

UNIVERSITATEA “BABEȘ-BOLYAI” CLUJ-NAPOCA
FACULTATEA DE ȘTIINȚE ECONOMICE
ȘI GESTIUNEA AFACERILOR
Școala doctorală Științe Economice și Gestiunea Afacerilor

Rezumatul Tezei de doctorat

**Energie și dezvoltare durabilă în Uniunea Europeană.
Studiu de caz: Rolul energiei nucleare în sistemul energetic
din Germania, Franța și Marea Britanie.**

Conducător de doctorat

Prof.univ.dr. Mihaela-Mariana Luțaș

Doctorand
Andrei Roth

Cluj-Napoca
2015

CUPRINS REZUMAT

Cuprins Teză de Doctorat.....	1
Cuvinte cheie.....	2
Introducere	2
Sinteza Capitolul I: Dezvoltarea durabilă	6
Sinteza Capitolul II: Energia	9
Sinteza Capitolul III: Politica energetică a Uniunii Europene	15
Sinteza Capitolul IV: Rolul energiei nucleare în sistemul energetic al UE. Studiu de caz: Germania, Franța și Marea Britanie.	19
Sinteza Concluziilor	24
Bibliografie.....	27

Cuprins Teză de Doctorat

	pagina
INTRODUCERE	1
1. DEZVOLTAREA DURABILĂ	7
1.1 Economia, mediul și resursele	7
1.2 Conceptul de dezvoltarea durabilă	23
1.3 Legătura dintre dezvoltarea durabilă și energie	32
1.4 Dezvoltarea durabilă în cadrul Uniunii Europene	36
2. ENERGIA	40
2.1 Energie, dezvoltarea economică și securitate energetică	40
2.2 Resursele energetice	54
2.2.1 Cărbunii	54
2.2.2 Petrolul	59
2.2.3 Gazul natural	66
2.2.4 Energiile regenerabile	76
2.2.5 Energia nucleară	93
2.3 Analiza surselor de energie	109
3. POLITICA ENERGETICĂ A UNIUNII EUROPENE	115
3.1 Poziția energetică a Uniunii Europene	116
3.2 Politica energetică europeană	125
3.3 Analiza politicii energetice europene	144
4. ROLUL ENERGIEI NUCLEARE ÎN SISTEMUL ENERGETIC AL UE. STUDIU DE CAZ: Germania, Franța și Marea Britanie	147
4.1. Sistemele energetice în Germania, Franța și Marea Britanie	149
4.1.1 Situația energetică	149
4.1.2 Politicile energetice ale Germaniei, Franței și Marii Britanii	165
4.2. Analiza energiei nucleare în Germania, Franța și Marea Britanie	176

4.2.1 Metodologia INPRO	177
4.2.2 Surse de data	181
Prelucrarea și interpretarea datelor	184
CONCLUZII	210
REFERINȚE BIBLIOGRAFICE	221
ANEXE	A1
Anexa 1 – Tipuri de reactoare nucleare. Caracteristici.	A1
Anexa 2 – Ponderea energiilor regenerabile în consumul final brut de energie în 2020	A2
Anexa 3 – Sinteza metodologiei INPRO în domeniul economic	A3
Anexa 4 – Instrumentul economic NESAs, Metodologia INPRO, IAEA	A4

Cuvinte cheie

Energie, dezvoltare durabilă, schimbări climatice, resurse energetice, energia nucleară politici energetice, metodologia INPRO.

Introducere

Energia stă la baza evoluției și dezvoltării societății noastre. Aceasta ne protejează față de mediul înconjurător și are un rol esențial în producția de bunuri și prestarea de servicii, facilitând astfel obținerea bunăstării. Prin intermediul utilizării energiei pot fi îmbunătățite standardele de viață și combătută sărăcia. Fiind un input, necesar pentru majoritatea proceselor de producție, costul energiei joacă un rol important în nivelul de concurențialitate al produselor și serviciilor. Însă, accesul la sursele de energie nu este facil, acesta implică costuri financiare cât și de mediu. Energia angrenează statele și companiile internaționale într-o cursă în vederea atragerii resurselor la un cost cât mai redus. Energia poate fi analizată din perspectiva a trei dimensiuni: a siguranței, prin prisma disponibilității resurselor de energie pentru economie, a durabilității, cu privire la impactul utilizării diferitelor surse de energie asupra mediului, și a concurențialității, la nivelul costului atragerii resurselor de energie. În acest sens, statele cât și companiile vor căuta să aibă acces la surse sigure, ieftine și cu impact redus asupra mediului.

Având în vedere importanța energiei în societate și economie, prezenta teză de doctorat își propune să ofere o imagine de ansamblu cu privire la potențialul unui anumite surse de energie, și anume energia nucleară, de a contribui la cele trei dimensiuni de siguranță, durabilitate și concurențialitate la nivelul sectorului energetic european.

Motivația, în alegerea *energiei nucleare* ca *temă de studiu*, constă în faptul că aceasta reprezintă o sursă aparte de energie, prin natura reacției de fuziune, a complexității

tehnologice a centralelor nucleare, a potențialului de dezvoltare și a riscurilor asociate cu exploatarea acestei surse. Lucrarea analizează potențialul energiei nucleare la nivelul Uniunii Europene, (UE), deoarece aceasta reprezintă, din punct de vedere energetic, cea mai mare piață regională din lume, cu peste 500 de milioane de consumatori și cel mai important importator de resurse energetice (Comisia Europeană, 2010). De asemenea, Uniunea Europeană se remarcă prin disponibilitatea redusă a rezervelor de energie, în contrast cu nivelul de consum al acesteia. Aceasta prezintă dependențe energetice ridicate în special pentru gaz și petrol, context în care am considerat că este oportună analiza potențialului energiei nucleare de a oferi o alternativă pentru asigurarea securității energetice a statelor membre. Din aceste considerente am vizat realizarea analizei la nivel general dar și particular pentru Germania, Franța și Marea Britanie, țări ce utilizează în prezent energia nucleară, dar prezintă orientări diferite în privința viitorului acesteia, dar și la nivelul zonei OECD (Organization for Economic Co-operation and Development)

În cadrul comunității europene regăsim un conglomerat de sectoare energetice cu politici, resurse, mix-uri energetice, posibilități financiare diferite, dar toate aflate în căutarea obținerii unei energii sigure, ieftine și cu un impact redus asupra mediului înconjurător. Uniunea Europeană caută să acționeze ca un tot unitar în vederea maximizării potențialului său pe piețele internaționale de resurse energetice. Pentru aceasta este nevoie de o politică comunitară, care să țină seama de caracteristicile, potențialul și nevoile fiecărui stat, în parte, având în vedere cele trei dimensiuni. Pentru moment principalele instrumente ale politicii energetice europene sunt reprezentate de promovarea surselor regenerabile, internalizarea costurilor legate de emisiile de gaze cu efect de seră, GES, eficiența energetică și realizarea pieței interne de energie. Se remarcă faptul că tema dezvoltării politicilor energetice devine un subiect de competiție, la nivel de responsabilitate, între statele membre și Comisia Europeană. De asemenea se ridică întrebarea cu privire la responsabilitatea asigurării securității energetice la nivelul statelor sau al piețelor.

Având în vedere situația Uniunii Europene, din punct de vedere energetic, prima ipoteză din cadrul acestei lucrări presupune necesitatea, la nivel european, a existenței unei surse energetice, asupra căreia să se dețină un control ridicat și care să înregistreze rezultate favorabile simultan, din perspectiva tuturor celor trei dimensiuni menționate. Cea de-a doua ipoteză se referă la faptul că, pe lângă importanța caracteristicilor fiecărei surse de energie prezentă în mix-ul unui stat, la fel de important este modul în care aceste surse interacționează între ele, cât și modalitatea în care acestea pot fi comparate.

În vederea atingerii obiectivului fundamental al lucrării, cu privire la potențialul energiei nucleare în politica energetică a Uniunii Europene, ne-am propus să urmărim o serie de obiective specifice:

- *Definirea conceptului de dezvoltare durabilă în domeniul energetic:* conceptul de dezvoltare durabilă, legătura dintre energie, dezvoltarea durabilă și mediul înconjurător, caracteristicile specifice dezvoltării domeniului energetic într-o manieră sustenabilă;
- *Analiza diferitelor surse de energie:* prezentarea celor mai importante surse de energie din mix-ul mondial din perspectivă tehnică și economică;
- *Analiza situației energetice la nivel european* pornind de la situația energetică mondială, evaluarea producției actuale de energie, structura consumului, importurile de energie;
- *Analiza politicii energetice europene:* obiectivele în materie energetică ale Uniunii Europene și principalele căi urmate pentru atingerea acestora;
- *Analiza economică a diferitelor tipuri de energii în cadrul UE:* din perspectiva costurilor de producție, a investițiilor necesare, a disponibilității resurselor, a atractivității economice a acestora și a impactului pe care îl au acestea asupra mediului.

La nivel de metodologie, metode și tehnici specifice procesului de cercetare am utilizat *analiza descriptivă* în vederea delimitării unei serii de concepte, precum resurse naturale, dezvoltare durabilă, energia sau securitatea energetică. Prin intermediul *analizei comparative* am vizat sublinierea caracteristicilor surselor de energie avute în vedere în această lucrare. *Metoda istorică* a fost utilizată prin prisma evoluției diferitelor surse în mix-ul energetic sau descrierea evoluției conceptului de dezvoltare durabilă. O serie de indicatori precum producția de energie sau nivelul de emisii CO₂ pe unitatea de energie au fost utilizați în vederea caracterizării diferitelor surse de energie sau a prezentării situației energetice la nivel european. În final, metodologia INPRO (International Project on Innovative Reactors and Fuel Cycles), ce presupune compararea costurilor actualizate ale energiei și fluxurile de numerar actualizate, a fost aplicată ca *metodă de simulare* pentru compararea energiei nucleare cu principalele surse competitorie din sectorul energetic, fiind luate în considerare cazurile particulare a trei state relevante din perspectiva poziției energetice în mix-ul european dar și a dezvoltării sectorului nuclear al acestora.

În vederea atingerii acestor obiective de cercetare am structurat prezenta lucrare de doctorat în patru capitole. Inițial, am vizat, în prima parte a lucrării, să delimităm conceptele ce vor fi folosite ulterior pe parcursul lucrării. Din aceste considerente, în capitolul I am realizat o analiză de la nivelul conceptului de dezvoltare durabilă: ce presupune acesta, cum a evoluat, cum poate fi aplicat, care sunt principalele critici aduse acestuia în literatura de specialitate, care este legătura dintre sustenabilitate și domeniul energetic, care este relevanța acestui concept la nivelul comunității europene. În capitolul al II-lea am abordat energia din prisma importanței acesteia pentru societate, a principalelor concepte legate de domeniul energetic, precum securitatea energetică, a evoluției mix-ului energetic la nivel mondial, a descrierii tehnice și economice a principalelor surse de energie și a modalității în care acestea relaționează. În cel de-al treilea capitol al tezei am abordat sectorul energetic la nivelul Uniunii Europene: care este structura mix-ului, cum a evoluat acesta, ce resurse energetice sunt produse și care sunt importate, cum este orientat consumul de energie. Pe baza acestei situații am realizat o analiză la nivelul politicii energetice europene: ce reprezintă acesta politică, din ce considerente a fost dezvoltată, ce obiective are, care sunt principalele instrumente utilizate. Având în vedere caracteristicile tehnice și economice ale surselor de energie cât și orientarea Uniunii Europene spre cele trei dimensiuni de siguranță, concurențialitate și sustenabilitate în domeniul energetic în cele de-al patrulea capitol al tezei am vizat analizarea potențialului economic al energiei nucleare aplicând metodologia INPRO, ce permite compararea surselor de energie prin evidențierea costului actualizat al electricității. Analiza a fost realizată la nivelul Germaniei, Franței și Marii Britanii, dar, și la nivelul general al zonei OECD (Organizația Economică pentru Cooperare și Dezvoltare), pentru a evidenția modul în care energia nucleară poate contribui la dezvoltarea sectorului energetic european într-o manieră sigură, concurențială și competitivă.

