

DETERMINAREA COSTURILOR DE PRODUCȚIE PENTRU AGREGATELE RECICLATE ȘI AGREGATELE NATURALE ȘI TEHNOLOGIA DE RECICLARE PRIN METODA ÎNCĂLZIRII ȘI MĂCINĂRII A BETONULUI PROVENIT DIN DEMOLĂRI

DUMITRACHE Ionuț, doctorand în cadrul Catedrei de Mașini de Construcții din UTCB
ing., Centrul de Cercetări Științifice Medico-Militare

Abstract : The present article gives us an overview on the aspects that could be taken in consideration when calculating the production costs for the recycled agregates and the natural ones and which of the two would be better to use in a given situation. In case of recycled agregate use, a rebar concrete recycling technology is presented in the article, technology which is to be called “HRM – HEATING AND RUBBING METHOD”

1. COSTURI DE PRODUCȚIE LA AGREGATE RECICALTE ȘI NATURALE

Se pot distinge patru grupe de costuri in cadrul procesului de extractie a agregatelor naturale : pentru extractia din cariera, pentru procesare, pentru transport intern si pentru transport pe santier. Aceste grupe de costuri se pot determina usor pentru ca atat extractia agregatelor cit si procesarea lor se face mecanizat.

Maschinele utilizate in acest scop si forta de lucru au preturi relativ fixe. De aici rezulta faptul ca pretul de baza pe unitatea de produs este fix. Transportul intern in cadrul tehnologiei de extractie a agregatelor creste pretul total de productie.

Pentru a face o comparatie corecta a costurilor celor doua tehnologii de obtinere a agregatelor pentru constructii (naturale si reciclate) este necesar sa adaugam costul de transport al agregatelor naturale la santierul in constructie. De observat faptul ca odata cu cresterea distantei dintre locul de extractie si procesare a agregatelor si santier, cu atat alegerea utilizarii agregatelor reciclate cu unitati mobile de recilclare este mai rationala.

Grupa costurilor care determina pretul unitar pentru reciclare este mai mare. Aceasta include operatii de tratare a deseurilor din demolari, de transport, de procesare, de control si depozitare.

Procesul de demolare trebuie atent evaluat. In tarile UE demolarea selectiva a atins costuri de 25% din valoarea noului proiect de constructie. In afara de asta, taxele pentru eliminarea deseurilor din demolari variaza intre 1,35 EURO si 14 EURO pe metru cub. Costurile pentru prepararea, productia, controlul si depozitarea agregatelor reciclate sunt aprox. 5,5 EURO pe metru cub. Faptul ca, in tarile UE legislatia este foarte restrictiva din punct de vedere al depozitarii deseurilor, cu sanctiuni severe referitoare la protectia mediului, face ca reciclarea molozului rezultat din demolari, sa fie competitiva.

In Europa, pe piata materialelor de constructii, agregatele naturale sunt inca preferate de catre constructorii in prepararea betoanelor dar, daca diferenta de pret este de 25% in favoarea agregatelor reciclate, constructorii le vor prefera pe acestea. In SUA problema este si mai „dura” in sensul ca materialele reciclate chiar daca indeplinesc conditii tehnice egale cu cele ale materialelor reciclate, trebuie totusi sa fie cu 50 % mai ieftine decat agregatele naturale pentru a fi preferate de catre constructorii. Un obstacol serios in calea utilizarii agregatelor reciclate este scepticismul legat de proprietatile tehnice oferite de catre agregatele reciclate. Acest scepticism se datoreaza lipsei de experienta in utilizarea acestui tip de agregate, chiar daca testele de laborator arata ca proprietatile fizice si tehnice ale agregatelor reciclate nu sunt inferioare agregatelor naturale. Companiile de constructii nu au dovezi pana la momentul de fata ca, pe termen lung, structurile ridicate utilizand agregate reciclate sunt destul de durabile si rezistente din punct de vedere mecanic.

