

1.1 | **Oroszország energiaellátása** 1.2 | **a 21. század első felében:** **előrejelzések, trendek, problémák**

Tárgyszavak: fűtőanyag- és energiaágazat; fejlődés; szénhidrogén; üvegházgáz-kibocsátás; energiapolitika; Oroszország.

Bár Oroszország a föld összes tartaléka szempontjából is jelentős, egyedülállóan gazdag energiatartalékokkal rendelkezik, mégis energiaellátásában problémák merülhetnek fel a 21. század első felében. A becslések szerint a nehezen kitermelhető szénhidrogénkészletek aránya és a kitermelés költsége növekedni fog. Az előrejelzések szerint az ország szénhidrogén-kitermelése csökkenni fog: a kőolajé 2020 után, a földgázé 2030 után.

A szénhidrogének termelésének csökkenése szükségessé teszi más alternatív energiaforrások: a szén, a nukleáris energia, a megújuló és a nem hagyományos energiafajták bővített felhasználását. Mivel Oroszország nagy mennyiségben exportál többféle energiahordozót is, valamint Magyarország energiaellátásában az innen származó behozatal nagyon jelentős szerepet játszik, a továbbiakban következő elemzés fontos információkat tartalmaz a közép-európai régió és Magyarország energetikai jövője szempontjából is.

A gazdasági fejlődés lehetséges forgatókönyvei, az ezeknek megfelelő energiaigények előrejelzése

Az Orosz Tudományos Akadémia kutatói Oroszország elkövetkező 50 évre vonatkozó energiaszükségletét egy optimista és egy óvatos forgatókönyv alapján becsülték (a pesszimista változat ezek szerint szóba sem jöhet ...A szerk.) [1]. A két forgatókönyv legfontosabb sarokszámait az 1. táblázat adja meg.

1. táblázat

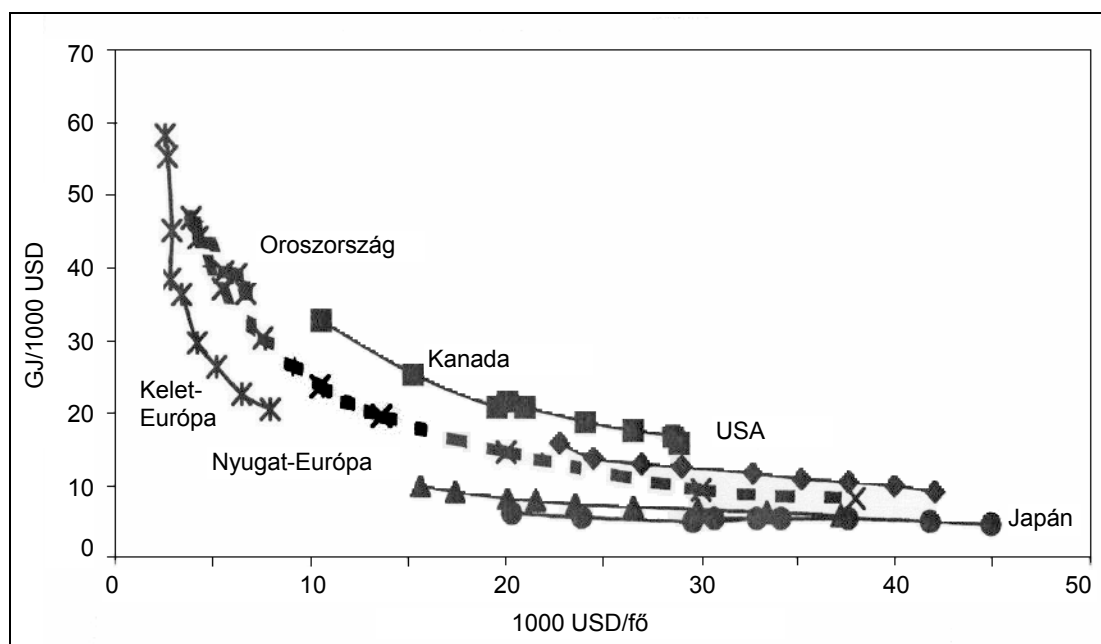
Az orosz energiafogyasztás előrejelzése 2050-ig

