

CREȘTEREA PRODUCTIVITĂȚII FLUXULUI DE PRELUCRARE ȘI PREGĂTIRE A REPERELOR DIN INDUSTRIA PETROLIERĂ DUPĂ ETAPA DE AUTOMATIZARE

Student: Ing. MORARU Cosmin Marian

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică; Specializarea Logistică Industrială; Anul de studii: Master 2.

e-mai: cosminmoraru1996@gmail.com

Conducător științific: Conf. dr. ing. Nicoleta CĂRUȚAȘU

REZUMAT: În această lucrare, se va prezenta o analiză de creștere a productivității sistemului deja automatizat de prelucrare și pregătire a reperelor din industria petrolieră. În urma simulării automatizării sistemului, s-a observat faptul că acesta poate fi îmbunătățit prin adăugarea mai multor echipamente ce vor servi la producerea mai multor piese. Această optimizare și creștere a productivității se va face în 2 etape, pentru a evidenția creșterea progresivă a productivității.

CUVINTE CHEIE: flux, automatizare, industria petrolieră

1. Introducere

În această lucrare mi-am propus să detaliez și să evidențiez modul în care fluxul de prelucrare și pregătire a reperelor din industria petrolieră, ce a fost automatizat, poate să fie îmbunătățit, acesta fiind următorul și ultimul pas din acest proiect de automatizare. Această analiză de creștere a productivității, s-a realizat cu ajutorul software-ului “Witness”, unde am putut să modelăm, să parametrizăm și să simulăm modul de funcționare a sistemului, și evident de îmbunătățire a acestuia.

2. Optimizarea fluxului și analiza comparativă

Pentru această proiect, a fost realizată o analiză comparativă a elementelor componente ce vor urma să înlocuiască echipamentele neautomatizate, urmată de o analiză de implementare a acestor echipamente automatizate, simulare făcută cu ajutorul programului “Microsoft Project” și la final o simulare și o analiză comparativă a celor 2 fluxuri, automatizat și neautomatizat, pentru a pune în evidență creșterea de productivitate determinată de automatizarea sistemului, realizat cu ajutorul software-ului “Witness”.

Scopul acestei lucrări este acela de a evidenția performanțele aduse unui sistem ce urmează să fie îmbunătățit. Acest upgrade, s-a realizat treptat, în 2 etape succesive unde s-au făcut mai multe modificări, ajustări și adăugiri asupra sistemului automatizat inițial.

Sistemele din componența fluxului inițial sunt prezentate în figura 1.

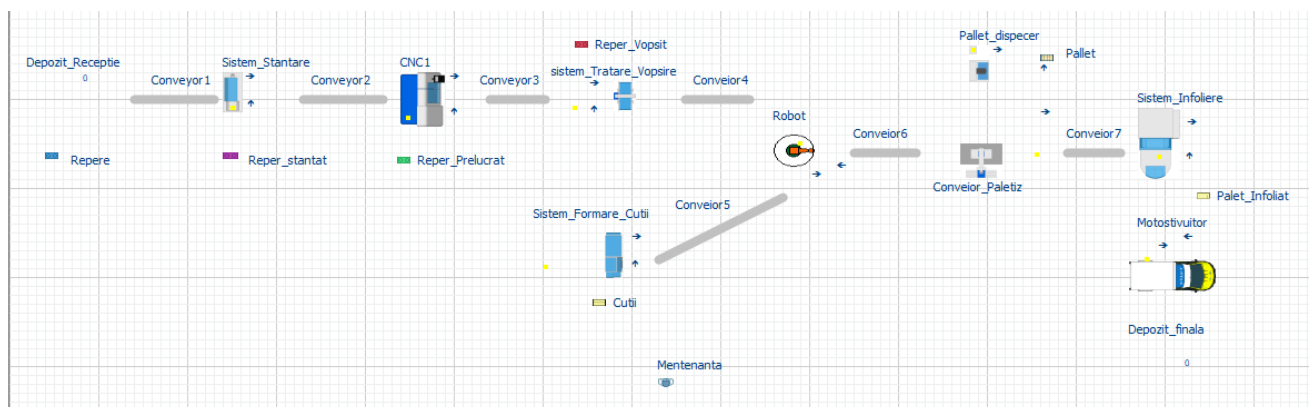


Fig. 1. Sistemul automatizat de prelucrare și pregătire a reperelor din industria petrolieră

