

Maksim Jerjomenko

Kaizeni süsteemi juurutamine Favori tootmises

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2023

Maksim Jerjomenko

Kaizeni süsteemi juurutamine Favori tootmises

LÕPUTÖÖ

Tehnikainstituut

Masinaehituse õppekava

Juhendaja: Andres Jagomägi

Tallinn 2023

Mina, Maksim Jerjomenko, tõendan/tõendame, et lõputöö on minu/meie kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori/te/le ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Lõputöö autor Maksim Jerjomenko

Üliõpilase kood 50010060236

Õpperühm ME2019

Lõputöö vastab sellele püstitatud kehtivatele nõuetele ja tingimustele.

Kaitsmisele lubatud.

Juhendaja Andres Jagomägi

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
2. KVALITEEDIJUHTIMINE JA TIMMITUD TOOTMINE	7
2.1. Kvaliteedikontroll	7
2.2. Kvaliteedi tagamine	8
2.3. Lean, kulusäästlikem, timmitud tootmise põhimõtete rakendamine	9
2.4. 5S rakendamine.....	10
2.5. Kaizeni süsteemi rakendamine	11
3.Kaizeni süsteemi juurutamine Favor AS	13
3.1. SMED	13
3.2. Kaizeni süsteemi juurutamise etapid	14
4.Kokkuvõte	20
5.Summary.....	20
6.Viidatud allikad	21

SISSEJUHATUS

Kaizen on meetod, mida kasutatakse ettevõtetes ja tehastes, et pidevalt parandada tootlikkust, kvaliteeti ja töötingimusi.

Kaizeni eesmärk on saavutada järjepidev ja järkjärguline paranemine, mis tuleneb väikeste muudatuste tegemisest ja protsesside pidevast optimeerimisest. Kaizen põhineb ideel, et iga töötaja saab panustada oma teadmiste ja oskustega protsesside täiustamisse, mis võimaldab kõigil osaleda ettevõtte edus.

Kaizeni rakendamine tehases võib tuua mitmeid eeliseid. See aitab parandada tootmistõhusust, vähendada raiskamist, suurendada kvaliteeti ja vähendada vigade arvu. Kaizeni meetod aitab ka luua paremaid töötingimusi, mis omakorda võib aidata suurendada töötajate rahulolu ja motivatsiooni.

Lisaks sellele, et kaizen aitab ettevõtetel saavutada paremaid tulemusi, võib see aidata ka luua ettevõttekultuuri, mis keskendub pidevale paranemisele ja innovatsioonile. See võib aidata ettevõttel püsida konkurentsivõimeline ja kohaneda kiiresti muutuvate oludega.

Kaizen keskendub tootmise pidevale ja lõpmatule täiustamisele. Kaizenil on tihe seos timmitud (ka kulusäästlik, inglise keeles „lean“) mõtteviisi ja tööprotsesside juurutamisega ning parendamisega. Favor AS-s on kvaliteedikorralduses rakendanud Kaizen mõtteviisi ja metoodikat ning jätkab seda. Lõputöö eesmärk on rakendada SMED (Single Minute Exchange of Die) protsesside ümberseadistamist, optimeerimise tehnikat, et vähendada seadmete seisakuid ja seeläbi tootmiskulusid.

Favor As CutCenter tootmises tekkivad suured ajakaod seadmetes valtside, noaterade ja eraldajate ümberseadistamisel - umbes 70 minutit.

Tootmisliinil töötab üks operaator iga vahetuse kohta ja selle pärast tekivad suured seadmete seisakud protsessi ümberhäälestamisel teisele tootele või mõõtmele. Tootmises tekkis vajadus tööprotsesside optimeerimiseks.

1. Ettevõtte tutvustus

1.1. Favor AS

- Asutatud 1990
- 190 töötajat
- 13 500 m² tootmispinda: kontor ja tootmine
- Töötleb 35 000 tonni terast aastas

Favor on juba 30 aastat olnud kliendi kasule orienteeritud ettevõtte. Meie ettevõtte enamus investeeringuid on suunatud oma tootmisvõimaluste laiendamiseks õhukese lehtmetsalli töötlemise valdkonnas ning tänaseks on Favor saanud piirkonna juhtivaks metallitööstusettevõtteks.

