

UNIVERZA V LJUBLJANI
EKONOMSKA FAKULTETA

MAGISTRSKO DELO

**ANALIZA DEJAVNIKOV VPLIVA NA BORZNO CENO ELEKTRIČNE
ENERGIJE NA PRIMERU PHELIX INDEKSA**

Ljubljana, junij 2015

NIKOLA STEPANOVSKI

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisani **Nikola Stepanovski**, študent Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, izjavljam, da sem avtor zaključne magistrskega dela z naslovom **Analiza dejavnikov vpliva na borzno ceno električne energije na primeru Pheliks indeksa**, pripravljenega v sodelovanju s svetovalko red. prof. dr. Nevenko Hrovatin.

Izrecno izjavljam, da v skladu z določili Zakona o avtorski in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 21/1995 s spremembami) dovolim objavo magistrskega dela na fakultetnih spletnih straneh.

S svojim podpisom zagotavljam, da

- je predloženo besedilo rezultat izključno mojega lastnega raziskovalnega dela;
- je predloženo besedilo jezikovno korektno in tehnično pripravljeno v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, kar pomeni, da sem
 - poskrbel, da so dela in mnenja drugih avtorjev oziroma avtoric, ki jih uporabljam v magistrskem delu, citirana oziroma navedena v skladu z Navodili za izdelavo zaključnih nalog Ekonomske fakultete Univerze v Ljubljani, in
 - pridobil vsa dovoljenja za uporabo avtorskih del, ki so v celoti (v pisni ali grafični obliki) uporabljena v tekstu, in sem to v besedilu tudi jasno zapisal;
- se zavedam, da je plagiatorstvo – predstavljanje tujih del (v pisni ali grafični obliki) kot mojih lastnih – kaznivo po Kazenskem zakoniku (Ur. l. RS, št. 55/2008 s spremembami);
- se zavedam posledic, ki bi jih na osnovi predložene zaključne strokovne naloge/diplomskega dela/specialističnega dela/magistrskega dela/doktorske disertacije dokazano plagiatorstvo lahko predstavljalo za moj status na Ekonomski fakulteti Univerze v Ljubljani v skladu z relevantnim pravilnikom.

V Ljubljani, dne _____

Podpis avtorja: _____

KAZALO

UVOD	1
1 ZNAČILNOSTI ELEKTRIČNE ENERGIJE IN TRGI ELEKTRIČNE ENERGIJE V EVROPI	3
1.1 Splošne značilnosti električne energije	3
1.2 Razvoj notranjega trga z električno energijo	3
1.2.1 Tržno združevanje (angl. market coupling) in tržno cepljenje (angl. market splitting)	7
1.2.2 Evropska mreža upravljalcev prenosnih omrežij (angl. European Network of Transmission System Operators)	8
1.3 Trg električne energije v Nemčiji	9
1.3.1 Energetski preobrat v Nemčiji	10
1.3.2 Regulacija energetskega trga v Nemčiji	12
1.4 Ostali izbrani trgi električne energije v Evropi	13
1.4.1 Skandinavski trg	13
1.4.2 Italijanski trg	14
1.5 Splošne značilnosti cene električne energije	16
1.5.1 Sezonskost	16
1.5.2 Vračanje k srednji vrednosti	16
1.5.3 Negativne cene	17
1.5.4 Konice	17
1.5.5 Volatilnost	17
2 EVROPSKA ENERGETSKA BORZA (EEX)	18
2.1 Razvoj borze EEX	18
2.2 Struktura borze EEX	21
2.3 Elektronsko trgovanje na borzi EEX	21
2.3.1 Določanje cene	22
2.3.2 Vrste trgovanja	22
2.4 Indeks Phelix	23
2.4.1 Cene na promptnem trgu	23
2.4.2 Volatilnost	25
2.4.3 Sezonskost	26
2.4.4 Koeficient asimetrije (ang. skewness) in sploščenosti (ang. kurtosis)	28
3 OCENA DEJAVNIKOV, KI VPLIVAJO NA CENO ELEKTRIČNE ENERGIJE	29
3.1 Dejavniki na strani povpraševanja	30
3.2 Dejavniki na strani ponudbe	33

3.3 Drugi dejavniki.....	36
4 EMPIRIČNA ANALIZA.....	36
4.1 Opredelitev vzorca in časovnega obdobja opazovanja.....	37
4.2 Metodologija statistične obdelave podatkov	37
4.2.1 Predpostavke metode najmanjših kvadratov	38
4.3 Ugotovitve strokovne literature.....	40
4.4 Utemeljitev izbranih kazalcev	42
4.5 Zasnova empiričnega modela.....	43
4.6 Empirični rezultati.....	44
4.6.1 Opisna statistika in korelacijska matrika izbranih kazalcev	44
4.6.2 Rezultati regresijske analize	45
4.6.2.1 Preverjanje predpostavk metode najmanjših kvadratov	46
4.6.2.2 Interpretacija rezultatov regresijskega modela	47
4.7 Napoved vrednosti indeksa Phelix	48
SKLEP.....	49
LITERATURA IN VIRI.....	51

KAZALO SLIK

<i>Slika 1: Obseg trgovanja na evropskih trgih električne energije (v TWh)</i>	<i>7</i>
<i>Slika 2: Struktura proizvodnje električne energije v Nemčiji v letu 2013 (v %)</i>	<i>10</i>
<i>Slika 3: Delež proizvodnje iz obnovljivih virov v celotni proizvodnji električne energije v Nemčiji (v %)</i>	<i>11</i>
<i>Slika 4: Primerjava med mesečnim indeksom Phelix Pas in mesečnim indeksom Phelix Konica</i>	<i>24</i>
<i>Slika 5: Razmik med vrednostmi indeksov Phelix Pas in Phelix Konica v EUR/MWh</i>	<i>24</i>
<i>Slika 6: Poraba električne energije (v tisočih MWh) in vrednost indeksa Phelix Pas (v EUR/MWh) po urah v obdobju od 10. 1. do 13. 1. 2012.....</i>	<i>26</i>
<i>Slika 7: Poraba električne energije (v tisočih MWh) in vrednost indeksa Phelix Pas (v EUR/MWh) po mesecih v obdobju 2005–2012</i>	<i>27</i>
<i>Slika 8: Vrednost indeksa Phelix Pas v EUR/MWh po dnevih v obdobju 2006–2008</i>	<i>27</i>
<i>Slika 9: Vrednost indeksa Phelix Pas v EUR/MWh po dnevih v obdobju 2010–2012</i>	<i>28</i>
<i>Slika 10: Krivulja ponudbe na trgu električne energije</i>	<i>30</i>
<i>Slika 11: Poraba in napoved porabe energije za države članice OECD in države, ki niso članice OECD, za obdobje 1990–2030 (v btu)</i>	<i>33</i>
<i>Slika 12: Grafični prikaz učinka razvrščanja po pomembnosti</i>	<i>35</i>
<i>Slika 13: Grafični prikaz napovedi vrednosti indeksa Phelix</i>	<i>49</i>

KAZALO TABEL

<i>Tabela 1: Glavni koraki v reformi energetskega sektorja</i>	5
<i>Tabela 2: Primerjava proizvodnje električne energije po virih energije med skandinavskimi državami v letu 2012 (v MW)</i>	13
<i>Tabela 3: Indeksi borze EEX</i>	20
<i>Tabela 4: Volatilnost indeksov Phelix Pas in Phelix Konica v obdobju 2005–2012 (v %)</i>	25
<i>Tabela 5: Koeficienti asimetrije in sploščenosti za indeksa Phelix Pas in Phelix Konica v obdobju 2005–2012</i>	28
<i>Tabela 6: Pregled empiričnih študij modeliranja borznih cen električne energije</i>	41
<i>Tabela 7: Opisne statistike izbranih spremenljivk regresijske analize</i>	45
<i>Tabela 8: Ocene korelacijskih koeficientov spremenljivk, vključenih v regresijsko analizo ...</i>	45
<i>Tabela 9: Rezultati regresijske analize</i>	46
<i>Tabela 10: Variančno-inflacijski faktorji pojasnjevalnih spremenljivk, vključenih v regresijsko analizo</i>	47

UVOD

V zadnjih treh desetletjih so se številne države po vsem svetu odločile za liberalizacijo trgov električne energije. Kljub manjšim razlikam je bila glavna motivacija za liberalizacijo energetskega trga podprta s podobnimi ideološkimi prepričanji, da se namreč lahko uspeh liberalizacije drugih sektorjev ponovi tudi v energetskem sektorju. Večja učinkovitost, spodbujanje tehnoloških inovacij in povečanje investicij so bili glavni razlogi za liberalizacijo energetskih trgov.

Magistrsko delo se osredotoča na Evropsko energetske borzo (v nadaljevanju borza EEX), ki je vodilna energetska borza v srednji Evropi. Ustanovljena je bila leta 2002 z združitvijo dveh nemških borz – v Leipzigu in Frankfurtu –, njen sedež pa je v Leipzigu. Borza se je razvila kot trgovalna platforma za električno energijo in podobne proizvode, npr. plin, premog, emisijske pravice CO₂ itd. (Evropska energetska borza, 2012, str. 100).

Zaradi liberalizacije trgov električne energije se v zadnjih letih napovedi cen električne energije posveča vedno več pozornosti. Velika Britanija in skandinavske države so prve začele z liberalizacijo trgov električne energije. Nemčija je kot največji trg električne energije v Evropi igrala ključno vlogo v procesu liberalizacije. Posledica liberalizacije je večja volatilitnost cene električne energije pa tudi večja negotovost različnih tržnih udeležencev. Cena električne energije je neposredno povezana s količino trgovanja. Napoved obsega oziroma količine trgovanja je tudi orodje za upravljanje s tveganji, saj je pomembna za ekonomično proizvodnjo električne energije.

Predmet proučevanja v magistrskem delu je napoved vrednosti indeksa Phelix na borzi EEX na podlagi dejavnikov, ki vplivajo na ceno električne energije. Phelix je kratica za »fizični indeks električne energije«. Izračunavata in objavljata se Phelix pas (angl. *Phelix Base*) in Phelix konica (angl. *Phelix Peak*). Napovedovanje cene električne energije je za številne udeležence na trgu zelo uporaben pristop k optimizaciji strategij trgovanja. Številne študije so razvile modele časovnih serij, ki skušajo na trgu odkriti najpomembnejše statistično značilne dejavnike. Za vse udeležence na trgu električne energije je pomembno določiti dejavnike, ki vplivajo na ceno električne energije, da bi jo lahko čim natančneje napovedali in tako pri trgovanju sprejemali boljše odločitve.

Namen prvega dela magistrskega dela (poglavja od 1 do 3) je, da na podlagi analize strokovne literature ugotovimo glavne dejavnike, ki vplivajo na ceno električne energije. Za razliko od drugih produktov, kot so na primer plin, nafta, žito, železo itd., električne energije ne moremo skladiščiti, zato imajo vsi dejavniki, ki vplivajo na ponudbo in povpraševanje, takojšen vpliv na ceno. Prodajalci in kupci električne energije sodelujejo v dražbenem postopku za naslednjih 24 ur, kjer sta obseg in cena določena za vsako uro trgovanja.

Namen drugega, empiričnega dela magistrskega dela (poglavje 4) je, da z linearno regresijo na podlagi podatkov vrednosti indeksa Phelix in vrednosti proučevanih spremenljivk postavimo model, ki bo dobro napovedal gibanje vrednosti indeksa Phelix. Empirični del bo zasnovan na podlagi podatkov za obdobje 2005–2012. V primeru, da glavni dejavniki, ki naj bi v skladu s strokovno literaturo določali ceno električne energije, ne bodo pojasnili gibanja vrednosti indeksa Phelix, bomo analizirali morebitne razloge za takšna odstopanja. Regresijska analiza nam bo pomagala določiti specifikacijo funkcijske odvisnosti med odvisno in pojasnjevalnimi spremenljivkami. Z magistrskim delom želimo razširiti obstoječe analize in poglobiti znanje o modelih gibanja cene električne energije.

Eden izmed ciljev magistrskega dela je prikaz ugotovitev iz strokovne literature na področju analize dejavnikov, ki vplivajo na tržno ceno električne energije. Cilj empiričnega dela pa je s pomočjo regresijske analize sestaviti model, ki najbolje pojasnjuje in napoveduje gibanje vrednosti indeksa Phelix.

Magistrsko delo je razdeljeno na štiri poglavja. V prvem poglavju podajamo kratek pregled oblikovanja notranjega trga z električno energijo v EU in razvoja drugih evropskih trgov z električno energijo. Poudarek je na uvedbi mehanizmov za zagotavljanje proizvodnih zmogljivosti in trgu električne energije v Nemčiji, ob čemer so prikazani statistični podatki glede proizvodnje električne energije po različnih virih energije.

V drugem poglavju se osredotočimo na borzo EEX, ki je trenutno vodilna borza z električno energijo v Evropi. Ker se na borzi EEX trguje na promptnem ali terminkem trgu, bomo predstavili značilnosti obeh trgov ter tudi produkte in indekse, s katerimi se trguje. V nadaljevanju bomo predstavili tudi glavne značilnosti indeksa Phelix: volatilnost, sezonskost, vračanje k srednji vrednosti, negativne cene itd.

Tretje poglavje daje pregled, kako različni dejavniki vplivajo na borzno ceno energije. Zato bomo v tem delu predstavili dejavnike, ki vplivajo na ceno električne energije. Presečišča agregatnih krivulj ponudbe in povpraševanja oblikujejo ceno za vsako trgovalno uro. S tem namenom bomo predstavili značilnosti ponudbe in povpraševanja po električni energiji ter posebej izpostavili dejavnike na strani povpraševanja in na strani ponudbe.

V četrtem poglavju magistrskega dela je predstavljen empirični del – statistična analiza, s katero poskušamo preveriti teoretske vidike vpliva dejavnikov na borzno ceno električne energije. Analiza je izvedena s pomočjo metode najmanjših kvadratov na podlagi podatkov za obdobje od 2005 do 2012. Poskusili smo izpeljati model, ki zadostno pojasnjuje in napoveduje gibanje cen električne energije na borzi EEX. V sklepu povzemamo glavne ugotovitve analize.

1 ZNAČILNOSTI ELEKTRIČNE ENERGIJE IN TRGI ELEKTRIČNE ENERGIJE V EVROPI

1.1 Splošne značilnosti električne energije

Električna energija predstavlja sekundarni vir, saj je proizvedena iz drugih energetskega virov. Lahko jo obravnavamo kot tržno blago, vendar moramo razumeti njene tehnične in fizične značilnosti. S tehničnega vidika je potreba po servisiranju omrežja za distribucijo električne energije končnim uporabnikom eden izmed razlogov, zakaj je elektrogospodarstvo zelo kapitalsko intenzivna panoga. Poleg tega morata biti fizična ponudba s strani generatorjev in fizično povpraševanje s strani potrošnikov v vsakem trenutku in na vseh točkah električnega omrežja uravnotežena s skoraj ničelno toleranco. Vsaka motnja v tem ravnovesju lahko pripelje do katastrofalnih posledic za elektroenergetske sisteme in opremo, ki so povezani v tem omrežju. Lokacije potrošnikov so pogosto daleč od generatorjev električne energije, kar včasih pripelje do večje možnosti za prekinitev v oskrbi z električno energijo. Izpadi omrežja zaradi naravnih nesreč ali drugih razlogov (preobremenitev, operativne nezgode itd.) ustavijo oskrbo z električno energijo in lahko vplivajo na velika območja (Mednarodna komisija za elektrotehniko, 2011, str. 12).

Druga lastnost električne energije je nezmožnost skladiščenja, kar pomeni, da ni možna nenehna proizvodnja električne energije in njeno skladiščenje za takrat, ko bo povpraševanje naraslo (Samyn, 2010, str. 3). Zaradi teh razlogov je distribucija električne energije dolgo predstavljala velik »monopolni« problem. Prednosti konkurenčnega trga so bile na številnih trgih teoretično in empirično dokazane, še posebej v nenadzorovanih zahodnih panogah, zato so številne države začele liberalizirati tudi svoj energetske trg, ki je bil sicer zaradi svojih nenavadnih lastnosti eden izmed zadnjih v procesu liberalizacije (Kwoka & Madjarov, 2007, str. 24).

Povpraševanje po električni energiji se konstantno spreminja, in tako se spreminja tudi cena električne energije. Cena električne energije ima neobičajne lastnosti in vključuje sezonsko komponento, kar pomeni, da je močno nagnjena k spremembam v vsakem dobavnem obdobju: dnevno, tedensko, mesečno in letno. V obdobjih, ko je poraba električne energije največja, morajo dobavitelji električne energije dopolnjevati osnovno proizvodnjo (premog, jedrske elektrarne) z manj stroškovno učinkovitimi, vendar bolj prilagodljivimi oblikami proizvodnje energije, kot sta recimo nafta ali zemeljski plin. V nasprotnem primeru, ko je poraba električne energije manjša, ni potrebna proizvodnja iz dragih virov (Mednarodna komisija za elektrotehniko, 2011, str. 10).

1.2 Razvoj notranjega trga z električno energijo

Energija predstavlja pomembno makroekonomsko vprašanje vseh držav članic Evropske unije, ki vpliva na uspešnost skozi več kanalov: povezava do večje konkurenčnosti (stroški energije močno vplivajo na proizvodne stroške v industriji), kupna moč gospodinjstev in splošna zunanjetrgovinska bilanca države. V globalnem kontekstu proizvodni sektor Evropske

unije izkazuje nizke proizvodne stroške energije, neposredno vezane na dodano vrednost električne energije. Proizvodni sektor Evropske unije je doslej uspel odgovoriti na naraščanje cen električne energije skozi trajno izboljšanje energetske intenzivnosti (Evropska komisija, 22. januar 2014).

Za trge z učinkovito konkurenco je značilno: prosta izbira potrošnikov, nizke cene in raven kakovosti, ki jo potrošniki želijo. Učinkovita konkurenca je zato neposredna korist potrošnikov, saj z nižjimi cenami povečuje presežek potrošnikov, vendar predstavlja tudi korist podjetij, ker jih ščiti pred zlorabo tržnega položaja s strani dominantnih podjetij. Ta pomemben gospodarski vidik je tudi temeljno načelo za liberalizacijo evropskih energetskih trgov. Zaradi izjemnega pomena cene energije, ki je neposredno povezana s proizvodnimi procesi, gospodarsko rastjo in koristmi potrošnikov v sodobnih razvitih gospodarstvih, je spodbujanje konkurence na energetskih trgih še pomembnejše kot v mnogih drugih sektorjih gospodarstva.

Že leta 1980 so najrazvitejše države začele z liberalizacijo svojih industrijskih sektorjev. Liberalizacija evropskega energetskega trga je največja reforma energetskega sektorja, ki vključuje integracijo različnih nacionalnih energetskih trgov. Čeprav smo v zadnjih 20 letih videli pomemben razvoj energetskega trga, lahko rečemo, da je bila glavni nosilec sprememb Evropska komisija, brez katere bi bila dinamika sprememb v večini držav precej počasnejša. Glavna prednost Evropske komisije pred drugimi državami je bila tista, ki je omogočala pravičen pristop in širšo perspektivo brez neposredne udeležbe posameznih nacionalnih interesov (Baha Karan & Kazdagli, 2011, str. 13).

Z namenom zagotavljanja delujočega trga, kjer bi uporabniki imeli pravičen dostop, visoko raven varstva in primerno raven medsebojne povezanosti, je treba odstraniti številne prepreke in trgovinske ovire. Za učinkovito delovanje je potrebno nadaljnje približevanje cenovnih in davčnih politik, ki vključujejo tudi okoljske in varnostne predpise (Evropski parlament, 2014).

V Tabeli 1 so navedeni ukrepi za reformo iz vertikalno integriranih in javnih elektroenergetskih sistemov v konkurenčno in privatno panogo. Ukrepi morajo upoštevati vse značilnosti nacionalnih elektrogospodarstev in splošne značilnosti modela liberalizacije (Jamab & Pollitt, 2005, str. 2).

Tabela 1: Glavni koraki v reformi energetskega sektorja

Prestrukturiranje	Vertikalno ločevanje proizvodnje, distribucije in prenosa
	Horizontalno cepljenje proizvodnje in ponudbe
Konkurenca in trgi	Trg na debelo in maloprodajna konkurenca
Regulacija	Vzpostavitev neodvisnega regulatorja
	Zagotavljanje dostopa do omrežja drugim strankam
	Spodbujevalna uredba prenosnih in distribucijskih omrežij
Lastništvo	Novi zasebni udeleženci
	Privatizacija obstoječih podjetij v javni lasti

Vir: T. Jamasb & M. Pollitt, Electricity Market Reform in the European Union: Review of progress toward Liberalization & Integration, 2005, str. 2.

Jamasb in Pollitt (2005, str. 25) navajata, da so se prizadevanja Evropske komisije za usmeritev k enotnemu trgu z električno energijo osredotočila na prestrukturiranje sektorja in konkurenco na trgu na debelo. Večji poudarek je bil na regulaciji, konkurenci in dostopu do prenosnih in distribucijskih omrežij. Učinkovitost liberalizacije lahko merimo na različne načine, vpliv na ceno električne energije pa je zagotovo najpomembnejši kazalec uspešnosti. Zaželen rezultat enotnega evropskega trga je doseganje nižje povprečne cene električne energije v Evropski uniji in določene stopnje cenovne konvergence. Rezultat je odvisen od številnih dejavnikov, kot so: naftni trgi in dostop do zemeljskega plina, konkurenca in cenovna konvergenca v nacionalnih trgih, zadostna zmogljivost medsebojnih povezav in trgovanje z emisijami na ravni Evropske unije. V primeru padca cen bi lahko sklepali, da je bila dosežena večja učinkovitost in da so se pozitivni učinki prenesli na potrošnike (Jamasb & Pollitt, 2005, str. 20).

Z namenom liberalizacije energetskega trga Evropske unije so bile sprejete tri glavne smernice o oblikovanju notranjega trga z električno energijo, ki so urejale regulacijo, povezanost, oskrbo, varstvo uporabnikov itd. Prvi korak k oblikovanju notranjega trga z električno energijo je bila Direktiva 96/92/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. 12. 1996 (Ur. l. ES L 027, str. 20–29). Kasneje je Evropska komisija nadgradila obstoječo direktivo z Direktivo 2003/54/ES (Ur. l. ES L 176, str 37–56). Namen nadgradnje drugega energetskega svežnja je boljše delovanje notranjega trga za potrošnike – boljša zaščita potrošnikov, cenejša energija in zagotavljanje zanesljivejše oskrbe z energijo. Izvajanje direktive prikazuje prednosti, ki so lahko rezultat notranjega trga: večja učinkovitost, znižanje cen in višji standardi. Poleg navedenih prednosti vedno obstajajo druge potencialne možnosti za izboljšanje delovanja trga, kot so na primer konkretne določbe, ki bi zagotovile enake konkurenčne pogoje pri proizvodnji, in nediskriminatorne distribucijske tarife, ki bi lahko zmanjšale tveganje predatorskega obnašanja na trgu.

Direktiva 2003/54/ES (Ur. l. ES L 176, str 37–56) je pospešila proces prestrukturiranja elektrogospodarstva. Direktiva 2003/54/ES določa učinkovito ureditev notranjega trga, ki jo izvaja eden ali več nacionalnih regulatornih organov. Omenjena ureditev predstavlja

pomemben dejavnik pri zagotavljanju nediskriminatornega dostopa do omrežja. Države članice podrobno določijo funkcije, pristojnosti in upravna pooblastila regulatornih organov. Da bi zagotovili učinkovit dostop do trga za vse tržne udeležence, so potrebni nediskriminatorni ter tudi izravnalni mehanizmi. Vse dokler je trg dovolj likviden, je učinkovit dostop do njega zagotovljen z vzpostavitvijo preglednih tržnih mehanizmov za oskrbo in nabavo električne energije.

