

## 1.1 Kratka zgodovina področja

Računalniško vodenje procesov je zelo mlada disciplina. Predstavlja povezavo med disciplino vodenja (tehniških) sistemov in področjem računalništva oziroma informacijske tehnologije.

Vodenje tehniških sistemov je staro toliko, kot so stari dinamični tehniški sistemi. Vlogo sistema za vodenje je v začetku seveda opravljal človek (npr. krmar na ladji), mehanizmi, ki so zagotavljali avtomatsko vodenje, pa so se začeli pojavljati kasneje. Čeprav se že v antičnih časih srečamo z napravami, ki so bile sposobne regulirati pretok ali nivo tekočin, veljata za pomembna mejnika v razvoju področja avtomatski sistem za regulacijo temperature v valilnici kokošjih jajc, ki jo je načrtoval Drebbel okrog leta 1620 ter Wattov centrifugalni regulator za parni stroj okrog leta 1789. Avtomatizacija proizvodnih procesov v pravem pomenu te besede se je začela intenzivneje razvijati v tridesetih letih tega stoletja, zelo važno prelomnico v razvoju konceptov in uporabe avtomatskih sistemov za vodenje pa je predstavljala druga svetovna vojna. Po vojni se po eni strani srečamo z razcvetom teorije vodenja (predvsem v 60. in 70. letih), po drugi strani pa, ob pospešenem razvoju elektronike in računalniške tehnologije, z zelo široko uporabo sistemov za vodenje na najrazličnejših področjih človekovega delovanja.

Tudi računalniki imajo zelo stare korenine. Spomnimo se npr. samo zelo popularnega abacusa, katerega nastanek sega v obdobje 3000 let pred našim štetjem ter drugih pomembnih mejnikov v razvoju digitalnih računalnikov kot so npr. mehanska računalna Pascala (1642) in Babbagea (1823) ter koncept Turingovega stroja (1936). V tridesetih letih tega stoletja so se začeli intenzivno razvijati analogni računalniki, ki so temeljili na uporabi pnevmatskih, hidravličnih, kasneje pa elektronskih elementov. Prav z napredkom elektronske tehnologije pa je bila postavljena tista osnova, ki je omogočila nesluten razvoj digitalnih računalnikov. Prvi resni elektronski digitalni računalnik je bil ENIAC (1946), ki je uporabljal še elektronke. Z razvojem tranzistorjev in kasneje integriranih vezij pa je bila odprta pot za razvoj večjih računalnikov za različne specialne aplikacije (v 60. letih), razvoj mikroračunalnikov (v 70. letih) ter osebnih računalnikov (v 80. letih).

Za začetek računalniškega vodenja procesov lahko štejemo prvo aplikacijo procesnega računalnika v petrokemični tovarni Texaco v Port Arthurju (ZDA) v letu 1959. V šestdesetih letih se je potem razvil koncept direktnega digitalnega vodenja (DDC), ki je temeljil na zamenjavi analognih regulatorjev s centralnim digitalnim računalnikom. Pravi razcvet pa je računalniško vodenje procesov doživelo v sedemdesetih letih s pojavom mikroprocesorjev in mikroračunalnikov, katerih uporaba je omogočila skokovito povečanje funkcionalnosti in učinkovitosti, žal pa tudi kompleksnosti sistemov za vodenje.

## 1.2 Koncept knjige

Prav kompleksnost računalniških sistemov za vodenje, ki se kaže v prepletanju procesa in njegove tehnologije s teorijo in tehnologijo vodenja, računalniško tehnologijo, tehnologijo razvoja programske opreme, vlogo in mestom človeka, itd., je osnovni problem, s katerim se na tem področju srečujemo.

Ljudje smo seveda navajeni reševati zelo različne in tudi kompleksne probleme. Vprašanje pa je, kako povečati učinkovitost tega reševanja. Izkušnje iz številnih področij kažejo, da se učinkovitost reševanja in kvaliteta rešitev kompleksnih problemov izboljšata s *sistematičnim* in *celostnim* pristopom. Parcialni načini reševanja ne prinesejo rezultatov.