În privința *limitelor cercetării* acestea sunt asociate în principal cu aplicarea metodologiei INPRO din punct de vedere economic și disponibilitatea datelor utilizate. În acest sens, menționăm că am urmărit să folosim date reale, raportate de la centrale de electricitate aflate în funcțiune în cadrul statelor abordate, iar unde acestea nu au fost disponibile, am utilizat date estimative la nivel de industrie, precum în cazul Marii Britanii. Studiile existente în literatura de specialitate, realizate în același scop, pentru calcularea costurilor actualizate ale generării de electricitate, au prezentat un număr limitat de rapoartări de la diferitele surse de electricitate din cele trei țări analizate. În cazul energiei nucleare, având în vedere specificul datelor de intrare impuse de instrumentul economic de calcul NEST (Nuclear Economic

System Tool) al metodologiei INPRO, precum costul de îmbogățire al uraniului sau costul ciclului final al combustibilului nuclear, cât și modalitățile diferite de raportare ale acestora în diferite studii, am utilizat pentru toate simulările efectuate date din cadrul unui singur studiu realizat de Massachusetts Institute of Technology, MIT, (2011) referitoare la costurile de combustibil ale acestei surse. De asemenea, comparând datele de intrare de la studiile realizate de Agenția Internațională pentru Energie/Agenția Nucleară pentru Energie, IEA/NEA, în 2005 și 2010, am observat diferențe semnificative între nivelul costurilor raportate, deși perioada de timp dintre studii este una relativ redusă. În cazul energiei eoliene nu am putut să reflectăm în cadrul simulărilor NEST costurile legate de capacitățile în rezervă menținute pentru suplinirea intermitenței acestei surse. În pofida acestor limitări legate de disponibilitatea datelor, rezultatele activității practice a lucrării au reliefat un grad ridicat de predicție în raport cu cele ale studiilor abordate. Pe baza acestor rezultate am putut să realizăm o analiză de sensibilitate la nivelul energiei nucleare dar și a principalelor surse concurente de pe piețele de electricitate pentru a reliefa principalele puncte slabe ale energiei nucleare dar și oportunități de dezvoltare ale acesteia.

Referitor la *elementele de originalitate* ale acestei lucrări putem spune că acestea au constat în conturarea unei legături între conceptul de dezvoltare durabilă și energie cât și modalitatea prin care sustenabilitatea poate fi aplicată în practică în acest domeniu prin intermediul politicii energetice europene. Un *alt element de originalitate* l-a reprezentat analiza performanțelor economice ale energiei nucleare, pornind de la analiza SWOT a surselor energetice utilizate la nivel mondial, prin aplicarea metodologiei INPRO, dezvoltată de IAEA Viena, la nivelul celor mai importante țări în materie de consum din Uniunea Europeană: Germania, Franța și Marea Britanie.

Sinteza Capitolul I: Dezvoltarea durabilă

În cadrul acestui prim capitol al lucrării am căutat să delimităm principalele aspecte legate de conceptul de dezvoltare durabilă, modul în care acesta poate fi aplicat în practică la nivelul statelor cât și legătura dintre acesta și sectorul energetic. În acest sens am utilizat metoda istorică pentru a identifica principalele momente și elemente care au influențat dezvoltarea acestui concept, și anume relația dintre om și mediul înconjurător. Astfel, omul se dezvoltă din punct de vedere material și spiritual în mediul înconjurător, acesta conferindu-i baza progresului său prin posibilitatea valorificării resurselor acestuia. Prin intermediul rațiunii și a cunoașterii mediului înconjurător, omul transformă materia în bunuri și servicii pentru îmbunătățirea standardul său de viață și caută să înțeleagă ceea ce se petrece în mediul

înconjurător pentru a se putea adapta la acesta, pe de-o parte, dar și pentru a-l putea valorifica, pe de altă parte. Pentru om, mediul reprezintă o sursă de bunăstare dar și de pericol, de aceea se vizează cunoașterea evoluției acestuia. Astfel, ideea de dezvoltare umană poate fi asociată cu cea de predictabilitate a evoluției mediului înconjurător.

Datorită acestei conexiuni, tema mediului înconjurător și a disponibilității resurselor în viitor a reprezentat un element de interes de-a lungul evoluției gândirii economice. O putem regăsi la Thomas Malthus, din perspectiva relației dintre nivelul populației și resursele de hrană, sau la Adam Smith, ce observă că utilizarea resurselor duce la o primă vedere paradoxal la creșterea disponibilității acestora. Recent, în secolul XX, parcurgând literatura de specialitate din domeniu, se remarcă o preocupare la nivelul statelor occidentale dezvoltate privind necesitatea protejării mediului înconjurător din prisma activităților industriale. La nivelul acestor societăți are loc în perioada '60 o conștientizare la nivelul opiniei publice cu privire la apartenența omului la mediul înconjurător și în consecință a nevoii de protejare a acestuia. Pe de altă parte, în statele sărace și în cele în curs de dezvoltare, se remarcă necesitatea obținerii creșterii economice și a îmbunătățirii standardelor de viață, abordarea temei mediului de către statele dezvoltate fiind privită cu suspiciune de către cei aflați în căutarea dezvoltării. Pentru aceste state experiența a dovedit că simpla replicare a modelelor de dezvoltare axate pe industrializare și creștere economică nu a fost suficientă pentru asigurarea bunăstării vizate de locuitorii acestor țări. Pe lângă aceste evoluții legate de dezvoltare economică și de mediu, trecând la perioada anilor '70, se remarcă în literatura de specialitate apariția raportului *Limitele Creșterii*, ce avertizează că în lipsa unei schimbări, la nivelul modului de dezvoltare abordat, într-un viitor de timp nu foarte îndepărtat din secolul XXI creșterea economică va avea de suferit din lipsa resurselor. Pentru aceasta autorii raportului propun un model de dezvoltare alternativ cu acceptarea *limitelor* prin controlarea nivelului populației și a creșterii capitalului. *Limitele Creșterii* abordează conceptul de resurse naturale dintr-o perspectivă statică, raportând nivelul de rezerve cunoscut la acel moment la consumul anual și creșterea acestuia, sublinind printr-un model computerizat efectele creșterii exponențiale. Poluarea este tratată într-un mod similar, aceasta fiind o consecință a creșterii economice și evoluând în sensul creșterii acesteia. Datorită acestei logici modelul ajunge la concluzii precum epuizarea resurselor de petrol în anii '90, fapt ce nu s-a concretizat în realitate. Fiind lansat în anii '70, perioadă marcată de crizele petrolului, raportul a avut un puternic impact la nivelul opiniei publice și a mediului academic, bucurându-se de o atenție ridicată.

În acest context, legat de preocupările de mediu din societățile dezvoltate, temerile cu privire la posibilitatea derulării creșterii economice și demografice într-un cadru presupus finit, reprezentat de mediul înconjurător, cât și nevoia de obținere a bunăstării în țările sărace și în curs de dezvoltare, se remarcă, la nivel internațional, nevoia unui concept alternativ cu privire la dezvoltare. În urma lucrărilor Comisiei Mondiale pentru Mediu și Dezvoltare (WCED) din cadrul Națiunilor Unite și a Raportului Brundtland este conturat conceptul de dezvoltare durabilă fiind, elaborată cea mai cunoscută definiție a acestuia: *acea dezvoltare ce satisface nevoile generațiilor actuale, fără a compromite șansele generațiilor viitoare de a-și satisface nevoile*”(WCED, 1987). Remarcăm în cadrul acestei definiții prezența a două elemente importante, și anume cel de *nevoi*, cu privire la nevoile de dezvoltare ale celor săraci, și cel de *limite*, datorate nivelului actual de dezvoltare tehnologică și organizare socială. Atingerea sustenabilității presupune că tehnologia și organizarea socială să fie direcționate în așa fel încât să fie generată o nouă eră a creșterii economice (WCED, 1987).

La o primă vedere, sustenabilitatea pare un concept atractiv, just și dificil de contestat, ce aduce în prim plan aspecte legate de dezvoltare, echitate și viitor. Conceptul abordează simultan dimensiunea socială, economică și de mediu vizând o dezvoltare armonioasă în concordanță cu posibilitățile de mediu. În urma Summitului Pământului de Rio de Janeiro (1992) o serie de actori, printre care și Uniunea Europeană, și-au asumat elaborarea de strategii de dezvoltare durabilă. În cadrul UE, conceptul va cunoaște o evoluție ascendentă, urmând a deveni un obiectiv orizontal al politicilor comunitare și fiind dezvoltată o strategie ce propune o serie de soluții cu privire la o serie de probleme globale, precum utilizarea resurselor sau încălzirea globală.

Referitor la criticile aduse acestui concept, remarcăm dificultatea în a identifica nevoile generațiilor viitoare, fapt pentru care nu pot fi categorisite și economisite resursele în funcție de importanța acestora. Un al doilea aspect, ce se remarcă, este cel al disponibilității resurselor. Astfel, consumul de resurse din prezent ar trebuie limitat și eficientizat în vederea disponibilităților resurselor pentru generațiile viitoare. De altfel dezvoltarea durabilă pune accentul pe utilizarea resurselor regenerabile în dauna celor neregenerabile. Resursele naturale nu au însă un caracter fix, nici din perspectiva volumului și nici din cea a structurii. Aceasta pentru că ele sunt produsul cunoașterii și ingeniozității umane de a pune în valoare, prin știință și capital, materia disponibilă în mediul înconjurător. Din acest considerent putem spune că resursele naturale nu sunt *descoperite*, ci *dezvoltate*. Cea mai mare parte a resurselor cunoscute, sub sintagma de *naturale*, nu pot fi valorificate în lipsa prelucrării pentru care este

nevoie de știință, muncă și capital. Cu privire la consumul și disponibilitatea acestora în viitor, putem spune că prețul reflectă raritatea resursei. Indexul de rezerve cunoscute reflectă disponibilitatea resurselor la un moment dat pentru un anumit nivel al prețului. Pe măsura creșterii prețului există motivația de a găsi noi zăcăminte de resurse, a dezvolta noi tehnologii de exploatare sau de a căuta alternative. Astfel resursele nu se epuizează fizic, ci sunt înlocuite pe măsură reducerii disponibilității și a creșterii prețului cu noi resurse.

Legătura dintre domeniul energetic și dezvoltarea durabilă se evidențiază prin prisma a trei aspecte: importanța energiei la nivelul societății, disponibilitatea resurselor și efectele asupra mediului înconjurător. Energia reprezintă un input important în majoritatea proceselor de producție, fiind un factor ce facilitează dezvoltarea și obținerea progresului. Cetățenii din statele sărace sau din cele în curs de dezvoltare au nevoie de surse sigure și abundente de energie pentru a-și îmbunătăți nivelul de trai, în timp ce pentru locuitorii din țările dezvoltate importantă este existența siguranței, cu privire la aprovizionarea cu energie, nivelul și predictibilitatea prețului acesteia. Datorită faptului că mix-ul energetic mondial este dominat de combustibili fosili, și aceștia sunt considerați a fi neregenerabili, se ridică problema cu privire la disponibilitatea acestora în viitor, având în vedere creșterea consumului de energie la nivel mondial. În final, a treia temă, în privința relației dezvoltare durabilă – energie, este reprezentată de efectul producerii și consumului de energie asupra mediului înconjurător. Tema centrală în acest moment este reprezentată de legătura dintre creșterea emisiilor de gaze cu efect de seră din sectorul energetic și schimbările climatice. Având în vedere potențialele efecte negative la nivelul societății, ale schimbărilor climatice în timp, precum creșterea nivelului apelor sau a incidenței evenimentelor meteorologice extreme, există la nivel internațional demersuri în vederea obținerii unui acord global cu privire la limitarea emisiilor acesteia provenind cu precădere din sectorul energetic. Pentru atingerea acestui deziderat se impune disponibilitatea de surse de energie cu emisii reduse de gaze cu efect de seră.

Sinteza Capitolul II: Energia

Rolul celui de-al doilea capitol este de a oferi o privire de ansamblu asupra structurii și evoluției mix-ului energetic mondial cât și o analiză tehnică și economică a principalelor surse de energie. Energia reprezintă un element central în evoluția și dezvoltarea societății, aceasta conferind protecție față de mediul înconjurător și facilitând producția de bunuri și servicii. Prin intermediul acesteia un material poate fi transformat în altul, aspect ce permite obținerea progresului (Bradely Jr., Fulmer, 2004).

Din punct de vedere economic, când ne referim la energie, ne referim la disponibilitatea și costul acesteia. Din această perspectivă, un preț accesibil și stabil al energiei contribuie la stimularea economiei. Prețurile scăzute la energie permit gospodăriilor și întreprinderilor să își mărească venitul disponibil și în același timp reduc costurile în procesul de producție al bunurilor și serviciilor, făcându-le mai accesibile (WEF, 2012).

Din aceste considerente statele sunt interesate în a avea la dispoziție resurse sigure de energie la un cost care să poată fi susținut pe termen lung. În acest sens, securitatea energetică presupune asigurarea neîntreruptă cu energie a unei economii în vederea satisfacerii cererii, conceptul presupunând o dimensiune fizică și una economică (WEC, 2008). Se ridică însă întrebarea, într-o lume globalizată, cu privire la responsabilitatea asupra asigurării securității energetice: în rândul statelor sau la nivelul pieței? Există opinii în literatura de specialitate conform cărora independența în domeniul energetic reprezintă un concept dificil și costisitor de pus în practică, mai importantă fiind securitatea comerțului internațional cu resurse energetice (Pascual, Elkind, 2010). Se consideră că o țară este vulnerabilă energetic când deciziile energetice, pe care este nevoită să le ia, sunt dictate de factori economici din afara ariei propriului control (WEC, 2008).