Odločba 1364/2006/ES (Ur. l. ES L 262, str. 1–23) določa smernice za vsa evropska energetska omrežja, ki izvajajo projekte skupnega interesa v okviru omrežij za električno energijo in zemeljski plin. V letu 2011 je Evropska komisija v svojem poročilu »Proračun za strategijo Evropa 2020« določila instrument za povezovanje Evrope, ki je namenjen financiranju teh prednostnih projektov na področju energije, prometa in kritične digitalne infrastrukture.

Nezadovoljstvo Evropske unije z napredkom liberalizacije je povzročilo sprejetje Direktive o električni energiji 2009/72/ES (Ur. l. ES L 211, str. 55–93), ki ima naslednje funkcije:

- ureditev lastništva nad prenosnim omrežjem z zagotavljanjem jasne ločitve dejavnosti dobave od proizvodnje
- zagotavljanje učinkovitejšega nadzora, ki ga izvajajo neodvisni nacionalni energetske regulatorji
- krepitev varstva uporabnikov in zagotavljanje varstva ranljivim uporabnikom

Enotni evropski trg električne energije je v zelo kratkem času začel delovati v celi Evropi, z velikim obsegom trgovanja na bilateralnih trgih in borzah električne energije. Vse večje države so že vzpostavile nacionalne oziroma regionalne borze za električno energijo z zadostno likvidnostjo.

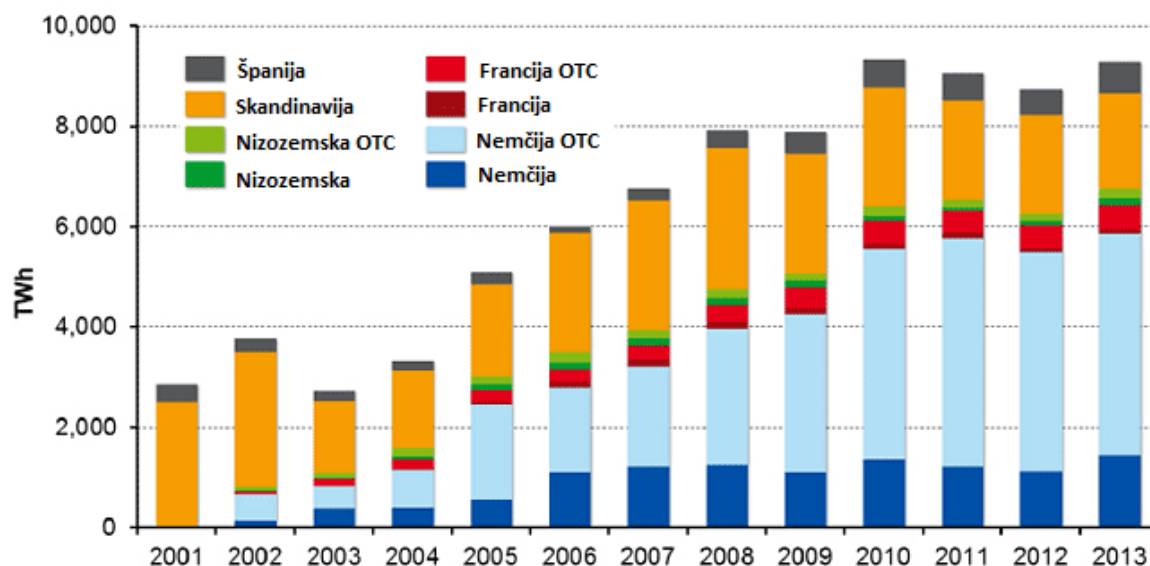
Trg z električno energijo v Evropi še danes ni enoten, saj so posamezne države uvajale reforme elektrogospodarstva v različnih obdobjih glede na razvoj in posebnosti svojega trga. Eden izmed glavnih problemov je bila infrastruktura, ki je povezana s prenosnimi zmogljivostmi med državami. Zato so se oblikovali regionalni trgi, kjer so se združile države, ki so bile s prenosnimi zmogljivostmi bolj povezane in imajo podobno razvit trg z električno energijo. Razlike bodo še vedno obstajale in popolna uskladitev ne bo potrebna, vendar bodo morali udeleženci teh različnih nacionalnih oziroma regionalnih trgov doseči visoko stopnjo združljivosti in upoštevati vsa tržna pravila.

Trenutno gre Evropa skozi fazo uvajanja »tržnega združevanja« kot mehanizma za izboljšanje mednarodnega povezovanja energetskega trga. Pred tem je bila faza liberalizacije energetskega trga, kjer je bil učinek v glavnem na nacionalni ravni, čeprav so nekatere države nadaljevale z mednarodnim povezovanjem, kot je recimo Skandinavska borza električne energije (v nadaljevanju Nord Pool) (Booz & Co, 2013, str. 14).

V večini držav se največ trguje z bilateralnimi pogodbami. Trgovanje z bilateralnimi pogodbami obsega predvsem trgovanje preko pogodb (OTCtrg), kjer posrednik anonimno

omogoča transakcije med dvema strankama ali sta stranki v neposrednem kontaktu. Pogodbe se lahko sklenejo nekaj mesecev ali celo eno leto pred dostavo. Na borzah električne energije se pogosto trguje z manjšimi količinami električne energije v primerjavi z bilateralnimi pogodbami. Trgovanje se izvaja preko dražb, kjer se cena določa na osnovi ponudbe in povpraševanja po električni energiji. Za razliko od bilateralnih pogodb je na borzah čas do dostave krajši.

Slika 1: Obseg trgovanja na evropskih trgih električne energije (v TWh)



Vir: RWE, *Growth in electricity trading, 2014*.

Evropski trg električne energije ni enako porazdeljen med borzo in trgom OTC. Na Sliki 1 je podan obseg trgovanja na evropskih trgih električne energije. V nekaterih državah lahko borza predstavlja le majhen del celotnega obsega (na primer borza APX v Veliki Britaniji), v nekaterih pa več kot polovico celotnega obsega trga (Nord Pool). Zato lahko ima vsaka evropska borza z električno energijo drugačen pomen na trgu električne energije. Na splošno OTC predstavlja glavni kanal za trgovanje z električno energijo (Evropska komisija, 2008, str. 17).

1.2.1 Tržno združevanje (angl. *market coupling*) in tržno cepljenje (angl. *market splitting*)

Med državami obstajajo razlike v trgovinskih režimih, izračunih, razporeditvi in upravljanju razpoložljivih zmogljivosti za medsebojno povezovanje. Zato so v integriranih trgih z električno energijo potrebna usklajena pravila za razporeditev zmogljivosti in drugih sistemov trgovanja. Cilj Evropske unije je panevropsko združevanje cen do leta 2014. Ciljni model trgov na dan vnaprej je tržno združevanje/cepljenje (Ruska & Simila, 2011, str. 45):

- Tržno cepljenje je čezmejni način trgovanja in upravljanja prezasedenosti, kjer je obstoječa prenosna zmogljivost na vseh daljnovodih med dražbenimi območji izkoriščena na skupni dražbi. Mehanizem zagotavlja, da se tržno ravnotežje med ponudbo in

povpraševanjem samodejno določi na podlagi kombinacij na vseh področjih ponudb in da je obstoječa prenosna zmogljivost učinkovito izkoriščena.

- Tržno združevanje je mehanizem, ki uporablja skupno dražbo, ki vključuje dve borzi ali več. Mehanizem tržnega združevanja zagotavlja, da je celotna razpoložljiva trgovalna zmogljivost izkoriščena s pretokom energije proti visokocenovnemu območju.

Če v primeru združenih trgov obstoječe zmogljivosti niso v celoti izkoriščene, potem cene konvergirajo. Tržno združevanje oziroma spajanje je bilo prvič uporabljeno na skandinavskem trgu in se je nato razširilo tudi na druge regije. Danes se uporablja v skandinavskih državah, Belgiji, Estoniji, Franciji, Nemčiji, Luksemburgu itd. (Ruska & Simila, 2011, str. 45).

1.2.2 Evropska mreža upravljalcev prenosnih omrežij (angl. *European Network of Transmission System Operators*)

Evropska mreža upravljalcev prenosnih omrežij (v nadaljevanju ENTSO-E) je nekomercialna organizacija, ki skrbi za visokonapetostna omrežja in zanesljivo oskrbo z električno energijo.

ENTSO-E je bila ustanovljena s tretjim liberalizacijskim energetskega paketom in združuje 42 upravljalcev prenosnih omrežij iz 34 držav. Pregled glavnih ciljev je na voljo na spletni strani ENTSO-E (ENTSO-E, 2014):

- zanesljivost – zagotavljanje varnega in zanesljivega delovanja Evropskega energetskega omrežja, ki vključuje uravnoteženje ponudbe in povpraševanja ter optimizacijo zmogljivosti;
- trajnost – varna integracija obnovljivih virov energije in doseganje ciljev za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov;
- tržna integracija – povezovanje trgov in transparentnost poslovanja operacij vseh upravljalcev prenosnih omrežij.

ENTSO-E nadaljuje dolgo zgodovino uspešnega usklajevanja dela šestih predhodnih združenj (ENTSO-E, 2014):

- ETSO: Tekom razvoja evropskega notranjega trga z električno energijo se je pojavila potreba po uskladitvi dostopa do omrežja za čezmejno trgovanje z električno energijo. V letu 1999 je bil ustanovljen ETSO in je 29. junija postal mednarodno združenje 32 neodvisnih sistemskih operaterjev omrežja iz 15 držav Evropske unije skupaj z Norveško in Švico. Preden so se njegove aktivnosti prenesle na ENTSO-E, je ETSO zastopalo 40 sistemskih operaterjev prenosnega omrežja.
- ATSOI: združenje sistemskih prenosnih upravljalcev Irske, ustanovljeno junija 1999 z namenom usklajevanja dejavnosti med EirGridom (irski prenosni upravljalec energije) in SONI-jem (sistemski upravljalec Severne Irske).
- BALTSO: organizacija, ustanovljena 30. marca 2006 z namenom sodelovanja prenosnih omrežij med Estonijo, Latvijo in Litvo.

- NORDEL: organ za sodelovanje upravljalcev prenosnih omrežij Danske, Finske, Islandije, Norveške in Švedske, katerega cilj je bil ustvariti pogoje za nadaljnji razvoj učinkovitega in usklajenega delovanja skandinavskega trga z električno energijo.
- UCTE: unija za koordinacijo prenosa električne energije. Organizacija usklajuje delovanje in razvoj prenosnega energetskega omrežja za kontinentalno Evropo.
- UKTSOA: Združenje upravljalcev prenosnih omrežij Združenega Kraljestva.

1.3 Trg električne energije v Nemčiji

V letih 1996 in 1998 je Evropski svet sprejel smernice, katerih cilj je bila ustanovitev nacionalnih trgov z električno energijo in zemeljskim plinom. Nemčija je bila med prvimi državami, ki so odprle nacionalni trg z električno energijo. Nemški trg električne energije je bil v celoti odprt v letu 1998, ko je stopil v veljavo nov energetski zakon. V tem času trg ni bil konkurenčen zaradi visoke stopnje vertikalne in horizontalne integracije. Na trgu so bila prisotna štiri proizvodna podjetja, ki so imela v lasti velik delež proizvodnih zmogljivosti (Institut für Wirtschaftswissenschaft, 2006, str. 5).

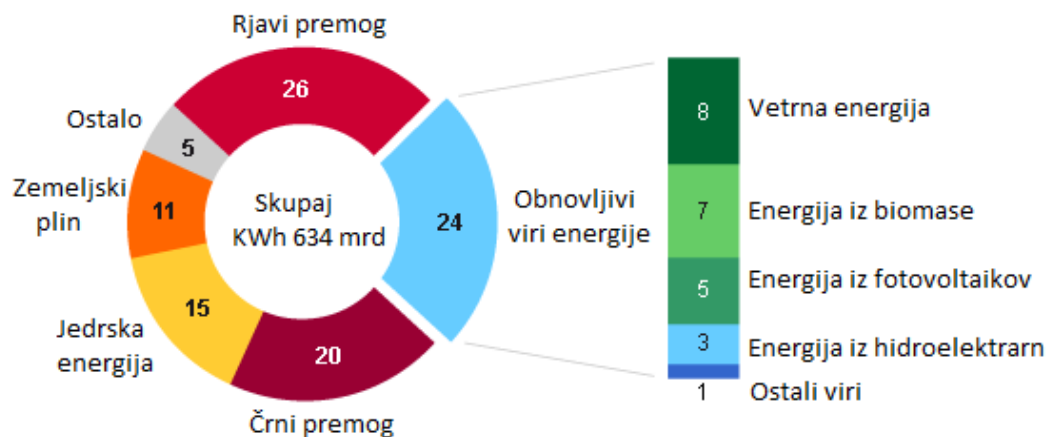
Nemški trg z električno energijo je največji trg v Evropi s približno 550 TWh letne porabe električne energije in 125 GWh proizvodnih zmogljivosti. Nemčija predstavlja četrto največje gospodarstvo na svetu glede bruto domačega proizvoda. Njena velikost in lokacija imata velik vpliv na celoten energetski sektor Evropske unije. Zaradi velikosti gospodarstva je Nemčija odvisna od uvoza električne energije. V letu 2012 je bila peta največja proizvajalka jedrske energije z približno 94,1 TWh, kar je bilo 1% znižanje v primerjavi s preteklim letom. Zaradi protestov po nesreči v Fukušimi na Japonskem v marcu 2011 se je nemška vlada odločila zapreti osem jedrskih reaktorjev, ki so delovali pred letom 1980, in devet drugih jedrskih reaktorjev do leta 2022 (Kraus, 2013, str. 1–5).

Premog je najbolj avtohton vir energije, ki predstavlja približno 24 % celotne porabe primarne energije v letu 2012 (Kraus, 2013, str. 1–5). Poraba premoga se je povečala po reaktorski nesreči v Fukušimi na Japonskem, ker se v nemški proizvodnji električne energije uporablja kot nadomestek jedrske energije. V letu 2012 je bila Nemčija osmi največji proizvajalec premoga na svetu. Energetska politika v Nemčiji želi zmanjšati emisije ogljikovega dioksida, zato se bo proizvodnja električne energije iz premoga postopno zmanjšala, vendar lignit še vedno služi kot največji fosilni energent z deležem okoli 25 %, kar je skoraj enako proizvodnji električne energije iz obnovljivih virov. Elektralne na fosilna goriva bodo še naprej imele ključno vlogo pri proizvodnji električne energije v Nemčiji, zato država poskuša uvesti nove tržne modele za investicije v učinkovitejšo rabo zemeljskega plina in premoga.

Nemčija je tudi vodilna država za več kategorij obnovljivih virov električne energije. V letu 2012 je bila največji evropski proizvajalec nevodnih obnovljivih virov električne energije (sončna in vetrna energija). V letu 2013 je bilo v Nemčiji proizvedene približno 634 milijard kWh električne energije in 24 % celotne proizvodnje je prišlo iz obnovljivih virov energije. Medtem ko obnovljivi viri predstavljajo skoraj četrtino celotne proizvodnje električne

energije v letu 2013, je njihov delež v letu 2000 znašal le 7 % (Statistisches Bundesamt, 2014).

Slika 2: Struktura proizvodnje električne energije v Nemčiji v letu 2013 (v %)



Vir: Gross electricity production in 2013

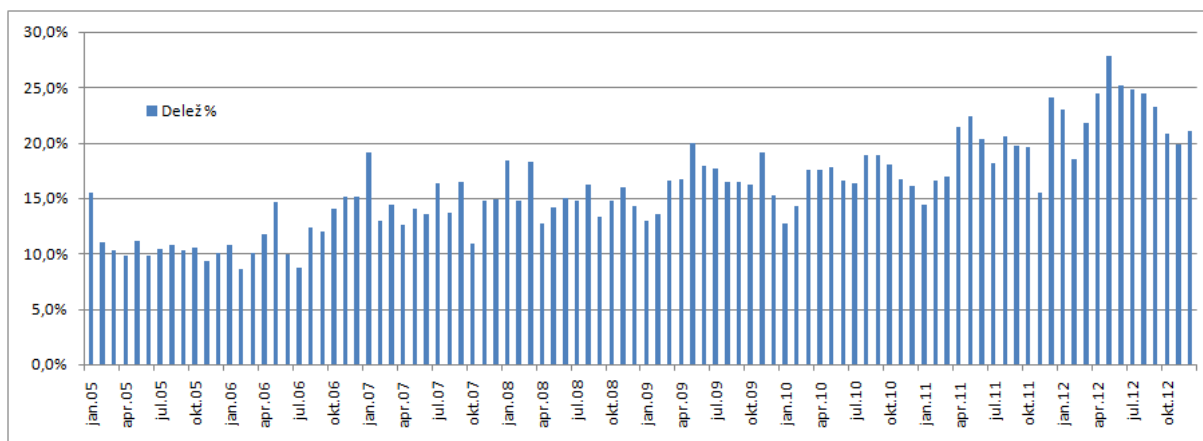
Zgodovinsko gledano je bil uvoz električne energije v Nemčijo minimalen, saj je domača proizvodnja izpolnila vse zahteve. Z razvojem evropskega notranjega trga se je postopoma povečala tudi čezmejna izmenjava. Zapiranje jedrskih elektrarn v letu 2011 je posledično povečalo uvoz električne energije, vendar še vedno ni presegel izvoza na letni ravni. Dejstvo je, da bo z zapiranjem jedrskih elektrarn uvoz postal zelo pomemben dejavnik za stabilnost omrežja in zanesljivost oskrbe z električno energijo v Nemčiji (Uwer & Zimmer, 2014).

1.3.1 Energetski preobrat v Nemčiji

Sprememba v strukturi proizvodnje električne energije je najpomembnejši element energetskega preobrata: elektrarne, kjer je proizvodnjo električne energije mogoče enostavno načrtovati, bodo nadomeščene z drugimi obrati, kjer je v proizvodnji večje nihanje, in bodo v naslednjih letih verjetno tudi izrinjene s trga. Proces se je začel z nemškim Zakonom o ohranjanju elektrike (nem. *Stromeinspeisungsgesetz*) leta 1991, ki je odprl pot uporabi vetrnih elektrarn kot verodostojnega vira električne energije. V letu 2000 je Zakon o obnovljivi energiji (nem. *Erneuerbare-Energien-Gesetz*) še pospešil razvoj, in tako so v naslednjih letih sončne elektrarne dosegle nepričakovano stopnjo razvoja. Končni preobrat se je zgodil v letu 2011 po katastrofi v Fukušimi: osem od sedemnajstih jedrskih elektrarn je bilo izklopljenih iz omrežja, še naslednjih devet pa bo izklopljenih med letoma 2015 in 2022. Od takrat naprej velja splošno soglasje, da je prihodnost proizvodnje električne energije v obnovljivih virih energije (Evropska energetska borza, 2012, str. 5).

Na Sliki 2 lahko opazimo, kako se je med letoma 2000 in 2013 v celotni proizvodnji električne energije postopno povečeval delež proizvodnje iz obnovljivih virov. Leta 1990 je bil delež proizvodnje iz obnovljivih virov približno 4 %, do leta 2005 pa se je zvišal na približno 10 %. V letu 2010 je bil ta delež v celotni proizvodnji električne energije 16,5 % in je do leta 2013 dosegel 23 %.

Slika 3: Delež proizvodnje iz obnovljivih virov v celotni proizvodnji električne energije v Nemčiji (v %)



Vir: Izdelano na podlagi baze podatkov ENTSO-E.

Pričakovati je, da se bo tak razvoj nadaljeval tudi v prihodnje. Nemška vlada je postavila za cilj povečanje deleža proizvodnje iz obnovljivih virov energije na 35 % najkasneje do leta 2020. Lahko se zgodi, da bo razvoj še hitrejši, in sicer, da bo Nemčija dosegla 35 % do leta 2016. Naslednji cilj je 80 % deleža proizvodnje iz obnovljivih virov do leta 2050. Če se bo ekspanzija obnovljivih virov nadaljevala, je lahko zelo visok delež dosežen že pred letom 2050. Zaustavitev jedrskih elektrarn in promocija obnovljivih virov energije pomembno učinkujeta na celoten razvoj trga električne energije. Trg in borza električne energije sta s svojo preglednostjo in cenovnimi signali osrednjega pomena in zelo prispevata k obvladovanju izzivov energetskega preobrata. Pričakuje se, da bo znižanje stroškov sončnih elektrarn za polovico v zadnjih letih še povečalo gradnjo sončnih elektrarn v prihodnosti (Evropska energetska borza, 2012, str. 6).

Najboljši dokaz o neposrednem vplivu proizvodnje iz obnovljivih virov energije na borzno ceno električne energije so negativne cene, ki so se pojavile na primer v letu 2012. Previsoka proizvodnja energije iz vetrnih elektrarn (18 GW) in po drugi strani majhno povpraševanje je povzročilo negativne cene do 200 EUR na MWh tekom noči božičnih praznikov v letu 2012. Ker proizvodnja energije iz obnovljivih virov skorajda nima variabilnih stroškov in tudi nobene potrebe po financiranju na trgu zaradi dogovorjene cene po Zakonu o obnovljivi energiji, se šteje, da so mejni stroški proizvodnje enaki 0. Posledično obnovljivi viri energije nižajo ravni cene in izrinejo s trga elektrarne z visokimi mejnimi stroški (Evropska energetska borza, 2012, str. 7).

Cene na promptnem trgu dnevno odražajo informacijo o ravnovesju med ponudbo in povpraševanjem, cene derivatov pa indicirajo prihodnja pričakovanja razvoja trga. Na primer, takoj po zaustavitvi jedrskih elektrarn so trgi derivatov reagirali z začasno rastjo cen. To pomeni, da so se trgovci z električno energijo odzvali na nove pogoje in so želeli prilagoditi svoj portfelj preko nakupnih ali prodajnih transakcij, vendar je bila prilagoditev kratkotrajna in so se cene spet znižale. To pomeni, da kljub ustavitvi jedrskih elektrarn ni bilo

pričakovanja o bistvenem pomanjkanju proizvodnje električne energije (Evropska energetska borza, 2012, str. 7–8).

Kljub občasnim dvigom cen se je zaradi integracije evropskih trgov energetske preobrat proizvodnje v Nemčiji (ustavitev jedrskih elektrarn in večja proizvodnja iz obnovljivih virov) izvedel brez velikih tržnih anomalij. Nemčija je tesno povezana s sosednjimi državami in je center energetske izmenjave v Evropi. Čeprav je na letnem nivoju neto izvoznik električne energije, so določena obdobja v letu, ko je uvoz električne energije v Nemčiji večji od izvoza. To se je zgodilo na primer spomladi leta 2011, takoj po objavi o ustavitvi jedrskih elektrarn (Evropska energetska borza, 2012, str. 9).

1.3.2 Regulacija energetskega trga v Nemčiji

Glavni cilj nemške energetske politike je zagotoviti ugodno, zanesljivo in učinkovito trajnostno oskrbo s fosilnimi in obnovljivimi energetskimi viri električne energije in zemeljskim plinom. Poleg tega je nemška politika sprejela pomembne korake v smeri zagotovitve učinkovite konkurence, razvoja obnovljivih virov energije in varstva okolja. Trg električne energije v Nemčiji je pravno urejen z Zakonom o energetiki (nem. *Energiewirtschaftsgesetz*) z dne 7. 7. 2005 (Ur. l. Nemčije I S. 1970, 3621, str. 1–114) in drugimi predpisi, ki vključujejo:

- dostop do omrežja,
- pristojbine za dostop do omrežja,
- spodbujevalno uredbo za upravljalce omrežij,
- pravila in pogoje za redno oskrbo odjemalcev,
- koncesijske dajatve.