AS Favor kolm ärisuunda on:

CutCenter – suurim kaasaegse tehnoloogiaga terasemüügikeskus Eestis, mis pakub klientidele võimalust osta õhukest lehtmetsalli just sellisel kujul ja mahus nagu neil täpselt vaja on.

Metaform – piirkonna juhtiva metallitööstusena omab mitmekülgset teenuste väärtusahelat, mille abil saab hakkama kõigega alates toote kavandamisest ja materjalihankest kuni seeriatoodangus stantsimise, laserlõikuse, painutamise, koostamise ja lõppviimistluseni.

Profiline – selge turuliider sisevaheseinte ja lagede metallkarkassi müügis. Samuti pakutakse klientidele erinevaid laematerjale: Profiline alumiiniumpaneel ja võrgupaneel, Troldekt puitkiudplaate, AMF mineraalkiudplaate, opaalklaasi.

Alates 2021 aastast kuulub Favor AS Leden Grupi koosseisu.

Alates 2019 a. on Favor rakendanud kvaliteedikorralduses kulusäästlikke lahendusi (Lean). Tulemusena on 3 aasta kestel tootmise tõhusus kasvanud 60%. [1]

2. KVALITEEDIJUHTIMINE JA TIMMITUD TOOTMINE

"Kvaliteedijuhtimine ja lean tootmine" on ärijuhtimise lähenemine, mis püüab pidevalt parandada toodete või teenuste kvaliteeti ja vähendada kulusid. See lähenemine leiab väljenduse "Lean Production" (kulusäästlik, timmitud) metoodikas, mille töötasid välja James P. Womack ja Daniel T. Jones.

Oma raamatus "Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation" kirjeldavad [2]Womack ja Jones Lean Production'i põhimõtteid, mida saab rakendada igas valdkonnas. Nad väidavad, et kulusäästlik lähenemine ei ole mitte ainult kulude vähendamise meetod, vaid ka kvaliteedifilosoofia, mis võimaldab ettevõtetel saavutada kõrgemaid tootlikkuse ja kvaliteedi tasemeid.

Timmitud tootmise peamised põhimõtted on:

Kadude kõrvaldamine - püüab kõrvaldada kõik tegevused, mis ei lisa kliendile, tootele väärtust. See hõlmab üleliigsete materjalide ladustamist, protsessidevahelisi seisakuid, ootamist, ümber töötlemist, transporti jne. Ettevõtted, kes kulusäästvust rakendavad, vähendavad oma tootmiskulusid, suurendavad seadmete tõhusust ja tootmise üldkvaliteeti.

Väärtusvoo loomine - püüab korraldada katkematut tootmisvoogu, kus iga protsess on tootmisahela väärtust lisav "lül". See võimaldab kiirendada tootmisprotsesse, vähendada varusid ja transportimise kulusid. Välditakse mittetehnoloogilisi seisakuid, sooritustevahelisi ootamisi.

Protsesside paindlikkuse suurendamine - Meetod eeldab paindlikkust tootmisprotsessides, et ettevõtted saaksid kiiresti reageerida turu ja klientide vajadustele. See võimaldab ettevõtetel hõlpsasti muuta tootmisprotsesse ja kohanduda uute tingimustega. SMED rakendamine

Pidev täiustamine - Lean tootmine püüdleb tööprotsesside pideva täiustamise poole tootmisprotsesside timmides nii, et ettevõtte saaks saavutada kõrgemaid toote- ja teenusekvaliteedi tasemeid ning parandada oma tootlikkust.

Töötajate austamine – Kaizen tootmine põhineb lugupidamisel ja austusel iga ettevõtte töötaja vastu, kes mängib olulist rolli tootmisprotsessis. See eeldab tingimuste loomist iga töötaja arenguks, nende osalemist tootmisprotsesside täiustamisel ja loovuse julgustamist.