Mai exista de asemenea niste costuri aditionale atunci cand pentru prepararea de betoane sunt utilizate agregate reciclate si anume costurile legate de utilizarea de aditivi chimici, cresterea procentului de ciment in amestec si tratamentul mai complicat al betonului preparat. Cu toate acestea, utilizarea de agregate reciclate este o afacere profitabila in majoritatea tarilor.

Relatia dintre preturile agregatelor reciclate si cele naturale in citeva tari europene este aratata in tabelul 1. Eficienta economica a utilizarii agregatelor reciclate poate fi determinata doar in urma analizei pretului de productie a agregatelor naturale si a agregatelor reciclate cat si a relatiei dintre cele doua categorii. Utilizarea de agregate reciclate trebuie precedata de prognoze legate de volumul de deseuri de constructii, preturile pietei, costuri operationale ale centrelor de reciclare atat mobile cat si stationare, dar si de legislatia in vigoare, care reglementeaza aspectele ecologice intr-o anumita zona.

Cresterea volumului deseurilor de constructii pe viitor, luand in calcul si continua expansiune in domeniul constructiilor, va duce la o utilizare mai deplina a acestui tip de material si in paralel la o scadere a costului acestuia.

Tabelul 1

Tară	1	2	3
Franța	4.4-9.0	3.6-6.5	1.2-1.4
Spania	3.0	6.0-14.4	0.5-0.2
Belgia	2.4-7.2	2.4-10.8	1.0-0.7
Anglia	3.3-8.4	4.4-15.2	0.5-0.6
Germania	4.8-8.4	6.5-8.8	0.7-0.95
Olanda	8.7	11.4	0.76

Unde :

- 1- pretul mediu de vnzare pentru agregatele reciclate
- 2- pretul mediu de vnzare pentru agregatele naturale
- 3- raportul preturilor medii

Preturile sunt exprimate in EURO/m³

2. PROCESUL DE PRODUCȚIE A AGREGATELOR REICLATE DE ÎNALTĂ CALITATE

In viitorul apropiat, o cantitate importanta de beton provenita de la constructiile realizate in anii 50 si 60 vor ajunge la perioada limita de utilizare, astfel incit se profileaza o crestere rapida a ratei de demolare, fapt datorat si uzurii morale a anumitor constructii.

In articolul publicat pe internet de catre Hirokazu Shima in ianuarie 2005 denumit „ An advanced Concrete Recycling Technology and its Applicability Assessment through Input-Output Analysis „, se propune o tehnologie de realizare a agregatelor de calitate superioara obtinute din procesul de demolare utilizind metoda incalzirii si rostogolirii (HRM – HEATING AND RUBBING METHOD). Cu aceasta tehnologie, agregatele pot fi reciclate ca materie prima pentru beton gata preparat, in timp ce partea fina este folosita ca materie prima pentru ciment (fig. 1)

In cadrul tehnologiei de reciclare a betonului prin metoda incalzirii si macinarii, atunci cand betonul este incalzit la aproximativ 300°C, pasta de ciment trece printr-un proces de fragilizare prin deshidratare si devine casanta. Pentru a detasa cimentul de pe suprafata agregatelor, betonul incalzit este curatat in interiorul unei mori cu bile.

