



ČVUT v Praze
Fakulta stavební
Katedra technických zařízení budov

Světlo, teplo, vzduch z pohledu vnitřního prostředí budovy

prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

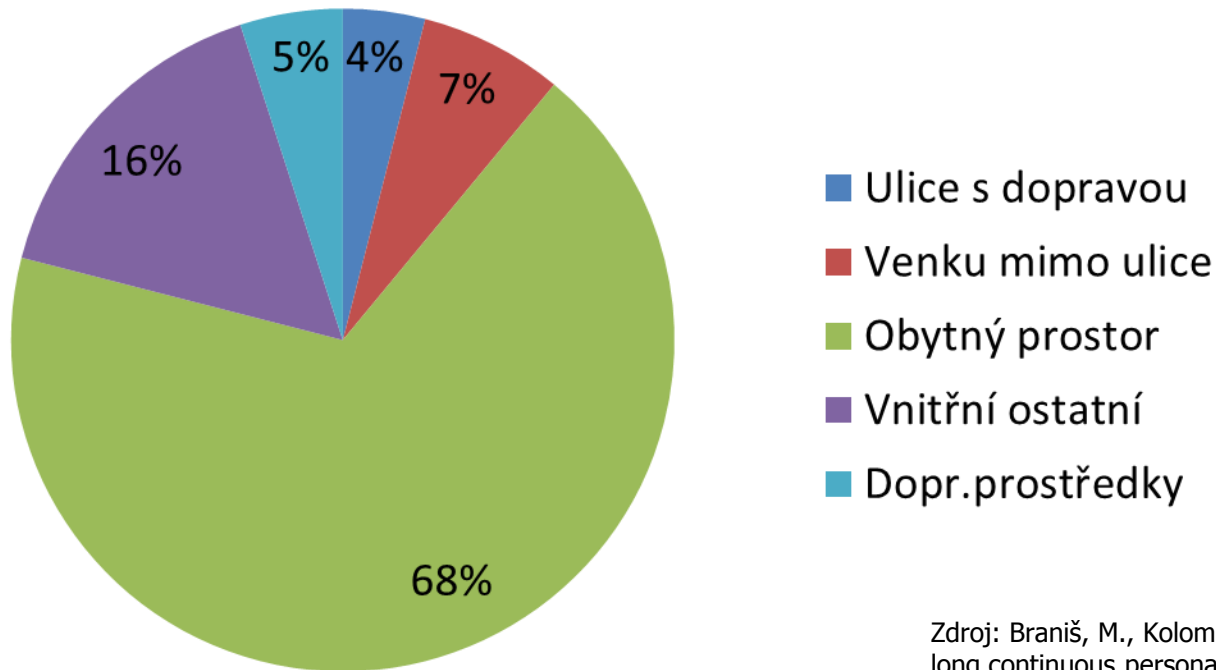


PROSTŘEDÍ



Vnitřní prostředí budov

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



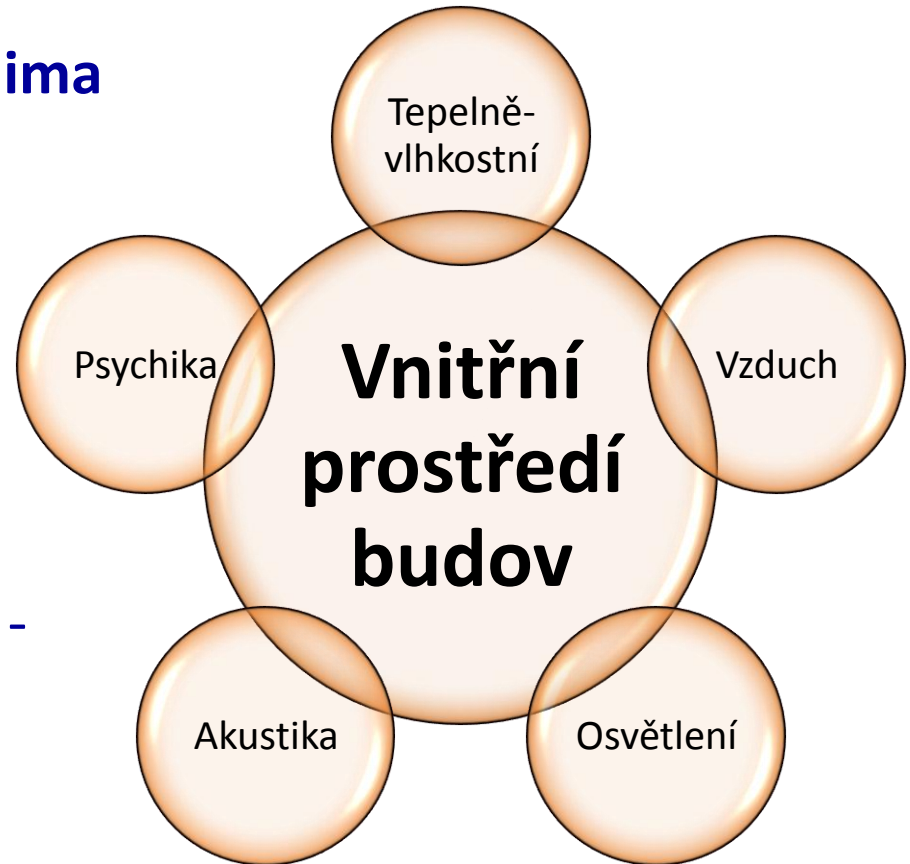
Zdroj: Braniš, M., Kolomazníková, J. (2010) Year-long continuous personal exposure to PM2.5 recorded by a fast responding portable nephelometer. Atmospheric Environment 44(24): 2865-2872



