

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zásobování elektrinou Šluknovského výběžku

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Dominik EHL**
Osobní číslo: **E13N0040K**
Studijní program: **N2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Zásobování Šluknovského výběžku elektrinou**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište vlastnosti přenosové a distribuční soustavy vzhledem k posouzení výhod a nevýhod jednotlivých navržených variant zásobování elektrickou energií.
2. Posuďte aktuální stav zásobování Šluknovské výběžku elektrinou.
3. Rozeberte varianty technického řešení zvýšení bezpečnosti a kapacity zásobování.
4. Posuďte výhody a nevýhody jednotlivých navržených variant.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **30 - 40 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**


Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.


Vedoucí diplomové práce: **Doc. Ing. Jiřina Mertlová, CSc.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2014**

Termín odevzdání diplomové práce: **11. května 2015**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2014

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na řešení otázky zásobování elektrickou energií Šluknovského výběžku. První část práce pojednává o současném stavu v regionu a také o historii elektrifikace oblasti. Druhá část práce rozebírá jednotlivé varianty řešení problému zásobování. U každé varianty je pozornost zaměřena na porovnání výhod a nevýhod. Všechny rozebírané možnosti obsahují závěrečné shrnutí, které hodnotí danou variantu. Práce obsahuje celkem dvanáct různých variant, které byly v minulosti navrženy, a přidává dvě autorovi vlastní.

Klíčová slova

Šluknovský výběžek, elektrické vedení, kabelové vedení

Abstract

This thesis deals with the issue of electricity supply of Sluknov region. The first part is focused on current situation in the region and on the history of electrification of the area. The second part is focused on the different variants of solving the problem of supply. The attention is focused on comparing the advantages and disadvantages for each alternative. All the discussed options include summary, which evaluates the alternatives. This thesis includes twelve different options, which have been proposed in the past, and adds two more, which are author's own.

Key words

Sluknov region, wiring, cable line

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

.....
podpis

V Plzni dne 25.8.2015

Dominik Ehl

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jirině Mertlové, CSc a konzultantovi Dipl. Ing. Richardu Habrychovi, Ph.D.za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

| | |
|--|-----------|
| OBSAH..... | 9 |
| SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 11 |
| ÚVOD..... | 12 |
| 1 STÁVAJÍCÍ STAV ZÁSBOVÁNÍ ELEKTŘINOU ŠLUKNOVSKÉHO VÝBĚŽKU..... | 13 |
| 2 GEOGRAFIE ŠLUKNOVSKÉHO VÝBĚŽKU..... | 15 |
| 3 HISTORIE ELEKTRIFIKACE ŠLUKNOVSKÉHO VÝBĚŽKU A DĚČÍNSKÉHO OKRESU..... | 15 |
| 3.1 PROCES ELEKTRIFIKACE V OBDOBÍ PŘED DRUHOU SVĚTOVOU VÁLKOU..... | 15 |
| 3.2 VÝSTAVBA EL. SÍTĚ V OBLASTI ŠLUKNOVSKÉHO VÝBĚŽKU PO DRUHÉ SVĚTOVÉ VÁLCE AŽ DODNES..... | 17 |
| 4 AKTUÁLNÍ STAV V REGIONU..... | 18 |
| 5 ROZBOR MOŽNÝCH TECHNICKÝCH ŘEŠENÍ..... | 18 |
| 5.1 PŘÍHRADOVÉ VENKOVNÍ VEDENÍ..... | 18 |
| 5.1.1 Popis navrhovaných tras..... | 20 |
| 5.1.2 Popis technického řešení a odhadovaná cena..... | 20 |
| 5.1.3 Výhody daného řešení..... | 21 |
| 5.1.4 Nevýhody daného řešení..... | 22 |
| 5.1.5 Zhodnocení..... | 23 |
| 5.2 STŘÍDAVÉ KABELOVÉ VEDENÍ 110 kV ULOŽENÉ V ZEMI..... | 23 |
| 5.2.1 Navrhovaná trasa pro kabelové vedení..... | 23 |
| 5.2.2 Technické řešení střídavého kabelového vedení a odhadní cena..... | 24 |
| 5.2.3 Výhody daného řešení..... | 25 |
| 5.2.4 Nevýhody daného řešení..... | 26 |
| 5.2.5 Zhodnocení..... | 27 |
| 5.3 STEJNOSMĚRNÉ KABELOVÉ VEDENÍ 110 kV ULOŽENÉ V ZEMI..... | 27 |
| 5.3.1 O technologii HVDC..... | 27 |
| 5.3.2 Technické řešení stejnosměrného kabelového vedení 110 kV..... | 28 |
| 5.3.3 Porovnání výhod a nevýhod daného řešení..... | 28 |
| 5.3.4 Zhodnocení..... | 29 |
| 5.4 KOMPAKTNÍ (ESTETICKÉ VEDENÍ)..... | 29 |
| 5.4.1 Co znamená pojem kompaktní vedení..... | 29 |
| 5.4.2 Kompaktní vedení v zahraničí..... | 30 |
| 5.4.3 Porovnání výhod a nevýhod daného řešení..... | 32 |
| 5.4.4 Zhodnocení..... | 32 |
| 5.5 KOMBINOVANÉ VEDENÍ..... | 32 |
| 5.5.1 Technické řešení..... | 32 |
| 5.5.2 Problematika kombinovaných vedení..... | 33 |
| 5.5.3 Porovnání výhod a nevýhod daného řešení..... | 34 |
| 5.5.4 Zhodnocení..... | 34 |
| 5.6 VENKOVNÍ VEDENÍ 110 kV ZE SRN..... | 34 |
| 5.6.1 Technické řešení..... | 34 |
| 5.6.2 Problematika přeshraničních vedení..... | 35 |
| 5.6.3 Porovnání výhod a nevýhod daného řešení..... | 35 |
| 5.6.4 Zhodnocení..... | 36 |
| 5.7 VENKOVNÍ VEDENÍ 400 kV..... | 37 |
| 5.7.1 Technické řešení..... | 37 |
| 5.7.2 Výhody daného řešení..... | 38 |
| 5.7.3 Nevýhody daného řešení..... | 38 |
| 5.7.4 Zhodnocení..... | 39 |

| | | |
|--------|---|-----------|
| 5.8 | POVÝŠENÍ VEDENÍ 35 kV NA 110 kV | 39 |
| 5.8.1 | <i>Technické řešení</i> | 39 |
| 5.8.2 | <i>Podobné realizace v zahraničí</i> | 39 |
| 5.8.3 | <i>Výhody daného řešení</i> | 40 |
| 5.8.4 | <i>Nevýhody daného řešení</i> | 40 |
| 5.8.5 | <i>Zhodnocení</i> | 40 |
| 5.9 | MODERNIZACE STÁVAJÍCÍHO DVOJITÉHO VEDENÍ | 40 |
| 5.9.1 | <i>Technické řešení</i> | 40 |
| 5.9.2 | <i>Výhody daného řešení</i> | 41 |
| 5.9.3 | <i>Nevýhody daného řešení</i> | 41 |
| 5.9.4 | <i>Zhodnocení</i> | 42 |
| 5.10 | ZVÝŠENÍ VÝROBY VE ŠLUKNOVSKÉM VÝBĚŽKU..... | 43 |
| 5.10.1 | <i>Decentralizovaná energetika</i> | 43 |
| 5.10.2 | <i>Technické řešení</i> | 44 |
| 5.10.3 | <i>Záměry výstavby v oblasti Šluknovského výběžku</i> | 44 |
| 5.10.4 | <i>Výhody daného řešení</i> | 44 |
| 5.10.5 | <i>Nevýhody daného řešení</i> | 45 |
| 5.10.6 | <i>Zhodnocení</i> | 45 |
| 5.11 | ZVÝŠENÍ NEBO PLNÉ VYUŽITÍ PŘENOSOVÝCH VEDENÍ..... | 45 |
| 5.11.1 | <i>Princip metody WAMS</i> | 46 |
| 5.11.2 | <i>Technické řešení</i> | 46 |
| 5.11.3 | <i>Výhody daného řešení</i> | 46 |
| 5.11.4 | <i>Nevýhody daného řešení</i> | 47 |
| 5.11.5 | <i>Zhodnocení</i> | 47 |
| 5.12 | SMART GRIDS | 47 |
| 5.12.1 | <i>Pilotní projekt Smart Region Vrchlabí</i> | 47 |
| 5.12.2 | <i>Technické řešení</i> | 47 |
| 5.12.3 | <i>Výhody daného řešení</i> | 48 |
| 5.12.4 | <i>Nevýhody daného řešení</i> | 48 |
| 5.12.5 | <i>Zhodnocení</i> | 48 |
| 5.13 | NADZEMNÍ KABELOVÉ VEDENÍ | 49 |
| 5.13.1 | <i>Technické řešení</i> | 49 |
| 5.13.2 | <i>Výhody daného řešení</i> | 49 |
| 5.13.3 | <i>Nevýhody daného řešení</i> | 49 |
| 5.13.4 | <i>Zhodnocení</i> | 49 |
| 5.14 | VYBUDOVÁNÍ KOLEKTORU | 50 |
| 5.14.1 | <i>Technologie mikrotunelování</i> | 50 |
| 5.14.2 | <i>Technické řešení</i> | 50 |
| 5.14.3 | <i>Výhody daného řešení</i> | 51 |
| 5.14.4 | <i>Nevýhody daného řešení</i> | 51 |
| 5.14.5 | <i>Zhodnocení</i> | 51 |
| | ZÁVĚR | 52 |
| | SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ | 53 |
| | PŘÍLOHY | 1 |

Seznam symbolů a zkratek

| | |
|-----------|--|
| AC | Alternating current (střídavý proud) |
| ČR..... | Česká republika |
| DC | Direct current (stejnsměrný proud) |
| DS..... | Distribuční soustava |
| EIA | Environmental Impact Assessment (posouzení vlivů na životní prostředí) |
| ES | Elektrická soustava |
| FVE | Fotovoltaická elektrárna |
| HVDC..... | High Voltage Direct Current (vysokonapětový stejnosměrný přenos) |
| CHKO..... | Chráněná krajinná oblast |
| NN | Nízké napětí |
| NP..... | Národní park |
| NPP..... | Národní přírodní památka |
| NPR | Národní přírodní rezervace |
| OZ..... | Obnovitelné zdroje |
| PP | Přírodní památka |
| PR..... | Přírodní rezervace |
| PS | Přenosová soustava |
| SČE..... | Severočeská energetika |
| SRN | Spolková republika Německo |
| TR..... | Transformovna |
| VN | Vysoké napětí |
| VTE | Větrná elektrárna |
| VVN | Velmi vysoké napětí |
| WAMS..... | Wide Area Monitoring System (rozsáhlý monitorovací systém) |

Úvod

Předkládaná práce je zaměřena na problematiku zásobování elektrickou energií Šluknovského výběžku. Současné napájení celé oblasti zajišťuje venkovní příhradové vedení 110 kV a záložní těžké vedení 35 kV vedoucí v souběžné trase. V důsledku pouze jednostranného napájení se region potýká s častějšími výpadky elektřiny. Hodnocení současného stavu napájení je energetiky označováno jako rizikové. Tímto problémem se zabýval tehdejší distributor SČE již okolo roku 1986 [1]. Studie, které byly zrealizované od té doby dodnes, opakovaně upřednostňovaly jako nejvhodnější variantu nové vedení 110 kV v trase Nový Bor - Varnsdorf. Tato varianta narazila na značný odpor dotčených obcí a obyvatel, různých občanských sdružení, orgánů ochrany přírody a krajiny. Těmito subjekty je příhradové vedení odmítáno z důvodu značného negativního dopadu výstavby na CHKO Lužické hory a další oblasti. Z pohledu stávajícího distributora ČEZ Distribuce, a.s. je nejvhodnější varianta právě venkovní vedení v trase Nový Bor - Varnsdorf z důvodu snadné realizace, přijatelných investičních nákladů, dostatečných zkušeností s provozem a údržbou, dlouhé životnosti. Neshoda obou stran vyústila v říjnu 2013 v podání žádosti o pomoc ze strany svazku obcí Novoborska, adresovaná tehdejšímu předsedovi vlády panu Rusnokovi, s požadavkem na zastavení přípravných prací na projektu výstavby výše zmíněného vedení [2]. Celý problém tak získal nový politický rozměr.

V rozvojovém záměru distributora pro období 2013 - 2018 je uveden záměr výstavby nového propojovacího vedení v trase Nový Bor - Varnsdorf. Realizace je plánovaná na roky 2017 - 2018 [3]. Tato práce si klade za cíl vnést do celé problematiky komplexní pohled. První část práce je věnována současnému stavu v regionu a také historii elektrifikace. Ve druhé části jsou podrobněji rozebrána jednotlivá, již dříve navržená řešení. V závěru práce jsou publikovány dva autorovi vlastní návrhy.

1 Stávající stav zásobování elektřinou Šluknovského výběžku

Oblast Šluknovského výběžku je zásobována elektřinou jediným dvojitým vedením 110 kV postaveném v roce 1965. Toto vedení je napájené z transformovny Babylon a dále vyvádí výkon do transformoven Česká Kamenice, Varnsdorf, Podhájí a Velký Šenov. Souběžně vede také vedení 35 kV, které bylo v minulosti využíváno jako záložní. Zmíněná vedení jsou zakreslena na Obr.1 – Vedení 110 kV Šluknovský výběžek. Vedení 110 kV žlutou barvou a 35 kV tmavě fialovou.



Obr.1 Vedení 110 kV Šluknovský výběžek [4]

Podle článku vydaného v listopadu 2013 společností ČEZ Distribuce, a.s. [5] již přesáhlo vedení 35 kV své přenosové možnosti. V *Tab. 1– Měření spotřeby v zimních měsících* jsou uvedena data z měření spotřeby v zimních měsících v průběhu let 2006 až 2013 pro transformovny Varnsdorf, Podhájí a Velký Šenov.

Tab. 1 Měření spotřeby v zimních měsících [5]

| Název transformovny | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|
| | (MW) | (MW) | (MW) | (MW) | (MW) | (MW) | (MW) | (MW) |
| Podhájí | 18,211 | 24,126 | 19,022 | 19,372 | 24,687 | 22,697 | 21,8 | 19,9 |
| Varnsdorf | 9,048 | 8,651 | 8,721 | 7,78 | 7,938 | 7,696 | 10,4 | 10,5 |
| Velký Šenov | 18,718 | 12,052 | 12,991 | 13,343 | 11,187 | 12,506 | 10,7 | 11,6 |
| celkem | 45,977 | 44,829 | 40,734 | 40,495 | 43,812 | 42,899 | 42,9 | 42,0 |

V *Tab. 2 – Přehled transformoven a jejich maximální zatížení* je zaznamenáno ke každé zmíněné transformovně její transformační napětí, počet a instalovaný výkon transformátorů a maximální zatížení dané transformovny z hlediska napájecího vedení.

Tab. 2 Přehled transformoven a jejich maximální zatížení [5]

| Transformovna | Transformační napětí | Instalované transformátory | Maximální zatížení |
|---------------|----------------------|----------------------------|--------------------|
| Podhájí | 110/35 kV | 2 x 40 MVA | 20 MW |
| Varnsdorf | 110/10 kV | 2 x 25 MVA | 10 MW |
| Velký Šenov | 110/35 kV | 1 x 25 MVA | 12 MW |
| | celkem | 155 MVA | 42 MW |

Porovnáním hodnot v obou tabulkách zjistíme, že z dlouhodobého hlediska se záložní napájecí vedení pro Šluknovský výběžek pohybuje na hranici své přenosové kapacity (platí zejména pro zimní měsíce). Podle distributora [5] hrozí v případě havárie vedení několikahodinový, ale i několikadenní výpadek dodávek elektrické energie do větší části oblasti. Dle autorova názoru je výhledově ohrožena spolehlivost dodávek elektřiny do dotčené oblasti. Momentální stav napájení může mít negativní dopad na budoucí rozvoj celého regionu.

