

## საწარმოო ტექნოლოგიები. სამრეწველო რობოტები

მაია ლომსაძე-კუჭავა<sup>1</sup>, ნინო გიორგიშვილი<sup>2</sup>, გიგა ჯოჯუა<sup>3</sup>

<sup>1</sup>პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; <sup>2</sup>ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი; <sup>3</sup>ასისტენტ პროფესორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი;

### აბსტრაქტი

ნაშრომში გაშუქებულია საწარმოო ტექნოლოგიებისა და სამრეწველო რობოტების არსი, როლი და მნიშვნელობა თანამედროვე წარმოებაში.

წარმოების ტექნოლოგია წარმოდგენილია როგორც საწარმოო ხაზების დიზაინისა და მართვის კომპლექსური მეთოდოლოგია, რომელიც მიმართულია დიდი რაოდენობით პროდუქციის ეფექტური, უსაფრთხო და ეკონომიური წარმოების უზრუნველყოფისკენ. განხილულია წარმოების ტექნოლოგიის მთავარი ამოცანები, რომლებიც მოიცავს საწარმოო ხაზების დაგეგმვას, პროდუქტიულობის ოპტიმიზაციას, პრობლემების იდენტიფიკაციასა და გადაჭრას, ახალი ტექნოლოგიების შემუშავებასა და დანერგვას.

აღწერილია ორი მთავარი პროდუქტიულობის ინდიკატორი: კაპიტალის პროდუქტიულობა (აღჭურვილობის ეფექტურობა) და შრომის პროდუქტიულობა (მუშახელის ეფექტურობა). ხაზგასმულია, რომ წარმოების ინჟინერიის სპეციალისტი ასრულებს გადამწყვეტ როლს საწარმოო პერსონალსა და მენეჯმენტს შორის, რაც მას აძლევს როგორც ტექნიკური, ისე მენეჯერული უნარების განვითარების შესაძლებლობას.

სამრეწველო რობოტებთან დაკავშირებით წარმოდგენილია მათი ოფიციალური განმარტება JIS სტანდარტებისა და სამრეწველო უსაფრთხოების კანონის მიხედვით. განხილულია რობოტების კლასიფიკაცია სტრუქტურული მახასიათებლების მიხედვით: ვერტიკალური არტიკულირებული, SCARA, პარალელური ბმული, კარტეზიული, ცილინდრული და პოლარული კოორდინატების რობოტები. ცალკე აღნიშნულია თანამშრომლობითი რობოტები, რომლებიც უსაფრთხოდ მუშაობენ ადამიანებთან ერთად.

გაკეთებულია მკაფიო განსხვავება სამრეწველო და მომსახურე რობოტებს შორის: პირველები ანაცვლებენ ადამიანის მუშაობას საწარმოო გარემოში, ხოლო მეორეები

უჭერენ მხარს ადამიანის საქმიანობას სხვადასხვა სფეროში. ასევე წარმოდგენილია Sugino Machine-ის CRb რობოტი, როგორც ცილინდრული კოორდინატის რობოტის მაგალითი, რომელიც გამოირჩევა მაღალი სიზუსტით და ვიწრო სივრცეებში მუშაობის შესაძლებლობით.

ნაშრომში ხაზგასმულია ავტომატიზაციის მზარდი მნიშვნელობა მუშახელის დეფიციტისა და სამუშაო უსაფრთხოების გამო, აგრეთვე რობოტების ფართო გამოყენება საავტომობილო, ელექტრონიკის, ნახევარგამტარების და კვების ინდუსტრიაში.

**საკვანძო სიტყვები:** წარმოების ტექნოლოგია, სამრეწველო რობოტები, საწარმოო ხაზი, პროდუქტიულობა, ავტომატიზაცია, რობოტიზაცია.

### შესავალი

თანამედროვე მსოფლიოში, სამრეწველო წარმოება განიცდის მნიშვნელოვან ტრანსფორმაციას ტექნოლოგიური პროგრესის, გლობალური კონკურენციის გაძლიერებისა და მუშახელის დეფიციტის გამო. ამ გამოწვევების პირობებში, წარმოების ეფექტურობის ამაღლება და ავტომატიზაციის დანერგვა გადამწყვეტ მნიშვნელობას იძენს ნებისმიერი საწარმოსთვის.

წარმოების ტექნოლოგია და სამრეწველო რობოტიკა წარმოადგენს ორ ურთიერთდაკავშირებულ მიმართულებას, რომლებიც უზრუნველყოფენ საწარმოო პროცესების ოპტიმიზაციას, პროდუქტიულობის ზრდას და სამუშაო პირობების გაუმჯობესებას. წარმოების ტექნოლოგია ფოკუსირებულია საწარმოო ხაზების დიზაინზე, მართვასა და განვითარებაზე, ხოლო სამრეწველო რობოტები უზრუნველყოფენ ამ პროცესების ფიზიკურ განხორციელებას.

ბოლო წლებში სულ უფრო მეტი ქარხანა მიმართავს ქარხნის ავტომატიზაციას და რობოტიზაციას, განსაკუთრებით განვითარებულ ქვეყნებში, როგორცაა იაპონია. ეს ტენდენცია განპირობებულია არა მხოლოდ ეკონომიკური მიზნით, არამედ უსაფრთხოების მოთხოვნებით და საშიში სამუშაოებისგან ადამიანების დაცვის აუცილებლობით.

წინამდებარე ნაშრომის მიზანია წარმოების ტექნოლოგიისა და სამრეწველო რობოტების არსის, ფუნქციების, კლასიფიკაციისა და პრაქტიკული გამოყენების სფეროების გაშუქება, აგრეთვე მათი როლის შესწავლა თანამედროვე მრეწველობის განვითარებაში.

