

# **Integrované systémy v budovách - Facility management v objektu budov**

Název práce v angličtině

Bc. Martin Sedlář

---

Diplomová práce  
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

\*\*\* nescannované zadání str. 1 \*\*\*

\*\*\* nescannované zadání str. 2 \*\*\*

## **ABSTRAKT**

Abstrakt česky

Klíčová slova:

## **ABSTRACT**

Abstrakt ve světovém jazyce

Keywords:

Poděkování, motto

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/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 diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/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 – diplomovou/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 diplomové/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 diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/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 diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....  
podpis diplomanta

**OBSAH**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ÚVOD</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....                              | <b>9</b>  |
| <b>1 SYSTÉMY TECHNIKY PROSTŘEDÍ</b> .....                   | <b>10</b> |
| 1.1    PARAMETRY VNITŘNÍHO MIKROKLIMATU.....                | 10        |
| 1.1.1    Teplota.....                                       | 10        |
| 1.1.2    Operativní teplota.....                            | 10        |
| 1.1.3    Vlhkost vzduchu.....                               | 11        |
| 1.1.4    Tlak vzduchu.....                                  | 12        |
| 1.2    PROUDĚNÍ VZDUCHU.....                                | 12        |
| 1.3    TEPELNÁ POHODA.....                                  | 13        |
| 1.3.1    Index PMV.....                                     | 13        |
| 1.3.2    Parametr PPD.....                                  | 14        |
| 1.4    OPTIMÁLNÍ TEPELNÉ PODMÍNKY.....                      | 15        |
| <b>2 FACILITY MANAGEMENT</b> .....                          | <b>17</b> |
| 2.1    HISTORIE FACILITY MANAGEMENTU.....                   | 17        |
| 2.2    EFMS.....  | 18        |
| 2.3    SOUČASNÝ VÝVOJ POŽADAVKŮ NA FACILITY MANAGEMENT..... | 19        |
| 2.4    KONKRÉTNÍ CÍLE FACILITY MANAGEMENTU.....             | 19        |
| 2.4.1    Synergie 3P.....                                   | 20        |
| <b>3 MONITOROVANÉ PROVOZNÍ VELIČINY</b> .....               | <b>21</b> |
| 3.1    MONITOROVÁNÍ TEPLoty.....                            | 21        |
| <b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....                              | <b>22</b> |
| <b>ZÁVĚR</b> .....  | <b>23</b> |
| <b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ</b> .....                             | <b>24</b> |
| <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....                      | <b>25</b> |
| <b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....             | <b>26</b> |
| <b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....                                 | <b>27</b> |
| <b>SEZNAM TABULEK</b> .....                                 | <b>28</b> |
| <b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....                                  | <b>29</b> |

## ÚVOD

text

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 SYSTÉMY TECHNIKY PROSTŘEDÍ

Systémy techniky prostředí jsou dnes nedílnou součástí všech moderních budov. Systém jako celek je z pravidla složen z menších dílčích částí, které spolu navzájem souvisí a komunikují. Dohromady pak tvoří soustavu, která vytváří mikroklima budovy a tím, více či méně zabezpečuje tepelnou pohodu osob, které budovu obývají. Další, neméně významnou rolí systémů techniky řízení prostředí by měla být úspora energie, při které by měl velkou měrou napomáhat i dobře zvolený typ Facility managementu, který napomáhá řízení, zobrazuje statistiky a dostupná data.

### 1.1 Parametry vnitřního mikroklimatu

#### 1.1.1 Teplota

Teplota je základní fyzikální veličinou soustavy SI a její jednotkou je stupeň kelvina [°K]. Zároveň je to jedna ze základních veličin, podle kterých určujeme kvalitu klimatu budovy.

