

**NAP SG – OPATŘENÍ A 16 „MĚŘENÍ Q A ÚČINÍKU U MOP“**

**SOUHRNNÁ ZPRÁVA**

**PROBLEMATIKA MĚŘENÍ Q A ÚČINÍKU  
U ODBĚRATELŮ NA HLADINĚ NN**

## OBSAH

1. ÚVOD.....	3
2. ROZSAH PODKLADŮ PRO VYHODNOCENÍ .....	4
3. STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ ODBĚRNÝCH MÍST V SÍTÍCH NN.....	4
4. ANALÝZA TOKŮ JALOVÝCH VÝKONŮ U ODBĚRNÝCH MÍST NA HLADINĚ NN .....	8
5. ANALÝZA TOKŮ JALOVÝCH VÝKONŮ V TRANSFORMAČNÍCH UZLECH VN/NN .....	9
6. ANALÝZA TOKŮ JALOVÝCH VÝKONŮ V SÍTÍCH S ROZPTÝLENOU VÝROBOU .....	10
7. OVĚŘOVACÍ MĚŘENÍ NA NAPĚŤOVÉ HLADINĚ NN .....	11
8. MODEL SÍTĚ NN A SLEDOVÁNÍ VLIVU TOKŮ JALOVÉ ENERGIE NA DISTRIBUČNÍ SÍŤ .....	13
9. ODHAD ZMĚN POMĚRŮ TOKŮ JALOVÝCH VÝKONŮ V HORIZONTU LET 2020 – 2040 .....	15
10. VÝVOJ SPOTŘEBY JALOVÉ ENERGIE NA HLADINĚ NN .....	15
11. PLATBY ZA JALOVÝ VÝKON VE STÁTECH STŘEDNÍ EVROPY .....	18
12. POŽADAVKY NA ELEKTRICKÁ MĚŘIDLA NA HLADINĚ NN.....	19
13. NÁVRH ZPŮSOBU VYHODNOCOVÁNÍ MĚŘENÍ Q NA VŠECH NAPĚŤOVÝCH HLADINÁCH .....	20
14. CELKOVÉ SHRNUÍ.....	21

# 1. ÚVOD

Hlavním účelem studie bylo ověřit současný stav toků jalových výkonů v distribuční síti s důrazem na hladinu nízkého napětí. Studie slouží pro rozhodování distribuční společnosti, jak postupovat, popř. získat údaje:

- při stanovení požadavků na technické vybavení přístrojů pro měření elektrické energie u odběratelů na hladině nn
- při navrhování opatření na omezení vlivu toků jalových výkonů v sítích nn s ohledem na vývoj spotřebičové základny, kabelizace sítí, penetrace rozptýlené výroby, apod.
- o analýze portfolia odběrných míst na hladině nn z hlediska vlivu na toky jalového výkonu
- posouzení možného ekonomického vlivu na odběratele na hladině nn v případech zvýšeného vlivu na toky jalových výkonů
- v rámci celkového konceptu Managementu Q z pohledu hladiny nn

Zákazníky připojované na hladině nn lze rozdělit na maloodběr podnikatelé a maloodběr obyvatelstvo. Úkolem studie byl popis jejich chování z pohledu odebírané a dodávané činné a jalové energie, jakým způsobem mění chování sítě nn a jak ji ovlivňují.

Předpokládá se sledování vlivu odběrných míst na distribuční soustavu (DS) především na hladině nn, informace o ostatních hladinách mají spíše doplňkový charakter. Vyšší hladiny z pohledu toků jalových výkonů a vzájemných vazeb mezi nimi jsou předmětem problematiky celkového „Managementu Q“. Pro vyhodnocení byly použity data z vybraných průběhových měření činných a jalových energií a to:

- data z elektroměrů s průběhovým měřením na hladinách 0,4, 22 a 35 kV
- data z kvalitoměrů umístěných v DTS
- data z elektroměrů velkoodběratelů na hladině vysokého napětí
- data z elektroměrů výrobců el. energie na hladinách nn a vn
- data získaná z pilotních projektů AMM
- data poskytnutá jednotlivými PDS z individuálních měření kvality vybraných odběrných míst

Všechna data byla zpracována jednotnou metodikou zahrnující prvky statistiky, rozložení četností a relativního posuzování výsledků, aby bylo možné výsledky zobecnit pro celé území ČR. Dílčím výsledkem studie byla analýza transformačních uzlů vn/nn z pohledu velikosti a směru toků jalové energie, odhad typů odběrů, které mají významný vliv.

Výsledky analýz dat z elektroměrů byly dále použity pro vytvoření vzorových modelů sítí nn, které simulovaly změny toků jalové energie v typových sítích nn s dopadem na transformační uzel vn/nn. Současně byl zkoumán vliv toků jalových výkonů na činné ztráty.

Výsledky měření poskytly podrobný rozbor struktury odběru činného a jalového výkonu v síti nn. Dále poskytly podklad pro posouzení vybavování přístrojů pro měření toků jalové energie v předávacích místech odběratelů, návrhu doby měřicí periody, atd.

Ve studii je rozebrán odhad možného vývoje jalové spotřeby v sítích nn s ohledem na její vývoj, zejména s rozšiřováním instalací s malými zdroji rozptýlené výroby, změnou elektrických parametrů el. spotřebičů a rozvojem kabelizace sítí.

Byly analyzovány a porovnány metodiky vyhodnocování toků jalových výkonů v dalších vybraných zemích EU.

Na základě provedených analýz byl vytvořen návrh požadovaných parametrů měřidel toků elektrické energie v předávacích místech hladiny nn. Parametry měření jsou závislé zejména na typu odběratele a velikosti hlavního jistícího prvku.

## 2. ROZSAH PODKLADŮ PRO VYHODNOCENÍ

Celkový rozsah zpracovávaných dat poskytnutých jednotlivými distribučními společnostmi vyplývá z následující tabulky č. 1:

	ČEZ	E.ON	PRE
<b>TDD</b>	867 měření data po 15 min za rok 2015	248 měření data po 15 min za březen + duben 2016	-----
<b>nn</b>	35 506 měření data po 1 měsíci za rok 2015	390 měření leden + červen	208 měření data po 15 min za leden a červenec za rok 2015
<b>vn</b>	12 628 měření data po 1 měsíci za rok 2015	8290 měření statistická data po měsíci	1897 měření roční data + po 15 min
<b>DTS</b>	60 + 2678 (DAM) měření data po 15 min za rok 2015	80 měření měření za 1 týden v roce	cca 3000 měření data po 10 min za rok 2015
<b>Statistiky</b>	MOO: 3 155 733 měření MOP: 431 080 měření	MOO: 1 318 060 měření MOP: 181 602 měření	MOO: 649 993 měření MOP: 127 492 měření
<b>Ověřovací měření</b>	67 měření	39 měření	11 měření

Tab. č. 1: Množství zpracovaných podkladů od jednotlivých distribučních společností

## 3. STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ ODBĚRNÝCH MÍST V SÍTÍCH NN

Statistická data popisují technický rozsah odběrných míst členěný podle počtu odběrných míst se stejnou velikostí hlavního jistícího prvku, jednofázového a třífázového odběru a množství roční odebrané činné elektrické energie. Odběrná místa jsou členěna podle dvou základních typů - maloodběr podnikatelé (MOP) a maloodběr obyvatelstvo (MOO).

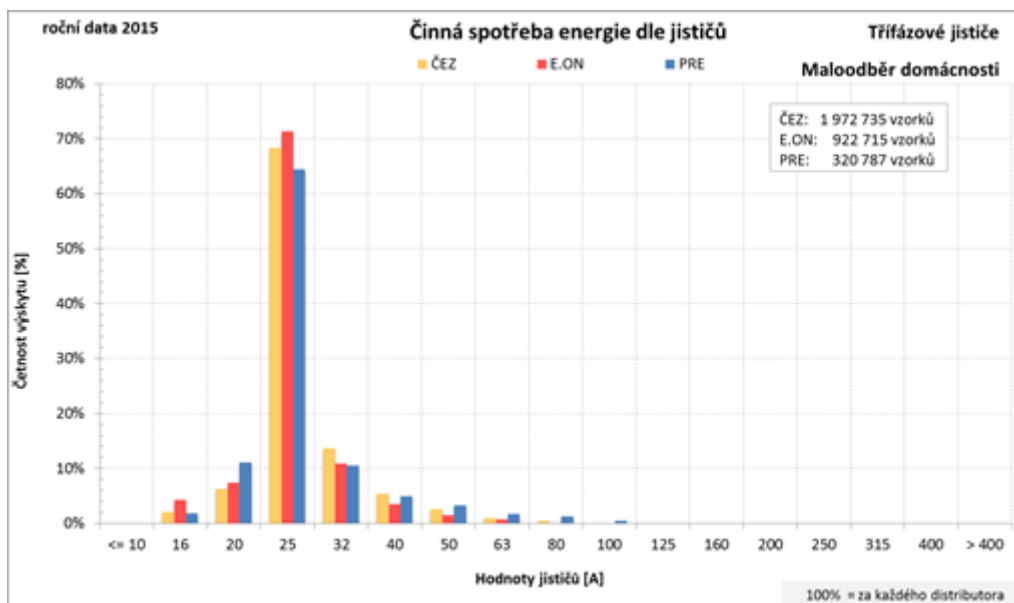
V tabulce č. 2 je uvedena kumulativní četnost přírůstku všech odběrných míst MOO a MOP. Je zřejmé, že nejvyšší počet odběrných míst je připojený do distribučních sítí má hlavní jistící prvek 25 A. U maloodběru obyvatelstvo jde o 74%, u maloodběru podnikatelé 42,1% všech třífázových odběrných míst. Nezanedbatelný je sektor s jednofázovými odběry, který u MOO 37,2% ze všech odběrných míst, u MOP je to 24,8%.

