

nZEB jako aktivní prvek energetické soustavy



Dům jako aktivní prvek energetické soustavy

V současnosti dochází k naplnění tří důležitých podmínek:

- Tlak na energetickou efektivitu budov vede ke stavbám tzv. domů s téměř nulovou spotřebou energie (nZEB). Spotřeba energie a zejména spotřeba energie na vytápění znovu klesají
- Střešní FVE mohou u těchto budov zajišťovat až 30% jejich celkové spotřeby energie. Ceny FVE přitom klesly na úroveň ekonomické návratnosti v horizontu 8 let (bez podpory). Podmínkou je většinové využití vyrobené energie přímo v objektu
- Bateriové úložiště prožívají obdobný vývoj jako FVE před cca 8 lety a je předpoklad, že jejich kapacita poroste při významném poklesu cen
- Právě použití bateriového úložiště je klíčem k budování nZEB jako aktivních prvků sítě, kdy dojde k synergii pozitivních faktorů všech tří systémů a tyto domy tak budou moci poskytovat energetice tzv. podpůrné služby
- Vzhledem k decentralizaci tohoto řešení dojde při jeho rozšíření k efektu „virtuální“ přečerpávací elektrárny a to bez jakýchkoliv dodatečných investic do infrastruktury. Naopak dojde k vyšší průchodnosti existujících sítí a snížení požadavků na záložní zdroje
- Koncept je vhodný i v jiných oblastech – objekty služeb, průmyslové a zemědělské výroby



Office centrum FENIX - dům ve standardu 2020

- Zahájení **10/2015** – ukončení **05/2016**
- Trojpodlažní obdélníková budova, zastavěná plocha 147,3 m² (10,3 x 14,3m), výška cca 12m, **užitná 270 m²** (bez terasy ve 3NP)
- **Tepelná ztráta** objektu je **10,6 kW** (6 kW prostupem; 4,6 kW větrání)
- Max. **tepelné zisky** v letním období **12,8 kW** (dle UCEEB na SW PROTECH - 4,5 kW oslunění; 1,1 kW přítomné osoby; 3,2 kW osvětlení; 4 kW technologie)
- **Vytápění je elektrické přímotopné** – kombinace stropních panelů ECOSUN G, nástěnných panelů GR, podlahového vytápění ECOFLOOR a stropního ECOFILM
- **Větrání** zajišťuje **centrální VZT** jednotka se zpětným získáváním tepla, hygienické množství čerstvého vzduchu je 386 m³/h, maximální průtok větracího přiváděného vzduchu 1364 m³/h
- **Chlazení** zajišťuje kompresorová jednotka na střeše objektu v kombinaci s VZT systémem
- Doplněno multisplitovými jednotkami v kancelářích
- **Ohřev TUV** je proveden decentralizovaně, pomocí elektrických zásobníkových ohřivačů v místě spotřeby

Office centrum FENIX - dům ve standardu 2020

Budova byla projektována ve variantách



Varianta	Obvodová stěna	Podlaha	Střecha	Okna		Uem	Varianta	Obvodová stěna	Podlaha	Střecha	Okna		Uem
	U	U	U	U	g			U	U	U	U	g	
1	0,30	0,45	0,24	1,50	0,75	0,51	47	0,16	0,30	0,16	0,78	0,70	0,29
2	0,28	0,43	0,22	1,44	0,75	0,48	24	0,15	0,23	0,12	0,91	0,70	0,29
3	0,25	0,40	0,20	1,38	0,75	0,45	31	0,18	0,27	0,14	0,73	0,70	0,29
5	0,20	0,35	0,17	1,50	0,70	0,44	15	0,16	0,24	0,12	0,83	0,70	0,28
4	0,23	0,38	0,18	1,32	0,75	0,43	41	0,13	0,25	0,14	0,85	0,70	0,28
6	0,18	0,33	0,15	1,44	0,70	0,41	48	0,15	0,29	0,15	0,75	0,60	0,28
10	0,25	0,30	0,16	1,20	0,75	0,40	25	0,13	0,21	0,11	0,88	0,70	0,27
7	0,15	0,30	0,13	1,38	0,70	0,38	32	0,17	0,25	0,13	0,70	0,70	0,27
19	0,23	0,32	0,17	1,10	0,75	0,38	49	0,14	0,27	0,14	0,73	0,60	0,26
11	0,23	0,29	0,15	1,13	0,75	0,38	26	0,12	0,20	0,10	0,84	0,70	0,26
20	0,21	0,30	0,16	1,06	0,75	0,36	16	0,14	0,23	0,11	0,75	0,60	0,26
8	0,13	0,28	0,11	1,32	0,70	0,36	42	0,12	0,23	0,13	0,79	0,70	0,26
12	0,21	0,28	0,14	1,05	0,75	0,35	50	0,13	0,25	0,13	0,70	0,60	0,25
37	0,17	0,32	0,17	1,10	0,75	0,35	33	0,15	0,23	0,12	0,68	0,70	0,25
21	0,20	0,29	0,15	1,03	0,75	0,35	43	0,11	0,21	0,12	0,73	0,60	0,24
38	0,16	0,30	0,16	1,04	0,75	0,33	27	0,10	0,18	0,09	0,80	0,60	0,24
28	0,23	0,32	0,17	0,80	0,75	0,33	51	0,12	0,23	0,12	0,68	0,60	0,24
9	0,10	0,25	0,09	1,26	0,70	0,33	34	0,13	0,21	0,11	0,65	0,60	0,24
22	0,18	0,27	0,14	0,99	0,75	0,33	17	0,12	0,21	0,10	0,68	0,55	0,24
13	0,19	0,26	0,13	0,98	0,70	0,33	52	0,11	0,21	0,11	0,65	0,60	0,23
39	0,15	0,29	0,15	0,98	0,75	0,31	35	0,12	0,20	0,10	0,63	0,60	0,23
29	0,21	0,30	0,16	0,78	0,75	0,31	44	0,10	0,20	0,11	0,66	0,60	0,22
23	0,17	0,25	0,13	0,95	0,75	0,31	53	0,10	0,20	0,10	0,63	0,55	0,22
14	0,18	0,25	0,13	0,90	0,70	0,31	18	0,10	0,20	0,09	0,60	0,55	0,21
46	0,17	0,32	0,17	0,80	0,70	0,30	36	0,10	0,18	0,09	0,60	0,55	0,21
30	0,20	0,29	0,15	0,75	0,75	0,30	45	0,09	0,18	0,10	0,60	0,55	0,21
40	0,14	0,27	0,14	0,91	0,70	0,30	54	0,09	0,18	0,09	0,60	0,55	0,20
							55	0,08	0,16	0,08	0,60	0,55	0,19