#### 1.1.2 Operativní teplota

Můžeme definovat jako jednotná teplota uzavřeného černého prostoru, ve kterém by tělo sdílelo radiací a konvekcí stejně tepla, jako ve skutečném teplotně nehomogenním prostředí. Při známé střední radiační teplotě, a teplotě vzduchu se určí vztah:

$$t_0 = A \cdot t_a + (1 + A)t_r$$

kde:

|            |   |
|------------|---|
| $t_0$ [°C] | je střední operativní teplota                           |
| $A$ [-]    | tabulková hodnota závislá na rychlosti proudění vzduchu |
| $t_a$ [°C] | teplota vzduchu   |
| $t_r$ [°C] | střední radiační teplota                                |

|                               |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|
| <b><math>V_a</math> [m/s]</b> | 0,20 | 0,30 | 0,40 | 0,80 | 1,00 |
| <b><math>A</math> [-]</b>     | 0,50 | 0,60 | 0,65 | 0,70 | 1,00 |

Tabulka 1 – Závislost součinitele A na rychlosti proudění vzduchu v prostoru

### 1.1.3 Vlhkost vzduchu

Vzduch a vlhkost jsou velmi úzce spojeny. Vlhkost je základní vlastností vzduchu. Vlhkost udává hodnotu množství vody v plynném stavu, které je obsaženo v daném množství vzduchu.

Pro 1. kg vlhkého vzduchu můžeme psát stavovou rovnici:

$$p = \frac{R}{m} \rho T$$

kde:

|   |  |
|---|--|
| $p [Pa]$                                  | celkový tlak vzduchu                               |
| $T [^{\circ}K]$                           | termodynamická teplota                             |
| $\rho \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$      | hustota vlhkého vzduchu                            |
| $m \left[ \frac{kg}{kmol} \right]$        | střední molární hmotnost vlhkého vzduchu           |
| $R \left[ \frac{J}{kmol \cdot K} \right]$ | universální plynová konstanta (8 314,3 J/kmol · K) |

#### Vlhkost absolutní:

Též označována jako měrná vlhkost. Tato veličina nám vyjadřuje hmotnost vodní páry obsažené v jednotce objemu vzduchu. Nejčastěji pak v gramech vodní páry na kilogram suchého vzduchu [g/kg]

#### Vlhkost relativní:

Tato veličina, udávaná poměr mezi hodnotou okamžitého množství vodní páry obsažené ve vzduchu a množství par, které by mělo dané množství vzduchu obsahovat při plném nasycení. Jednotkou je procento [%].

Stav relativní vlhkosti se dle doporučení udržuje v rozmezí  $30\% > \varphi_i > 70\%$ , optimální hodnotou je pak hodnota  $\varphi_i = 50\%$ .

V případě nadměrné relativní vlhkosti se zvyšuje riziko vzniku plísní, při nízké relativní vlhkosti se pak zvyšuje prašnost prostředí.

Zvyšující se relativní vlhkost ve spojení s vyšší teplotou vede k mokrému odpařování, proto by mělo být mikroklima upravováno tak, aby se se vzrůstající teplotou snižovala relativní vlhkost vzduchu.

#### 1.1.4 Tlak vzduchu

Jedná se o hodnotu atmosférické tlakové síly. Atmosférický tlak se mění s výškou nad mořem a to tak, že u hladiny moře jeho hodnotak kulminuje a se vzrůstající výškou se snižuje. Nulový tlak pak nazýváme vakuem. V případě atmosférického tlaku se nejčastěji používají jednotky kilopascal [kPa].

### 1.2 Proudění vzduchu

Proudění vzduchu v místnosti se velkou měrou podílí na pocitu tepelné pohody člověka. V budovách administrativního typu, neboli v místnostech, kde je práce vykonávána lehká sedavá práce by neměla být hodnota rychlosti proudění vzduchu větší než 0,1m/s. V případě, že je tato hodnota překročena, může být pocíťovaná jako průvan, neboli tepelná nepohoda, naopak při zvýšené teplotě okolního prostředí, může být považována za příjemnou.

#### Přívod čerstvého vzduchu

Dle platných hygienických předpisů jsou hodnoty čerstvého přiváděného vzduchu na osobu následovné:

| Typ činnosti                | Přívod čerstvého vzduchu<br>[m <sup>3</sup> /h] |
|-----------------------------|---|
| Práce zejména v sedě        | 50  |
| Chůze a práce ve stoje      | 70  |
| Těžká fyzická práce         | 90  |
| Práce v pohybu a tanec      | 100   |
| Práce v pohybu na diskotéce | 150   |

Při razantních změnách venkovních podmínek, může být předepsané množství přiváděného vzduchu regulováno až o 50%.

