

STAVEBNÍ KONSTRUKCE ENERGETICKY NEZÁVISLÉHO DOMU

Jan Růžička,
atelier KUBUS, ruzicka@kubus.cz
Fakulta stavební ČVUT v Praze, jan.ruzicka@fsv.cvut.cz

Aqua-therm, 20.11.2012, Praha



architektonická dílna
atelier KUBUS

člen Centra pasivního domu



**KONCEPT PASIVNÍHO DOMU A
TEPELNĚ TECHNICKÁ
KVALITA OBALOVÝCH
KONSTRUKCÍ**

POŽADAVKY NA PASIVNÍ DŮM

| Základní vlastnosti: | Jednotka | Passivhausinstitut Darmstadt, CPD | TNI 73 0329 |
|----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|-------------|
| Měrná potřeba tepla na vytápění | kWh/(m ² a) | ≤ 15 | ≤ 20 |
| Celková potřeba primární energie | kWh/(m ² a) | ≤ 120* | ≤ 60** |
| Celková průvzdušnost n50 | h-1 | ≤ 0,6 | ≤ 0,6 |

*) pro veškerou provozní energii z neobnovitelných zdrojů

***) pro energii z neobnovitelných zdrojů na vytápění, větrání, přípravu TV a technické systémy budovy

TEPELNĚ TECHNICKÁ KVALITA OBALOVÝCH KONSTRUKCÍ

Požadavky na **součinitel prostupu tepla U** [W/m²K]

ČSN 73 0540-2 – revize 1.11.2011

| Popis konstrukce | $U_{N,20}$ [W/(m ² ·K)] | | |
|-------------------------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | požadované | doporučené | doporučené pro NE/PAS budovy |
| Obvodová stěna | 0,30 (0,38¹⁾) | těžké: 0,25 lehké: 0,20 | 0,18 ... 0,12 |
| Šikmá střecha > 45° | 0,30 | 0,20 | 0,18 ... 0,12 |
| Střecha ≤ 45° | 0,24 | 0,16 | 0,15 ... 0,10 |
| Strop nad venkovním prostorem | 0,24 | 0,16 | 0,15 ... 0,10 |
| Strop pod nevytápěnou půdou | 0,30 | 0,20 | 0,15 ... 0,10 |
| Výplně otvorů | 1,5 (1,7) | 1,2 | 0,8 ... 0,6 |
| Podlaha na zemině | 0,45 | 0,30 | 0,22 ... 0,15 |
| etc. | | | |

lehká stěna: $m \leq 100 \text{ kg/m}^2$

1) pro jednovrstvé zdivo se do 31.12.2012 připouští hodnota 0,38 W/m²K

A photograph of a wooden frame construction for a house with a gable roof. The structure is made of light-colored wood and is set against a blue sky with some clouds. The roof is partially completed, showing the trusses and rafters. The walls are also partially framed. In the foreground, there is a concrete foundation wall. The text "SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE A OBVODOVÉ STĚNY" is overlaid on the image in a yellow box.

SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE A OBVODOVÉ STĚNY

MATERIÁLOVÉ A TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ???

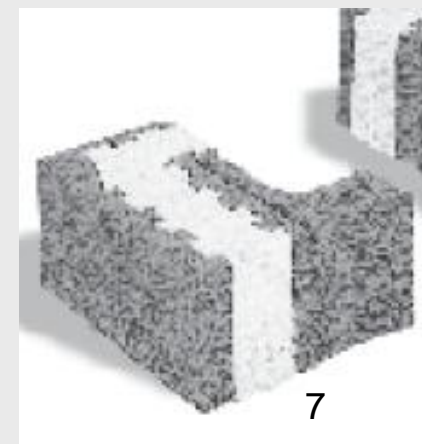
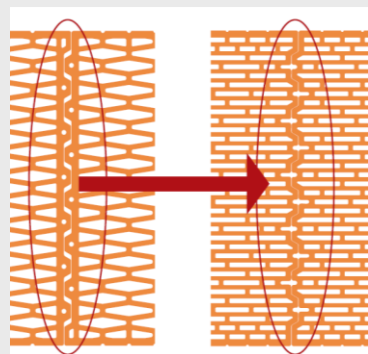


JEDNOVRSTVÉ X SENDVIČOVÉ ZDIVO???

- optimalizace tvaru, výrobních směsí, atd. ...



- optimalizace tepelné vazby ve styčných a ložných spárách

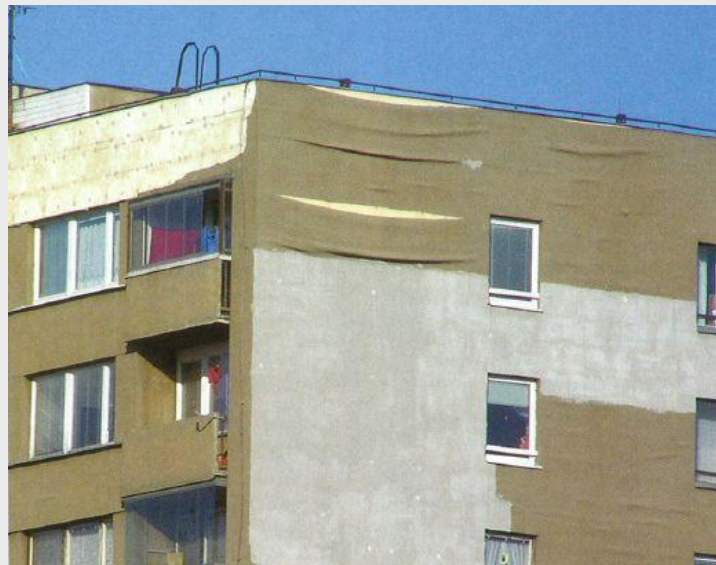


JEDNOVRSTVÉ X SENDVIČOVÉ ZDIVO???

- ideál X realita



JEDNOVRSTVÉ X SENDVIČOVÉ ZDIVO???

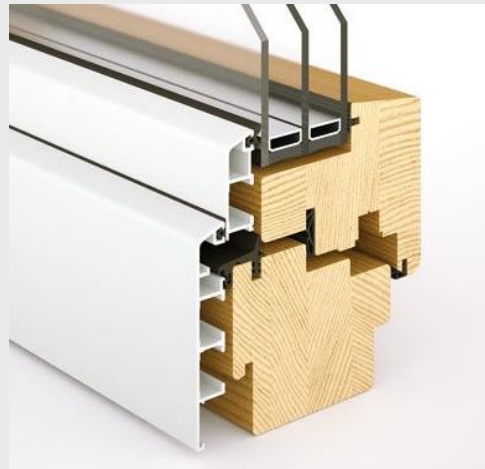


A close-up photograph showing the installation of a window frame. The window frame is white and is being set into a brick wall. The space between the frame and the wall is being filled with blue insulation foam. The brick wall is made of reddish-brown bricks. The ground outside the window is dark brown soil with some debris.

