

Jiří Roubal, Senior Specialist, Divize výrobků a systémů pro energetiku, ABB s.r.o.

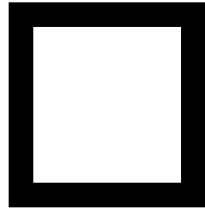
Akumulace elektrické energie

2. trendy evropské energetiky – Praha 2011

Národní technické muzeum, 23. – 24.května 2011

Kvíz

Dá se elektrické energie skladovat?



ANO



NE

Kvíz

Co mají tyto obrázky společného?



Akumulace elektrické energie

Příklady realizovaných projektů



PVE Dlouhé Stráně, ČEZ
Místo: Jeseníky, Česká republika



BESS (Battery Energy Storage System), GVEA
Místo: Fairbanks, Aljaška, USA



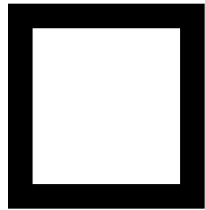
DC Rychlonabíjecí stanice Hermes + Citroen C-Zero
Místo: kdekoliv

Kvíz

Dá se elektrická energie skladovat?



ANO



NE

Akumulace elektrické energie

Úvodem

- **Akumulace elektrické energie** – jedno z velkých témat energetiky současnosti i budoucnosti:
 1. **Jaderná fúze** (a její použití při výrobě elektrické energie)
 2. **Supravodivost** (při pokojové teplotě)
 3. **Vodíková energetika** (a její komerční využití)
 4. **Akumulace elektrické energie** (bez výhrad)
- **Akumulace elektrické energie** – jeden z významných aspektů konceptu **Smart Grids**
- **Akumulace elektrické energie** – zboření jednoho mýtu ne jen pouze jako důsledek technologického pokroku, ale také díky akceptaci ceny za jeho využití...
- Zařízení **akumulující elektrickou energii** – veskrze pozitivně působící prvek energetických sítí...

Co jsou to Smart Grids?

Evropský pohled

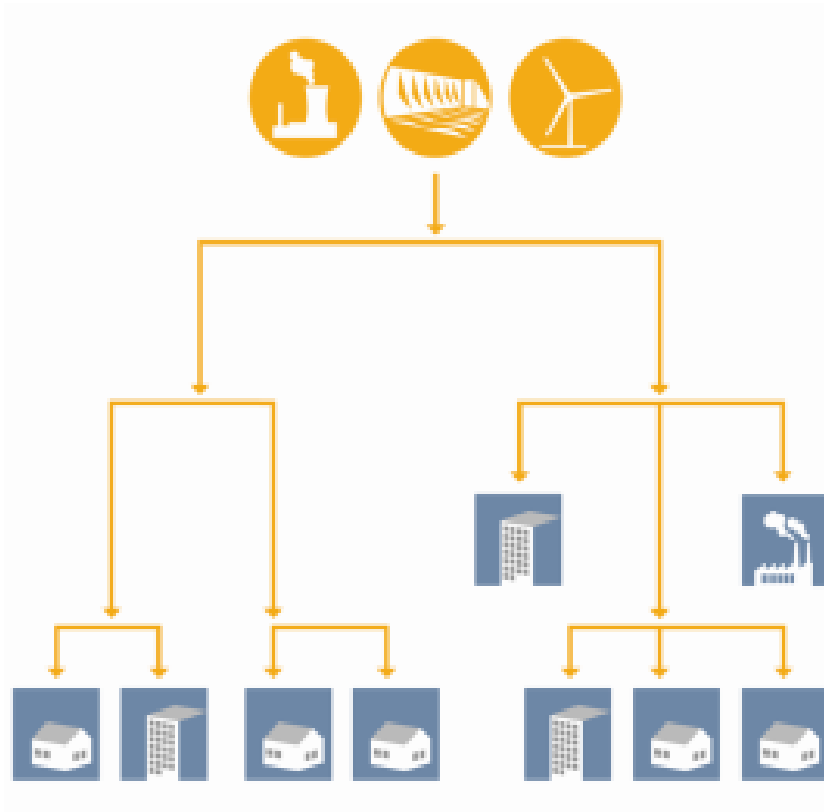
Smart Grid je elektrická síť, která umí sofistikovaně integrovat veškeré funkce všech připojených zařízení – generátorů i spotřebičů tak, aby byla zajištěna efektivní, ekonomická a bezpečná dodávka elektrické energie.

Zdroj: Evropská technologická platforma Smart Grids



Od tradiční sítě ke Smart Grids

Od tradiční sítě...



