

Automatizace fotovoltaických elektráren

Dispečerské řízení je předepsaný požadavek pro elektrárny s instalovaným výkonem vyšším než 100 kWp, od 1 MWp je požadována U / Q regulace. Situace je složitější, když přidáváme novou fotovoltaiku ke stávající, či třeba k bioplynce nebo kogenerační jednotce. Na mnoha místech distributor povolí pouze omezený rezervovaný výkon, musí se řešit ¼ h maxima dodávky, pokud máme v systému baterii, můžeme odložit nejen spotřebu, ale i výrobu. S vhodnou automatizací můžeme využívat spotových cen elektřiny a být připraveni na komunitní energetiku. V článku jsou popsány jak obecné principy, tak i řešení společnosti Solar Monitor s.r.o.



Proč je automatizace potřeba?

Setkáváme se s tím, že automatizace větší fotovoltaické elektrárny se řeší až na poslední chvíli. V dnešní době je to pochopitelné – nejen proces povolování a samotný projekt silové části spolyká plno úsilí, ale při nedostatku komponentů přibývá ještě logistická zátěž. Bez „slaboproudé datařiny“ elektrárna sice fungovat bude, ale distribuce ji k distribuční síti nepřipojí.

Distributor stanovuje podmínky, za kterých toto připojení povolí. Dispečerské řízení kvůli možnému přetížení sítě, krajně až kvůli prevenci blackoutu, někde distributor požaduje omezení dodávaného výkonu do distribuční sítě, někde si vypomáhá jalovým výkonem k regulaci napětí. Legislativně je zakotveno dispečerské řízení pro výroby nad 100 kWp, nad 1 MWp je

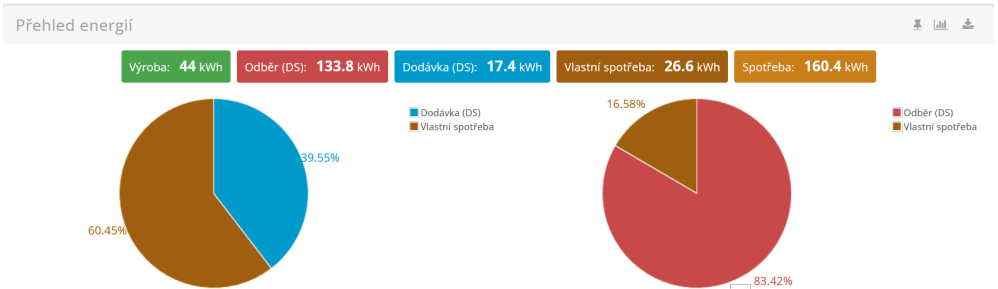
to pak požadavek tzv. U / Q regulace. Jiné podmínky dává ČEZ, jiné EG.D.

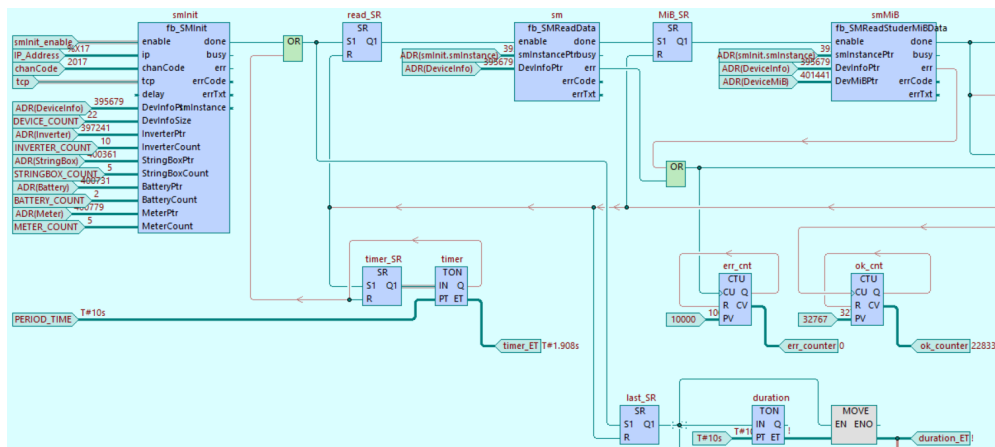
A jak jsou na tom menší výroby? Ať již optimalizují spotřebu, odkládám ji nebo řeším priority odběrů či nabíjení a vybíjení baterie, případně podle spotových cen, ke všemu je potřeba mít nějaké řízení.