Vnitřní prostředí budov

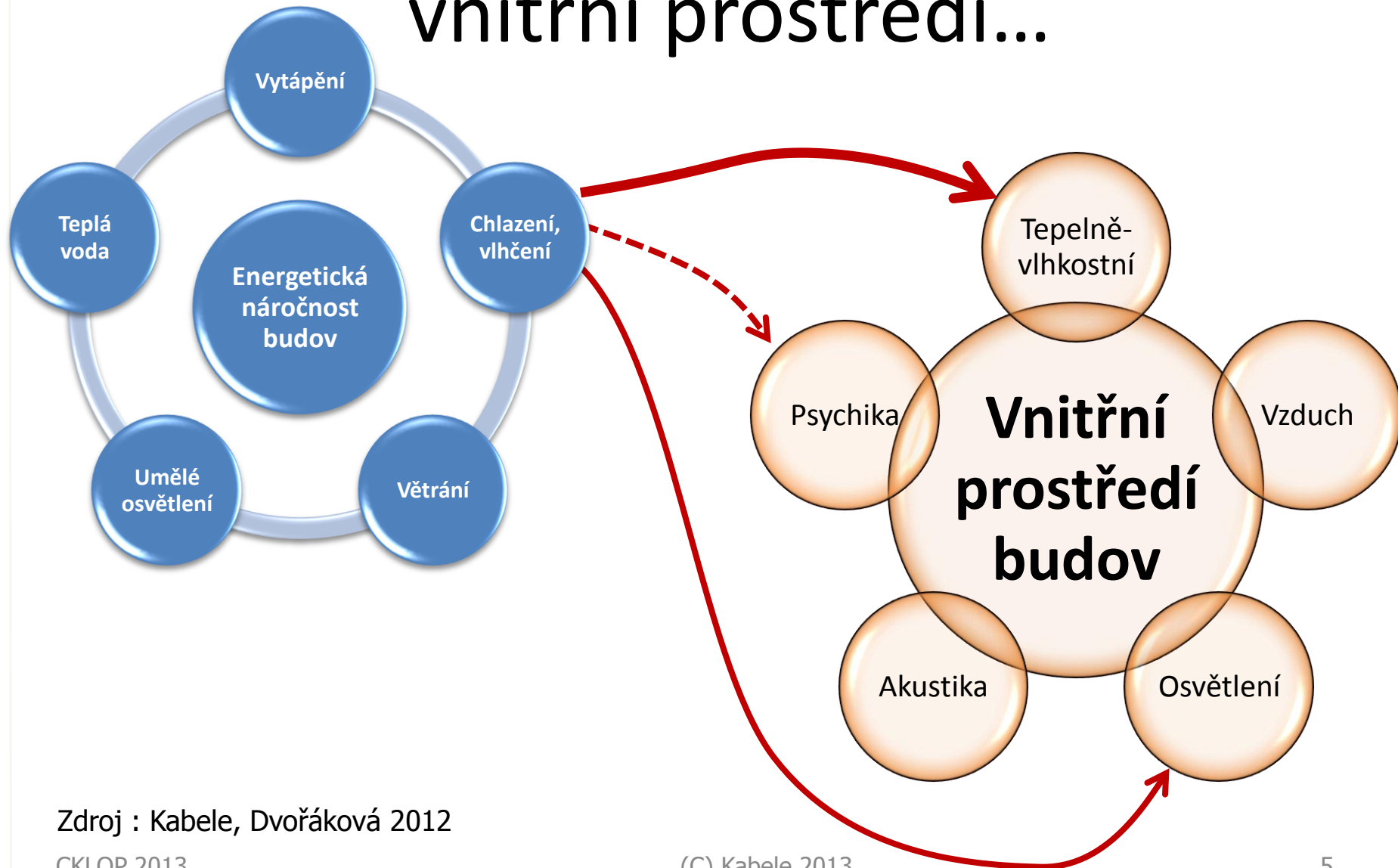
Složky vnitřního prostředí

- Tepelně-vlhkostní mikroklima
- Kvalita vzduchu
 - plyny
 - aerosoly
 - mikroorganismy
- Akustika
- Vizuální
- Elektro -statická, -iontová, -magnetická pole
- **Psychický komfort** (barvy, povrchy, architektura...)





Snižování energetické náročnosti a vnitřní prostředí...



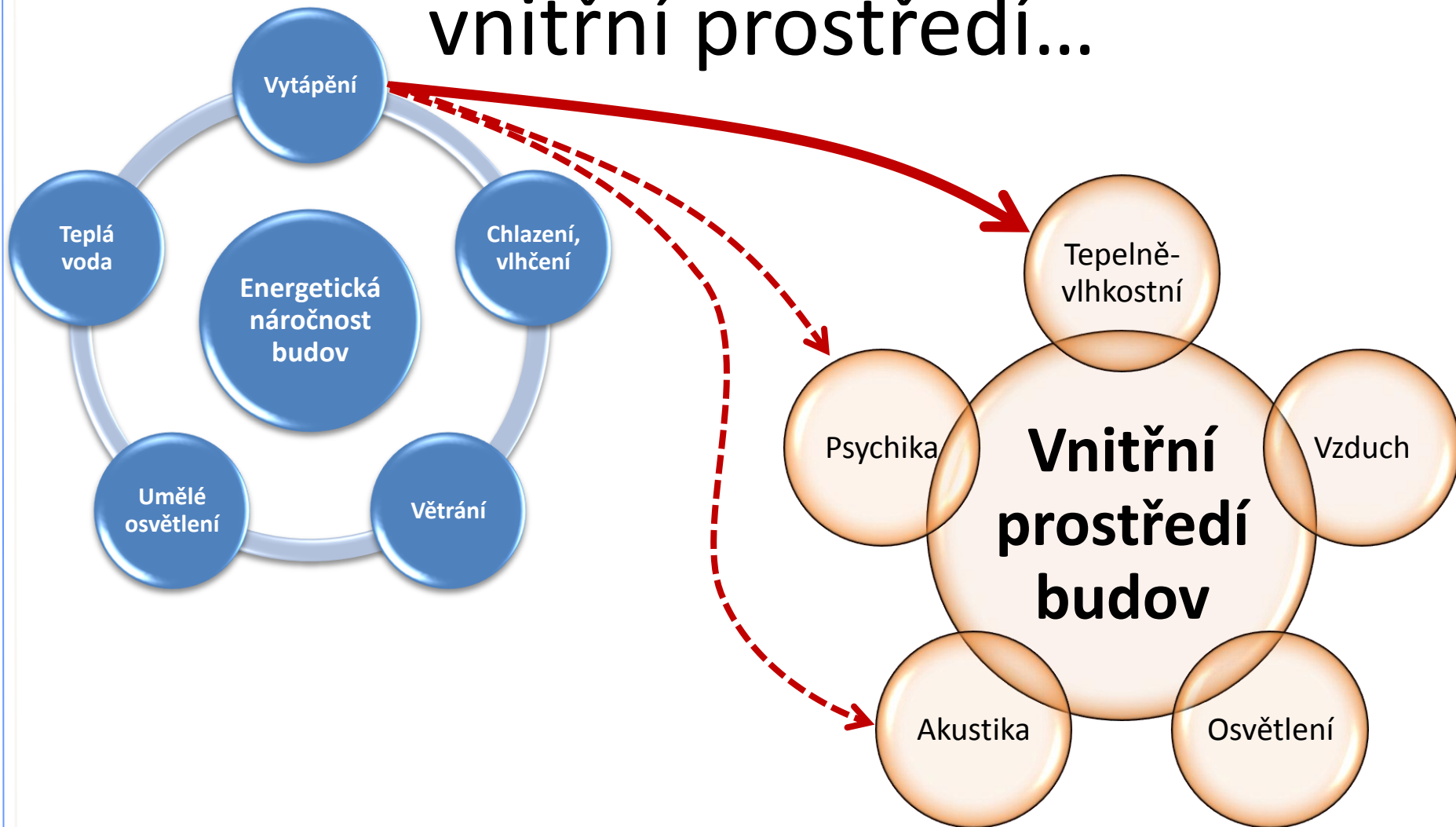
Zdroj : Kabele, Dvořáková 2012

CKLOP 2013

(C) Kabele 2013



Snižování energetické náročnosti a vnitřní prostředí...



