

Kazalo*

1 Uvod (<i>S.Strmčnik</i>)	1
1.1 Kratka zgodovina področja	1
1.2 Koncept knjige	2
1.3 Kratka predstavitev poglavij	7
2 Širši konceptualni in metodološki okviri (<i>S.Strmčnik</i>)	11
2.1 Uvod	13
2.2 Sistemi in sistemska teorija	13
2.2.1 Sistemi	13
2.2.2 Procesi	17
2.2.3 Sistemska teorija	18
2.3 Principi vodenja in teorija vodenja	25
2.3.1 Principi vodenja	25
2.3.2 Univerzalni mehanizem (princip delovanja) procesa vodenja	29
2.3.3 Kibernetika	34
2.3.4 Teorija vodenja	34
2.3.5 Avtomatika (Avtomatsko vodenje)	36
2.4 Načrtovalski koncepti in sistemska inženirstvo	36
2.4.1 Načrtovalski koncepti in načrtovalski proces	37
2.4.1.1 Osnovni pojmi o načrtovanju	37
2.4.1.2 Redukcionizem in ekspanzionizem	39
2.4.1.3 Značilnosti načrtovanja	41
2.4.2 Sistemska inženirstvo	42
2.4.2.1 Definicija sistemskega inženirstva	43
2.4.2.2 Značilnosti sistemskega inženirstva	44
2.4.2.3 Koncept življenjskega cikla	45
2.4.2.4 Obvladovanje življenjskega cikla	48
2.4.2.5 Kako uporabljati koncept sistemskega inženirstva	50
2.5 Zaključek	51
3 Procesi (<i>S.Strmčnik, S.Gerkšič</i>)	53
3.1 Uvod	55
3.2 Predstavitve tehničnih procesov in sistemov	55
3.2.1 Risba, maketa, fotografija	55
3.2.2 Tehnična risba	56
3.2.3 Besedni opis	57
3.2.4 Procesna shema	58
3.2.5 Matematični model	59
3.2.6 Bločni diagram	60
3.2.7 Entitetni diagram	61
3.2.8 Diagram prehajanja stanj	63
3.3 Vrste tehničnih procesov	63

* Avtorji posameznih prispevkov so navedeni v oklepajih

3.3.1 Klasifikacija procesov po elementu, ki ga transformirajo.....	64
3.3.2 Klasifikacija procesov po tipu spremembe stanja.....	65
3.3.3 Klasifikacija procesov po načinu predelave snovi.....	66
3.3.4 Klasifikacija procesov po tipu procesnih spremenljivk.....	66
3.4 Procesi v podjetjih.....	70
3.5 Sočasno načrtovanje procesov in vodenja.....	72
3.6 Zaključek.....	72
4 Sistemi za vodenje (Proizvod) (S.Strmčnik)	73
4.1 Uvod.....	75
4.2 Namen sistemov za vodenje (Zakaj sistemi za vodenje so?)	78
4.2.1 Primeri učinkov sistemov za vodenje	78
4.2.2 Razlogi za in proti uvajanju sistemov za vodenje.....	82
4.3 Funkcije sistemov za vodenje (Kaj sistemi za vodenje delajo?)	83
4.3.1 Funkcije vodenja strukturirane glede na domeno vodenja.....	84
4.3.2 Funkcije vodenja strukturirane glede na problemsko domeno.....	89
4.4 Mehanizmi sistemov za vodenje (Kako sistemi za vodenje delujejo).....	93
4.4.1 Mehanizmi opazovanja.....	94
4.4.2 Mehanizmi razmišljanja in odločanja	95
4.4.3 Mehanizmi ukrepanja	97
4.5 Struktura sistemov za vodenje (Kaj sistemi za vodenje so?, Kako in iz česa so narejeni?).....	97
4.6 Zaključek.....	100
5 Življenjski cikel sistemov za vodenje (S.Strmčnik, Z.Marinšek)	101
5.1 Uvod.....	103
5.2 Opredelitev zahtev	109
5.2.1 Uvodni del	109
5.2.2 Analiza obstoječega stanja.....	110
5.2.3 Funkcionalne zahteve	110
5.2.4 Zahteve po vmesnikih.....	112
5.2.5 Tehnične zahteve	112
5.2.6 Organizacijske zahteve	112
5.2.7 Zahteve za zagon in uporabo	113
5.2.8 Zahteve glede kvalitete	113
5.2.9 Zahteve glede poteka projekta	114
5.2.10 Varnostne in ekološke zahteve.....	114
5.3 Specifikacije (preliminarno načrtovanje).....	114
5.3.1 Specifikacije funkcij	114
5.3.2 Koncept in struktura sistema ter alokacija funkcij	116
5.3.3 Specifikacije računalniške opreme in merilno-regulacijske instrumentacije	118
5.3.4 Specifikacije systemske in standardne uporabniške programske opreme	118
5.3.5 Specifikacije sistemov okolja in infrastrukture.....	118
5.3.6 Specifikacije organizacije dela	118
5.4 Načrtovanje (detajlno načrtovanje).....	119

