



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

VIZUALIZACE PLC/BPL KOMUNIKACE V MAPOVÉM PROSTŘEDÍ

VISUALIZATION OF PLC/BPL COMMUNICATION IN THE MAP

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Klíma

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Lukáš Beneš

BRNO 2023

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Telekomunikační a informační systémy**

Ústav telekomunikací

Student: Petr Klíma

ID: 230586

Ročník: 3

Akademický rok: 2022/23

NÁZEV TÉMATU:

Vizualizace PLC/BPL komunikace v mapovém prostředí

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Rozeberte současné možnosti PLC/BPL komunikace v energetice se zaměřením na parametry přenosu a kvality spojení. Navrhněte aplikaci (GUI), která bude vizualizovat komunikační trasy s danými parametry v dané topologii. Aplikace zobrazí dostupné informace o kabeláži, měřené hodnoty, názvy stanic, koeficient technického stavu atd. Do aplikace (GUI) bude možné přidávat další stanice a také nové topologie, nebo jiné komunikační technologie.

Dále bude proveden návrh a realizace konfigurátoru topologie, jenž pomůže uživateli předpovědět problematické úseky ještě před samotnou instalací PLC. Data pro vizualizaci budou poskytnuta u vedoucího práce.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce.

Termín zadání: 6.2.2023

Termín odevzdání: 26.5.2023

Vedoucí práce: Ing. Lukáš Beneš

prof. Ing. Jiří Mišurec, CSc.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Práce se zabývá realizací aplikace pro vizualizaci komunikační sítě PLC (PowerLine Communication). Rozebrán je princip, výhody, nevýhody a varianty tohoto typu komunikace. Pozornost je věnována i využití této technologie a to zejména při budování chytrých sítí a pro diagnostiku kabelového vedení, čehož využívá i zmíněná aplikace. Práce se také věnuje problematice predikce stavu kabelového vedení a parametrům, ze kterých tato predikce vychází. Rozebrány byly i některé současné možnosti mapové vizualizace a samotná aplikace je tvořena s využitím javascriptové knihovny Leaflet a statických mapových dlaždic. Aplikace je zaměřená na technologii BPL, ale umožňuje uchovávání dat o spoji realizovaném jakoukoli přenosovou technologií. Umožňuje zobrazení informací o síti a zobrazení prvků sítě na mapě, filtrování BPL spojů podle stavu kabelového vedení, konfiguraci jednotlivých částí topologie a možnost vytváření a načtení záloh databáze. Chování aplikace může být jednoduše modifikováno úpravou souboru s konstantami.

KLÍČOVÁ SLOVA

AJAX, BPL, diagnostika, Google Maps, Hromadné dálkové ovládání, komunikace, konfigurátor, mapový podklad, Leaflet, NB, OpenStreetMap, PLC, statické dlaždice, UNB, vizualizace.

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the implementation of an application for visualization of the PLC communication network (PowerLine Communication). The principle, advantages, disadvantages and variants of this type of communication are analyzed. Attention is also given to the use of this technology, especially in the construction of smart grids and for the diagnosis of cable lines, which is also used by the application. The thesis also deals with the problem of predicting the state of cable lines and the parameters on which this prediction is based. Some current possibilities of map visualization are also discussed and the application itself is created using the javascript library Leaflet and static map tiles. The application is focused on BPL technology, but it allows storing data on any connection made by any transmission technology. It allows displaying information about the network and displaying network elements on a map, filtering BPL connections according to the state of the cabling, configuring individual parts of the topology and the ability to create and read database backups. The behavior of the application can be easily modified by editing the file with constants.

KEYWORDS

AJAX, BPL, diagnostics, Google Maps, Ripple control, communication, configurator, map base, Leaflet, NB, OpenStreetMap, PLC, static tiles, UNB, visualization.

KLÍMA, Petr. *Vizualizace PLC/BPL komunikace v mapovém prostředí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, 2023, 72 s. Bakalářská práce. Vedoucí práce: Ing. Lukáš Beneš

Prohlášení autora o původnosti díla

Jméno a příjmení autora:	Petr Klíma
VUT ID autora:	230586
Typ práce:	Bakalářská práce
Akademický rok:	2022/23
Téma závěrečné práce:	Vizualizace PLC/BPL komunikace v ma- povém prostředí

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho závěrečné práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno

.....

podpis autora*

* Autor podepisuje pouze v tištěné verzi.

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Lukáši Benešovi, za odborné vedení, metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc, podnětné návrhy a delší cenné rady při zpracování mé semestrální práce.

Rovněž bych chtěl poděkovat za podporu své přítelkyni a rodině, která mi byla oporou při tvorbě této práce.

Obsah

Úvod	11
1 Technologie PLC	12
1.1 Rozdělení PLC	12
1.1.1 Velmi úzké kmitočtové pásmo	12
1.1.2 Úzké kmitočtové pásmo	13
1.1.3 Široké kmitočtové pásmo	13
1.2 Výhody	15
1.3 Nevýhody	15
1.4 Využití PLC technologie	17
1.4.1 Historie	17
1.4.2 HDO	17
1.4.3 Smart Grids	18
1.5 Parametry pro diagnostiku PLC/BPL technologie	20
1.5.1 Koeficient technického stavu kabelu	20
1.5.2 Vzdálenost mezi BPL modemy	20
1.5.3 Stáří kabelu	21
1.5.4 Typ kabelu	21
1.5.5 Průřez kabelu	22
1.5.6 Počet spojek	22
1.5.7 Stáří spojky	23
1.5.8 Typ spojky	23
1.5.9 Zátěž	23
1.5.10 Zemnění	23
1.5.11 Průměrná TPC propustnost	24
1.6 Komunikační parametry	24
1.6.1 Odezva	24
1.6.2 Ztrátovost	24
1.6.3 Jitter	25
2 Možnosti mapové vizualizace	26
2.1 Google maps	26
2.2 OpenStreetMap	26
2.3 Mapy.cz	26
2.4 Leaflet	27
2.5 Porovnání	27

3	Webová aplikace	28
3.1	Vizualizace	28
3.2	Databáze	31
3.2.1	AJAX	31
3.3	Konfigurační soubor	35
3.4	Mapa	37
3.5	Konfigurátor	39
3.5.1	Topologie	39
3.5.2	Spoje	40
3.5.3	Stanice	42
3.6	Condition	43
3.7	Update	44
3.7.1	Výpočet koeficientu	45
3.8	Backup	46
3.9	Nápověda a hlášky	47
3.10	Implementace dalších technologií	47
3.11	Spuštění aplikace	51
	Závěr	53
	Literatura	54
	Seznam symbolů a zkratk	57
A	Uživatelský manuál	60
	Uživatelský manuál	60
A.1	Webová aplikace	60
A.2	Stránka Mapa	60
A.3	Konfigurátor	62
A.3.1	Topologie	63
A.3.2	Spoje	64
A.3.3	Stanice	65
A.3.4	Shrnutí	67
A.4	Condition	67
A.5	Update	68
A.6	Backup	69
A.7	Omezující stavy	70
A.8	Nápověda	71
B	Obsah elektronické přílohy	72

Seznam obrázků

1.1	Znázornění BPL komunikace [2].	14
1.2	Závislost útlumu BPL signálu na vzdálenosti [1].	16
1.3	Závislost přenosové rychlosti na vzdálenosti mezi DTS(Distribuční Transformační Stanice) stanicemi [2].	22
3.1	Uspořádání stránky Mapa.	37
3.2	Ukázka možností po vybrání konkrétní topologie na stránce Mapa. . .	38
3.3	Ukázka vytváření topologie a upozornění o blokováném nahrávání do databáze, což je způsobeno nastavením konstanty MYSQL_UPLOAD. .	40
3.4	Ukázka formuláře pro úpravu spoje.	42
3.5	Ukázka formuláře pro odstranění stanice.	43
3.6	Ukázka filtrování spojů. Z tabulky s přehledem dílčích koeficientů byl pro účely pořízení obrázku odebrán 1 z parametrů.	45
3.7	Ukázka možnosti zálohování databáze.	47
3.8	Ukázka okna s nápovědou na stránce „Condition“.	48
A.1	Uspořádání stránky Mapa.	61
A.2	Ukázka možností po vybrání konkrétní topologie na stránce Mapa. . .	62
A.3	Ukázka vytváření topologie a upozornění o blokováném nahrávání dat. .	63
A.4	Ukázka formuláře pro úpravu spoje.	65
A.5	Ukázka formuláře pro odstranění stanice.	66
A.6	Ukázka filtrování spojů. Z tabulky s přehledem dílčích koeficientů byl pro účely pořízení obrázku odebrán 1 z parametrů.	68
A.7	Ukázka možnosti zálohování databáze.	69
A.8	Ukázka indikace aktivního anonymního módu.	70
A.9	Ukázka okna s nápovědou.	71

Seznam výpisů

3.1	Ukázka implementace mapového podkladu ve formě statických dlaždic	29
3.2	Ukázka implementace vlastního markeru	30
3.3	Zkrácená ukázka php skriptu pro obsluhu databázových požadavků souvisejících se spoji	33
3.4	Ukázka úpravy souboru _CONSTANTS.php při implementaci nové technologie	51

Úvod

V současném trendu rychlého rozvoje komunikačních technologií nachází uplatnění mnoho rozdílných technologií, jejichž cílem je zajistit kvalitní služby s co největším pokrytím. Technologie PLC (Power Line Communication), tedy komunikace přes silnoproudé vedení, nabízí přenosové médium, které je zavedené v každé domácnosti. Kromě ekonomické výhody, kterou je bezesporu možnost využití stávajícího silnoproudého vedení, díky čemuž odpadá nutnost investice do budování komunikačního média, napomáhá v současné době rozvoji technologie i zvýšená poptávka po obnovitelných zdrojích energie a budování tzv. chytrých sítí. Rozvoji této technologie naopak brání i řada nevýhod jako je otázka bezpečnosti či problémy se spolehlivostí služby.

Technologii lze rovněž využít jako diagnostický nástroj, díky čemuž má distributor přenosovou trasu pod kontrolou v reálném čase a může problém na vedení snadno lokalizovat. S tím se pojí i možná predikce technického stavu vedení, která může být použita ve vizualizaci PLC komunikační sítě, jíž se zabývá tato práce. Existuje také mnoho cest, kterými lze síť vizualizovat. Některé z nich jsou v práci rozebrány a následně se práce zaměřuje na tvorbu vizualizační aplikace s využitím knihovny Leaflet.

Aplikace umožňuje uchovávání informací o komunikační síti a díky implementovanému algoritmu na výpočet koeficientu technického stavu kabelu je nápomocná při budování nové infrastruktury, a to zejména v případě, má-li být použita technologie právě PLC. Prostřednictvím zabudovaného konfigurátoru dokáže s využitím zadaných parametrů o vedení upozornit na nevhodnou kabelovou trasu ještě před výstavbou samotné technologie, jejíž provoz by byl na konkrétní kabelové trase velmi neefektivním. Kromě toho aplikace také graficky zobrazuje stav stávajících přenosových cest, díky čemuž lze včas předcházet postupné degradaci infrastruktury spojené s horší kvalitou poskytovaných služeb.

1 Technologie PLC

Rozvody silnoproudého vedení jsou primárně určeny pro přenos a rozvod elektrické energie. Pokud dojde ke galvanickému oddělení a odfiltrování 230 V, lze po tomto vedení přenášet i datové toky. Toho využívá technologie PLC (Power Line Communication), která oproti silnoproudému vedení pracuje s vyšším kmitočtem a výrazně nižší amplitudou. Nabízí se tedy ekonomicky zajímavé řešení pro snadnou instalaci komunikační sítě využívající stávající vedení. Nesmí být však opomenut fakt, že elektrická síť nebyla vystavěna pro datové přenosy, a je tak náchylná k existenci rušivých elementů (špatná elektromagnetická kompatibilita, šum, výkonnostní špičky) [3], [4].

PLC sítě se obecně skládají z následujících prvků [4]:

- PLC modem – zajišťuje funkce vrstvy síťového rozhraní TCP/IP¹
- PLC gateway (brána) – většinou v rozvodné měřicí skříni, jedná se o bránu z domácí PLC sítě do přístupové PLC sítě
- PLC repeater (opakovač) – nezbytný pro zachování signálu při přenosu na větší vzdálenosti

1.1 Rozdělení PLC

PLC technologie jsou rozdělovány na 3 typy a to podle kmitočtového pásma, ve kterém pracují. Každé pásmo je vhodné k realizaci odlišných služeb, proto se každý typ technologie PLC používá k odlišným typům komunikace.

1.1.1 Velmi úzké kmitočtové pásmo

UNB (Ultra Narrow Band) [3], [4]:

- Kmitočtový rozsah: 30–300 Hz, 0,3–3 kHz.
- Komunikační dosah: 150 km a více.
- Přenosová rychlost: cca 100 b/s.
- Využití: pro tuto technologii neexistují žádné standardy, využití pro HDO (Hromadné Dálkové Ovládání).

¹Model síťové architektury vhodný pro praktickou implementaci. Označuje soustavu názorů a protokolů o budování počítačové sítě. Podle této architektury se inteligentní hostitelské počítače připojují k jednoduché a rychlé komunikační podstavě [13].

1.1.2 Úzké kmitočtové pásmo

NB (Narrow Band) [3], [4]:

- Kmitočtový rozsah: 3–500 kHz.
- Komunikační dosah: bez opakovače 1–2 km.
- Technologie se dále dělí podle přenosové rychlosti na:
 - LDR (Low Data Rate): Technologie s nízkou datovou rychlostí. Přenos probíhá po jedné nosné a přenosová rychlost se pohybuje v řádech jednotek kb/s. Velmi odolná technologie proti rušení a zkreslení signálu. Používané standardy např. LonWorks, IEC 61334, HomePlug Command and Control.
 - HDR (High Data Rate): Technologie s vysokou datovou rychlostí. Přenos probíhá po více nosných díky čemuž přenosová rychlost dosahuje až 500 kb/s. Jeden z nejčastěji používaných typů PLC technologie. Používané standardy např. G3-PLC, PRIME, ITU-T G.hnem.
- Modulace:
 - BPSK (Binary Phase Shift Keying): Binární fázové klíčování, nositelem informace je o 180° fázově posunutý signál, díky čemuž je odolná proti rušení. Využití hlavně pro LDR.
 - QPSK (Quadrature Phase Shift Keying): Čtyřstavové fázové klíčování, nositelem informace je také fázově posunutý signál. Umožňuje přenos 2 bitů v 1 stavu, což znamená potřebu 2^2 fázových posuvů (45° , 135° , 225° , 315°). Využití pro HDR.
 - 8PSK (8-Phase Shift Keying): Osmistavové fázové klíčování, rozšíření QPSK. Umožňuje přenos 3 bitů v 1 stavu, což znamená potřebu 2^3 fázových posuvů (rozestupy mezi fázovými posuvy 45°). Využití pro HDR, dosahuje nejvyšších přenosových rychlostí (přenáší 3 bity najednou).
- Využití: centralizované řízení a zabezpečení, chytré elektroměry (Smart Metering), ovládání klimatizace nebo topení.

1.1.3 Široké kmitočtové pásmo

BB (Broad Band) nebo také BPL (Broadband over Power Lines)[1], [2], [3], [4]:

- Kmitočtový rozsah: 1,8–500 MHz.
- Komunikační dosah: ze všech 3 typů PLC nejnižší dosah – venkovní vedení řádově stovky metrů, u vnitřního vlivem rozdílných instalací do 100 metrů.
- Přenosová rychlost: 2 Mb/s až 1 Gb/s.
- Modulace:
 - OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex): Využívá frekvenční dělení kanálu – velký počet nosných kmitočtů. Datový tok je rozdělen

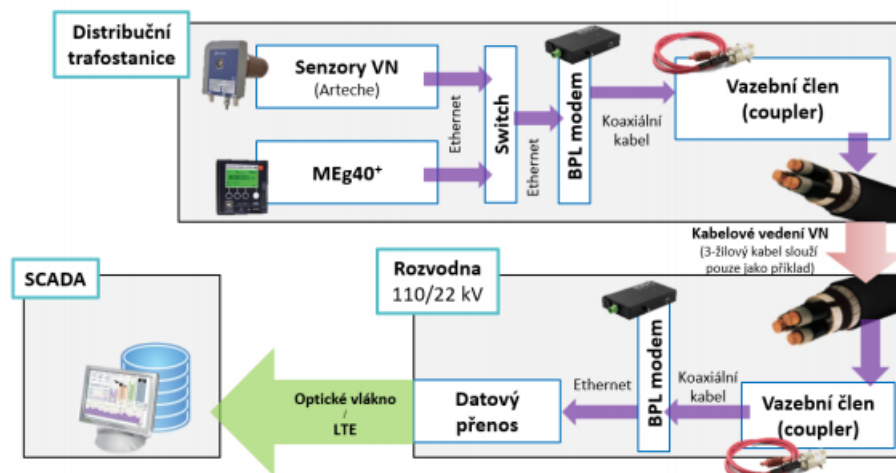
na více částí, každá část je namodulována na svůj vlastní kmitočet a vznikají tzv. subkanály. Výhodou je, že je přenos možno dynamicky řídit. Příslušná subpásma mohou být z příslušných částí spekter odebrána - např. z důvodu vysokého rušení nebo právě jako prevence rušení jiných telekomunikačních systémů.

- DSSM (Direct Sequence Spectrum Modulation): Modulace s rozprostřeným spektrem využívá celou dostupnou šířku pásma, přes které rozprostře přenášená data. Výhodou je odolnost proti rušení, bezpečnost přenosu a odolnost proti odrazům.

- Využití: standardy HomePlug, HomePlug AV/Extended, Green PHY.

Tato technologie se těší velké oblibě napříč celým světem, a to hlavně tam, kde není možnost rozšiřování optické sítě. Navíc zde převládá i ekonomická výhoda, protože není potřeba dalšího přenosového média. Nasazení BPL systémů je závislé na koncepci energetické sítě, proto jsou přístupy používané napříč světem mnohdy rozdílné. S vyšší frekvencí signálů často dochází kromě ostatních rušivých vlivů také ke vzniku sériových a paralelních rezonancí. Řešení tohoto problému spočívá v použití vhodných modulačních metod.

Prvky, které jsou nezbytné pro BPL komunikaci jsou znázorněny na obrázku 1.1. Přenášená informace je na vysílací straně modulována pomocí BPL modemu a za použití vazebního členu (coupleru), který může být kapacitní nebo induktivní, injektována do energetického vedení. Na přijímací straně se pak provádějí opačné operace. Vazební člen oddělí přenášené informace a BPL modem je demoduluje [1], [2].



Obr. 1.1: Znázornění BPL komunikace [2].

1.2 Výhody

- Technologii lze využít jako diagnostický nástroj, díky čemuž má distributor trasu pod kontrolou v reálném čase, a může problém na vedení snadno lokalizovat [2], [3].
- Budování PLC sítí je v měřítku kabelových sítí ekonomicky nejvýhodnější. Jako jediná dokáže z ekonomického hlediska konkurovat bezdrátovým technologiím [3].
- PLC modemy mají komunikační i měřicí funkci, umožňují mezi těmito funkcemi přepínat [3].
- PLC je díky existující infrastruktuře možno sloučit jako redundantní kanál [3].
- Široké kmitočtové pásmo limitováno pouze vysílacím výkonem a určitými standardy [3].
- Možnost navázání komunikace v obtížně přístupných oblastech, kde není možné zajistit 3G/4G/5G/LTE (Long Term Evolution) nebo GPRS² pokrytí, ideální pro NB-IoT³ [2], [23].