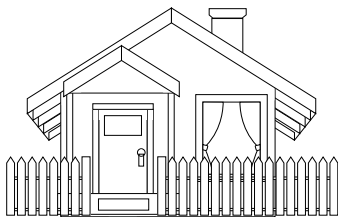
Namen te knjige je predstaviti strukturiran celostni pristop k izgradnji in uporabi računalniških sistemov za vodenje, ki upošteva najpomembnejše dimenzije problema.

Zaradi večje jasnosti bomo za predstavitev različnih dimenzij uporabili analogijo s tehnično disciplino, ki ima mnogo daljšo tradicijo, in kjer so rezultati bolj oprijemljivi in vsakomur poznani.

Poglejmo si gradbeništvo in znotraj gradbeništva gradnjo hiše. Problem izgradnje hiše lahko gledamo skozi tri dimenzije.

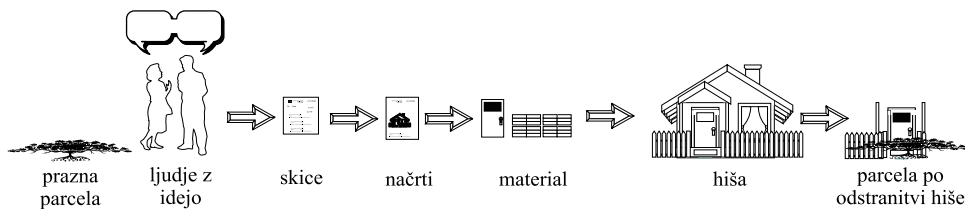
*Prva dimenzija* je gotovo hiša kot objekt oziroma izdelek (Sl. 1.1). V tem okviru so seveda pomembni njeni splošni atributi kot so: kakšen je *namen* hiše, kakšna je *funkcija* posameznih njenih delov, kako hiša kot objekt in posamezni segmenti v hiši *delujejo* ter kakšna je *oblika in struktura* hiše.

To dimenzijo lahko imenujemo tudi *dimenzija proizvoda* (pogled skozi proizvod oziroma izdelek).



Sl. 1.1. Hiša kot objekt

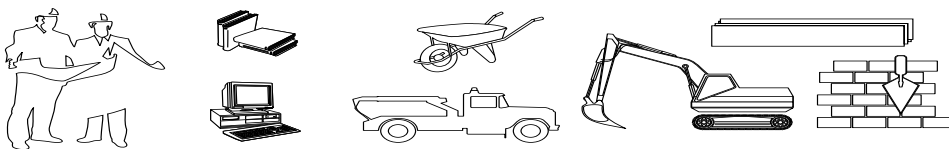
*Druga pomembna dimenzija* je dinamični proces nastajanja, uporabe in odstranjevanja te hiše. Ta proces imenujemo tudi življenjski cikel hiše. Pri tem je pomembno, da se hiša v fazah svojega življenjskega cikla pojavlja v različnih pojavnih oblikah (Sl. 1.2): od zamisli v glavi npr. moža in žene, preko zapisa želja na papirju, skice, ki jo naredita skupaj z arhitektom, podrobnega načrta, ki ga naredi gradbeni inženir, pa do posameznih faz gradnje, njenega dokončanja, uporabe hiše in njenega vzdrževanja, ter njenega porušenja in odstranitve, ko je dotrajala in mora dati prostor novim in sodobnejšim zgradbam.



Sl. 1.2. Različne pojavne oblike hiše

To dimenzijo imenujemo tudi *procesna dimenzija* ali *dimenzija življenjskega cikla*, sestavljajo pa jo posamezne faze. Najbolj običajne faze so definicija zahtev, opredelitev specifikacij, načrtovanje, izvedba (izgradnja), zagon in uvajanje, obratovanje (delovanje) in upokožitev.