Maloodběr obyvatelstvo (MOO)				Maloodběr podnikatelé (MOP)			
Jistič [A]	Počet odběratelů [-]	Kumulativní součet [-]	Kumulativní součet [%]	Jistič [A]	Počet odběratelů [-]	Kumulativní součet [-]	Kumulativní součet [%]
nad 400 A	1	1	0,00%	nad 400 A	574	574	0,10%
400	11	12	0,00%	400	1 050	1 624	0,29%
315	13	25	0,00%	315	1 437	3 061	0,55%
250	26	51	0,00%	250	2 674	5 735	1,03%
200	76	127	0,00%	200	4 460	10 195	1,83%
160	179	306	0,01%	160	7 771	17 966	3,23%
125	259	565	0,02%	125	6 831	24 797	4,45%
100	725	1 290	0,04%	100	11 339	36 136	6,49%
80	2 403	3 693	0,11%	80	19 464	55 600	9,99%
63	7 328	11 021	0,34%	63	28 554	84 154	15,12%
50	24 764	35 785	1,11%	50	36 627	120 781	21,69%
40	58 960	94 745	2,95%	40	40 569	161 350	28,98%
32	170 773	265 518	8,26%	32	46 965	208 315	37,42%
25	2 379 520	2 645 038	82,24%	25	234 549	442 864	79,55%
20	355 418	3 000 456	93,29%	20	52 608	495 472	88,99%
16	185 703	3 186 159	99,06%	16	50 447	545 919	98,06%
10	30 078	3 216 237	100,00%	do 10 A	10 827	556 746	100,00%
1f	1 907 549	5 123 786		1f	183 428		
<b>Suma:</b>	<b>5 123 786</b>	<b>odběrných míst</b>		<b>Suma:</b>	<b>740 174</b>	<b>odběrných míst</b>	

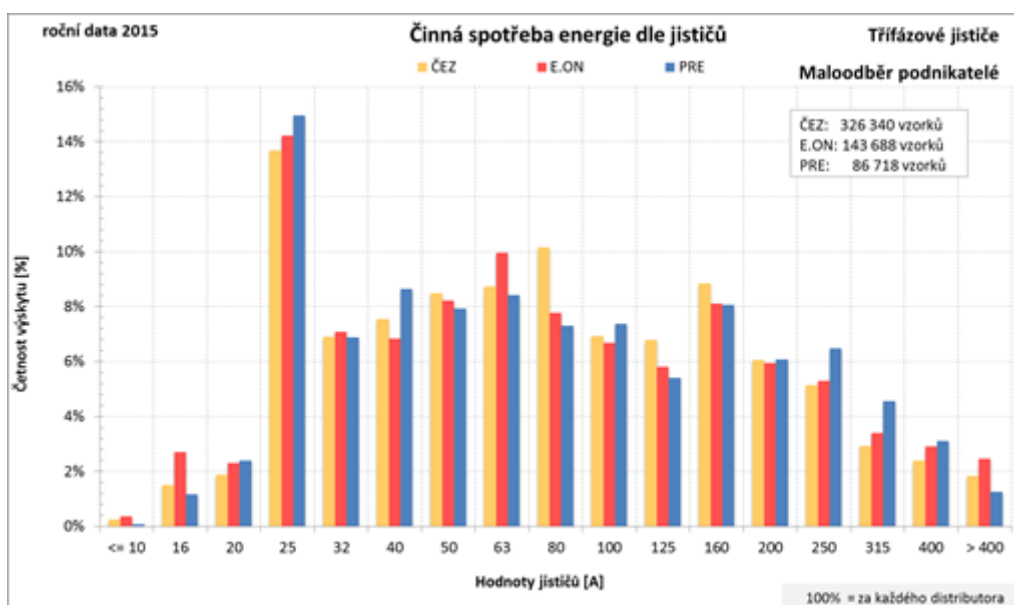
Tab. č. 2: Kumulativní četnost odběrných míst na hladině nn členěná podle hl. jističího prvku, typu odběratele a počtu připojených fází

Z pohledu vlivu uvedených odběrných míst na celkový odběr činné energie dokumentují obrázky č. 1 a 2. Zde je zřetelný podstatný vliv mezi oběma typy odběratelů. Sektor maloodběru obyvatelstva má z hlediska odběru činné elektrické energie největší zjištěné hodnoty pro hlavní jističí prvek 25 A. Velikosti odběru u vyšších jističích prvků MOO výrazně klesají, úměrně počtu odběrných míst. Naopak množství odebrané elektrické energie v sektoru maloodběru podnikatelé je u odběrných míst s jističími prvky nad 25 A podstatně vyšší (více jak 80%) z celkového množství odebrané elektrické energie za oba sektory.

Nejčastěji používaným hlavním jističím prvkem jsou jističe se jmenovitou hodnotou 25 A, a to jak u jednofázových, tak i třífázových odběrů.

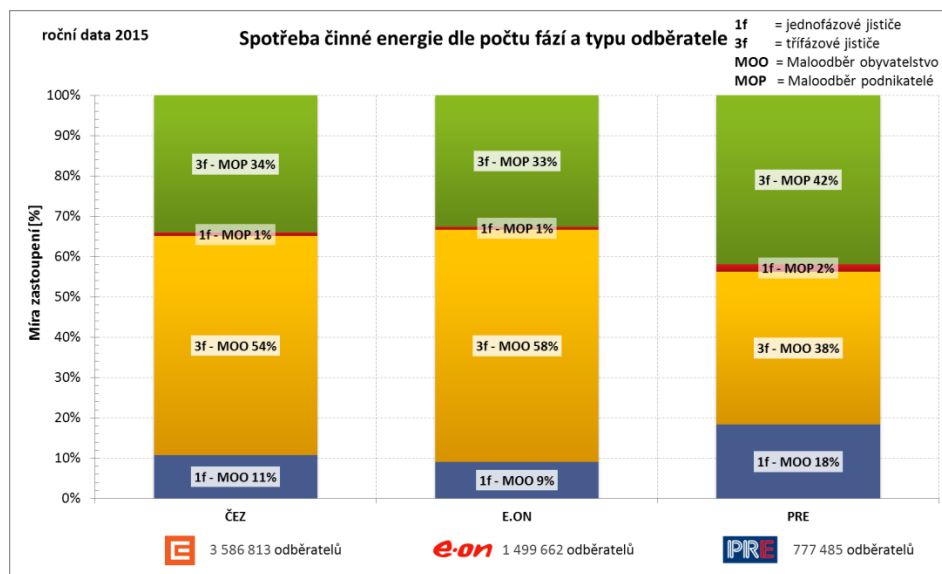


Obr. č. 1: Procentní vliv odběru činné energie odběrných míst MOO podle velikosti jisticího prvku

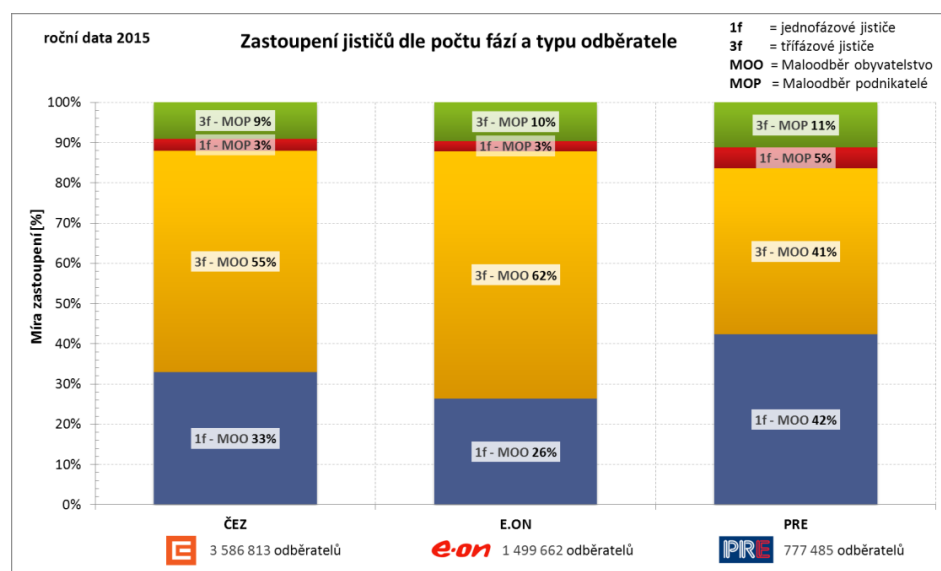


Obr. č. 2: Procentní vliv odběru činné energie odběrných míst MOP podle velikosti jisticího prvku

Statistické údaje doplňují obrázky č. 3 a č. 4, které popisují rozdělení činné spotřeby elektrické energie a zastoupení jističů mezi jedno a třífázové odběry a mezi podnikatelský a bytový sektor.