	Év	Optimista forgatókönyv				Óvatos forgatókönyv			
		Év				Év			
	2000	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
GDP (milliárd USD)	630	1600	2350	3400	4400	1190	1650	2250	2900
A GDP átlagos évi növekedése (%)		4,77	3,92	3,76	2,61	3,23	3,32	3,15	2,57
Lakosság (millió fő)	145	143	142	141	140	142	141	140	139
GDP/fő (1000 USD/fő)	4,3	11,2	16,5	24,1	31,4	8,4	11,7	16,1	20,9
Elsődleges energia (millió GJ)	24 960	36 200	39 860	44 360	48 895	32 950	35 970	39 980	44 350
Energia/GDP arány (GJ/1000 USD)	39,6	22,6	17,0	13,0	11,1	27,7	21,8	17,8	15,3
Energia/GDP arány átlagos évi csökkenése (%)		-2,8	-2,8	-2,6	-1,6	-1,8	-2,4	-2,0	-1,5
Egy főre jutó fogyasztás (GJ/fő)	172	253	281	315	349	232	255	286	319
Villamosenergia-fogyasztás (TWh)	847	1445	1770	2082	2400	1290	1550	1800	2100
Átlagos évi növekedés (%)		2,7	2,0	1,6	1,4	2,1	1,9	1,5	1,6
Villamosenergia-termelés/GDP arány (MWh/1000 USD)	1,34	0,90	0,75	0,61	0,55	1,08	0,94	0,80	0,72
Egy főre jutó energiafogyasztás (MWh/fő)	5,8	10,1	12,5	14,8	17,1	9,1	11,0	12,9	15,1
Központi hőszolgáltatás (millió GJ)	6109	7615	8159	8786	9205	7113	7531	7950	8368
Átlagos évi növekedés (%)		1,1	0,7	0,7	0,5	0,8	0,6	0,5	0,5
Hő/GDP arány (GJ/1000 USD)	9,70	4,76	3,47	2,58	2,09	5,98	4,56	3,53	2,89

Az optimista forgatókönyv azt feltételezi, hogy Oroszországban 2050-re az egy főre jutó GDP 31 000–32 000 USD lesz (2000-ben ez 4300 USD volt), ez az érték egyébként az USA és Németország 1990-es évek közepére elért szintjének felel meg.

Az óvatos forgatókönyv szerint Oroszország gazdasági fejlődése 10–15 évvel marad el az optimista forgatókönyvhöz képest.

Az 1. ábra az energia/GDP arány előre jelzett változását mutatja be az egy főre jutó GDP függvényében egyes fejlett országokban és Oroszországban. Ahhoz, hogy Oroszország kövesse a fejlett országokban tapasztalt trendet, energia/GDP aránya a jelzett periódusban az optimista modell szerint évente 2,5%-kal, az óvatos modell szerint 1,9%-kal kell, hogy csökkenjen.



1. ábra Az energia/GDP arány az egy főre jutó GDP függvényében (1980–2020, Oroszország – 1990–2050)

A becsült elsődleges és végső belföldi energiaigényt az 1. táblázat mutatja be, a végső energiafelhasználás szerkezetének változását pedig a 2. táblázat adja meg.

A gazdaság fejlődésével a villamos energia aránya a végső energiafogyasztásban növekedni fog (2000-ben ez 14% volt, 2030-ra eléri a 18–19%-ot, 2050-re a 22–23%-ot). A villamos energia/GDP arány a vizsgált időszakban 2,4-szer lesz kisebb az optimista forgatókönyv szerint és 1,86-szor lesz kisebb az óvatos forgatókönyv szerint.