*Tretjo dimenzijo* predstavlja *tehnologija* v najširšem smislu besede. To je tehnologija, ki omogoča, da iz zamisli v glavah pridemo do načrta hiše in tehnologija, ki omogoči, da iz surovin in gradnikov zgradimo načrtovano hišo. Gre torej za skupek znanj (postopkov), orodij in gradnikov (Sl. 1.3), ki omogočajo transformacijo pojavne oblike hiše iz ene v drugo fazo življenjskega cikla.



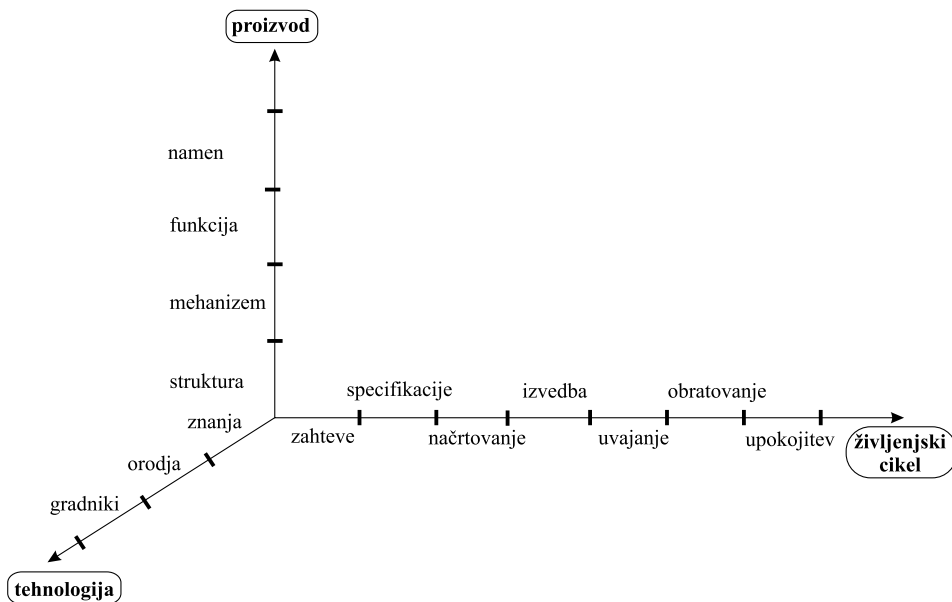
Sl. 1.3. Znanja, orodja in gradniki za gradnjo hiše

To množico znanj, orodij in gradnikov je treba seveda razumeti v najširšem smislu, saj ni omejena zgolj na tehnični del, ampak mora obvladovati tudi ekonomski, sociološki, psihološki, itd., segment problematike.

Pogled, ki smo ga opisali, lahko posplošimo na izgradnjo kakršnihkoli sistemov in ilustriramo s tridimenzionalnim koordinatnim sistemom, v katerem je vsaka os razdeljena na več segmentov, tako kot je to prikazano na Sl. 1.4.

Posebej važna je dimenzija življenjskega cikla, ki je najtesneje povezana z dimenzijo časa.

S tega stališča se torej proizvod oziroma izdelek s časom spreminja tako po vsebini in obsegu svojih atributov (namenu, funkciji, mehanizmu in strukturi) kakor tudi po stopnji abstrakcije (od popolnoma abstraktne zamisli do fizičnega objekta), spreminjata pa se tudi obseg in vsebina tehnologije (nabor znanj, orodij in gradnikov), ki sta potrebna za to, da proizvod spreminjamo. V določenem času (fazi življenjskega cikla) potrebujemo določena znanja, orodja in gradnike, v nekem drugem času pa druga.



