

# nZEB jako aktivní prvek energetické soustavy

12 měsíců 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  
 PSČ, 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)

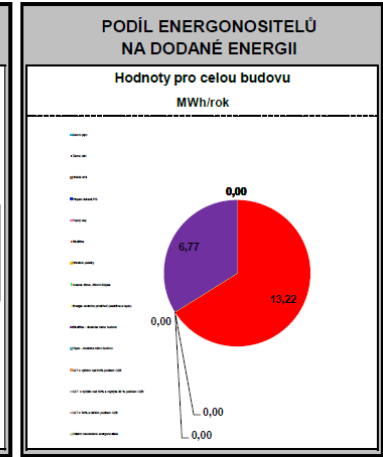
|                                 |       |   |       |
|---------------------------------|-------|---|-------|
| Mimořádně úsporná <b>A</b>      | 41,8  | A | 61,1  |
| Velmi úsporná <b>B</b>          | 44,5  | B | 102,2 |
| Úsporná <b>C</b>                | 66,7  | C | 153,2 |
| Méně úsporná <b>D</b>           | 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                |
|-----------------------|--------------------------|
| Vnější stěny:         | <input type="checkbox"/> |
| Okna a dveře:         | <input type="checkbox"/> |
| Střechu:              | <input type="checkbox"/> |
| Podlahu:              | <input type="checkbox"/> |
| Vytápění:             | <input type="checkbox"/> |
| Chlazení/klimatizaci: | <input type="checkbox"/> |
| Větrání:              | <input type="checkbox"/> |
| Přípravu teplé vody:  | <input type="checkbox"/> |
| Osvětlení:            | <input type="checkbox"/> |
| Jiné:                 | <input type="checkbox"/> |

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



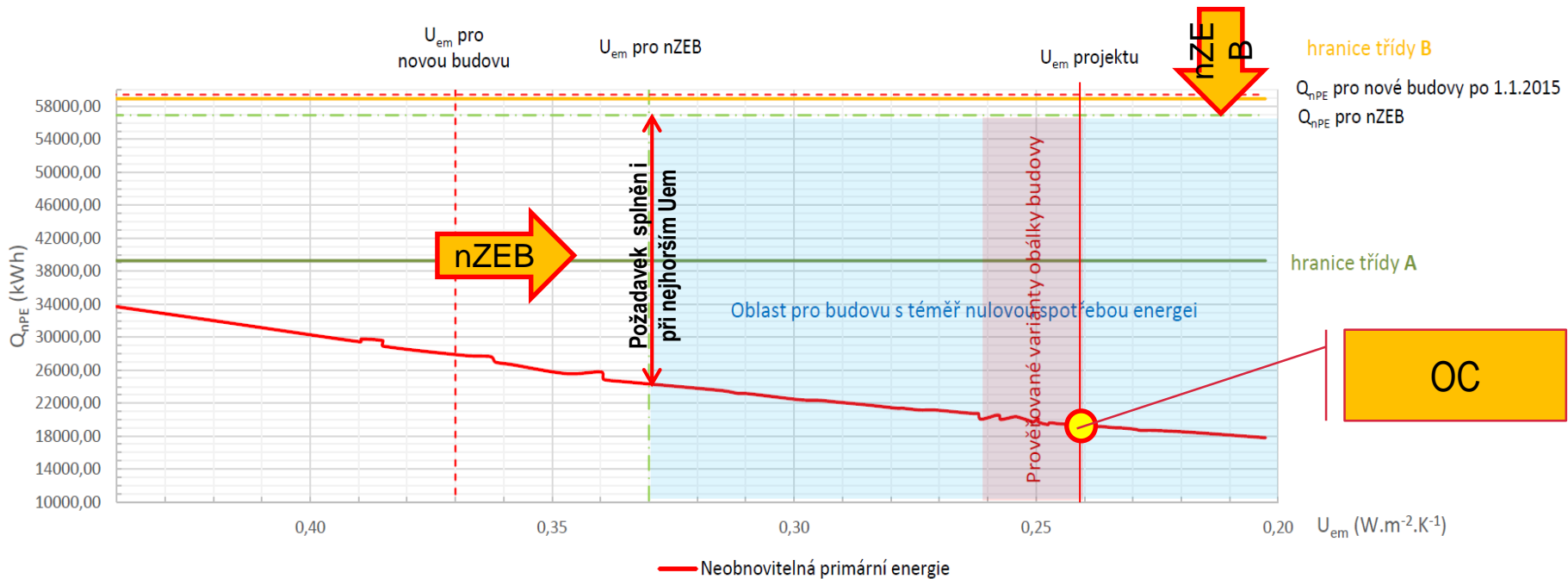
### UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

|   | 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      Vyhотовeno 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 – 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.**

**Budova byla projektována s pomocí ČVUT – TZB a k jejímu dvouletému sledování byla ustanovena odborná skupina se zástupců MPO , MŽP, ERU , ČEZ-ESCO , ČEPS a ČVUT**

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

# Tři překvapení v průběhu výstavby

## Překvapení č. 1

### Celkové investiční náklady stavby

|   |   |                |
|---|---|----------------|
| Obestavěný prostor ( m3)                |   | 1 750 m3       |
| Celkové náklady ( bez FVE a baterií)    | - | 13 642 tis CZK |
| náklady na m3                           |   | 7 795 CZK/m3   |
| Celkové náklady ( včetně FVE a baterií) | - | 14 959 tis.    |
| Náklady na m3                           |   | 8 547 CZK/m3   |

**Dnešní standardní náklady běžných budov ( dle CS ÚRS)**

**7 700- 8 300 CZK /m3**

**Je evidentní , že při řádné předprojektové a projektové přípravě je možno dosáhnout i u těchto vysoce nadstandardních objektů naplněných technologiemi cen srovnatelných se standardními budovami (2015)**

# Topný systém – návratnost investice

(porovnání elektrický sálavý topný systém a TČ) :

**Sálavý topný systém** (podlahové vytápění – sálavé panely – centrální regulace s možností vzdálené správy ovládající individuálně každý prostor samostatně)

- 174 tis CZK

**Klimatizace multisplit +TUV**

- 193 tis CZK

u obou zvolených systémů flexibilní ,přesné a cílené dodávky tepla a chladu do jednotlivých prostor ,okamžitá reakce na tepelné zisky

**Tepelné čerpadlo a teplovodní systém**

- 661 tis. CZK

velká setrvačnost systému , nízká flexibilita i schopnost reakce na tepelné zisky v jednotlivých prostorech

**Rozdíl**

- **294 tis. CZK**

Celková spotřeba energie na vytápění , TUV

- 12 500 kWh/rok

Instalovaný příkon vytápění 9kW

- Maximální možná úspora při použití TČ - 6 000 kWh / rok \*
- Z dostupných dat není možno doložit skutečnou úsporu , vychází se tedy z tabulkových propočtů
- Z dosažitelných údajů – tarifní statistika ERU či srovnání provozu reálných domů je naopak spotřeba energie vyšší u domů vybavených teplovodním vytápěním a tepelným čerpadlem

- **Návratnost investice dnešní cena el.energie - 20 let**

## Překvapení č.2

I když TČ jsou vynikající technologie , zejména v případě velkých spotřeb energie , v daném konceptu jsou hodnoty návratnosti TČ vysoce nad hranicí životnosti a instalace TČ do podobných velmi úsporných staveb tak nedává ekonomický smysl !

# Překvapení č.3

## Životnost baterie v daném režimu k 30.9. - 31 let! k 15.3. - 28 let!

**FENIX**

[Přípravit pro tisk](#) | [Odlásit se](#)

**PŘEHLED   PROSTŘEDÍ   ENERGIE OKAMŽITÁ   ENERGIE KUMULATIVNÍ   PŘEDPOVĚĎ SLUNEČNÍHO OSVITU**

**INFORMACE O BUDOVĚ**

**Venkovní LED panel**

|                   |           |
|-------------------|-----------|
| Venkovní teplota: | 8.3 °C    |
| Spotřeba objektu: | 67.50 kWh |
| Odběr ze sítě:    | 45.20 kWh |
| Výroba FVE:       | 30.53 kWh |
| Soběstačnost:     | 45 %      |
| Dodávka z BAT:    | -8.23 kWh |
| Stav nabití BAT:  | 62 %      |

**Roční výroba a spotřeba (od 12. 7. 2016)**

|                     |            |
|---------------------|------------|
| Roční spotřeba:     | 20 409 kWh |
| Roční výroba FVE:   | 3 168 kWh  |
| Roční soběstačnost: | 16 %       |

**Cykly baterie**

|                      |        |
|----------------------|--------|
| Počet cyklů 30 dnů:  | 13.2   |
| Počet cyklů celkem:  | 140.4  |
| Životnost baterie:   | 5000.0 |
| Cyklů za den 30 dnů: | 0.438  |
| Cyklů za den celkem: | 0.488  |

Windows taskbar: 16:52 16.3.2017

I když s úpravou softwaru a s umožněním řízených přelivů se baterie začala využívat aktivněji a počet cyklů se zvětšil, stále životnost dosahuje více jako 25 let

**Cílem bylo sladit životnost baterie s očekávanou životností FVE - cíl je dosažen,**

## Porovnání očekávaných a skutečných výsledků po roce provozu:

|   |         |                        |
|---|---------|------------------------|
| Očekávaná roční spotřeba energie                  | UCEEB – | 27 000 kWh             |
| Skutečná spotřeba                                 |         | 25 126 kWh ( - 7%)     |
| <b>Ztráty energie HFVE</b>                        |         | <b>1 500 kWh ( 6%)</b> |
| <b>Spotřeba energie na vytápění a ohřev TUV :</b> |         | <b>12 402 kWh</b>      |

Spotřeba el.energie na vytápění byla vzhledem k chladné a delší zimě vyšší – průměrná teplota od 10 /16 do 2/17 byla 2oC pod dlouhodobým průměrem .

|                                   |                |
|-----------------------------------|----------------|
| Vlastní výroba FVE – využití 100% | PV – 7 200 kWh |
| Skutečná výroba                   | 6 050 kWh      |

Důvodem nižší výroby FVE bylo její primární nastavení tak , aby v žádném případě nedocházelo k přelivu energie do sítě a to i za cenu snížení výkonu FVE.

V roce 2017 již byly parametry upraveny tak , aby zejména v letních měsících , kdy je nízká spotřeba a velká výroba FVE docházelo na základě programu a signálu HDO k tzv řízeným přetokům – tedy pouze v případě poptávky operátora sítě.

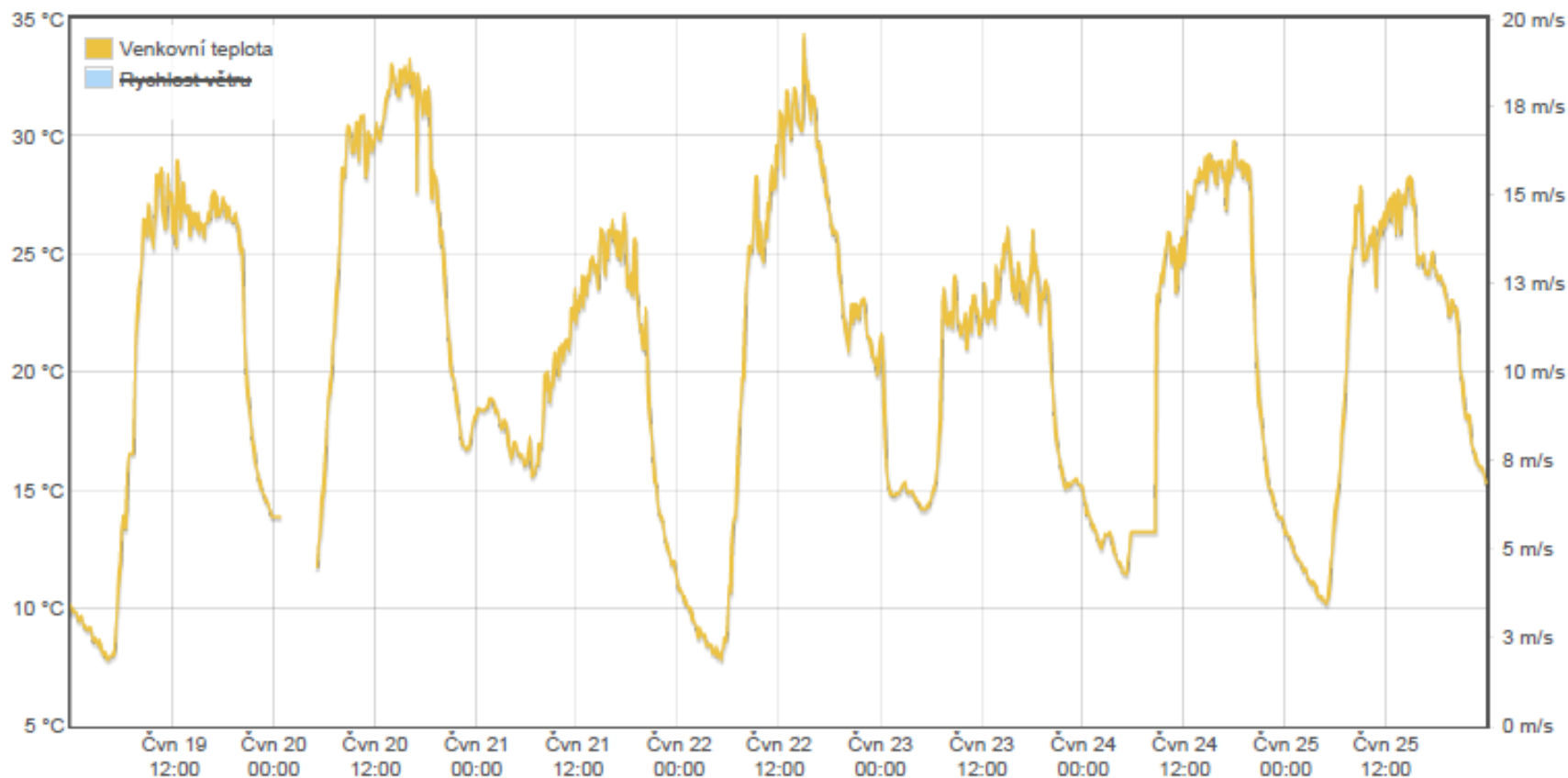
Bylo ověřeno , že tento model řízených dodávek je plně funkční a může poskytovat výhody jak při řízení sítě tak i samotným uživatelům – proto se domníváme , že je na čase **zahájit diskusi o možnosti zavedení tzv. net meteringu pro tyto aplikace.**