### ძირითადი ნაწილი

„წარმოების ტექნოლოგია“ არის ფიქრი და მეთოდების დანერგვა დიდი რაოდენობით პროდუქციის საწარმოებლად (ან მაღალი შერეული, მცირე ზომის წარმოება). გარდა დიზაინის დაკვირვებისა, უსაფრთხო, ეფექტიანი და იაფი წარმოების

პროცესების განსაზღვრისა და საჭირო აღჭურვილობის დანერგვის გათვალისწინებით, არსებული აღჭურვილობის მორგება ასევე მნიშვნელოვან როლს ასრულებს.

ბოლო დროს მზარდი ქარხნები მუშაობენ ქარხნის ავტომატიზაციაზე (ქარხნის შიგნით არსებული ყველა პროცესის ავტომატიზაცია) და მიმდინარეობს რთული და მოწინავე პროცესების რობოტიზაცია. არის მრავალი შემთხვევა, როდესაც წარმოების ტექნოლოგიების განყოფილებები განლაგებულია იაპონიაში, ავითარებენ და აყალიბებენ წარმოების პროცესებს მორგებული რობოტების გამოყენებით და შემდეგ აფართოებენ ქარხნებს საზღვარგარეთულ ადგილებში.

რა არის წარმოების ტექნოლოგია?

წარმოების ინდუსტრიაში, ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი განყოფილებაა „წარმოების ტექნოლოგია“, მაგრამ ბევრი რამ არ არის ცნობილი იმის შესახებ, თუ რა როლს ასრულებს წარმოების ტექნოლოგია და რა სახის სამუშაოს ასრულებს იგი. მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს წარმოდგენა, რომ უნარების ძალიან მაღალი დონეა საჭირო, ეს არის სამუშაო ადგილი, სადაც შედარებით ბევრი ადამიანია, ვინც სამუშაოს ცვლის ლიბერალური ხელოვნებისა თუ სხვა ინდუსტრიებიდან.

„წარმოების ინჟინერია“ არის საწარმოო ხაზების დიზაინისა და მართვის სამუშაოები კომპანიების ქარხნებში და საწარმოო ობიექტებზე. საწარმოო ხაზი არის საფეხურების სერია ნედლეულისგან სასურველი პროდუქტის დასამზადებლად. მაგალითად, ხე-ტყის დამზადების საწარმოო ხაზი მოიცავს პროცესების რიგს, როგორცაა ნედლი ხის მოჭრა, დაჭრა, გაშრობა, ხარისხის შემოწმება და ხარისხის მიხედვით რანჟირება. ეს ნიშნავს მთელ დინებას. წარმოების ინჟინერიის მნიშვნელოვანი ამოცანაა მათი მართვა დაბალფასიანი, სწრაფი მიწოდების, მაღალი ხარისხის წარმოების სისტემის შესაქმნელად.

წარმოების ტექნოლოგიის მუშაობა არ არის მხოლოდ საწარმოო ხაზების დიზაინი და მართვა. თუ იდეალური საწარმოო ხაზისთვის საჭირო აღჭურვილობა გვაკლია, შესაძლოა მის განვითარებაზე ვიმუშაოთ. რა თქმა უნდა, აუცილებელია დარგში გამოყენებული სხვადასხვა ტექნოლოგიის გაგება, მაგრამ ასევე საჭიროა მენეჯმენტის უნარები, ამიტომ ბევრი ადამიანი ლიბერალური ხელოვნების ფონზე მუშაობს წარმოების ინჟინერიაში.

*შეიმუშავეთ და შექმენით ეფექტიანი წარმოების სისტემა.*

არსებობს რამდენიმე მნიშვნელოვანი პუნქტი, რომელიც განსაკუთრებით უნდა გაითვალისწინოთ წარმოების ინჟინერიაში მუშაობისას. ერთ-ერთი მათგანია „უაღრესად პროდუქტიული და ეფექტიანი საწარმოო ხაზების დიზაინი“. პროდუქტიულობა მოიცავს „კაპიტალის პროდუქტიულობას“ და „შრომის პროდუქტიულობას“, ხოლო წარმოების ტექნოლოგია გულისხმობს ეფექტიანი საწარმოო ხაზების შექმნას ამ ციფრების გათვალისწინებით.

კაპიტალის პროდუქტიულობა არის ინდიკატორი იმისა, თუ რამდენი პროდუქტის წარმოება შეიძლება ქარხნის აღჭურვილობისგან, ხოლო შრომის პროდუქტიულობა არის ქარხნის პერსონალის შრომის ეფექტიანობის მაჩვენებელი.

მაღალი კაპიტალის პროდუქტიულობა ნიშნავს, რომ აღჭურვილობა ძალიან ეფექტიანია, ხოლო შრომის მაღალი პროდუქტიულობა ნიშნავს, რომ მეტი წარმოება ხდება ნაკლები მუშაკით. წარმოების ინჟინრის სამუშაო გამოიკვლიოს და განიხილოს გამოყენებული აღჭურვილობა, ასევე სამუშაო პროცედურები, გარემო და მუშაობის სტილი, პროდუქტიულობის გაუმჯობესების მიზნით. ამ პროდუქტიულობის ინდიკატორების სრულად გამოსაყენებლად და სამუშაო ადგილის ეფექტიანობის გასაუმჯობესებლად, სასარგებლო იქნება მენეჯმენტის აღრიცხვის ცოდნა.

