

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

JURE PETERNELJ

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

DIPLOMSKO DELO

ANALIZA POTREB PO INVESTICIJAH V ZMOGLJIVOSTI ZA PROIZVODNJO
ELEKTRIČNE ENERGIJE V SLOVENIJI

Ljubljana, september 2010

JURE PETERNELJ

IZJAVA

Študent Jure Peternej izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom dr. Nine Ponikvar, in da dovolim njegovo objavo na fakultetnih spletnih straneh.

V Ljubljani, dne 8.9.2010

Podpis: _____

Kazalo

| | |
|---|----|
| Uvod | 1 |
| 1 Energetska bilanca Slovenije..... | 3 |
| 1.1 Proizvodnja električne energije..... | 4 |
| 1.2 Poraba električne energije..... | 5 |
| 2 Razmere v EU, državah OECD in v svetu..... | 9 |
| 2.1 Proizvodnja električne energije..... | 9 |
| 2.2 Investicije v zmogljivosti za proizvodnjo električne energije | 14 |
| 3 Stroški proizvodnje električne energije glede na vrsto proizvodnje..... | 16 |
| 3.1 Jedrska tehnologija..... | 18 |
| 3.2 Premogovna tehnologija | 18 |
| 3.3 Plinske tehnologije..... | 19 |
| 3.4 Vetrne elektrarne na kopnem | 20 |
| 3.5 Primerjava stroškov opisanih tehnologij..... | 20 |
| 4 Presoja investicij v TEŠ 6 in NEK 2 | 21 |
| 4.1 NEK 2 | 22 |
| 4.2 TEŠ 6 | 22 |
| 4.3 Primerjava NEK 2 in TEŠ 6..... | 24 |
| Sklep..... | 25 |
| Literatura in viri..... | 27 |
| Priloge | |

Kazalo slik

| | |
|--|-----------|
| <i>Slika 1: Struktura bruto proizvodnje pri 50 % deležu NEK v letu 2009 (%)</i> | <i>1</i> |
| <i>Slika 2: Struktura končne porabe električne energije v letu 2009 po sektorju rabe (%)</i> | <i>1</i> |
| <i>Slika 3: Struktura končne porabe električne energije v industriji v letu 2009 (%)</i> | <i>1</i> |
| <i>Slika 4: Pretekla in ocenjena prihodnja poraba električne energije v Sloveniji.....</i> | <i>1</i> |
| <i>Slika 5: Struktura proizvodnje električne energije glede na vir v Sloveniji, EU, OECD in v svetu za leto 2007</i> | <i>10</i> |
| <i>Slika 6: Svetovna proizvodnja električne energije po gorivih v scenariju WEO.....</i> | <i>1</i> |

Kazalo tabel

| | |
|---|----------|
| <i>Tabela 1: Bilanca električne energije</i> | <i>3</i> |
| <i>Tabela 2: Scenarijska ocena porabe električne energije v GWh</i> | <i>7</i> |

| | |
|---|----|
| <i>Tabela 3: Napoved svetovne končne poraba elektrike po regijah (TWh)</i> | 1 |
| <i>Tabela 4: Uravnoteženi stroški elektrike v ameriških dolarjih na MWh pri 5 % diskontni stopnji</i> | 17 |
| <i>Tabela 5: Uravnoteženi stroški elektrike v ameriških dolarjih na MWh pri 10 % diskontnistopnji.....</i> | 18 |
| <i>Tabela 6: Primerjava stroškovne cene električne energije iz NEK 2 in TEŠ 6</i> | 22 |

Seznam kratic in enot

| | |
|-------|---|
| BDP | Bruto domači proizvod |
| CCS | Zajemanje in shranjevanje ogljikovega dioksida |
| EBRS | Energetska bilanca Republike Slovenije |
| EEPO | Evropski energetski program za oživitev |
| EIB | Evropska investicijska banka |
| Eles | Elektro-Slovenija, d. o. o. |
| EU | Evropska unija |
| GJ | Giga joul |
| GWh | Gigavatna ura |
| IEA | Mednarodna agencija za energijo |
| kWe | Kilovat elektrike |
| MG | Ministrstvo za gospodarstvo |
| MWh | Megavatna ura |
| NEK | Nuklearna elektrarna Krško |
| NEK 2 | Drugi blok nuklearne elektrarne Krško |
| O&V | Obratovanje in vzdrževanje |
| OECD | Organizacija za ekonomsko sodelovanje in razvoj |
| OWE | Energija iz vetrnih elektrarn na morju |
| SURS | Statistični urad Republike Slovenije |
| t | Tona |
| TEŠ | Termoelektrarna Šoštanj |
| TEŠ 6 | Šesti blok termoelektrarne Šoštanj |
| TWh | Teravatna ura |
| USD | Ameriški dolar |
| WEO | angl. <i>World energy outlook</i> |

Uvod

Električna energija je nepogrešljiv del sodobne družbe, brez katerega si je življenje že dolgo težko predstavljati. Odvisnost od električne energije nas je pripeljala tako daleč, da kratkotrajen izpad elektrike povzroči ohromitev našega življenja. Kuhanje kosila na električni plošči, branje ob bralni lučki, električno gretje sanitarne vode in preganjanje dolgčasa pred televizijskim ekranom so le nekatera opravila, za katera smo vajeni, da potekajo brez posebnih omejitev. Redko pa se vprašamo, ali so te komoditete večne. Trajnostna oskrba z električno energijo je cilj in obenem tudi skrb mnogih držav. Med njimi je tudi Slovenija. Predvidevamo lahko, da bo viškov električne energije v državah, ki nam danes omogočajo uvoz električne energije, vedno manj, kar pomeni, da bo neodvisnost oskrbe z električno energijo ključnega pomena za Slovenijo že v bližnji prihodnosti. Neodvisnost oskrbe pa zagotavlja seveda zadostna lastna proizvodnja električne energije.

Tako sem prišel do bistva mojega diplomskega dela. Predmet obravnave je namreč analiza obstoja potreb po investicijah v zmogljivosti za proizvodnjo električne energije v Sloveniji ter analiza najprimernejše sestave teh investicij. Namen je spoznati trenutno elektroenergetsko stanje Slovenije, Evrope in sveta, predstaviti različne tehnologije proizvodnje elektrike ter primerjati dve najbolj aktualni investiciji v nove zmogljivosti za proizvodnjo električne energije z vidika primernosti glede na trenutno strukturo zmogljivosti za proizvodnjo električne energije in z vidika primerjave z Evropsko unijo (v nadaljevanju EU) in svetom.

Ta analiza mi omogoča izpolnitev cilja, ki sem si ga zadal, in sicer ugotoviti, ali Slovenija potrebuje investicije v zmogljivosti za proizvodnjo, in v primeru, da jih, katera vrsta proizvodnje električne energije je najprimernejša. Glede na cilj postavljam tudi hipoteze. Moja temeljna hipoteza je, da Slovenija potrebuje investicije v zmogljivosti proizvodnje električne energije. Druga hipoteza je, da Slovenija trenutno nima optimalne strukture proizvodnje električne energije glede na primerljive države, in tretja, da so za Slovenijo najprimernejše investicije v nizkoogljične tehnologije. Hipoteze preverjam z analizo konkretnih podatkov in primerjalno metodo.

V prvem poglavju opisujem elektroenergetsko bilanco Slovenije, na osnovi katere sklepam o trenutni (ne)zadostni zmogljivosti za proizvodnjo električne energije. Analiziram trenutno strukturo proizvodnje električne energije in s pomočjo že narejenih študij predvidevam prihodnjo porabo glede na trende in dejavnike, ki vplivajo nanjo. Ta pregled mi omogoča potrditev ali zavrnitev temeljne hipoteze, in sicer, da Slovenija potrebuje investicije v zmogljivosti za proizvodnjo električne energije.

V naslednjem poglavju analizo proizvodnje in porabe razširim še na Evropo, države OECD in celoten svet. Slovenija kot članica EU in od letos dalje tudi Organizacije za ekonomsko

sodelovanje in razvoj (angl. *Organisation for economic co-operation and development*, v nadaljevanju OECD), sledi trendom, ki veljajo za ostale članice naštetih organizacij. Prav tako nam le-te (še posebej EU) priporočajo smernice, ki bi se jih bilo dobro držati za svetlo prihodnost naše države, Evrope in celotnega sveta. V drugem poglavju so mi v veliko pomoč študije o prihodnjih trendih proizvodnje električne energije, saj tako lahko ocenim primernost odločitev Slovenije o novih zmogljivostih. Ugotovitve tega poglavja diplomskega dela potrjujejo oziroma zavračajo hipotezo o optimalnosti slovenske strukture proizvodnje električne energije glede na ostale primerljive države. Primerjava struktur med analiziranimi regijami in Slovenijo pa omogoča tudi preverjanje tretje hipoteze z vidika optimalne strukture za slovenski elektrosistem.

V tretjem poglavju predstavljam in stroškovno analiziram najbolj uporabljane vire električne energije. Uporabil bom študijo iz leta 2010, ki odlično analizira in primerja stroškovne cene različnih virov električne energije. Tako bom še iz stroškovnega vidika ugotovil upravičenost investicij oziroma primernost izbranih tehnologij.

Zadnje poglavje namenjam aktualni tematiki v Sloveniji, in sicer primerjavi šestega bloka Termoelektrarne Šoštanj (v nadaljevanju TEŠ 6) in drugega bloka Jedrske elektrarne Krško (v nadaljevanju NEK 2). Investiciji primerjam z vidika stroškov, primernosti glede na pričakovane potrebe, vpliva na okolje itd. Z analizo obeh investicij še na praktičnem primeru preverim stroškovni vidik tretje hipoteze, prav tako pa preverjam še zadnji del tretje hipoteze, in sicer z ostalih pomembnih vidikov investicij v TEŠ 6 in NEK 2.

Za konec diplomskega dela pa v sklepu povzamem še vse ugotovitve, ki sem jih zapisal skozi diplomsko delo.

1 Energetska bilanca Slovenije

V prvem poglavju analiziram trenutno elektroenergetsko stanje v Sloveniji. Zanimata me predvsem trenutna proizvodnja in poraba električne energije, saj lahko z njuno analizo ugotovim, ali obstaja razlika v porabi in proizvodnji, in če obstaja, kolikšna je. To je ključno za potrditev oziroma zavrnitev moje temeljne hipoteze, in sicer ali so v Sloveniji potrebne nove investicije v zmogljivosti za proizvodnjo električne energije z vidika presežne porabe. Najboljši vir za črpanje podatkov je Energetska bilanca republike Slovenije (v nadaljevanju EBRS), ki jo letno izdaja Ministrstvo za gospodarstvo (v nadaljevanju MG). Zadnja izdaja EBRS je na voljo za leto 2009. V skladu s temo diplomskega dela uporabljam le del EBRS, in sicer bilanco električne energije. Bilanca temelji na podatkih Statističnega urada Republike Slovenije (v nadaljevanju SURS) za leti 2007 in 2008 ter podatkov izvajalcev energetske dejavnosti v Sloveniji v letu 2009. Za leto 2009 so podatki le napovedi, ki temeljijo na podlagi posredovanih podatkov proizvajalcev. V bilanci so prikazani tudi indeksi, ki kažejo razmerja med opazovanimi leti in so označeni s črko I (MG, 2009). Celotna bilanca električne energije za leto 2009 je priložena v prilogi 1, za lažjo preglednost in prikaz bistvenih podatkov za moje diplomsko delo, pa sem bilanco električne energije nekoliko priredil in jo kot tako prikazujem v Tabeli 1.

Tabela 1: Bilanca električne energije

| Bilanca električne energije (GWh) | 2007 | 2008 | 2009 | I 8/7 | I 9/8 |
|-------------------------------------|---------|---------|---------|-------|-------|
| Uvoz | 6140,0 | 1769,0 | 1702,7 | 28,8 | 96,2 |
| Izvoz (oddaja) 50 % NEK za HEP | 2714,1 | 2945,0 | 2700,0 | 108,5 | 91,7 |
| Izvoz ostali | 3196,9 | 0,0 | 0,0 | | |
| Transformacije (TE+TETO+NE) | 11776,9 | 12641,8 | 11770,2 | 107,3 | 93,1 |
| Elektrarne - proizv. po dejavnosti | 5779,3 | 6150,6 | 5772,8 | 106,4 | 93,9 |
| Elektrarne - samoprodajalci | 302,6 | 313,2 | 330,4 | 103,5 | 105,5 |
| Nuklearna elektrarna | 5695,0 | 6178,0 | 5667,0 | 108,5 | 91,7 |
| Hidroelektrarne in sončne | 3266,4 | 3536,4 | 3928,5 | 108,3 | 111,1 |
| Poraba energetskega sektorja | 1142,2 | 1218,5 | 1190,6 | 106,7 | 97,7 |
| Izgube distribucije in prenosa | 867,1 | 952,3 | 952,7 | 109,8 | 100,0 |
| Končna (neto) poraba | 13263,0 | 12831,4 | 12558,0 | 96,7 | 97,9 |
| Industrija | 7468,0 | 6926,0 | 6572,8 | 92,7 | 94,9 |
| Promet | 195,0 | 196,0 | 193,0 | 100,5 | 98,5 |
| Ostala poraba | 5600,0 | 5709,4 | 5792,3 | 102,0 | 101,5 |
| Gospodinjstva | 3021,0 | 3148,0 | 3206,2 | 104,2 | 101,8 |
| Storitve, komerc. dejavn. in ostalo | 2579,0 | 2561,4 | 2586,0 | 99,3 | 101,0 |

Vir: MG, 2009, str. 21.

