

Projekt: Zvýšení odolnosti distribuční soustavy proti důsledkům dlouhodobého výpadku přenosové soustavy ČR

Děletrvající výpadek zásobování elektřinou velkého rozsahu (blackout) je vnímán jako jedno z nejzávažnějších ohrožení bezpečnosti obyvatel a ekonomického vývoje. Řízenou dodávkou elektřiny pro vybrané spotřebitele a spotřebiče je možné následky blackoutu zmírnit. Toto řešení je výsledkem výzkumného projektu 2A-1TP1/065 „Zvýšení odolnosti distribuční soustavy proti důsledkům dlouhodobého výpadku přenosové soustavy ČR s cílem zvýšení bezpečnosti obyvatel“, podpořeného z programu Ministerstva průmyslu a obchodu „Trvalá prosperita“. Toto řešení je unikátní nejen v rámci ČR, ale i v rámci EU. Dne 15. září 2011 byly provedeny zkoušky v reálném prostředí. Potvrdilo se, že je možné při výpadku elektrické energie ve zlomku sekundy přepojit elektrickou síť tak, aby vytvořila ostrov, ve kterém jsou místní zdroje schopny pokrýt spotřebu nejdůležitějších odběrných míst – přesně tak, jak je předem naplánováno v krizovém plánu. Provedené zkoušky a ekonomické propočty prokázaly, že realizaci veřejných ostrovních provozů je možno docílit výrazného snížení rizik spojených s blackoutem a to za přijatelnou cenu.

Úvod

Cílem výzkumného projektu „Zvýšení odolnosti distribuční soustavy proti důsledkům dlouhodobého výpadku přenosové soustavy ČR s cílem zvýšení bezpečnosti obyvatel“ byl návrh a pilotní projekt krizového zásobování elektřinou pro případ blackoutu. Projekt tím řeší výrazné snížení rizika vzniku krizové situace, která by nastala po rozsáhlejšímu rozpadu přenosové soustavy, pokud by trval několik dnů či dokonce týdnů. Distribuční soustavy není možné v současné době provozovat samostatně (odděleně) od přenosové soustavy. V závislosti na příčinách a rozsahu poškození může takový výpadek přesáhnout dobu předjímanou v současné legislativě. Podle té je spotřebitel nucen při stavu nouze strpět omezení či přerušení dodávky elektřiny bez náhrady. Legislativně není nikomu uložena povinnost zajistit pro obyvatelstvo a organizace nouzové zásobování elektřinou a možnosti integrovaného záchranného systému (IZS) jsou v tomto případě velmi omezené. Rozsáhlý či dokonce celostátní výpadek by nemohl IZS zvládnout. Ani hejtmani, ani starostové obcí nemohou za těchto okolností plnit řadu povinností, které jim ukládají tzv. „krizové“ zákony, jako například zákon 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému, zákon 240/2000 Sb., o krizovém řízení a zákon 241/2000 Sb., o hospodářských opatřeních pro krizové stavy. Analýzy významných blackoutů, které ve světě v minulosti nastaly, ukazují, že dochází ke značným ekonomickým škodám, ke zraněním a ztrátám na životech, zvýšení četnosti požárů a dalším podobným nepříznivým jevům.

Řešitelský tým byl sestaven z organizací CITYPLAN spol. s r.o. (vedoucí týmu), EGÚ ČB, a.s., T-SOFT a.s., ViP s.r.o. a AF Consult Czech Republic s.r.o. (dříve Meacont).