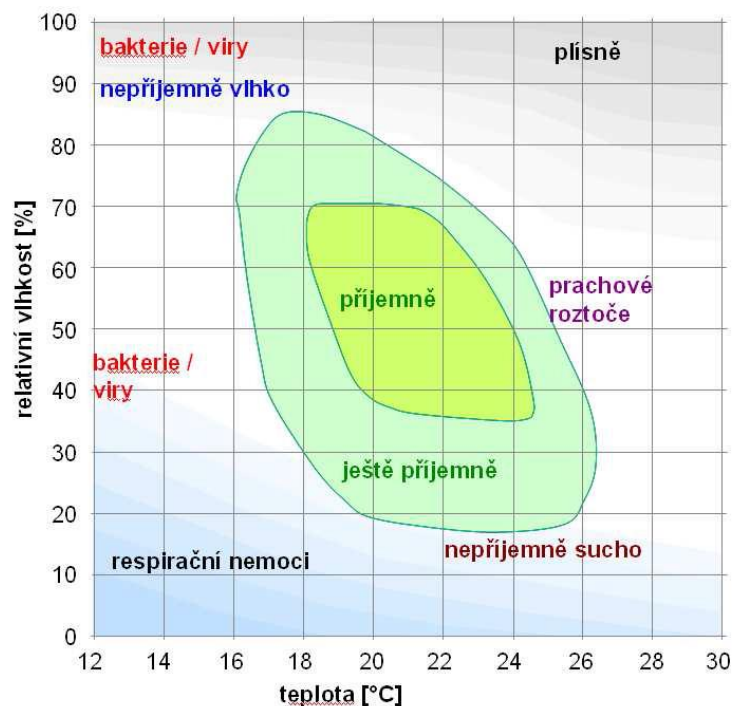
## Přirozené větrání

Přirozené větrání je vyvoláno rozdílem tlaků vně a uvnitř větraného prostoru. Který vzniká buďto tlakovým účinkem větru, nebo rozdílnou hustotou vzduchu vně a uvnitř větrané místnosti.

Rozlišujeme několik druhů přirozeného větrání a to: Aerace, infiltrace, šachtové větrání a provětrávání.

### 1.3 Tepelná pohoda

Tepelná pohoda je subjektivním pocitem každého člověka. Závisí na fyzikálních podmínkách v místnosti a dále také na činnosti daného člověka. Základní veličinami tepelné pohody je však zejména teplota vzduchu a vlhkost vzduchu.



Obrázek 1-Grafické znázornění tepelné pohody ve vztahu relativní vlhkosti a operativní teplotě

#### 1.3.1 Index PMV

Jak už jsme zmínili, je tepelná pohoda subjektivním pocitem každého konkrétního člověka a tak i hranice tepelného komfortu každá osoba pociťuje jinak. Proto je nutné zavést

hodnotu, která nám dá objektivní hodnotu a to ze vzorku většího množství osob. Zkratka anglického „Index Predicted mean vote“. V českém jazyce nazýváme tuto veličinu jako *Střední tepelný pocit větší skupiny lidí*. Tento index stanovujeme za předpokladu, že lze předem odhadnout typ činností osob v objektu a tím předpokládaný energetický výdej člověka, hodnoty tepelného odporu oděvu člověka a jsou změřeny faktory prostředí. Hodnoty indexu PMV se pohybují na sedmimístné stupnici v rozsahu  $< -3; 3 >$ , kde hodnota -3 odpovídá pocitu zimy a +3 pak pocitu horka. Vzorec pro výpočet hodnoty PMV pak vypadá následovně:

$$PMV = (0,303 \cdot \exp^{-0,036 \cdot M} + 0,028) \cdot L$$

Kde:

M [W]            energetický výdej člověka

L [W]            rozdíl energetického výdeje a množství odvedeného tepla

Energetický výdaj člověka dle prováděné činnosti je znázorněn v tabulce:

| Typ činnosti        | Stupeň aktivity | Výdej energie [W] |
|---------------------|-----------------|-------------------|
| Klidový stav        | I               | 80                |
| Uvolněný sed        |                 | 100               |
| Uvolněný stoj       | II              | 125               |
| Sed a lehká práce   |                 | 145               |
| Stoj                |                 | 170               |
| Lehká práce         | III             | 200               |
| Středně těžká práce |                 | 300               |
| Těžká tělesná práce | IV              | 300               |

Pro dosažení ideální tepelné pohody je nutné index PMV udržovat v rozmezí:

$$-0,5 < PMV < 0,5$$

Při těchto hodnotách nebude procento nespokojených osob s mikroklimatem budovy přesahovat 20%.

### 1.3.2 Parametr PPD

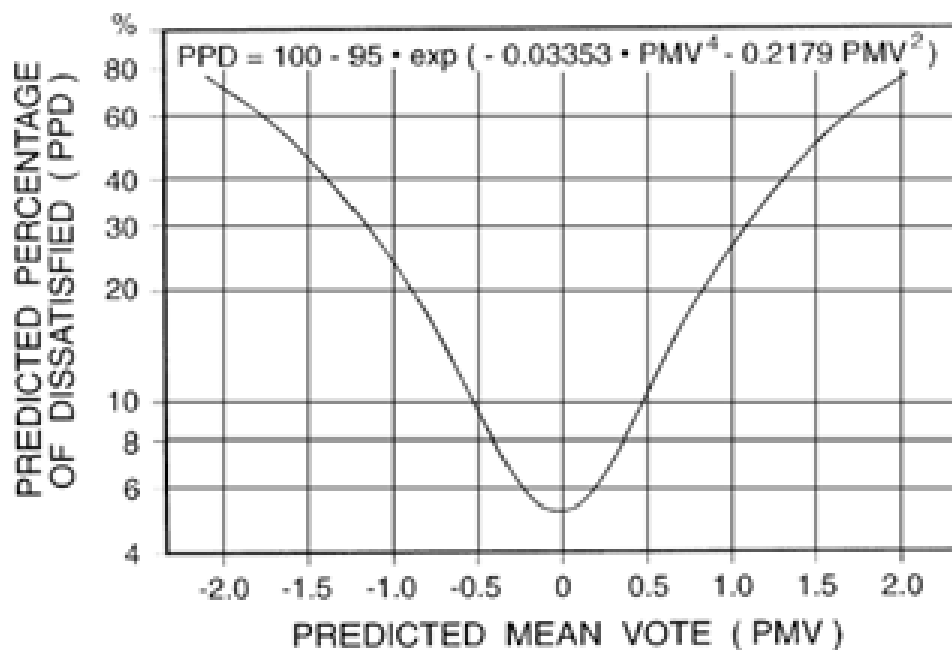
Díky individuálnímu vnímání tepla každou osobou, není možné zajistit absolutní tepelnou pohodu všem osobám v jedné místnosti či prostoru, proto je zaveden parametr PPD.

Z anglického „Predicted Percentage Dissatisfied“, neboli *Předpokládané procento nespokojených*, neboli lidí, kteří pociťující tepelnou nepohodu. Pro výpočet pak volíme:

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp^{(-0,03353 \cdot PMV_4 + 0,2179 PMV_2)}$$

kde:

PMV [-]      Index Predicted mean vote



Obrázek 2- Grafické znázornění průběhu PPD v závislosti na indexu PMV

#### 1.4 Optimální tepelné podmínky

Při zvážení všech aspektů a veličin, které se podílí na tvorbě mikroklimatu vnitřního prostředí, můžeme pro budovu administrativního typu zvolit následující parametry.

| Parametr                             | Léto    | Zima    |
|--------------------------------------|---------|---------|
| Operativní teplota                   | 20-24°C | 22-26°C |
| $\Delta\theta$ mezi hlavou a kotníky | Max 3K  |         |
| Teplota podlahy                      | 19-26°C |         |
| Teplota podlahového vytápění         | 29°C    |         |
| Relativní vlhkost $\varphi$          | 30-70%  |         |