Letní provoz – 19. 25.6. 2017

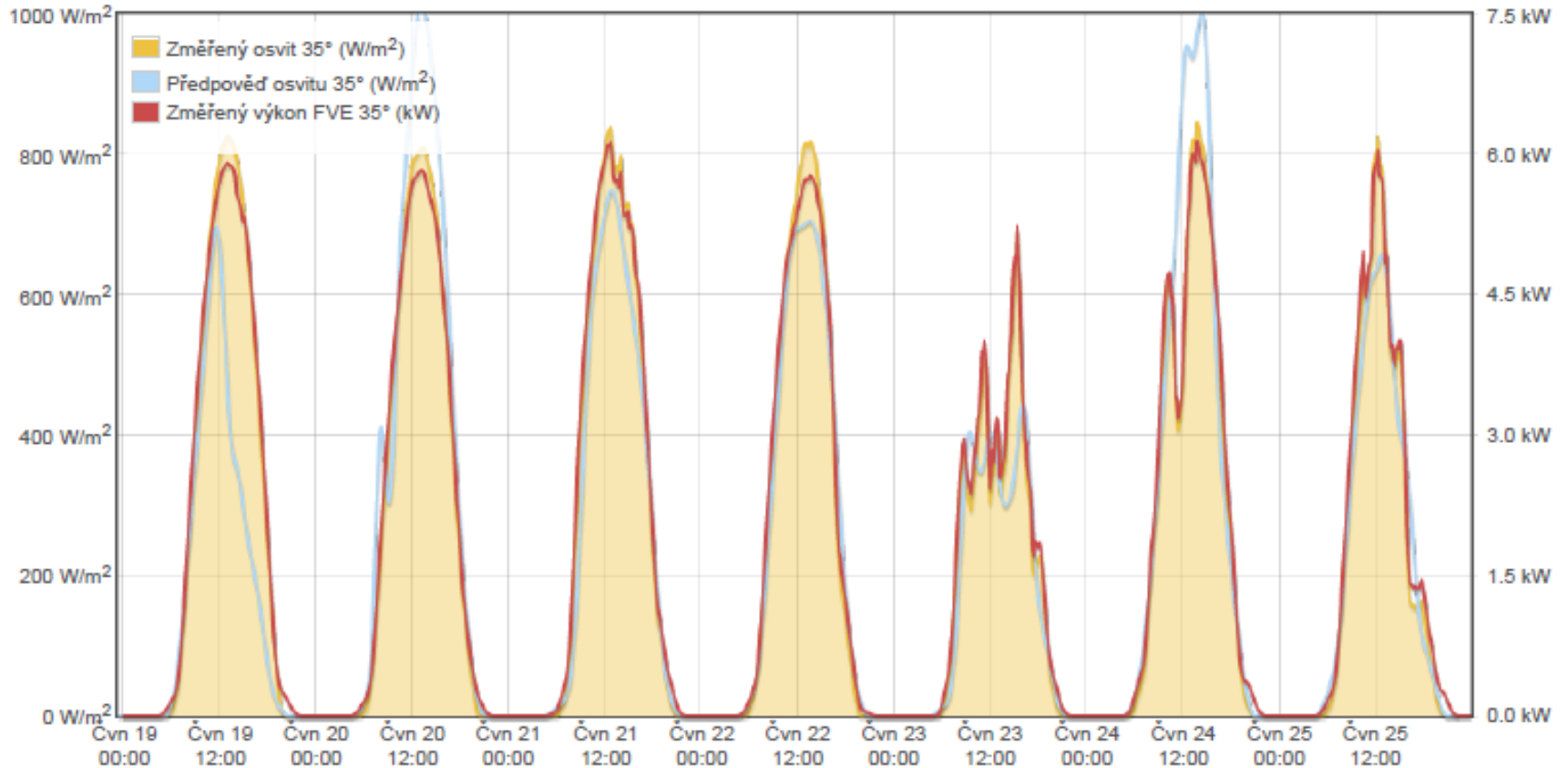


## Venkovní prostředí



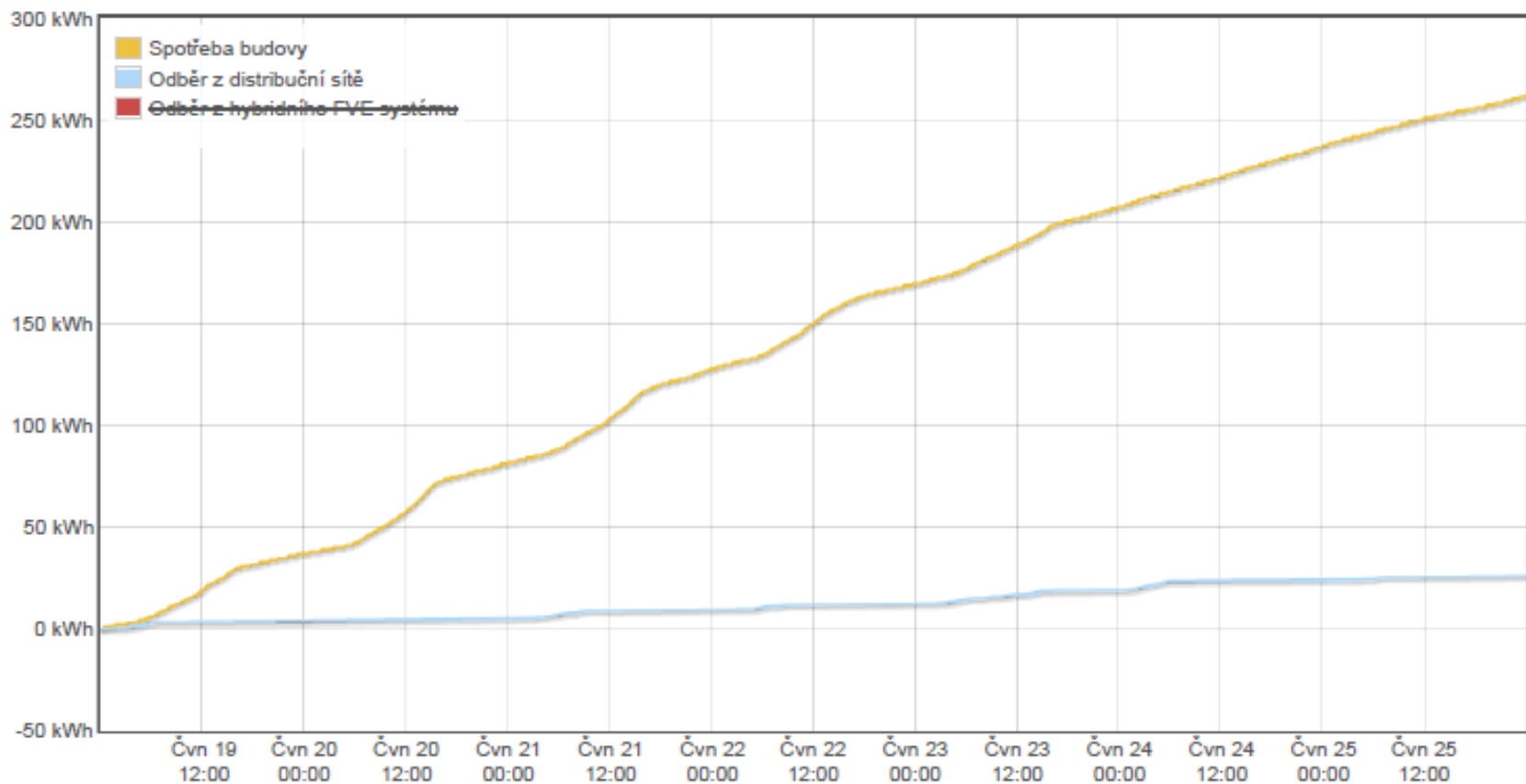
Letní slunečné dny s denními teplotami přes 30 oC

## Osvět a vyrobený výkon - sklon 35°



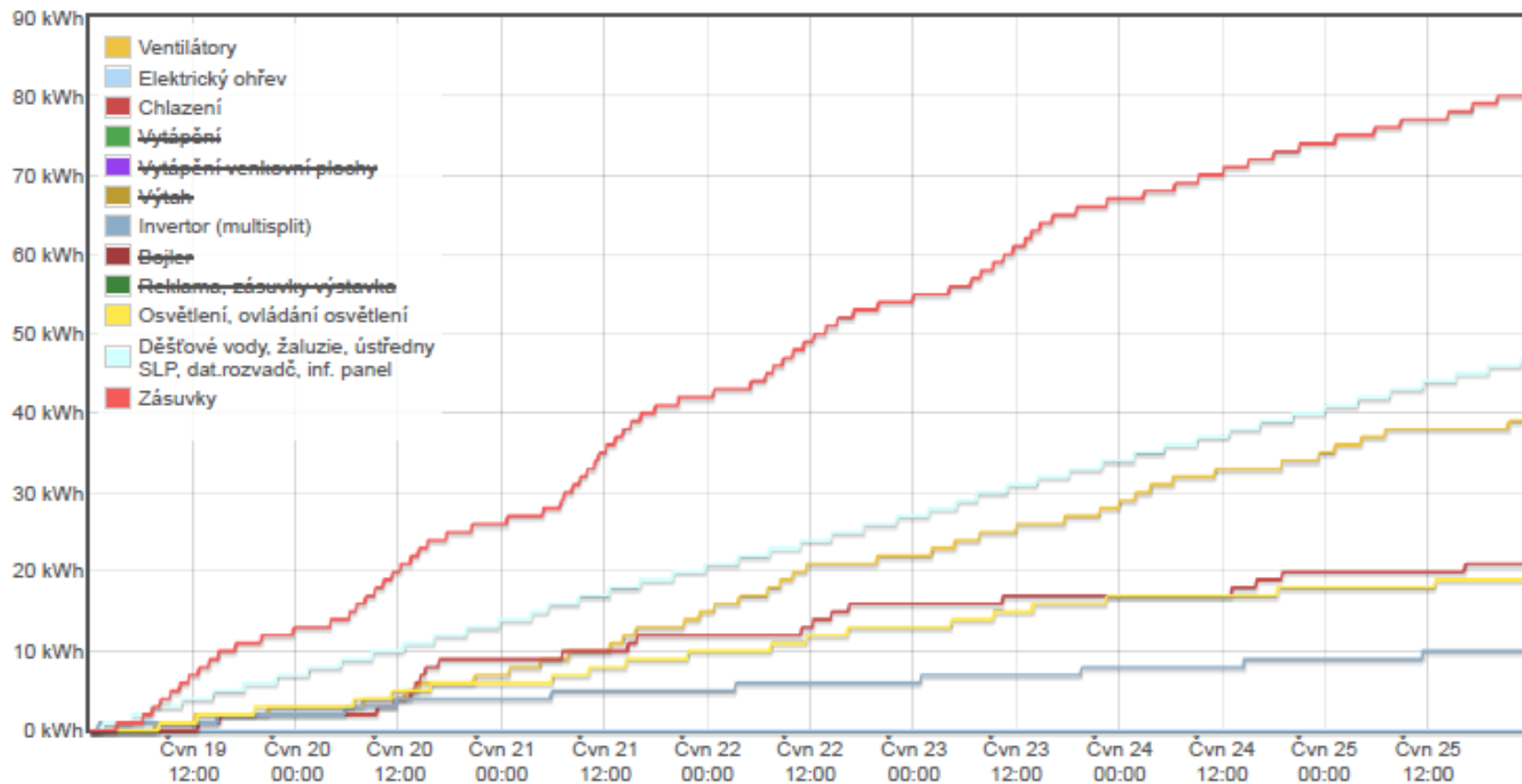
Porovnání plánované a skutečné výroby FVE