Funcționalitatea sistemului

Piesele intră în sistem în zona de stocare inițială (Depozit_Repere) unde sunt preluate de către Conveior1. Aceste repere ajung la sistemul de ștanțare, regăsit în sistem, urmând apoi să fie preluate de către Conveiorul 2, fiind transportate către centrul de prelucrare CNC1. După ce procesul de prelucrare este gata, reperul prelucrat este preluat de către Conveiorul3 către zona de tratare și vopsire. După ce reperul este tratat și vopsit este transportat în zona de preluare a brațului robotizat, cu ajutorul Conveiorului, unde va fi preluat de Robot și introdus în cutiile create de Sistemul de formare al cutiilor, cutii transportate până în zona de preluare a robotului, de către Conveiorul5. După ce Robotul preia reperele și le introduce în cutia gata formată, acesta închide cutia și o preia urmând să o poziționeze pe Conveiorul 6, în vederea paletizării cu Conveiorul de paletizare, deservit cu paleți de către Pallet Dispencer, urmând ca paletul să ajungă pe Conveiorul 7, care îl va transporta către Sistemul de infoliere. După finalizarea infolierii, paletul este preluat de către motostivuitor și transportat în zona finală de depozitate.

Parametrizarea sistemelor

Pentru parametrizarea conveioarelor s-a alocat un timp mediu de tranziție de 1 minut.

Pentru procedura de ștanțare a reperului s-au alocat 30 de minute în prima fază de implementare a sistemului, urmând ca mai apoi, în urma upgrade-ului acest timp să se reducă datorită faptului că sistemul este automatizat.

Pentru procedura de prelucrare, s-au alocat 50 de minute, această valoare păstrându-se și după upgrade-urile ulterioare asupra sistemului.

Pentru parametrizarea sistemului de tratare și vopsire, s-au alocat 20 de minute pentru fiecare reper, acest timp ulterior urmând să fie scăzut, datorită automatizării sistemului.

Pentru Robotul de introducere în cutii a reperelor tratate și vopsite s-a alocat 1 minut per operație.

Pentru Conveiorul de paletizare s-au alocat 5 minute pentru operațiunea de paletizare după ce toate reperele ajung în zona de stocare a acestuia.

Pentru Sistemul de infoliere s-au alocat 3 minute după ce paletul gata creat a ajuns pe platoul sistemului de infoliere.

Pentru parametrizarea reperelor s-au alocat 52 de minute între sosirea a două repere în depozit, acest parametru urmând a se modifica în urma upgrade-ului, pentru o productivitate mai ridicată.

Pentru parametrizarea cutiilor ce intră în sistem, s-au alocat 53 de minute între sosirea a două cutii, timp ce urmează să scadă în următoarele upgrade-uri.

Pentru a pune în evidență diagnoza sistemului, și performanțele acestuia, s-a prezentat mai întâi prima versiune de upgrade, pentru a urmări și a compara rezultatele oferite de ambele sisteme (figura 2).

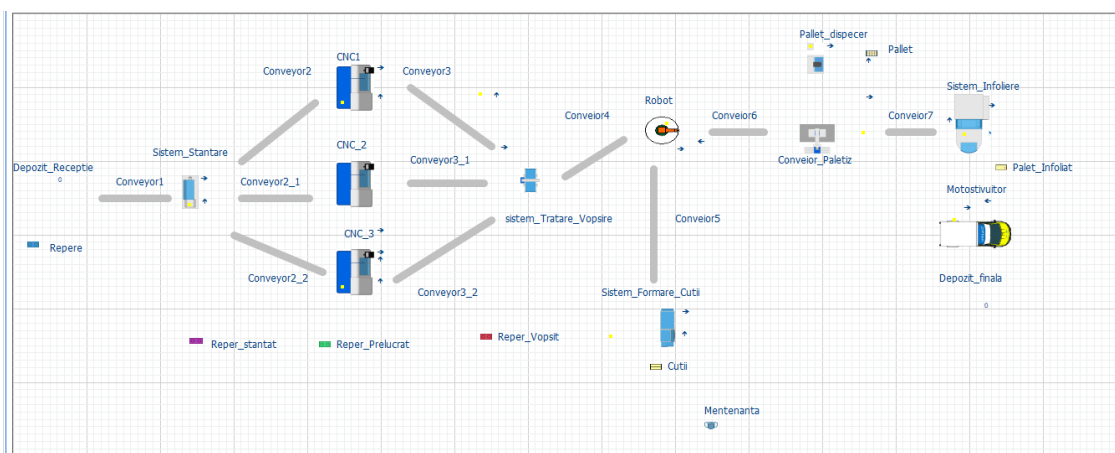


Fig. 2. Prima etapă de upgradare a sistemului de prelucrare și pregătire a reperelor din industria petrolieră