2 Geografie Šluknovského výběžku

Šluknovský výběžek se nachází v severovýchodní části Ústeckého kraje v okrese Děčín. Výběžek tvoří 18 obcí, které jsou uskupeny do tří regionů a to Šluknovsko, Rumbursko a Varnsdorfsko. Rozloha celého území činí 355 km² a počet obyvatel žijících v této oblasti byl k 1.1.2004 celkem 54 433. Rozložení obyvatelstva je nerovnoměrné. V centrálních obcích Šluknov, Rumburk a Varnsdorf žije přibližně 60 % obyvatelstva celého regionu [6]. Ze třech stran je výběžek obklopen Spolkovou republikou Německo. Jeho nejužší místo v západovýchodním směru je pouze 11,2 km široké. Na území Šluknovského výběžku se nachází národní park České Švýcarsko, chráněná krajinná oblast Lužické hory, Labské pískovce a mnoho dalších maloplošných chráněných území jako jsou NPR, NPP, PR, PP. Nalezneme zde také nejsevernější místo České republiky.



Obr. 2 Šluknovský výběžek [7]

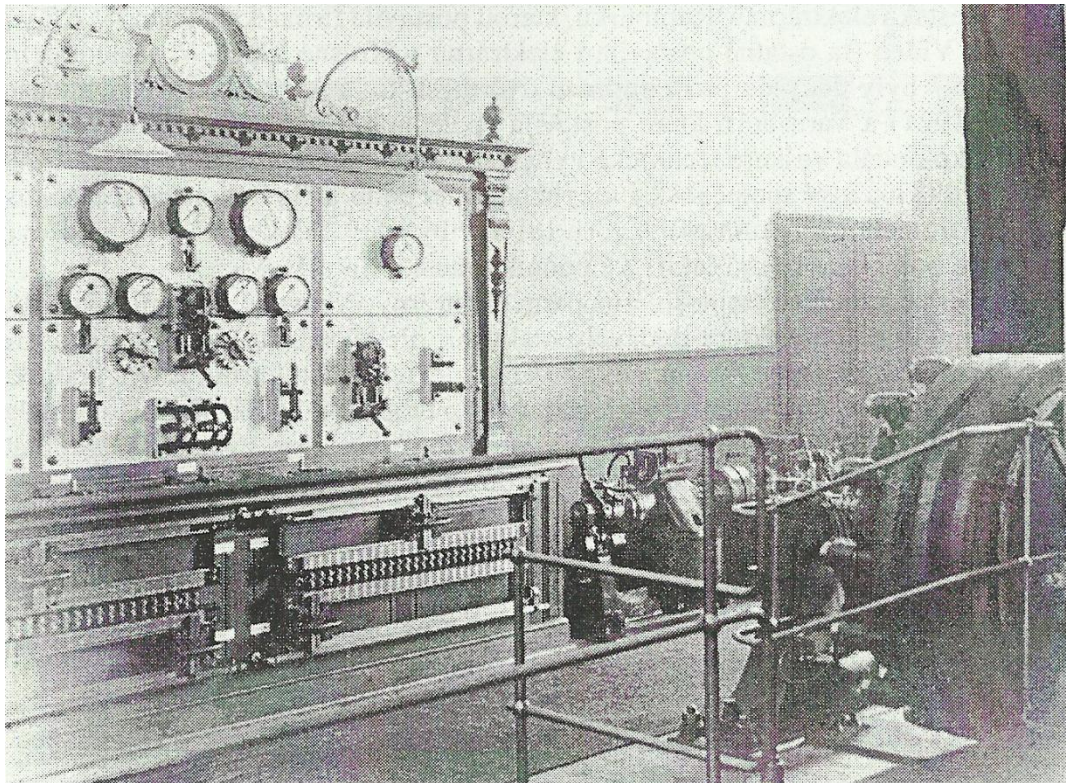
3 Historie elektrifikace Šluknovského výběžku a Děčínského okresu

3.1 Proces elektrifikace v období před druhou světovou válkou

Proces elektrifikace oblasti započal již po roce 1880, kdy se setkáváme s prvními pokusy o zavádění elektřiny v podobě malých podnikových hydroelektráren. Celý proces zavedení elektřiny do všech obcí byl ukončen až po roce 1935. Postupná elektrifikace se dá rozdělit do čtyř základních období

- **Počátky výroby elektřiny, první závodní hydroelektrárny (1881 - 1898)**
- **Počátek elektrifikace jednotlivých obcí, městské elektrárny (1897 - 1905)**
- **První dálková (přenosová) vedení, založení podmokelské společnosti Severočeské elektrárny (1910 - 1920)**
- **Dokončení elektrifikace, zakládání elektrárenských svazů a společenstev (1921 - 1938)**

První budované hydroelektrárny vyráběly stejnosměrný proud. Následný systém rozvodu byl také stejnosměrný. Výhoda spočívala v jednoduchosti celé sítě, rozvod proudu byl zajišťován na stejné napěťové hladině, na jakou byly dimenzovány spotřebiče. Převažující napětí bylo 110 V nebo 150 V, pro výkonnější spotřebiče 220 V nebo 300 V. Tento systém měl zásadní nevýhodu ve velkých ztrátách napětí, které dosahovaly běžně 25 %. To znemožňovalo rozvádět elektrický proud na delší vzdálenosti.



Obr. 3 Rozvodná deska v prvních elektrárnách [8]

Tento problém byl vyřešen až s přechodem výroby na střídavý proud. V oblasti Děčínska se s prvními rozvody na střídavý proud setkáváme před první světovou válkou. [8]

Další etapa je charakteristická zaváděním (střídavého) elektrického proudu i do menších obcí k malooběratelům. To si vyžádalo přechod od výroby lokální k výrobě centralizované a budování rozlehlých rozvodných sítí vysokého napětí. Takto rozsáhlé investice si již nemohla města dovolit, a proto vznikají první elektrárenské společnosti. V dané oblasti se jednalo o dvě hlavní Bergmannovy závody a Severočeské elektrárny. Nově vzniklé Severočeské elektrárny postupem času převzaly veškeré úlohy spojené s budováním dálkových rozvodných sítí vysokého napětí. Velký rozmach elektrifikace je zaznamenán po první světové válce, kdy byla také postavena svého času jedna z největších elektráren na

našem území v Ústí nad Labem. Její výkon dosahoval 120 MW a mohla být napojena na rozsáhlou síť dálkových vedení na napěťové hladině 10 kV, 35 kV a také 110 kV. [9]

Poslední období elektrifikace oblasti je význačné přechodem od financování staveb (místních rozvodů obcí) elektrárenskými společnostmi k financování rozvodů dotčenými obcemi. Vznikají místní osvětlovací a elektrárenská společenstva a družstva. Členové těchto organizací jsou zájemci o napojení na elektrickou síť. Ti skládají členské poplatky, které jsou následně využity na budování místních rozvodů a jejich údržbu. Elektrinu nakupují přímo od elektrárenských společností, které se v tomto období už pouze soustředí na výstavbu rozvodných sítí vysokého napětí a přípojek k jednotlivým obcím a velkoodběratelům. [10]

3.2 Výstavba el. sítě v oblasti Šluknovského výběžku po druhé světové válce až dodnes

Po druhé světové válce bylo nejprve nutné opravit poničenou infrastrukturu. To se týkalo také elektrických vedení. Pro pokračující poválečnou elektrifikaci byl přelomový rok 1948. V tomto roce přešlo tehdejší Československo na centrálně plánované hospodářství. To mělo za následek urychlené dokončování kompletní elektrifikace státu za každou cenu. Celoplošná elektrifikace ČSR byla dokončena v roce 1954. Další rozvoj energetické sítě spočíval v postupném navyšování výroby a také kapacity přenosových a distribučních vedení [11]. Pro Šluknovský výběžek byl významný rok 1965, kdy došlo k postavení hlavního napájecího vedení 110 kV, které je v provozu dodnes. Za dob centrálně plánovaného hospodářství vznikaly velice ambiciózní plány na rozšíření výroby v závodu Jawa Jiříkov. Projektované zvýšení spotřeby by již nedokázalo kapacitně pokrýt stávající vedení 110 kV, a proto se reálně uvažovalo o výstavbě nového propojovacího vedení 400 kV z TR Babylon do TR Podhájí [1]. Rizikový stav jednostranného napájení Šluknovského výběžku začala řešit tehdejší SČE již v období před revolucí v roce 1989. Tento problém se nepodařilo vyřešit dodnes.

4 Aktuální stav v regionu

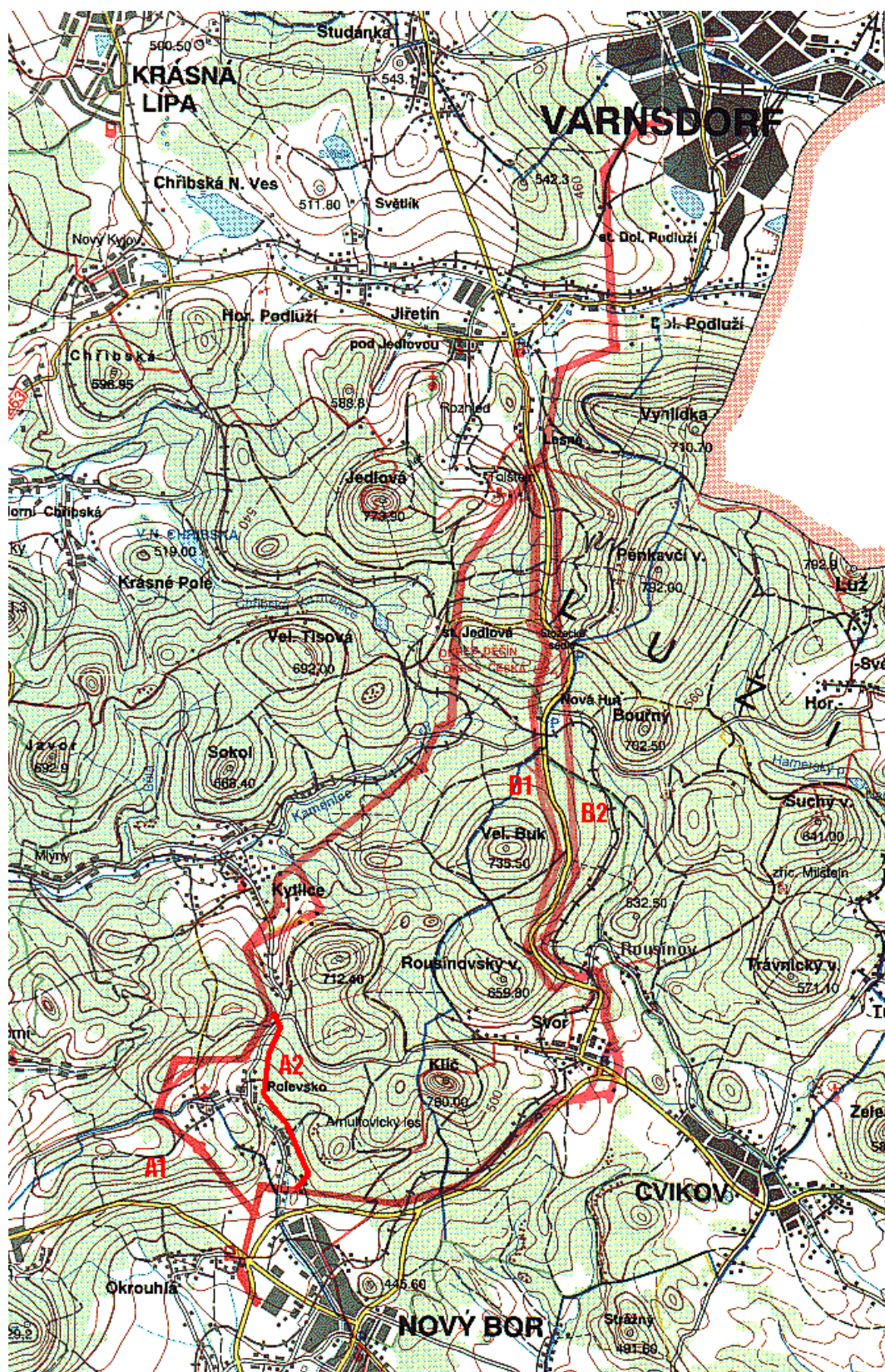
Šluknovský výběžek je centrem strojírenského a textilního průmyslu. Z největších zde působících firem můžeme jmenovat např. TOS Varnsdorf nebo VELVETA, a.s. Po revoluci v roce 1989 zde došlo k zániku nebo utlumení výroby velkých závodů jako Bytex, Mikov a Desta. Nyní se celá oblast potýká s vysokou mírou nezaměstnanosti, která dosahuje místy až 20 % a s tím související nízkou životní úrovní [6]. Dlouhodobě se také region vyrovnává se zhoršenou bezpečnostní situací, která vede k napětí ve společnosti a dalším negativním vlivům.

5 Rozbor možných technických řešení

Na téma zásobování Šluknovského výběžku elektřinou vzniklo do doby vydání této diplomové práce již mnoho studií a článků. Analýza dostupných podkladů nám dává konečné číslo celkem dvanáct možných řešení daného problému. Některá z nich jsou tvořena kombinací předešlých, ale do výčtu zde budou uvedena jako řešení samostatná. Tato práce obohacuje celkový seznam o dvě nová autorova řešení.

5.1 Příhradové venkovní vedení

Jedná se o vedení 110 kV v trase Nový Bor - Varnsdorf. V současné době je zpracováno několik návrhů a možných tras venkovního vedení. Na *Obr. 4 – Plánované trasy příhradového vedení* jsou zakresleny varianty průchodu venkovního vedení a jejich pracovní označení A1, A2, B1, B2.



