

CONSIDERAȚII PRIVIND CONSTRUCȚIA ȘI CALCULUL ECHIPAMENTELOR DE LUCRU PREVĂZUTE CU LANȚ PORT-DINȚI PENTRU EXTRAGEREA MATERIALULUI PRISMEI DE BALASTAREⁱ

CONSIDERATIONS ON THE CONSTRUCTION AND THE CALCULUS OF UNDERCUTTING APPARATUS FOR REMOVING BALLAST FROM BENEATH RAILROAD TRACK

Aurelian GAIDOȘ

Conf. univ. dr. ing, Facultatea de Utilaj Tehnologic, Departamentul de Mașini de Construcții și Mecatronică (DMCM) Universitatea Tehnică de Construcții din București
B-dul Lacul Tei 124, 020396, București, Romania
e-mail: gaidos_utcb@yahoo.com

Rezumat. Patul de balast reprezintă elementul de legătură între traverse și infrastructura căii ferate. În timpul exploatării căii ferate materialul de balastare (piatra spartă) se colmatează. Pentru refacerea proprietăților de elasticitate și de drenare, precum și a rezistenței la forfecare a prisme de balastare este necesară înlocuirea totală sau parțială a acesteia cu material nou.

Acest articol se referă la echipamentele de lucru cu lanț port-dinți, care pot fi prinse articulat la excavatoare sau pot fi integrate în mașini combinate de cale. Aceste echipamente sunt utilizate la lucrări de construcții și de întreținere a căii ferate pentru îndepărtarea materialului colmatat al prisme de balastare, fără demontarea liniei.

Cuvinte cheie: cale ferată; prisma de balastare; lanț port-dinți; mașini combinate

Abstract. The ballast bed fulfills important functions as the binding element between sleepers and substructure. Fouling increases over the years for various reasons. When the necessary good functioning is no longer assured, ballast bed cleaning must be performed. In this case the ballast must be removed and the ballasting must be done a new to get the track in the right position. Using ballast bed cleaning machines the ballast can be cleaned without dismantling the track.

This article relates to undercutting apparatuses used in railroad construction and maintenance for removing ballast from beneath ties.

Keywords: railroad; ballast bed cleaning machines; undercutting apparatuses

1. INTRODUCERE

Prisma de balastare este partea componentă a suprastructurii căii alcătuită, de regulă, din piatră spartă. Pentru refacerea proprietăților de elasticitate și de drenare, precum și a rezistenței la forfecare a prisme de balastare este necesară înlocuirea totală sau parțială a acesteia cu material nou.

În figura 1 [3] se prezintă cele trei stadii specifice ale materialului de balastare în timpul exploatării căii.

ⁱComunicare prezentată la cel de-al XXI –lea Simpozion National de Utilaje pentru Constructii (SINUC), București, 10-11 decembrie 2015

