

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

**POMEN JEDRSKE ENERGIJE V SLOVENIJI: PRIMER IZGRADNJE
DRUGEGA BLOKA NUKLEARNE ELEKTRARNE KRŠKO**

Ljubljana, avgust 2008

MIHA FERJAN

IZJAVA

Študent Miha Ferjan izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Mateja Šviglja, in da dovolim njegovo objavo na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 14.8.2008

Podpis: _____

KAZALO

UVOD	1
1 ENERGETIKA V SVETU	2
1.1 Proizvodnja in uporaba električne energije	2
2 JEDRSKA ENERGIJA.....	4
2.1 Ekonomski vidik jedrske energije	6
2.2 Trg in zaloga uranove rude	8
2.3 Jedrska energija kot vir zmanjšanja toplogrednih plinov	10
2.4 Jedrske nesreče in varnost	11
2.5 Jedrski odpadki, problem sevanja in okoljska problematika	12
2.6 Družbena sprejemljivost	14
3 ENERGETIKA V EU	15
3.1 Primarno energetska povpraševanje	16
3.2 Končna poraba energentov	17
3.3 Proizvodnja električne energije	18
4 JEDRSKA ENERGIJA V EU	20
4.1 Zakonodaja s področja jedrske energije	20
4.2 Uporaba jedrske energije v EU.....	21
4.3 Jedrska varnost v EU	21
4.4 Ravnanje z odpadki v EU	22
4.5 Glavne razvojne usmeritve držav EU pri razvoju jedrske energije	23
5 ENERGETIKA V SLOVENIJI	24
5.1 Energetska bilanca RS	25
5.1.1 Poraba primarne energije.....	26
5.1.2 Poraba končne energije.....	26
5.1.3 Električna energija	27
5.2 Proizvodnja električne energije v bližnji regiji.....	28
5.3 Analiza pokritja dnevnih in nočnih konic v slovenskem energetskega sistemu ..	28
6 JEDRSKA ENERGIJA V SLOVENIJI.....	30
6.1 Predstavitev Nuklearne elektrarne Krško	30
6.1.1 Vpliv NEK na okolje	32
6.2 Scenarij postavitve drugega jedrskega bloka.....	33
6.2.1 Investicijski načrt za gradnjo jedrske elektrarne	34
6.2.2 Swot analiza postavitve novega jedrskega bloka	35
6.2.3 Pogoji in realizacija projekta	37
SKLEP	38
LITERATURA IN VIRI	39

KAZALO SLIK

Slika 1: Jedrski reaktorji v gradnji na svetu	5
Slika 2: Delež električne energije, proizvedene z jedrsko energijo, v OECD državah (v %).....	6
Slika 3: Cena uranove rude (v US \$/kg)	9
Slika 4: Naklonjenost različnim energetske virom v EU (v %).....	15
Slika 5: Primarna energetska intenzivnost v EU-25, EU-15 in ACC-10 (v toe/mio€)	16
Slika 6: Delež proizvodnja električne energije po gorivih v EU-25 (v %)	19
Slika 7: Struktura bruto domače porabe primarne energije (v TJ).....	26
Slika 8: Pokrivanje dnevne konice v RS v obdobju 2005 – 2025 (v MW)	29
Slika 9: Struktura lastne cene v NEK (v %) spremeni procent na ordinato	31

KAZALO TABEL

Tabela 1: Primerjava celotnih stroškov po posameznih vrstah elektrarn v EU	8
Tabela 2: Cena električne energije iz posameznih vrst elektrarn (US cent/kWh)	8
Tabela 3: Znanе zaloge urana (razporeditev po državah)(v tonah).....	10
Tabela 4: Ime in stopnja jedrske nesreče po INES stopnji.....	12
Tabela 5: Uvozna odvisnost energentov v EU-25 (v %).....	17
Tabela 6: Povpraševanje po končni energiji v EU-25	18
Tabela 7 : Predvideno stanje oz. primanjkljaj v regiji v letu 2008.....	28

PRILOGE

PRILOGA 1: Seznam uporabljenih kratic	1
PRILOGA 2: Delež jedrske energije v celotni proizvodnji električne energije (v %).....	2
PRILOGA 3: Projekcije proizvodnih stroškov po različnih diskontnih stopnjah za leto 2010 v državah OECD	2
PRILOGA 4: Ocenjena doza sevanja okoliškemu prebivalstvu (v mikroSv).....	3
PRILOGA 5: Glavni energetske indikatorji v EU-25 (indeks = 1990), 1990-2030	4
PRILOGA 6: Primarna energija v EU-25	4
PRILOGA 7 : Povpraševanje po končni energiji v EU-25 (v %)	5
PRILOGA 8: Električna energija v EU-25	6
PRILOGA 9 : Delež proizvodnje uranove rude po državah (v %)	7
PRILOGA 10: Električna energija v Sloveniji.....	7
PRILOGA 11: Ocena strinjanja s trditvijo »Za nemoteno oskrbo z električno energijo Slovenija potrebuje NEK« (ocena 1 do 5)	8
PRILOGA 12: Proizvodnja električne energije v NEK	9

PRILOGA 13: Primerjava podatkov NEK, EPR in AP 1000	10
PRILOGA 14: Primerjava ekonomske upravičenosti investiranja v načrtovane in potencialne energetske objekte v Sloveniji (v €/kW in v €/MWh).....	11

UVOD

Če želimo ohraniti oz. povečati življenjski standard, bo potrebno na področju zagotavljanja zadostne količine električne energije stremeti k varčevanju in, ob predpostavki ohranitve naravnih danosti, povečati delež obnovljive in jedrske energije. Svetovne in domače cene fosilnih goriv v zadnjih letih hitro rastejo, vedno večje je razumevanje posledic učinkov globalnega segrevanja, hkrati pa se povpraševanje po energiji (tudi elektriki) ne zmanjšuje.

Svetovno prebivalstvo se bo do leta 2030 povečalo na več kot 8 milijard ljudi. Svetovni BDP se bo v obdobju 2000-2030 v povprečju letno povečeval za 3%, kar posledično pomeni tudi podobno rast porabe energije (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 13).

Pridobivanje energije iz jedrskih reaktorjev predstavlja velik delež pridobljene električne energije, tako v svetu kot še posebej v Evropski uniji in Sloveniji. Julija leta 2008 je na svetu obratovalo skupaj 439 jedrskih reaktorjev, od tega kar 80% v razvitih državah. To v svetovnem merilu predstavlja približno 17% vse proizvedene električne energije. V svetovnem merilu se gradnja novih jedrskih elektrarn nadaljuje, saj se trenutno gradi kar 34 novih jedrskih reaktorjev z izhodno močjo 28,4 GW. Vendar bi se morali zavedati, da bo potrebno v naslednjih letih zapreti mnogo sedaj obratujočih elektrarn, saj jim poteče doba obratovanja (Tavčar, 2008b, str. 3).

Slovenija več kot polovico svojih energetskega potreb zadovolji z uvozom energentov (EBRS, 2007, str. 7). Stanje na področju električne energije je podobno, saj predstavlja uvoz že več kot 20% vse porabljene električne energije (EBRS, 2007, str. 20). Eden izmed pomembnih proizvodnih energetskega obratov v Sloveniji je vsekakor Nuklearna elektrarna Krško (NEK), kjer slovenski del elektrarne predstavlja 14% celotne proizvedene električne energije v Sloveniji (Ocena zadostnosti proizvodnih virov električne energije in zadostnosti prenosnega omrežja v RS za obdobje 2007-2011, 2007, str. 2).

Namen diplomskega dela je doseči boljše razumevanje energetskega sektorja, tako globalnega kot evropskega, predvsem pa slovenskega s poudarkom pridobivanja jedrske energije. Cilj naloge je ugotoviti ali je glede na dane okoliščine v Sloveniji smiselno nadaljevati z razvojem jedrske tehnologije za pridobivanje električne energije. Poudarek temelji na oceni ali v Republiki Sloveniji (RS) obstaja potreba po gradnji novega jedrskega bloka v Krškem ter z objektivnimi dejavniki oceniti možnost postavitve novega bloka. Predmet proučevanja je globalni energetski sistem, energetski sistem v Evropski Uniji in energetski sistem v Republiki Sloveniji. Prav tako nas zanima jedrska energija na svetovni, Evropski (EU) in državni ravni ter hkrati njihova povezanost v celotnem energetskega sistemu. V diplomskem delu sem uporabil nekatere že opravljene analize in ankete s področja energetike in jedrske tehnologije.

Diplomsko delo je sestavljeno iz šestih delov. Prvi del zajema energetiko na globalni ravni in napovedi razvoja energetskih potreb v naslednjih dvajsetih letih. Drugi del opisuje jedrsko energijo na svetovni ravni in posamezne značilnosti uporabe jedrske energije. Tretji in četrti del opisujeta energetiko in jedrsko energijo v Evropski uniji. Predzadnji del opredeljuje energetsko sliko Slovenije, kjer je izpostavljen problem pomanjkanja ponudbe električne energije. Zadnji oz. šesti del pa opisuje trenutno stanje na področju jedrske energije v Sloveniji in v nadaljevanju izpostavlja možnost in dejavnike gradnje drugega bloka NEK.

1 ENERGETIKA V SVETU

Ob predpostavki nadaljevanja zmerne gospodarske rasti se bo povpraševanje po energiji v obdobju 2000-2030 letno povečevalo v povprečju za 1%, medtem ko se bo energetska intenzivnost¹ v povprečju letno zmanjševala za okoli 1% (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 13-14).

Svetovno gospodarstvo bo v obravnavanem obdobju postalo še bolj odvisno od fosilnih goriv, saj se bo delež uporabe teh goriv iz 80% leta 2000 povečal na 88% leta 2030. Trendi porabe energentov po posameznih skupinah bodo sledeči (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 13-14):

- Nafta bo še vedno ostala najpomembnejši energent. Njen delež bo predstavljal približno 37% porabljene celotne energije.
- Zemeljski plin bo imel največjo rast porabe, saj se bo njegova poraba podvojila.
- Trda goriva bodo imela podobno rast porabe kot zemeljski plin, saj se bo njihova poraba povečala v obravnavanem obdobju za 90%. Še posebej bo rast porabe trdih goriv velika v državah, bogatih s premogom, kot sta Kitajska in Indija.
- Poraba jedrske energije se bo do leta 2010 zmerno povečevala, nato pa bo delež porabe jedrske energije začel padati.
- Delež porabe obnovljivih virov, v primerjavi z ostalimi viri energije, se bo v obravnavanem obdobju zmanjšal, čeprav se bo količina porabljene vodne energije povečala za dve tretjini. Poraba ostalih obnovljivih virov se bo povečala za več kot 100%.

1.1 Proizvodnja in uporaba električne energije

Proizvajalci električne energije oblikujejo ponudbo na trgu z električno energijo z različnimi cenami in količinami, ki so jo proizvajalci pripravljene prodajati. Na ponudbo vplivajo naslednji dejavniki (Miklič, 2004, str. 30):

- Stroški proizvajalcev električne energije.
- Tehnične in tehnološke omejitve delovanja elektrarn.
- Specifičnost prodaje električne energije.

¹ Povpraševanje po energiji/BDP.

Bodočo visoko potrošnjo električne energije lahko zadovoljimo zgolj na dva načina. Prvi način je izgradnja novih proizvodnih kapacitet ali izboljšanje obratovanja obstoječih nezasedenih proizvodnih kapacitet, medtem ko drugi način temelji na izvajanju programa racionalne rabe energije, ki zajema programe ravnanja z obremenitvami, kot tudi programe energetske učinkovitosti (Schlegel, 2002, str.1).

Čeprav imajo razvijajoča se gospodarstva veliko večjo stopnjo rasti (okoli 4,5%) kot države Organizacije za gospodarsko sodelovanje in razvoj (OECD) (okoli 2%), bo v naslednjih 20 letih največ električne energije še vedno proizvedene v razvitih državah. Proizvodnja električne energije s pomočjo premoga bo aktualna predvsem tam, kjer imajo lastne zaloge tega fosilnega goriva in kjer je zemeljski plin relativno drag za pridobivanje. Proizvodnja električne energije s pomočjo plina bo v obdobju 1995-2020 rasla povprečno 6% letno. Takšen način proizvodnje bo v letu 2020 postal drugi najpomembnejši, takoj za premogom (Biol, 1999, str. 22-23).

Največje povečanje plinskih elektrarn se pričakuje v državah OECD, kjer je predvideno 4-kratno povečanje porabe plina. Veliki porabniki plina bodo tudi države bivše Sovjetske zveze (še posebno Rusija) in ostale vzhodnoevropske države, ki bodo zamenjale veliko neučinkovitih in zastarelih premogovnih termoelektarn z bolj učinkovitimi plinskimi (Biol, 1999, str. 23).

Dve tretjini povečanja porabe električne energije, v obdobju 1995-2020, bo prispevala Kitajska in ostale razvijajoče se države (Biol, 1999, str. 22).

Manjše povečanje proizvodnje električne energije s pomočjo naftnih goriv, bo predvsem v nekaterih odročnih predelih sveta, saj so predvsem nafta in njeni derivati lahko prenosljivi in enostavni za shranjevanje (Biol, 1999, str. 23).

Na strani obnovljivih virov bo največji delež absolutnega povečanja proizvedene električne energije predstavljala vodna energija. Največjo rast hidroenergije je pričakovati v razvijajočih se državah, kjer je še veliko neizkoriščenega vodnega potenciala. Po drugi strani je v državah OECD večino vodnega potenciala že izkoriščenega, tako da je pričakovana rast takšnega načina pridobivanja električne energije na letni ravni zgolj 0,7%. Obenem bodo postali pomembni tudi ostali obnovljivi viri, kjer bo glavno vlogo imela vetrna energija, saj obstaja za izgradnjo še veliko neizkoriščenih zmogljivosti (Biol, 1999, str. 23).

2 JEDRSKA ENERGIJA

Jedrska energija je energija, ki nastane pri cepitvi (fizija) ali zlivanju (fuzija²) atomskih jeder (Wikipedia [Jedrska energija], 2008). Jedrska reakcija pri cepitvi jeder poteka tako, da jedru težjih elementov (uranu) dovedemo energijo, nato pa se jedro razcepi na dve jedri lažjih elementov. Pri tem se med cepitvijo del mase pretvori v energijo in radioaktivno sevanje (Jedrska tehnologija, 2008).

Najpogostejši razlogi za uporabo jedrske energije v miroljubne namene so (Wilmer 1999, str. 34):

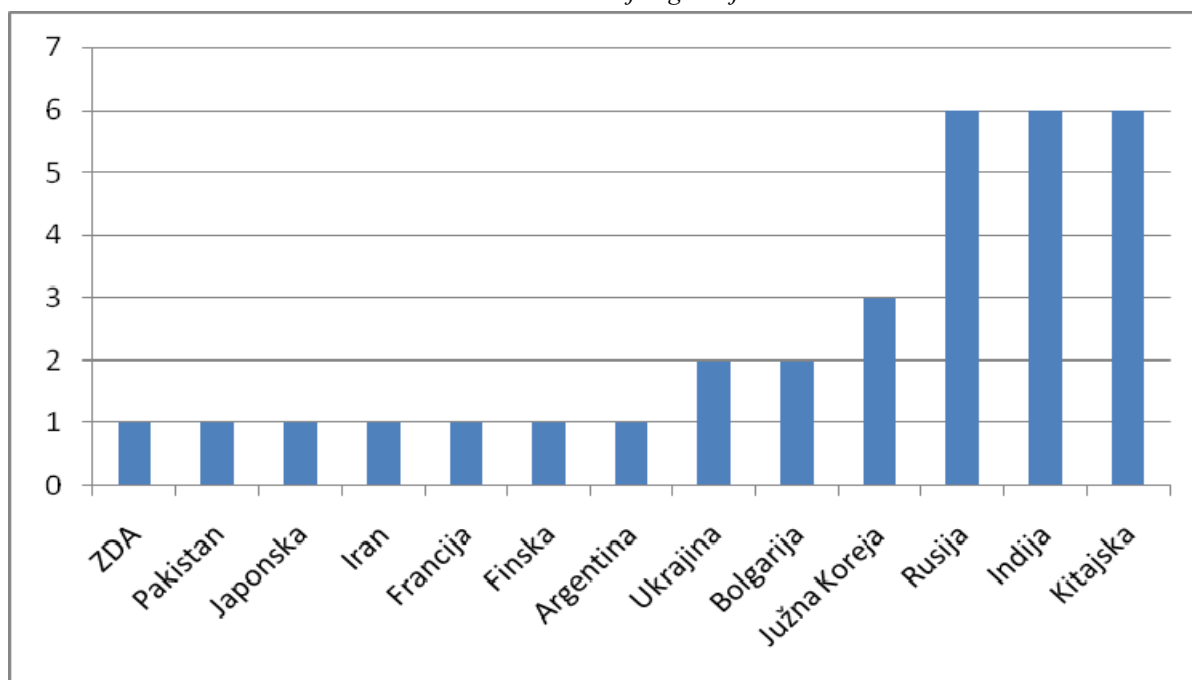
- Vedno hitrejša naraščanje potrebe po električni energiji.
- Relativno nizka cena proizvedene električne energije zaradi nizkih stroškov jedrskega goriva.
- Zadostne količine surovin, stabilnost cen in enostaven transport uranove rude.
- Pomemben energetske proizvodni obrat za države brez lastnih energetskih virov.
- Minimalna uporaba zemljišča.
- Nadomeščanje uporabe fosilnih goriv in s tem zmanjševanje onesnaževanja le teh.
- Zmanjšanje odvisnosti od tujih virov energije.
- Uporaba jedrske energije ni nič bolj nevarna kot druge oblike energetskih virov, če seveda ne upoštevamo subjektivnih predsodkov, ki govorijo proti uporabi jedrske energije.

Najpogostejši razlogi za nasprotovanje uporabe jedrske energije v miroljubne namene niso niti ekonomski niti tehnološki, temveč je poglavitni razlog zaskrbljenost ljudi zaradi radioaktivnega sevanja in posledicam ravnanja z njim (Krošl, 1999, str. 3).

V obdobju 2000-2010 se proizvodnja jedrske energije povečuje na letni osnovi v povprečju s stopnjo 1,9%. To povišanje je predvsem posledica povečanja jedrskih kapacitet na Japonskem in v nekaterih razvijajočih se državah, kot je npr. Kitajska, Indija, Rusija (Slika 1, str. 5) (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 29).

² V diplomski nalogi obravnavam predvsem jedrsko cepljenje atomskih jeder oz. fizijo, saj je jedrsko zlivanje oz. fuzija še v razvojni stopnji, zato bi jo težko ekonomsko ovrednotili.

Slika 1: Jedrski reaktorji v gradnji na svetu

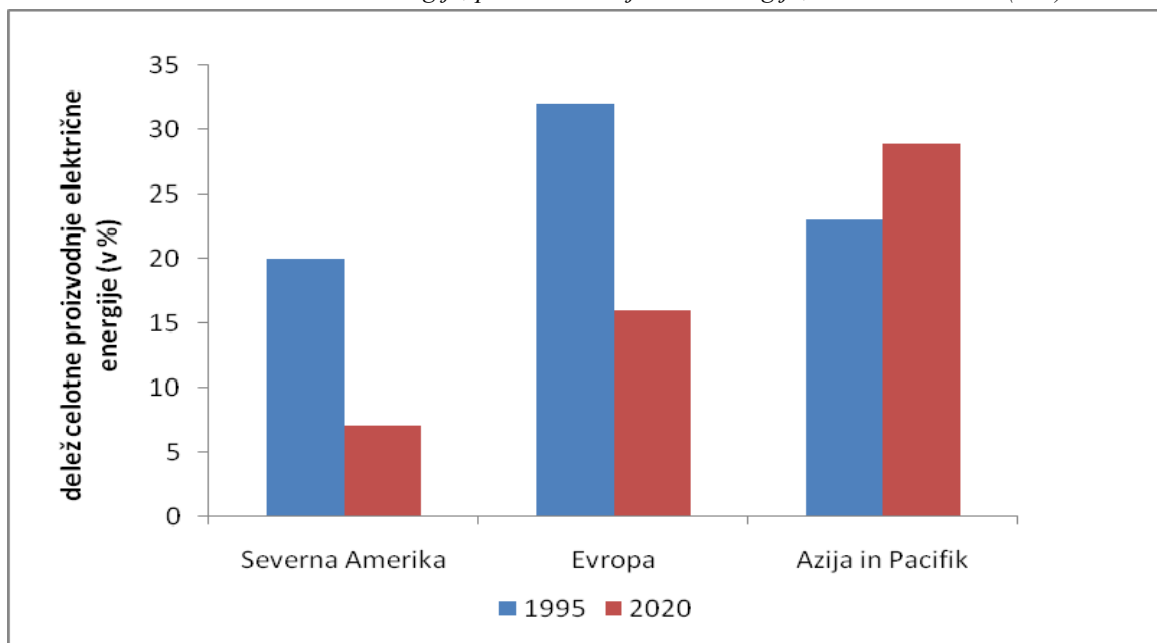


Vir: B.Tavčar, *Prihaja nova jedrska renesansa*, 2008b, str. 3

Po letu 2010 bo na svetovni ravni prišlo, predvsem zaradi zapiranja jedrskih elektrarn, v EU in ZDA do velikega zmanjšanja deleža jedrske energije, čeprav jo bodo azijske države povečevale. Delež proizvedene električne energije s pomočjo jedrske energije se bo iz sedanjih 18% zmanjšal na 10% celotno proizvedene električne energije (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 29-30). Največje zmanjšanje jedrske energije je pričakovati v Severni Ameriki, kjer so locirane najstarejše še obratujoče jedrske elektrarne, medtem ko bo padec proizvodne jedrske elektrike v Evropi manjši (Slika 2, str. 6). Evropa ima precej nedavno zgrajenih reaktorjev, nekaj pa jih je še vedno v gradbeni fazi. K ohranjanju relativno visokega deleža jedrske energije bo veliko pripomoglo podaljšanje obratovanja nekaterim jedrskim elektrarnam (Biro, 1999, str. 25-26).

Analiza deleža jedrske energije v celotni proizvodnji električne energije na svetovni ravni izkazuje, da je veliko bolj pomembna za proizvodnjo električne energije pri razvitih državah kot pa pri ostalih državah (Priloga 2). V obdobju 2010-2015 bo v državah članicah OECD zgrajenih sto novih elektrarn, med njimi 13 jedrskih, kar pomeni, da se bo delež novih jedrskih elektrarn v razvitem svetu zmanjševal (Economics of Nuclear Power, 2008).

