

Zdravé a šetrné stavby s použitím přírodních materiálů

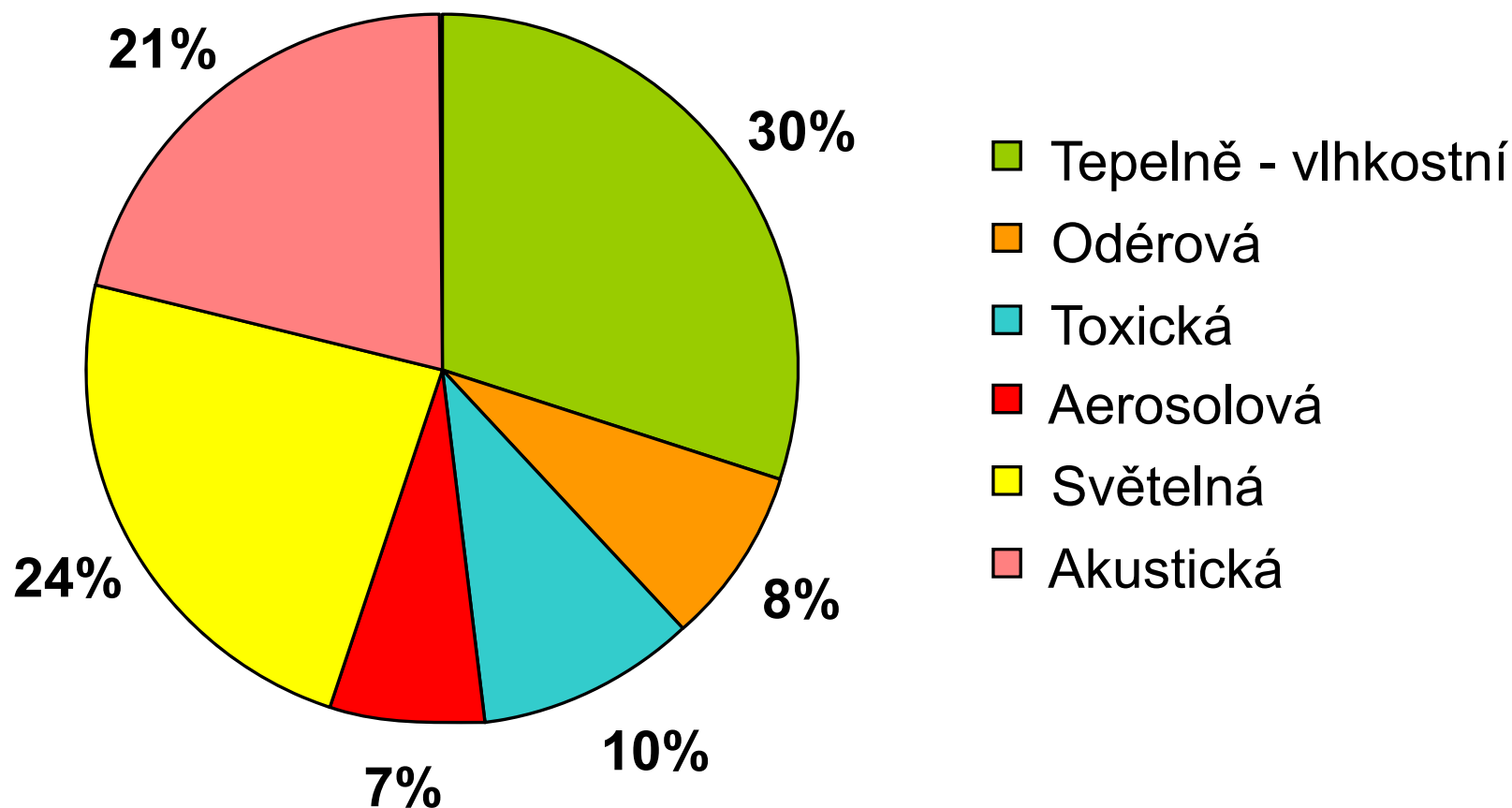
*green passive houses

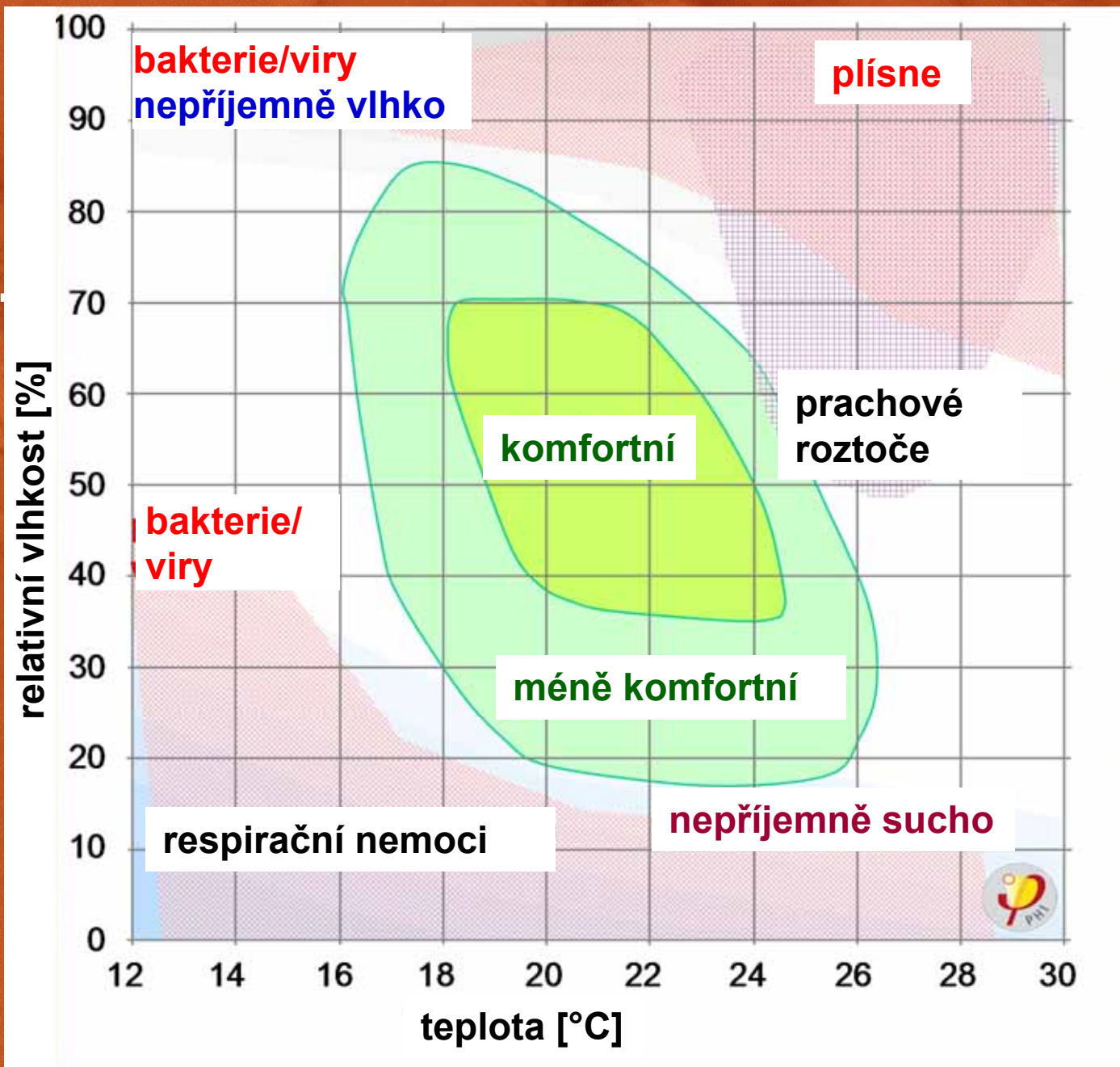
Juraj Hazucha
juraj.hazucha@pasivnidomy.cz
t +420 511 111 813
www.pasivnidomy.cz



Co nám tvoří zdravé a kvalitní vnitřní prostředí?