1.3 Nevýhody

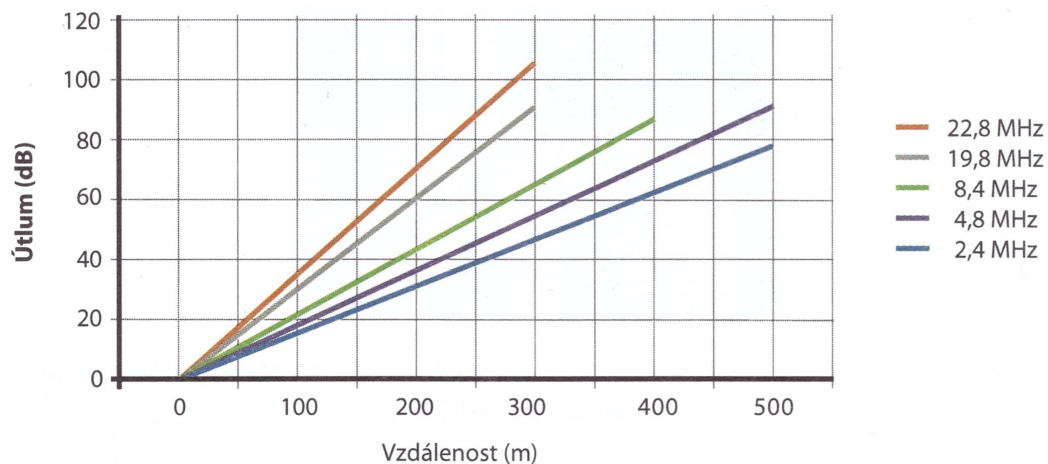
Jedna z hlavních výhod PLC technologie – existující přenosové vedení – je i příčinou jednoho z hlavních problémů této technologie. Silnoproudé vedení má velký problém s elektromagnetickou kompatibilitou, s čímž je spjato rušení a problémy se spolehlivostí služby (častá chybovost) [1], [4]. Dalšími nevýhodami jsou [1], [3], [4]:

- Nehomogenity dílčích částí vedení, rozdíly mezi vnitřním a vnějším, nadzemním a podzemním vedením.
- Změny konfigurace, zátěže a různé zdroje rušení (připojování a odpojování spotřebičů, těžké stroje, elektromotory) nepřetržitě mění přenosové parametry vedení.
- Dosah nepřímo úměrný přenosové rychlosti. Chceme-li dosáhnout vyšších přenosových rychlostí, jsme omezeni pouze na krátké vzdálenosti.

²General Packet Radio Service - jeden ze standardů pro mobilní síť 2. generace. Využívá technologii přepojování paketů, kdy více uživatelů sdílí přenosové prostředky, a využívá se zejména tam, kde není trvalá potřeba přenosu dat mezi 2 stanicemi [30], [13].

³NarrowBand Internet of Things – Internet věcí, který využívá kmitočtové pásmo v licencovaných pásmech pro mobilní komunikační sítě, díky čemuž se vyhýbá rušení. Standardizován standardy IEEE 1901.1 a 1901.2. Internet věcí znamená propojení předmětů běžného užití za účelem sběru a následného zpracování a využití dat pro logistiku, dopravu, energetiku, meteorologii, Příkladem využití mohou být inteligentní domácnosti, inteligentní dopravní osvětlení či inteligentní pouliční lampy [23], [24].

- Maximální vzdálenost bez použití opakováčů závisí především na útlumu vedení, výstupním výkonu BPL signálu a rušení na přijímací straně. Útlum je závislý na vzdálenosti a frekvenci, jak je vidět na obrázku 1.2. Svůj vliv má i použité vedení a změny jeho impedance.
- Opakovače sice na úkor přenosové rychlosti dokáží přenosové vzdálenosti prodloužit, ale pokud vypadnou všechny opakovače na trase, dojde k výpadku spojení. Pokud na trase ještě nějaký opakovač zůstane, dojde ke snížení přenosové rychlosti.
- Jednoduché odposlouchávání komunikace, kdy se stačí připojit na stejnou fázi v dosažitelné vzdálenosti – nutné šifrování.



Obr. 1.2: Závislost útlumu BPL signálu na vzdálenosti [1].

Aby se nevýhody a problémy PLC technologie co nejvíce minimalizovaly, jsou pečlivě voleny modulační metody a metody detekce a korekce chyb. Nejčastěji se používá dopředná korekce chyb FEC (Forward Error Correction). Pokud vezmeme v úvahu ještě nezbytné šifrování komunikace, s vyššími přenosovými rychlostmi nabývá na objemu režie přenosu. Pro přenosovou rychlost 200 Mb/s je poměr mezi užitečnými a redundantními daty až 1:3 [1].

1.4 Využití PLC technologie

Technologie se původně využívala pro HDO (Hromadné dálkové ovládání). V dnešní době, kdy je kladen stále větší důraz na bezpečnost a spolehlivost dodávky energií, se hlavně v energetice rozvíjí tzv. chytré sítě (Smart Grids) [6].

1.4.1 Historie

Už v roce 1838 se v Londýně objevuje první pokus využití energetického vedení pro telekomunikační účely, který spočíval v dálkové kontrole napětí baterií v některých telegrafních stanicích na trase do Liverpoolu. V roce 1905 dokonce vzniká v Chicagu patent pro dálkový odečet elektroměrů díky přenosu dat po energetickém vedení. Původně šlo o systémy realizující jednoduchou signalizaci nebo dálkové ovládání, ale zhruba ve 30. letech 20. století se v energetice začaly zavádět systémy HDO, které sloužily například pro spínání určité skupiny ovládaných zařízení. Už zhruba o 10 let dříve (1919) se objevuje zmínka o realizaci přenosu vysokofrekvenčního telefonního signálu po vedení pro vysoké napětí. Intenzivnímu rozvoji technologie napomohla až výroba prvních kondenzátorů pro vysoká napětí, díky kterým bylo možné realizovat tzv. kapacitní vazbu. V 90. letech pak v souvislosti s rozvojem datových sítí a přenosných širokopásmových zařízení vzniká potřeba širokopásmového přenosu [1].

1.4.2 HDO

V současné době tento systém zajišťuje vysílání signálů pro přepínání mezi dvěma cenovými tarify a spínání či rozepínání velkých spotřebičů [7]. Jedná se o jednosměrný (distribuční) systém, který z jednoho místa vysílá signál současně mnoha ovládaným místům po společné přenosové cestě. Takto může místa ovládat, ale také signalizovat definované události a stavy. Protože se jedná o jednosměrný přenos, přijaté informace, určené vždy skupině příjemců, které vykonávají stejnou funkci, nejsou nijak potvrzovány, a pro zajištění co největší spolehlivosti systému je použita metoda opakování zprávy [1].

Systémy se podle využívaných technických principů dělí do 3 skupin [1]:

- Systémy na principu změny silnoproudého provozního stavu – k přenosu informace využívaly změnu nějakého parametru sinusového signálu (např. mžikové vypnutí 1 z fází). Tento systém se už nepoužívá.
- Systémy na principu vysílání stejnosměrných impulsů – využívaly vytvoření stejnosměrného předpětí mezi uzlem sekundárního vinutí transformátoru a nulovým vodičem. Dala se ale ovládat pouze oblast na straně sekundárního vinutí konkrétního transformátoru.

- Systémy na principu vysílání střídavých impulsů – využívají vyšší kmitočet než je síťových 50 Hz, což umožňuje vysílání v různých úrovních rozvodné sítě a zároveň galvanické oddělení vysílačů a přijímačů od rozvodné soustavy. V současné době jsou nejpoužívanější monofrekvenční synchronizované systémy se spouštěnou časovou základnou. První obdržení impulsu spustí časovou základnu přijímače, díky čemuž je možné časově rozlišit jednotlivé instrukce a zabezpečovací prvky.

1.4.3 Smart Grids

V době rapidně narůstajícího počtu obyvatelstva také rapidně stoupá spotřeba elektrické energie. Svůj podíl na tom má bezpochyby i technologický pokrok, jenž přináší nové technologie obvykle napájené elektřinou. Ve snaze uspokojit zvýšenou poptávku po elektrické energii, a zároveň snížit znečištění ovzduší, jsou po celém světě budovány obnovitelné zdroje malého výkonu, které doplňují centrálně umístěné zdroje elektrické energie o vysokém výkonu. Výroba je závislá na aktuální poptávce, a tak se neustále snižuje a zvyšuje. Její řízení spočívá ve využití historických zkušeností a dat o spotřebě [1], [8].

Hlavní myšlenkou chytrých sítí je možnost řízení výroby a spotřeby elektrické energie, a to v reálném čase. Propojuje producenty, distributory a spotřebitele nejen v místním, ale i globálním měřítku. Síť je ve své podstatě založena na využití dálkového sběru dat (Smart Metering) z elektroměrů bez nutnosti instalace nové kabeláže. Komunikace je v tomto případě na rozdíl od HDO obousměrná, a to mezi zdroji elektrické energie a jejichmi spotřebiči. To kromě sběru informací umožňuje nepřetržitou diagnostiku sítě a operativní řízení výroby. Cílem je predikování spotřeby elektrické energie, díky čemuž je možné zajistit její včasnou výrobu a distribuci. Do procesu se také mnohem jednodušeji zapojují obnovitelné zdroje energie (problémy se stabilitou provozu a synchronizací společné sítě) a to především díky zavedení efektivního a sofistikovaného řízení, které umožní ovládnutí energetické sítě i na úrovni jednotlivých zdrojů. Efektivita takového řízení je přímo závislá na množství a typu dat dodaných ze zdrojů a spotřebičů elektrické energie [1], [4], [6].

Problémem při zavádění chytrých sítí je bezpochyby bezpečnost. Síť musí být odolná nejen proti poruchám zařízení, lidským chybám a přírodním katastrofám, ale také vůči kybernetickým útokům, které mohou v konečném důsledku způsobit i blackout⁴. Samotným problémem může být také napadení samotných měřicích zařízení – simulování malého odběru nebo naopak umělé navyšování odběru či útok na centrálu falšováním dat od měřicích přístrojů. Tyto přístroje nebyly tvořeny

⁴Rozsáhlý výpadek elektrické energie po dobu více než několika hodin spojený s kolapsem elektrizační soustavy [9].

pro to, aby se staly součástí komunikační sítě, proto nemají implementovány bezpečnostní prvky. Navíc výrobci těchto přístrojů častokrát ani nemají zkušenosti se zabezpečením. Samotná přenášená data je kromě šifrování nutné zabezpečit i digitálním podpisem. Útočník sice není schopen data přechytit (v případě, že nedisponuje příslušným šifrovacím klíčem), ale stále je může modifikovat [1], [8].

Chytré sítě se zkoušejí především v USA a Japonsku. Jedná se hlavně o zapojení obnovitelných zdrojů do chytré sítě. Samotní Japonci pak vyvíjí koncept chytré sítě pro celý ostrov Okinawa, kde je zátěž sítě tvořena 27 dobíjecími stanicemi pro 220 elektromobilů. Na našem území je v provozu testovací síť Smart region Vrchlabí [8].

1.5 Parametry pro diagnostiku PLC/BPL technologie

Při znalosti určitých parametrů kabelové trasy je možné odhadnout její životnost a tím i předcházet možným poruchám její včasnou výměnou. Určením konkrétních parametrů, kterým se bude tato kapitola věnovat, se důkladně věnují publikace [2] a [5]. Autoři těchto publikací po diskuzi s provozními techniky společnosti E.ON Distribuce a.s., analýze odborné literatury a na základě provedených měření a zkušeností definují koeficient technického stavu kabelu, díky němuž lze odhadnout technický stav kabelu a také časový horizont, ve kterém by měl být vyměněn, pakliže na něm má být provozována PLC komunikace [2], [5].

1.5.1 Koeficient technického stavu kabelu

Distribuční společnosti obměňují kabelové trasy v intervalu 30–50 let s průběžnými zkouškami. Sloužit mohou i déle, pokud při testování nevykazují nadměrný počet částečných výbojů. Jak už bylo zmíněno, jedna z výhod PLC technologie spočívá v možnosti online diagnostiky stavu kabelů, díky čemuž lze určit koeficient jejich technického stavu. Nabývá hodnot 0,000 až 1,000 a udává kondici kabelového úseku, tzn. v jakém časovém horizontu by měl být obnoven. Vynásobením hodnoty koeficientu a očekávané životnosti obdržíme informaci o aktuální fázi životnosti kabelu. Je-li životnost kabelové trasy 40 let a koeficient nabývá hodnoty 0,120 znamená to, že aktuální životnost kabelu je 6 let. Pokud je aktuální životnost kabelu určena jako nižší než 5 let, měl by se její provozovatel na základě provedených měření rozhodnout, zda-li vyčlení prostředky na její obnovu nebo bude provozovat trasu ve špatném stavu. Tabulka 1.1 znázorňuje konkrétní parametry, rozsah jejich hodnot a jejich procentuální podíl na hodnotě koeficientu. Výsledný koeficient je dán postupným odečítáním hodnot dílčích parametrů od výchozí hodnoty 1,000 [2], [5].

1.5.2 Vzdálenost mezi BPL modemy

Útlum vedení je přímo závislý na jeho délce a propustnost naopak s rostoucí délkou vedení klesá. Limitní vzdálenost pro komunikaci byla měřením i simulací stanovena na 1200 m. Měření v publikaci [2] byl stanoven trend vývoje rychlosti v závislosti na vzdálenosti, jak ukazuje obr. 1.3. Z něj je zároveň patrné, že do vzdálenosti 600 m lze očekávat propustnost v řádech desítek Mb/s. Není neobvyklé, že přenosová rychlost dosahuje vyšších hodnot, než očekáváme. Může se však také stát, že dosahuje i výrazně nižších hodnot. Snížení rychlosti pod očekávanou hodnotu je bezpochyby jeden z ukazatelů problémů na trase a má za následek snížení koeficientu.

$$\text{Koeficient} = \frac{\text{Vzdálenost}}{1200} \cdot 0,05, \text{ kde vzdálenost } \in \langle 1; 1200 \rangle \text{ m [2], [5].} \quad (1.1)$$

Tab. 1.1: Parametry pro určení koeficientu technického stavu kabelu [5].

Parametr	Rozsah hodnot	Podíl na hodnotě koef. [%]	Interval koef.
Vzdálenost mezi BPL modemy	1-2000 [m]	5	0-0,05
Stáří kabelu	0-40 [roky]	15	0 nebo 0,15
Typ kabelu	PILC/XLPE	5	0 nebo 0,05
Průřez kabelu	50-630 [mm ²]	3,5	0-0,035
Počet spojek na trase	0-20	15	0-0,15
Stáří spojky	0-40 [roky]	5	0 nebo 0,05
Typ spojky	plastová/smršťovací	2	0 nebo 0,02
Zátěž	0-100 [%]	3,5	0-0,035
Zemnění	0 nebo 1	1	0 nebo 0,01
Průměrná TCP propustnost	0-50 [Mb/s]	45	0-0,45

1.5.3 Stáří kabelu

Kabelové vedení se může skládat z více úseků kabelů. Pro každý úsek je třeba znát rok jeho instalace. Životnost kabelů je silně závislá na prostředí, ve kterém jsou instalovány. Zatímco u nadzemního vedení se očekává životnost mezi 40 a 60 lety, u podzemních vedení je životnost zhruba 25 až 35 let, tedy téměř poloviční. Negativně ji ovlivňuje vlhkost vzduchu, vysoké teploty a teplotní výkyvy.

Koeficient = 0 , je-li kabel instalován před méně než 40 lety.

Koeficient = 0,15, uběhlo-li od instalace kabelu 40 a více let [2], [5]. (1.2)

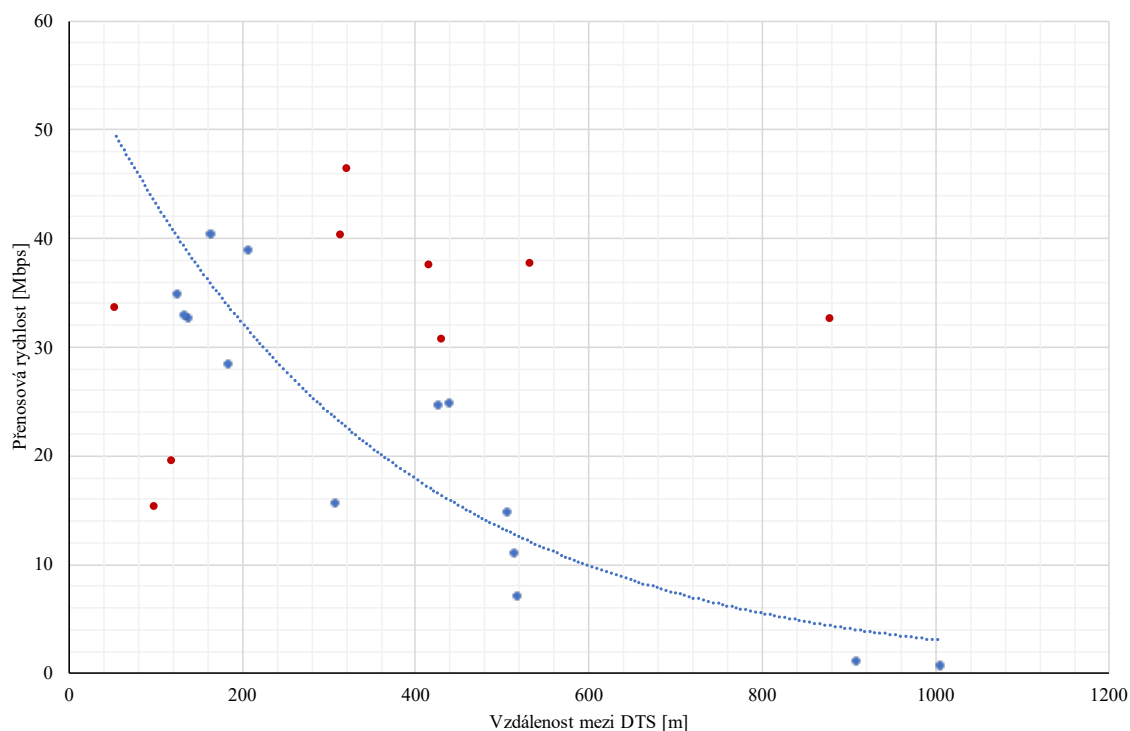
1.5.4 Typ kabelu

Kabely pro vysoké napětí lze na základě použité izolace rozdělit na 2 typy:

- Kabely PILC – kabely s papírovou izolací napuštěnou olejem byly instalovány převážně v 1. polovině 20. století, nicméně je stále možné se s nimi setkat. Problémem tohoto typu kabelů je, že impregnační olej s postupem času začne zasychat, což v důsledku snížení elektrické pevnosti izolační tkaniny vede ke zhoršení přenosových a izolačních funkcí kabelu. Pro realizaci BPL komunikace nejsou příliš vhodné.
- Kabely XLPE – kabely s izolací ze zesíťovaného polyetyleny s dobrými mechanickými vlastnosti i při vyšších teplotách.

Koeficient = 0, je-li kabel typu XLPE.

Koeficient = 0,05, je-li kabel typu PILC [2], [5]. (1.3)



Obr. 1.3: Závislost přenosové rychlosti na vzdálenosti mezi DTS(Distribuční Transformační Stanice) stanicemi [2].

1.5.5 Průřez kabelu

Kabely s větším průřezem mívají díky silnějším izolačním vrstvám a plášti větší odolnost vůči poruchám. Vysokonapěťové kabely se vyrábějí v různých tloušťkách od 50 do 630 mm².

$$\text{Koeficient} = \frac{630 - \text{Průřez kabelu}}{630 - 50} \cdot 0,035, \text{ kde průřez kabelu } \in \langle 50; 630 \rangle \text{ mm}^2 \text{ [5].} \quad (1.4)$$

1.5.6 Počet spojek

Vyjadřuje počet spojek na komunikační trase, který je stanoven na 0 až 20. Instalace spojky je spojena s nahrazením vadné části kabelové trasy, kdy je vadná část odstraněna a nahrazena novým kabelem za použití alespoň 1 spojky, přičemž do spojky může vniknout vlhkost nebo může být špatně nainstalována. Zvyšující se počet spojek snižuje přenosovou rychlost a zároveň zvyšuje pravděpodobnost nefunkční trasy vlivem poruchy v místě spoje.

$$\text{Koeficient} = \frac{\text{Počet spojek}}{20} \cdot 0,15 \text{ [2], [5].} \quad (1.5)$$

1.5.7 Stáří spojky

Kromě typu a počtu spojek na trase ovlivňuje parametry BPL komunikace i jejich stáří. S postupem času totiž spojky v důsledku vlhkosti korodují a fungují pak jako vysokofrekvenční filtr, který znemožňuje BPL komunikaci.

