniku.

Okrem úplných a správnych vstupných informácií pri vypracovávaní VP je nutné dodržať aj všeobecné metodické pokyny, ktoré sú:

- a. Štúdium výrobných výkresov.
- b. Kontrola údajov od konštruktéra o polotovare.
- c. Určenie východiskovej základne.
- d. Stanovenie operácií a ich najvýhodnejší sled.
- e. Opis rozsahu operácií.

- f. Stanovenie pracovísk a výrobných zariadení.
- g. Stanovenie prác v kooperácii a ich objednávka.
- h. Určenie výrobných pomôcok, nástrojov a prípravkov.
- i. Kontrola presnosti výroby z hľadiska montáže.
- j. Pri návrhu viac variantov VP realizácia výberu optimálneho variantu.
- k. Hodnotenie variantu z hľadiska hospodárnosti.
- l. Uvedenie definitívnych údajov do formulára.

Hodnotenie výrobných postupov – optimalizácia

Najhlavnejším kritériom pri hodnotení VP je zvyšovanie produktivity pri súčasnom znižovaní vlastných nákladov. Vlastné náklady pozostávajú z materiálových nákladov, zo mzdových nákladov a nákladov na výrobnú réžiu.

Tento cieľ je možné dosiahnuť variováním výrobného postupu, a to:

1. Pre nezmenenú konštrukciu:

- a) zmenou technológie,
- b) zmenou organizácie práce,
- c) kombináciou obidvoch predchádzajúcich zmien.

2. Pre zmenenú konštrukciu – kde zmena konštrukcie má za cieľ zlepšiť technologickosť konštrukcie.

Takéto prístupy vo výrobných postupoch sú definované ako racionalizácia. Racionalizácia umožňuje proces zdokonaľovania a zvyšovania produktivity výroby a ľudskej činnosti. V praxi to znamená, analýza a následná optimalizácia výrobného procesu, s cieľom dosiahnuť nový stav a odlíšiť sa od stavu predošlého.

Proces optimalizácie zahŕňa aplikáciu rôznych činností na dosiahnutie stanoveného cieľa, ako napr. úspora pracovných síl, zlepšenie výsledku hospodárenia a iné. Optimalizačné opatrenia v TgPV sa predovšetkým zameriavajú na:

- rast a zefektívnenie výroby,
- zníženie nákladov na výrobu,
- úsporu pracovnej sily,
- zvýšenie zisku,
- tvorbu nových pracovných podmienok.

Významnú úlohu pri návrhu a optimalizácii VP v súčasnosti zohráva automatizácia a počítačová podpora technologickej prípravy výroby, ktorá sa primárne zameriava na:

- a) spracovanie optimalizačných úloh technologického charakteru,
- b) návrh optimálnych napr. nástrihových plánov, optimálnych technologických podmienok, optimálneho poradia operačných úsekov, výpočet medzioperačných prídavkov a pod.,
- c) spracovanie technologických a montážnych postupov, riadiacich programov pre CNC stroje a pod.,
- d) spracovanie dát technicko-ekonomického charakteru (napr. normy času, THN a pod.),
- e) spracovanie súborov dát o súčiastkovej základni (kusovníky, triedenie súčiastok do skupín a pod.),
- f) spracovanie požiadaviek na špeciálne náradie,
- g) spracovanie dokumentácie a jej archivácia a pod.

Počítačová podpora technologickej prípravy výroby v súčasnosti zohráva významnú úlohu. Realizuje sa aplikáciou CAPP (Computer Aided Process Planning) nástrojov, ktoré reprezentujú počítačovú podporu pri návrhu a tvorbe technologickej dokumentácie. CAPP systémy riešia a určujú informácie, ktoré stanovujú:

- **ČO** sa ide vyrábať.
- **AKO** sa ide vyrábať (aké výrobné metódy).
- **KDE** sa ide vyrábať (na akom výrobnom zariadení).
- **ČÍM** sa ide vyrábať (akými nástrojmi, pri akom upnutí a pod.).
- za **AKÝCH** podmienok sa ide vyrábať (technologické podmienky).
- a za **AKÝ** čas sa ide vyrábať (normovanie).