Bilanco električne energije sestavljajo kategorije, ki se medsebojno povezujejo in pojasnjujejo. Analizo kategorij je najlažje začeti pri proizvodnji električne energije. Bilanca le-to prikazuje v kategorijah transformacije ter hidroelektrarne in sončne elektrarne. Podkategorije transformacij, prikazane v bilanci, so proizvajalci po dejavnosti,

samoproizvajalci in nuklearna elektrarna. Proizvajalci po dejavnosti so zasebna in javna podjetja, katerih glavna dejavnost je proizvodnja električne energije, medtem ko pri samoproizvajalcih proizvodnja električne energije in toplote za javno prodajo ni glavna dejavnost. Podkategorija nuklearna elektrarna pa seveda govori o proizvodnji NEK. Transformacije torej zajemajo proizvodnjo v termoelektrarnah, termoelektrarnah-toplarnah in jedrskih elektrarnah. Ko prištejemo še proizvodnjo iz hidroelektrarn in sončnih elektrarn, dobimo skupno proizvodnjo električne energije v nekem letu. Dejanska količina proizvedene električne energije, ki je na voljo za porabnike, pa je razlika med skupno proizvedeno električno energijo in kategorijami poraba energetskega sektorja, izgube distribucije in prenosa ter izvozom. Izvoz v bilanci električne energije Slovenije predstavlja pogodbeno oddan delež proizvedene električne energije iz NEK Hrvaški (MG, 2009).

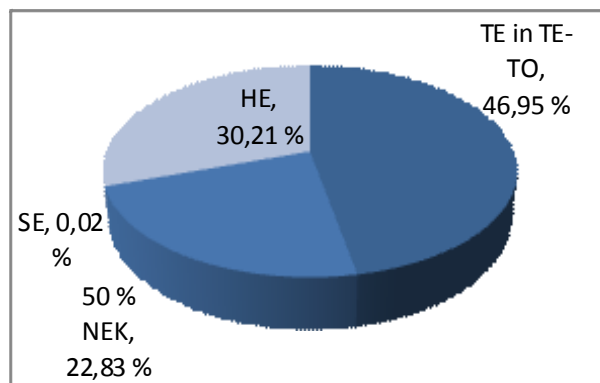
Končna (neto) poraba je kategorija, ki združuje porabo industrije, prometa in ostale porabe (gospodinjstva, storitve, komercialne dejavnosti in ostalo). S tem podatkom lahko sedaj določimo še kategorijo uvoz. Uvoz predstavlja razliko med količino proizvedene električne energije, ki je na voljo za končne porabnike, in končno (neto) porabo električne energije. V kolikor je razlika negativna, je potrebno neko količino električne energije uvoziti. Kaže pa tudi, ali je Slovenija sposobna proizvesti zadostne količine električne energije za zadostitev lastnih potreb po električni energiji, s tem pa lahko sklepamo o potrebnih investicijah v zmogljivosti za proizvodnjo električne energije (MG, 2009).

1.1 Proizvodnja električne energije

V Tabeli 1 lahko vidimo, da je proizvodnja električne energije na generatorjih vseh elektrarn območja Republike Slovenije znašala 15698,7 GWh. Če odštejemo delež 2700 GWh na pragu NEK, ki ga pogodbeno oddajamo Republiki Hrvaški (polovica proizvodnje), ostane Sloveniji na razpolago 12998,7 GWh. K temu so največ prispevale termoelektrarne in termoelektrarne-toplarnarne, in sicer 6103,2 GWh, kar pomeni zmanjšanje za 5,6 % v primerjavi s predhodnim letom. Hidroelektrarne so proizvedle 3926,3 GWh, in tako povečale proizvodnjo v primerjavi z letom 2008 za 11,1 %, sončne elektrarne pa 2,2 GWh, kar je pomenilo 100 % povečanje iz ocenjenih 1,1 GWh v letu 2008 (MG, 2009).

Struktura elektrarn po vrsti primarnega vira v bruto proizvodnji električne energije z upoštevanjem polovične proizvodnje NEK, je prikazana na Sliki 1.

Slika 1: Struktura bruto proizvodnje pri 50 % deležu NEK v letu 2009 (%)



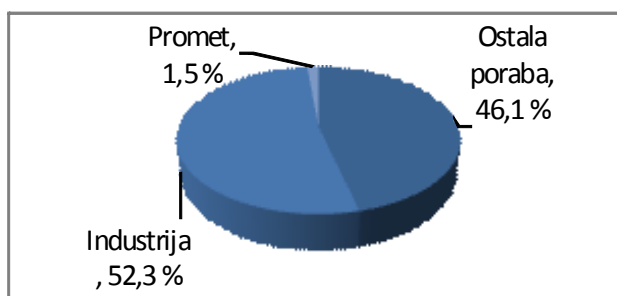
Vir: MG, 2009.

Na podlagi Slike 1 lahko vidimo, da termoelektrarne in termoelektrarne-toplarske predstavljajo največji delež s 46,95 %, sledijo hidroelektrarne s 30,21 %, NEK z 22,83 % in sončne elektrarne, ki pa proizvedejo le skromnih 0,02 % celotne električne energije v Sloveniji. Struktura proizvodnje električne energije je zelo pomembna z vidika, ki ga upoštevam pri analizi potreb po investicijah v proizvodne zmogljivosti. V nadaljevanju bom namreč analiziral tudi strukturo proizvodnje v EU, državah OECD in svetu, in nato primerjal te strukture proizvodnje električne energije s slovensko. Ta primerjava bo pokazala, kje Slovenija odstopa od ostalih in kakšna tehnologija za proizvodnjo električne energije bi bila v primeru novih investicij v zmogljivosti iz tega vidika najprimernejša.

1.2 Poraba električne energije

Bilanco električne energije sestavlja tudi poraba. V Tabeli 1 vidimo, da je končna poraba električne energije v letu 2009 znašala 12558,0 GWh in je bila manjša za 2,1 % v primerjavi s predhodnim letom. Zaradi primanjkljaja domače proizvodnje v višini 1702,7 GWh, kar predstavlja 12,5 % bruto porabe, si je morala Slovenija 1702,7 GWh zagotoviti iz uvoza (MG, 2009). Ta podatek nakazuje na pravilnost moje temeljne hipoteze. Slovenija mora že danes zaradi presežne porabe določeno količino električne energije uvoziti. Za boljšo predstavbo o porabi električne energije v Sloveniji je v Sliki 2 predstavljena struktura končne porabe.

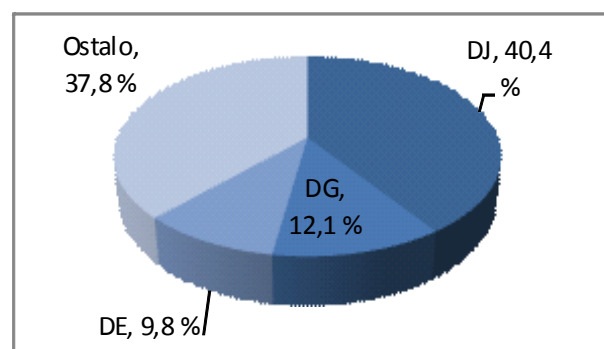
Slika 2: Struktura končne porabe električne energije v letu 2009 po sektorju rabe (%)



Vir: MG, 2009.

Največji delež v končni porabi električne energije predstavlja sektor industrije s 52,3 %, sledi ostala poraba s 46 % in promet z 1,5 %. Metodologija SURS (MG, 2009) razlaga, da pod industrijski sektor spada celotna industrija brez energetskega sektorja (elektrarne, naftne rafinerije, koksarne in vse druge naprave preoblikovanja energetskega produkta). Končna poraba elektrike v prometu pokriva predvsem porabo železnic in elektrificiranega mestnega prometnega sistema. Ostala končna poraba pa zajema elektriko, ki jo porabijo gospodinjstva, majhne industrije, obrtniki, trgovine, upravni organi in storitve z izjemo prometa, kmetijstva in ribištva (MG, 2009). Ker industrija predstavlja največji delež porabe električne energije, v Sliki 3 predstavljam še strukturo porabe električne energije v industriji.

Slika 3: Struktura končne porabe električne energije v industriji v letu 2009 (%)



Vir: MG, 2009.

Iz Slike 3 je razvidno, da v porabi električne energije v industriji prevladuje panoga dejavnosti pod šifro po standardni klasifikaciji dejavnosti DJ (proizvodnja kovin in kovinskih izdelkov) s 40,4 % deležem, sledijo panoga DG (proizvodnja kemikalij, kemičnih izdelkov, umetnih vlaken) z 12,1 % deležem, panoga DE (proizvodnja vlaknin, papirja in kartona, založništvo in tiskarstvo) z 9,8 % ter vse ostale panoge skupaj s 37,8 % deležem.

Za prikaz stanja trenutne in prihodnje porabe električne energije je najprej potrebno analizirati preteklost, in tako ugotoviti, kateri so dejavniki, ki najbolj določajo porabo električne energije. Tako analizo je leta 2007 opravil Eles (Eles, 2009) in rezultate izdal v publikaciji *Ocena zadostnosti proizvodnih virov električne energije in zadostnosti prenosnega omrežja v republiki Sloveniji za obdobje 2007–2011*. V publikaciji je zapisano, da na velikost porabe končne električne energije vplivajo številni dejavniki, med katerimi so najpomembnejši struktura, velikost in obseg gospodarske rasti, demografska gibanja, raven celotne razvitosti družbe, raven tehnološke razvitosti, klimatske razmere, okoljska zavest in zavest o potrebnosti sonaravnega in trajnostnega razvoja, gibanje cen energentov in paritete cen energentov. Za slovenske razmere še vedno velja, da je BDP tisti dejavnik, ki najodločilneje vpliva na obseg porabe električne energije. Ne turbulentne razmere v začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja, ne cenovna politika in ne odpiranje energetskega trga nimajo takšnega vpliva na obseg porabe kot obseg in struktura BDP. Na teh osnovah,

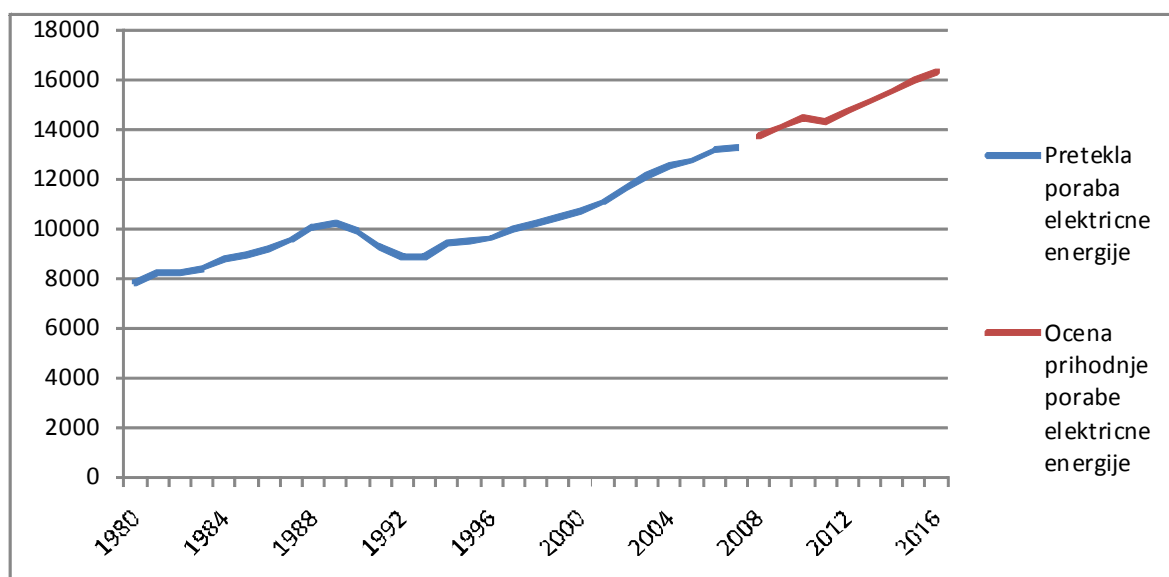
ki temeljijo na dogajanju v preteklosti, so v Elesu pripravili štiri razvojne scenarije. Vsi scenariji izhajajo iz izhodiščnih energetskega bilanc končne energije v letu 2004 in 2005. Po mojem mnenju je najprimernejši scenarij S05-NZ. Scenarij je pripravljen na izhodiščnih iz leta 2005 (S05), upoštevana pa je nižja projekcija gospodarskega razvoja (N) ter zmerni trendi na področju racionalizacije in smotne rabe energije ter substitucije energentov (Z) (Eles, 2009). Scenarij je po mojem mnenju najprimernejši zaradi gospodarske krize, ki je nastopila po letih, iz katerih izhajajo napovedi, ter je tako primerna nižja projekcija gospodarskega razvoja. Kljub krizi pa se v prihodnosti pričakujejo trendi na področju energetske politike, smotna rabe energije in substitucija energentov. Številsko je scenarij S05-NZ prikazan v Tabeli 2, grafično pa povezan s preteklo porabo v Sliki 4.