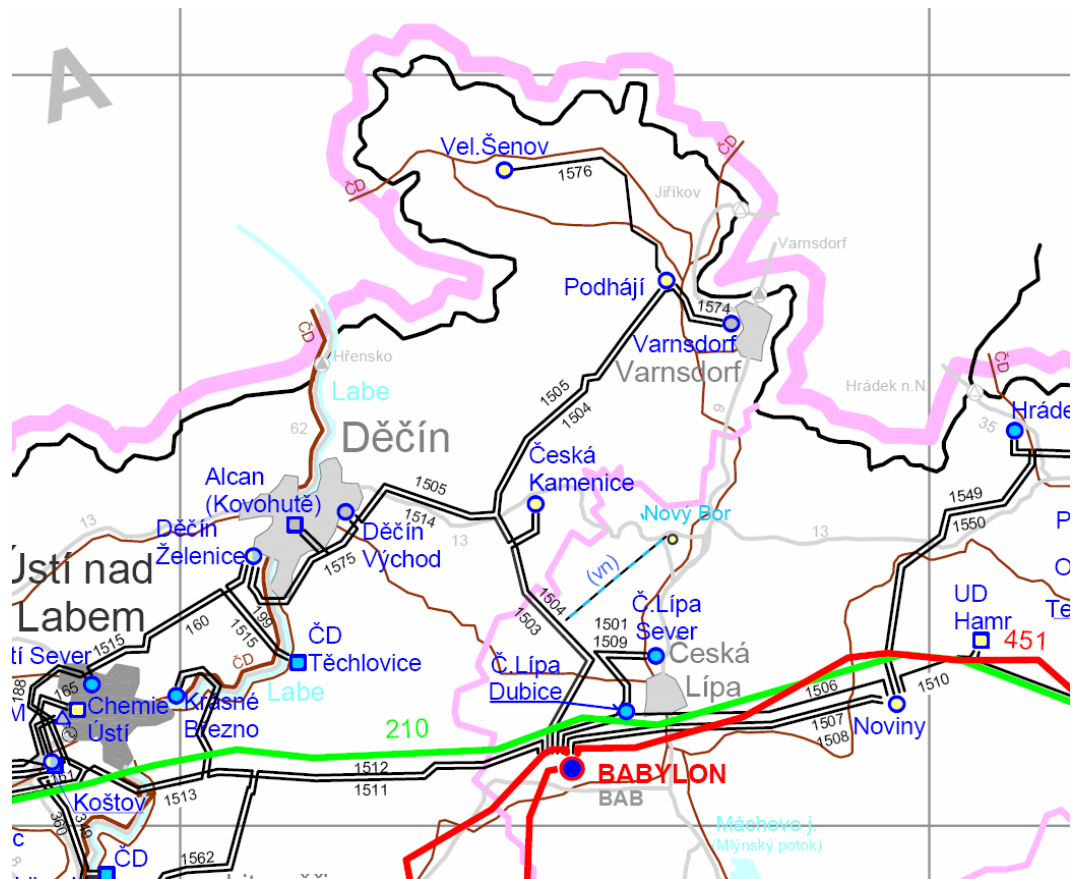
Obr. 4 Plánované trasy příhradového vedení [12]

5.1.1 Popis navrhovaných tras

Všechny varianty začínají shodně napojením od závodu Crystalex Nový Bor a směřují severním směrem. Fotodokumentace napojení závodu je uvedena v příloze A. Varianta A1 obchází Palevsko z levé strany a dále směřuje na obec Kytlice. Od Kytlic se trasa odklání na severovýchod a míjí železniční stanici Jedlová po pravé straně. Od Jedlové směřuje trasa ke zřícenině hradu Tolštejn a stejnojmennému vrchu, který obchází z pravé strany, a dále pokračuje k obci Lesné. Zde se trasa A1 a potažmo A2 potkává s trasami B1 a B2. Dále je trasa pro všechny varianty stejná. Prochází Dolním Podlužím a končí v transformovně Varnsdorf. Detailní snímek transformovny je uveden v příloze A. Varianta A2 se liší od varianty A1 pouze v oblasti Palevska, kde A2 obchází Palevsko kratší trasou po pravé straně. Varianty B1 a B2 začínají svou trasu shodně a to průchodem obcí Arnultovice a dále podél komunikace E442 k obci Svor. Zde trasa křížuje komunikaci E442, silnici č. 9 a vydává se na sever. Za křižovatkou silnice č. 9 a odbočky k obci Rousínov se trasa dělí na varianty B1 a B2. Obě varianty pokračují shodným směrem a kopírují silnici č. 9 k obci Lesné. Varianta B1 po levé a varianta B2 po pravé straně silnice. U obce Lesné se všechny varianty potkávají a dále pokračují výše popsanou cestou směr Varnsdorf. Celková přibližná délka trasy A1 je 19,2 km, A2 18 km, B1 21 km a B2 20 km. Vzdálenosti všech variant jsou srovnatelné.

5.1.2 Popis technického řešení a odhadovaná cena

Napojení vedení 110 kV začíná u závodu Crystalex, který je nyní napájen z vedení 110 kV provozovaném na napěťové hladině 35 kV. Na *Obr. 5 – Schéma sítě PS A DS 110 kV-výřez Šluknovský výběžek* je vedení vyobrazené dvoubarevnou přerušovanou čarou [4].



Obr. 5 Schéma sítě PS A DS 110 kV- výřez Šluknovský výběžek [4]

Navýšení napěťové hladiny si vyžádá další investice do způsobu připojení závodu k ES. Dále vedení pokračuje jako jednoduché nebo dvojitě zavěšené na příhradové konstrukci stožárů po možných trasách popsanych v kapitole 5.1.1. Takové vedení má legislativně stanovené ochranné pásmo o minimální šíři 32 m (platí pro dvojitě vedení). A to 8 m vedení a 12 m na každou stranu od krajního vodiče. Jednoduché vedení by vyžadovalo průsek 30 m [13]. Rozdíl v šíři průseku je vzhledem k jeho celkové šířce nepatrný. Při průchodu zalesněnou oblastí to v praxi znamená vytvoření a udržování průseku o dané šíři. Odhadní cena realizace je asi 164 miliónů korun.

5.1.3 Výhody daného řešení

- **Cena realizace**

Ze všech uvedených možností je tato cenově nejpříjemnější a vzhledem k technické nenáročnosti snadno realizovatelná.

- **Přenosová kapacita**

V případě realizace je možné postavit vedení jako dvojité, tím bude zajištěna dostatečná přenosová kapacita i do budoucna.

- **Technické ztráty**

V případě venkovního vedení jsou technické ztráty malé (např. oproti střídavému kabelovému vedení)

- **Náročnost údržby**

Z hlediska údržby je venkovní vedení snadno přístupné a jeho údržba je dobře zvládnutá a léty prověřená.

- **Životnost**

Celková životnost vedení je dnes okolo padesáti let, u samotných stožárů to může být až sedmdesát let.

5.1.4 Nevýhody daného řešení

- **Zvýšení bezpečnosti napájení**

Dané řešení sice zajišťuje přívod elektrické energie do rozvodny Varnsdorf po úplně nové trase, ale neřeší komplexně problém napájení celého Šluknovského výběžku. Stále zůstává jediné napájecí vedení 110 kV z rozvodny Podhájí do Velkého Šenova.

- **Vliv na životní prostředí**

Navrhované trasy vedení prochází přímo skrz CHKO Lužické hory. Nutné je vytvoření ochranného pásma vedení o celkové minimální šířce 32 m (pro dvojité vedení). V průběhu výstavby bude využíváno těžké stavební techniky a hrozí poškození půdy vlivem enormního zatížení a následný vznik mokřin. Tyto negativní vlivy povedou ke změně krajinného rázu turisticky atraktivní oblasti.

- **Spolehlivost provozu**

Venkovní vedení není odolné vůči extrémním klimatickým vlivům. Mohou ho poškodit vichřice, námraza, povodně...

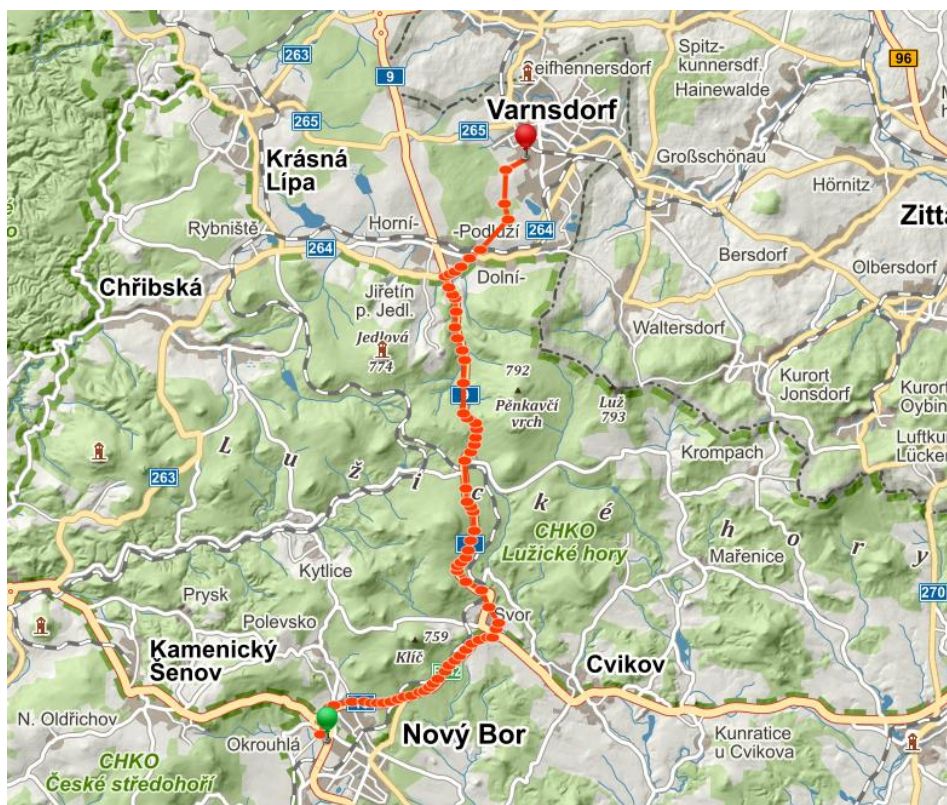
5.1.5 Zhodnocení

Toto řešení je určitě z pohledu distributora elektrické energie nejlepší. Kombinuje technickou jednoduchost, příznivou cenu a dlouhou životnost se snadnou údržbou. Jako méně vhodné se ovšem jeví obyvatelům dotčených lokalit. Tento návrh vyvolal značnou negativní odezvu jak mezi orgány ochrany přírody a krajiny, tak mezi samotnými obyvateli oblasti i přes jejich vlastní zájem na spolehlivosti dodávky elektrické energie do celého regionu. Zásadní výhrady mělo k celému projektu také Ministerstvo životního prostředí, které dne 23. 3. 2004 vydalo k projektu stavby propojovacího venkovního vedení Nový Bor - Varnsdorf nesouhlasné stanovisko. Problematikou výše popsaných tras venkovního vedení se také zabývá územní studie s názvem Prověření možné varianty vedení 110 kV zásobujícího šluknovský výběžek [14], kterou vyhotovilo studio Kapa na žádost Ministerstva pro místní rozvoj ČR. Tato studie porovnává celkem pět variant vedení 110 kV. První varianta je rekonstrukce stávajícího vedení z rozvodny Babylon do rozvodny Rumburk-Podhájí. Fotodokumentace rozvodny Podhájí je uvedena v příloze A. Tato varianta je blíže rozebrána v kapitole 5.9 této práce. Druhá a třetí varianta je shodná s trasami A a B, které jsou popsány výše v této kapitole. Poslední dvě varianty řeší možnost postavení vedení 110 kV z území SRN, tato možnost je blíže specifikována v kapitole 5.6 této práce. Výsledkem studie je označení jako nejvhodnější možnosti varianta B, to je vyvedení výkonu z rozvodny Babylon přes napájecí vedení závodu Crystalex Nový Bor a dále směrem k obci Svor, podél silnice číslo 9 k obci Lesné, skrz Dolní Podluží až do rozvodny Varnsdorf. Závěrečné doporučení z této studie přiloženo v příloze B.

5.2 Střídavé kabelové vedení 110 kV uložené v zemi

5.2.1 Navrhovaná trasa pro kabelové vedení

Uvažovaná trasa kabelového vedení je podobná s trasou varianty B venkovního vedení a je patrná z Obr. 6. Jedná se tedy znovu o začátek u závodu Crystalex Nový Bor a dále směrem k obci Svor. Od obce Svor by měl kabel sledovat silnici číslo 9 do obce Lesné a dále pak skrz Dolní Podluží až do Varnsdorfu. Navrhovaná trasa kabelového vedení se snaží v maximální míře využít již existujících koridorů. Je to především koridor vysokotlakého plynovodu společnosti RWE [15] a dále koridory silnice č. 9 a č. 13. Mapa distribuční soustavy zemního plynu pro region severozápadní Čechy se nachází v příloze D. Celková délka trasy je přibližně 21 km.



Obr. 6 Předpokládaná trasa kabelového vedení [16]

5.2.2 Technické řešení střídavého kabelového vedení a odhadní cena

Přivedení výkonu do kabelového vedení je shodné jako u venkovního vedení v kapitole 5.1. Začíná u závodu Crystalex, jehož napájecí napětí je 35 kV viz *Obr. 5 – Schéma sítě PS A DS 110 kV- výřez Šluknovský výběžek*. Tato hladina bude muset být zvednuta na 110 kV (vedení je dimenzované na 110 kV, ale provozované na hladině 35 kV). Tento zásah si vyžádá další investice do transformačního zařízení pro napájení závodu. Vedení je sestaveno ze tří jednofázových kabelů na napětí 110 kV, které jsou uloženy do země viz *Obr. 7 Uložení VVN kabelů do země*. Podle zákona [17], je ochranné pásmo VVN kabelů 110 kV, uložených do země, 1m na každou stranu od krajního kabelu. Další nutná podmínka je přístup na jakékoliv místo po celé délce trasy. To vyžaduje vybudování přístupové cesty podél místa uložení. Protože plánovaná trasa vedení sleduje již vybudované koridory viz *Obr. 6 Předpokládaná trasa kabelového vedení* a ochranné pásmo je zde poměrně úzké (oproti venkovnímu vedení), vyžádala by si stavba jen minimální odlesnění. Odhadní cena tohoto řešení je přibližně 975 miliónů korun.



Obr. 7 Uložení VVN kabelů do země [18]

5.2.3 Výhody daného řešení

- **Vliv na životní prostředí**

Vzhledem k legislativně dané šířce ochranného pásma, je toto řešení daleko šetrnější k přírodě a představuje daleko menší zásah do krajinného rázu oblasti oproti vedení venkovnímu. Kabelové vedení není také rizikem pro ptactvo. Negativní dopad ovšem může mít průběh výstavby a to hlavně pohyb těžké techniky po celé délce trasy vedení. Jde hlavně o bagrování a následné přesuny velkého množství materiálů. Tyto negativní faktory se mohou na okolním terénu podepsat dokonce více než u výstavby vedení venkovního. [1]

- **Spolehlivost provozu**

Použití kabelového vedení sebou nese přínos v podobě odolnosti vůči klimatickým vlivům a je zde tedy menší pravděpodobnost poruchy než u vedení venkovního.

- **Další**

Nutné vybudování komunikace podél trasy vedení sebou může přinést výhodu v podobě jejího dalšího využití a tím podpořit turistický rozvoj oblasti. Nabízí se zde možnost zřízení cyklostezky nebo třeba naučné stezky.

5.2.4 Nevýhody daného řešení

- **Cena realizace**

Velká nevýhoda tohoto řešení je cena. Odhadovaná částka skoro miliarda korun je příliš vysoká. S velkou pravděpodobností by se cena realizace promítla do distribučního poplatku.

- **Přenosová kapacita**

Přenosová kapacita oproti venkovnímu vedení je nižší v důsledku vyšší hodnoty kapacitní reaktance, ale vzhledem k životnosti stavby nejspíše dostačující.

- **Zvýšení bezpečnosti napájení**

Zde je stejný problém jako u venkovního vedení. Tato varianta neřeší problém napájení Velkého Šenova.

- **Technické ztráty**

Ztráty jsou u střídavého kabelového vedení podstatně větší než u vedení venkovního.

- **Náročnost údržby**

Vzhledem k uložení kabelu v zemi je údržba problematická. Odstranění případné poruchy je spojeno s výkopovými pracemi a v zimním období může být důsledkem nízkých teplot znemožněno úplně. Tyto faktory negativně ovlivňují rychlost opětovného uvedení do provozu.

- **Životnost**

Plánovaná životnost u VVN střídavých kabelových vedení bývá v praxi 25 let. To je zhruba polovina oproti vedení venkovnímu.

- **Další**

Nevýhodou je zde také malá zkušenost distributora s provozem a údržbou kabelového vedení 110 kV v plánované délce.