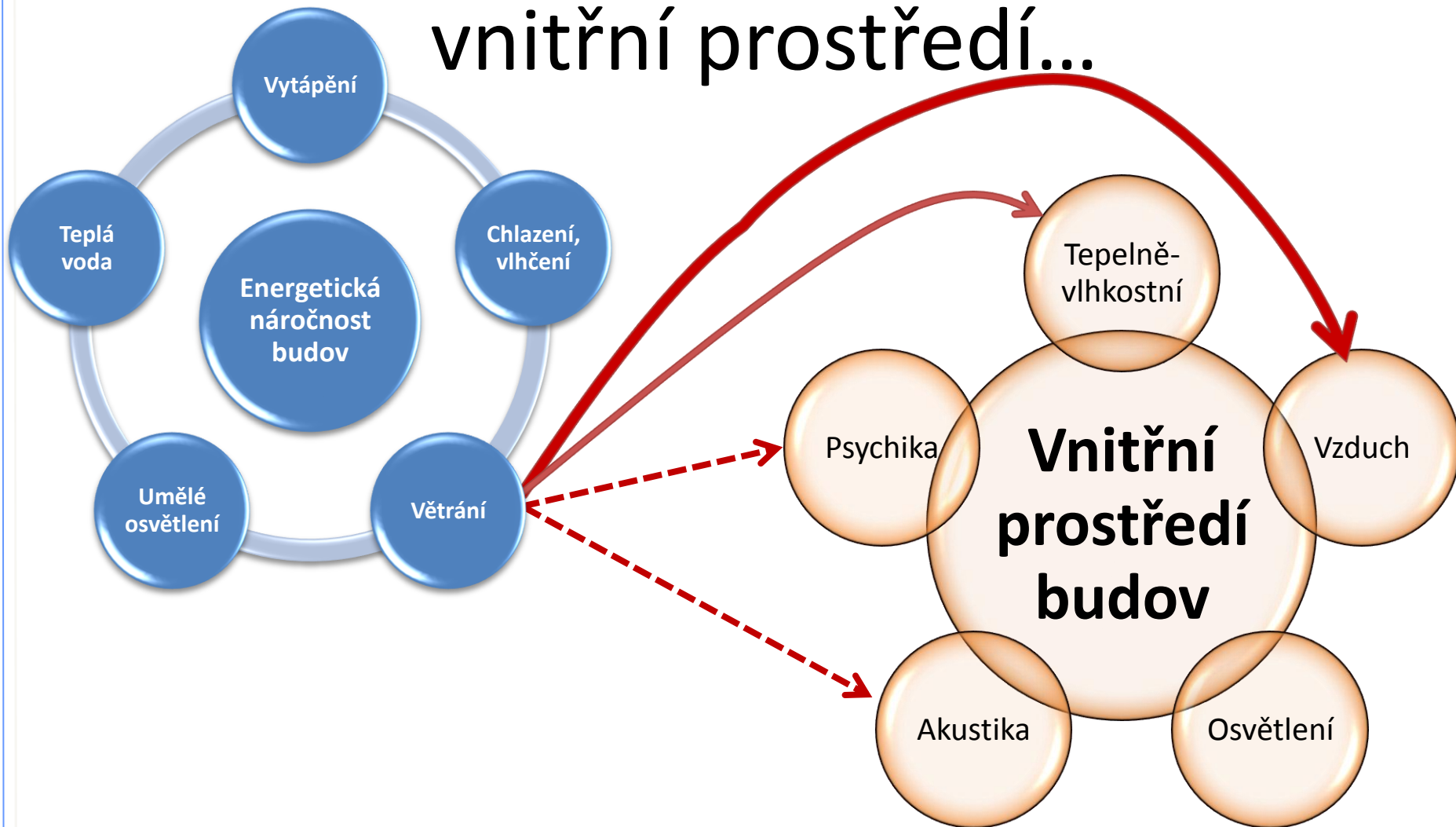
Zdroj : Kabele, Dvořáková 2012

CKLOP 2013

(C) Kabele 2013



Snižování energetické náročnosti a vnitřní prostředí...



