

# nZEB jako aktivní prvek energetické soustavy

3 roky v provozu !




# Energetický štítek budovy

výpočet dle standardu 2020

### PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: k.ú. JESENÍK – parc.č: 2037/4  
 PSC, místo:  
 Typ budovy: Administrativní budova  
 Plocha obálky budovy: 714 m<sup>2</sup>  
 Objemový faktor tvaru AV: 0,66 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>  
 Celková energeticky vztažná plocha: 316 m<sup>2</sup>



### ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)      Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>.rok)

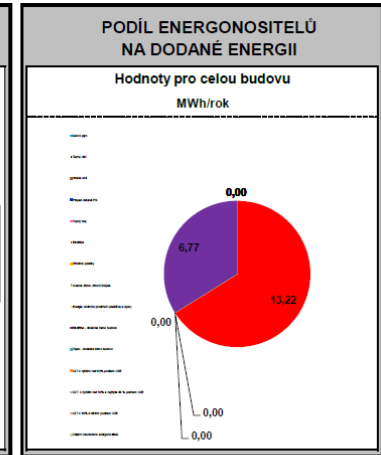
Mimořádně úsporná <b>A</b>	41,8	A	61,1
Velmi úsporná <b>B</b>	44,5	B	102,2
Úsporná <b>C</b>	66,7	C	153,2
Méně úsporná <b>D</b>	89,0	D	204,3
Nehospodárná <b>E</b>	133,4	E	306,5
Velmi nehospodárná <b>F</b>	177,8	F	408,6
Mimořádně nehospodárná <b>G</b>	222,4	G	510,8

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok: **13,22**      **19,33**

### DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena	Doporučení
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu, průkazu a výpočtech v jejich dopadu na energetickou náročnost je zaznamenán šipkou



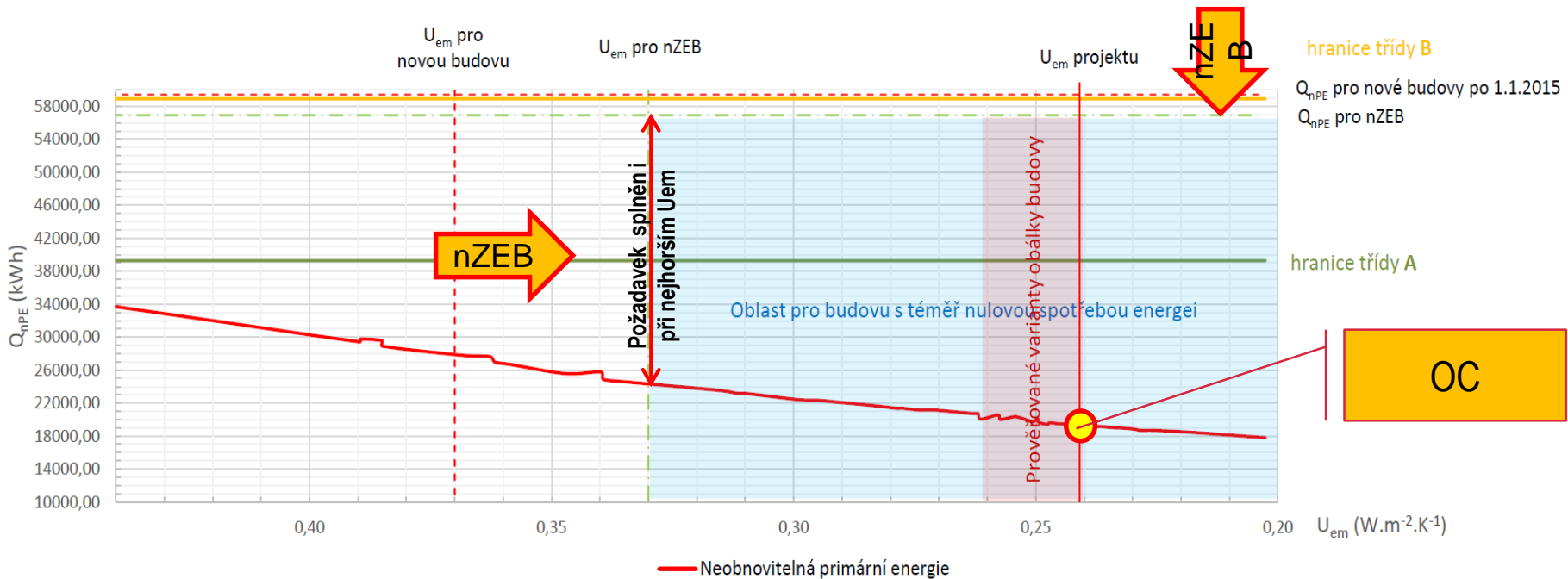
### UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
<b>U<sub>em</sub> W/(m<sup>2</sup>.K)</b>							
Mimořádně úsporná <b>A</b>	8,5						8,5
Velmi úsporná <b>B</b>	0,243		11,9			4,9	
Úsporná <b>C</b>							
Méně úsporná <b>D</b>				8,0			
Nehospodárná <b>E</b>							
Velmi nehospodárná <b>F</b>							
Mimořádně nehospodárná <b>G</b>							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	2,7	3,8	2,5	0,0	1,6	2,7	

Zpracovatel: zpracoval: Ing. Miroslav Urban, PhD., ověřil: Ing. Roman Musil, PhD. Osvědčení č.: 1011  
 Kontakt: roman.musil@fsv.cvut.cz      Vytvořeno dne: 20. srpen 2015  
 Podpis: \_\_\_\_\_

Budova ve standardu nZEB je plně elektrifikována, vybavena elektrickým sálavým topným systémem

# Dosažená úroveň NPE



## **Office center - budova s parametry nZEB plně elektrifikovaná budova jako aktivní prvek sítě**



**Představení myšlenky nZEB jako aktivního prvku sítě 2013-2014.**

**Projekce budovy – spolupráce s ČVUT 04 / 2015-08 / 2015**

**Zahájení stavby – 10/2015**

**Ukončení stavby – 05/2016**

**Spolupráce 7.2 kWp, střešní FVE s domácí baterií 26kWh a energetickou sítí. Baterie slouží nejen ke 100 % vlastnímu využití energie z FVE, ale i k aktivní spolupráci se sítí, to znamená, že v době NT se nabíjí, v době VT přejímá plně zásobování budovy energií.**

**Ke dvouletému sledování nZEB a k posouzení dosažení cílů, byla ustanovena odborná skupina se zástupců MPO, MŽP, ERU, ČEZ-ESCO, ČEZ – Distribuce, ČEPS a ČVUT.**

**Shromažďování dat o energetické spotřebě jakož i o kvalitě vnitřního prostředí zajišťuje ČVUT-UCEEB.**

# Tři překvapení v průběhu výstavby

- 1) Vzhledem k pečlivé projektové přípravě a optimalizaci nákladů dosáhly celkové investiční náklady úrovně běžných staveb obdobného typu v cenové úrovni 2015!
- 2) Budova byla vybavena flexibilním elektrickým sálavým vytápěním, variantní posouzení avizovalo návratnost teplovodního systému spolu s tepelným čerpadlem až po 25 letech provozu, tedy cca po dvojnásobku životnosti TČ. Skutečné spotřeby energie po 3 zimních sezónách tento údaj potvrdily. Pokud by se srovnávala návratnost pouze topného systému ( bez velmi málo používaného chlazení ) byla by dokonce 40 let.
- 3) Sledování počtu provozních cyklů bateriového úložiště potvrdilo jeho životnost přesahující 25 let.

## Porovnání očekávaných a skutečných výsledků po 24 měsících provozu:

Očekávaná roční spotřeba energie	UCEEB –	27 000 kWh	
Skutečná spotřeba energie		26 626 kWh (2017)	- 1,4%
		27 193 kWh (2018)	
		24 454 kWh (2019)	
Spotřeba energie ze sítě		21 000 kWh (2017)	
		20 100 kWh (2018)	
		17 223 kWh (2019)	
Spotřeba energie na vytápění a ohřev TUV		12 402 kWh (2016/2017)	
		10 500 kWh (2017/2018)	- 15,4%
		7 300 kWh (2018/2019)	- 31%
Vlastní výroba FVE	PV –	7 200 kWp	
Skutečná výroba		6 050 kWh (2017)	
		7 123 kWh (2018)	
		7 221 kWh (2019)	

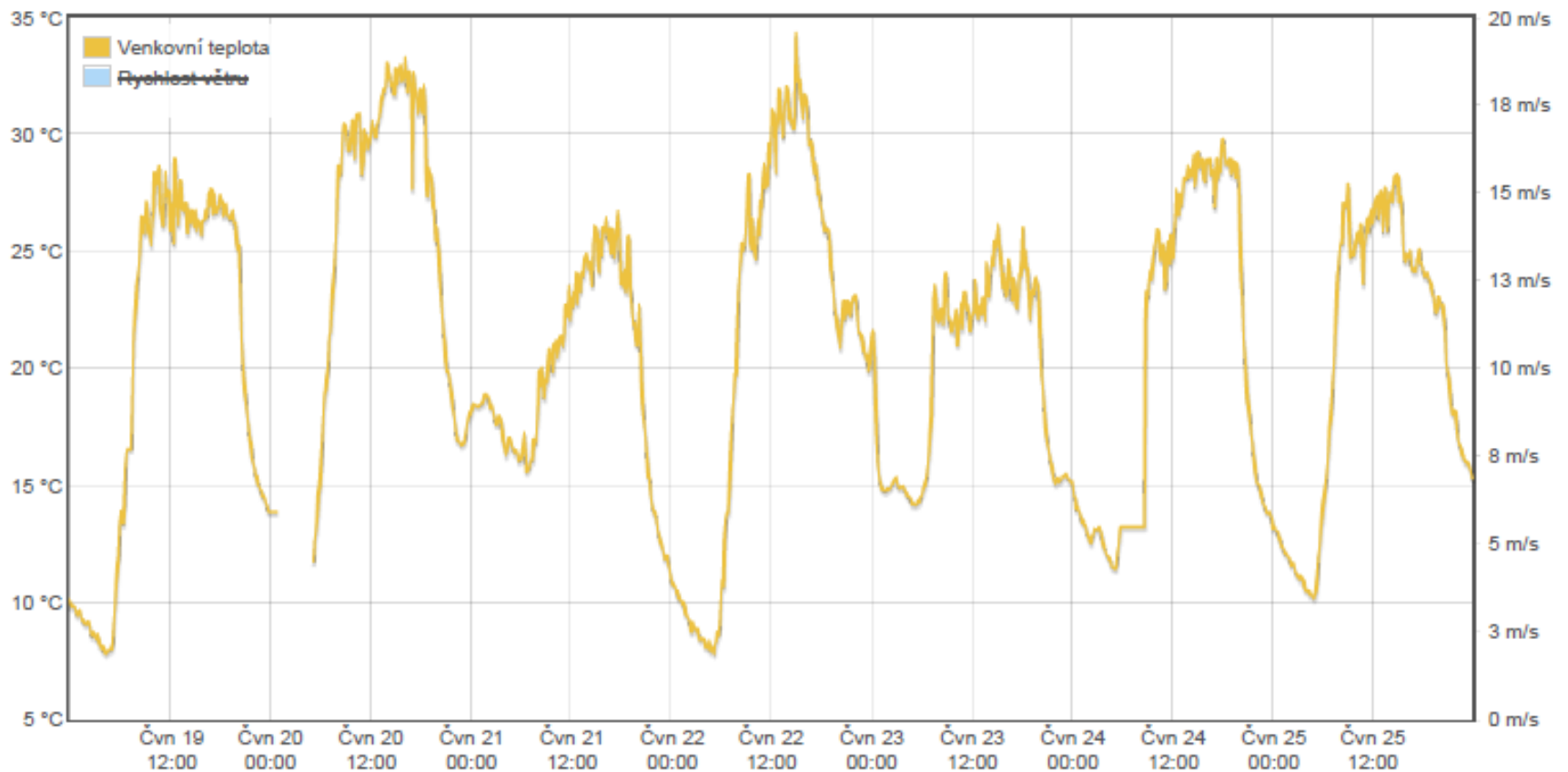
Bylo ověřeno, že použitý model řízených dodávek je plně funkční a může poskytovat výhody jak při řízení sítě tak i samotným uživatelům!