5.4.1 Načrtovanje aplikativne programske opreme.....	119
5.4.2 Načrtovanje mehanskih delov	121
5.4.3 Načrtovanje električnih povezav	121
5.4.4 Načrtovanje elektronskih modulov	121
5.4.5 Načrtovanje in oblikovanje delovnih mest	122
5.4.6 Načrtovanje organizacije dela	122
5.5 Izvedba (izgradnja).....	122
5.5.1 Nabava, izdelava in testiranje posameznih podsistemov.....	123
5.5.2 Laboratorijska integracija podsistemov	125
5.5.3 Montaža, integracija in testiranje podsistemov na procesu	126
5.6 Zagon in uvajanje	126
5.6.1 Dokončna integracija, ponovno testiranje in zagon sistema.....	127
5.6.2 Funkcionalno prilagajanje in tehnični prevzem.....	127
5.6.3 Poskusno obratovanje	129
5.6.4 Šolanje uporabnikov in vpeljava predvidene organizacije dela	129
5.6.5 Revizija dokumentacije.....	129
5.7 Obratovanje	129
5.7.1 Optimiranje delovanja.....	129
5.7.2 Vzdrževanje	130
5.8 Upokojitev	132
5.8.1 Problem tržne življenjske dobe komponent oz. nadomestnih delov... 132	
5.8.2 Problem različnih tehnoloških generacij opreme	133
5.8.3 Problem etapne gradnje sistemov.....	133
5.9 Zaključek.....	135
6 Netehniški vidiki izvedbe (J.Černetič, S.Strmčnik)	139
6.1 Uvod.....	141
6.2 Sodelovanje vodstva podjetja pri uvajanju sistemov za vodenje.....	146
6.3 Usposabljanje za uporabo sistemov procesnega vodenja	149
6.3.1 Vrste usposabljanja	149
6.3.2 Celovit program izobraževanja na področju vodenja industrijskih procesov za srednje velika oz. večja podjetja.....	150
6.4 Ekonomika sistema za vodenje	153
6.4.1 Ocenitev stroškov pri analizi investicije	153
6.4.2 Ocenitev koristi pri analizi investicije.....	154
6.4.3 Izračun donosnosti investicije	155
6.5 Organiziranost pri uvajanju sistemov za vodenje	160
6.5.1 Organiziranost projekta in delovnega mesta	161
6.5.2 Organiziranost podjetja.....	162
6.6 Človek in družbeno okolje	167
6.6.1 Ergonomski in psihološki vidiki.....	167
6.6.2 Družbeno okolje sistema za vodenje - koncept vzporednega načrtovanja	168
6.7 Zaključek.....	170
7 Tehniški vidiki izvedbe - Znanja in veščine	171
7.1 Uvod.....	173

