

ČVUT v Praze
Fakulta stavební
Katedra technických zařízení budov
Univerzitní centrum energeticky efektivních budov

VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ BUDOV A JEHO ZMĚNY PO REALIZACI ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

Obsah prezentace

- Vnitřní prostředí budov
- Energetická náročnost a budovy s téměř nulovou spotřebou energie
- Praxe

T A
Č R

Program **Centra kompetence**





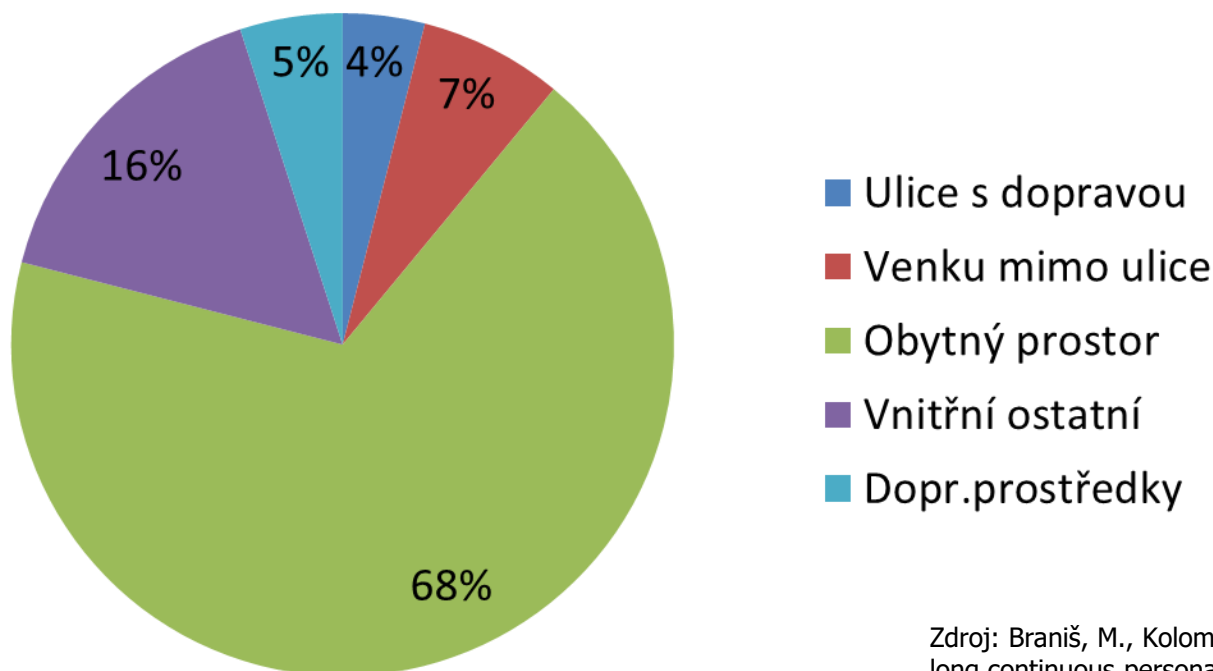
VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ BUDOV

© Karel Kabele

EKOLOGICKÉ HOSPODAŘENÍ S ENERGIEMI
A VODOU Dačice 2017

Vnitřní prostředí budov

Ve vnitřním prostředí trávíme až 90% svého života... (SZÚ 2012)



Zdroj: Braniš, M., Kolomazníková, J. (2010) Year-long continuous personal exposure to PM_{2.5} recorded by a fast responding portable nephelometer. Atmospheric Environment 44(24): 2865-2872

Vnitřní prostředí budov

- Prostředí má vliv na
 - Zdraví
 - Produktivitu práce
 - Pohodu prostředí



J. Adam Huggins for The New York Times 26.7.2007



Vnitřní prostředí budov

=

Interní mikroklima

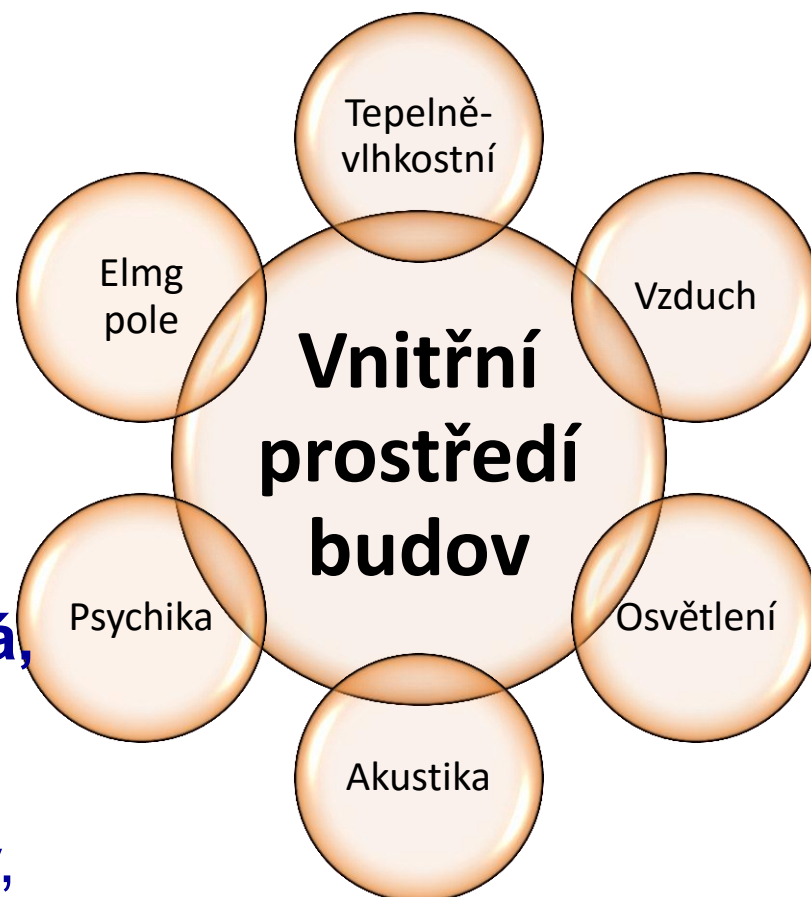
=

Indoor environment

Vnitřní prostředí budov

Složky vnitřního prostředí

- Tepelně-vlhkostní
- Kvalita vzduchu
 - plyny
 - aerosoly
 - mikroorganismy
- Akustika
- Světelná
- Elektro -statická, -iontová, -magnetická, ionizující a radiační pole
- Psychický komfort (barvy, povrchy, architektura...)



Zdroj : Jokl 1986

POHODA PROSTŘEDÍ

„Stav mysli, který vyjadřuje uspokojení s prostředím“ (Fanger 1970 - ASHRAE)

„Souhrn podmínek, za nichž si subjekt neuvědomuje stav prostředí“ (Saini 1971)

„Pohoda je neexistence zbytečné tísně při dané činnosti...“ (Brundrett 1974)

„Takový stav prostředí, při kterém se lidé v uvažovaném prostoru subjektivně cítí co nejlépe a jsou tedy též schopni maximálního pracovního výkonu ať již fyzického či duševního, nebo co nejúčinnějšího odpočinku..“ (Jokl 1986)





ENERGIE A BUDOVY

Energetická náročnost budov



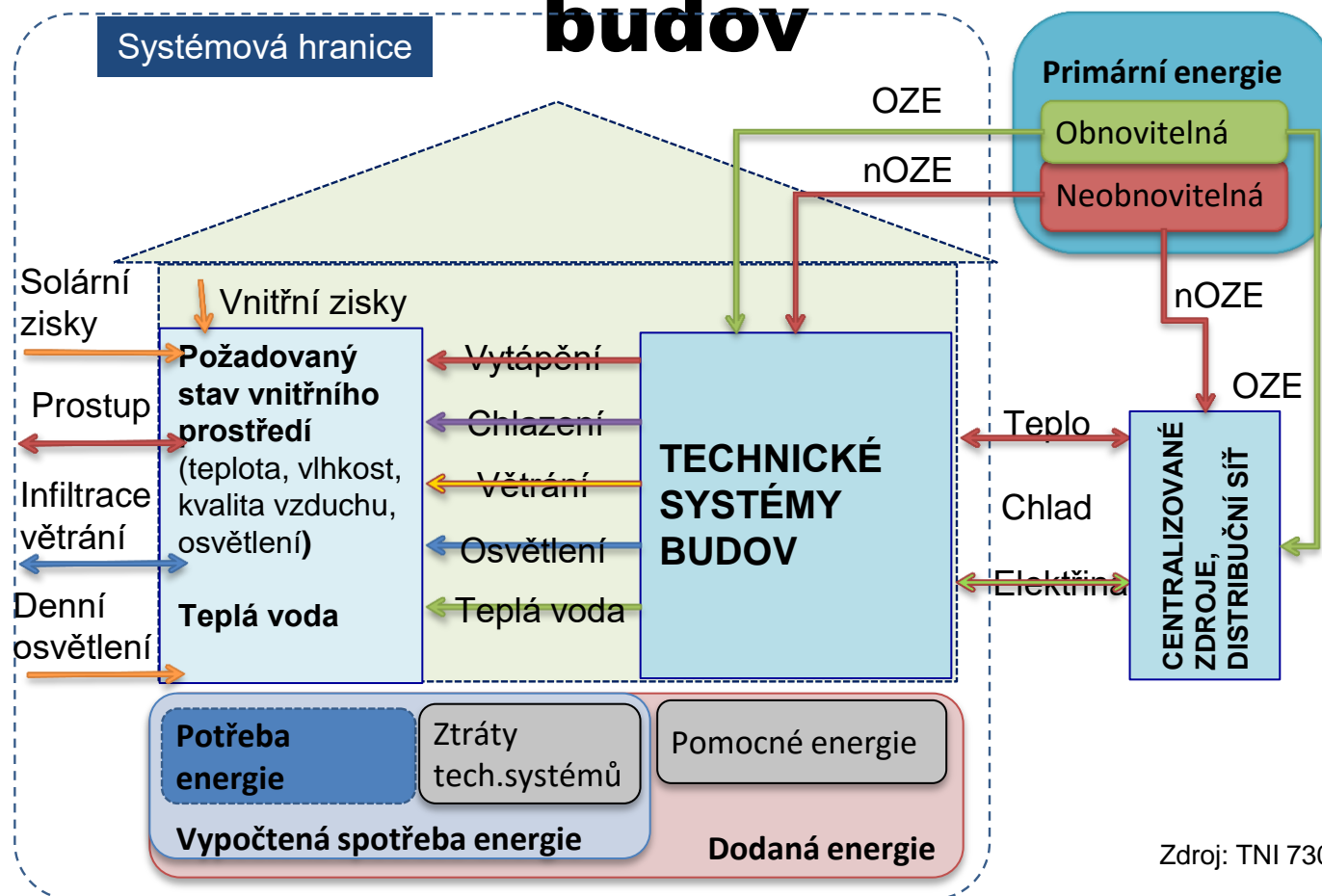
„energetickou náročností budovy se rozumí **vypočtené množství energie** nutné pro pokrytí potřeby energie spojené s užíváním budovy, zejména na