Nemška vlada se je odločila za postopno opuščanje jedrske energije ter povečanje proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov. Posledično zahtevajo velike naložbe in širitev prenosna in distribucijska omrežja, predvsem za povezavo vetrnih elektrarn s severnega in južnega dela Nemčije. Najnovejša sprememba Zakona o energetiki iz leta 2012 določa roke za dostop do omrežja pa tudi odgovornosti, da bi zaščitili naložbe v vetrne elektrarne. Vertikalno integrirana podjetja morajo izpolnjevati vse zahteve Evropske unije za pravno in funkcionalno delovanje trga, lojalno konkurenco in zanesljivo ter učinkovito delovanje omrežja v skladu z Direktivo 2003/54/ES.

Organi, ki regulirajo in nadzorujejo energetske sektor v Nemčiji, so (Uwer & Zimmer, 2014):

- Zvezna agencija za omrežje (nem. *Bundesnetzagentur*) – skrbi za dolgoročno učinkovito delovanje omrežij in določa ostale regulativne standarde znotraj omrežja;
- Zvezni kartelni urad (nem. *Budneskarellamt*) – varuje konkurenco, preprečuje zlorabe prevladujočega položaja in nadzira združitve med podjetji;
- Zvezna agencija za okolje (nem. *Umweltbundesamt*) – glavni organ, ki skrbi za varstvo okolja in spremlja trgovanje z emisijami.

Povezava med evropskimi energetske omrežji je bila urejena z Uredbo o čezmejnem trgovanju z električno energijo 1228/2003. Nemčija ima največji obseg trgovanja z Dansko, Švedsko, državami Beneluksa, Francijo in Švico. Zaradi visoke stopnje integracije med Avstrijo in Nemčijo se trg smatra kot enoten in ga tako vodi tudi Zvezni kartelni urad. Prvo regionalno poročilo o upravljanju povezav med državami je bilo objavljeno leta 2010 s strani regulatorjev centralnozahodne regije. Poročilo podaja podrobne ocene o učinkovitosti združitve trgov na regionalni ravni (Uwer & Zimmer, 2014).

1.4 Ostali izbrani trgi električne energije v Evropi

1.4.1 Skandinavski trg

Glede na število prebivalcev so skandinavske države majhne v primerjavi z drugimi državami, vendar velike glede na porabo električne energije na prebivalca. Skandinavske države imajo najbolj usklajen čezmejni trg električne energije na svetu. Čeprav še vedno obstajajo problemi, ki jih je treba rešiti, je treba priznati, da predstavlja skandinavski trg električne energije primer za vse ostale države, ki poskušajo vzpostaviti prost in odprt trg s sosednjimi trgi.

Prvi energetske zakon na Norveškem je začel veljati 1. januarja 1991 (LOV Norveška, 1990-06-29-50, str. 1–17). Energetske zakon je uvedel konkurenco kot orodje za zagotavljanje bolj učinkovite in zanesljive oskrbe z energijo. Tudi ostale skandinavske države so sprejele nove energetske zakone, in tako se je v letu 1995 začel razvoj skupnega trga električne energije.

Kot je razvidno iz Tabele 2, se proizvodnja električne energije po proizvodnih virih med državami na skandinavskem trgu močno razlikuje. Skoraj celotna proizvodnja energije na Norveškem izhaja iz hidroelektrarn, ostale države imajo poleg hidroelektrarn tudi velik delež proizvodnje iz termoelektrarn. Iz leta v leto narašča tudi proizvodnja iz obnovljivih virov energije, predvsem proizvodnja iz vetrnih elektrarn (Organizacija skandinavskih energetske regulatorjev, 2013, str. 11).

Tabela 2: Primerjava proizvodnje električne energije po virih energije med skandinavskimi državami v letu 2012 (v MW)

	Danska	Finska	Norveška	Švedska
Instalirana zmogljivost (skupaj)	14.020,00	16.947,00	32.512,00	37.353,00
Jedrska energija	-	2.732,00	-	9.363,00
Druga termalna energija	9.848,00	11.051,00	1.108,00	8.018,00
Energija iz hidroelektrarn	9,00	3.164,00	30.700,00	16.203,00
Vetrna energija	4.163,00	286,00	704,00	3.745,00
Energija iz sončnih elektrarn	0	0	0	24,00

Vir: Izdelano na podlagi podatkov Organizacije skandinavskih energetske regulatorjev, 2013, str. 11.

Skandinavska borza električne energije ali Nord Pool je bila ustanovljena leta 1992 kot posledica norveškega energetskega zakona iz leta 1991, ki formalno odpira pot liberalizacije elektroenergetskega sektorja na Norveškem. V naslednjih letih so se pridružile tudi Švedska (1996), Finska (1998) in Danska (2000). Šele v tem trenutku je bilo možno govoriti o borzi električne energije za skandinavsko regijo – prvi mednarodni borzi električne energije na svetu. Na tem trgu je dovoljeno sodelovanje tudi z drugimi državami izven območja Skandinavije pod enakimi pogoji, kot veljajo za »lokalne« člane borze. Če drugi igralci želijo fizično sodelovati na trgu, ki se imenuje Elspot, se morajo priključiti na omrežje. Na tem trgu se trguje s približno 40 % celotne porabe energije v skandinavski regiji in ta delež porabe stalno narašča od samega začetka v letu 1990. Poleg tega obstaja tudi trg Elbas, ki deluje na Finskem, Švedskem in Danskem (Weron, 2007, str. 11).

Na trgu je danes čez 300 udeležencev iz več kot 10 držav, ki aktivno trgujejo na borzi Nord Pool: dobavitelji, trgovci, veliki kupci, finančne institucije itd. Uspešnost borze Nord Pool je možno pojasniti preko več dejavnikov: struktura panoge je zelo razpršena z več kot 350 podjetji, kjer ima največje podjetje le 20% delež; struktura omrežja je zelo enostavna v primerjavi z drugimi trgi; raven sodelovanja med sistemskimi operaterji, regulatorji in vlado je zelo visoka v primerjavi z drugimi evropskimi državami, kjer se v določenih primerih pojavljajo konflikti interesov (Weron, 2007, str. 11).

Cena na borzi Nord Pool je rezultat obojestranskega oblikovanja cene na dražbi za določene urne časovne presledke. Določi se na podlagi različnih ponudb, predloženih administratorju trga do trenutka, ko je dražba zaključena. Elspot je borza za trgovanje z električno energijo za dan vnaprej (angl. *day ahead*). Trguje se z enournimi pogodbami, kjer je najmanjša velikost 0,1 MWh – udeleženci na trgu predložijo upravljalcu borze svoje ponudbe in povpraševanja (Weron, 2007, str. 12).

Po določitvi cene borza nadaljuje z analizo potencialnih ozkih grl v prenosnem energetskega omrežju. Če ozkih grl ni, bo tako določena cena veljala za celotno območje Nord Poola. V primeru, da se ugotovi pristnost ozkih grl, je treba določiti t. i. conske cene, ki predstavljajo prilagojene cene električne energije znotraj enega geografskega območja – cene, ki dajejo prednost lokalnemu trgovanju v taki meri, da ni presežena zmogljivost prenosnega omrežja (Weron, 2007, str. 12).

Na Nord Poolu je trgovanje z električno energijo na voljo 24 ur vsak dan v tednu. Nord Pool je edina evropska borza, na kateri se izvaja tržno cepljenje. V tem procesu je trg razdeljen na posamezne delne regije. Meje se nahajajo znotraj Norveške in na mejnih točkah posameznih držav. V primeru, da ni ovir za prenos med dvema regijama, je tržna cena za obe regiji enaka. Če pa se v prenosu pojavljajo ovire oziroma ozka grla, potem cen ni mogoče prilagoditi (Weron, 2007, str. 13).

1.4.2 Italijanski trg

Proces liberalizacije trga z električno energijo se je v Italiji začel v letu 1999 (uredba 79/99). Do takrat je imelo državno podjetje Enel monopol na trgu električne energije. Po

referendumu, ki je zavrnil izgradnjo jedrskih elektrarn, domača proizvodnja ni zadostovala za celotno porabo električne energije v državi, zato je država poskušala najti ustrezne zakonske rešitve, ki bi omogočile proizvodnjo električne energije s strani neodvisnih proizvajalcev. S sprejetjem novega zakona 9/1991 (Ur. l. Italije št. 13) je bila neodvisnim proizvajalcem omogočena prodaja električne energije podjetju Enel, ki jo je odkupovalo na osnovi tarifnega sistema. Zaradi ureditve zakonodaje so na trg vstopili novi udeleženci in so tako prispevali k domači proizvodnji. S procesom liberalizacije je bilo tudi nacionalno prenosno omrežje dano v upravljanje glavnemu operaterju Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (Vrabec, 2004, str. 89).

Italija predstavlja zelo velik rafinerijski center – po zmogljivosti drugi v Evropi. Italija je pomemben izvoznik naftnih proizvodov, vendar v zadnjih letih italijanskim rafinerijam grozi nevarnost zaradi upada domače porabe naftnih derivatov in velike konkurence iz Azije. Je tudi druga največja uvoznica zemeljskega plina v Evropi (Ameriška energetska informacijska administracija, 2014).

Italijanska borza električne energije je bila vzpostavljena s strani organizatorja trga Gestore del Mercato Elettrico (v nadaljevanju GME). Zaradi majhnega števila udeležencev je bilo njeno aktivno delovanje najprej predvideno do leta 2002. Skupina Enel še vedno dominira na trgu električne energije – in zaradi take omejene ponudbe so cene na italijanskem trgu tudi danes najvišje v Evropi. Z namenom zagotavljanja zanesljive oskrbe z energijo in enakega obravnavanja vseh tarifnih odjemalcev je bilo ustanovljeno podjetje Acquirente Unico, S.p.A. Kontrolo trga in organizacijo po načelih nevtralnosti, učinkovitosti, transparentnosti in konkurenčnosti izvaja Agencija za električno energijo in plin (Vrabec, 2004, str. 83).

GME opisuje trg z električno energijo v Italiji kot borzo, ki omogoča proizvajalcem in potrošnikom vstop v pogodbe o nakupu in prodaji električne energije. Udeleženci se preko interneta povežejo z elektronsko platformo, kjer lahko trgujejo na osnovi varnega dostopa – preko digitalnih potrdil (Pagani & Aiello, 2010, str. 3).

Promptni trg je sestavljen iz trgovanja na dan vnaprej, trgovanja znotraj dneva in trgovanja za pomožne storitve. Pri trgovanju za dan vnaprej se trguje z električno energijo za naslednji dan na urni osnovi – zbirajo se prodajne in nakupne ponudbe članov. Pri trgovanju znotraj dneva se trgovanje odpira po koncu trgovanja za dan vnaprej in se zapira na isti dan, ko je tudi fizična dobava. Tako lahko udeleženci prilagodijo svoje ponudbe na podlagi rezultatov s trga za dan vnaprej. Pri obeh trgovanjih je GME glavni posrednik pri transakcijah. Zadnji del promptnega trga je trg za pomožne storitve, ki omogoča italijanskemu omrežju, da pridobi sredstva, ki jih potrebuje za vodenje, upravljanje, spremljanje in nadzor energetskega sistema. Na trgu za pomožne storitve je upravljalca omrežja glavni posrednik pri transakcijah (Pagani & Aiello, 2010, str. 3).

Na delu italijanskega trga za električno energijo za dostavo izvedenih instrumentov se izvaja fizična dobava pogodb, ki so sklenjene na Italijanski borzi za trgovanje z izvedenimi instrumenti (angl. *Italian Derivatives Energy Exchange*) (Pagani & Aiello, 2010, str. 4).

1.5 Splošne značilnosti cene električne energije

Z liberalizacijo energetskih trgov se bodo morali tržni udeleženci navaditi na okolje z zelo volatilnimi cenami in veliko negotovostjo, ki je večja kot na kateri koli drugi blagovni borzi. Nezmožnost skladiščenja močno vpliva na borzne cene električne energije in cene derivatov. Pomanjkanje fleksibilnosti povzroča, da bo borzna cena v veliki meri odvisna od lokalnih in časovnih pogojev ponudbe in povpraševanja. V nadaljevanju navajamo splošne značilnosti cene električne energije.

1.5.1 Sezonskost

Sezonska komponenta cen električne energije je ena izmed najbolj zapletenih značilnosti, ki na kratek rok povzroča neelastično povpraševanje zaradi gospodarskih in poslovnih dejavnosti. Cene električne energije razkrivajo tri vrste cikličnih vzorcev: dnevne, tedenske in letne. Količina električne energije je odvisna predvsem od človekovega delovanja in vremenskih oziroma klimatskih pogojev. Na primer: cene električne energije med tednom so v povprečju relativno konstantne, proti koncu tedna in med prazniki pa so v povprečju nižje (Janssen & Wobben, 2009, str. 8).

Na kalifornijskem trgu električne energije so zaradi velike odvisnosti od klimatskih naprav cene med poletjem precej višje kot pozimi. V Nemčiji se zmanjšanje uporabe klimatskih naprav v zimskem času odtehta s povečano uporabo svetlobe in ogrevanja – približno 14 % celotne porabe energije v Nemčiji se pripisuje ogrevanju. Poleg tega so goriva, ki se uporabljajo v elektrarnah, v zimskem času dražja zaradi stroškov skladiščenja, kar pomeni, da se sezonsko povečujejo tudi celotni stroški proizvodnje. Ta učinek lahko privede do višjih cen električne energije v zimskem času. Ker so ti učinki deloma predvidljivi, lahko redni napovedani pregledi jedrskih elektrarn zmanjšajo pričakovan sezonski učinek – v poletnih mesecih se zaradi manjšega povpraševanja pričakujejo nižje cene, vendar lahko pregledi jedrskih elektrarn povzročijo manjšo ponudbo in s tem tudi dvig cen (Janssen & Wobben, 2009, str. 8).

1.5.2 Vračanje k srednji vrednosti

Poleg sezonskosti je ena izmed značilnosti gibanja cen električne energije tudi vračanje k srednji vrednosti. Vračanje k srednji vrednosti je predpogoj, da se bo borzna cena v določenem časovnem obdobju vrnila k povprečju kljub nihanju nad in pod povprečno vrednostjo. Oblika vračanja k srednji vrednosti je odvisna od narave trga. Na trgih obrestnih mer je recimo vračanje k srednji vrednosti manj opazno, ker je dejanska stopnja vračanja odvisna od gospodarskih ciklov in je zato tudi počasnejša. V panogah, kjer obstajajo hitre spremembe v tehnologiji, ni enostavno ugotoviti dolgoročnih mejnih stroškov proizvodnje, vendar se na srednji rok pričakuje, da se bo cena električne energije vrnila k srednji vrednosti (Eydeland & Wolyniec, 2003, str. 110).

1.5.3 Negativne cene

Negativne cene se pojavijo, ko ponudba električne energije začasno presega povpraševanje. V tem obdobju je za glavne vire, kot je na primer premog, včasih boljše, da nadaljujejo in dajejo svojo energijo na omrežje ter s tem ustvarijo negativne cene na dražbah, namesto da bi elektrarne izklopile svoje generatorje in potem imele visoke stroške ponovnega zagona, ko je povpraševanje spet visoko. Takrat so stroški, ki jih borze plačujejo končnim uporabnim, nižji kot stroški ponovnega zagona turbin v elektrarnah. Pri pojavitvi negativnih cen lahko posebej poudarimo vlogo vetrnih elektrarn – v času visoke vetrne energije in nizkega povpraševanja trg reagira s ponudbo pod variabilnimi stroški, s čimer se izognejo stroškom ponovnega zagona, ki so pri vetrnih elektrarnah zelo visoki (Woodman, 2010, str. 6).

Z ekonomskega vidika lahko sklepamo, da so lahko negativne cene racionalne, ker so stroški zapiranja elektrarne višji od negativnih cen. Od 1 septembra 2008 so na borzi EEX dovoljene ponudbe negativnih cen. Negativne cene se najpogosteje pojavljajo zjutraj in zvečer med 23.00 in 8.00. Podobna frekvenca negativnih cen je tudi na tedenski ravni, in sicer se negativne cene največkrat pojavljajo ob ponedeljkih in nedeljah.

Vpliv negativnih cen ostaja eno izmed najbolj zanimivih vprašanj, ki so neposredno povezana z obnovljivimi viri energije in tržno konkurenco. Negativne cene služijo kot tržni signal za dodatne zahteve k večji fleksibilnosti sistema.

1.5.4 Konice

Zaradi nezmožnosti skladiščenja je električna energija dobrina z najbolj volatilnimi borznimi cenami, ki včasih odlikuje občasne konice. Zato je treba uporabiti modele, ki vključujejo ustrezno napovedovanje cen, sprotno upravljanje portfelja in obvladovanje tveganj. Modeli morajo v veliki meri vsebovati značilnosti cene električne energije.

V času liberaliziranih trgov električne energije se morajo udeleženci na trgu navaditi na okolje, ki vsebuje zelo volatilne cene in visoko negotovost, ki je sicer večja kot na katerikoli drugi blagovni borzi. Pomanjkanje fleksibilnosti povzroča, da so cene električne energije v veliki meri odvisne od lokalnih in časovnih pogojev povpraševanja in ponudbe. Le majhno število velikih industrijskih odjemalcev ima sposobnost spremeniti svoje zahteve v skladu s tržnimi cenami, medtem ko večina odjemalcev to naredi s precejšnjim časovnim zamikom. Časovni zamik povzroča občasne in ekstremne dvige cen, ki se potem v nekaj urah ali dneh vrnejo na stabilnejšo raven (Jong, 2006, str. 1).

1.5.5 Volatilitnost

Druga značilnost cen električne energije je njihova volatilitnost, ki je nenavadno visoka in večja kot na drugih blagovnih borzah. Problem volatilitnosti lahko obrazložimo kot posledico nezmožnosti skladiščenja in težav pri samem prenosu električne energije, saj je potrebno ravnatežje med ponudbo in povpraševanjem – zaloge se ne morejo uporabiti za izravnavo cenovnih nihanj. Zato včasih pride do začasnega neravnovesja med ponudbo in povpraševanjem na trgu, ki ga je težko popraviti v kratkem času. Posledica tega je, da so

nihanja cen na trgih z električno energijo bolj ekstremna kot na drugih blagovnih trgih (Bierbrauer, Menn, Rachev & Truck, 2007, str. 3464).

Volatilnost cen električne energije ustvarja negotovost pri potrošnikih in proizvajalcih, ki se posledično lahko odločijo za odlog nakupa ali prodaje. Takšni zamiki lahko povzročijo izgubo tržnih priložnosti in neučinkovito dolgoročno razporeditev sredstev. Poleg tega lahko volatilnost ustvari pritisk za določene regulativne posege, ki lahko poškodujejo tržne udeležence in ustvarijo veliko nihanje prihodkov. Navsezadnje pa lahko volatilnost ustvari dvom o poštenosti panoge in njeni sposobnosti za zagotavljanje stabilnega poslovanja udeležencev (Henning, Sloan & De Leon, 2003, str. 1).

2 EVROPSKA ENERGETSKA BORZA (EEX)

Energetska politika v Nemčiji hitro spreminja trge z električno energijo, kot posledica tega pa se spreminjajo tudi aktivnosti na borzi EEX. Z več kot 220 tržnimi udeleženci, ki prihajajo iz več kot 20 držav, je EEX trenutno vodilna borza z električno energijo v Evropi. EEX je trgovalna platforma, povezana z različnimi trgi, ki vključujejo energijo, plin, premog, emisijske pravice CO₂ ter tudi poravnavo transakcij preko Evropske klirinške hiše (angl. *European Commodity Clearing*). Kot posledica tega se vse politične spremembe, ki vplivajo na trg električne energije, neposredno odražajo na borzi EEX (Evropska energetska borza, 2012, str. 5).

2.1 Razvoj borze EEX

Spremembe, ki jih povzroča energetski preobrat v Nemčiji, vplivajo na trge na različne načine. Visok delež obnovljivih virov pri proizvodnji električne energije vpliva na odločitve vseh tržnih udeležencev. Največji izziv danes predstavljata izboljšanje fizične povezanosti med trgi in podpora konkurence tržnih udeležencev, kar pomeni omogočanje nediskriminatornega dostopa do nacionalnih omrežij. Zastoji pri omrežjih pomenijo oviro za boljše delovanje notranjega trga z električno energijo že od samega začetka liberalizacije trgov z električno energijo. Izboljšanje povezave med omrežji in koncentracija trga sta glavna problema, s katerima se soočajo trgi.

Zadnje desetletje je prineslo velike spremembe v strukturo trgov električne energije. Trgi z električno energijo se preoblikujejo iz visoko državno reguliranih in nadzorovanih sistemov v deregulirane lokalne trge. Borze z električno energijo, kot je EEX v Nemčiji, so bile ustanovljene kot konkurenčni trgi na debelo – promptni in terminski trgi. Trgovanje z električno energijo se je iz povsem tehničnega poslovanja preoblikovalo v poslovanje, kjer je električna energija kot vsako drugo blago. Vendar se je treba zavedati, da je električna energija zelo specifično blago, ki se ga ne da skladiščiti, in da povpraševanje po njej vsebuje močno sezonsko komponento. Poleg tega lahko imajo izpadi električne energije oziroma nepopolna prenosna zanesljivost omrežja ogromen vpliv na ceno elektrike (Evropska energetska borza, 2013, str. 4).

V letu 2000 se je začelo obdobje fizičnega trgovanja, najprej na dveh nemških borzah električne energije: LPX (Leipzig Power Exchange) in EEX (European Energy Exchange v Frankfurtu). Obe borzi sta se združili v začetku leta 2002 in cilj nove borze je bil postati vodilna evropska borza električne energije. Združitev obeh borz je povečala preglednost in ustvarila močnejši trg električne energije (Evropska energetska borza, 2013, str. 4).

Borza EEX se je iz borze za nacionalno trgovanje z električno energijo razvila v borzo za mednarodno trgovanje. EEX razvija, upravlja in varno povezuje likvidne trge električne energije in sorodnih izdelkov v Evropi. Njen cilj je postati vodilna borza energije med borzami v Evropi, ki so zadolžene za trgovanje, kliring, poravnave in druge podobne storitve. Cilji borze EEX so podprti s fleksibilno strukturo, še posebej zaradi odcepitve klirinške hiše in formiranja evropske klirinške hiše. To borzi EEX omogoča, da prilagodi svoj položaj glede mednarodnih partnerstev, hkrati pa tudi boljšo pokritost trga (Evropska energetska borza, 2013, str. 4).

EEX deluje na podlagi nemškega Zakona o borzi (nem. Börsegesetz) in je predmet neodvisnega nadzora s strani javnih organov. Upravlja jo EEX AG, ki se vodi kot podjetje iz zasebnega sektorja. Največji delničar je Eurex Zurich AG z 62,57% deležem. Ostali delničarji borze EEX so podjetja iz energetike in finančnega sektorja ter tudi druge javne inštitucije (Evropska energetska borza, 2013, str. 4).

Na borzi EEX se trguje z električno energijo, zemeljskim plinom, emisijskimi kuponi in potrdili o izvoru za zeleno energijo. Paleta izdelkov za trgovanje se bo v prihodnosti še dodatno diverzificirala. Zaradi svojega deleža v borzi Cleartrade (CLTX) bo EEX v prihodnosti ponujala trgovanje z železom, kurilnim oljem in drugimi produkti na področju tovarnega prometa (Evropska energetska borza, 2013, str. 5).

