ČVUT v Praze
Fakulta stavební
Katedra technických zařízení budov

Nové aspekty spolupráce architekta a specialisty TZB při navrhování budov s téměř nulovou spotřebou energie

prof. Ing. Karel Kabele, CSc. a kol.

Obsah prezentace

- **Vybrané novinky v legislativě**
- **Navrhování NZEB – spolupráce architekta a specialisty TZB**
- **Platí osvědčené principy? Otázky typické pro nové budovy s nízkou spotřebou energie.**

FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

Vybrané novinky v legislativě

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV 2018

(C) Katedra TZB FSv ČVUT v Praze

Zákony, vyhlášky, směrnice

Směrnice 2002/91/EC o energetické náročnosti budov (EPBD)
Směrnice 2010/31/EC (10.5.2010)

Připravuje se revize

Zákon 406/2000 Sb., o hospodaření energií

Zákon č. 318/2012 Sb.

(se změnami 310/2013 Sb., 103/2015 Sb., 131/2015 Sb.)

Připravuje se revize

Prováděcí vyhlášky xxx/2012(2013) Sb.

Směrnice 2012/27/EU o energetické účinnosti

Prováděcí vyhlášky k Zákonu 406/2000 Sb., o hospodaření energií ve znění č. 131/2015 Sb

- Vyhláška o energetické náročnosti budov 78/2013 Sb. (230/2015 Sb. platí od 1.12.2015)
- Vyhláška o kontrole kotlů a rozvodů tepelné energie 194/2013 Sb.(1.8.2013)
- Vyhláška o kontrole klimatizačních systémů 193/2013 S[illegible] 2013)
- Vyhláška o energetickém auditu a posudku 480/[illegible] b. (1.1.2013)
- Vyhláška o energetických specialistech č.11[illegible]013 Sb. (1.6.2013)
- Vyhláška o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie 441/2012 Sb. (1.1.2013)

Připravuje se revize

- **TNI 73 0331 Energetická náročnost budov – typické hodnoty pro**

Probíhá převod na ČSN

Směrnice EU

- **2010/31/EU o energetické náročnosti budov – je návrh změny, probíhá diskuse**
  - Orientace na stávající budovy
  - Náhrada inspekcí kotlů a vzduchotechnických zařízení monitoringem
  - Povinná infrastruktura pro elektromobilitu nad 10 parkovacích míst
  - zavedení „ukazatele inteligence“, který hodnotí připravenost budovy přizpůsobit svůj provoz potřebám uživatelů a sítě a zlepšit svoji energetickou náročnost
  - Definice TZB: „technickým systémem budovy“ je technické zařízení budovy nebo její ucelené části určené k vytápění prostor, chlazení prostor, větrání, ohřevu vody v domácnostech, vestavěnému osvětlení, automatizaci a řízení budov, výrobě elektrické energie na místě, **zajišťující v místě infrastrukturu pro elektromobilitu** nebo kombinace těchto systémů, včetně systémů, které využívají energii z obnovitelných zdrojů;“

http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52016PC0765

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)

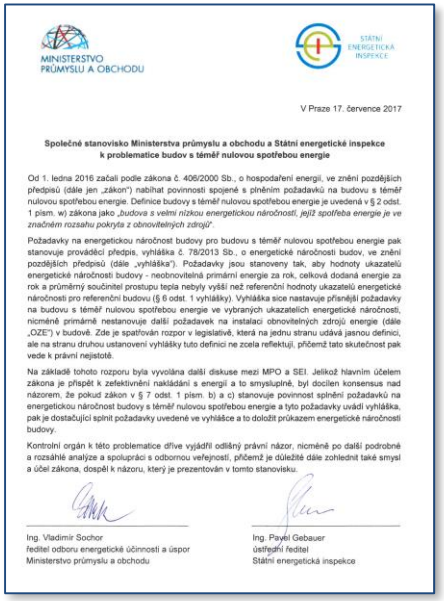
*...budovou s téměř nulovou spotřebou energie je budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž **spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů....***

- 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*

Co je to budova s téměř nulovou spotřebou energie?

Musí být v nZEB obnovitelné zdroje, i když průkaz vyjde bez nich???

Společné stanovisko MPO a SEI z 17.7.2017



MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU

STÁTNÍ ENERGETICKÁ INSPEKCE

V Praze 17. července 2017

Společné stanovisko Ministerstva průmyslu a obchodu a Státní energetické inspekce k problematice budov s téměř nulovou spotřebou energie

Od 1. ledna 2016 začali podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon") nabíhat povinnosti spojené s plněním požadavků na budovu s téměř nulovou spotřebou energie. Definice budovy s téměř nulovou spotřebou energie je uvedená v § 2 odst. 1 písm. w) zákona jako *„budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů"*.

Požadavky na energetickou náročnost budovy pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie pak stanovuje prováděcí předpis, vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov, ve znění pozdějších předpisů (dále „vyhláška"). Požadavky jsou stanoveny tak, aby hodnoty ukazatelů energetické náročnosti budovy - neobnovitelná primární energie za rok, celková dodaná energie za rok a průměrný součinitel prostupu tepla nebyly vyšší než referenční hodnoty ukazatelů energetické náročnosti pro referenční budovu (§ 6 odst. 1 vyhlášky). Vyhláška sice nastavuje přísnější požadavky na budovu s téměř nulovou spotřebou energie ve vybraných ukazatelích energetické náročnosti, nicméně primárně nestanovuje další požadavek na instalaci obnovitelných zdrojů energie (dále „OZE") v budově. Zde je spatřován rozpor v legislativě, která na jednu stranu udává jasnou definici, ale na stranu druhou ustanovení vyhlášky tuto definici ne zcela reflektují, přičemž tato skutečnost pak vede k právní nejistotě.

Na základě tohoto rozporu byla vyvolána další diskuse mezi MPO a SEI. Jelikož hlavním účelem zákona je přispět k zefektivnění nakládání s energií a to smysluplně, byl docílen konsensus nad názorem, že pokud zákon v § 7 odst. 1 písm. b) a c) stanovuje povinnost splnění požadavků na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie a tyto požadavky uvádí vyhláška, pak je dostačující splnit požadavky uvedené ve vyhlášce a to doložit průkazem energetické náročnosti budovy.

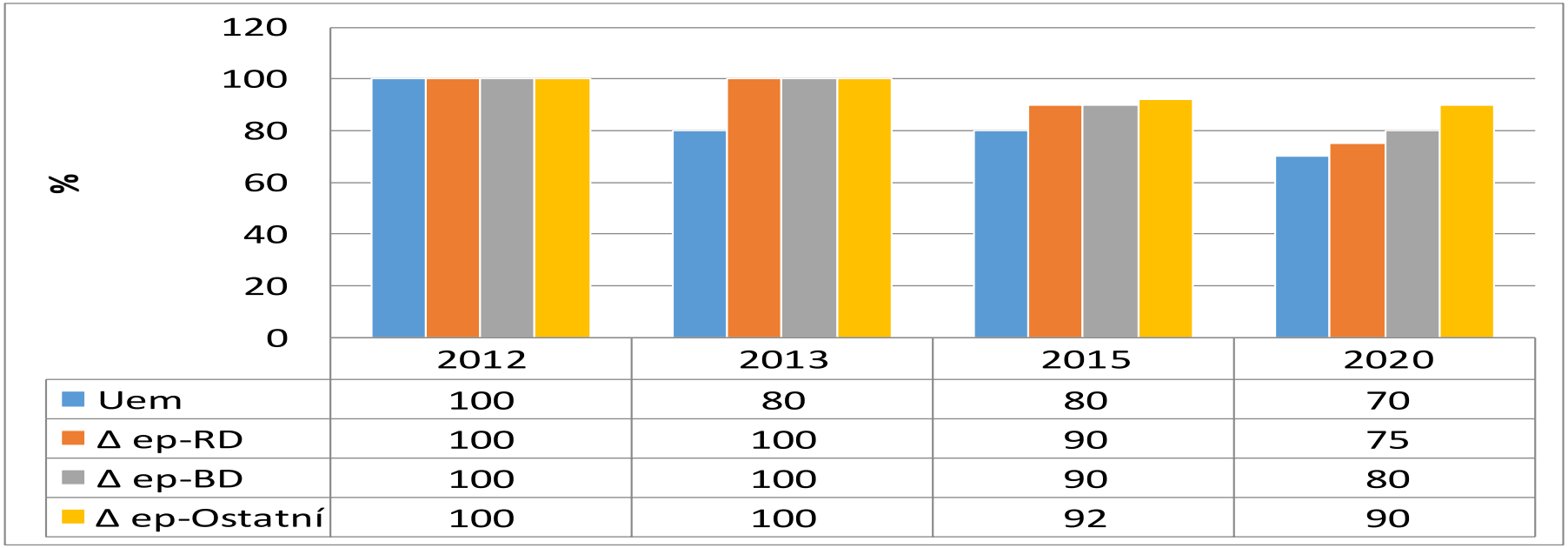
Kontrolní orgán k této problematice dříve vyjádřil odlišný právní názor, nicméně po další podrobné a rozsáhlé analýze a spolupráci s odbornou veřejností, přičemž je důležité dále zohlednit také smysl a účel zákona, dospěl k názoru, který je prezentován v tomto stanovisku.

Ing. Vladimír Sochor
ředitel odboru energetické účinnosti a úspor
Ministerstvo průmyslu a obchodu

Ing. Pavel Gebauer
ústřední ředitel
Státní energetická inspekce

Na základě tohoto rozporu byla vyvolána další diskuse mezi MPO a SEI. Jelikož hlavním účelem zákona je přispět k zefektivnění nakládání s energií a to smysluplně, byl docílen konsensus nad názorem, že pokud zákon v § 7 odst. 1 písm. b) a c) stanovuje povinnost splnění požadavků na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie a tyto požadavky uvádí vyhláška, pak je dostačující splnit požadavky uvedené ve vyhlášce a to doložit průkazem energetické náročnosti budovy.

Cesta k budově s téměř nulovou spotřebou energie - ČR



	>1500 m²	> 350 m²	< 350 m²
Budovy, jejímž vlastníkem a uživatelem budeorgán 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

FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

Vybrané novinky v legislativě

STAVEBNÍ ZÁKON

Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

Poslední změna 225/2017 Sb.

Účinná od 1. ledna 2018

Cílem změny má být zjednodušení procesu. Navrhované změny napravují zejména kritizovaný stav zdlouhavého a složitého povolování stavebního záměru.

Stavební zákon 183/2006 Sb.

- Zjednodušení změn územně plánovací dokumentace (pokud nejsou variantní řešení)
- Zkrácení lhůty pro napadení územního plánu (ze 3 na 1 rok)
- Prodloužení lhůty pro pořízení nových územních plánů (do r. 2022)
- **Stavební řízení** - zjednodušené postupy
  - územní souhlas a ohlášení je nyní na stavby pro bydlení a pro rodinnou rekreaci bez ohledu na jejich výměru (bylo do 150 m^2) – významné pro drobné stavebníky realizující stavby svépomocí

Doplňkové stavby (skleníky, bazény, ploty)– nevyžadují ohlášení při splnění zákonem stanovených podmínek

Stavební zákon 183/2006 Sb.

- Možnost sloučení jednotlivých procesů územního a stavebního řízení do jednoho
- Soulad s územním plánem posuzuje úřad územního plánování (dříve stavební úřad)
- Závazná stanoviska dotčených orgánů (závažná změna) - je zavedena speciální úprava přezkumu závazných stanovisek – nezákonné stanovisko bude možné zrušit nebo změnit pouze v rámci odvolacího řízení proti výslednému rozhodnutí (dříve i přezkumné řízení) Tzn. pokud bude nesouhlasné stanovisko dotčeného orgánu s nezákonnými podmínkami, musí nejprve dojít k procesu zamítnutí stavebním úřadem a následně je možné se odvolat.

Celkově jde zřejmě o komplikovanější proces nápravy.

Stavební zákon 183/2006 Sb.

- **Užívání staveb** - zrušena povinnost oznámení stavebnímu úřadu pokud není třeba kolaudace.

Drobný stavebník tak může např. RD užívat okamžitě po realizaci stavby.

- Pokud je třeba kolaudace, zavádí se kolaudační souhlas (nevede se samostatné řízení) a kolaudační rozhodnutí (správní řízení). Stanovuje stavební úřad.

- Omezení účasti spolků v neveřejném řízení. Podmínky účasti jsou ve zvláštních zákonech.

Vybrané novinky v legislativě

ČSN 06 0310 TEPELNÉ SOUSTAVY V BUDOVÁCH – PROJEKTOVÁNÍ A MONTÁŽ.

ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž.

Z2 ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž.

Účinná od 1. října 2017

Touto změnou se nahrazuje změna ČSN 06 0310/Z1 ze září 2015.

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA
ICS 91.140.10 Září 2017

Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž	**ČSN 06 0310 ZMĚNA Z2**

Diskuse nad vztahem ČSN EN 12828 a ČSN 060310

EN pouze pro teplovodní soustavy, ČSN pro soustavy používající vodu, vodní roztoky nebo vodní páru.

ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách. Projektování a montáž.

Mění se celý text odstavce 6.6 Zařízení regulace a měření,

kde se uvádí mimo jiné…:

6.6.6 Ke kotlům spalujícím plynná paliva v provedení B o celkovém příkonu do 50 kW musí být přiřazena zařízení, která signalizují poruchu a odstaví kotle z provozu při:

a) výskytu CO v prostoru nad přípustnou koncentraci;

b) překročení nejvyšší dovolené teploty teplonosné a ohřívané látky;

c) podkročení nejnižší přípustné hladiny vody v kotli umístěném v horní části soustavy.

