

Zásobování Šluknovského výběžku elektřinou

Ing. Richard Habrych, Ph.D.

1 ÚVOD

V říjnu 2013 se dostala na stůl tehdejšího předsedy vlády pana Rusnoka žádost o pomoc ze strany obcí ze sdružení Novoborsko. Konkrétně šlo o zastavení příprav výstavby venkovního vedení 110 kV Nový Bor – Varnsdorf, které by mělo procházet skrz Lužické hory v chráněném území. Nebývá zvykem, že by se otázka výstavby vedení 110 kV (a ani vedení 400 kV) řešila až na Úřadu vlády ČR a tak asi stojí za to se s touto mediálně zajímavou problematikou podrobněji seznámit.



Obr. č. 1: Lužické hory

Stanovisko hejtmanství Libereckého kraje a dotčených obcí zní dosti jasně. V rámci jednání pracovní skupiny s názvem „Pro záchranu Lužických hor před realizací záměru ČEZ – vedení VVN 110 kV“ bylo konstatováno:

„Závěrem celého setkání bylo shodně konstatováno, že všechny složky pracovní skupiny neakceptují jakoukoliv novou stavbu nadzemního vedení vysokého napětí přes Lužické hory a společným zájmem je nalezení komplexního řešení možnosti distribuce elektrické energie společně i pro Liberecký kraj. Ministerstvu pro místní rozvoj v pátek 18. října navrhne dvě varianty, z nichž tu první považujeme za vstřícnou k životnímu prostředí i k obyvatelům regionu. Chceme proto, aby elektrický proud byl veden kabelem v zemi,“ řekl náměstek hejtmána Libereckého kraje Josef Jadrný s tím, že možné je i rozšíření stávajícího vedení, případně propojení se Saskem a Polskem.

Také stanovisko distribuční společnosti je dosti jasně formulováno:

Vybudování nového vedení je podle energetiků nezbytné pro další průmyslový rozvoj regionu, který patří k ekonomicky slabým oblastem. "Stále posuzujeme všechny možné varianty technického řešení, jak elektřinu do Šluknovského výběžku přivést. Nejpříjemnější variantou z ekonomického, technicky řešitelného a proveditelného a zároveň i následného provozního hlediska je výstavba dvojitého nadzemního vedení 110 kV o délce 32,5 kilometru," řekla Holingerová. Trasa koridoru je podle ní navržena tak, aby bylo možné v maximální míře využít současných koridorů - lesních průseků vedení vysokého napětí a plynovodu, a tak minimalizovat negativní dopady na životní prostředí. (Autor: ČTK)

Vzniklý rozpor je tedy celkem jasný. Na jedné straně je to snaha distribuční společnosti o adekvátní zvýšení bezpečnosti a kapacity zásobování části Ústeckého kraje elektřinou s akceptováním ekonomických, provozních a technických hledisek a na druhé straně ochrana životního prostředí v kraji Libereckém.

Cílem příspěvku určitě není rozhodovat o tom, na čí straně je pravda a případně formulovat optimální variantu napájení Šluknovského výběžku. Je jím pouze obecný rozbor jednotlivých technických variant a to jak z hlediska dnešních technických a finančních možností, tak také z hlediska předpokládaného budoucího technologického rozvoje. Možností je sice z teoretického pohledu řada, ale asi žádná z nich není optimální (plně akceptovatelná pro všechny zainteresované strany) a nemá zatím reálnou šanci na brzkou realizaci a to buď ekonomických, nebo technických příčin.

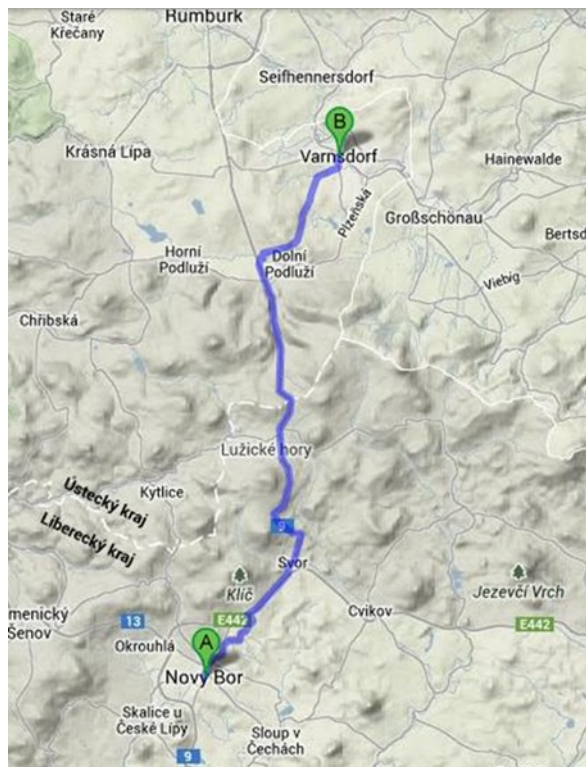
2 DISPOZICE ŠLUKNOVSKÉHO VÝBĚŽKU

Šluknovský výběžek představuje z hlediska napájení elektřinou značný problém a to hlavně z těchto dvou důvodů:

- Ze tří stran sousedí s územím SRN.
- Od zbytku republiky je z velké části oddělen chráněným územím (CHKO Lužické hory, NP České Švýcarsko, CHKO Labské pískovce).