Funcționalitatea sistemului după upgrade

În esență, acest sistem urmează pașii de funcționare a sistemului inițial. De altfel, reperele sunt preluate de către Conveiorul numărul 1 și transportate în Sistemul de ștanțare, de unde, reperele ștanțate, se îndreaptă către

cele 3 puncte de prelucrare CNC cu ajutorul conveioarelor 2, 2_1 si 2_2, in funcție de disponibilitate traiectoriei (adică, dacă unul dintre sistemele de prelucrare este ocupat cu prelucrarea unui reper, urmatorul reper se va îndrepta către următorul punct de prelucrare, și așa mai departe). De aici, revenim la structura primului sistem, reperele fiind preluate de către cele 3 conveioare, 3, 3_1 si 3_2, unde ajung in sistemul de tratare si vopsire. De acolo, reperele tratate si vopsite, sunt preluate de către conveiorul 4, si transportate in zona de lucru a Robotului, care va introduce câte un reper in câte o cutie, cutie furnizată de către sistemul de formare de cutii, cu ajutorul conveiorului 5. După ce robotul închide cutia, acesta ajunge in conveiorul de paletizare cu ajutorul conveiorului 6, unde se formează paletul cu cele 8 cutii pe paletii furnizați de către palet dispencer. După ce procesul de paletizare este finalizat, paletul este transportat de către conveiorul 7 către sistemul de înfoliere, unde este infoliat și preluat de motostivuitoare către zona de Depozitate finală.

Parametrizarea primului upgrade de sistem

Parametrizarea, in proportie de 80% a rămas aceeași față de prima versiune de sistem, cu anumite ajustări asupra reperelor si cutiilor. Cele 2 sisteme de tip CNC adăugate, au primit aceleași parametrizări ca sistemul CNC inițial.

În ceea ce privește intrarea reperelor in sistem, Timpul de sosire a fost redus de la 52 de minute la 22 de minute.

În ceea ce privește intrarea cartoanelor pentru cutii in sistem, timpul de sosire a fost scăzut de la 53 de minute la 22 de minute, evident, pentru a facilita productia.

Tot in aceeasi masură, au fost reduși si timpii de ștanțare, tratare și vopsire. Pentru ștanțarea reperelor, timpul a fost redus de la 30 de minute la 20 de mine, iar pentru sistemul de tratare si vopsire timpul a rămas acelasi.

Având diferențele dintre cele doua fluxuri, evidențiate mai sus, putem face o comparație a performanțelor, principalelor echipamente ale fluxului.

Această comparație de performanță, s-a realizat timp de 9600 de minute, ceea ce reprezintă o luna de lucru, de luni până vineri, timp de 8 ore (figurile 3 si 4 exemple pentru sistemul de ștanțare).

