

**CARBUNELE – PRINCIPAL RESURSA
ENERGETICA LA NIVEL NATIONAL
SI MONDIAL**

Prof. univ. dr. Kurtzelin Evtim Ruytchov
Universitatea de Minerit si Geologie ”St. Ivan
Rilski”, Sofia

Lect. univ. dr. Cristinel Popescu de la
Universitatea „Constantin Brâncuși” din Târgu
Jiu

Prof. univ. dr. Vasile Cozma
Universitatea „Constantin Brâncuși” din Târgu Jiu

Abstract:

In viitorul apropiat, carbunele energetic fosilizat, petrolul si gazele vor avea cea mai mare pondere in resursele energetice. Carbunii continua sa fie principala resursa pentru realizarea energiei electrice, peste tot in lume

Cuvinte cheie:

Carbune, zona energetica, resurse naturale, carburant solid, tehnologii energetice, sistem energetic.

I. Introducere

Cresterea solicitarii globale in ceea ce priveste energia este generata de cresterea demografica si de procesul de crestere a diferentelor economice in tarile din lumea a treia. In acest caz, energia in cantitati mai mari va solutiona problemele globale, in mod special pe cele sociale, luand in calcul faptul ca astazi, aproape 2 miliarde de persoane nu au acces la asa numita energie comerciala. In cadrul acestui aspect economic si ecologic, exista o solicitare pentru imbunatatirea continua si sustinuta a eficientei energetice, prin cercetarea si dezvoltare in cadrul noilor tehnologii energetice, deoarece productia si consumul de energie se afla printre indicatorii expresivi ai nivelului civilizatiei care este atins in dezvoltarea fiecarei tari, fiind frecvent utilizata in comparatiile internationale.

Campul energetic are o importanta

**COAL – THE MAIN ENERGETIC
RESOURCE AT NATIONAL
AND WORLD LEVEL**

Prof. PhD. Kurtzelin Evtim Ruytchov
University of Mining and Geology ”St. Ivan
Rilski”, Sofia

Lect. PhD. Cristinel Popescu
„Constantin Brâncuși” University of Târgu Jiu

Prof. PhD. Vasile Cozma
„Constantin Brâncuși” University of Târgu Jiu

Abstract:

In the near future, the fossil energetic coal, oil and gas shall have the highest weight in energetic resources. Coals continues to be the main energetic resources for making electric power all over the world.

Key words:

Coal, energetic area, natural resources, solid fuel, energetic technologies, energetic system.

I. Introduction

The increase of the global request for energy is generated by the demographic increase and by the process of increasing the economic difference in the third world countries. In this case, more energy would solve global problems, especially social ones, taking into consideration that, nowadays, almost 2 billion people do not have access to the so called commercial energy. Under this economic and ecologic aspect there is a request for continuous and sustained improvement of the energetic efficiency, by researching and developing new energetic technologies because the production and consumption of energy is among the significant indicators of the civilisation level reached in every country’s development, being frequently used in international comparisons.

The energetic field has a strategic

strategica pentru fiecare stat, deoarece dezvoltarea economica si cea sociala depind, cu siguranta de acesta. Nu putem concepe o economie moderna, in evolutie, fara un camp energetic, eficient, capabil sa ofere si sa sprijine diferitele filiale economice si dezvoltarea sociala cu energia. Datorita impactului pe care-l are in campul economic, politic si social, ecologic, problema energiei a devenit necesitatea imperioasa a economiei mondiale, fiind de interes in toate celelalte tari.

II. Carbonele, principala sursa in productia mondiala de energie

Prognoza demografica apare ca o crestere a populatiei planetei cu cel putin 6 miliarde pana la aproximativ 8 miliarde in 2020. In evaluarile acesteia, Consiliul Mondial al Energiei presupune o crestere cu mai mult de 50% la energia electrica pana in 2020. Aceasta prognoza este vazuta ca o evaluare atenta, datorita faptului ca presupune, printre altele, faptul ca tarile in curs de dezvoltare si tarile europene de rasarit, vor atinge rapid standardul de eficienta energetica cu un nivel foarte ridicat in tarile industrializate din partea vestica.