Proto je také v současné době Šluknovský výběžek napájen pouze jedním dvojitým vedením 110 kV (přitom mezi rozvodnami 110kV Velký Šenov a Podhájí se jedná pouze o vedení jednoduché). Druhým napájecím vedením je těžké vedení 35 kV (s omezenou napájecí kapacitou odpovídající této napěťové úrovni a vyššími technickými ztrátami). Vedení 110 kV je asi 50 roků staré a bude v blízké době vyžadovat modernizaci.

Teoreticky existuje několik variant výstavby nového venkovního vedení 110kV, ale všechny uvažují s průchodem chráněnými oblastmi různého stupně. Prakticky nelze najít z jižního (českého) směru žádnou cestu pro venkovní vedení, která by se nedostala do konfliktu s ochranou životního prostředí. Přitom přímo z Ústeckého kraje je stupeň chránění přírody ještě vyšší než ze sousedního kraje Libereckého.



Obr. č. 2: Orientační trasa venkovního vedení z Nového Boru do Varnsdorfu

3 PROBLÉMY SOUČASNÉHO STAVU

Obavy distributora a také obcí z regionu Šluknovska z nízkého stupně bezpečnosti dodávky elektřiny nelze určitě podceňovat, neboť venkovní vedení je vystaveno řadě rizik, které mohou vyvolat jeho havárie.

Lze formulovat řadu příčin, které v minulosti již tyto havárie vyvolaly. Patří mezi hlavně ně:

- Pád stromů nebo větví na vedení.
- Destrukce nosných stožárů vlivem vichřice (obr. 2).
- Destrukce nosných stožárů vlivem bouřky (kulový bleskviz obr.3.)
- Destrukce nových stožárů vlivem povodní (viz. obr.4).
- Poškození vedení lidským zásahem (např. zloději kovů nebo nárazem těžké techniky).
- Přetržení vedení vlivem námrazy (viz. obr.5).

Asi lze najít ještě další příčiny.

Důsledkem těchto havárií pak může být vyřazení vedení z provozu i v řádu dní, než se podaří vedení znovu plně zprovoznit.



Obr. č. 3: Destrukce nosných stožárů typu Delta vichřicí



Obr. č. 4: Bouře (kulový blesk) - 14. 8. 2003 – zničení stožáru vedení V465



Obr. č. 5: Povodeň srpen 2002 - vedení V410



Obr. č. 6: Námraza a vítr – vedení Stupala – Rohožník - Senice

Omezená kapacita dodávky elektřiny do regionu Šluknovska může znamenat hlavně omezení výstavby investičních kapacit (průmyslových podniků).

4 VARIANTY MOŽNÝCH ŘEŠENÍ

Obecně je možné řešit problematiku zásobování Šluknovského výběžku několika možnými variantami.

Mezi tyto varianty patří:

- Příhradové venkovní vedení 110 kV.
- Střídavé kabelové vedení 110 kV v zemi.
- Stejnoseměrné kabelové vedení 110 kV v zemi.
- Kompaktní venkovní vedení 110 kV.
- Kombinované řešení.
- Venkovní vedení nebo kabel 110 kV z distribuční soustavy SRN.
- Venkovní vedení 400 kV.
- Povýšení vedení 35 kV na 110 kV.
- Zvýšení výroby elektřiny ve Šluknovském výběžku.
- Modernizace stávajícího dvojitého vedení.
- Zvýšení nebo plné využití přenosových vedení.
- Smart Grids.

Každá z uvedených variant má svoje přínosy a také nedostatky.

Varianty lze posuzovat z několika hlavních hledisek. K nim patří:

- Cena
- Vliv na životní prostředí
- Přenosová kapacita vedení
- Zvýšení bezpečnosti napájení
- Technické ztráty
- Náročnost údržby
- Životnost
- Splnění další požadovaných kritérií, atd.

V následujících podkapitolách je uveden velice jednoduchý popis jednotlivých variant pro základní orientaci. Pro případ, že by byla potřeba udělat oficiální výběr, bylo by nutné zpracovat pro vybrané varianty studii proveditelnosti a podrobné technickoekonomické porovnání.

4.1 Příhradové venkovní vedení 110 kV

4.1.1 Popis

Standardní venkovní vedení a to buď jednoduché, nebo dvojité.

V současné době je již zpracováno několik variant, kudy by mohlo být venkovní vedení stavěno a to i s určitým ohledem na životní prostředí.

V každém případě jeho stavba vyžaduje dle platné legislativy průsek v šířce minimálně 32 m (8 m samotné vedení a 12 m ochranné pásmo na obě strany). Tento průsek je nutné vytvořit a průběžně udržovat, aby nedošlo k pádu stromů nebo větví na vedení.

Samotná stavba pak vyžaduje betonování patek vedení, což znamená přítomnost těžké techniky (váha naloženého betonového mixu je kolem 30 tun).