- ***Po odstavení kotlů z provozu se opětovné uvedení do provozu provede až vědomým zásahem obsluhy.***
- ***Signál o poruchových stavech může být společný a musí být okamžitě předáván obsluze nebo dozoru.***

Umístění detektorů CO u spotřebičů v provedení B do 50 kW je požadováno zejména s ohledem na počet otrav v ČR

ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách. Projektování a montáž. Z2

U zdrojů tepla *na pevná paliva o výkonu 10 kW až 50 kW,* ve kterých je zabudován a provozován teplovodní výměník tepla napojený na teplovodní tepelnou soustavu,

- **se instaluje snímač koncentrace CO do prostoru, kde je osazen zdroj tepla.**
- **Se přiřadí zařízení, která signalizují poruchu a odstaví kotle z provozu při překročení nejvyšší dovolené teploty teplonosné a ohřívané látky**

- *Kotle na uhlí, peletky, dřevo ale i větší krbové vložky. Otázkou zůstává technické řešení odstavení takového zdroje z provozu…*

https://www.mountfield.cz

Vybrané novinky v legislativě

EKODESIGN – LOKÁLNÍ TOPIDLA MIMO TUHÝCH PALIV

Ekodesign NK 2015/1188
Lokální topidla mimo tuhých paliv
Účinné od 1. 1. 2018

Zdroj: www.feelhome.cz

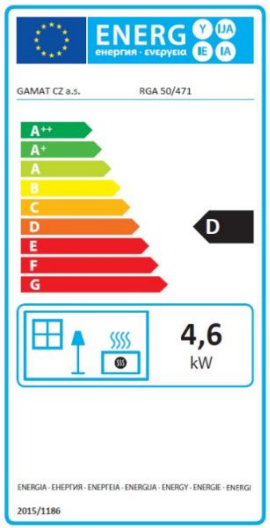
Týká se např.:

- světlých a tmavých zářičů,
- elektrických akumulačních nebo podlahových topidel,
- topidel na kapalná a plynná paliva s uzavřenou spalovací komorou (domácnosti do 50 kW, komerční do 120 kW).

Uvedeny požadavky na

- minimální sezónní energetickou účinnost dle typu topidla (min 35%)
- emise u kapalných a plynných paliv max. 130 (200) mg/kWh$_{input}$
- informace o výrobku

Energetický štítek lokálních topidel



http://www.karma-as.cz

Sezónní energetická účinnost vytápění

$$\eta_a = \frac{Q_{N,a}}{Q_{D,a}}$$

η_a **sezónní energetická účinnost** [-]

$Q_{N,a}$ **potřeba tepla pro vytápění v určeném otopném období, zajišťovaném ohřívačem** [kWh]

$Q_{D,a}$ **roční spotřeba energie potřebné k uspokojení této potřeby** [kWh]

EUčeština: Ohřívač = zdroj tepla + plášť = např. kotel s hořákem, tepelné čerpadlo..

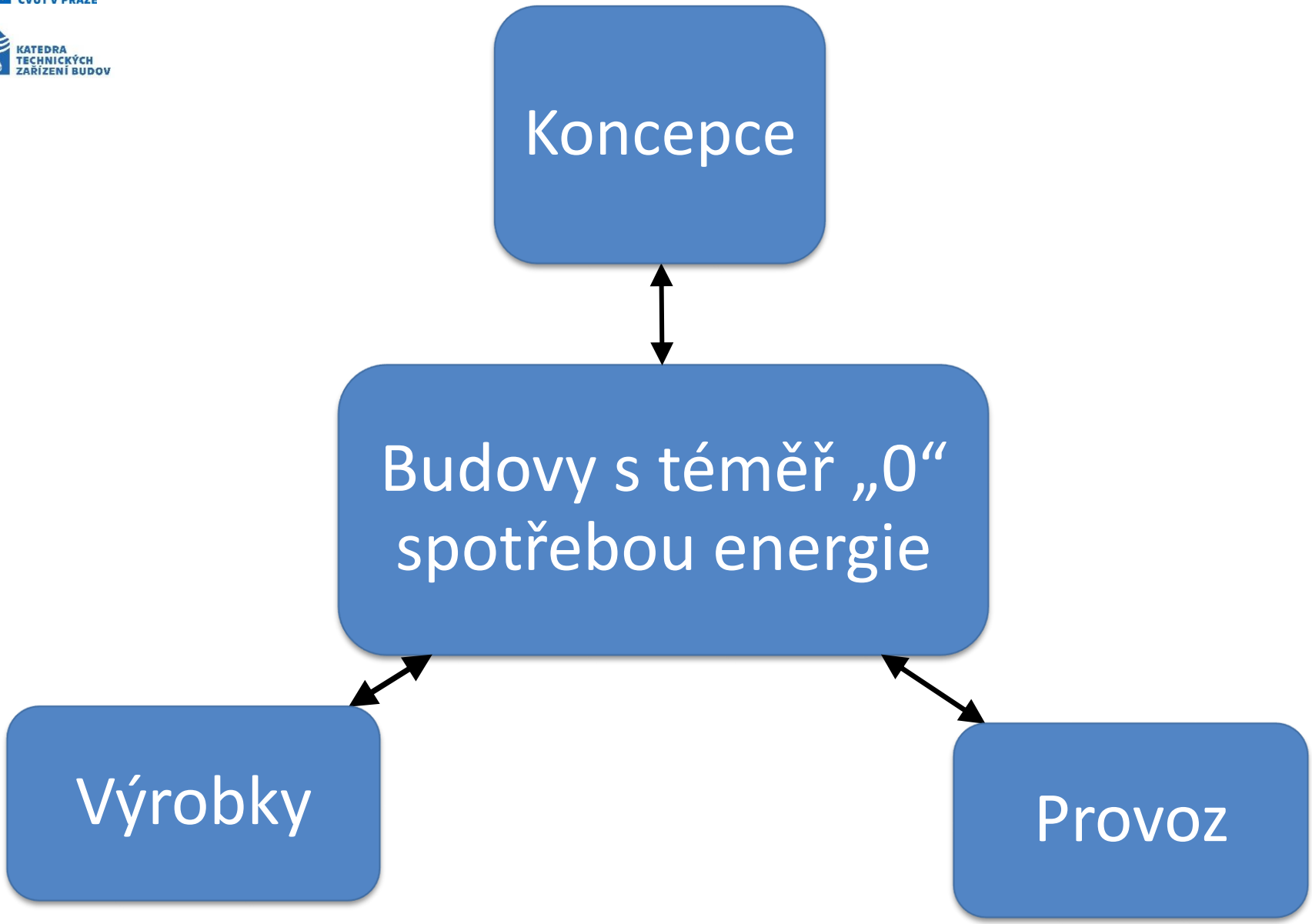
NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 813/2013 ze dne 2. srpna 2013,kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřívačů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohřívačů

FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

Spolupráce architekta se specialistou TZB

KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ TZB V NZEB


Koncepce
Budovy s téměř „0“ spotřebou energie
Výrobky
Provoz

Navrhování nZEB – integrované navrhování

Návrh architektonicko-stavebního řešení

KONCEPT ENERGETICKÝCH SYSTÉMŮ BUDOVY

zásobování **teplem**

zásobování **elektrickou energií**

(zásobování **chladem**)

Kontrola splnění požadavků na ENB

Optimalizace návrhu – obálka a TZB

Koncept zásobování teplem

Energonositel

Paliva
- Uhlí
- Zemní plyn
- Bioplyn
- Biomasa
- Topný olej

Energie prostředí
- Solární energie
- Geotermální energie
- Energie vody, země, vzduchu

Elektřina ze sítě

Zdroj tepla

- Kotle
- Kogenerační jednotky
- Fototermické kolektory
- Tepelná čerpadla
- Topidla

Přenos tepla

- Teplovodní otopná soustava
- Horkovodní otopná soustava
- Parní otopná soustava
- Vzduch
- Přímo zdrojem

Spotřebiče tepla

Vytápění místností
- Otopná tělesa
- Otopné plochy
- Vzduch

Příprava teplé vody
- Průtočná
- Zásobníková
- Kombinovaná

Potřeby VZT
- Ohřev
- Úprava vlhkosti

Technologická zařízení budov

Koncept zásobování teplem

Energonositel

Paliva
- Uhlí
- **Zemní plyn**
- Bioplyn
- Biomasa
- Topný olej

Energie prostředí
- Solární energie
- Geotermální energie
- Energie vody, země, vzduchu

Elektřina ze sítě

Zdroj tepla

Kotle

Kogenerační jednotky

Fototermické kolektory

Tepelná čerpadla

Topidla

Přenos tepla

Teplovodní otopná soustava

Horkovodní otopná soustava

Parní otopná soustava

Vzduch

Přímo zdrojem

Spotřebiče tepla

Vytápění místností
- Otopná tělesa
- Otopné plochy
- Vzduch

Příprava teplé vody
- Průtočná
- Zásobníková
- Kombinovaná

Potřeby VZT
- Ohřev
- Úprava vlhkosti

Technologická zařízení budov

Koncept zásobování chladem

Energonositel

Paliva
- Uhlí
- Zemní plyn
- **Bioplyn**
- **Biomasa**
- Topný olej

Energie prostředí
- **Solární energie**
- **Geotermální energie**
- **Energie vody, země, vzduchu**

Elekřina

Zdroj chladu

Kompresorové chlazení

Absorpční chlazení

Trigenerační jednotky

Peltierův článek

Přímé chlazení

Přenos chladu

Chladivová soustava

Vodní soustava

Vzduch

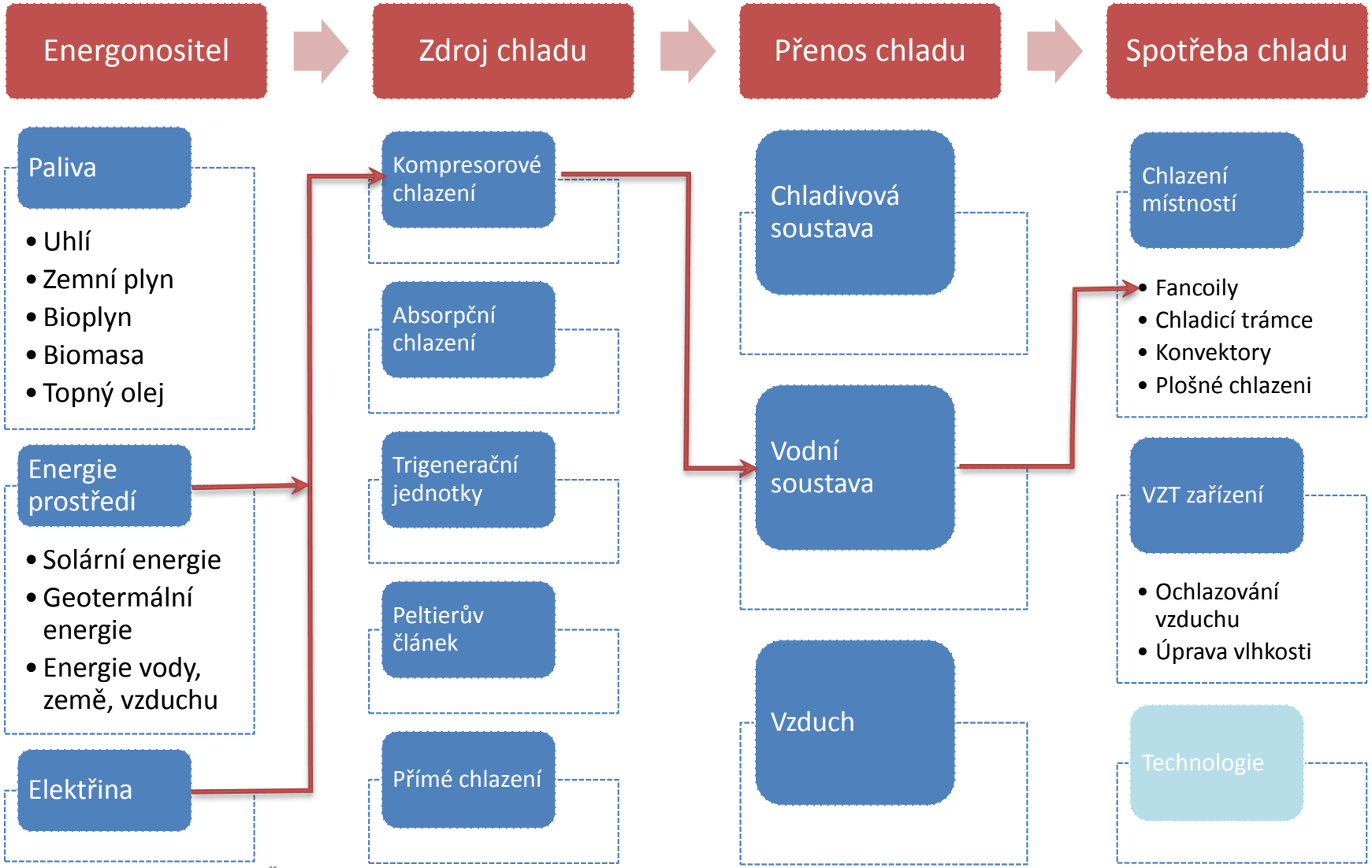
Spotřeba chladu

Chlazení místností
- Fancoily
- Chladicí trámce
- Konvektory

VZT zařízení
- Přímé chlazení
- Ochlazování vzduchu
- Úprava vlhkosti

Technologie

Koncept zásobování chladem - příklad



Koncept zásobování elekřinou

Energonositel

- Elektřina ze sítě
- Paliva
  - Uhlí
  - Zemní plyn
  - Bioplyn
  - Biomasa
  - Topný olej
- Energie prostředí
  - Solární energie
  - Geotermální energie
  - Energie vody, země, vzduchu