V nadaljevanju navajamo pomembne mejnike razvoja borze EEX (Evropska energetska borza, 2013, str. 4):

- 2002: vzpostavitev borze EEX v Leipzigu kot posledica združitve LPX-a in EEX-a
- 2006: odcepitev klirinškega poslovanja iz borze EEX in ustanovitev Evropske klirinške hiše (v nadaljevanju ECC)
- 2008: začetek sodelovanja na področju trgovanja z električno energijo med EEX-om in Powernextom – ustanovitev EPEX Spota
- 2011: nove borze se povežejo z ECC-om
- 2012: EEX izvaja dražbe na trgu v imenu Evropske komisije in 24 držav članic

Od začetka obratovanja v juniju 2000 se na borzi EEX z električno energijo trguje v EUR/MWh (urna in blokovna energija), od leta 2005 dalje se trguje tudi z emisijskimi kuponi CO₂. Električna energija se dobavlja naslednji dan, možnost trgovanja imajo tudi tuja podjetja. Urne pogodbe so pogodbe, ki se sklepajo od 0,1 MWh naprej, blokovne pogodbe pa od 1 MWh naprej, pogodbeni količina se izračuna na podlagi dobavne moči (MW) in števila dobavljenih ur (h). V Tabeli 3 so predstavljeni indeksi, s katerimi se trguje na borzi EEX.

Tabela 3: Indeksi borze EEX

Indeks	Opis
<i>Phelix</i>	Kratica iz »fizični indeks električne energije«; upoštevajo se tržna območja Nemčije in Avstrije. Izračunavata in objavljata se Phelix pas (angl. <i>Phelix Base</i>) in Phelix konica (angl. <i>Phelix Peak</i>), ki sta registrirani blagovni znamki borze EEX.
<i>ELIX</i>	Evropski indeks električne energije; upoštevajo se tržna območja Nemčije, Avstrije, Francije in Švice. Izračunavata in objavljata se ELIX pas (angl. <i>ELIX Base</i>) in ELIX konica (angl. <i>ELIX Peak</i>).
<i>Swissix</i>	Švicarski indeks električne energije; upošteva se tržno območje Švice. Izračunavata in objavljata se Swissix pas (angl. <i>Swissix Base</i>) in Swissix konica (angl. <i>Swissix Peak</i>).
<i>KWK-Index</i>	Po nemškem Zakonu o soproizvodnji nadomestilo pri soproizvodnji temelji na normalni ceni električne energije. Pri proizvodnih obratih do največ 2 MW je cena električne energije definirana kot povprečna cena električne energije na borzi EEX za preteklo četrletje. KWK-Index predstavlja povprečno vrednost vseh vrednosti dnevnega indeksa Phelix Pas za preteklo četrletje.
<i>EGIX</i>	Evropski indeks zemeljskega plina. Izračuna in objavlja se za dve območji v Nemčiji: NetConnect Germany in Gaspool.
<i>Ecarbix</i>	Evropski indeks, ki odraža dejansko tržno vrednost EU emisijskih kuponov.

Vir: Izdelano na podlagi podatkov Evropske energetske borze, 2012

Platforma »Transparentnost energetskih trgov« (angl. Transparency in energy markets) predstavlja rešitev za neprekinjeno in takojšnjo objavo podatkov za energijo, v bližnji prihodnosti tudi podatkov za zemeljski plin. Platforma je učinkovito orodje, ki ga uporabljajo vsi udeleženci na trgu zato, da bi izpolnili zahteve za objavo v skladu z uredbo EU o evropskem trgu na debelo in transparentnosti (angl. *Energy Market Integrity and Transparency – REMIT*). Sedemletni razvoj skupaj z drugimi upravljalci elektrarn, upravjalci prenosnih sistemov, društvi in zveznim Ministrstvom za gospodarske zadeve se odraža v tej nevtralni in osrednji platformi, kjer je možno zelo hitro vključiti vse nove vrste podatkov (Evropska energetska borza, 2013, str. 34).

Cilj borze EEX je nadaljnje širjenje platforme s podatki energetskih trgov ostalih evropskih držav. Za potrebe poročanja je predpogoj hitra in prilagodljiva povezava novih podjetij. Poleg Nemčije podatke o proizvodnji električne energije na platformo sporočajo tudi podjetja iz Avstrije, ki v celoti izpolnjujejo zahteve za objavo (Evropska energetska borza, 2013, str. 34).

Za svoje delovanje ima borza EEX naslednja merila (Nord Pool consulting, 2006, str. 37):

- likvidnost – merilo uspeha na borzi EEX. V svojih konceptih ima borza EEX rešitve, ki povečujejo likvidnost trgov. Likvidnost pomeni, da je treba preprečiti prevelik vpliv na

cene in udeležence v interesu poštenih tržnih pogojev. Za doseganje tega cilja je potreben velik obseg trgovanja in tudi veliko število udeležencev.

- transparentnost – vse transakcije in procesi so s strani borze EEX razkriti, da lahko vsi tržni udeleženci razumejo in predvidijo gibanje cen. Transparentnost je predpogoj za zaupanje in nujen pogoj pri delovanju borze.
- enaka obravnava – liberaliziran trg je osnova za delovanje. Enaki pogoji za vse udeležence zagotavljajo pravično trgovanje in so nujni za nadaljnji razvoj.
- enostavnost – vsi postopki so narejeni na najenostavnejši način, zato poskuša borza EEX odpraviti vse nepotrebne ovire.
- stroškovna učinkovitost – preprosti postopki in nizke finančne zahteve predstavljajo podlago za učinkovito trgovanje na borzi EEX. Nizki stroški in poenostavljene tehnične zahteve so predpogoj za tak pristop.
- postopen razvoj – postopno in uspešno pozicioniranje na trgu. Borza mora ostati v stiku s strankami in celotnim trgom, vendar je zelo pomembno, da so vsi koraki razvoja v logičnem zaporedju.
- skupna stališča – podobna stališča so pomembna, saj vsi tržni subjekti uporabljajo borzo EEX v svojo korist.
- večdimenzionalna diverzifikacija – EEX je borza, ki postane diverzificirana v smislu trgov, proizvodov in regij. Borza se osredotoča na primerljive prednosti in v ta proces vključuje tudi svoje partnerje.
- izgradnja evropske mreže – EEX je sestavni del evropske borzne mreže za energetiko. Mreža upošteva zvezno idejo Evrope.

2.2 Struktura borze EEX

V Nemčiji borze predstavljajo javne institucije, zato se odnosi med borzo in borznimi udeleženci urejajo z zakonom. Borze so ustanovljene na podlagi nemškega borznega zakona in je njihov nadzor v pristojnosti posameznih zveznih dežel.

Organi EEX-a so: uprava, organ za tržni nadzor, borzni svet in odbor za sankcije. Nekatere pomembne naloge uprave so: izdaja licenc za trgovanje, interna regulacija, potek poslovanja, preverjanje in spremljanje skladnosti s pravili in predpisi itd. Organ za tržni nadzor kontrolira trgovanje in vse poravnave poslov na borzi, beleži podatke o trgovanju in poravnava ter ocenjuje in izvaja preiskovalne aktivnosti, če je to potrebno. Borzni svet je zadolžen za vzpostavitev pravil in predpisov, imenovanje direktorjev in vodstva nadzornega sveta v skladu s pooblastili ter spremljanje delovanja uprave (Evropska energetska borza, 2014, str. 34).

2.3 Elektronsko trgovanje na borzi EEX

Trgovanje na borzi EEX je popolnoma elektronsko. Elektronske trgovalne platforme omogočajo sklenitev in registracijo transakcij na promptnem ter na terminskem trgu. Naročila predstavljajo nakupne ali prodajne ponudbe s strani udeležencev v neprekinjenem trgovanju na promptnem ali terminskem trgu. Kotacije so omejena naročila za nakup ali prodajo, ki

veljajo samo en dan. Udeleženci pošiljajo svoja naročila s pomočjo elektronskega sistema, le uprava ima pravico, da dovoli uporabo drugih metod prenosa, o čemer pa mora obvestiti vse udeležence. Zaradi tehničnih razlogov ima uprava pravico, da začasno prekine dostop do sistemov trgovanja na borzi EEX za posamezni trg ali za vse trge in tudi za posameznega ali vse udeležence. Upravni odbor lahko odloča o preklicu prekinitve dostopa. O prekinitvi dostopa do trgovalnih sistemov borze EEX morajo biti obveščeni vsi udeleženci EEX-a (Evropska energetska borza, 2014, str. 25).

2.3.1 Določanje cene

Borzne cene se določajo z izvršitvijo naročil na borzi. Določene so transparentno in nediskriminatorno s strani trgovalnih sistemov EEX-a in v skladu z vsemi določbami. Borzna cena mora ustrezati dejanskemu stanju na trgu, zato mora borza sprejeti vse ustrezne ukrepe za zagotovitev pravilne določitve cene tudi v primeru visokih nihanj. Ukrepi so kratkotrajne spremembe tržnega modela, kot je na primer prekinitvev kontinuiranega trgovanja z naknadnim ponovnim zagonom. Uprava borze mora hitro določiti nadaljnje ustrezne ukrepe, saj obstaja tveganje za nepravilno določanje cen, ki ne ustrezajo dejanskim razmeram na trgu (Evropska energetska borza, 2014, str. 25).

Borzne cene, obseg in čas morajo biti objavljeni v okviru ustreznega trgovalnega sistema ali s pomočjo elektronskih medijev takoj, najkasneje v roku treh minut, razen v primeru določene objave, ki bi preprečila pomanjkljivost transakcije. Vrsta in obseg objave morata biti določena s strani uprave in morata biti v skladu z zahtevami zakona (Evropska energetska borza, 2014, str. 26).

Trgovanje na borzi poteka od ponedeljka do petka od 7.30 do 18.00. Trgovanje je dovoljeno tudi v drugih dnevih, če je to napovedala uprava borze. Uprava lahko določi, da s posameznimi produkti v določenih dnevih ni dovoljeno trgovati. Seznam praznikov oziroma netrgovalni dnevi skupaj s trgovalnim časom so s strani uprave objavljeni za vsak produkt posebej (Evropska energetska borza, 2014, str. 4).

2.3.2 Vrste trgovanja

S produkti se na borzi EEX trguje na neprekinjenem trgovanju ali na dražbah. Cena, po kateri se z minimalnim presežkom lahko izvrši najvišji obseg naročil, se določi na podlagi omejenih in neomejenih naročil, prejetih v sistemu EEX v odprti ali zaprti dražbi. Odprta dražba ima v glavnem dve fazi: faza »call« (nakupna faza) in faza določanja cene. V »nakupni« fazi lahko udeleženci vnašajo, spreminjajo in brišejo svoja naročila. Knjiga naročil je zaprta (Evropska energetska borza, 2014, str. 29).

Če obstajajo naročila, ki se prekrivajo oziroma jih je mogoče izvesti drugo proti drugemu v dražbi z zaprto knjigo naročil, potem se prikaže potencialna cena izvedbe. Če temu ni tako, se prikažeta najboljša nakupna in najboljša prodajna cena izvedbe. V dražbah z odprto knjigo naročil se prikazuje kumulirani obseg vseh nakupnih in prodajnih naročil. V zaprti dražbi se ne prikazujejo niti cene izvedbe niti obseg naročil (Evropska energetska borza, 2014, str. 30).

Neprekinjeno trgovanje se odvija brez odpiranja in zapiranja dražbe ter brez dražb tekom dneva. Cene se določajo na podlagi usklajevanja naročil – ponudbe in povpraševanja v knjigi naročil. V primeru, da so cene enake, se ponudbe in povpraševanja ujemajo v vrstnem redu, v katerem so bili vneseni v sistem EEX (Evropska energetska borza, 2014, str. 30).

2.4 Indeks Phelix

Kot smo omenili že v uvodu, je Phelix kratica iz »fizični indeks električne energije«; izračunavata in objavljata se Phelix Pas in Phelix Konica, ki sta registrirani blagovni znamki borze EEX. Dnevni Phelix Pas predstavlja povprečno ceno električne energije, doseženo pri trgovanju na borzi EEX med 1. in 24. uro, to je za cel dan. Cena je izračunana za vse koledarske dni v letu na področju Nemčije/Avstrije (Evropska energetska borza, 2012, str. 5).

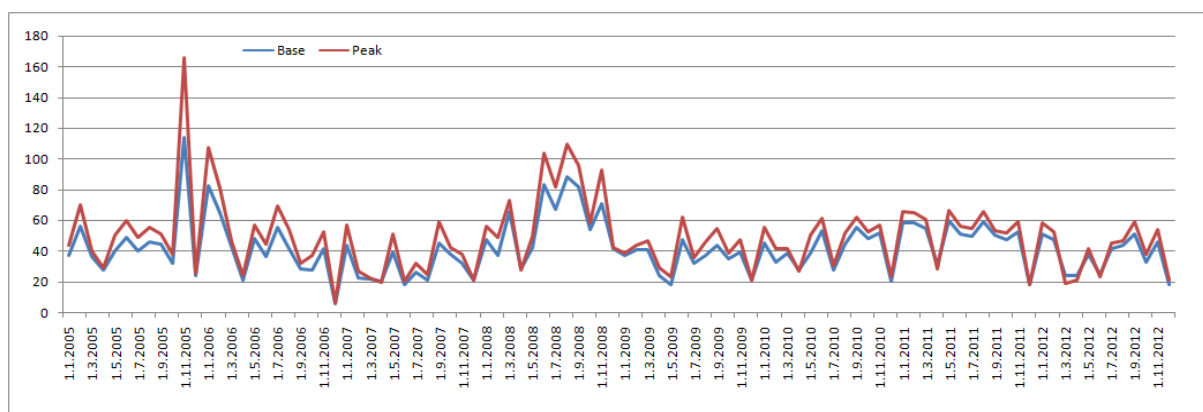
V naslednjem podpoglavju se bomo osredotočili na vprašanja glede podatkov o cenah električne energije na nemškem trgu. Čeprav je relativno malo razpoložljivih podatkov o porabi električne energije, kar zmanjšuje možnost za podrobno statistično analizo, bomo na podlagi razpoložljivih podatkov poskusili predstaviti značilnosti gibanja cen električne energije.

2.4.1 Cene na promptnem trgu

V svoji raziskavi Karakatsani in Bunn (2004, str. 3) modelirata volatilitnost cen električne energije in navajata, da so cene električne energije razvile izrazite značilnosti, kot so: vračanje k srednji vrednosti na dolgi rok, večnivojska sezonskost (dnevna, tedenska itd.), pozitiven koeficient asimetrije, koeficient sploščenosti, ki je nižji od 1 (koničasta spremenljivka), in nestabilna korelacija s cenami goriv zaradi drugih alternativnih obratov.

Slika 4 prikazuje končne mesečne cene indeksov Phelix Pas in Phelix Konica v obdobju 2005–2012. Sliko lahko razdelimo na štiri glavna obdobja – dve obdobji, ki imata relativno »normalne« cene, in dve obdobji z zelo nepredvidljivim gibanjem cen. Prvo obdobje (leto 2005) je nestabilno obdobje, ki se začne z rastjo cen že v februarju, kar je najverjetneje posledica uvedbe emisijskega trgovanja. Nepredvidljiva rast ponovno preseneti proti koncu leta 2005 z ekstremno rastjo cen nad 160 EUR/MWh. Obstajajo številni vzroki za povečanje cen v zadnjem četrtletju leta 2005, kot so: skrb za morebitno manjšo razpoložljivost elektrarn, predvsem jedrskih elektrarn, vpliv cen emisijskih kuponov CO₂, ki nenehno rastejo, suša preteklih zim itd.

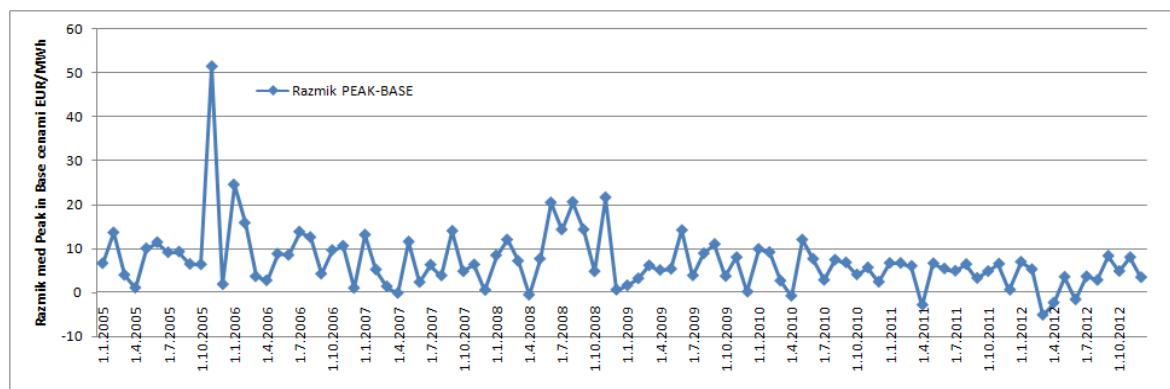
Slika 4: Primerjava med mesečnim indeksom Phelix Pas in mesečnim indeksom Phelix Konica



Vir: Izdelano na podlagi baze podatkov Bloomberg.

Še eno vprašanje, ki je neposredno vezano na nestabilnost cen, je velik razmik med indeksoma Phelix Pas in Phelix Konica (Slika 5). Z višjimi stroški emisij za osnovno proizvodnjo naj bi se ta razmik med cenami zmanjšal, vendar vseeno ostaja vprašanje, kako zadovoljiti povečano povpraševanje v letih, ki prihajajo, in katere proizvodne zmogljivosti bo treba zgraditi za nadomestitev jedrske energije.

Slika 5: Razmik med vrednostmi indeksov Phelix Pas in Phelix Konica v EUR/MWh



Vir: Izdelano na podlagi baze podatkov Bloomberg.

Po tem »ekstremnem« obdobju sledi »normaliziranje« cen v naslednjih dveh letih, čeprav je razlika med najvišjo in najnižjo ceno v tem obdobju spet visoka. Z rastjo cene nafte v letu 2008 so narasle tudi cene električne energije, ki so vrhunec dosegle v avgustu 2008 (Phelix Pas 88 EUR/MWh; Phelix Konica 109 EUR/MWh).

Cene električne energije so v naslednjih letih od 2009 do 2010 padle za približno 30–40 % in se od leta 2008 gibljejo med 40 in 60 EUR/MWh. Znižanje cen je posledica združevanja trgov, ločitve proizvodnje električne energije od ostalih delov elektrogospodarstva, rasti zmogljivosti za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije, ki imajo zagotovljen odkup električne energije (vetrna in sončna energija), itd.

Cene v opazovanem obdobju kažejo tudi znake vračanja k novi srednji vrednosti. V prvem obdobju do konca leta 2007 je bila srednja vrednost okoli 39 EUR/MWh za indeks Phelix Pas in okoli 48 EUR/MWh za indeks Phelix Konica. Po obdobju visoke volatilnosti v letih 2008 in 2009 se je vzpostavila nova srednja vrednost, ki je bila okoli 33 EUR/MWh za indeks Phelix Pas in 40 EUR/MWh za indeks Phelix Konica.

2.4.2 Volatilnost

Zaradi značilnosti električne energije (nezmožnost skladiščenja) volatilnost cen električne energije ni konstantna in je višja od volatilnosti cen drugega blaga. Tabela 4 prikazuje volatilnost, ki smo jo izračunali za indeksa Phelix Pas in Phelix Konica v obdobju 2005–2012 in znaša v povprečju 606 % za indeks Phelix Pas in 611 % za indeks Phelix Konica. Za volatilnost smo najprej izračunali procentualne mesečne spremembe indeksa, iz katerih je bil potem izračunan standardni odklon na letni ravni. Volatilnost se zelo razlikuje v primerjavi z volatilnostjo, ki sta jo izračunala Eggen in Grontvedt (2005, str. 102) za obdobje 2000–2005 in znaša 280 % za indeks Phelix Pas in 341 % za indeks Phelix Konica. Glavni razlog za tako razliko so negativne cene, ki se prvič pojavijo v letu 2009 (71 ur), zato je izračunana volatilnost takrat najvišja (922 %). Podobno je tudi v letu 2012, kjer imamo negativne cene za 56 ur in volatilnost znaša 789 %. Negativne cene se pojavijo, ko ponudba električne energije začasno presega povpraševanje po električni energiji. V teh obdobjih nekateri proizvajalci električne energije ne prenehajo s proizvodnjo in dajejo ponudbe z negativnimi cenami, namesto da bi izklopili svoje proizvodne enote in kasneje plačali visoke stroške ponovnega zagona. Stroški plačila končnim uporabnikom, ki so rezultat negativnih cen, so nižji od stroškov ponovnega zagona turbin. Tak pojav je povzročil negativne cene v letih 2009 in 2012 in posledično višjo volatilnost cen električne energije. Eggen in Grontvedt (2005, str. 102) navajata, da sta lahko druga dva razloga za visoko volatilnost cen na nemškem trgu premajhen obseg trgovanja zaradi samega povpraševanja in velik obseg trgovanja zaradi varovanja pred tveganjem.

Tabela 4: Volatilnost indeksov Phelix Pas in Phelix Konica v obdobju 2005–2012 (v %)

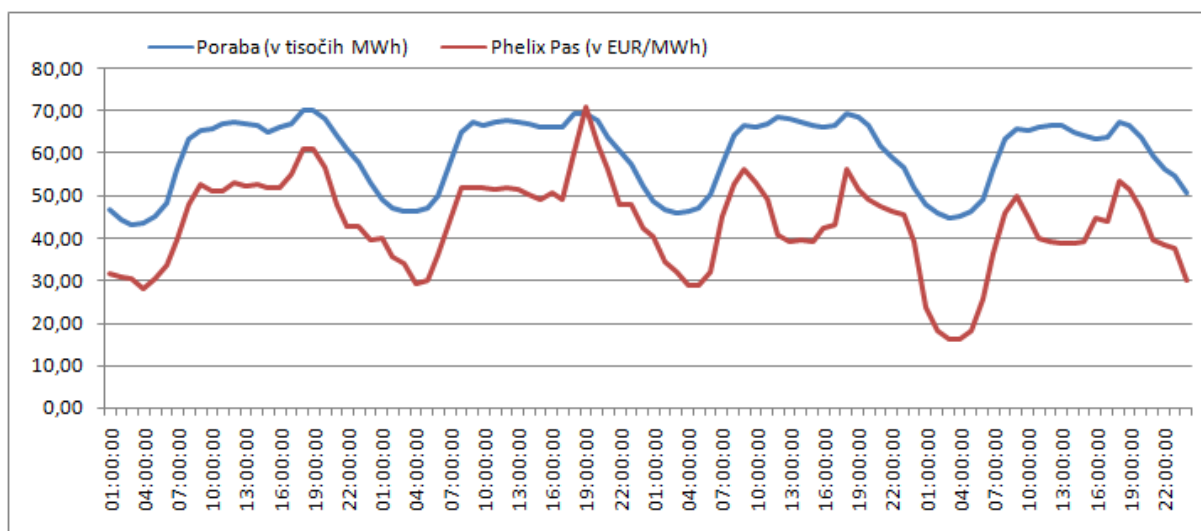
Leto	Letna volatilnost Phelix Pas v %	Letna volatilnost Phelix Konica v %
2005	488	603
2006	653	781
2007	691	839
2008	509	578
2009	922	527
2010	414	474
2011	382	469
2012	789	623
2005-2012 povprečje	606	612

Vir: Samostojni izračun na podlagi baze podatkov Bloomberg.

