

Základní východiska pro projektování inteligentních budov

Martin Zálešák

Fakulta aplikované informatiky
UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ,
Nad Stráněmi 4511 , 760 0 Zlín, ČR
e-mail: zalesak@fai.utb.cz

Specifikace požadavků

Co se myslí „**Intelligentní budovou**“

Objekt s integrovaným managementem:

- **sjednocené systémy řízení** (technika prostředí, komunikace, energetika)
- **zabezpečení** (kontrola přístupu, požární ochrana, bezpečnostní systém)
- **služby a správy budovy** (plánování, pronájem, leasing, inventář).

Specifikace požadavků

Optimalizace těchto složek a vazeb

- produktivní a nákladově efektivní prostředí.

Výsledek - realizace cílů v oblastech

- Náklady
- Komfort prostředí
- Bezpečnost
- Dlouhodobá flexibilita
- Prodejnost

Specifikace požadavků

Základní třídy požadavků

Třída technických požadavků	Spolehlivost a kvalita služeb
	Technika prostředí, spotřeba energie a její management
	Dostupnost zařízení
	Komunikace
	Kompatibilita a zaměnitelnost
Třída sociálních požadavků	Kompatibilita s existujícími službami
	Zdravotní péče
	Bezpečnost
	Zabezpečení soukromí
	Sociální péče
	Informační služby
Třída uživatelských požadavků	Nákladová bilance
	Uživatelské rozhraní
	Přátelské prostředí
	Možnost personalizace
	Komfort a jednoduchost užití

Specifikace požadavků

Třída sociálních a uživatelských požadavků
je uvedena v podrobnostech ve směrnici

CENELEC

"SmartHouse Code of Practice

CWA 50487:2005"

Specifikace požadavků

Skupiny požadavků na integrované systémy v budově

- Energetický management zahrnující technické alarmy;
- Domovní informační a řídicí systém zahrnující simulace přítomnosti, monitorování zdravotního stavu obyvatele a jeho bezpečnosti;
- Domovní zabezpečovací a kamerový systém CCTV;
- Detekce neoprávněného vstupu;
- Požadavky na údržbu zahrnující vzdálenou diagnostiku systému;
- Práce z domova;
- Společenská péče zahrnující videokonference;
- Zábava.

Specifika požadavků

Předpoklad užití inteligentních systémů

Vybudovaná externí síť navazujících služeb a poskytovatelů služeb (SSP).

SSP - řetězce služeb

- monitorování indikátorů - vyhodnocení stavu budovy a obyvatel

Specifikace požadavků

Technické požadavky

- Technika prostředí
- Facility management
- Energetický management

Specifikace požadavků

Technika prostředí

Požadavky definuje **ČSN EN 15 251**

- Index předpokládaného středního tepelného pocitu, ***PMV***, - střední hodnota posouzení vnitřního prostředí velkou skupinou lidí. Pro 80% lidí je vyhovující rozmezí
- $-0,5 < \mathbf{PMV} < + 0,5$
- Zavádí se ukazatel procentuálního podílu nespokojených, ***PPD***, který kvantifikuje předpověď noměrného počtu lidí, kteří budou s daným

Specifikace požadavků

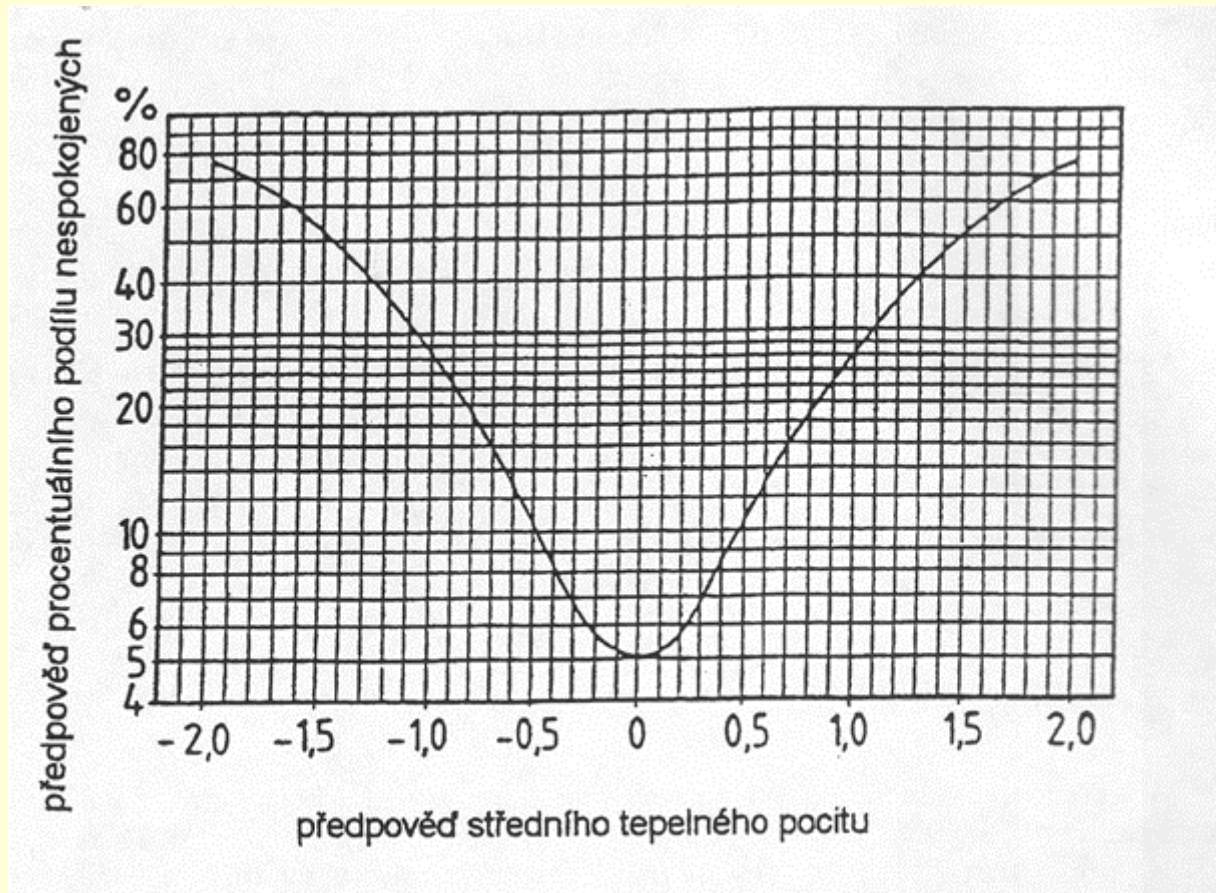
Index předpokládaného středního tepelného pocitu, *PMV* (Predicted Mean Vote)

