



Universitatea *Transilvania* din Braşov

TEZĂ DE ABILITARE

CONTRIBUȚII PRIVIND CREȘTEREA COMPETITIVITĂȚII SCULELOR DIN OȚELURI ALIATE

Conf. Dr. Ing. Dorin-Ioan CĂTANĂ

BRASOV, 2016

Educație și formare

- **1980-1985 ⇒ Facultatea TCM – Universitatea din Brașov**
 - **1985-1990 ⇒ Întreprinderea Mecanică Codlea**
 - **1990-prezent ⇒ Cadru didactic la Universitatea Transilvania din Brașov**
 - **1997 ⇒ Obținerea titlului de doctor inginer**
 - **1998-prezent ⇒ Conferențiar la catedra / departamentul IMS**
-

Gradul de indeplinire al standardelor specifice minimale

Comisia: Inginerie Industrială și Management

Nr. crt.	Domeniul de activitate	Punctaj conform standard minimal profesor	Punctaj obținut
1.	A1 Activitatea didactică și profesională	Min. 130,00 p	252,25 p
2.	A2 Activitatea de cercetare	Min. 230,00 p	496,59 p
3.	A3 Recunoașterea și impactul activității	Min. 70,00 p	137 p
TOTAL		430,00 p	885,84 p

Indicele Hirsh conform: ISI Knowledge – 2, Scopus – 2, Google Scholar – 1.

Publicații-Proiecte-Conferințe

- ⇒ Teză de doctorat – Contribuții la obținerea sculelor așchietoare prin deformare plastică (1997)
 - ⇒ 1 carte publicată în editură internațională
 - ⇒ 6 cărți publicate în edituri naționale
 - ⇒ 16 articole indexate ISI și BDI
 - ⇒ 1 proiect internațional câștigat prin competiție în calitate de director – 7th Frame Work Programme of the EU
 - ⇒ 2 proiecte naționale câștigate prin competiție în calitate de director / responsabil – Ministerul Învățământului și Științei
 - ⇒ 105 articole publicate în jurnale, reviste de specialitate, buletine universitare și volume ale conferințelor științifice
-

Capitolul 1 – Materiale utilizate în construcția sculelor

Posibilitățile de îmbunătățire a performanțelor sculelor sunt restrânse. Căile de realizare a acestui obiectiv sunt:

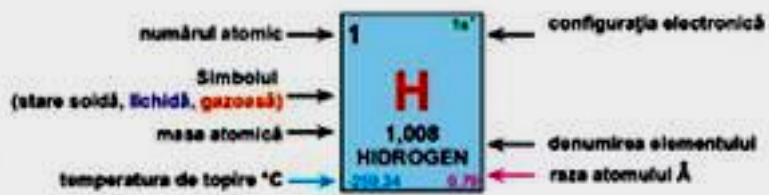
- apelarea la noi aliaje, dar acest lucru este practic imposibil;
- aplicarea de tehnologii noi aliajelor care deja sunt utilizate în producția de scule;
- optimizarea geometriei sculelor așchietoare.

Noi aliaje – 118 elemente chimice disponibile dar doar 2 sunt folosite în elaborarea aliajelor utilizate pentru scule.

TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

(CONFORM RECOMANDĂRILOR IUPAC)

GRUPA 1 (I A)												18 (VIII A)						
P 1	H 1,008 HIIDROGEN																	
E 2	Li 6,941 LITIU	Be 9,012 BERILIU																
R 3	Na 22,99 SODIU	Mg 24,31 MAGNEZIU																
I 4	K 39,10 POTASIU	Ca 40,08 CALCIU	Sc 44,96 SCANDIU	Ti 47,88 TITAN	V 50,94 VANADIU	Cr 51,99 CROM	Mn 54,94 MANGANEZ	Fe 55,85 FIER	Co 58,93 COBALT	Ni 58,69 NICHIEL	Cu 63,54 CUPRU	Zn 65,38 ZINC	Ga 69,72 GALIU	Ge 72,64 GERMANIU	As 74,92 ARSEN	Se 78,96 SELENIU	Br 79,90 BROM	Kr 83,80 KRIPTON
O 5	Rb 85,47 RUBIDIU	Sr 87,62 STRONTIU	Y 88,91 ITRIU	Zr 91,22 ZIRCONIU	Nb 92,91 NIOBIU	Mo 95,94 MOLIBDEN	Tc 98,91 TECHNEZIU	Ru 101,1 RUTENIU	Rh 102,9 RHODIU	Pd 106,4 PALADIU	Ag 107,86 ARGINT	Cd 112,40 CADMIU	In 114,82 INDIU	Sn 118,69 STANIU	Sb 121,75 STIBIU	Te 127,60 TELUR	I 126,90 IOD	Xe 131,30 XENON
A 6	Cs 132,90 CEZIU	Ba 137,34 BARIU	La Lu	Hf 178,49 HAFNIU	Ta 180,94 TANTAL	W 183,85 WOLFRAM	Re 186,21 RENIU	Os 190,23 OSMIU	Ir 192,22 IRIDIU	Pt 195,08 PLATINA	Au 196,96 AUR	Hg 200,59 MERCUR	Tl 204,37 TLIU	Pb 207,20 PLOUMB	Bi 208,98 BISMUT	Po (209) POLONIU	At (210) ASTATIN	Rn (222) RADON
A 7	Fr (223) FRANCIU	Ra 226,02 RADIU	Ac Lr	Rf (261) RUFORDIU	Db (262) DUBNIU	Sg (263) SEABORGIU	Bh (264) BOHRIU	Hs (265) HASSEIUM	Mt (266) MITHNERIU	Ds (269) DARSTADTIUM	Rg (271) ROSENBLUMIUM	Uub (289) UNUNBIUM	Uut (294) UNUNTRIUM	Uuq (298) UNUNQUADRIUM	Uup (299) UNUNPENTIUM	Uuh (293) UNUNHEXIUM	Uus (294) UNUNSEPTIUM	Uuo (294) UNUNOCTIUM

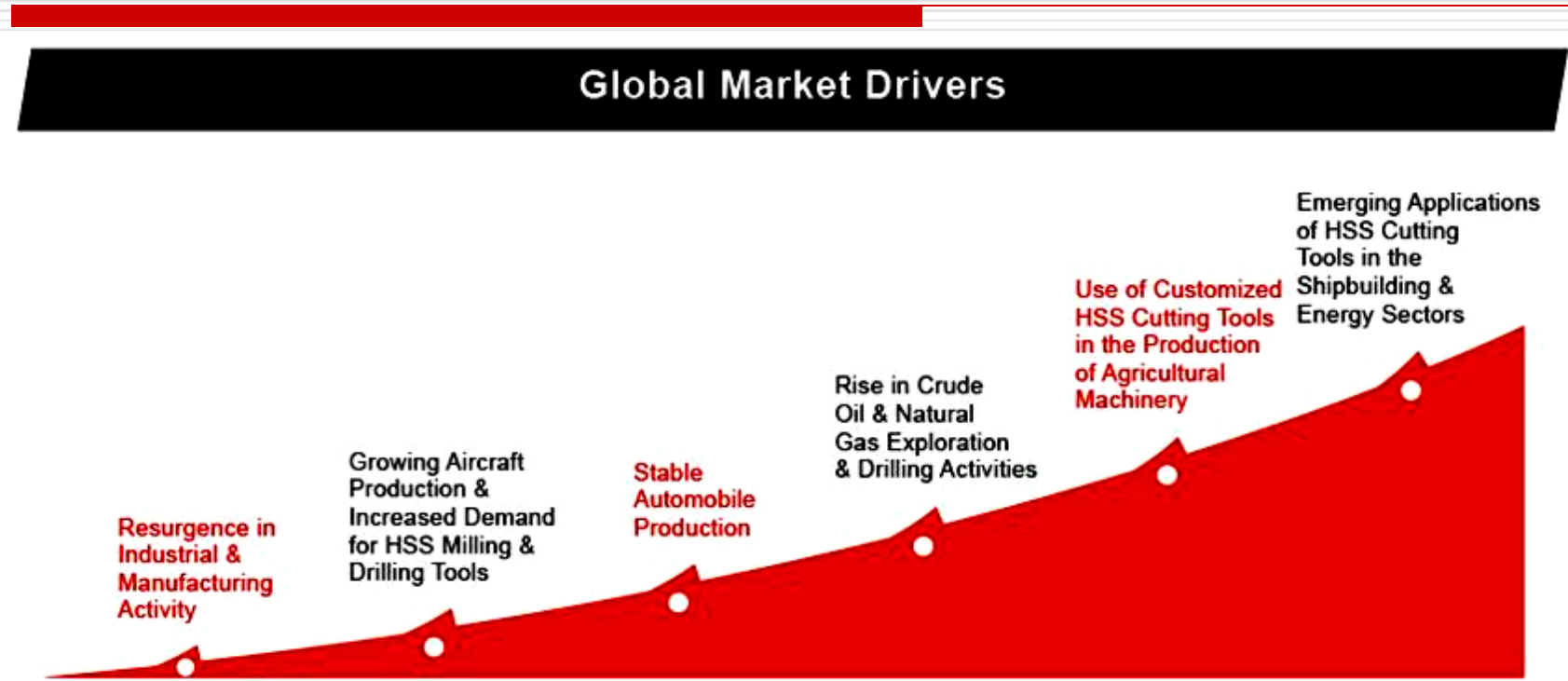


blocul de elemente s
LANTANIDE
ACTINIDE

blocul de elemente d														blocul de elemente p							
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	metale	nemetalice					
La 138,9 LANTAN	Ce 140,1 CERIU	Pr 140,9 PRIZMIUM	Nd 144,2 NEODIM	Pm (145) PRIZMIU	Sm 150,36 SAMARIU	Eu 151,96 EUROPIU	Gd 157,2 GADOLINIU	Tb 158,92 TERBIU	Dy 162,50 DIISPROSIU	Ho 164,93 HOLMIU	Er 167,26 ERBIU	Tm 168,93 TULIU	Yb 173,04 YTERBIU	Lu 174,96 LUTETIU							
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103							
Ac 227,0 ACTINIU	Th 232,0 TORIU	Pa 231,0 PROZACTINIU	U 238,02 URANIU	Np 237,04 NEPTUNIUM	Pu (244) PLUTONIUM	Am (243) AMERICIU	Cm (247) CURMIU	Bk (247) BERKELEIUM	Cf (251) CALIFORNIUM	Es (252) ENSTERNIUM	Fm (257) FERMIUM	Md (258) MENDELIUVIUM	No (259) NOBELIUM	Lr (260) LAVENCIUM							
blocul de elemente f																					

Tabelul periodic al elementelor [43]

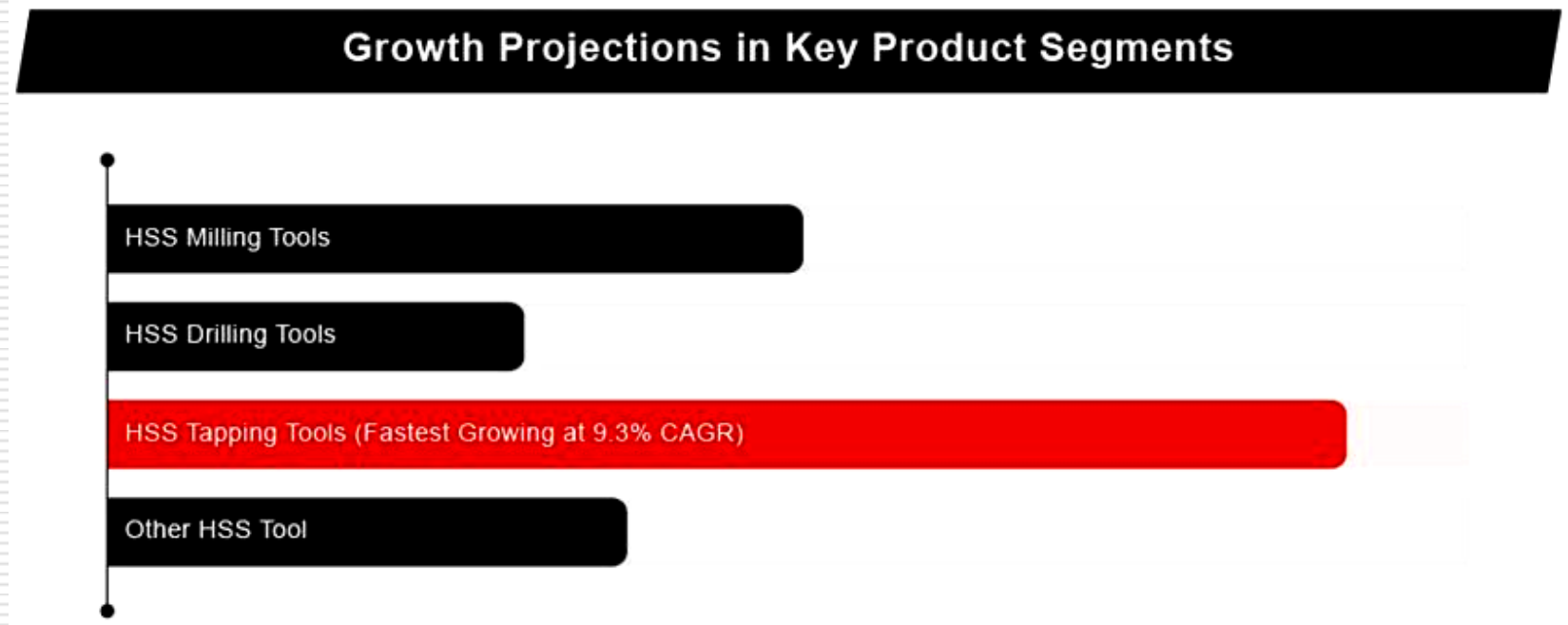
Care sunt perspectivele cererii de scule? Răspunsul în *High speed steel (HSS) metal cutting tools markets trends – The global high speed steel (HSS) metal cutting tools market, trend, drivers & projections*



Evoluția industriilor consumatoare de scule așchietoare [45]

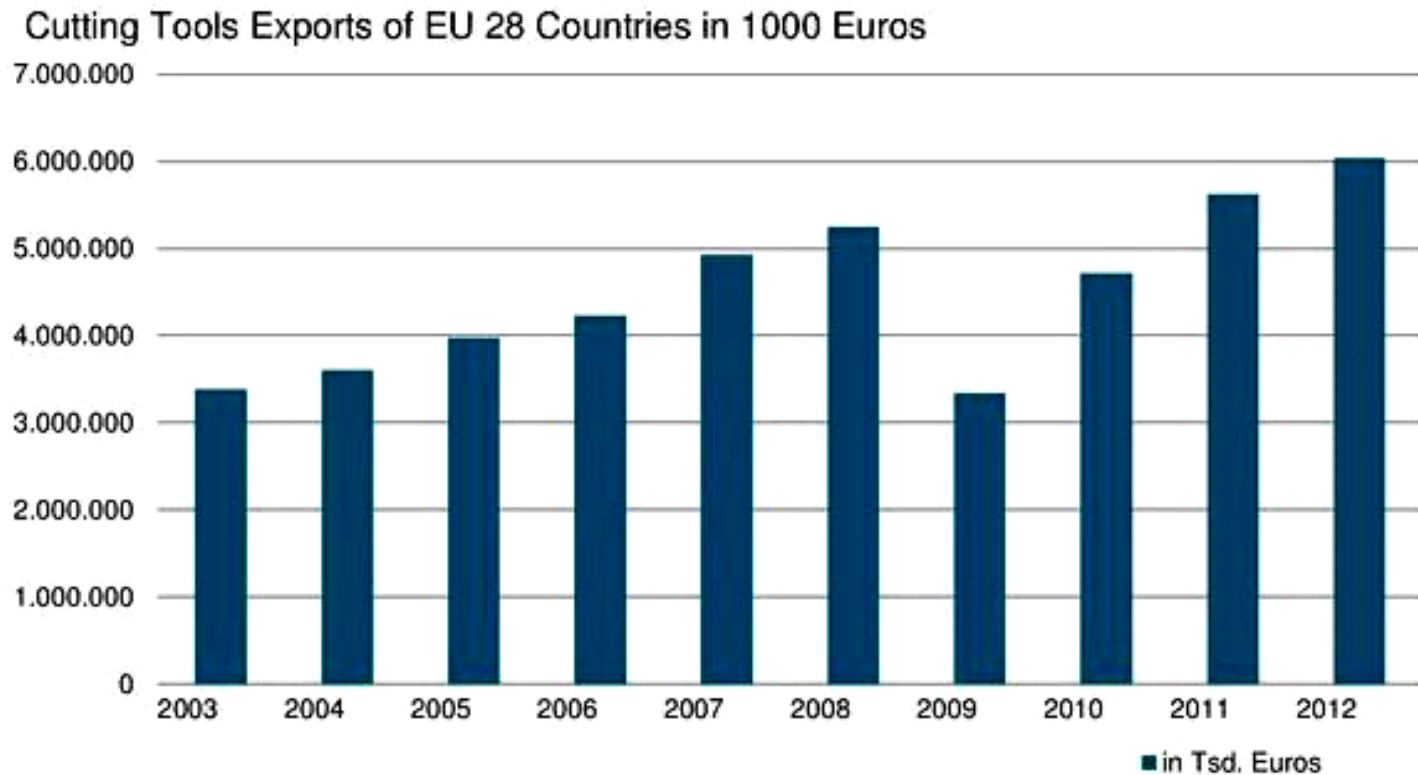
Estimările arată o producție de 10,8 miliarde \$ în 2020.

Care vor fi cele mai cerute tipuri de scule?