Obr. č. 3: Podíl spotřebované činné energie MOO a MOP, 1f a 3f odběrů jednotlivých distributorů

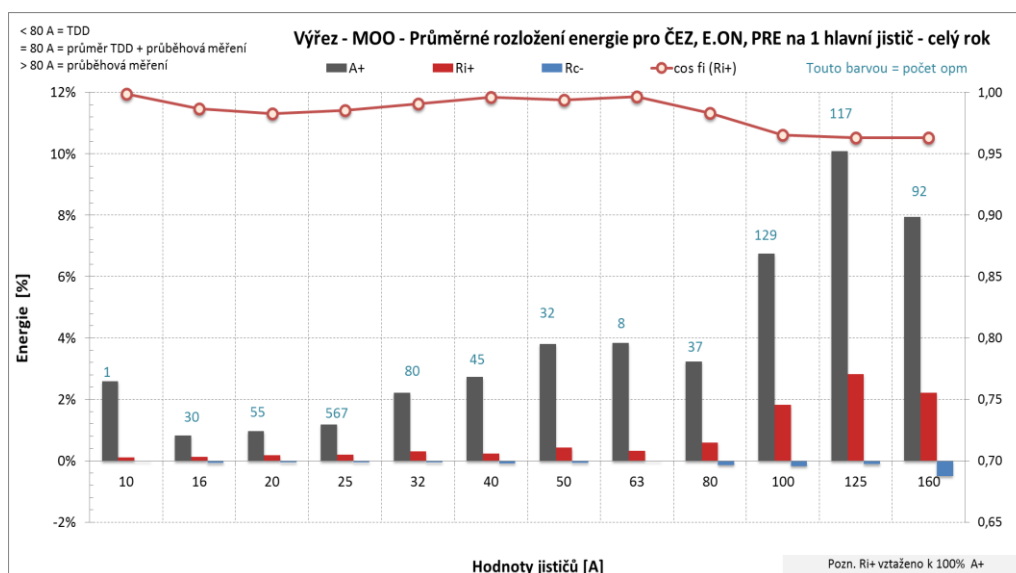


Obr. č. 4: Zastoupení jističů MOO a MOP podle počtu fází a typu odběratele u jednotlivých provozovatelů distribučních soustav

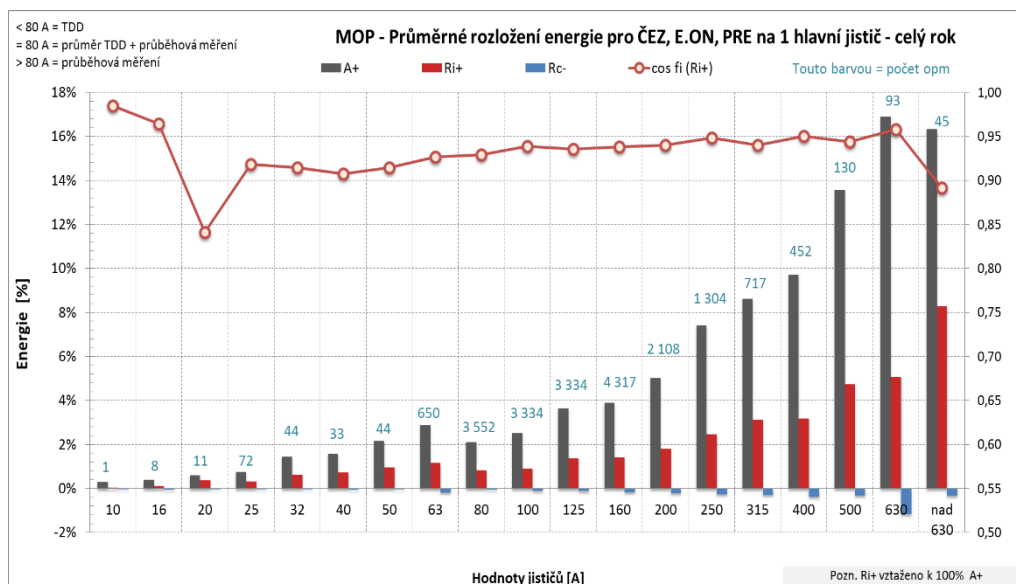
U odběrných míst na hladině nn výrazně převažují odběrná místa s třífázovým připojením, u PRE distribuce je tento počet jednofázových odběrů vyšší, což je dáno především vyšší bytovou zástavbou s centrálním vytápěním a dodávkou teplé užitkové vody, kde jsou nižší nároky na velikost spotřeby elektrické energie.

## 4. ANALÝZA TOKŮ JALOVÝCH VÝKONŮ U ODBĚRNÝCH MÍST NA HLADINĚ NN

Jednalo se převážně o měsíční údaje P/Q, malá část (cca 1000 odběrných míst) byla k dispozici i s intervaly 15 minut. Čtyřkvadrantní profily dat pak umožnily sledovat toky jalových výkonů v induktivní i kapacitní oblasti. Následující vyhodnocení platí pro vyhodnocení ročních průměrů. Na obrázku č. 5 jsou ukázány měřené údaje odběrných míst nn z pohledu činné a jalové spotřeby odběrných míst podle velikosti hlavního jističího prvku a typu odběrného místa MOO/MOP.



Obr. č. 5: Činné a jalové spotřeby vztažené na jedno odběrné místo podle velikosti hl. jističího prvku, maloodběr-obyvatelstvo



Obr. č. 6: Činné a jalové spotřeby vztažené na jedno odběrné místo podle velikosti hl. jističího prvku, maloodběr-podnikatelé



Ačkoli se jedná o průměrné hodnoty, je zřejmé, že sektor MOO je z pohledu jalové spotřeby spíše neutrální. Sektor MOP má už od hlavního jistícího prvku 20 A účinník znatelně horší. V kombinaci s velikostí odebrané činné energie (obr. 3) se stává dominantním prvkem, který ovlivňuje toky na hladině nízkého napětí.

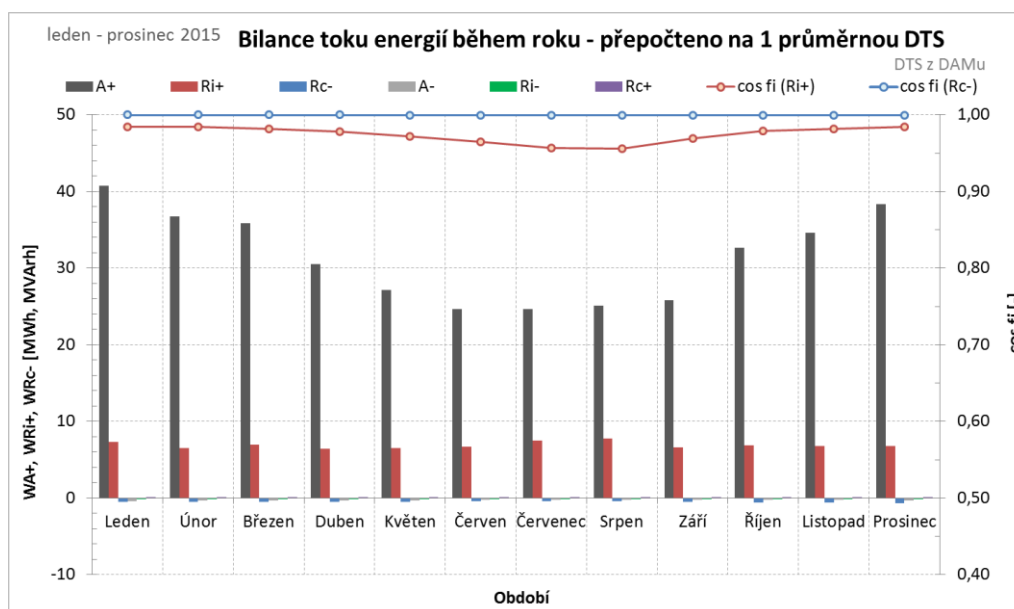
## 5. ANALÝZA TOKŮ JALOVÝCH VÝKONŮ V TRANSFORMAČNÍCH UZLECH VN/NN

Pro vyhodnocení bylo vybráno celkem 3 000 DTS všech distributorů, u kterých byl k dispozici celoroční záznam dat. U nich se analyzovaly toky činné a jalové energie ve všech kvadrantech.

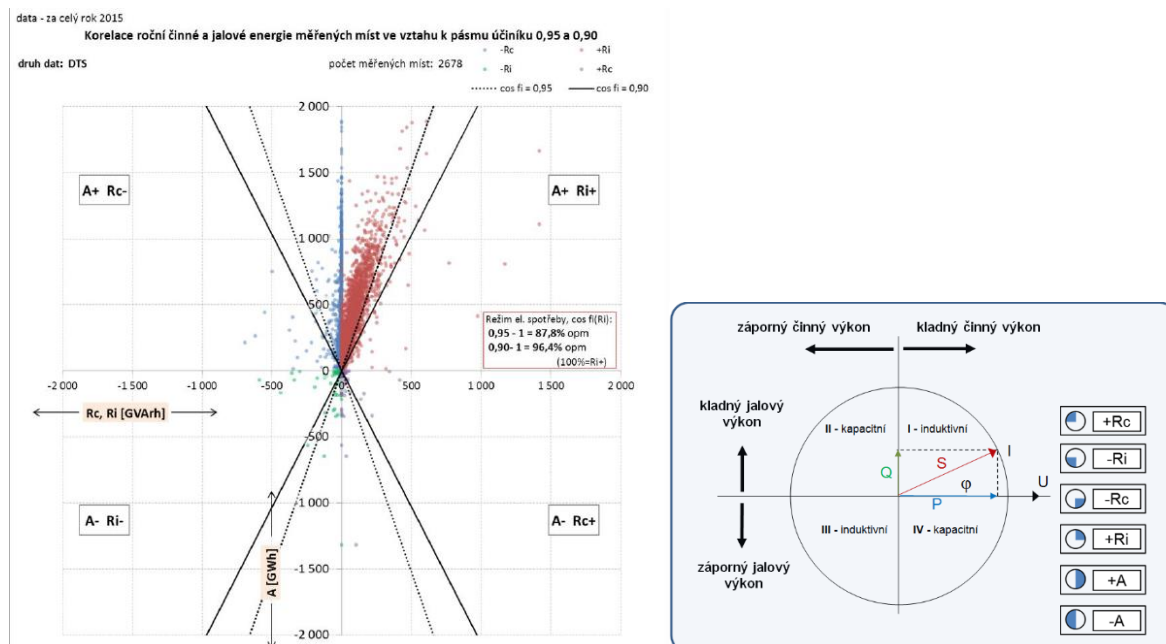
Na obrázku č. 7 jsou shrnuty statistické hodnoty přepočtené na průměrnou spotřebu jedné trafostanice. Z výsledků je zřejmé, že zatímco jalová spotřeba/dodávka se během roku příliš nemění, v letních měsících klesá činná spotřeba. To má za následek zhoršování účinníku odběru, ale v porovnání se zimními měsíci se nezvýší ztráty v distribuční síti.

Jalový odběr se v letních měsících mírně zvyšuje, což je možné vysvětlit zvýšeným provozem chladicí a klimatizační, popřípadě i ventilační techniky využívané k tepelné stabilizaci prostor a potravin.

Vliv na celkovou bilanci toků činné a jalové energie mají fotovoltaické výroby, které v letních měsících vyrábí největší množství energie a tím dále zmenšují toky činné energie z distribuční soustavy do předávacích míst.



