

# **Edukační materiál k projektování a navrhování systémových prostředků**

Educational Material for The Planning and Design of System  
Resources

Michal Pořízek



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2012/2013

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal POŘÍZEK**  
Osobní číslo: **A10281**  
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Edukační materiál k projektování a navrhování  
systémových prostředků**

Zásady pro vypracování:

1. Provedte analýzu technických a pedagogických požadavků kladených na multimediální edukační materiály a jejich následné využití v pedagogické praxi.
2. Zpracujte obecné zásady dodržované při projektování systémových prostředků.
3. Popište vlastnosti systémových prostředků, druhy a vlastnosti prostředí v návaznosti na provozní podmínky.
4. Zpracujte požadavky na elektrické vlastnosti systémových prostředků, etapy projektování podsystémů, měření a snímání dat.
5. Vypracujte edukační materiál s použitím softwaru Microsoft Word a Microsoft PowerPoint.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. KINDL, Jiří. Projektování bezpečnostních systémů I. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 134 s. ISBN 978-80-7318-554-1.
2. UHLÁŘ, Jan a Ján IVANKA. Technická ochrana objektů: ochrana před vloupáním, požárem a škodami způsobenými vodou. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie české republiky, 2005, 229 s. ISBN 80-725-1189-0.
3. ČERNÝ, Josef a Ján IVANKA. Systemizace bezpečnostního průmyslu I.: ochrana před vloupáním, požárem a škodami způsobenými vodou. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 135 s. ISBN 80-731-8402-8.
4. LAUCKÝ, Vladimír. Technologie komerční bezpečnosti I. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2003, 64 s. ISBN 80-731-8119-3.
5. LAUCKÝ, Vladimír. Technologie komerční bezpečnosti II. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, 123 s. ISBN 978-80-7318-631-9.
6. VALOUCH, Jan. Projektování bezpečnostních systémů. Vyd.1. Zlín:Univerzita Tomáše Bati, 2012.
7. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. 1. vyd. Zlín: VerBuM, 2012, 386 s. ISBN 978-80-87500-19-4.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Ján Ivanka**

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**25. února 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**30. května 2013**

Ve Zlíně dne 25. února 2013

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce zpracovává obecné zásady při projektování a navrhování systémových prostředků. Popisuje vlastnosti jednotlivých systémových prostředků, vlastnosti prostředí působících na systémové prostředky a z toho plynoucích provozní podmínky. Zpracovává požadavky na elektrické vlastnosti systémových prostředků, etapy projektování podsystémů měření a snímání dat. Přehlednou formou zpracovává edukační materiál s prvky e-learningu.

Klíčová slova: Edukační materiál, e-learning, systémové prostředky, automatizace.

## **ABSTRACT**

This Bachelor thesis deals with general principles used during the planning and design of the system equipment. It describes the characteristics of individual parts of the system equipment, the properties of the environment acting on system equipment, and the resulting operational conditions. This thesis defines the requirements for the electrical properties of the system equipment, the stages of designing sub-systems of measurement and data scanning. It also arranges educational materials, including elements of e-learning, in an organized form.

Keywords: Educational material, e-learning, system resources, automatization.

Chtěl bych poděkovat mému vedoucímu práce ing. Jánů Ivankovi za ochotu, připomínky a návrhy. Za jeho čas, který mi věnoval při konzultacích.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

## OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>I. TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>10</b>
<b>1 MULTIMEDIÁLNÍ PRVKY VÝUKY .....</b>	<b>11</b>
1.1 E-LEARNING .....	11
1.2 DĚLENÍ E-LEARNING SYSTÉMŮ .....	11
1.2.1 <i>Synchronní e-learning</i> .....	11
1.2.2 <i>Asynchronní e-learning</i> .....	11
1.3 ANALÝZA TECHNICKÝCH A PEDAGOGICKÝCH POŽADAVKŮ .....	12
1.3.1 <i>Technické prostředky edukačních materiálů</i> .....	12
1.3.2 <i>Multimediální počítač nebo notebook</i> .....	13
1.3.2.1 Hardware .....	13
1.3.2.2 Software .....	13
1.3.3 <i>Dataprojektor</i> .....	14
1.3.3.1 Zobrazovací technologie LCD .....	14
1.3.3.2 Zobrazovací technologie DLP .....	15
1.3.3.3 Zobrazovací technologie CRT .....	16
1.3.3.4 Shrnutí projektorů .....	16
1.3.4 <i>Interaktivní tabule</i> .....	17
1.3.5 <i>Pedagogické požadavky</i> .....	17
<b>II. PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>19</b>
<b>2 OBECNÉ ZÁSADY PROJEKTOVÁNÍ A NAVRHOVÁNÍ SYSTÉMOVÝCH PROSTŘEDKŮ .....</b>	<b>20</b>
2.1 ASPEKTY ZPRACOVÁNÍ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE .....	20
2.1.1 <i>Typové projekty</i> .....	20
2.2 ZNAČENÍ OBVODŮ AUTOMATIZACE .....	21
<b>3 VLASTNOSTI SYSTÉMOVÝCH PROSTŘEDKŮ.....</b>	<b>27</b>
3.1 STATICKÉ PARAMETRY .....	27
3.2 DYNAMICKÉ PARAMETRY .....	28
3.3 SPOLEHLIVOST .....	28
3.4 DRUHY A VLASTNOSTI PROSTŘEDÍ .....	29
<b>4 POŽADAVKY NA VLASTNOSTI .....</b>	<b>32</b>
4.1 POŽADAVKY NA ELEKTRICKÉ VLASTNOSTI .....	32
4.2 POŽADAVKY NA DALŠÍ VLASTNOSTI .....	35
<b>5 PROJEKTOVÁNÍ PODSYSTÉMŮ MĚŘENÍ A SNÍMÁNÍ DAT .....</b>	<b>37</b>

5.1	MĚŘICÍ OKRUH.....	38
5.1.1	Projektování obvodů pro měření teploty.....	40
5.1.2	Projektování obvodů pro měření průtoku a množství.....	42
5.1.3	Projektování obvodů pro měření tlaku.....	44
5.1.4	Projektování obvodů pro měření výšky hladiny.....	47
5.1.5	Měření složení vlastností látek.....	50
5.1.6	Vážicí systémy.....	52
5.1.7	Měření délkových veličin a úhlového natočení.....	52
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>54</b>
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>58</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>60</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>61</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>62</b>



## ÚVOD

Bakalářská práce zpracovává problematiku projektování a navrhování systémových prostředků automatizačních technologií. Literární řešerše práce popisuje problematiku obecných zásad projektování systémových prostředků, jejich elektrické a další vlastnosti potřebné pro jejich správnou funkci v daném prostředí. Dále se zaměřuje na etapy projektování podsystémů měření a snímání dat.

Růst hrubého národního produktu a ekonomiky každého státu závisí ve stále větší míře na pochopení a využívání výsledků rozvíjející se vědy a techniky. V současné době jsou jedním z nejzákladnějších oborů informatika a automatizace. Rychlé a intenzivní uplatnění těchto oborů umožní optimalizovat výrobní procesy, zvyšovat efektivnost výroby a snižovat zatížení životního prostředí.

Jedním z prostředků, kterými lze pozitivně ovlivnit tyto procesy, jsou moderní řídicí a informační systémy všech výrobních a nevýrobních procesů. Vývoj obou systémů, tj. řídicích a informačních, ústí do jednoho společného systému nazývaného systém informatiky a automatizace nebo systém integrované automatizace, zkráceně SIA.

Počátky automatického řízení v dnešní podobě jsou spojeny s rozvojem průmyslu. Milníky jsou např. vývoj a stavba parních strojů, mechanismus pro základní matematické operace, tkalcovský stav řízený děrnými štítky. Další zásadní posun v automatizaci přinesl rovněž mechanický analogový počítač, regulátor s hydraulickým zesilovačem a dále systémy dálkového ovládaní strojů, systémy analogové regulace, koncepce automatického řízení s řídicími počítači, systémy s průmyslovou inteligencí atd. Vývoj informačních technologií jako vývoj automatizace lze demonstrovat na vývoji a rozvoji technických prostředků a metod pro provádění, zpracování, třídění a archivaci dat, výsledků výpočtů a jejich transformaci na informace.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 MULTIMEDIÁLNÍ PRVKY VÝUKY

Výuka využívající multimediální prvky používá k předávání informací výpočetní techniku. Veškeré využívání elektronických výukových materiálů patří do metody výuky nazvané e-learning. E-learning lze pojmout jako propracovanou formu, využívající Learning Management System, nebo jen jako doplnění běžné výuky ve třídě nebo posluchárně.

### 1.1 E-learning

E-learning je předávání informací využívající elektronických materiálů. Ať už dokumentů v textové formě, prezentací nebo videí.

E-learning může mít velmi propracovanou formu, kdy je využíván Learning Management System (LMS), v překladu „systém pro řízení učení“. Příkladem takového systému je Moodle.

LMS zajišťuje propojení jednotlivých multimediálních souborů a vytvoření určité osnovy předkládající postupně materiály, čímž tvoří jakýsi kurz.

Kurz může být zakončen testem v elektronické podobě.

Za určitou formu e-learningu můžeme označit i použití prezentace nebo videa na přednáškách středních a vysokých škol, při různých školeních a podobně.

### 1.2 Dělení e-learning systémů

E-learning dělíme na synchronní a asynchronní.

#### 1.2.1 Synchronní e-learning

Synchronní e-learning probíhá ve virtuální třídě, tento způsob výuky má za úkol nahradit osobní kontakt s vyučujícím člověkem, kterého je, jak je z principu fungování e-learningu jasné, nedostatek. Komunikace s lektorem zde probíhá hovorovou komunikací, hovor bývá zprostředkován nějakou aplikací, ale může zde být využita i videokonference, která mimo zvuku přenáší ještě obraz.

Pokud je následný test probrané látky prováděn za použití videokonference, je také sníženo riziko podvádění, které představuje u e-learningu poměrně velkou, těžce odstranitelnou nevýhodu.

#### 1.2.2 Asynchronní e-learning

Rozdíl oproti synchronnímu e-learningu spočívá v tom, že zde neprobíhají konference s přenosem videa nebo zvuku v reálném čase. Jednoduše řečeno výuka neprobíhá za přímého vedení učitele. Výhoda je spatřována hlavně v tom, že umožňuje studentovi

určité vlastní tempo studia, na druhou stranu takový student musí sám chtít se něco naučit, sám musí vědět, že má plnit své úkoly. Další výhodou, samozřejmě na úkor kvality, je na rozdíl od synchronního e-learningu úspora finančních prostředků.

### **1.3 Analýza technických a pedagogických požadavků**

Multimediální edukační materiály využívají ke své prezentaci jisté informační technologie. Bude tedy dobré provést určitou analýzu technických prvků použitých při prezentaci materiálů. Pedagogické zásady by se měly u multimediálních výukových materiálů dodržovat stejně jako u osobního výkladu vyučujícího například v prezenčním studiu.

#### **1.3.1 Technické prostředky edukačních materiálů**

Pro multimediální prezentaci edukačního materiálu, který bude zpracován do formy prezentace v programu Microsoft PowerPoint, budeme potřebovat jisté technické prostředky informačních technologií.

Za předpokladu prezentace v hodinách prezenčního studia budeme potřebovat:

- multimediální počítač nebo dostatečně vybavený notebook,
- diaprojektor,
- interaktivní tabule.

### 1.3.2 Multimediální počítač nebo notebook

Pro vytváření a následné zobrazování materiálů je potřeba mít počítač vybavený potřebnými hardwarovými prvky a softwarem.



*Obr. 1: Multimediální počítač a notebook*

#### 1.3.2.1 Hardware

Pod hardwarovými prvky si představujeme v první řadě dostatečné systémové prostředky počítače jako velikost operační paměti, velikost pevného disku pro uložení dostatečného množství informací a frekvenci procesoru, eventuálně můžeme vzít v úvahu počet jader procesoru. Dále pak grafickou kartu zvládající potřebné rozlišení a bitovou hloubku barev. Toto je velmi důležitý parametr, jelikož budeme promítat prezentace na plátno, bílou zeď nebo interaktivní tabuli větších rozměrů. Grafická karta by v dnešní době měla také obsahovat HDMI rozhraní, přes toto rozhraní je možné přenášet vyšší rozlišení než u rozhraní VGA. Další nesporná výhoda je v tom, že přenos obrazu (i zvuku) probíhá digitálně, náchylnost na rušení signálu je zde nižší než u VGA. Zvuková karta je v dnešní době standardem.

#### 1.3.2.2 Software

V první řadě je tento pojem chápán jako operační systém, u počítačů využívaných k promítání a vytváření edukačních materiálů nám použití vhodného operačního systému ulehčí práci. Protože operačních systémů je dnes velké množství, nemusíme si být hned jistí tím, který operační systém bude ten pravý.

Z důvodu světové rozšířenosti systému Windows a z toho plynoucí kompatibility, ať už hardwarových nebo softwarových prvků, bude pro nás nejvhodnější volba tohoto operačního systému.

Konkrétní volba by měla padnout na Windows 7 nebo Windows 8. Jedná se o zdařilé, stabilní systémy s přívětivým uživatelským rozhraním. A s připojením interaktivních tabulí a projektorů či instalací jejich softwarových prvků by zde neměl být problém.

Ostatní softwarové prostředky jsou individuální podle předmětu výuky.

Mohli bychom potřebovat například kompletní sadu programů Microsoft Office.

Právě tato sada obsahuje nástroj pro tvorbu a prohlížení prezentací PowerPoint.

### 1.3.3 Dataprojektor

Dataprojektor slouží k zobrazování multimediálních materiálů na podklad.

Zpracovává vstupní analogový nebo digitální signál a promítá obraz.

Podkladem může být zeď, plátno, nebo interaktivní tabule.