Letní provoz 19.- 25. 6. 2017



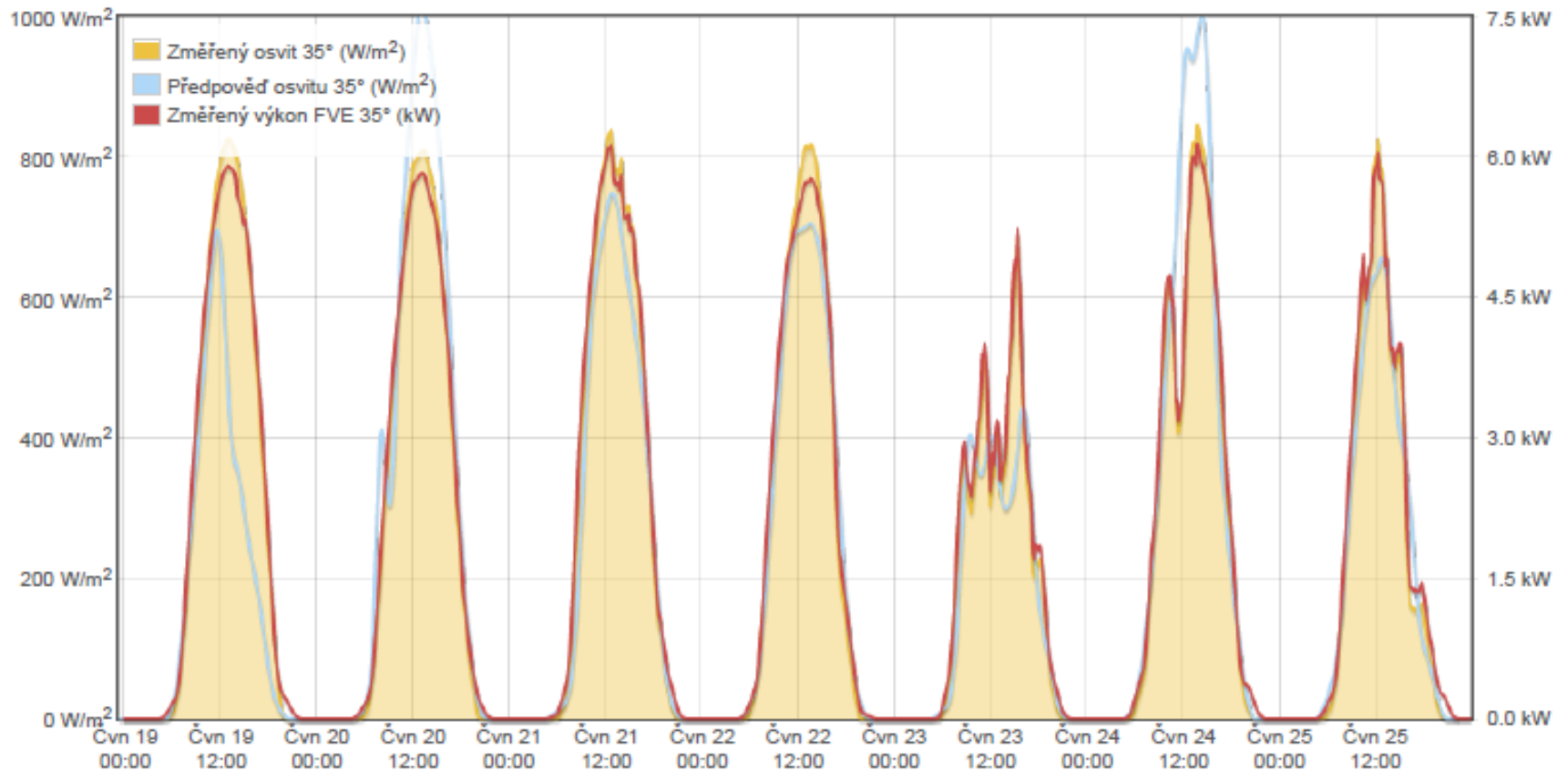
## Venkovní prostředí



Letní slunečné dny s denními teplotami přes 30 oC

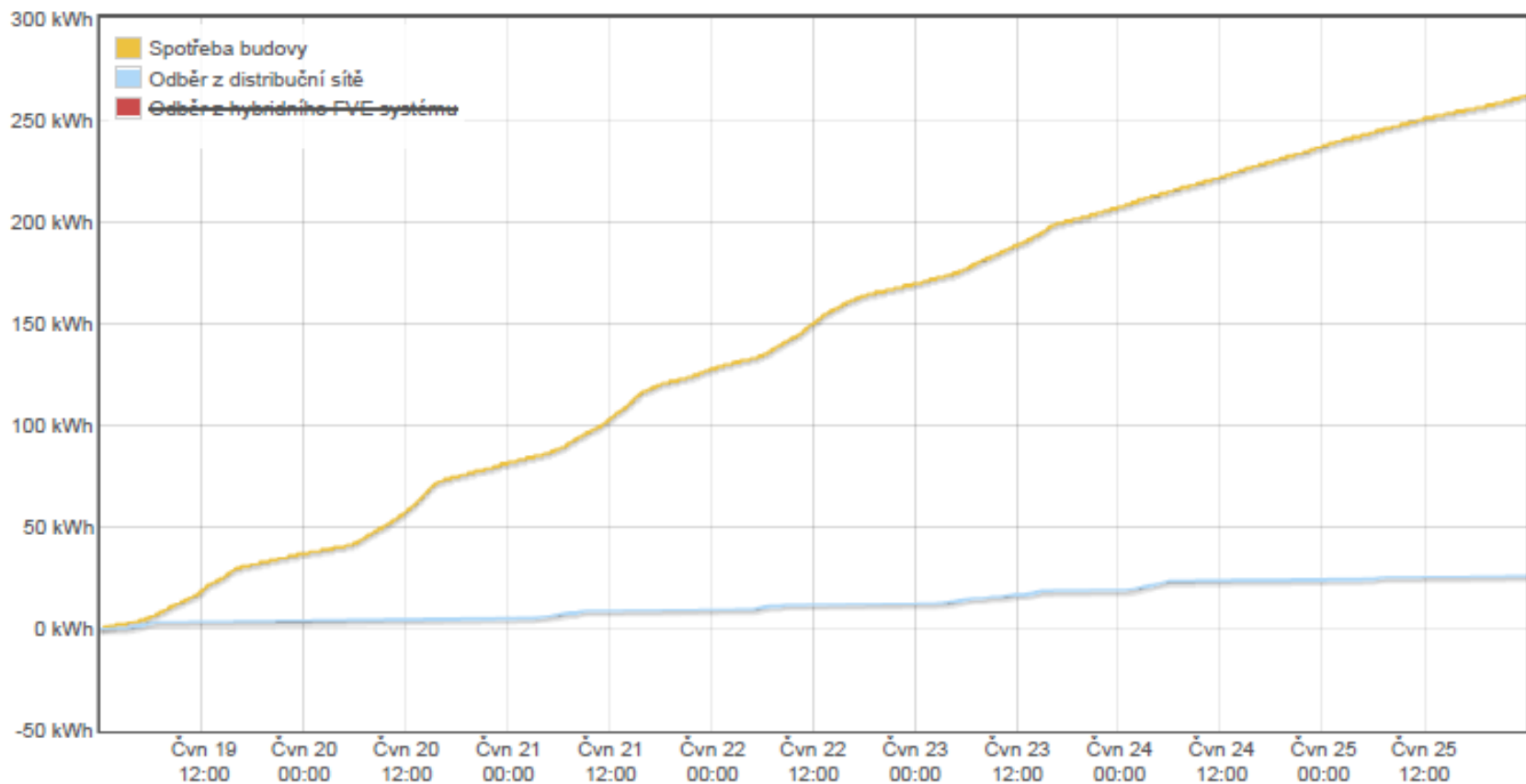


## Osvit a vyrobený výkon - sklon 35°



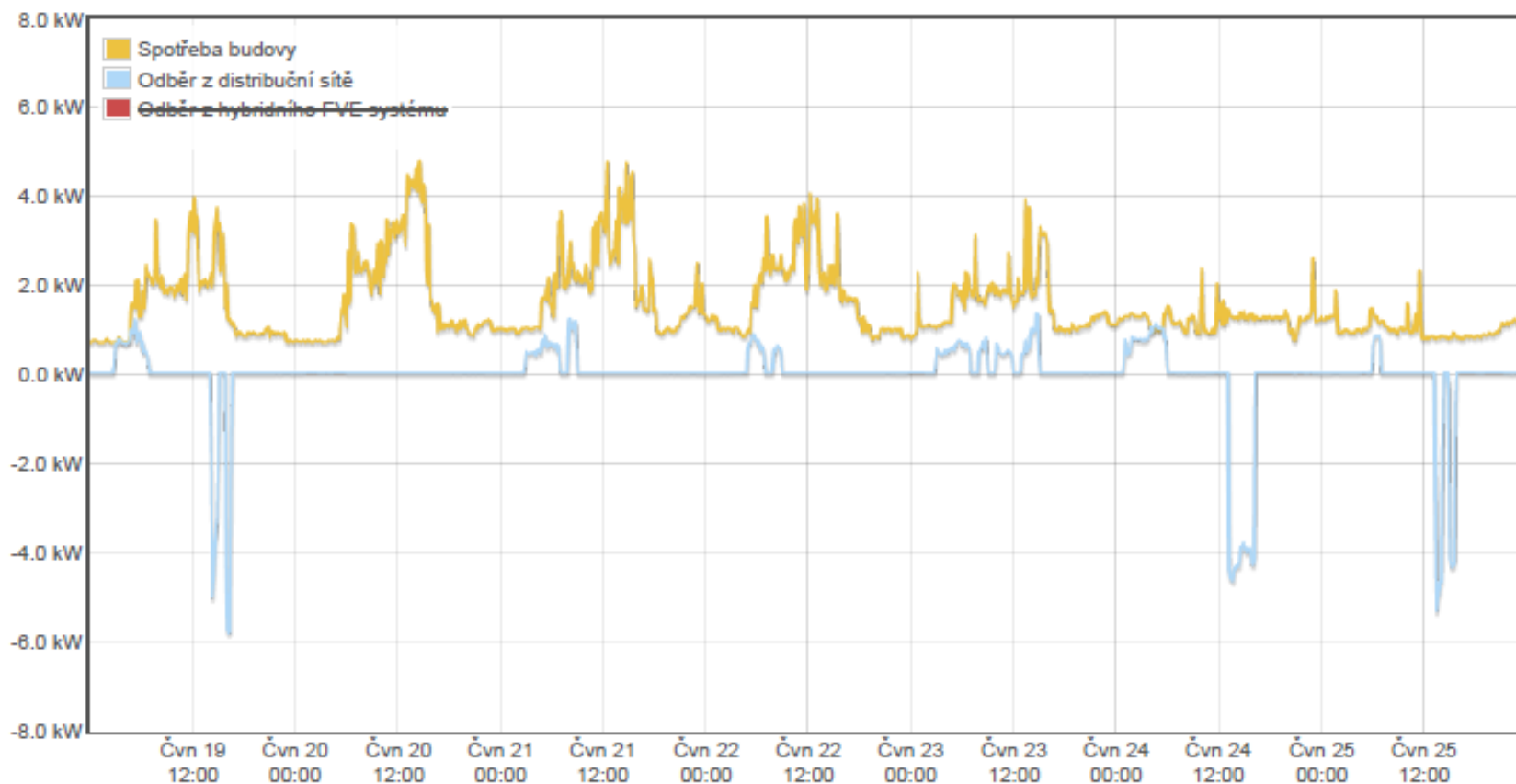
## Porovnání plánované a skutečné výroby FVE

### Spotřeba