Zdroj elektrické energie pro budovu

- Síť
- Kogenerační jednotka
- Fotovoltaické kolektory
- Větrná elektrárna
- Vodní elektrárna

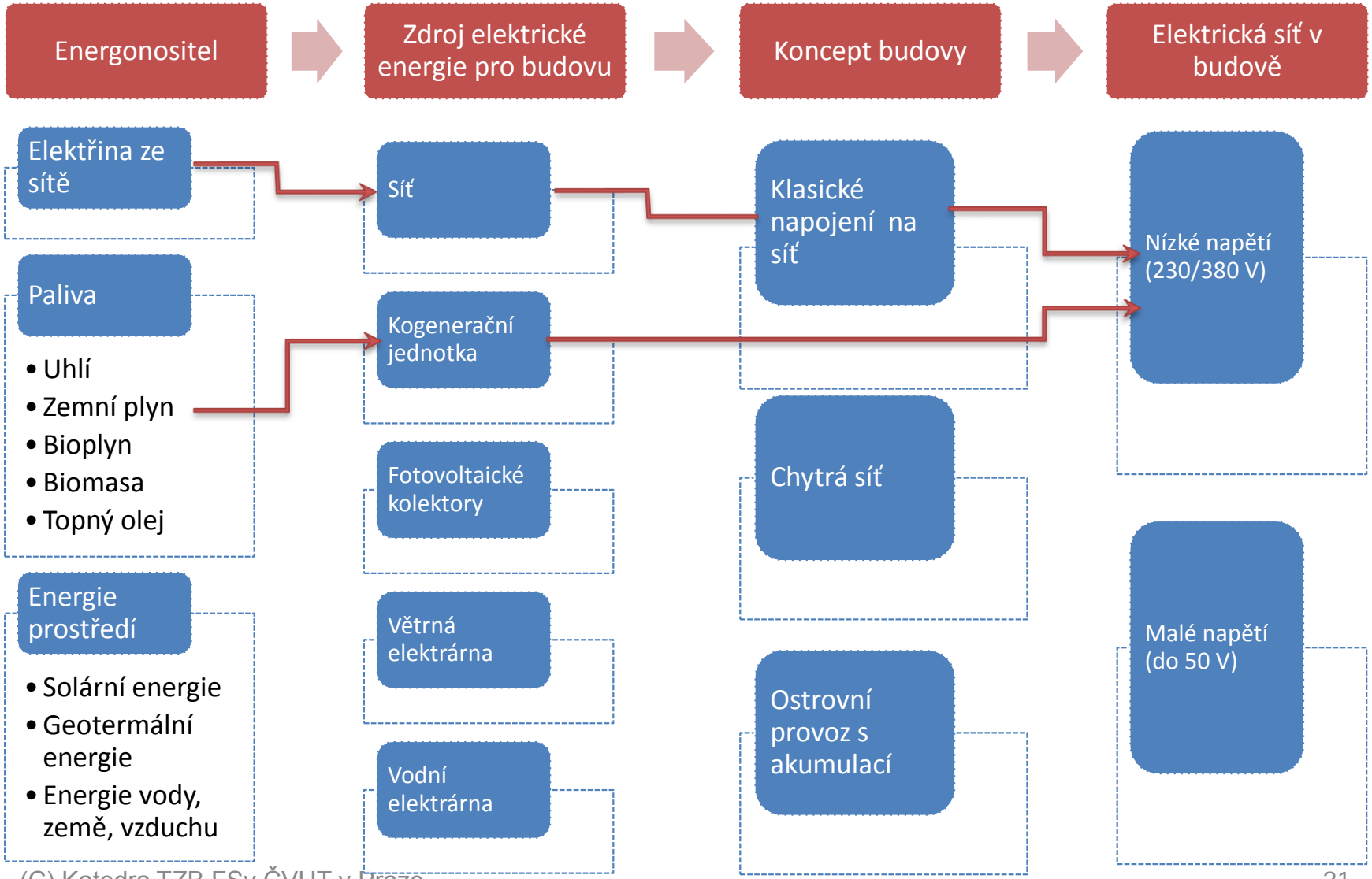
Koncept budovy

- Klasické napojení na síť
- Chytrá síť
- Ostrovní provoz s akumulací

Elektrická síť v budově

- Nízké napětí (230/380 V)
- Malé napětí (do 50 V)

Koncept zásobování elekřinou - příklad



Výpočet energetické náročnosti

- Zjednodušený zónový model budovy
- Parametrický model systémů TZB - účinnosti
- Typické užívání budovy
- Standardní klimatické podmínky

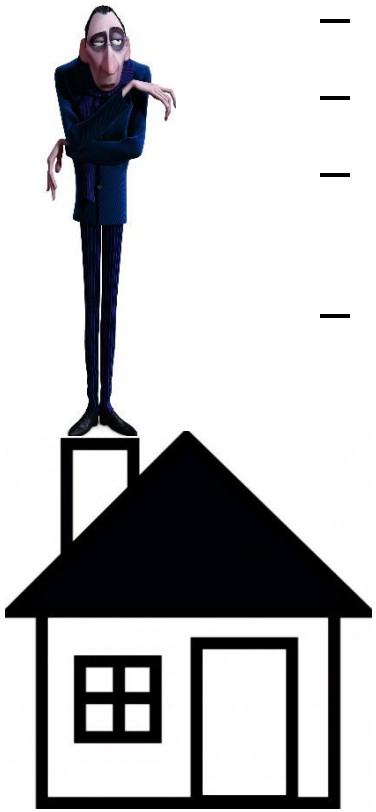
- **Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla konstrukcí**
- Výpočet potřeby energie na vytápění, větrání, přípravu TV, chlazení, úpravu vlhkosti vzduchu a osvětlení
- Výpočet dodané energie po energonositelích (plyn, elektřina , dřevo, uhlí...)
- **Výpočet neobnovitelné primární energie**

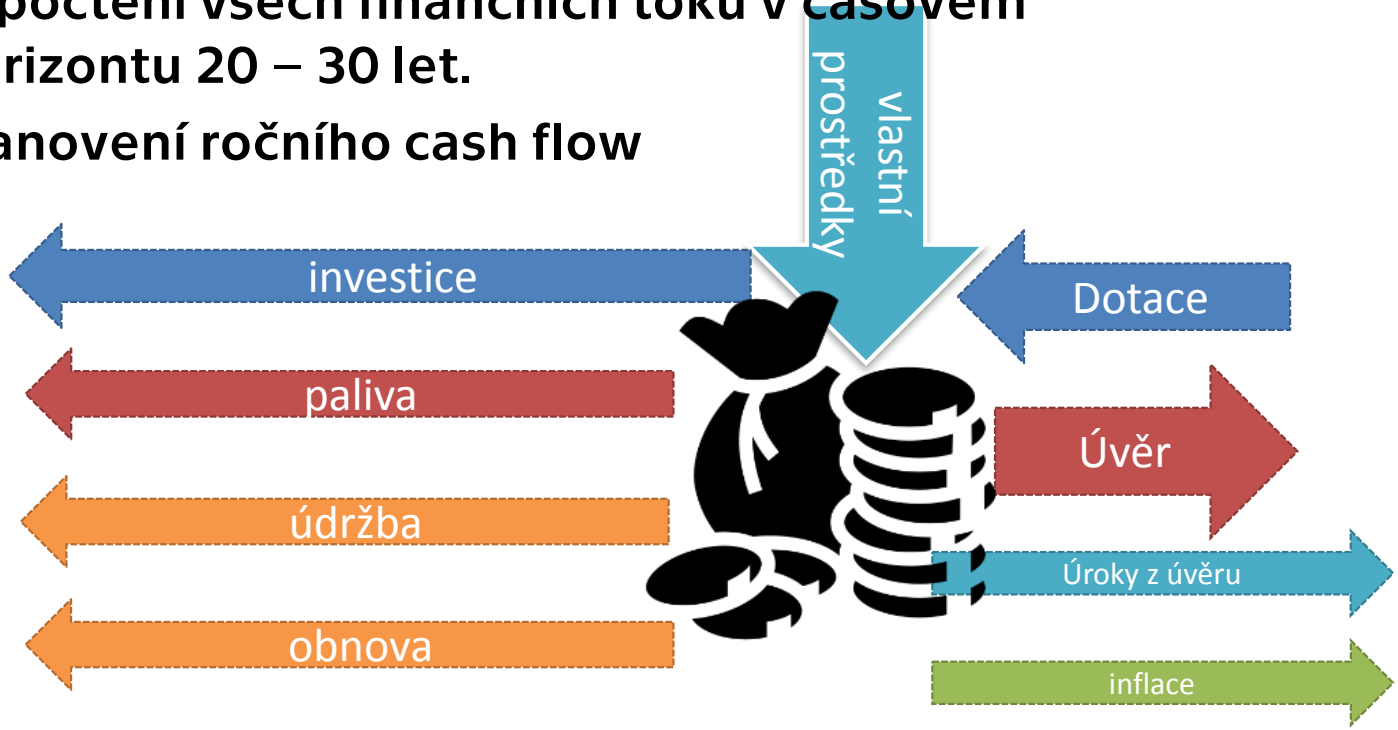
Posouzení splnění požadavků nZEB

Optimalizace návrhu

Ekonomické hodnocení

- **Hotovostní tok (cash flow) stavebníka**
  - Investiční náklady
  - Provozní náklady
  - Životnost v časovém horizontu
  - započtení všech finančních toků v časovém horizontu 20 – 30 let.
  - stanovení ročního cash flow





obr. licence Creative Cmmons

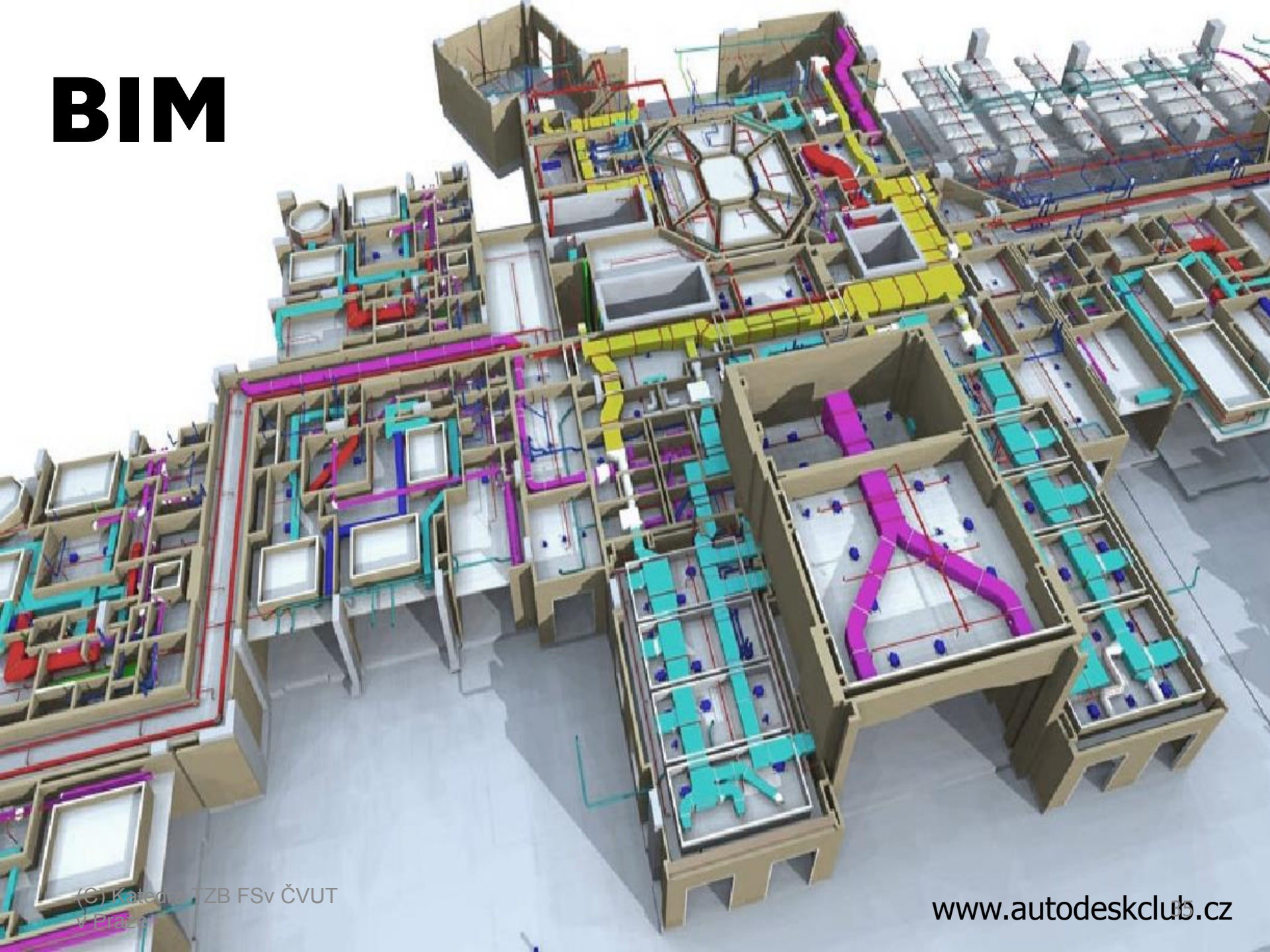
Metody ekonomického hodnocení

- **Prostá doba návratnosti (Ts)**
  - Nejjednodušší metoda, zahrnuje minimum nejistot (inflace, změna cen energií, apod.)
- **Čistá současná hodnota (NPV)**
  - hodnocena NPV celkového cash flow vč. obnovovacích nákladů
- **Metoda celkových nákladů (C_G)**
  - metoda podle ČSN EN 15459
  - obnovovací a běžné náklady podle ČSN EN 15459
    - životnost prvků, běžná údržba

