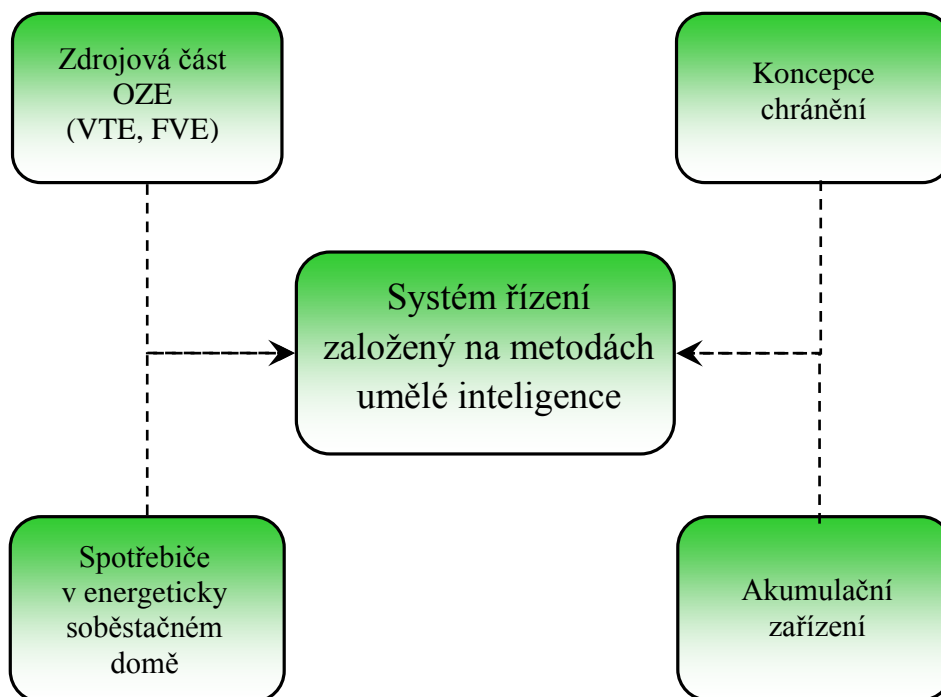


Návrh systému řízení

Jelikož popisované ostrovní systémy využívají zdroje elektrické energie s nestabilní dodávkou elektrické energie, jsou kladeny vysoké nároky na řídicí systém celého ostrovního systému. Řídicí systém musí s maximální možnou účinností zajistit akumulaci dostatečného množství elektrické energie k pokrytí předpokládané spotřeby, ale také musí být schopen pomocí předdefinovaných priorit řídit spotřebu elektrické energie s tím, že spotřebu elektrické energie lze rozdělit do několika kategorií dle možnosti časového posunu. První kategorii tvoří spotřebiče, jejichž provoz je trvalý a spotřebovávají elektrickou energii v průběhu celého dne, další kategorii tvoří spotřebiče (např. pračka, myčka) jejichž provoz se dá odložit na období, kdy lze předpokládat dobré podmínky pro výrobu elektrické energie z hybridních zdrojů elektrické energie. Třetí skupinu tvoří spotřebiče, jejichž provoz je závislý na vůli provozovatele, jedná se například o televizor, počítač.

Řízení toků energií mezi jednotlivými komponenty připojených do Off-Grid systému je možné realizovat s využitím řídicího systému. S využitím aktivního systému řízení pro hospodaření a řízení toků elektrické energie v Off-Grid systému bude optimalizováno připojení jednotlivých spotřebičů v rodinném domě. Na základě informací o predikované hodnotě elektrické energie z fotovoltaické a větrné elektrárny, na základě předem definovaných priorit připojení jednotlivých spotřebičů a aktuální hodnoty kapacity akumulačních zařízení, poskytne aktivní řídicí systém bezpečné napájení Off-Grid systému po celý rok.