Je to ukazatel předpovídající střední tepelný pocit velké skupiny osob v sedmistupňové stupnici pro posuzování tepelného pocitu podle tabulky

Tepelný pocit	Index <i>PMV</i>
Horko	+ 3
Teplo	+ 2
Mírné teplo	+ 1
Neutrálně	0
Mírně chladno	- 1
Chladno	- 2
Zima	- 3

Specifikace požadavků

Distribuce tepelných pocitů



Specifikace požadavků

- Distribuce tepelných pocitů

<i>PMV</i>	<i>PPD</i>	Procento osob, které budou prostředí hodnotit stupněm		
		0	-1 až +1	-2 až +2
+2	75	5	25	70
+1	25	27	75	95
0	5	55	95	100
-1	25	27	75	95
-2	75	5	25	70

Specifikace požadavků

- **Operativní teplota**
- Zjednodušený ukazatel tepelného vnitřního prostředí
 - operativní teplota, θ_o .
- Přibližně odpovídá výsledné (vnitřní) teplotě, θ_i ,
Zahrnuje výsledné působení
 - teploty vzduchu, θ_{ai} ;
 - sálání okolních povrchů, vyjádřené střední radiační teplotou povrchů, θ_{sr} ;
 - rychlosti proudění vzduchu, v_{ai} .

Specifikace požadavků

- **Operativní teplota**

- Stanoví se ze vztahu

$$\theta_o = A \cdot \theta_{ai} + (1 - A) \cdot \theta_{sr}$$

kde θ_o je ,operativní teplota, ve °C;

θ_{ai} , θ_{sr} , v_{ai} - viz výše;

A experimentálně stanovený parametr

vyjadřující vliv rychlosti proudění vzduchu, v_{ai} , na vnitřní teplotu.

Specifikace požadavků

Operativní teplota

Hodnota parametru, A

Rychlost proudění vzduchu v_{ai} [m/s]	A
0,2	0,5
0,2 až 0,6	0,6
0,6 až 1,0	0,7

Specifikace požadavků

Střední radiální teplota

$$\theta_{sr} = \frac{\sum \theta_{sj} \cdot A_j}{\sum A_j}$$

Specifikace požadavků

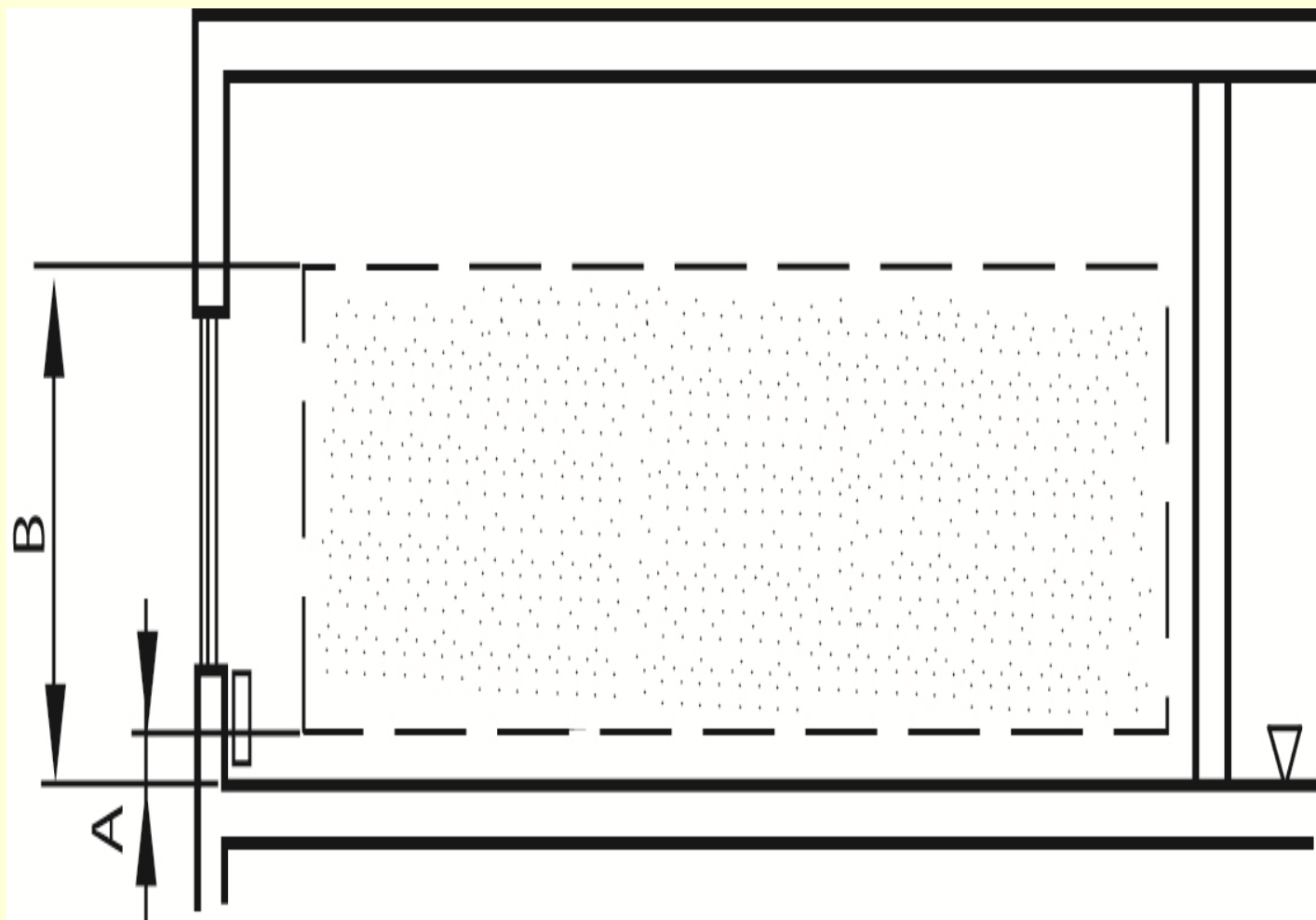
Pobytová zóna

Požadavky na vnitřní prostředí musí být splněny v pobytové zóně.