2. táblázat

Oroszország végső energiafogyasztásának szerkezete, %-ban

	Év					
	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Villamos energia	14	15–16	17	18–19	20–21	22–23
Hőenergia	29	27	25–26	24–25	24–25	24
Földgáz	24	23	22–23	20–21	19–20	18–19
Kőolajtermékek	18	20–21	22–24	23–25	23–25	23–24
Szén és egyéb	15	14–15	12–13	11–12	10–11	10–12
Összesen	100	100	100	100	100	100

2050-re (2000-hez képest) a villamosenergia-fogyasztás 2,8-szere-
sére nő az optimista és 2,5-szeresére az óvatos forgatókönyv szerint.

A takarékosági intézkedések és a decentralizált források gyors fej-
lesztése következtében a központi hőszolgáltatás csak mérsékelten fog
növekedni a vizsgált időszakban, 4–5%-kal csökkenhet a súlya a végső
energiafogyasztáson belül.

A magántulajdonban levő gépkocsik növekvő számának és a petro-
kémiai ipar fejlődésének következtében a kőolajtermékek fogyasztása
2,0–2,3-szeresére fog nőni a becslések szerint.

Ésszerű célkitűzések Oroszország fűtőanyag- és energiaágazatának fejlesztésében

A fűtőanyag- és energiaágazatnak az imént vázolt fogyasztást biz-
tosító, hosszú távú ésszerű fejlesztését a kutatók négy csomópontot tar-
talmazó hálózat formájában modellezve tanulmányozták. A négy cso-
mópont Oroszország négy nagy egysége: az európai rész, Nyugat-
Szibéria, Kelet-Szibéria és Távol-Kelet. Azt feltételezték, hogy az ener-
giahordozók termelése a lehetőségekhez képest maximális lesz, a gaz-
daságosság szem előtt tartása mellett.

Az ország energiaágazata fejlődésének a két forgatókönyv alapján
számított legfontosabb jellemzőit a 3. és 4. táblázat tartalmazza. A bec-
slések szerint a vizsgált időszakban az energiahordozók termelésének és
fogyasztásának összetétele lényegesen megváltozik. Jelenleg Oroszor-
szágban az energiahordozók termelésének 80%-át, fogyasztásának

70%-át a kőolaj és a földgáz adja. A szénhidrogének részesedése az elsődleges energiahordozók összetételén belül csökkenni fog: 2030-ra ez 72% és 2050-re 58% lesz (lásd a 2. táblázatot és a 2. ábrát). A vizsgált időszak végére az energiahordozók belföldi fogyasztásában a földgáz részesedése 31–32%, a kőolaj részesedése pedig 20% lesz; a jelenlegi megfelelő értékek 51% és 22% (lásd a 4. táblázatot).

3. táblázat

Oroszország energiatermelésének és -exportjának
előrejelzése 2050-ig

	Év	Optimista forgatókönyv				Óvatos forgatókönyv			
		Év				Év			
	2000	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Teljes termelés (millió GJ)	40 140	51 650	54 490	54 940	58 160	46 460	48 540	49 930	52 990
<i>Ebből:</i>									
Kőolaj és kőolajtermék (Mt)	321	345	320	300	280	306	300	270	260
Földgáz (Mrd m ³)	584	775	805	700	670	700	700	650	620
Szén (Mt)	257	375	465	630	800	370	460	630	800
Vízenergia (TWh)	168	204	225	233	233	203	218	225	228
Atom energia (TWh)	131	294	380	485	620	206	250	340	400
Export, összesen (millió GJ)	15 725	16 015	15 273	11 560	10 760	15 380	13 220	10 930	10 120
<i>Ebből:</i>									
Kőolaj és kőolajtermék (Mt)	189	142	98	65	42	137	116	67	48
Földgáz (Mrd m ³)	215	289	325	255	255	235	240	230	230
Szén (Mt)	35	18	15	13	13	18	15	13	13
Villamos energia (TWh)	13	28	19	40	50	20	22	44	35

A földgáztermelés 2030 utánra jóslt csökkenése felveti a földgáz más energiahordozókkal való pótlásának problémáját, itt elsősorban a szénbányászat és az atomenergia fejlesztése jöhet szóba.

