

OBSAH

<i>Předmluva</i>	11
<i>Úvod</i>	13
<i>Seznam zkratek</i>	15
ČÁST A. ZÁKLADY SYSTÉMOVÉHO POJETÍ TECHNICKÉ PŘÍPRAVY VÝROBY A TECHNOLOGICKÉHO PROJEKTOVÁNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ	17
<i>I Systémové pojetí technologického projektování výrobních procesů</i>	18
1.1 Výrobní proces a jeho členění	18
1.2 Etapy technologického projektování a jejich obsah	21
1.3 Tvorba informačních souborů dat	25
<i>2 Základy systémového pojetí technické přípravy výroby</i>	29
2.1 Význam konstrukční přípravy výroby	31
2.2 Technologická příprava výroby	34
2.3 Projektová příprava výroby (technologická část)	36
2.4 Možnosti mechanizace a automatizace technické přípravy výroby a její význam pro rozvoj výrobního procesu	38
2.4.1 Základní problémy automatizace v oblasti technologické přípravy výroby	39
2.4.2 Základní problémy automatizace projektové přípravy	44
<i>3 Metodika navrhování výrobních a montážních postupů</i>	53
3.1 Podklady k navrhování výrobních postupů	53
3.2 Členění výrobního postupu	54
3.3 Stanovení počtu a pořadí operací ve výrobním postupu	58
3.3.1 Stanovení počtu operací	58
3.3.2 Určení pořadí operací	60
3.3.3 Popis práce v operaci	61
3.3.4 Číslování operací ve výrobním postupu	63
3.4 Zásady hospodárného využívání materiálu (volba polotovarů)	63
3.4.1 Výpočet norem spotřeby materiálu	65
3.5 Vliv základních faktorů na přesnost výroby	68
3.5.1 Metody určování chyb	69
3.5.2 Použití statistických metod pro určování základních činitelů pro přesnost výroby	70
3.5.3 Přesnost výrobního zařízení a požadovaná tolerance	72
3.5.4 Technologické základy	72
3.5.5 Podmínky pro volbu technologických základů	73
3.5.6 Přidávky na obrábění	76
3.6 Kritéria pro volbu výrobních strojů	79
3.6.1 Technologické požadavky	80
3.6.2 Označování strojů ve výrobním postupu	84
3.6.3 Navržení potřebného nářadí pro jednotlivé operace	84
3.6.4 Ekonomická hlediska při volbě speciálního nářadí	85
3.6.5 Vybavenost výroby speciálním nářadím	86
3.7 Propočet ekonomických účinků při výběru optimální varianty strojů a výrobního zařízení	87
3.7.1 Ukazatel růstu produktivity práce	87
3.7.2 Nákladová návratnost, stupeň nákladové návratnosti	89