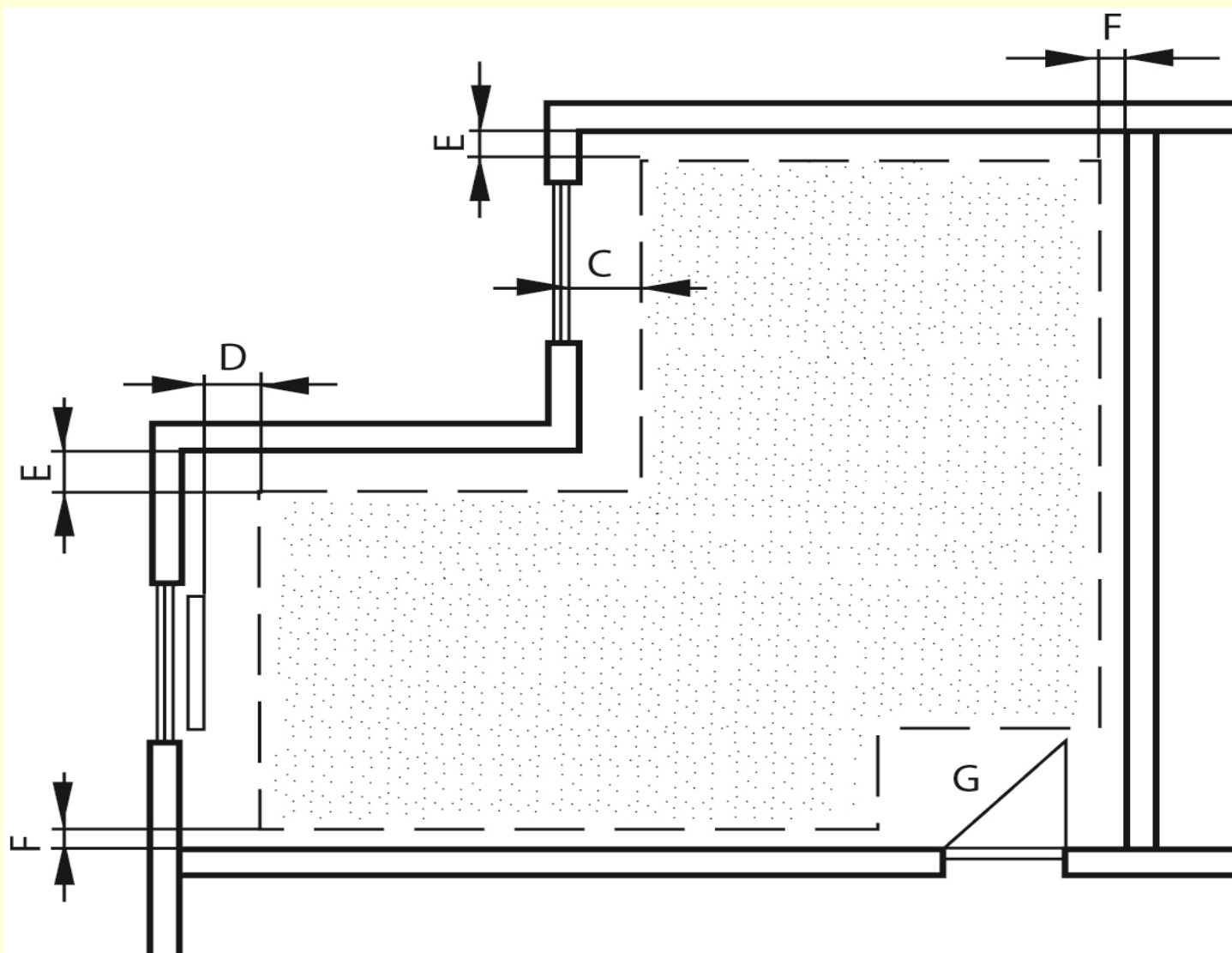
ČSN EN 13779

Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy

Specifikace požadavků



Specifikace požadavků



Specifikace požadavků

Vymezení pobytové zóny

Vzdálenost od vnitřních povrchů		Typické rozpětí (m)	Doporučené hodnoty (m)
Podlaha (spodní hranice)	A	0,00 až 0,20	0,05
Podlaha (horní hranice)	B	1,30 až 2,00	1,80
Venkovní okna a dveře	C	0,50 až 1,50	1,00
Vzduchotechnické zařízení	D	0,50 až 1,50	1,00
Obvodové stěny	E	0,15 až 0,75	0,50
Vnitřní stěny	F	0,15 až 0,75	0,50
Dveře, průchodové zóny atd.	G	Podle dohody	-

Specifikace požadavků

Optimální mikroklimatické podmínky pro pobytové prostory a lehkou práci v sedě podle ČSN EN ISO 7730

Veličina	Zimní období ($I_{cl} = 1 \text{ clo}$)	Letní období ($I_{cl} = 0,5 \text{ clo}$)
Vnitřní (operativní) teplota θ_i [°C]	20 až 24	23 až 26
Rozdíl teploty vzduchu v místě hlavy a kotníků $\Delta\theta_{ai}$ [K]	< 3	< 3
Teplota podlahy θ_s (°C)	19 až 26	-
Povrchová teplota podlahového vytápění θ [°C]	29	-
Zářivý tok v místě hlavy φ [W/m ²]	200	200
Střední rychlost proudění vzduchu v_{ai} [m/s]	Viz výše	Viz výše
Asymetrie radiační teploty svislých ploch (srovnání s malou svislou plochou 0,6 m nad podlahou) $\Delta\theta_{rs}$ [K]	10	-
Asymetrie radiační teploty vodorovných ploch (strop a malá vodorovná plocha 0,6 m nad podlahou) $\Delta\theta_{rs}$ [K]	5	-
Relativní vlhkost vnitřního vzduchu, φ_{ai} [%]	30 až 70	30 až 70

Specifikace požadavků

- **ČSN EN 15 251**

Vstupní parametry vnitřního prostředí pro návrh a posouzení energetické náročnosti budov s ohledem na kvalitu vnitřního vzduchu, tepelného prostředí, osvětlení a akustiky