budovy, výroba, dodávka (kWh)



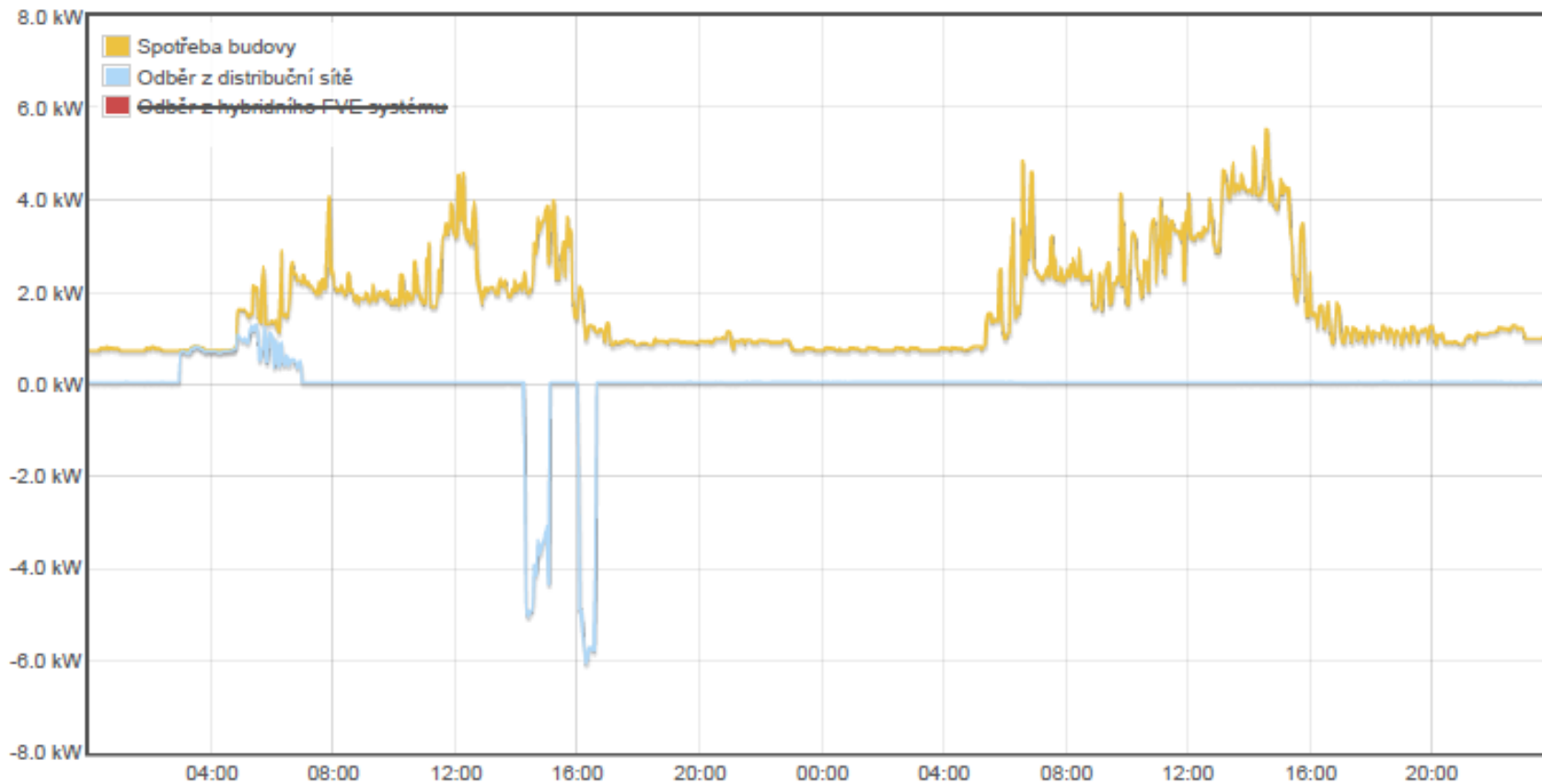
Vlastní výroba FVE pokrývala v těchto podmínkách 91% energetických potřeb budovy.

### Spotřeba budovy, výroba, dodávka (kW)



**Porovnání skutečné spotřeby budovy s odběrem ze sítě - ukazuje drobné řízené odběry v noční době a naopak řízené dodávky v době denní (VT)**

