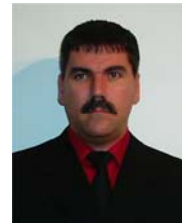


# CALCULUL CONSTRUCȚIILOR AUTOPORTANTE. APLICAȚIE ÎN CONSTRUCȚIA DE VAGOANE

**Drd. ing. Ioan BOROS**  
S.C. Sysmec România SRL din Arad



**Prof. dr. ing. Gheorghe Aurel GHERMAN,**  
Universitatea „Aurel Vlaicu” din Arad

A absolvit Institutul Politehnic „Traian Vuia” din Timișoara, Facultatea de Mecanică, secția de material rulant, în anul 1970. În anul 1997 a susținut teza de doctorat. Este autorul a 80 de lucrări științifice, 5 cărți și 9 brevete de invenții. A realizat 19 Contracte de cercetare științifică. A lucrat la Institutul de Cercetări și Proiectări Vagoane din Arad și la Institutul Politehnic „Traian Vuia” din Timișoara, Facultatea de Mecanică, catedra de rezistența materialelor. În prezent este profesor la Universitatea „Aurel Vlaicu” din Arad. Face parte din ARTENS, SRM AGIR și SIAR. Este președintele Filialei AGIR Arad

**Dr. ing., EUR ING Tiberiu Dimitrie BABEU H.E.,**  
Universitatea „Politehnica” – Timișoara



Membru Fondator / Titular. al ASTR, Membru Titular al AOSR, Membru al ARTENS, Membru în C.D. al OIPEEC – Paris (F), Membru în C.P. al MTA- Budapesta (HU), Președintele Filialei AGIR Timiș, Vicepreședinte AGIR, Conducător științific de doctorat în Științe Inginerești.

**REZUMAT.** *Lucrarea se dorește a fi o scurtă prezentare a principiilor Copy Exact sau Copy Exactly, cum este găsită uneori în literatura de specialitate. S-a încercat definirea acestui concept mai mult prin prezentarea de exemple a modului în care s-a făcut implementarea lui în organizații care au fost pionieri în acest domeniu arătând și greșelile care s-au făcut precum și beneficiile pe care implementarea cu succes a sistemului le va aduce organizației.*

**Cuvinte cheie:**

**ABSTRACT.** *The paper intend to be a summary of principles of Copy Exact or Copy Exactly what is sometimes found in technical literature. We try to define this concept more by presenting examples of the way in which the implementation is made in organizations who have been pioneer in this field We show the mistakes that have been made and the benefits that the successful implementation of the system will bring to the organization.*

**Keywords:**

În cele mai multe fabrici, echipamentele și procesele utilizate în cercetare diferă mult de cele utilizate în producția de serie. Fiecare tehnologie nouă este perfecționată de o echipă de ingineri, până când este gata să fie aplicată.

Procesul este transferat, apoi într-o fabrică și este modificat pentru a fi aplicat la o producție de serie mare. Această conversie poate să aducă o serie de diferențe față de procesul dezvoltat anterior. Diferențele îl fac de fapt să fie un alt proces, care se comportă de multe ori diferit și au un impact negativ asupra productivității și asupra costurilor.

În efortul de a minimiza timpul necesar transferului de tehnologie, pentru a se asigura de calitatea bună a produsului, marile corporații au început să aplice principiile sistemului „Copy Exact”. Filozofia „Copy Exact” este asociată cu corporația Intel [2], dar tot așa de bine conceptul poate exista și în alte nenumărate organizații. Pentru Intel provocarea a fost nu numai implementarea „Copy Exact” ci și depășirea dificultăților pe care le aveau în a introduce tehnologii noi de creșterea producției, pentru a ține piept cererii mari de pe piață.

„Copy Exact” este o metodă care face posibilă creșterea rapidă a volumului de producție cu costuri relativ reduse.

Pentru aplicarea „Copy Exact” este necesară stăpânirea managementului interschimbabilității. Interschimbabilitatea este o condiție care permite schimbarea directă sau substituirea unei părți cu alta fără modificarea sistemului, adică caracteristicile fizice și funcționale ale părților originale sunt păstrate. Politica interschimbabilității se aplică de la prima livrare care se face clientului și pe tot parcursul contractului.

Conceptul de interschimbabilitate a apărut odată cu dezvoltarea producției de serie mare și de masă și este o problemă complexă de proiectare, execuție și control caracterizată prin proprietatea pieselor, ansamblurilor sau subansamblurilor de a putea fi înlocuite cu altele de același tip fără o selecționare prealabilă și fără prelucrări suplimentare la montaj cu condiția îndeplinirii integrale a rolului funcțional [4] – figura 1.