2.4.3 Sezonskost

Gibanje cen električne energije na nemški borzi EEX ima večino značilnosti, ki smo jih v prvem poglavju navedli kot splošne značilnosti cen električne energije. Slika 6 prikazuje gibanje povpraševanja in vrednosti indeksa Phelix Pas po urah v obdobju od 10. 1. do 15. 1. 2012. Kot je bilo pričakovano, so cene nižje med vikendi, ko je manjše tudi povpraševanje po električni energiji. Cene tekom tedna imajo podoben vzorec – naraščati začnejo okoli 6. ure, ko se začne delovni dan. Čez dan cena počasi narašča in doseže svoj prvi vrhunec okoli 12. ure, nato sledi rahlo znižanje. Vrhunec dneva cene dosežejo okoli 18. ure, ko se dan zaključi, pa se začnejo spet zniževati. Kot je razvidno iz Slike 7, vrednost indeksa Phelix Pas sledi povpraševanju po električni energiji oziroma porabi.

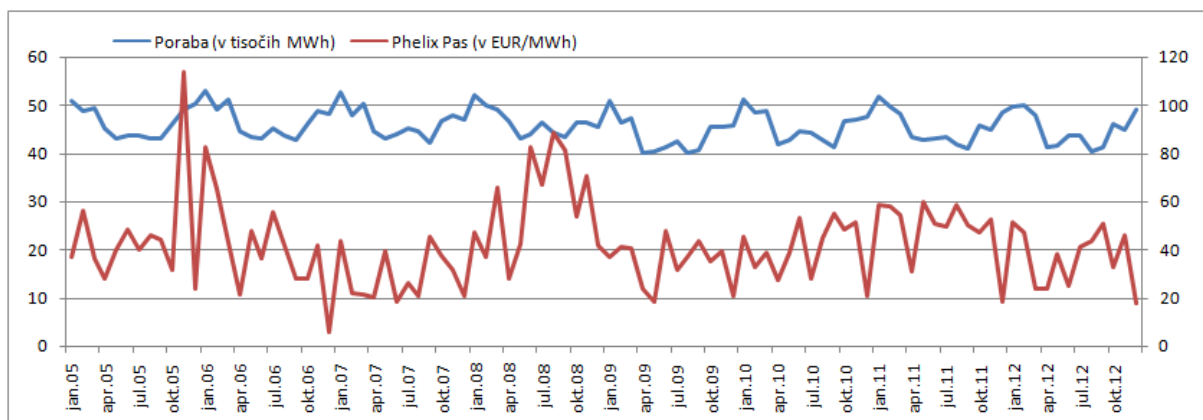
Slika 6: Poraba električne energije (v tisočih MWh) in vrednost indeksa Phelix Pas (v EUR/MWh) po urah v obdobju od 10. 1. do 13. 1. 2012



Vir: Izdelano na podlagi baze podatkov Bloomberg in baze podatkov ENTSO-E.

Slika 7 prikazuje zgodovinske cene in porabo električne energije po mesecih v obdobju 2005–2012. Čeprav poraba električne energije vsebuje močno sezonsko komponento, nemška borzoelektrične energije ne kaže podobnega sezonskega nihanja cen. Eden izmed razlogov je dejstvo, da se vzdrževanje osnovne obremenitve jedrskih elektrarn izvaja v obdobju od aprila do septembra, zato prispeva k višji ceni v obdobju nizkega povpraševanja. Poleg tega, čeprav je povpraševanje po električni energiji v poletnih mesecih manjše, včasih prihaja do hitrega povečanja povpraševanja (pojava konic) zaradi potrebe po hlajenju. Posledično povpraševanje izpolnijo elektrarne, ki imajo višje variabilne stroške, zaradi česar sledi takojšnje zvišanje cene električne energije. Gledano zgodovinsko je sezonsko nihanje cen na nemškem trgu bolj posledica visoke volatilitnosti kot pa spremembe cene zaradi odziva na povpraševanje po električni energiji (Eggen & Grontvedt, 2005, str. 107).

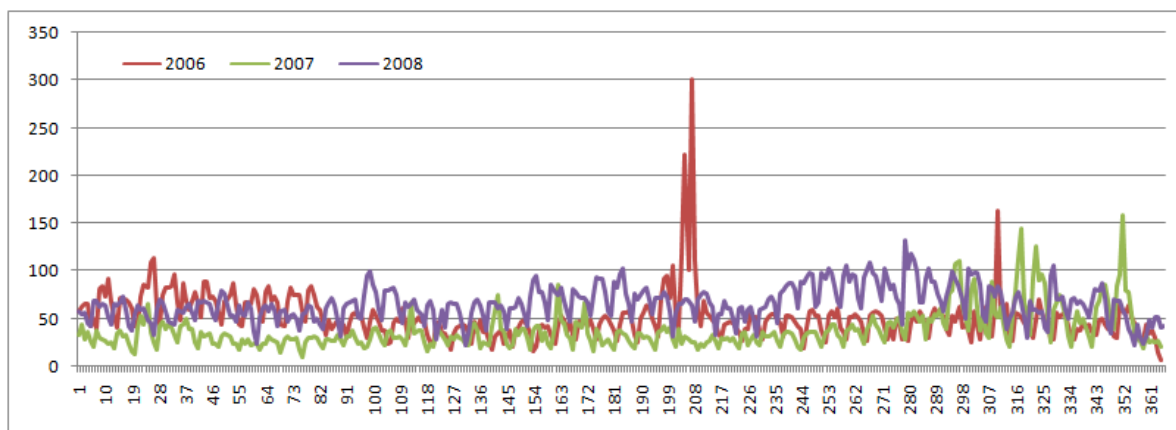
Slika 7: Poraba električne energije (v tisočih MWh) in vrednost indeksa Phelix Pas (v EUR/MWh) po mesecih v obdobju 2005–2012



Vir: Izdelano na podlagi baze podatkov Bloomberg in baze podatkov ENTSO-E.

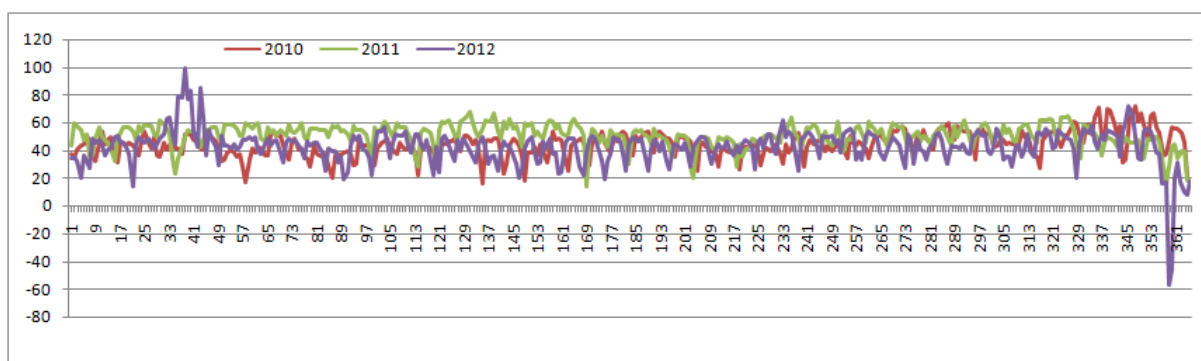
Na Sliki 8 in 9 lahko opazimo, da so cene v letih od 2010 do 2012 stabilnejše, brez številnih obdobj visoke volatilnosti cen. S Slike 9 je razvidno, da je v letih 2006–2008 verjetnost pojava konic oziroma obdobj visoke volatilnosti višja v zimskih mesecih, ko imamo tudi visoko povpraševanje po električni energiji in po drugi strani omejeno zmogljivost elektrarn.

Slika 8: Vrednost indeksa Phelix Pas v EUR/MWh po dnevih v obdobju 2006–2008



Vir: Izdelano na podlagi baze podatkov Bloomberg.

Slika 9: Vrednost indeksa Phelix Pas v EUR/MWh po dnevih v obdobju 2010–2012



Vir: Izdelano na podlagi baze podatkov Bloomberg.

2.4.4 Koeficient asimetrije (ang. skewness) in sploščenosti (ang. kurtosis)

Na podlagi dnevni podatkov indeksa Phelix smo izračunali koeficiente asimetrije in koeficiente sploščenosti za leta od 2005 do 2012. S koeficientom asimetrije (τ) želimo preveriti porazdelitev spremenljivke, ki lahko izkazuje pozitivno asimetrijo ($\tau > 0$), normalno porazdelitev ($\tau = 0$) ali negativno asimetrijo ($\tau < 0$). S koeficientom sploščenosti (k) želimo preveriti, ali je spremenljivka koničasta ($k < 1$), normalna ($k = 1$) ali sploščena ($k > 1$) (Bai, 2001, str. 49). Za celotno obdobje je bil koeficient asimetrije za indeks Phelix Pas 2,19 in 4,59 za indeks Phelix Konica. Koeficient sploščenosti pa je bil 19,16 za indeks Phelix Pas in 56,8 za indeks Phelix Konica. Številke so relativno visoke, vendar pa nižje v primerjavi z rezultati, ki sta jih dobila Eggen in Grontvedt (2005, str. 119) za obdobje od junija 2000 do aprila 2005. Izračunala sta koeficient asimetrije 5,67 in koeficient sploščenosti 77,0 za indeks Phelix Pas ter koeficient asimetrije 9,16 in koeficient sploščenosti 161 za indeks Phelix Konica.

Tabela 5: Koeficienti asimetrije in sploščenosti za indeksa Phelix Pas in Phelix Konica v obdobju 2005–2012

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Phelix Pas	Koeficient asimetrije	2,49	4,38	2,40	0,29	-0,15	-0,10	-1,32	-1,91
	Koeficient sploščenosti	9,21	36,28	8,06	0,19	5,82	1,03	2,92	16,63
Phelix Konica	Koeficient asimetrije	2,98	6,42	2,78	0,59	1,08	0,13	-1,01	0,85
	Koeficient sploščenosti	12,18	63,14	11,17	0,45	2,33	1,37	2,78	4,80

Vir: Izdelano na podlagi baze podatkov Bloomberg.

Kot je razvidno iz Tabele 5, je koeficient asimetrije za indeks Phelix Pas pozitiven v prvih štirih letih opazovanja od 2005 do 2008 in negativen od 2009 do 2012. Za indeks Phelix Konica je koeficient asimetrije pozitiven v vseh letih opazovanja, razen za leto 2011.

3 OCENA DEJAVNIKOV, KI VPLIVAJO NA CENO ELEKTRIČNE ENERGIJE

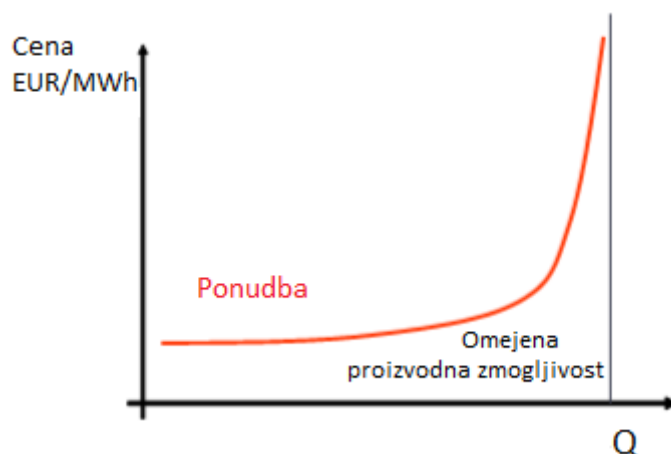
Borzne cene na borzah električne energije so vzpostavljene skozi interakcijo temeljnih, strateških in institucionalnih dejavnikov. Obstaja število opazovanj, ki velja za trge električne energije, ki so organizirani na osnovi konkurence. Mejni stroški igrajo glavno vlogo pri izbiri dejavnikov, ki imajo osrednjo vlogo na trgih, organiziranih na osnovi konkurence. Po definiciji so mejni stroški stroški proizvodnje dodatne enote proizvoda. Proizvajalec, ki ne more doseči cene, vsaj enake višini mejnih stroškov, torej ne bo ponujal nobene dodatne enote (Ockenfels, Grimm & Zoettl, 2008, str. 70).

Kratkoročni mejni stroški proizvodnje električne energije vključujejo stroške goriva in druge variabilne stroške proizvodnje. Oportunitetni stroški, ki nastanejo, če se proizvodni viri ne uporabljajo na način, ki odraža največjo možno vrednost, so prav tako del mejnih stroškov – električna energija, ki se proda na sosednjih borzah, ker se očitno ne more prodati na promptnem trgu (Ockenfels, 2008, str.70).

Najpomembnejša posebnost trga z električno energijo vključuje dejstvo, da se elektrike ne more skladiščiti. To je razlog, da proizvodnja in poraba električne energije ne moreta biti uravnoreženi. Posledično mora biti proizvodnja zelo fleksibilna, da lahko odgovori na kratkoročna nihanja povpraševanja. Jedrske elektrarne imajo na primer zelo visoke fiksne stroške in nizke mejne stroške, medtem ko se plinske elektrarne uporabljajo po potrebi in imajo razmeroma nizke fiksne stroške ter visoke mejne stroške (Ockenfels, 2008, str. 71).

Zaradi teh razlogov ima ponudba na trgih električne energije zelo heterogeno strukturo stroškov. Na Sliki 10 je prikazana krivulja ponudbe na trgu električne energije. V primeru, da ponudba s strani elektrarn, ki imajo nizke mejne stroške (hidroelektrarne, vetrne elektrarne, jedrske elektrarne), ne zadostuje, so elektrarne z visokimi mejnimi stroški pripravljene ponuditi višje cene. Na meji zmogljivosti je krivulja ponudbe strma in neelastična, kar je posledica dejstva, da ni mogoče ponuditi več, kot je celotna proizvodna zmogljivost elektrarn (Ockenfels, 2008, str. 71).

Slika 10: Krivulja ponudbe na trgu električne energije



Vir: A. Ockenfels, 2008, str. 72.

3.1 Dejavniki na strani povpraševanja

- **Klima**

Klimatske spremembe vplivajo na energetske trge na različne načine, tako neposredno kot posredno. Posredni učinki delujejo preko okoljskih politik, ki spreminjajo strukturo porabe energije in podpirajo razvoj čistejših tehnologij. Neposredni učinki so prav tako pomembni. Na povpraševanje po energiji vplivajo spremembe v temperaturi, ker višje temperature pomenijo manj energije za ogrevanje in večje povpraševanje za hlajenje (Bosello, De Cian & Roson, 2007, str. 2).

Številne študije so raziskovale vpliv temperature na povpraševanje po električni energiji, vendar predvsem na regionalni ravni. Bigano, Bosello in Marano (2006) so prvi poskusili oceniti vpliv temperature oziroma so analizirali odvisnost med povprečnimi letnimi temperaturami in domačo porabo električne energije (Bosello, De Cian & Roson, 2007, str. 2).

Spremembe v temperaturi, gladini morja, snežnih padavinah in ekstremnih dogodkih bodo verjetno vplivale na to, koliko energije se proizvede, dostavi in porabi. Med raziskovalci obstaja splošno soglasje, da višje temperature privedejo do večjega povpraševanja po hlajenju in manjšega povpraševanja po ogrevanju objektov. Zato imajo podnebne spremembe največji učinek na porabo energije za ogrevanje in hlajenje prostorov, še posebej v poslovnem sektorju. V industriji se pogosto šteje, da je povpraševanje po ogrevanju in hlajenju zelo neodvisno od zunanje temperature, vendar to ne velja za industrijske dejavnosti, ki so povezane s proizvodnjo hrane in njenim shranjevanjem. Nekateri hladilni in grelni procesi se nikoli ne prekinjajo (Ebinger & Vergara, 2011, str. 1).

S stališča energetskega sektorja pomeni prehod s povpraševanja po ogrevanju na povpraševanje po hlajenju za nekatere države prehod na večjo porabo električne energije in

manjšo porabo plina, olja in drugih goriv, ki se uporabljajo za ogrevanje. To pomeni, da se pritisk na električno omrežje poveča v poletnih mesecih (Ebinger & Vergara, 2011, str. 8).

Različni viri energije se uporabljajo za različne namene in v različnih letnih časih. Električna se za ogrevanje uporablja v zelo omejenem obsegu, saj se večinoma ogreva z nafto in plinom, medtem ko električna uporabljamo predvsem pri razsvetljavi, hladilnikih, pralnih strojih in drugih gospodinjskih aparatih. Če torej obstaja močna pozitivna korelacija med porabo električne energije in poletno temperaturo, potem mora biti povečanje povprečne letne temperature povezano z naraščanjem povpraševanja po električni energiji. Ta učinek bi moral biti pomembnejši v državah z višjimi temperaturami, kjer prevladuje potreba po hlajenju (Cian, Lanzi & Roson, 2007, str. 3).

Glede učinka segrevanja literatura govori o zmanjšanju porabe goriva za ogrevanje. Pričakuje se, da imajo višje temperature spomladi in jeseni večji vpliv kot v zimskem času, še posebej v »hladnih« državah, kjer majhno povečanje temperature v zimskem času ni zadostno za izključitev ogrevalnega sistema. Ker se plinski in naftni derivati uporabljajo za ogrevanje, bi bilo povpraševanje po teh energetskih proizvodih negativno korelirano s povprečnimi temperaturami. Vendar se lahko zgodi, da gre povečanje temperature v isto smer s povpraševanjem po plinu, naftnih derivatih in premogu. To pomeni, da se lahko poraba električne energije poveča tako pri rasti kot pri padcu temperature. Taka povezava predstavlja glavni vir nelinearnosti (Cian, Lanzi & Roson, 2007, str. 3).

- **Ekonomski trend in razvoj**

Švedska energetska agencija (2006, str. 6) v svojem letnem poročilu za leto 2006 navaja ekonomski trend kot enega izmed glavnih dejavnikov, ki vplivajo na povpraševanje po električni energiji, vendar avtorji v poročilu ne omenijo, kateri kazalniki določajo ekonomski trend države. Ekonomski trend razlagamo kot splošen ekonomski cikel, kjer povečana oziroma zmanjšana poraba ustvarja višje ali manjše povpraševanje po električni energiji.

Energetski razvoj predstavlja sestavni del razvoja vsake države, saj je poraba energetskih storitev močno povezana z gospodarskim razvojem. Napredne oziroma visoko industrializirane družbe porabijo veliko več energije na enoto proizvodnje in tudi na prebivalca kot revnejše družbe. Poraba energije na enoto se znižuje v nadaljnjih fazah industrializacije, ki odražajo sprejetje bolj učinkovitih tehnologij za energetska proizvodnja in tudi spremembe v sestavi gospodarske dejavnosti. Energetska intenzivnost v državah v razvoju doseže svoj vrhunec prej in na nižji ravni svoje razvojne poti, kot je bilo to v času industrializacije razvitega sveta. Če upoštevamo trende razvoja energetske učinkovitosti in drugih zaviralnih dejavnikov, bo poraba energije v razvitih državah naraščala še naprej, še hitrejšo rast pa je mogoče pričakovati v državah v razvoju (Toman & Jemelkova, 2003, str. 1).

Schurr (1984, str. 3) začneja svoje trditve o možnostih za pozitivno sinergijo med energetskim razvojem in širšim gospodarskim razvojem v industrijskih družbah z navedbo nekaterih očitnih paradoksov glede dohodkov, energije in statistike produktivnosti v ZDA. Od približno konca prve svetovne vojne do prvega naftnega šoka v letu 1973 je ameriško gospodarstvo

doživelo precejšnje povečanje celotne produktivnosti in tudi zmanjšanje energetske intenzivnosti. Kombinacija je videti zelo paradoksalno, saj bi domnevali, da je povečana produktivnost spodbujena z zamenjavo dela za stroje in energetske storitve, pri takih pogojih ne pričakujemo upada energetske intenzivnosti.

Del razlage za to paradoksalno statistiko je mogoče najti v spremembah sestave gospodarskih aktivnosti. To pomeni, da so se gospodarske aktivnosti razvijale v smeri manj intenzivno energetskih proizvodov in storitev. Vendar pa to ni vse. Po Schurrovih podatkih se je energetska intenzivnost zmanjšala zaradi tehničnega napredka v celotnem gospodarstvu, ki pospešuje rast proizvodnje. Zadnji in najbolj kritičen del njegove hipoteze je, da je bilo povečanje produktivnosti posledica spreminjajoče se slike ameriškega energetskega gospodarstva. Zaradi povečane uporabe fleksibilnejših oblik energije (npr. tekoča goriva) sta bila izboljšana tudi razvoj in uporaba novih postopkov ter sistemov proizvodnje. Čeprav je poraba energije relativno narasla glede na energijo in kapital, je bil učinek povečane porabe fleksibilnejših oblik energije tako velik, da je zmanjšal energetska intenzivnost (Toman & Jemelkova, 2003, str. 16).

Obstoječa literatura s področja energetike kaže, da sta energetska in gospodarski razvoj tesno povezana in da je ta povezava najpomembnejša pri nižjih stopnjah razvoja, kjer so opurtinitetni stroški manj učinkovitih oblik energije zelo visoki. Pomanjkanje in ohranjanje električne energije imata velik vpliv na proizvodnjo v eni državi.

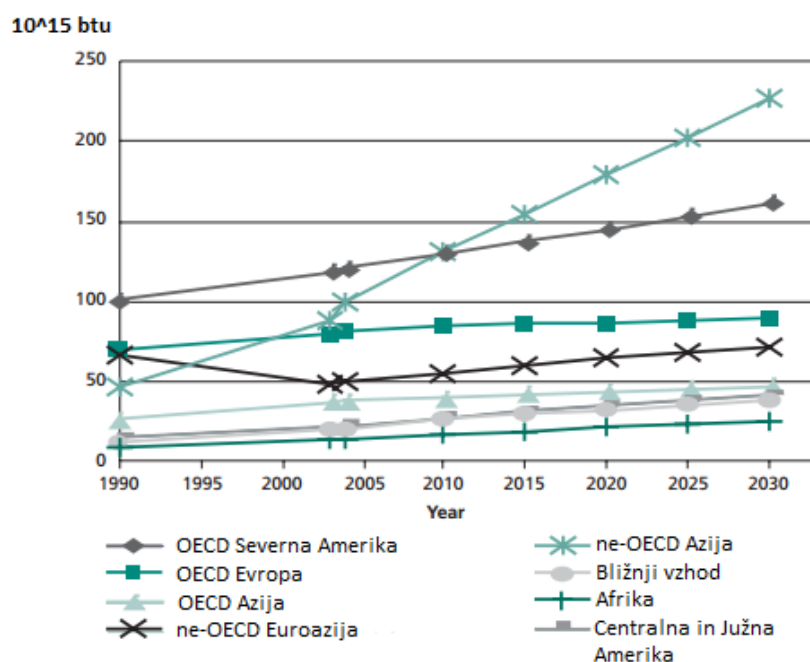
Študija, ki jo je naredil Asafu (2000, str. 1), ocenjuje odnos med porabo energije, ceno električne energije in bruto domačim proizvodom za Indijo, Indonezijo, Filipine in Tajsko za leto 1996. Vse štiri države so gosto naseljene s skupno populacijo od približno 1,3 milijarde prebivalcev. Glede dohodka na prebivalca je med vsemi Indija najmanj bogata, vse štiri države so imele v letu 1996 v proizvodnem sektorju visoko letno stopnjo rasti, ki se giblje med 10,5 in 5,6 %. Za ohranjanje visoke ravni gospodarske rasti proizvodnje imajo omenjene države visoko povpraševanje po energetskih virih. Rezultati študije podpirajo mnenje, da povezava med povpraševanjem po energiji in bruto domačim proizvodom ni nevtralna.