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



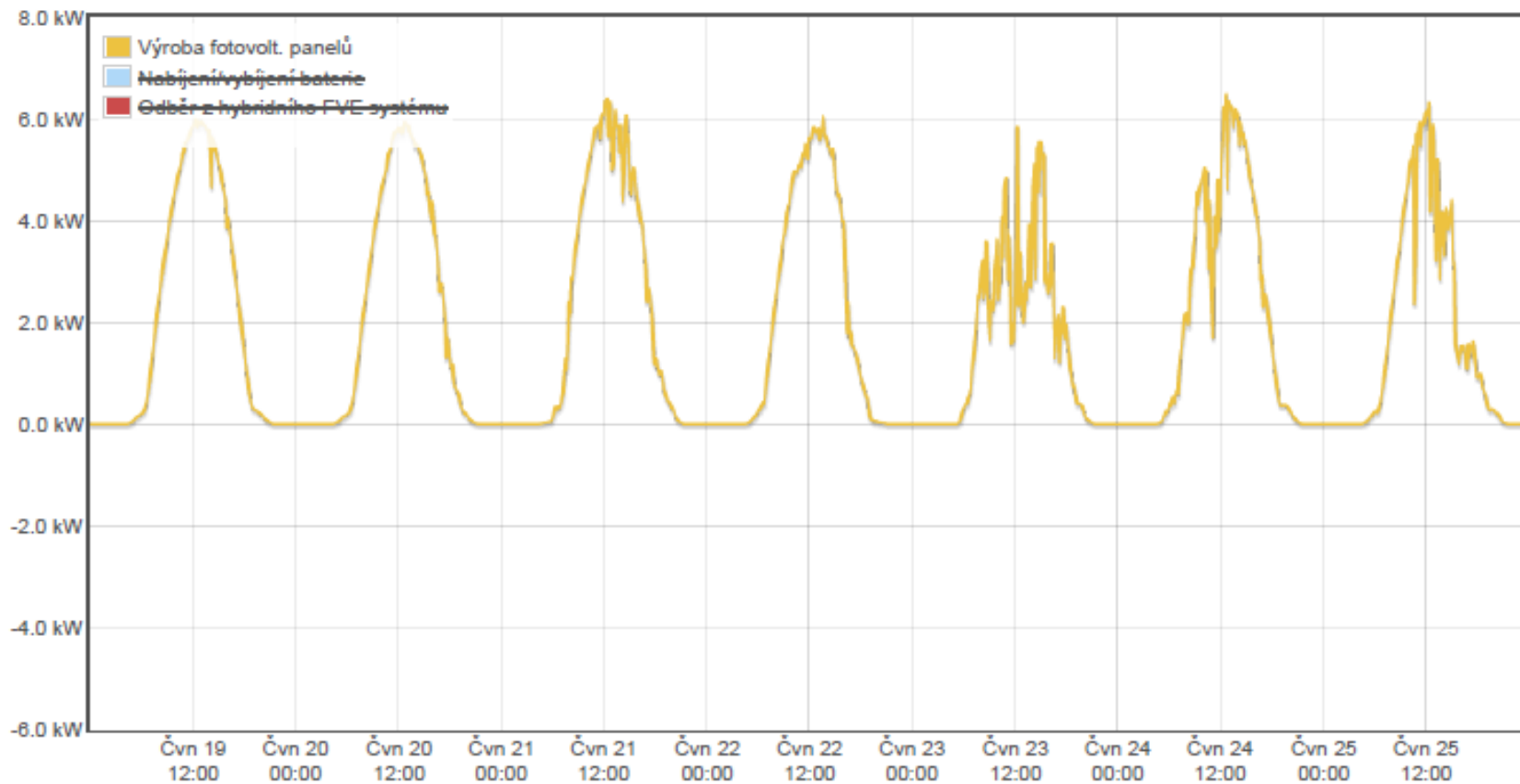
Vlastní výroba FVE pokrývala v těchto podmínkách 91 % energetických potřeb budovy

## Jednotlivé odběry energie (kWh)



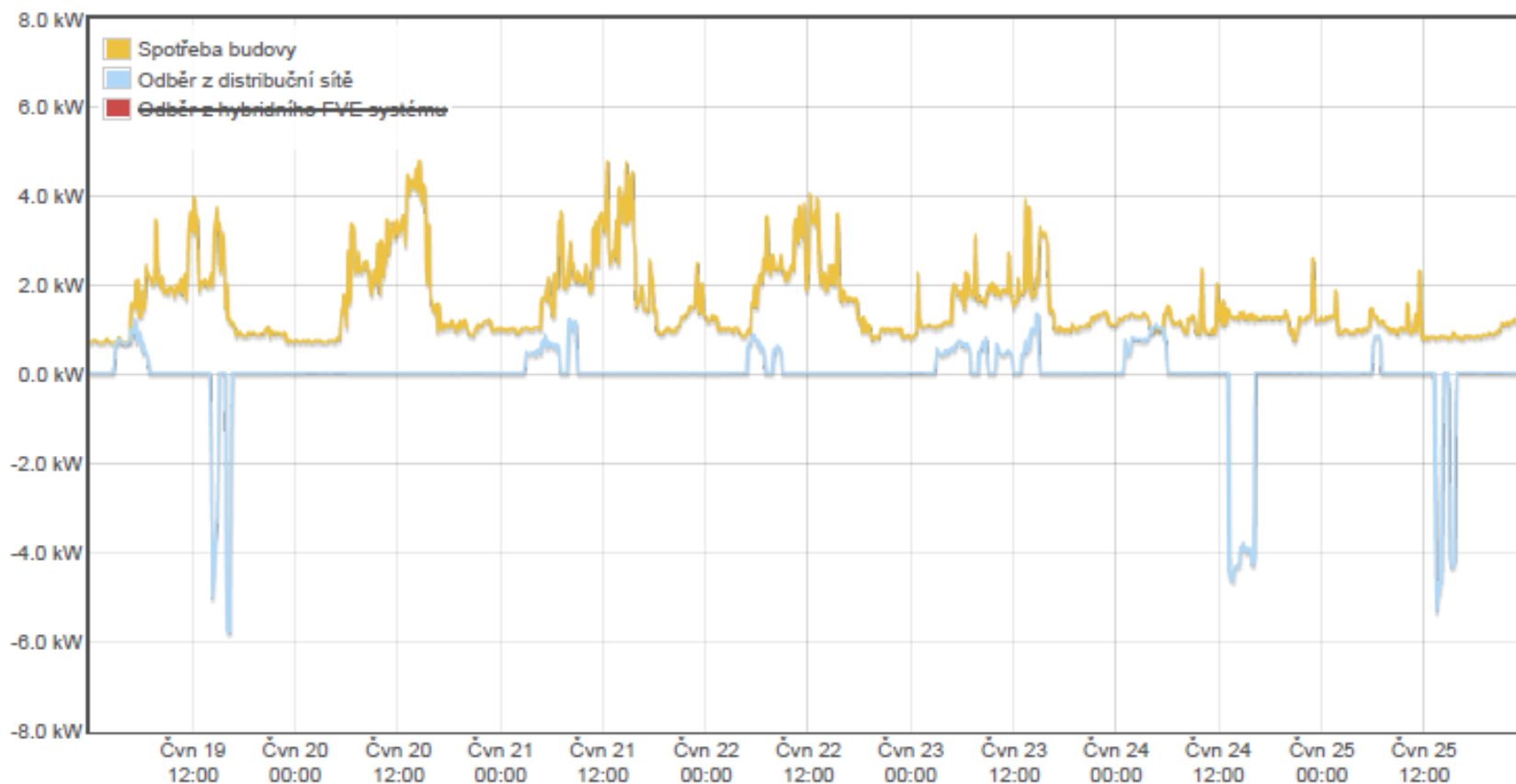
Jednotlivé odběry energie se na celkové spotřebě podílely následovně :

## Výroba a akumulace (kW)



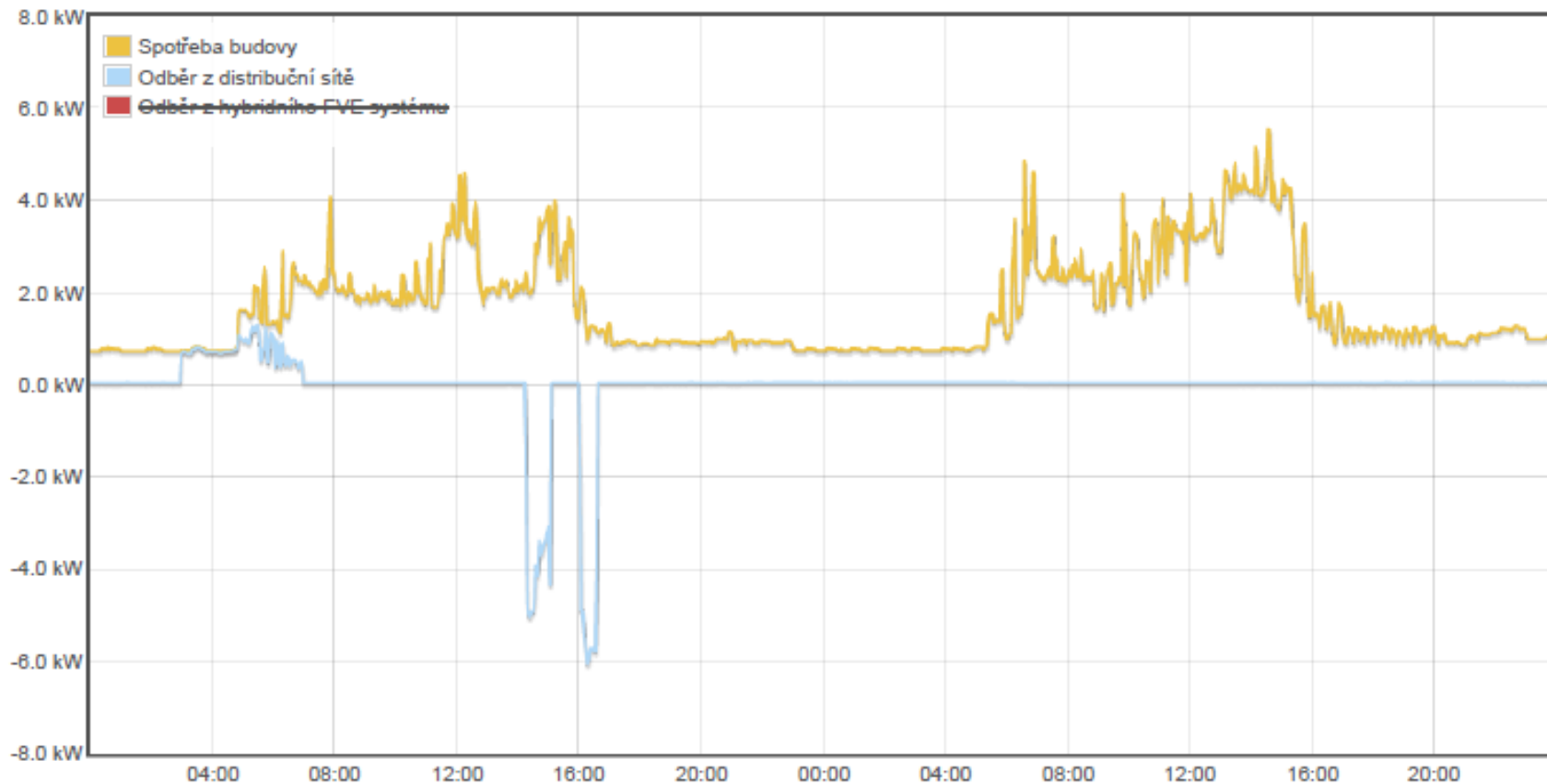
Výroba FVE v jednotlivých dnech byla velmi regulární

