

## CONSIDERATIONS ON THE ECOLOGICAL EFFECTS OF COMPUTATIONAL RESEARCH REGARDING THE CONSTRUCTION OF CASTINGS

## CONSIDERAȚII ASUPRA EFECTELOR ECOLOGICE ALE CERCETĂRILOR COMPUTAȚIONALE CU REFERIRE LA CONSTRUCȚIA PIESELOR TURNATE

Tiberiu LEHENE\*, Bianca Michaela SOPORAN

*Technical University of Cluj-Napoca, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Department Environmental Engineering and Sustainable Development Entrepreneurship, 103-105 Muncii Ave, Cluj-Napoca, Romania*

**Abstract:** This paper presents the analysis done by computational methods, for the solidification assets of adjacent areas intersections in "T" form in aluminum alloys casts. The main purpose is to observe the last solidification zone and the distance from the center of the intersection to the lower compactness zone. To obtain the results presented we performed simulations, using the program NovaFlow & Solid CV, for the alloy EN AC-Al Si7Mg solidification, for a batch of 168 "T" shaped intersections units, in total mass of 575 kg. Considering the large amount of alloy required for the experimental analysis and the implications of material and energy consumption, we have considered appropriate to choose the computational analysis of the process.

**Keywords:** aluminium alloy castings, computational research, ecology, energy efficiency, "T" intersections.

**Rezumat:** Lucrarea analizează, prin metoda computațională, succesiunea solidificării zonelor adiacente intersecțiilor în formă de "T" ale pieselor turnate din aliaje de aluminiu. Se urmărește astfel locul de amplasare a zonei de ultimă solidificare și distanța de la centrul intersecției la această zonă cu o compactitate inferioară. Pentru obținerea rezultatelor au fost efectuate simulări, folosind programul NovaFlow & CV, pentru solidificarea aliajului EN AC-Al Si7Mg, pentru un număr de 168 de piese în formă de intersecții "T", având masa totală 575 kg. Având în vedere cantitatea mare de aliaj necesară pentru turnare și consumul ridicat de energie necesar, s-a optat pentru analiza computațională a procesului.

**Cuvinte cheie:** piese turnate din aliaj de aluminiu, cercetare computațională, ecologie, eficiența energetică, intersecții în "T".

### 1. Introduction

In our days, technological preparation of castings takes new forms, the computer tools that optimize complex algorithmic structure of physical phenomena and technological processes have become efficient in terms of energy and material resources, as a result of the imposition of new structure design.

In this paper we present an effective method for designing and redesigning the castings using computational analysis of solidification.

Constructive form of the piece to be cast has a significant influence in solidification process and pit positioning. This influence is manifested mainly by piece configuration, the presence and ribs placement, wall thickness ratio, connecting radii, walls tilting to direct solidification etc.

### 1. Introducere

În momentul de față, pregătirea tehnologică a pieselor turnate îmbracă forme noi, în care instrumentele informatice, care optimizează structuri complexe de algoritmizare a fenomenelor fizice și a proceselor tehnologice, au devenit eficiente din punctul de vedere al resurselor materiale și energetice, în impunerea unor noi structuri de proiectare. În lucrarea de față se prezintă o metodă eficientă de proiectare sau reproiectare a construcției pieselor turnate prin utilizarea analizei computaționale a solidificării acestora.

Forma constructivă a piesei care urmează a fi turnată are o influență importantă asupra procesului de solidificare și de poziționare a retasurilor. Această influență se manifestă în principal prin configurația piesei, prezența și modul de amplasare a nervurilor, raportul grosimilor pereților care se intersectează, razele de racordare dintre aceștia, înclinarea pereților pentru dirijarea solidificării etc.

Also, ribbed walls show a greater resistance to metallostatic pressure therefore provides a lower pit volume, but the presence of ribs influences the solidification of the area in which they are located. If they are thinner than the wall on which they are located, they will quickly solidifies acting as a cooler in the area, but under certain conditions this can lead to the emergence of a hot spot.