Optimalizace obálky

Office centrum FENIX - dům ve standardu 2020

Splnění ukazatelů energetické náročnosti budovy

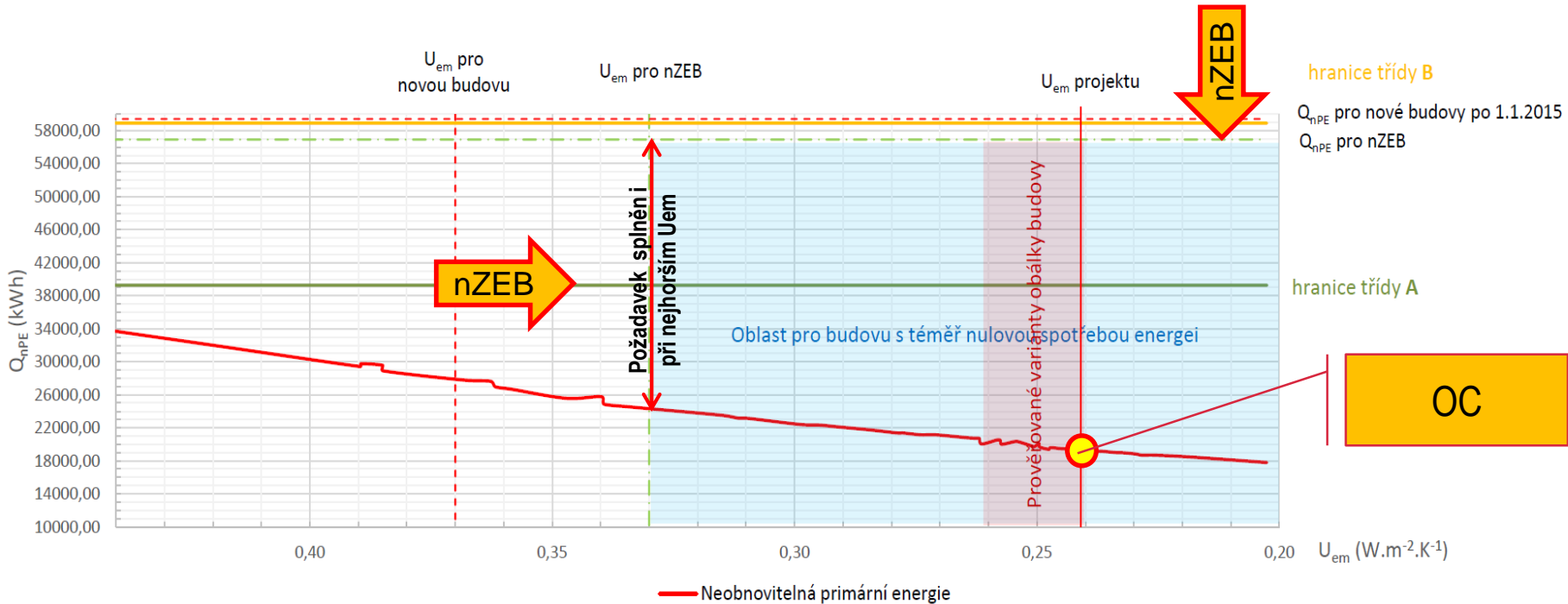


Vybraná varianta č. 35	Obvodová stěna	Podlaha	Střecha	Okna rám / sklo (3x)		U_{em}
U [W / m ² .K]	0,11	0,24	0,14	0,73	0,63	0,236

Legislativní požadavky na ukazatele energetické náročnosti	Ref. budova po 1.1.2015	Ref. budova po 1.1. 2019 (nZEB)	OC FENIX	Klasifikační třída
U_{em} [W / m ² .K]	0,37	0,33	0,24	B
Q_{fuel} [kWh]	28.117	26.419	13.216	A
Q_{nPE} [kWh]	59.414	56.923	19.329	A

Office centrum FENIX - dům ve standardu 2020

Dosažená úroveň spotřeby NPE

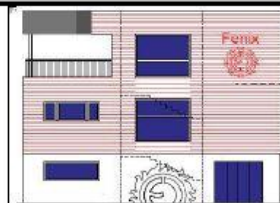


Office centrum FENIX – Průkaz Energetické Náročnosti Budov

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. JESEŇÍK – parc.č.: 2037/4
 PSČ, místo:
 Typ budovy: Administrativní budova
 Plocha obálky budovy: 714 m²
 Objemový faktor tvaru A/V: 0,66 m²/m³
 Celková energeticky vztázná plocha: 316 m²



ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

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

Měrné hodnoty kWh/(m².rok)

Mimořádně úsporná A	41,8	A		61,1
Velmi úsporná B	44,5	B		
Úsporná C	66,7	C		
Mírně úsporná D	89,0	D		
Nehospodárná E	133,4	E		
Velmi nehospodárná F	177,9	F		
Mimořádně nehospodárná G	222,4	G		

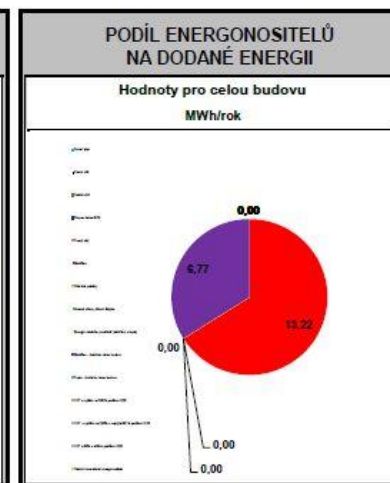
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok: 13,22 19,33

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 výhodrození jejich dopadu na energetickou náročnost je zřizováno v příloze

Doporučení



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U _{ext} W/(m ² .K)	Dílčí dodaná energie					
		Měrné hodnoty kWh/(m ² .rok)					
Mimořádně úsporná A							
Úsporná B	0,243	8,5					8,5
Mírně úsporná C			11,9				4,9
Nehospodárná D				8,0			
Velmi nehospodárná F							
Mimořádně nehospodárná G							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		2,7	3,8	2,5	0,0	1,6	2,7

Zpracovatel: zpracoval: Ing. Miroslav Urban, Ph.D., ověřil: Ing. Roman Musil, Ph.D. Osvědčení č.: 1011
 Kontakt: roman.musil@fsv.cvut.cz Vyhотовeno dne: 20. srpen 2015
 Podpis:



Office centrum FENIX - dům ve standardu 2020

Plně elektrifikovaná budova jako aktivní prvek sítě



- Spolupráce **7,2 kWp střešní FVE** s domácími **bateriemi 26 kWh** a energetickou sítí
- Očekávaná roční spotřeba energie UCEEB – cca 27.000 kWh
- Vlastní výroba FVE – využití 100% PV – 7.200 kWh
- Pokrytí celkové spotřeby energie vlastní výrobou PV – cca 26%
- Nabíjení baterií přednostně z FVE, řízeně ze sítě max. po dobu 4 hod / 24 hod
- Očekávaná doba řízeného autonomního provozu 4-7 hodin / den
- Očekávaná doba redukováného stabilního odběru (2kW) 6-9 hodin /denně
- Ověření možnosti využívat budovu pro řízení 1/4 hod maxima

Byla vytvořena **pracovní skupina – UCEEB-ČVUT** (technický dohled), **MPO, MŽP, ERU a ČEZ-ESCO**



Office centrum FENIX - dům ve standardu 2020

Použitá technologie – využití úložiště pro všechny fáze

Regulátor – 1x (třífázový)	
Výrobce / typ	Studer VS120 VarioString
Výkon	5 kWh

Střídač – 3x	
Výrobce/typ	Studer Innotec XTH 6000-48
Výkon	5 kWh

Baterie – 4x	
Výrobce	BMZ GmbH
Kapacita	6,74 kWh
Typ baterií	Li-ion NMC
Životnost	5000 cyklů (80 %)





Překvapení č.1

Celkové investiční náklady stavby

- Obestavěný prostor 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 CZK
- **Náklady na m³ 8.547 CZK / m³**

Cenové náklady běžných budov (dle ÚRS - 2015): 7.700 - 8.300 CZK / m³

Překvapení č.2

Návratnost investice – porovnání elektrický přímotopný systém a TČ

- Přímotopný systém 174 tis CZK
(podlahové vytápění – sálavé panely – stropní sálavé vytápění – centrální regulace řídící každý prostor samostatně)
- 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 v pořizovacích nákladech onou systémů **294 tis CZK**
- Celková spotřeba energie na vytápění, TUV 9.335 kWh/rok
(Instalovaný příkon vytápění 9kW)
- Maximální možná úspora při použití TČ 4.700 kWh/rok
- **Návratnost investice do TČ při současné ceně EE 28 let**

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

Překvapení č.3

K 15.2. 2017 vychází životnost baterie při daném režimu 28 let! (k 30.9.2016 – 31 let)

- Cílem bylo sladit životnost baterie s očekávanou životností FVE - cíl je zatím dosažen přičemž dnes na trhu běžně figurují baterie se životností dvojnásobnou!
- Spotřeba energie na vytápění způsobuje pokles roční soběstačnosti z 42% na konci září až na 17% ve druhé půlce dubna. Letní období tento trend obrátí – v průměru tak pravděpodobně dosáhneme předpokládané roční soběstačnosti 26%

Roční výroba a spotřeba do 30.9.2016

Roční spotřeba:	5 094 kWh
Roční výroba FVE:	2 157 kWh
Roční soběstačnost:	42 %

Cykly baterie

Počet cyklů 30 dnů:	13.8
Počet cyklů celkem:	54.5
Životnost baterie:	5000.0
Cyklů za den 30 dnů:	0.459
Cyklů za den celkem:	0.435

Roční výroba a spotřeba do 24.4.2017 (od 12. 7. 2016)

Roční spotřeba:	22 474 kWh
Roční výroba FVE:	3 923 kWh
Roční soběstačnost:	17 %

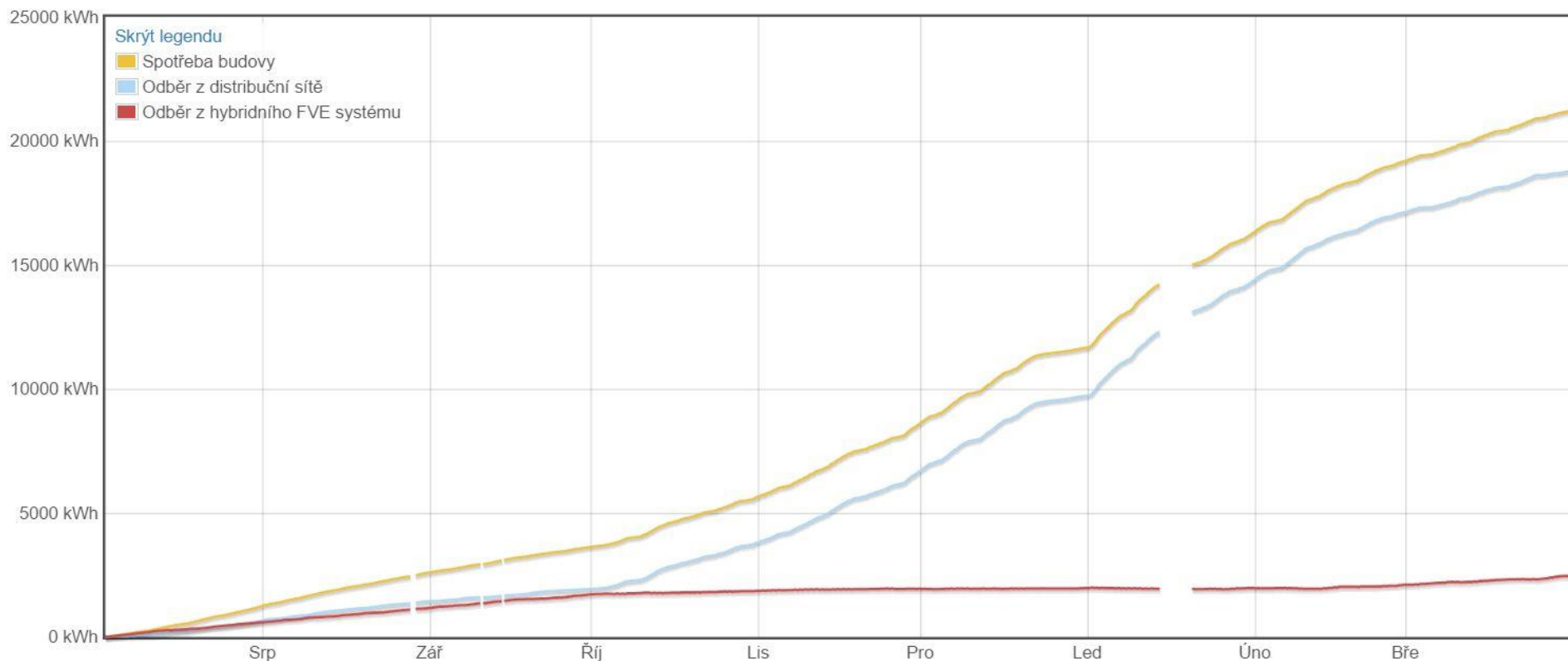
Cykly baterie

Počet cyklů 30 dnů:	15.1
Počet cyklů celkem:	159.3
Životnost baterie:	5000.0
Cyklů za den 30 dnů:	0.502
Cyklů za den celkem:	0.487