Slika 2: Delež električne energije, proizvedene z jedrsko energijo, v OECD državah (v %)



Vir: Biorol, Nuclear power in the world energy outlook, 1999, str. 25

2.1 Ekonomski vidik jedrske energije

Pri analizi LC električne energije iz jedrskih elektrarn, predstavljajo gradbeni investicijski stroški okoli 60% vseh končnih stroškov, obratovalni in vzdrževalni stroški okoli 25%, gorivo pa preostalih 15% (Gradivo za nacionalni energetski program, 2002, str. 24). Po drugi strani pa lahko pri termoelektrarnah na premog dosega gorivo do 45% stroškov, pri plinskih pa celo do 70%. Hkrati jedrska energija ponuja nizka tveganja glede dobav goriva in njene cene. Potrebne količine goriva so relativno majhne in je možno narediti tudi dolgoročnejshe strateške rezerve (Gradivo za nacionalni energetski program, 2002, str. 24).

V ZDA so prišli do sklepa, da povprečna jedrska elektrarna proizvaja elektriko pri ceni 2 do 2,5 ameriškega centa na kilovatno uro. V ta znesek so všteti vsi stroški celotnega jedrskega poslovnega cikla (jedrsko gorivo, delovanje in vzdrževanje, razgradnja, odlaganje odpadkov, takse, itd.). Po drugi strani pa plinska elektrarna proizvaja elektriko med 3 in 3,5 ameriškega centa na kilovatno uro. Čeprav je vrednost posameznih začetnih energetskih investicij pri plinskih elektrarnah nižja, je postavitve jedrske elektrarne v tem primeru bolj rentabilna (Walkers, 2000, str. 72).

Večina jedrskih elektrarn ima investicijske stroške že odplačane (amortizacijska stopnja je 0), zato ne prispevajo h končni ceni. Tako so danes v večini držav starejše, dobro delujoče in vzdrževane jedrske elektrarne med najcenejšimi dobavitelji električne energije. Konkurenčno primerljive so jim le starejše hidroelektrarne. V Nemčiji je npr. cena elektrike iz jedrskih elektrarn okoli 30% nižja od cene iz plinskih elektrarn (Gradivo za nacionalni energetski program, 2002, str. 102).

Konkurenčna prednost jedrskih elektrarn pred elektrarnami, ki uporabljajo fosilna goriva, bo večja predvsem zaradi posrednih stroškov, ki bodo dodatno bremenila uporabo fosilnih goriv (takse za onesnaževanje, skladiščenje toplogrednih plinov, itd.). Izjema bodo regije, ki imajo neposreden dostop do cenene fosilnega goriva. Tako so npr. v Avstraliji elektrarne na premog v neposredni bližini premogovnikov in hkrati tudi odjemalcev električne energije (Economics of Nuclear Power, 2008).

V študiji konkurenčnosti proizvodnje električne energije (angl. *Project Costs of Generating Electricity 2005 Update*) Agencija za nuklearno energijo (NEA) pravi, da se je konkurenčna prednost jedrske energije, v primerjavi z elektrarnami na fosilna goriva, v zadnjih 10 letih močno povečala, predvsem na račun povečanja zmogljivosti jedrske energije in naraščajočih cen zemeljskega plina³. Študija zajema tudi stroškovno analizo gradnje novega jedrskega objekta, kjer stroški gradnje nove jedrske elektrarne variirajo med 1000 \$/kW v Češki Republiki do 2500 \$/kW na Japonskem, v povprečju pa znašajo 1500 \$/kW. Po drugi strani pa so stroški izgradnje termoelektrarne na premog med 500-1000 \$/kW in vetrne elektrarne med 1000-1500 \$/kW (Project Costs of Generating Electricity 2005 Update, 2005, str. 50)

Glede na analizo stroškov elektrarn po posameznih državah bo v letu 2010 v primeru 5% diskontne stopnje v kar 10 od 12 izbranih držav cena električne energije, proizvedene s pomočjo jedrske energije, najnižja. V tej študiji elektrarnam na fosilna goriva niso prišteti nikakršni stroški izpustov toplogrednih plinov. Ob upoštevanju 10% diskontne stopnje bo konkurenčna prednost jedrskih elektrarn padla, saj največji strošek jedrske elektrarne predstavlja investicija v izgradnjo objekta (Priloga 3). Kljub temu bo še vedno jedrska energija v večini primerov najugodnejša izbira (8 držav od 12-ih). V primeru povečanja diskontne stopnje iz 5% na 10%, se bodo povečali investicijski stroški v celotnih stroških iz 50% na 70% (Project Costs of Generating Electricity 2005 Update, 2005, str. 51 - 52).

Med državami, ki so bile vključene v analizo, so prav države, geografsko najbližje Sloveniji (Češka, Slovaška, Švica, Nemčija, itd.), imele v primerjavi z ostalimi energenti, najnižje stroške pri jedrski energiji. Razlog je v tem, da te države nimajo večjih in obsežnejših zalog poceni črnega premoga ali zemeljskega plina (Project Costs of Generating Electricity 2005 Update, 2005, str. 50).

V Tabeli 1 na strani 8 vidimo, da je po primerjavi organizacije World Nuclear Association (WNA) jedrska energija že sedaj ena najbolj konkurenčnih izbir pridobivanja električne energije. Če pa k ceni električne energije prištejemo stroške izpustov toplogrednih plinov, vidimo, da je cenovno celo ugodnejša kot plinska kogeneracijska elektrarna (Economics of Nuclear Power, 2008).

³ Študija ne zajema stroškov, ki so povezani z izpusti toplogrednih plinov.

Tabela 1: Primerjava celotnih stroškov po posameznih vrstah elektrarn v EU (v EURO cent/kWh)

vrsta elektrarne/leto	2005	načrtovano 2030 z 20-30€/t CO ₂
plinska kogeneracijska CCGT	3,4-4,5	4,0-5-5
drobljeni premog	3,0-4,0	4,5-6,0
utekočinjen premog	3,5-4,5	5,0-6-5
premog IGCC	4,0-5-0	5,5-7,0
jedrska	4,0-5-5	4,0-5,5
vetrna-kopno	3,5-11,0	2,8-8,0
vetrna-morje	6,0-15,0	4,0-12,0

Opomba: diskontna stopnja je 10%, preračunano na stalne cene iz leta 2005, v EUR
Vir: Economics of Nuclear Power, 2008.

Izdelanih je bilo še veliko raznovrstnih študij o ceni električne energije pridobljene iz različnih vrst elektrarn. Študije nakazujejo, da je jedrska opcija ena cenejših za proizvodnjo električne energije (Tabela 2) (Economics of Nuclear Power, 2008).⁴

Tabela 2: Cena električne energije iz posameznih vrst elektrarn (US cent/kWh)

vrsta elektrarne/študija	EU 07	Kanada 2004	Chicago 2004	VB 2004	Francija 2003	MIT 2003
jedrska	4,0-5,5	5	4,2-4,6	4,6	3,7	4,2
premog	4,7-6,1	4,5	3,5-4,1	5,2	-	4,2
plin	4,6-6,1	7,2	5,5-7,0	5,9;9,8	5,8;10,1	5,8
vetrna - kopno	4,7-14,8	-	-	7,4	-	-
vetrna - morje	8,2-20,2	-	-	11	-	-

Opomba: Pri plinskih elektrarnah predstavlja pri študijah VB 2004 in Francija 2003, prva številka ceno električne energije pri ceni plina v ZDA (6,5\$/GJ) in druga številka pri ceni plina iz EU (12,15\$/GJ).
Vir: Economics of Nuclear Power, 2008.

2.2 Trg in zaloga uranove rude

Pri analizi trga jedrskega goriva ugotovimo, da je v zadnjih nekaj letih začelo z obratovanjem (ali bo zelo kmalu) precej novih rudnikov uranove rude. Tako so se zgolj za raziskovanje novih nahajališč uranove rude v obdobju od 2004 do 2006 povečala sredstva za 254% (v letu 2006 so ta sredstva obsegala 774 mio \$ na globalni ravni). Povečanje povpraševanja tako vpliva na rast cen uranove rude. Kljub temu je bila proizvodnja nekoliko manjša od prejšnjih let zaradi tehničnih in vremenskih problemov pri rudarjenju. V obdobju 2010-2015 bo povpraševanje presegló ponudbo, kar bo vplivalo na zmanjšanje rezerv oz. zalog uranove rude in na zvišanje cen. Predvidevamo da se bodo zaradi povečanja proizvodnje oz. rudarjenja cenovna nesorazmerja na daljši rok ustalila (EURATOM Annual Report 2006, 2007, str.11).

Po ocenah bodo zaloge, z uporabo trenutne tehnologije in vsega konvencionalnega urana, pošle v približno 675 letih. Trenutna najdišča urana bodo zadovoljevala potrebe še 85 nadaljnjih let, medtem ko bodo potencialni konvencionalni viri uranove rude zadostovali še za

⁴ Obrazložitev vseh naštetih študijskih raziskav presega vsebino diplomske naloge. Obširnejša obrazložitev študij se nahaja na spletni strani organizacije World Nuclear Association (<http://world-nuclear.org/info/inf02.html>).

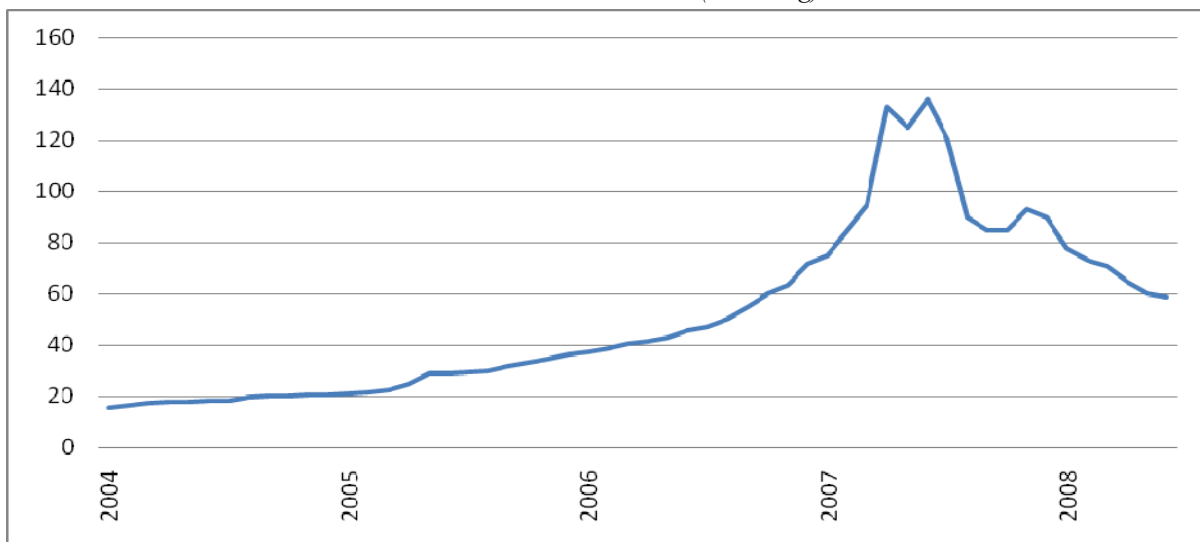
približno 250 let. Z oplemenitenjem in recikliranjem, ki sta tehnologiji prihodnosti, pa bi to obdobje še podaljšali (Hozjan, 2008; Čarbek, 2008, str. 10-11).

Problem, ki ga zagovarjajo nasprotniki jedrske energije, je omejenost uranove rude, saj menijo, da je preverjenih zalog rude zgolj za približno 50 let, vendar imajo te domneve še večjo zmotljivost kot domneve za zaloge fosilnih goriv (Hopf, 2004).

Po koncu 2. svetovne vojne je bilo v zelo kratkem času odkritih veliko število bogatih nahajališč uranove rude, ki so zagotavljala poceni uranovo rudo. Nato pa sta dva dogodka močno zmanjšala povpraševanje po uranovi rudi. Prvi je bil, da so se zmogljivosti električnih elektrarn počasneje povečevale, kot je bilo predvideno. Vzrok za to je v premajhnem povpraševanju po električni energiji v 70-tih letih, nizki ceni zemeljskega plina in protijedrskem gibanju. Drugi razlog za zmanjšanje pridobivanja pa se skriva v začetku 90-tih. Prišlo je do množičnega zmanjšanja jedrskega orožja, kar je zagotovilo približno polovico jedrskega goriva v obdobju 1990-2010. Ravno zaradi tega se v preteklih 20-tih letih skorajda ni vlagalo v nove rudnike (Hopf, 2004).

Zaradi naraščanja cene uranove rude lahko pričakujemo odkritja novih nahajališč. Da bodo ponudniki uranove rude pričeli z iskanjem novih nahajališč, bo morala cena uranove rude prekoračiti 135\$/kg, česar pri trenutnih cenah, ki se vrtijo okoli 60\$/kg, še ni pričakovati (Slika 3) (Hopf, 2004).

Slika 3: Cena uranove rude (v US \$/kg)



Vir: Cena uranove rude, 2008

V primeru naraščanja cene uranove rude nad 500\$/kg, postanejo ekonomsko upravičene tudi jedrske elektrarne z oplodnimi reaktorji (angl. *Breeders reactor*). Za svoje delovanje ti reaktorji uporabljajo mnogo bolj razširjeno rudo uran 238 in pri uporabi rude porabijo zgolj 1,5% rude za enako količino električne energije kot standardne jedrske elektrarne. Ob uporabi oplodnih jedrskih elektrarn postanejo zaloge uranove rude tako rekoč neomejene (Hopf, 2004).

Pri zalogah uranove rude je nadvse pomembna njihova razporeditev zalog glede na geopolitični položaj. V Tabeli 3 lahko opazimo, da so največje zaloge uranove rude v politično stabilnih državah, kar daje veliko prednost uporabi jedrske energije pred fosilnimi energenti, ki jih večinoma pridobivajo v politično nestabilnih državah (Bližnji vzhod, Afriške države, Rusija, itd.).

Tabela 3: Znale zaloge urana (razporeditev po državah)(v tonah)

Država	količina	delež
Avstralija	1.143.000	24%
Kazahstan	816.000	17%
Kanada	444.000	9%
ZDA	342.000	7%
Južna Afrika	341.000	7%
Namibija	282.000	6%
Brazilija	279.000	6%
Niger	225.000	5%
Rusija	172.000	4%
Uzbekistan	116.000	2%
Ukrajina	90.000	2%
Jordanija	79.000	2%
Indija	67.000	1%
Kitajska	60.000	1%
Ostali	287.000	6%

Vir: Economics of Nuclear Power, 2008

2.3 Jedrska energija kot vir zmanjšanja toplogrednih plinov

Medtem ko obstaja precej okoljskih problemov, ki se tičejo uporabe jedrske energije v energetske namene, ima uporaba takšnega načina pridobivanja električne energije nekaj pomembnih prednosti, še posebej, če izkoriščanje jedrske tehnologije primerjamo z opcijo uporabe fosilnih goriv. Izračuni kažejo, da uporaba jedrske energije v Evropi letno prihrani izpust približno 800 milijonov ton CO₂ (Okolje NEK, 2008).

Če upoštevamo uporabo jedrske energije kot sredstva za zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov, bi morali najprej pretehtati slabosti le te (jedrske nesreče, odpadki, itd.) in ugotoviti, ali odtehtajo prednosti, ki jih ta vrsta elektrarn prinaša (Pershing, 1999, str. 43). Če stroškovno primerjamo načine zmanjševanja toplogrednih plinov v energetske sektorju, opazimo, da je med najcenejšimi opcijami prav jedrska energija. Zato je v večji meri nerazumljivo, zakaj Kijotski in ostali sporazumi ne upoštevajo vpliva jedrske energije. Očitno je, da imajo države z jedrsko energijo najmanjši delež toplogrednih plinov na prebivalca (Rogner, 2007, str. 29).

Čeprav se večina držav zaveda, da je globalno segrevanje stvaren in resen problem, pa po drugi strani evropska komisija predvideva, da se bodo emisije CO₂ na svetovni ravni v obdobju 2000-2030 v povprečju povečevale z letno stopnjo 2,1%, kar pomeni, da bodo leta

2030 emisije CO₂ dvakrat višje kot leta 1990 (povečanje kar za 112%). Emisije CO₂ bodo rasle hitreje kot se bo povečevala poraba primarne energije (ogljikova intenzivnost se bo v povprečju na letni ravni povečevala za 0,3%). Razloge za povečanje ogljikove intenzivnosti bo možno najti v povečanju uporabe premoga v Azijskih državah in zmanjšanju uporabe jedrske energije v svetu (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 30)

Če pregledamo stanje izpustov toplogrednih plinov v globalnem merilu, vidimo, da 85% vseh proizvedenih toplogrednih plinov prihaja iz človeške dejavnosti, kjer pa proizvodnja električne energije predstavlja kar precejšen delež (Pershing, 1999, str. 40.). Proizvodnja električne energije na svetovni ravni letno prispeva k segrevanju ozračja s približno 11 Gt CO₂. 16% svetovne električne energije proizvedejo jedrske elektrarne, kar na svetovni ravni pomeni prihranek 2,0-2,2 Gt CO₂ letno. To pomeni, da jedrska energija sedaj prispeva k zmanjševanju toplogrednih plinov bolj kot v celoti uresničeni sprejeti Kijotski sporazum (Rogner, 2007, str. 30). Mednarodna energetska agencija (IEA) predvideva, da bodo ravno fosilna goriva v največji meri nadomestila relativno zmanjšanje uporabe jedrske energije (Executive Summary, 1999, str. 12-13).

Mnogi nasprotniki jedrske energije zatrjujejo, da celoten proizvodni energetski krog jedrske energije, t.j. rudarjenje in predelava uranove rude, gradnja in upravljanje z jedrskimi elektrarnami ter skladiščenje jedrskih odpadkov, izpusti v zrak skoraj toliko toplogrednih plinov kot ostale elektrarne. Toda če primerjamo podatke: celoten obratovalni krog jedrske energije izpusti v ozračje zgolj 4-22 gramov CO₂ na kWh, kar je primerljivo s celotnim energetskim krogom vetrnih in hidroelektrarn. Pri jedrskem energetskem krogu je izpust toplogrednih plinov celo manjši kot pri sončni (fotovoltaični) elektrarni ali elektrarni na biomaso (Rogner, 2007, str. 30).

2.4 Jedrske nesreče in varnost

Za preprečitev jedrskih nesreč je bistvenega pomena, da nadziramo verižno reakcijo v reaktorju, da odvajamo toplotno energijo iz reaktorja in da nadzorujemo ustreznost pregrad, ki preprečujejo sproščanje radioaktivnih snovi v okolje (Jedrske elektrarne in tveganje, 2008).

Medtem ko so radioaktivni izpusti v okolje ob normalnem delovanju jedrske elektrarne zanemarljivo majhni, pa predstavljajo večji okoljski problem jedrske nesreče. Nekatere verjetnostne analize predvidevajo, da je verjetnost velike jedrske reakcije 5×10^{-5} glede na reaktorsko leto, medtem ko je izračunana verjetnost manjše jedrske nesreče med 19% in 81% na reaktorsko leto. V Tabeli 4 na strani 12 je predstavljenih nekaj večjih jedrskih nesreč, ki so se pripetile v zadnjih 30-ih letih (Pershing, 1999, str. 39).

Tabela 4: Ime in stopnja jedrske nesreče po INES stopnji

Ime jedrske elektrarne	leto nesreče	Stopnja nesreče (INES level)
Fermi-1	1966	3
Wind-scale	1973	4
Otok Treh morskih milj	1979	5
Saint Laurent A2	1980	4
La Hague (predelovalni obrat)	1981	3
Černobil 4	1986	7
Vandellos 1	1989	3
Sellafield (predelovalni obrat)	1992	3
Tokaimura (predelovalni obrat)	1997	3
Tokaimura (jedrska elektrarna)	1999	4

Opomba: INES level je mednarodna stopnja možnosti jedrskega dogodka (angl. International World Event Scale), ki je sestavljena iz 8 ravni (najnižja raven 0 predstavlja zgolj odklon od normalnega delovanja, najvišja stopnja 7 pa predstavlja veliko jedrsko nesrečo mednarodnih razsežnosti).

Vir: Pershing, *Nuclear Power and environmental policy*, 1999, str. 39

Največja jedrska nesreča do sedaj se je zgodila 26. aprila 1986 v Černobilu, v severovzhodnem delu Ukrajine, kjer je v treh mesecih po nesreči zaradi akutnih učinkov sevanja umrlo 31 operaterjev, gasilcev in reševalcev. Ocenjujejo, da bo med skupno 600.000 reševalci in prebivalci najbolj kontaminiranih območij umrlo še približno 4000 ljudi zaradi sevanja, ki ga je povzročila nesreča (Černobilska nesreča, 2008).

Druga večja jedrska nesreča, ki je bila manj nevarna do okolja in ljudi, pa se je zgodila 28. marca leta 1979 v zvezni državi Pensilvaniji, na komaj 3 meseca stari jedrski elektrarni. Nesreča zaradi veliko strožjih varnostnih ukrepov kot v primeru nesreče v Černobilu ni imela radioloških učinkov na okolje in prebivalstvo (Otok treh milj, 2008).

2.5 Jedrski odpadki, problemi sevanja in okoljska problematika

Pojem jedrske varnosti razumemo kot celoto predpisov in standardov, obratovalnih navodil, projektnih rešitev, usposabljanja, varnostne kulture in drugih dejavnikov, ki pripomorejo k preprečitvi spuščanja radioaktivnih snovi iz jedrskega objekta v okolje, kar pa je (oz. mora biti) tudi najpomembnejša prednostna naloga vsake jedrske elektrarne. Poglavitni cilj sevalne varnosti oz. varstva pred sevanji je v zmanjševanju sevalne obremenitve v elektrarni, ki mora biti pod predpisanimi omejitvami, za kar na mednarodni ravni skrbi organizacija ICRP (angl. *International Commission of Radiation Protection*). Jedrski objekt lahko vpliva na okolje v obliki sevanja v zelo restriktivni obliki. Tako je lahko največja učinkovita doza na posameznika iz okoliškega prebivalstva največ 1 mikroSv⁵, kar je manj kot 0,1% prejete letne doze iz ostalih virov sevanja (naravno sevanje, medicina, itd.) (priloga 4). Delavci v jedrskih elektrarnah so lahko izpostavljeni letni dozi tudi do 20 mikroSv, kar predstavlja enako dozo sevanja, kot jo lahko prejmejo zdravstveni delavci in izvajalci industrijske radiografije. V

⁵ Upoštevana je konservativna ocena, ki bi jo človek prejel zgolj, če bi se prehranjeval z lokalno pridelano hrano in ribami.

povprečju so dosežene doze veliko manjše in le nekaj zaposlenih preseže dozo 10 mikroSv (Varstvo pred sevanji, 2008).