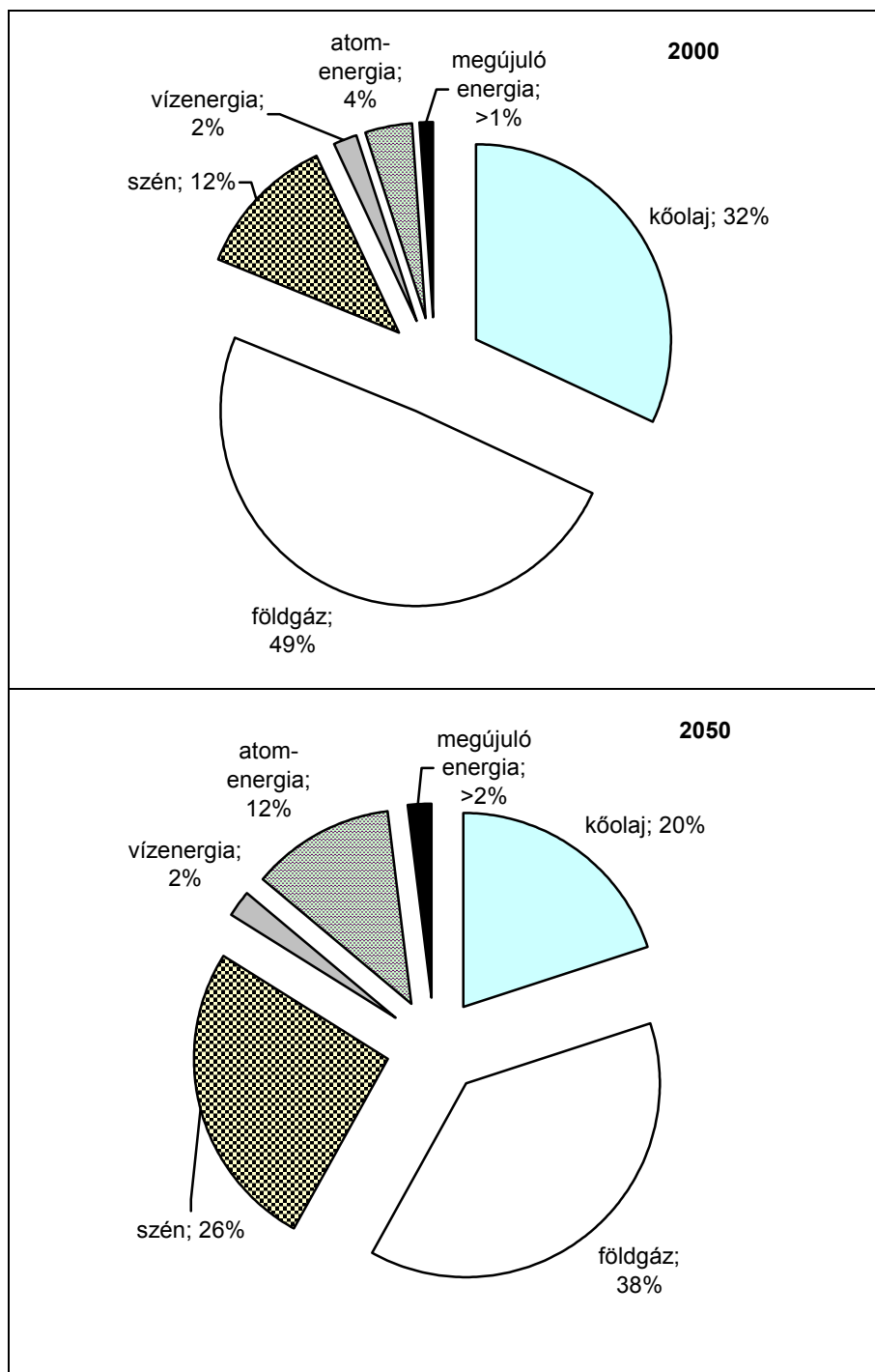
4. táblázat

A elsődleges energiafogyasztás előrejelzése Oroszországban 2050-ig

	Év	Optimista forgatókönyv				Óvatos forgatókönyv			
		Év				Év			
	2000	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
Összesen (millió GJ)	24 963	36 188	39 860	44 357	48 893	32 954	35 965	39 981	44 352
<i>Ebből:</i>									
Fűtőolaj	5 435	8 386	9 227	9 798	9 825	7 047	7 723	8 473	8 850
Földgáz	12 721	16 672	16 500	15 565	15 045	15 857	15 795	14 755	14 305
Szén	4 733	6 873	8 581	11 866	15 116	6 873	8 581	11 866	15 116
Vízenergia	622	755	831	860	860	750	806	835	810
Atomenergia	1 364	3 121	4 106	5 242	6 641	2 193	2 679	3 584	4 275
Nem hagyományos	88	381	615	1025	1 406	8	13	16	34
<i>Ugyanez %-ban:</i>	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kőolaj	21	23	23	22	20	21	21	21	20
Földgáz	51	46	41	35	31	48	44	37	32
Szén	19	19	22	27	31	21	24	30	34
Vízenergia	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Atomenergia	5	9	10	12	14	7	7	9	10
Nem hagyományos	0,4	1	2	2	3	1	1	1	2

A számítások szerint Oroszország széntermelését 2050-ig (a 2000. évihez képest) meg kell háromszorozni, vagyis el kell érni az évi 800 millió tonnát. A Kuznyeck-i medencének és a Kanszk-Ahinszki medencének kell akkorra az ország termelésének több, mint 85%-át adnia. A elsődleges energiahordozók fogyasztásában a szén részesedése a 2000 évi 19%-ról 2030-ra 22–24%-ra és 2050-re 31–34%-ra fog nőni. Így a vizsgált időszak végén az országban a szénből nyert energia hozzávetőleg azonos nagyságú lesz a földgázból nyert energiával.

Az országban termelt elsődleges energiahordozók közül az atomenergia részesedése 2050-re 12% lesz az optimista és 8% az óvatos forgatókönyv szerint. A vízenergia részesedése vizsgált időszakon belül megőrzi a 2%-os értéket. A nem hagyományos forrásokból származó energia termelése a jelenlegi érték húszszorosára fog növekedni (részesedése a jelenlegi 0,1%-ról 2050-re eléri az 1,8%-ot), de nem lesz még jelentős szerepe Oroszország tüzelőanyag- és energiaháztartásában.