Složky mikroklimatu ovlivňující kvalitu vnitřního prostředí



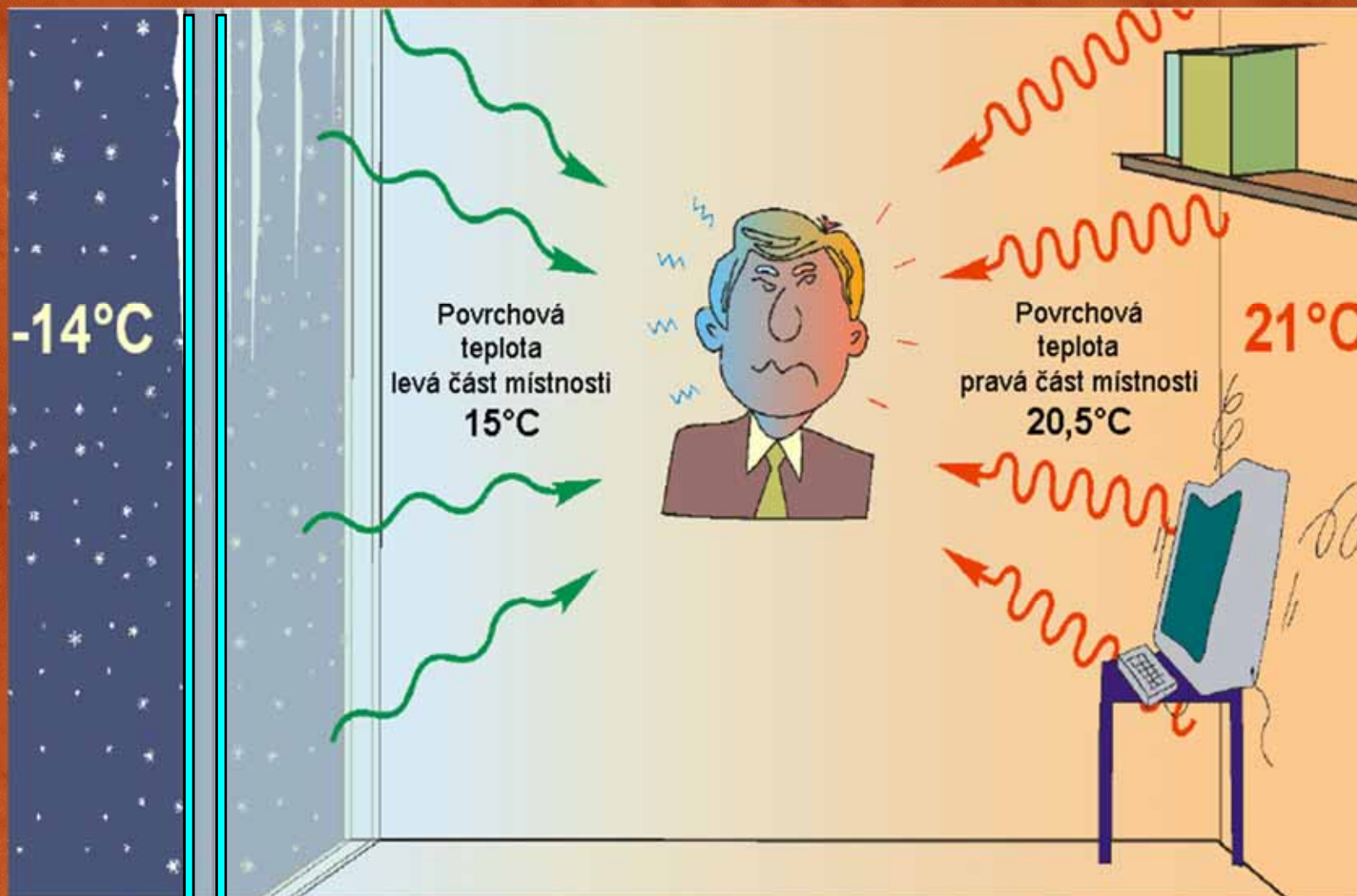


Faktory ovlivňující teplotní komfort

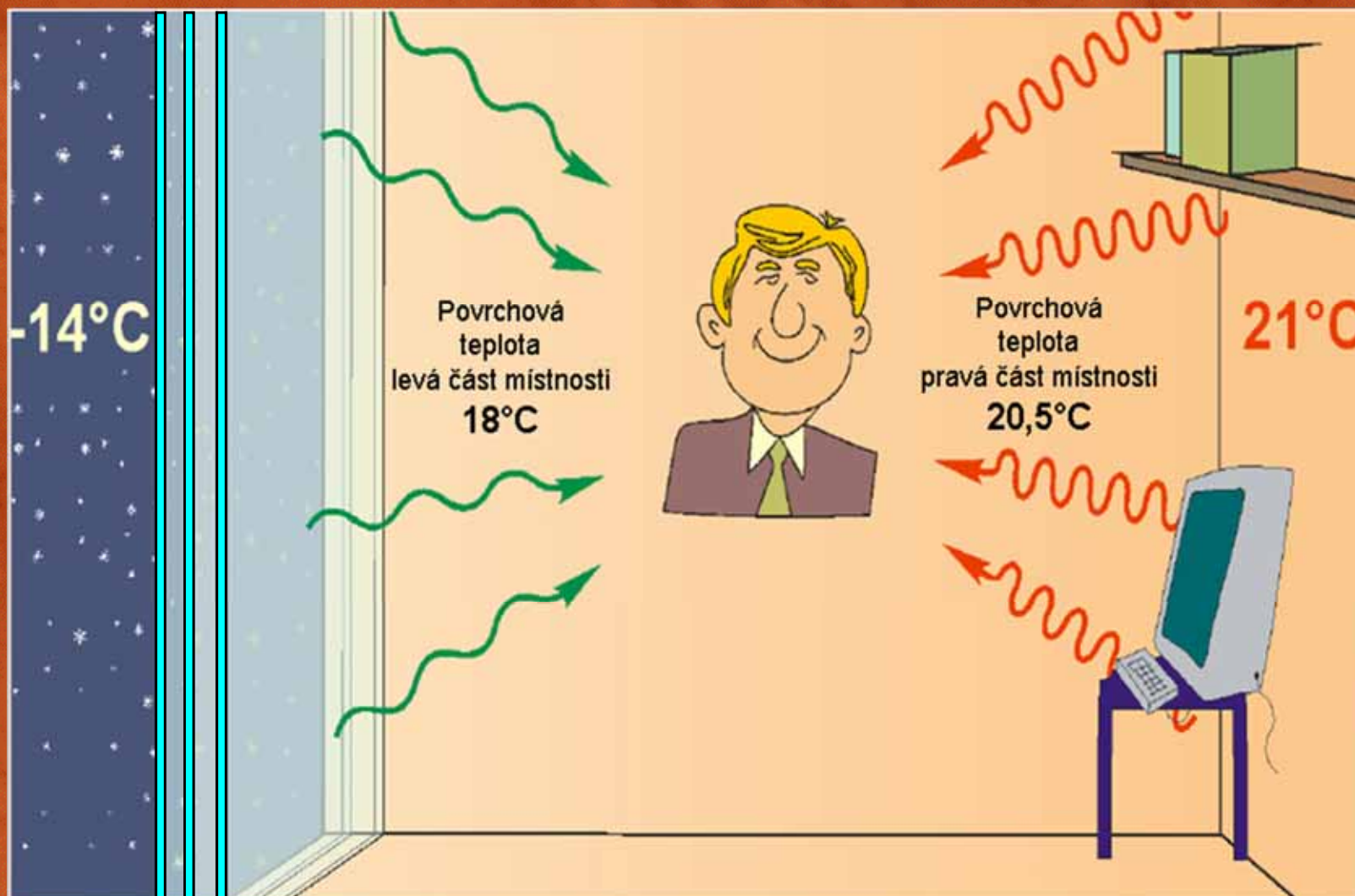
- povrchové teploty – teplotní rozdíly
- pohyb vzduchu (průvan)
- relativní vlhkost vzduchu
- oblečení a stupeň tělesné aktivity