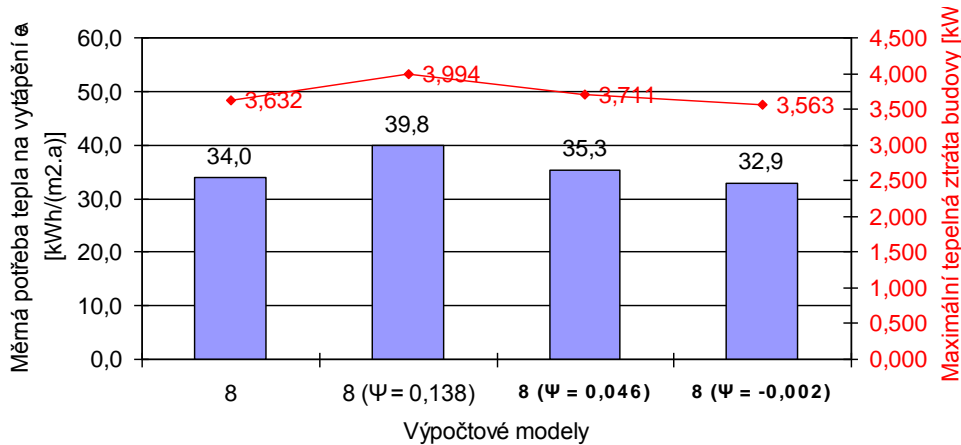
VÝPLNĚ OKENNÍCH OTVORŮ

VÝPLNĚ OTVORŮ PRO NE/PAS DOMY

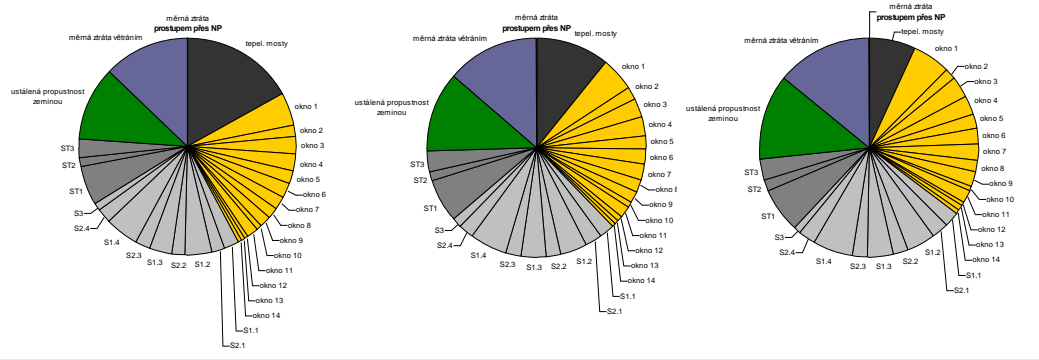
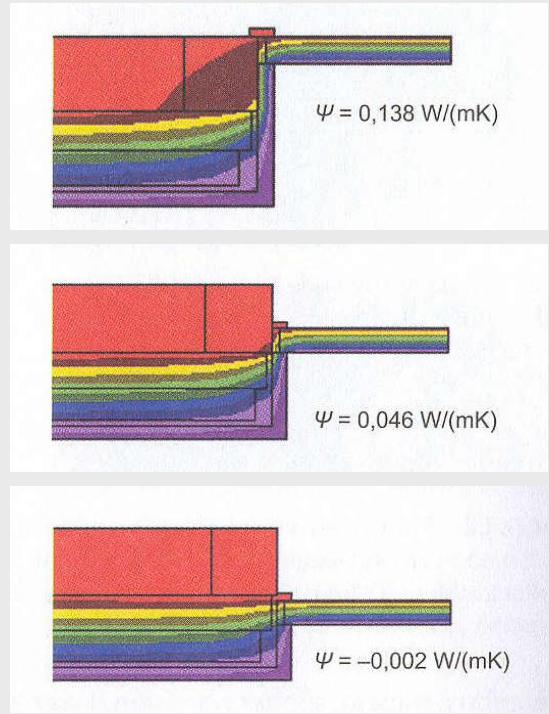
- kvalita rámu a kvalita zasklení (U [W/m^2K] – pro tepelně technickou bilanci budovy nutno stanovit U pro každé okno samostatně z parametrů jednotlivých komponentů (rám – zasklení – rámeček)
- technické řešení připojovací spáry u okenního rámu
- konstrukční návrh připojovací spáry
- kvalita provedení



OSAZENÍ VÝPLNĚ A ENERGETICKÁ BILANCE



■ měrná potřeba tepla n. v. eA [kWh/(m².a)] ◆ max. tep. ztráta budovy [kW]



Zdroj: Tywoniak J.:
Nízkoenergetické domy I.



A close-up, low-angle shot of a wooden roof truss structure. The beams are light-colored wood, possibly pine or spruce, and are arranged in a complex, overlapping pattern. The background is a clear, bright blue sky. The lighting is natural, suggesting daytime. The overall composition is dynamic and emphasizes the geometric and structural aspects of the roof framework.

STŘEŠNÍ PLÁŠTĚ – SPECIFIKA PRO PASIVNÍ DOMY

PLOCHÉ STŘECHY

- návrh skladby s ohledem na tepelně technické požadavky (U, difúze a kondenzace vodní páry) → nutno navrhovat dostatečně „bezpečná“ řešení (zejména u dřevostaveb a nosných kcí střechy na bázi dřeva)
 - jednoplášťové nevětrané střechy ???
 - jednoplášťové střechy s obráceným pořadím vrstev
 - jednoplášťové střechy s kombinovaným pořadím vrstev (DUO)
 - dvouplášťové střechy s provětrávanou dutinou – problematika návrhu tloušťky větrané dutiny a její funkce



KONSTRUKČNÍ DETAILY NOSNÉ KCE ŠIKMÉ STŘECHY

- specifické detaily u prostupu nosných prvků parotěsnými a vzduchotěsnými vrstvami, zejména kleštiny → z důvodu eliminování prostupů se osazují jednostranně



KONSTRUKČNÍ DETAILY NOSNÉ KCE ŠIKMÉ STŘECHY

- velké tloušťky tepelných izolací
 - nutno osadit nad nebo pod nosné prvky střechy
 - systémy nadkrokevních izolací z tuhých desek





ZÁKLADY A SPODNÍ STAVBA

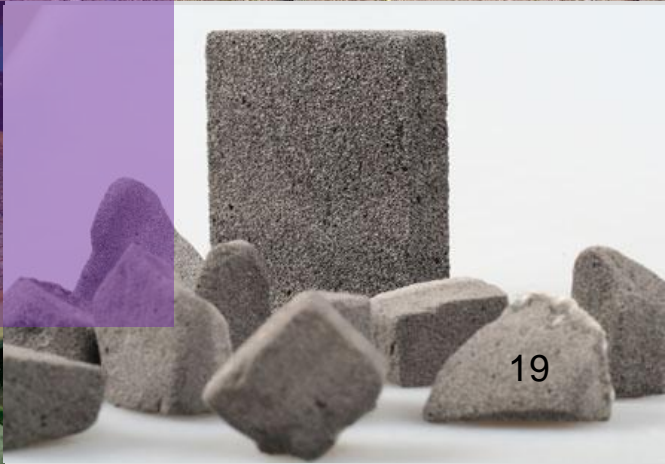
KONSTRUKČNÍ PRUNCIPY

- plošné základy
 - základové pasy – tepelná vazba u paty stěny!!!
 - základová deska – tepelná izolace z drti z pěnového skla
 - zakládání na patkách – nutno řešit prostor pod podlahou 1. NP
- hlubinné základy
 - zakládání pomocí mikropilotek





