

0. Úvod

Všade okolo nás vidíme snahu o neustále zvyšovanie produktivity práce. Úlohou technika v tomto procese je hľadať nové pracovné postupy s minimálnou spotrebou času a nákladov. Jednotlivé pracovné úkony musia byť čo najkratšie a najjednoduchšie, aby vyžadovali minimum ľudských síl. K tomuto všetkému musí prispievať predovšetkým automatizácia výrobných procesov.

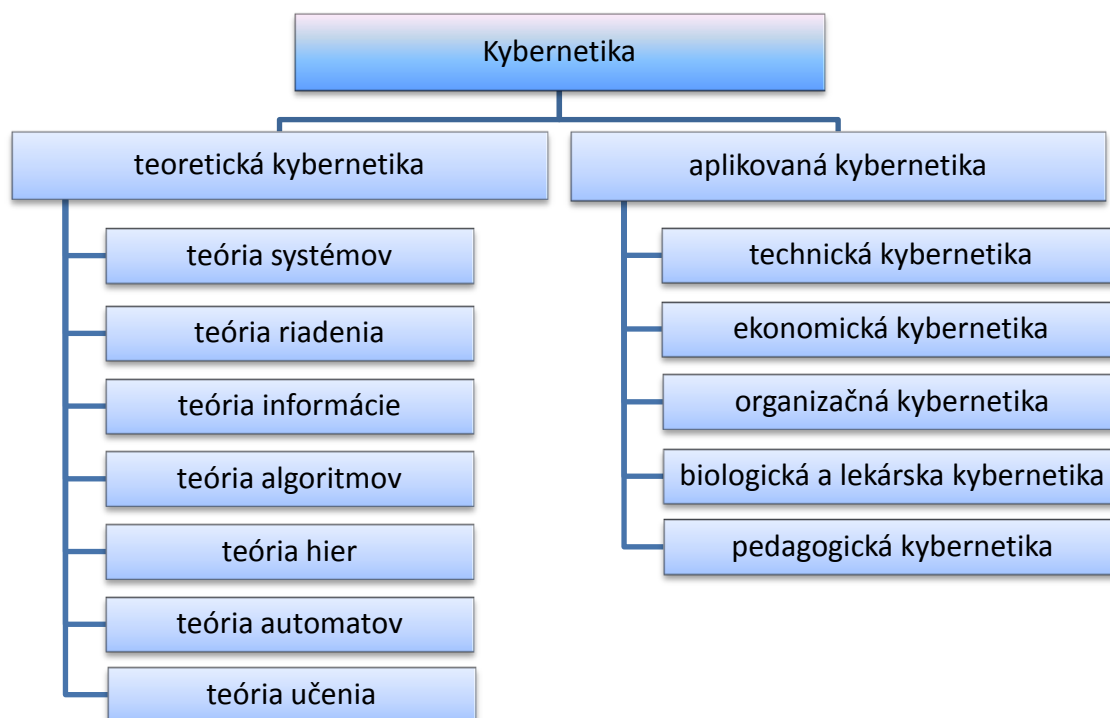
K automatizácii vedie snaha človeka oslobodiť sa nielen od fyzickej činnosti, ale aj od jednotvárnej a unavujúcej činnosti duševnej. Činnosť človeka preberajú automaty, počítače a prvky umelej inteligencie. Tento pomerne zložitý proces, pri ktorom ľudská riadiaca činnosť vo výrobe i mimo výrobný proces je nahrádzaná činnosťou rôznych prístrojov a zariadení je nazývaný **automatizáciou**.

V priebehu vývoja spoločnosti sa človek najprv podľa svojich schopností, možností a záujmov začal oslobodzovať od namáhavej a opakujúcej sa fyzickej práce (**mechanizácia** – napr. prechod z ručného na strojové obrábanie). Neskôr potom, s ďalším rozvojom techniky a nárastom nárokov na riadiacu činnosť, pristúpil aj k oslobodzovaniu sa od často už aj veľmi náročnej a tiež namáhavej riadiacej duševnej práce (**automatizácia** – napr. prechod zo strojového obrábania s ľudskou obsluhou na číslicovo riadené obrábacie stroje). Postupne sú tak vytvárané riadiace systémy buď plno automatické (bez akejkoľvek účasti človeka na riadení), alebo viac či menej automatizované, kde človek do inak automaticky riadeného procesu zasahuje spôsobom, ktorý je skôr závislý na charaktere riadeného procesu (napr. volí alebo potvrdzuje ďalší uplatňovaný spôsob riadenia, modifikuje spôsob riadenia podľa okamžitého priebehu riadeného procesu a pod.).