### 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**



## **Provoz bateriového úložiště – 26 kW**

**Nabíjení baterie z FVE a řízeně 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**

**Ověření možnosti využívat budovu pro řízení ¼ hod maxima .**

- **Od ověřování bylo upuštěno z důvodu malého příkonu budovy**

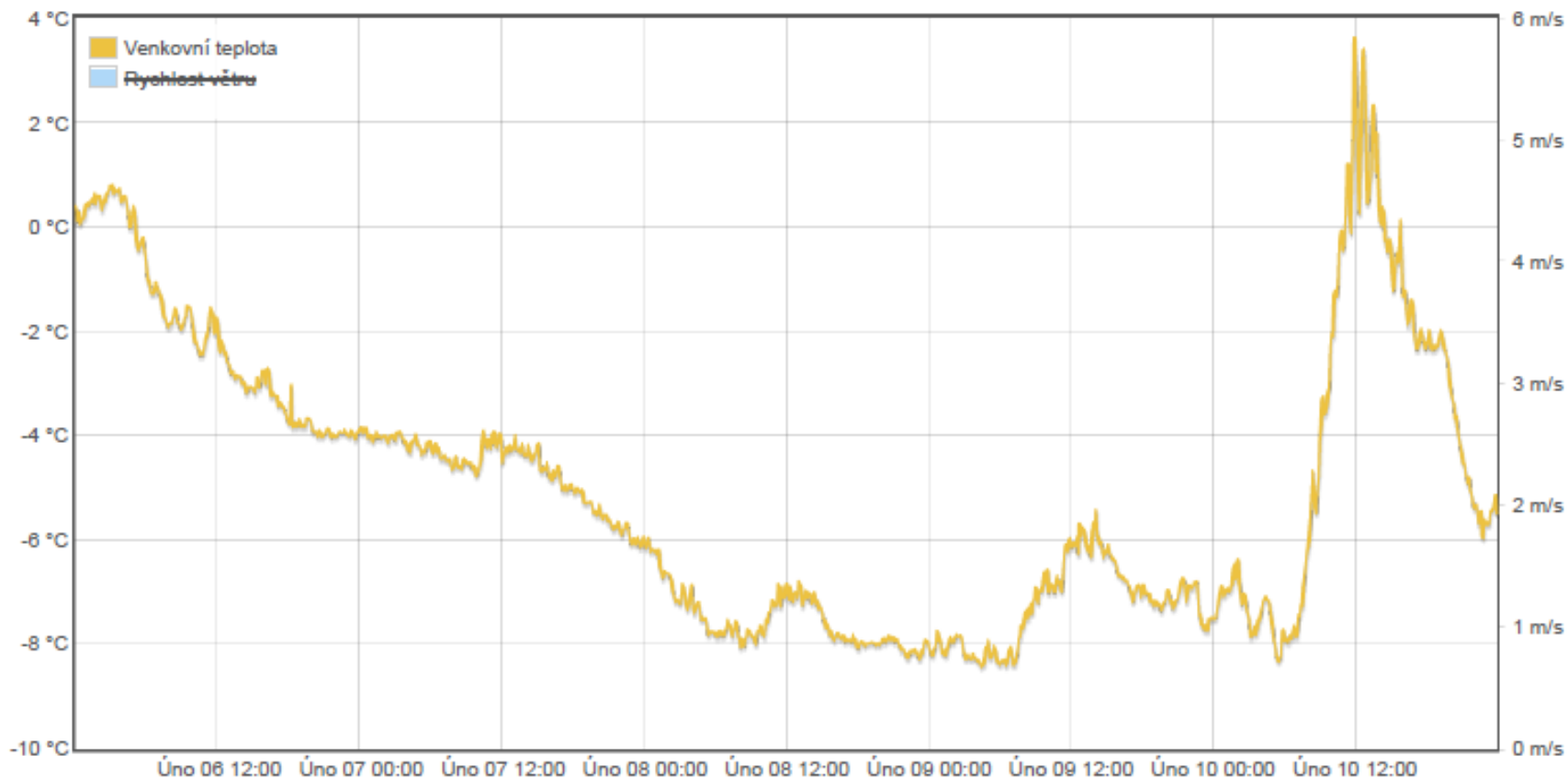
**Při odstavení trafostanice byl rovněž ověřen autonomní provoz v případě výpadku energie – budova fungovala od 6,00 do 20 hod zcela bez omezení a přechod na bateriové úložiště neznamenal žádný výpadek technologií.**

**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 !**



## Venkovní prostředí

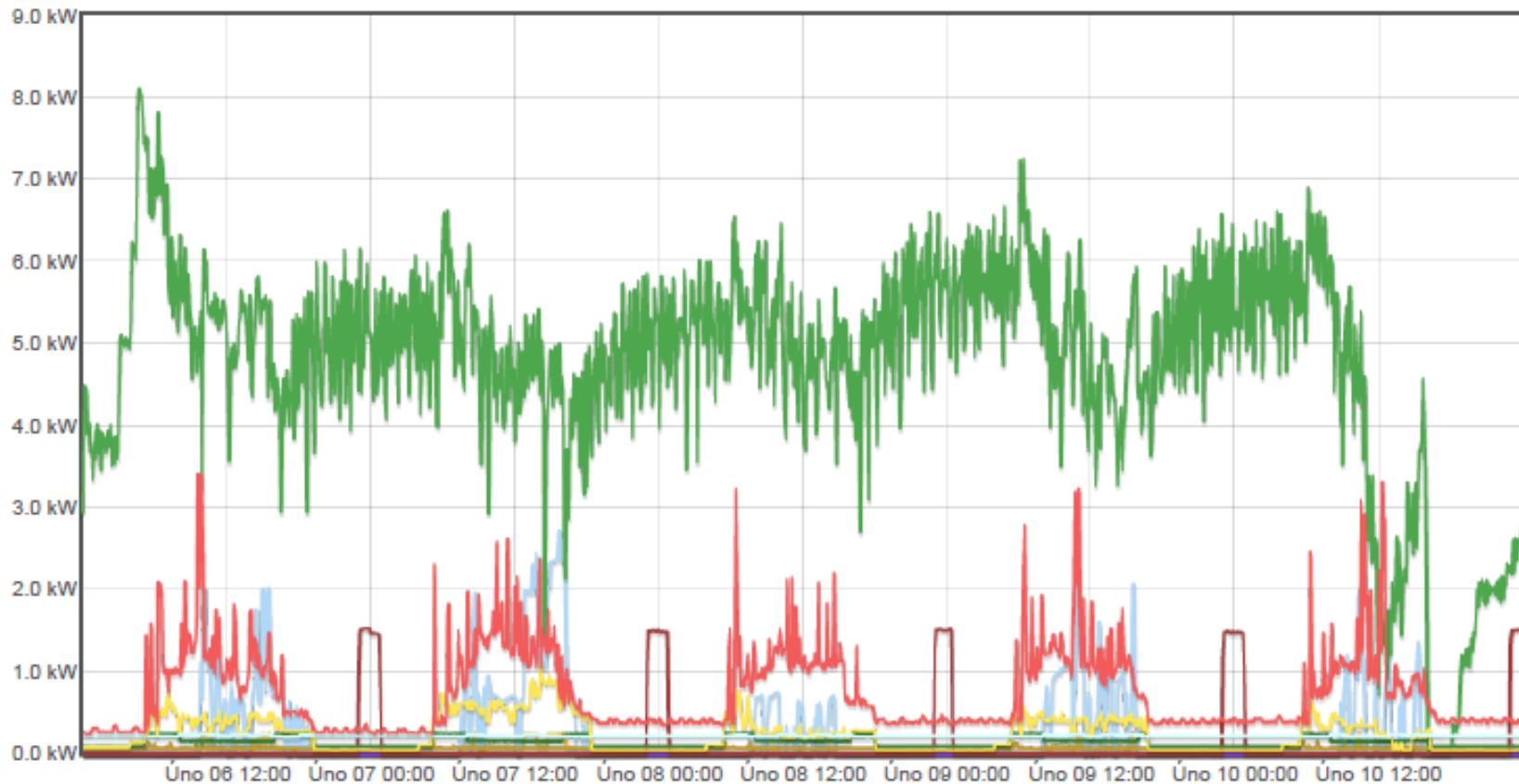
6.-10.2.2017



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

## Jednotlivé odběry energie (kW)

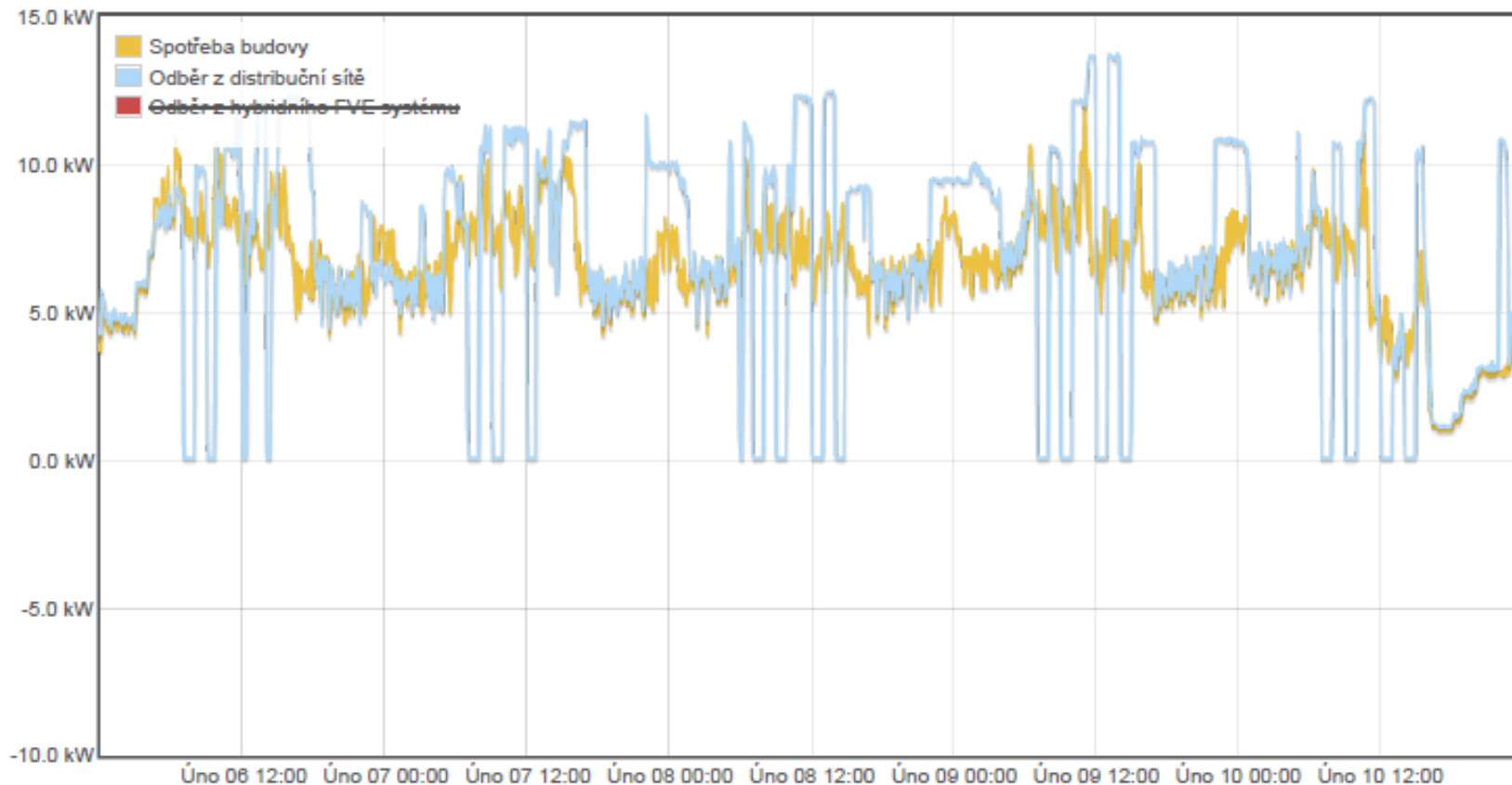
6.-10.2.2017



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)

