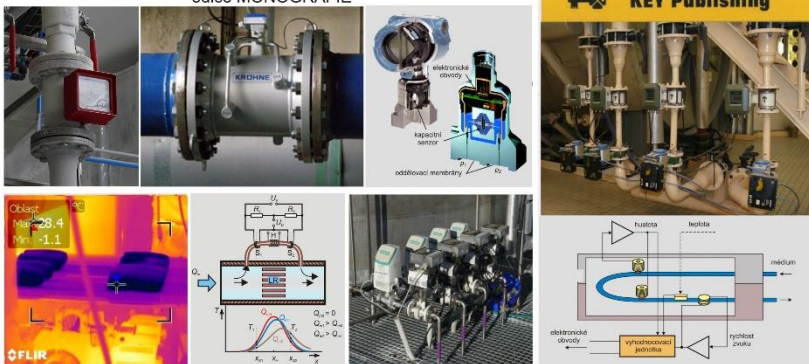


Měření a řízení chemických, potravinářských a biotechnologických procesů

Díl I.
Provozní měření

edice MONOGRAFIE

KEY Publishing

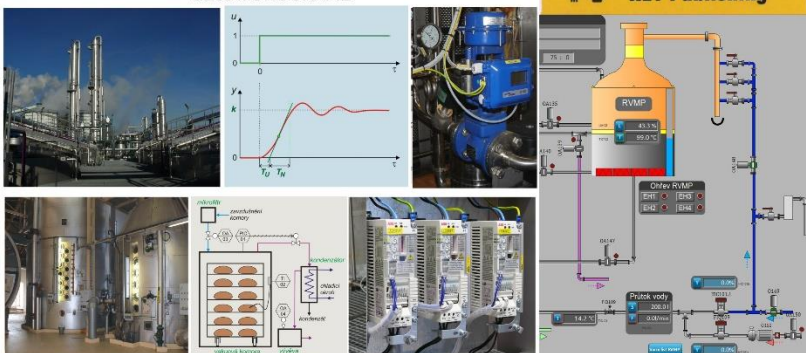


Měření a řízení chemických, potravinářských a biotechnologických procesů

Díl II.
Řízení technologických procesů

edice MONOGRAFIE

KEY Publishing



**MĚŘENÍ A ŘÍZENÍ
CHEMICKÝCH, POTRAVINÁŘSKÝCH
A BIOTECHNOLOGICKÝCH
PROCESŮ
DÍL I.
PROVOZNÍ MĚŘENÍ**

Karel Kadlec
Miloš Kmínek
Pavel Kadlec
a kolektiv



KEY Publishing s.r.o.
Ostrava

2017

Recenzent: Ing. Jan Michal, CSc.

KATALOGIZACE V KNIZE - NÁRODNÍ
KNIHOVNA ČR

Kadlec, Karel

Měření a řízení chemických, potravinářských
a biotechnologických procesů. Díl I., Provozní
měření / Karel Kadlec, Miloš Kmínek, Pavel
Kadlec a kolektiv. -- Vydání: první. -- Ostrava :
Key Publishing s.r.o., 2017. -- 584 stran
ISBN 978-80-7418-283-9(soubor). --ISBN 978-
80-7418-284-6

53.08 * 681.2 * 53.083-027.44 * 663/664 *
542.9 * 66.02 * 602 * (048.8:082)

- měření
- měřicí přístroje
- automatizované měřicí systémy
- potravinářská technologie
- chemické procesy
- biotechnologické procesy
- kolektivní monografie

681 - Přesná mechanika a přístroje [19]

© Tony Allman, Jan Bartáček, Tomáš Bartovský, René Bien, Vlastimil Braun,
Roman Brázda, Jiří Brejcha, Václav Březina, Zdeněk Bubník, Jana Coufalová,
Jaroslav Čadil, Petr Čadil, Zdena Čermáková, Václav Černý, Miroslava Čikošová,
Ladislav Čurda, Jan Dostál, Pavel Dostálek, Miroslav Dub, Jozef Dudáš,
Vladimír Filip, Radim Frömmer, Bertrand Gaillac, Simona Gillarová, Eva Gregorová,
Petr Grund, Jiří Hanika, Andrea Hinková, Svatopluk Henke, Jiří Hloska, †Jiří Holas,
Petr Horák, Jan Hostaša, Vlastimil Hotař, František Hovorka, Johana Hrabalová,
Pavel Hrnčířik, Martin Hubička, Karel Kadlec, Pavel Kadlec, Jiří Karásek,
Stanislav Kasa, Jaromír Klaban, Miloš Kmínek, Jiří Kolena, Petr Komp,
Dušan Kopecký, Anna Korbářová, Aleš Kovařík, Jindřich Kubíček, Jaromír Kukal,
Ivo Kunc, Antonín Kuta, Antonín Lisý, Antonín Lízr, Petr Lněnička, Petr Machač,
Jiří Macháč, Jan Macháček, Jan Mareš, Daniel Maxa, Michal Mikulec, Jan Náhlík,
Iva Nachtigalová, Jan Nájemník, Aleš Nesrsta, Martin Niederle, František Novotný,
Radim Novotný, Wili Pabst, Josef Pašek, Leona Paulová, Petr Pipek, Jaroslav Pól,
Josef Příhoda, Aleš Rajchl, Claire Rue, Mojmír Rychtera, Karel Schmiedberger ml.,
Pavel Skřivan, David Slepíčka, Marcela Sluková, Jan Sova, Kurt Spirig,
Jan Svoboda, Evžen Šárka, Rudolf Ševčík, František Škvára, Jiří Štětina, Filip Teper,
Ivan Teper, Tereza Uhlířová, Vladimír Ulrich, Karel Voldřich, †Jaroslav Vovsík,
Jiří Wanner 2017

ISBN 978-80-7418-284-6

ISBN 978-80-7418-283-9 (soubor)

**MĚŘENÍ A ŘÍZENÍ
CHEMICKÝCH, POTRAVINÁŘSKÝCH
A BIOTECHNOLOGICKÝCH
PROCESŮ
DÍL II.
ŘÍZENÍ TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ**

Karel Kadlec
Miloš Kmínek
Pavel Kadlec
a kolektiv



KEY Publishing s.r.o.
Ostrava

2017

Recenzent: Ing. Jan Michal, CSc.

KATALOGIZACE V KNIZE - NÁRODNÍ KNIHOVNA ČR

Kadlec, Karel

Měření a řízení chemických, potravinářských
a biotechnologických procesů. Díl II.,
Řízení technologických procesů / Karel Kadlec,
Miloš Kmínek, Pavel Kadlec a kolektiv. -- Ostrava :
Key Publishing s.r.o., 2017. -- 616 stran
ISBN 978-80-7418-283-9 (soubor).
-- ISBN 978-80-7418-285-3 (brožováno)

658.562 * 004.384 * 663/664 * 602 * 66.02 * 519.673 *
519.86/.87 * 004.94 * (048.8:082)

- řízení technologických procesů
- potravinářská technologie
- biotechnologické procesy
- chemické procesy
- matematické modelování
- modelování a simulace
- kolektivní monografie

658 - Řízení a správa podniku [4]

© Tony Allman, Jan Bartáček, Tomáš Bartovský, René Bien, Vlastimil Braun,
Roman Brázda, Jiří Brejcha, Václav Březina, Zdeněk Bubník, Jana Coufalová,
Jaroslav Čadil, Petr Čadil, Zdena Čermáková, Václav Černý, Miroslava Čikošová,
Ladislav Čurda, Jan Dostál, Pavel Dostálek, Miroslav Dub, Jozef Dudáš,
Vladimír Filip, Radim Frömmer, Bertrand Gaillac, Simona Gillarová, Eva Gregorová,
Petr Grund, Jiří Hanika, Andrea Hinková, Svatopluk Henke, Jiří Hloska, †Jiří Holas,
Petr Horák, Jan Hostaša, Vlastimil Hotař, František Hovorka, Johana Hrabalová,
Pavel Hrnčířik, Martin Hubička, Karel Kadlec, Pavel Kadlec, Jiří Karásek,
Stanislav Kasa, Jaromír Klaban, Miloš Kmínek, Jiří Kolena, Petr Komp,
Dušan Kopecký, Anna Korbářová, Aleš Kovařík, Jindřich Kubíček, Jaromír Kukal,
Ivo Kunc, Antonín Kuta, Antonín Lisý, Antonín Lízr, Petr Lněnička, Petr Machač,
Jiří Macháč, Jan Macháček, Jan Mareš, Daniel Maxa, Michal Mikulec, Jan Náhlík,
Iva Nachtigalová, Jan Nájemník, Aleš Nesrsta, Martin Niederle, František Novotný,
Radim Novotný, Wili Pabst, Josef Pašek, Leona Paulová, Petr Pipek, Jaroslav Pól,
Josef Příhoda, Aleš Rajchl, Claire Rue, Mojmír Rychtera, Karel Schmiedberger ml.,
Marcela Sluková, Pavel Skřivan, David Slepíčka, Jan Sova, Jan Svoboda,
Kurt Spirig, Evžen Šárka, Rudolf Ševčík, František Škvára, Jiří Štětina,
Filip Teper, Ivan Teper, Tereza Uhlířová, Vladimír Ulrich, Karel Voldřich,
†Jaroslav Vovsík, Jiří Wanner 2017

ISBN 978-80-7418-285-3

ISBN 978-80-7418-283-9 (soubor)

ISBN 978-80-7418-284-6 (Díl I.)