Obr. č. 7: Činné a jalové spotřeby vztahované na jedno odběrné místo podle velikosti hl. jistícího prvku, maloodběr- podnikatelé



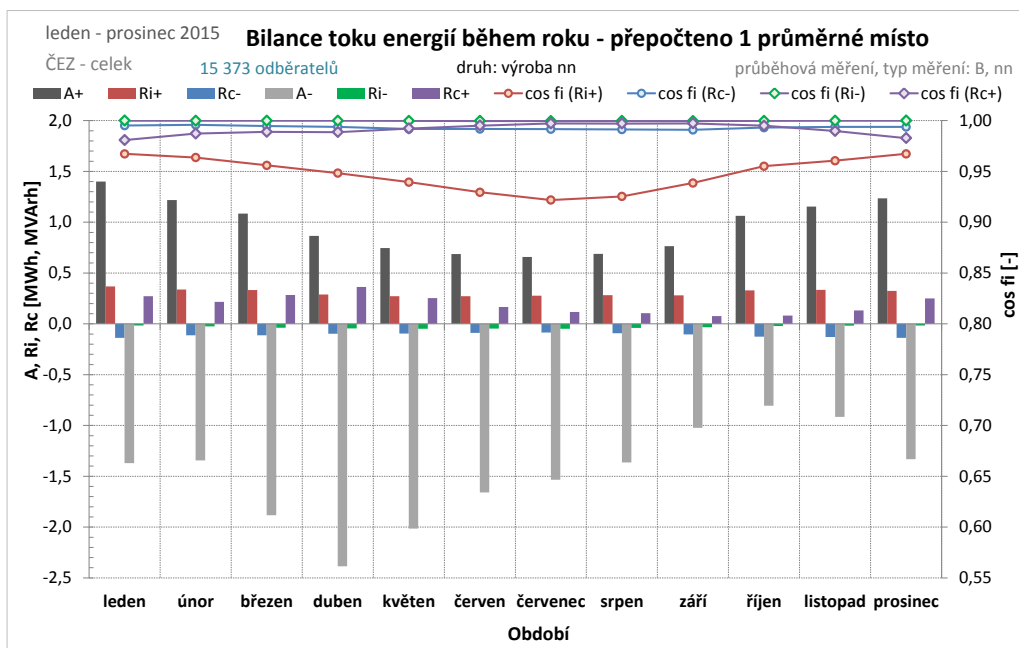
Obr. Č. 8: AR diagram jednotlivých DTS (2678 měřených míst)

V případě AR diagramu se zobrazenými ročními hodnotami energií pro 2678 DTS na obrázku 8 vidíme převážně induktivní charakter chování DTS s většinovým zastoupením v dovoleném pásmu účinníku 0,95 -1.

## 6. ANALÝZA TOKŮ JALOVÝCH VÝKONŮ V SÍTÍCH S ROZPTÝLENOU VÝROBOU

S nárůstem rozptýlené výroby v sítích nízkého napětí dochází k razantnějším výkonovým výkyvům v tocích výkonů na této hladině. Prvky rozptýlené výroby nainstalované v sítích nízkého napětí tvoří v drtivé většině fotovoltaické elektrárny s výkony převážně od jednotek do desítek kW (výkony nad 200 kW jsou zpravidla vyváděny do sítí vn).

Dynamiku změn pak ovlivňuje více faktorů. Kromě těch standardních přibývá počasí v letních dnech, kdy při svitu slunce dochází k poklesům činné spotřeby, což zpravidla vede ke snížení poměru činného a jalového výkonu na transformačních uzlech vn/nn a tím i ke zhoršení účinníku.



Obr. č. 9: Bilance toků činných a jalových výkonů odběrných míst přepočtených na jedno odběrné místo, u kterých převládá výroba nad spotřebou

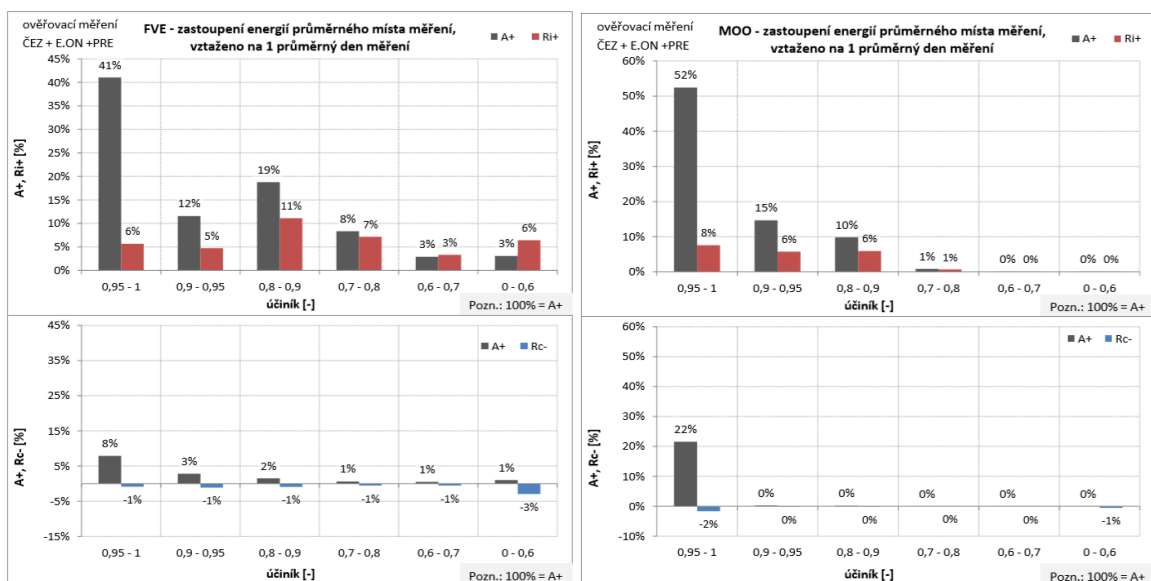
## 7. OVĚŘOVACÍ MĚŘENÍ NA NAPĚŤOVÉ HLADINĚ NN

Ověřovací měření na hladině nízkého napětí bylo navrženo tak, aby se ověřily závěry vyplývající ze zpracovaných výsledků předchozích kapitol. Jednotlivá odběrná místa byla vybrána tak, aby bylo možné postihnout různé druhy odběrných míst.

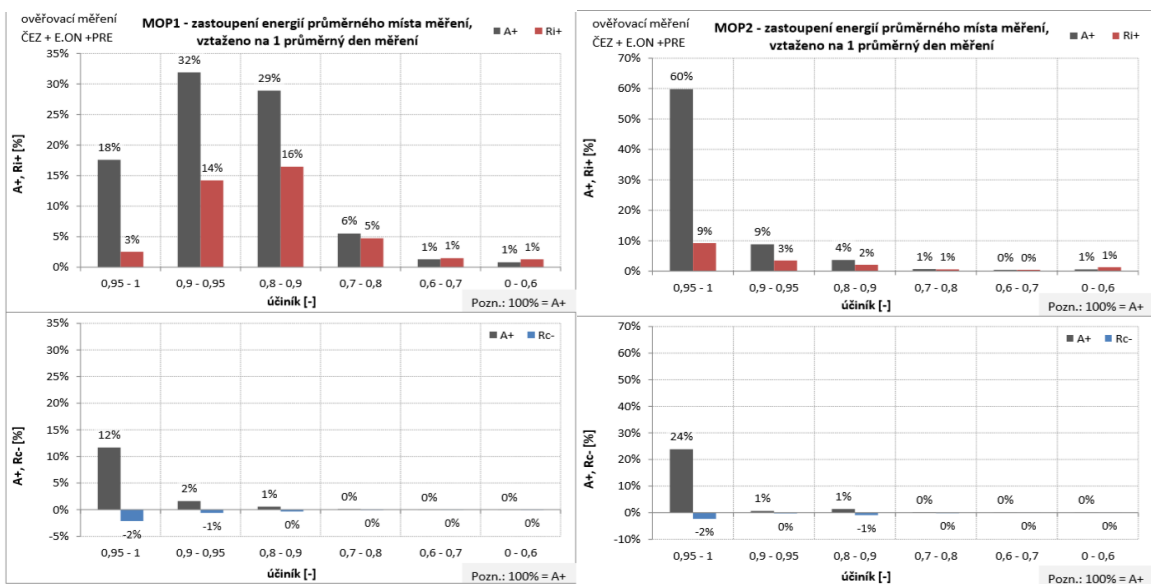
V tabulce č. 3 je uveden výčet předaných podkladů od jednotlivých PDS se čtyřmi variantami typů odběrů. Jsou v něm zastoupeni vnořené elektrické výroby, odběry MOP s induktivním odběrem, kancelářské odběry a také odběry v domácnostech.

Počet zpracovaných měření: celkem 117										
Typ	Zkratka	ČEZ					E.ON		PRE	Celkem
		Morava	Sever	Střed	Východ	Západ	Západ	Východ		
FVE s provozovnou	FVE	4	6	2	5	2	5	4	3	31
odběr MOP s provozovnou (např. malá dílna s točivými stroji)	MOP1	5	0	2	4	3	5	8	2	29
odběr MOP typu kanceláří, obchodů, školek či škol	MOP2	5	2	5	5	4	3	5	3	32
MOO - domácnost s větším odběrem (s tepelným čerpadlem)	MOO	4	1	1	4	3	3	6	3	25

Tab. č. 3: Struktura a rozsah zpracovaných ověřovacích měření



Obr. č. 10: Četnosti výskytu rozložení účinností ověřovacích měření, typ odběru FVE s provozovnou a Maloodběr obyvatelstvo



Obr. č. 11: Četnosti výskytu rozložení účinností ověřovacích měření, typ odběru Maloodběr podnikatelé 1 a Maloodběr podnikatelé 2

Ověřovací měření potvrzuje již dříve zjištěné výsledky, tj. že horších průměrných účinností dosahuje skupina odběrů MOP s průmyslovým zaměřením spotřeby. Analogie dlouhodobých a krátkodobých měření byla zaznamenána u vnořených elektrických výroben. V době aktivní výroby se snižují toky činných energií v předávacím místě, zatímco toky jalových výkonů zůstávají stejné.