2. ábra A elsődleges energiatermelés összetevői Oroszországban

A vizsgált időszakban jelentős változások fognak bekövetkezni Oroszország európai részének tüzelőanyag-ellátásában; a földgázfogyasztás 1,1–1,2-szeresére, a szénfogyasztás 3,4–4,3-szorosára fog nőni. Jelenleg a szénigény 32%-át helyi forrásokból látják el, ez a meny-

nyiség 2050-re 5–6%-ra csökkenhet. Így csaknem a teljes felhasznált szénmennyiséget az ország ázsiai részéből kell a nyugati országrészbe szállítani. A Szibériából (főleg a Kuznyecki-medencéből) származó szén mennyisége 4,5–5-szörösére nő (a 2000. évi mennyiséghez képest) és eléri a 310–360 millió tonnát. A vázolt folyamat tehát egyre növekvő mennyiségű országon belüli szállításokat vetít előre.

Jelenleg Oroszország az energiahordozók legnagyobb exportőre a világon, az exportált mennyiség összemérhető a belső fogyasztással: 2000-ben az export az energiahordozók belső fogyasztásának 59%-át tette ki. A következő évtizedben ez az arány – az export abszolút értékének növekedése mellett is – 53–55%-ra, a vizsgált időszak végére pedig 22–25%-ra csökkenhet. A kőolaj exportja is várhatóan jelentősen csökkenni fog, ami egyenes következménye annak, hogy a belföldi fogyasztás a termelést meghaladó ütemben bővül.

Szükséges azonban megjegyezni, hogy az export mennyiségét és összetételét a gazdaságosság határozza meg, ami függ a világpiaci áráktól és az orosz termelők költségeitől. Mindez számos, nehezen kiszámítható tényezőtől függ. Így az adott helyzettől függően az energiahordozók (elsősorban a szénhidrogének) exportjának mennyisége mindkét irányban eltérhet a 3. táblázatban megadott értékektől.