Tabulka A.1 (pokračování)

Prvek	Doba technického života min. – max. (roky)	Roční náklady na preventivní údržbu včetně provozních nákladů, nákladů na opravu a servis v % vstupní investice	Náklady na likvidaci v % vstupní investice
Kotel – kondenzační	20,0	1 – 2	

BIM



www.autodeskclub.cz

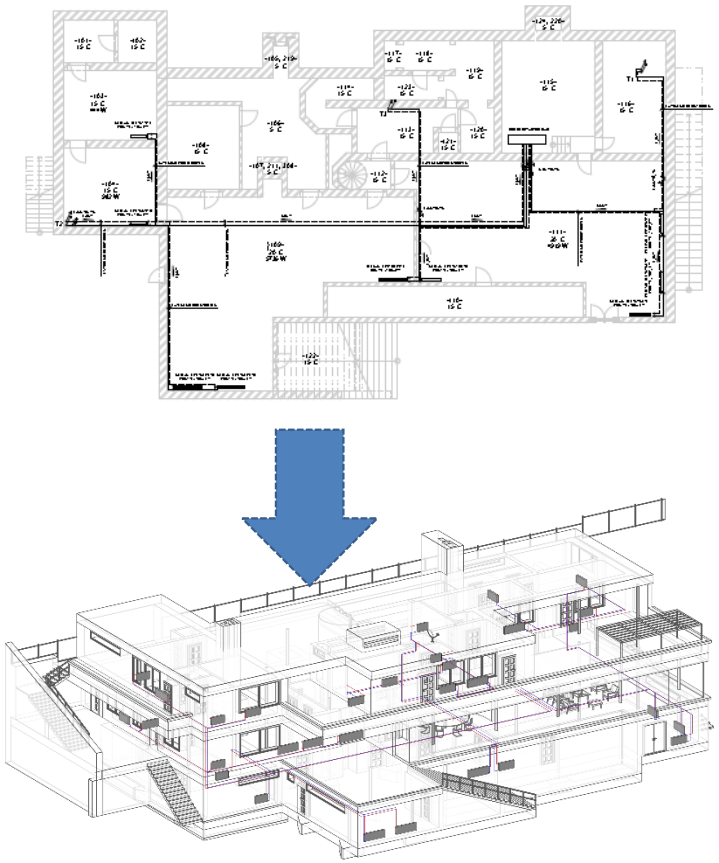
(C) Katedra TZB FSv ČVUT v Praze

Ne vždy se vše podaří jak by mělo…

www.vulcanss.com

Co je to BIM?

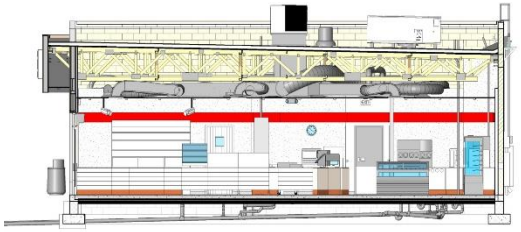
- **Building Information Modeling (BIM)**
- **Virtuální obraz budovy**
  - **Proces vytváření a správy dat o stavbě v průběhu jejího životního cyklu.**
  - **BIM používá sw umožňující trojrozměrné modelování v reálném čase s dynamickým modelováním chování budovy**
  - **BIM model se sestavuje z knihovny inteligentních prvků (rodin), obsahující potřebné údaje.**

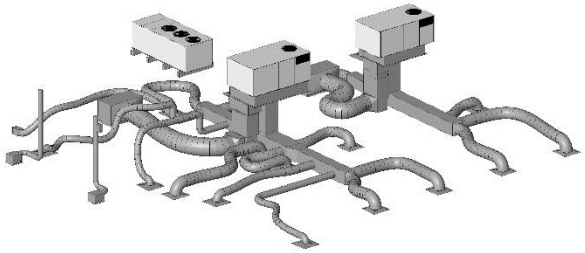


Patrick O. Fiedler

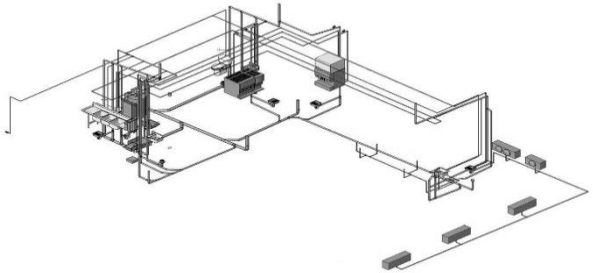
BIM Model

Grafická interpretace





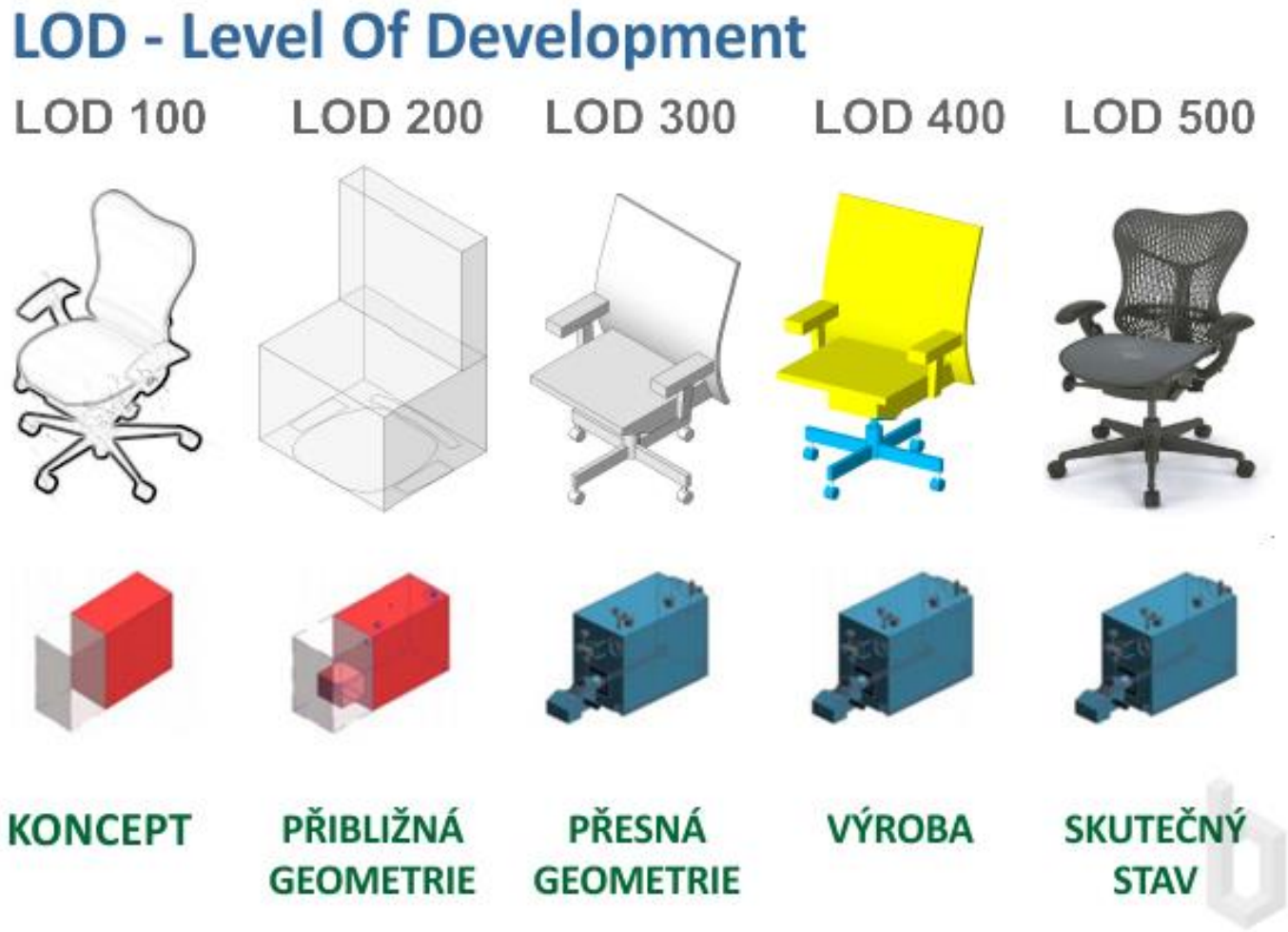
Informace o prvku



Fixture Schedule									
Mark	Type	Model	Oracle #	Count	W	V	CW	HW	Description
HS-1	EHS-1 Hand Sink	180-574	00037994	1	1-1/2"	1-1/2"	1/2"	1/2"	
WC-1	Highline 2pc Toilet, Complete Solution	947-278	-	2	4"	2"	1/2"	-	Kohler "HIGHLINE" PRESSURE LITE TOILET, MODEL NO. K-3485 FOR LEFT HAND APPLICATIONS AND K-3485-RA FOR RIGHT HAND
HS-2	In Counter Hand Sink	-	-	2	2"	1-1/2"	1/2"	1/2"	7-Eleven provided
FD-1	Josam Floor Drain	Series No. 3000-5A-50	-	3	3"	2"	-	-	Cast Iron Floor Drain
LAV-1	Kohler Lavatory	K-1723	-	2	1-1/2"	1-1/2	1/2"	1/2"	W/ 8" CENTERS W/ CHROME CORALAIS K-15265-4 W/ LEVER HANDLES
MS-1	Mop Sink	MSB-2424	-	1	3"	2"	3/4"	3/4"	COLOR WHITE WITH NO. 830AA FAUCET, NO. 832-AA HOSE AND BRACKET, NO. 1453BB FLOOR STRAINER AND NO. 899-CC MOP HANGER.
FS-1	Zurn Floor Sink	Z-1900	-	4	3"	2"	-	-	12" x 12" x 6" DEEP CAST IRON BODY AND AND SQUARE SLOTTED MEDIUM DUTY GRATE.

www.fiedlergroup.com

Úrovně BIM - LOD



http://www.bimfo.cz

Úrovně BIM

- **3-D BIM:** Vizualizace modelu. Model, který obsahuje pouze grafické informace ve 3D - používá se pro vizualizaci, detekci kolizí, animace

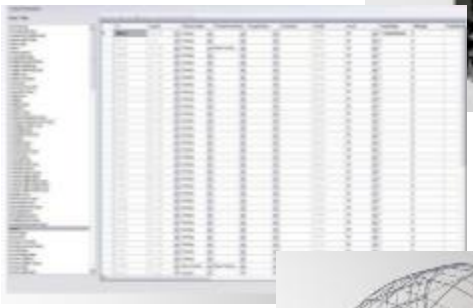
  4-D BIM: Time Model 3-D BIM s časovým plánováním, simulace fázování projektu („IKEA návod“)

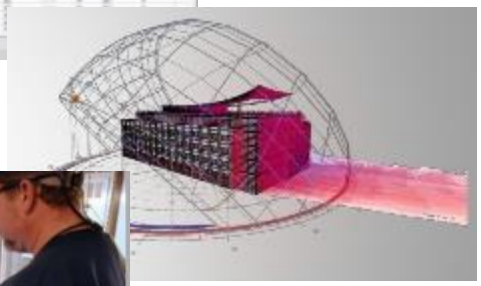
  5-D BIM: Cost Model 4-D BIM s náklady

  6-D BIM: Výpočtový Model - koncepční a podrobnou analýzu energie, statika, akustika, LCA, osvětlení, stíny, proudění vzduchu, analýza komfortu, solární radiace

  7-D BIM: Facility management - vložené návody, údržba

www.vulcanss.com





Optimalizace návrhu nZEB

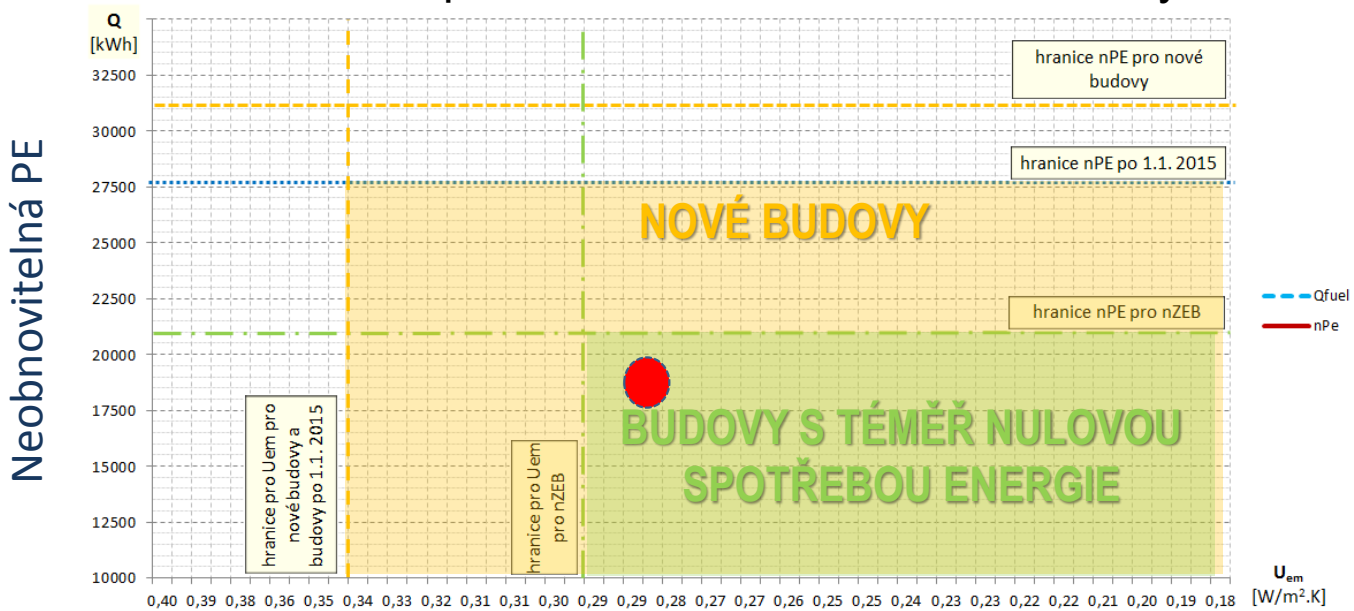
Požadavek na neobnovitelnou primární energii lze splnit vhodným poměrem