Sl. 1.4. Tridimenzionalni (celostni) pogled na izgradnjo sistemov

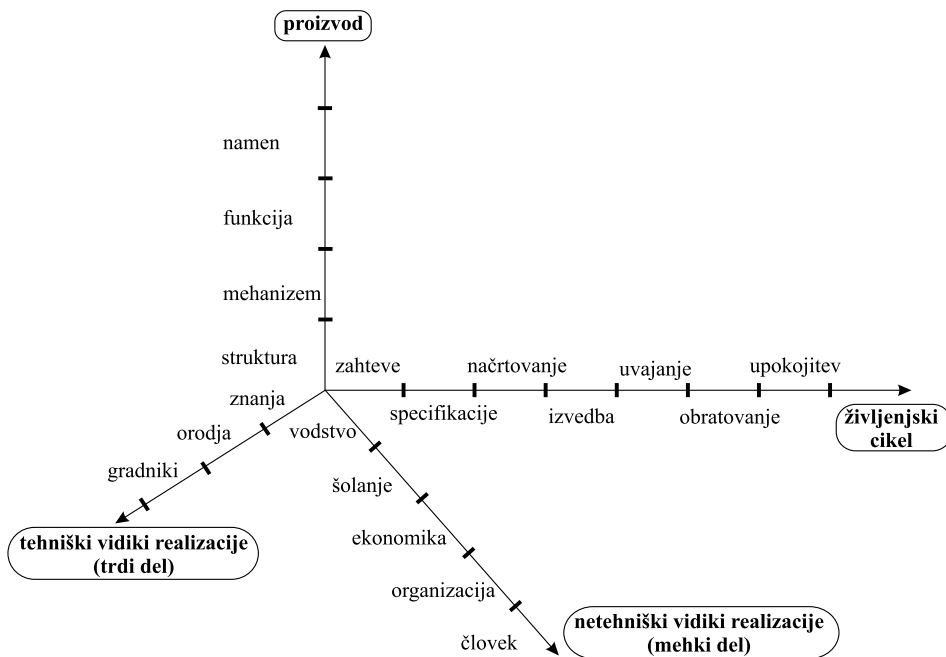
**Navedeni celostni pogled je seveda dovolj splošen, da ga lahko uporabimo tudi za razlago načrtovanja, izgradnje in uporabljanja sistemov za vodenje, zato smo se odločili, da bo predstavljal osnovo za strukturo te knjige.**

Kot smo že omenili, tega pogleda nikakor ne smemo razumeti zgolj v ozkem tehničnem smislu, saj zajema tudi druge, povsem netehniške vidike, ki so, čeprav tega tehniki ne priznamo radi, na koncu lahko prevladujoči.

Žal praksa kaže, da se to dejstvo, kljub prizadevanju določenega dela strokovne srenje (npr. Komite za socialne in kulturne vidike avtomatizacije v Mednarodni federaciji za avtomatsko vodenje - IFAC), mnogo premalo upošteva. Zato smo se odločili, da damo temu segmentu poseben poudarek, in sicer tako, da iz navedenih treh dimenzij celostnega pogleda izdvojimo še četrto dimenzijo, ki bo poudarjala netehniške vidike izvedbe sistemov za vodenje. Attribute te četrte dimenzije predstavlja pet faktorjev uspešnosti, ki, poleg tehnično-tehnološke kompetentnosti, zagotavljajo uspešno izgradnjo in uporabo sistemov za vodenje. Le-ti so: predanost vodstva (strategija, vizija), šolanje in izobraževanje, ekonomika, organizacija ter človeški, kulturni in družbeni vidik.

Ob upoštevanju te dodatne dimenzije, ki seveda zopet ni posebnost samo za sisteme vodenja, dobimo štiridimenzionalno strukturo, ki je prikazana na Sl. 1.5. Vidimo, da smo tehnologijo razdelili na tehniške vidike realizacije (trdi del) in na netehniške vidike realizacije (mehki del).

Tako dobljeno štiridimenzionalno strukturo je potrebno še nekoliko dopolniti.