V analizi jedrskega kroga je zaznati tudi nekatere posredne vplive na okolico, ki jih ima delovanje jedrske elektrarne (Pershing, 1999, str. 37 – 39):

- Rudarjenje: pri rudarjenju uranove rude je proizvedenega veliko odpadnega materiala. Tako je za eno tono uranove rude potrebno izkopati 400 ton materiala.⁶
- Obogatitev rude: z obogatitvijo uranove rude pridobimo rumeno pogačo, za proizvodnjo katere potrebujemo barijev klorid, dušikovo kislino, amonij in fluor, kar lahko ob odlaganju porabljenega materiala privede do kemične zastrupitve okolice.
- Prevoz: za proizvodnjo ene TWh električne energije s pomočjo jedrske elektrarne je potrebno prepeljati približno 8 m³ uranove rude, 90 m³ nizko in srednje radioaktivnih odpadkov ter 0,5 m³ visoko radioaktivnih odpadkov. Vse to ob velikih transportnih razdaljah predstavlja precejšno nevarnost za okolje, čeprav se do sedaj ni pripetila še nobena takšna večja nesreča.
- Delovanje: v primeru normalnega delovanja elektrarne je največji okoljski problem termalno onesnaževanje hladilne vode. Obstaja tudi možnost manjših izpustov količin kemičnih spojin v okolje.
- Skladiščenje odpadkov (opisano v nadaljevanju).

Med delovanjem jedrske elektrarne nastajajo odpadki, ki so lahko v plinastem, tekočem ali trdnem agregatnem stanju. Če je v njih količina radionulidov nad predpisanimi mejnimi vrednostmi, takšne odpadke obravnavamo kot radioaktivne. Glede na njihovo specifično vrednost jih delimo na nizko in srednje radioaktivne odpadke (Nizko in srednje radioaktivni odpadki, 2008).

Na koncu gorivnega cikla je največja okoljska skrb ravno odlaganje visoko radioaktivnih odpadkov, ki pa so v večini primerov shranjeni kar v samih prostorih jedrske elektrarne (Pershing, 1999, str. 38).

Znanstveniki se po večini strinjajo, da je odlaganje visoko radioaktivnih odpadkov v stabilnih geoloških strukturah (granit, naravna sol, glina) najvarnejša in najtrajnejša rešitev za odstranitev teh nevarnih snovi iz okolja (Management of spent nuclear fuel and radioactive waste, 2008). Potrebno bi bilo razmisliti o večnacionalnih pristopih pri ravnanju z radioaktivnimi odpadki, saj nekatere države, predvsem majhne, nimajo primernih geoloških pogojev za trajno odlaganje (Rogner, 2007, str. 30).

Velik ekološki problem predstavlja tudi sama razgradnja jedrske elektrarne. Pri razgradnji jedrskega objekta je potrebno poskrbeti, da pride elektrarna do stanja, ko preneha biti jedrski objekt. Zato je še v času obratovanja elektrarne potrebno izdelati program razgradnje, ki mora

⁶ Pri drugih vrstah energentov so potrebni veliko večji odkopi ali črpanja.

obsegati zaporedja in obseg tehnoloških postopkov za razgradnjo objekta. Izrabljeno gorivo in ostale radioaktivne odpadke pa je potrebno varno skladiščiti (Razgradnja NEK, 2008).

2.6 Družbena sprejemljivost

Nesreča na Otoku treh milj je imela velikanski vpliv na javno mnenje v ZDA o naklonjenosti jedrski tehnologiji. Ankete so pokazale, da je pred nesrečo podpiralo miroljubno uporabo jedrske tehnologije 56% prebivalstva, po nesreči pa zgolj 33%. Največji padec popularnosti pa je jedrska energija doživela po jedrski nesreči v Černobilu (Aubrecht, 2006, str. 433).

Veliko strokovnjakov s področja jedrske energije se strinja, da je največja ovira za postavitev novih jedrskih elektrarn prav v politični in družbeni sprejemljivosti. V današnjem času je največ nasprotovanja zaradi odlaganja jedrskih odpadkov (Executive Summary, 1999, str. 12-13).

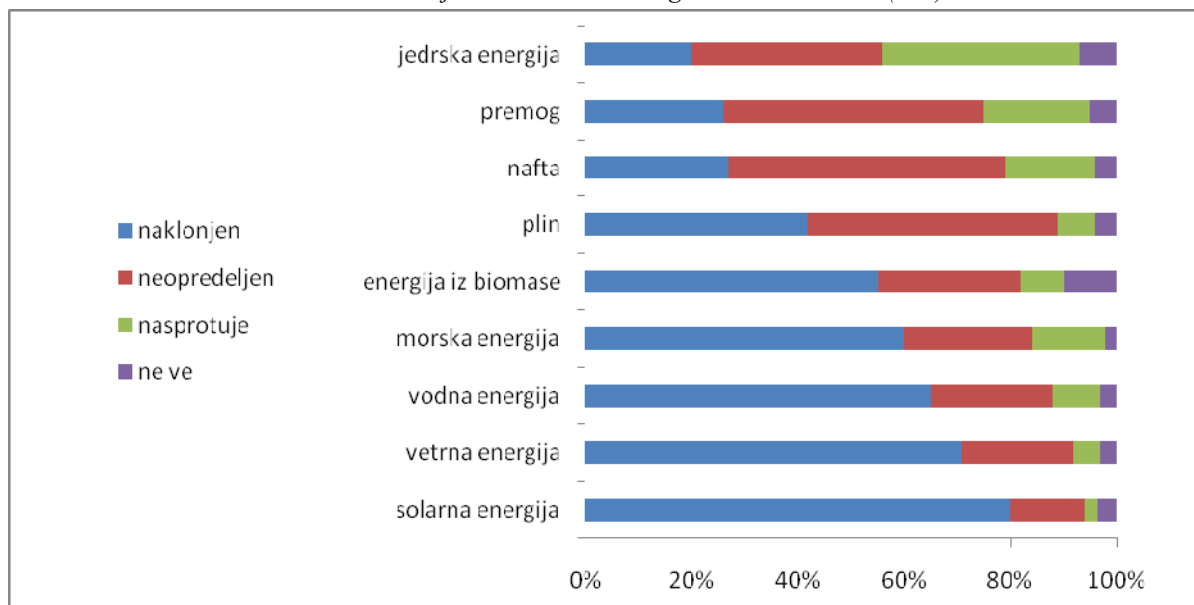
Moramo se zavedati, da so pri uporabi jedrske energije za proizvodnjo električne energije vsi stroški vključeni v prodajno ceno, medtem ko proizvodnja električne energije s pomočjo fosilnih goriv še zdaleč ne zajema vseh eksternih stroškov. Raziskave javnega mnenja so pokazale, da se nasprotovanje in strah zmanjšujeta sorazmerno z ozaveščenostjo. Ravno zaradi tega je tudi v okoljih, kjer že dalj časa sobivajo z jedrskimi objekti, sprejemljivost jedrske tehnologije veliko večja kot v okoljih, kjer takšnih izkušenj nimajo. Visoko sprejemljivost izrabljenega goriva ali visoko radioaktivnih odpadkov imata državi Švedska (78% naklonjenost) in Švica (65% naklonjenost), sprejemljivost nizko ali srednje radioaktivnih odpadkov pa Madžarska (95%) in Južna Koreja (74%) (Tavčar, 2008a, str.10).

Zanimiva je tudi raziskava javnega mnenja v EU, ki je bila izvedena pod okriljem evropske komisije leta 2001⁷, ki kaže na to, da bi dve tretjini državljanov⁸ Evropske unije podprlo jedrsko energijo, če bi bila rešena vprašanja v zvezi z odlaganjem radioaktivnih odpadkov (Energy Technologies, 2007, str. 2).

⁷ Izvedena je bila oktobra 2001, torej zgolj nekaj tednov po 11. septembru, kar je še posebej negativno vplivalo na naklonjenost jedrski tehnologiji.

⁸ Zgolj v Avstriji bi kljub rešitvi vprašanja radioaktivnih odpadkov še vedno več kot polovica ljudi nasprotovalo uporabi jedrske energije.

Slika 4: Naklonjenost različnim energetske virom v EU (v %)



Vir: Energy Technologies: Knowledge, Perception, Measures, Special Eurobarometer, 2007, str. 27

3 ENERGETIKA V EU

Ključne usmeritve energetske politike v EU opisuje Bela knjiga⁹ (1985), ki določa smernice notranjega trga z električno energijo in Zelena knjiga¹⁰ (2006), ki uokvirja strategijo za trajnostno, konkurenčno in varno energijo (Veljavni predpisi EU, 2008).

Zelena knjiga poudarja enoten evropski energetski trg in zajema glavne cilje, kot so dolgoročno naravnani razvoj, konkurenčnost in varnost pri preskrbi. V zvezi s temi cilji prioritete zajemajo 6 področij (EURATOM Annual Report 2006, 2007, str. 8):

- Dokončna izdelava notranjega energetskega trga.
- Uveljavljanje energetske solidarnosti med članicami povezave.
- Bolj dolgoročna, učinkovita in raznolika energetska izbira virov, kjer imajo članice pravico izbirati svojo lastno energetske politiko izrabe virov.
- Izdelava strateškega energetskega tehnološkega plana.
- Uveljavitev potrebe po skupni zunanji energetske politiki.
- Identifikacija infrastrukturnih prioritet pri evropski preskrbi z energijo.

Leta 2007 je bil predstavljen nov integriran energetski in klimatski paket, ki vključuje plan zmanjševanja emisij toplogrednih plinov v 21. stoletju. Paket predlogov postavlja v ospredje serijo ambicioznih ciljev v zvezi z zmanjševanjem toplogrednih plinov, povečanjem rabe obnovljivih virov in vzpostavitvijo resničnega notranjega energetskega trga. Paket, ki ga je

⁹ Komisija jo objavi na podlagi prispelih razprav o določeni temi iz Zelene knjige. Bela knjiga odraža usmeritev Komisije.

¹⁰ Komisija izda Zeleno knjigo o določeni aktualni temi z namenom, da sproži razpravo v državah članicah. Odzivi pokažejo, ali Komisija deluje v pravi smeri.

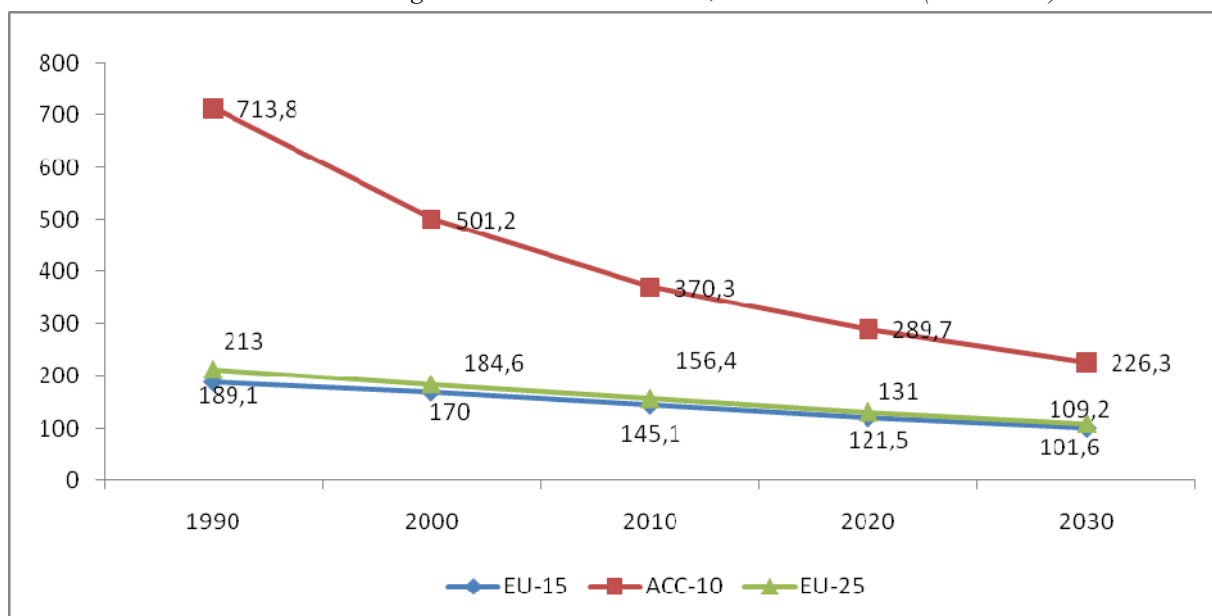
predlagala evropska komisija in ki ga je sprejel Evropski svet, temelji na treh stebrih (EURATOM Annual Report 2006, 2007, str. 8):

- Pravi notranji energetski trg.
- Pospeševanje sprememb v smeri proizvodnje energije z nizko intenzivnostjo porabe CO₂.
- Energetska učinkovitost.

3.1 Primarno energetsko povpraševanje

Primarne energetske potrebe bodo v obdobju 2000-2030 v EU-25¹¹ naraščale s povprečno letno stopnjo 0,6% oz. za 19,3% (EU-15¹² za 18,4%; ACC-10¹³ za 26%), medtem ko bo po predvidevanjih Evropske komisije v istem obdobju v državah članicah (EU-25) BDP naraščal povprečno za 2,4% letno (Priloga 5). Energetska intenzivnost¹⁴ se bo v obravnavanem obdobju izboljševala povprečno za 1,7% letno. Seveda bodo še vedno obstajale velike razlike v energetske intenzivnosti med EU-15 in pridružitvenimi članicami EU-10, kar prikazuje Slika 5 (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 108-111).

Slika 5: Primarna energetska intenzivnost v EU-25, EU-15 in ACC-10 (v toe/mio €)



Vir: European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 109

Proizvodnja energentov v EU-25 bo v obdobju 2000-2030 še naprej nazadovala s povprečno letno stopnjo -1% (Priloga 6). Največje nazadovanje proizvodnje primarne energije lahko pričakujemo pri fosilnih gorivih (trda goriva -50%, nafta -47%, zemeljski plin -40%), medtem ko bodo obnovljivi viri energije (OVE) v obravnavanem obdobju narasli za 74% (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 110).

¹¹ Države članice EU pred vstopom Bolgarije in Romunije.

¹² Države članice EU pred širitvijo 1. maja 2004.

¹³ ACC-10 predstavlja 10 držav članic EU, ki so k članstvu pristopile 1. maja 2004.

¹⁴ Primarno energetsko povpraševanje/BDP.

Strukturno se bo pri trendu porabe primarne energije (priloga 6) do leta 2030 najbolj povečala poraba energentov naravnega plina (letno 1,7%) in OVE (letno 1,9%). Posledični efekt povečanja porabe fosilnih goriv, ki bodo večinoma tujega izvora zaradi pomanjkanja domačih goriv, bo ekstremno povečanje uvozne energetske odvisnosti iz 47,1% leta 2000 na 67,5% leta 2030 (Tabela 5) (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 112).

Tabela 5: Uvozna odvisnost energentov v EU-25 (v %)

	1990	2000	2010	2020	2030
trda goriva	17,4	30,1	37,4	50,8	65,7
tekoča goriva	80,9	76,5	81,4	86,1	88,5
naravni plin	47,6	49,5	61,4	75,3	81,4
skupaj	44,8	47,1	53,3	62,1	67,5

Vir: European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 112

Z večanjem energetske odvisnosti se bo v Evropi močno zmanjšala varnost preskrbe z energenti na dolgi rok. Še posebej bo velika nevarnost preskrbe z naravnim plinom, saj ga bomo uvažali zgolj iz maloštevilnih držav (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 111-112).

3.2 Končna poraba energentov

Med letoma 1990 in 2000 se je končna poraba energentov v EU-25 povečala za 6%. Rast je bila močna v državah EU-15, kjer je znašala 11%, medtem ko je bila v EU-10 negativna in se je v tem obdobju zmanjšala za 21,5%.

Povpraševanje po končni energiji se bo v EU-25 v obdobju 2000-2030 povečalo za 29,3%, oziroma povprečno za 0,9% letno, kar je veliko več, kot se bo povečalo povpraševanje po primarni energiji (povečanje za 19,3%) (Tabela 6, str. 18). Ta razlika bo nastala zaradi izboljšanja učinkovitosti pri pretvarjanju primarne energije (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 114).

Tabela 6: Povpraševanje po končni energiji v EU-25 (v mio toe)

	1990	2000	2010	2020	2030
trda goriva	120,7	56,7	41,7	33,6	29
tekoča goriva	427,5	465	503,7	538,7	554,9
plinska goriva	195,1	246,2	299,2	324,7	341,3
parna energija	60,5	55,6	64,6	74,3	83,5
elektrika	176,6	211,3	253,6	297,7	337,1
nova goriva (vodik,...)	0	0	0,3	1	1,4
biomasa	27,3	33,7	35,4	33,7	31,2
odpadki	6	7,5	8,7	9,2	9,4
ostali OVE	0,5	0,8	2	3,2	4
skupaj	1014,2	1076,8	1209,2	1316,1	1391,8

Vir: European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 114

V preteklem desetletju (1990-2000) se je povpraševanje po končni energiji močno spremenilo, predvsem v smeri spremembe uporabe bolj učinkovitih energetskih goriv (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 114).

Zelo podobno energetska slika lahko pričakujemo v naslednjih 30-tih letih. Največjo rast povpraševanja bo doživela električna energija, saj bo njena letna rast v povprečju znašala kar 1,6% (Priloga 7). Delež električne energije se bo v celotnem povpraševanju po energentih povečal iz 17,4% v letu 1990 na 24,2% v letu 2030 (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 114).

3.3 Proizvodnja električne energije

Glede na predvidevanja se bo poraba električne energije v EU-25 v obdobju 2000-2030 v povprečju letno povečevala za 1,5% (Priloga 8) (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 122-123).

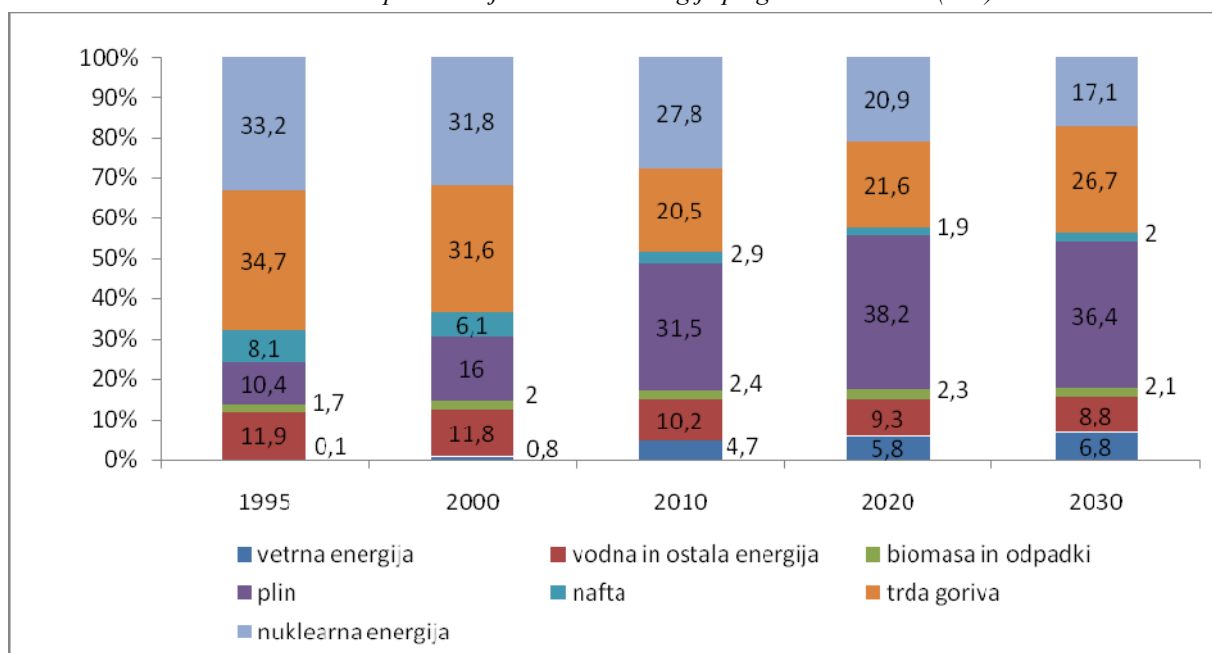
Naraščajoče potrebe po električni energiji so v EU-25 vodile do velike rasti inštaliranih energetskih kapacitet, kar se bo nadaljevalo tudi v prihodnje, saj se bodo kapacitete v primerjavi z letom 2000 do leta 2030 skoraj podvojile (85% rast) (priloga 8). Tehnološki napredek in deregulacija trga električne energije bosta privedla do velikega povečanja uporabe plina za proizvodnjo električne energije. Tako se bo inštalirana moč kombiniranih plinskih elektrarn povečala za 767%. Moč manjših elektrarn na plin bo večja za 288%, kar pomeni, da bodo leta 2030 38% celotne inštalirane moči prispevale plinske elektrarne. Leta 2000 je bil ta delež zgolj 10,7% (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 122-123).

Pomemben poudarek v napovedih za prihodnjo proizvodnjo električne energije v EU-25 ima jedrska energija, saj napovedi kažejo zmanjšanje proizvodnje električne energije iz jedrskih elektrarn v obdobju 2000-2030 za 23,17% (Slika 6, str. 19). Razlogi za zmanjšanje

zmogljivosti proizvodnje jedrske energije so naslednji (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 124):

- Zapiranje nevarnih jedrskih objektov v državah članicah EU-10.
- Množično prenehanje obratovanja jedrskih elektrarn zaradi konca dobe obratovanja elektrarn po letu 2015.
- Močno nasprotovanje javnosti jedrski energiji v nekaterih državah članicah in posledično zapiranje še neamortiziranih jedrskih elektrarn.
- Nenadomeščanje jedrskih elektrarn, ki jim je pretekla življenjska doba.

Slika 6: Delež proizvodnje električne energije po gorivih v EU-25 (v %)



Vir: European Energy and Transportation Trends to 2030, 2003, str.125

Zaradi že zgoraj naštetih vzrokov se bo delež jedrske energije v obdobju 2000-2030 v primerjavi z ostalimi energenti pri proizvodnji električne energije zmanjšal od 33,2% na 17,1%. Pri proizvodnji električne energije bo prišlo do sprememb predvsem pri uporabi plina, pri čemer se bo njegov delež povečal za 20,4 odstotne točke. Prav zaradi upadajočih zmogljivosti jedrskih elektrarn in naraščajočih potreb po električni energiji se bo leta 2030 v EU-25 ponovno povečal delež proizvedene električne energije iz trdih goriv, pri čemer se bo strukturni delež povečal za 5,1 strukturne točke.