Jaké úkoly je třeba vyřešit?

Pokud máme jen jednu střechu a hlavní rozvaděč poblíž, jedná se poměrně o jednoduchou instalaci. Složitější je to, když je v areálu několik objektů, třeba i se stávající fotovoltaikou, kogenerační jednotkou či bioplynkou. Nebo pokud jsou propojeny VN vedením. Každá technologie je obvykle od jiného výrobce, distributor požaduje údaje o čisté výrobě, bez spotřeby objektu, navíc přijímač HDO, umístěný obvykle

Obr. 1 Přehled energií vlastní spotřeby





u trafostanice, může být i bez přístupu na lokální síť a je potřeba data i tak přenést.

Pokud mám omezený rezervovaný výkon, musím se vypořádat se ¼ h regulací přetoků, jinak bude majitel penalizován. Distributor změří energii, dodanou za 15 minut a rozpočítá ji na průměrný výkon. Jestli ještě neproběhlo první paralelní připojení (PPP), je potřeba dodržet tzv. technologický přetok – takový, který když se rozpočítá na 15 minutový interval, tak nepřesáhne 1% instalovaného výkonu. Zdá se, že to ve většině případů bude jednoduché, ale odstávka linky při změně výroby či neočekávaná provozní údržba jsou v tomto případě čarou přes počep. Výkon musím navíc regulovat plynule, a nejen po několika stupních, jak to postačuje pro dispečerské řízení. A abych současně vyhověl i dispečerskému řízení, musím řešit otázku priorit povelů – v tomto případě je vždy potřeba vybrat nižší výkon.

Pokud mám ve Smlouvě o připojení stanoveno, že mám zajistit komunikační jednotku, musím řešit třeba i kybernetickou bezpečnost.

Bateriové úložiště

Abych lépe využil elektřinu vyrobenou v objektu, mohu použít bateriové úložiště. Pro malé kapacity je obvyklý hybridní stři-

dač s baterií, větší úložiště se většinou připojují samostatným střídačem přes tzv. AC coupling. Střídač je použit skoro stejný, jen nemá část pro DC vstup stringů z panelů.

Obvykle vychází procento vlastní spotřeby (část vyrobené elektřiny, kterou spotřebují přímo v objektu) u systémů bez baterie do 35 %, s baterií až 70 i více %. Investice do bateriového úložiště mi kromě odložení spotřeby (např. posun nahřívání bojleru do intervalu, kdy elektřinu vyrábí fotovoltaika) přidá také možnost odložení výroby – elektřinu budu moci spotřebovat později, než jsem ji vyrobil, např. večer nebo když je potřeba překlenout a snížit nárazové odběry. Takovému chování se říká peak shaving (holení vrcholů). Dá se toho využít i pro snížení hodnoty jističe odběrného místa, kdy ve chvílích zvýšeného odběru přidám k proudu z distribuční sítě ještě proud z baterie, což třeba pro rozjezd točivých strojů stačí.

Dále tu jsou spotové ceny. Kromě nabíjení, když je cena elektřiny nízká, případně vybíjení s následnou dodávkou, kdy je cena vysoká, tu byl již několikrát i časový úsek záporných cen, kdy se za odběr dokonce platilo. V tu chvíli je vhodné, aby za takových podmínek elektrárna raději do sítě nedodávala. A takových situací se zdá, že bude přibývat.

Obr. 2 Funkční bloky v jazyce ST



Je vidět, že v těchto případech je ekonomicky účelné regulovat i klasickou elektrárnu, která jen dodává do sítě.