Hot spots, as last solidification zone, favors the formation of cast's macro and micro pits, which causes a reduction of compactness in the area and mechanical characteristics decreases of the piece. If we accept that phenomenon of volume shrinkage alloy solidification can not be avoided, than, the total volume of the pit will be constant, determined by the solidification shrinkage coefficient of the alloy, but, by constructive and technological factors in many situations the pit can change the ratio between concentrated and dispersed zones. To obtain parts with high compactness, pits concentration in a given area can be very advantageous for the caster if the proper design will be done so that the latest solidification process, to be more focused in the favorable area.

A research of casting solidification sequence can be complex, so that castings can be analyzed on smaller areas. For this paper we studied the solidification intersections adopted in the form of "T" in the cast aluminum base alloy EN AC-Al Si<sub>7</sub>Mg. This alloy is very commonly used for casting a wide variety of sizes and complex of parts.

Because this study involves casting and analyzing a large number of alloy pieces with a high consumption of material and energy, we chose computational analysis of the process.

This approach corresponds to Directive 2012/27/CE of 25 October 2012 on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EC and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC. It states that: "The Union is facing unprecedented challenges resulting from increased dependence on energy imports and scarce energy resources, and the need to limit climate change and to overcome the economic crisis. Energy efficiency is a valuable means to address these challenges. It improves the Union's security of supply by reducing primary energy consumption and decreasing energy imports. It helps to reduce greenhouse gas emissions in a cost-effective way and thereby to mitigate climate change. Shifting to a more energy-efficient economy should also accelerate the spread of innovative technological solutions and improve the competitiveness of industry in the Union, boosting

De asemenea, pereții cu nervuri prezintă o rezistență mai mare la presiunea metalostatică, deci asigură un volum mai mic de retasură, dar trebuie avut în vedere faptul că prezența nervurilor influențează modul de solidificare a zonei în care sunt amplasate. Dacă acestea au grosimi mai reduse decât peretele pe care este amplasat, se solidifică mai rapid, acționând ca un răcitor în zona respectivă, dar poate în anumite condiții să determine apariția unei nod termic.

Nodurile termice, ca zone de ultimă solidificare, favorizează formarea macro și microretasurilor pieselor turnate, care determină o reducere a compactității piesei în acea zonă, iar în ultimă instanță diminuarea caracteristicilor mecanice ale piesei. Dacă se acceptă faptul că fenomenul de contracție volumică a unui aliaj la solidificare nu poate fi evitat, înseamnă că volumul total al retasurii va fi constant, determinat de coeficientul de contracție la solidificare a aliajului respectiv, dar prin factori constructivi și tehnologici în multe situații se poate modifica raportul dintre retasura concentrată și microretasurile dispersate sau zonale. Pentru obținerea unor piese cu compactitate ridicată, concentrarea retasurilor într-o anumită zonă poate constitui un avantaj important pentru turnător, dacă prin proiectarea corespunzătoare a piesei va dirija astfel procesul încât zona de ultimă solidificare, respectiv retasurile, să fie cât mai concentrate și să se formeze într-o zonă favorabilă.

O cercetare a succesiunii solidificării pieselor turnate, în ansamblu, poate fi complexă, motiv pentru care piesele turnate pot fi analizate pe zone mai restrânse. Pentru această lucrare am adoptat studierea solidificării intersecțiilor în formă de „T”, din cadrul pieselor turnate din aliaj pe bază de aluminiu EN AC-Al Si<sub>7</sub>Mg, aliaj foarte frecvent utilizat pentru turnarea unei mari varietăți dimensionale și de complexitate a pieselor.

Un astfel de studiu presupune turnarea și analizarea unui număr mare de piese din aliajul menționat, cu un consum ridicat de material și energie, motiv pentru care s-a optat pentru analiza computațională a procesului.