- **využití obnovitelných zdrojů**
- **parametrů stavebních prvků obálky budovy**
- **parametrů technických systémů budovy**

[Vyhláška 78/2013 Sb příloha 5]

Optimalizační úloha s více proměnnými

Příklad požadavku na referenční hodnoty



Průměrný součinitel prostupu tepla

VÝZKUM

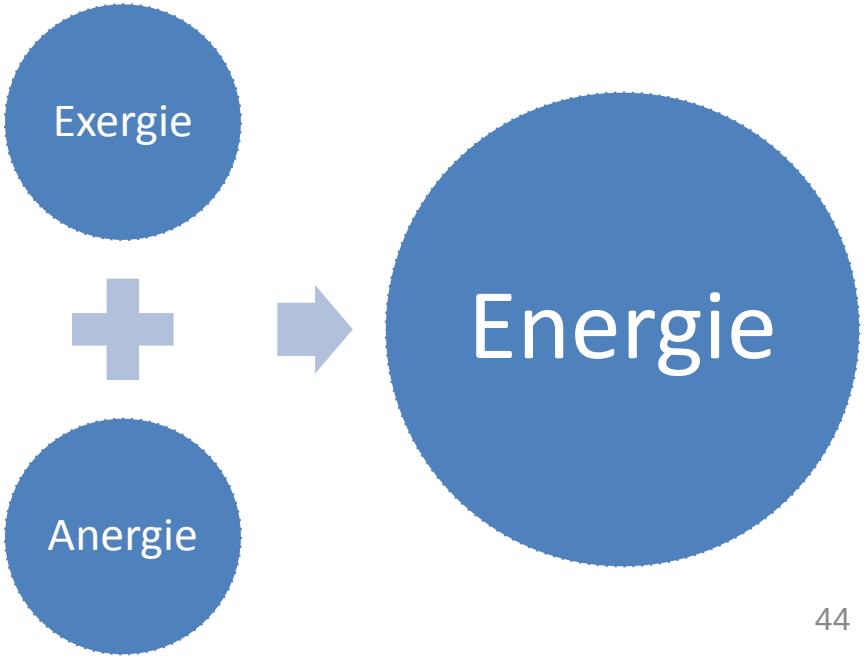
Co je to energie?

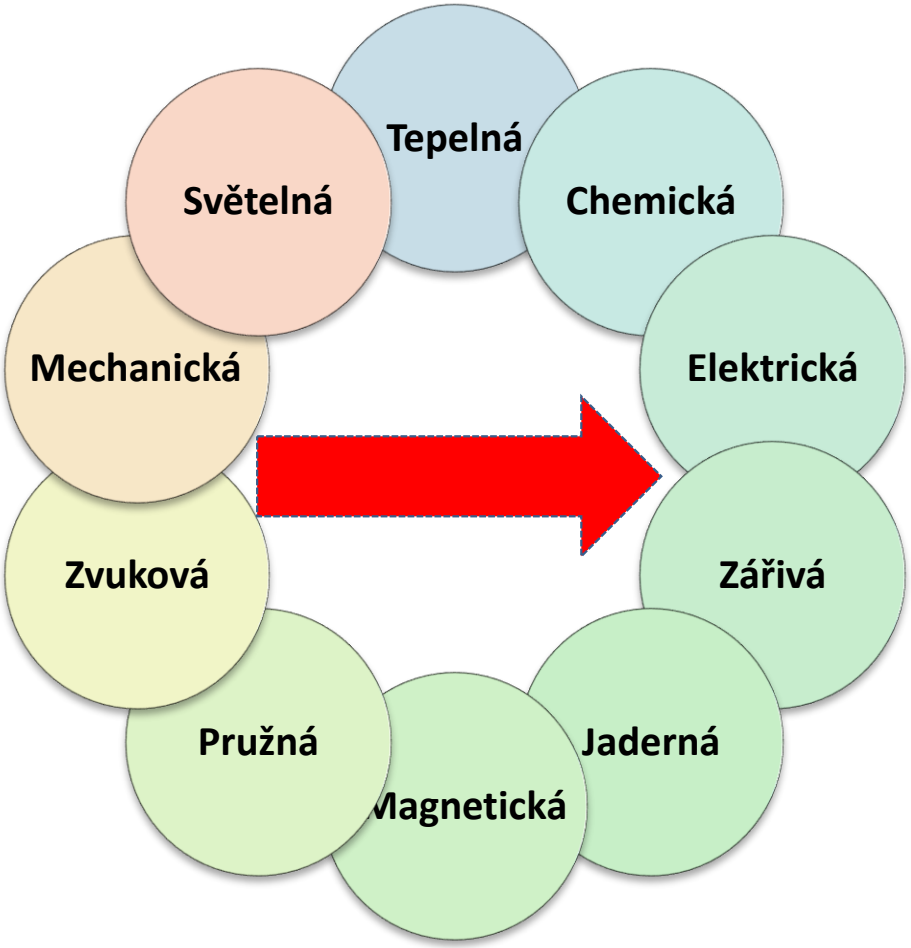
- **Schopnost hmoty (látky nebo pole) konat práci…**
- **Skalární fyzikální veličina…**
- **Celková klidová energie tělesa je dána jeho hmotností, nemůže vytvořena ani zničena…**
- **Podle zákona o zachování energie je celková energie systému konstantní, může být pouze konvertována do jiné formy…**
- **Vyjádřena v jednotkách JOULE (kWh, BTU, kalorie)**

Energie, Exergie, Anergie

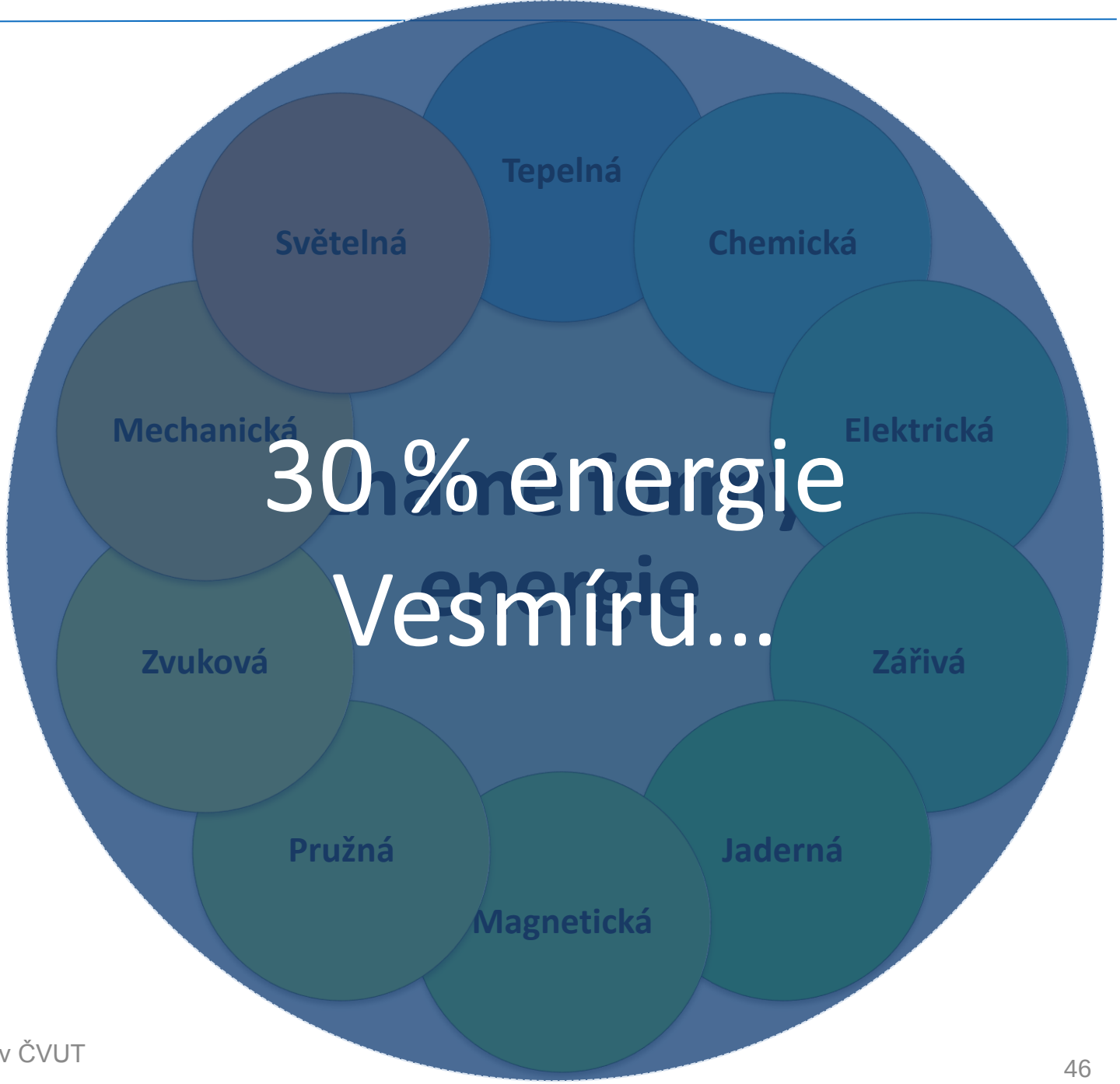
- **Jednotlivé formy energie se mohou za určitých podmínek vzájemně přeměňovat - transformovat.**
- **Exergie je ta část energie, která je schopna za daných podmínek (jsou zpravidla určeny stavem okolí) další transformace.**
- **Anergie je ta část energie, která není schopna za daných podmínek transformace na jiný druh energie.**

Např: energie obsažená ve vodě o teplotě 20°C je z hlediska vytápění místnosti na teplotu 20°C anergií. Zářivá, mechanická a elektrická energie jsou považovány za 100 %-ní exergii.





TRANSFORMACE ENERGIE



30 % energie Vesmíru…

(C) Katedra TZB FSv ČVUT
v Praze

Otázky, které se objevují…

VYPLATÍ SE NOČNÍ ÚTLUM VYTÁPĚNÍ?

Provozní nastavení objektu

- Administrativní budova
- Jak ideálně provozovat objekt s elektrickým přímotopným vytápěním?
  - V pracovních dnech bez nočního útlumu?
  - V pracovních dnech mezi 17:00 – 6:00 útlum (1°C, 2°C, 3°C…) ?
  - Víkend útlum (1°C, 2°C, 3°C…)?
- Tepelné ztráty objektu 9 kW
- Příkon el. vytápění 9,5 kW

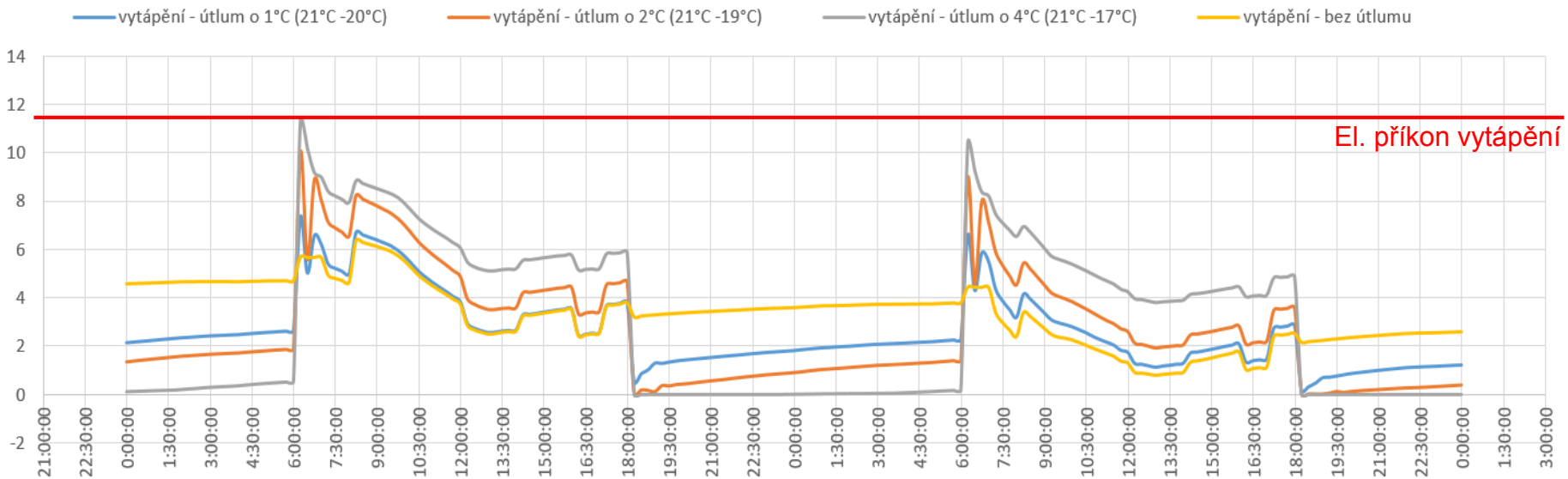
	Obvodová stěna	Podlaha	Střecha	Okna		
Varianta	U (W/m^2.K)	U (W/m^2.K)	U (W/m^2.K)	U (W/m^2.K)	g	Uem
navrhovaná varianta	**0,11**	**0,24**	**0,14**	**0,73**	**0,63**	**0,24**
ČSN 730540 – dop. hodnoty	0,2	0,3	0,16	1,2		
ČSN 730540 - pasivní budovy	0,18 - 0,12	0,22 – 0,15	0,15 – 0,1	0,8 – 0,6		

