

Zpráva o činnosti pracovní skupiny  
realizačního projektu NAP SG 14 –  
Implementace chytrých stanic na hladině VN

---

## Obsah

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Pracovní skupina realizačního projektu NAP SG 14.....  | 4  |
| 2     | Zadávací list realizačního projektu NAP SG 14 .....  | 4  |
| 3     | Kategorizace technologických objektů distribuční sítě .....  | 6  |
| 3.1   | Kategorizace prvků podle výstupů NAP SG P13 : .....  | 6  |
| 3.2   | Kategorizace stanic na hladině VN .....  | 7  |
| 3.3   | Definování chytré stanice .....  | 7  |
| 3.4   | Očekávané přínosy chytrých stanic .....  | 7  |
| 4     | Kategorizace chytrých stanic včetně základních požadovaných funkcionalit .....   | 8  |
| 4.1   | Výbava a základní funkcionality chytrých spínacích a uzlových DTS.....   | 8  |
| 4.2   | Výbava a základní funkcionality chytrých smyčkových a koncových DTS .....  | 9  |
| 4.3   | Výbava chytrých stanic – společné požadavky.....   | 9  |
| 4.3.1 | Obecně .....   | 9  |
| 4.3.2 | Primární technika .....  | 9  |
| 4.3.3 | Sekundární technika .....  | 10 |
| 4.3.4 | Měření a ochranné funkce/indikace poruchy .....  | 10 |
| 4.3.5 | Využití senzorů pro měření napětí a proudů.....  | 10 |
| 4.4   | Komunikační výbava.....  | 11 |
| 4.4.1 | Vlastní spotřeba.....  | 11 |
| 4.4.2 | Systémy technické ochrany .....  | 11 |
| 4.4.3 | Připojení stanice na související nadřazené systémy.....  | 12 |
| 5     | Vlastnictví distribučních stanic .....   | 13 |
| 5.1.1 | Pro účely reportingu plnění cílů budou uvažovány pouze stanice distribuční a společná. Stanice cizí do reportu zahrnovány nebudou. Odběratelské (cizí-VN společné) jsou předmětem diskuse PS. .... | 14 |
| 6     | Strategie umístování chytrých stanic do distribuční sítě s ohledem na přínosy pro zvýšení spolehlivosti dodávek elektrické energie .....   | 14 |
| 6.1   | ČEZ Distribuce.....  | 14 |
| 6.1.1 | Kategorizace DTS a jejich základní dělení.....   | 14 |
| 6.1.2 | Nová kategorizace smyčkových a uzlových DTS z hlediska řízení a ovládání .....   | 14 |
| 6.1.3 | Kategorie Koncové DTS.....   | 15 |
| 6.1.4 | Scénář instalace Chytrých DTS.....   | 15 |
| 6.1.5 | Postup instalace uzlových a smyčkových DTS .....   | 15 |
| 6.2   | E.GD.....  | 16 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 6.2.1 | Kabelové sítě .....  | 16 |
| 6.2.2 | Venkovní sítě .....  | 16 |
| 6.3   | PREdistribuce.....   | 17 |
| 6.3.1 | Implementace chytrých stanic podle kategorií .....                           | 17 |
| 6.3.2 | Kritéria výběru .....  | 18 |
| 7     | Komunikace chytrých stanic.....  | 19 |
| 7.1   | Komunikační úlohy a požadované parametry komunikace pro chytré stanice ..... | 19 |
| 7.2   | Komunikační technologie .....  | 20 |
| 7.2.1 | Mobilní operátor .....   | 20 |
| 7.2.2 | Komunikace po silovém vedení VN (PLC/BPL VN).....                            | 20 |
| 7.2.3 | Komunikace po silovém vedení NN (PLC/BPL NN) .....                           | 21 |
| 7.2.4 | Optická komunikace .....   | 21 |
| 7.2.5 | Privátní rádio .....   | 21 |
| 7.3   | Plán komunikačního pokrytí stanic .....                                      | 21 |
| 7.3.1 | ČEZ Distribuce <i>doplnit koncové stanice</i> .....                          | 21 |
| 7.3.2 | EGD .....  | 21 |
| 7.3.3 | PREdistribuce.....   | 21 |
| 8     | Pilotní projekty .....   | 22 |
| 9     | Report realizace chytrých stanic .....                                       | 22 |

## 1 Pracovní skupina realizačního projektu NAP SG 14

Pracovní skupina realizačního projektu byla ustanovena na základě aktualizovaného Národního akčního plánu pro chytré sítě 2019 – 2030.

## 2 Zadávací list realizačního projektu NAP SG 14

Projekt navazuje na činnost a výstupy plnění karty opatření P13 a A20 NAP SG se zaměřením na implementaci vybraných prvků distribuční sítě, kterými jsou distribuční stanice na hladině VN.

| <b>14. ZADÁVACÍ LIST REALIZAČNÍHO PROJEKTU</b><br><b>Implementace chytrých stanic na hladině vn (dálkové ovládání, monitoring, signalizace)</b> |   |
|---|---|
| Cíl projektu  | Rozšíření dálkového ovládání, monitoringu a signalizace na úrovni vn (do významných distribučních stanic) k zajištění vyšší spolehlivosti dodávek el. energie.  |
| Popis projektu a charakteristika projektu   | Vymezení okruhu distribučních stanic určených k pochyťření (dálkové ovládání, monitoring, signalizace)<br>Postupné nasazení technologií do vybraných distribučních stanic.<br>Nutnou součástí projektu je vybudování dostatečně robustní, spolehlivé a bezpečné telekomunikační infrastruktury            |
| Očekávané přínosy   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Zvýšení spolehlivosti dodávek el. energie</li><li>• Příprava na další požadavky a funkcionality (AMM, self-healing,...)</li><li>• Zajištění vyšší transparentnosti sítě pro PDS</li><li>• Zajištění dat pro optimalizaci Asset management strategií PDS</li></ul> |
| Indikátory plnění (forma výstupu)   | Nasazení na vybraných distribučních stanicích (čísla za celou ČR – penetrace budou rozdílné v různých regionech)<br>2020 - 5 % všech DTS<br>2025 - 15 % všech DTS<br>2030 - 40 % všech DTS<br>2030 - Ekonomické vyhodnocení nákladů a přínosů.  |
| Rizika nerealizace  | Nedostatečná spolehlivost dodávek el. energie pro plnění požadavků vyplývajících z narůstající závislosti průmyslu a obyvatelstva na el. energii<br>Potřeba vyššího dimenzování DS vzhledem k nedostatku informací o aktuálním stavu DS   |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Organizátor projektu          | PDS   |
| Externí podpora               | NE  |
| Harmonogram                   | 2020 - 5 % všech DTS<br>2025 - 15 % všech DTS<br>2030 - 40 % všech DTS  |
| Forma realizace               | Realizační projekty v rámci investičních plánů jednotlivých regulovaných PDS  |
| Existující dostupné materiály | Požadavky ERÚ na vývoj parametrů SAIDI a SAIFI ASEK<br>Poklady z vybraných projektových týmů NAP SG, investiční plány a strategie PDS |

### 3 Kategorizace technologických objektů distribuční sítě

V první řadě je třeba vymezit rozsah technologických objektů, kterých se případná implementace funkcionalit, nazvaná jako „chytrá stanice“ potenciálně týká. Přehled všech těchto objektů byl mimo jiné i výstupem karty opatření P 13 NAP SG.