5.2.5 Zhodnocení

Kabelové vedení 110 kV v takové délce nemá v ČR obdoby. To by mohlo přinést problémy s nedostatkem zkušeností jak při výstavbě, tak při následném provozu. Existuje zde také další riziko, které ve svém článku [1] zmiňuje Ing. Petr Hájek, a tím je možnost vzniku masivní drenáže v důsledku porézního uložení kabelu (štěrk a písek), která může způsobit změnu hydrologických poměrů v krajině, ale také v extrémním případě devastaci celého vedení při přívalových srážkách. Toto riziko roste se zvyšujícím se sklonem terénu. Jelikož se jedná o horskou oblast a kabelové vedení by muselo překonat výškové převýšení přibližně 550 m nelze tuto skutečnost zanedbat. Vzhledem k odhadované realizační ceně a dalším uvedeným nevýhodám bude toto řešení jen těžko hledat na straně distributora podporu. Sympatie si toto řešení získalo mezi občany Novoborska a Českolipska, kteří podle svého usnesení upřednostňují, v případě nutnosti výstavby jakéhokoliv vedení v tomto koridoru, vedení kabelové uložené v zemi [19]. Kompletní znění usnesení je přiloženo v příloze E.

5.3 Stejnoseměrné kabelové vedení 110 kV uložené v zemi

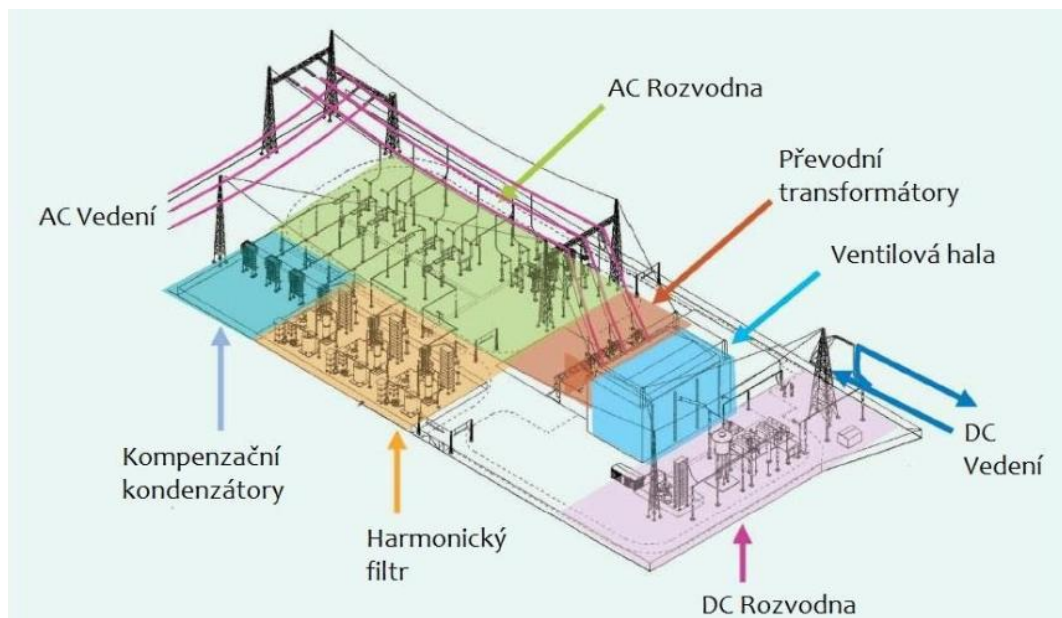
Předpokládaná trasa je stejná, jako u střídavého kabelového vedení viz *Obr. 6 – Předpokládaná trasa kabelového vedení.*

5.3.1 O technologii HVDC

Vývoj technologie HVDC byl zapříčiněn potřebou vyvést výkon z pobřežních větrných elektráren umístěných v moři. Ty se nacházely daleko od místa spotřeby energie. Přenos střídavého výkonu zde naráží na technické omezení v podobě výrazného růstu ztrát s prodlužující se vzdáleností přenosu. Technologie je tedy určena především k přenosu výkonu na velké vzdálenosti. Tento systém byl vyvinut společností ABB již více než před padesáti lety. Princip spočívá v usměrnění střídavého proudu, následuje přenos po DC vedení a v místě určení se proud pomocí měniče opět nastřídá.

5.3.2 Technické řešení stejnosměrného kabelového vedení 110 kV

U této varianty se trasa a místa napojení do ES shodují s variantou střídavého kabelového vedení, která je rozebrána v kapitole 5.2. Dále zde budou uvedeny pouze technické odlišnosti. Celý systém je napájen ze střídavé ES. To vyžaduje vybudování objektu měčírny, která na začátku střídavý el. proud usměrní. Celý objekt elektrické stanice tvoří několik částí, jak je patrné na *Obr. 8 – Schéma terminálu*. Dále se do země uloží dva kabely, jeden pro kladný a druhý pro záporný pól přenosu. Tato konfigurace se nazývá bipolární. Existuje také jednodušší monopolární konfigurace, ale s tou se váže mnoho nevýhod a proto nebude dále v této práci uvažována. Na konci vedení je opět nutné vybudovat další podobný objekt měčírny, který slouží k opětovnému nastřídání stejnosměrného proudu a napojení do střídavé ES.



Obr. 8 Schéma terminálu [20]

5.3.3 Porovnání výhod a nevýhod daného řešení

Výhody a nevýhody jsou obdobné, jako u varianty střídavého kabelového vedení uvedené v kapitole 5.2. Dále zde budou uvedeny pouze rozdíly.

5.3.3.1 Výhody daného řešení

Oproti střídavému kabelovému vedení stačí do země uložit jen dvě kabelové žíly. Přenosová kapacita je vyšší, a to zejména z důvodu nižších ztrát při DC přenosu. Velkou

výhodou tohoto řešení je možná regulace toků činného a jalového výkonu v měničových stanicích.

5.3.3.2 Nevýhody daného řešení

V České republice nenajdeme žádné obdobné využití této technologie, distributor má proto nulové zkušenosti s výstavbou a provozem. Cena realizace by převýšila cenu střídavého kabelového vedení, a to z důvodu investic do výstavby měníren a související infrastruktury.

5.3.4 Zhodnocení

Vývoj této technologie odstartovala potřeba přenosu velkého výkonu na velké vzdálenosti. Předpokládaná délka vedení je příliš malá na to, aby byla dostatečně opodstatněna investice do této varianty. Toto řešení provází další skryté problémy s výstavbou měníren. Jde hlavně o výkupy pozemků, ochranná pásma celé elektrické stanice apod. Nedostatek zkušeností distributora s touto technologií a její vysoké pořizovací náklady ji činí z pohledu autora nevhodnou pro řešení problému zásobování elektřinou Šluknovského výběžku.

5.4 Kompaktní (estetické vedení)

Předpokládané trasy průchodu skrz Lužické hory jsou shodné s variantou venkovního příhradového vedení popsané v kapitole 5.1, stejné jsou také způsoby napojení vedení do ES. Z těchto důvodů není v této kapitole podrobněji rozebíráno technické řešení.

5.4.1 Co znamená pojem kompaktní vedení

Názvem kompaktní vedení označujeme speciální typ venkovního vedení, které je prostorově méně náročné než standardní z příhradových stožárů a po estetické stránce daleko více splývající s okolní krajinou. Vzhledem k menšímu rozponu stožárů je zapotřebí užších ochranných pásem. Ve Velké Británii v roce 2011 proběhla designerská soutěž pod záštitou institucí RIBA¹, DECC² a National Grid UK. Ta měla za úkol nalézt vhodné řešení lepšího efektivnějšího sloupu elektrického vedení. Výsledné návrhy všech šesti finalistů jsou přiloženy v příloze C. Výhercem celé soutěže se stal návrh studia Bystrup, který je na *Obr. 9 – T-pylon od studia Bystrup*.

¹ Královský institut britských architektů

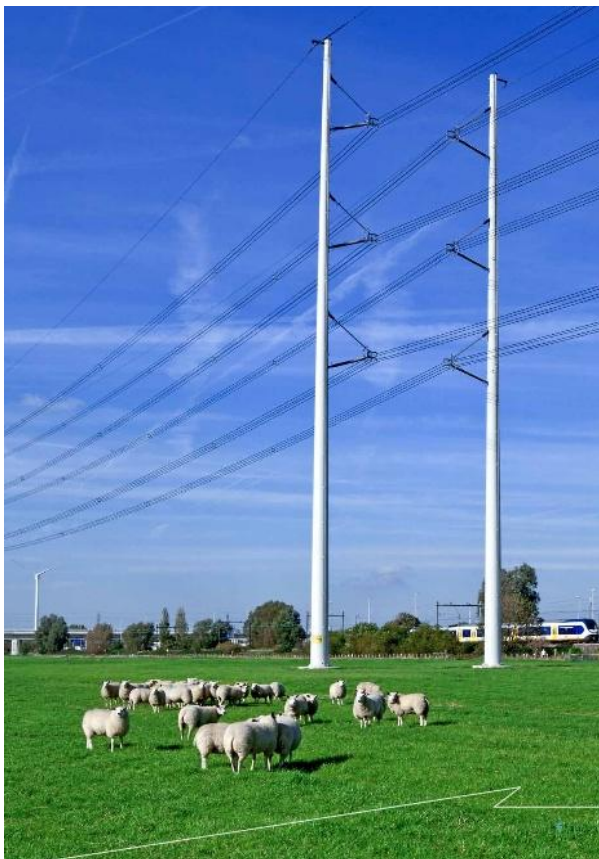
² Ministerstvo pro energetiku a změny klimatu



Obr. 9 T-pylon od studia Bystrup [21]

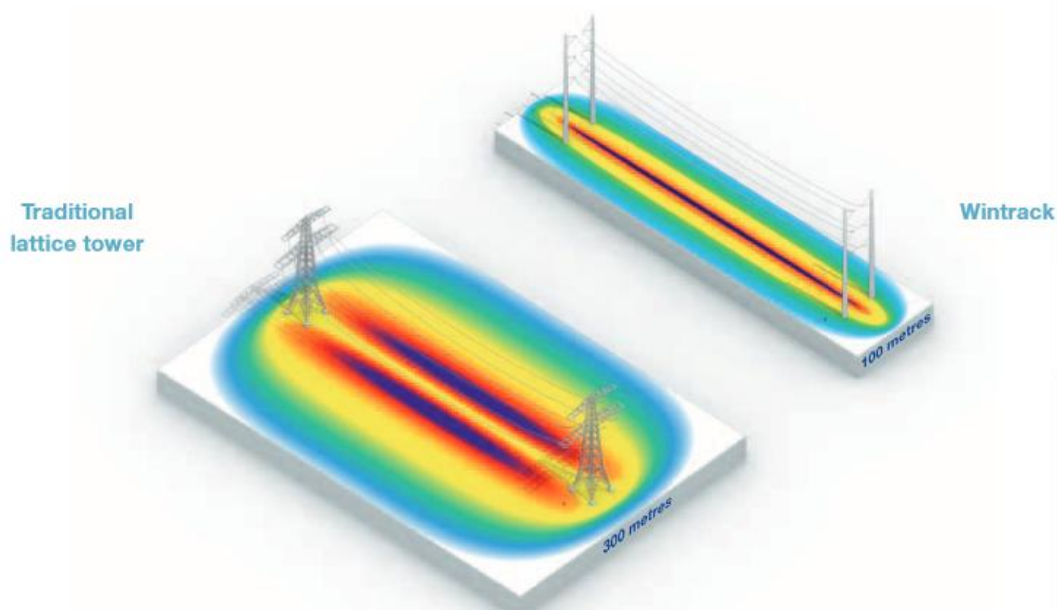
5.4.2 Kompaktní vedení v zahraničí

V zahraničí lze nalézt mnoho případů použití tohoto typu vedení. Nejlépe se uplatňuje v oblastech podléhajících určitému stupni ochrany přírody, kde tvoří kompromis mezi zásahem do krajinného rázu a investičními náklady. Na Obr. 10 Vedení "Wintrack" Nizozemí je kompaktní řešení přenosu na pylonech nazývaných Wintrack na napěťové hladině 380 kV v Nizozemí.



Obr. 10 Vedení "Wintrack" Nizozemí [22]

Další výhodou Wintrack pylonů je menší elektromagnetické pole v okolí vedení oproti standardním stožárům. Rozdíl je graficky znázorněn na *Obr. 11 – Rozdíl v šířce odpadního elektromagnetického pole*.



Obr. 11 Rozdíl v šířce odpadního elektromagnetického pole [22]

5.4.3 Porovnání výhod a nevýhod daného řešení

Tato varianta řešení je obdobná, jako varianta venkovního příhradového vedení a proto jsou dále uváděny pouze odlišnosti.

5.4.3.1 Výhody daného řešení

Kompaktní vedení svým vzhledem a šířkou ochranného pásma daleko méně narušuje krajinný ráz.

5.4.3.2 Nevýhody daného řešení

Estetická stránka stavby je vykoupena vyššími pořizovacími náklady. V případě použití stožárů s menšími vzdálenostmi jednotlivých fází poroste tok jalového výkonu na vedení. To zapříčiní zvýšení ztrát.

5.4.4 Zhodnocení

Tato varianta je zajímavým kompromisem mezi investičními náklady celé stavby a jejím vlivem na životní prostředí. Jednou z možností je také zhotovit sloupy z kompozitního materiálu. Tento materiál je lehký, pevný a odolný klimatickým vlivům. Hmotnost sloupu je oproti standardnímu nižší a umožňuje poté použití lehčí mechanizace při výstavbě. Nevýhodou jsou větší investiční náklady, které by se měly ovšem vrátit v podobě menších nároků na údržbu.

5.5 Kombinované vedení

Předpokládá napojení Šluknovského výběžku kombinací venkovního vedení a kabelu uloženého v zemi.

5.5.1 Technické řešení

Možné trasy celého vedení jsou shodné s trasami uvedenými v kapitole 5.1.1. Návrh předpokládá položení kabelového střídavého vedení 110 kV do země v úseku průchodu skrz zalesněnou část CHKO Lužické hory. Úsek je dlouhý přibližně 8 km. Napájení a vyvedení výkonu z kabelového vedení by bylo realizováno pomocí standardního vedení zavěšeného na příhradových stožárech. Přechod mezi venkovním a kabelovým vedením vyžaduje speciální

řešení. Na Obr. 12 je znázorněn jeden z možných způsobů. Jedná se o přechod dvojitého vedení 150 kV v rafinérii Motor Oil Hellas v Řecku.



Obr. 12 Přechod mezi venkovním a kabelovým vedením [23]

5.5.2 Problematika kombinovaných vedení

Použití kombinovaného vedení sebou přináší jistá technická omezení. Je to především délka vložených kabelových úseků v závislosti na proudovém zatížení celého vedení. Je to způsobeno výrazným kapacitním charakterem kabelu. Dalším technickým problémem je účinek atmosférického přepětí na přechod mezi venkovním a kabelovým vedením. Jedná se o úder blesku do zemnicího lana nebo fázových vodičů. Vzniklé přechodné děje způsobují značné přepětí v kabelovém vedení a to může zapříčinit havárii kabelu. Proto je nutné instalovat omezovače přepětí na obou koncích kabelu. Popsanou problematikou kombinovaných vedení se podrobně zabývá Belatka, M. v [24]. Podle poznatků uvedených v této práci by při instalaci kompenzačního zařízení neměl být problém s provozem kombinovaného vedení s vloženým kabelovým úsekem v předpokládané délce a zatížení.

5.5.3 Porovnání výhod a nevýhod daného řešení

Tato varianta je kombinací dvou už výše popsaných technických řešení.

5.5.3.1 Výhody daného řešení

Kombinované vedení dává dohromady výhody kabelu a venkovního vedení zároveň. Je to především příznivější cena za realizaci než v případě kabelového vedení v celé délce trasy a menší zásah do krajinného rázu oblasti.

5.5.3.2 Nevýhody daného řešení

Technická náročnost realizace je vyšší než u venkovního vedení z důvodu stavebních prací spojených s uložením kabelu do země a složité konstrukce přechodu mezi vedeními. Je zde také riziko úderu blesku do části venkovního vedení a následná havárie kabelového úseku. V České republice nemá distributor zkušenosti s provozem VVN kombinovaného vedení.

