

INGENIARITZA MEKANIKOKO GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

***EGURREZKO ERAINKIN BATEN PIEZEN
MEKANIZATUAREN DISEINU ETA FABRIKAZIO
PROZESUAREN HOBEKUNTZA***

Ikaslea: Ormaetxea, Bilbao, Paul

Zuzendaria: Izquierdo, Aramburu, Borja

Ikasturtea: 2020-2021

Data: Bilbon, 2021eko ekainaren 25ean.

LABURPENA

Gradu Amaierako Lan honen helburua egurrezko eraikin baten piezen mekanizatuaren diseinu eta fabrikazio prozesua optimizatzean datza.

Horretarako, piezen diseinua egin da CADWORK plataformaren bitartez. Jarraian, hauen ekoizpenean erabiliko den materiala, prozesua aurrera eramango duen makina eta erreminta egokiak aukeratu dira. Ondoren, prozesuen ebaketa parametroak lortu dira katalogoetako eta makinako datuak erabiliz. Azkenik, prozesu orrian informazio hau irudikatu da eta prozesu osoko denborak eta kostuak kalkulatu dira.

Hitz gakoak: Egurra, prozesu, optimizazio, mekanizazio.

RESUMEN

El objetivo de este Trabajo Fin de Grado es optimizar el proceso de diseño y fabricación del mecanizado de las piezas de un edificio de madera.

Para ello se ha realizado el diseño de las piezas a través de la plataforma CADWORK. A continuación se ha seleccionado el material que se va a utilizar en su fabricación, la maquinaria y herramientas adecuadas para llevar a cabo el proceso. Después, se han obtenido los parámetros de corte de los procesos utilizando los datos de catálogo y máquina. Finalmente, en la hoja de proceso se ha representado la siguiente información y se han calculado los tiempos y costes de todo el proceso.

Palabras clave: Madera, optimizar, proceso, mecanizado.

SUMMARY

The aim of this Final Degree Work is to optimize the design and manufacturing process of machining the parts of a wooden building.

For this purpose the design of the parts has been carried out through the CADWORK platform. The material to be used in its manufacture, the right machinery and tools to carry out the process has been selected below. The process cutting parameters were then obtained using the catalog and machine data. Finally, the following information has been represented in the process sheet and the times and costs of the entire process have been calculated.

Key words: Wood, optimize, process sheet.

AURKIBIDEA

LABURPENA	1
RESUMEN	2
SUMMARY	2
AURKIBIDEA.....	3
IRUDIEN ZERRENDA.....	5
TAULEN ZERRENDA	6
DEFINIZIO ETA LABURDURAK	7
1 MEMORIA.....	9
1.1 SARRERA.....	9
1.2 TESTUINGURUA.....	10
1.3 LANAREN HELBURUAK ETA IRISMENA.....	11
1.4 LANAK DAKARTZAN ONURAK	12
1.4.1 Onura teknikoak.....	12
1.4.2 Onura ekonomikoak	13
1.5 BALDINTZEN DESKRIBAPENA	13
1.6 AUKEREN ANALISIA	15
1.6.1 Materiala	16
1.6.2 Makina.....	17
1.7 PROPOSAMENEN HAUTAKETA.....	18
1.7.1 Materiala	18
1.7.2 Makina.....	19
2 LANERAKO ERABILITAKO METODOLOGIA.....	19
2.1 PROZESU ORRIAREN GARAPENA	20
2.2 ERAGIKETEN DESKRIBAPENA	22
2.3 PROZESUAREN DESKRIBAPENA.....	26
2.3.1 Piezen diseinua.....	27
2.3.1.1 2700/90/T/11200/V1 motako panelen diseinua.....	28
2.3.1.2 2700/90/T/7500/V1 motako panelen diseinua.....	28
2.3.1.3 2250/90/T/9040/V1 motako panelen diseinua.....	30
2.3.1.4 2250/90/T/10550/V1 motako panelen diseinua.....	33
2.3.2 Erremintaren aukeraketa	34

2.3.3 Ebaketa parametroen kalkuluak	43
2.3.4 Prozesuen denborak kalkulatzeko.....	44
2.3.5 Prozesuaren kostuak kalkulatzeko	46
2.3.5.1 Erremintaren kostua	46
2.3.5.2 Makinaren kostua	47
2.3.5.4 Langileen kostu zuzena	47
2.3.5.5 Material totxoaren kostua	47
2.3.5.6 Gastu orokorrak	47
2.3.5.7 Kostu ez zuzenak eta ezusteak	47
2.4 MEKANIZAZIO ERAGIKETAK. KALKULUAK	48
2.4.1 Ebaketa parametroak	50
2.4.2 Produkzio denbora	60
2.4.3 Kostuak	64
3 PROIEKTUAREN PLANIFIKAZIOA. GANTT-EN DIAGRAMA.....	66
4 SEGURITATEA ETA INGURUMEN JASANGARRITASUNA	68
4.1 SEGURITATEA	68
4.1.1 Arriskuak.....	68
4.1.2 Prebentzio neurriak	69
4.2 INGURUMEN JASANGARRITASUNA	70
5 ONDORIOAK	71
6 BIBLIOGRAFIA	72

IRUDIEN ZERRENDA

Irudia 1: Eraikinaren prototipoa	11
Irudia 2: Eraikinaren prototipoa hiru dimentsiotan	14
Irudia 3: Eraikinaren prototipoaren eskuineko alde	14
Irudia 4: Eraikinaren prototipoaren atzeko alde	14
Irudia 5: Eraikinaren prototipoaren goitiko alde	15
Irudia 6: Erabiliko den makina hiru dimentsiotan	17
Irudia 7: Erabiliko den makina.	19
Irudia 8: Egingo den prozesu orriaren prototipoa.....	21
Irudia 9: Mekanizazio prozesuaren atal nagusiak	22
Irudia 10: Ebaketa perimetralaren modeloa	24
Irudia 11: Egin beharreko kajera	24
Irudia 12: Leihoen ebaketa	25
Irudia 13: Ateen ebaketa.....	25
Irudia 14: Separazio ebaketak	26
Irudia 15: Egingo diren entalladuren modeloa.....	26
Irudia 16: Prozesuaren diagrama	27
Irudia 17: 2700/90/T/11200/V1 motako panelen diseinua	28
Irudia 18: 2700/90/T/7500/V1 motako panelen diseinua	29
Irudia 19: 2250/90/T/9040/V1 motako panelen diseinua	30
Irudia 20: 2250/90/T/9040/V1 motako panelen diseinua	31
Irudia 21: 2250/90/T/9040/V1 motako panelen diseinua	32
Irudia 22: 2250/90/T/10550/V1 motako panelen diseinua	33
Irudia 23: Vaifer etxearen zerren katalogoa.....	35
Irudia 24. Makinak ezartzen dituen zerraren parametroak	36
Irudia 25. Vaifer etxearen puntadun fresen katalogoa.....	36
Irudia 26: Makinan 25-eko fresari ezarritako parametroak	37
Irudia 27: 40 x 160mm-ko puntadun fresaren aukeraketa katalogoan.....	38
Irudia 28: Makinan 40 x 160 m-ko puntadun fresari ezarritako parametroak	39
Irudia 29: Fresa zirkularren aukeraketa katalogoan	39
Irudia 30: Fresa zirkularren ezaugarriak	40
Irudia 31: Makinan fresa zilindrikoari ezarritako parametroak	41

Irudia 32: 11200 x 2700 panel brututik lortu beharreko hiru piezak.....	48
Irudia 33: Katalogoan aukeratutako zerra	50
Irudia 34: Katalogotik aukeratutako puntadun fresa.....	51
Irudia 35: Aukeratutako puntadun fresa	51
Irudia 36: Katalogoan aukeratutako puntadun fresa.....	52
Irudia 37: Aukeratutako puntadun fresa.	53
Irudia 38: Egin beharreko kajera	53
Irudia 39: Egin beharreko leiho txikia	54
Irudia 40: Leiho luzeen ertzak.....	54
Irudia 41: Ateen ertzen ebaketak.....	55
Irudia 42: Ateen ebaketa luzeak.....	56
Irudia 43: Leiho zabalen ebaketa luzeak.....	57
Irudia 44: Separazio ebaketak	58
Irudia 45: 250 x 23,5 mm-ko fresa zilindrikoa	59
Irudia 46: Produkzio denboren grafikoa	64
Irudia 47: Kostuen diagrama.....	65
Irudia 48: Proiektuaren Gantt-en diagrama	68
Irudia 49: Eraikuntza mota bakoitzak emititzen duen CO2 kantitatea.....	71

TAULEN ZERRENDA

Taula 1: Zur mota desberdinen aukeraketarako parametroak.....	16
Taula 2: Zur mota bakoitzaren aukeraketa	19
Taula 3: Aukeratutako lau erremintak.....	42
Taula 4: Operazio arteko denborak	44
Taula 5: Erreminta aldaketa denborak	45
Taula 6: Denbora ez produktiboak.....	45
Taula 7: Preparazio denborak.....	46
Taula 8: Zerraren ebaketa parametroak	51
Taula 9: 25 x 100mm-ko puntadun fresaren ebaketa parametroak	52
Taula 10: Kajera egiteko ebaketa parametroak.....	53
Taula 11: Leiho txikiak egiteko ebaketa parametroak.....	54

Taula 12: Leiho luzeen ertzen ebaketa parametroak.....	55
Taula 13: Ateen ertzen ebaketa parametroak	56
Taula 14: Ateen ebaketa luzeen ebaketa parametroak	57
Taula 15: Leiho luzeen ebaketa parametroak	58
Taula 16: Separazio ebaketen parametroak	59
Taula 17: Entalladuren ebaketa parametroak.....	60
Taula 18: 2700/90/T/11200/V1 motako panelen produkzio denbora	62
Taula 19: 2700/90/T/7500/V1 motako panelen produkzio denbora	62
Taula 20: 2250/90/T/9040/V1 motako panelen produkzio denbora	62
Taula 21: 2250/90/T/9040/V1 motako panelen produkzio denbora	63
Taula 22: 2250/90/T/10550/V1 motako panelen produkzio denbora.....	63
Taula 23: Ekoizpen osoaren produkzio denbora	63
Taula 24: Kostuen taula	65
Taula 25: Kostu guztiaren taula.....	65
Taula 26: Gantt-en diagramarako datuak.....	67

DEFINIZIO ETA LABURDURAK

- CLT: Zurezko panel kontralaminatuak.
- CNC: Zenbakizko kontroleko makina.
- A: Panel brutuaren zabalera 2250 mm.
- L: Zuraren fibrak luzetara daude.
- T: Zuraren fibrak zeharka daude.
- 90: Panelaren lodiera 90mm-ko da.
- V1: Piezak alde batetik ikusiak izango dira.
- 2D: Irudia bi dimentsiotan dago.
- 3D: Irudia hiru dimentsiotan dago.
- V_C : Ebaketa abiadura [m/min.].
- π : konstantea, $\pi= 3,141592$.
- D : Diametroa [mm].
- N : Biraketa abiadura [rpm].
- F_Z : aitzinapena [mm/hortz].

- V_f : Aitzinapen abiadura [mm/min.].
- Z: Hertz kopurua.
- a_p : Ebaketa pasada sakonera axiala [mm].
- a_e : Ebaketa pasada sakonera radiala [mm].
- $T_{mekanizazio}$: Erreminta pieza harrotzen irauten duen denbora [s].
- $T_{produkzioa}$: Ekoizpen prozesu osoak irauten duen denbora [s].
- $T_{konformaketa}$: Mekanizazioak irauten duen denbora [s].
- $T_{ez-konformaketa}$: Erremintak hutsean egiten duen denbora da [s].
- $T_{ez-produktiboa}$: Eragiketa ez produktiboetan gastatzen den denbora da, konprobazio, inspekzio, dokumentazio... [s].
- $T_{preparazio}$: Makinak produkzio egokia izan dezan preparatzen tardatzen den denbora [s].
- $T_{operazio artekoa}$: Mekanizaketa operazio batetik bestera dagoen denbora da [s].
- $T_{erreminta aldaketa}$: Erreminta aldatzen irauten duen denbora [s].
- $T_{mahaiian jartzea}$: Panela mekanizaketa mahaiian kokatzen irauten den denbora [s].
- $T_{posizionaketa}$: Makinak panela posizionatzen irauten duen denbora [s].
- $T_{konprobaketa}$: Egingo diren operazioak konprobatzen irauten den denbora [s].
- $T_{lotualdiak}$: Piezak mekanizazio mahaira lotzen iraungo duen denbora [s].
- PEFC: Basoak ziurtatzeko sistema.
- K_m : Makinaren kostua denbora unitateko (€/ordu).
- K_l : Langileen kostu zuzena denbora unitateko (€/ordu).
- K_g : Gastu orokorrak denbora unitateko (€/ordu).
- K_{ez-zuz} : Kostu ez zuzenak eta ezustekoak (€/ordu).
- $K_{produkzioa}$: Ekoizpen prozesu osoak izango duen kostua (€).

1 MEMORIA

1.1 SARRERA

Gradu amaierako lan hau, prefabrikatutako eraikin baten egurrezko panelen mekanizazioak diseinatzean datza, fabrikazio prozesua ahalik eta optimizatuen egon dadin. Horretarako, garatu den prozesuaren azalpen orokor bat emango da, hasierako egitekoaren planteamendutik, azken ondorioetaraino.

Lehenik eta behin, lanaren memoria aurkeztuko da. Horrela, esku artean daukagun gaiaren inguruko testuingurua azaltzen hasiko gara. Bertan, fabrikazio prozesuan erabiliko den materiala, makina, beharrezko erremintak eta haien aplikazio eta funtzionamenduari buruz hitz egingo da.

Jarraian, sektore hau deskribatu eta eraikin mota honek dituzten ezaugarri eta funtzioak azaldu dira. Honekin batera, lanaren helburu nagusia zein bigarren mailako helburu edo bitarteko pausuak definituko dira, azken finean hauek betetzen joan ahala gure egitekoa burutuz.

Geroago, lan hau egiteak ekar ditzazkeen onurei buruz hitz egingo da, eta baita bere irismenari buruz. Onura hauek bi taldetan banatuko dira, alde batetik teknikoak, eta bestetik ekonomikoak.

Ostean, gure piezak izango dituen baldintzen deskribapena egingo da. Hain zuzen, pieza hauek izan behar dituzten propietate eta ezaugarriak aztertuko dira, beraiek duten funtzioa behar bezala bete dezaten eta haren bizitza erabilgarrian beragandik espero den portaera izan dezaten.

Azken finean, piezen eskakizunak zeintzuk diren zehaztuko dugu. Honekin, atzetik etorriko diren pausuetarako irizpide nagusiak determinatuko dira. Hurrengo pausua, lan honetan hartu behar izango diren erabakiak zuzenak izan daitezen, dauzkagun aukeren analisi bat egitea izango da.

Pieza batzuen fabrikazioaz ari garenez, berauek ekoizteko baliatuko garen materialaz eta makinaz mintzatuko gara. Horrela, merkatuan dagoen materialen eskaintzak aztertuko dira, aurretiaz aipaturiko eskakizunak betetzen dituzten haien bila. Halaber, materialaren kasurako, gure asmoetarako aproposak izan daitezkeen proposamenenak aurkeztuko dira. Hautetako bakoitzaren xehetasunak arretaz aztertu ondoren, aukera bana hautatuko da gure lanerako. Makinaren kasuan, Egoin enpresak pieza hauek ekoizteko duen makina aukeratuko denez, bere ezaugarriak aztertuko dira.

Bigarrenik, lan hau aurrera eramateko jarraitutako metodologia azalduko da. Lehenengo, mekanizazio prozesu orri baten garapena nolakoa den ikusiko da, honek izan behar dituen ezaugarriak erakutsiz. Orduan, mekanizazio eragiketa mota bakoitzaren deskribapen labur bat emango da.

Jarraian, aipaturiko eragiketentzako datuak lortzeko prozeduraren deskribapen zehatza egingo da. Honek, hiru atal nagusi izango ditu: erremintaren aukeraketa, ebaketa parametroen kalkulua eta mekanizazio denboren kalkulua. Hauekin guztiekin, ekoizpen prozesu osoak izango dituen kostuak kalkutatuko dira.

Honen ostean, gure kasurako, prozesu orriko mekanizazio eragiketa mota adierazgarri bakoitzaren adibide baterako, aipatu berri ditugun hiru atal horietako datu guztiak zehaztuko dira. Bertan, horretarako erabili diren tresna ezberdinen deskribapenak egingo dira, eta bata zein besteak erabiliz lortuko diren emaitzak alderatuko dira. Eragiketa adierazgarrienak ez ezik, piezaren guztizko mekanizaziorako beharrezkoak izango diren eragiketa denen erreminta, parametro eta nondik norakoak zehaztuko dira. Dokumentuan aurrera eginez, lan honetarako egin den planifikazioaren azalpena aurki dezakegu, honen Gantt-en diagrama batez lagundurik.

Amaitu aurretik, lortutako emaitza guztiak aztertuko dira eta proiektu honetatik ateratzen ditugun ondorio nagusiei buruz hitz egingo da.

Azkenik, dokumentuaren hiru eranskinetan, gure pieza guztien planoak, egin beharreko eragiketen parametroen kalkuluak eta mekanizazio prozesu orria aurkituko ditugu.

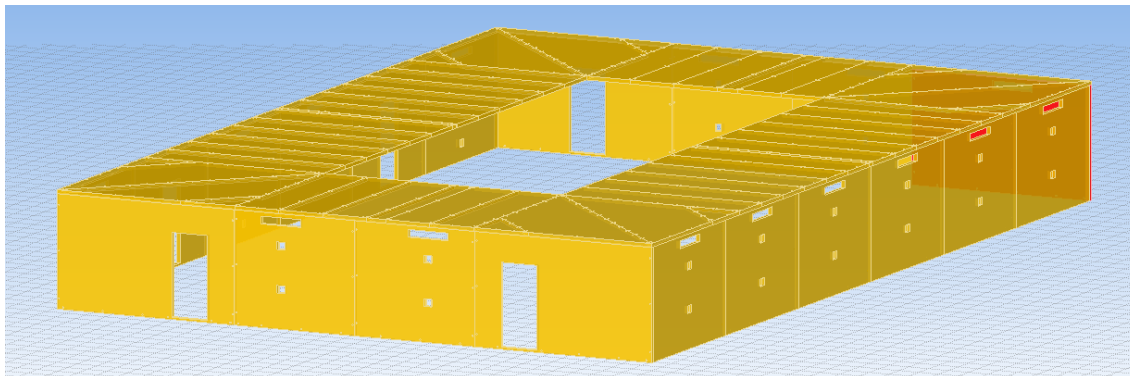
1.2 TESTUINGURUA

Mota honetako erainkinen hazkundea nabarmena izaten ari da azken urteetan, bere jasangarritasun eta ezaugarri aparte esker. Garapen handi horren ondorioz, Euskal Herrian Egoin empresa nabarmendu da sektorean, non egunean $200m^3$ zura ekoizten duen.