Zdroj: ABB

- Centrální výroba
- Jednosměrný tok výkonu
- Výroba sleduje poptávku
- Řízení a plánování „shora – dolů“
- Řízení a plánování především na základě historických zkušeností

Od tradiční sítě ke Smart Grids

... ke Smart Grids



Zdroj: ABB

- Centrální i distribuovaná výroba
- Přerušovaná a těžko predikovatelná výroba v OZE
- Obousměrný tok výkonu
- Spotřeba sleduje (do jisté míry) výrobu
- Spotřeba je nedílnou součástí operativního řízení
- Řízení a plánování především na základě real-time informací

Akumulace elektrické energie

Proč potřebujeme elektrickou energii akumulovat?

- Vyrábíme elektrickou energii v **problematicky** (z různých důvodů) **regulovatelných zdrojích** – jaderné elektrárny, zdroje s povinným výkupem (OZE)
- Vyrábíme elektrickou energii i **v době**, kdy pro ní není uplatnění – fotovoltaika, větrné elektrárny
- Potřebujeme využít akumulované elektrické energie k pokrytí **spontánně vzniklé spotřeby** – špičkový zdroj
- Potřebujeme vytvořit **lokální zásobu elektrické energie** – krátkodobá záloha pro překlenutí výpadku hlavního zdroje nebo nadřazené sítě
- Potřebujeme **odebrat** či **dodat** elektrickou energii **v jiné době**, než ji chceme (můžeme) **využít** (spotřebovat) / **vyrobit**, a to z různých důvodů – principiálních (elektromobily), technických a obchodně technických (výroba v OZE, zdroj s podpůrnými službami, ...)

Základní otázka

Jak tedy lze elektrickou energii akumulovat?

- energii střídavého 3F proudu energetické sítě přímo **ne**, energii stejnosměrného proudu **ano**
- Ukládá se tedy
 - **Energie stejnosměrného proudu – přímé zásobníky** elektrické energie
 - **Jiná forma energie**, do které se energie střídavého nebo stejnosměrného proudu mění pro **nepřímé zásobníky** elektrické energie
- Až několik výjimek většina systémů akumulace vyžaduje před uložením elektrické energie její **přeměnu** z energie střídavého proudu na energii proudu stejnosměrného (a při jejím využití naopak)
- Výjimkami jsou především principy akumulace, kde jsou vstupem a výstupem klasické rotační motory a generátory nebo je využívána některá z forem ukládání tepelné energie