Okna a tepelná pohoda – běžný dům



Okna a tepelná pohoda – pasivní dům

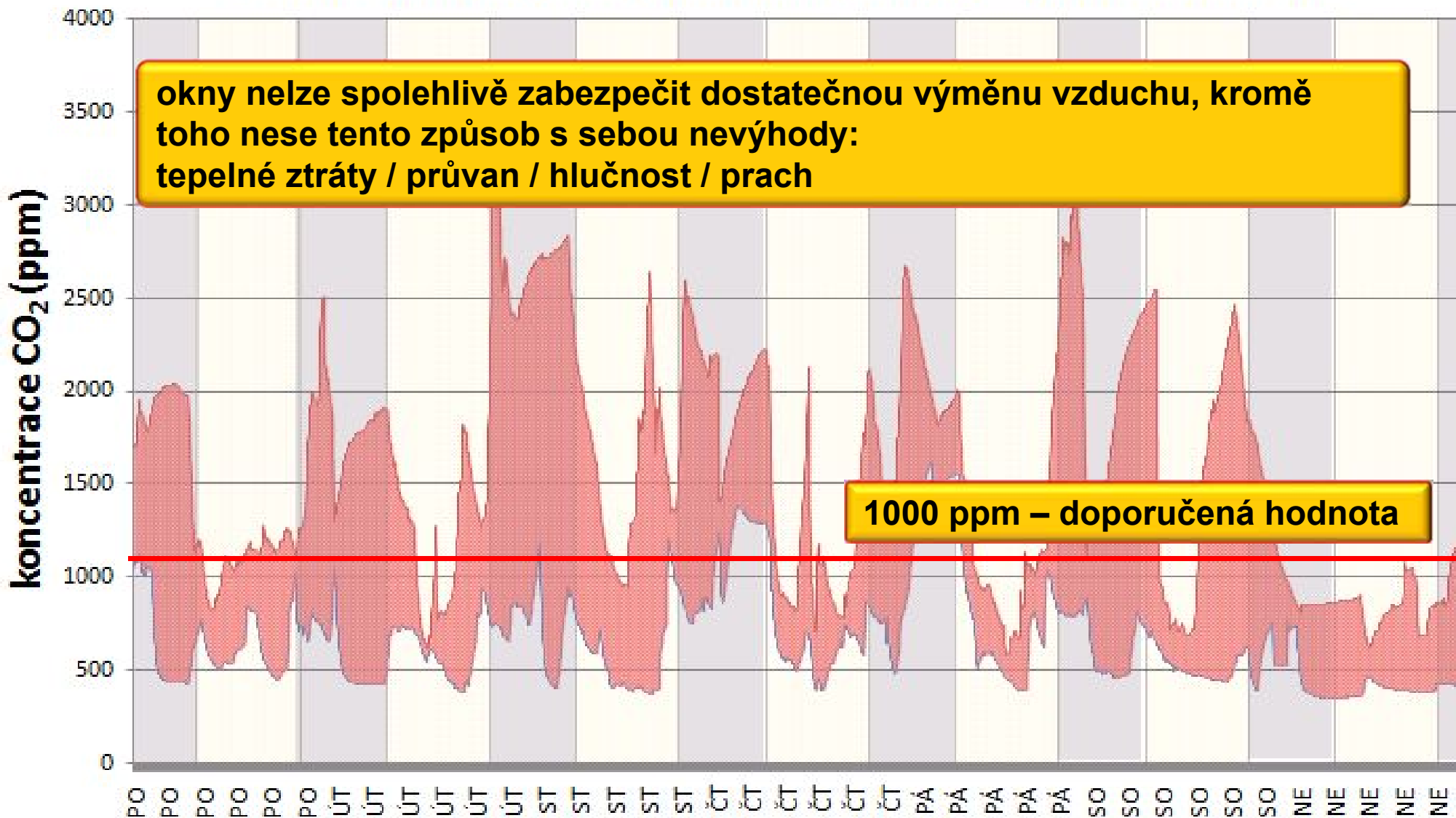


Větráme dostatečně?

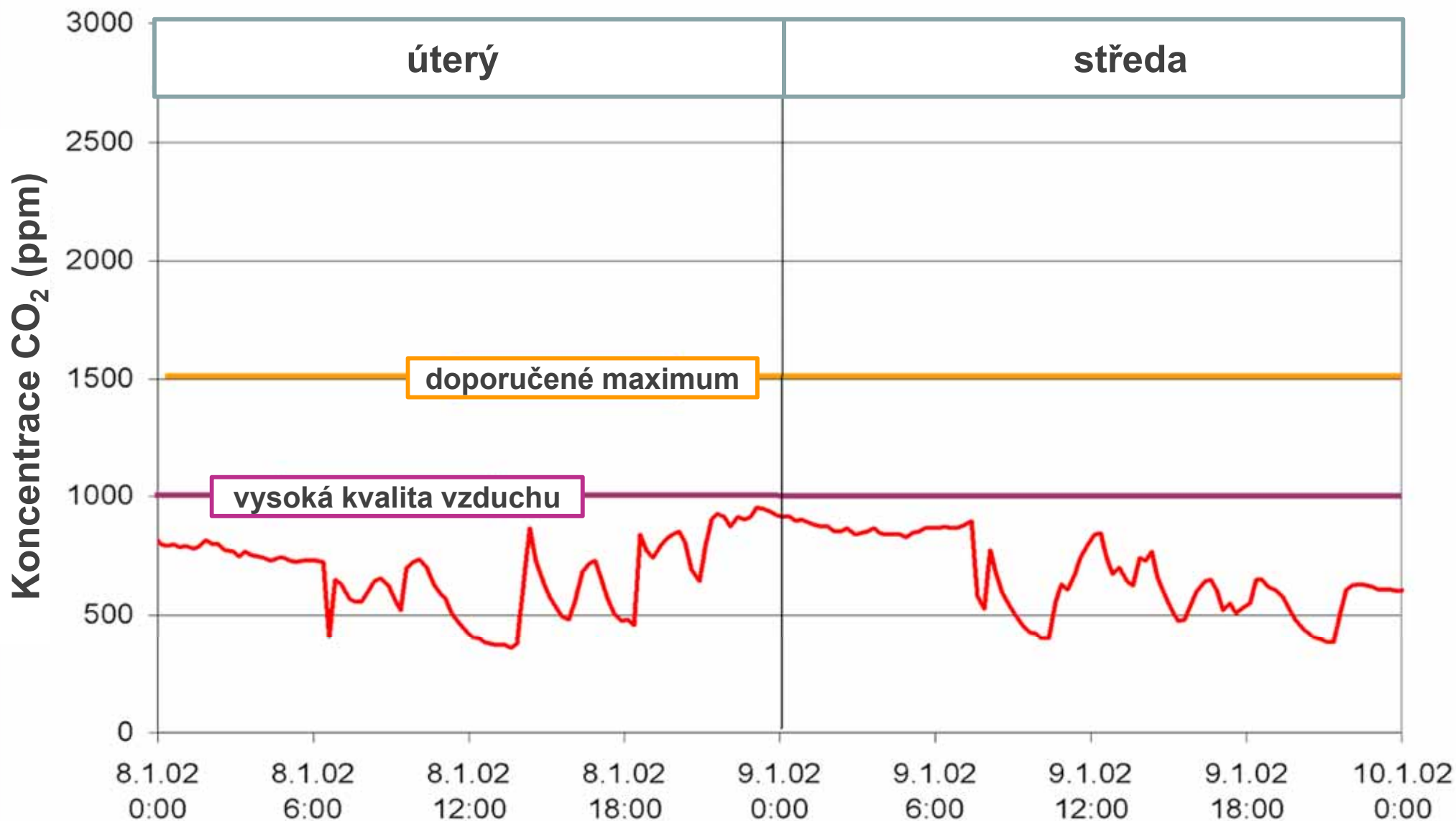
		Koncentrace CO ₂ (ppm)		třída kvality prostředí (ČSN EN 15521)
	venkovní prostředí (VP)	350 – 450		
	vysoká úroveň kvality vzduchu	800 – 1200		1. třída kvality 2. třída kvality
	přijatelná úroveň	1200 – 1400		3. třída kvality
	nízká úroveň - snížení koncentrace, únava	1400 – 2000		4. třída kvality doporučené max. 1500
	otupělost, zívání	2500		mimo normu
	nedoporučuje se delší pobyt	> 5000		mimo normu