Zároveň se potvrdil předpoklad, že odběry typu maloodběr obyvatelstvo (MOO) vykazují převážně dobrý účinnost odebrané el. energie v pásmu 0,95 - 1.

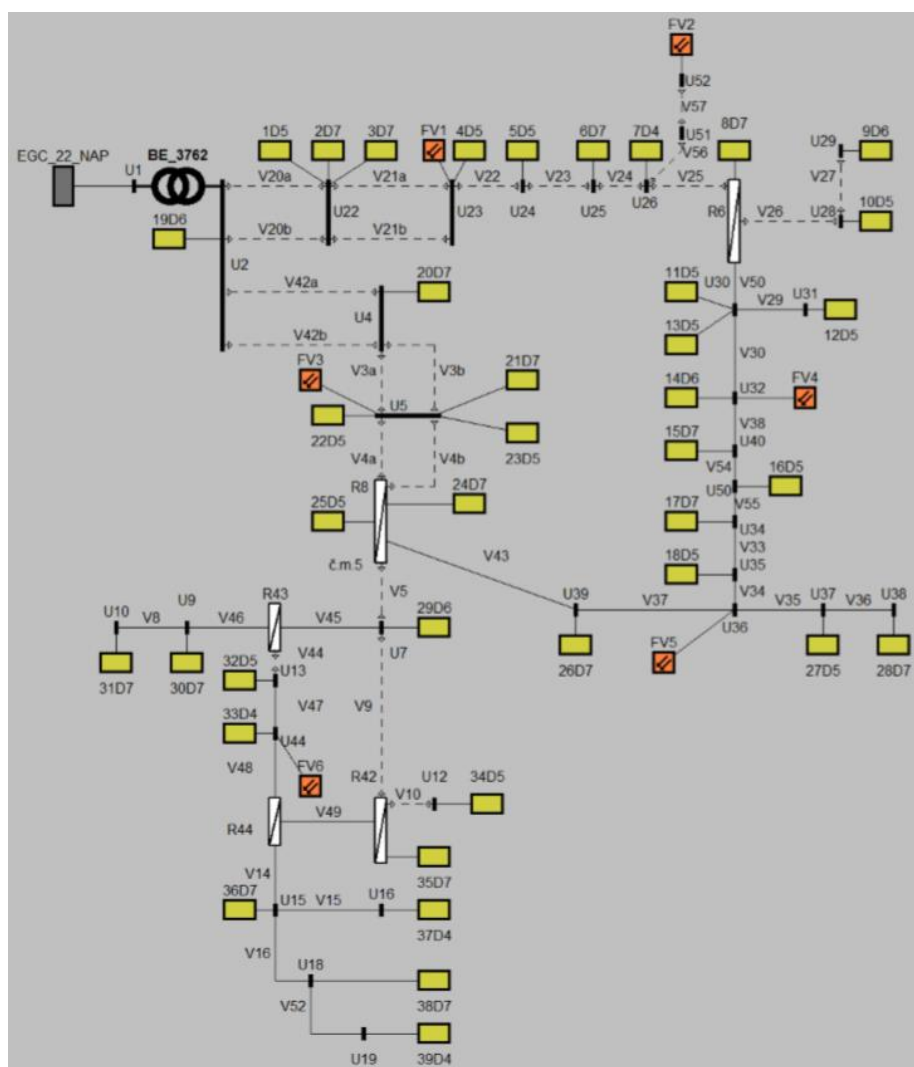
## 8. MODEL SÍŤE NN A SLEDOVÁNÍ VLIVU TOKŮ JALOVÉ ENERGIE NA DISTRIBUČNÍ SÍŤ

Model sítě byl navržen ve dvou variantách sítí:

- smíšená (viz obr. č. 12)
- kabelová

Vlastní výpočet byl realizován ve dvou rovinách:

1. Výpočty s použitím chodu sítě, při uvažování maximálního možného zatížení během 24 hodin. Výsledkem jsou zjištěné maximální úbytky napětí v koncových uzlech sítě nn a maximální hodnota činných a jalových ztrát na transformátoru vn/nn.
2. Výpočty časových průběhů odebíraných činných a jalových výkonů v jednotlivých odběrných místech. Výsledkem jsou časové průběhy toků činných a jalových výkonů transformátorem vn/nn a průměrné denní ztráty na transformátoru.



Obr. č. 12: Model nn sítě (smíšená síť)

Model kromě jiného zohledňuje:

- odběry v letním a zimním období
- odběry se různou změnou poměrného zatížení MOO a MOP
- různý účinník zátěže
- zátěže vycházely ze škály typových denních diagramů (TDD). Byl volen přiměřený počet odběrných míst s akumulací a přímotopnými sazbami
- zapnutí/vypnutí regulace  $Q=f(U)$  u fotovoltaických zdrojů

Z výstupů simulací na modelech lze konstatovat:

1. V případě provozu sítě nn naprázdno bylo vypočítáno zanedbatelné zatížení vyplývající z vlivu podélných a příčných impedancí vlastní sítě, a to nezávisle na tom, jedná-li se o síť smíšenou či kabelovou. Podélná induktivní a příčná kapacitní složka se navzájem potlačí a výsledkem je zátěž mírně kapacitního charakteru velmi nepatrného výkonu, který by neměl překročit desítky, popř. stovky VAR.
2. Úbytky napětí v síti nn způsobuje jak změna činného, tak i jalového zatížení. Při změně účinníku z 1 na 0,8 se zvýšily úbytky v koncových bodech sítě nn na víc jak dvojnásobek. Vliv regulace  $Q(U)$  u výroben na tento pokles nebyl zaznamenán. V zimním období to bylo vzhledem k malé výrobě FVE a v létě pak z důvodu menších úbytků napětí v předávacích místech výroben oproti transformačnímu uzlu.
3. Z pohledu činných ztrát byl opět zaznamenán nárůst v případech výrazného snížení účinníku, a to z 1,0 na 0,8 v jednotlivých odběrných místech. Nejvyšších průměrných hodinových činných ztrát za den bylo logicky dosaženo v zimním období, a to při nejhorším účinníku  $\cos\phi=0,8$ . Nejvyšší hodinový průměrný ztrátový výkon byl 18,48 kW. Při účinníku  $\cos\phi=1,0$  se činné ztráty snížily na 56% maxima. V letním období se tento stav vylepší. Při účinníku 1,0 poklesne nejvyšší průměrný hodinový ztrátový výkon z 8,35 na 4,90 kW, což je snížení na 59% z maxima.
4. Při výpočtech byly v závěru sledovány napěťové změny způsobené navrženými významnými výkyvy toků jalových výkonů - přes den byla simulována významná induktivní zátěž a v noci zase zpětná dodávka do distribuční sítě. Změny napětí, kterých bylo dosahováno v koncových bodech sítě, nebyly tolik významné v případě zpětné dodávky jalového výkonu, kdy v noci kolísání napětí nedosáhlo vyšších změn než +2%. V případě vysokého jalového odběru ve dne vznikl pokles napětí až o 4%, ale na těchto úbytcích se podílela i činná spotřeba odběrných míst. Lze tedy konstatovat, že i velmi vysoké hodnoty kapacitního jalového výkonu nezpůsobí nepřiměřeně vysoké hodnoty napětí v koncových bodech sítě nn.

## 9. ODHAD ZMĚN POMĚRŮ TOKŮ JALOVÝCH VÝKONŮ V HORIZONTU LET 2020 – 2040

Elektrický odběr prochází v současné době zrychleným vývojem, který je významně doprovázen zejména:

1. Kvalitativně vyšší strukturou elektrických spotřebičů. Ve stále větší míře jsou využívány elektrické spotřebiče disponující nelineárními prvky, jako jsou pulsní zdroje, frekvenční měniče, prvky s elektronickou regulací napájecího napětí, spotřební elektronika, osvětlovací technika atd.
2. Začínají se instalovat nové typy elektrických výroben s akumulací.
3. Blíží se doba elektromobility, která přináší potřebu instalace nabíjecích stanic.

Velká většina těchto nových spotřebičů má zpravidla menší nároky na spotřebu jalové energie, protože výkonová elektronika (střídače s pulsně-šířkovou modulací) dokáže „vygenerovat“ jalovou energii pomocí natočení vektoru proudu proti napětí.

Přesto v distribuční síti ještě dlouhou dobu zůstanou vzhledem k jejich příznivé ceně i klasické induktivní spotřebiče, jako jsou elektromotory, transformátory apod. Protože se nebude jednat o změnu skokovou, nýbrž pozvolnou, bude žádoucí dané trendy sledovat:

1. Nadále v transformačních uzlech vn/nn, například pomocí kvalitoměrů nebo elektroměrů měřících činné a jalové výkony instalovaných transformátorů.
2. Analyzovat odběrná místa v síti nn, kde jsou již nainstalovány elektroměry s průběhovým měřením a vyhodnocovat, jak se vyvíjí charakter spotřeby.
3. Sledovat vývoj především v sektoru MOP, kde je vyšší pravděpodobnost, že zde bude docházet ke zvýšenému toku jalových výkonů.