OBSAH

Summary Part I Předmluva k Dílu I.

Díl I. Provozní měření

Část I Úvod měření a řízení procesů

1 Úvod do problematiky měření a řízení (*Karel Kadlec, Jiří Macháč*)

- 1.1 Měření a řízení – základní pojmy a označování
 - 1.1.1 Úkoly měření a řízení
 - 1.1.2 Základní pojmy z měření a regulace
 - 1.1.3 Zásady kreslení blokových schémat
 - 1.1.4 Označování měřicích a řídicích obvodů v technologických schématech
- 1.2 Provozní měřicí přístroje a jejich vlastnosti
 - 1.2.1 Provozní měřicí přístroje
 - 1.2.2 Rozdělení senzorů
 - 1.2.3 Snímače a převodníky
 - 1.2.4 Dataloggery měřených veličin
 - 1.2.5 Inteligentní snímače a převodníky
 - 1.2.6 Bezdrátové snímače
 - 1.2.7 Přístroje do prostředí s nebezpečím výbuchu
 - 1.2.8 Virtuální instrumentace
 - 1.2.9 Charakteristické vlastnosti měřicích přístrojů
- 1.3 Nejistoty měření
 - 1.3.1 Základní principy a zásady
 - 1.3.2 Stanovení standardních nejistot
 - 1.3.2.1 Stanovení standardních nejistot při přímém měření
 - 1.3.2.2 Stanovení standardních nejistot při nepřímém měření jedné veličiny
 - 1.3.2.3 Stanovení rozšířených nejistot
 - 1.3.2.4 Všeobecné zásady pro vyjadřování nejistot
 - 1.3.2.5 Doprovodné informace k údajům o nejistotách
- 1.4 Kontrola správnosti měření a kalibrace snímačů

2 Měření a sběr dat pomocí počítače (*Dušan Kopecký, Karel Kadlec*)

- 2.1 Internet věcí a Průmysl 4.0
- 2.2 Počítače pro informační a průmyslové sítě
- 2.3 Komunikace v informačních i průmyslových sítích
 - 2.3.1 Referenční model ISO/OSI
 - 2.3.2 Základní charakteristiky sběrnice
 - 2.3.2.1 Definice sběrnice a základní pojmy
 - 2.3.2.2 Topologie sběrnice
 - 2.3.2.3 Rychlost přenosu dat
 - 2.3.2.4 Kódování přenosu dat
 - 2.3.3 Sběrnice osobního počítače
 - 2.3.3.1 Standard RS-232C (sériový port)
 - 2.3.3.2 Sběrnice Universal Serial Bus (USB)
 - 2.3.3.3 Sběrnice Peripheral Component Interconnect (PCI)
 - 2.3.3.4 Sběrnice Peripheral Component Interconnect Express (PCIExpress)
 - 2.3.3.5 Sběrnice Ethernet
 - 2.3.3.6 Bezdrátový standard IEEE 802.11 (Wi-Fi)
 - 2.3.3.7 Bezdrátová sběrnice Bluetooth
 - 2.3.4 Sběrnice pro průmyslovou automatizaci

- 2.3.4.1 Sběrnice RS-422, RS-423 a RS-485
- 2.3.4.2 Sběrnice Controller Area Network (CAN)
- 2.3.4.3 Sběrnice DeviceNET
- 2.3.4.4 Sběrnice General Purpose Interface Bus (GPIB)
- 2.3.4.5 Sběrnice Meter-Bus (M-Bus)
- 2.3.4.6 Sběrnice Process Field Bus (Profibus)
- 2.3.4.7 Bezdrátová sběrnice Wireless Meter-Bus (Wireless M-Bus)
- 2.3.4.8 Bezdrátový standard IEEE 802.15.4 a ZigBee
- 2.3.5 Průmyslový Ethernet
- 2.3.6 Proudová smyčka
- 2.3.7 Komunikační protokol HART
- 2.3.8 Komunikační standard IO-Link
- 2.3.9 JUMO digiLine
- 2.3.10 Převodníky mezi sběrnicemi
- 2.4 Multifunkční systémy pro sběr dat
- 2.4.1 Multifunkční karty
- 2.4.2 Modulární systémy pro sběr dat
- 2.5 Software pro sběr a zpracování dat
- 2.5.1 Operační systémy
- 2.5.2 Ovladače a software
- 2.5.3 Vývojová prostředí
- 2.6 Závěr

Část II Měření technologických veličin

3 Měření teploty (Karel Kadlec)

- 3.1 Dotykové snímače teploty
 - 3.1.1 Teploměry dilatační
 - 3.1.2 Termoelektrické teploměry
 - 3.1.2.1 Měřicí obvody termoelektrických snímačů
 - 3.1.3 Odporové snímače teploty
 - 3.1.3.1 Kovové odporové teploměry
 - 3.1.3.2 Polovodičové odporové teploměry
 - 3.1.3.3 Měřicí obvody pro vyhodnocování signálu odporových teploměrů
 - 3.1.4 Zpracování signálů elektrických teploměrů
 - 3.1.5 Zabudování dotykových teploměrů
 - 3.1.6 Kalibrace dotykových snímačů teploty
- 3.2 Speciální teploměry
- 3.3 Bezdotykové snímače teploty
 - 3.3.1 Teoretické základy bezdotykového měření teploty
 - 3.3.2 Uspořádání IČ teploměru a termokamery
 - 3.3.2.1 Bezdotykové teploměry
 - 3.3.2.2 Optický systém bezdotykového teploměru
 - 3.3.2.3 Vlivy působící při měření bezdotykovými teploměry
 - 3.3.3 Termokamery a termografie
 - 3.3.3.1 Termokamera
 - 3.3.3.2 Termografické měření
 - 3.3.3.3 Termogram a jeho vyhodnocení
 - 3.3.4 Kalibrační kontrola bezdotykových teploměrů
 - 3.3.5 Aplikační možnosti IČ teploměrů a termokamer

4 Měření tlaku (Karel Kadlec)

- 4.1 Hydrostatické tlakoměry
- 4.2 Tlakoměry se silovým účinkem

- 4.3 Deformační tlakoměry
- 4.4 Snímače tlaku s elektrickým výstupem
 - 4.4.1 Převod signálu deformačního prvku na elektrický signál
 - 4.4.2 Tlakoměry s potenciometrickým a indukčnostním senzorem polohy
 - 4.4.3 Kapacitní snímače tlaku
 - 4.4.3.1 Princip kapacitního čidla
 - 4.4.3.2 Keramická membrána
 - 4.4.3.3 Provozní snímače s kapacitním čidlem
 - 4.4.4 Snímače tlaku s odporovými tenzometry
 - 4.4.4.1 Princip odporového tenzometru
 - 4.4.4.2 Měřicí členy s polovodičovými tenzometry
 - 4.4.4.3 Provozní snímače s piezorezistory
 - 4.4.5 Piezoelektrické snímače tlaku
 - 4.4.5.1 Piezoelektrický jev
 - 4.4.5.2 Konstrukce piezoelektrického snímače tlaku
 - 4.4.6 Rezonanční snímače tlaku
 - 4.4.6.1 Princip rezonančních snímačů
 - 4.4.6.2 Mikromechanický rezonanční senzor
 - 4.4.7 Inteligentní snímače tlaku
 - 4.4.8 Elektrické tlakoměry pro extrémní tlaky
- 4.5 Zabudování provozních tlakoměrů
- 4.6 Kalibrace provozních snímačů tlaku
- 4.7 Výběr vhodného typu snímače tlaku

5 Měření hladiny (Karel Kadlec)

- 5.1 Mechanické hladinoměry
 - 5.1.1 Jednoduchá mechanická měřidla
 - 5.1.2 Hladinoměry založené na měření hmotnosti
 - 5.1.3 Plovákové hladinoměry
 - 5.1.3.1 Plovákové spínače
 - 5.1.3.2 Plováky s vodící tyčí
 - 5.1.3.3 Překlápěcí plovákové spínače
 - 5.1.3.4 Plovákové hladinoměry s magnetostrikčním senzorem
 - 5.1.3.5 Obtokový plovákový hladinoměr
 - 5.1.3.6 Uplatnění plovákových hladinoměrů a spínačů
 - 5.1.4 Hladinoměry vztlakové
 - 5.1.5 Elektromechanické hladinoměry
 - 5.1.6 Vibrační spínače hladiny
 - 5.1.6.1 Princip a konstrukce vibračního spínače hladiny
 - 5.1.6.2 Uplatnění vibračních spínačů hladiny
 - 5.1.6.3 Instalace a montáž vibračních spínačů hladiny
 - 5.1.7 Lopátkové spínače hladiny
- 5.2 Hydrostatické hladinoměry
 - 5.2.1 Připojení snímačů hydrostatického tlaku
 - 5.2.1.1 Měření v otevřené nádobě
 - 5.2.1.2 Měření v uzavřené nádobě
 - 5.2.1.3 Měření s membránovými oddělovači
 - 5.2.1.4 Měření s ponornou sondou
 - 5.2.1.5 Měření s probubláváním
 - 5.2.2 Vlastnosti a využití hydrostatických hladinoměrů
- 5.3 Elektrické hladinoměry
 - 5.3.1 Vodivostní hladinoměry a spínače
 - 5.3.2 Kapacitní hladinoměry a spínače hladiny
 - 5.3.2.1 Princip funkce kapacitního snímače hladiny
 - 5.3.2.2 Vlastnosti měřeného média