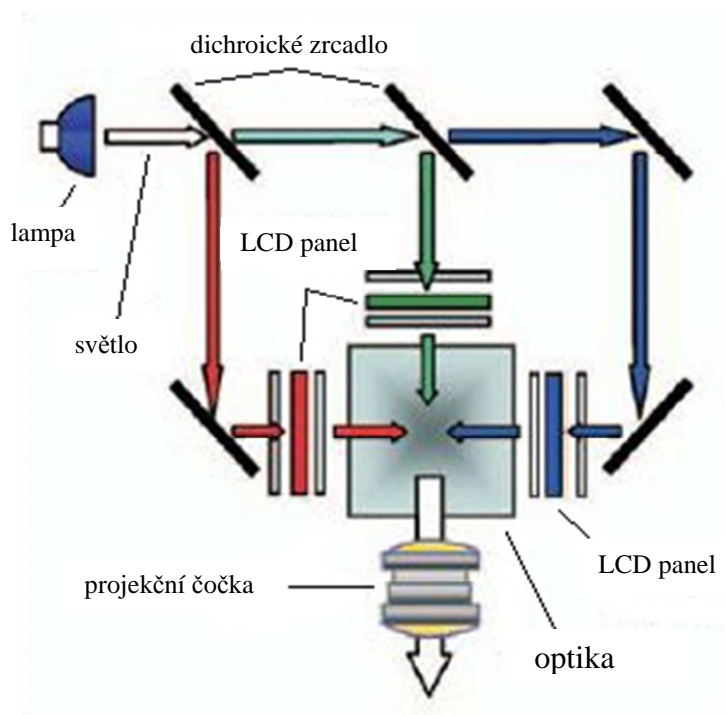


*Obr. 2: Dataprojektor*

Základem každého dataprojektoru je projekční lampa, která souží jako zdroj světla.

#### 1.3.3.1 Zobrazovací technologie LCD

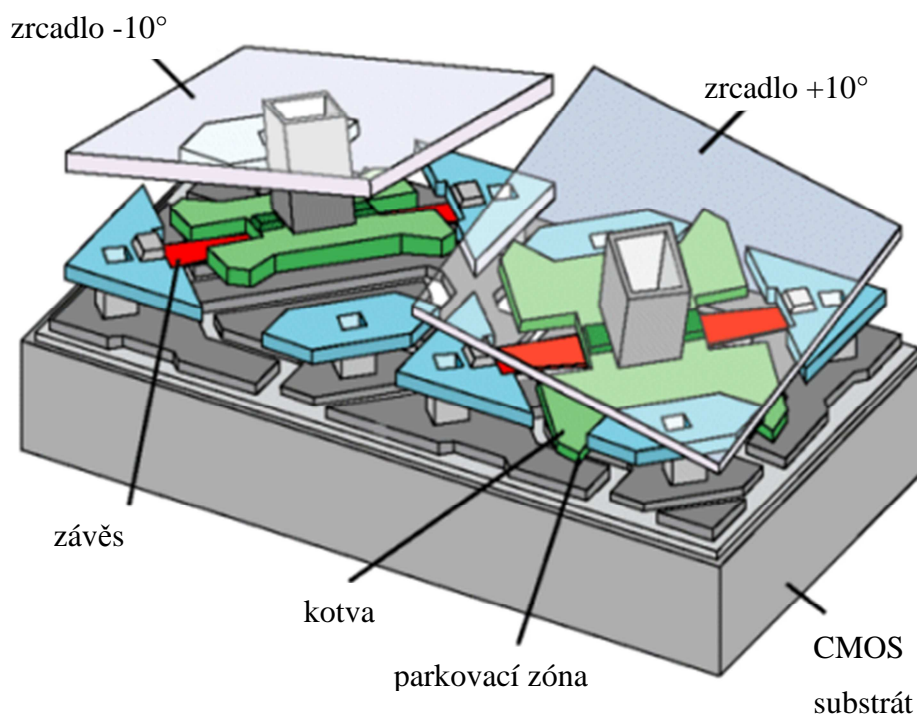
Světlo je přivedeno optickou soustavou k displejům z tekutých krystalů. Tyto displeje jsou v projektoru tři, z nichž každý představuje jednu barevnou složku RGB spektra. Každý displej z procházejícího světla propustí jednu barevnou složku a příslušně upraví jas. Pomocí optického hranolu jsou poté paprsky spojeny do jednoho a ten je objektivem projektoru směřován na promítací plochu neboli podklad.



Obr. 3: Princip LCD projektoru

### 1.3.3.2 Zobrazovací technologie DLP

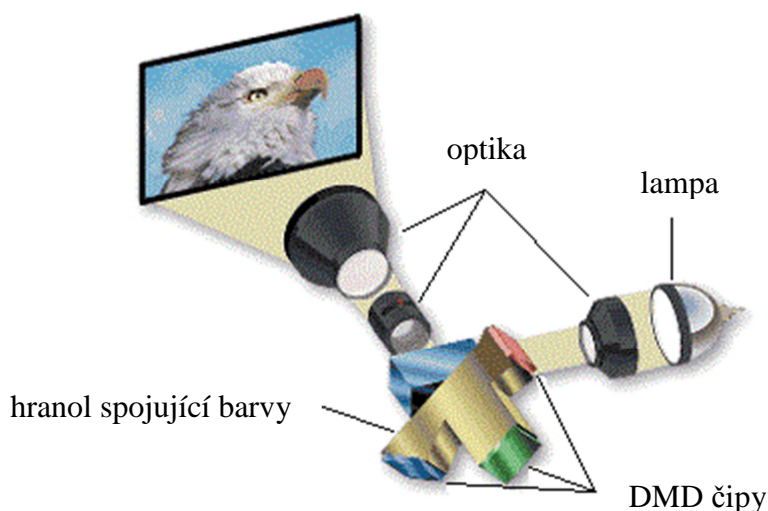
Technologie Digital Micromirror Device principiálně funguje na mírně odlišném principu, neobsahuje LCD panely, ale obsahuje mikroskopická zrcátka, která jsou schopna se naklánět. Naklání se zhruba v rozmezí  $\pm 10$  stupňů a při naklonění odráží paprsky na světlo pohlcující povrch. Každé zrcátko představuje jeden zobrazovací bod, tzv. pixel.



Obr. 4: Zrcadla DLP projektoru

Takto by ale projektor mohl zobrazovat pouze monochromatický obraz. Barvy vytváří rotující kotouč, který je rozdělen do čtyř výsečí, tři reprezentují RGB spektrum a čtvrtá je čírá. Čírá výseč většinou bývá menší než ostatní. Kvůli kvalitnějšímu barevnému zobrazení se používají kotouče dva, na jednom jsou barvy rozloženy přibližně po čtvrtinách, takže čírá část zabírá dostatečnou plochu a může zobrazit jasnou bílou.

Druhý kotouč má na sobě výsečí šest a v nich se postupně střídají všechny tři základní barvy (každá je tam tedy dvakrát), proto se také kotouč označuje jako RGBRGB. Protože se výrobci snaží dovést barvy promítané projektory k dokonalosti, vytvořili i barevný terč rozdělený do tenkých barevných proužků, jež jsou spirálovitě zatočeny.[3]



Obr. 5: Princip DLP projektoru

### 1.3.3.3 Zobrazovací technologie CRT

Technologie CRT je založena na třech katodových trubicích. Každá katoda představuje jednu ze základních barev červená, modrá a zelená. Grafická informace je promítána na projekční plochu, kde dochází ke skládání výsledného obrazu. CRT projektor je složen ze tří objektivů, proto je nutné správně nastavit sbíhavost obrazu. Využití CRT projektorů je vhodné tam, kde je instalace projektoru pevná a není třeba projektor po přemístění kalibrovat.

Můžeme říci, že kvalitní dataprojektor s velkým rozlišením je základ pro kvalitní multimediální výuku, jelikož je na vizuálním výkladu založena její podstata.

### 1.3.3.4 Shrnutí projektorů

Technologie CRT se v dnešní době již příliš nepoužívá, kvůli značně složitému nastavení konvergence. V současnosti je využívána pouze při promítání obrazu na kulovou plochu. Technologie LCD poskytuje výhody oproti DLP ve stabilitě obrazu, v podání barev,



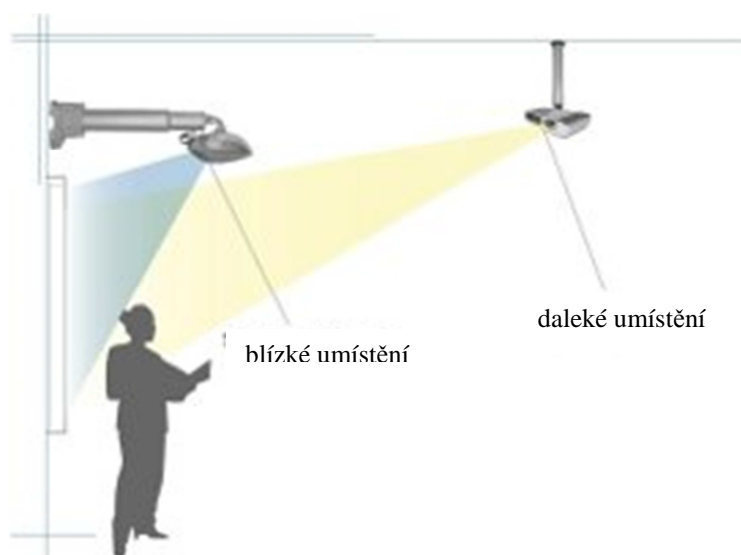
poměrně vysokém kontrastu. Největší nevýhoda je ve viditelné mřížce na promítaném obrazu. Mřížka je způsobena tím, že mezi jednotlivými pixely LCD panelu je malá mezera. Výhodou DLP je vysoký kontrast, neexistence viditelné mřížky. Nevýhoda je naopak v nepřilíš věrném podání barev a blikání obrazu.

#### 1.3.4 Interaktivní tabule

Interaktivní tabule je velká bílá plocha, která neslouží jen jako plátno. Tabule je citlivá na dotek, buď dodávaného pera, nebo se můžeme tabule dotýkat i prstem.

Na tabuli je projektorem promítán obraz. Zjednodušeně můžeme říci, že interaktivní tabule tvoří jakýsi velký dotykový displej, známý ze současných tabletů a dotykových monitorů, telefonů. K počítači se většinou připojuje portem RS232 nebo rozhraním USB.

Za zmínku stojí také umístění dataprojektoru vzhledem k tabuli, blízké umístění projektoru má výhodu v tom, že si přednášející nestíní, pokud stojí u tabule, a projektor mu nesvítí do očí.



Obr. 6: Blízká a vzdálená projekce

#### 1.3.5 Pedagogické požadavky

V pedagogických požadavcích musí být kladen důraz hlavně na udržení pozornosti a s tím související přehlednost a názornost výukových materiálů. Přílišné používání různých animací nesouvisejících s výukou je pak spíše na škodu. Názornost je hlavní výhodou multimediální výuky. Promítání obrázků a videí má za úkol zaujmout studenta a seznámit ho s daným učivem.

Interaktivní materiály pak představují zajímavé zpestření výuky, interakce učitele a žáka vede k lepšímu procvičení učiva. Interakcí myslíme vzájemné působení a oboustrannou aktivitu ve výuce, formou dotazů a odpovědí. Příliš dlouhá jednosměrná výuka, kdy přednášející dlouho v jednom kuse vysvětluje, může vést k úpadku pozornosti studenta, který se pak nedostatečně soustředí na výuku. Z tohoto hlediska by měly edukační materiály pomáhat.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## **2 OBECNÉ ZÁSADY PROJEKTOVÁNÍ A NAVRHOVÁNÍ SYSTÉMOVÝCH PROSTŘEDKŮ**

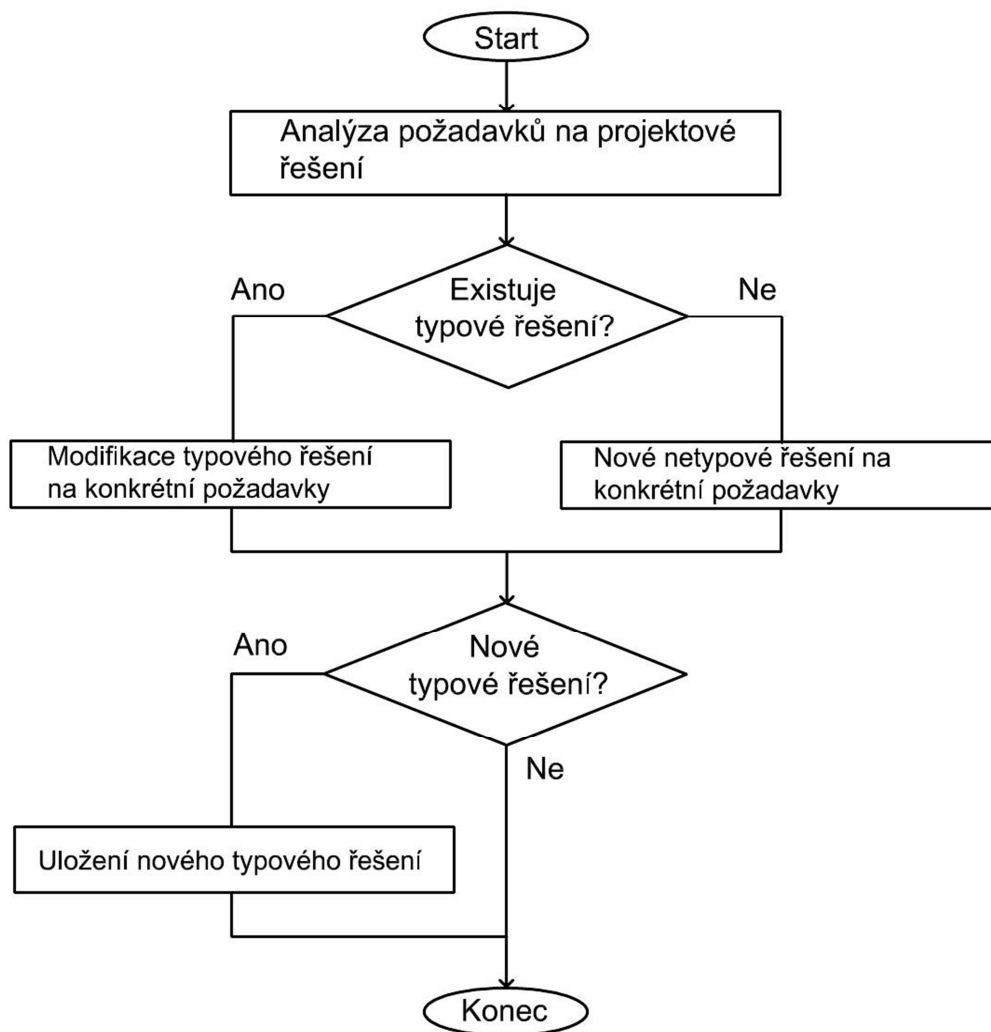
Systémová struktura informatiky a automatizace (dále jen SIA) navržená v etapě projektování je určujícím faktorem při jeho realizaci. V rámci projektového řešení je celková systémová struktura rozpracována na dílčí podsystémy, dílčí obvody a jednotlivé komponenty. Projektant provádí návrh konkrétního řešení, volí odpovídající technické prostředky a zpracovává dokumentaci. Projektování a navrhování systémových prostředků vyžaduje rozdílný přístup pro každý druh podsystému, jako jsou podsystémy centrálních jednotek a podsystém ovládání s členěním na dílčí obvody.