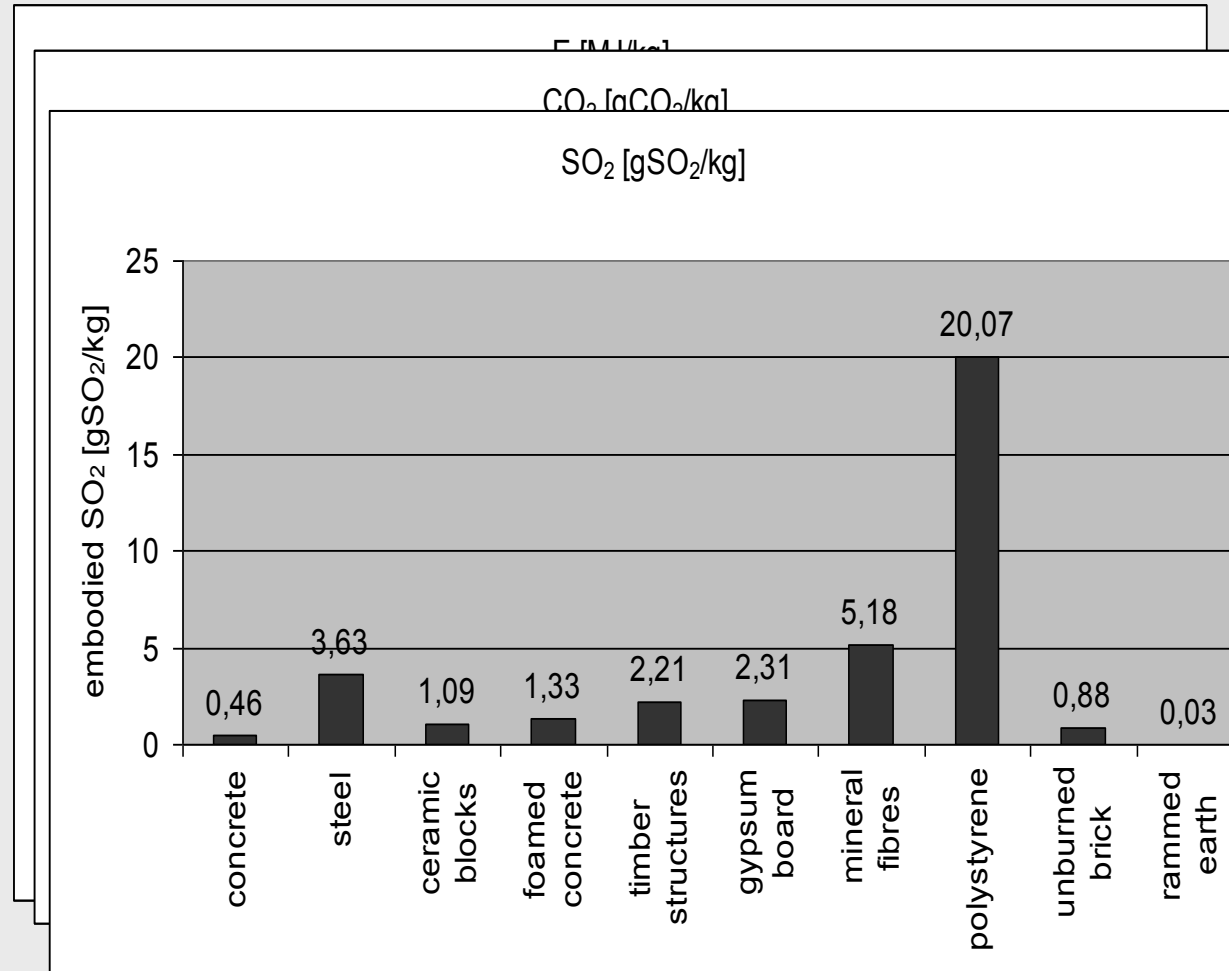
**MATERIÁLOVĚ
TECHNOLOGICKÉ ŘEŠENÍ A
ENVIRONMENTÁLNÍ
KVALITA STAVEBNÍCH
MATERIÁLŮ**



ENVIRONMENTÁLNÍ KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

environmentální parametry:

- svázaná spotřeba energie
- svázané emise CO₂, ekv.
- svázané emise SO₂, ekv.
- hmotnost materiálů



Zdroj: „Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten“,
Documentation SIA, 1995

ENVIRONMENTÁLNÍ KVALITA STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ

materiály na vstupu:

- obnovitelné materiály
- recyklované materiály
- přírodní zdroje



materiály na výstupu:

- plnohodnotně recyklovatelné materiály
- částečně recyklovatelné materiály
- odpad



HODNOCENÍ ENVIRONMENTÁLNÍ KVALITY BUDOV

metody multikriteriální
hodnocení kvality budov:



NÁRODNÍ METODIKA – **SBToolCZ**

- národní metodika pro certifikaci kvality budov v souladu s principy udržitelné výstavby **SBToolCZ**
- národní platforma SBToolCZ – FSv ČVUT, TZÚS Praha, s.p. a VÚPS
- www.sbtool.cz



CERTIFIKÁT KVALITY BUDOVY

X-LOFT
U Libeňského pivovaru
Praha 8
180 00

Zadavatel: Otavie X-LOFT s.r.o.

Výsledné hodnocení

| | min. 0 | max. 10 |
|-----------------------|--------|------------|
| Života prostředí | | 8,1 |
| Sociální aspekty | | 6,8 |
| Ekonomie a management | | 4,7 |
| Lokalita | | 7,4 |
| CELKOVÉ SKÓRE | | 6,3 |

SBToolCZ
2010
stříbrný certifikát

Zelená střecha
Nízkoenergetický dům
Zazeleněný pozemek
Výborná dostupnost veřejné dopravy

BYTOVÝ DŮM
HODNOCENÍ VE FÁZI PROJEKTU
Certifikát č.: BD-P-10-001
Datum: 06/2010
Vystavil:

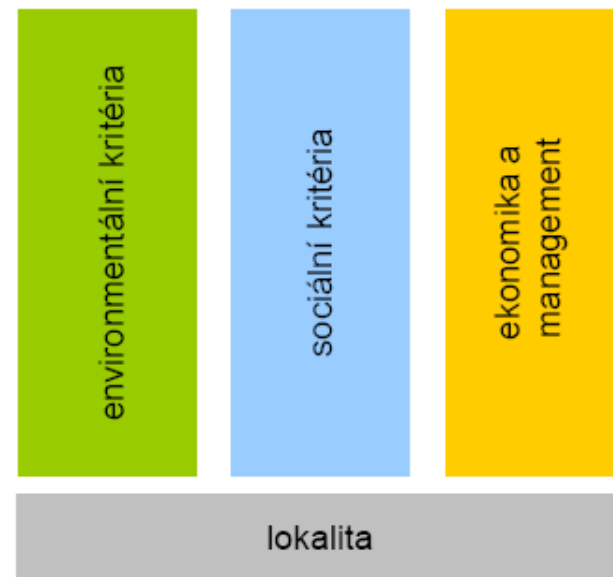
Certifikát kvality budovy se vztahuje pouze na posouzenou, vyřešenou budovu.
Metodou součástí certifikátu je Protokol, který podrobně dokumentuje a shrnuje
provedené hodnocení komplexní kvality budovy.

csbs



- na základě GB Tool (iiSBE - International Initiative for a Sustainable Built Environment)
- struktura kritérií rozdělena v souladu s principy UV do tří základních skupin + 1 doplňková:
 - environmentální** – 12 kritérií,
 - sociální** – 11 kritérií,
 - ekonomika a management** – 4 kritéria,
 - lokalita** – 6 kritérií (kritéria nejsou přímo ovlivnitelná kvalitou návrhu stavby samotné → **hodnotí se, ale neovlivňují celkový výsledek**)