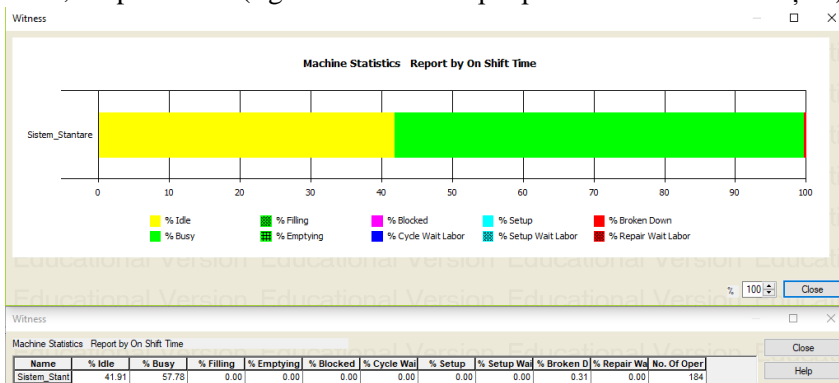


Fig. 3. Statisticile de funcționare ale primului sistem de ștanțare

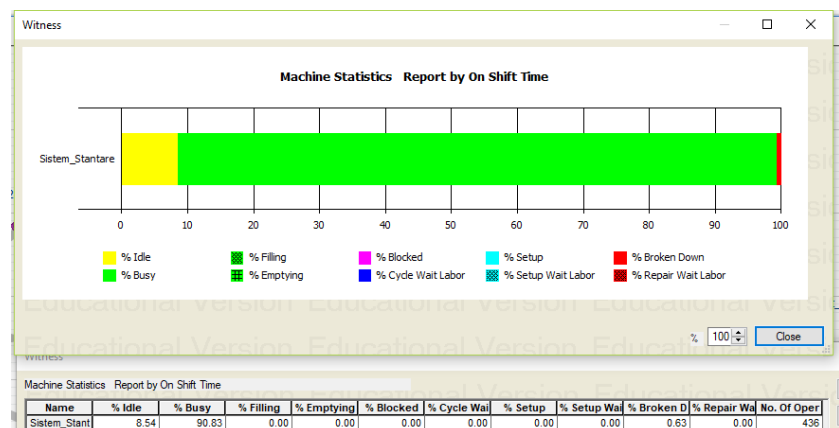


Fig. 4. Statisticile de funcționare ale celui de-al doilea sistem de ștanțare.

După cum se poate observa, in cazul sistemului 2, timpul de așteptare al sistemului de ștanțare s-a redus semnificativ, datorită faptului că acesta, primește mai multe piese într-un interval mai scurt de timp și totodată deservește 3 echipamente de prelucrare de tip CNC.

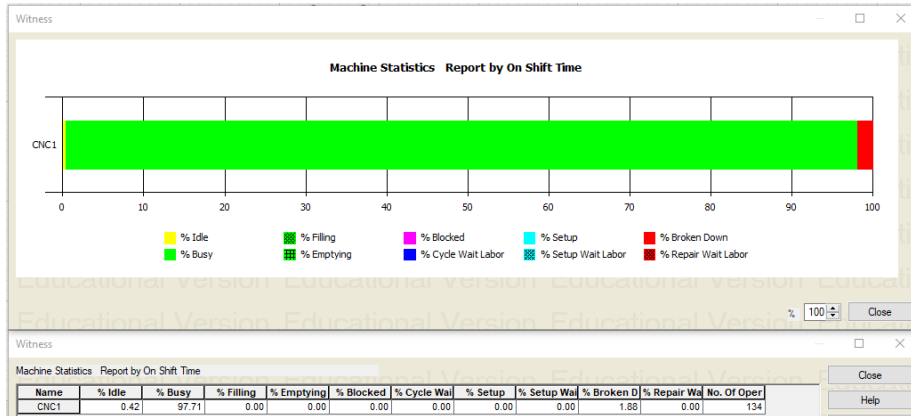


Fig. 5. Statisticile de funcționare ale sistemului CNC din primul sistem.

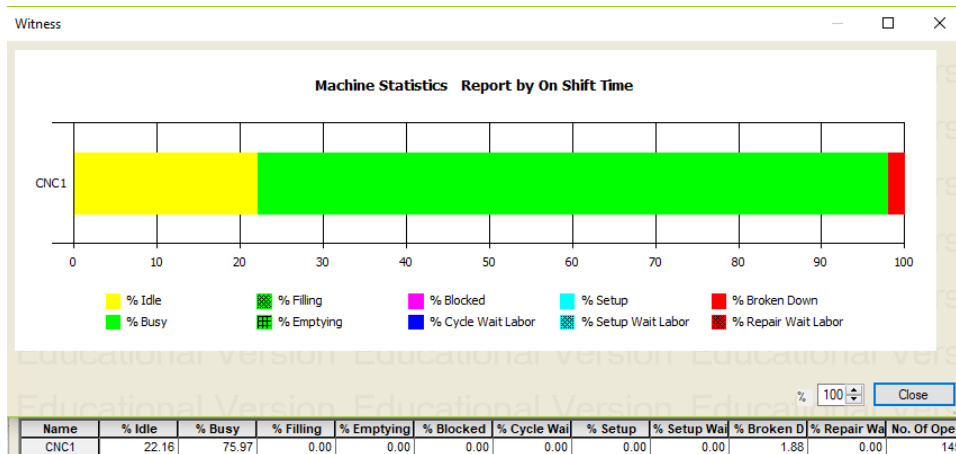


Fig. 6. Statisticile de funcționare ale primului sistem CNC din primul upgrade.

După cum putem observa, in cel de-al doilea sistem avem o majorare de 20% a timpului de așteptare, ceea ce este cât se poate de normal, dar putem deja observa o creștere substanțială în ceea ce privește numărul de operații, deja raportându-ne la un număr triplu de repere prelucrate, ceea ce se va regăsi în rapoartele finale de costuri.