### **2.1 Aspekty zpracování projektové dokumentace**

Předprojektové práce a projektová činnost se dotýkají specifických otázek. Mimo jiné jsou to problémy využívání typového projektového řešení, využívání výpočetní techniky pro podporu projektování, respektování norem a standardů apod.

#### **2.1.1 Typové projekty**

Smyslem využívání typových projektových řešení je urychlení procesu projektování, snížení nákladů a zamezení vzniku možných chyb. Základní podmínkou je, že se nesmí měnit požadavky a potřeby uživatele. Podle konkrétních situací se musí citlivě zvažovat účelnost, vhodnost individuálních přístupů k projektům proti využití typových řešení. Typové projektové řešení se uplatní při opakovaných realizacích. Při těchto řešeních se mohou využít již existující typová řešení. Nejsou-li k dispozici existující typová řešení, provádí se typizace vhodných momentálně rozpracovaných konkrétních úloh a řešení. Výsledkem jsou nové další typové úlohy a typová projektová řešení. Tento proces lze s výhodou uplatnit při využívání výpočetní techniky. Typová úloha je zobecněním konkrétní úlohy. Konkrétní úloha se získá nebo se rozvíjí dosazením funkčních požadavků nebo požadovaných parametrů do typové úlohy. V praxi je typovou úlohou např. projekt obvodu měření teploty pomocí teploměru PT 100, obvodu regulace s typovými akčními prvky, úlohy tisku protokolů, úlohy grafického zobrazení grafu atd. Při každém konkrétním řešení musí projektant uvažovat, zda konkrétní úloha nebo řešení bude opakovatelné a zda je nelze převést do obecné roviny. V tomto případě po převedení do obecné úlohy nebo řešení vznikne typová úloha nebo typové řešení.



Obr. 7: Vývojový diagram projektování s využitím typových řešení

Typové řešení je také zobecnění celé skupiny nebo třídy konkrétních úloh. Obsahuje postupy společné pro všechny skutečné úlohy dané skupiny nebo třídy řešení. Vyjádření konkrétního řešení z typového řešení se provede výběrem nebo dosazením konkrétních hodnot parametrů, které specifikují danou konkrétní úlohu. Jako příklad lze uvést typové řešení adaptivního řízení teploty vytlačovacího stroje, systému sběru dat v podnikovém energetickém hospodářství podniku apod.[5]

## 2.2 Značení obvodů automatizace

Při kreslení schémat struktury a funkce obvodů automatizace se používají specifické značky. V jednoduché grafické formě bez složitých textových popisů se nakreslí složení měřicího nebo regulačního okruhu, jeho signální vazby na okolí a technologické zařízení.

Pro zobrazení funkční struktury a vyznačení obvodu automatizace na strojně technologickém zařízení platí ČSN ISO 3511-1: Funkční značení měření a řízení

v průmyslových procesech [3-1]. Tato mezinárodní norma stanovuje jednotnost při projektování, montáži a provozování prostředků automatizace. Protože automatizace se aplikuje v mnoha oborech, často s velmi odlišnými požadavky, je první část normy [3-1] o základních značkách pro běžné druhy veličin. Pro další obory platí část 2: Rozšířené základní značky a část 3: Podrobné značky.

Značky pro obvody automatizace určují:

- umístění měřicích snímačů a akčních členů,
- druh sledované fyzikální veličiny,
- způsob zpracování informace,
- druh signalizace,
- místo určení přenášené informace.

Značka se skládá z grafické značky, písmenného kódu a identifikačního číselného značení.

Grafickou značkou je

- pro přístroj kruh o průměru 10 mm (jedná-li se o dálkový přenos informace, je kruh rozdělen vodorovnou čarou ve středu),
- pro měřicí místo tenká čára spojující technologické zařízení s přístrojem (je-li nutno určit přesně místo měření, označí se kroužkem o průměru 2 mm na konci čáry měřicího místa),
- pro regulační orgán:
  - rovnostranný trojúhelník s délkou strany 5 mm na místě ovládání pro obecný ovládací prvek,
  - nebo značka ventilu v místě na potrubí,
- pro pohon regulačního orgánu:
  - s automatickou funkcí kruh o průměru 5 mm spojený s regulačním orgánem tenkou čarou,
  - s automatickou funkcí se zabudovaným ručním ovládáním kruh o průměru 5 mm spojený s regulačním orgánem tenkou čarou a s písmenem „H“ v kruhu,
  - jen s ručním ovládáním půlkruh o průměru 5 mm spojený s regulačním orgánem tenkou čarou a písmenem „H“ v kruhu,
- pro akční člen spojení značek pro regulační orgán a pohon,
- pro funkci pohonu:

- při výpadku pomocné energie pohon otevírá je to šipka na spojné čáře směrem k pohonu od regulačního orgánu,
- při výpadku pomocné energie pohon zavírá je to šipka na spojné čáře směrem k regulačnímu orgánu od pohonu,
- při výpadku pomocné energie pohon zůstává v poloze v okamžiku výpadku jsou to dvě krátké čáry kolmo přes spojnou čáru uprostřed mezi orgánem a pohonem,
- pro připojení přístroje k technologii nepřerušovaná plná tenká čára,
- pro signální vedení tenká nepřerušovaná čára přeškrťovaná šikmou úsečkou pod úhlem  $60^\circ$ , při křížení čar se mění šikmost podle směru, při propojení se vyznačí bod tečkou o tloušťce 5násobku tloušťky čáry, směr toku informace se vyznačuje šipkou (nedojde-li k nedorozumění, může být signální propojení i bez přeškrťování).

Písmenný kód tvoří rozlišovací písmena:

- první písmeno označuje měřenou nebo řízenou veličinu,
- následující písmena s významem přídavného písmene nebo zobrazovací a výstupní funkce k prvnímu písmenu a rozlišovací písmena vně značky a s významem limitních stavů.

Výběr písmen pro značení provádí projektant dle následující tabulky:

písmeno	První písmeno <sup>1)</sup>	Přídavné písmeno <sup>2)</sup>	Následující písmena <sup>3)</sup>
<b>A</b>			signalizace, alarm
<b>B</b>			
<b>C</b>			regulace
<b>D</b>	hustota	rozdíl	
<b>E</b>	elektrické veličiny <sup>4)</sup>		
<b>F</b>	průtok	poměr	
<b>G</b>	poloha, délka		
<b>H</b>	ruční ovládání pohonu		
<b>I</b>			ukazování, zobrazení
<b>J</b>		snímání	
<b>K</b>	čas, časový program		
<b>L</b>	hladina		
<b>M</b>	vlhkost		
<b>N</b>	volitelné		
<b>O</b>	volitelné		
<b>P</b>	tlak, přetlak, podtlak		
<b>Q</b>	složení, kvalita, vlastnost	integrace, součet	integrace, sumace
<b>R</b>	radioaktivní záření		zápis, tisk
<b>S</b>	rychlost frekvence		spínání
<b>T</b>	teplota		vysílání
<b>U</b>	více veličin <sup>6)</sup>		
<b>V</b>	viskozita		
<b>W</b>	síla, tíhová síla		
<b>X</b>	ostatní veličiny		
<b>Y</b>	volitelné		



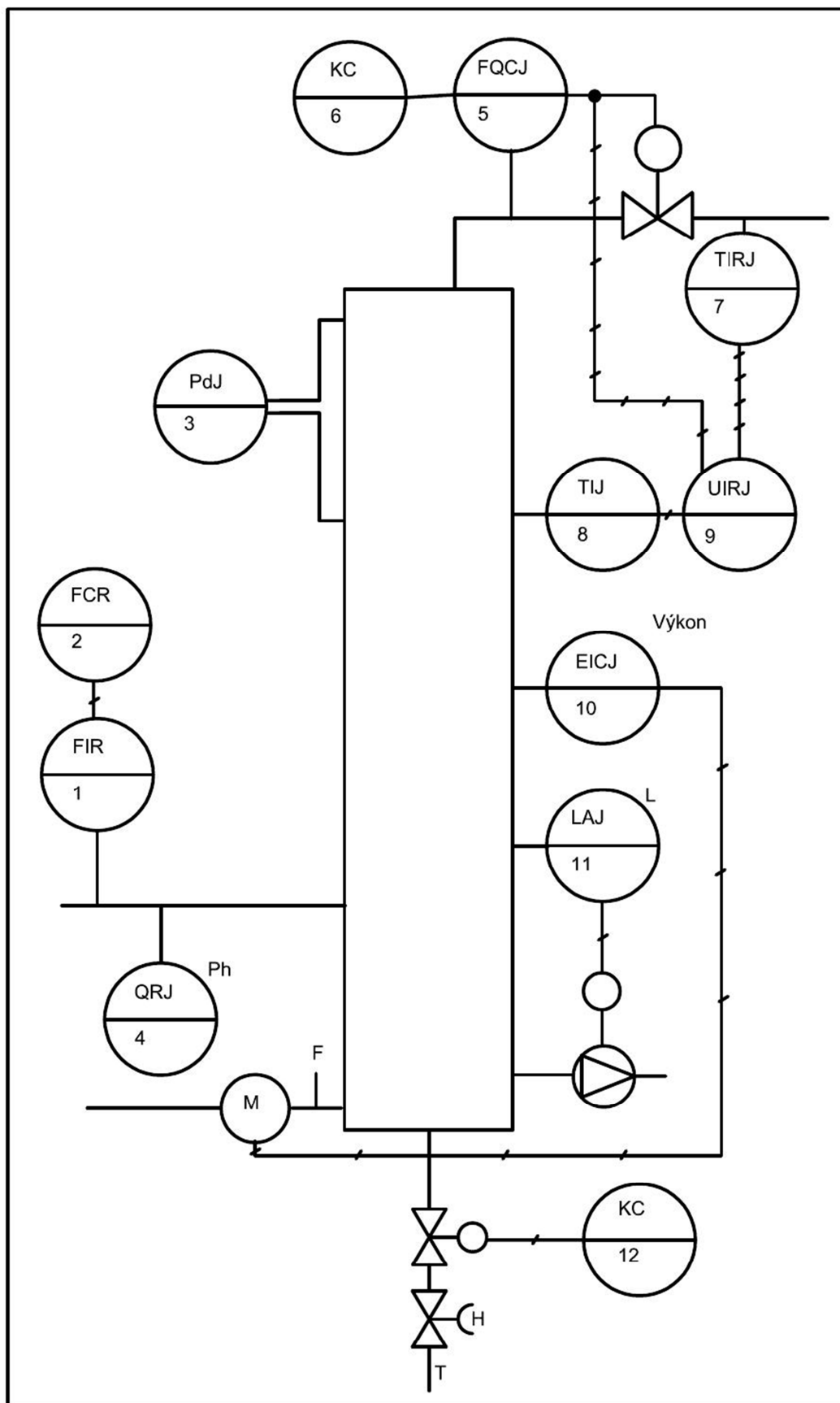
<b>Z</b>			nouzová a zabezpečovací funkce
----------	--	--	--------------------------------

Tab. 1: Písmena pro značení přístrojů

Poznámky k tabulce 1:

- 1) první písmeno je vždy velké,
- 2) přídavné písmeno je psáno malým písmenem,
- 3) následující písmena jsou psána velkým, při použití většího počtu písmen se volí pořadí I R C T Q S Z A,
- 4) je nutno doplnit vysvětlivku (například napětí, proud, výkon, energie) dalším písmenem vedle značky,
- 5) je nutno doplnit vysvětlivku (například koncentrace, vodivost, pH, vlhkost) dalším písmenem vedle značky,
- 6) lze použít pro přístroj, který má na vstupu několik veličin, nutno ale doplnit vysvětlení.

Identifikační číslo umožňuje jednoznačnou identifikaci. Používá se např. průběžné pořadové číslování, vícemístné číslo s oddělovací tečkou pro rozlišení objekt-zařízení-místo.



Obr. 8: Příklad značení obvodů

### 3 VLASTNOSTI SYSTÉMOVÝCH PROSTŘEDKŮ

Vlastnosti systémových prostředků jsou charakterizovány statickými a dynamickými parametry a parametry spolehlivosti.

#### 3.1 Statické parametry

Statické parametry popisují provozně technické vlastnosti přístrojů, jejich jednotlivých prvků v ustáleném stavu. Mezi základní statické charakteristiky patří:

- měřicí rozsah hodnot měřené veličiny, kdy platí pro výstupní signál uvedená přesnost měření,
- přenosová funkce jako matematický vztah pro výstupní signál jako funkce vstupu,
- statická charakteristika popisující závislost hodnot výstupního signálu na hodnotě vstupní veličiny,
- statická chyba, tedy souhrn všech chyb vznikajících při funkci přístroje v ustáleném stavu,
- absolutní chyba: rozdíl mezi indukovanou hodnotou a konvenčně správnou hodnotou signálu,
- hrubá chyba: nesprávný postup operátora, funkce referenčního zařízení,
- systematická chyba: vlivy nedokonalosti přístroje, zvolené metody, zjednodušující podmínky (nelze je vyloučit ani opakovaným měřením),
- náhodné chyby: v důsledku nepředvídatelných příčin, projevují se jako rozptyl měřených hodnot jednotlivých zkoušek, zpracují se matematickou statistikou,
- relativní chyba poměr absolutní chyby ke vztažné hodnotě (např. maximální rozsah), často se udává v procentech,
- nelinearita jako nepřímá úměrná závislost u charakteristiky,
- saturace: limita charakteristiky,
- citlivost: strmota charakteristiky,
- rozlišitelnost: nejmenší změna charakteristiky, která může být identifikována,
- mrtvé pásmo: necitlivost v určitém pásmu charakteristiky,
- vstupní impedance: hodnota zdánlivého elektrického odporu na vstupu prvku,
- výstupní impedance: hodnota zdánlivého elektrického odporu výstupu prvku,
- správnost: těsnost shody mezi aritmetickým průměrem výsledků a konvenční hodnotou,

- shodnost: těsnost shody charakteristik jako nezávislé výsledky zkoušek za určitých podmínek,
- třída přesnosti vyznačující číslo ze zvolené řady klasifikující přesnost měřidla jako největší relativní dovolená chyba (1, 1.6, 2.5, 4, 6).