Previziuni privind producția de scule așchietoare pe tipuri [45]

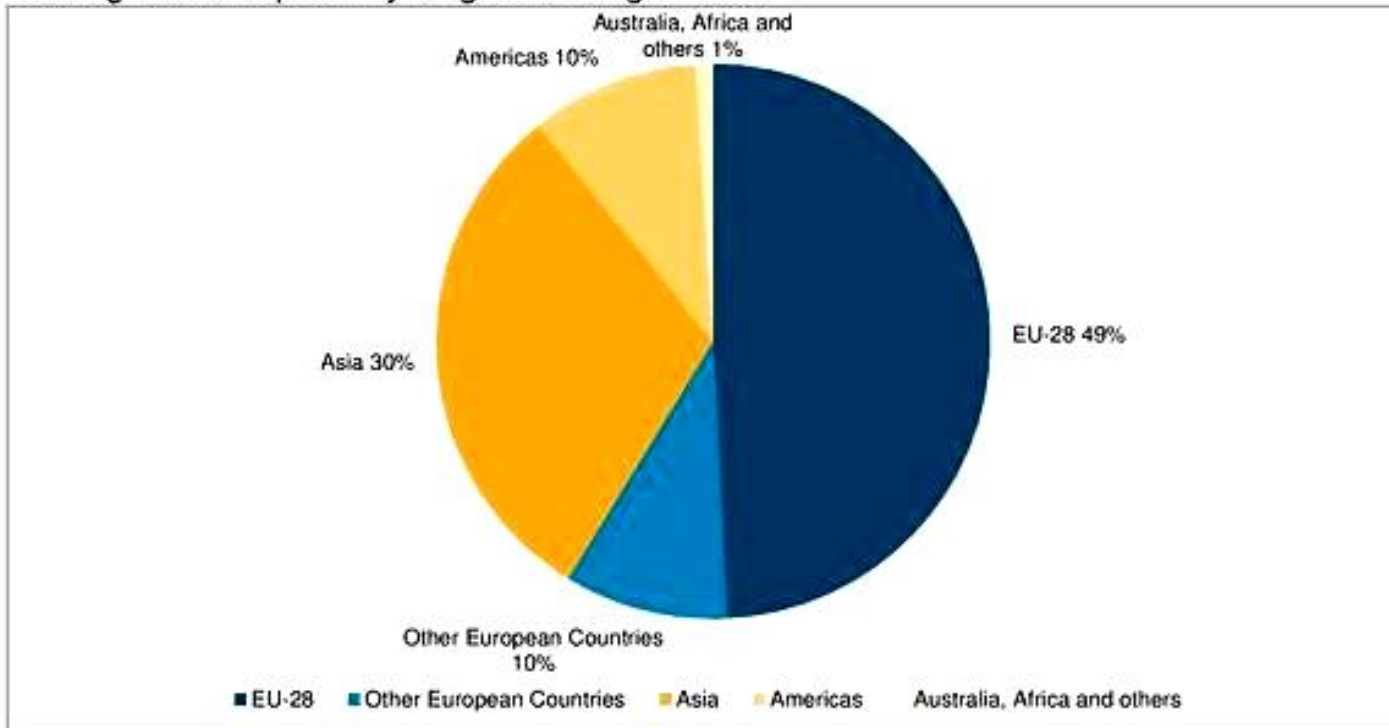
Asociația europeană a producătorilor de scule așchietoare (ECTA) arată că pentru anul 2015 se așteaptă ca valoarea exporturilor de scule să fie de 8,5 miliarde Euro (6 miliarde scule așchietoare și 2,5 miliarde dispozitive de prindere) [40]



Evoluția exporturilor de scule așchietoare din UE28 [40]

ECTA arată că Europa este la nivel mondial, liderul producției și exportului de scule așchietoare.

Cutting Tools Exports by Region of Origin 2012



Exporturilor de scule așchietoare în funcție de zona de producție [40]

Apelarea la tehnologiile noi se referă în primul rând la aplicarea tehnologiilor neconvenționale în tratamentul termic al materialelor folosite în fabricarea sculelor.

Tratamentele neconvenționale care pot fi aplicate oțelurilor destinate sculelor așchietoare sunt:

- tratamente termice în vid;
- tratamente termomecanice;
- tratamente termice cu surse concentrate de energie (radiații laser, fascicul de electroni);
- tratamente termice cu energie solară.

Actual, o pondere însemnată din volumul sculelor așchietoare este reprezentat de cele acoperite cu straturi subțiri dure.

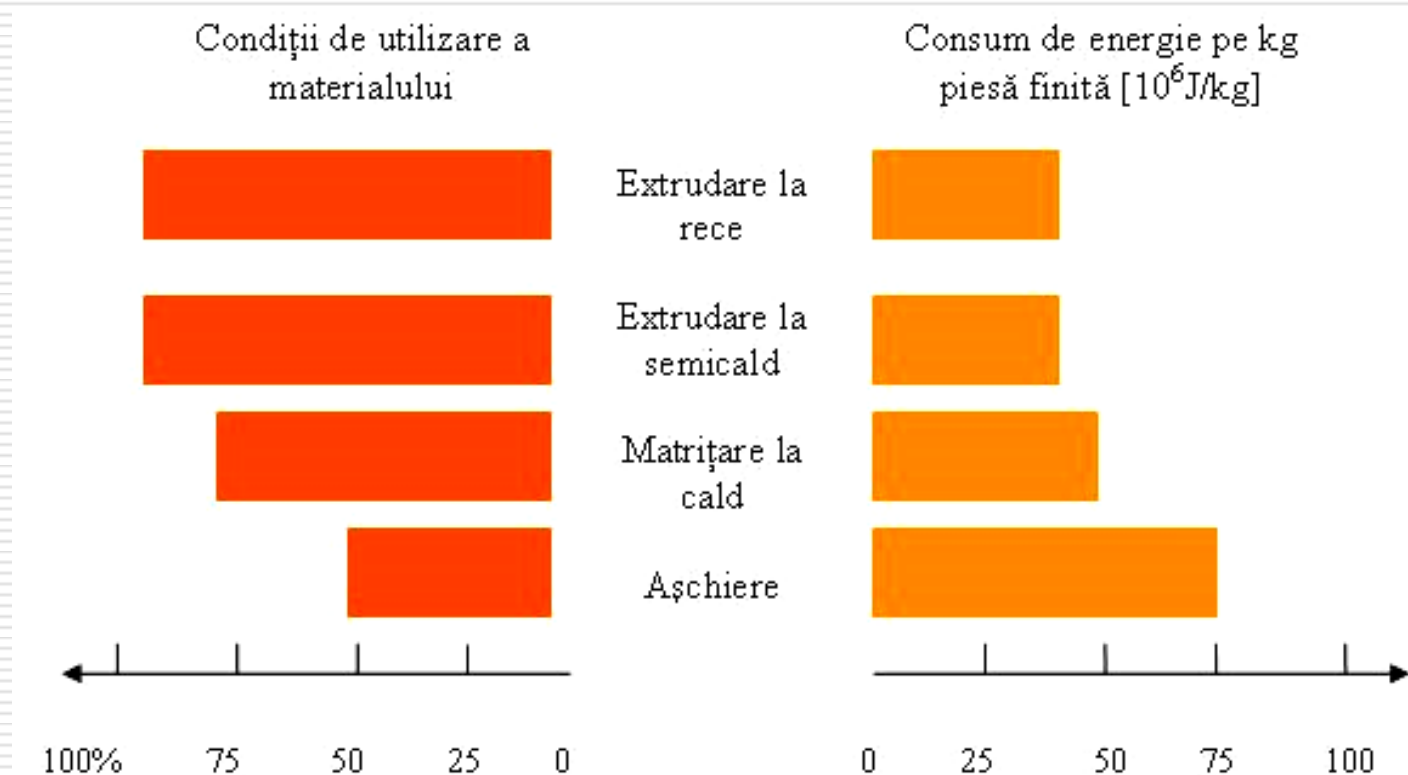
Cercetările efectuate de autorul tezei de abilitare au fost făcute pe oțeluri de scule, prin aplicarea tehnologiilor amintite anterior.

Materielele folosite frecvent la fabricarea sculelor sunt din oțeluri rapide și carburi metalice (proporția aproape 50%).

Echivalența oțelurilor rapide în diferite standarde

SR	JIS	GOST	Werkstoff	Bohler	AISI/SAE	DIN/EN
Rp₁	-	-	-	-	-	-
Rp₂	SKH3	-	W.1.3255	-	T4	HS 18-1-2-5
Rp₃	SKH2	R18	W.1.3355	S200	T1	HS 18-0-1
Rp₄	SKH52 SKH53	-	W.1.3344	S607	M3	HS 6-5-3 HS 6-5-4
Rp₅	SKH51	(R6AM5) R6M5	W.1.3343	S600	M2	HS 6-5-2 HS 6-5-2C
Rp₉	-	-	W.1.3333	-	-	HS 3-3-2
Rp₁₀	-	-	W.1.3346	S401	H41M1	HS 2-9-1 HS 2-8-1
Rp₁₁	-	-	W.1.3348	S400	M7	HS 2-9-2
Rp₁₀ Sp	SKH59	-	W.1.3247	S500	M42	HS 2-10-1-8 HS 2-9-1-8

Prin optimizarea sistematică a procedeeelor de deformare se pot produce piese cu formă mai complexă și precizie mai mare. Această tehnologie "Near Net Shape" (aproape de forma finală) reduce sau elimină complet prelucrările ulterioare prin așchiere.



Comparația între diverse procese de prelucrare a sculelor așchietoare

Capitolul 2 – Tratamente termice neconvenționale aplicate materialelor destinate sculelor

2.1 Influența tratamentelor termomecanice asupra proprietăților oțelurilor rapide

Pentru creșterea performanțelor materialelor folosite la fabricarea sculelor, opțiunea aleasă a fost aceea de apelare la tratamentele termice neconvenționale, mai precis tratamentele termomecanice.

Prin tratament termomecanic (TTM) se înțelege ansamblul operațiilor de deformare plastică, încălzire și răcire realizate în diferite succesiuni posibile care au ca rezultat obținerea unei structuri finale și a unor proprietăți corespunzătoare, în condițiile unei mari densități de dislocații și a unei distribuții specifice a imperfecțiunilor structurale create de deformarea plastică [31].

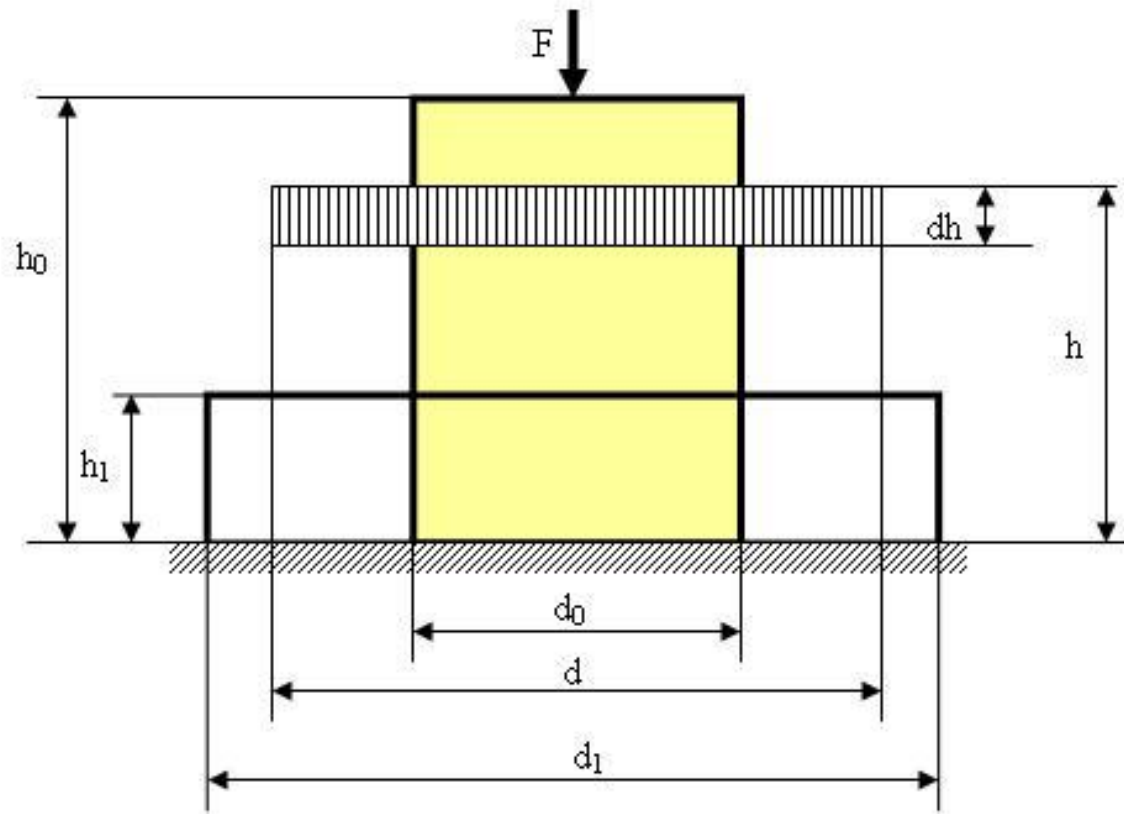
[11] Catana D., Catana D-A. *Temperature and speed influence on plastic deformation strength of high speed steel*, Annals of DAAAM for 2009 & Proceedings of the 20th International DAAAM Symposium, 25-28th November, Vienna, Austria – published by DAAAM International Vienna – editor B. Katalinic, pp. 211-212, ISSN 1726-9679, ISBN 978-3-901509-70-4

Dintre tipurile de tratament termomecanic aplicabile am optat pentru tratamentul termomecanic de temperatură înaltă (TTMTÎ). Pentru maximizarea rezultatelor TTMTÎ trebuie să se cunoască care sunt efectele parametrilor procesului de tratament (temperatura de deformare, viteza de deformare și gradul de deformare), asupra proprietăților materialului procesat.

În prima etapă a fost determinată rezistența și viteza la deformare pentru TTMTÎ. Pentru refularea semifabricatelor cilindrice [1, 14, 21] cu dimensiunile inițiale $d_0 \times h_0$ la dimensiunile $d_1 \times h_1$ este necesară o forță F . Lucrul mecanic efectuat de forța F pentru reducerea înălțimii semifabricatului cu dh va fi:

$$L = \int_{h_0}^{h_1} F dh$$

[7] Catana D. *Dependence between deformation speeds and high speed steel plastic deformation strength*, Metalurgia Internațional Vol. XVI, no. 3, pp. 68-70, 2011, ISSN 1582-2214



Schema de principiu a refulării

[6] Catana D. *Plastic deformation speed influence on HS2-9-1-8 high-speed steel plastic deformation strength*, Metalurgia International 2012, 17, pp. 21-24, ISSN 1582-2214

Rezistența la deformare se determină cu relația:

$$R_d = R_e \left[1 + \frac{1}{6} \frac{d_1}{h_1} \right]$$

R_e se calculează cu relația:

$$L = R_e \cdot V \cdot \left[\ln(h_0 / h_1) + (1/9) \cdot (d_1 / h_1 - d_0 / h_0) \right]$$

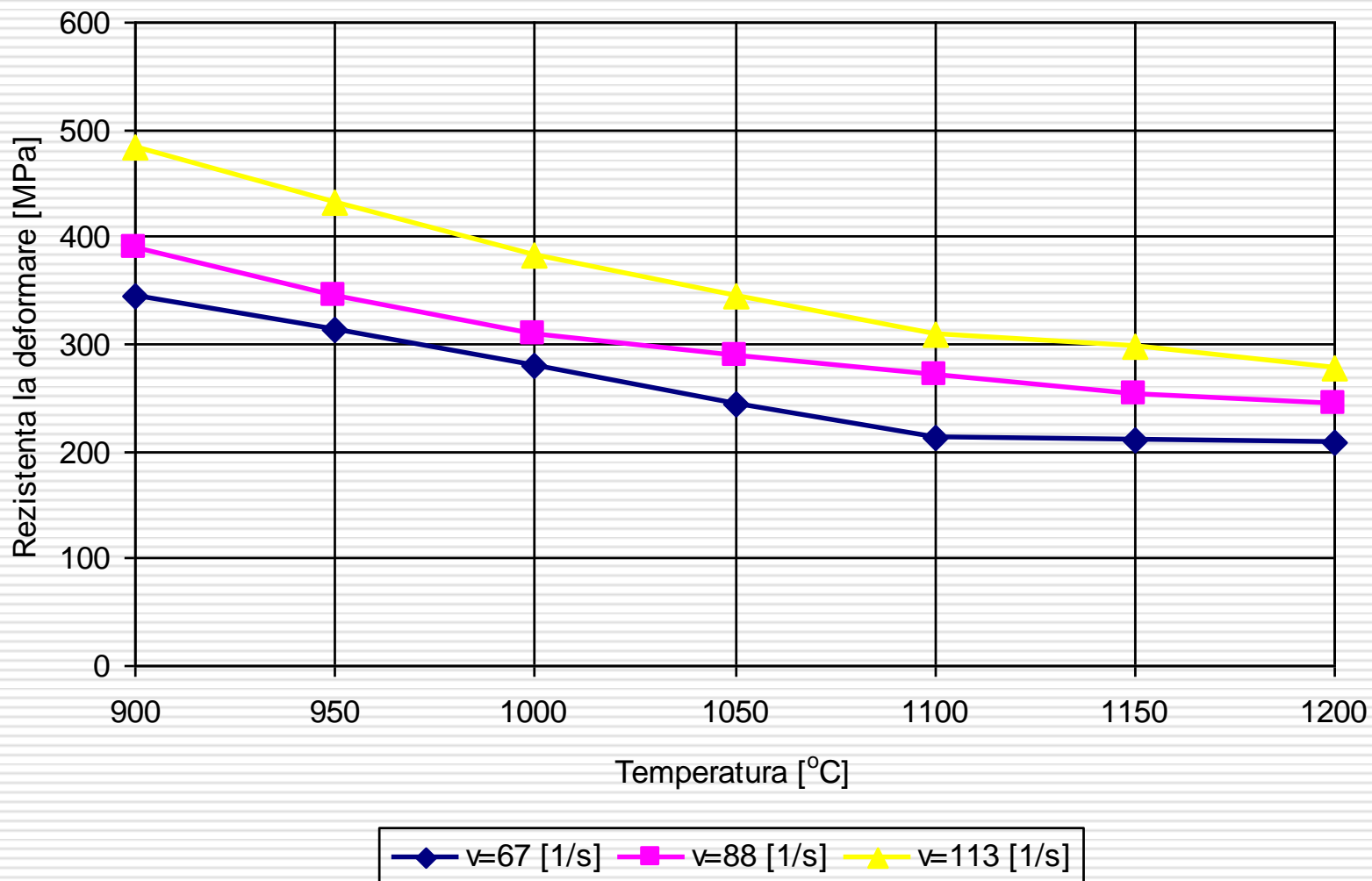
Viteza de deformare reprezintă variația gradului de deformare în unitate de timp, adică:

$$\dot{\varepsilon} = \frac{d\varepsilon}{dt} \quad \text{viteza de deformare la un moment dat}$$

$$\dot{\varepsilon} = \frac{\varepsilon}{t} \quad \text{viteza de deformare medie}$$