#### 3.1 Kategorizace prvků podle výstupů NAP SG P13 :

| Označení | Napětová úroveň | Popis kategorie  | Orientační počet za celou ČR | Trend a výhled                        | Umístění a další popis   |
|----------|-----------------|--|------------------------------|---------------------------------------|--|
| DISP-0   | dispečink       | Technický dispečink nebo technologické centrum                   | 8                            | setrvalý stav                         | V místě technických dispečinků nebo technologických center   |
| VVN-1    | ZVN/VVN /VN     | Transformovna VVN/VN velkého významu                             | 90                           | setrvalý stav                         | Podle topologie distribuční sítě, např. transformovny na styku s PS, transformovny s velkým počtem VVN polí, apod. |
| VVN-2    | VVN/VN          | Transformovna VVN/VN   | 300                          | setrvalý stav                         | Podle topologie distribuční sítě   |
| VN-3     | VN/VN           | Transformovna VN/VN (s transformací)                             | 50                           | postupná redukce mezi-transformací    | Podle topologie distribuční sítě   |
| VVN-4    | VVN/VN          | Transformovna VVN/VN - cizí                                      | 75                           | možnost rozšíření o komunikaci ochran | Podle topologie distribuční sítě (neovládané, jen signalizace a měření)  |
| S-RS-3   | VN              | Spínací nebo rozpínací stanice VN                                | 550                          | rozšíření o komunikaci ochran         | Podle topologie distribuční sítě   |
| DOU-3    | VN              | DOÚ většího významu  | 1700                         | odhad 3000                            | Např. DOÚ/DOV na kmenových linkách a dále na vybraných odbočkách apod.   |
| DOU-4    | VN              | DOÚ menšího významu  | 1500                         |                                       | Všechny ostatní DOÚ  |
| DOU-5    | VN              | DOÚ malého významu (bez měření)                                  | 1700                         | dle rozvoje OZE na VN                 | DOÚ před OZE apod.   |
| DTSU-3   | VN/NN           | DTS uzlová/smyčková většího významu                              | 3500                         | rozšíření o komunikaci                | DTS s dálkovým ovládním VN a větším významem, např. s více VN vývody   |
| DTSU-4   | VN/NN           | DTS uzlová/smyčková menšího významu                              | 20 000                       | rozšíření o komunikaci ochran         | Např. smyčkové DTS (se dvěma VN vývody)  |
| DTSK-4   | VN/NN           | DTS koncová významnější  | 35 000                       | rozšíření o komunikaci měření         | DTS s jedním VN vývodem a např. kritickou infrastrukturou nebo větším počtem OM                                    |
| DTSK-5   | VN/NN           | DTS koncová méně významná  | 15 000                       |                                       | Ostatní koncové DTS (s jedním VN vývodem)  |
| RIS-6    | NN              | Rozpojovací a přípojkové skříně NN (RIS, SP, apod.)              | 500 000                      | dle rozvoje NAP SG                    |  |
| OZE-5    | VN/NN           | Obnovitelné zdroje většího významu                               | 5000                         | předpoklad nárůstu                    | Např. nad 100 kWp  |
| OZE-6    | VN/NN           | Obnovitelné zdroje menšího významu                               | 1 300 000                    | předpoklad nárůstu                    | Např. pod 100 kWp  |
| VDS-5    | VN/NN           | Veřejné dobíjecí stanice nad 22 kW                               | jednotky tisíc               | předpoklad nárůstu                    |  |
| VDS-6    | VN/NN           | Veřejné dobíjecí stanice pod 22 kW                               | jednotky tisíc               | předpoklad nárůstu                    |  |
| OM-5     | VN              | Odběrná místa většího významu                                    | 70 000                       |                                       | OM s měřením typu A a B  |
| OM-7     | NN              | Odběrná místa menšího významu (včetně domácích dobíjecí stanice) | 5 800 000                    |                                       | OM mimo měření A/B   |

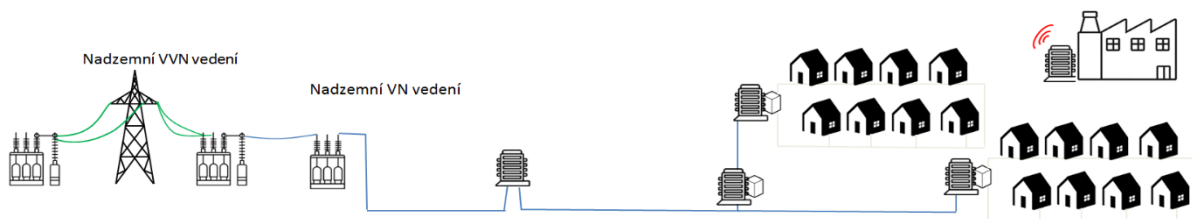
Tabulka 1 – Výstup NAP SG P13 - kategorizace prvků DS v rámci ČR.

Realizační projekt NAP SG 14 se zaměřuje detailně na technologické objekty, kterými jsou stanice na hladině VN (v předchozí tabulce označené modře).

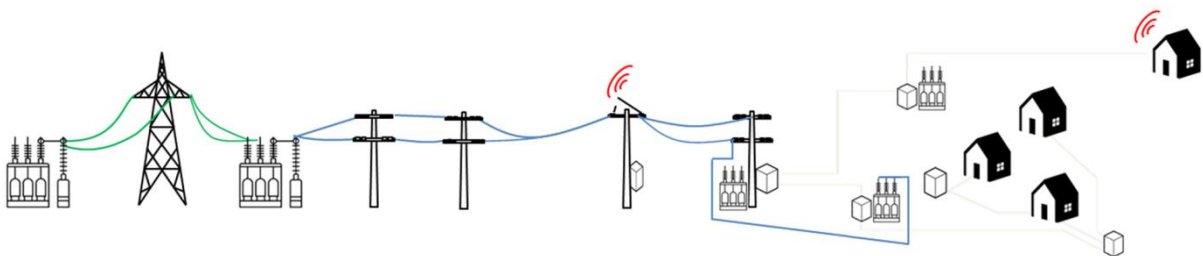
### 3.2 Kategorizace stanic na hladině VN

Aby bylo možno přehledně reportovat indikátory plnění realizačního projektu, byla výše uvedená kategorizace stanic upřesněna z pohledu jejich zapojení a funkce v distribuční síti:

|   | Kód     | Kategorie  | Popis   |
|---|---------|--|---|
| 1 | S - RS  | Spínací stanice/Rozpínací stanice/Vstupní rozvodna | Stanice v napájecí síti VN, která slouží pro napájení samotných distribučních stanic. Může být vybavena transformací VN/NN. |
| 2 | DTS - U | Distribuční stanice uzlová                         | Stanice v uzlu distribuční sítě VN (se třemi a více vývody VN). Obvykle je vybavena transformací VN/NN.                     |
| 3 | DTS - S | Distribuční stanice smyčková                       | Stanice zapojená do distribuční linie VN. Obvykle je vybavena transformací VN/NN.   |
| 4 | DTS – K | Distribuční stanice koncová                        | Stanice napájená z jednoho vývodu VN sloužící pro transformaci VN/NN  |



Obrázek 1 - Umístění DTS v rámci městské sítě (kabelové vedení VN)



Obrázek 2 - umístění DTS v rámci mimoměstské sítě (napájených z venkovního vedení VN)

### 3.3 Definování chytré stanice

Chytrá stanice je oproti standardní stanici doplněna funkcionalitami pro zajištění níže uvedených přínosů. Je vždy vybavena komunikačním prvkem a další sekundární technikou v závislosti na variantě provedení (viz níže).

### 3.4 Očekávané přínosy chytrých stanic

Očekávané přínosy implementace chytrých distribučních stanic dle zadávacího listu realizačního projektu jsou:

#### 1. Zvýšení spolehlivosti dodávek elektrické energie:

- a. Dálková indikace poruchy na hladině VN zkrátí dobu vyhledávání části distribuční sítě s poruchou a tím umožní rychlejší obnovení dodávky elektrické energie.