5.5.4 Zhodnocení

Tato varianta je stejně jako napojení venkovním kompaktním vedením zajímavým kompromisem mezi investičními náklady a zásahem do krajinného rázu oblasti. Technické obtíže spojené s tímto řešením zatím neumožnily rozvoj jeho nasazení v ČR a distributor nemá dostatek potřebných zkušeností s údržbou a provozem.

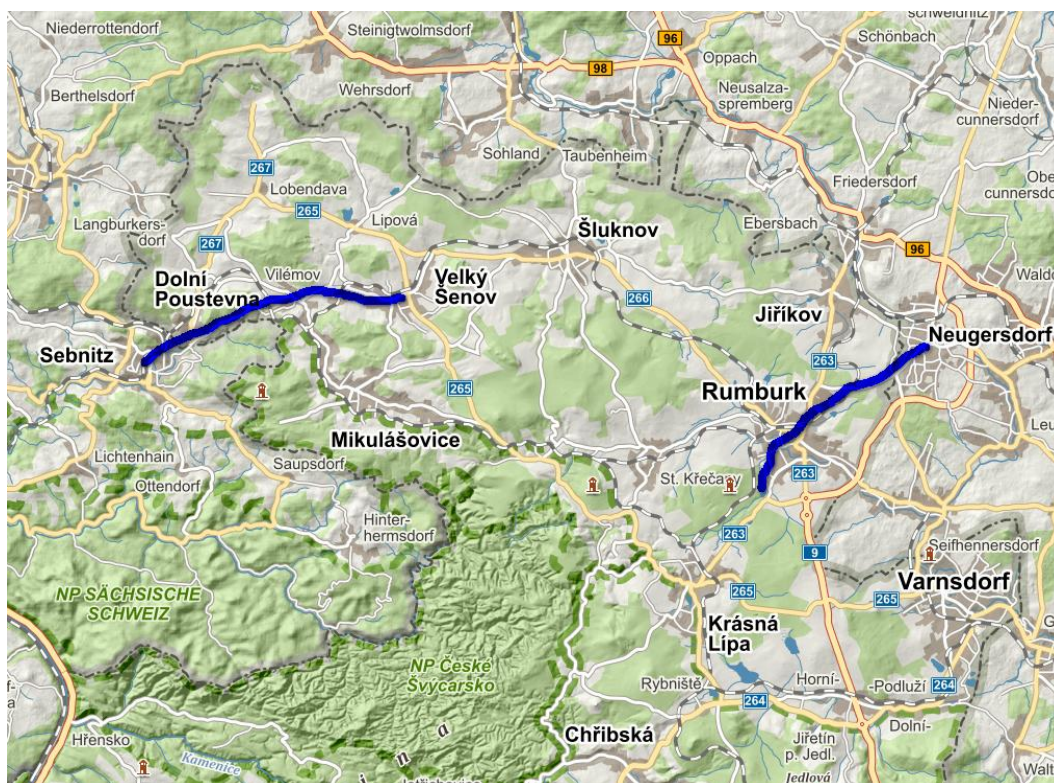
5.6 Venkovní vedení 110 kV ze SRN

Tato varianta zahrnuje dvě možnosti realizace napojení. První je vybudování vedení z TR Podhájí do TR Neugersdorf, druhá možnost je zbudování vedení Velký Šenov - Sebnitz.

5.6.1 Technické řešení

Délka předpokládané trasy vedení Neugersdorf - Podhájí je přibližně 8,5 km. Způsob uzemnění transformátorů v německé síti 110 kV není shodný s používaným způsobem uzemnění v ČR. Německá síť používá nepřímou uzemněný uzel, česká přímo uzemněný. Z tohoto důvodu není možné provést galvanické spojení obou sítí. Toto spojení lze realizovat instalací transformátoru 110 kV/110 kV nebo za použití stejnosměrné spojky. Obě řešení jsou finančně velmi náročná. Další nutné úpravy se týkají rozvodny Neugersdorf. Jedná se

o posílení zkratové odolnosti a navýšení kapacity napájecího vedení na německé straně. Druhou možností je vybudování vedení Velký Šenov - Sebnitz. Vzhledem k tomu, že vedení by muselo procházet oblastí vysokého stupně ochrany přírody a absenci stávajících koridorů vedení, je tato varianta nereálná. Proto nebyla nikdy podrobena bližšímu zkoumání. Pro obě trasy se předpokládá zavěšení vedení na klasické příhradové stožáry. Dispozice vedení je patrná z Obr. 13 – Možné trasy propojení soustav.



Obr. 13 Možné trasy propojení soustav [16]

5.6.2 Problematika přeshraničních vedení

S výstavbou mezinárodních propojovacích vedení se pojí mnoho legislativních a právních problémů. V konkrétním případě těchto dvou vedení není jasné, kdo by financoval výstavbu a údržbu na německé straně. Další možnou překážkou by mohlo být negativní stanovisko německých obcí, pro které vedení představuje nulový přínos.

5.6.3 Porovnání výhod a nevýhod daného řešení

V této kapitole je potřeba obě trasy napojení ze SRN posuzovat zvlášť. Následující popis výhod a nevýhod je proto rozdělen na dvě části podle příslušných tras.

5.6.3.1 Výhody daného řešení

Obě dvě trasy se vyznačují příznivou celkovou délkou plánovaného vedení.

- **Trasa Neugersdorf - Podhájí**
Největším přínosem této varianty je, že se vyhýbá všem chráněným územím v této oblasti.
- **Trasa Sebnitz - Šenov**
Tato trasa, jako jedná z mála variant, řeší problém napájení Velkého Šenova.

5.6.3.2 Nevýhody daného řešení

Společnou nevýhodou navržených tras je značná legislativní složitost realizace spojená s výstavbou a provozem vedení v zahraničí. Dá se také očekávat odpor dotčeného obyvatelstva na území SRN proti výstavbě. Velké negativum je odlišnost ve způsobu uzemnění mezi spojovanými soustavami. Řešení tohoto problému by si vyžádalo při realizaci značné finanční náklady. Také není vyřešená otázka financování nutných investic na německé straně.

- **Trasa Neugersdorf - Podhájí**
Tato zamýšlená trasa vedení neřeší otázku zvýšení spolehlivosti napájení Velkého Šenova.
- **Trasa Sebnitz - Šenov**
Předpokládaná trasa tohoto vedení prochází přes území na vysokém stupni ochrany přírody.

5.6.4 Zhodnocení

Z článku [1] vyplývá, že dřívější SČE (dnes ČEZ Distribuce, a.s.) po revoluci v roce 1989 aktivně vyjednávala s distributorem ESAG Drážďany ohledně možného propojení distribučních soustav. Z důvodu postupného útlumu výroby elektřiny v uhelných elektrárnách spalujících lignit vznikl na straně ESAG požadavek o dodání výkonu 50 MVA do jejich sítě. Deficit výkonu na straně německého distributora a další technické problémy spojené s propojením obou soustav nakonec přerušily další úvahy o této variantě napojení Šluknovského výběžku. Aktuální data o dostupnosti výkonu v německé síti se bohužel pro

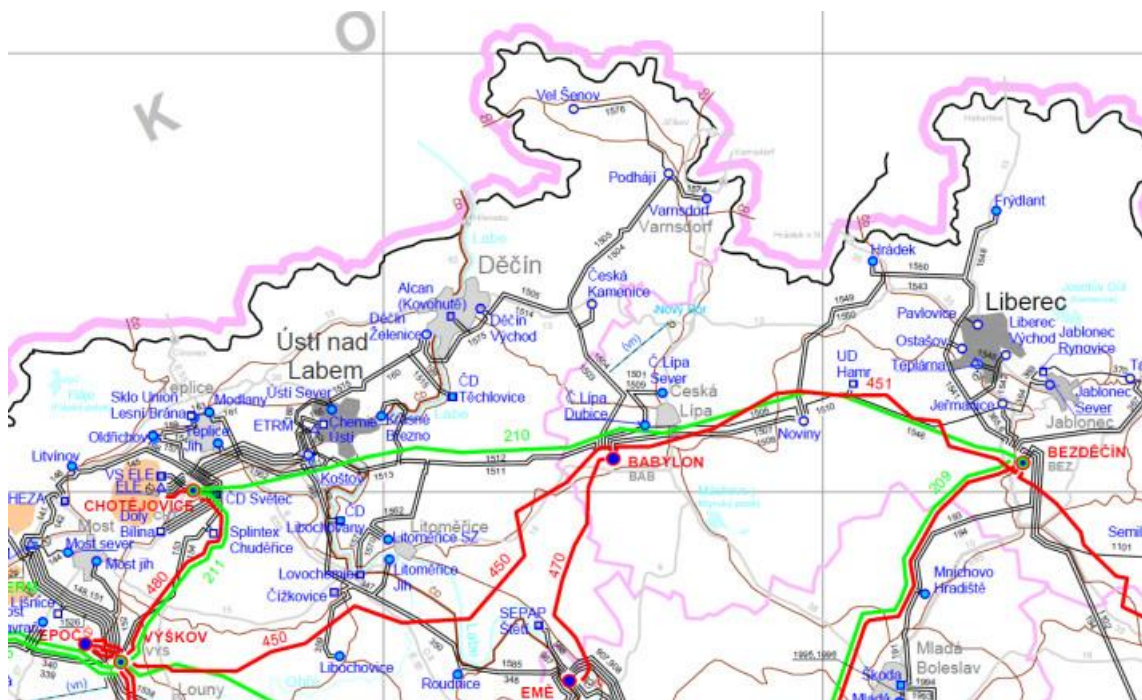
tuto práci nepodařilo získat. Vzhledem k výše popsané značné složitosti realizace a vysokým finančním nákladům se autorovi této práce varianta napojení z německé sítě jeví jako málo vhodná.

5.7 Venkovní vedení 400 kV

První úvahy o napojení Šluknovského výběžku vedením 400 kV pochází již z doby před rokem 1989, kdy plány rozvoje průmyslu v dané oblasti by opodstatnily celou investici. Tehdejší záměr předpokládal vybudování vedení 400 kV z transformovny Babylon do transformovny Podhájí, která je v důsledku těchto úvah vybavena dvěma systémy přípojníc. [1]

5.7.1 Technické řešení

Tato varianta předpokládá vybudování nové transformovny 400/110 kV na vhodném místě a vybudování dvou propojovacích vedení 400 kV zavěšených na příhradových stožárech do transformoven Chotějovice a Babylon. Na *Obr. 14 – Schéma PS a DS výřez severní Čechy* je patrný stav vedení 400 kV (červená barva) k 1.1.2012. Jako vhodné místo pro transformovnu 400/110 kV z energetického hlediska se jeví transformovna Podhájí.



Obr. 14 Schéma PS a DS výřez severní Čechy [4]

5.7.2 Výhody daného řešení

- **Zvýšení bezpečnosti napájení**
Postavení dvou nových vedení 400 kV by zajistilo vytvoření nové napájecí smyčky oblasti a zajistilo napájení ze dvou různých směrů.
- **Přenosová kapacita**
Přenosová kapacita vedení 400 kV je naprosto dostačující i pro masivní rozvoj průmyslu v dané oblasti.
- **Technické ztráty**
Zvýšení napěťové hladiny přenosu snižuje výkonové ztráty.
- **Náročnost údržby**
Údržba venkovního vedení je z důvodu dobrého přístupu snadná.
- **Životnost**
Životnost venkovních vedení je běžně projektována na čtyřicet i více let, což je v daném případě plně dostačující.

5.7.3 Nevýhody daného řešení

- **Cena**
Velmi významnou nevýhodou této varianty je odhadovaná cena celé stavby, která převyšuje všechny doposud zmíněné varianty.
- **Vliv na životní prostředí**
Vzhledem k rozsahu stavby, velikosti ochranných pásem vedení 400 kV a značnému rozponu stožárů by se jednalo o velmi významný zásah do krajinného rázu oblasti a průběh výstavby by znamenal značnou ekologickou zátěž pro své okolí.
- **Spolehlivost provozu**
Venkovní vedení nejsou odolná vůči extrémním projevům počasí, ale v daném případě tuto nevýhodu vyvažuje zasmyčkování plánovaného napájení.

5.7.4 Zhodnocení

Kapacita zamýšleného vedení výrazně přesahuje potřeby v dané oblasti a není tedy dostatečně opodstatněna takto vysoká investice. Projekt by mohl mít možná šanci při potřebě nového propojovacího vedení do Polska nebo SRN na úrovni PS. Trend je v dnešní době opačný, z důvodu nebezpečí plynoucího z rozvoje obnovitelných zdrojů a predikce jejich výroby. Následné neplánované přetoky výkonů mezi soustavami zatěžují přenosová vedení a hrozí jejich havárie. Vliv celé stavby na životní prostředí je rozsáhlý a přínosy ho dostatečně nevyvažují. Z uvedených důvodů je dle autorova názoru tato varianta nevhodná.

5.8 Povýšení vedení 35 kV na 110 kV

Dvojitě vedení 35 kV vede souběžně se stávajícím dvojitým vedením 110 kV. Toto vedení končí shodně s vedením 110 kV v transformovně Podhájí a bylo v minulosti používáno, jako záložní vedení. Z Tab. 1 Měření spotřeby v zimních měsících, uvedené v kapitole 1, měření spotřeby ve Šluknovském výběžku v zimním období vyplývá, že vedení 35 kV je v případě výpadku vedení 110 kV kapacitně nedostačující (především v zimním období), jako záložní vedení pro celou oblast.

5.8.1 Technické řešení

Tato varianta předpokládá kompletní rekonstrukci stávajícího vedení 35 kV. Trasa vedení 35 kV a 110 kV je znázorněna na Obr.1 Úpravy spočívají ve vybudování nových stožárů a navěšení vedení 110 kV. Původní trasa vedení zůstane zachována. Dále je nutné vybudovat na odběrných místech transformace 110/35 kV.

5.8.2 Podobné realizace v zahraničí

Inspirací pro toto řešení by mohl být projekt povýšení vedení 35 kV na 110 kV z Julských Alp ve Slovinsku. Z důvodu ochrany přírody zde nebylo povoleno postavit nové vedení 110 kV. Jako vhodné řešení bylo rozhodnuto o povýšení stávajícího vedení 35 kV. Výsledky projektu byly prezentovány na konferenci cired 2013 a jsou shrnuty v [25].

5.8.3 Výhody daného řešení

Rekonstruované vedení by plně využilo již stávajícího koridoru vedení původního a znamenalo by jen minimální zásah do krajinného rázu oblasti. Investiční náklady na celou stavbu jsou příznivější než v případě vedení kabelového.

5.8.4 Nevýhody daného řešení

Tuto variantu prodražují další investice spojené s výstavbou transformace 110/35 kV. Stejně jako u dalších možností, není vyřešeno zvýšení bezpečnosti napájení Velkého Šenova. Vzhledem k blízkosti obou stávajících vedení viz Obr.1, lze předpokládat, že v případě extrémních klimatických vlivů (vichřice, námraza apod.) dojde k poškození obou vedení. Zvýšení bezpečnosti napájené oblasti je tedy nižší než v případě vybudování úplně nové napájecí trasy.

5.8.5 Zhodnocení

Realizovat energetické stavby citlivě k životnímu prostředí lze, jak je patrné na příkladu z Julských Alp [25]. Dle autorova názoru, by tato varianta řešení mohla získat podporu jak u dotčených obcí, tak u orgánů ochrany přírody a krajiny. Z energetického hlediska není tato varianta ideální. Její přínos spočívá pouze v navýšení přenosové kapacity. Nezvyšuje dostatečně bezpečnost napájení oblasti vzhledem k vyšším pořizovacím nákladům.

5.9 Modernizace stávajícího dvojitého vedení

Stávající dvojité napájecí vedení je staré přes padesát let a jeho modernizace je nevyhnutelná i při stavbě vedení nového.