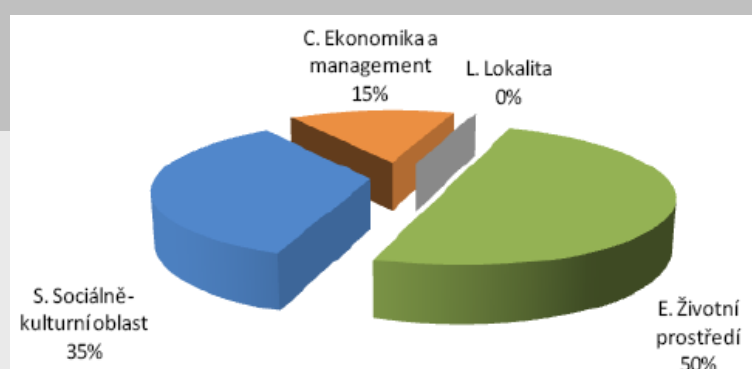
Základní struktura metodiky SBToolCZ



Celkové váhy

| skupina | váha |
|-----------------------------|------|
| E. Životní prostředí | 50% |
| S. Sociálně-kulturní oblast | 35% |
| C. Ekonomika a management | 15% |
| L. Lokalita | 0% |
| | 100% |

zpracováno na FSv ČVUT v Praze, Katedra konstrukcí pozemních staveb v rámci Výzkumného centra CIDEAS (Centre for Integrated Design and Advanced Structures) (prof. Ing. Petr Hájek, CSc., Ing. Martin Vonka, Ph.D.)



| E | environmentální kritéria |
|-------|--|
| E. 01 | Potenciál globálního oteplování (GWP) |
| E. 02 | Potenciál okyselování prostředí (AP) |
| E. 03 | Potenciál eutrofizace prostředí (EP) |
| E. 04 | Potenciál ničení ozonové vrstvy (ODP) |
| E. 05 | Potenciál tvorby přízemního ozonu (POCP) |
| E. 06 | Využití zeleně na pozemku |
| E. 07 | Využití zeleně na střeších a fasádách |
| E. 08 | Spotřeba pitné vody |
| E. 09 | Spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů |
| E. 10 | Použití konstrukčních materiálů při výstavbě |
| E. 11 | Využití půdy |
| E. 12 | Podíl dešťové vody zachycené na pozemku |

| C | kritéria z oblasti ekonomika a management |
|------|--|
| C.01 | Analýza provozních nákladů |
| C.02 | Zajištění prováděcí a provozní dokumentace |
| C.03 | Autonomie provozu |
| C.04 | Management tříděného odpadu |

| S | kritéria sociální |
|------|---|
| S.01 | Vizuální komfort |
| S.02 | Akustický komfort |
| S.03 | Tepelné pohoda v letním období |
| S.04 | Tepelné pohoda v zimním období |
| S.05 | Zdravotní nezávadnost materiálů |
| S.06 | Uživatelský komfort |
| S.07 | Bezbariérový přístup |
| S.08 | Zajištění zabezpečení budovy |
| S.09 | Flexibilita využití budovy |
| S.10 | Prostorová efektivita |
| S.11 | Využití exteriéru budovy pro pobyt obyvatel |

| L | kritéria týkající se lokality budovy |
|------|--|
| L.01 | Biodiverzita |
| L.02 | Dostupnost veřejných míst pro relaxaci |
| L.03 | Dostupnost služeb |
| L.04 | Dostupnost veřejné dopravy |
| L.05 | Bezpečnost budovy a okolí |
| L.06 | Živelná rizika |

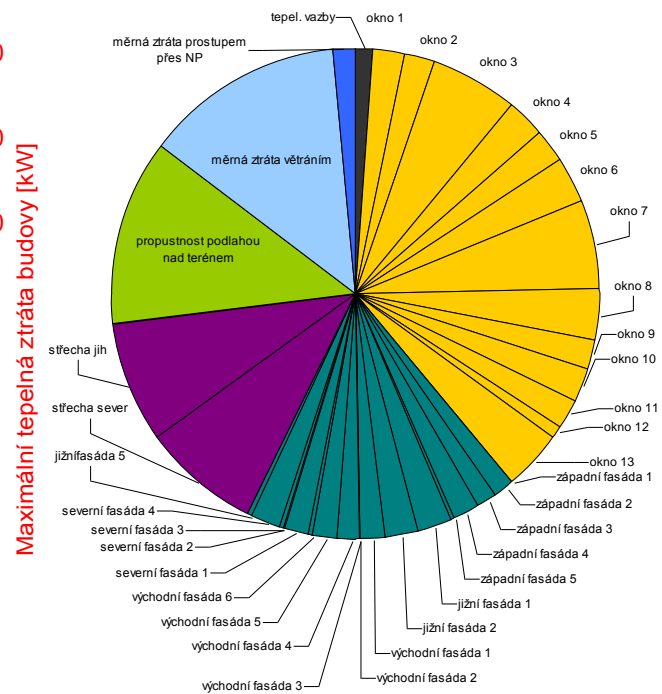
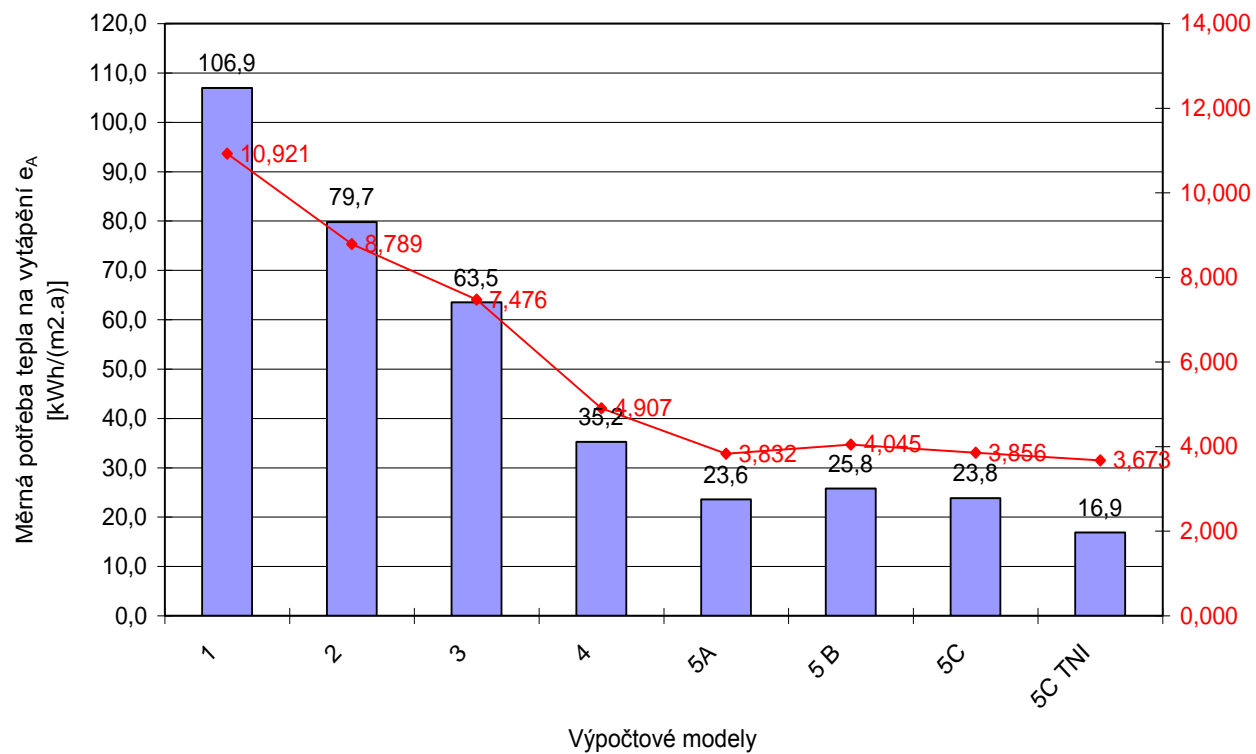


