

1.9.- REDUCEREA PIERDERILOR TEHNICE ÎN RET IMPUNE TRECEREA LA 3 ȘI 4 CONDUCTOARE PE FAZĂ ÎN CAZUL LEA DE 400 kV NOI SAU RETEHNOLIGIZATE

Dr.ing. Fănică Vatră

ISPE București, Bdul Lacul Tei nr.1-3, tel.021.206.12.29, fax.021.210.34.81, e-mail:fanica.vatra@ispe.ro

***Summary:** În condițiile economiei de piață, cunoașterea valorii pierderilor tehnice în rețelele de transport este deosebit de importantă întrucât influențează principalele costuri ale Operatorului de Transport. În componența pierderilor tehnice o pondere foarte importantă o au pierderile prin efect corona mai ales în cazul LEA de 400 kV. Pierderile prin efect corona sunt influențate și de caracteristicile LEA, un rol foarte important avându-l, în cazul LEA de 400 kV, numărul de conductoare pe fază și distanță dintre acestea. În lucrare se prezintă o serie de rezultate privind valoarea și ponderea pierderilor corona în cadrul pierderilor tehnice din rețelele electrice de transport ale SEN, precum și argumente tehnice și economice pentru trecerea de la 2 la 3 sau 4 conductoare pe fază în cazul LEA de 400 kV din RET.*

1 CONSIDERAȚII GENERALE

În condițiile economiei de piață, cunoașterea valorii pierderilor tehnice în rețelele de transport este deosebit de importantă întrucât influențează principalele costuri ale Operatorului de Transport. În componența pierderilor tehnice o pondere foarte importantă o au pierderile prin efect corona mai ales în cazul LEA de 400 kV. Astfel, în prezent, în cazul funcționării LEA de 400 kV și 220 kV la sarcini reduse, pierderile corona medii reprezintă circa 35 % din totalul pierderilor Joule și pierderilor în fier din rețeaua de transport de 220 kV și 400 kV a SEN, au o valoare aproximativ egală cu pierderile Joule în cazul LEA de 400 kV, sunt de circa 3 ori mai mari decât totalul pierderilor Joule în transformatoarele și autotransformatoarele de 400/200 kV, 400/110 kV, 220/110 kV și reprezintă circa 85 ÷ 90 % din totalul pierderilor în fier din transformatoarele respective.

Pierderile prin efect corona sunt influențate puternic de valoarea tensiunii de pe LEA (pierderile corona practic se dublează în cazul LEA de 400 kV atunci când tensiunea variază de la valoarea de 380 kV la valoarea de 420 kV), dar sunt și mai puternic influențate de condițiile meteorologice din zonele geografice pe care le traversează liniile electrice aeriene de înaltă și foarte înaltă tensiune (în cazul unei LEA de 400 kV, în comparație cu pierderile corona pe timp frumors, pierderile corona pe timp de ceață au o valoare de circa 10 ori mai mare, pierderile corona pe timp de ploaie au o valoare de circa 25 ori mai mare, iar pierderile corona pe timp cu chiciură au o valoare de circa 50 ori mai mare). Rezultă deci necesitatea cunoașterii cât mai exacte a condițiilor meteorologice din zonele geografice pe care le traversează liniile electrice aeriene de 220 kV, 400 kV și 750 kV din țara noastră pentru a se putea determina cu suficientă precizie pierderile corona în diferitele regimuri de funcționare a LEA.

Pierderile prin efect corona sunt influențate și de caracteristicile LEA, un rol foarte important avându-l, în cazul LEA de FÎT, numărul de conductoare pe fază și distanță dintre acestea.

În continuare se vor prezenta o serie de concluzii rezultate din lucrările elaborate de ISPE pentru CONEL și CN Transelectrica [1-7].

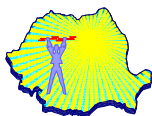
2. PONDEREA PIERDERILOR CORONA ÎN CADRUL PIERDERILOR TEHNICE DIN REȚELELE DE TRANSPORT DE 220 kV ȘI 400 kV ALE SEN

Pentru a se pune în evidență ponderea pierderilor în cadrul pierderilor tehnice din rețelele de transport de 220 kV și 400 kV ale SEN în cadrul lucrării [7] s-au efectuat o serie de calcule și analize:

- în cazul unei LEA de 400 kV importantă din SEN, LEA de 400 kV Urechești - Domnești;
- pe ansamblul rețelei de transport a SEN, în două regimuri extreme de funcționare a rețelelor de 400 kV, 220 kV și 110 kV ale SEN, și anume un regim de *Vârf de Iarnă* și respectiv un regim de *Gol de Vară*.