- **vytápění,**
- **chlazení,**
- **větrání,**
- **úpravu vlhkosti vzduchu,**
- **přípravu teplé vody a**
- **osvětlení“**



Zdroj: Zákon 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění 103/2015 Sb.

Energetická náročnost budov



Zdroj: TNI 730331

ČR 2017 Co je to budova s téměř nulovou spotřebou energie?

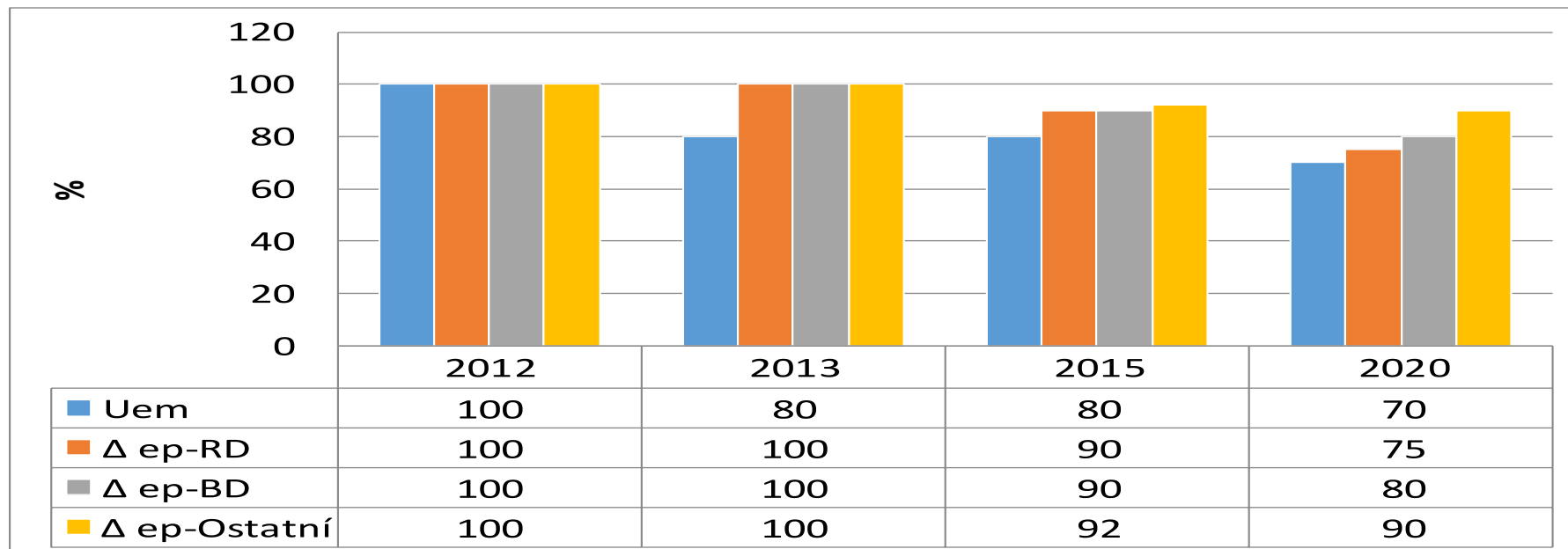
Požadavky na budovy s téměř nulovou spotřebou energie (nZEB) jsou definovány:

- v zákonu **406/2000 Sb. o hospodaření energií** (aktuální úprava 103/2015 Sb., platí od 1.7.2015; 131/2015 Sb platí od 1.1.2016)

*...budovou s téměř nulovou spotřebou energie je budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž **spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů....***

- Ve vyhlášce **78/2013 o energetické náročnosti budov** (aktuální novela 230/2015 Sb. platí od 1.12.2015)
 - *Snížení ENB : zpřísnění požadavku na obálku budovy*
 - *Využití OZE : zpřísnění požadavku na neobnovitelnou primární energii*

ČR 2017 Cesta k budově s téměř nulovou spotřebou energie



	>1500 m ²	> 350 m ²	< 350 m ²
Budovy, jejímž vlastníkem a uživatelem bude orgán veřejné moci nebo subjekt zřízený orgánem veřejné moci	Od 1.1.2016	Od 1.1. 2017	Od 1.1 2018
Ostatní	Od 1.1 2018	Od 1.1 2019	Od 1.1 2020

Energetická náročnost budov



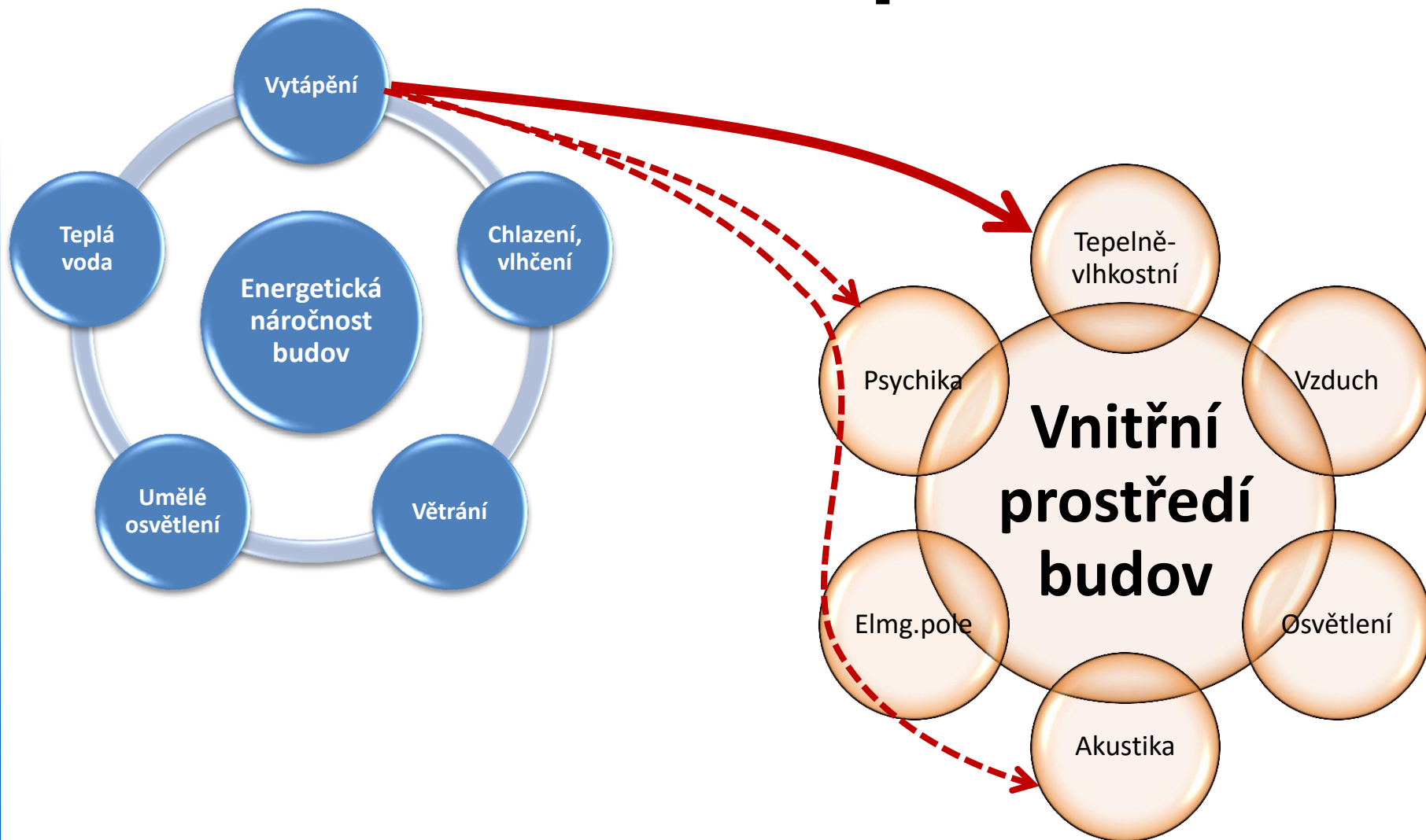
„energetickou náročností budovy se rozumí **vypočtené množství energie** nutné pro pokrytí potřeby energie spojené s užíváním budovy, zejména na