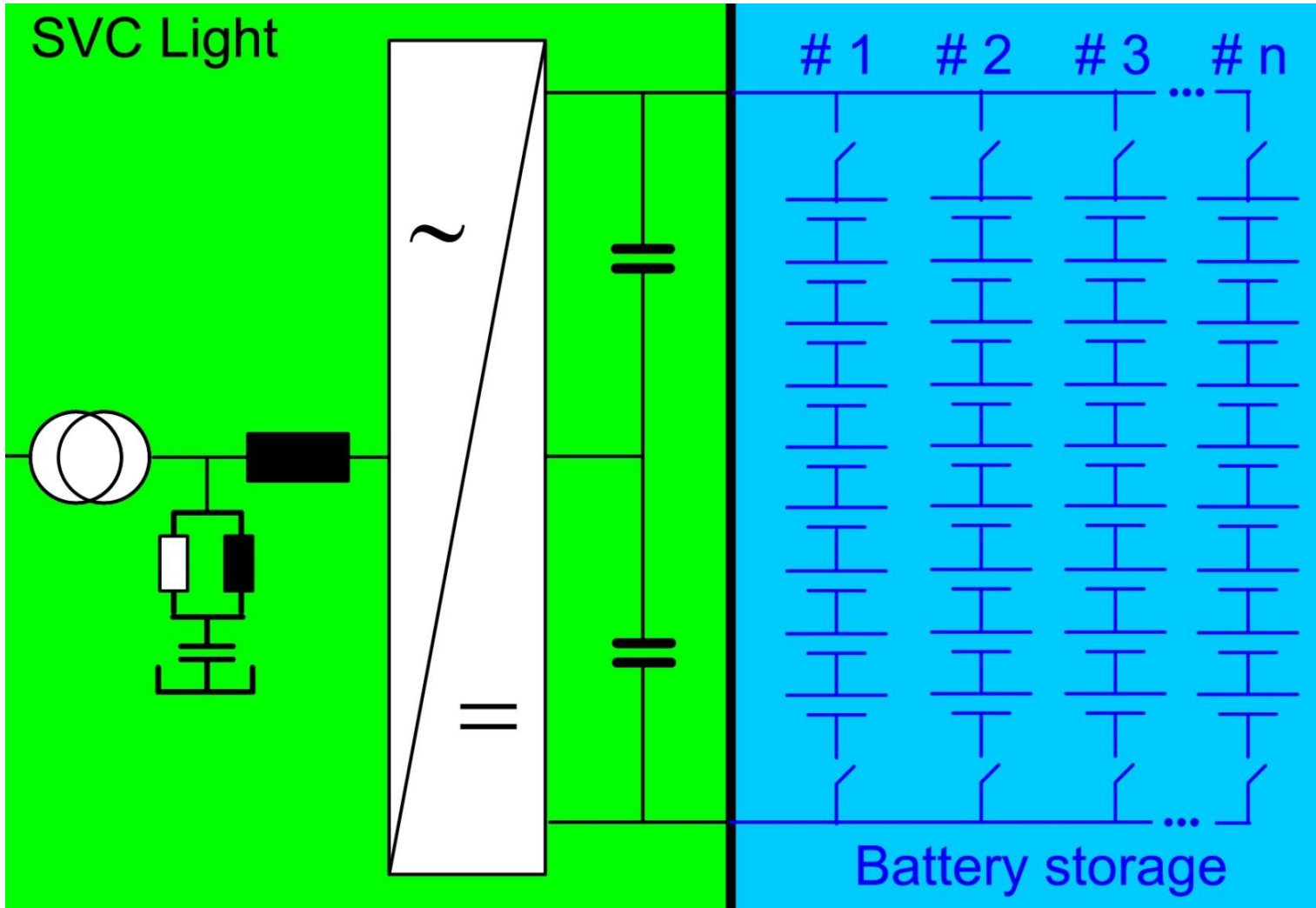
Principy akumulace energie

Přehled nejčastěji používaných metod akumulace

- Tepelná – **klasické či přírodní materiály** (pevné materiály, slané roztoky), **moderní materiály a technologie** (roztavená sůl, eutektické systémy)
- Mechanická – **kinetická** (setrvačníky, klasické či kompozitní materiály, doplněné dalšími hi-tech technologiemi – magnetická ložiska, vakuum), **potenciální** (přečerpávací vodní elektrárny), **tlaková** (akumulace stlačeného vzduchu)
- Elektrická – **kondenzátory a superkondenzátory, supravodivé technologie**
- Elektrochemická – **klasické akumulátory** s různými systémy elektrolytů a elektrod, **elektrochemické palivové články, palivové články**
- Chemická – **vodík**

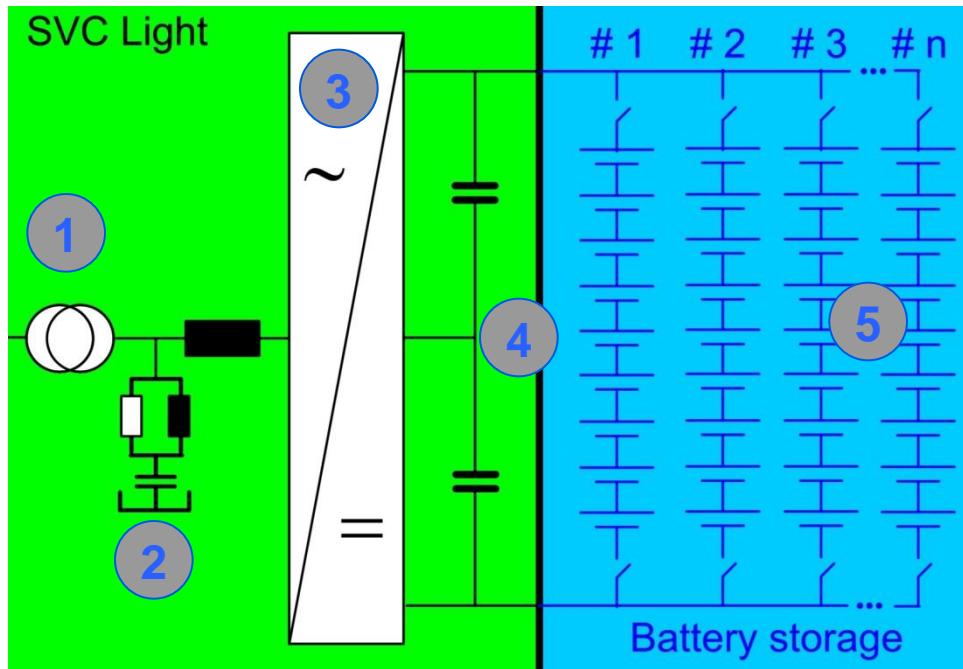
Zásobník SVC Light[®]

Principiální schéma zásobníku



Zásobník SVC Light[®]