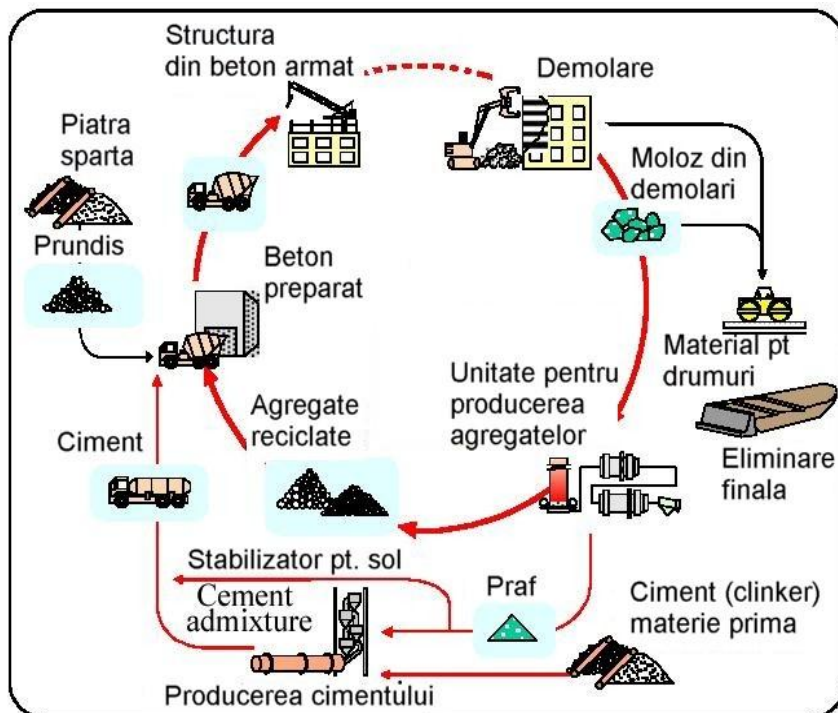


Fig. 1. Fluxul tehnologic al reciclarii betonului

Figura 2 prezinta efectul temperaturii de incalzire asupra calitatii agregatelor brute (neprelucrate) tratate utilizand metoda incalzirii si curatarii.

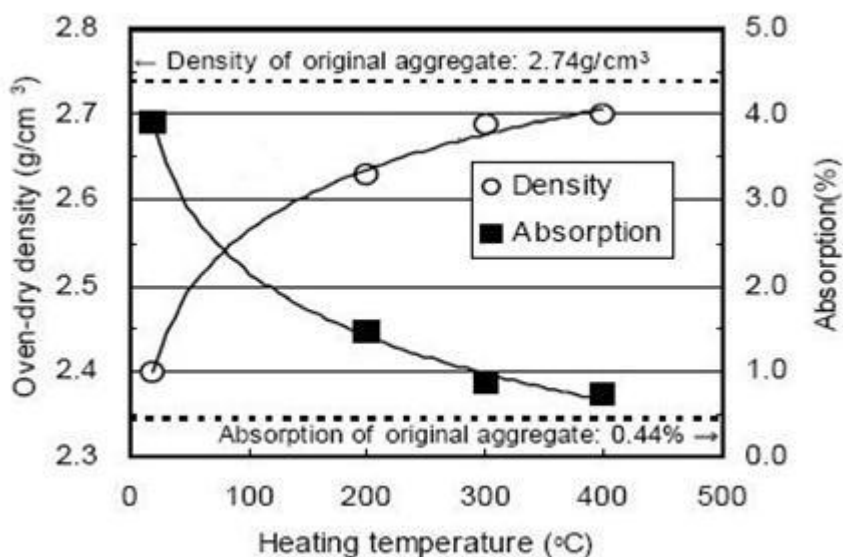


Fig. 2. Efectul temperaturii de incalzire asupra calitatii agregatelor reciclate

Procesul de dezhidratare al pastei de ciment este complet la o temperatura de aproximativ 300°C. Din acest motiv temperatura de 300°C este aleasa ca temperatura de incalzire. Experimental s-a demonstrat, prin analizarea modificarilor densitatii, ca incalzite pana la 500°C agregatele nu sufera deteriorari (Koga 1997).

Figura 3 reprezinta graficul functiei densitate – absorbtie a agregatelor brute pentru reciclare uscate in cuptor si gradul de recuperare a agregatelor „initiale” pe fiecare nivel de calitate.