4.1.2 Výhody řešení

- Finančně a technicky nejvhodnější řešení z pohledu distributora.
- Standardní údržba vedení.

4.1.3 Výhrady k řešení

- Vytvoření a udržování průseku v Lužických horách o minimální šířce 32 metrů – ovlivnění krajinného rázu.
- Riziko vzniku mokřin (poškození přirozených toků podzemních vod) vlivem zatížení půdy těžkou technikou.

- Vyšší riziko poškození venkovního vedení.

Hlavní výhrady jsou obsaženy v zamítavém stanovisku Ministerstva životního prostředí:

Z procesu posuzování vlivů na životní prostředí vyplynulo, že ústředním problémem v souvislosti s hodnocením vlivů záměru "Propojovací vedení 110 kV Nový Bor - Varnsdorf" na životní prostředí je plánovaný průchod přes CHKO Lužické hory. Realizací záměru by došlo k výraznému zásahu do lesních porostů v I. zóně odstupňované ochrany přírody CHKO Lužické hory. Tyto lesní porosty zahrnují fragmenty relativně málo pozměněných lesních ekosystémů s vysokou mírou ekologické stability. Nachází se zde kvalitní listnaté porosty s bohatě vyvinutým bylinným patrem. Cílem I. zón je uchování a ochrana samořídících funkcí a udržení přírodních hodnot, zvýšení druhové diverzity a docílení přirozené druhové skladby. Průchod trasy lesními komplexy vyžaduje vznik nových průseků v původně souvislých porostech, dochází k narušení současné porostní stěny s následným potenciálním ohrožením stability porostů. V případě průchodu trasy přes I. zóny odstupňované ochrany přírody CHKO Lužické hory je nutno žádat o udělení výjimky podle § 26 zákona č. 114/1992 Sb., která může být udělena pouze v případě, že jiný veřejný zájem převažuje nad veřejným zájmem ochrany přírody, což v případě variant prosazovaných dokumentací a jejím doplňkem nebylo zatím dostatečně prokázáno.

4.1.4 Poznámka

Stavba venkovního vedení Nový Bor – Varnsdorf neřeší otázku bezpečnosti napájení Velkého Šenova.

4.2 Střídavé kabelové vedení 110 kV v zemi

4.2.1 Popis

Položení do země 3 kabelů 110 kV v orientační ceně asi 975 milionů korun.

Přitom je nutné vytvořit a dlouhodobě udržovat několikametrový koridor (výrazně užší než v případě venkovního vedení).



Obr. č. 7: Koridor kabelového vedení



Obr. č. 8: Ukázka uložení kabelů vvn v zemi

4.2.2 Výhody řešení

- Nižší dopady do krajinného rázu.
- Možnost využití kabelové trasy jako turistické cesty nebo cyklostezky.
- Nižší pravděpodobnost poruchy nebo poškození než u venkovního vedení.

4.2.3 Výhrady k řešení

- Vysoká cena realizace.
- Vysoké technické ztráty v kabelovém vedení vlivem přenosu jalového výkonu.
- Nemožnost údržby a oprav za mrazu (kopání ve zmrzlé půdě).
- Složité a nákladné ukládání kabelu v členitém terénu.
- Nestandardní řešení – malé zkušenosti s provozem a údržbou kabelu 110 kV v rámci ČEZ Distribuce, kde by se jednalo o unikátní vedení.
- Složitější vyhledávání místa poruchy než v případě venkovního vedení.
- Životnost kabelového vedení je asi poloviční než v případě venkovního vedení.

4.3 Stejnoseměrné kabelové vedení 110 kV v zemi

4.3.1 Popis

Využití technologie HVDC, která se v poslední době dynamicky rozvíjí, hlavně v souvislosti s vyvedením výkonu z pobřežních větrných parků.

4.3.2 Výhody řešení

- 2 kabely místo 3.
- Vysoká přenosová kapacita.

- Není nutná kompenzace – měniče stejnosměrných kabelů disponují schopností regulace činného a jalového výkonu.

4.3.3 Výhody k řešení

- Z ekonomického hlediska se jedná o krátkou vzdálenost na stejnosměrné kabelové vedení.
- V našich podmínkách nevyzkoušené řešení, s nímž nemá distributor zkušenosti a ani potřebnou technickou podporu.
- Měničrny na obou koncích kabelu – vícenáklady na instalaci a údržbu.
- Ve fázi realizace obdobné problémy jako v případě střídavého kabelu.

4.3.4 Poznámka

Pohled na využívání stejnosměrných kabelů vvn se může vlivem technologického rozvoje v budoucnosti značně změnit. Navíc stejnosměrné kabelové vedení 110 kV by bylo možné asi vésti až do Velkého Šenova a tím řešit celou problematiku komplexně.

4.4 Kompaktní venkovní vedení 110 kV

4.4.1 Popis

Moderně řešené stožáry, které kromě funkčních požadavků plní i estetická kritéria.



Obr. č. 9: Kompaktní vedení

4.4.2 Výhody řešení

- Estetický aspekt při návrhu vedení.
- Užší ochranné pásmo než u příhradového vedení.