Interschimbabilitatea completă se referă la produsele de același fel interschimbabile indiferent de data și locul fabricației sau utilizării lor.

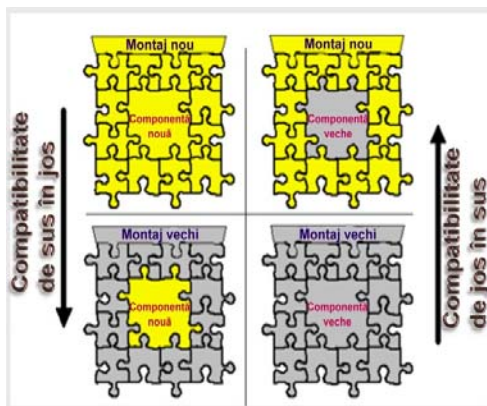


Fig. 1. Schema de interschimbabilitate.

În cazul corporației Intel, în urma aplicării metodei „Copy Exact” fabricile din întreaga lume sunt aproape identice, fabricarea produselor poate fi începută într-un loc și terminată în altul la același nivel calitativ cu cele produse în aceeași fabrică. Dacă una dintre fabrici este în impas, celelalte fabrici pot continua producția, livrarea produselor către clienți făcându-se în termen. Schimbul continuu de informații între organizații face posibilă implementarea modificărilor aduse la procese în mod global, îmbunătățind astfel performanța produselor și reducând costurile.

De exemplu implementarea sistemului la Intel în producția de waferi de siliciu (fig. 2) cere patru nivele de comparare. Primul nivel se referă la echipamentele

care asigură temperatura, emisia de gaze, presiunea în camerele în care are loc procesul tehnologic.

Aceste echipamente trebuie să fie identice, până în cele mai mici detalii.

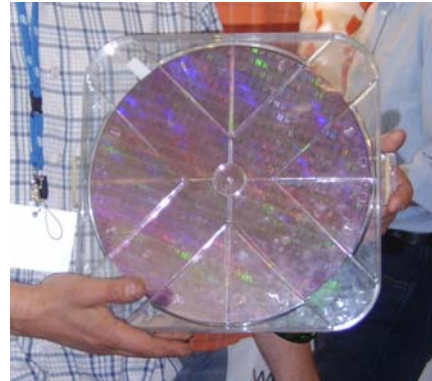


Fig. 2. Tip de wafer (Intel).

În al doilea nivel se colectează și se compară datele de ieșire ale procesului, măsurând parametrii ca grosimea al stratului depus, rezistența, compoziția.

În al treilea nivel se compară faza de model folosind teste pentru structură cum ar fi oxidarea.

În al patrulea nivel sunt măsurate caracteristicile produsului.

La sfârșitul perioadei de implementare al sistemului a crescut productivitatea, veniturile companiei, iar numărul de muncitori a scăzut cu 30%.

Rezultatele metodei au fost extrem de bune, remarcându-se reducerea timpului de mutare a tehnologiei de la 24 de luni la doar 13 luni, creșterea productivității – figura 3.

Intel a dat o mare importanță implementării „Copy Exact” la furnizor, precum și instruirii propriilor angajați.

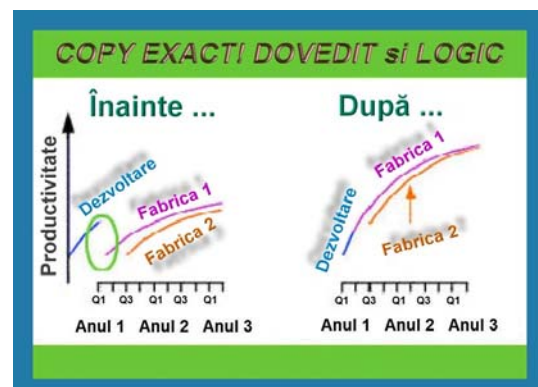


Fig. 3. Beneficiile Copy Exact.

Implementarea „Copy Exact” la DELL este diferită de cea de la Intel. Fabrica DELL este strâns dependentă

de furnizorii de componente [1]. Aceștia ar trebui să transporte marfă la fiecare fabrică, ceea ce ar fi inefficient ca și cost și ar prelungea termenele de livrare. Pentru a eficientiza acest sector, DELL a creat „Supplier Logistic Centers“ unde stochează marfa pentru cel puțin două săptămâni. Fabricile DELL din toată lumea adoptă strategia de aprovizionare „pull to order“ astfel se permite o optimizare globală a materialelor.