Conceptul de securitatea energetică presupune o componentă macroeconomică, în relație cu nivelul și evoluția prețului la energie, cât și una de securitate națională, datorită faptului că, cea mai mare parte a resurselor energetice de la nivel mondial sunt concentrate, din punct de vedere geografic, în câteva zone instabile din punct de vedere politic (Pascual, Elkind, 2010). Această concentrare este cunoscută în literatura de specialitate sub denumirea de *elipsa energetică strategică*, ea acoperind aria dintre Peninsula Arabică și vestul Siberiei, în această zonă regăsindu-se aproximativ 70% dintre rezervele cunoscute de gaz și petrol (Armaroli, Balzani, 2011).

Principala temă de dezbateră în prezent, cu privire la securitatea energetică, este legată de actorii responsabili pentru asigurarea acesteia: guvernele prin mijloace intervenționiste sau actorii privați prin mecanismul pieței? Formarea liberă a prețului pe piața de energie impulsionează eficientizarea consumului cât și investiția în noi forme de energie. Trebuie însă avut în vedere faptul că dezvoltarea unei piețe internaționale libere este îngreunată de concentrarea geografică a celei mai mari părți din rezervele cunoscute de gaz și petrol. Principalii exportatori de resurse energetice sunt state ce nu funcționează după principiile piețelor libere, aceștia putând folosi comerțul cu resurse energetice în scopuri politice. Criza

petrolului din anii '70, prin restrângerea deliberată a producției de către Organizația Țărilor Exportatoare de Petrol (OPEC), sistările exporturilor de gaz din Rusia din 2006 sau 2009 către statele de tranzit (Ucraina, Belarus) și Uniunea Europeană sunt reprezentative în acest sens.

Având în vedere impactul sectorului energetic asupra mediului, se ridică problema privind abordarea sustenabilității în acest domeniu pe plan mondial. Pe de-o parte statele dezvoltate, a căror cerere pentru energie a scăzut de-a lungul timpului, datorită eficientizării și a orientării către sectorul terțiar, sunt interesate în a avea acces la resurse energetice cu un impact redus asupra mediului. Ele vor fi pregătite în a susține măsuri de reducere a impactului producerii de energie asupra mediului, în contrast cu economiile în curs de dezvoltare, ce necesită accesul la cantități cât mai mari de energie, la costuri atractive pentru a-și putea alimenta creșterea economică. Existența acestor două abordări la nivel mondial afectează concurențialitatea relativă a întreprinderilor, deoarece unele state acceptă susținerea acestor costuri, în timp ce altele se orientează, cu precădere, către dimensiunea fizică și a economică a securității energetice.

În privința consumului de energie putem spune că la nivel global acesta se ridică la peste 13.000Mtoe, principalii consumatori de energie fiind China, SUA și UE, împreună cei trei actori reprezentând aproape jumătate din consumul global brut de energie. Astfel evoluțiile acestora în domeniul energetic vor modela într-o bună măsură sistemul energetic mondial. Analizând evoluția consumului de energie se remarcă faptul că acesta este pe un trend ascendent. Față de 1995, spre exemplu, acesta este cu aproape 30% mai ridicat la nivelul anului 2011. Există o divergență din perspectiva consumului între statele dezvoltate și cele în curs de dezvoltare. Astfel, SUA și UE își cresc consumul de energie până spre jumătatea deceniului trecut, moment din care prezintă o pantă descendentă. În schimb țările în curs de dezvoltare cunosc o creștere a consumului de energie, în ciuda faptului că în ultima parte a intervalului 2005-2011 criza economică de la nivel mondial a presupus o reducere a consumului de energie. Datorită evoluției din aceste state, consumul de energie la nivel mondial se află pe o pantă ascendentă.

La nivelul anului 1995, SUA se detașa în materie de consum, la peste 2000Mtoe și Uniunea Europeană ocupa poziția a doua, cu peste 1600Mtoe, iar China depășea cu puțin 1000Mtoe. Totuși, până în 2005, China ajunge și surclasează Uniunea Europeană. Peste încă cinci ani China devine principalul consumator de energie, la nivel mondial, în timp ce SUA și UE

rămân în linii mari la același nivel. Analizând statele în curs de dezvoltare, observăm că acestea cunosc, în mod similar, un trend ascendent al consumului de energie. Regiuni, precum Orientul Mijlociu, ce sunt în mod tradițional exportatori de resurse energetice, au nevoie de cantități din ce în ce mai mari de energie pentru a-și satisface consumul. În acest context principalii importatori, precum UE sau SUA, vor trebui să facă față unei concurențe acerbe în special din partea Chinei pentru atragerea resurselor de energie.

Din perspectiva structurii consumului brut de energie, acesta este dominat în prezent de combustibilii fosili. Petrolul reprezintă principala componentă, cu peste 30% din mix, alături de cărbuni și gaz, combustibilii fosili asigurând peste 80% din consumul brut de energie al lumii. Energiile regenerabile au cunoscut o atenție deosebită în ultimul deceniu, prin prisma eforturilor de susținere ale acestora de actori precum UE, și reprezintă 13% din consumul de energie. La nivel mondial însă, din cei peste 1700Mtoe produși în 2011 pe cale regenerabilă, 77% este reprezentată de categoria biomasă. Astfel în mix-ul global surse precum energia eoliană sau solară cunosc o pondere redusă (0,5%), având un impact redus în ciuda susținerii de care au beneficiat. Din perspectiva evoluției surselor în consumul brut de energie, gazul natural (+53,81%) și cărbunii (+69,94%) au cunoscut principalele creșteri în perioada 1995-2011 (Comisia Europeană, 2014).

Analizând principalele caracteristici tehnice și economice ale resurselor energetice menționăm că petrolul este un combustibil flexibil, ușor de manevrat și cu un conținut energetic ridicat, fiind dominant în sectorul transporturilor (cu peste 90% din consumul sectorial). În ciuda eforturilor legate de promovarea biocombustibililor sau vehiculelor electrice, pentru moment nu există o alternativă la petrol. Evoluția rezervelor cunoscute de petrol arată că acestea sunt în creștere (+60,58% în perioada 1992-2012) fapt pentru care nu putem vorbi de o epuizare în viitorul apropiat al resursei. Principalul dezavantaj al orientării către petrol, îl reprezintă concentrarea geografică a resurselor la nivel mondial. Aceasta presupune existența unui număr limitat de țări producătoare ce pot folosi petrolul în vederea urmării de scopuri politice, fapt demonstrat prin crizele petrolului din anii '70. Datorită importanței sale strategice, petrolul nu se comportă asemeni tuturor celorlalte resurse de pe piață. Prețul său poate fi influențat de evenimente politice și nu efectiv de cererea și oferta sa. Volatilitatea prețului la petrol reprezintă un pericol la adresa economiilor ce se bazează pe această resursă, precum Statele Unite. Temerile legate de epuizarea resurselor cât și cele de instabilitate a prețului la petrol pot fi limitate prin oportunitatea exploatării de resurse neconvenționale de petrol, fapt ce îmbunătățește perspectivele disponibilității resursei și distribuția geografică a acesteia.

Cărbunii prezintă o răspândire geografică variată aspect ce facilitează asigurarea securității energetice prin intermediul acestora. Existența unui număr variat de țări producătoare și posibilitatea transportului pe mare facilitează dezvoltarea unei piețe internaționale a cărbunelui. Prețul de generare al electricității pe cărbune este unul atractiv în relație cu celelalte surse disponibile de pe piață. Principala problemă legată de exploatarea cărbunilor este reprezentată de emisiile ridicate ale gazelor cu efect de seră ale acestei surse în raport cu celelalte surse prezente pe piețele de energie. Utilizarea cărbunilor poate reprezenta și un risc la starea de sănătate a cetățenilor, asociate cu o serie de boli respiratorii. În contrast cu petrolul sau gazul natural, cărbunii sunt un combustibil voluminos fapt ce le reduce manevrabilitatea în transport. Datorită conținutului caloric, pentru unele tipuri de cărbuni, precum lignitul, nu este economic transportul pe mare, fapt pentru care sunt exploatate pe plan local. La nivel de amenințări, la adresa exploatării cărbunilor în viitor, menționăm efortul remarcat din partea economiilor dezvoltate, precum UE, de a reduce emisiile din sectorul energetic și implicit consumul de cărbuni. Aceasta implică internalizarea costurilor legate de folosirea cărbunelui prin taxarea carbonului. La nivelul UE sau al SUA, consumul de cărbuni înregistrează un trend descendent, cărbunele fiind cu precădere utilizat în țările în curs de dezvoltare.

Gazul natural este o resursă flexibilă, ce poate fi transportată pe distanțe lungi și cu impact redus asupra mediului. Stocul mondial de rezerve se află pe un trend descendent, fapt ce îmbunătățește perspectivele utilizării aceste resurse. Centralele pe gaz sunt flexibile și pot fi utilizate în vederea suplinirii intermitenței energiilor regenerabile. Similar petrolului concentrarea geografică a resursei reprezintă principala problemă, aceasta deschizând posibilitatea utilizării resursei în scopuri politice, Rusia fiind un exemplu în acest sens. Datorită faptului că este transportat cu precădere prin conducte, utilizarea gazului natural sporește dependența dintre furnizori și consumatori. Deseori comerțul cu gaz presupune încheierea de contracte pe termen lung, ce nu reflectă evoluțiile pieței, acestea fiind benefice în special pentru furnizori. Pentru moment lichefierea gazului este opțiune doar când implică distanțe ridicate de transport de peste 3000km, însă acest procedeu permite diversificarea aprovizionării cu gaz. Din perspectiva dezvoltării sectorului se remarcă în Statele Unite exploatarea gazelor neconvenționale. Aceasta a dus la reducerea dependenței energetice a țării, substituția în sectorul de electricitate a cărbunelui și reducerea emisiilor și reducerea prețului pe piața spot. Existența și posibilitatea exploatării resurselor neconvenționale asigură o

distribuție mai echilibrată a resurselor la nivel mondial, îmbunătățind astfel asigurarea securității energetice a țărilor ce folosesc această resursă.

Resursele regenerabile se remarcă prin faptul că nu necesită prezența unui combustibil precum petrolul sau gazul și pot fi produse pe plan local, îmbunătățind, astfel, securitatea energetică a unei țări prin reducerea dependenței față de importuri. De asemenea, în contextul schimbărilor climatice, nivelul redus al emisiilor de gaze cu efect de seră al acestora poate reprezenta un argument în favoarea creșterii ponderii acestora în mix-ul energetic. Panourile solare și turbinele eoliene sunt flexibile putând fi folosite la nivelul gospodăriilor sau al întreprinderilor pentru producția proprie. Pentru moment, impactul surselor ce pun accent pe componenta de tehnologie, precum cele enumerate anterior, este limitat, hidroelectricitatea și biomasa fiind dominante în mix-ul energiilor regenerabile. De asemenea, pentru moment, aceste surse sunt mai scumpe în raport cu cele tradiționale fiind necesară subvenționarea sectorului. Rezultatele economice ale acestor surse sunt influențate în bună măsură de disponibilitatea unor resurse intermitente, cu o densitate energetică redusă, fapt pentru care este nevoie de menținerea de capacități de rezerve care să le poată suplini. Mecanismele prin care acestea au fost promovate pe piață în cadrul unor actori dezvoltăți, precum UE, presupun întâietatea în preluarea acestora în rețea, fapt ce afectează economicitatea surselor de funcționează în regim de bază, precum centralele pe cărbuni.

Energia nucleară este o sursă sigură și abundentă de energie, în care componenta de capital a costurilor are un rol primordial. Dat fiind că uraniul este o resursă tranzacționabilă pe piața internațională, centralele nucleare îmbunătățesc securitatea energetică a unui stat. Reacția de fisiune nucleară prezintă un conținut energetic ridicat, față de celelalte surse, fiind nevoie de cantități reduse de uraniu pentru a obține același efect cu al combustibililor fosili. Prețul electricității nucleare este influențat în mică măsură de evoluția prețului la uraniu, fapt ce conferă stabilitate acestei surse de energie. Rezervele de uraniu sunt abundente și există o gamă variată de țări producătoare, existând posibilitatea în viitor a exploatării resurselor neconvenționale. Odată construite, centralele nucleare prezintă costuri de operare și mentenanță reduse, pe o perioadă îndelungată de timp (60 de ani) fiind atractive pentru industriile consumatoare de energie, ce au nevoie de prețuri stabile. Referitor la impactul asupra mediului, prezintă emisii GES scăzute, reprezentând un instrument util la îndemâna statelor pentru combaterea schimbărilor climatice. Față de celelalte surse de electricitate prezente pe piață, centralele nucleare nu prezintă același nivel de flexibilitate datorită perioadei lungi de timp de construcție (5-7 ani), a complexității proiectului, a costurilor

ridicate de capital și a activităților ulterioare legate de decomisionare și gestiunea deșeurilor radioactive, ce se întind pe o perioadă îndelungată de timp.