7.2 Modeliranje in simulacija	173
7.2.1 Matematično modeliranje procesov (<i>R.Karba</i>).....	173
7.2.1.1 Parametrični in nelinearni dinamični modeli	176
7.2.1.2 Principi modeliranja	184
7.2.1.3 Ciklični postopek modeliranja.....	185
7.2.1.4 Identifikacija.....	197
7.2.2 Metode za simulacijo dinamičnih sistemov (<i>B.Zupančič</i>)	204
7.2.2.1 Izhodiščni zapis: sistem diferencialnih enačb prvega reda ...	206
7.2.2.2 Indirektna metoda.....	208
7.2.2.3 Simulacija prenosnih funkcij	210
7.2.2.4 Modularni pristop.....	212
7.3 Metode in postopki za realizacijo funkcij vodenja.....	214
7.3.1 Nadzor procesov (<i>Đ.Juričić</i>)	214
7.3.1.1 Generiranje izračunanih spremenljivk	217
7.3.1.2 Odkrivanje napak v procesih	225
7.3.2 Sekvenčno vodenje (<i>P.Šega, G.Mušič</i>).....	241
7.3.2.1 Osnovni pristopi k sekvenčnemu vodenju	242
7.3.2.2 Lestvični diagrami	246
7.3.2.3 Sekvenčni funkcijski diagrami.....	252
7.3.3 Regulacije	255
7.3.3.1 Osnovni pojmi v regulacijskih sistemih in zahteve pri njihovem načrtovanju (<i>B.Zupančič</i>).....	255
7.3.3.2 Proporcionalna-integrirno-diferencialna regulacija (<i>B.Zupančič</i>).....	265
7.3.3.3 Adaptivna regulacija (<i>D.Matko</i>)	289
7.3.3.4 Prediktivna regulacija (<i>D.Matko</i>)	296
7.3.3.5 Multivariabilna regulacija (<i>M.Atanasijević</i>)	300
7.3.4 Hibridno vodenje (<i>G.Mušič</i>)	313
7.3.4.1 Osnovni pristopi k hibridnim sistemom.....	314
7.3.4.2 Kombinirani model hibridnega sistema	315
7.3.5 Optimiranje (<i>N.Hvala</i>).....	321
7.3.5.1 Definicija in značilnosti optimiranja	322
7.3.5.2 Glavni pristopi k optimiranju	323
7.4 Metode umetne inteligence v vodenju sistemov	336
7.4.1 Umetne nevronske mreže (<i>J.Kocijan</i>).....	340
7.4.2 Mehka logika in mehko vodenje (<i>I.Škrjanc</i>).....	345
7.4.2.1 Elementi mehke logike	345
7.4.2.2 Mehka regulacija	349
7.4.3 Ekspertni sistemi, strojno učenje in genetski algoritmi (<i>J.Kocijan</i>)	355
7.4.3.1 Ekspertni sistemi	355
7.4.3.2 Strojno učenje.....	357
7.4.3.3 Genetski algoritmi	358
7.5 Metode in postopki za razvoj programske opreme	360
7.5.1 Metode programskega inženirstva (<i>M.Rihar</i>)	360
7.5.1.1 Programsko inženirstvo	360
7.5.1.2 Kaj zajema programsko inženirstvo	361
7.5.1.3 Zgodnje razvojne faze programske opreme.....	365
7.5.2 Metode domenskega inženirstva (<i>G.Godena</i>).....	383