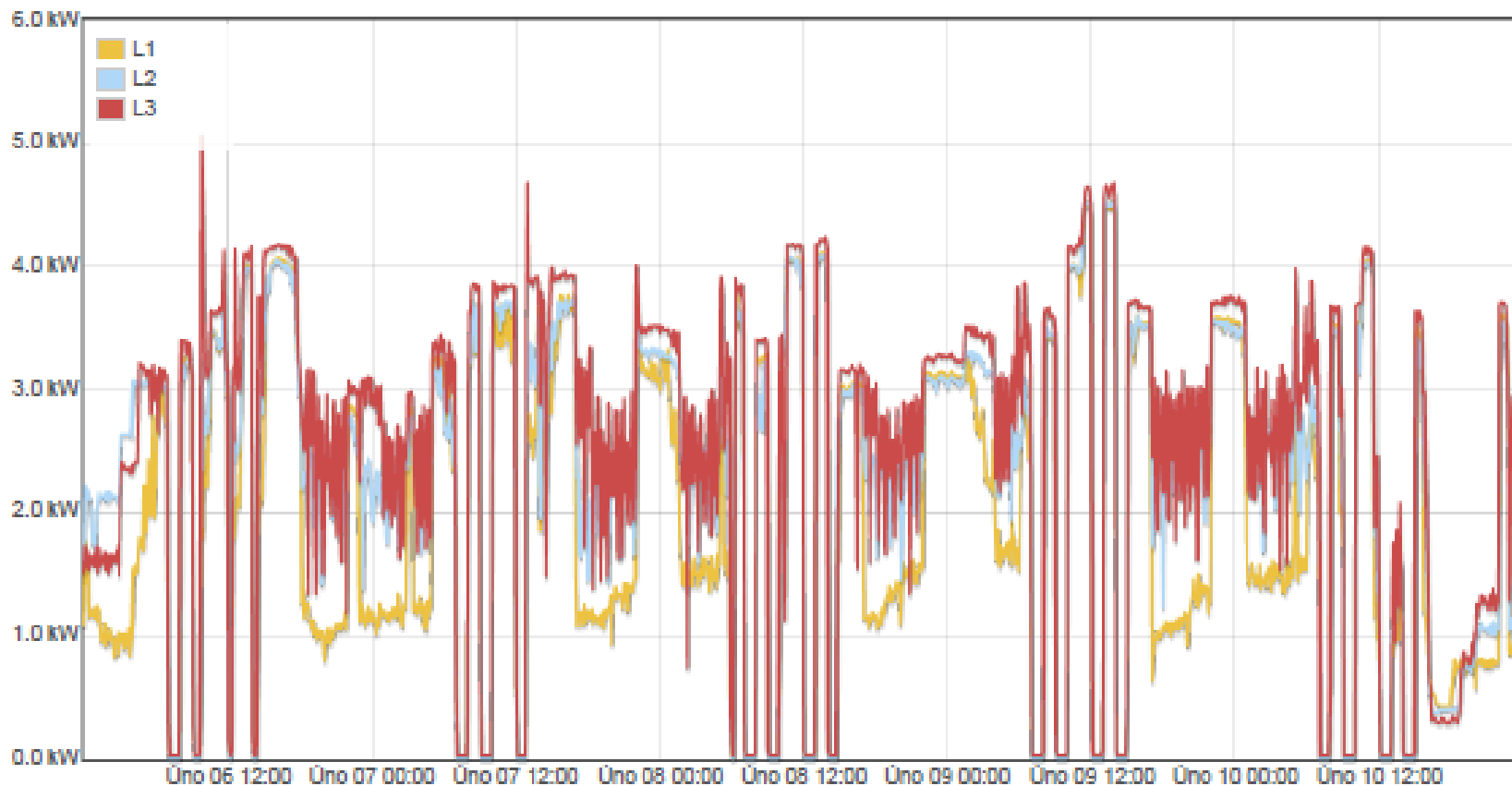
6.-10.2.2017



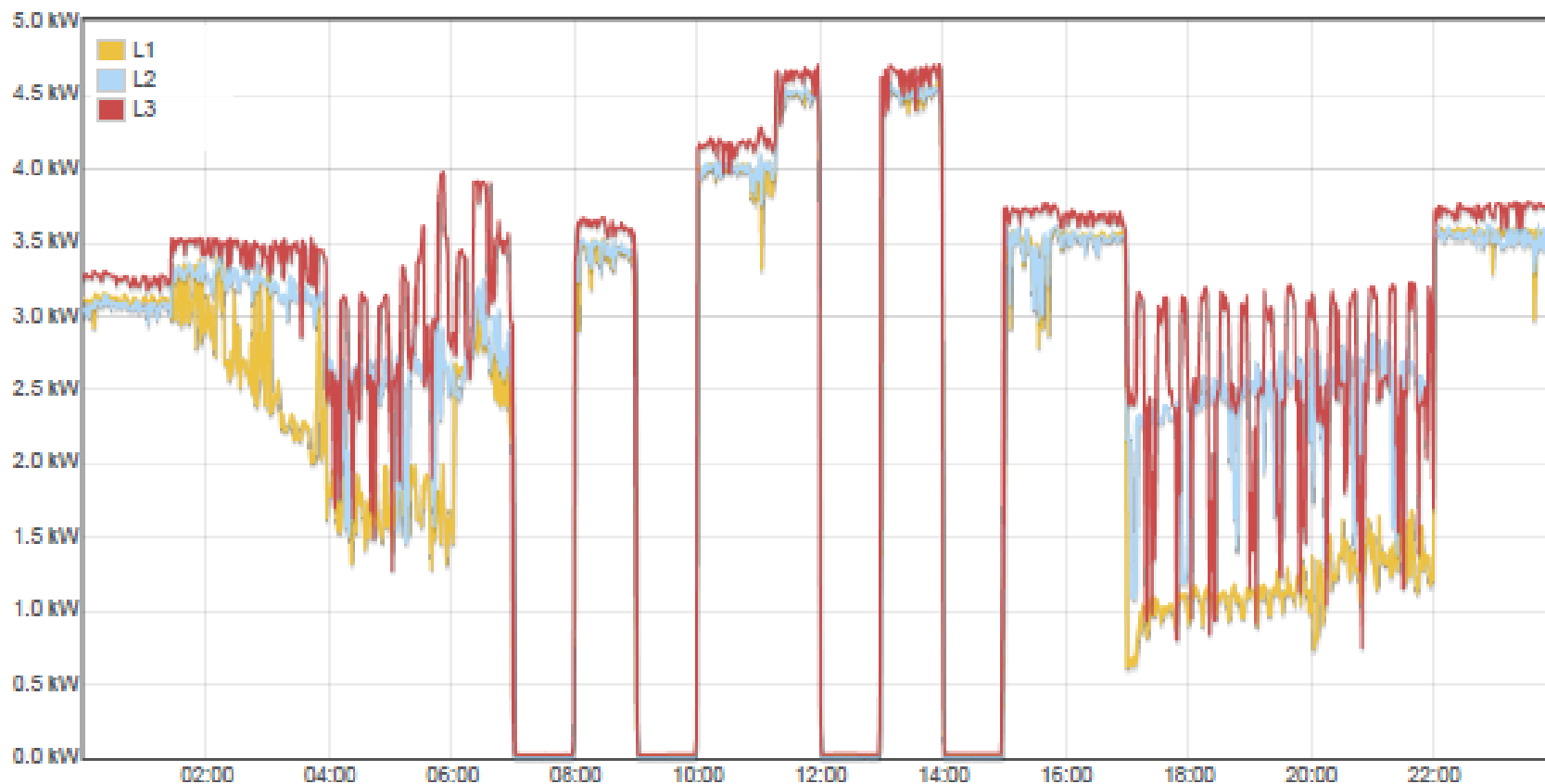
Porovnání skutečné spotřeby budovy s odběrem ze sítě ukazuje schopnost bateriového uložení dosáhnout nulové spotřeby ze sítě v době špiček (VT) a harmonizovat spotřebu budovy v průběhu 24 hodin.

## Odběr z distr. sítě po fázích (kW)

6.-10.2.2017



Úložiště přispívá k rovnoměrnosti odběru v jednotlivých fázích , v režimu nulového odběru potom spolehlivě zajišťuje nulový odběr ve všech fázích

**Odběr z distr. sítě po fázích (kW)**

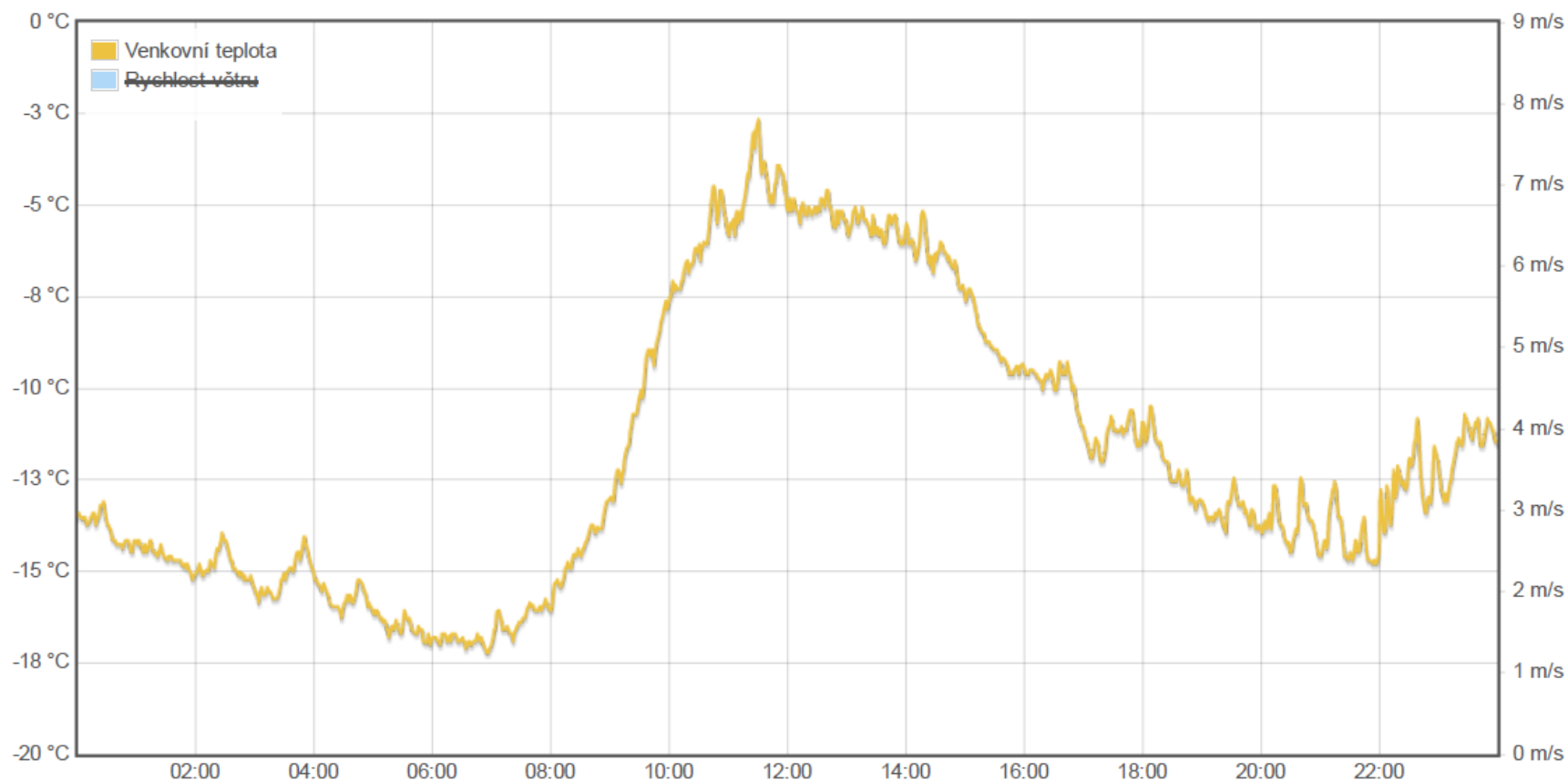
24 hodinový detail 9.2.2017

Zimní extrémně chladný den – zataženo  
( 10.1.2017- prům. teplota – 12 o C)

