

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROENERGETIKY**

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Případová studie pro připojení fotovoltaické elektrárny  
s velkokapacitním bateriovým systémem**

## ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2020/2021

### ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Václav MÍŠEK**  
Osobní číslo: **E19N0034P**  
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Elektroenergetika**  
Téma práce: **Případová studie pro připojení fotovoltaické elektrárny s velkokapacitním bateriovým systémem**  
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky**

### Zásady pro vypracování

1. Zpracujte přehled legislativních a technických podmínek pro připojení výroben elektřiny a akumulčních zařízení k distribuční soustavě a uveďte možné způsoby jejich použití u distributora či zákazníka.
2. Popište způsoby připojení výroben s akumulčním zařízením zapojené do distribučních sítí.
3. Posudte vliv dané výroby na distribuční síť, do níž je připojena, z hlediska výkonových a napěťových poměrů.
4. Vyhodnoťte dostupná data pro ověření provozu výroby a navrhnete případná doporučení pro její efektivní provoz.

Rozsah diplomové práce: **40 – 60 stran**  
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Pravidla provozování distribučních soustav, 2019

Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Miloslava Tesařová, Ph.D.**  
Katedra elektroenergetiky

Datum zadání diplomové práce: **9. října 2020**  
Termín odevzdání diplomové práce: **27. května 2021**



**Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.**  
děkan



L.S.



**Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.**  
vedoucí katedry

V Plzni dne 9. října 2020

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá případovou studií, která se zabývá provozem fotovoltaické elektrárny a větrné elektrárny s akumulčním zařízením. Úvodní část práce uvádí přehled legislativních a technických podmínek pro připojování výroben a akumulčních zařízení k distribuční síti. Dále byla provedena samotná simulace navrhnutého zařízení s prediktivním řízením. V rámci práce bylo vytvořené cenové porovnání jednotlivých sestav zapojení výroby a akumulace.

## **Klíčová slova**

Distribuční soustava, posouzení připojitelnosti, prediktivní řízení, akumulční zařízení, obnovitelné zdroje energie.

## **Abstract**

The diploma thesis deals with a case study of the operation of photovoltaic and wind power plants with storage batteries. The first part mentions an overview of legislative and technical conditions for connecting plants and storage facilities to the distribution network. Further, the simulation of the proposed device with predictive control was performed. Finally, a comparison of the cost of electricity consumed for different variants with a combination of power supplies and storage was made.

## **Key words**

Distribution system, connectivity assessment, predictive control, storage equipment, renewable energy sources.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....  
podpis

V Plzni dne 27.5.2021

Václav Míšek

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucí diplomové práce doc. Ing. Miloslavě Tesařové, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

## Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>8</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>10</b>
<b>1 TEORETICKÉ VYMEZENÍ PROBLEMATIKY</b> .....	<b>11</b>
1.1 OBNOVITELNÉ ZDROJE .....	11
1.2 FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY .....	11
1.3 BATERIOVÉ SYSTÉMY .....	12
1.3.1 Olověné akumulátory.....	12
1.3.2 Lithium iontové baterie.....	13
1.3.3 Průtokové baterie (flow).....	14
<b>2 LEGISLATIVA</b> .....	<b>14</b>
2.1 ZÁKON 458/2000 SB. ....	14
2.2 PRAVIDLA PROVOZOVÁNÍ DISTRIBUČNÍCH SOUSTAV .....	16
2.2.1 Příloha 4.....	16
<b>3 TYPY PŘIPOJENÍ VÝROBEN S AKUMULAČNÍM ZAŘÍZENÍM</b> .....	<b>24</b>
3.1 STRÍDAČ.....	24
3.2 SYSTÉM AKUMULACE DO BATERÍ .....	24
3.3 PŘIPOJENÍ VÝROBNY DO SÍTĚ.....	25
<b>4 PŘÍPADOVÁ STUDIE PROVOZU FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY S AKUMULAČNÍM ZAŘÍZENÍM</b> .....	<b>27</b>
4.1 CHARAKTERISTIKA MODELOVÉ SÍTĚ .....	28
4.2 NÁVRH AKUMULACE .....	29
4.3 POSOUZENÍ PŘIPOJITELNOSTI.....	31
4.4 ŘÍZENÍ - SIMULACE.....	33
4.4.1 Simulované varianty .....	34
4.4.2 Popis a nastavení algoritmu prediktivního řízení.....	34
4.4.3 Vyhodnocení .....	35
4.5 FINANČNÍ NÁROČNOST .....	47
4.5.1 Spotřeba napájena jen ze sítě .....	47
4.5.2 Spotřeba napájena ze sítě a z obnovitelných zdrojů energie .....	48
4.5.3 Spotřeba napájena ze sítě, z OZE a z baterie bez omezeného příkonu ze sítě .....	48
4.5.4 Spotřeba napájena ze sítě, z OZE a z baterie s omezeným příkonem ze sítě .....	49
4.5.5 Proměnlivý vítr, větrno .....	49
4.5.6 Vyhodnocení .....	49
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>51</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b> .....	<b>52</b>
<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>1</b>



## Úvod

V posledních letech se diskutuje otázka navýšení podílu elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů. Jeden z hlavních důvodů je Evropská unie, která požaduje zvýšit výrobu elektrické energie pomocí obnovitelných zdrojů. Tento nárůst se očekává především na hladinách nízkého napětí, kde přibývají díky dotačnímu programu „Nová zelená úsporám“. Žadatel obdrží dotaci na výstavbu a připojení nového ekologického zdroje výroby elektrické energie. Tyto nové výrobní připojené do sítě zvyšují napětí v místě připojení. Mohou způsobovat kolísání nebo nesymetrii napětí, či přetoky výkonů do vyšší napěťové hladiny, kolísání nebo nesymetrii napětí.

V teoretické části je uveden přehled legislativy a podmínek pro připojení výrobní. Také se popíše způsoby a podmínkami připojení akumulčních zařízení.

V praktické části nadefinuji síť, na které budu provádět simulaci. Provedu návrh velikosti akumulčního zařízení a výkonu střídače. Provedu posouzení připojitelnosti, abych zjistil, zdali je možné elektrárnu připojit k síti. Dalším krokem bude provést simulaci prediktivního řízení za různého počasí a jednotlivé simulace mezi sebou porovnat. Posledním krokem této práce bude zjistit finanční náklady na provoz jednotlivých variant způsobů napájení budovy.

## **Seznam symbolů a zkratk**

CO<sub>2</sub> – oxid uhličitý

USA – Spojené státy americké

Sb. – Sběrka zákonů

nn – nízké napětí

vn – vysoké napětí

vvn – velmi vysoké napětí

HDO – hromadné dálkové ovládání

AC – střídavý proud

DC – stejnosměrný proud

FVE – fotovoltaická elektrárna

VTE – větrná elektrárna

FAV – Fakulta aplikovaných věd

FEL – Fakulta elektrotechnická

OZE – obnovitelné zdroje energie

JS – jaro slunečno

JP – jaro proměnlivo

JZ – jaro zataženo

ZS – zima slunečno

ZP – zima proměnlivo

ZZ – zima zataženo

DS – distribuční soustava

PPDS – Pravidla provozování distribuční soustavy

## **1 Teoretické vymezení problematiky**

Obnovitelné zdroje přešly do popředí v 70. letech po ropné krizi. Dalším důvodem, proč se na ně začalo přecházet, je snižování emisí. Omezit CO<sub>2</sub>, který při výrobě elektrické energie pomocí neobnovitelných zdrojů velmi znečišťuje atmosféru.

### **1.1 Obnovitelné zdroje**

Pod obnovitelnou energií si představíme energii, která se vyrábí z obnovitelných zdrojů. Mezi obnovitelné zdroje energie, které se v krátkém časovém měřítku přirozeně obnovují, patří uhlíkové neutrální zdroje. Mezi uhlíkově neutrální přirozené zdroje patří sluneční záření, vítr, příliv, vlny, déšť a geotermální teplo. Do obnovitelných zdrojů patří ještě biomasa, ale je diskutabilní, zdali se jedná o uhlíkovou neutralitu.

Opakem obnovitelných zdrojů jsou neobnovitelné zdroje. Do neobnovitelných zdrojů energie patří energie z fosilního paliva. Fosilní palivo se v krátkém časovém měřítku neobnovuje a je tedy vyčerpateľné. Spalování fosilního paliva vede ke globálnímu oteplování. Za poslední roky se obnovitelné zdroje hodně rozšířily.

V roce 2019 bylo více než 2/3 nově připojených energetických obnovitelných zdrojů. Již jsou dva státy, které jsou 100% pokryty pouze výrobou obnovitelných zdrojů. Patří mezi ně Norsko a Island. Jsou i další státy, které upřednostňují obnovitelné zdroje a vkládají do nich velké peníze. Mezi takové státy patří například Švédsko, Velká Británie, Německo, USA atd.

K této kapitole byla použita literatura [1].

### **1.2 Fotovoltaické elektrárny**

Fotovoltaické elektrárny přeměňují sluneční záření na elektřinu. K přeměně slunečního svitu na elektřinu se využívá P-N přechod na velkoplošných polovodičových fotodiodách. Vyrábějí se 3 typy fotovoltaických panelů: monokrystalické solární panely, polykrystalické panely a amorfní fotovoltaické panely.

Monokrystalické panely na první pohled poznáme podle černé barvy. Vyrábějí se řezáním tenkých waferů z jednoho krystalu křemíku. Tato technologie má výhodné vlastnosti, ale také nejnáročnější výrobu. Tento článek ze všech ostatních má největší účinnost kolem 20%. Náročná výroba se přenáší do vyšší ceny. Monokrystalické panely se doporučují na místa s omezeným místem s dobrou orientací na slunce.

U polykrystalických panelů se wafery řezou z boku, kde je spojené větší množství menších křemíkových krystalů. Výroba není tak náročná a lze využívat i odřezky z monokrystalických krystalů. Panely se vyznačují modrou barvou. Při ideálním osvětlení dosahují účinnosti kolem 15-17%. Největší výhodou je schopnost zachycení světla z ostřejších úhlů. Díky tomu je výkon lépe rozložen během dne.

Posledním typem je amorfní fotovoltaický panel. Tento panel tvoří tzv. tenké vrstvy. Jedná se o tenký film polovodivé látky, který se nanáší na pevný povrch. Tyto panely sice fungují s nejnižší účinností kolem 11%, ale největší výhodou je hmotnost a tloušťka. Panely se nejvíce používají do velkých průmyslových komplexů, kde by ostatní panely konstrukci střechy příliš zatěžovaly.

K této kapitole byla použita literatura [2].

## **1.3 Bateriové systémy**

Fotovoltaické elektrárny s možností ukládání přebytků do baterií, nabízejí využití energie ze slunce během dne, protože solární panely dodají nejvíce energie v čase nejmenší spotřeby.

### **1.3.1 Olověné akumulátory**

Klasické olověné baterie můžeme klidně označit jako technologicky překonané, ale rozhodně ne špatné. Olověné akumulátory jsou prověřené mnoha desítkami let používání. V porovnání s novějšími lithiem iontovými bateriemi dostaneme kratší životnost – zhruba 600 nabíjecích cyklů, kde li-ion baterie zvládnou i desetkrát více. Olověné baterie není možné vybit pod 50 %, takže efektivně využíváme jen polovinu jejich kapacity. Jsou velké, těžké a je potřeba do nich dolévat elektrolyt. Na jejich nízkou

pořizovací cenu, která je nespornou výhodou, je třeba se dívat z hlediska kratší životnosti a omezeného pohodlí při častější údržbě.

### 1.3.2 Lithium iontové baterie

Baterie zkráceně označované jako Li-ion nabízejí momentálně nejvyšší přidanou hodnotou ze všech na trhu. Vyřešily řadu nedostatků starších olověných baterií (velikost, hmotnost, kapacita, životnost) a samozřejmě jsou kvůli tomu dražší. Do této skupiny spadá několik typů baterií podle chemického složení.

#### **Lithium – mangan oxid (LMO)**

+ rychlé nabíjení

– v porovnání s ostatními Li-Ion o něco kratší životnost

#### **Lithium – nikl – mangan – kobalt oxid (NMC)**

+ vysoká kapacita

– využití vzácných a ekologicky problematických prvků (kobalt)

#### **Lithium – nikl – kobalt – hliník oxid (NCA)**

+ vysoká kapacita a stabilita

– využití vzácných a ekologicky problematických prvků (kobalt)

#### **Lithium – železo – fosfát (LFP)**

+ dlouhá životnost, dobrá funkce při teplotních výkyvech

– vyžaduje zabudovaný ochranný obvod proti přehřívání

Ochranný obvod proti přehřívání je konstrukčně ošetřen, a proto tento typ patří u nových instalací k nejrozšířenějším. Nevyžadují formátování kapacity před prvním použitím, netrpí, pokud jsou dlouho nabitě a nemají ani sklony k samovolnému vybíjení.

K této kapitole byla použita literatura [3]

### 1.3.3 Průtokové baterie (flow)

Tento typ baterií své výhody uplatní jen ve velkoobjemových úložištích. I když se jedná o technologii používanou už řadu let, jako solární baterie se začaly používat teprve nedávno. Využívají roztoku bromidu zinku jako elektrolytu uloženého v oddělených nádržích. V případě potřeby elektrické energie se elektrolyt z obou nádrží vhání do příslušných segmentů. Nejsou zdaleka tak efektivní a výkonné jako Li-ion baterie. Mají ale vysokou životnost a umožňují neskutečnou flexibilitu navrhované kapacity, protože místo přidávání dalších monočlánků do soustavy stačí zvýšit objem elektrolytu.

K této kapitole byla použita literatura [3].

## 2 Legislativa

Hlavním cílem evropské energetické politiky je docílit stabilní dodávky energie a zároveň umožnit spotřebitelům nakoupit elektrickou energii za dostupné ceny a to s ohledem na životní prostředí. Energetika je jeden z důležitých bodů evropské ekonomiky pro naplňování Kjótského protokolu a také významným podílem přispívá k zajištění bezpečnosti. Všechny elektrárny musí být v souladu s legislativními a technickými podmínkami, aby je byla možnost připojit do elektrické sítě.

### 2.1 Zákon 458/2000 Sb.

Oficiální název tohoto zákona je „*Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon)*“. [4] Zákon 458/2000 Sb. pojednává jak o elektroenergetice, tak i o teplárenství a plynárenství.

V paragrafu 23 jsou uvedena práva a povinnosti výrobců elektrické energie. Pokud výrobce splní platné technické podmínky a obchodní PPDS a PPPS, lze ho připojit k elektrizační síti. Výrobce musí na své náklady zajistit připojení k přenosové soustavě. Výrobce také musí dát možnost provozovateli sítě namontovat a zároveň se dostat k měřicímu zařízení. Dále je výrobce povinen při instalovaném výkonu větší než 30MW provozovat zařízení pro poskytování podpůrných služeb. Řídit se pokyny technického dispečinku. Předávat provozovateli soustavy informace nezbytné k dispečerskému řízení. Dodržovat parametry pro kvalitu dodávané elektřiny.

Paragraf 24 se zabývá provozovatelem přenosové soustavy. Udává mu práva a povinnosti, kterými má zajistit spolehlivý a bezpečný provoz a propojení přenosové soustavy s jinými soustavami.

V paragrafu 25 nalezneme práva a povinnosti provozovatele sítě. Paragraf uvádí, že provozovatel má zajistit spolehlivé provozování, obnovu a rozvoj distribuční soustavy na území vymezeném licenci. Pokud provozovatel má více než 90 000 odběrných míst, nesmí zároveň být držitelem licence na výrobu elektřiny, přenos elektřiny, obchodování s elektřinou a plynem. Provozovatel má právo omezit nebo přerušit dodávku elektřiny při ohrožení života, při stavu nouze, při neoprávněné distribuci elektřiny, neoprávněném odběru, při revizi, při odstraňování poruch na zařízení distribuční soustavy nebo odběru či dodávky negativně ovlivňující kvalitu sítě.

Dále ukládá povinnost provozovateli, aby každému, kdo požádá o připojení k distribuční soustavě, stanovit podmínky a termín připojení za předpokladu, že splňuje Pravidla provozování distribuční soustavy. Dodržovat stanovenou kvalitu dodávky a služeb, sdělovat tuto kvalitu Energetickému regulačnímu úřadu i umožňovat dálkový přístup k těmto informacím. Odstavec 10 ještě stanoví, že provozovatel DS je povinen svá zařízení upravit, pokud by došlo ke změně parametrů elektřiny, aby jeho zařízení vyhovovala novým parametrům, a to na své náklady.

Paragraf 26 se zabývá technickým dispečinkem. Technický dispečink provádí dispečerské řízení přenosu elektřiny v přenosové soustavě a dispečerské řízení zdrojů poskytující podpůrné služby k zajištění systémových služeb. Dispečink dohlíží na dodržování pravidel propojení s elektrizační soustavou ostatních států a rozhoduje o využití přeshraničních vedení. Technický dispečink je v případě ohrožení bezpečného a spolehlivého provozu elektrizační soustavy oprávněn omezovat výrobu.

Paragraf 28 se věnuje zákazníkovi. Dle odstavce 4 toho paragrafu je zákazník povinen „provozovat vlastní náhradní zdroj, pokud je propojen s přenosovou soustavou nebo s distribuční soustavou, pouze po dohodě s provozovatelem přenosové soustavy nebo provozovatelem distribuční soustavy.“[4] Odstavec 5 říká, že zákazník smí provozovat výrobu elektřiny maximálním instalovaným výkonem 10kW, pokud je propojena s přenosovou soustavou nebo s distribuční soustavou a pokud není ve stejném odběrném

místě připojena jiná výroba elektřiny. V tomto případě se na zákazníka vztahují práva podle § 23.

Paragraf 46 stanovuje ochranné pásmo výroby elektřiny. Pro výroby do 1kV a instalovaného výkonu 10kW se ochranné pásmo nestanovuje.

Paragraf 52 řeší neoprávněnou dodávku elektřiny. Neoprávněnou dodávkou elektřiny do elektrizační soustavy je dodávka bez právního důvodu, dodávka bez měřícího zařízení nebo zařízením, které správně nezaznamenává údaje o skutečné dodávce.

Tato kapitola byla zpracována na základě použité literatury[4].

## **2.2 Pravidla provozování distribučních soustav**

Pravidla provozování distribučních soustav jsou vytvářena pro uživatele distribuční soustavy, aby jim poskytla všechny potřebné informace bez použití souvisejících právních, technických a dalších podkladů. PPDS stanovuje minimální technické, plánovací a informační požadavky pro připojení uživatelů k distribuční soustavě. Uživatelům poskytuje komplexní informace bez nutnosti pracovat s mnoha souvisejícími právními, technickými podklady. PPDS stanovuje základní pravidla, zajišťuje spolupráci a koordinaci mezi jednotlivými účastníky trhu s elektrickou energií. PPDS je tvořeno sedmi přílohami. Nejdůležitější příloha pro tuto práci je příloha 4 (2020) – Pravidla pro paralelní provoz výroben a akumulčních zařízení se sítí provozovatele distribuční soustavy.

### **2.2.1 Příloha 4**

Příloha 4 Pravidel provozování distribučních soustav popisuje pravidla pro paralelní provoz výroben a akumulčních zařízení se sítí provozovatele distribuční soustavy.

#### **2.2.1.1 Bod 4 – přihlašovací řízení**

Pro připojení výroby do sítě je potřeba předat provozovateli distribuční soustavy žádost o připojení, katastrální mapu s vyznačenou výrobnou, údaje o zkratové odolnosti předávací stanice. Dále se musí připojit popis ochrany s přesnými údaji o druhu, výrobci, zapojení a funkci. Ještě se musí uvést příspěvek vlastní výroby ke zkratovému proudu v místě připojení k síti, jeho trvání a průběh. U střídačů, měničů frekvence je zapotřebí dodat



zkušební protokol k očekávaným proudům harmonických a meziharmonických, impedance pro frekvence HDO.

Vypracovaná studie připojitelnosti výroby musí obsahovat posouzení možného připojení s ohledem na zkratovou odolnost zařízení, napěťové poměry ve všech posuzovaných uzlech sítě, zatížitelnost jednotlivých prvků sítě. Také tam musí být ověřeny změny napětí vyvolané trvalým provozem výroby, změny napětí při spínání, útlumu signálu HDO, flikru, harmonických. Studie musí zároveň obsahovat simulaci chování výroby v ustáleném stavu i během přechodných jevů. Musí být uvedeny i parametry transformátorů vvn/vn respektive vn/nn a parametry vedení k místu připojení.

V požadované prováděcí projektové dokumentaci musí být délky, typy a průřezy vedení mezi výrobnou a místem připojení k distribuční soustavě, parametry použitých transformátorů, situační řešení připojení výroby k distribuční soustavě. Taky musí být uvedeny typy, parametry a navržené hodnoty nastavení elektrických ochrany výroby elektřiny souvisejících s distribuční sítí. Dalším bodem musí být parametry a provedení řízení činného a jalového výkonu.

### **2.2.1.2 Bod 5 – připojení k síti**

Všechny nově připojené výroby do distribuční soustavy musí být připraveny na dálkové ovládání. To znamená instalování ovládacího obvodu mezi elektroměrovým rozvaděčem a novou výrobnou.

U výroben s nízkou dobou využití, kde není vázána výrobní technologie na jejich provoz, se nepožaduje obvyklá zabezpečení připojení k soustavě. Lze dovolit zjednodušené připojení k soustavě, pokud jsou dodrženy ostatní požadavky na bezpečný provoz soustavy, jako je například selektivita ochrany.

Výroby elektřiny s akumulacním zařízením, které nemají společný střídač pro dodávku do distribuční sítě, se pro posouzení připojitelnosti instalované výkony výroby a akumulacního zařízení sčítají, pokud nemají technicky vyřešena opatření, která zajistí, že přetok do distribuční soustavy nebude větší než sjednaný rezervovaný výkon.

Výrobnu elektřiny lze připojit přímo do distribuční soustavy, v odběrném místě nebo v předávacím místě jiné výroby.

Výrobnu elektřiny do 1MW musí být vybaveny logickým vstupem, který do 5 s od obdržení požadavku prostřednictvím např. HDO přerušil dodávku činného výkonu na výstupu. Logický vstup musí být nainstalován tak, aby zůstal připojen i po odpojení silové části a byla možná automatizace provozu.

Pro spojení výroby elektřiny a elektrického akumulárního zařízení se sítí musí být použito spínací zařízení, které dokáže minimálně vypínat zátěž. Spínací zařízení musí zajistit galvanické oddělení všech fází. U výroben se střídači je potřeba spínací prvek umístit na střídavé straně. Spínací zařízení nesmí být vyřazeno z činnosti zkratem ve střídači.

### **2.2.1.3 Bod 9 – chování výroben v síti**

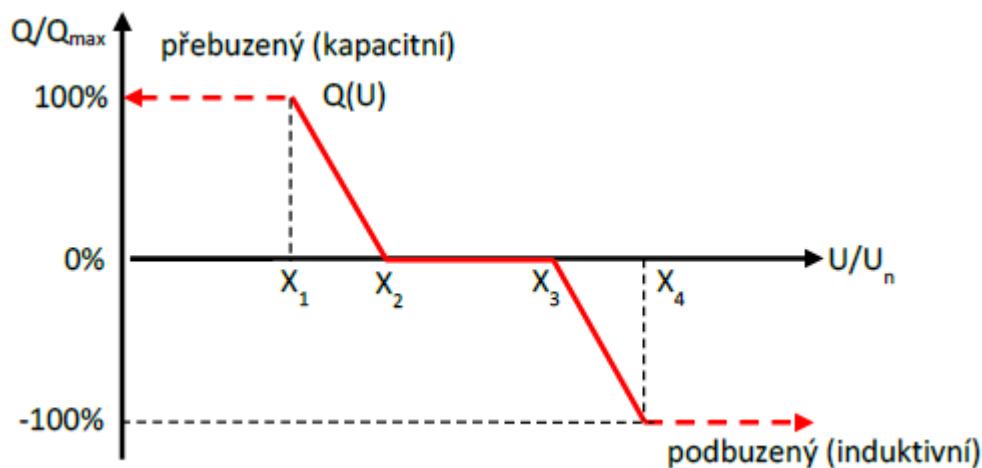
Bod 9 udává v jakých frekvencích má výrobná pracovat bez omezení a při jakých frekvencích má pracovat jen určitou dobu a pak dojít k odpojení. To samé udává u rozsahu napětí.

Výrobná se musí podílet na statickém udržování napětí v síti. To znamená udržet napětí ve smluvně stanovených mezích za normálního provozu při pomalých změnách napětí. Zároveň se musí podílet i na dynamické podpoře sítě. Rozumí se tím udržování napětí při poklesech napětí v síti vvn a zvn a tím zamezují nežádoucím odpojení a rozpadu sítě. To znamená, že musí být technicky schopné zůstat připojené i při poruchách v síti, při kterých dochází k poklesu napětí.

Výrobná i s akumulárním zařízením, jak ve stavu nabíjení, tak i vybíjení, musí být provozovatelná se sníženým činným výkonem a vybavena rozhraním, aby na pokyn se mohl výkon snížit v případě potenciálního ohrožení provozu, stavu blackoutu, stavu obnovy, nutné provozní práce, ohrožení stability, vzrůst frekvence ohrožující systém, údržba nebo práce na distribuční soustavě. U výroben do 100kVA je jalový výkon řízen autonomně.

Pro koordinaci parametrů pro bezpečný provoz velkého počtu blízkých zdrojů se používá regulace Q(U) – jalový výkon závislý na napětí. Charakteristika musí být nastavitelná a je definována čtyřmi body, které definují tvar regulační charakteristiky. Osa X odpovídá

oměru měřené hodnoty napětí v místě připojení výroby a jmenovité hodnoty napětí. Osa Y odpovídá poměru dodávaného/odebíraného jalového výkonu, který je výroba schopna dodat/odebrat.



Obr. 1 charakteristika funkce  $Q(U)$  [5]

#### 2.2.1.4 Bod 10 – podmínky pro připojení

Aby se zabránilo k zpětnému napětí do sítě, je zapotřebí zajistit technickým opatřením, aby připojení bylo možné pouze v případě, kdy jsou všechny fáze pod napětím. K připojení může být použit spínač, který spojuje celou výrobu se sítí. Zapnutí tohoto vypínače musí být blokováno, dokud není na každé fázi napětí alespoň nad rozběhovou hodnotou podpěťové ochrany.