2.1. Kvaliteedikontroll

Kvaliteedikontroll on toodete, teenuste või protsesside teostuse kontrollimise protsess, et määrata, kas need vastavad kliendi poolt soovitud ja kehtestatud kvaliteedistandarditele. See protsess on oluline etapp igas toote tootmise või teenuse osutamise protsessis, kuna see

võimaldab avastada vigu ja defekte võimalikult kohe või varajases staadiumis ning ennetada nende edasist levikut (vältida vigade tiražeerimist) tootmisprotsessis tervikuna.

Kvaliteedikontrolli ja kvaliteedijuhtimise teabeallikaid on palju, täiendades üksteist. J. M. Juran'i raamat "Toodangu kvaliteedikontroll" [3] .Klassikaline käsiraamat kvaliteedikontrolli kohta ja sisaldab palju kasulikku teavet kvaliteedikontrolli protsessi ja meetodite kohta.

Juran rõhutab kvaliteedikontrolli kaasamise olulisust tootmisprotsessi igas etapis, alates toote kavandamisest kuni tarbijale tarnimiseni. Ta kirjeldab ka erinevaid kvaliteedikontrolli meetodeid, sealhulgas statistilist kontrolli, toote inspekteerimist ja spetsialiseeritud tööriistade ja tehnoloogiate kasutamist.

Lisaks rõhutab Juran kvaliteedijuhtimise tähtsust organisatsioonis ning pakub kvaliteedikontrolli ja kvaliteedijuhtimise protsessi korraldamise meetodeid, nagu PDCA tsükel (planeerimine-teostamine-kontrollimine-tegevus, Demingi “ratas”) ja Six Sigma.

Kokkuvõttes on J. M. Juran'i raamat "Toodangu kvaliteedikontroll" üks oluline teabeallikas kõigile, kes töötavad tootmise või teenuste valdkonnas ning otsivad meetodeid oma toodete või teenuste kvaliteedi parandamiseks.

2.2. Kvaliteedi tagamine

Kvaliteedigarantii on süstemaatiline lähenemine kvaliteedi juhtimisele, mis võimaldab tagada toodete või teenuste vastavuse kindlatele standarditele ja nõuetele. See hõlmab toodangu või teenuse kvaliteedi planeerimise, kontrollimise, parendamise ja tagamise protsesse, et rahuldada klientide vajadusi ja ootusi.

[4] arvates on kvaliteedigarantii oluline kvaliteedi juhtimise element, mis aitab organisatsioonidel tagada nende toodete või teenuste kõrget kvaliteeti, parandada nende tõhusust ja suurendada klientide rahulolu. Ta märgib ka, et kvaliteedigarantii pole ainus kvaliteedi tagamise vahend ja et tuleks kasutada ka teisi meetodeid, nagu kvaliteedikontroll ja riskijuhtimine.

Vastavalt kvaliteeditagamise [5] antud määratlusele hõlmab kvaliteedigarantii ka kvaliteedijuhtimissüsteemi, kus määratletakse kvaliteedistandardid, tootmise ja kontrolli protsessid ning meetmed toodangu või teenuse kvaliteedi parendamiseks.

Seega on kvaliteedigarantii oluline osa kvaliteedi juhtimisest ja hõlmab laia valikut protsesse ja meetodeid, et tagada toodete või teenuste vastavus kindlatele standarditele ja nõuetele. See võimaldab organisatsioonidel parandada oma tõhusust ja suurendada klientide rahulolu, mis on võtmeks edukale tegevusele igas valdkonnas.

2.3. Lean, kulusäästlikem, timmitud tootmise põhimõtete rakendamine

"Lean Production" põhimõtted, tuntud ka kui säästlik tootmine, esitleti raamatus [6]. Need põhimõtted on välja töötatud Jaapani autotööstuse uurimuste põhjal ning neid rakendatakse praegu erinevates tööstusharudes üle maailma.