Na podoben način Adhikari in Chen (2012, str. 1) raziskujeta dolgoročno razmerje med porabo električne energije in gospodarsko rastjo za 80 držav v razvoju od leta 1999 do leta 2009. Države, vključene v študijo, sta razdelila v tri skupine: države s srednje visokimi dohodki, države s srednje nizkimi dohodki in države z nizkimi dohodki. Empirični rezultati študije kažejo pozitivno razmerje med porabo električne energije in gospodarsko rastjo za vsako skupino držav. Ugotovitve študije jasno kažejo, da ima poraba električne energije pozitiven in statistično pomemben vpliv na dolgoročno gospodarsko rast za opazovane države.

Zaradi rasti prebivalstva in gospodarskega razvoja se pričakuje, da se bo povpraševanje po električni energiji v prihodnjih letih precej povečalo. Zaradi velikih sprememb v gospodarstvih v zadnjih letih (prehod iz samooskrbe v industrijo) mnogo ljudi po svetu trenutno doživlja dramatične spremembe v načinu življenja. Največje povečanje

povpraševanja se bo odvijalo v državah v razvoju, kjer se pričakuje precejšnje povečanje deleža porabe. Številke o porabi pa bodo verjetno še naprej ostale pod tistimi v državah OECD. Predvideno je bilo, da bo poraba energije v državah v razvoju od leta 2004 do leta 2020 rasla po povprečni letni stopnji 3 %. Povečanje povpraševanja po energiji bo zlasti posledica hitre rasti azijskih gospodarstev (Kitajska, Indija). Na Sliki 11 je prikazana poraba in tudi napoved porabe energije za države članice OECD ter države, ki niso članice OECD, za obdobje 1990–2030 (U.S. Energy Information Administration, 2007).

Slika 11: Poraba in napoved porabe energije za države članice OECD in države, ki niso članice OECD, za obdobje 1990–2030 (v btu)



Vir: *Future world energy demand driven by trends in developing countries, 2007.*

Ekonomski dejavnik ima večji pomen pri dolgoročnem napovedovanju, vendar lahko vpliva tudi na kratkoročno napovedovanje povpraševanja po električni energiji. Krivulja povpraševanja razvitih držav kaže različne vzorce gibanja v primerjavi s krivuljo povpraševanja nerazvitih držav. Največji vrhunec je opazen pri vsakdanji krivulji obremenitve razvitih držav po 11. in do 16. ure zaradi velike industrijske dejavnosti, pri krivulji obremenitve nerazvitih držav taka konica nastane po 18. uri. To pomeni, da moramo pri napovedi povpraševanja po električni energiji upoštevati tudi gospodarski položaj države in njen industrijski razvoj, ki je pomemben za dolgoročno napovedovanje (Fahad & Arbab, 2014, str. 2).

3.2 Dejavniki na strani ponudbe

- **Proizvodnja jedrske energije**

Jedrska energija je stroškovno konkurenčna v primerjavi z drugimi oblikami proizvodnje električne energije, razen tam, kjer obstaja neposreden dostop do poceni fosilnih goriv.

Stroški goriva za jedrsko elektrarno predstavljajo manjši delež celotnih stroškov, ker so stroški kapitala bistveno večji od drugih vrst elektrarn. Pri ocenjevanju stroškov jedrskih elektrarn je treba upoštevati tudi stroške za razgradnjo in odstranjevanje odpadkov. Stroški proizvodnje električne energije iz premoga, plina in jedrskih elektrarn se precej razlikujejo, odvisno od lokacije. Premog bo verjetno še naprej ostal najbolj ekonomsko privlačen vir v državah, kot so Kitajska, ZDA in Avstralija – države, ki imajo bogate in lahko dostopne vire premoga (Svetovno združenje za jedrsko energijo, 2008, str. 1).

- **Proizvodnja električne energije iz hidroelektrarn**

Hidroelektrarne ujamejo energijo, ki se sprosti iz padca vode. Preprosto povedano, voda pade zaradi gravitacije, ki povzroča kinetično energijo, ki se pretvori v mehansko energijo. Mehanska energija je potem pretvorjena v uporabno obliko električne energije. Torro (2009, str. 5) navaja, da so rezerve hidroenergije pomembna pojasnjevalna spremenljivka pri oblikovanju cene električne energije. Če rezerve vode vzamemo kot rezerve električne energije, bo vpliv posameznih šokov povpraševanja in ponudbe odvisen od rezerv vode in upravljanja teh rezerv. To pomeni, da se lahko vsak šok povpraševanja ali ponudbe nadomesti, če imamo visoke rezerve. Po drugi strani pa je, če so rezerve majhne, težje najti ravnotežje in bi tak dogodek povzročil rast cene električne energije (Torro, 2009, str. 5).

- **Proizvodnja iz obnovljivih virov energije**

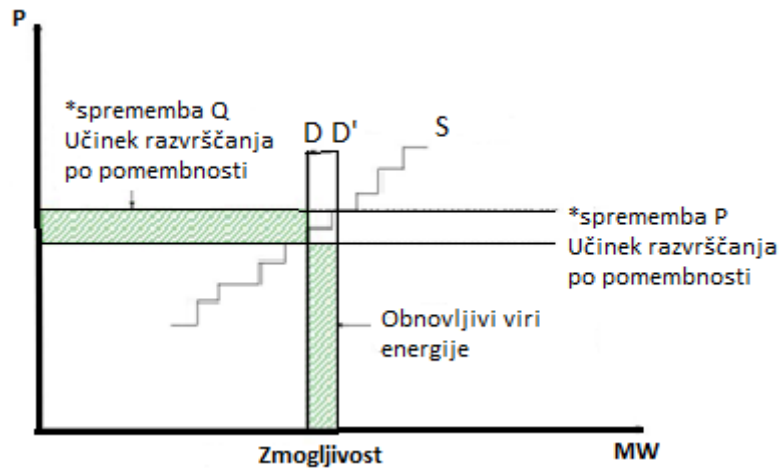
Pomemben element za razvoj sektorja za električno energijo v Nemčiji je vloga proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov energije. Naraščajoči pomen obnovljivih virov energije je rezultat učinkovite podpore s strani nemške vlade. Po dolgem obdobju raziskovalnih in razvojnih programov je nemška vlada začela neposredno podpirati proizvodnjo iz obnovljivih virov energije preko »100MW vetrnega programa« iz leta 1989, ki je zagotovil nepovratna sredstva za investicije v vetrne elektrarne. Tudi v naslednjih letih je nemška vlada nadaljevala s številnimi dodatnimi podporami (Sensfuss, 2007, str. 12).

Stalna podpora proizvodnji električne energije iz obnovljivih virov je sprožila zelo dinamičen razvoj. Zaradi svoje velikanske rasti skozi zadnjih 15 let je proizvodnja energije iz vetra postala eden izmed najpomembnejših dejavnikov v sektorju električne energije. Za nekatere obnovljive vire energije, kot sta vetrna energija in energija iz sončnih elektrarn, je značilno nihanje proizvodnje, ki ga je treba konstantno upoštevati. Omenjeno nihanje in potreba po zagotavljanju ustrezne prognoze sta pomembna dejavnika v elektroenergetskem sektorju. Proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov zmanjšuje povpraševanje po električni energiji iz konvencionalnih virov. Posledično ima proizvodnja vpliv tudi na tržno ceno električne energije. Ker mora biti proizvodnja energije iz obnovljivih virov kupljena s strani upravljalcev omrežij, predstavlja zelo pomemben del v celotnem procesu liberalizacije trga (Sensfuss, 2007, str. 20).

Učinek razvrščanja po pomembnosti pojasnjuje znižanje cen na borzi z električno energijo zaradi povečane ponudbe na strani obnovljivih virov energije. Vpliv proizvodnje električne energije iz obnovljivih virov je prikazan na Sliki 12. Električna energija iz obnovljivih virov

je skoraj brez operativnih stroškov, saj taka proizvodnja ne potrebuje veliko goriva ali delovne sile. Predpostavlja se, da je kratkoročno povpraševanje po električni energiji na trgu za dan vnaprej neelastično. Ker mora biti električna energija, proizvedena iz obnovljivih virov, s strani dobaviteljev kupljena vnaprej, se sorazmerno zmanjša preostali del povpraševanja iz konvencionalnih virov. Dokler je krivulja ponudbe pozitivno nagnjena, zmanjšano povpraševanje na trgu pripelje do nižjih cen električne energije (Sensfuss, 2007, str. 3).

Slika 12: Grafični prikaz učinka razvrščanja po pomembnosti



Vir: F. Sensfuss, 2007, str. 107.

- **Razpoložljivost virov in zanesljivost oskrbe**

Razpoložljivost virov ima pomembno vlogo pri energetske stabilnosti vsake države. Nemčija je imela veliko rezerv premoga, kar je povzročilo močno vlogo premoga v proizvodnji električne energije. Podoben primer je Norveška, ki je imela ogromno potenciala za proizvodnjo energije iz hidroelektrarn, kar je pripeljalo do zadovoljevanja domačih potreb električne energije le iz hidroelektrarn. Na Nizozemskem in v Veliki Britaniji ima zaradi domačih virov največji pomen pri proizvodnji električne energije zemeljski plin.

Z razpoložljivostjo virov je tesno povezana zanesljivost oskrbe. Nedavne težave Evropske unije z dobavo ruskega plina so spomnile na ranljivost Evropske unije, ko govorimo o varni oskrbi z energijo. Današnje razprave o jedrski energiji ne gredo le v smer zmanjšanja emisij, ampak tudi v smer varnosti oskrbe (Evropska komisija, 2007, str. 16).

- **Tehnološki razvoj**

Tehnološki razvoj je zelo pomembna gonilna sila za oskrbo z električno energijo. Sčasoma lahko nekatere tehnologije postanejo konkurenčne v primerjavi z drugimi, in posledično bodo stare tehnologije izrinjene s trga. Tak primer je razvoj na področju jedrske energije, ki predvideva novo generacijo jedrskih elektrarn. Drugi primer so nove tehnologije za »čisti premog«, ki bi lahko postale konkurenčne v primeru visokih cen emisij CO₂.

Drug pomemben vidik je trenutna sestava proizvodnega parka, ki vključuje tehnologijo in starost. Oba dejavnika določata, kaj je treba zamenjati oziroma nadgraditi, da bi imeli zadostno oskrbo z električno energijo (Evropska komisija, 2007, str. 8).

3.3 Drugi dejavniki

- **Konice povpraševanja in sezonsko nihanje**

Kot smo že omenili, električne energije ne moremo skladiščiti – treba jo je porabiti ob istem času, kot se proizvaja. To pomeni, da se povpraševanje spreminja od trenutka do trenutka, iz ure v uro in od sezone do sezone. Zato lahko rečemo, da je učinek zmogljivosti del povpraševanja po električni energiji. Da bi zadostil povpraševanju, mora biti sistem sposoben ustvariti zahtevano energijo v določenem časovnem obdobju, imeti pa mora tudi zadostno zmogljivost, da lahko zadosti povpraševanju v konicah (Evropska komisija, 2007, str. 8).

Vsi dejavniki, ki vplivajo na povpraševanje, predstavljajo gonilno silo povpraševanja in določajo konične cene električne energije. Vgradnja klimatskih naprav v Evropi je npr. vodila k ustvarjanju konic cen električne energije v poletnih mesecih, medtem ko se take konice v skandinavskih državah običajno pojavijo v zimskem času, ko je največja potreba po ogrevanju prostorov in vode (Evropska komisija, 2007, str. 8).

- **Struktura trga**

Direktiva EU za notranji trg električne energije je imela precejšen vpliv na evropske trge. Direktiva zavezuje države članice k liberalizaciji trgov električne energije – trgi se odpirajo za konkurenco in povečuje se trgovina med državami, kar vključuje tudi delitev omrežne dejavnosti. Struktura trga in stopnja tržne moči vplivata na cenovne politike in investicijske odločitve. V svojih objavah o evropski energetske politiki EU pogosto poudarja pomen delujočega notranjega trga in konkurence. Pred liberalizacijo trga je v številnih državah obstajala presežna zmogljivost. Presežek zmogljivosti je absorbiran z večjo porabo in pomanjkanjem novih investicij. To vodi do pomislekov, da sedanja oblika in struktura trga ne zagotavlja prave spodbude za zadostne investicije. Varnost oskrbe z električno energijo je vse pogostejša političnem dnevnem redu (Evropska komisija, 2007, str. 15).

4 EMPIRIČNA ANALIZA

V tem poglavju bomo na vzorcu zgodovinskih podatkov z regresijsko analizo empirično preverili, ali proučevani dejavniki vplivajo na gibanje vrednosti indeksa Phelix. Variiranje odvisne spremenljivke bomo poskusili pojasniti s sočasnim variiranjem več neodvisnih spremenljivk. Z izračunom determinacijskega koeficienta bomo poskusili pokazati, kolikšen del celotne variance odvisne spremenljivke (vrednost indeksa Phelix) bo pojasnjen z linearno zvezo med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami, z izračunom stopnje značilnosti p pa bomo preverili ničelno domnevo oziroma bomo ugotovili, katere spremenljivke so statistično

značilne. Empirične značilnosti indeksa Phelix so bile predstavljene v drugem poglavju, zato bomo tukaj najprej predstavili vzorec, ki bo uporabljen pri regresiji, in utemeljitev izbora proučevanega časovnega obdobja. V nadaljevanju bomo predstavili neodvisne spremenljivke, uporabljene v regresijski analizi, in tudi utemeljili izbor teh izbranih spremenljivk. Temu bo sledila predstavitev metodologije, ki je bila uporabljena pri regresijski analizi, in možne metodološke izboljšave.

V tem poglavju bomo predstavili tudi hipoteze, ki jih želimo preveriti z našim empiričnim modelom. Zanesljivost regresijskega modela bomo preverili preko osnovnih predpostavk metode najmanjših kvadratov: predpostavka o multikolinarnosti, predpostavka o heteroskedastičnosti in predpostavka o avtokorelaciji. Nato bomo predstavili in razložili rezultate empirične analize, ki jih bomo primerjali z ugotovitvami dosedanje literature. Nazadnje bomo na podlagi modela, ki izpolnjuje osnovne predpostavke metode najmanjših kvadratov, poskusili izdelati napoved vrednosti indeksa Phelix, ki bo pokazala, ali model na zadovoljiv način pojasnjuje in napoveduje gibanje cen električne energije.

4.1 Opredelitev vzorca in časovnega obdobja opazovanja

Kot vzorec opazovanja smo zajeli mesečne zgodovinske podatke o vrednosti indeksa Phelix Pas, kar pomeni 96 opazovanj v osemletnem obdobju. Analiza je omejena na nemško borzo iz dveh razlogov: edinstvenost strukture borze EEX in razpoložljivost podatkov.

Preučevano obdobje predstavlja koledarska leta od začetka leta 2005 do konca leta 2012. Tako obdobje smo izbrali, ker se je v tem času na borzi EEX zgodilo veliko sprememb, ki smo jih navedli tudi v drugem poglavju. Letna stopnja rasti gospodarske dejavnosti Nemčije v zajetem osemletnem časovnem intervalu se je veliko spreminjala. Tako smo zajeli gospodarsko rast, vendar tudi gospodarsko dno v letu 2009, ko je bila letna stopnja rasti bruto domačega proizvoda Nemčije $-5,6\%$. To je drugi razlog za izbiro tega časovnega intervala, saj je viden vpliv recesije na dejavnike, ki potem direktno ali indirektno vplivajo na cene električne energije. Tako sta od leta 2005 do leta 2012 na višje cene električne energije vplivali tudi rast cene fosilnih goriv in zemeljskega plina ter uvedba emisijskih kuponov CO₂. Glavni vir podatkov za vrednosti indeksa Phelix Pas je baza Bloomberg.

4.2 Metodologija statistične obdelave podatkov

Potek našega ekonometričnega raziskovanja obsega določene korake, ki predstavljajo ključni deli analize in zahtevajo izkušnje proučevanega sistema (Pfajfar, 2006, str. 21–27):

- ugotovitev stališč ekonomske teorije in specifikacija modela
- določitev parametrov modela
- presoja rezultatov ocenjevanja modela
- preveritev napovedne moči modela

Populacijsko regresijsko funkcijo bomo ocenili na podlagi regresijske funkcije vzorčnih podatkov (Pfajfar, 2006, str. 38):

$$y_i = b_1x_{1i} + b_2x_{2i} + \dots + b_kx_{ki} + e_i \quad (1)$$

$$= \hat{y}_i + e_i$$

kjer e_i predstavljajo napake (ostanke) regresijskega modela vzorčnih podatkov:

$$e_i = y_i - \hat{y}_i \quad (2)$$

$$= y_i - b_1x_{1i} - \dots - b_kx_{ki}$$

Regresijski model bomo ocenili z metodo najmanjših kvadratov, ki minimizira vsoto kvadratov odklonov regresijskega modela. Predpostavljamo, da obstaja linearna povezava med odvisno in neodvisnimi spremenljivkami. Regresijski model lahko zapišemo v skladu z zapisom vzorčne regresijske funkcije (Gujarati, 2003, str. 5):

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2X_i + \mu_i \quad (3)$$

kjer Y_i predstavlja regresant oziroma regresijsko spremenljivko, X_i je regresor oziroma pojasnjevalna spremenljivka, β_1 in β_2 sta regresijska koeficienta in μ_i stohastična napaka.

4.2.1 Predpostavke metode najmanjših kvadratov

Metoda najmanjših kvadratov je najboljša med znanimi cenilkami regresijskih koeficientov linearnega regresijskega modela, če izpolnjuje določene predpostavke, ki bodo predstavljene v naslednjih podpoglavjih. Treba je ugotoviti, v kolikšni meri so dobljene ocene zanesljive vrednosti regresijskih koeficientov; pri tem je zelo pomembna specifikacija oziroma oblika regresijskega modela (Pfajfar, 2006, str. 50).

Multikolinearnost

Najprej bomo preverili predpostavko o multikolinearnosti, kjer multikolinearnost pomeni popolno linearno odvisnost med pojasnjevalnimi spremenljivkami (Pfajfar, 2006, str. 38):

$$\lambda_1x_1 + \lambda_2x_2 + \dots + \lambda_kx_k = 0 \quad (4)$$

ker so λ konstante. Če multikolinearnost obstaja oziroma če velja zapisana enačba, pomeni, da ne moremo določiti vrednosti ocen regresijskih koeficientov. Multikolinearnost je zaradi same narave ekonomskih dogajanj vedno prisotna, vendar ne sme biti previsoka.

Multikolinearnost pogosto pomeni napačno specifikacijo modela – pri multikolinearnosti se lahko pojavi visok regresijski koeficient, vendar so lahko ocenjeni koeficienti pri parametrih statistično neznačilni (Gujarati, 2003, str. 344).

V primeru visoke multikoliearnosti imamo tudi visoke variance ocen posameznih regresijskih koeficientov. Zaradi večje variance se razširi interval zaupanja, kar pomeni slabšo napovedovalno moč modela. Čeprav je lahko vrednost determinacijskega koeficienta visoka,

postanejo v primeru multikolinearnosti ocene regresijskih koeficientov in njihove standardne napake občutljive na spreminjanje specifikacije modela (Pfajfar, 2000, str. 152–153).

Metoda, s katero bomo poskusili ugotoviti, kako močna je multikolinearnost, je izračun variančno-inflacijskega faktorja (VIF). Z njim bomo ocenili, v kakšni meri je multikolinearnost povečala varianco posamezne pojasnjevalne spremenljivke v regresiji. V primeru, da je multikolinearnost močno povečala ocenjeno varianco pojasnjevalne spremenljivke, bomo imeli visoko vrednost VIF. Formula za izračun faktorja VIF je naslednja (Gujarati, 2003, str. 351):

$$VIF = \frac{1}{(1 - r^2)} \quad (5)$$

Heteroskedastičnost

Druga predpostavka, ki jo bomo preverili, je predpostavka o heteroskedastičnosti. Če so variance spremenljivke pri posameznih vrednostih pojasnjevalnih spremenljivk različne, pomeni, da imamo različno razpršenost vrednosti. To pomeni, da je v modelu prisotna heteroskedastičnost (Pfajfar, 2006, str. 53):

$$Var(u_i) = E[u_i - E(u_i)]^2 = E(u_i)^2 = \sigma_u^2 = \sigma^2 \quad (6)$$

Problem heteroskedastičnosti se najpogosteje pojavi pri regresijskih modelih s časovnimi preseki podatkov. Prisotnost heteroskedastičnosti bomo testirali z Breusch-Pagan-Golfreyjevim testom (Gujarati, 2003, str. 400–414).

V primeru heteroskedastičnosti ocene regresijskih koeficientov pri metodi najmanjših kvadratov ostanejo nepristranske, vendar so manj učinkovite. Ocene regresijskih koeficientov so bolj učinkovite pri posplošeni metodi najmanjših kvadratov (Gujarati, 2003, str. 394).

Avtokorelacija

Zadnja predpostavka, ki jo moramo preveriti, je predpostavka o avtokorelaciji oziroma serijski korelaciji, ki je pogost pojav v modelih časovnih vrst (Pfajfar, 2006, str. 53):

$$Cov(u_i, u_j) = Cov(y_i, y_j) = 0, i \neq j \quad (7)$$

Avtokorelacija pomeni kršitev predpostavke regresijske analize o neodvisnosti zaporednih vrednosti slučajne spremenljivke u . Zaporedne vrednosti spremenljivk lahko odražajo avtokorelacijo, ki je lahko pozitivna ali negativna (Pfajfar, 2006, str. 53). Avtokorelacija pomeni neoptimalno delovanje modela. Najpogostejši vzroki avtokorelacije so (Gujarati, 2003, str. 442–449):

- vztrajnost ekonomskih pojavov
- napačno funkcijsko definiranje modela
- neupoštevanje odloženih spremenljivk
- napačna specifikacija modela

- »manipulacija« s podatki (uporaba skupnih oz. povprečnih vrednosti)
- uporaba transformacij pri oblikovanju časovnih vrst

Podobno kot pri heteroskedastičnosti prisotnost avtokorelacije povzroča manjšo učinkovitost ocen regresijskih koeficientov in močno povečanje standardnih napak regresijskih koeficientov (Pfajfar, 2006, str. 53).

Da bi odstranili serijsko korelacijo, je treba enačbo pomnožiti s koeficientom serijske korelacije (ρ) in jo zaostati za eno časovno obdobje. Koeficient serijske korelacije (ρ) je izračunan s Chochrane-Orcuttovo metodo, ki predstavlja dvostopenjsko ponavljajočo se tehniko, pri kateri se ostanki regresije z običajno metodo najmanjših kvadratov uporabljajo kot odvisne spremenljivke, zaostale različice ostankov pa kot neodvisne spremenljivke. Korelacija med zakasnenimi in dejanskimi vrednostmi ostankov se uporabi kot koeficient serijske korelacije v regresiji s posplošeno metodo najmanjših kvadratov (Maata & Johansson, 2011, str. 4).