Za normálních podmínek nesmí napětí překročit 2% v předávacím místě pro výrobu v síti vn a v nn o 3%. Za mimořádných situacích nesmí napětí překročit 5% pro výroby vn při připojování nebo odpojování jednotlivých generátorů v přípojném bodu. Tato podmínka musí být zároveň splněna s podmínkou pro zvýšení napětí v základním zapojení sítě. Je-li v síti jen jedno přípojně místo, je možné tyto podmínky maximálního zvýšení napětí posoudit ze zkratových poměrů výkonů.

$k_{k1} \leq \frac{S_{kV}}{\sum S_{Amax}}$ , kde  $S_{kV}$  je zkratový výkon v přípojném bodě a  $\sum S_{Amax}$  je součet maximálních zdánlivých výkonů všech připojených výroben, které mohou běžet současně. Podmínka bude

dozdržena vždy, když poměr zkratových výkonů v síti vn bude  $\Delta k_{k1VN} \geq 50$  a v síti nn  $\Delta k_{k1NN} \geq 33$ .

Pokud je síť velmi induktivní, potom je posouzení pomocí činitele zdánlivých výkonů příliš konzervativní → dodaný výkon bude silněji omezen, než je zapotřebí. Proto se v takovém případě provádí výpočet s komplexní hodnotou impedance sítě a fázovým úhlem  $\Psi$ , který poskytne přesnější výsledek. Pro síť vn je podmínka  $S_{Amax} \leq \frac{S_{kV}}{33 \cdot |\cos(\Psi_{kV} - \varphi)|}$  a pro výrobní v síti nn je podmínka  $S_{Amax} \leq \frac{S_{kV}}{33 \cdot |\cos(\Psi_{kV} - \varphi)|}$ , kde je  $\varphi$  je fázový úhel mezi proudem a napětím výrobní při maximálním zdánlivém výkonu. Při dodávce jalového výkonu do sítě platí:  $P < 0$  a  $Q < 0$ ,  $0^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$ . Pokud se odebírá jalový výkon ze sítě, platí:  $P > 0$  a  $Q > 0$ ,  $270^\circ \geq \varphi \geq 360^\circ$ .

Jednofázové výrobní jako jsou fotovoltaiky ovlivňují symetrii jednotlivých fázových napětí stejně jako jednofázová zařízení. Příslušná norma PNE 33 3430-0 stanoví dovolenou hodnotu napětí zpětné složky  $d_{u2} \leq 0,7\%$  z jmenovitého napětí nn. Je možnost použít k posouzení připojitelnosti vztah  $\Delta u_{AN} \approx 6 \cdot \frac{S_{rAmax}}{S_{kV}} \cdot \cos(\Psi_{kV} - \varphi_E)$ , ze kterého plyne, že zvýšení napětí při jednofázové dodávce je šestkrát větší než při třífázové stejného výkonu.

Za normálních provozních podmínek změny napětí v napájecím bodě způsobené odpojováním nebo připojováním jednotlivých zařízení ve výrobně nevyvolá nepřijatelné zpětné vlivy a to, že v síti nn nepřekročí změna napětí 3% a v síti vn 2%. Tato podmínka platí, pokud ke spínání nedochází častěji, než jednou za 90 sekund. Pokud dochází k sepnutí např. jednou za den, může PDS udělit výjimku, pokud to dovolí poměry v síti. Zároveň nesmí být překročen limit napětí v předávacím místě výrobní  $\pm 10\%$ . Se znalostí zkratového výkonu v síti PDS  $S_{kV}$  a jmenovitému zdánlivému výkonu výrobní  $S_{nE}$ .

$$\Delta u_{max} = k_{imax} \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}}$$

Činitel  $k_{imax}$  se označuje jako největší spínací ráz a udává poměr největšího proudu při spínacím pochodu ke jmenovitému proudu zařízení. Pokud není znám spínací ráz, uvažuje se činitel  $k_{imax} = 8$ . Větrné elektrárny mají speciální činitel spínání závislý na síti. Činitel respektuje výši i časový průběh proudu přechodového děje a udává se jako funkce úhlu

impedance sítě  $\Psi$  pro každé zařízení.  $\Delta u_{ers} \leq k_{i\Psi} \frac{S_{nE}}{S_{kW}}$ . S ohledem na snížení zpětného vlivu na síť je třeba zamezit spínání více generátorů současně. Řešení je časové odstupňování spínání jednotlivých generátorů.

### 2.2.1.5 Bod 11- zpětné vlivy na napájecí síť

Aby nedošlo k rušení zařízení ostatních uživatelů sítě, je zapotřebí omezit zpětné vlivy. Pokud poměr zkratového výkonu sítě k poměru jmenovitého výkonu celého zařízení je větší než 500, může být výroba připojena bez další kontroly. Pokud je instalováno zařízení pro spínání spotřeby např. wattrouter, nesmí být pro zamezení nárůstu hodnoty flikru perioda spínání menší než 10 sekund.

Při posouzení jedné nebo více výroben v jednom předávacím bodě je potřeba kolísání napětí vyvolávající flikr dodržet ve společném napájecím bodě nn a vn mezní hodnotu  $P_{lt} \leq 0,46$ . Pokud potřebujeme určit dlouhodobou míru flikru jedné výrobní určíme ho pomocí činitele flikru  $c$  a následujícího vzorce:  $P_{lt} = c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}}$ . Pokud vyjde z této rovnice větší než 0,46, je možné do výpočtu zahrnout i fázové úhly a spočítat to podle následujícího vztahu  $P_{lt} = c \cdot \frac{S_{nE}}{S_{kV}} \cdot |\cos(\Psi_{kV} + \varphi_i)|$ . U výroben s  $n$  stejnými moduly se výsledný činitel pro flikr určí  $P_{lt\ res} = \sqrt{n} \cdot P_{lt}$ .

Harmonické vznikají především u zařízení se střídači nebo měniči frekvence. Harmonické proudy generované těmito zařízeními musí být uvedeny v certifikátu výrobního modulu popřípadě ve zprávě o typové zkoušce. Přípustný proud  $I_{vnn}$  lze spočítat ze vzorce  $I_{vnn} = i_v \frac{S_{kV}}{\sin \Psi_{kV}}$ , přípustný vztažný proud  $i_v$  je uveden v tabulce (Tab. 1).

Řád harmonických $\mu, \nu$	Přípustný vztažný proud $i_{\nu,\mu}$ [A/MVA]
3	3
5	1,5
7	1
9	0,7
11	0,5
13	0,4
17	0,3
19	0,25
23	0,2
25	0,15
$25 < \nu < 40$	$0,15 \cdot 25/\nu$
$\mu < 40^a$	$0,15 \cdot 25/\nu$
sudé	$1,5/\nu$
$\mu < 40$	$1,5/\nu$
$42 < \mu, \nu < 178^b$	$4,5/\nu$
a – liché b – celočíselné a neceločíselné v pásmu šířky 200Hz od střední frekvence $\nu$	

Tab. 1 Přípustný vztažný proud harmonických zdrojů v síti nn

Pouze pro jediné předávací místo v síti vn lze určit dovolené harmonické proudy ze vztažných proudů  $i_{\nu p\check{r}}$  z Tab. 2, násobením zkratovým výkonem:  $i_{\nu p\check{r}} = i_{\nu p\check{r}} \cdot S_{kV}$ . Pokud je ve společném napájecím bodě připojeno několik zařízení, potom se harmonické proudy určí pomocí násobením poměru zdánlivého výkonu jednotlivých zařízení k celkovému výkonu ve společném bodě.

Řád harmonických $\mu, \nu$	Přípustný vztažný proud $i_{\nu,\mu}$ [A/MVA]		
	síť 10 kV	síť 22 kV	síť 35 kV
5	0,115	0,058	0,033
7	0,082	0,041	0,023
11	0,052	0,026	0,015
13	0,038	0,019	0,011
17	0,022	0,011	0,006
19	0,016	0,009	0,005
23	0,012	0,006	0,003
25	0,01	0,005	0,003
>25 nebo sudé	$0,06/\nu$	$0,03/\nu$	$0,017/\nu$
$\mu < 40$	$0,06/\mu$	$0,03/\mu$	$0,017/\mu$
$\mu > 40$	$0,16/\mu$	$0,09/\mu$	$0,046/\mu$

Tab. 2 Přípustný vztažný proud harmonických zdrojů v síti vn

Harmonické typické pro usměrňovače (řád 5., 7., 11., 13.) a netypicky nízkých řádů ( $v < 7$ ) se sčítají aritmeticky  $I_v = \sum_{i=1}^n I_{vi}$ . Netypické harmonické vyšších řádů ( $v > 7$ ) se spočítají  $I_v = \sqrt{\sum_{i=1}^n I_{vi}^2}$ . Pulsně modulované střídače pro řád  $\mu$ , který není celočíselný, ale pro hodnoty  $\mu > 11$  také obsahuje celočíselné hodnoty  $I_\mu \sqrt{\sum_{i=1}^n I_{\mu i}^2}$ .

Zařízení HDO jsou obvykle provozovány na frekvenci v rozmezí 183,3 – 283,3Hz. Vysílací úroveň HDO je většinou 1,6 – 2,5%  $U_n$ . Výrobní ovlivňují vysílač HDO přídavným zatížením, které plyne z impedance vlastního zařízení nebo zvýšeného zatížení sítě. Je přípustné zatížení do 2A u vysílače na vn. Výrobní smí snížit úroveň signálu maximálně o 5% za podmínky, že bude dodržena minimální úroveň signálu. Žádost o připojení musí obsahovat posouzení vlivu na signál HDO a na zatížení vysílače a úroveň rušivých napětí generovaných do sítě na frekvenci HDO, nebo v její blízkosti. Vstupní parametry výpočtu pro šíření signálu HDO jsou zejména hodnoty impedance pro konkrétní frekvenci venkovního vedení, kabelového vedení, transformátorů, generátorů, kompenzačních zařízení, hradicích členů, podpurných členů, vazebních členů HDO a impedance zátěží.

### 2.2.1.6 Bod 12 – uvedení výrobní do provozu

První paralelní připojení výrobní k distribuční síti je zahájeno podáním žádosti o první připojení a je úspěšně ukončeno vydáním konečného provozního oznámení.

Součástí žádosti o první paralelní připojení k síti je potvrzení odborné firmy o realizaci výstavby, odsouhlasená projektová dokumentace, zpráva o výchozí revizi, protokol o nastavení ochrany, dokument výrobního modulu.

Zařízení pro paralelní provoz musí výrobce udržovat neustále v bezvadném technickém stavu. Ochrany, spínače a ostatní zařízení pro dálkové řízení musí být v pravidelných lhůtách funkčně přezkoušeny odbornými pracovníky.

Tato kapitola byla zpracována na základě použité literatury[5].

## 3 Typy připojení výroben s akumulacním zařízením

Fotovoltaická a větrná elektrárna vyrábí elektřinu, která je spotřebována v místě výroby. V případě, že se vyrobí více, než se spotřebuje, je elektřina posílána do distribuční soustavy. Pokud k fotovoltaické elektrárně přidáme vhodné akumulacní zařízení, je například možnost přes den baterie nabíjet a po západu slunce využít uskladněnou energii.

### 3.1 Střídač

Při návrhu fotovoltaické elektrárny není nejdůležitější návrh fotovoltaických panelů, ale návrh střídače. Úkolem střídače je přeměnit vyrobenou stejnosměrnou energii, kterou vyrábí fotovoltaická elektrárna, na střídavou energii, která se může dodávat do sítě. Při špatném návrhu střídače může fotovoltaická elektrárna ušetřit málo peněz nebo dokonce prodělavat.

Od roku 2011 se přestala spotřebovaná energie měřit jako celek, ale začala se měřit po jednotlivých fázích. Proto existují na trhu střídače symetrické a asymetrické. Symetrický střídač rozděluje energii rovnoměrně do třech fází. Instaluje se tam, kde je spotřeba k dané výrobě rovnoměrná. V případě, že je odběr z jednotlivých fází nerovnoměrný, toto nastává hlavně u rodinných domů, používá se střídač asymetrický, který rozděluje energii do jednotlivých fází podle potřeby. Mezi další parametry, na které bychom se měli při výběru střídače zaměřit, je vlastní spotřeba a spotřeba ve stand-by režimu. [6]

### 3.2 Systém akumulace do baterií

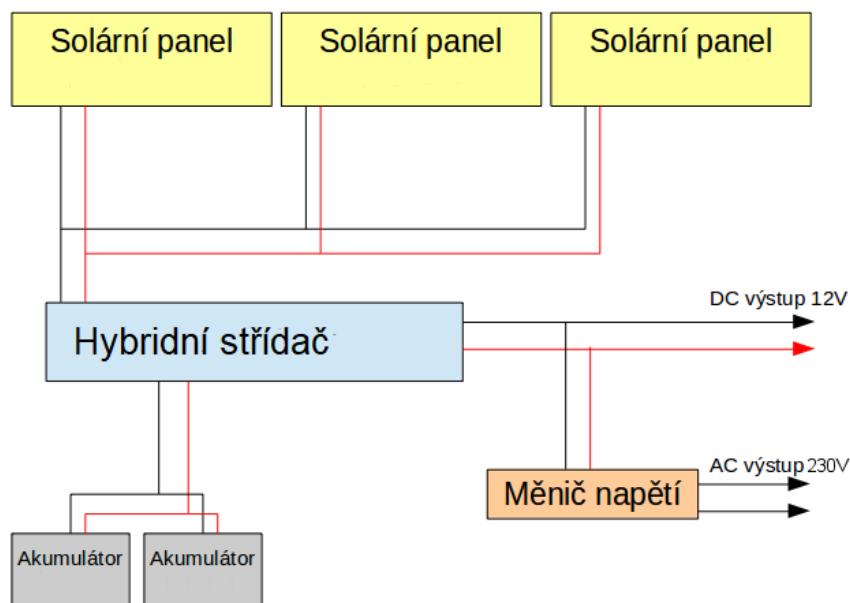
Existují dva typy zapojení baterií a to s hybridním nebo bateriovým střídačem.

Bateriový střídač je zapojený přímo na rozvody AC. Energie z elektrárny je generována v podobě DC a pomocí měniče je přeměněna na AC. Bateriový měnič je připojen do stejné sítě a využívá pro nabíjení baterií nespotřebovanou AC energii. V případě nedostatku AC energie dodává bateriový měnič energii z baterií do AC rozvodů.

V hybridním střídači je elektrárna připojena ke stejnému střídači jako baterie. Energie v podobě DC z elektrárny je dodávána do střídače a následně do baterie. Hybridní střídač je připojený na AC rozvody a pomocí integrovaného DC/AC měniče dodává do AC rozvodů



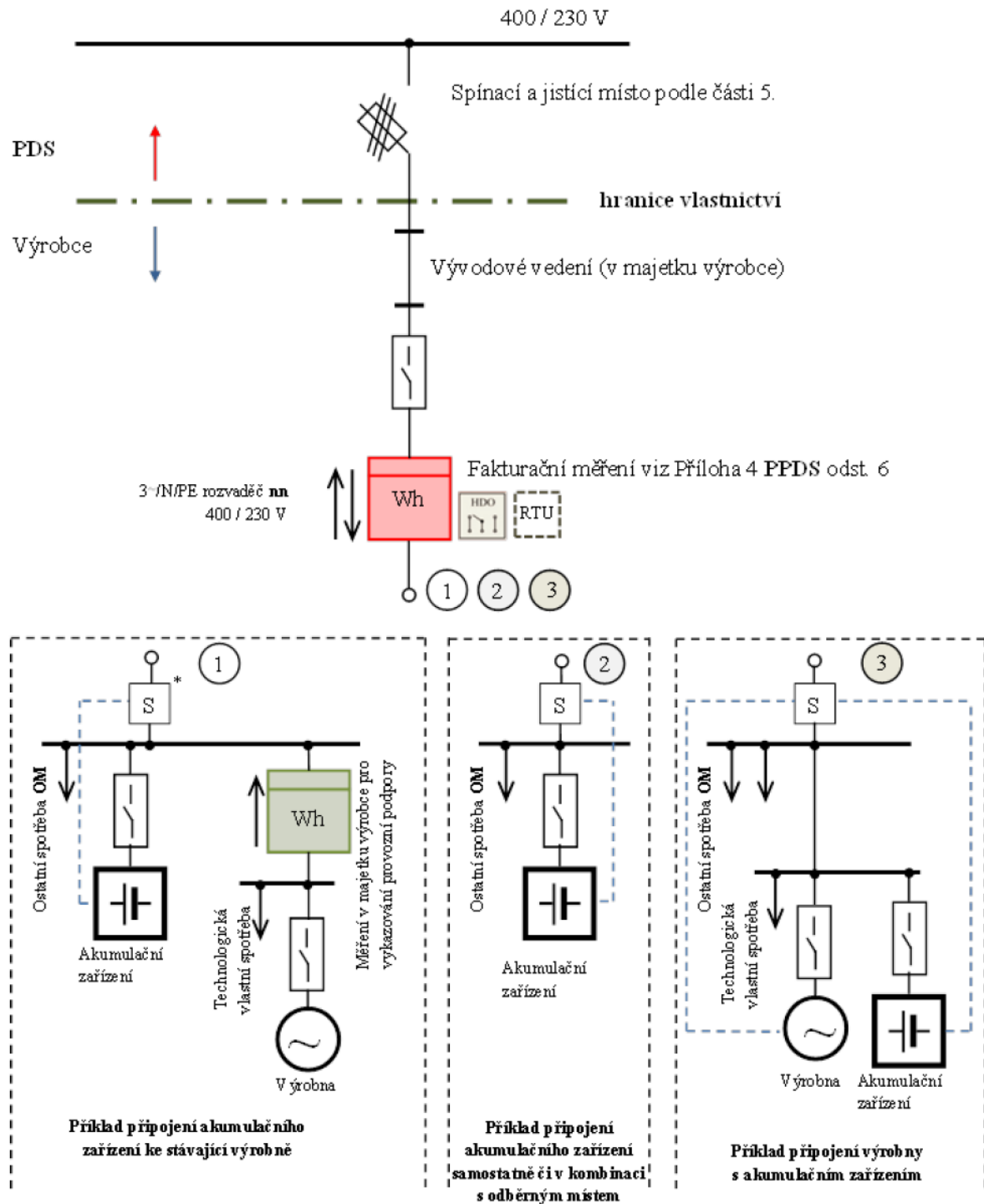
energii z baterií. Tudiž, veškerá vyrobená energie z fotovoltaických panelů prochází přes baterie. [7]



Obr. 2 Zapojení systému s hybridním střídačem

### 3.3 Připojení výroby do sítě

Výrobna i akumulční zařízení se do sítě připojují různým způsobem a záleží na několika kritériích. Pojednává o tom PPDS příloha č. 4 v bodě 13 Příklady připojení výroben elektřiny. V síti nn je výrobní zařízení paralelně připojeno s akumulčním zařízením, které jsou připojeny přes senzor směru toku výkonu, wattmetr, spínací a jistící místo do sítě. Tento způsob zapojení je znázorněno na Obr. 3. Způsoby připojení samotné výroby do nn (Příloha 1) nebo výroby s akumulčním zařízením připojené do sítě vn je uvedeno v příloze č. 2. [5]

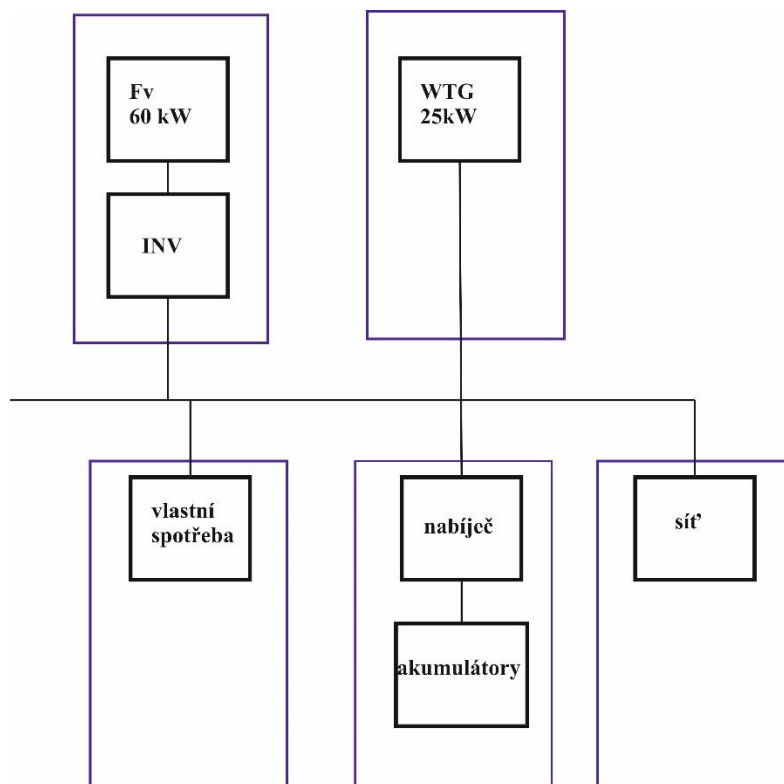


Obr. 3 Připojení výroby s akumulačním zařízením nn [5]

Tato kapitola byla zpracována na základě použité literatury[5].

## **4 Případová studie provozu fotovoltaické elektrárny s akumulacním zařízením**

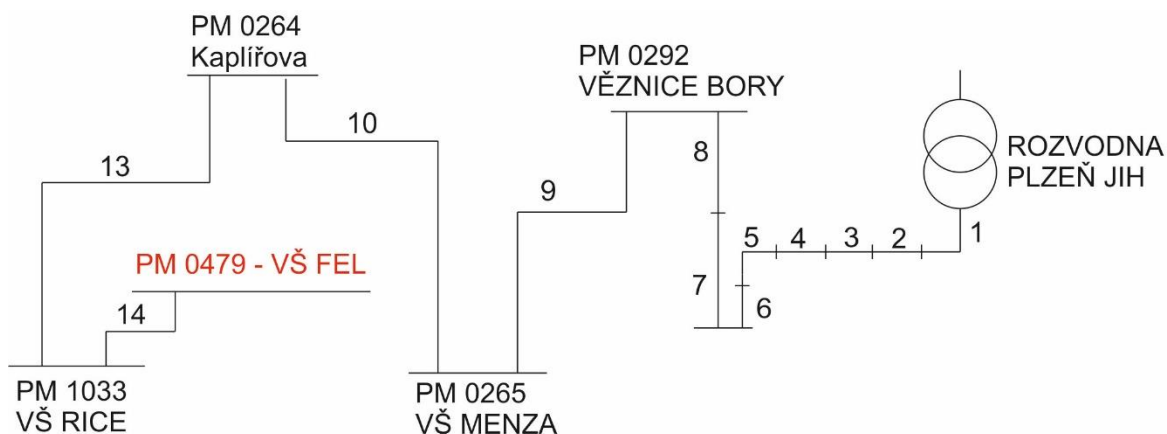
Hlavním úkolem této práce je případová studie, která se zabývá provozem fotovoltaické elektrárny s akumulacním zařízením. Případová studie není provedena pro reálnou síť, ale pro modelovou síť, která vychází ze sítě miniparku obnovitelných zdrojů energie nainstalovaného na střeše Fakulty elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni. Součástí miniparku však není akumulacní zařízení, proto bylo toto zařízení v této studii doplněno. Provoz celého zařízení složeného z FVE, VTE a akumulace bude vyhodnoceno pomocí simulací. Chod sítě bude řízen algoritmem navržený na FAV [8], který na základě zadaných požadavků bude vhodně hospodařit s energií a bude určovat, kdy se má baterie dobíjet a kdy naopak vybíjet. Ze zařízení v miniparku jsme použili data, která byla dlouhodobě měřena. Tyto data využijeme pro naši modelovou síť, abychom měli z čeho vycházet. Z již zpracovaných dat měření použijeme hodnoty výkonu a intenzity záření zaznamenané v minutových intervalech fotovoltaické elektrárny za všechna čtyři roční období za slunečného, proměnlivého i zataženého dne. Naměřená data mám k dispozici i z větrné elektrárny, kde je naměřený výkon elektrárny s rychlostí větru. Naměřená data byla zpracována na základě průběhu rychlosti větru a to na bezvětrný, větrný a proměnlivý den a den s rostoucí rychlostí větru. Dále mám k dispozici diagram denního zatížení budovy FEL, který je měřen v minutových intervalech. Získaná data jsou z jednoho týdne měsíce ledna roku 2020.



Obr. 4 Konfigurace systému

#### 4.1 Charakteristika modelové sítě

Modelová síť je inspirována, jak už bylo řečeno, reálnou sítí, která vychází z miniparku OZE. Minipark se skládá z fotovoltaické elektrárny o výkonu 20kWp a větrné elektrárny s výkonem 0,5kW. Ale v porovnání se spotřebou budovy FEL, kde je špičkové zatížení až 155kW, je výkon těchto zdrojů poměrně malý. Z tohoto důvodu by návrh jakékoliv baterie v systému, kde je převládající spotřeba tak výrazně nad výrobou, nepřineslo žádné výhody. Proto jsme si pro tuto případovou studii přizpůsobili modelovou síť. Budeme uvažovat, že fotovoltaická elektrárna má třikrát větší výkon, tudíž dosahuje 60kWp. Větrnou elektrárnu jsme si také přizpůsobili a to tím, že jsme její výkon zvedli padesátkrát a to na 25kW. Tím pádem se změnila maximální možná vyrobená energie z 20,5kW na 85kW. Při takto velké spotřebě se vzhledem k dennímu diagramu zatížení budovy již vyplatí instalovat akumulární zařízení. Modelová síť je připojena do odběrného místa PM 0479 (budova FEL ZČU), která je napájena kabelovou sítí z rozvodny 110/22kV Plzeň Jih (Obr.5).

