



INDUSTRIA CIMENTULUI ȘI BETONULUI PARTE INTEGRANTĂ A ECONOMIEI CIRCULARE

CEMENT AND CONCRETE INDUSTRY INTEGRAL PART OF THE CIRCULAR ECONOMY

MIHAI ROHAN*

CIROM - Patronatul din Industria Cimentului și altor produse minerale pentru construcții din România
The Romanian Association of the owners from the cement industry and other mineral product for constructions

În România există mai multe industrii care deja aplică conceptul economiei circulare, printre care și industria cimentului/betonului care transformă deșeurile în resurse alternative de materii prime și energie și valorifică deja cantități semnificative de deșeuri provenind din alte industrii precum și deșeurii menajere sortate. Co-procesarea deșeurilor în industria cimentului este o metodă de valorificare a deșeurilor, recunoscută drept una dintre cele mai bune practici de eficientizare a utilizării resurselor. Prin co-procesare are loc simultan atât reciclarea conținutului mineral al deșeurilor, cât și recuperarea energiei acestora, ceea ce conduce la reducerea emisiilor indirecte de CO₂.

De asemenea, produsul de larg consum al acestei industrii - betonul din ciment - poate fi reciclat 100% drept agregate alternative utilizate la construirea infrastructurii de transport sau pentru obținerea unui nou beton.

Astfel industria cimentului/betonului contribuie la conservarea resurselor naturale prin înlocuirea lor cu resurse alternative provenite din deșeuri și devine parte integrantă a economiei circulare - deziderat european pentru eficientizarea utilizării resurselor și asigurarea securității energetice.

In Romania, there are several industries that already apply the concept of circular economy, among which the cement/concrete industry that turns waste into alternative sources of raw materials and energy and already recovers significant amounts of waste from other industries as well as sorted household waste. Waste co-processing in cement industry is a waste recovery method, recognized as being one of the best practices for an efficient use of resources. By co-processing take place simultaneously, both the recycling of waste mineral content as well as their energy recovery, which leads to the reduction of indirect CO₂ emissions.

Also, the product of wide consume of this industry – cement concrete – can be 100% recycled as alternative aggregates used in building the transport infrastructure or getting a new concrete.

Thus, the cement/concrete industry contributes to the conservation of natural resources by replacing them with alternative resources from waste, and becomes an integral part of the circular economy - European goal for an efficient use of resources and ensuring energy security.

Keywords: cement, concrete, waste, recycling, circular economy, recovery

1. Economia circulară

Conceptul de economie circulară a apărut ca urmare a dorinței de creștere economică și socială durabilă, în contextul presiunii tot mai mari pe care o exercită producția și consumul asupra resurselor și a mediului înconjurător.

Până în prezent, economia a funcționat în principal pe modelul „procurare – producție – eliminare”, un model liniar, prin care fiecare produs are o durată de viață limitată.

La prepararea alimentelor, la construirea infrastructurii și a clădirilor, la fabricarea bunurilor de consum sau la furnizarea de energie se folosesc materiale valoroase. După ce aceste produse se consumă sau nu mai sunt necesare, ele sunt eliminate sub forma de deșeuri. An de an, în UE se utilizează aproape 15 tone de materiale pe persoană, fiecare cetățean al UE generând, în medie, peste 4,5 tone de deșeuri pe an, dintre care aproape o jumătate se aruncă la gropile de gunoii[1].

1. Circular economy – concept

The concept of circular economy appeared as a result of the desire for sustainable economic and social growth, in the context of an increasing pressure exercised on the resources and environment by production and consumption.

Until now, the economy has functioned mostly on the model „procurement – production – elimination”, a linear model, whereby every product has a limited lifetime.

In the food preparation, construction of infrastructure and buildings, in the manufacture of consumer goods or in the supply of energy, valuable materials are used. Once these products are consumed or no longer needed, they are disposed of as waste. Every year, the EU uses about 15 tons of materials per person, each EU citizen generating, on average, more than 4.5 tonnes of waste per year, of which, almost a half is thrown away in landfills [1].

The linear economy, based solely on the extraction and use of the natural resources, is no

* Autor corespondent/Corresponding author,
E-mail: office@cirom.ro

Economia liniară, bazată exclusiv pe extracția și utilizarea de resurse naturale, nu mai reprezintă o opțiune viabilă. Ceea ce se considera drept „deșeu” se poate transforma într-o resursă.