Riadenie je teda neoddeliteľným základom automatizácie. A teoretickou disciplínou, ktorá sa zaoberá riadením je vedný odbor nazývaný **kybernetika**. Za jej zakladateľa je považovaný americký matematik Norbert Wiener, ktorý ako prvý spracoval teóriu spätnoväzbových systémov riadenia pre účely protiletectkej obrany. Túto teóriu zovšeobecnil pre všetky druhy technických a biologických systémov. Zhrnul ju vo svojej preslávenej knihe *Kybernetika alebo riadenie a oznamovanie v živých organizmoch a strojoch* (*Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machines*). Táto kniha vyšla v roku 1948 a autora preslávila ako zakladateľa kybernetiky. Väčšina definícií kybernetiky vychádza z Wienerovej definície, ktorý ju definoval ako „vedu o riadení a oznamovaní v živých organizmoch a strojoch“. Nedostatkom tejto definície je, že nedoceňuje systémový prístup pri riadení a medzi objekty skúmania zahŕňa iba živé organizmy a stroje. Nezahŕňa teda ďalšie pomerne veľmi dôležité objekty, z dnešného hľadiska nadobúdajúce ešte na dôležitosti, skúmané dnešnou kybernetikou, akými sú objekty spoločenské, ekonomické a z technických systémov, dnes tak rôznorodých, sa obmedzuje iba na stroje. Ani informačné hľadisko tejto definície nie je úplné, pretože sa obmedzuje len na oznamovanie, čiže na prenos informácií a neuvažuje s dnes tak dôležitými procesmi akými sú uchovanie a spracovanie informácie.

Kybernetika je veda, ktorá skúma všeobecné vlastnosti a zákonitosti riadenia v biologických, technických a spoločenských systémoch. Ako každá veda musí tiež kybernetika disponovať teoretickým základom a tento aplikovať na jednotlivé vedné oblasti. Týmto rozlíšením delíme kybernetiku na **teoretickú a aplikovanú kybernetiku** – Obr. 0-1.

Z Jednotlivých častí teoretickej kybernetiky nás bude ďalej zaujímať predovšetkým **teória riadenia**, ktorá sa zaoberá skúmaním všeobecných vlastností a zákonitostí riadenia. V riadiacich procesoch hrá významnú úlohu tiež informačný aspekt a ten je predmetom **kybernetickej teórie informácie**. Tu ide o získavanie, prenos, spracovanie, ukladanie a využívanie informácií z hľadiska riadenia. Rovnakými informačnými procesmi, bez zreteľa na tieto špeciálne súvislosti s riadiacimi systémami sa zaoberá vlastná teória informácie. Pretože všetky kybernetické deje prebiehajú vo vnútri systémov, využíva kybernetika tiež



Obr. 0-1

poznatky všeobecnej **teórie systémov**, ktorá skúma všeobecné vlastnosti a zákonitosti informačných systémov. Kybernetická teória systémov sa zaoberá systémami, v ktorých sa uskutočňujú riadiace procesy. Uvedené čiastkové teórie sú teoretickými nástrojmi **teoretickej kybernetiky**, ktoré majú vzťah k automatizácii. Tieto teórie sú samostatné vedné disciplíny a nás bude z hľadiska automatizácie zaujímať predovšetkým teória riadenia. Väčšinou ju uvádzame ako **teóriu automatického riadenia**, čím zdôrazňujeme, že ide o riadenie technických zariadení (angl. Automatic Control), pretože riadenie spoločenské (angl. Management) sa skôr označuje bez prívlastku iba ako teória riadenia.

Predmet kybernetiky je možné skúmať napr. v biologických, technických a spoločenských systémoch. Z tohto hľadiska praktického využitia je možno v rámci **aplikovanej kybernetiky** rozlišovať **technickú kybernetiku, biologickú kybernetiku, pedagogickú kybernetiku, vojenskú kybernetiku** atď. V každom z týchto odvetví aplikovanej kybernetiky sa vždy prednostne využívajú určité aspekty teoretickej kybernetiky. Tak napr. v súčasnosti hrajú v technickej kybernetike významnú úlohu teórie riadenia (regulácia), teória systémov a teória informácie.

Základom automatizácie je riadenie. **Riadenie je cieleňé pôsobenie na riadený objekt tak, aby bol dosiahnutý určitý predpísaný cieľ.**

Podľa toho, ako riadenie vykonávame, rozlišujeme riadenie **ručné a automatické**. Typickým príkladom je riadenie lietadla človekom a autopilotom.