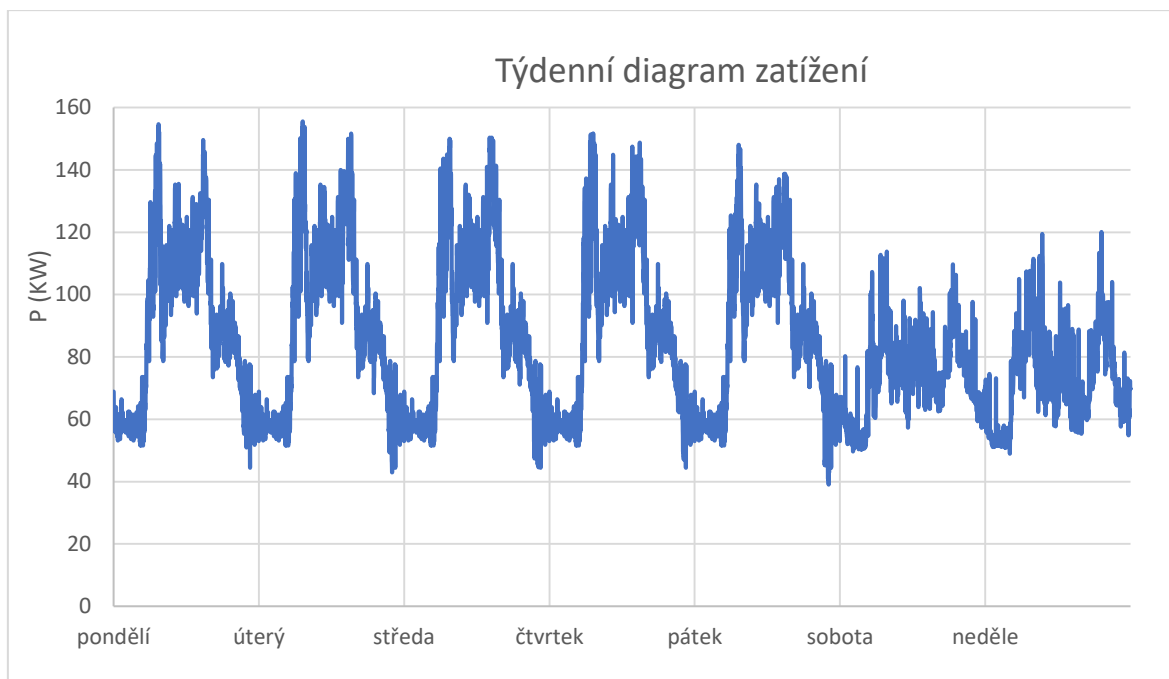


Obr. 5 Síť s odběrným místem FEL ZČU

## 4.2 Návrh akumulace

Návrh akumulčního zařízení jsem provedl pomocí programu PV\*SOL. Tento program slouží k návrhu a simulaci různých moderních fotovoltaických systémů. Jakýkoliv fotovoltaický systém lze navrhnout i ve 3D modelu. Vizualizaci lze provést přímo na střechu konkrétní budovy, haly nebo v otevřeném prostoru. Pomocí této simulace lze dosáhnout co nejrealističtějších výsledků, ať se jedná o návrh akumulátoru, vlastní spotřeby nebo vyrobené energie v místě realizace.

Do programu pro simulaci se jako první zadá místo realizace pro co nejpřesnější klimatická data. V této případové studii probíhá simulace na souřadnicích  $49.7237597^\circ$  zeměpisné šířky a  $13.3500828^\circ$  zeměpisné délky. Na tomto místě je z klimatických dat zjištěna roční suma globálního záření  $1065\text{kWh/m}^2$  s roční průměrnou teplotou  $9^\circ\text{C}$ . Následně se musí stanovit spotřeba budovy. Roční spotřeba budovy se určila pomocí minutových hodnot změřených během jednoho týdne měsíce ledna v roce 2020. Předpokládaná roční spotřeba budovy byla programem odhadnuta na  $740\text{MWh/rok}$ , při maximálním špičkovém zatížení  $155,5\text{kWh}$ .

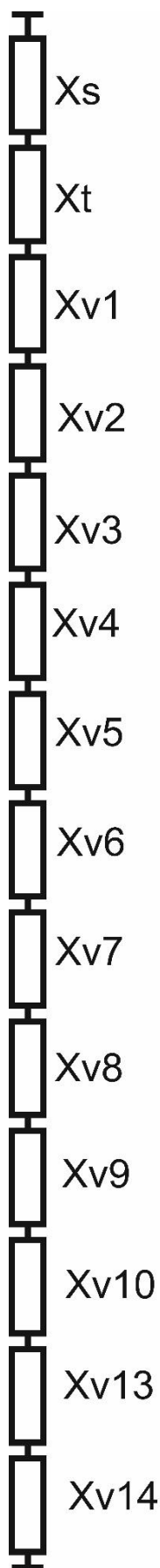


**Graf 1 Týdenní diagram zatížení**

V dalším kroku se musí určit druh, počet a umístění fotovoltaických panelů. Pro tuto případovou studii byly vybrány fotovoltaické panely Isofotón ISF-255, které svými parametry jsou velmi blízké panelům instalovaných na střeše FEL. Pro výkon 60kW<sub>p</sub> musí být instalováno 333 kusů panelů. Umístění na střeše se zvolilo stejné jako je to dosavadní. A to jsou panely montované na stojanech na střeše. Dále se určí střídač, který bude odpovídat pro daný výkon a uspořádání fotovoltaických panelů.

V programu se určí výrobce střídačů, ze kterých chceme vybírat. Program zvolí nejvhodnější střídač sám. Střídač vybírá na základě několika kritérií a to aby počet střídačů byl co nejmenší, počet modulů střídačů byl co nejmenší, počet konfigurací byl co nejnižší a ztráta účinnosti střídače byla co nejnižší. V našem případě nejlépe vyšel střídač od firmy ABB Trio-8,5-TL-OUTD.

V posledním kroku před samotným spuštěním výpočtu se navrhne velikost a počet baterií. Stylem pokus omyl jsem vybíral velikost baterie, dokud jsem do baterií neuložil veškerou přebytečnou energii. Jinými slovy jsem zvětšoval baterii, dokud elektrárny dodávaly přebytek energie zpět do veřejné sítě. Práci mi usnadnilo nepsané pravidlo, že by baterie měla mít zhruba 2,5krát větší výkon než samotná elektrárna. Pomocí simulace jsem došel k závěru, že baterie by měla mít kapacitu 208kWh a výkon střídače vychází na 85kW.



Obr. 6 Náhradní schéma sítě

### 4.3 Posouzení připojitelnosti

Abychom mohli provozovat výrobu s akumulacním zařízením, musí splnit několik legislativních podmínek. Musí být splněny podmínky pro připojení a zpětné vlivy výroby na napájecí síť. Tyto podmínky byly popsány v teoretické části v bodech 2.2.1.4 a 2.2.1.5. Všechny tyto podmínky lze uvažovat za splněné, když výkon výroby ke zkratovému výkonu v místě připojení je v předepsaném poměru. V našem případě musí poměr vyjít větší než 50.

Elektrárna je připojena na předávací místo PM 0479 a je připojená pomocí kabelů na rozvodnu 110/22kV (obr. 5). Z této sítě si musíme vytvořit náhradní schéma sítě (obr. 6). Vypočítáme reaktance a odpory jednotlivých prvků sítě. Potřebné hodnoty jednotlivých prvků potřebné pro výpočet jsou získané od provozovatele sítě.

Nejprve vypočítáme reaktanci nadřazené sítě. Zkratový proud sítě na hladině 110kV je 14,23kA.

$$X_S = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot I_k''} \cdot \frac{1}{p^2} = \frac{1,1 \cdot 110 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 14230} \cdot \left( \frac{22 \cdot 10^3}{110 \cdot 10^3} \right)^2 = 0,1964 \Omega$$

Při výpočtu impedance transformátoru dosazujeme do vzorce napětí nakrátko 11% a instalovaný výkon vinutí 40MVA. Pro odpor transformátoru se nám bude hodit ještě hodnota ztrát nakrátko, která činí 235kW.

$$Z_T = \frac{u_k}{100} \cdot \frac{U_{NT}^2}{S_{NT}} = \frac{11}{100} \cdot \frac{22 \cdot 10^3}{40 \cdot 10^6} = 1,331 \Omega$$

$$R_T = \Delta P_K \cdot \frac{U_{NT}^2}{S_{NT}} = 235 \cdot 10^3 \cdot \frac{22 \cdot 10^3}{(40 \cdot 10^6)^2} = 0,0711 \Omega$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{1,331^2 - 0,0711^2} = 1,3291 \Omega$$

Sečteme odpory a reaktance všech 12 úseků vedení. Tyto hodnoty jednotlivých úseků byly již zpracovány provozovatelem sítě.

$$X_V = X_{V1} + X_{V2} + \dots + X_{V14} = 0,6921\Omega$$

$$R_V = R_{V1} + R_{V2} + \dots + R_{V14} = 0,9173\Omega$$

Popisky řádků	Součet z délka [km]	Součet z R (rezistance) [ $\Omega$ ]	Součet z X (reaktance) [ $\Omega$ ]
1	0,3626	0,0453	0,0409
2	0,302	0,0377	0,0341
3	0,4019	0,0548	0,0453
4	0,5041	0,0665	0,0569
5	1,9223	0,2891	0,2171
6	0,1515	0,0189	0,0171
7	0,31	0,0387	0,0351
8	0,4953	0,0619	0,056
9	0,5393	0,0674	0,0609
10	0,2753	0,041	0,0311
11	0,4407	0,0607	0,0498
12	0,2093	0,0262	0,0236
13	0,5421	0,1372	0,0683
14	0,2329	0,0588	0,0293
15	0,1058	0,0267	0,0133
16	0,2858	0,0723	0,036
17	0,1447	0,0267	0,0173
<b>Celkový součet</b>	<b>7,2256</b>	<b>1,1299</b>	<b>0,8321</b>

Tab. 3 Parametry vedení

Vypočítáme celkovou impedanci náhradního schématu sítě.

$$X_C = X_S + X_T + X_V = 0,1964 + 1,3291 + 0,6921 = 2,2176\Omega$$

$$R_C = R_T + R_V = 0,0711 + 0,9173 = 0,9884\Omega$$

$$Z_C = \sqrt{R_C^2 + X_C^2} = \sqrt{0,9884^2 + 2,2176^2} = 2,4278\Omega$$

Z celkové impedance vypočítáme minimální zkratový proud a z toho následně dopočítáme zdánlivý zkratový výkon.



$$I''_{Kmin} = \frac{c \cdot U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_C} = \frac{1,22 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 2,4278} = 5231,77A$$

$$S''_{Kmin} = \sqrt{3} \cdot I''_{Kmin} \cdot U_N = \sqrt{3} \cdot 5231,77 \cdot 22 \cdot 10^3 = 199,35MVA$$

Nyní můžeme ověřit podmínku pro připojení  $\Delta k_{k1VN} \geq 50$ . V této případové studii uvažujeme, že se v tomto paprsku nachází jediný zdroj.

$$P_{EL} = P_{FV} + P_{VT} = 60 \cdot 10^3 + 25 \cdot 10^3 = 85kW$$

$$S_A = \frac{P_{EL}}{\cos\varphi} = \frac{85 \cdot 10^3}{0,9} = 94,44kVA$$

$$k_{k1} \leq \frac{S_K}{\sum S_A} = \frac{199,35 \cdot 10^6}{94,44 \cdot 10^3} = 2110,86$$

$$\Delta k_{k1VN} \geq 50$$

$$2110,86 > 50$$

Podmínka připojení vyšla v dané mezi a výrobnu můžeme připojit k síti.

Tato kapitola byla vypočítána se znalostí literatury [5].

#### 4.4 Řízení - simulace

Hlavním cílem této práce je provést simulace provozu modelové sítě, kde nasazení akumulárního zařízení je řízeno algoritmem prediktivního řízení [8]. Algoritmus je schopen optimalizovat provoz dané sítě, hlavně provoz baterie. Pokud není spotřeba pokrytá výrobou z obnovitelných zdrojů, je chybějící výkon dodán veřejnou sítí. Výkon dodávaný z veřejné sítě může být neomezený nebo limitován maximálním rezervovaným výkonem, což bude mít vliv na průběh nabíjení a vybíjení baterií.

#### 4.4.1 Simulované varianty

Naměřená data výroby elektráren jsou k dispozici ve všech ročních obdobích, ale pro simulace použijeme data z jara a zimy. Protože na jaře je výroba největší a v zimě naopak nejmenší. U větrné elektrárny je ve všech simulacích nastaven průběh výroby, kdy během dne vítr zesiluje. U fotovoltaické elektrárny se nastaví různé kombinace počasí prvního a druhého dne.

- Jaro slunečno – jaro slunečno
- Jaro slunečno – jaro zataženo
- Jaro proměnlivo – jaro slunečno
- Jaro proměnlivo – jaro proměnlivo
- Zima slunečno – zima slunečno
- Zima slunečno – zima zataženo
- Zima proměnlivo – zima slunečno
- Zima proměnlivo – zima proměnlivo

Každá simulace je provedena s neomezeným výkonem sítě i s omezeným rezervovaným příkonem přípojného místa.

#### 4.4.2 Popis a nastavení algoritmu prediktivního řízení

Algoritmus vyhodnocuje provoz systému, výkonové toky pro různé průběhy výkonu výroben a různé režimy provozu sítě v závislosti na využití bateriového úložiště nebo omezení rezervovaného výkonu sítě.

Algoritmus prediktivního řízení nevychází jen z okamžité hodnoty spotřeby a výroby, která se momentálně naměří. Algoritmus vychází z předpovědí vývinu spotřeby a výroby fotovoltaické a větrné elektrárny. V reálném provozu by predikce výroby FVE a VTE vycházela např. z meteorologické předpovědi pro období predikčního horizontu. Pro účely simulací byl predikovaný vyráběný výkon určován pomocí typických průběhů výroby pro dané roční období a dané počasí. Algoritmus kouká v tzv. predikčním horizontu v této simulaci o půl den dopředu. V ideálním případě by bylo nejlepší mít predikční horizont celých 24 hodin. Což by znamenalo, že např. v pondělí v 8 hodin bude tušit, jaký bude vývin spotřeby a výroby až do úterý do 8 hodin. Bude moci na základě těchto informací vyhodnotit, kdy baterie nemá za úkol nic, kdy má čerpat z baterií elektrickou energii nebo naopak elektrickou energii do baterií ukládat.

V simulaci se zadává několik vstupních proměnných, které ovlivňují výsledek simulace. První proměnou je kapacita bateriového systému, kterou jsme nastavili na hodnotu 208kWh podle kapitoly 4.2 Návrh simulace. Dále se nastaví hodnoty, na jakou hodnotu se může baterie maximálně nabít (98%), pod jakou se baterie naopak nesmí vybit (50%) pro udržení optimální životnosti baterie a referenční hodnota nabití, kterou by algoritmus měl udržovat (90%). Následně se nastaví výkon měniče bateriového systému na 85kW, což je popsáno také v kapitole 4.2. Další proměnou v průběhu simulace budeme měnit. Tato proměnná udává maximální odebíraný výkon z veřejné sítě. Pro simulace, kde nemáme omezený výkon, nastavíme maximální výkon větší než je maximální špičkové zatížení. V této simulaci nastavíme 200kW. Pokud chceme omezit rezervovaný příkon, musíme tuto hodnotu snižovat až na hranici, kde scházející spotřebu zvládá pokrývat navrhnutá baterie.

Použitý algoritmus prediktivního řízení se nastavuje pomocí 4 váhových koeficientů podle toho, jaká strategie řízení sítě se preferuje. První koeficient udává požadavek na docílení výkonově vyváženého stavu, což v našem případě znamená, že koeficient se nastaví na hodnotu 0, protože se nejedná o izolovanou síť. Veřejnou síť můžeme brát jako zdroj s neomezeně rychle dostupným výkonem. Druhý váhový koeficient určuje cenu za kWh. Váhový koeficient nabývá hodnoty 0,1. Třetím váhovým koeficientem, který preferujeme, řídíme setrvávání nabití baterie kolem nastavené referenční hodnoty. Důraz je právě kladen na řízení s ohledem na provoz baterie a tento koeficient se nastaví na hodnotu 100. Posledním, tedy čtvrtým váhovým koeficientem nastavujeme minimalizaci změn odebíraného výkonu ze sítě, ale zrychlíme změnu výkonu, který je dodávaný bateriovým systémem. Váhový koeficient  $w_4$  nastavíme na 0,5.

Poslední proměnou, kterou budeme v připravené simulaci měnit, je predikční horizont. Predikční horizont udává časový úsek předpokládané spotřeby a výroby energie. Predikční horizont jsem nastavil na hodnotu 144. Znamená to, o kolik 5minutových úseků dopředu má simulace při řízení nabíjení baterie koukat. V našem případě algoritmus kouká o půldne dopředu.

#### 4.4.3 Vyhodnocení

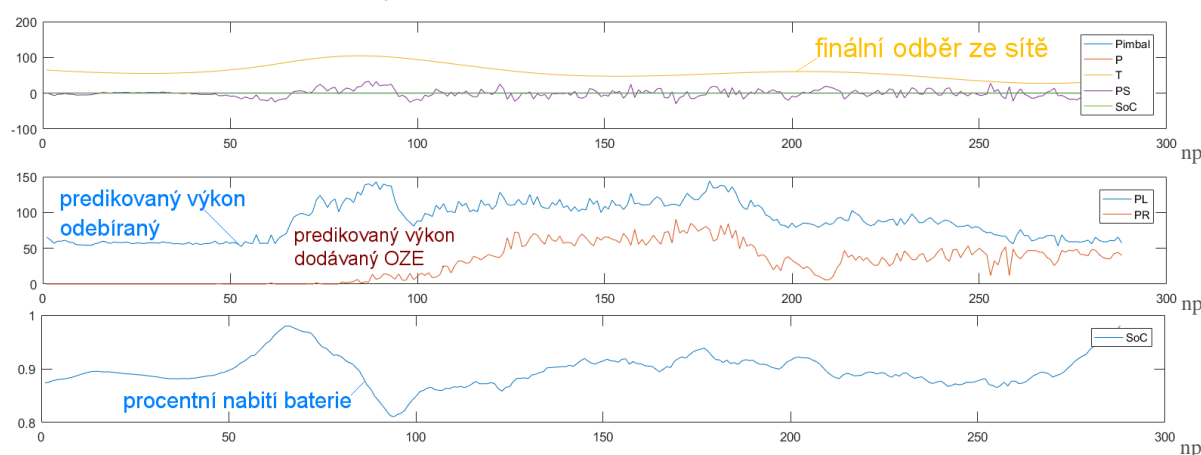
Výsledky simulace tvoří 3 grafy. V prvním grafu je nejdůležitější průběh T, který znázorňuje finální odběr odebíraný ze sítě. Průběh PS ukazuje, jaký výkon jde do baterie nebo naopak z baterie. Pokud průběh je nad nulou, baterie dodává elektrickou energii, nebo-li se vybíjí.

Pokud průběh se pohybuje pod nulou, do baterie se dobíjí energie. V druhém grafu jsou průběhy PL a PR. PL ukazuje predikovaný výkon odebíraný zátěží, který je ve všech simulacích stejný. PR znázorňuje predikovaný výkon dodávaný fotovoltaickou elektrárnou s větrnou. Z posledního grafu vyčteme poměrné nabití baterie.

Na ose x v grafech je znázorněný predikční horizont. Při hodnotě predikčního horizontu 150 je v ten den 12:30.

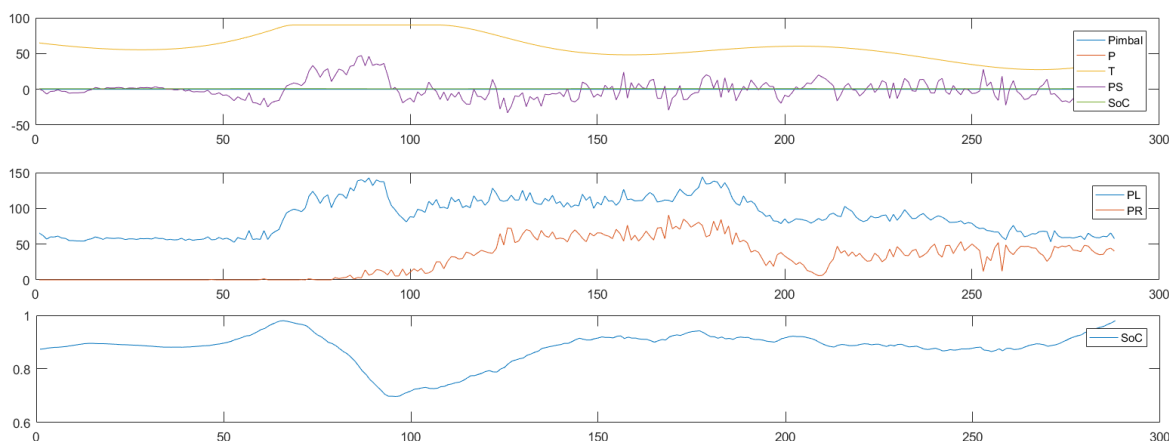
$$t = \frac{n_p \cdot 5}{60} = \frac{150.5}{60} = 12:30$$

#### 4.4.3.1 Jaro slunečno – jaro slunečno



Obr. 7 JS - JS bez omezení

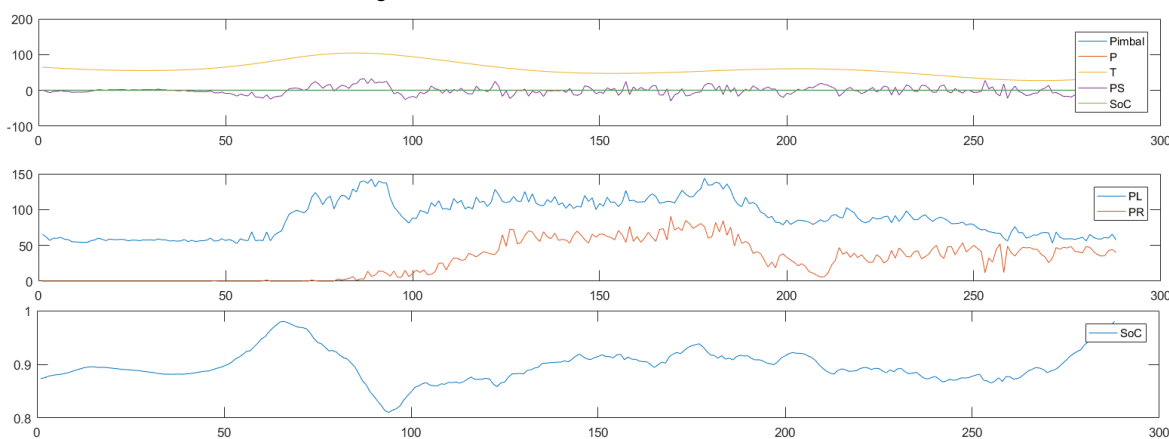
V této simulaci byl zkoumaný den nastaven na jaro slunečné a následující den nastavíme také na jaro slunečné. Odebíraný výkon ze sítě neomezíme. Baterie se kolem 4. hodiny ranní začne dobíjet, aby mohla od 6 hodin pomoci pokrýt největší nárůst spotřeby zhruba do 8 hodin. Poté se baterie zase dobije a udržuje se kolem referenční hodnoty nabití baterie. Ve 22 hodin se baterie začne dobíjet na maximální hodnotu, protože predikční algoritmus předpokládá, že druhý den ráno bude zase výrazný nárůst spotřeby.



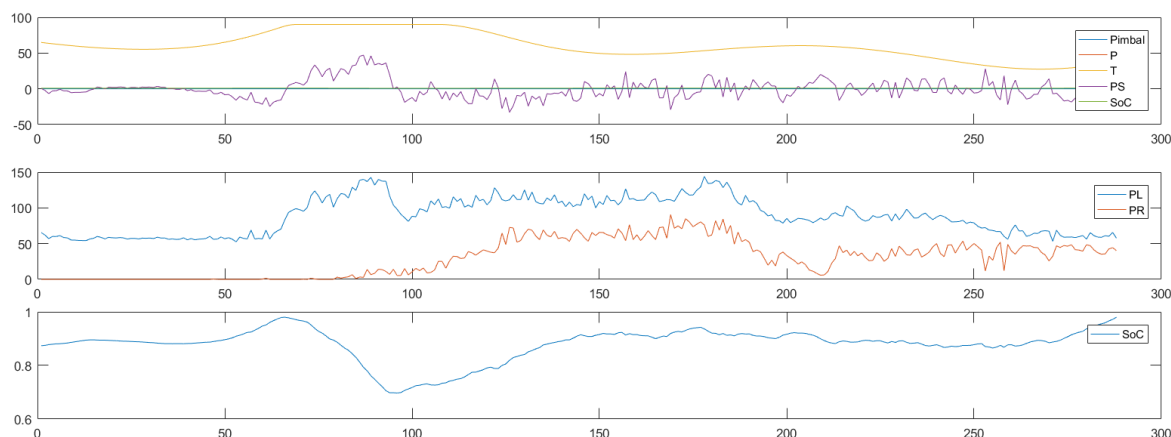
Obr. 8 JS - JS max. rezervovaný příkon 90kW

V tomto případě je omezený maximální odebíraný výkon ze sítě na 90kW. Tato hodnota byla stanovena pokusem, aby baterie zvládla pokrýt chybějící spotřebu. Stejný maximální rezervovaný příkon byl použit i u dalších variant simulací. Průběh vypadá téměř stejně jako v případě bez omezení výkonu, jen při ranním nárůstu spotřeby se musí chybějící výkon pokrýt z baterií. Moment, kdy odebíraný výkon dosáhne maxima, poznáme podle průběhu T, kdy od 6 do 9 hodin se zploští charakteristika. Do 8. hodiny se chybějící výkon pokrývá z baterie, od 8. hodiny se baterie zase dobíjí, protože začne výroba z OZE.