Tabela 2: Scenarijska ocena porabe električne energije v GWh

| 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 13.385 | 13.750 | 14.115 | 14.480 | 14.349 | 14.757 | 15.165 | 15.572 | 15.980 | 16.328 |

Vir: Eles, 2009.

Slika 4: Pretekla in ocenjena prihodnja poraba električne energije v Sloveniji



Vir: MG, 2009; Eles, 2009.

Podatki kažejo, da je povprečna medletna stopnja rasti porabe električne energije od leta 1992 naprej bila 3,1 odstotna in je bila konstantno visoka v vsem času samostojne Slovenije. Zastoj v rasti se je pojavil leta 2007, ko je bila porast porabe 1,1 odstotna, in sicer zaradi ustavitve elektrolize B v Talumu in milejše zime. Zastoj rasti porabe električne energije pa je poglobila tudi sedanja finančna kriza z gospodarsko recesijo (de Corti, 2009).

Kljub zastoj v rasti leta 2009 pa je tega leta uvozna odvisnost bila 12,5 %. Po scenariju Eles pa naj bi se odvisnost v letu 2016 dvignila na 20 %. Dvig uvozne odvisnosti je razumljiv, ko primerjamo predvideno porabo električne energije s trenutno. Poraba se bo

namreč do leta 2016 po scenariju Elesa povečala za 12 %. In čeprav bi nam prenosno omrežje omogočalo tolikšen uvoz, pa problem predstavlja dejstvo, da bo v Evropi viškov električne energije vedno manj (Eles, 2009).

Za boljšo predstavlo prihodnje porabe Slovenije lahko predstavimo še napovedi prihodnje porabe v državah EU, OECD in v svetu. IEA je v letu 2008 izdala publikacijo *World energy outlook* (v nadaljevanju WEO). V publikaciji so predvidevani prihodnji energetske trendi vse do leta 2030. Prikazan scenarij¹ zelo dobro pojasnjuje, kje bo potrebnih največ investicij in kateri viri električne energije so viri (bližnje) prihodnosti. Za svetovno povpraševanje po elektriki se pričakuje, da bo od leta 2006 do 2015 raslo po letni stopnji 3,2 %, po letu 2015 pa naj bi se umirilo na 2 %. Upočasnitev je pričakovana zaradi premika ekonomij nečlanic OECD iz energetsko intenzivnih težkih proizvodenj k lažji industriji in storitvam, kot tudi zaradi izboljšanja učinkovitosti in učinka nasičenosti v območju OECD in nekaterih ostalih držav v razvoju. Svetovno gledano industrijsko povpraševanje narašča hitreje kot povpraševanje gospodinjstev in storitvenega sektorja, predvsem na račun hitre industrializacije v nečlanicah OECD (IEA, 2008). Številčni pregled pretekle in napoved prihodnje porabe elektrike po regijah je prikazan v Tabeli 3.

Tabela 3: Napoved svetovne končne poraba elektrike po regijah (TWh)

| | 1980 | 2000 | 2006 | 2015 | 2030 | 2006-2030* |
|-------------------|------|-------|-------|-------|-------|------------|
| OECD | 4740 | 8251 | 9035 | 10177 | 11843 | 1,1 % |
| Severna Amerika | 2386 | 4144 | 4413 | 4870 | 5774 | 1,1 % |
| ZDA | 2026 | 3500 | 3723 | 4045 | 4723 | 1,0 % |
| Evropa | 1709 | 2694 | 3022 | 3469 | 3980 | 1,2 % |
| Pacifik | 645 | 1413 | 1601 | 1837 | 2089 | 1,1 % |
| Japonska | 513 | 944 | 981 | 1061 | 1162 | 0,7 % |
| Ne-OECD | 2059 | 4390 | 6630 | 10580 | 16298 | 3,8 % |
| V Evropa/Evrazija | 1101 | 1023 | 1165 | 1514 | 1860 | 2,0 % |
| Rusija | n.a. | 609 | 682 | 912 | 1081 | 1,9 % |
| Azija | 477 | 2023 | 3669 | 6574 | 10589 | 4,5 % |
| Kitajska | 259 | 1081 | 2358 | 4554 | 6958 | 4,6 % |
| Indija | 90 | 369 | 506 | 893 | 1935 | 5,7 % |
| Bližnji vzhod | 75 | 371 | 539 | 793 | 1353 | 3,9 % |
| Afrika | 158 | 346 | 479 | 667 | 97 | 3,1 % |
| Latinska Amerika | 248 | 627 | 777 | 1032 | 1498 | 2,8 % |
| Brazilija | 119 | 319 | 375 | 478 | 651 | 2,3 % |
| Svet | 6779 | 12641 | 15665 | 20757 | 28141 | 2,5 % |
| EU | n.a. | 2518 | 2814 | 3186 | 3612 | 1,0 % |

* Povprečna letna stopnja rasti

Vir: IEA, 2008.

¹ Metodologija referenčnega scenarija je v prilogi 1.

Napoved svetovne porabe električne energije po regijah nam pokaže, da bo svetovna poraba električne energije v obdobju od leta 2006 do leta 2015 narasla za dobrih 32 %. Za EU se v istem obdobju pričakuje 13 % povečanje in za države OECD 12,5 %. Podatke lahko primerjamo s povečanjem porabe električne energije v Sloveniji. V primerljivem obdobju, od leta 2006 do leta 2016, naj bi se poraba električne energije v Sloveniji povečala za 22 %. Vidimo lahko, da je trend velikega povečevanja porabe značilen prav za vse preučevane regije. Odločitve o investicijah, ki jih izvajajo oz. planirajo v analiziranih področjih, so torej prava smernica tudi za Slovenijo.

Omeniti pa je potrebno še en vidik, ki ključno vpliva na potrditev oziroma zavrnitev hipoteze o potrebi po investicijah v zmogljivosti za proizvodnjo električne energije. Potrebno je namreč upoštevati tudi življenjske dobe obstoječih elektrarn za proizvodnjo električne energije. Vsem največjim slovenskim proizvajalcem električne energije razen Termoelektrarni Šoštanj in hidroelektrarnam se namreč življenjska doba izteče v roku 15 let. Z zapiranjem zastarelih kapacitet bo seveda še težje zadostiti naraščajoče potrebe po električni energiji. Na tem mestu lahko iz opravljene analize potrdim prvo hipotezo, ki sem jo postavil. Slovenija namreč potrebuje nove investicije v zmogljivosti za proizvodnjo električne energije, in sicer deloma nadomestitvene, ki bodo proizvodnjo ohranjale vsaj na enaki ravni, deloma pa investicije v dodatne zmogljivosti za proizvodnjo električne energije.

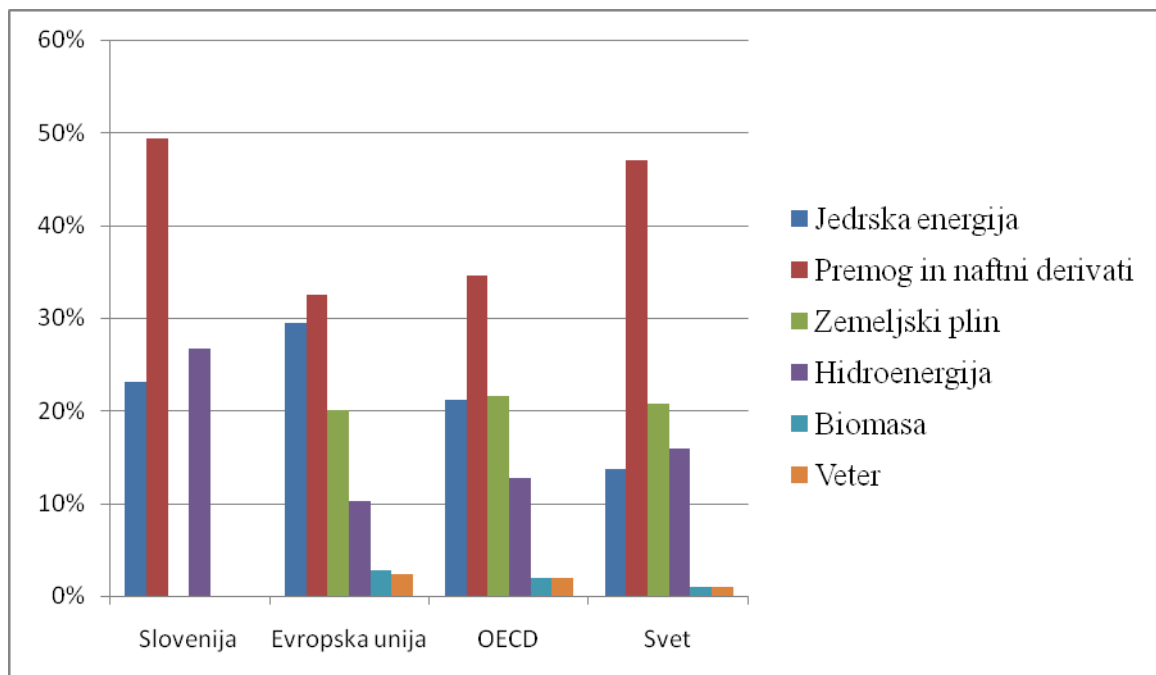
2 Razmere v EU, državah OECD in v svetu

V prejšnjem poglavju smo ugotovili, da Slovenija zaradi vse večje porabe električne energije potrebuje nove zmogljivosti za proizvodnjo električne energije. V drugem poglavju to trditev skušam potrditi še iz drugega vidika, in sicer strukturnega. Analiziram namreč strukturo proizvodnje električne energije v državah članicah EU, OECD in svetu ter jih primerjam s Slovenijo.

2.1 Proizvodnja električne energije

Proizvodnjo električne energije drugod po svetu sestavljajo kategorije oziroma viri, ki so značilni tudi za Slovenijo in sem jih omenil že v prvem poglavju. Najpomembnejši viri za proizvodnjo električne energije so torej zemeljski plin, jedrska energija, premog, naftni derivati, hidroenergija, biomasa in veter (IEA, 2009). Med različnimi področji in skupnostmi pa prihaja do velikih razlik predvsem v strukturnih deležih uporabe omenjenih virov za proizvodnjo električne energije. Rezultate analize grafično predstavljam v Sliki 5. Slika 5 je le približek realnih vrednosti, saj je primerjava analiziranih regij izjemno težka, saj so dosedanje raziskave opravile različne organizacije, ki so različno kategorizirale proizvodnjo. Podatki so predstavljeni v odstotkih za leto 2007.

Slika 5: Struktura proizvodnje električne energije glede na vir v Sloveniji, EU, OECD in v svetu za leto 2007



Analizo začnjam pri nam tako geografsko kot po razvitosti najbližji skupnosti, in sicer EU. Eurostat je leta 2009 izdal publikacijo *Evropa v številkah* (angl. *Europe in figures*), v kateri navaja podatke za leto 2007. V letu 2007 je EU-27 proizvedla 3.367.692 GWh električne energije. Iz statistik je razvidno, da uporaba jedrske energije v EU zopet pridobiva na pomembnosti, predvsem zaradi povečane odvisnosti od uvoza primarne energije, višjih cen nafte in plina ter teženj k zmanjševanju emisij toplogrednih plinov. Argumentom pa še vedno stoji nasproti vprašanje varnosti in shranjevanje jedrskih odpadkov. V EU je delež jedrske energije tako v letu 2007 znašal skoraj 30 %. Zanimiv je tudi podatek o povečanju proizvodnje elektrike iz zemeljskega plina v EU. Če primerjamo podatke iz leta 2007 z letom 2000 namreč ugotovimo, da je delež proizvodnje električne energije iz zemeljskega plina v celotni proizvodnji iz 15,9 % v letu 2000 narasel na 20,1 % v letu 2007. Delež se je povečal na račun znižanja proizvodnje iz premoga, lignita in nafte. Skupni delež proizvodnje električne energije iz premoga in nafte je v letu 2007 znašal nekaj več kot 32 %. Delež premoga v proizvodnji električne energije v EU je do leta 2003 hitro naraščal, nato pa po letu 2006 hitro začel upadati. Razlog za to lahko najdemo v manjših emisijah CO₂ pri pridobivanju elektrike iz zemeljskega plina. Pomembno vlogo pri zmanjševanju CO₂ emisij pa imajo tudi obnovljivi viri. Politika trajnostne energije je naklonjena pridobivanju električne energije iz obnovljivih virov, kar pa obenem povečuje varnost oskrbe z energijo, saj se tako zmanjšuje uvozna odvisnost. V letu 2007 je med obnovljivimi viri v EU največji delež imela proizvodnja iz hidroelektrarn z 10,22 %, sledili pa sta biomasa in vetrna energija, ki vsaka proizvede med 2 % in 3 % celotne električne energije (Eurostat, 2009; Electricity production statistics - Statistics explained, 2010).