A Szibériából az ország európai részébe szállított és a nyugatra exportált energiahordozók mennyisége az optimista forgatókönyv szerint elérheti a 900 millió tonna kőszénegyenértéket, az óvatos forgatókönyv szerint ez az érték 30 Mt-val kisebb lehet. A Szibériából 2050-ben exportált energiahordozók 24–28%-át a szén, 20–21%-át a kőolaj és 51–55%-át a földgáz fogja adni.

Oroszország villamosenergia-iparának várható fejlődése

Az előrejelzett belföldi fogyasztás és a várható export kielégítéséhez a villamosenergia-termelést a vizsgált időszak végére az optimista forgatókönyv szerint 2,8-szorosára, az óvatos forgatókönyv szerint 2,4-szeresére kell növelni.

Az elkövetkező 50 évben a hőerőművekben a villamos energia termelése majdnem 2,7-szeresére, a nukleáris erőművekben az optimista forgatókönyv szerint ötszörösére, az óvatos forgatókönyv szerint háromszorosára növekszik.

A villamosenergia-termelés ilyen mértékű növelése 2050-ig összesen 525 GW teljesítményű erőmű üzembeállítását igényli az optimista forgatókönyv szerint, és 445 GW teljesítményt az óvatos forgatókönyv

szerint. A létesítendő erőművek teljesítményének 60–65%-a az időközben a termelésből kieső erőművek teljesítményét fogja pótolni. Ebben az időszakban 290–315 GW összteljesítményű erőművi kapacitást kell leszerelni vagy felújítani (ebből 25–33 GW nukleáris, 50 GW víz- és 215–230 GW hőerőmű). Az orosz erőművek összteljesítményének 2050-re 360–420 GW-ra, a 2000. évi 1,7–2-szeresére kell növekednie (lásd az 5. táblázatot).

5. táblázat

Az orosz villamosenergia-ipar fejlődésének legfontosabb adatai,
előrejelzés 2050-ig

	Év				
	2000	2020	2030	2040	2050
Villamosenergia-termelés (TWh)	876	1310–1475*	1570–1790	1845–2100	2135–2450
Nukleáris	131	210–300	260–390	350–500	410–640
Víz	165	210	220–230	230–240	225–240
Hő	580	890–965	1090–1170	1265–1360	1500–1570
Ugyanez %-ban					
Nukleáris	15	16–20	16–22	19–24	19–26
Víz	19	16–14	14–13	12–11	11–10
Hő	66	68–66	69–65	69–65	70–64
Többletteljesítmény (GW)		120–150	240–298	335–395	440–525
Nukleáris		20–34	34–55	55–75	65–110
Víz		8	27–29	40–44	60–65
Hő		92–108	180–214	240–276	315–350
Termelésből kivont (GW)		94–95	152	212–214	290–315
Beépített erőművi teljesítőképesség (GW)	210	235–265	298–353	335–390	360–420
Nukleáris	21	33–47	40–60	55–75	65–100
Víz	44	52–53	56–58	57–60	55–60
Hő	145	150–165	202–235	223–255	240–260

* Itt és a továbbiakban a baloldali tag az óvatos, a jobboldali tag az optimista forgatókönyvnek felel meg.

A vizsgált időszakban a legjelentősebb változás a hőerőművek fűtőanyagának összetételében várható. Jelenleg a fűtőanyag 63%-át a földgáz, 26%-át a szén és más ásványi fűtőanyagok adják. A számítások szerint 2050-re a földgáz részesedése 37–38%-ra csökkenhet, a szén részesedése pedig 60–61%-ra növekedhet (lásd a 6. táblázatot). Az erőművek fűtőanyag-fogyasztásának 1,7–1,8-szeres növekedése így a szénfogyasztás 4–4,2-szeres növekedését jelenti.