Evaluarea Agentiei Internationale a Energiei, AIE, pana in 2020, certifica, in acelasi timp ca, pentru a solutiona problema unei rezerve suficiente, de energie, in cazul cresterii consumului energetic, nu este necesara realizarea unui modificari structurale, majore, intre resursele economice.

Contributia resurselor neconventionale, cum ar fi vantul, soarele, apa, biomasa, vor creste in mod absolut, dar vor plati o parte minora, in viitor.

O restructurare a sistemelor energetice pentru instrainarea resurselor fosilizate pare a fi posibila, in vederea ultimei Conferinte Mondiale asupra Energiei, nu mai tarziu de a doua jumatate a secolului viitor, si doar daca eforturile adecvate vor fi realizate imediat. In acelasi timp, prognozele implica faptul ca

significance for every state, as the economic and social development depend undoubtedly of it. We cannot conceive a modern economy in evolution without an efficient energetic field, capable to provide and support different economic branches and social development with energy. Due to the impact it has in the economic, political and social, ecologic field, the problem of energy has become the major imperative of world economy, being of concern in all the states.

II. Coal as the main source in the world energy production

The demographic forecast appears as an increase of the planet population of almost 6 billion to almost 8 billion in 2020. In its estimations, The World Energy Council supposes an increase by more of 50% of the electric power by 2020. This forecast is seen as a careful estimation, because it supposes, among others, that the developing countries and Eastern European countries shall rapidly reach to the standard of energetic efficiency with an already high level in the Western industrialized countries.

The estimation of the International Energy Agency, AIE, until 2020, certifies at the same time that for solving the issue of a sufficient reserve of energy in the case of energetic consumption increase, there is not necessary to make any major structural changes between energetic resources.

The contribution of unconventional resources, like the wind, the sun, the water, the biomass, shall absolutely increase, but shall play a minor part in the future.

A restructuration of energetic systems for alienating fossil resources seems possible, in the view of the last Energy World Conference, not later than the second half of the future century, and only if adequate efforts shall be made immediately. At the same time, forecasts imply also the fact that energetic policies options require a provision of global energetic resources. Of the entire volume of energetic resources identified by

opțiunile politicilor energetice necesită prevederea resurselor energetice, globale. Din întregul volum de resurse energetice identificate de exploatarea geologică, peste 12.400 miliarde te.c (tone echivalente de carbune), aproximativ 90% (ceea ce înseamnă 11.580 miliarde te.c) sunt resurse potențiale și doar aproximativ 10% sunt resurse ce pot fi exploatare din punct de vedere economic. De aceea, carbunele nucleare împreună cu apa vor forma bazele realizării energiei electrice și viitoarea creștere a solicitărilor de energie vor duce la o creștere a producției mondiale, de carbune. Acest lucru este presupus de faptul că, în comparație cu solicitarea globală a energiei primare, solicitarea energiei electrice va crește iar carbunele va contribui la producția de electricitate, cu peste 50%.

Piața de carbuni va cunoaște modificări structurale, pe viitor, în timp ce procentele de creștere economică în țările din lume a treia vor fi semnificativ mai mari decât cele din țările avansate. Carbunele este o sursă alternativă de energie atât în țările din lume a treia cât și în cele în curs de dezvoltare, în cele industrializate, în același timp cu o creștere globală a consumului de carbune, lignitul va castiga teren. Industria minieră din Europa și din alte țări suferă modificări structurale semnificative, de aceea, datorită declinului din activitatea minieră din Europa, în prezent, cele mai semnificative tendințe sunt reprezentate de mișcarea geografică în cadrul activităților de extracție a carbunelui către America Latină, Australia și Asia. În acest context, creșterea importurilor de carbune din Europa poate fi explicată prin declinul continuu al producției de ulei în țările din UE (de la 105 Mtcc în 2000, la aproximativ 70 Mtcc în 2020). În general, piața mondială de carbune și astfel piața mondială de ulei vor fi la nivel înalt.