### 3.2 Dynamické parametry

Při sledování časových průběhů proměnných veličin od počátku změny do ustálení odezvy je průběh procesu daný dynamickými parametry [3-2]. Příčinou přechodových dějů jsou hmotné, tepelné, elektrické a magnetické kapacity, setrvačnosti, tlumení hmot měřicích prvků, impedance, rychlosti změn fyzikálních a chemických parametrů měřených médií apod. Dynamické parametry jsou definovány přechodovou funkcí, váhovou funkcí, frekvenční charakteristikou, frekvenční funkcí a dynamickou chybou [3-3].

### 3.3 Spolehlivost

Spolehlivost je definována v [3-2] jako schopnost zařízení plnit funkci podle daných požadavků po určený časový úsek. V praxi to znamená, že např. měřicí přístroj předává signál podle působení vnějších podmětů v odpovídající statické a dynamické přesnosti. V případě závady je přístroj po dobu opravy vyřazen z funkce. Podle druhu vyřazení z funkce je ve větším nebo menším rozsahu přerušena funkce celého SIA využívající tento údaj.

Pro popis a hodnocení spolehlivosti se používají tyto pojmy a parametry:

- výpadek funkce (závadou nebo jiným zásahem způsobená porucha přístroje),
- doba provozu „Tp“ (celková doba provozování bez doby výpadků),
- doba životnosti (doba mezi uvedením do provozu a termínem modernizace, výměny nebo ukončením provozu zařízení),
- doba trvání výpadku „Tv“ (doba mezi okamžikem výpadku a uvedením přístroje po opravě do provozu),
- střední doba mezi poruchami je střední doba mezi dvěma následujícími výpadky z funkce, značí se MTBF (mean time between failures), je udávána jako poměr celkové doby provozu „Tp“ ku počtu výpadků „i“, platí:

$$MTBF = TP/i$$

- provozuschopnost je pravděpodobnost, že zařízení bude po uvedený čas ve funkčním stavu, je definována jako poměr celkové doby provozu ku součtu celkové doby provozu „Tp“ a celkové doby trvání výpadků „Tv“, platí zde vztah:

$$A = T_p / (T_p + T_v)$$

### 3.4 Druhy a vlastnosti prostředí

Požadavky na vlastnosti systémových prostředků jsou dány v požadavcích zadání. Projektant zvolí jejich provedení tak, aby všechny požadavky byly splněny. Provozeroschopnost je ovlivněna správným výběrem typu a druhu prostředků podle provozních podmínek. Jedná se o snímače nebo jejich části, které jsou v přímém styku s měřenými médii a o další přístroje které jsou ovlivňovány okolní atmosférou a okolními vlivy. Posouzení vlivů a návrh správných prostředků se provádí ve fázi zpracování projektové dokumentace.

Prostředím pro tyto účely se rozumí:

- technologické médium, které je ve styku s prostředky automatizace (čidla, regulační orgán),
- okolní atmosféra, kde jsou nainstalovány prostředky automatizace (snímače, převodníky, akční členy, regulátory, prostředky průmyslové výpočetní techniky, kabely, propojení komunikace, ...).

Část prostředků, která je ve styku s technologickým médiem, musí během celé doby životnosti snímače odolávat jeho mechanickému působení a vlivům fyzikálních a chemických vlastností. Měřeným médiem může být látka pevná, kapalná, plynná, vodní pára nebo směs, disperze látek. Na funkční části měřicího snímače nejčastěji působí tyto vlastnosti technologického média:

- koroze (chemická, elektronická, dotyková),
- viskozita (ovlivňuje přesnost a provozuschopnost měření),
- elektrické a magnetické vlastnosti (ovlivňují přesnost a funkčnost měření),
- krystalizace, usazování, srážení (vytváří vrstvu s tlumícími vlivy a zvyšuje setrvačnost),
- pěnivost,
- abrazivita,
- vlhkost, teplota, tlak,
- hořlavost a výbušnost,

Pro vyhodnocení vlivů technologického média musí projektant podrobně analyzovat všechny vlastnosti, posoudit jejich vliv, odhadnout problémy, analyzovat provozní dopady. Všechny prostředky automatizace, tj. snímače, převodníky, kabelové vedení, zdroje, svorkovnice, rozvaděče, jednotky regulátorů, prvky průmyslové výpočetní techniky, akční

členy, panely zobrazování, prvky signalizace, tiskárny, zapisovače atd., jsou vystaveny okolním vlivům prostředí. Vlivy okolního prostředí jsou dány klimatickými vlivy, funkcí okolních předmětů, složením okolního ovzduší, elektrickými a magnetickými vlivy a podkladovými konstrukcemi.

Pro definování prostředí a jeho vliv platí mnoho předpisů, např. [3-4 až 3-15]. Tento problém lze shrnout do následujících podmínek jednoduchého prostředí, kde působí pouze jeden druh vlivů:

- základní, které neovlivňuje zařízení, jeho životnost a spolehlivost, s teplotou okolního prostředí v rozsahu  $-10$  až  $+35$  °C, přičemž jeho relativní vlhkost je do 80 %,
- aktivní, které ohrožuje spolehlivý a bezpečný chod zařízení, zkracuje jeho životnost např. teplem, vlhkem, vodou, prachem, chemickou agresivitou látek, chvěním, zářením, interferenčním rušením, dělí se na:
  - studené, zde je teplota prostředí trvale nižší než  $-10$  °C,
  - horké, teplota je zde trvale vyšší než  $+35$  °C,
  - vlhké, kde relativní vlhkost při teplotě  $-10$  až  $+35$  °C je vyšší než 80 %, ale při orosení voda nestéká po stěnách ani nepokrývá podlahu,
  - mokré, kde voda stéká po stěnách a pokrývá i podlahu,
  - s otřesy, které jsou v takové intenzitě, že mají škodlivý vliv na měřicí zařízení,
  - se zvětšenou korozní agresivitou, s vlivem plísní, bakterií apod.,
- pasivní, které se prostřednictvím měřicího zařízení stává nebezpečným, např. prostředí s nebezpečím požáru nebo výbuchu dělíme na:
  - s nehořlavým a nevodivým prachem, který se rozvíří a nepříznivě ovlivňuje činnost zařízení,
  - s nehořlavým a vodivým prachem,
  - s nebezpečím požáru snadno zápalných látek, např. hořlavé konstrukce, hořlavé kusové předměty, hořlavé obaly,
  - s nebezpečím snadno zápalných látek, to je pevných látek s bodem vznícení  $350$  °C pomocí zkratu nebo jiskry,
  - s nebezpečím požáru od hořlavých prachů,
  - s nebezpečím požáru od hořlavých plynů a par,
  - s nebezpečím požáru od výbušnin.

V prostředí složitém působí současně nebo postupně vlivy několika jednoduchých prostředí. Sem patří také prostředí venkovní, kde působí pouze povětrnostní vlivy.

Při výběru správného druhu měřicího zařízení je důležité pro zabezpečení provozuschopnosti v daném prostředí volit přístroje, kabelové propojení a spoje podle jejich výrobního provedení, tj. druhu použitého materiálu, provedení vnější konstrukce a elektrického krytí [3-16].

Automatizační přístroje jsou konstruovány a následně vyráběny v provedení, které vyhovuje určitým klimatickým podmínkám. Provedení a použití technických prostředků specifikuje norma ČSN 03 8203 [3-17]. Jsou zde specifikovány základní typy klimatu (klimatických pásem) a klasifikována agresivita atmosféry. Klimatické podmínky na zemské kouli jsou pro technické účely rozděleny podle zeměpisných oblastí. Rozlišují se jako makroklima na mírné, studené, tropické vlhké, tropické suché, mořské klima.

Základními činiteli působícími na technické prostředky jsou:

- teplota vzduchu a její změny,
- vlhkost vzduchu a orosení,
- znečištění vzduchu chemické (plyny a rozpustné soli),
- znečištění vzduchu pevnými částicemi (prach, písek, popel, sníh),
- ozón, sluneční záření,
- srážky (déšť, sníh, námraza, jínovatka, kroupy),
- vítr, smršť a bouře,
- tlak vzduchu,
- biologičtí činitelé (plísňe, bakterie, hmyz, hlodavci).

Pro bezprostřední okolí měřicích přístrojů je důležité tzv. mikroklima. Je to prostředí volných prostranství továren nebo vnitřních prostorů objektů, ovlivňované místními podmínkami, umístěním přístrojů a jejich vlastní funkcí.

## 4 POŽADAVKY NA VLASTNOSTI

Po systémových prostředcích požadujeme, aby splňovaly určité vlastnosti.

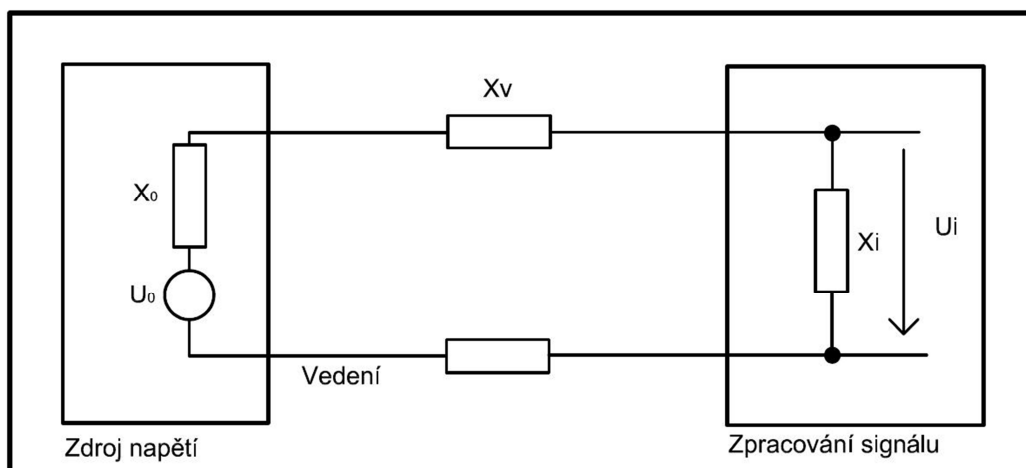
### 4.1 Požadavky na elektrické vlastnosti

Provozování systémových prostředků v současné době, kdy jsou používány v převážné míře elektrické přístroje, je dáno také elektrickými podmínkami a vlastnostmi. Jedná se především o:

- 1) kvalitu pomocné napájecí energie,
- 2) parametry vazebních obvodů jednotlivých prvků,
- 3) odolnost vůči rušení,
- 4) bezpečnostní podmínky.

Kvalita napájecí energie je dána dostatečným výkonem a dalšími parametry. Moderní konstrukce napájecích zdrojů má malé požadavky na kvalitu vstupního napětí. Zpravidla se jedná o napětí 230 V s tolerancí -15 % až +10 %, s kmitočtem 50 Hz s tolerancí +-1%. Některé výkonově náročné prostředky vyžadují napětí 400 V/50 Hz. Ke kvalitě napájení patří také parametry elektromagnetické kompatibility [3-9 až 3-12].

Dalším problémem při sestavování systémových prostředků jsou elektrické parametry vazebních obvodů výstupu prvku a vstupu následujícího prvku. U těchto vazeb musí být stejná napěťová úroveň a druh napětí (AC nebo DC). Dalším důležitým parametrem je výstupní a vstupní impedance propojených obvodů a z toho vycházející elektrický proud a frekvenční charakteristika. U napěťových výstupů musí být výstupní odpor ( $X_o$ ) velmi malý, aby proud propojení nesnižoval výstupní jmenovité napětí a tím neovlivňoval výsledný obvod. Vstupní odpor ( $X_i$ ) napěťových signálů musí být co největší. Vliv mají také parametry propojovacího vedení ( $X_v$ ).



Obr. 9: Náhradní zapojení napěťového signálu



Pro náhradní zapojení platí:

$$U_0 + I \cdot X_0 = I \cdot (2 \cdot X_v + X_i)$$

kde  $U_0$  je elektromotorická síla zdroje,  $U_0' = I \cdot X_0$  je úbytek napětí na výstupní impedanci zdroje,  $X_v$  je impedance propojovacího vedení,  $X_i$  je impedance vstupní jednotky. V průmyslových podmínkách působí na systémové prostředky elektrické rušivé vlivy, mezi které patří:

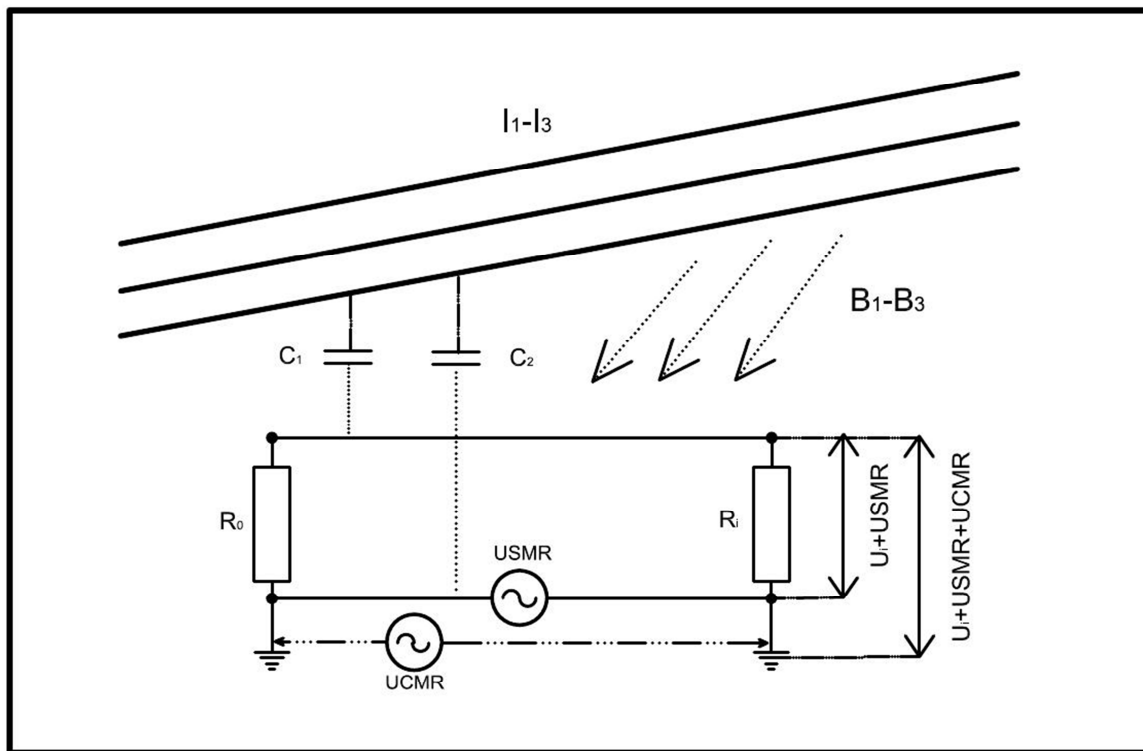
- harmonické rušení (interferenční indukční, kapacitní),
- transientní (impulsní): krátkodobé a rychlé změny od atmosférických výbojů a elektrostatiky,
- flukтуаční (zemnicí proudy, změny přechodových odporů, drift elektroniky, šum).