Sl. 1.5. Štiridimenzionalni pogled na načrtovanje, izgradnjo in uporabo sistemov za vodenje

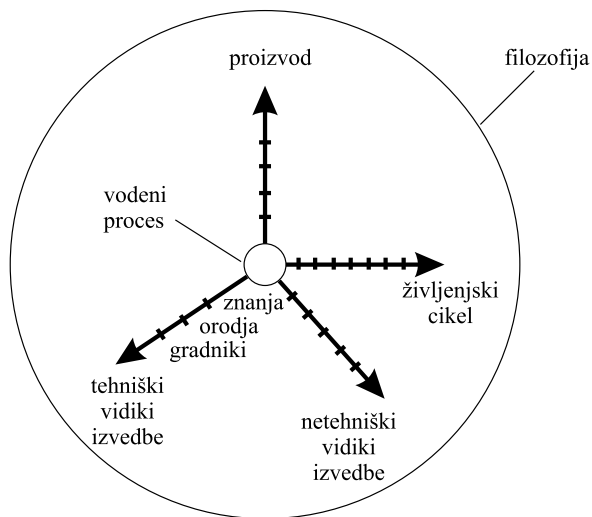
Prva dopolnitev je posebnost sistemov vodenja. O sistemih vodenja namreč ne moremo govoriti brez objekta, ali bolje rečeno procesa, ki ga vodimo. Vodenje *procesa* je namreč problem, ki ga rešujemo. Proces, ki ga vodimo, je zato izhodišče, okrog katerega se vrtili vse ostalo. Zato je smiselno, da ga v naši shemi postavimo v koordinatno izhodišče.

Druga dopolnitev pa odraža dejstvo, da je omenjeni štiridimenzionalni pogled rezultat evolucije znanj in razumevanja na področju vodenja sistemov. Ta globlja načela stroke predstavljajo filozofijo kot okvir, s katerim zaobjamemo štiridimenzionalni pogled. Tako opredeljena filozofija vsebuje nabor splošnih principov, dognanj in tehnik, ki pogojujejo konkretne poti reševanja problemov vodenja v luči predstavljenih štirih dimenzij.

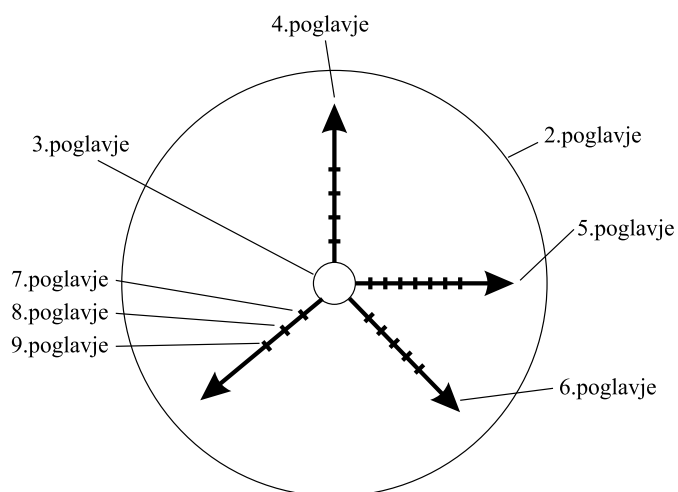
Če shemo na Sl. 1.5 na ta način dopolnimo, dobimo celovit pogled, ki je predstavljen na Sl. 1.6.

Knjiga je v nadaljevanju razdeljena na osem poglavij. Poglavja 2, 3, 4, 5 in 6 opisujejo po enega od elementov predstavljenega celostnega pogleda. Tehniški vidiki izvedbe pa so zaradi obsežnosti tematike v skladu z razdelitvijo na znanja, orodja in gradnike zajeti v 7, 8 in 9 poglavju.

Shematsko je to prikazano na Sl. 1.7.



Sl. 1.6. Shema celostnega pogleda na načrtovanje, izgradnjo in uporabo sistema za vodenje



Sl. 1.7. Oznake poglavij knjige, ki ustrezajo posameznim elementom celostnega pogleda

Jasno je, da se je bilo treba pri obravnavi posameznih poglavij omejiti, zato vsebujejo le tiste poudarke, ki so se nam na podlagi znanja, ki ga imamo in praktičnih izkušenj, ki smo si jih pridobili, zdeli pomembnejši. Poskušali smo tudi nakazati, kako se navedene dimenzije medsebojno prepletajo, oziroma na kakšen način so soodvisne. Seveda je treba razumeti, da je ta soodvisnost lahko opisana samo na zelo splošnem nivoju, saj je vsak sistem za vodenje osebek za sebe in je konkretno prepletanje dimenzij lastno vsakemu sistemu posebej.