- **vytápění,**
- **chlazení,**
- **větrání,**
- **úpravu vlhkosti vzduchu,**
- **přípravu teplé vody a**
- **osvětlení“**

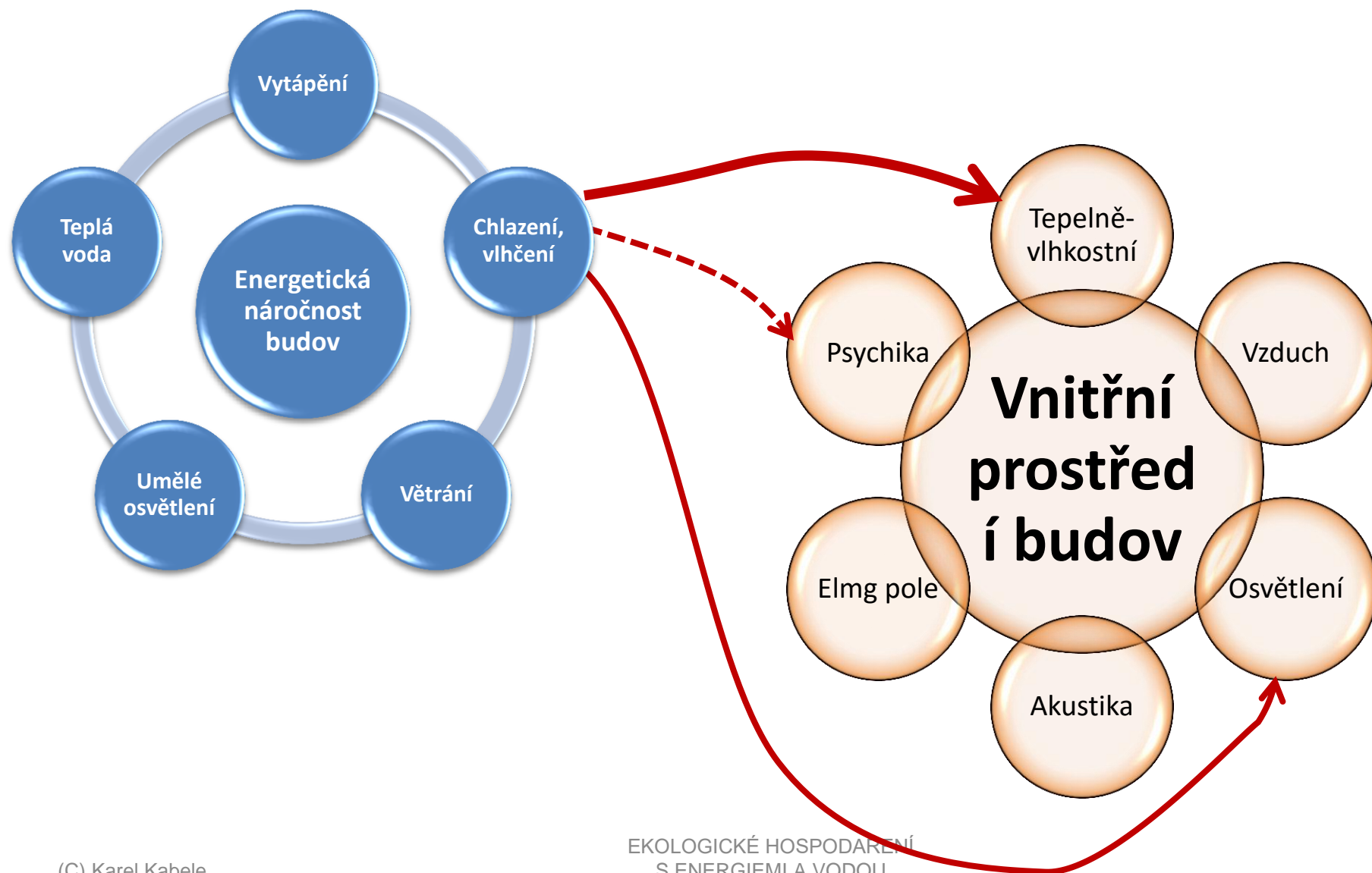


Zdroj: Zákon 406/2000 Sb. o hospodaření energií ve znění 103/2015 Sb.

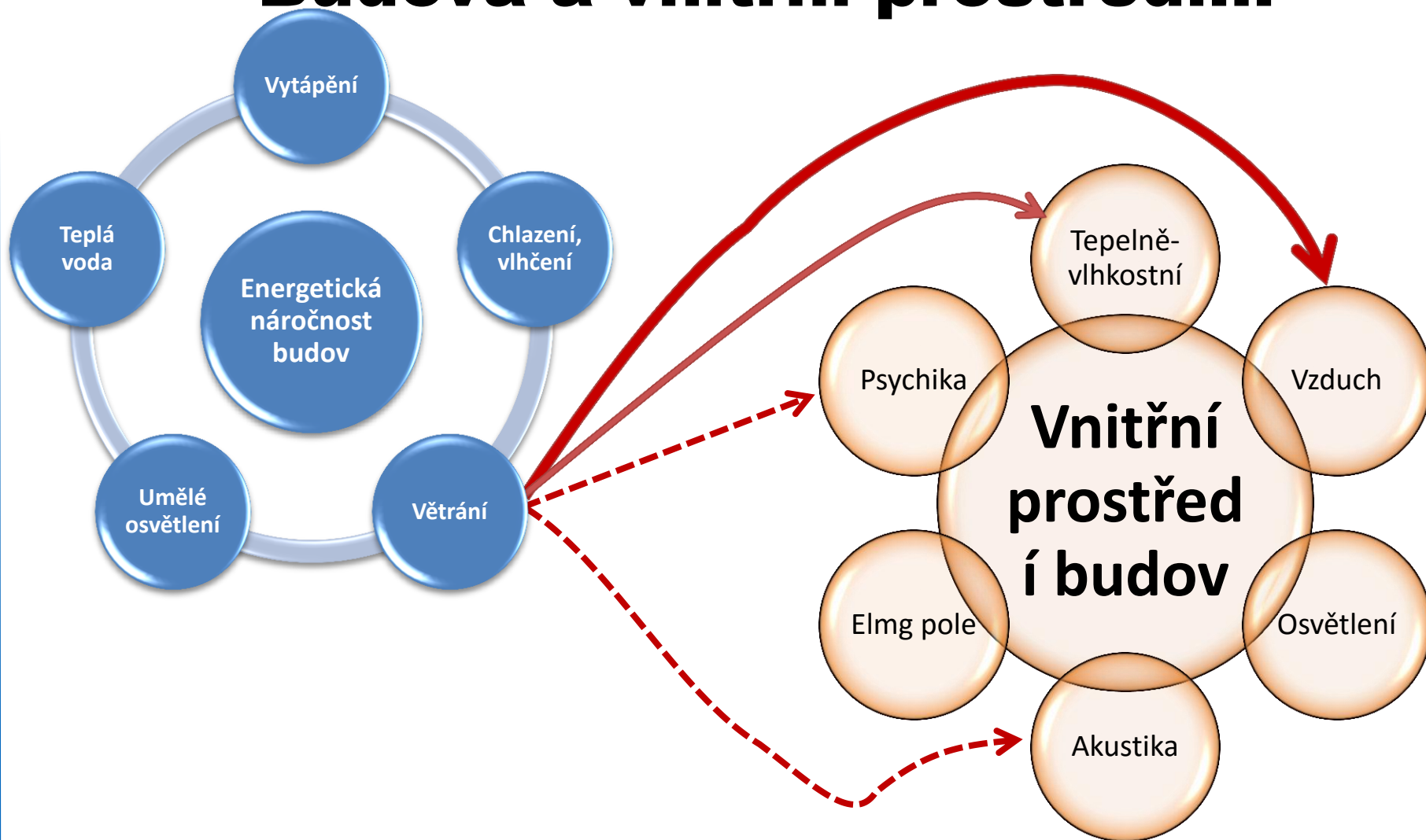
Budova a vnitřní prostředí...