---

|                                   |               |              |
|-----------------------------------|---------------|--------------|
| Střední rychlost proudění vzduchu | 0,13-0,20 m/s | 0,16-0,25m/s |
|-----------------------------------|---------------|--------------|

## 2 FACILITY MANAGEMENT

Jedná se o poměrně mladou multioborovou disciplínu, která se zaměřuje na správu budov a všeobecně věci s ním spojenými. Při studiu tohoto oboru bylo zjištěno, že pojem „*Facility management*“ (dále jen FM) nemá jasné hranice a není přesně definován. Můžeme však říci, že hlavním cílem je zajištění souladu prostředí, procesů a lidských zdrojů, a to vše pro zajištění jak hladkého chodu procesů v budově, tak zejména optimalizaci nákladů, spojených s provozem budovy.

Ve Spojeném království a Austrálii je odvětví facility managementu poměrně vyspělé, dokonce zde vychází časopis „*Facility Management Magazine*“, který se zaměřuje výhradně na tuto problematiku.



Obrázek 3 – Logo Australsko-Britského časopisu Facility Management magazine

Definování FM dle britské asociace BIFM zní: „*Facility management je integrace multidisciplinárních aktivit ve stavebním prostředí a management jejich vlivu na lidi a pracoviště*“.

Díky širokému rozsahu FM byla roku 2007 zavedena evropská norma ČSN EN 15221, která má za cíl upřesnit definice FM, a která je dále rozšiřována. Popisuje základní funkce FM, vymezuje terminologii a dodává tomuto oboru tvar a pevný základ. V současnosti (1.6.2013) má již 7 částí.

### 2.1 Historie Facility Managementu

Nahlédneme do okénka historie tohoto poměrně mladého oboru. Průkopníky, nebo chceme-li zakladateli oboru Facility Managementu se stali američané. V květnu roku 1980 se v USA konalo setkání stavebních odborníků a facility managerů a dalších lidí zajímaví

se o problematiku řízení budov, jejich prostředků a ustanovili první oficiálně známou společnost NFMA<sup>1</sup>. Měla zatím pouze 27 členů, ale i tak byly již stanoveny první předpisy, oficiální ústava a plány budoucího rozšíření společnosti, zatím však pouze po Spojených státech Amerických.

Za rok po zřízení organizace přišla další změna. Organizace byla přejmenována na IFMA<sup>2</sup>, převážně z důvodů vstupu dalších členských zemí, například Kanady, tento krok rozpoutal následný dynamický růst společnosti.

V evropských zemích, se tento trend začíná rozmáhat až počátkem devadesátých let, kdy Velká Británie zakládá obdobu Americké IFMA s názvem EuroFM, ke které se záhy přidávají Francie a Benelux, následuje je Skandinávie. Časem se EuroFM a IFMA spojují a převážně vystupují pod jednotným názvem IFMA, i když si EuroFM nakonec zachovává určitou individualitu. Do pěti let po tomto spojení vstupují do asociace i Německo a Rakousko a následují je další evropské země.

Česká republika se do programu IFMA zapojuje až během roku 2000 a je první ze zemí bývalého východního bloku, která tento krok učiní.

K 1.1.2013 má asociace IFMA 19 tisíc členů a provozuje 130 poboček v 67 zemích světa.



Obrázek 4 – Logo asociace IFMA

## 2.2 EFMS

Přesto, že se Česká republika zařadila do programu IFMA poměrně pozdě, patří ve světě Facility managementu k absolutní špičce, o tom svědčí i konání každoroční mezinárodní konference EFMC<sup>3</sup> v roce 2013 v našem hlavním městě Praha. Na této konferenci se

---

<sup>1</sup> National Facility Management Association

<sup>2</sup> Internacional Facility Management Association

<sup>3</sup> European Facility Management conference

každoročně schází více než 700 delegátů z celého světa a hlavně zástupci společností zvučných jmen, jako Siemens, IBM, ISS, nebo OKIN facility, a zde si vyměňují nejnovější zkušenosti, novinky z oblasti technologií, řízení, ekonomiky Facility managementu a posouvají tento obor zase o krok dále.

