

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ**



ZÁKLADY AUTOMATIZACE TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ V TEORII

Základní pojmy automatizace

Ing. Romana Garzinová, Ph.D.
prof. Ing. Zora Jančíková, CSc.
Ing. Ondřej Zimný, Ph.D.

Ostrava 2013

© Ing. Romana Garzinová, Ph.D., prof. Ing. Zora Jančíková, CSc., Ing. Ondřej Zimný, Ph.D.

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3044-5



Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

1	ZÁKLADNÍ POJMY AUTOMATIZACE.....	3
1.1	Cíle a úlohy ASŘTP.....	5
1.1.1	Úlohy řízení z hlediska hierarchie výroby.....	6
1.1.2	Úlohy počítačové podpory řízení – filosofie CIM	7
1.2	Obecná úloha řízení v ASŘTP	9
1.3	Pojem systém	10
2	PŘEDNÁŠKOVÝ TEXT SE VZTAHUJE K TĚMTO OTÁZKÁM	12
3	DOPLŇUJÍCÍ ZDROJE – INTERNET	13
4	POUŽITÁ LITERATURA.....	14



1 ZÁKLADNÍ POJMY AUTOMATIZACE



OBSAH KAPITOLY:

Základní pojmy automatizace.

Cíle a úlohy ASŘTP.

Úlohy řízení z hlediska hierarchie výroby.

Úlohy počítačové podpory řízení – filosofie CIM.

Obecná úloha řízení v ASŘTP.

Pojem systém.



MOTIVACE:

Automatizace hraje v životě člověka významnou roli. Její využití je ohromné. Neexistuje snad odvětví, kde by nebyla široce zastoupena. Zkusme si snad představit život bez elektrické trouby, žehličky, myčky nádobí, pračky či snad splachovacího záchodu? A toto je jen nepatrný zlomek života, který máme denně před očima. Velkou roli mají automatizované systémy výroby v průmyslových odvětvích od jednoduchých automatů až po robotizované linky vyrábějící automobily či výrobní linky v potravinářském průmyslu (pivovary, mlékárny).

Cílem studovaného předmětu je proto seznámení studenta se základy automatizace, vycházející z teorie systémů, technické kybernetiky a uvést praktické příklady užití jednotlivých pojmů v praxi, především z oblasti průmyslové výroby.



CÍL:

Vysvětlení základních pojmů v ASŘTP a stanovení cílů řízení v podniku.



Technologický proces (dále TP)

- posloupnost činností, využívajících pracovních nástrojů a energie k získání výrobku požadovaných vlastností z daných výchozích materiálů,
- realizuje se výrobní proces s využitím odpovídajících nositelů energie při dodržení výrobních technologických režimů v souboru technologických zařízení.

Jedná se tedy o operace a děje s hmotou a energií, které se uskutečňují v technologickém zařízení a jejichž vlivem vzniká výsledek v podobě výrobku nebo polotovaru.

Podle děje nebo operace, které se v hmotném prostředí uskutečňují, se TP dělí na:

- procesy, které způsobují změnu tvarových parametrů (obrábění, odlévání, válcování),
- procesy, ve kterých probíhá změna fyzikálních nebo stavových veličin (ohřevy),
- chemické a fyzikální děje,
- doprava a akumulace hmot, přenos energie a manipulace s materiálem.

Řízený technologický proces

Jedná se o proces, u kterého jsou definovány základní vstupní a výstupní proměnné, které je nutno řídit v reálném čase, u kterého jsou stanoveny determinované nebo pravděpodobnostní závislosti mezi výstupními a vstupními proměnnými procesu, tj. je znám jeho matematický model, jsou rozpracovány metody měření proměnných a jsou stanoveny cílové změny.

Z hlediska systémové koncepce lze mezi základní články řídicího systému zahrnout i obsluhující personál - operátory, dispečery, technology.