K hlavných výhodám aplikácie CAPP, t. j. počítačovej podpory technologicko-návrhového procesu patrí:

- vyššia produktivita technologov,
- racionalizácia návrhu technologickej dokumentácie,
- väčšia zrozumiteľnosť technologickej dokumentácie,
- štandardizácia (egalizácia) technologickej dokumentácie,
- objektivizácia technologického postupu,
- technologická dokumentácia môže byť optimalizovaná,
- skrátene priebežných časov, potrebných na návrh technologickej dokumentácie,
- čas zavádzania výroby je redukovaný,
- možnosť integrácie s inými aplikačnými programami a systémami,
- väčšia flexibilita na zmenu vyrábaného sortimentu,
- väčšia flexibilita na zmenu požiadaviek zákazníka.

CAPP – základné prístupy a metódy

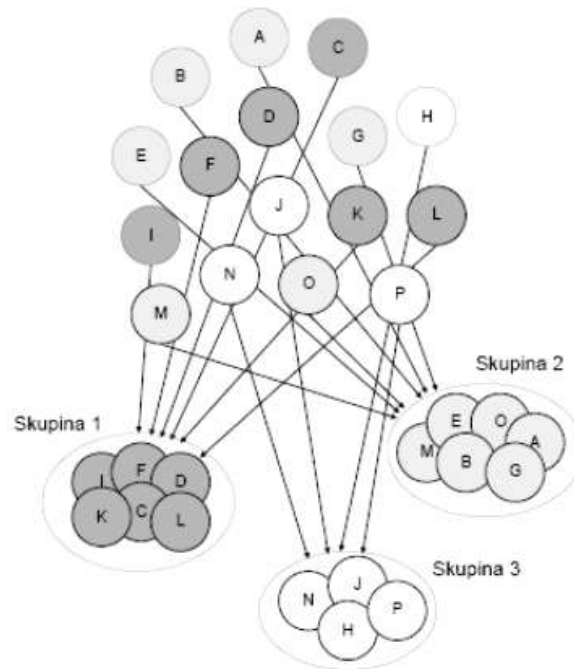
Pri automatizovanom návrhu variantov výrobného postupu sa využívajú tri základné prístupy (obr. 4), a to prístup **skupinovej technológie**, **exaktnej metodológie** alebo ich kombinácia, t. j. **hybridný prístup**.



Obr. 4 Základná klasifikácia prístupov pri automatizovanom návrhu VP

Princíp skupinovej technológie – variantné riešenie technologického postupu

Skupinová technológia je prístup, kde vo výrobe sa zoskupujú podobné súčiastky, aby sa využila výhoda ich podobností a aj ich podobnosť ich riešení vo výrobe (obr. 5).



Ob. 5 Metodika skupinovej technológie

Zo zavedenia skupinovej technológie vyplývajú aj ďalšie výhody, a to:

- vylúčenie duplicít pri návrhu súčiastok,
- zhodnotenie technologickosti konštrukcie súčiastok,
- zvýšenie kvality podnikových noriem,
- vyššie zhromaždenie výroby súčiastok,
- štandardizácia výrobných kapacít,
- zníženie prácnosti zostavovania postupov a uskutočňovania zmien podľa charakteru výroby a úrovne dedičnosti,
- zvýšenie kvality a jednotnosti spracovania technickej dokumentácie,
- vytvorenie predpokladov na rýchlu štandardizáciu TgPV,
- vytvorenie alternatívnych technológií,
- odstránenie rutinných činností a tým zrýchlenie práce.

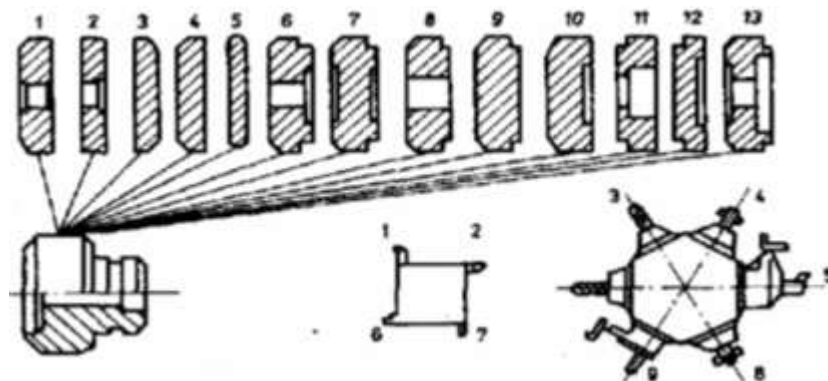
Skupinová technológia sa realizuje v štyroch krokoch (obr. 6), a to:

1. Triedenie na základe podobnosti súčiastok, a tým podobnosti technologických postupov.
2. Kódovanie a klasifikovanie súčiastok, t. j. tvorba klasifikačných systémov.
3. Tvorba komplexnej súčiastky a jej technologického postupu.
4. Editácia už vyhotoveného technologického postupu pre súčiastku s podobnými vlastnosťami.



Ob. 6 Etapy prístupu skupinovej technológie

Metodika konkrétnej aplikácie skupinovej technológie, kde pre skupinu podobných 13 súčiastok je vytvorená komplexná súčiastka s výrobným postupom a nástrojmi, je uvedený na obr. 7.



Ob. 7 Komplexná súčiastka pri skupinovej technológii

1 – nôž, 2 – nôž, 3 – vrták, 4 – vrtacia tyč, 5 – nastavovací nôž, 6 – nôž, 7 – špeciálny nôž, 8 – vrtacia tyč, 9 – nastaviteľný nožový držiak

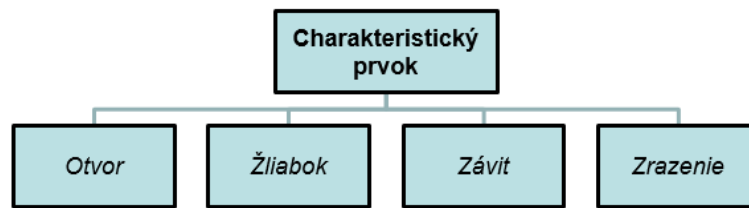
Skupinová technológia – štandardizácia

Na zatriedovanie súčiastok do skupín sa používajú nasledovné tri metódy, a to:

- vizuálne zatriedovanie,
- zatriedovanie na základe analýzy materiálového toku,
- zatriedovanie na základe klasifikácie a kódovania.

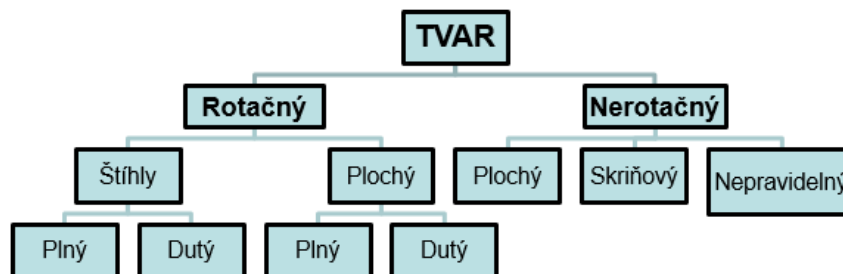
Na **triedenie** (klasifikáciu) súčiastkovej základne sa používajú prístupy:

- a. **Atribútové** (polykód, reťazový kód, diskretný kód) – je triedenie znakové, ktoré je charakteristické tým, že kódové symboly sú vzájomne nezávislé, t. j. nie je potrebná znalosť významu predchádzajúceho kódového symbolu. Príklad atribútového triedenia uvádza obr. 8.



Obr. 8 Príklad atribútovej (znakovej) klasifikácie

- b. **Hierarchické** (monokód) – je charakteristické tým, že je tvorené systémom stromovej štruktúry, t. j. každý symbol príslušného monokódu podrobnejšie rozvádza informácie poskytované predchádzajúcim symbolom. Príklad hierarchického triedenia uvádza obr. 9.



Obr. 9 Príklad hierarchickej klasifikácie

- c. **Hybridné** – je zmiešané triedenie, ktoré je charakteristické tým, že je tvorené kombináciou predchádzajúcich typov triedenia, t. j. v základnej úrovni triedenia sa využíva princíp hierarchického triedenia a podtriedy sa riešia princípom znakového triedenia.

Kombinované (zmiešané) triedenie je základom väčšiny klasifikačných systémov a triednikov.