Vstupní data pro rozhodování řídicího systému jsou přebírána z meteorologických modelů (predikce výroby) a na jejich základě řídicí systém predikuje předpokládanou disponibilní energii a připravuje plán provozu jednotlivých spotřebičů, tak aby vždy byly uspokojeny požadavky na provoz domácnosti i s optimálně zvolenou rezervou energie pro krytí nenadálé potřeby elektrické energie. Základní struktura systému řízení pro hospodaření a řízení toků elektrické energie je znázorněna na obr. 1.



obr. 1 Základní struktura systému řízení pro napájení rodinných domů provozovaných v ostrovním režimu.

Je známým faktem, že problematika provozu obnovitelných zdrojů elektrické energie je velmi aktuální, ať již s pozitivním či negativním ohlasem odborné i laické veřejnosti. Provoz obnovitelných zdrojů elektrické energie v ostrovním režimu společně s řídicím systémem eliminuje negativní argumenty odpůrců obnovitelných zdrojů elektrické energie. V areálu VŠB – TU Ostrava byl před několika lety vybudován v rámci výzkumu obnovitelných zdrojů elektrické energie první mikro ostrovní systém, který slouží k napájení veřejného osvětlení. Na základě zkušeností při budování a provozu tohoto systému byl vybudován druhý ostrovní systém o podstatně vyšším instalovaném výkonu, který slouží jako fyzikální model napájení rodinného domu. Výstavba ostrovního systému, který má simulovat napájení rodinného domu, vycházela z analýzy spotřeby běžného rodinného domu. Na základě této analýzy byl následně dimenzován akumulací systém s ohledem na požadavky výkonu, ale také s respektováním velikosti prvotní investice a doby návratnosti celé energetické jednotky. Hybridní zdroj elektrické energie byl volen s ohledem na napájení modelového rodinného domu.

Off-Grid neboli ostrovní systém vybudovaný v areálu VŠB-TUO je tvořen třemi základními částmi. První, zdrojová část viz obr. 2, využívá jako hybridní zdroj elektrické energie větrnou elektrárnu a dvě varianty fotovoltaických systémů. První fotovoltaická elektrárna je umístěna na polohovací jednotce a využívá monokrystalické panely. Druhá fotovoltaická elektrárna je umístěna na pevné střešní konstrukci a využívá polykrystalických panelů. Druhá část byla

vytvořena pro přenos energií a třetí část charakterizuje akumulaci a řízení spotřeby pomocí aktivního systému řízení.

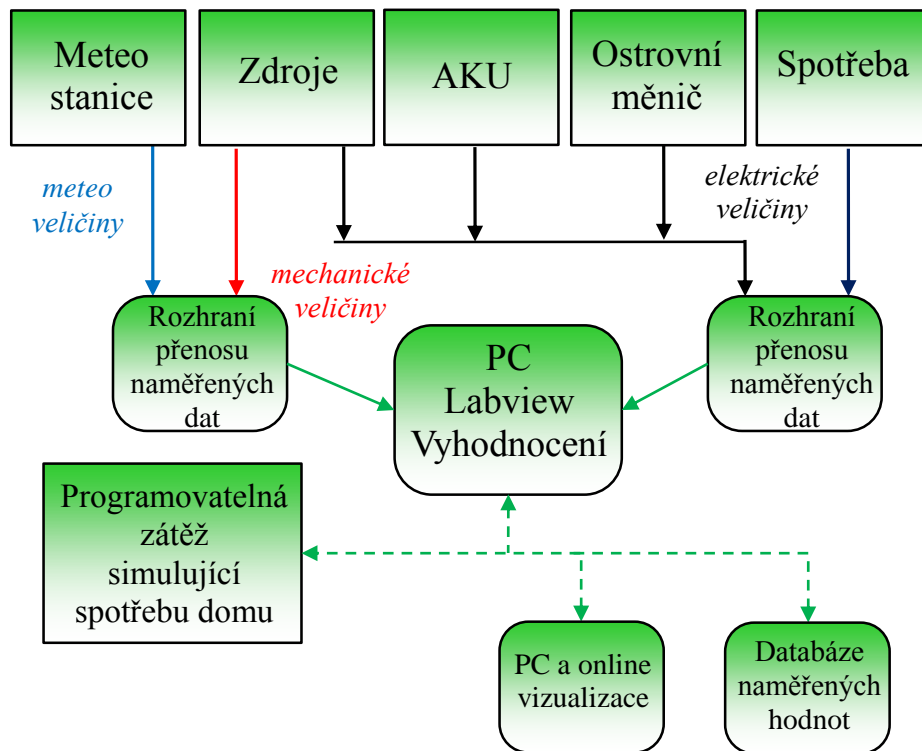
Celá energetická koncepce byla navržena tak, aby dokázala napájet spotřebu elektrické energie typizovaného rodinného domu v ostrovním provozu, tedy nezávisle na vnější energetické soustavě.