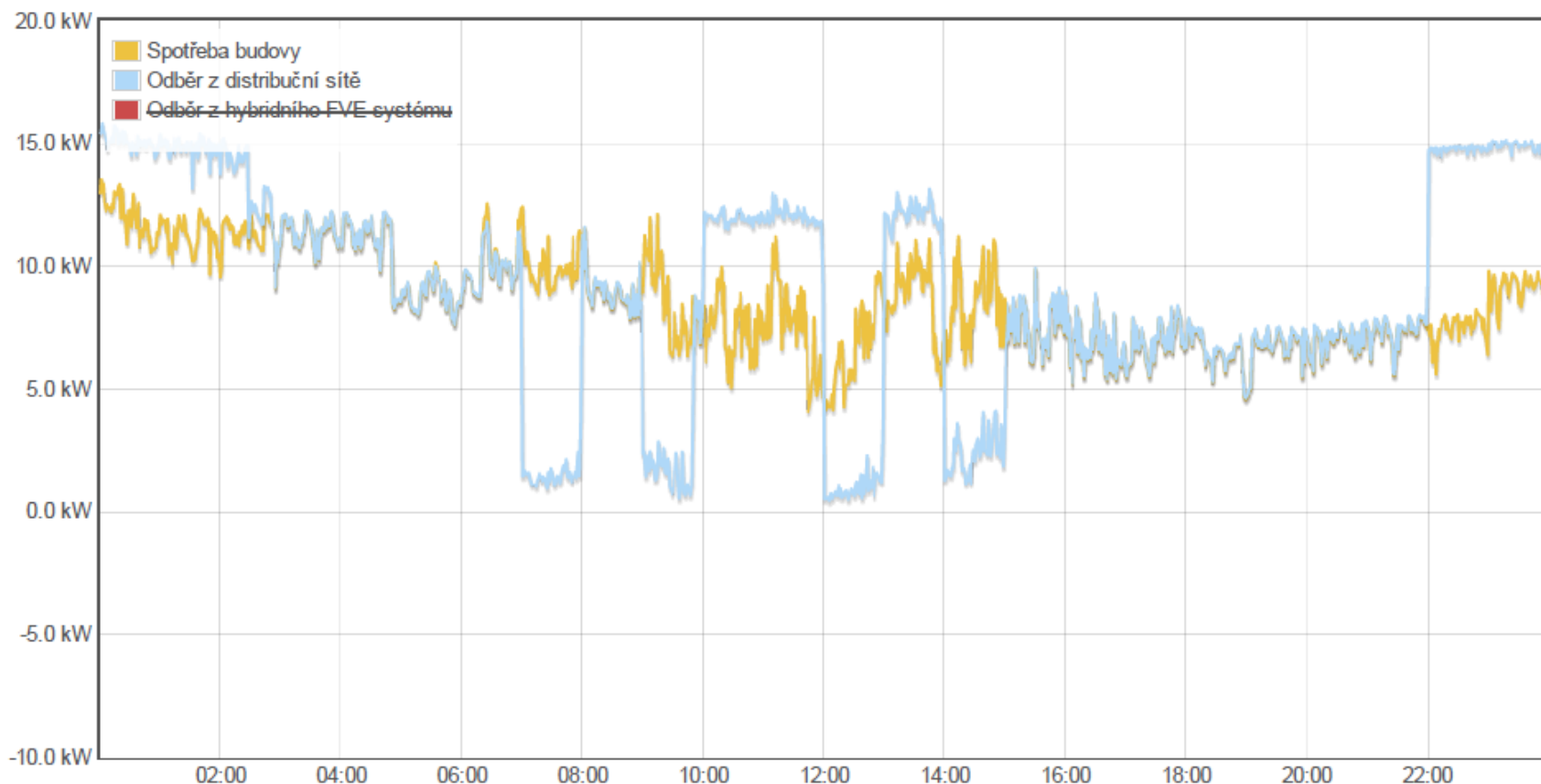




## Venkovní prostředí

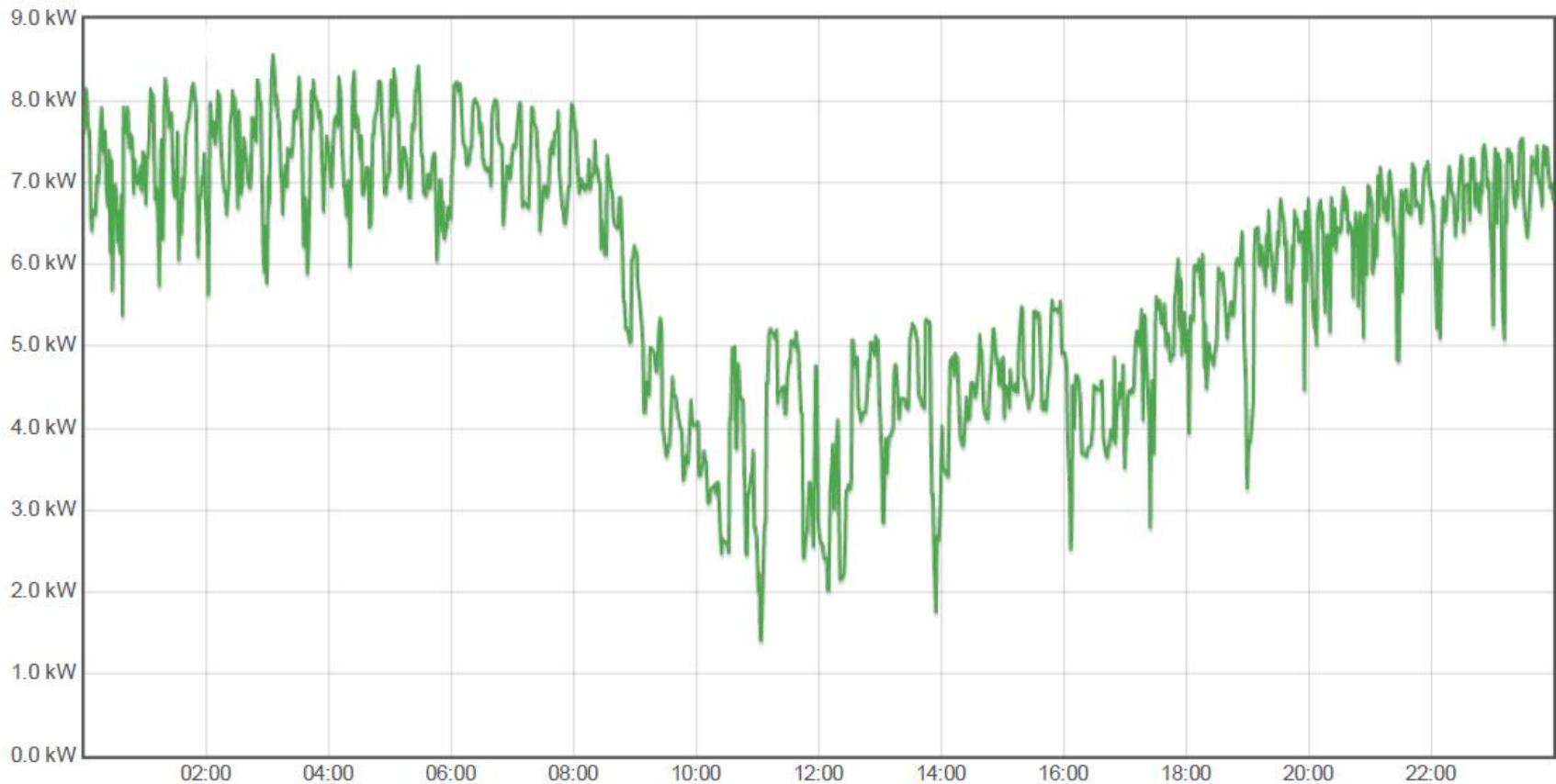


## Spotřeba budovy, výroba, dodávka (kW)



Z grafu je zjevné , že vzhledem k technickým parametrům budovy je spotřeba energie ve 24 hod cyklu velmi rovnoměrná ( hlavní spotřebou je sálavé vytápění) I v těchto podmínkách zajišťuje tento koncept řízené nulování spotřeby objektu ze sítě po dobu 4 hodin

### Jednotlivé odběry energie (kW)



Spotřeba energie na vytápění ( sálavý topný systém ) flexibilně reaguje na změnu venkovní teploty a zejména na nahodilé tepelné zisky ( lidé- technika)

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

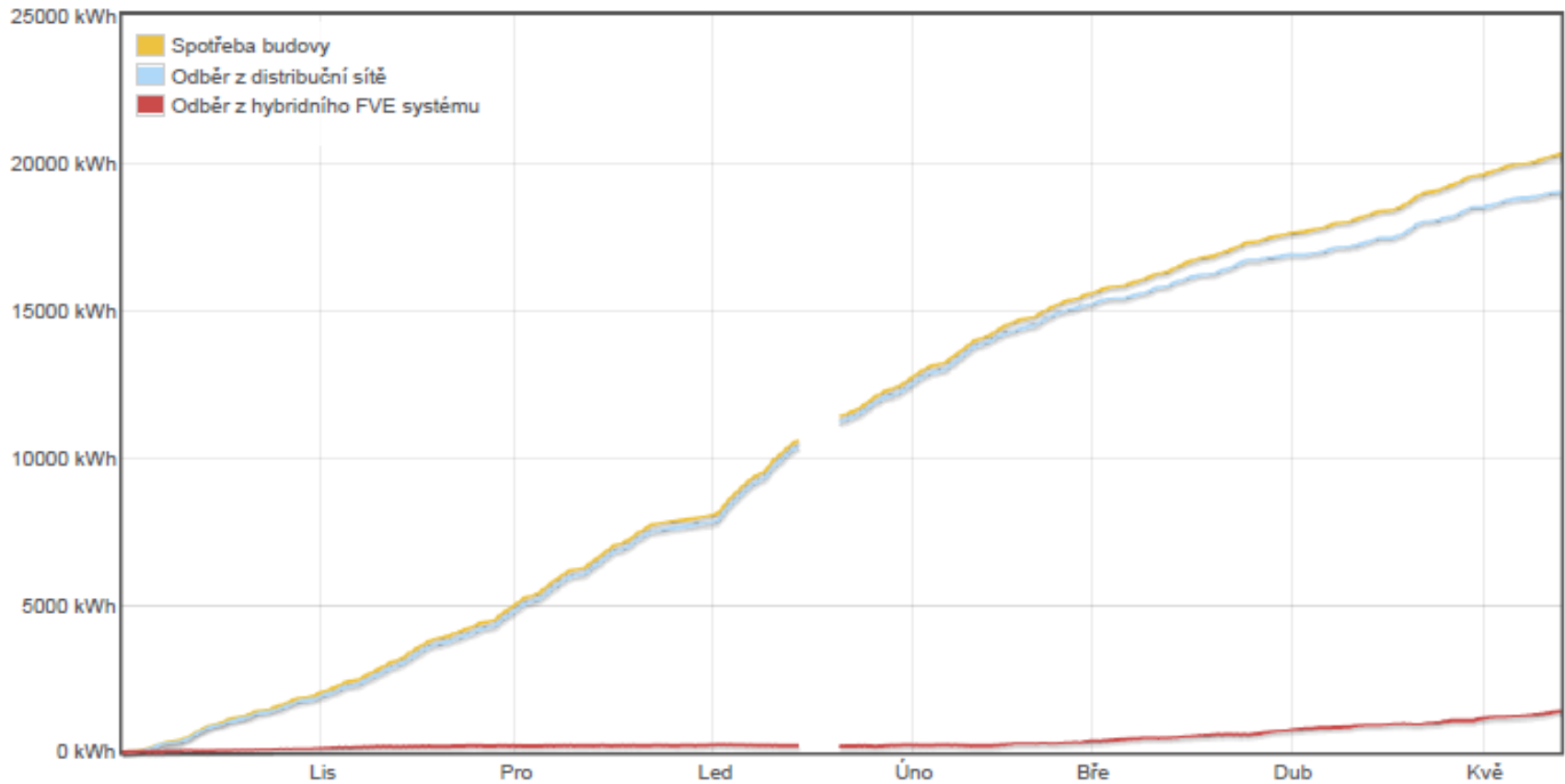
Spotřeba energie na vytápění byla vyšší než předpoklad a dosáhla 12 045 kWh v období 10/16 – 5/17

Byly identifikovány následující příčiny :

- a) Automatický režim venkovních žaluzií bránil využití plánovaných tepelných zisků závada odstraněna 12/16
- b) Průběh denních teplot od 10/16-2/17 byl cca 2 o C pod dlouhodobým průměrem topná sezona rovněž skončila až 11.5. 2017 Obecně jsou náklady na vytápění o 8-10 % vyšší než v uplynulé topné sezoně
- c) Nepodařilo se prokázat výhodnost přerušovaného vytápění v průběhu pracovního týdne . Zatímco ráno docházelo u režimu s nočním útlumem k výrazným odběrovým špičkám , nebyly prokázány žádné energetické úspory – test se bude opakovat v dalším topném období