- b. Dálková manipulace silových prvků v síti VN umožní další zkrácení doby potřebné k vymezení části sítě v poruše a urychlí obnovu dodávky energie zákazníkům.
- c. Implementace vypínačů a ochranných funkcí do vybraných typů stanic umožní zvýšení selektivity chránění a tím snížení počtu zákazníků, kteří budou při poruše bez napájení.

2. Příprava na další požadavky a funkcionality (AMM, self-healing,...)
3. Podpora integrace DECE a EV infrastruktury
4. Zajištění vyšší transparentnosti sítě pro PDS
5. Zajištění dat pro optimalizaci Asset managementu strategií PDS

## 4 Kategorizace chytrých stanic včetně základních požadovaných funkcionalit

V návaznosti na výše uvedené byla napříč PDS provedena jednotná kategorizace chytrých stanic a jejich základních funkcionalit. V rámci těchto kategorií budou prováděny pravidelné reporty indikátorů plnění v souladu se zadávacím listem.

### 4.1 Výbava a základní funkcionality chytrých spínacích a uzlových DTS

Tabulka 2: Kategorie výbavy chytrých stanic – spínací stanice a uzlové DTS

| Kategorie stanice VN                  | SS/RS/vstupní R | Uzlová          |                 |               |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Počet vývodů VN                       | ≥3              | ≥3              |                 |               |
| Podkategorie                          | Rozpadová       | Rozpadová       | Manipulační     | Signalizovaná |
| Označení                              | S-RS-R          | DTS-U-R         | DTS-U-O         | DTS-U-S       |
| Silový prvek - vývod VN               | Vypínač         | Vypínač         | Odpínač         | Odpínač       |
| Dálkové ovládání silového prvku       | ANO             | ANO             | ANO             | NE            |
| Ochrana/indikace zkratu               | Ochrana         | Ochrana         | Indikace        | Volitelně     |
| Silový prvek - vývod na transformátor | Odpínač/vypínač | Odpínač/vypínač | Odpínač/vypínač | Odpínač       |
| Dálková signalizace                   |                 |                 |                 |               |
| Stavová - VN část                     | ANO             | ANO             | ANO             | Volitelně     |
| Stavová - NN část                     | ANO             | ANO             | ANO             | ANO           |
| Poruchová                             | ANO             | ANO             | ANO             | ANO           |
| Dálkové měření                        |                 |                 |                 |               |
| Proud - VN část                       | ANO             | ANO             | ANO             | Volitelně     |
| Napětí - VN část                      | ANO             | ANO             | ANO             | Volitelně     |
| Proud a napětí - NN část              | ANO             | ANO             | ANO             | ANO           |



## 4.2 Výbava a základní funkcionality chytrých smyčkových a koncových DTS

Tabulka 3: Kategorie výbavy chytrých stanic – smyčkové a koncové DTS

| Kategorie stanice VN                  | Smyčková        |                 |                 | Koncová       |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| Počet vývodů VN                       | 2               |                 |                 | 1             |
| Podkategorie                          | Rozpadová       | Manipulační     | Signalizovaná   | Signalizovaná |
| Označení                              | DTS-S-R         | DTS-S-O         | DTS-S-S         | DTS-K-S       |
| Silový prvek - vývod VN               | Vypínač         | Odpínač         | Odpínač         | Odpínač       |
| Dálkové ovládání silového prvku       | ANO             | ANO             | NE              | NE            |
| Ochrana/indikace zkratu               | Ochrana         | Indikace        | Indikace        | NE            |
| Silový prvek - vývod na transformátor | Odpínač/vypínač | Odpínač/vypínač | Odpínač/vypínač | Odpínač       |
|                                       |                 |                 |                 |               |
| Dálková signalizace                   |                 |                 |                 |               |
| Stavová - VN část                     | ANO             | ANO             | Volitelně       | NE            |
| Stavová - NN část                     | ANO             | ANO             | ANO             | Volitelně     |
| Poruchová                             | ANO             | ANO             | ANO             | ANO           |
| Dálkové měření                        |                 |                 |                 |               |
| Proud - VN část                       | ANO             | ANO             | Volitelně       | NE            |
| Napětí - VN část                      | ANO             | ANO             | Volitelně       | NE            |
| Proud a napětí - NN část              | ANO             | ANO             | ANO             | ANO           |

## 4.3 Výbava chytrých stanic – společné požadavky

Na základě zkušeností s realizací a provozem chytrých stanic u PDS zastoupených v této pracovní skupině jsou uvedeny podstatné body, které je nutno v rámci implementace řešit.

### 4.3.1 Obecně

Distribuční stanice (či spínací, rozpínací, vstupní stanice) jsou méně významné objekty v ES (DS) než transformovny VVN/VN. Pro dosažení očekávaných přínosů musí být chytré stanice instalovány v mnohem větším počtu. Této skutečnosti se musí přizpůsobit jak vlastní výbava těchto stanic, tak i nadřazené systémy a procesy instalace, oživení, provozování a řešení poruch.

Velkou pozornost je nutno věnovat také fyzickému i kybernetickému zabezpečení stanic. Vzhledem k povaze přenášených dat může být chytrá trafostanice kvalifikována jako součást kritické informační infrastruktury.

### 4.3.2 Primární technika

Primární technika musí být přizpůsobena celkovému technickému řešení a očekávaným výstupům. Jedná se například o způsob měření napětí, požadavek na měření součtového proudu  $I_0$  na průchodkách do rozvaděče VN, umístění sekundární techniky do nástavby rozvaděče VN nebo do samostatné skříně, rozměry trafostanice atd.

### 4.3.3 Sekundární technika

Sekundární technika musí splňovat požadavky na dispečerské řízení, provozní podmínky a bezpečnost. V současné době stále více výrobců nabízí sekundární techniku určenou přímo pro potřeby automatizace distribuce.

U chytrých stanic je očekávána cena za vybavení sekundární technikou nižší než u transformoven vvn/vn, avšak požadavky na funkčnost a zvláště citlivost některých funkcí zde mohou být ještě vyšší.

Velkou pozornost je proto nutno věnovat důkladnému definování technických podmínek pro VŘ, a to nejen na samotná zařízení chytrých stanic, ale i pro navazující systémy.

Použitá sekundární technika musí mj. také umožňovat naprogramování vyšších funkcí v rámci stanice (např. vypnutí postiženého vývodu v rámci beznapěťové pauzy OZ), výhledově i nad rámec stanice (např. Self-healing).

### 4.3.4 Měření a ochranné funkce/indikace poruchy

Důležitou součástí automatizace distribuční soustavy vn je spolehlivá detekce poruch. Ochranné funkce využívané k detekci poruch mohou být implementovány buď v několika samostatných zařízeních, nebo mohou být součástí jedné centrální řídicí jednotky (RTU).

Pro měření proudů a napětí lze využít jak klasické PTP a PTN, tak i nízkovýkonové senzory. Vzhledem k rozměrům i přesnostem těchto přístrojů se jeví do budoucna jako výhodnější využívat ve větším rozsahu měření pomocí nízkovýkonových senzorů. Při jejich použití je však nutno správně nastavit procesy jejich instalace, zapojení, uzemnění, zkoušení a ověřování získaných měřených hodnot.

E.GD preferuje pro měření napětí odporové senzory umístované v kabelových koncokách, to však může představovat problém při diagnostice kabelů zvýšeným napětím.

V instalacích ČEZd a PREdi jsou nyní používány kapacitní senzory, jejichž měření sice není tak přesné, ale pro použití k indikaci poruchy a pro určení směru poruchy je zcela dostačující.

Zkušenosti z dlouhodobého provozu zatím chybí.

Obecně důležité je věnovat velkou pozornost ověřování správné funkčnosti detekce poruch při uvádění zařízení sekundární techniky do provozu. Pro analýzu správného zapojení na PT či senzory se jeví jako velmi užitečné mít možnost vyhodnocovat měření ve formě fázorového diagramu.