Pri automatickom riadení rozlišujeme **priame** riadenie, v ktorom riadiaci proces prebieha bez prívodu energie (regulácia výšky hladiny odvozená od sily plaváka) a **nepriame** riadenie s prívodom energie, čo je dnes bežné a bude v ďalšom texte rozvádzané.

Dôležitým hľadiskom pre rozdelenie riadenia je či výsledok riadenia je alebo nie je spätne kontrolovaný – či je alebo nie je spätná



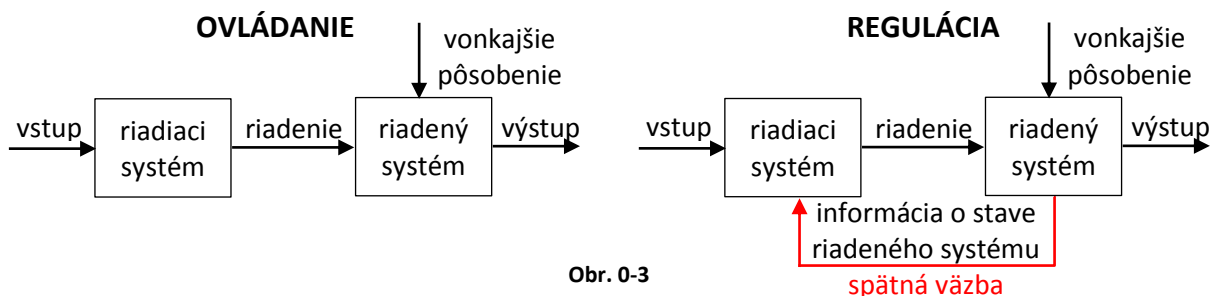
Obr. 0-2

ÚVOD

väzba pri riadení. Podľa toho rozlišujeme **ovládanie**, **reguláciu** a **vyššie formy riadenia**, Obr. 0-2.

- **ovládanie** je riadenie bez spätnej kontroly – bez spätnej väzby;
- **regulácia** je riadenie so spätnou väzbou. Regulácia je udržovanie určitej fyzikálnej veličiny na konštantnej hodnote alebo inak podľa nejakého pravidla sa meniacej hodnote. V priebehu regulácie sa zisťujú hodnoty tejto veličiny a porovnávajú sa s hodnotou, ktorú má mať. Podľa zistených odchýlok sa zasahuje do regulačného procesu v tom zmysle, aby sa odchýlky odstránili.

Rozdiel medzi oboma druhmi riadenia – ovládaním a reguláciou – je na Obr. 0-3



- **vyššie formy riadenia**. Sem patrí **optimálne riadenie**, **adaptívne riadenie**, **učenie** a **umelá inteligencia**.

optimálne riadenie je také, kedy systém dosiahne požadované vlastnosti napr. pri minime vynaloženej energie, teda s maximálnou účinnosťou, alebo naopak v najkratšom čase. Systém je pritom schopný vyhľadať najvýhodnejšie pôsobenie a dosiahnuť tak čo najlepšie chovanie celého systému v daných obmedzujúcich podmienkach;

adaptívne riadenie je také, kedy systém je schopný meniť svoju štruktúru teda aj svoje parametre tak, aby proces riadenia prebiehal stále optimálne, a to aj pri zmenách parametrov riadeného objektu;

ak je adaptívny systém schopný ukladať prijaté informácie do pamäte a neskôr v tej istej alebo podobnej situácii znovu využívať získané skúsenosti, možno ho nazvať učiacim sa systémom a proces riadenia tohto systému je **učenie**;

najvyšším stupňom riadenia je riadenie systémy s **umelou inteligenciou**. Umelá inteligencia je vlastnosť umelo vytvoreného systému, ktorý má schopnosť rozpoznávať predmety, javy, analyzovať vzťahy medzi nimi a tak si vytvárať modely okolia, robiť účelné rozhodnutia a predvídať ich dôsledky, riešiť problémy vrátane objavovania nových zákonitostí a zdokonaľovania svojej činnosti.