- 5.3.2.3 Elektrody kapacitních snímačů
- 5.3.2.4 Umístění elektrod v technologických aparátech
- 5.3.2.5 Vyhodnocovací obvody
- 5.3.2.6 Uplatnění kapacitních hladinoměřů a spínačů
- 5.4 Tepelné spínače hladiny
- 5.5 Optické hladinoměry
- 5.5.1 Transmisní snímače
- 5.5.2 Reflexní snímače
- 5.5.3 Refrakční snímače
- 5.6 Ultrazvukové hladinoměry
- 5.6.1 Vlastnosti ultrazvuku
- 5.6.2 Principy ultrazvukových hladinoměřů
- 5.6.2.1 Spojité měření výšky hladiny
- 5.6.2.2 Ultrazvukové spínače hladiny
- 5.6.3 Montáž ultrazvukových hladinoměřů
- 5.6.4 Použití ultrazvukových hladinoměřů
- 5.6.5 3D skener sypkých látek
- 5.7 Radarové hladinoměry
- 5.7.1 Permittivita a šíření mikrovln
- 5.7.2 Bezkontaktní radarové hladinoměry
- 5.7.2.1 Pulzní radarový hladinoměr
- 5.7.2.2 Radar s rozmítaným spojitým signálem
- 5.7.2.3 Antény radarových hladinoměřů
- 5.7.2.4 Instalace radarových hladinoměřů
- 5.7.3 Kontaktní radarové hladinoměry
- 5.7.4 Použití radarových hladinoměřů
- 5.8 Radioizotopové hladinoměry
- 5.8.1 Radioaktivní zářiče a detektory záření
- 5.8.2 Použití radioizotopových hladinoměřů
- 5.9 Výběr snímače hladiny

6 Měření průtoku a proteklého množství (Karel Kadlec)

- 6.1 Pojmy a definice z oblasti měření průtoku
- 6.2 Klasifikace snímačů průtoku a proteklého množství
- 6.3 Objemová měřidla
- 6.4 Rychlostní měřidla
- 6.4.1 Průtokoměry s měřením rozdílu tlaků
- 6.4.1.1 Rychlostní sondy
- 6.4.1.2 Průřezová měřidla
- 6.4.1.3 Laminární (kapilární) průtokoměry
- 6.4.2 Plováčkové průtokoměry - průtokoměry s proměnlivým průřezem
- 6.4.2.1 Princip funkce
- 6.4.2.2 Závislost údaje na hustotě a viskozitě
- 6.4.2.3 Konstrukční provedení
- 6.4.2.4 Instalace plováčkových průtokoměřů
- 6.4.2.5 Vlastnosti plováčkových průtokoměřů
- 6.4.2.6 Použití plováčkových průtokoměřů
- 6.4.3 Náporová měřidla – pružinové a terčíkové průtokoměry
- 6.4.4 Průtokoměry turbínové a lopátkové
- 6.4.5 Indukční průtokoměry
- 6.4.5.1 Princip indukčního průtokoměru
- 6.4.5.2 Konstrukce indukčního průtokoměru
- 6.4.5.3 Vliv měřeného média na výsledky měření
- 6.4.5.4 Vlastnosti indukčního průtokoměru
- 6.4.5.5 Použití indukčního průtokoměru

- 6.4.6 Ultrazvukové průtokoměry
 - 6.4.6.1 Rozdělení ultrazvukových průtokoměrů
 - 6.4.6.2 Průtokoměry s vyhodnocením doby průchodu signálu
 - 6.4.6.3 Průtokoměry využívající Dopplerův jev
 - 6.4.6.4 Průtokoměry se zásuvnými a příložnými snímači
 - 6.4.6.5 Několikanálové ultrazvukové průtokoměry
 - 6.4.6.6 Vlastnosti ultrazvukových průtokoměrů
 - 6.4.6.7 Použití ultrazvukových průtokoměrů
- 6.4.7 Vírové průtokoměry
 - 6.4.7.1 Princip vírového průtokoměru
 - 6.4.7.2 Uspořádání vírového průtokoměru
 - 6.4.7.3 Vlastnosti vírového průtokoměru
 - 6.4.7.4 Použití vírových průtokoměrů
- 6.5 Měření průtoku v otevřených kanálech
 - 6.5.1 Měřicí přepady
 - 6.5.2 Měřicí žlaby
 - 6.5.3 Alternativní snímače pro měření průtoku v otevřených kanálech
- 6.6 Hmotnostní průtokoměry
 - 6.6.1 Metody měření hmotnostního průtoku
 - 6.6.2 Coriolisovy průtokoměry
 - 6.6.2.1 Princip Coriolisova průtokoměru
 - 6.6.2.2 Měřicí trubice
 - 6.6.2.3 Elektronické řídicí a vyhodnocovací obvody
 - 6.6.2.4 Vlastnosti a použití Coriolisových průtokoměrů
 - 6.6.3 Tepelné průtokoměry
 - 6.6.3.1 Hmotnostní termoanemometr
 - 6.6.3.2 Kalorimetrický hmotnostní průtokoměr
- 6.7 Kalibrace průtokoměrů
- 6.8 Výběr vhodného typu snímače průtoku

7 Měření množství tepla (Karel Kadlec)

- 7.1 Princip měřičů přeneseného tepla
- 7.2 Měření tepla přenášeného kapalným médiem
- 7.3 Měření tepla přenášeného vodní párou
- 7.4 Použití měřičů tepla

8 Měření hmotnosti – průmyslová vážicí technika (Michal Mikulec Karel Kadlec)

- 8.1 Přesnost vážení
- 8.2 Snímače zatížení
- 8.3 Diskontinuální váhy
 - 8.3.1 Plošinové váhy
 - 8.3.2 Zásobníkové váhy
 - 8.3.3 Váhy ve válečkových tratích
 - 8.3.4 Váhy pro silniční a kolejová vozidla
 - 8.3.4.1 Váhy pro silniční vozidla
 - 8.3.4.2 Váhy pro kolejová vozidla
 - 8.3.4.3 Elektronické vyhodnocovací jednotky vah
 - 8.3.4.4 Software pro silniční a kolejové váhy
- 8.4 Kontinuální váhy
 - 8.4.1 Pásové váhy
 - 8.4.2 Průtokoměry sypkých hmot se skluzovou nebo odraznou deskou
 - 8.4.3 Průtokoměry sypkých hmot na Coriolisově principu
 - 8.4.4 Vyhodnocovací jednotky pro kontinuální váhy
- 8.5 Kontinuální dávkování

- 8.5.1 Dávkovací pásové váhy
- 8.5.2 Diferenční dávkovací váhy
- 8.5.3 Vyhodnocovací a řídicí systémy pro dávkovací váhy

9 Měření vlhkosti (*Dušan Kopecký, Karel Kadlec*)

- 9.1 Vyjadřování vlhkosti
- 9.2 Měření vlhkosti v plynech
 - 9.2.1 Psychrometrické vlhkoměry
 - 9.2.2 Sorpční vlhkoměry
 - 9.2.2.1 Dilatační vlhkoměry
 - 9.2.2.2 Odporové vlhkoměry
 - 9.2.2.3 Kapacitní vlhkoměry
 - 9.2.2.4 Rezonanční vlhkoměry
 - 9.2.3 Vlhkoměry kondenzační
 - 9.2.4 Coulometrický vlhkoměr
 - 9.2.5 IČ vlhkoměry a mikrovlnné vlhkoměry
- 9.3 Měření vlhkosti v pevných látkách
 - 9.3.1 Chemické metody
 - 9.3.2 Gravimetrické metody
 - 9.3.3 Metody založené na měření elektrických veličin
 - 9.3.3.1 Odporové metody
 - 9.3.3.2 Kapacitní metody
 - 9.3.4 Spektrometrické metody
 - 9.3.4.1 Infračervená absorpce a reflexe
 - 9.3.4.2 Snímače vlhkosti na bázi mikrovlnné spektroskopie
 - 9.3.5 Nukleární magnetická rezonance
 - 9.3.6 Neutronová moderační metoda
 - 9.3.7 Metoda časové reflektometrie
- 9.4 Použití vlhkoměrů