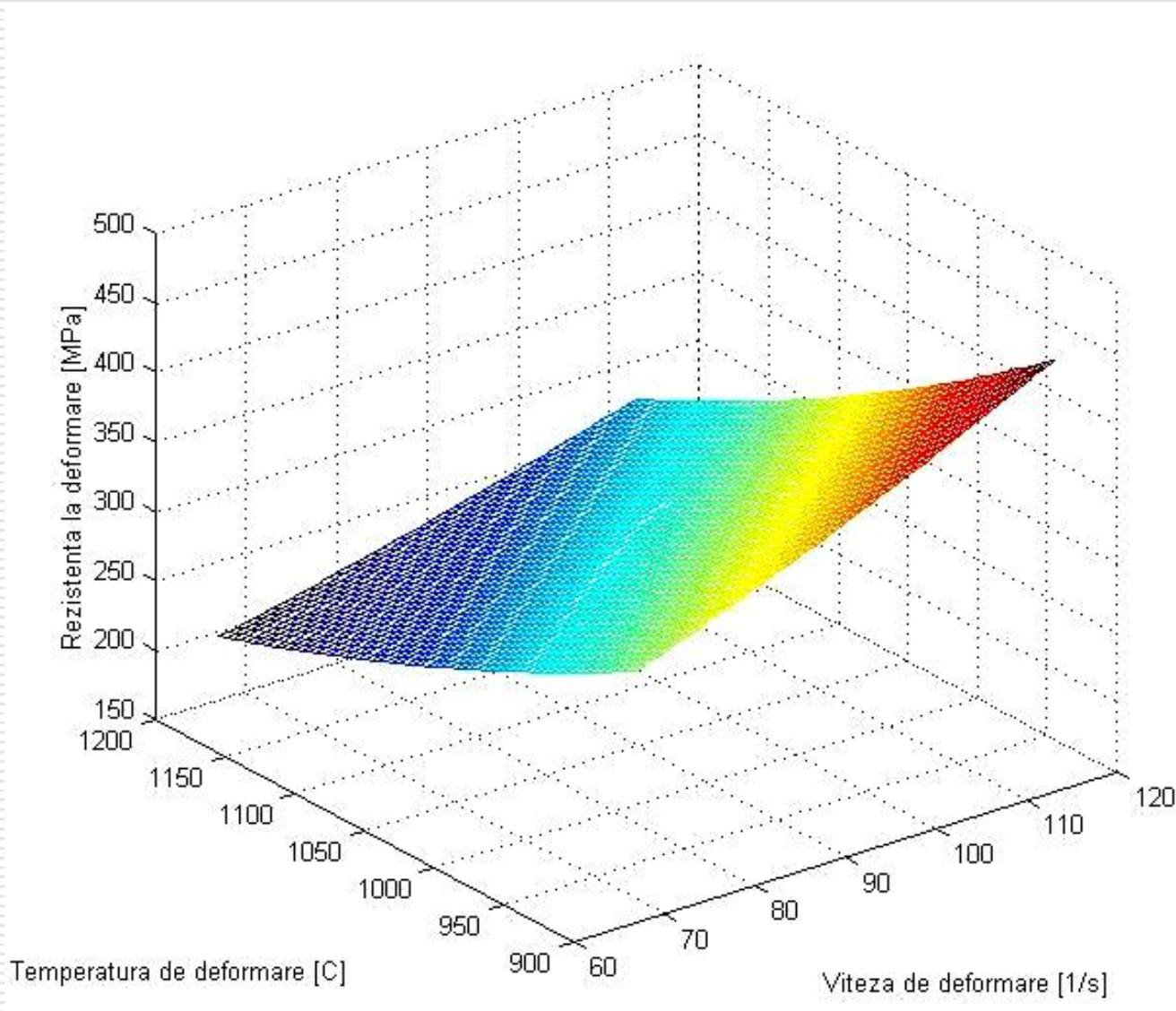
O problemă care trebuie rezolvată în procesul tratamentului termomecanic de temperatură înaltă aplicat materialelor studiate este stabilirea parametrilor optimi la care acesta trebuie să se desfășoare. Rezistența la deformare este un asemenea parametru. Pentru a determina această valoare au fost efectuate încercări de deformabilitate la diferite temperaturi și viteze. Testele au fost efectuate la viteze de deformare care se apropie de cele utilizate în procesele de deformare plastică la cald.

Pe baza relațiilor prezentate anterior și a rezultatelor testelor s-a putut stabili evoluția rezistenței la deformare în funcție de temperatură pentru oțelurile rapide studiate: HS 6-5-2C (R_{p5}) și HS 3-3-2 (R_{p9}).

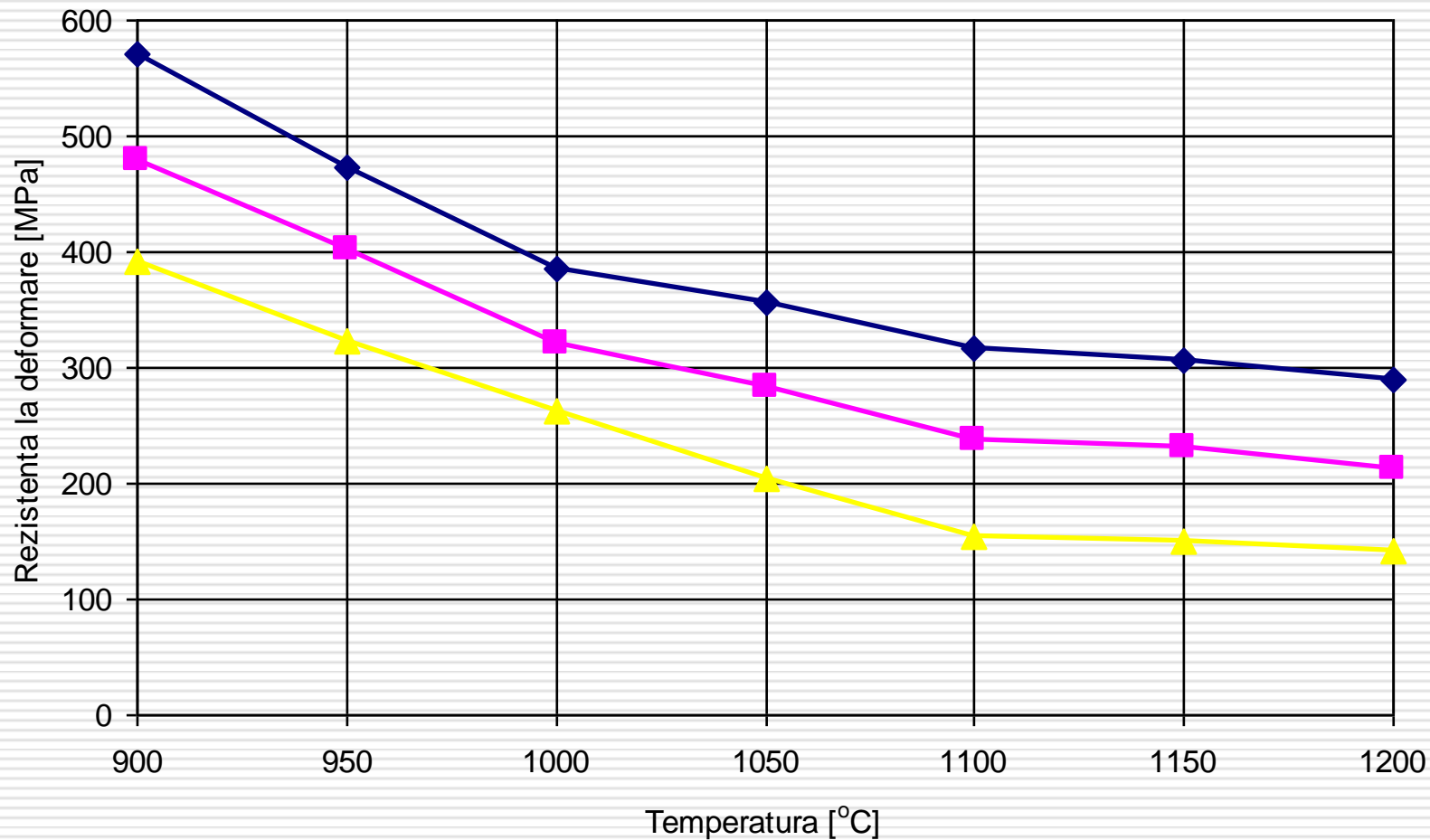


Evoluția rezistenței la deformare pentru HS 6-5-2C în funcție de temperatura și viteza de deformare

Rezultatul testelor arată că rezistența la deformare depinde de temperatura și viteza de deformare. Pentru a avea o imagine cât mai clară a dependenței dintre parametri, s-a urmărit stabilirea funcției care face legătura între aceștia. Prin anamorfozarea graficului s-a ajuns la concluzia că evoluția rezistenței la deformare în funcție de temperatura și viteza de deformare este o funcție exponențială de 2 variabile.

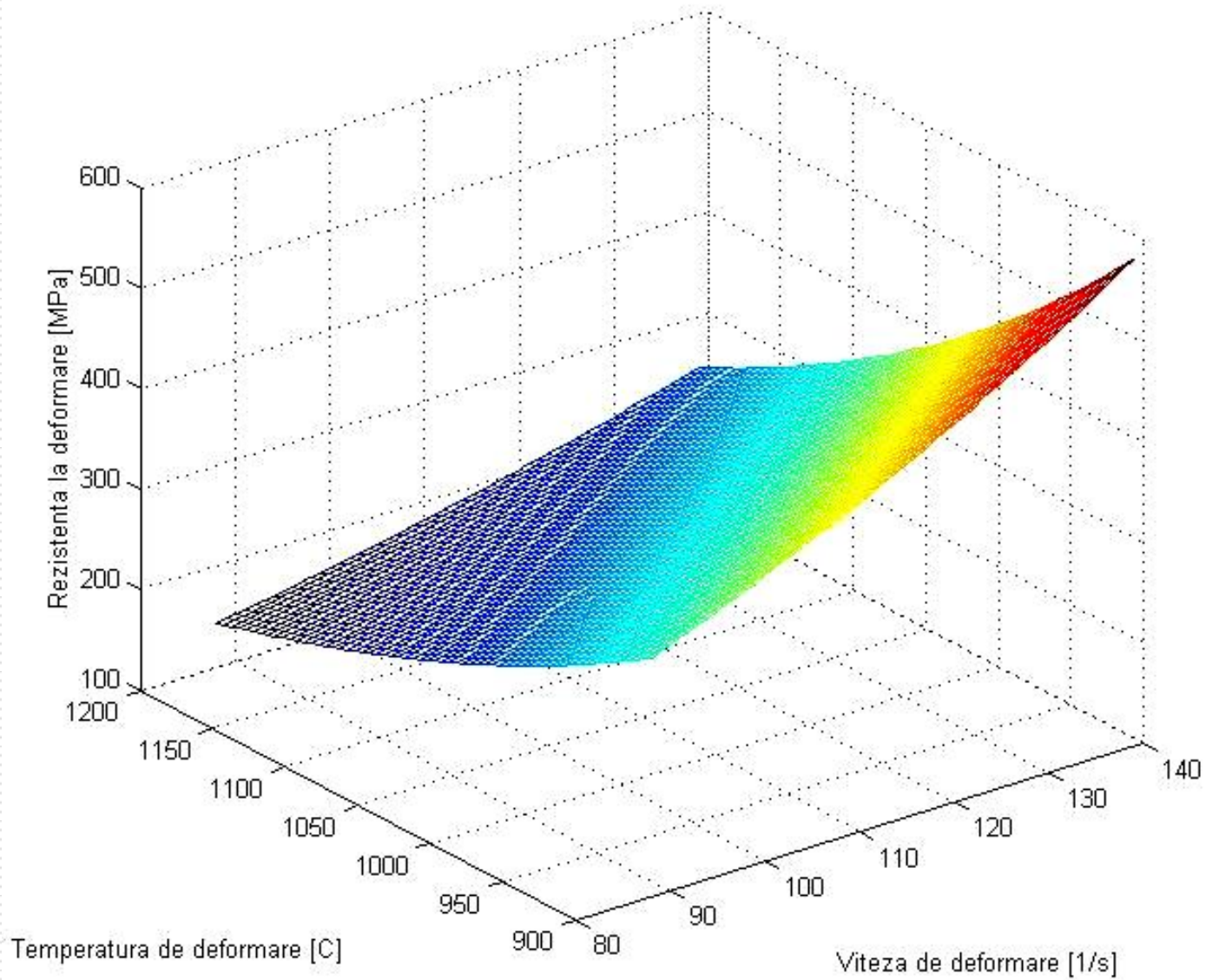


*Evoluția rezistenței la deformare pentru oțelul HS 6-5-2C
în funcție de viteza și temperatura de deformare*



—◆— $v=139$ [1/s] —■— $v=113$ [1/s] —▲— $v=88$ [1/s]

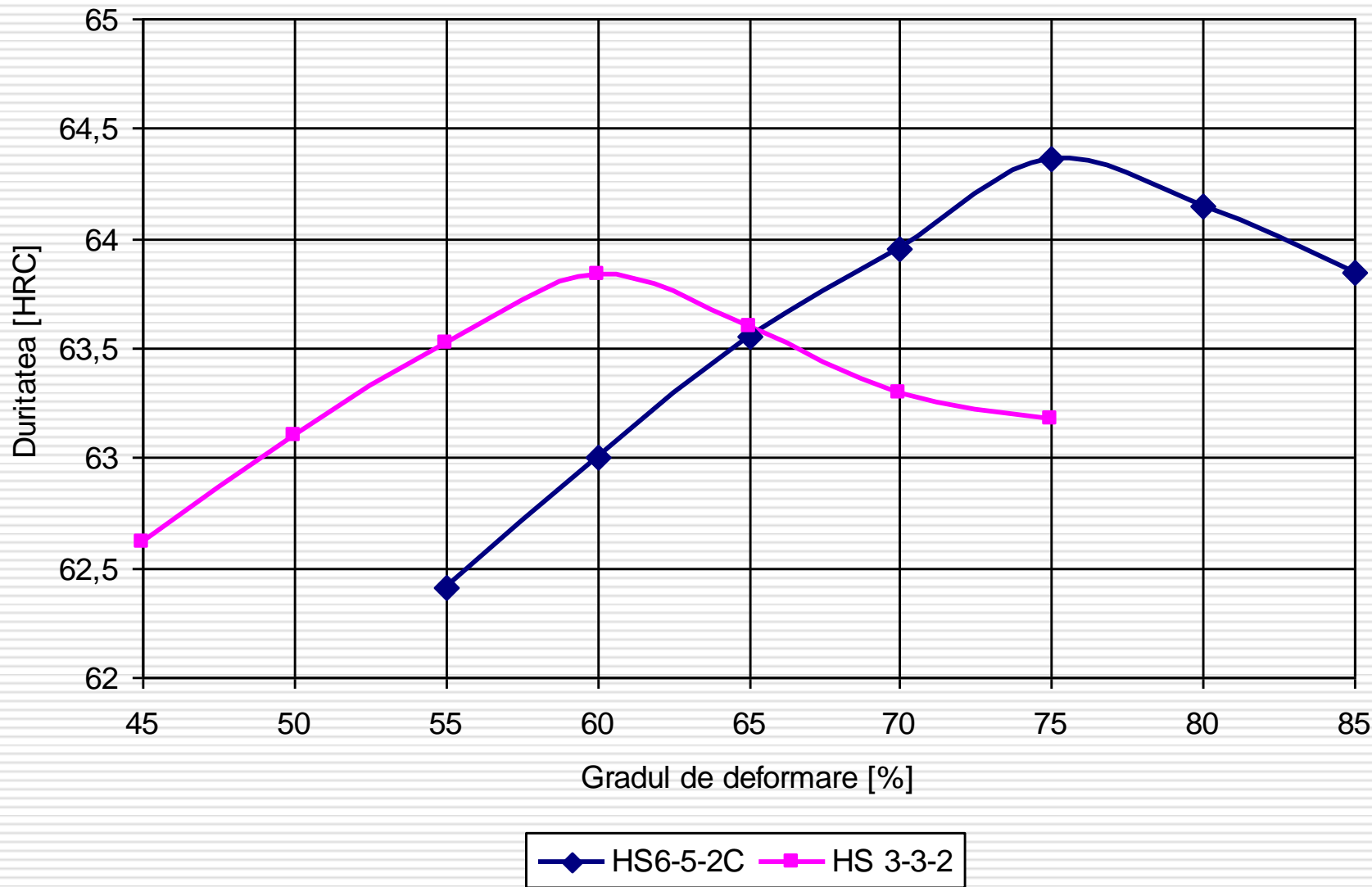
Evoluția rezistenței la deformare pentru HS 3-3-2 în funcție de temperatura și viteza de deformare