Office centrum FENIX

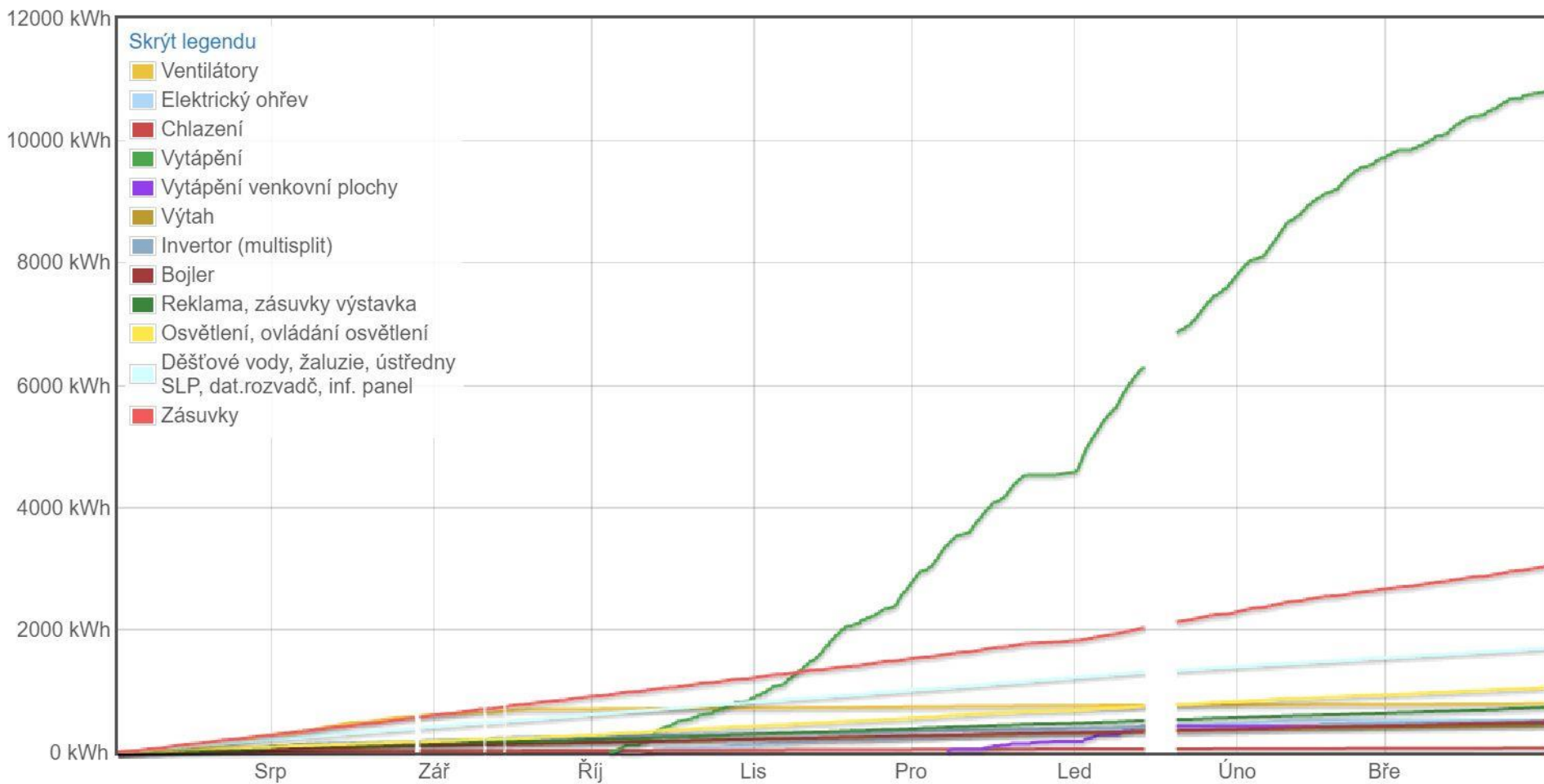
Celková spotřeba budovy, výroba, dodávka (kWh) – 1.7.2016 - 31.3.2017

- Po devíti měsících provozu je spotřeba objektu kryta vlastní výrobou ze 17% a v objektu je využito 100% vyrobené energie (technické přetoky 5,8 kWh – zejména v počátku před optimalizací řízení)