Această abordare corespunde DIRECTIVEI 2012/27/UE A PARLAMENTULUI EUROPEAN ȘI A CONSILIULUI din 25 octombrie 2012, privind eficiența energetică, de modificare a Directivelor 2009/125/CE și 2010/30/UE și de abrogare a Directivelor 2004/8/CE și 2006/32/CE, arată că: „Uniunea se confruntă cu provocări fără precedent cauzate de dependența crescândă față de importurile de energie și de cantitatea redusă de resurse energetice, precum și de necesitatea de a limita schimbările climatice și de a depăși criza

economic growth and creating high quality jobs in several sectors related to energy efficiency.”[1]

economică. Eficiența energetică reprezintă o modalitate importantă prin care pot fi abordate provocările în cauză. Aceasta îmbunătățește securitatea aprovizionării cu energie a Uniunii prin reducerea consumului de energie primară și a importurilor de energie. Eficiența energetică contribuie la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră într-o manieră rentabilă și, prin urmare, la atenuarea schimbărilor climatice. *Trecerea la o economie mai eficientă din punct de vedere energetic ar trebui, de asemenea, să accelereze difuzarea soluțiilor inovatoare în plan tehnologic și să îmbunătățească competitivitatea industriei în Uniune, favorizând creșterea economică și crearea de locuri de muncă de înaltă calitate în mai multe sectoare care au legătură cu eficiența energetică.*”[1]

În acest context s-a abordat analiza computațională a solidificării intersecțiilor în formă de „T”, din cadrul pieselor turnate.

## 2. Analysis solidification numerical method

Using the application of numerical simulation with the software NovaFlow & Solid CV solidification intersecting adjacent areas in "T" form of sections and walls having different rays of connection the sequence of their solidification can be observed and the last solidification area.

In all cases the analysis was done by simulating solidification of an alloy Al Si<sub>7</sub>Mg 0,3 molded at 710°C in the raw forming mixture with temperature 20°C.

## 2. Analiza solidificării prin metoda numerică

Aplicând simularea numerică cu ajutorul programului NovaFlow&Solid CV, a solidificării zonelor adiacente unei intersecții în formă de „T” a pereților având secțiuni și raze de racordare diferite se poate observa succesiunea solidificării acestora, deci și zona de ultimă solidificare.

Pentru toate cazurile analiza a fost făcută prin simularea solidificării unui aliaj Al Si<sub>7</sub>Mg 0,3, turnat la temperatura de 710°C în formă din amestec de formare crud având temperatura de 20°C.

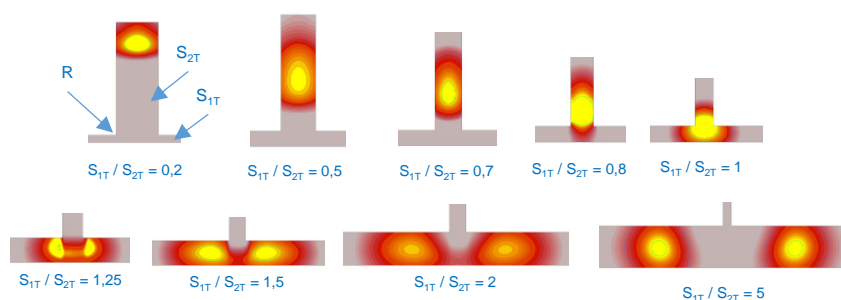


Figure 1. Last solidification zone for “T” intersections, R = 0

In Figure 1 is shown the location of the last solidification zone when the two walls thickness ratio changes, without rounding radius and considering S<sub>1</sub> as transverse wall and S<sub>2</sub> as the longitudinal wall [2].

Analyzing the results shown in Figure 1 we can see that the last solidification place, so the area of lower compactness, moving away from the center of the intersection, if the difference in

Locul de amplasare a zonei de ultimă solidificare în situația modificării raportului grosimilor celor doi pereți, fără rază de racordare, considerând S<sub>1</sub> ca fiind peretele transversal și S<sub>2</sub> ca peretele longitudinal, este prezentat în figura 1 [2].

Analizând rezultatele prezentate în figura 1 se poate observa că locul ultimei solidificări, deci a zonei cu retasură sau compactitate mai redusă, se deplasează îndepărtându-se de centrul intersecției

thickness between the two walls intersecting increases.

On the basis of the measurements carried out following the computational analysis, we have been developed diagrams showing the change of distance between the center of the intersection in "T" shape and the location of the area of last solidification, for different thickness of the longitudinal wall  $S_1$  and transverse wall  $S_2$  (10, 20, 30 and 40 mm), depending on the thickness of the other wall and according to their rounding radius.