Calculule efectuate pentru LEA de 400 kV Urechești - Domnești cât și în cazul celor două regimuri extreme de funcționare a rețelelor de 400 kV, 220 kV și 110 kV ale SEN au pus în evidență o serie de elemente de ansamblu care permit o evaluare globală a ponderii pierderilor corona în cadrul pierderilor tehnice din rețelele de transport de 220 kV și 400 kV ale SEN, în diferitele regimuri de funcționare a SEN.

În continuare se prezintă o serie din rezultatele de calcul obținute.



2.1 Ponderea pierderilor corona în cazul unei LEA de 400 kV în funcție de încărcarea LEA

Pentru a se obține rezultate de calcul cât mai exacte, LEA de 400 kV Urechești - Domnești a fost modelată utilizându-se ecuațiile liniilor lungi și anume:

$$\underline{U}_1 = \underline{U}_2 \cdot ch(\underline{\gamma} \cdot L) + \underline{Z}_c \cdot \underline{I}_2 \cdot sh(\underline{\gamma} \cdot L) \quad (1)$$

$$\underline{I}_1 = \frac{\underline{U}_2}{\underline{Z}_c} \cdot sh(\underline{\gamma} \cdot L) + \underline{I}_2 \cdot ch(\underline{\gamma} \cdot L) \quad (2)$$

$$\underline{I}_2 = \frac{\underline{S}_2^*}{\underline{U}_2} \quad (3)$$

unde L este lungimea LEA, iar \underline{Z}_c și $\underline{\gamma}$ sunt impedența caracteristică și respectiv constanta de propagare a LEA de 400 kV Urechești - Domnești.

Pierderile corona pe LEA ΔP_c au fost luate în calcul ca două sarcini ΔP_{c1} și ΔP_{c2} , dependente de tensiune, localizate la cele două capete ale LEA (figura 1), determinate cu relațiile:

$$\Delta P_{c1} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot (a \cdot U_1^2 + b \cdot U_1 + c) \quad (4)$$

$$\Delta P_{c2} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot (a \cdot U_2^2 + b \cdot U_2 + c) \quad (5)$$

$$\Delta P_c = \Delta P_{c1} + \Delta P_{c2} \quad (6)$$

unde L - reprezintă lungimea LEA, iar a , b , c sunt coeficienții polinomiali aferenți LEA de 400 kV Urechești - Domnești pentru determinarea pierderilor

corona medii în sezonul rece (determinați în [7]), și anume: $a = 0,000318571$; $b = -0,199817$; $c = 32,617$.

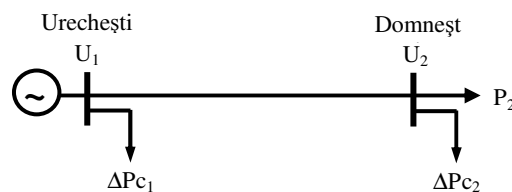


Fig.1

Calculule s-au efectuat atât pentru cazul în care LEA 400 kV Urechești - Domnești funcționează în gol la capătul dinspre Domnești (caz în care pierderile corona au valoarea maximă), cât și pentru cazul în care în nodul Domnești există o sarcină P_2 de o anumită valoare (100 MW, 200 MW, 300 MW, 400 MW și respectiv 500 MW).

Pentru a se pune în evidență efectul maxim și pentru a se dispune de o bază comună de comparație, s-a considerat cazul în care tensiunea în nodul Urechești este menținută la o aceeași valoare (400 kV) oricare ar fi sarcina care circulă pe LEA.

În aceste condiții, în tabelul 1 sunt prezentate o serie de rezultate de calcul privind valoarea pierderilor corona medii pe LEA de 400 kV Urechești - Domnești în sezonul rece (lunile octombrie ÷ martie) precum și ponderea acestor pierderi în raport cu pierderile Joule și respectiv în raport cu pierderile tehnice totale pe LEA respectivă, în funcție de sarcina tranzitată.