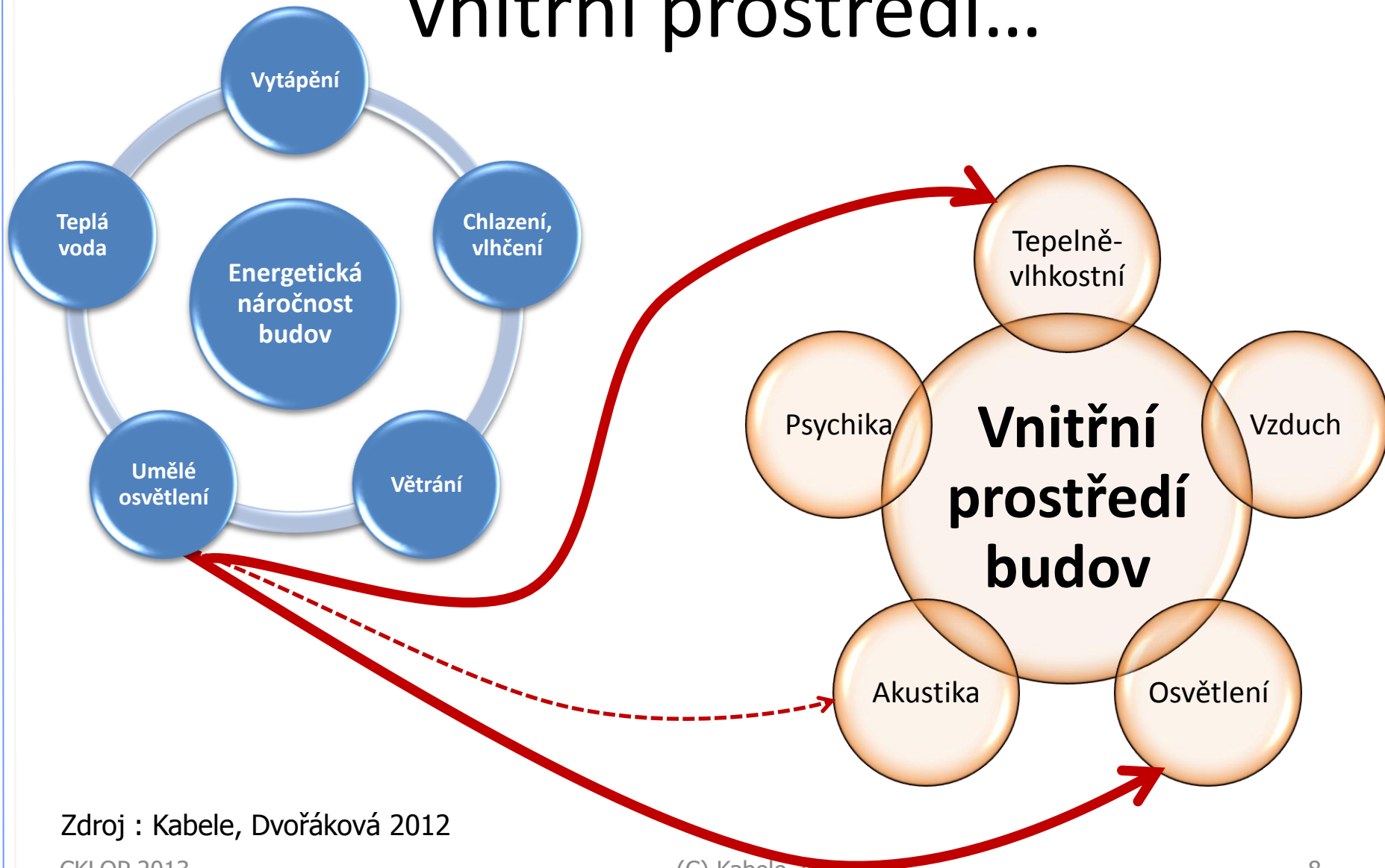
Zdroj : Kabele, Dvořáková 2012

CKLOP 2013

(C) Kabele 2013



Snížování energetické náročnosti a vnitřní prostředí...