Harmonické rušení působí prostřednictvím elektrického nebo magnetického pole. Má konečný počet rušivých vlivů s frekvencí 50 Hz případně dalšími harmonickými. Zdrojem je zpravidla silový rozvod 0,4 kV a kapacitní a induktivní vazby mezi kabelovými vedeními.

Zdroj signálu je na odporu  $R_0$  a přenáší se signálním vedením na vstupní odpor  $R_i$  jednotky zpracování signálu. Silovým třífázovým vedením protéká elektrický proud  $I_1, I_2, I_3$  o napětí 400 V. Elektrické pole působí přes kapacitní vazby  $C_1, C_2$  na signální vedení. Magnetické pole  $B_1, B_2, B_3$  se transformuje do signálního vedení. Tato harmonická rušení vytváří rušivé napětí USMR. Vlivem rozdílných zemnicích proudů vzniká rušivé harmonické napětí UCMR. Na svorkách vstupní jednotky jsou tato rušivá napětí superponována na napětí měřonosného signálu  $U_i$ .

Transientní rušení má impulsivní charakter. Toto rušení je krátkodobé a vzniká velmi často kvůli atmosférickým vlivům. Od elektrického napětí a od specifických parazitních vlivů např. trioelektrický jev. V podmínkách rozlehlých systémů je rušení atmosférickým napětím velkým problémem. Pro polovodičové struktury je vysoce nebezpečné elektrostatické napětí.

Flukтуаční rušení se vyskytuje ve velké výkonové úrovni v zapojeních a obvodech zemnicích proudů. Úroveň výkonově nižší, ale působící stejně nepříznivě vytváří flukтуаční rušení změny přechodových odporů slaboproudých zapojení, drift a šumy od elektroniky. Projeví se nejčastěji jako rozdílné zemnicí potenciály zemnicích vodičů snímačů a vstupů dalších jednotek.



Obr. 10: Vlivy interferenčního harmonického napětí na měronosný signál

Na elektronické zapojení systémových prostředků působí rušení:

- nedestruktivně jako
  - sériové napětí (SMR – series mode rejection), které se přičítá k měronosnému signálu, např. harmonické rušení,
  - souhlasné nebo také společné napětí (CMR – common mode rejection), které působí společně a paralelně s měronosným napětím, např. napětí od zemnicích proudů,
- destruktivně, tj. vzniká rušivé napětí nebo proudy nad povolenou úroveň a elektrické obvody se zničí přepětím nebo nadproudem, např. bouřkové výboje, elektromagnetické výboje.

Odstranění vlivů je předmětem kvalitního projektování a kvalitního provedení realizace. Pro omezení nebo zabránění působení rušivých vlivů jsou k dispozici tato základní opatření:

- 1) používání správných kabelů (kroucené páry, stínění) proti harmonickému interferenčnímu rušení (dále jen HIR),
- 2) pokládání kabelů pro přenos informací s dostatečnou vzdáleností od silových kabelů proti HIR,
- 3) použití mechanického opatření například stínícím obalem proti HIR,

- 4) dokonalé spojení stínění a uzemnění proti HIR,
- 5) dokonalé spojení nulových potenciálů a zemnicích vedení proti flukтуаčnímu rušení,
- 6) použitím transienčních ochranných prvků proti rušení od blesků,
- 7) dokonalé spojení zemnění jednotlivých prvků se silovou zemí,
- 8) použití pasivních nebo aktivních filtrů mezi přístroji.

## 4.2 Požadavky na další vlastnosti

Systémové prostředky musí také splňovat další vlastnosti, neelektrického charakteru:

- 1) splnění technických podmínek na mechanické provedení omezující parazitní vlivy, např. boční síly u měření hmotnosti, vibrace od vlastních kmitů, ...
- 2) splnění požadavků na elektrické krytí vhodnou konstrukcí přístroje,
- 3) dodržení rozměrových a hmotnostních parametrů pro zařazení přístroje do technologických linek,
- 4) ergonomické vlivy na člověka,
- 5) vlivy na ekologii.

Elektrické krytí je mechanické opatření dané konstrukčně, vnější části přístroje jsou navrženy tak, aby nemohlo dojít k doteku osob, předmětů nebo prachu s živou částí zařízení, tedy částí pod napětím. Podle normy [3-16] je označováno znakem IP xy, kde x je číslo od 0 do 6 a značí ochranu před dotykem krytím proti vniknutí předmětů a prachu, y je číslo od 0 do 8 a značí krytí proti vniknutí vody. Hodnoty značení jsou vysvětleny tabulkami.

číslo	krytí proti vniknutí předmětů, krytí proti doteku
0	žádná ochrana
1	vniknutí předmětů do velikosti 50 mm
2	vniknutí předmětů do velikosti 12 mm
3	vniknutí předmětů do velikosti 2,5 mm
4	vniknutí předmětů do velikosti 1 mm
5	bez možnosti vniknutí předmětů, je ale netěsnost proti prachovým částicím
6	bez možnosti vniknutí předmětů, těsnost proti prachu

Tab. 2: Krytí proti vniknutí předmětů a dotyku

číslo	krytí proti vniknutí vody
0	žádná ochrana
1	proti svislým kapkám vody
2	proti šikmým kapkám vody do úhlu 15 °
3	před deštěm do úhlu 60 °
4	proti stříkající vodě
5	proti tryskající vodě
6	proti zaplavení
7	proti ponoření do omezené hloubky a na omezenou dobu
8	proti trvalému ponoření

*Tab. 3: Krytí proti vniknutí vody*

## 5 PROJEKTOVÁNÍ PODSYSTÉMŮ MĚŘENÍ A SNÍMÁNÍ DAT

Každý SIA systém vyžaduje pro zajištění svých funkcí mít k dispozici údaje o parametrech a stavu řízených anebo sledovaných procesů. Data jsou zajišťována zpravidla automatickým měřením anebo čtením a snímáním údajů. Tato část systému SIA se nazývá podsystém měření a snímání dat.

Měření je proces získávání údajů o vlastnostech chování soustavy, procesů, o funkci a stavu zařízení, podle kterých je SIA navržen a vyprojektován a podle kterých je provozován.

Další částí této kategorie jsou prostředky pro automatické čtení a snímání dat, např. magnetické, nebo čipové karty, čtečky dokumentů a tiskopisů. Vypracování projektového záměru, fáze předprojektová, projektová, realizace a provozování SIA vyžaduje respektovat základy, pravidla normy a praktické zkušenosti a problematiku podsystému měření a snímání dat (dále jen PSM). Kapitola o PSM uvede souhrn zásad pro projektování obvodů sloužících k měření technických parametrů a snímání dat a údajů.

Pro systémy budované v podmínkách zpracovatelských technologií budou snímány základní druhy technologických parametrů: teplota, tlakové veličiny, průtok a množství, výška hladiny, čas, rychlost, otáčení, hmotnost, síla, složení látek, výkon a práce, počet kusů, parametry elektrického proudu, povrchová kvalita.

Každá veličina má přidělenou jednotku danou mezinárodním měřicím a jednotkovým systémem nebo u specifických veličin popsanou měřicím předpisem.

V minulosti byly používány různé soustavy jednotek. V našich podmínkách se jedná o mezinárodní systém měřicích jednotek – soustava SI (Système International d'Unités), přijatý zákonem č. 52/62 Sb. a dalšími zákony.[5]

Tato soustava obsahuje:

- základní jednotky (délky, hmotnosti, času, elektrického proudu, termodynamické teploty, svítivosti, látkového množství),
- doplňkové jednotky (rovinného úhlu, prostorového úhlu),
- odvozené jednotky (plošného obsahu, objemu, kmitočtu, rychlosti, úhlové rychlosti, zrychlení, úhlového zrychlení, hustoty, síly, tlaku, mechanického napětí, dynamické viskozity, kinematické viskozity, energie, výkonu, momentu, povrchového napětí, elektrického náboje, elektrického napětí, intenzity elektrického pole, magnetomotorického napětí, měrného tepla, tepelné kapacity, molárního

tepla, hustoty tepelného toku, měrné tepelné vodivosti, zářivosti, světelného toku, osvětlení, jasů, aktivity, ozáření, dávky).

Rozpracování převodních vztahů různých jednotek je v [3-20] a seznam jednotek i pro britsko-americkou soustavu je v [3-21].

U měření a zajišťování meteorologických postupů platí v ČR zákon č. 505/1990 Sb. a další o metrologii [3-22]. Měřicí zařízení je v případě, že jsou naměřené hodnoty použity pro obchodní účely, nazýváno stanoveným měřidlem a platí pro něj zákonné předpisy pro projektování, montáž a povinnost pravidelných kalibrací.

## 5.1 Měřicí okruh

Měřicí okruh se skládá z více technických prvků:

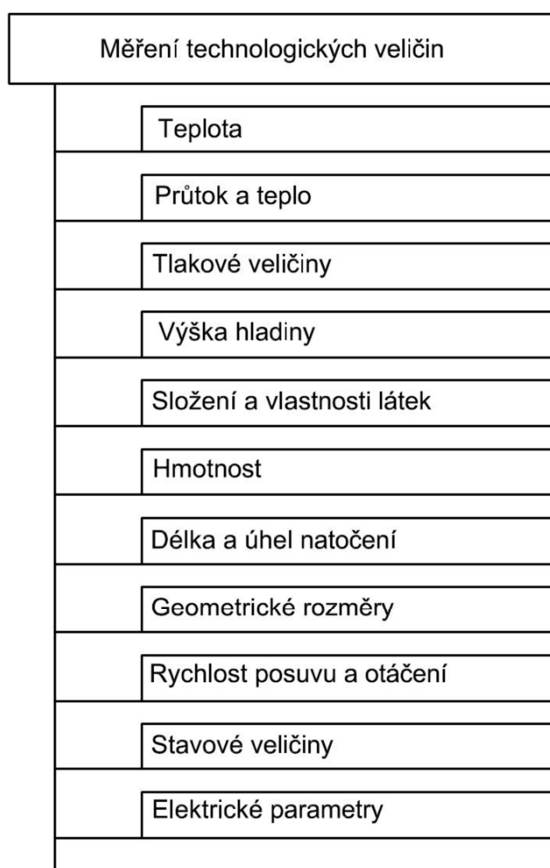
- měřicí snímač – je umístěn na technologickém zařízení v přímém nebo nepřímém styku s měřeným médiem a sleduje časový průběh měřené veličiny, jeho základním elementem je senzor, který snímá určenou veličinu a převádí ji na signál,
- převodník – zpracovává měřenosný signál z měřicího snímače a převádí ho na unifikovaný signál pro dálkový přenos a další zpracování,
- vyhodnocovací jednotka – matematická, logická jednotka, která má na vstupu jeden nebo více signálů a vyhodnocuje je na vyšší informační úroveň, výstupem je více signálů, nebo soubor údajů ve zprávě pro komunikační linku,
- kabelové vedení – propojuje jednotlivé prvky,
- zdroj – dodává energii (vzduch nebo elektrickou energii).

Signály z měřicích okruhů v systémech SIA jsou využívány v technických prostředcích pro zobrazování, v záznamových zařízeních, v regulačních zařízeních, v průmyslové nebo personální výpočetní technice, v zařízeních pro signalizaci. Regulační jednotky jsou umístěny ve vzdálenějších místech (i několik kilometrů), ale někdy jsou integrovány do měřicího zařízení.

Přenos signálů měřicích okruhů má charakter:

- stejnosměrného proudu jako analogový spojitý signál v rozsahu: 0..5 mA, 0..20 mA, 4..20 mA, -5..+5 mA, -20..+20 mA,
- stejnosměrného napětí jako analogový spojitý signál v rozsahu: 0..10 V, 0..2 V, -10..+10 V,

- stejnosměrného napětí jako digitální signál úrovně TTL v rozsahu log 0 = 0-0,7 V a log 1 = 2,2..5 V, úrovně DTL v rozsahu log 0 = 0..2,7 V a log 1 = 8,2..15 V, nebo úrovně log 0 = 0..7 V a log 1 = 11..24 V,
- střídavého napětí jako frekvenční analogový signál amplitudový nebo frekvenční v rozsahu 0..50 Hz, 0..1 kHz, 0..100 kHz,
- střídavého napětí jako digitální signál frekvenční v rozsahu log 0 = 0,3 kHz a log 1 = 3,4 kHz nebo amplitudový v rozsahu úrovně log 0 = 0..7 V a log 1 = 11..24 V,
- tlaku ladícího vzduchu jako pneumatický analogový signál v rozsahu 20..100 kPa,
- tlaku ladícího vzduchu jako pneumatický digitální signál úrovně log 0 = 0..20 kPa a log 1 = 50..100 kPa,
- digitálního signálu s informací typu zprávy různé elektrické úrovně a různého protokolu přenosu informace.