For thickness value of the longitudinal wall  $S_1 = 10$  mm and transverse wall  $S_2 = 10$  mm, the results of the determinations are shown in Figure 2. In the same way determined the other sizes.

Analyzing submitted diagrams it can be notice that if the intersections in "T" form of the last solidification two walls depends on the aspect ratio of the two walls and if the thickness ratio is higher, the distance between the center of the intersection and the area of last solidification is higher. Also, if ratio  $S_1/S_2$  is subunit, the effect of longitudinal wall section  $S_1$ , on the transverse section  $S_2$  is more important, so the last solidification zone is located further away from the center of the intersection than the same ratio of thickness but above par.

dacă diferența de grosime dintre cei doi pereți care se intersectează se mărește.

Pe baza măsurătorilor efectuate, în urma analizei computaționale, s-au realizat diagrame care prezintă variația distanței dintre centrul intersecției în formă de „T” și locul zonei de ultimă solidificare, pentru diferite dimensiuni ale grosimii peretelui longitudinal  $S_1$  și transversal  $S_2$  (10, 20 30 și 40 mm), în funcție de grosimea celuilalt perete și în funcție de raza de racordare dintre aceștia.

Pentru valoarea grosimii peretelui longitudinal  $S_1 = 10$  mm și a peretelui transversal  $S_2 = 10$  mm, rezultatele determinărilor sunt prezentate în figura 2. În mod similar s-a procedat și pentru celelalte dimensiuni.

Analizând diagramele realizate și prezentate se poate observă că în cazul intersecțiilor în formă de „T” a doi pereți zona ultimei solidificări depinde de raportul dimensiunilor celor doi pereți și cu cât raportul grosimilor este mai mare, cu atât distanța dintre centrul intersecției și zona de ultimă solidificare este mai mare. De asemenea în cazul raportului  $S_1/S_2$  subunitar, efectul peretelui longitudinal, de secțiune  $S_1$ , asupra celui transversal, de secțiune  $S_2$  este mai important, adică zona de ultimă solidificare este situată la distanță mai mare de centrul intersecției decât pentru același raport al grosimilor dar supraunitar.

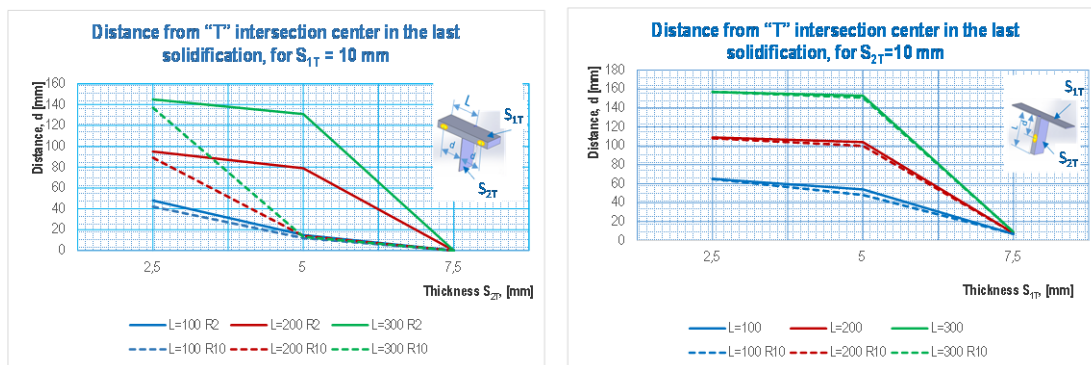


Figure 2. Variation of distance from the center intersection "T" for  $S_1,T$  and  $S_2,T = 10$  mm

To validate the results, a lot of 24 pieces were casted in Al alloy  $Si_7Mg$ , using polystyrene models. We had 3 pieces for each wall thickness ratios analyzed by simulation.

We considered the last solidification zone as the one that has the lowest compactness because micropits that can not be loaded anymore or, microsulfides caused by gases from liquid alloy. We determined specific mass of each resulted unit, this value we considered as a cast compactness measure in the analyzed area.