4.4.3 Výhrady k řešení

- Vyšší cena než v případě příhradové konstrukce.

4.4.4 Poznámka

V současné době se sloupy elektrického vedení vyrábějí také z kompozitního materiálu jako náhrady klasických dřevěných stožárů. Výhoda tohoto materiálu je v menší hmotnosti, jako nevýhoda vyšší investiční náklady. Celkové náklady za dobu životnosti by měly být nižší díky předpokladu menší nutné údržby. Mezi další výhody patří nízká hmotnost (nižší přepravní a montážní náklady, modulový design, delší doba životnosti a je uváděn i termín „Environmentally friendly“. Hmotnost stožáru z kompozitu je zhruba 1/3 proti hmotnosti dřevěného sloupu o stejné délce. Menší hmotnost a modulární provedení zjednodušují a zlevňují dopravu a umožňují využití lehčí mechanizace při výstavbě a usnadňují výstavbu v nedostupném terénu, např. pomocí helikoptéry.

Kompozitní materiál je směs polyuretanových pryskyřic a skleněných vláken, zpracovaných patentovaným způsobem. Materiál poskytuje extrémní odolnost po celou dobu života, odolává těžkým povětrnostním podmínkám a je nehořlavý a nevodivý.

4.5 Kombinované řešení

4.5.1 Popis

Řešení, které kombinuje venkovní a kabelové vedení dle potřeb ochrany životního prostředí. Mělo by se proto jednat o řešení citlivější k životnímu prostředí než je venkovní vedení a cenově výhodnější, než by tomu bylo v případě kabelového vedení.

4.5.2 Výhody řešení

- Nižší cena než v případě kabelového vedení.
- Citlivější řešení k životnímu prostředí než v případě venkovního vedení.

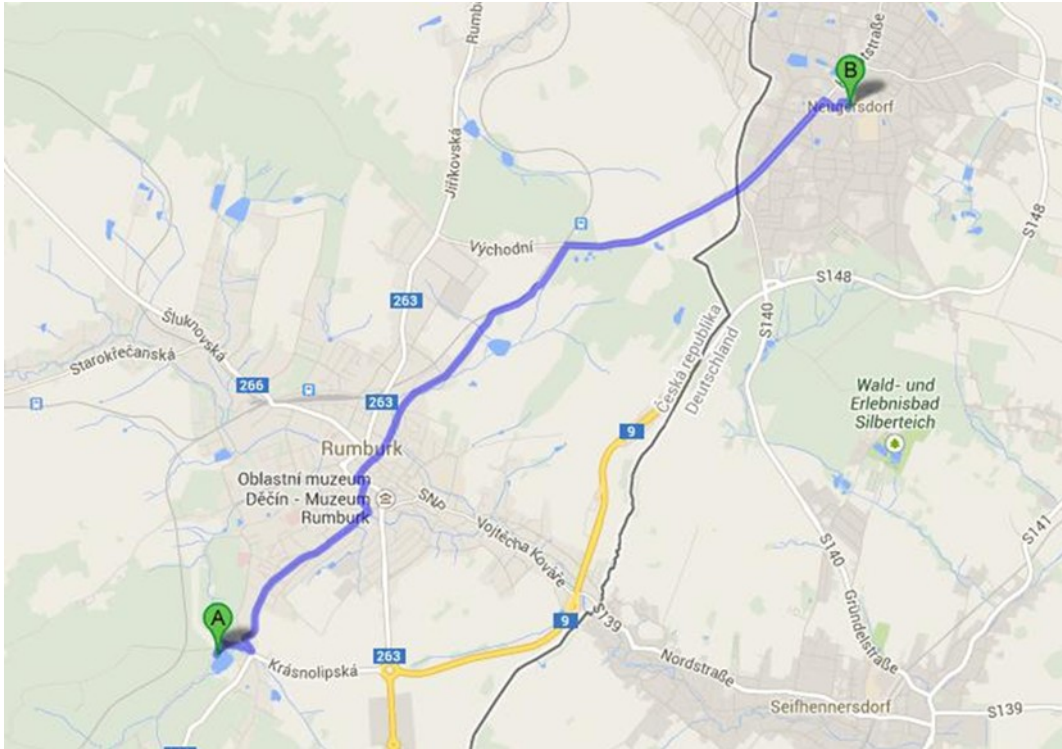
4.5.3 Výhrady k řešení

- Nestandardní řešení s možnými technickými problémy.
- Riziko zásahu blesku do přechodových míst mezi venkovním a kabelovým vedením.

4.6 Venkovní vedení nebo kabel 110 kV z distribuční soustavy SRN

4.6.1 Popis

Propojení TR Neugerdorf a TR Podhájí. Distribuční soustavy SRN a ČR by asi musely být od sebe odděleny transformátorem 110 kV/110 kV nebo stejnosměrnou spojkou. Délka vedení by byla přibližně 8,5 km.



Obr. č. 10: Vedení ze SRN: Podhájí - Neugerdorf

4.6.2 Výhody řešení

- Řešení se zcela vyhne Lužickým horám a dalším chráněným oblastem.