PASIVNÍ RD V PTICÍCH, 2012

dřevostavba se zvýšenou akumulací
schopností

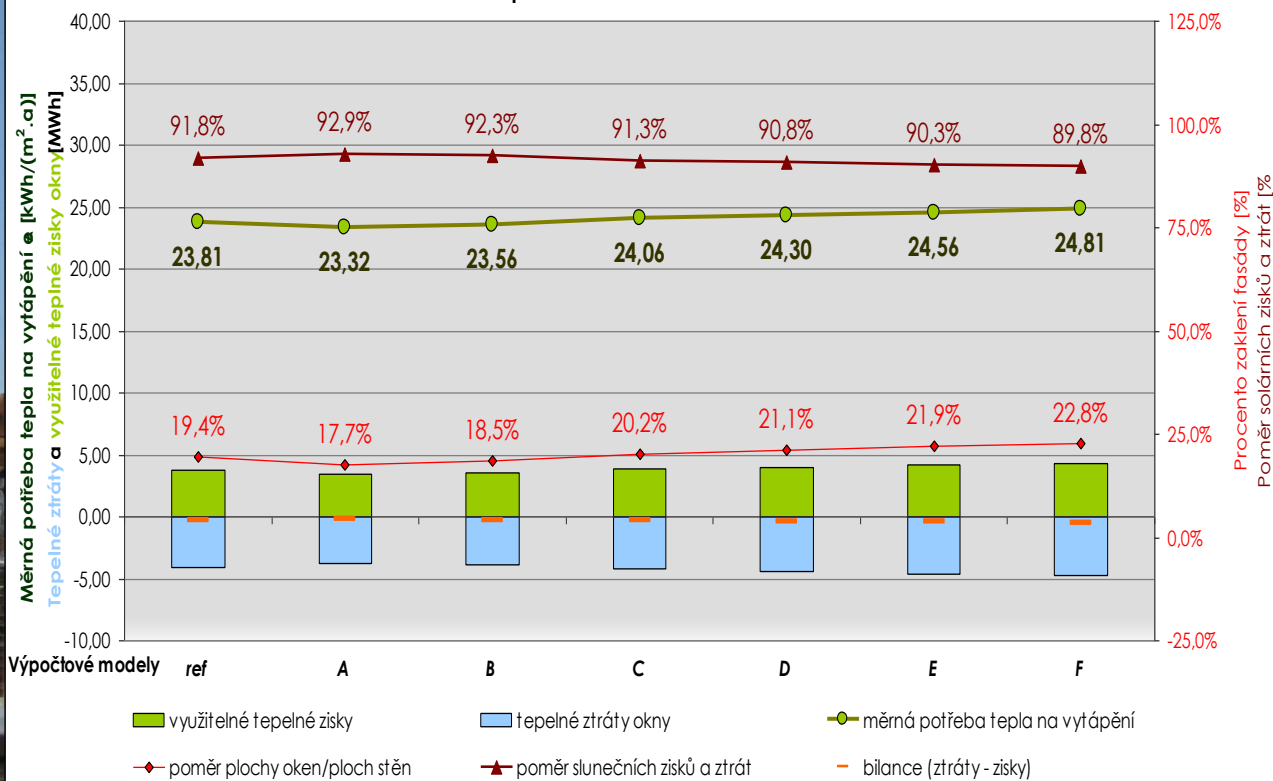
RD Ptice – energetický koncept

Celkové porovnání výpočtových modelů



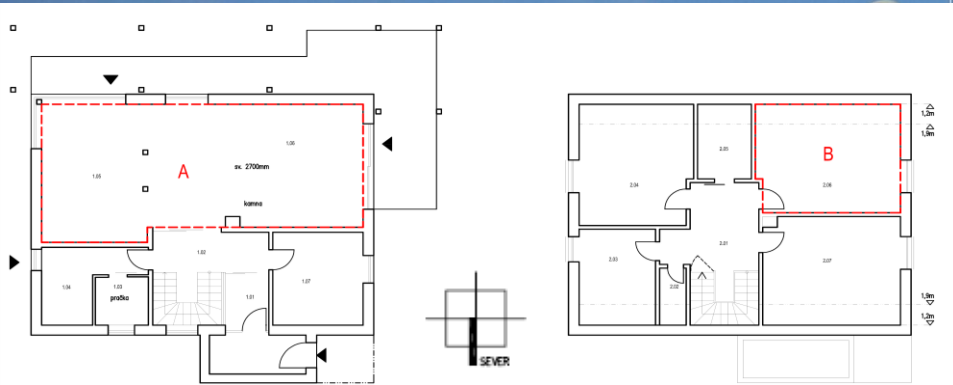
RD Ptice – energetický koncept

Optimalizace okenních otvorů



- ref: referenční varianta
- A: zmenšení o 10%
- B: zmenšení o 5%
- C: zvětšení o 5%
- D: zvětšení o 10%
- E: zvětšení o 15%
- F: zvětšení o 20%

RD Ptice – koncept – letní přehřívání



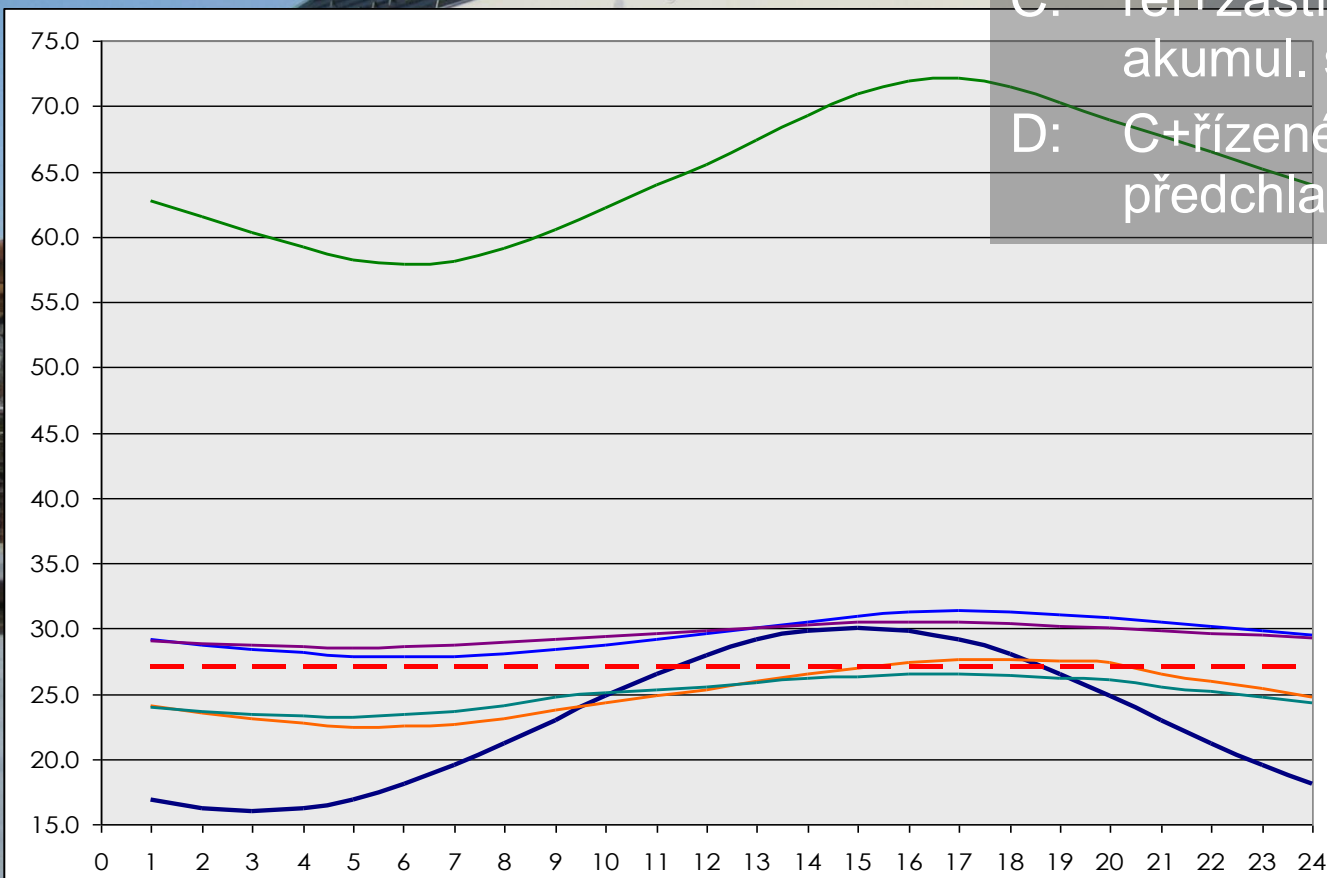
ref: bez stínění, lehká dřevostavba, **72,1°C**

