

# Dezvoltarea surselor de energie electrică în Republica Moldova inclusiv cu posibila participare a centralei nucleare

*I. Comendant, A. Sula, S. Robu, Iu. Dupleva*  
Institutul de Energetică al AȘM

## Moldova Power Sources Development including Nuclear Power Plant possible participation

*I. Comendant, A. Sula, S. Robu, Iu. Dupleva*  
Institute of Power Engineering of ASM

## Развитие источников электроэнергии в Республике Молдова, включая возможное участие атомной электростанции

*И.Комендант, А. Сула, С. Робу, Ю. Дуплева*  
Институт Энергетики АНМ

**Rezumat:** Pentru noile condiții a pieței energiei electrice sunt evaluate variantele de acoperire a cererii de energie electrică pentru R. Moldova până în anul 2030, încercându-se a se propune cele mai rezonabile soluții și căile de valorificare a acestora.

**Cuvinte cheie:** surse de electricitate, acoperirea cererii la energia electrică

**Abstract:** For the new power market conditions Moldova power sources development options up to 2030 are evaluated, attempting to propose the best solutions in this respect and the ways they be realized.

**Keywords:** power sources, electricity demand satisfaction

**Аннотация:** Для новых условий рынка электрической энергии оценены варианты покрытия спроса электрической энергии Республикой Молдова до 2030 года. Предложены рациональные решения и пути их реализации.

**Ключевые слова:** источники электрической энергии, покрытие спроса на электроэнергию.

### Introducere

În ultimii doi ani s-au produs schimbări esențiale a factorilor, care determină opțiunile de dezvoltare a surselor de energie electrică pentru Republica Moldova:

a crescut substanțial prețul la gazele naturale, de la 80 în 2005 la 170 în 2007, evoluția creșterii păstrându-se până în 2011, când acesta va ajunge la nivelul occidental european, prețuri, care influențează palpabil oportunitatea construcției pe teritoriul țării a centralelor de tip ciclu combinat, mult promovate anterior și care și-au găsit reflecție în Strategia Energetică aprobată în vara 2007;

Ucraina a declarat majorarea prețului energiei exportate, cu 0,1 cenți/kWh lunar valorile căruia va ajunge la cca. 5 cenți/kWh în 2009.

A crescut substanțial cererea energiei, în anul 2006 atingând 10-12%. Astfel de evoluție s-ar păstra și pe viitor, fapt, care ar putea pune în dificultate acoperirea acesteia chiar din sursele din import.

În aceste circumstanțe, a devenit actuală cunoașterea răspunsului la întrebarea: care ar trebui să fie variantele cele mai rezonabile de dezvoltare a surselor pentru Republica Moldova în noile circumstanțe create și dacă construcția unei centrale nucleare pe teritoriul țării ar deveni una rezonabilă.

În vederea răspunderii la întrebarea dată, în anul 2006 s-a efectuat un studiu respectiv, rezultatele căruia sunt prezentate în continuare.

### 1. Modelul de calcul și datele inițiale pentru efectuarea studiului

În calitate de instrument pentru efectuarea calculului s-a utilizat modelul WASP /1,2/, recunoscut internațional și elaborat de Agenția Internațională a Energiei Atomice, fiind destinat elaborării de variante optime de dezvoltare a surselor de energie electrică. Au fost utilizate următoarele date inițiale:

1. Prețuri la gaze: 160, 210, 250 \$/1000m<sup>3</sup>;
2. Prețuri la energia de import: 3,5 4,0 5,0 cenți/kWh;
3. S-a presupus că către 2008 se va construi 1/3 din interconexiunile noi planificate de Strategia Energetică a Republicii Moldova, adică cu Ucraina și România, către 2013 – punerea în exploatare a celorlalte 2/3 din interconexiunile planificate;
4. Sursele existente corespund celor reflectate în Tab. 1, fiind scoase din funcțiune pe parcursul perioadei de analiză - conform perioadei de viață a acestora;
5. În calitate de grupuri candidați, luați în studiul de optimizare, au fost aleși cele reflectate în Tab. 2 /3,4,5,6,7,8,9/, inclusiv:
  - un grup nuclear de 633 MW (corespunzător celui de la CNE Cernavoda, România, cu prețuri: 1500\$/kW (cel mai probabil, dat fiind că infrastructura este deja construită) și 2000\$/kW, preț, des întâlnit în sursele de specialitate;
  - grupuri pe cărbune, prețul la combustibil fiind egal cu 120 \$/tonă, puterea calorifică 6300kcal/kg;
  - ciclu combinat de mai multe puteri și caracteristici;
  - turbine pe gaze de mai multe puteri și caracteristici;
  - participarea de centrale mici, cu capacitatea unitară de 5 MW, total 40MW, 1000 \$/kW, randamentul - 45%;

**Tab. 1. Lista grupurilor existente**

Denumirea	Capacitatea, MW
Nodul Hidroenergetic Costești	16
CET-2 Chișinău	3x45
CET-1 Chișinău	1x10
CET-1 Chișinău	1x7
CET-1 Chișinău	1x23
CET Nord	1x10
CET Nord	1x10
CET-uri a fabricilor de zahăr	6x3
CET-2 Chișinău	3x25
Import Ucraina	13 x 50

**Tab. 2. Lista grupurilor candidat**

Descrierea	Capacitatea, MW	Numărul minim de grupuri
TG Rolls-Royce	51	∞
CC Siemens	100	∞
CC Westinghouse Electric	179	∞
CC Siemens	202	∞
Grup nuclear	700 (633)	1
Grup pe cărbune	200 (180)	∞
Extinderea CET 1 Chișinău	10	1
Instalarea unei turbine pe gaze la CT Muncești	6	1
Modernizarea CET Nord	10	1
Instalarea unor turbine pe gaze la CT Sud	20	1
Extinderea CET Nord	135	1
Import de energie electrică	50	∞
LEA 330 kV Novodnestrovsc - Bălți		
LEA 400 kV Bălți – Suceava și altele		

6. Total au fost examinate 4 scenarii:

- 1) acoperirea cererii din sursele proprii
- 2) acoperirea cererii doar din import
- 3) acoperirea cererii prin combinația scenariilor 1) și 2)
- 4) acoperirea cererii prin impunerea construcției grupului nuclear și alegere liberă a celorlalți candidați

7. Perioada de analiză 2005 - 2030

Total au fost calculate peste 40 variante, o parte dintre acestea fiind reflectate în Tab. 3, mai detaliat în Tab. 4,5,6.

**Tab. 3 Variante de calcul**

Item	Nr de combinatii/Parametrii	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Pretul la gaz</b>	<b>\$/1000m3</b>	<b>160</b>				<b>210</b>				<b>250</b>			
Pretul en din import	centi/kWh	3.5	4		5	3.5	4		5	3.5	4		5
Pretul la CNE	US\$/kW	2000	1500	2000	2000	2000	1500	2000	2000	2000	1500	2000	2000
<b>Varianta 1 (Balansare din sursele proprii)</b>	S-a ales liber CNE?	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu
	CTA, mil\$	2066.295	2129.917	2129.917	2261.992	2272.866	2385.408	2385.408	2610.491	2428.26	2540.802	2540.802	2765.885
	Investitii, mil\$	970.6	970.6	970.6	970.6	970.6	970.6	970.6	970.6	970.6	970.6	970.6	970.6
	Chelt exploatare, mil\$	6210.3	6268.7	6268.7	6489.6	7197.6	7518.6	7518.6	8160.7	7982.8	8303.8	8303.8	8945.9
	TOTAL, mil\$	7180.9	7239.3	7239.3	7460.2	8168.2	8489.2	8489.2	9131.3	8953.4	9274.4	9274.4	9916.5
<b>Varianta 2 (Pur import energie electrică)</b>	S-a ales liber CNE?	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu
	CTA, mil\$	1701.691	1851.808	1851.808	2150.358	1818.142	1968.258	1968.258	2268.491	1901.856	2051.72	2051.72	2352.205
	Investitii, mil\$	100.51	100.51	100.51	100.51	100.51	100.51	100.51	100.51	100.51	100.51	100.51	100.51
	Chelt exploatare, mil\$	5438	5994.7	5994.7	7102.9	5850.9	6407.6	6407.6	7521	6179.3	6736	6736	7849.5
	TOTAL, mil\$	5538.51	6095.21	6095.21	7203.41	5951.41	6508.11	6508.11	7621.51	6279.81	6836.51	6836.51	7950.01
<b>Varianta 3 (Combinata, alegere libera)</b>	S-a ales liber CNE?	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu	Nu
	CTA, mil\$	2028.069	2099.813	2099.813	2233.35	2209.204	2332.245	2332.245	2578.328	2344.366	2467.408	2467.408	2713.467
	Investitii, mil\$	870.92	870.92	870.92	870.92	870.92	870.92	870.92	870.92	870.92	870.92	870.92	870.92
	Chelt exploatare, mil\$	6090.5	6183.8	6183.8	6421.9	6942.7	7319.6	7319.6	8073.3	7620.5	7997.4	7997.4	8748.1
	TOTAL, mil\$	6961.42	7054.72	7054.72	7292.82	7813.62	8190.52	8190.52	8944.22	8491.42	8868.32	8868.32	9619.02
<b>Varianta 4 (CNE impusa)</b>	S-a ales liber CNE?												
	CTA, mil\$	2215.673	2158.125	2284.296	2420.426	2382.335	2324.787	2450.959	2588.205	2505.986	2448.438	2574.609	2711.856
	Investitii, mil\$	2095.43	1689.37	2095.43	2095.43	2095.43	1689.37	2095.43	2095.43	2095.43	1689.37	2095.43	2095.43
	Chelt exploatare, mil\$	4802.6	4944.7	4944.7	5226.3	5438.9	5581	5581	5865	5945	6087.1	6087.1	6371.1

TOTAL, mil\$	6898.03	6634.07	7040.13	7321.73	7534.33	7270.37	7676.43	7960.43	8040.43	7776.47	8182.53	8466.53
--------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

Tab. 4. Detalii la cazul prețului gazelor naturale 160 \$/1000m3

		Varianta 1 Balansare din sursele proprii				Varianta 2 Pur import				Varianta 3 Combinata: alegere libera				Varianta 4 CNE impusa			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Prețul energiei de import (\$/MWh)		35	40	40	50	35	40	40	50	35	40	40	50	35	40	40	50
Cheltuieli totale primii 10 ani		1052.467	1123.606	1123.606	1266.38	967.98	1038.943	1038.943	1179.869	1082.821	1152.352	1152352	1284.051	1078.458	1140.933	1140.933	1264.889
actualizate primii 20 ani		1833.608	1902.262	1902.262	2033.423	1512.557	1641.258	1641.258	1897.125	1793.395	1869.036	1869036	2006.873	2055.923	1996.435	2122.606	2254.9
(10 <sup>6</sup> USD) 2005-2030		2066.295	2129.917	2129.917	2261.992	1701.691	1851.808	1851.808	2150.358	2028.069	2099.813	2099.813	2233.35	2215.673	2158.125	2284.296	2420.426
Investițiile capitale primii 10 ani		142.314	142.314	142.314	180.29	56.089	56.089	56.089	56.089	167.799	167.799	167.799	202.181	168.907	168.907	168.907	168.907
actualizate primii 20 ani		329.203	329.385	329.385	341.444	56.089	56.089	56.089	56.089	292.817	292.817	292.817	316.36	801.988	644.283	801.988	80.1988
(10 <sup>6</sup> USD) 2005-2030		337.445	337.627	337.627	349.686	56.089	56.089	56.089	56.089	324.134	325.447	324.966	338.551	817.71	660.005	817.71	817.71
Opțiunile selectate de dezvoltare																	
100 MW primii 10 ani		2	2	2	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
CCSS (MW) primii 20 ani		3	3	3	3	0	0	0	0	3	3	3	2	1	1	1	1
2005-2030		4	4	4	4	0	0	0	0	3	3	3	3	1	1	1	1
179 MW primii 10 ani		0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
CCWE (MW) primii 20 ani		2	2	2	2	0	0	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0
2005-2030		2	2	2	2	0	0	0	0	1	2	3	3	1	1	1	1
202 MW primii 10 ani		0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
CC2M (MW) primii 20 ani		2	2	2	2	0	0	0	0	2	2	2	2	1	1	1	1
2005-2030		2	2	2	2	0	0	0	0	3	3	2	2	1	1	1	1
CETS 5 MW primii 10 ani		3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4

(MW)	primii 20 ani	7	7	7	7	0	0	0	0	0	1	0	0	5	5	5	5
	2005-2030	7	7	7	7	0	0	0	0	1	2	1	1	5	5	5	5
Import de electricitate	primii 10 ani	30843	25768	25768	22540	30008	30008	30008	29754	30655	24326	24326	20992	26138	26157	26138	25886
(GWh)	primii 20 ani	55465	29527	29527	25952	78034	78034	78034	77469	62287	31225	31225	26664	29852	29871	29852	29550
	2005-2030	69010	30350	30350	26743	116139	116139	116139	115386	80180	32854	32854	3207106.66	33209	33228	33209	32851
Energia generată actualizată (GWh)	primii 10 ani	24868															
	primii 20 ani	38713															
	2005-2030	43581															
Costul actualizat mediu de generare (\$/MWh)	primii 10 ani	24.150	25.782	25.782	29.058	22.211	23.839	23.839	27.073	24.846	26.442	26441.614	29.464	24.746	26.180	26.180	29.024
	primii 20 ani	42.074	43.649	43.649	46.658	34.707	37.660	37.660	43.531	41.151	42.886	42886.487	46.049	47.175	45.810	48.705	51.740
	2005-2030	47.413	48.873	48.873	51.903	39.047	42.491	42.491	49.342	46.536	48.182	48.182	51.246	50.840	49.520	52.415	55.539

Tab. 5. Detalii la cazul prețului gazelor naturale 210 \$/1000m3

		Varianta 1 Balansare din sursele proprii				Varianta 2 Pur import				Varianta 3 Combinata: alegere libera				Varianta 4 CNE impusa			
		Opțiunea															
		5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8	5	6	7	8
Prețul energiei de import (\$/MWh)		35	40	40	50	35	40	40	50	35	40	40	50	35	40	40	50
Cheltuieli totale actualizate (10 <sup>6</sup> USD)	primii 10 ani	1114.153	1187.251	1187.251	1187.251	1036.573	1107.536	1107.536	1249.462	1145.739	1218.323	1218.323	1363.49	1163.876	1163.876	1163.876	1163.876
	primii 20 ani	1990.971	2095.931	2095.931	2095.931	1618.625	1747.326	1747.326	2004.729	1936.089	2058.098	2058.098	2274.882	2201.788	2201.788	2201.788	2201.788
	2005-2030	2272.866	2385.408	2385.408	2610.491	1818.142	1968.258	1968.258	2268.491	2209.204	2332.245	2332.245	2578.328	2382.335	2324.787	2450.959	2588.205
Investițiile capitale actualizate (10 <sup>6</sup> USD)	primii 10 ani	142.314	142.314	142.314	142.314	56.089	56.089	56.089	56.089	167.799	167.799	167.799	167.799	168.907	168.907	168.907	168.907
	primii 20 ani	316.918	316.918	316.918	316.918	56.089	56.089	56.089	56.089	292.817	305.500	305.5	292.817	801.988	801.988	801.988	801.988
	2005-2030	341.941	342.941	342.941	342.941	56.089	56.089	56.089	56.089	324.134	313.742	313.742	323.654	817.71	817.71	817.71	817.71
Opțiunile selectate de dezvoltare																	
80 MW Retehnologizare CET-2 (MW)	primii 10 ani																
	primii 20 ani																
	2005-2030																
100 MW CCSS (MW)	primii 10 ani	2	2	2	2					1	1	1	1	1	1	1	1
	primii 20 ani	2	2	2	2					3	2	2	3	1	1	1	1
	2005-2030	5	5	5	5					3	3	3	3	1	1	1	1
179 MW CCWE (MW)	primii 10 ani	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0
	primii 20 ani	2	2	2	2					1	1	1	1	0	0	0	0



	2005-2030	2	2	2	2					3	1	1	3	1	1	1	1
Retehtnologizări primii 10 ani		3	3	3	3					0	0	0	0	4	4	4	4
CETS (MW) primii 20 ani		5	5	5	5					1	0	0	1	5	5	5	5
	2005-2030	5	5	5	5					2	0	0	1	5	5	5	5
Import de electricitate primii 10 ani		30843	30843	23774	30843	30028	30028	30028	30028	30655	30655	30655	30655	26138	26138	26138	26138
(GWh) primii 20 ani		55465	55465	32150	55465	78074	78074	78074	78074	62287	62287	62287	62287	29852	29852	29852	29852
	2005-2030	69010	69010	37428	69010	116191	116191	116191	116191	80180	80180	80180	80180	33209	33209	33209	33209
Energia generată actualizată (GWh)	primii 10 ani	24868															
	primii 20 ani	38713															
	2005-2030	43581															
Costul mediu actualizat de generare (\$/MWh)	primii 10 ani	25.5651	27.242	27242.399	27.242	23.785	25.413	25.413	28.670	26.290	27.955	27.955	31.286	26.706	26.706	26.706	26.706
	primii 20 ani	45.684	48092.770	48.093	48.093	37.141	40.094	40.094	46.000	44.425	47.225	47.225	52.199	50.522	50.522	50.522	50.522
	2005-2030	52.153	54.735	54.735	59.900	41.719	45.163	45.163	52.052	50.692	53.515	53.515	59.162	54.665	53.344	56.239	59.388

<b>Tab. 6. Detalii la cazul prețului gazelor naturale 250 \$/1000m3</b>																	
		<b>Varianta 1 Balansare din sursele proprii</b>				<b>Varianta 2 Pur import</b>				<b>Varianta 3 Combinata: alegere libera</b>				<b>Varianta 4 CNE impusa</b>			
		<b>Opțiunea</b>															
		<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
Prețul energiei de import (\$/MWh)		35	40	40	50	35	40	40	50	35	40	40	50	35	40	40	50
Cheltuieli totale actualizate	primii 10 ani	1154.309	1227.407	1227.407	1227.407	1082.222	1153.185	1153.185	1295.111	1186875	1259459	1259459	1404626	1222907	1285383	1285383	1285383
(10 <sup>6</sup> USD)	primii 20 ani	2111.221	2216.18	2216.18	2216.180	1694.081	1822.782	1822.782	2080.185	2050114	2153607	2153607	2379446	2308897	2249409	2375581	2375581
	2005-2030	2428.26	2540.802	2540.802	2765.885	1901.856	2051.72	2051.72	2352.205	2344.366	2467.408	2467.408	2713.467	2505.986	2448.438	2574.609	2711.856
Investițiile capitale actualizate	primii 10 ani	142.314	142.314	142.314	142.314	56.089	56.089	56.089	56.089	167799	167799	167799	167799	168907	168907	168907	168907
(10 <sup>6</sup> USD)	primii 20 ani	316.918	316.918	316.918	316.918	56.089	56.089	56.089	56.089	305500	292817	292817	293682	801988	644283	801988	801988
	2005-2030	342.941	342.941	342.941	342.941	56.089	56.089	56.089	56.089	313742	313955	314435	324519	817710	660005	817710	817710
Opțiunile selectate de dezvoltare																	
80 MW Retehnologizare CET-2 (MW)	primii 10 ani																
	primii 20 ani																
	2005-2030																
100 MW	primii 10 ani	2	2	2	2					1	1	1	1	1	1	1	1
CCSS (MW)	primii 20 ani	2	2	2	2					2	2	2	3	1	1	1	1
	2005-2030	5	5	5	5					3	3	3	3	1	1	1	1
179 MW	primii 10 ani	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0

CCWE (MW)	primii 20 ani	2	2	2	2					1	1	1	1	0	0	0	0
	2005-2030	2	2	2	2					1	1	1	2	1	1	1	1
Retehnologizări	primii 10 ani	3	3	3	3					0	0	0	0	4	4	4	4
CETS (MW)	primii 20 ani	5	5	5	5					0	1	1	1	5	5	5	5
	2005-2030	5	5	5	5					0	1	1	1	5	5	5	5
Import de electricitate	primii 10 ani	30843	30843	30843	30843	30008	30008	30008	30008	30655	30655	30655	30655	26138	26138	26138	26138
(GWh)	primii 20 ani	55465	55465	55465	55465	78034	78034	78034	78034	62287	62287	62287	62253	29852	29852	29852	29852
	2005-2030	69010	69010	69010	69010	116139	116139	116139	116139	80180	80180	80180	80146	33209	33209	33209	33209
Energia generată actualizată (GWh)	primii 10 ani	24868															
	primii 20 ani	38713															
	2005-2030	43581															
Costul mediu actualizat de generare (\$/MWh)	primii 10 ani	26.487	28.164	28.164	28163.810	24.832	26.461	26.461	29.717	27233.7716	28899.26803	28899.26803	32230.238	28060.554	29494.114	29494.114	29494.114
	primii 20 ani	48.444	50.852	50.852	50851.977	38.872	41.825	41.825	47.731	47041.46302	49416.191	49416.191	54598.242	52979.441	51614.442	54509.557	54509.557
	2005-2030	55.718	58.301	58.301	63.465	43.640	47.078	47.078	53.973	53.793	56.617	56.617	62.263	57.502	56.181	59.076	62.226

## 2. Analiza rezultatelor

### La capitolul Investiții și Cheltuieli

1. Dacă comparăm primele 3 scenarii de dezvoltare a surselor vom constata că cel mai ieftin din punct de vedere a cheltuielilor total actualizate (CTA) este varianta 2, pur import, pentru toate prețurile la gaze și energie de import alese în calcul. Această variantă asigură și cel mai mic efort investițional, de circa 100 milioane \$, vizavi de 970 milioane \$ în varianta 1, acoperirea cererii din sursele proprii, și 870 milioane \$ în varianta 3, acoperirea cererii prin combinația variantelor 1) și 2).
2. Atât variantele din opțiunea 1 – acoperirea cererii din sursele proprii, precum și din opțiunea 3 – combinată, se bazează pe utilizarea de centrale electrice tip ciclu combinat și altele, de capacitate mică, care ar putea fi bazate pe alte tehnologii, dar toate orientate la utilizarea gazelor naturale, fapt care duce la dependența masivă de sursele de gaze din est, în acest mod afectând substanțial securitatea energetică a țării.
3. Grupul nuclear nu este ales în nici unul din cele 3 scenarii, motivul fiind următorul. Grupul este de mare putere, din care motiv, el, având o probabilitate de ieșire din funcțiune, duce la încălcarea limitei tehnice a parametrului LOLP (Lost of Load Probability- Probabilitatea pierderii puterii). Bunăoară, în primele 10 luni ale anului 2006 în Ucraina, la cele 4 centrale atomice, au avut loc 30 de opriri ale blocurilor nucleare, fapt care a dus la diminuarea producerii de energie cu aproape 2 miliarde kWh (aproximativ atâta livrează anual Union Fenosa în Moldova consumatorilor săi). După cum e știut, conform normativelor CSI, consumatorii pot fi lipsiți de energie pe întreg an în mărime nu mai mare de 2 zile (conform normativelor occidentale – 2 ore). În cazul impunerii grupului nuclear, această durată depășește 10 zile. Cu alte cuvinte, în situația când grupul nuclear ar ieși din funcțiune în timpul iernii și lipsi puterea necesară pentru importul celor 633 MW (grupul nuclear de 700 MW eliberează în rețea doar 633 MW, 67MW fiind utilizați pentru consum propriu) dispăruți, consumatorii ar rămâne pe o perioadă îndelungată fără energie. Considerând, totodată, că s-ar fi găsit această putere, sau că țara este gata să îndure astfel de sacrificii, a fost calculată opțiunea, prin care modelului WASP i se impune construcția grupului nuclear, care va intra în funcțiune în anul 2015. Conform rezultatelor obținute, din multitudinea condițiilor propuse (preț la gaze, preț la energia importată, investiții specifice ale grupului nuclear, etc.), varianta cu grup nuclear este mai ieftină decât varianta 1 (acoperirea cererii din sursele proprii, fără grup nuclear) și varianta 3 (acoperirea cererii prin combinația variantelor 1) și 2)) doar în 4 din cele 12 combinații, prezentate în Tab. 3. Acestea sunt:
  - a) Preț gaze 210 \$/1000m<sup>3</sup>, prețul energiei de import 4 cenți/kWh, prețul grupului nuclear 1500 \$/kW (diferența maximă în CTA = 61 milioane \$);
  - b) Preț gaze 210 \$/1000m<sup>3</sup>, prețul energiei de import 5 cenți/kWh, prețul grupului nuclear 2000 \$/kW (diferența maximă în CTA = 22 milioane \$);
  - c) Preț gaze 250 \$/1000m<sup>3</sup>, prețul energiei de import 4 cenți/kWh, prețul grupului nuclear 1500 \$/kW (diferența maximă în CTA = 92 milioane \$);
  - d) Preț gaze 250 \$/1000m<sup>3</sup>, prețul energiei de import 5 cenți/kWh, prețul grupului nuclear 2000 \$/kW (diferența maximă în CTA = 54 milioane \$);

Totodată, realizarea acestor din urmă scenarii, legate de construcția grupului nuclear, cere substanțial mai multe investiții, decât în celelalte variante: 1689 milioane dolari (grup nuclear 1500 \$/kW) și 2450 milioane dolari (grup nuclear 2000 \$/kW), față de maxim 970 milioane dolari în variantele fără participarea grupului nuclear. Este important de menționat că, în timp ce în variantele fără participarea grupului nuclear investițiile în construcția de centrale sunt aproximativ uniform repartizate pe perioada de analiză (până în 2030), în

varianta cu grup nuclear, grosul investițiilor revine celor 6 ani de construcție a acestuia și este egal cu aproape 1 miliard de \$, în cazul grupului cu investiții specifice de 1500 \$/kW și 1,4 miliard de \$ (411 \$/cap de locuitor al republicii), în cazul grupului cu investiții specifice de 2000 \$/kW, sume extrem de mari pentru o așa țară mică, cum este Republica Moldova. Dat fiind că țara se distinge printr-un risc investițional pronunțat, atât creditele, cât și investițiile venite de la investitori se așteaptă a fi eliberate cu termene restrânse de recuperare, fapt care va duce la scumpirea substanțială a energiei. La toate perceperea unui credit din partea statului de cca. 1 miliard de dolari pentru construcția grupului nuclear de 633 MW va face țara și mai riscantă, dată fiind suma foarte mare și pericolul întârzierii sau incapacitatea întoarcerii creditului. În variantele sus analizate, rata de rentabilitate a investițiilor a fost luată egală cu 10%, iar perioada de amortizare – 30 ani, adică perioadei de viață a grupului nuclear. În realitate, însă, un credit sau o investiție de nivelul unui miliard de dolari nu vor fi eliberate, presupunem, decât cu o perioadă de amortizare nu mai mare de 15 ani, fapt care și va duce la scumpirea palpabilă a energiei.

4. Grupurile candidat pe cărbune alese pentru calcul au fost respinse de modelul de optimizare ca fiind prea scumpe. Amintim, prețul grupului cărbune a constituit 1400 \$/kW, iar prețul la cărbune 120 \$/tonă.
5. Este de menționat că opțiunea de acoperire a cererii în baza importului de energie se distinge prin cheltuieli (ne actualizate) mult mai mici decât celelalte opțiuni în analiză, diferența față de varianta 1 (balansare din sursele proprii) și Varianta 3 (combinată) constituind 1,1 - 2,6 miliarde dolari SUA, în dependență de prețul la gaze și prețul energiei de import, majorându-se cu creșterea prețului la gaze și micșorându-se cu creșterea prețului energiei de import (vezi Tab. 3).

### **La capitolul Pretul energiei produse**

Prețul mediu anual al energiei produse de grupul ales în analiză depinde de mai mulți factori, cei mai importanți fiind: prețul combustibilului; cheltuielile de exploatare; costul de capital, dependent, la rândul său de perioada de recuperare a investițiilor și rata de rentabilitate asupra investițiilor; randamentul grupului; nivelul încărcării grupului, înglobat în varianta respectivă de dezvoltare a surselor, adică, grupul, alături de celelalte grupuri alese de modelul de optimizare, nu poate produce mai multă energie, decât modelul îi stabilește pentru acoperirea cererii de energie, etc. Pornind de la acești parametri au fost examinate prețurile la energia electrică produsă de:

- a) grupul nuclear 700 MW, menționat mai sus.
- b) grupul pe cărbune 200MW (la bare eliberând 180MW), descris mai sus.
- c) grupul ciclu combinat 100MW pe gaze, prezentat în Tab. 2.

Pentru toate aceste grupuri au fost calculate prețurile de producere pe parcursul primilor 15 ani de funcționare, având 2 oportunități de investiții:

- A) grupul sau centrala electrică respectivă este construită de un investitor privat, care aplică o rată de rentabilitate de 10% asupra investițiilor efectuate;
- B) grupul sau centrala electrică respectivă este construită în baza unui împrumut de stat preferențial, rata de rentabilitate asupra căruia, împreună cu procentul pe credit, este în jurul de 5%.

În calitate de variante de încărcare a grupurilor au fost alese 2 versiuni: Perioada de utilizare a puterii maxime ( $T_m$ ) – conform valorilor calculate de modelul computerizat de optimizare, precum și 8000 ore (adică, funcționarea grupului la capacitatea maximă, practic, pe parcursul întregului an), iar pentru grupurile pe cărbune, adițional analizate mai jos s-a examinat și cazul cu  $T_m = 5000$  ore (încărcare mult probabilă în legătură cu forma ne uniformă a curbei sarcinii de consum,

caracteristică R.Moldova). Calculele efectuate pentru condițiile enumerate sunt prezentate în Tab. 7-11, din care pot fi trasate următoarele concluzii:

**Tabel. 7. Pretul energiei produse la grupul nuclear de 700 MW pentru conditiile R.Moldova, 1500\$/kW**

Anii	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
<b>Rata de rentabilitate = 10%</b>																	
Tm, ore pe an (in complex cu alte grupuri)	4081	4643	4903	5471	5732	5987	6220	6442	6593	6714	6759	6801	6608	6686	6769	6806	
15 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>10,8</b>	<b>9,4</b>	<b>8,7</b>	<b>7,6</b>	<b>7,1</b>	<b>6,6</b>	<b>6,2</b>	<b>5,8</b>	<b>5,5</b>	<b>5,2</b>	<b>5,0</b>	<b>4,8</b>	<b>4,7</b>	<b>4,4</b>	<b>2,0</b>	
	Pondereea investitiilor in pret, %	76	74	73	71	70	68	66	65	63	62	60	58	57	55	52	0
30 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>9,2</b>	<b>8,1</b>	<b>7,6</b>	<b>6,8</b>	<b>6,4</b>	<b>6,1</b>	<b>5,8</b>	<b>5,5</b>	<b>5,3</b>	<b>5,1</b>	<b>5,0</b>	<b>4,9</b>	<b>4,9</b>	<b>4,7</b>	<b>4,5</b>	
	Pondereea investitiilor in pret, %	72	70	69	67	66	65	64	63	62	61	60	59	59	58	56	55
<b>Rata de rentabilitate = 10% (continua)</b>																	
Tm, ore pe an	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	
15 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>6.07</b>	<b>5.90</b>	<b>5.73</b>	<b>5.56</b>	<b>5.39</b>	<b>5.23</b>	<b>5.06</b>	<b>4.89</b>	<b>4.72</b>	<b>4.55</b>	<b>4.38</b>	<b>4.22</b>	<b>4.05</b>	<b>3.88</b>	<b>3.71</b>	<b>1.86</b>
	Pondereea investitiilor in pret, %	69	68	68	67	66	64	63	62	61	59	58	56	54	52	50	0
30 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>5.2</b>	<b>5.1</b>	<b>5.1</b>	<b>5.0</b>	<b>4.9</b>	<b>4.8</b>	<b>4.7</b>	<b>4.6</b>	<b>4.6</b>	<b>4.5</b>	<b>4.4</b>	<b>4.3</b>	<b>4.2</b>	<b>4.1</b>	<b>4.0</b>	<b>4.0</b>
	Pondereea investitiilor in pret, %	64	64	63	63	62	61	61	60	59	58	58	57	56	55	54	53
<b>Rata de rentabilitate = 5%</b>																	
Tm, ore pe an	4081	4643	4903	5471	5732	5987	6220	6442	6593	6714	6759	6801	6608	6686	6769	6806	
15 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>7,6</b>	<b>6,7</b>	<b>6,3</b>	<b>5,6</b>	<b>5,3</b>	<b>5,0</b>	<b>4,8</b>	<b>4,6</b>	<b>4,4</b>	<b>4,3</b>	<b>4,1</b>	<b>4,0</b>	<b>4,0</b>	<b>3,9</b>	<b>3,8</b>	<b>2,0</b>
	Pondereea investitiilor in pret, %	66	64	63	61	59	58	57	55	54	53	52	51	50	49	47	0
30 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>6,2</b>	<b>5,5</b>	<b>5,2</b>	<b>4,7</b>	<b>4,5</b>	<b>4,3</b>	<b>4,1</b>	<b>4,0</b>	<b>3,9</b>	<b>3,8</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>3,7</b>	<b>3,6</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>
	Pondereea investitiilor in pret, %	58	56	55	53	52	51	50	49	48	47	46	46	45	44	44	43
<b>Rata de rentabilitate = 5% (continua)</b>																	
Tm, ore pe an	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	
15 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>4.40</b>	<b>4.33</b>	<b>4.26</b>	<b>4.19</b>	<b>4.11</b>	<b>4.04</b>	<b>3.97</b>	<b>3.90</b>	<b>3.82</b>	<b>3.75</b>	<b>3.68</b>	<b>3.60</b>	<b>3.53</b>	<b>3.46</b>	<b>3.39</b>	<b>1.86</b>
	Pondereea investitiilor in pret, %	58	57	56	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	0
30 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>3.7</b>	<b>3.6</b>	<b>3.6</b>	<b>3.6</b>	<b>3.5</b>	<b>3.5</b>	<b>3.5</b>	<b>3.4</b>	<b>3.4</b>	<b>3.4</b>	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>	<b>3.2</b>	<b>3.2</b>	<b>3.2</b>	<b>3.1</b>
	Pondereea investitiilor in pret, %	49	49	48	48	47	47	46	46	45	44	44	43	43	42	41	41

**Tabel. 8. Pretul energiei produse la grupul Ciclu Combinat pentru condițiile R.Moldova, 650\$/kW**

Anii		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
<b>Rata de rentabilitate = 10%</b>																	
Tm, ore pe an (in complex cu alte grupuri)		7407	7407	7407	7398	5418	5447	5458	5588	5620	5655	5755	5884	6147	6415	6681	6839
15 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>7,9</b>	<b>7,8</b>	<b>7,7</b>	<b>7,7</b>	<b>9,0</b>	<b>8,9</b>	<b>8,8</b>	<b>8,6</b>	<b>8,4</b>	<b>8,3</b>	<b>8,2</b>	<b>8,0</b>	<b>7,7</b>	<b>7,5</b>	<b>7,2</b>	<b>6,3</b>
	Ponderea investitiilor in pret, %	22	21	21	20	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	0
30 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>7,5</b>	<b>7,4</b>	<b>8,7</b>	<b>8,6</b>	<b>8,6</b>	<b>8,4</b>	<b>8,4</b>	<b>8,3</b>	<b>8,2</b>	<b>8,0</b>	<b>7,8</b>	<b>7,6</b>	<b>7,4</b>	<b>7,2</b>
	Ponderea investitiilor in pret, %	18	18	18	17	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	13
<b>Rata de rentabilitate = 5%</b>																	
Tm, ore pe an		8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
15 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>7,3</b>	<b>7,3</b>	<b>7,2</b>	<b>7,1</b>	<b>7,1</b>	<b>7,0</b>	<b>6,9</b>	<b>6,9</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>	<b>6,7</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,5</b>	<b>6,4</b>	<b>5,7</b>
	Ponderea investitiilor in pret, %	22	21	21	20	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	0
30 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>7,0</b>	<b>7,0</b>	<b>6,9</b>	<b>6,9</b>	<b>6,9</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,5</b>
	Ponderea investitiilor in pret, %	18	18	18	17	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	13
<b>Rata de rentabilitate = 5%</b>																	
Tm, ore pe an		7407	7407	7407	7398	5418	5447	5458	5588	5620	5655	5755	5884	6147	6415	6681	6839
15 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>7,3</b>	<b>7,2</b>	<b>7,2</b>	<b>7,2</b>	<b>8,4</b>	<b>8,3</b>	<b>8,2</b>	<b>8,1</b>	<b>8,0</b>	<b>8,0</b>	<b>7,8</b>	<b>7,7</b>	<b>7,5</b>	<b>7,3</b>	<b>7,1</b>	
	Ponderea investitiilor in pret, %	15	15	15	14	16	16	15	15	14	14	13	13	12	11	10	
30 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>6,9</b>	<b>6,9</b>	<b>6,9</b>	<b>6,9</b>	<b>8,0</b>	<b>8,0</b>	<b>7,9</b>	<b>7,8</b>	<b>7,8</b>	<b>7,7</b>	<b>7,6</b>	<b>7,5</b>	<b>7,4</b>	<b>7,2</b>	<b>7,0</b>	<b>6,9</b>
	Ponderea investitiilor in pret, %	12	11	11	11	13	12	12	12	11	11	11	10	10	9	9	9
<b>Rata de rentabilitate = 5%</b>																	
Tm, ore pe an		8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
15 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>6,8</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,7</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,6</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	<b>6,4</b>	<b>6,4</b>	<b>6,4</b>	<b>6,3</b>	<b>5,7</b>
	Ponderea investitiilor in pret, %	15	15	15	14	16	16	15	15	14	14	13	13	12	11	10	0
30 ani amortizarea	<b>Pretul, centi/kWh</b>	<b>6,5</b>	<b>6,4</b>	<b>6,4</b>	<b>6,4</b>	<b>6,4</b>	<b>6,4</b>	<b>6,4</b>	<b>6,4</b>	<b>6,3</b>	<b>6,3</b>	<b>6,3</b>	<b>6,3</b>	<b>6,3</b>	<b>6,3</b>	<b>6,3</b>	<b>6,2</b>
	Ponderea investitiilor in pret, %	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	9	9	9	9	9	8



**Tabel. 9. Pretul energiei produse la grupul carbune de 200 MW, 1400\$/kW, 80\$/t, 6300kcal/kg**

Anii		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	2030	
<b>Rata de rentabilitate = 10%</b>																		
Tm, ore pe an		5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
15 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	10,6	10,3	10,1	9,8	9,6	9,3	9,1	8,8	8,6	8,3	8,1	7,8	7,6	7,3	7,1	4,3	
	Pondereea investitiilor in pret, %	59,1	58,1	57,0	55,9	54,8	53,6	52,3	50,9	49,5	48,0	46,4	44,7	42,9	40,9	38,8	0,0	
30 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	9,3	9,2	9,1	9,0	8,8	8,7	8,6	8,5	8,3	8,2	8,1	8,0	7,8	7,7	7,6	7,5	
	Pondereea investitiilor in pret, %	53,6	52,9	52,3	51,6	50,9	50,2	49,5	48,8	48,0	47,2	46,4	45,6	44,7	43,8	42,9	41,9	
<b>Rata de rentabilitate = 10%</b>																		
Tm, ore pe an		8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
15 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	7,4	7,2	7,1	6,9	6,8	6,6	6,5	6,3	6,1	6,0	5,8	5,7	5,5	5,4	5,2	3,5	
	Pondereea investitiilor in pret, %	52,9	51,9	50,8	49,7	48,5	47,3	46,1	44,7	43,3	41,8	40,3	38,6	36,9	35,0	33,1	0,0	
30 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	6,6	6,5	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1	6,1	6,0	5,9	5,8	5,8	5,7	5,6	5,5	5,4	
	Pondereea investitiilor in pret, %	47,3	46,7	46,1	45,4	44,7	44,0	43,3	42,6	41,8	41,0	40,3	39,4	38,6	37,8	36,9	36,0	
<b>Rata de rentabilitate = 5%</b>																		
Tm, ore pe an		5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
15 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	8,1	8,0	7,9	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,0	6,9	6,8	6,7	6,6	4,3	
	Pondereea investitiilor in pret, %	46,6	45,9	45,2	44,4	43,6	42,8	42,0	41,1	40,3	39,4	38,4	37,5	36,5	35,5	34,4	0,0	
30 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	7,0	7,0	6,9	6,9	6,8	6,8	6,7	6,7	6,6	6,6	6,5	6,5	6,4	6,3	6,3	6,2	
	Pondereea investitiilor in pret, %	38,4	38,0	37,5	37,0	36,5	36,0	35,5	34,9	34,4	33,9	33,3	32,7	32,2	31,6	31,0	30,4	
<b>Rata de rentabilitate = 5%</b>																		
Tm, ore pe an		8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
15 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	5,9	5,8	5,7	5,7	5,6	5,5	5,4	5,4	5,3	5,2	5,2	5,1	5,0	5,0	4,9	3,5	

	Ponderea investitiilor in pret, %	40,5	39,8	39,1	38,3	37,6	36,8	36,0	35,2	34,4	33,6	32,7	31,8	30,9	30,0	29,0	0,0
30 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	5,2	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,7
	Ponderea investitiilor in pret, %	32,7	32,3	31,8	31,4	30,9	30,4	30,0	29,5	29,0	28,5	28,0	27,5	27,0	26,4	25,9	25,4

**Tabel. 10. Pretul energiei produse la grupul carbune de 200 MW, 800\$/kW, 80\$/t, 6300kcal/kg**

Anii		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	2030
<b>Rata de rentabilitate = 10%</b>																	
	Tm, ore pe an	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
15 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	7.9	7.8	7.6	7.5	7.3	7.2	7.1	6.9	6.8	6.6	6.5	6.3	6.2	6.1	5.9	4.3
	Ponderea investitiilor in pret, %	45.2	44.2	43.1	42.0	40.9	39.7	38.5	37.2	35.9	34.5	33.1	31.6	30.0	28.4	26.6	0.0
30 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	7.2	7.1	7.1	7.0	6.9	6.8	6.8	6.7	6.6	6.6	6.5	6.4	6.3	6.3	6.2	6.1
	Ponderea investitiilor in pret, %	39.7	39.1	38.5	37.9	37.2	36.6	35.9	35.2	34.5	33.8	33.1	32.3	31.6	30.8	30.0	29.2
<b>Rata de rentabilitate = 5%</b>																	
	Tm, ore pe an	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
15 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	5.7	5.6	5.5	5.5	5.4	5.3	5.2	5.1	5.0	4.9	4.8	4.7	4.6	4.6	4.5	3.5
	Ponderea investitiilor in pret, %	39.1	38.1	37.1	36.1	35.0	33.9	32.8	31.6	30.4	29.1	27.8	26.4	25.0	23.6	22.0	0.0
30 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	5.3	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	5.0	5.0	4.9	4.9	4.8	4.8	4.7	4.7	4.6	4.6
	Ponderea investitiilor in pret, %	33.9	33.4	32.8	32.2	31.6	31.0	30.4	29.8	29.1	28.5	27.8	27.1	26.4	25.7	25.0	24.3
	Tm, ore pe an	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000

15 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	4.8	4.8	4.8	4.7	4.7	4.6	4.6	4.6	4.5	4.5	4.5	4.4	4.4	4.3	4.3	3.5
	Ponderea investitiilor in pret, %	28.0	27.4	26.8	26.2	25.6	25.0	24.4	23.7	23.1	22.4	21.7	21.0	20.3	19.6	18.9	0.0
30 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	4.5	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
	Ponderea investitiilor in pret, %	21.7	21.4	21.0	20.7	20.3	20.0	19.6	19.3	18.9	18.5	18.2	17.8	17.4	17.0	16.7	16.3

**Tabel. 11. Pretul energiei produse la grupul carbune de 200 MW, 800\$/kW, 120\$/t, 6300kcal/kg**

Anii		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	2030
<b>Rata de rentabilitate = 10%</b>																	
Tm, ore pe an		5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
15 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	9.6	9.4	9.3	9.1	9.0	8.9	8.7	8.6	8.4	8.3	8.1	8.0	7.9	7.7	7.6	6.0
	Ponderea investitiilor in pret, %	37.4	36.4	35.4	34.4	33.4	32.3	31.2	30.0	28.9	27.6	26.4	25.0	23.7	22.3	20.8	0.0
30 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	8.9	8.8	8.7	8.6	8.6	8.5	8.4	8.4	8.3	8.2	8.1	8.1	8.0	7.9	7.9	7.8
	Ponderea investitiilor in pret, %	32.3	31.7	31.2	30.6	30.0	29.4	28.9	28.2	27.6	27.0	26.4	25.7	25.0	24.4	23.7	23.0
<b>Rata de rentabilitate = 5%</b>																	
Tm, ore pe an		8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
15 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	7.1	7.0	6.9	6.8	6.7	6.6	6.5	6.5	6.4	6.3	6.2	6.1	6.0	5.9	5.8	4.9
	Ponderea investitiilor in pret, %	31.6	30.7	29.8	28.9	27.9	26.9	25.9	24.9	23.9	22.8	21.7	20.5	19.3	18.1	16.9	0.0
30 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	6.6	6.6	6.5	6.5	6.5	6.4	6.4	6.3	6.3	6.2	6.2	6.1	6.1	6.1	6.0	6.0
	Ponderea investitiilor in pret, %	26.9	26.4	25.9	25.4	24.9	24.4	23.9	23.3	22.8	22.2	21.7	21.1	20.5	19.9	19.3	18.7
Tm, ore pe an		8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000	8000
15 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	6.2	6.2	6.1	6.1	6.0	6.0	6.0	5.9	5.9	5.9	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	4.9

	Pondereea investitiilor in pret, %	21.8	21.3	20.8	20.3	19.8	19.3	18.8	18.3	17.7	17.2	16.6	16.1	15.5	14.9	14.3	0.0
30 ani amortizarea	Pretul, centi/kWh	5.8	5.8	5.8	5.8	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.5	5.5
	Pondereea investitiilor in pret, %	16.6	16.3	16.1	15.8	15.5	15.2	14.9	14.6	14.3	14.1	13.8	13.5	13.2	12.9	12.6	12.3

6. În cazul impunerii grupul nuclear în calcul (vezi Tab. 3, Varianta 1, nr. combinației 10), pentru condițiile: 1500\$/kW investiții în grupul nuclear, prețul la gaze pentru celelalte centrale alese constituie 250 \$/1000m<sup>3</sup> gaz, iar investițiile trebuie recuperate în 15 ani, grupul nuclear se încarcă slab în primii 15 ani: de la T<sub>m</sub> = 4081 ore în anul 2015 până la 6769 ore în anul 2029, fapt care duce la scumpirea energiei, prețul variind de la 10,8 cenți/kWh în primul an de funcționare până la 4,2 cenți/kWh în anul 15 (vezi. Tab.7), media ponderată fiind de 6,1 cenți/kWh în cazul rentabilității investiționale de 10% și 4,8 cenți/kWh în cazul rentabilității investiționale de 5%. Dacă însă centrala nucleară reușește să-și vândă surplusul de energie, pe care aceasta este în stare să o producă, adică ea ar funcționa cu un T<sub>m</sub>=8000 ore pe an, atunci prețul energiei mediu ponderat în cei 15 ani de analiză va deveni 4,7 cenți/kWh în cazul rentabilității de 10% și 3,7 cenți/kWh în cazul rentabilității de 5%.

Prețul energiei produse de grupul nuclear se micșorează și mai mult dacă perioada de amortizare a investițiilor, adică perioada de recuperare a acestora, se mărește de la 15 la 30 ani, cu alte cuvinte, până la perioada de viață a grupului nuclear, care, de fapt, conform surselor existente, ar putea fi și 40 ani. Prețul mediu ponderat în primii 15 devine egal cu 5,8 cenți/kWh în cazul rentabilității investiționale de 10% și 4,1 cenți/kWh în cazul rentabilității investiționale de 5%. Dacă însă centrala nucleară reușește să-și vândă surplusul de energie, pe care aceasta este în stare să o producă, adică ea ar funcționa cu un T<sub>m</sub>=8000 ore pe an, atunci prețul energiei mediu ponderat în cei 15 ani de analiză va deveni 4,4 cenți/kWh în cazul rentabilității de 10% și 3,1 cenți/kWh în cazul rentabilității de 5%. În formă compactă aceste rezultate sunt prezentate în Tab. 12.

**Tab. 12. Prețul energiei produse la grupul nuclear de 633MW (CNE Cernavoda)<sup>3</sup>**

Rata de rentabilitate,%	10				5			
	6027 <sup>1</sup>		8000 <sup>2</sup>		6027 <sup>1</sup>		8000 <sup>2</sup>	
T <sub>m</sub> , ore	15	30	15	30	15	30	15	30
Perioada de recuperare a investițiilor, ani								
Prețul mediu al energiei în primii 15 ani de funcționare a grupului nuclear, cenți/kWh	6,1	5,8	4,9	4,6	4,8	4,2	3,9	3,4

- 1) Acoperă doar energia revenită cererii pentru R.Moldova
- 2) Centrala produce energie și pentru export
- 3) Alături cu grupul nuclear, costul căruia este de 1500\$/kW, cererea de energie este acoperită și de alte centrale electrice alese în procesul de optimizare, care funcționează pe gaze, prețul căruia constituie 250\$/1000m<sup>3</sup>

Din cele relatate putem concluziona că prețurile energiei nucleare întâlnite în țările cu tradiții în acest domeniu nu pot servi ca repere pentru a trage concluzia despre avantajul centralelor atomice pentru Republica Moldova. Astfel, prețul energiei nucleare în Ucraina este de cca. 1,7 cenți/kWh, în România – 3,6 cenți/kWh, prețurile date fiind determinate de mulți factori, majoritatea dintre care având referința la prezența industriei nucleare în țară, resursele de uran proprii, specialiști, materiale și echipamentele respective, etc. Toate acestea lipsesc în republică cu desăvârșire, cu excepția doar a unor materiale de construcție, fapt care impune de a efectua majoritatea achizițiilor de pe piața mondială.

7. În Varianta 1, nr. combinației 10 (vezi Tab. 3), în care participă grupul nuclear impus, prețul producerii energiei pentru care s-a examinat mai sus, la acoperirea cererii de energie participă, pe lângă alte surse (centralele locale existente, cele mici, importul de energie) și grupuri ciclu combinat. Conform Tab. 6 în perioada până în anul 2030 vor fi puse în funcțiune 2 grupuri, primul de 100MW și altul de 179MW. În vederea comparării cu grupul nuclear, vom examina

prețul producerii energiei electrice la grupul ciclu combinat de 100MW, care se distinge prin investiții de 650 \$/kW și randamentul de 52%. Anul punerii în funcțiune 2011, perioada de construcție 2 ani. Rezultatele sunt prezentate în Tab. 13.

**Tab. 13. Prețul energiei produse la grupul ciclu combinat 100MW<sup>3</sup>**

Rata de rentabilitate,%	10				5			
Tm, ore	6245 <sup>1</sup>		8000 <sup>2</sup>		6245 <sup>1</sup>		8000 <sup>2</sup>	
Perioada de recuperare a investițiilor, ani	15	30	15	30	15	30	15	30
Prețul mediu al energiei în primii 15 ani de funcționare a grupului ciclu combinat, cenți/kWh	8,1	7,9	6,9	6,8	7,6	7,4	6,6	6,4

- 1) Acoperă doar energia revenită cererii pentru R.Moldova
- 2) Centrala produce energie și pentru export
- 3) Alături cu grupul ciclu combinat, cererea de energie este acoperită și de alte centrale electrice alese în procesul de optimizare

După cum se observă din ultimele 2 tabele, prețul energiei produs la grupul nuclear este mai mic decât cel de ciclul combinat, atunci când prețul la gaze constituie mai mult de 250\$/1000m<sup>3</sup>.

8. Dat fiind că centralele pe cărbune nu au fost alese de modelul de optimizare și nu a intrat în nici unul din variantele prezentate în Tab. 6, grupul pe cărbune a fost examinat separat, pentru mai multe condiții: diferit nivel al investițiilor și preț la cărbune, randamentul fiind ales de 40%. Rezultatele sunt prezentate în Tabelele 14,15,16.

**Tab. 14. Prețul energiei produse de grupul pe cărbune 180MW, 1400 \$/kW, 80\$/tonă carb.<sup>3</sup>**

Rata de rentabilitate,%	10				5			
Tm, ore	5000 <sup>1</sup>		8000 <sup>2</sup>		5000 <sup>1</sup>		8000 <sup>2</sup>	
Perioada de recuperare a investițiilor, ani	15	30	15	30	15	30	15	30
Prețul mediu al energiei în primii 15 ani de funcționare a grupului pe cărbune, cenți/kWh	8,8	8,5	6,3	6,1	7,4	6,7	5,4	4,9

- 1) Acoperă cererea unei curbe de sarcină corespunzătoare aproximativ celei reale
- 2) Centrala produce energie pe întreg an la capacitatea sa maximă
- 3) Puterea calorică a cărbunelui constituie 6300 kcal/kg

**Tab. 15. Prețul energiei produse de grupul pe cărbune 180MW, 800 \$/kW, 120\$/tonă carb.<sup>3</sup>**

Rata de rentabilitate,%	10				5			
Tm, ore	5000 <sup>1</sup>		8000 <sup>2</sup>		5000 <sup>1</sup>		8000 <sup>2</sup>	
Perioada de recuperare a investițiilor, ani	15	30	15	30	15	30	15	30
Prețul mediu al energiei în primii 15 ani de funcționare a grupului pe cărbune, cenți/kWh	8,6	8,4	6,5	6,3	7,7	7,3	5,9	5,7

- 1) Acoperă cererea unei curbe de sarcină corespunzătoare aproximativ celei reale
- 2) Centrala produce energie pe întreg an la capacitatea sa maximă
- 3) Puterea calorică a cărbunelui constituie 6300 kcal/kg

**Tab. 16. Prețul energiei produse de grupul pe cărbune 180MW, 800 \$/kW, 80\$/tonă cărb.<sup>3</sup>**

Rata de rentabilitate,%	10				5			
Tm, ore	5000 <sup>1</sup>		8000 <sup>2</sup>		5000 <sup>1</sup>		8000 <sup>2</sup>	
Perioada de recuperare a investițiilor, ani	15	30	15	30	15	30	15	30
Prețul mediu al energiei în primii 15 ani de funcționare a grupului pe cărbune, cenți/kWh	6,9	6,7	5,1	5,0	6,1	5,7	4,6	4,3

- 1) Acoperă cererea unei curbe de sarcină corespunzătoare aproximativ celei reale
- 2) Centrala produce energie pe întreg an la capacitatea sa maximă
- 3) Puterea calorifică a cărbunelui constituie 6300 kcal/kg

După cum se observă din ultimele 3 tabele, energia produsă de grupurile pe cărbune este destul de scumpă, dar ar putea fi mai ieftină decât cea produsă de grupurile ciclu combinat, la prețul gazului de 250 \$/1000m<sup>3</sup>. Având în vedere că rezervele de gaze naturale sunt limitate pe glob (conform estimărilor, acestea ar ajunge cel mult încă pe 30-40 ani), prețul acestora va continua să crească, fapt care face ca grupurile pe cărbune să fie preferate în fața ciclului combinat. Mai mult decât atât, grupurile pe cărbune pot fi construite astfel ca ele să poată funcționa pe mai multe tipuri de combustibil, inclusiv pe gaz și păcură, fapt care permite ca țara să nu fie dependentă doar de un singur tip de combustibil. Sigur, construcția grupurilor pe cărbune ridică mai accentuat problemele ecologice, decât cele bazate pe ciclu combinat, și acest aspect va trebui ținut în calcul atunci, când se hotărăște care tip de centrală trebuie construită.

#### **La capitolul „cărora surse de dat preferință”**

Republica Moldova este o țară mică, fără resurse energetice, suprapopulată pe întreg teritoriu, cu o economie săracă, cu o creștere a puterii anuale necesare de cca. 40, maxim 60 MW în următorii 25 ani. Aceste caracteristici impun a da preferință centralelor:

- a) de mică capacitate, maxim de 200MW
- b) care cer cât mai puține investiții inițiale
- c) care permit a utiliza mai multe genuri de combustibil
- d) care permit a scoate din folosință cât mai puține terenuri și resurse de apă
- e) care se construiesc în perioade de timp restrânse, dacă nu mici
- f) care asigură un preț cât mai mic pentru energia produsă
- g) care au un impact ecologic cât mai mic

Satisfacerea tuturor acestor exigențe nu este în stare nici una din grupurile mai sus examinate: nuclear, ciclu combinat pe gaze, grup pe cărbune. Totodată:

9. Grupul nuclear este cel mai apropiat să îndeplinească condițiile în discuție, dacă el ar fi fost construit nu în R. Moldova, ci la CNE Cernavoda, iar participarea cu investiții ar fi fost efectuată nu pentru întreg grup nuclear de 633 MW, ci doar pentru cca. 200 MW. În situația când varianta participării R.Moldova la construcția grupurilor nucleare se exclude, ar putea fi examinată opțiunea construcției CNE pe teritoriul republicii, cu grupuri de capacitate mică. Astfel de practică există în lume. Bunăoară, în China este construit un grup de 288 MW, în India 2 grupuri a câte 212MW. Însă, diminuarea capacității grupurilor nucleare ridică nivelul specific al investițiilor, și așa foarte mare. Nu trebuie de uitat că perioada de construcție a unei centrale nucleare, sau a unui grup, este în realitate substanțial mai mare, decât cel din proiect. Astfel, în studiul de față s-a ales perioada de construcție a grupului 633 MW, egală cu 6 ani. De fapt, însă, trebuie de așteptat – cca. 10 ani, lucru care duce la înghețarea investițiilor foarte mari, cu repercusiuni importante asupra prețului energiei

produse. În condițiile construcției unei centrale nucleare, cu grupuri de cca. 633MW, se va cere de avut contracte de lungă durată pentru puterea de rezervă de cca. 700MW, pentru situația când grupul nuclear ar ieși din funcțiune pe parcursul iernii, lucru extrem de greu de asigurat, având în vedere că țările vecine, de unde energia urmează a fi importată în astfel de situații, ar putea singure să fie deficitare. La toate, este necesar de a dispune de capacitate suficientă a interconexiunilor cu țările vecine, egală cu cca. 700MW, ținută înghețată doar pentru cazurile de refuz a grupului nuclear. Chiar dacă s-ar reuși de semnat un acord de acest gen, republica va trebui să plătească adițional pentru puterea de rezervă menținută, cca. 1-1,5 cenți/kWh, raportat la energia produsă de grupul nuclear discutat, fapt care mărește respectiv prețul energiei nucleare, examinat mai sus.

Odată cu construcția centralei nucleare, de asemenea, se va cere de soluționat problema deșeurilor-pe de o parte, pe de alta, la același capitol – de acumulat resurse financiare pentru închiderea și conservarea centralei (pentru aproximativ 800 ani) după expirarea perioadei de viață a acesteia. Conform mai multor surse, pentru acumularea resurselor financiare necesare acestor scopuri se cere majorarea prețului energiei produse pe perioada de funcționare a centralei cu până la 10%. Este adevărat, faptul că centrala nucleară nu este producătoare de CO<sub>2</sub>, aceasta permite de a vinde carbonul ne produs și astfel de compensat scumpirea energiei atomice menționate.