Implementarea sistemelor „Copy Exact” în acest caz este interesantă datorită complexității și mărimii corporației. Costurile implementării constau în primul rând în sute sau mii de ore de muncă, investite în crearea unui proces bine standardizat. Dacă acest proces se aplică în mai multe fabrici, acest cost se împarte per fabrică.

În cazul DELL de exemplu resursele limitate de staff IT ar fi făcut imposibilă răspunderea la toate cererile din toate fabricile din lume în timp scurt.

Copierea proceselor standardizate nu necesită un număr mare de persoane din staff pe perioada implementării procesului, reducându-se astfel și costurile.

Creșterea stabilității în implementare are de asemenea influență asupra costurilor. Pentru studierea și monitorizarea acestui parametru compania DELL a format un grup de specialiști IT care prin intermediul unui sistem primesc informații referitoare la problemele apărute în implementare. Aceste informații sunt clasificate în funcție de gradul de severitate în patru categorii:

- în categoria 1 se încadrează cele mai severe probleme apărute care atrag după sine eșecul total al sistemului;

- în categoria 2 și 3 se încadrează problemele uzuale care apar;

- în categoria 4 sunt încadrate cele mai ne semnificative probleme (de exemplu cele cauzate de neinstruirea suficientă a unui operator).

Problemele apărute după 21 de zile de viață ale sistemului sunt monitorizate. Se observă că după fiecare implementare efectuată numărul problemelor scade, o problemă deja apărută fiind eliminată în implementarea viitoare.

„Copy Exact” se poate aplica selectiv într-o organizație, standardizând doar anumite procese, iar altele rămânând neatinse.

Piese CE se definesc ca fiind acele piese individuale, subansamble sau produse, pentru care clientul impune cele mai înalte cerințe, în baza folosirii ulterioare a acestora. Pentru acest tip de piese este necesar să se asigure o interschimbabilitate 100% în ceea ce privește geometria, forma și funcțiile lor. Interschimbabilitatea 100% cuprinde toate caracteristicile unei piese sau subansamblu referitor la design, geometrie, suprafețe, specificații de materiale, culoare, proces de fabricație, procedura de montaj, control, ambalaj, etc.

O organizație care introduce metoda „Copy Exact” are procese sigure și controlate, precum și un management al modificărilor controlat. Fiecare modificare care este făcută în desen sau în procesul tehnologic trebuie justificată prin calculul reducerii prețului sau creșterea productivității. Pentru a efectua o modificare se completează o cerere de modificare care se va trimite la toți clienții din sistem până la clientul final. Responsabil cu managementul modificărilor este producătorul principal care va urmări stadiul fiecărei cereri de modificare emise și va comunica rezultatul ei tuturor celor din sistem [4] – figura 4. Dacă unul dintre furnizori face schimbări necontrolate și nedocumentate în oricare dintre fazele procesului de proiectare, aprovizionare, producție, control, întreținere, etc. fără a face demersurile necesare obținerii aprobării de modificare, încălcă „Copy Exact”.

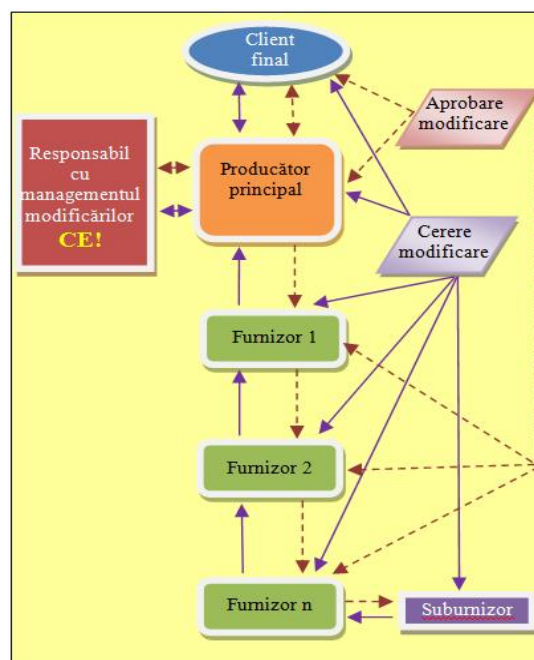


Fig. 4. Managementul modificărilor.