Esan bezala, zurezko erainkin baten – 1.irudia – piezen mekanizazio prozesu orriaren diseinua da gure egitekoaren muina. Pieza horiek CLTzko paneletatik abiatuz lortuko dira, hauek, zurezko panel trinkoak, geruzaz kolatutako eta geruzen artean gurutzatutako taulez osatuak, beti kopuru bakoitian izanik.

CLTren ezaugarri nagusia haren dimentsio egonkortasuna (luzea eta zabala) da, ondoko luzetarako taulen zeharkako norabidean jarritako egur-zuntzak egiten duen atxikipenaren ondorioz sortua.

Panel horiek prestazio mekaniko eta termiko hobeak dituzte azalera-unitate bakoitzeko zurbolumen bererako, erabilera nagusia solairu eta estalkietako forjatuak izanik. Egonkortasun handia ematen dute, eta etxebizitza- eta administrazio-eraikinetako ohiko kargetarako argi nahiko garrantzitsuekin eraiki daiteke (10-12 m-raino).



Irudia 1: Eraikinaren prototipoa

1.3 LANAREN HELBURUAK ETA IRISMENA

Lan honen helburu nagusia, egurrezko eraikin baten piezen fabrikazioa optimizatzeko, beharrezko mekanizazio eragiketen diseinua da, horretarako dagokion prozesu orria eginez.

Honekin batera, beste bigarren mailako helburu edo erdibideko pausu batzuk ere ezarri dira, zeinek, betetzen joan ahala azkeneko helburu nagusira iritsiko gara. Horregatik, horiek jarraibide izango dira eta banan-banan bete beharko dira. Hona hemen helburu horiek:

- Gure piezentzat material apropos baten aukeratzea. Horretarako kontuan izan behar da, eraikina non egongo den kokatuta, izango duen erabilera dela eta batez ere izango dituen eskakizunak.
- Gure piezen mekanizazio prozesurako egokia den makina bat edo makina talde bat aukeratzea izango zen idealena, baina kasu erreal baten aurrean gaudenez, Egoin enpresak ekoizpenean duen makina aukeratu da. Kasu horretan, garrantzitsuak izango dira piezaren tamaina, forma eta honi egin beharreko mekanizazio eragiketak, horrek guztiak, fabrikazio makina horri moldatu beharko baitira.
- Mekanizazio eragiketarako aproposak izango diren erreminta multzoa aukeratzean, faktore ugari hartu behar dira aintzakotzat, hala nola, aukeratutako materialaren propietateak, jarraitu nahi den mekanizazio estrategia, eragiketa bakoitzerako

eskakizun konkretuak, prozesuaren efizientzia, erremintaren prezioa, izango duen bizi iraunpena...

Mekanizazio eragiketetarako ebaketa parametroak lortzeko, nahitaez errespetatu beharreko muga batzuk izango ditugu, bai aukeratutako materialak, makinak, zein erremintek inposatutakoak. Hauek guztiak kontuan izanda, produkzio optimoena izateko erreminta eta eragiketa multzoa aukeratuko da.

1.4 LANAK DAKARTZAN ONURAK

Lan honek ekarriko dituen onurak bi talde nagusitan banatuko dira. Alde batetik, onura teknikoak egongo dira, zeinak piezen fabrikazioaz arduratzen den enpresari nahiz bertan lan egiten duten langileei lagunduko dizkieten. Bestetik, onura ekonomikoak dauzkagu. Azken hauek, batez ere enpresarengan eragingo dute onura nagusia.

1.4.1 Onura teknikoak

Pieza hauen fabrikazioaz arduratuko den enpresarentzat, mekanizazio prozesu orria informazioa gordetzeko eta antolatzeko modu trinko eta bakuna izango da. Ondorioz, enpresako postu desberdinetako langileen arteko komunikazioa eta elkarlana erraztuko dira, horrela, talde lan giro hobea sortuz.

Gainera, prozesu orri argi bat izateak, enpresan burutzen ari diren beste prozesuak ere arintzen ditu, izan ere, prozesuaren pausuak ezin hobe definituta izatea dakar, eta honek aldi berean, piezen fabrikazio prozesuan gerta litezkeen akatsen murrizketa eragiten du. Honen ondorioz mekanizazio prozesua ahalik eta optimizatuen izaten lagunduko du, beti ere akatsen bat aurkituz gero, hau moldatzeko erreztasuna izanda.

Bestalde, aurreko atalean azaldu diren helburu sekundarioak bete direnez, gure piezek material egokiena eta ondorioz bere funtziorako beharrezko propietate mekanikoak izango ditu. Azken finean, honek guztiak ekoiztuko den produktuaren kalitate ezin hobea bermatuko du.

Modu berean, proiektu honetan parte hartzen duten langileek, lanean jorratu diren alderdi ezberdinetan euren gaitasunak garatuko dituzte, etengabeko ikasketa eta hobekuntza somatuz. Hala nola, materialen propietateekin, makinen prestazioekin, erreminten ezaugarri teknikoekin, mekanizazio eragiketen parametroen kalkuluekin eta abarrekin zerikusia duten alderdietan.

1.4.2 Onura ekonomikoak

Hasteko, aipatu diren langileen arteko komunikazio hobea, akatsen murriztea edota prozesuko erreminta eta parametro egokiak aukeratzea bezalako onura teknikoek, pieza ekoizteko behar den denbora murrizten dute. Honekin dator, prozesuaren produktibitatea areagotzea eta horrenbestez, amaierako produktuaren kostuak txikiagotzea.

Akats horiek murriztean, makina zein erremintetan sortu daitezkeen arazoak gutxitzen dira, mantenimendu kostua txikituz.

Horrela, enpresak irabazi handiagoak eskura ditzake. Horrek, enpresak langileen eskakizunak betetzeko gaitasuna handiagotzea dakar, soldatak igoz edota instalazio hobek eskainiz besteak beste. Ondorioz, langileak gusturago sentituko dira enpresan eta haien produktibitatea handituko da aldi berean.

1.5 BALDINTZEN DESKRIBAPENA

Testuinguruan esan bezala, eraikin baten CLT piezek aplikazio ugari eta forma denetarioak izan ditzakete. Hain zuzen, CLT panelak kanpoko eta barneko hormetako elementu gisa, plantako forjatu eta estalki gisa erabiltzen dira. Sistema horren aldakortasuna dela eta, egokia da familia bakarreko etxebizitzak, solairu bateko edo gehiagoko egoitza proiektuak, bulegoak, industria nabeak, eraikuntza modularrak eta erabilera publikoko eraikinak (haurtzaindegia, eskolak...) eraikitzeko.

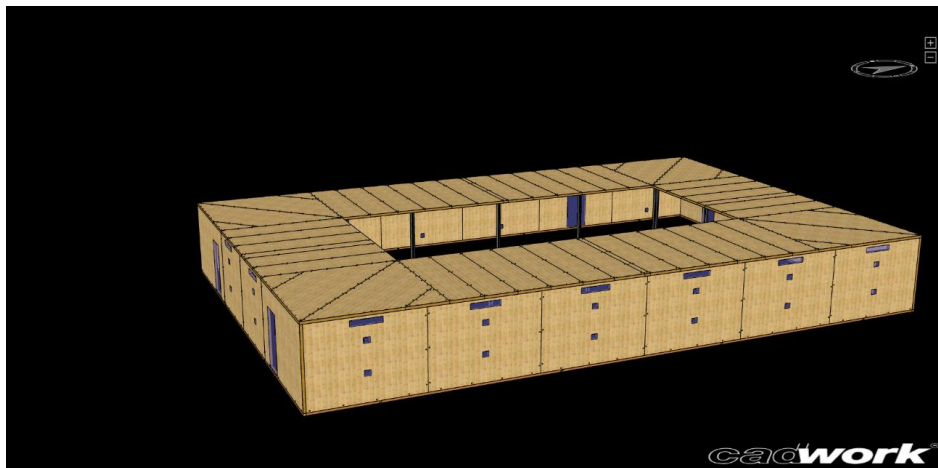
Hori dela eta, esku artean darabilkigun tankerako piezen tiradak handiak izan ohi dira. Jarraian, 2.irudian, mekanizatutako piezekin lortu nahi den eraikina erakusten da hiru dimentsiotan.

Guztira 74 Pieza fabrikatu behar dira, horietatik 20 alboetan kokatuko dira, hormetako elementu gisa. Hauek, bost sarrera ate izango dituzte, hamabost leiho zabal eta hogeita hamabost kajeradun leiho txiki.

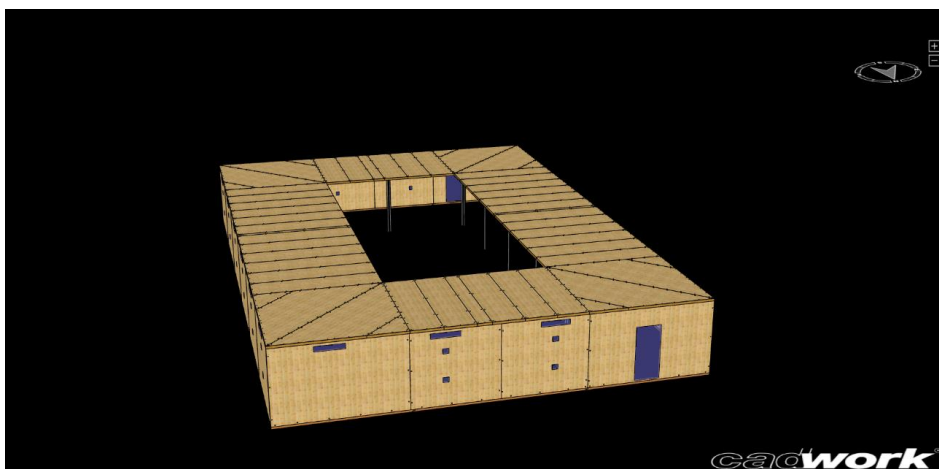
Beste 54 piezak goiko partean jarriko dira, eraikinaren estalkia izango dena. Hauek, izango dituzten mekanizazioak sinpleagoak izango dira, torlojuentzako eta mihientzako zulo edo artekak baino ez baitdituzte izango.



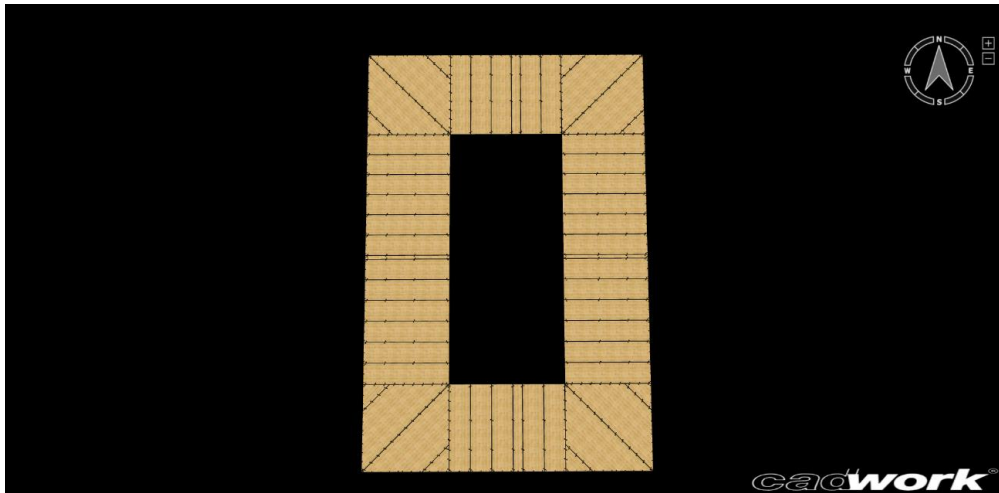
Irudia 2: Eraikinaren prototipoa hiru dimentsiotan



Irudia 3: Eraikinaren prototipoaren eskuineko aldea



Irudia 4: Eraikinaren prototipoaren atzeko aldea



Irudia 5: Erainkinaren prototipoaren goitiko alde

Gure piezen geometria eta dimentsioak kontuan izanik, berauek fabrikatzeko CLT panel brutu batetik abiatuko gara. Panel hauen neurriak ekoizpen prozesuko makinek baldintzatuko dute. Hain zuzen mekanizazio makinak eta batez ere panel hauek garraiatu behar duen makinariak (gruak, kamioia...).

Kasu honetan, lau motatako panel brutuak izango ditugu, guztiak 90mm-ko lodiera izango dutelarik:

- 4 unitate 2700mm zabaleran eta 11200mm luzeran.
- 4 unitate 2700mm zabaleran eta 7550mm luzeran.
- 9 unitate 2250mm zabaleran eta 9040mm luzeran.
- 4 unitate 2250mm zabaleran eta 10550mm luzeran.

Halaber, ez dira albo batera utzi behar beste bi alderdi garrantzitsu. Alde batetik, materialaren mekanizagarritasuna, hau da, piezak makina-erreminta batez landua izateko duen gaitasuna. Bestetik, materialaren prezioa, ezin baitezakegu nahi beste diru xahutu. Ahal bezain propietate hoberenak dituen materiala erabili behar dugu ahalik eta prezio baxuenean.

1.6 AUKEREN ANALISIA

Aurreko atalean, fabrikatu beharreko piezak bete behar dituen baldintzak deskribatu berri dira. Oraingoan, eskakizun horietan eman diezaieketen zenbait aukera aurkeztuko dira.

1.6.1 Materiala

Zalantzarik gabe, gure beharrak era zabalenean asetzen dituen materiala egurra da. Dena dela, merkatuan hainbat motatako zurak daude, esate baterako, izeiak, altzifreak, pinua, eukaliptoia, alertzea, etab. Zurak izango dituen osagai kopuruaren eta hauek bere konposizioan duten pisuaren arabera, materialak izango dituen propietateak aldatu egiten dira. Horrenbestez, gure egitekoa burutzeko aproposak izan daitezkeen ondoko lau egurrak hautatu dira aurretiko aukeraketa batean:

	Alertzea	Pinua	Eukaliptoia	Altzifrea
Konpresio erresistentzia (kg/cm^2)	550	434	760	500
Flexio erresistentzia(kg/cm^2)	990	874	1420	1030
Elastikotasun modulua (kg/cm^2)	138000	90000	165000	7500
Dentsitatea(kg/m^3)	600	500	800	500
Gogortasuna (Monnin)	3,8	2,1	3,9	1,9
Prezioa ($€/m^3$)	31	25	35-39	29
Mekanizagarritasuna	ona	oso ona	txarra	ona
Enkolateko gaitasuna	ona	ona	txarra	ona

Taula 1: Zur mota desberdinen aukeraketarako parametroak

- Monnin (UNE 56-534). Test honek 30 mm-ko diametroa duen altzairuzko zilindro batek sortutako aztarnaren sakonera neurtzen du, karga-baldintza jakin batzuetan. Metodo hau Europan gehien erabiltzen dena da.
- Dentsitateen balioak %12ko hezetasuna duten momentuan neurtzen dira, hain zuzen, mekanizatzeko momentu egokiena denean.

1.6.2 Makina

Mekanizatu behar diren piezen geometria eta dimentsioak direla eta, arrazoizkoena da irudian ikusten den bezalako mekanizazio makina erabiltzea. Makina erreminta mota hau, zenbakizko kontroleko makina (CNC) bat da, tamaina handiko piezak tirada murriztagoetan ekoizteko erabili ohi dira. Bost ardatzeko talde unibertsal bat dauka, non, hamasei erreminta ezberdin izan ditzazke.



Irudia 6: Erabiliko den makina hiru dimentsiotan

Bertan, 0º-ko inklinazio-angeluarekin, 350 mm-rainoko ebaketa-sakonera lortzen da. Zerrataldea automatikoki 0º-tik 360º-ra bitarteko angeluan eta 0º-tik 90º-ra arteko inklinazioan jartzen da. Horrek esan nahi du ia luzetarako ebakidura guztiak eta diagonalak egin ditzakeela. Multzo hau oso egokia da zur trinkoko plakak mekanizatzeko. Ebaketa-abiadura 8-20 m/min da, piezaren lodieraren eta inklinazio-anguluaren arabera. Abiadura (erremintaren arabera) gehienez 8.000 rpm-ra doi daiteke. Orduan, motorraren potentzia errealak 38 kW-koa da.

Gainera, bi mekanizazio mahai dituen makina da. Hain zuzen 14 metro luzeran eta 3,5 metro zabalera dituen bi mahai ditu elkarrengandik bi metrora. Honek asko sinplifikatzen du ekoizpen prozesua, izan ere, makina mahai batean lanean dagoen bitartean beste mahaian ondorengo pieza brutua kokatu daiteke. Horrela, panel bateko eragiketa guztiak amaitu bezain laster ondorengoarekin hasi daiteke, eta bukatutako piezak gordetzen joan ere.

1.7 PROPOSAMENEN HAUTAKETA

Atal honetan, aurrekoan proposatu diren aukeren artean gure proiektua burutzeko egokienak diren materialak hautatuko ditugu. Horretarako, honako prozedura jarraituko da:

- Kasu bakoitzean, ebaluatuko diren ezaugarrien zehaztapen eta deskribapena.
- Ezaugarri bakoitza 1 eta 10 arteko puntuazioarekin baloratuko da, dagokion aukerak aurretiaz azaldutako eskakizunekiko duen hurbiltasunaren arabera:

PUNTUAZIOA

- 1-2 Eskakizunekiko erabat desberdina da
- 2-4 Ez dator bat eskakizunekin
- 4-6 Eskakizunen antzerakoa da
- 6-8 Bat dator eskakizunekin
- 8-10 Guztiz bat dator eskakizunekin

Aukera bakoitzerako ezaugarri guztien puntuazioen bataz bestekoa egingo da, eta balorazio onena duena hautatuko da.