În 2 decembrie 2015, Comisia Europeană a propus Pachetul Economiei Circulare introducând un nou concept menit să promoveze o economie fără deșeuri, o economie care să protejeze resursele energetice și de materii prime ale planetei. Conceptul este foarte simplu și se bazează pe principiile fizicii și chimiei clasice „în natură nimic nu se pierde, totul se transformă”.

O economie circulară își propune să păstreze în lanțul său valoric, pentru o perioadă cât mai îndelungată de timp, valoarea materiilor prime și energiei utilizate la fabricarea produselor, astfel minimizându-se atât generarea de deșeuri cât și utilizarea de resurse (naturale, forță de muncă, timp etc). De asemenea, asigură consumatorilor produse durabile și inovative care contribuie la reducerea cheltuielilor și la îmbunătățirea calității vieții.

Trecerea cu succes de la economia liniară la economia circulară necesită acțiuni în toate etapele lanțului valoric: de la extracția și transportul materiilor prime, la proiectarea materialelor și a produselor, la producția, distribuția și consumul de bunuri, la repararea și reutilizarea acestora și până la gestionarea deșeurilor acestor bunuri și valorificarea materialului și energiei încă utile din acestea.

Aplicarea economiei circulare va contribui la atingerea obiectivelor la nivel european în ceea ce privește eficientizarea utilizării resurselor, protejarea climei și securitatea energetică.

2. Cimentul și betonul – parte integrantă a unei societăți moderne

Cimentul este o pulbere fină care se întărește la amestecul cu apă și în câteva zile se transformă într-un material solid, dur și rezistent. Cimentul nu se utilizează niciodată ca atare, ci este în principal utilizat pentru a lega nisipul și agregatele sub formă de beton.

Betonul combină simplitatea, durabilitatea, rezistența, costurile rezonabile și infinita abilitate de a fi turnat în diverse forme. Betonul este cea de-a treia substanță utilizată la nivel global, după aer și apă, un liant indispensabil al vieții și societății moderne care este de neconceput fără construcții din beton. Figura 1 prezintă cele mai comune utilizări ale betonului.

Betonul furnizează fundația unui mediu construit sigur și rezistent la schimbările climatice, precum și soluții pentru provocările create de continua creștere a urbanizării și a nivelului de viață.

Construcțiile din beton contribuie la creșterea economică, conduc la inovație și la crearea de locuri de muncă, având un efect de

longer a viable option. What is considered ‘waste’ can turn into a resource.

On 2nd of December 2015, the European Commission proposed the Circular Economy Package, introducing a new concept, designed to promote a economy without waste, a economy that protects the energy resources and the raw materials of the planet. The Concept is very simple and it is based on the principles of the classic physics and chemistry “in the nature, nothing is lost, everything is transformed” .

A circular economy aims keeping in its value chain, as long as possible, the value of the raw materials and energy used to the manufacture of the products, thus minimizing both the waste generation and the use of (natural, workforce, time etc.) resources. Also, it provides to the costumers sustainable and innovative products that contribute to cost reduction and improve their life quality.

The succesful passage from the linear economy to the circular economy, requires actions at all stages of the value chain: from the extraction and transport of the raw materials, to the design of the materials and products, production, distribution and consumption of goods, their repair and reuse and up to the waste management of these goods and their material and energy recovery, still useful.

The application of the circular economy will contribute to achieving objectives at european level, in terms of an efficient use of resources, climate protection and energy security.

2. Cement and concrete – an integral part of a modern society

Cement is a fine powder that hardens at the mixing with water and within days turns into a solid, tough and durable material. The cement is never used as such, but it is mainly used to bind the sand and aggregates in the form of concrete.

The concrete combines simplicity, durability, resistance, affordability and infinite ability to be molded into various shapes. Concrete is the third substance used globally after air and water, an indispensable bind of life and modern society, which is inconceivable without concrete construction. Figure 1 presents the most common uses of concrete.

The concrete provides the foundation of a safety and resistant built environment to climate change, as well as it provides solutions to the challenges created by the continuing growth of the urbanization and living standards. Concrete construction contribute to the economic growth, lead to innovation and creation of jobs, having a triple multiplier effect on the economy as a whole: at EU level, for each Euro generated as added value by the concrete industry, 2,8 Euros are generated as value in the entire economy [2].