Lean põhiline idee seisneb selles, et luua tõhusam ja majanduslikum tootmisprotsess, mis võimaldab vältida mittevajalikku -üleliigset, kadusid ja ebaefektiivsust.. Sellised kaod võivad olla seotud ümbertöötlemisega, viivitustega, ootamisega, ebavõrdsusega, ülekoormusega, inventuuriga, liigse liikumisega jne.

Kulusäästliku tootmise põhimõtted hõlmavad:

1. Väärtuse loomine klientidele - tootmine peab olema suunatud säästlikult klientide vajadustele. Klient ei soovi maksta tühisoorituste, mittevajalike töösoorituste ja kadude eest. Ka mitte üleliigsete või tarbetute toodete tootmise eest.
2. Protsessivoogude määratlemine - iga tootmisprotsess tuleb määratleda ja optimeerida nii, et minimeerida kadusid.
3. Tootmine vastavalt nõudlusele Kanban- tootmine peab olema korraldatud nii, et toote vabastamine toimub ainult siis, kui klient seda vajab, nõuab. Välistab lõpetamata toodangut, Vähendab laoseise ja viivitusi. Välistab käibevahendite külmutamist materjalidele ja toodetele.
4. Kadude kõrvaldamine - tootja peab pidevalt analüüsima protsesse, et kõrvaldada kõik tootmisega seotud kaod.
5. Süsteemne lähenemine - timmitud tootmine eeldab kogu tootmise kõigi aspektide juhtimist tervikuna, mitte eraldi üksikkomponentide juhtimist.
6. Pidev parendamine – tootmise kõiki protsesse tuleb pidevalt täiustada, et suurendada üldist efektiivsust ja vähendada kadusid.

Nende põhimõtete rakendamine võimaldab olulisi tootekvaliteedi ja valmistamise protsessis parandusi, tootmise aja kokkuhoidu, tootmiskulude kokkuhoidu ja laoseisu (rahaliste vahendite külmutamist tootele ja laopinnale) vähendamist. Lean-tootmine soodustab ka klientide rahulolu taseme tõstmist toodete valmistamise kohaletoimetamise aja vähendamise ja kvaliteedi parandamise kaudu. Säästlikum toode valmib kiiremini säästliku protsessi käigus ja see on kliendile meeldiv.

Üks olulisi Lean-tootmise tööriistu on "Just in Time" (JIT) süsteem, mis võimaldab toimetada vajalikud komponendid ja materjalid tootmisliinile ainult siis, kui neid vaja on, õigel ajal ja vajalikus koguses. See võimaldab vähendada tootmise tsükliaga ning suurendada tootmise paindlikkustoodete sortimendi muutmisel kliendi soovil. .

Kuulub kaizen põhimõtete hulka. Kaizen süsteemi üldine rakendamine mitmekesistab parendusvõtteid ja parendab tootmise tõhusust ja kvaliteeti, avastades ja kõrvaldades kadusid kõikidel tootmisprotsessi etappidel.

2.4. 5S rakendamine

"5S süsteemi rakendamine" on organisatsioonis kvaliteedi ja töökoha tõhususe parandamise süsteemne lähenemine. Eesmärgiks on tööpõrandal (tootmiskohal) teostuse kord ja töövahendite käepärasus.

5S on Jaapani meetod, mis põhineb viiel põhimõttel: sorteerimine (Seiri), süstematiseerimine (Seiton), puhtus (Seiso), standardiseerimine (Seiketsu) ja enesedistsipliin (Shitsuke). Need põhimõtted on kasutusel optimaalsete töötingimuste ja tootmise loomiseks.

Favor töökohtadel on 5S rakendatud kui esmameede hästitegemise, kvaliteetsete tööprotsesside eeldus.

Esimene põhimõte - sorteerimine (Seiri) - hõlmab kõige vajaliku tööks käepärast säilitamist ja mittevajaliku kõrvaldamisest töötsoonis, kõigest vabanemist, mis takistab tööd. See võimaldab vähendada aega vajaliku leidmiseks, aga ka parandada töökohal ohutust. Kõik tööriistad, materjalid ja seadmed peavad olema ettenähtud kindlates riiulites liigitatult, sorteeritud ja paigutatud ergonoomiselt sobivatesse kohtadesse.