- **FprEN 16798-1**

Energy performance of buildings - Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics

Specifikace požadavků

Kategorie	Popis
I	Vysoká úroveň očekávání, doporučena pro prostory obsazené velmi citlivými osobami s křehkým zdravím, se zvláštními požadavky, jako jsou např. postižení, nemocní, velmi malé děti a starší osoby
II	Běžná úroveň očekávání by měla být použita pro nové budovy a rekonstrukce
III	Přijatelná, střední úroveň očekávání použitelná pro stávající budovy
IV	Hodnoty mimo kritéria pro výše uvedené kategorie. Tato kategorie může být přípustná pouze pro omezenou část roku

Specifikace požadavků

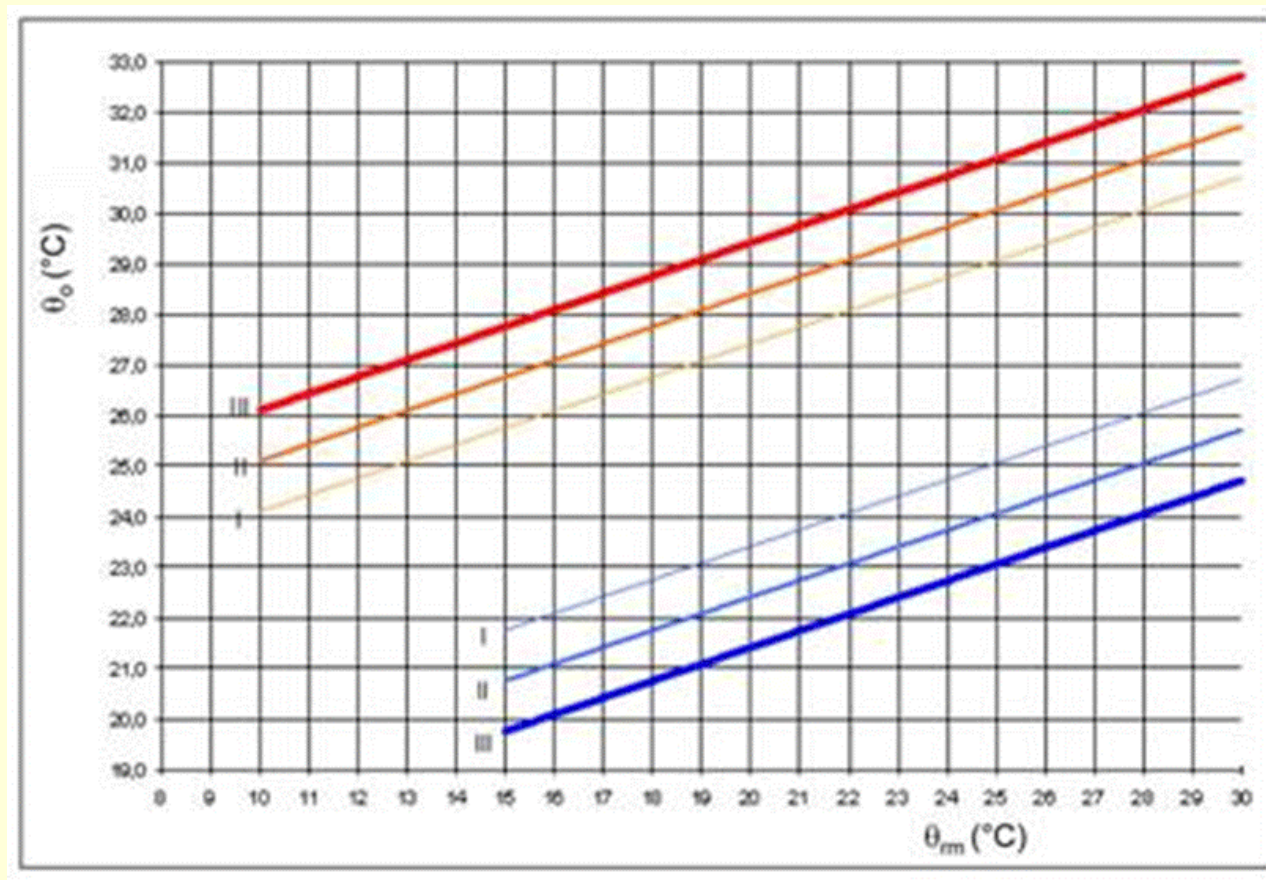
Typ budovy / místnosti	Kategorie	Operativní teplota, °C	
		Minimum pro vytápění (zimní období), ~ 1,0 clo	Maximum pro chlazení (letní období), ~ 0,5 clo
Obytné budovy: obytné místnosti (ložnice, pracovny, kuchyně atd.) Sedící ~ 1,2 met	I	21,0	25,5
	II	20,0	26,0
	III	18,0	27,0
Obytné budovy: ostatní místnosti (sklady, haly atd.) Stojící-přecházející ~ 1,6 met	I	18,0	
	II	16,0	
	III	14,0	

Specifikace požadavků

Typ budovy nebo prostoru	Kategorie	Teplotní rozsah pro vytápění, θ_o [°C] Oděv ~ 1,0 clo	Teplotní rozsah pro chlazení, θ_i [°C] Oděv ~ 0,5 clo
Obytné budovy, obytné místnosti (ložnice, obývací pokoje, atd.) Sedící - činnost ~ 1,2 met	I	21,0 -25,0	23,5 - 25,5
	II	20,0-25,0	23,0 - 26,0
	III	18,0- 25,0	22,0 - 27,0
Obytné budovy, ostatní místnosti (kuchyně, sklady atd.) Stojící - přecházející činnost ~1,5 met	I	18,0-25,0	
	II	16,0-25,0	
	III	14,0-25,0	
Kanceláře a prostory s podobnou činností (jednotlivé kanceláře, velkoplošné kanceláře, konferenční místnosti, posluchárny, jídelny, restaurace, učebny) Sedící - činnost ~1,2 met	I	21,0 – 23,0	23,5 - 25,5
	II	20,0 – 24,0	23,0 - 26,0
	III	19,0 – 25,0	22,0 - 27,0