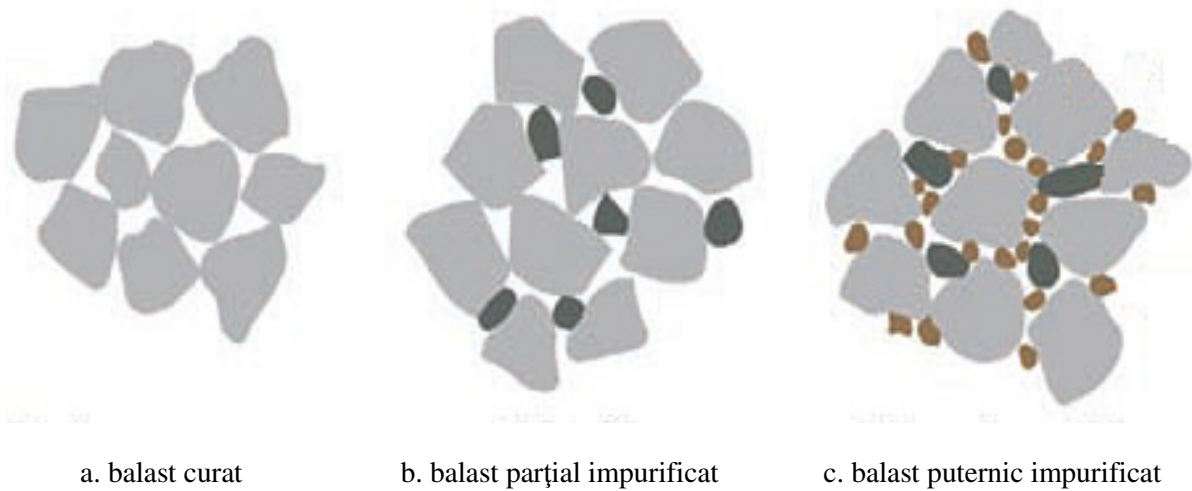


Fig. 1. Stadii specifice ale materialului prisme de balastare în timpul exploatării căii

Pentru înlocuirea materialului prisme de balastare este necesară dislocarea pietrei sparte din cale și evacuarea acestuia în afara zonei adiacente liniei sau încărcarea ei în vagoane specializate.

Din grupa echipamentelor de lucru specializate pentru operația de extragere a materialului prisme de balastare fac parte echipamentele de lucru prevăzute cu lanțuri port-dinți și raclete pentru dislocarea și transportul materialului prisme de balastare de sub șine și traverse. Echipamentul de lucru poate fi prins articulat la excavatoare sau poate fi integrat în mașini combinate de cale.

În cadrul acestui articol se fac referiri asupra echipamentelor tehnologice la care organele de lucru, prevăzute cu lanțuri port-dinți de scarificare și raclete, dislocă (extrag) materialul colmatat al prisme de balastare de sub șine și traverse.

2. ASPECTE CONSTRUCTIVE ALE ECHIPAMENTELOR DE LUCRU PREVĂZUTE CU LANȚ PORT-DINȚI ATAȘATE LA EXCAVATOARE PENTRU EXTRAGEREA MATERIALULUI PRISMEI DE BALASTARE

În prezent mai multe firme produc echipamente pentru extragerea pietrei sparte din cale [10,11,12 și 13]. Aceste echipamente de lucru specializate cu acțiune continuă sunt prevăzute cu lanț pe care se fixează dinții și racletele. Echipamentele sunt atașate la utilaje de construcții de uz general de tipul excavatoarelor (fig. 2), fiind constituite în principal din corpul echipamentului de lucru prins articulat la manerul mașinii de bază, care este prevăzut cu mecanisme de manevrare a cadrului (brațului), braț ce este prevăzut cu un lanț pe care se fixează dinții și racletele. În acest caz funcția de săpare (dislocare) este realizată de dinți, iar funcția de transport de raclete. Folosind viteze mai mari la lanț, racletele se pot elimina (vezi fig.2), dinții montați pe suportți de construcție specială îndeplinesc atât funcția de săpare, cât și funcția de transport a materialului prisme de balastare. Cadrul port-lanț se poate roti atât în plan orizontal cu 180°(360°), cât și în plan vertical (fig. 3, a și b).

Considerații privind construcția și calculul echipamentelor de lucru prevăzute cu lanț port-dinți pentru extragerea materialului prisme de balastare



Fig.2 Mașină de bază (excavator) prevăzută cu echipament de lucru tip lanț port-dinți
1 - excavator; 2 - corpul echipamentului; 3 - cadru (brat) de excavare cu lanț port-dinți