Knjiga zato seveda ne more biti recept, ki bi razlagal kako preprosto in poceni gradimo sisteme za vodenje, predstavlja pa poskus strukturirane in dokaj celovite obravnave bistvenih stvari, ki jih potrebujemo, da bomo pri načrtovanju, izgradnji in uporabi sistemov za vodenje bolj uspešni.

### 1.3 Kratka predstavitev poglavij

Kot smo uvodoma že povedali je knjiga vključno z uvodom razdeljena na devet poglavij. Čeprav je koncept knjige izrazito integrativen in bi bilo za bralca najbolj smiselno, da prebere vsa poglavja, zato da bi dobil celostni pogled, ki mu ga želimo posredovati, so vendar za različne skupine bralcev različna poglavja različno zanimiva. Zato v nadaljevanju, ko podajamo povzetke poglavij, nakazujemo tudi, za katere bralce utegne biti določeno poglavje bolj ali manj zanimivo.

Drugo poglavje obsega konceptualne in metodološke okvire, ki so osnova za razumevanje sistemov za vodenje in celostni pristop k njihovemu načrtovanju, izgradnji in uporabi. Nanaša se na razlago koncepta sistema, prikaz pomena analogije različnih pojavov ter opredelitev sistemske teorije in sistemske filozofije. Temu sledi razlaga osnovnih principov vodenja, kot je npr. odprtoznančno in zaprtoznančno vodenje ter izpeljava splošne definicije za vodenje. Dodane so še kratke opredelitve teorije vodenja, kibernetike in avtomatike. Zadnji del poglavja je namenjen definiciji osnovnih pojmov v načrtovanju, načrtovalskim konceptom in značilnostim načrtovanja ter sistemskemu inženirstvu kot najbolj splošni metodologiji za načrtovanje in izgradnjo sistemov. Poglavje je namenjeno predvsem bralcem, ki jih zanimajo globlje osnove in izvor pristopov in metod, s katerimi se srečujemo pri reševanju konkretnih problemov.

Tretje poglavje obravnava procese kot objekt vodenja. Ukvarja se z različnimi predstavitvami procesov (od risbe, fotografije pa do procesne sheme in entitetnega diagrama) in klasifikacijo tehničnih procesov po različnih klasifikatorjih (npr. po načinu predelave snovi, po tipu procesnih spremenljivk, itd.). Za ilustracijo so podani razni primeri procesov. Sledi opredelitev procesov v podjetju in njihova strukturiranost. Poglavje se zaključí s kratkim sestavkom o pomenu sočasnega načrtovanja procesov in njihovega vodenja. Namenjeno je predvsem bralcem, ki so manj seznanjeni s pestrostjo in raznolikostjo procesov, dvema zelo pomembnima izhodiščema pri izgradnji sistemov za vodenje.

Četrto poglavje se nanaša na dimenzijo sistema za vodenje kot proizvoda oziroma na izdelčno dimenzijo celostnega pogleda. Sistem za vodenje obravnava skozi ključne vidike v načrtovanju. Ti vidiki so namen (zakaj sistem za vodenje je), funkcija (kaj sistem za vodenje dela), mehanizem (kako sistem za vodenje deluje) in struktura (kaj sistem za vodenje je, kako je sestavljen, iz česa je narejen). Poglavje je posebej pomembno za bralce, ki jim vodenje sistemov ni osnovna stroka in potrebujejo okvirno predstavo o tem, za kaj pri sistemih za vodenje sploh gre.

Peto poglavje se ukvarja z dimenzijo življenjskega cikla sistemov za vodenje. Opredeljene so glavne faze v življenjskem ciklu ter najpomembnejši vmesni rezultati, ki kažejo stopnjo

razvoja sistemov. Posebej so opisane najvažnejše aktivnosti znotraj naslednjih sedmih faz življenjskega cikla: opredelitev zahtev, specifikacije, načrtovanje, izvedba, zagon, delovanje in upokožitev. To poglavje je koristno predvsem za tiste, ki še nimajo izkušenj z delom na konkretnih projektih, prav pa lahko pride tudi izkušenejšim bralcem kot opomnik pri postavitvi in izvajanju projektov.