Cíle řešení výzkumného projektu

Řešitelé si při přípravě a návrhu projektu vytyčili náročné cíle, které vycházely z předchozích expertních studií a výzkumných projektů zaměřených na souvislost kritické infrastruktury a ochrany obyvatelstva. Tyto cíle určovaly směr a hloubku řešení tak, aby výsledky projektu bylo možno po přijetí příslušných úprav stávající legislativy převést do praxe provozu distribučních soustav. Stanovené cíle zahrnovaly:

- zvýšit bezpečnost obyvatel v regionech, majetku a životního prostředí a omezit ekonomické

škody v důsledku dlouhodobých výpadků elektrické energie;

- snížit neakceptovatelné riziko dopadů sice zatím nepříliš pravděpodobných, ale možných krizových situací v zásobování elektřinou jako klíčové složky kritické infrastruktury;
- ověřit možnost ostrovního provozu (OP) distribuční soustavy s využitím místního zdroje elektrické energie typu tepláka jako prostředku pro zajištění nezbytných dodávek v krizových stavech;
- v oblasti krizového řízení dosáhnout rychlé a efektivní reakce na hrozící krizovou situaci tak, aby dopad mimořádného stavu energetické soustavy na subjekty kritické infrastruktury a občany byl minimalizován a tím došlo k zamezení zbytečných ztrát jak primárním výpadkem elektrické energie, tak sekundárními dominovými jevy.

Technická proveditelnost navrhovaného řešení byla ověřena pilotním projektem v reálném prostředí.

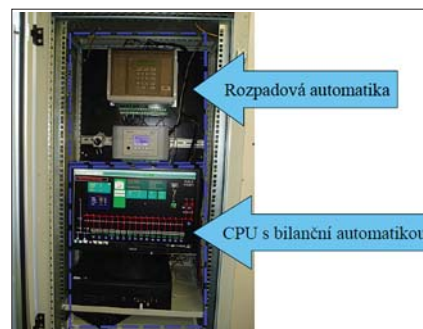
Technická a ekonomická proveditelnost

Projekt je v souladu s platnou Státní energetickou koncepcí (SEK) a se „Security Policy EU“ v oblasti kritické infrastruktury (ESRAB, ESRIF). Byl konzultován v rámci vytvořených mezinárodních

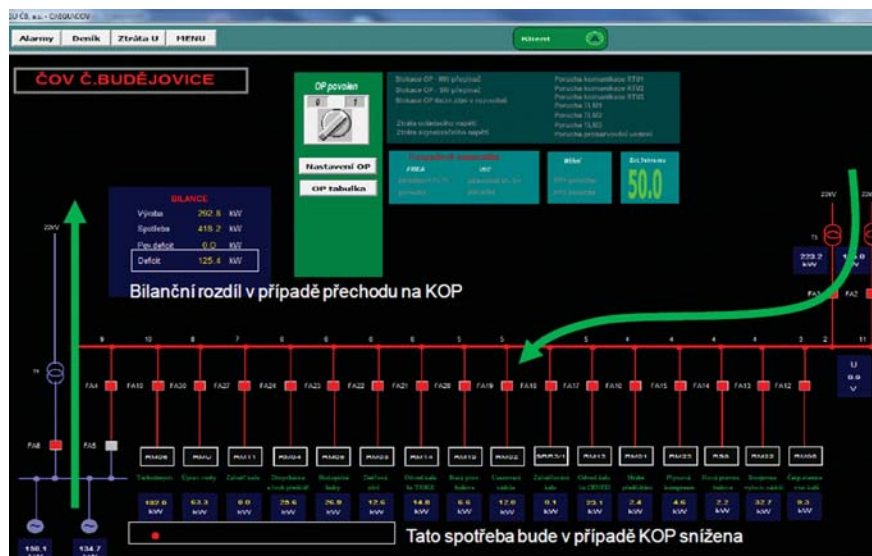
pracovních skupin ESRIF, UNISDR) a řady mezinárodních workshopů a konferencí, při nichž byl řešený projekt zároveň propagován.

Základním dosaženým výsledkem řešení projektu je pilotní implementace pro ověření funkčnosti prvků umožňujících krizový ostrovní provoz části distribuční soustavy a pilotní ověření monitorovacího systému se standardizovanou vazbou pro zajištění interoperability mezi dispečerským řízením distribuční soustavy a systémy krizového řízení v daném území.