5.9.1 Technické řešení

Práce spojené s modernizací vedení je nutné provádět na vypnuté trase. V dané chvíli neexistuje adekvátní náhrada za dlouhodobě vypnuté vedení. Jediná možná záloha je vedení 35 kV, které má ovšem omezenou přenosovou schopnost. Jeho dlouhodobý provoz, jako hlavní napájecí vedení, by dle autorova názoru znamenal značné bezpečnostní riziko. Tento problém jde řešit několika způsoby. Jedním ze způsobů je vybudování náhradní napájecí trasy. Lze například využít náhradního přenosového systému NPT [26]. Jeho použití v praxi je patrné z Obr. 15 110 kV NPT zajišťuje přenos po dobu odstávky vedení. Jde o stavebnicový

system, kterým lze podle požadovaných parametrů nahradit během několika dní přenosovou trasu.



Obr. 15 110 kV NPT zajišťuje přenos po dobu odstávky vedení [26]

Tento systém byl již několikrát úspěšně použit a distributor s jeho použitím má své zkušenosti. Další možností je použití tzv. bypass systému. Ten slouží k překlenutí odpojeného úseku vedení a k umožnění práce na něm. Každý opravovaný úsek vedení je nejprve překlenut, poté odpojen a je zprovozněn bypass. Po ukončení prací je opravený úsek zprovozněn, odpojen bypass a přesunut na další opravovaný úsek. Tímto způsobem se postupně zmodernizuje celá trasa vedení. Pro vytvoření bypassu lze použít výše zmíněný stavebnicový NPT systém. Výstavbou a provozem těchto stavebnicových systémů se zabývá například Plzeňská firma GA Energo Technik s.r.o.

5.9.2 Výhody daného řešení

Vzhledem k tomu, že se nejedná o novou stavbu, nýbrž jen o rekonstrukci vedení stávajícího, bude mít celý projekt menší dopady na krajinný ráz oblasti než výstavba nového vedení. Vysoké stáří stávajícího vedení může v budoucnu vést k jeho častějším poruchám z důvodu opotřebení. Rekonstrukcí se toto riziko značně sníží. Při opravě se automaticky navyšuje i přenosová kapacita, která je podstatná pro další rozvoj celé oblasti.

5.9.3 Nevýhody daného řešení

Výše zmíněná rekonstrukce vedení neřeší komplexně zvýšení bezpečnosti napájení oblasti šluknovského výběžku. Stále zde bude existovat riziko poškození vedení povětrnostními vlivy, které je v horských oblastech značnější. Celá rekonstrukce bude komplikovaná, protože bude nutné v průběhu prací zajistit stabilní napájení celé oblasti.

5.9.4 Zhodnocení

Tato varianta se zdá být celkem přijatelná z hlediska zásahů do chráněných krajinných oblastí. Je to zdání celkem klamavé, protože rekonstrukce by si vyžádala pohyb těžké techniky v okolí stavby a nejspíše také použití náhradního přenosového systému, který vyžaduje pro svoji výstavbu prostor. Konečné dopady na krajinný ráz oblasti jsou bez další hlubší analýzy a konkrétního projektu jen obtížně predikovatelné. Výrazným nedostatkem tohoto řešení je budoucí přetrvávající riziko poškození vedení povětrnostními vlivy. Na *Obr. 16 – Co dokáže námraza a vítr na vedení 110 kV* je patrné jaké destruktivní následky na příhradové vedení může mít nepříznivé počasí.

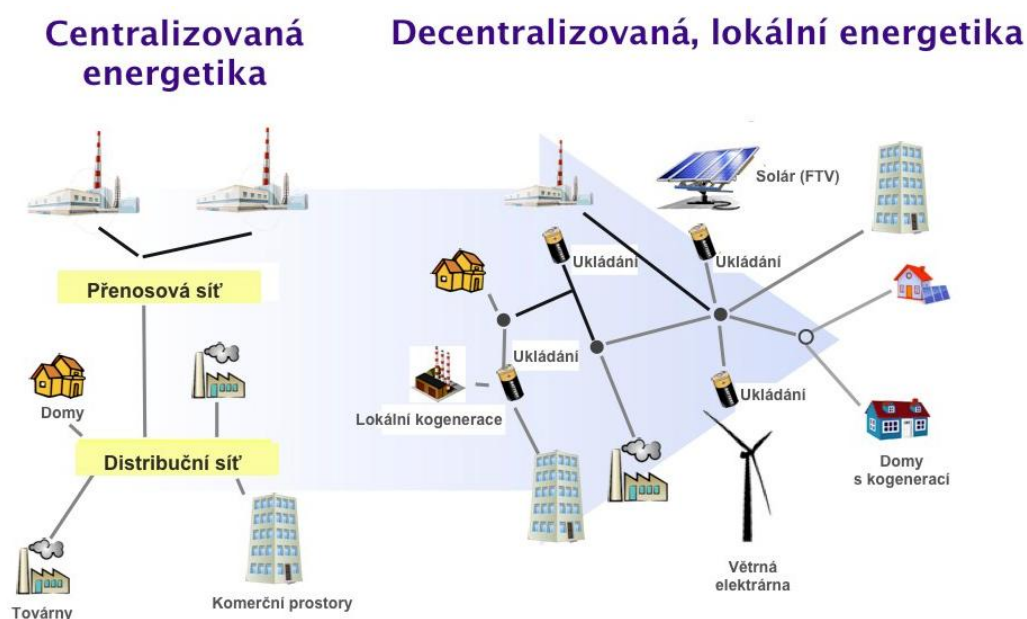


Obr. 16 Co dokáže námraza a vítr na vedení 110 kV [27]

I přes značné nedostatky má podle autorova názoru toto řešení velkou šanci na realizaci, protože vzhledem ke stáří stávajícího vedení 110 kV je modernizace v budoucnu stejně nevyhnutelná. Ovšem jako jediné řešení celého problému zásobování elektřinou Šluknovského výběžku z energetického hlediska je tato varianta sama o sobě nevhodná. Vhodnější by byla v kombinaci s některou z dalších variant. Například s variantou lokální zvýšení výroby elektrické energie.

5.10 Zvýšení výroby ve Šluknovském výběžku

Zvýšení výroby elektrické energie v dotčené oblasti by vedlo k odlehčení zatížení stávajícího vedení 110 kV a v důsledku toho ke zvětšení bezpečnosti napájení celé oblasti. Vhodným rozmístováním více výrobních zdrojů by bylo možné postupně přecházet z modelu centralizované energetiky na model decentralizovaný.



Obr. 17 Decentralizovaná výroba v distribučních soustavách [28]

5.10.1 Decentralizovaná energetika

Model centralizované energetiky byl zaváděn v době, kdy se elektřina používala převážně na svícení a pro pohon strojů ve výrobních s pevnou pracovní dobou. To umožňovalo celkem snadnou predikci spotřeby a bylo jednoduché tomu přizpůsobovat výrobu. Tento model donedávna spolehlivě fungoval. Vývoj elektrických spotřebičů šel rapidně vzhůru a vybavenost domácností a firem těmito přístroji také. Spotřeba elektrické energie se nyní predikuje daleko hůře. Centralizovaná energetika řeší stávající problém obtížnější regulace sítě velkým naddimenzováním výrobních zdrojů. To se negativně promítá do ceny elektřiny. S rostoucí podporou obnovitelných zdrojů energie vzrostl také počet malých elektráren napojených přímo do distribuční soustavy. Zde centralizovaný model energetiky narazil na své limity. Regulace parametrů sítě na úrovni přenosové soustavy začala vykazovat problémy. Tyto problémy s řízením účinně řeší decentralizovaný model. Na *Obr. 17 – Decentralizovaná výroba v distribučních soustavách* je patrné schéma takové sítě. Stěžejními prvky jsou prostředky akumulace energie a pokročilé řízení. Ty by měly zajistit bezpečný chod i při

napojení většího počtu malých a těžko regulovatelných zdrojů, jako jsou například fotovoltaické nebo větrné elektrárny. Velkou výhodou tohoto modelu je přiblížení výroby ke spotřebě. To má za následek snížení přenosových a transformačních ztrát. Decentralizované zdroje mohou při vhodného návrhu plnit také funkci náhradních zdrojů v případě havárie přenosových vedení.

5.10.2 Technické řešení

Předpokládá se výstavba jedné větší nebo více menších elektráren, které by v případě nutnosti zajistily společně se záložním vedením 35 kV napájení dotčené oblasti. Vhodných zdrojů k tomuto účelu existuje celá řada, jako například větrné a fotovoltaické elektrárny, spalovny biomasy a bioplynové stanice, malé vodní elektrárny, rychle startující elektrárny na zemní plyn, geotermální elektrárny apod. Výkon těchto zdrojů by byl vyveden do přímo do distribuční soustavy.

5.10.3 Záměry výstavby v oblasti Šluknovského výběžku

Nejblíže k realizaci je v současné době projekt výstavby větrné elektrárny na vrchu Špičák u obce Varnsdorf. Investiční záměr předpokládá výstavbu dvou VTE typu ENERCON V82 o celkovém instalovaném výkonu 4 MW. Vyvedení výkonu je plánováno VN kabelem 22 kV do distribuční sítě [29]. Tento projekt získal souhlasné stanovisko EIA [30]. Podle realizovaného výzkumu [31], mezi obyvateli dotčené lokality, byl záměr výstavby hodnocen pozitivně. Existují další záměry výstavby VTE v dané oblasti např. VTE Horní Podluží-Světlík, VTE Mikulášovice, VTE Krásný Buk, VTE Rumburk. Kromě projektu VTE Mikulášovice obdržely ostatní výše zmíněné projekty nesouhlasná stanoviska EIA [32]. Oblast v okolí Šluknovského výběžku je také hojně využívána k výstavbě VTE na území SRN.

5.10.4 Výhody daného řešení

Při vhodném výběru typu a při citlivém zasazení elektrárny do okolní krajiny bude celkový dopad na krajinný ráz oblasti minimální. Také zábor lesnaté části regionu může být prakticky nulový a celkové ovlivnění místní fauny a flóry se udrží v přijatelných mezích. Postavením nových elektráren vzniknou nová pracovní místa a také nové příležitosti pro místní podnikatele. Po instalaci a uvedení do provozu konečného počtu zdrojů o dostatečném výkonu, bude celá oblast schopna v součinnosti se záložním vedením 35 kV pokrýt svoji

spotřebu elektrické energie i v případě havárie nebo údržby hlavního napájecího vedení 110 kV.

5.10.5 Nevýhody daného řešení

Výstavba nových VTE ve Šluknovském výběžku se potýká se značným odporem části místních občanů a také přilehlých německých obcí [33]. Velkou překážkou nové výstavby je také problém získat EIA pro danou lokalitu. Státní podpora fotovoltaických elektráren byla v důsledku nekontrolovatelného boomu ukončena v roce 2013 a nadále stát hodlá podporovat pouze malé FVE instalované především na střechách domů. Investice do výstavby jiných zdrojů na fosilní paliva není bez státních dotací nebo dalších druhů podpor ekonomicky rentabilní.

5.10.6 Zhodnocení

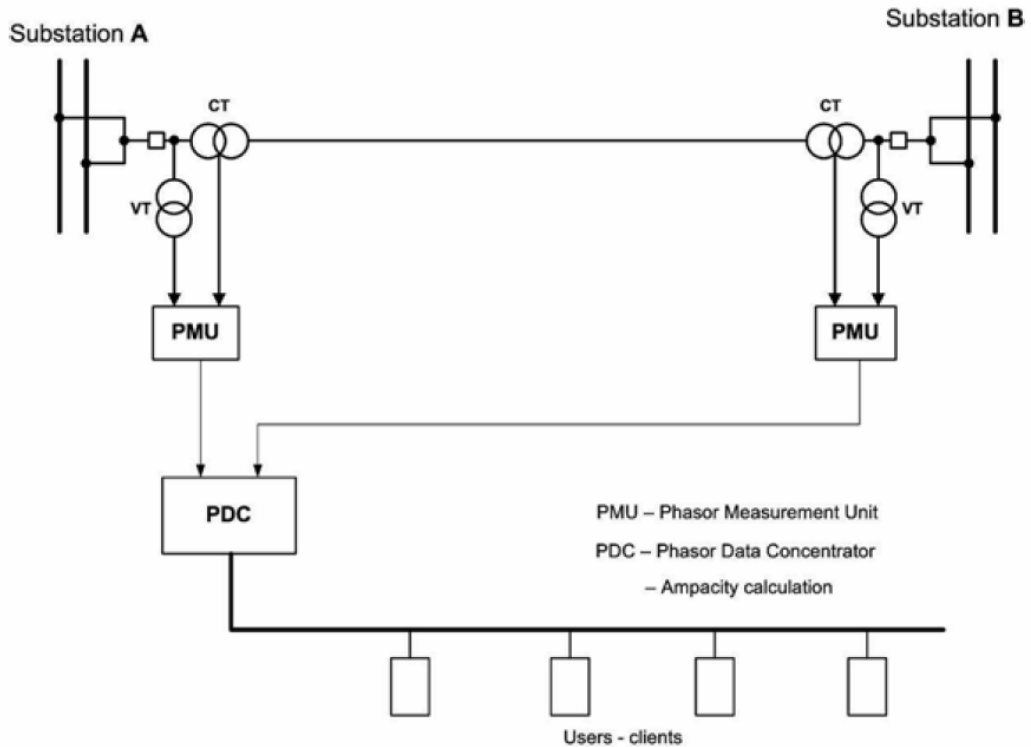
Tato navrhovaná varianta předpokládá rozsáhlé investice do rozvoje energetiky v celé oblasti. Stávající nastavení podpory pro obnovitelné zdroje energie nevytváří vhodné podmínky pro realizování nových projektů. I přes kladné výsledky výzkumu [31], který se zabýval i obecnými otázkami přístupu respondentů k obnovitelným zdrojům energie, se v rámci veřejného projednání EIA týkajícího se VTE Špičák ozval značný počet odpůrců celého projektu [33]. Výše uvedené nevýhody a negativní postoje některých obyvatel prakticky znemožňují výstavbu nových výrobních zdrojů v dohledné době.

5.11 Zvýšení nebo plné využití přenosových vedení

Pro tyto účely se využívá metody měření synchrofázorů napětí a proudů. Jedná se o komplexní monitoring parametrů, jako jsou napětí, přenosová kapacita, frekvence, oscilace a další. Dále je pomocí této metody možné detekovat ostrovní provoz sítě, omezenou rezervu statické stability, napěťovou stabilitu. Aktuálně naměřené parametry jsou poté využity pro účinnější řízení sledovaného vedení. Souhrnně se tyto metody nazývají WAMS. Tato monitorovací technologie pochází z konce devadesátých let ze Severní Ameriky. V současnosti zažívá největší uplatnění v Asii. V tuzemsku dodává WAMS firma AIS spol. s.r.o. [34]. Dále bude v této práci přiblížen produkt této firmy s názvem WAMS METEL.

5.11.1 Princip metody WAMS

Metoda je založena na online měření synchrofázorů napětí a proudů na každém konci vedení. Získaná data se poté archivují v centrále PDC, kde jsou dále využívány jednotlivými aplikacemi. Schéma měření je patrné z obrázku Obr. 18.



Obr. 18 Zapojení pro měření parametrů vedení [34]

5.11.2 Technické řešení

Tato varianta předpokládá vybavení napájecího vedení 110 kV a záložního vedení 35 kV, která zásobují Šluknovský výběžek, monitorovací metodou WAMS. Online měřená data by poté byla využita ke zvýšení úrovně dispečerského řízení zmíněných vedení. To by vedlo k lepšímu využití přenosové schopnosti a ke zvýšení bezpečnosti provozu.