10 Měření složení (*Tomáš Bartovský, Karel Kadlec, Pavel Kadlec*)

- 10.1 Obecně o analyzátoch složení
 - 10.1.1 Funkční principy samočinných analyzátorů
 - 10.1.2 Charakteristické vlastnosti analyzátorů složení
- 10.2 Měření složení kapalných směsí
 - 10.2.1 Snímače hustoty kapalin
 - 10.2.1.1 Hydrostatické hustoměry
 - 10.2.1.2 Ultrazvukové hustoměry
 - 10.2.1.3 Vibrační hustoměry
 - 10.2.1.4 Kombinované snímače hustoty a rychlosti zvuku
 - 10.2.1.5 Radiační hustoměry
 - 10.2.1.6 Mikrovlnné hustoměry
 - 10.2.1.7 Další principy využívané k měření hustoty
 - 10.2.1.8 Možnosti využití snímačů hustoty
 - 10.2.2 Optické snímače
 - 10.2.2.1 Refraktometrické snímače
 - 10.2.2.2 Snímače zákalu – turbidimetry a nefelometry
 - 10.2.2.3 Polarimetry
 - 10.2.2.4 Optický senzor rozpuštěného kyslíku
 - 10.2.3 Infračervené analyzátory pro kapaliny
 - 10.2.3.1 Infračervené spektrometry s Fourierovou transformací
 - 10.2.3.2 Infračervené analyzátory s odrazem záření
 - 10.2.4 Snímače viskozity
 - 10.2.4.1 Vnitřní tření tekutin - viskozita

- 10.2.4.2 Viskozimetry
- 10.2.5 Snímače elektrolytické vodivosti kapalin
 - 10.2.5.1 Teoretický základ
 - 10.2.5.2 Konstanta měřicí cely snímače
 - 10.2.5.3 Měřicí metody a konstrukce snímačů
 - 10.2.5.4 Možnosti aplikace vodivostních snímačů
- 10.2.6 Elektrochemické snímače
 - 10.2.6.1 Ampérometrické snímače
 - 10.2.6.2 Potenciometrické snímače
 - 10.2.6.3 Polovodičové senzory pH
 - 10.2.6.4 Snímače oxidačně-redukčního potenciálu (ORP)
- 10.3 Měření složení plyných směsí
 - 10.3.1 Tepelně-vodivostní analyzátory
 - 10.3.1.1 Tepelná vodivost
 - 10.3.1.2 Tepelná vodivost směsi plynů
 - 10.3.1.3 Měřicí metoda
 - 10.3.1.4 Elektrické zapojení a vliv napájecího proudu
 - 10.3.1.5 Výměna vzorku
 - 10.3.1.6 Příklady tepelně vodivostních analyzátorů
 - 10.3.2 Analyzátory s katalytickými senzory
 - 10.3.2.1 Princip funkce
 - 10.3.2.2 Pelistorové senzory
 - 10.3.2.3 Příklady analyzátorů s pelistorovými senzory
 - 10.3.2.4 Použití analyzátorů s pelistorovými senzory
 - 10.3.3 Analyzátory s polovodičovými senzory
 - 10.3.3.1 Princip polovodičových sensorů
 - 10.3.3.2 Uspořádání senzoru
 - 10.3.3.3 Použití polovodičových sensorů
 - 10.3.4 Fotometrické analyzátory
 - 10.3.4.1 Principy fotometrických analyzátorů
 - 10.3.4.2 Analyzátory s absorpcí v UV oblasti
 - 10.3.4.3 Infračervené analyzátory
 - 10.3.4.4 Fluorescenční analyzátory
 - 10.3.4.5 Chemiluminiscenční analyzátory
 - 10.3.5 Magnetické analyzátory
 - 10.3.5.1 Magnetické vlastnosti látek
 - 10.3.5.2 Měřicí metody
 - 10.3.5.3 Možnosti použití magnetických analyzátorů
 - 10.3.6 Analyzátory s fotoionizačním detektorem (PID)
 - 10.3.7 Elektrochemické senzory plynů
 - 10.3.7.1 Ampérometrické senzory
 - 10.3.7.2 Potenciometrické senzory
 - 10.3.8 Provozní plynové chromatografy
 - 10.3.8.1 Princip měření a základní součásti chromatografu
 - 10.3.8.2 Chromatografická kolona
 - 10.3.8.3 Detektory
 - 10.3.8.4 Dávkování vzorku
 - 10.3.8.5 Termostat
 - 10.3.8.6 Nosný plyn
 - 10.3.8.7 Vyhodnocení analýzy
 - 10.3.8.8 Příklady provozních chromatografů
 - 10.4 Odběr a úprava vzorku pro samočinné analyzátory
 - 10.4.1 Odběr a úprava vzorků plynu
 - 10.4.1.1 Odběr vzorku plynu
 - 10.4.1.2 Doprava vzorku plynu

- 10.4.1.3 Odstranění mechanických nečistot z plynu
- 10.4.1.4 Úprava vzorku plynu
- 10.4.1.5 Likvidace plyných vzorků
- 10.4.2 Odběr a úprava vzorků kapalin
- 10.4.2.1 Odběr vzorku kapaliny
- 10.4.2.2 Doprava vzorku kapaliny
- 10.4.2.3 Odstranění mechanických nečistot z kapaliny
- 10.4.2.4 Odstranění plynů z kapaliny
- 10.4.2.5 Úprava tlaku a teploty
- 10.4.2.6 Likvidace kapalných vzorků
- 10.5 Měření pevných částic v plynu
- 10.5.1 Gravimetrické metody a měření absorpce β -záření
- 10.5.2 Optické metody
- 10.5.3 Odběr vzorku
- 10.6 Měření barvy
- 10.6.1 Základy teorie barev
- 10.6.2 Základní veličiny a vztahy používané ve spektrofotometrii
- 10.6.3 Detekce barev a LED analyzátoři
- 10.6.3.1 Systém *colorCONTROL ACS7000* pro inline měření barev
- 10.6.3.2 Univerzální snímače barev s optickým vláknem
- 10.6.3.3 Snímače barev s pevnými objektivy pro speciální povrchy
- 10.6.4 Měření barvy vody absorpčním fotometrem *SIGRIST ColorPlus*
- 10.6.5 Rychlá kontrola kvality barvy potravin
- 10.6.6 Aplikace měření barvy v reálném čase v potravinářství
- 10.6.7 Měření barvy cukru v reálném čase
- 11 Měření velikosti částic, pórů a pórovitosti materiálu** (*Jiří Štětina, Evžen Šárka, Tereza Uhlířová, Eva Gregorová, Willi Pabst, Zdeněk Bubník*)
 - 11.1 Měření velikosti částic
 - 11.1.1 Měření distribuce velikosti částic metodou laserové difrakce
 - 11.2 Měření pórovitosti a velikosti pórů materiálů
 - 11.3 Obrazová analýza
 - 11.3.1 Princip obrazové analýzy
 - 11.3.2 Využití obrazové analýzy k vyhodnocení velikosti částic
 - 11.3.3 Využití obrazové analýzy k vyhodnocení pórovitosti a velikosti pórů materiálů

Díl II. Řízení technologických procesů

Část III. Řízení procesů

- 12 Stručné opakování vybraných pojmů** (*Miloš Kmínek*)
 - 12.1 Systém a jeho popis
 - 12.2 Veličiny
 - 12.3 Základní vztahy
 - 12.3.1 Transport tepla a hmoty
 - 12.3.2 Kinetika chemických reakcí
 - 12.3.3 Tepelné zabarvení reakcí
 - 12.3.4 Kinetika biotechnologických reakcí
 - 12.3.5 Fyzikálně chemické vlastnosti vody
- 13 Matematické modely** (*Miloš Kmínek*)
 - 13.1 Induktivní matematické modely obecně
 - 13.2 Deduktivní matematické modely obecně

- 13.3 Vytváření deduktivních modelů na základě bilancí
- 13.3.1 Příklad 1 – matematický model ohřívače
- 13.3.2 Příklad 2 – matematický model fermentace

14 Simulace řešení rovnic matematických modelů (Miloš Kmínek)

- 14.1 Princip krokových metod řešení obyčejných diferenciálních rovnic
- 14.2 Řešení ukázkových úloh
- 14.2.1 Příklad 1 – simulace ohřívače
- 14.2.2 Příklad 2 – simulace fermentace

