

INSTALACE DÁLKOVĚ OVLÁDANÝCH PRVKŮ NA VENKOVNÍCH VEDENÍCH VN V SÍTÍCH EG.D, A.S.

Michal Kučera, Milan Krátký EG.D, a.s

Příspěvek se zabývá instalací dálkově ovládaných prvků (DOP) do venkovních vedení VN v sítích společnosti EG.D, a.s., primárně je zaměřen na instalaci recloserů. Ty pomáhají snižovat dopad poruch VN, a to tak, že přispívají ke zkrácení času k lokalizaci poruchy, někteří odběratelé nejsou navíc poruchou postiženi vůbec. Je popsána metodika, podle které byla vybírána nejvhodnější místa pro instalaci, je popsán vývoj počtu DOP a také cílový počet recloserů, který byl stanoven na základě odborné studie. Dále jsou zmíněny předpokládané a již viditelné dopady do parametrů kvality SAIDI a SAIFI.

1. ÚVOD

Ke zvyšování spolehlivosti sítí a ke splnění stále se zpřísnujících požadavků na kvalitativní parametry SAIDI a SAIFI musí provozovatelé distribučních sítí neustále rozšiřovat množství dálkově ovládaných prvků v sítích. Velmi důležitou je v této oblasti napěťová hladina VN, která se na celkových SADI a SAIFI podílí nejvyšší mírou.

1.1. DÁLKOVĚ OVLÁDANÉ PRVKY VE VENKOVNÍCH SÍTÍCH VN

1.1.1. Dálkově ovládané úsekové odpínače

Dálkově ovládaný úsekový odpínač („DOÚS“) je prvek, který umožňuje dálkové spínání určitého úseku vedení vysokého napětí při jmenovité zátěži. Celá sestava se skládá ze samotného odpínače, napájecího transformátoru napětí, ovládacího ramene, pohonu a ovládací skříně. DOÚS umožňuje i manuální místní spínání. DOÚS mohou být dále vybaveny měřením veličin P, Q, U.



Obrázek 1: Vlevo: DOÚS, vpravo recloser

1.1.2. Reclosery

Recloser je dálkově ovládaný vypínač s funkcí OZ, umístěný na venkovním vedení VN. Reclosery jsou vybaveny měřicími a monitorovacími funkcemi. Na rozdíl od DOÚS umožňuje i spínání zkratových proudů. V tom jeho velká výhoda. V případě, že nastane porucha na vývodu až za recloserem, dojde k vybavení nadproudové ochrany recloseru a nemusí být odpojen celý vývod. VN porucha tedy nepostihne tak velký počet odběratelů. I v případě, že dojde k poruše před recloserem, má recloser svůj význam. Dispečer vidí, že recloser nevybavil a tím pádem ví, že porucha se nachází před recloserem, což napomáhá k rychlejšímu dohledání poruchy.



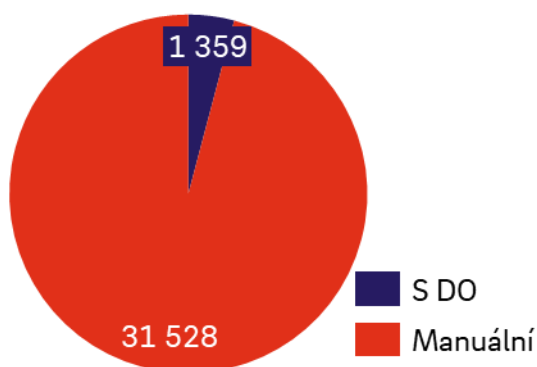
Obrázek 2: Detailní pohled na recloser

1.2. AKTUÁLNÍ STAV V SÍTÍCH EG.D

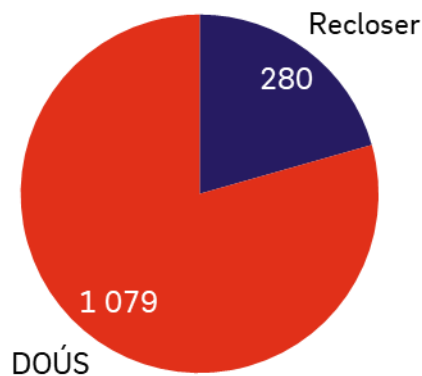
Společnost EG.D, a.s. v současnosti (rok 2023) celkově provozuje 22 098 km vedení sítí VN. Z toho činí venkovní sítě 17 877 km, zbylých 4 221 km tvoří sítě kabelové. Počet kabelových vedení každoročně narůstá, zatímco délka venkovních pomalu klesá.