### **2.3 Současný vývoj požadavků na Facility management**

Díky rychlému vývoji technologií, se mění svět jako takový a požadavky na systémy tohoto druhu jsou tak rok co rok větší. Nicméně při budování jakýchkoliv systémů v rámci poskytování služeb, je vždy na prvním místě přání a potřeba platícího zákazníka. Je zřejmé, že požadavky a potřeby zákazníků se v čase mění a s ním i služby FM. Můžeme tak říci, že vývoj FM neurčují ani tak jeho vývojáři, jako samotný segment zákazníků, pro který jsou tyto systémy vyvíjeny. Vysoce individuální přístup k zákazníkovi se tak stává standardem a ukazatelem profesionálního poskytovatele služeb FM. Profesionální poskytovatel FM by měl jednak analyzovat potřeby zákazníka a dále pak na základě předešlých zkušeností navrhnou další vylepšení a možnosti, a to vše při udržení úzké spolupráce se zákazníkem.

V posledních deseti letech se obrovským způsobem rozšířilo užívání digitálních technologií ve všech odvětvích průmyslu a díky tomu vzrostla několikanásobně i produkce digitálních dat. Tím, že se také společně s rozvojem digitálních technologií rozšířila i celosvětová síť internetu a celkové propojení interních informací firem pomocí www, jsou jejich data sice jednodušeji odkudkoliv ze světa přístupná, nicméně o to více náchylná na nežádoucí manipulaci. Vzrostla tak potřeba ochrany práva na duševní vlastnictví (know-how). Bezpečné uložení dat a zabezpečený přístup k interním datům se stává v oblasti FM vysoce žádanou službou s nemalými nároky na provoz.

### **2.4 Konkrétní cíle Facility managementu**

U nás i v Evropě se FM začíná velmi rychle rozvíjet. Začíná pronikat do povědomí odborníků ve stavebnictví, ekonomů, nebo dokonce právníků. V současnosti určitý druh FM využívá již celá řada společností, a to jak ve státní sféře, tak soukromé podniky.

### 2.4.1 Synergie 3P

Synergií 3P je nazývána metoda, jak vzájemně sladit pracovníky, pracovní činnosti a pracovní prostředí. Resp. 3P (**P**racovníci, **P**rocesy, **P**rostory).



Obrázek 5 – grafické znázornění synergie 3P

Na obrázku můžeme vidět, že společným jmenovatelem procesů a pracovníků je řízení. Tyto dvě části jsou však podobné pro téměř všechny známe druhy řízení a managementu. Pro FM je však specifická poslední třetí část, nazvaná *Prostory*, která nám ale neoznačuje jen jejich správu, ale také jejich komfort, který vyžadují osoby obývající tento prostor a který v případě pozitivního hodnocení zvyšuje efektivitu činností v ní probíhajících.

### **3 MONITOROVANÉ PROVOZNÍ VELIČINY**

Tato práce je aplikována na budovu ICT při Universitě Tomáše Bati ve Zlíně. Při vytváření této práce jsou k dispozici plány budovy a autor se řídí podle plánů a přiložené technické dokumentace. Zde jsou popsány konkrétní, v budově obsažené čidla a zařízení, které jsou napojeny na řídicí systém.

Protože však nebyla možnost přistoupit ke konkrétním datům řídicího systému, budou monitorovaná data pouze jednoduchým způsobem nasimulovaná, nebo v některých případech, jako například hodnoty teplot, převzaty ze vzdáleného reálného zdroje a v případě potřeby upraveny.

Monitorovány jsou následující veličiny:

#### **3.1 Monitorování teploty**

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## ZÁVĚR

text

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

text

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] text

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ABC Význam první zkratky.

B Význam druhé zkratky.

C Význam třetí zkratky.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

## SEZNAM TABULEK

## SEZNAM PŘÍLOH

**PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY**