

CONSILIUL SUPREM PENTRU ȘTIINȚĂ ȘI DEZVOLTARE
TEHNOLOGICĂ al A.Ș.M.

Institutul de Energetică al AȘM

(denumirea instituției și apartenența ei)

Nr. de înregistrare de stat

Cifrul proiectului

16.80013.5807.12/Ro

APROB

L.Ș. Tîrșu Mihai

(conducătorul instituției, numele, prenumele)

„_____” decembrie _____ 2017

RAPORT ȘTIINȚIFIC

la proiectul ” **Soluții de Extindere a cotei de integrare a Surselor de Energie Regenerabilă
CONectate la rețeaua electrica (ESERCON)** ”

(denumirea proiectului)

(contract de finanțare nr. 12/Ro din ” 01 ” ianuarie 2017

termen de executare “ 31 ” decembrie _____ 2017

Aprobat secția ȘIT AȘM

Dr.hab. Ursachi Veaceslav

(numele, prenumele)

(semnătura)

Conducătorul proiectului

dr. Tîrșu Mihai

(numele, prenumele)

(semnătura)

Chișinău, 2017

Cuprins

1	Rezumatul proiectului și caracteristica sarcinilor propuse spre realizare	3
2	Lista executanților cu numirea funcției în cadrul proiectului, titlul științific cu semnăturile	4
3	Rezultatele științifice ale cercetărilor efectuate în cadrul proiectului	5
4	Analiza rezultatelor obținute și concluzii	14
5	Dezvoltarea colaborării științifice cu partenerii străini	14
6	Participarea în programe și proiecte internaționale (ORIZONT 2020, SCOPES, JOP, IRSIS, NATO, etc.)	14
7	Devizul de cheltuieli real pe anul gestionar.	
8	Bibliografie	14
9	Lista publicațiilor (în revistele științifice naționale și internaționale) ce țin de rezultatele obținute în cadrul proiectului cu referință la contractul dat...	15
10	Participarea la evenimente internaționale (conferințe, simpozioane, seminare, ateliere de lucru etc.)	15
11	Informații suplimentare ce țin de realizarea proiectului	15

1. Rezumatul proiectului

Raportul include 15 pag., 1 cap., 8 desene, 10 Tabele.

Cuvinte cheie: surse regenerabile de energie, instalație eoliană, sistem fotovoltaic, sistem energetic

Obiectul de cercetare: Sporirea gradului de integrare a surselor regenerabile de energie electrică în sistemul electroenergetic.

Republica Moldova este dependentă 80% de importul de energie electrică fie din partea stângă a Nistrului (centrala de la Cuciurgan) fie din Ucraina. Acest fapt indică la un nivel jos al securității energetice din punct de vedere al asigurării cu energie electrică.

Există mai multe soluții de creștere a gradului de securitate energetică: fie prin dezvoltarea surselor proprii de generare, fie prin diversificarea surselor de energie electrică.

Astăzi se muncește mult asupra implementării soluției de interconectare a sistemului energetic la cel Românesc, iar prin intermediul acestuia la sistemul European de energie. Pe de altă parte dezvoltarea surselor locale poate fi efectuată numai în cazul, când există surse primare disponibile. Moldova nu are aceste surse și este dependentă de importul de gaze naturale rusești, ceea ce pune sub îndoială dezvoltarea unor surse proprii de generare sigure pentru un viitor îndelungat.

O altă soluție este dezvoltarea surselor regenerabile de energie (utilizarea energiei vântului, soarelui, biomase și geotermale). Estimarea potențialului SER disponibil este o necesitate pentru a putea determina capacitatea maximă a energiei obținute din SER.

Sarcinile proiectului pentru anul 2017 au constat în estimarea potențialului maximal de energie regenerabilă, care poate fi injectată în sistem fără a face alte fortificări/modernizări ale acestuia și fără a lua în calcul soluțiile de balansare a sistemului electroenergetic, precum și elaborare modelului matematic pentru calcularea influenței asupra regimului de funcționare a capacităților regenerabile la integrarea acestora în rețea.

Estimarea s-a efectuat reieșind din puterea transformatoarelor instalate pe liniile de transport și distribuție de tensiune înaltă. Pe lângă estimarea capacității maxime, s-a determinat și capacitatea instalațiilor eoliene pentru 2 înălțimi – 50m și 100m, utilizând atlasul eolian disponibil on-line. Modelul matematic al sistemului energetic a fost elaborat în baza softului specializat RASTR, unde s-au modelat regimurile de funcționare pentru integrarea diferitor capacități de SER în anumite puncte ale sistemului electroenergetic.

2. Lista executanților

LISTA EXECUTANȚILOR

Conducător al proiectului, d.ș.t.	<hr/> (semnătura) data	M.Tîrșu
Dr., cercet.științ.sup.	<hr/> (semnătura) data	D.Zaițev
Cercet.științific	<hr/> (semnătura) data	I.Golub
Cercet.științ.	<hr/> (semnătura) data	M.Uzun
Cercet.științ.	<hr/> (semnătura) data	A.Speian
Cercet.științ.	<hr/> (semnătura) data	I.Martnos
Cercet.științ.	<hr/> (semnătura) data	Galbură Victor

3. Rezultatele științifice ale cercetărilor efectuate în cadrul proiectului

În anul 2017 s-a realizat o bază de date privind schema de aprovizionare cu energie electrică a Republicii după mai multe criterii.

Principalele criterii care au fost incluse în baza de date sunt:

- Au fost selectate numai transformatoarele cu conexiune la tensiunile de 10kV, 35kV și 110kV;
- Pentru fiecare transformator s-a atribuit codul de identificare după regiune (în total 7 regiuni) și coordonate (longitudine și latitudine);
- Pentru fiecare transformator este indicată puterea nominală, care permite estimarea capacității sursei SER ce poate fi conectată în acest punct;
- Pentru fiecare transformator este prezentat regimul de consum al puterii pentru sezonul de iarnă și cel vară, ce permite analiza maximului de putere injectat în funcție de sezon;
- Puterea activă și reactivă;
- Altitudinea față de nivelul mării;
- Parametrii vântului pentru 2 înălțimi – 50m și 100m;
- Capacitatea instalației eoliene pentru fiecare punct de transformare;
- Clasa instalației.

Mai jos este prezentat un fragment din baza de date elaborată.

[illegible]

Baza de date elaborată conține peste 350 de stații de transformare.

Pe fig.1 este prezentată distribuția capacităților instalațiilor eoliene pentru cele 350 de stații de transformare de pe tot teritoriul Republicii Moldova. De menționat, că parametrii vântului au fost luați de pe situl oficial al atlasului vântului R.Moldova : <http://moldova.awstruepower.com/>

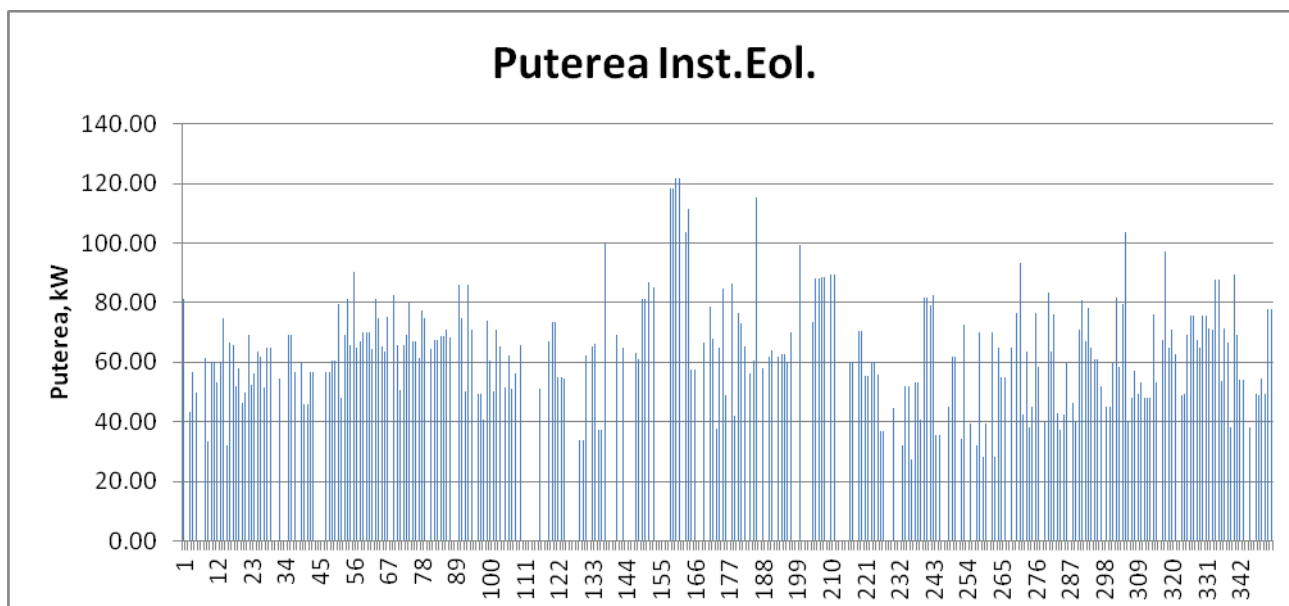


Fig.1. Distribuția instalațiilor eoliene în punctele stațiilor de transformare pentru înălțimea de 50m

Distribuția puterilor instalațiilor eoliene pentru înălțimea de 100m este prezentată pe fig.2.

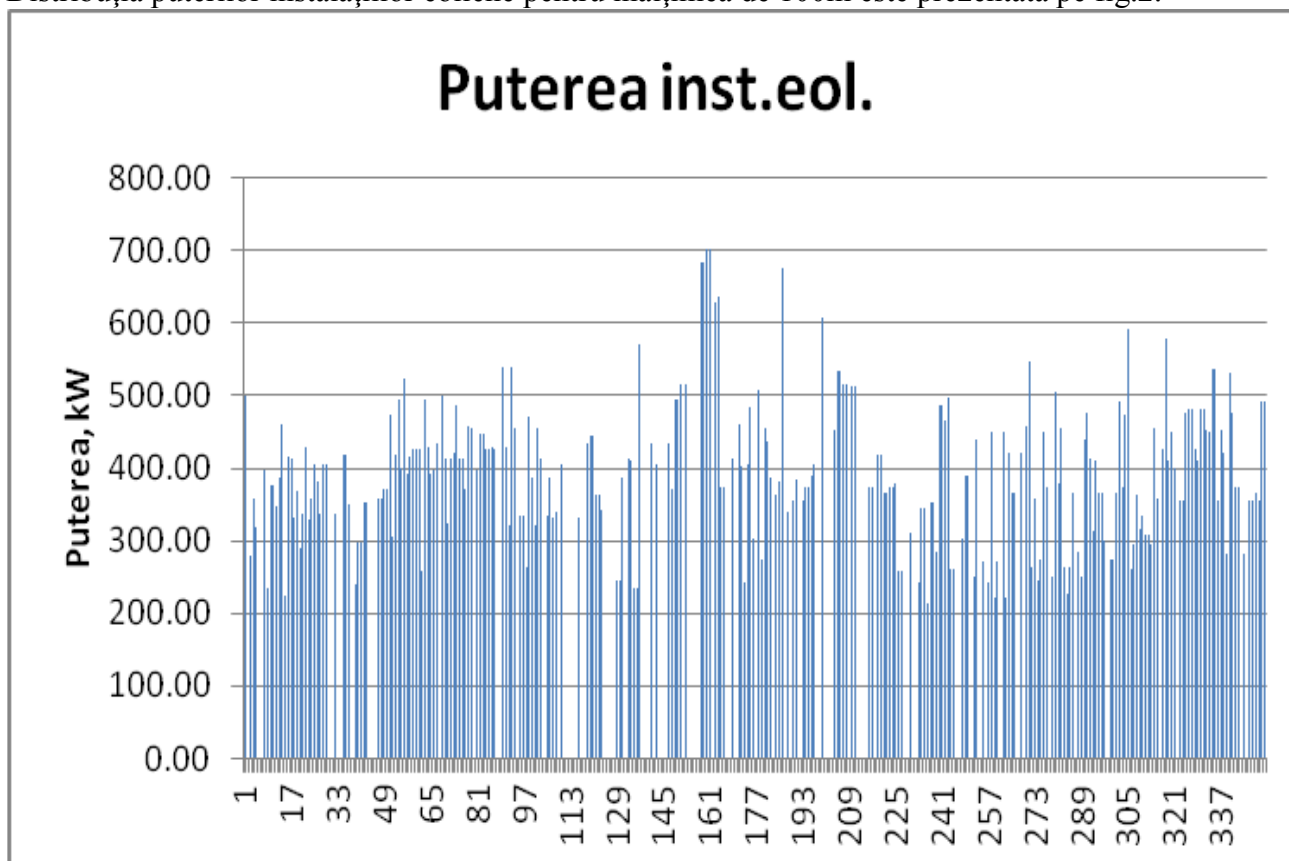


Fig.2. Distribuția instalațiilor eoliene în punctele stațiilor de transformare pentru înălțimea de 100m

Figura 1 și 2 arată puterea instalației eoliene instalate la înălțimea de 50m și respectiv 100m în zona amplasării stațiilor de transformare.

Pentru a avea o imagine mai clară privind sistemul electroenergetic s-a efectuat analiza acestuia și s-a prezentat în formă hartă divizată în 5 regiuni (Fig.3.).

Estimarea capacității turbinelor eoliene posibil de integrat în SE

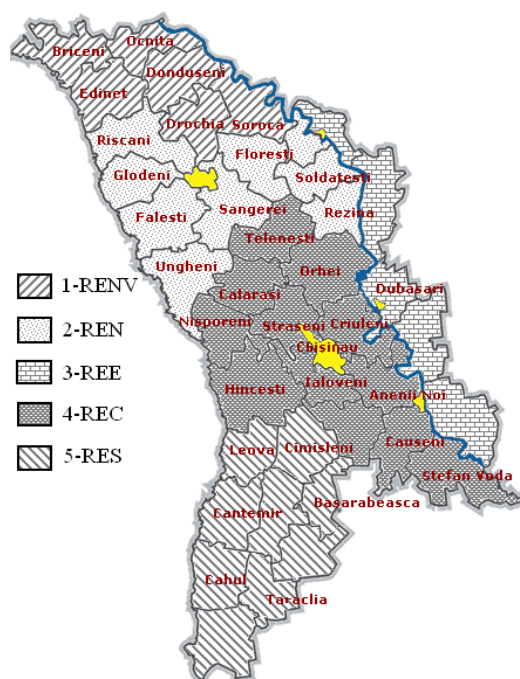


Fig.3. Harta sistemului electroenergetic al Moldovei divizyt în 5 regiuni

RENV – Rețeaua electrică Nord-Vest;

REN- Rețeaua electrică Nord;

REE – Rețeaua electrică Est;

REC – Rețeaua electrică Centrală;

RES – Rețeaua electrică Sud;

A fost elaborată baza de date, care include un set de parametri a rețelei electrice a Moldovei. Principalii paramteri incluși sunt: numărul stațiilor de transformare, amplasarea acestora, puterea nominală activă și reactivă pentru ambele sezoane – iarnă și vară, puterea instalată a transformatoarelor, tensiunea de ieșire (110kV, 35kV, 10kV or 6kV), înălțimea față de nivelul mării, coordonatele, etc.

Puterea instalată a transformatoarelor, precum și sarcina de consum sunt prezentate în Tabla I.

TABLA I. PARAMETRII DE BAZĂ A SISTEMULUI ENERGETIC DE TRANSPORT

№	Zona	Puterea instalată a transformatoarelor MW	iarnă		vară	
			P_n MW	Q_n MVAr	P_n MW	Q_n MVAr
1	RENV	439.2	61.5	19.1	21.5	17.8
2	REN	1285	119.4	35.4	87.4	44.9
3	REE	1893.1	172.8	27.1	157.7	30.4
4	REC	2598.2	434.9	191.4	175	149.2
5	RES	575.7	68.1	23.3	26.9	19.2
	Total	6791.2	856.7	296.3	468.5	261.5

Analiza datelor din Tabela I arată, că puterea instalată a transformatoarelor este net superioară sarcinii de consum. Supradimensionarea transformatoarelor înseamnă pierderi adiționale. Acesta se datorează faptului, că nivelul industriei în țară este mult mai jos față de cel din 1990.

Astfel, capacitatea nominală a transformatoarelor este de 6791 MW, inclusiv Transnistria, iar sarcina de consum este 857 MW pe timp de iarnă și 469MW pe timp de vară.

Au fost analizate mai multe criterii care ar putea limita integrarea instalațiilor eoliene în sistemul electroenergetic actual fără a face careva reconstrucții. Acestea sunt:

1. *Înălțimea turbinei eoliene.* Au fost selectate 2 înălțimi: 50m și 100m. Pentru ambele înălțimi au fost determinate capacitățile turbinelor eoliene bazându-ne pe [1].

$$P = 0,5 \cdot \rho \cdot A \cdot C_p \cdot V^3 \cdot N_g \cdot N_b, \quad (1)$$

unde

ρ – densitatea aerului;

A – suprafața rotorului;

C_p - coeficientul de performanță;

V – viteza vântului;

N_g - eficiența generatorului;

N_b - eficiența sistemului de lagăre.

În baza datelor prezentate de atlasul eolian [2] a fost determinată densitatea aerului pentru toate nodurile de consum.

Suprafața rotorului a fost calculată luând ca bază diametru egal cu înălțimea turnului;

Coeficientul de performanță a fost selectat ca fiind 0,35;

Viteza medie a vântului a fost selectată din atlasul eolian pentru coordonatele fiecărui nod de consum;

Eficiența generatorului a fost selectată ca fiind 0,8;

Eficiența sistemului de lagăre a fost selectată ca fiind 0,95.

2. *Numărul de turbine eoliene.* Pentru fiecare nod de consum s-a estimat numărul maximal de turbine eoliene posibil de integrat ca fiind egal cu puterea nominală a transformatorului divizată la capacitate unei turbine.
3. *Lungimea fiderului.* Au fost analizate 2 opțiuni: lungimea fiderului egală cu 5km și 2,5km. Pentru ambele opțiuni s-a considerat că aria ce poate fi ocupată de turbine este egală cu aria unei circumferințe ce are diametrul lungimii fiderului.
4. *Densitatea de amplasare a turbinelor.* Distanța dintre turbinele eoliene a fost considerată, ca fiind egală cu 8 diametre a rotorului [3,4]. Numărul maxima de turbine eoliene ce poate fi amplasat pe suprafața definită corespunde imaginii din Fig.4.

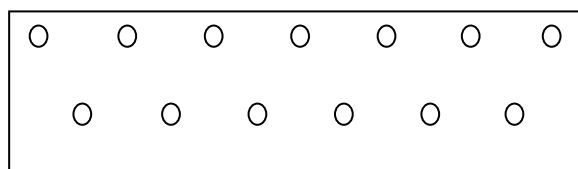


Fig.4. Schema de amplasare a turbinelor eoliene.

5. *Spațiul disponibil.* Stațiile de transformare care sunt amplasate în orașe au fost excluse din analiză.

Rezultatele obținute pentru înălțimea de 100m sunt prezentate în Tabela II.

TABELA II. NUMĂRUL DE INSTALAȚII EOLIENE CE POATE FI INTEGRAT ÎN SISTEMUL ELECTROENERGETIC LA ÎNĂLȚIMEA DE 100M.

Zona	Înălțimea 100m					
	Puterea nominală, MW	Suprafața necesară, km ²	Numărul de turbine posibil de amplasat pe o suprafață de 19.63km ² , unități	Capacitatea totală a turbinelor eoliene, MW	Numărul de turbine posibil de amplasat pe o suprafață de 4,9km ² , unități	Capacitatea totală a turbinelor eoliene, MW
RENV	426.6	1764.61	549	130.31	137	32.53
RENV	603	2463.79	829	213.24	209	53.66
REE	1105	3983.24	997	272.10	254	69.36
REC	1541	5413.45	1425	401.73	359	101.09
RES	576	2654.72	788	178.01	199	45.29
Total	4252	16280	4589	1195	1158	302

Pe Fig.5 este prezentată distribuția capacității turbinelor eoliene după regiuni ce pot fi integrate în sistemul energetic în trei cazuri: capacitatea totală disponibilă a sistemului energetic (FP), capacitatea ce poate fi integrată cu restricția de 2.5km (P_2.5km) și capacitatea ce poate fi integrată cu restricția de 5km (P_5km).

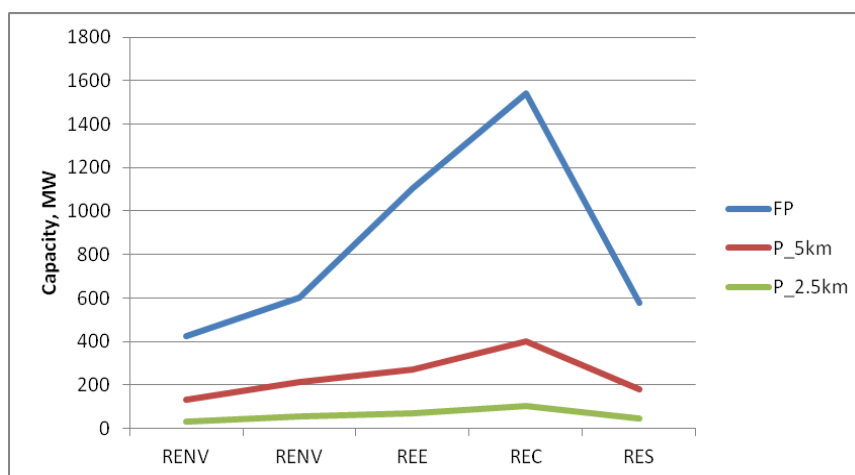


Fig.5. Capacitatea turbinelor eoliene ce poate fi integrată în fiecare zonă de consum.

Deci, din Fig.5 este evident, că capacitatea maximă disponibilă este în rețeaua de distribuție centrală (REC). Pe de altă parte, capacitatea ce poate fi integrată este mult mai mică decât cea disponibilă a transformatoarelor. Separat pentru unele noduri de consum spațiul disponibil este mai mare decât restricțiile impuse, însă în majoritatea cazurilor este necesară o suprafață foarte mare din cauza vitezelor reduse a vântului. Turbinele eoliene ce pot fi instalate în Moldova sunt cele din clasa 3 sau 4 (vezi Tabela III) [5].

TABELA III. CLASA TURBINELOR EOLIENE.

Clasa	Viteza medie a vântului (min) m/s	Viteza medie a vântului (max) m/s
1	0	5.6
2	5.6	6.4
3	6.4	7
4	7	7.5
5	7.5	8
6	8	8.8
7	8.8	11.9

Viteza minimă a vântului în nodurile de consum este 4,9 m/s și cea maximală este de 7.2 m/s.

În Tabela IV sunt prezentate rezultatele pentru înălțimea de 50m.

TABELA IV. NUMĂRUL DE INSTALAȚII EOLIENE CE POATE FI INTEGRAT ÎN SISTEMUL ENERGETIC LA ÎNĂLȚIMEA DE 50M

Zona	Înălțimea 50m					
	Puterea nominală, MW	Suprafața necesară, km ²	Numărul turbinelor eoliene ce pot fi integrate pe 19.63km ² , unități	Puterea totală a turbinelor eoliene, MW	Numărul turbinelor eoliene ce pot fi integrate pe 4.9km ² , unități	Puterea totală a turbinelor eoliene, MW
RENV	439	1721	2106	121	526	30
RENV	1263	2492	3660	245	926	62
REE	1803	4677	1622	93	405	23
REC	2433	4625	5284	385	1348	99
RES	569	2468	3153	186	806	48
Total	6508	15984	15826	1030	4012	262

Fig.6 arată comparația dintre capacitatea turbinelor eoliene la 100m și 50m.

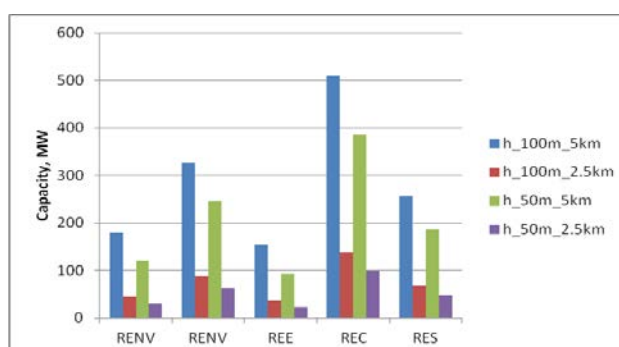


Fig.6. Capacitatea nominală a turbinelor eoliene la 100m și 50m pentru 2 lungimi de fider: 5km și 2.5km.

Analiza rezultatelor arată, că capacitatea totală a turbinelor eoliene instalate la 100m este cu 30% mai mare ca cea la 50m, însă numărul de instalații diferă de trei ori.

Capacitatea totală a turbinelor ce poate fi integrată în sistemul energetic fără reabilitarea sau reconstrucția acestuia este de 302MW la înălțimea de 100m și 219MW la înălțimea de 50m dacă lungimea fiderului este de 2.5km. Pentru fiderul de 5km capacitatea turbinelor ce poate fi integrată este de la înălțimea de 100m este de 1158MW, iar la înălțimea de 50m este de 868MW.

Capacitatea totală a turbinelor eoliene va scădea, dacă nu luăm în considerație regiunea Transnistreană (REE). Pe Fig.7 este prezentată capacitatea totală a turbinelor eoliene pentru 100m și 50m.

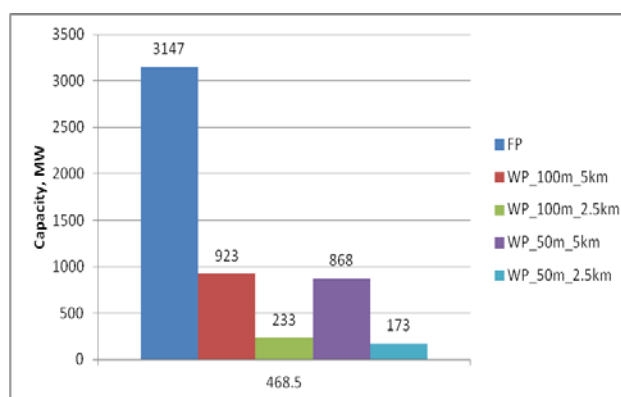


Fig.7. Capacitatea turbinelor eoliene la ambele înălțimi: 100m și 50m pentru 2 lungimi de fider.

Rezultatele prezentate pe Fig.7. arată, că sistemul electroenergetic al Moldovei fără Transnistria poate accepta integrarea a aproximativ 3174MW instalații eoliene dacă nu se ia în calcul problemele legate de balansarea și stabilitatea sistemului. Dacă aplicăm restricțiile privind lungimea de fider, atunci pentru 5km se poate 923MW la înălțimea de 100m și 868MW la înălțimea de 50m. Respectiv, dacă lungimea fiderului este de 2,5km atunci capacitatea turbinelor eoliene va fi de 233MW la înălțimea de 100m și de 173MW la înălțimea de 50m.

Analiza influenței instalațiilor eoliene asupra regimului de funcționare a sistemului electroenergetic

Estimarea pierderilor în sistemul electroenergetic pentru funcționarea sincronă cu cel al Ucrainei la introducerea noilor unități de generare eoliene s-a făcut pentru 13 noduri de consum, care sunt cele mai reprezentative și pot accepta capacități semnificative.

În Tabela V și VI, sunt prezentate datele privind modificarea pierderilor de energie la introducerea noilor capacități de generare eoliene în aceste 13 noduri de consum pentru regim de iarnă și respectiv regim de vară.

TABELA V. PIERDERILE DE ENERGIE LA FUNCȚIONAREA SINCRONĂ CU SISTEMUL UCRAINEI REGIM DE IARNĂ (PIERDERILE ÎNȚĂLE 18.28 MW)

Nodurile de consum	Nr nod	P _g (MW)	Q _g (MVar)	ΔP la introducerea consecutivă a puterilor (MBT)	Reducerea pierderilor la introd. consec. a puterilor (MW)	ΔP la introd. separată a puterilor (MW)	Reducerea pierderilor la introd. separ. a puterilor (MW)
Râșcanovca 1,2	5040.5041	14.7	5.7	17.91	-0.37	17.91	-0.37
Șoldănești	2251	14.2	4.3	17.76	-0.52	18.12	-0.16
M,z/d	3249	14	1.6	17.77	-0.51	18.28	0
Călărași	4061	12.4	7.3	17.46	-0.82	17.94	-0.34
Edineț	1073	10.9	3.5	17.39	-0.89	18.2	-0.08
Grigoriopoli	3400	9.9	1.7	17.2	-1.08	18.09	-0.19
Căușeni	4039	9.4	5.5	16.96	-1.32	18.03	-0.25
Fălești	2106	9.3	2.8	16.76	-1.52	18.05	-0.23
Dubăsari	3050	9.3	1.9	16.67	-1.61	18.15	-0.13
Drochia	1069	8.7	2.7	16.66	-1.62	18.24	-0.04
Cricova	5142	8.2	3.1	16.5	-1.78	18.08	-0.2
Hâncești	4028	7.9	4.6	16.26	-2.02	18.01	-0.27
Brânceni Noi	4103	7.8	4.6	16.06	-2.22	18.02	-0.26
Sumar		136.7	49.3				

TABELA VI. PIERDERILE DE ENERGIE LA FUNCȚIONAREA SINCRONĂ CU SISTEMUL UCRAINEI REGIM DE VARĂ (PIERDERILE ÎNȚĂLE 10.95 MW)

	№ nod	P_g (MW)	Q_g (MVar)	ΔP la introducerea consecutivă a puterilor (MBT)	Reducerea pierderilor la introd. consec. a puterilor (MW)	ΔP la introd. separată a puterilor (MW)	Reducerea pierderilor la introd. separ. a puterilor (MW)
Nodurile de consum							
Râșcanovca 1,2	5040.5041	14.7	5.7	17.91	-0.37	17.91	-0.37
Șoldănești	2251	14.2	4.3	17.76	-0.52	18.12	-0.16
M,z/d	3249	14	1.6	17.77	-0.51	18.28	0
Călărași	4061	12.4	7.3	17.46	-0.82	17.94	-0.34
Edineț	1073	10.9	3.5	17.39	-0.89	18.2	-0.08
Grigoriopoli	3400	9.9	1.7	17.2	-1.08	18.09	-0.19
Căușeni	4039	9.4	5.5	16.96	-1.32	18.03	-0.25
Fălești	2106	9.3	2.8	16.76	-1.52	18.05	-0.23
Dubăsari	3050	9.3	1.9	16.67	-1.61	18.15	-0.13
Drochia	1069	8.7	2.7	16.66	-1.62	18.24	-0.04
Cricova	5142	8.2	3.1	16.5	-1.78	18.08	-0.2
Hâncești	4028	7.9	4.6	16.26	-2.02	18.01	-0.27
Brânceni Noi	4103	7.8	4.6	16.06	-2.22	18.02	-0.26
Sumar		136.7	49.3				

Pe fig.8 și Fig.9 este prezentată varierea pierderilor de putere pentru regim de iarnă și respectiv regim de vară la introducerea noilor puteri de generare eoliene în nodurile susmenționate.