4.3 Ugotovitve strokovne literature

Uporaba modelov iz ekonomske literature za modeliranje povpraševanja po električni energiji ni nič novega, vendar pa je modeliranje in napovedovanje cene električne energije veliko težje kot napovedovanje in modeliranje povpraševanja. V strokovni literaturi obstaja veliko študij, kjer avtorji skušajo sestaviti hibridne modele za čim bolj natančno napovedovanje cen električne energije. V strokovni literaturi najdemo tudi številne študije, ki posebej analizirajo vpliv enega dejavnika na ceno električne energije, npr. temperature, BDP-ja, cen fosilnih goriv itd. Po drugi strani pa je premalo literature, kjer avtorji uporabljajo regresijske modele za napovedovanje cen na podlagi več dejavnikov. Tak model sta na vzorcu mesečnih zgodovinskih podatkov cene električne energije na borzi Nord Pool sestavila Maatta in Johansson (2011). Cilj njunega raziskovanja je izpeljava modela, ki pojasnjuje in napoveduje gibanje cen električne energije na podlagi temeljnih dejavnikov, ki so podprti s teorijo (temperatura, proizvodnja jedrske energije, vodne rezerve, cena premoga, menjalni tečaj USD/EUR, uvoz električne energije, indeks proizvodnje). Oblikovanje modela sta avtorja preverila z metodo najmanjših kvadratov in zaradi možnosti pojava serijske korelacije tudi s posplošeno metodo najmanjših kvadratov. Napovedi njunega modela dokaj dobro ustrezajo zgodovinskim cenam v proučevanem vzorcu. Rezultati regresije v modelu kažejo, da so vsi dejavniki statistično značilni pri 5% verjetnosti napake 1. reda. Drugi raziskovalci, kot sta na primer Garcia in Contreras (2005), so poskušali bolje modelirati volatilnost in na podlagi modela GARCH napovedati borzne cene električne energije na kalifornijskem in španskem trgu. Mugele, Rachev in Trueck (2005) so ocenjevali modela ARMA-GARCH na različnih evropskih borzah vključno z Nemčijo. Navedene študije v Tabeli 6 se nanašajo na modeliranje borznih cen električne energije na različnih borzah električne energije po celem svetu.

Tabela 6: Pregled empiričnih študij modeliranja borznih cen električne energije

Avtor/Leto	Opis	Vzorec	Velikost vzorca	Glavne ugotovitve
Erni, 2012	Modeliranje borznih cen električne energije in vloga proizvodnje električne energije iz vetrnih elektrarn na borzi EEX.	EEX borzne cene električne energije za dan vnaprej, obdobje 2010–2011	490	Regresijski koeficient enak 0,69 – model pojasnjuje približno 70 % nihanja borznih cen.
Lucia & Schwarz, 2002	Cene električne energije na borzi Nord Pool. Empirična študija na podlagi dvofaktorskih modelov, ki preučuje pomen vzorcev obnašanja terminskih cen električne energije.	Dnevne cene električne energije na borzi Nord Pool	2.556	Nekatere zakonitosti, še posebej sezonskost, v veliki meri pojasnjujejo strukturo terminskih cen električne energije na borzi Nord Pool.
Garcia, Contreras & Akkeren, 2003	Empirična študija na podlagi modela ARMA-GARCH za napovedovanje cene za dan vnaprej na španskem in kalifornijskem trgu električne energije.	Urne cene električne energije	Dva vzorca: 2.880; 8.760	Solidna napoved cen električne energije. Povprečna napaka 7 % za španski trg električne energije in 4 % za kalifornijski trg električne energije.
Mugele, Rachev & Trueck, 2005	Empirična študija modeliranja borznih cen na različnih evropskih trgih električne energije	Dnevne cene električne energije na borzah EEX, Nord Pool in GE SA	Trije vzorci: EEX 926, Nord Pool 2101, GE SA 152	Velike razlike pri zakonitostih gibanja cen električne energije. Medtem ko se cene na borzi GE SA lahko modelirajo z Gaussovo porazdelitvijo, prikazujejo cene na borzah EEX in Nord Pool visoko volatilnost in heteroskedastičnost.
(se nadaljuje)				

(Nadaljevanje)				
Escribano, Pena & Villaplana, 2002	Empirična študija modeliranja borznih cen električne energije, ki upošteva več dejavnikov: sezonskost, vračanje k srednji vrednosti, obnašanje na podlagi modela GARCH in posamezni skoki cen.	Dnevne cene električne energije na proučevanih borzah	Različna velikost vzorca, odvisna od trga	Cene električne energije so tudi po prilagoditvi sezonskosti visoko volatilne in imajo značilnost vračanja k srednji vrednosti.
Maatta & Johansson, 2011	Analiza vpliva osnovnih dejavnikov na ceno električne energije in napoved borznih cen električne energije na borzi Nord Pool.	Mesečne borzne cene električne energije na borzi Nord Pool (obdobje 2000-2010).	132	Regresijski koeficient enak 0,776. Vsi dejavniki razen proizvodnje jedrske energije vplivajo na oblikovanje cene električne energije pri stopnji značilnosti 5 %.

4.4 Utemeljitev izbranih kazalcev

V tem podpoglavju predstavljamo izbrane kazalce, ki jih bomo uporabili pri oblikovanju regresijskega modela. Variiranje cene električne energije bomo poskusili pojasniti s sočasnim variiranjem drugih neodvisnih spremenljivk.

Odvisno spremenljivko predstavljajo vrednosti indeksa Phelix (**Phelix**). Vrednosti indeksa Phelix predstavljajo cene električne energije za osnovno obremenitev (angl. *Baseload*), izraženo v EUR/MWh. Cena je izračunana za vse koledarske dni v letu, vendar smo zaradi primerljivosti z drugimi podatki v analizo zajeli mesečne vrednosti indeksa Phelix.

Drugi dejavnik na strani povpraševanja je gospodarski trend, za katerega smo za pojasnjevalno spremenljivko vzeli indeks industrijske proizvodnje Nemčije (**Ind**). Indeks industrijske proizvodnje je kazalnik poslovnega cikla, ki meri mesečne spremembe cenovno prilagojene proizvodnje industrije v eni državi. Indeks industrijske proizvodnje iz baze podatkov Eurostat ima bazno leto 2005 in se najpogosteje uporablja za identifikacijo prelomnic v gospodarskem razvoju. Pričakujemo, da bo kazalec pozitivno povezan z vrednostmi indeksa Phelix – povečana proizvodnja in poraba v enem gospodarstvu ustvarjata večje povpraševanje po električni energiji.

V regresijski model smo vključili tudi spremenljivko proizvodnja električne energije iz hidro elektrarn (**P_{hyd}**). Osnovni vir podatkov je Entsoe, kjer smo pridobili podatke o mesečni proizvodnji električne energije v Nemčiji. Povečana proizvodnja električne povzroča upad

cene električne energije, zato pričakujemo, da bodo kazalci proizvodnje negativno povezani z vrednostmi indeksa Phelix.

Način nihanja povpraševanja po električni energiji je pomemben dejavnik oblikovanja cen električne energije. Večja fluktuacija povpraševanja (ang. peakiness of demand) pomeni večjo potrebo po dražjih oblikah oskrbe z električno energijo (EEX, 2014). V regresijski model smo zato dodatno vključili še pojasnjevalno spremenljivko razlika med proizvodnjo in porabo električne energije (**PC**). Z njo želimo zajeti učinek zmogljivosti energetskega sistema oziroma sposobnost sistema, da ustvari zahtevano energijo v določenem časovnem obdobju. Osnovni vir podatkov za porabo električne energije v Nemčiji je podatkovna baza Enstoe. Poraba električne energije v državah Evropske unije je grafično prikazana v prilogi 1.

Dodatno smo v regresijski model vključili še dve nepravi spremenljivki: uvedba emisijskih kuponov in naftna kriza. Vpliv uvedbe emisijskih kuponov CO₂ na borzne cene električne energije, ki je trajal leto dni, je najbolje razviden iz padca cen emisijskih kuponov v maju 2006. Tržni akterji so bili seznanjeni s presežno količino emisijskih kuponov za leto 2005. Padcu za 10 EUR/tCO₂ je takoj sledil padec borznih cen električne energije za 5–10 EUR/MWh. To spremembo cen, ki ni povezana z drugimi gibanji energetskega trga, ki lahko vplivajo na cene električne energije, je mogoče neposredno pripisati padcu cene emisijskih kuponov CO₂ (Reinaud, 2007, str.5).

Hamilton (2009, str. 1) navaja, da so bili skoraj vsi naftni šoki posledica fizičnih motenj v oskrbi z nafto, naftni šok v letih 2007 in 2008 pa je bil predvsem posledica močnega povpraševanja, s katerim se je soočala svetovna proizvodnja. Čeprav so bili vzroki za ta naftni šok različni, se zdi, da so bile posledice podobne tistim iz preteklih naftnih šokov – učinek na porabo, avtomobilsko industrijo itd. Posledice so se najbolj čutile v zadnjem kvartalu leta 2007 in prvih treh kvartalih leta 2008. Zato smo se odločili, da bomo za to obdobje kot nepravo spremenljivko vključili naftni šok. Cena nafte kot kazalec ni bila vključena v regresijski model. Korelacijski koeficient med vrednostjo indeksa Phelix in ceno nafte v obdobju od leta 2006 do leta 2008 znaša 0,46 (priloga 2).

4.5 Zasnova empiričnega modela

Pri analizi smo razvili empirični model, s pomočjo katerega bomo preverili odnos med vrednostjo indeksa Phelix in neodvisnimi spremenljivkami. Uporabili bomo naslednji empirični model:

$$Phelix_i = \beta_1 + \beta_2 P_{hyd} + \beta_3 PC + \beta_4 Ind + d1 + d2 \quad (8)$$

kjer predstavljajo:

Phelix – vrednost indeksa Phelix v EUR/MWh

P_{hyd} – proizvodnjo hidroenergije v MWh

PC – razliko med proizvodnjo in porabo električne energije v MWh

Ind – indeks industrijske proizvodnje

d1 – uvedbo emisijskih kuponov

d2 – naftno krizo

Za izračun bomo uporabili statistični paket Stata. Z namenom, da bi ugotovili zanesljivost regresijskega modela, bomo posebej poudarili tudi vrednosti korelacijskega koeficienta (R), determinacijskega koeficienta (R^2), standardne napake ocene regresije (s_e) in statistike F .

Dobre ocene modela na podlagi regresijske analize bi pomenile, da obstaja možnost uporabe napovedi na podlagi izbranih dejavnikov. Poleg tega pa bi lahko na tej osnovi sklepali, da trg učinkovito deluje na podlagi ponudbe in povpraševanja in da ni zlorabe tržne moči.

Na podlagi utemeljitve izbranih kazalcev in strokovne literature bomo postavili naslednje hipoteze:

Hipoteza 1: Vrednost indeksa Phelix je negativno povezana s proizvodnjo električne energije iz hidroelektrarn ($\beta_2 < 0$).

Hipoteza 2: Vrednost indeksa Phelix je negativno povezana z razliko med proizvodnjo in porabo električne energije ($\beta_3 < 0$).

Hipoteza 3: Vrednost indeksa Phelix je pozitivno povezana z indeksom industrijske proizvodnje ($\beta_4 > 0$).

4.6 Empirični rezultati

V tem poglavju bomo najprej predstavili opisno statistiko spremenljivk, ki so vključene v regresijo. V nadaljevanju bomo predstavili ocene regresijskega modela in preverili veljavnost postavljenih hipotez. Zanesljivost regresijskih koeficientov je treba s pomočjo programa Stata preveriti tudi na podlagi glavnih predpostavk metode najmanjših kvadratov (avtokorelacija, heteroskedastičnost in multikolinearnost).

4.6.1 Opisna statistika in korelacijska matrika izbranih kazalcev

V Tabeli 7 so predstavljene nekatere opisne statistike spremenljivk, ki so vključene v regresijo. Okrajšave imen spremenljivk so predstavljene v Prilogi 1, kjer so navedeni tudi njihovi dolgi opisi. Opisne statistike so aritmetična sredina, standardni odklon ter najvišja in najnižja vrednost. Prva vrstica v tabeli prikazuje število vseh opazovanj posamezne spremenljivke (N), ki je za vse spremenljivke enako 96 (število mesecev v obdobju 2005–2012).

Tabela 7: Opisne statistike izbranih spremenljivk regresijske analize

	Phelix (EUR/MWh)	Phyd (v tisočih MWh)	PC (v tisočih MWh)	Ind
Število opazovanj	96	96	96	96
Povprečje	35,21	1.894,31	2.046,33	101,65
Največja vrednost	65,10	2.503,00	5.808,00	110,80
Najmanjša vrednost	1,64	1.316,00	-1.647,00	84,60
Standardni odklon	11,59	268,52	1.744,35	6,60

Med pojasnjevalnimi spremenljivkami ima proizvodnja električne energije iz hidroelektrarn najvišjo oceno standardnega odklona, ki znaša 1.744,35. Visok ocenjeni interval nihanja je opaziti pri spremenljivki proizvodnje električne energije iz hidroelektrarn. Interval je velik predvsem zaradi energetskega preobrata v Nemčiji, ki je bil podrobno pojasnjen v prvem poglavju in pomeni ustavitev jedrskih elektrarn ter prehod na večjo proizvodnjo iz obnovljivih virov energije. Tako je bila najmanjša vrednost proizvodnje iz jedrskih elektrarn dosežena v maju 2011, največja pa v januarju 2006. Pri proizvodnji iz hidroelektrarn je bila največja vrednost dosežena v juliju 2007, najmanjša pa v februarju 2009.

Ocena aritmetične sredine spremenljivke indeksa industrijske proizvodnje je v povprečju znašala 101,65, kar pomeni, da se je v obdobju med 2005 in 2012 industrijska proizvodnja v Nemčiji v povprečju povečala za 1,65 % glede na bazično leto 2005, ocenjen interval nihanja tega indeksa pa je med 84,60 in 110,80. Najmanjše ocene standardnih odklonov je opaziti pri spremenljivkah indeksa Phelix in indeksa industrijske proizvodnje, kar je tudi pričakovano.

Tabela 8: Ocene korelacijskih koeficientov spremenljivk, vključenih v regresijsko analizo

	Phelix	P_{hyd}	PC	Ind
Phelix	1			
P_{hyd}	-0,290738244	1		
PC	-0,115164626	-0,27402	1	
Ind	0,246099353	0,134769	0,051125	1

4.6.2 Rezultati regresijske analize

Rezultati regresijske analize so predstavljeni v Tabeli 9. Regresijski model smo ocenili z metodo najmanjših kvadratov. Z namenom izboljšanja zanesljivosti rezultatov regresijske analize smo se odločili, da bomo pred interpretacijo rezultatov preverili zanesljivost vrednosti regresijskih koeficientov. S pomočjo programskega paketa Stata bomo preverili predpostavke o avtokorelaciji, heteroskedastičnosti in multikolinearnosti podatkov. Z namenom izboljšanja zanesljivosti rezultatov, bomo pri ocenjevanju regresijskega modela uporabili robustne standardne napake.

Tabela 9: Rezultati regresijske analize

	β	standardna napaka	t test	vrednost P
Konst.	21,41886	16,66127197 (21,62677)	1,285548	0,201899005
Phyd	-0,01615	0,00345887*** (0,0038237)	-4,66882	1,05274E-05
PC	-0,0017	0,000510245*** (0,0004515)	-3,34118	0,001216034
Ind	0,477904	0,151235359*** (0,1612721)	3,160004	0,002149233
d1	-15,0453	2,526327589*** (1,728096)	-5,95541	4,94091E-08
d2	9,514338	2,747575722*** (4,900203)	3,462812	0,000820141
R^2				0,523792963
R^2_p				0,497337016
s_e				8,220036115
F				2,93E-13

Legenda: *Robustne standardne napake so podane v oklepajih. ** Z zvezdicami so označene statistično značilne ocene regresijskih koeficientov (***) $p < 0,01$; ** $p < 0,05$; * $p < 0,1$)

4.6.2.1 Preverjanje predpostavk metode najmanjših kvadratov

Testiranje prisotnosti avtokorelacije

Testiranje prisotnosti avtokorelacije bomo preverili z Breusch-Godfreyjevim testom v programskem paketu Stata, zato bomo postavili ničelno in alternativno predpostavko:

H_0 : V regresijskem modelu ni prisotna avtokorelacija.

H_1 : V regresijskem modelu je prisotna avtokorelacija.

Rezultati testa:

$$\chi^2(1) = 0$$

$$\text{Prob } >\chi^2 = 1.00$$

Regresijski model smo testirali tudi za avtokorelacijo višjih redov. Na podlagi Breusch-Godfreyjevega testa tako ne moremo zavrniti ničelne predpostavke in sprejmemo sklep, da v regresijskem modelu ni prisotna avtokorelacija. Sklep postavljamo pri stopnji značilnosti $\alpha = 0,05$.

Testiranje prisotnosti heteroskedastičnosti

Testiranje prisotnosti heteroskedastičnosti bomo preverili z Breusch-Paganovim (Cook-Weisbergovim) testom v programskem paketu Stata. Tudi tukaj postavljamo ničelno in alternativno predpostavko:

H_0 : V regresijskem modelu ni prisotna heteroskedastičnost.

H₁: V regresijskem modelu je prisotna heteroskedastičnost.

Rezultati testa:

$$\chi^2(1) = 16,57$$

$$\text{Prob } >\chi^2 = 0,01$$

Na podlagi vzorčnih podatkov in Breusch-Paganovega testa ne moremo zavrniti ničelne predpostavke in sprejmemo sklep, da v modelu ni prisotna heteroskedastičnost. Sklep postavljamo pri stopnji značilnosti $\alpha = 0,10$.

Testiranje prisotnosti multikolinearnosti

Linearno odvisnost med spremenljivkami v regresijskem modelu oziroma prisotnost multikolinearnosti bomo preverili z izračunom variančno-inflacijskega faktorja v programskem paketu Stata. Tudi pri testiranju prisotnosti multikolinearnosti postavljamo naslednji predpostavki:

H₀: V regresijskem modelu ni prisotna multikolinearnost.

H₁: V regresijskem modelu je prisotna multikolinearnost.

V Tabeli 10 so predstavljeni rezultati izračuna variančno-inflacijskega faktorja.

Tabela 10: Variančno-inflacijski faktorji pojasnjevalnih spremenljivk, vključenih v regresijsko analizo

Spremenljivka	VIF	1/VIF
d3	1,41	0,707201
Ind	1,40	0,714394
P _{hyd}	1,21	0,824539
d1	1,13	0,885314
PC	1,11	0,897839
Povprečje VIF	1,25	

Na podlagi vrednosti VIF ugotavljamo, kako močno je multikolinearnost povečala varianco posamezne ocenjene spremenljivke. Na podlagi nizke vrednosti VIF ne moremo zavrniti ničelne predpostavke in sprejmemo sklep, da v regresijskem modelu ni prisotna multikolinearnost.

4.6.2.2 Interpretacija rezultatov regresijskega modela

Ocena parcialnega regresijskega koeficienta spremenljivke proizvodnja električne energije iz hidroelektrarn (P_{hyd}) je visoko statistično značilna in negativna. Iz tega lahko sklepamo, da se vrednost indeksa Phelix zmanjšuje z rastjo proizvodnje električne energije iz hidroelektrarn, s čimer smo potrdili prvo hipotezo drugega regresijskega modela. Na podlagi vzorčnih podatkov ocenjujemo, da je regresijski koeficient β_2 pri odvisni spremenljivki Phelix enak

-0,016, kar pomeni, da se vrednost indeksa Phelix v povprečju zniža za 0,017 EUR, če se proizvodnja električne energije iz hidroelektrarn poveča za 1.000 MWh.

Tudi ocena parcialnega regresijskega koeficienta pri spremenljivki razlika med proizvodnjo in porabo električne energije (PC) je visoko statistično značilna in negativna. Glede na negativni predznak lahko sklepamo, da se vrednost indeksa Phelix z večjo razliko povečuje med proizvodnjo in porabo električne energije. Na osnovi vzorčnih podatkov lahko potrdimo drugo hipotezo drugega regresijskega modela. Ocena regresijskega koeficienta β_3 pri odvisni spremenljivki Phelix je enaka -0,0017, kar pomeni, da se vrednost indeksa Phelix v povprečju zniža za približno 0,0017 EUR, če se razlika med proizvodnjo in porabo električne energije poveča za 1.000 MWh.

Ocena parcialnega regresijskega koeficienta spremenljivke indeks industrijske proizvodnje (Ind) je statistično značilna in pozitivna. Glede na pozitivni predznak lahko sklepamo, da se vrednost indeksa Phelix oziroma cena električne energije povečuje z izboljšanjem gospodarskega trenda. Na podlagi vzorčnih podatkov lahko potrdimo tudi tretjo hipotezo drugega regresijskega modela. Ocena regresijskega koeficienta β_3 pri odvisni spremenljivki Phelix je enaka 0,477, kar pomeni, da se vrednost indeksa Phelix v povprečju poveča za približno 0,477 EUR, če se indeks industrijske proizvodnje poveča za 1 indeksno točko.

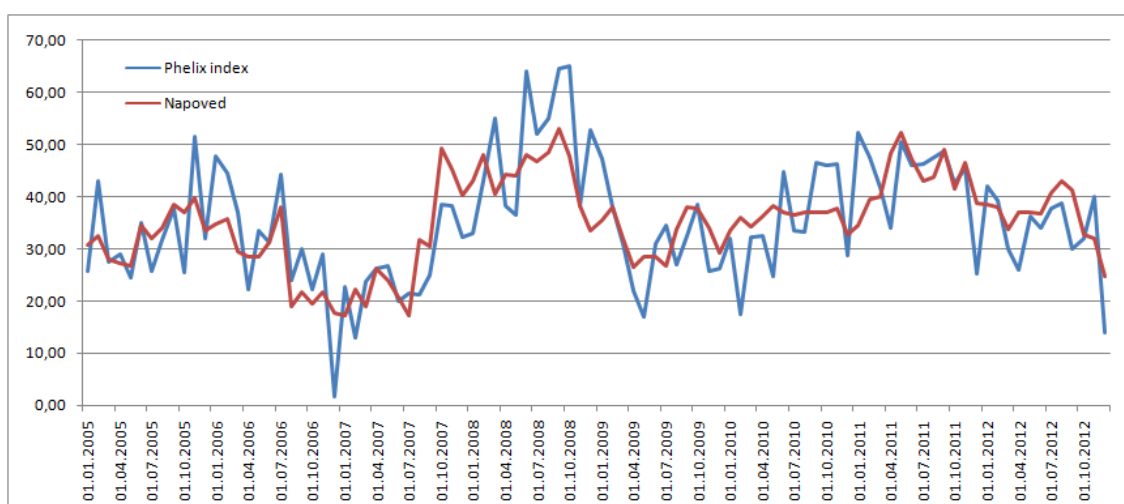
Na osnovi determinacijskega koeficienta lahko ugotovimo, da je 52,38 odstotka variance odvisne spremenljivke pojasnjene z linearnim vplivom drugih pojasnjevalnih spremenljivk. Popravljeni determinacijski koeficient znaša 49,73.

Na podlagi vzorčnih podatkov ocenjujemo, da je standardna napaka ocene regresije pri odvisni spremenljivki vrednost indeksa Phelix enaka 8,22.

4.7 Napoved vrednosti indeksa Phelix

Kot je razvidno iz Slike 13, napoved našega modela relativno dobro ustreza zgodovinskim cenam v vzorcu podatkov, ki je bil zajet v analizo. Vendar obstajajo gibanja vrednosti, ki jih model ni uspel predvideti. Splošna napaka v modelu je, da je njegova napoved manj volatilna, kar pomeni, da je vrednost indeksa Phelix nihala bolj, kot je bilo predvideno. Manjša volatilitnost napovedi se najbolj opazi v obdobju od sredine leta 2006 do začetka leta 2009.

Slika 13: Grafični prikaz napovedi vrednosti indeksa Phelix



Vir: Izdelano na podlagi baze podatkov Bloomberg in rezultatov regresijskega modela.

SKLEP

V magistrskem delu smo najprej predstavili razvoj notranjega trga z električno energijo v Evropi, kjer je bil glavni poudarek na postopku liberalizacije evropskih energetskih trgov. Nemški trg z električno energijo je največji trg v Evropi. Energetski preobrat v letu 2011 (odpuščanje jedrskih elektrarn) je posledično zmanjšal proizvodnjo in povečal uvoz električne energije, kar predstavlja pomemben dejavnik pri oblikovanju cen električne energije. Tečajne cene električne energije se določajo z izvršitvijo naročil na borzi EEX, ki je vodilna energetska borza v srednji Evropi.