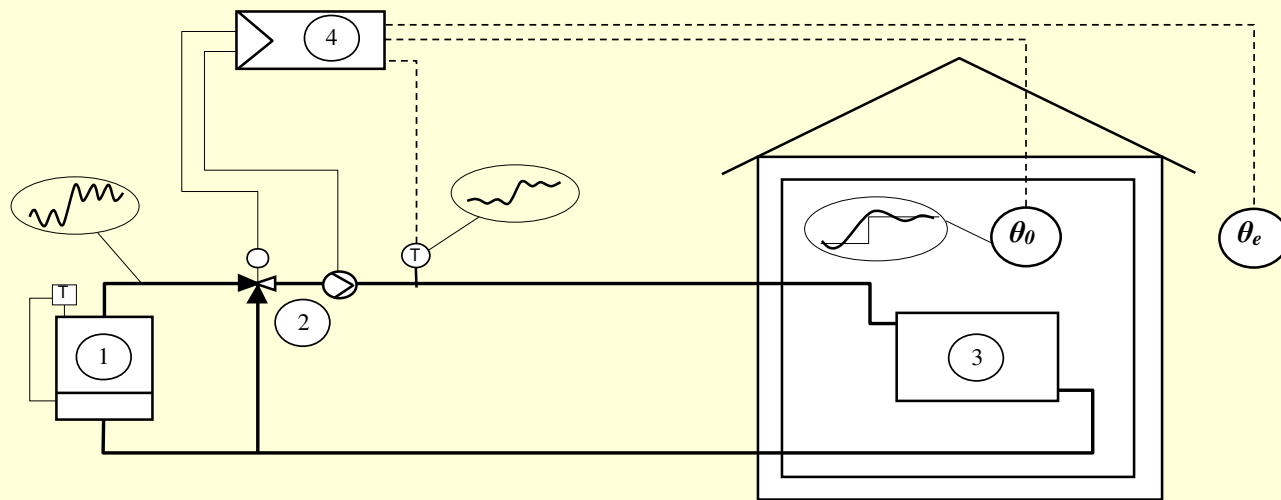
Specifika požadavků

- Neklimatizované prostory



Specifikace požadavků

- Model budovy s technickým systémem



Specifikace požadavků

Klouzavá teplota

$$\theta_{rm} = (1 - \alpha) \cdot \left\{ \theta_{ed-1} + \alpha \cdot \theta_{ed-2} + \alpha^2 \cdot \theta_{ed-3} \dots \right\}$$

$$\theta_{rm} = (1 - \alpha) \cdot \theta_{ed-1} + \alpha \cdot \theta_{rm-1}$$

$$\theta_{rm} = \left(\begin{array}{l} \theta_{ed-1} + 0,8\theta_{ed-2} + 0,6\theta_{ed-3} + 0,5\theta_{ed-4} + 0,4\theta_{ed-5} \\ + 0,3\theta_{ed-6} + 0,2\theta_{ed-7} \end{array} \right) / 3,8$$

Specifika požadavků

- θ_{rm} je klouzavá střední teplota venkovního vzduchu pro vyhodnocovaný den, ve °C;
- θ_{rm-1} klouzavá střední teplota venkovního vzduchu pro předchozí den, ve °C;
- θ_{ed-1} denní střední teplota venkovního vzduchu pro předchozí den, ve °C;
- θ_{ed-2} denní střední teplota venkovního vzduchu dva dny před vyhodnocovaným dnem, atd., ve °C;
- α konstanta mezi 0 a 1. Doporučená hodnota je 0,8.

Specifikace požadavků

ČSN EN 15232 energetická náročnost budov – Vliv automatizace, řízení a správy budov

Vliv odchylky regulované vnitřní teploty od žádané hodnoty na spotřebu energie

$$\theta_{icor} = \theta_i + \delta\theta_i$$

θ_{icor} je ekvivalentní vnitřní teplota zahrnující nepřesnosti regulace, ve °C;

θ_i žádaná hodnota, ve °C;

$\delta\theta$ regulační odchylka.

Specifikace požadavků

Okamžitá změna spotřeby energie

$$\Delta E = P \cdot t \cdot F_c$$

, ΔE je okamžitá změna ve spotřebě energie, v kWh;

P vytápěcí, nebo chladičí výkon, v kW;

t časová perioda změny, v h;

F_c charakteristický parametr budovy zahrnující tepelnou akumulaci budovy včetně technického systému vytápění a chlazení a účinnost regulace.

Specifikace požadavků

Vlhkostní parametry

Typ budovy / prostoru	Kategorie	Návrhová relativní vlhkost pro odvlhčování, %	Návrhová relativní vlhkost pro vlhčení, %
Prostory kde jsou vlhkostní kritéria pro danou obsazenost osob. Speciální prostory (muzea, kostely, atd.) mohou vyžadovat jiné limitní hodnoty.	I	50	30
	II	60	25
	III	70	20
	IV	> 70	< 20

Doporučuje omezit měrnou vlhkost na 12 g/kg

Specifikace požadavků

Větrání

Celkový průtok větracího vzduchu pro místnost s osobami

$$q_{tot} = n \cdot q_p + A \cdot q_B$$

Specifikace požadavků

- q_{tot} je celkový průtok větracího vzduchu do místnosti, l/s
- n návrhový počet osob v místnosti, -
- q_p průtok větracího vzduchu na osobu, l/(s.osobu)
- A podlahová plocha místnosti, m²
- q_B průtok větracího vzduchu pro emise z budovy, l/(s.m²)

Specifikace požadavků

Kategorie	Průtok větracího vzduchu na osobu l/s osobu	Průtok vzduchu pro emise škodlivin z budovy (l/s m ²)		
		Budovy s velmi nízkým znečištěním vnitřního prostředí	Budovy s nízkým znečištěním vnitřního prostředí	Budovy s významným znečištěním vnitřního prostředí
I	10	0,5	1	2
II	7	0,35	0,7	1,4
III	4	0,2	0,4	0,8

Specifikace požadavků

Kategorie	Průtok vzduchu ^a / Intenzita větrání		Obývací pokoj a ložnice, převážně venkovní vzduch		Odvod vzduchu, l/s		
	l/s m ² (1)	1/h	l/s osobu ^b (2)	l/s m ² (3)	Kuchyně (4a)	Koupelny (4b)	Toalety (4)
I	0,49	0,7	10	1,4	28	20	14
II	0,42	0,6	7	1,0	20	15	10
III	0,35	0,5	4	0,6	14	10	7

^a Průtok vzduchu v l/s m² a intenzita větrání vyjádřená v 1/h si navzájem odpovídají při výšce místnosti 2,5 m.