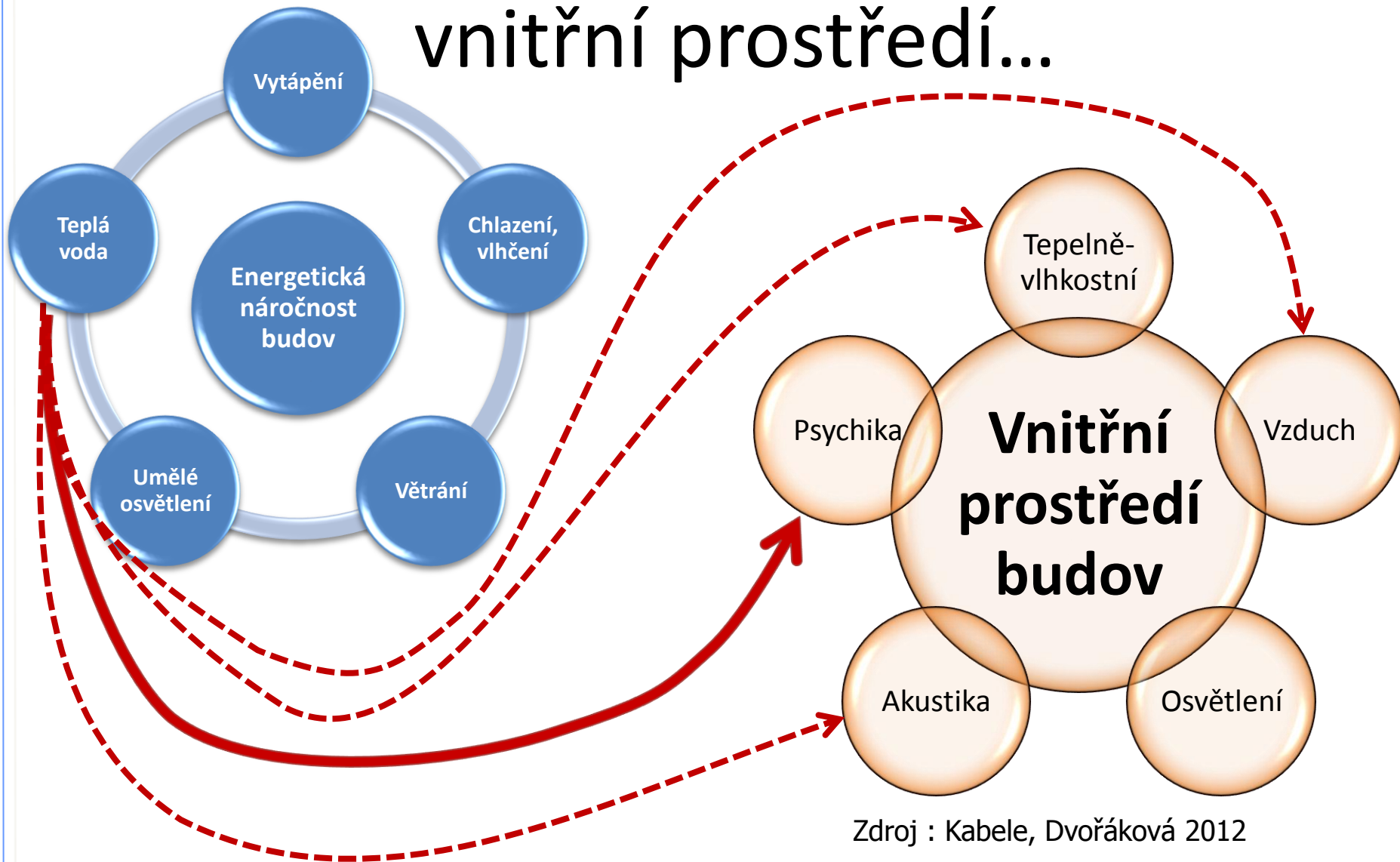
Zdroj : Kabele, Dvořáková 2012

CKLOP 2013

(C) Kabele 2013



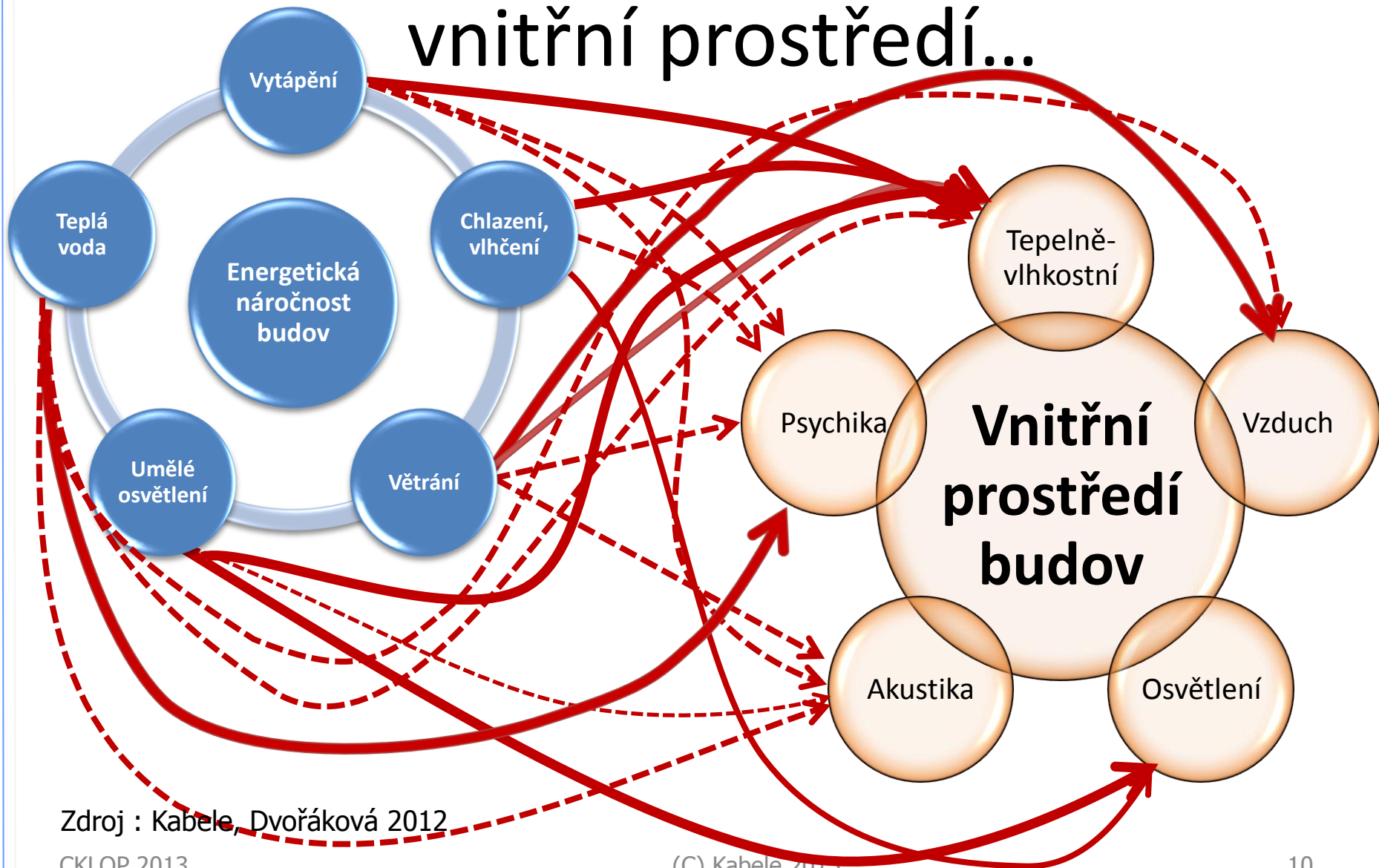
Snižování energetické náročnosti a vnitřní prostředí...



Zdroj : Kabele, Dvořáková 2012



Snižování energetické náročnosti a vnitřní prostředí...



Zdroj : Kabele, Dvořáková 2012



ČSN EN 15251

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

- **Účinnost od 1.3.2011**
- Norma určuje jak stanovit a definovat hlavní parametry, které se používají jako vstupní informace pro výpočet energetické náročnosti budovy a dlouhodobé hodnocení vnitřního prostředí.



Kategorie vnitřního prostředí

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

Zdroj: ČSN EN 15251



Tepelná pohoda

- Kriteria pro návrh nuceně vytápěných a chlazených budov

Kategorie vnitřního tepelného prostředí	Celkový tepelný stav těla	
	Předpokládané procento nespokojených PPD	Předpokládané průměrné hodnocení PMV
I	< 6%	$-0,2 < PMV < +0,2$
II	< 10%	$-0,5 < PMV < +0,5$
III	< 15%	$-0,7 < PMV < +0,7$
IV	> 15%	$0,7 < PMV$ $PMV < -0,7$

Druh budovy	Kategorie	Operativní teplota (°C)	
		Minimální pro vytápění	Maximální pro chlazení
Budovy pro bydlení pobytový prostor sedavá činnost (1,2met)	I	21	25,5
	II	20	26
	III	19	27



Vnitřní prostředí

- Kriteria pro návrh kvality vnitřního vzduchu (ne obytné b.)
- zdroj škodlivin
 - osoby
 - provoz budov