V prvním pololetí roku 2023 bylo ve venkovních VN sítích instalováno celkem 1 372 dálkově ovládaných prvků. Manuálně ovládaných prvků bylo v síti 31 528 ks.

Úsekové spínače (vypínače)
ve venkovních sítích VN



DO prvky ve venkovních sítích VN

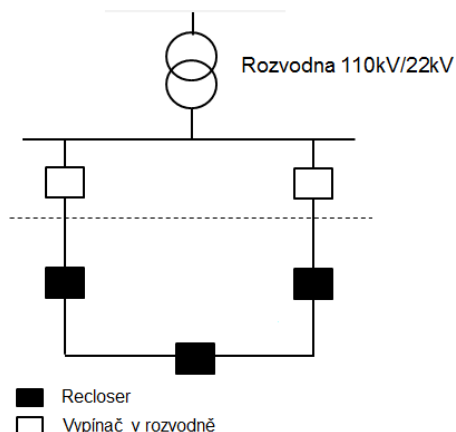


Obrázek 3: Počty úsekových spínačů a recloserů v sítích VN v roce 2023

2. DOPLŇOVÁNÍ RECLOSERŮ

2.1. PILOTNÍ PROJEKT

První pilotní projekt na instalaci 3 ks recloserů proběhl v roce 2021 na linkách Malčice a Kasejovice. Tyto reclosery byly instalovány v rámci vývodů napájených z jedné rozvodny a byla zde otestována i možnost paralelního provozování vývodů VN. Tento pilotní projekt reagoval na měnící se legislativu, kdy byly nově zavedeny penalizace za nedodržování parametrů kvality. A jelikož největší podíl na parametrech SAIDI a SAIFI má hladina VN (zhruba 80 %), bylo rozhodnuto o zaměření investičních opatření hlavně do této hladiny. Pilotní projekt měl jako jeden z cílů najít vhodných typ dálkově ovládaného prvku pro hladinu VN.

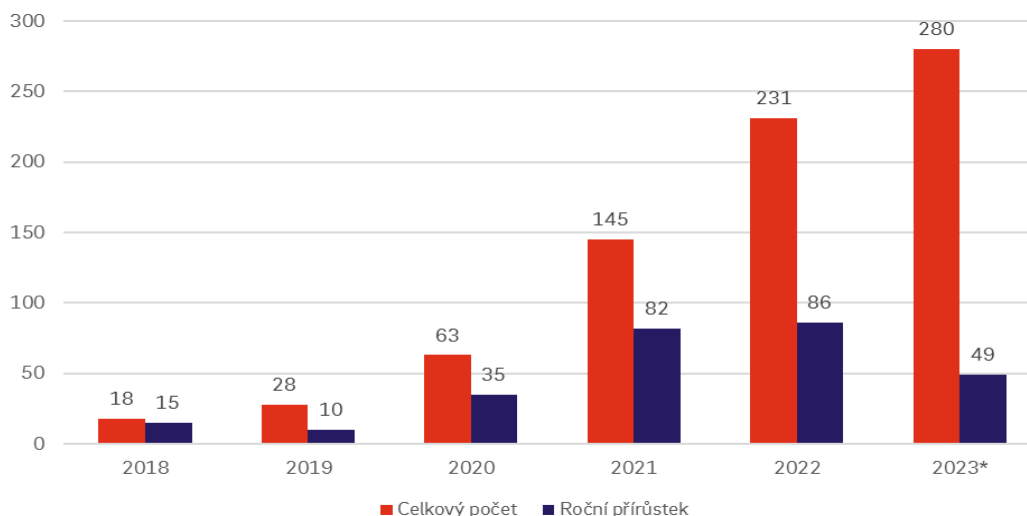


Obrázek 4: Rozmístění recloserů při pilotním projektu

V pilotním projektu bylo v praxi prokázáno, že instalace recloserů pomáhá snižovat parametry SAIDI a SAIFI výrazněji než pouhá instalace dálkově ovládaných úsekových spínačů. Po porovnání závěrů z pilotního projektu, zvážení všech technických výhod recloserů a zároveň porovnáním nákladů, které byly v případě recloserů asi o 20 % vyšší, byl učiněn závěr, že technické přínosy převažují nad zvýšenou investiční náročností. Proto bylo rozhodnuto o hromadném nasazování recloserů, které byly upřednostněny před DOÚS.