7.5.2.1 Ponovna uporabljivost	383
7.5.2.2 Programsko inženirstvo na osnovi modelov	385
7.5.2.3 Domensko inženirstvo	389
7.6 Signali v sistemih za vodenje.....	394
7.6.1 Zajemanje, pretvorba in prenos signalov (<i>J.Petrovčič</i>)	394
7.6.1.1 Signalne oblike in nivoji v sistemih avtomatskega vodenja	396
7.6.1.2 Tokovni in napetostni signali	398
7.6.1.3 Motnje v signalnih sistemih in zaščita pred njimi	400
7.6.1.4 Pretvorba zveznih signalov v digitalno obliko in obratno....	403
7.6.2 Digitalne komunikacije v sistemih procesnega vodenja (<i>J.Petrovčič</i>)	407
7.6.2.1 Osnove digitalnih komunikacij	408
7.6.2.2 Nagibi za uvedbo digitalnih komunikacij v sisteme procesnega vodenja	416
7.6.2.3 Komentar o uvajanju komunikacijskih sistemov v sisteme procesnega vodenja.....	419
7.7 Zaključek.....	420
8 Tehniški vidiki izvedbe - Orodja.....	423
8.1 Uvod.....	425
8.2 Orodja za načrtovanje funkcij vodenja	425
8.2.1 Orodja za simulacijo zveznih dinamičnih sistemov (<i>B.Zupančič</i>).....	425
8.2.1.1 Koncept digitalne simulacije.....	426
8.2.1.2 Numerična problematika v simulacijskih orodjih	429
8.2.1.3 Vrste simulacijskih orodij	430
8.2.2 Računalniško podprto načrtovanje sistemov vodenja (<i>J.Kocijan</i>).....	435
8.2.2.1 Orodja za računalniško podprto načrtovanje vodenja sistemov.....	436
8.2.2.2 Programski paket MATLAB.....	438
8.3 Orodja za sistemsko analizo in razvoj programske opreme	445
8.3.1 Orodja za računalniško podprto programsko in sistemsko inženirstvo (<i>M.Rihar</i>)	445
8.3.1.1 Splošno o orodjih CASE.....	445
8.3.1.2 Uporaba orodij CASE v projektih za vodenje procesov	455
8.3.2 Orodja za hiter razvoj aplikacij (<i>M.Ostroveršnik</i>).....	457
8.3.2.1 Fazni in prototipni pristop.....	457
8.3.2.2 Pomembne lastnosti RAD orodij	459
8.3.3 Programski jeziki za sisteme realnega časa (<i>G.Godena</i>)	462
8.3.3.1 Zahteve jezikov za sisteme realnega časa	463
8.3.3.2 Zahtevane lastnosti jezikov	465
8.3.3.3 Kratek pregled jezikov.....	473
8.4 Orodja za konfiguriranje in implementacijo funkcij vodenja	474
8.4.1 Orodja za razvoj ekspertnih sistemov vodenja (<i>A.Žnidaršič</i>).....	475
8.4.1.1 Ekspertne lupine	475
8.4.1.2 Koncepti gradnje baze znanja v ekspertnih lupinah.....	477
8.4.1.3 Mehanizmi sklepanja	482
8.4.1.4 Vmesniki ekspertnih lupin	483
8.4.2 Programska orodja za računalniške nadzorne sisteme (SCADA) (<i>M.Bizjak, A.Žnidaršič</i>)	483