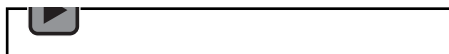
Automatizovaný technologický proces

Jestliže řízení technologického procesu je alespoň do určité míry automatizováno, má ucelenou koncepci, vyjasněné cíle řízení a návaznosti mezi jednotlivými částmi, mluvíme o automatizovaném systému řízení technologických procesů (ASŘTP).

Pod pojmem **automatizovaný systém řízení technologického procesu** se proto rozumí systém řízení realizovaný pomocí výpočetní, automatizační a regulační techniky určený pro řízení podle předem stanovených kritérií, přičemž člověku patří aktivní úloha v procesu rozhodování.



Audio 1.1



Pokud stupeň automatizace v ASŘTP je tak vysoký, že řízení probíhá bez účasti člověka, mluvíme o **automatickém systému řízení technologického procesu**.

Systém složený z technologického procesu a z automatického řídicího systému se někdy nazývá **automatickým technologickým komplexem**.

Z dalších definic si zasluhuje zvláštní pozornost několik pojmů:

Mechanizace – nahrazování fyzické práce prací strojů.





Audio 1.2



Automatizace – uskutečňování řídicí činnosti ve výrobě bez přímé účasti člověka, tj. nahrazování i duševní práce.



Audio 1.3



Řídicí technika – problematika řízení v celé šíři.

Realizace úloh ASŘTP vyžaduje vyřešení těchto problémů:

- stanovení cílů řízení,
- identifikace, eventuálně systémová analýza řízeného procesu,
- sestavení počítačového modelu eventuálně simulace řízeného procesu,
- volba způsobu řízení,
- vypracování algoritmu řízení a jeho realizace,
- volba automatizačních prostředků,
- vlastní realizace, provoz a údržba.

Jednotlivé etapy řešení na sebe úzce navazují. Složitost problémů řízení závisí na charakteru procesu. Podle charakteru procesy rozdělujeme na:

- spojité,
- přetržité,
- kombinované.

Spojité se vyskytují v chemii - vyznačují se málo častými změnami ve výrobě, ustálenými podmínkami.

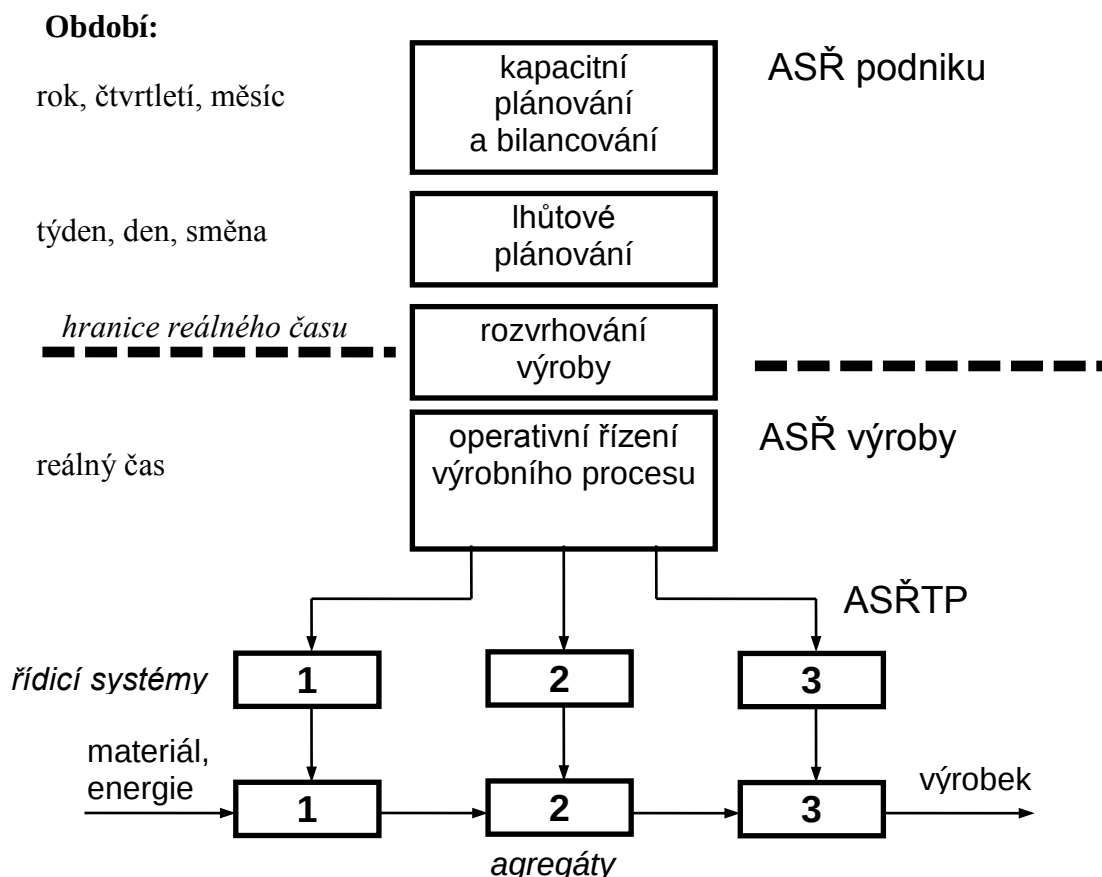
Přetržité jsou typické pro strojírenskou výrobu, výrobu přístrojů atd. Je pro ně typický široký rozsah produkce, časté změny, vysoké požadavky na koordinaci.