*არსებული წარმოების სისტემასთან დაკავშირებული საკითხების აღმოჩენა და გადაწყვეტა.*

წარმოების საინჟინრო სამუშაოების მიზანია წარმოების ადგილზე პროდუქტიულობის გაუმჯობესება. ჩვენი მიზნების მისაღწევად აუცილებელია მიმდინარე წარმოების სისტემის ანალიზი, პრობლემების აღმოჩენა და მათი გაუმჯობესება და გადაჭრა. პრობლემების აღმოსაჩენად და მოსაგვარებლად აუცილებელია კაპიტალის პროდუქტიულობისა და შრომის პროდუქტიულობის რეგულარულად გაზომვა და აღრიცხვა. შემდეგ ჩაწერილი ინფორმაციის საფუძველზე აუცილებელია მრავალმხრივი ანალიზის ჩატარება, საწარმოო ხაზის სტატუსისა და პრობლემების აღმოჩენა და გაუმჯობესების ღონისძიებების სწრაფ ციკლში განხორციელება.

ბიზნეს პროცესებში წარმოების ტექნოლოგია ხშირად თამაშობს ჰიპოთეზების ფორმულირებისა და გადამოწმების როლს პრობლემების გადასაჭრელად. გარდა ამისა, ჩვენ ვალდებული ვართ ვუპასუხოთ სეზონურ რყევებს, როგორცაა პერსონალის ტრანსფერი და პერსონალის ცვლილებები. როდესაც წარმოების ინჟინერი აღმოაჩენს პროდუქტიულობის გაუმჯობესების ეფექტიან მეთოდებს ან იდეებს, წარმოების ინჟინრებისთვის მნიშვნელოვანი სამუშაოა მათი შეთავაზება კომპანიის შიგნით და მათი გავრცელება სამუშაო ადგილზე.

წარმოების ტექნოლოგია შეიძლება ითქვას, რომ არის „საწარმოო ადგილის საკონტროლო კოშკი“, რომელიც ცენტრალურ როლს ასრულებს მუდმივად ცვალებად გარემოზე რეაგირებაში.

*წარმოების ახალი ტექნოლოგიის შემუშავება და დანერგვა.*

წარმოების ტექნოლოგიაში მუშაობა მოითხოვს არა მხოლოდ აქტუალური საკითხების მოგვარებას, არამედ ახალი წარმოების ტექნოლოგიების კვლევას და მათი დანერგვის შეთავაზებას.

თუ აღმოაჩენთ ახალ ტექნოლოგიას, რომელიც ეფექტიანია პროდუქტიულობის გასაუმჯობესებლად, თუ მისი სწრაფად დანერგვა შეგიძლიათ, მოახერხებთ მიიღოთ უპირატესობა ინდუსტრიაში.

ერთი ადამიანის აღმოჩენები და წინადადებები ხშირად ქმნის ორგანიზაციის საწარმოო საქმიანობას და კონკურენტულ უპირატესობას, ამიტომ ტექნიკური ცოდნისა და წინადადებების მქონე უნარის ინჟინრები ძალიან არიან დაფასებულნი ამ სფეროში.

წარმოების ტექნოლოგიას ხშირად სჭირდება სპეციალიზებული ტექნიკური ცოდნა, რადგან ის ასრულებს ადგილზე გამოსაყენებელი ტექნოლოგიების შერჩევისა და გადაწყვეტილების როლს. თუმცა, ამავდროულად, ასევე მნიშვნელოვანია ადგილზე სიტუაციის ზედმიწევნით მოსმენა და ბევრ კომპანიაში წარმოების ტექნოლოგიას ამუშავებენ მრავალი წევრი, რომლებიც იზიარებენ როლებს. ამიტომ, ყველა წევრი არ არის ტექნიკური სპეციალისტი და წევრებში ხშირად შედიან ახალწვეულები და გამოუცდელი ადამიანები.

*აღჭურვილობის დანერგვა და მონტაჟი.*

საწარმოო აღჭურვილობასთან მუშაობისას უამრავი შესაძლებლობაა დაგეგმვით და შევთავაზოთ წინადადებები აღჭურვილობის დანერგვასა და დამონტაჟებასთან დაკავშირებით. აღჭურვილობის დანერგვა დიდ ხარჯებს მოითხოვს, მაგრამ წარმოების ინჟინერიის პერსონალს მოეთხოვება, რომ შეძლოს მისი მოქმედების მტკიცებულებით ახსნა. დანერგვის განხილვისას, აუცილებელია შეფასდეს, თუ რამდენად მოსალოდნელია პროდუქტიულობის გაუმჯობესება ახალი აღჭურვილობის დანერგვით და რამდენი დრო დასჭირდება ხარჯების აღდგენას.

მიუხედავად იმისა, რომ საბოლოო გადაწყვეტილების მიღების უფლებამოსილება ეკუთვნის მენეჯმენტ გუნდს, ეჭვგარეშეა, რომ წარმოების ინჟინერია არის პროფესია, რომელსაც აქვს დიდი ავტორიტეტი, როდესაც საქმე ეხება აღჭურვილობის დანერგვასა და დამონტაჟებას. თუ წარმოების ტექნოლოგიის გუნდი შესანიშნავია, იქნება მეტი შესაძლებლობა ადგილზე ახალი აღჭურვილობის დამონტაჟებისთვის, რაც აუმჯობესებს ადგილზე პრო-დუქტიულობას, აუმჯობესებს არა მხოლოდ გაყიდვას, არამედ სამუშაო გარემოსაც.

იმის გამო, რომ აღჭურვილობის დანერგვა და მონტაჟი დიდ გავლენას ახდენს არა მხოლოდ საიტზე, არამედ კორპორატიულ მენეჯმენტზე, მნიშვნელოვანია ცოდნა და განსჯა, ისევე როგორც ადგილზე არსებული სიტუაციის სწორი გაგება.