Fig. 1 - Cele mai comune utilizări ale betonului: locuințe, drumuri căi ferate, infrastructuri, clădiri publice / The most common uses of concrete: households, roads railways, infrastructures, public buildings.

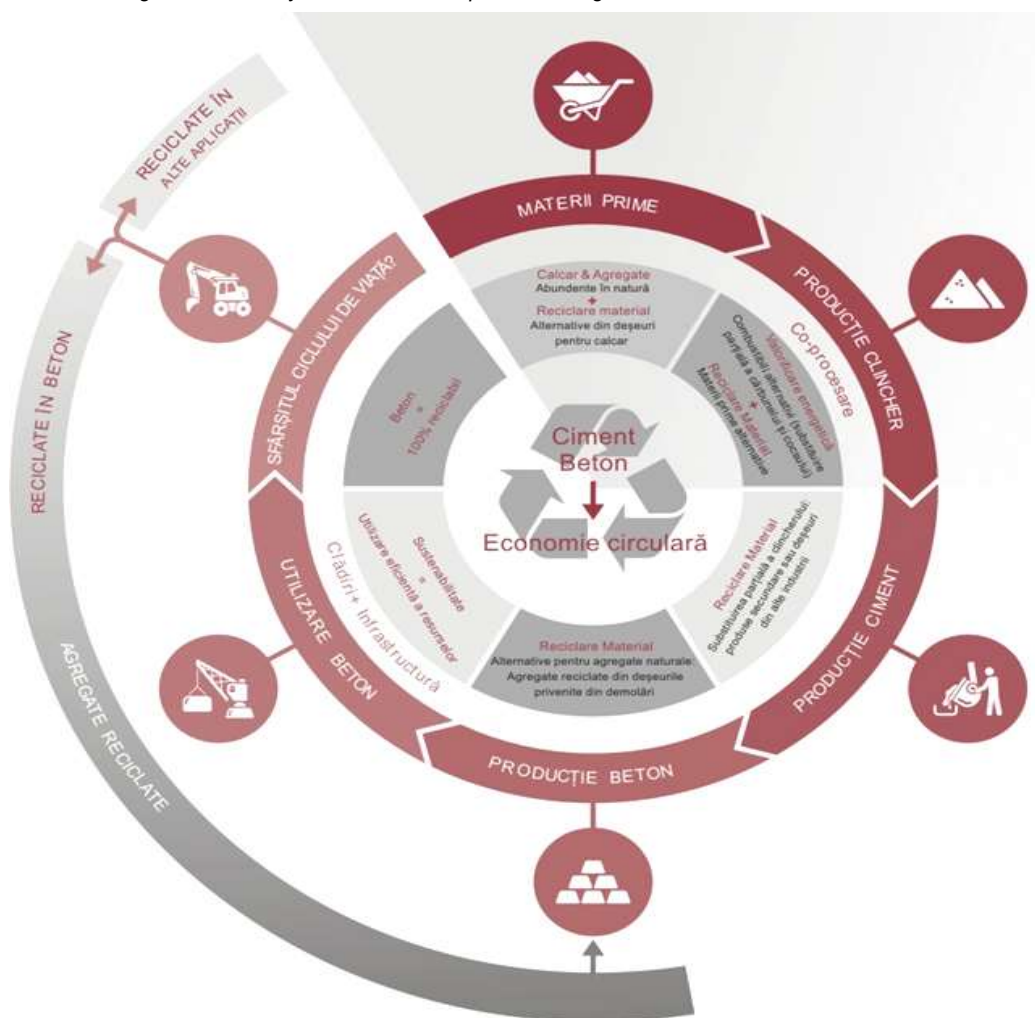


Fig. 2 – Economia circulară / Circular economy [3].

multiplicare triplu asupra economiei în ansamblul său: la nivelul Uniunii Europene pentru fiecare euro generat ca valoare adăugată de industria betonului, 2,8 euro sunt generați ca valoare în întreaga economie [2].