Kombinované jsou spojením obou předchozích typů. Patří zde ve značné míře např. hutnické procesy.

1.1 CÍLE A ÚLOHY ASŘTP

Řešení problematiky ASŘTP je součástí širšího problému. Je součástí automatizovaných systémů řízení (ASŘ) výroby a podniku jako celku. ASŘTP se realizuje na úrovni dílny nebo provozu a jsou zabezpečeny vazby na ASŘ výroby a ASŘ podniku podle obrázku 1.





Obr. 1. Struktura automatizovaného systému řízení v podniku

1.1.1 Úlohy řízení z hlediska hierarchie výroby

Z uvedeného schématu je vidět, že důležitým rozhraním je hranice reálného času. Ta vymezuje úkoly řízení spojené s časovým hlediskem dlouhodobým (řízení podniku) a časem reálným – okamžitým (řízení výroby). ASŘ podniku zahrnuje dlouhodobé cíle řízení v podobě strategického a taktického řízení. Tyto plány pak uplatňuje v podobě rozvrhování výroby v rámci jednotlivých dnů a směn. Na vyšších hladinách řízení jde o vytváření koncepcí a zejména s tím související vytváření zdrojů pro reálné splnění těchto koncepcí.

Základními úlohami řízení z hlediska hierarchie výroby jsou:

- výrobní rozvrhování,
- operativní řízení výroby,
- řízení technologických procesů a zařízení.

Z hlediska výroby se stává stěžejní částí operativní řízení (OŘ).

Operativní řízení představuje soubor rozsáhlého počtu aktivit rozptýlených v řízeném prostoru pracujících s celou řadou informací využívaných s vysokou periodicitou. Řízení musí být orientováno na plnou konkrétnost znalosti řízeného objektu a na možnost okamžitých zásahů ve struktuře řízeného procesu. Na rozdíl od vyšších hladin řízení (strategického, taktického) nemůže využívat agregované údaje místo jednotlivých dílčích. Nemůže pracovat jen s několika souhrnnými údaji (např. v korunách, v procentech). Doba rozhodování musí být krátká a tím i vysoká aktualizace informací a další zpracování musí mít vysokou periodicitu. V užším slova smyslu chápeme OŘ jako jeden ze základních druhů řízení (ve smyslu okamžité, včasné popř. dispečerské činnosti související s prováděním procesu řízení).



OŘ je komplexní proces a musí jako každá úroveň řízení obsahovat všechny složky řídicího procesu, tj. činnosti související s rozhodováním, ovlivňováním a kontrolou daného procesu. Jde o souhrn aktivit, jejich cílem je splnění úkolů při optimálním využití zdrojů, které jsou v daném okamžiku k dispozici.