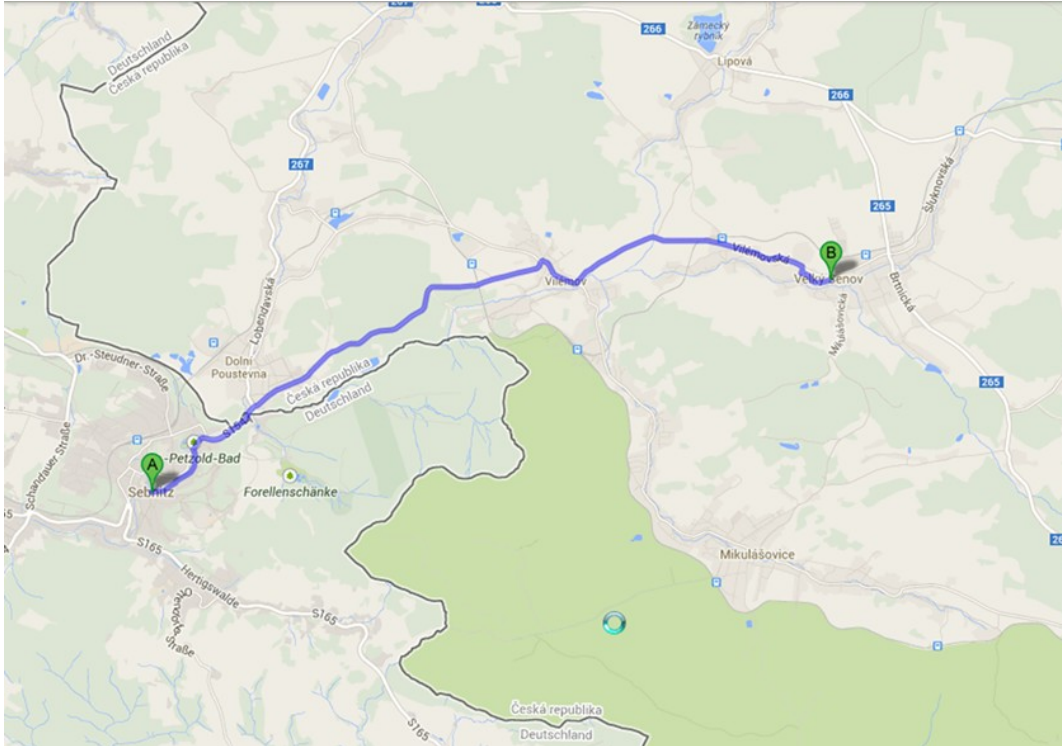
4.6.3 Výhrady k řešení

- Stavba propojovacího vedení by asi vyvolala odpor u dotčených obcí v SRN (žádný přínos pro ně).
- Asi nutná změna legislativy v oblasti nákupu elektřiny v zahraničí po vedení 110kV.
- Na německé straně by se asi musela posílit soustava 110kV a zkratová odolnost rozvodny Neugerdorf.
- Není jasné, kdo by vedení a technické úpravy v SRN zaplatil a jaká by byla návratnost vložených finančních prostředků.
- Řešení neodpovídá současnému zadání, kdy má být napájení plně zajištěno z české distribuční soustavy.
- Nebyla by řešena otázka bezpečnosti napájení Velkého Šenova.

4.6.4 Poznámka

Z čistě energetického hlediska by bylo výhodnější napájení rozvodny 110 kV Velký Šenov z území SRN.

Toto propojení je nereálné, neboť v dané oblasti nikdy ani v minulosti nebyl vytvořen koridor a příroda je v této oblasti málo dotčena lidskou aktivitou. A je proto na vysokém stupni ochrany životního prostředí. Proto se o této variantě ani nikdy neuvažovalo.



Obr. č. 11: Vedení ze SRN: Velký Šenov - Sebnitz

4.7 Venkovní vedení 400 kV

4.7.1 Popis

Vybudování transformovny 400 kV ve vhodném místě a propojení s transformovnou Chotějovice a Babylon. Z této nové transformovny by byl vyváděn výkon do obou krajů (Ústecko a Liberecko) přes nová vedení 110 kV.



Obr. č. 12: Vedení 400 kV

4.7.2 Výhrady k řešení

- Tento projekt by mohl mít smysl pouze v případě reálné potřeby nového propojovacího vedení do SRN a případně Polska na úrovni přenosové soustavy. Tato potřeba však v současné době není a navíc je snaha se spíše od soustavy SRN oddělovat pomocí příčně regulovaných transformátorů.
- Nedostatečný odběr v Šluknovském výběžku, aby byla opodstatněná stavba nové transformovny 400/110 kV.
- Náklady a ekologická zátěž tohoto řešení je zdaleka největší ze všech navrhovaných řešení.