15 Základy řízení výrobních procesů (Miloš Kmínek)

- 15.1 Základní pojmy
- 15.2 Regulovaná soustava
- 15.2.1 Co potřebujeme vědět o regulované soustavě
- 15.2.2 Klasifikace regulovaných soustav podle dynamického chování
- 15.2.3 Statická charakteristika soustavy
- 15.2.4 Stabilita soustavy
- 15.3 Měřicí člen
- 15.4 Akční člen
- 15.4.1 Obecné vlastnosti akčního členu
- 15.4.2 Regulační ventil a regulační klapka
- 15.4.3 Čerpadla jako regulační orgány
- 15.5 Spojitá regulace
- 15.5.1 Struktura a funkce spojitého regulátoru
- 15.5.2 Regulační pochod, kvalita regulace
- 15.5.3 Volba typu regulátoru
- 15.5.4 Praktické metody nastavování parametrů regulátoru
- 15.5.4.1 Metody nastavení regulátoru pro statickou soustavu
- 15.5.4.2 Metody nastavení regulátoru pro astatickou soustavu
- 15.5.4.3 Regulátory se dvěma stupni volnosti
- 15.5.4.4 Zásady pro intuitivní doladování parametrů regulátoru
- 15.5.5 Rozvětvené regulační obvody
- 15.5.6 Vícerozměrová regulace
- 15.5.7 Příklad 3 – simulace jednoduchého regulačního obvodu
- 15.6 Dvupolohová a třípolohová regulace
- 15.7 Číslicová regulace
- 15.7.1 Číslicové zpracování signálů
- 15.7.2 Číslicové regulátory
- 15.7.3 Adaptivní regulace
- 15.7.4 Automatické nastavování PID regulátorů (*auto-tuning*)
- 15.7.5 Regulace nelineárních soustav
- 15.7.6 Kompaktní regulátory

16 Logické řízení (Iva Nachtigalová, Miloš Kmínek)

- 16.1 Matematický základ logického řízení
- 16.1.1 Základní logické funkce
- 16.1.2 Způsoby zápisu logických funkcí
- 16.1.3 Převod zápisu logických funkcí na algebraický výraz
- 16.1.4 Minimalizace logických funkcí
- 16.2 Typy logického řízení
- 16.2.1 Kombinační logické obvody
- 16.2.1.1 Postup návrhu
- 16.2.1.2 Příklad 4 – kombinační logický obvod
- 16.2.2 Sekvenční logické obvody

- 16.2.2.1 Bistabilní klopné obvody
- 16.2.2.2 Sekvenční funkční diagramy (SFC)
- 16.2.2.3 Postup návrhu
- 16.2.2.4 Příklad 5 – návrh sekvenčního logického obvodu
- 16.3 Realizace logického řízení
- 16.3.1 Programovatelné logické automaty (PLC)
- 16.3.1.1 Vnitřní struktura a tradiční konstrukční provedení
- 16.3.1.2 Netradiční provedení
- 16.3.1.3 Pracovní režimy a vykonávání uživatelského programu
- 16.3.1.4 Výkonnost
- 16.3.1.5 Programování
- 16.3.1.6 Příklad 6 – vytvoření uživatelského programu PLC

17 Řízení vsádkových procesů v průmyslové praxi (Vlastimil Braun)

- 17.1 Úvod do vsádkových výrob
- 17.2 Standardy pro řízení vsádkových výrob
- 17.3 Řízení vsádkové výroby
- 17.3.1 Řízení výroby více produktů
- 17.3.2 Řízení výroby na více technologických linkách
- 17.3.3 Příklad batch systému pro řízení vsádkových výrob
- 17.4 IT funkce pro vsádkové výroby
- 17.4.1 Plánování, přidělování a řízení výroby
- 17.4.2 Řízení lidských zdrojů
- 17.4.3 Sběr, analýza a archivace dat z technologických procesů
- 17.4.4 Sběr a zpracování výrobních dat
- 17.4.5 Supervizní řízení výroby
- 17.4.6 Správa materiálů
- 17.4.7 Optimalizace procesu
- 17.4.8 Řízení jakosti
- 17.4.9 Záznamy o výrobě, protokoly a dokumentace
- 17.4.10 Statistiky výkonnosti zařízení
- 17.4.11 Podpora a řízení údržby

18 Počítačové řídicí a informační systémy (Miloš Kmínek a kol.)

- 18.1 Struktura moderních počítačových řídicích systémů
- 18.2 Funkce a přínosy počítačového řízení
- 18.3 Struktura a činnost řídicích počítačů
- 18.3.1 Struktura a činnost PAC
- 18.3.2 Struktura a činnost průmyslového PC
- 18.4 Komunikace s operátorem
- 18.4.1 Základní funkce komunikace s operátorem
- 18.4.2 Struktura komunikace s operátorem
- 18.4.3 Obsah komunikace s operátorem
- 18.4.4 Programování komunikace s operátorem
- 18.4.5 Zásady grafického návrhu obsahu oken
- 18.4.6 Situační povědomí
- 18.5 Bezpečnost počítačového řízení technologických procesů
- 18.5.1 Bezpečnost průběhu technologického procesu
- 18.5.2 Spolehlivost řídicího systému
- 18.5.3 Bezpečnost instalace řídicího systému
- 18.6 Návrh a realizace počítačového řídicího systému
- 18.7 Příklady procesních řídicích systémů a jejich architektura
- 18.7.1 Řídicí systém firmy Siemens
- 18.7.2 Řídicí systém firmy TECO

19 Moderní metody řízení (*Miloš Kmínek, Jaromír Kukal, Pavel Hrnčířík, Jan Mareš*)

- 19.1 Fuzzy množiny v řízení
 - 19.1.1 Základní pojmy a operace
 - 19.1.2 Fuzzifikace
 - 19.1.3 Fuzzy pravidla
 - 19.1.4 Defuzzifikace
 - 19.1.5 Využití fuzzy přístupu v řízení procesů
 - 19.1.6 Fuzzy regulace
 - 19.1.7 Příklad syntézy fuzzy regulátoru se dvěma vstupy
- 19.2 Umělé neuronové sítě (ANN)
 - 19.2.1 Pojem ANN
 - 19.2.2 Obecný třívrstvý model ANN
 - 19.2.3 Vícevrstvý perceptron
 - 19.2.4 Síť s radiální bází (RBF)
 - 19.2.5 ANN je univerzální aproximace
 - 19.2.6 Konkurenční modely se stejnou strukturou
 - 19.2.7 Metody určení ANN
 - 19.2.8 Využitelnost ANN k řízení procesů
- 19.3 Znalostní řízení
 - 19.3.1 Systémy přímého znalostního řízení
 - 19.3.2 Systémy dohlížecího znalostního řízení
 - 19.3.3 Znalostní řízení v laboratorním měřítku
 - 19.3.4 Znalostní řízení v průmyslové praxi
- 19.4 Prediktivní řízení
 - 19.4.1 Zobecněné prediktivní řízení (GPC)
 - 19.4.2 Účelová funkce
 - 19.4.3 Minimalizace účelové funkce
 - 19.4.4 Získání predikčního modelu metodou inverzní matice
 - 19.4.5 Algoritmus řízení

20 Počítačové simulace chemických, potravinářských a jiných výrobních provozů (*Jiří Hloska*)

- 20.1 Automatizace průmyslových provozů
 - 20.1.1 Diskrétní simulace
 - 20.1.2 Simulace potravinářských provozů pomocí SW Plant Simulation a knihovny Brewing Library
- 20.2 Simulační modely potravinářských provozů
- 20.3 Příklad - simulace provozu pivovaru
- 20.4 Budoucí vývoj
- 20.5 Závěr

ČÁST IV. Laboratorní a průmyslové aplikace měření a řízení procesů

21 Měření a řízení na modelových a laboratorních stanicích

21.1 Řízení školního pivovaru na VŠCHT Praha (*Miloš Kmínek, Iva Nachtigalová, Pavel Dostálek*)

- 21.1.1 Úvod
- 21.1.2 Technologie vaření piva obecně
 - 21.1.2.1 Vystírání a zapařování
 - 21.1.2.2 Rmutování
 - 21.1.2.3 Scezování a vyslazování
 - 21.1.2.4 Chmelovar

- 21.1.2.5 Chlazení
- 21.1.2.6 Kvašení a dokvašování
- 21.1.3 Technologie výroby piva v minipivovaru VŠCHT Praha
- 21.1.4 Řídicí systém
- 21.1.5 Algoritmy řízení
- 21.1.6 Vizualizace
- 21.1.7 Využití zařízení

- 21.2 Automatizace mikroskladovny VŠCHT Praha** (*Miloš Kmínek, Pavel Dostálek*)
 - 21.2.1 Úvod
 - 21.2.2 Technologie sladování
 - 21.2.2.1 Máčení
 - 21.2.2.2 Klíčení
 - 21.2.2.3 Hvozďení

- 21.3 Laboratorní filmová odparka** (*Miloš Kmínek*)
 - 21.3.1 Popis odpařovací stanice
 - 21.3.2 Řízení procesu
 - 21.3.3 Využití

- 21.4 Kontinuální chromatografická separace** (*Svatopluk Henke, Simona Gillarová*)
 - 21.4.1 Základní charakteristika stanice KCHS-SMB-8-ND
 - 21.4.2 Popis kontinuální chromatografické separace
 - 21.4.3 Řízení
 - 21.4.4 Aplikace

- 21.5 Membránová separace** (*Svatopluk Henke, Andrea Hinková, Simona Gillarová*)
 - 21.5.1 Popis membránové filtrace
 - 21.5.2 Řízení procesu
 - 21.5.3 Aplikace