Pro vyhodnocování poruchových událostí v reálném provozu je pak potřebné mít možnost vzdáleného přístupu k poruchovým záznamům.

### 4.3.5 Využití senzorů pro měření napětí a proudů

V současné době lze pro měření ve vn sítích používat senzorových převodníků jako alternativy ke klasickým přístrojovým transformátorům (PT). Ze zkušeností z pilotních instalací senzorového měření prostřednictvím napěťových senzorů na principu odporového děliče a proudových senzorů na principu Rogovského cívky vyplývají následující poznatky:

- Senzory jak napěťové tak proudové lze poměrně snadno a rychle instalovat do rozvodných zařízení. Senzorové převodníky jsou dnes mnohem lépe konstrukčně přizpůsobeny širokému spektru rozvodných zařízení než klasické PT a lze je velmi snadno instalovat i do stávajících

rozvoden a rozváděčů při dodržení **specifických pravidel**. Jejich nedodržení může ohrozit správnou funkci senzorů.

- Nízká úroveň výstupního signálu je nepochybně jednou z klíčových nevýhod senzorů a může způsobovat značnou závislost přesnosti měření na připojeném výstupním zařízení (břemenu), Korekce výstupních veličin (jejich amplitudy a úhlu) se určuje na základě kusových zkoušek v laboratorních podmínkách, v provozních instalacích však senzory mohou pracovat v kombinaci s různými výstupy. Předepsán je pouze odpovídající typ a délka výstupního vedení.
- Fyzikální principy, na kterých pracují senzorové převodníky, způsobují závislost jejich chyb na teplotě. Teplotní závislost se projevuje nejvíce u senzorů proudu na principu Rogovského cívky, pokud bychom ji však chtěli eliminovat, bylo by nezbytné snímat teplotu přímo uvnitř senzoru (teplota okolí x teplota měřeného vodiče).
- Senzory napětí mohou přímo měřit jen fázové hodnoty napětí, ale řada zařízení sítě vyhodnocuje napětí sdružená a je nutno počítat s větší nepřesností u nepřímo určené hodnoty sdruženého napětí.

#### 4.4 Komunikační výbava

Vlastními způsoby a řešením komunikačního propojení chytré stanice s nadřazenými systémy se zabývala podrobněji v rámci skupiny NAP SG P13. Vzhledem k rozsahu problematiky je téma komunikace chytrých stanic uvedeno dále v textu jako samostatná kapitola.

##### 4.4.1 Vlastní spotřeba

Pro napájení sekundární techniky a pohonů silových prvků (u manipulačních a rozpadových stanic) slouží zálohovaná vlastní spotřeba. Kapacitu baterií je třeba dimenzovat tak, aby byl zajištěn autonomní provoz sekundární techniky po dobu 4-8 hodin a zároveň, aby bylo umožněno min. 10 manipulací se silovými prvky. Při dimenzování napájecího zdroje, baterie i dobíječe je nutno uvažovat s náběhovými proudy motorů pohonů silových prvků, popř. s charakteristikou zátěže vypínacích cívek.

Další doporučení:

- Doporučuje se mít funkční management baterie s cyklickým testem stavu baterie, s dálkovou signalizací při vybočení nominálních parametrů (napětí, kapacita, ...) mimo přípustné meze a s automatickým odpojením baterie od zátěže při dosažení nebezpečného stupně vybití.
- Při odpojení sekundární techniky od napájení dochází automaticky i k blokování dálkových manipulací.
- Pro optimalizaci servisních zásahů na místě je vhodné mít zprovozněn vzdálený dohled nad parametry baterie (napětí, kapacita, ...).
- Pokud je el. stanice v cizím vlastnictví, je nutné zajistit potřebné napájení smluvní cestou.

##### 4.4.2 Systémy technické ochrany

Současně se zvyšováním spolehlivosti distribuční sítě osazováním chytrých stanic je doporučeno řešit i zvýšení míry jejich zabezpečení systémy technické ochrany, např. i z důvodu potenciálního budoucího zařazení těchto stanic mezi prvky KII.

Systémy technické ochrany mohou zahrnovat v závislosti na významu a umístění stanice například prostředky proti neoprávněnému vstupu, požární čidla, záplavová čidla, kamery, apod.

Toto téma bude podrobněji řešeno v průběhu roku 2021.

#### 4.4.3 Připojení stanice na související nadřazené systémy

##### **Technický dispečink:**

zpracovává data, která přímo nesouvisí s řízením sítě, ale jsou důležitá pro samotný provoz zařízení, jako např.:

1. **Diagnostika:** Přehled o komunikaci a připojených zařízeních, stahování logů, reportování událostí (změna hesla) + další nástroje pro zvýšení KB.
2. **Vzdálená parametrizace a dohled:** slouží pro vzdálenou diagnostiku, dohled a změnu parametrů zařízení ve stanici. Vzdálený dohled zvyšuje komfort a bezpečnost prací spojených s provozem chytrých stanic.

Doporučení pro požadavky na zařízení a systémy:

- V budoucnu požadovat možnost hromadné změny parametrů pro více zařízení najednou, např. nastavení citlivosti zemní poruchy.
- Změna firmware: současně s požadavkem na změnu vzdáleného přehrání FW je nutné definovat podmínky, za kterých se to může provést, včetně restartu a ověření úspěšného dokončení.
- Vzdálené vyčítání verzí FW, sériových čísel atd. pro lepší a přesnou evidenci.

##### **Centrála dat kvality měření z hladiny NN (power quality)**

Tento nadřazený systém zpracovává data ze zařízení na měření kvality elektrické energie na hladině NN. Kromě měřených veličin (napětí, proud, činný a jalový výkon a další) ukládá i data o událostech (poklesy, výpadky, flicker apod.). Není požadován přenos těchto dat v reálném čase. Přístroje je možno vyčítat i dávkově, např. jednou denně.