Office centrum FENIX

Celkové odběry energie dle zařízení (kWh) – 1.7.2016 - 31.3.2017



OC Fenix – 24 hodin

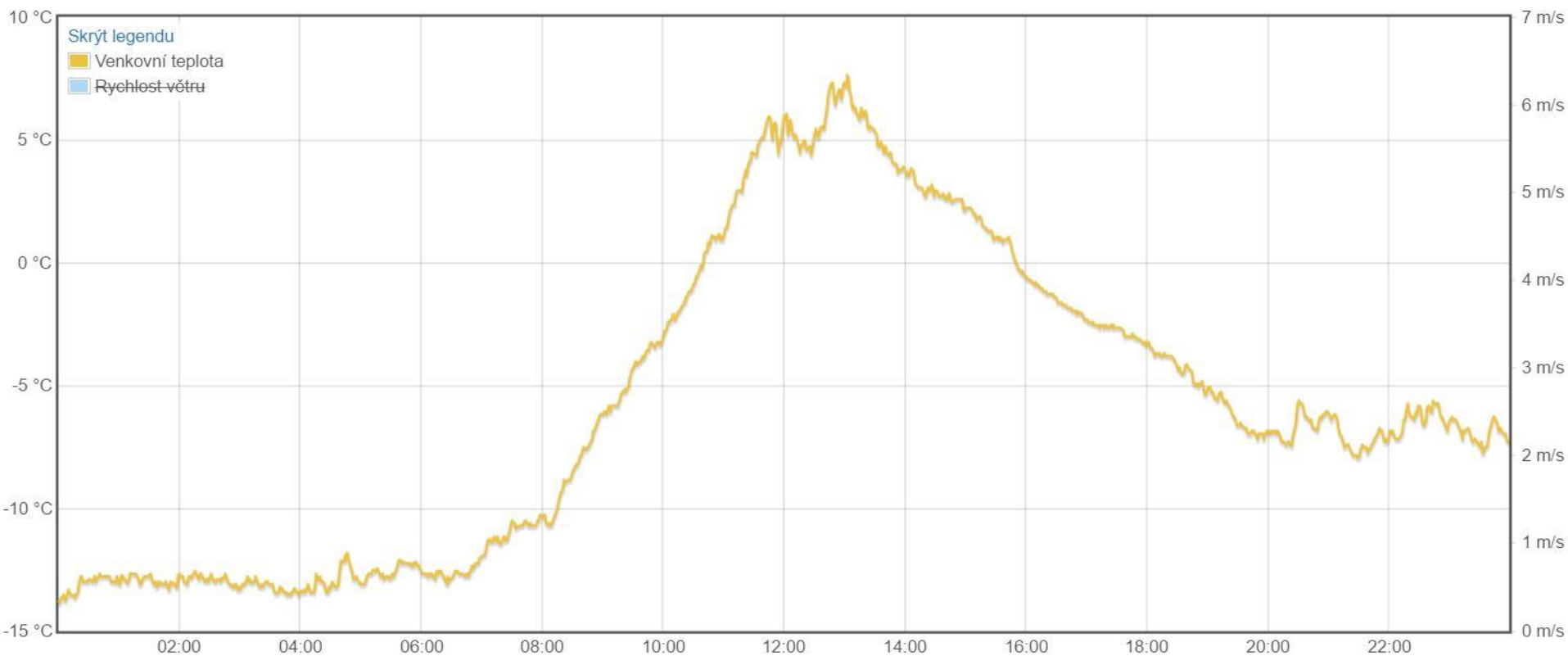
29.1.2017 – topná sezona – jasný den



29.1.2017 – venkovní teplota

- V noci pokles až na -14°C

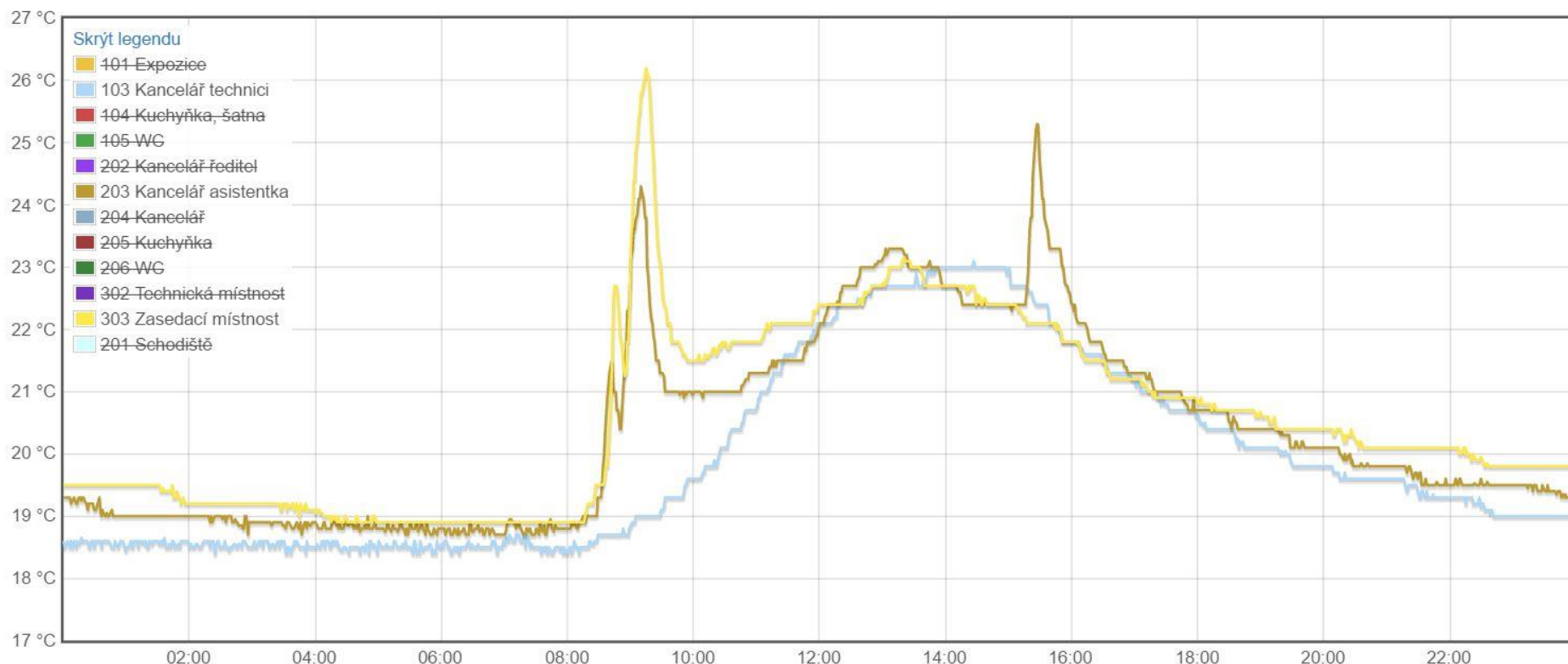
Venkovní prostředí



29.1.2017 – vnitřní teploty

- Vysoké teplotní špičky = přímé oslunění čidla. V zimním období venkovní žaluzie mimo provoz (kvalita VP bude řešena vnitřními průsvitnými roletami). Tepelné zisky však ukazuje graf spotřeby energie na vytápění