Koeficient = 0, je-li spojka instalována před méně než 40 lety.

Koeficient = 0,02, uběhlo-li od instalace spojky 40 a více let [2], [5]. (1.6)

1.5.8 Typ spojky

Existují 2 základní typy spojek – plastové spojky a spojky smršťovací teplem. Pro komunikaci jsou vhodné vývojově starší spojky plastové. Parametr je v koeficientu zahrnut proto, že typ spojky může mít vliv na životnost kabelové trasy – pokud se do ní při instalaci dostane vlhkost, začne kabel brzy probíjet. Provedeným měřením v publikaci [2] bylo zjištěno, že problematické bývají spojky smršťovací teplem.

Koeficient = 0, jde-li o spojku plastovou.

Koeficient = 0,05, jedná-li se o spojku smršťovací teplem [2], [5]. (1.7)

1.5.9 Zátěž

S měnícím se zatížením kabelové trasy vlivem připojování nebo odpojování různých spotřebičů kolísá kapacita kanálu, jejíž snížení negativně ovlivňuje kvalitu přenosové cesty. Proměnné namáhání kabelu rovněž ovlivňuje jeho životnost. Nicméně většina kabelů bývá provozována hluboko pod jejich jmenovitým zatížením, proto jsou většinou v provozu déle, než je jejich očekávaná životnost.

Koeficient = $\frac{\text{Zátěž}}{100} \cdot 0,035$, kde zátěž € <0; 100> % [5]. (1.8)

1.5.10 Zemnění

V důsledku výskytu elektromagnetických polí (z jiných paralelních vedení) nebo kvůli rozdílu potenciálů v uzemňovacích uzlech se v kabelu vyskytují tzv. cirkulující proudy. Ty způsobují další tepelné namáhání kabelu a tím mají vliv na jeho životnost. Existují v zásadě 4 možnosti uzemnění kabelu: žádné uzemnění (žádná vazba), uzemnění na jednom konci (jednoduchá vazba), uzemnění na obou koncích (vazba na obou koncích) a vícebodové uzemnění (křížová vazba), u které očekáváme neoptimálnější podmínky z hlediska komunikačního rušení a tepelného namáhání.

Koeficient = 0, je-li kabel uzemněn na více bodech (křížová vazba).

Koeficient = 0,01, je-li kabel uzemněn jakkoliv jinak [5]. (1.9)

1.5.11 Průměrná TPC propustnost

Parametr je nutné změřit a samotné měření by mělo probíhat delší dobu, aby se naměřila rychlost při různém zatížení sítě. Měření probíhá pomocí softwarových nástrojů (např. iPerf 3.0).

$$\text{Koefficient} = \frac{50 - \text{Propustnost}}{50} \cdot 0,45, \text{ kde propustnost } \in \langle 0; 50 \rangle \text{ Mb/s [2], [5].} \quad (1.10)$$

1.6 Komunikační parametry

Kromě parametrů přenosové trasy, které byly zmíněny v předešlé kapitole, je také nezbytné definovat parametry určující kvalitu poskytované služby. Mezi ně patří dále zmíněné parametry odezva, ztrátovost a jitter. Optimální hodnoty těchto parametrů jsou vždy závislé na konkrétní provozované službě. Rozdílné parametry bude vyžadovat provoz služby v reálném čase a služba běžící na pozadí (např. stahování dat).

1.6.1 Odezva

Tento parametr se obvykle měří pomocí příkazu ping, což je jedna z nejvyužívanějších metod pro testování konektivity mezi zařízeními. Kromě samotného ověření konektivity a určení odezvy mezi odesláním a přijetím potvrzení o doručení dat jej lze využívat i pro měření ztrátovosti přenosu. Využívá zprávy servisního protokolu ICMP (Internet Control Message Protocol), a to konkrétně jeho požadavku „echo request“ a odpovědi „echo reply“. Optimální odezva se pohybuje maximálně v řádu desítek milisekund [11].

1.6.2 Ztrátovost

Ztrátovost (packet loss) vzniká tehdy, není-li odeslaný paket doručen. Vyjadřuje procentuální poměr mezi nedoručenými (nebo špatně doručenými) a odeslanými pakety, který by v ideálním případě měl být 0 %. Záleží také na použitém protokolu transportní vrstvy. TCP (Transmission Control Protocol) je spolehlivý protokol, který potvrzuje přijetí nepoškozených paketů. Pokud paket přijat není nebo je po cestě poškozen, je pomocí některého z mechanismů odeslán znovu. Potvrzování přijetí a opětovné odesílání ovšem snižuje propustnost sítě. Naopak protokol UDP (User Datagram Protocol) přijetí dat nijak neověřuje. Díky tomu dosahuje vyšších přenosových rychlostí za cenu nedoručení všech paketů. V publikaci [10] proběhlo měření

se 4 různými modely BPL modemů na domácím vedení o délce 68 m. U všech použitých modemů byla naměřena ztrátovost do 1 % při rychlostech odpovídající zhruba polovině maximální přenosové rychlosti jednotlivých modemů[13].

1.6.3 Jitter

Vyjadřuje kolísání rychlosti odezvy, tj. změnu zpoždění přijatých paketů. Představuje ukazatel stability internetového připojení – čím je hodnota nižší, tím je připojení stabilnější. Vysoký jitter představuje problémy zejména u služeb v reálném čase, např. VoIP (Voice over IP⁵). U těchto služeb je jitter nutné kompenzovat, což zajišťuje vyrovnávací paměť. Ta ukládá přijaté pakety a postupně je přehrává ve stálém sledu. Pokud je jitter příliš velký, dochází k zahazování paketů, což může způsobovat výpadky zvuku [12].

⁵IP – Internet protocol – hlavní protokol síťové vrstvy (v modelu TCP/IP), která zajišťuje směrování mezi jednotlivými sítěmi [13].

2 Možnosti mapové vizualizace

K vizualizaci PLC/BPL sítě lze velmi dobře využít tzv. mapové API (Application Programming Interface). API je obecně rozhraní pro vzájemnou komunikaci 2 aplikací. V následující kapitole jsou stručně porovnány 3 různé mapové API. Pro tvorbu vizualizační aplikace není nutné využití přímo poskytnutého API, ale velmi dobře může posloužit například i javascriptová knihovna Leaflet pro tvorbu interaktivních map [14].

2.1 Google maps

Pravděpodobně nejznámější platformou pro tvorbu mapového podkladu je platforma Google Maps. Výhodou je celá řada integrovaných funkcí jako geokódování, validace adres, detaily o místech nebo jejich vyhledávání. Zároveň je dostupná celá řada návodů, ukázek a velmi přehledná dokumentace k dostupným knihovnám. Migraci uživatelů k jiným platformám přinutila společnost Google zpoplatněním těchto služeb v roce 2018. Nově je nutné vygenerovat tzv. API key, tedy klíč, který zaznamenává veškerou aktivitu spojenou s vytvořenou mapou, kterou posléze naučtuje. Při vytváření klíče je nutné doložit svou schopnost zaplacení útraty vložení kreditní karty. Útrata do 200 \$ měsíčně je nicméně kryta společností Google [15].

2.2 OpenStreetMap

Projekt, jenž vznikl v roce 2004, je narozdíl od předchozí varianty naprosto transparentní. Tvoří jej samotní uživatelé, kteří přidávají informace o aktuálních cestách, silnicích nebo například objektech. Mezi uživatele nemusí patřit pouze jednotlivci, ale i profesionální firmy, které mapují určité oblasti. Projekt lze využít zcela libovolně, podmínkou je pouze šíření pod stejnou licenci – Open Database License. Díky tomu jej využívají tisíce webových stránek. Výhodou komunitního projektu je rozsáhlý komunitní blog a velké množství řešení, nevýhodou pak ne příliš přehledně a kvalitně zpracovaná dokumentace [16].

2.3 Mapy.cz

Projekt od české společnosti Seznam.cz využívá jako zdroj svých dat právě již zmiňované OSM (Open Street Map). Kromě toho nabízí i vlastní, volně dostupné API. K němu je dostupná bohužel jen poměrně strohá a mnohdy nic neříkající dokumentace v českém jazyce. Realizace složitějších aplikací se tak díky této nevýhodě

může stát zbytečně složitou, nicméně pro realizaci jednodušších aplikací či vizualizací na webové stránky může být zajímavou variantou [17].

2.4 Leaflet

Leaflet je volně dostupná javascriptová knihovna pro interaktivní mapy. Disponuje přehlednou a poměrně rozsáhlou dokumentací, navíc obsahuje spoustu užitečných metod i s příklady jejich využití. Mapový podklad lze zvolit ve většině případů zcela libovolně (například je zakázáno využití mapových dlaždic od Mapy.cz). Lze tedy vybudovat aplikaci i na mapovém podkladu od OSM či Google maps. Problém některých mapových podkladů je, že vyžadují již dříve zmiňovaný API key [18].

2.5 Porovnání

Z porovnání v tabulce 2.1 se Google maps, jenž je pravděpodobně nejrozšířenější platforma, která obsahuje přes 200 milionů různých míst, jeví jako nejlepší varianta s jedinou nevýhodou – zpoplatněním služeb. Pro vizualizaci PLC/BPL sítě by ale velká řada funkcí API od společnosti Google zůstala nevyužitá. Využití API od Mapy.cz při porovnání s OSM také nedává příliš smysl. Nejvhodnější variantou ze zmíněných API je OSM, ale kvůli nepřehledné dokumentaci bylo pro tvorbu vizualizace, kterou se zabývá tato práce, rozhodnuto pro využití javascriptové knihovny Leaflet, která odstraňuje nevýhodu horší dokumentace OSM, ale zároveň dokáže pracovat s jejími volně šiřitelnými daty.

Tab. 2.1: Srovnání možností mapové vizualizace.

	Google Maps	OpenStreetMap	Mapy.cz	Leaflet
Typ	API	API	API	Javascriptová knihovna
Vlastnictví	Google	Open Source	Seznam	Open Source
Zdroj dat	Google	Nezávislí přispěvatelé	OSM	Téměř libovolný
Úroveň dokumentace	Velmi vysoká	Průměrná	Nízká	Vysoká
Zpoplatnění	Ano	Ne	Ne	Ne

3 Webová aplikace

Výstupem bakalářské práce je aplikace běžící nad webovým serverem. Je navržena tak, aby umožňovala nejen uchovávat informace o existující topologii, ale aby rovněž byla nápomocná při budování nové (BPL) topologie, kdy dokáže předpovědět možné problematické BPL úseky, díky čemuž může distributor na základě vlastního rozhodnutí pro konkrétní úsek využít jinou přenosovou technologii. Aplikaci tvoří 5 navzájem nezávislých funkčních částí (stránek). Výhodou takového uspořádání je možnost rozdistribuovat jednotlivé části aplikace napříč organizací. Propojení všech částí aplikace je zajištěno databází.

V rámci této kapitoly budou nejprve zmíněny principy, kterých aplikace využívá, konstanty, které lze nastavit, a na závěr budou detailně popsány jednotlivé části aplikace a jejich funkce. V celé aplikaci je použito následující názvosloví:

- Topologie – množina stanic a spojů, které mezi sebou mají nějaký vztah (stejná oblast, zákazník) či jsou vzájemně propojené.
- Spoj – představuje fyzické propojení mezi 2 stanicemi, které může být realizováno pomocí různých technologií.
- Stanice – např. DTS stanice, rádiový vysílač, ...
 - V souvislosti se spojením je ještě využito konkrétní označení stanic:
 - * Stanice A – „výchozí“ stanice
 - * Stanice B – „konečná“ stanice
 - * Jedná-li se tedy o spoj např. z Prahy do Brna, tak stanicí A bude Praha a stanicí B Brno

3.1 Vizualizace

K vizualizaci je využita javascriptová knihovna Leaflet, která umožňuje tvorbu dynamických map za použití statických podkladů.

- Statická mapa – mapa je na stránku vložena jako obrázek, který se dělí na tzv. mapové dlaždice. Obrázek je získaný standardním HTTP¹ požadavkem odeslaným pomocí URL². Neumožňuje posouvání, přibližování nebo změny vrstev. V případě nutnosti posunutí nebo přiblížení je jednoduše vygenerován nový obrázek [20], [21].
 - v URL požadavku se souřadnice zobrazovaného místa určují pomocí Mercantova zobrazení – jednoho z nejrozšířenějších kartografických zobra-

¹Hyper Text Transfer Protocol – aplikační protokol sloužící ke komunikaci mezi klientem a serverem. Protokol je typu dotaz-odpověď – klient zasílá dotazy na server a ten mu odpovídá [13].

²Uniform Resource Locator – reprezentuje jednoznačné umístění dokumentu nebo zdroje v síti [13].

zení jehož základem je válec, do kterého je umístěn model Země, který se s válcem dotýká na rovníku. Povrch koule je pak zobrazen na válec a plášť válce je rozvinut do roviny, díky čemuž vznikne pravoúhlá síť poledníků a rovnoběžek. Využíváno je námořními, leteckými i webovými mapami [25].

- Dynamická mapa – tuto mapu je možné libovolně posouvat, přibližovat a přepínat mezi vrstvami. Rovněž s ní lze interagovat a zobrazovat informace o různých bodech v mapě [21].

S využitím knihovny Leaflet jsou jako mapový podklad použity statické mapové dlaždice a knihovna pak zajišťuje dynamické funkce mapy jako celku. Díky tomu lze jako mapový podklad využít například i dlaždice od Google Maps. V ukázce 3.1 jsou vytvořeny vrstvy se statickými dlaždicemi. U každé z vrstev je rovněž vidět zmíněný HTTP(S) požadavek obsažený v URL. Díky otevřenosti OSM existuje mnoho variant mapových dlaždic vytvořených různými uživateli. Jejich přehled je dostupný zde [19]. Některé lze využít volně, u některých je nutné získat od jejich autora již zmíněný API key. Následně je jedna z vrstev umístěna do mapy, díky čemuž mapa získá viditelný podklad. Ukázka je ukončena vytvořením tlačítka pro možnost přepínání vrstev.

Výpis 3.1: Ukázka implementace mapového podkladu ve formě statických dlaždic

```
1 // Proměnná s vrstvou, která používá dlaždice od OSM
2   var OSM = L.tileLayer('https://tile.openstreetmap.org/{z}
3     {x}/{y}.png', {
4     attribution: '&copy; <a href="https://www.openstreetmap.
5       org/copyright">OpenStreetMap</a> contributors '
6   })
7
8 // Proměnná s vrstvou, která používá upravené dlaždice OSM
9   var Stadia_OSMBright = L.tileLayer('https://tiles.
10     stadiamaps.com/tiles/osm_bright/{z}/{x}/{y}{r}.png', {
11     maxZoom: 20,
12     attribution: '&copy; <a href="https://stadiamaps.com/">
13       Stadia Maps</a>, &copy; <a href="https://openmaptiles.
14       org/">OpenMapTiles</a> &copy; <a href="http://
15       openstreetmap.org">OpenStreetMap</a> contributors '
16   });
17
18 // Proměnná s vrstvou, která používá dlaždice od Google Maps
19   var googleStreets = L.tileLayer('http://{s}.google.com/vt
20     /lyrs=m&x={x}&y={y}&z={z}', {
21     maxZoom: 20,
```

```

15     subdomains: ['mt0', 'mt1', 'mt2', 'mt3']
16   });
17
18 // Vrstva s Google Maps dlaždicemi je přidána do mapy
19   googleStreets.addTo(map);
20
21 /*=====
22     Možnost přepínání vrstev
23 =====*/
24   var podklady = {
25     "OSM": OSM,
26     "Edited_OSM": Stadia_OSMBright,
27     "Google_Street": googleStreets
28   };
29   // Možnost přepínání vrstev přidána do mapy
30   L.control.layers(podklady).addTo(map);

```

Leaflet rovněž umožňuje do mapy vkládat **markery**, které znázorňují stanice, a čáry, tzv. **polylines**, které znázorňují existenci spoje mezi stanicemi.

Marker existuje pouze v 1 provedení a není možné jej nijak upravovat. Implementace vlastního markeru nicméně podporována je. Na ukázce 3.2 lze vidět kód, který se nachází na každé stránce, jež pracuje s mapou. Lze jej rozdělit na 2 části. Zároveň je nutné podotknout, že někde před tímto kódem byly importovány konstanty do objektu Constants. Dále je nezbytné, aby se někde na serveru nacházel soubor s ikonou markeru, která bude použita. Marker použitý v aplikaci pochází z [22]. V první části probíhá výpočet rozměrů markeru s využitím šířky okna prohlížeče a známého poměru stran použité ikony. Ve druhé části se do objektu Constants přidá parametr markerIconBlack (použita ikona markeru má černou barvu), do kterého se uloží vytvořený objekt markeru. Při vytváření objektu jsou zadávány 3 parametry:

- iconUrl – umístění ikony markeru.
- iconSize – rozměry ikony markeru.
- iconUrl – souřadnice kotvy (špičky) ikony markeru. Kotva markeru je umístěna na konkrétních souřadnicích na mapě a nad ní je vykreslen zbytek markeru (proto označení špička).

Výpis 3.2: Ukázka implementace vlastního markeru

```

1 // Proměnné pro marker
2 let sirkaMarkeru = window.innerWidth * 0.0075;
3 let pomerStranMarkeru = Constants.pomerStranMarkeru;
4 if (sirkaMarkeru < 10) sirkaMarkeru = 10;
5 if (sirkaMarkeru > 18) sirkaMarkeru = 18;

```

```

6
7 // Definování markeru
8 Constants.markerIconBlack = L.icon({
9     imageUrl: 'markerIcon.png',
10    iconSize: [sirkaMarkeru, sirkaMarkeru*pomerStranMarkeru],
11    iconAnchor: [sirkaMarkeru/2, sirkaMarkeru*
        pomerStranMarkeru]
12 });

```

Naproti tomu u polyline lze modifikovat jak barvu, tak i její sílu, čehož může být využito pro rozlišení různých technologií přenosu. Této vlastnosti je využito i u technologie BPL a to tak, že barva spoje je dopočítána podle hodnoty jeho koeficientu (koeficient technického stavu kabelu). Nejlepšímu koeficientu odpovídá čistě zelená barva, čím je koeficient horší, tím se barva spoje mění více na červenou.

3.2 Databáze

Pro propojení jednotlivých částí programu a ukládání provedených změn je v aplikaci použita mySQL databáze. Jedná se o relační databázi, která funguje na principu řádků organizovaných v tabulkách, mezi kterými jsou určité vztahy – relace. Pro dotazování se používá jazyk SQL (Structured Query language) – strukturovaný dotazovací jazyk. Pomocí tohoto jazyku jsou odesílány dotazy (query) na databázový server, který je zpracuje a zašle odpověď [26].

Části aplikace, které přímo pracují s databází, jsou psány v jazyce PHP. PHP (Hypertext Preprocessor) je univerzální skriptovací jazyk navržený pro tvorbu dynamických webových stránek. V dnešní době je to jeden z nejpoužívanějších jazyků běžících na serverové straně webových aplikací [27]. Tyto soubory jsou uloženy ve složce „/php“ a zajišťují tyto 3 funkce:

- „connection.php“ – navázání spojení s databází.
 - Pro správnou funkci je nezbytné, aby byla vytvořena databáze s odpovídajícím jménem a přístupovými údaji, které jsou rovněž zapsány v souboru s konstantami.
- „mySQLSetup.php“ – pokud databáze neobsahuje definované tabulky, tak zajistí jejich vytvoření.
- „loadAllFromSQL.php“ – zajišťuje načtení všech dat z databáze.