Od julija 2010 je Slovenija članica OECD. Splošno analizo električne energije v OECD vsakoletno opravi Mednarodna agencija za energijo (angl. *International energy agency*, v nadaljevanju IEA) in jo objavi v publikaciji *Electricity information*. IEA definira proizvedeno električno energijo kot bruto proizvedeno elektriko brez proizvedene elektrike v črpalnih elektrarnah². Na podlagi te definicije so države OECD v letu 2007 proizvedle 10654 TWh elektrike. Največji delež proizvedene elektrike iz vnetljivih goriv predstavljajo neobnovljivi viri energije (fosilna goriva, vnetljivi obnovljivi viri in odpadki), in sicer 63,9 %. Glavni vir elektrike v državah OECD energije je premog. V letu 2007 je predstavljal 30,5 % celotne bruto električne proizvodnje. Nafta kot vir električne energije je prispevala 4 % in zemeljski plin 21,5 % celotne bruto električne proizvodnje. Vidimo lahko, da je delež premoga in nafte v proizvodnji električne energije v OECD večji kot v EU, manjši pa je delež zemeljskega plina. Drugi najpomembnejši vir električne energije v državah članicah OECD je jedrska energija. V letu 2008 je delež znašal 21,2 %. Letna rast proizvodnje iz jedrskih elektrarn od leta 1973 do 2007 znaša 7,6 %. Takšna hitrost je posledica povečanih zmogljivosti v sedemdesetih in osemdesetih letih. Od leta 1985 pa se je rast močno upočasnila. Danes je pomen jedrske energije v OECD manjši kot v EU. Razlog za to je, da je jedrska energija od leta 1985 izgubljala pomen v državah OECD, v EU pa ga po letu 2000 zopet začela pridobivati. Nekoliko večji pomen v primerjavi z EU imajo v OECD tudi hidroelektrarne. Prispevale so namreč 12,7 % k skupni bruto proizvodnji elektrike. Razvoj hidroelektrarn v državah OECD je že v zreli fazi, in zato je težko najti primerne in okoljsko sprejemljive lokacije. Posledica tega je, da je rast zmogljivosti hidroelektrarn od leta 1990 pod povprečjem. Sledijo ostali obnovljivi viri, in sicer geotermalna energija, sončna energija, energija plime, valov in vetrna energija. Ogromen skok je doživela vetrna energija. Iz leta 2007 na 2008 se je proizvodnja povečala za kar 22,5 %. Podatki o proizvodnji iz sončne energije so na voljo šele od leta 1983, ko je ta vir energije pridobil na pomembnosti. Proizvodnja pa se je iz leta 2007 na 2008 povečala za 78 %. Plima in energija valov pa predstavlja znatno manjši delež, saj proizvedejo le 0,5 TWh. (IEA, 2009).

Za celotno svetovno proizvodnjo električne energije so zadnji razpoložljivi podatki za leto 2007. Celotna bruto električna proizvodnja je znašala 19844,92 TWh. Države članice OECD so proizvedle 10718,49 TWh, od tega največ članice iz Severne Amerike, ki so proizvedle 5246,25 TWh, sledijo evropske članice s 3612,50 TWh in pacifiške s 1859,84 TWh bruto proizvedene električne energije. Iz tega je razvidno, da preostanek proizvodnje svetovne bruto električne energije znaša manj kot 50 % celotne svetovne proizvodnje (IEA, 2009).

Iz proizvodnje električne energije je razvidno, da v vseh analiziranih regijah oz. skupnostih prevladuje premog kot vir za proizvodnjo električne energije. Problem se pojavi, ko

² Prva črpalna hidroelektrarna v Sloveniji je bila 1. aprila 2010 zagnana v Avčah na Soči. Koncept delovanja črpalne hidroelektrarne omogoča skladiščiti električno energijo za čas najvišje porabe.

natančneje pogledamo razlike med deležem premoga in deleži ostalih virov. V Sloveniji namreč premog znatno presega ostale vire, in tako predstavlja velik problem za slovensko energetsko prihodnost. Premog namreč ni obnovljiv vir energije, prav tako pa predstavlja veliko obremenitev za okolje.

Velik pomen v Sloveniji ima tudi jedrska energija, ki pa po pogodbeno oddanem deležu Republiki Hrvaški ne preseže proizvodnje hidroelektrarn. Jedrska energija v Evropi znova pridobiva na pomembnosti, saj se vse več držav odloča za gradnjo novih reaktorjev. Tudi v državah članicah OECD ima jedrska energija velik pomen, saj je po deležu proizvodnje električne energije takoj za zemeljskim plinom. Prav podatek o deležu zemeljskega plina v proizvodnji električne energije v Sloveniji pa je zaskrbljujoč, saj je iz njega proizvedena minimalna količina električne energije. V ostalih analiziranih državah zemeljski plin predstavlja pomemben del proizvodnje električne energije, kar je povsem razumljivo glede na dejstvo, da je ta vir energije najčistejše fosilno gorivo z najmanjšo emisijo CO₂.

Kot sem že omenil, v Sloveniji velik delež predstavljajo hidroelektrarne. Tu je največja razlika v primerjavi z EU, kjer jedrske elektrarne proizvedejo skoraj trikrat več električne energije kot hidroelektrarne. Vzrok za tako velik delež proizvodnje električne energije iz hidroelektrarn v Sloveniji je njena vodnatost in visoki stroški vzpostavitve infrastrukture jedrske elektrarne. Potrebno pa se je zavedati, da ima Slovenija v nasprotju z državami članicami OECD, ki izkoriščajo hidroenergijo, še veliko neizkoriščenega vodnega potenciala, saj je po nekaterih ocenah 65 % vodnega potenciala še neizkoriščenega. Največji potencial predstavljajo reke Sava, Soča skupaj z Idrijco in Mura. V naslednjih dvajsetih letih naj bi bilo moč pridobiti dodatnih 1040 GWh na leto (Hozjan, 2010).

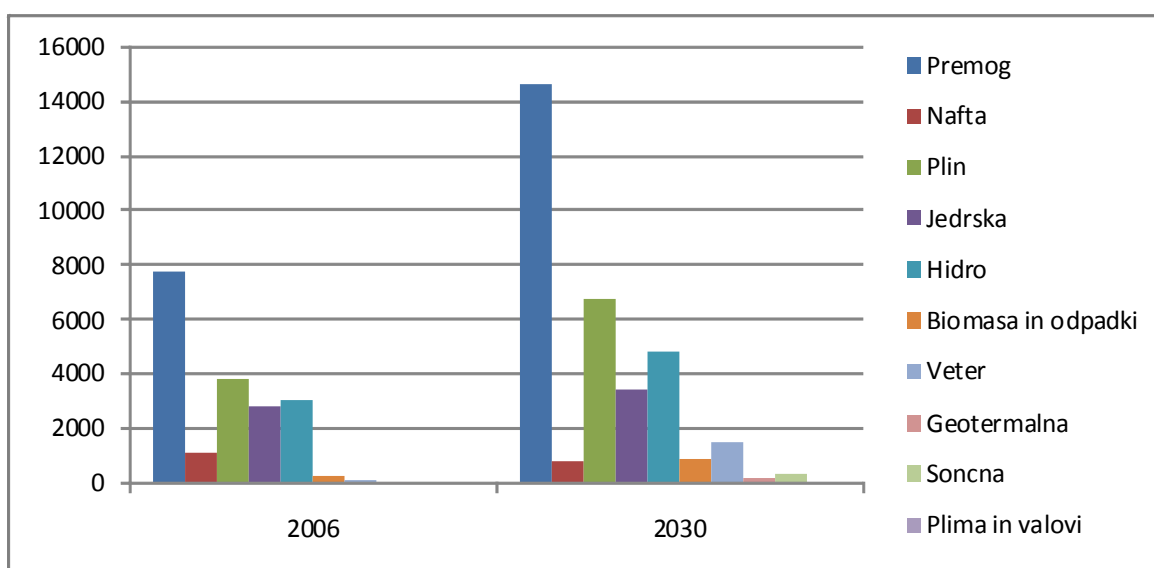
Iz Slike 5 prav tako močno izstopa podatek, da v Sloveniji praktično ni proizvodnje elektrike s pomočjo vetrne energije. V EU in v državah članicah OECD vetrna energija namreč močno pridobiva na pomembnosti in hitro povečuje svoj delež. Tudi biomasa je kot vir električne energije v letu 2007 imela zanemarljiv delež. Vendar pa je potrebno dodati, da se je leta 2008 začelo sosežiganje lesne biomase v termoelektrarni Šoštanj, termoelektrarni Trbovlje ter termoelektrarni-toplarni Ljubljana. Biomasa se je pred tem uporabljala samo v industrijskih enotah soproizvodnje toplote in električne energije (Ministrstvo za okolje in prostor).

Kot sem že ugotovil, je tako kot v EU in državah članicah OECD tudi v svetovnem merilu največ električne energije proizvedene iz fosilnih goriv (vključuje premog, pline iz premoga, naftne derivate in naravni plin). Zanimivo pa je, da ima svetovno gledano hidroenergija večji pomen kot jedrska energija. Po količini proizvedene električne energije sledi proizvodnja iz odpadkov (les, lesni odpadki, ostali trdni odpadki, industrijski in gospodinjiski odpadki, biogoriva in tekoča biogoriva) ter sončna in vetrna energija (IEA, 2009). Iz ugotovljenega lahko najdemo vzporednico med razvitostjo države in strukturo proizvodnje električne energije. Razvitejše države dajejo namreč večji pomen jedrski energiji, obenem pa skušajo zmanjšati delež fosilnih goriv v proizvodnji električne

energije. Velik delež v razvitejših državah predstavlja tudi zemeljski plin. Potrdim lahko torej tudi hipotezo, in sicer da Slovenija glede na primerljivo razvite države nima optimalne strukture proizvodnje električne energije.

Scenarij IEA, ki sem ga uporabil že pri analizi prihodnje porabe, pa nam omogoča tudi pregled prihodnje proizvodnje in njene strukture. V scenariju, ki ga predvideva WEO, bo svetovna proizvodnja elektrike narasla iz 18.921 TWh v letu 2006 na 24.975 TWh do leta 2015 in na 33265 TWh do leta 2030. Največje povečanje bo v nečlanicah OECD, kjer bo proizvodnja električne energije v primerjavi s članicami do leta 2030 rasla hitreje za skoraj 50 % (IEA, 2008). Strukturno prihodnje proizvodnje prikazuje Slika 6.

Slika 6: Svetovna proizvodnja električne energije po gorivih v scenariju WEO



Vir: IEA, 2008.

Premog bo vse do leta 2030 ostal glavno gorivo za svetovno energetska proizvodnjo. Delež zemeljskega plina v skupni proizvodnji bo malenkost padel, kar se bo pokazalo v višjih cenah. Delež nafte v proizvodnji pade za 2 % do 2030, ker visoke cene nafte močno podražijo uporabe nafte za kurjavo. Jedrske energije (predpostavljeno, da se vladne politike ne spremenijo) so bo tržni delež zmanjšal iz 15 % na 10 % v letu 2030. Razlog za to je, da se proizvodna zmogljivost jedrskih elektrarn ne večja tako hitro kot povpraševanje po elektriki. Delež obnovljivih virov pa se bo znatno povečal, in sicer iz 18 % na 23 % do leta 2030 (IEA, 2008).

Na osnovi prikazov v tem poglavju lahko tako ugotovimo, da so za Slovenijo s strukturnega vidika proizvodnje električne energije primernejše investicije v nizkoogljične tehnologije. Trenutno ima Slovenija občutno prevelik delež proizvodnje električne energije iz premoga v primerjavi z ostalimi viri. Ostale razvite države sicer večinsko uporabljajo premog kot glavni vir za proizvodnjo električne energije, a je razmerje do nizkoogljičnih virov precej manjše. Slovenija torej iz strukturnega vidika in vidika primerjave z ostalimi državami potrebuje investicije v nizkoogljične tehnologije. Glede na investicije ostalih

držav so to predvsem obnovljivi viri energije, zemeljski plin in nadaljnje izkoriščanje hidroenergije. Premog bo sicer svetovno gledano še vedno najpomembnejše gorivo za proizvodnjo električne energije, a upoštevati je treba dejstvo, da bo tako ostalo predvsem na račun držav v razvoju. Razvite države, med katere štejem tudi Slovenijo, pa bodo investirale predvsem v obnovljive vire energije.

2.2 Investicije v zmogljivosti za proizvodnjo električne energije

Ker v diplomskem delu analiziram potrebe po investicijah v zmogljivosti za proizvodnjo električne energije v Sloveniji, je smiselno preveriti investicijsko dejavnost tudi v državah EU, članicah OECD in v svetu. Tako lahko primerjamo investicijske trende in ugotovimo, ali je Slovenija na pravi poti z vidika investiranja v zmogljivosti za proizvodnjo električne energije.

Evropski energetski program za oživitev (angl. *European Energy Programme for Recovery*, v nadaljevanju EEPO) izvira iz Evropskega načrta za oživitev gospodarstva, ki ga je Komisija sprejela 26. novembra 2008 kot odziv na ekonomsko in finančno krizo v Evropi. Ker se je finančna in ekonomska kriza razširila, so bili posegi z javnimi izdatki nujni za spodbujanje naložb v energetska omrežja in inovativno proizvodnjo energije iz obnovljivih energetskih virov ter za pospeševanje razvoja tehnologij za zajemanje in shranjevanje ogljikovega dioksida. Zaradi recesije je obstajala nevarnost, da bodo načrtovani projekti odloženi ali preklicani, kar bi ogrozilo zanesljivost oskrbe z energijo in kakovost oskrbe končnih uporabnikov v EU. EU se je vključila s predlogom svežnja dobro usmerjenih in ustreznih ukrepov, da bi pomagala povečati naložbe v energetskem sektorju. EEPO je finančni instrument, katerega splošni cilj je spodbuditev oživitve gospodarstva EU iz upada ob sočasnem približevanju EU k izpolnjevanju njenih ciljev energetske in podnebne politike. Glavni cilji so povečanje zanesljivosti in raznolikosti oskrbe z energijo, delovanje notranjega energetskega trga in zmanjšanje emisij toplogrednih plinov (Evropska komisija, 2010).

EU želi do leta 2020 doseči cilje, h katerim so se zavezale države članice, in sicer zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in porabe primarne energije za 20 % ter povečanje deleža energije iz obnovljivih virov v končni porabi energije za 20 %. EEPO obravnava te izzive s tremi podprogrami (Evropska komisija, 2010):

- Projekti plinske in električne infrastrukture,
- Energija iz vetrnih elektrarn na morju (OWE),
- Projekti zajemanja in shranjevanja ogljikovega dioksida (CCS).

Evropska komisija je v letu 2010 potrdila izbiro projektov, ki so bili prijavljeni na razpis in objavila razdelitev finančnih sredstev. 60 % vseh sredstev oziroma 2,365 milijarde evrov bodo prejeli projekti plinske in električne infrastrukture. Sledijo projekti zajemanja in shranjevanja ogljikovega dioksida, ki bodo prejeli nekaj več kot 26 % oziroma 1,05 milijarde evrov, projekti energije iz vetrnih elektrarn na morju pa bodo prejeli 14 % vseh

sredstev oziroma 565 milijonov evrov. Med izbranimi projekti je tudi slovenski projekt podjetja Geoplin plinovodi, ki bo dobil 40 milijonov € (Slovenska tiskovna agencija, 2010a).

Pri investicijah pa igra pomembno vlogo tudi Evropska investicijska banka (v nadaljevanju EIB). EIB kot banka EU uporablja svoja znanja in sredstva pri podpiranju investicij, ki uresničujejo cilje politik EU. EIB je ena največjih svetovnih finančnih institucij, vendar pa grede njena sredstva predvsem za podporo projektov v EU. Glavni cilji na področju energetskega investiranja so (EIB, 2010):

- Okoljska vzdržnost – zmanjšanje CO₂ emisij in čistejša energija za zmanjšanje negativnega učinka proizvodnje in porabe energije,
- Konkurenčnost oskrbe z energijo – glavno vodilo razvoja EU, ki poudarja pomen energije v moderni ekonomiji,
- Varnost ponudbe – zmanjšanje in raznolikost evropske odvisnosti od zunanjih dobaviteljev.

EIB je trajnostno, konkurenčno in zanesljivo energijo določila za enega ključnih ciljev svojih politik in precej okrepila svoja energetska vlaganja. Njena posojila na tem področju so se v zadnjih letih povečevala in leta 2009 dosegla 14,8 milijarde €, kar predstavlja 44 % povečanje glede na leto 2008. Za projekte obnovljive energije je v letu 2009 namenila 4,2 milijarde €, kar je za 2 milijardi € več kot leta 2008. Prav tako je skoraj podvojila posojila za projekte energetske učinkovitosti, ki so v letu 2009 dosegli 1,5 milijarde €. EIB posoja denar tudi za distribucijska omrežja ter za infrastrukturo, namenjeno prenosu in skladiščenju zemeljskega plina, s čimer prispeva k raznolikosti in zanesljivosti energetske oskrbe EU. EIB selektivno pristopa k financiranju proizvedene električne energije, ki povzroča velike izpuste ogljika. Tako lahko njena posojila dobijo le elektrarne na premog ali lignit, ki se gradijo namesto obstoječih elektrarn, uporabljajo najboljšo razpoložljivo tehnologijo, so sposobne zajema ogljika, poleg tega pa pri proizvodnji električne energije ustvarijo vsaj 20 % manj izpustov ogljika (EIB, 2009). EIB je zagotovila tudi 550 milijonov evrov posojila za investicijo v blok 6 Termoelektrarne Šoštanj, ki jo analiziram v zadnjem poglavju.

Za večino investicij v prihodnjih desetletjih se pričakuje, da bodo potekale prav v državah v razvoju. Vendar obstajajo znaki, ki kažejo, da finančni problemi zadržujejo investicije v mnogih državah, in s tem spodkopavajo možnosti za ekonomski razvoj in odpravljanje revščine. Za razliko od držav v razvoju v območju OECD financiranje ne bo največja ovira, temveč bo problem zadostnost vlaganja v zmogljivosti, izboljšanje kvalitete storitev in zagotavljanje zanesljivosti in varnosti ponudbe (OECD, 2006).

Ponudba električne energije je visoko kapitalna dobrina, kjer so investicije odvisne od pričakovanih prihodnjih povpraševanj. Napake v napovedovanju lahko vodijo v nepravilne investicijske odločitve. Dolgoročno gledano pa lahko vidimo, da so investicije premo

sorazmerne z ekonomsko aktivnostjo. Empirične analize so pokazale, da je povpraševanje po elektriki močno povezano z rastjo BDP. V preteklih 30 letih je globalna ekonomija rastla po 3,3 % letni stopnji, povpraševanje po električni energiji pa s 3,6 % letno stopnjo rasti. Vendar pa je pomembno tudi dejstvo, da se je razmerje med povpraševanjem po električni energiji in BDP v državah OECD zmanjšalo, medtem ko se je v ostalem svetu povečalo. Ta podatek prikazuje nasičenost v državah članicah OECD in dohitevanje revnejših držav v razvoju. Nekateri ostali dejavniki, ki vplivajo na povpraševanje po električni energiji in posledično na investicije, so starost in struktura prebivalstva, cena elektrike, okoljske in energetske politike, tehnologija in podnebne razmere (OECD, 2006).

Prav tako je pomemben dejavnik za investicije tudi cena električne energije. Cena namreč odraža stroške gradnje in stroške delovanja elektrarn, prenosnih in distribucijskih omrežij. Delež proizvodnih stroškov v celotnih stroških je različen med državami, vendar pa je navadno večji kot 50 %. Tudi cene fosilnih goriv lahko vplivajo na povpraševanje po električni energiji, saj ob višjih cenah fosilnih goriv elektrika postane relativno cenejša za končne porabnike (OECD, 2006).

3 Stroški proizvodnje električne energije glede na vrsto proizvodnje

To poglavje namenjam analizi stroškov proizvodnje električne energije glede na vrsto proizvodnje, saj strošek proizvodnje iz določenega vira z vidika investitorja močno vpliva na dobičkonosnost in izbiro samih investicij, hkrati pa determinira tudi višino cene za končne odjemalce električne energije. Poudariti je potrebno, da električna energija iz različnih virov ni popolni substitut. Posamezne tehnologije omogočajo namreč več ali manj prilagodljivosti. Tako so nuklearne elektrarne znane kot odličen vir proizvodnje pasovne električne energije; novejša premogovna so vse bolj elastična in se uporabljajo tako za proizvodnjo pasovne kot tudi trapezne energije; plinske elektrarne so zelo elastične in jih lahko uporabljamo za proizvodnjo pasovne, trapezne in konične energije, pod pogojem da imamo ustrezno plinsko infrastrukturo, ki takšno obratovanje dopušča; vodne elektrarne pa se najhitreje odzivajo, so pa povsem odvisne od količine vode in velikosti akumulacijskega jezera (Fabjan, 2007). Kljub vsem pa je v Sloveniji v primerjavi z EU in preostalim svetom dovolj maneverskega prostora za spremembe strukture virov.

V študiji *Predvideni stroški proizvodnje električne energije 2010* (angl. *Projected costs of generating electricity 2010*) je mednarodna skupina strokovnjakov, panožnih strokovnjakov in akademikov predstavila rezultate dela, ki so ga opravili v letu 2009. Računali so stroške proizvodnje električne energije iz jedrskih in termalnih elektrarn kot tudi iz mnogih obnovljivih tehnologij. Jedro študije je sicer analiza stroškov proizvodnje električne energije po državah, vendar pa je bila prvič predstavljena tudi analiza ključnih stroškovnih parametrov. Publikacija je odličen vir za primerjanje stroškov proizvodnje različnih tehnologij (IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD, 2010).

Na voljo so podatki iz 21 držav za 190 elektrarn, od tega 111 elektrarn iz 16-ih držav članic OECD (Avstrija, Belgija, Kanada, Češka, Francija, Nemčija, Madžarska, Italija, Japonska, Koreja, Mehika, Nizozemska, Slovaška, Švedska, Švica in ZDA), 59 elektrarn iz držav nečlanic (Brazilija, Rusija in Južna Afrika) in udeleženk industrije (ESAA – Avstralija, EDF – Francija, Euroelectric – EU, EPRI – ZDA) ter podatki za 20 kitajskih elektrarn, ki so trenutno v izgradnji. Za omenjene tehnologije se pričakuje, da bodo pričele komercialno obratovati do leta 2015. Izračuni so narejeni na osnovnem principu uravnoteženih povprečnih stroškov, ki uporabljajo diskontirano metodo denarnih tokov. Med najpomembnejše predpostavke spadajo realni diskontni stopnji (5 % in 10 %), cena goriva in prvič tudi cena CO₂, za katero je bila privzeta vrednost 30 USD/tCO₂. Študija je stroškovno definirala jedrsko, premogovno in plinsko tehnologijo ter vetrne elektrarne na kopnem (Žagar T. & Ploj T., 2010). Vsi rezultati študije so na voljo v omenjeni publikaciji, zaradi lažje predstavitve bistvenih podatkov za moje diplomsko delo, pa sem rezultate poenostavil in jih predstavljam v Tabelah 4 in 5. Tabeli prikazujeta uravnotežene stroške elektrike v dolarjih na MWh pri 5 % in 10 % diskontnih stopnjah. Prvi stolpec predstavlja različne vrste tehnologije, nato pa stolpci po vrsti predstavljajo deleže investicijskih stroškov, stroška goriva, stroškov obratovanja in vzdrževanja ter stroškov z izpusti CO₂. Zadnji stolpec pa predstavlja uravnotežene povprečne stroške za posamezno tehnologijo.

Tabela 4: Uravnoteženi stroški elektrike v ameriških dolarjih na MWh pri 5 % diskontni stopnji

| Vrsta tehnologije | Delež investicijskih stroškov | Delež stroška goriva | Delež stroškov O&V | Delež stroškov CO ₂ | Strošek (USD/Mwh) |
|--------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------------|-------------------|
| Jedrsko | 60 | 24 | 16 | 0 | 29 - 82 |
| Premogovna | 28 | 30 | 9 | 33 | 54 - 120 |
| Plinska | 12 | 70 | 6 | 12 | 67 - 105 |
| Vetrna (na morju) | 73 | 0 | 27 | 0 | 101 - 188 |
| Vetrna (na kopnem) | 77 | 0 | 23 | 0 | 48 - 163 |

Vir: IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD, 2009, lastna priredba.

Tabela 5: Uravnoteženi stroški elektrike v ameriških dolarjih na MWh pri 10 % diskontni stopnji

| Vrsta tehnologije | Delež investicijskih stroškov | Delež stroška goriva | Delež stroškov O&V | Delež stroškov CO2 | Strošek (USD/Mwh) |
|--------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Jedrska | 75 | 9 | 15 | 0 | 42-137 |
| Premogovna | 42 | 23 | 8 | 27 | 67 - 142 |
| Plinska | 16 | 67 | 5 | 11 | 76 - 120 |
| Vetrna (na morju) | 80 | 0 | 20 | 0 | 146 - 261 |
| Vetrna (na kopnem) | 87 | 0 | 13 | 0 | 70 - 234 |

Vir: IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD, 2009, lastna priredba.