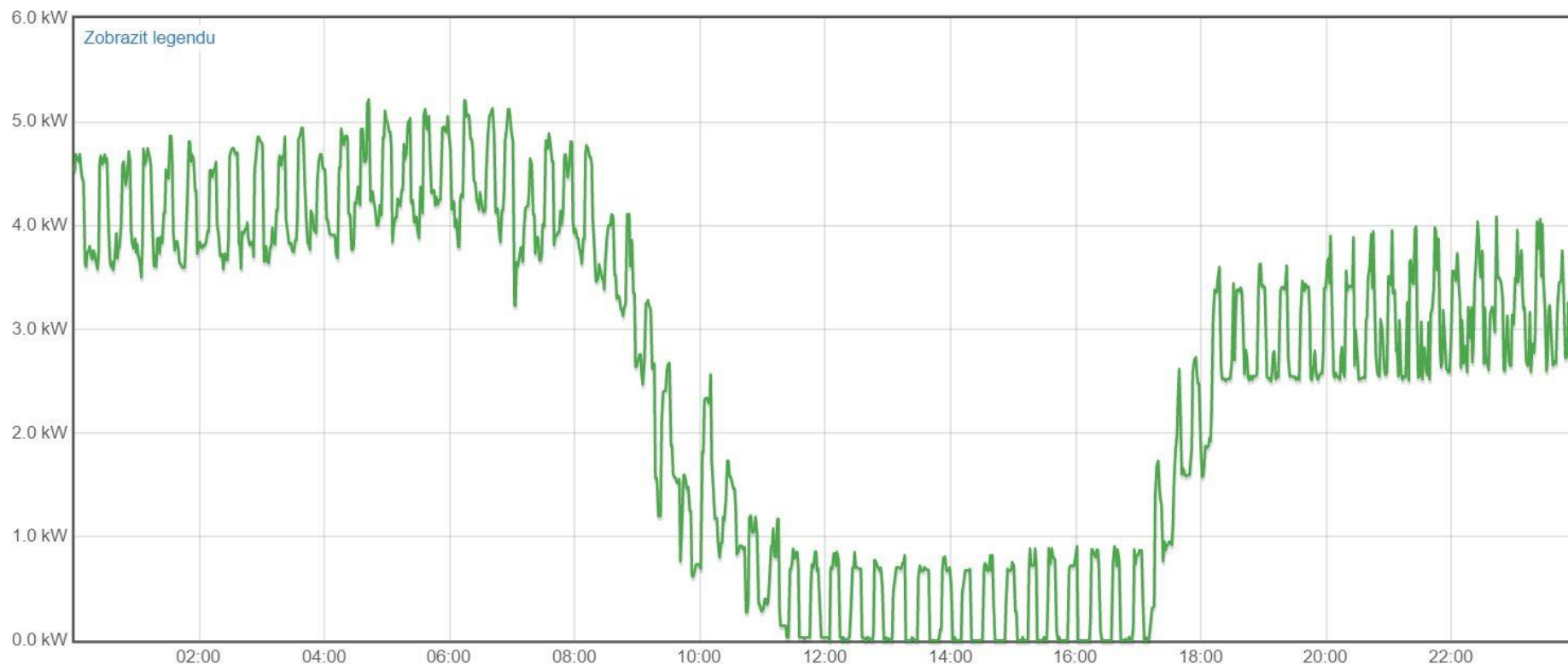
Teplota vnitřní (°C)



29.1.2017 – spotřeba energie na vytápění

- Graf přesvědčivě ukazuje vliv oslunění budovy (tepelné zisky) na energetickou bilanci. Elektrické sálavé vytápění přitom reaguje individuálně a flexibilně v každé místnosti budovy

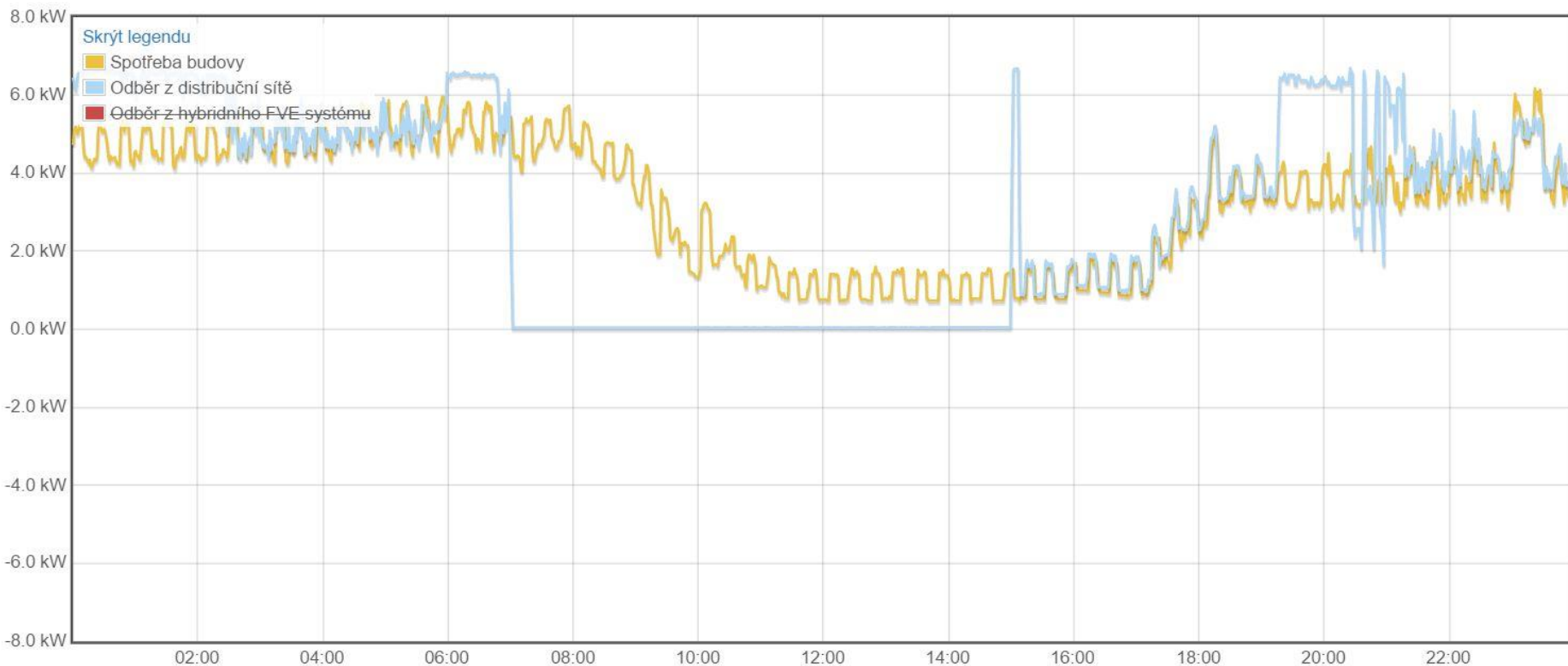
Spotřeba energie na vytápění (kW)



29.1.2017 – cílené přerušení odběru ze sítě – 7:00-15:00

- Od 7 do 15 hodin byla kompletní spotřeba budovy pokryta jen z bateriového úložiště