Následný proces kódovania, t. j. pridelovania symbolov, alebo čísiel súčiastke sa spracúva do tzv. GT kódov. Dĺžka GT kódu nie je ohraničená, avšak maximálny počet pozícií známych GT kódov zväčša nepresahuje počet 36. Každá pozícia GT kódu charakterizuje príslušnosť k istému intervalu vlastností súčiastky.

Pozície GT kódu môžu byť obsadzované:

- dekadickými číslami** (0, 1, ..., 9),
- hexadecimálnymi číslami** (0, 1, ..., 9, A, ..., F),
- znakmi abecedy** (A, B, ..., Z).

Klasifikačné kódy

Klasifikačný kód – OPITZ

OPITZ klasifikačný kód bol vyvinutý na Technickej Univerzite v Aachene. Reprezentuje prvý súhrnný a všeobecný kódovací systém. Je to 9 miestny dekadický hybridný kód, ktorý sa rozširuje o ďalšie 4 pozície. Pozície 1 až 5 opisuje geometriu súčiastky a plošné kontúry. Technologické charakteristiky sú

na pozíciách 6 až 9. Obsahujú tvar polotovaru a opis finálnych plôch. Pozície 10 až 13 identifikujú výrobné procesy a ich poradie.

Význam posledných štyroch pozícií môže byť definovaný užívateľom. Pre rotačné súčiastky môžu charakterizovať nasledujúce charakteristiky:, napr.:

- dĺžku súčiastky pred obrábaním,
- hrubú hmotnosť súčiastky,
- komplexnosť súčiastky definovanú počtom vonkajších a vnútorných prvkov,
- vyrábané množstvo.

Klasifikačný kód – CODE

Tento kód bol vyvinutý firmou Manufacturing Data System, Inc. v Ann ArborMichigan, USA. Je to atribúťový kód s 8 pozíciami (obr. 10), pričom každá pozícia môže mať 16 možností doplnkového definovania vlastností (hexadecimálny typ).

CODE	
<i>Pozícia .č.</i>	<i>Opisovaná charakteristika</i>
1	Typ súčiastky
2	Základný vonkajší tvar
3	Typ hlavného otvoru
4	Umiestnenie otvorov iných ako hlavné
5	Drážky, záuity
6	Špeciálny význam (napr. súosovosť,...)
7	Dĺžkové charakteristiky
8	Celková dĺžka súčiastky

Obr. 10 Klasifikačný kód CODE

Je geometricky orientovaný kód. Nie je však všeobecne koncipovaný ako Opitzov kód. Rozširujúce, resp. doplňujúce pozície, charakterizujú súčiastku z hľadiska napr. tepelného spracovania, dokončovacích metód, materiálu, výrobných nákladov a výrobných časov a pod.

Klasifikačný kód – MICLASS

Klasifikačný kód MICLASS (Metal Institute Classification System) bol vyvinutý v Holandsku organizáciou The Netherlands Organisation for Applied Scientific Research. Miclass patrí k najpopulárnejším GT kódom v Spojených štátoch amerických. Je to hybridný kód s 8 dekadickými pozíciami (obr. 11). Ďalšie rozširujúce pozície charakterizujú vonkajšie rozmery, žliabky, ozubenie, atď.

MICLASS	
<i>Pozícia .č.</i>	<i>Opisovaná charakteristika</i>
1	Základný tvar
2	Tvarové prvky
3	Pozícia tvarových prvkov
4	Hlavné rozmery
5	Rozmerový koeficient
6	Doplňkové rozmery
7	Tolerancie
8	Materiál

Obr. 11 Klasifikačný kód MICLASS

Klasifikačný kód – DCLASS

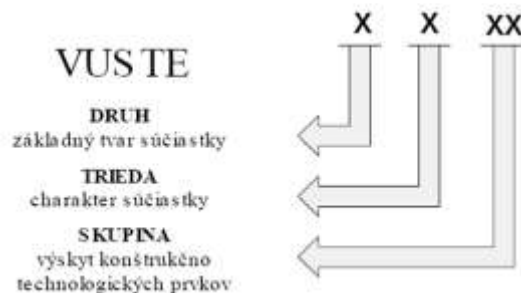
DCLASS (Design and Classification Information System) je 8 miestny dekadický hybridný kód, vyvinutý na Brigham Young University. Aj keď bol pôvodne určený na výučbu, našiel široké uplatnenie i v praxi. Veľa komerčných systémov vychádza z logiky návrhu tohoto kódu.