Spotřeba energie na vytápění - Předpokládané provozní nastavení objektu

- **Předpoklad**
  - simulační model vs. reálné chování budovy
  - Provoz vnitřního vybavení kalibrovaný se skutečnou spotřebou

- **Provozní stavy**
  - bez útlumu, víkend útlum 2°C
  - útlum o 1°C (21°C – 20°C) , víkend útlum 2°C
  - útlum o 2°C (21°C – 19°C) , víkend útlum 2°C
  - útlum o 4°C (21°C – 17°C) , víkend útlum 3°C

Spotřeba energie na vytápění - **Předpokládané provozní nastavení objektu**



- **pracovní den**

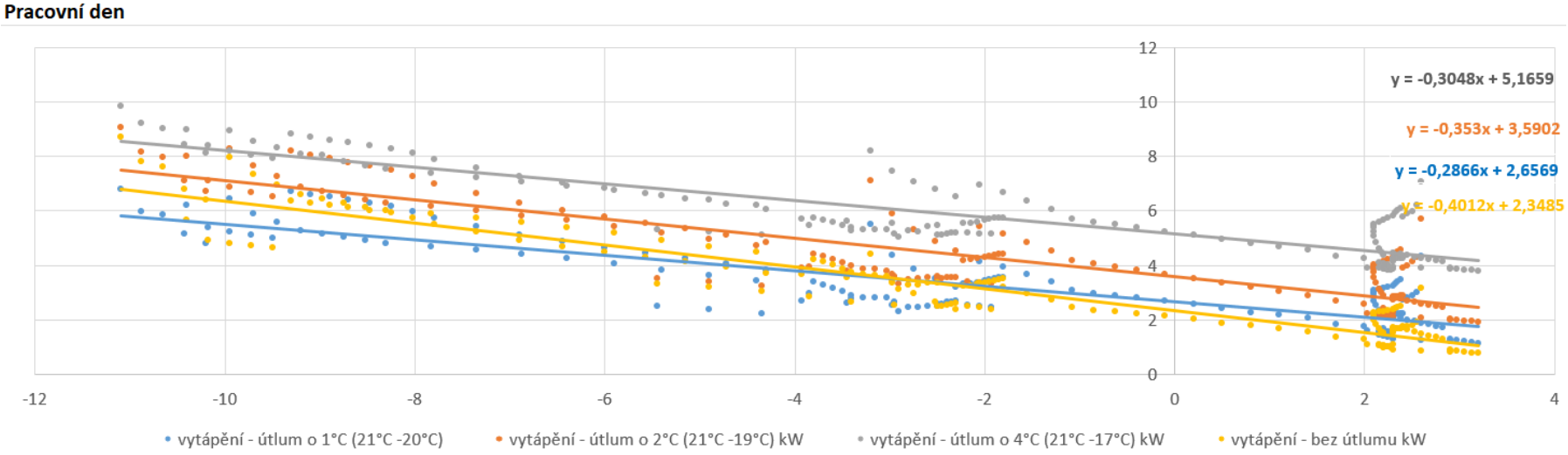
Útlum o 1° C	67	kWh
Útlum o 2° C	65	kWh
Útlum o 4° C	73	kWh
Bez útlumu	80	kWh

- **2x víkend a 6 pracovních dnů**

Útlum o 1° C	490	kWh
Útlum o 2° C	453	kWh
Útlum o 4° C	439	kWh
Bez útlumu	485	kWh

Spotřeba energie na vytápění - **Předpokládané** provozní nastavení objektu

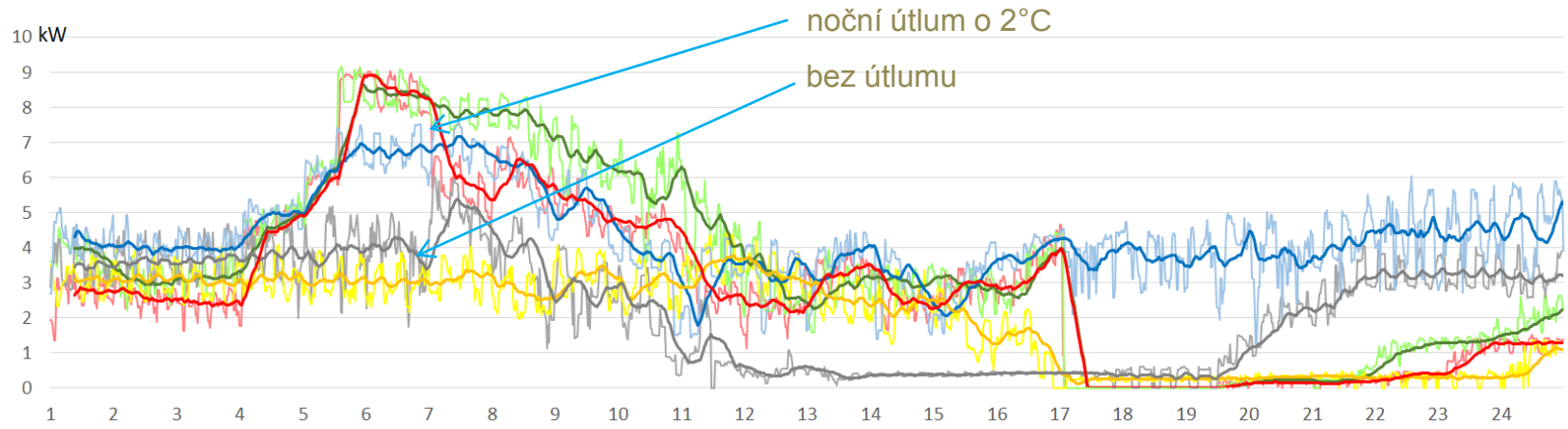
- **Závislost příkonu vytápění na venkovní teplotě během pracovního dne (8:00 –16:00)**



- **útlumový režim má nižší souhrnnou spotřebu energie, ale v pracovní části dne zvýšený požadavek na elektrický příkon**
  - **Omezené využívání VT a NT**

Spotřeba energie na vytápění – **Reálný provoz** objektu

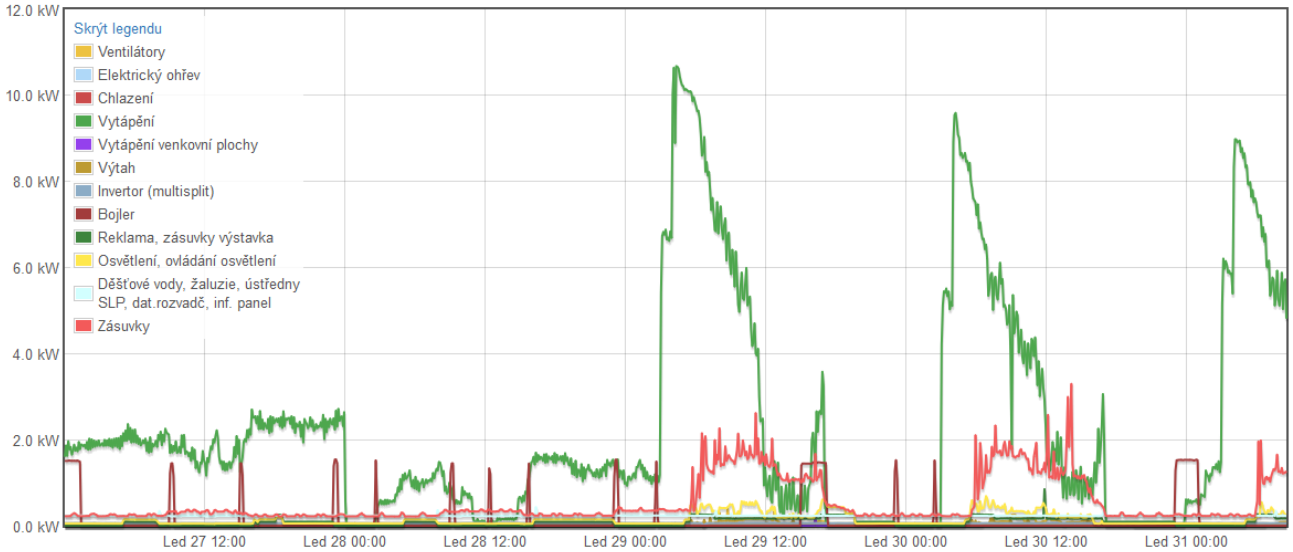
- **Průběh hodinové spotřeby energie noční útlum/bez útlumu**



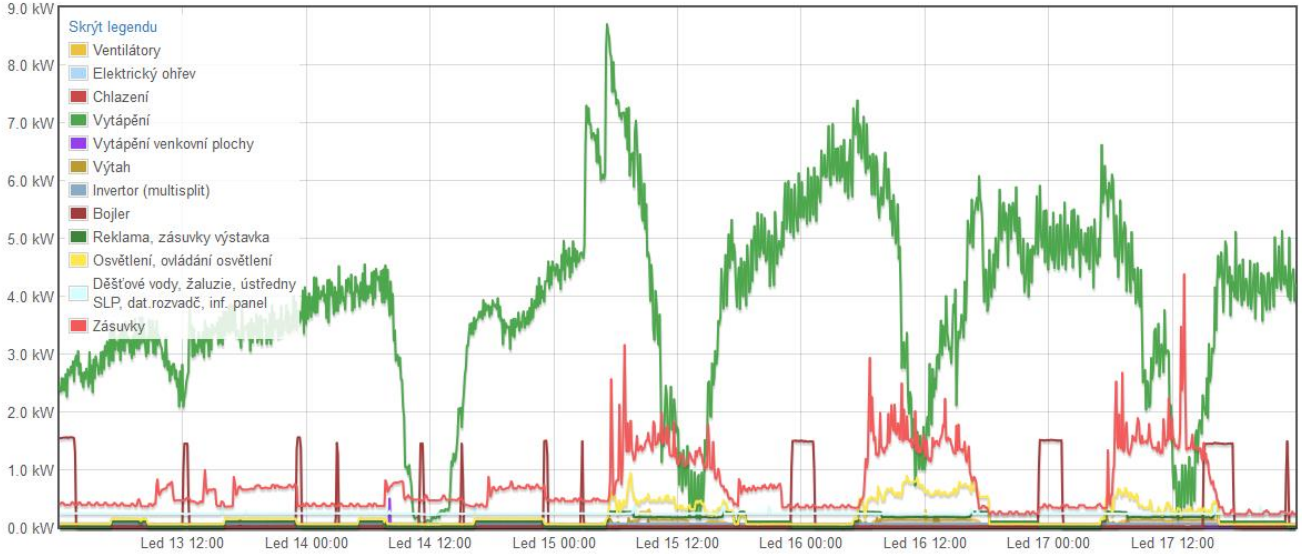
	vytápění	$t_{e,d}$	$I_{sol,d}$	vytápění	$t_{e,d}$	$I_{sol,d}$
	kWh/den	°C	W/m^2	kWh/den	°C	W/m^2
	slunečný chladný den			slunečný teplý den		
noční útlum	**85,5**	-0,7	30,5	**61,3**	4	37
bez útlumu	**83,5**	-0,4	31,5	**74,6**	3,3	32,9