Tabelul 1 - Ponderea pierderilor corona în funcție de încărcarea LEA (exemplificare în cazul LEA de 400 kV Urechești - Domnești)

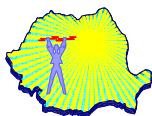
Nr. crt.	P_2 [MW]	U_1 [kV]	U_2 [kV]	Pierderi Joule ΔP_J [MW]	Pierderi corona ΔP_c [MW]	Pierderi totale ΔP_T [MW]	$\Delta P_c / \Delta P_J$ [%]	$\Delta P_c / \Delta P_T$ [%]
1	0	400	415,586	0,388	1,050	1,433	270,62	73,27
2	100	400	412,828	0,881	1,027	1,903	116,57	53,83
3	200	400	408,905	2,404	0,996	3,400	41,43	29,29
4	300	400	403,681	5,047	0,954	6,001	18,90	15,90
5	400	400	396,936	8,959	0,910	9,869	10,16	9,22
6	500	400	388,297	14,387	0,855	15,242	5,94	5,61

Din analiza acestor date se constată că în cazul LEA de 400 kV Urechești - Domnești și a tuturor LEA de 400 kV echipate cu 2 conductoare pe fază, pierderile corona pe LEA sunt mai mari decât pierderile Joule dacă sarcina transportată pe LEA este mai mică de circa 130 MVA. Pentru o sarcină transportată pe LEA de circa 200 MVA, pierderile corona reprezintă circa 40÷50 % din pierderile Joule, ceea ce înseamnă circa 30 % din pierderile tehnice totale pe LEA respectivă.

Chiar și în cazul unor sarcini mai mari pe LEA, ponderea pierderilor corona din totalul pierderilor tehnice pe LEA rămâne semnificativă și anume de

circa 15-20 % în cazul unei sarcini de 300 MVA și respectiv de circa 10-15 % în cazul unei sarcini de 400 MVA, ținând seama și faptul că, în general, valorile tensiunilor pe LEA sunt de multe ori mai mari decât valorile tensiunilor considerate în calculele ale căror rezultate au fost prezentate în tabelul 1.

De asemenea, se constată că dacă LEA funcționează în gol, pierderile totale sunt de circa 1,433 MW, ceea ce înseamnă circa 34 MWh într-o zi. Situația este similară în cazul tuturor LEA de 400 kV din SEN echipate cu 2 conductoare pe fază, valorile acestor pierderi fiind direct proporționale cu lungimile LEA respective.



2.2 Ponderea pierderilor corona în cadrul pierderilor tehnice din rețelele de transport de 220 kV și 400 kV ale SEN

În tabelul 2 [7] se prezintă o serie de rezultate de calcul referitoare la pierderile Joule, pierderile în fier și pierderile corona în rețelele de transport de 220 kV și 400 kV ale SEN, precum și o serie de date de sinteză care scot în evidență ponderea pierderilor corona în raport cu pierderile Joule (în LEA de 220 kV, LEA de 400 kV, transformatoarele și autotransformatoarele de 400/220 kV, 400/110 kV, 220/110 kV) și pierderile în fier (transformatoarele și autotransformatoarele de 400/220 kV, 400/110 kV, 220/110 kV).

Valorile pierderilor Joule și pierderilor în fier prezentate în tabelul 2 au rezultat, așa cum s-a menționat mai sus, din două regimuri extreme de funcționare a rețelelor de 400 kV, 220 kV și 110 kV ale SEN, și anume un regim de Vârf de Iarnă (VI), cu o putere generată totală de circa 9.200 MW și respectiv un regim de Gol de Vară (GV), cu o putere generată totală de circa 4.050 MW, regimuri calculate cu ajutorul programului NIL.

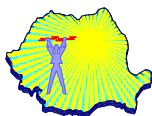
Valorile pierderilor corona pe LEA de 220 kV și 400 kV prezentate în tabelul 2 au fost calculate utilizând relațiile (4)-(6), valorile tensiunilor rezultate din cele două regimuri de funcționare a SEN menționate mai sus și coeficienții polinomiali (calculați în [7]) aferenți fiecărei LEA de 220 kV și 400 kV în parte și categoriilor de timpi meteorologici pentru care s-au efectuat calculele respective.