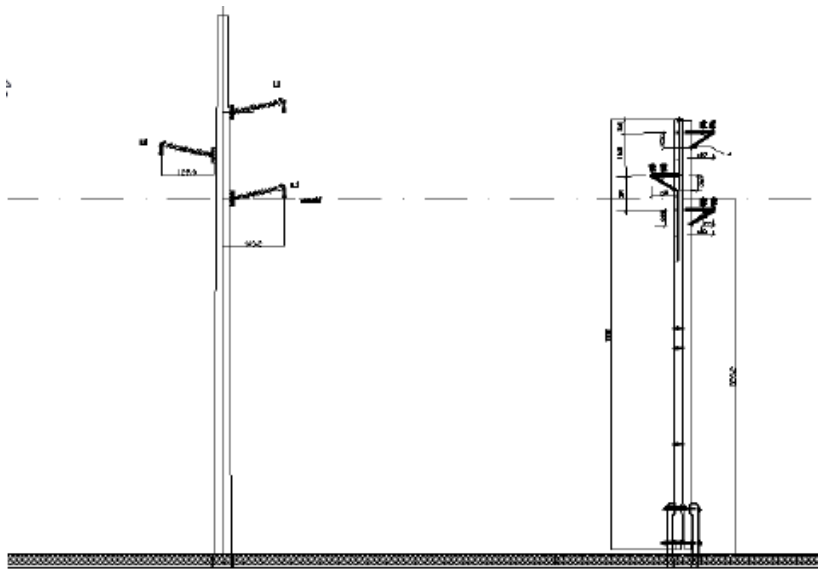
4.7.3 Poznámka

Z hlediska zvýšení kapacity dodávky elektřiny v Libereckém kraji by asi stačilo vybudování vedení 110 kV z transformovny 400/110 kV Bezděčín.

4.8 Povýšení vedení 35 kV na 110 kV

4.8.1 Popis

Určitým vzorem pro toto řešení může být konkrétní případ ze slovinských Julských Alp, kde nebyla povolena výstavba nového venkovního vedení 110 kV a jediným schůdným řešením bylo povýšení existujícího vedení 35 kV na 110 kV (materiál č. 1)



Obr. č. 13:



Obr. č. 14: Původní vedení 35kV a nové vedení 110kV.

4.8.2 Výhody řešení

- Minimální zásah do krajinného rázu.
- Modernizace zastaralého vedení 35 kV, kterou by bylo nutné stejně udělat.
- Finančně méně nákladné řešení než je kabelové vedení.

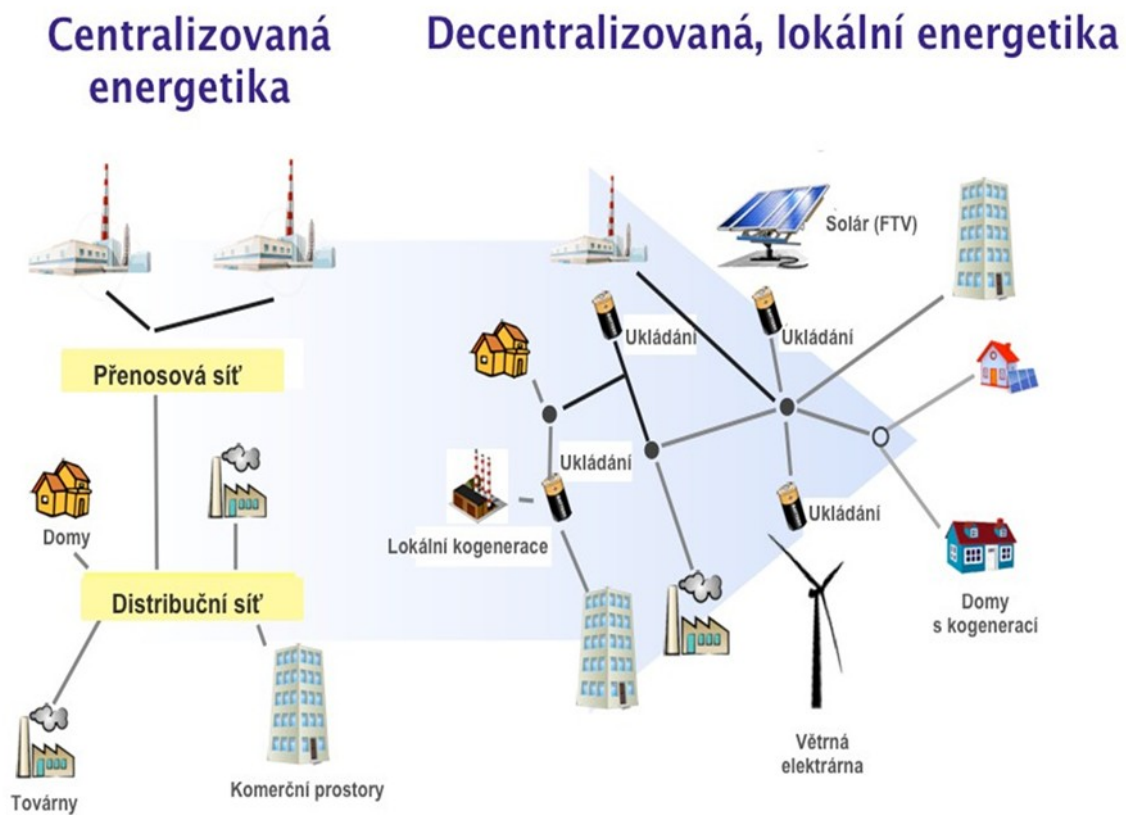
4.8.3 Výhody k řešení

- Nutnost vybudování transformace 110/35kV.
- Není řešena otázka zásobování Velkého Šenova.