#### 4.4.3.2 Jaro slunečno – jaro zataženo



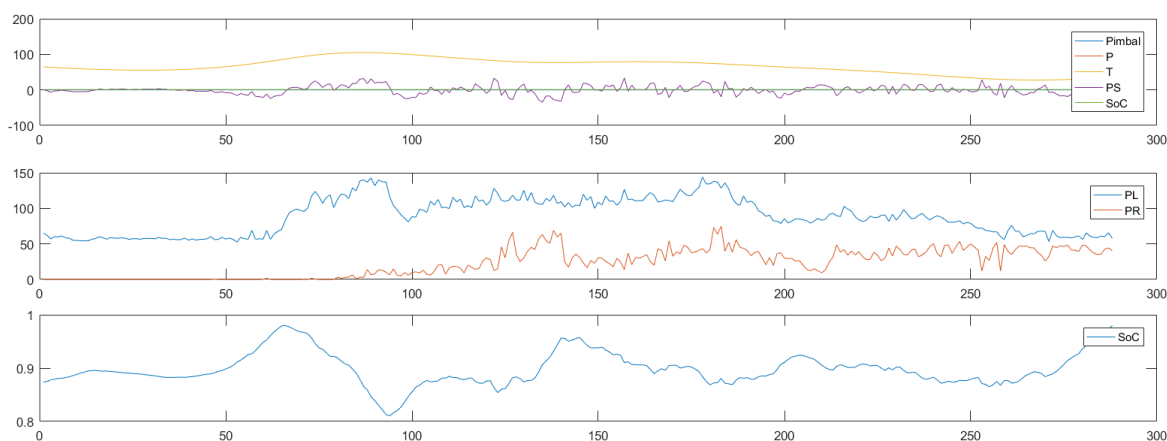
Obr. 9 JS – JZ bez omezení



Obr. 10 JS - JZ max. rezervovaný příkon 90kW

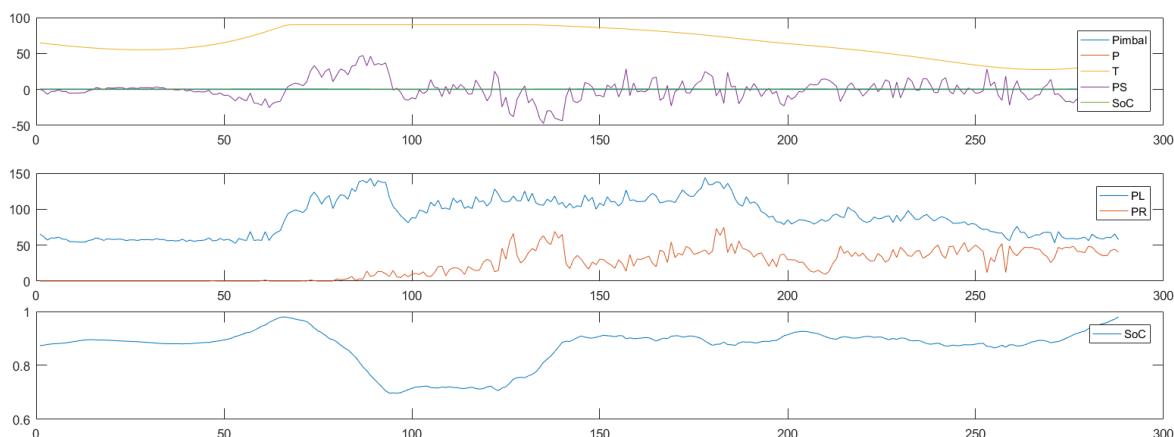
V této variantě jako zkoumaný den nastavíme na jaro slunečné a následující den na jaro zatažené. V této simulaci se průběhy nijak výrazně neliší od předchozí simulace JS-JS.

#### 4.4.3.3 Jaro proměnlivo – jaro slunečno



Obr. 11 JP - JS bez omezení

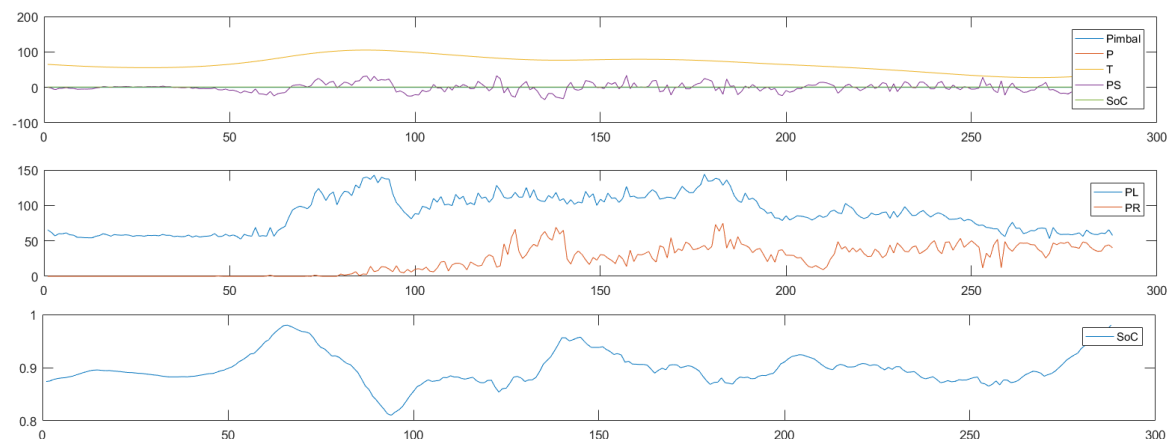
V případě, kdy zkoumaný den je jaro proměnlivé a následující den je jaro slunečné, se od pohledu vyrobí méně elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Tento fakt můžeme hlavně pozorovat v rozmezí 12. až 17. hodiny, kdy dochází k výraznějšímu dodávání energie z baterií.



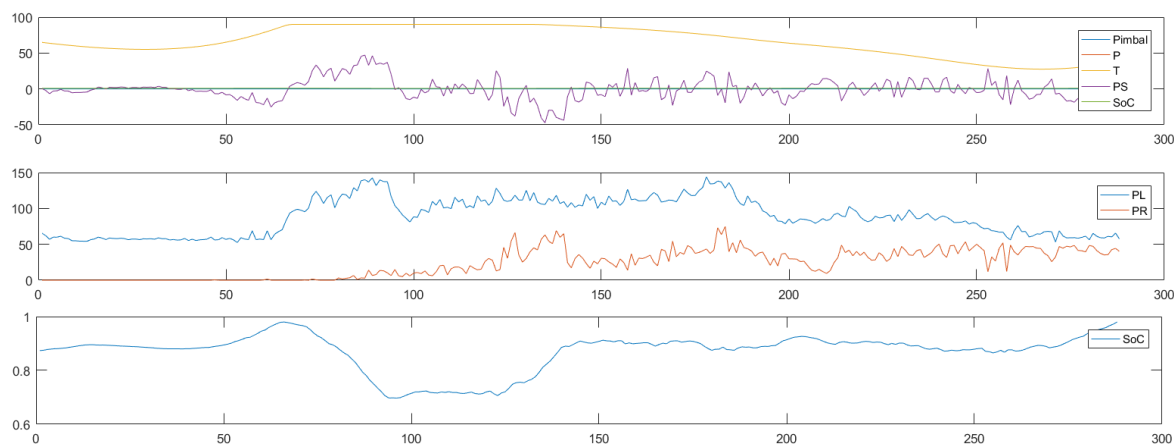
Obr. 12 JP - JS max. rezervovaný příkon 90kW

Výkon je omezený od 6 do 12 hodin. Z baterie je scházející výkon pokrývaný od 6 do 8 hodin. Od 8 do 10 hodin už chybějící výkon dokáže pokrýt OZE. Od 10. hodiny už je přebytek energie a baterie se začíná dobíjet.

#### 4.4.3.4 Jaro proměnlivo – jaro proměnlivo



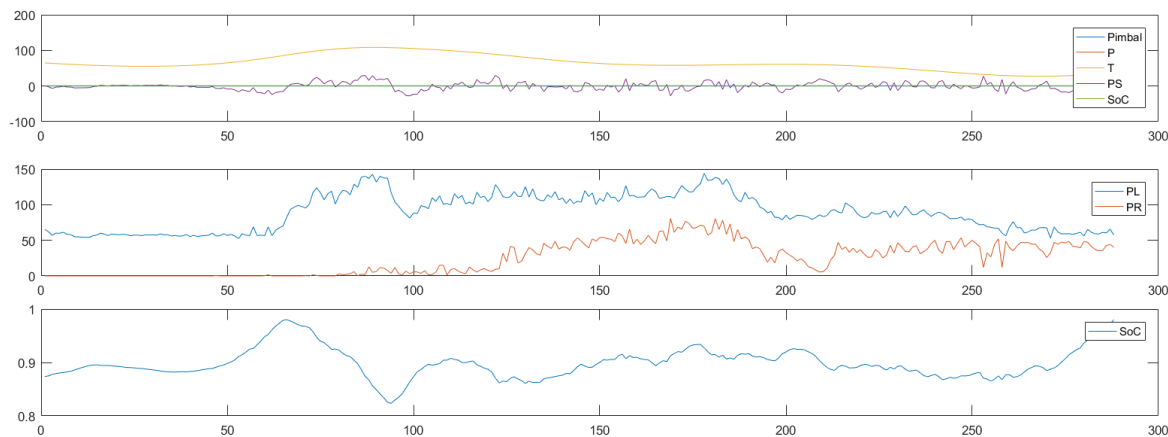
Obr. 13 JP - JP bez omezení



Obr. 14 JP - JP max. rezervovaný příkon 90kW

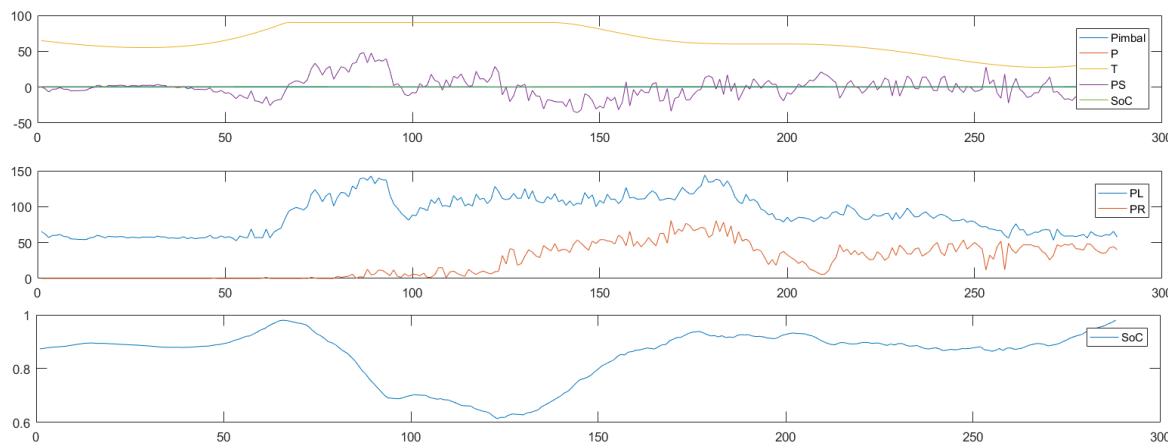
V této variantě nastavení predikčních hodnot se průběhy podobají předešlé variantě JP-JS. Z toho lze usoudit, že námi nastavený predikční horizont je pravděpodobně moc krátký, protože následující den nijak výrazně neovlivní chování aktuálního dne.

#### 4.4.3.5 Zima slunečno – zima slunečno



Obr. 15 ZS - ZS bez omezení

V tomto nastavení můžeme pozorovat oproti varianta JS-JS, že dochází k pozdějšímu a pozvolnějšímu nárůstu nástupu výkonu výroby z obnovitelných zdrojů energie.

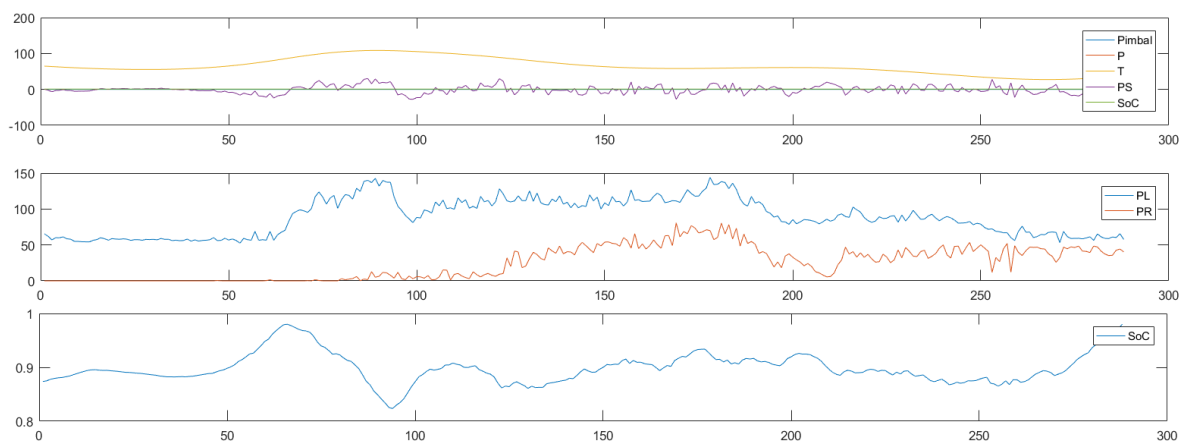


Obr. 16 ZS - ZS max. rezervovaný příkon 90kW

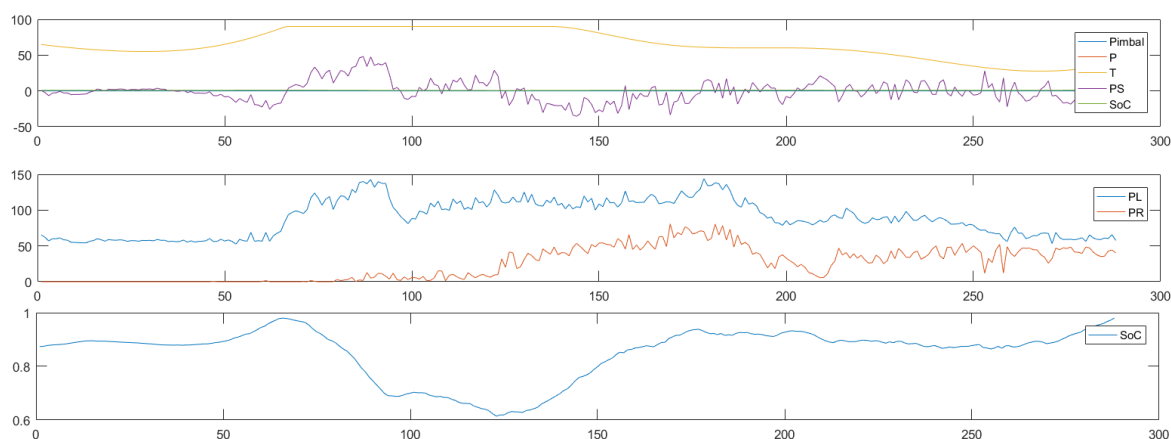
Při omezeném rezervovaném příkonu dochází od 4 do 6 hodin k dobíjení baterie, aby byla baterie připravena na pokrytí spotřeby v době, kdy je spotřeba větší než maximální příkon z veřejné sítě. Baterie pokrývá spotřebu zhruba do půl jedenácté. Chybějící spotřeba do 12. hodiny je dodávána z obnovitelných zdrojů.



#### 4.4.3.6 Zima slunečno – zima zataženo



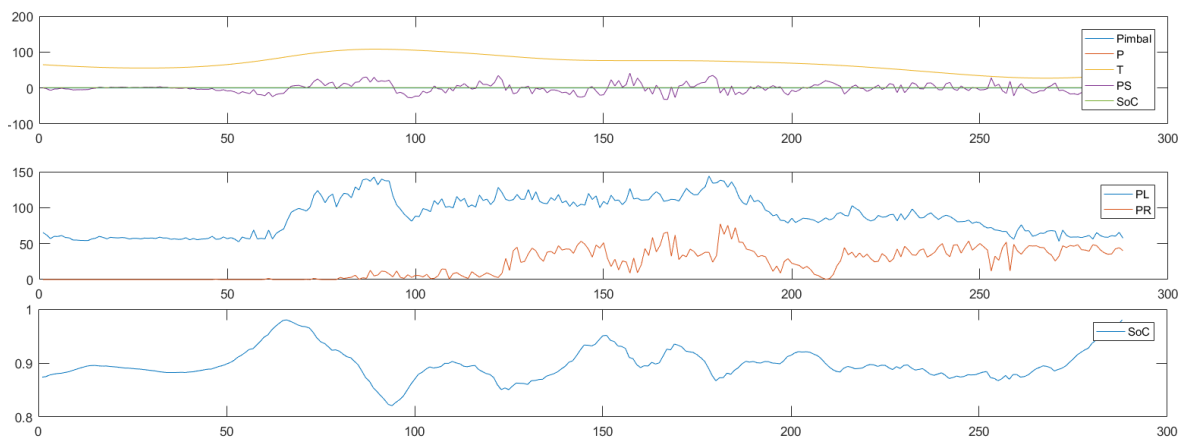
Obr. 17 ZS - ZZ bez omezení



Obr. 18 ZS - ZZ max. rezervovaný příkon 90kW

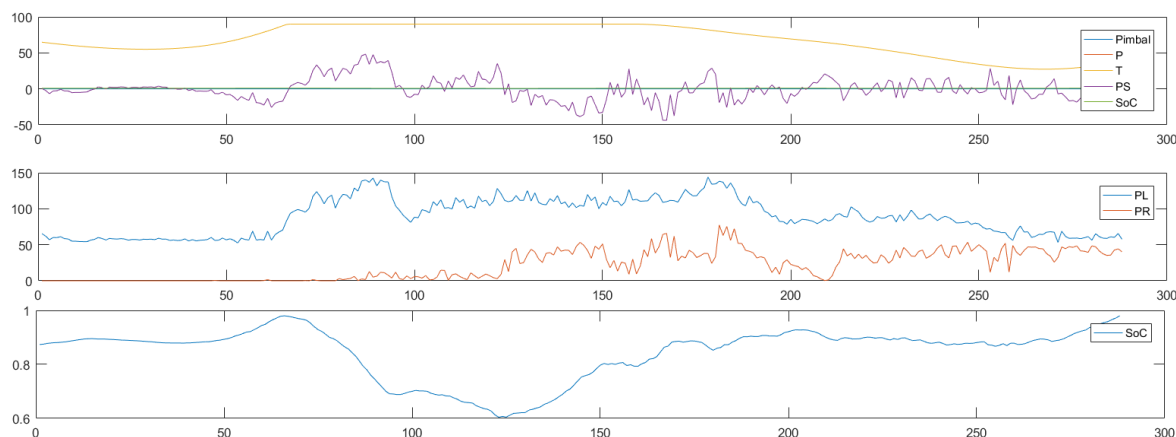
Pokud po slunečném dni přichází den zatažený, je průběh stejný jako v případě, kdy po slunečném dni přichází den rovněž slunečný. Tento fakt může být ovlivněn krátkým predikčním horizontem, který je pouze 12 hodin a následující den se nestihne výrazněji projevit do prediktivního řízení.

#### 4.4.3.7 Zima proměnlivo – zima slunečno



Obr. 19 ZP - ZS bez omezení

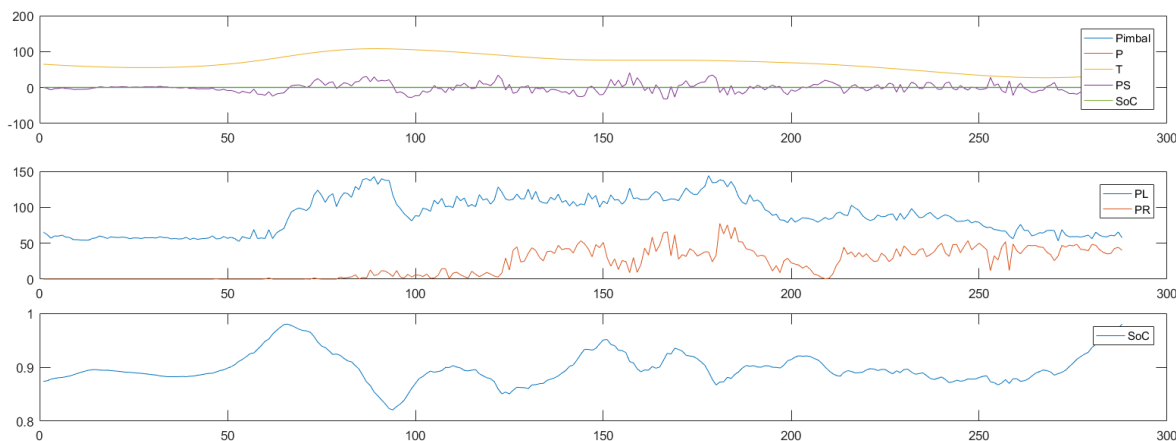
V případě, že se jedná o proměnlivý den v zimním období, je dopolední průběh velmi podobný dnům za slunečného počasí. Liší se ale v odpoledních hodinách, kdy více dochází k dobíjení a vybíjení baterie.



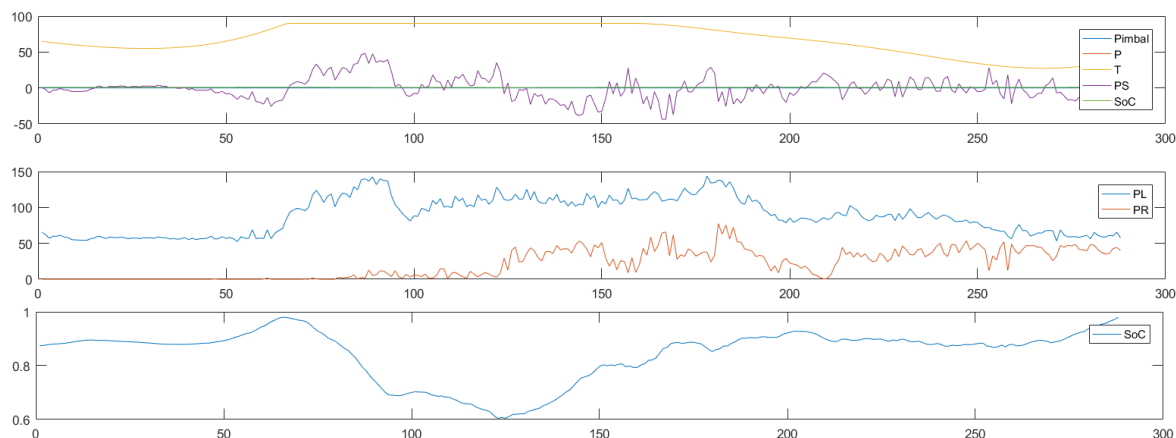
**Obr. 20 ZP - ZS max. rezervovaný příkon 90kW**

Od 4 do 6 hodin opět dochází k dobíjení baterie z veřejné sítě. Maximální výkon ze sítě, který lze při omezeném příkonu ze sítě brát, odebíráme do půl druhé odpoledne. Přičemž od 6 do 11 hodin je spotřeba pokrývána z baterie. Od 11 hodin, kdy vzrůstá vyrobená energie z elektráren, je chybějící spotřeba pokryta z elektráren. Baterie se postupně dobíjí od 11 do 17 hodin, poté kapacita baterie kolísá kolem referenční hodnoty.

#### 4.4.3.8 Zima proměnlivo – zima proměnlivo



**Obr. 21 ZP - ZP bez omezení**

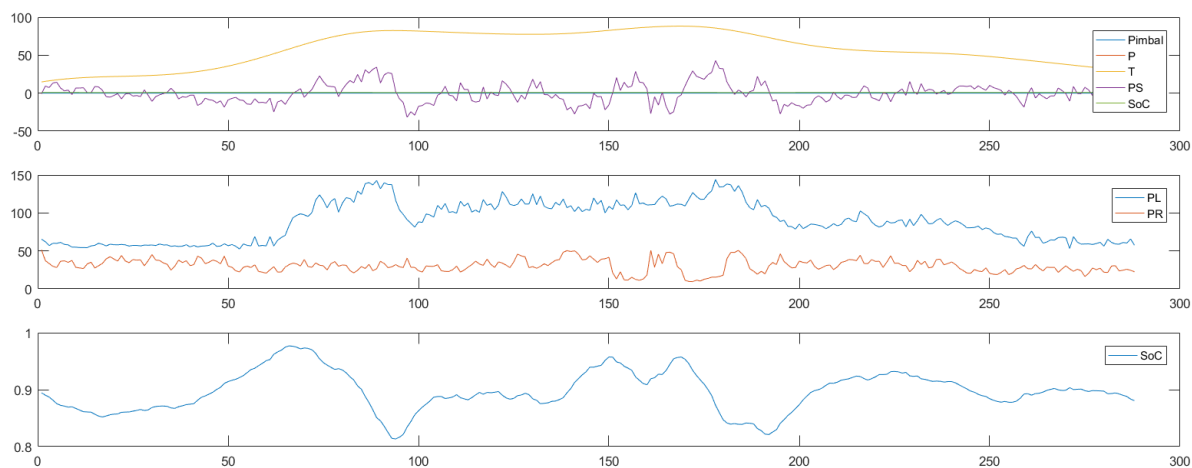


Obr. 22 ZP - ZP max. rezervovaný příkon 90kW

Průběhy se nijak výrazněji neliší od simulované verze ZP-ZS a chování prediktivního řízení je stejné.