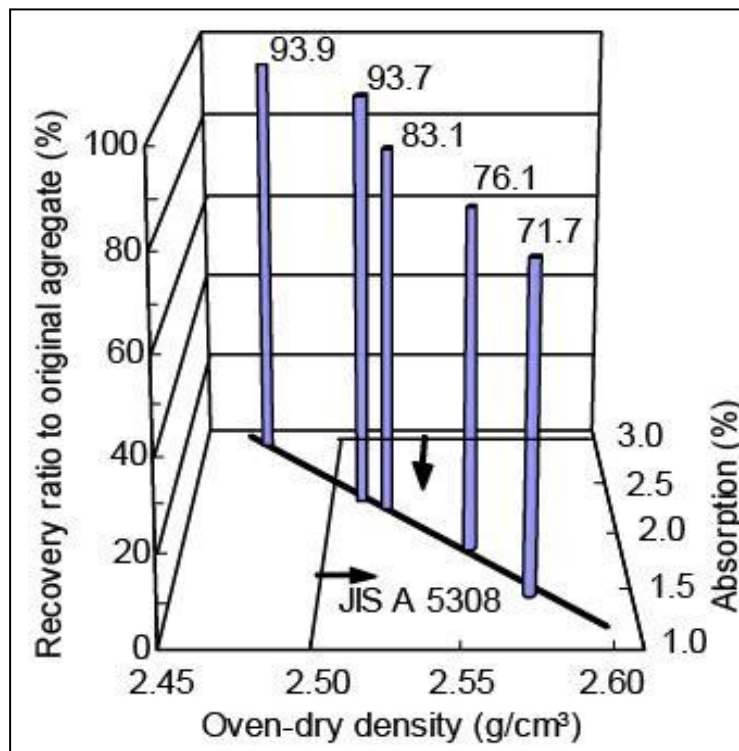


Fig. 3. Dependenta dintre densitate, absorbtie si rata de recuperare pe fiecare nivel de calitate a agregatelor tratate in cuptor

Gradul de curatare variaza functie de modificarile aduse in cantitatea de bile utilizate sau la viteza de rotatie a morii. Exista o relatie de linearitate intre densitate si absorbtie. Rata de recuperare scade odata cu cresterea densitatii si absorbtia scade. Asta indica faptul ca cantitatea de liant sau ciment ce determina calitatea agregatelor variaza functie de gradul de curatare.

Calitatea agregatelor poate fi controlata modificand cantitatea de bile utilizate sau viteza de rotatie a morii.

Rezultatele testelor de recuperare a agregatelor, utilizand aparatura de laborator si masina pilot de 300 kg/h, arata ca atat agregatele brute cat si cele fine ce intrunesc normele si prescriptiile agregatelor normale conform JIS A5308 (Japanese Industrial Standard) pot fi recuperate cu o rata ridicata.

Avand la baza aceste rezultate a fost dezvoltata o unitate mobila de recilare a deseurilor de constructii rezultate din beton si obtinerea de agregate reciclate de calitate inalta. Unitatea mobila de reciclare poarta numele de **Shima 2000** si are o capacitate de 5 tone / ora. Unitatea este compusa din 20 de subunitati portabile. Subunitatile pot fi demontate pentru a facilita procesul de transport pe trailer si remontate pe amplasamentul unde s-a stabilit a se crea un centru de colectare a betonului rezultat din demolari.



Fig. 4. Unitate mobila de reciclare a deseurilor de constructii rezultate din beton (vedere de ansamblu)

Figura 5. reprezinta fluxul tehnologic al obtinerii agregatelor de calitate superioara.