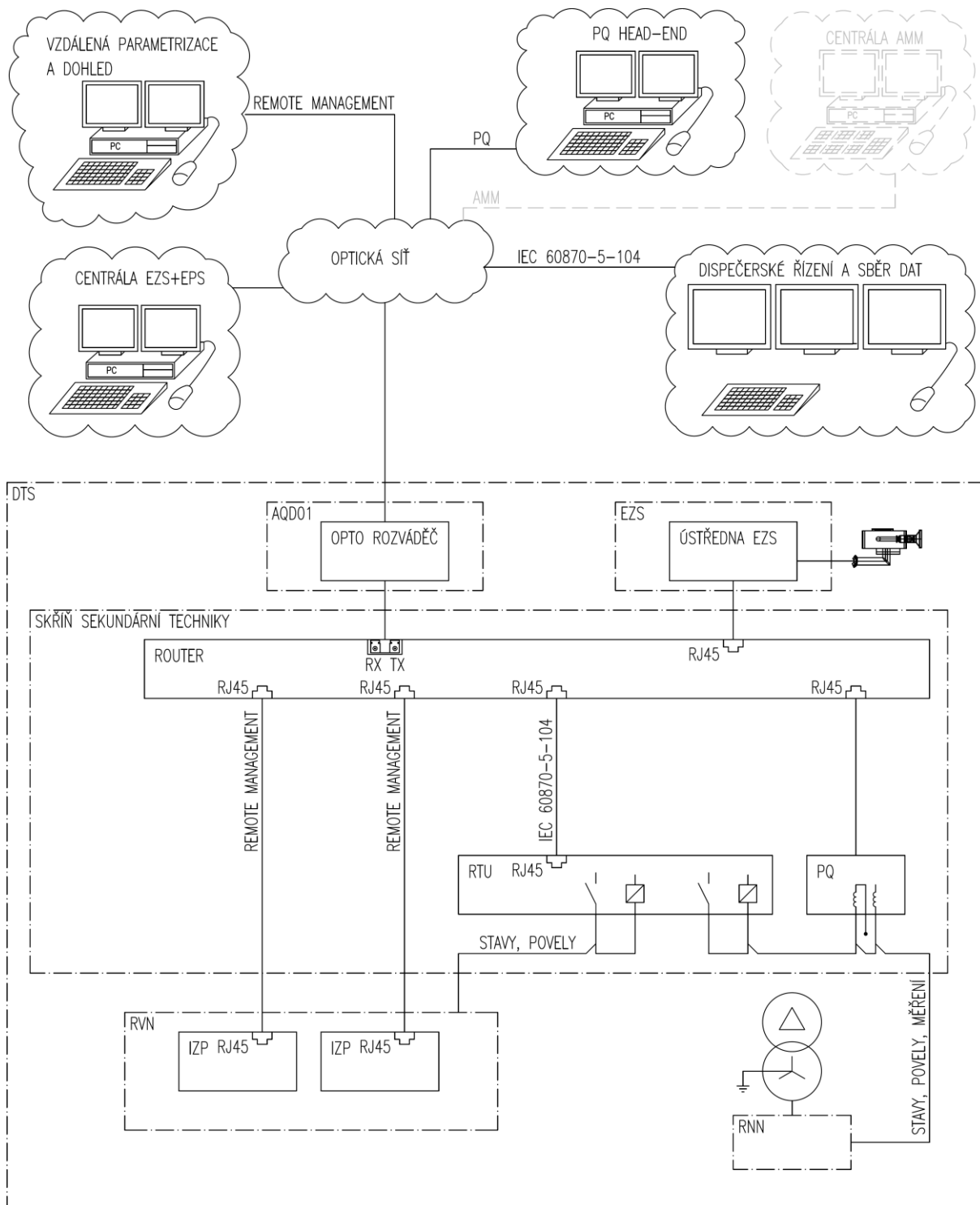
##### **Centrála AMM**

V případě, že je ve stanici umístěn koncentrátor chytrého měření, popř. součtový elektroměr za stanici, je možno využít komunikační výbavy pro přenos dat chytrého měření.

##### **Dispečerský řídicí systém**

Tento systém slouží pro operativní řízení a monitoring sítě. S nárůstem počtu chytrých stanic v síti je nutno počítat s vyššími nároky na kapacitu přenášených a archivovaných dat. Současně s tím je nutno uvažovat s určitou mírou jejich agregace.

Chytré stanice rovněž podpoří vyšší automatizační úlohy, jako je např. self-healing (automatické vymezení poruchy a rekonfigurace sítě).



Obrázek 3 - Související nadřazené systémy, principiální obrázek

## 5 Vlastnictví distribučních stanic

Rozdělení stanic podle vlastnictví je následující:

| Vlastnictví | VN část | NN část | Poznámka |
|-------------|---------|---------|----------|
| Distribuční | PDS     | PDS     |          |

|  |           |   |                    |
|--|-----------|---|--------------------|
| <b>Společná</b>                        | PDS       | Min. 1 rNN PDS a min. 1 rNN odběratele              |                    |
| <b>Cizí-VN společné (odběratelské)</b> | PDS       | Vstupní VN smyčka PDS, ostatní v majetku odběratele | Probíhá diskuse    |
| <b>Cizí</b>                            | Odběratel | Odběratel   | Nebude reportováno |

5.1.1 Pro účely reportingu plnění cílů budou uvažovány pouze stanice distribuční a společná. Stanice cizí do reportu zahrnovány nebudou. Odběratelské (cizí-VN společné) jsou předmětem diskuse PS.

## 6 Strategie umístování chytrých stanic do distribuční sítě s ohledem na přínosy pro zvýšení spolehlivosti dodávek elektrické energie

Výše uvedené přínosy chytrých stanic pro zkvalitnění dodávek elektrické energie závisí jednak na kategorii a výbavě stanic, ale také na strategii jejich implementace do distribuční sítě. Ta je dána více faktory:

- 1) Koncepce rozvoje sítě VN
- 2) Vliv výstavby v minulých letech (je potřeba doplnit stávající technologii novými funkcemi, nebo budujeme chytrou síť obnovou/rozvojem).
- 3) Identifikace problémů, které chceme řešit (zkrácení doby výpadku, dopady nových zdrojů (DECE) nebo spotřeby (EV)).
- 4) Koordinace s rozvojem optické sítě

### 6.1 ČEZ Distribuce

#### 6.1.1 Kategorizace DTS a jejich základní dělení

ČEZd v současné době provozuje 46,7 tis. DTS (vlastní a společné DTS)<sup>1</sup>. Pro potřeby budoucí implementace chytré technologie (technologie měření a z části i ovládání) byly zvoleny některé níže představené pohledy třídění DTS, které nám v další části pomohou pro určení celkového objemu finančních částek, které bude potřeba vynaložit pro doplnění těchto DTS o nové technologie.

Základní členění DTS je dle počtu vn přívodů, které je uvedeno v tabulce č. 1, a ze kterého je patrné, že 67 % DTS je koncových s jedním přívodem vn. Ostatní jsou DTS uzlové nebo smyčkové. Dálkové ovládání je v současné době nainstalované pouze u 3,2 % z nich.

| Kategorie DTS | Koncová | Smyčková | Uzlová |
|---------------|---------|----------|--------|
| ks            | 30 758  | 12 484   | 3458   |

Tabulka č. 1 – Rozdělení DTS dle počtu vn vývodů.

#### 6.1.2 Nová kategorizace smyčkových a uzlových DTS z hlediska řízení a ovládání

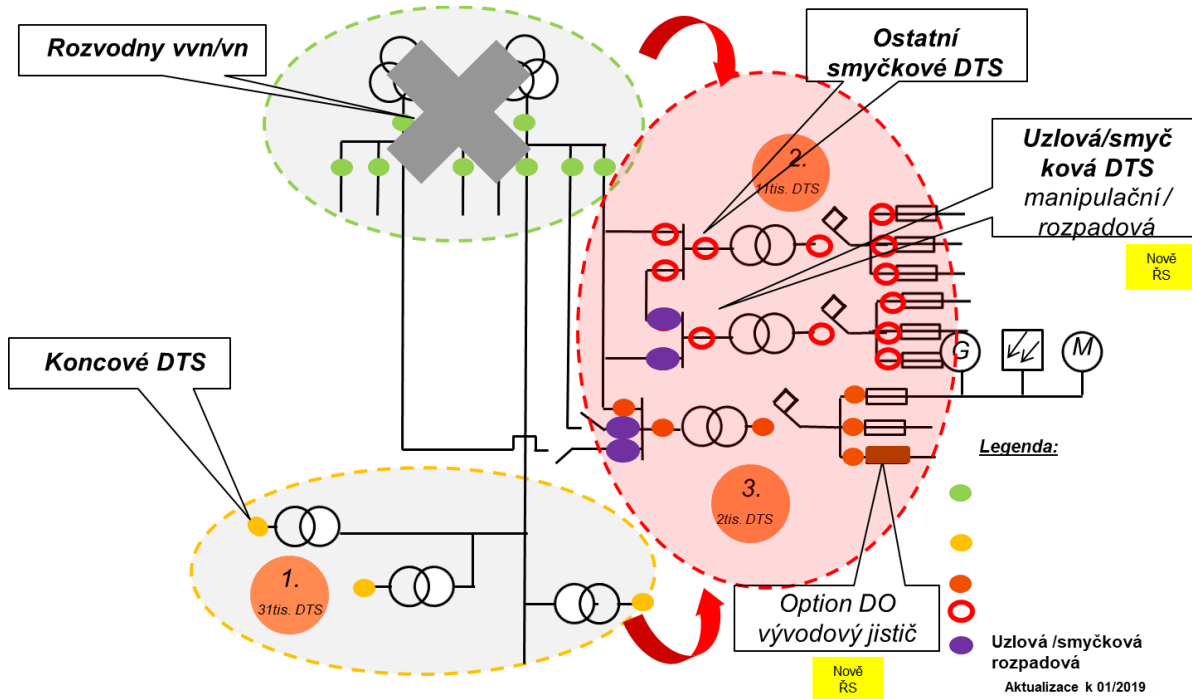
Rozpadová DTS – uzlová nebo smyčková DTS, která má dálkově ovládané vn vývody pomocí vypínačů

Manipulační DTS - uzlová nebo smyčková DTS, která má dálkově ovládané vn vývody pomocí odpínačů

<sup>1</sup> Data k 31.12.2019

Monitorovaná/signalizovaná – smyčková DTS, kde je signalizovaný stav vn vývodů

U všech DTS bude měření na sekundární straně transformátorů, příprava pro měření jednotlivých vývodů nn a osazení dálkově ovládaného hlavního jističe nn. Měření vývodů nn a dálkové ovládání deionu bude využito při budování mřížových sítí, či paralelních provozech.