M2M brána

Pokud je v objektu již stávající MaR, sloužící sice k jinému účelu, ale nově je tu požadavek na integraci fotovoltaiky nebo pokud chci použít nějaké unifikované řešení, potřebuji rozhraní, které mi zpřístupní technologii fotovoltaiky a umožní její řízení. Implementovat pokaždé, když přijdu k jiné technologii, jinou komunikaci zabere dost času, zejména při testování a ošetřování chybových či nečekaných stavů, co brání soustředit se na vlastní aplikaci.

```
-- PID Control Constants (defined by user)
Kp = 0.4;
Ki = 0.15;
Kd = 0.02;
Output_Min = 0;           -- Min power
FilterCutoff = 10.0;     -- Hz

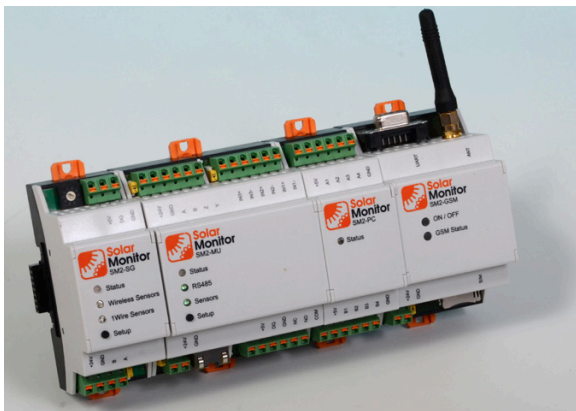
--Utility functions
-- Set Analog Output Value based on range and percentage of the desired output
function SetAnalogOutputValue(ad_id, range, output_percentage)
    local output_value = range[] * ((range[] - range[1]) * output_percentage);
    return sm_SetAnalogOutput(ad_id, output_value);
end

-- compute sum of inverter power
function GetTotalInvsPower(inv_IDs, pwr_var_name)
    local total_power = 0;

    for i = 1, #inv_IDs do
        local inv_power = sm_GetDeviceValue(inv_IDs[i], pwr_var_name);
        if inv_power ~= NIL then
            total_power = total_power + inv_power;
        end
    end

    return total_power;
end
```

Obr. 3 Skriptovací jazyk Lua



Obr. 4 Modulární systém společnosti Solar Monitor

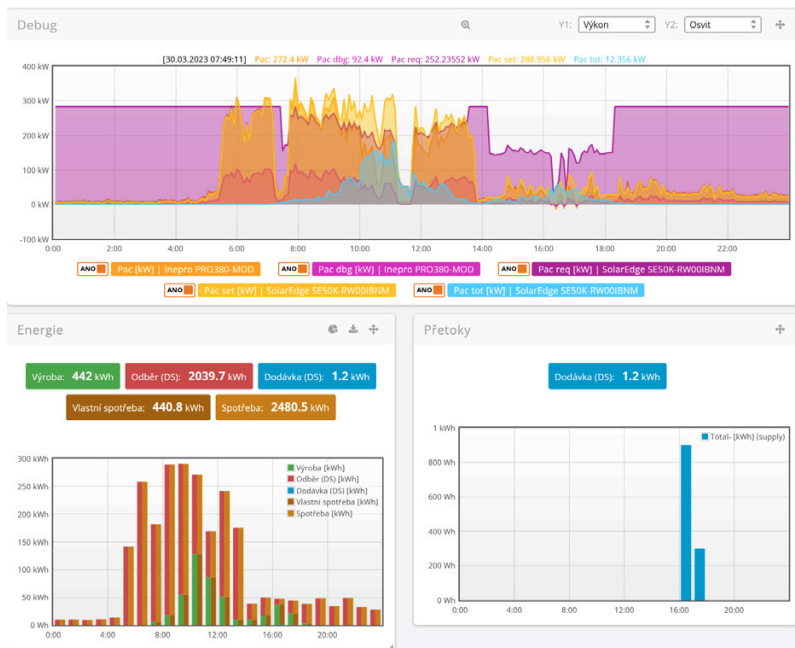
Pokud mám bránu, která tyto věci řeší za mne, pak mám tuto práci ušetřenu. Společnost Solar Monitor reaguje i na změny firmware v podporovaných zařízeních a vydává nové verze firmware pro svá zařízení. Navíc je k dispozici i knihovna pro programovatelný automat, která nasazení ještě více zjednodušuje. Integrátor pak jen použije předpřipravené funkční bloky. Knihovna je napsaná v jazyce ST, podle normy IEC 61131-3. V současnosti je k dispozici implementace pro kolínský Foxtrot firmy TECO a.s. a pro systém Codesys, který je použit např. v zařízeních Wago, Beckhoff a lze ho nasadit i v Raspberry Pi.