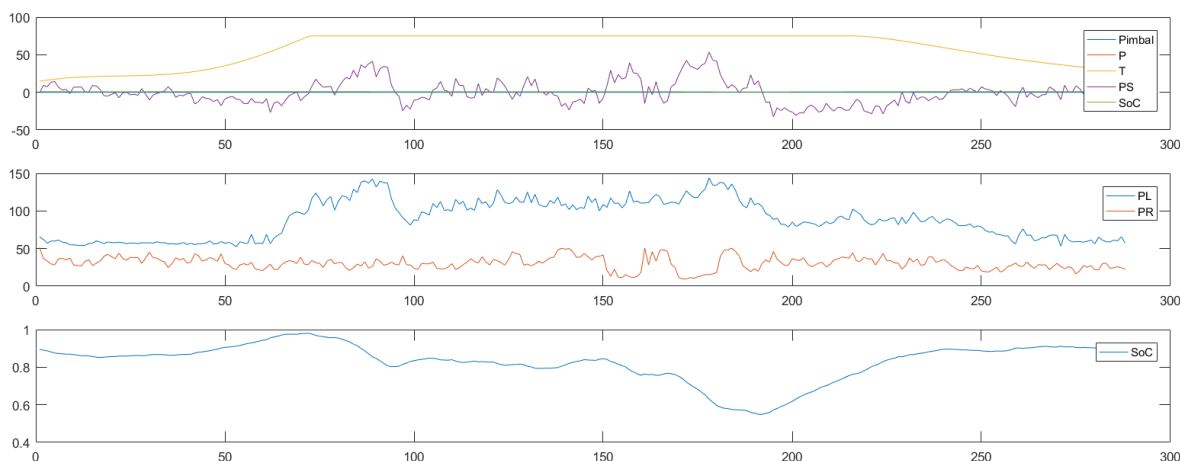
#### 4.4.3.9 Proměnlivý vítr

Kromě dat větrné elektrárny se zesilujícím větrem jsou k dispozici data i s proměnlivým větrem. Vybral jsem pro tuto simulaci pouze proměnlivý den na jaře a v zimě. Tento den jsem vybral proto, protože se z fotovoltaické elektrárny vyrobí v daném ročním období nejméně energie a změna průběhu větrné elektrárny nejvýrazněji změní průběh vyrobené energie.



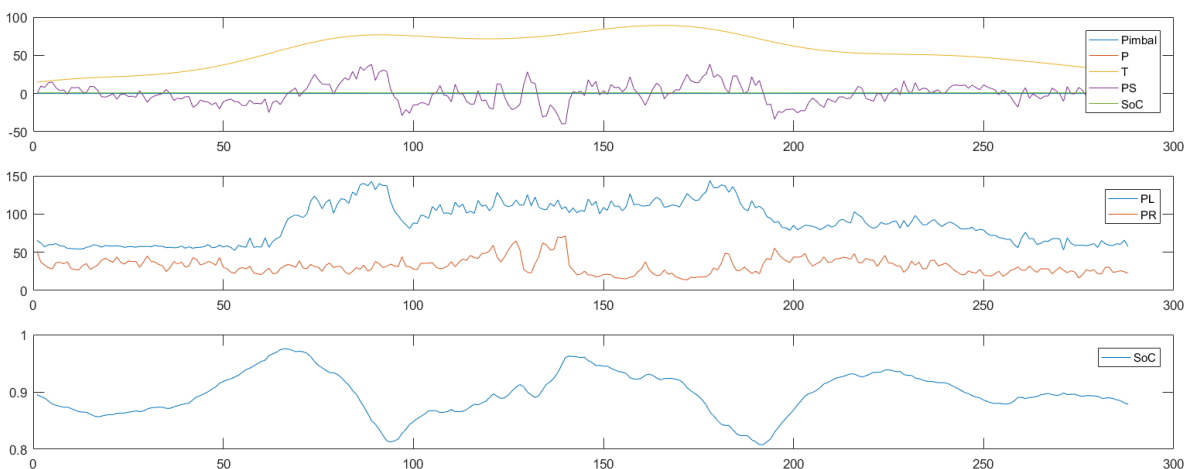
Obr. 23 ZP - ZP, proměnlivý vítr, bez omezení

Z důvodu proměnlivého větru dochází k výrobě energie z obnovitelných zdrojů po celý den. Tudíž odebíraný výkon z veřejné sítě se zmenšil oproti verzi se vzrůstajícím větrem. Odebíraný výkon ze sítě se zmenšil ze 105kW na 88kW. Proto je spotřeba více doháněna z baterie a baterie v průběhu dne více „cvičí“.



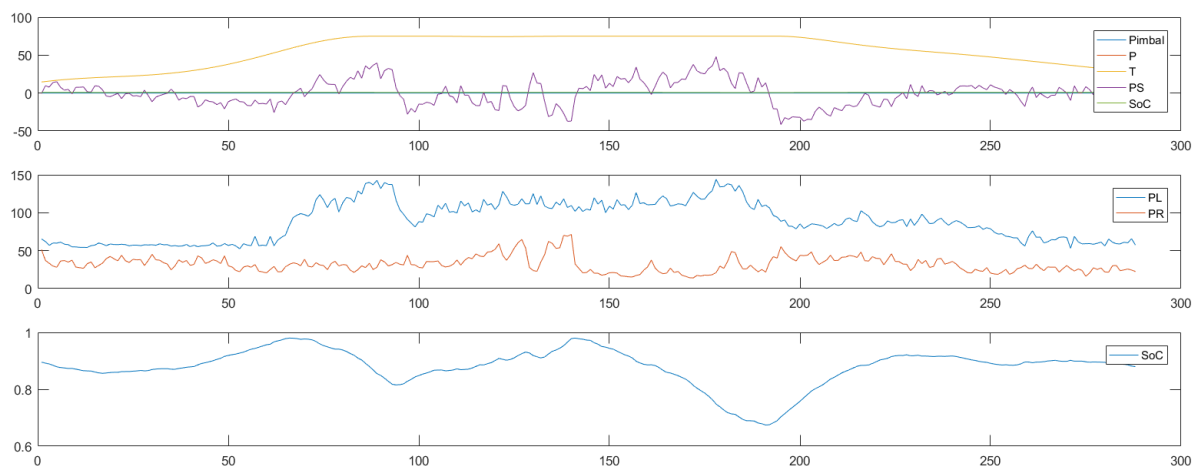
**Obr. 24 ZP - ZP, proměnlivý vítr, max. rezervovaný příkon 75kW**

Protože se z obnovitelných zdrojů vyrobí více energie, mohli jsme snížit maximální rezervovaný příkon z 90kW na 75kW. Baterie se od 4 do 6 hodin dobije na maximální možnou hodnotu. Od 6 do 18:30 hodin je z veřejné sítě odebírán maximální možný výkon a spotřebu pokrývají obnovitelné zdroje energie a baterie. Od 16:30 hodin se spotřeba snížila a potřebný výkon dodá síť a obnovitelné zdroje. Baterie se může dobíjet zpět na referenční hodnotu.



**Obr. 25 JP - JP, proměnlivý vítr, bez omezení**

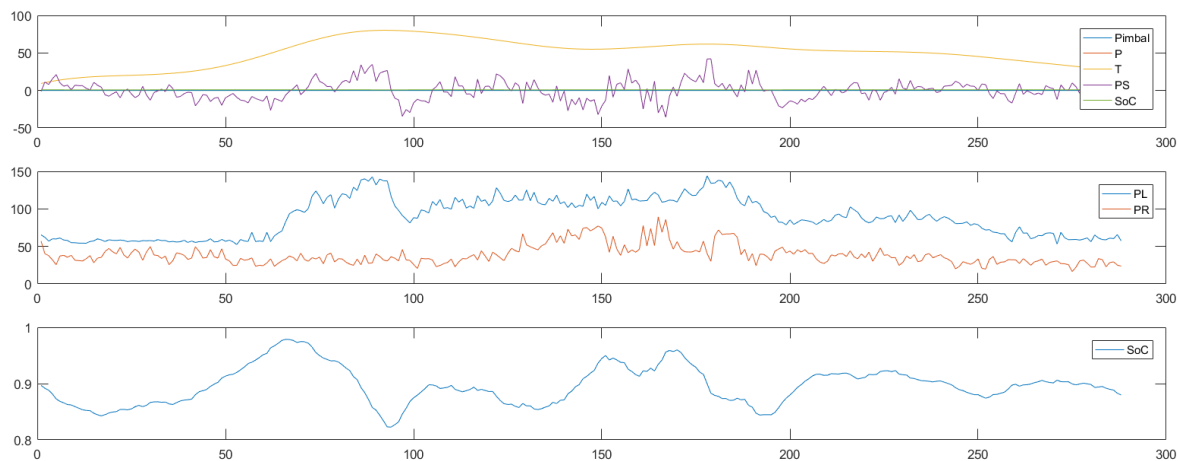
Odebíraný výkon ze sítě je maximální kolem 14. hodiny oproti variantě se vzrůstajícím větrem, kdy je maximální výkon odebírán kolem 8. hodiny.



Obr. 26 JP - JP, proměnlivý vítr, max. rezervovaný příkon 75kW

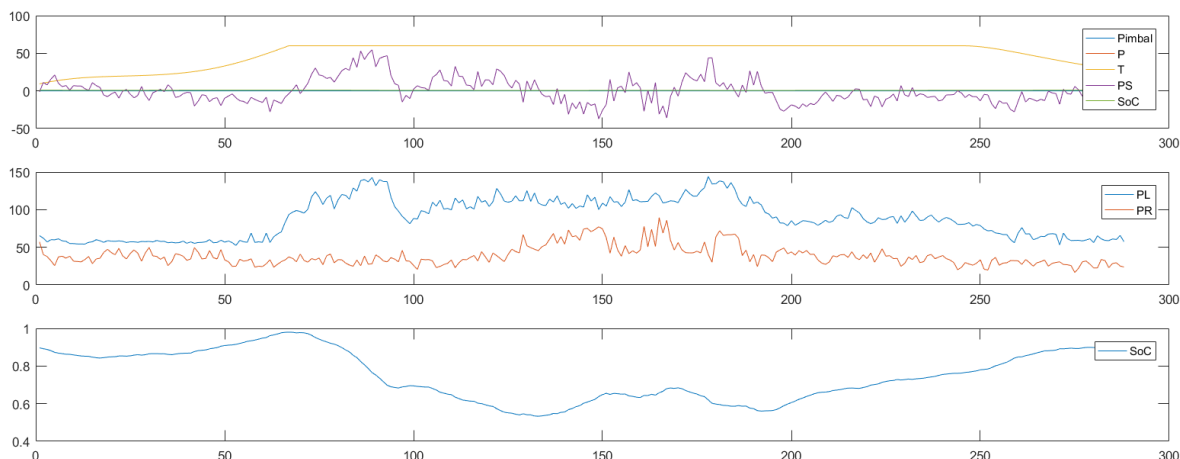
V této variantě je v rozmezí 7. až 17. hodiny odebíráný maximální výkon. Maximální rezervovaný příkon by se mohl omezit na hodnotu 69kW. Kolem 16. hodiny je spotřeba nejvíce pokrývaná baterií z celého dne.

#### 4.4.3.10 Větrno



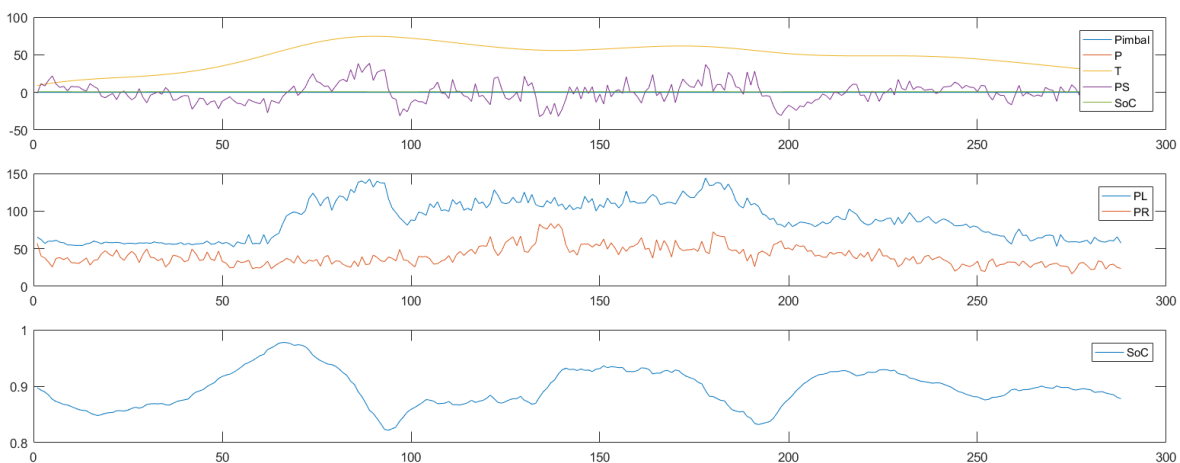
Obr. 27 ZP - ZP, větrno, bez omezení

Za větrného počasí se vyrobí ještě více elektrické energie než v případě proměnlivého větru. Maximální výkon odebíráný ze sítě se zmenšil na 80kW.



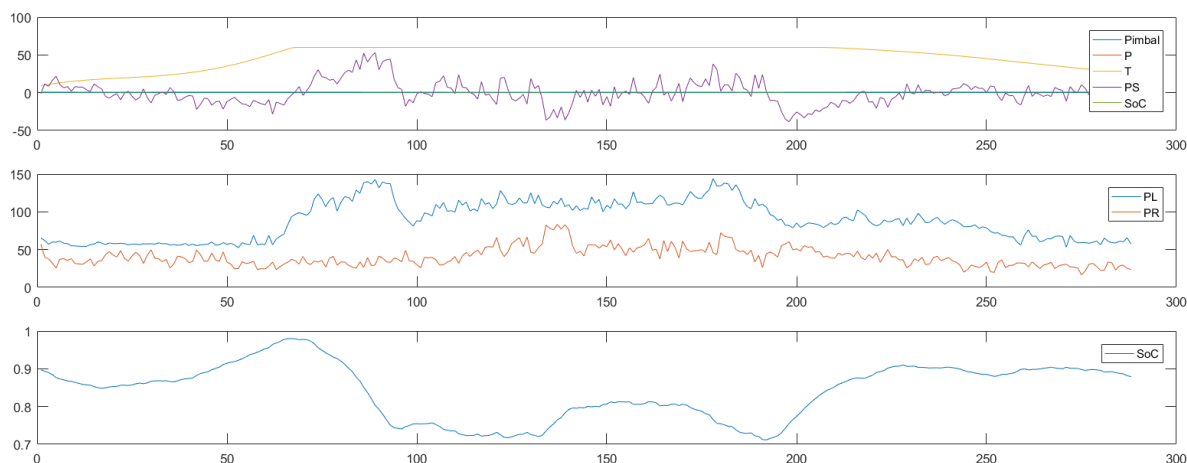
Obr. 28 ZP - ZP, větrno, max. rezervovaný příkon 60kW

Díky větší výrobě lze maximální rezervovaný příkon omezit na 60kW. Baterie se opět v rozmezí 6. – 8. hodiny nabije na maximální hodnotu. Maximální výkon byl ze sítě odebírán od 8. do 21. hodiny. Baterie pokrývá spotřebu od 8 do 11:30 hodin a poté krátkodobě od 14:15 do 16:20. Od té doby se baterie pozvolna nabíjí zpět na referenční hodnotu.



Obr. 29 JP - JP, větrno, bez omezení

Za větrného počasí na jaře se maximální odebíraný výkon ze sítě snížil na 77kW oproti odebíranému výkonu kolem 105kW v případě, kdy je vítr vzrůstající.



Obr. 30 JP - JP, větrno, max. rezervovaný příkon 60kW

Maximální rezervovaný příkon je v simulaci nastavený na 60kW, aby průběh bylo možné porovnávat s průběhem v zimě. Bylo by ale možné nastavit maximální rezervovaný příkon až na 55kW. Maximální výkon ze sítě je odebírán od 8 do 18 hodin.

Cela kapitola 4.4 byla zpracována na základě znalostí z literatury [8].

## 4.5 Finanční náročnost

V této kapitole si spočítám finanční náklady na spotřebu elektrické energie budovy. Z čeho se skládá cena spotřebované elektřiny? Cena se skládá ze tří částí. První část, která je regulována, stanovuje Energetický regulační úřad a žádný distributor nemůže cenu ovlivnit. Obsahuje poplatek za rezervovaný příkon, systémové služby, poplatek operátorovi trhu, který je většinou v cenících označován jako OTE, a příspěvek na obnovitelné zdroje. Druhá část, kterou už může distributor ovlivnit, obsahuje cenu za každou odebranou MWh a stálou platbu za měsíc. Poslední část jsou daně. Platí se daň z elektřiny a daň z přidané hodnoty tzv. DPH. [9] Ve výpočtu bylo počítáno s ceníkem pro distribuční sazbu C02d a byl použitý ceník ČEZ z 1. 1. 2021.[10] Kvůli omezenému množství dat zpracujeme přehled nákladů za jediný den.

### 4.5.1 Spotřeba napájena jen ze sítě

Špičkový odebíraný výkon odebíraný ze sítě činí 155,5kW. Z této hodnoty lze spočítat velikost jističe. Celkový příkon vydělíme napětím dané normou České republiky a vynásobíme počtem fází.

$$I = \frac{P}{U \cdot p_{fáz}} = \frac{155500}{(230.3)} = 225,36A$$

Pro omezení rezervovaného příkonu vybereme co neblíží vyšší hodnotu jističe. Dojdeme k hodnotě 3x250A. Předpokládanou roční spotřebu budovy vypočítáme z diagramu denního zatížení. Za den se spotřebuje 2132kWh. Tuto hodnotu spotřeby ( $W'$ ) vypočteme ze vzorce  $W'=P.t$ , kde P je pětiminutový střední výkon a t je 5 minut převedených na hodiny tj.  $\frac{5}{60} = \frac{1}{12}$ . Suma od 0 do 288 to je počet vzorků za den.

$$\text{Spotřeba} = \frac{\sum_0^{288} P}{12} = 2132 \text{ kWh}$$

#### 4.5.2 Spotřeba napájena ze sítě a z obnovitelných zdrojů energie

V tomto případě budeme taky počítat s hodnotou jističe 3x250A. Z předpokládané spotřeby budovy (příloha 3) odečteme vyrobenou energii OZE (příloha 4 a 6 v případě jara a příloha 5 a 6 v případě zimy).

$$\text{Výroba FVE} = \frac{\sum_0^{288} P}{12} = 140 \text{ kWh}$$

$$\text{Odběr ze sítě} = \text{spotřeba} - \text{výroba FVE} - \text{výroba VTE}$$

$$\text{Odběr ze sítě} = 2028,9 - 140 - 137,4 = 1751,5 \text{ kWh}$$

	JP, rostoucí vítr	ZP, rostoucí vítr
Spotřeba	2028,9 kWh	2028,9 kWh
Výroba FVE	140 kWh	101 kWh
Výroba VTE	137,4 kWh	137,4 kWh
Odběr ze sítě	1751,5 kWh	1790,5 kWh

Tab. 4 Přehled spotřebované el. energie za 1 den

#### 4.5.3 Spotřeba napájena ze sítě, z OZE a z baterie bez omezeného příkonu ze sítě

Z výsledku simulace jsme zjistili, že v sestavě OZE s baterií je největší odebíraný výkon ze sítě 108kW. Po výpočtu velikosti jističe dojdeme k tomu, že musí být osazen jistič 3x160A, protože do jedné fáze teče 156,5A. Z průběhu grafu T, který znázorňuje finální odběr



odebíraný ze sítě P, vypočítáme celkový odebíraný výkon ze sítě za den. Hodnoty odběru ze sítě v pětiminutových intervalech je uveden v příloze 7 nebo v 9.

$$\text{Odběr ze sítě} = \frac{\sum_0^{288} P}{12} = 1634,32 \text{ kWh}$$

	JP-JP, rostoucí vítr	ZP-ZP, rostoucí vítr
Odběr ze sítě	1594,71 kWh	1634,32

Tab. 5 Přehled spotřebované el. energie za 1 den

#### 4.5.4 Spotřeba napájena ze sítě, z OZE a z baterie s omezeným příkonem ze sítě

Ze simulace vyplývá, že v této variantě s omezeným příkonem činí maximální odebíraný výkon 90kW. Proud do jedné fáze v tomto případě vyjde 130,4A. Nejbližší vyšší jistič je stejný jako v předchozím případě a to 3x160A. Z průběhu grafu T zase vypočítáme odběr odebíraný ze sítě (příloha 8 a 10).

	JP-JP, rostoucí vítr	ZP-ZP, rostoucí vítr
Odběr ze sítě	1594,7 kWh	1633,8 kWh

Tab. 6 Přehled spotřebované el. energie za 1 den

#### 4.5.5 Proměnlivý vítr, větrno

Hodnoty pro výpočet celkové spotřeby v těchto modelových situacích jsou uvedeny v přílohách 11 až 14.

	ZP-ZP, proměnlivý vítr	ZP-ZP, proměnlivý vítr, omezený příkon
Odběr ze sítě	1398,5 kWh	1398 kWh

Tab. 7 Přehled spotřebované el. energie - proměnlivý vítr za 1 den

	ZP-ZP, větrno	ZP-ZP, větrno, omezený příkon
Odběr ze sítě	1197,8 kWh	1193,2 kWh

Tab. 8 Přehled spotřebované el. energie – větrno za 1 den

#### 4.5.6 Vyhodnocení

Kalkulace cen jsou spočítány za jeden den, i když většinou vyúčtování elektrické energie probíhá jednou ročně. Toto porovnání jsme zvolili kvůli nedostatku dat přesné spotřeby a výroby za celý rok. Pro výpočet spotřeby jsem si zvolil jaro proměnlivo a zima proměnlivo. Potvrdila se očekávání, že nejvýhodnější varianta je na jaře, kdy je spotřeba kryta z obnovitelných zdrojů energie, baterie a je omezený maximální příkon ze sítě.

	Ceniková cena	síť	síť + OZE (JP)	Síť + OZE + baterie (JP-JP)	síť + OZE + baterie s Pmax (JP-JP)
stálá platba	119,79 Kč/měsíc	3,99 Kč	3,99 Kč	3,99 Kč	3,99 Kč
dodávka elektřiny	2377,65 Kč/MWh	5 069,20 Kč	4 164,50 Kč	3 791,66 Kč	3 791,60 Kč
rezervovaný příkon		55,98 Kč	55,98 Kč	5,74 Kč	5,74 Kč
daň z elektřiny	34,24 Kč/MWh	73,00 Kč	60,00 Kč	54,60 Kč	54,60 Kč
systémové služby	112,89 Kč/MWh	240,68 Kč	197,70 Kč	180,02 Kč	180,00 Kč
OTE	4,73 Kč/měsíc	0,16 Kč	0,16 Kč	0,16 Kč	0,16 Kč
podpora OZE	18,23 Kč/A/počet fází	455,75 Kč	455,75 Kč	23,97 Kč	23,97 Kč
Celkem		5 898,76 Kč	4 938,08 Kč	4 060,14 Kč	4 060,06 Kč

**Tab. 9 Přehled nákladů za spotřebu el. energie na jaře**

	síť + OZE (ZP)	Síť + OZE + baterie (ZP-ZP)	síť + OZE + baterie s Pmax (ZP-ZP)	síť + OZE + baterie (ZP-ZP), proměnlivý vítr	síť + OZE + baterie s Pmax (ZP-ZP), proměnlivý vítr	síť + OZE + baterie (ZP-ZP), větrno	síť + OZE + baterie s Pmax (ZP-ZP), větrno
stálá platba	3,99 Kč	3,99 Kč	3,99 Kč	3,99 Kč	3,99 Kč	3,99 Kč	3,99 Kč
dodávka elektřiny	4 257,18 Kč	3 885,84 Kč	3 884,60 Kč	3 325,14 Kč	3 323,95 Kč	2 847,95 Kč	2 837,00 Kč
rezervovaný příkon	55,98 Kč	5,74 Kč	5,74 Kč	5,74 Kč	5,74 Kč	5,74 Kč	5,74 Kč
daň z elektřiny	61,30 Kč	55,96 Kč	55,94 Kč	47,89 Kč	47,86 Kč	41,00 Kč	40,85 Kč
systémové služby	202,13 Kč	184,50 Kč	184,44 Kč	157,88 Kč	157,82 Kč	135,22 Kč	134,70 Kč
OTE	0,16 Kč	0,16 Kč	0,16 Kč	0,16 Kč	0,16 Kč	0,16 Kč	0,16 Kč
podpora OZE	455,75 Kč	23,97 Kč	23,97 Kč	23,97 Kč	23,97 Kč	23,97 Kč	23,97 Kč
Celkem	5 036,49 Kč	4 160,16 Kč	4 158,84 Kč	3 564,77 Kč	3 563,49 Kč	3 058,03 Kč	3 046,41 Kč

**Tab. 10 Přehled nákladů za spotřebu el. energie v zimě**

## **Závěr**

Cílem této práce bylo vypracovat případovou studii, která se zabývá provozem OZE s akumulacním zařízením, které je řízeno algoritmem prediktivního řízení a určuje, kdy se má akumulacní zařízení nabíjet a kdy naopak vybíjet.

V úvodní části jsou zpracovány potřebné legislativní podmínky, které jsou potřebné pro danou případovou studii.

V hlavní části jsme si nadefinovali modelovou síť, která je inspirována reálnou sítí a vychází z miniparku OZE. Minipark se v této případové studii skládá z fotovoltaické elektrárny o výkonu 60kWp a větrné elektrárny s výkonem 25kW. Pomocí týdenního diagramu zatížení a znalosti výkonů OZE byla navržena baterie. Baterii jsem navrhl s výkonem 208kWh. Zároveň proběhl návrh i výkonu střídače. Střídač má instalovaný výkon 85kW. Dále jsem provedl posouzení připojitelnosti. Při úvaze, že se jedná o jediný zdroj v paprsku, vychází podmínka připojení v mezích dané PPDS a elektrárnu by bylo možno připojit do sítě.