Aktuální spotřeba energie

- **Útlum o 2°C**



- **Bez útlumu (víkend o 1°C)**



Systém el. vytápění - provozní útlum vs. provoz bez útlumu

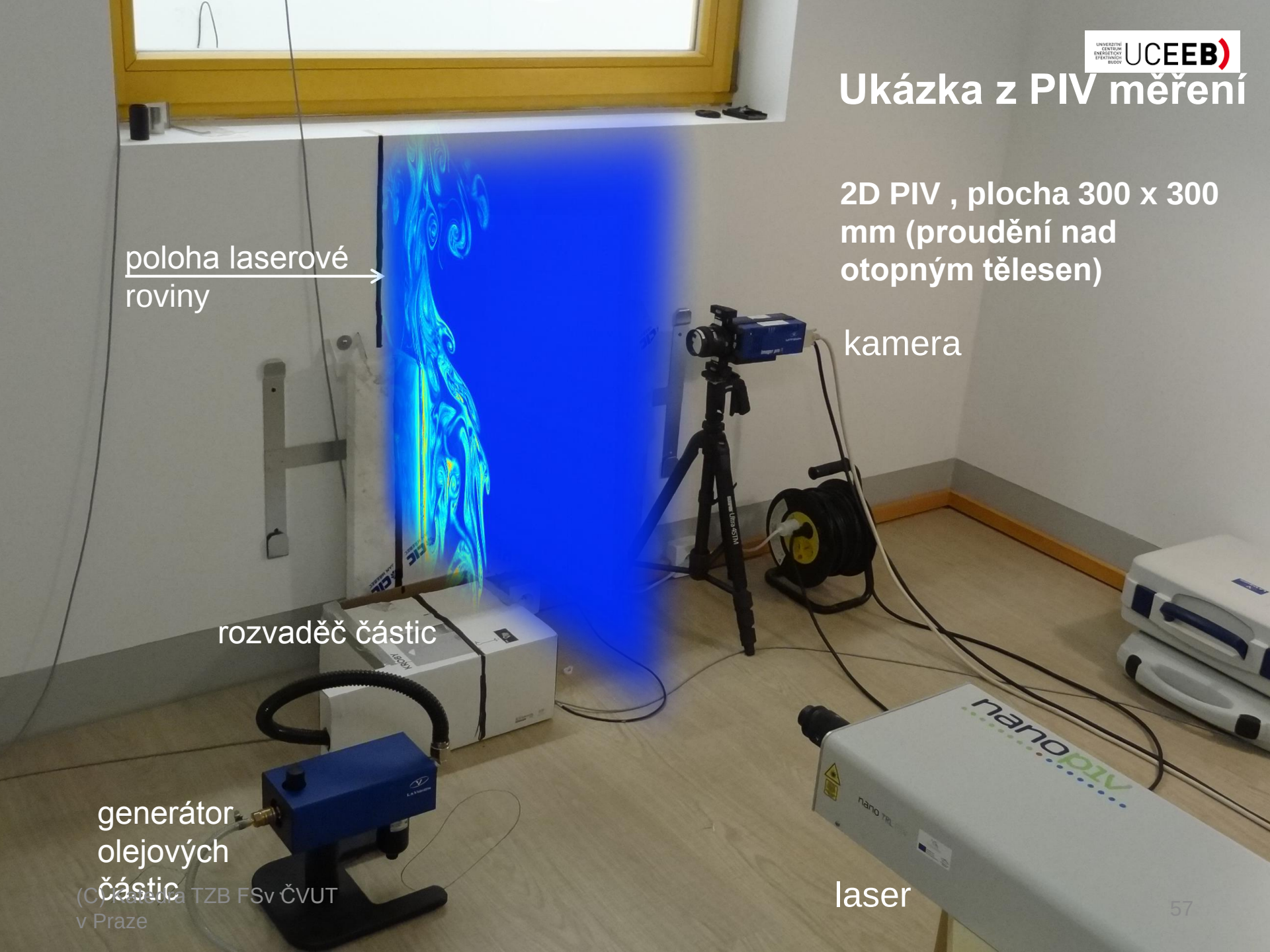
- Útlum
  - simulace: o 2°C úspora cca 5 -15 kWh/den (z cca 80 kWh), tzn (6 – 18 %)
  - v ranních hodinách subjektivně chladněji, objektivně o 0,5°C chladněji
  - velký nárok na ranní příkon, nelze omezit systém vytápění při VT
  - značný nárok na disbalanci bateriového úložiště HF systému
- Provoz bez útlumu
  - stabilní tepelný komfort
  - optimální provoz bateriového úložiště se zohledněním VT a NT
  - **vyšší spotřeba elektřiny o max 18 %.**
  - **díky nižší spotřebě ve VT může mít nižší provozní náklady**
- Simulované provozní stavy budou detailně zkoušeny na obektu v 01/2018 – 02/2018

Otázky, které se objevují…

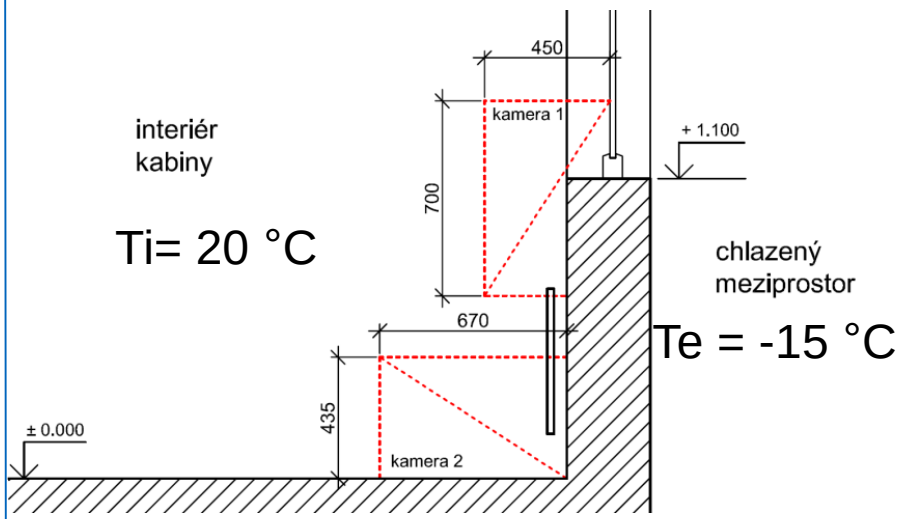
MUSÍ BÝT V NZEB OTOPNÉ TĚLESO POD OKNEM?

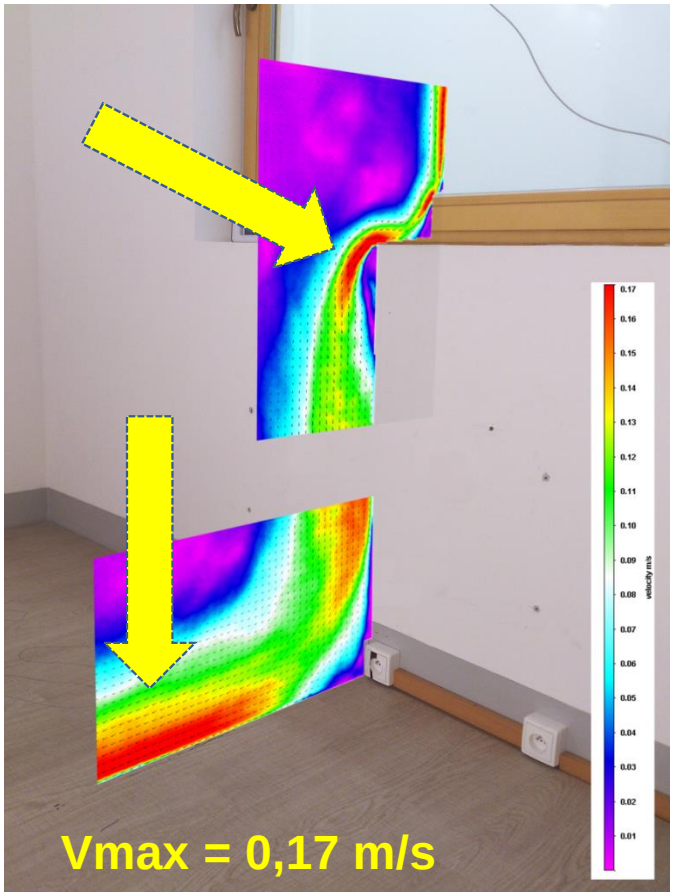
Ukázka z PIV měření

2D PIV , plocha 300 x 300 mm (proudění nad otopným tělesen)