*რა არის წარმოების ტექნოლოგიის მიმზიდველობა?*

წარმოების ტექნოლოგიების სამუშაოები შეიძლება ითქვას, რომ არის სამუშაოები, რომლებიც განლაგებულია წარმოების ადგილზე მომუშავე თანამშრომლებსა და კომპანიის მმართველ გუნდს შორის. ეს იმიტომ ხდება, რომ ისინი რეალურად სტუმრობენ საიტს და იღებენ პირველ მხრივ ტექნიკურ და გარემოსდაცვით საკითხებს, მენეჯერის მსგავსად ანალიზებენ და მართავენ ნომრებს.

სამუშაო ადგილის ხმების მენეჯმენტამდე გადასაცემად, აუცილებელია საწარმოო აქტივობების წარმართვა სამუშაო ადგილთან ერთიანობის გრძნობით. მეორე მხრივ, როგორც მენეჯმენტის გუნდს, მათაც უნდა ჰქონდეთ მენეჯერული პერსპექტივა, რომელიც მოიცავს რიცხვითი მონაცემებიდან საკითხების იდენტიფიცირებას და მათ გადაჭრას ბიზნესის პროდუქტიულობის გაზრდის დროს.

იმის გამო, რომ ეს სამუშაო მოითხოვს ჩვენგან ვიცოდეთ როგორც ადგილზე, ასევე მენეჯმენტის პერსპექტივები, ჩვენ შეგვიძლია შევიძინოთ არა მხოლოდ

სპეციალიზებული ცოდნა წარმოების ადგილის შესახებ, არამედ მენეჯმენტის პერსპექტივაც.

სინამდვილეში, არის მრავალი შემთხვევა, როდესაც ადამიანები, რომლებიც დიდი ხნის განმავლობაში მუშაობდნენ წარმოების ინჟინერიის სფეროში, დაწინაურდნენ მენეჯერულ პოზიციებზე, როგორცაა ქარხნის მენეჯერი ან CTO, ( CTO არის პოზიცია, რომელიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს და პასუხისმგებელია კომპანიის ტექნიკურ ასპექტებზე. სისტემისა და სერვისების განვითარებაში ტექნოლოგიების გარდა, ის ასევე ჩართულია ბიზნეს სტრატეგიაში და მიიპყრო ტექნოლოგიური სახელმძღვანელო კომპანიების ყურადღება ოპტიმალური ტექნოლოგიური სტრატეგიების შექმნაში მისი როლისთვის. ასევე მნიშვნელოვანია, როგორც პოზიცია, რომელიც განასახიერებს ტექნოლოგიის მენეჯმენტის (MOT) პერსპექტივას, რომელიც, როგორც ამბობენ, არის კომპანიის გადარჩენის გასაღები.) ადამი-ანები, რომლებიც ძლიერები არიან როგორც ტექნოლოგიაში, ისე ბიზნესში, შეიძლება ველოდოთ აქტიურ როლს სხვადასხვა ინდუსტრიაში, ამიტომ წარმოების ინჟინერია ასევე მიმზიდველი სამუშაო მათთვის, ვისაც სურს გაიზარდონ როგორც ბიზნესმენები.

*წარმოების საინჟინრო სამუშაო წერტილები.*

ზოგიერთ ადამიანს უჭირს წარმოების საინჟინრო სამუშაოები, რადგან ის მოითხოვს როგორც ტექნოლოგიას, ისე მენეჯერულ პერსპექტივას. წარმოების ინჟინერიაში მუშაობის რამდენიმე ხრიკი არსებობს და მათი წინასწარ ცოდნა დაგეხმარებათ შეუფერხებლად მუშაობაში.

წარმოების ინჟინერიაში მუშაობისას მთავარია „მოუსმინო დარგის ხმებს“. წარმოების ადგილზე წარმოიქმნება მრავალი პრობლემა. ამიტომ, დარგში მომუშავე თანამშრომლებთან ინტერვიუებით შეგროვებული ინფორმაცია არის მძლავრი მინიშნება იმ საკითხების მოსაძებნად, რომლებიც არ არის ასახული რიცხვებში და მრავალი საკითხიდან ყველაზე მნიშვნელოვანი საკითხის იდენტიფიცირებისთვის.

მაგალითად, ისეთი ინფორმაცია, როგორცაა „როცა ნედლეული, რომელსაც ჩვენ ვმუშაობთ სამუშაოზე, ხვდება სამუშაო ტანსაცმელზე, ჩნდება უცნაური სუნი,“ ან „ამ ბოლო დროს მანქანა უცნაურ ხმებს გამოსცემს მხოლოდ გარკვეული ნაწილების დამზადებისას“. დიდ გავლენას არ ახდენს წარმოების მაჩვენებლებზე, შესაძლოა. თუმცა, თანამშრომლებისა და ქარხნის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პერსპექტივიდან ეს არის საკითხი, რომელიც რაც შეიძლება მალე უნდა დადასტურდეს და დაიხვეწოს.

პრობლემების თავიდან აცილება შეგიძლიათ არა მხოლოდ სისტემის მიერ შეგროვებული და გაზომილი რიცხვითი მონაცემების მოსმენით, არამედ იმ საგნების, რისი გაგებაც შესაძლებელია მხოლოდ ადგილზე.

გარდა ამისა, წარმოების ინჟინრები აცნობებენ მენეჯმენტს ადგილზე არსებულ პირობებს, მაგრამ მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ ნომრების, არამედ ადგილზე არსებული ხმების მიწოდებაც, როგორცაა სამუშაო გარემოსთან და სამუშაო ტემპთან დაკავშირებული საკითხები. ფრონტის ხმების მენეჯმენტამდე ზუსტად გადმოცემით,

ჩვენ ვიმსახურებთ როგორც ხიდს მენეჯმენტსა და წინა ხაზზე და ვთამაშობთ ღია ორგანიზაციის შექმნის როლს.