A: ref+zastínění, **31,3°C**

B: A+řízené větrání s nočním předchlazením, **31,3°C**

C: ref+zastínění + betonový strop a akumul. stěny z NH, **30,5°C**

D: C+řízené větrání s nočním předchlazením, **26,4°C**

















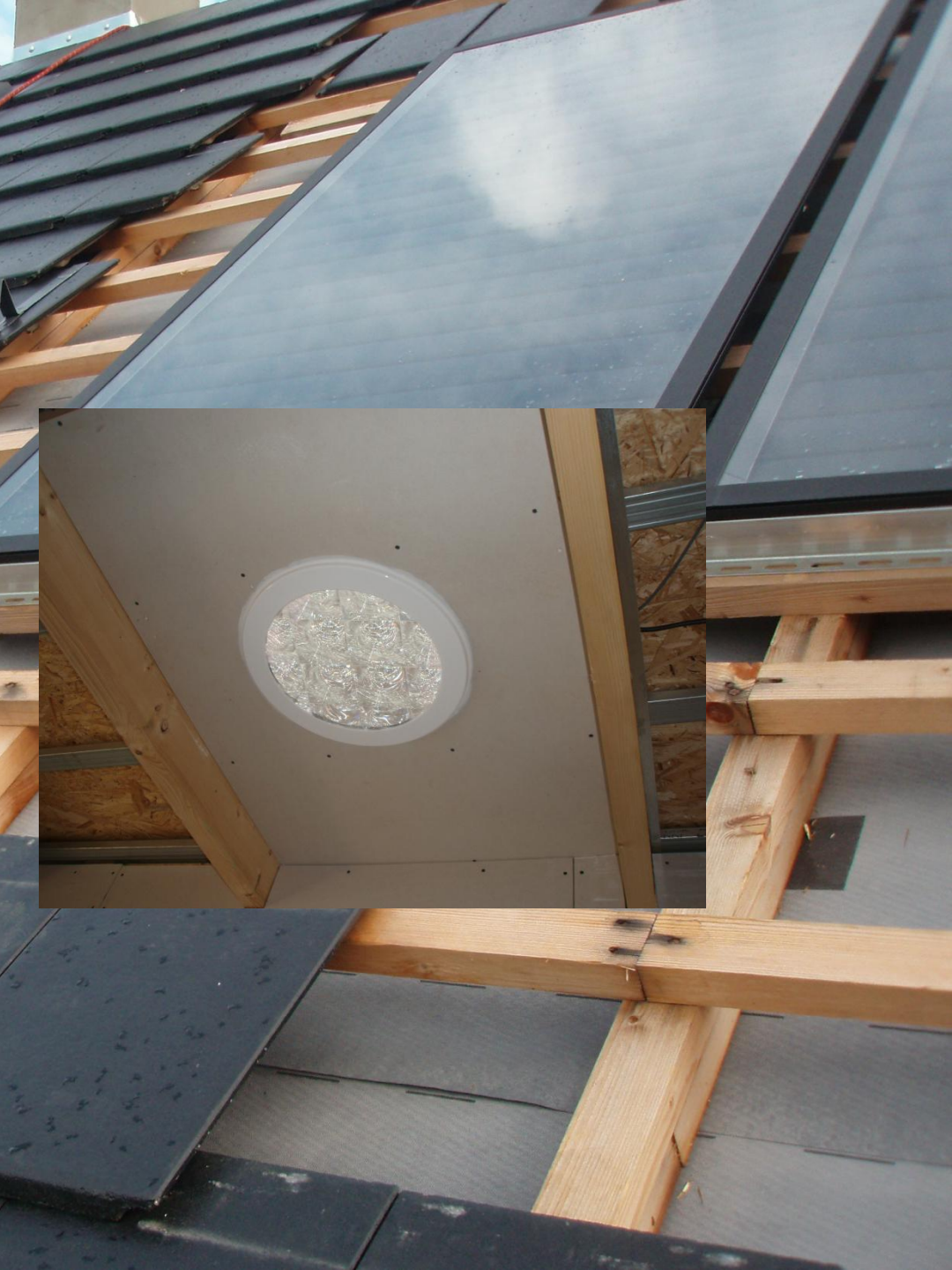


Blower Door Test:
Ing. Jiří Novák, Ph.D.,
FSv ČVUT

n_{50} před = 0,88 h⁻¹

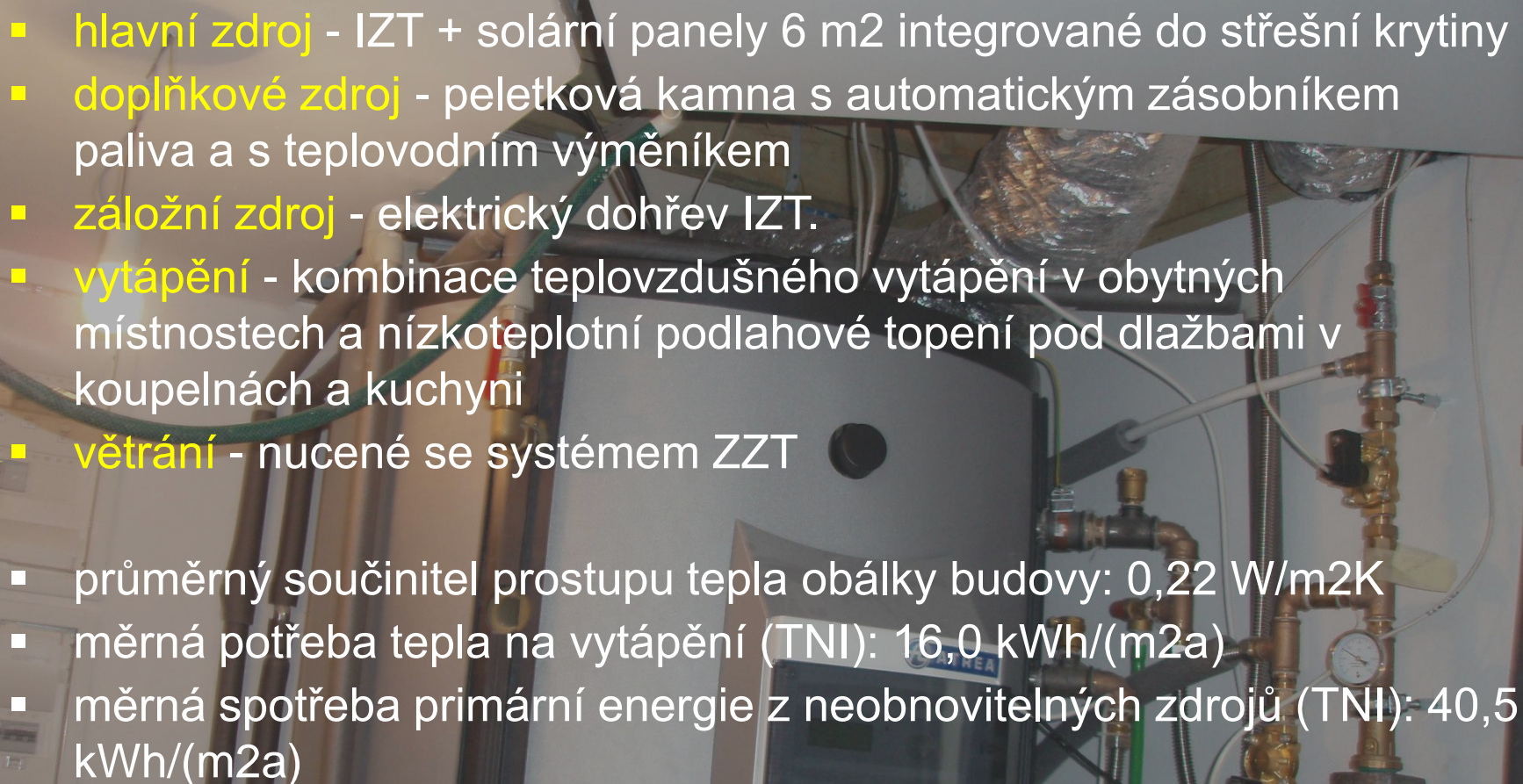
n_{50} po = 0,38 h⁻¹









- 
- **hlavní zdroj** - IZT + solární panely 6 m² integrované do střešní krytiny
 - **doplňkové zdroj** - peletková kamna s automatickým zásobníkem paliva a s teplovodním výměníkem
 - **záložní zdroj** - elektrický dohřev IZT.