Šesto poglavje se nanaša na netehniške vidike realizacije sistemov za vodenje. V začetku opredeljuje vlogo in pomen upoštevanja netehniških vidikov pri uvajanju sistemov za vodenje v prakso, potem pa podrobneje osvetljuje problematiko s pomočjo petih faktorjev uspešnosti. Ti faktorji uspešnosti so: predanost vodstva (vodstvo mora imeti vizijo razvoja in podpirati tovrstne projekte), šolanje (pomembna je ustrezna izobrazba in stalno šolanje vseh udeleženih sodelavcev) ekonomika (potrben je izračun ekonomske upravičenosti investicije in spremljanje dejanskih učinkov), organizacija (pomembna je ustrezna organizacija projekta, s katerim se uvaja sistem za vodenje, organizacija dela ljudi, ki bodo s sistemom delali in organizacija celotnega podjetja), človek (treba je upoštevati človeka s svojimi željami in omejitvami ter družbeno in kulturno okolje, v katerem se nahaja). To poglavje je še posebej pomembno za bralce, ki so bolj "tehnično" usmerjeni in dosedaj niso imeli toliko izkušenj z drugimi, večkrat še bolj pomembnimi vidiki, ki vplivajo na uspeh uvajanja sistemov za vodenje v prakso.

Naslednja skupina treh poglavij se nanaša na tehniške vidike realizacije. Po obsegu predstavljajo največji del knjige. Tukaj lahko bralci dobijo po eni strani bolj poglobljen, po drugi strani pa tudi praktični vpogled v posamezno metodo ali postopek, konkretno orodje ali gradnik.

Sedmo poglavje obravnava znanja in veščine, ki jih potrebujemo pri načrtovanju in izvedbi ter obratovanju sistemov za vodenje. V prvem delu poglavja je poudarek na metodah matematičnega modeliranja in simulacije. Sledijo metode in postopki, ki omogočajo načrtovanje in izvedbo najbolj pogostih funkcij vodenja (nadzora, sekvenčnega vodenja, raznih vrst regulacije, optimizacije procesov, itd.). Posebej so podane metode umetne inteligence v vodenju sistemov kot so npr. nevronske mreže, mehka logika in mehko vodenje, ekspertni sistemi, itd. Sledijo metode in postopki za razvoj programske opreme, ki zajemajo podrobnejšo opredelitev programskega in domenskega inženirstva. Poglavje se zaključuje z delom, ki se nanaša na zajemanje, pretvorbo, obdelavo in prenos signalov v sistemih vodenja.

Osmo poglavje obravnava orodja, s pomočjo katerih načrtujemo in gradimo sisteme za vodenje. Prvi del se ukvarja z orodji za simulacijo in računalniško podprto načrtovanje vodenja sistemov (CACSD). Sledi tematika, ki obravnava orodja za sistemsko analizo in razvoj programske opreme. Posebej so obravnavana orodja za računalniško podprto programsko/sistemsko inženirstvo (CASE), orodja za hiter razvoj aplikacij (RAD) in programski jeziki realnega časa. Sledijo orodja za konfiguriranje in izvedbo funkcij vodenja, in sicer orodja za razvoj ekspertnih sistemov za vodenje, programski paketi za nadzor in vodenje (SCADA), programska orodja za konfiguriranje regulatorjev in programska orodja za krmilnike.



Deveto poglavje je namenjeno pregledu najpogostejših gradnikov, ki jih uporabljamo v sistemih vodenja. Podrobneje so obravnavani merilni in izvršni členi, vmesniki in sistemi za prenos signalov, krmilniki, regulatorji, računalniški sistemi in naprave za komunikacijo s človekom. V zaključnem delu poglavja pa je opisano, kako navedene gradnike povezujemo v različne enostavne in zelo kompleksne (distribuirane) sisteme vodenja.