8.4.2.1	Osnovne funkcije orodij SCADA	484
8.4.2.2	Lastnosti	486
8.4.2.3	Predstavitev konkretnega orodja SCADA in primer uporabe.....	487
8.4.3	Programska orodja za regulatorje (<i>G.Dolanc, J.Petrovčič</i>)	491
8.4.3.1	Osnovne značilnosti programskih orodij za mikroračunalniške regulatorje	491
8.4.3.2	Pregled opravil, ki jih podpirajo programska orodja	493
8.4.3.3	Način uporabe programskih orodij	493
8.4.3.4	Pregled tipičnih funkcijskih blokov	496
8.4.4	Programska orodja za krmilnike (<i>I.Steiner</i>)	499
8.4.4.1	Standard IEC 1131	500
8.4.4.2	Programsko orodje MELSEC MEDOC plus	504
8.4.4.3	Blokovni regulacijski jezik IDR BLOK	507
8.5	Zaključek.....	511
9	Tehniški vidiki izvedbe - Gradniki	513
9.1	Uvod.....	515
9.2	Merilni sistemi (<i>J.Petrovčič, R.Karba</i>)	515
9.2.1	Osnovne lastnosti tipal in merilnih pretvornikov	516
9.2.2	Skupne značilnosti tipal in merilnih pretvornikov	517
9.2.3	Pregled najpogostejših merilnih principov in sistemov v procesni in izdelčni industriji ter robotiki	518
9.2.4	Ekonomski aspekti merilnih sistemov za vodenje procesov	522
9.3	Izvršni sistemi v vodenju procesov (<i>J.Petrovčič, R.Karba</i>)	530
9.3.1	Končni izvršni členi, aktuatorji, končne stopnje, ojačevalniki.....	530
9.3.2	Električni izvršni sistemi, aktuatorji, servosistemi.....	533
9.3.3	Pnevmatski in hidravlični aktuatorji in izvršni členi.....	536
9.3.3.1	Pnevmatski ojačevalniki in pretvorniki	537
9.3.3.2	Nekatere lastnosti pnevmatskih in hidravličnih izvršnih sistemov.....	539
9.3.4	Ventili in lopute	541
9.3.4.1	Izvedbe ventilov	541
9.3.4.2	Ventilski aktuatorji za procesno industrijo	543
9.4	Vmesniki in signalne povezave (<i>J.Petrovčič</i>).....	544
9.4.1	Digitalni signali in procesni vmesniki.....	545
9.4.1.1	Digitalni vhodni signali in vmesniki.....	547
9.4.1.2	Digitalni izhodni signali in vmesniki	550
9.4.2	Analogni signali in vmesniki	552
9.4.2.1	Analogni vhodni signali in vmesniki	553
9.4.2.2	Analogni izhodni signali in vmesniki	556
9.4.2.3	Drugi analogni vmesniški moduli.....	556
9.4.3	Digitalni komunikacijski vmesniki	558
9.5	Krmilniki (<i>D.Čuk</i>)	561
9.5.1	Mesto PLK-ja pri vodenju procesov	562
9.5.2	Glavni sestavni deli PLK-ja.....	562
9.5.3	Delovanje PLK-ja.....	563

9.5.4 Priključitev signalov na PLK	565
9.5.4.1 Digitalni vhodi	565
9.5.4.2 Digitalni izhodi	566
9.5.4.3 Analogni vhodi	566
9.5.4.4 Analogni izhodi.....	567
9.5.5 Vrste PLK-jev	567
9.5.6 Pomožna oprema PLK-jev	568
9.5.7 Spremenljivke PLK-ja.....	569
9.6 Regulatorji (G.Dolanc, J.Petrovič)	572
9.6.1 Vrste regulatorjev.....	573
9.6.2 Mikroračunalniški regulatorji.....	573
9.6.2.1 Funkcije mikroračunalniških regulatorjev.....	573
9.6.2.2 Zgradba in princip delovanja tipičnega mikroračunalniškega regulatorja.....	574
9.6.2.3 Vhodni in izhodni signali.....	575
9.6.2.4 Funkcije čelne plošče.....	577
9.6.2.5 Programska oprema regulatorja	578
9.6.2.6 Komunikacijske lastnosti regulatorja	579
9.6.2.7 Čas cikla pri izvajanju uporabniškega programa	579
9.7 Računalniški sistemi za delo v realnem času (V.Jovan).....	581
9.7.1 Vrste računalniških sistemov.....	581
9.7.2 Značilnosti računalnikov za delo v realnem času	582
9.7.3 Elementi sistemov za delo v realnem času	584
9.8 Naprave za komunikacijo s človekom (G.Dolanc).....	588
9.8.1 Klasične naprave za komunikacijo s človekom.....	589
9.8.2 Moderne naprave za komunikacijo s človekom	592
9.9 Integrirani sistemi vodenja (V.Jovan).....	596
9.9.1 Enoračunalniški sistemi.....	597
9.9.2 Večračunalniški sistemi.....	601
9.9.2.1 Porazdeljeni računalniški sistemi	601
9.9.2.2 Porazdeljeni računalniški sistemi vodenja tehnoloških procesov	602
9.9.2.3 Porazdeljeni sistemi v kontekstu celovitega računalniško podprtega vodenja proizvodnje	609
9.9.2.4 Splošna struktura računalniškega sistema za celovito vodenje proizvodnega podjetja.....	612
9.10 Zaključek.....	614
10 Literatura	617
11 Seznam kratic.....	645
12 Slovar izrazov in stvarno kazalo	649