3.2.1 AJAX

Koncový uživatel do databáze nevstupuje přímo, nýbrž přes formuláře a akce na jednotlivých stránkách. Přímá editace databáze může zapříčinit zanesení chyby. Protože

je klientská část aplikace psaná v programovacím jazyku javascript, je pro komunikaci klientské a serverové části aplikace využita technologie AJAX (Asynchronous JavaScript and XML³). Ta umožňuje asynchronní výměnu dat mezi klientem a serverem, aniž by se stránka musela opětovně načítat, což velmi pozitivně ovlivňuje uživatelský komfort. Nevýhodou může být, že při změně dat s využitím této technologie nedochází ke změně URL a stránku s určitým rozložením tak nelze uložit pro pozdější použití [28]. Aplikace je navržena tak, že při načtení stránky jsou načtena všechna data z databáze a v případě nutnosti vložení nebo editace dat v databázi se využije AJAX. Javasriptový program „ajax.js“, který obsahuje funkce pro zpracování požadavků aplikace na komunikaci s databází je uložen ve složce „/js“. PHP skripty, které tyto požadavky zpracovávají, lze nalézt ve složce „/ajax“.

Prostřednictvím formulářů na jednotlivých stránkách lze tedy data do databáze vkládat, editovat je nebo mazat. Na ukázce 3.3 je zkrácená verze jednoho z PHP skriptů běžícího na serveru. Konkrétně tento skript zajišťuje požadavky týkající se spojů. Po navázání spojení s databází probíhá (opětovná) kontrola (první kontrola probíhá už na straně klienta), zda-li je povoleno nahrávání dat do databáze. Parametrem tohoto skriptu je objekt typu „Spoj“, který má své parametry definované v „/js/object.js“. Obdržená data jsou dekodována, přičemž výsledkem dekodování je pole s jednotlivými parametry objektu. Ty jsou postupně ukládány do proměnných pro větší přehlednost a snazší práci. V případě, že má technologie spoje definované specifické parametry, jsou i ty načteny do odpovídajících proměnných. Jakmile jsou vstupní data načtena, přichází první SQL dotaz do databáze, který žádá o všechny záznamy z tabulky „spoje“, ve kterých sloupec „Nazev“ odpovídá původnímu názvu spoje. Pokud uživatelé k databázi přistupují skrze formuláře, nemělo by se stát, že v databázi budou 2 stejné záznamy (s rozdílným ID). Následovat tedy mohou 2 možnosti:

1. Záznam je nalezen – v takovém případě probíhá další vyhodnocování. Je totiž možné, že se spoj se stejným jménem nachází ve více topologiích. Jakmile je identifikován konkrétní záznam, dochází k vyhodnocení parametru „odstranit“. Pokud byl tento parametr uživatelskou činností nastaven na „true“ (uživatel požaduje odstranění spoje), dojde k odstranění spoje z databáze. V opačném případě dojde k aktualizaci záznamu.
2. Záznam nalezen nebyl – jednalo se tedy o požadavek na vytvoření spoje, který je vytvořen.

Na závěr následuje ukončení spojení s databází a odeslání výsledku operace zpět javascriptovému programu, což zajišťuje funkce „ukoncitSpojeni“, která není součástí ukázky. V ukázce si lze také povšimnout, že pro označení sloupců tabulky jsou

³Extensible Markup Language – rozšiřitelný značkovací jazyk. Nemá napevno definované značky, jedná se o jeden z nejdůležitějších formátů výměny dat strukturovaným způsobem [28], [29].

použita velká počáteční písmena. Je to tak proto, aby bylo v programu snazší odlišit proměnné programu od označení jednotlivých sloupců.

Výpis 3.3: Zkrácená ukázka php skriptu pro obsluhu databázových požadavků souvisejících se spoji

```
1 <?php
2
3 if (isset($_POST)) {
4     if (!$mysql_upload)
5         ukoncitSpojeni("Přístup zamítnut: Zakázaný upload do
        DB.", $connection);
6     else {
7         if ($connection) {
8             $data = json_decode(file_get_contents('php://
                input'), true);
9             $duplikat = false;
10            $nazev = $data['nazev'];
11            $nazevOld = $data['staryNazev'];
12            $topologie = $data['topologie'];
13            $typ = $data['typ'];
14            // ... Další parametry ... //
15            $odstranit = $data['odstranit'];
16
17            /* BPL */
18            if ($typ == "BPL") {
19                $koeficient = (float) $data['koeficient'];
20                $pocetSpojek = (int) $data['pocetSpojek'];
21                // ... Další parametry ... //
22            }
23
24            if ($typ == "MW") {
25                $rxMHz = (float) $data['rxMHz'];
26                // ... Další parametry ... //
27            }
28
29            // Hledá se, jestli se spoj nachází v DB
30            $query = "SELECT * FROM spoje WHERE Nazev = \"
                $nazevOld\"";
31            $result = mysqli_query($connection, $query);
32            if (!$result)
33                ukoncitSpojeni("Chyba při práci s DB - chyba
                    1", $connection);
```

```

34
35      // Pokud ano, dojde jen k aktualizaci/odstranění
           záznamu
36      while ($row = mysqli_fetch_assoc($result)) {
37          $duplikat = true;
38          $query2 = null;
39
40          if ($row["Nazev"] == $nazevOld && $row["
           Topologie"] == $topologie) {
41              $id = $row["ID"];
42              if ($odstranit == true) {
43                  $query2 = "DELETE FROM spoje WHERE ID
           = \"$id\"";
44              } else {
45                  // ... Aktualizace záznamu ... //
46                  $query2 = ...;
47              }
48          }
49          $result2 = mysqli_query($connection, $query2)
           ;
50          if (!$result2) ukoncitSpojeni("Chyba při prá
           ci s DB - chyba 2", $connection);
51
52      }
53      // Pokud ne, je vložen nový záznam
54      if (!$duplikat) {
55          // ... Vložení nového záznamu ... //
56      }
57      ukoncitSpojeni("Uspesne dokoncen zapis dat do DB.
           ", $connection);
58  } else
59      ukoncitSpojeni("Chyba pri pripojování do DB.",
           $connection);
60  }
61 }
62
63 ?>

```

3.3 Konfigurační soubor

Soubor s konstantami, které buď přímo ovlivňují funkčnost aplikace, nebo mají pouze vizuální efekt, se nachází v souboru „_CONSTANTS.php“ v adresáři „/php“. Konfigurační soubor byl původně v javascriptovém souboru z důvodu snazší implementace do zbylých částí programu. Podstatnou nevýhodou tohoto řešení byla občasná nutnost vymazat cache prohlížeče, kam se ukládají tyto .js soubory. Soubor umožňuje nastavit následující parametry:

- **Parametry související s databází:**
 - SERVERNAME – databázový server.
 - USERNAME – uživatel, pod kterým se program do databáze připojí.
 - PASSWORD – heslo pro odpovídajícího uživatele.
 - DBNAME – název **existující** databáze
 - BACKUP_DIR – složka se zálohami databáze.
 - MYSQL_UPLOAD – true/false, povoluje nahrávání dat do databáze.
 - ANONYMOUS_MODE – true/false, povoluje anonymní mód.
 - * Protože program vizualizuje kritickou infrastrukturu, může být v některých případech žádoucí tato data před uživatelem skrýt. V případě, že je tento mód aktivní, nedochází k načítání dat z databáze. Vliv na konkrétní stránky je zmíněn v jejich popisu.
 - AUTO_BACKUP – true/false, povoluje automatickou zálohu databáze na stránce s konfigurátorem topologie.
 - OVERWRITE – true/false, povoluje přepisování existujících záloh databáze.
- **Parametry související s obecným logováním a informačními hláškami:**
 - LOGOVANI – true/false, povoluje detailnější výpisy do konzole.
 - ANONYMOUS_MODE_HLASKA – hláška, která se zobrazí v případě zamítnutí přístupu na stránku z důvodu aktivovaného anonymního módu.
 - HLASKADURATION – doba, po kterou bude zobrazená hláška v milisekundách.
 - CONDITIONERROR – hláška, která se zobrazí, pokud pro nastavený filtr nebyly nalezeny žádné spoje.
- **Parametry související s BPL technologií:**
 - KOEFICIENT_MINIMUM – minimální hodnota koeficientu. **Maximální hodnota koeficientu je 1 a nelze ji změnit.**
 - KOEFICIENT_BARVY – koeficient pro výpočet barvy čáry představující BPL spoj.
 - ZEMNENI – možnosti zemnění kabelové trasy.
 - KOEF_VZDALENOST – maximální hodnota koeficientu délky kabelové trasy.

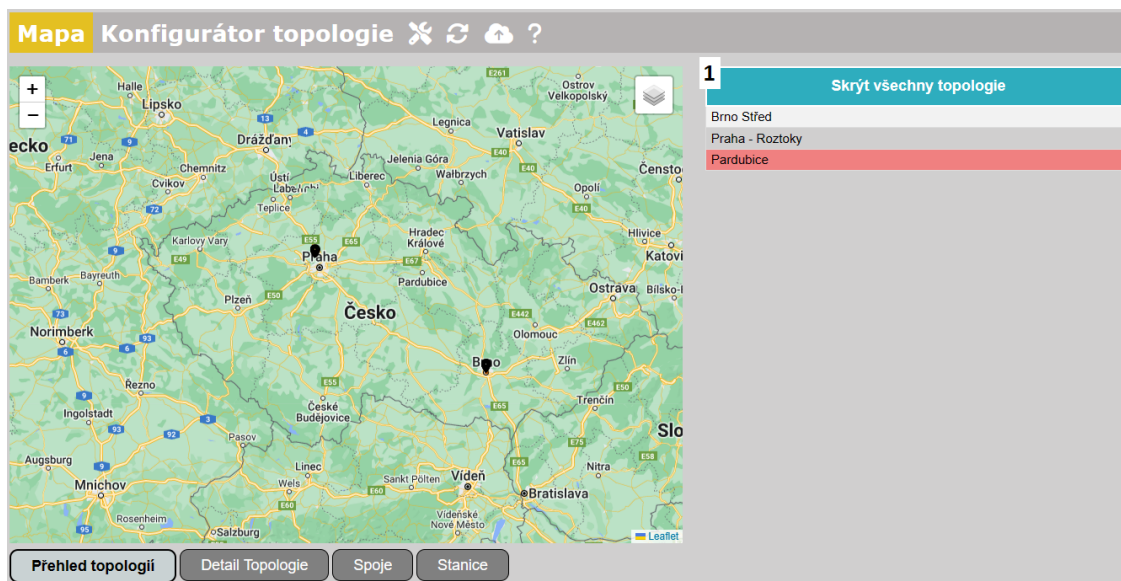
- KOEF_STARI_KABELU – maximální hodnota koeficientu stáří kabelu.
 - KOEF_TYP_KABELU – maximální hodnota koeficientu typu kabelu.
 - KOEF_PRURER_KABELU – maximální hodnota koeficientu průřezu kabelu.
 - KOEF_POCET_SPOJEK – maximální hodnota koeficientu počtu spojek.
 - KOEF_STARI_SPOJEK – maximální hodnota koeficientu stáří spojek.
 - KOEF_TYP_SPOJEK – maximální hodnota koeficientu typu spojek.
 - KOEF_ZATEZ – maximální hodnota koeficientu zatížení trasy.
 - KOEF_ZEMNENI – maximální hodnota koeficientu zemnění trasy.
 - KOEF_PROPUSTNOST – maximální hodnota koeficientu TCP propustnosti.
 - ROUNDKOEK – počet desetinných míst, na která se bude koeficient zaokrouhlovat.
 - PILC – kabely typu PILC, které negativně ovlivňují koeficient.
- **Parametry související s konfigurátorem topologie:**
 - TYP_TOPOLOGIE – typy topologií.
 - TECHNOLOGIE – podporované technologie.
 - TECHNOLOGIE_SHORTCUT – zkratky podporovaných technologií. Zkratky musí být jednoslovné a nesmí obsahovat diakritiku.
 - VYBRANA_TOPOLOGIE_ERROR, NO_STATION_ERROR, TOPOLOGIE_VYBRANA – hlášky pro práci s konfigurátorem.
 - DEPENDENCIES, STATUS_YES, STATUS_NO, STATUS – stavová hlášení o výsledku operace.
 - TOPOLOGIE_VYTVORIT, TOPOLOGIE_EDIT, TOPOLOGIE_ODSTRANIT – hlášení o výsledcích operací souvisejících s topologiemi.
 - SPOJE_VYTVORIT, SPOJE_EDIT, SPOJE_ODSTRANIT – hlášení o výsledcích operací souvisejících se spoji.
 - STANICE_VYTVORIT, STANICE_EDIT, STANICE_ODSTRANIT – hlášení o výsledcích operací souvisejících se stanicemi.
 - **Parametry pro práci s mapou:**
 - SIRKA_MARKER_POPUP – maximální šířka popUp okna markeru.
 - SIRKA_SPOJE_POPUP – maximální šířka popUP okna spoje.
 - SOURADNICE_DESETINNA_MISTA – počet desetinných míst souřadnic.
 - POMER_STRAN_MARKERU – poměr stran použité ikony markeru.
 - COLOR_DEFAULT – výchozí barva čáry ve formátu RGB.
 - COLOR_BPL – barva čáry pro spoj BPL ve formátu RGB. V případě, že bude pole prázdné, bude barva dopočítána.
 - COLOR_MW – barva čáry pro spoj MW ve formátu RGB. V případě, že bude pole prázdné, bude použita výchozí barva čáry (COLOR_DEFAULT).

3.4 Mapa

Účelem této stránky je zobrazovat informace z databáze na mapovém podkladu. Je vhodná jako přehled a nelze na ní provádět interakce s databází. Vliv 2 již zmíněných důležitých konstant:

- `ANONYMOUS_MODE` – pakliže je aktivní, nedojde k načtení dat z databáze a na stránce se zobrazí pouze upozornění na aktivní anonymní mód. Ostatní funkce stránky nebudou dostupné.
- `MYSQL_UPLOAD` – nemá žádný vliv, neboť stránka do databáze nezapisuje.

Strukturu stránky lze vidět na obrázku 3.1. Výchozím stavem je **přehled** všech **topologií**. V tabulce nalevo jsou vypsané všechny topologie, které se nachází v databázi. Kliknutím na jednotlivé řádky v tabulce lze skrývat nebo zobrazovat konkrétní topologie na mapě. Skrytá topologie je indikována červeným pozadím řádku. V případě ukázky je skrytá topologie „Pardubice“ a na mapě jsou tedy zobrazeny pouze zbývající 2 topologie. Pro hromadné skrývání či zobrazování topologií slouží tlačítko zabudované v hlavičce tabulky. Jakmile na ni uživatel najede kurzorem myši, zobrazí se příslušná operace (1), kterou vykoná stiskem levého tlačítka myši.



Obr. 3.1: Uspořádání stránky Mapa.

Pod mapou se nachází celkem 4 tlačítka (v dalším textu může být použit i výraz záložky). Ve výchozím stavu jsou 3 tmavá a 1 světlé:

- Světlé tlačítko – signalizuje, že je určitá záložka k dispozici.
- Šedé tlačítko – signalizuje, že určitá záložka k dispozici není.

Význam jednotlivých záložek je následující:

- Přehled topologií – zobrazuje přehled všech topologií v databázi.

- Detail topologie – zobrazuje detailní informace o vybrané topologii.
- Spoje – zobrazuje tabulku všech spojů vybrané topologie. Prostřednictvím tabulky je možné zacílit na konkrétní spoj a zobrazit tak jeho informace či jej na mapě skrýt.
- Stanice – zobrazuje tabulku všech stanic vybrané topologie. Prostřednictvím tabulky je vycentrovat mapu na konkrétní stanici či ji na mapě skrýt.
- *Poznámka: Informace o stanicích a spojích lze samozřejmě zobrazit ze všech záložek kliknutím na příslušný objekt na mapě.*

Aby tedy bylo možné zobrazit zbylé záložky, je nejprve nutné vybrat konkrétní topologii. Výběr se provádí velmi jednoduše stisknutou klávesou Ctrl a kliknutím na příslušnou topologii v tabulce. Vybraná topologie je v tabulce zvýrazněna tučným písmem a mapa se vycentruje nad stanice této topologie (pokud nějaké má). Zrušení výběru nebo výběr jiné topologie lze provést stejně. Na obrázku 3.2 je zobrazena vybraná topologie v Praze, která dle výpisu z karty „Detail Topologie“ obsahuje 15 stanic, ale nemá definované žádné spoje – z toho důvodu je tlačítko „Spoje“ šedé, neboť záložka „Spoje“ nemá co zobrazovat. Mapa je zároveň vycentrovaná nad stanicemi této topologie. Stejná funkce je implementována i v jiných částech aplikace a funguje tak, že pokud má topologie n stanic, kde $n \in \mathbb{Z}$, tak je mapa vycentrována na stanici $x = \frac{n}{2}$, kde $x \in \mathbb{Z}$. Výběr konkrétního spoje či stanice z jejich tabulky lze provést stejně, jako výběr topologie – tedy kliknutím na příslušnou položku se stisknutou klávesou Ctrl.

Informace o vybrané topologii	
Název:	Praha - Roztoky
Typ topologie:	Vlastní
Poznámka:	Toto není skutečná topologie
Počet stanic:	15
Počet spojů:	0
Počet nevyužitých stanic:	15/15

Obr. 3.2: Ukázka možností po vybrání konkrétní topologie na stránce Mapa.

3.5 Konfigurátor

Tato stránka má být nápomocná při budování nové komunikační infrastruktury se zaměřením na BPL technologii, kdy při konfiguraci díky koeficientu technického stavu kabelu dokáže predikovat stav kabelové trasy, jenž má být využita pro vybudování BPL spoje. Distributor tak může pro spoj zvolit jinou technologii, díky čemuž může v konečném důsledku dojít k úspoře prostředků, neboť nedojde k výstavbě spoje s použitím nevhodné technologie. Jako jediná navíc umožňuje uživatelskou interakci s databází. Nabízí možnosti pro vytváření, úpravu i odstraňování topologií, spojů a stanic. Vliv důležitých konstant:

- **ANONYMOUS_MODE** – je-li aktivní, nedojde k načtení dat z databáze a na stránce se zobrazí upozornění na aktivní anonymní mód. Všechny funkce konfigurátoru jsou dostupné, pouze nelze pracovat s daty z databáze.
- **AUTO_BACKUP** – je-li aktivní, tak při vstupu na stránku vytvoří zálohu databáze, kterou uloží pro případnou pozdější obnovu dat.
- **MYSQL_UPLOAD** – je-li aktivní, tak se na stránce zobrazí upozornění na blokování nahrávání dat do databáze, jak lze vidět na obrázku 3.3. V důsledku této volby se do databáze neukládají provedené změny ani vytvořené objekty.

Ve výchozím stavu je na stránce vykreslena prázdná mapa, pod níž jsou 3 tlačítka (v dalším textu může být opět použit i výraz záložky), které budou v rámci této podkapitoly detailně rozebrány.