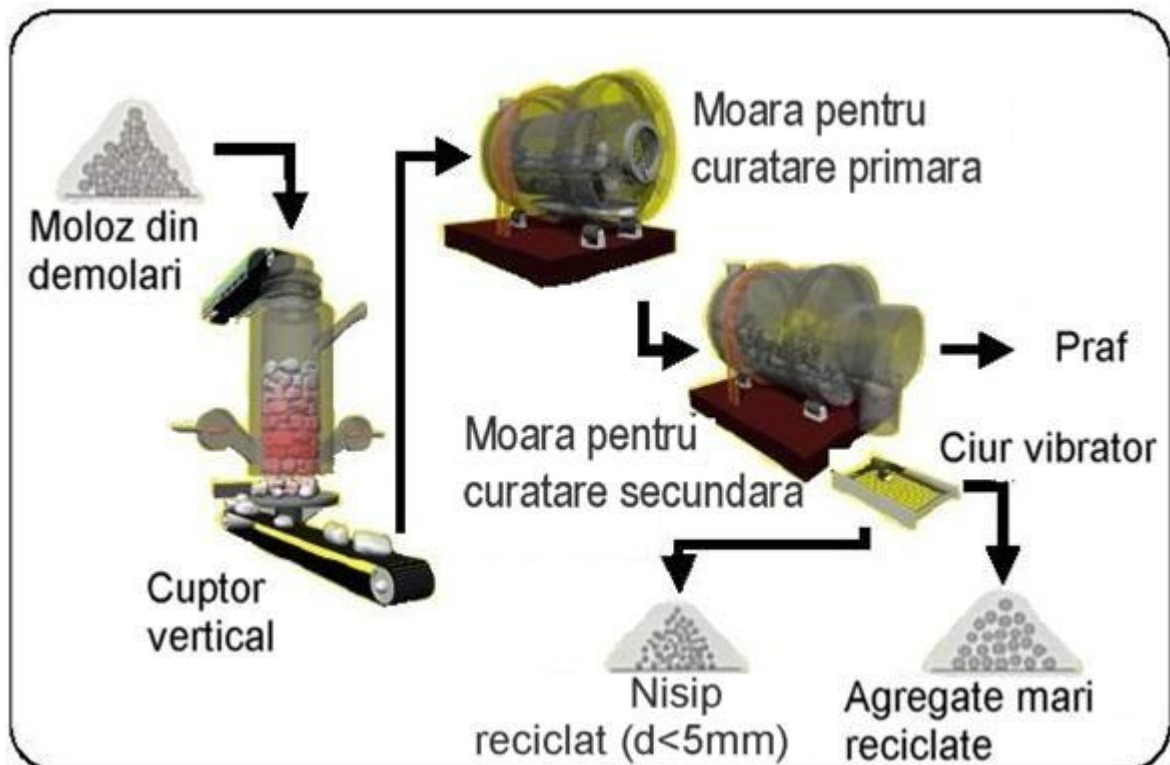


Fig. 5. Fluxul tehnologic de obtinere a agregatelor reciclate de calitate

Procesul tehnologic pentru recuperare a agregatelor initiale din molozul de beton este urmatorul : Molozul rezultat in urma demolarii cu dimensiuni sub 50mm este incalzit la 300°C intr-un furnal vertical ce functioneaza cu kerosen. Betonul astfel incalzit este trimis catre primul echipament tip moara cilindrica orizontala. Aici, betonul incins este curatat de pasta de beton cu ajutorul unor bile din otel, iar procentul de mortar rezultat este evacuat prin sita cilindrului, crescand astfel eficienta fenomenului de frecare. Apoi, agregatele mari si mortarul detasat anterior sunt introduse in a doua moara unde materialul aderent este separat de pe granulele de agregat. Tot materialul din moara secundara alimenteaza un ciur vibrator cu sita de 5mm. Praful generat in moara secundara este preluat de un sistem de aspiratie si colectat in saci. Procentele medii de recuperare a agregatelor din betonul initial sunt: 35% agregat mare, 30% agregat fin, 35% praf.

In urma rezultatelor obtinute utilizand unitatea mobila de reciclare a betonului Shima 2000, mentionata anterior, a fost proiectata si construita o varianta cu o capacitate mai mare si o productivitate de 10 tone/ora ce a fost utilizata cu succes in cazul a doua proiecte de reconstrucie de scara mare.

3. CALITATEA AGREGATELOR RECICLATE ȘI A BETONULUI REZULTAT

Calitatea agregatelor reciclate utilizand metoda incalzirii si macinarii (HRM – heating and rubbing method) intruneste standardul JIS A 5308. Performantele betonului realizat din agregate reciclate obtinute prin metoda incalzirii si macinarii sunt comparabile cu cele ale betonului realizat din agregate naturale dupa cum o arata o serie de teste realizate in anul 2001 (Tateyashiki). Mai mult, agregatele obtinute au fost utilizate la constructia mai multor cladiri. In aceste cazuri, proprietatile de rezistenta si durabilitate s-au dovedit a fi la fel cu cele rezultate in urma folosirii betonului realizat din agregate naturale, dar si proprietati cum ar fi pompabilitatea si lucrabilitatea s-au dovedit a fi satisfacatoare (Kuroda 2001-2002 ; Nakato 2001).