Prin adaugarea celor 2 centre de prelucrare, productivitatea acestui sistem, a crescut semnificativ, cu aproximativ 50%.

În ceea ce privește performanțele următoarelor echipamente, așa cum putem vedea în cazul robotului și sistemului de formare de cutii, acestea au crescut cu câteva procente față de prima versiune a sistemului, ceea ce este normal pentru că în această zonă nu s-au adus îmbunătățiri substanțiale, iar timpul mic de funcționare a acestor echipamente face ca timpul de așteptare pentru produsele furnizate de sistemul de tratare și vopsire să fie destul de ridicat. Acest timp de așteptare, se preconizează a se micșora, la următoarea etapă de upgrade a sistemului.

Analiza primelor 2 sisteme automatizate din punct de vedere al productivității

Din punctul acesta de vedere se vor evidenția rapoartele de productivitate și costuri ale celor 2 sisteme, pe parcursul a 9600 de minute, adică o lună lucrătoare.

Analiza din punct de vedere al productivității este prezentată în următoarele figuri.

Witness

Buffer Statistics Report by On Shift Time

Name	Total In	Total Out	Now In	Max	Min	Avg Size	Avg Time	Avg Delay C	Avg Delay T	Min Time	Max Time
Depozit_final	22	22	0	1	0	0.02	10.00			10.00	10.00

Close
Help
<<

Fig. 7. Raport cu paleții realizați după o perioadă de o lună de activitate cu ajutorul primului sistem automatizat.

Witness

Buffer Statistics Report by On Shift Time

Name	Total In	Total Out	Now In	Max	Min	Avg Size	Avg Time	Avg Delay C	Avg Delay T	Min Time	Max Time
Depozit_final	53	53	0	1	0	0.06	10.00			10.00	10.00

Fig. 8. Raport cu paleții realizați după o perioada de o lună de activitate cu ajutorul celui de-al doilea sistem automatizat

În figurile de mai sus, se pot observa diferențele majore dintre aceste două sisteme, în urma upgrade-ului și a micilor ajustări asupra timpilor de producție. În primul sistem, după o lună de muncă s-au realizat 22 de paleți cu produse finite, pe când în cel de-al doilea sistem s-au realizat nu mai puțin de 53 de paleți, ceea ce rezultă o creștere a productivității de peste 100%, numai după adăugarea a încă 2 sisteme de prelucrare CNC, deci putem concluziona că, investiția ulterioară, este necesară, deoarece, productivitatea crescută, înseamnă profit crescut.

Analiza din punct de vedere a costurilor și profitului:

Cost, Revenue and Sustainability Reports

Revenues	Element	By Quantity	Total
Parts		\$330,000.00	\$330,000.00
Total Revenue		\$330,000.00	\$330,000.00

Costs	Element	Fixed	By Use	By Quantity	Total
Parts		\$0.00		\$3,200.00	\$3,200.00
Machines		\$0.00	\$0.00	\$175,874.00	\$175,874.00
Conveyors		\$1,248.00			\$1,248.00
Buffers		\$192.00	\$0.00		\$192.00
Labor		\$3,456.00	\$0.00		\$3,456.00
Total Cost		\$4,896.00	\$0.00	\$179,074.00	\$183,970.00

Profits	Element	Total
Profit Total		\$146,030.00

Revenues	Element	By Quantity	Total
Parts		\$795,000.00	\$795,000.00
Total Revenue		\$795,000.00	\$795,000.00

Costs	Element	Fixed	By Use	By Quantity	Total
Parts		\$0.00		\$3,200.00	\$3,200.00
Machines		\$0.00	\$0.00	\$415,388.50	\$415,388.50
Conveyors		\$1,632.00			\$1,632.00
Buffers		\$192.00	\$0.00		\$192.00
Labor		\$3,456.00	\$0.00		\$3,456.00
Total Cost		\$5,280.00	\$0.00	\$418,588.50	\$423,868.50

Profits	Element	Total
Profit Total		\$371,131.50

Fig. 9. Raport cu cheltuielile și profitul celor două sisteme automatizate

Așa cum a rezultat și din analiza de productivitate, faptul că productivitatea a crescut cu peste 100%, așa reiese și din analiza din punct de vedere al costurilor, având un profit NET de peste 371 000 de lei în loc de 146 000 de lei, deci putem să concluzionăm că, implementarea celor 2 echipamente CNC în sistem, au un impact foarte mare asupra productivității și profitului.