*ახალი აღჭურვილობისა და ტექნოლოგიების შერწყმა მიმდინარე ხარვეზებთან.*

პროდუქტიულობის გაუმჯობესების მიზნით, რაც წარმოების ტექნოლოგიის პასუხისმგებლობაა, ხშირად საჭიროა ახალი აღჭურვილობისა და ტექნოლოგიების დანერგვა. ახალი აღჭურვილობისა და ტექნოლოგიების დანერგვა მიმზიდველია, მაგრამ ახალი აღჭურვილობის დანერგვისას საჭიროა მტკიცე განსჯის კრიტერიუმები. აქ ბიზნეს პერსპექტივა უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე ტექნიკური პერსპექტივა. სისტემის დანერგვისას აუცილებელია ადგილზე არსებული საკითხების იდენტიფიცირება და აღჭურვილობისა და ტექნოლოგიების დანერგვა, რომელიც შეავსებს უფსკრული იდეალურ მდგომარეობასა და არსებულ ვითარებას შორის.

აღჭურვილობაში ინვესტიცია მხოლოდ მუშაობის გასაუმჯობესებლად ან ტენდენციების დასაკმაყოფილებლად ბევრ შემთხვევაში გამოიწვევს მაღალ ხარჯებს. აუცილებელია ადგილზე არსებული პრობლემების ზუსტად გააზრება და პრობლემის გასაუმჯობესებლად შესაბამისი აღჭურვილობისა და ტექნოლოგიის შერჩევა, ასევე გადაწყვეტილების მიღების ცოდნა. წარმოების ინჟინერიაში კარგი იდეა ყოველთვის იყოს დაინტერესებული ახალი აღჭურვილობითა და ტექნოლოგიით და როდესაც გაეცნობით ინფორმაციას, იფიქრეთ, შეიძლება თუ არა მისი გამოყენება თქვენს სამუშაო ადგილზე.

*ვინ არის შესაფერისი სამუშაოსთვის წარმოების ინჟინერიაში?*

წარმოების ინჟინერია არის სპეციალური სამუშაო, რომელიც მოიცავს როგორც ტექნოლოგიას, ასევე მენეჯმენტს, ამიტომ ის მოითხოვს ამ სამუშაოსთვის შესაფერისი პიროვნების მქონე ადამიანებს. მოდით შევხედოთ, თუ რა ტიპის პიროვნებები და მახასიათებლებია შესაფერისი წარმოების ინჟინერიაში მუშაობისთვის.

*კარგი კომუნიკაციის უნარი..*

წარმოების ინჟინერია არის სამუშაო, რომელიც მოიცავს წარმოებაში ჩართულ ბევრ განყოფილებასთან მუშაობას. ჩართული ადამიანები ასაკისა და პოზიციის მიხედვით არიან დაწყებული გენერალური თანამშრომლებიდან დაწყებული ადგილზე მენეჯერებით, შიგა მენეჯერების დონის მენეჯერებით და აღმასრულებლებით. ამიტომ, წარმოების ტექნოლოგიაში აუცილებელია ზუსტი და უპრობლემოდ კომუნიკაციის უნარი მრავალფეროვან ადამიანებთან.

განსაკუთრებით წარმოების ტექნოლოგიაში, ხშირად ძნელია განსხვავებული მოსაზრებების მქონე ადამიანების მოსაზრებების შეჯერება. თუ ასეთ სიტუაციებში კარგად ვერ ახერხებთ, შეიძლება ვერ მოიპოვოთ საჭირო ინფორმაცია ან თქვენს მომავალ საქმიანობაზე შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს. გარდა ამისა, სხვადასხვა ადამიანებისგან გულწრფელი მოსაზრებების შეგროვების მიზნით, მნიშვნელოვანია რეგულარულად დაამყაროთ ურთიერთობები, ურთიერთქმედება ისე, რომ მოიპოვოთ ნდობა, და იმოქმედოთ და გქონდეთ გამოცდილება.

მათთვის, ვისაც სურს განაგრძოს კარიერა წარმოების ტექნოლოგიაში, კარგი იდეა იქნება, რომ იცოდეს და ივარჯიშოს კომუნიკაციის უნარებში.

სამრეწველო რობოტები

1. სამრეწველო რობოტის განმარტება

სამრეწველო რობოტები განსაზღვრულია შემდეგნაირად JIS-ში და კანონებში.