Pentru validarea rezultatelor au fost turnate, din aliaj Al  $Si_7Mg$ , cu ajutorul modelelor din polistiren, un număr de 24 de piese, câte 3 pentru fiecare dintre raporturile grosimilor de pereți analizate prin simulare.

Considerând că zona de ultimă solidificare este cea care are compactitatea cea mai redusă, din cauza microretasurilor care nu mai pot fi alimentate și a eventualelor microsulfuri cauzate de gazele din ultimele cantități de aliaj lichid, s-a determinat masa specifică a fiecărei bucăți rezultate, această valoare fiind considerată ca fiind o măsură a compactității piesei în zona respectivă.

### 3. Analysis of ecological effects of research

In order to obtain the results shown in Figures 1 and 2, we made solidification simulations for 168 parts in "T" form, for different thickness and length of the walls and the rounding radius of the connection between 2-10 mm.

The masses of each cast and the total mass of parts subjected computational analysis can be found in Table 1. Symbolization parts analyzed and presented in Table 1, T<sub>S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub></sub>L<sub>R</sub>, represents the "T" intersection the thicknesses of the two intersecting walls, wall length of greater thickness and the radius of the two walls. The parts that have not specified the rounding radius, the value of radius is 2 mm.

It can be observed that in order to achieve the proposed research we have done both the casting and the solidification simulation on a large number of parts with different geometric features, totaling a considerable mass of almost 575 kg This weight represents total mass of the casts not considering the ledge, feathers or founding losses. It should be mentioned that this study covers only a fraction of solidification aspects and it was done for only one type of alloy, the whole issue is much more comprehensive and advanced.

It is well known that aluminum and its alloys are considered intensive, they consume large amounts of energy for thermal processing. In the environmental permits issued by SC Alro S.A. Slatina from ARPM Dolj, it is specified the consumption of electricity and natural gas for aluminum casting as 13313 kWh/t and 115 m<sup>3</sup>/t for casting aluminum alloys. For remelting aluminum in casting foundries and laboratories the consumption can reach up to 700 kWh/t in melting furnaces and to 1,400 kWh/t in a flame melting pot. [3]

Considering approximately 70 kg and the specific consumption of castings previously mentioned, we made savings for the other 500 kg aluminum alloys of at least 7350 kwh and 60 m<sup>3</sup> gas. If we consider the primary production of the amounts of the alloy and its re-melting for casting, not to be consider the consumption of producing, processing and testing of samples, which of course involves consumption and expenditures and other materials that may became significant valuable.

Realizing all these experimental tests we would consume large amounts of materials and energy, which is disagreement with the concept of sustainable development as defined by the Brundtland report: "Sustainable development is development which meets the needs of the present without compromising the ability of future

### 3. Analiza efectelor ecologice ale cercetării

Pentru a obține rezultatele prezentate în figurile 1 și 2 au fost realizate simulări ale solidificării a 168 de piese de forma „T”, pentru diferite dimensiuni ale celor doi pereți, atât ca grosime cât și ca lungime, pentru valori ale razelor de racordare de 2 și 10 mm.

Masele fiecărei piese și masa totală a pieselor supuse analizei computaționale se regăsesc în tabelul 1. Simbolizarea pieselor analizate și prezentate în tabelul 1, T<sub>S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub></sub>L<sub>R</sub> reprezintă intersecție „T”, grosimile celor doi pereți care se intersectează, lungimea peretelui mai cu grosime mai mare și raza de racordare dintre cei doi pereți. La piesele care nu au specificată raza de racordare în simbolizare, valoarea acesteia este de 2 mm.

Se poate observa că pentru a realiza cercetarea propusă s-a realizat simularea turnării și solidificării un număr însemnat de piese cu diferite caracteristici geometrice, însumând o masă considerabilă pentru un astfel de studiu, respectiv aproape 575 kg, care reprezintă doar masa pieselor, fără a ține cont de rețeaua de turnare sau alte pierderi la elaborare sau turnare. Trebuie precizat că acest studiu acoperă doar o mică parte din aspectele legate de solidificarea pieselor și doar pentru un singur aliaj, în ansamblu problematica fiind mult mai complexă și mai extinsă.