Obr. 11: Druhy nejčastějších měřených veličin a procesů

V podsystému SIA pro průmysl se vyskytují tyto základní druhy měřených parametrů.

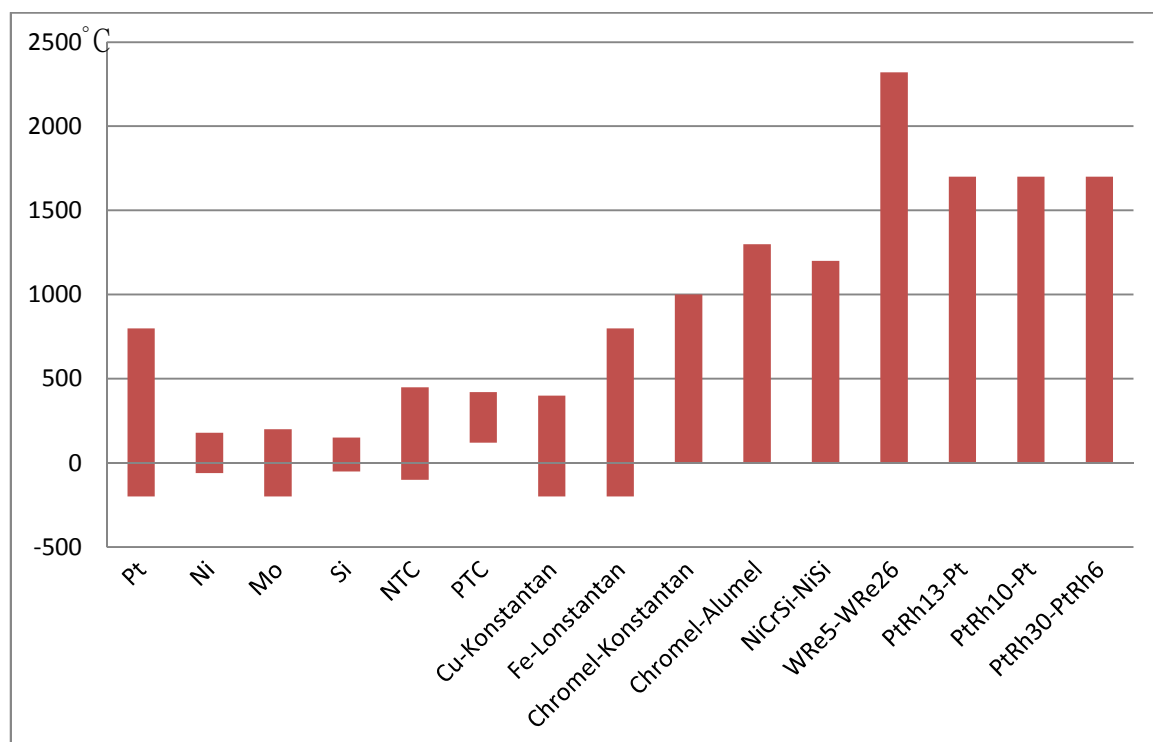
Teplota, průtok a množství, tlakové veličiny, výška hladiny, složení látek, vlastnosti látek, hmotnost, délka a úhel natočení, geometrické rozměry, rychlost, otáčení, stavové veličiny, elektrický výkon a energie a další elektrické parametry, kvalita povrchu atd.

Pro většinu základních druhů veličin se používají sériová technická měření a snímání. Pro malou skupinu veličin se vyskytují požadavky, pro které nelze použít sériové technické prostředky měření. Pro tyto měřicí okruhy se projektují specifické technické prostředky a řešení. Provádí se jejich vývoj, následná výroba prototypů nebo úprava sériových snímačů, ověřování a uvedení do provozu.

Vedle měření technologických veličin jsou v informačních systémech používána snímací zařízení dat a dokumentů. Příkladem jsou čtečky osobních karet v systémech ochrany budov nebo kreditních karet v bankovníctví, obchodu, snímací zařízení dokumentů apod.

### 5.1.1 Projektování obvodů pro měření teploty

Teplota je nejčastější měřená veličina. Používá se ve většině technologických procesů, kolem 60 %. V běžné praxi se používá měření teploty v rozsahu od  $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+3\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Používají se snímače pro dotykové (přímý styk s měřeným médiem) nebo pro bezdotykové měření.



Graf 1: Teplotní rozsahy snímačů



Odporové teploměry používají senzory využívající fyzikální princip změny elektrického odporu kovů a polovodičů podle teploty. Termočlávkové snímače podle Seebeckova efektu vytváří napětí úměrné měřené teplotě a teplotě srovnávacího konce. Dilatační teploměry vytváří skupinu přímočinných teploměrů využívající princip roztažnosti látek vlivem teploty. Grafické znázornění je ve výše uvedeném grafu. Aby mohl projektant zodpovědně a kvalifikovaně navrhnout obvod pro měření teploty, musí provést vyhodnocení údajů dotazníku zpracovaného podle zadání pro každý měřicí obvod. Seznam otázek je uveden v následující tabulce.

Parametr zadání	Hodnota zadání	Parametr zadání	Hodnota zadání
Rozsah měření (°C): <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ jmenovitá hodnota</li> <li>▪ maximální hodnota</li> <li>▪ minimální hodnota</li> </ul>		Vstupní signál <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ druh</li> <li>▪ rozsah</li> <li>▪ užití (I,R,C)</li> </ul>	
Třída přesnosti měření		Místní ukazatel	
Popis měřené tekutiny: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ chemické složení/název</li> <li>▪ absolutní tlak provozní (kPa)</li> <li>▪ absolutní tlak max. (kPa)</li> <li>▪ měrná hmotnost (<math>\text{kg/m}^3</math>)</li> <li>▪ dynamická viskozita (Pas)</li> <li>▪ vztaž. podmínky (<math>\text{kPa}/^\circ\text{C}</math>)</li> <li>▪ korozivní vlastnosti</li> <li>▪ abrasivní vlastnosti</li> </ul>		Popis měřeného místa: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ druh zařízení</li> <li>▪ tloušťka stěny (mm)</li> <li>▪ světlost potrubí (m)</li> <li>▪ materiál stěny</li> <li>▪ rychlost proudění (m/s)</li> <li>▪ časová konstanta změn (s)</li> </ul>	
Okolní prostředí: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ teplota minimální (°C)</li> <li>▪ teplota maximální (°C)</li> <li>▪ střední radiační teplota (°C)</li> </ul>		Ostatní: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ alarm               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ maximální (°C)</li> <li>○ alarm minimální (°C)</li> <li>○ výstupní signál</li> </ul> </li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ tlak absolutní (kPa)</li> <li>▪ vlhkost relativní (%)</li> <li>▪ rychlost proudění (m/s)</li> <li>▪ druh škodlivin</li> <li>▪ stupeň nebezpečí požáru</li> <li>▪ stupeň nebezpečí výbuchu</li> <li>▪ vibrace (Hz)</li> <li>▪ rázy (g)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ funkce smart <ul style="list-style-type: none"> <li>○ programování</li> <li>○ protokol HART</li> </ul> </li> <li>▪ vzdálenost snímače od převodníku (m)</li> <li>▪ specifické požadavky</li> </ul>	
---	--	---	--

Tab. 4: Dotazník projektového zadání pro měření teploty

### 5.1.2 Projektování obvodů pro měření průtoku a množství

Měření průtoku a průtočného množství patří mezi 5 nejdůležitějších měřených veličin v automatizačních systémech. Získané informace o průtoku nebo množství jsou využívány v regulačních okruzích při dávkování komponent v technologických procesech, v informačních systémech při sledování toku surovin a energií a vyhodnocování surovinové a energetické náročnosti, při obchodních jednáních a vstupních materiálech do výroby a o finálních výrobcích.

Nejčastěji se jedná o průtok tekutiny v uzavřeném potrubí, výjimečně o průtok kapalin v otevřeném kanále. Podle způsobu vyjádření měřené veličiny se jedná o hodnoty okamžitého hmotnostního nebo objemového průtoku nebo o hodnoty celkového hmotnostního množství nebo objemu.

Obecně se v praxi používané průtokoměry třídí podle metody měření na:

- objemové čítače (průtokoměr s turbínou [kapalina, plyn], s lopatkovým kolem [kapalina <130 °C], s oválnými a ozubenými koly [viskozni kapalina]),
- průřezová měřidla (clona, dýza, Venturiho trubice, rychlostní sonda [kapaliny, plyn, v. pára, <550 °C]),
- plováčkové [kapalina, plyn, laboratoře],
- termoelektrické [malé průtoky kapalin],
- induktivní [vodivá kapalina 5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ],
- ultrazvukové [kapalina],
- vírové [kapalina, plyn, vodní pára, <350 °C],
- Coriolisův hmotnostní průtokoměr.

Při volbě metody měření pro daný průtok je nutno zvážit několik hledisek. Opět je vhodné provést vyhodnocení údajů dotazníku zpracovaného podle zadání. Příklad projektového zadání je uveden v následující tabulce.

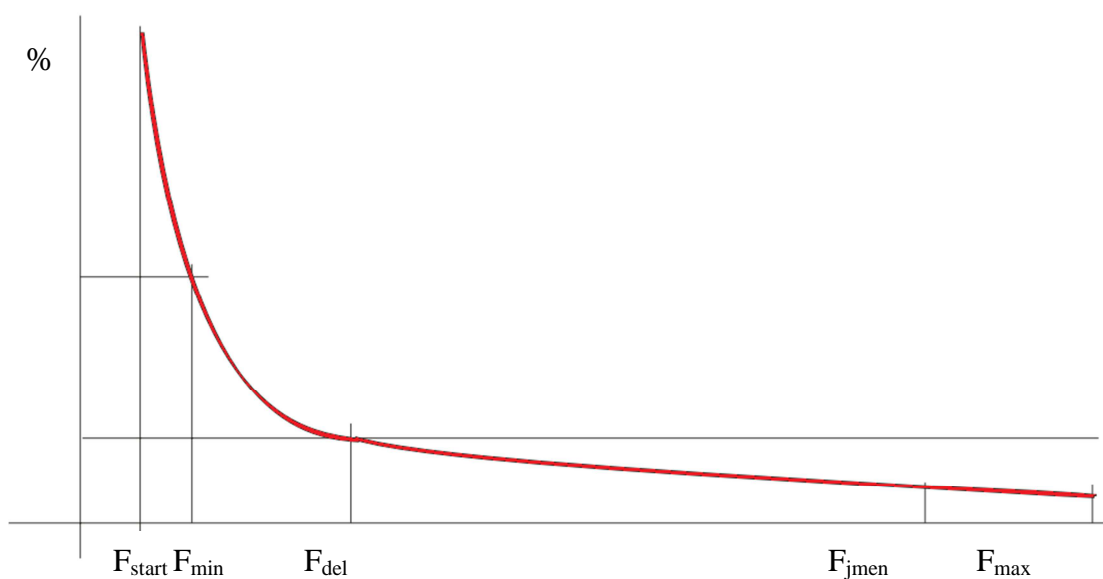
Parametr zadání	Zadaný údaj	Parametr zadání	Zadaný údaj
<b>Rozsah měření (°C):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ jmenovitá hodnota</li> <li>▪ maximální hodnota</li> <li>▪ minimální hodnota</li> <li>▪ rozběhová hodnota</li> </ul>		<b>Výstupní signál:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ druh</li> <li>▪ rozsah</li> <li>▪ užití (I,R,C)</li> </ul>	
<b>Třída přesnosti měření</b>		<b>Místní ukazatel</b>	
<b>Popis měřené tekutiny:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ chemické složení/název</li> <li>▪ absolutní tlak provozní (kPa)</li> <li>▪ absolutní tlak maximální (kPa)</li> <li>▪ měrná hmotnost (<math>\text{kg/m}^3</math>)</li> <li>▪ dynamická viskozita (Pas)</li> <li>▪ vztaž. podmínky (<math>\text{kPa}/^\circ\text{C}</math>)</li> <li>▪ korozivní vlastnosti</li> <li>▪ abrasivní vlastnosti</li> </ul>		<b>Popis měřeného místa:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ druh zařízení</li> <li>▪ tloušťka stěny (mm)</li> <li>▪ světlost potrubí (m)</li> <li>▪ materiál stěny</li> <li>▪ rychlost proudění (m/s)</li> <li>▪ časová konstanta změn (s)</li> <li>▪ povolená tlaková ztráta (kPa)</li> </ul>	
<b>Okolní prostředí:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ teplota minimální (°C)</li> <li>▪ teplota maximální (°C)</li> <li>▪ střední radiační teplota (°C)</li> <li>▪ tlak absolutní (kPa)</li> <li>▪ vlhkost relativní (%)</li> <li>▪ rychlost proudění (m/s)</li> <li>▪ obsah škodlivin (%)</li> <li>▪ druh škodlivin</li> <li>▪ stupeň nebezpečí požáru</li> <li>▪ stupeň nebezpečí</li> </ul>		<b>Ostatní:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ alarm <ul style="list-style-type: none"> <li>○ maximální (°C)</li> <li>○ alarm minimální (°C)</li> <li>○ výstupní signál</li> </ul> </li> <li>▪ funkce smart <ul style="list-style-type: none"> <li>○ programování</li> <li>○ protokol HART</li> </ul> </li> <li>▪ vzdálenost snímače od převodníku (m)</li> <li>▪ specifické požadavky</li> </ul>	

výbuchu			
▪ vibrace (Hz)			
▪ rázy (g)			

Tab. 5: Dotazník projektového zadání pro měření průtoku

Při navrhování průtokoměrů se zvažuje:

- průtok jmenovitý „ $F_{jmen}$ “ (hodnota pro jmenovité podmínky nebo nejčastější režim technologie),
- průtok dělicí nebo přechodový „ $F_{del}$ “ (hodnota průtoku na hranici jmenovité přesnosti),
- průtok minimální „ $F_{min}$ “ (hodnota průtoku, kdy přesnost je ještě únosná),
- průtok startovací „ $F_{start}$ “ (hodnota průtoku, kdy začíná průtokoměr ukazovat počáteční hodnotu, i když přesnost je velmi špatná),
- průtok maximální „ $F_{max}$ “ (průtok maximální, v provozu se vyskytující krátkodobě).