Principala amenințare la adresa energiei nucleare o reprezintă orientarea statelor față de această sursă de electricitate. Această viziune se poate modifica subit în funcție de evenimentele ce au loc la nivel mondial. Spre exemplu, accidentul de la Fukushima s-a datorat unui tsunami, eveniment ce nu poate fi replicat la nivelul Germaniei, totuși incidentul a dus renunțarea la această sursă de electricitate. Prețul la combustibilii fosili poate reprezenta o amenințare la adresa energiei nucleare deoarece reducerea acestuia va îngreuna recuperarea costurilor de capital și economicitatea acestei surse.

Sinteza Capitolul III: Politica energetică a Uniunii Europene

UE reprezintă cea mai mare piață regională de energie din lume cu peste 500 de milioane de consumatori fiind în același timp și cel mai mare importator de energie (Comisia Europeană, 2010). În acest sens, deficitul comercial la nivel de produse energetice al UE se ridică în 2012 la 3,3% din PIB sau echivalentul a 421 miliarde euro, față de 2004 când nivelul deficitului comercial era de 150 miliarde euro. (Comisia Europeană, 2014a). Uniunea importă cu precădere petrol (275 de miliarde de euro) și gaze naturale (105 miliarde de euro).

Referitor la legătura dintre creșterea prețurilor la combustibili și evoluția economiei, menționăm că un studiu din 2004 al IEA estima că o creștere a prețului barilului de petrol de la 25 la 35\$ va determina pe o perioadă de 2 ani o reducere a PIB-ului cu 0,4% în SUA și 0,3% în zona Euro (WEC, 2008).

UE reprezintă la nivel mondial 12,7% din consumul brut de energie, acesta fiind, față de nivelul anului 2005, stabil în linii mari, însă tendința este de reducere a consumului de energie. De altfel, la nivel global, se remarcă trend-uri divergente între actorii dezvoltați, precum SUA și UE, pe de-o parte, și țările în curs de dezvoltare, ce au drept principale exponențe la nivel de consum de energie China și India. Datorită acestor evoluții, ponderea UE, din perspectiva consumului la nivel mondial, s-a diminuat acest aspect fiind valabil și pentru emisiile de gaze cu efect de seră.

UE se remarcă printr-un nivel ridicat al consumului său de energie în raport cu rezervele sale energetice, fapt pentru care importurile joacă un rol important în asigurarea securității energetice a Uniunii. Astfel, Uniunea deține 0,4% din rezervele cunoscute de petrol, echivalentul a 12 ani de producție, și 1,7 trilioane m³ gaz sau 0,9% din rezervele cunoscute,

suficiente tot pentru același interval de producție (Comisia Europeană, 2014b, după BP, 2013). În privința cărbunelui, perspectivele sunt mai optimiste, UE având în subsol 56 miliarde tone cărbune, 6,5% din rezervele cunoscute, suficiente pentru 97 de ani de producție (Comisia Europeană, 2014b)

La nivel mondial UE reprezintă 6,1% din producția de energie sau 801Mtoe, un nivel redus față de alte state/zone precum China (18,4%), Orientul Mijlociu sau SUA (13,5%), producția sa înregistrând un trend descendent de la începutul acestui secol. La nivel de evoluție a resurselor exploatare, se remarcă reducerea substanțială a producției de cărbuni de la aproape 270Mtoe la începutul anilor '90 la aproape 170Mtoe în 2012. La nivelul producției de gaz și petrol se remarcă o ascensiune a acestora până la nivelul anului 2002, după care are loc o reducere pe toată perioada analizată până în 2012. În schimb, în cazul energiilor regenerabile se remarcă o creștere a producției cu 54% de la începutul secolului, nivelul ajungând la 177Mtoe. Evoluția energiei nucleare nu a înregistrat schimbări semnificative, însă trend-ul general este descendent mai ales în condițiile închiderii treptate a centralelor din Germania (*phase out*) post Fukushima. Totuși această formă de energie, cu peste 200Mtoe produse în 2012, reprezintă cea mai importantă sursă indigenă la nivelul UE (Comisia Europeană, 2014c). Dat fiind nivelul redus de producție de energie aflat și pe un trend descendent în contrast cu cel al consumului, Uniunea Europeană se remarcă printr-un nivel ridicat al dependenței energetice. În 2012 aceasta se ridică la 53,4%, trendul fiind ascendent în perioada 1995-2012 (Comisia Europeană, 2014).

Principalele țări importatoare de energie sunt economiile reprezentative ale Uniunii precum Germania (196,8Mtoe), Italia (133,8Mtoe) și Franța (125,3 Mtoe). Alături de Marea Britanie și Spania acestea acoperă aproape 70% din importurile nete ale Uniunii (Comisia Europeană, 2014). Abordând importurile din perspectiva originii acestora, se remarcă importanța Rusiei în securitatea energetică europeană la nivelul combustibililor fosili: petrol 34%, gaze naturale 32% și cărbuni 21% (Comisia Europeană, 2014, după IEA, 2014). De asemenea, în cazul importurilor de gaz, se remarcă diversitatea redusă a furnizorilor de gaz, trei țări Rusia, Norvegia și Algeria reprezentând 70% din importuri (Comisia Europeană, 2014). Acest aspect mărește vulnerabilitatea Uniunii în securizarea resurselor, un scenariu elaborat recent la nivel european menționând că, în cazul în care ar avea loc o întrerupere a aprovizionării cu gaz din Rusia, într-un moment de vârf al cererii, Uniunea Europeană ar fi afectată aproape în totalitate (Comisia Europeană, 2014c).

Din perspectiva consumului total de energie, la nivel sectorial, se remarcă importanța transporturilor (32%), urmată de industrie și gospodării la niveluri apropiate (26%) și a serviciilor (13%). Analizând evoluția în perioada 1990-2012 se observă o reducere a consumului din industrie (-23,79%) concomitent cu o evoluție pozitivă la nivelul serviciilor (+36,42%) (Comisia Europeană, 2014c), fapt pentru care putem remarca orientarea Uniunii către sectorul terțiar, caracterizat printr-un consum mai redus de energie.

Din perspectiva mediului și a procesului de încălzire globală, menționăm că UE reprezintă aproape 12% din emisiile globale de CO₂, situându-se pe poziția a treia în lume în urma Chinei și a Statelor Unite. La nivel global nivelul emisiilor de CO₂ s-a ridicat în 2011 la 32.456 milioane tone CO₂, acesta reflectând o creștere cu peste 40% față de anul 1995. În această perioadă UE a înregistrat o reducere cu 5%, însă evoluția ei nu poate compensa creșterea emisiilor remarcată în țările în curs de dezvoltare și cu precădere în China. Astfel, până în 2010 China a surclasat SUA și UE la nivel de emisii CO₂, devenind principalul actor în acest domeniu, emițând în prezent peste 8000 milioane tone CO₂. Jumătate din creșterea realizată în perioada 1995-2011 reprezintă contribuția Chinei (Comisia Europeană, 2014). Cele două trenduri opuse, observate la nivel mondial, subliniază faptul că în lipsa unui acord global cu privire la emisii, demersurile economiilor dezvoltate în frunte cu UE vor avea un impact redus și vor afecta nivelul de concurențialitate al propriilor întreprinderi.

Având în vedere situația energetică de pe plan comunitar, Comisia Europeană vizează, prin politica sa, direcționarea sectorului energetic către cele trei dimensiuni de siguranță, concurențialitate și sustenabilitate. Prin dezvoltarea acestei politici, ce îmbină elemente legate de schimbările climatice, dezvoltarea de surse de energie, eficiență energetică și realizarea pieței interne, politică externă, energia devine o arie comună de competențe între Uniune și statele membre. Politică energetică europeană pleacă de la premisa transformării punctelor slabe și a amenințărilor prezente la adresa sectorului energetic european în oportunități de creștere și dezvoltare. Astfel sunt trasate o serie de obiective ce vor facilita transformarea sectorului energetic european (Consiliul European, 2007):

- o țintă obligatorie de reducere a emisiilor GES cu 20% față de nivelurile din 1990 și o țintă condițională de 30% reduceri în cazul obținerii unui acord la nivel internațional în privința reducerilor GES;
- o țintă obligatorie de obținere a unei ponderi de 20% energie regenerabilă în consumul primar de energie până în 2020;

- o țintă minimă obligatorie de creștere a ponderii energiei regenerabile consumate în sectorul de transporturi la 10% până în 2020;
- o țintă neobligatorie de reducere cu 20% a consumului de energie primară până în 2020;
- angajamentul Uniunii de a facilita construcția a 12 centrale de generare a electricității, echipate cu tehnologie de captare și stocare a carbonului (CCS).

Pe plan internațional UE este în favoarea dezvoltării unui acord la nivel global pentru reducerea GES cu ținte obligatorii pentru 2020 (Comisia Europeană, 2014d). Dată fiind orientarea Uniunii, în vederea dezvoltării de tehnologii cu emisii reduse de gaze cu efect de seră, în condițiile concretizării unui astfel de acord, vor exista oportunități de preluare a acestor tehnologii și a modelului energetic european la nivel mondial. De asemenea, prin intermediul îmbunătățirii eficienței energetice și a promovării resurselor energetice, UE are oportunitatea de a-și reduce nivelul de dependență energetică prin utilizarea de surse energetice produse pe plan local.

La nivel de instrumente folosite se remarcă Schema de tranzacționare a carbonului (ETS), prin care se presupune limitarea și comercializarea emisiilor de gaze cu efect de seră sub forma de certificate, în vederea limitării acestora la cel mai redus cost. Prin intermediul unei astfel de sistem UE vizează reducerea emisiilor și realizarea de investiții în surse de energie cu emisii reduse. Prin acest sistem și existența unui preț al carbonului, concurențialitatea relativă a surselor de electricitate de pe piață se va modifica în favoarea celor cu emisii reduse. Principala problemă a unui astfel de sistem de tranzacționare este reprezentat de dificultatea identificării *prețului corect*, necesar pentru facilita un ritm accelerat de reducere al emisiilor fie prin reducerea consumului sau utilizarea de surse alternative de electricitate. Dat fiind că nu este o problemă reală, resimțită la nivel cotidian în cadrul societății, se remarcă dificultatea în a realiza o piață funcțională a carbonului în vederea reducerii acestuia, ridicându-se pe plan comunitar întrebarea cu privire la necesitatea intervenției în vederea accelerării ritmului. Până în acest moment, se remarcă în ultima vreme o creștere a consumului de cărbune, în țări precum Germania, datorită exporturilor de cărbune de peste Atlantic, în ciuda aplicării ETS-ului.

Un al doilea punct de reper, la nivel de instrumente ale politicii energetice europene, este reprezentat de energia regenerabilă, existând în acest sens o directivă comunitară cu ținte la nivel de state membre în vederea promovării acestor surse. Directiva pornește de la premisa

că este nevoie de susținerea publică a surselor alternative deoarece celelalte surse prezente pe piață nu reflectă în totalitate costurile sociale și de mediu (Parlamentul European, Consiliul Uniunii Europene, 2009). În vederea creșterii ponderii acestor surse pe piețele naționale de electricitate statele membre pot aplica instrumente precum tarifele sau primele de susținere cât și certificatele verzi. Rolul acestor instrumente este de a oferi producătorului de energie regenerabilă un preț superior celui de piață pentru a compensa costurile ridicate legate utilizarea acestor resurse. Dezvoltarea acestui sector se realizează însă prin translatarea costurilor către consumatorii de electricitate, fapt ce mărește prețurile la electricitate. Prezența acestor scheme motivează investitorii în a se orienta spre țările europene cu nivelul de beneficii cel mai ridicat având în vedere că panourile solare și turbinele eoliene sunt flexibile și pot fi relocalizate. Existența unui număr variat de scheme de susținere se poate dovedi însă problematică în contextul dorinței UE de a integra piețele de electricitate, deoarece statele membre nu vor fi interesate în a-și comercializa electricitatea regenerabilă subvenționată către alte state membre. Principala problemă pe care o putem remarca, în contextul creșterii ponderii surselor de energie regenerabilă, este interferența cu celelalte surse prezente pe piață. Sursele de energie regenerabilă necesită existența capacităților de rezervă pentru a suplini intermitența acestora, dar, și preluarea prioritara a acestora în rețea, atunci când pot fi valorificate sursele regenerabile. Acest aspect afectează economicitatea celorlalte surse, diminuându-le perioada de funcționare și îngreunând recuperarea costurilor de capital.