Cel mai mare neajuns a centralelor atomice, însă, este faptul că ele pot deveni o sursă de catastrofă, imposibil de depășit în cazul unei explozii ne controlate la unul din grupurile acesteia, așa cum a avut loc la CNE Cernobâl în 1986. În legătură cu aceasta, societatea civilă ar putea protesta împotriva ideii construcției centralei, fie la faza inițierii construcției acesteia, fie ulterior.

Al doilea tip de centrale care se încadrează în exigențele țării Republicii Moldova sunt cele bazate pe cărbune. Resursele combustibilului dat, conform estimărilor specialiștilor, se evaluează la un consum pe o perioadă de cca. 400 ani. Centralele date pot funcționa pe mai multe genuri de combustibil, lucru, care face republica a nu fi vulnerabilă față de tipurile de combustibil utilizate pentru producerea energiei electrice. Construcția centralei pe cărbune, însă cere dezvoltarea unei structuri adecvate de transport a cărbunelui, fie din Ucraina, fie din Australia, fie din altă țară, fapt, care impune investiții adiționale. Centralele pe cărbune aduc un impact ecologic negativ mai însemnat, decât cele pe gaze, bazate pe ciclul combinat. Ne cătând că investițiile în grupurile pe cărbune sunt însemnate și ar putea să se apropie de cele atomice, posibilitatea construcției de grupuri la capacități relativ mici, de 150-200MW, permite a diminua impactul ratei de rentabilitate asupra investițiilor, în comparație cu cel nuclear, și a face ca grupurile pe cărbune să fie mai încărcate pe parcursul perioadei de viață a acestora.

11. Centralele electrice bazate pe ciclul combinat și utilizarea gazelor naturale, fiind mai ieri cele mai solicitate pe piață, încep să-și piardă preferința datorită creșterii prețului la gaze, lucru, care, pentru R. Moldova este agravat și prin faptul că combustibilul dat este livrat, practic dintr-o singură sursă, fapt care deloc nu contribuie la ridicarea securității energetice a țării. Totodată, trebuie recunoscut că din toate sursele de energie electrică, ciclul combinat are cel mai mic impact investițional în prețul energiei produse, egal cu 10-20%, față de 50-76% în cazul grupurilor nucleare și 15-60% în cel pe cărbune. Aceasta este determinat atât prin investițiile specifice, aproape de 2 ori mai mici, cât și perioadei mult mai scurte de construcție a lor, cele de proiect măsurată în jurul de 2-3 ani (5-6 ani – grupurile nucleare, 4-5 ani – grupurile pe cărbune).

12. În studiul efectuat au fost incluse ca grupuri candidat și centrale mici, indiferent de genul de producere a energiei. Puterea unui grup a fost stabilită de 5 MW, iar numărul maxim de grupuri permise a fi alese de modelul computerizat de optimizare a fost fixat la nivelul de 8. Investițiile specifice 1000\$/kW, randamentul 42%, combustibil – gaze naturale. În urma calculelor, toate aceste grupuri au fost incluse în variantele de dezvoltare a surselor în R. Moldova. Aceasta se explică în principal prin faptul, că o creștere a cererii se îndestulează prin încărcarea totală a centralelor mici,



fapt care asigură funcționarea acestora la randamentele maxime de pașaport și totodată nu se îngheață investițiile, lucruri care se întâmplă în situația grupurilor de mari capacități.

### **La capitolul „care pași ulteriori ar trebui întreprinși pentru a îndeplini cererea de energie pe viitor”**

După cum a fost arătat mai sus, construcția oricărei din centralele examinate, nucleare, cărbune, ciclu combinat, solicită din partea factorilor de decizie depunerea de eforturi foarte responsabile și însemnate, ele fiind influențate de o multitudine de factori, care în ansamblu fac acțiunea respectivă mult riscantă pentru destinul țării. O soluție certă la capitolul „când și care centrală de construit” este foarte greu de specificat la momentul de față, motivul fiind lipsa de oferte concrete din partea investitorilor sau solicitanților de a construi centrale electrice examinate mai sus. Studiul de față ne dă doar o orientare spre efectuarea de pași ulteriori, în vederea asigurării republicii cu putere și energie până în anul 2030. Care ar trebui să fie aceștia:

13. După cum a fost arătat în studiul de mai sus, cea mai ieftină variantă de asigurare a republicii cu energie electrică o constituie cea orientată spre importul energiei din exteriorul țării, chiar dacă prețul energiei ar ajunge la 5 cenți/kWh. În condițiile în care cererea de energie a republicii continue să crească rapid, capacitatea de plată a consumatorilor țării este destul de joasă, iar construcția de interconexiuni (capacitatea existentă a cărora nu este suficientă la moment), durează mult mai puțin timp, decât construcția de centrale, prețul la care va fi mai mare, decât prețul energiei din import (în orice caz, în următorii 5 ani), este necesar a da preferință în următorii ani construcției de legături electrice puternice cu țările vecine. Această propunere a fost expusă de Institutul de energetică încă în anul 1997, în studiul „Evaluarea oportunității tehnice și economice de participare a Republicii Moldova la construcția grupului 2 CNE Cernavodă”, comandat de Ministerul Economiei. Din păcate, recomandările făcute atunci au început să fie luate în considerație doar în ultimul timp, în acest sens Ministerul Industriei și Infrastructurii efectuând pași concreți spre realizarea scopului dat.

14. În vederea formulării caietului de sarcini pentru construcția uneia sau altei centrale electrice de importanță, caiet de sarcini, care ar da posibilitate lansarea tenderului pentru construcția centralei (sau de centrale) electrice respective, este necesar ca factorii de decizii să se documenteze suficient asupra obiectului discutat. În această ordine de idei, pentru definitivarea celei mai rezonabile soluții de construcție a centralei (sau de centrale) de importanță este necesar a dispune de oferte din partea potențialilor investitori – pe de o parte, pe de alta – de studii de fezabilitate, sau chiar de fezabilitate asupra centralelor de tip nuclear, pe cărbune și de tip ciclu combinat pe gaze. Țările și companiile cu tradiții în construcția de centrale atomice (Franța, Canada, Rusia, etc), pe cărbune și de tip ciclu combinat ar trebui invitate pentru a-și propune ofertele lor preliminare de construcție a centralelor „la cheie”. Totodată, în paralel, vor trebui comandate studii de fezabilitate pentru construcția de centrale electrice deja nominalizate mai sus. Pentru realizarea acestor obiective este oportun a cere asistența UE, atât financiară, cât și prin transfer de cunoștințe. Toate informațiile obținute în acest mod va permite cu certitudine efectuarea alegerii corecte a variantei celei mai rezonabile de dezvoltare a surselor pentru Republica Moldova. Odată determinată, se va formula caietul de sarcini pentru lansarea tenderului în ce privește construcția centralei, sau centralelor electrice corespunzătoare. Modalitatea aleasă permite a asigura alegerea unei soluții de dezvoltare a surselor cu cele mai mici riscuri, cheltuieli și într-un cadru transparent de realizare a scopului propus.

15. Așa cum s-a menționat și mai sus, va trebui să fim conștienți, că orice lansare de tender pentru construcția de centrale electrice va cere obligatoriu încheierea contractelor de lungă durată cu distribuitorii de energie electrică, cu excluderea respectivă a competiției de pe piață. Experiența

mondială de până acum a demonstrat că, în cele din urmă, contractele de lungă durată aduc un preț mai mare pentru consumatori, decât acesta este disponibil pe piață liberă. De aceea statul va trebui să meargă la lansarea tenderelor doar în situația când au expirat toate rezervele de stimulare a investitorilor în construcția de centrale electrice, aflate libere în competiție pe piața națională și regională.

### **Bibliografie**

1. IAEA – Wien Automatic System Planning (WASP) Package, A Computer Code for Power Generating System Expansion Planning, Version WASP-IV, User's Manual, 2000.
2. IAEA – Energy and Power Evaluation Program (ENPEP), User's Guide, Version 3.0.
3. Reports of the operations of the State Company “Moldelectrica” during 1995-2000.
4. IAEA- Energy and nuclear power planning study for Romania (covering period 1989-2010), September 1995.
5. Pequot Publishing Inc. – Gas Turbine World, For Project Planning, Design and Construction, 1998 Handbook.
6. International Energy Agency – World Energy Outlook, 2004 Edition.
7. [www.power-technology.com/projects](http://www.power-technology.com/projects).
8. The Economics of Nuclear Power, Briefing Paper 8. April 2006. Uranium Information Centre Ltd., Melbourne, Australia.
9. World Nuclear Association Report, November 2006.