*Evoluția rezistenței la deformare pentru oțelul HS 3-3-2
în funcție de viteza și temperatura de deformare*

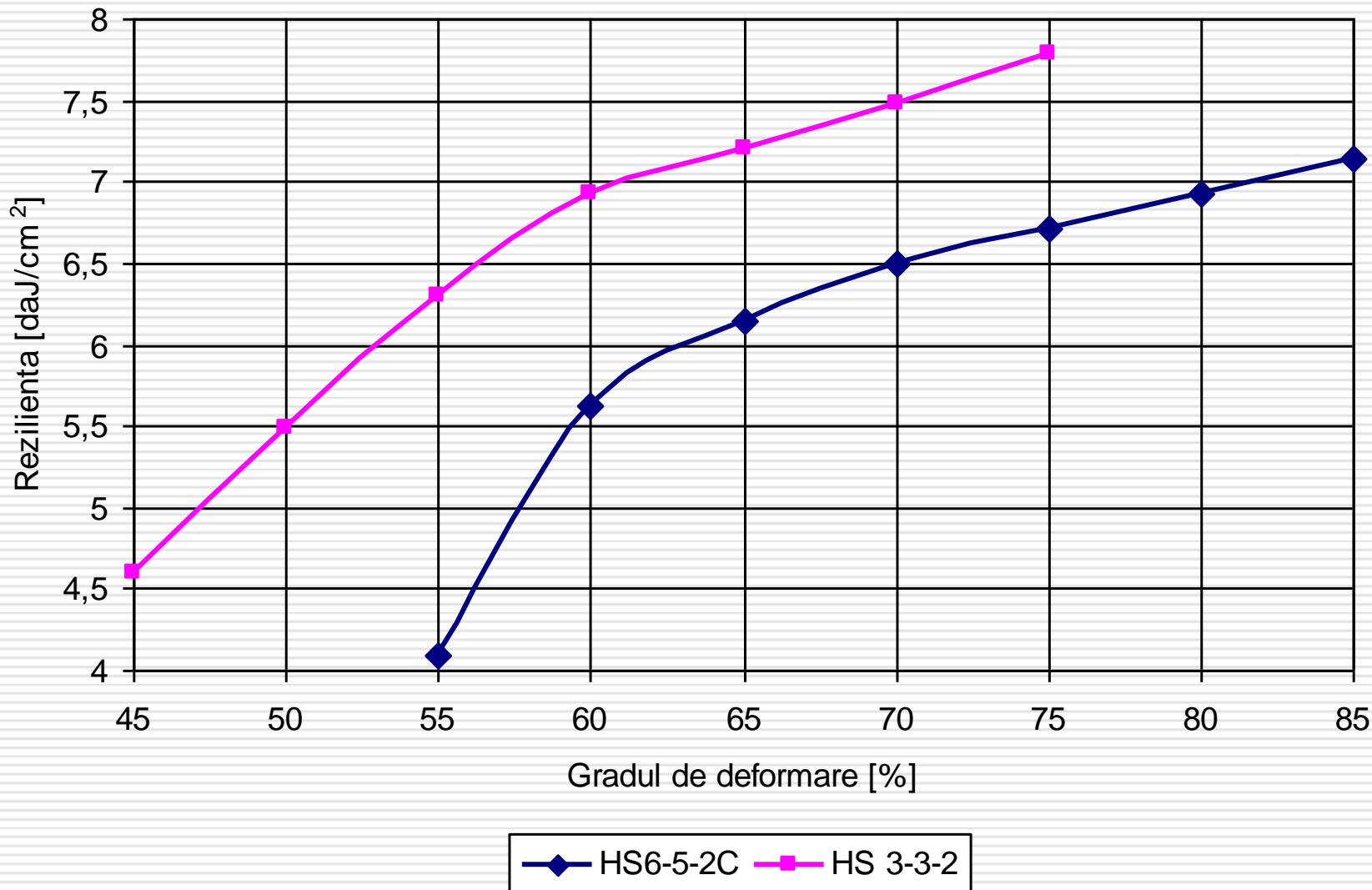
[9] Catana D., Catana D.A. *Thermo-mechanic treatment influence on microstructure and mechanical properties of high-speed steel*, Metalurgia International, Volume XV, No. 9, pp. 44-46, 2010, ISSN 1582 – 2214

În timpul tratamentului termomecanic de temperatură înaltă deformarea plastică a materialelor studiate a fost efectuată cu grade de deformare diferite, mai precis cuprinse între 45-75%. Proprietățile mecanice studiate au fost duritatea și reziliența. Duritatea a fost măsurată după ce epruvetele au fost supuse tratamentului termic de revenire [9]. Studiind rezultatele din figura se observă că duritatea crește cu mărirea gradului de deformare, dar această creștere este destul de redusă, de maxim 5,5% în comparație cu duritatea epruvetei nedeformate (61,03 HRC pentru $\varepsilon=0\%$). Valoarea maximă a durității s-a obținut pentru $\varepsilon = 75\%$, dar care, nu corespunde pentru cel mai mare grad de deformare, la care a fost supus oțelul rapid HS 6-5-2C. Și pentru oțelul rapid HS3-3-2 există un maxim al durității care nu coincide cu cel mai mare grad de deformare aplicat. Duritatea maximă s-a obținut pentru $\varepsilon = 60\%$ și este cu 4,6% mai mare decât duritatea epruvetei nedeformate.



Evoluția durtății pentru oțelurile tratate termomecanic [9]

Deoarece în timpul utilizării sculelor aşchietoare, acestea sunt supuse de multe ori la şocuri care conduc la distrugerea lor, s-a considerat necesară și verificarea tenacității (rezilienței) semifabricatelor tratate termomecanic și revenite [9, 11]. Oțelurile rapide având tenacitate redusă, epruvetele testate la aceste încercări nu au fost prelucrate cu crestătură, deoarece existența acestora ar fi constituit un factor de amorsare al fisurilor, ceea ce ar determina scăderea accentuată a tenacității și implicit imposibilitatea unei departajări și interpretări corecte a rezultatelor obținute. Simbolizarea încercărilor de reziliență efectuate este KC16,56 /10.



Evoluția rezilienței pentru oțelurile tratate termomecanic [9]

Din analiza figurii se constată că reziliența are creștere accentuată în cazul oțelului HS 6-5-2C pentru grade de deformare cuprinse între 55% și 70% iar pentru oțelul HS 2-3-2 pentru grade de deformare cuprinse între 45% și 60%. Peste aceste valori, reziliența crește ușor, iar față de reziliența epruvetei nedeformate plastic care este de 3,8 daJ/cm² pentru HS 6-5-2C și de 4,1 daJ/cm² pentru HS 2-3-2, tenacitatea este mai mare cu 78% pentru HS 6-5-2C și cu 89% pentru HS 3-2-2.

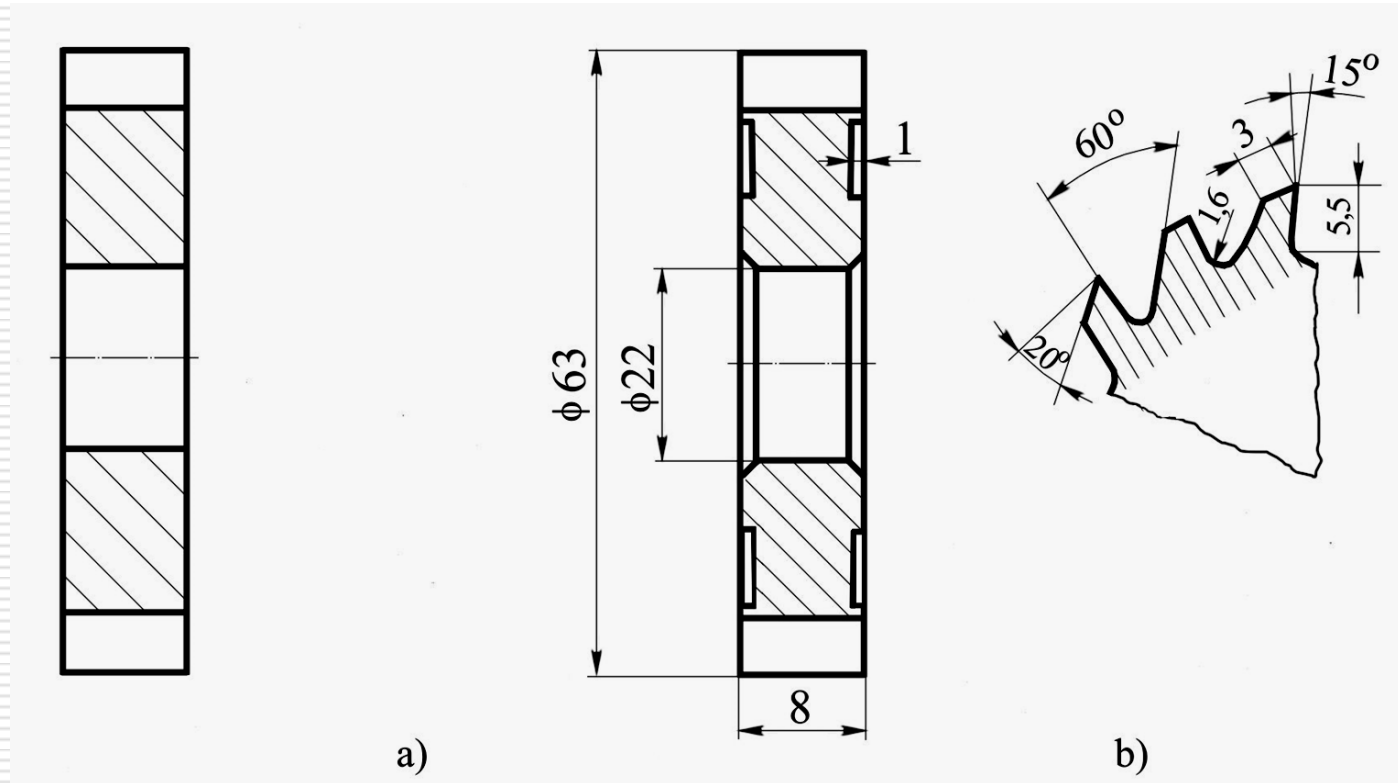
În funcție de proprietate cea mai importantă pentru sculă, care depinde de tipul sculei se poate opta pentru gradul de deformare care aplicat în timpul tratamentului termomecanic să maximizeze respectiva proprietate, mai precis pentru o duritate sau o reziliență mărită.

2.2 Comportarea în aşchiere a sculelor tratate termomecanic

Studiile efectuate au arătat că aplicarea unei deformări suplimentare oțelurilor rapide, îmbunătățește proprietățile, dacă gradul de deformare este cuprins între 50-70 %. Pentru a obține gradele de deformare menționate, refularea a fost operația care a corespuns acestui scop. O categorie de scule aşchietoare care să fie prelucrată printr-o astfel de succesiune de operații este cea a frezelor disc.

Prin procedeul descris anterior s-au realizat scule aşchietoare din categoria frezelor disc, procedeul fiind eficient economic doar pentru scule cu dimensiuni (diametre) mari și geometrii complexe [10]. După tratamentul termomecanic, sculele au trecut în etapa prelucrărilor de finisare pentru aducerea lor la geometria finală.

[10] Catana D. *Durability and wear of cutting tools with detachable plastic deformed teeth*, The International Conference on Design, Technologies & Management In Manufacturing, 14-16th May, 2010, pp. 73-78, Bulletin of the Polytechnic Institute of Iasi, Tomul LVI (LX), ISSN 1011-2855



Dimensiunile și geometria frezei disc testate

Frezele disc obținute prin tratament termomecanic au fost supuse testărilor de comportarea în așchiere. Comparația a fost făcută între acest tip de freze disc și unele similare dar obținute prin metoda clasică. Comportarea în așchiere pentru aceste scule s-a efectuat atât în condiții grele cât și în condiții obișnuite. Toate încercările de așchiere efectuate s-au desfășurat conform normelor de testare după care lucrează producătorul acestui tip de scule.

Caracteristicile condițiilor de încercare grele au fost:

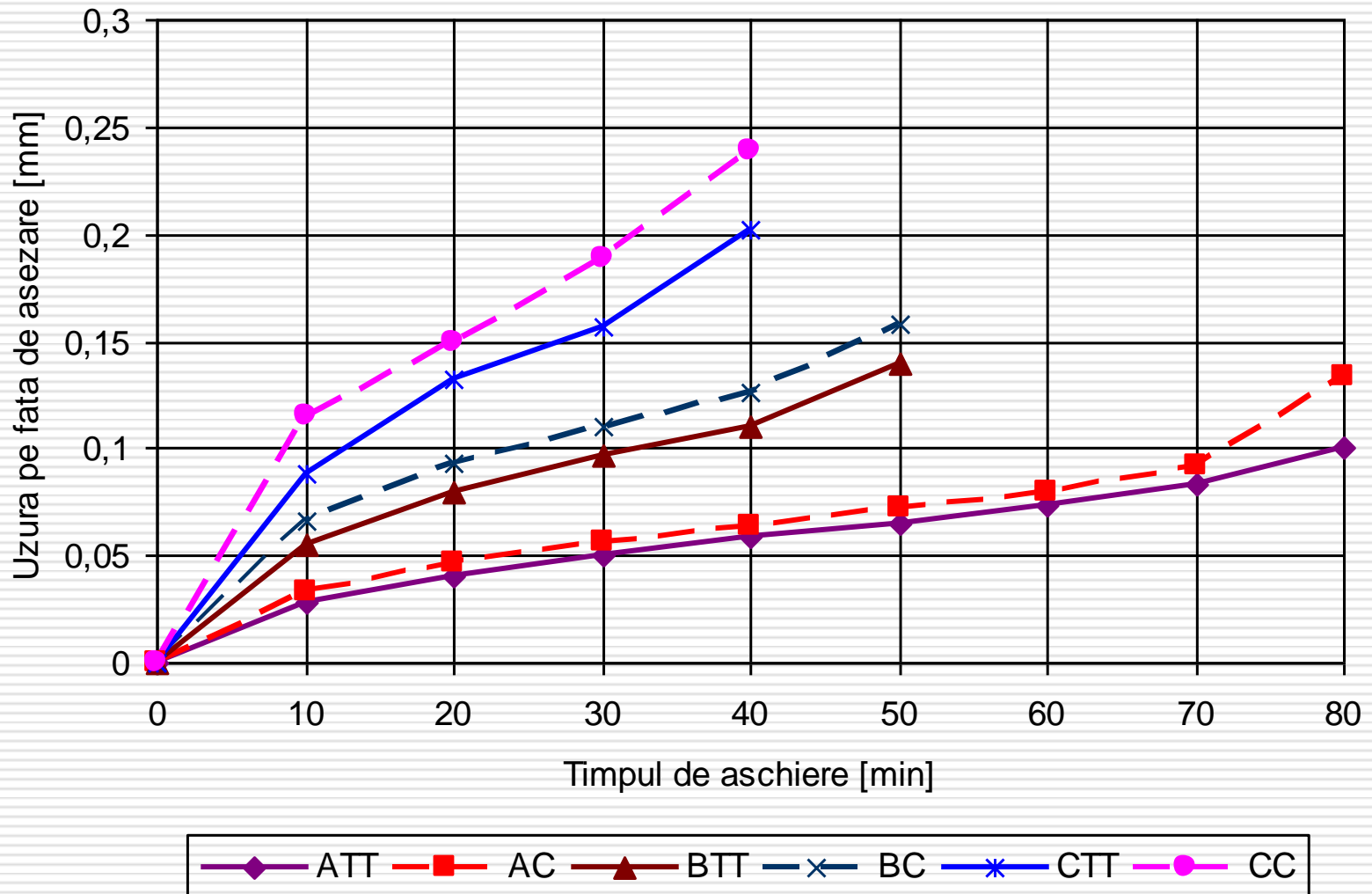
- materialul așchiat oțel C45 de lungime 500 mm, cu duritate de 182 HB;
- lichidul de răcire compus din ulei emulsionabil în apă (5 % ulei), debit 5 l/min.

Materialul frezelor a fost oțel rapid marca HS 6-5-2C.