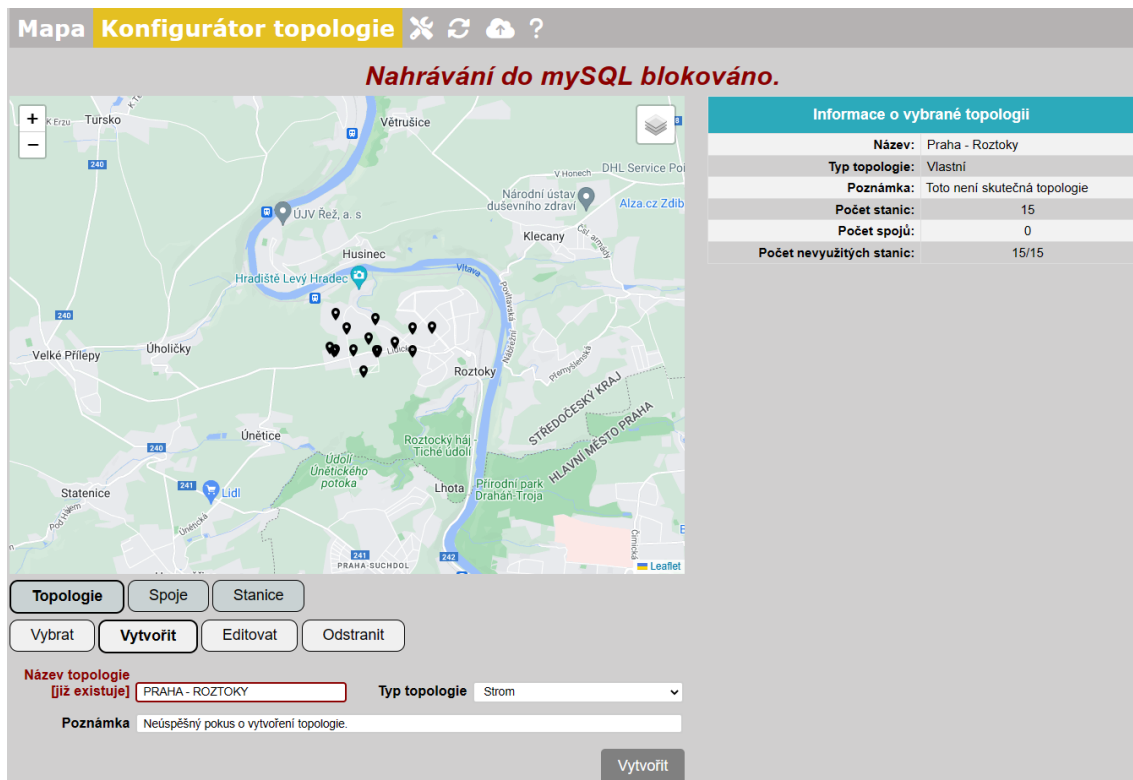
3.5.1 Topologie

Po rozkliknutí záložky „Topologie“ se uživateli zpřístupní následující možnosti:

- **Vybrat** – slouží k výběru topologie pro práci se stanicemi a spoji.
- **Vytvořit** – slouží k vytvoření nové topologie.
- **Editovat** – slouží k úpravě stávajících topologií.
- **Odstranit** – slouží k odstranění stávajících topologií.

Po výběru topologie dojde stejně jako v případě stránky „Mapa“ k vycentrování mapy nad stanice topologie, které jsou spolu se spoji do dosud prázdné mapy vykresleny. Zároveň se do stejného místa vykreslí tabulka, zobrazující informace o vybrané topologii. Tato tabulka je viditelná pouze, pokud je uživatel na kartě „Topologie“ (obrázek 3.3).

Ukázku vytvoření topologie lze vidět na obrázku 3.3. Aplikace kontroluje, aby se zadaný název neshodoval s názvem jiné topologie v databázi. Pokud se shoduje, uživatel je na to vizuálně upozorněn, a zároveň je zablokována možnost odeslat formulář jako je tomu na ukázce. Typ topologie lze volit z možností nastavených konstantou **TYP_TOPOLOGIE**.



Obr. 3.3: Ukázka vytváření topologie a upozornění o blokováném nahrávání do databáze, což je způsobeno nastavením konstanty `MYSQL_UPLOAD`.

Při odstranění topologie dochází i k odstranění všech stanic a spojů, které byly v rámci topologie vytvořeny. Narozdíl od následujících stránek je odstranění závislých stanic a spojů z databáze jednodušší, neboť jsou zahozeny všechny objekty, jenž mají ve sloupečku „Topologie“ název odstraněné topologie. Je-li odstraněná topologie zároveň vybranou topologií, dojde také k odstranění tabulky a všech objektů z mapy.

3.5.2 Spoje

Po rozkliknutí záložky „Spoje“ se uživateli zpřístupní následující možnosti, ale pouze v případě, že je vybraná nějaká topologie.

- Vytvořit – slouží k vytvoření nového spoje.
- Editovat – slouží k úpravě stávajících spojů.
- Odstranit – slouží k odstranění stávajících spojů.

Formuláře pro vytvoření a editaci spoje jsou téměř identické. Jediným rozdílem je, že při editaci je nejprve nutné vybrat spoj, který má být upraven. Ukázka formuláře pro editaci konkrétního spoje s technologií BPL je na obrázku 3.4. Význam

jednotlivých polí je zjevný, přesto si některé z nich zaslouží bližší vysvětlení (tučně jsou zvýrazněna pole nezbytná pro vytvoření spoje na kartě „Vytvořit“):

- Spoj – slouží k výběru spoje pro editaci.
- **Stanice A, Stanice B** – slouží k výběru výchozí či cílové stanice ze seznamu stanic definovaných v rámci topologie
 - Algoritmus hlídá, zda-li se spoj, který se uživatel editací stanic snaží vytvořit, v topologii již nenachází a to v „obou“ směrech. Tedy pokud by existoval spoj Praha-Brno a uživatel se úpravou jiného spoje pokusil vytvořit spoj Brno-Praha, tak tato úprava nebude umožněna. Uživatel je na takovou situaci upozorněn zvýrazněním příslušných polí a zároveň je zablokována možnost odeslat formulář.
- **Technologie** – slouží k výběru technologie spoje. V nabídce jsou technologie definované konstantou **TECHNOLOGIE**.
- Vzdálenost – může představovat délku vedení, optického kabelu či vzdálenost mezi stanicemi **v kilometrech**.
- Následující políčka se ve formuláři objeví pouze za předpokladu, že je jako technologie zvolena technologie BPL:
 - Typ, Rok instalace – může být použit jakýkoliv oddělovač. V případě, že je tento parametr neznámý, tak by měl uživatel vložit klíčové slovo „nezadáno“.
 - Vzdálenost, Download, Upload, Průřez, Ble Rx, Ble Tx – pokud je tento parametr neznámý, měl by uživatel zadat „0“. Stejná akce je doporučována i nápovědou, která se zobrazí při najetí na tuto políčka.
 - Počet (spojek) a Zátěž – pokud je tento parametr neznámý, měl by uživatel zadat „-1“. Stejná akce je doporučována i nápovědou, která se zobrazí při najetí na tuto políčka.

Je-li technologie spoje BPL, tak je nad tlačítkem pro odeslání přítomno i políčko „Koeficient“, které znázorňuje vypočtený koeficient technického stavu kabelu. Ten je vypočítáván při každé změně těch polí, které reprezentují parametry, z nichž je počítán. Pod hodnotou koeficientu je zároveň barevně indikována „kvalita“ spoje z pohledu jeho koeficientu.

Formulář pro editaci spoje navíc nabízí tlačítka „Vymazat vše“ a „Výchozí hodnoty“. První jmenované odstraní z formuláře veškeré hodnoty, vyjma „povinných“ – „Stanice A“, „Stanice B“ a „Technologie“. Druhé tlačítko naopak naplní hodnoty formuláře výchozími hodnotami pro daný spoj. Při odeslání formuláře program vyhodnotí, zda-li došlo ke změně nějakého parametru, a teprve následně zahájí další operace, mezi které patří například úprava čáry spoje na mapě, úprava informací v popUP okně této čáry (zobrazí se po kliknutí na čáru) či odeslání na server.

Topologie
Spoje
Stanice

Vytvořit
Editovat
Odstranit

Spoj: TS 8933 -> TS 4402

Stanice A: TS 8933 **Stanice B:** TS 4402

Technologie: BPL **Vzdálenost [km]:** 0,5

Download [Mbps]: 20,84 **Upload [Mbps]:** 15

Označení: X00542 **Poznámka:** Toto není skutečný spoj!

Parametry kabelu:

Délka úseků: 142,58 | 112,45 | 77,11 | 153,67 | 29,2l **Typ:** AXEKCEY | AXEKCEY | AXEKCEY | A

Rok instalace: 1995 | 1995 | 1979 | 1979 | 1995 **Průřez [mm²]:** 240

Parametry spojek:

Počet: 4 **Typ:** plastová | plastová | NEZADÁNO | NE

Rok instalace: 2006 | 2006 | 2007 | 2007 **Materiál:** SJVC | SJVC | NEZADÁNO | NEZADÁ

Ostatní:

Zátěž [%]: -1 **Zemnění:** Není uvedeno

BLE Rx: 15 **BLE Tx:** 25,2 **Koeficient:** 0,4482

Vymazat vše
Výchozí hodnoty
Editovat

Obr. 3.4: Ukázka formuláře pro úpravu spoje.

3.5.3 Stanice

Po rozkliknutí záložky „Stanice“ se stejně jako u předchozí záložky uživateli zpřístupní následující možnosti, ale pouze v případě, že je vybraná nějaká topologie.

- Vytvořit – slouží k vytvoření nové stanice.
- Editovat – slouží k úpravě stávajících stanic.
- Odstranit – slouží k odstranění stávajících stanic.

Formuláře pro vytváření a úpravu byly demonstrovány v rámci popisu záložek „Topologie“ a „Spoje“. Formuláře všech hlavních záložek fungují na stejném principu. U stanic program hlídá, zda-li se v rámci topologie nenachází stanice se stejným jménem. Stanici se stejným jménem v rámci rozdílných topologií povoluje. Poslední možností, která zatím nebyla demonstrována, je možnost odstranit daný objekt. Formulář pro odstranění vyobrazený na obrázku 3.5 vyžaduje výběr stanice, která má být odstraněna, a přesný přepis názvu vybrané stanice. Kromě toho právě u stanic zobrazuje, kolika spojů je tato stanice součástí. Jakmile je správně přepsán název

stanice, dojde k vizuálnímu upozornění uživatele a formulář lze odeslat.

Při odstranění nebo úpravě stanice algoritmus nejprve vyhledává spoje, kterých byla tato stanice součástí. **V případě odstranění stanice dojde i k odstranění příslušných spojů.** V případě úpravy stanice vyhodnocuje, který z jejích parametrů byl upraven. Jedná-li se o jméno nebo souřadnice, provede přejmenování či překreslení daného spoje na mapě. U stanic je navíc možné změnit i jejich pořadí v rámci topologie. Tato možnost byla implementována zejména pro možnosti budoucího rozvoje aplikace, při kterém by na základě typu topologie mohly být nějakým způsobem automaticky vygenerovány spoje bez parametrů.

The image shows two identical screenshots of a web form for deleting a station. Each form has a header with three buttons: 'Topologie', 'Spoje', and 'Stanice'. Below the header are three buttons: 'Vytvořit', 'Editovat', and 'Odstranit'. The main form area contains a dropdown menu labeled 'Stanice:' with 'TS 5537' selected. Below the dropdown is a text input field with the label 'Opiš název stanice k odstranění'. In the top screenshot, the input field contains 'ts 5873' and has a red background. Below the input field is the text 'Stanice je součástí 2 spojů.' and a grey 'Odstranit' button. In the bottom screenshot, the input field contains 'TS 5537' and has a green background. Below the input field is the same text 'Stanice je součástí 2 spojů.' and a green 'Odstranit' button.

Obr. 3.5: Ukázka formuláře pro odstranění stanice.

3.6 Condition

Účelem této stránky je jednoduše a rychle získat informace o stavu BPL spojů v rámci kterékoliv topologie. Vliv 2 důležitých konstant:

- ANONYMOUS_MODE – pakliže je aktivní, nedojde k načtení dat z databáze a na stránce se zobrazí pouze upozornění na aktivní anonymní mód. Ostatní funkce stránky nebudou dostupné.
- MYSQL_UPLOAD – nemá žádný vliv, neboť stránka do databáze nezapisuje.

Stránka uživateli umožňuje filtrovat spoje podle parametru „koeficient menší nebo roven“. Zároveň umožňuje vybrat, zda-li se mají filtrovat spoje z konkrétní

topologie nebo ze všech topologií v databázi. V nabídce jsou pouze topologie, které obsahují nějaké spoje. Struktura stránky je zobrazena na obrázku 3.6. Získání stavu, jenž je na obrázku, předchází několik kroků. Čísla těchto kroků jsou zvýrazněna i ve zmíněném obrázku.

1. Nastavení filtru – nejprve je nutné vybrat topologie, na které se má filtr použít a zadat mezní hodnotu koeficientu.
2. Potvrdit odeslání formuláře – při prvotním načtení stránky nebude přítomna tabulka s názvy spojů, ale místo ní bude vykresleno pouze tlačítko na odeslání formuláře. V dalších případech je tlačítko na odeslání skryto v hlavičce tabulky a zobrazí se, pokud uživatel myší najede do zobrazené oblasti.
 - Po odeslání formuláře je vykreslena tabulka, kde jsou vypsány názvy všech spojů. Spoje jsou navíc řazeny vzestupně, dle jejich koeficientu tak, aby spoj s nejhorším koeficientem byl na čele tabulky.
3. Získání informací o konkrétním spoji – spoj je nutné zvolit kliknutím na příslušný řádek tabulky. Vybraný spoj je pak zobrazen tučně.
4. Po vybrání spoje je pod mapou vykreslena další tabulka poskytující náhled na jednotlivé části koeficientu. Mapa je vycentrována nad polohu spoje a rovněž je zobrazeno i jeho popUP okno, ve kterém se nachází konkrétní informace o jeho parametrech. Tabulka má 3 sloupce:
 - „Parametr“ a „Koeficient“ – vyjadřuje hodnotu koeficientu pro daný parametr ku mezní hodnotě dílčího koeficientu. Je důležité si připomenout, že výsledný koeficient je určen jako $1 - \sum \text{dílčí_koeficienty}$
 - „%“ – barevně vyjadřuje „kvalitu“ dílčího koeficientu v procentech.
 - koeficient = 0 -> 100 %
 - koeficient = mezní hodnota dílčího koeficientu -> 0 %
5. Součástí vykreslené tabulky je i parametr „Doporučení“, který zobrazuje akce, jež by vedly ke zvýšení celkového koeficientu.

3.7 Update

Počítání koeficientu při každém načítání dat z databáze by nebylo příliš efektivní. Proto byla pro účely, kdy je např. změněn výpočet koeficientu či dojde ke změně kalendářního roku, vytvořena stránka, která aktualizaci koeficientu provede. Vliv 2 důležitých konstant:

- `ANONYMOUS_MODE` – pakliže je aktivní, nedojde k načtení dat z databáze a na stránce se zobrazí pouze upozornění na aktivní anonymní mód. Ostatní funkce stránky nebudou dostupné.
- `MYSQL_UPLOAD` – pakliže je aktivní, nebude možné odeslat aktualizovaná data do databáze a stránka tak bude mít pouze informativní charakter.

TS 5537 -> TS 8887

Technologie: BPL
Rychlost DownÚp: 10 00/15.00 Mbps
Vzdálenost: 0.1 km
Délka kabelových úseků: 142,58 | 112,45 | 77,11 | 153,67 | 29,28
Rok instalace kabelových úseků: 1995 | 1995 | 1979 | 1979 | 1995
Typ kabelu: AXEKCEY | AXEKCEY | AXEKCEY | AXEKCEY | AXEKCEY
Průřez kabelu: 240.00 mm²
Počet a typ spojek: Počet: 4, Typ: plastová | plastová | NEZADÁNO | NEZADÁNO
Material spojke: SJVC | SJVC | NEZADÁNO | NEZADÁNO
Rok instalace spojke: NEZADÁNO | NEZADÁNO | NEZADÁNO | NEZADÁNO
Zátěž: - %
Zemnění: Není uvedeno
BLE Tx/Rx: - / -
Koeficient: 0.3173
Poznámka: Toto není skutečný spoj

Parametr	Koeficient	%
Délka vedení:	0.0042/0.0500	92
Stáří kabelu:	0.1500/0.1500	0
Typ kabelu:	0.0000/0.0500	100
Průřez kabelu:	0.0235/0.0350	33
Počet spojek:	0.0300/0.1500	80
Stáří spojke:	0.0500/0.0500	0
Zátěž:	0.0350/0.0350	0
Zemnění:	0.0100/0.0100	0
TPC Propustnost:	0.3600/0.4500	20

Doporučení: Část kabelové trasy je příliš stará. Zvětšit průřez kabelu. Zmenšit počet spojke na trase. Neznámý rok instalace spojke. Neznámý typ spojke. Neznámý způsob zemnění.

Topologie:	Všechny topologie
Koeficient ≤	0.7
Potvrdit odeslání formuláře	Koeficient
Brno Rozvodna -> TS 1941 - Malinovské náměstí	0.2841
TS 1912 - Mahenovo divadlo -> TS 1949 - Františkánská	0.3138
TS 5537 -> TS 8887	0.3173
Polabiny -> Dubina	0.4881
TS 1941 - Malinovské náměstí -> TS 1912 - Mahenovo divadlo	0.5299
TS 5818 -> TS 4402	0.6167

Obr. 3.6: Ukázka filtrování spojů. Z tabulky s přehledem dílčích koeficientů byl pro účely pořízení obrázku odebrán 1 z parametrů.

Pokud tedy není aktivní anonymní mód, provede se přepočítání koeficientů pro všechny BPL spoje v databázi. V případě, že budou detekovány spoje, jejichž původní koeficient se liší od nově vypočítaného, zobrazí se na stránce tlačítko umožňující aktualizovat koeficienty všech postihnutých spojů (je-li povoleno nahrávání do databáze).

3.7.1 Výpočet koeficientu

Koeficient je vypočítáván ve třídě „Koeficient“ v souboru „/js/object.js“. Zvoláním konstruktoru této třídy dojde k vytvoření objektu, který do sebe uloží všechny dílčí vypočítané koeficienty včetně koeficientu celkového. Konstruktor přijímá jako parametry odkaz na proměnnou s konstantami a odkaz na spoj, u něhož má být koeficient vypočítán. Volitelným parametrem je boolean hodnota, která určuje, zda-li má být vygenerováno doporučení pro vylepšení koeficientu. Pro úpravu výpočtu koeficientu stačí upravit tuto třídu a pro aplikaci změny aktualizovat koeficienty na zmíněné stránce „Update“.

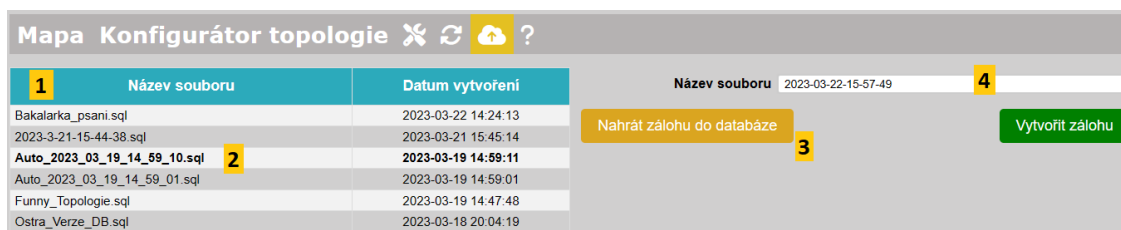
3.8 Backup

Při neopatrné manipulaci s databází do ní může uživatel velmi jednoduše zanést chybu. Nejen z toho důvodu byla do aplikace implementována stránka, umožňující vytvářet nebo nahrávat zálohy databáze. Vliv 3 důležitých konstant:

- `ANONYMOUS_MODE` a `MYSQL_UPLOAD` – pakliže je alespoň jedna z těchto konstant aktivní, tak se na stránce zobrazí pouze upozornění na aktivní anonymní mód a blokování nahrávání do databáze. Ostatní funkce stránky nebudou dostupné.
- `OVERWRITE` – pokud je nastavena na „true“, tak lze vytvořením zálohy se stejným označením jako je označení existující zálohy tuto existující zálohu přepsat.

Strukturu stránky lze vidět na obrázku 3.7 a bude popsána obdobně, jako tomu bylo u stránky „Condition“:

1. Soubory v adresáři se zálohami, který je definován konstantou `BACKUP_DIR`, jsou zobrazeny v levém horním rohu stránky i s datem, kdy byly vytvořeny. V případě, že adresář žádné soubory neobsahuje nebo neexistuje, objeví se na stránce místo tabulky hláška o tom, že nebyly nalezeny žádné soubory.
2. Výběr zálohy, která má být nahrána, provede uživatel kliknutím na jméno příslušného souboru v tabulce. Takový soubor bude pak označen tučným písmem.
3. Po výběru se na stránce objeví tlačítko „Nahrát zálohu do databáze“, pomocí kterého je možné zálohu nahrát, v důsledku čehož dojde k přepsání všech dosavadních záznamů v tabulkách „topologie“, „stanice“ a „spoj“.
4. Pro vytvoření zálohy je k dispozici formulář v pravé části okna. Je nezbytné zálohu nějak pojmenovat – využít lze buď předgenerovaný název, který využívá datum a čas, nebo lze zadat vlastní název bez diakritiky a bez mezer (aplikace případné mezery sama nahradí znakem podtržítka).
5. Pokud se název souboru vytvářené zálohy shoduje s již existujícím souborem, záleží chování programu na konstantě `OVERWRITE`. Je-li tato konstanta nastavena na „false“, aplikace neumožní vytvoření zálohy se stejným jménem. Je-li naopak „true“, dojde k přepsání původního souboru souborem nové zálohy.
6. Pokud při vytváření zálohy neexistuje složka `BACKUP_DIR`, tak je také vytvořena.