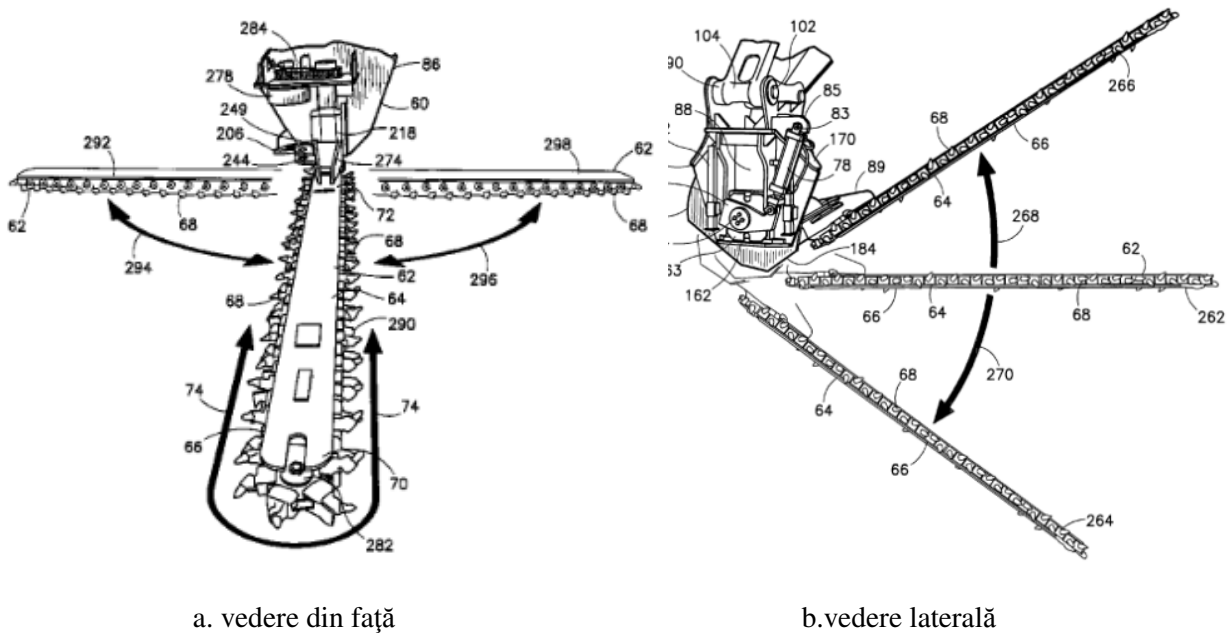


Fig. 3. Echipament pentru extragerea pietrei sparte prevăzută cu lanț port-dinți [7]

Excavatoarele cu lanțuri port-dinți pot lucra atât în aliniament, curbe, cât și în zona aparatelor de cale. În zona de lucru se pot poziționa atât pe panoul de cale, cât lateral față de cale (fig. 4, *a* și *b*). În unele cazuri excavatoarele au posibilitatea de deplasare drum-cale (fig. 5, vezi și fig. 2).



a.pe panoul de cale



b.lateral față de linia de cale ferata

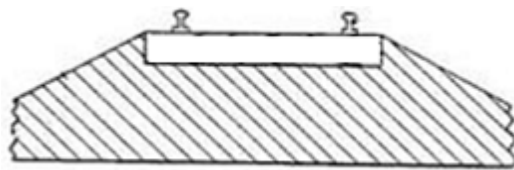
Fig. 4. Poziționarea în lucru a mașinii de bază față de calea ferată



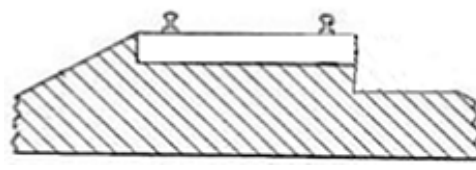
Fig. 5. Excavator prevăzut cu sisteme de deplasare “drum-cale”

Considerații privind construcția și calculul echipamentelor de lucru prevăzute cu lanț port-dinți pentru extragerea materialului prisme de balastare

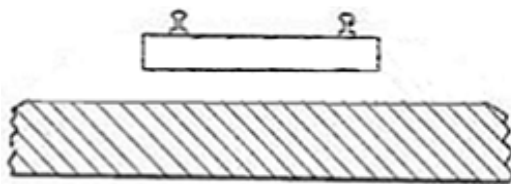
În figura 6 se prezintă calea ferată în diferitele etape principale ale procesului tehnologic de lucru, având în vedere extragerea materialului de balastare utilizând mașini uzuale de construcții la care sunt dispuse articulat echipamente cu lanțuri cu dinți.