6. táblázat

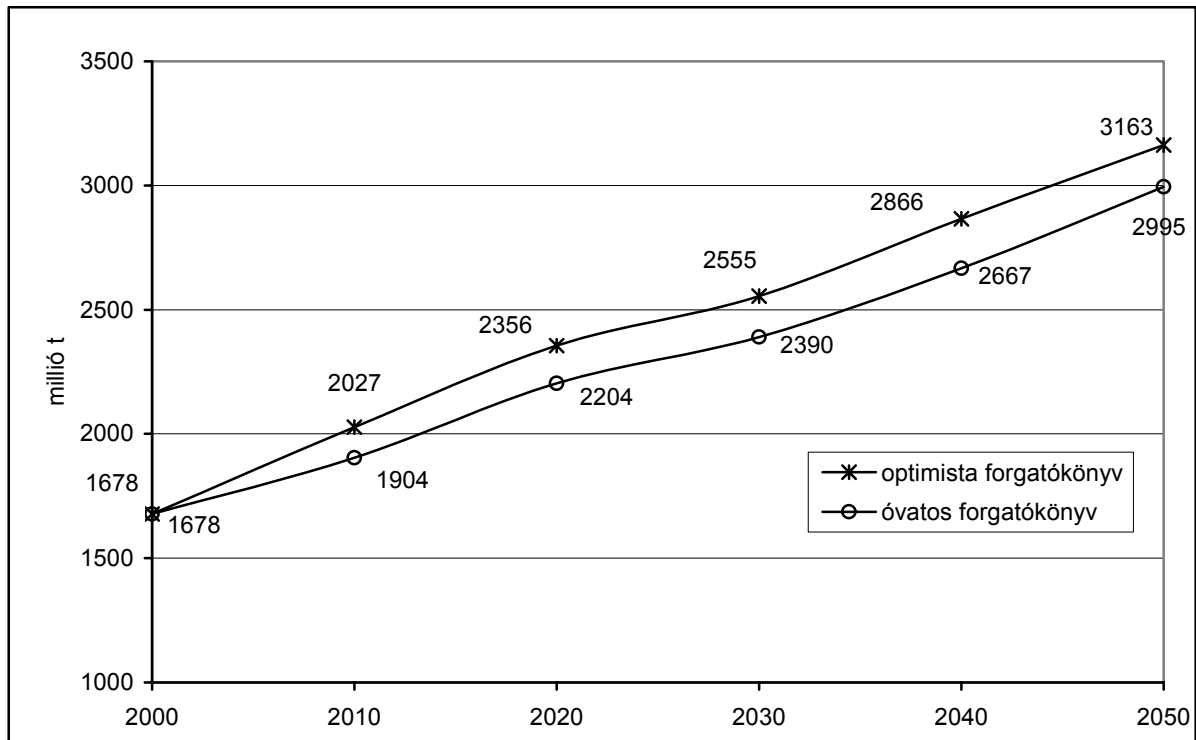
A hőerőművek és fűtőművek fűtőanyag felhasználásának és CO₂-kibocsátásának előrejelzése Oroszországban 2050-g

	Év	Év	Optimista forgatókönyv				Óvatos forgatókönyv			
	1990	2000	Év				Év			
			2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
A hőerőművek és fűtőművek fűtőanyag-felhasználása (millió GJ)										
	16 700	12 160	16 460	17 340	19 570	21 970	15 730	16 725	18 595	21 325
<i>Ebből:</i>										
Földgáz	9 375	7 645	10 190	9 755	8 790	8 290	9 610	9 225	8 140	7 850
Nehézolaj	2 490	1 380	880	615	675	500	790	615	675	500
Szén és egyéb	4 835	3 135	5 390	6 970	10 105	13 180	5 330	6 885	9 780	12 975
<i>Ugyanez %-ban:</i>										
Földgáz	56	63	62	56	45	38	61	55	44	37
Nehézolaj	15	11	5	4	3	2	5	4	4	2
Szén és egyéb	29	26	33	40	52	60	34	41	52	61
A hőerőművek teljes CO ₂ -kibocsátása (Mt)										
	1 246	860	1 222	1 329	1 602	1 887	1 155	1 258	1 482	1 777
<i>Ebből:</i>										
Európai rész, %	67	64	62	59	57	55	63	60	59	59
Ázsiai rész, %	33	36	38	41	43	45	37	40	41	41