## Spotřeba budovy, výroba, dodávka (kW)

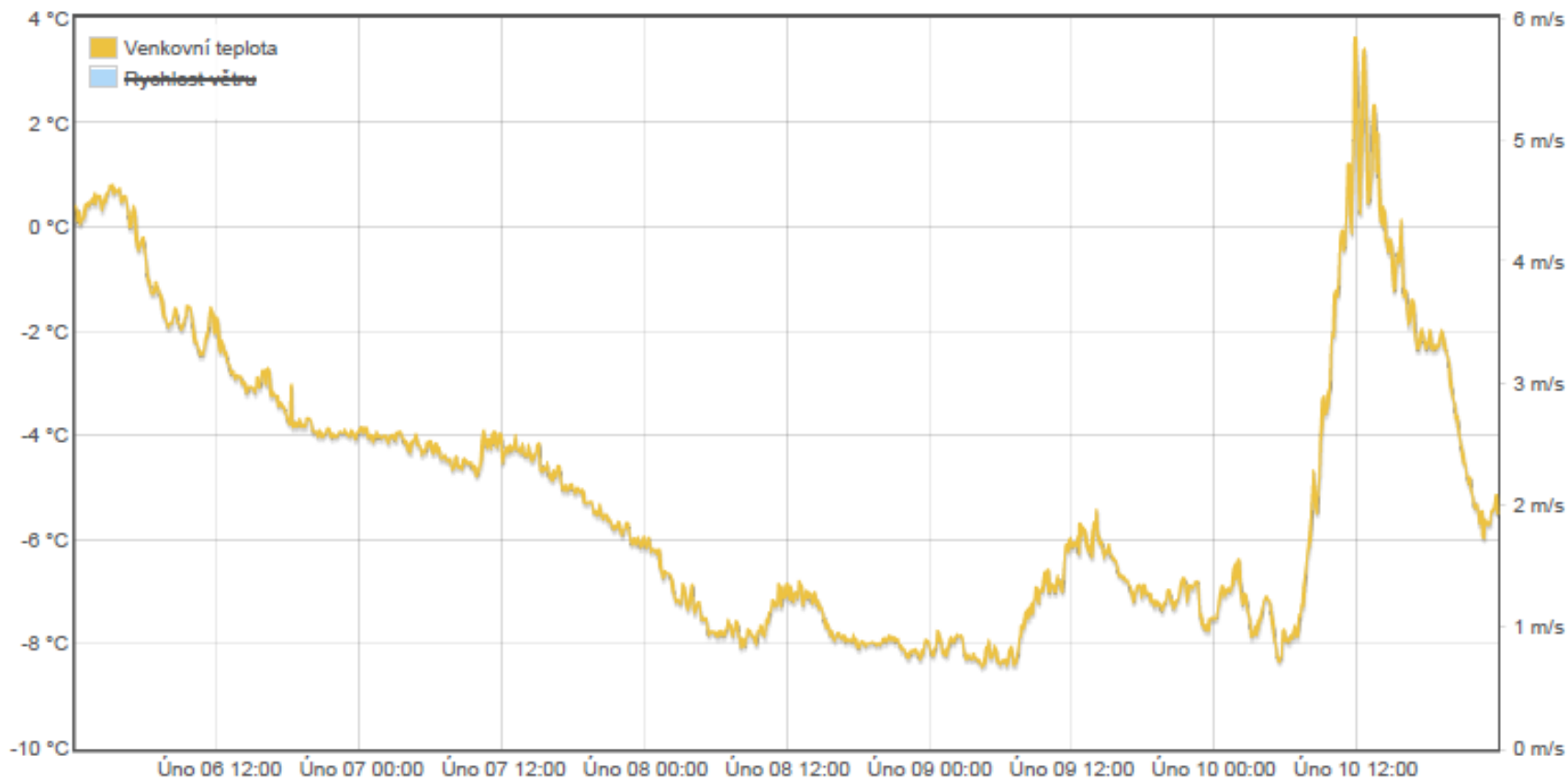


**Pro jemnější znázornění – dvoudenní detail 19. - 20. 6. 2017**



## Venkovní prostředí

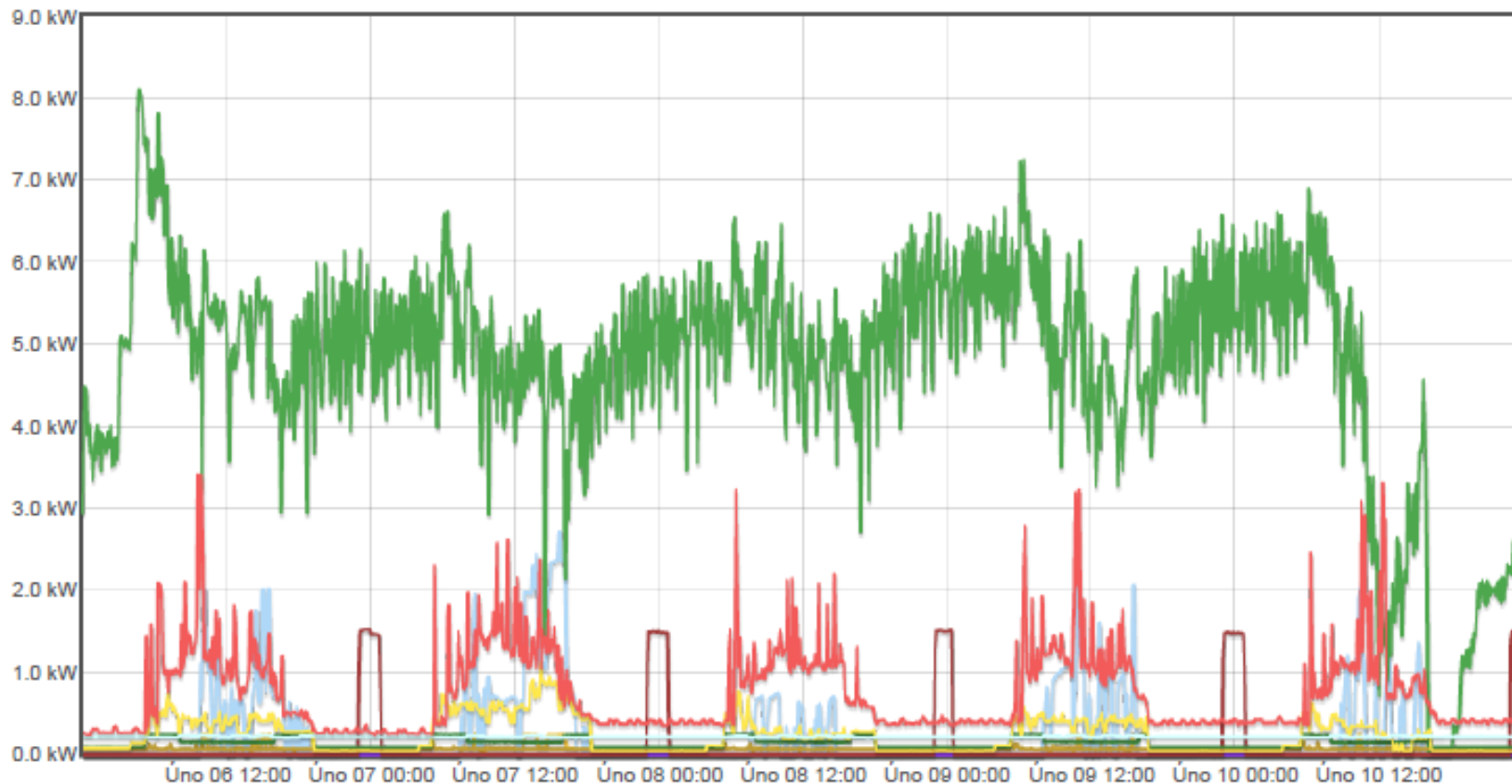
6. - 10. 2.2017



Denní teploty se pohybovaly pod bodem mrazu s výjimkou pátku 10.2. kdy prudce denní teplota narostla až na +3oC.

## Jednotlivé odběry energie (kW)

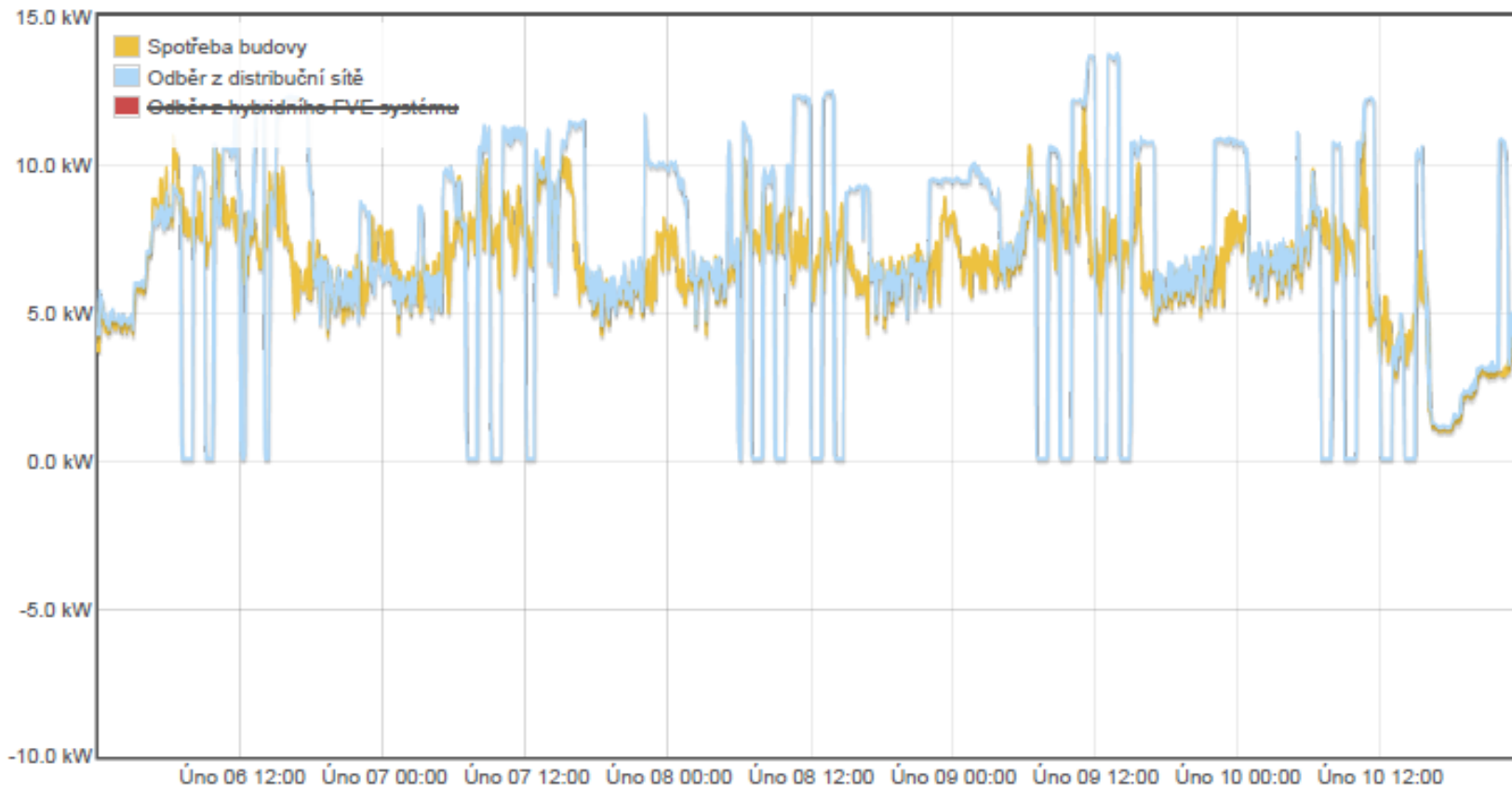
6. - 10. 2. 2017



Spotřeba energie na vytápění (zeleně) je ovlivněna přítomností osob a činností kancelářské techniky ( nižší denní spotřeby ) a výrazně reaguje na páteční oteplení!

## Spotřeba budovy, výroba, dodávka (kW)

6. - 10. 2. 2017



Porovnání skutečné spotřeby budovy s odběrem ze sítě, ukazuje schopnost bateriového uložení dosáhnout nulové spotřeby ze sítě v době špiček (VT) a harmonizovat spotřebu budovy v průběhu 24 hodin.



## Provoz bateriového úložiště – 26 kWh

Nabíjení baterie z FVE a řízené ze sítě po max. dobu 4 hod/24 hod.

- Provoz ověřen

Očekávaná doba řízeného autonomního provozu - 4 -7 hodin/den.

- Provoz ověřen

Očekávaná doba redukováného stabilního odběru ( 2kW) - 6- 9 hodin /denně.

- Ověřena možnost využití baterie pro odbourávání špiček a snížení hodnoty hlavního jističe.

**Budova tak mohla být i v zimním období provozována s jističem 3x 25 A, ačkoliv by výkonově odpovídal jistič 3x40 A.**

Při odstavení trafostanice byl rovněž ověřen **autonomní provoz** v případě výpadku energie – budova fungovala od **6,00 do 20 hod zcela bez omezení** a přechod na bateriové úložiště neznamenal žádný výpadek technologií.