Primerjalna analiza vrednosti indeksov Phelix Pas in Phelix Konica v veliki meri potrjuje glavne značilnosti gibanja cen električne energije, predvsem v zvezi z volatilitnostjo in sezonskostjo. Zaradi nezmožnosti skladiščenja volatilitnost električne energije ni konstanta. Omogočanje trgovanja z negativnimi cenami od 1. septembra 2008 je drugi razlog za višjo volatilitnost v prihodnjem obdobju.

Nabor dejavnikov, ki vplivajo na ceno električne energije, je predstavljen v drugem poglavju magistrskega dela. Izpostavili smo najpomembnejše značilnosti dejavnikov, ki so bili razdeljeni v dve skupini: dejavniki na strani povpraševanja in dejavniki na strani ponudbe. Na podlagi nekaterih dejavnikov smo sestavili empirični model, s pomočjo katerega smo preverili odnos med vrednostjo indeksa Phelix in neodvisnimi spremenljivkami.

V analizi smo uporabili metodo najmanjših kvadratov, ki je sicer ena izmed boljših metod za proučevanje vpliva dejavnikov, če izpolnjuje določene predpostavke. Zato smo v četrtem poglavju najprej preverili zanesljivost regresijskega modela na podlagi predpostavk metode najmanjših kvadratov. Prisotnost heteroskedastičnosti smo preverili s pomočjo Breusch-Paganovega testa, prisotnost avtokorelacije pa s pomočjo Breusch-Godfreyjevega testa.

Predpostavko o multikolinearnosti smo preverili z izračunom indeksa VIF. Iz statističnih testov smo ugotovili, da regresijski model izpolnjuje vse predpostavke metode najmanjših kvadratov.

Empirični rezultati regresijskega modela so potrdili postavljene hipoteze, ki so bile vezane na vpliv osnovnih dejavnikov na vrednost indeksa Phelix. Ugotovitve prve hipoteze kažejo na to, da se vrednost indeksa Phelix zmanjšuje z rastjo proizvodnje električne energije iz hidroelektrarn. Proizvodnja električne energije iz hidroelektrarn se lahko poveča ali zmanjša skoraj v vsakem trenutku in lažje odgovori na spremembe v povpraševanju po električni energiji, kar kaže na pomembnost njene vloge.

Pri analizi smo empirično potrdili tudi drugo hipotezo ter sklepali, da se vrednost indeksa Phelix zmanjšuje z večanjem razlike med proizvodnjo in porabo električne energije. Na področju električne energije je Nemčija izvozno orientirana država; z razliko med proizvodnjo in porabo električne energije smo želeli zajeti učinek zmogljivosti energetskega sistema, kar pomeni sposobnost ustvarjati zahtevano energijo v določenem časovnem obdobju.

V nadaljevanju smo potrdili tudi tretjo hipotezo o pozitivnem učinku vrednosti indeksa industrijske proizvodnje na vrednost indeksa Phelix. S tem smo dokazali, da predstavlja gospodarski trend enega izmed glavnih dejavnikov vpliva na povpraševanje po električni energiji, kar potem direktno vpliva na ceno električne energije. Empirični rezultati v magistrskem delu so potrdili rezultate številnih študij, ki so raziskovale razmerja med gospodarskimi kazalniki ter povpraševanjem in ceno električne energije. Rast prebivalstva, gospodarski razvoj, inovacije in spremembe v načinu življenja so samo nekateri izmed dejavnikov, zaradi katerih se pričakuje povečanje povpraševanja po električni energiji v prihodnjih letih, še posebej v državah v razvoju.

V magistrskem delu bi lahko za ocenjevanje podatkov uporabili tudi posplošeno metodo najmanjših kvadratov (angl. *Generalized Least Squares Method*), ki je tehnika za ocenjevanje neznanih parametrov linearne regresije modela. Metoda se uporablja, kadar imamo neenake variance opazovanj (predpostavka heteroskedastičnosti) ali kadar obstaja določena stopnja korelacije med opazovanji. Teoretično, posplošena metoda najmanjših kvadratov najprej odstrani zaporedno serijsko korelacijo enačbe in vzpostavi minimalne variance. Potem se enačba preoblikuje na način, da izpolnjuje klasične predpostavke regresijskega modela (Gujarati, 2003, str 394–396).

Za še boljšo oceno parametrov bi lahko v regresijski model zajeli tedenske zgodovinske podatke za vrednosti indeksa Phelix in vrednosti drugih pojasnjevalnih spremenljivk. Vendar smo se uporabi tedenskih podatkov izognili zaradi slabše razpoložljivosti podatkov, še posebej v bazi Entsoe.

Na podlagi empiričnih rezultatov regresijskega modela smo izdelali tudi napoved vrednosti indeksa Phelix, ki relativno dobro ustreza zgodovinskim podatkom. Iz empiričnih rezultatov lahko sklepamo, da je na podlagi predstavljenega modela, ki temelji na osnovnih dejavnikih vpliva, mogoče oblikovati zaključke o smeri gibanja vrednosti indeksa Phelix.

LITERATURA IN VIRI

1. Adhikari, D., & Chen, Y. (2012, oktober). Energy Consumption and Economic Growth: A Panel Cointegration Analysis for Developing Countries. *Review of Economics & Finance*, 3(2), 68-80. Najdeno 25. novembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.bapress.ca/ref/v3-2/1923-7529-2013-02-68-13.pdf>
2. Bai, J., & Ng, Serena (2005, januar). Tests for Skewness, Kurtosis, and Normality for Time Series Data. *Journal of Business & Economic Statistics*, 23(1), 49-60. Najdeno 7. decembra 2014 na spletnem naslovu http://www.columbia.edu/~jb3064/papers/2005_Testing_skewness_kurtosis_and_normality_for_time_series_data.pdf
3. Bierbruer, M., Menn, C., Rachev, T. S., & Truck, S. (2007, april). Spot and derivative pricing in the EEX power market. *Journal of Banking & Finance*, 31, 3462-3485. Najdeno 2. aprila 2015 na spletnem naslovu http://www.stat.ncu.edu.tw/teacher/wenteng/2010%20fall%20seminars/20101103%20%E9%9D%96%E8%AB%B4/Bierbrauer_Menn_Rachev_Truck_2007.pdf
4. Booz & Co. (2013, 20. julij). Benefits of an Integrated European Energy Market. Final Report. Najdeno 8. januarja 2014 na spletnem naslovu https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/20130902_energy_integration_benefits.pdf
5. Bosello, F., De Cian, E., & Roson, R. (2007, julij). Climate Change, Energy Demand and Market Power in a General Equilibrium Model of the World Economy. Najdeno 25. novembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL2007/NDL2007-071.pdf>
6. Börsengesetz. *Zvezni uradni list Nemčije* BGBl. I S. 1330, 1351
7. De Cian, E., Lanzi, E., & Roson, R. (2007, april). The Impact of Temperature Change of Energy Demand: A Dynamic Panel Analysis. Najdeno 22. aprila 2015 na spletnem naslovu <http://www.feem.it/userfiles/attach/Publication/NDL2007/NDL2007-046.pdf>
8. De Jong, C. (2006). The Nature of Power Spikes: A Regime – Swith Approach. Najdeno 5. marca 2015 na spletnem naslovu http://www.kyos.com/files/uploads/publications/SNDE_-_De_Jong,_Power_Spikes.pdf
9. Direktiva 96/92/ES Evropskega parlamenta in Sveta o skupnih pravilih notranjega trga z električno energijo. *Uradni list EU* št. 27/97, december 1996.
10. Direktiva 2003/54/ES Evropskega parlamenta in Sveta o skupnih pravilih notranjega trga z električno energijo. *Uradni list EU* št. 173/03, julij 2003.

11. Direktiva 2009/72/ES Evropskega parlamenta in Sveta o skupnih pravilih notranjega trga z električno energijo in o razveljavitvi Direktive 2003/54/ES. *Uradni list EU* (št. 211/55, julij 2009).
12. Ebinger J., & Vergara. W. (2011). Discussion paper: impacts of climate change on regional energy systems. Najdeno 15. marca 2015 na spletnem naslovu <http://www.espon.eu/export/sites/default/Documents/Projects/AppliedResearch/ReRISK/K/RERISK-Discussion-Paper-Climate-Change.pdf>
13. EEX Group. (2012). Annual report 2012 EEX. Leipzig: EEX Group
14. EEX Group. (2012). Annual report 2013 EEX. Leipzig: EEX Group
15. EEX Group. (2012). Index description. Leipzig: EEX Group
16. EEX Group. (2014). EEX Trading Conditions. Leipzig: EEX Group
17. EEX Group. (2015). EEX Exchange Rules. Leipzig: EEX Group
18. Eggen, S., & Grontvedt, M. O. (2005, junij). Analysis of the efficiency of the German Electricity Market. Najdeno 20. novembra 2014 na spletnem naslovu http://www.iot.ntnu.no/users/fleten/students/tidligere_veiledning/EggenGrontvet_V05.pdf
19. Energy Economic Development in Europe. Najdeno 15. februarja 2015 na spletnem naslovu http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-14-47_en.htm
20. Energieloven *Uradni list Norveške* št. 1990-06-29-50
21. Erni, D. (2012, oktober). *Day Ahead Electricity Spot Prices- Fundamental Modelling and the Role of Expected Wind Electricity Infeed at the European Energy Exchange* (dissertation). St. Gallen: Scholl of Management, Economics, Law, Social Sciences and International Affairs.
22. Escribano, A., Pena, J. I., & Villaplana, P. (2002, junij). Modelling Electricity Prices: International Evidence. Najdeno 7. aprila 2015 na spletnem naslovu <http://www.eco.uc3m.es/temp/ReStat2002wp.pdf>
23. Evropska komisija (2007, april). *Cost Assessment of Sustainable Energy Systems. The Drivers of Electricity Demand and Supply*. Bruselj: Evropska komisija.
24. Eyedeland, A., & Wolyniec, K. (2003). *Energy and Power Risk Management*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
25. Fahad, U. M., & Arbab, N. (2014, oktober). Factor Affecting Short Term Load Forecasting. *Journal of Clean Energy Technologies*, 2(4), 305-309. Najdeno 5. februarja 2015 na spletnem naslovu <http://www.jocet.org/papers/145-L004.pdf>

26. *Future world energy demand driven by trends in developing countries*. Najdeno 20. marca 2015 na spletnem naslovu <http://www.eia.gov/todayinenergy/detail.cfm?id=14011>
27. Garcia, R. C., Contreras, J., & van Akkeren, M. (2003, september). A Garch Forecasting Model to Predict Day-Ahead Electricity Prices. Najdeno 7. aprila 2015 na spletnem naslovu https://www.infraday.tu-berlin.de/fileadmin/fg280/veranstaltungen/infraday/conference_2003/papers_presentations/paper---garcia_et_al.pdf
28. *Gross electricity production in 2014*. Najdeno 3. marca 2015 na spletnem naslovu <https://www.destatis.de/EN/FactsFigures/EconomicSectors/Energy/Production/GrossElectricityProduction.html>
29. Gujarati, D. N. (2003). *Basic Econometrics*. New York: McGraw-Hill.
30. Hamilton, J. D. (2009, maj). Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08. NBER Working Paper No. 15002. Najdeno 5. maja 2015 na spletnem naslovu http://www.brookings.edu/~media/Projects/BPEA/Spring%202009/2009a_bpea_hamilton.PDF
31. Henning, B., Sloan, M., & De Leon, M. (2003, oktober). Natural Gas and Energy Price Volatility. Najdeno 6. decembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.gasfoundation.org/researchstudies/volstudies5.pdf>
32. Indeks industrijske proizvodnje v Nemčiji (b.l.). V *Eurostat*. Najdeno 11. novembra 2014.
33. International Electrotechnical Commission. (2011, december). Electrical Energy Storage. White Paper. Najdeno 15. novembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.iec.ch/whitepaper/pdf/iecWP-energystorage-LR-en.pdf>
34. Jamasb, T., & Pollit, M. (2005). Electricity Market Reform in the European Union: Review of Progress toward Liberalization & Integration. *The Energy Journal*, 26, 11-41. Najdeno 20. marca 2015 na spletnem naslovu <http://web.mit.edu/ceepr/www/publications/workingpapers/2005-003.pdf>
35. Janssen, M., & Wobben, M. (2009, maj). Electricity and Natural Gas Pricing. Najdeno 18. novembra 2014 na spletnem naslovu https://www.wiwi.uni-muenster.de/vwt/organisation/veroeffentlichungen/1_WP_Electricity_and_Gas_Pricing.pdf

36. Karakatsani, N. V., & Bunn, D. W. (2004, marec). Modelling the Volatility of Spot Electricity Prices. Najdeno 6. decembra 2014 na spletnem naslovu http://www.agsm.edu.au/bobm/iows/bunn_volatility_04c.pdf
37. Karan, B. M., & Kazdagli, H. (2011). *The Development of Energy Markets in Europe*. Berlin: Springer Berlin – Heidelberg.
38. Kraus, D. (2013, september). Energy market reform in Germany: what can we expect? Najdeno 11. februarja na spletnem naslovu <http://www.oxera.com/getmedia/97a39b7c-e751-4e5c-b53f-701ead6131af/Energy-market-reform-in-Germany.pdf.aspx?ext=.pdf>
39. Kwoka, J., & Madjarov, K. (2007). Making Markets Work: The Special Case of Electricity. *The Electricity Journal*, 20(9), 24-36. Najdeno 5. januarja na spletnem naslovu <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1040619007001224>
40. Lucia, J. J., & Schwartz, E. S. (2001, oktober). Electricity Prices and Power Derivatives: Evidence from the Nordic Power Exchange. Najdeno 7. aprila 2015 na spletnem naslovu <http://www.anderson.ucla.edu/faculty/eduardo.schwartz/articles/79.pdf>
41. Maatta, T., & Johansson, T. (2011). *The System Price of Electricity on Nord Pool: A Matter of Fundamental Factors?* (bachelor's thesis). Umea: Department of Economics.
42. Mugele, C., Rachev, T. S., & Truck, S. (2005, februar). Stable Modelling of different European Power Markets. Najdeno 22. marca 2015 na spletnem naslovu <http://www.pstat.ucsb.edu/research/papers/powermarkets.pdf>
43. Nord Pool Consulting. (2006, april). Preparation of a study of the analysis of opportunities of the establishment of the organised electricity market – in Hungary or in the region, and of purchase of ancillary services. Najdeno 18. novembra 2014 na spletnem naslovu http://www.mekh.hu/gcpdocs/200606/prelimfinalreportpublic_2.pdf
44. NordReg – Nordic Energy Regulators. (2013). Nordic Market report 2013. Oslo: NordReg.
45. Notranji energetski trg. Najdeno 16. novembra na spletnem naslovu http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/sl/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.2.html
46. Ockenfels, A., Grimm, V., & Zoettl, G. (2008, marec). Electricity Market Design: The Pricing Mechanism of the Day Ahead Electricity Spot Market Auction on the EEX. Najdeno 22. novembra 2014 na spletnem naslovu https://cdn.eex.com/document/38615/gutachten_eex_ockenfels_e.pdf

47. Odločba 1364/2006/ES Evropskega parlamenta in sveta o določitvi smernic za vseevropska energetska omrežja in razveljavitvi Odločbe 96/391/ES in Odločbe št. 1229/2003/ES. *Uradni list EU* (št. 262/1, september 2006).
48. Pagani, G. A., & Aiello, M. (2006). Energy market trading systems in g6 countries. Najdeno 16. decembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.cs.rug.nl/~andrea/publications/energyMarketG6.pdf>
49. Pfajfar, L. (2006). *Ekonometrija. Zapiski predavanj*. Ljubljana: Ekonomska fakulteta
50. Poraba električne energije v Nemčiji. (b.l.). V *Entsoe*. Najdeno 11. novembra 2014.
51. Proizvodnja električne energije iz fosilnih goriv v Nemčiji. (b.l.). V *Entso-e*. Najdeno 11. novembra 2014.
52. Proizvodnja električne energije iz hidroelektrarn v Nemčiji. (b.l.). V *Entso-e*. Najdeno 11. novembra 2014.
53. Proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov v Nemčiji. (b.l.). V *Entsoe*. Najdeno 11. novembra 2014.
54. Proizvodnja električne energije v Nemčiji. (b.l.). V *Entso-e*. Najdeno 11. novembra 2014.
55. Rademaekers, K., Slingenbergh, A., & Morsy, S. (2008, 9. december). Review and analysis of EU wholesale energy markets. Historical and current data analysis of EU wholesale electricity, gas and CO₂ markets. *Final report*. Najdeno 15. februarja 2015 na spletnem naslovu https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2008_eu_wholesale_energy_market_historical.pdf
56. Reinaud, J. (2007, februar). CO₂ Allowance & Electricity Price Interaction: Impact on industry's electricity purchasing strategies in Europe. *IEA Information paper*. Najdeno 8. aprila 2015 na spletnem naslovu https://www.boell.de/sites/default/files/assets/boell.de/images/download_de/oekologie/5.jr_price_interaction.pdf
57. Ruska, M., & Simila, L. (2011). Electricity markets in Europe. Business environment for Smart Grids. Najdeno 21. Decembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2590.pdf>
58. Samyn, N. (2010, 5. november). Empirical Analysis of Price Curves at the EEX (Master Thesis). Najdeno 2. decembra 2015 na spletnem naslovu <http://www.unisg.ch/~~/media/DB8DE15C967349B5A84B46F3482EF8C5.ashx>

59. Schurr, S. H. (1982). Energy Efficiency and Productive Efficiency: Some Thoughts Based on American Experience. *The Energy Journal*, 3(3), 3-14. Najdeno 15. decembra 2014 na spletnem naslovu <http://econpapers.repec.org/article/aenjournal/1982v03-03-a01.htm>
60. Sensfuss, F. (2007, november). *Assessment of the impact of renewable electricity generation on the German electricity sector: An agent-based simulation approach* (dissertation). Karlsruhe: Fakultät für Wirtschaftswissenschaften.
61. Stromeinspeisungsgesetz. *Zvezni uradni list Nemčije* I S. 2633
62. Swedish Energy Agency (2006). Price formation and competition in the Swedish electricity market. Main findings. Najdeno 22. decembra 2014 na spletnem naslovu <https://www.etde.org/etdeweb/servlets/purl/20843895-lsq8Ub/20843895.pdf>
63. Število ogrevalnih dni za Nemčijo (b.l.). V *Eurostat*. Najdeno 12. novembra 2014.
64. Uwer, D., & Zimmer D. J. (2014). Electricity regulation in Germany: overview. Najdeno 20. novembra 2014 na spletnem naslovu <http://uk.practicallaw.com/cs/Satellite?blobcol=urldata&blobheader=application%2Fpdf&blobkey=id&blobtable=MungoBlobs&blobwhere=1247695441689&ssbinary=true>
65. Vrabec, D. (2004, marec). *Strategija rasti podjetja Elektro Primorska z geografsko diverzifikacijo prodaje električne energije na italijanskem trgu* (magistrsko delo). Ljubljana: Ekonomska fakulteta.
66. Woodman, M. (2011). Negative Wholesale Power Prices: Why They Occur and What to Do about Them. Najdeno 5. decembra 2014 na spletnem naslovu <http://www.usaee.org/usaee2011/submissions/OnlineProceedings/Online%20Proceeding%20Paper%20-%20Maria%20Woodman.pdf>

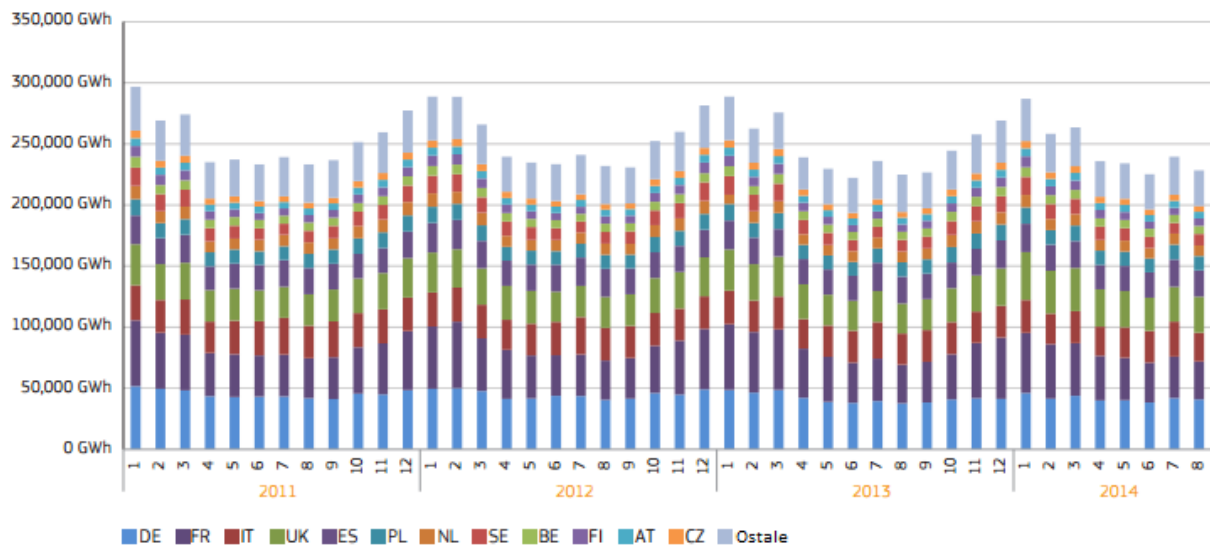
PRILOGE

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Grafični prikaz mesečne porabe električne energije v državah EU.....	1
Priloga 2: Prikaz ocen korelacijskih koeficientov spremenljivk, določenih na podlagi glavnih dejavnikov, ki vplivajo na ceno električne energije	2

Priloga 1: Grafični prikaz mesečne porabe električne energije v državah EU

Slika 1: Mesečna poraba električne energije v državah EU (v GWh)



Vir: Monthly energy consumption in EU, 2014

Priloga 2: Prikaz ocen korelacijskih koeficientov spremenljivk, določenih na podlagi glavnih dejavnikov, ki vplivajo na ceno električne energije

Tabela 1: Ocene korelacijskih koeficientov

	<i>Phelix</i>	<i>HDD</i>	<i>P_{hyd}</i>	<i>P_{nuc}</i>	<i>P_{foss}</i>	<i>P_{oth}</i>	<i>Cons</i>	<i>PC</i>	<i>Ind</i>
<i>Phelix</i>	1,0000								
<i>HDD</i>	-0,0075	1,0000							
<i>P_{hyd}</i>	-0,2907	-0,3798	1,0000						
<i>P_{nuc}</i>	-0,1012	0,4162	0,0618	1,0000					
<i>P_{foss}</i>	0,0623	0,8301	-0,2863	0,3988	1,0000				
<i>P_{oth}</i>	0,0308	0,2255	-0,2754	-0,5515	0,0578	1,0000			
<i>Cons</i>	0,0523	0,8086	-0,1965	0,5241	0,9266	0,1200	1,0000		
<i>PC</i>	-0,1152	0,8415	-0,2740	0,4511	0,7473	0,3040	0,7188	1,0000	
<i>Ind</i>	0,2461	-0,1239	0,1348	-0,3088	0,0940	0,3189	0,0679	0,0511	1,0000

Phelix – vrednost indeksa Phelix v EUR/MWh

HDD – število ogrevalnih dni

P_{hyd} – proizvodnja hidroenergije v MWh

P_{nuc} – proizvodnja jedrske energije v MWh

P_{oth} – proizvodnja električne energije iz obnovljivih virov

PC – razlika med proizvodnjo in porabo električne energije v MWh

Ind – indeks industrijske proizvodnje