4.9 Zvýšení výroby elektřiny ve Šluknovském výběžku

4.9.1 Popis

Zvýšení podílu distribuované výroby v regionu a tím snížení zatížení vedení 110 kV – větrné a fotovoltaické elektrárny, biomasa, bioplyn, malé vodní elektrárny, rychle najíždějící elektrárna na zemní plyn, apod.



Obr. č. 15:

4.9.2 Výhody řešení

- Není třeba stavět nové vedení přes Lužické hory.
- Určitá podpora místního podnikání a samozásobení elektřinou u obyvatel.

4.9.3 Výhrady řešení

- Větrné elektrárny – problém získat EIA, ukončení podpory v roce 2014 a snížení zájmu potenciálních investorů, předpokládaný odpor občanů.
- Fotovoltaické elektrárny - ukončení podpory v roce 2013 a zatím není zavedena podpora formou Net-Meteringu, případně jiný způsob podpory.
- Realizace místní elektrárny potřebného výkonu na plyn či fosilní palivo není ekonomicky zdůvodnitelné bez státních dotací nebo jiné formy podpory (např. contract for difference).

4.10 Modernizace stávajícího dvojitého vedení 110 kV

4.10.1 Popis

Napájecí dvojitě vedení bylo postaveno před 50 lety a jeho modernizaci bude potřeba provést bez ohledu na další probíhající aktivity. V rámci těchto modernizací vedení se automaticky navyšuje i jejich kapacita.

4.10.2 Výhody řešení

- Není třeba stavět nové vedení přes Lužické hory.
- Řešení s minimálním ovlivněním krajinného rázu.
- Snížení rizika technické poruchy z důvodu opotřebení vedení.
- Zvýšení přenosové kapacity vedení.

4.10.3 Výhrady řešení

- Modernizace vedení nezabrání jeho případnému poškození povětrnostními vlivy (částečně pouze sníží toto riziko).
- Modernizace jediného napájecího vedení 110 kV bude značně komplikovaná, neboť bude nutné udržet během prací stabilní napájení oblasti. Je zásadní otázkou, zda je modernizace vedení za provozu realizovatelná.
- Není řešeno zvýšení bezpečnosti napájení Velkého Šenova.

4.11 Zvýšení nebo plné využití přenosových vedení

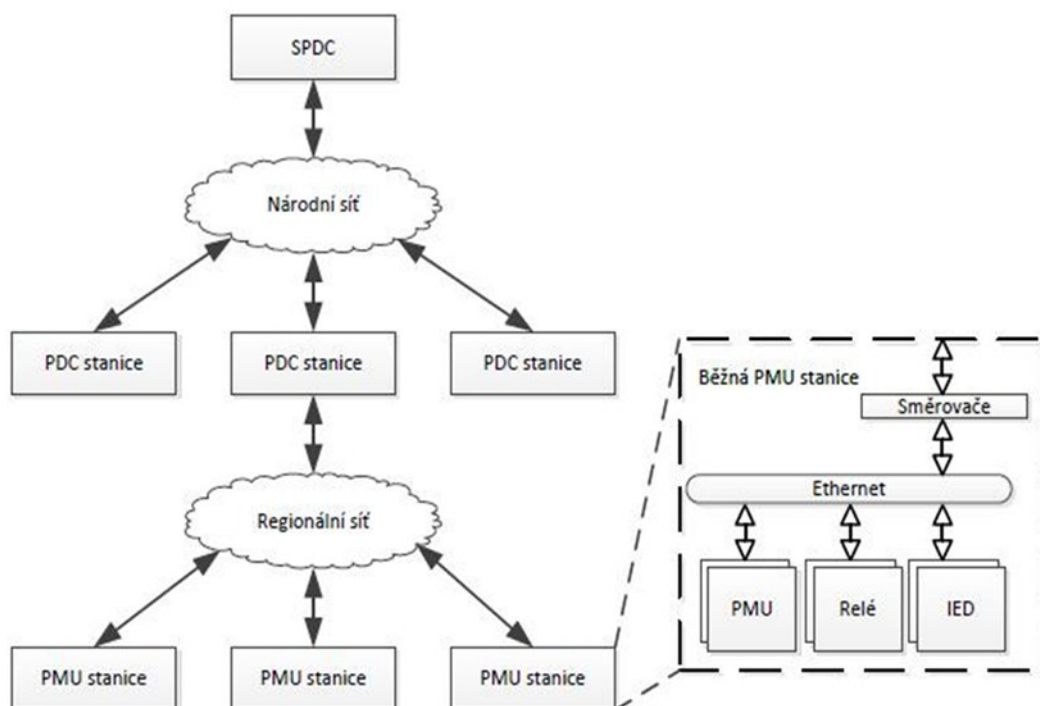
4.11.1 Popis

Měření synchronních fázorů (WAMS) umožňuje průběžně vyhodnocovat aktuální přenosovou schopnost vedení (ampacitu) s ohledem na zatížení vedení a meteorologické podmínky. Dodavatelem je společnost AIS spol. s r.o.