1.7.1 Materiala

Atal honetan aztertuko diren ezaugarriak ondokoak dira:

- Erresistentzia mekanikoa: Bihurdurarekiko eta nekearekiko erresistentziak barne hartzen ditu. Esan bezala, komenigarria bakarrik ez, beharrezkoa ere bada pieza fabrikatzeko erabiliko den materialak propietate mekaniko onak izatea. Horregatik, alderdi hau baloratzerako orduan, balio bikoitza emango zaio besteekiko alderatuz.
- Mekanizagarritasuna: Kontuan izan behar dugu pieza mekanizatua izango dela. Ondorioz, materiala zenbat eta mekanizagarriagoa izan, hainbat eta hobeto.
- Prezioa: Materialaren prezioak erlazio zuzena dauka prozesuaren amaierako kostuarekin. Horregatik, ahalik eta baxuena izan dadin saiatuko gara.

Materiala	Mekanizagarritasuna	Erresistentzia mekanikoa	Prezioa	Bataz besteko balorazioa
Alertzea	7	7,5	6	7
Pinua	9	7	8	7,75
Eukaliptoia	4	9	5	6,75
Altzifrea	6,5	7	6	6,625

Taula 2: Zur mota bakoitzaren aukeraketa

Beraz, aukeratutako materiala pinua izango da.

1.7.2 Makina

Aukeren analisisan ikus bezala, mota honetako proiektu bat egiteko zenbakizko kontroleko makina bat aukeratzea da egokiena. Egoin enpresak EAn duen plantan zentratukoenez proiektua, bertan dagoen makina oso aproposa dela pentsatu da proiektu hau aurrera eramateko.

Kasu honetan, HUNDEGGER PBA E (atariak mekanizatzeko zentroa) erabiliko da, zeinek tamaina handiko pieza mekaniza ditzazke, hala nola horma, sabai eta teilatuetarako elementuak, eraginkortasun eta zehaztasun milimetrikoarekin. Bezeroen lehentasunen arabera makina bakarka hornitzeak aukera ematen du askotariko materialak mekanizatzeko.



Irudia 7: Erabiliko den makina.

2 LANERAKO ERABILITAKO METODOLOGIA

Atal honen helburua gure piezaren mekanizazio prozesu orria garatzeko jarraitutako metodologia azaltzea da. Lehenik eta behin, prozesu orri baten nondik norakoak azalduko dira. Jarraian, burutuko diren operazioak zehaztuko eta deskribatuko dira. Ondoren, mekanizazio prozesuko panel mota bat hartuko da eta adibide gisa eragiketa guztiak egingo zaizkio, dagozkien kalkuluez lagunduz.

2.1 PROZESU ORRIAREN GARAPENA

Oro har, prozesu orri bat lan bat burutzeko jarraitu behar diren egiteko eta pausuak jasotzen dituen dokumentu bat da, informazioa gordetzeko eta antolatzekeo modu trinko eta bakuna. Zehazkiago, pieza baten mekanizazio prozesu orriak, piezaren mekanizazio bidezko fabrikazioari buruzko informazio guztia biltzen du.

Lehenik eta behin, lanaren gaineko informazio generala ematen da, hau da, dokumentua egiten duen enpresaren izena edo autorea, orrialde kopurua, piezaren gaineko informazioa, planoak, materiala, hasierako pieza brutuaren dimentsioak, etab.

Ondoren, fabrikazio prozesuaren informazioa erakusten da pausoz pauso, era ordenatuan. Egin beharrekoak ordenatzeko, zenbaki bat esleitzen zaio prozesu orriko atal bakoitzari, dagokion fase, azpifase eta eragiketa konkretuaren arabera. Faseak, makina berdin batean burututako eragiketen multzoak dira, nahiz eta pieza muntatu edo desmuntatu. Azpifaseak, pieza desmuntatu gabe egindako eragiketa multzoak dira, beraz, fase bakoitzak hainbat azpifase ditu, piezak jasaten dituen euste aldaketen arabera.

Azkenik, mekanizazio eragiketa deitzen zaio, gainazal baten edo batzuen mekanizazioari, pieza desmuntatu gabe eta erreminta aldatu gabe.

Aipatutako pauso bakoitzerako, dagokion informazioa erakutsi behar da, hala nola, eragiketaren deskribapen labur bat, lanerako erabilitako makinaren aukeraketa, piezaren euste moduak, eragiketa bakoitzerako erabili beharreko erremintak eta haien xehetasunak, etab. Horrez gain, eragiketa guztietako iraganaldi bakoitzeko mekanizazio denbora eta ebaketa parametroak jaso behar ditu, hain zuzen ere, ebaketa abiadura v_c , biraketa abiadura N , aitzinapena f eta iraganaldi sakonera a_p . Prozesu orria egin baino lehen, horretarako beharrezkoak diren datu eta parametro guztiak kalkulatu behar dira. Hain zuzen, atal honetan azalduko da horien lorpen prozesua. Prozesu orrien modeloa, aldatu egin daiteke formari eta edukiari dagokionez enpresa batetik bestera edota fabrikatuko den produktuaren arabera. Baina orokorrean, denek funtzio

bera izaten jarraituko dute, pieza bat tailerrean fabrikatzeko jarraitu behar diren pausuen berri ematea, hasierako panel gordinetik hasita amaitu arte.

8. iudian prozesuen orrian zer informazio jasotzen den ikus daiteke.

PROZESU ORRIA		Orri zenbakia :	
Multzoa:	Pieza:	Materiala: Egurra (radiata pinua)	Autorea:
Azpi-multzoa:	Pieza zenbakia:	Gordina:	Taldea:

Fase Zepb. Subfase Operazio.	Fasearen deskribapena (1000,2000...) Subfasea (1100,1200...) Operazioa (1101,1102...)	Erabilitako erreminta	Ebaketa parametroak				Denbora (s)	KROKISA Piezen krokisa prozesuaren egoera desberdinetan
			Vc m/min	N rpm	a _n mm	f mm/egun		

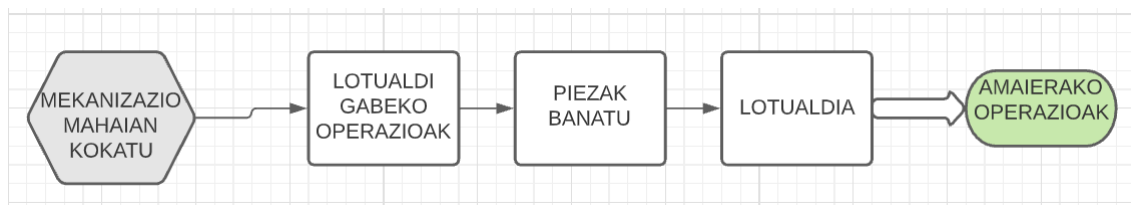
Irudia 8: Egingo den prozesu orriaren prototipoa

Eragiketa bakoitza orriaren ezkerrean agertzen diren lau zenbakiren bidez definitzen da, 8. Irudian ikus daitekeen bezala. Zenbaki bakoitzak jarraian azalduko dugun esanahia du:

1. Lehenengo zenbakiak eragiketaren faseari egiten dio erreferentzia. Fasea makina jakin batean egindako eragiketen multzoa da, pieza ebaki ala ez.
2. Bigarren zenbakiak eragiketaren azpifasea adierazten du. Azpifasea pieza desmuntatu gabe egindako eragiketen multzoa da. Fase bakoitzak piezak jasaten dituen euste-aldaketak adina azpifase ditu.
3. Hirugarren eta laugarren zenbakiak mekanizazio-eragiketa definitzen dute. Gainazal baten mekanizazioa da, pieza desmuntatu eta erreminta aldatu gabe.

2.2 ERAGIKETEN DESKRIBAPENA

Piezaren mekanizazio prozesua bi atal nagusitan banatuko da: lotualdi gabeko mekanizazioa eta lotualdiarekin egindakoa. Ondorengo eskeman erakusten dira hauetako bakoitzean burutu beharreko operazioak.



Irudia 9: Mekanizazio prozesuaren atal nagusiak

Kasu honetan, bost pieza mota daude, bakoitzak bere eragiketak izango dituelarik. Hala ere, pieza denei egin beharko zaie entalladurak eta horretarako piezak banaka lotu egin beharko dira. Horrenbestez, piezek bi operazio mota izango dituzte, lotu gabe egingo zaizkionak eta lotualdiaren ondoren egingo zaizkionak. Hona hemen piezek izango dituzten operazioak:

- **1.motako panelak: 2700/90/T/11200/V1**

1. Posizionatzea
2. Ebaketa perimetrala
3. Zuloen fresaketa
4. Kajera mekanizazioa
5. Leihoen ebaketak
6. Atearen ebaketa
7. Separazio ebaketak
8. Lotualdia
9. Entalladurak

- **2.motako panelak: 2700/90/T/7550/V1**
 1. Posizionatzea
 2. Ebaketa perimetrala
 3. Zuloen fresaketa
 4. Kajeren mekanizazioa
 5. Leihoen ebaketak
 6. Ateraren ebaketa
 7. Separazio ebaketak
 8. Lotualdia
 9. Entalladurak

- **3.motako panelak: 2250/90/T/9040/V1**
 1. Posizionatzea
 2. Ebaketa perimetrala
 3. Zuloen mekanizazioa
 4. Separazio ebaketak
 5. Lotualdia
 6. Entalladurak

- **4.motako panelak: 2250/90/T/9040/V1**
 1. Posizionatzea
 2. Ebaketa perimetrala
 3. Zuloen mekanizazioa
 4. Separazio ebaketak
 5. Lotualdia
 6. Entalladurak

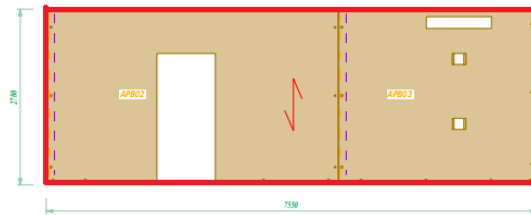
- **5.motako panelak: 2250/90/T/10550/V1**
 1. Posizionatzea
 2. Ebaketa perimetrala
 3. Zuloen mekanizazioa
 4. Separazio ebaketak
 5. Lotualdia
 6. entalladurak

Posizionatzea

Mekanizazio mahaian jarri bezain laster, makinari zehaztu behar zaio panela non dagoen kokatuta. Horretarako, laser erakuslearen bidez, beheko erpin biak zehazten dira eta panel osoaren kokapena finkatuta geratzen da.

Ebaketa perimetrala

Panel brutuari perimetro osoan ebaketa fin bat ematean datza, hau da, piezek perimetroan zehar izango dituzte neurrietara ebakitzean datza.



Irudia 10: Ebaketa perimetralaren modeloa

Zuloen fresaketa

Fresaketa eragiketa arrunt bat da. Puntadun fresa batekin eskakizunak betez zuloak egitean datza. Eragiketa sinple eta bizkorra da. Zulo hauek ez dute pieza osoa zeharkatzen, 9mm-raino baizik. Ondoren, torloju bidezko lotura egiteko erabiliko dira eta tapoi batzuez estaliko dira.

Kajeren mekanizazioa

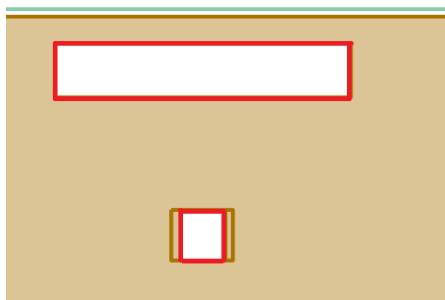
Mekanizatu beharreko piezan hutsune bat egitean datza. Normalean hutsune hori piezaren lodieraren sakonera erdia edo gutxiago izaten du. Izango dituen neurrien arabera, erreminta bat edo beste erabiliko da.



Irudia 11: Egin beharreko kajera

Leihoen ebaketa

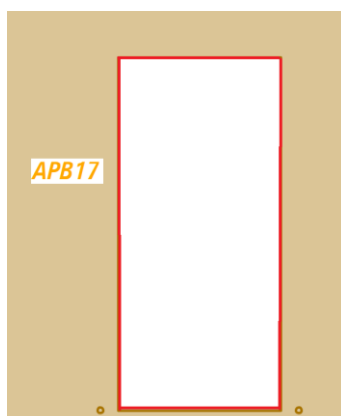
Piezan ebaketa egitean datza, hutsune bat uztea hain zuzen. Izango dituen neurriaren arabera zerra bidez egin izan ahalko ditu, baina zerrak izango duen erradioaren ondorioz ez da iritsiko ertzetan ebaketa sortzera. Horregatik, puntadun fresa baten bidez bukatu beharko da ebaketa. Leihoen neurriak oso txikiak badira, fresaz egin beharko ditu ebaketa guztiak.



Irudia 12: Leihoen ebaketa

Ateen ebaketa

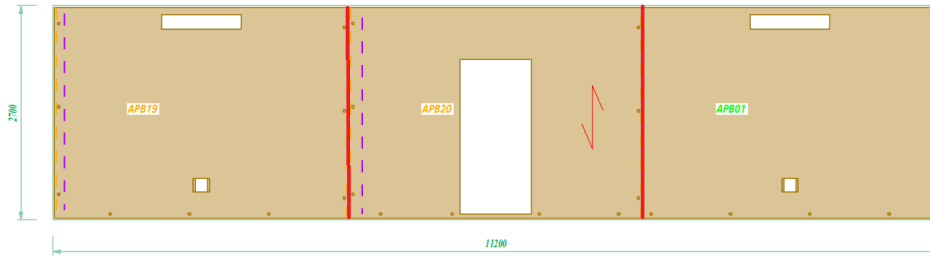
Leihoekin bezala, ateetako hutsuneak ebakitzeko zerra erabiliko da. Ertz hauetara ere zerra ez denez iritsiko, puntadun fresaz bukatu beharko dira ebaketak.



Irudia 13: Ateen ebaketa

Separazio ebaketak

Panel brutu osotik hainbat pieza lortzeko ebaketa da. Hau da, zerra erabiliz ebaketa garbi batzuk ematen zaizkio panelari bertatik amaierako piezak bere neurriekin lortuz. Esan bezala prozesu hau ahalik eta beranduen egingo da, bestela ondorengo operazioak egitean desplazatzeko aukera izango dute.



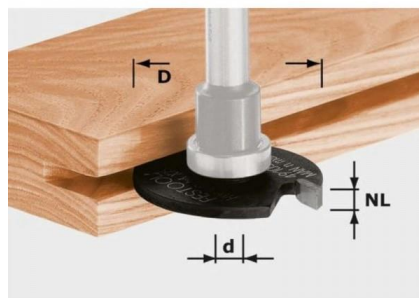
Irudia 14: Separazio ebaketak

Lotualdia

Behin pieza txikiagoetarako ebaketak eginda, piezak mekanizazio mahaira lotzea ezinbestekoa da. Horrela, ondorengo mekanizazioak burutzean, ez dutela inungo desplazamendurik izango ziurtzatzen da.

Entalladurak

Pieza bakoitzean banaka egiten den operazioa da, horregatik separazio ebaketen ondoren egiten da beti. Piezen alboko aldeetan arteka bat egitean datza, muntaketan mihi batekin piezak elkartu daitezten.



Irudia 15: Egingo diren entalladuren modeloa

2.3 PROZESUAREN DESKRIBAPENA

Atal honetan, mekanizazio operazio bakoitzerako beharrezkoak diren parametro guztien lorpen prozesua azalduko da. Jarraitutako pausu guztiak eskematikoki adierazi dira jarraitzen duen hurrengo grafikoan.



Irudia 16: Prozesuaren diagrama

2.3.1 Piezen diseinua

Baldintzen deskribapenean azaldu den bezala, erainkin honek hirurogeita hamalau pieza izango ditu. Batzuk errepikatzen diren arren denen diseinua egin behar da, ekoizpenean inungo arazorik edo konfuziorik eman ez dadin.

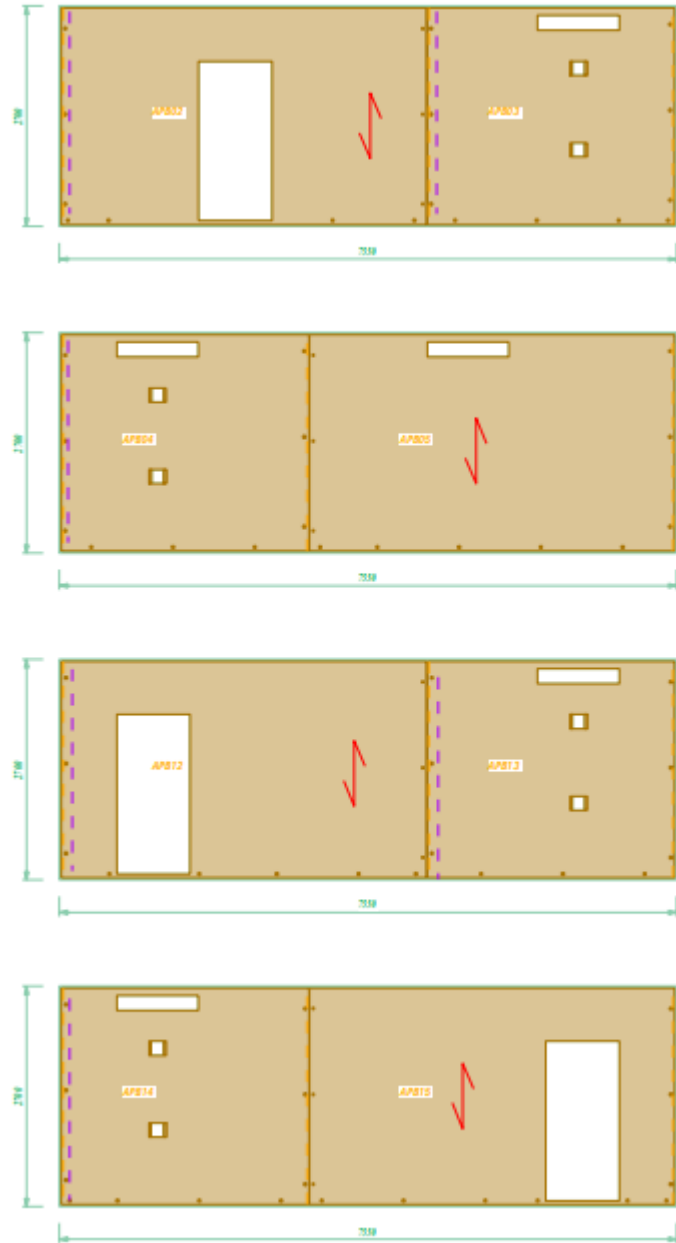
Horrenbestez, pieza guztiak diseinatu dira eta 2D planoak aurkezten dira.

2.3.1.1 2700/90/T/11200/V1 motako panelen diseinua



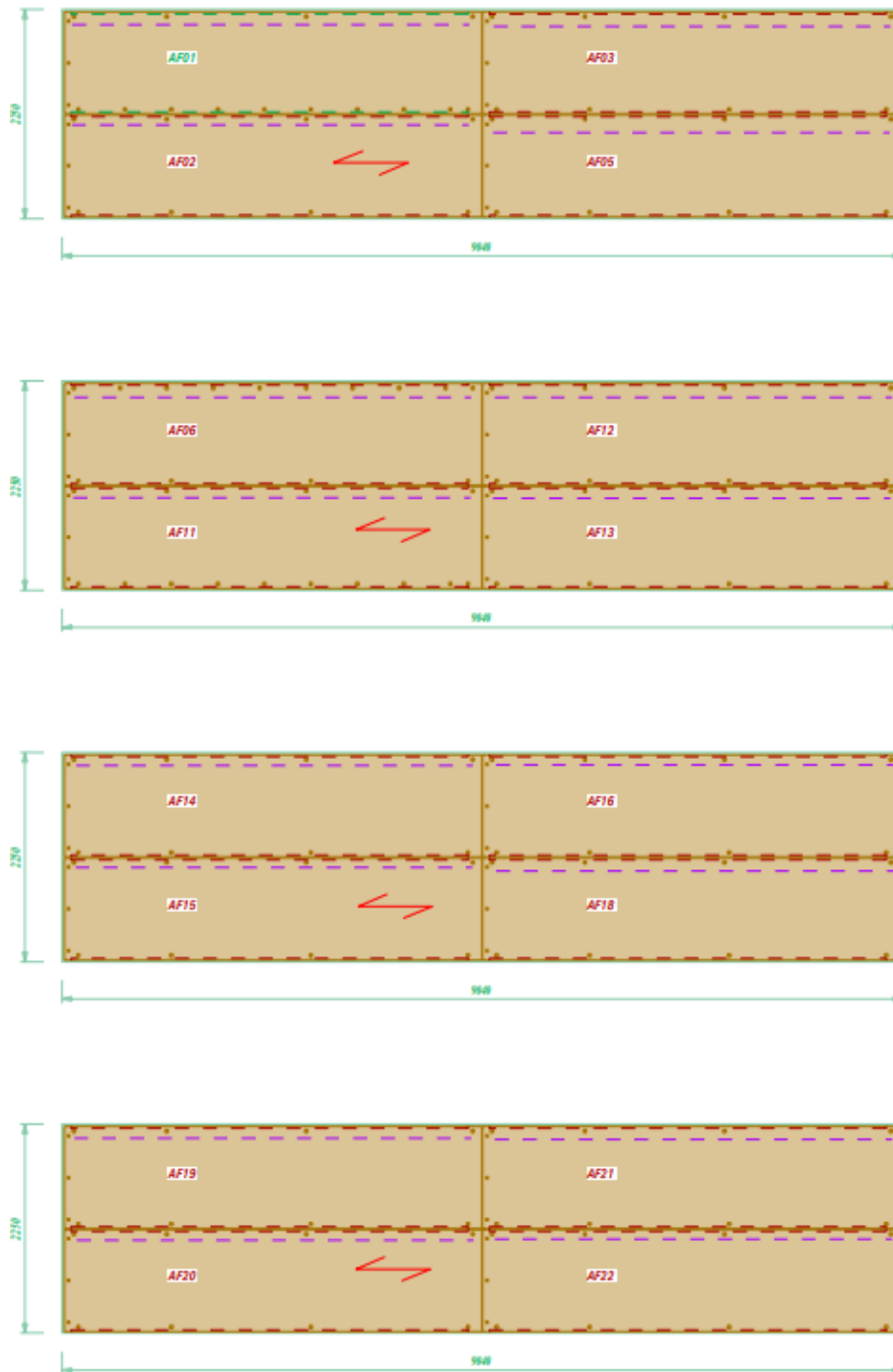
Irudia 17: 2700/90/T/11200/V1 motako panelen diseinua

2.3.1.2 2700/90/T/7500/V1 motako panelen diseinua.

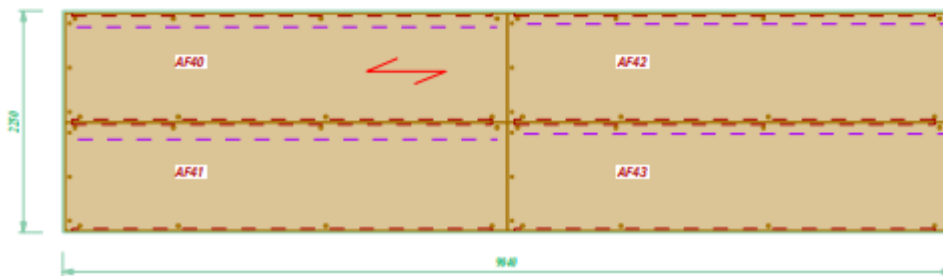
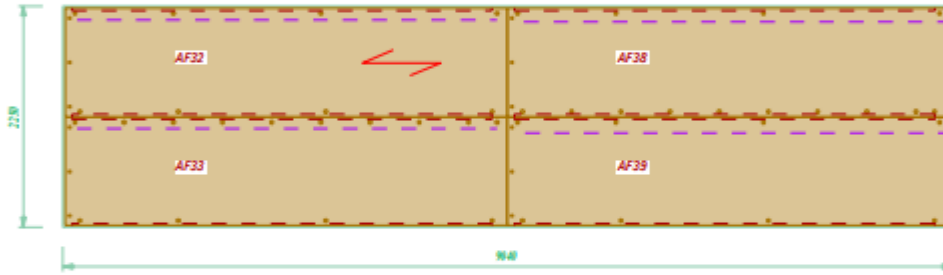
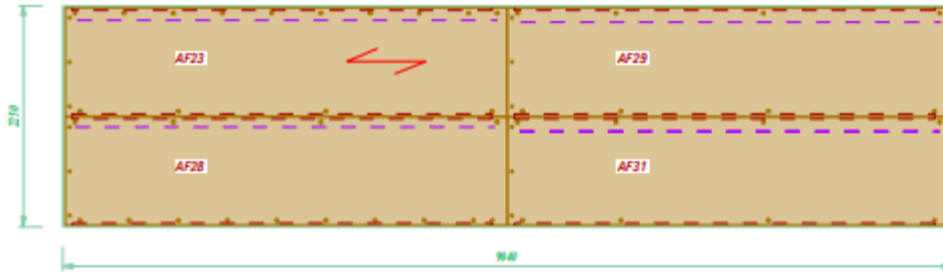


Irudia 18: 2700/90/T/7500/V1 motako panelen diseinua

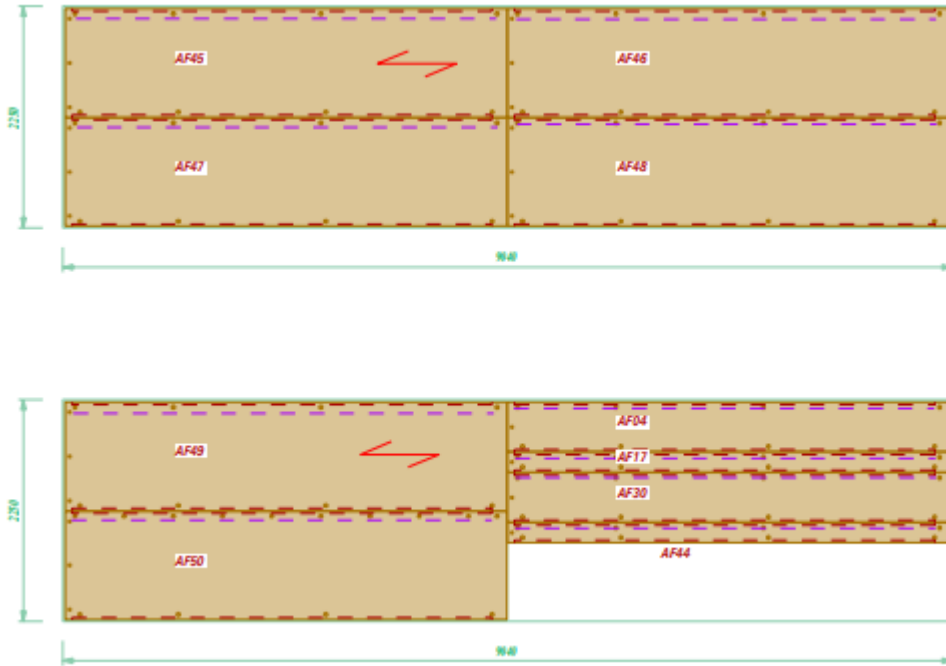
2.3.1.3 2250/90/T/9040/V1 motako panelen diseinua.



Irudia 19: 2250/90/T/9040/V1 motako panelen diseinua

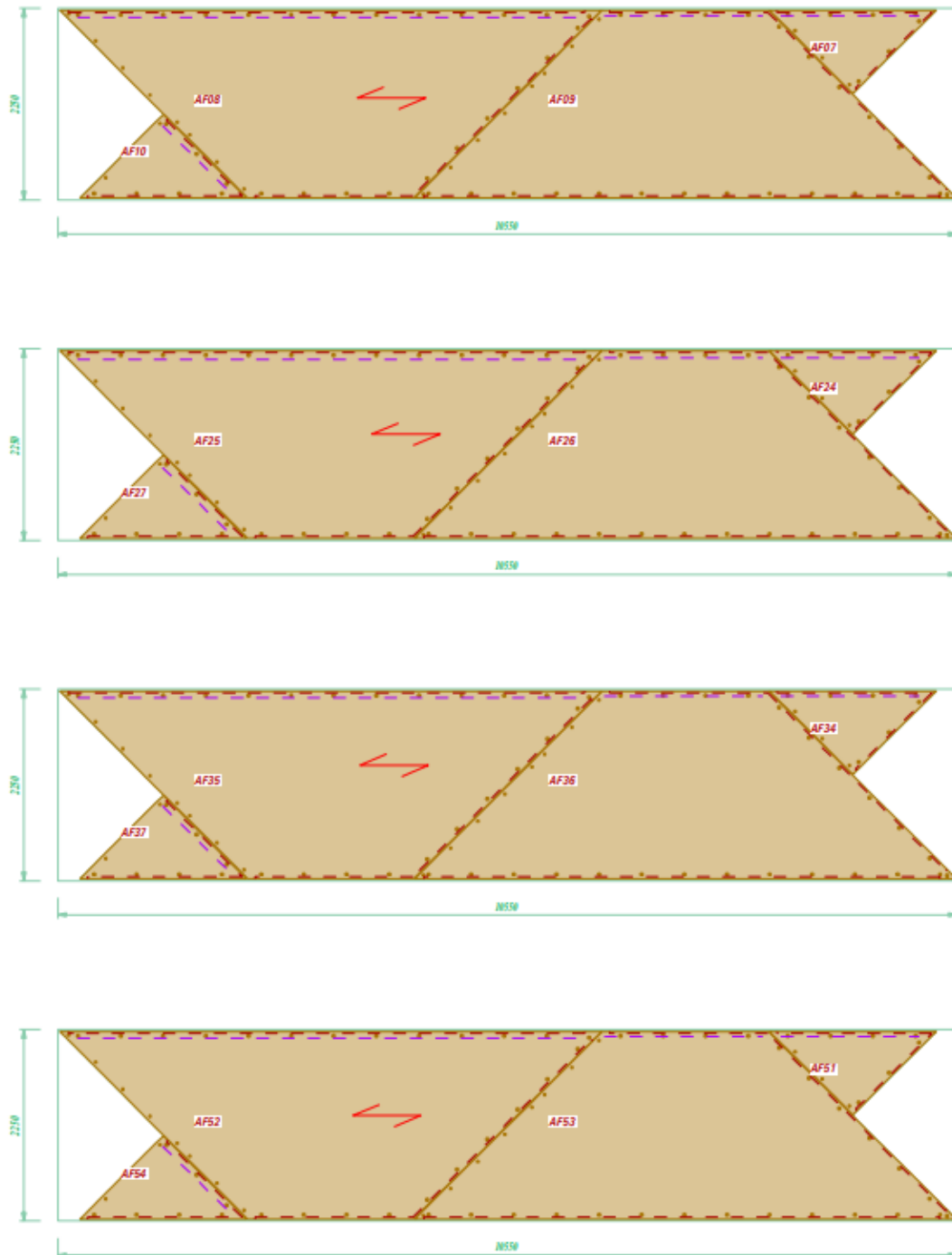


Irudia 20: 2250/90/T/9040/V1 motako panelen diseinua



Irudia 21: 2250/90/T/9040/V1 motako panelen diseinua

2.3.1.4 2250/90/T/10550/V1 motako panelen diseinua.



Irudia 22: 2250/90/T/10550/V1 motako panelen diseinua

2.3.2 Erremintaren aukeraketa

Erreminta-etxea aukeratzeko orduan, normalean aukerak makinaren ezaugarriengatik mugatuta egoten dira. Hau da, erabili nahi den erreminta mota bakoitzerako, fabrikatzaileak aukera ezberdinak eskainiko dizkigu.

Proiektu hau gauzatzeko, merkatuan aukeran dauden erreminta fabrikatzaileen artean Sandvik Coromant, vaifer, eta hundegger hautatu dira, azken hau makinaen ekoizpen etxea izanik. Enpresa hauek maila internazionalen lidergoaren lehian ari dira, beti ebaketa-erremintei dagokienez punta-puntako produktu moderno eta aurreratuenak eskainiz.

Pieza guzti hauek "visto" motakoak dira, hau da, behin eraikina eginda, piezak agerian geratuko dira. Horregatik akaberak ahalik eta hoberenak izan behar dira, eta horregatik, akabera hobereena ematen duten erramintekin fabrikatu behar da.







Ikusi denez, motozerrak oso txarra ematen du, eta ondorioz erraminta hori ekidin behar da. Egia da, beste erraminta batzuekin alderatuta ebaketa parametro egokiagoak dituela, fabrikazio denborak kontuan hartzen badira. Hala ere, eraikuntza honetan kalitateak baldintzatzen du erabiliko den erraminta momentu bakoitzean.

Horrenbestez, leihoak, atek eta horrelako zuloak egiteko zerra zirkularra eta puntadun fresak konbinatu beharko dira. Kasu bakoitzean punta erradioa, erramintak sufrituko duena eta fabrikazio denbora kontuan hartu beharko dira.

- Zerraren aukeraketa:

Proiektu honek izango dituen operazioak kontutan hartuta, horietarako zerra egokiena aukeratuko da. Erreminta hau, ebaketa perimetralak eta separazio ebaketak egiteko erabiliko da, hau da, pasada bakarrean luzera handiak ebaki beharko ditu. Horregatik, diametro handidun zerra batek material gehiago harrotu ahalko du eta denbora gutxiago erabiliko du horretan.

Aukeraketa egitean, Vaifer erreminta etxean oinarritu gara, izan ere, zurezko erremintetan espezializatuak dira eta batez ere mota honetako zerretan. Aukera zabala eskaintzen du, batez ere diametroari dagokionez. Makinak duen kapazitatea eta emango zaion erabilera aztertuta ahalik eta diametro handiena duen zerra aukeratuko da.