Putem spune că datorită creșterii puternice a solicitării de energie și lipsei de alternative, avem nevoie de un acord general pentru ca acest carbune să joace un rol important ca sursă de energie, pentru a acoperi necesarul de energie până în 2020. De

geologic exploatarea peste 12.400 miliarde te.c (carbune echivalente), aproape 90% (înseamnă 11.580 miliarde te.c) sunt resurse potențiale și doar aproximativ 10% sunt resurse economicamente exploatare. Prin urmare, nucleul și combustibilul împreună cu apa vor fi baza pentru producerea energiei electrice și creșterea viitoare a cererii de energie va duce la o creștere a producției globale de carbune. Acest lucru este susținut de faptul că, în comparație cu cererea de energie primară, cererea de energie electrică va crește puternic și carbunele va contribui la producerea de electricitate cu peste 50%.

Piața de carbuni va cunoaște modificări structurale în viitor, în timp ce ratele de creștere economică în țările din lume a treia vor fi semnificativ mai mari decât în țările avansate. Carbunele este o sursă de energie atât în țările din lume a treia cât și în cele în curs de dezvoltare, în același timp cu o creștere globală a consumului de carbune, lignitul va câștiga teren. Industria minieră din Europa și în alte țări din lume suferă modificări structurale semnificative, de aceea, datorită declinului din activitatea minieră din Europa, în prezent, cea mai semnificativă tendință este reprezentată de mișcarea geografică a activităților de extracție a carbunelui către America Latină, Australia și Asia. În acest context, creșterea importurilor de carbune în Europa poate fi explicată în special de declinul continuu al producției de carbune în țările din UE (de la 105 Mtcc în 2000, la cca 70 Mtcc în 2020). În general, piața mondială de carbune și astfel piața mondială de ulei vor fi la nivel înalt.

Putem spune că datorită creșterii puternice a cererii de energie și lipsei de alternative, avem nevoie de un acord general pentru ca acest carbune să joace un rol important ca sursă de energie, pentru a acoperi necesarul de energie până în 2020. Prin urmare, nucleul și combustibilul împreună cu apa vor fi baza pentru producerea energiei electrice și creșterea viitoare a cererii de energie va duce la o creștere a producției globale de carbune. Acest lucru este susținut de faptul că, în comparație cu cererea de energie primară, cererea de energie electrică va crește puternic și carbunele va contribui la producerea de electricitate cu peste 50%.

Statutul consumului mondial de combustibili pentru energie este structurat astfel cum urmează

aceea, carbunele va ramane principala sursa (fig.1) de energie cu viitor.

Situatia consumului mondial de carburanti pentru energie este structurata dupa cum urmeaza (fig. 1)

- petrol 38%
- carbune 26%
- gaze naturale 24%
- carburant nuclear 6%
- reconditionare 6%

- oil 38%
- coal 26%
- natural gases 24%
- nuclear fuel 6%
- renewable 6%

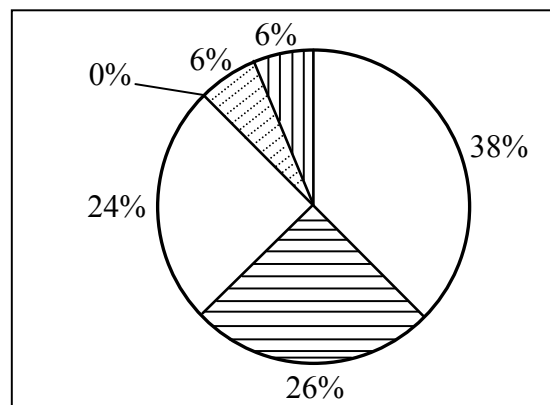


Fig.1 Situatia consumului mondial de carburant / The status of the world fuels consumption

Situatia consumului de carburant in Europa (15 tari) este structurata ca in (fig.2):