Škodlivý plyn	Účinek
Zápach	Většinou něškodný, ale nepříjemný.
H ₂ O	Příliš málo: vysoušení sliznice, zvýšená prašnost. Příliš mnoho: vytváření kondenzátu, plísně (přes 60 % rH), růst roztočů žijících z domácího prachu.
N ₂ O, NO, NO ₂	Ve vysoké koncentraci poškození plicní tkáně.
Výpary formaldehydu	Od koncentrace vyšší než 100 µg/m ³ negativní vliv na oči a horní cesty dýchací, tolerance v obytných místnostech: max. 120 µg/m ³
CO	Bez zápachu, velmi jedovatý.
CO ₂	Ve vnitřním prostoru by koncentrace neměla překročit 1500 ppm [DIN 1946-2], MAK 5000 ppm
O ₃	Vysoce jedovatý. Poškození sliznice, ve vysoké koncentraci poškození dýchacích cest, MAK 0,1 cm ³ ozónu na m ³ vzduchu.
Radon, Toron	Rozpadové produkty se ukládají v prachových částicích ve vzduchu a dostávají se inhalací do plyn (nebezpeční rakoviny plic), naměřená střední hodnota koncentrace radonu ve vzduchu v bytech je 50 Bq/m ³ , kritická hodnota: 500 Bq/m ³ , odstraňuje se větráním, zejména v dolních patrech (sklep).

Oblast měřených hodnot koncentrace oxidu uhličitého



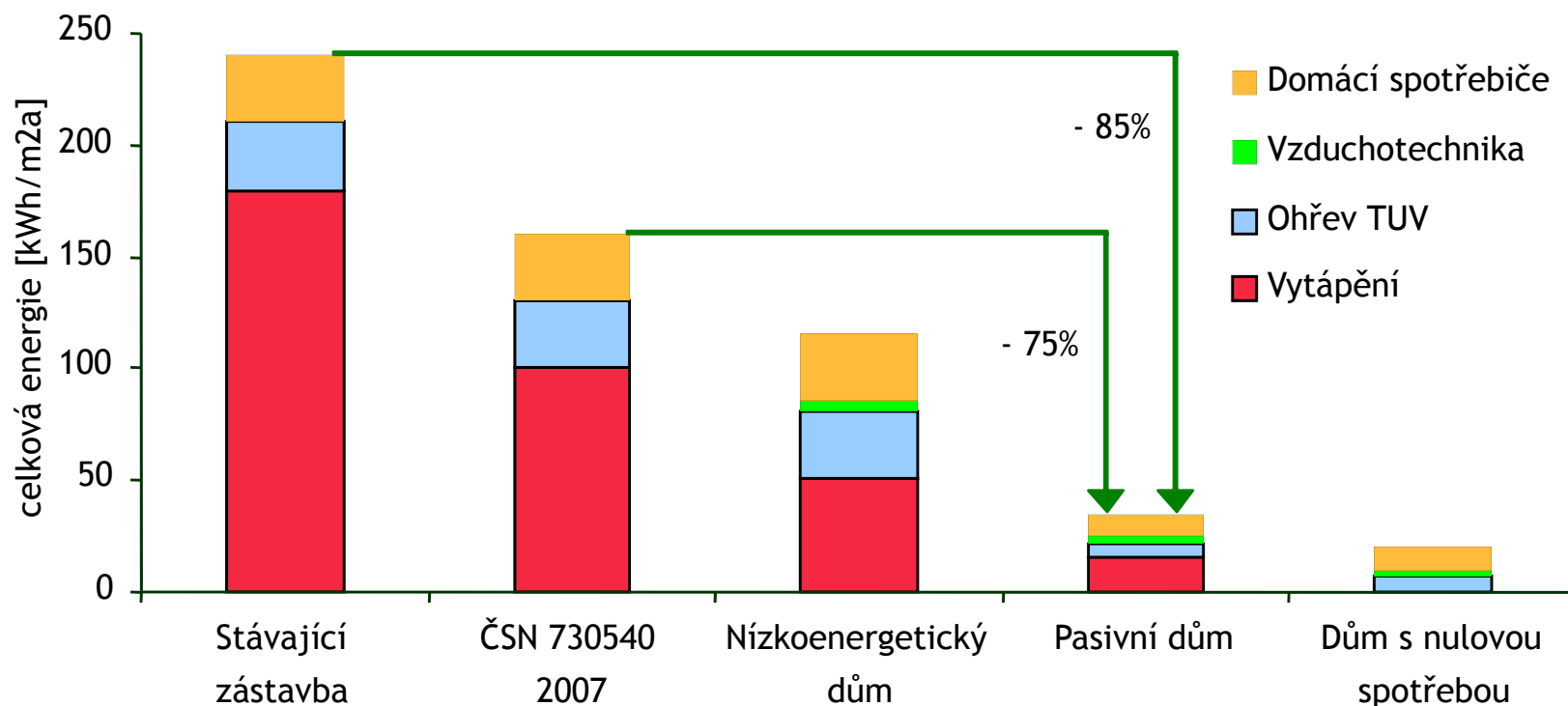
větrání okny - měření koncentrace CO₂ v bytě panelového domu (Ekowatt)



řízené větrání - koncentrace CO₂ v pasivním domě
ložnice, měřené hodnoty Kassel Marbachshöhe, zima 2001/2002

ATRIBUTY PASIVNÍHO DOMU:

- kvalitní vnitřní prostředí**
- vysoký komfort**
- nízká spotřeba energie**



Potřeba energie na vytápění:

- › stávající budova
- › budova dle platné normy
- › **pasivní dům**

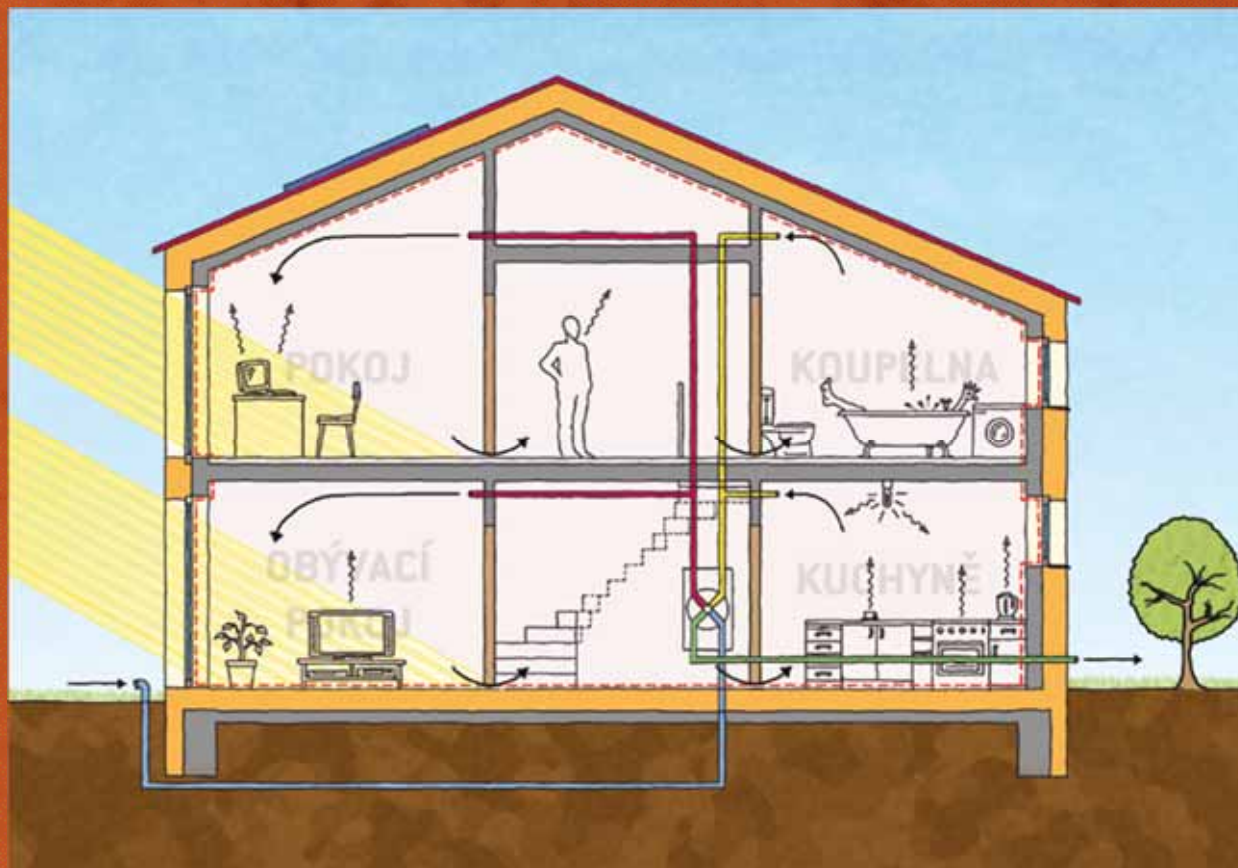
cca **180** kWh/(m²a)