Energetska učinkovitost se bo povečala predvsem zaradi izboljšanja izkoriščenosti posameznih elektrarn in zaradi zamenjave strukturnega deleža nekaterih manj učinkovitih tipov elektrarn. Tako bo npr. zamenjava jedrskih elektrarn (učinkovitost med 33-35%) z bolj učinkovitimi plinskimi (učinkovitost približno 55%) ali vetrnimi in hidroelektrarnami (statistično je izkoristek 100%) močno pripomogla k že omenjeni izboljšani učinkovitosti proizvodnje električne energije (European Energy and Transportation, 2003, str. 125).

4 JEDRSKA ENERGIJA V EU

Proizvodnja energije iz jedrskih elektrarn bo do leta 2010 še rahlo naraščala, nato pa bo pričela strmo padati. Od leta 2000 do 2030 se bo tako moč jedrskih elektrarn v EU-25 zmanjšala za 22% (European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 110).

Glavni dobavitelji jedrskega goriva v EU ostajajo Kanada, Rusija, Nigerija in Avstralija, ki pa izgubljajo relativni tržni delež zaradi zmanjševanja proizvodnje uranove rude (Priloga 9) (IAEA Annual Report 2006, 2007, str.19). Edina operativna rudnika uranove rude v EU se nahajata v Češki Republiki (rudnik Rožna) in Romuniji, kjer proizvedena količina zadostuje zgolj za potrebe domačih jedrskih elektrarn. V nekaterih drugih državah EU poteka iskanje primernih lokacij za rudarjenje, vendar je za odprtje novega rudnika potrebnih nekaj let, preden lahko začne s proizvodnjo (EURATOM Annual Report 2006, 2007, str. 5).

4.1 Zakonodaja s področja jedrske energije

Začetki zakonodaje s področja jedrske energije v Evropi segajo v leto 1957, ko je bil ustanovljen eden izmed treh stebrov evropske skupnosti, Evropska jedrska skupnost (EURATOM). Bistvo ustanovitve EURATOM-a je bilo okrepiti in spodbuditi znanstveno in tehnološko sodelovanje pri razvoju miroljubne jedrske energije med takratnimi članicami povezave (Klemenc, 1999, str. 25).

V Evropski uniji sta v obravnavi dva predloga direktiv, ki močno posegata v obratovanje posameznih jedrskih objektov oz. držav, kjer ti objekti stojijo. Predloga direktiv sta naslednja (Management of spent nuclear fuel and radioactive waste, 2008):

- Predlog direktive o jedrski varnosti nalaga članicam povezave obveznost poročanja o jedrski varnosti Evropski komisiji. Država članica mora omogočiti neodvisen strokovni nadzor izbranega jedrskega objekta in s tem preverjati resničnost sporočenih podatkov.
- Predlog direktive o ravnanju z izrabljenim gorivom in jedrskimi odpadki (COM (2004) 526 končni) nalaga državam članicam obveznost samostojnega reševanja problema radioaktivnih odpadkov. Predlog direktive obvezuje posamezne države, da do konca leta 2008 izberejo lokacije in pridobijo dovoljenje za izgradnjo odlagališča za nizko in srednje radioaktivne odpadke. V nadaljevanju predlog direktive zavezuje vse države članice, ki imajo jedrske elektrarne, k dokončanju izgradnje odlagališča za nizko in srednje radioaktivne odpadke v letu 2013. Poleg tega jih zavezuje k izgradnji odlagališča za visoko radioaktivne odpadke do leta 2018.

4.2 Uporaba jedrske energije v EU

V Zeleni knjigi (COM (2006) 105 (končna)) je jedrska energija grupirana skupaj s premogom in poimenovana kot »nezaželeni energetski vir«, predvsem zaradi dvojnega namena uporabe goriva (civilni in vojaški del). Zelena knjiga (COM (2006) 105 (končna)) govori, da je obstoj oz. razvoj jedrske energije v miroljubne nemane odvisen predvsem od (De Esteban, 2002, str. 3 - 4):

- Reševanja problemov radioaktivnih odpadkov.
- Ekonomske primernosti nove generacije jedrskih elektrarn in razvoja fuzijske tehnologije.
- Varnosti jedrskih reaktorjev v Vzhodni Evropi, še posebej v članicah kandidatkah.
- Politike boja proti globalnim vremenskim spremembam.

EU financira določena sredstva za razvoj novih reaktorskih sistemov, sevalno zaščito in ravnanje z odpadki, vendar so sredstva približno dvakrat manjša, kot jih namenja za raziskave v fuzijskem programu¹⁵. Razlog za tako majhna sredstva ne smemo iskati v pomanjkanju zanimanja Evropske komisije za nove tipe reaktorjev, temveč v tem, da je razvoj fuzijske tehnologije v večji meri v privatnem sektorju, medtem ko so na fuzijskem področju raziskovanja še v razvojni stopnji (Management of spent nuclear fuel and radioactive waste, 2008).

4.3 Jedrska varnost v EU

Pri podpisu Pogodbe EURATOM večina avtorjev Evropske atomsko-energetske organizacije (EURATOM) ni imela v mislih jedrske varnosti elektrarn in ravnanja z radioaktivnimi odpadki. Zato je bila za nekaj let skrb komisije glede varnosti jedrskih objektov močno zanemarjena. Šele leta 1975 se je komisija začela zavedati resnosti tega problema. Do takrat so se jedrski programi posameznih držav takratne Evropske skupnosti razvijali zelo različno. Ravno zaradi tako različnih zgodovinskih ozadij, pravnih okvirjev, množice različnih vrst reaktorjev in pristopov k zakonodaji v tedanji Evropski skupnosti ni bilo nobenih pomembnih poskusov poenotenja zakonodaje, ki bi veljala za vse članice.

Kljub temu so pomembni posamezniki evropske skupnosti s sodelovanjem sestavili »neobvezujoča soglasja« (angl. *non-binding acquis*), ki so sestavljena iz bistvenih splošnih načel glede jedrske varnosti. Počasna pot harmonizacije pravil in najboljših praks je bila primerna za večino članic vse do leta 1990, ko so se pričela približevanja novih članic k EU. V tem obdobju so države članice tedanje EU pričele s političnimi pritiski z namenom, da bi pristopne države prilagodile svoj jedrski program zahodnim državam. Tako je EU prvič v

¹⁵ Letna sredstva za fuzijsko tehnologijo znašajo 750 mio €, sredstva za fizijo pa 150 mio €.

svoji zgodovini pričela z ocenjevanjem jedrske varnosti v vsaki članici posebej. Pri pristopnih pogajanjih je bila jedrska varnost za nekatere članice, kot so Češka, Litva in Romunija, eno težjih poglavij pri izpolnjevanju vseh danih zahtev (De Esteban, 2002, str. 4-5).

Evropska komisija je proti koncu prejšnjega desetletja vzela pod lastno okrilje ohranjanje visoke ravni jedrske varnosti s tem, da je povečala nadzor nad vsemi jedrskimi elektrarnami. Sedaj zahteva od vsake članice sodelovanje in redno poročanje neodvisnega državnega organa, ki je zadolžen za jedrsko varnost v posamezni državi. V Sloveniji je to Agencija RS za jedrsko varnost (URSJV). Končni cilj evropske komisije glede jedrske varnosti je doseganje visoke ravni varnosti uporabe jedrske energije v državah članicah EU (De Esteban, 2002, str. 5).

4.4 Ravnanje z odpadki v EU

Celotna Evropska unija letno ustvari okoli 40.000 m³ radioaktivnih odpadkov, ki se uporabljajo v energetske, medicinske in druge namene. Med njimi je več kot 80% nizko ali srednje radioaktivnih odpadkov (Management of spent nuclear fuel and radioactive waste, 2008).

Trenutna evropska zakonodaja, razen predloga direktive o ravnanju z jedrskimi odpadki (COM (2004) 562 končni), ne obsega posebnih specifičnih pravil za ravnanje z odsluženim jedrskim gorivom. Torej je vsa zakonodaja glede tega vprašanja v rokah posameznih držav članic. Članice morajo vsaka tri leta poročati komisiji o napredku v ravnanju z jedrskimi odpadki, tako za nizko in srednje radioaktivne, kot tudi za visoko radioaktivne odpadke. Kljub temu pa predlog direktive o ravnanju z izrabljenim gorivom in jedrskimi odpadki (COM (2004) 526 končni) zavezuje države članice, da (Management of spent nuclear fuel and radioactive waste, 2008):

- Poskrbijo za nizko, srednje in visoko radioaktivne odpadke na način, da ne ogrožajo posameznikov, družbe in okolja.
- Skrbijo, da je nastajanje radioaktivnih odpadkov na najnižjem nivoju.
- Zagotovijo primerno zakonodajo, organizacije in navodila pri ravnanju z radioaktivnimi odpadki.
- Omogočijo delovanje regulativne organizacije, ki bo nadzirala izvajanje zakonodaje.
- Zagotovijo primerna finančna sredstva za izvajanje ravnanja z radioaktivnimi odpadki po principu »onesnaževalec plača«.
- Poskrbijo za čim višjo javno informiranost in povečajo javno vključenost z namenom povečanja transparentnosti ravnanja z radioaktivnimi odpadki.

4.5 Glavne razvojne usmeritve držav EU pri razvoju jedrske energije

V Evropski uniji je trenutno v gradnji več jedrskih blokov, med katerimi sta dva jedrska bloka tretje generacije. Prvega so začeli graditi na Finskem leta 2005 (reaktorski blok Olkiluoto 3). To bo prva jedrska elektrarna, ki bo za proizvodnjo električne energije uporabljala reaktor tipa EPR¹⁶. Predviden začetek obratovanja je ocenjen na leto 2010 ali 2011. Drugi jedrski blok gradijo v Normandiji v Franciji, ki bo imel izhodno moč 1.600 MWe in bo prav tako deloval na principu reaktorja EPR. Z obratovanjem bo predvidoma pričel leta 2011 (EURATOM Annual Report 2006, 2007, str. 6).

V letu 2006 so predstavniki vlad vseh baltskih držav in Poljske izpogajali nov dogovor o skupni gradnji novega jedrskega objekta v Litvi. Glavni povod za takšno odločitev je bilo vedno večje pomanjkanje proizvodnjih obratov električne energije na njihovem območju. Tako dogovor predvideva gradnjo 1.6000 MWe močnega z reaktorjem tipa EPR (EURATOM Annual Report 2006, 2007, str. 6).

Nizozemska vlada je sprejela pogoje, pod katerimi lahko privatni kapital vlaga v jedrsko energijo. S tem želijo ob varni in trajni uporabi jedrske energije povečati zanesljivost energetskega sistema in se spopasti z izzivi globalnega segrevanja ozračja (EURATOM Annual Report 2006, 2007, str. 6).

Na Slovaškem italijansko energetska podjetje Enel nadaljuje z gradnjo dveh jedrskih blokov Mochovce 3 in 4 tipa PWR, ki bosta dokončana leta 2012 (Wikipedia [Mochovce Nuclear Power Plant], 2008). Novi jedrski elektrarni bosta nadomestili jedrski elektrarni v zapiranju (Bohunice 1 in Bohunice 2) (Wikipedia [Bohunice Nuclear Power Plant], 2008).

Tudi druge evropske države, kot sta npr. Velika Britanija in Italija, se zavedajo pomena gradnje novih jedrskih energetskih enot s ciljem zagotovitve varnosti dobave energije (EURATOM Annual Report 2006, 2007, str. 7). Italijanska energetska družba Enel do leta 2020 namerava v Italiji zgraditi štiri do pet jedrskih enot z zmogljivostjo 1800 MW. Strošek celotne investicije bo znašal 14 milijard evrov (Enel načrtuje gradnjo več novih jedrskih elektrarn, 2008).

Po zaprtju sovjetskega tipa jedrske elektrarne Kozloduy (blok 3 in 4) se je bolgarska vlada odločila zgraditi dva nova jedrska bloka skupne moči 2000 MWe blizu mesta Belene. S temi novimi jedrskimi bloki namerava nadomestiti izgubo proizvodnje iz prejšnjih zastarelih jedrskih obratov, ki so v procesu prenehanja obratovanja ali pa so z obratovanjem že prenehali. (Wikipedia [Belene Nuclear Power Plant], 2008).

¹⁶ Delovanje in zgradbo Evropskega visokotlačnega reaktorja (*angl. European Pressurized Reactor*) bom bolj podrobno razložil v poglavju Scenarij postavitve drugega jedrskega bloka.

Evropska komisija je odobrila graditev treh jedrskih blokov v Turčiji z močjo 5000 MWe, ki jih turška vlada namerava zgraditi do leta 2020. Določitev lokacije je v fazi izbiranja. Predvideva se, da bo objekt lociran ob Sredozemskem ali Črnem morju (EURATOM Annual Report 2006, 2007, str. 7).

5 ENERGETIKA V SLOVENIJI

V Sloveniji je energetska področje urejeno z Energetskim zakonom (v nadaljevanju EZ), ki določa načela energetske politike, načine in oblike izvajanja gospodarskih javnih služb in pogoje za obratovanje energetskih podjetij na področju energetike, pravila za delovanje na trgu energije, pogoje za upravljanje energetskih dejavnosti, ureja izdajanje energetskih dovoljenj in licenc ter določa organe, ki upravljajo potrebne naloge za izvršitev tega zakona.

EZ prav tako zagotavlja konkurenčnost na trgu energije po načelih preglednosti in nepristranskosti, kjer je velik poudarek na varstvu potrošnikov in učinkovitem nadzoru nad oskrbo z energijo. Z zakonom so v Sloveniji zagotovljeni pogoji za varno in zanesljivo oskrbo uporabnikov z energijo po tržnih pogojih, načelih trajnostnega razvoja in varovanja okolja in ob upoštevanju učinkovite rabe energijskih virov (EZ 1999).

Za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov je Slovenija leta 2002 sprejela Zakon o ratifikaciji Kjotskega protokola k okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja (2002), ki velja do leta 2012. Vsebuje nekaj konkretnih nalog, ki jih (je) mora(la) Slovenija izpolniti. Tako mora v obdobju 2008-2012 zmanjšati emisije toplogrednih plinov za 8% glede na izhodiščno leto 1986¹⁷.

Za najboljši približek potrebe električne energije v Sloveniji, je treba narediti več simulacijskih modelov trga z električno energijo, v katerih bi na eni strani zajemali napovedane potrebe po električni energiji, na drugi strani pa spremljali ponudbo oz. zmogljivosti proizvajalcev električne energije, tako na domačem kot tujem trgu (Miklič, 2004, str. 2).

Tomaž Orešič (2008, str. 9) navaja razloge za dosedanje nizke investicijske aktivnosti:

- Trenutna struktura večine elektrogospodarskih podjetij v regiji.
- Nizka ekonomska moč in finančna sposobnost obstoječih proizvodnih podjetij.
- Nerazvite stroškovno učinkovite cene elektrike.
- Zamude pri delovanju notranjih trgov z elektriko.
- Netransparentni in predolgo trajajoči institucionalni postopki.
- Nepopolna obstoječa zakonodaja.

¹⁷ Leto 1986 je bilo v Sloveniji izbrano za izhodiščno leto zaradi količinsko največjega izpusta CO₂.

V Sloveniji imamo tri vrste elektrarn. Na prvem mestu je jedrska elektrarna, ki je najmočnejša, drugo mesto zasedajo termoelektrarne na plin, tretje pa hidroelektrarne.

Najvišje letne fiksne stroške glede na proizvedeno električno energijo imajo hidroelektrarne, sledi jedrska elektrarna in nato termoelektrarne. Ravno obraten je položaj pri variabilnih stroških, kjer so na enoto proizvedene električne energije najvišji pri termoelektrarnah, sledi jedrska elektrarna in na zadnjem mestu hidroelektrarne. Razlog za visoke variabilne stroške termoelektrarn je v tem, da imajo najdražje gorivo, tj. premog ali plin, medtem ko je po drugi strani skoraj edini variabilni strošek hidroelektrarn koncesijska dajatev za izkoriščanje vodnega potenciala (Miklič, 2004, str. 31).

Pri analizi proizvajalcev električne energije je potrebno upoštevati tudi nekatere tržne anomalije, ki so nastale pod političnimi pritiski. To so (Miklič, 2004, str.66- 67):

- Obratovanje bloka 2 Termoelektrarne Trbovlje, kjer je Vlada RS zaradi gospodarskih (Rudnik Trbovlje Hrastnik) in socialnih vplivov (potencialna brezposelnost na danem območju) podelila termoelektrarni pravico prednostnega dispečiranja do leta 2007, kar pomeni, da je bil upravljavec prenosnega omrežja proizvedeno električno energijo dolžan v celoti odkupiti.
- Proizvodnjo kogeneracijske energije v TE-TO Ljubljana, kjer je Vlada RS podobno kot pri Termoelektrarni Trbovlje podelila pravico prednostnega dispečiranja.
- Kvalificirani proizvajalci električne energije, kjer vlada zaradi energetske politike povišanja deleža obnovljivih virov energije podeljuje manjšim elektrarnam pravico do prednostnega dispečiranja.

Potrebno se je zavedati tudi mednarodne strateške vloge dolgoročne energetske neodvisnosti v povezavi z električno energijo, saj se pogosto zgodi, da se ob pojavu energetskih težav »meje zaprejo in padejo vse velikodušne deklaracije o medsebojni pomoči na skupnem trgu« (Zore, 2008a, str. 32).

5.1 Energetska bilanca RS

Republika Slovenija vsako leto polovico svojih energetskih potreb pokrije z uvoženimi viri energije, kar pomeni, da domača proizvodnja primarnih virov energije zadošča le za slabo polovico vseh slovenskih potreb po energiji. Energetska odvisnost RS je zelo visoka in se giblje med 50 in 55%. V prihodnje lahko pričakujemo uvoz trdih goriv, saj je slovenski premog ekološko neprimeren ter drugih naftnih derivatov in zemeljskega plina (EBRS, 2007, str. 7).

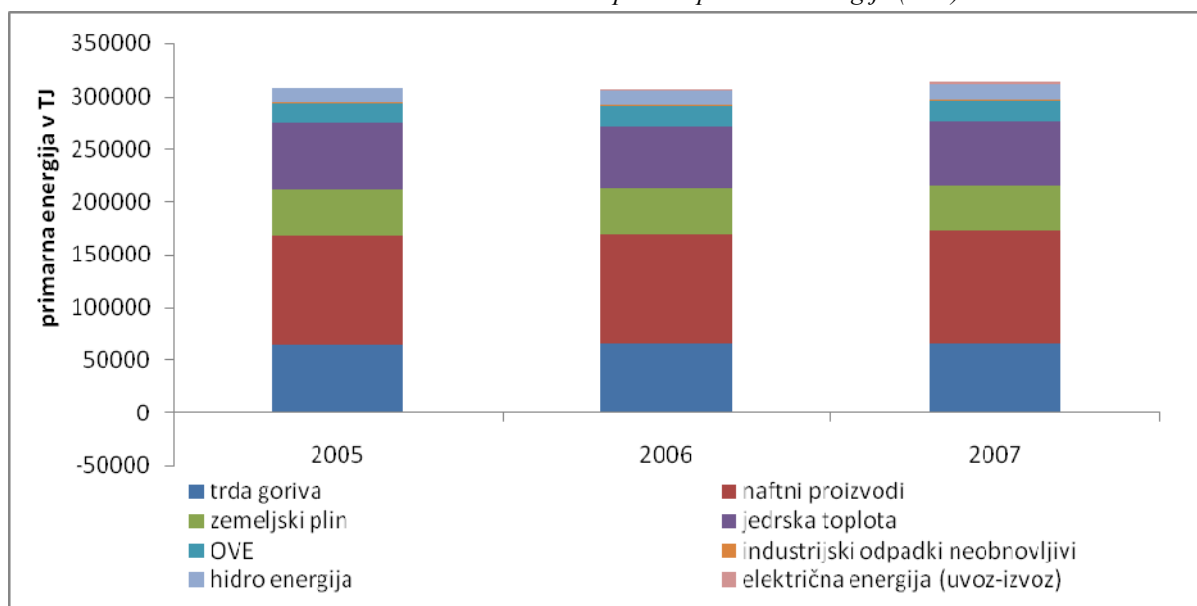
V preteklosti sta bila rast porabe energije in rast bruto domačega proizvoda v tesni linearni povezavi. Slovenija je že prišla do stopnje razvoja, kjer narašča delež BDP-ja v storitvenih dejavnostih in je zato veliko težje napovedati bodočo domačo porabo energije (EBRS, 2007, str. 7).

5.1.1 Poraba primarne energije

V letu 2007 je poraba primarne energije v RS znašala 314,3 PJ (ocena) in je bila v primerjavi z predhodnim letom večja za 2,5% (EBRS, 2007, str. 10).

Analiza strukture primarne energije nam pokaže, da so največji delež v letu 2007 prispevali naftni proizvodi (34,3%), sledijo trdna goriva (20,7%), jedrska toplota (19,3%), zemeljski plin (13,4%), obnovljivi viri energije (6,6%), hidro energije (4,7%), električne energije iz uvoza (0,8%) in industrijski neobnovljivi odpadki (0,2%) (Slika 7) (EBRS, 2007, str. 12).

Slika 7: Struktura bruto domača poraba primarne energije (v TJ)



Opomba: Vrednosti so za 2005 (realizacija), 2006 (ocena) in 2007 (napoved).

Vir: EBRS: Energetska bilanca RS za leto 2007, 2007, str. 11

V primarni energetske bilanci je delež obnovljivih virov energije skupaj s hidro energijo leta 2007 predstavljal zgolj 11,3% vse potrebne primarne energije. Energetska odvisnost Slovenije se v zadnjem obdobju povečuje za približno 0,2 odstotni točki letno in je bila v letu 2007 kar 52,7% (leto 2005 52,3%, leto 2006 52,5%) (EBRS, 2007, str. 11-12).

5.1.2 Poraba končne energije

V letu 2007 je Slovenija porabila v energetske namene 216 PJ končne energije, kar je za 2,6% več kot v predhodnem letu.

Pri analizi strukture porabe končne energije leta 2007 v Sloveniji je opaziti prevladujoč delež naftnih proizvodov (48,3%), nato sledi poraba električne energije, ki pa ne dosega niti polovice porabe naftnih proizvodov (23,0%). Sledijo še: zemeljski plin (14,2%), obnovljivi viri energije (8,8%), toplota (3,9%), trda goriva (1,5%). Zadnji, ki jih analiza še zajema, so neobnovljivi industrijski odpadki, ki predstavljajo zgolj 0,3% končne porabe energije (EBRS, 2007, str. 14).

5.1.3 Električna energija

Na količino porabe električne energije vplivajo številni dejavniki, med katerimi so najpomembnejši velikost, struktura in obseg gospodarske rasti, demografska gibanja, raven celotne razvitosti družbe, raven tehnološke razvitosti, okoljska zavest, klimatske razmere, gibanje cen energentov, paritete cen energentov in navsezadnje zavest o nujnosti sonaravnega in trajnostnega razvoja. Za slovenske razmere bi še vedno veljalo, da je prav BDP tisti dejavnik, ki najbolj vpliva na obseg porabe električne energije v zadnjih letih (Ocena zadostnosti proizvodnih virov električne energije in zadostnosti prenosnega omrežja v RS za obdobje 2007-2011, 2007, str. 8).

Celotna inštalirana moč na pragu elektrarn, priključenih na prenosno omrežje Slovenije konec leta 2006, je bila 2.834 MW. Če upoštevamo samo slovenski del jedrske elektrarne, pa 2.486 MW, od tega (Ocena zadostnosti proizvodnih virov električne energije in zadostnosti prenosnega omrežja v RS za obdobje 2007-2011, 2007, str. 2):

- Termoelektrarne 1.272 MW (51,2%).
- Hidroelektrarne 866 MW (34,8%).
- Jedrska elektrarna 348 MW (14,0%) – zgolj slovenski del.

Na teritoriju RS je bila v letu 2007 fizično bruto proizvodnja električne energije v višini 15.250 GWh, bruto poraba pa 15.908 GWh, kar pomeni, da smo v letu 2007 uvozili še 658 GWh električne energije. Pokritost bruto porabe električne energije z razpoložljivo proizvodnjo vseh elektrarn na slovenskem teritoriju je bila v letu 2007 95,9%. Vendar pa je potrebno upoštevati dejstvo, da RS razpolaga zgolj s polovico NEK-a, iz česar sledi, da je bilo za slovenske potrebe v letu 2007 na razpolago zgolj 12.462 GWh bruto proizvedene električne energije. Ob izpolnitvi pogodbenih obveznosti do Republike Hrvaške je leta 2007 v RS znašal primankljaj električne energije 3446 GWh, kar pomeni 21,7% vseh slovenskih potreb po električni energiji (EBRS, 2007, str. 20).

Če analiziramo strukturo bruto proizvedene električne energije v Sloveniji, vidimo, da vse tri vrste proizvodnje zavzemajo približno enak delež (priloga 10). Tako največji delež zavzemajo termoelektrarne in termoelektrarne - toplarne s 5.613 GWh (36,8%), nato sledi NEK s 5.575 GWh (36,6%), najmanjši delež pa predstavljajo hidroelektrarne s 4.062 GWh (26,6%). Končna poraba električne energije¹⁸ v Sloveniji v letu 2007 znaša 13.786 GWh in je za 4,0% večja v primerjavi z letom 2006 (EBRS, 2007, str. 21). Poraba električne energije v Sloveniji narašča hitreje kot narašča skupna poraba drugih vrst končne energije, vendar pa počasneje kot rast BDP. V obdobju 2007-2011 lahko pričakujemo letno stopnjo rasti med 2% in 3,1% (Ocena zadostnosti proizvodnih virov električne energije in zadostnosti prenosnega omrežja v RS za obdobje 2007-2011, 2007, str. 10).

¹⁸ Končna poraba el. energije = bruto poraba – lastna raba – izgube prenosa in distribucije

5.2 Proizvodnja električne energije v bližnji regiji

Med letoma 2000 in 2005 so se v okviru EU 25 kapacitete za proizvodnjo električne energije povečale za več kot 51.000 MW oz. več kot 10.000 MW letno (na raven 712.450 MW inštalirane moči). Načrtovani primanjkljaj naj bi ob koncu leta 2020 kljub temu znašal blizu 300.000 MW, izhajajoč iz potrebe po zamenjavi starih elektrarn (190.000 MW) in prihodnje rasti povpraševanja po elektriki (110.000 MW) (Orešič, 2008, str.6).

Na drugi strani pa je v enajstih državah JV Evrope preteklo obdobje minilo brez pomembnih investicij v nove proizvodne kapacitete (izvzemajoč Grčijo in deloma Madžarsko, Slovenijo in Hrvaško). Trenutno stanje v regiji je zaskrbljujoče, saj že sedaj v regiji primanjkuje okoli 2.000 MW električne moči. Države izvoznice (Romunija, Bolgarija, BIH) zaradi hitre gospodarske rasti močno povečujejo porabo električne energije in trend nakazuje, da bodo vse te države postale v obdobju 10 let neto uvoznice električne energije (Tabela 7). Hkrati pa se je potrebno zavedati, da bo cena električne energije iz zahodnoevropskih držav narasla, kar bo močno oslabilo konkurenčnost njihovih gospodarstev (Zore, 2008b, str. 21).

V regiji JV Evrope bo potrebno do leta 2010 zagotoviti 7.750 MW novih kapacitet (3.000 MW za nadomestitev starih TE). V obdobju med 2010 in 2015 pa bo potrebno zgraditi nove energetske obrate moči 16.200 MW (od tega za nadomestitev starih TE kar 5.000 MW) (Orešič, 2008, str.6).

Tabela 7 : Predvideno stanje oz. primanjkljaj v regiji v letu 2008 (v GWh, v MW in v % domače porabe)

Uvozniki električne energije				Izvozniki električne energije			
država	GWh	MW	% domače porabe	država	GWh	MW	% domače porabe
Madžarska	-8.115	-926	19,9	Romunija	7.815	892	14,5
Grčija	-4.230	-483	7,6	Bolgarija	2.563	293	6,5
Hrvaška	-4.212	-481	22,8	BIH	1.044	119	9,2
Slovenija	-3.751	-428	27				
Albanija	-3.204	-366	47,5				
SČG	-3.173	-362	7				
Makedonija	-3.055	-349	33,6				
skupaj	-29.740	-3.395	15,7		11.422	1.304	10,9

Vir: Orešič, Nove investicije – pogoj za konkurenčnost in zanesljivo oskrbo, 2008, str.7.

5.3 Analiza pokritja dnevnih in nočnih konic v slovenskem energetskem sistemu

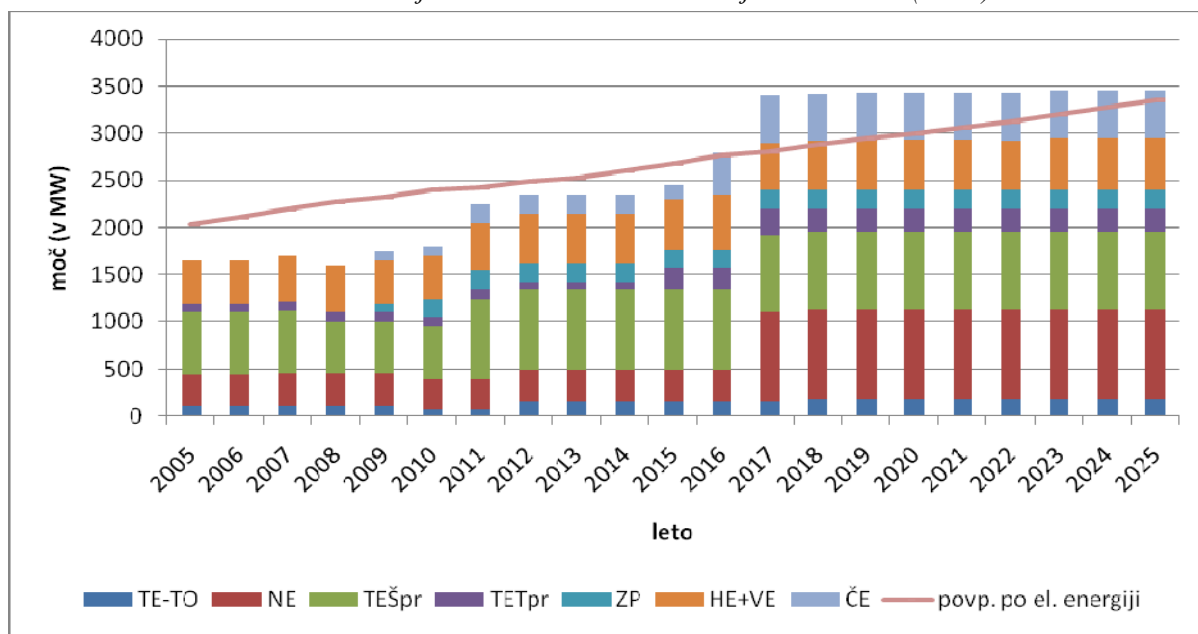
Sistemske operater prenosnega omrežja (ELES) vsake dve leti pripravi poročilo, kjer predvidi razvoj energetskega gospodarstva za prihodnjih nekaj let. V analizi pokrivanja tako dnevne

kot nočne konice opazimo, da so upoštevali izgradnjo drugega bloka jedrske elektrarne za leto 2017.

Če analiziramo bodoče pokrivanje tako dnevne (Slika 8) kot nočne konice (Priloga 10), vidimo, da ima Slovenija veliko pomanjkanje električne moči v obdobju 2005-2011. Leta 2009 je predvideno odprtje črpalne elektrarne Avče (ČE Avče), ki bo imela inštalirano moč 178 MW. Te vrednosti porabe (178 MW) predpostavimo v nočnem času, ko je ČE Avče porabnik električne energije, pri pokrivanju dnevne konice pa je izkoristek 80%. Za leto 2011 se predvideva pričetek obratovanja 6. bloka Termoelektrarne Šoštanj, vendar ta dvig ni izrazil, saj preide hkrati blok 4 v hladno strateško rezervo. Sledi dokaj izravnano obdobje v ponudbi električne energije. Leta 2017 pa študija predvideva izgradnjo drugega jedrskega bloka, ki močno poveča ponudbo. S tem pri pokrivanju dnevne konice preseže povpraševanje po električni energiji, kar pomeni, da bi Slovenija ponovno postala neto izvoznica električne energije.

Če analiziramo še konec obravnavanega časovnega obdobja, vidimo, da se bo ponudba že leta 2025 izravnala s povpraševanjem. V primeru pokrivanja nočne konice pa izgradnja novega jedrskega objekta zadošča zgolj za to, da dohitimo povpraševanje, ki pa v naslednjih letih spet ponovno močno preseže ponudbo. Ob predpostavki, da drugega jedrskega bloka ne zgradimo, lahko pričakujemo velik primankljaj ponudbe električne energije, tako za pokrivanje dnevne kot tudi nočne konice.

Slika 8: Pokrivanje dnevne konice v RS v obdobju 2005 – 2025 (v MW)



Vir: Ocena zadostnosti proizvodnih virov električne energije in zadostnosti prenosnega omrežja v RS v obdobju 2007-2011, 2007, str.26

6 JEDRSKA ENERGIJA V SLOVENIJI

V Sloveniji obstaja kar nekaj lokacij, kjer se uporablja jedrska tehnologija (zdravstvo, industrija, raziskave, energetika), vendar je gotovo najpomembnejši jedrski objekt prav NEK. Zakonsko je področje jedrske in sevalne varnosti v RS urejano z Zakonom o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (2002).

V začetku prejšnjega desetletja je bilo v Sloveniji zaznati precejšnje medijsko in javno nasprotovanje obratovanja NEK, ki pa se je končalo z neuspešnim predlogom za izvedbo referendumu o predčasnem zaprtju NEK. Pomembno je tudi, da večje politične stranke neposredno ne nasprotujejo nadaljnjemu obratovanju (Erman, 2003, str. 23).

V Sloveniji javnost jedrski energiji v povprečju ni naklonjena, vendar se stanje izboljšuje. Raziskava javnega mnenja o jedrski energiji, ki jo vsako leto opravlja Agencija za radioaktivne odpadke (ARAO), je pokazala, da prebivalci RS ocenjujejo jedrsko energijo kot najmanj varno v primerjavi z OVE in fosilnimi gorivi. Vendar pa se v večini strinjajo,¹⁹ da Slovenija za nemoteno oskrbo z električno energijo potrebuje NEK (priloga 11). Stroka se strinja, da so negativni odzivi javnosti predvsem posledica pomanjkanja znanja o jedrski energiji in da bi z boljšim poznavanjem tematike lahko zmanjšali strah in predsodke glede negativnih posledic uporabe jedrske energije (Male, 2008, str. 9).

6.1 Predstavitev Nuklearne elektrarne Krško

Odločitev o gradnji prvega jedrsko-energetskega objekta v bivši SFRJ je bila dana leta 1970, ko je bil podpisan sporazum o gradnji nuklearne elektrarne. Čez štiri leta je bil položen temeljni kamen, kjer je čez 10 let elektrarna pridobila dovoljenje za redno obratovanje (Zgodovina NEK, 2008).

Nuklearna je opremljena je z Westinghousevim lahkovodnim tlačnim reaktorjem²⁰ moči 2000 MW. Z obratovanjem je pričela leta 1983 in imela moč na pragu elektrarne 632 MW (Priloga 12). Po zamenjavi uparjalnikov leta 2000 se je moč elektrarne povečala na 670 MW. V letu 2007 se je zaradi vgradnje NT-turbine moč dodatno povečala za 26 MW na 696 MW. (Ocena zadostnosti proizvodnih virov električne energije in zadostnosti prenosnega omrežja v RS za obdobje 2007-2011, 2007, str. 5).

Družba, ki je od 11. marca 2003 v skladu s pogodbo med Vlado Republike Slovenije in Vlado Republike Hrvaške, organizirana kot družba z omejeno odgovornostjo. Ista pogodba obravnava tudi lastništvo NEK, in sicer je osnovni kapital razdeljen na dva enaka poslovna

¹⁹ 60 % vprašanih se je strinjalo s trditvijo, da potrebujemo NEK, drugi so bili neopredeljeni oz. se niso strinjali.

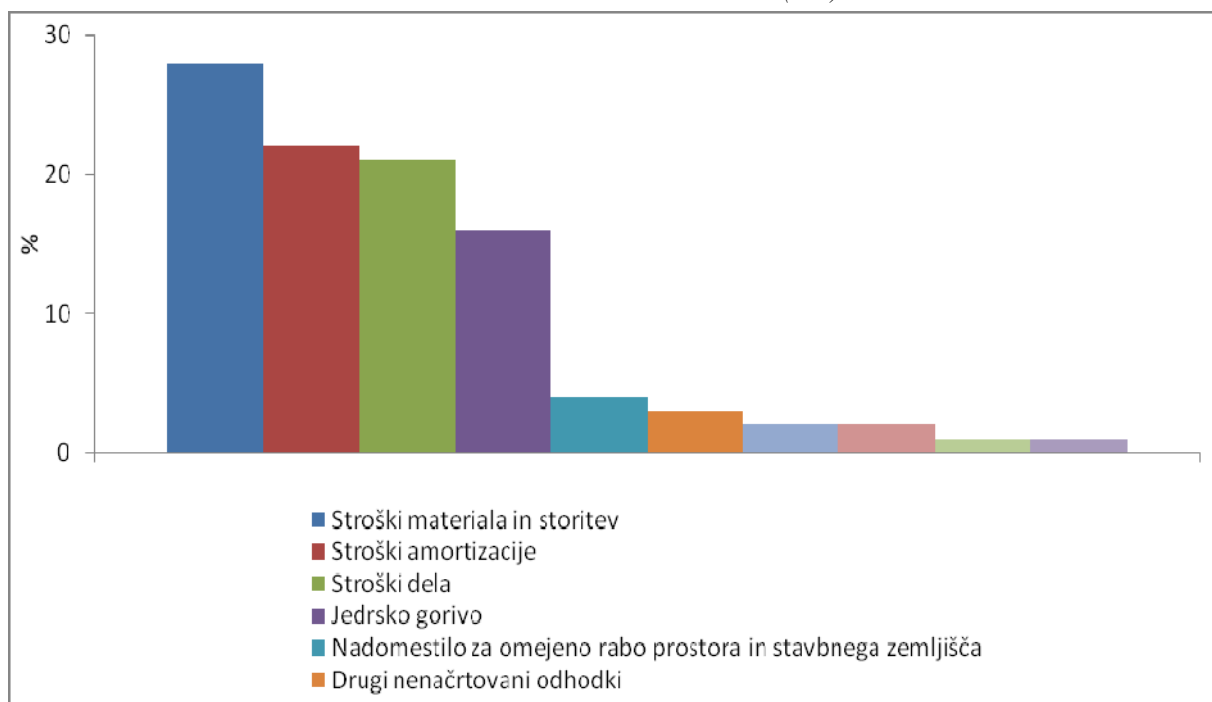
²⁰ Lahkovodni tlačni reaktor je eden izmed šestih najpogostejših jedrskih reaktorjev, ki se trenutno uporabljajo v svetu. Ostali so še: vrelni reaktor, težkovodni reaktor, plinski reaktor, RBMK reaktor in oplodni oz. hitri reaktor.

deleža, ki sta v lasti družbenikov Gen energija d.o.o. Ljubljana in Hrvatske elektroprivrede d.d Zagreb. Iz tega izhaja obveznost in pravica, da oba družbenika prevzemata vsak po 50% skupne razpoložljive električne energije na pragu NEK (Upravljanje NEK, 2008). Kljub razdeljenemu lastništvu NEK pa privatizacija nuklearke v Sloveniji ni možna, saj takšno početje omejuje 120. člen Energetskega zakona (2002).

Električna energija, ki prihaja iz NEK, pokriva osnovno obremenitev skozi celo leto. Poleg tega predstavlja tudi pomembno podporno točko elektroenergetskega sistema v okviru evropske povezave UCTE (Unija za koordinacijo prenosa električne energije). Elektrarna proizvede letno nad 5 TWh električne energije (Priloga 12), kar predstavlja okoli 40% vse proizvedene električne energije v Republiki Sloveniji (Kazalci poslovanja NEK, 2008).

Lastno ceno proizvedene električne energije sestavljajo stroški, kot so stroški materiala in storitev, stroški amortizacije, stroški dela, jedrsko gorivo, nadomestilo za rabo prostora in stavbnega zemljišča, drugi nenačrtovani odhodki, obresti in ostali finančni odhodki, stroški zavarovanja, vodno povračilo in ostali odhodki. Njihov delež predstavlja Slika 9.

Slika 9: Struktura lastne cene v NEK (v %)



Vir: Kazalci poslovanja NEK, (http://www.nek.si/sl/o_nek/kazalci_poslovanja/), 2008

V začetku obratovanja je NEK pridobila licenco za 40 let komercialnega obratovanja, kar pomeni, da je predvideni čas zaustavitve obratovanja nuklearke leto 2023. Vendar so strokovnjaki mnenja, da je bila presoja zelo konservativna. Tudi drugod po svetu se obratovalni čas elektrarn v večini podaljšuje za dodatnih 20 let. Zato se v NEK že sedaj odločajo za naložbe, za katere se, če ne bi bili prepričani o upravičenosti podaljšanja obratovanja, ne bi odločili (Zore, 2008a, str. 32). Razlog za podaljšanje je predvsem v tem, da so objekti po večini že amortizirani in je zaradi tega že sedaj poslovanje zelo dobičkonosno

(Čarbek, str.10). Skrajni čas za odločitev o podaljšanju obratovanja NEK je približno deset let pred koncem sedanje življenjske dobe, saj bi morali takrat že vedeti, s čim bomo energijo iz NEK nadomestili (Gradivo za nacionalni energetska program, 2002, str. 87).

6.1.1 Vpliv NEK na okolje

V zadnjih letih v NEK letno nastane okoli 45 m³ nizko in srednje radioaktivnih odpadkov. V letu 2004 je bilo v začasnem skladišču NEK za nizko in srednje radioaktivne odpadke uskladiščenih okoli 2300 m³ radioaktivnih odpadkov, vendar so zmogljivosti omejene, saj bo skladišče do leta 2010 zapolnjeno. Za izbiro lokacije za trajno odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov v Sloveniji je pristojna Agencija za radioaktivne odpadke. Čeprav je lastniška struktura NEK razdeljena na slovenski in hrvaški del, nosi Slovenija vso odgovornost, da poskrbi za rešitev problema radioaktivnih odpadkov, kar ji narekuje mednarodna konvencija o ravnanju z jedrskimi odpadki (Čarbek, 2008, str.11).

Direktiva o ravnanju z izrabljenim gorivom in jedrskimi odpadki (COM (2004) 526 končni) vsebuje člen, ki govori o izvozu teh odpadkov. Tako bi bilo za Slovenijo smiselno najti stik z državami, ki imajo podobno majhne jedrske zmogljivosti kot Slovenija in skupaj zgraditi regionalno odlagališče ali pa najti državo, ki bi bila pripravljena uvoziti naše visoko radioaktivne odpadke (Erman, 2003, str. 6).

NEK konstantno meri temperaturo in vsebnost kisika v reki Savi. Dovoljeno je povečanje temperature zaradi izpusta tople vode v reko Savo za največ 3° C, hkrati pa reka ne sme preseči 28° C (Ostali vplivi na okolje NEK, 2008). Zaradi tega bo v letu 2008 dokončana širitev hladilnih stolpov, s čimer bodo zmanjšali temperaturni vpliv na reko Savo ter s tem tudi povečali neodvisnost od hladilnih zmogljivosti Save. Tako naj bi po prenovi prišlo do redukcij proizvodnje (iz 100% na 80% zmogljivosti) v povprečju le še enkrat (in ne več trikrat) v desetih letih (Zore, 2007, str. 19).

Ker se jedrski objekt NEK nahaja na lokaciji Občine Krško, dobi občina 4,317 milijona evrov letnega nadomestila. Poleg tega pa dobijo občine Krško, Brežice in Sevnica skupaj letno 2,331 milijona evrov kot nadomestilo za skladišče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov (Tavčar, 2008a, str. 10).

V NEK se zavedajo, da stoji elektrarna na potresno aktivnem območju, vendar so s pomočjo evropskih sredstev naredili obsežno raziskavo potresne varnosti, kjer so strokovnjaki ugotovili, da zemeljska aktivnost ne predstavlja večjega tveganja za nesrečo (Čarbek, 2008, str. 11).

6.2 Scenarij postavitve drugega jedrskega bloka

Postavitve novih jedrskih elektrarn postaja vedno težja naloga, predvsem zaradi deregulacije proizvodnje električne energije in višanja pomembnosti sindroma NIMBY²¹ (Tsujikura, 2000, str. 109).