Obrázek č. 1 – principiální schéma nové kategorizace DTS

### 6.1.3 Kategorie Koncové DTS

U koncových DTS bude instalováno měření na sekundární straně transformátoru a komunikační modul, primárně mobilní komunikace.

### 6.1.4 Scénář instalace Chytrých DTS

V současné době uvažujeme, že do roku 2030 bude cíleně osazeno cca 400 DTS rozpadových a 1500 DTS manipulačních DTS a 1500 DTS signalizovaných z kategorie uzlových a smyčkových DTS. Ostatní stanice budou osazeny systémy měření, řízení a komunikace v rámci standardní výstavby a obnovy DTS postupně do roku 2040.

U koncových DTS budou do roku 2030 osazeny všechny DTS měřením na straně nn a dálkovou komunikací a parametrizací.

### 6.1.5 Postup instalace uzlových a smyčkových DTS

Na vybrané DTS se bude aplikovat rozšíření, spočívající v dovybavení rozvaděče vn a rozvaděče nn měřícími a ovládacími prvky v rozsahu odsouhlasené Koncepce měření a ovládání uzlových a smyčkových DTS.

V současné době s ohledem na materiálové standardy se budou dovybavovat pouze DTS typu uzlová (tři a více vývodů vn) rozvaděčem vn s nastavbou pro dálkové ovládání a signalizaci u nové výstavby a

obnovy s výměnou technologie, včetně svorkovnice pro vyvedení povelů. Vývody vn rozvaděčů budou vybaveny motorovým pohonem.

V rámci zpracování technického řešení u vlastních investic již na úrovni investičního záměru bude upřesněno konkrétní technické řešení pro danou DTS. V případě vyvolané (zákaznické) investice bude řešeno při zpracování zadávacího návrhu.

Detailnější postup instalace bude upřesněn v průběhu roku 2021 v rámci projektu Chytrá DTS.

## 6.2 E.GD

Chytré stanice jsou do distribuční sítě umísťovány v závislosti na typu stávajících sítí. Ve strategii společnosti je v plánu navýšit počet rozpadových/manipulačních bodů o 200 kusů do roku 2025, respektive o 700 kusů do roku 2030.

### 6.2.1 Kabelové sítě

V již vybudovaných kabelových sítích (jedná se především o krajská a okresní města) je umísťování chytrých trafostanic spojeno s obnovou, respektive s budováním nových trafostanic (připojováním nových odběrů).

Z důvodu relativně velkého cílového počtu chytrých trafostanic probíhá jejich budování postupně. Priority pro výběr trafostanic, které budou osazeny chytrou technologií:

- příslušné kabelové vedení má více než 15(10) trafostanic.
- chytrá trafostanice bude umístěna cca v polovině kabelového vedení (+- 2 TS)

Další faktory vstupující do rozvahy:

- trafostanice je uzlová (má více směrů)
- rozvaděč VN nemá izolaci plynem SF6 (kobky, epoxid, ...)
- trafostanice je distribuční (technicky realizovatelná je i chytrá odběratelská TS)

Dle potřeby je možné chytré trafostanice dále zahušťovat (rozdělení kabelového vedení na čtvrtiny). Rozhodnutí o použití rozpadového nebo manipulačního bodu je předmětem individuální posouzení útvarů centrálního rozvoje.

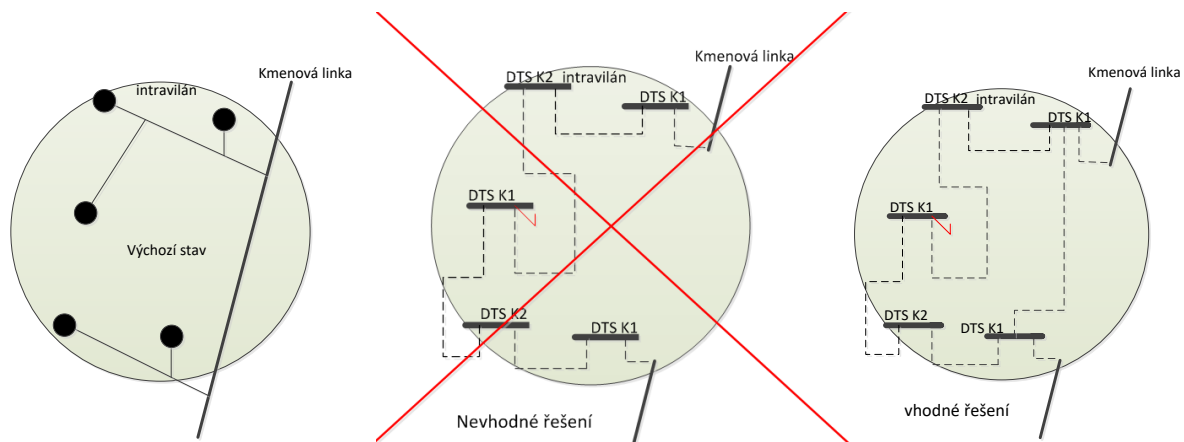
### 6.2.2 Venkovní sítě

Nasazování chytrých trafostanic do obcí, které jsou ve stávajícím stavu napájeny vesměs z venkovních sítí, je spojen se změnou způsobu (koncepce) napájení sídelních útvarů. Hlavní motivací je budování robustní sítě VN, která je připravena plnit požadavky na zajištění spolehlivé dodávky zákazníků v kontextu změn a vlivů plynoucích z národních, a i evropských změn.

Cílem je vybudovat dvouúrovňovou napájecí síť VN, kdy na páteřní vedení VN (kmenové linky) budou připojeny v ideálním případě pouze chytré trafostanice (K1-přístupová), které budou vybaveny jako rozpadový, případně manipulační bod. Z těchto K1-přístupová bude dle velikosti obce vycházet tzv. vnitřní kruh (kruhy), který bude smyčkovat ostatní TS v obci. Vnitřní kruh bude v ideálním případě ukončen v protilehlé K1-přístupová. Pokud bude K1-přístupová vybavena vypínači, tak budou umístěny (až na výjimky) do pole(i) vnitřního kruhu.

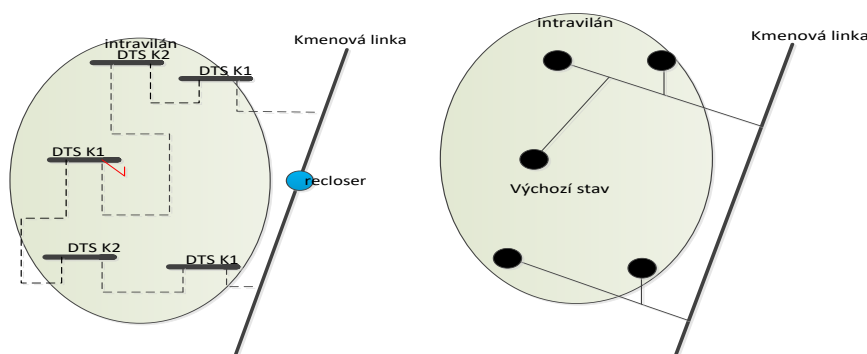


Budování těchto sítí bude probíhat postupně v rámci přirozené obnovy a rozvoje sítí. Vycházet se bude z tzv. konceptů napájení obce, což je interní dokument, který popisuje cílový stav napájení konkrétní obce a je vytvořen v souladu s územním plánem daného sídelního útvaru.