cca **100** kWh/(m²a)

< **15** kWh/(m²a)

Princip pasivního domu

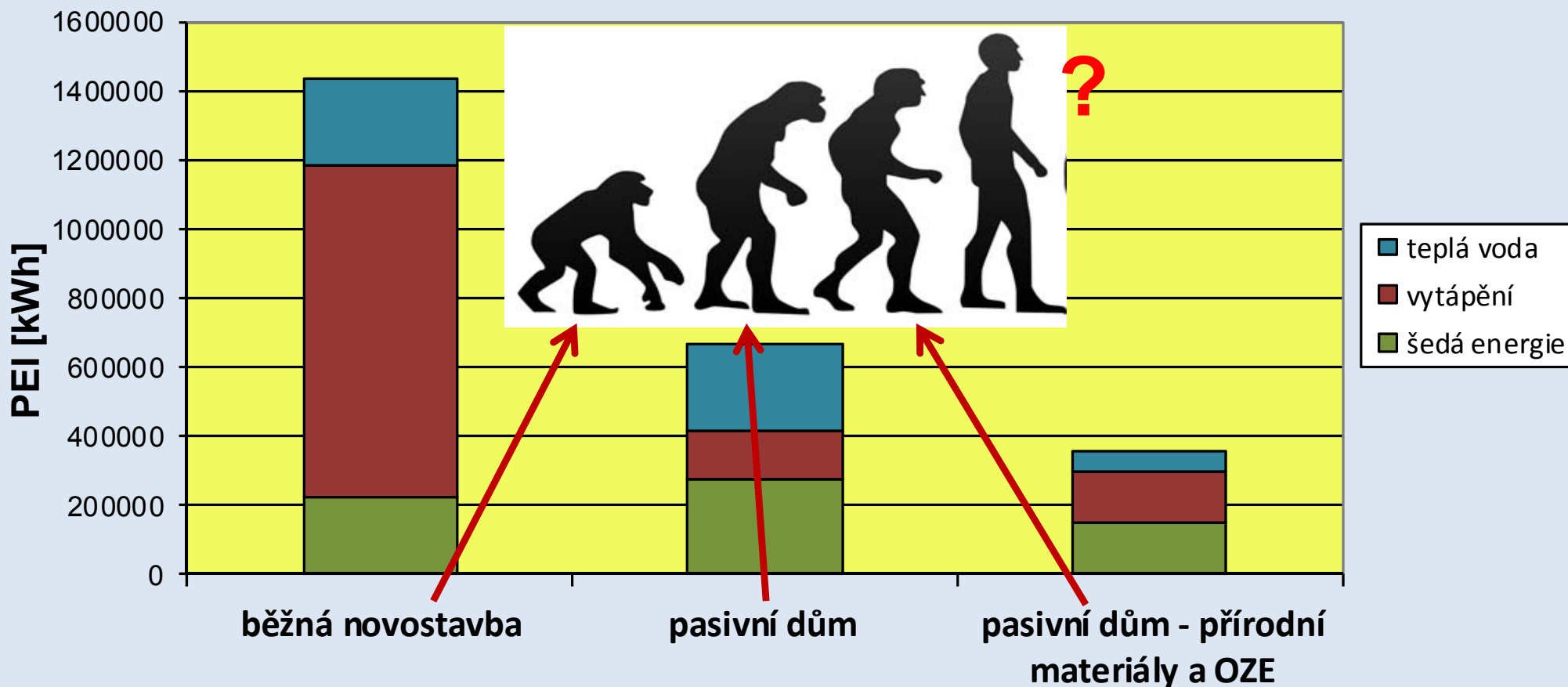
- › výborná tepelná izolace
- › okna s trojskly
- › vzduchotěsná obálka
- › větrání s rekuperací
- › tepelné zisky
- › energeticky efektivní spotřebiče
- › obnovitelné zdroje energie