A fűtőanyag égetése miatt fellépő CO₂-kibocsátás

A 2008 és 2012 közötti időszakban a Kiotói Egyezmény szerint Oroszország üvegházgáz-kibocsátása nem haladhatja meg az 1990. évi szintet. 1990 és 2000 között az ipari termelés csökkenése miatt Oroszország üvegházgáz-kibocsátása 38%-kal csökkent. A 3. ábra szemlélteti

a fűtőanyagok elégetése miatti CO₂-kibocsátás változását 2050-ig a gazdasági fejlődés két vizsgált forgatókönyve alapján. Az ábrából látható, hogy a CO₂-kibocsátás 2030-ig 40–50%-kal, 2050-ig 77–87%-kal nő a 2000. évi szinthez képest.



3. ábra A CO₂-kibocsátás előrejelzése Oroszországban a két forgatókönyv alapján 2050-ig

Az elemzés szerint az üvegházgáz-kibocsátásra vonatkozó kiotói kötelezettségek meghosszabbítása esetén sem sértené meg azokat Oroszország (legalábbis 2020-ig az optimista forgatókönyv szerint és 2030-ig az óvatos forgatókönyv szerint). A becslések szerint 2020 után a CO₂-kibocsátás évi növekedése 1–1,1% lesz, ami azt jelenti, hogy a vizsgált időszak végén a CO₂-kibocsátás 26–33%-kal fogja meghaladni az 1990. évi értéket.

A vizsgálatok szerint a CO₂-kibocsátásnak a hőerőművekből és fűtőerőművekből származó része állandóan növekedni fog, a vizsgált időszak végén a teljes kibocsátás 59-60%-át fogja adni (a jelenlegi részesedése 51%). Ezen belül Oroszország ázsiai részének hozzájárulása állandóan nőni fog.

Következtetések

A gazdasági fejlődés feltételezett forgatókönyvei a fűtőanyag- és energiaipar következő prioritásaira épülnek:

- a gazdaságosan kitermelhető szénhidrogénkészletek növekvő feltárása az Északi- és Keleti-tenger talapzatában, Kelet-Szibériában és a Távol-Keleten;
- az orosz szénbányászat gyorsított fejlesztése oly módon, hogy a szén részesedése az energiafelhasználásban elérje a 31–34%-ot a jelenlegi 19%-kal szemben;
- a kitermelt szén minőségének és versenyképességének javítása;
- a vasúthálózat kelet-nyugat irányú szállítóképességének növelése;
- a nukleáris energia felhasználásának növelése. A nukleáris erőművek teljesítményének 2050-re el kell érnie a 64–100 GW-ot, részesedésének az áramtermelésben 19–26%-ra kell növekednie a jelenlegi 15%-kal szemben;
- A vízerőművek részarányának megtartása, a nem hagyományos energiaforrások felhasználásának növelése;
- a szén részesedésének növelése Oroszország európai részének hőerőműveiben (a jelenlegi 10%-ról 45–50%-ra);
- a hőerőművekben a jelenleg üzemelő gőzturbinák helyettesítése kombinált ciklusú berendezésekkel és gázturbinákkal.

A vázolt nagyszabású átalakulások és fejlesztések mind Nyugat-Európa, mind Magyarország és a környező országok energiaellátása szempontjából igen jelentősek, a stabil és kiegyensúlyozottan fejlődő nagy keleti szomszéd politikai szempontból is fontos tényező.

Összeállította: Schultz György

[1] Saneev, B. G.; Lagerev, A. V. stb.: Russia's energy in the first half of the 21st century: forecasts, trends, problems. = International Journal of Global Energy Issues, 20. k. 4. sz. 2003. p. 382–392.

[2] Energy Information Administration (EIA): World Energy Outlook 2004. = <http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo/index.html>.