Obrázek 4 - Schéma kabelizace obce – kmen v intravilánu

V případě, že kabelizace části kmenové linky v obci "na trase" jsou na kmenové vedení připojeny pouze DTS typu K1-přístupová. Ostatní DTS nejsou zasmyčkovány na kmenové vedení, ale na vnitřní napájecí kruh viz Obrázek 1.



Obrázek 5 - Schéma kabelizace obce – kmen v extravilánu

V případě, že je kmenová linka vzdálena od intravilánu obce a není potřeba ji kabelizovat, je daná obec připojena dvěma odbočkami z kmenového vedení pomocí dvou K1-přístupová. Ostatní DTS nejsou nasmyčkovány na kmenové vedení, ale na vnitřní napájecí kruh.

## 6.3 PREDistribuce

Chytré stanice jsou do distribuční sítě PREDistribuce umísťovány v rámci obnovy technologie stávajících nebo v rámci výstavby nových stanic. Není plánována kampaň nad rámec standardní obnovy nebo výstavby.

### 6.3.1 Implementace chytrých stanic podle kategorií

#### 6.3.1.1 Rozpínací stanice

Rozpínací stanice jsou vybaveny podle standardu rozpínacích stanic, v současné době probíhá jejich postupná obnova na vyšší standard funkcionalit (měření, signalizace a dálkové ovládání), který mimo jiné počítá s budoucí automatickou rekonfigurací sítě (self-healing).

### 6.3.1.2 Uzlové a smyčkové stanice manipulační:

Chytré stanice jsou implementovány jako

- 1) **Nové stanice** – nová technologie (primární i sekundární)
- 2) **Obnova stanice** – výměna technologie (nová technologie primární i sekundární)
- 3) **Dodatečná instalace sekundární části:**
  - a. Kompaktní rozváděče VN, které jsou pro budoucí implementaci chytrých funkcionalit připraveny, ale v době výstavby či obnovy stanice nesplňovala kritéria pro instalaci chytré stanice.
  - b. Klasická technologie VN

### 6.3.1.3 Uzlové a smyčkové stanice ostatních kategorií

1. **Rozpadová stanice** – její funkci plní stanice rozpínací, proto se do sítě neimplementují.
2. **Monitorovaná stanice** – na základě vyhodnocení přínosů se tyto stanice do sítě neimplementují

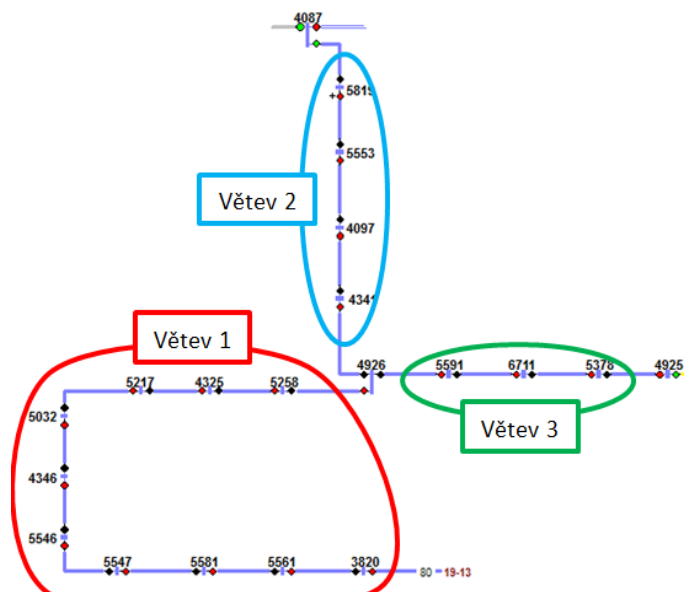
### 6.3.1.4 Koncové stanice

Vzhledem k jejich minimálnímu počtu nejsou osazovány jako chytré.

## 6.3.2 Kritéria výběru

Kritéria pro umístění chytrých stanic jsou následující:

|   | Kritérium  | Seznam |
|---|--|--------|
| 1 | Uzlová stanice   | Širší  |
| 2 | Stanice v místě rozpojení distribuční linie                      |        |
| 3 | Topologie (pozice v rámci distribuční linie)                     |        |
| 4 | Stanice se špatným přístupem                                     |        |
| 5 | Na stanici je již zpracován návrh na obnovu jako chytrá stanice. |        |
| 6 | Stáří >25 let  | Užší   |
| 7 | Technologie VN s vyšší poruchovostí                              |        |



Obrázek 6 - Distribuční linie a větve

| Počet TS ve větvi [-] | Pro pochytrnění se volí TS                   |
|-----------------------|--|
| ≤4                    | Žádná  |
| <5; 12>               | V polovině větve s možností ±1 TS od ní      |
| <13; 16>              | Ve třetinách větve s možností ±1 TS od nich  |
| ≥ 17                  | Ve čtvrtinách větve s možností ±1 TS od nich |

### 6.3.2.1 Seznamy stanic určených pro obnovu na chytrou

**Širší seznam** zahrnuje všechny stanice vybrané podle kritérií 1 až 5. Počet stanic se shoduje s cílovou penetrací, danou NAP SG 14.

**Užší seznam**, který je předkládán útvaru realizace, zužuje širší seznam na základě kritérií 6 a 7, tj. stáří a technologie s vyšší poruchovostí. Zahrnuje cca 350 stanic, je **Obrázek 7 - Distribuční linie (větve)** předáván útvaru realizace. Míra obnovy je cca 120 stanic ročně, z toho 90-100 chytrých.

## 7 Komunikace chytrých stanic

Komunikační připojení je základní a nezbytnou podmínkou pro fungování chytrých stanic. Touto problematikou se intenzivně zabývala skupina NAP SG P13.

### 7.1 Komunikační úlohy a požadované parametry komunikace pro chytré stanice

Z jejich výstupů byly vybrány ty úlohy, které se přímo vážou k chytrým stanicím až už jako současné, nebo očekávané v budoucnu. Aktuální úlohy jsou následující tabulce vyznačeny zeleně.

Tabulka 4 - Aktualizovaná tabulka z NAP SG P13, vztahující se k chytrým stanicím

| Základní komunikační úlohy  | Typicky komunikující body | Typ komunikace                 | Kategorie stanice<br>Rozpadová/Manipulační/Signalizovaná |
|---|---------------------------|--------------------------------|--|
| Ochraný vedení  | stanice-stanice           | horizontální, příp. vertikální | Rozpadová  |
| Monitorování a měření (zahrnuje obchodní měření a měření kvality) | stanice-centrála          | vertikální                     | Všechny kategorie  |
| Sledování a řízení stability sítě                                 | stanice-centrála          | vertikální, příp. horizontální | Výhledově  |
| Telemetrie řídicích systémů (zahrnuje i provozní měření)          | stanice-centrála          | vertikální                     | Všechny kategorie  |
| Řízení zátěže a výroby  | stanice-centrála          | vertikální                     | Všechny kategorie  |
| Kamerové dohledy, systémy technické ochrany                       | stanice-centrála          | vertikální                     | Všechny kategorie  |
| Dohled sítě a dálková správa                                      | stanice-centrála          | vertikální                     | Všechny kategorie  |
| Komunikační integrace jiných systémů                              | Stanice-centrála          | Závisí na integrovaném systému | Všechny kategorie  |

V návaznosti na výše uvedenou kategorizaci byly aktualizovány i požadované parametry komunikace. Ty byly stanoveny s ohledem na komunikační nároky a charakter přenosu jednotlivých úloh a dále na základě zkušeností s již provozovanými stanicemi.