3.1 Jedrska tehnologija

Prednost jedrske tehnologije je, da je njena kapaciteta sposobna proizvesti znatne količine nizkoogljicne elektrike ob časovno stabilnih stroških. Slabosti pa so visoka kapitalna tveganja in dolgoročna gradnja infrastrukture. Problemi jedrske tehnologije pa so tudi skladišča radioaktivnih odpadkov, splošna varnost in problematika jedrskega orožja. Stroški jedrskih elektrarn močno variirajo med državami, saj so odvisni od nacionalnih pogojev in pomanjkanja gradbenih izkušenj v mnogih državah OECD. V študiji se stroški gibljejo med 1600 in 5900 USD/kWe, medianska vrednost pa je 4100 USD/kW. Pri 5 % diskontni stopnji se stroški gibljejo v razponu med 29 USD/MWh (Koreja) in 82 USD/MWh (Madžarska). Investicijski stroški³ predstavljajo daleč največji delež celotnih stroškov in sicer 60 % v povprečju. Stroški obratovanja in vzdrževanja predstavljajo 24 % in stroški gorivnega cikla okoli 16 %. Pri 10 % diskontni stopnji pa znašajo proizvodnje električne energije iz jedrske tehnologije med 42 USD/MWh (Koreja) in 137 USD/MWh (Švica). Delež investicije v celotnih stroških znaša kar 75 %, stroški obratovanja in vzdrževanja 15 % in stroški gorivnega cikla 9 % (IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD, 2010).

3.2 Premogovna tehnologija

Prednost premogovne tehnologije je ekonomska konkurenčnost v primeru, da se ne upošteva cena izpustov ogljika in ostalih okoljskih stroškov. To velja še posebej za

³ Investicijski stroški vključujejo lastnikove stroške, EPC (inženirstvo, nabava in gradnja), nepredvidljive dogodke in obresti med izgradnjo. Stroški gradnje pa ne upoštevajo obresti med samo izgradnjo.

področja, kjer je premog poceni in kjer je možno proizvajati električno energijo blizu rudnikov. Vendar pa je ta prednost izrazito zmanjšana, ko se pojavijo znatni stroški transporta ali pa vključimo stroške izpustov ogljika. Visoka verjetnost bolj splošnega zaračunavanja izpustov ogljika in strožjih lokalnih okoljskih standardov pa drastično zmanjšajo začetno stroškovno prednost. Stroški zajemanja ogljika, ki jih predvideva študija, znašajo med 10 in 15 USD/MWh. Potrebno pa je upoštevati dejstvo, da dokler zadostno število elektrarn ne bo uporabljalo tega sistema, je ta ocena zgolj predvidevanje. Večina premogovnih elektrarn v državah OECD ima investicijske stroške med 900 in 2800 USD/kWe za tovarne brez zajema ogljika, medtem ko imajo tovarne z tehnologijo zajetja ogljika stroške med 3223 in 6268 USD/kWe. Čas gradnje premogovne elektrarne pa traja približno 4 leta za večino tovarn (IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD, 2010).

Pri ceni premoga 30 USD/t je v nižjem diskontnem razredu za tovarne brez zajetja najbolj pomemben faktor strošek CO₂. V primeru elektrarn z zajetjem ogljikovih izpustov pa so ključni dejavnik strošek investicije. V višjem diskontnem razredu pa so najpomembnejši skupni investicijski stroški, katerim sledijo stroški gradnje. To velja tako za tovarne z kot brez zajetja ogljikovih izpustov. Pri 5 % diskontni stopnji so stroški proizvodnje med 54 USD/MWh (Avstralija) in 120 USD/MWh (Slovaška) za obe vrsti premogovnih elektrarn. V povprečju investicijski stroški predstavljajo 28 %, stroški obratovanja in vzdrževanja 9 % in CO₂ približno eno tretjino vseh stroškov. Pri 10 % diskontni stopnji pa so stroški med 67 USD/MWh (Avstralija) in 142 USD USD/MWh (Slovaška). Investicijski stroški predstavljajo tu 42 % skupnih stroškov, obratovanje in vzdrževanje 8 % in stroški s CO₂ 27 % (IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD, 2010).

3.3 Plinske tehnologije

Velika prednost plinskih elektrarn je njihova fleksibilnost in manjše finančno tveganje ter nižje okoljske dajatve v primerjavi s premogovnimi tehnologijami. Po drugi strani pa velik strošek predstavlja cena energenta, ki je v nekaterih regijah tudi predmet zanesljivosti oskrbe. Za plinske tehnologije brez zajetja ogljikovih izpustov je študija pokazala, da znašajo stroški gradnje med 520 in 1800 USD/kWe. V vseh državah, ki so sodelovale v študiji, so investicijski stroški v plinskih tehnologijah nižji kot v premogovni in jedrski. Prav tako se gradijo izredno hitro, v večini primerov že v 2 ali 3 letih. Tudi stroški obratovanja in vzdrževanja so znatno nižji kot pri premogovnih ali jedrskih elektrarnah (IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD, 2010).

Pri 5 % diskontni stopnji so stroški plinskih elektrarn v OECD državah med 67 USD/MWh (Avstralija) in 105 USD/MWh (Italija). V povprečju investicijski stroški predstavljajo le okoli 12 % vseh stroškov, medtem ko obratovanje in vzdrževanje 6 % ter CO₂ 12 %. Največji delež predstavlja strošek goriva, in sicer kar 70 %. Posledično je cena plina glavni faktor v ocenjenih stroških elektrike iz plinskih elektrarn. Pri 10 % diskontni stopnji stroški proizvodnje električne energije iz plinskih elektrarn v OECD državah znašajo med 76

USD/MWh (Avstralija) in 120 USD/MWh (Italija). Med 5 % in 10 % diskontno stopnjo ni bistvene razlike zaradi nizkih investicijskih stroškov in kratkih gradbenih obdobj. Tako tudi pri 10 % diskontni stopnji največji delež predstavlja strošek goriva, in sicer 67 % celotnih stroškov. Investicijski stroški znašajo 16 %, obratovanje in vzdrževanje 5 % in lokalne okoljske dajatve 11 % (IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD, 2010).

3.4 Vetrne elektrarne na kopnem

V publikaciji Predvideni stroški električne energije 2010 so prvič med potencialne konkurenčne vire električne energije uvrstili tudi vetrne elektrarne na kopnem. Na podlagi močnih vladnih ukrepov vetrne elektrarne na kopnem zmanjšujejo konkurenčno vrzel do ostalih tehnologij. Njihova slabost ostaja raznolikost in nepredvidljivost, kar lahko povzroči višje stroške sistema, kot so stroški izgradnje elektrarne, kar pa je mogoče reševati z različno geografsko postavitvijo in ustrezno kombinacijo ostalih tehnologij. Podatki, ki so bili na voljo za študijo, so pokazali, da trenutno vetrne elektrarne na kopnem niso konkurenčne konvencionalnim termo in jedrskim elektrarnam. Mnoge obnovljive tehnologije še niso v zreli fazi, vendar pa se bodo njihovi stroški zmanjšali v naslednjem desetletju. Podobno kot pri jedrski tehnologiji, so tudi pri obnovljivih virih variabilni stroški po izgradnji stabilni (IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD, 2010).

Za vetrne elektrarne na kopnem so stroški izgradnje elektrarne med 1900 in 3700 USD/kWe, čas gradnje pa je med 1 in 2 letoma za večino primerov. Vetrne in sončne elektrarne so zelo občutljive na količnik obremenitve in ne toliko na stroške gradnje, ne glede na diskontno stopnjo. Za razliko od jedrskih in termo elektrarn, kjer je bil količnik obremenitve privzet 85 %, je bila za obnovljive vire vzeta vrednost značilna za specifično elektrarno. Pri 5 % diskontni stopnji je strošek vetrne elektrarne na kopnem med 48 USD/MWh (ZDA) in 163 USD/MWh (Švica) in med 101 USD/MWh (ZDA) in 188 USD/MWh (Belgija) za vetrne elektrarne na morju. Delež investicijskih stroškov je 77 % za kopenske in 73 % za vetrne elektrarne na morju. Pri 10 % diskontni stopnji pa so stroški vetrne elektrarne na kopnem med 70 USD/MWh (ZDA) in več kot 234 USD/MWh (Švica). Za vetrne elektrarne na morju pa med 146 USD/MWh (ZDA) in 261 USD/MWh (Belgija). Delež investicijskih stroškov je 87 % za kopenske in 80 % za vetrne elektrarne na morju (IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD, 2010).

3.5 Primerjava stroškov opisanih tehnologij

Eden izmed najpomembnejših dejavnikov izbire med viri za proizvodnjo električne energije je brez dvoma diskontna stopnja, ki kaže strošek financiranja investicije. Pri 5 % diskontni stopnji se izkaže, da je cenejša energija, ki povzroča malo ogljikovih izpustov, kot sta npr. jedrska in plinska tehnologija. Situacija pa se spremeni pri 10 % diskontni stopnji, kjer v določenih evropskih državah postanejo konkurenčne tudi premogovne tehnologije.

Zanimivo je primerjati tudi strukturo stroškov. Pri premogovni tehnologiji v nižjem diskontnem razredu največji delež predstavlja strošek ogljika (približno tretjino vseh stroškov), medtem ko v višjem prevladuje strošek investicije in gradnje. Pri jedrski tehnologiji pa daleč največji delež celotnih stroškov predstavlja investicija, in sicer pri 5 % diskontni stopnji 60 % in pri 10 % kar 75 % vseh stroškov.

Primerjave pripeljejo do dejstva, da nobena tehnologija ni absolutno boljša od drugih. Obstajajo relativne prednosti, ki pa ne določajo najcenejšega vira električne energije. Investitor, ki bo pripravljen investirati v energetske infrastrukture, bo torej upošteval veliko dejavnikov, ki bodo izoblikovali najugodnejšo in najučinkovitejšo rešitev v danem trenutku. Seveda pa so investicije v zmogljivosti za proizvodnjo električne energije ogromne in ne temeljijo samo na stroškovnih izračunih, temveč tudi na mnogih političnih in gospodarskih dejavnikih, ki lahko močno vplivajo na izbiro le-te.

4 Presoja investicij v TEŠ 6 in NEK 2

V prvem poglavju smo pokazali, da se uvozna odvisnost električne energije Slovenije povečuje. V prihodnosti se nam po napovedih (Eles, 2009) obeta 20 % uvozna odvisnost in že sam podatek razloži nujnost investicij v nove zmogljivosti proizvodnje električne energije. Problem predstavlja tudi iztrošenost dosedanjih zmogljivosti. Vsem največjim slovenskim proizvajalcem električne energije razen Termoelektrani Šoštanj in hidroelektrarnam se namreč življenjska doba izteče v roku 15 let. Zato je to poglavje namenjeno dvema največjima investicijama v elektroenergetskem sektorju, ki se obetata v Sloveniji. Medtem ko je projekt TEŠ 6 že potrjen s strani vlade, drugi blok jedrske elektrarne še čaka na potrditev. Odločitev o NEK 2 mora biti s strani vlade sprejeta do konca leta 2010.

V nadaljevanju sta analizirani obe investiciji s stroškovnega vidika in z ostalih ključnih vidikov za primerjavo. Stroškovna primerjava je, kot sem omenil že na koncu prejšnjega poglavja, odvisna od veliko dejavnikov. Oba tipa proizvodnje električne energije bom poizkusil primerjati glede na parametre, ki so bili uporabljeni tudi v študiji Predvideni stroški proizvodnje električne energije 2010 (IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD, 2010). Tabela 6 prikazuje primerjavo stroškovne cene obeh investicij. V prvi stolpec sta uvrščeni obe analizirani investiciji. Prvi strošek je strošek same investicije v €/kWe, sledijo pa strošek goriva, obratovanja in vzdrževanja, izpustov ogljikovega dioksida in ostalih stroškov, vsi v €/MWh. Zadnji stolpec pa prikazuje stroškovno ceno obeh investicij, prav tako v €/MWh. Potrebno je poudariti, da so podatki le ocene in se bodo lahko v realnosti močno razlikovali od prikazanih.

Tabela 6: Primerjava stroškovne cene električne energije iz NEK 2 in TEŠ 6

| Investicija | Investicija | Gorivo | O&V | CO ₂ | Ostali stroški | Strošek |
|-------------|-------------|--------|------|-----------------|----------------|--------------|
| NEK 2 | 2500 - 3000 | ? | ? | 0 | ? | 40 |
| TEŠ 6 | 1900 | 19,4 | 2,58 | 22,96 | 20,96 | 65,90 |

4.1 NEK 2

NEK 2 naj bi po oceni mednarodne jedrske organizacije imel neto proizvodno zmogljivost med 1100 in 1600 MWe (sedanji ima na pragu moči 696 MWe), investicija pa naj bi bila vredna med 2500 in 3000 EUR/kWe, oziroma med 3,5 in 7 milijardami evrov. Gorivni cikel jedrske elektrarne se bo z novim blokom podaljšal iz sedanjih 18 mesecev na 24 mesecev, poleg tega pa bo velika prednost tudi to, da bo iztrošeno gorivo reciklirala in ga ponovno uporabila. Če bo odločitev o gradnji NEK 2 sprejeta, bodo priprave na razpis stekle v letih 2011–2013, gradnja bi se lahko začela leta 2015, NEK 2 pa bi z obratovanjem lahko začela leta 2020. Življenjska doba bloka bo 60 let, z možnostjo podaljšanja za 20 let (Slovenska tiskovna agencija, 2009).