Teine põhimõte - süstematiseerimine (Seiton) - hõlmab töökoha korraldamist nii, et kõik oleks hõlpsasti kättesaadav ja paikneks kindlalt ettenähtud kohas vältimaks otsimisele kuuluvat aega. See võimaldab parandada tootlikkust ja töö kvaliteeti ning vähendada vigade riski. Töökoht

peab olema korraldatud nii, et igal elemendil on kindle oma koht ja seda saaks kiiresti leida ja kasutada.

Kolmas põhimõte - “Sära” (Seiso) - hõlmab töökoha puhtuse ja korra säilitamist. See võimaldab vähendada töötingimustega seotud õnnetuste ja haiguste riski. Töökoht peab olema puhas ja korras jäätmetevaba ning töötajad peavad jälgima korra säilitamist.

Neljas põhimõte - standardiseerimine (Seiketsu) - hõlmab tootmisprotsessis korduvate töösoorituste teostaamiseks standardite ja tootmise korduvate protseduuride loomist. Tagab tootmise soorituste ühetaolisuse erinevate operaatorite poolt. Säilitab ka töökoha korda ja puhtust. See võimaldab parandada tõhusust ja töö kvaliteeti ning vähendada vigade tekkeriski. Standardid tuleb määratleda ja dokumenteerida, ning olema kohustuslikud tööprotsessi omanikele – operaatoritele. Nii, et kõik töötajad saaksid neid kasutada.

Viies põhimõte - enesedistsipliin (Shitsuke) - eeldab kõikide 5S põhimõtete järgimise tagamist ajas ning ka töökohal pidevat täiustamist. See võimaldab säilitada saavutatud efektiivsuse ja kvaliteedi taset ning pidevalt parandada töökohta ja tootmisprotsesse.

5S rakendamine algab töökoha ja -protsesside praeguse seisundi hindamisest, kitsaskohtade ja probleemide tuvastamisest ning parandamise eesmärkide ja plaanide määratlemisest. Töötajal töökohal on siis tähtis roll: tema tunneb kõige paremini töösooritusi. Seejärel viiakse läbi meetmed iga 5S põhimõtte rakendamiseks, töötajate koolitamine ja arendamine ning standardite ja protseduuride kehtestamine. Seejärel hinnatakse rakendamise tulemusi ja kohandatakse neid vajadusel.

5S rakendamine võib toimuda igas organisatsioonis, sealhulgas tootmis- ja kontori ettevõtetes, meditsiini asutustes ja haridusasutustes. See meetod võib olla kasutusel nii konkreetsete probleemide kõrvaldamiseks kui ka kvaliteedi ja tõhususe terviklikuks parendamiseks.

2.5. Kaizeni süsteemi rakendamine

Kaizen süsteem on täiustamise filosoofia, mis on välja töötatud Jaapanis ja seda kasutatakse erinevates tööstusharudes ja ettevõtetes üle maailma. See süsteem eeldab, et kõiki protsesse saab täiustada ja kõik inimesed organisatsioonis peaksid osalema täiustuste otsimises ja rakendamises. Kaizen : parenda pidevalt ja järeleandmatult läbi uute ideede, suund innovaatsusele ja haridusele, kõrvaldada autoritaarsed piirangud või pretsedendid. Kulude kontroll ja kulude

vähendamine. Favor AS kvaliteediseire jälgib pidevalt ja süsteemselt teostamise ja juhtimise kvaliteeti.

Kaizen süsteemi rakendamine hõlmab mitmeid olulisi samme:

Probleemi määratlemine: esimene samm on probleemi määratlemine, mida tuleb lahendada. See võib olla midagi ilmset, nagu tootlikkuse langus või tootmiskulude tõus, või keerukam probleem, mis tuleb selgitada täiendavalt andmeanalüüsi abil.