În continuare, se va prezenta cea de-a doua etapă de upgrade a sistemului de prelucrare și pregătire a reperelor din industria petrolieră, și se vor analiza costurile și productivitatea acestuia.

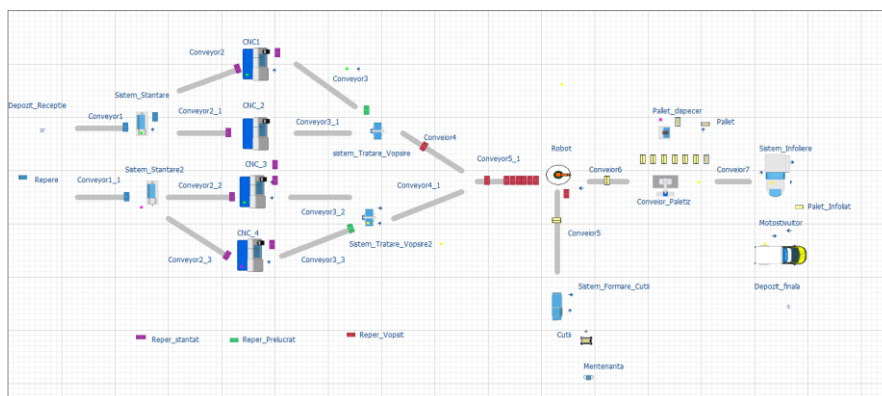


Fig. 10. Imagine de ansamblu a celui de-al doilea upgrade al sistemului

Piesele intră pe flux din sistemele de depozitare prezentate anterior, cu ajutorul a 2 conveioare, Cinveiorul 1 si Conveiorul 1_1 care vor prelua alternativ reperate ce urmeaza a fii stantate cu ajutorul sistemului de stantare 1 si al sistemului de ștanțare 2. Dupa ce reperate sunt ștanțate, Conveioarele 1 si 2_1, preiau reperate ștanțate de către Sistemul de ștanțare 1 si le transportă către primele 2 sisteme de prelucrare de tip CNC, CNC1 si CNC_2. In același timp, Conveioarele 2_2 si 2_3 preiau reperate ștanțate de către sistemul de ștanțare 2, și sunt transportate către următoarele 2 sisteme de prelucrare CNC_3 si CNC_4. De aici, reperate prelucrate de către toate cele 4 sisteme de prelucrare, sunt preluate de conveioarele 3, 3_1,3_2 si 3_3 si sunt transportate către cele 2 sisteme de tratare si vopsire. După ce reperate tratate si vopsite sunt gata, acestea sunt preluate de către conveioarele 4 si 4_1, care vor transfera reperate pe conveiorul 5_1, care are rolul de a deservi cu reperate Robotul de tip braț articulată, care le va introduce in cutiile furnizate de catre sistemul de formare de cutii cu ajutorul Conveiorului 5. După ce reperate sunt introduse în cutii, a doua variantă de upgrade, sistemul urmeaza pasii prezentati in primele 2 versiuni ale sistemului, fara mari modificări asupra acestuia.

Parametrizarea sistemului:

Din punct de vedere al parametrizării, s-a modificat timpul de intrare in sistem al cutiilor si reperate, și s-a redus timpul operatiei de stantare de la 15 minute la 20 de minute.