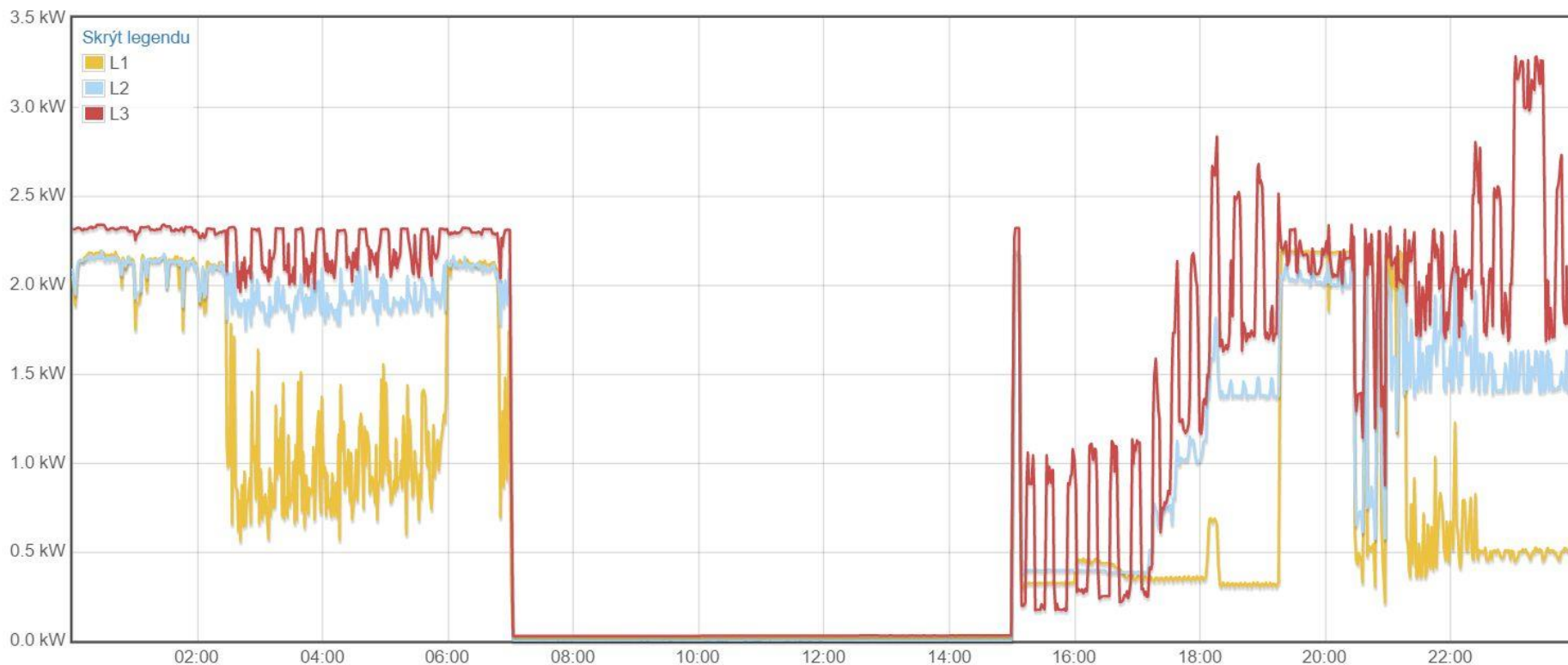
Spotřeba budovy, výroba, dodávka (kW)



29.1.2017 – cílené přerušení odběru ze sítě – 7:00-15:00

- Od 7 do 15 hodin byla kompletní spotřeba budovy pokryta jen z bateriového úložiště
- Na žádné fázi nedocházelo k odběru

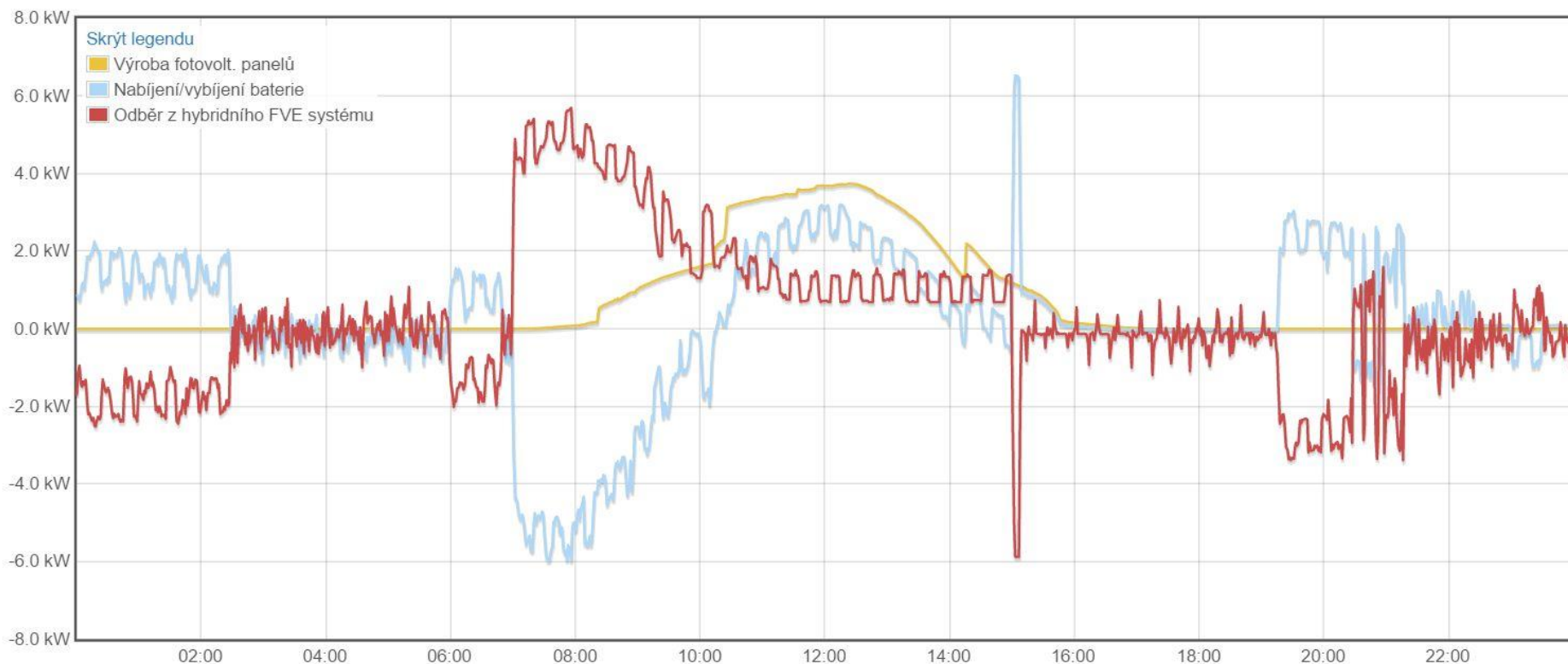
Odběr z distr. sítě po fázích (kW)