Probleemi analüüs: määrtalemise järgselt tuleb probleem analüüsida ja leida-määrata selle juurpõhjused. See võib hõlmata andmete kogumist, intervjuusid töötajatega ja protsesside analüüsi, mis on seotud probleemiga.

Täiustusplaani väljatöötamine: kui probleemi põhjused on määratletud, tuleb välja töötada täiustusplan. See võib hõlmata töösoorituste või ka protsesside muutmist, töötajate koolitamist, uue seadme või tehnoloogia rakendamist.

Täiustuste rakendamine: järgmine samm on täiustusplaani rakendamine. See võib hõlmata töötajate koolitamist, protsesside muutmist ning uue seadme või tehnoloogia rakendamist.

Tulemuste hindamine: lõpuks tuleb hinnata täiustuste tulemusi. See võib hõlmata uute tulemuste võrdlemist enne täiustuste rakendamist saadud tulemustega, töötajate küsitluste läbiviimist ja finantstulemuste analüüsi.

Kaizen süsteemi rakendamine võib viia märkimisväärse tootlikkuse ja toote kvaliteedi paranemiseni. Süsteemi peamised eelised on:

1. Tootmise tõhususe parandamine
2. Tootmise aja vähendamine
3. Tootmise kulude vähendamine
4. Toodangu kvaliteedi parandamine
5. Klientide rahulolu suurendamine
6. Töötajate rahulolu ja motivatsiooni suurendamine
7. Suhtluse ja koostöö parandamine töötajate ja osakondade vahel organisatsioonis
8. Pideva parendamise kultuuri arendamine organisatsioonis
9. Konkurentsivõime kasvatamine turul

Üks kaizen-süsteemi võtmeprintsipiidest on kõigi organisatsiooni töötajate osalemine parenduste otsimises ja rakendamises. Kõik organisatsiooni töötajad peaksid mõistma ja olema koolitatud kaizen-meetodite osas ja osalema pidevas parendamisprotsessis.

Teine oluline kaizen-süsteemi rakendamise aspekt on protsesside parendamise tööriistade ja meetodite kasutamine, nagu Lean-tootmine, Six Sigma, PDCA-tsükkel jne.

Kaizen-süsteemi rakendamine lubab oskuslikul rakendamisel viia olulistele parendustele, hästitegemisele, kõigis organisatsiooni valdkondades. Siiski, et kaizen-süsteem saaks edukalt rakendatud, on vaja tõsist kogu personali koolitust ja arendust, samuti organisatsiooni juhtkonnalt eestvedava juhtimise (leadership) läbi tuge.

3.Kaizeni süsteemi juurutamine Favor AS

Metallimaterjalide lõikamise osakond - CutCenter

Enne Lean rakendamist oli liinil üks operaator iga vahetuse kohta. Eesmärk oli vähendada masina ümberseadistamise aega (SMED) ühelt töölt teisele, et suurendada selle masina läbilaskevõimet.

3.1. SMED

SMED [7] on tööstuslik metoodika, mille eesmärk on vähendada seadmete seadistusaega ja seeläbi suurendada tootlikkust. SMED-i meetod on välja töötatud Jaapanis ja see põhineb Toyota tootmissüsteemi filosoofial. SMED on üks Kaizeni tööriistadest, mis keskendub tootmisliinil seadistamise ja ümberseadistamise aja vähendamisele sisemiste ja väliste tegevuste eraldamises.

Välised on need tegevused, mida saab ettevalmistavalt teha ka siis, kui masin või tootmisliin veel käib. Ennetav tegevus.

Sisemised on tegevused, mida saab ainult siis teha, kui masin või liin on peatatud.

SMED-i meetodit saab rakendada igasuguses tootmisprotsessis, kus on vaja masinaid või seadmeid ümber seadistada tootmisliini vahetamiseks või toote muutmiseks. Meetodi põhimõte seisneb selles, et seadistusprotsessi võetakse lahti ja analüüsitakse iga sammu, et leida võimalusi nende sammude optimeerimiseks või eemaldamiseks. Selle tulemusel saab seadistusaega oluliselt vähendada.