1. krok – pasivní dům

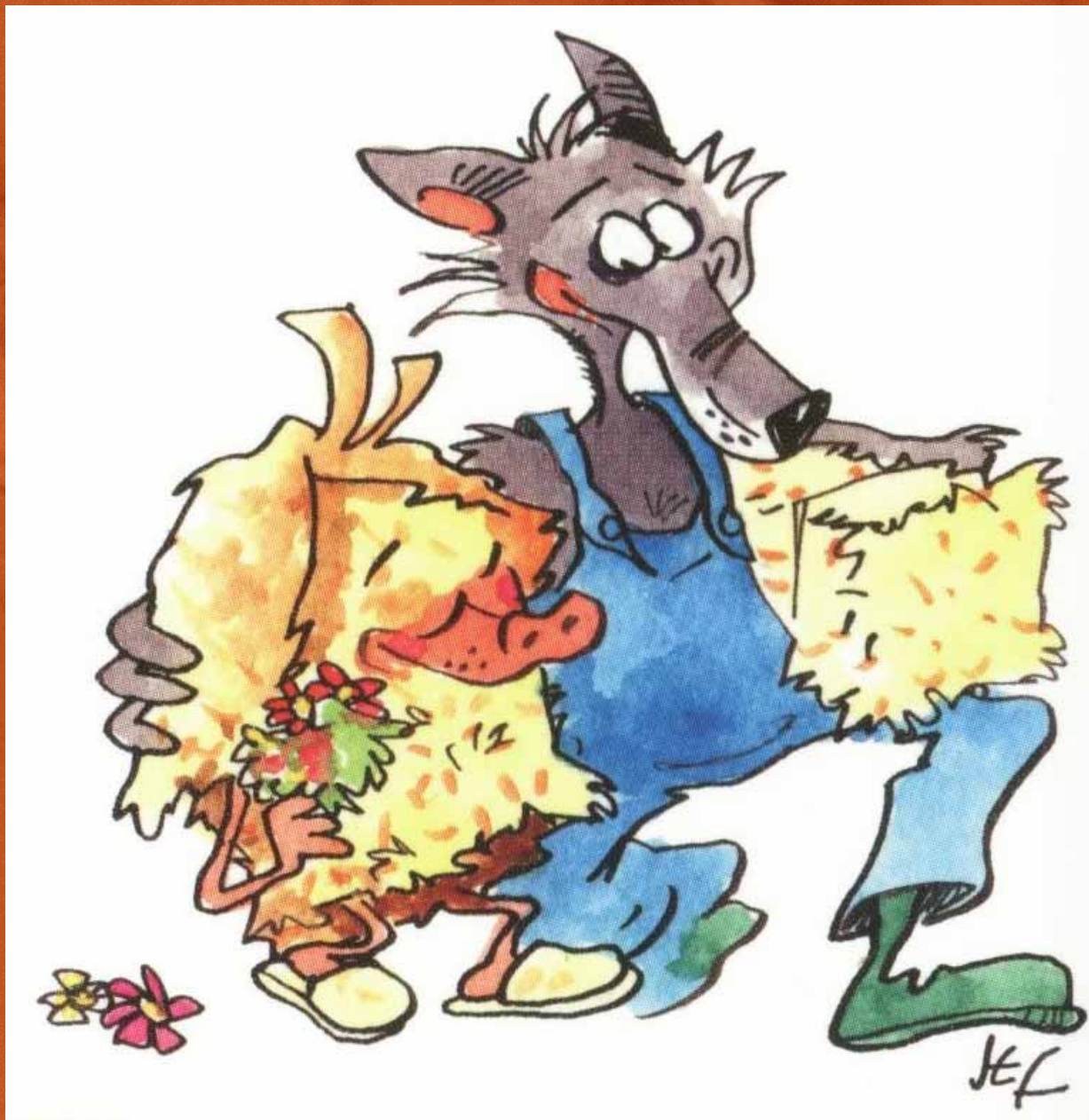
2. krok – přírodní materiály a OZE

Celková spotřeba energie (PEI) za 80 let provozu



Pasivní dům z přírodních materiálů v Habrovanech





Základní údaje o stavbě:

Architekt: Ing arch. Mojmír Hudec, Ing. Juraj Hazucha

Čistá užitná plocha: 128 m²

Roční potřeba tepla pro vytápění: 13,3 kWh/(m²a) dle PHPP

Roční potřeba primární energie: 53 kWh/(m²a)

Neprůvzdušnost n_{50} : 0,34 1/hod

Topná zátěž: 14 W/m² (1790 W)



CÍLE:

- pasivní dům ze dřeva a slámy**
- použití přírodních a recyklovaných materiálů**
- minimalizace konstrukcí (snadnější demolice)**
- využívání obnovitelných zdrojů energie**
- využívání šedé vody / kompostovatelné toalety**

Situace



Situace



Původní stav a sousední dům z JV

Situace – 45° od jihu, výrazné stínění susedem



Jihozápadní fasáda a sousední dům z JV

Situace – 45° od jihu, výrazné stínění susedem



Pohled z JV okna ☺

ZÁSADNÍ PROBLÉMY:

- orientace 45° od jihu
- výrazné stínění sousedem z JV

Jde v takových podmínkách postavit pasivní dům?

ANO, ALE MUSÍ MÍT:

- vysoce izolované konstrukce
- precizně vyřešené detaily
- celková optimalizace oken i konstrukcí
- perfektní rámy a solární zasklení
- vzduchotěsnost
- vysoce účinná rekuperace

- **KONSTRUKCE**

Založení nad terénem:

- na patkách v rastru cca 2,3 m



Založení nad terénem:

- na patkách v rastru cca 2,3 m

možné alternativy:

- vrtané mikropiloty
- zemní vruty (! statika)
- úsporné základové pasy



Založení nad terénem:

- na patkách v rastru cca 2,3 m = použito cca 8 m³ betonu



Založení nad terénem:

- modřínové roznášecí základové práhy



Založení nad terénem:

- modřínové roznášecí základové práhy



dubové podložky pod trámy

Založení nad terénem:

- konstrukce podlahy z I nosníků



Konstrukce stěn:

- sloupková konstrukce tzv. baloon frame s vetknutým stropem



sloupky na výšku dvou pater

Konstrukce stěn:

- sloupková konstrukce tzv. balloon frame s vetknutým stropem



vzduchotěsná rovina prochází bez přerušení za věncem stropu

Střecha:

- lokálně vyráběné vazníky 50 cm vysoké na vrcholové vaznici

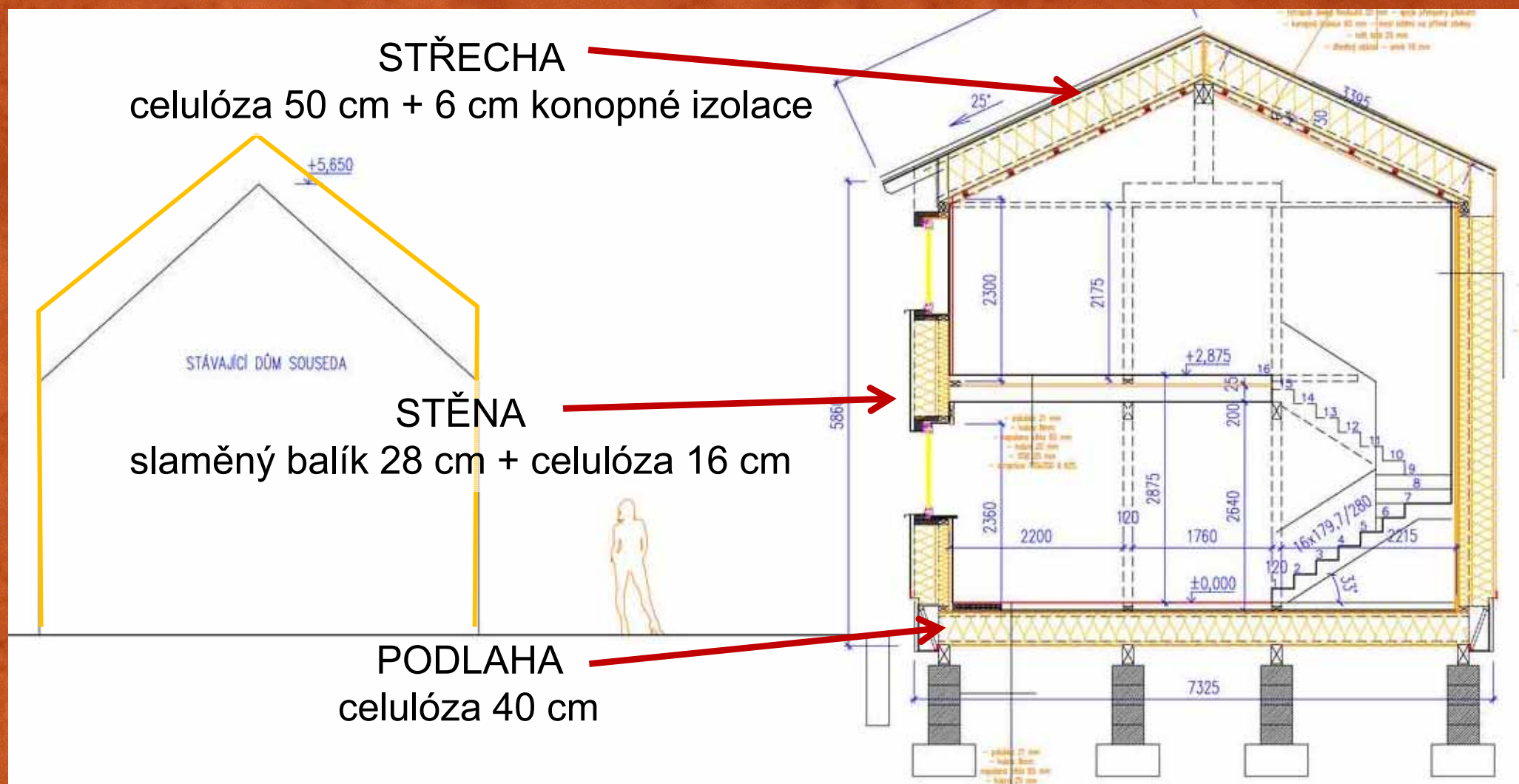


vzduchotěsná rovina OSB desky, ve střeše tetrapakové desky

- **IZOLACE**

Izolace:

- sláma – měla být použita všude...
- výsledek:



Proč nebylo izolováno pouze slámou?