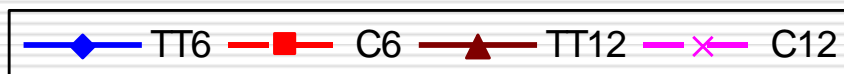
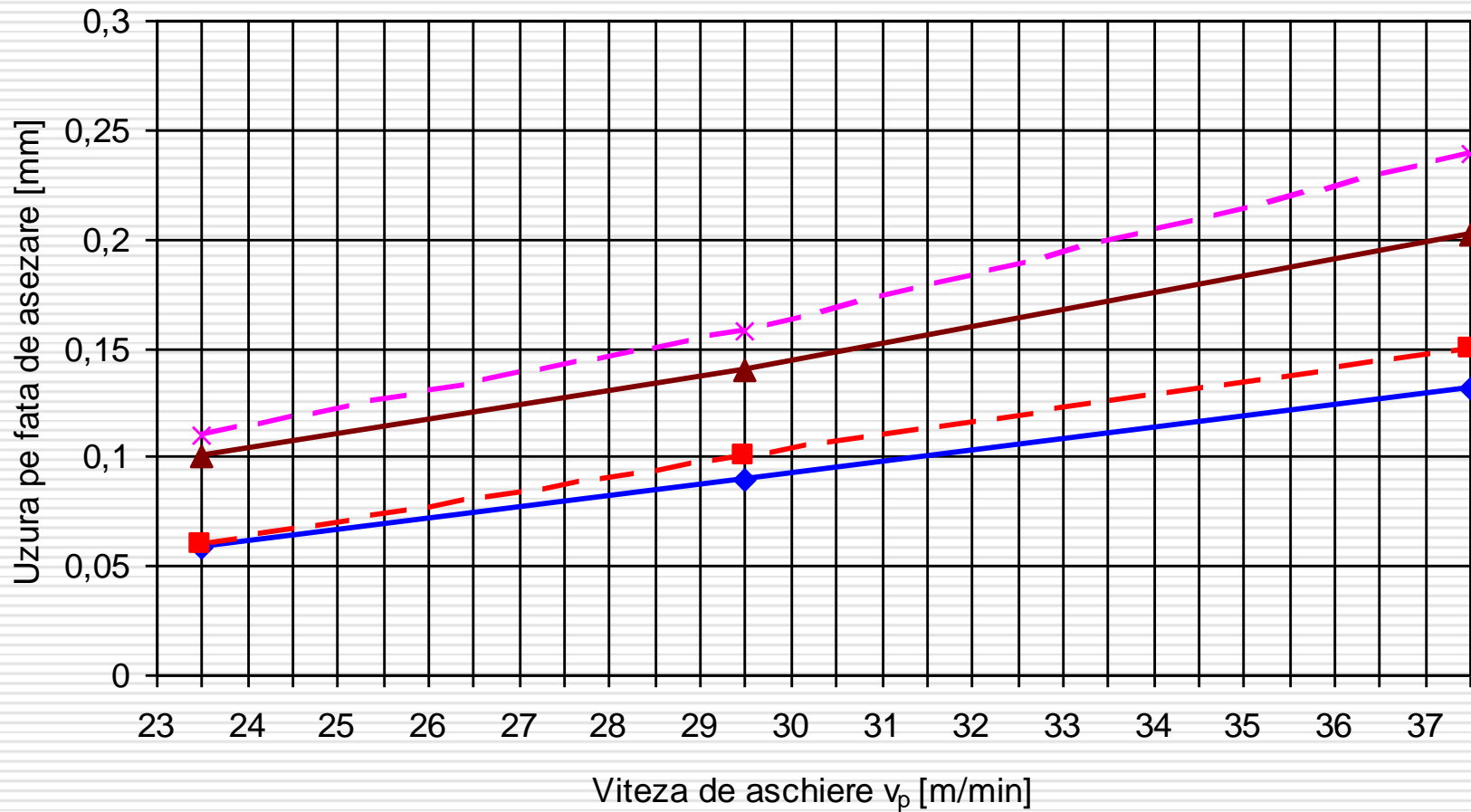
Parametrii regimului dur

Regim \ Parameteru	v_p [m/min]	s [mm/rot]	t [mm]
A	23,35	1,27	9,5
B	29,68	1,56	9,5
C	37,60	1,57	9,5

Pentru un rezultat cât mai precis al modului de uzare al dinților frezei, măsurarea s-a efectuat din doi în doi dinți, mai precis la dinții impari.



Variația uzurii în timp, funcție de viteză: A, B, C – regim de așchiere, TT – tratament termomecanic, C – clasică (ATT – freză disc tratată termomecanic, testată în regim A)



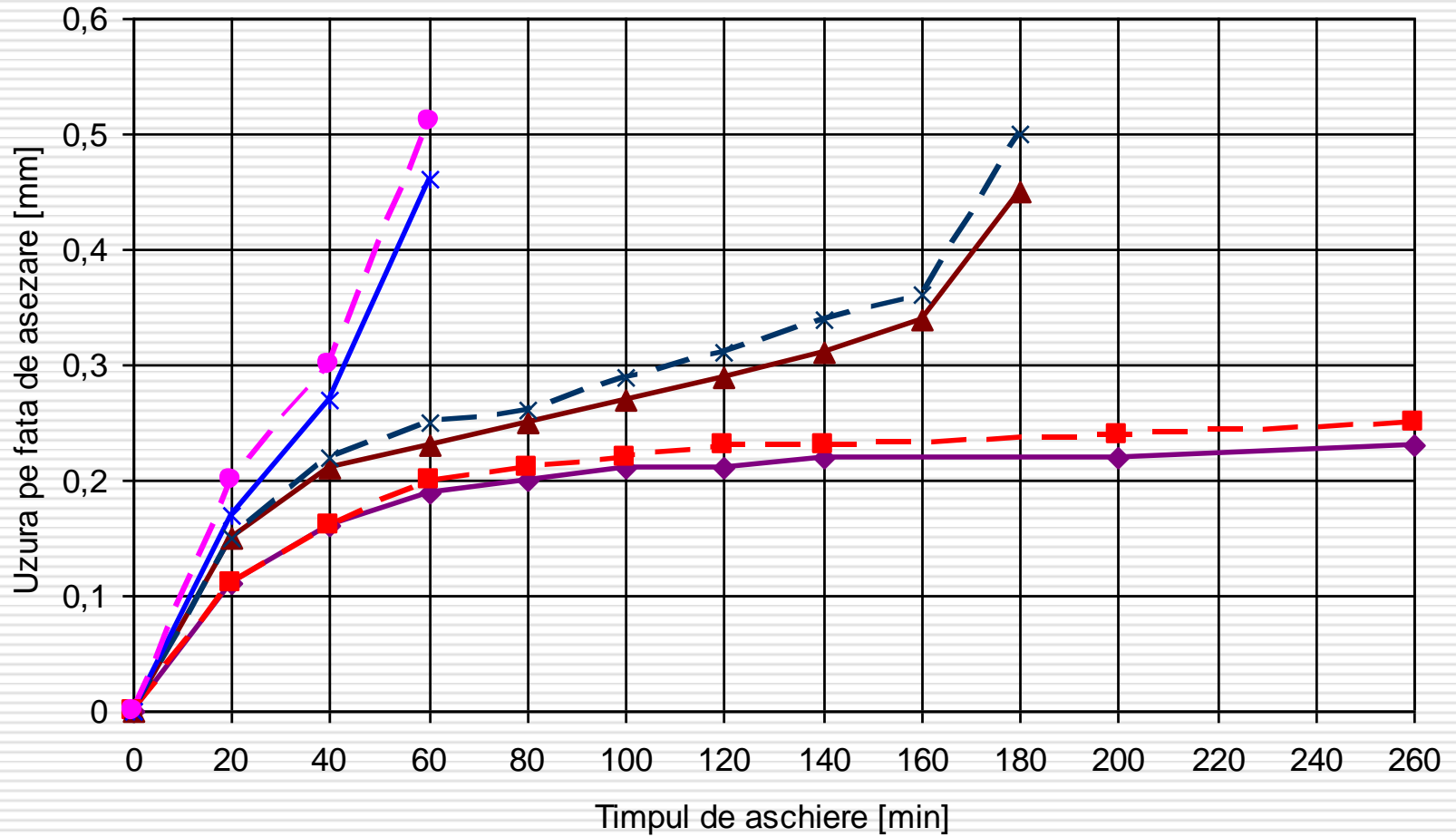
Evoluția uzurii funcție de viteza de aşchiere: distanța de testare 6, 12 metri

Deoarece regimul de testare descris anterior a fost unul dur, aceleași teste se fac pentru regimuri de aşchiere obișnuite (normale) pentru astfel de scule și prelucrări. Scopul încercării a fost de completare a informațiilor despre comportarea în aşchiere a frezelor disc din oțel rapid HS 6-5-2C obținute prin tratament termomecanic.

Parametrii regimului normal de aşchiere

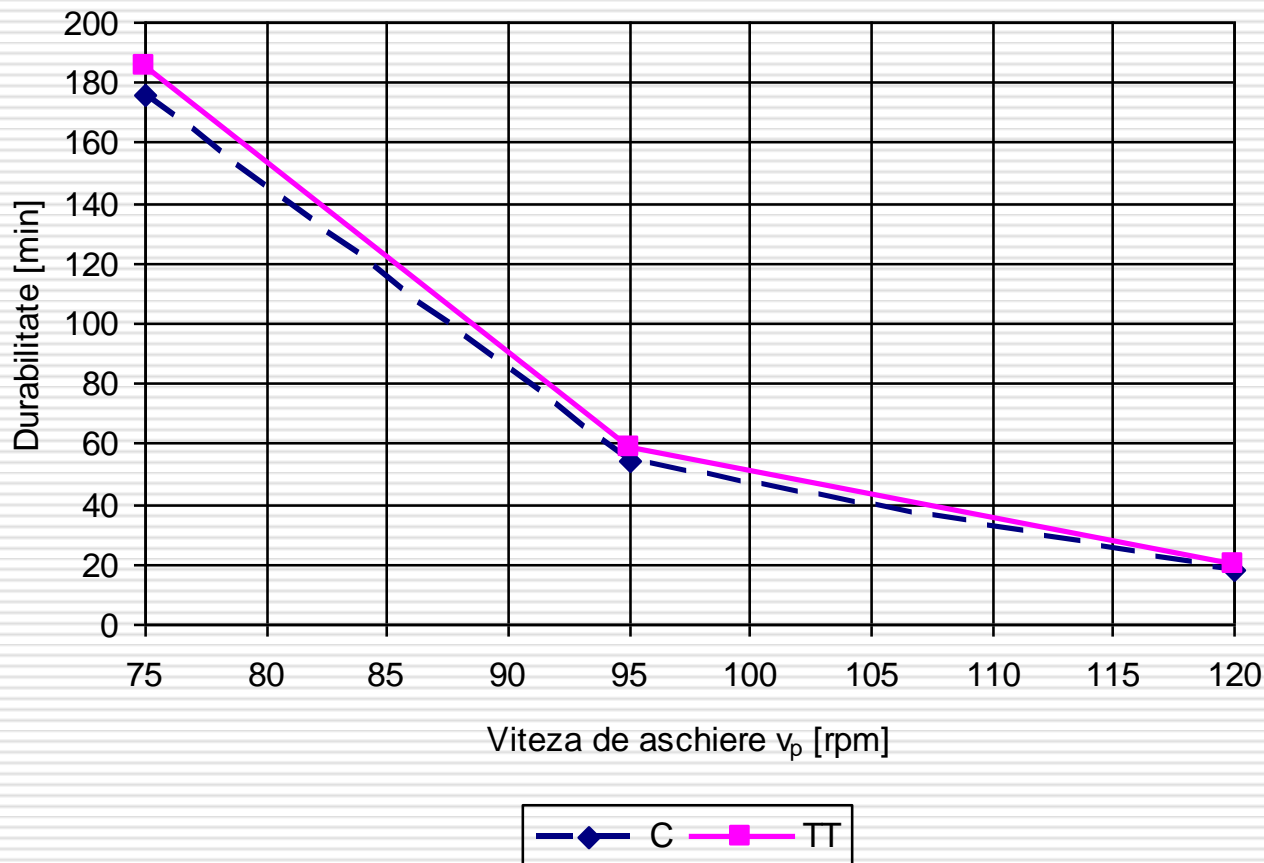
Regim \ Parametru	v_p [m/min]/[rot/min]	s_d [mm]	t [mm]
A	11,70/60	0,06	1,4
B	14,60/74	0,06	1,4
C	18,60/95	0,06	1,4
D	23,35/120	0,06	1,4

Studierea uzurii se face cu ajutorul celor două categorii de freze disc prezentate anterior. Materialul aşchiat este tot un oțel marca C45 cu duritatea de 175 HB, debitul fluidului de răcire a fost de 3 l/min. Încercarea s-a făcut pentru fiecare viteză de aşchiere, prin măsurarea uzurii pe fața de aşezare a dinților din 20 în 20 de minute.



Variația uzurii în timp funcție de viteză: A, B, C – regim de așchiere, TT – tratament termomecanic, C – clasică

Conform indicațiilor producătorului de freze disc, se consideră că scula a ajuns la valoarea admisibilă a uzurii, când valoarea acesteia pe fața de așezare este de 0,4 mm. Pentru cazul de față, s-a considerat ca uzură admisibilă valoarea $h_{\alpha} = 0,45$.



Evoluția durabilității în funcție de viteza de aşchiere

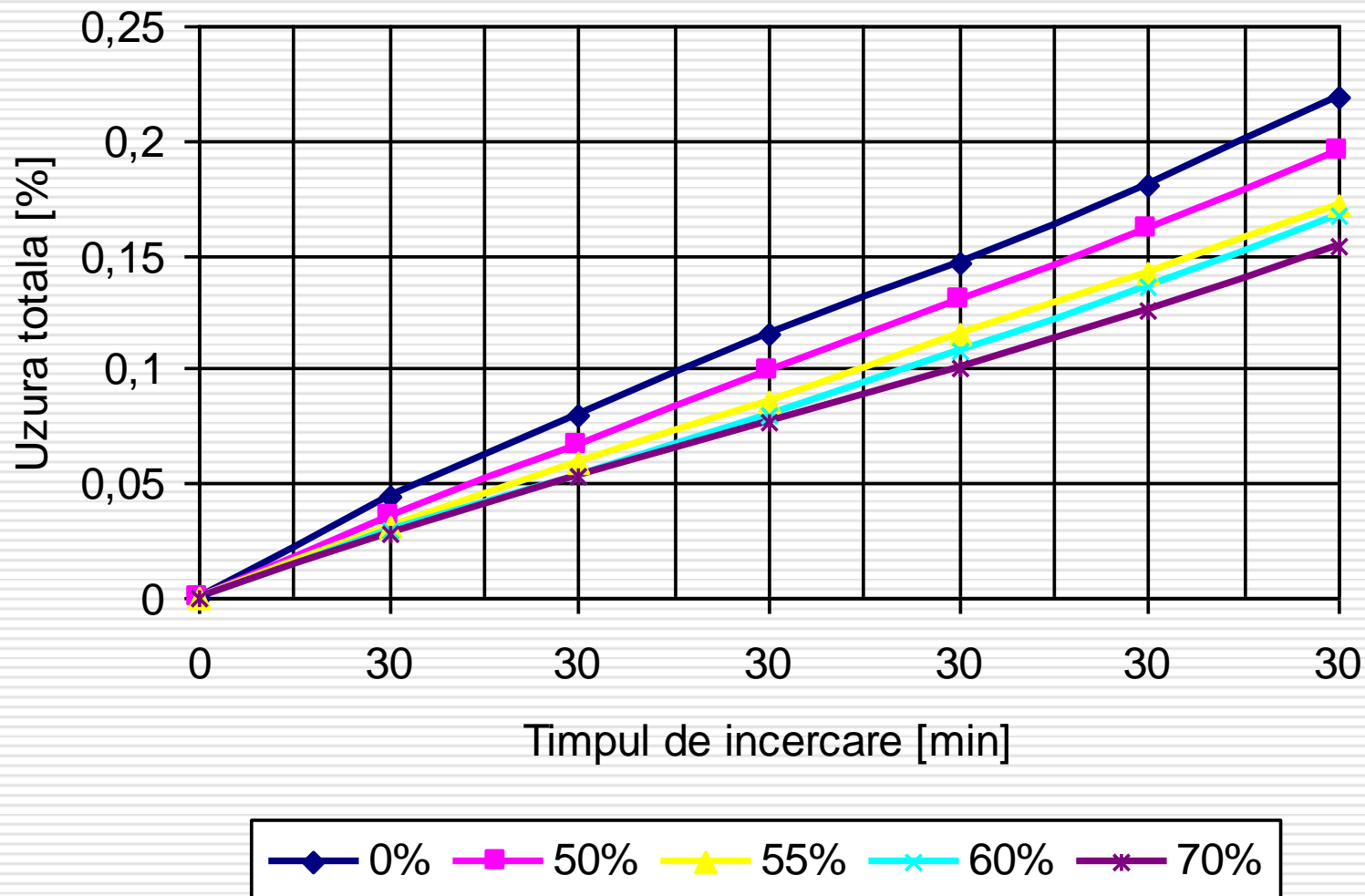
[5] Catana D. *Thermomechanical treatment influence on the high-speed steel hardness and wear*, Universal Journal of Materials Science, Vol. 3 (3), pp. 44-48, 2015, ISSN 2331-6691 print, ISSN 2331-6705 online, DOI: 10.13189/ujms.2015.030302

Comparând evoluția celor două tipuri de freze se pot trage următoarele concluzii:

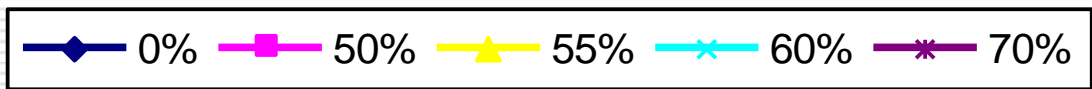
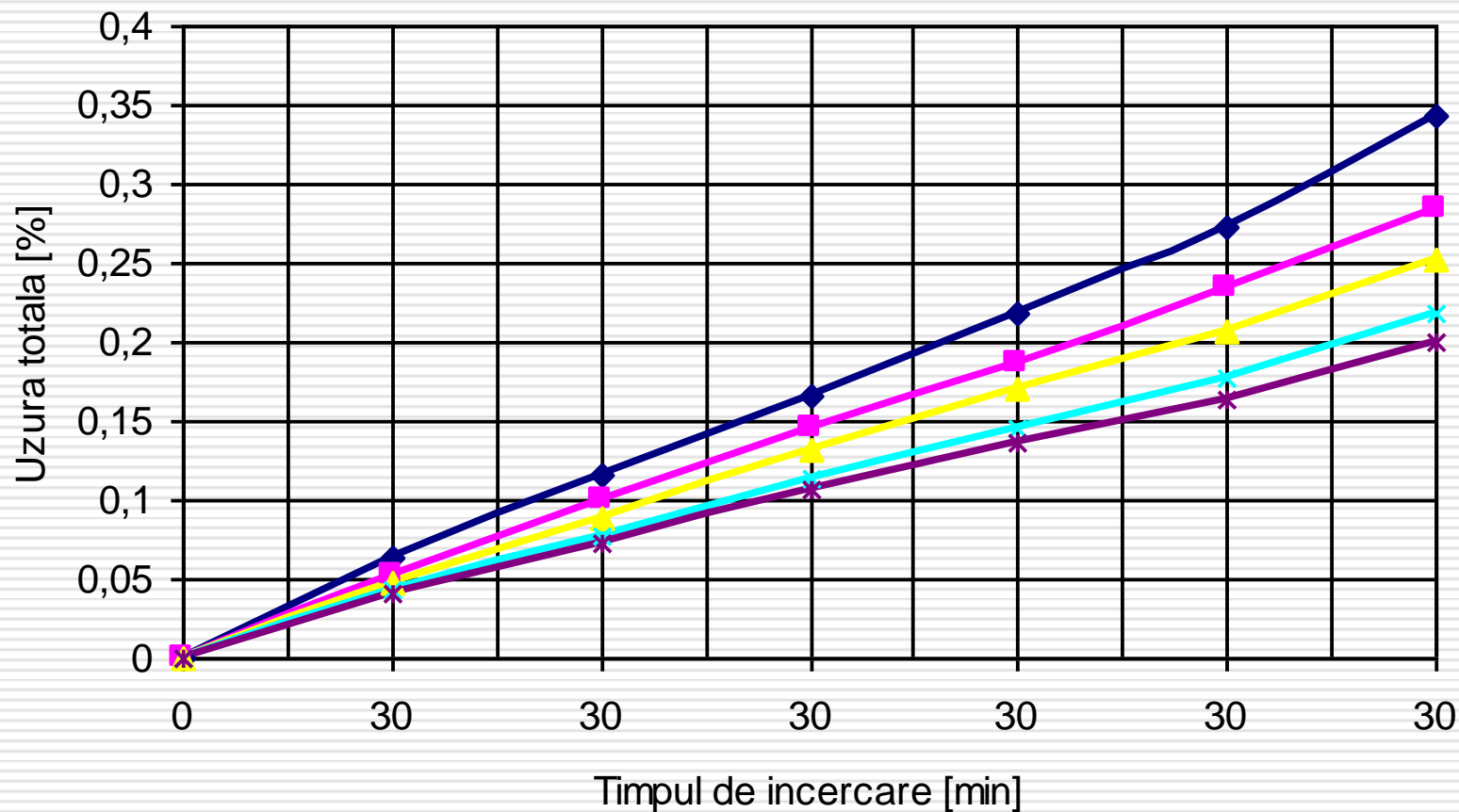
- frezele disc realizate prin tratament termomecanic se uzează mai puțin decât cele clasice, indiferent de viteza de rotație sau timpul de așchiere;
- la viteze de așchiere mari, specifice acestui material, aceste diferențe încep să devină mai evidente, bineînțeles în favoarea celor tratate termomecanic.

2.2 Influența tratamentului termomecanic asupra durității și uzurii oțelului rapid HS 2-9-1-8

Aplicarea tratamentului termomecanic de călire în ulei oțelului rapid HS 2-9-1-8 determină o uzură care depinde de gradul de deformare cu care acestea au fost procesate.



*Evoluția uzurii totale în timp pentru oțelul HS 2-9-1-8
tratat termomecanic și călit în ulei [5]*

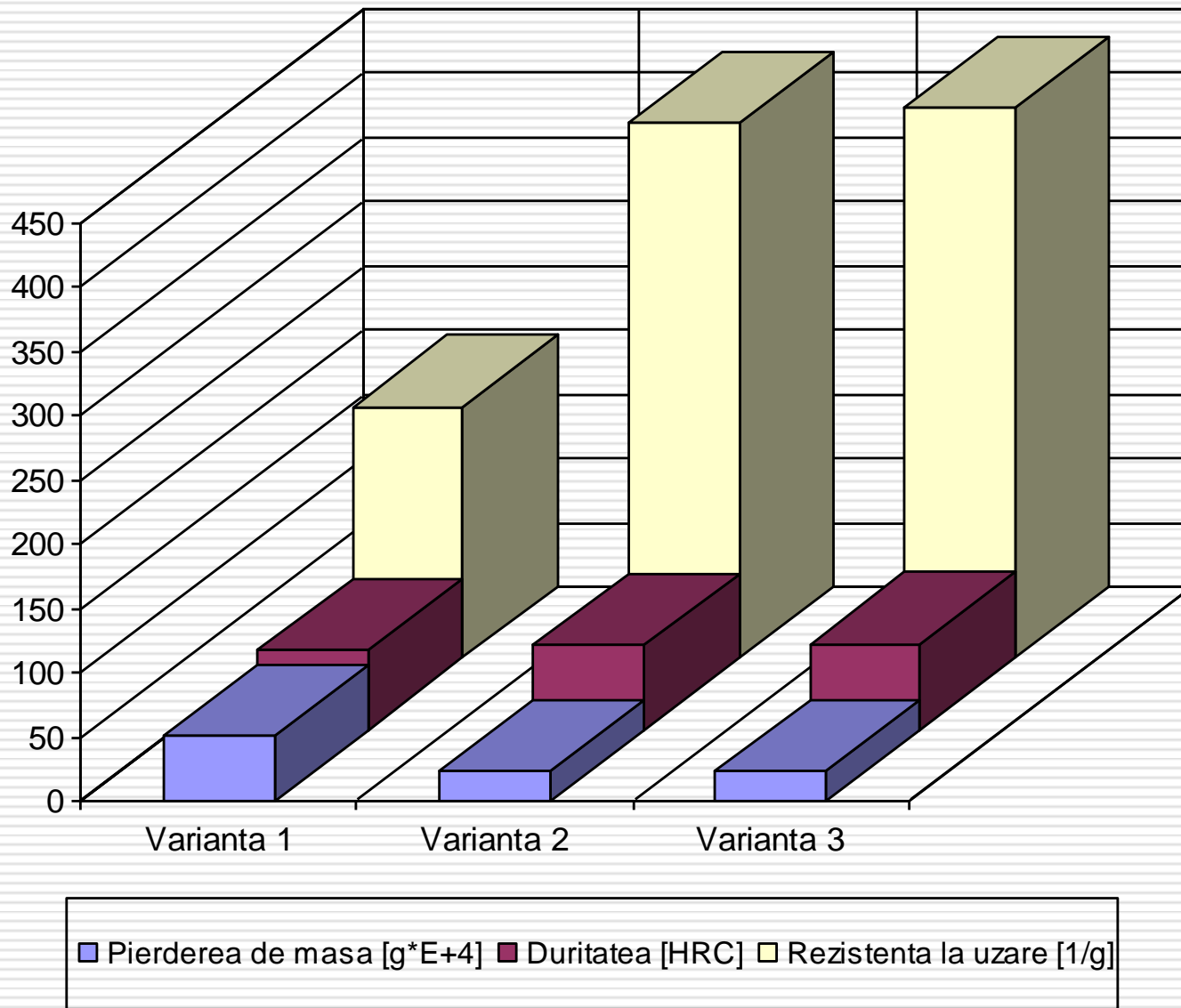


Evoluția uzurii totale în timp pentru oțelul HS 2-9-1-8 tratat termomecanic și călit în aercomprimat [5]

Aplicarea tratamentului termomecanic de temperatură înaltă oțelului HS 2-9-1-8 determină creșterea durității și reducerea uzurii, cu implicații în creșterea productivității prelucrărilor prin așchiere (reascuțirea mai rară) și a reducerii costului prelucrărilor (consum de scule așchietoare mai redus).

2.4 Influența tratamentului termic cu surse concentrate de energie asupra proprietăților mecanice ale oțelurilor aliate

Folosirea surselor concentrate de energie termică în tratamentele termice de suprafață, permite ca doar straturilor de la suprafață să le fie modificate caracteristicile. Pentru oțelul HS 18-0-1 variantele de tratament termic au fost: varianta 1 – clasică, varianta 2 – cu laser și varianta 3 cu fascicul de electroni.



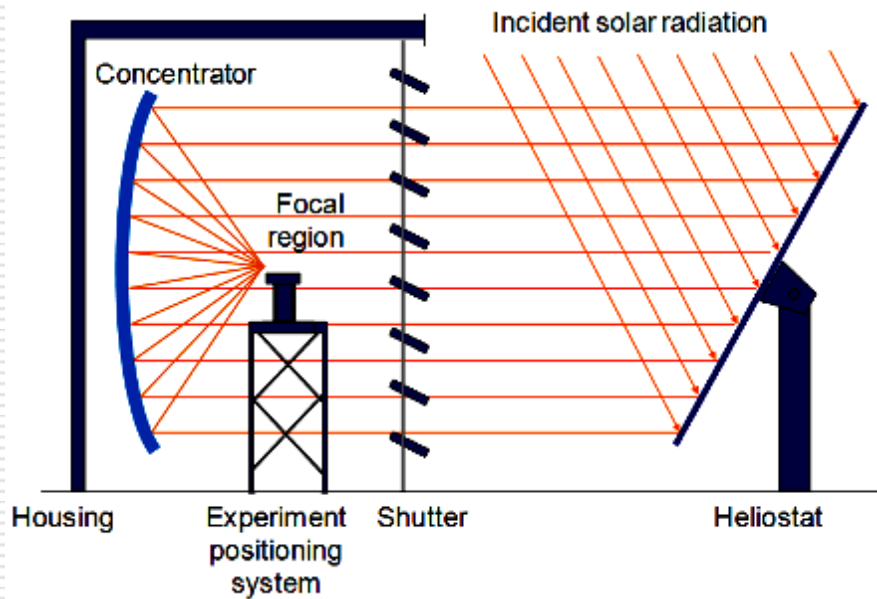
Influența tratamentelor termice asupra proprietăților oțelului HS 18-0-1

Numeroasele teste efectuate arată că indiferent de proprietățile studiate: microstructură, duritate, microduritate sau rezistență la uzare, aplicarea tratamentelor termice cu surse concentrate a condus la valori mai mari ale proprietăților studiate în comparație cu cele obținute în cazul tratamentelor termice clasice.

2.5 Cercetări privind tratamentul termic cu energie solară aplicat oțelurilor aliate

Numeroasele cercetări din domeniul tratamentelor termice neconvenționale pe care le-am inițiat și efectuat asupra oțelurilor aliate m-au determinat să fiu interesat de posibilitatea efectuării tratamentului termic de călire și revenire utilizând ca sursă de energie termică, energia solară.

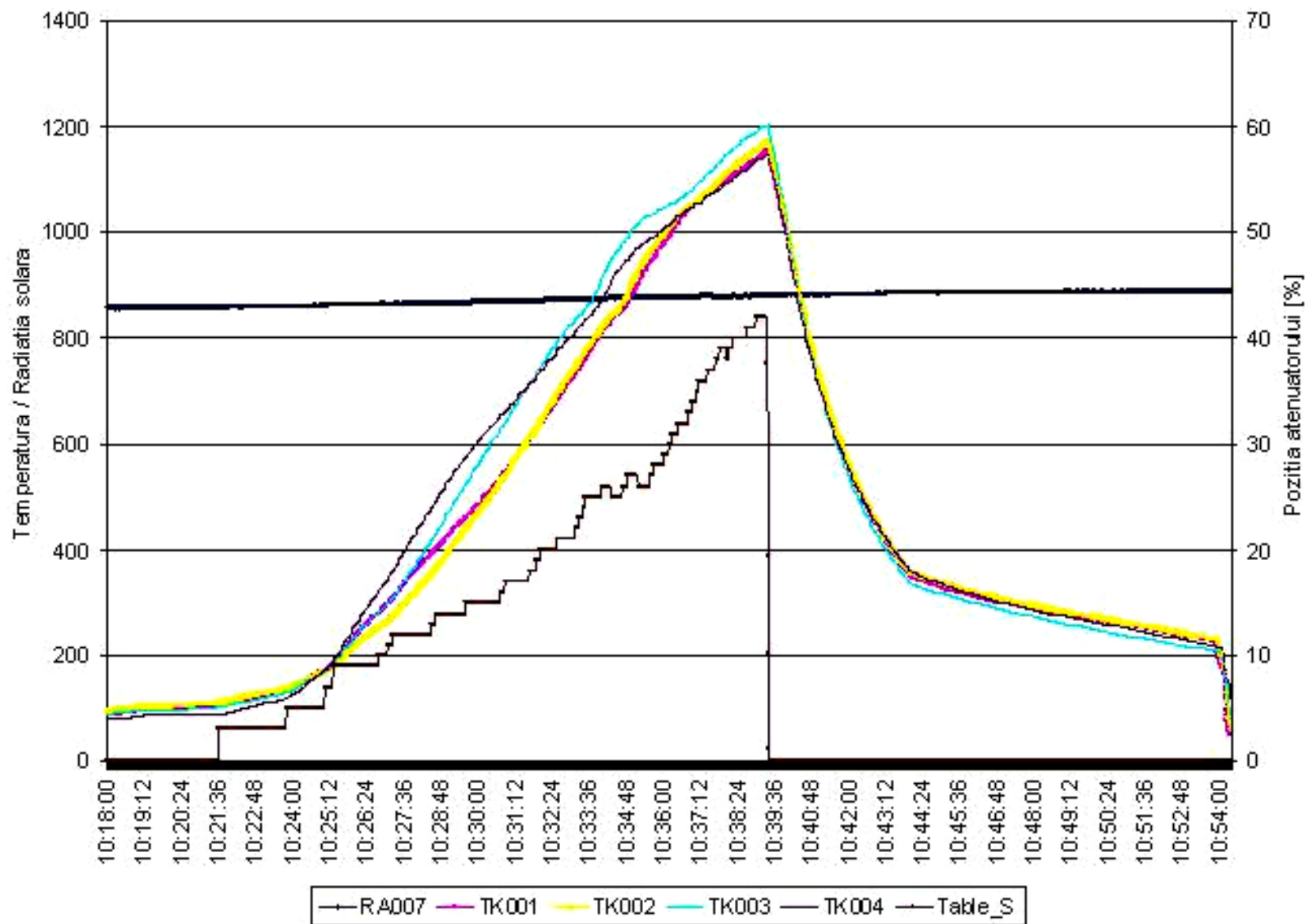
Cătană D. *Researches regarding the influence of the heat treatments with solar energy on the alloy steels properties*, propunerea de proiect care a fost finanțată de Comisia Europeană și Ministerul Economiei și Competitivității din Spania, în 2015



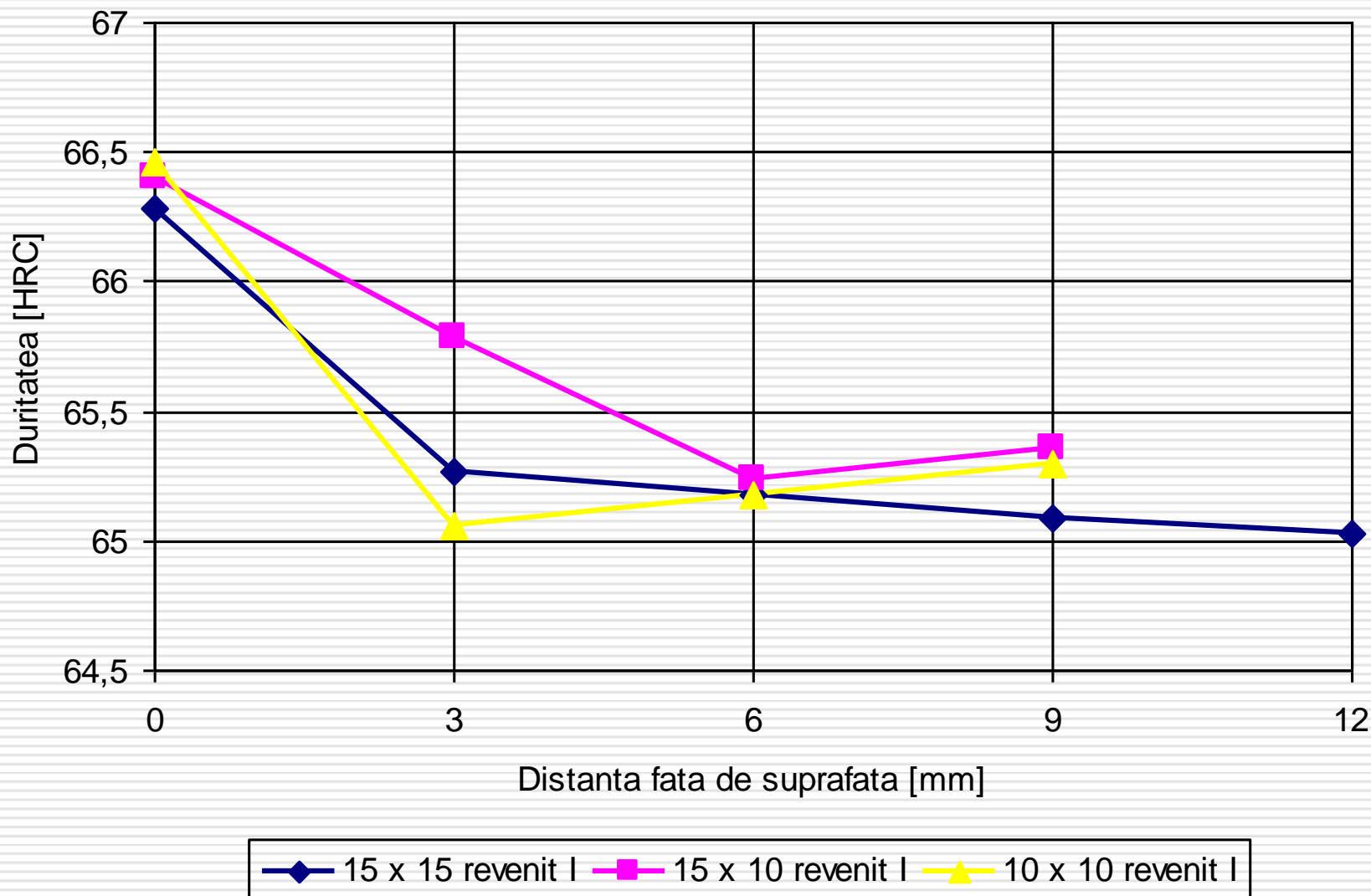
Cuptor solar: a) schema de principiu, b) vedere generală a cuptorului solar [38, 42]