<p>JIS B 0134 განმარტება 1130 (ISO8373)</p>	<p>მანქანა, რომელსაც აქვს სამი ან მეტი ღერძი, მუშაობს ავტომა-ტური კონტროლის ქვეშ და აქვს რეპროგრამირებადი და მრავალმხრივი მანიპულ-ირების ფუნქციები. ზოგს მოძრაობის ფუნქცია აქვს და ზოგს არა.</p>
<p>JIS B 8433-1</p>	<p>რავალფუნქციური მანი-პულატორები ფიქსირებული ან მოძრავი პოზიციებით, პროგრამირებადი სამი ან მეტი ღერძით, ავტომა-ტურად კონტროლირებადი და ხელახალი პროგრამი-რებადი სამრეწველო ავტო-მატიზაციის აპლიკაციებში გამოსაყენებლად (JIS B 0134:1998, განმარტება 1130 შესწორებული განმარტება)</p> <p>შენიშვნა 1 რობოტები მოიცავს:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- მანიპულატორებს (მათ შორის აქტუატორებს);</li> <li>- კონტროლის სისტემებს, მათ შორის სასწავლებლებს და საკომუნიკაციო ინტერფეისებს (ტექნიკა და პროგრამული უზრუნველყოფა); 2 რობოტი მოიცავს ნებისმიერ დამატებით ღერძს, რომელსაც აკონტრო-ლებს რობოტი კონტრო-ლერი.</li> </ul> <p>3 ამ სტანდარტის მიზნებისათვის შემდეგი აღჭურვილობა ითვლება სამრეწველო რობოტად:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ა) ხელით მართვადი რობოტი</li> <li>ბ) მობილური რობოტის მანიპულატორის ნაწილი</li> <li>გ) თანამშრომლობითი რობოტები</li> </ul>
<p>სამრეწველო უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის აქტი</p>	<p>მას აქვს მანიპულატორი და შესაძლებელია მოწყობილობა (მათ შორის ცვლადი თანმიმდევ-რობის კონტროლის მო-წყობილობა და ფიქსირებული მიმდევრობის კონტროლის მოწყობილობა) და შენახვის მოწყობილობაში არსებული ინფორმაციის საფუძველზე მანიპულატორს შეუძლია გახა-ნგრძლივება და შეკუმშვა, მოხრილი და დაჭიმვა, ზევით და ქვევით გადაადგილება, გადაადგილება. მარცხნივ და მარჯვნივ, ან როტაცია, ან ამ ოპერაციების კომბინაცია. მანქანები,</p>

	რომლებსაც შეუძლიათ ამის გაკეთება ავტომატურად (გამოკვლევისა და განვითარების პროცესში მყოფი მანქანების გამოკლებით და ჯანდაცვის, შრომისა და კეთილდღეობის მინისტრის მიერ განსაზღვრული)
--	--

მანიპულატორი არის ინდუსტრიული რობოტის მკლავი. ნაწილი, რომელიც შეესაბამება ადამიანის მკლავს, ასრულებს სხვადასხვა დავალებას.

*განსხვავება „მომსახურების რობოტისგან“.*

გარდა სამრეწველო რობოტებისა, არსებობენ რობოტებიც სახელწოდებით „მომსახურების რობოტები“.

მომსახურე რობოტები ძირითადად მოიცავს ჰუმანოიდ რობოტებს, როგორცაა მიმღები და სახელმძღვანელო რობოტები, მაგრამ ასევე მოიცავს ქირურგიული დამხმარე რობოტებს, სამაშველო რობოტებს და ენერჯის დამხმარე რობოტებს.

სამრეწველო რობოტები „ანაცვლებენ“ ადამიანის მუშაობას ქარხნებში და ა.შ., ხოლო მომსახურე რობოტები „უჭერენ მხარს“ ადამიანის ამოცანებსა და მოძრაობებს.

Sugino Machine-ის მცირე მცოცავი ტიპის სამუშაო რობოტები ასევე კლასიფიცირდება როგორც მომსახურე რობოტები, რადგან ისინი ასრულებენ სამუშაოს დისტანციურად იმ ადგილებში, სადაც ადამიანები ვერ შედიან.

2. სამრეწველო რობოტების აპლიკაციები და გამოყენების სფეროები.

სამუშაოს ავტომატიზაციის აუცილებლობა ბოლო წლებში გაიზარდა მუშახელის დეფიციტისა და საშიში სამუშაოსგან თავისუფლების გამო.

სამრეწველო რობოტები გამოიყენება ყველა სახის სამუშაოს ავტომატიზაციისთვის, მათ შორის დამუშავების, აწყობის, შედუღების, ტრანსპორტირებისა და ინსპექტირების ჩათვლით და გამოიყენება მრავალფეროვან ინდუსტრიებში, მათ შორის საავტომობილო ინდუსტრიაში, ელექტრო და ელექტრონული მოწყობილობების ინდუსტრიაში, ნახევარგამტარულ მრეწველობაში, კვების მრეწველობაში. და სოფლის მეურნეობა. დანერგილია.

არსებობს მრავალი სხვადასხვა ტიპის სამრეწველო რობოტი.

3. სამრეწველო რობოტების ტიპები.

სამრეწველო რობოტებს აქვთ საკუთარი მოძრაობები და მახასიათებლები მათი სტრუქტურიდან გამომდინარე, ამიტომ მნიშვნელოვანია აირჩიოთ რობოტი, რომელიც შეესაბამება თქვენს მიზანსა და გამოყენებას.

აქ წარმოგიდგენთ რობოტების კლასიფიკაციას მათი სტრუქტურის მიხედვით.

*ვერტიკალური არტიკულირებული რობოტი;*

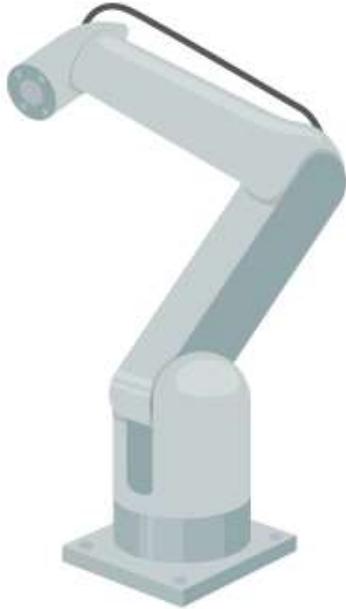
ეს არის უაღრესად მრავალმხრივი რობოტი, რომელიც გამოიყენება სხვადასხვა მიზნისთვის. ის ამჟამად ყველაზე ხშირად გამოყენებული რობოტია.

ამბობენ, რომ მას აქვს შვიდი ცული, ადამიანის მკლავის მოძრაობის მსგავსი და აქვს თავისუფლების მაღალი ხარისხი, რაც რთული მოძრაობების საშუალებას იძლევა.