4. UTILIZAREA AGREGATULUI FIN (PUDRĂ) REZULTAT

Au fost examinate proprietatile agregatului fin (pudra) obtinut prin metoda incalzirii si macinarii (HRM) si s-a dovedit ca abilitatea acestuia de a absorbi apa il recomanda pe post de stabilizator de sol (Shima - 2004)

5. PROTEJAREA MEDIULUI UTILIZÂND AGREGATE RECILATE PRIN METODA ÎNCĂLZIRII ȘI MĂCINĂRII

Metoda incalzirii si macinarii utilizeaza o cantitate considerabila de energie pentru a incalzi si curata betonul dar are si avantajul utilizarii agregatului fin (pudra) pe post de stabilizator de sol cat si pe post de materie prima in fabricarea cimentului.

In cazul 1-1 este analizata utilizarea agregatului fin ca stabilizator de sol. Cazul 1-2 analizeaza utilizarea agregatului fin ca materie prima pentru fabricarea cimentului. Cazul 2 analizeaza productia de piatra sparta, agregat cel mai des utilizat.

Rezultatul acestei analize comparative intre cele 3 cazuri enumerate anterior este evidentiat in tabelul 11.4.1

In cazurile 1-1 si 1-2 emisiile de CO₂ au un rezultat „negativ” deoarece avem o reducere de CO₂ la fabricarea de ciment utilizand agregatul fin obtinut prin metoda incalzirii si macinarii (HRM – heating and rubbing method), reducere ce depaseste cantitatea de CO₂ produsa in procesul de reciclare si de obtinere a agregatului fin (pudra).

In cazul 2 emisiile de CO₂ au o valoare destul de mica dar totusi pozitiva. Astfel aceasta metoda se dovedeste a fi o metoda eficace si o metoda de reducere a emisiilor de CO₂ fiind o solutie „prietenoasa” din punct de vedere al protectiei mediului inconjurator.