Popis jednotlivých komponent



- 1 Oddělovací (regulační transformátor)
- 2 Filtrace
- 3 Řízený usměrňovač a střídač
- 4 Kondenzátory (pro funkce zdroje Q)
- 5 Akumulace stejnosměrného proudu (zdroj P)

Zásobníky

Komerčně nabízené typy

- Škálovatelná řešení:
 - **Dle napětí** (nn, vn a 130kV, vyšší napětí je možné – od 60kV nutný transformátor)
 - **Dle funkce**
 - Zdroj P
 - Zdroj Q (kompenzátor)
 - Zdroj P a Q
 - **Dle použitých elektronických prvků**
 - **IGBT** - bipolární tranzistor s izolovaným hradlem, s vypínacím výkonem až desítky MW
 - **IGCT** – tyristor s vypínacím hradlem (další generace po GTO tyristorech)
 - **Dle použité technologie akumulace**
 - Různé druhy akumulátorů (Lead-Acid, Li-ion, Ni-Cad, Zinc Bromine a Zinc-Air, NaS)

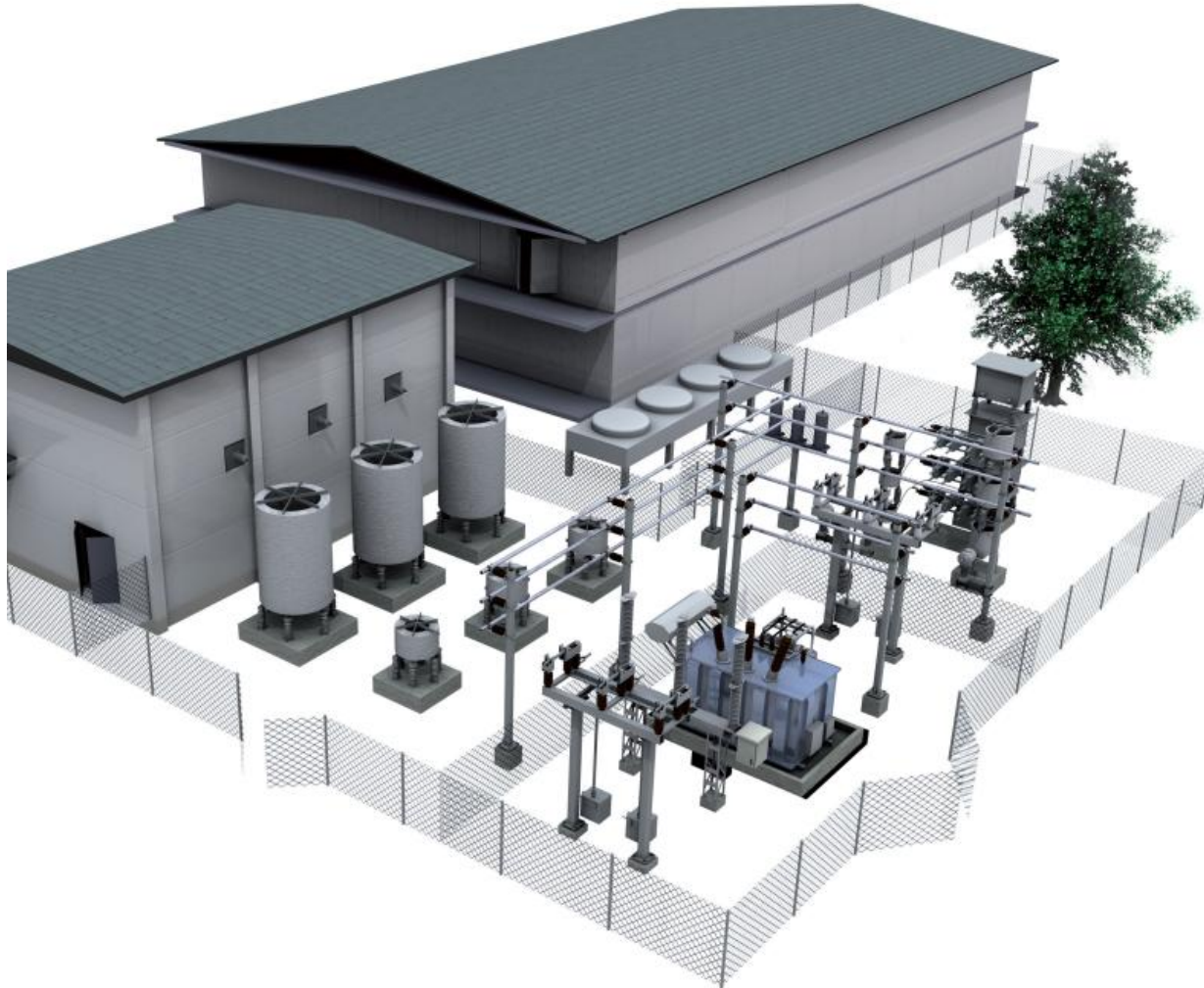
Zásobníky

Řídicí systém

- Komplexy zásobníku jsou vybaveny **řídicím systémem** s komplexem funkcí **monitorování, řízení, chránění a automatizace**
- Realizované funkce:
 - Interní řízení funkcí zásobníku, včetně monitoringu všech jeho komponent
 - Externí funkce řízení umožňující realizaci **podpůrných služeb** (v režimu dodávky):
 - Regulace P/f
 - Regulace U/Q
 - Případně i dalších (software)
 - Funkce řízené spotřeby (v režimu akumulace)
 - Externí komunikace
 - Komunikace pro funkce dálkové správy, diagnostiky a údržby
 - Realizovaný koncept úplného chránění na straně AC i DC, plná výbava ochranných funkcí na straně připojení k distribuční síti

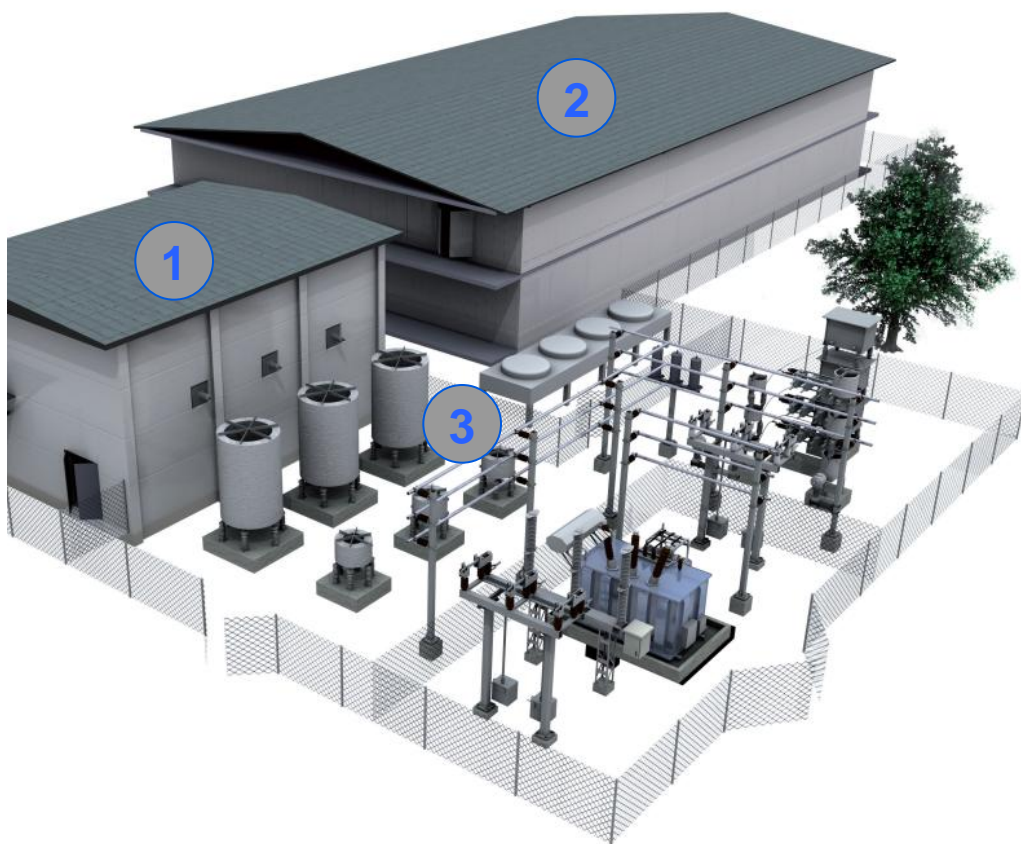
Zásobník SVC Light®

Pohled na zásobník pro síť 130kV



Zásobník SVC Light®

Příklad komerčně nabízeného řešení



- 1 Budova usměrňovače/střídače, technologie IGBT (**SVC Light®**), kondenzátory (zdroj Q)
- 2 Budova akumulátorů (akumulace P)
- 3 Vnější plocha – filtrace, transformace, vyvedení výkonu

Parametry

- Napětí distribuční sítě 130kV
- Trvalá jalová dodávka +/- 30 MVar
- Špičková činná dodávka 30MW
- Zastavěná plocha 3000m²