obr. 2 Fotografie větrné elektrárny společně s polohovací natáčeací jednotkou fotovoltaické elektrárny.

Fyzikální model ostrovního systému byl doplněn systémem měření, který umožňuje měřit hodnoty veličin na jednotlivých komponentách systému. Schéma monitorovacího řetězce je znázorněno na obr. 3. Toto podrobné osazení senzory umožňuje v podstatě kontinuálně monitorovat dílčí účinnosti celého systému. S takto vytvořeným monitorovacím systémem je možné s velkou přesností určit celkovou účinnost systému, definovat podíl jednotlivých zdrojů v rámci dlouhodobého časového intervalu a specifikovat tak využitelnost navržené energetické koncepce pro libovolné meteorologické a energetické podmínky nejen v místě umístění vybudované testovací platformy Off-Grid systému.

Důležitou součástí monitorovacího systému je i hodnocení meteorologických poměrů. Meteorologická stanice poskytuje dostatek naměřených hodnot o hustotě globálního slunečního záření tak i směru a rychlosti větru.



obr. 3 Schéma monitorovacího řetězce.

Veškeré naměřené hodnoty jsou následně zpracovávány a vyhodnocovány pomocí G jazyku (prostředí LabView- Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) a následně pomocí tohoto jazyku i vizualizovány. Veškeré výsledky z monitorovacího systému jsou ukládány pro následný postprocessing do databáze dlouhodobých naměřených hodnot v minutových intervalech a jsou publikovány formou webového rozhraní na internetové doméně, která je pro testovací platformu Off-Grid systému vytvořena. S takto vytvořenou databází naměřených hodnot je možné optimalizovat a vyhodnotit řetězec jednotlivých konverzí elektrické energie, toků elektrické energie a provozních stavů v Off-Grid systému.

Hlavním cílem monitorovacího systému je poskytnout systému řízení dostatek informací o aktuálním stavu počasí, stejně tak o předpovědi relevantních meteorologických veličin na nejbližší období, dále pak informace o stavu nabití akumulčních baterií a informace o předpokládané spotřebě v následujícím časovém období. Plán spotřeby vychází z databáze provozních stavů a z analýzy spotřeby uvedené dříve v knize, kdy běžné zvyklosti domácnosti jsou do značné míry stereotypní s tím, že musí být alokována jistá část akumulované elektrické energie na krytí náhodné spotřeby elektrické energie.

Samotný řídicí systém potom sám zajišťuje spínání jednotlivých spotřebičů, které by byly do systému přímého spínání možné zařadit. Systém řízení z aktuálních hodnot jednotlivých měřených