Společnost Solar Monitor vyrábí komunikační bránu pro obnovitelné zdroje, která disponuje i skriptovacím jazykem Lua a tak je možné její chování přizpůsobit konkrétní instalaci.

Výhodou tohoto řešení je jednoduchost, a hlavně rychlost nasazení. Pokud jsou použité technologie podporovány, je nasazení dispečerského řízení velmi rychlé.

Zařízení má svůj webový server, který slouží ke konfiguraci i ke kontrolnímu zobrazení hodnot sledovaných zařízení. Po prvním zapnutí se spouští průvodce instalací, který v 7 krocích rychle provede základní instalaci. K dispozici mám 2 sériová (RS485 / RS232) a 1 síťové (LAN) rozhraní. Pro každé rozhraní mohu vybrat až ze 70 ovladačů, které na příslušné sběrnici umí vyhledat připojená zařízení a poté z nich získávají data a mohou je i ovládat – nastavit nabíjecí / vybijecí proud baterie, úroveň přetoků, velikost činného a jalového výkonu. Dále jsou zařízení přístupná přes M2M rozhraní – Modbus, snmp a xml (http GET, POST a PUT a pro webové služby xml zapouzdřené v SOAP obálce).

Modbus se používá v MaR, zejména v komunikaci s programovatelnými automaty (PLC). Je to sice protokol z roku 1970, ale pro snadnost implementace se stále používá, dnes je již k dispozici i specifikace zapouzdření se šifrováním. Univerzálnost rozhraní



Obr. 5 Plynulá regulace na technologický přetok

jednotky Solar Monitor je v tom, že rozdělením adresového prostoru do bloků, známých z normy Sunspec, je docíleno toho, že mohou komunikovat jak s různými třídami objektů, tak mohou mít v rámci třídy různé objekty (např. int32 nebo float implementace bloku střídače) a proměnné v bloku mám rozděleny na mandatorní a volitelné. Pro volitelné pak poskytují NaN hodnoty, které jsou definované pro každý datový typ zvlášť, tedy nejen float32 NaN. Použitím bloků je zajištěna dopředná i zpětná kompatibilita nadřazené aplikace. V PLC tedy podporují i ta zařízení, která ještě ani nebyla vytvořena. Stačí když k adresovému prostoru budu přistupovat po blocích. Pro ta PLC, která nedisponují obecným Modbus dotazem (takovým, kdy mohou zadat různou adresu a délku bloku proměnných za běhu programu), jsou připraveny bloky, které mohou naplnit Lua skriptem kombinací či výpočtem ze všech údajů, co má systém k dispozici. Pokud vytvořím Lua skriptem v datech nějakého obsluhovaného zařízení

novou proměnnou, okamžitě získávám její vizualizaci v cloudu.