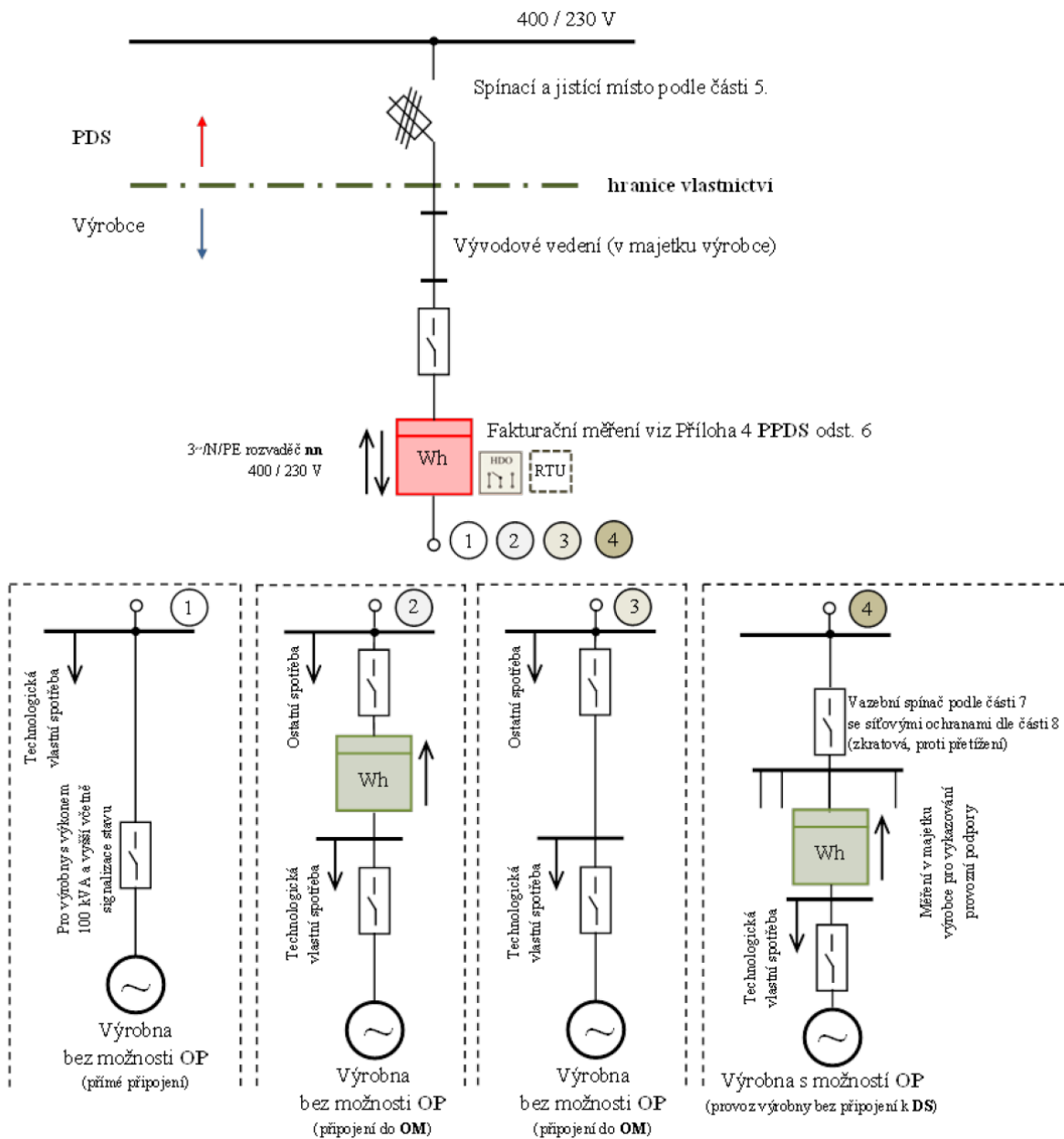
Simulace řízení byla provedena pro jarní a zimní den za různé oblačnosti a různé síly větru. Fotovoltaická elektrárna nijak výrazně neovlivňuje průběh výroby při změně ročního období nebo podnebí. Naopak větrná elektrárna výrazně ovlivňuje průběh výroby. Nejvíce se energie vyrobí za větrného počasí. Za těchto podmínek by byla možnost omezit maximální rezervovaný příkon na 60kW, při proměnlivém větru na 75kW a při vzrůstajícím na 90kW.

V závěru práce je provedeno finanční vyhodnocení jednotlivých variant. Nejvýhodnější, jak se na první pohled mohlo zdát, je varianta OZE s akumulací a omezeným příkonem. I když rozdíl mezi omezeným maximálním příkonem a neomezeným příkonem velký není. Rozdíl za den je v jednotkách korun, ale za rok už to udělá výraznější částku. Proto finančně je nejvýhodnější, když je příkon omezený. Ale může se stát, že některý den by se mohl překročit maximální rezervovaný příkon a za to jsou pokuty. Proto bych doporučoval provozovat zařízení bez omezeného příkonu.

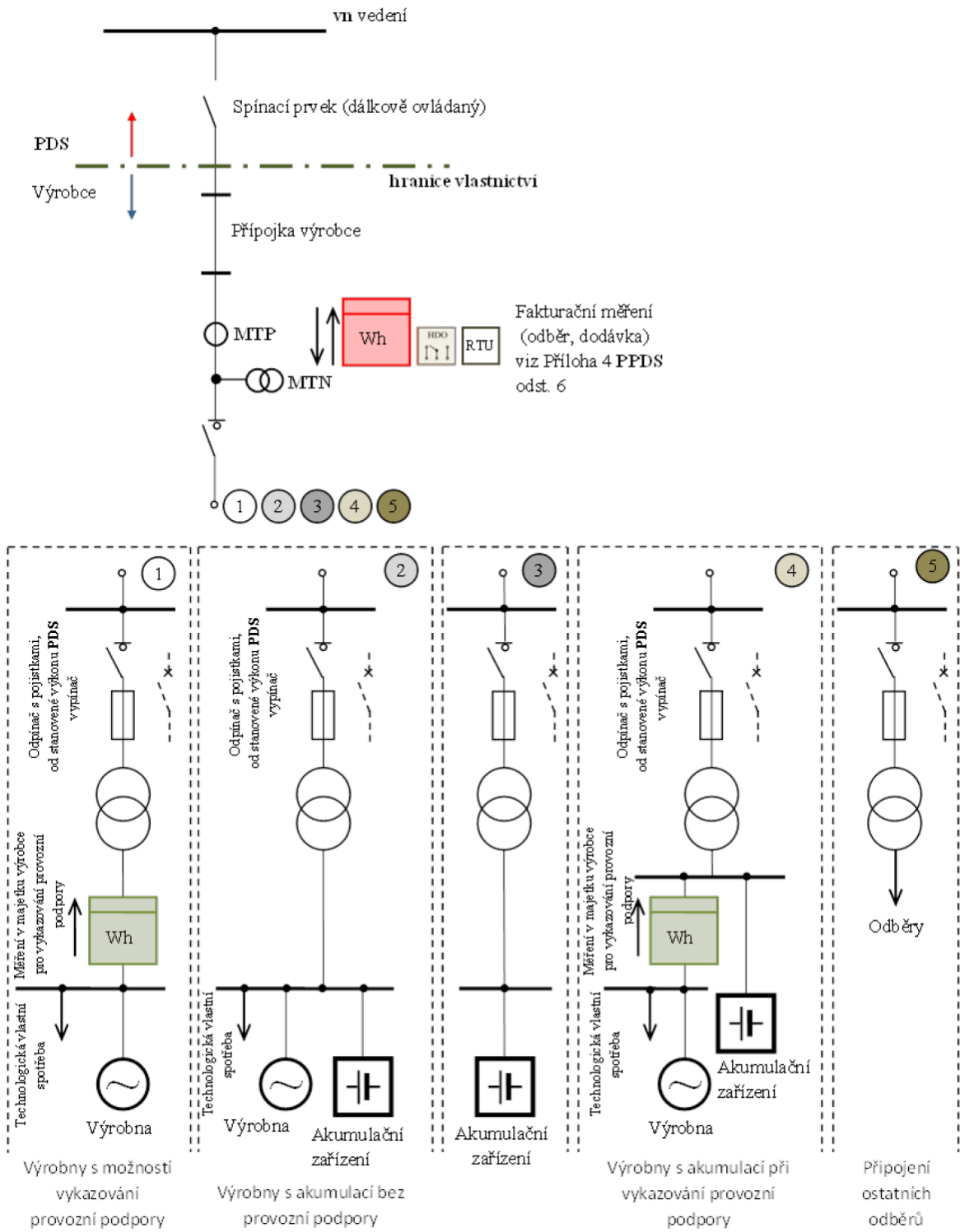
## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Obnovitelná energie. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Obnoviteln%C3%A1\\_energie](https://cs.wikipedia.org/wiki/Obnoviteln%C3%A1_energie)
- [2] *Baterie pro fotovoltaiku – typy, výhody, nedostatky* [online]. 13.10.2019 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://www.bce.cz/3-typy-fotovolatickych-panelu/>
- [3] *Baterie pro fotovoltaiku – typy, výhody, nedostatky* [online]. 8. 4.2020 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://sites.google.com/site/novaiso690/schema-a-priklady/elektronick-zdroje>
- [4] *Zákon č. 458/2000 Sb.* [online]. [cit. 2021-03-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-458>
- [5] *PRAVIDLA PRO PARALELNÍ PROVOZ VÝROBEN A AKUMULAČNÍCH ZAŘÍZENÍ SE SÍTÍ PROVOZOVATELE DISTRIBUČNÍ SOUSTAVY.* In: . 2020. Dostupné také z: [https://www.cezdistribuce.cz/webpublic/file/edee/distribuce/ppds/ppds-2020\\_priloha-4.pdf](https://www.cezdistribuce.cz/webpublic/file/edee/distribuce/ppds/ppds-2020_priloha-4.pdf)
- [6] ZEMKOVÁ, Barbora. *Střídače do fotovoltaické elektrárny: Jak vybrat ten nevhodnější?* [online]. 28.4.2020 [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.elektrina.cz/stridace-do-fotovoltaicke-elektrarny>
- [7] *FOTOVOLTAIKA S AKUMULACÍ DO BATERÍ* [online]. [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <http://www.termsenergy.cz/fve-c36>
- [8] P. Balda, M. Schlegel, O. Severa and M. Štětina, "Coordination of Distributed Energy Resources: Model Predictive Control based Approach," *22nd International Conference on Process Control (PC19), Štrbské Pleso, Slovakia, 2019, pp. 37-42, doi: 10.1109/PC.2019.8815049*
- [9] *ČEZ elektrina* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/firmy/cs/elektrina/z-ceho-se-sklada-cena-elektriny.html>
- [10] *Elektrina - ceník* [online]. 1.1.2021 [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/file/produkty-a-sluzby/obcane-a-domacnosti/elektrina-2021/mop/web-cenik-elektrina-na-1-rok-mop-12-2020-cezdi.pdf>

## Přílohy



Příloha 1 Připojení výroby elektřiny nn do sítě [5]



Příloha 2 Připojení výroby a akumulčního zařízení z nadzemního vedení vn přípojkou výrobce [5]

Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]
0:00	68,85	4:00	56,13	8:00	99,67	12:00	104,45	16:00	104,50	20:00	88,91
0:05	64,19	4:05	59,58	8:05	92,97	12:05	107,46	16:05	94,54	20:05	88,71
0:10	60,78	4:10	57,20	8:10	82,65	12:10	118,03	16:10	93,82	20:10	87,92
0:15	57,97	4:15	58,34	8:15	81,74	12:15	112,22	16:15	88,79	20:15	83,19
0:20	58,98	4:20	54,99	8:20	88,34	12:20	114,42	16:20	91,67	20:20	80,36
0:25	61,02	4:25	52,20	8:25	89,09	12:25	98,54	16:25	77,90	20:25	80,09
0:30	61,32	4:30	59,46	8:30	98,84	12:30	110,25	16:30	83,08	20:30	82,64
0:35	57,40	4:35	58,15	8:35	97,43	12:35	107,33	16:35	80,37	20:35	81,19
0:40	58,75	4:40	57,92	8:40	95,73	12:40	116,45	16:40	83,41	20:40	79,57
0:45	54,06	4:45	67,49	8:45	112,00	12:45	110,46	16:45	80,13	20:45	78,45
0:50	54,65	4:50	55,67	8:50	104,29	12:50	108,26	16:50	82,64	20:50	78,68
0:55	54,58	4:55	58,15	8:55	110,59	12:55	104,66	16:55	85,45	20:55	73,87
1:00	54,30	5:00	57,92	9:00	99,88	13:00	112,19	17:00	85,89	21:00	70,84
1:05	54,05	5:05	67,49	9:05	101,93	13:05	129,09	17:05	82,77	21:05	72,40
1:10	57,50	5:10	57,72	9:10	100,56	13:10	107,05	17:10	81,60	21:10	69,10
1:15	56,99	5:15	64,07	9:15	116,83	13:15	111,79	17:15	79,83	21:15	66,93
1:20	61,96	5:20	68,88	9:20	108,50	13:20	111,72	17:20	82,72	21:20	68,20
1:25	56,76	5:25	73,05	9:25	113,54	13:25	111,88	17:25	85,42	21:25	66,13
1:30	57,75	5:30	83,96	9:30	97,24	13:30	110,74	17:30	83,13	21:30	58,47
1:35	57,92	5:35	95,91	9:35	105,80	13:35	119,80	17:35	85,12	21:35	56,38
1:40	58,45	5:40	96,06	9:40	103,07	13:40	123,64	17:40	93,22	21:40	72,95
1:45	57,77	5:45	99,82	9:45	117,27	13:45	111,80	17:45	92,48	21:45	74,77
1:50	58,45	5:50	97,60	9:50	110,06	13:50	112,71	17:50	88,66	21:50	66,74
1:55	57,69	5:55	94,98	9:55	110,57	13:55	108,99	17:55	92,96	21:55	68,55
2:00	56,34	6:00	102,43	10:00	104,18	14:00	112,64	18:00	99,96	22:00	57,56
2:05	58,03	6:05	121,25	10:05	113,92	14:05	110,14	18:05	100,26	22:05	63,43
2:10	56,84	6:10	120,76	10:10	130,62	14:10	110,60	18:10	93,95	22:10	65,02
2:15	56,42	6:15	116,46	10:15	114,47	14:15	119,30	18:15	87,20	22:15	64,09
2:20	58,27	6:20	106,29	10:20	113,12	14:20	126,82	18:20	81,86	22:20	67,54
2:25	58,06	6:25	115,44	10:25	110,45	14:25	122,11	18:25	82,56	22:25	67,88
2:30	56,20	6:30	120,72	10:30	110,73	14:30	116,56	18:30	84,07	22:30	66,09
2:35	58,07	6:35	97,26	10:35	121,07	14:35	118,10	18:35	89,14	22:35	54,90
2:40	58,87	6:40	115,75	10:40	107,07	14:40	127,14	18:40	86,96	22:40	67,18
2:45	57,39	6:45	121,21	10:45	118,46	14:45	130,64	18:45	86,98	22:45	62,03
2:50	58,95	6:50	120,63	10:50	120,54	14:50	144,36	18:50	91,54	22:50	58,69
2:55	55,08	6:55	109,15	10:55	112,02	14:55	134,53	18:55	89,85	22:55	58,83
3:00	56,39	7:00	133,80	11:00	123,15	15:00	131,85	19:00	81,06	23:00	59,68
3:05	56,24	7:05	123,43	11:05	105,37	15:05	141,37	19:05	90,82	23:05	58,60
3:10	55,57	7:10	143,18	11:10	106,41	15:10	132,95	19:10	83,85	23:10	58,84
3:15	58,94	7:15	139,16	11:15	106,40	15:15	129,67	19:15	91,80	23:15	62,63
3:20	55,19	7:20	134,37	11:20	114,17	15:20	136,31	19:20	98,18	23:20	55,80
3:25	56,78	7:25	147,41	11:25	112,14	15:25	125,24	19:25	89,64	23:25	65,94
3:30	55,54	7:30	129,22	11:30	116,38	15:30	111,72	19:30	85,79	23:30	60,89
3:35	55,78	7:35	139,36	11:35	104,98	15:35	105,58	19:35	86,65	23:35	58,64
3:40	57,38	7:40	137,59	11:40	109,82	15:40	103,79	19:40	91,42	23:40	57,97
3:45	56,98	7:45	134,82	11:45	103,19	15:45	118,58	19:45	91,59	23:45	62,08
3:50	59,94	7:50	113,97	11:50	105,99	15:50	109,00	19:50	87,49	23:50	61,25
3:55	56,27	7:55	98,06	11:55	101,95	15:55	109,91	19:55	82,63	23:55	65,20

Příloha 3 Denní diagram zatížení

Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]
0:00	0,00	4:00	0,00	8:00	0,00	12:00	32,01	16:00	2,25	20:00	0,00
0:05	0,00	4:05	0,00	8:05	0,00	12:05	33,88	16:05	2,24	20:05	0,00
0:10	0,00	4:10	0,00	8:10	0,00	12:10	31,70	16:10	2,15	20:10	0,00
0:15	0,00	4:15	0,00	8:15	0,00	12:15	25,64	16:15	1,96	20:15	0,00
0:20	0,00	4:20	0,00	8:20	0,00	12:20	31,92	16:20	1,80	20:20	0,00
0:25	0,00	4:25	0,00	8:25	0,00	12:25	33,51	16:25	1,63	20:25	0,00
0:30	0,00	4:30	0,00	8:30	0,00	12:30	32,55	16:30	1,50	20:30	0,00
0:35	0,00	4:35	0,00	8:35	0,00	12:35	9,27	16:35	1,32	20:35	0,00
0:40	0,00	4:40	0,00	8:40	0,00	12:40	7,02	16:40	1,23	20:40	0,00
0:45	0,00	4:45	0,00	8:45	0,00	12:45	13,84	16:45	1,10	20:45	0,00
0:50	0,00	4:50	0,00	8:50	0,00	12:50	3,79	16:50	1,07	20:50	0,00
0:55	0,00	4:55	0,00	8:55	0,00	12:55	6,15	16:55	0,97	20:55	0,00
1:00	0,00	5:00	0,00	9:00	0,00	13:00	6,53	17:00	0,82	21:00	0,00
1:05	0,00	5:05	0,00	9:05	0,07	13:05	3,46	17:05	0,74	21:05	0,00
1:10	0,00	5:10	0,00	9:10	0,17	13:10	3,41	17:10	0,74	21:10	0,00
1:15	0,00	5:15	0,00	9:15	0,27	13:15	3,40	17:15	0,62	21:15	0,00
1:20	0,00	5:20	0,00	9:20	0,38	13:20	13,32	17:20	0,50	21:20	0,00
1:25	0,00	5:25	0,00	9:25	0,47	13:25	39,24	17:25	0,38	21:25	0,00
1:30	0,00	5:30	0,00	9:30	0,57	13:30	21,18	17:30	0,19	21:30	0,00
1:35	0,00	5:35	0,00	9:35	0,67	13:35	39,71	17:35	0,07	21:35	0,00
1:40	0,00	5:40	0,00	9:40	0,77	13:40	26,42	17:40	0,06	21:40	0,00
1:45	0,00	5:45	0,00	9:45	0,92	13:45	40,51	17:45	0,12	21:45	0,00
1:50	0,00	5:50	0,00	9:50	1,07	13:50	40,06	17:50	0,15	21:50	0,00
1:55	0,00	5:55	0,00	9:55	1,20	13:55	38,37	17:55	0,18	21:55	0,00
2:00	0,00	6:00	0,00	10:00	1,36	14:00	17,44	18:00	0,23	22:00	0,00
2:05	0,00	6:05	0,00	10:05	1,54	14:05	15,91	18:05	0,24	22:05	0,00
2:10	0,00	6:10	0,00	10:10	1,72	14:10	3,12	18:10	0,24	22:10	0,00
2:15	0,00	6:15	0,00	10:15	1,86	14:15	2,84	18:15	0,21	22:15	0,00
2:20	0,00	6:20	0,00	10:20	2,00	14:20	3,13	18:20	0,11	22:20	0,00
2:25	0,00	6:25	0,00	10:25	2,21	14:25	2,76	18:25	0,04	22:25	0,00
2:30	0,00	6:30	0,00	10:30	9,05	14:30	2,88	18:30	0,00	22:30	0,00
2:35	0,00	6:35	0,00	10:35	13,11	14:35	3,22	18:35	0,00	22:35	0,00
2:40	0,00	6:40	0,00	10:40	12,57	14:40	4,15	18:40	0,00	22:40	0,00
2:45	0,00	6:45	0,00	10:45	12,14	14:45	4,19	18:45	0,00	22:45	0,00
2:50	0,00	6:50	0,00	10:50	13,09	14:50	4,38	18:50	0,00	22:50	0,00
2:55	0,00	6:55	0,00	10:55	13,84	14:55	4,60	18:55	0,00	22:55	0,00
3:00	0,00	7:00	0,00	11:00	14,04	15:00	10,91	19:00	0,00	23:00	0,00
3:05	0,00	7:05	0,00	11:05	13,12	15:05	31,90	19:05	0,00	23:05	0,00
3:10	0,00	7:10	0,00	11:10	12,83	15:10	33,41	19:10	0,00	23:10	0,00
3:15	0,00	7:15	0,00	11:15	16,17	15:15	33,22	19:15	0,00	23:15	0,00
3:20	0,00	7:20	0,00	11:20	22,90	15:20	33,55	19:20	0,00	23:20	0,00
3:25	0,00	7:25	0,00	11:25	20,61	15:25	32,06	19:25	0,00	23:25	0,00
3:30	0,00	7:30	0,00	11:30	28,62	15:30	17,15	19:30	0,00	23:30	0,00
3:35	0,00	7:35	0,00	11:35	30,66	15:35	3,24	19:35	0,00	23:35	0,00
3:40	0,00	7:40	0,00	11:40	31,47	15:40	2,73	19:40	0,00	23:40	0,00
3:45	0,00	7:45	0,00	11:45	32,03	15:45	2,52	19:45	0,00	23:45	0,00
3:50	0,00	7:50	0,00	11:50	29,50	15:50	2,40	19:50	0,00	23:50	0,00
3:55	0,00	7:55	0,00	11:55	32,95	15:55	2,36	19:55	0,00	23:55	0,00

Příloha 4 Vyrobená energie z fotovoltaické elektrárny - zima proměnlivo



Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]
0:00	0,00	4:00	0,00	8:00	3,11	12:00	15,23	16:00	7,46	20:00	0,34
0:05	0,00	4:05	0,00	8:05	3,24	12:05	14,69	16:05	9,96	20:05	0,24
0:10	0,00	4:10	0,00	8:10	3,00	12:10	13,46	16:10	10,21	20:10	0,15
0:15	0,00	4:15	0,00	8:15	3,05	12:15	12,01	16:15	11,75	20:15	0,08
0:20	0,00	4:20	0,00	8:20	4,38	12:20	9,56	16:20	13,78	20:20	0,06
0:25	0,00	4:25	0,00	8:25	5,33	12:25	11,14	16:25	12,05	20:25	0,01
0:30	0,00	4:30	0,00	8:30	5,50	12:30	14,10	16:30	12,88	20:30	0,00
0:35	0,00	4:35	0,00	8:35	5,78	12:35	13,43	16:35	9,19	20:35	0,00
0:40	0,00	4:40	0,00	8:40	5,78	12:40	11,81	16:40	8,44	20:40	0,00
0:45	0,00	4:45	0,00	8:45	4,49	12:45	9,99	16:45	10,17	20:45	0,00
0:50	0,00	4:50	0,00	8:50	6,76	12:50	8,07	16:50	10,87	20:50	0,00
0:55	0,00	4:55	0,00	8:55	5,54	12:55	8,27	16:55	11,27	20:55	0,00
1:00	0,00	5:00	0,00	9:00	6,67	13:00	8,44	17:00	8,79	21:00	0,00
1:05	0,00	5:05	0,00	9:05	6,71	13:05	8,55	17:05	6,23	21:05	0,00
1:10	0,00	5:10	0,00	9:10	8,14	13:10	12,70	17:10	7,85	21:10	0,00
1:15	0,00	5:15	0,00	9:15	9,74	13:15	13,74	17:15	8,52	21:15	0,00
1:20	0,00	5:20	0,00	9:20	12,82	13:20	18,91	17:20	13,29	21:20	0,00
1:25	0,00	5:25	0,00	9:25	12,45	13:25	26,65	17:25	11,93	21:25	0,00
1:30	0,00	5:30	0,00	9:30	7,62	13:30	18,25	17:30	7,05	21:30	0,00
1:35	0,00	5:35	0,00	9:35	11,04	13:35	14,84	17:35	6,77	21:35	0,00
1:40	0,00	5:40	0,00	9:40	10,80	13:40	12,19	17:40	5,15	21:40	0,00
1:45	0,00	5:45	0,00	9:45	11,47	13:45	14,54	17:45	4,98	21:45	0,00
1:50	0,00	5:50	0,00	9:50	10,54	13:50	17,93	17:50	4,56	21:50	0,00
1:55	0,00	5:55	0,00	9:55	19,11	13:55	14,31	17:55	4,02	21:55	0,00
2:00	0,00	6:00	0,00	10:00	27,78	14:00	13,69	18:00	4,06	22:00	0,00
2:05	0,00	6:05	0,00	10:05	21,04	14:05	10,54	18:05	3,47	22:05	0,00
2:10	0,00	6:10	0,00	10:10	10,54	14:10	8,07	18:10	3,29	22:10	0,00
2:15	0,00	6:15	0,00	10:15	8,73	14:15	7,31	18:15	3,80	22:15	0,00
2:20	0,00	6:20	0,00	10:20	20,42	14:20	8,01	18:20	3,75	22:20	0,00
2:25	0,00	6:25	0,01	10:25	19,15	14:25	8,73	18:25	3,07	22:25	0,00
2:30	0,00	6:30	0,05	10:30	24,43	14:30	8,99	18:30	3,22	22:30	0,00
2:35	0,00	6:35	0,10	10:35	32,47	14:35	8,17	18:35	2,79	22:35	0,00
2:40	0,00	6:40	0,18	10:40	22,60	14:40	7,68	18:40	2,20	22:40	0,00
2:45	0,00	6:45	0,15	10:45	10,22	14:45	7,13	18:45	2,07	22:45	0,00
2:50	0,00	6:50	0,19	10:50	7,02	14:50	10,73	18:50	1,66	22:50	0,00
2:55	0,00	6:55	0,35	10:55	11,83	14:55	19,23	18:55	1,43	22:55	0,00
3:00	0,00	7:00	0,52	11:00	21,16	15:00	15,69	19:00	1,40	23:00	0,00
3:05	0,00	7:05	0,68	11:05	26,95	15:05	26,87	19:05	1,13	23:05	0,00
3:10	0,00	7:10	0,84	11:10	45,80	15:10	36,32	19:10	0,87	23:10	0,00
3:15	0,00	7:15	1,13	11:15	38,41	15:15	30,28	19:15	0,85	23:15	0,00
3:20	0,00	7:20	1,37	11:20	33,19	15:20	15,52	19:20	0,85	23:20	0,00
3:25	0,00	7:25	1,52	11:25	43,91	15:25	11,59	19:25	0,64	23:25	0,00
3:30	0,00	7:30	1,65	11:30	47,80	15:30	8,63	19:30	0,34	23:30	0,00
3:35	0,00	7:35	1,84	11:35	50,39	15:35	7,11	19:35	0,15	23:35	0,00
3:40	0,00	7:40	2,03	11:40	46,64	15:40	5,96	19:40	0,51	23:40	0,00
3:45	0,00	7:45	2,55	11:45	12,50	15:45	5,13	19:45	0,69	23:45	0,00
3:50	0,00	7:50	2,71	11:50	12,14	15:50	4,25	19:50	0,57	23:50	0,00
3:55	0,00	7:55	3,01	11:55	13,86	15:55	4,50	19:55	0,45	23:55	0,00