Zdroj: ABB

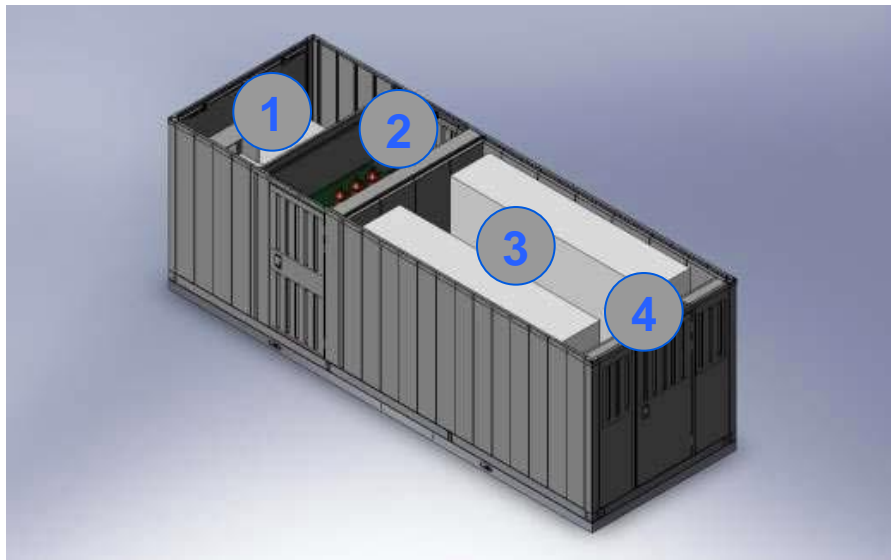
Zásobník DES

Pohled na zásobník pro síť nn a vn (do 40kV)



Zásobník SVC Light[®]

Příklad komerčně nabízeného řešení vn (nn)



Zdroj: ABB

- 1 Rozvaděč vn (volitelně)
- 2 Transformátor (volitelně)
- 3 Akumulátory a usměrňovač/střídač
- 3 Řídicí systém

Parametry

- Napětí distribuční sítě 120V – 40kV na fázi, 1F nebo 3F
- Max výkon 2MW
- 50 nebo 60Hz

Zásobníky

Významné komponenty řešení usměrňovače a střídače

StakPack®

IGBT Power Electronics Building Block



Zdroj: ABB

Power Electronics Building Block je elementární konstrukční prvek, obsahující IGBT tranzistor s výkonovými kontaktními vstupy a výstupy, umožňující jejich sestavování do sériového řetězce na odpovídající napětí (max cca 60kV)

Sériový řetězec IGBT tranzistorů

Zdroj: ABB



SVC Light®

STATCOM (statický kompenzátor) řešení

Zásobník SVC Light®

Bateriový modul



Zdroj: ABB

SAFT

Bateriový modul

Akumulace v elektromobilech

Nabíjecí stanice pro elektromobily



Nabíjecí stanice pro elektromobily

Privátní, firemní i veřejné použití



Zdroj: ABB

Stanice pro **rychlé stejnosměrné** nabíjení elektrických vozidel

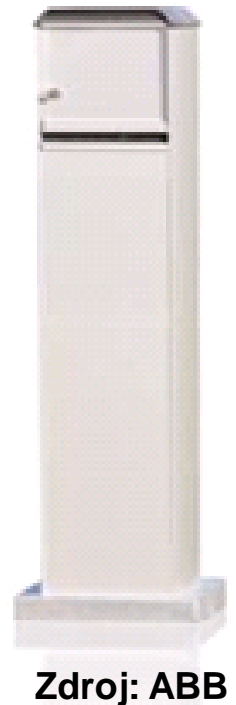
- dobíjecí rozsah více než 100 km za 15 minut
- srovnatelné s čerpáním běžného paliva
- 50 kW, 100 kW a 200 kW
- síťové napájení 3x400 V 50 Hz
- výstup 50-600 V DC, 0-200 A
- CHaDeMo připojení

Řízení nabíjecího procesu je součástí nabíjecí stanice

Stanice pro **pomalé střídavé** nabíjení elektrických vozidel

- dobíjecí rozsah více než 100 km za 4 – 7 hod
- středně rychlé dobíjení za 1 – 2 hod
- síťové napájení 230/400 V 50 Hz

Řízení nabíjecího procesu je součástí elektromobilu



Zdroj: ABB

Příklady realizovaných projektů

Golden Valley Electric Association (GVEA), Aljaška

- Zásobník špičkové elektrické energie **BESS** (Battery Energy Storage System) pro distribuční společnost **GVEA, Fairbanks, Aljaška, USA**
- Použití jako přechodná záloha pro překlenutí doby od výpadku přívodního vedení do oblasti do startu záložních generátorů v zimním období, kdy teploty klesají až k -40°C . Veškerá infrastruktura (voda, odpady a další) je vyhřívána elektrickými kabely a v extrémních (zejména nočních) mrazech může doba od výpadku nadřazené sítě do startu generátorů způsobit její zamrznutí.