Obr. 3.7: Ukázka možnosti zálohování databáze.

3.9 Náповěda a hlášky

Aby bylo možné uživatele informovat o výsledcích provedených operací, bylo nezbytné implementovat nějaký systém hlášek. Původně byl řešen s využitím HTML⁴ kontejneru pod mapou, kam se ale vešla jen velmi krátká zpráva. Navíc se velmi brzy objevil problém s časováním. Další funkcionalitou, vedoucí ke zvýšení uživatelského komfortu, je implementace nápovědy na každé ze stránek. Nápovědu pro danou stránku lze zobrazit po kliknutí na ikonu otazníku na horní liště. Po kliknutí se zobrazí okno s nápovědou (obrázek 3.8), jež je stejně jako systém hlášek realizováno s využitím knihovny „SweetAlert2“ převzaté z [31]. Knihovna je přímo zaměřená na zobrazování vyskakovacích oken, upozornění a dalších informačních zpráv. Doba trvání, po kterou bude okno s hláškou zobrazeno, je určena konstantou HLASKADURATION. Uživatel jej samozřejmě může předčasně uzavřít dříve. U nápovědy (z důvodu většího rozsahu) funkce automatického uzavření okna použita nebyla.

3.10 Implementace dalších technologií

Aplikace je navržena tak, aby do ní bylo možné zaznamenávat informace o jakékoli technologii. Protože technologický pokrok neustále dosahuje nových milníků a konkrétní společnosti, jenž provozují dané topologie, používají různé technologie, je do aplikace možné doimplementovat další komunikační technologie. Tuto akci bohužel nelze provést z uživatelského rozhraní, ale je nutné modifikovat zdrojový kód samotné aplikace. Při návrhu bylo počítáno s tím, aby tato akce byla co nejjednodušší:

- **Přidání technologie bez nutnosti tvorby nových parametrů** – pro přidání technologie, u které postačují parametry, které chce uživatel zaznamenat, „Vzdálenost“, „Download“, „Upload“ a „Poznámka“, **platí následující postup:**

⁴HyperText Markup Language – značkovací jazyk využívaný k zápisu základních webových stránek [13].



Nápověda

Nastavení filtru:

1. Filtr se nastavuje pomocí formuláře v pravém horním rohu stránky.
2. V rozbalovací nabídce "**Topologie**" lze vybrat buď konkrétní topologii, nebo volbou "**Všechny topologie**" všechny topologie. *V nabídce se zobrazují pouze topologie, které obsahují nějaké spoje!*
3. Do políčka "**Koeficient**" je nutné zadat hodnotu, podle které se budou spoje filtrovat.

Odeslání formuláře:

1. Je-li pod formulářem políčko "**Potvrdit odeslání formuláře**", tak odeslání formuláře proveděte jeho stisknutím.
2. Je-li pod formulářem tabulka, najetím na hlavičku do sloupce "**Spoj**" dojde k zobrazení možnosti "**Potvrdit odeslání formuláře**". Kliknutím na tuto možnost dojde k odeslání formuláře.

Informace o koeficientu konkrétního spoje:

1. Vyfiltrované spoje jsou zobrazeny v tabulce pod formulářem.
2. Kliknutím na konkrétní spoj dojde k vykreslení další tabulky pod mapou. Tato tabulka zobrazuje informace o dílčích parametrech spoje. Zároveň se mapa vycentruje na spoj a zobrazí se v ní okno s detailními informacemi o spoji.

Interakce s mapou:

1. Podklad mapy lze měnit pomocí rozbalovací nabídky v pravém horním rohu mapy.
2. Při kliknutí na vykreslený objekt dojde k rozbalení okna, jenž zobrazuje informace o konkrétním objektu.

Díky, už to chápu!

Obr. 3.8: Ukázka okna s nápovědou na stránce „Condition“.

1. Přidání technologie do konstanty `TECHNOLOGIE` – do ní patří celý název technologie tak, jak se bude zobrazovat při práci s konfigurátorem či na výpisu informací o spoji. Protože je konstanta nadefinována jako pole, technologii stačí přidat na poslední (či libovolný) index pole.
2. Přidání zkratky technologie do konstanty `TECHNOLOGIE_SHORTCUT` – do ní patří zkratka technologie, se kterou v některých svých vnitřních procesech může pracovat aplikace. Zkratka musí být jednoslovná, nesmí obsahovat speciální znaky a diakritiku a měla by být psána velkým písmem. Protože je konstanta nadefinována jako pole, zkratku je nutné přidat na index odpovídající indexu technologie v předešlé konstantě. Proto je doporučeno novou technologii i její zkratku vkládat na konec těchto 2 polí.
3. Vytvoření nové konstanty v souboru „`/php/_CONSTANTS.php`“ pro barvu čáry spoje – tato konstanta bude při vykreslování spoje určovat, jakou barvu bude mít spoj nové technologie. Pokud konstanta nebude vytvořena, či její hodnota bude prázdná, bude použita barva definována konstantou `COLOR_DEFAULT`. Přestože vytvoření konstanty není nezbytné pro správnou funkci aplikace, je tento krok doporučen pro pozdější snazší úpravu a přehlednost.
 - Konstanta musí být ve tvaru: `$COLOR_ZKRATKATECHNOLOGIE`
 - Prázdná hodnota má tvar: `"`

- Barvu je nutné zadat ve formátu RGB: "rgb(R,G,B)"
 - Příklad pro přidání nové technologie, která využívá přenos po optickém vlákně („Optický kabel“), je na ukázce 3.4.
- **Přidání technologie s novými parametry** – pro přidání technologie, u které je požadavek na bližší specifikaci parametrů, je kromě předchozích kroků nezbytné učinit ještě následující kroky:
 1. Přidání nových sloupců do databáze – v databázi je nutné vytvořit nové sloupce v tabulce „spoje“, které budou sloužit pro uchování nových parametrů. Změnu je rovněž nutno zahrnout do souboru „mysqlSetup.php“, který tabulky také vytváří, pokud je databáze prázdná. Místo pro přidání definice nových sloupců je označeno komentářem 7a.
 2. Přidání nových parametrů do třídy „Spoj“ – definice třídy se nachází v souboru „/js/object.js“:
 - Nové instanční proměnné v konstruktoru objektu „constructor“ (označeno komentářem 7b).
 - Nové proměnné zahrnout do metody „print“, která vytváří výpis, jenž se zobrazuje v popUP okně při kliknutí na spoj. v metodě se nachází switch statement, do kterého je nutné doplnit „case“, jenž bude definovat výpis pro novou technologii – označeno komentářem 7c.
 - Nové proměnné zahrnout do metody „vytvoritSpojSQL“. Tato metoda slouží k vytvoření javascriptových objektů a jako parametr je jí předáváno pole s daty z databáze. Stejně jako v předchozím bodě je nutné doplnit switch statement a přiřadit novým parametrům třídy „Spoj“ odpovídající hodnoty z databáze – označeno komentářem 7d.
 - * Příklad přiřazení: `novySpoj.nova_Promenna = mnozinaObjektu[i].novy_Sloupec_V_Databazi`
 3. Vytvoření nového formuláře pro editaci (nových) parametrů na stránce „Konfigurátor“ – formulář je nutné vytvořit v souboru „/js/formular.js“:
 - V souboru se nachází definice třídy „Formular“. Při vytváření formuláře na stránce se pak vytváří objekt této třídy.
 - Ve formuláři se nachází jeden velký switch statement, který switchuje podle stránky. Je nutné najít „case "Spoj"“, uvnitř něhož je hned zpočátku podmínka if, která testuje, zda-li není požadavek na vykreslení formuláře pro specifickou technologii. Vzhledem k tomu, že v tomto případě požadavek na vykreslení formuláře je, bude nový kód vytvářející formulář vložen do bloku „else“ – v původním souboru řádek 552. Druhou možností, jak toto místo vyhledat, je pomocí hledání na stránce vyhledat „BPL“, které se nachází pouze v tomto bloku. Třetí možností je pak vyhledání komentáře 7e.

- Do bloku „switch (multipleVolba[1])“, jenž se nachází v bloku „else“ nalezeném v předchozí odrážce, je nutné přidat nový „case“, ve kterém bude definován formulář pro novou technologii. Při vytváření formuláře je doporučeno jej vytvářet obdobně, jako byl vytvořen formulář pro technologii „BPL“. Proměnné jsou pojmenovány srozumitelně tak, aby každý, kdo má znalosti o HTML formulářích dokázal takový formulář dle šablony velmi rychle vytvořit.
4. Přidání obsluhy specifických událostí, které mohou nastat při vyplňování nového formuláře – nepovinné. Místa pro přidání obsluhy jsou v souboru „configurator.php“ označena komentáři 7f a 7g. Druhý komentář se v souboru vyskytuje celkem 3x. Protože algoritmus pro editaci spojů je poměrně složitý, je pro potřeby obsluhy událostí při editaci spojů doporučeno vytvořit funkci, ve které bude implementovaná obsluha těchto událostí. Inspiraci pro tvorbu této funkce lze nalézt ve funkci „bplEventListener“, která obsluhuje události formuláře pro BPL technologii. Formuláře technologie jsou vždy přístupny skrze proměnnou „formularSpojeTechnologie“. Výchozí formulář, který je generován pro každý spoj, je přístupný přes proměnnou „aktivniFormular“ – v něm se nachází pole pro zadávání stanic, vzdálenosti, ...
 5. Přidání nových parametrů technologie do funkcí v souboru „/js/configurator.js“:
 - „formularSetDataForSpoj“ – využívá se při vytváření či úpravě spoje. Načte data z formuláře do odpovídajícího objektu spoje. Ve funkci se nachází switch statement, do kterého je nutné doplnit nový „case“ (označeno komentářem 7h), ve kterém bude parametru spoje přiřazena hodnota z odpovídajícího políčka formuláře technologie, který je ve funkci přístupný pod proměnnou „formularSpodni“.
 - „formularSpojUpdateInput“ – využívá se pro naplnění formuláře daty o konkrétním spoji (editace spoje). Provádí tedy opačnou funkci, než předchozí funkce, ale princip je stejný. Ve své podstatě pouze stačí prohodit strany jednotlivých příkazů z předchozí funkce. Místo pro doplnění kódu pro novou technologii je označeno komentářem 7i
 6. Přidání nových parametrů technologie do souboru „/php/ajaxUploadSpoje.php“ – soubor z ukázky 3.3 sloužící pro vkládání, úpravu a odstraňování spojů z databáze:
 - V první části dochází k načtení vlastností předaného objektu. Načteny jsou všechny obecné parametry a následně podle technologie spoje parametry specifické. Zde je nutné vytvořit nové php proměnné, do kterých budou načteny parametry spoje. Místo, pro vytvoření pro-

měnných je označeno komentářem 7j.

- Poslední 2 místa ke vložení nového kódu jsou označena komentářem 7k. Zde jsou vytvářeny SQL dotazy pro specifické topologie. Uvádí se, které sloupce databáze mají být upraveny či naplněny a jakými hodnotami tak má být učiněno.

7. Komentáře, označující místa pro implementování nového kódu:

- (a) PŘIDÁNÍ SLOUPCŮ PRO SPECIFICKOU TECHNOLOGII.
- (b) PŘIDÁNÍ PARAMETRŮ PRO SPECIFICKOU TECHNOLOGII.
- (c) PŘIDÁNÍ VÝPISU PRO SPECIFICKOU TECHNOLOGII.
- (d) PŘIDÁNÍ OBSLUHY PRO SPECIFICKOU TECHNOLOGII.
- (e) PŘIDÁNÍ FORMULÁŘE PRO SPECIFICKOU TECHNOLOGII.
- (f) PŘIDÁNÍ OBSLUHY SPECIFICKÝCH UDÁLOSTÍ PRO NOVOU TECHNOLOGII PŘI VYTVÁŘENÍ SPOJE.
- (g) PŘIDÁNÍ FUNKCE PRO OBSLUHU SPECIFICKÝCH UDÁLOSTÍ PRO NOVOU TECHNOLOGII PŘI EDITACI SPOJE.
- (h) PŘIDÁNÍ ZPRACOVÁNÍ DAT z FORMULÁŘE PRO SPECIFICKOU TECHNOLOGII.
- (i) PŘIDÁNÍ NAČTENÍ DAT DO FORMULÁŘE PRO SPECIFICKOU TECHNOLOGII.
- (j) PŘIDÁNÍ NOVÉ PODMÍNKY s PROMĚNNÝMI PRO SPECIFICKOU TECHNOLOGII
- (k) PŘIDÁNÍ NOVÉ PODMÍNKY s SQL PŘÍKAZY PRO SPECIFICKOU TECHNOLOGII

Výpis 3.4: Ukázka úpravy souboru `_CONSTANTS.php` při implementaci nové technologie

```
1 // 1. krok
2 $TECHNOLOGIE = ["BPL", "MW", "Optický_kabel"];
3
4 // 2. krok
5 $TECHNOLOGIE_SHORTCUT = ["BPL", "MW", "OPTIKA"];
6
7 // 3. krok
8 $COLOR_OPTIKA = "rgb(100,100,100)";
```

3.11 Spuštění aplikace

Pro chod aplikace je nezbytný webový a databázový server. Jakmile proběhne nahrání souborů na webový server, je ještě nutné provést následující činnosti:

1. Vytvořit databázi na databázovém serveru
2. Nastavit přístupové údaje k databázi a serveru do příslušných konstant: `SERVERNAME`, `USERNAME`, `PASSWORD`, `DBNAME`.

3. Pro využití existujících záloh je nutné soubory těchto záloh přesunout do složky definované konstantou `BACKUP_DIR`.
4. Pro správnou funkci zálohování databáze je nutné v souboru „/ajax/ajaxCreateBackup.php“ upravit příkaz „mysqldump“ tak, aby odpovídal použité databázi. Různé typy databází používají různé varianty tohoto příkazu.

Při vývoji aplikace byla využívána možnost vytvoření lokálního serveru na hostitelském počítači s využitím programu „XAMPP“. Při využití této konkrétní aplikace je postup pro spuštění následující:

1. V souborech programu „XAMPP“ se nachází složka „htdocs“, do které je třeba umístit celou složku s vizualizační aplikací.
2. Po spuštění programu „XAMPP“ je nutné kliknout na tlačítko „Start“ vedle modulů „Apache“ a „MySQL“ – dojde ke spuštění lokálního webového i databázového serveru.
3. Ve správě databázového serveru je nutné vytvořit databázi, např. „bpl1“. Do správy se lze dostat například pomocí adresy <http://localhost/phpmyadmin/>.
4. Nastavení konstant pak bude vypadat následovně:
 - `SERVERNAME: "localhost"`
 - `USERNAME: "root"`
 - `PASSWORD: ""`
 - `DBNAME: "bpl1"`
5. Pokud byly všechny kroky provedeny správně, tak by vizualizační aplikace měla být přístupná na adrese <http://localhost/názevSložkySProgramem/index.php>.

Závěr

První část práce se věnuje rozboru PLC komunikace, jejíž hlavní výhodou je možnost jejího budování na již existující infrastruktuře a v současné době se využívá především pro hromadné dálkové ovládání. Rozebrány jsou její druhy, princip i nevýhody, které mohou zpomalovat rozšíření této technologie. V aktuálním trendu přechodu na obnovitelné zdroje energie mají své místo i v práci zmíněné chytré sítě (smart grids), jejichž nedílnou součástí je právě i PLC komunikace.

Další část práce se věnuje rozboru parametrů pro diagnostiku stavu kabelového vedení za využití PLC/BPL technologie. Tyto parametry jsou součástí koeficientu technického stavu kabelu, jenž udává predikovanou životnost (stav) kabelu a je rovněž využit ve vizualizaci, kterou se zabývá tato práce.

V práci jsou také vzájemně porovnány některé z dostupných možností mapové vizualizace a po zvážení výhod i nevýhod je realizována vizualizační aplikace se zaměřením na PLC/BPL technologii s využitím javascriptové knihovny Leaflet. Aplikace vizualizuje vstupní data poskytnuta vedoucím této práce. Jednotlivé DTS stanice jsou na mapě znázorněny jako markery a kabelové vedení mezi stanicemi má podobu barevných čar. Barva těchto čar je závislá na koeficientu technického stavu kabelu. Největším přínosem aplikace je implementovaný konfigurátor topologie, který pomocí koeficientu technického stavu kabelu dokáže předpovědět, že je daná kabelová trasa nevhodná pro realizaci BPL komunikace ještě před jejím zavedením. Kromě toho lze v aplikaci filtrovat spoje podle koeficientu, zobrazovat přehled všech existujících dat na mapovém podkladu či provádět zálohy databáze.

Přestože je aplikace zaměřena na technologii BPL, byla navržena tak, aby v ní bylo možné uchovávat informace o jakékoli technologii. Při vývoji této aplikace byly využity zkušenosti získané praxí v telekomunikační firmě CBL Communication by light s.r.o. Současně byly vytvořeny i manuály pro administrátora a uživatele, které budoucím uživatelům usnadní obsluhu aplikace. Budoucí rozvoj aplikace může spočívat v implementaci dalších technologií nebo implementaci automatického vytváření spojů v závislosti na typu topologie.

Literatura

- [1] SVOBODA, Jaroslav: *Využívání silnoproudých vedení a sítí pro přenos zpráv*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2012, 229 stran : ilustrace. ISBN 978-80-01-05168-9.
- [2] BENEŠL, Lukáš: *Vliv fyzických parametrů a stáří silnoproudého vedení na výkonnost a spolehlivost PLC/BPL*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2020. [cit. 2022-10-07]. Dostupné z URL: <https://bit.ly/Vliv_fyz_parametru>.
- [3] BENEŠL, Lukáš: *Inteligentní systém pro dálkový sběr dat po PLC*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2018, 51 listů : ilustrace + 1 CD-ROM. [cit. 2022-10-01]. Dostupné z URL: <https://bit.ly/Inteligentni_system_PLC>.
- [4] HOUSER, Milan: *PLC pro Smart Metering*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2021. [cit. 2022-10-01]. Dostupné z URL: <https://bit.ly/PLC_Smart_Metering>.
- [5] Benesl, L.; Mlynek, P.; Ptacek, M.; Vycital, V.; Misurec, J.; Slacik, J.; Ruzs, M.; Musil, P.: *Cable Monitoring Using Broadband Power Line Communication*. Sensors 2022, 22(8), 3019 [cit. 2022-10-30]. Dostupné z URL: <<https://doi.org/10.3390/s22083019>>.
- [6] *Smart Metering: Technické informace*. Enerfis [online], 2020 [cit. 2022-09-23]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/Enerfis>>.
- [7] *ČEZ Distribuce: HROMADNÉ DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ (HDO)*. ČEZ Distribuce [online] [cit. 2022-11-18]. Dostupné z URL: <<https://www.cezdistribuce.cz/cs/pro-zakazniky/spinani-hdo>>.
- [8] KAPOUN, Vladislav: *Smart grids - chytré sítě v energetice*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. [cit. 2022-10-09]. Dostupné z URL: <https://bit.ly/Smart_Grids_energetika>.
- [9] ŽÁK, Jiří: *Studie blackoutů s ohledem na jadernou elektrárnu Dukovany*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2013. [cit. 2022-10-09]. Dostupné z URL: <https://bit.ly/Blackout_Dukovany>.