- 21.6 Laboratoř řízení bioprocusů** (*Jan Náhlík, †Jaroslav Vovsík*)
 - 21.6.1 Biotechnologické procesy
 - 21.6.2 Řízení procesů
 - 21.6.3 Přístrojové vybavení laboratoře
 - 21.6.4 Řídicí systém
 - 21.6.5 Komunikace s operátorem
 - 21.6.6 Algoritmy řízení
 - 21.6.6.1 Softwarové senzory
 - 21.6.6.2 Klasifikace metabolických stavů
 - 21.6.6.3 Řízení
 - 21.6.7 Závěr

- 21.7 Design mechanicky míchaných bioreaktorů a využití jejich řídicího software při aerobních kultivacích mikrobiálních buněk** (*Leona Paulová, Karel Schmiedberger ml., Tony Allman, Mojmír Rychtera, Miloš Kmínek*)
 - 21.7.1 Úvod
 - 21.7.2 Popis konstrukce mechanicky míchaného bioreaktoru, řídicího systému a systému pro sběr dat pro aerobní mikrobiální procesy
 - 21.7.3 Příklad využití mechanicky míchaného bioreaktoru a jeho řídicích prvků k regulaci procesu produkce rekombinantních proteinů pomocí kvasinky *Pichia pastoris*
 - 21.7.4 Příklad řízené kultivace kultury kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*
 - 21.7.5 Závěr

- 21.8 Multifunkční systém pro výuku provozního měření a řízení** (*Karel Kadlec*)

- 21.8.1 Úvod
- 21.8.2 Technický popis systému
- 21.8.3 Počítačové řízení multifunkční stanice
- 21.8.4 Vlastnosti multifunkčního systému
- 21.8.5 Souhrn

- 21.9 Výukové stanice pro měření a regulaci technologických veličin (*Karel Kadlec*)**
 - 21.9.1 Úvod
 - 21.9.2 Popis výukových stanic
 - 21.9.2.1 Měření a regulace hladiny
 - 21.9.2.2 Měření a regulace průtoku
 - 21.9.2.3 Měření a regulace tlaku
 - 21.9.2.4 Měření a regulace teploty
 - 21.9.3 Ovládací software
 - 21.9.4 Laboratorní úlohy

- 21.10 Výukové stanice pro pokročilé řízení vícerozměrných systémů a mobilní výuková stanice pro měření a regulaci (*Iva Nachtigalová*)**
 - 21.10.1 Úvod
 - 21.10.2 Stanice pro pokročilé řízení vícerozměrných systémů
 - 21.10.2.1 Odplyňování kapalin (systém hladina – tlak)
 - 21.10.2.2 Kontinuální míchaný reaktor s nepřímým ohřevem (systém hladina – teplota)
 - 21.10.3 Mobilní stanice pro měření a regulaci hladiny

- 21.11 Kontinuální homogenizace, pasterace a sterilace (*Jiří Štětina*)**
 - 21.11.1 Základní popis technologie
 - 21.11.2 Popis zařízení a ovládání/řízení procesu pasterace
 - 21.11.3 Aplikace

- 21.12 Ukázky aplikací obrazové analýzy v potravinářství (*Anna Korbářová*)**
 - 21.12.1 Nalezení povrchových vad
 - 21.12.2 Rozpoznání, nalezení polohy a počítání
 - 21.12.3 Měření a kontrola tolerancí
 - 21.12.4 Identifikace barev a tvaru
 - 21.12.5 Čtení a verifikace textů a kódů
 - 21.12.6 Aplikace *LabView* se zpracováním obrazu

- 21.13 Charakterizace keramických materiálů obrazovou analýzou (*Tereza Uhlířová, Jan Hostaša, Eva Gregorová, Willi Pabst*)**
 - 21.13.1 Hutná a porézní keramika
 - 21.13.2 Mikroskopická obrazová analýza hutné YAG keramiky
 - 21.13.3 Mikroskopická obrazová analýza porézní korundové a mullitové keramiky pro vysokoteplotní tepelné izolace
 - 21.13.4 Shrnutí a závěr

- 21.14 Mikroskopická analýza cementářského slínku (*Jan Macháček, František Škvára*)**
 - 21.14.1 Výroba cementu
 - 21.14.2 Mikroskopie a obrazová analýza slínku

- 21.15 Kalibrace průtokoměrů s využitím mobilní kalibrační tratě (*Jaroslav Čadil*)**
 - 21.15.1 Metody kalibrace průtokoměrů
 - 21.15.1.1 Objemová metoda
 - 21.15.1.2 Gravimetrická metoda
 - 21.15.2 Co ovlivňuje výsledky kalibrace
 - 21.15.3 Nejistoty měření při kalibraci průtokoměrů

- 22 Aplikace měření a řízení v potravinářství a biotechnologiích**
- 22.1 Automaticky řízený obilný mlýn** (*Miloš Kmínek, Josef Příhoda, Pavel Skřivan, Karel Kadlec*)
 - 22.1.1 Základní zásady mlýnské technologie
 - 22.1.2 Výtěžnostní systém
 - 22.1.3 Principy řízení mlýna
 - 22.1.4 Čištění zrna přístrojem *Sortex*
- 22.2 Regulace a řízení provozu v průmyslové velkopekárně** (*Miloš Kmínek, Josef Příhoda*)
 - 22.2.1 Technologie výroby v průmyslové pekárně
 - 22.2.2 Řízení výrobní linky
- 22.3 Využití vakuového chlazení v procesu řízení výroby pekařských výrobků** (*Petr Čadil, Jiří Holas, Kurt Spirig, Miloš Kmínek*)
 - 22.3.1 Technologie pro zefektivnění periodické výroby pekařských výrobků
 - 22.3.2 Řízení vakuového chlazení
- 22.4 Řízení výroby hlubokozmrazených pekařských výrobků** (*Miloš Kmínek, Marcela Sluková*)
 - 22.4.1 Popis technologie výroby hlubokozmrazených pekařských výrobků
 - 22.4.1.1 Příprava těsta
 - 22.4.1.2 Pečení
 - 22.4.1.3 Šokové zmrazování tvarovaných výrobků
 - 22.4.2 Řízení výrobní linky
- 22.5 Automatizace scezování v pivovaru** (*Miloš Kmínek, Pavel Dostálek*)
 - 22.5.1 Úvod
 - 22.5.2 Technologie scezování sladiny a vyslazování mláta
 - 22.5.3 Řízení scezování a vyslazování
- 22.6 Řízení procesu uzení** (*Miloš Kmínek, Petr Pipek*)
 - 22.6.1 Způsoby uzení
 - 22.6.2 Konstrukce udíren
 - 22.6.3 Řízení procesu uzení
- 22.7 Řízení procesu zahušťování a sušení mléka** (*Miloš Kmínek, Ladislav Čurda*)
 - 22.7.1 Popis technologie
 - 22.7.2 Řízení procesu
 - 22.7.2.1 Řízení odparky
 - 22.7.2.2 Řízení sušárny
- 22.8 Komplexní automatizace rafinerie jedlých olejů** (*Ivo Kunc, Roman Brázda, Vladimír Filip, Miloš Kmínek*)
 - 22.8.1 Obecný popis technologie rafinace jedlých olejů
 - 22.8.1.1 Bělení pro fyzikální rafinaci
 - 22.8.1.2 Fyzikální rafinace (deodorace)
 - 22.8.1.3 Winterizace – devoskace oleje
 - 22.8.2 COMPAS architektura řídicího systému rafinerie Olomouc
 - 22.8.3 Popis řízení procesu bělení
- 22.9 Řízení hydrolýzy tuků** (*Miloš Kmínek, Vladimír Filip*)
 - 22.9.1 Popis technologie