3.7.3	Investiční náklady na úsporu pracovníka	89
3.7.4	Ukazatel kritického výrobního množství	89
3.7.5	Ukazatel porovnatelné ekonomické efektivity	93
4	<i>Konstrukčně technologická standardizace</i>	94
4.1	Metody standardizace	95
4.1.1	Předpoklady k zavádění standardizačních metod	96
4.1.2	Základní směry technologické standardizace	96
4.1.3	Typizace a normalizace výrobních postupů	97
4.1.4	Skupinová technologie	102
4.1.5	Projektování standardních technologických míst	105
4.2	Třídění a třídírníky	107
4.2.1	Konstrukčně technologické systémy v ČSSR	109
4.3	Technologičnost konstrukcí	116
4.3.1	Rozbor technologičnosti konstrukce součástí	116
4.3.2	Technologičnost konstrukce součástí vyráběných na NC strojích	122
4.3.3	Rozbor technologičnosti konstrukce celého výrobku	125
4.3.4	Základy hodnotové analýzy	126
5	<i>Třídění a měření spotřeby času ve strojírenství</i>	132
5.1	Třídění spotřeby času z hlediska pracovníka a ekonomiky práce	132
5.1.1	Označování časových složek symboly	134
5.1.2	Označování spotřeby času ve výrobních podkladech	134
5.2	Spotřeba času z hlediska výrobního zařízení	136
5.3	Studium spotřeby času ve směně	136
5.3.1	Snímek pracovního dne jednotlivce	136
5.3.2	Skupinový snímek pracovního dne (obchůzkový)	138
5.3.3	Metoda momentkového pozorování	139
5.4	Měření spotřeby času v operaci	140
5.4.1	Chronometrůž	140
5.4.2	Obkročná chronometrůž	142
5.4.3	Časové normativy	142
5.5	Pohybové studie a jejich využití pro stanovení spotřeby času	142
5.6	Racionalizace výroby	144
5.6.1	Racionalizace práce při obsluze několika strojů	147
ČÁST B. PROJEKTOVÁNÍ TECHNOLOGIE STROJÍRENSKÉ VÝROBY		152
6	<i>Metodika projektování technologie strojírenské výroby</i>	152
6.1	Využití principů specializace a koncentrace v oblasti technologického projektování výroby	152
6.2	Zásady pro projektování výroby a montáže strojních součástí	154
6.3	Analýza výrobního programu	156
6.4	Analýza součástkové základny	157
6.4.1	Konstrukčně technologická podobnost součástkových souborů a její vliv na řešení úkolů technologického projektování	158
6.4.2	Vliv sériovosti a opakovatelnosti výroby na řešení otázek technologického projektování	161
6.4.3	Vliv nákladové struktury na řešení úkolů technologického projektování	164
3.5	Aplikace vybraných matematických metod při optimalizaci úkolů technologického a projektového charakteru	164
6.5.1	Použití optimalizačních metod v přípravě materiálu — optimalizace nástřihových (řezných) plánů	165
6.5.2	Možnosti optimalizace časového a výkonového využití strojů a výrobního zařízení	166
6.5.3	Formulace úlohy z hlediska systému stroj—nástroj—obrobek	167
6.5.4	Výpočet optimálního pořadí úseku při obrábění	168
6.5.5	Výpočet optimálních řezných podmínek — charakteristika úlohy	169
6.5.6	Možnosti optimalizace při rozmísťování výrobních systémů a jejich prvků	172
6.5.7	Optimalizace plánu výroby. Formulace úlohy	173
6.5.8	Řešení pomocí matematického modelu	174
7	<i>Základy projektování výroby odlitků</i>	175
7.1	Technická příprava výroby odlitků	175
7.1.1	Pravidla pro konstrukci odlitků	175
7.1.2	Slévárenský postupový výkres	179

7.1.3	Vtokové soustavy, nálitky	180
7.1.4	Přidávky na obrábění	182
7.1.5	Výrobní postup odlitku	184
7.2	Lití do netrválých forem	184
7.2.1	Odlévání do pískových forem	185
7.2.2	Odlévání do skořepinových forem	189
7.2.3	Lití podle vytavitelného modelu	191
7.3	Lití do trvalých forem	191
7.3.1	Lití do kovových forem (kokily)	192
7.3.2	Odstředivé lití	193
7.3.3	Tlakové lití	194
7.4	Volba slévárenské technologie	196
7.4.1	Slévárenská technologie a spotřeba energie	198
8	<i>Základy projektování výroby výkovků</i>	200
8.1	Konstrukce výkovků	200
8.1.1	Přidávky a mezní úchytky volně kovaných výkovků	203
8.1.2	Přidávky a mezní úchytky zápusťkových výkovků	203
8.2	Příprava výroby v kovárně	207
8.2.1	Velikost polotovaru pro kování	207
8.2.2	Tvary předkovků	208
8.2.3	Určení deformační práce a sil pro zápusťkové kování	209
8.2.4	Kontrola volby mechanického lisu	213
8.3	Ohřev na kovací teplotu	214
8.3.1	Kovací teploty	215
8.3.2	Doba ohřevu	215
8.3.3	Indukční ohřev	216
8.4	Technologie zápusťkového kování	217
8.4.1	Kování na bucharech	218
8.4.2	Kování na lisech	219
8.5	Volba technologie zápusťkového kování	220
8.5.1	Vliv rozměrů, hmotnosti a tvaru výkovků	221
8.5.2	Vliv materiálu a přesnosti výkovků	221
8.5.3	Vliv provozních nákladů	221
9	<i>Základy projektování výroby kovových výlisků</i>	223
9.1	Technologičnost výlisků	223
9.1.1	Technologičnost výstřížků	224
9.1.2	Technologičnost ohýbaných výlisků	226
9.1.3	Technologičnost výtazků	228
9.1.4	Přesnost výlisků	229
9.2	Lisovací technologie a nástroje	230
9.2.1	Technologické postupy	230
9.2.2	Druh nástroje	231
9.2.3	Volba lisu	231
9.2.4	Malé série výlisků	234
9.2.5	Číslíkové řízené děrovací lisy	236
9.2.6	Automatizace technické přípravy výroby nástrojů	237
9.3	Pomocná zařízení lisoven	239
9.3.1	Dělení širokých svitků na pásy	239
9.3.2	Dělení svitků na tabule	240
9.3.3	Podávací zařízení	241
9.4	Protlačování	242
9.4.1	Protlačované materiály	244
9.4.2	Přípustné deformace	244
10	<i>Projektování výroby výlisků z plastů</i>	246
10.1	Technologické postupy	246
10.1.1	Lisování a přetlačování	246
10.1.2	Vstřikování	249
10.2	Technologičnost konstrukce	251
11	<i>Základy projektování výroby svařků</i>	255
11.1	Technologičnost svařovaných konstrukcí	255
11.1.1	Deformace a prnutí při svařování	256