3. Application of the circular economy in the production and use of cement and concrete cement

For a truly circular economy, it is important that at the end of a product’s life cycle, the reuse,

3. Aplicarea economiei circulare în producerea și utilizarea cimentului și betonului de ciment

Pentru o economie cu adevărat circulară este important ca la finalul ciclului de viață al unui produs, reutilizarea, reciclarea și valorificarea deșeurilor acestuia să fie integrate în ciclul valoric al unui alt produs, așa cum se poate vedea în figura 2.

Inițiativele între diversele sectoare economice oferă un mare potențial în acest sens, căci deșeurile unei industrii prin recuperarea și valorificarea conținutului lor material și energetic util devin resurse alternative pentru o altă industrie.

Resursele minerale naturale utilizate în producerea cimentului și betonului (calcarul, argila, nisipul și agregatele) sunt destul de abundente în natură. Totuși, industria noastră face eforturi susținute pentru a reduce pe cât posibil impactul exploatarea resurselor naturale.

Astfel, o bună parte din materiile prime naturale sunt înlocuite cu deșeuri sau subproduse de la alte industrii care au conținut mineralogic sau proprietăți similare.

Cenușa de pirită, zgura de siderurgie, cenușa de termocentrală spre exemplu, sunt reciclate și devin materii prime alternative sau adaosuri în cadrul procesului de fabricare al cimentului. În prezent aceste deșeuri și subproduse ale altor industrii înlocuiesc între 20-30 % din materia primă naturală tradițional folosită de industria cimentului și economisesc peste 2 milioane de tone de resurse naturale anual [4].

Resursele energetice naturale utilizate în fabricarea clincherului pentru ciment (cărbunele, păcura, gazul natural etc.) pot fi și ele parțial substituite de deșeuri cu conținut energetic util (spre exemplu: anvelope uzate, șlamuri petroliere, deșeuri de hârtie, lemn, plastic, textile etc. provenite din surse industriale sau de la sortarea deșeurilor menajere).

Temperaturile înalte (pentru fabricarea clincherului, materialul trebuie să atingă circa 1450 °C, iar flacăra 1800-2000 °C) și atmosfera oxidantă existentă în cuptorul de clincher din fabricile de ciment asigură oxidarea totală a componentei organice a acestor deșeuri și recuperarea energiei dejagate, sub formă de energie termică utilizată în proces. Totodată, cenușa care ar rezulta în urma arderii este integrată în structura mineralogică a clincherului.

Prin co-procesare, căci așa este numită această metodă de tratare termică (co-incinerare) a deșeurilor, întregul conținut util al acestor deșeuri este pe deplin recuperat – energia prin valorificare energetică și simultan, conținutul mineral prin reciclare – totul fiind transformat din deșeu într-un nou produs.

Co-procesarea deșeurilor este aplicată pe scară largă de industria cimentului din întreaga lume și recunoscută la nivel european drept una

recycle and recovery of the waste, to be integrated into the value cycle of another product, as can be seen in the Figure 2.

The initiatives between various economic sectors offer a great potential in this regard, as the waste of an industry, by recovering their useful material and energetic content, become alternative resources for another industry.

The natural mineral resources used in the production of cement and concrete (limestone, clay, sand and aggregates) are quite abundant in the nature. However, our industry makes sustained efforts to reduce as much as possible the impact of the exploitation of the natural resources.

Thus, a large part of the natural raw materials are replaced with waste or byproducts from another industries that have mineralogical content or similar properties.

Ash pyrite, iron and steel slag, flying ash, for example, are recycled and become alternative raw materials or additions in the manufacture of cement. Currently, these waste and the byproducts of other industries replace 20-30% of traditional natural raw materials used by the cement industry and save over 2 million tons of natural resources annually [4].

Natural energy resources used in the manufacture of clinker for cement (coal, oil, natural gas etc.) can also be partially substituted by waste with useful energetic content (for example: tires, oil sludge, paper, wood, plastic, textile waste etc., coming from industrial sources or from household waste sorting).

High temperatures (for the manufacture of clinker, the material must reach about 1450 Celsius degrees and the flame 1800 - 2000 Celsius degrees) and the oxidizing atmosphere existing in the clinker kiln from the cement plants, ensure total oxidation of the organic component of this waste and recovery of the energy released, under heat form used in the process. At the same time, the ash that would result from combustion, is integrated into the clinker mineralogical structure.

By co-processing, as this heat treatment method (co-incineration) of waste is known, the entire useful content of these waste is fully recovered – the energy through energy recovery and simultaneously, the mineral content through recycling – everything being transformed from waste into a new product.