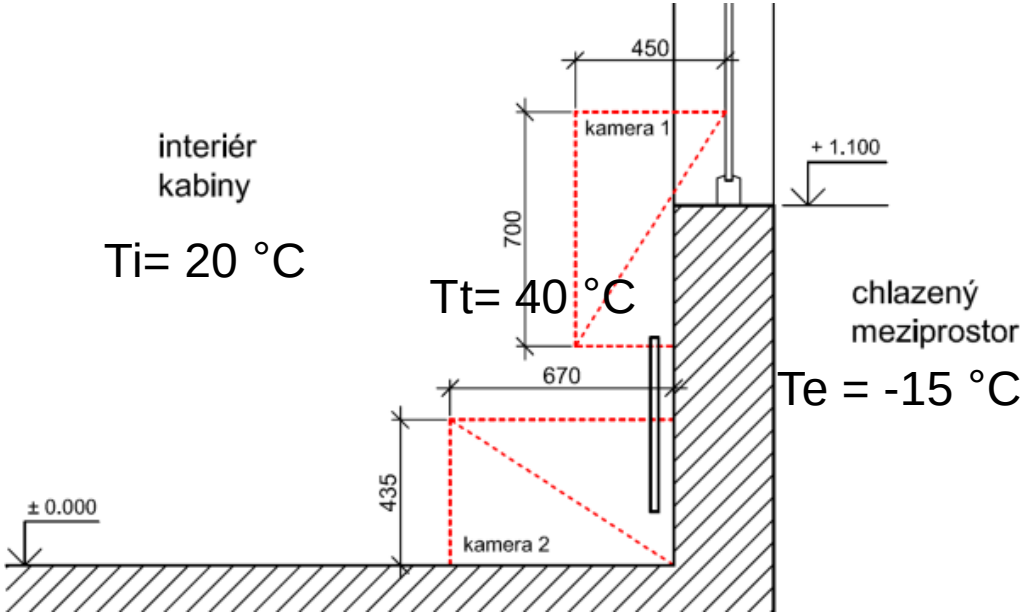


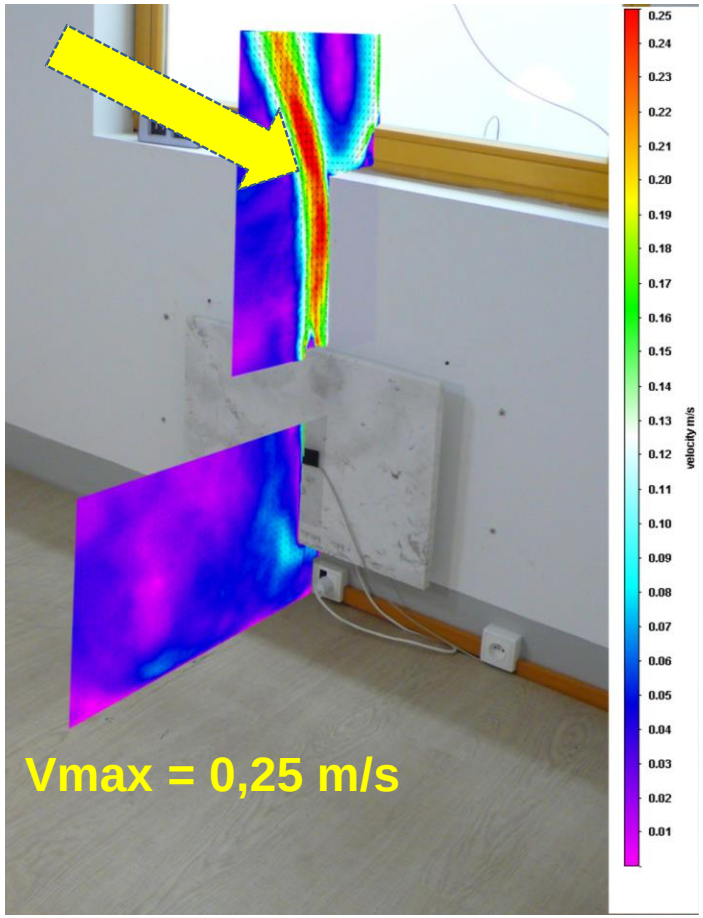
Bez otopného tělesa pod oknem





S otopným tělesem pod oknem

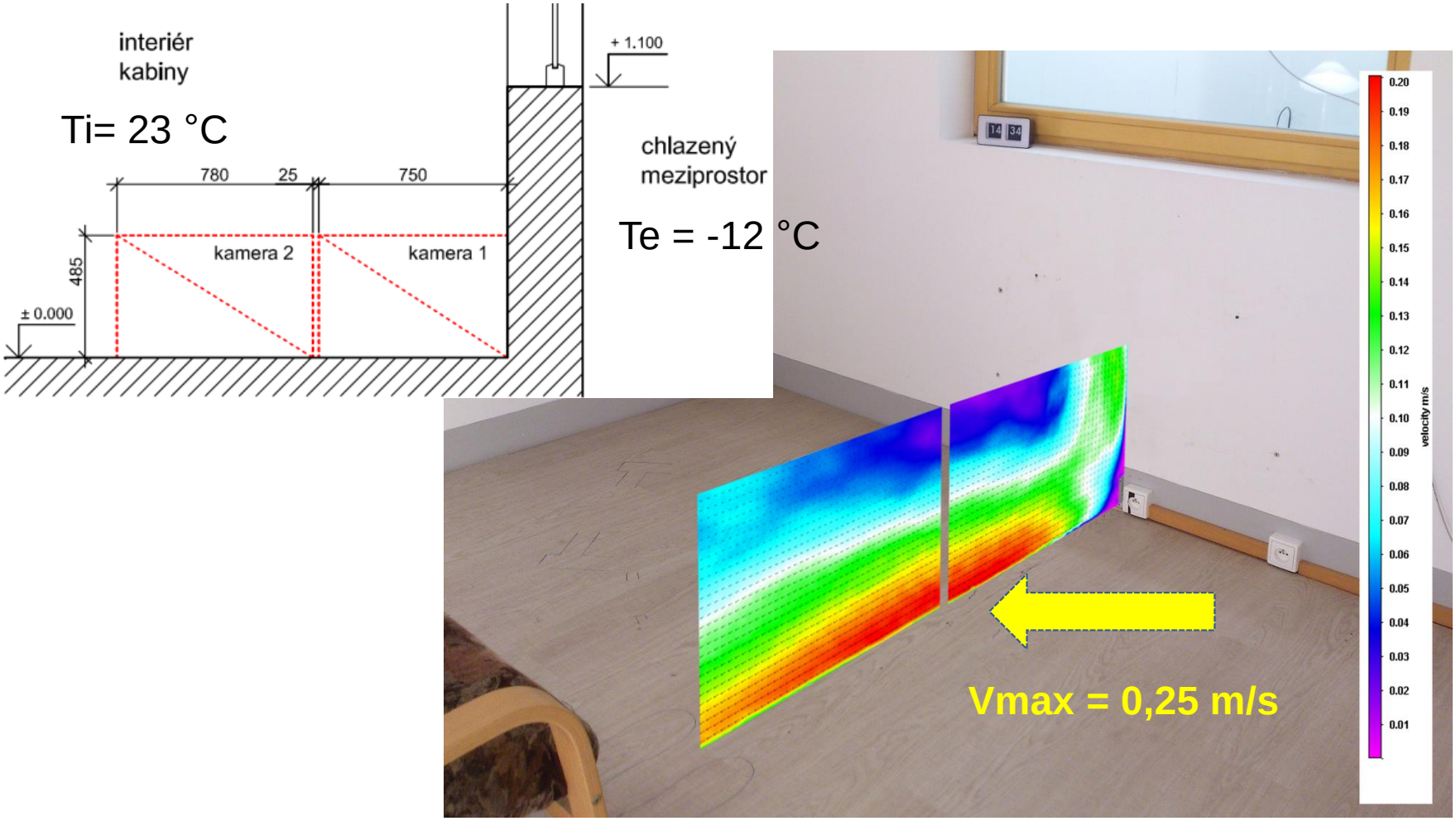




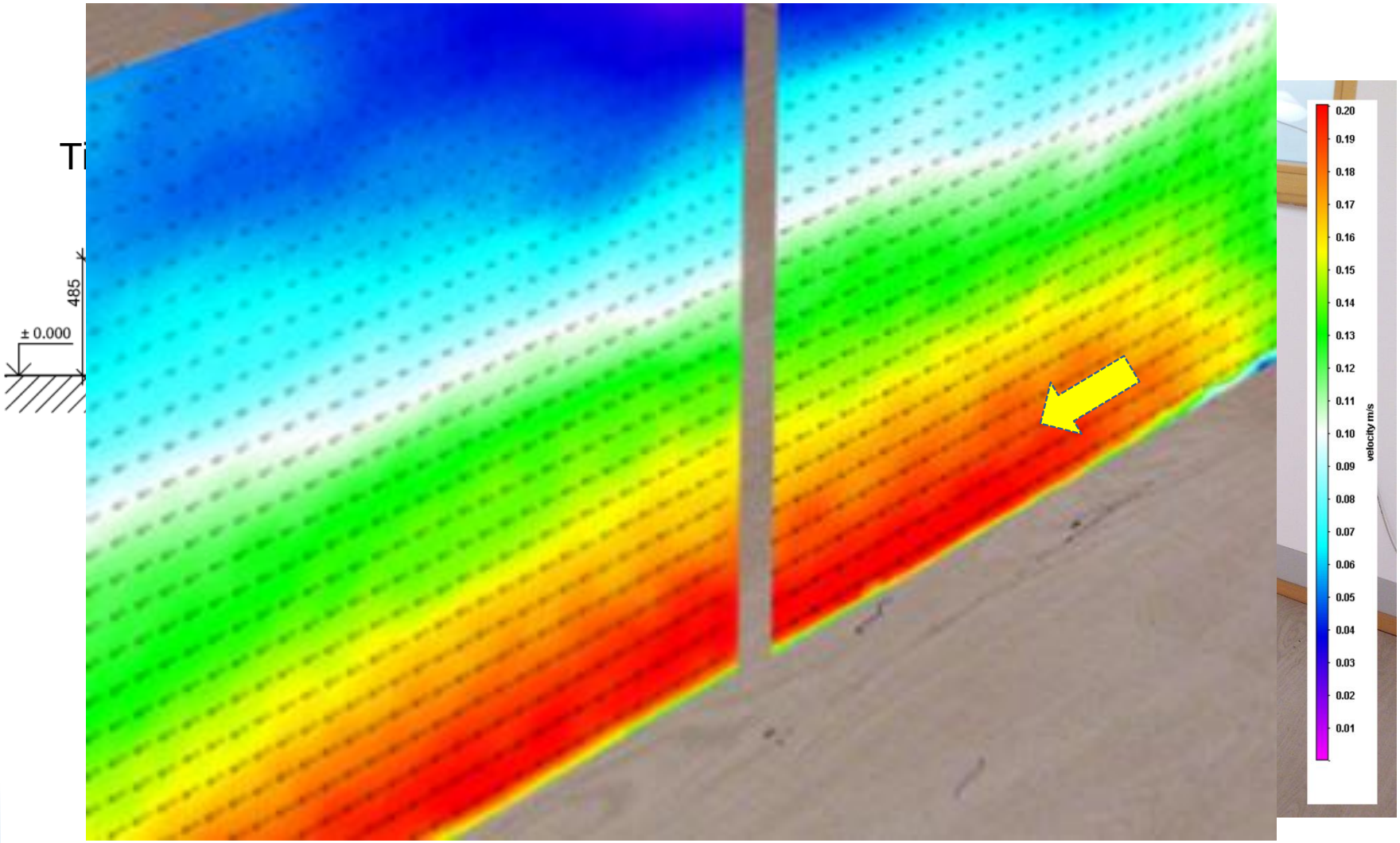
Otázky, které se objevují…

VÍŘÍ PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ PRACH?

Podlahové vytápění – při plném výkonu



Podlahové vytápění – při plném výkonu



Otázky, které se objevují…

PROBLÉMY S KVALITOU VZDUCHU V BYTĚ S ŘÍZENÝM VĚTRÁNÍM

Byt s řízeným větráním

- Bytový dům 6 podlaží 36 BJ
- Centrální vzduchotechnika, rekuperace s místním dohřevem
  - Připojení přes regulační box do každého bytu
  - Přívody do obytných místností
  - Odtahy v kuchyni, WC a koupelně
  - Řízení jednotlivých místností podle časového rozvrhu, vlhkosti a CO_2

Byt s řízeným větráním

Problém: extrémní prašnost

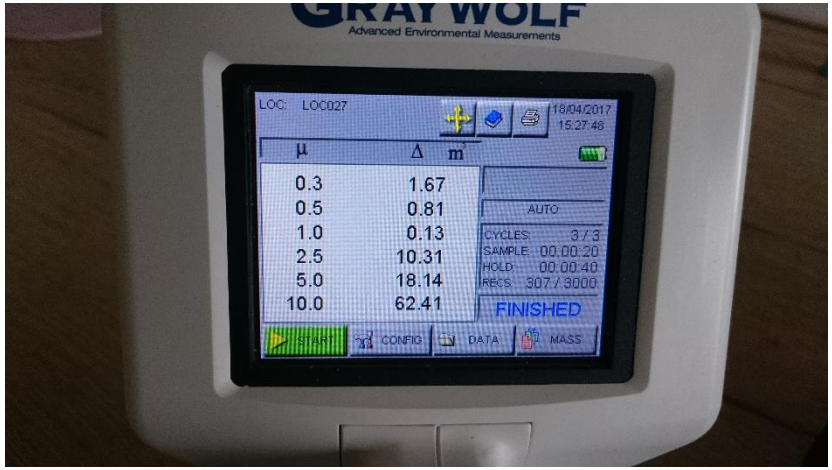
Byt s řízeným větráním

Problém: extrémní prašnost

Potvrzeno měřením PM2,5; PM5; PM 10

Podezření uživatelů:

„Prach se určitě šíří ze vzduchotechniky“



Byt s řízeným větráním

Problém: extrémní prašnost

Potvrzeno měřením….

Podezření uživatelů:

„Prach se určitě šíří ze vzduchotechniky“

Kontrola kvality přiváděného vzduchu a filtrů… vše OK

Byt s řízeným větráním

Problém: extrémní prašnost

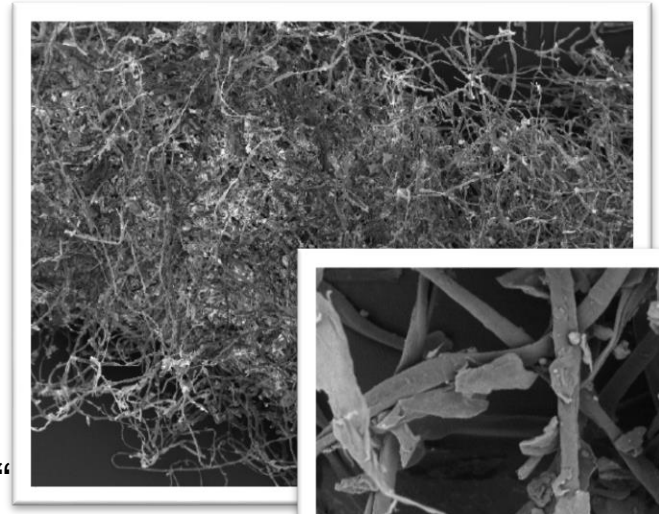
Potvrzeno měřením….

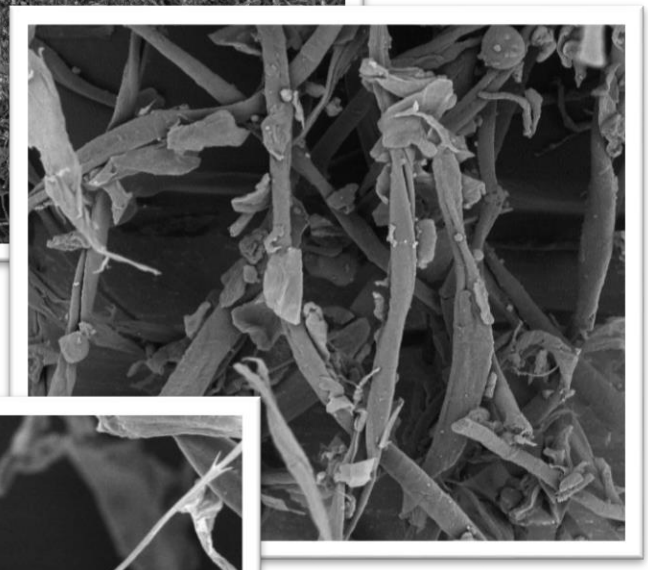
Podezření uživatelů:

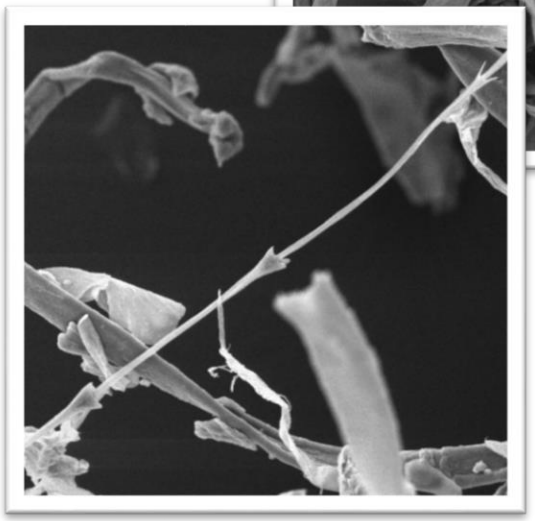
„Prach se určitě šíří ze vzduchotechniky“

Kontrola kvality přiváděného vzduchu a filtrů… vše OK

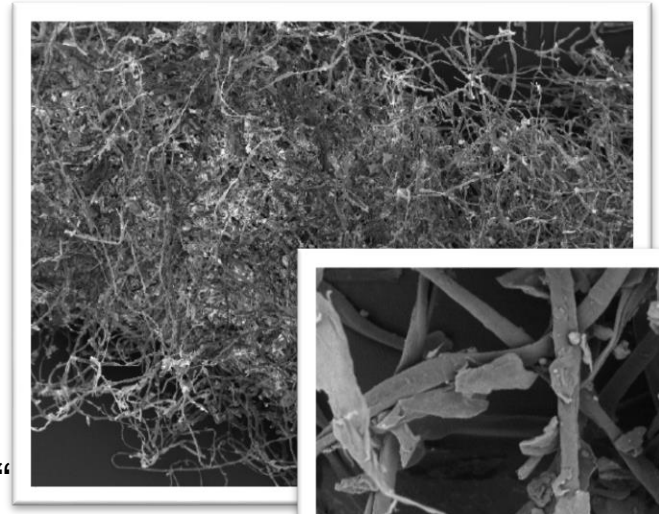
Rozbor prachu elektronovou mikroskopií s rentgenovou analýzou

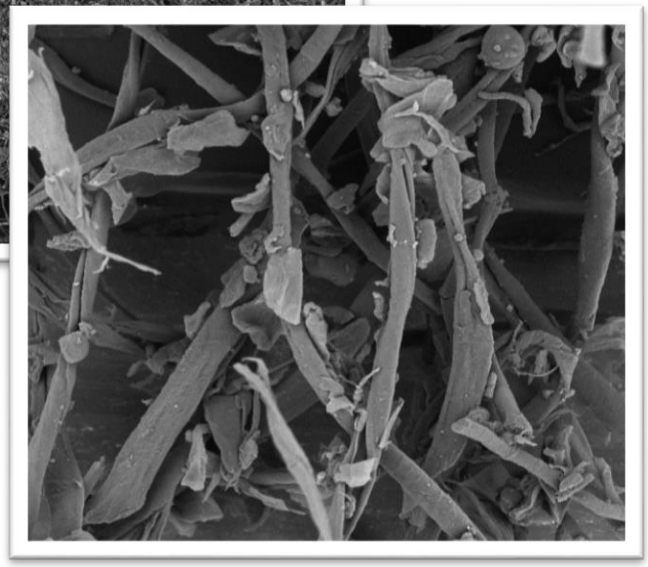






Byt s řízeným větráním





Problém: extrémní prašnost

Potvrzeno měřením….

Podezření uživatelů:

„Prach se určitě šíří ze vzduchotechniky“

Kontrola kvality přiváděného vzduchu a filtrů… vše OK

Rozbor prachu elektronovou mikroskopií s rentgenovou analýzou

Dominantni časti vzorku prachu jsou vláknite struktury, které podle infračervené analýzy patří ***textilnímu vláknu v kombinaci bavlna-elastan*** *(Cotton-Elastane) v poměru cca 92:8 hmot.%. Pochází z oblečení, povlečení atd., méně pravděpodobně z koberců.*

Byt s řízeným větráním

Problém: extrémní prašnost

Potvrzeno měřením….

Podezření uživatelů:

„Prach se určitě šíří ze vzduchotechniky“

Kontrola kvality přiváděného vzduchu a filtrů… vše OK

Rozbor prachu elektronovou mikroskopií s rentgenovou analýzou

A nalezení „viníka“…. Nevyčištěný filtr sušičky

ČVUT v Praze
Fakulta stavební
Katedra technických zařízení budov

Děkuji za pozornost

Karel Kabele
kabele@fsv.cvut.cz