Sinteza Capitolul IV: Rolul energiei nucleare în sistemul energetic al UE. Studiu de caz: Germania, Franța și Marea Britanie.

Obiectivul prezentei teze de doctorat este de a reliefa potențialul energiei nucleare de a contribui la transformarea sectorului energetic european conform politicii UE către unul concurențial, sigur și durabil. În cadrul analizei tehnice și economice a surselor de energie am subliniat faptul că energia nucleară facilitează asigurarea securității energetice datorită faptului că resursele de uraniu sunt abundente și sunt exploatare de o gamă variată de țări. De asemenea uraniul prezintă un conținut energetic ridicat și are un impact redus în prețul final a electricității. În privința emisiilor de gaze cu efect de seră, energia nucleară prezintă un nivel redus, comparabil cu al surselor regenerabile fiind astfel un instrument util în vederea limitării emisiilor. Referitor la concurențialitatea energiei nucleare, în cadrul părții practice a lucrării, am vizat compararea costurilor și beneficiilor legate de exploatarea acestei surse în raport cu celelalte surse prezente pe piețele de electricitate, prin intermediul utilizării metodologiei INPRO din punct de vedere economic.

Am vizat realizarea analizei la nivelul celor mai importante țări din punct de vedere energetic din Uniunea Europeană: Germania, Franța și Marea Britanie. Acestea reprezintă principalele consumatoare de energie, cumulat cele trei reprezentând 46,34% din consumul brut de energie al Uniunii. De asemenea aceste state exploatează energia nucleară, însă prezintă orientări diferite cu privire la viitorul acesteia.

Într-o primă etapă am realizat o analiză la nivelul sectoarelor energetice ale acestor țări din perspectiva producției de energie, a mix-ului energetic, a consumului de energie, a dependenței de importuri și a consumului sectorial în perioada 1990-2012. Pentru o privire de ansamblu referitor la nivelul de concurențialitate al energiei nucleare am aplicat analiza și la nivelul zonei OECD.

Din perspectiva consumului de energie, se remarcă la nivelul țărilor studiate rolul combustibililor fosili. Astfel, în Germania, petrolul (33,71%) reprezintă principala componentă, fiind urmată de cărbuni (25,01%) și gaz (21,74%). De asemenea, în această țară, aportul regenerabilelor (10,30%) este superior energiei nucleare (7,99%). În Marea Britanie, în schimb, se observă un echilibru între ponderea petrolului (34,16%) și a gazului (32,97%), cărbunii având o contribuție mai redusă (19,30%). Energia nucleară reprezintă 9,02% iar sursele regenerabile dețin cea mai redusă pondere de 4,17% din cadrul celor trei state luate în considerare. Comparativ, între cele două state, remarcăm aportul redus al regenerabilelor, în Marea Britanie (8,39Mtoe) față de Germania (33,08Mtoe), cât și diferența ridicată între consumul celor două țări la nivel de petrol 68,75Mtoe față de 108,3Mtoe în Germania. Analizând Franța, remarcăm în primul rând aportul energiei nucleare la mix-ul energetic al țării, aceasta fiind cea mai importantă sursă, cu o contribuție de 41,85%. Pe poziția secundă regăsim petrolul cu o pondere de 30,68%, urmat de gaz cu 14,58%. Energiile regenerabile reprezintă 8,09% din mix iar cărbunii prezintă un aport redus de 4,37%. Astfel Franța, spre deosebire de celelalte două state analizate, cât și față de UE, prezintă o structură diferită a mix-ului, energia nucleară primând în detrimentul combustibililor fosili (Comisia Europeană, 2014).

Din perspectiva evoluției producției de energie în cele trei țări analizate, în cazul Marii Britanii și al Germaniei se observă un trend descendent, în timp ce pentru Franța se remarcă un nivel aproximativ constant a acesteia pe parcursul perioadei analizate. Datorită acestei evoluții, în acest moment, Franța a devansat celelalte două țări la acest capitol realizând în 2012 o producție de 134Mtoe. În cazul Marii Britanii, datorită exploatării de gaz și petrol din

Marea Nordului, producția de energie a înregistrat o evoluție pozitivă până la începutul secolului (277,6Mtoe), urmând mai apoi un trend descendent până în 2012. În final, în cazul Germaniei observăm că pe parcursul întregii perioade analizate producția a urmat un trend descendent. În cazul tuturor celor trei state s-a observat, prin analiza evoluției mixului, faptul că acestea au vizat o reducere a ponderii cărbunelui și a petrolului în dauna resurselor cu un impact mai redus asupra mediului, precum gazul sau energiile regenerabile (Comisia Europeană, 2014).

Referitor la politicile energetice ale acestor state, menționăm că toate cele trei vizează dezvoltarea unui sector energetic sigur, concurențial și sustenabil. Politica germană, cunoscută sub denumirea de *Energiewende*, prevede ca până în 2050 energiile regenerabile să devină principala componentă a aprovizionării cu energie. La nivel de obiective de mediu este vizată reducerea GES cu 85-90% până în 2050, comparativ cu anul 1990. De asemenea guvernul dorește reducerea consumului primar de energie cu 20% până în 2020 și 50% până în 2050 în raport cu anul 2008. Inițial, pentru energia nucleară strategia prevedea extinderea duratei de viață a reactoarelor, în medie cu 12 ani, pentru a facilita tranziția către un sistem sustenabil și a reduce costul acesteia, amânând astfel decizia fostului guvern de a renunța treptat la această sursă de energie. În urma accidentului de la Fukushima din 2011, guvernul decide în favoarea aplicării cât mai rapide a măsurii. Astfel, până în 2022 vor fi închise definitiv toate reactoarele din această țară, proces cunoscut sub denumirea *phase out* (OECD/IEA, 2013).

Referitor la politica Marii Britanii, remarcăm și în acest caz importanța acordată combaterii schimbărilor climatice, fiind specificate ținte unilaterale de reducere a emisiilor cu 50% până în 2027 și 80% până în 2050 față de 1990. Guvernul țării dorește să acționeze în special în sectorul electric, prin susținerea energiilor alternative, a energiei nucleare și prin dezvoltarea tehnologiilor CCS. Marea Britanie vizează stimularea surselor cu emisii reduse prin realizarea unei reforme la nivelul pieței de electricitate ce presupune măsuri precum: un preț minim al carbonului pe termen mediu și lung, având rolul de a stimula investiția în sursele cu emisii reduse sau un tarif de susținere pentru sursele cu emisii reduse care să acopere diferența dintre prețul de furnizare al electricității și nivelul stabilit (OECD/IEA, 2012).

În cazul Franței, politica energetică cuprinde patru principii cheie: securitatea aprovizionării cu energie, o aprovizionare concurențială cu energie, dezvoltarea sustenabilă a sectorului, servicii de energie similare pentru toți cetățenii și în toate departamentele. Se remarcă dorința de a combate schimbările climatice, fiind enunțat un obiectiv de reducere cu 75% a emisiilor

CO₂ până în 2050, față de 1990. Referitor la securitatea energetică, Franța vizează îmbunătățirea acesteia prin creșterea suportului pentru energiile regenerabile, eficientizarea consumului, diversificarea furnizorilor de gaz, interconexiunea cu țările vecine și construirea a două noi reactoare EPR. Principala provocare în sectorul electric o reprezintă coexistența tarifelor reglementate și a prețurilor de piață ce pot îngreuna liberalizarea pieței și realizarea de investiții (OECD/IEA, 2010).

În vederea conturării potențialului economic al energiei nucleare în cele trei state luate în considerare, am aplicat metodologia INPRO ce permite prin intermediul unui instrument de calcul (NEST) compararea costului actualizat al electricității în raport cu celelalte surse de electricitate disponibile. De asemenea, metodologia permite surprinderea beneficiilor legate exploatarea diferitelor surse de electricitate prin prisma calculării valorii actualizate nete. În privința rațiunii utilizării acestui instrument de cercetare menționăm faptul că, prin aplicarea metodologiei INPRO la nivelul Germaniei, Franței și al Marii Britanii pentru energia nucleară, dar și comparativ cu alte surse disponibile, am putut observa diferențele naționale legate de costul exploatării unei anumite surse.

În urma aplicării metodologiei în cazul Germaniei, pentru o rată de actualizare de $r=10\%$, am observat că, centralele pe cărbune și gaz prezintă costurile cele mai atractive de generare a electricității. În urma acestora se situează energia nucleară cu un cost de aproape 50\$/MWh și la o distanță considerabilă se regăsește energia eoliană offshore cu peste 90\$/MWh. Abordând analiza de sensibilitate din perspectiva unei rate mai reduse de actualizare, de 5%, observăm o schimbare a ierarhiei în ceea ce privește costul electricității. În acest caz, nuclearul înregistrează costul cel mai redus, de 34,10\$/MWh, urmat fiind de cărbune la un nivel apropiat 34,84\$/MWh. Pentru gaz, în ciuda reducerii ratei, costul electricității nu scade sub 40\$/MWh.

În cazul Franței energia nucleară prezintă cel mai redus cost de generare puțin peste 40\$/MWh, ea fiind urmată de gaz și cărbune, spre deosebire de cazul Germaniei unde cărbunele este cel mai atractiv ($r=10\%$). La utilizarea unei rate de actualizare de 5% se observă o diferență consistentă între costul energiei nucleare (25,83\$/MWh) față de cărbune (33,91\$/MWh) și gaz (39,87\$/MWh). Din perspectiva NPV-ului, în acest caz nuclearul ajunge la aproape 8000\$/kWe, în timp ce gazul nu depășește 5000\$/kWe.

În cazul Marii Britanii nu am avut la dispoziție date raportate de la centrale de electricitate și am apelat la estimări din cadrul industriei pentru construirea de noi centrale. La nivel de combustibil am utilizat prețul mediu de import al zonei OECD. Aplicând metodologia INPRO în acest caz am observat că energia nucleară prezintă cel mai redus cost sub 50\$/MWh. Cărbunele se află în imediata apropiere în timp ce costul electricității pe gaz este peste 70\$/MWh.

În ultima parte a studiului de caz am realizat o analiză la nivelul zonei OECD folosind costuri medii pentru sursele de electricitate. La nivelul costurilor de electricitate, pentru o rată de 10% cele mai bune rezultate sunt obținute de cărbune (68,17\$/MWh), urmat de gaz (84,83\$/MWh) și mai apoi de nuclear (96,67MWh). În condițiile taxării carbonului cele trei surse de electricitate ajung la nivele apropiate în jurul valorii de 95\$/MWh, însă energia nucleară continuă să fie sursa cea mai scumpă. Energia eoliană se poziționează la o distanță considerabilă la peste 120\$/MWh. Pentru o rată de actualizare de 5% ierarhia la nivel de costuri se schimbă, în sensul că energia nucleară și cărbunele se poziționează sub 60\$/MWh, în timp ce gazul rămâne la peste 80\$/MWh. De asemenea costul energiei eoliene scade sub 100\$/MWh. Adăugând la această situație costurile CO₂-ului vom remarcă o nouă ierarhie, energia nucleară fiind cea mai ieftină cu 59,13\$/MWh, cărbunele se aproprie de 80\$/MWh, iar gazul trece pragul de 90\$/MWh. Cu privire la energia eoliană, în acest moment diferența sa față de gaz este sub 2\$/MWh.

Din perspectiva efectului ratei de actualizare asupra structurii costurilor de generare a electricității am putut observa că în cazul nuclearului variația ratei de la 5% la 10% implică o creștere a ponderii costurilor de capital de la 57% la 73%. În cazul cărbunelui acesta evoluează de la 32% la 46%, în timp ce la gaz de la 12% la 18%. Această evoluție confirmă vulnerabilitatea a centralelor nucleare cât și a celor pe cărbune, la creșterea costurilor de capital. De asemenea, putem remarca ponderea redusă a costurilor de combustibil în cazul energiei nucleare (15-22%) față de cea pe cărbune (47%-59%) și mai ales pe gaz (79%-85%). La nivel de analiză de sensibilitate, pentru energia nucleară în zona OECD, am urmărit să prezentăm efectul reducerii perioadei de construcție. Astfel prin reducerea perioadei de construcție de la 7 la 4 ani, costul actualizat al electricității scade de la 96,67\$/MWh la 87,35\$/MWh, nivel comparabil cu cel al gazului de 84,83\$/MWh. Un al doilea aspect ce l-am vizat prin analiza de sensibilitate pentru cazul OECD a fost reprezentat de simularea NEST pentru centralele pe gaz în condițiile creșterii prețului la gaz cu 15% la 11,23\$/GJ. În această situație costurile de generare a electricității cresc de la 84,83\$/MWh la 94,95\$/MWh.