- 22.9.2 Štěpení tuků
- 22.9.3 Řízení procesu
- 22.10 Řízení extraktoru – regulace systému s rozloženými parametry** (*Miloš Kmínek, Pavel Kadlec, Vladimír Ulrich*)
 - 22.10.1 Technologie těžení šťávy
 - 22.10.2 Řízení extraktoru
- 22.11 Řízení diskontinuálního zrnice při svařování cukrovin** (*Miloš Kmínek, Pavel Kadlec, Vladimír Ulrich*)
 - 22.11.1 Technologie svařování cukrovin
 - 22.11.2 Řízení svařování cukrovin
- 22.12 On-line sledování růstu krystalů a měření barvy cukru pomocí technik zpracování obrazu** (*Bertrand Gaillac, Claire Rua*)
 - 22.12.1 Úvod
 - 22.12.2 Růst krystalů cukru v zrnících
 - 22.12.3 Měření barvy cukru na výstupu z odstředivek
- 22.13 Skladování ovoce v řízené atmosféře** (*Miloš Kmínek, Rudolf Ševčík, Aleš Rajchl*)
 - 22.13.1 Posklizňové skladování ovoce
 - 22.13.2 Sklad jablek s řízenou atmosférou
- 22.14 Řízení fermentace v lihovaru Tereos TTD a.s. Dobruška** (*Miloš Kmínek, Mojmír Rychtera, Václav Černý*)
 - 22.14.1 Popis technologie fermentace
 - 22.14.2 Řízení procesu fermentace
- 22.15 Řízení provozních fermentací v závodu LONZA Biotec s.r.o.** (*Aleš Nesrsta, Vlastimil Braun, Mojmír Rychtera, Miroslava Čikošová, Zdena Čermáková*)
 - 22.15.1 Obecný úvod k fermentačnímu procesu v závodu LONZA Biotec s.r.o.
 - 22.15.2 Procesní řídicí systém biotechnologie a jeho architektura
 - 22.15.3 Příklad řízení vzorové jednotky – feed tank
 - 22.15.3.1 Příklady operací
 - 22.15.3.2 Implementace výrobních operací – fáze
 - 22.15.4 Souhrn
- 22.16 Řídicí systém DeltaV ve farmaceutické výrobě** (*Jan Dostál*)
 - 22.16.1 Distribuovaný řídicí systém Delta V
 - 22.16.1.1 Obecný popis a vývoj systému
 - 22.16.1.2 Oblasti použití
 - 22.16.1.3 Syncade – Inteligentní řízení provozů
 - 22.16.2 Řídicí systém Delta ve farmaceutické výrobě
 - 22.16.3 Moderní trendy v řízení – *Human Centered Design*
- 22.17 Řízení procesu biologického čištění městských odpadních vod v laboratorním a provozním měřítku** (*Jan Bartáček, Jiří Wanner*)
 - 22.17.1 Základní principy biologického čištění odpadních vod
 - 22.17.1.1 Hlavní formy znečištění v městských odpadních vodách
 - 22.17.1.2 Biologické čištění odpadních vod
 - 22.17.2 Matematické modelování biologického čištění odpadních vod
 - 22.17.2.1 Základní biokinetické modely aktivačního procesu ASM
 - 22.17.3 Základní principy řízení procesu
 - 22.17.3.1 Aerace čili dodávka vzduchu
 - 22.17.3.2 Stáří a koncentrace aktivovaného kalu

- 22.17.3.3 Interní recykl
- 22.17.3.4 Dávkování externího substrátu
- 22.17.4 Příklady řízení laboratorních modelů
- 22.17.4.1 Řízení procesu nitritace v SBR
- 22.17.4.2 Řízení anaerobního membránového reaktoru
- 22.17.5 Měření a řízení provozních aktivačních systémů
- 22.17.5.1 Měření základních provozních parametrů in situ
- 22.17.5.2 Řízení moderních aktivačních systémů

22.18 Využití on-line monitorování jakostních parametrů potravinářských surovin a potravin *(Ivan Teper, Filip Teper, René Bien)*

- 22.18.1 Úvod
- 22.18.2 Nejrozšířenější techniky
- 22.18.2.1 NIR technika
- 22.18.2.2 Mikrovlny
- 22.18.2.3 Refraktometrie a měření hustoty

22.19 Management řízení jakosti a zdravotní nezávadnosti při výrobě a distribuci potravin *(Rudolf Ševčík, Aleš Rajchl, Jana Coufalová, Pavel Kadlec)*

- 22.19.1 Systémy řízení jakosti a zdravotní nezávadnosti potravin
- 22.19.2 Digitální systémy pro management řízení
- 22.19.3 Požadavky na měřicí techniku používanou ke sledování jakosti a zdravotní nezávadnosti potravin
- 22.19.4 Měřicí technika od firmy Testo s.r.o.
- 22.19.4.1 Teploměry
- 22.19.4.2 pH metry
- 22.19.4.3 Tester fritovacího oleje
- 22.19.4.4 Záznamníky dat
- 22.19.4.5 Systém monitorování měřených dat/systém rádiových záznamníků dat

22.20 Využití dataloggerů pro validaci procesů a zařízení *(Jan Svoboda)*

- 22.20.1 Kabelová validační jednotka E-val Pro
- 22.20.2 Bezdrátové datalogery z řady TrackSense Pro

22.21 Nejmodernější českou pekárnu řídí Simatic S7-1500 *(Johana Hrabalová)*

- 22.21.1 Úvod
- 22.21.2 Výroba kváskového chleba a pečiva
- 22.21.3 Řízení průmyslové pekárny a skladového hospodářství
- 22.21.4 Řízení kvasné technologie
- 22.21.5 Řízení na úseku hnětení
- 22.21.6 Řízení na úseku tvarování těsta, pečení a expedice
- 22.21.7 Závěr

23 Aplikace měření a řízení v chemických a ostatních výroбах

23.1 Řízení rektifikačních zařízení *(Josef Pašek)*

- 23.1.1 Co je rektifikace a jaká zařízení se na rektifikaci používají
- 23.1.1.1 Co je rektifikace
- 23.1.1.2 Kdy se používají patrové kolony a kdy kolony s výplní
- 23.1.1.3 Účinnost rektifikace a teoretické patro
- 23.1.1.4 Navrhování rektifikačních kolon
- 23.1.2 Řízení rektifikačních kolon
- 23.1.2.1 Standardní vybavení kontinuální rektifikační kolony
- 23.1.2.2 Principy řízení kontinuální kolony
- 23.1.2.3 Řízení tlaku v kolonách

- 23.1.2.4 Rektifikace s parciální kondenzací par
- 23.1.2.5 Řízení kolony při velmi malém podílu destilačního zbytku
- 23.1.2.6 Řízení rektifikační kolony s nevýrazným teplotním profilem
- 23.1.2.7 Specifikace řízení kontinuální vakuové rektifikační kolony
- 23.1.2.8 Řízení vsádkové rektifikační kolony
- 23.1.2.9 Kontinuální rektifikace směsi na sérii rektifikačních kolon

- 23.2 **Odparka s mechanickou rekompresí par** (*Josef Pašek*)**
- 23.2.1 Úvod
- 23.2.2 Řízené odparky s rekompresí brýdové páry turbodmychadlem

- 23.3 **Laboratorní destilační kolona řízená počítačovým systémem** (*František Hovorka*)**
- 23.3.1 Popis rektifikační kolony
- 23.3.2 Řídicí systém rektifikační kolony
- 23.3.3 Chod kolony při nekonečném poměru zpětného toku

- 23.4 **Syntéza butylacetátu s použitím reaktivní destilace** (*Jiří Hanika, Jiří Kolena, Miloš Kmínek*)**
- 23.4.1 Princip reaktivní destilace
- 23.4.2 Popis technologie výroby butylacetátu
- 23.4.3 Řízení procesu

- 23.5 **Hydrogenace thymolu v průtočném reaktoru se zkrápěnou vrstvou katalyzátoru** (*Jiří Hanika, Jozef Dudáš, Miloš Kmínek*)**
- 23.5.1 Princip hydrogenace thymolu v reaktoru se zkrápěnou vrstvou katalyzátoru
- 23.5.2 Popis technologie hydrogenace thymolu
- 23.5.3 Řízení procesu

- 23.6 **Laboratorní jednotka pro katalytickou hydrogenaci středních ropných frakcí a alternativních surovin** (*Daniel Maxa*)**
- 23.6.1 Základní popis technologie hydrogenační rafinace
- 23.6.2 Základní strategie řízení procesu

- 23.7 **Řízení nástřiků oxidace propylenu při výrobě kyseliny akrylové** (*Jan Nájemník*)**
- 23.7.1 Popis technologie výroby kyseliny akrylové
- 23.7.2 Strategie řízení procesu
- 23.7.3 Popis řízení přípravy nástřiku do reaktorů

- 23.8 **Výroba ledku vápenatého** (*František Hovorka, Martin Hubička*)**
- 23.8.1 Úvod
- 23.8.2 Měření a regulace ve výrobě ledku vápenatého
- 23.8.2.1 Měření provozních parametrů
- 23.8.2.2 Řízení výroby ledku vápenatého
- 23.8.2.3 Řízení na úseku chlazení granulátu

- 23.9 **Výroba ionexového dianu (bisfenolu A)** (*Jiří Karásek, František Hovorka*)**
- 23.9.1 Úvod
- 23.9.2 Popis technologie
- 23.9.2.1 Syntéza
- 23.9.2.2 Rektifikace
- 23.9.2.3 Absolutizace
- 23.9.2.4 Granulace (šupinkování)
- 23.9.3 Řízení výroby

- 23.10 **Řízení potahovačky tablet ve farmacii** (*Aleš Kovařík, Jindřich Kubiček, Vlastimil Braun*)**

- 23.10.1 Technologie potahování tablet
- 23.10.1.1 Potahovací stroj (Coater)
- 23.10.1.2 Výroba potahovaných tablet
- 23.10.1.3 Procesy tvorby obalu tablet filmotvornými látkami
- 23.10.2 Procesní řídicí systém potahovacího stroje Coater
- 23.10.2.1 Elektrozařízení
- 23.10.2.2 Automatizace a řízení výroby
- 23.10.2.3 Projektování řídicího systému potahovacího stroje