2.2. PLOŠNÁ INSTALACE

V první vlně bylo rozhodnuto o instalaci 120 ks recloserů. S plošnou instalací se začalo během roku 2018. Během instalací první vlny bylo rozhodnuto o navýšení počtu prvků na 400 ks.



Obrázek 5: Vývoj počtu recloserů

2.2.1. Metodika výběru lokalit k instalaci

Pro účely stanovení nejvhodnějších míst pro instalaci recloserů proběhla analýza poruchovosti VN linek a jejich podílu na celkovém SAIDI a SAIFI. Pro instalaci recloserů bylo vybráno „nejhorších“ 120 linek, kdy do každé linky byl vybrán právě jeden recloser.

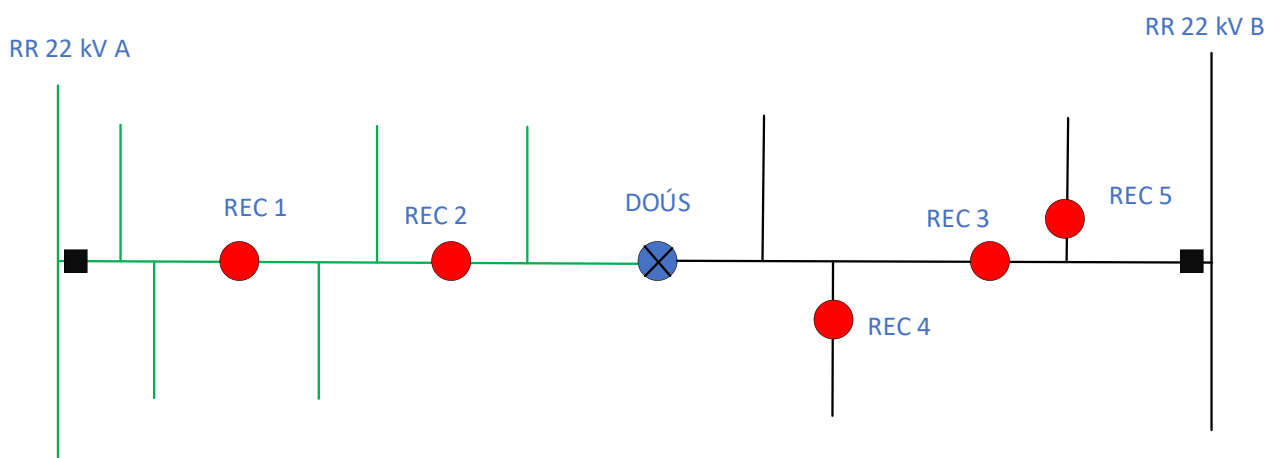
V druhém kroku byla hledána nejvhodnější lokalita v rámci linky, a to na základě lokalizace poruch do konkrétních úseků. V případě, kdy by poruchy byly rozloženy rovnoměrně po celé lince, byla by tato ideální pozice přesně uprostřed linky. Čím více byly poruchy soustředěny ke konci linky, tím více se ideální poloha posouvala směrem od rozvodny a naopak.

Finální slovo při výběru lokalit měli vždy pracovníci dispečinku, kteří mohli pozici ještě drobně upravit dle provozních zkušeností. Tímto způsobem bylo vybráno prvních 120 lokalit pro instalace recloserů.

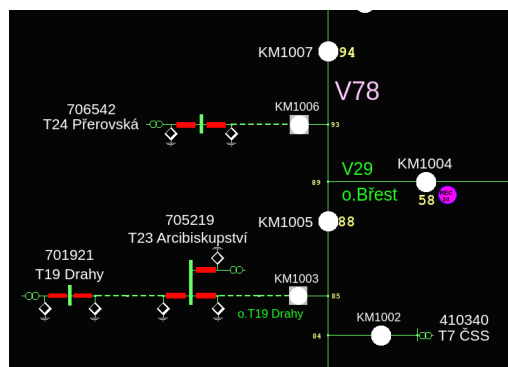
V druhé vlně, při rozhodnutí rozšířit celkový počet na 400 ks, bylo postupováno podobnou metodikou. V případě pokrytí instalací vytípaných z hlediska potřeby snížení SAIDI/SAIFI byly instalace prováděny se zohledněním potřeb přímého dispečerského řízení. Z tohoto důvodu bylo také odstoupeno od pravidla maximálně jednoho recloseru na jednu linku. Stále se ovšem dodržovalo pravidlo maximálně jeden recloser v sérii směrem od rozvodny, jelikož každý další recloser prodlužuje vypínací čas u vývodových ochran.