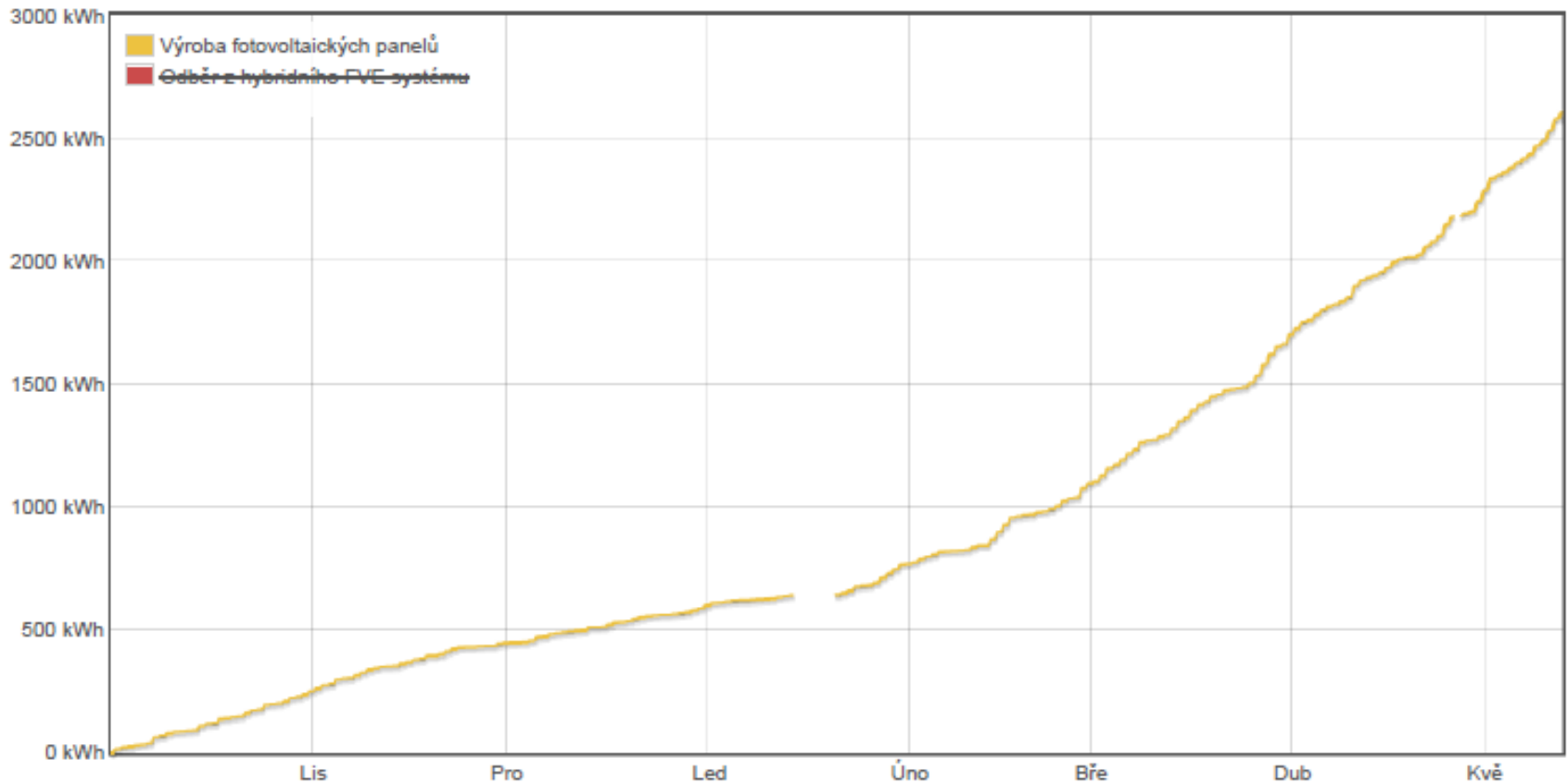
**Celkově topný systém velmi flexibilně reagoval jak na změny teplot , tak i na obsazenost jednotlivých vytápěných zón**

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



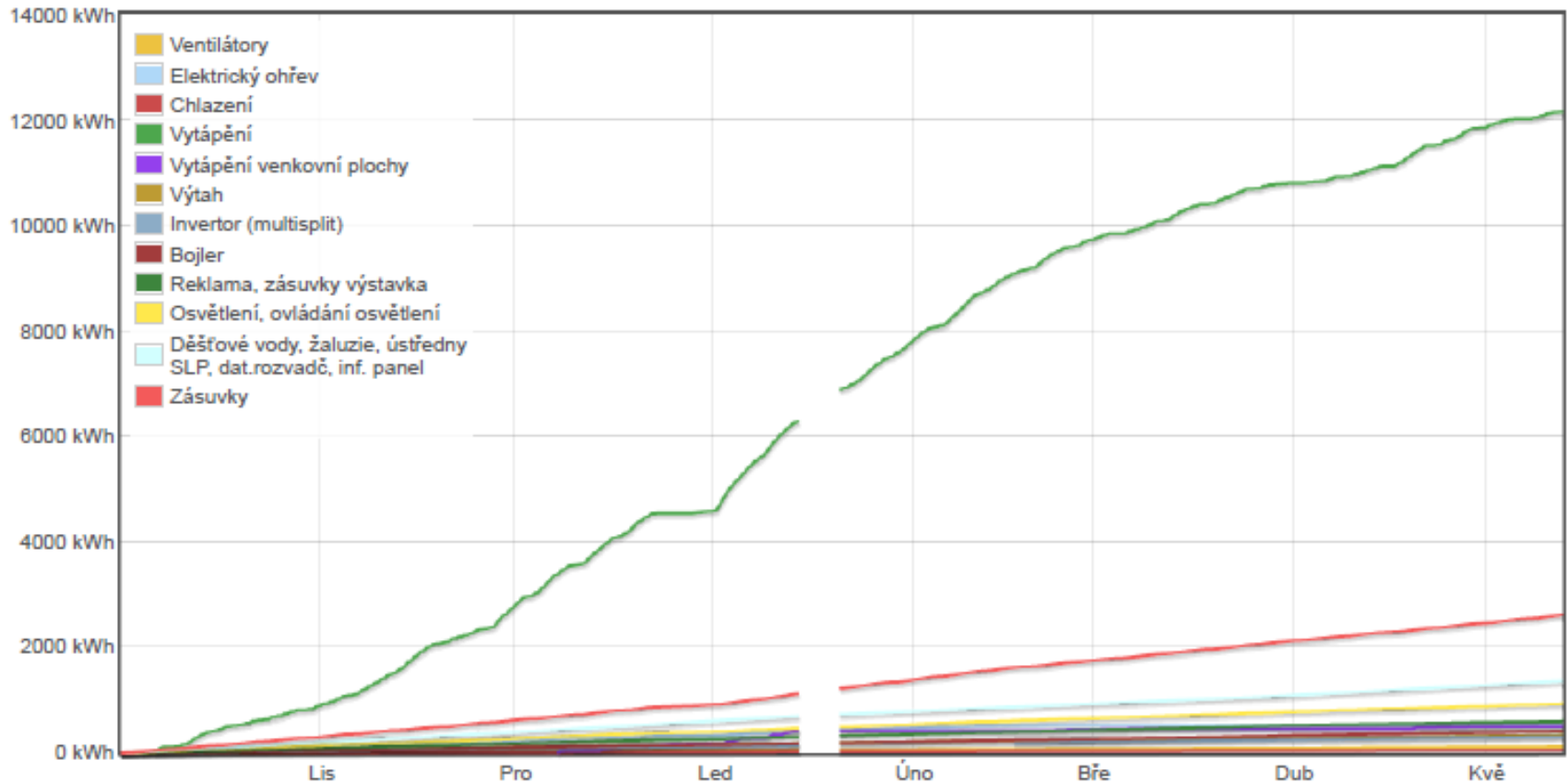
V průběhu topné sezony bylo spotřebováno 20 005 kWh

### Výroba hybridního FVE (kWh)



Výroba FVE zajistila v topném období 2 507 kWh t.j cca 12,5 % celkové spotřeby

## Jednotlivé odběry energie (kWh)

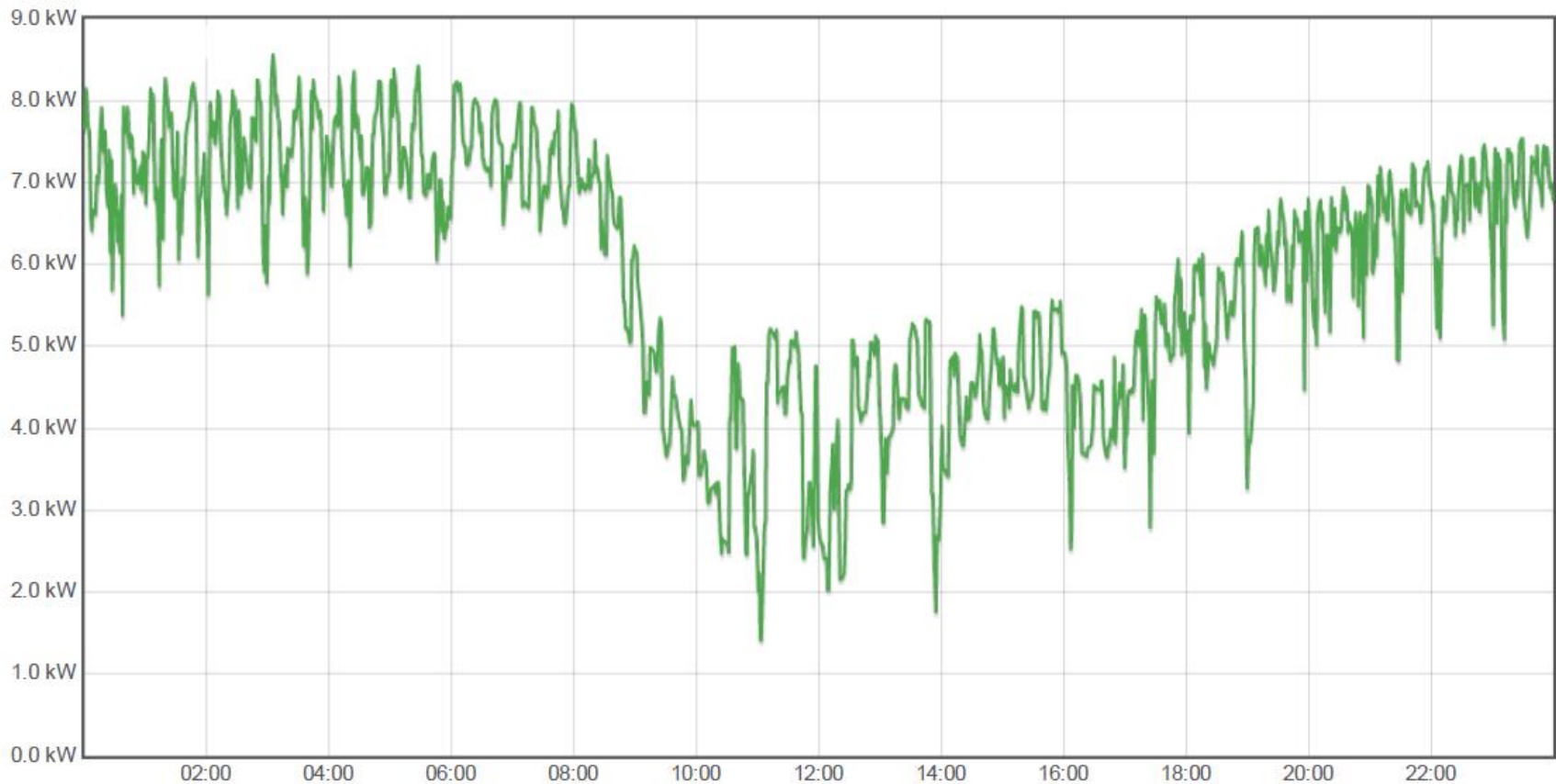


Elektrické vytápění činilo podstatnou část spotřeby energie v topném období a podílelo se na celkové spotřebě 59,8 %

Na celoroční spotřebě se vytápění potom podílelo 48%

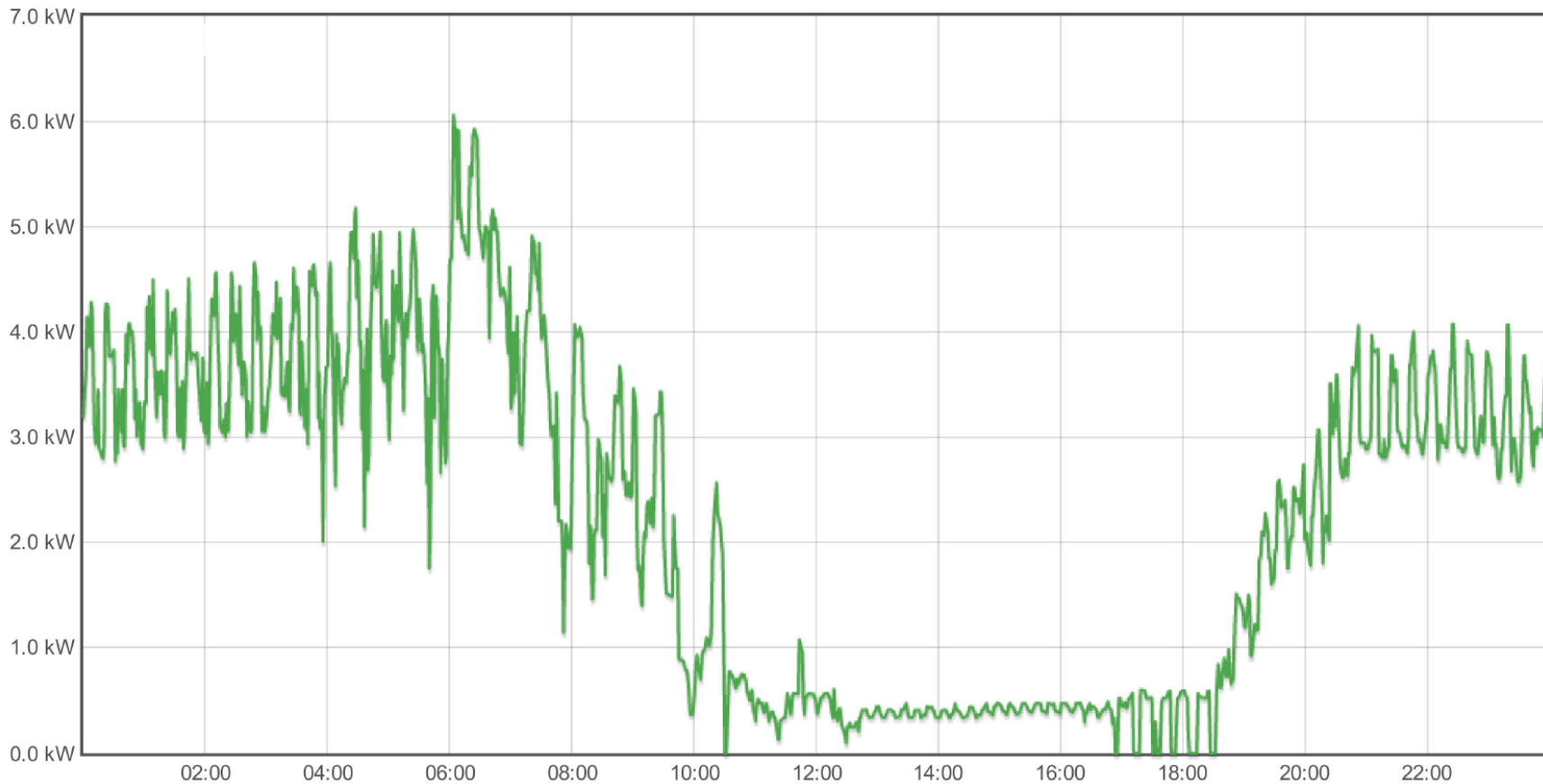
Jednotlivé odběry energie (kW)