- [10] JANÁŠ, Jan: *Vliv fyzických parametrů a stáří silnoproudého vedení na komunikaci pomocí PLC/BPL*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2021. [cit. 2022-10-15].
Dostupné z URL: <https://bit.ly/PLC_Fyz_Param>.
- [11] *Understand the Ping and Traceroute Commands*. In: CISCO [online]. 4. října 2022 [cit. 2022-10-15]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/Cisco-odezva>>.
- [12] *Understanding Jitter in Packet Voice Networks*. In: CISCO [online]. 2. února 2006 [cit. 2022-10-15]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/Cisco-Jitter>>.
- [13] JEŘÁBEK, Jan. *Komunikační technologie, verze 2022*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2014. s. 1-172, ISBN 978-80-214-4713-4. (CS) [cit. 2022-10-3].
- [14] *Úvod do tvorby mapových aplikací v Google Maps API*. ITNetwork.cz [online]. [cit. 2022-11-18]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/3Guxy1U>>.
- [15] Google Maps Platform [online]. [cit. 2022-11-18].
Dostupné z URL: <<https://mapsplatform.google.com/>>.
- [16] OpenStreetMap [online]. [cit. 2022-11-18].
Dostupné z URL: <<https://www.openstreetmap.org/help>>.
- [17] *Mapy API v4.13*. Mapy.cz [online]. [cit. 2022-11-18]. Dostupné z URL: <<https://api.mapy.cz/>>.
- [18] Leaflet [online]. [cit. 2022-11-18].
Dostupné z URL: <<https://leafletjs.com/index.html>>.
- [19] Leaflet providers [online]. [cit. 2022-11-19]. Dostupné z URL: <<https://leaflet-extras.github.io/leaflet-providers/preview/>>.
- [20] *Maps Static API*. Google Maps Platform [online]. 29. srpna 2018 [cit. 2022-11-19]. Dostupné z URL: <https://bit.ly/Static_Maps_API>.
- [21] *A short guide to understanding Google Maps Platform products – Maps*. Globema [online]. [cit. 2022-11-19]. Dostupné z URL: <https://bit.ly/Dynamicke_Dlazdice>.
- [22] *Map Marker Pin Icon Symbol Vector Black*. TopPNG [online]. 25. března 2019 [cit. 2022-11-05]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/Marker8448>>.
- [23] *HiSilicon PLC-IoT Powers a New Generation of Smart IoT Applications*. Hi-silicon [online]. 8. prosince 2021 [cit. 2022-11-22].
Dostupné z URL: <https://bit.ly/NB_IoT_Hisilicon>.

- [24] *NarrowBand IoT*. IoT Portál [online]. 30. dubna 2016 [cit. 2022-11-22].
Dostupné z URL: <<https://www.iot-portal.cz/2016/04/30/narrowband-iot/>>.
- [25] *Mercatorovo zobrazení*. Školení Úvod do (Open Source) GIS [online]. [cit. 2022-12-11]. Dostupné z URL: <https://bit.ly/Mercatorovo_zobrazeni>.
- [26] ABRAHÁM, Adam: *Webový editor prezentací*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta informačních technologií, 2021. [cit. 2023-03-21].
Dostupné z URL: <https://bit.ly/VUT_SQL>.
- [27] *What is PHP?* php.net [online]. [cit. 2023-03-21].
Dostupné z URL: <<https://www.php.net/manual/en/introduction.php>>.
- [28] BOLEHRADSKÁ, Dunja: *Návrh internetových stránek*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta podnikatelská, 2010. [cit. 2023-03-21].
Dostupné z URL: <https://bit.ly/VUT_AJAX>.
- [29] ALBRECHT, Pavel: *Interaktivní vizualizace XML*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta informačních technologií, 2008. [cit. 2023-03-21].
Dostupné z URL: <https://bit.ly/VUT_XML2>.
- [30] JAŠEK, Filip: *Systém pro záznam a hlášení chybových stavů chladicích zařízení*. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta informačních technologií, 2021. [cit. 2023-04-13]. Dostupné z URL: <https://bit.ly/VUT_GPRS>.
- [31] Github.io: *SweetAlert2 Library*. [cit. 2023-03-24].
Dostupné z URL: <<https://sweetalert2.github.io/>>.

Seznam symbolů a zkratek

AJAX	Asynchronous JavaScript and XML – technologie pro výměnu dat mezi klientem a serverem
API	Application Programming Interface
BB	Broad Band – široké kmitočtové pásmo
BPL	Broadband over Power Lines
BPSK	Binary Phase Shift Keying – binární fázové klíčování
DSSM	Direct Sequence Spectrum Modulation
DTS	Distribuční transformační stanice
E.ON	Enhanced other network
FEC	Forward Error Correction – dopředná korekce chyb
GPRS	General Packet Radio Service
HDO	Hromadné dálkové ovládání
HDR	High Data Rate
HTML	HyperText Markup Language – značkovací jazyk využívaný k zápisu základních webových stránek
HTTP	Hyper Text Transfer Protocol
ICMP	Internet Control Message Protocol
IP	Internet Protocol
LDR	Low Data Rate
LTE	Long Term Evolution
MS	Microsoft
NB	Narrow Band – úzké kmitočtové pásmo
NB-IoT	NarrowBand Internet of Things
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex
OSM	Open Street Map

PILC	Paper insulated lead covered
PHP	Hypertext Preprocessor – skriptovací jazyk pro tvorbu dynamických webových stránek
PLC	Power Line Communication
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying – čtyřstavové fázové klíčování
SQL	Structured Query language – dotazovací jazyk pro práci s databází
TCP	Transmission Control Protocol
TCP/IP	Model síťové architektury, soustava názorů a protokolů o budování počítačové sítě
UDP	User Datagram Protocol
UNB	Ultra Narrow Band – velmi úzké kmitočtové pásmo
URL	Uniform Resource Locator
USA	United States of America
VoIP	Voice over IP
XML	Extensible Markup Language – jeden z nejdůležitějších formátů výměny dat strukturovaným způsobem
XLPE	Cross-linked polyethylene
3G	Třetí generace mobilních telekomunikačních technologií
4G	Čtvrtá generace mobilních telekomunikačních technologií
5G	Pátá generace mobilních telekomunikačních technologií
8PSK	8-Phase Shift Keying – osmistavové fázové klíčování
\$	Americký dolar
b/s	Bit za sekundu – jednotka přenosové rychlosti
Gb/s	GigaBit za sekundu – jednotka přenosové rychlosti
Hz	Hertz – jednotka frekvence
kb/s	KiloBit za sekundu – jednotka přenosové rychlosti

kHz	KiloHertz – jednotka frekvence
km	Kilometr - jednotka délky
m	Metr – jednotka délky
Mb/s	MegaBit za sekundu – jednotka přenosové rychlosti
MHz	MegaHertz – jednotka frekvence
mm²	Milimetr čtvereční – jednotka obsahu
V	Volt – jednotka elektrického napětí

A Uživatelský manuál

Cílem tohoto dokumentu je seznámit koncového uživatele s vizualizační aplikací vypracované v rámci bakalářské práce „Vizualizace PLC/BPL komunikace v mapovém prostředí“. Koncovým uživatelem se rozumí uživatel, který bude s aplikací pouze pracovat, nikoliv modifikovat její chování. Pro účely administrace aplikace lze nahlédnout do samotné bakalářské práce nebo do „Administrátorského manuálu“, jenž je její redukovanou verzí.

A.1 Webová aplikace

Aplikace je navržena tak, aby umožňovala nejen uchovávat informace o existující topologii, ale aby rovněž byla nápomocná při budování nové (BPL) topologie, kdy dokáže předpovědět možné problematické BPL úseky, díky čemuž může distributor na základě vlastního rozhodnutí pro konkrétní úsek využít jinou přenosovou technologii. Aplikaci tvoří 5 navzájem nezávislých funkčních částí (stránek). Výhodou takového uspořádání je možnost roz distribuovat jednotlivé části aplikace napříč organizací. Propojení všech částí aplikace je zajištěno mySQL databází.

V celé aplikaci je použito následující názvosloví:

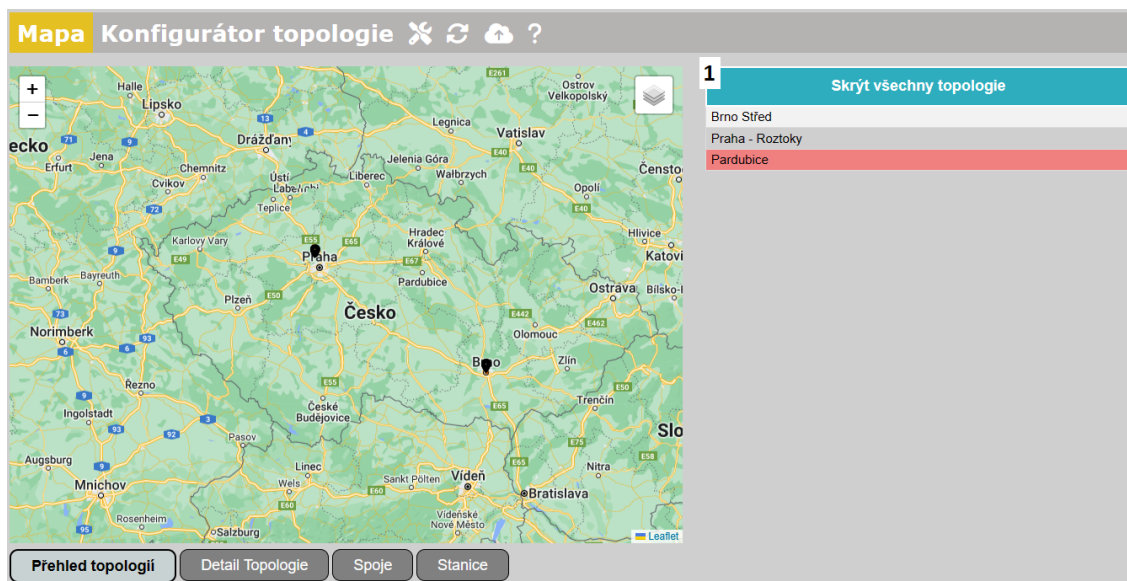
- Topologie – množina stanic a spojů, které mezi sebou mají nějaký vztah (stejná oblast, zákazník) či jsou vzájemně propojené.
- Spoj – představuje fyzické propojení mezi 2 stanicemi, které může být realizováno pomocí různých technologií.
- Stanice – např. DTS stanice, rádiový vysílač, ...
 - v souvislosti se spojem je ještě využito konkrétní označení stanic:
 - * Stanice A – „výchozí“ stanice
 - * Stanice B – „konečná“ stanice
 - * Jedná-li se tedy o spoj např. z Prahy do Brna, tak stanicí A bude Praha a stanicí B Brno

A.2 Stránka Mapa

Účelem této stránky je zobrazovat informace z databáze na mapovém podkladu. Je vhodná jako přehled a nelze na ní provádět interakce s databází.

Strukturu stránky lze vidět na obrázku A.1. Výchozím stavem je **přehled** všech **topologií**. V tabulce nalevo jsou vypsány všechny topologie, které se nachází v databázi. Kliknutím na jednotlivé řádky v tabulce lze skrývat nebo zobrazovat konkrétní topologie na mapě. Skrytá topologie je indikována červeným pozadím řádku. V případě ukázky je skrytá topologie „Pardubice“ a na mapě jsou tedy zobrazeny pouze

zbývající 2 topologie. Pro hromadné skrývání či zobrazování topologií slouží tlačítko zabudované v hlavičce tabulky. Jakmile na ni uživatel najede kurzorem myši, zobrazí se příslušná operace (1), kterou vykoná stiskem levého tlačítka myši.



Obr. A.1: Uspořádání stránky Mapa.

Pod mapou se nachází celkem 4 tlačítka (v dalším textu může být použit i výraz záložky). Ve výchozím stavu jsou 3 tmavá a 1 světlé:

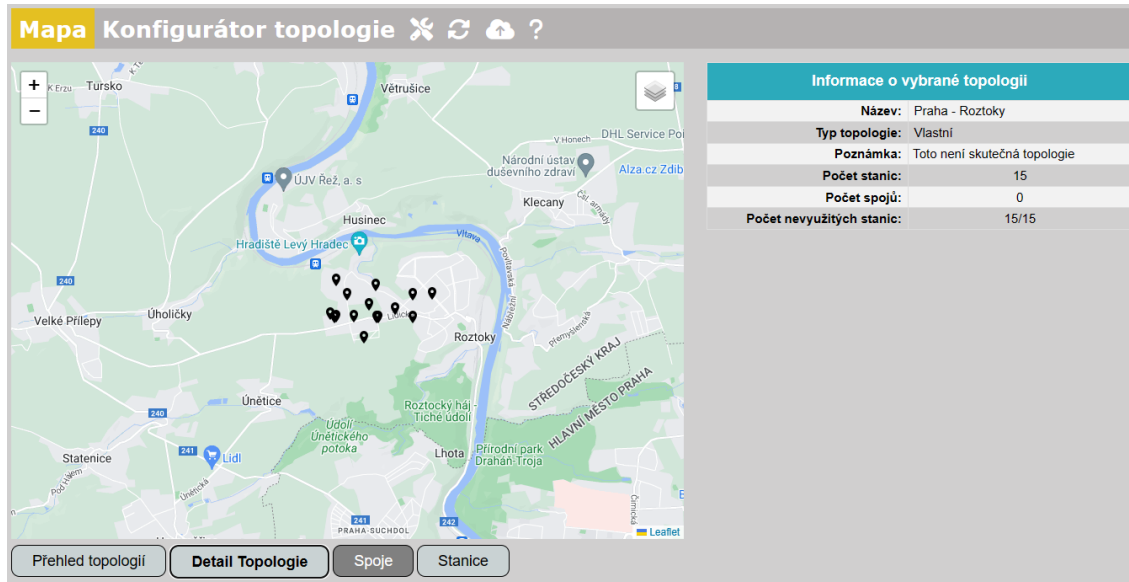
- Světlé tlačítko – signalizuje, že je určitá záložka k dispozici.
- Šedé tlačítko – signalizuje, že určitá záložka k dispozici není.

Význam jednotlivých záložek je následující:

- Přehled topologií – zobrazuje přehled všech topologií v databázi.
- Detail topologie – zobrazuje detailní informace o vybrané topologii.
- Spojie – zobrazuje tabulku všech spojů vybrané topologie. Prostřednictvím tabulky je možné zacílit na konkrétní spoj a zobrazit tak jeho informace či jej na mapě skrýt.
- Stanice – zobrazuje tabulku všech stanic vybrané topologie. Prostřednictvím tabulky lze mapu vycentrovat na konkrétní stanici či ji na mapě skrýt.
- *Poznámka: Informace o stanicích a spojích lze samozřejmě zobrazit ze všech záložek kliknutím na příslušný objekt na mapě.*

Aby tedy bylo možné zobrazit zbylé záložky, je nejprve nutné vybrat konkrétní topologii. Výběr se provádí velmi jednoduše stisknutím klávesy Ctrl a kliknutím na příslušnou topologii v tabulce. Vybraná topologie je v tabulce zvýrazněna tučným písmem a mapa se vycentruje nad stanice této topologie (pokud nějaké má). Zrušení výběru nebo výběr jiné topologie lze provést stejně. Na obrázku A.2 je zobrazena

vybraná topologie v Praze, která dle výpisu z karty „Detail Topologie“ obsahuje 15 stanic, ale nemá definované žádné spoje – z toho důvodu je tlačítko „Spoje“ šedé, neboť záložka „Spoje“ nemá co zobrazovat. Mapa je zároveň vycentrována nad stanicemi této topologie. Stejná funkce je implementována i v jiných částech aplikace a funguje tak, že pokud má topologie n stanic, kde $n \in \mathbb{Z}$, tak je mapa vycentrována na stanici $x = \frac{n}{2}$, kde $x \in \mathbb{Z}$.



Obr. A.2: Ukázka možností po vybrání konkrétní topologie na stránce Mapa.

A.3 Konfigurátor

Tato stránka má být nápomocná při budování nové komunikační infrastruktury se zaměřením na BPL technologii, kdy při konfiguraci díky koeficientu technického stavu kabelu dokáže predikovat stav kabelové trasy, jež má být využita pro vybudování BPL spoje. Distributor tak může pro spoj zvolit jinou technologii, díky čemuž může v konečném důsledku dojít k úspoře prostředků, neboť nedojde k výstavbě spoje s použitím nevhodné technologie. Jako jediná navíc umožňuje uživatelskou interakci s databází. Nabízí možnosti pro vytváření, úpravu i odstraňování topologií, spojů a stanic.

Ve výchozím stavu je na stránce vykreslena prázdná mapa, pod níž jsou 3 tlačítka (v dalším textu může být opět použit i výraz záložky), které budou v rámci této podkapitoly detailně rozebrány.

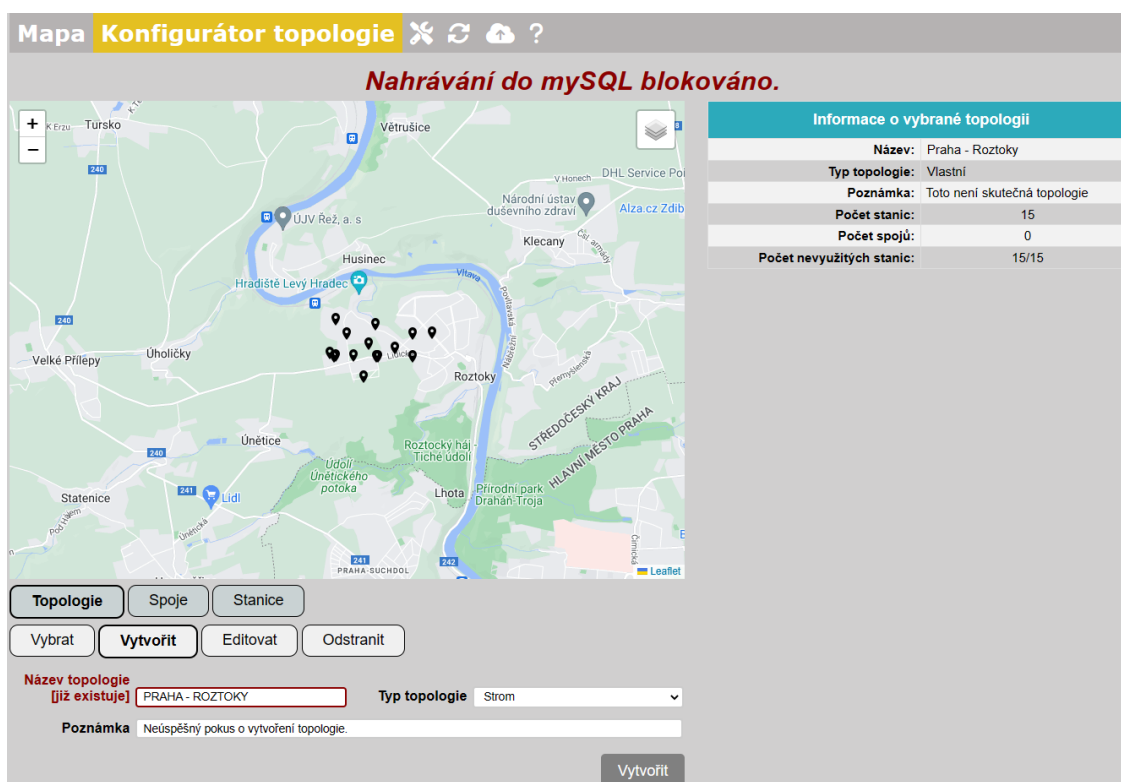
A.3.1 Topologie

Po rozkliknutí záložky „Topologie“ se uživateli zpřístupní následující možnosti:

- Vybrat – slouží k výběru topologie pro práci se stanicemi a spoji.
- Vytvořit – slouží k vytvoření nové topologie.
- Editovat – slouží k úpravě stávajících topologií.
- Odstranit – slouží k odstranění stávajících topologií.

Po výběru topologie dojde stejně jako v případě stránky „Mapa“ k vycentrování mapy nad stanice topologie, které jsou spolu se spoji do dosud prázdné mapy vykresleny. Zároveň se do stejného místa vykreslí tabulka, zobrazující informace o vybrané topologii. Tato tabulka je viditelná pouze, pokud je uživatel na kartě topologie (obrázek A.3).