Podatek o strošku razgradnje drugega bloka jedrske elektrarne še ni na voljo, a kot je razvidno iz študije iz tretjega poglavja, le-ta ni ključen pri ceni električne energije, prav tako pa se med obema vrstama proizvodnje ne razlikuje močno. Prezgodaj je tudi za ocene stroška gorivnega cikla ter obratovanja in vzdrževanja. Glede slednjega lahko sicer predvidevamo, da bodo nastale določene stroškovne sinergije zaradi enake lokacije in izkušenj z vzdrževanjem in obratovanjem.

Vsi omenjeni parametri do sedaj posredno ali neposredno določajo lastno ceno električne energije iz jedrske tehnologije. Primerjava stroškovnih cen pa je ključna za potrditev ali zavrnitev stroškovnega dela hipoteze o najboljši tehnologiji za proizvodnjo električne energije v Sloveniji. Glede na nekatere napovedi naj bi cena megavatne ure elektrike stala od 25 do 30 evrov, z vsemi stroški naložbe pa bi cena megavatne ure elektrike iz NEK 2 znašala 40 evrov (Tavčar, 2009).

4.2 TEŠ 6

Poglejmo si še analizo investicije v TEŠ 6. Ker je izgradnja šestega bloka termoelektrarne Šoštanj že potrjena s strani vlade, je na voljo več ocen in predvidevanj glede stroškov. Proizvodna zmogljivost TEŠ 6 bo 545,5 MWe, kar je le polovica zmogljivosti manjše variante novega reaktorja nuklearke. Z novim blokom se bo lahko nadomestila skoraj

celotna dosedanja proizvodnja električne energije iz Termoelektrarne Šoštanj, ki znaša 779 MWe (Termoelektrarna Šoštanj, 2010).

Kot je predvideno že v prejšnjem poglavju, se sedaj tudi v praksi pokaže, da je strošek investicije precej manjši pri termoelektrarni kot pri jedrski elektrarni. Strošek investicije v TEŠ 6 namreč znaša 1900 EUR/kWe. Razlika v strošku investicije bi bila še višja, če bi bil strošek investicije tak, kot je bil pričakovan leta 2003, ko so se v Šoštanju začeli pripravljati na projekt. Predviden je bil namreč strošek 1000 EUR/kWe. Razlika je nastala zaradi spleta različnih okoliščin, saj je bila pogodba podpisana v času, ko so cene elektrarn v Evropi dosegle zgodovinski višek. Tako je direktor elektrarne junija 2008 z Alstomom podpisal več kot 1,3 milijarde vredno pogodbo. Ker so junija 2008 nekatere cene elektrarn dosegle vrhunec, se je mnogo držav odločilo, da pogodbe odpove, in tako ne investira v nove projekte, pa čeprav je bilo to povezano z izgubo že vplačanih jamstev. V Termoelektrarni Šoštanj utemeljujejo svojo odločitev o podpisu pogodbe z razlago, da so se bali nadaljnjih dvigov cen in tako želeli čim prej skleniti pogodbo. V poročilu o TEŠ 6, ki ga je napisala finska družba Pöyry za Evropsko banko za obnovo in razvoj, pa so zapisane pripombe še na omejenost konkurence. V Šoštanju so namreč že v postopku razpisa dosegli, da sta od sprva 16 prijavljenih družb na koncu ostali le še dve, to sta bili Siemens-Hitachi in Alstom. Nato so, kot omenja poročilo Evropske banke za obnovo in razvoj, naredili napako. Cene, ki sta jih ponudila Siemens in Alstom, namreč niso bile dokončne, kot so sprva predvidevali. Spremenljivost cene je povzročila, da se je po dogovarjanjih o podrobnostih cena dvignila še za približno 30 odstotkov, s 654 milijonov na skoraj 800 (Mekina, 2010).

Naslednja spremenljivka, ki determinira ceno električne energije je gorivo. Nekatere napovedi pravijo, da naj bi se stroški premoga v prihodnje celo zmanjševali. Na spletni strani Termoelektrarne Šoštanj za delovanje 6. bloka napovedujejo ceno 23,18 EUR/t premoga oz. 2,25 EUR/GJ. Pojavlja pa se problem zalog premoga. Velenjski rudnik naj bi namreč imel na voljo še nekaj manj kot 132 milijonov ton premoga. To razloži strategijo Termoelektrarne Šoštanj, ki bo po letu 2014, ko naj bi se blok 6 zagnal, izklopila blok 4, blok 5 pa bo hladna rezerva (uporaba manjša kot 40 %). Poleg tega bo blok 6 od leta 2030 proizvodnjo znižal iz 3500 GWh na 2400 GWh. Direktor TEŠ je ob tem podatku dodal, da bo leta 2025 nujno potreben še en objekt tipa NEK (Mekina, 2010).

Študija Predvideni stroški električne energije 2010 pa poleg stroška same investicije pokaže tudi pomembnost stroškov s CO₂. Na elektronski strani Termoelektrarne Šoštanj je zapisano, da bo blok 6 pri enaki količine proizvedene energije emitiral v okolje za 35 odstotkov manj CO₂ kot trenutni bloki elektrarne. V okolje naj bi že leta 2015 spuščali 55 % manj žveplovih oksidov ter za 50 % manj dušikovih oksidov kot v letu 2008. To po mnenju direktorja HSE presega zahteve Kjotskega protokola in zahteve evropskega energetskega podnebne pakta.

Čeprav stroški obratovanja in vzdrževanja po študiji ne predstavljajo večjega deleža v strukturi stroškovne cene (približno 10 %), pa jih je potrebno vsaj omeniti. Natančnih ocen glede stroškov obratovanja in vzdrževanja še ni, so pa ocene posameznikov, povezanih s projektom, ki pravijo da TEŠ 6 ne bo unikatna enota, in zato naj stroški vzdrževanja ne bi bili zelo veliki (Tavčar, 2010).

Kot sem omenil že pri analizi stroškov NEK 2, tudi tu vsi omenjeni dejavniki vplivajo na stroškovno ceno električne energije. In za zdaj najbolj zanesljivo oceno cene električne energije iz bloka 6 je podal minister Križanič v svojem odgovoru poslanskem vprašanju Andreja Vizjaka. V odgovoru je opisal tudi strukturo cene, ki nekako povezuje moje sedanje ugotovitve. Pravi, da naj bi bila skupna cena 65,90 evrov na megavatno uro. Cena premoga bi predstavljala 19,4 evra, stroški vzdrževanja 2,58 evra, stroški financiranja 8,88 evra, stroški CO₂ kupona 22,96 evra, amortizacija 7,22 evra in ostali stroški 4,86 evra na megavatno uro. Te napovedi potrjujejo ugotovitve študije, ki sem jo opisal v tretjem poglavju in prikazujejo značilno strukturo cene električne energije iz premogovne tehnologije.

4.3 Primerjava NEK 2 in TEŠ 6

Analiza obeh investicij omogoča primerjavo stroškovne cene proizvodnje električne energije. Za nižjo se izkaže pri NEK 2, ki bo od TEŠ 6 cenejši za kar 25 EUR/MWh. Ta podatek sedaj še v praksi potrjuje hipotezo, ki sem jo delno potrdil že v tretjem poglavju, in sicer da so za Slovenijo primernejše investicije v nizkoogljico tehnologijo.

Investiciji pa je potrebno primerjati še z drugih vidikov. Ko primerjamo lastnosti tehnologij obeh investicij v zmogljivosti proizvodnje električne energije, ugotovimo da absolutno boljše tehnologije ni. Prednosti jedrske tehnologije so, da je njena kapaciteta sposobna proizvesti znatne količine nizkoogljicne elektrike ob časovno stabilnih stroških. Po drugi strani pa so prednosti premogovne tehnologije ekonomska konkurenčnost v primeru, da se ne upošteva cene izpustov ogljika in ostalih okoljskih stroškov.

Pomemben dejavnik je tudi pomen obeh investicij za bližnjo okolico in državo. NEK 2 bo brez dvoma med izgradnjo in tudi kasneje med obratovanjem zagotavljal več tisoč delovnih mest. V projektiranje, gradnjo ter proizvodnjo in montažo opreme se bodo lahko vključevala tudi naša podjetja. Vse to bo imelo pozitivne učinke na razvoj in konkurenčnost slovenskega gospodarstva (Slovenska tiskovna agencija, 2010b). Tudi gradnja novega bloka Termoelektrarne Šoštanj bo prinesla velike koristi lokalnim skupnostim z okoljskega, gospodarskega in družbenega vidika ter bo pozitivno vplivala na trajnostni razvoj Šoštanja in Šaleške doline. Pri gradnji bo sodelovalo več slovenskih podjetij. Prav tako pa bodo tudi izvajalci vzdrževalnih in drugih del v letih obratovanja različna slovenska podjetja. Zato bo učinek pozitiven za slovensko gospodarstvo (Termoelektrarna Šoštanj, 2010).

Zastaranost elektrarn je prav tako dejavnik, ki vpliva na izbiro investicij. Kot sem omenil že v prvem poglavju, se v roku 15 let večini največjim slovenskim proizvajalcem električne energije izteče življenjska doba. Investiciji v nova bloka obeh največjih elektrarn tako predstavljata velik nadomestek za odslužene elektrarne. NEK 2 bi nadomestil sedanjega, ki bo prenehal delovati leta 2023 (v primeru, da ne pride do podaljšanja življenjske dobe), TEŠ 6 pa zastarele in ekonomsko nerentabilne bloke 1, 2, 3, 4 in 5.

Pomemben vidik, o katerem sem govoril že v prejšnjih poglavjih, pa je tudi primernost za trenuten elektrosistem Slovenije. Previsok delež premoga v proizvodnji električne energije je razlog, da so za Slovenijo primernejše investicije v nizkoogljične tehnologije, torej v NEK 2. To je tudi v skladu z investicijsko dejavnostjo ostalih razvitih držav, kjer jedrska tehnologija v zadnjem času zopet pridobiva na pomenu.

Z ostalih vidikov je torej težko izbrati boljšo investicijo. NEK 2 in TEŠ 6 sta namreč projekta, ki sta potrebna za slovensko gospodarstvo in se zato težko izključujeta. Vseeno pa lahko tretjo hipotezo potrdim. Iz vseh preučevanih vidikov so za Slovenijo namreč najprimernejše investicije v nizkoogljične tehnologije.

Sklep

Nemotena oskrba z električno energijo je, kot sem zapisal že v uvodu, izjemno pomemben pogoj za naš vsakdanjik. Države po celem svetu iščejo rešitve, ki bi omogočale nemoteno in zanesljivo oskrbo z električno energijo. Zavedajo se namreč, da velika uvozna odvisnost ni dolgoročna rešitev in potrebe po električni energiji lahko zagotovijo le z zadostno samostojno proizvodnjo električne energije. V diplomskem delu sem to aktualno problematiko predstavil na primeru Slovenije. Analiziral sem namreč potrebe po investicijah v zmogljivosti za proizvodnjo električne energije v Sloveniji.

Analiza bilance električne energije je pokazala, da je proizvodnja po pogodbeno oddanem deležu iz NEK Hrvaški v letu 2009 znašala 12998,7 GWh. Največji delež prispevajo termoelektrarne in termoelektrarne-toplarne, sledijo hidroelektrarne in jedrske elektrarne. Poraba je v letu 2009 presegala proizvodnjo za 102,7 GWh in tako znašala 12558 GWh. Razliko med proizvodnjo in porabo je Slovenija morala uvoziti. Iz študije Eles in s primerjavo z EU in ostalim svetom sem ugotovil, da se nam v prihodnosti obeta še višja uvozna odvisnost. Tako sem potrdil hipotezo, da v Sloveniji potrebujemo nove zmogljivosti za proizvodnjo električne energije.

V nadaljevanju sem se osredotočil na Evropo, države OECD in preostali svet. Ugotovil sem, da v vseh analiziranih regijah oz. skupnostih v proizvodnji električne energije prevladuje premog. Problematično pa je dejstvo, da v Sloveniji premog znatno presega delež ostalih virov. Zanimivo je, da ima hidroenergija v Sloveniji večji pomen pri

proizvodnji električne energije kot jedrska energija. Zaskrbljujoč pa se mi je zdel tudi podatek o majhnih deležih proizvodnje električne energije iz zemeljskega plina, biomase in vetrne energije. Ugotovil sem, da razvitejše države dajejo večji pomen jedrski energiji, obenem pa skušajo zmanjšati delež fosilnih goriv v proizvodnji električne energije. Velik delež v razvitejših državah predstavlja tudi zemeljski plin. Na osnovi tega sem tako ugotovil, da Slovenija glede na primerljivo razvite države nima optimalne strukture proizvodnje električne energije. Na podlagi študije WEO, ki napoveduje prihodnje trende v svetovni proizvodnji električne energije in je za leto 2030 napovedala, da bo premog ostal glavno gorivo za svetovno energetska proizvodnjo, delež zemeljskega plina bo padel, jedrski energiji se bo tržni delež zmanjšal, delež obnovljivih virov pa se bo močno povečal, sem potrdil mojo domnevo, da so za Slovenijo s strukturnega vidika primernejše investicije v nizkoogljicne tehnologije za proizvodnjo električne energije.