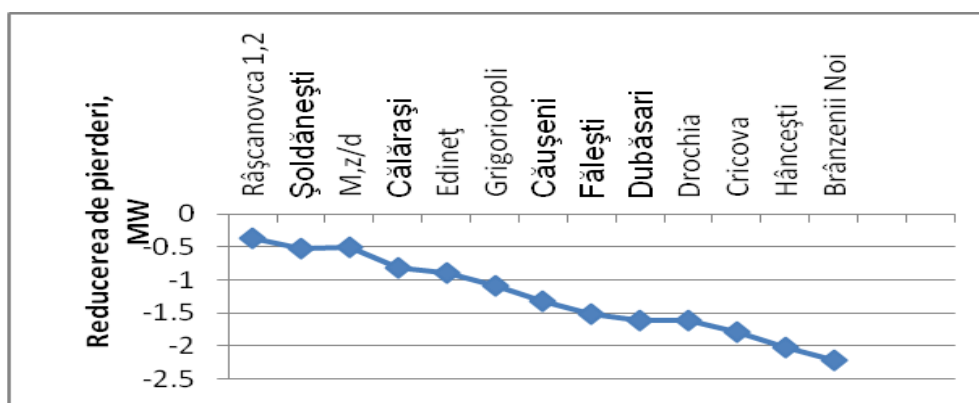


Fig.8. Reducerea de pierderi pentru regimul de iarnă

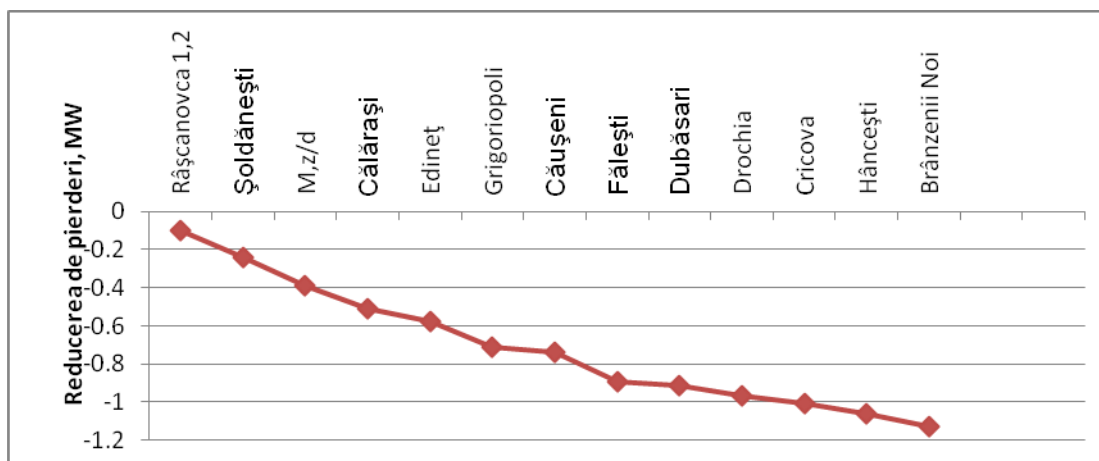


Fig. Reducerea de pierderi pentru regimul de vară.

Deci, din fig.8 și fig.9 este evident, că introducerea noilor puteri de generare influențează benefic asupra regimului de funcționare a sistemului electroenergetic, conducând la reducerea de pierderi de energie.

În tabelele VII și VIII sunt prezentate datele de consum pentru regim de iarnă și regim de vară.

TABELA VII. REGIMUL DE CONSUM PE TIMP DE IARNĂ FĂRĂ ȘI CU INSTALAȚII EOLIENE (IE)

	Regim de iarnă fără IE				
Us	ΔP	ΔP_s	ΔP_{LEA}	ΔP_{tr}	ΔP_{mg}
Moldova	18.28	14.71	13.56	1.15	3.57
400	2.09	1.01	0.39	0.61	1.08
330	7.72	5.23	4.7	0.53	2.49
110	8.47	8.47	8.47		
	Regim de iarnă cu IE				
Us	ΔP	ΔP_s	ΔP_{LEA}	ΔP_{tr}	ΔP_{mg}
Moldova	16.06	12.47	11.45	1.02	3.59
400	2.07	0.99	0.38	0.61	1.08
330	7.05	4.54	4.13	0.41	2.51
110	6.94	6.94	6.94		

TABELA VIII. REGIMUL DE CONSUM PE TIMP DE VARĂ FĂRĂ ȘI CU INSTALAȚII EOLIENE (IE)

	Regim de vară fără IE				
Us	ΔP	ΔP_s	ΔP_{LEA}	ΔP_{tr}	ΔP_{mg}
Moldova	10.95	7.39	6.9	0.49	3.56
400	1.53	0.44	0.14	0.3	1.09
330	3.61	1.14	0.95	0.19	2.47
110	5.81	5.81	5.81		
	Regim de vară cu IE				
Us	ΔP	ΔP_s	ΔP_{LEA}	ΔP_{tr}	ΔP_{mg}
Moldova	9.82	6.25	5.8	0.45	3.57
400	1.53	0.44	0.14	0.3	1.09
330	3.39	0.9	0.75	0.15	2.49
110	4.91	4.91	4.91		

În tabelele IX și X sunt prezentate datele privind pierderile de energie pentru regim de iarnă și regim de vară.

TABELA IX. PIERDERILE DE ENERGIE PE TIMP DE IARNĂ FĂRĂ ȘI CU INSTALAȚII EOLIENE (IE)

	Moldova	400kV	330kV	110kV
ΔP fără IE, MW	18.28	2.09	7.72	8.47
ΔP cu IE, MW	16.06	2.07	7.05	6.94

TABELA X. PIERDERILE DE ENERGIE PE TIMP DE VARĂ FĂRĂ ȘI CU INSTALAȚII EOLIENE (IE)

	Moldova	400kV	330kV	110kV
ΔP fără IE, MW	10.95	1.53	3.61	5.81
ΔP cu IE, MW	9.82	1.53	3.39	4.91

4. Analiza rezultatelor obținute și concluzii

A fost elaborată baza de date ce conține toate stațiile de transformare ale sistemului energetic al Moldovei pe partea de tensiune medie și înaltă, cu prezentarea caracteristicilor fiecărui nod. În total au fost incluse peste 350 noduri de consum indicându-se pentru fiecare nod consumul iarnă/vară, capacitatea transformatoarelor instalate, coordonatele de amplasare a transformatoarelor.

A fost determinată capacitatea unei instalații eoliene la înălțimea de 50m și 100m în zona de amplasare a fiecărui nod. În baza acestor date, s-a estimat capacitatea instalațiilor eoliene pentru cinci zone de consum a Moldovei. La calculul capacităților eoliene s-a luat în calcul mai multe restricții printre care și imposibilitatea amplasării în orașe a lor, limitarea lungimii fiderului la 2,5km și respectiv 5km. În rezultat s-a stabilit, că sistemul energetic al Moldovei, fără Transnistria poate accepta integrarea a aproximativ 3174MW instalații eoliene dacă nu se ia în calcul problemele legate de balansarea și stabilitatea sistemului. Dacă aplicăm restricțiile privind lungimea de fider, atunci pentru 5km se poate 923MW la înălțimea de 100m și 868MW la înălțimea de 50m. Respectiv, dacă lungimea fiderului este de 2,5km atunci capacitatea turbinelor eoliene va fi de 233MW la înălțimea de 100m și de 173MW la înălțimea de 50m.