- petrol 40%
- carbune 15%
- gaze naturale 24%
- carburant nuclear 15%
- reconditionare 6%

The status of the fuels consumption in Europe (15 states) is structured as in (fig.2):

- oil 40%
- coal 15%
- natural gases 24%
- nuclear fuel 15%
- renewable 6%

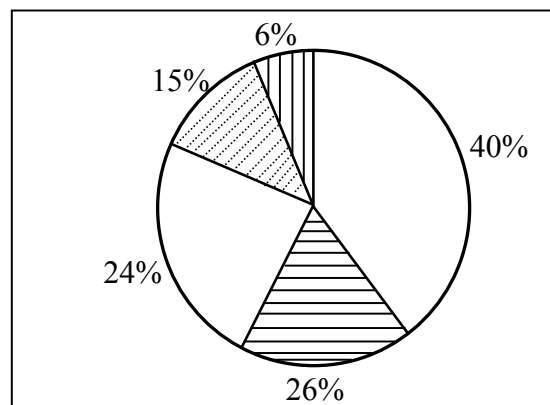


Fig.2 Situatia consumului de carburant pentru energie, in Europa / The status of the consumption of fuel for energy in Europe

Marirea Uniunii Europene, dezbatute problema carbunelui în discuțiile politice în ceea ce privește furnizarea energiei în Europa, care va redefini carburantul solid ca sursa primară de energie, pe termen lung.

Pentru a implementa Protocolul de la Kyoto (1997), este necesară dezvoltarea unui climat mondial a politicilor de protecție, fără discriminări împotriva carbunelui.

Comertul cu emisii este o modalitate prin care emisiile de gaze de sera pot fi reduse, fără a deranja în mod excesiv piața de energie.

Dezbaterile referitoare la Tehnologiile de curățare a Carburului pentru a genera electricitate pe baza de carbune, au un potențial ridicat pentru inovație. Chiar și în momentul de față, centralele electrice pe baza de abur pot atinge niveluri ale producției de peste 40% pentru lignit și aproximativ 45% pentru huila, și de aceea, prioritatea este aceea de a realiza condiții favorabile pentru modernizare, există un potențial enorm pentru a reduce emisiile de CO₂, prin investiții în tehnologia modernă.

Specificăm faptul că aproximativ toți producătorii de lignit și huila din Europa, atât în Comunitatea celor 15 state membre din Uniunea Europeană și din țările care aderă la UE sunt acum membrii ai Asociației Europene de Carbune și Lignit EURACOAL, la care România este membru.

III. Rolul carbunelui în producția de energie din România

Investițiile și siguranța SEN au permis Zonei Balcanice către EU, ca România să devină un membru cu drepturi depline din punct de vedere energetic, încă din 2004.

În prezent, a fost realizată reorganizarea și restructurarea producției de energie electrică pe baza de lignit, prin realizarea Complexelor Energetice (CE), la Rovinari, la Turceni și Craiova, unde carierele de lignit sunt integrate ca niste centre de cost ale producătorilor de energie. Tabelul 1 indică producția de energie pentru

The enlargement of the European Union, brings the issue of coal in political debates upon the energy supply in Europe that would redefine the solid fuel as a primary source of energy for a long term.

For implementing the Kyoto Protocol (1997), it is necessary to develop the world climate protection policies, without exercising discriminations against coal.

The trade with emissions is a way through which greenhouse gases emissions can be reduced, without excessively disturbing the energy market.

The debates regarding the Clean Technologies of Coal for generating coal based electricity, has an enormous potential for innovation. Even at present, steam power plants can reach output levels over 40% for lignite and approximately 45% for pit coal, and therefore the priority is to create favourable conditions for modernization, there is a huge potential for reducing the CO₂ emissions by investing in modern technology.

We mention that almost all lignite and pit coal producers in Europe, both in the Community of the 15 member states in the European Union and within the EU adhering countries are now members of the European Association of Coal and Lignite EURACOAL, to which Romania is affiliated.