Automatické riadenie možno technicky uskutočniť niekoľkými spôsobmi, ktoré sa podstatne líšia princípom pôsobenia riadiaceho systému na riadený systém. Z tohto hľadiska rozdeľujeme automatické riadenie na

- **logické**
- **spojité**
- **diskrétné**
- **fuzzy**

Logické riadenie využíva pre riadenie dvojhodnotové veličiny. Ich pôsobenie je také, že sú vždy len dve možnosti – ventil je otvorený / zavretý, vypínač je zopnutý / vypnutý, atď. Podobne aj informácie o stave objektu sú dvojhodnotové veličiny – hladina je nad / pod minimálnou hodnotou, teplota je nad / pod 18°C, atď. Dvojhodnotové veličiny sú formálne vyjadrované hodnotami 0 a 1. Sú analogické s premennými výrokovej logiky, a preto sú vzťahy medzi premennými nazývané logické funkcie a riadiace obvody pracujúce na tomto princípe sú logické riadiace obvody.

Spojité riadenie je vtedy, keď akčný zásah je spojitou nastavovaný a rovnako údaje o riadenom systéme sú merané ako veličiny spojitou premenné v čase. Spojitý riadiaci systém vytvára (na rozdiel od diskretného systému) nepretržitú väzbu medzi vstupmi a výstupmi. Všetky veličiny spojitého systému sú spojitou premenné v čase, žiadna z nich nie je ani dvojhodnotová ani diskretná.

Diskrétno riadenie je dnes dôsledkom nasadenia počítačov ako regulátorov aj keď jeho začiatky boli pri riadení spojitých systémov, diskretno meraných (riadenie polohy lietadla, merané rádiolokátorom). V riadiacich počítačoch, ktoré ani nedokážu spracovávať spojitý signál, je nutné spojitý signál prevádzať na diskretný. Diskretný riadiaci systém vytvára vzťah medzi vstupmi a výstupmi ako vzťah medzi postupnosťami impulzov, snímaných v časovom slede danom tzv. vzorkovacou periódou. Medzi okamžikmi vzorkovania nie je regulovaná veličina meraná a ani akčná veličina nie je upravovaná. Táto vzorkovacia perióda je tým kratšia, čím rýchlejší je riadený proces.

Kým spojitú riadenie je v dnešnej dobe skôr na ústupe, môžeme realizovať logické a diskretno riadenie na jednom a tom istom **programovateľnom automate**. Na druhej strane diskretno riadenie realizované s veľmi krátkou periódou vzorkovania môže byť približne zhodné so spojitým.

Pri **fuzzy riadení** nie je základom riadený systém a jeho model, ale pozornosť je zameraná na človeka (tzv. experta), ktorý vie systém riadiť, ale pritom nemá pojem o klasickom matematickom modeli riadeného systému. Taký človek potom sústavu riadi na základe pravidiel typu „ak hladina klesá, otvor trochu prívod vody“.

Fuzzy regulátor musí najprv priradiť zvoleným vstupným veličinám jazykovú hodnotu. To sa vykoná najlepšie pomocou tzv. funkcie príslušnosti – bývajú volené obvykle v tvare lichobežníka či trojuholníka. Táto etapa je označovaná ako fuzzifikácia. V ďalšom kroku určí fuzzy regulátor na základe znalostí experta slovné hodnoty akčných veličín (napr. regulačná odchýlka je záporná malá). Nakoniec prevedie slovné vyjadrenie na konkrétne číselné hodnoty veličín – tzv. defuzzifikáciu.

Toto riadenie je vhodné pre riadenie systémov, ktoré nedokážeme popísať, ale ktoré dokážeme riadiť. Je možné určiť hodnotu výstupu, aj keď nepoznáme vzorce medzi vstupom a výstupom.

Záverom tohto úvodu zdôraznime ešte systémový prístup k automatizácii. Riešenie problémov automatizácie zasahuje do rôznych odborov a je potrebné ich riešiť súčasne, komplexne. Vymenujme aspoň niektoré problémy, ktoré sa riešia pri zavádzaní automatizácie:

- problém rozhodovania o účelnosti automatizácie v danej oblasti
- riešenie technickej záležitosti automatizácie
- riešenie použitých technických prostriedkov automatizácie
- nasadenie počítačov a otázky programového vybavenia týchto počítačov
- sociálne a ekonomické aspekty automatizácie
- pôsobenie automatizácie na životné prostredie ...atď.

Človek, zaoberajúci sa automatizáciou musí mať aspoň základné znalosti z automatického riadenia, z prostriedkov automatického riadenia, musí vedieť niečo o simulácii systémov, musí poznať základy práce s počítačmi, poznať základy meracej techniky, základy elektroniky a elektrotechniky a ešte rad ďalších vecí.

Iba s týmito znalosťami je možné pristupovať k zavádzaniu automatizácie na rôznych pracoviskách a dosiahnuť toho, aby prostriedky vynaložené na zavádzanie automatizácie boli vynaložené efektívne a aby prínosy z automatizácie boli efektívne.