Extrémně chladný den (-12°C) – zataženo



Spotřeba energie na vytápění ( sálavý topný systém ) flexibilně reaguje na změnu venkovní teploty a zejména na nahodilé tepelné zisky ( lidé- technika)





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 !**

## 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°C , v zimních měsících na teplotu vystupujícího vzduchu

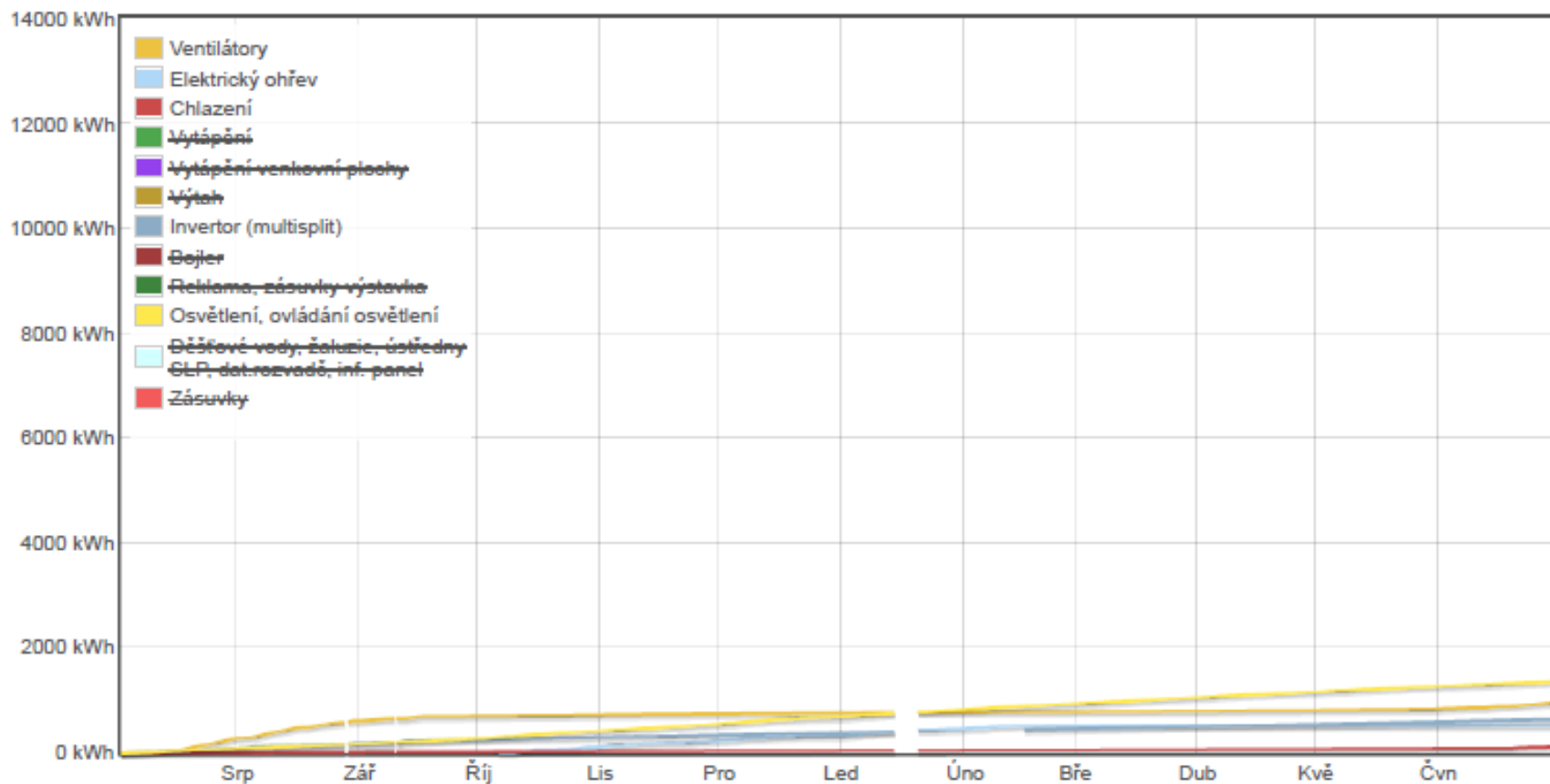
V letních měsících nastaveno intenzivní noční provětrávání budovy v případě vysokých denních teplot.

Použití chlazení vstupního vzduchu VZT se v letních měsících ukázalo jako energeticky Náročnější než chlazení prostoru multisplitovou klimatizační jednotkou.

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

**Roční spotřeba energie - ventilace : 980 kWh**  
**- multisplit : 350 kWh**

## Jednotlivé odběry energie (kWh)



Roční spotřeby energie – ventilace – multisplit – chlazení

## Srovnání spotřeb strojního chlazení VZT a klimatizace vybraných dnů dle venkovních teplot.

Pro srovnání byl vybrány dny :

08.08. s 15.08. – max. venkovní teploty 30°C

10.08. s 18.08. – max. venkovní teploty 35°C

### Zhodnocení:

V obou případech byla celková spotřeba budovy nižší při využití vnitřních klimatizačních jednotek.

|                            |        | Strojní<br>chlazení VZT<br>[kWh] | Klimatizace<br>(multisplit)<br>[kWh] | Ventilátory<br>[kWh] | Celkem<br>[kWh] |
|----------------------------|--------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------|-----------------|
| t <sub>max</sub> +<br>30°C | 08.08. | 4                                | 1                                    | 9                    | 14              |
|                            | 15.08. | 0                                | 3                                    | 3                    | 6               |
| t <sub>max</sub> +<br>35°C | 10.08. | 20                               | 2                                    | 11                   | 33              |
|                            | 18.08. | 0                                | 6                                    | 4                    | 10              |

# Další postup

- 1) Data se shromažďují on line na cloudu UCEEB všichni zúčastnění k nim mají přístup
- 2) UCEEB zpracuje k 30.9.2017 mezitímní zprávu hodnotící :
  - a) předpokládanou a skutečnou spotřebu energie jednotlivých souborů
  - b) naplnění předpokladů funkcionality objektu v jednotlivých režimech
  - c) mikroklimatické podmínky v objektu
- 3) UCEEB zpracuje k 30.10.2018 závěrečnou zprávu hodnotící dvouletý provoz objektu ve všech aspektech
- 4) Pracovní skupina posoudí vytvoření vhodných podmínek pro rozšíření konceptu.

Vzhledem k tomu , že již předběžné výsledky tohoto projektu avizují reálnost a dosažitelnost stanovených cílů , rozhodli jsme se v dané oblasti dále pokročit :

- v prosinci 2016 byl založen start-up AERS s.r.o. (Advanced energy storage systems ) připravující modulární systém AES s požadovanou funkcionalitou pokrývající danou oblast od malých aplikací (10kWh) pro byty a malé RD až po 1000 kWh pro nákupní centra , výrobní , zemědělské budovy i pro oblast služeb
- nejmenší AES 10 bude k dispozici od II.poloviny letošního roku
- V současnosti dokončujeme v našem výrobním areálu Fenix v Jeseníku projekt bateriového úložiště ( 640 kWh) spolupracujícího se střešní FVE 24kWp s následujícími cíli :
  - snížení rezervovaného výkonu ( rozložení spotřeby do 24 hod)
  - řízení ¼ hod maxima
  - odstranění krátkodobých výpadků , které mohou způsobit významné škody
- Data z tohoto projektu budou opět dostupná na serveru UCEEB
- Objekt bude sledován po dobu 1 roku a poté bude vydána závěrečná zpráva
- Tento koncept slibuje zajímavou návratnost již při stávajících cenách úložišť a v jeho rozvoji vidíme velký potenciál pro budoucnost.

# 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



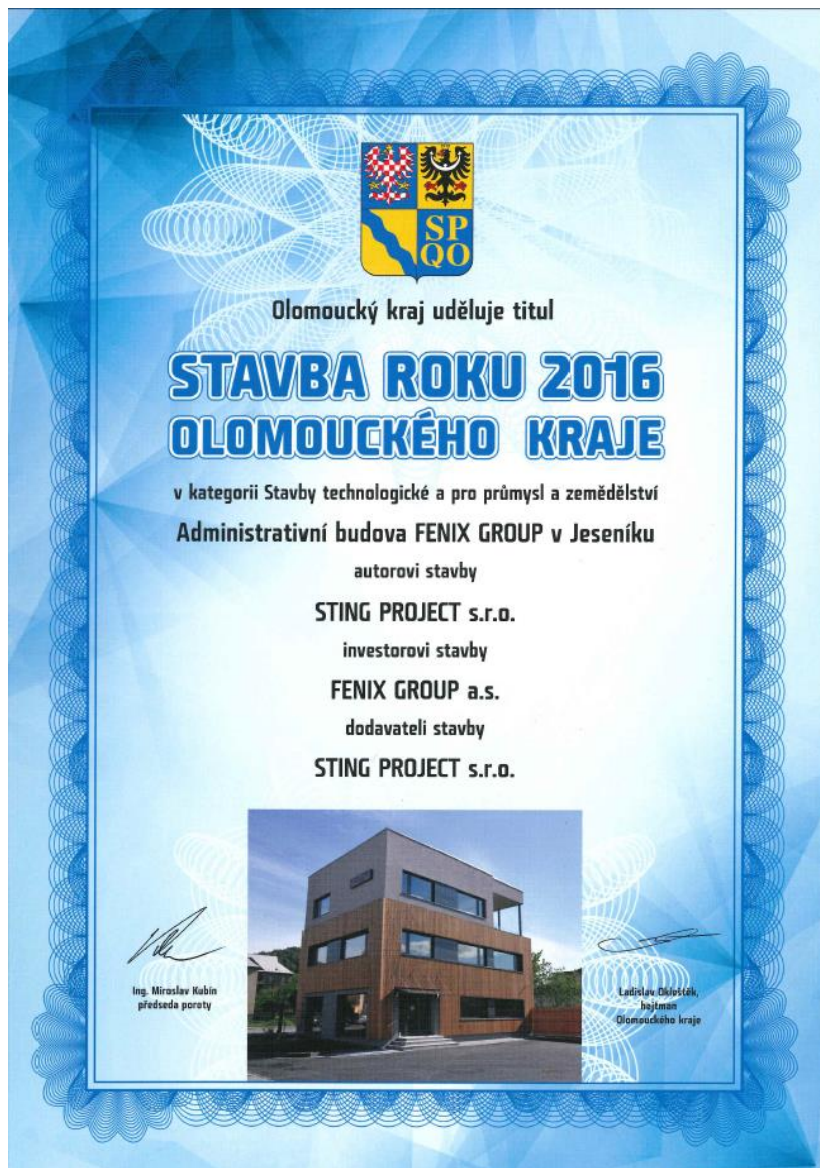
- 2) Koncept domu zaujal pořadatele výstavy INFOTHERMA 2017 natolik , že z něho vytvořili ústřední expozici a motto celé výstavy. Proběhla zde rovněž tematická odborná konference na které se aktivně podíleli někteří členové odborné pracovní skupiny





3) Dne 27.3. 2017 byla projektu OC udělena hejtnanem 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