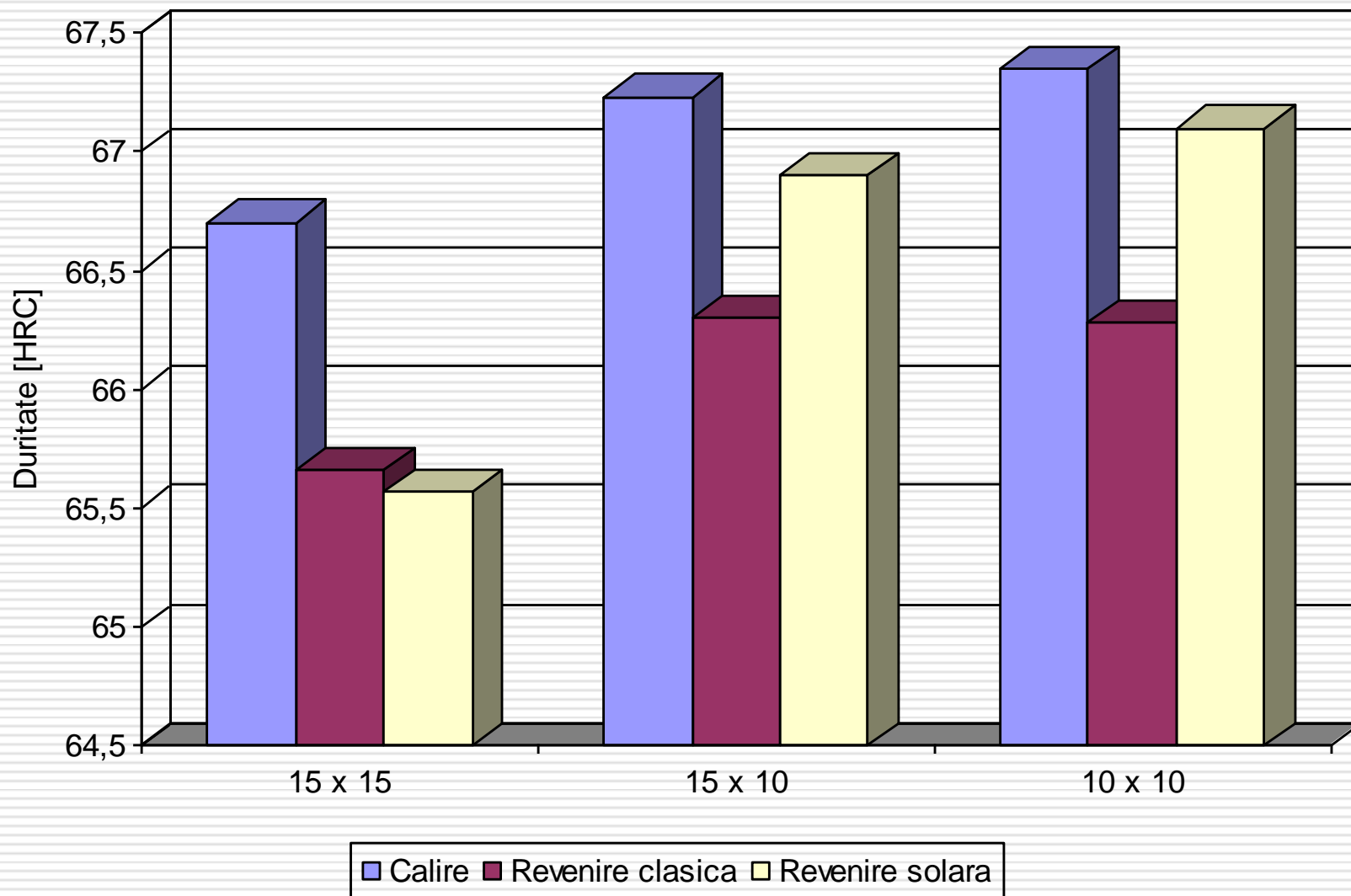
Elementele cuptorului solar



Valorile parametrilor procesului de încălzire pentru oțelul HS 6-5-2-5



Evoluția durității pentru oțelul HS 6-5-2-5 tratat cu energie solară



Evoluția duriții pe suprafața epruvetelor pentru oțelul HS 6-5-2-5 tratat cu energie solară

Tratamentul termic cu energie solară aplicat oțelului rapid conduce la următoarele concluzii:

- datorită încălzirii cu energie solară, suprafața epruvetei are temperatura mai mare decât restul volumului ceea ce determină și duritatea mai mare a acesteia;

- folosind energia solară pentru tratamentul termic (călire urmată de revenire) aplicat oțelului rapid HS 6-5-2-5 (un oțel Rp₅ cu procent mai mare de Co) , se obțin valori ale durității comparabile sau chiar superioare celor rezultate printr-un tratament termic clasic.

Rezultatele obținute prin tratamentul termic cu energie solară sunt asemănătoare cu cele obținute în cazul aplicării tratamentelor cu surse concentrate de energie (laser).

2.6 Contribuții privind accelerarea îndepărtării straturilor subțiri dure

Fenomenul de uzare în sine se produce și apare preponderent, sau în totalitate, în straturile superficiale ale pieselor, pe o adâncime care nu depășește câțiva micrometrii (excepție făcând fenomenele de oboseală). Prin aplicarea unui strat metalic se poate prelungi durata de funcționare, se îmbunătățesc condițiile de exploatare și se micșorează consumul de metal deficitar.

Una din metode este depunere din vapori (PVD), mai precis procedeul care utilizează surse principale solide, încălzite și evaporate cu ajutorul descărcărilor în arc electric.



Tipuri de acoperiri: a) TiN – monostrat b) AlTiN – multistrat c) TiCN – multistrat [39]

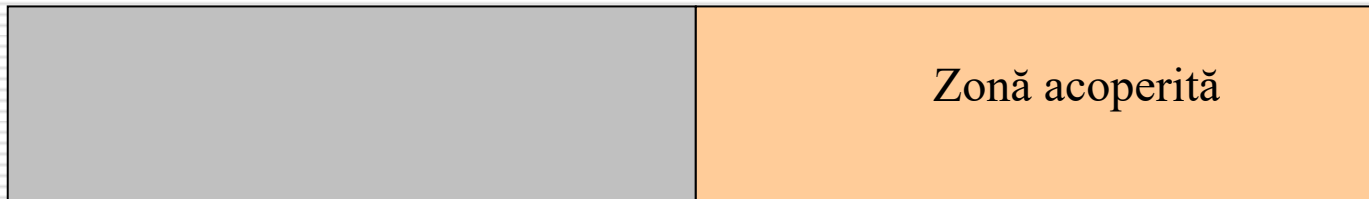


Etapele procesului de acoperire [39]

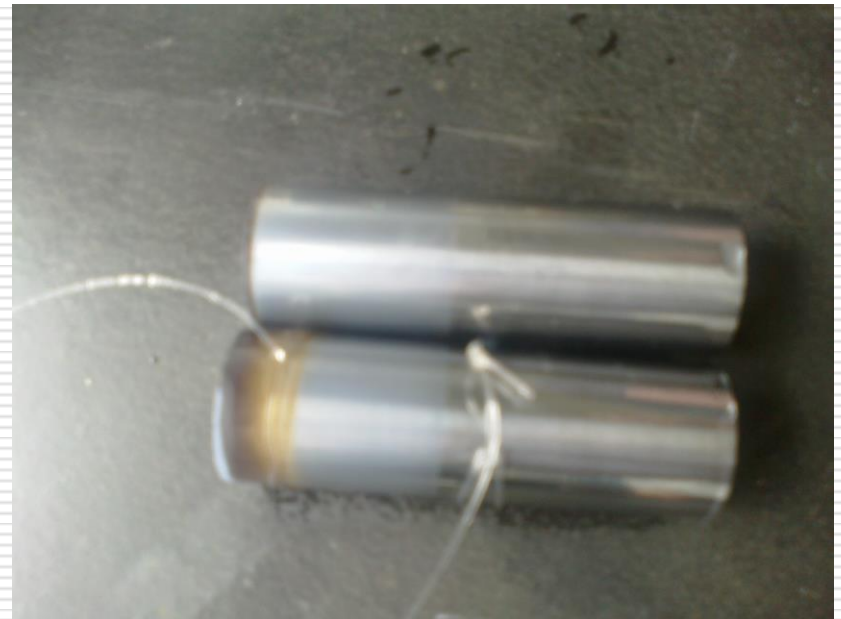
Operația cunoscută sub denumirea „decoat” sau îndepărtarea acoperiri existente este una mare consumatoare de timp. Timpul necesar îndepărtării acoperiri este lung, putând ajunge la 5-6 ore pentru unele tipuri de acoperiri, sau chiar și la 28-30 ore pentru altele. Din acest motiv, întreprinderea a solicitat găsirea de soluții care să diminueze această durată. Tema a părut interesantă și de actualitate, fapt pentru care m-am implicat în rezolvarea ei. Soluția propusă de colectivul format pentru rezolvarea temei, a fost cea de accelerare a îndepărtării, prin introducerea unui surplus de energie mecanică, în baia cu soluții destinate respectivei operații [26]. Testele efectuate pe epruvetele puse la dispoziție de către solicitant și folosind soluția propusă au condus la rezultate peste așteptări.

Mijloc

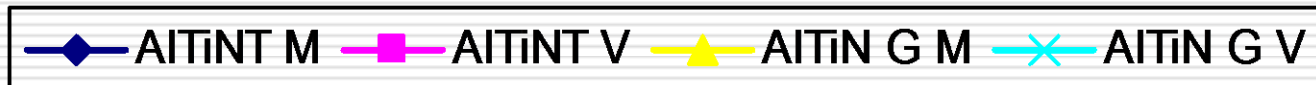
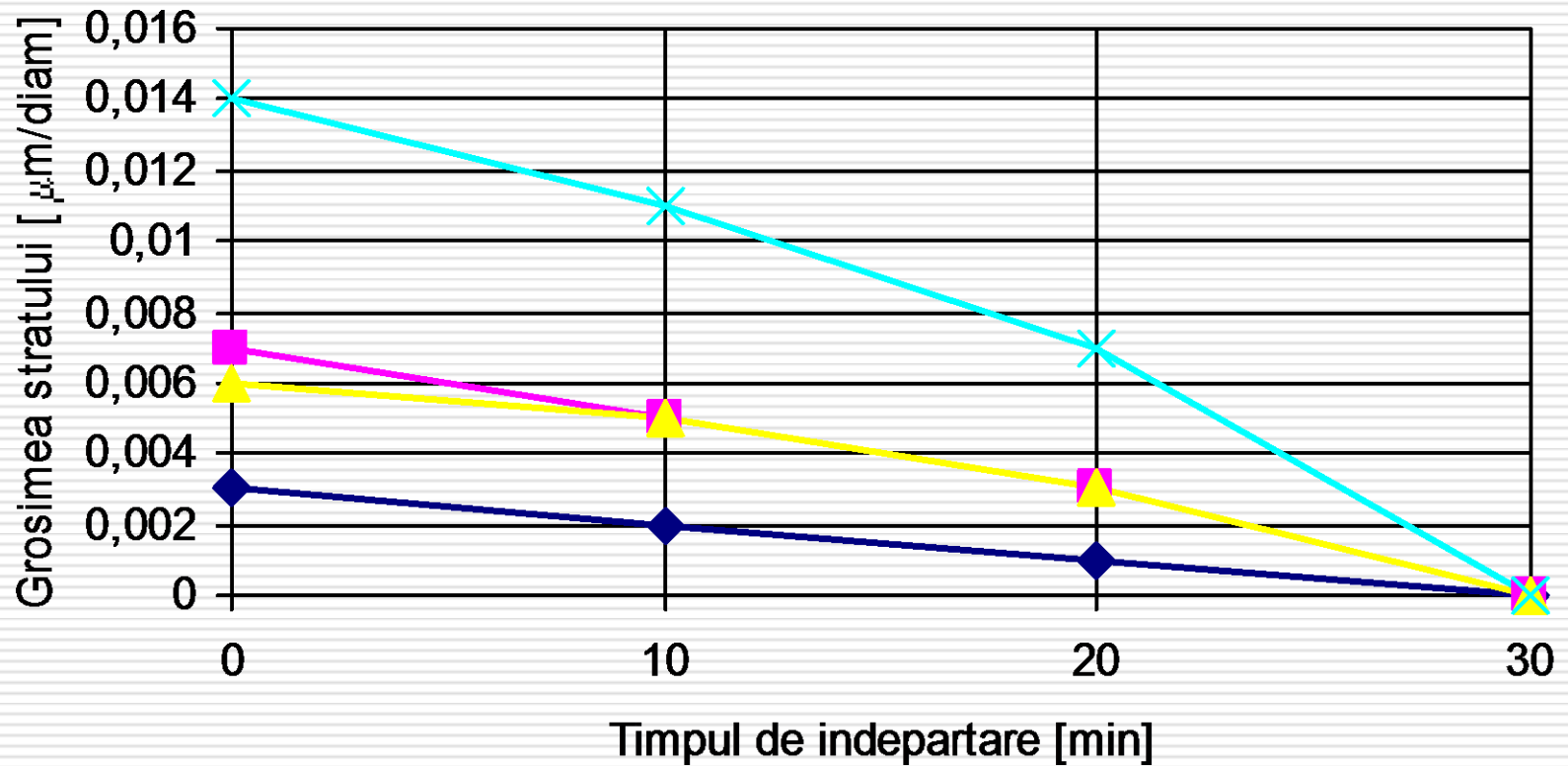
Vârf