SMED-i meetodit võib kasutada toiduainetööstuses, kus toodetakse erinevaid tooteid erinevates suurustes ja pakendites. SMED-i abil saab masinad kiiresti ja tõhusalt seadistada vastavalt erinevatele toodetele, mis omakorda suurendab tootlikkust ja vähendab tootmiskulusid.

SMED on võimas meetod tootlikkuse suurendamiseks ja kulude vähendamiseks. Artikkel "Kuhu rakendada kiirema tootevahetuse SMED-i efekt?" annab ülevaate SMED-i meetodist ja selle rakendamisest erinevates tööstusharudes ning pakub praktilisi näiteid, kuidas SMED-i saab rakendada.

3.2. Kaizeni süsteemi juurutamise etapid

1. Etapp

Analüüsisime operaatori liikumist ümberseadistamise ajal, mõõtsime üldise ümberseadistamise aja ja iga üksiku toimingu aja. Määrasime ümberseadistamisega seotud toimingud, millel on kõige pikem aeg ning tuvastasime kaotused, nagu liigsed liigutused ja operaatori liikumise järjekorra liinil. Tegime tabelit, millel on visuaalselt näha operaatori kaootilised liikumised skeemil. Ümberseadistamise aeg oli umbes 74 minutit.

Rull (sisenemine)		Tegevus	Aeg
6	1	Ettevalmistus väljapääsu juures, eraldajate vahetus	5 min.
	2	Eraldajate vahetus	4 min.
Noad, kummid	3	Eraldajate vahetus	5 min.
Arvuti	4	Nugade ja kummide vahetus	29 min.
7,8	5	Andmete sisestamine arvutisse	1 min.
Separaator 1	6	Rull sisestatakse masinasse	4 min.
3	7	Liini käivitamine	2 min.
Arvuti	8	Mõlemalt poolt jäätmete mähkimine	2 min.
5	9	Töö alustamiseks ettevalmistamine	2 min.
Separaator 2		Töö	20 min.
2		Kokku	74 min.
Separaator 3 (väljapääs)			
1,9			

Tabel 1. Ühe operaatori jaoks üldine seadistamise ja tööaja kestus

Analüüsi tulemusena jõudsi järeldusele, et on võimalik ühendada kaks vahetust ja teha ümberseadistusi kahe operaatori osalusel. Tegime tabelit kahe operaatori jaoks, jagades toimingud vastavalt liikumisloogikale ja vähematele kaotustele liikumisel. Ümberseadistamise aeg oli umbes 52 minutit.

Rull (sisenemine)	1 Operaator	Tegevus	Aeg
4	1	Eraldajate vahetus	5 min.
	2	Eraldajate vahetus	4 min.
Noad, kummid 1	3	Eraldajate vahetus, ettevalmistus väljapääsu juures	5 min.
Arvuti	4	Rull sisestatakse masinasse	4 min.
6, 2	5	Andmete sisestamine arvutisse	1 min.
Separaator 1	6	Liini käivitamine	2 min.
1	2 Operaator		
Arvuti	1	Nugade ja kummide vahetus	29 min.
5	2	Mõlemalt poolt jäätmete mähkimine	2 min.
Separaator 2	3	Töö alustamiseks ettevalmistamine(1+2 operaatorid)	1 min.
2		Töö	20 min.
Separaator 3 (väljapääs)		Kokku	52 min.
3,3			

Tabel 2. Kahe operaatori jaoks üldine seadistamise ja tööaja kestus

2.Etapp

Vähendada ümberseadistamise aega ja luua standardne kirjeldus igale operaatorile. Määrake välimised ja sisemised seadistamised ning ühendage ja parendage mõlemaid.

Sisemised seaded - see on aeg, mil seadistustoimingud on tehtud, kuid masin ei tööta.



Internal Tasks = Car Stopped.

(näidis)

Välised seaded - see on aeg, mil seadistustoimingud on tehtud, kui masin töötab.