5.11.3 Výhody daného řešení

Hlavní výhodou této varianty je, že není nutné stavět nové vedení přes Lužické hory a jde tedy o prakticky nulový zásah do krajiny. Celková doba realizace a nasazení systému do provozu je velice krátká v porovnání například s výstavbou jakéhokoliv nového vedení. Zvýšením úrovně dispečerského řízení dojde ke zlepšení provozní bezpečnosti.

5.11.4 Nevýhody daného řešení

Monitorovací systém poskytuje pouze omezené možnosti zvýšení přenosové kapacity vedení a bezpečnosti napájení. Celé opatření je neúčinné v případě poškození vedení (myšlena mechanická destrukce sloupů a vodičů).

5.11.5 Zhodnocení

Systémy WAM jsou využívány pro zvýšení úrovně dispečerského řízení. Instalace těchto systémů má nepochybně pozitivní vliv na provoz elektrických vedení, ale podle autorova názoru neřeší komplexně problematiku zásobování Šluknovského výběžku. Tato varianta je více vhodná pouze jako doplňková.

5.12 Smart Grids

Smart Grids, neboli inteligentní sítě jsou samoregulační a pružné distribuční sítě, které umožňují zvýšit podíl výroby z alternativních zdrojů, jako jsou FVE, VTE a také kogenerační jednotky. Dalším znakem těchto sítí je zvýšené dispečerské řízení (monitoring parametrů). [35]

5.12.1 Pilotní projekt Smart Region Vrchlabí

Od roku 2010 probíhá ve městě Vrchlabí projekt nazvaný Smart Region, který financuje společnost ČEZ Distribuce, a.s. Tento projekt má přinést distributorovi zkušenosti z oblasti provozu inteligentních sítí a umožnit mu do budoucna pružně reagovat na nové trendy v oblasti energetiky. Cílem projektu je dosáhnout automatizovaného řešení poruch na napěťové hladině NN a VN, automatizovaný ostrovní provoz v lokalitě Liščí kopec. [35]

5.12.2 Technické řešení

Tato varianta předpokládá vybavení místní distribuční sítě prvky Inteligentních sítí. Jedná se o prostředky řízení spotřeby, instalaci inteligentních elektroměrů a zavedení dynamických tarifů, regulaci místní výroby podle aktuálního zatížení napájecích vedení. Hlavní vlastností této sítě by byla schopnost přejít do ostrovního provozu. Oblast Šluknovského výběžku by poté bylo možné provozovat odděleně od zbytku elektrizační soustavy. Přejít do ostrovního provozu by měl být možný jak bez přerušení napájení, tak i tzv. startem ze tmy. Na Obr. 19 jsou vyobrazené typické jednotlivé části Smart Grid. Je to značný podíl OZ, jako jsou FVE

a VTE, na celkové výrobě v oblasti. Dále prvky akumulace energie např. dobíjecí stanice pro elektromobily.



Obr. 19 Schéma Inteligentní sítě [36]

5.12.3 Výhody daného řešení

Majoritní přínos této varianty je, že se obejde bez výstavby nového vedení vedoucího skrz CHKO Lužické hory. Budování Inteligentní sítě by přineslo nové příležitosti pro místní podnikatele a vytvořilo by také nová pracovní místa. Tato varianta je všeobecně doporučovaná Evropskou unií pro řešení obdobných problémů.

5.12.4 Nevýhody daného řešení

Zavádění prvků Inteligentních sítí je finančně a časově velmi náročné. Zajištění schopnosti ostrovního provozu tak velké oblasti by vyžadovalo značné investice do nových výrobních zdrojů.

5.12.5 Zhodnocení

Smart Grid sítě jsou účinným nástrojem pro přechod z modelu centralizované energetiky na model decentralizovaný. V případě Šluknovského výběžku by bylo nutné vynaložit velké náklady na posílení výroby. Výstavba nových výrobních zdrojů naráží na problém získat EIA a také na značný negativní postoj místního obyvatelstva, jak už bylo diskutováno v kapitole 5.10 – *Zvýšení výroby ve Šluknovském výběžku*. Tato varianta by byla vhodná pro řešení problému zásobování, ale pouze v případě splnění podmínky schopnosti přecházet do ostrovního provozu. Tato podmínka bude jen obtížně splnitelná bez změny postoje místního obyvatelstva k energetice.

5.13 Nadzemní kabelové vedení

Nadzemní kabelová vedení VVN nejsou obvyklým řešením přenosových tras. Můžeme se s nimi setkat většinou ve větších závodech nebo elektrárnách jako součást místního rozvodu. Tyto úseky vedení se vyznačují většinou omezenou délkou.

5.13.1 Technické řešení

Tato varianta předpokládá zbudování AC nebo DC kabelového vedení umístěného na podpůrné konstrukci ukotvené k zemi betonovými patkami. Celá trasa kabelového vedení by musela být znepřístupněna např. oplocením, aby bylo možné instalovat kabely co nejnižší nad okolním terénem. Trasa vedení je předpokládána shodná s trasou popsanou v kapitole 5.2.1.

5.13.2 Výhody daného řešení

Majoritní výhoda kabelového vedení umístěného nad okolním terénem je jeho snadná dostupnost pro údržbu a opravy. Rozsah výkopových prací prováděný při budování základových patek podpůrné konstrukce je daleko menší než při budování kabelového lože při ukládání pod zem. S tím souvisí i menší objem přepravovaného materiálu.

5.13.3 Nevýhody daného řešení

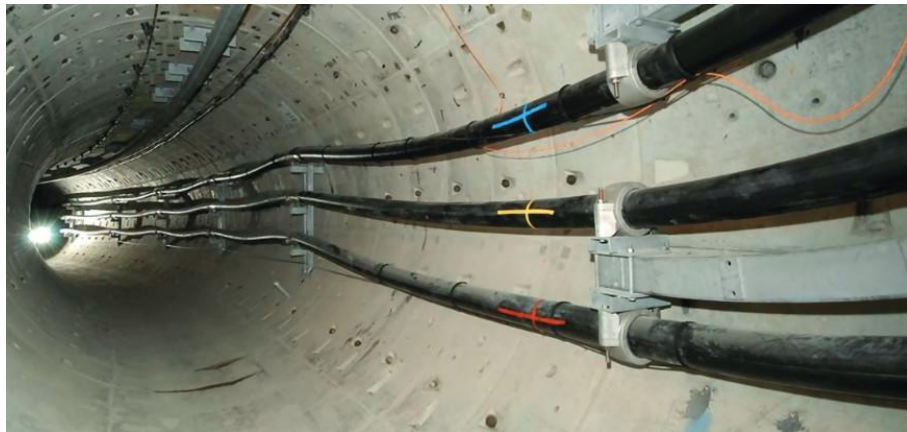
Povrchová instalace je náchylnější na poškození (pád stromu atd.) a celá stavba daleko více narušuje krajinný ráz než v případě umístění vedení pod zem. Podélné oplocení celého vedení by omezil volný průchod zvěře krajinou.

5.13.4 Zhodnocení

Kabelové vedení umístěné nad okolním terénem je zajímavou alternativou ke kabelovému vedení umístěnému pod zemí. Spojuje výhody kabelu, jako jsou např. úzké ochranné pásmo, odolnost vůči extrémním klimatickým vlivům a výhody venkovního vedení, jako jsou snadný přístup v případě údržby nebo havárie. Nevýhody, které sebou tato varianta přináší, jdou dále účinně řešit. Sníženou odolnost oproti pádu stromů do vedení lze zvýšit např. instalací dodatečné ochranné konstrukce. Také omezení volného průchodu zvěře krajinou lze částečně zlepšit vybudováním průchodů.

5.14 Vybudování kolektoru

Kabelové kolektory jsou podzemní tunely budované za účelem instalace inženýrských sítí. Využívají se především ve městech, kde je potřeba rozvádět velké množství sítí skrytě v podzemí. Své uplatnění nachází také při překonávání různých překážek např. řek, terénních vyvýšenin. Pokrok v podzemním stavitelství, především v tunelovacích technikách, umožnil vznik technologie mikrotunelování, která svým rozvojem dosáhla příznivých investičních nákladů. Na Obr. 20 je patrné uložení VVN kabelového vedení ve 20 km dlouhém kolektoru, přivádějící výkon do centra Londýna.



Obr. 20 Uložení VVN kabelového vedení v kolektoru [37]

5.14.1 Technologie mikrotunelování

Mikrotunelování je technologie využívající zmenšených razících štítů pro bezvýkopové ukládání podzemních vedení. Ražba tunelu probíhá plnoprofilově za bezprostředního ukládání protlaččeného potrubí nebo ostění. Razící štíty disponují uzavřeným systémem vodní dopravy vytěžené horniny. Navádění štítu je zabezpečeno pomocí laseru nebo gyroskopu. Běžně se dosahuje přesnosti v řádu mm na 100 m tunelu. Razitelné průměry jsou variabilní, dosahuje se DN1500-DN3000. Technologie je vhodná i pro dlouhé nepřerušované úseky nad 1 km délky. Mezi hlavní přednosti této technologie patří snížení emisí, prašnosti a hlučnosti při výstavbě, neporušování povrchové zeleně, nepřerušování dopravy. Razící štíty pro stavby dodává např. firma Herrenknecht, která je zároveň největším výrobcem těchto zařízení na světě. [38]

5.14.2 Technické řešení

Tato varianta předpokládá vybudování kolektoru mikrotunelovací technologií v trase Nový Bor - Varnsdorf a následné uložení střídavého 110 kV kabelu. Celková délka trasy se pohybuje okolo 16 km. Další možností, pro snížení investičních nákladů, je uložení části

kabelového vedení klasicky do země a uložení do kolektoru pouze v zalesněné oblasti CHKO Lužické hory. Na Obr. 21 je patrný princip mikrotunelovací technologie. Pracoviště je tvořeno vstupní jámou, prostorem pro jeřáb, kontejnerem pro hydraulický pohon razícího štítu a prostorem pro odpadové a vodní hospodářství. [38]



Obr. 21 Princip mikrotunelování [38]

5.14.3 Výhody daného řešení

Při využití technologie mikrotunelování by nedošlo k prakticky žádnému poškození okolní přírody a krajiny. Kolektor zajišťuje bezproblémový přístup k instalovanému kabelovému vedení v celé jeho délce a následná údržba je poté snadná. Chrání také kabely před rizikem poškození přívalovými srážkami. Kolektor je využitelný i pro další sítě, jako jsou např. optické datové rozvody.

5.14.4 Nevýhody daného řešení

Vybudování kolektoru ani následný provoz kabelového vedení v předpokládané délce nemá v ČR obdoby. Investiční náklady na celou stavbu jsou příliš vysoké a nejsou dostatečně opodstatněny.

5.14.5 Zhodnocení

Tato varianta by snížila všechny negativní dopady výstavby nového vedení skrz Lužické hory na naprosté minimum. Celkový zásah do okolní krajiny by byl minimální a po ukončení stavby prakticky nepozorovatelný. Další příznivou vlastností této varianty je snadná údržba instalovaného vedení, která by alespoň částečně finančně kompenzovala investiční náklady na výstavbu. Přes všechny pozitivní přínosy této varianty je její realizace prakticky nemožná, protože je spojena s enormními stavebními náklady.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit stávající stav zásobování elektrickou energií Šluknovského výběžku a také blíže rozebrat jednotlivá navrhovaná řešení tohoto problému. Z dostupných dat spotřeby dané oblasti v zimních měsících je patrné, že přenosová kapacita záložního vedení 35 kV je nedostačující pro pokrytí spotřeby. Celá oblast je tedy závislá na jednom jediném přenosovém vedení 110 kV z roku 1965. Tento stav je z hlediska bezpečnosti napájení nevyhovující a nemá nikde jinde v ČR obdoby. Tato práce obsahuje rozbor dvanácti, již dříve publikovaných, možností řešení problému zásobování a přidává dvě další. Porovnává jednotlivé varianty podle různých kritérií a snaží se vnést do problematiky nezaujatý komplexní pohled.

Dlouho trávající neshoda mezi distributorem a místními obyvateli vyústila až do patové situace. Z pohledu distributora je nejvhodnější řešení problému nové příhradové vedení 110 kV jdoucí v trase Nový Bor - Varnsdorf. Tato varianta je shodně odmítána obyvateli dotčených lokalit i orgány ochrany přírody a krajiny. Brzkému vyřešení problému by jistě pomohlo odpolitizování celé kauzy a také změna postoje místních obyvatel vůči energetice.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] HÁJEK, P., *Technika vs. politika aneb příběh jednoho vedení*, Energetika, srpen-září 2014, roč. 64, č. 8-9, s. 474-477.
- [2] Novoborsko [online]. [cit. 10. srpna 2015]. Dostupné z <http://petule.spi.cz/wp-content/uploads/2013/09/Dopis_premier.pdf>
- [3] Rozvojové záměry ČEZ Distribuce, a.s. pro období 2013-2018 [online]. [cit. 5. srpna 2015]. Dostupné z <http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/technicke-informace/rozvoj-ds/rozvoj_zamery_dso.pdf>
- [4] Schéma sítí ES ČR stav k 1.1.2012 [online]. [cit. 3. května 2015]. Dostupné z <http://www.sand.ote-cr.cz/statistika/dlouhodobavrovnovaha/files-dlouhodobebilance/ES_CR_2012.png>
- [5] Problematika zásobování Šluknovského výběžku [online]. [cit. 15. května 2015]. Dostupné z <http://www.ohk-most.cz/Files/OHK/Most/05_DSO_Z_Pavlovic_Sluknovsky_vybezek_EFUK_20131107_final2.pdf>
- [6] Český statistický úřad [online]. [cit. 12. března 2015]. Dostupné z <<https://www.czso.cz/csu/xu>>
- [7] Šluknovský výběžek [online]. [cit. 18. května 2015]. Dostupné z <<https://www.google.com/search?q=%C5%A0luknovsk%C3%BD+v%C3%BDb%C4%9B%C5%BEek&ie=utf-8&oe=utf-8>>
- [8] CVRK, F., *Elektrifikace děčínského okresu 1*, Děčínské vlastivědné zprávy, únor 2003, roč. 13, č. 2, s. 20-39, ISSN 1212-6918.
- [9] CVRK, F., *Elektrifikace děčínského okresu 2*, Děčínské vlastivědné zprávy, březen 2003, roč. 13, č. 3, s. 3-19, ISSN 1212-6918.
- [10] CVRK, F., *Elektrifikace děčínského okresu 3*, Děčínské vlastivědné zprávy, duben 2003, roč. 13, č. 4, s. 16-34, ISSN 1212-6918.
- [11] BUBENÍK, J., *Struktura elektrizační soustavy ČR*, Elektro, srpen-září 2013, roč. 23, č. 8-9, s. 6-9, ISSN 1210-0889.
- [12] Lužické hory [online]. [cit. 5. března 2015]. Dostupné z <http://www.luzicke-hory.cz/info/ns/00/max/000306_02.gif>
- [13] TZB-info, [online]. [cit. 10. března 2015]. Dostupné z <<http://www.tzb-info.cz/4192-stozary-vvn-iii>>
- [14] Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, *Územní studie prověření možné varianty vedení 110 kV zásobujícího Šluknovský výběžek*, Studio Kapa, Praha, prosinec 2013, 38 s.
- [15] Planárenská soustava ČR [online]. [cit. 3. května 2015]. Dostupné z <http://www.sand.ote-cr.cz/statistika/dlouhodobavrovnovaha/files-dlouhodobebilance/Plyn_2012.png>
- [16] Turistická mapa [online]. [cit. 8. dubna 2015]. Dostupné z <<http://mapy.cz/turisticka?x=15.6252330&y=49.8022514&z=8>>
- [17] Zákon č. 458/2000 Sb. energetický zákon a související předpisy
- [18] Energie und Telecom Netze GmbH [online]. [cit. 17. srpna 2015]. Dostupné z <<http://www.etn.at/pages/en/references.php?lang=EN>>
- [19] Usnesení ze setkání občanů ve Svoru, 8.2.2013 Svor
- [20] MARTINEC, R., *Měniče pro HVDC přenos elektrické energie*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2014. 35 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Dalibor Červinka, Ph.D..
- [21] Pylon design competition [online]. [cit. 20. srpna 2015]. Dostupné z <<http://www.ribapylondesign.com/shortlist>>