D mm	B mm	b mm	d mm	NL mm	KN mm	Máquina	Z		Tipo	Ref.
250	3,20	2,20	30	NLK			48W		001425030	10001369
250	3,20	2,20	30	NLK			60W		001425031	10001370
300	3,20	2,20	30	NLK			36W		001430033	10001377
300	3,20	2,20	30	NLK			54W		001430030	10001375
300	3,20	2,20	30	NLK			72W		001430031	10001376
300	3,20	2,20	30	NLK			72W		001430131	10001378
300	3,20	2,20	30	NLK			72W		011430031	10001804
330	3,20	2,20	30	NLK			80W		001433030	10001381
350	3,50	2,40	30	NLK			54W		001435030	10001382
350	3,50	2,40	30	NLK			54W		011435030	10001805
350	3,50	2,40	30	NLK			72W		001435031	10001383
350	3,50	2,40	30	NLK			84W		001435033	10001385
350	3,50	2,40	30	NLK			84W		011435033	10001806
400	3,50	2,40	30	NLK			48W		001440029	10001391
400	3,50	2,40	30	NLK			60W		001440030	10001392
400	3,50	2,40	30	NLK			84W		001440034	10001395
400	4,40	2,80	30	NLK			84W		001440001	10110898
400	3,50	2,40	30	NLK			96W		011440031	10001807
400	3,50	2,40	30	NLK			96W		001440031	10001393
400	3,50	2,40	35				96W		001440036	10001397
400	3,50	2,40	50		8X8		96W		001440052	10001399
450	4,40	3,00	30	NLK			60W		001445030	10028630
450	4,80	3,00	30	NLK			84W		001445001	10110899
450	4,40	3,00	30	NLK			96W		001445031	10032807
500	5,20	3,80	30	2/10/80 + 2/15/63			100W		001450032	10041569
500	5,20	3,80	30	2/10/80			72W		001450030	10001400
500	5,60	3,60	30	2/10/80			84W		001450001	10110912
550	5,20	3,80	30	2/10/80			84W		001455030	10035196
550	5,80	3,80	30	2/10/80			96W		001455001	10110913
570	4,80	3,40	30	2/10/80			108W		001457030	10109957
575	5,90	3,60	30	1/18/90+1/18/100			80W		001457530	10104630
600	5,70	4,00	30	2/10/80 + 2/15/63			110W		001460033	10041570
600	5,40	4,00	30	2/10/80 + 2/15/63			172W		001460032	10023742
600	5,20	3,80	30	2/10/80 + 2/15/63			72W		001460030	10001401
650	5,90	4,20	30	2/10/80 + 2/15/63			100W		001465030	10041571
700	6,00	4,20	30			Krüsi	60W		001470030	10001402
700	6,20	4,20	30	2/18/100			84W		001470001	10110914
720	6,00	4,40	30	2/8,5/90		Hundegger	72W		001472030	10001403
735	6,00	4,40	30	2/8,5/90		Hundegger	48W+2+2 SDB		000473530	10009130
735	6,00	4,40	30	2/8,5/90		Hundegger	72W		001473530	10001404
750	6,50	4,50	40	2/10,5/60		Schneider	48W+2+2 SDB		000475040	10001276
750	6,50	4,50	40	2/10,5/60		Schneider	60W		001475040	10001406
750	6,80	5,00	30			Krüsi	60W		001475030	10001405
760	6,00	4,40	30	4/8,5/90 + 2/14/400		Hundegger	72W		001476030	10042298
800	7,00	5,00	40			Paul	84W		001480040	10001409
800	7,5	5,0	30	8/8,5/120 avellanado+2/8,3/100		Hundegger	28+2+2+2+2W		8004800026	20013536*
900	8,0	6,0	30	2/8,3/90		Hundegger	54+2+2+2W		8004900007	20017870*
1000	8,5	6,0	40	4/12,3/200+8/8,5/220+2/21/560		Hundegger	36+2+2+2+2W		8004000006	20016639*

* Entregable a demanda

Irudia 23: Vaifer etxearen zerren katalogoa

1000 milimetrodun diametroko zerra aukeratu bezain laster, dituen neurrien datuak makinan sartzen dira eta honek kalkulu gutxi batzuk egiten ditu. Kalkulu horien artean N maximoa (rpm-tan) eta aitzinapen abiadura emango ditu.

Propiedades	
Nombre	[70]
Clasificación	[CIS-1000-85]
Canto delantero	[78,5 mm]
Diámetro	[1000,0 mm]
Diámetro de mango	[80,0 mm]
Diámetro de brida	[240,0 mm]
Altura de brida	[15,0 mm]
Diámetro de contrabrida	[240,0 mm]
Altura de contrabrida	[15,0 mm]
Diámetro de contratuerca	[0,0 mm]
Altura de contratuerca	[0,0 mm]
Ancho de corte	[8,5 mm]
Seccionado de profundidad	[378 mm]
Seccionado de la profundidad a partir de la longitud c	[1200 mm]
Velocidad de avance	[120 mm/s]
Velocidad de introducción	[50 mm/s]
Número de revoluciones	[1500 r. p. m.]
Número de revoluciones máximo	[1500 r. p. m.]
Sentido de giro	[En el sentido de las agujas del reloj]
Aceleración en la puesta en marcha	[200]

Irudia 24. Makinak ezartzen dituen zerraren parametroak

- Zuloentzako puntadun fresaren aukeraketa:

Piezek izango dituzten ezaugarriak ikusita, 25-35mm-ko zuloak izango dituztela hain zuzen, bi eragiketentzako fresa berdina erabiltzea pentsatu da. Zuloetako batek fresaren diametro berdina izanda eragiketa asko sinplifikatuko da. Horregatik, zulo txikaren diametroko fresa aukeratuko da, bientzako erabilgarria izango baita.

D mm	L2 mm	L1 mm	Mango mm	Z	Ref.
12	42	90	12	3	10014620
14	35	90	14	3	10014622
14	55	110	14	3	10014622
16	35	90	16	3	10014623
16	55	110	16	3	10014624
18	55	115	18	3	10014625
18	55	135	25	3	10014630*
20	55	115	20	3	10014626
20	60	120	20	3	10014628
20	75	135	20	3	10014627
20	90	155	20	3	10014631
25	100	155	25	3	10014686

* mango fijo por soldadura

Irudia 25. Vaifer etxearen puntadun fresen katalogoa

25mm diametroan eta 100mm-ko luzeratan fresa hautatu da eta bere neurriak makinako datuetan ezarri dira. Honek kalkulu gutxi batzuk egin ostean N maximoa (rpm-tan) eta aitzinapen abiadura emango ditu.

Propiedades	
Nombre	[25 X 100]
Clasificación	[ENM-25-105-HSS]
Canto delantero	[267,0 mm]
Diameter	[25,0 mm]
Longitud	[105,0 mm]
Diámetro de mango	[25,0 mm]
Diámetro de plato de sujeción	[80,0 mm]
Longitud de plato de sujeción	[150,0 mm]
Material	[HSS]
Superficie de arranque de viruta máxima	[900 mm ²]
Superficie de arranque de viruta máxima al taladrar	[900 mm ²]
Velocidad de avance	[50 mm/s]
Velocidad de introducción	[100 mm/s]
Número de revoluciones	[6500 r. p. m.]
Número de revoluciones máximo	[6500 r. p. m.]
Sentido de giro	[En el sentido de las agujas del reloj]
Aceleración en la puesta en marcha	[1200]

Irudia 26: Makinan 25-eko fresari ezarritako parametroak

- Kajerentzako eta ebaketen ertzentzako puntadun fresaren aukeraketa:

Panel berdinetik hainbat pieza lortzen direnez, ebaketak egitean batzuetan zerrak bere erradioaren ondorioz alboko piezarekin talka egin dezake. Ondorioz, beste pieza apurtu daiteke eta hori ekiditzeko ez du ebaketa osoa egiten.

Ebaketa osatzeko puntadun fresa bat erabiliko da, hain zuzen, beste operazio batzuk egiteko erabiliko den berbera aprobetxatuko da. Kasu honetan kajerak egin eta leiho txikiak ebakitzeko erabiliko den fresa hautatuko da.

Kajerek 30mm-ko zabalera izango dute eta egokia izango litzateke tamaina berdineko diametroan fresa aukeratzea. Baina leihoen ebaketak eta zerra iritsiko ez den lekuetako ebaketak egiteko erreminta honetaz aprobetxatuko garenez, ebaketa parametro optimoagoak izango dituen fresa aukeratuko da.

Type	Design	Roughing mill	Finishing cutter	Ø mm	UL mm	OL mm	Shaft Ø mm	K1	K2/ K2-5 K3	Robot Unit	PBA	Speed Cut
K1-WZ-FF-116-00	FHM	X		40	160	235	30	X	X	X	X	on request
KT-WF-345-00	FHM	X		40	120	195	30	X	X	X	X	X
K1-WZ-FF-117-00	FHM	X		30	120	195	30	X	X	X	X	X
KT-WF-127-00	FHM	X		25	55	115	25	X	X	X	X	X
KT-WF-32-00	FHM	X		20	75	130	20	X	X	X	X	X
WZ-WPF-FF-0001-00	HMRRev.Tip			40	160	235	30	X	X	X	X	on request
WZ-WPF-FF-0002-00	HMRRev.Tip			40	125	195	30	X	X	X	X	X
WZ-WPF-FF-0004-00	HMRRev.Tip			30	122	195	30	X				
WZ-WPF-FF-0005-00	HMRRev.Tip			25	89	160	25	X				
WZ-WPF-FF-1000-00	HMRRev.Tip			40	160	235	30	suitable for mirrored machine				
WZ-WPF-FF-1001-00	HMRRev.Tip			30	122	195	30	suitable for mirrored machine				
K1-WZ-FF-101-00	HSS	X		40	160	235	30	X	X	X	X	on request
WZ-FF-00-0012-00	HSS		X	40	160	235	30	X	X	X	X	X
WZ-FF-001-00	HSS	X		40	120	195	30	X	X	X	X	X
KT-WF-18-00	HSS	X		30	90	166	25	X	X	X	X	X
KT-WF-17-00	HSS	X		25	90	166	25	X	X	X	X	X
KT-WF-16-00	HSS	X		22	75	141	20	X	X	X	X	X
KT-WF-15-00	HSS	X		20	75	141	20	X	X	X	X	X
KT-WF-14-00	HSS	X		18	63	123	16	X	X	X	X	X
KT-WF-13-00	HSS	X		16	63	123	16	X	X	X	X	X
KT-WF-12-00	HSS	X		14	53	110	12	X	X	X	X	X
KT-WF-11-00	HSS	X		12	53	110	12	X	X	X	X	X
KT-WF-10-00	HSS	X		10	45	95	10	X	X	X	X	X
K1-WZ-FF-106-00	PM	X		40	160	235	30	X	X	X	X	on request
WZ-FF-002-00	PM	X		40	120	195	30	X	X	X	X	X
KT-WF-150-00	PM	X		30	90	165	25	X	X	X	X	X
WZ-WPF-FF-0030-00	HMRRev.Tip		X	80	210	275	30		X	X	X	X

UL = Usable length; OL = Overall length

FHM = Full hard metal; HMRRev.Tip = Hard metal reversible tip PM = Powder metal; HSS = High-speed steel

Other dimensions and designs on request

Irudia 27: 40 x 160mm-ko puntadun fresaren aukeraketa katalogoan









Hundegger etxeraren katalogoan oinarrituta, 40 milimetroko diametroa eta 160 milimetroko luzeraduna aukeratu da. Behin aukeraketa eginda, dituen neurrien datuak makinan sartzen dira eta honek kalkulu gutxi batzuk egiten ditu. Kalkulu horien artean N maximoa (rpm-tan) eta aitzinapen abiadura emango ditu.

Propiedades	
Nombre	EM 40/160
Clasificación	[ENM-40-160-HSS]
Canto delantero	260,0 mm
Diameter	40,0 mm
Longitud	160,0 mm
Diámetro de mango	30,0 mm
Diámetro de plato de sujeción	60,0 mm
Longitud de plato de sujeción	80,0 mm
Material	HSS
Superficie de arranque de viruta máxima	1200 mm ²
Superficie de arranque de viruta máxima al taladrar	1200 mm ²
Velocidad de avance	40 mm/s
Velocidad de introducción	30 mm/s
Número de revoluciones	5500 r. p. m.
Número de revoluciones máximo	5500 r. p. m.
Sentido de giro	En el sentido de las agujas del reloj
Aceleración en la puesta en marcha	1000

Irudia 28: Makinan 40 x 160 m-ko puntadun fresari ezarritako parametroak

- Entalladurentzako fresa zirkularren aukeraketa:

Entalladurek normalean 23,5mm-ko ebaketa zabalera izaten dute eta sakonera 21mm-koa. Luzerak oso handiak izan daitezke eta ondorioz, ahalik eta pasada gutxien egiteko erreminta aukeratuko da. Ahal izanez gero, 23,5mm-ko zabalera duen fresa aukeratuko da, guztia pasada batean egin dezan.

<input type="checkbox"/>		R331.32-250Q60KM15.00	15 mm	15 mm	17.5 mm	2252 EUR	
<input type="checkbox"/>		R331.32-250Q60LM17.50	17.5 mm	17.5 mm	20.5 mm	2252 EUR	
<input type="checkbox"/>		R331.32-250Q60QM20.50	20.5 mm	20.5 mm	23.5 mm	2252 EUR	
<input type="checkbox"/>		R331.32-250Q60RM23.50	23.5 mm	23.5 mm	26.5 mm	2252 EUR	

Irudia 29: Fresa zirkularren aukeraketa katalogoan

Anchura de corte (CW) 23,5 mm	Anchura mínima de corte (CWN) 23,5 mm
Anchura máxima de corte (CWX) 26,5 mm	Anchura de ranura premecanizada (PSW) 0 mm
Diámetro de corte (DC) 250 mm	Profundidad máxima de corte (CDX) 56 mm
Número de elementos de corte (CICCTOT) 16	Código de tipo de sujeción (MTP) S
Parte 2 de identificadores de acoplamiento de elemento de corte (CUTINTMASTER) CoroMill 331 -size 14 (N/R331.1A-14RE0.20-1.54)	Número de filos efectivo periférico (ZEFP) 8
Dirección de la máquina en acoplamiento adaptador (ADINTMS) Arbor -ISO 6462 -C (4 bolts) -metric: 60S	Mano (HAND) R
Código de modelo de entrada de refrigerante (CNCS) 0: without coolant	Diámetro de conexión (DCON) 60 mm
Diámetro de cubo (DHUB) 136 mm	Numero estandar (STDNO1) ISO6462
Letra estandar (STDLET1) C	Diámetro de círculo para perno (DBC) 101,6 mm
Longitud funcional (LF) 63 mm	Longitud mínima funcional (LFN) 63 mm
Par (TQ) 3 Nm	Velocidad de giro máxima (RPMX) 7100 1/min
Peso del elemento (WT) 14 kg	Sensor embedded property (SEP) 0

Irudia 30: Fresa zirkularren ezaugarriak

Sandvik Coromant erreminta etxeak eman digu aukerarik egokiena, hain zuzen entalladurak egiteko neurri eta parametro aproposak izanda. Hauek makinan ezarri ostean ondorengo datuak lortu izan ahal dira.

Propiedades	
Nombre	23,5-250
Clasificación	[SIM-250-24]
Canto delantero	326,0 mm
Diámetro	250,0 mm
Longitud	23,5 mm
Anchura de filo frontal	21,0 mm
Diámetro de mango	80,0 mm
Diámetro de plato de sujeción	0,0 mm
Longitud de plato de sujeción	0,0 mm
Diámetro de contratuerca	0,0 mm
Altura de contratuerca	0,0 mm
Superficie de arranque de viruta máxima	4000 mm ²
Velocidad de avance	300 mm/s
Velocidad de introducción	200 mm/s
Número de revoluciones	3800 r. p. m.
Número de revoluciones máximo	4300 r. p. m.
Sentido de giro	Sentido contrario a las agujas del reloj
Aceleración en la puesta en marcha	1200

Irudia 31: Makinan fresa zilindrikoari ezarritako parametroak

Beraz, piezen fabrikaziorako lau erreminta desberdin erabiliko dira. Hona hemen laburpen bat non D = erremintaren diametroa, B = ebaketaren zabalera eta L = ebaketa sakonera.

Erreminta	D (mm)	L (mm)	B (mm)	Irudia
Zerra	1000	350	8,5	
Puntadun fresa	25	100	25	
Putadun fresa	40	160	40	
Fresa zilindrikoa	250	23,5	21	

Taula 3: Aukeratutako lau erremintak.

2.3.3 Ebaketa parametroen kalkuluak

Behin katalogoetatik aukeratuta, erreminta hauek makinan ezarriko dira beraien datuak ezarriz (diametroa, zabalera eta luzera). Horiekin makinak, erreminta bakoitzak izan dezakeen biraketa abiadura (rpm) maximoa emango du eta baita aitzinapen abiadura (mm/s).

Gure operazioa ahalik eta iraganaldi kopuru txikienean egitea baimentzen duen iraganaldi sakonera aukeratuko dugu. Aitzinapenari dagokionez, lehen aipatu dugun bezala, kontuan hartu behar da zenbat eta handiagoa izan orduan eta txarragoa izango dela azal akabera.

Horiek kontuan hartuz ondorengo ebaketa parametroak kalkulatu dira:

- Ebaketa abiadura, V_C (m/min)

$$V_C = \frac{\pi D N}{1000}$$

D : erremintaren diametroa

N : biraketa abiadura (rpm)

- Aitzinapena hertz bakoitzeko, F_Z ($\frac{mm}{hertz}$)

$$F_Z = \frac{V_F}{N Z}$$

V_F = aitzinapen abiadura

N : biraketa abiadura (rpm)

Z : hertz kopurua

- Ebaketa sakonera axiala, a_p (mm)

a_p , ahalik eta optimoena izatea komeni da. Produktzioa ahalik eta optimizatuen egon dadin, iraganaldi kopuru txikiena emango zaio. Esaterako, zerrak iraganaldi bakarrean egiteko aukera izango du. Puntadun fresen kasuan ez ordea, 90mm-ko sakoneran larregi sufrituko baitu eta horregatik hauentzat $a_p = 22,5$ mm-koa izatea erabaki da.

- Ebaketa sakonera radiala, a_e

a_e , erremintaren zabalera ezarriko du beti, operazio guztiak piezekiko perpendikularrak baitira. Katalogoetan ikusi denez, zerrak $a_e = 8,5mm$, 25-eko puntadun fresak $a_e = 25mm$, 40-ko puntadun fresak $a_e = 40mm$, eta 250-eko fresa zilindrikoak $a_e = 23,5 mm$ izango ditu.

2.3.4 Prozesuen denborak kalkulatzeko

Prozesu osoak iraungo duen denboren kalkulurako hainbat formula daude. Izan ere ez da mekanizazio denbora bakarrik kontuan izan behar baizik eta panel gordina hartzen den momentutik hasita, amaierako pieza gordetzen den momenturarteko denbora guztiak kalkulatu behar dira.

$$T_{produkzioa} = T_{konformaketa} + T_{ez-konformaketa} + T_{ez-produktiboa} + T_{preparazio}$$

$T_{konformaketa}$: Mekanizazioak irauten duen denbora da, hau da, erreminta piezarekin kontaktuan dagoen denbora. Hau kalkulatzeko eragiketak izango duen luzera eta erremintak izango duen aitzinapen abiadura jakitea guztiz beharrezkoak dira. Ondorengo formularekin kalkulatu da:

$$T_{konformaketa} = \frac{L}{V_F}$$

Kalkulu hau pieza bakoitzarekin banaka egingo da kalkuluen eranskinean, eta amaieran danak gehituko dira.

$T_{ez-konformaketa}$: Erremintek hutsean egiten duten mugimendu denborak dira. Hauek makina martxan dagoenean sortzen dira eta bi motatakoak izan daitezke, erreminta berdina izanda operazio desberdinen arteko denborak eta erreminta aldatzeko behar dituen denborak.