11.1.2	Tolerance svarků	258
11.1.3	Svary	259
11.2	Technologické postupy při svařování	259
11.2.1	Příprava styčných ploch	260
11.2.2	Předehřátí	260
11.2.3	Technologie svařování	260
11.2.4	Přidavné materiály	263
11.2.5	Spotřeba přidavného kovu, plynu, energie	264
11.2.6	Normativy	266
11.2.7	Tepelné zpracování svařenců	267
11.3	Efektivnost svařování — náhrada odlitků a výkovek svařenci	267
11.4	Mechanizace a automatizace svařování	270
11.4.1	Rozbor automatického svařovacího pochodu	270
11.4.2	Samočinné vedení svařovací hlavy	271
11.5	Tepelné dělení materiálu	271
11.5.1	Řezání kyslíkem	271
11.5.2	Číslicově řízené souřadnicové stroje pro řezání kyslíkem	273
11.5.3	Řezání kovů plazmatem	275
11.5.4	Řezání laserem	275
11.5.5	Porovnání mechanického a tepelného dělení	276
12	Projektování výroby součástkových souborů	278
12.1	Příprava polotovárů pro obráběcí provozy	278
12.2	Výroba rotačních součástí	284
12.2.1	Výroba součástí typu hřídelů	284
12.2.2	Výroba součástí typu čepů, $\lambda = 1$ až 3	295
12.2.3	Výroba součástí typu pouzder a nábojů, $1 \leq \lambda \leq 3$	296
12.2.4	Výroba součástí typu kotoučů, $\lambda < 1$	300
12.2.5	Obrábění druhořadých ploch u rotačních součástí	308
12.3	Obrábění nerotačních součástí	310
12.3.1	Obrábění skříňovitých součástí	313
12.3.2	Obrábění rovinných součástí	316
12.3.3	Obrábění vnitřních rotačních ploch	316
12.3.4	Obrábění rovinných ploch	318
13	Základy projektování důlenských montáží	323
13.1	Vliv konstrukčně technologické koncepce výrobku na technicko-organizační úroveň montážního procesu	325
13.1.1	Vliv konstrukčního řešení	326
13.1.2	Konstrukčně technologický rozbor výrobků a jejich členění	336
13.1.3	Přehled montážních činností a možnosti jejich vybavení nářadím a pomůckami	337
13.2	Členění montáží — technicko-organizační formy	343
13.2.1	Stacionární montáž	344
13.2.2	Pohyblivá montáž	344
13.2.3	Volba technicko-organizační formy montáže	346
13.3	Výpočet potřebných ploch pro montáž a jejich uspořádání	347
13.3.1	Metoda sumárních ukazatelů	347
13.3.2	Metoda rozborové propočtová	349
13.4	Výpočet základních parametrů pro projektování montáže	349
13.5	Pravidla toku materiálu a uspořádání montážních míst	351
13.5.1	Tok materiálu v montáži	351
13.5.2	Uspořádání montážních míst	351
13.6	Podmínky úspěšné automatizace montážních prací	354