Sinteza Concluziilor

În cadrul acestei secțiuni ne propunem să elaborăm o serie de concluzii cu privire la principalele elemente studiate de-a lungul acestei lucrări. În primul rând **tema energiei** a fost aleasă drept **subiect de studiu** datorită faptului că aceasta reprezintă un element fundamental al societății noastre. Accesul la energie facilitează dezvoltarea economică și îmbunătățirea standardelor de viață. Pentru țările dezvoltate energia reprezintă un element în absența căreia nu poate fi imaginată funcționarea societății, în timp ce pentru țările în curs de dezvoltare disponibilitatea energie reprezintă cheia obținerii progresului. În același timp, energia reprezintă un element de concurențialitate, atât la nivelul statelor cât și al întreprinderilor. Energia nu este facil de atras, aceasta implică costuri financiare și de mediu. De asemenea, la nivel mondial se remarcă concentrarea geografică a rezervelor de gaz și petrol, fapt ce îngreunează dezvoltarea unei piețe mondiale pentru aceste resurse.

Din aceste considerente, prin prezenta lucrare, am vizat să analizăm principalii factori care determină disponibilitatea și costul resurselor de energie pentru o societate. Lucrarea este plasată, din punct de vedere geografic, la nivelul Uniunii Europene, deoarece aceasta se remarcă prin multitudinea de sectoare și politici energetice în cadrul statelor membre, ce se doresc în prezent a acționa ca un tot unitar, cât și prin rezervele reduse de resurse energetice în contrast cu nivelul de consum. Astfel, asigurarea securității energetice reprezintă o provocare la adresa Uniunii Europene.

La nivel de resursă, lucrarea este axată pe **studiul energiei nucleare**. Aceasta reprezintă o sursă relativ nouă în cadrul mix-ului energetic mondial, ce iese în evidență prin prisma complexității centralelor nucleare și a reacției de fisiune nucleare, a potențialului distructiv asociat cu bomba nucleară și a riscurilor asociate cu dezvoltarea acestei surse. Ea este o sursă cu totul aparte față de celelalte surse tradiționale, ce pune accentul pe aplicarea științei și a capitalului, în vederea obținerii unor cantități ridicate de energie, fapt pentru care am considerat că este utilă realizarea unei cercetări în domeniul energetic, cu privire la costurile și beneficiile utilizării energiei nucleare, având în vedere și caracteristicile celorlalte surse de energie existente în mix.

Într-o prima parte a lucrării am vizat definirea și analizarea principalelor concepte asociate cu domeniul energetic. Din acest motiv ne-am axat pe **conceptul de dezvoltare durabilă**, deoarece acesta reprezintă un element omniprezent la nivelul factorilor de decizie cât și al opiniei publice, ce influențează dezvoltarea politicilor sectoriale. În cadrul Uniunii Europene,

sustenabilitatea reprezintă un obiectiv central pentru toate politicile comunitare, fapt pentru care am considerat că este oportun a clarifica semnificația și aplicabilitatea conceptului în domeniul energetic.

În privința dezvoltării durabile și a domeniului energetic putem spune că există două elemente de legătură: disponibilitatea resurselor și protecția mediului înconjurător, principala teamă în prezent fiind reprezentată de schimbările climatice. Pentru ca o sursă să poate fi considerată sustenabilă ea trebuie să prezinte o disponibilitate ridicată a resurselor și emisii reduse de GES, motiv pentru care energiile regenerabile sunt percepute drept o soluție.

În mod tradițional, securitatea energetică era abordată în termeni de siguranța aprovizionării, cu referire la faptul că statele dețin anumite tipuri de rezerve energetice iar la nivel mondial există o concentrare geografică a localizării resurselor de gaz și petrol, în zone cu precădere instabile din punct de vedere politic, fapt pentru care în există o componentă de securitate națională, în asigurarea resurselor de energie, cât și a costului aferent exploatării anumitor tipuri de resurse. La aceste două dimensiuni se adaugă în prezent, prin prisma dezvoltării durabile, considerentele de mediu și emisii GES.

În acest sens putem spune că statele vor lua în considerare trei dimensiuni în dezvoltarea sectoarelor lor energetice: **siguranța aprovizionării**, fie prin dezvoltarea resurselor pe plan intern, fie prin accesul la acestea de pe piețele internaționale; **concurențialitatea** în legătură cu costul atragerii acestor resurse – dacă acesta este redus și stabil el va susține dezvoltarea economică; **sustenabilitatea** din nevoia de a proteja mediul și a reduce emisiile. În cadrul acestui triunghi am vizat să analizăm potențialul energiei nucleare de a contribui la securitatea energetică a Uniunii Europene.

O a doua arie de interes în analiza conceptelor necesare elaborării acestei cercetări a fost reprezentată de **resursele energetice**: ce reprezintă acestea, care este poziția lor în mix-ul energetic global, cum au evoluat, care sunt principalele lor caracteristici din punct de vedere tehnic și economic. Am considerat că este util în a urmări acest obiectiv pentru a înțelege care sunt principalele puncte forte și slabe, posibilitățile de dezvoltare și amenințările resurselor energetice, cum interacționează acestea între ele.

Având în vedere analiza principalelor concepte și elemente corelate cu domeniul energetic în partea a treia a lucrării ne-am orientat către **analiza Uniunii Europene din perspectiva situației sale energetice și a politicii dezvoltate**. Ceea ce am observat din analiza politicii

energetice europene este faptul că aceasta dorește dezvoltarea unei surse de energie care să îi permită reducerea dependenței față de combustibilii fosili, să prezinte un cost atractiv și să ajute la reducerea emisiilor din sectorul energetic. În acest tipar de dezvoltare al sectorului energetic pe termen lung la nivel european am vizat să studiem modul în care energia nucleară poate reprezenta o soluție.

Prin intermediul analizei tehnice, realizate la nivelul surselor de energie, am vizat analiza dimensiunilor de siguranță și sustenabilitate conferite de utilizarea energiei nucleare. Am observat că energia nucleară facilitează asigurarea securității energetice a unui stat prin abundența și diversitatea resurselor. De asemenea permite reducerea emisiilor GES din sector în contextul schimbărilor climatice

Cea de-a treia dimensiune a **concrențialității** energiei nucleare am studiat-o prin intermediul metodologiei INPRO, ce ne-a permis utilizarea unui numitor comun, și anume costul actualizat al electricității, în compararea surselor de energie. Am realizat analiza la nivelul Franței, Germaniei și Marii Britanii, deoarece acestea sunt principalele state din punct de vedere energetic, fie că este vorba de consum, producție sau valoare a importurilor la nivel european. De asemenea acestea sunt state ce dețin reactoare nucleare dar prezintă politici diferite în privința viitorului acestei surse. Pentru o privire de ansamblu am realizat și o analiză la nivelul zonei OECD.

În urma analizei realizate cu ajutorul instrumentului economic NEST al metodologiei INPRO am observat că energia nucleară este o sursă concurențială și sigură de electricitate. La o primă vedere, în țări precum Germania, ea poate părea mai scumpă decât combustibilii fosili, dar analiza de sensibilitate ne-a arătat că reducerea perioadei de construcție, volatilitatea prețului la combustibilii fosili sau internalizarea costurilor legate de emisiile CO₂ vor duce la creșterea atractivității acestei surse de electricitate. În Franța experiența îndelungată în construirea și exploatarea reactoarelor face ca această sursă să fie cea mai ieftină de pe piață, fapt pentru care standardizarea și reducerea costurilor de construcție reprezintă cheia dezvoltării acestei industrii. Structura diferită a costurilor, între sursele axate pe combustibilii fosili și energia nucleară, este principala cauză a diferențelor dintre aceste surse de energie. În condițiile atragerii unui capital ieftin energia nucleară devine o opțiune atractivă în generarea de electricitate. Energia nucleară este vulnerabilă până în momentul recuperării costurilor de capital, după care va genera electricitate la costuri stabile pe perioade îndelungate de timp. Aceasta oferă stabilitate, în timp ce combustibilii fosili, precum gazul sau petrolul, prezintă

volatilitate. În condițiile dezvoltării motoarelor electrice, energia nucleară va putea reprezenta o oportunitate în vederea dezvoltării unei alternative la petrol în domeniul transporturilor. Referitor la energiile regenerabile, prin prisma analizei efectuate, am observat că acestea se află la o distanță considerabilă la nivelul costurilor față de celelalte surse, confirmând nevoia prezenței mecanismelor de susținere. Utilizarea acestor surse la scară largă va presupune un efort costisitor de reducere a dependenței de importuri și limitare a GES din partea Uniunii Europene. Din aceste considerente energia nucleară reprezintă cu siguranță o parte a răspunsului la dilemele energetice ale Uniunii Europene, aceasta având potențialul de a conferi siguranță, durabilitate și concurențialitate sectorului energetic european.

Bibliografie

Cărți

1. Albu L. (2006), *Analize privind factorii dezvoltării durabile pe termen foarte lung*, Editura Academia Română: Institutul Național de Cercetări Economice, București.
2. Armaroli N., Balzani V. (2011), *Energy for a sustainable world. From the oil age to a sun-powered future*, Editura Wiley-VCH, Weinheim.
3. Bardi U. (2011), *The Limits to Growth Revisited*, Editura Springer Science+Business Media, New York.
4. Barna C.(2008), *Economie regională*, Editura Fundației pentru Studii Europene, Cluj-Napoca.
5. Baylis J., Smith S. (ed) (1997), *The Globalization of World Politics. An Introduction to International Relations*, Editura Oxford University Press, Oxford, Marea Britanie.
6. Beckerman W. (1996), *Through Green-Colored Glasses: environmentalism reconsidered*, Editura Cato Institute, Washington.
7. Bernstam M., (1991), *The wealth of the Nations and the Environment*, Editura Institute of Economic Affairs, Londra.
8. Bradley Jr. L., Fulmer R. (2004), *Energy the Master Resource. An Introduction to the History, Technology, Economics and Public Policy of Energy*, Editura Kendall/Hunt Publishing Company, Dubuque.
9. Comby B., (2001), *Energia nucleară și mediul*, Editura TNR, București, România
10. David O. (2009), *Dezvoltare economică și ecologie: elemente de legătură între acestea*, Editura Universității "Petrol-Gaze", Ploiești.
11. Dryzek J. (2005), *The politics of the Earth Environmental Discourses*, Editura University Press, Oxford.
12. Dumitrescu C.I., (2005), *Dezvoltarea durabilă și mediul natural*, Editura Bren, București.
13. Elliot J. (2006), *An introduction to Sustainable Development Third Edition*, Editura Routledge Taylor and Francis Group, Londra.
14. Field, B.C (1994)., *Environmental Economics. An Introduction*, Editura McGraw-Hill, SUA.
15. Goklany I.M. (2007), *The improving State of the World*, Editura Cato Institute, Washington.
16. Hartwick J., Olewiler N., (1986), *The Economics of natural resource use*, Editura Harper&Row Publisher, New York.

17. International Atomic Energy Agency (2014), *INPRO Methodology for Sustainability Assessment of Nuclear Energy Systems: Economics*. INPRO Manual, Editura IAEA, Viena, Austria.
18. International Energy Agency (2014), *World Energy Outlook 2014*, Editura Corlet, Paris, Franța.
19. Leveque F., Glachant J.-M., Barquin J., von Hirschhausen J., Holz F., Nuttall W. (2010), *Security of Energy Supply in Europe. Natural Gas, Nuclear and Hydrogen*, Editura Edward Elgar Publishing Limited, Cheltenham, Marea Britanie.
20. Lomborg B. (2006), *The Skeptical Environmentalist. Measuring the Real State of the World*, Editura Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge, Marea Britanie.
21. Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. (1972), *The limits to growth*, Editura Universe Books, New York.
22. Moore S., Simon J., (2000), *It's getting better all the time. 100 greatest trends of the last 100 years*, Editura Cato Institute, Washington.
23. Pascual C., Elkind J. (2010), *Energy security: economics, politics, strategies and implications*, Editura Brookings Institution Press, Washington.
24. Popescu Gh. (2004), *Evoluția Gândirii Economice* (Ediția a III-a revăzută, adăugită și actualizată), Editura Academiei Române, Cluj.
25. Rusu T. (2008), *Bazele conceptului de dezvoltare durabilă*, Editura U.T.Press, Cluj-Napoca.
26. Samuelson P., Nordhaus D. (1989), *Economics*, Editura McGraw-Hill, Singapore.
27. Simon J., (1996), *The ultimate resource 2*, Editura Princeton University Press, Princeton.
28. Soubbotina T. (2004), *Beyond Economic Growth. An introduction to Sustainable Development*, The International Bank for Reconstruction and Development, Washington, USA.
29. Strange T., Bayley A. (2008), *Sustainable Development: Linking economy, society, environment*, Editura OECD, Paris.
30. Turner K., Pearce D., Bateman I. (1992), *Environmental economics An elementary introduction*, Editura John Hopekins University Press, Londra.