Příloha 5 Vyrobená energie z fotovoltaické elektrárny - jaro proměnlivo

Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]
0:00	0,00	4:00	0,00	8:00	0,64	12:00	4,39	16:00	8,11	20:00	16,02
0:05	0,00	4:05	0,00	8:05	1,15	12:05	5,00	16:05	10,33	20:05	11,22
0:10	0,00	4:10	0,00	8:10	1,55	12:10	2,95	16:10	5,87	20:10	12,73
0:15	0,00	4:15	0,00	8:15	1,52	12:15	0,83	16:15	2,90	20:15	15,00
0:20	0,00	4:20	0,00	8:20	1,79	12:20	6,12	16:20	5,39	20:20	15,57
0:25	0,00	4:25	0,00	8:25	1,39	12:25	3,89	16:25	2,21	20:25	12,90
0:30	0,00	4:30	0,00	8:30	1,05	12:30	6,33	16:30	8,57	20:30	15,37
0:35	0,00	4:35	0,00	8:35	1,99	12:35	5,00	16:35	9,85	20:35	16,53
0:40	0,00	4:40	0,00	8:40	0,51	12:40	4,82	16:40	5,67	20:40	12,65
0:45	0,00	4:45	0,00	8:45	0,88	12:45	2,72	16:45	7,70	20:45	17,14
0:50	0,00	4:50	0,00	8:50	3,37	12:50	6,26	16:50	5,25	20:50	15,53
0:55	0,00	4:55	0,11	8:55	2,45	12:55	4,69	16:55	4,68	20:55	15,04
1:00	0,00	5:00	0,00	9:00	5,00	13:00	4,66	17:00	5,67	21:00	13,67
1:05	0,00	5:05	0,22	9:05	1,02	13:05	2,32	17:05	4,53	21:05	1,42
1:10	0,00	5:10	0,00	9:10	2,10	13:10	7,14	17:10	1,95	21:10	14,20
1:15	0,00	5:15	0,00	9:15	2,43	13:15	2,74	17:15	1,69	21:15	7,35
1:20	0,00	5:20	0,00	9:20	1,55	13:20	3,99	17:20	0,56	21:20	14,92
1:25	0,00	5:25	0,00	9:25	0,78	13:25	0,64	17:25	0,00	21:25	16,33
1:30	0,00	5:30	0,00	9:30	1,71	13:30	5,00	17:30	0,12	21:30	2,04
1:35	0,00	5:35	0,00	9:35	2,50	13:35	5,73	17:35	2,85	21:35	18,25
1:40	0,00	5:40	0,00	9:40	2,26	13:40	3,85	17:40	7,17	21:40	12,71
1:45	0,00	5:45	0,00	9:45	1,12	13:45	3,45	17:45	10,94	21:45	12,98
1:50	0,00	5:50	0,00	9:50	2,17	13:50	9,51	17:50	12,49	21:50	13,89
1:55	0,00	5:55	0,25	9:55	2,94	13:55	6,64	17:55	12,35	21:55	15,80
2:00	0,00	6:00	0,00	10:00	1,02	14:00	6,21	18:00	13,22	22:00	14,06
2:05	0,00	6:05	0,37	10:05	0,93	14:05	14,69	18:05	7,74	22:05	15,90
2:10	0,00	6:10	0,11	10:10	0,64	14:10	7,43	18:10	13,55	22:10	15,41
2:15	0,00	6:15	0,00	10:15	2,64	14:15	9,37	18:15	10,20	22:15	12,59
2:20	0,00	6:20	0,00	10:20	9,12	14:20	8,83	18:20	10,69	22:20	13,45
2:25	0,00	6:25	0,00	10:25	4,42	14:25	14,51	18:25	9,28	22:25	9,88
2:30	0,00	6:30	0,00	10:30	10,42	14:30	10,59	18:30	9,01	22:30	10,20
2:35	0,00	6:35	0,00	10:35	11,07	14:35	11,13	18:35	10,56	22:35	11,49
2:40	0,00	6:40	0,97	10:40	3,06	14:40	10,59	18:40	11,75	22:40	15,61
2:45	0,00	6:45	0,37	10:45	4,27	14:45	11,95	18:45	10,31	22:45	15,69
2:50	0,00	6:50	0,64	10:50	9,15	14:50	8,92	18:50	9,30	22:50	15,18
2:55	0,00	6:55	1,86	10:55	11,07	14:55	7,72	18:55	8,20	22:55	15,41
3:00	0,00	7:00	1,15	11:00	6,70	15:00	9,73	19:00	13,40	23:00	16,41
3:05	0,00	7:05	0,14	11:05	4,82	15:05	14,38	19:05	12,14	23:05	15,94
3:10	0,00	7:10	0,64	11:10	4,94	15:10	11,57	19:10	15,18	23:10	10,62
3:15	0,00	7:15	1,15	11:15	9,03	15:15	10,86	19:15	12,99	23:15	13,69
3:20	0,00	7:20	3,36	11:20	4,39	15:20	9,13	19:20	11,63	23:20	15,92
3:25	0,00	7:25	1,75	11:25	3,85	15:25	11,25	19:25	11,11	23:25	14,80
3:30	0,00	7:30	2,76	11:30	6,52	15:30	9,88	19:30	14,39	23:30	13,67
3:35	0,00	7:35	3,56	11:35	2,73	15:35	15,65	19:35	11,07	23:35	12,47
3:40	0,00	7:40	2,83	11:40	4,84	15:40	15,11	19:40	12,36	23:40	11,86
3:45	0,00	7:45	2,36	11:45	2,45	15:45	10,57	19:45	12,12	23:45	12,49
3:50	0,00	7:50	1,29	11:50	3,03	15:50	11,64	19:50	12,51	23:50	13,04
3:55	0,11	7:55	3,56	11:55	7,44	15:55	10,08	19:55	15,78	23:55	14,88

Příloha 6 Vyrobena energie z větrné elektrárny – rostoucí vítr

Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]
0:00	64,84	4:00	64,23	8:00	101,25	12:00	77,27	16:00	67,85	20:00	40,19
0:05	64,24	4:05	65,18	8:05	100,59	12:05	77,44	16:05	67,32	20:05	39,47
0:10	63,64	4:10	66,18	8:10	99,90	12:10	77,62	16:10	66,79	20:10	38,74
0:15	63,07	4:15	67,24	8:15	99,18	12:15	77,80	16:15	66,26	20:15	38,03
0:20	62,50	4:20	68,36	8:20	98,46	12:20	77,98	16:20	65,75	20:20	37,32
0:25	61,95	4:25	69,52	8:25	97,71	12:25	78,16	16:25	65,24	20:25	36,61
0:30	61,41	4:30	70,74	8:30	96,95	12:30	78,33	16:30	64,74	20:30	35,93
0:35	60,90	4:35	72,01	8:35	96,19	12:35	78,50	16:35	64,25	20:35	35,25
0:40	60,40	4:40	73,33	8:40	95,41	12:40	78,65	16:40	63,77	20:40	34,59
0:45	59,92	4:45	74,69	8:45	94,63	12:45	78,79	16:45	63,29	20:45	33,95
0:50	59,46	4:50	76,10	8:50	93,84	12:50	78,91	16:50	62,82	20:50	33,32
0:55	59,03	4:55	77,55	8:55	93,05	12:55	79,02	16:55	62,35	20:55	32,72
1:00	58,62	5:00	79,03	9:00	92,26	13:00	79,10	17:00	61,88	21:00	32,14
1:05	58,23	5:05	80,55	9:05	91,47	13:05	79,17	17:05	61,40	21:05	31,58
1:10	57,86	5:10	82,09	9:10	90,68	13:10	79,21	17:10	60,93	21:10	31,05
1:15	57,52	5:15	83,66	9:15	89,89	13:15	79,23	17:15	60,45	21:15	30,55
1:20	57,21	5:20	85,25	9:20	89,11	13:20	79,23	17:20	59,96	21:20	30,07
1:25	56,91	5:25	86,85	9:25	88,33	13:25	79,21	17:25	59,47	21:25	29,64
1:30	56,65	5:30	88,41	9:30	87,56	13:30	79,16	17:30	58,97	21:30	29,24
1:35	56,41	5:35	89,93	9:35	86,80	13:35	79,09	17:35	58,46	21:35	28,87
1:40	56,19	5:40	91,41	9:40	86,05	13:40	78,99	17:40	57,94	21:40	28,55
1:45	56,00	5:45	92,83	9:45	85,31	13:45	78,87	17:45	57,42	21:45	28,27
1:50	55,84	5:50	94,20	9:50	84,59	13:50	78,72	17:50	56,89	21:50	28,03
1:55	55,70	5:55	95,50	9:55	83,88	13:55	78,56	17:55	56,36	21:55	27,84
2:00	55,60	6:00	96,73	10:00	83,19	14:00	78,36	18:00	55,81	22:00	27,70
2:05	55,52	6:05	97,89	10:05	82,53	14:05	78,15	18:05	55,26	22:05	27,60
2:10	55,48	6:10	98,97	10:10	81,88	14:10	77,91	18:10	54,70	22:10	27,56
2:15	55,46	6:15	99,97	10:15	81,26	14:15	77,65	18:15	54,13	22:15	27,56
2:20	55,47	6:20	100,89	10:20	80,68	14:20	77,37	18:20	53,56	22:20	27,61
2:25	55,52	6:25	101,72	10:25	80,12	14:25	77,06	18:25	52,98	22:25	27,72
2:30	55,60	6:30	102,47	10:30	79,60	14:30	76,72	18:30	52,38	22:30	27,87
2:35	55,72	6:35	103,13	10:35	79,12	14:35	76,36	18:35	51,78	22:35	28,09
2:40	55,87	6:40	103,69	10:40	78,68	14:40	75,98	18:40	51,17	22:40	28,35
2:45	56,06	6:45	104,17	10:45	78,27	14:45	75,57	18:45	50,55	22:45	28,67
2:50	56,29	6:50	104,55	10:50	77,91	14:50	75,14	18:50	49,92	22:50	29,04
2:55	56,56	6:55	104,84	10:55	77,59	14:55	74,68	18:55	49,28	22:55	29,47
3:00	56,86	7:00	105,04	11:00	77,32	15:00	74,21	19:00	48,63	23:00	29,95
3:05	57,21	7:05	105,14	11:05	77,09	15:05	73,73	19:05	47,97	23:05	30,49
3:10	57,61	7:10	105,15	11:10	76,91	15:10	73,23	19:10	47,30	23:10	31,07
3:15	58,05	7:15	105,08	11:15	76,78	15:15	72,71	19:15	46,62	23:15	31,70
3:20	58,53	7:20	104,92	11:20	76,69	15:20	72,19	19:20	45,93	23:20	32,37
3:25	59,07	7:25	104,68	11:25	76,65	15:25	71,65	19:25	45,23	23:25	33,09
3:30	59,65	7:30	104,37	11:30	76,65	15:30	71,12	19:30	44,53	23:30	33,84
3:35	60,28	7:35	103,99	11:35	76,68	15:35	70,57	19:35	43,82	23:35	34,63
3:40	60,97	7:40	103,54	11:40	76,75	15:40	70,03	19:40	43,10	23:40	35,45
3:45	61,70	7:45	103,03	11:45	76,85	15:45	69,48	19:45	42,38	23:45	36,29
3:50	62,49	7:50	102,48	11:50	76,97	15:50	68,94	19:50	41,65	23:50	37,15
3:55	63,33	7:55	101,88	11:55	77,11	15:55	68,39	19:55	40,92	23:55	38,03

Příloha 7 Spotřeba odebraná ze sítě JP – JP

Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]
0:00	64,84	4:00	64,11	8:00	90,00	12:00	87,24	16:00	67,31	20:00	40,20
0:05	64,23	4:05	65,11	8:05	90,00	12:05	87,00	16:05	66,77	20:05	39,48
0:10	63,64	4:10	66,18	8:10	90,00	12:10	86,76	16:10	66,24	20:10	38,76
0:15	63,06	4:15	67,31	8:15	90,00	12:15	86,51	16:15	65,73	20:15	38,04
0:20	62,49	4:20	68,49	8:20	90,00	12:20	86,26	16:20	65,22	20:20	37,33
0:25	61,93	4:25	69,74	8:25	90,00	12:25	86,01	16:25	64,72	20:25	36,63
0:30	61,39	4:30	71,05	8:30	90,00	12:30	85,75	16:30	64,23	20:30	35,95
0:35	60,87	4:35	72,41	8:35	90,00	12:35	85,49	16:35	63,76	20:35	35,27
0:40	60,37	4:40	73,83	8:40	90,00	12:40	85,22	16:40	63,29	20:40	34,61
0:45	59,88	4:45	75,31	8:45	90,00	12:45	84,94	16:45	62,83	20:45	33,97
0:50	59,41	4:50	76,84	8:50	90,00	12:50	84,66	16:50	62,37	20:50	33,34
0:55	58,97	4:55	78,41	8:55	90,00	12:55	84,37	16:55	61,92	20:55	32,74
1:00	58,55	5:00	80,03	9:00	90,00	13:00	84,07	17:00	61,46	21:00	32,16
1:05	58,15	5:05	81,68	9:05	90,00	13:05	83,77	17:05	61,01	21:05	31,60
1:10	57,77	5:10	83,38	9:10	90,00	13:10	83,45	17:10	60,55	21:10	31,07
1:15	57,42	5:15	85,09	9:15	90,00	13:15	83,13	17:15	60,09	21:15	30,56
1:20	57,08	5:20	86,83	9:20	90,00	13:20	82,79	17:20	59,62	21:20	30,09
1:25	56,78	5:25	88,58	9:25	90,00	13:25	82,45	17:25	59,15	21:25	29,65
1:30	56,49	5:30	89,63	9:30	90,00	13:30	82,10	17:30	58,67	21:30	29,25
1:35	56,24	5:35	90,00	9:35	90,00	13:35	81,74	17:35	58,18	21:35	28,88
1:40	56,00	5:40	90,00	9:40	90,00	13:40	81,37	17:40	57,68	21:40	28,56
1:45	55,80	5:45	90,00	9:45	90,00	13:45	80,99	17:45	57,17	21:45	28,28
1:50	55,62	5:50	90,00	9:50	90,00	13:50	80,60	17:50	56,66	21:50	28,04
1:55	55,46	5:55	90,00	9:55	90,00	13:55	80,20	17:55	56,14	21:55	27,84
2:00	55,34	6:00	90,00	10:00	90,00	14:00	79,80	18:00	55,61	22:00	27,70
2:05	55,24	6:05	90,00	10:05	90,00	14:05	79,38	18:05	55,08	22:05	27,60
2:10	55,18	6:10	90,00	10:10	90,00	14:10	78,96	18:10	54,53	22:10	27,56
2:15	55,15	6:15	90,00	10:15	90,00	14:15	78,52	18:15	53,98	22:15	27,56
2:20	55,15	6:20	90,00	10:20	90,00	14:20	78,08	18:20	53,42	22:20	27,61
2:25	55,18	6:25	90,00	10:25	90,00	14:25	77,62	18:25	52,85	22:25	27,72
2:30	55,25	6:30	90,00	10:30	90,00	14:30	77,15	18:30	52,27	22:30	27,88
2:35	55,35	6:35	90,00	10:35	90,00	14:35	76,66	18:35	51,68	22:35	28,09
2:40	55,49	6:40	90,00	10:40	90,00	14:40	76,16	18:40	51,08	22:40	28,35
2:45	55,67	6:45	90,00	10:45	90,00	14:45	75,65	18:45	50,47	22:45	28,67
2:50	55,89	6:50	90,00	10:50	90,00	14:50	75,13	18:50	49,85	22:50	29,05
2:55	56,16	6:55	90,00	10:55	89,94	14:55	74,59	18:55	49,21	22:55	29,48
3:00	56,46	7:00	90,00	11:00	89,83	15:00	74,04	19:00	48,57	23:00	29,96
3:05	56,81	7:05	90,00	11:05	89,69	15:05	73,49	19:05	47,92	23:05	30,50
3:10	57,21	7:10	90,00	11:10	89,51	15:10	72,93	19:10	47,26	23:10	31,08
3:15	57,66	7:15	90,00	11:15	89,32	15:15	72,37	19:15	46,59	23:15	31,72
3:20	58,16	7:20	90,00	11:20	89,11	15:20	71,80	19:20	45,90	23:20	32,39
3:25	58,71	7:25	90,00	11:25	88,89	15:25	71,23	19:25	45,21	23:25	33,12
3:30	59,31	7:30	90,00	11:30	88,66	15:30	70,66	19:30	44,51	23:30	33,87
3:35	59,97	7:35	90,00	11:35	88,43	15:35	70,09	19:35	43,81	23:35	34,66
3:40	60,68	7:40	90,00	11:40	88,20	15:40	69,52	19:40	43,10	23:40	35,49
3:45	61,45	7:45	90,00	11:45	87,96	15:45	68,96	19:45	42,38	23:45	36,33
3:50	62,27	7:50	90,00	11:50	87,72	15:50	68,40	19:50	41,65	23:50	37,20
3:55	63,16	7:55	90,00	11:55	87,48	15:55	67,85	19:55	40,93	23:55	38,07

Příloha 8 Spotřeba odebíraná ze sítě JP - JP s Pmax

Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]
0:00	64,84	4:00	64,23	8:00	106,36	12:00	77,00	16:00	71,38	20:00	41,21
0:05	64,24	4:05	65,18	8:05	105,95	12:05	76,82	16:05	71,06	20:05	40,38
0:10	63,64	4:10	66,19	8:10	105,51	12:10	76,67	16:10	70,73	20:10	39,57
0:15	63,06	4:15	67,25	8:15	105,05	12:15	76,55	16:15	70,40	20:15	38,76
0:20	62,50	4:20	68,37	8:20	104,56	12:20	76,46	16:20	70,05	20:20	37,96
0:25	61,94	4:25	69,54	8:25	104,06	12:25	76,39	16:25	69,70	20:25	37,18
0:30	61,41	4:30	70,76	8:30	103,53	12:30	76,34	16:30	69,34	20:30	36,42
0:35	60,89	4:35	72,03	8:35	102,99	12:35	76,30	16:35	68,98	20:35	35,67
0:40	60,39	4:40	73,35	8:40	102,43	12:40	76,27	16:40	68,60	20:40	34,95
0:45	59,91	4:45	74,72	8:45	101,85	12:45	76,25	16:45	68,21	20:45	34,24
0:50	59,46	4:50	76,14	8:50	101,25	12:50	76,23	16:50	67,80	20:50	33,56
0:55	59,02	4:55	77,59	8:55	100,64	12:55	76,22	16:55	67,38	20:55	32,91
1:00	58,61	5:00	79,08	9:00	100,01	13:00	76,21	17:00	66,95	21:00	32,28
1:05	58,22	5:05	80,60	9:05	99,37	13:05	76,20	17:05	66,49	21:05	31,67
1:10	57,85	5:10	82,16	9:10	98,71	13:10	76,19	17:10	66,01	21:10	31,10
1:15	57,51	5:15	83,73	9:15	98,04	13:15	76,17	17:15	65,52	21:15	30,56
1:20	57,19	5:20	85,33	9:20	97,35	13:20	76,16	17:20	65,00	21:20	30,06
1:25	56,90	5:25	86,94	9:25	96,64	13:25	76,14	17:25	64,46	21:25	29,59
1:30	56,63	5:30	88,52	9:30	95,92	13:30	76,13	17:30	63,90	21:30	29,16
1:35	56,39	5:35	90,07	9:35	95,18	13:35	76,12	17:35	63,31	21:35	28,78
1:40	56,17	5:40	91,59	9:40	94,43	13:40	76,10	17:40	62,71	21:40	28,43
1:45	55,98	5:45	93,07	9:45	93,66	13:45	76,09	17:45	62,09	21:45	28,13
1:50	55,82	5:50	94,49	9:50	92,88	13:50	76,08	17:50	61,46	21:50	27,88
1:55	55,68	5:55	95,87	9:55	92,09	13:55	76,06	17:55	60,81	21:55	27,67
2:00	55,58	6:00	97,19	10:00	91,29	14:00	76,04	18:00	60,14	22:00	27,51
2:05	55,50	6:05	98,44	10:05	90,49	14:05	76,01	18:05	59,46	22:05	27,41
2:10	55,45	6:10	99,63	10:10	89,68	14:10	75,97	18:10	58,76	22:10	27,35
2:15	55,44	6:15	100,74	10:15	88,87	14:15	75,92	18:15	58,06	22:15	27,35
2:20	55,46	6:20	101,79	10:20	88,06	14:20	75,85	18:20	57,34	22:20	27,40
2:25	55,50	6:25	102,76	10:25	87,26	14:25	75,76	18:25	56,60	22:25	27,50
2:30	55,59	6:30	103,65	10:30	86,47	14:30	75,66	18:30	55,86	22:30	27,66
2:35	55,70	6:35	104,46	10:35	85,70	14:35	75,54	18:35	55,11	22:35	27,87
2:40	55,86	6:40	105,19	10:40	84,94	14:40	75,40	18:40	54,34	22:40	28,13
2:45	56,05	6:45	105,84	10:45	84,20	14:45	75,24	18:45	53,56	22:45	28,45
2:50	56,27	6:50	106,41	10:50	83,48	14:50	75,06	18:50	52,78	22:50	28,83
2:55	56,54	6:55	106,89	10:55	82,79	14:55	74,86	18:55	51,99	22:55	29,26
3:00	56,85	7:00	107,29	11:00	82,13	15:00	74,64	19:00	51,19	23:00	29,75
3:05	57,20	7:05	107,60	11:05	81,50	15:05	74,41	19:05	50,38	23:05	30,29
3:10	57,60	7:10	107,83	11:10	80,90	15:10	74,18	19:10	49,56	23:10	30,87
3:15	58,04	7:15	107,98	11:15	80,34	15:15	73,93	19:15	48,74	23:15	31,51
3:20	58,52	7:20	108,05	11:20	79,81	15:20	73,67	19:20	47,91	23:20	32,19
3:25	59,06	7:25	108,05	11:25	79,32	15:25	73,41	19:25	47,08	23:25	32,92
3:30	59,64	7:30	107,97	11:30	78,87	15:30	73,14	19:30	46,24	23:30	33,68
3:35	60,28	7:35	107,83	11:35	78,46	15:35	72,86	19:35	45,40	23:35	34,48
3:40	60,96	7:40	107,64	11:40	78,09	15:40	72,58	19:40	44,56	23:40	35,31
3:45	61,70	7:45	107,38	11:45	77,76	15:45	72,29	19:45	43,72	23:45	36,15
3:50	62,49	7:50	107,08	11:50	77,47	15:50	71,99	19:50	42,88	23:50	37,03
3:55	63,33	7:55	106,74	11:55	77,22	15:55	71,69	19:55	42,04	23:55	37,92