1.1.2 Úlohy počítačové podpory řízení – filosofie CIM

Je třeba si uvědomit současné trendy v řízení podniku jako celku, kdy počítačová technika proniká do všech útvarů podniku. Celá řada firem pracuje na filozofii komplexního počítačového řízení podniku, která je označována jako CIM (Computer Integrated Manufacturing).

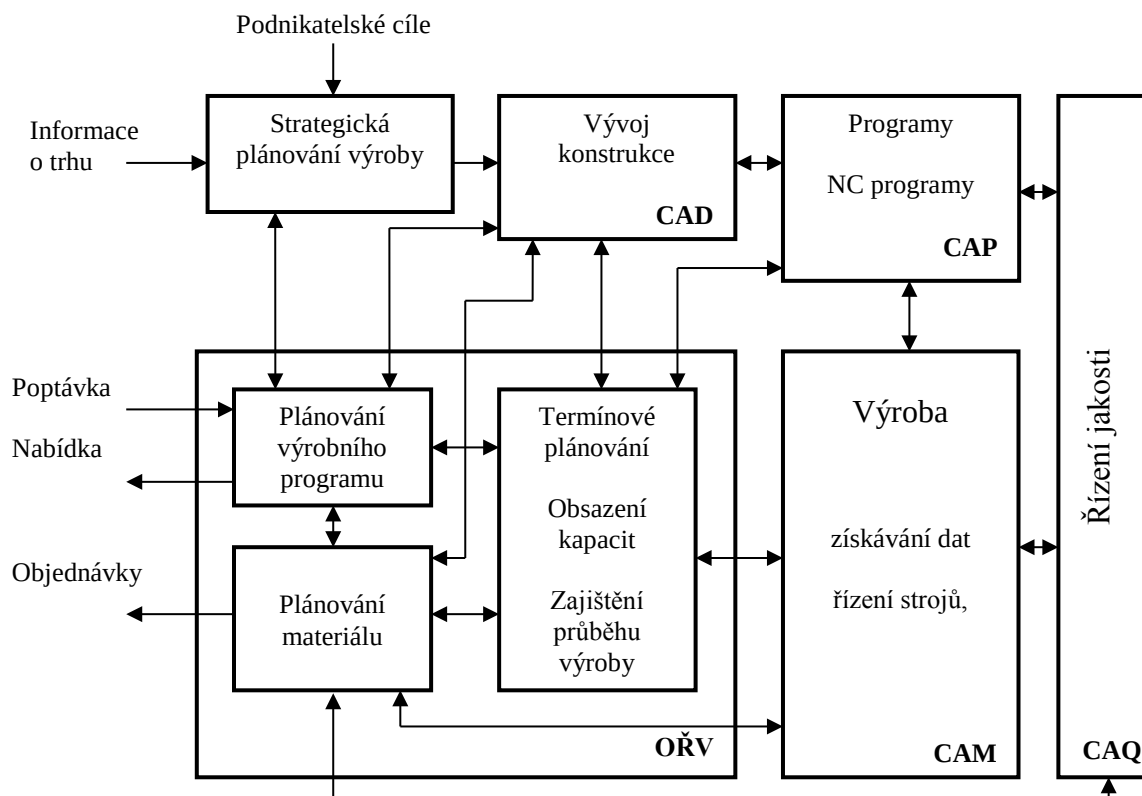
Jedná se o integraci hlavně řídicích činností s podporou výpočetní techniky a to všech podnikových útvarů - především konstrukce a technologické přípravy výroby CAD (Computer Aided Design) s přímým řízením výrobních komplexů CAM (Computer Aided Manufacturing). Tomu odpovídá integrovaný systém označovaný jako CAD/CAM. Podle filozofie CIM přistupuje pak integrace činností řídicích, kontrolních, dopravních, plánovacích, obchodních, finančních atd.

Velkým problémem je zde spojení řídicích systémů různých výrobců do jednoho celku. To se uskutečňuje nejčastěji pomocí lokálních počítačových sítí LAN (Local Area Network). Tyto sítě jsou otevřené a celý systém je možno budovat krok za krokem. Standardizace vychází z filozofie sedmivrstvého modelu OSI (Open System Interconnection) mezinárodní organizace pro normotvornou činnost ISO (International Organization of Standardization).