Operazioen arteko denborak: erreminta aldatu gabe operazio batetik bestera airean egiten duen denbora da. Erreminta bakoitzak berea dauka:

Erreminta berdinarekin operazio arteko denbora	
Erreminta	Denbora (s)
Zerra	17
Puntadun fresa 25	17
Puntadun fresa 40	17
Fresa zilindrikoa	26

Taula 4: Operazio arteko denborak

Erreminta aldaketa denborak: operazio bat amaitu, erreminta aldatu eta beste operazio bat hasi arte dagoen denbora nuertzen du. Erreminta bakotzak bere denbora behar du.

Erreminta aldaketa denborak		
Hasierako erreminta	Amaierako erreminta	Denbora (s)
Zerra	Puntadun fresa 25	76
Puntadun fresa 25	Puntadun fresa 40	76
Puntadun fresa 40	Zerra	76
Zerra	Fresa zilindrikoa	76

Taula 5: Erreminta aldaketa denborak

$T_{ez-produktiboa}$: Eragiketa ez produktiboetan gastatzen den denbora da, konprobazio, inspektzio, dokumentazio... balio hauek egunerokoa erreparatuz lortzen dira. Izan ere proiektu bakoitzak denbora desberdinak izango ditu. Hala ere, baloreak ez dira asko urruntzen bata bestetik eta horregatik batz besteko bat egiten da urte osoan zehar. Egia da inspektzio eta konprobazioak ez direla pieza edo panel bakoitzarekin egiten baina balio hauek mekanizatuko den panel bakoitzerako ezartzen dira, 2021 urterako ondorengo balore hauek izanik:

Eragiketa mota	Denbora (s)
Konprobazioak	39
Inspektzioak	47
Dokumentazioak begiratzea	62
Guztira	148

Taula 6: Denbora ez produktiboak

$T_{preparazio}$: Makinak produkzio egokia izan dezan preparatzen tardatzen den denbora. Kasu honetan ere pieza guztietan ez da zehazki berdina izango. Hala ere prozesu bakoitzak iraungo duenaren batz bestekoak kalkulatu dira:

Preparazio denborak	
Operazioa	Denbora (s)
Panela mahaian jartzea	141
Panela posizionatzea	39
Mekanizazio orria konprobatzea	79
Separazio eta lotuldiak	321

Taula 7: Preparazio denborak

2.3.5 Prozesuaren kostuak kalkulatzeko

Behin prozesu osoko denborak kalkulatu daudela, beronek izango dituen kostuak kalkulatu ahalgo dira. Horretarako hainbat atal hartu behar dira kontuan.

- Erremintaren kostua
- Makinaren kostua
- Langileen kostu zuzena
- Material totxoaren kostua
- Gastu orokorrak

2.3.5.1 Erremintaren kostua

Erremintak balio duena kontuan hartzen da hasiera batean hau amortizatzeko behar den dirua kontuan izanez. Honek izango duen mantenimenduak garrantzia handia izango du kostuak neurtzerakoan. Zurean lan egitean erremintek duten iraupena asko igotzen da eta proiektu honetarako erreminta mota bakoitzeko bakarra erabiliko dela hartu da kontuan. Hala ere, izango dituen afilazioak eta ezustek kontuan hartu behar dira. Ondorioz, guzti hauek hartuko dira kontuan.

- Erremintaren prezioa (€)
- Amortizazioa (€/h)
- Erremintaren mantenimendua (€/h)

2.3.5.2 Makinaren kostua

Kasu honetan ez da makinak balio izan duen kostua osorik hartuko. Horretarako amortizazioan oinarrituko gara. Horrez gain beste gastu asko hartuko dira kontuan.

- Makina biztuta izatea (€/ordu)
- Makinaren mantenimendua (€/ordu)
- Makina amortizatzea (€/ordu)

2.3.5.4 Langileen kostu zuzena

Langile kopurua eta bakoitzak orduko duen soldata jakitea izango da gakoa kostu hau lortzeko. Horrekin batera proiektu honetan bakoitzak iraungo duen denbora jakin beharko da.

- Langile kopurua
- Langile bakoitzaren soldata (€/ordu)
- Langile bakoitzak sartutako ordu kopurua (ordu)

2.3.5.5 Material totxoaren kostua

Kostu zuzen bezala hartzen da. Izan ere, merkatuak duen prezioa hartzen da kontuan. 90 milometroko zabalera duen CLT metro karratu bakoitzak balio duena ezarrita dagoenez, gure hasierako panel metro karratu kopurua jakin beharko da kostu hau lortzeko. Normalean prozesu osoko kostu handiena eragiten duena izaten da.

CLT kostua =175 (€/m²)

2.3.5.6 Gastu orokorrak

Lan egiteko materiala bezalako gauzek betetzen dute. Teknikoek behar dituzten ordenagailuetatik hasita, operarioek behar dituzten eskuzko erremintak hartzen dira kontuan.

Gainera, piezen mugimendurako makinaria astuna izaten da ta horren amortizazioa ere kontuan hartu beharra dago.

2.3.5.7 Kostu ez zuzenak eta ezusteak

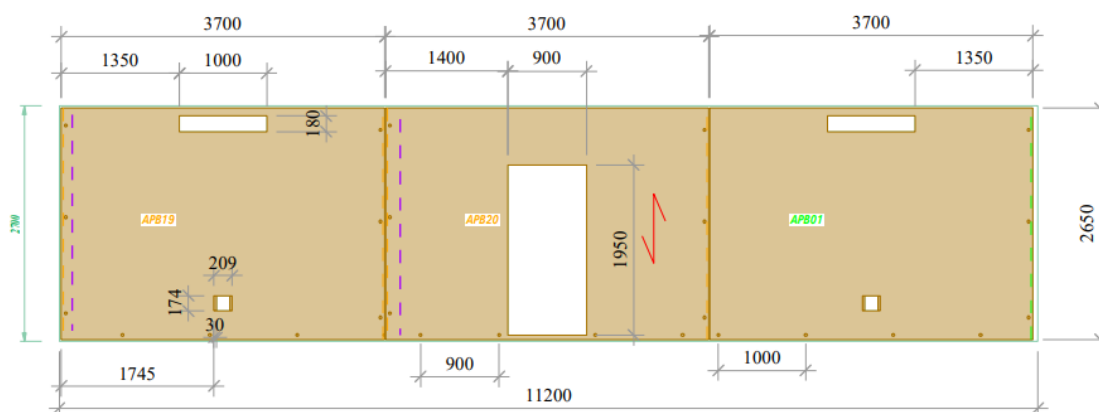
Argia bezalako kostuak hartzen dira kontuan edota lanean zuzenean parte hartzen ez duten langileak ere. Ezusteak ere hartu behar dira izan ere, gutxien espero denean agertzen dira.

2.4 MEKANIZAZIO ERAGIKETAK. KALKULUAK

Atal honetan, piezeri egingo zaizkien mekanizazio eragiketa adierazgarrienen adibide bana aztertuko da. Hori, eragiketa bakoitzerako dagozkion parametro eta xehetasun guztiak azalduz egingo da. Horretarako, 2700/90/T/11200/V1 motako panel bat hartuko da eta behar dituen kalkulu guztiak egingo zaizkio. Pieza guztien mekanizazioan jarraitutako eragiketa guztien datuak banan-banan zehaztuta daude II. eranskinean.

Lehenik, erakutsi diren katalogo fisikoetan oinarrituta, eragiketa horiei guztiei dagozkien eskuzko kalkuluak egingo dira, parametroen lorpen prozedura argi uzteko. Parametro horiek lortu bezain laster, mekanizazio denborak jakingo ditugu eta beste mota batzuetako denborak aztertuz, ekoizpen osoaren denborak kalkulatu dira.

Emitza horiek daudenean, kostuak kalkulatu ahaliko dira eta horrenbestez, proiektu hau aurrera eramateko aurrekontua lortuko da.



Irudia 32: 11200 x 2700 panel brututik lortu beharreko hiru piezak

Ikusten denez panel brututik hiru pieza irtetzen dira. APB 01, APB19 eta APB 20 hain zuzen.

1. APB 19:

- Kableak pasatzeko zulo errektangeluar bat 1000 x 180 mm-koa.
- Cajera estiloko leiho bat 149 x 174 mm-koa, non, kajerak 30 x 174 mm izango ditu.
- 35 x 9 mm-ko 9 zulo, ondoren fijatzeke torlojuak sartzeko erabiliko dena.
- Entalladurak pieza esker eta eskuinean, muntaian piza bakoitza besteekin elkartzeko erabiliko dena, lengueten bitartez. Pieza bakoitzean 2650mm-ko luzera izango, 21mm-ko sakonera eta 23,5mm-ko zabalera izanez.

2. APB 20:

- 35 x 9 mm-ko 10 zulo, ondoren fijatzeako torlojuak sartzeko erabiliko dena.
- Ate bat 1950 x 900 mm-koa.
- Entalladurak pieza esker eta eskuinean, muntaian piza bakoitza besteekin elkartzeko erabiliko dena, lengueten bitartez. Pieza bakoitzean 2650mm-ko luzera izango, 21mm-ko sakonera eta 23,5mm-ko zabalera izanez.

3. APB 01:

- Kableak pasatzeko zulo errektangeluar bat 1000 x 180 mm-koa.
- Cajera estiloko leiho bat 149 x 174 mm-koa, non, kajerak 30 x 174 mm izango ditu.
- 35 x 9 mm-ko 9 zulo, ondoren fijatzeako torlojuak sartzeko erabiliko dena.
- Entalladurak pieza esker eta eskuinean, muntaian piza bakoitza besteekin elkartzeko erabiliko dena, lengueten bitartez. Pieza bakoitzean 2650mm-ko luzera izango, 21mm-ko sakonera eta 23,5mm-ko zabalera izanez.

- FRABRIKAZIO PROZESUA:

Kasu honetan panel brutua 11,2 metroko luzera eta 1104 kg ditu, horrenbestez ez da lotu beharko. Hori bai, pieza txikiagoetarako dituen separazio ebaketak amaieran burutu beharko dira, beste operazioen ondorioz desplazamendurik izan ez dadin.







Pieza horiek banatu ostean, mekanizazioen bat faltako da eta kasu horretan beraien pisua 300-400kg artekoa denez, mekanizazio mahaira lotu beharko da. Beraz, lotualdi bakarra izango du, pieza bakoitzak, hau da, hiru pieza lotu beharko dira.

Lotualdi gabeko operazioak

Hasiera batean, 11200mm luze eta 2700mm zabal den CLT panel batetik abiatuta, ondorengo mekanizazio eragiketak aplikatuko zaizkio.

2.4.1 Ebaketa parametroak

- Ebaketa perimetrala → zerra

D mm	B mm	b mm	d mm	NL mm	KN mm	Máquina	Z		Tipo	Ref.
250	3.20	2.20	30	NLK			48W		001425030	10001369
250	3.20	2.20	30	NLK			60W		001425031	10001370
300	3.20	2.20	30	NLK			36W		001430033	10001377
300	3.20	2.20	30	NLK			54W		001430030	10001375
300	3.20	2.20	30	NLK			72W		001430031	10001376
300	3.20	2.20	30	NLK			72W		001430031	10001378
300	3.20	2.20	30	NLK			72W		011430031	10001804
330	3.20	2.20	30	NLK			80W		001433030	10001381
350	3.50	2.40	30	NLK			54W		001435030	10001382
350	3.50	2.40	30	NLK			54W		011435030	10001805
350	3.50	2.40	30	NLK			72W		001435031	10001383
350	3.50	2.40	30	NLK			84W		001435033	10001385
350	3.50	2.40	30	NLK			84W		011435033	10001806
400	3.50	2.40	30	NLK			48W		001440029	10001391
400	3.50	2.40	30	NLK			60W		001440030	10001392
400	3.50	2.40	30	NLK			84W		001440034	10001395
400	4.40	2.80	30	NLK			84W		001440001	10110898
400	3.50	2.40	30	NLK			96W		011440031	10001807
400	3.50	2.40	30	NLK			96W		001440031	10001393
400	3.50	2.40	35				96W		001440036	10001397
400	3.50	2.40	50			8X8	96W		001440052	10001399
450	4.40	3.00	30	NLK			60W		001445030	10028630
450	4.80	3.00	30	NLK			84W		001445001	10110899
450	4.40	3.00	30	NLK			96W		001445031	10032807
500	5.20	3.80	30	2/10/80 + 2/15/63			100W		001450032	10041569
500	5.20	3.80	30	2/10/80			72W		001450030	10001400
500	5.60	3.60	30	2/10/80			84W		001450001	10110912
550	5.20	3.80	30	2/10/80			84W		001455030	10035196
550	5.80	3.80	30	2/10/80			96W		001455001	10110913
570	4.80	3.40	30	2/10/80			108W		001457030	10109957
575	5.90	3.60	30	1/18/90+1/18/100			80W		001457530	10104630
600	5.70	4.00	30	2/10/80 + 2/15/63			110W		001460033	10041570
600	5.40	4.00	30	2/10/80 + 2/15/63			172W		001460032	10023742
600	5.20	3.80	30	2/10/80 + 2/15/63			72W		001460030	10001401
650	5.90	4.20	30	2/10/80 + 2/15/63			100W		001465030	10041571
700	6.00	4.20	30			Krüsi	60W		001470030	10001402
700	6.20	4.20	30	2/18/100			84W		001470001	10110914
720	6.00	4.40	30	2/8.5/90		Hundegger	72W		001472030	10001403
735	6.00	4.40	30	2/8.5/90		Hundegger	48W+2+2 SDB		000473530	10009130
735	6.00	4.40	30	2/8.5/90		Hundegger	72W		001473530	10001404
750	6.50	4.50	40	2/10.5/60		Schneider	48W+2+2 SDB		000475040	10001276
750	6.50	4.50	40	2/10.5/60		Schneider	60W		001475040	10001406
750	6.80	5.00	30			Krüsi	60W		001475030	10001405
760	6.00	4.40	30	4/8.5/90 + 2/14/400		Hundegger	72W		001476030	10042298
800	7.00	5.00	40			Paul	84W		001480040	10001409
800	7.5	5.0	30	8/8.5/120 avellanado+2/8.3/100		Hundegger	28+2+2+2+2W		8004800026	20013536*
900	8.0	6.0	30	2/8.3/90		Hundegger	54+2+2+2W		8004900007	20017870*
1000	8.5	6.0	40	4/12.3/200+8/8.5/220+2/21/560		Hundegger	36+2+2+2+2W		8004900009	20016639*

* Entregable a demanda

Irudia 33: Katalogoan aukeratutako zerra

$a_p = 90\text{mm}$. Zerrak 350mm-ko zabalera duten pieza ebakitzeko kapazitatea duenez pasada batean burutuko du ebaketa.

$$V_C = \frac{\pi D N}{1000} = \frac{\pi 1000 \cdot 1500}{1000} = 4712,38 \text{ m/min}$$

$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{120 \cdot 60}{1500 \cdot 2} = 0,048 \text{ mm/ertz}$$

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{27800}{120} = 231,66$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	27800
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	231,66

Taula 8: Zerraren ebaketa parametroak

- Zuloak 35 → puntadun fresa 25x100mm

D mm	L2 mm	L1 mm	Mango mm	Z	Ref.
12	42	90	12	3	10014620
14	35	90	14	3	10014622
14	55	110	14	3	10014622
16	35	90	16	3	10014623
16	55	110	16	3	10014624
18	55	115	18	3	10014625
18	55	135	25	3	10014630*
20	55	115	20	3	10014626
20	60	120	20	3	10014628
20	75	135	20	3	10014627
20	90	155	20	3	10014631
25	100	155	25	3	10014686

* mango fijado por soldadura

Irudia 34: Katalogotik aukeratutako puntadun fresa



Irudia 35: Aukeratutako puntadun fresa

$$V_C = \frac{\pi D N}{1000} = \frac{\pi * 25 * 6500}{1000} = 510,5 \text{ m/min}$$

$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{50 * 60}{6500 * 3} = 0,15 \text{ mm/ertz}$$

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{35}{50} = 0,7 \text{ s} * 26 \text{ zulo} = 18,2 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	6500
a_p (mm)	9
L (mm)	35
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	18,2

Taula 9: 25 x 100mm-ko puntadun fresaren ebaketa parametroak

- Kajeren mekanizazioa → puntadun fresa 40 x 160 mm

Type	Design	Roughing mill	Finishing cutter	Ø mm	UL mm	OL mm	Shaft Ø mm	K1	K2/ K2-5 K3	Robot Unit	PBA	Speed Cut
K1-WZ-FF-116-00	FHM	X		40	160	235	30	X	X	X	X	on request
KT-WF-345-00	FHM	X		40	120	195	30	X	X	X	X	X
K1-WZ-FF-117-00	FHM	X		30	120	195	30	X	X	X	X	X
KT-WF-127-00	FHM	X		25	55	115	25	X	X	X	X	X
KT-WF-32-00	FHM	X		20	75	130	20	X	X	X	X	X
WZ-WPF-FF-0001-00	HMRRev.Tip			40	160	235	30	X	X	X	X	on request
WZ-WPF-FF-0002-00	HMRRev.Tip			40	125	195	30	X	X	X	X	X
WZ-WPF-FF-0004-00	HMRRev.Tip			30	122	195	30			X		
WZ-WPF-FF-0005-00	HMRRev.Tip			25	89	160	25			X		
WZ-WPF-FF-1000-00	HMRRev.Tip			40	160	235	30					suitable for mirrored machine
WZ-WPF-FF-1001-00	HMRRev.Tip			30	122	195	30					suitable for mirrored machine
K1-WZ-FF-101-00	HSS	X		40	160	235	30	X	X	X	X	on request
WZ-FF-00-0012-00	HSS		X	40	160	235	30	X	X	X	X	X
WZ-FF-001-00	HSS	X		40	120	195	30	X	X	X	X	X
KT-WF-18-00	HSS	X		30	90	166	25	X	X	X	X	X
KT-WF-17-00	HSS	X		25	90	166	25	X	X	X	X	X
KT-WF-16-00	HSS	X		22	75	141	20	X	X	X	X	X
KT-WF-15-00	HSS	X		20	75	141	20	X	X	X	X	X
KT-WF-14-00	HSS	X		18	63	123	16	X	X	X	X	X
KT-WF-13-00	HSS	X		16	63	123	16	X	X	X	X	X
KT-WF-12-00	HSS	X		14	53	110	12	X	X	X	X	X
KT-WF-11-00	HSS	X		12	53	110	12	X	X	X	X	X
KT-WF-10-00	HSS	X		10	45	95	10	X	X	X	X	X
K1-WZ-FF-106-00	PM	X		40	160	235	30	X	X	X	X	on request
WZ-FF-002-00	PM	X		40	120	195	30	X	X	X	X	X
KT-WF-150-00	PM	X		30	90	165	25	X	X	X	X	X
WZ-WPF-FF-0030-00	HMRRev.Tip		X	80	210	275	30		X	X	X	X

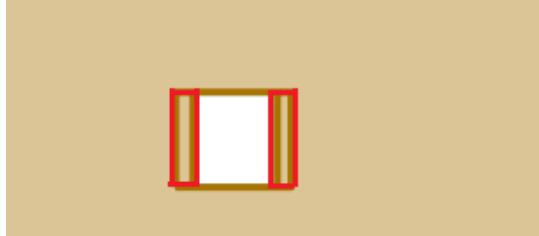
UL = Usable length; OL = Overall length

FHM = Full hard metal; HMRRev.Tip = Hard metal reversible tip PM = Powder metal; HSS = High-speed steel
Other dimensions and designs on request

Irudia 36: Katalogoan aukeratutako puntadun fresa



Irudia 37: Aukeratutako puntadun fresa.