Charakteristiky súčiastky sú v DCLASS kóde rozčlenené do nasledovných piatich skupín pozícií, a to:

- základný tvar,
- komplexnosť charakteristických prvkov na súčiastke,
- veľkosť súčiastky a jej charakteristických prvkov,
- presnosť,
- materiál.

Klasifikačný kód – VUSTE (JSTS)

Triednik VUSTE, t. j. „Jednotná Sústava Triedenia Súčiastok“ vznikol vo Výskumnom Ústave Strojárskej Technológie a Ekonomiky v Prahe pre všetky základné technologické metódy (tvárnenie, zlievanie, obrábanie, montáž, a pod.). Štruktúra klasifikačného kódu VUSTE je uvedená na obr. 12.



Obr. 12 Klasifikačný kód VUSTE

Klasifikačný kód – VUOSO

Triednik VUOSO vznikol vo Výskumnom Ústave Obrábacích Strojov a Obrábania v Prahe a je určený hlavne pre výrobcov obrábacích a tvárniacich strojov, resp. ich používateľov. Štruktúra klasifikačného kódu VUOSO je uvedená na obr. 13.



Obr. 13 Klasifikačný kód VUOSO

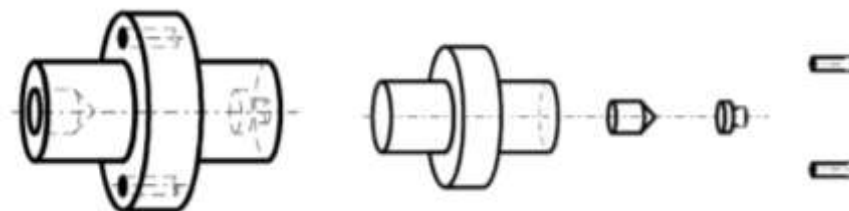
Klasifikačný kód – CADAM

Kód CADAM (obr. 14) je využívaný v kódovacom systéme pre rotačné súčiastky. Je to GT kód navrhnutý a využívaný firmou Lockheed California a je tvorený 23 pozíciami. GT kód CADAM vychádza z úvahy, že vo všeobecnosti platí, že na súčiastke existujú 3 nezávislé geometrické prvky (obr. 15), a to:

- vonkajší tvar,
- tvar hlavného otvoru,
- tvar ostatných otvorov, iných ako hlavný otvor.

Pozícia	Význam pozície
1	Celkový tvar súčiastky
2	Vonkajší tvar
3	Vnútorný tvar
4	Vonkajší rozmer – tolerancie pre vonkajšie rozmery
5, 6	Rozmery
7	Dĺžka
8	Pomocná dĺžka
9	Drsnosť
10	Tolerancia tvaru
11	Materiál
12	Polotovar
13, 14	Vnútorný rozmer
15	Závit
16	Symetrickosť súčiastky
17	Profilové otvory
18	Tolerancie
19, 20, 21	Čelné plochy rotačných súčiastok
22, 23	Drážka

Obr. 14 Štruktúra klasifikačného kódu CADAM



Obr. 15 Príklad klasifikácie súčiastky kódom CADAM

Klasifikačný kód – KOVOSVIT

Triednik KOVOSVIT bol vyvinutý firmou Kovosvit, a. s. Sezimovo Ústí v spolupráci so softvérovou firmou ASEPO-SW Praha (Automatizované SEstavování POstupů). Triednik sa skladá z hlavných 3 častí, a to:

- *Tvarový triednik* – vygeneruje 6-miestne tvarové číslo.
- *Technologický triednik* – opíše technologické charakteristiky (polotovar, kvalitu materiálu, tepelné spracovanie, povrchová úprava a pod.) a vygeneruje 6-miestne technologické číslo.
- *Rozmerový triednik* – dopĺňa konkrétne rozmerové údaje (rozmery, tolerancie, drsnosť a pod.) grafického náčrtu súčiastky, vygeneruje 6-miestne technologické číslo.

Cieľom skupinovej technológie je predovšetkým štandardizácia, t. j. zjednocovanie opakujúcich sa činností, čo urýchli proces návrhu nového výrobného, resp. technologického postupu.