**Bateriové úložiště se ukázalo jako velmi flexibilní nástroj optimalizace spotřeby budovy v průběhu 24 hod. cyklu, prokázala se jeho schopnost práce s ohraničeným příkonem při uspokojení všech potřeb. Úložiště rovněž v třífázovém zapojení výrazně přispívá ke zrovnoměrnění odběru energie v jednotlivých fázích!**

# Vytápění

**Elektrický sálavý topný systém s individuálním řízením každého prostoru**  
(Instalováno 9 kW)

Spotřeba energie na vytápění byla vyšší než předpoklad a dosáhla 12 045 kWh, v období 10/16 – 5/17, 10 050 kWh v období 10/17-05/18 (-15,3%) a 7 300 kWh v období 10/18-5/19 (-31%).

Výsledky roku 2019 jasně ukazují potenciál úspor flexibilního sálavého vytápění. Dle údajů Teplárenského sdružení dosáhly ve stejném období neflexibilní teplovodní systémy úspor pouze 8%.

V průběhu testů došlo k ověření výhodnosti či nevýhodnosti tzv. útlumového režimu (- 2°C), zjištěná úspora je velmi zajímavá (17%), vyvolává však značné ranní odběrové špičky řešitelné navýšením kapacity baterie.

**Celkově topný systém velmi flexibilně reagoval, jak na změny teplot, tak i na obsazenost jednotlivých vytápěných zón. Jednoznačně tak prokázal své výrazné přednosti před tzv. teplovodními systémy s velkou setrvačností !**

## Extrémně chladný den (-12oC) – zataženo

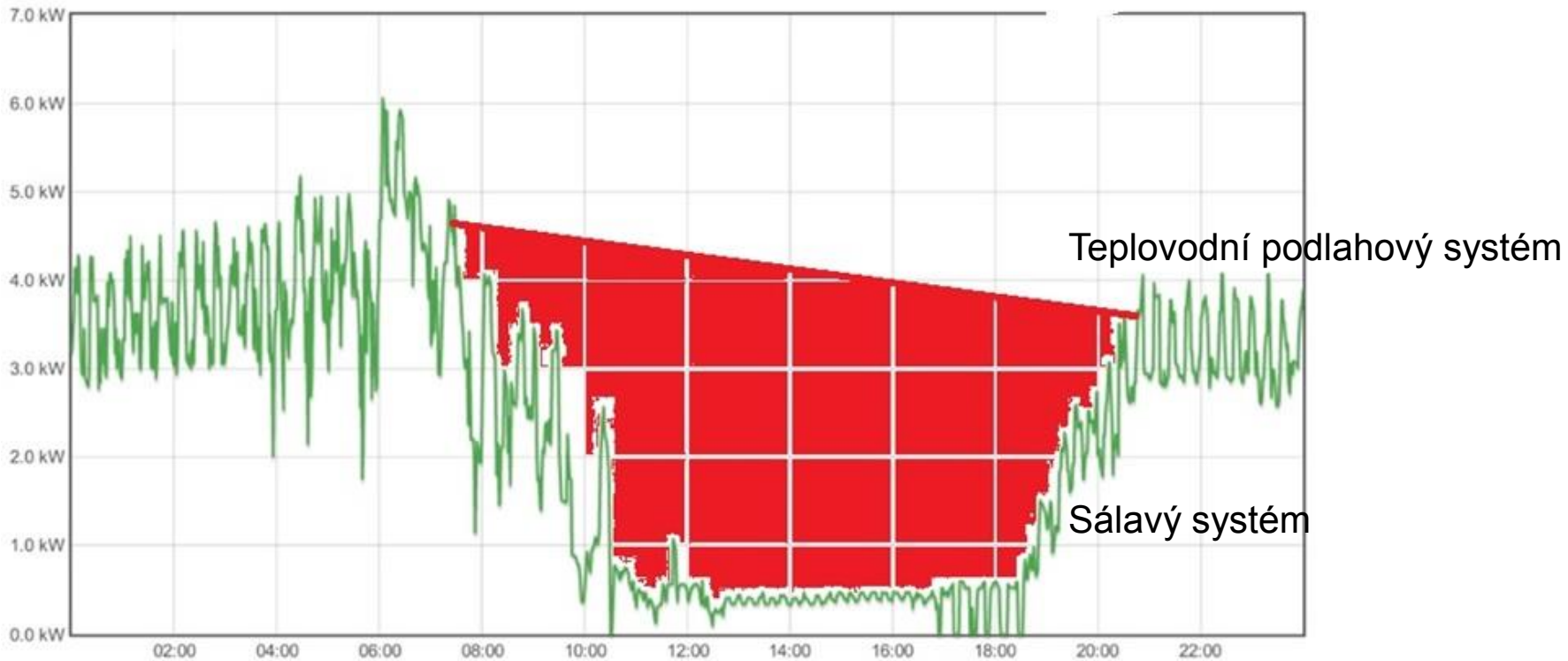
Elektrické sálavé vytápění v porovnání s teplovodním systémem  
Dodávka energie do vytápěného prostoru



Spotřeba energie na vytápění ( sálavý topný systém ) flexibilně reaguje na změnu venkovní teploty a zejména na nahodilé tepelné zisky ( lidé- technika). Oproti tomu teplovodní systém s dlouhou setrvačností a reakcí není schopen rychlé reakce a dochází tak ke značným energetickým ztrátám.

# Slunečný den 16. 2. 2017 – prům. teplota +4,7 °C

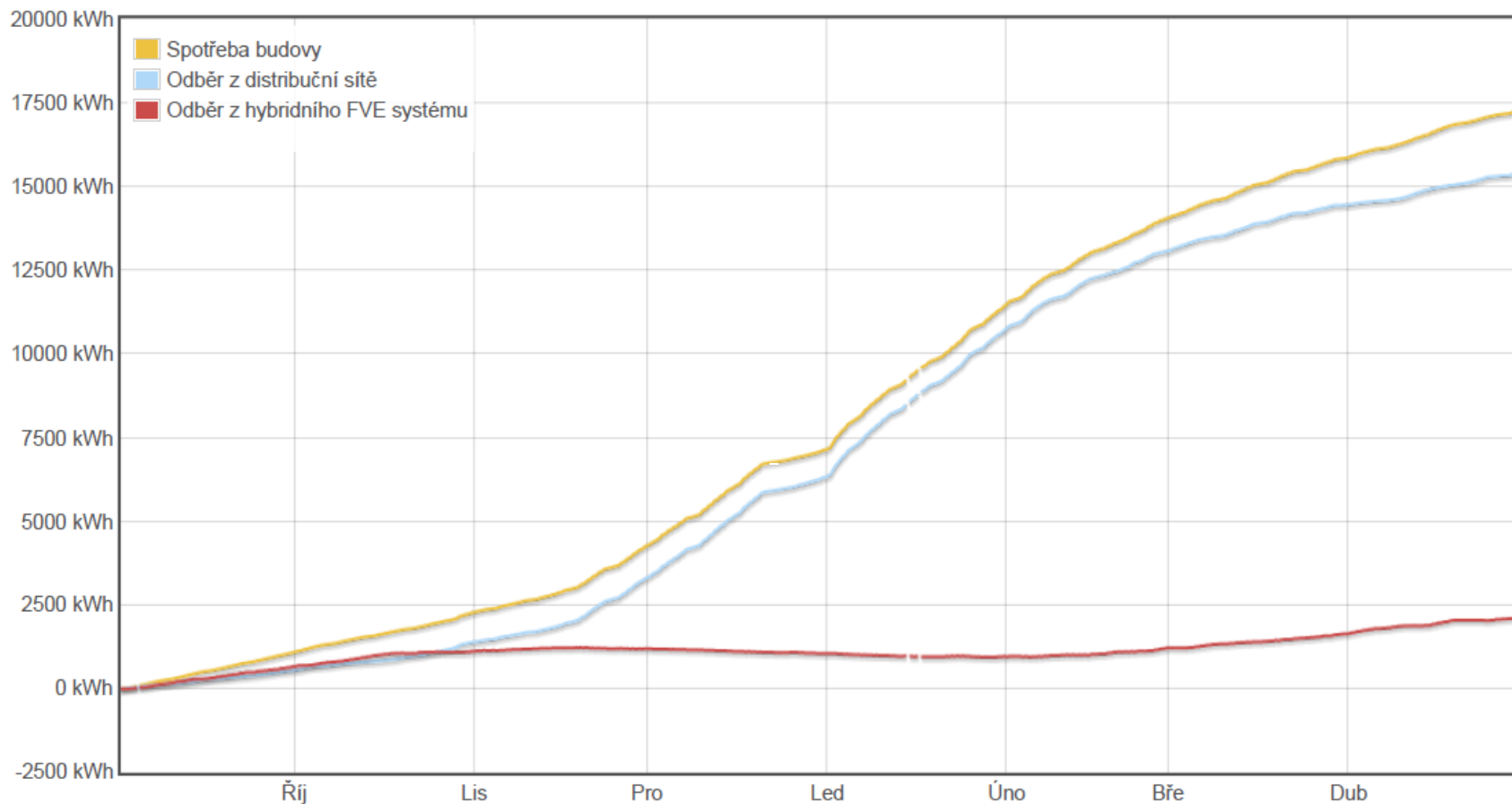
Ještě výraznější rozdíl v účinnosti



Z tohoto grafu znázorňujícího spotřebu energie na vytápění, je vidět zásadní vliv tepelných zisků ( slunce-lidé-technika) na spotřebě energie. K plnému využití tohoto efektu, je však nezbytný flexibilní topný systém, schopný rychlé reakce a to v každém vytápěném prostoru samostatně.