ასევე არსებობს სპეციალიზებული მოდელები სხვადასხვა გამოყენებისთვის, ამიტომ ვარიაციების ფართო სპექტრია.

მეორე მხრივ, არის გარკვეული ასპექტები, რომლებიც მოძრაობის კონტროლს უფრო აرتულებს.

(სურათის წყარო: რობოტის დაიჯესტი).



SCARA რობოტი (ჰორიზონტალური არტიკულირებული რობოტი).

ეს არის იაპონიაში შექმნილი რობოტი. SCARA ნიშნავს Selective Compliance Assembly Robot Arm-ს.

ის ძირითადად შედგება ორი მბრუნავი ღერძისგან და მკლავისგან, რომელიც შეიძლება განთავსდეს სიბრტყეზე, ხაზოვანი ღერძი ვერტიკალური მიმართულებით და მბრუნავი ღერძი, რომელიც არეგულირებს ხელის მიმართულებას.

ეს რობოტი ძირითადად მუშაობს პირდაპირ ზემოდან და კარგად აწყობს.

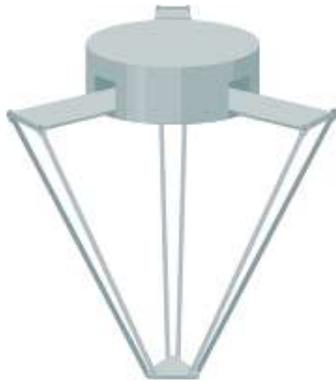
(სურათის წყარო: რობოტის დაიჯესტი)



პარალელური ბმული რობოტი

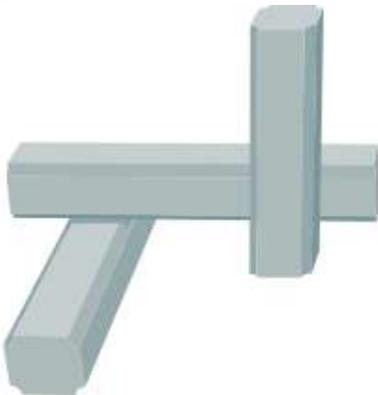
მკლავს აქვს მაღალი სიმტკიცე თითო მკლავის მასაზე, რაც მას მსუბუქ და ხისტ მკლავს ხდის.

ის კარგად მუშაობს, მაღალსიჩქარიანია და ძირითადად გამოიყენება კრეფის დროს.  
(სურათის წყარო: რობოტის დაიჯესტი)



კარტეზიული რობოტი (ერთლერძიანი რობოტი).  
ეს რობოტი საჭირო მოძრაობებს აღწევს რამდენიმე ერთლერძიანი რობოტის  
კომბინაციით.

გამოირჩევა მარტივი სტრუქტურით და დაბალი ღირებულებით.  
(სურათის წყარო: რობოტის დაიჯესტი)



ცილინდრული კოორდინატი რობოტი.  
ამ რობოტს აქვს წრფივი ღერძი ვერტიკალური და უკან გადაადგილებისთვის და  
ერთი მბრუნავი ღერძი, რომელიც აბრუნებს მთელ რობოტს.  
Sugino Machine-ის "CRb" შედის ამ კლასიფიკაციაში.



#### პოლარული კოორდინატის რობოტი

ეს არის რობოტი, რომელსაც აქვს ბრუნვის ღერძი, რომელიც ბრუნავს მკლავს ზევით, ქვევით, მარცხნივ და მარჯვნივ, ხოლო მკლავს შეუძლია გაჭიმვა და შეკუმშვა.

ეს მოიცავს Unimate-ს, მსოფლიოში პირველ ინდუსტრიულ რობოტს ამერიკული კომპანია Unimation-ისგან (მსოფლიოში პირველი ინდუსტრიული რობოტების მწარმოებელი კომპანია).

Sugino Machine-მა შექმნა მსგავსი რობოტი 1969 წელს და გამოაცხადა ის, როგორც საჭაერო ძრავის მქონე რობოტი "Subman".

#### ერთობლივი რობოტი

სტრუქტურის მიხედვით კლასიფიკაციის გარდა, ბოლო წლებში გამოჩნდა სამრეწველო რობოტები სახელწოდებით "თანამშრომლობითი რობოტები".

ტიპური სამრეწველო რობოტები საჭიროებენ უსაფრთხოების ღობეებს და უსაფრთხოების აღჭურვილობას, მაგრამ ერთობლივი რობოტები უაღრესად უსაფრთხოა, როგორცაა გაჩერება ადამიანებთან ან ობიექტებთან შეხებისას და შეუძლიათ იმუშაონ იმავე სივრცეში, როგორც ადამიანმა.

მიუხედავად იმისა, რომ მათ შეუძლიათ ადამიანებთან თანამშრომლობა და მოქნილი სამუშაოს შესრულება, მათ არ შეუძლიათ ისეთი ამოცანების შესრულება, როგორცაა მძიმე საგნების ტრანსპორტირება ან დამუშავება, რომელიც მოითხოვს სიმტკიცეს გამომავალი შეზღუდვების გამო.

#### 4. რა არის CRb?

„CRb“ არის სამრეწველო რობოტი, რომელიც შექმნილია Sugino Machine-ის მიერ და სტრუქტურულად კლასიფიცირებულია, როგორც ცილინდრული კოორდინატის რობოტი.

ეს არის 6 ღერძიანი ან 4 ღერძიანი წამყვანი რობოტი, რომელსაც აქვს მკლავი დაკავშირებული სვეტთან, რომელიც იხსნება, იხურება და ბრუნავს.