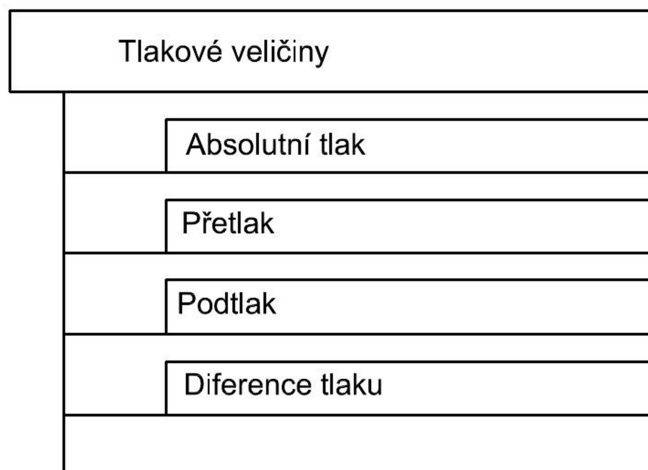


Graf 2: Rozsah měření průtoku v závislosti na přesnosti měření

### 5.1.3 Projektování obvodů pro měření tlaku

Tlakové veličiny patří jako další veličina mezi 5 nejdůležitějších v SIA systémech.

Plní požadavky měření přetlaku, podtlaku, absolutního tlaku, difference tlaku v zásobnících, reakčních nádobách, destilačních kolonách, potrubích a na měření atmosférického tlaku.



Obr. 12: Druhy tlakových veličin

Pro měření tlakových veličin se používají měřicí senzory, převádějící působení tlaku na posuv, sílu nebo úhel natočení. Jsou to mechanické systémy typu membrána, pružná trubice, vlnovec, kruhová váha a U-trubice aplikované jako lokální měřidla. Ručková měřidla mohou být vybavena i odporovým senzorem natočení ručičky přístroje. Pro elektronické snímání působení tlaku se používají nejčastěji senzory elektrického odporu, induktivní senzory, tenzometrické senzory, kapacitní senzory a výjimečně systém tryska-klapka. Senzor a převodník vytváří snímač. Konstrukčně jsou uspořádány tyto komponenty do jednoho přístroje – převodníku tlakových veličin. Vstupní signál je unifikovaný analogový signál nebo pneumatický tlak. Zvláštní skupinou jsou limitní snímače tlaku. Tyto přístroje dávají binární signál při dosažení určité hodnoty tlakové veličiny.

Převodníky tlakových veličin jsou vyráběny v různých provedeních a rozsazích pokrývajících požadavky praxe. Pro spolehlivou a přesnou funkci měřicích systémů je velmi důležité dodržet tyto zásady:

- instalaci spojů, použití nutných armatur provést podle pokynů a návodu výrobce,
- spojovací potrubí a zařízení s převodníkem musí být provedeno tak, aby nevznikaly problémy s kondenzováním kapaliny v plynu nebo se vznikem plyných bublin v kapalině,
- odběr tlaku provést podle platných a ověřených technických zásad,
- oddělovací kapalinu použít v nejnutnějších případech s podobnými fyzikálními vlastnostmi.

Při volbě metody měření a typu převodníku pro daný obvod je nutno zvážit několik faktorů. Vyhodnocení se provádí podle dotazníku, v němž jsou zpracovány požadavky zadání:

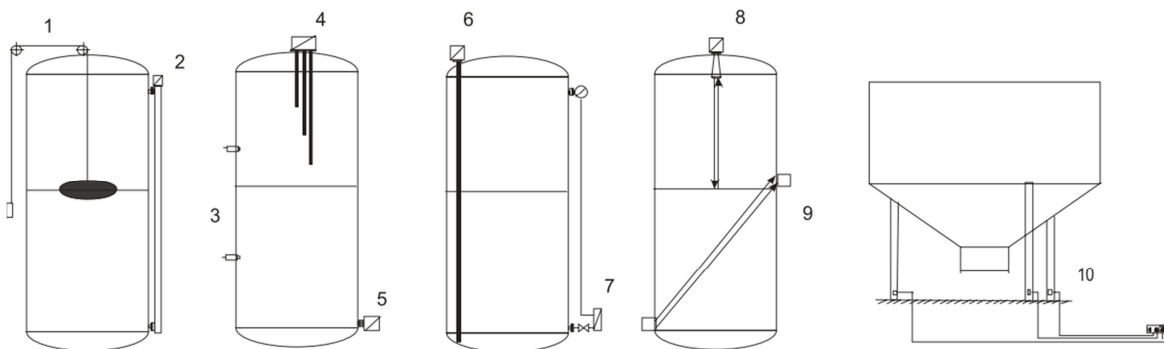
Parametr zadání	Zadaný údaj	Parametr zadání	Zadaný údaj
Rozsah měření (°C): <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ jmenovitá hodnota</li> <li>▪ maximální hodnota</li> <li>▪ minimální hodnota</li> </ul>		Výstupní signál <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ druh</li> <li>▪ rozsah</li> <li>▪ užití (I,R,C)</li> </ul>	
Třída přesnosti měření		Místní ukazatel	
Popis měřené tekutiny: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ chemické složení/název</li> <li>▪ absolutní tlak provozní (kPa)</li> <li>▪ absolutní tlak maximální (kPa)</li> <li>▪ měrná hmotnost (<math>\text{kg/m}^3</math>)</li> <li>▪ dynamická viskozita (Pas)</li> <li>▪ vztažné podmínky (<math>\text{kPa}/^{\circ}\text{C}</math>)</li> <li>▪ korozivní vlastnosti</li> <li>▪ srážlivost/síťování</li> </ul>		Popis měřeného místa: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ druh záření</li> <li>▪ tloušťka stěny (mm)</li> <li>▪ světlost potrubí (m)</li> <li>▪ materiál stěny</li> <li>▪ rychlost proudění (m/s)</li> <li>▪ časová konstanta změn (s)</li> </ul>	
Okolní prostředí: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ teplota minimální (°C)</li> <li>▪ teplota maximální (°C)</li> <li>▪ střední radiační teplota (°C)</li> <li>▪ tlak absolutní (kPa)</li> <li>▪ vlhkost relativní (%)</li> <li>▪ rychlost proudění (m/s)</li> <li>▪ obsah škodlivin (%)</li> </ul>		Ostatní: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ alarm               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ maximální (°C)</li> <li>○ alarm minimální (°C)</li> <li>○ výstupní signál</li> </ul> </li> <li>▪ funkce smart               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ programování</li> <li>○ protokol HART</li> </ul> </li> <li>▪ vzdálenost snímače od převodníku (m)</li> <li>▪ specifické požadavky</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ druh škodlivin</li> <li>▪ stupeň nebezpečí požáru</li> <li>▪ stupeň nebezpečí výbuchu</li> <li>▪ vibrace (Hz)</li> <li>▪ rázy (g)</li> </ul>			
---	--	--	--

Tab. 6: Dotazník projektového zadání měření tlakových veličin

#### 5.1.4 Projektování obvodů pro měření výšky hladiny

V současných technologických postupech se uplatňuje snaha přecházet od nespojitých procesů ke spojitým. To má za následek, že se ve stále větší míře používají zásobníky, provádí se jejich plnění, vyprazdňování, kontroluje se jejich obsah. Ve výrobních podnicích se uskladňují kapalné a pevné (prášky, granulát) látky v zásobnících. Dále se zásobníky používají v energetickém hospodářství výrobních podniků a obytných aglomerací.



Obr. 13: Metody měření výšky hladiny

Pro měření výšky hladiny v zásobnících se v současné době používají principy (viz obr. 12):

- plovákového měření (1,2),
- hydrostatického tlaku (5,7),
- vodivostního měření (4,6),
- kapacitního měření (3,6),
- vážení zásobníků (10),
- radioaktivního záření (9),
- ultrazvukového měření (8),
- pneumatické probubláváním.

Při volbě metody měření a typu převodníku pro daný požadavek musí projektant zvažovat několik hledisek. Je vhodné provést toto vyhodnocení podle údajů dotazníku zpracovaného podle zadání.

Pomocí zařízení s plovákem (obr. 12-1) se měří výška hladiny kapalin i sypkých látek. U kapalin se používají dva přístupy. Plovák je umístěn na hladině, plave a mechanicky se indikuje jeho poloha. U druhého způsobu je plovák dlouhý podle rozsahu výšky hladiny zásobníku a působí na něj vztlaková síla podle výšky ponoření (obr. 12-2). Tato síla se měří mechanicko-elektrickým systémem, tj. převádí se obdobně jako u tlakoměru na posuv, natočení a snímá se snímači odporovými, indukčními nebo polovodičovými případně pneumatickými. U zásobníku s pevnou látkou se plovák udržuje uměle na vrcholu hladiny elektronickým a mechanickým zařízením (uvolnění zatížení lana plováku, zatížení rotačního křídla při dotyku) a tato poloha je informací o výšce hladiny.

Měření hydrostatického tlaku využívá nepřímého měření tlaku výšky hladiny v případech, kdy se nemění měrná hmotnost média. Na dně zásobníku je odběr tlaku pro převodník přetlaku s odpovídajícím rozsahem (obr. 12-5). U zásobníků, kde není nad hladinou atmosférický tlak, tj. pro zásobníky s přetlakem nebo podtlakem, se používá snímač difference tlaku s odběrem na dně zásobníku a nad hladinou. Je-li nad hladinou vodní pára, případně páry jiných kapalin, je nutná jejich kondenzace (obr. 12-7).

Pro měření výšky hladiny s dostatečnou elektrickou vodivostí lze použít princip elektrické vodivosti. Podle ponoření elektrody se vyhodnocuje elektrický odpor vůči stěnám zásobníku na údaj výšky hladiny (obr. 12-6). Používají se také dvě nebo více elektrod izolovaných vůči stěnám zásobníku. Jsou to zařízení, která kompenzují změny elektrické vodivosti kapaliny v zásobníku, změny zanesením elektrod ap. Vodivostní princip lze použít i jako limitní (obr. 12-4).

Kapacitní měření se používá pro nevodivé kapaliny nebo pro nevodivé i vodivé sypké látky. Podle vlastností kapaliny jsou voleny druhy elektrod (u vodivých látek má elektroda vlastní dielektrikum), obr. 12-3 měření limitní a obr. 12-6 měření spojitě.

Měření výšky hladiny pro kapaliny i pevné látky využívá také radioaktivní záření – gama záření (kobalt 60, cesium 137). Zářič je umístěn v chráněném obalu. Výška hladiny se vyhodnocuje podle stupně absorpce záření (obr. 12-9). Ze zdravotních důvodů se omezuje jejich používání a jsou nahrazovány ultrazvukovými zařízeními.

Ultrazvuk se využívá úspěšně i při měření výšky hladiny zásobníku pro kapaliny a pevné látky. Měří se doba průchodu ultrazvuku buď mezi víkem zásobníku a výškou hladiny



(obr. 12-8), nebo mezi dnem zásobníku a hladinou v zásobníku. V praxi jsou takto měřeny zásobníky s výškou až 50 m.

Z doby používání pneumatických automatizačních přístrojů je pozůstatek pneumatického měření výšky hladiny pomocí plovákového principu nebo probubláváním především hořlavého nebo výbušného prostředí. U plovákového principu se jedná o snímání vztlačové síly plováku a převod na signál výšky hladiny. Při probublávání je do hladiny kapaliny (nejčastěji ropy) ponořena trubice s délkou výšky zásobníku a s otvory. Tato trubice je napojena na tlakový laděný vzduch a podle výšky ponořené trubice se na vrcholu trubice mění tlak přiváděného vzduchu.

Vážením celých zásobníků lze zjistit skutečný obsah jejich náplně po odečtení hmotnosti prázdných zásobníků (obr. 12-10). Předností je, že zásobník může být libovolného tvaru, obsah může být látka kapalná i pevná, hladina v zásobnících může být absolutně nerovnoměrná. Pro vážení musí být zásobník uzpůsoben, aby se s odpovídající přesností, citlivostí a požadovaném rozsahu provedlo vyhodnocení obsahu. Používají se systémy s jedním snímačem hmotnosti na jednom místě ze tří uložení, nebo s více snímači. Snímač hmotnosti jeden nebo více je napojen na vyhodnocovací systém. Při použití snímačů s tenzometry se dosahuje přesnosti třídy 0.2.

Dalším druhem snímačů jsou magnetostriční snímače (třída přesnosti 1), induktivní snímače (třída přesnosti 0.6) a kapacitní snímače (třída přesnosti 1). Projekt měření výšky hladiny metodou vážení je nutné provádět ve spolupráci s dodavatelem, který poskytne dílčí projekt měřicího systému.

Součástí měřicího zařízení výšky hladiny je vedle vlastních snímačů vyhodnocovací jednotka, jejímž výstupem je unifikovaný analogový signál. Výjimkou je měření metodou hydrostatického tlaku, kde je snímač a převodník jedno zařízení. Měření s plovákem má u některých provedení impulsní výstup a inkrementální vyhodnocování.

Vedle spojitého měření se s výhodou používá i tzv. limitní – dvouhodnotové měření výšky hladiny. Jedná se o indikaci dosažení určité výšky hladiny v určitém místě. Toto měření se používá pro signalizaci limitních stavů, pro signalizaci překročení bezpečnostní funkce, pro nespojitou regulaci nebo řízení výšky hladiny. Používají se principy měření s plovákovým principem, s měřením hydrostatického tlaku, s kapacitním, vodivostním principem.

Pro spolehlivost funkce měřicích systémů výšky hladiny je obdobně jako u měření tlaku velmi důležité dodržet tyto zásady:

- dodržet pokyny a návod výrobce pro instalaci přístrojů a použití nutných armatur,

- spojovací potrubí zařízení s převodníkem musí být provedeno tak, aby nevznikaly problémy s kondenzováním kapaliny nebo se vznikem plyných bublin,
- odběr tlaku provést podle ověřených technických zásad,
- oddělovací kapalinu použít v nejnutnějších případech a s podobnými fyzikálními vlastnostmi.