External Tasks = Car Moving.

(näidis)

Separatorite montaaži ajal jagasime separaatorid kasutusala järgi tsoonideks ja ehitasime täiendava riiuli - vähendasime kaotusi liikumisel.



Kõige suuremad ajakaod tekkisid valtside, noaterade ja eraldajate ümberseadistamisel - umbes 30-40 minutit.

1. Asendasime käsitsi tehtava valtside lahti- ja kinnikeeramise pneumotööriistaga, õhutööriistaga.



2. Muutsime rõngahoidikute riulid liikuvateks - see vähendas operaatori liikumiste vahemaad.



3. Ehitasime täiendavad valtsid, mille abil operaator saab juba järgmise töö ette valmistada tööjoone töötamise ajal, vähendades seeläbi valtside komplekteerimise aega ümberseadistamisel.



3.3. Lõpptulemus

Lõpuks saime, et mõlemad operaatorid lõpetavad oma ülesanded samal ajal ja selleks kulub neil umbes 19 minutit. Kokku kestab seadme seadistamine umbes 30-40 minutit.

Rull (sisenemine)	1 Operaator	Tegevus	Aeg
4	1	Eraldajate vahetus	5 min.
	2	Eraldajate vahetus	4 min.
Noad, kummid	3	Eraldajate vahetus, ettevalmistus väljapääsu juures	3 min.
1	4	Rull sisestatakse masinasse	4 min.
Arvuti	5	Andmete sisestamine arvutisse	1 min.
6, 2	6	Liini käivitamine	2 min.
Separaator 1	2 Operaator		
1	1	Nugade ja kummide vahetus	16 min.
Arvuti	2	Mõlemalt poolt jäätmete mähkimine	2 min.
5	3	Töö alustamiseks ettevalmistamine	1 min.
Separaator 2		Töö	20 min.
2		Kokku	39 min.
Separaator 3 (väljapääs)			
3,3			

Tabel 3. Lõpptulemus

4.Kokkuvõte

Tänu täieliku seadistamise aja lühendamisele 70 minutilt 30-40 minutile kasvab masina läbilaskevõime (senine piirang) ühes vahetuses töötamisel, operaatori töösoorituste optimeerimine ning töösoorituse kvaliteet.

Kaizen– SMED rakendamine vähendas tootmisprotsessi seadistamise tsükli aega ja kasvatas üleüldist tootmistsükli tootlikkust, energia vajadust, mis omakorda vähendas tootmiskulusid ja tegi toote soodsamaks tellijale.

Tootmisliini efektiivsus suurenes 40%. CutCenter'i sääst oli mõjuv: kulutused vähenesid 50000 euro võrra aastas. Liini energia tarbimine vähenes 50%.

5.Summary

Thanks to reducing the setup time from 70 minutes to 30-40 minutes, the machine's throughput (previous limitation) increased in single shift operation, optimizing operator performance and work quality.

The implementation of Kaizen-SMED reduced the setup cycle time of the production process and increased overall production cycle productivity, reduced energy consumption, which in turn reduced production costs and made the product more affordable to the customer.

The production line efficiency increased by 40%. The CutCenter achieved significant savings: expenses decreased by 50,000 euros per year. The line's energy consumption decreased by 50%.

6. Viidatud allikad

- [1] F. AS, 2023. Available: <https://favor.ee/>.
- [2] D. T. J. James P. Womack, Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation.
- [3] J. M. Juran, Juran's Quality Handbook.
- [4] T. Gillis, „What is Quality Assurance?“, 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/quality-assurance>.
- [5] „Quality Assurance“, 2020. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.m-inc.com/article/what-is-quality-assurance/>.
- [6] D. T. J. D. R. James P. Womack, The Machine That Changed the World : The Story of Lean Production, 1990.
- [7] M. Bankiir, „Kuhu rakendada kiirema tootevahetuse (SMEDi) efekt?“, 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://leanway.ee/kuhu-rakendada-kiirema-tootevahetuse-smedi-efekt/>.