Při realizaci se rozhodujícím způsobem prosadil model firmy General Motors - tzv. systém MAP (Manufacturing Automation Protocol). Cílem je, aby se jeho všech sedm vrstev stalo standardními mezinárodními protokoly. Dodržování systému vytváří předpoklady pro plánování výrobních zdrojů způsobem MRP - Manufacturing Resources Planning, které umožňuje realizaci japonského způsobu řízení KANBAN - kdy výrobek plynule přechází z pracoviště na pracoviště a materiál je připravován systémem JIT (Just in Time).

Na celý systém CIM (obr. 2) je možno se dívat jako na průnik dvou informačních toků – vertikálního, technologicky orientovaná data reprezentující návrh, konstrukci a zabezpečení řízení technologického procesu (CAD/CAM), jednak toku horizontálního - představujícího plánování, dopravu, zásobování ale i finance, obchod, personální záležitosti. Průnik obou toků realizovaný v počítačové podpoře řízení výroby je uskutečnění filozofie řízení CIM, zabezpečující ve svém důsledku víceúčelovou optimalizaci výroby.





Obr. 2 Koncepce CIM s naznačením probíhajících vazeb

Do koncepce CIM patří i další podpůrné systémy:

CAE (Computer Aided Engineering) – počítačem podporovaný **návrh výrobku**.

CAQ (Computer Aided Quality) – počítačem podporované **řízení jakosti**.

CAD (Computer Aided Design) – podpora zahrnující všechny aktivity v rámci **vývoje a konstrukce produktů**.

CAP (Computer Aided Process Planning) – všechny aktivity podporované počítačem, které jsou založeny na výsledcích konstrukční přípravy výroby, tzn. **technologická příprava výroby** (technologické postupy, operace, potřeba strojů, zařízení, materiálu a času). Součástí je i tvorba dat pro podporu programování numericky řízených strojů.

CAM (Computer Aided Manufacturing) – zahrnující všechny počítačem podporované aktivity pro technické řízení a sledování výrobních zařízení v rámci **výrobního procesu**. Tyto činnosti se vztahují zejména na řízení strojů, provozních prostředků a dopravních, resp. manipulačních systémů. V mnoha případech hovoříme o spojení CAD/CAM.

Historicky se CAD, CAP a CAM a systémy plánování a řízení výroby vyvíjely samostatně a neexistují tedy mezi nimi žádné průběžné informační toky. To ale neznamená, že mezi těmito systémy není žádná přímá výměna informací. Využitím konceptu CIM se předpokládá hospodářský úspěch zejména u výrob s následující charakteristikou:

- výroby je orientovaná na zákaznické zakázky podle konkrétních požadavků,
- velmi členité výrobky s komplexní strukturou,
- kusová a malosériová výroba,
- dílenská výroba,



- výroba s hlubším členěním výrobních stupňů.

Doplňující pojmy:

JIT – just-in-time (právě včas) je koncepce, při které je dosaženo výroby v ideálním čase – ihned (dle zakázky). Jsou předpokládány krátké průběžné doby ve výrobě. V systému JIT jsou vysoké zásoby považovány za negativum:

- zásoby si činí nárok na významný podíl oběžného kapitálu,
- výroba na sklad zvyšuje riziko těžce prodejných, nebo vůbec neprodejných výrobků, především tehdy, když nebyly přijaty správně závěry z marketingového výzkumu.

V řízení JIT se jedná o vytvoření takových vazeb mezi dodavatelem a odběratelem, aby u odběratele nevznikaly zásoby. Dodávky jsou krátkodobé a dodávány prakticky přímo na montáž. Jednak jde o uplatnění tohoto principu mezi pracovišti, kde se rozhodujeme, kam je z hlediska optimálního řízení výroby vhodnější přesunout vázanost obrátového kapitálu. Jedná se o komplexní úsporu času při řízení výroby od seřízení, přes velikost dávek, zvýšení jejich variability, použití KANBAN apod.