Zásobník pro distribuční systém

Golden Valley Electric Association (GVEA), Aljaška

- Zásobník DC elektrické energie je tvořen 13 760 nikl – kadmiovými články výrobce **AB Saft**. Články jsou vyrobeny vesměs z recyklovaného materiálu
- Společnost **ABB** dodává kompletní infrastrukturu pro nabíjení, vybíjení a převod AC/DC/AC – konvertor s **IGCT** tyristory, včetně kompletního systému monitorování, řízení, chránění a automatizace nabíjení a vybíjení a přechodu mezi nimi a také část napojení do stávajícího distribučního systému, včetně příslušného transformátoru.
- Parametry zásobníku při spotřebě jsou **40MW po dobu 6-7 minut, 27 MW po dobu 15 minut**

BESS GVEA

Souhrnné parametry

- Zásobník: **BESS GVEA, Fairbanks, Aljaška, USA**
- Provozní podmínky: **-52°C až +32°C**
- AC strana: **138kV / 187A / 59 – 60.5Hz**
- Maximální AC výkon: **46 MW**
- DC strana (baterie): **3440 – 5200 V / 1200A**
- Řídící systém DC: **ABB PSR II** (Programmable High Speed Controller) s zajišťující veškeré funkce monitorování, řízení, chránění a automatizace baterie, konvertoru.
- Řídící systém AC: **ABB MicroScada** zajišťuje veškeré funkce napojení zásobníku do distribučního systému, včetně specifických režimů (Spinning Reserve, Automatic Scheduling, Support for Scheduled Load Increase, Automatic Generation Control, Var Support, Power System Stabilizer, Charging, Discharge Test)

BESS GVEA

Klíčové části zásobníku



Tyristory konvertoru



Výstupní transformátory 3x1f



Bateriový modul AB Soft



Hala akumulátorů AB Soft

Zdroj: ABB

Příklady realizovaných projektů

NYPA Garden City Storage

- Zásobník elektrické energie **BESS** (Battery Energy Storage System) pro napájení **plnicích stanic zemního plynu** autobusové společnosti **Metropolitan Transit Authority Long Island Bus Company (LIB)**
- BESS vybudoval a provozuje lokální distributor **The New York Power Authority (NYPA)**
- Použití jako systém akumulace, který se nabíjí v době, kdy NYPA poskytuje výhodný tarif (v noci) a slouží jako zdroj pro provoz plnicích stanic přes den. Dříve LIB provozoval plnicí stanice v noci a využíval standardní noční tarif poskytovaný NYPA. Úspora byla ale z jisté části devalvována zvýšením nákladů na obsluhu (práce v noci). Díky vybudování BESS nyní může distributor NYPA řídit nabíjení podle svých požadavků, což mu umožnilo nabídnout LIB speciální, ještě výhodnější tarif, a LIB může provoz plnicích stanic orientovat do pro něj nejvýhodnější doby s ohledem na náklady na jejich obsluhu.

Zásobník pro zákazníka distribuční společnosti NYPA Garden City Storage

- Zásobník DC elektrické energie je tvořen 320-ti NaS bateriemi, každá se setává z 320 článků
- Společnost **ABB** dodává kompletní infrastrukturu pro nabíjení, vybíjení a převod AC/DC – standardní konvertor s **IGBT** tranzistory, typ **PCS**, včetně základního systému monitorování, řízení, chránění a automatizace nabíjení a vybíjení a přechodu mezi nimi a také část napojení do stávajícího distribučního systému, včetně příslušného transformátoru.
- Parametry zásobníku: **1MW po dobu 6,5 hodin**