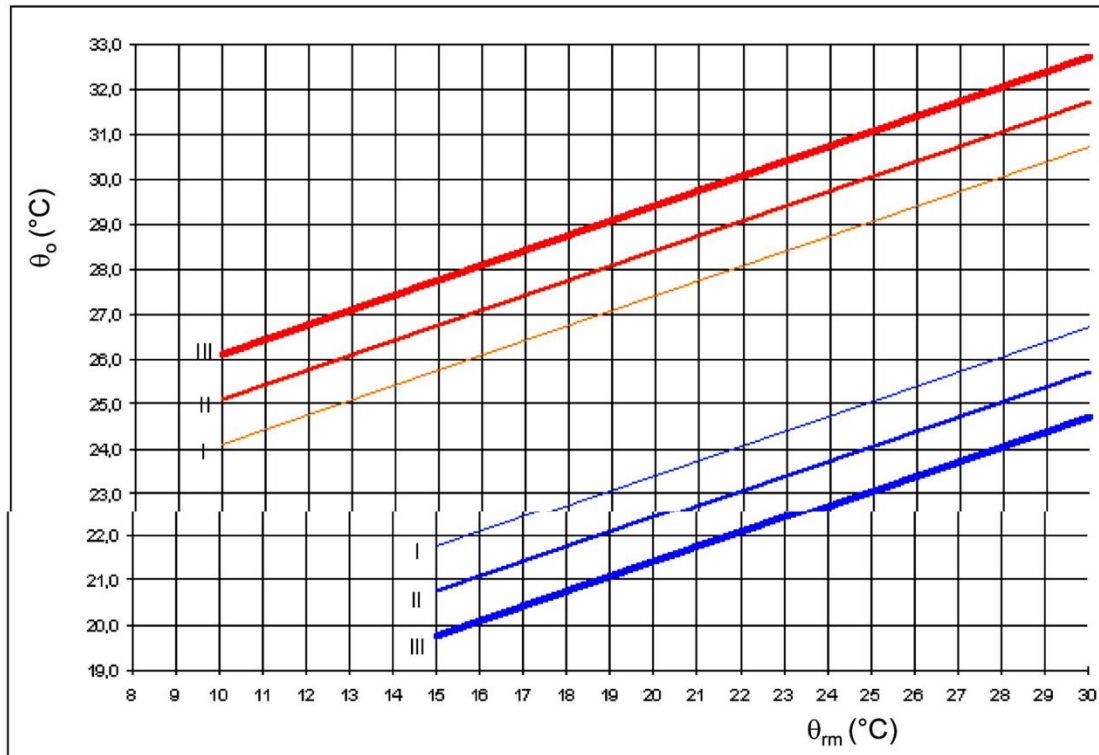
Kategorie	Předpokládané procento nespokojených	Průtok vzduchu l/s/os
I	15	10
II	20	7
III	30	
IV	>30	<4

Kategorie	Velmi nízké znečištění l/s.m ²	Nízké znečištění l/s.m ²	Vyšší znečištění l/s.m ²
I	0,5	1,0	2,0
II	0,35	0,7	1,4
III	0,3	0,4	0,8

Zdroj: ČSN EN 15251



Návrhové hodnoty operativní teploty pro budovy bez strojního chlazení



θ_{rm} klouzavá střední teplota venkovního vzduchu, C
 θ_o operativní teplota, C

Zdroj: ČSN EN 15251



Příklad posouzení parametrů vnitřního prostředí

■ Footprint - pracovní doba 7-17h.

Kvalita vnitřního prostředí v % času ve čtyřech kategoriích				
Procenta	5	7	68	20
Tepelné prostředí	IV	III	II	I
Procenta	7	7	76	10
Kvalita vnitřního vzduchu	IV	III	II	I

Příklad klasifikace tepelného prostředí a kvality vnitřního vzduchu/větrání. Rozdělení v různých kategoriích je váženo podlahovou plochou odlišných prostor v budově.

Zdroj: ČSN EN 15251



BUDOVY S TĚMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE





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 318/2012 Sb.



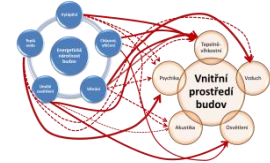
ÚROVEŇ POŽADAVKŮ PRO BUDOVY S TÉMĚŘ NULOVOU SPOTŘEBOU ENERGIE

Budova s téměř nulovou spotřebou energie

„budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů“ (406/2000 ve znění 318/2012)



Urbanistické měřítko



Územní plánování

Doprava

Tepelné ostrovy

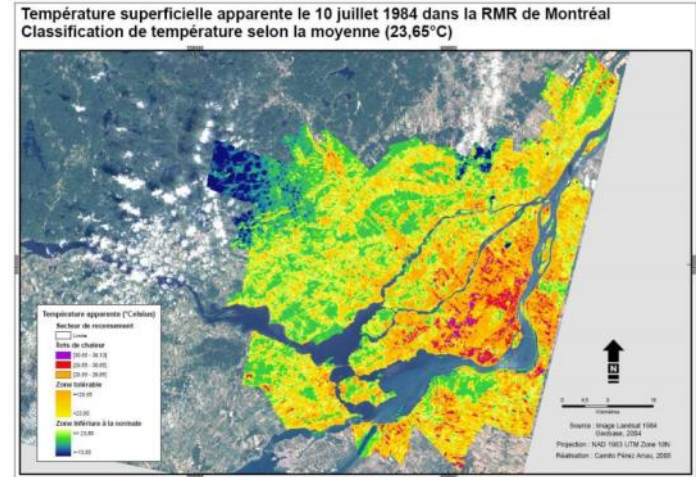
Energetická koncepce

Místní nebo centrální zdroje ?