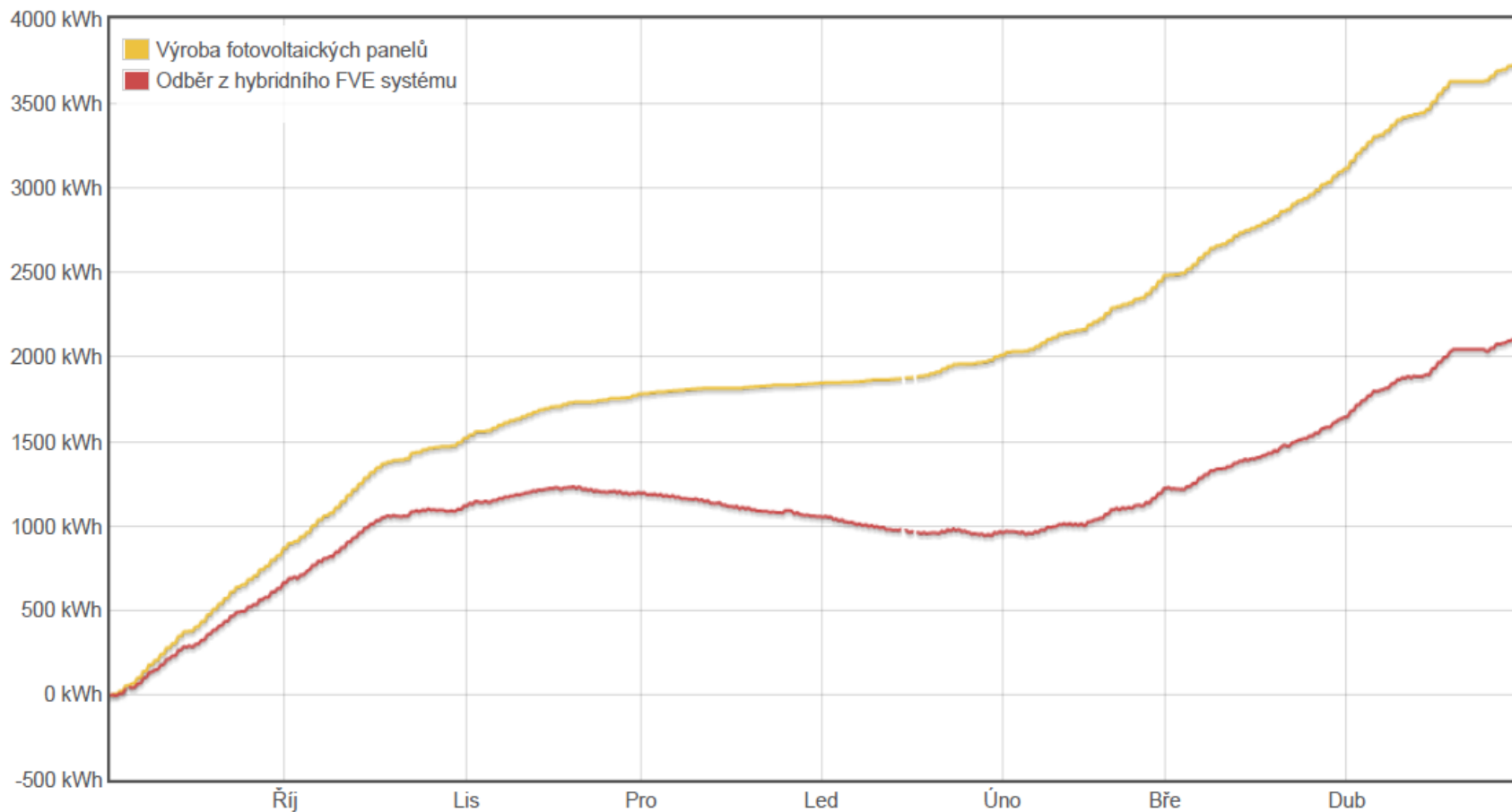
**Klasické teplovodní systémy ( s jakýmkoliv zdrojem ) tuto schopnost v nZEB nemají !**

## Spotřeba budovy, výroba, dodávka (kWh)



V průběhu topné sezony bylo spotřebováno v prvním roce 20 005 kWh, ve druhém roce 20 000 kWh a ve třetím roce 17 500 kWh.

## Výroba hybridního FVE (kWh)



Výroba FVE zajistila v topném období 2016/17- 2 507 kWh t.j cca 12,5 % celkové spotřeby, v roce 2017/18 to bylo – 3 500 kWh tj. cca 17,5 % celkové spotřeby, v roce 2018/19 potom 3 750 kWh, t.j 21,4 %.

## Řízená ventilace s rekuperací – chlazení , klimatizace

V průběhu prvních 5 měsíců docházelo k nastavování systému – finální nastavení – reakce na hadinu CO<sub>2</sub> v jednotlivých prostorách + zajištění minimálního provětrávání - v letních měsících nastavena teplota vstupního vzduchu na 20 o C, v zimních měsících na teplotu vystupujícího vzduchu.

V letních měsících nastaveno intenzivní noční provětrávání budovy v případě vysokých denních teplot.

Použití chlazení vstupního vzduchu VZT se v letních měsících ukázalo jako energeticky cca 3 x náročnější, než chlazení prostoru multisplitovou klimatizační jednotkou.

Subjektivní pocit komfortu přítomných pracovníků však byl vyšší v prvním případě.

<b>Roční spotřeba energie - ventilace :</b>	<b>980 kWh (2017), 650 kWh (2018)</b>
<b>- multisplit :</b>	<b>350 kWh( 2017), 340 kWh (2018)</b>

# Kvalita vnitřního prostředí

V jednotlivých místnostech byly monitorovány následující parametry :

- teplota
- vlhkost
- CO<sub>2</sub>
- VOC

Hodnocení prováděla katedra TZB ČVUT – Dr. M. Urban.  
(samostatná rozsáhlá zpráva)

**Závěr : ve všech parametrech byla kvalita vnitřního prostředí po celou dobu užívání budovy v třídě I.**



# Testovací režimy ČEZ distribuce

## **Vyhlazený“ diagram OM vůči distribuční síti**

- Cíl – co nejdelší provoz v konstantním režimu.

## **Ostrovní provoz bilanční (s připojením k síti)**

- Cíl - po co nejdelší dobu udržet nulový odběr ze sítě (na jednání zmiňovaná „chlupatá nula“).

## **Distributorem vynucená dodávka EE do sítě**

- Cíl – na požadavek Distributora dodat do distribuční sítě maximální možný výkon.

## **Omezení přetoku výkonu z FVE do DS na předem domluvenou hodnotu instalovaného výkonu FVE**

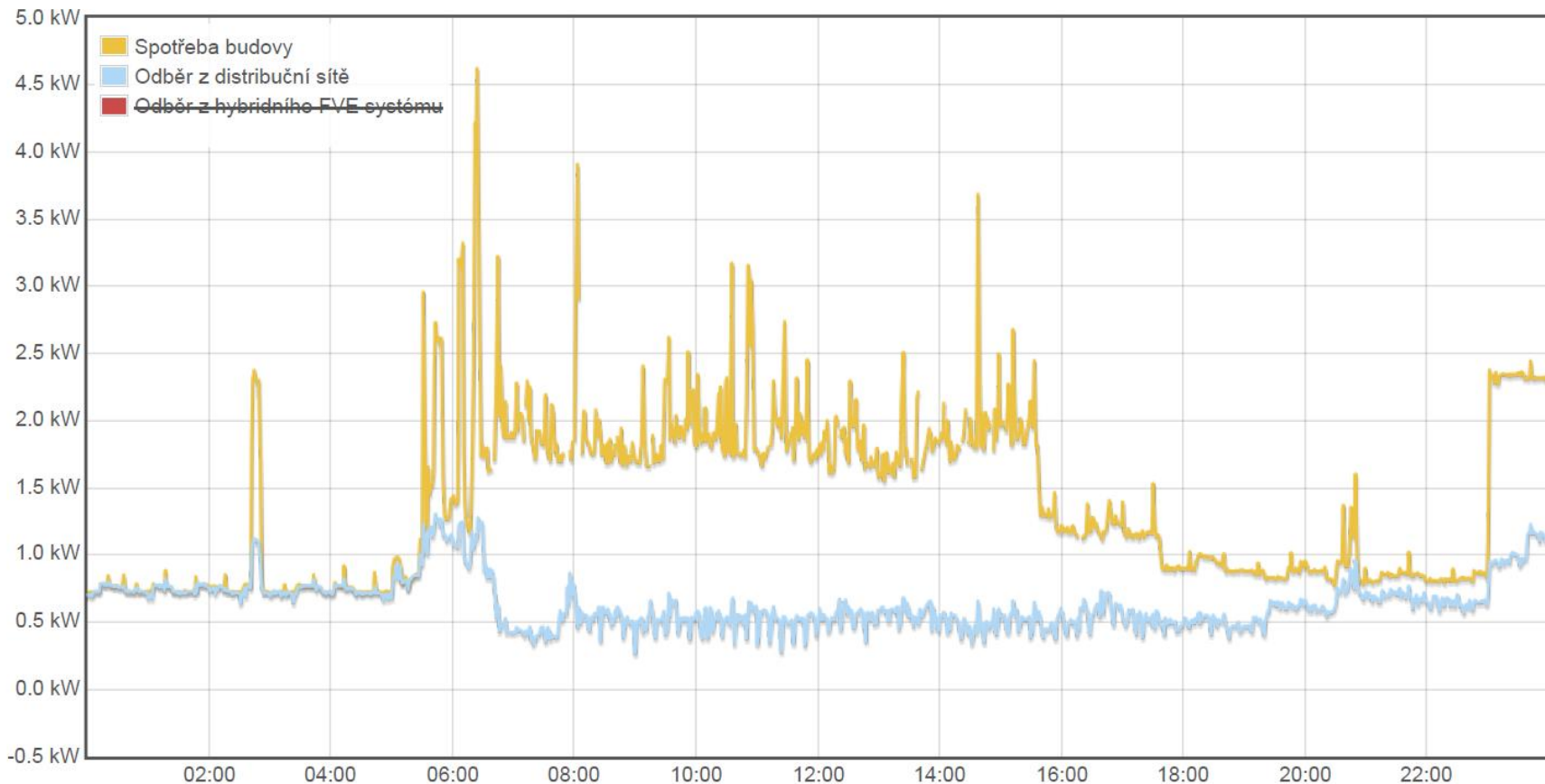
- Cíl – na požadavek Distributora dodat do distribuční sítě nižší (například poloviční) výkon, než který by výrobná v danou chvíli mohla skutečně dodávat.

## **Distributorem omezená spotřeba na předem dohodnutou mez**

- Cíl – na požadavek Distributora odebrat z distribuční sítě nižší (například poloviční) výkon, než který odběrné místo v danou chvíli spotřebovávalo.