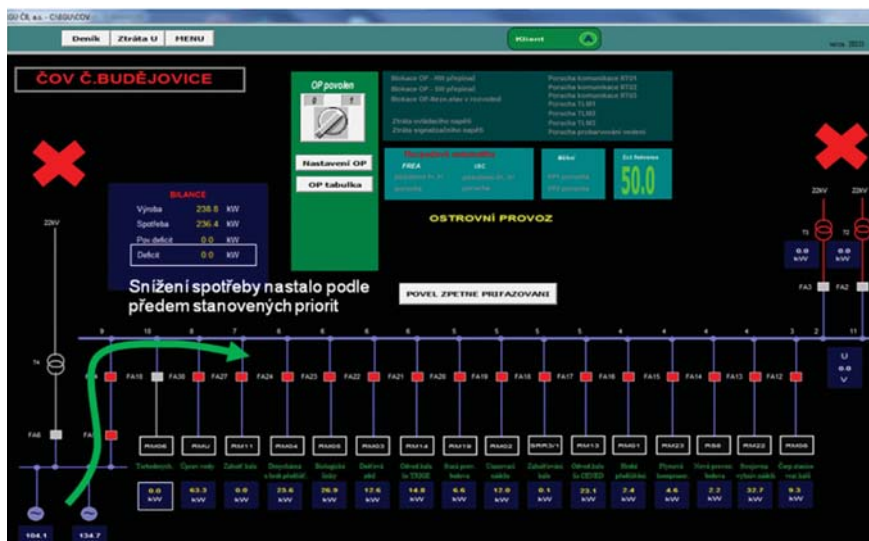
Pilotní projekt ověření ostrovního provozu (OP) měl být původně realizován na veřejné části distribuční soustavy v okolí Teplárny Strakonice. Protože nedošlo k dohodě o spolupráci ze strany



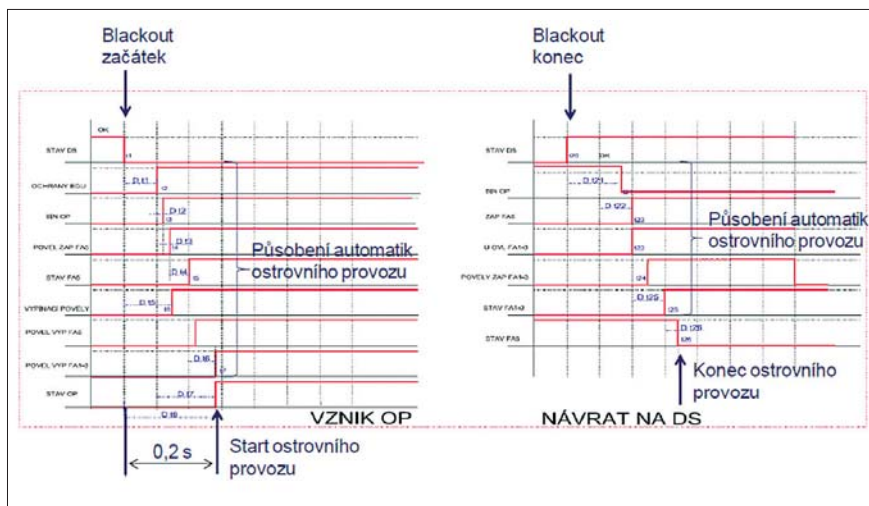
Obr. 1 – Automatika pro zajištění KOP v distribuční síti



Obr. 2 – Normální provoz



Obr. 3 – Ostrovni provoz



Obr. 4 – Časový záznam působení automatik

provozovatele E-ON, byl díky pochopení primátora města České Budějovice a managementu ČEVAK, a.s. pilotní projekt zrealizován na neveřejné části distribuční soustavy v Čistírně odpadních vod České Budějovice.