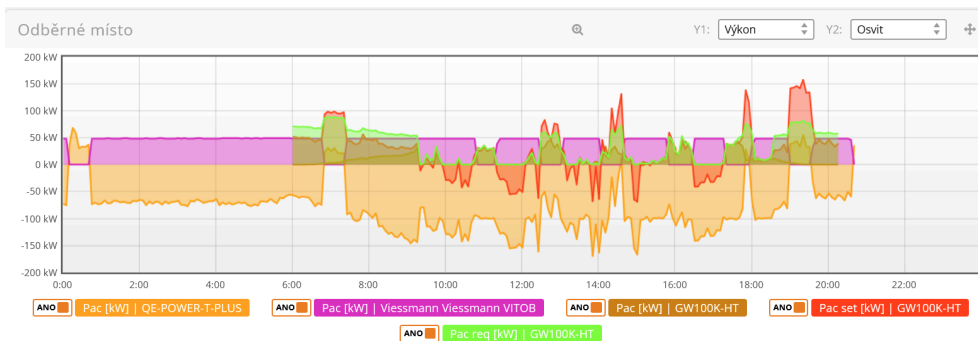
Snmp protokol se používá v IT a telekomunikačním průmyslu ke správě zařízení. Většinou jsou pod kontrolou jen aktivní prvky a pokud jim vypadne napájecí zdroj, tak už není co sledovat. K popisu komunikace slouží MIB soubor (Management Information Base), který použijí pro klienta (obvykle snmp browser), který si poté rozumí se serverem (agentem) v zařízení. Brána v tu chvíli pracuje jako snmp proxy s periodicky aktualizovanými daty. Server je implementovaný ve verzi 1, v2c i 3, která již pracuje s šifrováním.

Xml je univerzální formát používaný ve webových technologiích, podrobněji se o něm dočtete v řadě jiných zdrojů. Zde je přenášén protokolem http.



Hardware

Systém je modulární, pokud je pro aplikaci potřeba více vstupů, výstupů či přidat něja-



Obr. 6 Omezení rezervovaného výkonu

kou komunikaci (GPRS, LTE Cat M1, NB-IoT), je možné připojit různé rozšiřující moduly. Pokud nestačí sběrnice pro připojená zařízení nebo pokud jsou objekty od sebe vzdáleny, je možné použít více jednotek a data nazrcadlit do centrální jednotky.

Solar Monitor je autorem jak firmware, tak hardware, proto je možné např. doimplementovat podporu nějakého zařízení či vyvinout další rozšiřující modul.

Příklady

Na obrázku 5 je ukázka plynulé regulace na technologický přetok.

Modře je vidět výkon střídače, oranžově odběr z distribuční sítě, fialově je představen požadavek na regulaci výkonu střídače. Je vidět, že v přestávce mezi 11:30 a 11:45 byl výkon střídače výrazně zredukován.

Na obrázku 6 je příklad komplexní instalace, kde je v areálu 48 kW kogenerační jednotka (KGJ), stávající (připojená) fotovoltaika 60 kWp, nová fotovoltaika 100 kWp a ještě bateriové úložiště.

KGJ je fialově, žlutě je průběh odběru / dodávky na předávacím místě, červeně je požadavek na výkon střídače a zeleně je výstup regulátoru.

Je vidět, že střídač se doplňuje s kogenerační jednotkou.

A do budoucna?

Čím více subjektů si pořizuje baterie, tím více kapacity je pro uložení elektřiny v ur-

čitěm území. Místo používání drahých závěrných elektráren by se i jejich kapacita dala využít. Muselo by to být ovšem pro obě zúčastněné strany ekonomicky výhodné. Výrobce elektřiny by mohl dávat svoji bateriovou kapacitu k dispozici, případně velikost disponibilní kapacity měnit podle toho, zda ji bude potřebovat pro sebe nebo ten den zrovna ne. Čekají nás elektromobily, to je jednak další úložná kapacita, ale i vyšší potřeba elektrické energie. Elektromobily bude potřeba dobít, a to ne najednou, ale postupně tak, jak to distribuční síť umožní.

Máme tu komunitní energetiku. Pokud by hodně subjektů přenášelo distribuční síť silovou elektřinu, nastala by situace jako když potřebujete vjet na silnici s hustým provozem. Navíc taková silnice musí regulovat odchylku, tj. musí zajistit, aby v každém okamžiku součet spotřeb odpovídal součtu dodávek. Mnohem lepší by bylo, kdyby odběry odpovídaly dodávkám již v rámci energetické komunity – např. vytápění bazény by mohlo být párováno na fotovoltaiku provozovatele v jiné části města.

Pokud zde bude vůle, čeká nás podle mého názoru energetická revoluce.

Solar Monitor s.r.o.

Žižkova 562, 511 01 Turnov

Tel.: +420 481 313 661

E-mail: sales@solarmonitor.cz

www.solarmonitor.cz