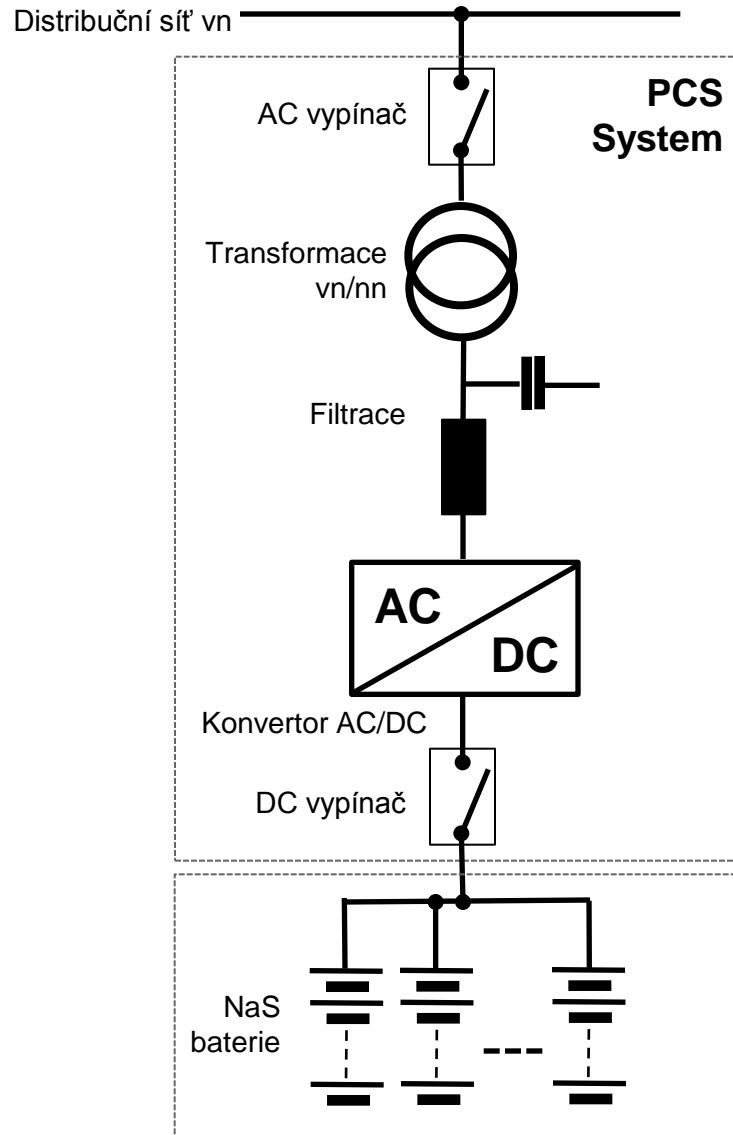
NYPA Garden City Storage

Souhrnné parametry

- **Zásobník: NYPA Garden City Storage, Garden City, Long Island, New York**
- **Maximální AC výkon: 1 MW**
- **Maximální kapacita: 6,5 MWh**
- **Dodavatel NaS baterie: NGK Insulators, Ltd, Nagoya, Japan**

NYPA Garden City Storage

Elektrické zapojení



NYPA Garden City Storage

Významné aspekty projektu



Garden City – zahradní město



Ekologická doprava, autobusy na stlačený zemní plyn



Jednotky PCS (AC/DC) s filtry

Zdroj: ABB

NYPA Garden City Storage

Okolnosti realizace

- Typický příklad uplatnění synergického efektu, skutečné win/win řešení pro oba partnery – odběratele (LIB) i distributora (NYPA) – naplnění základních principů konceptu Smart Grid
- Pilotní R&D projekt, financovaný širokou skupinou účastníků:

American Public Power Association's DEED program

CEA Technologies Inc.

Consolidated Edison Company of New York, Inc.

Electric Power Research Institute

EnerNex Corporation

FirstEnergy Corp.

Hydro One

Hydro-Quebec

Long Island Power Authority

Metropolitan Transportation Authority Long Island Bus

Natural Resources Canada

New York Independent System Operator

New York State Energy Research and Development Authority

Public Service Electric and Gas Company

San Diego Gas & Electric

Sandia National Laboratories

Southern Company

Tennessee Valley Authority

United States Department of Energy

Závěr

- Využití moderních systémů akumulace elektrické energie tvoří významnou součást konceptu **Smart Grid**
- Uplatnění akumulace pokrývá funkce **bilančního řízení, zvyšování kvality parametrů sítě, koordinovaného využití skupin zdrojů, ostrovního provozu, vyrovnání nerovnoměrné výroby, záložního zdroje** a celé řady dalších...
- Většina systémů akumulace je závislá na pokračujícím **základním výzkumu a vývoji**. V této oblasti se stále ještě očekávají zásadní inovace (supravodivost, elektrochemické články, vodíková energetika)
- Rozhodujícím technologickým trendem v oblasti akumulace je využití **výkonové elektroniky a nových typů akumulátorů i principů akumulace stejnosměrného proudu**
- Je bezpodmínečně nutné věnovat pozornost související **obecné i konkrétní** (připojovací podmínky, pravidla provozu, ...) **legislativě**

Kontaktní údaje

Jiří Roubal

Senior Specialist

Divize Výrobků a systémů pro energetiku, ABB s.r.o.

Adresa: ABB s.r.o.

28.října 32

415 01 Teplice

Mobile: +420 731 552 581

E-mail: jiri.roubal@cz.abb.com

Power and productivity
for a better world™