Articole

1. Aage H. (2008), *Economic Ideology about the Environment. From Adam Smith to Bjorn Lomborg*, Global Environment. A Journal of History and Natural and Social Sciences, nr.2/2008, disponibil online <http://www.globalenvironment.it/aage.pdf>
2. Bailey R. (2013), *The Trouble with Biofuels: Costs and Consequences of Expanding Biofuel use in the United Kingdom*, Energy Environment and Resources 2013/01, Chatham House, disponibil online http://www.chathamhouse.org/sites/default/files/public/Research/Energy,%20Environment%20and%20Development/0413pp_biofuels.pdf
3. Braathen N.A., (2011), *Interactions Between Emission Trading Systems and Other Overlapping Policy Instruments*, OECD Green Growth Papers, 2011-02, OECD Publishing, disponibil online <http://www.oecd.org/env/tools-evaluation/Interactions%20between%20Emission%20Trading%20Systems%20and%20Other%20Overlapping%20Policy%20Instruments.pdf>
4. Egenhofer C., Alessi M., (2013), *EU Policy on Climate Change Mitigation since Copenhagen and the Economic Crisis*, CEPS Working Paper No. 380/March 2013, disponibil online <http://www.ceps.eu/book/eu-policy-climate-change-mitigation-copenhagen-and-economic-crisis>
5. Egenhofer C., Alessi M., Georgiev A., Fujiwara N., (2011), *The EU Emissions Trading System and Climate Policy towards 2050. Real incentives to reduce emissions and drive innovation?*,

- <http://www.ceps.eu/book/eu-emissions-trading-system-and-climate-policy-towards-2050-real-incentives-reduce-emissions-an>
6. Egenhofer C., Behrens A., (2011), *The Future of EU Energy Policy after Fukushima*, Intereconomics 2011/3, disponibil online
<https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/68308/1/732711703.pdf>
 7. Ehrlich P., Ehrlich A., (2009), *The population bomb revisited*, The Electronic Journal of Sustainable Development, vol.3, nr.9, 2009, disponibil online
http://epsem.erin.utoronto.ca/desrochers/The_Population_Bomb.pdf
 8. Fouquet D., Johansson T.B., (2008), *European renewable energy policy at crossroads – Focus on electricity support*, Energy Policy, disponibil online
<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/3779572230331/Renewable%20Energy%20Policy%20Europe.pdf>
 9. Gramlich L. (2012), *Regulating Energy Supranationality: EU Energy Policy*, în C.Hermann and J.P. Terhechte (ed.), *European Yearbook of International Economic Law (EYIEL)*, Vol.3 (2012), *European Yearbook of International Economic Law* 3.
 10. Hardin G. (1968), *The Tragedy of the Commons*, disponibil online
<http://www.sciencemag.org/content/162/3859/1243.full>
 11. Katz D. (2010), *Birds, bats and trade-offs of wind power*, Fraser Forum Iulie/August 2010, disponibil online <http://www.fraserinstitute.org/uploadedFiles/fraser-ca/Content/research-news/research/articles/birds-bats-and-the-trade-offs-wind-power.pdf>
 12. Knopf B., Pahle M., Kondziella H., Joas F., Edenhofer O., Bruckner T., (2012), *Germany's nuclear phase-out: Impacts on electricity prices, CO₂ emissions and on Europe*, disponibil online
https://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/pdf/Publikationen/Knopf_Pahle_Joas_Edenhofer_Germanys_nuclear_phase_out_2012.pdf
 13. Kochis D. (2014), *Lift Restrictions on Natural Gas Exports to NATO Allies in the Baltics*, The Heritage Foundation 4162/2014, disponibil online
http://thf_media.s3.amazonaws.com/2014/pdf/IB4162.pdf
 14. Kruger M. (2014), *Germany's electricity price more than double .electrocuting consumers and markets*, disponibil online <http://notrickszone.com/2014/12/07/germanys-electricity-price-more-than-doubles-electrocuting-consumers-and-markets/#sthash.xGKqR94h.ubWkGANf.dpbs>
 15. Laing T., Sato M., Grubb M., Combetti C., (2013), *Assesing the effectiveness of the EU Emissions Trading System*, Centre for Climate Change Economics and Policy, Grantham Research Institute on Climate Change and Environment, disponibil online
<http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2014/02/WP106-effectiveness-eu-emissions-trading-system.pdf>
 16. Langsdorf S., (2011), *EU Energy Policy: From the ECSC to the Energy Roadmap 2050*, disponibil online http://gef.eu/uploads/media/History_of_EU_energy_policy.pdf
 17. Libecap D. (2014), *The Cheers for Fracking*, Hoover Institution Jurnal, disponibil online
<http://www.hoover.org/publications/defining-ideas/article/170026>
 18. Loris N. (2013), *The Ethanol Mandate: Don't Mend It, End It*, Backgrounder, Nr.2811/2013, disponibil online http://thf_media.s3.amazonaws.com/2013/pdf/bg2811.pdf.
 19. Metais R. (2013), *Ensuring Energy Security in Europe: The EU between a Market-based and a Geopolitical Approach*, disponibil online
https://www.coleurope.eu/sites/default/files/uploads/page/edp_3_2013_metais.pdf
 20. Opschoor H. (2010), *Sustainable Development and a Dwindling Carbon Space*, Environ. Resource Econ. 45:3-23, disponibil online

- http://download.springer.com/static/pdf/218/art%253A10.1007%252Fs10640-009-9332-2.pdf?auth66=1419587621_bd36d591d3a29d777881d9b6d9e57caf&ext=.pdf
21. Solow R. (1991), *Sustainability: an economist's perspective*, disponibil online <http://www.owlnet.rice.edu/~econ480/notes/sustainability.pdf>
 22. Spencer T., Colombier M., Ribera T., (2013), *The 2030 EU Climate and Energy Package: why and how?*, Institut du developpment durable et des relations internationales (IDDRI), Policy Brief 16/13 Climate, disponibil online http://www.iddri.org/Publications/Collections/Syntheses/PB1613_TS%20MC%20TR_EU%20package_web.pdf
 23. Taylor J. (1994), *The Challenge of Sustainable Development*, disponibil online <http://www.cato.org/sites/cato.org/files/serials/files/regulation/1994/1/v17n1-4.pdf>
 24. Taylor J. (2002), *Sustainable development: a dubious solution in search of a problem*, disponibil online <http://www.cato.org/sites/cato.org/files/pubs/pdf/pa449.pdf>
 25. Teusch J., (2012), *Shale gas and the EU Internal Gas Market: Beyond the hype and hysteria*, disponibil online http://aei.pitt.edu/36815/1/ceps_5.pdf
 26. Tol R.S.J., (2011), *The impact of the EU Environmental Policy on the Energy Sector*, Intereconomics 2011/3, disponibil online <https://www.econstor.eu/dspace/bitstream/10419/68308/1/732711703.pdf>
 27. Toman M. (2003), *The Roles of the Environment and Natural Resources in Economic Growth Analysis*, disponibil online <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/10510/1/dp020071.pdf>
 28. Tosun J., Israel S., (2011), *Exploring the Energy-Environment Relationship in the EU: Perspectives and Challanges for Theorizing and Empirical Analysis*, în Tosun Jale, Israel Solorio (ed) *Energy and Environment in Europe: Assessing a Complex Relationship*, European Integration Papers (EIOP), Special Mini-Issue 1, vol.15, disponibil online <http://eiop.or.at/eiop/pdf/2011-007.pdf>
 29. Udall S. (1973), *Some seconds thoughts on Stockholm*, disponibil online <http://amulrev.com/pdfs/22/22-4/udall.pdf>
 30. Umbach F. (2010), *Global energy security and the implications for the EU*, Energy Policy 38 (2010), 1229-1240, disponibil online <http://carleton.ca/ces/wp-content/uploads/Global-Energy-Security-and-Implications-for-the-EU.pdf>
 31. Vornholz G. (1994), *The Sustainable Development Approach*, INTERECONOMICS, pp.194-197, disponibil online <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF02926438?LI=true#page-1>
Pearce D., Atkinson G. (1998), *The concept of sustainable development: an evaluation of its usefulness ten years after Brundtland*, disponibil online http://cserge.ac.uk/sites/default/files/pa_1998_02.pdf
 32. World Nuclear Association (2015), *The Economics of Nuclear Power*, disponibil online <http://www.world-nuclear.org/info/Economic-Aspects/Economics-of-Nuclear-Power/>
 33. World Nuclear Association (2015a), *Nuclear Power Reactors*, <http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Power-Reactors/Nuclear-Power-Reactors/>
 34. World Nuclear Association (2011), *The Nuclear Renaissance*, disponibil online <http://www.world-nuclear.org/info/Current-and-Future-Generation/The-Nuclear-Renaissance/>
 35. World Nuclear Association (2013), *Renewable Energy and Electricity*, disponibil online <http://www.world-nuclear.org/info/Energy-and-Environment/Renewable-Energy-and-Electricity/>
 36. World Nuclear Association (2013a), *Uranium Enrichment*, disponibil online <http://www.world-nuclear.org/info/Nuclear-Fuel-Cycle/Conversion-Enrichment-and-Fabrication/Uranium-Enrichment/>

37. World Nuclear Association (2013b), *Safety of Nuclear Power Reactors*, disponibil online <http://www.world-nuclear.org/info/Safety-and-Security/Safety-of-Plants/Safety-of-Nuclear-Power-Reactors/>
38. World Nuclear Association (2014), *Cernobyl Accident 1986*, disponibil online <http://www.world-nuclear.org/info/Safety-and-Security/Safety-of-Plants/Chernobyl-Accident/>
39. World Nuclear Association (2014a), *Nuclear Power in Germany*, disponibil online <http://www.world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-G-N/Germany/>
40. World Nuclear News (2013b), *Energiewende sees emissions rise*, http://www.world-nuclear-news.org/EE_Energiewende_sees_emissions_rise_2602131.html
41. World Nuclear News (2013), *Trillion-euro cost of German energy transition*, disponibil online http://www.world-nuclear-news.org/np-trillion-euro_cost_of_german_energy_transition-2002137.html
42. World Nuclear News (2013a), *Nuclear fuel tax “formally unconstitutional”*, disponibil online http://www.world-nuclear-news.org/NP_Nuclear_fuel_tax_ruled_unconstitutional_3001131.html

Lucrări și Rapoarte

1. Adelle C., Pallemarts M. (IEEP) (2010), *Sustainable Development Indicators*, disponibil online <http://ec.europa.eu/research/research-eu>
2. Adelle C., Pallemarts M., Chiavari J., (2009), *Climate Change and Energy Security in Europe. Policy Integration and its Limits*, Swedish Institute for European Policy Studies 2009:4, disponibil online <http://www.sieps.se/sites/default/files/549-20094.pdf>
3. Bahrens A., Egenhofer C., (2008), *Energy Policy for Europe Identifying the European Added-Value*, disponibil online <http://aei.pitt.edu/9530/2/9530.pdf>
4. Barysch K. (ed), (2011), *Green, Safe, Cheap. Where next for the EU energy policy*, Centre for European Reform, disponibil online http://www.cer.org.uk/pdf/rp_003.pdf
5. British Petroleum (2013), *BP Statistical Review of World Energy June 2013*, disponibil online http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/statisticalreview/statistical_review_of_world_energy_2013.pdf
6. Brunarska Z., Jarosiewicz A., Loskot-Strachota A., Wisniewska I. (2011), *Between Energy Security and Energy Market Integration. Guidelines for the future development of the EU's external energy policy in Europe's neighbourhood*, Osrodek Studiów Wschodnich Im. Marka Karpia Centre for Eastern Studies, disponibil online http://www.osw.waw.pl/sites/default/files/raport_energetyczny_ang_0.pdf
7. Buchan D. (2011), *Expanding the European dimension in energy policy: the Commission's latest initiatives*, The Oxford Institute for Energy Studies, disponibil online
8. Butler E. (The Institute of Economic Affairs) (2013), *Public choice – a Premier*, disponibil online <http://www.iea.org.uk/sites/default/files/publications/files/IEA%20Public%20Choice%20web%20complete%2029.1.12.pdf>
9. Charles C., Gerasimchuk I., Bridle R., Moerenhout T., Asmelash E., Laan T. (International Institute for Sustainable Development), (2013), *Biofuels- At what Cost? A review of costs and benefits of EU biofuel policies*, disponibil online http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/biofuels_subsidies_eu_review.pdf
10. Comisia Europeană (2014), *EU Energy in Figures. Statistical Pocketbook 2014*, disponibil online http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/2014_pocketbook.pdf