- **logistika na stavbě / dostupnost**
- **horší izolační vlastnosti**
- **rozměry – nemožnost optimalizace tloušťky**

Izolace:

- slaměný balík – na ležato nebo na stojato?

TEPELNÁ VODIVOST

kolmo na stébla

$\lambda = 0,052 \text{ W/mK}$

ve směru stébel

$\lambda = 0,080 \text{ W/mK}$



Proč?

- slaměný balík kolmo na stébla
28 cm + 16 cm celulóza
 $U = 0,10$ tl. stěny 57,5 cm
- slaměný balík ve směru stébel 45 cm
 $U = 0,15$ tl. stěny 58,5 cm
- celulóza 32 cm, DVD 6 cm
 $U = 0,10$ tl. stěny 47,5 cm

Návrh pasivního domu Součinitele U stavebních prvků

1 Balík kolmo na stébla					
Konstrukce č. Popis konstrukce					
Odpor při přestupu tepla na straně konstrukce [m ² K/W] vnitřní R _{si} : 0,13					
vnější R _{se} : 0,04					
Díří plocha 1	λ [W/mK]	Díří plocha 2 (nepovinný)	λ [W/mK]	Díří plocha 3 (nepovinný)	λ [W/mK]
1. Hlinená omítka	0,900				
2. Konopa	0,050				
3. OSB	0,130				
4. Foukaná celulóza	0,039	sloupek	0,180		
5. Sláma	0,052				
6. Omítka	0,900				
		Podíl díří plochy 2			Podíl díří plochy 3
		9,0%			
					Celková šířka
					Tloušťka [mm]
					40
					40
					15
					160
					270
					50
					Celkem
					57,5 cm
					Součinitel U: 0,102 (W/m ² K)

2 Balík ve směru stébel					
Konstrukce č. Popis konstrukce					
Odpor při přestupu tepla na straně konstrukce [m ² K/W] vnitřní R _{si} : 0,13					
vnější R _{se} : 0,04					
Díří plocha 2	λ [W/mK]	Díří plocha 2 (nepovinný)	λ [W/mK]	Díří plocha 3 (nepovinný)	λ [W/mK]
1. Hlinená omítka	0,900				
2. Konopa	0,050				
3. OSB	0,130				
4. Sláma	0,080	sloupek	0,180		
5. Sláma	0,080				
6. Omítka	0,900				
		Podíl díří plochy 2			Podíl díří plochy 3
		9,0%			
					Celková šířka
					Tloušťka [mm]
					40
					40
					15
					120
					320
					50
					Celkem
					58,5 cm
					Součinitel U: 0,152 (W/m ² K)

3 Celulóza					
Konstrukce č. Popis konstrukce					
Odpor při přestupu tepla na straně konstrukce [m ² K/W] vnitřní R _{si} : 0,13					
vnější R _{se} : 0,13					
Díří plocha 1	λ [W/mK]	Díří plocha 2 (nepovinný)	λ [W/mK]	Díří plocha 3 (nepovinný)	λ [W/mK]
1. Hlinená omítka	0,900				
2. Konopa	0,050				
3. OSB	0,130				
4. Foukaná celulóza	0,039	sloupek	0,180		
5. Foukaná celulóza	0,039				
6. DVD	0,052				
		Podíl díří plochy 2			Podíl díří plochy 3
		9,0%			
					Celková šířka
					Tloušťka [mm]
					40
					40
					15
					160
					160
					60
					Celkem
					47,5 cm
					Součinitel U: 0,101 (W/m ² K)

Izolace:

- sláma – máme ji tady!



Izolace:

- sláma – skladování pod střechou je zásadní!