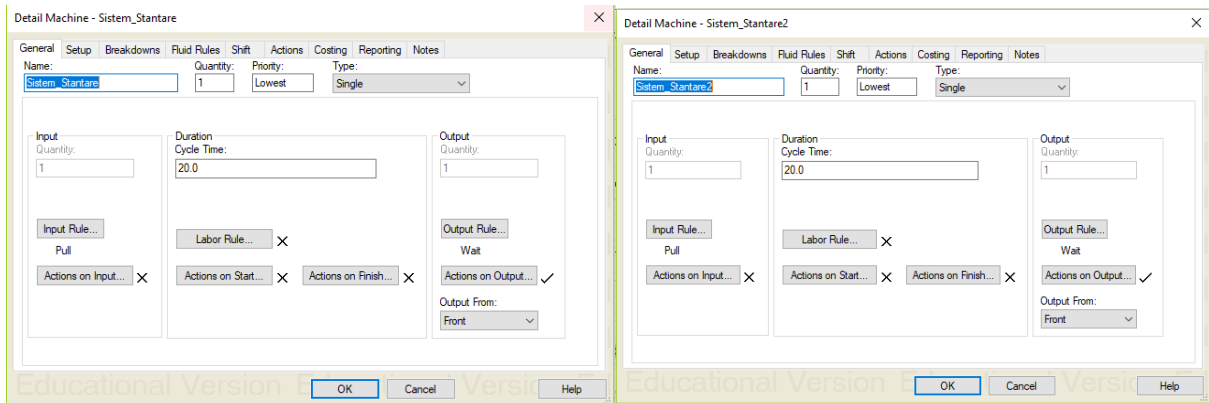


Fig. 11. Parametrizarea celor doua sisteme de stantare dupa al doile upgrade al sistemului

În ceea ce privește sosirea in sistem a reperate si cutiilor, timpul a scăzut considerabil, datorită adăugării mai multor sisteme de producție, astfel ca timpul de intrare în sistem a scăzut de la 22 de minute la 17 minute pentru reperate, respectiv 17 minute pentru intrare cutiilor în sistem.

Din punct de vedere al statisticilor de performanță, după 9600 de minute de funcționare, s-au obținut urmatoarele valori, care sunt mai mici in raport cu primul upgrade al sistemului, acest lucru datorându-se faptului ca s-au adăugat încă 2 sisteme, un sistem de ștanțare si un sistem de tratare si vopsire, astfel că s-a echilibrat fluxul.

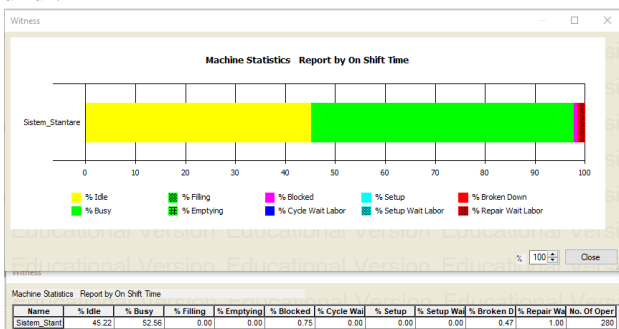


Fig. 12. Statisticile de performanță pentru primul sistem de ștanțare

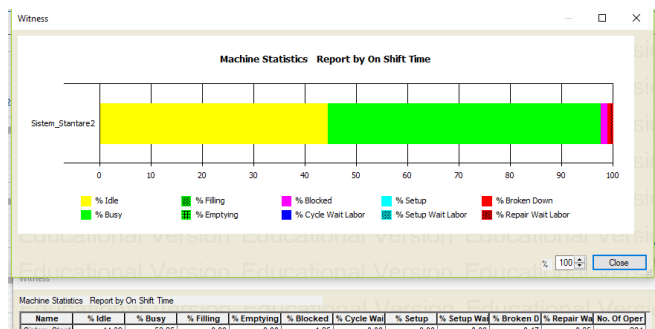


Fig. 13. Statisticile de performanță pentru al doilea sistem de ștanțare

După cum se poate observa, făcând o comparație cu primul upgrade, timpul de așteptare pentru sisteme a crescut, deoarece acum fiecare sistem de ștanțare deservește câte 2 mașini, totodată receptând semifabricatele din același sistem de depozitare.

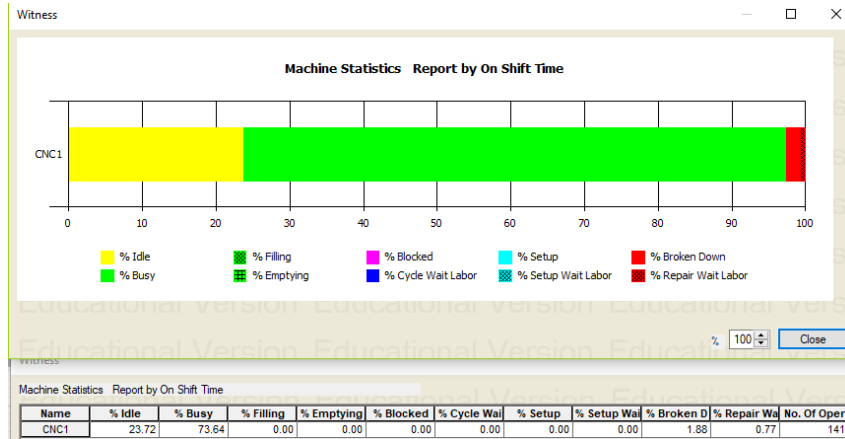


Fig. 14. Statisticile de performanță ale primului sistem de prelucrare CNC

După cum se poate observa, toate cele 4 sistemele de prelucrare CNC, au in medie 72% din timpul de lucru ocupat cu prelucrarea reperelor si aproximativ 25% din timp acestea asteaptă pentru sosirea unui nou reper de prelucrare, restul de 3% din timp, fiind alocat pentru mentenanță si eventuale blocaje.