Din analiza datelor prezentate în tabelul 2 se constată următoarele:

- **pierderile corona medii anuale $\Delta P_{C_{MA}}$, pierderile corona medii în sezonul rece $\Delta P_{C_{SR}}$ și pierderile corona în sezonul cald $\Delta P_{C_{SC}}$ pe LEA de 220 kV și 400 kV din rețeaua de transport a SEN:**
 - sunt de același ordin de mărime (reprezentând circa 86 ÷ 89 %) cu pierderile în fier totale în transformatoarele și autotransformatoarele de 400/220 kV, 400/110 kV, 220/110 kV din SEN;
 - sunt mult mai mari (158,4 ÷ 383,6 %) decât pierderile Joule totale în transformatoarele și autotransformatoarele de 400/220 kV, 400/110 kV, 220/110 kV din SEN;
 - reprezintă circa 18 % în sezonul rece și circa 74 % în sezonul cald din totalul pierderilor Joule în LEA de 220 kV și 400 kV ale SEN;
 - reprezintă circa 16 % în sezonul rece și circa 64 % în sezonul cald din totalul pierderilor Joule din rețelele electrice de 220 kV și 400 kV ale SEN (în LEA și unitățile de transformare);
- **în regim de Gol de Vară:**
 - pierderile corona pe LEA de 400 kV (14,08 MW) sunt mai mari (108,56 %)

decât pierderile Joule de pe LEA respective (12,97 MW);

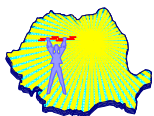
- pierderile corona pe LEA de 220 kV (4,55 MW) reprezintă circa 37,7 % din pierderile Joule totale de pe LEA respective (12,07 MW);
- **în regim de Vârf de Iarnă:**
 - pierderile corona pe LEA de 400 kV (12,01 MW) reprezintă circa 34,55 % din pierderile Joule de pe LEA respective (34,76 MW);
 - pierderile corona pe LEA de 220 kV (3 MW) reprezintă circa 6,1 % din pierderile Joule de pe LEA respective (48,9 MW);
- **pierderile corona medii pe timp frumos** (timp fără precipitații și ceață):
 - reprezintă circa 34 % în sezonul cald și circa 10,24 % în sezonul rece din pierderile Joule în cazul LEA de 400 kV din SEN;
 - reprezintă circa 6,9 % în sezonul cald și circa 1,33 % în sezonul rece din pierderile Joule în cazul LEA de 220 kV din SEN;
 - reprezintă circa 20,9 % în sezonul cald și circa 5 % în sezonul rece din totalul pierderilor Joule pe LEA de 220 kV și 400 kV din SEN;
 - în sezonul cald sunt mai mari (circa 150 %) decât pierderile Joule totale în transformatoarele și autotransformatoarele de 400/220 kV, 400/110 kV, 220/110 kV din SEN;
- **pierderile corona medii pe timp cu ploaie:**
 - sunt de circa 8,3 ori mai mari (831,2 %) în sezonul cald și respectiv de 2,5 ori mai mari (252 %) în sezonul rece decât pierderile Joule în cazul LEA de 400 kV din SEN;
 - sunt de circa 2,9 ori mai mari (294,2 %) în sezonul cald decât pierderile Joule în cazul LEA de 220 kV din SEN;
 - sunt de circa 5,7 ori mai mari (572,36 %) în sezonul cald și respectiv de 1,36 ori mai mari (136,5 %) în sezonul rece decât totalul pierderilor Joule pe LEA de 220 kV și 400 kV din SEN;
 - sunt de circa 5 ori mai mari (495,06 %) în sezonul cald și respectiv de 1,2 ori mai mari (122,6 %) în sezonul rece decât totalul pierderilor Joule din rețelele de transport de 220 kV și 400 kV ale SEN (LEA + transformatoarele și autotransformatoarele de 400/220 kV, 400/110 kV, 220/110 kV);
- **pierderile corona medii pe timp cu ceață** în cazul LEA de 400 kV sunt aproximativ egale în sezonul rece cu pierderile Joule;
- **pierderile corona medii pe timp cu zăpadă** în cazul LEA de 400 kV reprezintă circa 56 % din pierderile Joule;



- pierderile corona medii pe timp cu chiciură în mari (493,6 %) decât pierderile Joule. cazul LEA de 400 kV sunt de circa 4,9 ori mai

Tabelul 2 - Ponderea pierderilor corona în cadrul pierderilor tehnice din rețelele de transport de 220 kV și 400 kV ale SEN