## 10. VÝVOJ SPOTŘEBY JALOVÉ ENERGIE NA HLADINĚ NN

Podle současných technických poznatků o elektrických spotřebičích připojovaných do hladiny nízkého napětí je možné sestavit tabulku, která by postihla současný stav spotřeby/dodávky jalové energie. Při jejím sestavování byly vzaty v úvahu poznatky z nedávné minulosti a současnosti, které byly doplněny o trendy, které se pomalu ale jistě začínají projevovat (elektromobilita, smart spotřebiče, trendy v osvětlovací technice apod.). V následujících dvou tabulkách je stručným způsobem popsán charakter spotřebičů nn pro současný stav, dále pro období let 2020 - 2030 a nakonec je vyslovena prognóza do roku 2040. Pro zjednodušení jsou za popisujícími texty uvedeny symboly, které vyjadřují velikost uvažované změny oproti současnosti. Ty jsou uvedeny v následující tabulce:

↔ ... setrvalý stav (do +/- 10%)	* ... ovlivněno legislativou
↑1 ... mírný nárůst (10 až 20%)	↓1 ... mírný pokles (-10 až -20%)
↑2 ... nárůst (20 až 30%)	↓2 ... pokles (-20 až -30%)
↑3 ... značný nárůst (nad 30%)	↓3 ... značný pokles (nad -30%)
↑1,2,3 ... rozptyl v %	zvýšení u Q+/Q- neuvažuje znaménka

Tab. č. 4: Vysvětlující zkratky k následující tabulce o predikci vývoje jalové spotřeby v ČR



### Vliv spotřebičů na spotřebu/dodávku jalové energie na hladině 0,4 kV

	2018	změna Q 2030/2018	2025 - 2030	změna Q 2040/2018	2030 - 2040
<b>Maloodběr-obyvatelstvo</b>	Bez výrazného vlivu na distribuční síť, účinník v pásnu 0,95-1. Nepatrná Q- (do 10%Q)	QL ↔ QC ↑1	Stagnace nebo snížení induktivní složky jalového odběru, posílení kapacitní složky. Masové rozšíření nelineárních spotřebičů vč. nabíjecích stanic pro elektromobilitu	QL ↓1 QC ↑1	Pokračování trendu z roku 2030. V provozu zařízení na minimalizaci toků jalových výkonů
<b>Používané elektrické spotřebiče</b>	Svítlidla klasická a LED; odporová topidla a ohřev TUV, sporáky klasické/indukční/VF ohřev. Motorové spotřebiče, většinou bez frekv. měničů, nástup tepel. výměníků pro vytápění.		Svítlidla převážně LED; kombinované vytápění ze sítě a panelů FVE, inteligentní ohřev potravin. Motorové spotřebiče převážně se střídači dttto klimatizace. Mikrodroje do 10 kW a akumulací a nabíjecí tech. pro elektromobilitu		Inteligentní nízkospotřebivá svítidla a další spotřebiče. Topení doplněno prvky akumulace, včetně ohřevu TUV. Motorové spotřebiče se střídači. Využívání odpadního tepla i pro výrobu el. energie. Pokročilé stanice pro elektromobilitu (s možností regulace Q)
<b>MOP bez vnošené a s vnošenou výrobou</b>	Induktivní odběr i mimo pásmo 0,95 až 1. Odběr je bez tech. prostředků, které by ovlivňovaly jalovou spotřebu/dodávku	QL ↔ (QL ↓1)* QC ↔	Předpokládá se regulace Q z ekonomických důvodů. U odběrů s vnošenou výrobou se předpokládá aktivní regulace jalového výkonu, podle výkonu výroby v (automatickém nebo řízeném režimu. V případě odběru bude zodpovídat odběratel v předávacím místě.	Var. 1: (QL ↓1 QC ↑1)* Var. 2: (QL/C ↑3)*	Předpokládají se sofistikovanější prvky pro regulaci činné a jalové energie. Důraz na úsporu el. energie a minimalizaci ztrát. Vyhodnocení toků jalové energie, sankcionování překročení pásma. Zavedení prostředků regulujících jalovou spotřebu v předávacím místě.
<b>Používané elektrické spotřebiče</b>	Svítlidla klasická/výbojky/zářivky/LED; odporová topidla a ohřev TUV. Motorové spotřebiče- pračky, myčky, ventilátory, klimatizace, polovodičové spotřebiče-počítače, spotř. elektronika		Svítlidla převážně LED. Kombinované topení a ohřev TUV ze sítě a vlastních el. zdrojů. Motorové spotřebiče napájené přes střídače, nabíjení bateni pro elektromobilitu, mikrodroje s akumulací. Při sníženém odběru zpětný tok Q do DS.		Inteligentní nízkospotřebivá svítidla a další spotřebiče. Kombinované topení s akumulací tepelné energie, ohřev TUV ze sítě, panelů FVE, popř. plynové kogenerace. Motorové spotřebiče napájené ze střídačů s aktivní regulací Q. Při sníženém odběru zpětný tok Q do DS.

<b>Decentrální výroba elektrické energie</b>	Zdroje starší generace, převážně bez možnosti regulace Q. Do výkonu 630 kW není pro starší zdroje vyžadována regulace jalového výkonu. Velikost účinníku v předávacím místě je dána ve smlouvě o připojení, nebo obecnou legislativou.	(QL/C ↑3)*	Provozované zdroje instalované po r. 2015, vybavené obvody aktivní regulace Q od výkonu od jednotek kW. Vyžadována autonomní automatická regulace Q (U). U výroben nad 100 kW regulace Q od PDS. Předpokládá se zavedení podpůrných služeb pro regulaci Q podle požadavků PDS.	(QL/C ↑3)*	Vyžadována decentrální automatická regulace Q (U), u vyšších výkonů (nad 100 kW) centrální regulace Q podle potřeby DS. Prioritu regulace na U nebo na cos fi určí PDS. Fungování podpůrných služeb pro regulaci Q podle požadavků PDS.
<b>Používané technologie</b>	Výroby bez technického vybavení na regulaci Q. Většina zdrojů je navržena na dodržení neutrálního účinníku na výst. svorkách zdroje.		Zdroje schopné regulovat jalový výkon na výstupních svorkách v několika různých módech (Q(U), cos fi=konst, apod.). Velkou roli budou hrát zdroje s akumulací. Způsob regulace jalového výkonu stanoví PDS.		Zdroje schopné regulovat jalový výkon na výstupních svorkách v několika různých módech (Q(U), cos fi=konst, apod.). Způsob regulace jalového výkonu stanoví buď PDS, nebo agregátor, který službu dále zprostředkuje pro PDS nebo PPS.
<b>Elektromobilita, nabíjecí stanice v sítích nn</b>	Mírné odchylky od neutrálního účinníku - v pásnu 0,95 - 1. Minimum nabíjecích stanic. U moped, skútrů a kol. individuální nabíječky.	Var. 1: QL ↓1 QC ↑1 Var. 2: (QL/C ↑3)*	Podstatné zvýšení nasazení nabíjecích stanic a jejich výkonů. Vysoké nabíjecí výkony (stovky kW v před. místě, rychlonabíjecí procesy). Nabíjecí výkon bude regulován. Pravidla pro toky a podpůrné služby v Q.	(QL/C ↑3)*	Očekává se instalovaný výkon v ČR v tisících MW. Vysoké nabíjecí výkony-napájení z transformací vn/nn. Budou převažovat rychlonabíjecí procesy do 10 min. Regulace nabíjecího výkonu podle požadavků PDS. Pravidla pro toky a podpůrné služby v Q.
<b>Používané technologie</b>	Nabíjecí stanice individuální, s výkony do 22 kW, max. do 50 kW. V ČR k 1.1.2018 je přes 500 veřejných stanic s výkony do 50 kW. Účinník je spíše neutrální, vždy v pásnu 0,95-1.		Moderní, inteligentní, polovodičová technika. Impulsní odběr činné a jalové energie (cykly 1 - 10 min.), výkony ve stovkách kW. Předpokládá se dodržení účinníku v pásnu 0,95-1.		Impulsní odběr činné a jalové energie. Požadavek dodržení účinníku v pásnu 0,95-1. Požadavek na dodržení neutrálního účinníku v nabíjecím i stand-by režimu.
<b>Veř. osvětlení</b>	Většinově úsporná výbojková osvětlení	QC ↑1	Částečná výměna za svítidla LED, 56-60% úspora energie proti výbojkám.	QC ↑1	Většina osvětlení LED svítidly. Inteligentní regulace osvitu, podle požadavků.
<b>Používané technologie</b>	Výkony svítidel 75 - 400 W, jalová spotřeba řešena individuálně v každém svítidle. U starších svítidel převažuje mírná zpětná dodávka.		Výkony svítidel do 100 W, jalová spotřeba/dodávka řešena individuálně v každém svítidle. Výrobně dražší, ale s vyšší životností. Neutrální účinník řešen v každém svítidle.		Výkony svítidel do 100 W, jalová spotřeba řešena individuálně v každém svítidle. Výrobně dražší ale s vyšší životností. Neutrální účinník řešen v každém svítidle.