Tabulka 5 - Aktualizované požadavky z NAP SG P13 pro chytré stanice

| Kategorie stanice                 | Komunikační rychlost | Komunikační dostupnost | Cílová technologie              |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------|
| Spínací nebo rozpínací stanice VN | 1 Mbit/s             | 99,9%                  | Optika                          |
| DTS rozpadová                     | 1 Mbit/s             | 99,9%                  | Optika                          |
| DTS manipulační                   | 200 kbit/s           | 99,5%                  | Optika/mobilní operátor         |
| DTS signalizovaná                 | 200 kbit/s           | 99,0%                  | Mobilní operátor/privátní rádio |

## 7.2 Komunikační technologie

Podrobná analýza a vyhodnocení komunikačních technologií bylo provedeno v NAP SG P 13.

Z uvažovaných technologií připadají pro komunikaci chytrých stanic následující:

### 7.2.1 Mobilní operátor

Využití služeb mobilního operátora je operativní, nicméně jejich dostupnost není garantovaná. Kromě vyšších provozních nákladů oproti technologiím ve vlastnictví PDS nese s sebou jejich využívání i určitá rizika. Při bezproudí v dané oblasti dochází k výpadku napájení základnových stanic a zároveň lze očekávat vyšší nároky na komunikaci, přičemž využívaná datová M2M komunikace není prioritizována.

Zejména u spínacích/rozpínacích, rozpadových a manipulačních stanic jsou kladeny nároky na spolehlivou komunikaci právě při výpadku napájení v dané oblasti, aby mohly být provedeny příslušné manipulace. Proto u těchto kategorií stanic je cílovou komunikační technologií optika, mobilní operátor je využíván dočasně.

Zvýšení dostupnosti služeb mobilního operátora je možno řešit pomocí kombinace služeb dvou operátorů, je ovšem nutno ověřit, zda tito operátoři mezi sebou nesdílí infrastrukturu rádiové sítě. Další možnosti, jako je využití e-sim (tj. SIM nezávislé na konkrétním operátorovi) či využití národního roamingu nejsou v současné době dostupné.

V případě využití služeb mobilního operátora je nutné vyřešit mimo jiné následující témata:

- 1) Možnost přechodu na nového operátora bez nutnosti měnit SIM v koncových zařízeních
- 2) Předpokládaný objem dat a struktura datových tarifů, například data za stanici/datový pool pro více stanic
- 3) Vlastní správa SIM karet – aktivace, deaktivace, sledování nákladů
- 4) Dohled sítě – notifikace o výpadcích, dohled nad připojenými zařízeními atd.

### 7.2.2 Komunikace po silovém vedení VN (PLC/BPL VN)

Všichni PDS realizovali ve vlastních podmínkách pilotní projekty s touto technologií. Zjednodušeně lze shrnout základní poznatky to těchto bodů:

- Relativně vysoké náklady
- Při požadavku na komunikaci během výpadku napájení náklady na technické řešení radikálně rostou.
- Nutnost vybavovat komunikačními prvky i stanice, které nejsou chytré.
- Vazební členy působí problémy při najíždění a diagnostice kabelů

S komunikací PLC na hladině VN pro potřeby chytrých stanic se z výše uvedených důvodů nepočítá.

### 7.2.3 Komunikace po silovém vedení NN (PLC/BPL NN)

Pro případnou integraci chytrého měření je možno využít komunikaci po silovém vedení NN s tím, že ve stanici bude následně umístěn koncentrátor. Toto téma však není předmětem aktuálního projektu NAP SG 14.

### 7.2.4 Optická komunikace

Optická komunikace se jeví jako nejperspektivnější technologie v cílovém stavu. Jejím rozvoji a implementaci se věnuje skupina NAP SG 18.

### 7.2.5 Privátní rádio

V podmínkách mimoměstských oblastí je výhodné zejména pro monitorované stanice využít privátní rádio.

## 7.3 Plán komunikačního pokrytí stanic

Plán komunikačního pokrytí stanic optickou infrastrukturou je dán strategií rozvoje optické infrastruktury každého PDS. Tuto problematiku řeší karta NAP SG 18.

### 7.3.1 ČEZ Distribuce

V návaznosti na realizaci optické infrastruktury, projektu Chytrá DTS předpokládáme níže vedené rozdělení DTS dle komunikace:

| Milník/<br>kategorie | DTS rozpadová + manipulační |                  | DTS signalizovaná | Celkem |
|----------------------|-----------------------------|------------------|-------------------|--------|
|                      | Optika                      | Mobilní operátor | Mobilní operátor  |        |
| <b>2025</b>          | 952                         | 1034             | 25 258            | 27 244 |
| <b>2030</b>          | 2312                        | 2024             | 30 758            | 35 094 |
| <b>2040</b>          | 11 206                      | 6 380            | 30 758            | 48 344 |

### 7.3.2 EGD

Předpokládaná kumulativní navýšení chytrých DTS s rozdělením podle komunikace:

| Milník/kategorie | DTS rozpadová + manipulační |                  | DTS signalizovaná | Celkem |
|------------------|-----------------------------|------------------|-------------------|--------|
|                  | Optika                      | Mobilní operátor | Mobilní operátor  |        |
| <b>2025</b>      | 20                          | 180              | 6 300             | 6 500  |
| <b>2030</b>      | 350                         | 350              | 14 300            | 15 000 |
| <b>2040</b>      | 3 500                       | 2 500            | 15 000            | 21 000 |

### 7.3.3 PREDistribuce

Výstavba optické sítě pro zajištění konektivity objektů na hladině VN v prostředí městské sítě je vázána na obnovu kabelů VN a NN, která již dnes probíhá pomocí kombinovaných kabelů s integrovanou optickou trubičkou, umožňující pozdější instalaci optického kabelu. Za účelem nalezení optimální strategie rozvoje optické infrastruktury vznikl Masterplan rozvoje optik. Jeho

úkolem je prioritizace obnovy silových vedení, které zohledňuje i optickou konektivitu distribučních stanic.

V roce 2030 se předpokládá dosažení střednědobého cíle penetrace chytrých stanic (manipulačních DTS a rozpínacích stanic) v celkovém počtu 1500. Do roku 2040 bude postupně nahrazována komunikace prostřednictvím mobilního operátora optickou infrastrukturou. Instalace chytrých stanic bude v tomto období pokračovat zejména s ohledem na další přínosy, jako je integrace DECE, elektromobility a podpora AMM. Lze rovněž očekávat výrazný pokles cen technologií.

| Mílník/kategorie | Rozpínací stanice + DTS manipulační |                  | Celkem           |
|------------------|-------------------------------------|------------------|------------------|
|                  | Optika                              | Mobilní operátor |                  |
| <b>2025</b>      | 400                                 | 280              | 850 <sup>2</sup> |
| <b>2030</b>      | 770                                 | 730              | 1500             |
| <b>2040</b>      | 1350                                | 1150             | 2500             |

## 8 Pilotní projekty

- Téma bude řešeno v roce 2021

## 9 Report realizace chytrých stanic

První report bude zaslán k 12/2020. Dále bude prováděn na roční bázi vždy na začátku kalendářního roku za předchozí rok.

---

<sup>2</sup> Celkový počet stanic s komunikací je vyšší než součet sloupců proto, že část rozpínacích stanic komunikuje prostřednictvím metalických sdělovacích kabelů. Jejich náhrada za optickou síť se plánuje do roku 2030.