Nr. Crt.	Categoriile de pierderi	U.M.	LEA			Trafo	Total rețea	
			220 kV	400 kV	Total	400/220 kV 400/110 kV 220/110 kV		
1.	Pierderi Joule ΔP_J	Regim Vârf de Iarnă (VI)	MW	48,91	34,76	83,77	9,47	93,24
2.		Regim Gol de Vară (GV)	MW	12,07	12,97	25,04	3,91	28,95
3.	Pierderi în Fier ΔP_0	Regim Vârf de Iarnă (VI)	MW	-	-	-	16,74	-
4.		Regim Gol de Vară (GV)	MW	-	-	-	21,66	-
5.	Pierderi totale	Regim Vârf de Iarnă (VI)	MW	48,91	34,76	83,77	26,21	109,98
6.	$\Delta P_J + \Delta P_0$	Regim Gol de Vară (GV)	MW	12,07	12,97	25,04	25,57	50,61
7.	Pierderi corona medii anuale - ΔP_{CMA} (valorile tensiunilor din regimul Vârf de Iarnă)		MW	3,67	11,93	15,00		
8.	Pierderi corona medii sezonul rece - ΔP_{CSR} (valorile tensiunilor din regimul Vârf de Iarnă)		MW	3,00	12,01	15,01		
9.	Pierderi corona medii sezonul cald - ΔP_{CSC} (valorile tensiunilor din regimul Gol de Vară)		MW	4,55	14,08	18,63		
10.	Pierderi corona medii pe timp frumos- ΔP_{CTFVI} (valorile tensiunilor din regimul Vârf de Iarnă)		MW	0,65	3,56	4,21		
11.	Pierderi corona medii pe timp frumos- ΔP_{CTFGV} (valorile tensiunilor din regimul Gol de Vară)		MW	0,83	4,41	5,24		
12.	Pierderi corona medii pe timp cu ploaie ΔP_{CTPVI} (valorile tensiunilor din regimul Vârf de Iarnă)		MW	26,74	87,59	114,33		
13.	Pierderi corona medii pe timp cu ploaie ΔP_{CTPGV} (valorile tensiunilor din regimul Gol de Vară)		MW	35,51	107,81	143,32		
14.	Pierderi corona medii pe timp cu ceață ΔP_{CTC} (valorile tensiunilor din regimul Vârf de Iarnă)		MW	11,48	37,60	59,08		
15.	Pierderi corona medii pe timp cu zăpadă ΔP_{CTZ} (valorile tensiunilor din regimul Vârf de Iarnă)		MW	5,68	19,61	25,29		
16.	Pierd. corona med. pe timp cu chiciură ΔP_{CTCh} (valorile tensiunilor din regimul Vârf de Iarnă)		MW	63,85	171,57	135,42		
17.	$\Delta P_{CMA} / \Delta P_J$		%	7,50	34,32	17,91	158,39	16,09
18.	$\Delta P_{CMA} / \Delta P_0$		%	-	-	89,61	-	-
19.	$\Delta P_{CMA} / (\Delta P_J + \Delta P_0)$		%	-	-	13,64	-	-
20.	$\Delta P_{CSR} / \Delta P_J$		%	6,13	34,55	17,92	158,50	16,10
21.	$\Delta P_{CSR} / \Delta P_0$		%	-	-	89,67	-	-
22.	$\Delta P_{CSR} / (\Delta P_J + \Delta P_0)$		%	-	-	13,65	-	-
23.	$\Delta P_{CSC} / \Delta P_J$		%	37,70	108,56	74,40	383,63	64,35
24.	$\Delta P_{CSC} / \Delta P_0$		%	-	-	86,01	-	-
25.	$\Delta P_{CSC} / (\Delta P_J + \Delta P_0)$		%	-	-	36,81	-	-
26.	$\Delta P_{CTFVI} / \Delta P_J$		%	1,33	10,24	5,03	44,46	4,52
27.	$\Delta P_{CTFGV} / \Delta P_J$		%	6,88	34,00	20,93	151,15	18,10
28.	$\Delta P_{CTPVI} / \Delta P_J$		%	54,67	251,99	136,48	1207,29	122,62
29.	$\Delta P_{CTPGV} / \Delta P_J$		%	294,20	831,23	572,36	3665,47	495,06
30.	$\Delta P_{CTC} / \Delta P_J$		%	23,45	108,17	70,53	623,86	63,34
31.	$\Delta P_{CTZ} / \Delta P_J$		%	11,61	56,42	30,19	267,05	27,12
32.	$\Delta P_{CTCh} / \Delta P_J$		%	130,55	493,58	161,66	1429,89	145,24