Co-processing waste is widely applied by the cement industry worldwide and recognized at european level as one of the best practices of an efficient use of resources and an example to be followed in the fight against climate change, due to the reduction of CO₂ and methane emissions, that could be generated if these waste would be landfilled or incinerated in dedicated incinerators.

The amount of industrial and municipal waste co-processed in the cement industry from Romania during 2004-2014 is approximately

dintre cele mai bune practici de eficientizare a utilizării resurselor și exemplu de urmat în lupta împotriva schimbărilor climatice, datorită reducerii emisiilor de CO₂ și metan care s-ar genera dacă acele deșeuri ar fi depozitate sau incinerate în incineratoare dedicate.

Cantitatea de deșeuri industriale și municipale co-procesate în industria cimentului din România în perioada 2004-2014 este de aproximativ 2.000.000 tone, ceea ce reprezintă echivalentul deșeurilor municipale generate într-un an de 24 orașe cu peste 250.000 locuitori. Astfel, s-au salvat aproximativ 1.200.000 tone de combustibili fosili și tot atâtea tone de CO₂ [4].

Ceea ce este foarte important este faptul că utilizarea acestor resurse alternative nu crește impactul asupra mediului, al procesului tehnologic de producere a cimentului, iar calitatea produsului nu este afectată. Temperaturile foarte ridicate și timpii relativi mari de trecere a materialului la aceste temperaturi (5-8 sec) aduc numeroase beneficii în sensul că materiile organice sunt complet distruse, nu se formează dioxine sau furani, iar gazele acide sunt neutralizate de caracterul bazic al materiilor prime.

La nivel european, în prezent, 36% din energia termică utilizată în procesul de fabricare a clincherului de ciment rezultă din co-procesarea deșeurilor [5], existând fabrici de ciment în care peste 90% din necesarul de energie termică al producției este acoperit din resurse energetice alternative provenite din deșeuri ale altor sectoare economice.

În România, deși dezvoltările au fost semnificative în ultimii 10 ani și producătorii de ciment au făcut investiții de peste 80 milioane de euro în acest sens, resursele energetice alternative furnizează încă, doar aproximativ 25-30% din energia termică necesară procesului de clincherizare [4]. Tendința este de continuă creștere însă viteza cu care această creștere va avea loc depinde de implementarea sistemelor integrate de management al deșeurilor la nivel național și a mecanismelor financiare (gen „taxa de depozitare” și „plătești cât arunci”) menite să stimuleze reciclarea și valorificarea deșeurilor drept resurse alternative.

În ceea ce privește betonul, dezvoltările tehnologice și inovația își spun, de asemenea, cuvântul. În prezent există soluții pentru ca noile clădiri să fie construite astfel încât să utilizeze cu 60% mai puțină energie și emisii de CO₂ generate de-a lungul ciclului lor de viață, comparativ cu clădirile construite acum 20 de ani.

Tehnologia și tehnicile noi implementate în producerea și aplicațiile cimentului și betonului contribuie la extinderea timpului de utilizare a clădirilor și la îmbunătățirea eficienței lor energetice.

Deșeurile din construcții și demolări constituie unul dintre fluxurile semnificative de

2,000,000 tonnes, which is the equivalent of municipal waste generated in a year by 24 cities with over 250.000 inhabitants. Thus, approximately 1.200.000 tons of fossil fuels and CO₂ were saved [4].

What is very important is that the use of these alternative resources, does not increase the environmental impact of the technological process of cement production and the product quality is not affected. Very high temperatures and relatively long time of the material passage at these temperatures (5-8 sec) bring considerable benefits in the sense that the organic materials are completely destroyed, dioxins or furans are not formed and acid gases are neutralized by the basic character of the raw materials.

Currently, at european level, 36% of the thermal energy used in cement clinker production process results from waste co-processing [5] and exist cement plants in which more than 90% of the necessary thermal energy for the production is covered by alternative energy resources from waste coming from another economic sectors.

In Romania, although the developments in the last 10 years have been significant and the cement producers have invested over 80 millions euros in this respect, the alternative energy resources still provide only 25-30% from the thermal energy necessary for the clinker production process [4]. The trend is still growing but the speed with which this growth will take place depends on the implementation of the integrated systems of waste management nationwide and on the economic mechanisms (such as „landfill tax,” and „pay as you throw”), designed to encourage waste recycling and recovery as alternative resources.