In cazul sistemelor de tratare si vopsire, timpul de așteptare s-a mărit, cu o productivitate de 58% din timpul de funcționare.

Din punct de vedere al analizei de productivitate pentru al doilea upgrade, in cele 9600 de minute de funcționare, s-au obținut urmatoarele valori prezentate in figura 15.

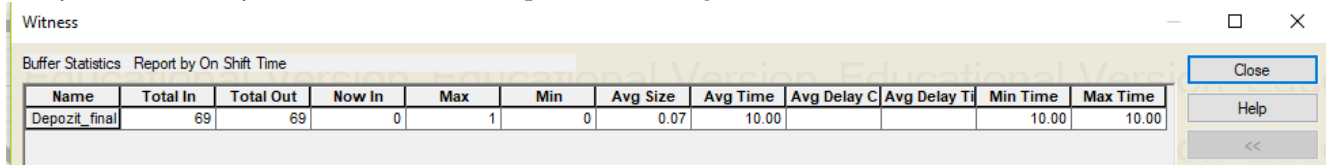


Fig. 15. Raport cu paletii obținuti din sistem după 9600 de minute de funcționare

În ceea ce privește analiza de productivitate se poate observa o majorare de 16 paleti, față de upgrade-ul anterior, astfel că in loc de 53 de paletii, s-au obținut 69 de paletii, chiar dacă pe componentele fluxului s-au regasit timp de asteptare mai mari.

Cost, Revenue and Sustainability Reports

Revenues	Element	By Quantity	Total
	Parts	\$1,035,000.00	\$1,035,000.00
Total Revenue		\$1,035,000.00	\$1,035,000.00

Costs	Element	Fixed	By Use	By Quantity	Total
	Parts	\$0.00		\$3,200.00	\$3,200.00
	Machines	\$0.00	\$0.00	\$538,482.50	\$538,482.50
	Conveyors	\$672.00		\$0.00	\$672.00
	Buffers	\$192.00	\$0.00	\$0.00	\$192.00
	Labor	\$3,456.00	\$0.00	\$0.00	\$3,456.00
Total Cost		\$4,320.00	\$0.00	\$541,682.50	\$546,002.50

Profits	Total
Profit Total	\$488,997.50

Fig. 16. Raport cu costurile si profitul sistemului după cele 9600 de minute de lucru

În ceea ce privește analiza din punct de vedere al costurilor, fiind o creștere exponențială, și suma investită s-a majorat la 1000000 de lei, dar cu un profit net de aproape 500000 de lei, mai exact 488 997 lei, în urma celui de-al doilea upgrade, cu aproximativ 110000 de lei mai mult fata de prima versiune de upgrade.

4. Concluzii

Sistemul se poate modifica si îmbunătății în nenumarate moduri pentru a crește productivitatea si profitul companiei. Aceste upgrade-uri sunt practic nelimitate, deoarece parametrii de performanță se actualizează si modifică la fiecare adaugare de echipamente.

După această creștere de productivitate, se poate observa că doar în 2 etape, profiturile nete au crescut de la aproximativ 146000 de lei, la aproape 500000 de lei, si de la o productivitate de 22 de la paletă la 69 de paletă, realizați într-o lună de muncă, astfel că procentul de productivitate este de aproximativ 200%-300%.

Astfel, la finalul proiectului de realizare a automatizării sistemului de prelucrare si pregătire a reperelor din industria petrolieră, se poate concluziona faptul că această automatizare garantează un profit mai mare de pe urma producției, profit din care se poate reinvesti constant pentru a aduce in permanenta crestesteri de performanta si profit.

5. Bibliografie

- [1]. Edward Michlowicz, and Katarzyna Smolińska, The Use of the WITNESS Simulator for Improving Flows in a Complex Production System, Computational Technologies in Engineering (TKI'2018)
- [2]. https://www.addlink.es/images/pdf/WITNESS_Simulation_Software_Paper_lr.pdf