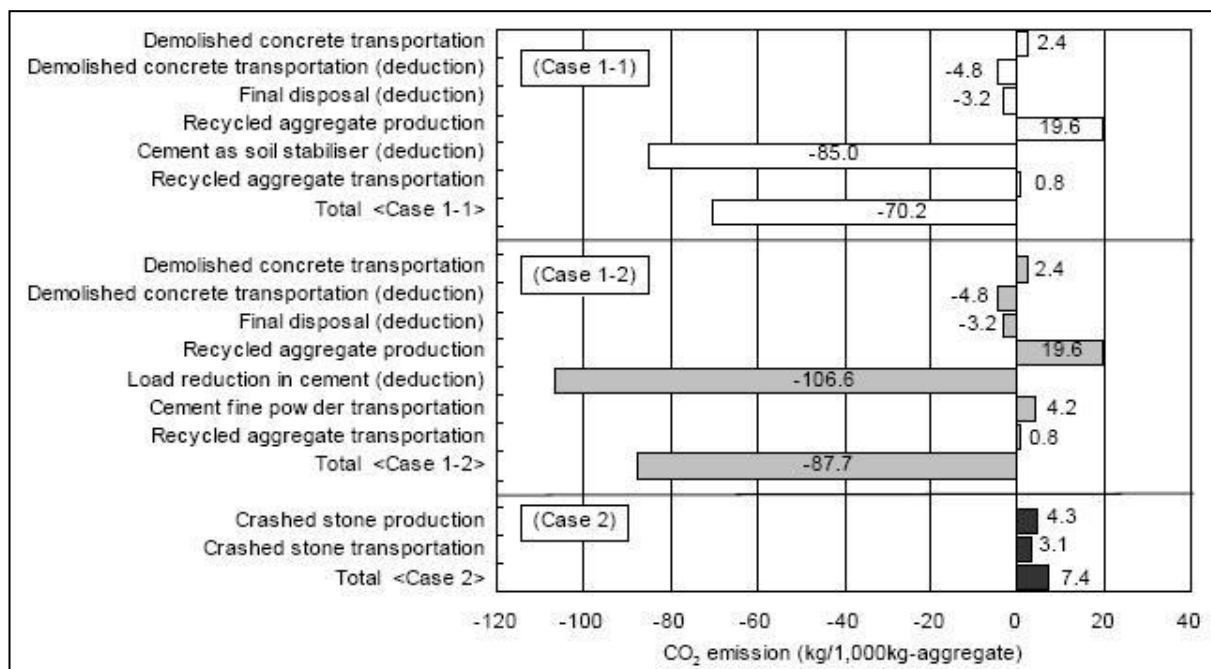


Fig. 6. Diagrama comparativa a emisiilor de CO₂

6. CONCLUZII

Costurile de productie pentru agregatele reciclate cat si pentru agregatele naturale au fost grupate. In articol este exprimat raportul dintre costurile celor doua tipuri de agregate pentru cateva tari din cadrul Uniunii Europene.

Reciclarea si reutilizarea deseurilor din demolare se dovedeste a fi o masura eficienta care permite ameliorarea problemei depozitarii deseurilor.

Demolarea cladirilor a evoluat si poate promova principiul reciclarii si reutilizarii materialelor rezultate in urma demolarii. Din punct de vedere al protectiei mediului, re folosirea materialelor dupa demolare permite industriei sa sustina furnizarea proprie cu material, in acelasi timp inregistrandu-se o scadere a consumului de resurse naturale.

In lucrare a fost prezentat fluxul tehnologic al reciclarii betonului prin metoda incalzirii si macinarii. S-a evidentiat eficienta tehnologiei de reciclare a betonului prin metoda sus amintita din punct de vedere al emisiilor de CO₂, consumul de energie in cadrul industriei fiind de asemenea moderat.

BIBLIOGRAFIE

[1] De Pauw C., Reuse of building materials and disposal of structural waste material, RILEM report 9: Disaster Planning, Structural Assessment, Demolition and Recycling, edited by C. De Pauw Et E. Lauritzen, publ. by E&FN SPON, London, 1994.

[2] Dumitrache Mihai, Peicu Radu Adrian - Masini pentru Demolare si Consideratii Asupra Dimensionarii Acestora si a Oportunitatilor Tehnologice, UTCB 2007

- [3] *Hansen T. C.*, - Recycling of Demolished Concrete and Masonry, RILEM Report of Technical Committee 37-DRC (Demolition and Recycling of Concrete), RILEM Report 6, published by E&FN SPON, London, 1992
- [4] *Morel A., Gallis, J. L.* Development of demolition material recycling in France and Spain. *Proc. of the Int. recycling Congress ReC'93*, vol. III, January 19-22, Geneva, Switzerland, 1993
- [5] *Shima, H., Nakato, T.*, - New technology for recovering high quality aggregate from demolished concrete, Niigata, Japan, 2003
- [6] *Shima, H.*, - An advanced Concrete Recycling Technology and its Applicability Assessment through Input-Output Analysis, Niigata, Japan, 2005
- [7] *Sung Kin Pun, Chunlu Liu* - Promoting the reuse and recycling of building demolition materials, Deakin University, Geelong, Australia; Nagoya University, Nagoya, Japan, 2006
- [8] *** - Remote Control Concrete Demolition System, U.S. Department of Energy Office of Environmental Management, Office of Science and Technology, 1998
- [9] http://www.kobelco.co.jp/index_e_wi.htm
- [10] <http://www.state.ak.us/dec/deh/solidwaste>
- [11] <http://www.state.ak.us/dec/dawq/aqi/openburn.htm>
- [12] <http://www.epa.gov>