ČÁST C. PROJEKTOVÁNÍ VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ NA ÚROVNI DÍLNY, PROVOZU A ZÁVODU

14	Metodika projektování	357
14.1	Inovace výrobního systému	357
14.1.1	Inovační cykly	357
14.1.2	Inovační rády a lidská aktivita	358
14.1.3	Proces zdokonalování výrobního systému	362
14.1.4	Rozhodující vlastnosti činitelů výrobního systému a jejich proměnlivost	364
14.1.5	Rozptyl efektů z inovace a komplexní tvůrčí aktivita	366
14.2	Manipulace s materiálem	367

14.2.1	Materiálový tok	367
14.2.2	Funkce skladu (meziskladu, mezioperačního zásobníku) v materiálovém toku	369
14.2.3	Mezioperační a operační manipulace	371
14.2.4	Zásady racionální manipulace s materiálem	372
14.2.5	Směry dalšího vývoje manipulačních zařízení a systémů	372
14.3	Koncepce technologického projektu a prostorová studie strojírenského závodu	377
14.3.1	Generální řešení závodu	377
14.3.2	Seskupení dílen a zastavění pozemku závodu	379
14.3.3	Volba dopravního a železničního schématu	380
14.3.4	Sociální a kancelářské přístavby	381
14.3.5	Hlavní kritéria posuzování budov	382
15	<i>Struktura výrobního procesu</i>	<i>384</i>
15.1	Kapacitní propočty, využití hmotných prvků výrobního systému a spolehlivost	384
15.1.1	Cíle a způsoby kapacitních propočtů	384
15.1.2	Problematika hospodárného využívání prvků výrobního systému	388
15.1.3	Spolehlivost výrobního systému	393
15.2	Tvorba výrobních struktur	401
15.2.1	Význam struktur výrobních a technologických procesů	401
15.2.2	Základní typy výrob a jejich organizační formy	402
15.2.3	Prostorová struktura výrobního procesu	403
15.2.4	Časová struktura výrobního procesu	404
15.2.5	Struktura výrobních zařízení	407
15.2.6	Materiálová struktura	407
15.2.7	Energetická náročnost	408
15.3	Analýza materiálového toku	409
15.3.1	Analýza výrobního postupu	409
15.3.2	Intenzita toku materiálu a přepravní výkon	413
15.3.3	Přehled vztahů a činností	414
15.3.4	Schéma toku materiálu a vztahů činností	415
15.4	Základy projektování technologických míst výrobního systému	416
15.4.1	Podmínky vnější — vztah technologického místa a okolí	416
15.4.2	Podmínky vnitřní — vztah člověk—stroj—materiál	416
15.4.3	Podmínky pohody na pracovišti, vztah člověk—pracovní prostředí	422
15.5	Automatizované výrobní systémy	430
15.5.1	Jednoučelové výrobní systémy	430
15.5.2	Pružné výrobní úseky, systémy a linky	433
16	<i>Základy projektování provozů na výrobu polotovárů</i>	<i>439</i>
16.1	Projektování sléváren	439
16.1.1	Hlavní problémy projektu slévárny	439
16.1.2	Druhy sléváren a jejich struktura	441
16.1.3	Tavírna	442
16.1.4	Potřeba formovací směsi a propočty formovny	444
16.1.5	Vyjímání odlitků z formy a čištění	446
16.1.6	Prostorové uspořádání zařízení sléváren litiny	446
16.1.7	Příklady uspořádání sléváren litiny	449
16.1.8	Slévárny neželezných kovů	453
16.1.9	Příklady uspořádání tlakové slévárny slitin hliníku	456
16.2	Projektování zápuskových kováren	458
16.2.1	Základní problémy technologie a projektu zápuskového kování	458
16.2.2	Druhy kováren a jejich struktura	460
16.2.3	Propočty potřeby výrobních zařízení	460
16.2.4	Koncepce prostorového uspořádání kovárny a kovací buňky	463
16.2.5	Sklad a příprava materiálu	466
16.2.6	Ohřev materiálu na kovací teplotu	467
16.2.7	Mechanizační prostředky	467
16.2.8	Automatické kovací linky	469
16.2.9	Tepelné zpracování a čištění výkovek	473
17	<i>Základy projektování výrobních dílen</i>	<i>476</i>
17.1	Projektování provozního souboru obrábění	476
17.1.1	Zvláštnosti technologie obrábění	476
17.1.2	Hlavní problémy projektu provozního souboru obrábění	476
17.1.3	Třídění obráběcích dílen a jejich struktura	477