Ukázku vytvoření topologie lze vidět na obrázku A.3. Aplikace kontroluje, aby se zadaný název neshodoval s názvem jiné topologie v databázi. Pokud se shoduje, uživatel je na to vizuálně upozorněn, a zároveň je zablokována možnost odeslat formulář jako je tomu na ukázce.



Obr. A.3: Ukázka vytváření topologie a upozornění o blokováném nahrávání dat.

Při odstranění topologie dochází i k odstranění všech stanic a spojů, které byly v rámci topologie vytvořeny. Je-li odstraněná topologie zároveň vybranou topologií, dojde také k odstranění tabulky a všech objektů z mapy.

A.3.2 Spoje

Po rozkliknutí záložky „Spoje“ se uživateli zpřístupní následující možnosti, ale pouze v případě, že je vybraná nějaká topologie.

- Vytvořit – slouží k vytvoření nového spoje.
- Editovat – slouží k úpravě stávajících spojů.
- Odstranit – slouží k odstranění stávajících spojů.

Formuláře pro vytvoření a editaci spoje jsou téměř identické. Jediným rozdílem je, že při editaci je nejprve nutné vybrat spoj, který má být upraven. Ukázka formuláře pro editaci konkrétního spoje s technologií BPL je na obrázku A.4. Význam jednotlivých polí je zjevný, přesto si některé z nich zaslouží bližší vysvětlení (tučně jsou zvýrazněna pole nezbytná pro vytvoření spoje na kartě „Vytvořit“):

- Spoj – slouží k výběru spoje pro editaci.
- **Stanice A, Stanice B** – slouží k výběru výchozí či cílové stanice ze seznamu stanic definovaných v rámci topologie
 - Algoritmus hlídá, zda-li se spoj, který se uživatel editací stanic snaží vytvořit, v topologii již nenachází a to v „obou“ směrech. Tedy pokud by existoval spoj Praha-Brno a uživatel se úpravou jiného spoje pokusil vytvořit spoj Brno-Praha, tak tato úprava nebude umožněna. Uživatel je na takovou situaci upozorněn zvýrazněním příslušných polí a zároveň je zablokována možnost odeslat formulář.
- **Technologie** – slouží k výběru technologie spoje.
- Vzdálenost – může představovat délku vedení, optického kabelu či vzdálenost mezi stanicemi **v kilometrech**.
- Následující políčka se ve formuláři objeví pouze za předpokladu, že je jako technologie zvolena technologie BPL:
 - Typ, Rok instalace – může být použit jakýkoliv oddělovač. V případě, že je tento parametr neznámý, tak by měl uživatel vložit klíčové slovo „nezadáno“.
 - Vzdálenost, Download, Upload, Průřez, Ble Rx, Ble Tx – pokud je tento parametr neznámý, měl by uživatel zadat „0“. Stejná akce je doporučována i nápovědou, která se zobrazí při najetí na tuto políčka.
 - Počet (spojek) a Zátěž – pokud je tento parametr neznámý, měl by uživatel zadat „-1“. Stejná akce je doporučována i nápovědou, která se zobrazí při najetí na tuto políčka.

Je-li technologie spoje BPL, tak je nad tlačítkem pro odeslání přítomno i políčko „Koeficient“, které znázorňuje vypočtený koeficient technického stavu kabelu. Ten je vypočítáván při každé změně těch polí, které reprezentují parametry, z nichž je počítán. Pod hodnotou koeficientu je zároveň barevně indikována „kvalita“ spoje

z pohledu jeho koeficientu.

Formulář pro editaci spoje navíc nabízí tlačítka „Vymazat vše“ a „Výchozí hodnoty“. První jmenované odstraní z formuláře veškeré hodnoty, vyjma „povinných“ („Stanice A“, „Stanice B“ a „Technologie“). Druhé tlačítko naopak naplní hodnoty formuláře výchozími hodnotami pro daný spoj. Při odeslání formuláře program vyhodnotí, zda-li došlo ke změně nějakého parametru, a teprve následně zahájí další operace, mezi které patří například úprava čáry spoje na mapě, úprava informací v popUP okně této čáry (zobrazí se po kliknutí na čáru) či odeslání na server.

The screenshot shows a web interface for editing a connection. At the top, there are three tabs: 'Topologie', 'Spoje' (selected), and 'Stanice'. Below the tabs are three buttons: 'Vytvořit', 'Editovat' (selected), and 'Odstranit'. The main form area contains the following fields and sections:

- Spoj:** TS 8933 -> TS 4402 (dropdown)
- Stanice A:** TS 8933 (dropdown) | **Stanice B:** TS 4402 (dropdown)
- Technologie:** BPL (dropdown) | **Vzdálenost [km]:** 0,5 (text)
- Download [Mbps]:** 20,84 (text) | **Upload [Mbps]:** 15 (text)
- Označení:** X00542 (text) | **Poznámka:** Toto není skutečný spoj! (text)
- Parametry kabelu:**
 - Délka úseků:** 142,58 | 112,45 | 77,11 | 153,67 | 29,21 (text)
 - Typ:** AXEKCEY | AXEKCEY | AXEKCEY | A (text)
 - Rok instalace:** 1995 | 1995 | 1979 | 1979 | 1995 (text)
 - Průřez [mm²]:** 240 (text)
- Parametry spojek:**
 - Počet:** 4 (text)
 - Typ:** plastová | plastová | NEZADÁNO | NE: (text)
 - Rok instalace:** 2006 | 2006 | 2007 | 2007 (text)
 - Materiál:** SJVC | SJVC | NEZADÁNO | NEZADÁ (text)
- Ostatní:**
 - Zátěž [%]:** -1 (text)
 - Zemnění:** Není uvedeno (dropdown)
 - BLE Rx:** 15 (text) | **BLE Tx:** 25,2 (text) | **Koeficient:** 0,4482 (text)

At the bottom of the form, there are three buttons: 'Vymazat vše' (grey), 'Výchozí hodnoty' (blue), and 'Editovat' (green).

Obr. A.4: Ukázka formuláře pro úpravu spoje.

A.3.3 Stanice

Po rozkliknutí záložky „Stanice“ se stejně jako u předchozí záložky uživateli zpřístupní následující možnosti, ale pouze v případě, že je vybraná nějaká topologie.

- Vytvořit – slouží k vytvoření nové stanice.
- Editovat – slouží k úpravě stávajících stanic.

- Odstranit – slouží k odstranění stávajících stanic.

Formuláře pro vytváření a úpravu byly demonstrovány v rámci popisu záložek „Topologie“ a „Spoje“. Formuláře všech hlavních záložek fungují na stejném principu. U stanic program hlídá, zda-li se v rámci topologie nenachází stanice se stejným jménem. Stanici se stejným jménem v rámci rozdílných topologií povoluje. Poslední možností, která zatím nebyla demonstrována, je možnost odstranit daný objekt. Formulář pro odstranění vyobrazený na obrázku A.5 vyžaduje výběr stanice, která má být odstraněna, a přesný přepis názvu vybrané stanice. Kromě toho právě u stanic zobrazuje, kolika spojů je tato stanice součástí. Jakmile je správně přepsán název stanice, dojde k vizuálnímu upozornění uživatele a formulář lze odeslat.

Při odstranění nebo úpravě stanice algoritmus nejprve vyhledává spoje, kterých byla tato stanice součástí. **V případě odstranění stanice dojde i k odstranění příslušných spojů.** V případě úpravy stanice vyhodnocuje, který z jejích parametrů byl upraven. Jedná-li se o jméno nebo souřadnice, provede přejmenování či překreslení daného spoje na mapě. U stanic je navíc možné změnit i jejich pořadí v rámci topologie. Tato možnost byla implementována zejména pro možnosti budoucího rozvoje aplikace, při kterém by na základě typu topologie mohly být nějakým způsobem automaticky vygenerovány spoje bez parametrů.

Obr. A.5: Ukázka formuláře pro odstranění stanice.

A.3.4 Shrnutí

Protože může být práce s konfigurátorem zpočátku obtížná, jsou v následující kapitole uvedeny příklady nejčastějších činností.

Vložení nových dat do topologie „Brno“:

1. Pokud topologie „Brno“ neexistuje: Karta „Topologie“ -> „Vytvořit“ -> vytvoření topologie „Brno“
2. Výběr topologie „Brno“: Karta „Topologie“ -> „Vybrat“ -> najít topologii „Brno“ -> tlačítko Vybrat
3. Vytvoření stanice: Karta „Stanice“ -> „Vytvořit“
4. Vytvoření spoje (**v topologii musí být alespoň 2 stanice!**): Karta „Spoje“ -> „Vytvořit“

Editace/Odstranění dat z topologie „Brno“:

1. Výběr topologie „Brno“: Karta „Topologie“ -> „Vybrat“ -> najít topologii „Brno“ -> tlačítko Vybrat
2. Editace stanice: Karta „Stanice“ -> „Editovat“
3. Odstranění spoje: Karta „Spoje“ -> „Odstranit“

A.4 Condition

Účelem této stránky je jednoduše a rychle získat informace o stavu BPL spojů v rámci kterékoliv topologie. Stránka uživateli umožňuje filtrovat spoje podle parametru „koeficient menší nebo roven“. Zároveň umožňuje vybrat, zda-li se mají filtrovat spoje z konkrétní topologie nebo ze všech topologií v databázi. V nabídce jsou pouze topologie, které obsahují nějaké spoje. Struktura stránky je zobrazena na obrázku A.6. Získání stavu, jenž je na obrázku, předchází několik kroků. Čísla těchto kroků jsou zvýrazněna i ve zmíněném obrázku.

1. Nastavení filtru – nejprve je nutné vybrat topologie, na které se má filtr použít a zadat mezní hodnotu koeficientu.
2. Potvrdit odeslání formuláře – při prvotním načtení stránky nebude přítomna tabulka s názvy spojů, ale místo ní bude vykresleno pouze tlačítko na odeslání formuláře. V dalších případech je tlačítko na odeslání skryto v hlavičce tabulky a zobrazí se, pokud uživatel myší najede do zobrazené oblasti.
 - Po odeslání formuláře je vykreslena tabulka, kde jsou vypsány názvy všech spojů. Spoje jsou navíc řazeny vzestupně, dle jejich koeficientu tak, aby spoj s nejhorším koeficientem byl na čele tabulky.
3. Získání informací o konkrétním spoji – spoj je nutné zvolit kliknutím na příslušný řádek tabulky. Vybraný spoj je pak zobrazen tučně.

4. Po vybrání spoje je pod mapou vykreslena další tabulka poskytující náhled na jednotlivé části koeficientu. Mapa je vycentrována nad polohu spoje a rovněž je zobrazeno i jeho popUP okno, ve kterém se nachází konkrétní informace o jeho parametrech. Tabulka má 3 sloupce:
- „Parametr“ a „Koeficient“ – vyjadřuje hodnotu koeficientu pro daný parametr ku mezní hodnotě dílčího koeficientu.
 - „%“ – barevně vyjadřuje „kvalitu“ dílčího koeficientu v procentech.
 - koeficient = 0 -> 100 %
 - koeficient = mezní hodnota dílčího koeficientu -> 0 %
5. Součástí vykreslené tabulky je i parametr „Doporučení“, který zobrazuje akce, jež by vedly ke zvýšení celkového koeficientu.

The screenshot displays a web-based interface for network management. On the left, a map shows a route between two points. A popup window provides detailed technical data for the selected connection (TS 5537 -> TS 8887). On the right, a table lists various connections with their respective coefficients. Below the map, a table summarizes the parameters of the selected connection and provides recommendations for improvement.

Topologie: Všechny topologie

Koeficient ≤ 0.7

2	Potvrdit odeslání formuláře	Koeficient
	Brno Rozvodna -> TS 1941 - Malinovské náměstí	0.2841
	TS 1912 - Mahenovo divadlo -> TS 1949 - Františkánská	0.3138
	TS 5537 -> TS 8887	0.3173
	Polabiny -> Dubina	0.4881
	TS 1941 - Malinovské náměstí -> TS 1912 - Mahenovo divadlo	0.5299
	TS 5818 -> TS 4402	0.6167

4

Technologie: BPL
 Rychlost Down/Up: 10.00/15.00 Mbps
 Vzdálenost: 0.1 km
 Délka kabelových úseků: 142,58 | 112,45 | 77,11 | 153,67 | 29,28
 Rok instalace kabelových úseků: 1995 | 1995 | 1979 | 1979 | 1995
 Typ kabelu: AXEKCEY | AXEKCEY | AXEKCEY | AXEKCEY | AXEKCEY
 Průřez kabelu: 240.00 mm²
 Počet a typ spojek: Počet: 4, Typ: plastová | plastová | NEZADÁNO | NEZADÁNO
 Materiál spojek: SJVC | SJVC | NEZADÁNO | NEZADÁNO
 Rok instalace spojek: NEZADÁNO | NEZADÁNO | NEZADÁNO | NEZADÁNO
 Zátěž: - %
 Změnění: Není uvedeno
 BLE Tx/Rx: - / -
 Koeficient: 0.3173
 Poznámka: Toto není skutečný spoj

Parametr	Koeficient	%
Délka vedení:	0.0042/0.0500	92
Stáří kabelu:	0.1500/0.1500	0
Typ kabelu:	0.0000/0.0500	100
Průřez kabelu:	0.0235/0.0350	33
Počet spojek:	0.0300/0.1500	80
Stáří spojek:	0.0500/0.0500	0
Zátěž:	0.0350/0.0350	0
Změnění:	0.0100/0.0100	0
TPC Propustnost:	0.3600/0.4500	20

5

Doporučení: Část kabelové trasy je příliš stará. Zvětšit průřez kabelu. Zmenšit počet spojek na trase. Neznámý rok instalace spojek. Neznámý typ spojek. Neznámý způsob změnění.

Obr. A.6: Ukázka filtrování spojů. Z tabulky s přehledem dílčích koeficientů byl pro účely pořízení obrázku odebrán 1 z parametrů.

A.5 Update

Počítání koeficientu při každém načítání dat z databáze by nebylo příliš efektivní. Proto byla pro účely, kdy je např. změněn výpočet koeficientu či dojde ke změně roku, vytvořena stránka, která aktualizaci koeficientu provede.

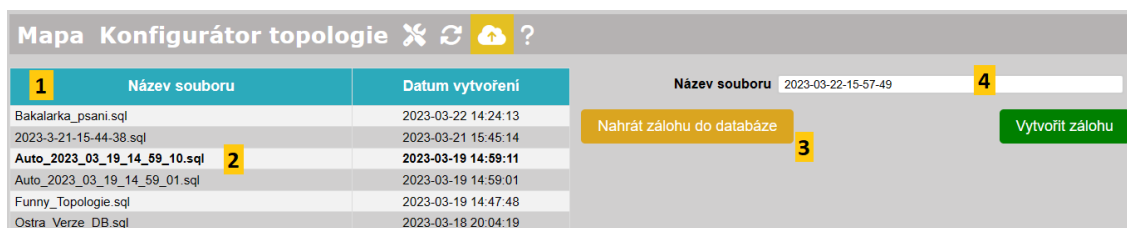
Pokud tedy není aktivní anonymní mód, provede se přepočítání koeficientů pro všechny BPL spoje v databázi. V případě, že budou detekovány spoje, jejichž původní koeficient se liší od nově vypočítaného, zobrazí se na stránce tlačítko umožňující aktualizovat koeficienty všech postihnutých spojů (je-li povoleno nahrávání do databáze).

A.6 Backup

Při neopatrné manipulaci s databází do ní může uživatel velmi jednoduše zanechat chybu. Nejen z toho důvodu byla do aplikace implementována stránka, umožňující vytvářet nebo nahrávat zálohy databáze.

Strukturu stránky lze vidět na obrázku A.7 a bude popsána obdobně, jako tomu bylo u stránky „Condition“:

1. Soubory v adresáři se zálohami jsou zobrazeny v levém horním rohu stránky i s datem, kdy byly vytvořeny. V případě, že adresář žádné soubory neobsahuje nebo neexistuje, objeví se na stránce místo tabulky hláška o tom, že nebyly nalezeny žádné soubory.
2. Výběr zálohy, která má být nahrána, provede uživatel kliknutím na jméno příslušného souboru v tabulce. Takový soubor bude pak označen tučným písmem.
3. Po výběru se na stránce objeví tlačítko „Nahrát zálohu do databáze“, pomocí kterého je možné zálohu nahrát, v důsledku čehož dojde k přepsání všech dosavadních záznamů v tabulkách „topologie“, „stanice“ a „spoje“.
4. Pro vytvoření zálohy je k dispozici formulář v pravé části okna. Je nezbytné zálohu nějak pojmenovat – využít lze buď předgenerovaný název, který využívá datum a čas, nebo lze zadat vlastní název bez diakritiky a bez mezer (aplikace případné mezery sama nahradí znakem podtržítka).
5. Pokud se název souboru vytvářené zálohy shoduje s již existujícím souborem, záleží chování programu na nastavení aplikace. Je-li přepisování záloh zakázáno, aplikace neumožní vytvoření zálohy se stejným jménem. Je-li naopak povoleno, dojde k přepsání původního souboru souborem nové zálohy.



Obr. A.7: Ukázka možnosti zálohování databáze.

A.7 Omezující stavy

Administrátor aplikace má k dispozici celou řadu nastavitelných nástrojů, díky kterým značně ovlivní chování aplikace a možnosti koncového uživatele. Nejvýznamnější jsou následující 2:

- Povolení nahrávání dat do databáze – administrátor může zablokovat nahrávání dat do databáze, díky čemuž nemůže koncový uživatel nijak přepisovat uložená data. Uživatel může provádět konfiguraci topologie, ale všechny provedené změny budou pouze lokální a po opuštění dané stránky budou ztraceny. Indikace takového stavu je viditelná na obrázku A.3.
- Anonymní mód – protože program vizualizuje kritickou infrastrukturu, může být v některých případech žádoucí tato data před koncovými uživateli skrýt. V takovém případě nedochází k načítání dat z databáze a uživatel tak může pracovat pouze s konfigurátorem topologie. Indikace takového stavu je viditelná na obrázku A.8.



Obr. A.8: Ukázka indikace aktivního anonymního módu.

A.8 Nápověda

Další funkcionalitou, vedoucí ke zvýšení uživatelského komfortu, je implementace nápovědy na každé ze stránek. Nápovědu pro danou stránku lze zobrazit po kliknutí na ikonu otazníku na horní liště. Po kliknutí se zobrazí okno s nápovědou (obrázek A.9).



Obr. A.9: Ukázka okna s nápovědou.

B Obsah elektronické přílohy

/.....	kořenový adresář přiloženého archivu
— ajax.....	adresář se soubory pro obsluhu AJAX na straně serveru
— ajaxCreateBackup.php	
— ajaxUploadBackup.php	
— ajaxUploadSpoje.php	
— ajaxUploadStanice.php	
— ajaxUploadTopologie.php	
— css.....	adresář s css soubory pro stylování jednotlivých stránek
— backup.css	
— condition.css	
— configurator.css	
— navigationBar.css	
— style.css	
— update.css	
— js.....	adresář s javascriptovými soubory
— ajax.js.....	funkce pro práci s AJAX
— configurator.js.....	funkce využívané v konfigurátoru
— formular.js.....	funkce pro vytváření a práci s formulářem
— mapa.js.....	funkce pro práci s mapou
— object.js.....	definice důležitých tříd
— tabulka.js.....	funkce pro vytváření a práci s tabulkami
— php.....	adresář s php soubory pro správu aplikace
— _Constants.php.....	nastavitelné konstanty
— connection.php.....	připojení k databázi
— loadAllFormSQL.....	načtení dat z databáze
— mySQLSetup.....	tvorba tabulek v databázi
— backup.php.....	zdrojový soubor stránky Backup
— condition.php.....	zdrojový soubor stránky Condition
— configurator.php.....	zdrojový soubor stránky Konfigurátor
— index.php.....	zdrojový soubor výchozí stránky Mapa
— markerIcon.....	ikona použitého markeru
— update.php.....	zdrojový soubor výchozí stránky Update
— Uživatelský manuál.pdf.....	uživatelský manuál (v samostatném souboru)
— Administrátorský manuál.pdf.....	administrátorský manuál