Irudia 38: Egin beharreko kajera

Egin beharreko kajera: 30mm zabaleran, 174mm luzeran eta 45mm sakoneran.

$$a_e = 30\text{mm}$$

$a_p = 45\text{mm}$. Eragiketa optimoa izan dadin 22,5mm-ko bi pasada egingo ditu fresak.

$$V_C = \frac{\pi D N}{1000} = \frac{\pi 40 \cdot 5500}{1000} = 691,15 \text{ m/min}$$

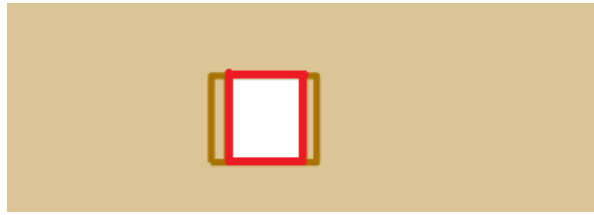
$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{40 \cdot 60}{5500 \cdot 2} = 0,145 \text{ mm/ertz}$$

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{174}{40} = 4,35 \text{ s} \times 2\text{pasada} \times 2\text{alde} = 17,4 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	5500
a_p (mm)	45 (2 pasada 22,5mm)
L (mm)	174
V_F (mm/s)	40
$T_{mekanizazio}$ (s)	17,4

Taula 10: Kajera egiteko ebaketa parametroak

- Leiho txikien ebaketa → 40 x 160mm-ko puntadun fresa.



Irudia 39: Egin beharreko leiho txikia

Egin beharreko ebaketa: 149mm zabaleran, 174mm luzeran eta 90mm sakoneran.

$a_p = 90\text{mm}$. Eragiketa optimoa izan dadin 22,5mm-ko lau pasada egingo ditu fresak.

$$V_C = \frac{\pi D N}{1000} = \frac{\pi 40 \cdot 5500}{1000} = 691,15 \text{ m/min}$$

$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{40 \cdot 60}{5500 \cdot 2} = 0,145 \text{ mm/ertz}$$

$$T = \frac{L}{V_F} = \left(\frac{149}{40} \cdot 4 \text{ pasada} \cdot 2 \text{ alde} \right) + \left(\frac{174}{40} \cdot 4 \text{ pasada} \cdot 2 \text{ alde} \right) = 64,6 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	5500
a_p (mm)	90 (4 pasada 22,5 mm)
L (mm)	646
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	64,6

Taula 11: Leiho txikiak egiteko ebaketa parametroak

- Leiho luzeen ertzen ebaketak → puntadun fresa 40 x 160 mm



Irudia 40: Leiho luzeen ertzak

Egin beharreko ebaketa: x ardatzean 286,18mm-ko lau ebaketa eta y ardatzean 180mm-ko bi ebaketa. Sakonera 90mm-koa izan beharko da.

$a_p = 90\text{mm}$. Eragiketa optimoa izan dadin 22,5mm-ko lau pasada egingo ditu fresak.

$$V_C = \frac{\pi D N}{1000} = \frac{\pi 40 \cdot 5500}{1000} = 691,15 \text{ m/min}$$

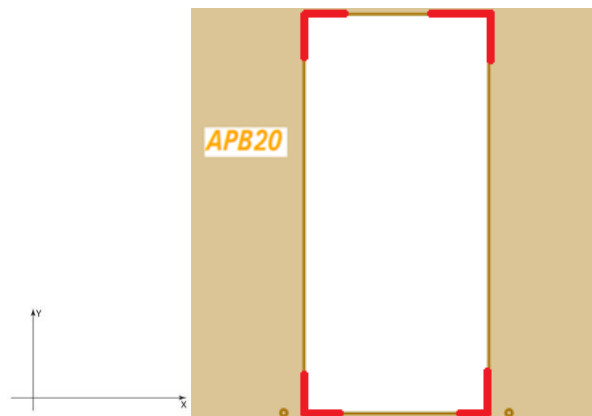
$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{40 \cdot 60}{5500 \cdot z} = 0,145 \text{ mm/ertz}$$

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{286,18}{40} \cdot 4\text{pasada} \cdot 4\text{alde} + \frac{180}{40} \cdot 4\text{pasada} \cdot 2\text{alde} = 150,4 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	5500
a_p (mm)	90 (4 pasada 22,5 mm)
L (mm)	1504,72
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	150,4

Taula 12: Leiho luzeen ertzen ebaketa parametroak

- Ateraren ertzetako ebaketak → puntadun fresa 40 x 160 mm



Irudia 41: Ateen ertzen ebaketak.

Egin beharreko ebaketak: 286,18mm-ko lau ebaketa x ardatzean eta berdina y ardatzean. Sakonera 90mm-koa izango dute.

$a_p = 90\text{mm}$. 22,5mm-ko lau pasada.

$$V_C = \frac{\pi D N}{1000} = \frac{\pi 40 \cdot 5500}{1000} = 691,15 \text{ m/min}$$

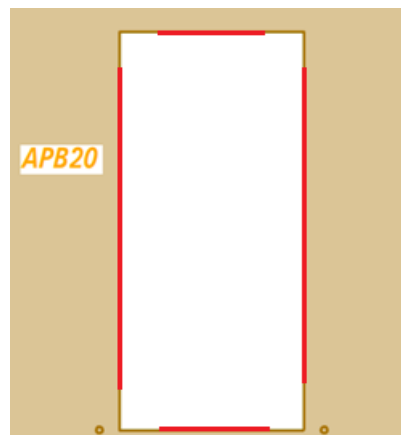
$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{40 \cdot 60}{5500 \cdot 2} = 0,145 \text{ mm/ertz}$$

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{286,18}{40} \cdot 8 \text{ alde} \cdot 4 \text{ pasada} = 228,9 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	5500
a_p (mm)	90 (4 pasada 22,5 mm)
L (mm)	2289,44
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	228,9

Taula 13: Ateen ertzen ebaketa parametroak

- Atearen lau ebaketa luzeak → zerra



Irudia 42: Ateen ebaketa luzeak

Egin beharreko ebaketak: ebaketa ahalik eta gehien zerrarekin egingo da. Zerraren erradioarengatik ertzak mekanizatu gabe utziko ditu ta alde bakoitzeko 286,18mm fresaren bidez osotu beharko da.

$$a_p = 90 \text{ mm.}$$

$$V_C = \frac{\pi D N}{1000} = \frac{\pi 1000 \cdot 1500}{1000} = 4712,38 \text{ m/min}$$

$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{120 \cdot 60}{1500 \cdot 2} = 0,048 \text{ mm/ertz}$$

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{1377}{120} * 2 \text{alde} + \frac{327,64}{120} * 2 \text{alde} = 28,4 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	2800,28
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	28,4

Taula 14: Ateen ebaketa luzeen ebaketa parametroak

- Leiho zabalen ebaketa luzeak → zerra



Irudia 43: Leiho zabalen ebaketa luzeak

Egin beharreko ebaketak: ebaketa ahalik eta gehien zerrarekin egingo da. Zerraren erradioarengatik ertzak mekanizatu gabe utziko ditu ta alde bakoitzeko 286,18mm fresaren bidez osatu beharko da.

$$a_p = 90 \text{ mm.}$$

$$V_C = \frac{\pi D N}{1000} = \frac{\pi 1000 \cdot 1500}{1000} = 4712,38 \text{ m/min}$$

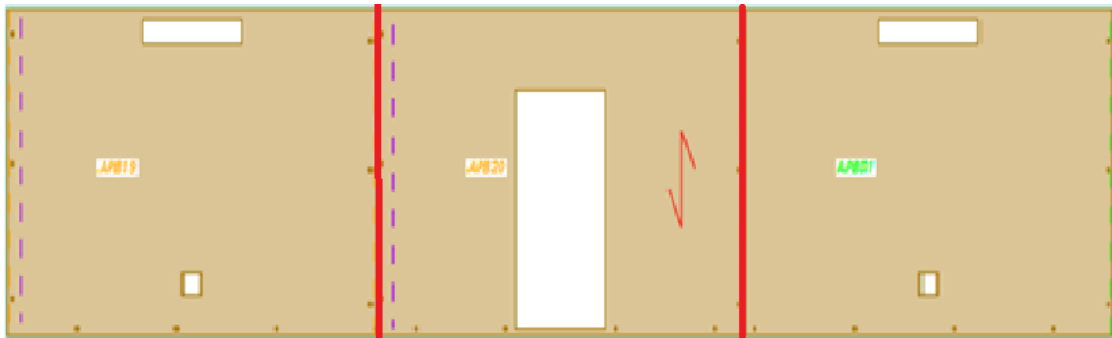
$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{120 \cdot 60}{1500 \cdot 2} = 0,048 \text{ mm/ertz}$$

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{427,64}{120} * 2 \text{alde} = 7,12$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	1427,64
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	7,12

Taula 15: Leiho luzeen ebaketa parametroak

- Separazio ebaketak → zerra



Irudia 44: Separazio ebaketak

$$a_p = 90\text{mm.}$$

$$V_C = \frac{\pi D N}{1000} = \frac{\pi 1000 \cdot 1500}{1000} = 4712.38 \text{ m/min}$$

$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{120 \cdot 60}{1500 \cdot 100} = 0,048 \text{ mm/ertz}$$

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{2700}{120} * 2\text{ebaketa} = 45 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	5400
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	45

Taula 16: Separazio ebaketen parametroak

Hasierako operazio guztiak egin eta gero, hiru pieza banaka lotuko dira. Lotualdia torloju bidez egingo da, izan ere mekanizazio mahaia egurrezkoa da. Erpin bakoitzetik 50 mm-ra lotuko dira lau torlojuak pieza bakoitzean.

- Banaka lotu eta entalladurak behar dituen aldeetan → 250 x 23,5 mm-ko fresa zilindrikoa



Irudia 45: 250 x 23,5 mm-ko fresa zilindrikoa

Egin beharreko eragiketa: pieza bakoitzari entalladura bat egin behar zaio albo bakoitzean. Luzeran 2650mm eta sakoneran 21mm.

$$a_e = 23,5mm$$

$$a_p = 21mm.$$

$$V_C = \frac{\pi D N}{1000} = \frac{\pi 250 \cdot 3800}{1000} = 2984,5 \text{ m/min}$$

$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{300 \cdot 60}{1500 \cdot 5} = 2,4 \text{ mm/ertz}$$

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{2650}{300} * 6 \text{entalladura} = 53 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	3800
a_p (mm)	21
L (mm)	15600
V_F (mm/s)	300
$T_{mekanizazio}$ (s)	70,66

Taula 17: Entalladuren ebaketa parametroak

2.4.2 Produkzio denbora

Atal honetan ere, 2700/90/T/11200/V1 motako panelen kalkuluak baino ez dira egingo, hau da, mota horretako lau panelen produkzio denbora kalkulatu da. Hala ere, tauletan laburbilduko dira panel mota bakoitzaren produkzio denborak. Amaieran ere, ekoizpen prozesu osoaren denboren taula aztertuko da.

Pieza guztien mekanizazioan jarraitutako eragiketa guztien datuak banan-banan zehaztuta daude II. eranskinean.

2.4.2.1 2700/90/T/11200/V1

$$T_{produkzioa} = T_{konformaketa} + T_{ez-konformaketa} + T_{ez-produktiboa} + T_{preparazio}$$

- $T_{konformaketa}$: mekanizazioak irauten duen denbora da.

Erreminta piezarekin kontaktuan dagoen denbora.

Erreminta bakoitzaren ebaketa parametroen bitartez lortu da. Guzti hauek batu eta panel kopuruarekin biderkatu ondoren,

$$T_{konformaketa} = 4793 \text{ s} = 79,8 \text{ min.}$$

- $T_{ez-konformaketa}$: erremintek hutsean egiten duten mugimendu denborak.
 - Operazioen arteko denborak.
 - Erreminta aldaketa denborak.

Erreminta bakoitzak operazio artean irauten duen denbora neurtuta eta bakoitza zenbat aldiz errepikatzen den ikusita,

$$T_{operazio\ artekoa} = 8788\ s = 146,46\ min.$$

Erreminta aldaketen denborak ere neurtu ondoren eta zenbat aldiz errepikatzen diren ikusi ostean,

$$T_{erreminta\ aldaketa} = 1284\ s = 21,4\ min.$$

$$T_{ez-konformaketa} = 8788 + 1284 = 10072\ s = 167,87\ min$$

- $T_{ez-produktiboa}$: eragiketa ez produktiboetan gastatzen den denbora da, konprobazio, inspekzio, dokumentazio...

 - Konprobazioak
 - Inspekzioak
 - Dokumentazioa begiratzea

Makina hainbat alditan aztertu ondoren lortutako estimazio bat da,

$$T_{ez-produktiboa} = 148 \frac{s}{panel} = 2,47 \frac{min}{panel} * 4panel = 9,88\ min .$$

- $T_{preparazio}$: makinak produkzio egokia izan dezan preparatzen tardatzen den denbora.

Panela mahaian jartzen tardatzen den denbora.

- Panela posizionatzea.
- Elaborazioak ondo daudela konprobatzea.

Operazio batzuen ondoren egin behar diren separazioak eta lotualdiak.

$$T_{mahaian\ jartzea} = 251\ s$$

$$T_{posizionaketa} = 113\ s$$

$$T_{konprobaketa} = 79\ s$$

$$T_{lotualdiak} = 137\ s$$

$$T_{preparazio} = 251 + 113 + 79 + 137 = 580 \frac{s}{panel} = 9,66 \frac{min}{panel} * 4panel = 38,66\ min$$

$$T_{produkzioa} = 4793 + 10072 + 592 + 2320 = 17777\ s = 296,3\ min.$$

	Denbora (min)
$T_{konformaketa}$	79,8
$T_{ez-konformaketa}$	167,87
$T_{ez-produktiboa}$	9,88
$T_{preparazio}$	38,66
GUZTIRA $T_{produkzioa}$	296,3

Taula 18: 2700/90/T/11200/V1 motako panelen produkzio denbora

2.4.2.2 2700/90/T/7500/V1

	Denbora (min)
$T_{konformaketa}$	55,63
$T_{ez-konformaketa}$	123,7
$T_{ez-produktiboa}$	9,87
$T_{preparazio}$	36,33
GUZTIRA $T_{produkzioa}$	225,53

Taula 19: 2700/90/T/7500/V1 motako panelen produkzio denbora

2.4.2.3.2250/90/T/9040/V1

	Denbora (min)
$T_{konformaketa}$	56,6
$T_{ez-konformaketa}$	107,1
$T_{ez-produktiboa}$	19,73
$T_{preparazio}$	82,66
GUZTIRA $T_{produkzioa}$	266,1

Taula 20: 2250/90/T/9040/V1 motako panelen produkzio denbora

2.4.2.4.2250/90/T/9040/V1

	Denbora (min)
$T_{konformaketa}$	10,13
$T_{ez-konformaketa}$	25,9
$T_{ez-produktiboa}$	2,46
$T_{preparazio}$	11,12
GUZTIRA $T_{produkzioa}$	49,63

Taula 21: 2250/90/T/9040/V1 motako panelen produkzio denbora

2.4.2.5. 2250/90/T/10550/V1

	Denbora (min)
$T_{konformaketa}$	31,95
$T_{ez-konformaketa}$	59,73
$T_{ez-produktiboa}$	9,87
$T_{preparazio}$	36,4
GUZTIRA $T_{produkzioa}$	137,95

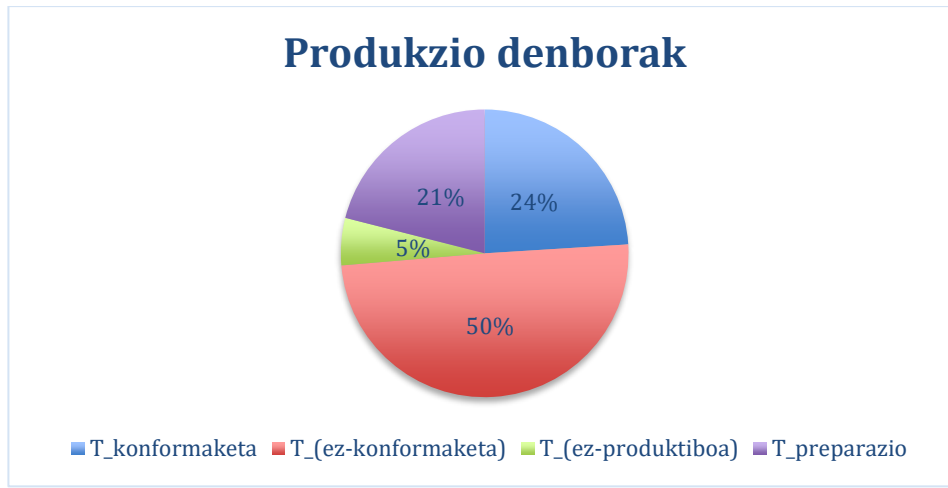
Taula 22: 2250/90/T/10550/V1 motako panelen produkzio denbora

2.4.2.5. Guztira

	Denbora (min)
$T_{konformaketa}$	234,2
$T_{ez-konformaketa}$	484,28
$T_{ez-produktiboa}$	51,8
$T_{preparazio}$	205,18
GUZTIRA $T_{produkzioa}$	975,47

Taula 23: Ekoizpen osoaren produkzio denbora

Horrenbestez, ekoizpenaren denbora totala 975,47 minutukoa da.