Z vidika primerjave stroškov proizvodnje električne energije ugotavljam, da je pri nižji diskontni stopnji cenejša energija, ki povzroča malo ogljikovih izpustov, kot sta npr. jedrska in plinska tehnologija. Situacija pa se spremeni pri 10 % diskontni stopnji, kjer se v nekaterih evropskih državah za cenejšo izkaže premogovna tehnologija. Do določenih zaključkov sem prišel tudi pri primerjanju struktur stroškov. Pri premogovni tehnologiji v nižjem diskontnem razredu največji delež predstavlja strošek ogljika (približno tretjino vseh stroškov), medtem ko v višjem prevladuje strošek investicije in gradnje. Pri jedrski tehnologiji pa daleč največji delež celotnih stroškov predstavlja investicija, in sicer pri 5 % diskontni stopnji 60 % in pri 10 % kar 75 % vseh stroškov. Glavna ugotovitev tega poglavja je, da nobena tehnologija ni absolutno boljša od drugih.

Zadnje poglavje sem namenil aktualni temi v Sloveniji, in sicer primerjavi investicij NEK 2 in TEŠ 6. Primerjal sem podobne parametre, kot so jih v študiji, ki sem jo uporabil v tretjem poglavju. Prišel sem do zaključka, da je z vidika stroškovne cene električne energije jedrska tehnologija ugodnejša. Stroškovni del tretje hipoteze je bil tako potrjen, saj so za Slovenijo s stroškovnega vidika primernejše investicije v nizkoogljicne tehnologije. Prednost jedrske tehnologije je tudi, da je njena kapaciteta sposobna proizvesti znatne količine nizkoogljicne elektrike ob časovno stabilnih stroških. Po drugi strani pa so prednosti premogovne tehnologije ekonomska konkurenčnost, v primeru da se ne upošteva cene izpustov ogljika in ostalih okoljskih stroškov. Obe investiciji imata velik pomen tudi za razvoj okolice in države. Prav tako pa nova bloka dveh največjih elektrarn predstavljata velik nadomestek za odslužene elektrarne. Pomemben vidik, o katerem sem govoril že v prejšnjih poglavjih, pa je tudi primernost za trenutni elektrosistem Slovenije. Previsok delež premoga v proizvodnji električne energije priča o tem, da je za Slovenijo primernejša investicija v NEK 2. Pereč svetovni problem onesnaženosti okolja namreč spodbuja nizkoogljicne tehnologije, kar pa TEŠ 6 zagotovo ni. Iz vseh ostalih vidikov investicij hipoteze ni bilo mogoče potrditi, saj sta tako NEK 2 kot TEŠ 6 projekta, ki sta potrebna za slovensko gospodarstvo in se zato težko izključujeta.

Literatura in viri

1. de Corti, B. (27. januar 2009). Kako zadostiti energetske lakoto. *Večer*. Najdeno 7. julija 2010 na spletnem naslovu <http://www.vecer.com/clanek20090127005400569>.
2. EIB. (2010). *The EIB and renewable energy*. Luxemburg: EIB.
3. EIB (2009). *Letno poročilo skupine EIB 2009 - Poročilo o dejavnosti in družbeni odgovornosti*. Luxemburg: EIB.
4. *Electricity production statistics - Statistics explained*. Najdeno 6. julija 2010 na spletnem naslovu http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Electricity_production_statistics.
5. Eles. (2009). *Ocena zadostnosti proizvodnih virov električne energije in zadostnosti prenosnega omrežja v republiki Sloveniji za obdobje 2007–2011*. Eles.
6. Eurostat. (2008). *Europe in figures – Eurostat yearbook 2009*. Luxemburg: Eurostat.
7. Evropska komisija. (2010). *Poročilo Komisije Svetu in Evropskemu parlamentu o izvajanju Evropskega energetskega programa za oživitev*. Brussels: Evropska komisija.
8. Fabjan, D. (2007). *Investicije energetske družbe v pogojih odprtega trga električne energije*. Krško.
9. Hozjan, V. (29. marec 2010). V Sloveniji še 65 % neizkoriščenega vodnega potenciala, MOP izrgadnjo ostavlja. *Energetika.net*. Najdeno 6. septembra 2010 na spletnem naslovu <http://www.energetika.net/novice/clanki/v-sloveniji-se-65-odstotkov-neizkoriscenega-vodnega-potencia>.
10. IEA. (2009). *Electricity information 2009*. Paris: IEA.
11. IEA. (2008). *World energy outlook*. Paris: IEA.
12. IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD. (2010). *Projected costs of generating electricity 2010*. Paris: IEA, Agencija za jedrsko energijo & OECD.
13. Mekina, B. (16. julij 2010). Kam je šla pamet? *Mladina*, str. 8–17.
14. Ministrstvo za gospodarstvo. (2009). *Energetska bilanca Republike Slovenije za leto 2009*. Sektor za ekonomske analize in statistiko v energetiki. Maribor: Ministrstvo za gospodarstvo Republike Slovenije.
15. Ministrstvo za okolje in prostor. (b.l.). *Proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov energije*. Agencija Republike Slovenija za okolje. Najdeno 6. septembra na spletnem naslovu http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=273.
16. OECD. (2006). *Infrastructure to 2030 - telecom, land transport, water and electricity*. Paris: OECD.
17. Slovenska tiskovna agencija. (22. oktober 2009). Gen energija: Nek 2 priložnost za nadaljni razvoj Slovenije. *Slovenska tiskovna agencija*. Najdeno 4. avgusta 2010 na spletnem naslovu <http://www.sta.si/vest.php?s=s&id=1440103>.
18. Slovenska tiskovna agencija. (5. marec 2010a). Brusel potrdil izbrane energetske projekte za oživitev gospodarstva EU. *Vladni portal z informacijami o življenju v Evropski uniji*. Najdeno 8. junija 2010 na spletnem naslovu

<http://www.evropa.gov.si/si/vsebina/novica/select/energetika/news/bruselj-potrdil-izbrane-energetske-projekte-za-ozivitev-gospodarstva-eu/fc55006a8b/>.

19. Slovenska tiskovna agencija. (14. marec 2010b). NEK 2 bi lahko ogrevala slovenska mesta. *Finance*. Najdeno 3. avgusta 2010 na spletnem naslovu <http://www.finance.si/274016/NEK-2-bi-lahko-ogrevala-slovenska-mesta>.
20. Termoelektrarna Šoštanj. (19. avgust 2010). *Projekt blok 6*. Najdeno 16. avgusta 2010 na spletnem naslovu <http://www.te-sostanj.si/default.asp?id=101>.
21. Tavčar, B. (22. oktober 2009). Čas za razmislek: proizvodnja drage ali poceni elektrike, v TEŠ 6 ali NEK 2. *Delo*, str. 10.
22. Tavčar, B. (15. julij 2010). Študija EBRD podpira TEŠ 6. *Delo*, str. 3.
23. Žagar T. & Ploj T. (26. maj 2010). *Foratom*. Najdeno 2. avgusta 2010 na spletnem naslovu <http://www.foratom.si/novice.html?NewsId=73>.

Priloge

Kazalo prilog

| | |
|---|----------|
| <i>Priloga 1: Metodologija referenčnega scenarija WEO</i> | <i>2</i> |
| <i>Priloga 2: Bilanca električne energije Slovenije.....</i> | <i>3</i> |

Priloga 1: Metodologija referenčnega scenarija WEO

- Referenčni scenarij upošteva vladne politike in ukrepe, ki so bili sprejeti do sredine leta 2008, tudi če niso bile še dokončno sprejete. Verjetne, potencialne in tudi možne politike niso upoštevane. Veliko držav subvencionira energijo in za večino od njih velja, da imajo politike, ki bodo postopoma zmanjševale subvencije, in to dejstvo se upošteva v scenariju.
- Svetovno prebivalstvo bo predvidoma rastlo v povprečju z 1 % stopnjo vse do leta 2030, ko bo vseh prebivalcev sveta 8,2 milijardi.
- Predvidena povprečna letna stopnja rasti BDP do leta 2030 bo 3,3 %. V obdobju od 1990 do 2006 je stopnja bila 3,2 %. Višja stopnja rasti se predvideva zaradi višje rasti v državah, ki niso članice OECD. Najvišja rast bo še vedno na Kitajskem, Indiji in Bližnjem vzhodu.
- Povprečna učinkovitost trenutnih energetskih zmogljivosti se bo postopoma povečevala. Za nekatere pomembne nove tehnologije, kot so skladišča ogljikovega dioksida, biogoriva druge generacije in spreminjanje premoga v tekoče gorivo se predvideva, da bodo uporabljena na majhnem področju do konca scenarijskega obdobja.

Priloga 2: Bilanca električne energije Slovenije

| Bilanca električne energije (GWh) | 2007 | 2008 | 2009 | I 8/7 | I 9/8 |
|--|---------|---------|---------|-------|-------|
| Uvoz | 6140,0 | 1769,0 | 1702,7 | 28,8 | 96,2 |
| Izvoz (oddaja) 50 % NEK za HEP | 2714,1 | 2945,0 | 2700,0 | 108,5 | 91,7 |
| Izvoz ostali | 3196,9 | 0,0 | 0,0 | | |
| Transformacije (TE+TETO+NE) | 11776,9 | 12641,8 | 11770,2 | 107,3 | 93,1 |
| Elektrarne - proiz. po dejavn. | 5779,3 | 6150,6 | 5772,8 | 106,4 | 93,9 |
| Elektrarne - samoproizvajalci | 302,6 | 313,2 | 330,4 | 103,5 | 105,5 |
| Nuklearna elektrarna | 5695,0 | 6178,0 | 5667,0 | 108,5 | 91,7 |
| Hidroelektrarne in sončne elektrarne | 3266,4 | 3536,4 | 3928,5 | 108,3 | 111,1 |
| Poraba energetskega sektorja | 1142,2 | 1218,5 | 1190,6 | 106,7 | 97,7 |
| Pridobivanje energetskih surovin | 87,0 | 80,7 | 76,6 | 92,7 | 94,9 |
| Pridobivanje koksa, naftnih derivatov jedrskega goriva | 55,0 | 62,2 | 70,2 | 113,0 | 113,0 |
| Oskrba z električno energijo, plinom, paro in toplo vodo | 1000,2 | 1075,7 | 1043,8 | 107,5 | 97,0 |
| Izgube distribucije in prenosa | 867,1 | 952,3 | 952,7 | 109,8 | 100,0 |
| Končna (neto) poraba | 13263,0 | 12831,4 | 12558,0 | 96,7 | 97,9 |
| Industrija | 7468,0 | 6926,0 | 6572,8 | 92,7 | 94,9 |
| CB Pridobivanje rud in kamnin | 67,0 | 62,1 | 59,0 | 92,7 | 94,9 |
| DA proizv. hrane, pijac, krmil in tobac. izdelkov | 319,0 | 295,8 | 280,8 | 92,7 | 94,9 |
| DB proizv. tekstilij, usnjenih oblačil tekstilnih in krznenih | 205,0 | 190,1 | 180,4 | 92,7 | 94,9 |
| DC proizvodnja usnja, obutve in usnienih izdelkov. razen oblačil | 39,0 | 36,2 | 34,3 | 92,7 | 94,9 |
| DD obdelava in predelava lesa, proizvodnja izdelkov iz lesa... | 203,0 | 188,3 | 178,7 | 92,7 | 94,9 |
| DE proizv. vlaknin, papirja in kartona ter izdelkov iz papirja... | 729,0 | 676,1 | 641,6 | 92,7 | 94,9 |
| DG proizv. kemikalij, kemičnih izdelkov. umetnih vlaken | 900,0 | 834,7 | 792,1 | 92,7 | 94,9 |
| DH proiz. izdel. iz gume in plast. | 321,0 | 297,7 | 282,5 | 92,7 | 94,9 |
| DI proizv. drugih nekovinskih mineralnih izdelkov | 523,0 | 485,0 | 460,3 | 92,7 | 94,9 |
| DJ proizv. kovin. izdelkov | 3015,0 | 2796,2 | 2653,6 | 92,7 | 94,9 |
| DK proiz. strojev in naprav | 394,0 | 365,4 | 346,8 | 92,7 | 94,9 |
| DL proiz. elektr. in opt. opreme | 286,0 | 265,2 | 251,7 | 92,7 | 94,9 |
| DM proizvodnja vozil in plovil | 216,0 | 200,3 | 190,1 | 92,7 | 94,9 |
| DN proizvodnja pohištva in druge predelovalne dejavnosti... | 173,0 | 160,4 | 152,3 | 92,7 | 94,9 |
| F gradbeništvo | 78,0 | 72,3 | 68,6 | 92,7 | 94,9 |
| Promet | 195,0 | 196,0 | 193,0 | 100,5 | 98,5 |
| Železniški promet | 195,0 | 196,0 | 193,0 | 100,5 | 98,5 |
| Ostala poraba | 5600,0 | 5709,4 | 5792,3 | 102,0 | 101,5 |
| Gospodinjstva | 3021,0 | 3148,0 | 3206,2 | 104,2 | 101,8 |
| Storitve, komerc. dejavn. in ostalo | 2579,0 | 2561,4 | 2586,0 | 99,3 | 101,0 |

Vir: MG, 2009.