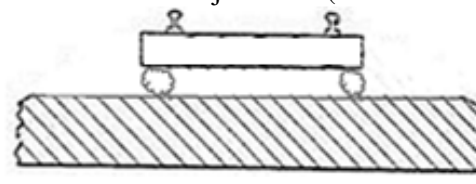
a. calea înainte de fi lucrată



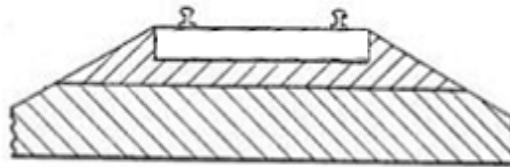
b. excavarea zonei de la capetele traverselor folosind utilaje uzuale (ex. excavatoare)



c. extragerea materialului uzat din prisma de balastare (extragerea balastului se face prin combinarea mișcării lanțului cu raclete cu mișcarea de avans a mașinii de bază), urmând ca materialul dislocat să fie încărcat și transportat în afara zonei adiacente căii ferate



d. ridicarea și respectiv sprijinirea liniei



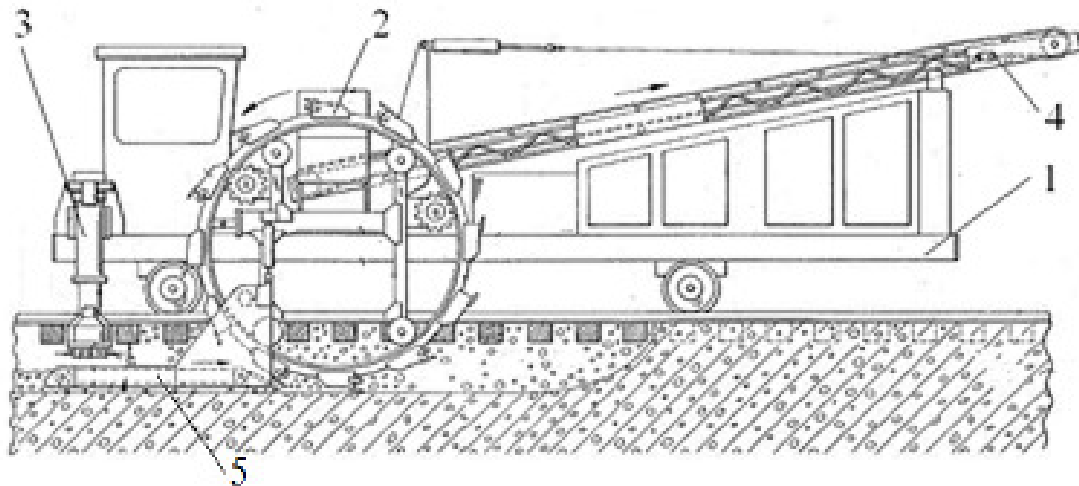
e. balastarea căii se face direct prin bascularea pietrei sparte din mijloace de transport auto (vezi și fig.2) sau utilizând încărcătoare frontale cu o cupă și excavatoare

Fig.6 Stadii specifice procesului tehnologic de lucru având în vedere utilizarea excavatorului cu lanțuri port-dinți și raclete