3. VARIAȚIA PIERDERILOR CORONA ÎN CAZUL LEA DE 400 kV ÎN FUNCȚIE DE NUMĂRUL DE CONDUCTOARE PE FAZĂ ȘI TENSIUNEA DE FUNCȚIONARE A LEA

În tabelul 3 [7] se prezintă o serie de rezultate de calcul privind pierderile corona pentru diferitele

categorii specifice de timpi meteorologici și pierderile corona medii anuale în cazul LEA de 400 kV Porțile de Fier - Urechești aflată în zona meteorologică A 32 [1] (Timp frumos = 7641 h/an, Timp cu ploaie = 525 h/an, Timp cu ceață = 400 h/an, Timp cu zăpadă = 125 h/an, Timp cu chiciură = 25 h/an) și echipată cu $2 \times 450 \text{ mm}^2$, $3 \times 300 \text{ mm}^2$ și respectiv $4 \times 240 \text{ mm}^2$ conductoare pe fază.

Tabelul 3 - Pierderile corona în cazul LEA de 400 kV Porțile de Fier - Urechești

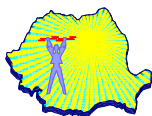
Numărul și tipul conductoarelor pe fază	Categorია de timp meteorologic	Pierderile corona, în kW/km, pentru tensiunea de				
		380 kV	390 kV	400 kV	410 kV	420 kV
OL AL $2 \times 450/75 \text{ mm}^2$	timp frumos	0,678	0,790	0,930	1,092	1,288
	ploaie	16,742	19,907	23,448	27,603	31,724
	ceață	7,187	8,546	10,066	11,850	13,619
	zăpadă	4,062	4,862	5,793	6,889	8,112
	chiciură	38,986	44,244	50,076	55,698	61,943
	Pierderi medii anuale		2,114	2,495	2,933	3,442
OL AL $3 \times 300/69 \text{ mm}^2$	timp frumos	0,391	0,447	0,513	0,587	0,668
	ploaie	6,467	7,805	9,262	10,985	13,023
	ceață	2,776	3,351	3,976	4,716	5,591
	zăpadă	1,408	1,739	2,136	2,575	3,103
	chiciură	19,201	22,53	26,008	30,024	33,925
	Pierderi medii anuale		0,938	1,109	1,300	1,521
OL AL $4 \times 240/56 \text{ mm}^2$	timp frumos	0,289	0,325	0,367	0,413	0,468
	ploaie	3,197	3,925	4,788	5,738	6,874
	ceață	1,373	1,685	2,055	2,463	2,951
	zăpadă	0,696	0,844	1,023	1,240	1,502
	chiciură	10,769	12,712	14,998	17,555	20,478
	Pierderi medii anuale		0,550	0,648	0,763	0,891

Analizându-se rezultatele de calcul prezentate în tabelul 3 se constată următoarele:

- pierderile corona medii anuale calculate la tensiunea de 420 kV sunt cu circa 90÷95 % mai mari decât pierderile corona medii anuale calculate la tensiunea de 380 kV și cu circa 35 % mai mari decât pierderile corona medii anuale calculate la tensiunea de 400 kV;
- trecerea LEA de 400 kV de la 2 conductoare pe fază de $450/75 \text{ mm}^2$ la 3 conductoare pe fază de $300/69 \text{ mm}^2$ are ca efect reducerea cu circa 55 % a pierderilor corona medii anuale, fără a se influența valorile pierderilor Joule pe LEA respectivă;
- trecerea LEA de 400 kV de la 2 conductoare pe fază de $450/75 \text{ mm}^2$ la 4 conductoare pe fază de $240/56 \text{ mm}^2$ are ca efect reducerea cu circa 74 % a pierderilor corona medii anuale și o reducere cu circa 5-10 % a pierderilor Joule.