Štandardizácia – charakteristika a metódy

Štandardizácia je súhrn vzájomne podmienených činností a opatrení, ktoré vedú k účelnému zjednocovaniu opakujúcich sa riešení, používaných alebo aj pripravovaných na realizáciu.

Základné metódy štandardizácie sú:

- **Simplifikácia** (zjednodušenie) – jednoduchá redukcia počtu variantov riešenia na počet technicky alebo ekonomicky prijateľný.
- **Unifikácia** (zjednotenie) – zjednotenie rôznych produktov alebo procesov za účelom ich použitia v skupine rôznych alebo podobných produktov. Môže byť **konštrukčná** alebo **technologická** **unifikácia** tzv. **skupinová technológia**.
- **Typizácia** (výber) – výber produktov alebo procesov podľa ich typických vlastností alebo parametrov tak, aby tvorili jednotný súbor príbuzných produktov. **Technologická typizácia** je tzv. **typová technológia**.
- **Normalizácia** – stanovenie najmenšieho počtu technických riešení opakovaného produktu alebo procesu, ktoré sú za daných predpokladov optimálne. Výsledok je norma → **najvyššia úroveň štandardizácie**.

Technologická štandardizácia

Hlavné prínosy uplatnenia **typovej technológie** sú:

- a. Zlepšenie technologickosti konštrukcie.
- b. Zavedenie progresívnych technológií.
- c. Zníženie počtu druhov špeciálneho náradia.
- d. Zvýšenie kvality a zníženie rozsahu technologickej dokumentácie.
- e. Skrátene času a zníženie nákladov na TgPV nových súčiastok.
- f. Vytvorenie podmienok pre súčiastkovú špecializáciu, t. j. vytváranie výrobných systémov.

Hlavné prínosy uplatnenia **skupinovej technológie** sú:

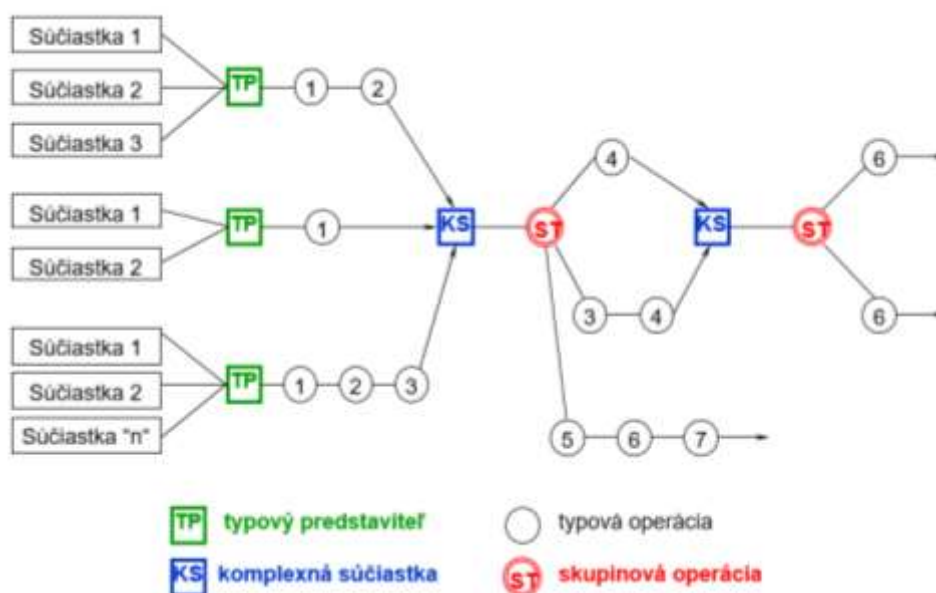
- a. Umelé „hromadnenie“ výroby, vytvorením skupín súčiastok.
- b. Zníženie počtu rôznych a často zastaralých technologických metód výroby.
- c. Skrátene času, potrebného na zoradenie stroja.
- d. Možnosť efektívneho použitia špeciálneho náradia aj pri nižšej sériovosti výroby.
- e. Účelnejšia organizácia a účelnejšie priestorové usporiadanie výroby, obvyklé pri výrobe väčších sérií.

Porovnanie obidvoch prístupov technologickej štandardizácie, resp. unifikácie a typizácie, z hľadiska princípu, základných kritérií, či aplikácie z pohľadu sériovosti výroby, je uvedené na obr. 16.