KANBAN (japonský termín pro kartu, štítek) je systém řízení mezi dvěma pracovišti, jehož cílem je krátkodobá schopnost dodávek z pracoviště dodávajícího na odbírající tak, aby byla co nejmenší vázanost obrátového kapitálu. Tzn., výrobek plynule prochází z jednoho uzlu k druhému a materiál je k němu dodáván jen v určité okamžiky (JIT). Základní podmínky jsou:

- princip tahu (pull princip),
- samořídící regulační okruh,
- decentralizace řízení zásob.

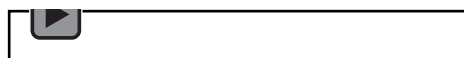
Koncepce je vhodná při relativně rovnoměrném průběhu výroby.

1.2 OBECNÁ ÚLOHA ŘÍZENÍ V ASŘTP

Řízení je cílevědomé působení řídicího systému na systém řízený tak, aby bylo dosaženo cíle řízení. Úloha řízení se dá znázornit následujícím způsobem uvedeným na obr. 3.



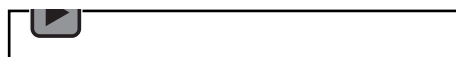
Audio 1.4



Řídicí systém je fyzikální zařízení, které realizuje funkční algoritmus řízení tím, že generuje řídicí působení na řízený systém. Jako řídicí systém lze chápat např. člověka, regulátor, řídicí počítač apod.



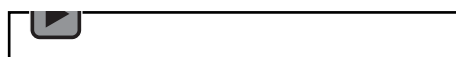
Audio 1.5



Řízený systém je fyzikální zařízení, které chceme řídit. (např. technologický proces, podnik). Matematickým popisem abstrahujeme jeho fyzikální podstatu a vytváříme model vlastního reálného objektu, který využíváme např. při simulaci systému na počítači.



Audio 1.6

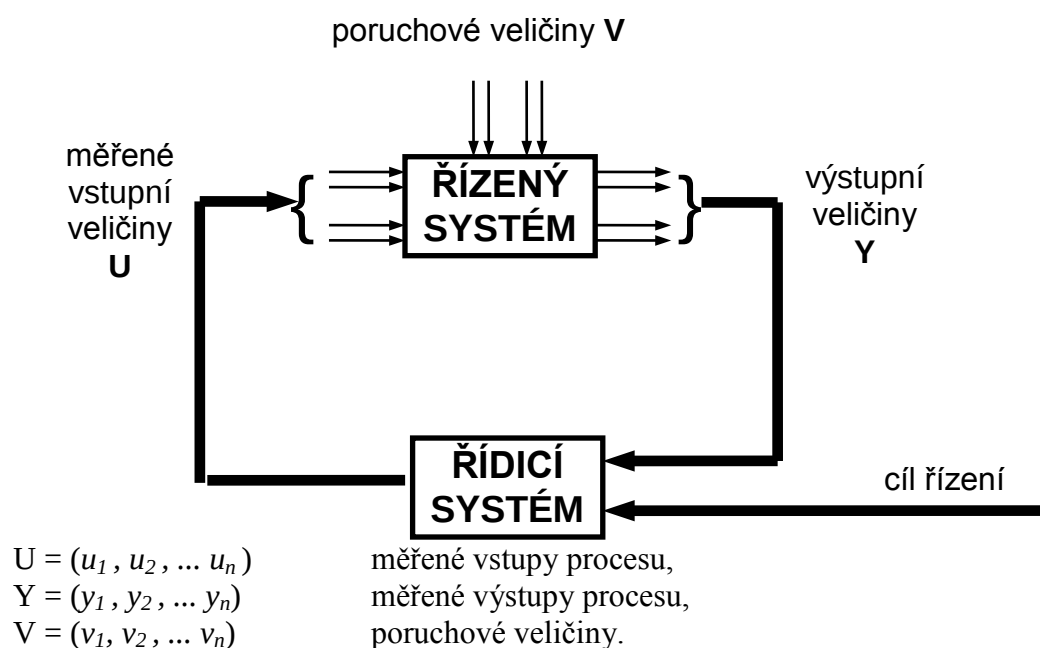


Rozlišujeme-li možné způsoby cílevědomého působení na systém, je účelné rozlišovat mezi sledováním (monitorováním systému) a vlastním řízením systému.