Zelo podobno stanje je bilo tudi v Sloveniji sredi 90-ih, ko je del javnosti izražal močno voljo proti obratovanju današnjega NEK. Stanje se je umirilo, ko je prišlo obdobje relativnega povečanja porabe električne energije in takrat so se pričele tudi prve javne razprave glede postavitve novega jedrskega energetskega objekta v Sloveniji. Zavedanje, da v Sloveniji gradnja novih energetskih obratov zaostaja za večanjem povpraševanja po elektriki, je zgolj potrdilo domnevo o nujnosti gradnje večjega energetskega objekta. Tako že nekaj let obstaja v podjetju GEN energija skupina ljudi, ki preučuje dejavnike (finančne, tehnične, naravovarstvene, itd.), ki bi jih bilo potrebno upoštevati pri izgradnji drugega jedrskega bloka v Krškem.

Dosedanje raziskave, ki so jih opravili v energetskem podjetju Gen energija, govorijo, da bi bila izgradnja drugega bloka ekonomsko upravičena. Izoblikovali so že tudi nekatere tehnične karakteristike, ki bi ustrezale tako bodočemu energetskemu trgu, kot tudi varnostnim, okoljskim in družbenim zahtevam. Tako bi drugi blok imel moč na pragu elektrarne od 1.000 do 1.600 MW. Njegov gorivni cikel bi trajal približno 24 mesecev²², projektirana življenjska doba pa je ocenjena na 60 let²³. Bistvena razlika bi bila v sami izvedbi reaktorja, ki bi uporabljal tehnologijo ponovne uporabe predelanega iztrošenega goriva, kar pomeni, da bi pri proizvodnji elektrike nastalo tudi do 80% manj visoko radioaktivnih odpadkov (oziroma bi za enako proizvodnjo elektrike potrebovala 80% manj jedrskega goriva) (Novšak, 2007, str. 24).

Pri gradnji reaktorja Drugega bloka Nuklearne elektrarne Krško ima Gen energija možnost izbire med dvema najpogostejšima variantama novih vrst tlačnovodnih reaktorjev tretje generacije. To sta EPR (angl. *European Pressurized Reactor*) ter ameriški Westinghouse AP 1000 (priloga 13). Obe novi vrsti reaktorja imata znatno izboljšane in poenostavljene varnostne sisteme in izhodne moči. Izkoristki elektrarn so večji, veliko delov je modularne konstrukcije, kar močno skrajšuje dobo izgradnje objekta ter poenostavi in zmanjša stroške vzdrževanja celotnega objekta (Skobe, 2008, str. 22).

Ker je v Nuklearni elektrarni Krško vgrajen tlačnovodni tip reaktorja Westinghouse, je velika verjetnost, da se bodo v primeru Novega bloka v Krškem odločili za enako vrsto proizvajalca in izbrali model Westinghouse AP 1000 (Skobe, 2008, str. 22).

²¹ Sindrom NIMBY oz. »Ne na mojem vrtu« (angl. *Not In My Back Yard*) predstavlja nasprotovanje lokalnega prebivalstva določenemu projektu oz. objektu, ki bo realiziran v njihovi neposredni bližini. Projektu bi bili naklonjeni v primeru večje oddaljenosti od njihovega doma (Wikipedia [Sindrom NIMBY], 2008).

²² Sedanji gorivni cikel v NEK traja približno od 15 do 18 mesecev.

²³ Življenjska doba NEK je 40 let.

V primeru izgradnje drugega bloka NEK bi bil projekt stroškovno konkurenčen z vsemi drugimi načrtovanimi in potencialnimi projekti v Sloveniji (priloga 14). Novemu jedrskemu objektu so po trenutno predvidljivi ceni izgradnje konkurenčne zgolj termoelektrarne (na premog ali plin), vendar je treba upoštevati, da so poglobitveni stroški v primeru termoelektrarn prav stroški goriva, stroški obratovanja in potencialni okoljski stroški, kar močno poveča lastno ceno proizvodnje tem vrstam elektrarn. Podatki so zato najprimerljivejši med projektom novega jedrskega bloka in projekti hidroelektrarn, kjer pri obeh vrstah elektrarn predstavlja največji strošek prav strošek investicije oz. kapitala (Skobe, 2008, str. 22).

Tudi analize, ki so jih opravili v energetske podjetju Gen energija, razkrivajo podobne podatke o veliki potencialni konkurenčnosti novega jedrskega bloka. Že sedanja cena električne energije iz NEK je dvakrat nižja kot cena elektrike iz termoelektrarne, hkrati pa tudi dvakrat višja kot iz dravskih elektrarn.²⁴ Že elektrika, pridobljena iz savskih ali soških elektrarn, je dražja od elektrike iz NEK (Zore, 2008b, str. 21).

Začetni pogoj za gradnjo drugega bloka jedrske elektrarne je določitev in izgradnja odlagališča za nizko in srednje radioaktivne odpadke. Seveda pa bi od sprejetja odločitve o gradnji drugega bloka do obratovanja minilo približno 10 let (Zore, 2008b, str. 21).

6.2.1 Investicijski načrt za gradnjo jedrske elektrarne

Mednarodna agencija za jedrsko energijo (IAEA) je leta 2007 pripravila dokument, v katerem so zajeta okvirna navodila, kako celovito in sistematsko uvajati nov ali dopolnilni jedrski objekt. Dokument z naslovom Pozornost pri uvajanju energetske-nuklearnega programa (angl. *Considerations to Launch a Nuclear Power Programme*), vsebuje tri bistvene sestavine, ki so:

- Premišljevanja pred odločitvijo o začetku nuklearnega programa.
- Priprave za izgradnjo elektrarne.
- Aktivnosti za izvršitev jedrskega programa.

Prva faza zajema vse aktivnosti v zvezi z informiranostjo deležnikov, tako na nacionalni, kot tudi na mednarodni ravni. Te zajemajo:

- Splošno pravno ogrodje, ki vsebuje vse aspekte miroljubne uporabe jedrske energije.
- Ustanovitev in vzdrževanje vseh regulativnih sistemov.
- Iskanje primernih človeških virov, ki bodo znali ravnati z vsemi nacionalnimi in mednarodnimi ustanovami, ki regulirajo ravnanje z jedrskimi materiali.
- Iskanje primernih finančnih virov za izdelavo elektrarne, trajno in varno obratovanje, primerno razgradnjo in ravnanje z radioaktivnimi odpadki.
- Izdelavo programa, ki zajema vse poglede obratovanja in razgradnje jedrske elektrarne ter ravnanja s jedrskimi odpadki.
- Komunikacijo z javnostjo in sosednjimi državami na odprt in transparenten način.

²⁴ V tem primeru gre za naravno danost reke z razmeroma veliko količino vode.

Druga faza obsega najrazličnejše priprave na izgradnjo novega jedrskega bloka ali nove jedrske elektrarne v kar se morata vključiti tako država, kot podjetje, ki bo upravljalo z elektrarno. Od države se pričakuje, da:

- Uzakoni vse elemente obširnega pravnega področja v zvezi z delovanjem elektrarne.
- Ustanovi in zagotovi primerno regulativno telo, ki bo nadzorovalo upoštevanja sporazuma z IAEA glede varnostnih in okoljskih standardov in bo izpolnjevalo nacionalne zakonske omejitve.
- Na podlagi finančnih in operativnih dejavnikov določi primerne lastnika in upravljavca jedrskega objekta (država, privatni sektor ali tuje lastništvo).
- Izdela dolgoročni finančni sporazum oz. zagotovi primerna finančna sredstva za izgradnjo, varno obratovanje, razgradnjo jedrske elektrarne in odlaganja radioaktivnih odpadkov.
- Zagotovi vključenost in podporo vseh potrebnih deležnikov in definira stopnjo vključenosti državnih tehničnih in industrijskih udeležencev v razvoju izdelave, operativnega delovanja in razgradnje.
- Oceni področja, kjer je potrebno povečati nacionalne tehnične zmogljivosti in izdelati politiko državne udeležbe na teh področjih.

Od države se v nadaljevanju pričakuje, da:

- Naredi študijo izvedljivosti z namenom, da potrdi racionalnost postavitve novega jedrskega objekta.
- Določi in obrazloži izbiro lokacije za novo jedrsko elektrarno.
- Zagotovi dolgoročno politiko preskrbe z jedrskim gorivom in ravnanjem z jedrskimi odpadki.
- Obrazloži, kako bo država poskrbela za primeren razvoj kadrov.
- Izbere ali oblikuje novo primerno organizacijo, ki bo skrbela za tržni odkup električne energije iz nove jedrske elektrarne in bo znala oceniti porabniške potrebe.

Tretja faza vključuje vse aktivnosti za dokončanje in pripravo na specifični jedrski program. Glavni cilj te faze je zagotoviti, da bo izvajalec (lastnik) izvršil projekt skladno z gradbenimi in kvalitetnimi zahtevami ter z varnostnimi in okoljevarstvenimi standardi.

V tej fazi ima lastnik jedrske elektrarne najzahtevnejšo vlogo pri zagotavljanju finančnih in človeških virov (Facer, 2007).

6.2.2 *Swot analiza*²⁵ postavitve novega jedrskega bloka

Za predvideno izgradnjo novega jedrskega bloka v Krškem je vsekakor potrebno izdelati analizo prednosti, slabosti, priložnosti in nevarnosti (SWOT analiza), ki jih bo nov potencialni energetske obrat deležen.

²⁵ SWOT ali PSPN analiza (Prednosti, Slabosti, Priložnosti, Nevarnosti) (*angl. Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats*) je ena izmed najpogosteje uporabljenih metod celovite ocene projekta ali podjetja (Pučko, 1994, str. 306).

Prednosti novega bloka bodo predvsem:

- Poceni pasovna električna energija iz drugega bloka bi cenovno močno konkurirala ostalim oblikam električne energije.
- Strokovni kader, ki izhaja iz NEK, bo usposobljen.
- Gen Energija bi postalo pomembno energetska podjetje (angl. *market player*), kar bi lahko izkoriščalo v prodajnih pogojih.
- Proizvodni stroški bi se zaradi ekonomije obsega (NEK in novi blok) zmanjšali.
- Trenutno nizek tečaj dolarja bi pocenil izgradnjo Westinghouse-ovega tipa reaktorja.²⁶
- Prvi in drugi blok bi bila neodvisna, kar bi pomenilo večjo zanesljivost v primeru izpada enega od njiju.

Slabosti, ki jih bo potencialno novi energetska obrat deležen, so:

- Prevelika okoljska obremenjenost lokacije Krško-Brežiškega polja.
- Zmanjšanje investicij v obnovljive vire energije v Sloveniji.
- Slabe povezave prenosnega omrežja z glavnimi odjemalci (Ljubljana, Italija).
- Finančno tveganje zaradi velikosti investicije.
- Povečanje problemov jedrskih odpadkov.

Priložnosti, ki bi jih lahko izkoristili, so:

- Pomanjkanje ponudbe električne energije na domačem trgu.
- Trenutna relativno velika javnomnenjska naklonjenost jedrskim objektom.
- Veliko povpraševanje po pasovni energiji, tako v Sloveniji, kot tudi v bližnjih regijah.
- Slovenija oz. Spodnjeposavska regija lahko postane pomemben del Evrope v energetskega smislu, kar lahko doprinese pozitivne eksternalije bližnji in daljni regiji (fakulteta za energetiko, novi inštituti, itd.).
- Zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov v Sloveniji in s tem izpolnitev vseh mednarodnih obveznosti.

Nevarnosti, ki jih bo drugi blok lahko deležen:

- Veliko povpraševanje po gradnji novih jedrskih objektov v Evropi in Svetu lahko privede do zamujanja rokov izgradnje in velike podražitve projekta izgradnje.
- V primeru večje jedrske nesreče bi se javna naklonjenost jedrski tehnologiji močno zmanjšala in bi obstajala možnost, da bi bilo že zgrajeni objekt treba zapreti.
- Subvencioniranje OVE s strani države ali EU, kar bi pocenilo izgradnjo OVE.
- Nasprotovanje gradnji zaradi političnih pritiskov držav in organizacij, ki niso naklonjeni jedrski energiji.
- Velika koncentracija proizvodnje jedrske električne energije v Sloveniji.
- Pocenitev pasovne energije oz. premajhno povpraševanje po pasovni energiji.

²⁶ Podjetje Westinghouse se nahaja v ZDA in je eno izmed največjih podjetij, ki se ukvarjajo z jedrsko tehnologijo.

V iskanju strateškega plana izgradnje drugega bloka NEK s pomočjo SWOT analize vidimo, da obstajajo nevarnosti, ki so zelo malo verjetne, vendar bi v primeru uresničitve pomenile popolno zaustavitev projekta. Obstaja tudi nekaj slabosti postavitve novega energetskega objekta, ki izhajajo iz samega koncepta jedrske elektrarne. Vse vrste slabosti je možno ob primerni regulaciji močno zmanjšati. Na drugi strani so priložnosti, ki nam jih ponuja trg električne energije, zelo verjetne, saj se dnevno uresničujejo. Izstopajo tudi prednosti postavitve drugega bloka NEK, ki bi jih sedanja NEK in tudi lastnik elektrarne, podjetje Gen energija, pridobila. SWOT analiza kaže, da bi bila izgradnja Drugega bloka NEK smiselna tako v ekonomskem, ekološkem in tudi v družbenem pogledu.

6.2.3 Pogoji in realizacija projekta

Naložba v novi blok je ocenjena na približno poldrugo milijardo evrov, vendar obstaja prepričanje, da za financiranje novega bloka ne bi bilo težko najti finančnih sredstev. Lahko bi se glavni investitor, to je Gen energija, povezal s še drugimi mednarodnimi podjetji v elektrogospodarstvu, kjer obstaja večji razpoložljivi kapital za investiranje v podobne projekte. Ker je sedanje poslovanje NEK izredno donosno (razlog je potrebno iskati v že amortiziranih sredstvih, ki pa so še vedno kakovostni) in že sedaj ustvarja velik dobiček v elektrogospodarstvu, obstaja možnost, da bi podjetje Gen energija iz dobička NEK delno financiralo Drugi blok jedrske elektrarne (Čarbek, 2008, str.11).

Drugi blok v Krškem bi imel oplodni oz. hitri tip reaktorja, kar pomeni, da bi se poraba uranove rude močno zmanjšala in s tem seveda stroški nakupa surovine. Hkrati bi pri proizvodnji električne energije iz novega tipa reaktorja pridelali znatno manjšo količino radioaktivnih odpadkov (Čarbek, 2008, str.11).

Elektrarna NEK temelji na konceptu pretočnega hlajenja, kar predstavlja veliko termično obremenitev reke Save. Ob postavitvi novega bloka se predvideva zaprti tip hlajenja reaktorja, torej hlajenja s hladilnimi napravami oz. hladilnimi stolpi, ki za svoje delovanje potrebujejo zgolj minimalne količine vode za nadomestitev izparele vode (Čarbek, 2008, str.10).

Pri postavitvi novega reaktorja, bo potreben vsekakor podroben nadzor nad načrtovanjem in samo izgradnjo objekta, da bi s tem preprečili težave, ki jih imajo sedaj pri gradnji novih EPR reaktorjev v Franciji²⁷ in na Finskem²⁸ (Žumbar, 2008).

²⁷ Francoska agencija za jedrsko varnost je celo zaustavila projekt izgradnje novega EPR reaktorja v Flamanvillu v Franciji zaradi nekakovostne gradnje in neustreznega tehničnega nadzora.

²⁸ Pri gradnji EPR reaktorja Olkiluoto 3 je prišlo do mehanskih poškodb, zaradi česar se je rok dokončanja gradnje podaljšal za 2 leti.

SKLEP

V svetovnem merilu postaja energetika vedno bolj aktualna tema, kajti viri energije se dražijo, povpraševanje po njih se veča in varnost preskrbe postaja vedno nižja. Podobno stanje je tudi v Sloveniji, kjer smo vedno bolj odvisni od uvoza energentov, med drugim tudi električne energije.

Kot rešitev problema lahko izberemo jedrsko energijo. Večina mednarodnih organizacij s področja energetike jo uvršča med najbolj konkurenčne vire energije. Zaradi poostrenih varnostnih zahtev vse od černobilske nesreče ni bilo večjih nesreč. Po drugi strani je tudi goriva, ki ga jedrska elektrarna uporablja, dovolj po primernih cenah in v stabilnih področjih sveta. Edini pomemben problem je trenutno ravnanje z radioaktivnimi odpadki. Vendar bo v naslednjih 15 letih v evropskih državah tudi ta problem večinoma odpravljen, saj EU zahteva od držav članic, da v določenem obdobju uredijo to problematiko. V tem primeru bi tudi splošna javnost postala veliko bolj naklonjena uporabi jedrske energije v miroljubne namene.

V Sloveniji proizvajamo jedrsko energijo že vsaj 25 let in skozi celotno obdobje izkoriščamo poceni električno energijo, ki jo pridobivamo iz edine slovenske jedrske elektrarne NEK.

Že sedaj slovenska energetska podjetja uvažajo več kot 20% vse porabljene električne energije. Ob trendnem naraščanju porabe električne energije, se vedno bolj preučuje možnost postavitve novega oz. Drugega jedrskega bloka NEK. S takšnim energetskega objektom bi si Slovenija zagotovila varno in zanesljivo preskrbo z električno energijo v naslednjih 15 letih. Ob vsem tem je potrebno pri izgradnji drugega bloka poudariti varnostne, tehnološke in ekonomske izboljšave. Tudi druge evropske države, ki se zavedajo dolgoročnosti varne in zanesljive preskrbe z električno energijo, se odločajo za gradnje novih energetskih jedrskih objektov.

Na podlagi rezultatov diplomskega dela sem ugotovil, da je izgradnja Drugega bloka Nuklearne elektrarne Krško nujna. Zaradi časovno dolge gradnje novega jedrskega objekta in hitre rasti povpraševanja po električni energiji v Sloveniji pa sem prišel do spoznanja, da z uresničevanjem projekta že močno zamujamo, kar bo vplivalo na stabilnost dolgoročne oskrbe z električno energijo.

LITERATURA IN VIRI

1. Aubrecht, G. (2006). *Energy – Physical, Environmental, and Social Impact*. (3th ed.) Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
2. Birol, F. (1999). Nuclear power in the world energy outlook. *Business as usual and nuclear power*. 14. in 15. oktober. Pariz: Pariz: Joint IEA/NEA.
3. *Cena uranove rude*. Najdeno 5. maja 2008 na spletnem naslovu http://www.cameco.com/investor_relations/ux_history/historical_ux.php
4. Čarbek, U. (2008, 2. februar). Za radioaktivne odpadke nosi vso odgovornost Slovenija. *Sobotna priloga*, str. 10 in 11.
5. *Černobilska nesreča* [Izobraževalni center za jedrsko tehnologijo]. Najdeno 7. junija 2008 na spletnem naslovu <http://www.icjt.org/aktualno/cernobil.htm>
6. De Esteban, F. (2002, maj). *The future of nuclear energy in the European Union*. Bruselj: Directorate General for Energy and Transport.
7. *Economics of Nuclear Power*. Najdeno 2. marca 2008 na spletnem naslovu <http://world-nuclear.org/info/inf02.html>
8. *EBRS: Energetska bilanca Republike Slovenije za leto 2007*. (2007, april). Ljubljana: Ministrstvo za gospodarstvo.
9. Enel načrtuje gradnjo več novih jedrskih elektrarn. (2008, 15. junij). STA. *Večer na spletu*. Najdeno 15. junija 2008 na spletnem naslovu <http://www.sta.si/vest.php?s=s&id=1292088>.
10. Energetski zakon (1999). Uradni list RS. (Št. 79/1999).
11. Energy Technologies: Knowledge, Perception, Measures. (2007, januar). *Special Eurobarometer*. (262).
12. Erman, M. (2003). *Nuklearna elektrarna Krško kot konkurenčno podjetje na odprtem trgu z električno energijo* [diplomsko delo]. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
13. *EURATOM Annual Report 2006*. (2007). Luxembourg: EURATOM Supply Agency.
14. *European Energy and Transport Trends to 2030*. (2003, januar). Luxembourg: European Commission.
15. Executive Summary. (1999). *Business as usual and nuclear power*. 14. in 15. Oktober. Pariz: Joint IEA/NEA.
16. Facer, R. (2007). Nuclear 2017?. *IAEA Bulletin* 49(1), 26-28.
17. Hopf, J. (2004, november). World Uranium Reserves. *American Energy Independence*. Najdeno 5. maja na spletnem naslovu <http://www.americanenergyindependence.com/uranium.html>.
18. Hozjan, V. (2008, 3. maj). (Ne)smiselnost postavljanja jedrskih elektrarn. *Energetika.net*. Najdeno 3. maja na spletnem naslovu <http://www.energetika.net/portal/index.html?ctrl:id=page.default.knowledge&ctrl:type=render&ec:det=53921>.
19. *Gradivo za nacionalni energetski program*. (2002, oktober). Ljubljana: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo.

20. *IAEA Annual Report 2006*. (2007). Dunaj: IAEA.
21. *Jedrske elektrarne in tveganja*. Najdeno 18. junija 2008 na spletnem naslovu http://www.nek.si/sl/jedrska_in_sevalna_varnost/jedrske_elektrarne_in_tveganja/.
22. *Kazalci poslovanja NEK*. Najdeno 21. junija 2008 na spletnem naslovu http://www.nek.si/sl/o_nek/kazalci_poslovanja/.
23. Klemenc, A. (1999). *Mizica pogrni se in lonček kuhaj – energetske politike EU in slovenska energetika*. Ljubljana: Slovenski E – Forum, Društvo za energetske ekonomiko in ekologijo.
24. Krošl, K. (1999). *Ekonomski vidik obratovanja in razgradnje Jedrske elektrarne Krško*. [diplomsko delo]. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
25. Male, I. (2008, maj). *Raopis – Časopis agencije za radioaktivne odpadke 2008*, Ljubljana: ARAO.
26. *Management of spent nuclear fuel and radioactive waste*. Najdeno 30. aprila 2008 na spletnem naslovu <http://europa.eu/scadplus/leg/en/lvb/l27048.htm>.
27. Miklič, J. (2004, oktober). *Simulacijski model trga z električno energijo v Sloveniji* [magistrsko delo]. Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
28. Na pravi poti do pravega cilja (2005, november). *Energija: Holding Slovenskih elektrarn*
29. *Nizko in srednje radioaktivni odpadki*. Najdeno 19. junija 2008 na spletnem naslovu http://www.nek.si/sl/o_jedrski_tehnologiji/skrb_za_odpadke/nizko_in_srednje_radioaktivni_odpadki/.
30. Novšak M. (2007, november). Učinkovitost, tržna pozicija in perspektive energetskih podjetij v JV Evropski regiji. *Energija 07*. Maribor.
31. *Ocena zadostnosti proizvodnih virov električne energije in zadostnosti prenosnega omrežja v Republiki Sloveniji za obdobje 2007 – 2011*. (2007, julij). Ljubljana: ELES.
32. *Okolje NEK*. Najdeno 18. junija 2008 na spletnem naslovu <http://www.nek.si/sl/okolje/>.
33. Orešič, T. (2008). Nove investicije – pogoj za konkurenčnost in zanesljivo oskrbo. *Energetska konferenca 008* (str.6-9). Maribor: Energetika.net.
34. *Otok treh milj* [Izobraževalni center za jedrsko tehnologijo]. Najdeno 7. junija 2008 na spletnem naslovu <http://www.icjt.org/tech/meje/meje49.pdf>
35. Pershing, J. (1999). Nuclear power and environmental policy. *Business as usual and nuclear power*. 14. in 15. oktober Paris: Joint IEA/NEA.
36. Predlog dopolnila k direktivama 2003/0021 in 2003/0022. (2004). *Management of spent nuclear fuel and radioactive waste COM(2004) 526 final*. Brussels: Commission of the European Communities.
37. Proizvodnja NEK. Najdeno 22. junija 2008 na spletnem naslovu http://www.nek.si/sl/o_nek/proizvodnja/.
38. *Projected Costs of Generating Electricity 2005 Update*. (2005). Paris: Nuclear Energy Agency.
39. Pučko, D., (1994). *Strateško planiranje*. V Možina, S. et al. (1994). *Management*. Radovljica: Didakta.