^b Počet osob v bytě lze stanovit z počtu ložnic. Pokud na národních úrovních existují předpoklady, musí být použity; ty se mohou pro energetické výpočty a výpočty IAQ lišit.

Specifikace požadavků

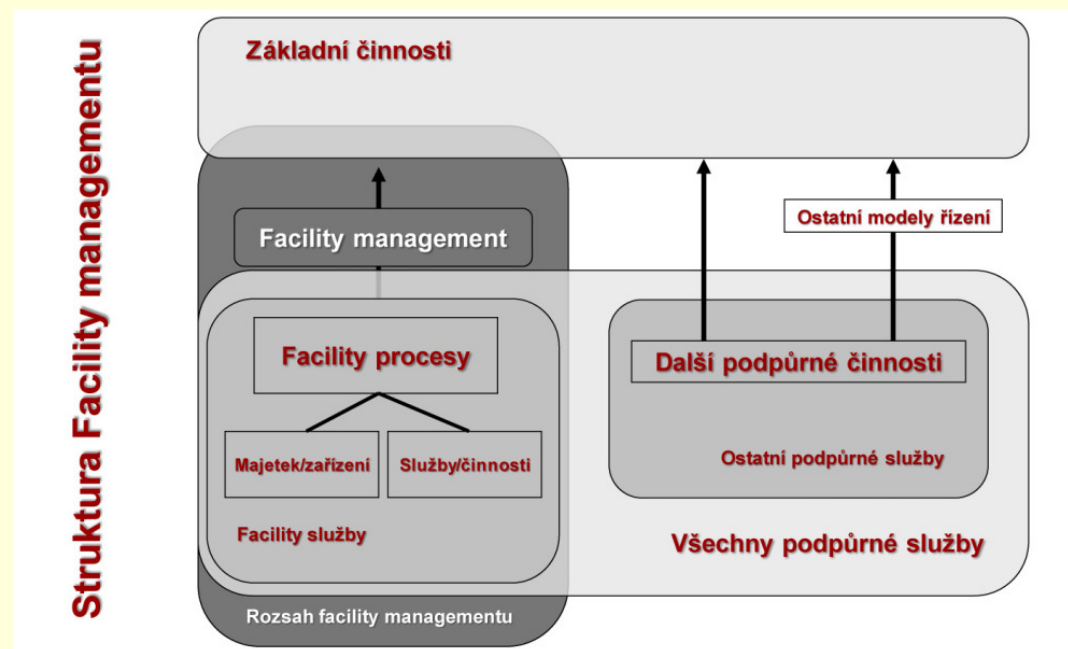
Facility management

ČSN EN 15 221 Facility management - Část 1 až 6

- Facility management (FM) je integrované řízení činností v rámci organizace vedoucí k zajištění a rozvoji sjednaných služeb (podpůrných služeb), které podporují a zvyšují efektivitu vlastní základní činnosti.

Specifikace požadavků

Základní struktura FM



Specifikace požadavků

Základní úloha FM

- Podpora integrace procesů různých služeb
- Zjednodušení vazby mezi strategickou, taktickou a provozní úrovní
- Zajišťovat stálou komunikaci (zdola nahoru a naopak v rámci organizace)
- Rozvíjet a kultivovat vztahy a partnerství mezi klienty/koncovými uživateli a dodavateli/poskytovateli služeb
- Podporovat propojení mezi historickými skutečnostmi, stávajícím stavem a budoucími požadavky.