III. The role of coal in energy production in Romania

Investments and SEN safety has allowed for the Balkanic Area to EU, as Romania became a full rights member from the energetic point of view ever since 2004.

Recently, the reorganization and restructuring of lignite based electric power production has been achieved, by creating Energetic Complexes (CE), at Rovinari, at Turceni and Craiova, where lignite quarries are integrated as cost centres of the energy producer. Table 1 indicates the energy production for the period 2005-2020 in Romania.

Considerations referring to the use of

perioada 2005-2020 in Romania.

Aspectele referitoare la utilizarea resurselor energetice, interne, la fabricile cu ardere importanta din Romania sunt urmatoarele: carbune (lignit, huila) care exista in tara noastra sunt utilizate de marile centrale electrice, pe abur (CTE) ale sistemului energetic national, furnizate cu instalatii performante pentru realizarea energiei electrice; gazele naturale din tara si din import, ceea ce inseamna ca principalul carburant care este luat in calcul pentru a furniza energia primara, pe termen mediu in Romania, presupune extinderea si dezvoltarea retelelor de transport, a spatiilor de depozitare subterana; arderea petrolului din import este un aspect important pe o piata imprezibila.

Pe baza analizelor stabilite datorita miscarilor de imbunatatire din ultimii cativa ani, aspectele importante, semnificative referitoare la industria extractiva din Romania, sunt dupa cum urmeaza:

- Resursa naturala, ceea ce inseamna ca acest carbune furnizeaza o mare parte a materiilor prime, necesare pentru domeniul energetic, care are o capacitate de absorbtie pe piata interna;
- Exista un potential semnificativ, partial uzat din punct de vedere fizic si moral si utilizat in mod incomplet, cu o structura care este adaptata in mod insuficient la noile cerinte competitionale si de siguranta, in comparatie cu producatorii EU in alte tari dezvoltate;
- Performanta dispozitivelor si tehnologiilor poate fi imbunatatita in mod substantial, printr-un efort accelerat de re-tehnologizare si modernizare selectiva a capacitatilor de productie, care au sanse reale de viabilitate;
- Personalul calificat si specialitatile tehnice, comparabile cu cele din tarile dezvoltate, sunt disponibile, etc.

internal energetic resources at big burning plants in Romania are the following: coal (lignite, pit coal) existent in our country is used by great steam power plants (CTE) of the national energetic system provided with performant plants for producing electric power; natural gases in the country and from import, meaning the main fuel taken into consideration for providing the primary energy for medium term in Romania suppose the extension and development of transport networks, underground storage spaces; burning oil import is a significant issue on an unpredictable market.

Based on the analyses established due to the improvement trends in the last few years, the actual significant aspects regarding the Romania extractive industry are as follows:

- The natural resource, meaning that coal provides a great part of the necessary raw materials for the energetic field, which has an enough absorption capacity on the internal market;
- There is a significant capacity potential, partially worn from the physical and moral point of view and incompletely used, with a structure that is insufficiently adapted to the new competitiveness and safety requirements, in comparison with the EU producers in other developed countries;
- The performances of devices and technologies can be substantially improved, through an accelerated effort of re-technologization and selective modernization of the production capacities that have real chances of viability;

Qualified manpower and technical specialities comparable to that in developed countries are available, etc.

Tabel 1 (Gwh)

| Productie totala | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 76000 | 88000 | 102000 | 112000 |
| Centrale electrice pe abur | 74500 | 86300 | 100000 | 110000 |

| | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Alti producatori | 1500 | 1700 | 2000 | 2000 |
| Centrale hidroelectrice | 13700 | 14200 | 14600 | 15000 |
| Centrale electrice pe carbune si abur | 31000 | 33000 | 35000 | 35000 |
| Centrale electrice pe baza de hidrocarburi si abur nuclear | 29800 | 39100 | 50400 | 60000 |