În valori absolute, pentru tensiunea de calcul de 410 kV:

- trecerea LEA de 400 kV de la 2 conductoare pe fază de $450/75 \text{ mm}^2$ la 3 conductoare pe fază de $300/69 \text{ mm}^2$ are ca efect reducerea pierderilor corona medii anuale cu circa 1,92 kW/km, ceea ce conduce la o economie anuală de circa 16,83 MWh/km de LEA (circa 841,5 EURO / km de LEA pentru un preț de 50 EURO/MWh);
- trecerea LEA de 400 kV de la 2 conductoare pe fază de $450/75 \text{ mm}^2$ la 4 conductoare pe fază de $240/56 \text{ mm}^2$ are ca efect reducerea pierderilor corona medii anuale cu circa 2,55 kW/km, ceea ce conduce la o economie anuală ca urmare a reducerii pierderilor corona de circa 22,35 MWh/km de LEA (circa 1.117,5 EURO / km de LEA pentru un preț de 50 EURO/MWh), la care se adaugă economia rezultată ca urmare a reducerii cu circa 5-10 % și a pierderilor Joule pe LEA respectivă.



4. ÎN LOC DE CONCLUZII

Avându-se în vedere cele prezentate rezultă că se reconfirmă decizia luată de MEE (Ministerul Energiei Electrice) la începutul anilor '80 pe baza lucrărilor efectuate de ISPE, ca noile LEA de 400 kV ce se vor construi în România să fie echipate cu 3 conductoare pe fază de 300/69 mm², investiția suplimentară rezultată recuperându-se în mai puțin de 4 ani.

Ca urmare a acestei decizii, toate LEA de 400 kV construite în România până în anul 1990 au fost echipate cu 3 conductoare pe fază de 300/69 mm². Se estimează că în prezent circa 85 % din LEA de 400 kV din România sunt echipate 2 conductoare pe fază de 450/75 mm² și 15 % sunt echipate cu 3 conductoare pe fază de 300/69 mm² [8, 9].

În acest moment se consideră că este necesară efectuarea unei analize de detaliu privind oportunitatea echipării cu 4 conductoare pe fază de 240 mm² a noilor LEA de 400 kV care se vor construi în România sau a celor care se vor re tehnologiza, apreciindu-se că investiția suplimentară se va recupera în circa 5 ÷ 6 ani.

Conform unor calcule efectuate, pierderile corona în rețelele electrice din RET (220 kV și 400 kV) la nivelul anului 2010 sunt de circa 150.000-250.000 MWh. Conform datelor publicate, pierderile tehnice totale în RET (220 kV și 400 kV) au fost la nivelul anului 2010 de circa 1.000.000 MWh.

În aceste condiții se estimează că trecerea LEA de 400 kV de la 2 conductoare pe fază de 450/75 mm² la 3 conductoare pe fază de 300/69 mm² are ca efect reducerea pierderilor corona medii anuale cu circa 60.000-120.000 MWh/an, iar trecerea LEA de 400 kV de la 2 conductoare de 450/75 mm² la 4 conductoare pe fază de 240 mm² are ca efect reducerea pierderilor corona medii anuale cu circa 90.000-160.000 MWh/an.

Se subliniază și faptul că în Germania marea majoritate a LEA de 400 kV sunt deja echipate cu 4 conductoare pe fază.

Această decizie luată în Germania de mulți ani, precum și rezultatele de calcul prezentate mai sus, sunt argumente puternice pentru susținerea unei decizii a CN Transelectrica de a se trece la 4 conductoare pe fază în cazul LEA de 400 kV noi sau re tehnologizate.

Amânarea acestei decizii conduce la menținerea actualului nivel de pierderi corona din RET, care, așa cum s-a arătat constituie o componentă importantă în cadrul pierderilor tehnice totale din RET.

Se menționează și faptul că reducerea pierderilor în rețelele electrice se încadrează în două din cele cinci priorități de dezvoltare avute în vedere la nivelul Uniunii Europene în cadrul aplicării conceptului de Smart Grids (figura 2) [8, 9], și anume în:

- *Optimizarea funcționării și utilizării rețelelor electrice;*
- *Optimizarea infrastructurii rețelelor electrice.*