40. *Razgradnja NEK*. Najdeno 20. junija 2008 na spletnem naslovu http://www.nek.si/sl/o_jedrski_tehnologiji/skrb_za_odpadke/razgradnja_nek/.
41. Rogner, H. (2007, september). Let the Market Decide. *IAEA Bulletin* 49(1), 29-31.
42. Schlegel, J. (2002, maj). *Energy Efficiency Options for the New England Demand Response Initiative (NEDRI)*. Tucson, (Arizona): Schlegel & Associates.
43. Sevanja in varstvo pred sevanji. Najdeno 14. aprila 2008 na spletnem naslovu http://www.nek.si/sl/jedrsko_in_sevalna_varnost/sevanja_in_varstvo_pred_sevanji/.
44. Skobe, T. (2008, 6. marec). *V ospredju je predvsem večja pasivna varnost*. Delo, str. 22.
45. Tavčar, B. (2008a, 31. marec). Jedrske elektrarne Krško 2 nazadnje ne bo. *Delo FT*, str. 10.
46. Tavčar, B. (2008b, 16. junij). Prihaja nova jedrska renesansa. *Delo FT*, str. 3.
47. Tsujikura, Y. (2000). Technology. *Nuclear Power Plant Life Management in a Changing Business World. Workshop Proceedings* (str. 35-45). Washington, DC: Nuclear Energy Agency, OECD.
48. *Upravljanje NEK*. Najdeno 21. junija 2008 na spletnem naslovu http://www.nek.si/sl/o_nek/upravljanje/
49. *Varstvo pred sevanji*. Najdeno 19. junija 2008 na spletnem naslovu http://www.nek.si/sl/jedrsko_in_sevalna_varnost/sevanja_in_varstvo_pred_sevanji/varstvo_pred_sevanji/.
50. *Veljavni predpisi EU*. Najdeno 2. maja 2008 na spletnem naslovu http://www.mg.gov.si/si/zakonodaja_in_dokumenti/energetika/veljavni_predpisi/veljavni_predpisi_eu/?type=98.
51. Walkers, D.J (2000, junij). License Renewal in the United States – Enhancing the Process through Lessons Learned. *Nuclear Power Plant Life Management in a Changing Business World, Workshop Proceedings* (str. 71-77). Washington DC: Nuclear Energy Agency, OECD.
52. Walter, L.C. (1999). *Modeling Mineral and Energy Markets*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
53. Wilmer, P. (1999). Nuclear power in the electricity market. *Business as usual and nuclear power*. 14. in 15. oktober. Pariz: Joint IEA/NEA.
54. *Wikipedia [Belene Nuclear Power Plant]*. Najdeno 22. junija 2008 na spletnem naslovu http://en.wikipedia.org/wiki/Belene_Nuclear_Power_Plant.
55. *Wikipedia [Buhonice Nuclear Power Plant]*. Najdeno 22. junija. 2008 na spletnem naslovu http://en.wikipedia.org/wiki/Bohunice_Nuclear_Power_Plant
56. *Wikipedia [Jedrska energija]*. Najdeno 6. julija 2008 na spletnem naslovu http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_energy.
57. *Wikipedia [Mochovce Nuclear Power Plant]*. Najdeno 22. junija 2008 na spletnem naslovu http://en.wikipedia.org/wiki/Mochovce_Nuclear_Power_Plant.
58. *Wikipedia [Sindom NIMBY]*. Najdeno 3. julija. 2008 na spletnem naslovu <http://en.wikipedia.org/wiki/NIMBY>.
59. Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (2002). Uradni list RS. (Št. 67/2002, 26. julij 2002).

60. Zelena knjiga (2006). *Uradni list EU*. (COM (2006)105 (končna)).
61. *Zgodovina NEK*. Najdeno 20. junija 2008 na spletnem naslovu http://www.nek.si/sl/o_nek/zgodovina_nek/.
62. Zore, J. (2007, 17. december). Servisiramo elektroenergetski sistem. *Delo FT*, (79), str. 19.
63. Zore, J. (2008a, 7. januar). Drugi blok je edina pametna dolgoročna rešitev. *Delo FT*, str. 32.
64. Zore, J. (2008b, 11. februar). Priprave na gradnjo druge jedrske elektrarne. *Delo FT*, str. 21.
65. Žumbar, A. (2008, 29. maj). Francoska agencija za jedrsko varnost ustavila gradnjo jedrskega reaktorja. *Energetika.net*. Najdeno 29. maja 2008 na spletnem naslovu <http://www.energetika.net/portal/index.html?ctrl:id=page.default.knowledge&ctrl:type=render&ec:det=537>.

PRILOGE

PRILOGA 1: Seznam uporabljenih kratic

NEK – Nuklearna elektrarna Krško

CCGT – kogeneracijska plinska elektrarna (angl. *Combine Cycle Gas Turbine*)

IEA – Mednarodna energetska agencija (angl. *International Energy Agency*)

NEA – Mednarodna jedrska agencija (angl. *Nuclear Energy Agency*)

INES – Mednarodna stopnja jedrskih nesreč (angl. *International Nuclear Event Scale*)

CEEC – Centralne in vzhodne evropske države (angl. *Central and east European countries*)

ACC 10 – Države članice EU, ki so k članstvu pristopile 1. maja 2004 (angl. *Acceding Countries*)

EU 15 – Države članice EU pred širitvijo 1. maja 2004

EU 25 – Države članice EU pred širitvijo 1. januarja 2007

OVE – obnovljivi viri energije

OECD – Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (angl. *Organization for Economics Co-operation and Development*)

Premog IGCC – Integrirana elektrarna na uplinjeni premog (angl. *Integrated Gasification Combined Cycle*)

WNA – Svetovna jedrska organizacija (angl. *World Nuclear Association*)

ICRP – Mednarodna komisija za varovanje pred sevanji (angl. *International Commission of Radiation Protection*)

EURATOM – Evropsko atomsko-energetska organizacija (angl. *European Atomic Energy Community*)

URSJV – Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost

EPR – Evropski visokotlačni reaktor (angl. *European Pressurized Reactor*)

EZ – Energetski zakon

TE-TO Ljubljana – Termoelektrarna toplarna Ljubljana

ELES – Sistemski operater prenosnega omrežja

ČE Avče – Črpalna elektrarna Avče

ARAO – Agencija za radioaktivne odpadke

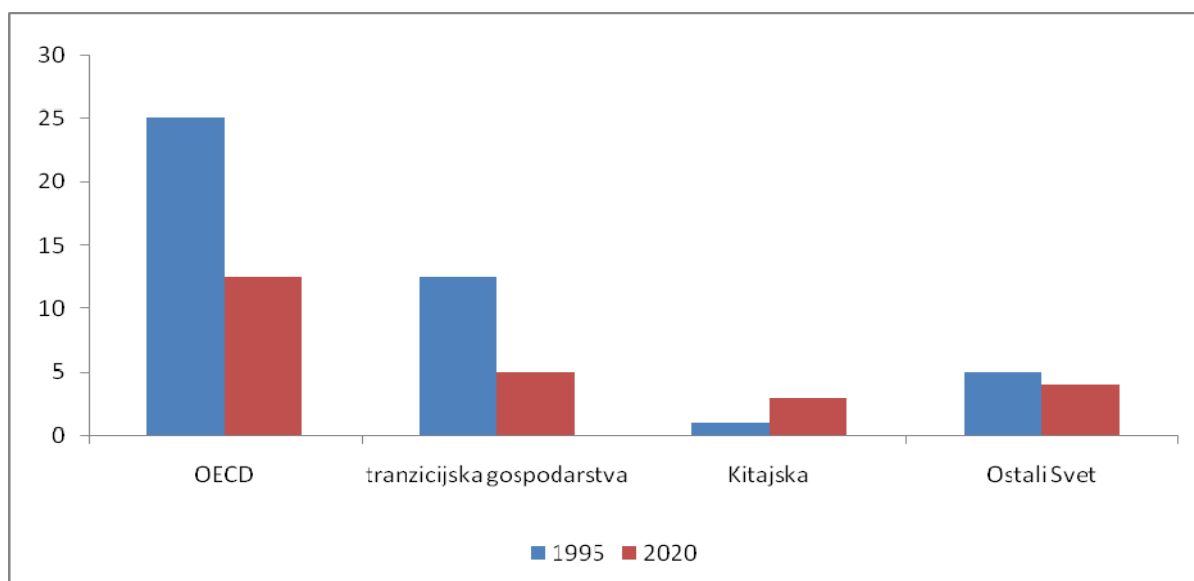
UCTE – Unija za koordinacijo prenosa električne energije (angl. *Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity*)

RBMK – Kanalni jedrski reaktor (rus. *Reaktor bolshoy moshchnosti kanalniy*)

Sindrom NIMBY – Sindrom »Ne na mojem vrtu« (angl. *Syndrom »Not In My Back Yard«*)

IAEA – Mednarodna agencija za jedrsko energijo (angl. *International Atomic Energy Agency*)

PRILOGA 2: Delež jedrske energije v celotni proizvodnji električne energije (v %)



Vir: Biorol, 1999, str. 24

PRILOGA 3: Projekcije proizvodnih stroškov po različnih diskontnih stopnjah za leto 2010 v državah OECD

Tabela 1: Projekcija proizvodnih stroškov po 5% diskontni stopnji za leto 2010 v državah OECD (v US cent/kWh)

Država/vrsta elektrarne	jedrska	premog	zemeljski plin
Finska	2,76	3,64	-
Francija	2,54	3,33	3,92
Nemčija	2,86	3,52	4,9
Švica	2,88	-	4,36
Nizozemska	3,58	-	6,04
Češka	2,3	2,94	4,97
Slovaška	3,13	4,78	5,59
Romunija	3,06	4,55	-
Japonska	4,8	4,95	5,21
Južna Koreja	2,34	2,16	4,65
ZDA	3,01	2,71	4,67
Kanada	2,6	3,11	4

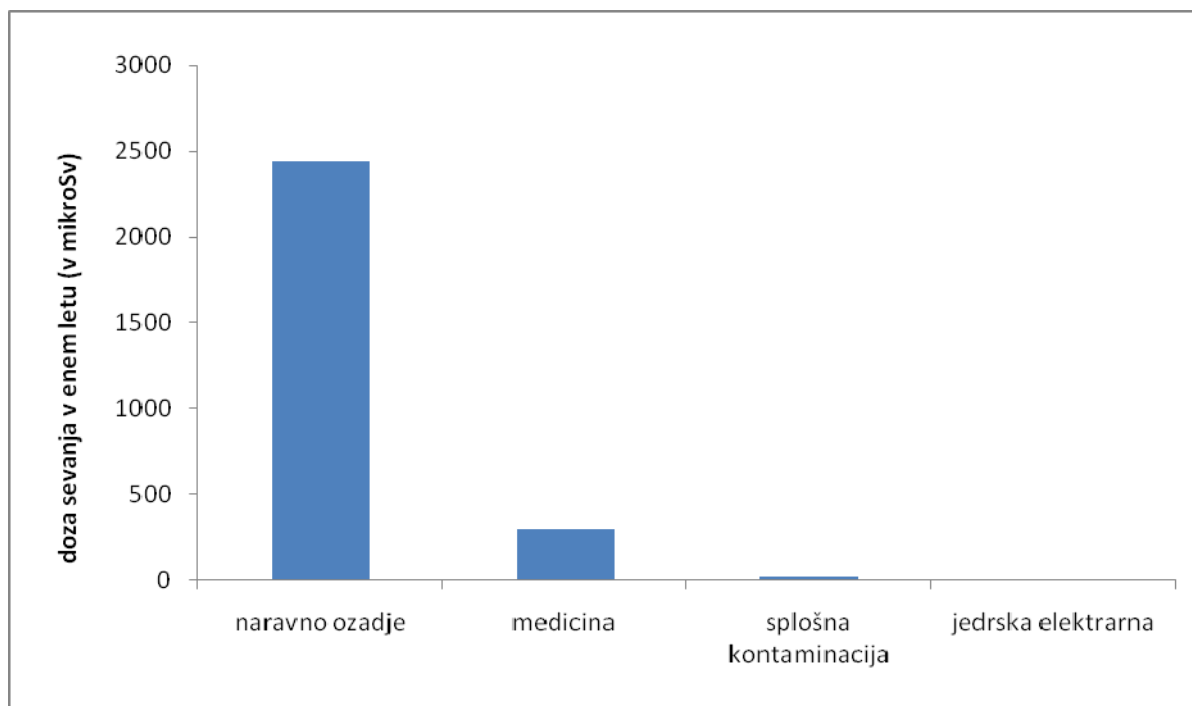
Opomba: Vrednosti so v ameriških centih, življenjska doba je 40 let,
Vir: Project Costs of Generating Electricity 2005 Update, 2005, str. 51

Tabela 2: Projekcija proizvodnih stroškov po 10% diskontni stopnji za leto 2010 v državah OECD (v US cent/kWh)

država/vrsta elektrarne	jedrska	premog	zemeljski plin
Finska	4,22	4,45	-
Francija	3,93	4,42	4,3
Nemčija	4,21	4,09	5
Švica	4,38	-	4,65
Nizozemska	5,32	-	6,26
Češka	3,17	3,71	5,46
Slovaška	4,55	5,52	5,83
Romunija	4,93	5,15	-
Japonska	6,86	6,91	6,38
Južna Koreja	3,38	2,71	4,94
ZDA	4,65	3,65	4,9
Kanada	3,71	4,12	4,36

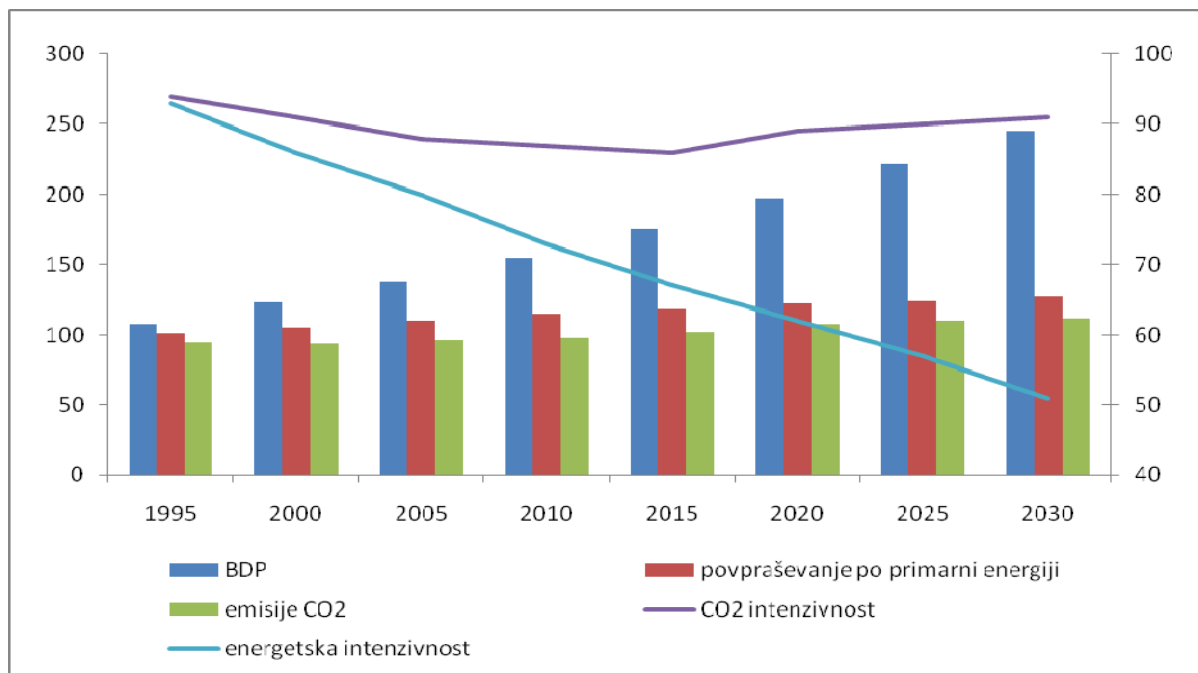
Vir: Project Costs of Generating Electricity 2005 Update, 2005, str. 52

PRILOGA 4: Ocenjena doza sevanja okoliškemu prebivalstvu (v mikroSv)



Vir: Sevanja in varstvo pred sevanji (http://www.nek.si/sl/jedrska_in_sevalna_varnost/sevanja_in_varstvo_pred_sevanji/), 2008

PRILOGA 5: Glavni energetske indikatorji v EU-25 (indeks = 1990), 1990-2030



Vir: European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 109

PRILOGA 6: Primarna energija v EU-25

Tabela 3: Proizvodnja primarne energije v EU-25 (v mio toe)

Elektrarna / leto	1990	2000	2010	2020	2030
trda goriva	359,9	203,1	152,3	124,1	101,6
teški premog	212,7	120,2	81,4	64,4	54,7
lignit	138,3	82,9	70,9	59,7	46,9
tekoča goriva	120,4	164,1	131,5	102	86,4
naravni plin	139,6	196,7	196,9	147,6	117,1
jedrska energija	197,1	237,8	245,4	213,7	185,2
OVE	70,5	97,2	132,9	151,5	169,6
skupaj	878	899	859	739	660

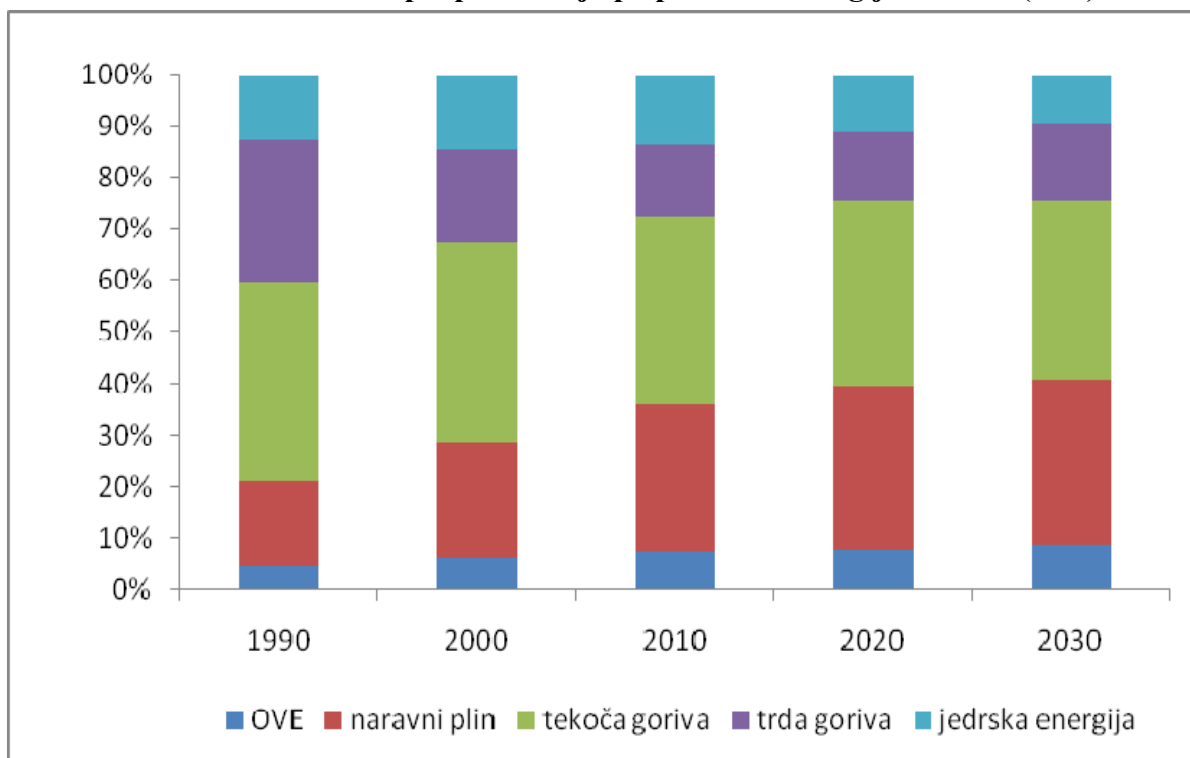
Vir: European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 111

Tabela 4: Povpraševanje po primarni energiji v EU-25 (v mio toe)

	1990	2000	2010	2020	2030
trda goriva	431	303	243	252	296
tekoča goriva	599	634	655	678	685
naravni plin	259	376	510	598	630
jedrska energija	197	238	245	214	185
OVE	70	97	133	152	170
skupaj	1558	1650	1788	1895	1968