- 23.11 Ukázka řízení procesu lyofilizace** (*Ladislav Čurda, Petr Grund*)
- 23.11.1 Princip lyofilizace
- 23.11.1.1 Jednotlivé fáze lyofilizačního procesu
- 23.11.1.2 Lyofilizační zařízení
- 23.11.1.3 Měření a čidla v procesu lyofilizace
- 23.11.2 Příklad řízení lyofilizace ve společnosti Ingredia s.r.o.
- 23.11.3 Aplikace lyofilizace, její výhody a nevýhody

- 23.12 Měření a řízení rozhraní voda – anilin hladinoměrem s vedenou vlnou** (*Petr Komp, Radim Frömmer*)
- 23.12.1 Princip měření
- 23.12.2 Typické aplikace
- 23.12.3 Speciální aplikace: měření rozhraní voda – anilin
- 23.12.4 Řízení polohy rozhraní voda – anilin

- 23.13 Využití termografie pro studium polí výkonových hustot v celoelektrických sklářských tavicích pecích** (*Stanislav Kasa, Antonín Lisý*)
- 23.13.1 Tavení skloviny v celoelektrických sklářských pecích
- 23.13.2 Zjištění výkonových hustot mezi elektrodami v tavicím bazénu pece
- 23.13.2.1 Matematický model rozložení výkonových hustot v tavicím bazénu
- 23.13.2.2 Fyzikální modely rozložení výkonových hustot v tavicím bazénu
- 23.13.2.3 Aplikace termografie ke zjištění rozložení teplot a určení výkonových hustot mezi elektrodami v modelu tavicího bazénu pece
- 23.13.3 Závěr

- 23.14 Výroba plochého skla technologií FLOAT** (*Vlastimil Hotař, František Novotný*)
- 23.14.1 Výroba plochého skla
- 23.14.2 Technologie FLOAT
- 23.14.3 Zpracování a zušlechťování plochého skla
- 23.14.4 Měření technologických parametrů
- 23.14.4.1 Měření teploty
- 23.14.4.2 Měření výšky hladiny
- 23.14.4.3 Měření tloušťky skla
- 23.14.4.4 Kontrola jakosti vyráběného skla
- 23.14.4.5 Další senzory
- 23.14.5 Řízení výrobního procesu

- 23.15 Výroba fólií z plastů vytlačováním šterbinovou hlavou** (*Antonín Kuta*)
- 23.15.1 Technologie vytlačování fólií z plastů
- 23.15.2 Bezkontaktní měření tloušťky fólie
- 23.15.3 Řízení procesu

- 23.16 Řízení procesu míchání směsi na výrobu pneumatik** (*Jiří Brejcha, Miloš Kmínek*)
- 23.16.1 Úvod – výroba pneumatik
- 23.16.2 Míchání směsí
- 23.16.3 Řízení procesu míchání směsí

- 23.16.3.1 Řízení navažování a dávkování surovin
- 23.16.3.2 Řízení provozních parametrů v hnětiči (při míchání)

- 23.17 Řídicí systémy pro plazmatické nástřiky (plazmatron) (Václav Březina, Miloš Kmínek)**
 - 23.17.1 Plazmový hořák – plazmatron
 - 23.17.1.1 Technologie hybridně stabilizovaného oblouku
 - 23.17.1.2 Základní součásti systému
 - 23.17.2 Řídicí jednotka
 - 23.17.3 Principy řízení
 - 23.17.3.1 Řízení vodního systému hořáku

- 23.18 Řízení předávací stanice tepla s využitím kogeneračních jednotek v lokální distribuční síti elektřiny a tepla (Petr Machač)**
 - 23.18.1 Kogenerační jednotky
 - 23.18.2 Popis technologie
 - 23.18.3 Řízení provozu předávací stanice
 - 23.18.3.1 Režim řízení: vyvedení
 - 23.18.3.2 Režim řízení: letní
 - 23.18.3.3 Režim řízení: zimní
 - 23.18.3.4 Režim řízení: vyvedení + letní
 - 23.18.3.5 Režim řízení: vyvedení + zimní

- 23.19 Přístrojová technika pro sledování energií (David Slepíčka, Karel Kadlec)**
 - 23.19.1 Měření v parních okruzích
 - 23.19.1.1 Kotelna
 - 23.19.1.2 Distribuční síť
 - 23.19.1.3 Koncový uživatel
 - 23.19.1.4 Vratné potrubí kondenzátu
 - 23.19.1.5 Palivo, vzduch a spaliny
 - 23.19.2 Měřicí systémy stlačeného vzduchu
 - 23.19.2.1 Efektivita kompresoru
 - 23.19.2.2 Vyvážení systému a úniky
 - 23.19.2.3 Příklad výpočtu návratnosti
 - 23.19.3 Přístrojová technika firmy Endress+Hauser

- 23.20 Aplikace hmotnostních průtokoměrů při dávkování plynů a kapalin (Martin Niederle, Karel Kadlec)**
 - 23.20.1 Přesné měření množství a dávkování plynů do chemických reaktorů
 - 23.20.2 Provdušňování zmrzliny za použití tepelného hmotnostního průtokoměru
 - 23.20.3 Dávkování plynů do bioreaktorů
 - 23.20.4 Dávkování přísad hmotnostním průtokoměrem

- 23.21 Termografická inspekce produktovodů s využitím bezpilotních letadel (dronů) (Jan Sova, Petr Lněnička, Anna Korbářová)**
 - 23.21.1 Úvod
 - 23.21.2 Terminologie
 - 23.21.3 Zvláštnosti užití termokamery s bezpilotním letadlem
 - 23.21.4 Aplicační využití letecké termografie
 - 23.21.5 Legislativa spojená s provozem bezpilotních letadel

- 23.22 Procesní systémy Anton Paar v chemickém, potravinářském a biochemickém průmyslu (Karel Voldřich, Jaroslav Pól, Karel Kadlec)**
 - 23.22.1 Hustota a koncentrace
 - 23.22.1.1 Senzor měření hustoty a rychlosti zvuku SPR_n
 - 23.22.1.2 Vibrační hustoměry

- 23.22.2 Měření viskozity
 - 23.22.2.1 Senzor na měření viskozity *L-Vis 510*
 - 23.22.2.2 *SVMTM 3001* Stabinger ViscometerTM
 - 23.22.3 Provozní polarimetr *Propol*
 - 23.22.4 Měření rozpuštěného CO₂ v nápojích senzorem *Carbo*
 - 23.22.5 Měření koncentrace kyslíku v nápojích senzorem *Oxy 510*
- 23.23 Pokročilé řídicí systémy kontinuálních průmyslových sušáren** (*Antonín Lízr*)
 - 23.23.1 Úvod
 - 23.23.2 Konvenční řízení průmyslových sušáren
 - 23.23.3 Pokročilé řídicí systémy kontinuálních průmyslových sušáren
 - 23.23.4 PŘS sprejové sušárny keramického granulátu
 - 23.23.5 PŘS pásové sušárny sypkého kaolinu
 - 23.23.6 PŘS rotační sušárny sypkého bentonitu
 - 23.23.7 PŘS sprejové sušárny práškových mléčných výrobků
 - 23.23.8 PŘS pásové sušárny krabiček na vejce
 - 23.23.9 Vizualizační a komunikační systém PRS
- 23.24 Problematika integrace výrobních řídicích systémů v souvislosti se zaváděním Industry 4.0** (*Radim Novotný, Miroslav Dub*)
 - 23.24.1 Úvod
 - 23.24.2 Integrace řídicích systémů
 - 23.24.2.1 Základní koncepce integrace
 - 23.24.2.2 Integrace řídicích systémů spojitých a dávkových procesů
 - 23.24.2.3 Problematika integrace řídicích systémů diskrétních procesů
 - 23.24.2.4 Problematika integrace řídicích systémů jednoúčelových výrobních zařízení
 - 23.24.3 Ostatní aspekty integrace
 - 23.24.3.1 Legislativní aspekty
 - 23.24.3.2 Spolupráce objednatele se zhotovitelem a nabídková fáze projektu
 - 23.24.4 Závěr
- 23.25 Nový digitální ekosystém Plantweb společnosti Emerson** (*Petr Horák*)
 - 23.25.1 Úvod
 - 23.25.2 Strategie Emerson Pervasive SensingTM
 - 23.25.2.1 Bezdrátový monitoring koroze
 - 23.25.2.2 Bezdrátový monitoring zařízení středního napětí
 - 23.25.2.3 Bezdrátový monitoring plynů
 - 23.25.2.4 Bezdrátové neinvazivní měření povrchové teploty
 - 23.25.2.5 Bezdrátový převodník výkonu
 - 23.25.2.6 Bezdrátové převodníky tlaku
 - 23.25.3 Architektura Secure First MileTM
 - 23.25.4 Plantweb InsightTM Software
 - 23.25.5 Plantweb AdvisorTM Software
 - 23.25.6 Platforma AMS ARESTM
 - 23.25.7 Always MobileTM
 - 23.25.8 Connected ServicesTM

Seznam zkratk

Rejstřík k dílu I.

Rejstřík k dílu II.