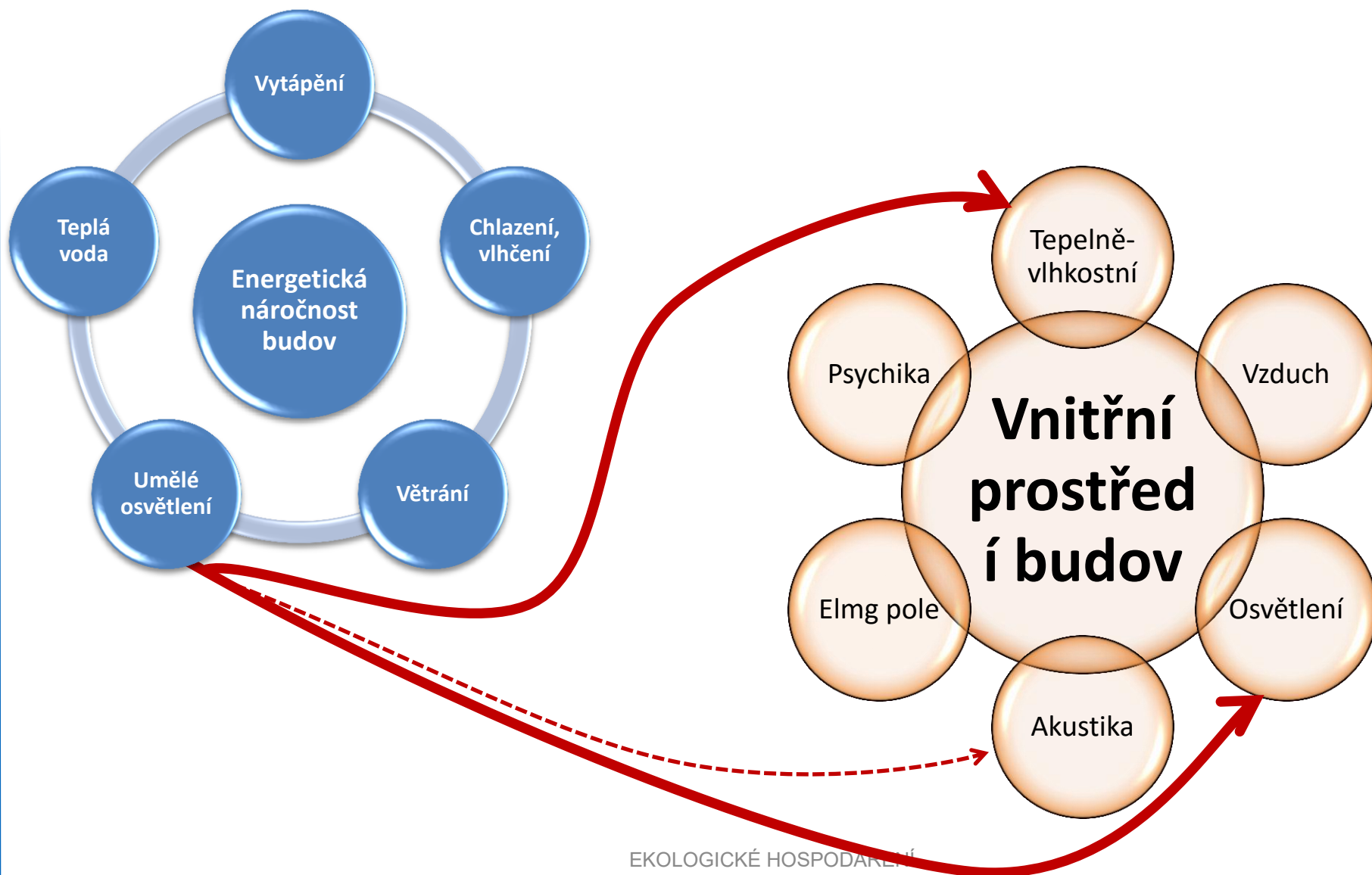
Budova a vnitřní prostředí...



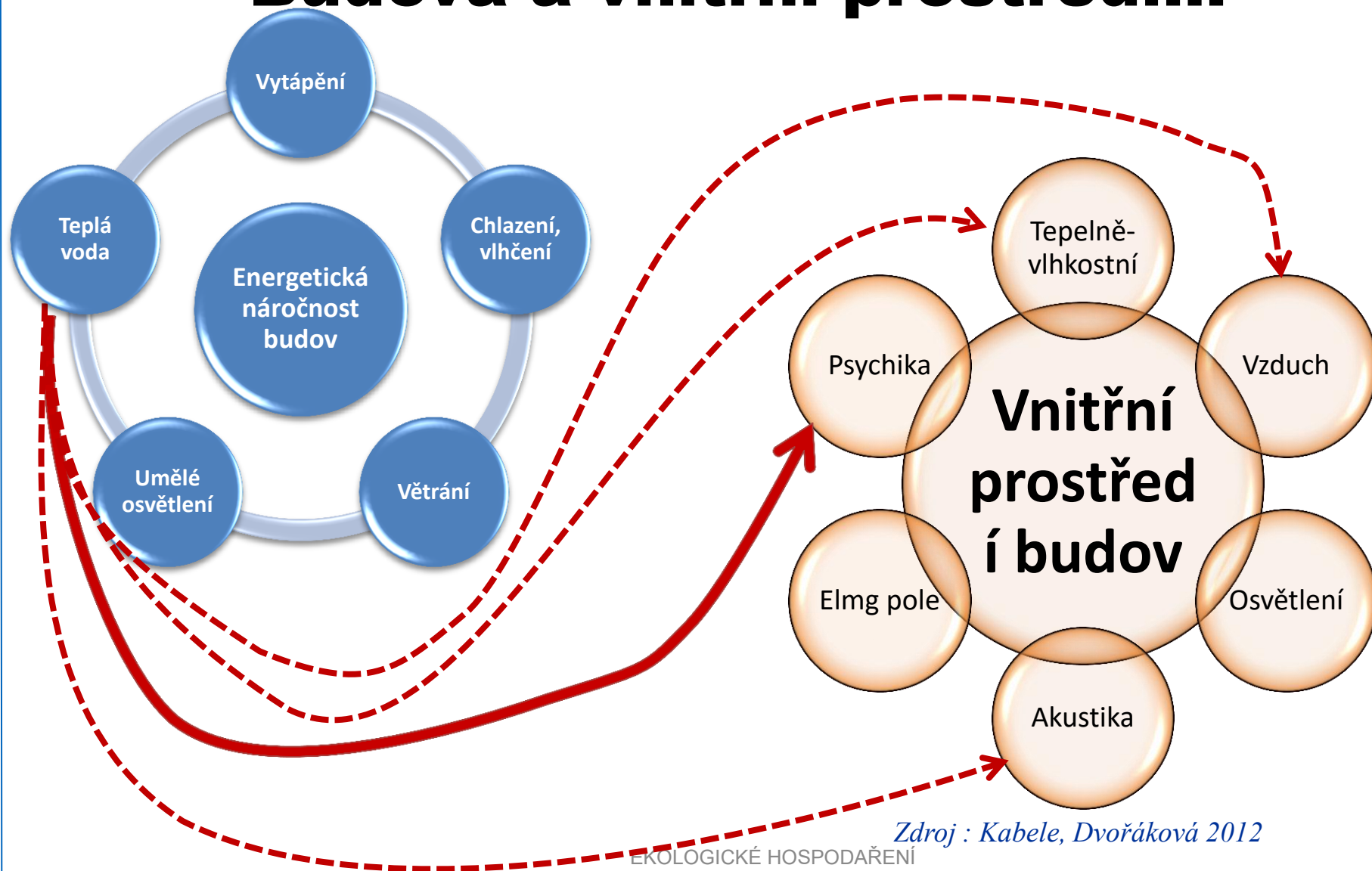
Budova a vnitřní prostředí...



Budova a vnitřní prostředí...

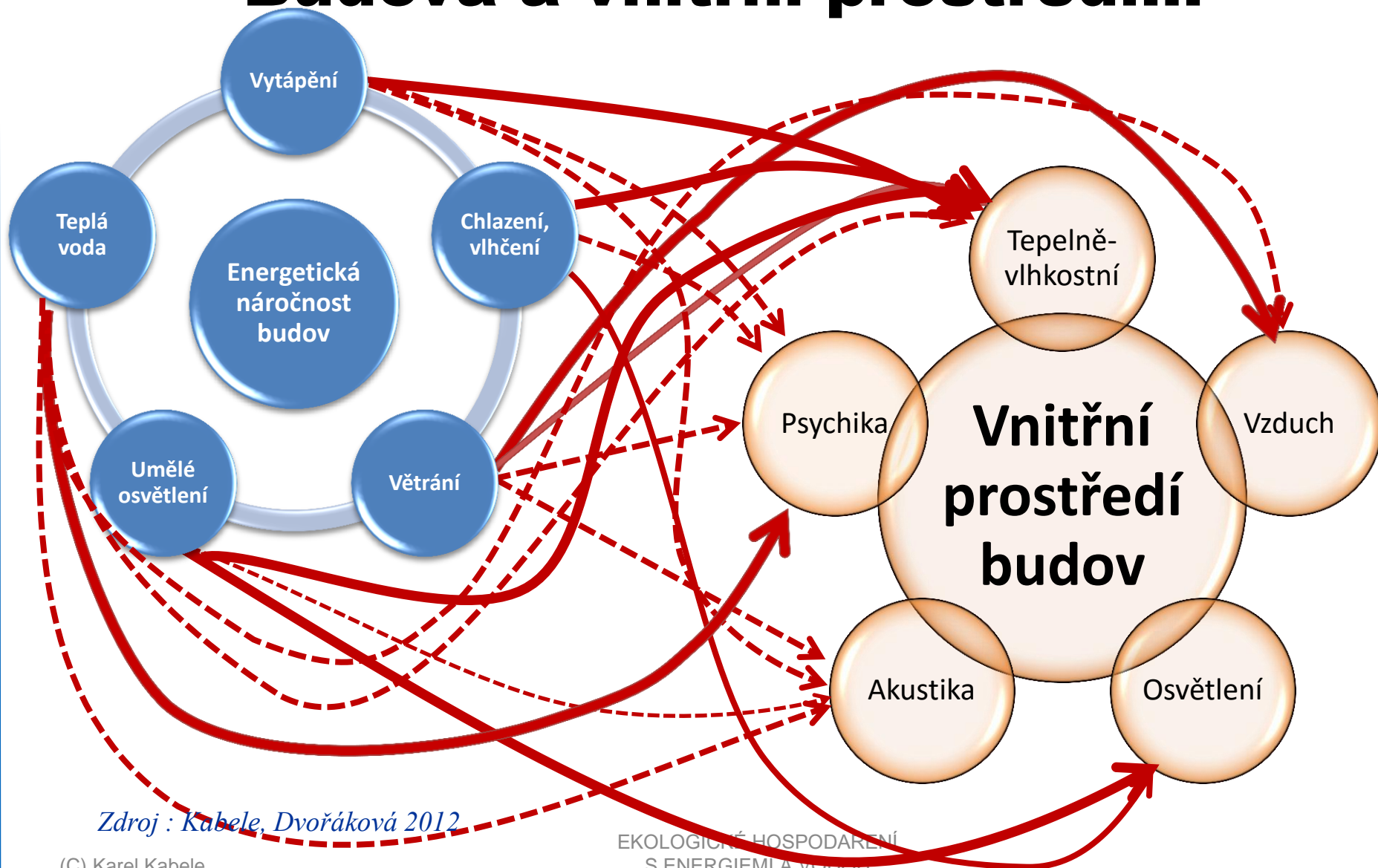


Budova a vnitřní prostředí...