S-a efectuat analiza pierderilor de energie în sistemul electroenergetic la introducerea a peste 130MW stații eoliene în cele mai favorabile puncte (în total 13 noduri de consum) din punct de vedere a regimului de vânturi și amplasare. S-a determinat, că introducerea acestor capacități de generare conduc la reducerea pierderilor în sistem cu până la 20%.

5. Dezvoltarea colaborării științifice cu partenerii străini

Toate cercetările efectuate au fost coordonate cu colegii de la Universitatea Politehnica București din România. La moment sau stabilit mai multe relații de colaborare cu parteneri din România și Austria. Se identifică teme posibil de aplicat la H2020 în domeniul eficientizării sistemului termoeenergetic prin integrarea surselor regenerabile.

6. Participarea in programe si proiecte internaționale (FP7, SCOPES, JOP, IRSIS, NATO, etc.

La moment se lucrează asupra dezvoltării unei propuneri de proiect pe domeniul integrării SER în sistemul centralizat de aprovizionare cu energie termică.

8. Bibliografie

1. N.Phuangpornpitak, S.Tia. *Opportunities and challenges of integrating renewable energy smart grid system*. 10th Eco-Energy and Materials Science and Engineering Symposium (EMSES2012), Energy Procedia 34 (2013) 282 – 290, Elsevier
2. George Weiss and Qing-Chang Zhong. *Some problems with connecting renewable energy sources to the grid*. Proceedings of the 19th International Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems – MTNS 2010 • 5–9 July, 2010 • Budapest, Hungary, pp.339-345.
3. Nicolae Golovanov, Hermina Albert, Stefan Gheorghe, Nicolae Mogoreanu, George Cristian Lazaroiu. *Surse regenerabile de energie electric în sistemul electroenergetic*. Editura AGIR, București, 2015, ISBN 978-973-720-603-9, pp.356.
4. P. Kammer, A. Kober. *Grid integration of renewable energy sources*. Germany.

5. G. M. Shafiullah, Amanullah M. T. Oo, A. B. M. Shawkat Ali, and Alex Stojcevski. *Influences of Wind Energy Integration into the Distribution Network*. Journal of Wind Energy, Volume 2013, Article ID 903057, 21 pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2013/903057>
6. Er. Mamatha Sandhu, Dr. Tilak Thakur. *Issues, Challenges, Causes, Impacts and Utilization of Renewable Energy Sources - Grid Integration*. Int. Journal of Engineering Research and Applications, ISSN : 2248-9622, Vol. 4, Issue 3(Version 1), March 2014, pp.636-643.
7. Sharad W. Mohod and Mohan V. Aware. *Power Quality and Grid Code Issues in Wind Energy Conversion System*. <http://dx.doi.org/10.5772/54704>
8. *Renewable Energy Integration in Power Grids*. IEA-ETSAP and IRENA[®] Technology Brief E15 – April 2015. www.etsap.org – www.irena.org.

9. Lista publicațiilor (în revistele științifice naționale și internaționale) ce țin de rezultatele obținute în cadrul proiectului cu referință la contractul dat

1. Virgil DUMBRAVA, George Cristian LAZAROIU, Sonia LEVA, Georgiana BALABAN, Mihaela TELICEANU, Mihai TÎRȘU. PHOTOVOLTAIC PRODUCTION MANAGEMENT IN STOCHASTIC OPTIMIZED MICROGRIDS/ U.P.B. Sci. Bull., Series C, Vol. 79, Iss. 1, 2017, ISSN 2286-3540, Bucharest, Romania, p.225-244
2. Oana Udrea (Zachia), Alexandra Tolea, Gheorghe Lazaroiu, Mihai Tirsu, Victor Galbura. Possibilities of Connection for the Offshore Wind Power Plants/ *Proceedings of The 7th International Conference on Modern Power Systems (MPS)*, Cluj-Napoca, Romania, 2017, June 6-9, pp.1-6, <http://ieeexplore.ieee.org/document/7974467/>, DOI: [10.1109/MPS.2017.7974467](https://doi.org/10.1109/MPS.2017.7974467)
3. Mihai Tîrșu, Dmitrii Zaițev, Irina Golub, Lev Calinin, George Cristian Lazaroiu, Estimation of the Wind Power Plants Capacity to be Integrated in Actual Power System of Moldova/ *Proceedings of The 11th International Conference on Electromechanical and Power Systems (SIELMEN 2017)*, 11 October 2017 Iasi / 12-13 October 2017, Chisinau, pp.223-226, <http://ieeexplore.ieee.org/document/8123322/>, DOI: [10.1109/SIELMEN.2017.8123322](https://doi.org/10.1109/SIELMEN.2017.8123322)

10. Participarea la evenimente internaționale (conferințe, simpozioane, seminare, ateliere de lucru etc.)

- Conferința internațională ediția 7-ea, „MPS-2017”, Iunie 2017, Cluj-Napoca, România, conferința internațională SIELMEN 2017, Chișinău, Octombrie 2017, Conferința internațională pe Energie și mediu (CIEM-2017), București, România.

11. Informații suplimentare ce țin de realizarea proiectului

Au fost stabilite relații foarte bune cu partenerii din România și toate lucrările au fost îndeplinite în conformitate cu planul de lucru. Totodată, au fost stabilite legături de parteneriat cu alte organizații din România și s-a convenit asupra identificării posibilităților de înaintare în comun a propunerilor de proiect la programul H2020.