K upuštění od této podmínky došlo při rozhodnutí pokračovat v instalacích po roce 2024, kdy by mělo být dosaženo cíle 400 ks. Podmínka byla upravena na možnost maximálně dvou recloserů v sérii v napájecí trase. Tato skutečnost sice povede k prodloužení vypínacích časů na vývodové ochraně, nicméně ještě nedojde k ohrožení bezpečného provozu.

Následující obrázek demonstruje možnosti instalace recloserů s dodržováním pravidla maximálně dvou recloserů v sérii. Vývod z rozvodny B sice obsahuje celkem tři reclosery, v sérii směrem od rozvodny jsou ovšem maximálně dva.



Obrázek 6: Příklad rozložení recloserů při respektování pravidla maximálně dvou recloserů v sérii v napájecí trase



Obrázek 7: Zakreslení plánovaných recloserů v dispečerském systému

Pro vyšší přehlednost jsou všechny plánované reclosery rovněž zakresleny v dispečerském řídicím systému.

2.3. STANOVENÍ CÍLOVÉHO STAVU

Pro stanovení cílového stavu byla společností EGÚ Brno zpracována studie [2]. Tato studie měla za cíl mimo jiné stanovit maximální efektivní počet recloserů pro síť EG.D, který bude dávat ekonomický smysl. Studie byla počítána nejprve pro variantu s maximálně jedním recloserem v sérii, následně, po úpravě pravidel pro instalaci, i pro variantu maximálně dvou recloserů v sérii od napájecího bodu.

Pro stanovení cílového počtu posloužila jako vstupní data:

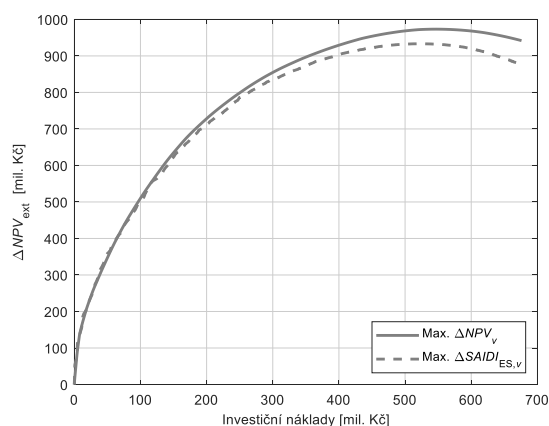
- Poruchovost z let 2012–2021
- Seznam všech VN vývodů
- Topologická data vybraných 50 vývodů
- Průměrné odběry na vývodech

Na základě dodaných dat bylo vybráno 50 vývodů, které svou povahou nejlépe reprezentovaly síť EG.D. Na tomto vzorku 50 vývodů byly provedeny spolehlivostní výpočty a výsledky byly následně extrapolovány na celou síť.

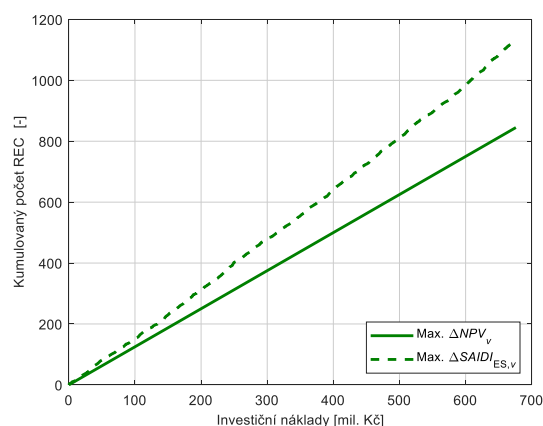
Typ/stav vývodu	Počet vývodů [-]			Rel. počet vývodů [%] z počtu všech vývodů			Rel. počet vývodů pro REC [%] z celk. poč. výv. pro REC
	Celkem	Pro REC		Celkem	Pro REC		
		Ne	Ano		Ne	Ano	
Venkovní	479	64	415	45,8	6,1	39,7	84,9
Smíšený	148	75	73	14,1	7,2	7,0	14,9
Kabelový	338	337	1	32,3	32,2	0,1	0,2
Vypnutý	81	81	0	7,7	7,7	0,0	0,0
Vše	1046	557	489	100,0	53,3	46,7	100,0