Se știe că aluminiul și aliajele acestuia sunt considerate energointensive, deoarece consumă cantități însemnate de energie pentru prelucrarea lor termică, astfel conform Autorizației de Mediu emise de către ARPM Dolj, la S.C. ALRO S.A. Slatina consumul specific de energie electrică și gaz natural necesar obținerii pieselor turnate din aluminiu este de 13313 kWh/t aluminiu turnat, respectiv 115 m<sup>3</sup>/t aluminiu turnat, iar pentru retopirea aliajelor pe bază de aluminiu în turnătorii sau laboratoare de turnătorie se ajunge la consumuri specifice de peste 700 kWh/t, la topirea în cuptoare cu inducție și 1400 kWh/t la cuptoare cu creuzet cu flacăra. [3]

Considerând aproximativ 70 kg piesele turnate și consumurile specifice precizate anterior, rezultă o economie pentru celelalte 500 kg de cel puțin 7350 kWh și peste 60 m<sup>3</sup> gaz, dacă se ia în considerare producerea primară a acestei cantități de aliaj și retopirea acesteia în vederea turnării, fără a se ține seama de alte consumuri legate de realizarea formelor, prelucrarea și încercarea probelor etc., care bineînțeles că implică și alte consumuri și cheltuieli materiale care pot fi însemnate ca valoare.

Realizând experimental toate aceste încercări, s-ar consuma cantități însemnate de materiale și energie, ceea ce este în contradicție cu conceptul de Dezvoltare Durabilă, concept



generations to meet their own needs"[1].

definit de Raportul Brundtland ca: "dezvoltarea durabilă este dezvoltarea care urmărește satisfacerea nevoile prezentului, fără a compromite posibilitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi" [1].