Zkoušky proběhly ve dnech 14. - 28. 5. 2018

## Spotřeba budovy, výroba, dodávka (kW) Testovací režim – vyrovnaný odběrový diagram

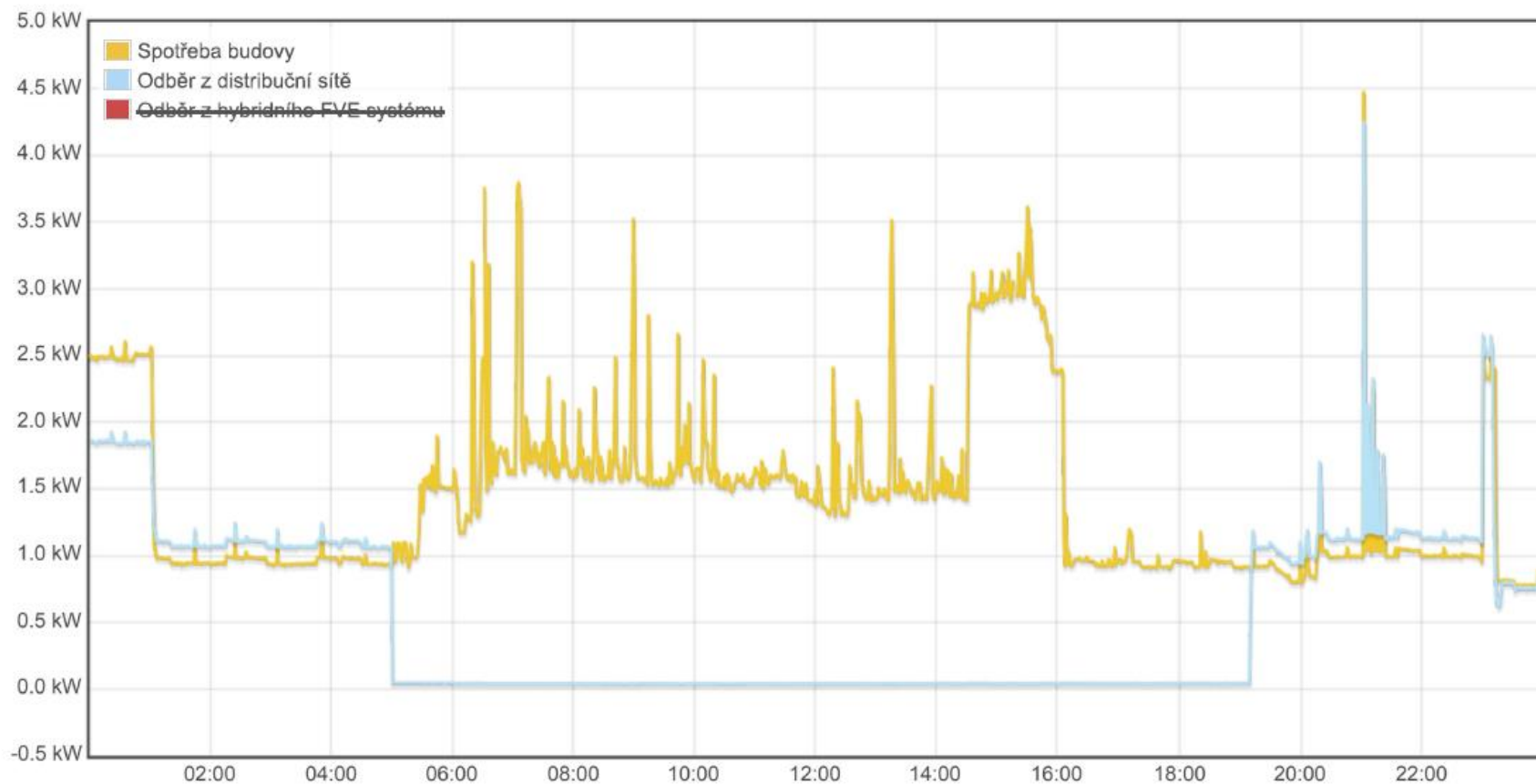


Maximální celkový odběr budovy činil 4,5 kW

Maximální odběr energie ze sítě činil 1,2 kW

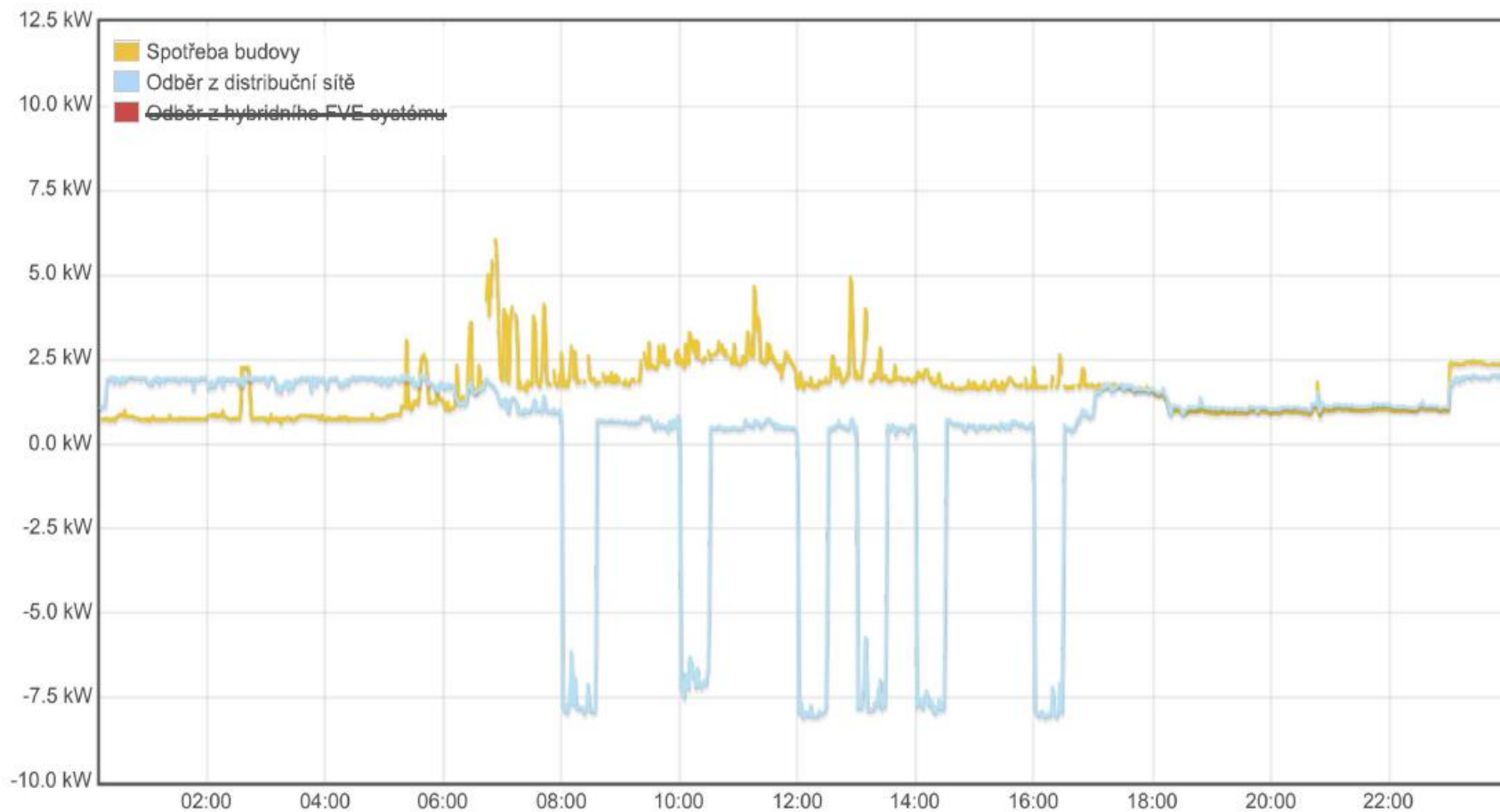
Z grafu je zjevné naprosté oddělení skutečné spotřeby el. energie budovy od

### Spotřeba budovy, výroba, dodávka (kW)



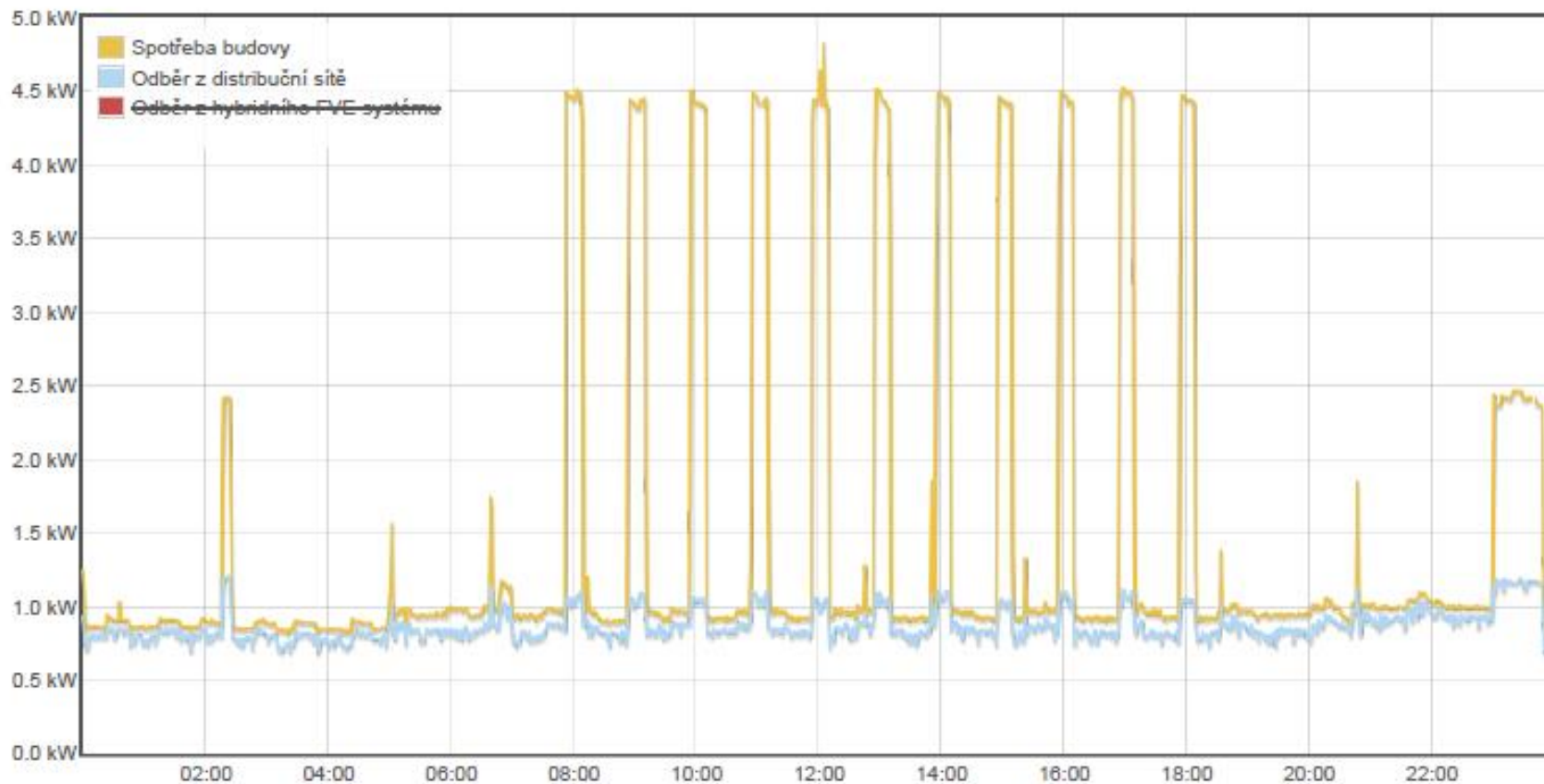
18. 5. – pokus nulový odběr od 5 hod ( udržen po dobu 14 hod. do 19 hod. )