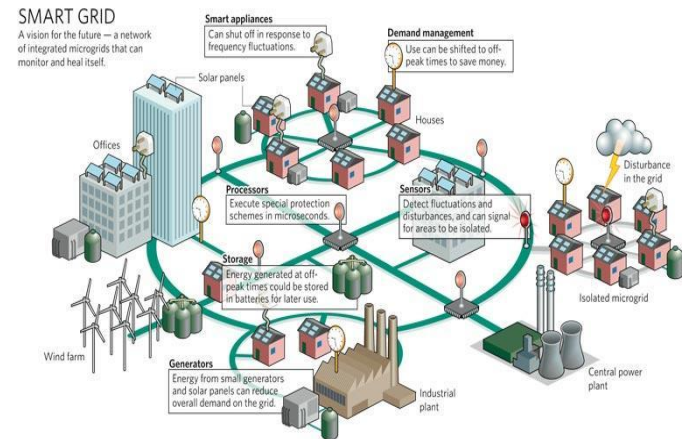
CZT / CZCH

Smart grids

SUNtool



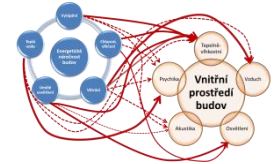
Zdroj: Urban Neighbourhood 2012



Zdroj: Consumer Energy Report 2012

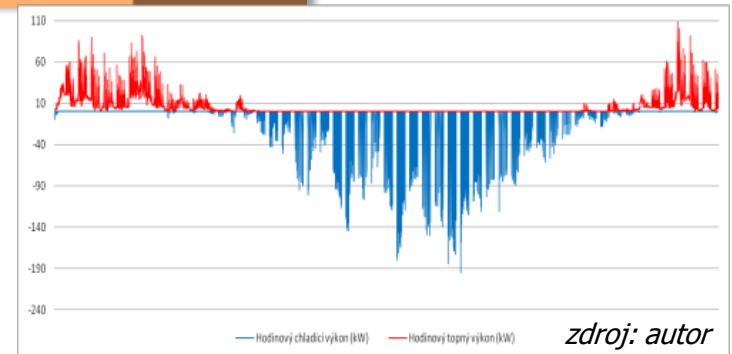
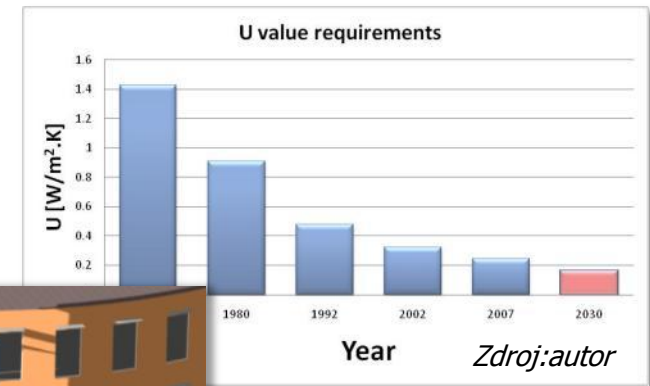
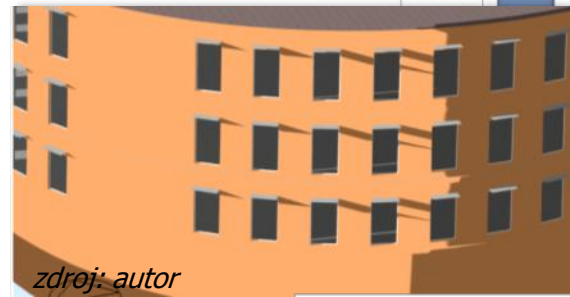


Obálka budovy



Fasáda

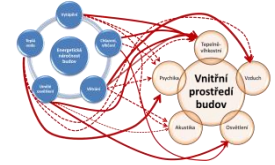
- Tepelná izolace - limit?
- Pokročilé materiály
 - Vakuové izolace
 - PCM materiály
- Aktivní fasády
 - Dvojité fasády
 - Chytré „stínění“
 - Integrované PV ,PT systémy



Snížení potřeby tepla a chladu



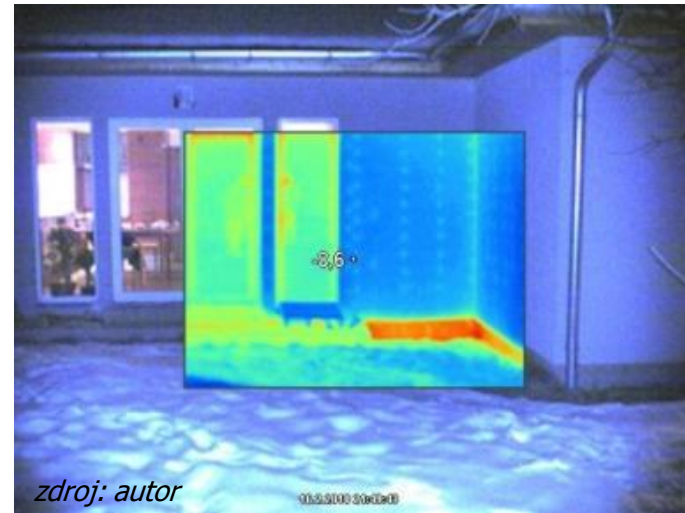
Obálka budovy



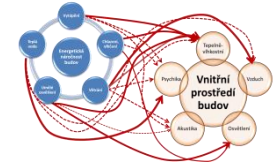
Okna

- Zasklení
- Tepelné mosty

Aktivní zasklení –
electrochromatická?



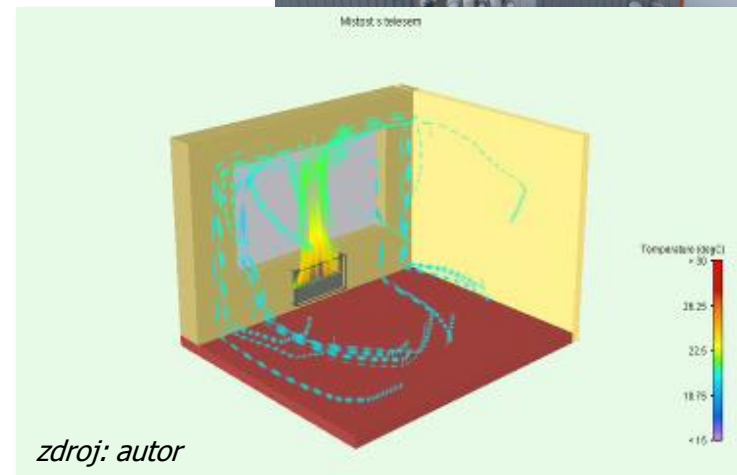
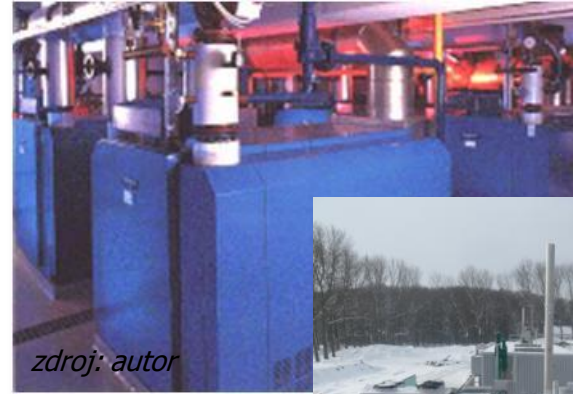
Minimalizace tepelné ztráty a zátěže
Zajištění denního osvětlení



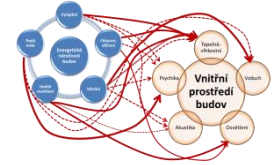
Vytápění budov

Vytápění

- Obnovitelné zdroje
- Akumulace tepla
- Účinné zdroje
- Účinná distribuce tepla (čerpadla)
- Emise tepla
- Měření a regulace

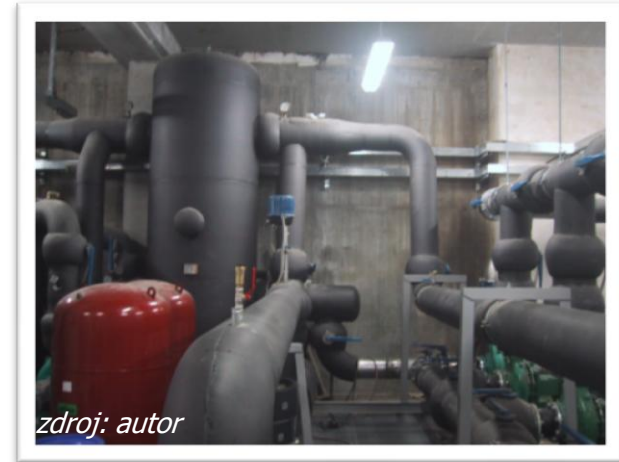


Účinné zdroje a regulace výkonu
Obnovitelné zdroje
Budovy bez vytápění ???