Exemple de încălcări ale „Copy Exact” și impactul lor :

- Furnizorul schimbă o mașină de frezat A cu o altă mașină de frezat B pentru a face o reducere a timpilor de producție [3]. Schimbarea se face fără a se cere aprobarea. Componentele pe care le primește clientul au numeroase probleme la poziționarea găurilor și la o inspecție mai amănunțită s-a constatat că mașina B este diferită față de mașina A. Îndată ce s-au comparat caracteristicile tehnice a fiecărei mașini s-a constatat că mașina B nu poate prelucra cu aceeași precizie ca și mașina A de unde au rezultat problemele piesei.

➤ Un furnizor A schimbă producătorul de tuburi pentru gaze sub presiune B cu un alt producător C. Producătorul C este mai ieftin și are angajați mai puțin instruiți, iar marfa produsă în timp nu are o calitate constantă. Produsele primite de la furnizorul C au fost livrate la un alt furnizor D care cumpără de la A. La una dintre livrări, cu toate că la inspecție nu s-au constatat deficiențe, clientul final a avut scurgeri de gaz, care au cauzat întârzieri și chiar un accident.

➤ Un furnizor înlocuiește un releu nesigur cu un model nou [4]. El a confirmat că releul nou este interschimbabil și proprietățile lui sunt comparabile. Această schimbare s-a făcut fără a fi adusă la cunoștință responsabilului cu managementul modificărilor. Rezultatul acestei acțiuni a fost rebutarea waferelor, întârzieri în livrări care au atras după sine întârzieri la încasări, pierderea încrederii clientului, reducerea calificării furnizorului.

Alte încălcări ale „Copy Exact”:

➤ punerea în funcțiune a unei alte mașini identică cu cea care deja se folosește;

➤ mutarea unei mașini de precizie dintr-o fabrică în alta sau dintr-o parte a halei în alta;

➤ schimbarea subfurnizorilor sau a furnizorilor pentru procese speciale;

➤ modificarea proceselor de fabricație și de control prin adăugarea sau eliminarea unor pași fără aprobare chiar dacă aceștia cresc performanța procesului sau scurtează perioada de producție;

➤ schimbarea instalațiilor sau software-ului de testare.

Toate încălcările „Copy Exact” au ca rezultat diminuarea profiturilor prin creșterea cheltuielilor de service suplimentare, a cheltuielilor de transport suplimentare, a cheltuielilor de verificare, refacere și înlocuire, cheltuielilor cu adaptarea desenelor. Pe lângă aceste pierderi cuantificabile există și pierderi necuantificabile cum sunt cele de imagine precum și pierderea încrederii clientului.

„Copy Exact” nu trebuie să fie o piedică pentru îmbunătățirea continuă a proceselor. Dacă furnizorul are intenția de a modifica ceva la un produs care este

calificat „Copy Exact” atunci înainte de a efectua orice modificare, trebuie să respecte câteva reguli. Propunerea de modificare trebuie să conțină o descriere exactă a schimbării dorite. Aceasta este trimisă responsabilului cu managementul modificărilor, dacă este posibil însoțită de o primă piesă mostră. Până la obținerea aprobării scrise, procesul se va derula după metodologia veche aflată în vigoare. Înainte de a începe producția după operarea modificărilor este obligatorie executarea unui articol care trebuie evaluat și acceptat de client. O componentă nu este bună de livrare până când nu a fost acceptat primul articol. Furnizorul este obligat să mențină o evidență a primului articol aprobat.

O condiție pentru o mai bună desfășurare a activității organizațiilor care aplică principiul „Copy Exact” este ca acestea să aibă un sistem de management al calității implementat și certificat. Cunoașterea și respectarea metodei „Copy Exact” implică școlarizarea propriilor angajați, evaluarea cunoștințelor prin teste care fac dovada instruirii corespunzătoare. Fiecare organizație are obligația de a-și școlariza furnizorii pentru a evita orice încălcări ale „Copy Exact”, iar aceste școlarizări vor fi verificate cu ocazia auditurilor de furnizor.

**Concluzie.** Creșterea exponențială a producției, expansiunea globală, au creat provocări pentru marile corporații. Sunt căutate soluții pentru o organizare cât mai eficientă a producției. Corporațiile Intel și Dell au demonstrat că implementarea sistemului Copy Exact este eficientă și performanțele sale sunt excelente.

## BIBLIOGRAFIE

1. Charles F. Gray, *Application of the Copy Exact methodology to systems implementation*.
2. Chris J. McDonald, Intel Sematech, *The evolution of Intel's Copy Exactly*.
3. Dave Anderson – Modern Industries Inc., *Supplier base. Copy Exact training for semiconductor products*.
4. U. Crapp – VAT, *Copy Exact, Kundenspezifischen Training fuer Lieferanten*.