Zdroj : Kabele, Dvořáková 2012

Budova a vnitřní prostředí...



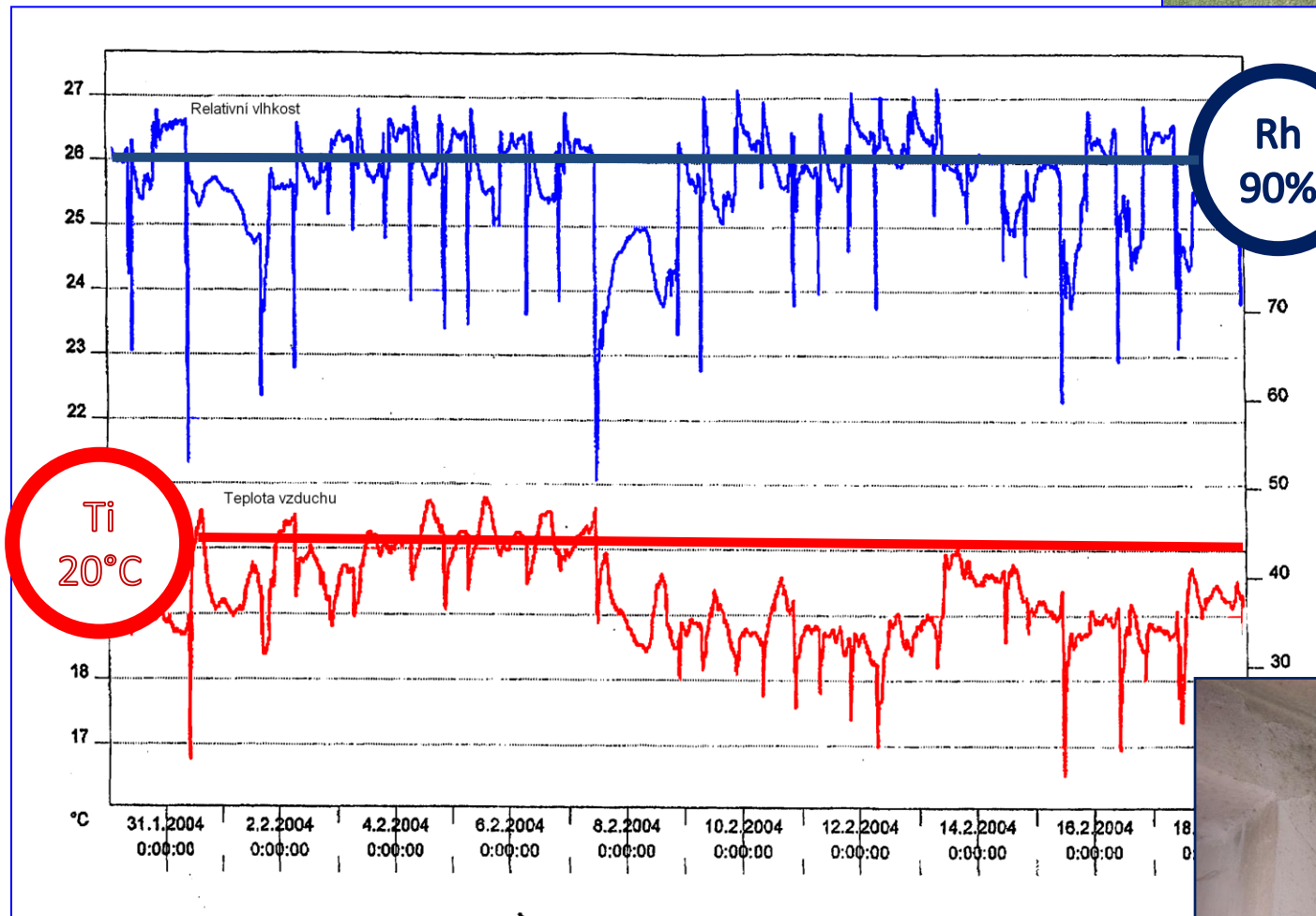
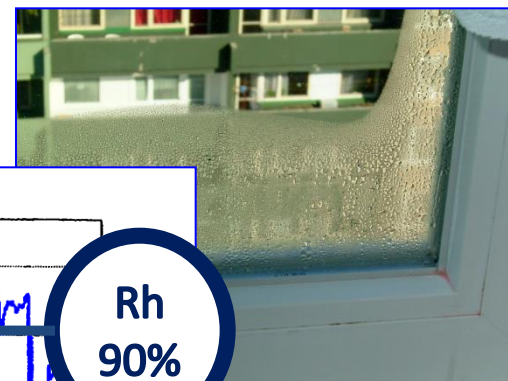
Zdroj : Kabele, Dvořáková 2012

PRAXE:

VÝMĚNA OKEN BEZ ŘEŠENÍ VĚTRÁNÍ

(C) Karel Kabele

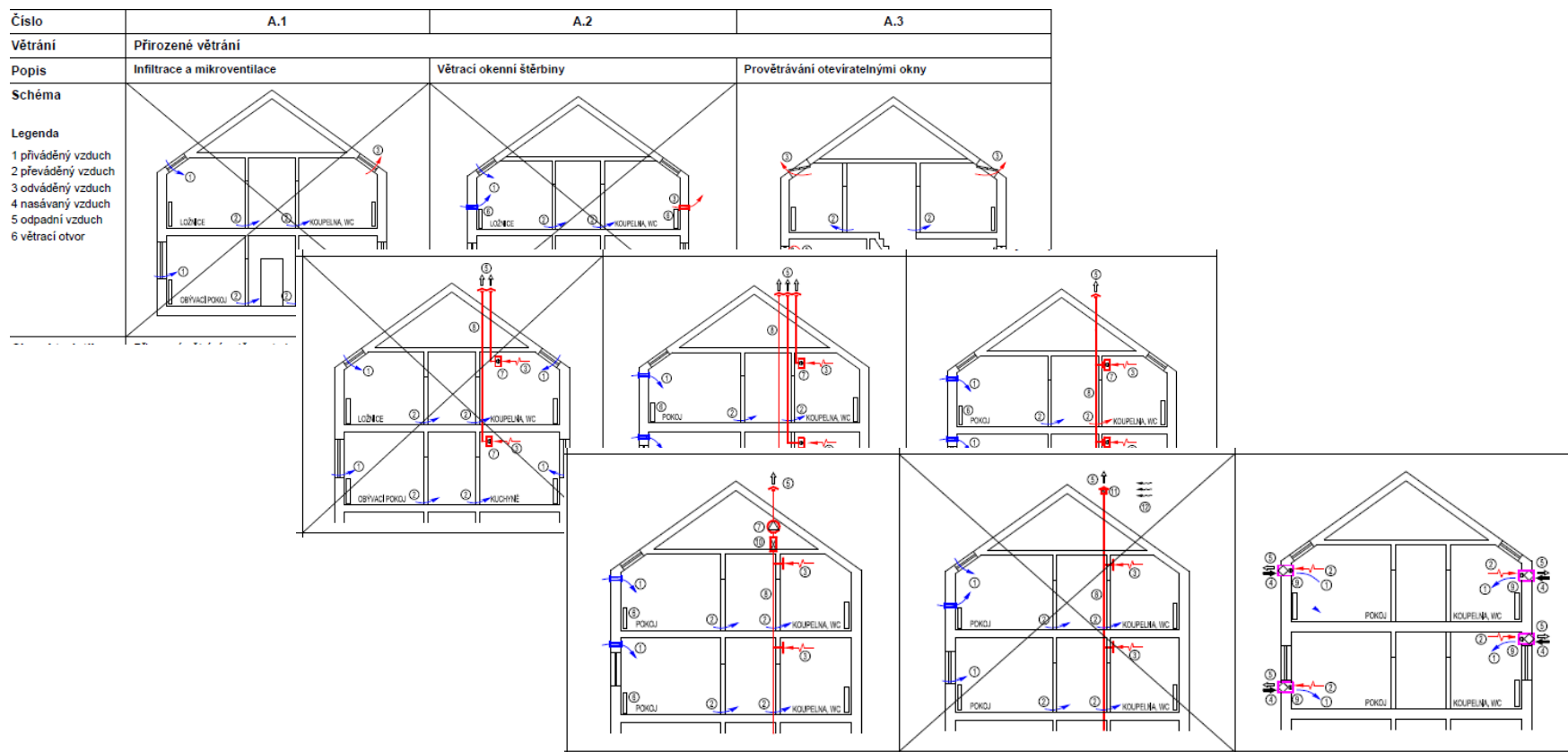
Příklad: důsledek „energeticky vědomého“ chování uživatele



Zdroj : Kabele 2006

Pravidla pro návrh větrání

- Publikace KONCEPT VĚTRÁNÍ (2016) –ČVUT FS
- www.stavebniakademie.cz/lectureNoteDownload.spr?name=309.pdf



PRAXE:

**TEPLOTNÍ CHOVÁNÍ
ADMINISTRATIVNÍ
BUDOVY PO ZATEPLENÍ**

(C) Karel Kabele

POPIS PŘÍPADU

Rekonstrukce administrativní budovy:

- Výměna lehkého obvodového pláště
- Provedena rekonstrukce otopné soustavy.