Tab. č. 5: Popis predikce vývoje jalové spotřeby na hladině nízkého napětí



### Nutnost průběhového měření jalové energie

	2017	změna Q 2030/2018	2025 - 2030	změna Q 2040/2018	2030 - 2040
<b>Potřeba měření jalové energie MOO</b>	není kromě odběrů TDD využíváno		Z pohledu účtování jalové energie při nedodržení účinku není průběhové měření jalové energie potřeba. Vhodné jako měření vybraných odběrů z pohledu diagnostiky toků jalových energií v síti nn		Z pohledu účtování jalové energie při nedodržení účinku není průběhové měření jalové energie potřeba. Vhodné jako měření vybraných odběrů z pohledu diagnostiky toků jalových energií v síti nn
<b>Potřeba měření jalové energie MOP</b>	není kromě odběrů TDD využíváno		Od proudu hl. jističe 25 A průběhové měření Q vyžadováno, pro nižší proudy vhodné z diagnostických důvodů.		Od proudu hl. jističe 25 A průběhové měření Q vyžadováno, pro nižší proudy vhodné z diagnostických důvodů.
<b>Potřeba měření jalové energie DECE a DECE s akumulací</b>	měření PQ elektroměry třídy "B" tedy průběhově činná i jalová energie v předávacím místě.		U mikrozdrojů není nutné jalový výkon průběhově měřit celoplošně, postačí selektivně. U zdrojů do 11 kW je průběhové měření Q vhodné jako diagnostické. U zdrojů nad 11 kW měřit průběhové a vyhodnocovat toky jalových výkonů a v případě nedodržení sjednaných pásem finančně postihovat. Rozlišovat režim regulace Q pro potřebu PDS a režim mimo tuto dobu. Možná dodávka Q jako podpůrná služba pro PDS a PPS.		U mikrozdrojů není nutné jalový výkon průběhově měřit celoplošně, postačí selektivně. U zdrojů do 11 kW je průběhové měření Q vhodné jako diagnostické. U zdrojů nad 11 kW měřit průběhové a vyhodnocovat toky jalových výkonů a v případě nedodržení sjednaných pásem finančně postihovat. Rozlišovat režim regulace Q pro potřebu PDS a režim mimo tuto dobu. Možná dodávka Q jako podpůrná služba pro PDS a PPS.
<b>Potřeba měření jalové energie - výroba (akumulace) u MOO"</b>	měření PQ elektroměry třídy "B", tedy průběhově činná i jalová energie v předávacím místě.		U mikrozdrojů do 800 W není nutné Q průběhově měřit celoplošně, postačí selektivně. U zdrojů do 11 kW je průběhové měření Q používat pro diagnostiku. U zdrojů nad 11 kW postupovat jako u MOP		U mikrozdrojů do 800 W není nutné Q průběhově měřit celoplošně, postačí selektivně. U zdrojů do 11 kW je průběhové měření Q používat pro diagnostiku. U zdrojů nad 11 kW postupovat jako u MOP
<b>Potřeba měření jalové energie - Vnořená výroba (akumulace) MOP"</b>	měření PQ elektroměry třídy "B" tedy průběhově činná i jalová energie v předávacím místě		U mikrozdrojů není nutné Q průběhově měřit celoplošně, postačí selektivně. U zdrojů do 11 kW je průběhové měření Q používat pro diagnostiku. U zdrojů nad 11 kW měřit průběhové a vyhodnocovat toky jalových výkonů a v případě nedodržení sjednaných pásem finančně postihovat. Rozlišovat režim regulace Q pro potřebu PDS a režim mimo tuto dobu.		U zdrojů do 11 kW je průběhové měření Q používat pro diagnostiku. U zdrojů nad 11 kW měřit průběhové a vyhodnocovat toky jalových výkonů a v případě nedodržení sjednaných pásem finančně postihovat. Rozlišovat režim regulace Q pro potřebu PDS a režim mimo tuto dobu. Možná dodávka Q jako podpůrná služba pro PDS a PPS.

Tab. č. 6: Vývoj jalové spotřeby na hladině nízkého napětí a jeho vliv na potřebu používání průběhového měření jalové energie v předávacích místech

Informace v tabulkách výše lze shrnout v následujících bodech:

1. Spotřebiče budou sofistikovanější s důrazem na jejich úspornost. To povede k osazování prvků napájení nelineárními polovodičovými prvky, které v případě motorových spotřebičů budou schopny generovat jalovou energii ze stejnosměrného meziobvodu.
2. Předpokládá se pokles spotřeby induktivní jalové energie a mírný nárůst kapacitní energie.
3. V případech velmi nízkého odběru domácností a částečně i u podnikatelské sféry bude v nočních hodinách docházet ke zpětným dodávkám jalové energie v předávacích místech. Půjde patrně o nízké výkony, které zásadně neovlivní provoz distribučních sítí
4. Měření jalového výkonu v předávacích místech bude potřebné v celém spektru odběrných míst.
5. Vyhodnocování toků jalové energie pro potřeby její regulace (měření jalového odběru/dodávky za účelem účtování finanční přírážky) se jeví jako neopodstatněné v celoplošném měřítku. Lze předpokládat, že u odběrných míst s menším odběrem by toky jalových výkonů až na výjimky neměly přesahovat rámec pásma 0,95 - 1. Náklady na případná účtování by mohla být dražší, než příjmy za regulaci
6. Sledování toků jalových výkonů pro diagnostické účely bude potřebné zejména u:
  - a. Vnořených zdrojů rozptýlené výroby, aby bylo možné sledovat vliv regulace Q(U) na bilanci jalových toků na transformacích vn/nn
  - b. Maloodběru obyvatelstvo (MOO), aby bylo možné sledovat trendy ve vývoji spotřeby / dodávky jalové energie a tomu přizpůsobit případná opatření do budoucna

## 11. PLATBY ZA JALOVÝ VÝKON VE STÁTECH STŘEDNÍ EVROPY

Nedodržení stanoveného pásma účinku v zemích na západ od České republiky je dlouhodobě postavené na odlišných principech. Princip stanovení ceny za odebranou jalovou energii nad rámec povoleného pásma není tak složitý jako v České republice. Sankce za nedodržení účinku mají 2 roviny:

- jedna zohledňuje prosté překročení sjednaného pásma, za které je určena velikost platby
- druhá posuzuje vliv kolísání jalového odběru na změnu napětí v distribuční síti

Zatímco nedodržení pásma účinku je zpoplatněno doplatkem za odebranou jalovou energii nad rámec pásma, kolísavý odběr jalové energie je v případě zjištění monitorován a v případě častějšího překročení je odběrateli zaslán varovný dopis upozorňující na možnost přerušení dodávky elektrické energie. Pokud by toto upozornění odběratel neakceptoval, pak jej může bez prodlení distributor odpojit od distribuční sítě.

Další pravidla posuzování odběru jalové energie v zahraničí:

1. Pravidla plateb za odebranou jalovou energii mají okolní země – Německo, Rakousko a Švýcarsko podobné. Uplatnění cen zpravidla rozlišuje, na jaké napěťové hladině je odběratel připojen do distribuční sítě. Nižší ceny platí odběratelé, kteří jsou připojeni do sítě 110 (130) a 20 (36) kV, vyšší pak platí odběratel připojený k hladině 0,4 kV.
2. V Rakousku je cena odstupňována v sedmi stupních zahrnujících kromě napěťové hladiny i připojení na nižší straně transformátoru oproti připojení až do připojeného vedení distribuční sítě. Tvorbu ceny neovlivňuje regulátor, stanovuje si ji příslušná distribuční společnost.
3. Pásmo účinku, ve kterém se dodatečná platba za jalovou energii neplatí, je v Německu nejčastěji od 0,9 do 1 v induktivní oblasti, obdobné je to i v Rakousku. Ve Švýcarsku je pásmo nejčastěji zúženo na 0,92 (0,93) – 1 v induktivní oblasti. Kapacitní oblast není sankcionována, na zvýšenou zpětnou dodávku se vztahují pravidla vztahující se ke zpětným vlivům odběru na distribuční síť, viz předchozí text.
4. Pro posuzování je nejčastěji používán vyhodnocovací interval měsíční zúčtovací periody, za který je vyhodnoceno množství induktivní jalové energie odebrané mimo stanovené pásmo. Platba pak probíhá podle ceny stanovené v ceníku konkrétního distributora
5. Platbu za účinník se týká také vybraného počtu odběratelů na hladině nízkého napětí. Cena je jednotná, v některých případech (Švýcarsko) se rozlišuje cena podle ročního množství odebrané činné energie. U inteligentních přístrojů na měření el. energie se podrobné měření průběhových hodnot činné, popř. jalové energie v Rakousku nasazuje u odběrů, které mají hlavní jistící prvek roven nebo vyšší než 36 A.
6. Opatření na omezenou spotřebu jalové energie si musí příslušný odběratel realizovat z vlastních nákladů.
7. Ten odběratel, který provozuje v odběrném místě zdroj rozptýlené výroby je automaticky zařazen mezi subjekty zajišťující podporu stability sítě pomocí regulace Q(U). V tomto případě mu není účtován doplatek za jalovou energii odebranou / dodanou nad stanovené pásmo.
8. Cenové rozpětí plateb za jalovou energii je v jednotlivých státech odlišné. Nejméně stojí jalová energie v Německu, kde se její cena pohybuje od 1,5 do 2,5 Eurocentu. Vyšší cena je ve Švýcarsku, tam stojí jalová energie od 2,2 do 4 rpm. (setiny švýcarského franku). O trochu vyšší ceny jsou v Rakousku, zde je používán sofistikovanější rozlišující odběratele podle bodu připojení do distribuční soustavy.

## 12. POŽADAVKY NA ELEKTRICKÁ MĚŘIDLA NA HLADINĚ NN

Požadavky na elektrická měřidla je potřeba hodnotit nikoli podle současných kritérií, ale podle předpokládaného technického rozvoje v polovině třicátých let, kdy se u všech distribučních společností bude počítat s masovým nasazením inteligentních elektroměrů, schopných měřit a vyhodnocovat nejenom činnou energii ale podle potřeb i energii jalovou, diagnostikovat velikost síťového napětí, popřípadě i parametry kvality, tedy harmonické, flikr, krátkodobé či dlouhodobé výpadky napětí a podobně.

V současné době jsou v odběrných místech instalována elektrická měření odebrané/vyráběné činné energie pro přímá měření s hlavním jističím prvkem do 80 A u společností ČEZ Distribuce, a. s., E.ON Distribuce, a.s., a u PREdistribuce, a.s. s jističi do 100 A. Nepřímá měření elektrického proudu je instalováno u všech vyšších jističích prvků, elektroměry zaznamenávají hodnoty činné i jalové energie s intervalem 15 minut. Kromě toho jsou u malých (vnořených) výrobců el. energie instalovány v předávacím místě také elektroměry s průběhovým měřením činné i jalové energie. V případě, že je výrobní „vnořena“, tedy je instalována uvnitř rozvodné sítě odběrného místa, pak jsou údaje o toku jalové energie u výroby jiné, než v předávacím místě vlivem připojených spotřebičů a není možné z nich posuzovat chování výroby. Pro potřeby sledování toků jalových výkonů v sítích nn se proto doporučuje vycházet z údajů získaných dalšími měřidly popř. analyzátory sítě, pomocí kterých by bylo možné poměry v síti lépe diagnostikovat.

Dále s ohledem na již prezentované skutečnosti v předchozích kapitolách, je potřeba počítat s faktem, že odběratelé typu MOP mají znatelně vyšší nároky na spotřebovanou jalovou energii, než maloodběr obyvatelstvo. Podle obrázků č. 5 a 6 je zřejmé, že tento typ odběratelů vykazuje vyšší jalový odběr již od hlavního jističího prvku 32 A.