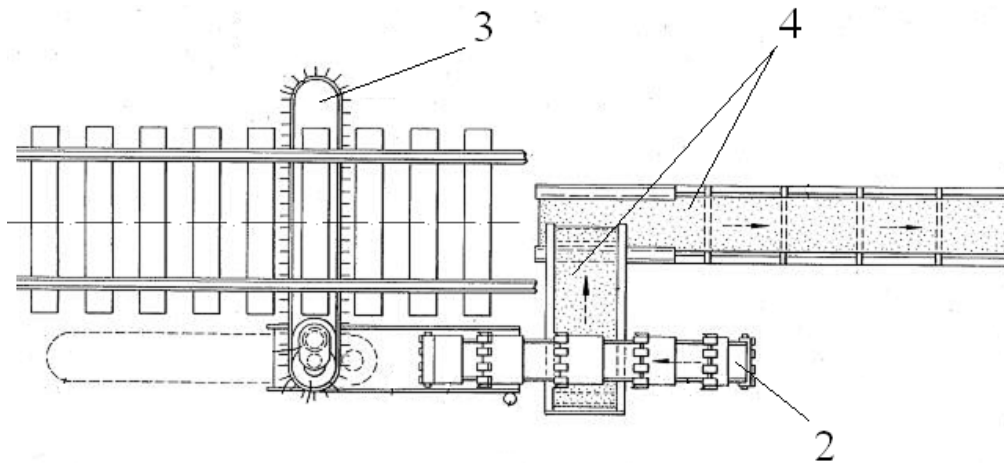
3. ASPECTE CONSTRUCTIVE ALE MAȘINILOR COMBinate PENTRU EXTRAGEREA MATERIALULUI PRISMEI DE BALASTARE PREVĂZUTE CU ECHIPAMENTE DE LUCRU TIP LANȚ PORT-DINȚI ȘI ROATĂ PORT-CUPE

Un loc aparte în construcția mașinilor de cale îl ocupă mașinile combinate. Acestea înglobează mai multe echipamente de lucru. Dintre cele mai utilizate mașini combinate de cale sunt mașinile de extras (săpat) materialului prisme de balastare pe întreaga lățime a căii.

O soluție tehnică originală, susținută printr-un brevet de invenție [9], din gama mașinilor pentru extragerea și prelucrarea balastului prevăzute cu echipamente de lucru cu roată port-cupe pentru lucru la capetele traverselor și cu echipamente de excavare lanțuri port-cuțite pentru lucru sub traverse, este prezentată în figura 7 a și b.



a. vedere laterală



b. vedere in plan

Fig.7 Mașina combinată de cale pentru extragerea materialului prismei de balastare
 1 - șasiu; 2 - roată port-cupe; 3 - echipament de excavare cu acțiune continuă cu lanț port-dinți și
 raclete; 4 - transportor cu bandă; 5 - transportor-alimentator roată port-cupe

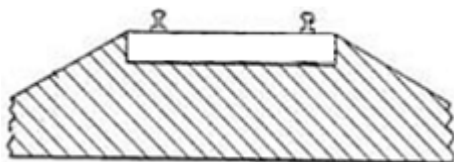
Schema din figura 7 stă la baza soluției constructive a mașinii de curățat piatra spartă pe întreaga lățime a căii, de tip KSU 300 (fig.8), produsă de firma Knox Kershaw Inc. [13], care realizează atât dislocarea, cât și ridicarea materialului de balastare și evacuarea acestuia în afara căii. Mașina este prevăzută cu un singur rotor (roata) cu un diametru de 3500 mm. La roată sunt dispuse 15 cupe cu dinți de scarificare, cu lățimea de 508 mm. Adâncimea maximă de săpare măsurată de la ciuperca șinei este în acest caz de 1143 mm. Echipamentul de excavare cu acțiune continuă cu lanț port-dinți este dispus în spatele rotorului, având lungimi de 4 – 5 m fiind special proiectat pentru a lucra și în zona aparatelor de cale. Materialul dislocat de sub traverse este preluat de un transportor elicoidal și adus în zona de încărcare a cupelor. Materialul excavat și apoi ridicat este preluat de transportoarele 4 și descărcat în vagoane specializate sau evacuat în afara căii, la distanțe de până la 9 m de axa căii (vezi fig.7).