Tabulka 1: Závěry studie hodnotící možnosti instalace recloserů

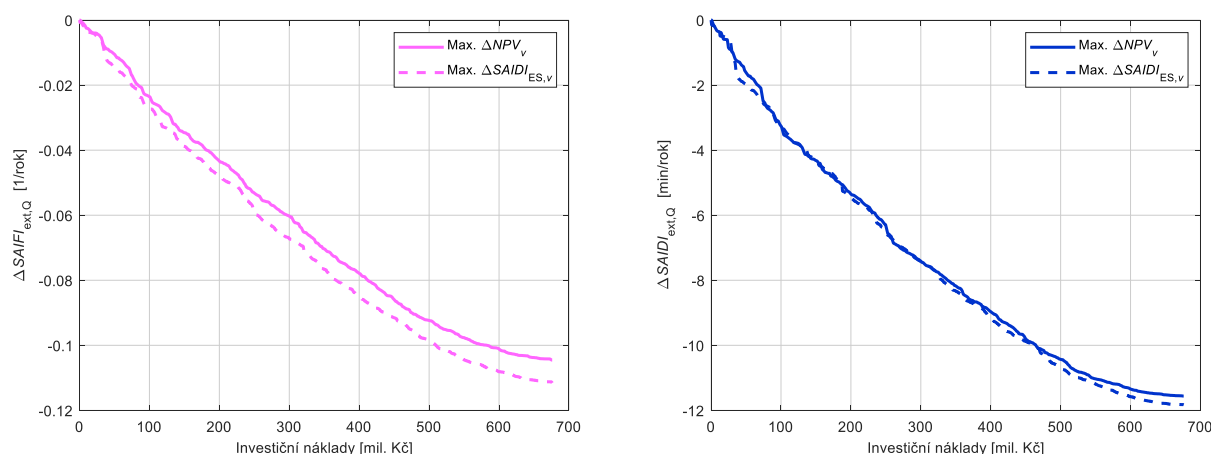
Pro instalaci recloserů je v síti EG.D vhodných 47 % všech vývodů. Ze závěrů studie vyplývá, že se zvyšujícím počtem recloserů již začne klesat jejich přínos na celkovém NPV. Nasycení dílčích závislostí v grafech lze pozorovat zhruba od investičních nákladů 600 mil. Kč.



a) Kumulovaná NPV



b) Kumulovaný počet REC



Obrázek 8: Závislost investičních nákladů na parametrech SAIDI/SAIFI

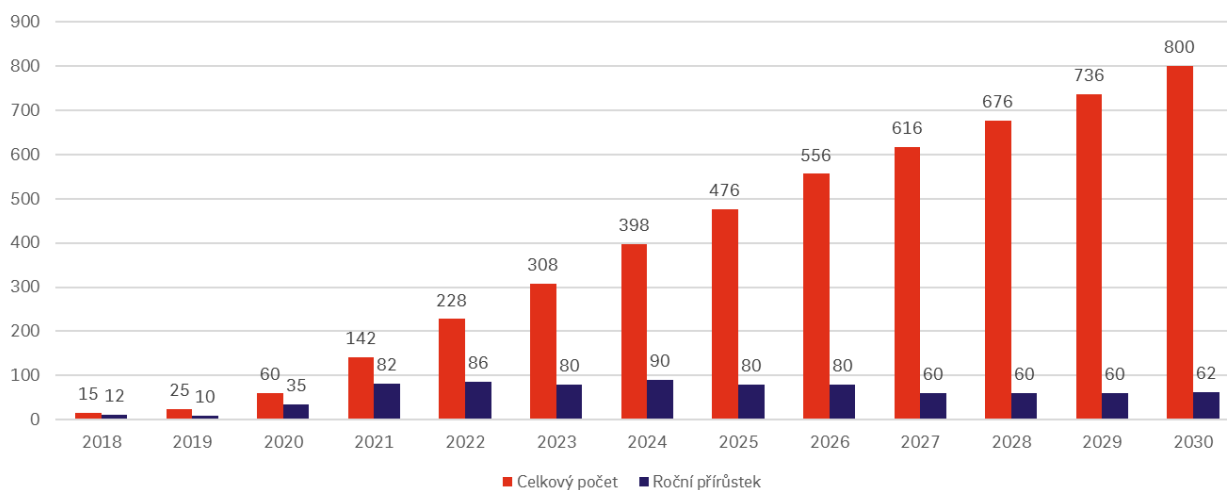
	Celkový odhad počtu REC v síti (mimo míst rozpojení) při max. 2 REC v sérii na vývodu	
	Dolní odhad	Horní odhad
Počet REC [-]	683	856
Inv. náklady N_i [mil. Kč]	546,4	684,8
Změna ΔNPV_{ext} [mil. Kč]	973,3	933,3

Tabulka 2: Efektivní počet recloserů v síti EG.D

Hlavním závěrem studie bylo, že za předpokladu možnosti instalace dvou recloserů v sérii, se celkový odhad efektivního počtu recloserů v síti pohybuje v rozpětí mezi 680 a 850 reclosery, přičemž dolní hranice je extrapolací výsledků pro ekonomicky nejvýhodnější řešení ze vzorku 50 vývodů a horní hranice je extrapolací, která dává přednost většímu snížení ukazatele SAIDI.