11. Comisia Europeană, (2014a), *Energy Economic Developments in Europe*, European Economy 1/2014, disponibil online
http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/european_economy/2014/pdf/ee1_en.pdf
12. Comisia Europeană, (2014b), *In-depth study of European Energy Security. Accompanying the document Communication from the Commission to the Council and the European Parliament European Energy Security Strategy*,
http://ec.europa.eu/energy/doc/20140528_energy_security_study.pdf
13. Comisia Europeană, (2014c), *Country Factsheets 2014 version 3.0*,
<http://ec.europa.eu/energy/observatory/countries/doc/2014-country-factsheets.pdf>
14. Derwent H., Egenhofer C., Marcu A., Georgiev A., (2012), *Reviewing the EU ETS Review? Report of the CEPS Task Force on Does the ETS Market produce the "right" signal price?*,
http://aei.pitt.edu/37854/1/TF_Report_Reviewing_the_EU_ETS.pdf
15. Doumax V., (Institute for Research in Economic and Fiscal Issues), (2010), *The past and future of biofuels*, disponibil online
http://www.irefeurope.org/en/sites/default/files/4part_energy%20police_small.pdf
16. Gordon D. (2012), *Understanding unconventional oil*, disponibil online
http://carnegieendowment.org/files/unconventional_oil.pdf
17. Hontelez J., Buitenkamp M., (European Environmental Bureau), (2006), *EU Sustainable Development Strategy From theory to delivery*, disponibil online
<http://www.eeb.org/?LinkServID=D251F7FC-9997-D51C-7F05CB5A872C33BD&showMeta=0>
18. http://www.energyxxi.org/sites/default/files/pdf/americas_new_energy_future-unconventional_oil_and_gas.pdf
19. IHS (2012), *America's New Energy Future: The unconventional Oil and Gas Revolution and the US Economy. Volume 1: National Economic Contributions*, disponibil online
20. Intergovernmental Panel on Climate Change (2007), *Climate Change 2007: Synthesis Report*, disponibil online http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf
21. International Atomic Energy Agency (2008), *Guidance for the Application of an Assessment Methodology for Innovative Nuclear Energy Systems. INPRO Manual Economics. Volume 2 Final Report of Phase 1 of the International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles (INPRO)*, disponibil online http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TE_1575_CD/PDF/TE_1575_vol2_2008.pdf
22. International Atomic Energy Agency (2012), *Climate Change and Nuclear Power 2012*, disponibil online http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/Pess/assets/12-44581_ccnp2012_web.pdf
23. International Atomic Energy Agency (2013), *Climate Change and Nuclear Power 2013*, disponibil online http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub_Climate-Change-NP-2013_web.pdf
24. International Energy Agency (2008), *Renewable Essentials: Wind*, disponibil online
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Wind_Brochure.pdf
25. International Energy Agency (2008a), *From 1st -to 2nd -Generation Biofuel Technologies. An overview of current industry and RD&D activities*, disponibil online
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2nd_Biofuel_Gen.pdf
26. International Energy Agency (2010), *Projected costs of generating electricity, 2010 Edition*, disponibil online
<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/energymodel/ProjectedCostsofGeneratingElectricity2010.pdf>
27. International Energy Agency (2010a), *Technology Roadmap Wind Energy*, disponibil online
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Wind_Roadmap.pdf

28. International Energy Agency (2011), *Solar Energy Perspectives*, disponibil online http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Solar_Energy_Perspectives2011.pdf
29. International Energy Agency (2011a), *Deploying Renewables 2011. Best and Future Policy Practice*, disponibil online http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Deploying_Renewables2011.pdf
30. International Energy Agency (2011b), *Technology Roadmap Biofuels for Transport*, disponibil online http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/biofuels_roadmap.pdf
31. International Energy Agency (2012), *The global value of coal*, disponibil online http://www.iea.org/publications/insights/global_value_of_coal.pdf
32. International Energy Agency (2012a), *World Energy Outlook 2012* disponibil online http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2012_free.pdf
33. International Energy Agency (2012b), *Coal Information 2013*, disponibil online <http://www.iea.org/books>
34. International Energy Agency (2012c), *Golden Rules for a Golden Age of Gas*, disponibil online http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebiste/2012/goldenrules/weo2012_goldenrulesreport.pdf
35. International Energy Agency (2012d), *Technology Roadmap Hydropower*, disponibil online http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/2012_Hydropower_Roadmap.pdf
36. International Energy Agency (2012e), *Renewable Energy Essentials: Hydropower*, disponibil online http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Hydropower_Roadmap_FoldOut_WEB.pdf
37. International Energy Agency (2012f), *The impact of Wind Power on European Natural Gas Markets*, disponibil online http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/impact_of_wind_power-1.pdf
38. International Energy Agency (2012g), *CO₂ Emissions from Fuel Combustion. Highlights*, disponibil online <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2emissionfromfuelcombustionHIGHLIGHTS.pdf>
39. International Energy Agency (2013), *Oil Information 2013*, <http://www.iea.org/books>
40. International Energy Agency (2013a), *2013 Key World Energy Statistics*, disponibil online <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2013.pdf>
41. International Energy Agency (2013b), *Natural Gas Information 2013*, disponibil online <http://www.iea.org/books>
42. International Energy Agency (2013c), *Renewables Information 2013*, <http://www.cne.es/cgi-bin/BRSCGI.exe?CMD=VEROBJ&MLKOB=762001635959>
43. International Energy Agency, Nuclear Energy Agency (2005), *Projected Costs of Generating Electricity 2005 Update*, Editura OECD Publications, Paris, Franța.
44. International Energy Agency, Nuclear Energy Agency (2010), *Technology Roadmap Nuclear Energy*, disponibil online http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/nuclear_roadmap.pdf
45. International Monetary Found (2013), *Energy subsidy reform: lessons and implications*, disponibil online <http://www.imf.org/external/np/pp/eng/2013/012813.pdf>
46. Malaska P., Vapaavuori M (ed), (2005), *The Club of Rome „The Dossiers” 1965-1984*, disponibil online <http://clubofrome.fi/wp-content/uploads/2014/10/Dossiers.pdf>

47. Massachusetts Institute of Technology (2011), *The Future of the Nuclear Fuel Cycle. An interdisciplinary MIT study*, disponibil online https://mitei.mit.edu/system/files/The_Nuclear_Fuel_Cycle-all.pdf
48. Mott Macdonald (2010), *UK Electricity Generation Cost Update*, disponibil online https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/65716/71-uk-electricity-generation-costs-update-.pdf
49. Nonintergovernmental Panel on Climate Change (2013), *Climate Change Reconsidered II. Physical science*, <https://www.heartland.org/media-library/pdfs/CCR-II/CCR-II-Full.pdf>
50. Nuclear Energy Agency (2009), *The Financing of Nuclear Power Plants*, disponibil online <http://www.oecd-nea.org/ndd/reports/2009/financing-plants.pdf>
51. Nuclear Energy Agency (2012), *Nuclear Energy Today*, disponibil online <http://www.oecd-nea.org/pub/nuclearenergytoday/6885-nuclear-energy-today.pdf>
52. Nuclear Energy Agency, International Atomic Energy Agency (2012), *Uranium 2011: Resources, Production and Demand*, disponibil online <http://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2012/7059-uranium-2011.pdf>
53. Organization for Economic Co-operation and Development/ International Energy Agency (2012), *Energy Policies of IEA Countries The United Kingdom 2012 Review*, disponibil online https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/UK2012_free.pdf
54. Organization for Economic Co-operation and Development/ International Energy Agency (2010), *Energy Policies of IEA Countries France 2009 Review*, disponibil online <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/france2009.pdf>
55. Organization for Economic Co-operation and Development/ International Energy Agency (2013), *Energy Policies of IEA Countries Germany 2013 Review*, disponibil online https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Germany2013_free.pdf
56. Organization for Economic Co-operation and Development/ International Energy Agency OECD/IEA (2013a), *21st Century Coal. Advanced Technology and Global Energy Solution*, disponibil online http://www.iea.org/publications/insights/21stcenturycoal_final_web.pdf
57. Pirgmaier E. (2008), *Lisbon and Sustainable Development Strategies in the EU: How does mutual recognition takes place?*, disponibil online http://seri.at/wp-content/uploads/2010/05/DA_Elke_final.pdf
58. Ratner M. (coord.), Belkin P., Nichol J., Woehrel S., (2013), *Europe's Energy Security: Options and Challenges to Natural Gas Diversification*, CRS Report for Congress, disponibil online <https://www.fas.org/sgp/crs/row/R42405.pdf>
59. Rauch A., Thone M. (International Institute for Sustainable Development), (2013), *Mandating ethanol and biodiesel in consumption in Germany*, disponibil online http://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/bf_awc_germany.pdf
60. United Nations Environment Programme (2002), *Global Environment Outlook 3. Past, present and future perspectives*, disponibil online <http://www.unep.org/geo/geo3/english/pdfs/prelims.pdf>
61. Wind Energy Center, University of Massachusetts Amherst (2013), *Wind Power: Capacity Factor and Intermittency, and what happens when the wind does't blow?*, disponibil online http://www.umass.edu/windenergy/publications/published/communityWindFactSheets/RERL_Fact_Sheet_2a_Capacity_Factor.pdf
62. World Commission on Environment and Development (1987), *Our Common Future*, disponibil online <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>
63. World Economic Forum (2012), *Energy for Economic Growth.. Energy update vision 2012*, disponibil online http://www3.weforum.org/docs/WEF_EN_EnergyEconomicGrowth_IndustryAgenda_2012.pdf

64. [World Economic Forum \(2013\), *Energy Vision 2013 Energy Transitions: Past and Future*, disponibil online \[http://www3.weforum.org/docs/WEF_EN_EnergyVision_Report_2013.pdf\]\(http://www3.weforum.org/docs/WEF_EN_EnergyVision_Report_2013.pdf\)](http://www3.weforum.org/docs/WEF_EN_EnergyVision_Report_2013.pdf)
World Energy Council (2008), *Europe's Vulnerability to Energy Crisis*, disponibil online http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_Europes_Vulnerability_to_Energy_Crisis_2008-WEC.pdf
65. World Energy Council (2009), *European Climate Change Policy Beyond 2012*, disponibil online http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_European_Climate_Change_Policy_Beyond2102_2010_WEC.pdf
66. World Energy Council (2010), *2010 Survey of Energy Resources*, disponibil online http://www.worldenergy.org/documents/ser_2010_report_1.pdf
67. World Energy Council (2010a), *Survey of Energy Resources: Focus on Shale gas*, disponibil online <http://www.worldenergy.org/documents/shalegasreport.pdf>
68. World Energy Council (2010b), *Biofuels: Policies, Standards and Technologies*, disponibil online <http://www.worldenergy.org/documents/biofuelsformattedmaster.pdf>
69. World Energy Council (2010c), *Roadmap towards a Competitive European Energy Market*, disponibil online http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_Roadmap_Towards_A_Competitive_European_Energy_Market_2010_WEC.pdf
70. World Energy Council (2013), *World Energy Resources Survey 2013*, disponibil online http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/Complete_WER_2013_Survey.pdf
71. World Energy Council, (2012), *World Energy Perspective: Nuclear Energy One Year after Fukushima*, disponibil online http://www.worldenergy.org/documents/world_energy_perspective_nuclear_energy_one_year_after_fukushima_world_energy_council_march_2012_1.pdf
72. World Energy Council, (2013a), *World Energy Perspective. Cost of Energy Technologies*, disponibil online http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/WEC_J1143_CostofTECHNOLOGIES_021013_WEB_Final.pdf
73. World Nuclear Association (2010), *Comparison of Lifecycle Greenhouse Gas Emissions of Various Electricity Generation Sources*, disponibil online http://www.world-nuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Publications/Working_Group_Reports/comparison_of_lifecycle.pdf
74. World Nuclear Association (2012), *Nuclear Power Economics and Power Structuring*, disponibil online [http://www.worldnuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Publications/Working_Group_Reports/REPORT_Economics_Report%20\(1\).pdf](http://www.worldnuclear.org/uploadedFiles/org/WNA/Publications/Working_Group_Reports/REPORT_Economics_Report%20(1).pdf)
75. World Nuclear Association (2015a), *The Economics of Nuclear Power*, disponibil online <http://www.world-nuclear.org/info/Economic-Aspects/Economics-of-Nuclear-Power/>
76. Youngs R. (2013), *The EU's global climate and energy policies: gathering momentum?*, disponibil online http://fride.org/download/WP_118_EU_global_climate_and_energy_policies.pdf