მას აქვს ვერტიკალური არტიკულირებული რობოტის მსგავსი თავისუფლებისა და მრავალფეროვნების ხარისხი, მაგრამ იმის გამო, რომ მკლავი მოძრაობს ზევით და ქვევით, წინ და უკან ხაზოვანი მოძრაობის ღერძის საფუძველზე, მას აქვს მაღალი სიმტკიცე და შეუძლია სწორი ხაზით გადაადგილება მაღალი სიზუსტით.

მისი სტრუქტურულიდან გამომდინარე, მკლავი არ არის გამოწეული ძირითადი კორპუსის უკან, რაც შესაფერის ხდის ვიწრო სივრცეებში მუშაობისთვის.

დასკვნა

წარმოების ტექნოლოგია და სამრეწველო რობოტიკა წარმოადგენს თანამედროვე მრეწველობის ფუნდამენტურ საფუძველს, რომელიც უზრუნველყოფს წარმოების ეფექტურობას, კონკურენტუნარიანობასა და მდგრად განვითარებას.

წარმოების ტექნოლოგიის სფეროში მომუშავე სპეციალისტები ასრულებენ უნიკალურ როლს - ისინი აკავშირებენ საწარმოო პერსონალსა და მენეჯმენტს, აერთიანებენ ტექნიკურ ექსპერტიზას მენეჯერულ კომპეტენციებთან და უზრუნველყოფენ უწყვეტ გაუმჯობესებას. მათი საქმიანობა მოიცავს კაპიტალის და შრომის პროდუქტიულობის ოპტიმიზაციას, პრობლემების სისტემურ იდენტიფიკაციას, ახალი ტექნოლოგიების დანერგვასა და აღჭურვილობის სწორ შერჩევას.

სამრეწველო რობოტები, თავის მრავალფეროვნებაში - ვერტიკალური არტიკულირებული, SCARA, პარალელური ბმული, კარტეზიული, ცილინდრული და თანამშრომლობითი რობოტები - უზრუნველყოფენ ფართო სპექტრის ოპერაციების ავტომატიზაციას: დამუშავებიდან აწყობამდე, შედუღებიდან ტრანსპორტირებამდე. მათი გამოყენება საავტომობილო, ელექტრონიკის, ნახევარგამტარების და კვების ინდუსტრიებში ხელს უწყობს არა მხოლოდ წარმოების ხარისხისა და სიჩქარის ამაღლებას, არამედ სამუშაო უსაფრთხოების გაუმჯობესებასაც.

განსაკუთრებული ყურადღება მიიპყრო თანამშრომლობითმა რობოტებმა, რომლებიც უსაფრთხოდ მუშაობენ ადამიანებთან ერთად და წარმოადგენენ ადამიან-რობოტი ინტერაქციის ახალ ეტაპს.

მუშახელის დეფიციტის, გლობალური კონკურენციის გაძლიერებისა და უსაფრთხოების მოთხოვნების ზრდის პირობებში, წარმოების ტექნოლოგიისა და რობოტიკის როლი კიდევ უფრო გაიზრდება. ამ სფეროში ინვესტიციები და განვითარება წარმოადგენს გადამწყვეტ ფაქტორს საწარმოების კონკურენტუნარიანობისა და მდგრადი ზრდისთვის.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. JIS B 0134:1998 - იაპონური სამრეწველო სტანდარტი. სამრეწველო რობოტების განმარტება და ტერმინოლოგია. 2016 წ.
2. JIS B 8433-1 - იაპონური სამრეწველო სტანდარტი. სამრეწველო რობოტების უსაფრთხოება 2021წ.
3. ISO 8373 - საერთაშორისო სტანდარტიზაციის ორგანიზაცია. რობოტიკა და ავტომატიზაცია - ლექსიკონი 2012წ.

4. სამრეწველო უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის აქტი. იაპონია, ჯანდაცვის, შრომისა და კეთილდღეობის სამინისტრო.
5. Robot Digest (სხვადასხვა გამოცემები) - სამრეწველო რობოტების ტექნიკური მონაცემები და ილუსტრაციები 2024 წ.
6. Sugino Machine Ltd. Technical Documentation - CRb რობოტის სერიის ტექნიკური დოკუმენტაცია 2022 წ.

## **Manufacturing technologies. Industrial robots**

GTU Professor Maia Lomsadze-Kuchava, GTU Associate Professor Nino Giorgishvili, GTU  
Assistant Professor Giga Jojua

### Abstract

The paper covers the essence, role and importance of production technologies and industrial robots in modern production.

Production technology is presented as a complex methodology for designing and managing production lines, aimed at ensuring the efficient, safe and economical production of large quantities of products. The main tasks of production technology are discussed, which include planning production lines, optimizing productivity, identifying and solving problems, developing and implementing new technologies.

Two main productivity indicators are described: capital productivity (equipment efficiency) and labor productivity (labor efficiency). It is emphasized that a production engineering specialist plays a crucial role between production personnel and management, which gives him the opportunity to develop both technical and managerial skills.

Regarding industrial robots, their official definition is presented according to JIS standards and the Industrial Safety Law. The classification of robots according to structural features is discussed: vertical articulated, SCARA, parallel link, Cartesian, cylindrical and polar coordinate robots. Collaborative robots that work safely together with humans are separately mentioned.

A clear distinction is made between industrial and service robots: the former replace human work in a production environment, while the latter support human activity in various fields. The Sugino Machine CRb robot is also presented as an example of a cylindrical coordinate robot, which is distinguished by high accuracy and the ability to work in narrow spaces.

The paper emphasizes the growing importance of automation due to labor shortages and job safety, as well as the widespread use of robots in the automotive, electronics, semiconductor and food industries.

Keywords: manufacturing technology, industrial robots, production line, productivity, automation, robotization.