2.4. PLÁNY DO BUDOUČNA

Na základě studie [2] byl zvolen jako cílový stav počet recloserů 800 ks do roku 2030. Konkrétní lokality budou i nadále vybírány na základě požadavků dispečerů a dat o poruchovosti jednotlivých linek. V současnosti jsou vybrána konkrétní místa k osazení recloserů až do roku 2026.



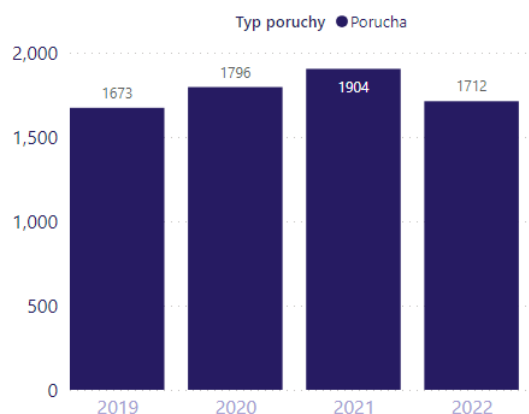
Obrázek 9: Současný vývoj a plány do budoucna v počtech recloserů

3. DOPADY DO PARAMETRŮ KVALITY

Pro sledování nepřetržitosti dodávky jsou využívány parametry SAIDI a SAIFI. Parametr SAIDI určuje průměrnou délku jednoho přerušení, parametr SAIFI průměrný počet odstávek na jedno odběrné místo za rok.

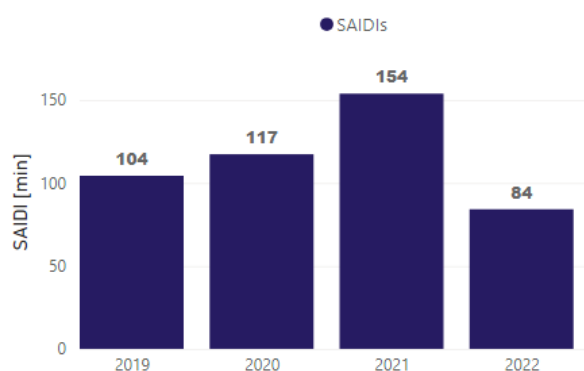
Pro účely sledování přínosu recloserů je vhodné dívat se na tyto parametry pouze za hladinu VN a dále je vhodné sledovat tzv. systémové parametry, tedy všechny poruchy, které se v síti vyskytly (pro účely hodnocení Q komponenty ERÚ některé typy poruch do výpočtu nevstupují, např. poruchy při kalamitách nebo zásahy třetích stran, nebo poruchy s trváním do 3 minut, i s tímto typem poruch ovšem reclosery velmi často pomáhají). Na rozdíl od Q komponenty nás zajímají pouze poruchy, u plánovaných odstávek se totiž přínos recloserů neprojevuje.

Následující obrázky ilustrují vývoj počtu poruch na hladině VN a vývoj parametrů SAIDI a SAIFI za výše uvedených podmínek (pouze hladina VN, systémové hodnoty, pouze poruchy, odstávky nejsou uvažovány).