#### 5.1.5 Měření složení vlastností látek

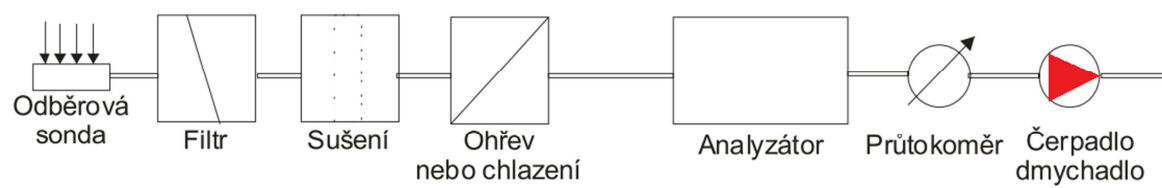
Rozvoj technologie výroby vyžaduje řídit výrobu nejen podle hodnot kvantitativních technologických veličin, ale i na základě parametrů složení a vlastností látek, které jsou předmětem výrobního procesu. Analyzátorů se uplatňují nejen v technologiích průmyslu, ale i při výrobě energie, při sledování kvality pracovního prostředí, při sledování parametrů ekologie ap. Přístroje pro měření složení látek jsou nutné také pro zajištění bezpečnosti práce tím, že kontrolují složení ovzduší v pracovních prostorech a signalizují stav prostředí jako zdraví škodlivý nebo stav s nebezpečím výbuchu.

V následující kapitole si popíšeme přístroje použitelné v systémech SIA a zásady pro jejich projektování. Vedle průmyslových přístrojů jsou velkou skupinou přístrojů pro analýzy složení látek také přístroje laboratorní, které se zabudovaným místním mikropočítačovým vyhodnocováním mohou být zapojeny do systémů SIA pomocí přenosu dat přes síť.

Nejvíce jsou používány analyzátory pro plyné látky a pro kapaliny. V menším rozsahu jsou používány přístroje pro kontinuální analýzu pevných látek. U moderních analyzátorů se využívá především fyzikálních nebo fyzikálně-chemických metod.

Měření složení a vlastností látek se provádí buď snímačem umístěným přímo v měřeném prostředí, nebo se vzorek měřeného prostředí odebírá a dopravuje do snímače a přístroje umístěného mimo prostředí. V prvním případě platí běžné zásady pro umístění snímačů do technologického prostředí, tj. respektují se tepelné, tlakové poměry měřeného prostředí, korozivní a elektrické vlastnosti, dynamické parametry změn složení ap.

Důležitým úkolem u měření složení vnějším čidlem je řešení odběru vzorku a jeho úpravy. Typickým provozním uspořádáním průmyslového analyzátoru je schéma na obrázku 13. Vzorek měřené látky se odebírá čerpadlem přes sondu, filtruje se, upravuje se obsah vlhkosti a teplota, měří se jeho průtok.



Obr. 14: Uspořádání odběru vzorku do analyzátoru

### 5.1.6 Vážicí systémy

Při budování SIA se vyskytují jako součást pod systémů měření velmi často zařízení pro vážení pevných látek, kusových výrobků nebo balíků surovin ap. Význam vážících systémů je dán tím, že v průmyslu dosahuje podíl cen surovin až 70 % celkových nákladů, značná část výrobků je prodávána prostřednictvím vážení, kdy se jedná o velké objemy hmoty. Správné hospodaření s materiálem tak zamezuje velkým ztrátám. Vážením se sleduje také vnitropodnikový materiálový tok a údaje hmotnosti jsou používány jako vstupní informace v regulačních a řídicích obvodech.

V systémech SIA se používají elektromechanické váhy, případně váhy mechanické pákové kombinované s elektromechanickými. Váhy elektromechanické používají jako senzory hmotnosti:

- tenzometry (třída přesnosti až 0.1, velký rozsah od gramu po desítky tun),
- induktivní (třída přesnosti 1),
- magnetostrikční (třída přesnosti 1.6),
- magnetoelastické (třída přesnosti 1.6, používané pro velké hmotnosti).

Pro umístění snímače ve vážícím systému platí v praxi ověřené konstrukční zásady. Snímač se musí správně umístit v místě působení reakční síly, v místě s nejmenším vlivem vedlejších sil, točivého momentu a nesmí být přetěžován.

V praxi se používá několik základních provedení vážících systémů:

- váhy pásové (váhy jako část pásového dopravníku),
- závěsné váhy (vážicí pytlovací zařízení),
- vážené zásobníky (měření reakce jedné podpěry zásobníku),
- vozové váhy (plošné váhy pro nákladní automobily a vagóny),
- jeřábové váhy (vykládací jeřáby),
- váhy obchodní stolní.

### 5.1.7 Měření délkových veličin a úhlového natočení

Měření délky nebo úhlu natočení dává údaje charakterizující změny polohy objektu vůči vztažnému bodu. Měření, kontrola a řízení délky nebo natočení se vyskytuje např. u obráběcích strojů, plastikářských strojů, linek na výrobu pásů, plechů, profilů železa atd. Vlastní měřicí snímač je upevněn a umístěn na technologickém zařízení tak, aby vnější vlivy nepůsobily parazitně na výsledky měření. Jedná se vždy o specifické uchycení, např. přes odvalovací kolo o přesném obvodu nebo přímým napojením na měřicí válec

o známém a přesném obvodu. Používané měřicí metody se dělí na analogové a digitální podle charakteru vyhodnocení výstupního signálu. Analogové měřicí metody používají snímače se senzory typu: otočné nebo lineární potenciometry (citlivost měření 0,025 mm délky nebo 0,1 stupně natočení, třída přesnosti 0.6) nebo indukční (selsyny), třída přesnosti 1.6, nebo kapacitní snímače s třídou přesností 2. Digitální měřicí metody jsou pro aplikace v SIA velmi zajímavé pro svoji citlivost a přesnost. V praxi se uplatňují postupy: inkrementální, posuvné nebo rotační, s velkou rozlišovací schopností (např. 1250 impulzů na otočení), přesnost  $\pm 1$  impuls nebo absolutní, kdy se dráha nebo rotace převádí na číselný binární údaj v kódu B, BCD, Gray.

## ZÁVĚR

Systémy informatiky a automatizace se vyvinuly postupně, jejich význam spočívá v integraci všech funkcí automatizace a informatiky. Zajišťují automatizaci takřka všech procesů, které se vyskytují v daném objektu (podniku, úřadě, nemocnici, škole, dílně živnostníka, bance, ...). Jde jak o procesy výrobní (např. technologie gumárenské, plastikářské, strojírenské, chemické výroby, CNC stroje, automatizované sklady, vnitropodniková logistika, ...), tak i o nevýrobní procesy (účetnictví, obchodní agendy, servis, propagace, datové sklady, ...).

Odstraňuje se duplicita informací, údajů a jednou získaný signál nebo údaj je trvale k dispozici. Zajišťují se automaticky také kontrolní procesy spojené s výrobními, obchodními, manažerskými procesy. Přenos informací díky Internetu je aplikován od lokálních úrovní objektu až po propojování po celém světě bez omezení. Integrovaná automatizace znamená automatizovat procesy a postupy pomocí decentralizovaných podsystémů automatizace nebo informatizace integrovaných do jednoho systému se vzájemným propojením pomocí komunikačních sítí. Základní význam budování SIA systémů je zvyšování produktivity práce ve všech oborech lidské činnosti, snižování vstupních provozních nákladů na suroviny, materiál, energie. Jejich přínosem je zvýšení rychlosti, obsahu i kvality informačních procesů. Zmenšování dopadů lidské činnosti na životní prostředí. Zlepšování sociálních aspektů společnosti. Automatizační informační systémy také nemalou měrou přispívají ke zvýšení životní úrovně obyvatel. Nejvyšší ekonomický, přímo vyčíslitelný efekt se získává zvyšováním produktivity práce u výrobních procesů případně i u administrativních činností. Automatizovaný proces má mnohonásobně vyšší kvalitu i kvantitu produkce než proces s přímým ovlivňováním člověkem. Dobrým příkladem jsou výrobní procesy v automobilkách, v továrnách těžké chemie apod. v průmyslově vyspělých zemích.

## CONCLUSION

Computer systems and automation have evolved gradually, their importance lies in the integration of all automation and informatics functions. They provides automation of almost all processes that occur in any specific establishment (business, office, hospital, school, tradesman's workshop, bank,...). This includes the production processes (e.g. rubber technology, plastic production, machinery, chemical manufacturing, CNC machines, automated warehouses, internal logistics, ...) as well as non-manufacturing processes (accounting, business administration, service, promotion, data warehouses, ...). This eliminates the duplication of information, data, and once the signal or data is obtained it is permanently available. Control processes associated with the production, commercial, managerial processes are also provided automatically. The transmission of information, thanks to the Internet, is applied from the local level of the establishments up to the interconnecting with the whole world without restrictions. Integrated automation means to automate processes and procedures through decentralized subsystems of automation or information integrated into one system with interconnection through the communication networks. The basic purpose of building the SIA systems is the increase of productivity in all areas of human activity, the reduction of the initial operating costs for raw materials and energy. The outcome is the increase in speed, content and quality of information processes. Another outcome is the reducing of the impact of human activities on the environment and the improvement of the social aspects of society. Automated information systems also substantially contribute to improvement of standard of living of the population. The greatest economic benefit, which is immediately measurable, is obtained by increasing the productivity in the manufacturing process or even in the administrative activities. The automated process has much higher quality and quantity of production than the process directly controlled by a human. Good examples are the automobile manufacturing processes and the manufacturing processes in chemical factories in the industrialized countries, etc.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] E-learning. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001, 2013-03-19 [cit. 2013-04-11]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/E-learning>
- [2] E-learning. In: *RVP: Metodický portál* [online]. 2010, 2011-09-20 [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: [http://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogicky\\_lexikon/E/E-learning](http://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogicky_lexikon/E/E-learning)
- [3] Na jakém principu fungují digitální projektory. *Computer*. 2004, 11/04. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/na-jakem-principu-funguji-digitalni-projektory/sc-3-a-118275/>
- [4] KUCHAR, Martin. Technologie projektorů a jejich kvality. In: *Pctuning* [online]. 2008 [cit. 2013-04-13]. Dostupné z: [http://pctuning.tyden.cz/hardware/monitory-lcd-panely/12213-technologie\\_projektoru\\_a\\_jejich\\_kvality?start=1](http://pctuning.tyden.cz/hardware/monitory-lcd-panely/12213-technologie_projektoru_a_jejich_kvality?start=1)
- [5] HRUŠKA, František. *Projektování řídicích a informačních systémů*. Zlín, 2009, 175 s. ISBN 978-80-7318-979-2.
- [6] KINDL, Jiří. *Projektování bezpečnostních systémů I*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 134 s. ISBN 978-80-7318-554-1.
- [7] UHLÁŘ, Jan a Ján IVANKA. *Technická ochrana objektů: ochrana před vloupáním, požárem a škodami způsobenými vodou*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie české republiky, 2005, 229 s. ISBN 80-725-1189-0.
- [8] ČERNÝ, Josef a Ján IVANKA. *Systemizace bezpečnostního průmyslu I.: ochrana před vloupáním, požárem a škodami způsobenými vodou*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 135 s. ISBN 80-731-8402-8.
- [9] LAUCKÝ, Vladimír. *Technologie komerční bezpečnosti I*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2003, 64 s. ISBN 80-731-8119-3.
- [10] LAUCKÝ, Vladimír. *Technologie komerční bezpečnosti II*. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, 123 s. ISBN 978-80-7318-631-9.
- [11] VALOUCH, Jan. *Projektování bezpečnostních systémů*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2012. Dostupné z: <http://hdl.handle.net/10563/18663>
- [12] LUKÁŠ, Luděk. *Bezpečnostní technologie, systémy a management II*. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2012, 386 s. ISBN 978-80-87500-19-4.



- [13] BASTIAN, Hans-Werner. Bezpečný dům a byt: ochrana před vloupáním, požárem a škodami způsobenými vodou. Vyd. 1. Praha: Beta, 2004, 79 s. ISBN 80-730-6171-6.
- [14] ZÁLEŠÁK, Martin. UTB. *Integrované systémy řízení v budovách*. Zlín, 2009.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

atd.	a tak dále
apod.	a podobně
aj.	a jiné
SIA	systém integrované automatizace
LCD	liquid crystal display
DLP	digital light processing
CRT	cathode ray tube

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1: Multimediální počítač a notebook.....</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 2: Dataprojektor.....</i>	<i>14</i>
<i>Obr. 3: Princip LCD projektoru .....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 4: Zrcadla DLP projektoru.....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 5: Princip DLP projektoru .....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 6: Blízká a vzdálená projekce .....</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 7: Vývojový diagram projektování s využitím typových řešení .....</i>	<i>21</i>
<i>Obr. 8: Příklad značení obvodů.....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 9: Náhradní zapojení napěťového signálu .....</i>	<i>32</i>
<i>Obr. 10: Vlivy interferenčního harmonického napětí na měřonosný signál.....</i>	<i>34</i>
<i>Obr. 11: Druhy nejčastějších měřených veličin a procesů .....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 12: Druhy tlakových veličin .....</i>	<i>45</i>
<i>Obr. 13: Metody měření výšky hladiny .....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 14: Uspořádání odběru vzorku do analyzátoru .....</i>	<i>51</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1: Písmena pro značení přístrojů .....</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 2: Krytí proti vniknutí předmětů a dotyku .....</i>	<i>35</i>
<i>Tab. 3: Krytí proti vniknutí vody .....</i>	<i>36</i>
<i>Tab. 4: Dotazník projektového zadání pro měření teploty .....</i>	<i>42</i>
<i>Tab. 5: Dotazník projektového zadání pro měření průtoků.....</i>	<i>44</i>
<i>Tab. 6: Dotazník projektového zadání měření tlakových veličin.....</i>	<i>47</i>

**SEZNAM GRAFŮ**

<i>Graf 1: Teplotní rozsahy snímačů .....</i>	<i>40</i>
<i>Graf 2: Rozsah měření průtoku v závislosti na přesnosti měření .....</i>	<i>44</i>

## **SEZNAM PŘÍLOH**

P1 : CD obsahující edukační materiál k projektování a návrhu systémových prostředků,  
který je vytvořený v programu Microsoft PowerPoint