- [22] The Wintrack pylon [online]. [cit. 19. srpna 2015]. Dostupné z <http://www.tennet.eu/nl/fileadmin/downloads/About_Tennet/Publications/0512078_TEN_Wintrack_brochure_EN_1_tcm43-18932.PDF>
- [23] 150 kV underground network at Motor Oil Hellas refinery [online]. [cit. 14. srpna 2015]. Dostupné z <<http://www.enia.gr/en/ipogiopiisi-grammon-150kv-se-motor-oil-ellas/>>
- [24] BELATKA, M. *Analýza použití kabelových úseků v trase venkovního vedení 400 kV*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. 156 s. Vedoucí dizertační práce doc. Ing. Antonín Matoušek, CSc.
- [25] ZEMLJARIC, B., *22nd International Conference on Electricity Distribution: Experience with uprating 35 kV overhead line to 110 kV voltage level using post line insulation, Stockholm, 10-13 June 2013*.
- [26] Náhradní přenosový systém [online]. [cit. 13. srpna 2015]. Dostupné z <<http://www.gaenergo.cz/cz/ref/nahradni-prenosovy-system-npt.pdf>>
- [27] Ledovka na troleji [online]. [cit. 1. srpna 2015]. Dostupné z <<http://www.powerblog.cz/2014/12/ledovka-na-troleji.html>>
- [28] Decentralizovaná energetika [online]. [cit. 2. srpna 2015]. Dostupné z <<https://www.energomonitor.cz/decentralizovana-energetika/#lightbox/0/>>
- [29] Větrný park Varnsdorf-Špičák [online]. [cit. 22. srpna 2015]. Dostupné z <http://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX01aUDI2N19kb2t1bWVudGFjZURPQ18xLnBkZg/MZP267_dokumentace.pdf>
- [30] Informační systém EIA [online]. [cit. 22. srpna 2015]. Dostupné z <http://portal.cenia.cz/eiasea/detail/EIA_MZP267>
- [31] Výstavba větrné elektrárny v lokalitě Varnsdorf-Špičák [online]. [cit. 20. srpna 2015]. Dostupné z <http://varnsdorf.cz/files/VE_pruzkum.pdf>
- [32] Informační systém EIA [online]. [cit. 22. srpna 2015]. Dostupné z <http://portal.cenia.cz/eiasea/view/eia100_cr>
- [33] Vítr kolem větrných elektráren aneb veřejné projednávání EIA [online]. [cit. 18. srpna 2015]. Dostupné z <http://www.varnsdorf.cz/cz/seznamy_zprav/aktualni_informace/vitr-kolem-vetrnych-elektren-aneb-verejne-projednavani-eia.html?forum=open&type=iframe&noPaging>
- [34] POPELKA, A., JURÍK, D., MARVAN, P., JANEČEK, E., *Konference ČK cired: Zkušenosti z provozu WAMS-měření a využití aktuálních parametrů vedení, Tábor, 5-6 listopad 2013*.
- [35] JELÍNEK, M., NOVOTNÝ, V., BOŘEK, J., *Konference ČK cired: Zkušenosti z provozu WAMS-měření a využití aktuálních parametrů vedení, Tábor, 5-6 listopad 2013*.
- [36] Smart Grid [online]. [cit. 24. srpna 2015]. Dostupné z <http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_EU/SmartGrid/EU-Smart-Grid/>
- [37] Making the London connection [online]. [cit. 24. srpna 2015]. Dostupné z <https://library.e.abb.com/public/e3b899d287529f5cc1257bc000546cc7/04075_ABB_Case_Study_13_St_Johns_Wood_v4%20ART%20%28HIGH-RES%29.pdf>
- [38] Využití mikrotunelování pro bezvýkopové ukládání podzemních vedení [online]. [cit. 24. srpna 2015]. Dostupné z <<http://tvstav.cz/clanek/2321-vyuziti-mikrotunelovani-pro-bezvykopove-ukladani-podzemnich-vedeni>>

Přílohy

Příloha A- Obrazová dokumentace stávající trasy vedení



Napojení závodu Crystalex 110 kV vedením (provozováno jako 35 kV) v Novém Boru [autor]



Detail napojení závodu Crystalex [autor]



Rozvodna Varnsdorf [autor]



Rozvodna Podhájí [autor]



Souběh vedení 35 kV a 110 kV u rozvodny Podhájí [autor]



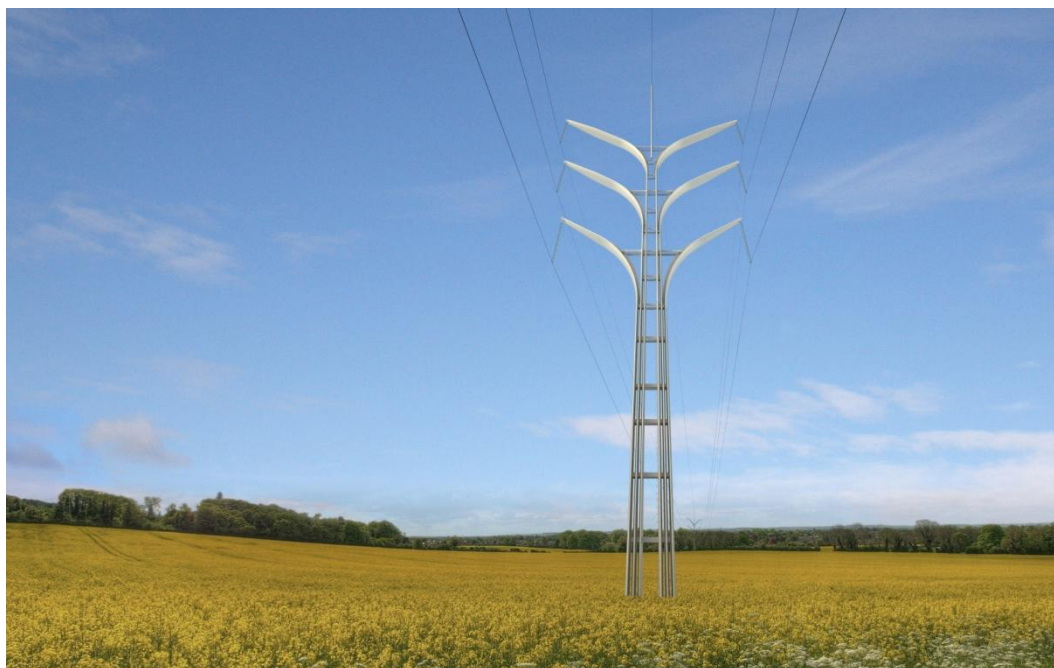
Souběh vedení 110 kV a 35 kV u obce Chřibská [autor]

Příloha B- závěrečné doporučení z územní studie Prověření možné varianty vedení 110 kV zásobujícího Šluknovský výběžek [14]

Na základě provedených průzkumů v terénu a celkové analýzy řešeného území a předemné problematiky byly navrženy variantní trasy vedení VVN 110kV, které vedou k požadovanému cíli, tj. posílení kapacity a energetické bezpečnosti Šluknovského výběžku v zásobování elektrickou energií. Tento variantní návrh byl podrobně projednáván jak se zástupci pořizovatele a MŽP ČR, tak zejména se zástupci dotčených samospráv (z hlediska vedení tras zejména z Libereckého kraje), kteří měli možnost vyjádřit se k dopadům navrhovaného řešení na jimi spravovaná území.

Na základě výše uvedené celé řady jednání v průběhu prací a vlastního vyhodnocení zhotovitel doporučuje dále sledovat a v územně plánovací činnosti upřesňovat **variantu 2a** vedení 110 kV zásobujícího Šluknovský výběžek. Tato varianta v maximální míře využívá již provedených zásahů do krajiny, případně tras stávajících vedení dopravní a technické infrastruktury - nové vedení kopíruje tyto koridory, což zjednoduší realizaci nového vedení a omezí zásahy do vlastnických práv k již dotčeným pozemkům. Zároveň se tímto souběhem kumulují i provozní zásahy do jediného koridoru v řešeném území a tím je založen předpoklad maximální ochrany přírody a krajiny.

Příloha C-Výsledné návrhy finalistů designerské soutěže



Gustafson Porter – Flower Tower [21]



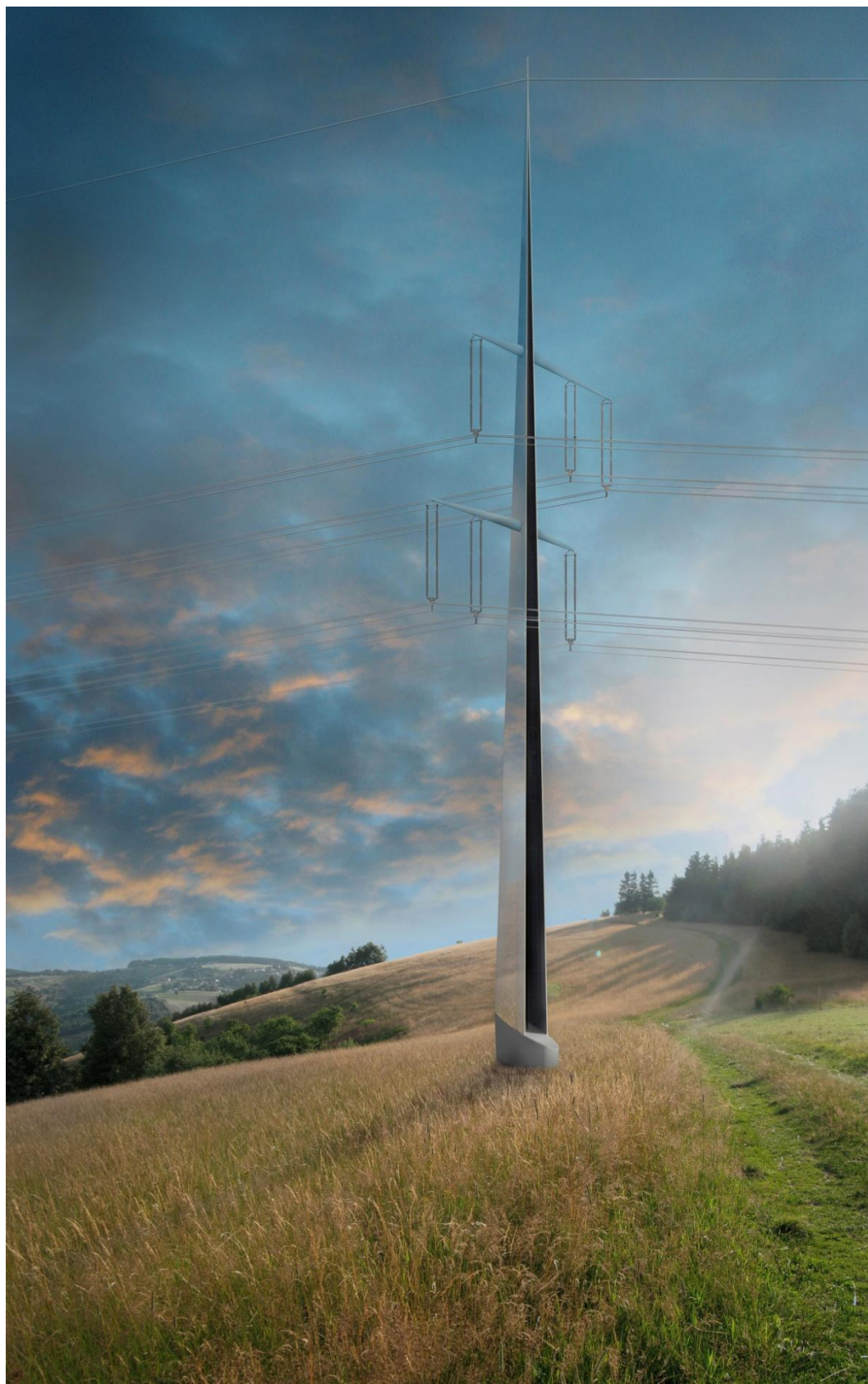
AL_A Pylon [21]



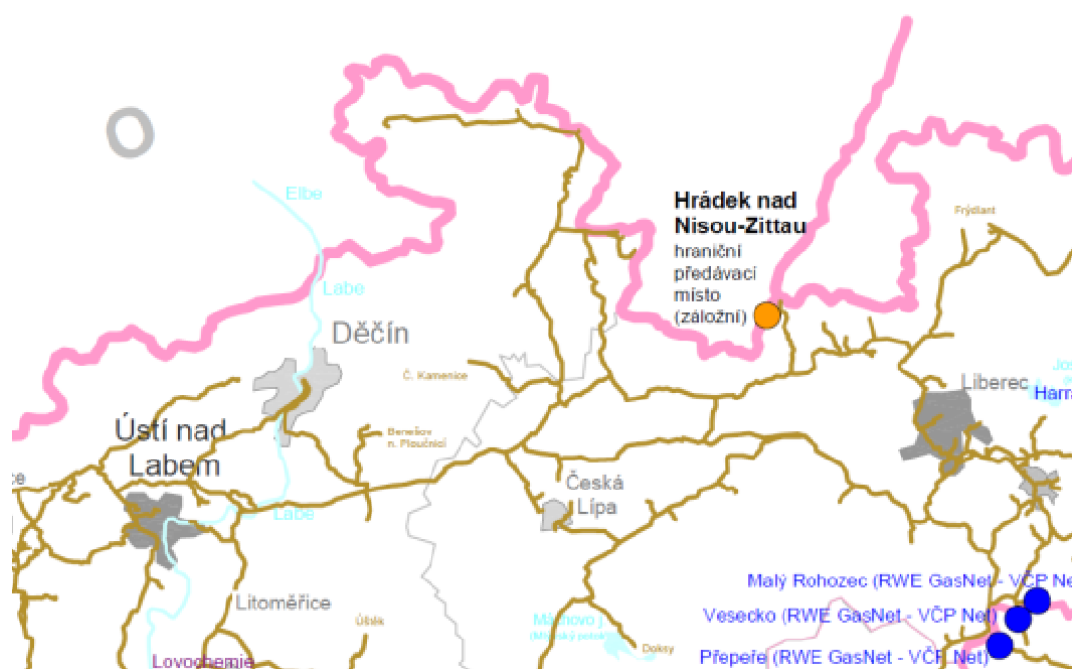
Knight Architects [21]



Newtown Studio [21]



Ian Ritchie Architects - Silhouette [21]

Příloha D- Mapa distribuční soustavy zemního plynu, výřez Šluknovský výběžek [15]**Příloha E- Usnesení ze setkání občanů ve Svoru dne 8. 2. 2003 [19]**

Na setkání občanů s orgány místní samosprávy a státní správy, pořádaném 8.2.2003 ve Svoru bylo přijato toto usnesení:

My, občané obcí oblasti Novoborska a Českolipska, nesouhlasíme s vrchním vedením velmi vysokého napětí 110 kV z Nového Boru do Varnsdorfu oblastí chráněné krajinné oblasti Lužické hory. V případě nutnosti realizace této stavby požadujeme vedení buď: a) v zemi, nebo b) nákupem energie ze Spolkové republiky Německo.

Toto shromáždění pověřuje podpisy na petiční listině k zastupování veřejnosti na dalších jednáních starostku obce Svor a předsedu mikroregionu Novoborsko.