 - **vytápění** - kombinace teplovzdušného vytápění v obytných místnostech a nízkoteplotní podlahové topení pod dlažbami v koupelnách a kuchyni
 - **větrání** - nucené se systémem ZZT
- průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy: 0,22 W/m²K
 - měrná potřeba tepla na vytápění (TNI): 16,0 kWh/(m²a)
 - měrná spotřeba primární energie z neobnovitelných zdrojů (TNI): 40,5 kWh/(m²a)

Projekt byl zařazen do programu Zelená úsporám a byla mu přiznána kombinace dotací typu B – Nová výstavba v pasivním energetickém standardu a typu C – Využití obnovitelných zdrojů energie pro vytápění a přípravu teplé vody.



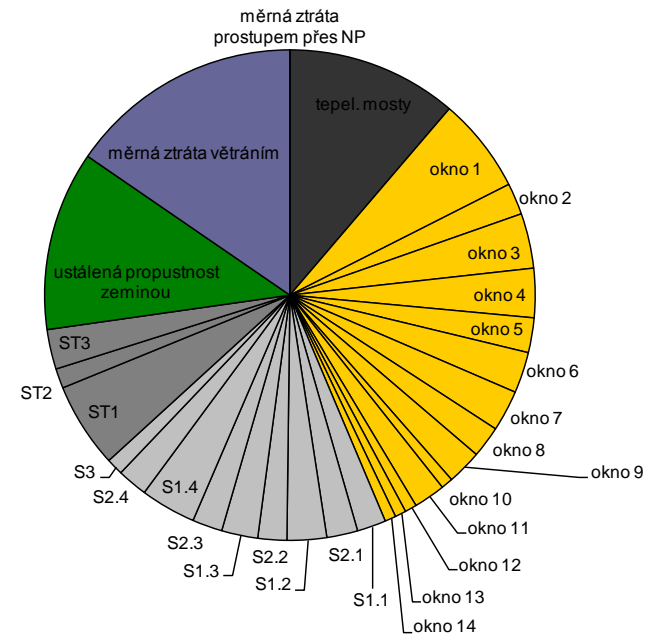
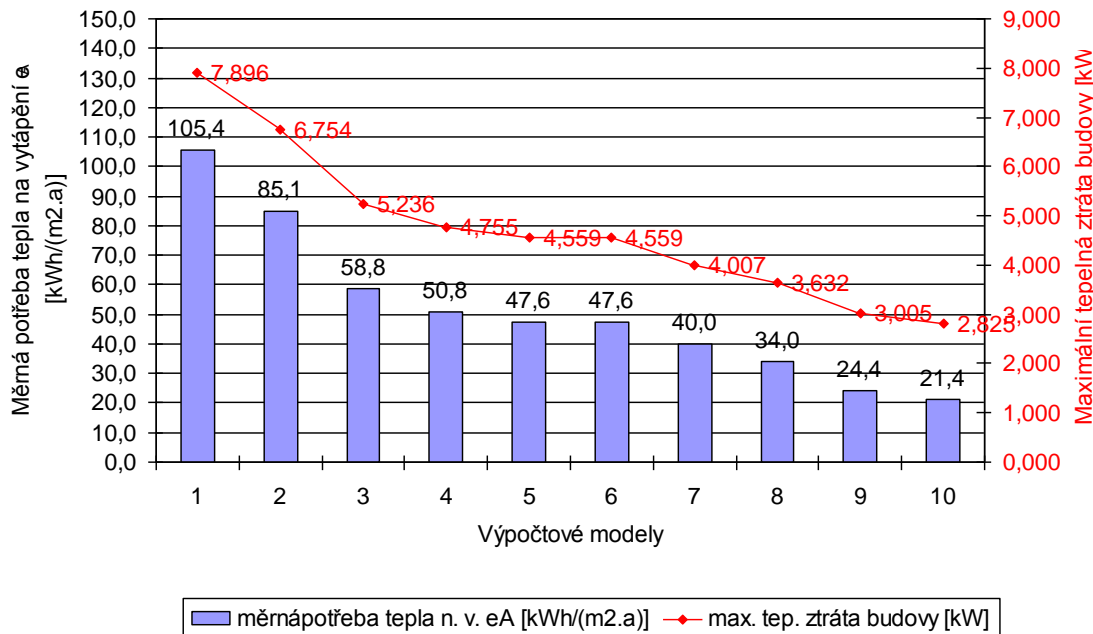
RD PLZEŇ, VÝSLUNÍ, 2008