Considerații privind construcția și calculul echipamentelor de lucru prevăzute cu lanț port-dinți pentru extragerea materialului prisme de balastare

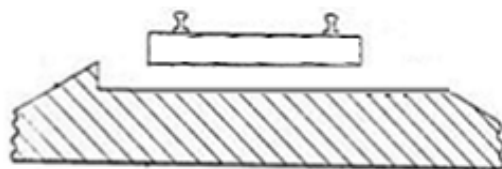


Fig.8 Mașina combinată pentru extragerea în totalitate a materialul prisme de balastare, tip KSU 300 Switch Undercutter, produsă de firma Knox Kershaw Inc.

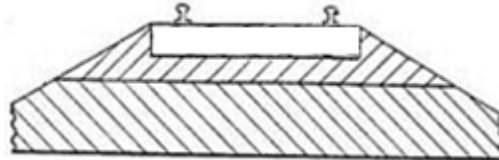
În figura 9 se prezintă calea ferată în diferitele stadii specifice procesului tehnologic de lucru având în vedere utilizarea utilajului prevăzut atât cu echipamente de lucru cu roată port-cupe, cât și cu echipamente de excavare tip lanțuri port-cuțite.



a. calea înainte de fi lucrată



b. excavarea și ridicarea (extragerea balastului se face prin combinarea mișcării lanțului port-dinți și raclete cu mișcarea de rotație a roții portcupe, care dislocă și ridică balastului, cu mișcarea de avans a mașinii de bază) din cale a materialului de uzat



c. balastarea căii

Fig.9 Fazele principale ale procesului tehnologic de lucru având în vedere utilizarea masinilor combinate de tip KSU 300

4. ASPECTE PRIVIND DETERMINAREA UNOR PARAMETRI DE SĂPARE AI ECHIPAMENTELOR DE LUCRU PREVĂZUTE CU LANȚ PORT-DINȚI

Productivitatea teoretică P_t exprimată volumetric în unități fizice pe oră este dată de formula:

$$P_t = A \cdot v_a \text{ [m}^3\text{/ora]} \quad (1)$$

în care A este aria zonei de excavare ($A=BH$), în m^2 ; v_a – viteza de deplasare în lucru a mașinii, în m /ora. Astfel, rezultă relația vitezei de avans, va fi :

$$v_a = \frac{P_t}{B \cdot H} \text{ [m/ora]} \quad (2)$$

în care B este lățimea excavării, în m ; H - înălțimea zonei excavate, în m .

Din condiția ca un raclete transportă la capătul traverselor un anumit volum V_r de material uzat rezultă [5]:

$$P_t = 60 \cdot V_r \cdot z \text{ [m}^3\text{/ora]} \quad (3)$$

în care z reprezintă numărul de raclete (dinți) care excavează într-un minut.

Dar z poate fi determinat și cu relația:

$$z = \frac{60 \cdot v_l}{p} \quad (4)$$

în care v_l este viteza lanțurilor port-raclete, în m/s , iar p – pasul racletelor.

Înlocuind relația (4) în (3) se obține valoarea vitezei lanțurilor v_l în funcție de productivitatea P_t :

$$v_l = \frac{P_t}{3600 \cdot V_r \cdot p} \text{ [m/s]} \quad (5)$$

Sau relația de legătură dintre viteze,

$$v_l = \frac{v_a \cdot B \cdot H}{3600 \cdot V_r \cdot p} \text{ [m/s]} \quad (6)$$

Volumul prisme de material uzat V_r se calculează cu relația [5]:

$$V_r = \frac{a^2 \cdot B \cdot \operatorname{tg}(\varphi + 90^\circ - \theta)}{2 \cdot k_a} \text{ [m}^3\text{]} \quad (7)$$

în care a este înălțimea racletei, în m ; θ – unghiul de înclinare a traiectoriei de săpare; φ – unghiul de înclinare a prisme de material din fața racletei cu orizontala.