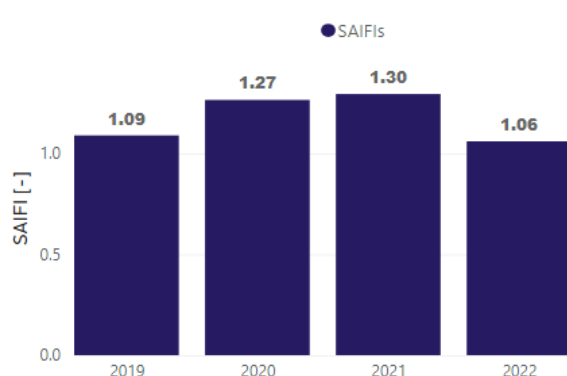


Obrázek 10: Vývoj počtu poruch na hladině VN

Vývoj SAIDI



Vývoj SAIFI



Obrázek 11: Vývoj parametrů SAIDI a SAIFI na hladině VN

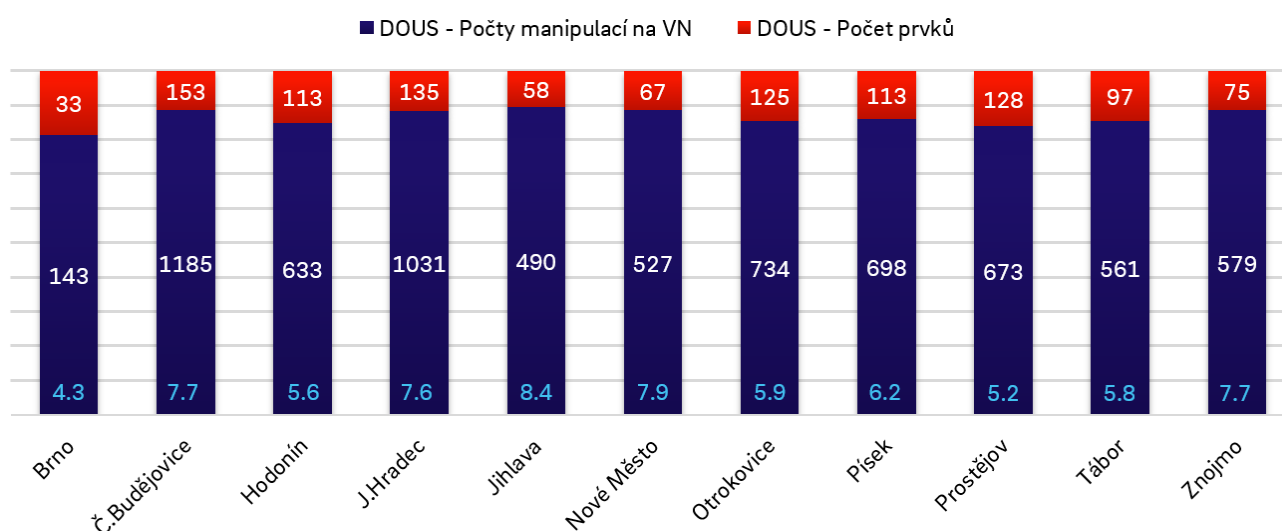
Na první pohled se může zdát, že v grafech není viditelný žádný znatelný pokles parametrů SAIDI/SAIFI, dokonce je zde značný nárůst v roce 2021. Ten byl ovšem způsoben tornádem, kterým bylo postiženo v červnu území Jižní Moravy. Když se ale porovná počet poruch z let 2019 (1 673) a z roku 2022 (1 712) a parametry SAIDI a SAIFI, tak lze pozorovat, že i při vyšším počtu poruch došlo k poklesu obou těchto parametrů. Je tedy zřejmé, že dopad jednotlivých poruch je nižší, a to jak v celkovém počtu postižených odběratelů, tak také v délce poruchy. Tento fakt je jednoznačně možné připsat právě narůstajícímu počtu recloserů

v síti. Odpojení pouze části postiženého vývodu způsobuje nižší počet zasažených odběratelů (propisuje se do parametru SAIFI). Rychlejší vymanipulování a nalezení poruchy zase snižuje délku výpadku (propisuje se do parametru SAIDI). Pro zjištění trendu bude vhodnější sledovat delší období než 4 roky, nicméně grafy začínají rokem 2019, kdy se začaly rozšiřovat reclosery ve větší míře.