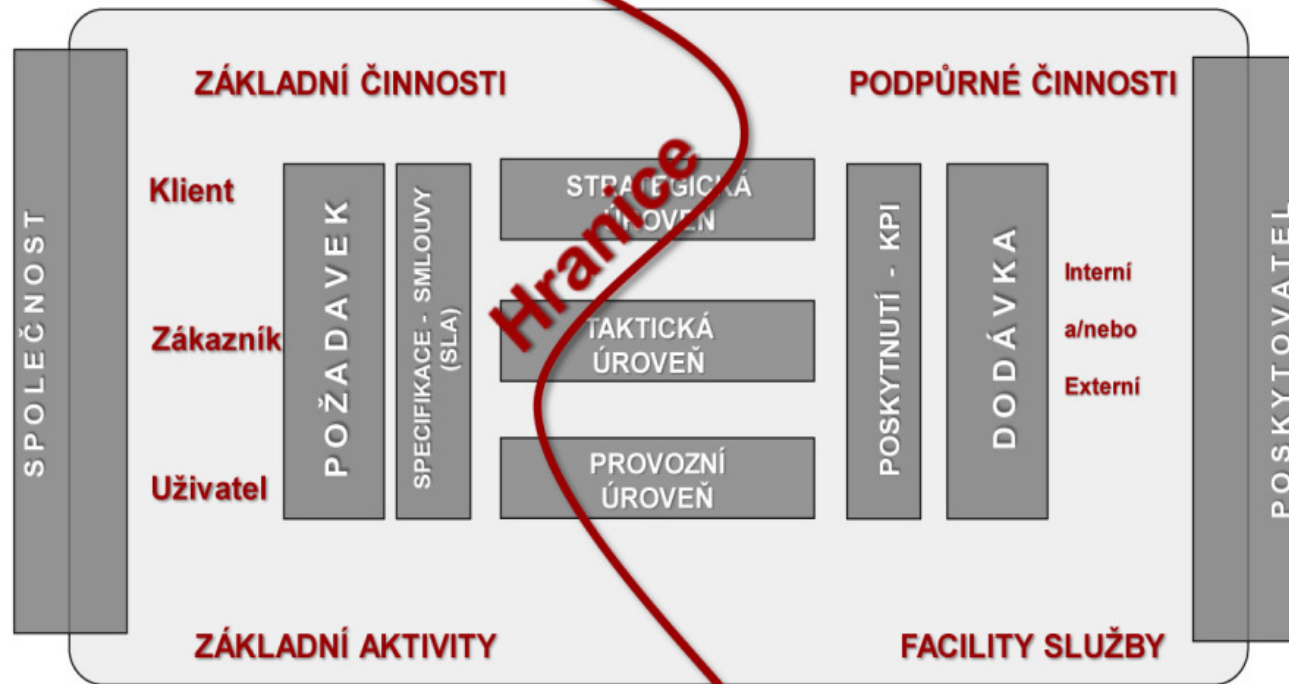
Specifikace požadavků

Základní služby v plně integrovaném prostředí

- **Prostor a infrastruktura** - tzv. "Tvrdé služby"
(správa prostor, využití prostor, správa a optimalizace pracoviště, technická správa budov, energetická správa, odpadové hospodářství, vnitřní a venkovní úklid)
- **Lidé a organizace** - tzv. "Měkké služby"
(zdraví, hygiena, bezpečnost a ochrana, interní služby - stravování, recepční služby, správa zasedacích místností, sekretářské služby atd., ICT. Interní logistika - tiskové a kopírovací služby, archivní služby, interní pošta, zásilková služba, dopravní služby, autoprovoz atd.).