Regarding the concrete, the technological developments and innovation also say their word. Currently, there are solutions to build new buildings able to use 60% less energy and CO₂ emissions generated through their life cycle, compared to buildings built 20 years ago.

The technology and the new techniques implemented in cement and concrete production and applications, contribute to the extension of the lifetime of the buildings and to the improvement of their energy efficiency.

The waste from construction and demolition constitutes one of the significant waste streams at EU level (about 200 million tons generated annually). Fortunately, at the end of its life cycle, the concrete can be recycled and thus it can be reduced its impact on the environment.

Concrete waste from demolition can be recycled as an artificial aggregate used in infrastructure works or for the production of some new concrete types.

4. Conclusions

Both the cement and concrete industry clearly apply the principles of the circular economy

deșeuri la nivelul Uniunii Europene (aproximativ 200 milioane tone generate anual). Din fericire, la sfârșitul ciclului său de viață, betonul poate fi reciclat și astfel se reduce impactul său asupra mediului.

Deșeurile de beton provenite din demolări, pot fi reciclate ca și agregat artificial utilizat la lucrările de infrastructură sau pentru producerea unor sortimente noi de beton.

4. Concluzii

Atât industria cimentului cât și cea a betonului aplică în mod clar principiile economiei circulare pe tot parcursul ciclului lor de viață:

- Materiile prime utilizate la producerea cimentului și betonului, în principal calcar și agregate, sunt disponibile din abundență.
- La producerea clincherului, industria cimentului poate utiliza deșeuri drept combustibil, în loc de cărbune, gaz, cocs, etc. În același timp, conținutul mineral al deșeurilor este reciclat ca materie primă. Această combinație de valorificare a energiei și reciclare a materialului se numește "co-procesare".
- Reciclarea materialului se produce, de asemenea și când se fabrică cimentul. Aici, înlocuim o parte din clincher cu subproduse ale altor industrii. Un exemplu este cenușa zburătoare de la arderea cărbunelui.
- La fabricarea betonului, reciclarea materialului se produce, de asemenea, grație utilizării agregatelor reciclate.
- Betonul nu este doar un material de construcție durabil, ci este și 100% reciclabil. La sfârșitul ciclului său de viață, betonul poate fi reciclat fie înapoi în beton ca agregate reciclate, fie în alte aplicații (ca bază pentru drumuri de exemplu).

Pe tot parcursul de viață al betonului, de la fabricarea și arderea clincherului, măcinarea cimentului cu adaosuri și până la beton ca produs final, acesta este perfect înscris în conceptul Economiei Circulare.

throughout their life cycle:

- The raw materials used to produce cement and concrete, primarily limestone and aggregates, are abundantly available.
- When manufacturing clinker, the cement industry is able to use waste as a fuel instead of coal and petcoke. At the same time, the mineral content of waste is recycled as a raw material. In the cement industry, we refer to this combination of energy recovery and material recycling as 'co-processing'.
- Material recycling also occurs when making cement. Here, we replace part of the clinker with by-products from other industries. One example is fly ash from coal combustion.
- In concrete production, material recycling also occurs, thanks to the use of recycled aggregates.
- Not only is concrete a durable construction material, it is also 100% recyclable. At the end of its life, concrete can be recycled either back into concrete as a recycled aggregate or into other applications (as a road base, for example).

Throughout the entire life cycle of the concrete, from the production and combustion of clinker, grinding cement with additions and up to concrete as a final product, all process is perfectly enrolled in the Circular Economy concept.

REFERENCES

1. xxx - European Commission – The Circular economy: Connecting, creating and conserving value (<http://www.eesc.europa.eu/resources/docs/the-circular-economy.pdf>)
2. xxx – CEMBUREAU - The Concrete Initiative (<http://www.theconcreteinitiative.eu/>)
3. <http://www.cembureau.eu/newsroom/article/cement-concrete-circular-economy> (accessed in 15 June, 2016)
4. xxx – CIROM estimates
5. xxx - CEMBUREAU- http://www.cembureau.be/sites/default/files/documents/2015-03-24_CEMBUREAU_FinalPublication_Co-processing.pdf