29.1.2017 – cílené přerušení odběru ze sítě – 7:00-15:00

- Od cca 10:30 díky poklesu spotřeby vytápění a současně růstu výkonu FVE umožňuje vlastní zdroj nejen plné pokrytí spotřeby objektu, ale i dobíjení baterií

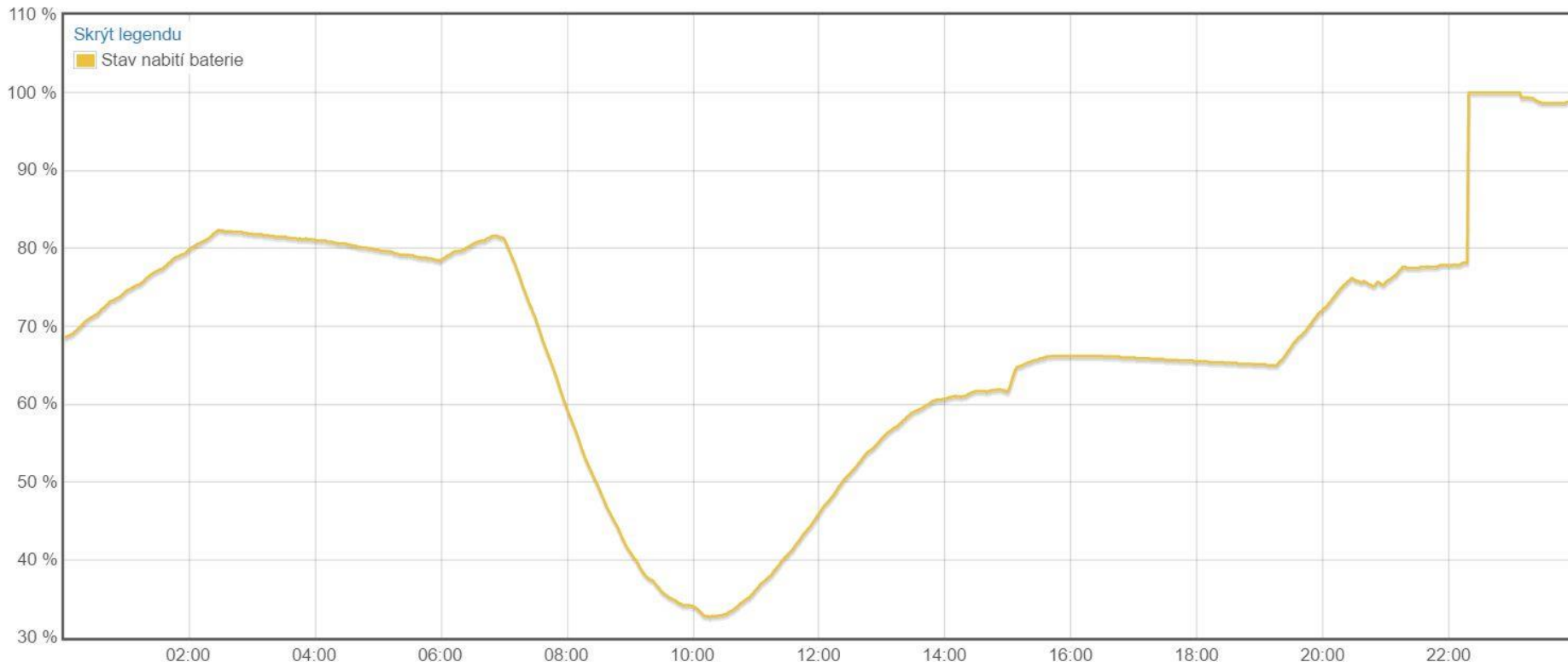
Výroba a akumulace (kW)



29.1.2017 – cílené přerušení odběru ze sítě – 7:00-15:00

- Průběh nabití baterie – od cca 10:30 vykazuje FVE přebytky použitelné k dobíjení

Stav nabití baterie (%)



Současný stav

- Dosavadní průběh naznačuje, že celková roční spotřeba elektrické energie objektu bude nižší než předpokládaná a to navzdory letošní teplotně podnormální zimě
- Na objektu stále ještě probíhají drobné úpravy v nastavení systémů, nicméně z dosavadních výsledků je zřejmé, že záměr oddělit skutečný průběh spotřeby objektu od průběhu spotřeby ze sítě je zcela reálný
- Zkušební provoz prokazuje, že tento koncept zajišťuje 100% využití energie z vlastní FVE
- Z dosavadních výsledků je zřejmé že systém zcela eliminuje přetoky do sítě a to i v jednotlivých fázích
- V letním období se prokázalo, že v daných klimatických podmínkách je použití klimatizace nadbytečné, v případě potřeby postačuje řízené intenzivní noční provětrávání ventilací
- V zimních měsících se naopak prokazuje vysoká flexibilita použitých sálavých topných systémů rychle a účinně reagujících na aktuální situaci v každém prostoru a plně využívajících tepelné zisky (technika lidé, oslunění)
- Sálavý topný systém spolu s řízenou ventilací po celou dobu zajišťoval vhodné mikroklimatické podmínky ve všech sledovaných parametrech

Ocenění

- Koncept domu jako aktivního prvku energetické soustavy získal dne 16.6.2016 na Pražském Hradě v rámci vyhlášení **CZECH TOP 100** zvláštní ocenění:
Environmentální počin roku v energetice
- Koncept domu zaujal pořadatele výstavy INFOTHERMA 2017 natolik, že z něj vytvořili ústřední expozici a motto celé výstavy. Proběhla zde rovněž tematická odborná konference na které se aktivně podíleli někteří členové odborné pracovní skupiny
- Za nejvyšší ocenění považujeme skutečnost, že tento projekt bude jako jeden z deseti oficiálních exponátů představen v **expozici ČR na světové výstavě v Astaně** (06-10/2017). Mottem výstavy jsou úspory energie a energetická účinnost









Děkuji za pozornost !