Rozhodnutí o volbě minimální amperáže pro hlavní jističí prvek, pro který by se sledoval odběr pomocí registrace průběhových hodnot jalové energie, se opírá mimo jiné o údaje uvedené v tabulce č. 2. Zde jsou uvedena kumulativní množství odběrných míst vztažených ke konkrétním velikostem hlavních jističích prvků sečtené za všechny hlavní distributory v ČR. Z tabulky vyplývá, že celkový počet třífázových odběrů v ČR je podle obdržených podkladů zhruba 3,216 mil. v sektoru Maloodběr obyvatelstvo a 0,557 mil. Maloodběr podnikatelé.

U těchto odběratelů je již v současnosti nainstalováno zhruba 31 800 elektroměrů s průběhovým měřením, pomocí kterých lze odečítat a zpracovávat hodnoty činných a jalových energií s intervalem záznamu 15 minut. Jalové energie z těchto měření jsou prozatím pouze ukládány na serverech distributorů a jejich další zpracování není požadováno. Současný podíl elektroměrů s možností registrovat a vyhodnocovat průběhové hodnoty toků jalových energií u MOP činí 5,71% ze všech odběrů, v případě kategorie MOO je tento poměr 0,04% ze všech odběrů.

Pokud by se tento stav měl posuzovat v kontextu roku 2025, pak s předpokládanými nároky na potřebu analýzy toků jalových energií v sítích nízkého napětí lze tento stav považovat za nevyhovující. Z pohledu možných opatření pro lepší využití toků jalových výkonů v sítích nízkého napětí například pro stabilizaci napětí, optimalizaci činných ztrát by bylo potřebné, aby se na vybraných místech sítě zjišťovaly velikosti, popř. změny toků jalových výkonů. Zjištěné výsledky by pak bylo možné využívat ve prospěch stability distribuční sítě nn.

### 13. NÁVRH ZPŮSOBU VYHODNOCOVÁNÍ MĚŘENÍ Q NA VŠECH NAPĚŤOVÝCH HLADINÁCH

Provedení průběhového měření elektrické energie v současnosti podléhá platné legislativě a normám. Metodicky funkcionality měření popisuje Vyhláška č. 82/2011 Sb., o měření elektřiny a o způsobu stanovení náhrady škody při neoprávněném odběru, neoprávněné dodávce, neoprávněném přenosu nebo neoprávněné distribuci elektřiny, ve znění vyhlášky č. 476/2012 Sb. Ta byla v roce 2006 novelizována Vyhláškou č. 152/2016 Sb., která vyznačuje změny v textu vyhlášky č. 82.

Další údaje poskytuje příloha č. 5 Pravidel provozování distribučních soustav - Fakturační měření. Tyto dokumenty popisují měření typu A, B, C a M, které definují základní funkcionality, popřípadě požadavky na přesnost, nebo na způsob odečítání údajů z elektroměru. Pro odběratele na napěťových hladinách vn a vn jsou předepisovány elektroměry typu A, s dálkovým odečtem dat do 24 hodin určené pro výrobce el. energie a velkoodběratele. Kritériem je zde rezervovaný příkon odběrného místa, který musí být vyšší než 250 kW. Předávací místa velkoodběratelů se osazují měřeními typu B, které se umísťuje na napěťové hladině do vn i nn (sekundární měření). Přenos dálkově odečítaných dat z elektroměru je pro tento typ měření kontinuální.

Pro uvažované elektroměry používané v polovině 30. let lze předpokládat, že budou požadavky ještě upřesněny. Z pohledu registrace toků jalové energie se doporučuje:

1. Pro elektroměry na napěťových hladinách vn a vn funkcionality v současnosti používaných měřidel, tedy měřicí interval 15 minut a přenos dálkový přenos dat do úložiště do 24 hodin, tedy měřicí přístroje typu A. Lze předpokládat, že technická úroveň komunikačních zařízení umožní zkrátit přenos údajů z elektroměru na dobu podstatně kratší (hodina až jednotky hodin).
2. Patrně budou využívány funkcionality již v současnosti používaných měřidel, tedy měřicí interval 15 minut. Současně platící vyhodnocovací interval v délce 1 hodiny se jeví pro potřebu sledování změn toků jalové energie příliš dlouhým. Doporučuje se jeho zkrácení jako v případě měření typu A na 15 minut. V současnosti jsou využívána komunikační zařízení pro přenos dat dovolujícím odečítat registry činných a jalových energií až 1x měsíčně. Pokud by se získaná data z elektroměrů na napěťové hladině nn u nepřímých měření měla používat pro diagnostické sledování parametrů elektrické energie, pak bude žádoucí zkrátit tento interval na nejméně 1 den. Lze předpokládat, že technická úroveň komunikačních zařízení umožní zkrátit přenos údajů z elektroměru na dobu podstatně kratší (hodina až jednotky hodin).
3. Pro elektroměry na napěťových hladinách nn a přímého měření elektrického proudu jsou dosud využívány elektroměry typu C, tedy přístroje s integračním záznamem činné energie. Měření jalové energie není vyžadováno. Tato situace je z pohledu současné technické a cenové úrovně elektroměrů v mnoha ohledech překonána:
  - a. Zatímco odběratelé na hladinách vysokého a velmi vysokého napětí jsou v případě nedodržení požadovaného pásma účinku finančně sankcionováni, odběratelé na hladině nn odebírají jalovou energii bez omezení.
  - b. Přitom se na této hladině stává, že při vyšším podílu podnikatelských odběrů C dochází ke zvýšenému odběru jalové energie, což pak může vést k zbytečným činným ztrátám jak v napájecích vedeních, tak i k ztrátám na distribučních transformátorech vn/nn.

- c. Sektor Maloodběr podnikatelé se z pohledu získaných poznatků a vyhodnocení v předchozích kapitolách jeví jako skupina odběratelů, která významně ovlivňuje toky jalových výkonů na napěťové hladině nízkého napětí, což vede ke zvýšení ztrát v distribučních vedeních a prvcích.
- d. Proto se jeví jako účelné měřit a vyhodnocovat odebíranou i dodávanou jalovou elektrickou energii u odběratelů s nepřímým elektrickým měřením proudu s intervalem měřicí periody 15 minut. Lze předpokládat, že tyto údaje bude možné v oprávněných případech využít pro potřeby účtování jalového odběru nad rámec pásma účíniku 0,95 až 1 v induktivní, popřípadě i v kapacitní oblasti.
- e. V případě MOP s přímým měřením odebíraného proudu se jako účelné jeví instalovat elektroměry s průběhovým měřením jalové energie. Zde by ale měla platit omezení daná velikostí hlavního jistícího prvku. S ohledem na údaje uvedené v tabulce č. 2 je možný návrh hranice amperáže na 32 A u třífázových elektrických odběrů.

## 14. CELKOVÉ SHRnutí

Základní výsledky studie je možné shrnout do následujících bodů:

1. Toky jalových výkonů na hladině nízkého napětí dosahují v některých případech hodnot, které je nutné považovat za nepřiměřené. Studie prokázala, že u určitých typů odběratelů bude nutné sledovat a vyhodnocovat toky jalových výkonů.
2. U odběrů typu MOO (maloodběr obyvatelstvo) se u analyzovaných dat ze statistického pohledu nezjistily zvýšené hodnoty toků jalových výkonů.
3. U odběrů typu MOP (maloodběr podnikatelé) byly zjištěny zvýšené toky jalových výkonů, zejména v případech odběrů zabývajících se malovýrobou s vyšším podílem točivých elektrických strojů. V těchto případech se u nepřímých měření požaduje používat nadále průběhové měření elektrické energie a vyhodnocování toků jalových výkonů a zpracování v systému „converge“, které zpracovává podklady pro vyúčtování elektrické energie zákazníkům.
4. Horší účínik odběru byl zaznamenán rovněž v odběrných místech s nainstalovanou elektrickou výrobnou a to jak u tzv. vnořené výroby (odběrné místo s nainstalovanou elektrickou výrobnou, která částečně nebo zcela pokrývá spotřebu elektrické energie v předávacím místě). V těchto případech se vyžaduje nadále používat průběhové elektrické měření toků jalových výkonů a zpracování v systému „converge“, které zpracovává podklady pro vyúčtování elektrické energie zákazníkům.
5. Kromě těchto případů se navrhuje nasazovat elektroměry s průběhovým měřením toků jalových energií u sektoru Maloodběr podnikatelé (MOP). Zde jsou již instalovány elektroměry typu B u odběratelů s nepřímým měřením proudu, doporučuje se pokračovat v tomto rozhodnutí. Získané údaje by byly využívány jednak pro sledování chování tohoto sektoru odběratelů z pohledu vlivu odběrů na distribuční síť. Zároveň by bylo možné v případě nutnosti zavést účtování u těch zákazníků, kteří by odebírali jalovou energii nad rámec pásma 0,95 až 1.
6. V případě odběrných míst MOP vybavených elektroměry s přímým měřením se doporučuje používat průběhové měření činné a jalové el. energie tam, kde hlavní jistící prvek dosahuje

hodnoty 32 A a vyšší. Údaje o tocích jalové energie by sloužily hlavně pro diagnostická sledování chování odběratelů a jejich vliv na ztráty a kvalitu dodávané elektrické energie.

7. Z pohledu současné technické úrovně a s odkazem na údaje uvedené v tabulce č. 2 by se jednalo o postupnou instalaci průběhového měření činné a jalové energie s měřícím intervalem 15 minut u cca 208 000 podnikatelských odběrů na hladině nízkého napětí.
8. Náklady spojené s touto úpravou se budou týkat nikoli současně provozovaných odběrných míst, ale úvahy spadají do časového období kolem roku 2025, kdy se předpokládá instalace průběhových měření energie u většiny odběrných míst na hladině nízkého napětí. V případě, že by se přenášely do centra průběhové hodnoty činných výkonů, pak by rozšíření i na registry jalových energií neznamenal podstatné zvýšení nákladů jak na instalaci nových „chytrých“ elektroměrů, tak i na datový přenos do úložiště dat.