Table 1 (Gwh)

| Total production | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
|---|-------|-------|--------|--------|
| | 76000 | 88000 | 102000 | 112000 |
| Steam power plants | 74500 | 86300 | 100000 | 110000 |
| Other producers | 1500 | 1700 | 2000 | 2000 |
| Hydroelectric power plants | 13700 | 14200 | 14600 | 15000 |
| Coal steam power plants | 31000 | 33000 | 35000 | 35000 |
| Hydrocarbons and nuclear steam power plants | 29800 | 39100 | 50400 | 60000 |

Pentru o buna perioada de timp, carbunele a fost resursa energetica pentru Romania. Situatia consumului de carburant pentru productia de energie din Romania are o structura ca in (fig.3)

- gaz de ardere 3%
- carbune 38%
- gaze naturale 16%
- carburant nuclear 11%
- reconditionare 28%
- alte surse conventionale 4%

For a long time, coal has been the energetic resource for Romania. The status of the fuels consumption for energy in Romania has the structure as in (fig.3)

- burning gas 3%
- coal 38%
- natural gases 16%
- nuclear fuel 11%
- renewable 28%
- other conventional sources 4%

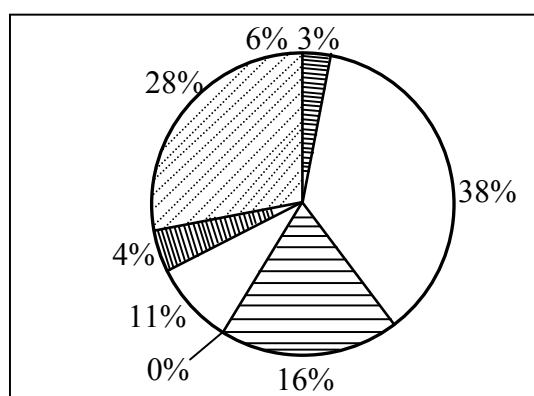


Fig.3 Situatia consumului de carburant pentru Romania / The status of fuel consumption for Romania

In conditiile unei competitii stranse pe piata energetica, restrictiile ecologice sunt nefavorabile

Under the conditions of a tight competition on the energetic market, when the ecologic restrictions are

complexelor energetice, în România, unde principalul carburant solid este lignitul, când prețurile pentru combustibilul solid, gaze naturale și produse petroliere sunt în continuă creștere, agenții economici ai complexelor energetice încearcă să ia măsuri de organizare, îmbunătățite, pentru restructurarea tehnică și tehnologică. Aceste măsuri au ca obiectiv scăderea costului specific al energiei, mai ales datorită scăderii costului lignitului. Lignitul extras în România are o putere calorică mai scăzută decât cel procesat în alte țări europene, cu un conținut ridicat de cenusa, și producția de CTE este mai scăzută, în comparație cu producția celor care utilizează huila și hidrocarburii. Producția de energie pe baza de lignit din carierele de lignit are următoarele avantaje: costurile de producție apropiate de cele pentru producția petrolului de ardere; care oferă resurse interne și reduce importurile de hidrocarburi; investițiile scăzute în comparație cu grupurile de energie nucleară pentru centralele hidroelectrice pe baza de abur având aceeași putere instalată; realizând angajări în zonă și astfel soluționând un aspect social important; anulând dependența de importurile de energie electrică; posibilitatea de a realiza energie termică în cogenerare; micșorarea aspectelor referitoare la mediu, ale tehnologiilor actuale.

Adaptarea mineritului de suprafață în România la cerințele economiei de piață, în condițiile aceluși aspecte majore ale dotărilor tehnologice și vechi cu mașini pentru cariere, poate fi realizată printr-un grup de măsuri de restructurare și acțiuni care au ca obiectiv componentele de management, pe cele tehnologice, dar mai ales pe cele tehnice, de minerit și pe cele ecologice.