Parametry nového obvodového pláště:

- Severovýchodní strana objektu:

$$U = \mathbf{0,87 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}};$$

- Jihozápadní strana objektu:

$$U = \mathbf{0,68 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}};$$

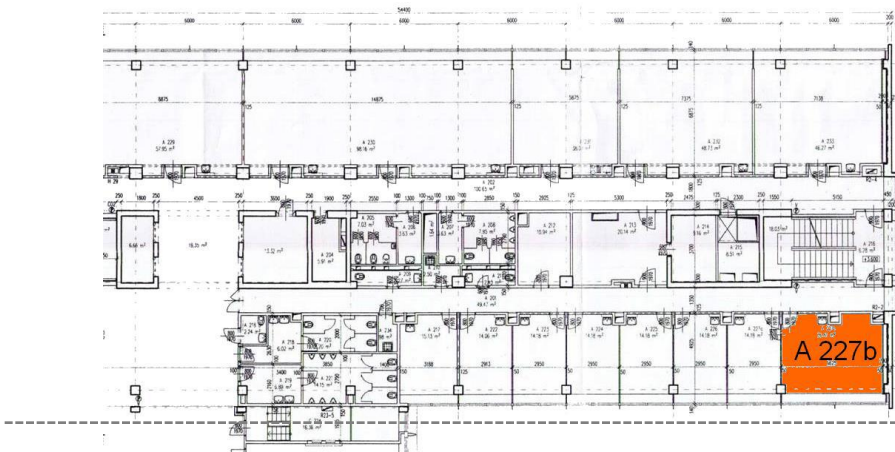
-
- Jihozápadní fasáda opatřena vnitřními ručně ovládanými a vnějšími elektronicky ovládanými žaluziemi.



POPIS PŘÍPADU

Větrání:

- Při rekonstrukci došlo k odstranění větracích klapek v nadpraží oken a ke snížení počtu otevíravých oken;
- Větrání místnosti - **přírozené otevíravými a výklopnými okny;**
- **Nová okna** - těsná, trojsklo, hliníkový rám;
- **Infiltrace** - odhad **$0,3 \text{ h}^{-1}$**



POPIS PŘÍPADU

Vytápění:

- **Nová OS** je řešena jako dvoutrubková, horizontální, protiproudá s deskovými OT v zákrytu parapetu;
- OS řešena **napojením na stávající předávací stanici** v suterénu budovy (samostatné větve pro SV a JZ část budovy);
- **Horizontální rozvod** (měděné potrubí o rozměru 22,0 x 1,0 a 28,0 x 1,5 mm) je veden pod parapetní deskou nad OT a není tepelně izolován.

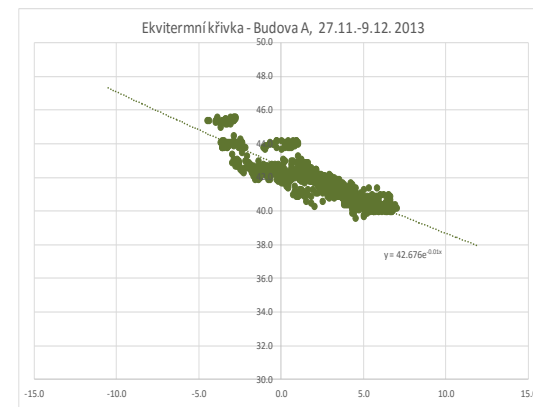


POPIS PŘÍPADU

Regulace vytápění:

- **Ekvitermní regulace** na patě jednotlivých větví v kombinaci s **termostatickými hlavicemi** radiátorových ventilů;

- **Hydraulická stabilita** zajištěna vyvažovacími armaturami na patě každé z horizontálních větví a čerpadlem s elektronicky řízenými otáčkami na patě stoupačky.

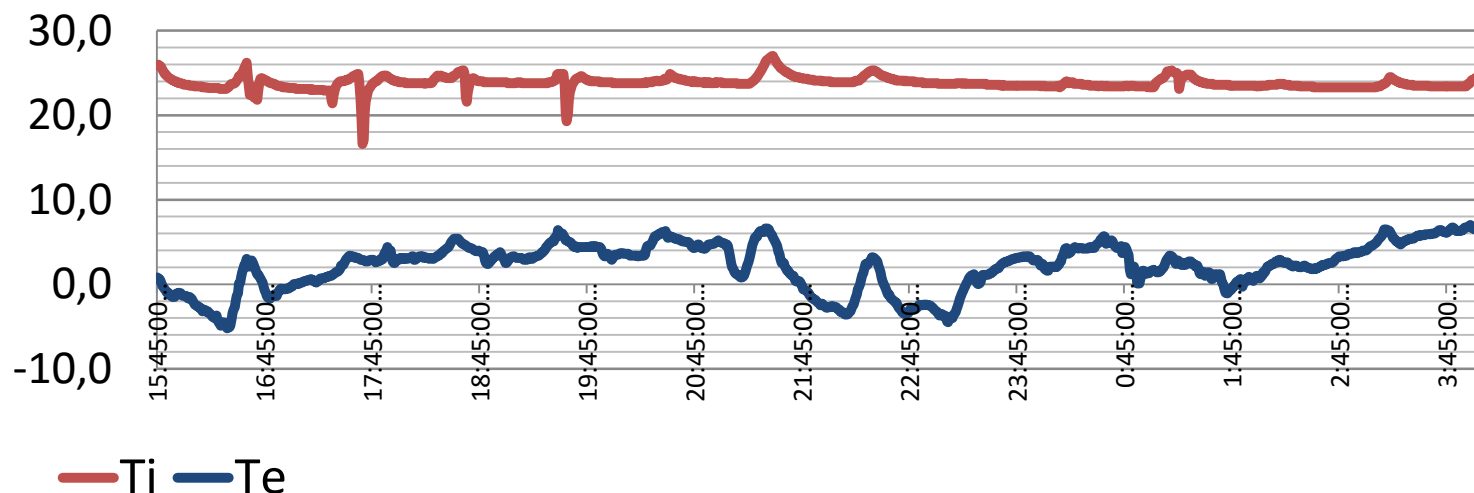


POPIS PŘÍPADU

Zimní období

Po zprovoznění zaregulované soustavy a nastavení ekvitermní křivky - problémy s přehříváním místnosti

Průběh teplot 27. 11. - 9. 12.

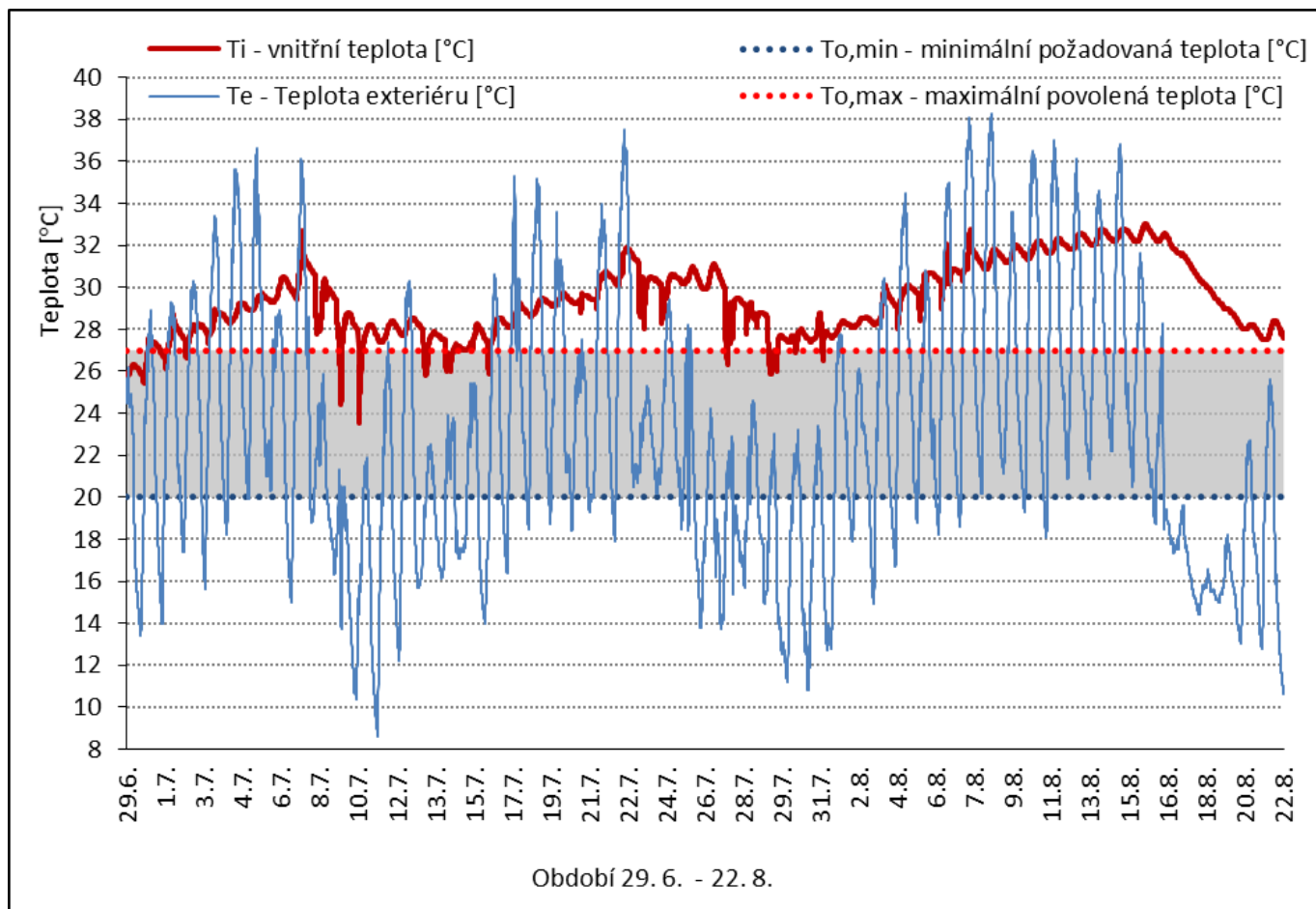


Venkovní teploty se v průběhu měření pohybovaly od **-5,2 °C** do **+7,0 °C**

Vnitřní teplota vzduchu v místnosti v rozmezí **16,6 °C až 27 °C**, průměrná teplota **23,8 °C při zavřených tělesech**

POPIS PŘÍPADU

Letní období



Venkovní teploty v průměru 22,9 °C

Vnitřní průměrná teplota vzduchu
v místnosti **29,42 °C**

ZHODNOCENÍ TEPELNÉHO KOMFORTU

Realizované řešení vytápění pro stav po rekonstrukci obvodového pláště → navrženo v souladu s platnými normami a předpisy.