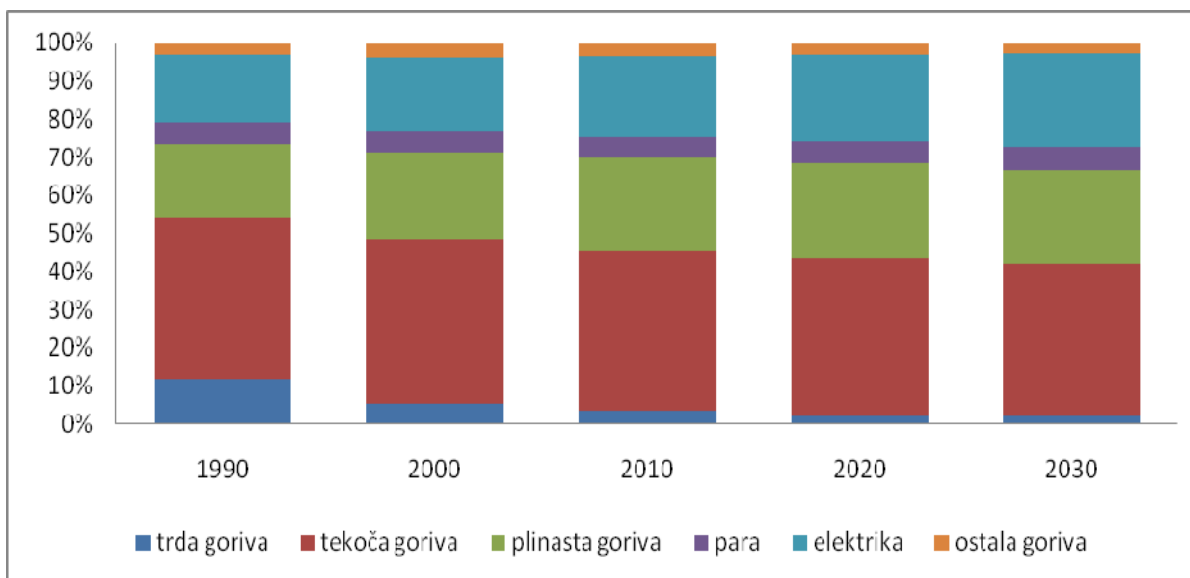
Vir: European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 111

Tabela 3: Struktura povpraševanja po primarni energiji v EU-25 (v %)



Vir: European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 111

PRILOGA 7 : Povpraševanje po končni energiji v EU-25 (v %)



Vir: European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 114

PRILOGA 8: Električna energija v EU-25

Tabela 5: Potrebe po električni energiji po sektorjih v EU-25 (v TWh)

Vrsta elektrarne / leto	2000	2010	2020	2030
industrija	1067	1244	1432	1576
terciarni sektor	652	820	1005	1194
gospodinjstva	695	839	979	1104
transport	69	75	76	77
energetski sektor	239	269	308	350
izgube	201	211	209	204
neto uvoz	25	26	21	28
skupaj	2898	3431	3988	4477
EU-15	2574	3027	3450	3846
EU-10	324	403	537	631

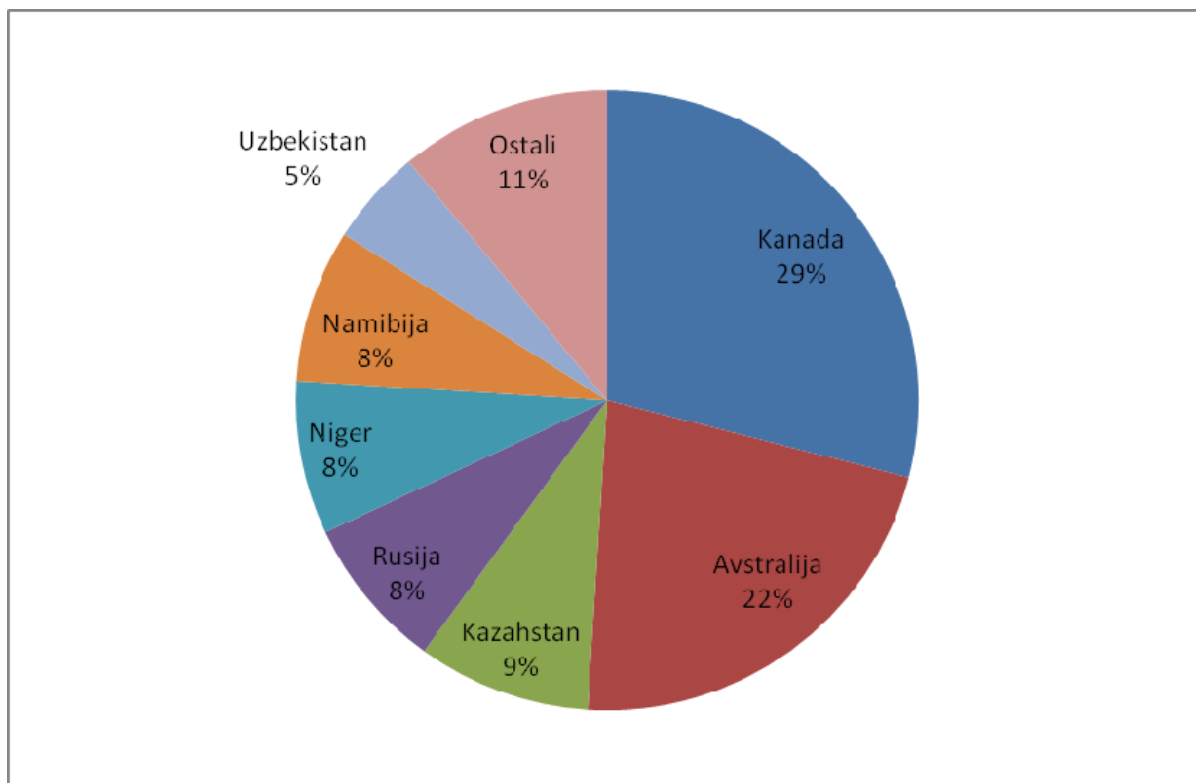
Vir: European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 123

Tabela 6: Proizvodna moč elektrarn v EU-25 (v GWe)

Vrsta elektrarne / leto	1995	2000	2010	2020	2030
jedrske elektrarne	134,7	140,3	129,8	108	107,8
velike hidroelektrarne	91	93,9	95,8	96,3	97
majhne hidroelektrarne	2	2,1	8,1	12,2	14,5
vetrne elektrarne	2,5	12,8	73,5	104,7	135,1
ostali OVE	0	0,2	0,5	0,7	14,3
termoelektrarne	381,4	406,1	484,9	639	762,9
od tega kogeneracije	80,7	93,2	117,6	150,9	179,5
Odprti krog - fosilna goriva	339,4	335,2	278,9	210	196,8
čisti premog in lignit	0	0	0	0,8	5,5
superkritični polivalent	0	0	0,8	55,3	126,3
kombinirane plinske elektrarne	20	47,3	173,3	313,8	367,4
majhne plinske elektrarne	21,2	22,7	30,6	57,8	65,5
gorivne celice	0	0	0	0	0
geotermalne elektrarne	0,7	1	1,2	1,3	1,4
Skupaj	612	655	793	961	1132

Vir: European Energy and Transport Trends to 2030, 2003, str. 124

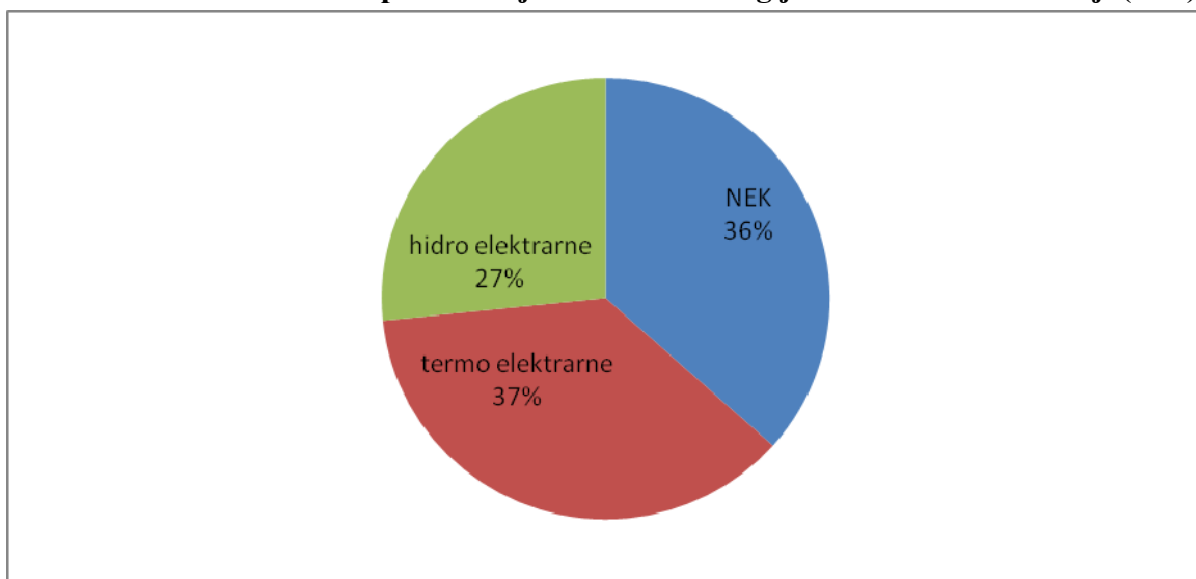
PRILOGA 9 : Delež proizvodnje uranove rude po državah (v %)



Vir: IAEA Annual Report 2006, 2007, str. 19

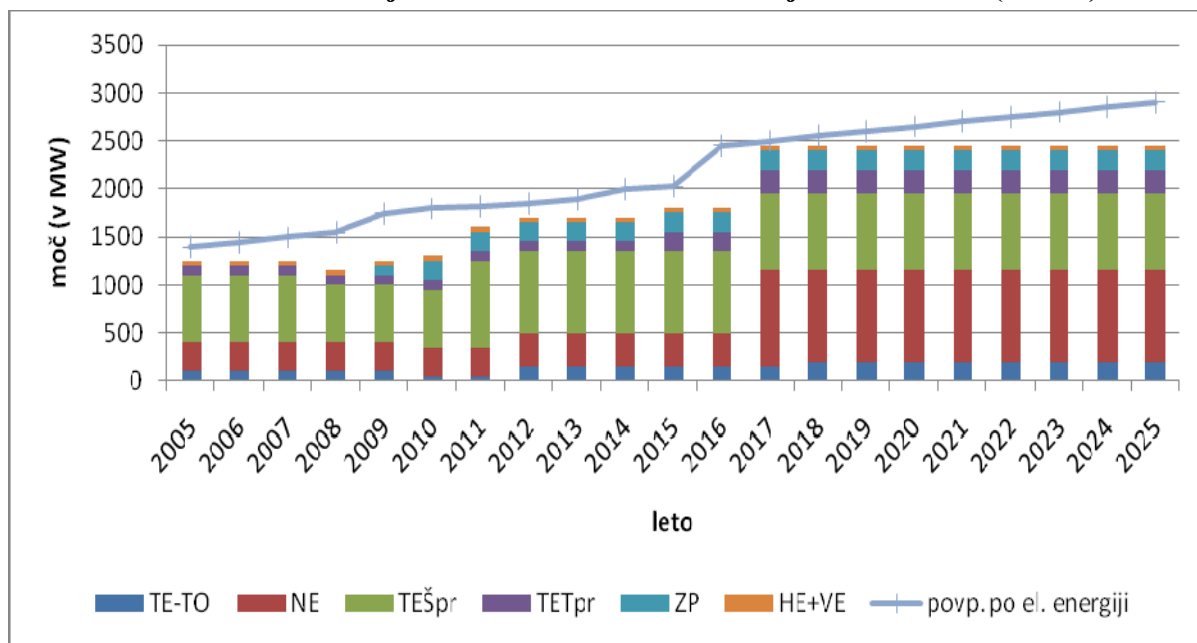
PRILOGA 10: Električna energija v Sloveniji

Tabela 7: Struktura bruto proizvodnje električne energije v letu 2007 v Sloveniji (v %)



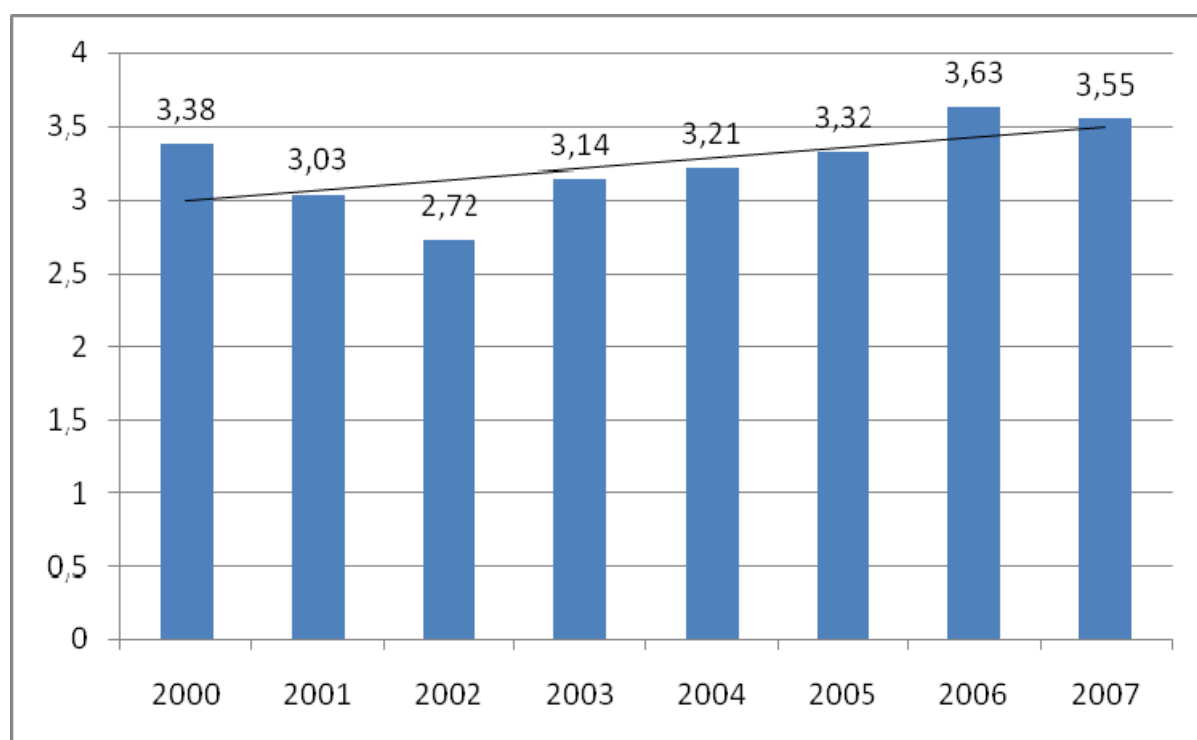
Vir: EBRS, 2007, str. 21

Tabela 8: Pokrivanje nočne konice v RS v obdobju 2005 – 2025 (v MW)



Vir: Ocena zadostnosti proizvodnih virov električne energije in zadostnosti prenosnega omrežja v RS v obdobju 2007-2011, 2007, str.27

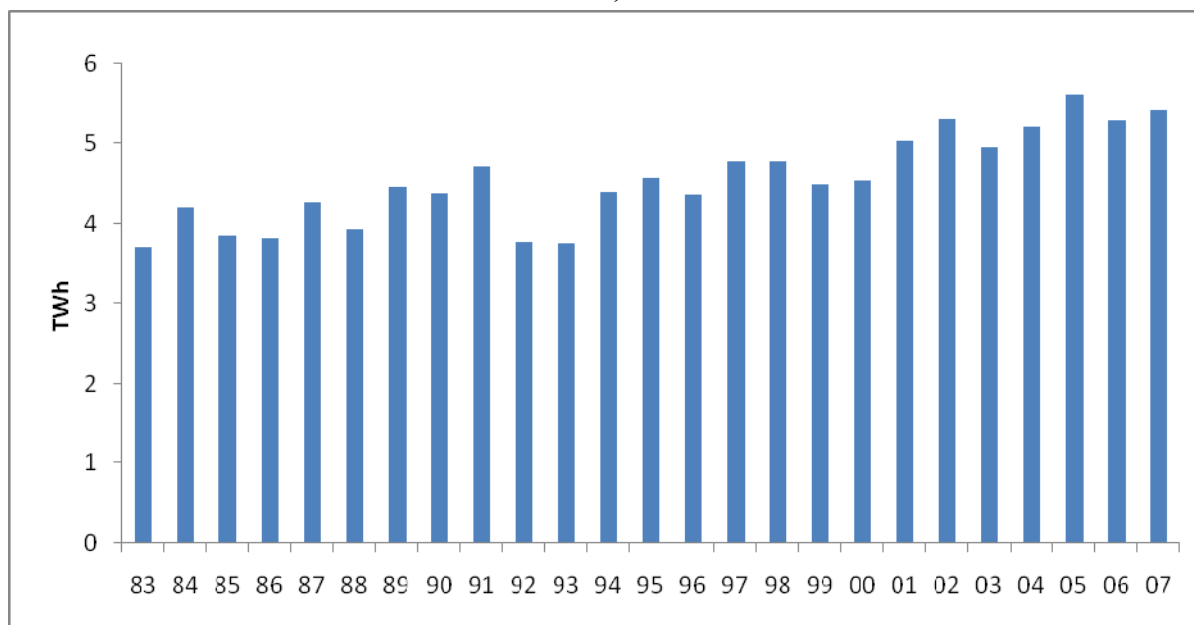
PRILOGA 11: Ocena strinjanja s trditvijo »Za nemoteno oskrbo z električno energijo Slovenija potrebuje NEK« (ocena 1 do 5)



Vir: Male, Raopis – Časopis agencije za radioaktivne odpadke 2008, str. 9

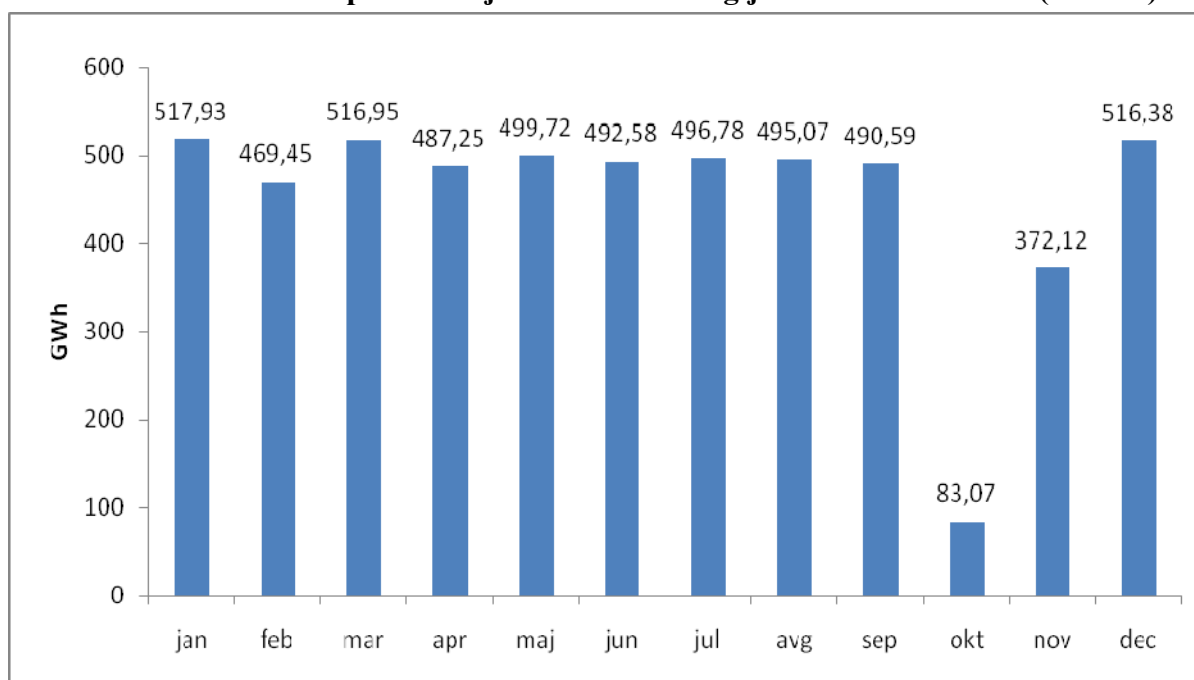
PRILOGA 12: Proizvodnja električne energije v NEK

Tabela 9: Letna proizvodnja električne energije v NEK v obdobju 1983-2007 (v TWh)



Vir: Proizvodnja NEK, 2008

Tabela 10: Mesečna proizvodnja električne energije v NEK v letu 2007 (v GWh)



Vir: Proizvodnja NEK, 2008

PRILOGA 13: Primerjava podatkov NEK, EPR in AP 1000

	NEK	EPR	AP 1000
termična moč reaktorja (MW)	1994	4300	3415
moč na pragu elektrarne (MW)	696	1600	1117
izkoristek	35	37	36
število gorivnih elementov	121	241	157
število primarnih hladilnih zank	2	4	2
volumen tlačnika (m ³)	28	75	60
projektirana življenjska doba	40	60	60

Vir: Skobe, V ospredju je predvsem večja pasivna varnost, 2008

PRILOGA 14: Primerjava ekonomske upravičenosti investiranja v načrtovane in potencialne energetske objekte v Sloveniji (v €/kW in v €/MWh)

<i>projekti</i>	Strošek investicije / moč (€/kW)	Strošek investicije / srednja letna proizvodnja (€/MWh)	investitor
Drugi blok Jedske elektrarne Krško	1500 - 2000	35 - 40	GEN energija
<i>načrtovani projekti</i>			
PT B5 TEŠ	548	77	HSE
HE Blanka	2014	535	HSE, GEN energija
Sanacija HE Moste	808	169	HSE, GEN energija
HE Zlatoličje	2383	1271	HSE
B6 TEŠ	998	185	HSE
HE Krško	2142	613	HSE, GEN energija
HE Brežice	1373	354	HSE, GEN energija
HE Mokrice	1761	398	HSE, GEN energija
OVE	1333	571	HSE, GEN energija
Soproizvodnja toplote in energije	530	88	HSE
<i>potencialni projekti</i>			
Doinštalacija HE Moste	1518	765	HSE, GEN energija
PPE Kidričevo	503	67	HSE
HE Formin	5000	1563	HSE
HE Učja	1667	1143	HSE
HE na srednji Savi	2253	687	HSE
HE na Muri	2515	489	HSE
HE na Idrijci	1299	760	HSE
HE Kobarid, HE Kamno	1182	358	HSE
Visokotlačno podzemno skladišče ZP	250	1243	HSE, GEN energija

Opomba: Pri projektu Drugi blok jedske elektrarne Krško so v strošek investicije vsi tudi drugi stroški (strošek obratovanja, financiranja, razgradnje in trajnega odlaganja radioaktivnih odpadkov)

Vir: Na pravi poti do pravega cilja, 2005, str. 16

Novšak, Učinkovitost tržna pozicija in perspektive energetskih podjetij v JV Evropski regiji, str. 24

Lastni izračuni