Considerații privind construcția și calculul echipamentelor de lucru prevăzute cu lanț port-dinți pentru extragerea materialului prisme de balastare

Adâncimea de pătrundere a racletei în materialul prisme de balastare h determinată din condiția de evacuare a acesteia, va fi [5]:

$$h = \frac{v_d}{60 \cdot z} \sin \theta = \frac{v_d \cdot P}{3600 \cdot v_l} \quad [\text{m}]. \quad (8)$$

5. CONCLUZII

Pentru înlocuirea materialului uzat al prisme de balastare, când este necesară dislocarea pietrei sparte din cale și evacuarea acesteia în afara zonei adiacente liniei, se recomandă folosirea utilajelor la care echipamentul de lucru este prevăzut cu lanțuri port-dinți de scarificare și raclete.

Studiul teoretic al săpării (dislocării) materialului colmatat al prisme de balastare comportă abordarea mai multor aspecte. În primul rând trebuie cunoscută comportarea pietrei sparte colmatate la dislocare. Acest lucru este posibil atât prin cunoașterea proprietăților fizico-mecanice ale materialului colmatat al prisme de balastare, prin cunoașterea parametrilor constructivi ai organului de dislocare tip lanț prevăzut cu dinți și raclete, a regimului de lucru și a modului în care se execută dislocarea.

La mașinile combinate este necesară stabilirea corelației între productivitatea lanțului cu dinți și raclete cu productivitatea transportorului elicoidal și respectiv cu productivitatea excavatorului cu roată port-cupe. Se menționează de asemenea, atenția care trebuie acordată corelării productivității excavatorului cu roată port-cupe cu productivitatea benzilor transportoare (productivitatea transportorului se ia cu cel puțin 20% mai mare decât cea a echipamentului de săpat). Interesează în aceeași măsură dependența productivității echipamentului conducător, excavatorul cu lanț, dinți și raclete, de viteza de deplasare a mașinii în timpul lucrului.

BIBLIOGRAFIE

1. **Clasen, D., Balderson, S., Fechter, H.** *Undercutter device*, Patent no. US 8,904,676 B2, 2014
2. **Gaidoș, A.** *Stadiul actual în domeniul mașinilor de curățare prin ciuruire a prisme de balastare*, Al XVII-lea Simpozion Național de Utilaje pentru Construcții, U.T.C.B., București, 22–23 decembrie 2011, ISBN 978-973-100-195-1
3. **Gaidoș, A.** *Considerații privind principalii parametri ai mașinilor de cale cu roată pentru extragerea materialului prisme de balastare la capătul traverselor*, Al XVII-lea Simpozion Național de Utilaje pentru Construcții, U.T.C.B., București, 22-23 decembrie 2011, ISBN 978-973-100-195-1
4. **Hall, R.** *Railway ballastexcavator having inclined portion*, Patent no. US 2006/0096131 A1, 2006
5. **Mihăilescu, Șt., s.a.** *Mașini de construcții*, Editura tehnică, București, 1985
6. **Peppin, R., A.** *Apparatus for removing ballast from beneath a railway track*, Patent no. US 3436848, 1969
7. **Pike, L., G., Pike, G., D., Holman, L., C.** *Off-track railroad track undercutter apparatus*, Patent no. US 7481168 B2, 2009

8. **Zafiu, Gh., P.,
Gaidos, A.** *Ingineria și managementul resurselor tehnologice în construcții*, Editura MATRIX ROM, București, 2001
9. **Whitaker, J., B.** *Apparatus for removing ballast from beneath a railroad track*, Patent no. 4563826, 1986
10. * * * www.brandt.ca
11. * * * www.btequip.com
12. * * * www.dymaxrail.com
13. * * * www.knoxkershaw.com