Toto původně náhradní řešení se však ukázalo jako přínosné především proto, že robustnost a spolehlivost konceptu řešení včetně vyvinutých technických prostředků byly vystaveny náročnějšímu

prostředí distribuční mikrosítě. Čím menší je totiž vyčleněná distribuční síť, tím je dosažení stabilního ostrovniho provozu obtížnější (měkká síť). Pokud by byl pilotní provoz realizován v distribuční síti Strakonice, nemohli bychom bez dalšího ověření tvrdit, že řešení bude spolehlivě funkční i na mikrosíti objektu kritické infrastruktury. Pokud však zařízení pracuje spolehlivě v mikrosíti, lze s jistotou tvrdit, že bude plně funkční i v podmínkách

rozsáhlejší (a proto stabilnější) veřejné části distribuční soustavy. Řešitelé se tedy rozhodli realizovat pilotní projekt ve dvou částech:

- Pilotní projekt Strakonice byl zaměřen na prokázání možnosti interoperability mezi organizacemi krizového řízení a řízením distribuční soustavy. V rámci toho byly otestovány vyvinuté prostředky krizového řízení. Projekt byl představen na workshopu 6. dubna 2011 v sále zastupitelstva Městského úřadu Strakonice. Zahmoval prezentaci a reálnou ukázkou výstupu projektu z pohledu a potřeb krizového managementu území s vazbou k oblasti elektrické energie.
- Pilotní projekt ČOV ČB byl zaměřen na prokázání funkčnosti celého systému i jednotlivých technických prostředků a automatik, které bylo nutné v rámci řešení projektu vyvinout: centrální jednotka krizového ostrovniho provozu, bilanční automatika, rozpadová automatika a úprava inteligentního elektroměru pro funkci omezení nedůležité spotřeby (obrázek 1). Předvedení ostrých zkoušek bylo součástí workshopu, který se konal 9. září 2011 v zasedací místnosti Čistírny odpadních vod České Budějovice provozovatele ČEVAK, a.s.

Čistírna odpadních vod České Budějovice slouží pro sídelní aglomeraci dvou měst a patnácti obcí s kapacitou 112 tisíc obyvatel. Přímou v čistiřně odpadních vod jsou instalovány 2 kogenerační jednotky na bioplyn. V její blízkosti se nachází nová úpravna vody pro nouzové zásobování Českých Budějovic pitnou vodou, což umožnilo její začlenění do projektu krizového ostrovniho režimu čistiřny. V případě blackoutu jsou kogenerační jednotky na ČOV v ostrovním provozu schopny po odepnutí zbytečných spotřebičů pokrýt spotřebu jak čistiřny, tak i úpravy vody.

Na obrazovce na obrázku 2 je stav při normálním provozu. Kogenerační zdroj pracuje do sítě a spotřeba čistiřny je napájena ze sítě přes transformátory.

Po poruše v elektrické síti speciálně vyvinuté zařízení bleskově detekuje a vyhodnotí tuto poruchu, automaticky (za 0,2 sekundy) odpojí čistiřnu od sítě a převede napájení na zásobování elektřinou z místní bioplynové kogenerační stanice. Současně s tím jsou podle předem stanovených priorit odpojována zařízení s nižší prioritou tak, aby místní zdroj energie stačil zásobit přednostně důležité systémy (obrázek 3).

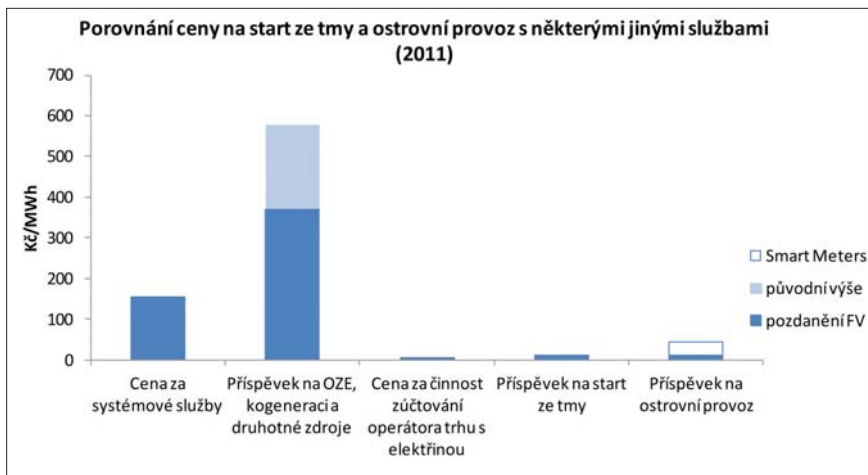
Po obnovení napětí v síti se automaticky ostrovni provoz synchronizuje se sítí a obnovuje se normální provoz. Časový záznam působení automatik je na obrázku 4. Jihočeské krajské město má nyní zajištěno, že i v případě déletrvajícího blackoutu bude zásobeno pitnou vodou a jeho odpadní vody budou čišťeny nezávisle na vnější síti a bez potřeby nafty do náhradních dieselgenerátorových zdrojů. Zdrojem energie je zde vlastní čistiřenský bioplyn.