Table 1. Weight the castings examined to establish the last solidification zone

Casting designation	Weight, kg	Casting designation	Weight, kg	Casting designation	Weight, kg	Casting designation	Weight, kg
T_2.5-10_100	0,54	T_2.5-20_100	0,8	T_5-30_100	1,34	T_5-40_100	1,6
T_2.5-10_100_R10	0,55	T_2.5-20_200	1,34	T_5-30_200	2,14	T_5-40_100_R10	1,6
T_2.5-10_200	0,8	T_2.5-20_300	1,88	T_5-30_300	2,95	T_5-40_200	2,68
T_2.5-10_200_R10	0,82	T_5-20_100	1,07	T_5-30_300_R10	2,96	T_5-40_300	3,75
T_2.5-10_300	1,07	T_5-20_200	1,61	T_10-30_100	1,88	T_5-40_400	4,8
T_2.5-10_300_R10	1,08	T_5-20_300	2,14	T_10-30_200	2,68	T_5-40_400_R10	4,8
T_5-10_100	0,8	T_7.5-20_100	1,34	T_10-30_300	3,48	T_10-40_100	2,14
T_5-10_100_R10	0,82	T_7.5-20_200	1,88	T_10-30_300_R10	3,5	T_10-40_200	3,22
T_5-10_200	1,07	T_7.5-20_300	2,41	T_15-30_100	2,41	T_10-40_300	4,29
T_5-10_200_R10	1,08	T_10-20_100	1,61	T_15-30_200	3,22	T_10-40_400	5,36
T_5-10_300	1,34	T_10-20_200	2,14	T_15-30_300	4,02	T_15-40_100	2,69
T_5-10_300_R10	1,35	T_10-20_300	2,68	T_20-30_100	2,95	T_15-40_100_R10	2,69
T_7.5-10_100	1,07	T_12.5-20_100	1,88	T_20-30_200	3,75	T_15-40_200	3,75
T_7.5-10_100_R10	1,08	T_12.5-20_200	2,41	T_20-30_300	4,56	T_15-40_300	4,82
T_7.5-10_200	1,34	T_12.5-20_300	2,95	T_25-30_100	3,48	T_15-40_400	5,2
T_7.5-10_200_R10	1,35	T_15-20_100	2,14	T_25-30_200	4,31	T_20-40_100	3,22
T_7.5-10_300	1,61	T_15-20_200	2,68	T_25-30_300	5,09	T_20-40_200	4,29
T_7.5-10_300_R10	1,62	T_15-20_300	3,22	T_30-5_100	1,88	T_20-40_300	5,36
T_10-2.5-100	0,67	T_20-2.5_100	1,21	T_30-5_200	3,48	T_20-40_400	6,43
T_10-2.5-100_R10	0,68	T_20-2.5_100_R10	1,22	T_30-5_300	5,09	T_25-40_100	3,75
T_10-2.5-200	1,21	T_20-2.5_200	2,28	T_30-5_400	6,7	T_25-40_200	4,82
T_10-2.5-200_R10	1,22	T_20-2.5_200_R10	2,29	T_30-5_400_R10	6,71	T_25-40_300	5,9
T_10-2.5-300	1,74	T_20-2.5_300	3,35	T_30-10_100	2,14	T_25-40_400	6,97
T_10-2.5-300_R10	1,75	T_20-2.5_300_R10	3,36	T_30-10_200	3,75	T_30-40_100	4,29
T_10-5-100	0,8	T_20-5_100	1,34	T_30-10_300	5,36	T_30-40_200	5,36
T_10-5-100_R10	0,81	T_20-5_200	2,41	T_30-10_400	6,97	T_30-40_300	6,34
T_10-5-200	1,34	T_20-5_300	3,48	T_30-10_400_R10	6,98	T_30-40_400	7,5
T_10-5-200_R10	1,36	T_20-7.5_100	1,47	T_30-15_100	2,4	T_40-5_100	2,55
T_10-5-300	1,88	T_20-7.5_100_R10	1,49	T_30-15_100_R10	2,42	T_40-5_100_R10	2,56
T_10-5-300_R10	1,89	T_20-7.5_200	2,55	T_30-15_200	4,02	T_40-5_200	4,69
T_10-7.5-100	0,94	T_20-7.5_200_R10	2,56	T_30-15_300	5,63	T_40-5_300	6,83
T_10-7.5-200	1,47	T_20-7.5_300	3,62	T_30-15_400	5,64	T_40-5_400	8,98
T_10-7.5-300	2,01	T_20-7.5_300_R10	3,63	T_30-20_100	2,68	T_40-5_400_R10	9
		T_20-10_100	1,61	T_30-20_200	4,29	T_40-10_100	2,95
		T_20-10_200	2,68	T_30-20_300	5,9	T_40-10_200	5,09
		T_20-10_300	3,75	T_30-20_400	7,5	T_40-10_300	7,24
		T_20-12.5_100	1,74	T_30-20_400_R10	7,6	T_40-10_400	9,38
		T_20-12.5_100_R10	1,75			T_40-15_100	3,35
		T_20-12.5_200	2,81			T_40-15_200	5,49
		T_20-12.5_200_R10	2,83			T_40-15_300	7,64
		T_20-12.5_300	3,89			T_40-15_400	9,78
		T_20-12.5_300_R10	3,9			T_40-20_100	3,75
		T_20-15_100	1,88			T_40-20_100_R10	3,8
		T_20-15_200	2,95			T_40-20_200	5,9
		T_20-15_300	4,02			T_40-20_300	8,04
		T_20-20	2,41			T_40-20_400	10,18
						T_40-20_400_R10	10,3
						T_40-25_100	4,15
						T_40-25_200	6,3
						T_40-25_300	8,44
						T_40-25_400	10,59
<b>Total S 10</b>	<b>39,16</b>	<b>Total S 20</b>	<b>108,66</b>	<b>Total S 30</b>	<b>151,86</b>	<b>Total S 40</b>	<b>274,6</b>
						<b>TOTAL, kg</b>	<b>574,28</b>

#### 4. Conclusions

Analyzing the results obtained and presented in this paper we can conclude:

- the last solidification zone of an intersection in "T" depends on the aspect ratio of the two intersected walls;
- if the thickness ratio of the two walls is less than 20%, the last solidification zone is placed inside the intersection area;
- if the thickness ratio grows, the distance between the center of the intersection and the last solidification zone is larger;
- for thickness values of the longitudinal wall over 10-15 mm, regardless the ratio value between two walls, increasing the rounded radius from 2 to 10 mm, produce almost no effect in the last solidification zone;
- it is quite appropriate to develop computational investigations that involves high energy consumption because the results are conclusive with a smaller number of experiments;
- for the study presented in this paper we made computational analysis for 168 pieces and we manage to save at least 500 kg aluminum alloy, equivalent of 7350 kWh and 60 m<sup>3</sup> gas, required to obtain this quantity;
- reducing energy consumption have positive consequences in terms of environmental protection, so we should take advantage of every opportunity to achieve this.

#### Mulțumiri:

Proiect „Parteneriat interuniversitar pentru excelența în inginerie - PARTING”, agreement: POSDRU/159/1.5/S/137516.

#### References

- [1] \*\*\*, DIRECTIVE 2012/27/EU of the European Parliament and the Council, from the 25<sup>th</sup> of October 2012.
- [2] Lehene, T., *Studii asupra solidificării intersecțiilor în formă de "T", a pereților pieselor turnate*, ȘTIINȚĂ ȘI INGINERIE, vol. 25. Editura AGIR, București, 2014, p. 567.

#### 4. Concluzii

Analizând rezultatele obținute și prezentate în lucrare se pot trage următoarele concluzii:

- în cazul intersecțiilor în formă de „T” a doi pereți zona ultimei solidificări depinde de raportul dimensiunilor celor doi pereți;
- când raportul dintre grosimile celor doi pereți este mai mic de 20%, zona ultimei solidificări se va găsi în zona de intersecție
- cu cât raportul grosimilor este mai mare, cu atât distanța dintre centrul intersecției și zona de ultimă solidificare este mai mare;
- pentru valori mai mari de 10...15 mm ale grosimii peretelui longitudinal, indiferent de valoarea raportului dintre cei doi pereți, mărirea razei de racordare de la 2 la 10 mm, produce un efect nesemnificativ asupra locului de ultimă solidificare;
- realizarea computațională a unor cercetări care presupun altfel consumuri energetice ridicate, poate fi oportună în multe cazuri, rezultatele obținute fiind concludente cu un număr mai redus de experimente;
- pentru studiul prezentat în această lucrare s-a făcut analiza computațională a 168 piese și s-a realizat o economie de cel puțin 500 kg aliaj de aluminiu, respectiv 7350 kWh și peste 60 m<sup>3</sup> gaz necesare obținerii acestei cantități;
- reducerea consumurilor energetice au consecințe pozitive în ceea ce privește protecția mediului deci trebuie profitat de orice oportunitate pentru a realiza acest deziderat.

#### Acknowledgements:

Proiect „Parteneriat interuniversitar pentru excelența în inginerie - PARTING”, agreement: POSDRU/159/1.5/S/137516.

- [3] \*\*\*, *Environmental Authorisation issued by ARPM Dolj for S.C. ALRO S.A. Slatina*. On line at: [http://arpm.dj.anpm.ro/upload/10412\\_Autorizatia%201.pdf](http://arpm.dj.anpm.ro/upload/10412_Autorizatia%201.pdf)
- [4] Lehene, T., Bejan, M., *Analiza computațională a solidificării pieselor turnate din aliaje pe bază de aluminiu, soluție economică și ecologică a cercetării*, Probleme actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului, Culegere de articole, Vol.2, Chișinău, 13-15 noiembrie 2014.
- [5] Soporan, V., Lehene, T., *Introducere în teoria turnării și solidificării aliajelor*, Casa Cărții de Știință, Cluj, 2001.
- [6] Soporan, V., Mărginean, I., Dan, V., Ciobanu, I. și alții: *Modelarea matematică a proceselor care au loc la turnarea pieselor metalice*, Ed. Casa Cărții de Știință, Cluj, 2008.
- [7] \*\*\*, *ASM Metals Handbook*, Vol 15 – Casting, pag 1305 – 1310.