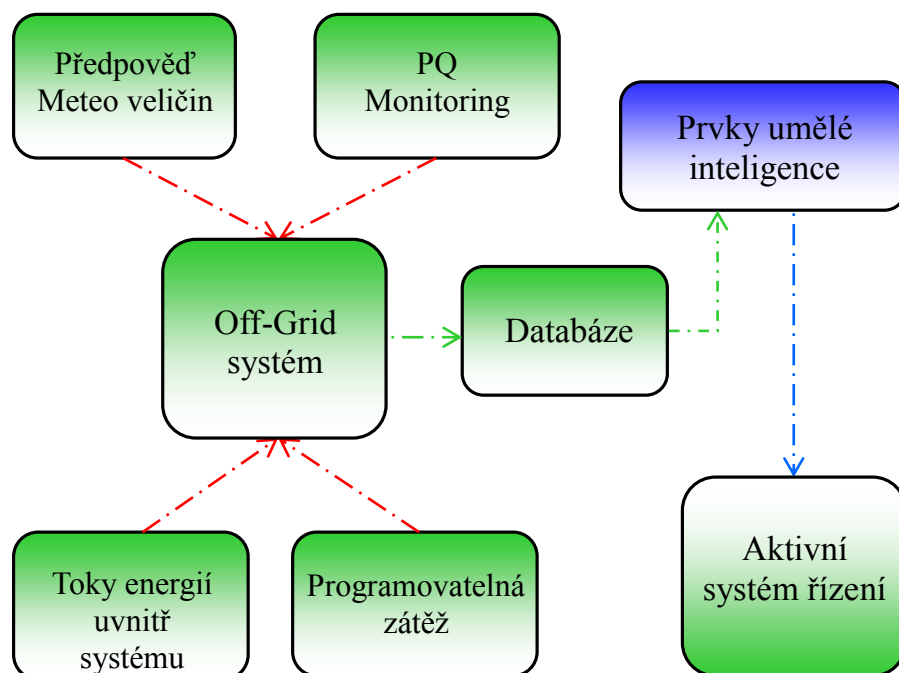
veličin je schopen vyhodnotit a následně uživatele informovat o technickém stavu jednotlivých zdrojů, jakož i stavu akumulční části systému. Zjednodušené schéma aktivního systému řízení pro řízení toků elektrické energie v Off-Grid systému je zobrazeno na obr. 4.

Aktivní řídicí systém za podpory moderních IT technologií doporučuje uživateli plán spotřeby, který vychází z databáze provozních stavů, analýzy spotřeby, hladiny nabití akumulátorů, z informací poskytnutých monitorovacím systémem, předpovědí relevantních meteorologických veličin a predikcí výroby a spotřeby. Samotný řídicí systém doporučuje dle algoritmu řízení spínat vybrané spotřebiče nebo jednotlivé napájecí silové napájecí okruhy a informuje uživatele o stavu jednotlivých zdrojů i celého systému.

Samotný vývoj Off-Grid systému vybudovaného v areálu VŠB-TUO může být rozdělen do třech základních kroků:

- Klasifikace toků energií
- Vytvoření scénářů chování
- Podrobení vytvořené databáze k testování

První etapa spočívala v dlouhodobém měření na vybraných objektech. Toto měření současně s měřením relevantních meteorologických a geomorfologických veličin vedlo k vytvoření standardizované databáze s klasifikací toků energií a sestavení typizovaného denního diagramu zatížení pro danou domácnost (rodinný dům).



obr. 4 Vývojové schéma pro aktivní systém řízení.

Takto vytvořený typizovaný denní diagram zatížení, společně s experimentálním měřením domácích spotřebičů slouží jako podklad pro nastavení programovatelné zátěže a implementací této zátěže do fyzikální platformy rodinného domu.

Druhá etapa představovala vytvoření různých scénářů chování vybraných objektů – toky energií uvnitř systému, které odpovídají situacím každodenního života. Následovala optimalizace provozu Off-Grid systému s respektováním specifických požadavků.

Mezi tyto požadavky patří:

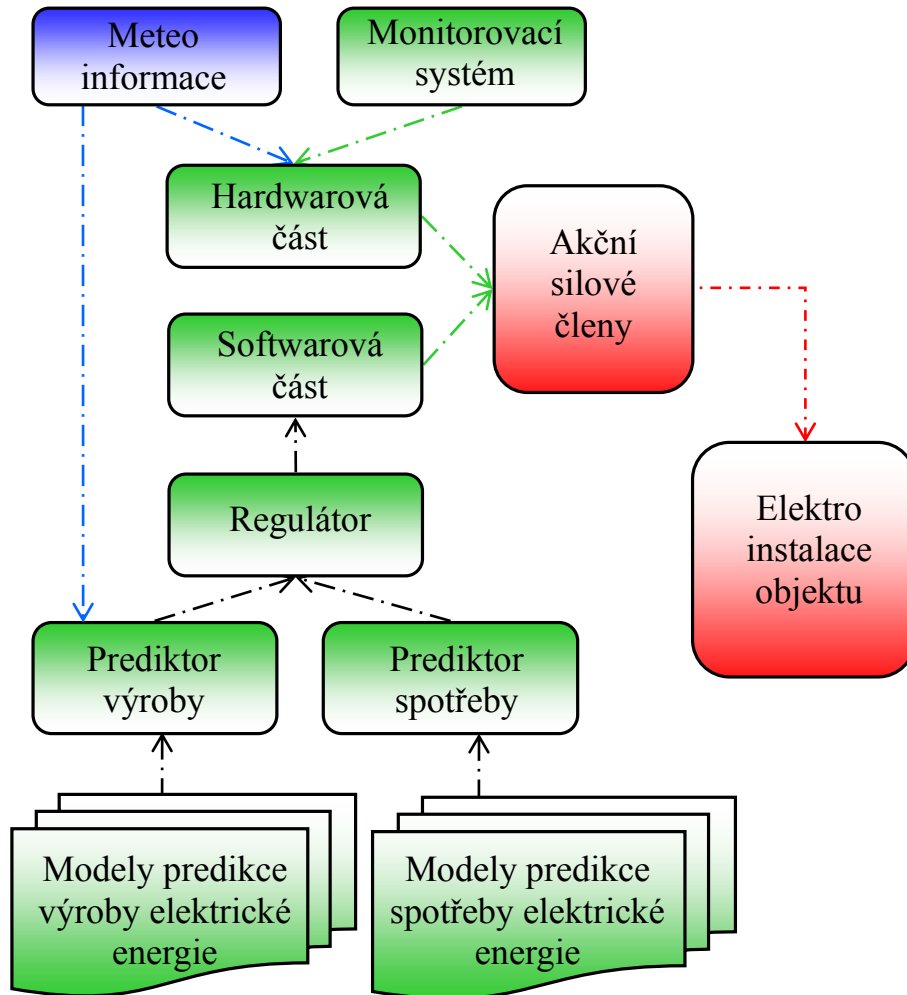
- Autonomní provoz
- Maximální využití obnovitelných zdrojů energie
- Bezpečnost a spolehlivost provozu

Jako podpůrnou informaci pro optimalizaci toků výkonů v energetické jednotce jsou využity informace z predikčního modelu výroby elektrické energie obnovitelných zdrojů. S využitím již vybudovaného detailního monitorovacího systému je sledován každý operátorský zásah ve formě zápisu do textového souboru včetně všech relevantních veličin.

V třetí etapě byla vytvořena ucelená databáze a ta byla následně podrobena testování pomocí prvků umělé inteligence s nalezením vazeb mezi jednotlivými veličinami. Cílem využití metod umělé inteligence je aplikace pro správu energetických toků s respektováním specifických požadavků uvedených výše. Samotnému použití metod umělé inteligence předcházela testovací provoz k případnému zjištění možných nedostatků.

Aktivní systém řízení s podporou metod umělé inteligence realizuje dílčí kroky, přičemž operátor vyhodnocuje odchylku reakčního zásahu systému řízení od požadované hodnoty. V současné době probíhá testování energetické jednotky s použitím aktivního systému řízení společně s vyhodnocením dosaženým výsledků.

Na obr. 5 je znázorněno spojení aktivního systému řízení s fyzikální platformou energetické jednotky. Zdrojová část může být doplněna o benzinový/dieselový/LPG agregátem, popř. mikrokogenerační jednotkou pro situace, kdy nebude dostatek disponibilní energie z obnovitelných zdrojů a akumulčních baterií. Tomuto stavu se systém bude snažit vyvarovat určením priorit jednotlivým spotřebičům nebo jejich skupin a včasnému odpojení spotřebičů s nízkou prioritou. Na základě aktuálních meteo informací společně s predikčními modely výroby a spotřeby společně s aktuálními hodnotami reguluje systém toky energií uvnitř systému pomocí aktivních silových členů implementovaných do elektroinstalace objektu. Tento systém je možné po úpravě komunikačních technologií instalovat například do již existujících silových obvodů objektu s minimálními úpravami.



obr. 5 Blokové schéma aktivní energetické jednotky Off-Grid systému.