V přípravě realizace ostrovniho provozu v mikrosíti a ve veřejné části distribuční soustavy je

Druh sítě	Veřejná distribuční soustava	Mikrosít' objektu kritické infrastruktury
Zdroj	Teplárna / kogenerační zdroj	Objektový (kogenerační) zdroj elektřiny
Automatika na zdroji	Řídicí systém generátoru Regulátor KOP	Řídicí systém generátoru Regulátor KOP
Automatika v síti	Rozpadová automatika Centrální řídicí jednotka KOP Bilanční automatika	Rozpadová automatika Centrální řídicí jednotka KOP Bilanční automatika

Stanovení priorit	Krizový plán území (priority určí veřejná správa)	Havarijní plán (priority určí technolog)
Omezení spotřeby bez inteligentních elektroměrů	Vypínání nejméně důležitých odběrů	Vypínání nejméně důležitých odběrů
Omezení spotřeby inteligentními elektroměry	Snížení proudové hodnoty jističe nejméně důležitých odběrů a signál pro „home automation“	Snížení proudové hodnoty jističe nejméně důležitých odběrů a signál pro „home automation“

Tab. – Rozdíl při přípravě ostrovniho provozu ve veřejné síti a mikrosíti



Obr. 5 – Dopad zvýšení odolnosti proti blackoutu na spotřebitele

(kromě velikosti) významnější rozdíl v tom, že priority ve veřejné síti budou stanoveny v rámci krizového plánu území, zatímco v objektu kritické infrastruktury určí priority technolog v rámci havarijního plánu (viz tabulka 1).

Výsledky ekonomické analýzy a analýzy nákladů a užiteků potvrzují názor, že zvýšení ochrany obyvatelstva proti důsledkům případného kolapsu přenosové soustavy je z hlediska ekonomického dopadu na spotřebitele výrazně nižší, než dopady, které mají na spotřebitele opatření pro zvýšení ochrany klimatu (obrázek 5). V celkové ceně elektřiny by se zavedení praxe veřejných ostrovních systémů projevilo zvýšením o cca 1 až 2%. Při výpočtech se přitom uvažovala požadovaná návratnost investic tak, aby byla atraktivní pro investory (IRR > 10%).

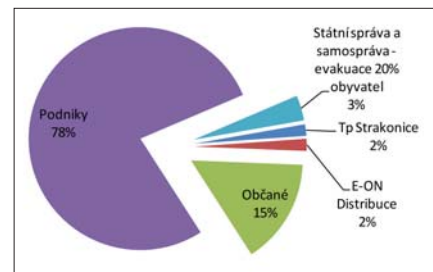
Pro město Strakonice byla pro scénář třítydenního blackoutu vyčíslena výše škod. Jen přímé ztráty by činily přes 1600 miliónů Kč. Přitom největší škody lze očekávat v ekonomice a u občanů (obrázek 6).

Z toho vyplývá, že energetické firmy nejsou téměř postiženy, nenesou téměř žádné následky, a proto samy o sobě nemají motivaci nouzové zásobování zajišťovat. O zajištění ochrany obyvatelstva a příslušnou motivaci se tedy musí postarat stát. Zranitelnost podniků a význam nouzového zásobování elektřinou by měli posoudit a zvážit jejich vlastníci v rámci managementu kontinuity.