- Sledováním (monitorováním) systému rozumíme spojitě či přetržitě získávání informací o stavu systému bez současného působení na systém.
- Řízení je cílevědomé působení řídicího systému na systém řízený za účelem dosažení vytýčeného cíle.

Řídicí systém může být proveden dvojím způsobem:

- řídicí systém využívající zpětnovazební řízení tak, jak je naznačeno na obrázku,
- jako automat a to tehdy, jestli je předem známo, že požadovaná výstupní veličina řízeného systému je dána předem známou kombinací nebo posloupností vstupních veličin - pak hovoříme o logickém řízení.



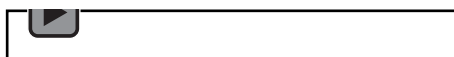
Obr. 3. Znázornění úlohy řízení

1.3 POJEM SYSTÉM

Pojem *systém* je jedním z nejrozšířenějších pojmů. Představujeme si pod ním množinu prvků vázaných vztahy. Tato myšlenka dala vznik *obecné teorii systémů*.



Audio 1.7



Z intuitivních důvodů, které mají zpravidla fyzikální opodstatnění, soustředíme se na část vybraného prostředí. Tuto část nazveme *objekt* - vše ostatní bude *okolí*. Např. objekt je pec, okolí je válcovna, nebo objekt je válcovna a okolí je hutní podnik.

Hranice mezi objektem a okolím nelze stanovit vždy zcela přesně. Objekt vyšetřujeme z různých hledisek. Výběr vlastností závisí na účelu. Jakmile jsme se soustředili na vlastnosti podstatné, určujeme vztahy mezi těmito vlastnostmi. Tehdy definujeme na daném objektu systém.

Při definování systému na objektu můžeme rozlišit několik hierarchických úrovní.



Soubor pozorovaných změn na systému nazýváme *aktivitou systému*.

Přesnost a frekvence měření proměnných nazýváme *rozlišovací úrovní*.

Definujeme-li soubor proměnných, které nás zajímají a které můžeme na daném systému pozorovat a měřit, zvolíme rozlišovací úroveň v prostoru zvolených proměnných a určíme rozsah případných hodnot všech veličin, říkáme, že jsme na objektu definovali *zdrojový systém*. Je to v podstatě vymezení univerzální množiny charakterizující daný systém.

Doplníme-li zdrojový systém konkrétním vzorkem aktivity systému (daty) - dostáváme *datový systém*.

Najdeme-li vztah mezi proměnnými systému, který nám umožní reprodukovat vzorek aktivity, případně jej i rozšířit, získáme tzv. *generativní systém*.

Podaří-li se nám tyto vztahy rozložit na dílčí vztahy a najít vazby mezi dílčími vztahy (generativními subsystémy) dospějeme ke *struktuře systému*.

Každá ze zmíněných úrovní postupně snižuje neurčitost v popisu systému.



2 PŘEDNÁŠKOVÝ TEXT SE VZTAHUJE K TĚMTO OTÁZKÁM

- Technologický proces (TP), řízený technologický proces, automatizovaný technologický proces, automatizovaný systém řízení technologických procesů.
- Cíle ASŘ TP – rozdělení podle osy reálného času na řízení podniku a řízení výroby. Vyjasnění filosofie CIM a popis jednotlivých částí podpory řízení.
- Řízený systém, řídicí systém.



