

KOKKUVÕTE

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli analüüsida erinevaid palletiseerimislahendusi ja valida välja sobivaim lahendus Chemi-Pharm'ile. Palletiseerimisroboti rakendamine ettevõtte tootmises on vajalik, sest käsitsi palletiseerimine nõuab füüsilist pingutust, mis põhjustab nõrgematele töötajatele raskusi. Parima süsteemi leidmiseks lähtuti ettevõtte võimalustest ja vajadustest.

Kõigepealt toodi välja erinevad palletiseerimissüsteemid ja seejärel tehti neile esmane analüüs, mille tulemusena valiti välja kolm süsteemi, mida hakati edasi simuleerima ja analüüsima. Valituteks süsteemideks osutusid: koostöörobot vertikaalpostil, kuue-teljeline palletiseerimissüsteem ja nelja-teljeline karteesian tüüpi palletiseerija.

Seejärel koostati palletiseerimissüsteemide simulatsioonid, kasutades arvutiprogrammi *VisualComponents* ja leiti nende palletiseerimiskiirused. Kõige kiirem oli karteesian tüüpi palletiseerija 10,2 kastiga minutis, teise tulemuse sai kuue-teljeline palletiseerimissüsteem 9,8 kastiga minutis ja kõige aeglasemaks osutus koostöörobot vertikaalpostil 8,1 kastiga minutis.

Analüüsi teises osas hinnati süsteemide ohte inimesele ja tehti riskianalüüs. Selgus, et koostöörobot vertikaalpostil vajab kõige vähem turvalahendusi. Ainsa tõsise ohuna tuvastati see, et inimene võib haaratsi vahele jääda ja seda riski maandati sensoriga, mis aeglustab või seiskab roboti töö inimese juuresolekul. Kuue-teljeline ja karteesian tüüpi palletiseerimissüsteemid kujutasid inimesele palju suuremat ohtu. Riskianalüüsis leiti, et mõlema lahenduse ümber tuleb paigaldada turvaaed, mis takistab inimesel roboti tööalasse sattumast. Turvaaiale on paigaldatud ukсед aluste ära viimiseks. Ukse avamisel seiskub süsteem ja inimene saab ohutult roboti tööalal oma tööd teha.

Seejärel pandi palletiseerimissüsteemide simulatsioonid Chemi-Pharm'i tootmisesse ja leiti nendele lahendustele parim paigutus ja veenduti nende sobivuses. Simulatsioonist selgus, et karteesian tüüpi palletiseerija ei sobi ettevõtte tootmisesse, sest ta ületas ette antud kõrguse nõuet, mis on 3360 mm. Teised lahendused sobisid Chemi-Pharm'i tootmisesse.

Viimaks võrreldi simulatsioonist saadud tulemusi ja tehti süsteemi lõplik valik. Tulemusi võrreldi tabeli 3.9 põhjal, kus igale väljatoodud kriteeriumi tulemusele anti hinne. Iga lahenduse hinded liideti kokku ja suurima tulemusega lahendus osutus valituks. Selgus,

et koostöörobot vertikaalposti ja kuue-teljelise palletiseerimissüsteemi punktide vahe oli ainult üks punkt.

Selles bakalaureusetöös osutus valituks koostöörobot vertikaalpostil. Autor soovib seda lahendust, sest analüüsist selgus, et see on kõige sobilikum lahendus ettevõtte tootmisesse. Selle lahenduse suureks eeliseks on selle väiksus ja madal oht inimesele.

SUMMARY

The aim of this Bachelor's thesis is to analyse different palletizing systems and to find the most suitable system for Aktsiaselts CHEMI-PHARM. Implementing a palletizing robot at the factory is crucial because palletizing by hand requires physical exertion, which might cause difficulties to physically weaker employees.

This thesis examined and analysed different palletizing systems. The results of the initial analysis were compared, and three most suitable systems were picked for further analysis. The most suitable systems were the following – the collaborative palletiser SCOTT, a six-axis robot arm and a four-axis gantry robot.

Thorough analysis continued with simulating the aforementioned systems. The simulations were conducted on *VisualComponents* computer program and the aim of the simulations was to discover the palletizing speed of each system. The fastest system was the four-axis gantry robot with the speed of 10.2 cases per minute. The second fastest system was the six-axis robot arm with the speed of 9.8 cases per minute and the slowest system was collaborative palletiser SCOTT with the palletizing speed of 8.1 cases per minute.

In the second part of the analysis an assessment of risk to a person was conducted. It turned out that the palletiser SCOTT requires the least amount of safety precautions. The risk assessment stated that the only serious risk is that a worker could get hit by a gripper, and in order to minimize the risk, a sensor must be added to the robot. The sensor will give signal to the robot to slow down or stop when a worker is in proximity to the robot. It was found that the six-axis robot arm and the four-axis gantry robot poses a more serious threat to persons. These systems must be in an enclosed area surrounded by a fence, which stops people from getting into the robot's working area. Doors are included with this safety feature and if a door is opened, the robot system will stop, and a worker can operate in the robot's working area.

Further on the simulations of the palletizing systems were put in a virtual Aktsiaselts CHEMI-PHARM production facility to find the best layout and fit to the systems. It turned out that the four-axis gantry robot can't be used in the production, because it exceeded the provided height limit of 3360 mm. Other systems were suitable to use in the factory.

At the final stage, the results of the simulation and the thorough analysis were compared, and the final decision was made. The comparison was conducted on the

"tabel 3.9", where every criterion was evaluated and given a rating on a scale of 1 – 10. All the ratings in different categories were then added up and the system with the highest score was chosen to the Aktsiaselts CHEMI-PHARM production facility.

The author of this thesis suggests Aktsiaselts CHEMI-PHARM to implement collaborative palletiser SCOTT in their production facility. This system was proven to be the most suitable in their production and its advantages over other systems were its small size and its harmless design to the workers.