Ale

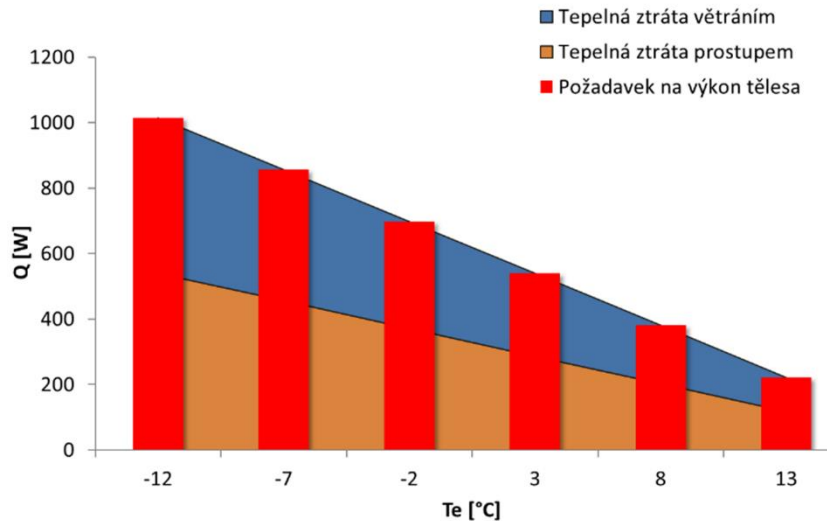
Podle **NV 367/2006 Sb.** ve znění pozdějších předpisů je pro třídu práce I dle tab. 2 mezní dovolená operativní teplota $T_{o,min} = 20$ °C; $T_{o,max} = 27$ °C. Pro pracoviště se pro nastavení vytápění v prostředí kategorie B uvažuje s operativní teplotou **22 °C ± 1,5 °C** tzn. v rozmezí 20,5 °C až 23,5 °C.

Jak v zimním, tak v letním období je teplota v místnosti vyšší než požadovaná...

PROČ JE V BUDOVĚ TEPLEJI V ZIMNÍM OBDOBÍ?

Zpracován zjednodušený matematický model tepelné bilance místnosti

$T_i = 20,0\text{ °C}$; $n = 0,5\text{ h}^{-1}$; $75/55\text{ °C}$

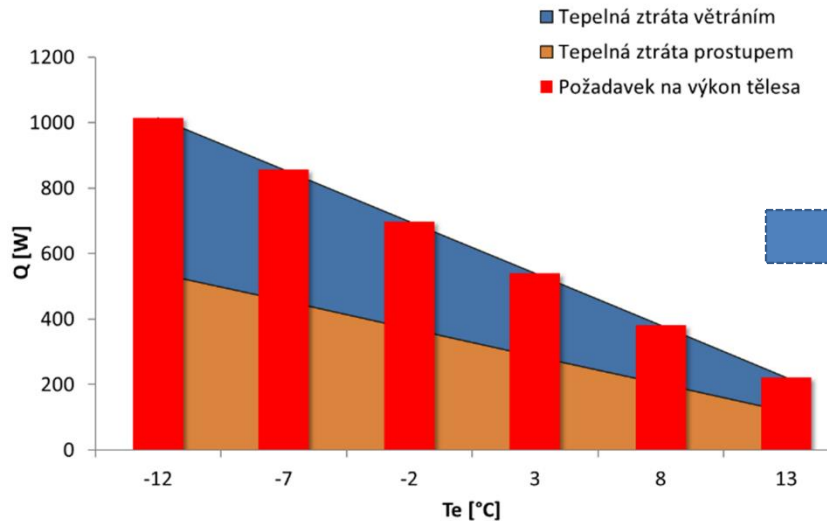


Běžná praxe
navrhování vytápění
v souladu s normami

PROČ JE V BUDOVĚ TEPLEJI V ZIMNÍM OBDOBÍ?

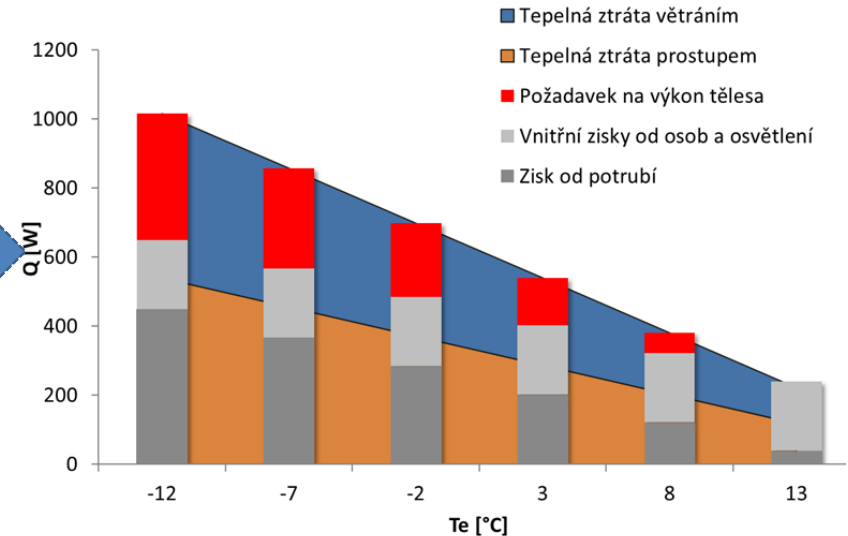
Zpracován zjednodušený matematický model tepelné bilance místnosti

$T_i = 20,0\text{ °C}$; $n = 0,5\text{ h}^{-1}$; $75/55\text{ °C}$



Běžná praxe
navrhování vytápění
v souladu s normami

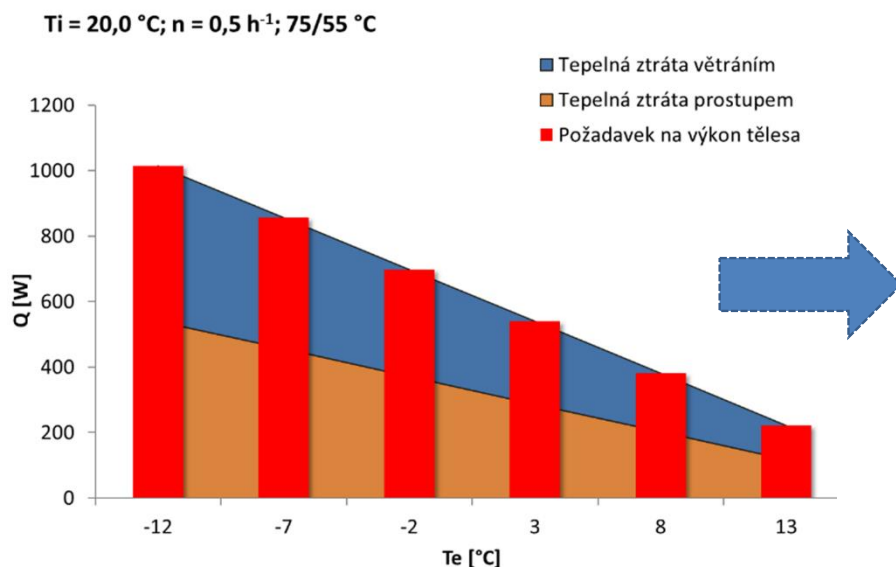
$T_i = 20,0\text{ °C}$; $n = 0,5\text{ h}^{-1}$; $75/55\text{ °C}$



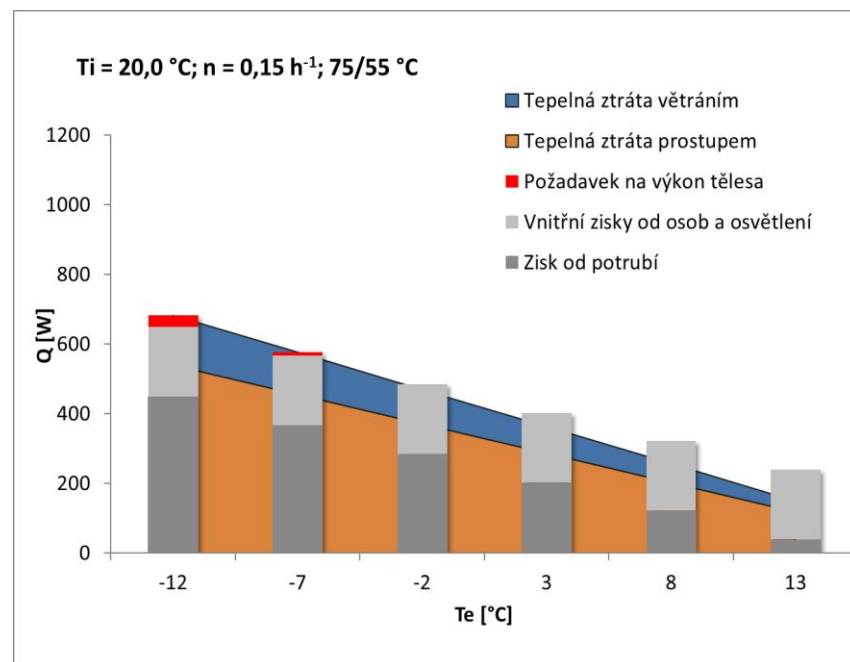
Započtení vnitřních
zisků

PROČ JE V BUDOVĚ TEPLEJI V ZIMNÍM OBDOBÍ?