Chlazení

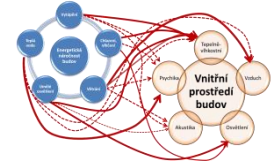
- Snižování tepelné zátěže
- Účinné zdroje chladu
- Akumulace chladu
- Účinná distribuce chladu
- „Vysokoteplotní“ chlazení
- Regulace a strategie (noční větrání)



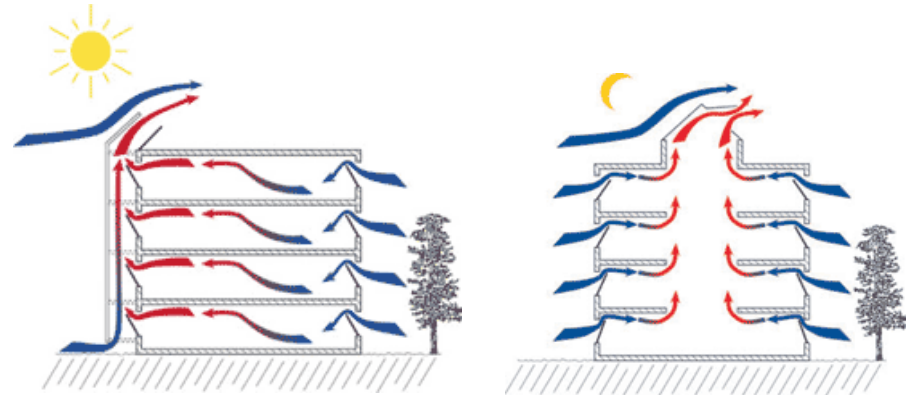
Pasivní systémy
Účinné zdroje a regulace výkonu
Obnovitelné zdroje chladu



Větrání



- Optimalizace množství větracího vzduchu
- CO₂, VOC, IAQ senzory
- Nízkotlaké distribuční sítě
- Přirozené větrání
- Strategie regulace



zdroj: <http://passivesolar.weebly.com>



zdroj: autor



zdroj: autor

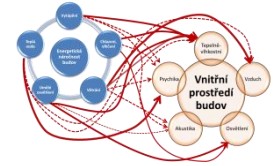
Přirozené systémy větrání

X

Řízené nucené větrání se zpětným získáváním tepla



zdroj: autor



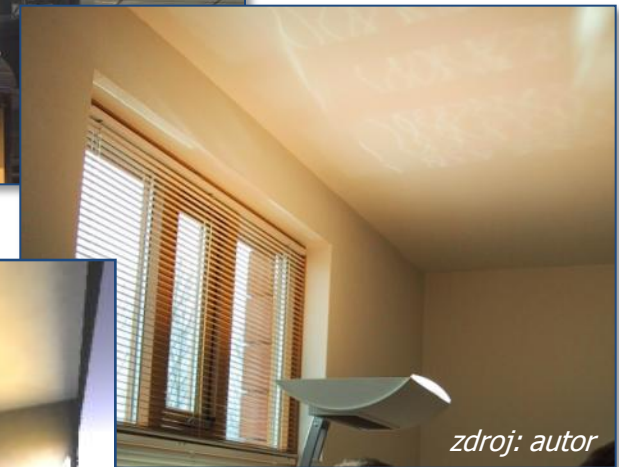
Světlo

Denní a smíšené osvětlení

Světlovody

Účinné zdroje - LED?

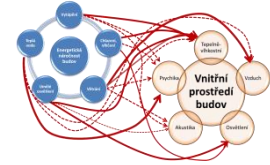
Regulace



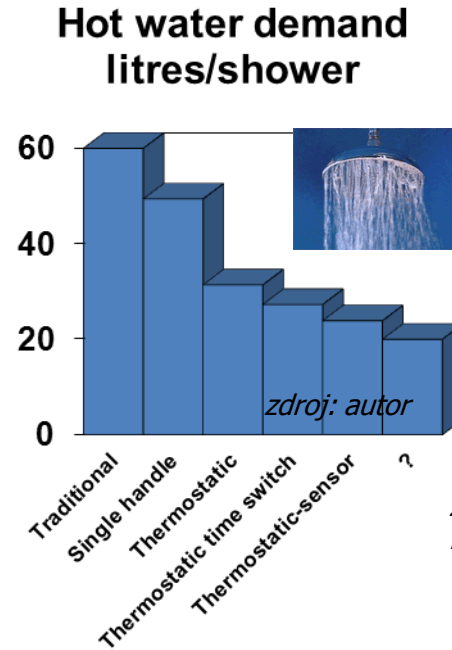
Denní osvětlení
Umělé - nové zdroje



Teplá voda

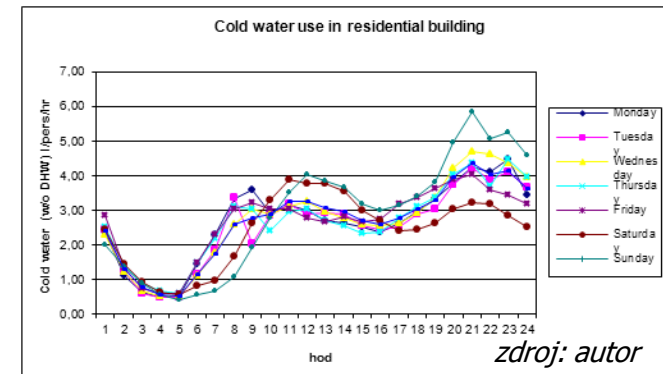


- Spotřeba teplé vody !!
- Účinná příprava TV
- Teplota
- Distribuční síť
 - Cirkulace
 - Ovládání
- Legionella!!!!



zdroj:
<http://www.waterhygieneireland.ie>

Teplota vody - hygiena
Lidský faktor





ČVUT v Praze
Fakulta stavební
Katedra technických zařízení budov

Děkuji za pozornost..

Karel Kabele

kabele@fsv.cvut.cz