Závěr

Realizovaný poloprovod instalovaný na ČOV ČB (provozovatel ČEVAK) prokazuje reálnost vize zvýšení odolnosti distribuční soustavy proti důsledkům dlouhodobého výpadku přenosové soustavy ČR s cílem zvýšení ochrany obyvatelstva a kontinuity funkce kritických infrastruktur. Realizace krizových ostrovních provozů na veřejné části distribuční soustavy je technicky schůdná a důsledky na cenu distribuované elektřiny jsou přijatelné.

Ostrovní provozy je možné instalovat v distribučních soustavách všech větších měst, které



Obr. 6 – Vyčíslení škod pro třítydenní blackout ve městě Strakonice

disponují vlastní teplárou. Záměr v aktualizované Státní energetické koncepci, který předpokládá vypracovat program opatření vedoucích k zajištění ostrovního provozu elektrizační soustavy pro nouzové zásobování všech větších sídelních celků, je tak velice rychle uskutečnitelný.

Realizace pilotního projektu a ostré zkoušky v reálném provozu lokální distribuční soustavy prokázaly, že ostrovní provozy lze instalovat nejen na distribučních soustavách ve městech s vlastní teplárnou, ale i v mikrosíti podniků a institucí.

Zkouška v jihočeské čistírně odpadních vod ukázala, že řešení, kterému před lety mnoho lidí nevěřilo, existuje, je zcela funkční a umožní zajistit vyšší energetickou bezpečnost našich měst. Závěrečné oponentní řízení projektu se konalo 9. prosince 2011 a oponentní rada doporučila, vzhledem k dosaženým vysokým parametrům předloženého projektu a jeho široké potenciální využitelnosti, usilovat o jeho bezprostřední uplatnění v praxi v návaznosti na schválení aktualizace Státní energetické koncepce.

**Ing. Daniel Bubenko,
Ing. Ivan Beneš,
CITYPLAN spol. s r.o.**

Project: Increasing resistance of the distribution system against consequences of a long-term outage of the Czech transmission system.

The persistent outage in supply of electricity on a large scale (blackout) is perceived as one of the most serious threats to public safety and economic development. It is possible to mitigate the consequences of a blackout by controlled supply of electricity for selected consumers and appliances. This solution is the result of research project 2A-1TP1/065 "Increasing Resistance of the Distribution System against Consequences of a Long-term Outage of the Czech Transmission System in order to Enhance Public Safety" supported by the Ministry of Industry and Trade program entitled "Sustainable Prosperity". This solution is unique not only within the CR, but also within the entire EU. On September 15, 2011, tests were performed in a real environment. It was confirmed that it is possible during a blackout in a split-second to connect up to the electricity network in a way that creates an island in which local sources are capable of covering consumption of the most important takeoff points - exactly as it is preliminarily planned in the emergency plan. Performed tests and economic calculations have proven that it is possible through implementation of public island operations to achieve a significant decrease in risks involved with a blackout for a reasonable price.

Проект «Повышения выносливости распределительных систем при длительном отключении трансляционной системы ČR»

Продолжительный недостаток электрической энергии большого объёма (так наз. blackout) воспринимается, как одна из самых серьёзных угроз безопасности граждан и экономического развития. Последствия блекаута можно минимизировать управляемой подачей электрической энергии выбранным потребителям и приборам. Это решение является результатом исследовательского проекта 2A-1TP1/065 «Повышения выносливости распределительных систем при длительном отключении трансляционной системы ČR с целью увеличения безопасности граждан». Проект был осуществлён при поддержке Министерства промышленности и торговли из программы «Постоянное развитие». Это решение уникально не только для ČR, но и в рамках Европейского Союза. 15 сентября 2011 года были проведены испытания в реальных условиях. Испытания подтвердили, что при выпадении электрической энергии есть возможность за четверть секунды переключить электрическую сеть так, чтобы она образовала остров, в котором местные источники энергии способны покрыть нужды самых важных потребителей - точно в соответствии с кризисным планом. Проведённые испытания и экономические расчёты доказывают, что созданием открытой островной эксплуатации электрических сетей можно достичь значительного снижения риска, связанного с блекаутом, к тому же за приемлемую цену.