Zpracován zjednodušený matematický model tepelné bilance místnosti



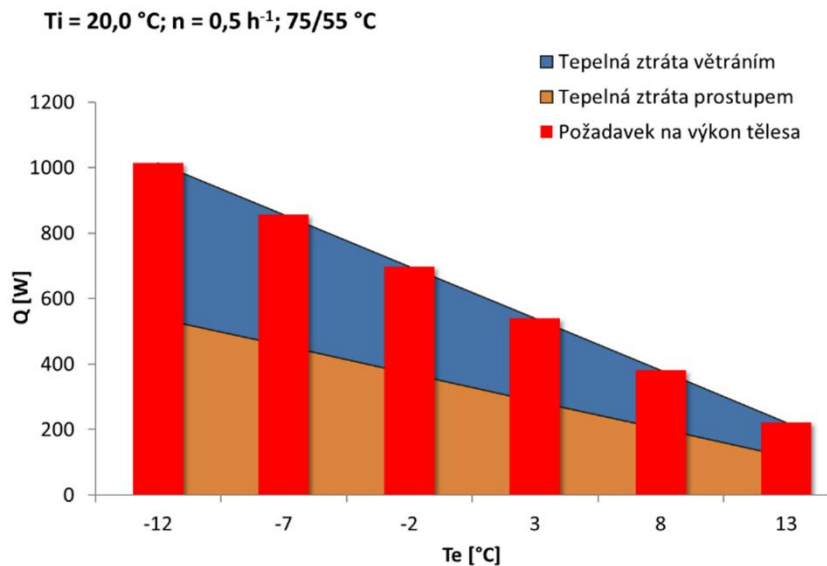
Běžná praxe
navrhování vytápění
v souladu s normami



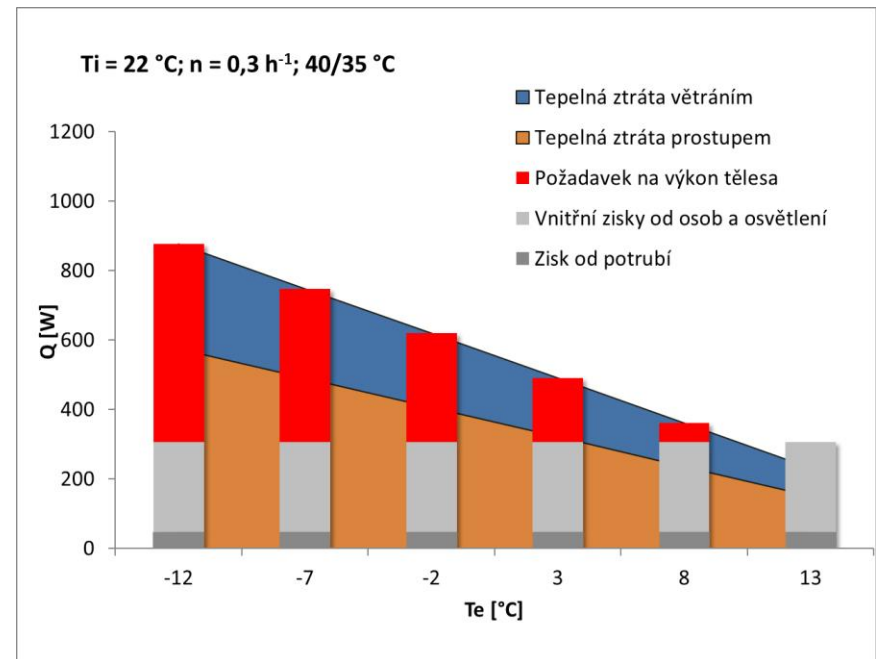
Započtení vnitřních zisků +
korekce skutečného větrání

PROČ JE V BUDOVĚ TEPLEJI V ZIMNÍM OBDOBÍ?

Zpracován zjednodušený matematický model tepelné bilance místnosti



Běžná praxe
navrhování vytápění
v souladu s normami



Stav po zaregulování soustavy a
izolaci horizontálních rozvodů

SHRNUTÍ

V budovách s velmi nízkou spotřebou energie a nízkou infiltrací nabývají na významu **vnitřní tepelné zisky** včetně podlažních rozvodů.

- Tento předpoklad → podložen **orientačním výpočtem** a **provedeným měřením** → při teplotách kolem nuly a zcela uzavřených otopných tělesech se průměrná teplota v místnosti pohybovala kolem 23,8 °C s maximem 27 °C a její snížení bylo možné pouze otevřením okna a vyvětráním.
- Zlepšení situace → **dodatečné zaizolování horizontálních rozvodů** = snížení podílu neregulovatelného tepelného výkonu potrubí, který je v přechodných obdobích vyšší, než potřebný.
- Dalším opatření → **snížení ekvitemní křivky** na konstantní teplotu pod 40 °C, což **vede k zamyšlení** nad stávající praxí návrhu teplovodního vytápění.
- Systém přirozeného větrání → pro tento typ budovy **problematický** → není zajištěna hygienicky nutná výměna vzduchu při zavřených oknech.



TERMIT



ČLOVĚK



TERMIT



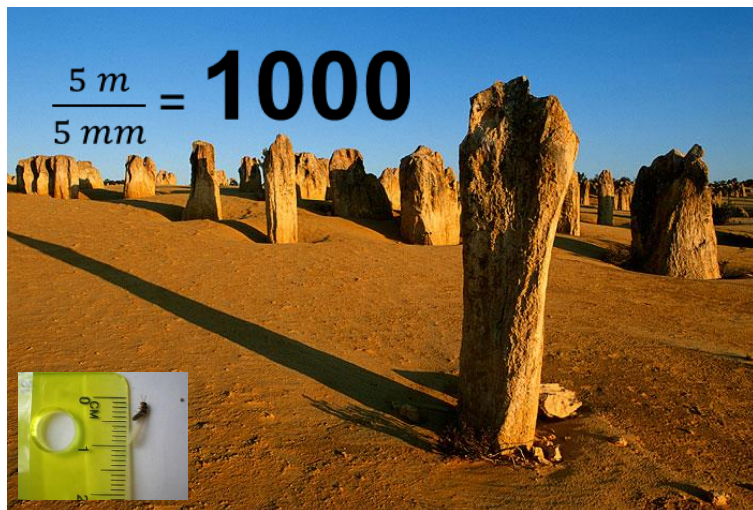
love-to-animals.blog.cz <http://www.garystpc.com>

Stavitel / Stavba ?

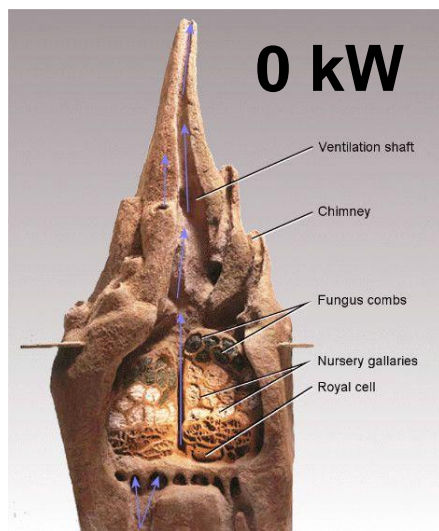
ČLOVĚK



TERMIT



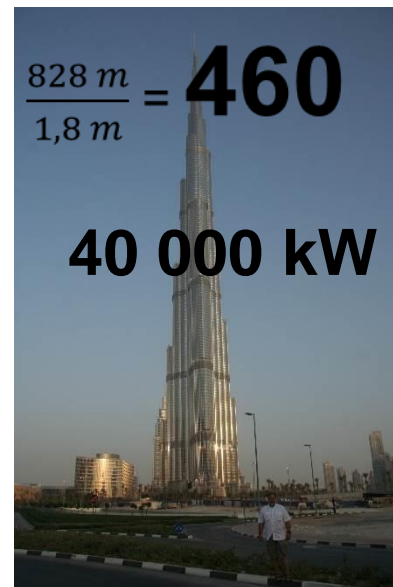
love-to-animals.blog.cz <http://www.garystpc.com>



<http://www.svobodnymonitor.cz/zpravy/termitiste-jsou-pry-idealnim-bydlenim-budoucnosti-architekti-napodobuji-hmyz/>

(C) Karel Kabele

ČLOVĚK



ÉKOLOGICKÉ HOSPODAŘENÍ S
ENERGIEMI A VODOU Dačice 2017

ČVUT v Praze
Fakulta stavební
Katedra technických zařízení budov
Univerzitní centrum energeticky efektivních budov

Budovy nestavíme proto, aby šetřily energií, ale proto, abychom v nich mohli žít ve zdravém a kvalitním prostředí.

Děkuji za pozornost

Karel Kabele