## Spotřeba budovy, výroba, dodávka (kW)



21. 5. 2018 – rovnoměrný odběr s řízenou dodávkou energie do sítě

## Spotřeba budovy, výroba, dodávka (kW)



Udržování rovnoměrného odběru ze sítě max 1 kW i přes intervalové navyšování zátěže až 4,5 kW

# Závěry :

- Bylo prokázáno , že uvedený koncept je schopen účinně kooperovat v rámci budoucích „smart grids“ i současného řízení DS pomocí HDO.
- Měření ČEZ ukázalo , že ovlivňování sítě činností HFVE JE zcela bezvýznamné.
- Ukazuje se , že je naprosto nezbytné zpracovat podklady pro projektanty stanovující vazbu mezi příkonem budovy , velikostí FVE a velikostí bateriového úložiště.
- Byla dohodnuta spolupráce na monitoringu a hodnocení SAS Jeseník v letech 2018-2019.

# Společný projekt Fenix – ČVUT-UCEEB

v rámci programů NCK (2019-2020)

Rezidenční budovy :

*Vývoj algoritmu pro optimální řízení vnitřního prostředí v budově pro bydlení standardu nZEB s obnovitelnými zdroji energie a akumulací elektrické energie. Cílem je, aby budova s FV systémem udržovala vnitřní prostředí optimálním provozem elektrického vytápění, větrání a osvětlení při efektivním využívání místně vyráběné elektrické energie prostřednictvím její akumulace.*

Dvouletý projekt - spolupráce : UCEEB – Fenix – WAFE – AERS – S-Power - TECO Kolín

Společné řešení a následná komerční spolupráce při realizaci

# **PROJEKT CAMEB – řídicí algoritmus nadřazené řídicí jednotky ovládající veškeré technologie plně elektrifikovaného RD ve standardu nZEB vybaveného střešní FVE , bateriovým úložištěm , ventilací s rekuperací a elektrickým sálavým vytápěním .**

Dvouletý projekt realizován v součinnosti – ČVUT -UCEEB , Fenix , TECO, S-Power, AERS , WAFE a TECO Kolín

Místo projektu : OMICE

Investor : Ing. Dalibor Veverka





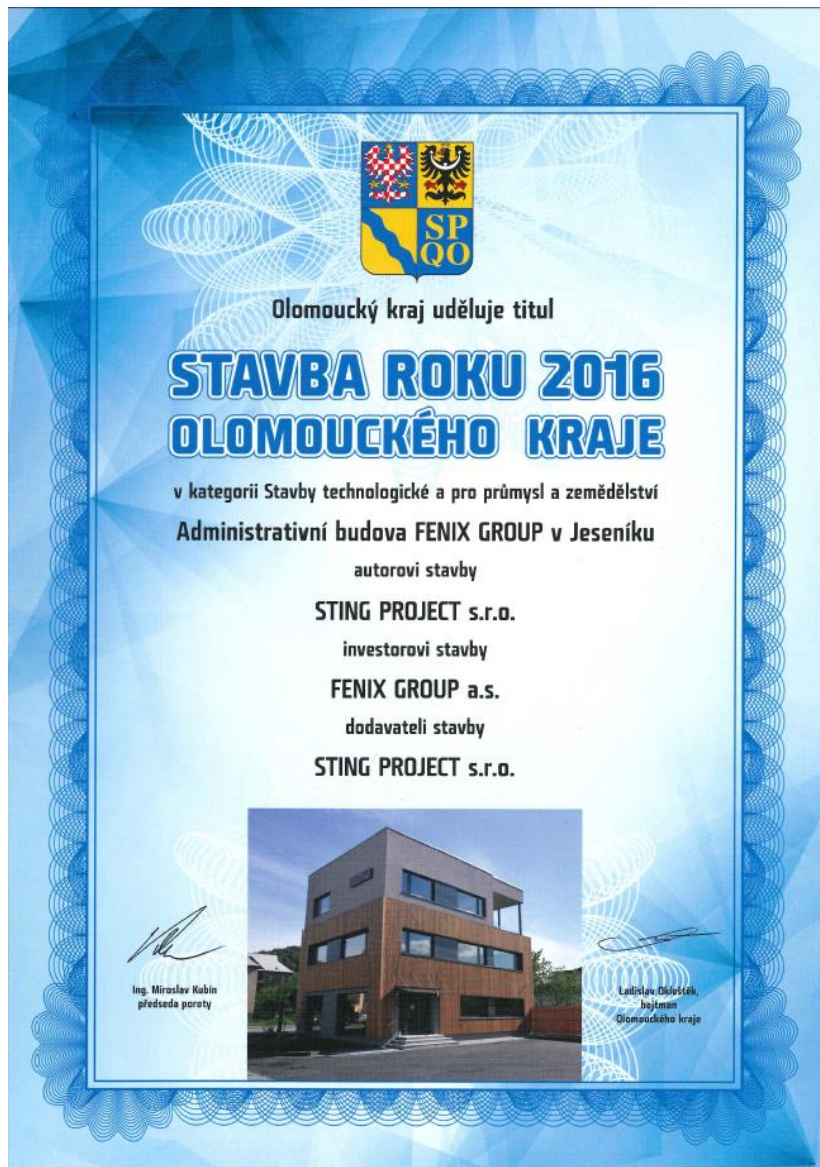
## Ocenění :

- 1) Koncept domu jako aktivního prvku energetické soustavy získal dne 16.6. 2016 na Pražském Hradě v rámci vyhlášení CZECH TOP 100 zvláštní ocenění : Enviromentální počin roku v energetice.



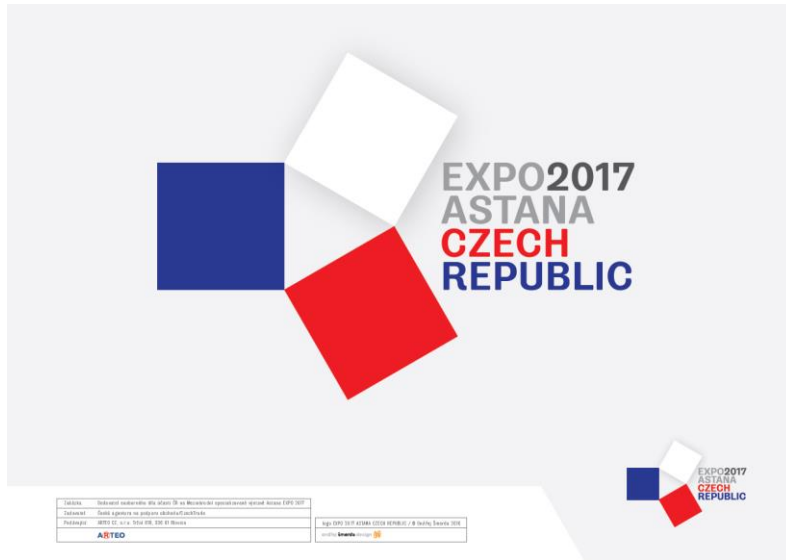
3) Dne 27. 3. 2017 byla projektu OC udělena hejtmanem Olomouckého kraje cena

## Stavba roku 2016



- 4) Za nejvyšší ocenění považujeme skutečnost, že tento projekt bude jako **jeden z 10 oficiálních exponátů představen v expozici ČR na světové výstavě v Astaně (06/17-10/17)**.

Mottem výstavy jsou úspory energie a energetická účinnost.



# ČEEP 2016

ČESKÝ ENERGETICKÝ A EKOLOGICKÝ  
PROJEKT | STAVBA | INOVACE ROKU

VYPIŠOVATELÉ:



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

Ministerstvo životního prostředí

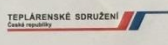


MINISTERSTVO  
PRO MÍSTNÍ  
ROZVOJ ČR

Hlavní  
PARTNER:



PARTNEŘI:



## TITUL ČEEP 2016

**Kategorie:** C – TECHNOLOGIE, INOVACE  
Chytrý energetický management administrativní budovy Fenix Group

**Přihlašovatel:** ČVUT UCEEB

**Výrok poroty:** Za optimalizaci stavebního řešení, která v kombinaci s FV umožnila budovu s elektrickým vytápěním klasifikovat jako A - mimořádně úspornou. Projekt ověřil spolupráci sítěných FVE s domovními bateriemi a distribuční „smart grid“ a byla prokázána efektivita tohoto inovačního řešení.

21. LISTOPADU 2017

ING. DRAHOŠ RŮTA, PŘEDSEDA POROTY

ING. MILOŠA VESELA, ORGANIZÁTOR

TOPEXPO

# EXPO 2020 DUBAI - Pavillon of the Czech Republic

 **FENIX** - oficiální partner české účasti

Fenix byl kontaktován generálním komisařem české účasti a byla dohodnuta participace na této největší světové výstavě. Exponáty budou model OC Fenix a modulární bateriové uložení AES 10.





**Děkuji za pozornost**

[www.fenixgroup.eu](http://www.fenixgroup.eu)