Smart Grids Deployment Priorities in the Electric Power Supply Chain

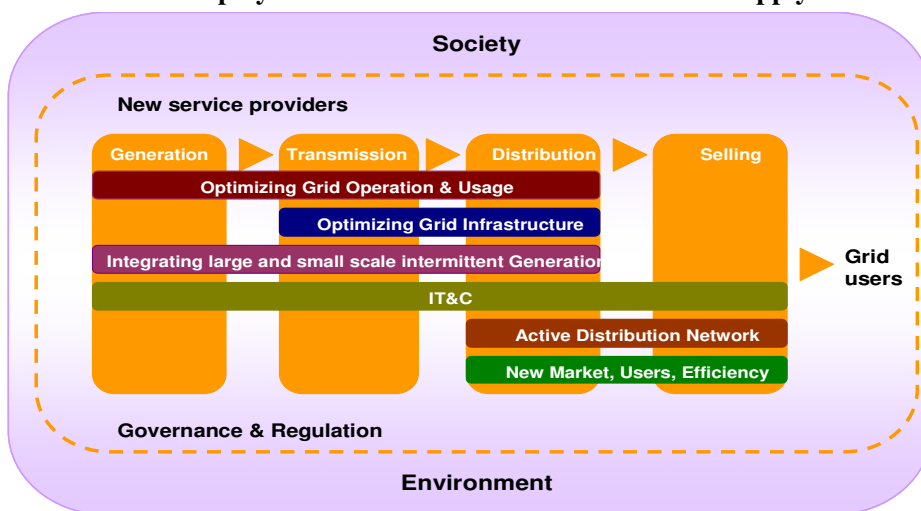


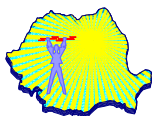
Fig.2 - Priorități de dezvoltare în cadrul conceptului de Smart Grids

În acest sens una din direcțiile de acțiune o constituie **Minimalizarea pierderilor și Managementul energiei** în care, referitor la pierderile corona, se are în vedere:

- optimizarea nivelurilor de tensiune în RET pentru minimalizarea pierderilor de energie luând în considerare pierderile corona calculate

în timp real în funcție situația meteorologică în diferitele zone ale RET;

- LEA cu 3 sau 4 conductoare pe fază pentru reducerea pierderilor corona.



BIBLIOGRAFIE

- [1] - Vatră F. - *Stabilirea pe bază de hărți meteo a zonelor geografice caracterizate prin durata de realizare a diferitelor categorii de fenomene meteorologice*. Studiu ISPE elaborat în anul 1997 pentru CONEL-DGTEE.
- [2] - Vatră F. - *Revederea și reactualizarea metodologiei pentru calculul pierderilor prin efect corona*. Studiu ISPE elaborat în anul 2001 pentru CN Transelectrica.
- [3] - Vatră F., Poida Ana - *Reactualizarea și rescrierea programului de calcul CORON pentru PC*. Studiu ISPE elaborat în anul 2001 pentru CN Transelectrica.
- [4] - Vatră F. - *Calculul pierderilor prin efect corona pentru LEA de 400 și 220 kV din rețeaua de transport a SEN (pentru semestrul cald și semestrul rece) în funcție de zonele geografice/meteorologice străbătute de LEA*. Studiu ISPE elaborat în anul 2002 pentru CN Transelectrica.
- [5] - Vatră F. - *Stabilirea modelelor matematice și determinarea coeficienților pentru considerarea pierderilor prin efect corona în evaluarea pierderilor tehnice totale în rețelele electrice de transport și stabilirea operativă a regimului optim de tensiune pentru LEA în exploatarea curentă în funcție de condițiile meteorologice comunicate zilnic de Institutul Național de Meteorologie și Hidrologie*. Studiu ISPE elaborat în anul 2002 pentru CN Transelectrica.
- [6] - Vatră F. - *Calculul pierderilor prin efect corona pentru toate LEA de 400 kV și 220 kV din rețeaua de transport a SEN (anuale, pentru sezonul cald și sezonul rece) în funcție de zonele geografice/meteorologice străbătute de LEA*. Studiu ISPE elaborat în anul 2003 pentru CN Transelectrica.
- [7] - Vatră F. - *Stabilirea modelelor matematice și determinarea coeficienților pentru toate LEA de 400 kV și 220 kV din rețeaua de transport a SEN (anuale, sezonul cald și sezonul rece) pentru modelarea/considerarea pierderilor prin efect corona în programele utilizate în cadrul "Transelectrica SA". Concluzii finale*. Studiu ISPE elaborat în anul 2003 pentru CN Transelectrica.
- [8] - Vatră F., Poida Ana - *Informatica, Automatizările și Telecomunicațiile - Suport pentru Smart Grid* - lucrare prezentată în cadrul Open Forum organizat la Simpozionul Național de Informatică, Automatizări și Telecomunicații în Energetică - SIE 2010.
- [9] - Coteanu M., Vatră F. - *The Concept of Smart Grid in National Energy System* - lucrare prezentată la FOREN 2010, 16 iunie 2010, Neptun.