Specifikace požadavků

Základní model Facility managementu

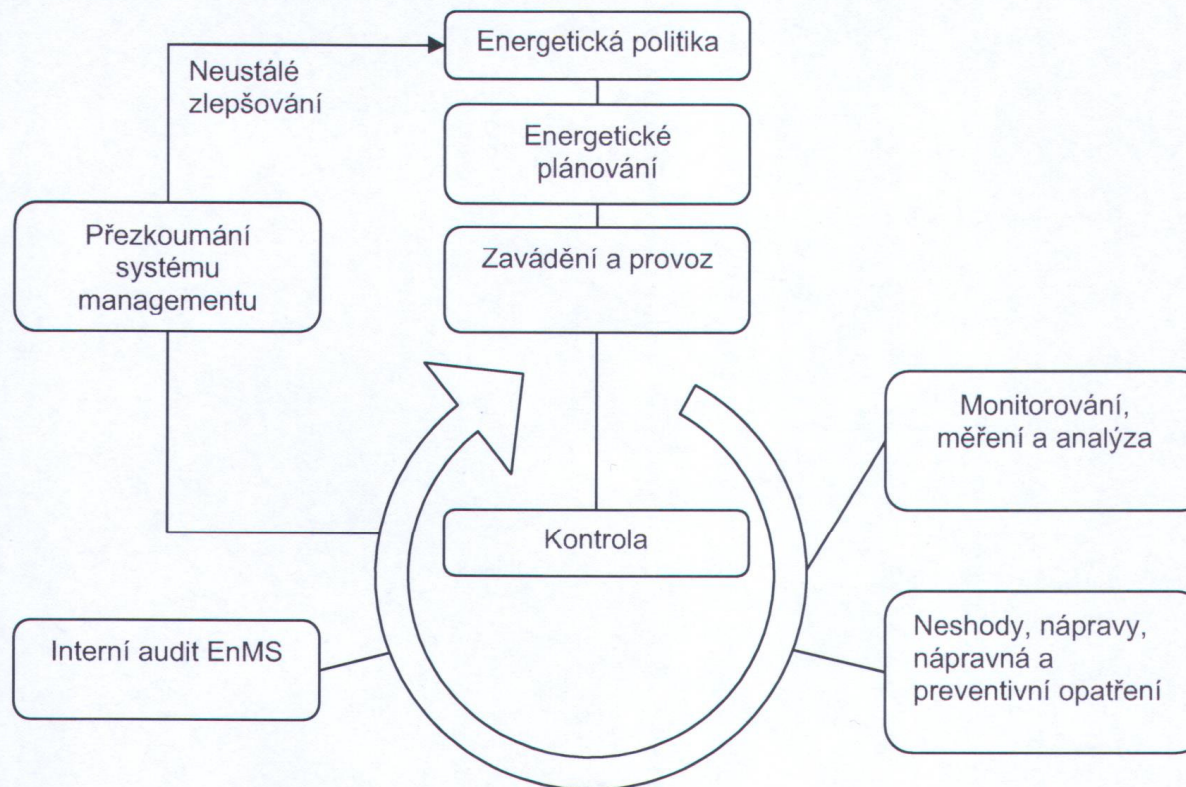


Specifikace požadavků

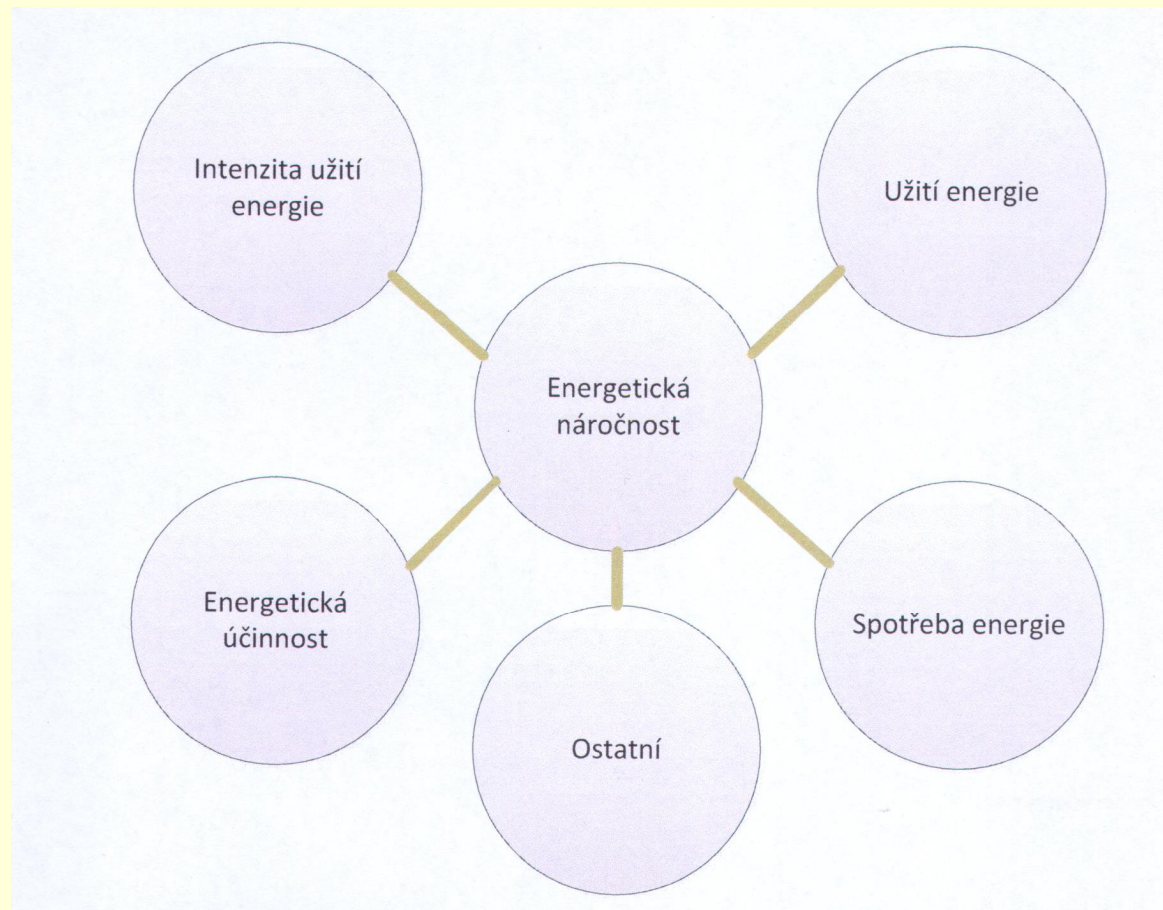
Energetický management

ČSN EN 50 001 Systémy managementu hospodaření s energií – Požadavky s návodem na použití

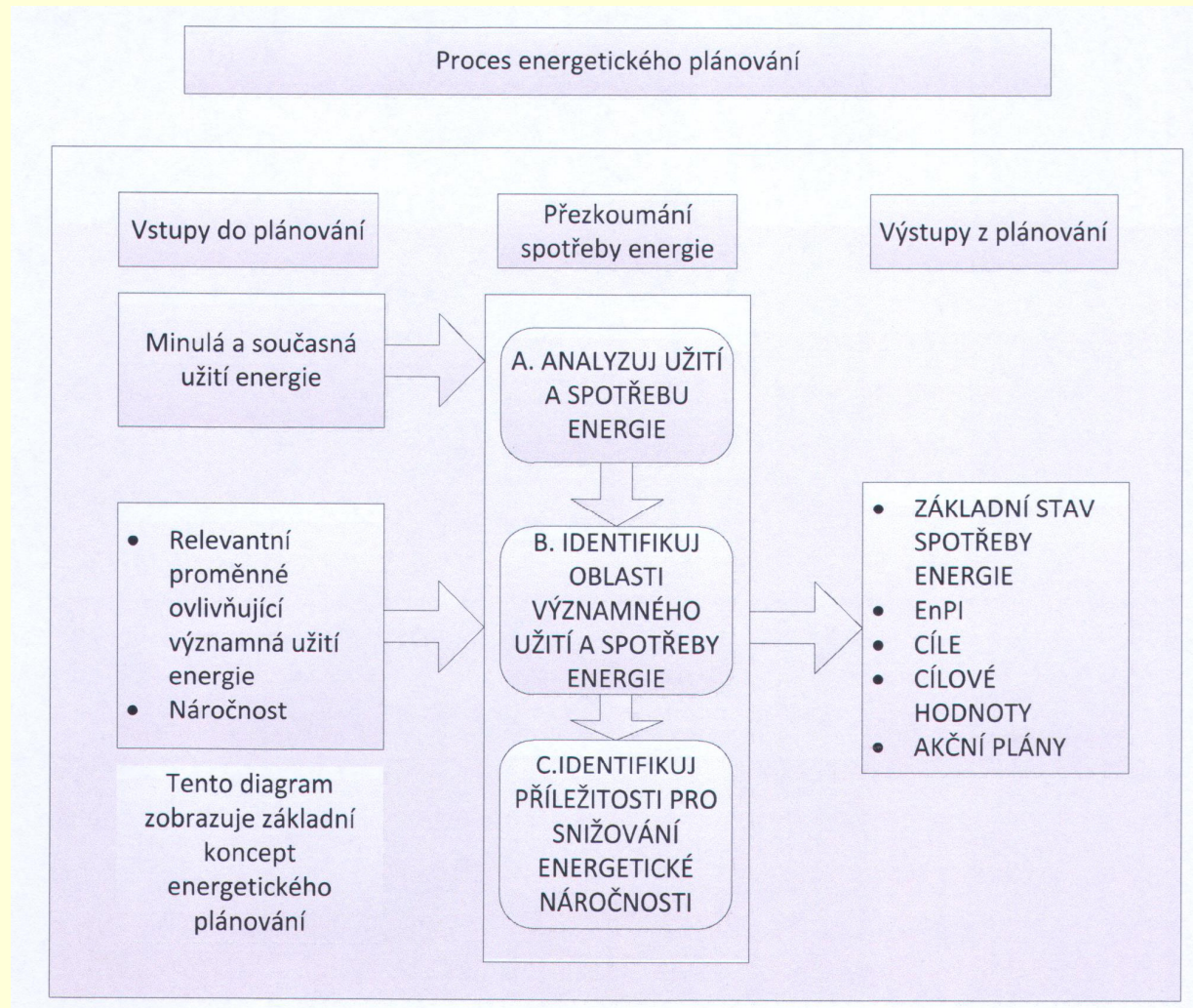
Specifikace požadavků



Specifikace požadavků



Specifikace požadavků



Specifikace požadavků

Monitoring a targeting

Hlavní prvky energetické kontroly a zaměření na cílové hodnoty

M&T je metodika, která společně umožňuje hospodařit s energií a regulovat spotřebu energie. Základní prvky M&T jsou:

- měření spotřeby energie **energetického zúčtovacího střediska (EZS)** za konkrétně stanovené období;
- vztažení spotřeby energie každého EZS na nějakou míru výstupu/výkonu, např. na počet výrobků, aby byla definována norma spotřeby energie;
- stanovení **cílových** hodnot pro snížení spotřeby EZS;
- pravidelné **porovnávání** spotřeby EZS s cílovou spotřebou;
- hlášení **odchylek** ve spotřebě EZS;
- provedení zásahu pro **korekci odchylek**.

Specifikace požadavků

Závěr

Intelligentní budova

Míra inteligence = míra komplexnosti

Vždy nutná interakce s uživatelem