V systému jsou k dispozici např. tyto funkce:

- Podpora bezpečného spínání v sítích vysokého napětí.
- Monitorování komplexních napětí (amplitudy a úhly) v uzlech sítě a mezi uzly sítě.

- Monitorování frekvence.
- Detekce a analýza oscilací včetně modální analýzy (např. událost v síti ENTSO-E v únoru 2012).
- Detekce ostrovního provozu (identifikace oddělených částí sítě, sledování chování ostrova a monitorování podmínek pro opětovné připojení).
- Detekce omezené rezervy statické stability.
- Monitorování napěťové stability.
- On-line identifikace parametrů vedení.
- Sledování teploty vedení a dynamické vyhodnocování přenosové kapacity vedení – ampacity.



Obr. č. 16: WAMS (wide area measurement system)

4.11.2 Výhody řešení

- Není třeba stavět nové vedení přes Lužické hory.
- Zvýšení bezpečnosti provozu stávajících vedení (vyšší úroveň dispečerského řízení).
- Rychlá realizace.
- Nulový zásah do krajiny.

4.11.3 Výhrady řešení

- Značně omezená možnost zvýšení kapacity a bezpečnosti vedení.

- Opatření nefunkční v případě destrukce sloupů vedení.
- Technicky zatím u nás málo ověřené řešení – probíhá instalace v přenosové soustavě a lokální instalace v soustavě distribuční.
- Není řešena otázka bezpečnosti napájení Velkého Šenova.

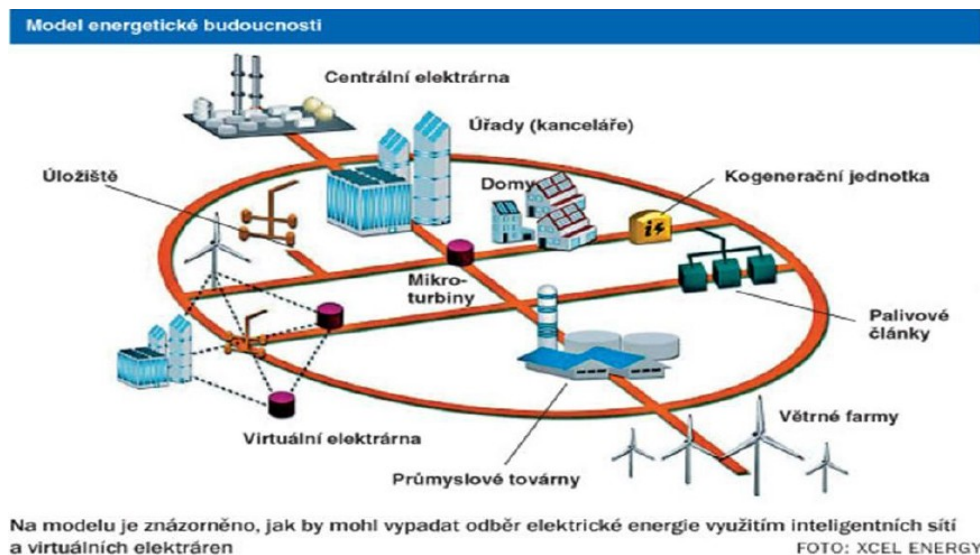
4.12 Smart Grids

4.12.1 Popis

Vybavit místní distribuční soustavu prvky Smart Grids (inteligentních sítí) s cílem snížení průměrného ročního zatížení napájecího vedení. Konkrétně by se jednalo o:

- Prostředky řízení spotřeby.
- Koordinaci místní distribuované výroby podle aktuálního zatížení napájecího vedení.
- Inteligentní elektroměry + dynamické tarify.

Prakticky by se využily zkušenosti ČEZu z realizace Smart Region Vrchlabí.



Obr. č. 17: Smart Grids

4.12.2 Výhody řešení

- Není třeba stavět nové vedení přes Lužické hory.
- Podpora místního podnikání.
- Komplexní řešení pro celý region v případě schopnosti dlouhodobého provozu v ostrovním režimu.
- Řešení podle požadavků EU.

4.12.3 Výhrady řešení

- Značně finančně a časově náročné.

- Značná provozní náročnost (sběr + vyhodnocování dat).
- Provozně nekompatibilní se zbytkem distribuční soustavy, kde zatím technologie Smart Grids instalovány nejsou.

5 ZÁVĚR

Výstavba vedení 110 kV TR Nový Bor a Varnsdorf se v současné době nachází v patové situaci a odpor k jeho venkovní formě spíše narůstá, než by se snižoval. Lze však konstatovat, že každým rokem se vlivem intenzivního výzkumu a řady nových realizací zvyšuje technologická úroveň, což umožní hledat nějaká efektivní a k přírodě citlivá řešení.

Možná by zrovna v tomto případě také pomohla i dotace a mezinárodní spolupráce.

Použité materiály:

1. B. Zemljarić, M. Jerele – Experience with upgrading 35 kV overhead line to 110 kV voltage level using post line insulation – Cired 2013