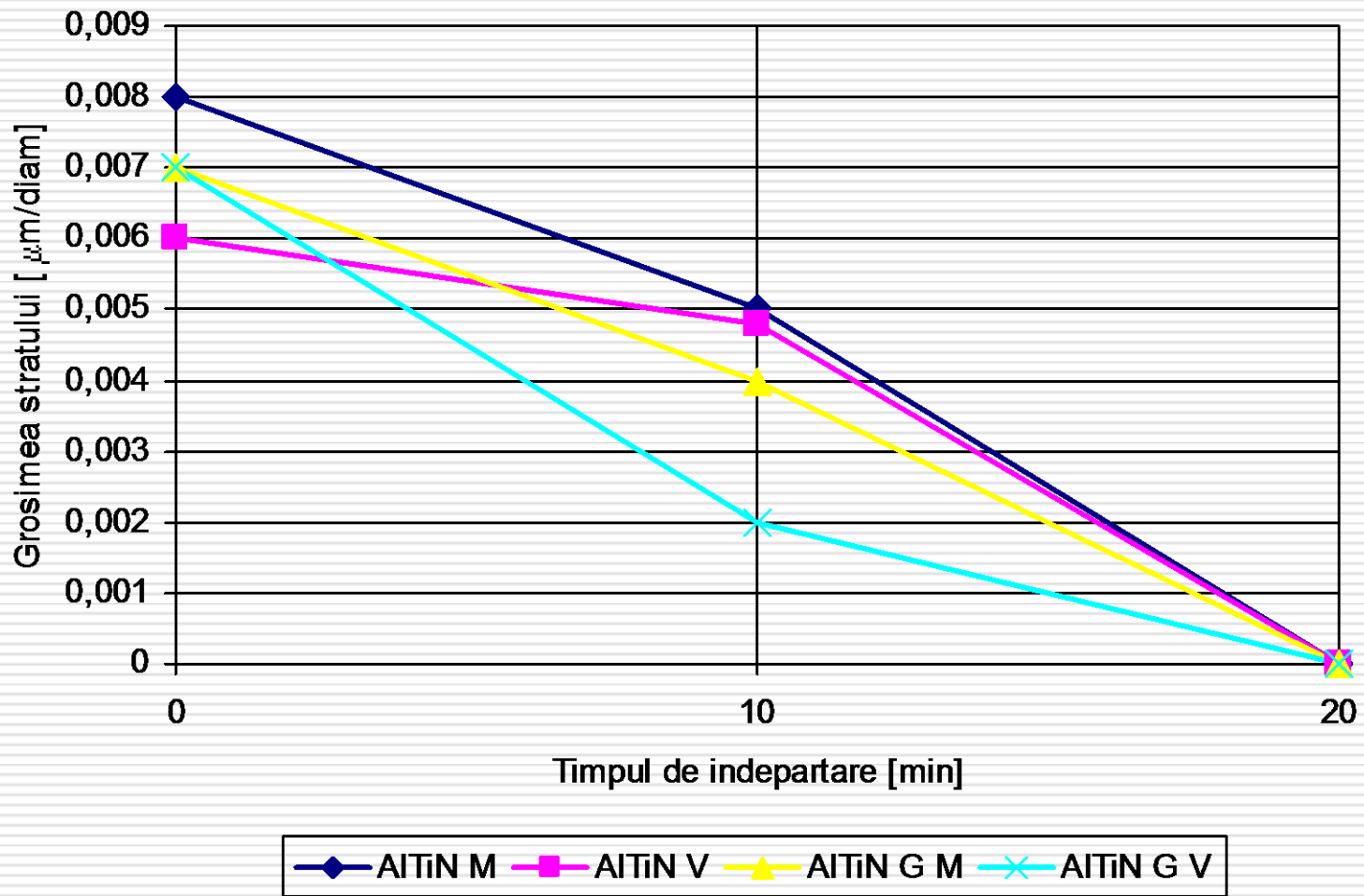
Epruvete folosite în teste



Acoperiri cu straturi dure îndepărtate parțial sau total



Evoluția îndepărtării stratului dur în timp – regimul I



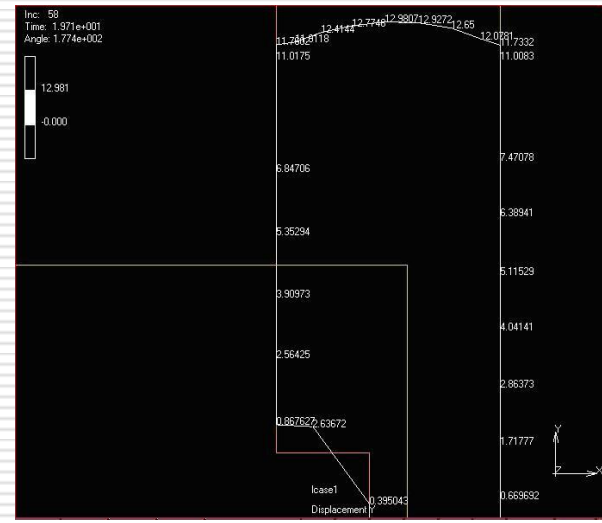
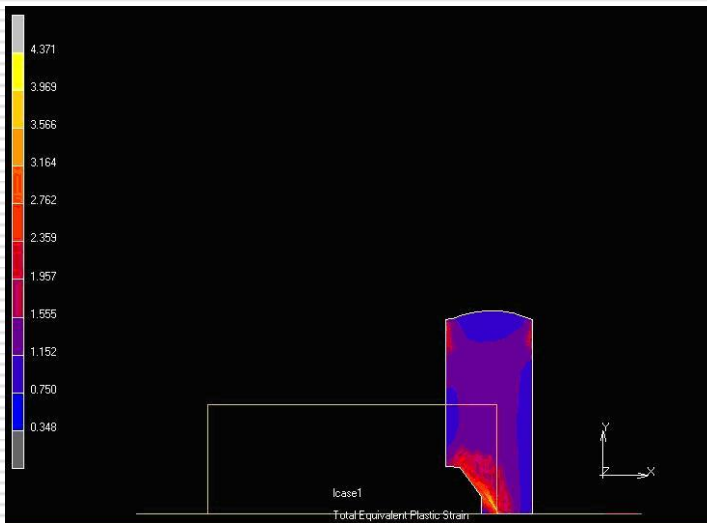
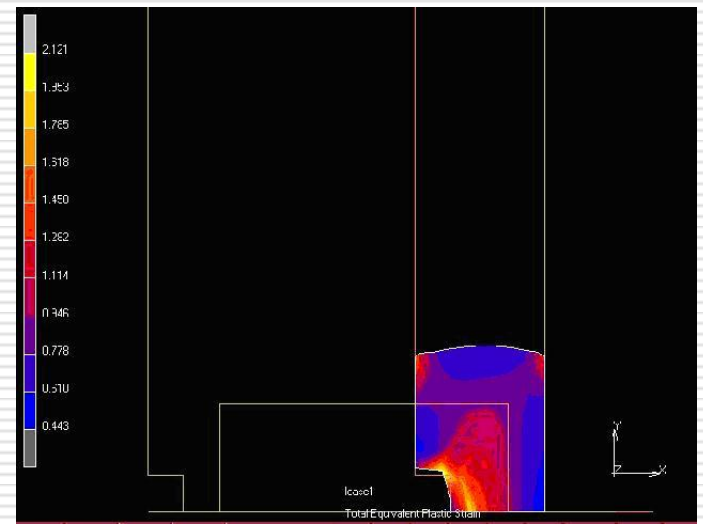
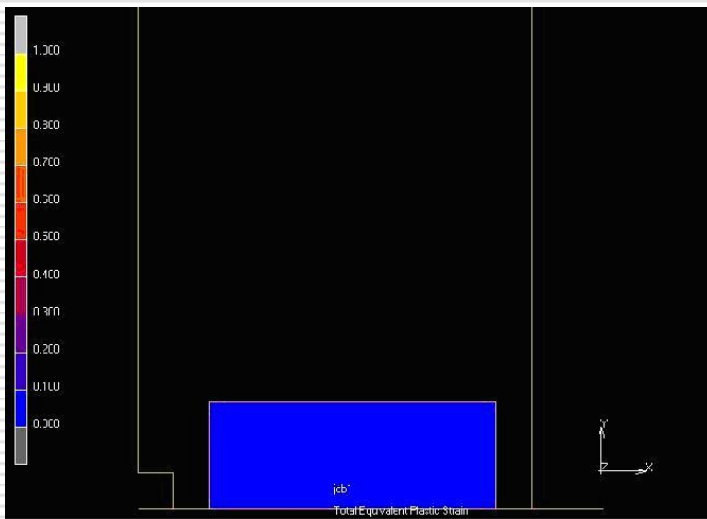
Evoluția îndepărtării stratului dur în timp – regimul II

Testele efectuate au arătat că prin aplicarea soluției propuse, are loc o reducere semnificativă a timpului alocat operației de îndepărtare a vechilor straturi dure depuse, mai precis, timpul a scăzut de la o medie de 3-4 ore la 20-30 minute.

Capitolul 3 – Simularea și modelarea proceselor tehnologice

Aplicarea simulării în procesul de realizare a sculelor

Creșterea competitivității produselor folosite în tehnică nu ar fi posibilă, fără a se apela la simularea proceselor tehnologice sau la modelarea 3D. Utilizarea programelor de simulare nu este posibilă fără a se cunoaște valorile constantelor specifice materialelor din care sunt realizate piesele, pentru care procesul de simulare este aplicat. Din acest motiv am apelat la membrii colectivului de fizică pentru calcularea modului de elasticitate (E) pentru materialele cărora li s-a aplicat simularea. Pentru determinarea modului de elasticitate s-a apelat la o metodă rapidă, recentă, eficientă, modernă și anume la interferometria Doppler [16, 17, 18].



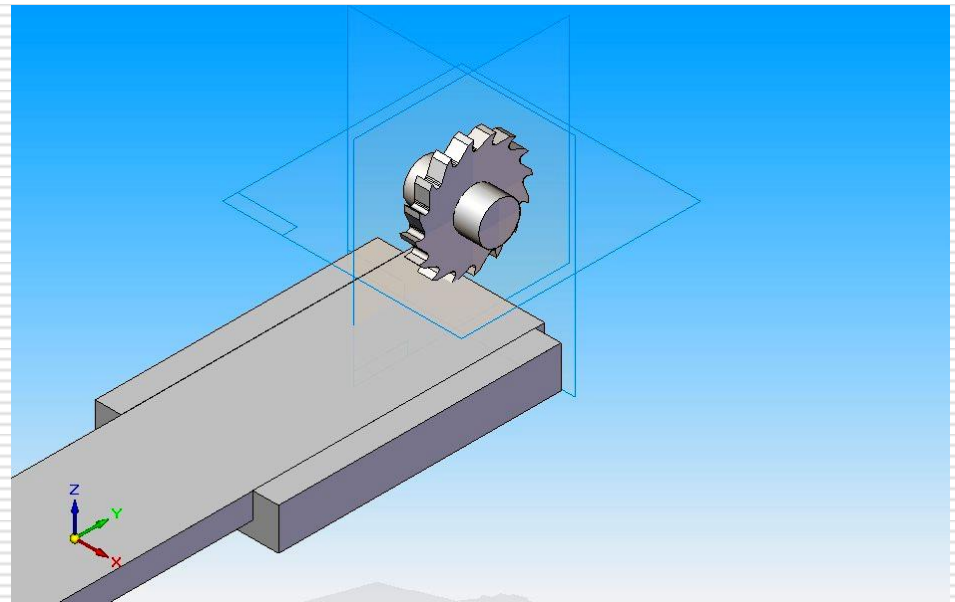
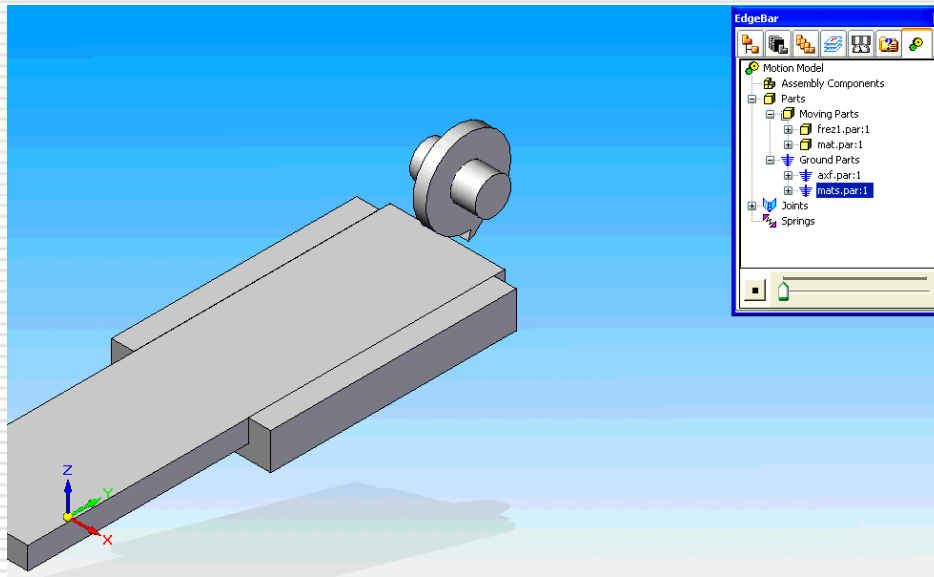
Simularea procesului de deformare plastică pentru oțelul HS 2-9-1-8: stare inițială, stare intermediară, sfârșitul procesului, dimensiunile pe axa y la finalul deformării [6]

[6] Catana D. *Plastic deformation speed influence on HS2-9-1-8 high-speed steel plastic deformation strength*, Metalurgia International 2012, 17, pp. 21-24, ISSN 1582-2214

[13] Catana D., Eftimie L. *Study of plastic deformation process with the model help*, Annals of DAAAM 1998 Proceedings of 9th International DAAAM Symposium 1998, pp. 103-104, Vienna, ISBN 3-901509-08-9

Eroarea în cazul simulării între diametrul real și cel obținut prin simulare a fost de 2,7%, o valoare redusă.

O altă posibilitate de aplicare a simulării în domeniul sculelor așchietoare este de apelarea la mașinile-unelte virtuale. Apelând aplicația „Motion” de care programul dispune, se crează lanțul cinematic al frezei virtuale. Astfel se simulează cele două mișcări care trebuie efectuate de mașina de frezat și anume mișcarea principală executată de freză (mișcare de rotație) și cea de avans executată de piesă (masa mașinii), care este o mișcare rectilinie. Valorile mișcărilor menționate pot fi modificate în funcție de cerințele procesului de așchiere. După atribuirea mișcărilor specifice elementelor principale și stabilirea valorilor pentru fiecare din ele, mașina-unealtă virtuală a fost creată și poate să se treacă la etapa de simulare.



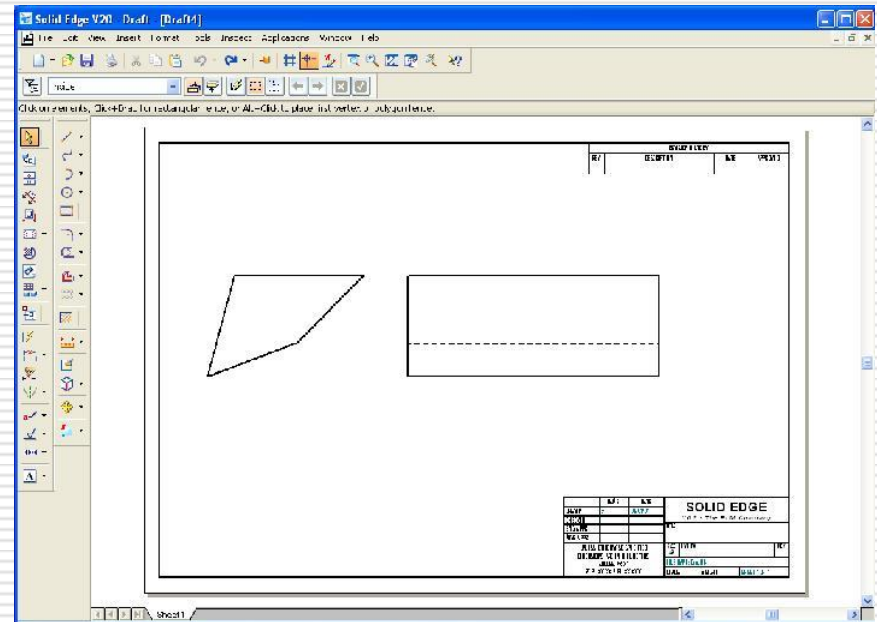
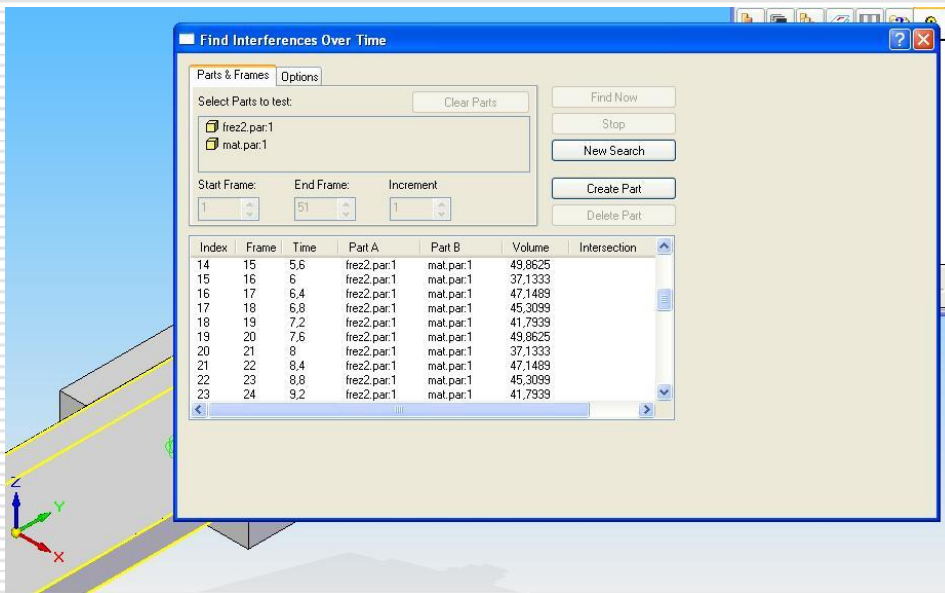
Mașină de frezat virtuală

[8] Catana D. *High speed steel HS 2-9-1-8 (W 1.3247) plastic deformation strength*, Metalurgia International Vol. XVI, no. 2, pp. 80-83, 2011, ISSN 1582-2214

Prin startul simulării, începe desfășurarea virtuală a procesului de frezare. Funcția „Interferență” de care aplicația dispune, va identifica fiecare interferență care apare între sculă (freză) și piesa de prelucrat.

La sfârșitul simulării vor apărea toate interferențele din timpul așchierii virtuale, altfel spus sunt detectate toate așchiile care au fost generate datorită contactului dintre sculă și material. Fiecare interferență este salvată ca un element 3D, cu valoarea volumului atașată și care ulterior poate fi analizată din punct de vedere al formei și dimensiunilor.

Prin modificarea parametrilor regimului de așchiere (turație, viteză de avans, adâncime) și a geometriei sculei, se identifică direcțiile în care trebuie acționat pentru ca procesul de așchiere să se desfășoare în condiții optime.



Interferență generată în timpul frezării virtuale

(B-ii) Planuri de evoluție și dezvoltare a carierei

Planurile de evoluție și dezvoltare a carierei profesionale vor reprezenta o continuare a activității de cercetare începută cu peste 24 de ani în urmă, odată cu debutul stagiului pentru obținerea titlului de doctor (1992). Dezvoltare a carierei din punct de vedere al cercetării cuprinde:

- implicarea în redactarea de proiecte cu finanțare de la UE de tipul Orizont 2020, prin care se dorește creșterea competitivității sectorului industrial al Uniunii Europene; experiența dobândită în propunerea de proiect „Researches regarding the competitiveness growth of the coated cutting tools with hard thin layers”, care a trecut de prima fază a evaluării în septembrie 2015, constituie o dovadă a opțiunii autorului față de această activitate;
 - menținerea și extinderea colaborării cu mediul industrial;
 - aderarea la echipele de cercetare multidisciplinare – consider că multidisciplinaritatea echipelor de cercetare va constitui cheia succesului viitoarelor proiecte de cercetare;
-

-
- menținerea legăturii cu grupurile de cercetare din străinătate cu care deja am colaborat (Spania, Portugalia, Turcia);
 - valorificarea rezultatelor cercetărilor prin publicarea de articole științifice în publicații indexate ISI și BDI;
 - stabilirea temelor de cercetare în concordanță cu preocupările anterioare dar care să aibă relevanță pentru mediul industrial;
 - studierea cercetărilor și realizărilor altor colective de cercetare, pentru a fi informat și documentat în privința preocupărilor existente în domeniul de interes și pentru a avea elemente de referință în activitatea de cercetare.
-

VĂ

MULȚUMESC

PENTRU

ATENȚIE