V niektorých prípadoch, kedy sa pracuje s veľkým počtom súčiastok a aj s tvarovo širokou škálou súčiastok je výhodná kombinácia skupinovej a typovej technológie. Tento kombinovaný prístup je uvedený na obr. 17.

Metóda technologickej štandardizácie	SKUPINOVÁ TECHNOLOGIA	TYPOVÁ TECHNOLOGIA
Štandardizačný princíp	unifikácia výrobných operácií - ZJEDNOTENIE	typizácia technologického postupu - VÝBER
Kritérium vytvárania súborov podobných súčiastok	možnosť výroby na určitom výrobnom zariadení (s jednotným nástrojovým vybavením) daná čiastočnou tvarovou podobnosťou	konštrukčná (celková tvarová a funkčná) podobnosť súčiastok, implikujúca podobnosť celého výrobného postupu
Predstaviteľ súboru	komplexná súčiastka	typový predstaviteľ
Hlavné predpoklady uplatnenia metódy	zhoda určitých konštrukčno-technologických prvkov inak tvarovo rozdielnych súčiastok	dostatočný sortiment konštrukčne (tvarovo) podobných súčiastok
Podmienky výroby	malosériová	sériová a hromadná výroba

Obr. 16 Porovnanie metód technologickej štandardizácie



Obr. 17 Kombinovaný prístup pri technologickej štandardizácii

Systém SYSKLASS

Medzi najrozšírenejšie systémy na počítačovú podporu TgPV u nás patrí systém SYSKLASS (SYStém KLASifikácie Súčiastok).

Systém SYSKLASS je komplexný systém, určený pre technickú prípravu výroby (TPV). Princíp práce systému je odvodený z konceptu skupinových informačných technológií. Je vyvíjaný slovenskou firmou GT Systems Detva a patrí k najznámejším TPV systémom v SR a ČR. Podstata metódy v tomto systéme spočíva v rozbere súčiastkovej základne, ktorej cieľom je vyhľadávanie množín tvarovo a technologicky príbuzných súčiastok. Pre každú skupinu sa určuje jeden alebo viac predstaviteľov komplexných súčiastok a k nim prislúchajúcich technologických postupov. Konkrétna súčiastka je pri zostavovaní technologického postupu priradená k vhodnému predstaviteľovi a príslušný technologický postup je následne **modifikovaný** a **konkretizovaný**. Vychádza sa z princípu, že dva podobné objekty majú podobné výrobné podmienky, výrobné technológie, a s tým súvisiace informácie. Čím je väčšia

podobnosť uvedených objektov, tým presnejšie sa môžu výrobné podmienky, resp. výrobné technológie z tejto podobnosti odvodiť.

SYSKLASS realizuje činnosti od konštrukčného vývoja výrobku cez konštrukčnú a technologickú prípravu až po návrh a výrobu náradia. Skladá sa z niekoľkých samostatných programových modulov (a to: SYSKON, SYSTEP, SYSNORM, SYSNAR, GRAFKLAS a TLGEDIT). Systém na každej úrovni ponúka najbližšie vyhovujúce typové alebo unifikované riešenie vo forme:

- konštrukčného výkresu,
- určenia polotovaru,
- technológie výroby,
- dokumentácie pre prípravky a náradie.

V module **SYSTEP**, ktorý komplexne rieši technologickú časť prípravy výroby, sa vytvára:

- materiálová norma,
- samotný technologický postup s návrhom nástrojov,
- výkonová norma s výpočtom hlavných a pomocných časov,
- montážny kusovník.

Každá súčiastka, pre ktorú sa spracováva výrobná dokumentácia, má v systéme SYSKLASS priradený kód kompletnosti. Kód kompletnosti určuje stav rozpracovanosti výrobnej dokumentácie. Nastavenie kódu kompletnosti súvisí s prístupovými právami, ktoré určujú rozsah činností v rámci zmenového procesu, resp. konania, pri návrhu technologického postupu novej súčiastky. Štruktúra systému SYKLASS na automatizované klasifikovanie objektov strojárkej výroby je uvedená na obr. 18.



Obr. 18 Štruktúra systému SYSKLASS na automatizované klasifikovanie objektov strojárkej výroby