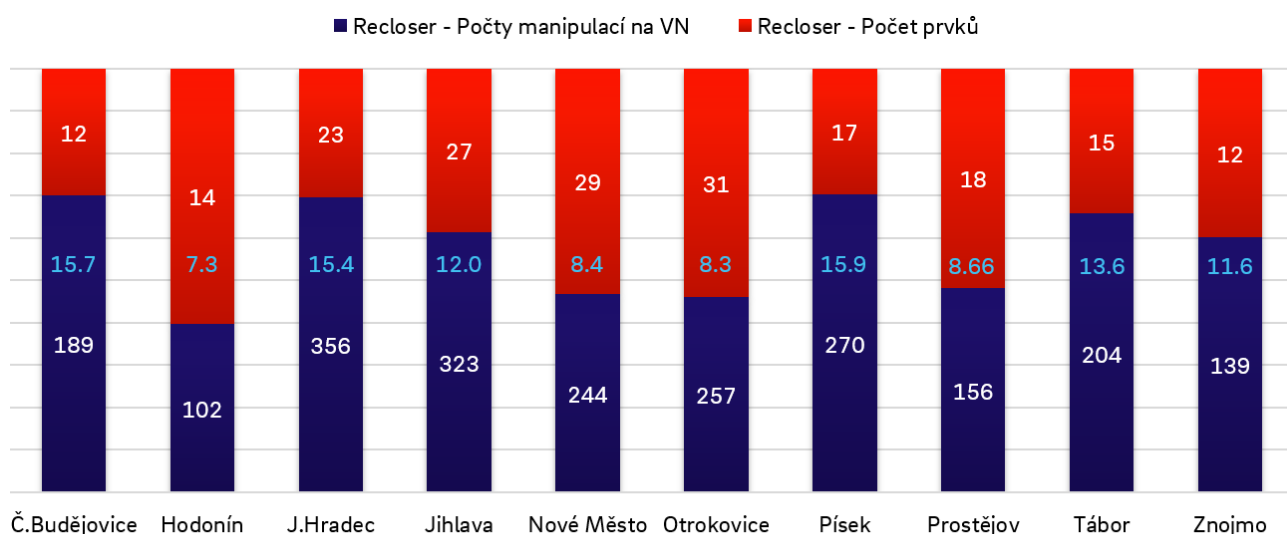
Cílem ovšem není pouze snižování dopadu poruch, ale rovněž snížení celkového počtu těchto poruch. Proto je ve společnosti EG.D, a.s. kladen také velký důraz na kabelizaci na hladině VN.

4. POČTY MANIPULACÍ

Vypovídající výsledky také nabízí porovnání počtů manipulací DOÚS a recloserů. Jelikož reclosery umožňují automatické odpojování zkratů, je jejich využitelnost vyšší než u klasického dálkově ovládaného úsekového odpínače. Na grafech níže jsou vidět počty prvků v jednotlivých regionech a počty manipulací za rok 2022. Pomocí poměru těchto dvou hodnot je pak možné zjistit průměrný počet manipulací na daný prvek v jednotlivých regionech. Zatímco u DOÚS se toto číslo pohybuje v rozmezí 4–8 manipulací, u recloserů je 11–16 manipulací za rok.



* Počet manipulací na prvek



* Počet manipulací na prvek

5. ZÁVĚR

Reclosery jsou jedním z opatření, které pomáhají dlouhodobě zvyšovat kvalitu dodávky elektrické energie. Nejsou však jediným opatřením, mezi další opatření patří kabelizace na hladinách VN a NN, nebo větší počet úkonů, který je prováděn pod napětím. Pomocí souboru těchto opatření se daří dlouhodobě snižovat parametry SAIDI a SAIFI.

Jako cílový stav pro síť EG.D byl na základě studie zvolen počet recloserů 800 ks do roku 2030. Při vyšším počtu již přestává být investice ekonomicky zdůvodnitelná. Nadále bude pokračovat i instalace DOÚS v místech, kde není vyžadováno měření a ochranné funkce nemají smysl, jako např. propojovací bod mezi dvěma vývody, který je standardně vypnut.

Do budoucna se počítá i s otestováním pokročilejších automatizačních funkcí zvaných „self – healing“. Tato funkcionality spočívá v tom, že na základě komunikace jednotlivých prvků mezi sebou dojde při poruše k automatickému přepojení na novou konfiguraci, aby bylo zajištěno náhradní napájení.

6. LITERATURA

- [1] Kolář L., Kouba D., E.ON, Česká republika, Konference ČK Cired 2014, *Automatizace sítí – recloser*
- [2] Skala P., Krčál V, EGÚ Brno, *Cílená integrace recloserů do venkovních sítí VN*, 2022



Ing. Michal Kučera

Vystudoval VUT Brno FEKT, obor elektroenergetika. Ve společnosti EG.D, a.s. pracuje od roku 2015, od roku 2018 v oddělení Konceptního rozvoje. Aktuálně se zabývá analýzou a rozvojem sítě převážně na hladině VN.



Ing. Milan Krátký, Ph.D.

Vystudoval VUT Brno FEKT, ústav elektroenergetiky. Po dokončení Ph.D. pracoval v EGÚ Brno, a. s. v sekci Provoz a rozvoj elektrizační soustavy. Od roku 2021 pracuje ve společnosti EG.D, v současnosti jako vedoucí oddělení Konceptního rozvoje.