3 DOPLŇUJÍCÍ ZDROJE – INTERNET

- [1] VROŽINA,M., DAVID, J., GARZINOVÁ, R. *Automatizace technologických procesů*, / Část 1: Kybernetika a automatizované systémy řízení, VŠB-TU Ostrava, 2009.
- [2] VROŽINA,M., DAVID, J.,GARZINOVÁ, R. *Automatizace technologických procesů* / Část 2: Řízení technologických procesů v metalurgii, VŠB-TU Ostrava, 2009.
- [3] VROŽINA,M., DAVID, J.,GARZINOVÁ, R. *Automatizace technologických procesů* / Část 3: Průmyslové roboty a manipulátory, VŠB-TU Ostrava, 2009.
- [4] JANČÍKOVÁ, Z. *Teorie systémů*. Studijní opory. VŠB-TU Ostrava, 2012.
<http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMMI/TS/index.htm>
- [5] GARZINOVÁ, R. *Prvky řídicích systémů*. Studijní opory. VŠB-TU Ostrava, 2012.
<http://www.person.vsb.cz/archivcd/FMMI/PRS/index.htm>



4 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BALÁTĚ Jaroslav *Technické prostředky automatického řízení*/ 1. vyd., 488 stran, Praha: SNTL, 1986.
- [2] BALÁTĚ, J. *Automatické řízení*. 2. přeprac. vyd., Praha: BEN, 2004. ISBN 80-7300-148-9.
- [3] BALDA, M., KRÁL, F. PITRA, Z. *Projektování a provoz automatizovaných systémů řízení technologických procesů*. Praha: ČVUT, 1988.
- [4] BENTLEY John P. *Principles of Measurement Systems*. Vydání 4, PearsonEducation, 2005. ISBN 0130430285.
- [5] DRÁBEK, O., TAUFER, I. *Automatizované systémy řízení technologických procesů*. 2.vyd, Pardubice: Vysoká škola chemicko-technologická, 1990. ISBN 80-85113-16-3.
- [6] FRANKLIN, Gene F., POWELL, J. David aj. *Feedback control of dynamic systems*. Prentice Hall, PEARSON. 2009, ISBN-13: 978-0-13-601969-5, ISBN-10:0-13-601969-2.
- [7] HANUŠ, B., BALDA, M. *Základy technické kybernetiky*. 1. vyd., Liberec: Vysoká škola strojní a textilní, 1980.
- [8] KOTEK, Z., VYSOKÝ, P., ZDRÁHAL, Z. *Kybernetika*. Praha: SNTL, 1990.
- [9] KURFESS Thomas R. *Robotics And Automation Handbook*, CRC Press, 2005. ISBN 0849318041.
- [10] NIEDERLINSKI, A. *Číslíkové systémy pro řízení technologických procesů*. Díl I., II.Praha: SNTL, 1984.
- [11] MARTINEK, R. *Senzory v průmyslové praxi*. Vydání 1. 200 stran vydal / výrobce BEN - technická literatura, 2004, ISBN / EAN 80-7300-114-4 / 9788073001148.
- [12] NUTIL, J., ČECH, V. *Měření v hutním průmyslu*. Praha: SNTL, 1982.
- [13] OPLATEK, F. *Automatizace a automatizační technika*. 4, Automatické systémy. 1. vyd.,Praha: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-249-1.
- [14] ŠVARC, I. *Automatizace: automatické řízení*. 2. dopl.vyd., Brno: CERM, 2005. ISBN 80-214-2943-7.
- [15] TOMIS, L. a kol.: *Automatizované systémy řízení technologických procesů v hutnictví*. 2. vyd., Ostrava: Vysoká škola báňská, 1984.
- [16] TOMIS, L., HEGER, M., BALCOVÁ, J., KADLČÍK, I. *ASŘ TP v hutích - výpočetní a laboratorní cvičení*. 1. vyd., Ostrava: Vysoká škola báňská, 1991. ISBN 80-7078-079-7.
- [17] VÍTEČKOVÁ, M., VÍTEČEK, A. *Základy automatické regulace*. 1. vyd., Ostrava:Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1068-9.
- [18] VORÁČEK, R. *Automatizace a automatizační technika*. 2, Automatické řízení. 1. vyd., Brno: CP Books, 2005. ISBN 80-251-0796-5.