WORKSHOP – IZOLOVÁNÍ SLÁMOU

- příprava balíků



slaměné balíky jsou namáčeny do hliněného jogurtu a rovnají se hrany

WORKSHOP – IZOLOVÁNÍ SLÁMOU



instruktáž na začátek

WORKSHOP – IZOLOVÁNÍ SLÁMOU

- příprava balíků rovnání hran



WORKSHOP – IZOLOVÁNÍ SLÁMOU



slaměné balíky jsou přivázány ke zvenku ke sloupkům

WORKSHOP – IZOLOVÁNÍ SLÁMOU



slaměné balíky jsou přivázány ke sloupkům zvenku

WORKSHOP – IZOLOVÁNÍ SLÁMOU



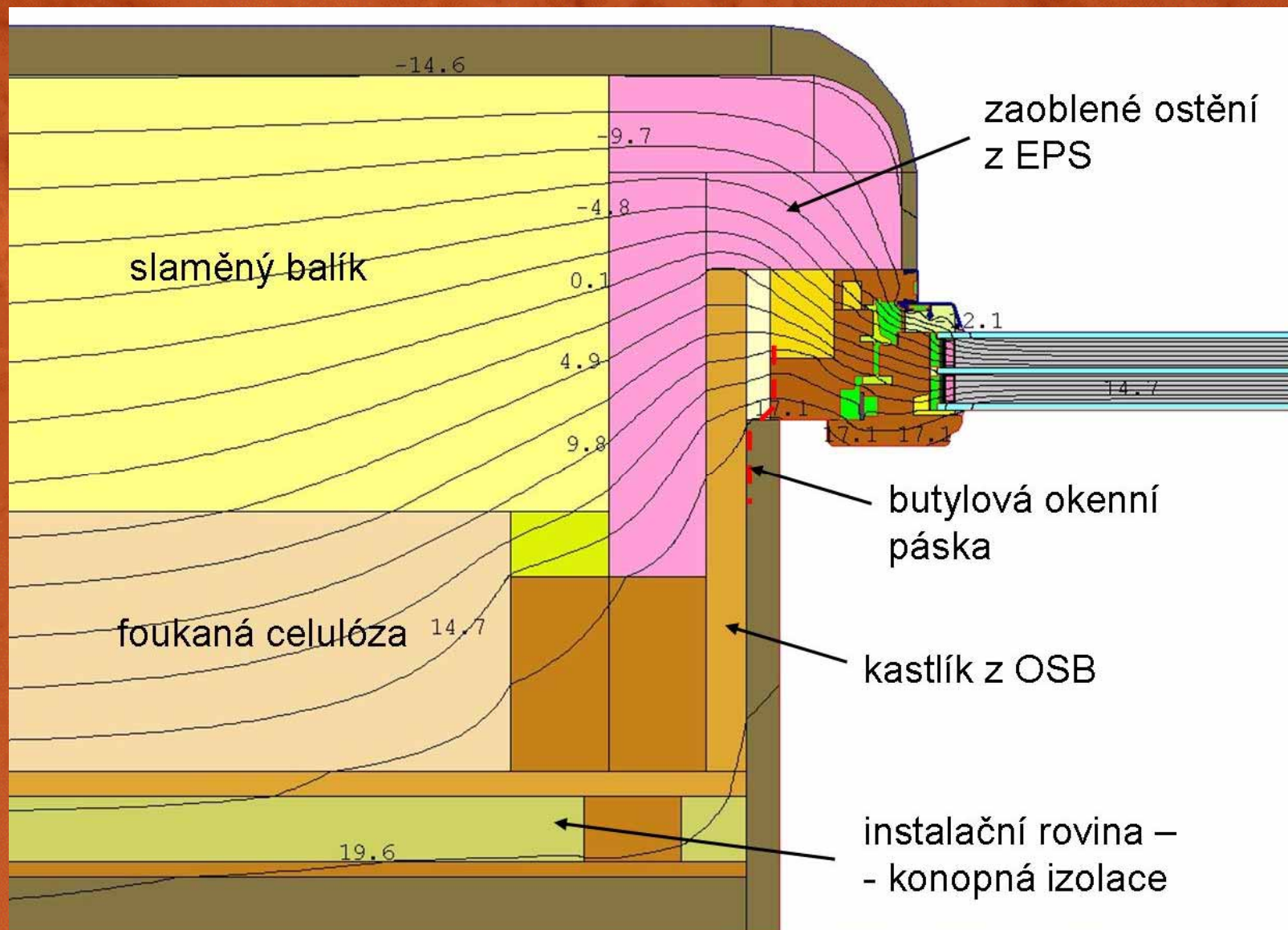
WORKSHOP – IZOLOVÁNÍ SLÁMOU

- vycpávky – konopa alt. dřevovláknno



ZAJÍMAVÉ DETAILS

- osazení oken



ZAJÍMAVÉ DETAILS

- osazení oken – kastlík z OSB / EPS kolem



ZAJÍMAVÉ DETAILS

- osazení oken – vzduchotěsné napojení



ZAJÍMAVÉ DETAILS

- osazení oken – zaoblené ostění / vycpávky konopí



DOFOUKÁNÍ CELULÓZOU



DOFOUKÁNÍ CELULÓZOU



- **HLÍNA**

WORKSHOP – HLINĚNNÉ OMÍTKY VENKOVNÍ

- tradiční směs z recyklovaných kotovic



WORKSHOP – HLINĚNNÉ OMÍTKY VENKOVNÍ

- tradiční směs z recyklovaných kotovic



TULENĚ

WORKSHOP – HLINĚNNÉ OMÍTKY VENKOVNÍ

- tradiční směs z recyklovaných kotovic



TRADIČNÍ SMĚS: HLÍNA X PÍSEK X KRAVINCE (HNŮJ), 1:1:1

WORKSHOP – HLINĚNNÉ OMÍTKY VENKOVNÍ

- tradiční směs z recyklovaných kotovic



WORKSHOP – HLINĚNNÉ OMÍTKY VENKOVNÍ

- tradiční směs z recyklovaných kotovic



WORKSHOP – HLINĚNNÉ OMÍTKY VENKOVNÍ

- hlína everywhere...



FASÁDNÍ ÚPRAVA

- hliněno – vápenná omítka (10% vápna)



TESTY RŮZNÝCH SMĚSÍ

FASÁDNÍ ÚPRAVA

- hliněno – vápenná omítka (10% vápna)



VADY A CHYBY

- různé směsi / vlhčení podkladu / napojení vrstev / detaily



VADY A CHYBY

- různé směsi / vlhčení podkladu / napojení vrstev / detaily

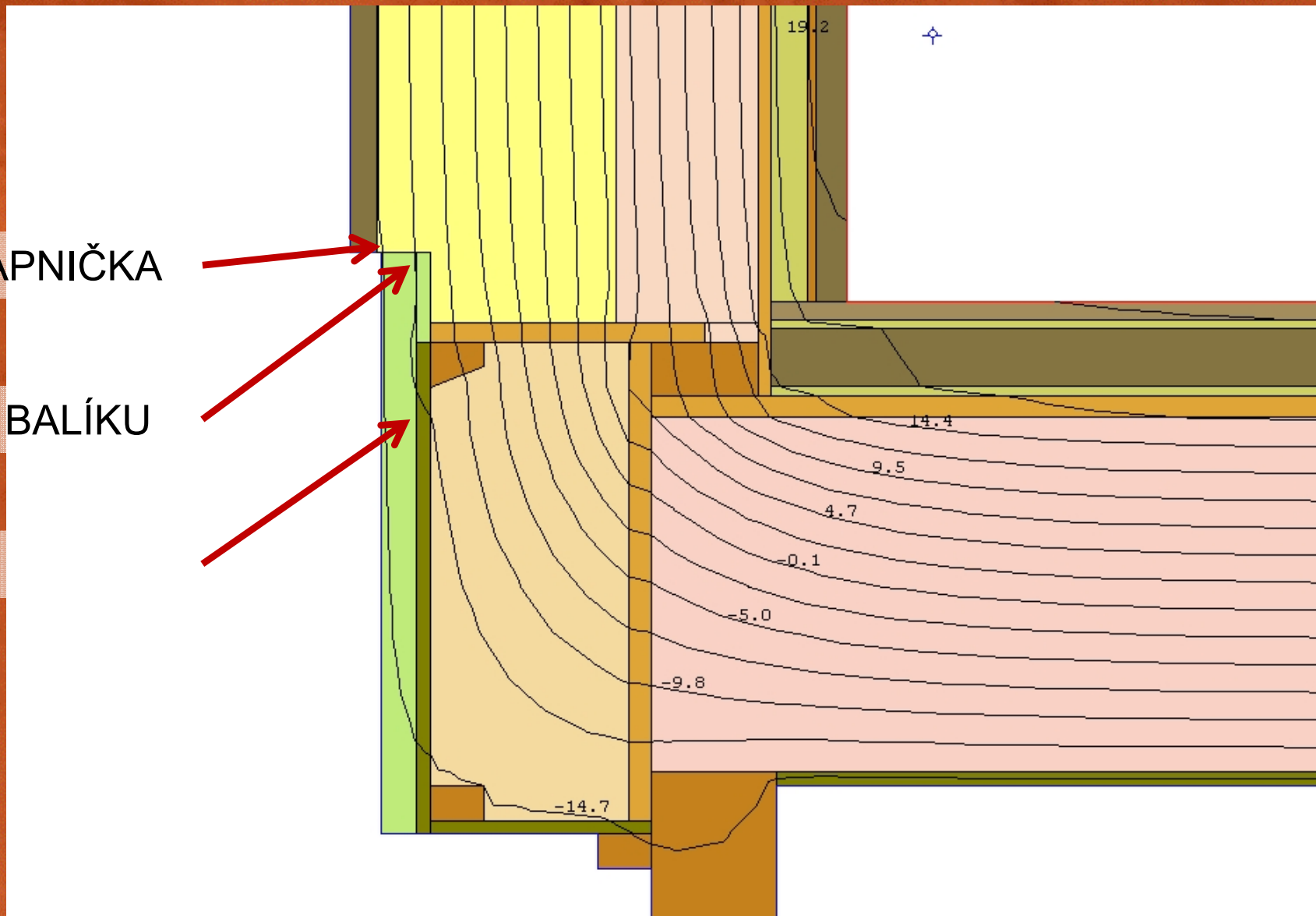


SOKL – ZAKONČENÍ SLAMĚNÉ STĚNY

PLASTOVÁ OKAPNIČKA

UŘEZANÝ ROH BALÍKU

FASÁDNÍ DVD



SOKL – ZAKONČENÍ SLAMĚNÉ STĚNY



SOKL – ZAKONČENÍ SLAMĚNÉ STĚNY



SOKL – ZAKONČENÍ SLAMĚNÉ STĚNY



- **AKUMULACE**

AKUMULACE TEPLA – NEPÁLENÉ CIHLY V PODLAZE



AKUMULACE - VNITŘNÍ HLINĚNÉ OMÍTKY / VYZDÍVKY

- celkem asi 20 tun hlíny - regulace vlhkosti, akumulace



- **VĚTRÁNÍ A VYTÁPĚNÍ**

VĚTRÁNÍ

- účinnost rekuperace 93%, zpětný zisk vlhkosti



pevné rozvody v pozinku

VĚTRÁNÍ

- účinnost rekuperace 93%, zpětný zisk vlhkosti



eko alternativa rozvodů – textil, dřevo

TOPENÍ

- stěnové teplovodní topení v hliněných omítkách



TOPENÍ – nezávislé na vnějších zdrojích

- kotel samotížně zapojen do akumulární nádrže – vytápění pohání pouze 15 W čerpadlo



TOPENÍ / OHŘEV TV

- Soláry – zabezpečují 70% spotřeby teplé vody



- **ZÁVĚR**

PASIVNÍ DŮM Z PŘÍRODNÍCH MATERIÁLŮ

- příjemné a nezávadné materiály
 - malá zabudovaná energie
 - možnost lokální produkce
 - jednoduchá recyklace
-
- vyšší pracnost a cena
 - pozor na technologické postupy
 - moře detailů / někdy složité
 - ochrana stavby před vytopením



DĚKUJI ZA POZORNOST!

Juraj Hazucha
juraj.hazucha@pasivnidomy.cz
t. 511 111 813
www.pasivnidomy.cz