IV. Directivele Europene bazate

unfavorable for energetic complexes, in Romania, where the main solid fuel is the lignite, when the price for solid fuels, natural gases and oil products respectively is continuously increasing, the economic agents of energetic complexes are seeking to take improved organization measures for a technical and technological restructuration. These measures aim finally the decrease of the specific cost of energy especially due to the decrease of the cost of lignite. The lignite extracted in Romania has a less caloric power than the one processed in other European countries, with a high content of ash, and the CTE output is lower comparing to the output of those using pit coal or hydrocarbons. Lignite based energy production in the lignite quarries has the following advantages: production costs closed to the burning oil production ones; providing the internal resources and reducing hydrocarbons imports; lower investments comparing to the nuclear energy groups for hydroelectric steam power plants with the same installed power; providing employment in the area and thus solving an important social aspect; cancelling the dependence on electric power imports; the possibility to produce thermal energy in cogeneration; environment issues minimization in current technologies.

The adaptation of surface mining in Romania to the requirements of the market economy, under the conditions of some major issues of technological and old endowments with quarry machines can be made through a group of restructuration measures and actions aiming the managerial, technological, but especially technical, mining and ecologic components.

IV. European directives focused on the mining activity

The main instruments for

pe activitățile de minerit

Principalele instrumente pentru a transpune cerințele legislațiilor europene în cele ale României, reprezintă obiectivele Europene. Printre obiectivele europene cu impact asupra legislației de minerit pentru a extrage substanțe utile, menționăm: Directiva 94/22/CE pentru condiții în vederea alocării și utilizării autorizațiilor pentru exploatarea de hidrocarburi; Directiva 92/91/CE care face referire la cerințele minime pentru a îmbunătăți siguranța angajaților pe filialele industriei extractive; Propunerea Directivei pentru administrarea resturilor în industria extractivă.

V. Concluzii

Pe viitor, carbunele va avea o contribuție importantă în realizarea energiei electrice.

Se va aplica politica pentru scutirea energiei active mai mult decât cea pentru a o produce, printr-un proces complex de înlocuire a tehnologiilor de consum energetic și prin restructurarea economiei.

Resursele interne, disponibile, sunt: lignit pentru următorii 60 ani la o producție de 30-35 milioane de tone/ an la o exploatare a suprafeței și 3,5 milioane de tone de huilă în exploatarea din subteran, în Valea Jiului.

VI. Bibliografie

- [1] *** Cerințele Comunității Europene
[2] *** Declarația Comitetului Consultativ al CESCO referitor la Rolul Carbului în secolul 21, în Europa (Iulie 1999)
[3] *** Raport EUROCOAL – Revista PATROMIN
[4] *** Legea 3/2001

transposing European legislations requirements into those of Romania are the European goals. Among the European goals with an impact upon the mining legislation for extracting useful substances we mention: 94/22/CE Directive for the conditions for granting and using permits for hydrocarbons exploitation; 92/91/CE Directive referring to the minimum requirements for improving the employees' safety on the branches of extractive industry; Directive proposal for the waste management in extractive industry.

V. Conclusions

In the future, coal shall have the main part in producing electric power.

An active energy saving policy shall be applied rather than that of producing it, through a complex process of replacing energy consuming technologies and by restructuration of the economy.

Internal resources availability is: lignite for the following 60 years at a 30-35 million tones/year production in surface exploitations and 3,5 million tones of pit coal in exploitation from the Jiu Valley underground.

VI. Bibliography

- [1] *** European Communitarian Acquis requirements
[2] *** CESCO Consultative Committee Statement regarding the Role of Coal in 21st century Europe (July 1999)
[3] *** EUROCOAL Report – PATROMIN Magazine
[4] *** Law 3/2001 The ratification of the Kyoto Protocol at The Convention of the United Nations

Omologarea Protocolului de la Kyoto la Conventia Natiunilor Unite in ceea ce priveste modificarile climatice

[5] Orban M. Carbunele ca sursa primara de realizare a energiei

Popescu C. Energia Electrica Mondiala si Nationala – Revista minelor

On climatic changes

[5] Orban M. Coal as the main energy producing source

Popescu C. World and National Electric Power – Mines magazine