Příloha 9 Spotřeba odebíraná ze sítě ZP – ZP

Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]
0:00	64,83	4:00	64,03	8:00	90,00	12:00	90,00	16:00	72,92	20:00	41,00
0:05	64,23	4:05	65,05	8:05	90,00	12:05	90,00	16:05	72,38	20:05	40,19
0:10	63,64	4:10	66,14	8:10	90,00	12:10	90,00	16:10	71,85	20:10	39,38
0:15	63,05	4:15	67,29	8:15	90,00	12:15	90,00	16:15	71,33	20:15	38,59
0:20	62,48	4:20	68,51	8:20	90,00	12:20	90,00	16:20	70,81	20:20	37,81
0:25	61,92	4:25	69,79	8:25	90,00	12:25	90,00	16:25	70,30	20:25	37,05
0:30	61,38	4:30	71,13	8:30	90,00	12:30	90,00	16:30	69,79	20:30	36,30
0:35	60,85	4:35	72,54	8:35	90,00	12:35	90,00	16:35	69,29	20:35	35,56
0:40	60,34	4:40	74,00	8:40	90,00	12:40	90,00	16:40	68,78	20:40	34,85
0:45	59,85	4:45	75,53	8:45	90,00	12:45	90,00	16:45	68,28	20:45	34,16
0:50	59,38	4:50	77,11	8:50	90,00	12:50	90,00	16:50	67,78	20:50	33,49
0:55	58,94	4:55	78,74	8:55	90,00	12:55	90,00	16:55	67,27	20:55	32,84
1:00	58,51	5:00	80,43	9:00	90,00	13:00	90,00	17:00	66,75	21:00	32,22
1:05	58,11	5:05	82,16	9:05	90,00	13:05	90,00	17:05	66,22	21:05	31,63
1:10	57,72	5:10	83,94	9:10	90,00	13:10	89,98	17:10	65,68	21:10	31,06
1:15	57,36	5:15	85,75	9:15	90,00	13:15	89,89	17:15	65,13	21:15	30,53
1:20	57,03	5:20	87,59	9:20	90,00	13:20	89,74	17:20	64,56	21:20	30,03
1:25	56,72	5:25	89,45	9:25	90,00	13:25	89,52	17:25	63,98	21:25	29,57
1:30	56,43	5:30	90,00	9:30	90,00	13:30	89,26	17:30	63,39	21:30	29,14
1:35	56,17	5:35	90,00	9:35	90,00	13:35	88,94	17:35	62,78	21:35	28,76
1:40	55,93	5:40	90,00	9:40	90,00	13:40	88,59	17:40	62,16	21:40	28,42
1:45	55,72	5:45	90,00	9:45	90,00	13:45	88,21	17:45	61,52	21:45	28,12
1:50	55,53	5:50	90,00	9:50	90,00	13:50	87,80	17:50	60,87	21:50	27,87
1:55	55,37	5:55	90,00	9:55	90,00	13:55	87,36	17:55	60,21	21:55	27,67
2:00	55,25	6:00	90,00	10:00	90,00	14:00	86,90	18:00	59,54	22:00	27,52
2:05	55,15	6:05	90,00	10:05	90,00	14:05	86,42	18:05	58,86	22:05	27,42
2:10	55,08	6:10	90,00	10:10	90,00	14:10	85,92	18:10	58,17	22:10	27,36
2:15	55,04	6:15	90,00	10:15	90,00	14:15	85,40	18:15	57,47	22:15	27,36
2:20	55,03	6:20	90,00	10:20	90,00	14:20	84,86	18:20	56,76	22:20	27,42
2:25	55,06	6:25	90,00	10:25	90,00	14:25	84,30	18:25	56,04	22:25	27,52
2:30	55,12	6:30	90,00	10:30	90,00	14:30	83,72	18:30	55,31	22:30	27,68
2:35	55,22	6:35	90,00	10:35	90,00	14:35	83,14	18:35	54,57	22:35	27,89
2:40	55,36	6:40	90,00	10:40	90,00	14:40	82,53	18:40	53,82	22:40	28,16
2:45	55,54	6:45	90,00	10:45	90,00	14:45	81,92	18:45	53,06	22:45	28,48
2:50	55,76	6:50	90,00	10:50	90,00	14:50	81,29	18:50	52,29	22:50	28,86
2:55	56,02	6:55	90,00	10:55	90,00	14:55	80,66	18:55	51,52	22:55	29,29
3:00	56,32	7:00	90,00	11:00	90,00	15:00	80,03	19:00	50,74	23:00	29,78
3:05	56,67	7:05	90,00	11:05	90,00	15:05	79,40	19:05	49,95	23:05	30,32
3:10	57,07	7:10	90,00	11:10	90,00	15:10	78,76	19:10	49,15	23:10	30,92
3:15	57,52	7:15	90,00	11:15	90,00	15:15	78,14	19:15	48,35	23:15	31,56
3:20	58,02	7:20	90,00	11:20	90,00	15:20	77,52	19:20	47,54	23:20	32,24
3:25	58,57	7:25	90,00	11:25	90,00	15:25	76,91	19:25	46,73	23:25	32,97
3:30	59,17	7:30	90,00	11:30	90,00	15:30	76,31	19:30	45,91	23:30	33,73
3:35	59,84	7:35	90,00	11:35	90,00	15:35	75,72	19:35	45,09	23:35	34,53
3:40	60,55	7:40	90,00	11:40	90,00	15:40	75,14	19:40	44,27	23:40	35,36
3:45	61,33	7:45	90,00	11:45	90,00	15:45	74,57	19:45	43,45	23:45	36,21
3:50	62,17	7:50	90,00	11:50	90,00	15:50	74,01	19:50	42,63	23:50	37,09
3:55	63,07	7:55	90,00	11:55	90,00	15:55	73,46	19:55	41,81	23:55	37,97

Příloha 10 Spotřeba odebíraná ze sítě ZP - ZP s Pmax

Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]
0:00	14,79	4:00	34,56	8:00	82,21	12:00	80,50	16:00	72,09	20:00	51,55
0:05	15,55	4:05	35,64	8:05	82,08	12:05	80,91	16:05	71,05	20:05	51,26
0:10	16,26	4:10	36,76	8:10	81,94	12:10	81,35	16:10	70,03	20:10	50,95
0:15	16,91	4:15	37,94	8:15	81,78	12:15	81,79	16:15	69,04	20:15	50,63
0:20	17,52	4:20	39,16	8:20	81,61	12:20	82,25	16:20	68,06	20:20	50,28
0:25	18,07	4:25	40,43	8:25	81,43	12:25	82,71	16:25	67,12	20:25	49,91
0:30	18,57	4:30	41,74	8:30	81,24	12:30	83,17	16:30	66,20	20:30	49,52
0:35	19,03	4:35	43,10	8:35	81,05	12:35	83,63	16:35	65,33	20:35	49,12
0:40	19,44	4:40	44,49	8:40	80,86	12:40	84,08	16:40	64,48	20:40	48,69
0:45	19,81	4:45	45,92	8:45	80,66	12:45	84,52	16:45	63,68	20:45	48,25
0:50	20,14	4:50	47,39	8:50	80,46	12:50	84,95	16:50	62,91	20:50	47,80
0:55	20,44	4:55	48,88	8:55	80,26	12:55	85,36	16:55	62,18	20:55	47,33
1:00	20,70	5:00	50,39	9:00	80,06	13:00	85,75	17:00	61,49	21:00	46,84
1:05	20,93	5:05	51,93	9:05	79,87	13:05	86,12	17:05	60,84	21:05	46,35
1:10	21,14	5:10	53,48	9:10	79,67	13:10	86,47	17:10	60,23	21:10	45,84
1:15	21,32	5:15	55,04	9:15	79,48	13:15	86,79	17:15	59,66	21:15	45,33
1:20	21,49	5:20	56,60	9:20	79,29	13:20	87,09	17:20	59,12	21:20	44,81
1:25	21,64	5:25	58,17	9:25	79,11	13:25	87,35	17:25	58,62	21:25	44,29
1:30	21,77	5:30	59,72	9:30	78,94	13:30	87,60	17:30	58,15	21:30	43,76
1:35	21,90	5:35	61,26	9:35	78,77	13:35	87,81	17:35	57,72	21:35	43,24
1:40	22,02	5:40	62,79	9:40	78,61	13:40	87,99	17:40	57,32	21:40	42,70
1:45	22,14	5:45	64,28	9:45	78,46	13:45	88,13	17:45	56,95	21:45	42,17
1:50	22,26	5:50	65,75	9:50	78,32	13:50	88,23	17:50	56,61	21:50	41,64
1:55	22,39	5:55	67,18	9:55	78,18	13:55	88,29	17:55	56,30	21:55	41,10
2:00	22,52	6:00	68,56	10:00	78,06	14:00	88,31	18:00	56,01	22:00	40,57
2:05	22,66	6:05	69,90	10:05	77,95	14:05	88,27	18:05	55,74	22:05	40,03
2:10	22,82	6:10	71,18	10:10	77,84	14:10	88,17	18:10	55,50	22:10	39,50
2:15	22,99	6:15	72,40	10:15	77,75	14:15	88,02	18:15	55,28	22:15	38,96
2:20	23,18	6:20	73,57	10:20	77,68	14:20	87,80	18:20	55,08	22:20	38,42
2:25	23,39	6:25	74,67	10:25	77,61	14:25	87,51	18:25	54,89	22:25	37,89
2:30	23,63	6:30	75,71	10:30	77,56	14:30	87,16	18:30	54,72	22:30	37,35
2:35	23,89	6:35	76,67	10:35	77,53	14:35	86,74	18:35	54,56	22:35	36,81
2:40	24,18	6:40	77,57	10:40	77,51	14:40	86,25	18:40	54,41	22:40	36,27
2:45	24,51	6:45	78,38	10:45	77,51	14:45	85,70	18:45	54,27	22:45	35,73
2:50	24,87	6:50	79,13	10:50	77,53	14:50	85,08	18:50	54,13	22:50	35,19
2:55	25,26	6:55	79,79	10:55	77,57	14:55	84,40	18:55	53,99	22:55	34,64
3:00	25,69	7:00	80,38	11:00	77,63	15:00	83,66	19:00	53,86	23:00	34,10
3:05	26,16	7:05	80,89	11:05	77,71	15:05	82,87	19:05	53,72	23:05	33,56
3:10	26,68	7:10	81,32	11:10	77,82	15:10	82,03	19:10	53,57	23:10	33,01
3:15	27,24	7:15	81,68	11:15	77,96	15:15	81,15	19:15	53,42	23:15	32,47
3:20	27,85	7:20	81,96	11:20	78,12	15:20	80,23	19:20	53,26	23:20	31,93
3:25	28,51	7:25	82,18	11:25	78,31	15:25	79,28	19:25	53,09	23:25	31,38
3:30	29,21	7:30	82,33	11:30	78,54	15:30	78,30	19:30	52,91	23:30	30,84
3:35	29,97	7:35	82,42	11:35	78,79	15:35	77,29	19:35	52,72	23:35	30,30
3:40	30,78	7:40	82,46	11:40	79,08	15:40	76,27	19:40	52,52	23:40	29,76
3:45	31,65	7:45	82,45	11:45	79,39	15:45	75,23	19:45	52,30	23:45	29,23
3:50	32,57	7:50	82,40	11:50	79,74	15:50	74,18	19:50	52,07	23:50	28,70
3:55	33,54	7:55	82,32	11:55	80,11	15:55	73,13	19:55	51,82	23:55	28,18

Příloha 11 Spotřeba odebíraná ze sítě ZS - ZS, proměnlivý vítr

Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]
0:00	14,78	4:00	34,10	8:00	75,00	12:00	75,00	16:00	75,00	20:00	58,65
0:05	15,54	4:05	35,28	8:05	75,00	12:05	75,00	16:05	75,00	20:05	57,82
0:10	16,24	4:10	36,53	8:10	75,00	12:10	75,00	16:10	75,00	20:10	56,98
0:15	16,89	4:15	37,83	8:15	75,00	12:15	75,00	16:15	75,00	20:15	56,15
0:20	17,48	4:20	39,20	8:20	75,00	12:20	75,00	16:20	75,00	20:20	55,32
0:25	18,02	4:25	40,63	8:25	75,00	12:25	75,00	16:25	75,00	20:25	54,49
0:30	18,51	4:30	42,13	8:30	75,00	12:30	75,00	16:30	75,00	20:30	53,66
0:35	18,96	4:35	43,68	8:35	75,00	12:35	75,00	16:35	75,00	20:35	52,84
0:40	19,35	4:40	45,28	8:40	75,00	12:40	75,00	16:40	75,00	20:40	52,02
0:45	19,71	4:45	46,94	8:45	75,00	12:45	75,00	16:45	75,00	20:45	51,20
0:50	20,02	4:50	48,65	8:50	75,00	12:50	75,00	16:50	75,00	20:50	50,39
0:55	20,30	4:55	50,41	8:55	75,00	12:55	75,00	16:55	75,00	20:55	49,59
1:00	20,54	5:00	52,22	9:00	75,00	13:00	75,00	17:00	75,00	21:00	48,80
1:05	20,75	5:05	54,07	9:05	75,00	13:05	75,00	17:05	75,00	21:05	48,02
1:10	20,94	5:10	55,96	9:10	75,00	13:10	75,00	17:10	75,00	21:10	47,25
1:15	21,10	5:15	57,89	9:15	75,00	13:15	75,00	17:15	75,00	21:15	46,48
1:20	21,24	5:20	59,85	9:20	75,00	13:20	75,00	17:20	75,00	21:20	45,74
1:25	21,36	5:25	61,84	9:25	75,00	13:25	75,00	17:25	75,00	21:25	45,00
1:30	21,46	5:30	63,85	9:30	75,00	13:30	75,00	17:30	75,00	21:30	44,28
1:35	21,56	5:35	65,88	9:35	75,00	13:35	75,00	17:35	75,00	21:35	43,58
1:40	21,65	5:40	67,93	9:40	75,00	13:40	75,00	17:40	75,00	21:40	42,88
1:45	21,74	5:45	69,99	9:45	75,00	13:45	75,00	17:45	75,00	21:45	42,21
1:50	21,83	5:50	72,07	9:50	75,00	13:50	75,00	17:50	75,00	21:50	41,54
1:55	21,92	5:55	74,17	9:55	75,00	13:55	75,00	17:55	74,99	21:55	40,89
2:00	22,02	6:00	75,00	10:00	75,00	14:00	75,00	18:00	74,87	22:00	40,25
2:05	22,12	6:05	75,00	10:05	75,00	14:05	75,00	18:05	74,66	22:05	39,62
2:10	22,25	6:10	75,00	10:10	75,00	14:10	75,00	18:10	74,36	22:10	39,01
2:15	22,38	6:15	75,00	10:15	75,00	14:15	75,00	18:15	73,99	22:15	38,40
2:20	22,54	6:20	75,00	10:20	75,00	14:20	75,00	18:20	73,55	22:20	37,80
2:25	22,72	6:25	75,00	10:25	75,00	14:25	75,00	18:25	73,05	22:25	37,22
2:30	22,92	6:30	75,00	10:30	75,00	14:30	75,00	18:30	72,50	22:30	36,64
2:35	23,16	6:35	75,00	10:35	75,00	14:35	75,00	18:35	71,91	22:35	36,07
2:40	23,42	6:40	75,00	10:40	75,00	14:40	75,00	18:40	71,28	22:40	35,50
2:45	23,71	6:45	75,00	10:45	75,00	14:45	75,00	18:45	70,61	22:45	34,94
2:50	24,04	6:50	75,00	10:50	75,00	14:50	75,00	18:50	69,91	22:50	34,39
2:55	24,41	6:55	75,00	10:55	75,00	14:55	75,00	18:55	69,18	22:55	33,84
3:00	24,83	7:00	75,00	11:00	75,00	15:00	75,00	19:00	68,43	23:00	33,29
3:05	25,29	7:05	75,00	11:05	75,00	15:05	75,00	19:05	67,67	23:05	32,75
3:10	25,80	7:10	75,00	11:10	75,00	15:10	75,00	19:10	66,88	23:10	32,22
3:15	26,36	7:15	75,00	11:15	75,00	15:15	75,00	19:15	66,09	23:15	31,68
3:20	26,98	7:20	75,00	11:20	75,00	15:20	75,00	19:20	65,28	23:20	31,15
3:25	27,66	7:25	75,00	11:25	75,00	15:25	75,00	19:25	64,46	23:25	30,62
3:30	28,39	7:30	75,00	11:30	75,00	15:30	75,00	19:30	63,64	23:30	30,10
3:35	29,18	7:35	75,00	11:35	75,00	15:35	75,00	19:35	62,81	23:35	29,57
3:40	30,04	7:40	75,00	11:40	75,00	15:40	75,00	19:40	61,98	23:40	29,05
3:45	30,96	7:45	75,00	11:45	75,00	15:45	75,00	19:45	61,15	23:45	28,54
3:50	31,94	7:50	75,00	11:50	75,00	15:50	75,00	19:50	60,32	23:50	28,03
3:55	32,99	7:55	75,00	11:55	75,00	15:55	75,00	19:55	59,49	23:55	27,53

Příloha 12 Spotřeba odebíraná ze sítě ZS - ZS, proměnlivý vítr s Pmax



Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]
0:00	9,39	4:00	32,15	8:00	79,64	12:00	55,09	16:00	57,99	20:00	48,89
0:05	10,44	4:05	33,22	8:05	79,40	12:05	55,00	16:05	57,59	20:05	48,56
0:10	11,42	4:10	34,34	8:10	79,14	12:10	54,96	16:10	57,19	20:10	48,21
0:15	12,33	4:15	35,51	8:15	78,85	12:15	54,96	16:15	56,79	20:15	47,84
0:20	13,17	4:20	36,73	8:20	78,54	12:20	55,00	16:20	56,40	20:20	47,45
0:25	13,94	4:25	38,00	8:25	78,20	12:25	55,09	16:25	56,03	20:25	47,04
0:30	14,65	4:30	39,31	8:30	77,84	12:30	55,21	16:30	55,67	20:30	46,61
0:35	15,29	4:35	40,67	8:35	77,45	12:35	55,36	16:35	55,33	20:35	46,17
0:40	15,88	4:40	42,07	8:40	77,04	12:40	55,55	16:40	55,01	20:40	45,72
0:45	16,41	4:45	43,51	8:45	76,62	12:45	55,76	16:45	54,71	20:45	45,25
0:50	16,88	4:50	44,97	8:50	76,17	12:50	55,99	16:50	54,43	20:50	44,77
0:55	17,31	4:55	46,47	8:55	75,69	12:55	56,24	16:55	54,17	20:55	44,28
1:00	17,69	5:00	48,00	9:00	75,20	13:00	56,51	17:00	53,93	21:00	43,78
1:05	18,04	5:05	49,54	9:05	74,69	13:05	56,79	17:05	53,72	21:05	43,27
1:10	18,34	5:10	51,11	9:10	74,16	13:10	57,08	17:10	53,52	21:10	42,77
1:15	18,61	5:15	52,68	9:15	73,61	13:15	57,38	17:15	53,34	21:15	42,25
1:20	18,85	5:20	54,26	9:20	73,04	13:20	57,70	17:20	53,18	21:20	41,74
1:25	19,06	5:25	55,84	9:25	72,45	13:25	58,02	17:25	53,03	21:25	41,23
1:30	19,26	5:30	57,41	9:30	71,85	13:30	58,35	17:30	52,89	21:30	40,71
1:35	19,44	5:35	58,97	9:35	71,23	13:35	58,68	17:35	52,77	21:35	40,20
1:40	19,60	5:40	60,51	9:40	70,60	13:40	59,01	17:40	52,66	21:40	39,69
1:45	19,76	5:45	62,03	9:45	69,95	13:45	59,35	17:45	52,56	21:45	39,18
1:50	19,91	5:50	63,51	9:50	69,29	13:50	59,68	17:50	52,47	21:50	38,67
1:55	20,06	5:55	64,95	9:55	68,62	13:55	60,00	17:55	52,38	21:55	38,16
2:00	20,22	6:00	66,35	10:00	67,94	14:00	60,31	18:00	52,31	22:00	37,65
2:05	20,37	6:05	67,71	10:05	67,25	14:05	60,59	18:05	52,23	22:05	37,14
2:10	20,54	6:10	69,01	10:10	66,55	14:10	60,86	18:10	52,16	22:10	36,63
2:15	20,73	6:15	70,25	10:15	65,84	14:15	61,10	18:15	52,09	22:15	36,12
2:20	20,92	6:20	71,43	10:20	65,13	14:20	61,31	18:20	52,03	22:20	35,61
2:25	21,14	6:25	72,55	10:25	64,42	14:25	61,48	18:25	51,96	22:25	35,11
2:30	21,38	6:30	73,60	10:30	63,72	14:30	61,62	18:30	51,89	22:30	34,60
2:35	21,64	6:35	74,58	10:35	63,02	14:35	61,72	18:35	51,83	22:35	34,09
2:40	21,93	6:40	75,48	10:40	62,33	14:40	61,77	18:40	51,75	22:40	33,57
2:45	22,25	6:45	76,31	10:45	61,65	14:45	61,79	18:45	51,68	22:45	33,06
2:50	22,60	6:50	77,06	10:50	60,99	14:50	61,76	18:50	51,59	22:50	32,54
2:55	22,98	6:55	77,72	10:55	60,34	14:55	61,69	18:55	51,50	22:55	32,02
3:00	23,40	7:00	78,31	11:00	59,72	15:00	61,58	19:00	51,39	23:00	31,50
3:05	23,86	7:05	78,81	11:05	59,12	15:05	61,44	19:05	51,28	23:05	30,98
3:10	24,37	7:10	79,23	11:10	58,56	15:10	61,25	19:10	51,14	23:10	30,46
3:15	24,91	7:15	79,57	11:15	58,02	15:15	61,04	19:15	51,00	23:15	29,93
3:20	25,51	7:20	79,84	11:20	57,52	15:20	60,79	19:20	50,83	23:20	29,41
3:25	26,16	7:25	80,02	11:25	57,06	15:25	60,52	19:25	50,65	23:25	28,88
3:30	26,85	7:30	80,14	11:30	56,64	15:30	60,22	19:30	50,46	23:30	28,35
3:35	27,60	7:35	80,19	11:35	56,27	15:35	59,89	19:35	50,24	23:35	27,82
3:40	28,40	7:40	80,18	11:40	55,94	15:40	59,54	19:40	50,01	23:40	27,30
3:45	29,26	7:45	80,11	11:45	55,65	15:45	59,18	19:45	49,76	23:45	26,77
3:50	30,17	7:50	79,99	11:50	55,42	15:50	58,79	19:50	49,49	23:50	26,25
3:55	31,13	7:55	79,83	11:55	55,23	15:55	58,40	19:55	49,20	23:55	25,73

Příloha 13 Spotřeba odebíraná ze sítě ZS - ZS, včetně

Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]	Čas	P [kW]
0:00	9,39	4:00	31,99	8:00	60,00	12:00	60,00	16:00	60,00	20:00	60,00
0:05	10,44	4:05	33,12	8:05	60,00	12:05	60,00	16:05	60,00	20:05	60,00
0:10	11,42	4:10	34,32	8:10	60,00	12:10	60,00	16:10	60,00	20:10	60,00
0:15	12,32	4:15	35,57	8:15	60,00	12:15	60,00	16:15	60,00	20:15	60,00
0:20	13,15	4:20	36,88	8:20	60,00	12:20	60,00	16:20	60,00	20:20	60,00
0:25	13,92	4:25	38,25	8:25	60,00	12:25	60,00	16:25	60,00	20:25	59,96
0:30	14,62	4:30	39,68	8:30	60,00	12:30	60,00	16:30	60,00	20:30	59,79
0:35	15,26	4:35	41,16	8:35	60,00	12:35	60,00	16:35	60,00	20:35	59,51
0:40	15,84	4:40	42,69	8:40	60,00	12:40	60,00	16:40	60,00	20:40	59,12
0:45	16,36	4:45	44,26	8:45	60,00	12:45	60,00	16:45	60,00	20:45	58,65
0:50	16,83	4:50	45,89	8:50	60,00	12:50	60,00	16:50	60,00	20:50	58,09
0:55	17,25	4:55	47,55	8:55	60,00	12:55	60,00	16:55	60,00	20:55	57,46
1:00	17,62	5:00	49,26	9:00	60,00	13:00	60,00	17:00	60,00	21:00	56,76
1:05	17,95	5:05	50,99	9:05	60,00	13:05	60,00	17:05	60,00	21:05	56,00
1:10	18,23	5:10	52,76	9:10	60,00	13:10	60,00	17:10	60,00	21:10	55,20
1:15	18,49	5:15	54,55	9:15	60,00	13:15	60,00	17:15	60,00	21:15	54,36
1:20	18,71	5:20	56,36	9:20	60,00	13:20	60,00	17:20	60,00	21:20	53,49
1:25	18,91	5:25	58,18	9:25	60,00	13:25	60,00	17:25	60,00	21:25	52,59
1:30	19,09	5:30	60,00	9:30	60,00	13:30	60,00	17:30	60,00	21:30	51,66
1:35	19,25	5:35	60,00	9:35	60,00	13:35	60,00	17:35	60,00	21:35	50,72
1:40	19,40	5:40	60,00	9:40	60,00	13:40	60,00	17:40	60,00	21:40	49,77
1:45	19,54	5:45	60,00	9:45	60,00	13:45	60,00	17:45	60,00	21:45	48,80
1:50	19,68	5:50	60,00	9:50	60,00	13:50	60,00	17:50	60,00	21:50	47,83
1:55	19,81	5:55	60,00	9:55	60,00	13:55	60,00	17:55	60,00	21:55	46,86
2:00	19,95	6:00	60,00	10:00	60,00	14:00	60,00	18:00	60,00	22:00	45,89
2:05	20,09	6:05	60,00	10:05	60,00	14:05	60,00	18:05	60,00	22:05	44,92
2:10	20,24	6:10	60,00	10:10	60,00	14:10	60,00	18:10	60,00	22:10	43,96
2:15	20,41	6:15	60,00	10:15	60,00	14:15	60,00	18:15	60,00	22:15	43,00
2:20	20,59	6:20	60,00	10:20	60,00	14:20	60,00	18:20	60,00	22:20	42,05
2:25	20,79	6:25	60,00	10:25	60,00	14:25	60,00	18:25	60,00	22:25	41,12
2:30	21,01	6:30	60,00	10:30	60,00	14:30	60,00	18:30	60,00	22:30	40,19
2:35	21,26	6:35	60,00	10:35	60,00	14:35	60,00	18:35	60,00	22:35	39,27
2:40	21,53	6:40	60,00	10:40	60,00	14:40	60,00	18:40	60,00	22:40	38,37
2:45	21,84	6:45	60,00	10:45	60,00	14:45	60,00	18:45	60,00	22:45	37,47
2:50	22,18	6:50	60,00	10:50	60,00	14:50	60,00	18:50	60,00	22:50	36,59
2:55	22,55	6:55	60,00	10:55	60,00	14:55	60,00	18:55	60,00	22:55	35,73
3:00	22,97	7:00	60,00	11:00	60,00	15:00	60,00	19:00	60,00	23:00	34,88
3:05	23,43	7:05	60,00	11:05	60,00	15:05	60,00	19:05	60,00	23:05	30,34
3:10	23,93	7:10	60,00	11:10	60,00	15:10	60,00	19:10	60,00	23:10	27,85
3:15	24,48	7:15	60,00	11:15	60,00	15:15	60,00	19:15	60,00	23:15	25,30
3:20	25,08	7:20	60,00	11:20	60,00	15:20	60,00	19:20	60,00	23:20	24,45
3:25	25,74	7:25	60,00	11:25	60,00	15:25	60,00	19:25	60,00	23:25	23,80
3:30	26,46	7:30	60,00	11:30	60,00	15:30	60,00	19:30	60,00	23:30	23,18
3:35	27,23	7:35	60,00	11:35	60,00	15:35	60,00	19:35	60,00	23:35	22,41
3:40	28,06	7:40	60,00	11:40	60,00	15:40	60,00	19:40	60,00	23:40	21,30
3:45	28,95	7:45	60,00	11:45	60,00	15:45	60,00	19:45	60,00	23:45	21,33
3:50	29,90	7:50	60,00	11:50	60,00	15:50	60,00	19:50	60,00	23:50	21,43
3:55	30,91	7:55	60,00	11:55	60,00	15:55	60,00	19:55	60,00	23:55	20,88

Příloha 14 Spotřeba odebíraná ze sítě ZS - ZS, včetně s Pmax