téměř pasivní RD realizovaný svépomocí z
použitých plných pálených cihel





RD Výsluní – energetický koncept





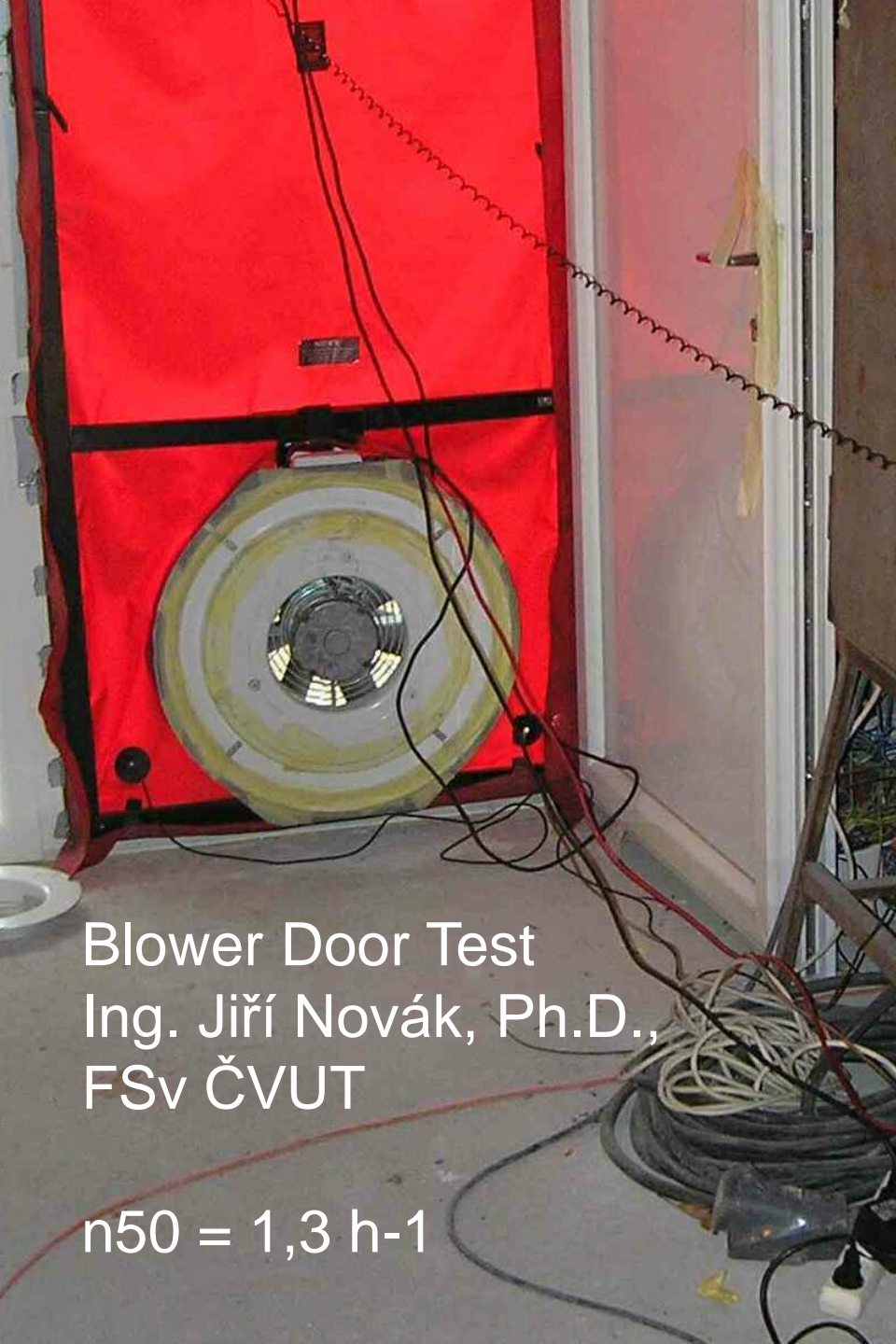












Blower Door Test
Ing. Jiří Novák, Ph.D.,
FSv ČVUT

$n_{50} = 1,3 \text{ h}^{-1}$





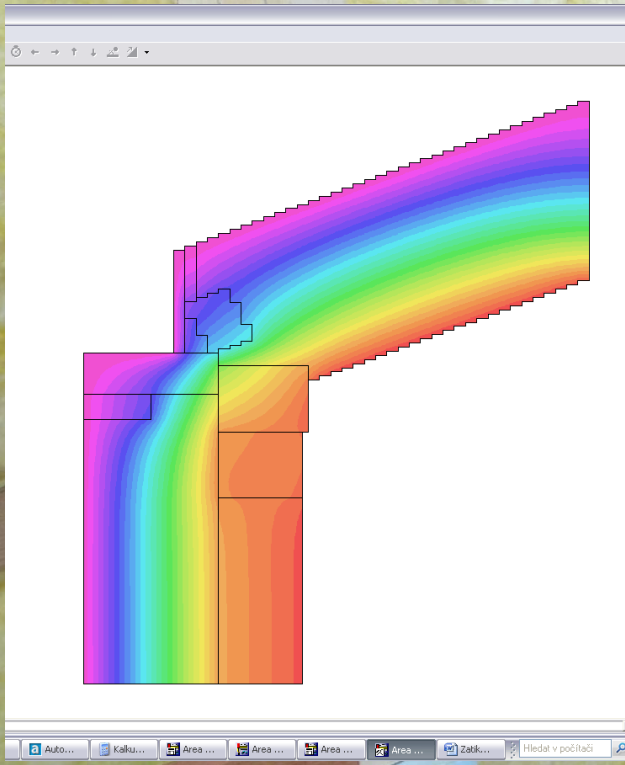
styrotrade
www.styrotrade.cz
Český výrobce
pěnového polystyrenu
styrotrade
www.styrotrade.cz
Český výrobce
pěnového polystyrenu
styrotrade
www.styrotrade.cz

styrotrade
www.styrotrade.cz
Český výrobce
pěnového polystyrenu
styrotrade
www.styrotrade.cz

Český výrobce
pěnového polystyrenu
styrotrade
www.styrotrade.cz



Sch
CE
EN 12





| Sledovaná kategorie | jednotky | PŘED | PO | profit |
|--|------------|-------|------|-------------|
| Nově zastavěné území | m2 | 80,4 | 0 | 100% |
| Provozní kvalita - vyhovující dispozice | | | | |
| vyhovující dispozice | - | ne | ano | 100% |
| kvalitní vnitřní mikroklima (větrání, stínění) | - | ne | ano | 100% |
| Užitná pocha | m2 | 58,6 | 68 | 16% |
| Měrná potřeba tepla na vytápení | kWh/(m2.a) | 178,4 | 19,6 | 89% |
| Využití recyklovaného materiálu | m3 | 86,9 | 21,4 | 25% |

DĚKUJI ZA POZORNOST

Jan Růžička,
atelier KUBUS, ruzicka@kubus.cz
Fakulta stavební ČVUT v Praze, jan.ruzicka@fsv.cvut.cz

Aqua-therm, 20.11.2012, Praha



architektonická dílna
atelier KUBUS

člen Centra pasivního domu



| | | | |
|------------------------------------|--|--------------|---------------------|
| Materiál, práce, subdodávky | | | 2 269 883 Kč |
| | Demolice | | 27 320 Kč |
| | Hrubá stavba | | 284 263 Kč |
| | Svislé kce (1.PP, 1.NP, 2.NP) + stropy | | 109 564 Kč |
| | Kompletační konstrukce | | 862 793 Kč |
| | Vybavení | | 203 425 Kč |
| | ZTI | | 829 515 Kč |
| | Venkovní úpravy | | 62 567 Kč |
| Vlastní práce | | | 1 970 000 Kč |
| | | hodiny | Kč/hod |
| | Realizace svépomocí | 5500 | 350 |
| Realizace celkem | | | 4 239 883 Kč |
| | užitná plocha | m2 | 143,30 |
| | cena za 1 m2 | Kč/m2 | 29 587 |