17.1.4	Koncepce technologického projektu obráběcí dílny	478
17.1.5	Obslužné a pomocné provozní soubory	483
17.1.6	Prostředky pro manipulaci s materiálem	486
17.1.7	Uspořádání technologických míst	490
17.1.8	Navrhování jednoúčelových obráběcích linek	497
17.1.9	Navrhování pružných výrobních soustav	501
17.2	Projektování tepelného zpracování	506
17.2.1	Hlavní znaky technologie tepelného zpracování	506
17.2.2	Druhy tepelných provozů a jejich struktura	506
17.2.3	Zařízení pro tepelné zpracování	506
17.2.4	Výpočet výrobních ploch a sociálních zařízení	508
17.2.5	Vysokofrekvenční ohřev a kalení	509
17.2.6	Prostorová dispozice tepelného zpracování	509
17.2.7	Energetická náročnost tepelného zpracování	512
17.3	Projektování lisoven plechu zastudena	513
17.3.1	Hlavní problémy technologie a projektu lisoven	513
17.3.2	Rozdělení lisoven plechu zastudena a struktura jejich uspořádání	515
17.3.3	Určení počtu lisů	515
17.3.4	Dispozice a vybavení lisoven	516
17.3.5	Pomocná oddělení lisovny	522
17.3.6	Příklady uspořádání strojů a linek lisovny	526
17.3.7	Systémy řízení v lisovně	530
17.4	Projektování svařoven	532
17.4.1	Hlavní problematika technologického projektu svařoven	532
17.4.2	Druhy svařoven, jejich struktura a uspořádání	532
17.4.3	Svařování tenkých plechů (svařování tlakem)	533
17.4.4	Tavné svařování ocelových konstrukcí	537
18	<i>Základy projektování obslužných a pomocných provozů</i>	539
18.1	Projektování třískového hospodářství	539
18.1.1	Národohospodářský význam kovového odpadu	539
18.1.2	Třískové hospodářství v provozním souboru obrábění	540
18.1.3	Postup při projektování třískového hospodářství	545
18.2	Projektování nářadoven	547
18.2.1	Rozsah a význam oboru nářadí	547
18.2.2	Problematika projektu nářadoven	548
18.2.3	Klasifikace a struktura nářadoven	548
18.2.4	Výrobní náplň nářadovny	550
18.2.5	Kapacitní propočty	552
18.2.6	Směrné ukazatele pro projektování	556
18.2.7	Dispozice nářadovny	559
18.2.8	Projektování ostřírny a výdejny nářadí	560
18.3	Projektování opraven strojů	564
18.3.1	Funkce opravárenské činnosti ve výrobním systému	564
18.3.2	Charakteristické znaky opravárenské činnosti	565
18.3.3	Metody opravárenské činnosti	566
18.3.4	Technologie a strojní zařízení opravárenské dílny	569
18.3.5	Identifikace výrobního úkolu a projekt opravný strojů	569
18.4	Projektování energetických zdrojů, energetických rozvodů a zásobování vodou	571
18.4.1	Zajištění a rozvod elektrické energie	571
18.4.2	Zajištění a rozvod tepelné energie	573
18.4.3	Zajištění a rozvod stlačeného vzduchu	575
18.4.4	Zajištění a rozvod technických plynů	576
18.4.5	Zásobování vodou	577
18.4.6	Kanalizace a čištění odpadních vod	577
	Vysvětlení základních pojmů	578
	Doporučená a použitá literatura	585