Irudia 46: Produktzio denboren grafikoa

2.4.3 Kostuak

Aurreko atalean ekoizpen prozesu osoaren denborak kalkulatu direnez, beronen kostuak kalkulatu dira orain. Ondorengo datu guztiak izanda, zuzenean lortu ahalko dira.

- K_m : makinaren kostua denbora unitateko = 365(€/ordu)
- K_l : langileen kostu zuzena denbora unitateko = 52,5 (€/ordu)
- K_g : gastu orokorrak denbora unitateko = 34,2 (€/ordu)
- K_e : erabilitako erreminten kostua denbora unitateko = 143,1 (€/ordu)
- K_{ez-zuz} : kostu ez zuzenak eta ezustekoak = 27(€/ordu)

$$K_{produktzioa} = K_m + K_l + K_g + K_e + K_{ez-zuz} = 365 + 52,5 + 34,2 + 143,1 + 27$$

$$= 621,8 \text{ (€/ordu)}$$

Ekoizpenak orduko duen kostua kalkulatu, eta panel mota bakoitzaren produktio denborak izanda, hauen kostuak lortzen dira.

Honekin batera, produktio totalaren kostua lortuko da.

	Denbora (min)	$K_{produkzioa}$ (€)
2700/90/T/11200/V1	296,3	3070,6
2700/90/T/7500/V1	225,53	2337,24
2250/90/T/9040/V1	266,1	2757,68
2250/90/T/9040/V1	49,63	514,33
2250/90/T/10550/V1	137,95	1429,62
GUZTIRA	975,51	10109,53 €

Taula 24: Kostuen taula

Horiez gain, pieza brutuak duen kostua ere hartu behar da kontuan, kostu zuzen handiena izango dena dudarik gabe.

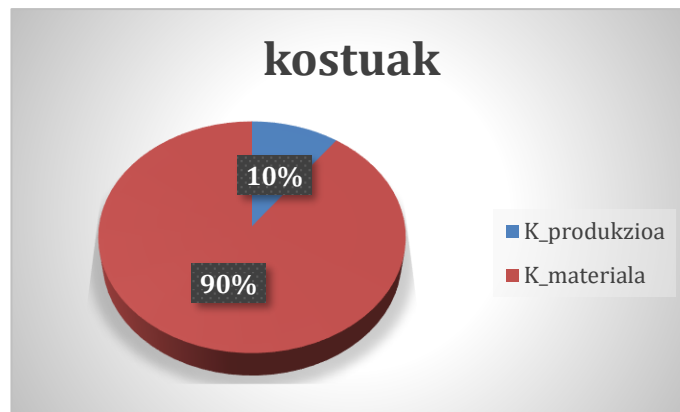
$K_{materiala}$: pieza brutuaren kostua metro karratu bakoitzeko = 175(€/m²)

metro karratu kopurua = 479,9 m²

$$K_{materiala} = 175 \left(\frac{€}{m^2} \right) \times 479,9 m^2 = 83982,5 €$$

Kostu mota	€
$K_{produkzioa}$	10109,53
$K_{materiala}$	83982,5
GUZTIRA	94086,75 €

Taula 25: Kostu guztiaren taula



Irudia 47: Kostuen diagrama

3 PROIEKTUAREN PLANIFIKAZIOA. GANTT-EN DIAGRAMA

Atal honetan, lan hau aurrera eramateko egin den planifikazioaz eta jarraitutako pausuez hitz egingo da. Gainera, proiektua gauzatzeko beharrezkoa izan den denbora aztertuko da, horretarako ekintza bakoitzerako behar izan den denbora grafiko edo faseetan adieraziko da.

Planifikazioa, helburu batzuk betetzeko burutu beharreko ekintza eta pausuen programazio eta estimazioa da. Proiektu bat aurrera eramaterako orduan, oso garrantzitsua da alderdi hau, planifikazio on batek onura asko ekartzen baitizkigu.

Esate baterako, arriskuen analisisan, produktibitate eta efizientzian, lanaren gaineko kontrol eta segimenduan, produkzio prozesuen hobekuntzan aurreko planifikazio arrakastatsuetan oinarrituz, etab.

Gantt-en diagramaren erabiliko da horretarako, bertan ikusten baita proiektu bat nola egin daitekeen. Horretarako, egindako lanak definitzen dira, hau da, hasiera data eta zeregin bakoitza egiteko behar diren egunak.

Hasteko, lan honen programazioan, denboraren zatirik handiena eramango duten lau alderdi nagusiak zehaztu dira. Lehenik eta behin, gure pieza fabrikatzeko erabiliko den materialaren aukeraketa egin da. Horretarako, hainbat pausu jarraitu dira. Ezer baino lehen, piezak duen funtzioa behar bezala bete dezan eta haren bizitza erabilgarrian beragandik espero den portaera izan dezan, honek izan behar dituen propietate eta ezaugarriak aztertu dira. Azken finean, piezaren eskakizunak zein diren ezarri behar dugu. Gero, merkatuan dagoen materialen eskaintza analizatu da, aipaturiko eskakizunak betetzen dituzten haien bila. Horrela, gure egitekorako aproposak izan daitezkeen lau material proposatu dira.

Bukatzeko, hauetako aukera bakoitzaren xehetasunak aztertu ondoren, pieza fabrikatzeko erabiliko dena hautatu da.

Bigarrenik, piezaren mekanizazio prozesu orriaren garapena egin da. Mekanizazio prozesuko eragiketa bakoitza zehazteko erabili diren tresnak aztertu dira eta haiekin trebatu gara, hau da, Sandvik Coromant, Hundegger eta vaifer-en erreminten katalogo fisikoarekin. Honen ostean, aurrekoetan oinarrituz, diren eragiketa bakoitzean erabiliko den erreminta eta berau gauzatzeko beharrezkoak diren ebaketa parametroak zehaztu dira. Horiek denak, II.eranskinean ageri dira. Hori dena egin ondoren, gure helburu nagusia bete da, hau da, gure piezaren mekanizazio prozesu orria egin da, III.eranskinean aurkitzen dena.

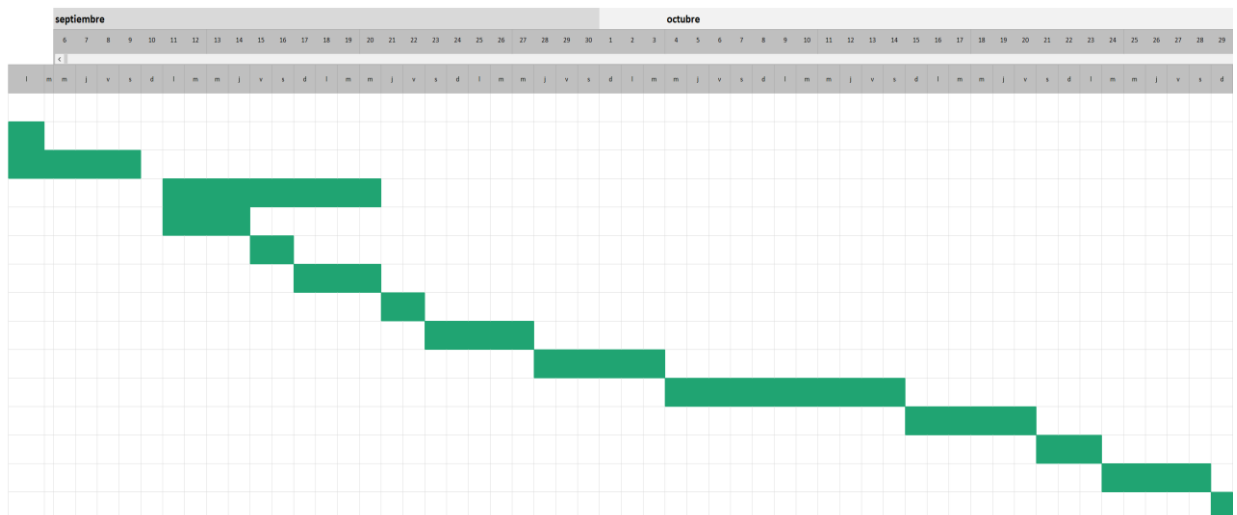
Azkenik, alderdi ekonomikoari erreparatu diogu eta lan hau gauzatzeak dituen kostuak aztertu dira.

EGOIN, S.A.

Proiektuaren hasiera data: 06/09/2021

PROZESUA	KATEGORIA	HASIERA	EGUNAK
Proiektu hasiera	Según lo previsto	06/09/2021	1
proiektuaren planifikazioa	Según lo previsto	06/09/2021	6
MATERIAL AUKERATZEA	Según lo previsto	13/09/2021	10
Material desberdinak aztertzea	Según lo previsto	13/09/2021	4
Materialak proposatzea	Según lo previsto	17/09/2021	2
Material egokiena aukeratzea	Según lo previsto	19/09/2021	4
MAKINA AUKERATZEA	Según lo previsto	23/09/2021	2
ERREMINTAK AZTERTZEA	Según lo previsto	25/09/2021	5
Erreminta etxe desberdinen katalogosk aztertzea	Según lo previsto	30/09/2021	6
EBAKETA PARAMETROAK KALKULATZEA	Según lo previsto	06/10/2021	11
PROZESU ORRIA EGIN	Según lo previsto	17/10/2021	6
AURREKONTUA EGIN	Según lo previsto	23/10/2021	3
DOKUMENTUA EGIN	Según lo previsto	26/10/2021	5
PROIEKTUAREN AMAIERA	Según lo previsto	31/10/2021	1

Taula 26: Gantt-en diagramarako datuak



Irudia 48: Proiektuaren Gantt-en diagrama

4 SEGURITATEA ETA INGURUMEN JASANGARRITASUNA

4.1 SEGURITATEA

Atal honetan, mekanizazio prozesu honen arriskuez eta istripuen prebentzioz hitz egingo da hein handi batean. Honek, Europar Batasuneko , 98737/CE ziurtagiria bete beharko du. Gainera, CE logotipoa eduki beharko du, jatorrizko instrukzio liburuekin eta adostasun ziurtagiriarekin.

4.1.1 Arriskuak

Arriskua sor dezaketen lan-inguruneko baldintzei arrisku faktore esaten zaie eta hauek, lan baldintza kaskarragatik, ingurugiro fisiko-kimikobiologikoagatik, lan antolaketagatik, lan zamagatik edota pertsonen arazo psikologikoen ondorioz sor daitezke.

Argi dago zurean lan egiteak izan dezakeen arrisku nagusienetakoa sua dela. Mekanizazio prozesuan sortzen den zerrautsak edozein txinparten ondorioz sua sortzeko ahalmen oso handia baitu.

Horrez gain, arrisku mekanikoak dira nagusi. Mekanizaketan hainbat operazio daudenez, erremintek talka asko izan ditzakete eta ebakita dauen zur zatiak airera bidaltzeko arriskua dago.

Arrisku elektrikoak ere izan daitezke, kontaktu elektriko batek sor baitdezake deskarga arriskutsua edo martxan jartzean erresistentziek kontaktu erredurak sor ditzake. Arrisku

hidraulikoekin antzeko zerbait gerta daiteke, izan ere, makinan zehar dabilen jariakinaren eskape bat badago kalteak sor ditzazke.

Hala ere, segurtasun neurri faltak sortutako arriskua izaten da ohikoena.

- Mantenu desegokia
- Argizatze desegokia.
- Larrialdiko gelditze bultzagailurik ez egotea.
- Lanerako arropa desegokia.
- Lanerako segurtasun osagarrien falta.

4.1.2 Prebentzio neurriak

Horrenbestez, prebentzio neurriak, makinan integratuak egon behar dira eta ez behin martxan jarrita segurtasun sistemak inplantatzea. Izan ere, segurtasun integratuko planteamendu basikoak dio, makina bat hasieratik egongo behar dela diseinatua arriskuak minimoak izan daitezen, eta ez behin makina eraikita dagoenean segurtasun sistemak ezartzea.

Horregatik, ondorengo seguritate dispositiboak izatea behar beharrezkoa izango da produkzio makina honetan:

- Topeak. Kolpeen aurkako sistema da eta mutur bakoitzean bana izango du. Horrela bere desplazamendua mugatuta izango du.
- Sentsoreak. Makina inguratzen duen perimetro osoa mugimendu sentsoreekin egongo da. Makina martxan dagoen bitartean inor ezingo da hurbildu makinarengandik metro batera. Sentsorea igaroz gero, larrialdiko egoera detektatuko du eta bat-batean geldituko da.
- Makinaren estalkia. Makina inguratzen duen kristal eta altzairuzko karkasa da, eta honek edozein zur zati airera jalkitzea ekidingo du.
- Abiadura mugatzailea. Makinak duen aginte botoi baten bidez beroren abiadura mugatu daiteke.
- Larrialdiko geldiketa. Makinak duen botoi bat da eta hau bultzatuz gero makina geldituko da.

Horrek guztiak ondo funtzionatzen duela ziurtatzeko, errebisio orokorrak, UNE 58919:1995 normaren arabera egin beharko dira.

Errebisio periodikoak ere RD /1215/1997 4.2 artikulua arabera: "Enpresarioa behartuta dago zahartzea jasango duten ekipoei beharrezko konprobaketak eta proba periodikoak egitea,

seguritate eta osasun legedia betetzeko. Gainera, makina batean seguritate arazo bat identifikatu den momentuan, makina horrek konprobaketa gehigarriak jasan beharko ditu.

Periodoa makinaren erabiltze kondizioen arabera izango da eta UNE 58132-5 eta UNE 58144-1:1997 arabera, urtean baten minimo egin beharko da.

Horregatik, DC 98/37/CE Europar Parlamentuak ezarritako zuzentarauak ezartzen duen bezala, makinak CE ziurtagiria izan behar du. Hala ere, elementu guztiek ez dute CE ziurtagiria izan behar, baina bai beharrezkoa dela CE adostasuna edukitzea. Elementu elektrikoek, beste arau batzuegatik 73/23/CEE edo 89/336/CEE ziurtagiria izan dezakete.

Makinak dituen prebentzio neurriez gain, langileak behartuta egongo dira Espainiar estatuko "Ley 31/1995" betetzera, zeinek lanerako errota egokia eta segurtasun osagarriak izatera behartzen duen.

4.2 INGURUMEN JASANGARRITASUNA

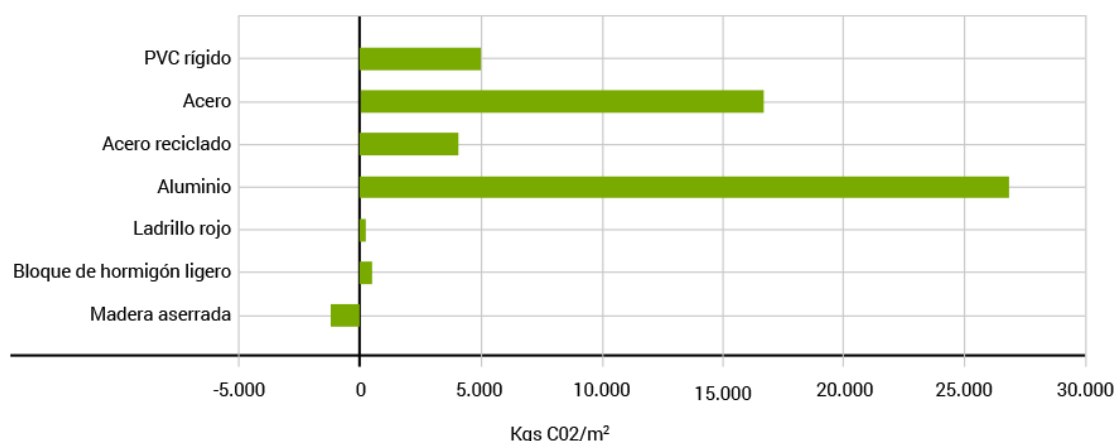
Seguritateaz gain, mekanizazio prozesu honetan jasangarritasuna, kontzientzia ekologikoa eta ingurumenarekiko errespetua dira konpromiso horren zati.

Zura da atmosferako CO₂ gutxitzen emititzen duen eraikuntza-material bakarra, eta, horrela, klima-aldaketa arintzen laguntzen du. Horrek karbono-aztarna txikiena duen eraikuntza-aukera bihurtzen du.

Hormigoia, adreilua eta metala ez bezala, zura material naturala da eta, atera ondoren, behin eta berriz berrerabil daiteke. Gizakiek kontsumitzeko prest daudela bermatzen da, kontsumitu eta arduraz erabiltzen den neurrian.

Zuraren erauzketak eta manufakturak energia gutxiago kontsumitzen dute beste material batzuek baino, eta gehiena iturri berriztagarrietatik lortzen da. Zura, lantzen dugun lehengai, material berrerabilgarria eta birziklagarria da, CO₂-aren hustubide naturala. Ohiko eraikuntza-materialen alternatiba bikaina da, energia gutxiago behar baitu erauzteko, eraldatzeko eta ekoizteko.

Erabiltzen den zura hurbileko basoetatik dator, eta horrek ekoizpen-kostu txikiagoa dakar. Basoak Ziurtatzeko Sistema (PEFC) hornitzen gaituzten basoen kudeaketa jasangarriaren bermea da.



Irudia 49: Eraikuntza mota bakoitzak emititzen duen CO2 kantitatea

5 ONDORIOAK

Lehenik eta behin, materialaren aukeraketari dagokionez, ikusi da egindako merkatuko eskaintzaren analisia zuzena dela. Ondorioz, aurkeztutako materialen proposamena egokia izan da eta eginiko aukeraketaren ondoren, egiaztatu da gure piezak hasiera batean zehaztu ziren baldintzak izango dituela.

Erreminten alderdiari erreparatzen badiogu, konturatzen gara Sandvik Coromant, Hundegger eta Vaifer fabrikatzaileen produktuak erabiltzea erabaki ezin hobea izan dela. Izan ere, gure piezarentzat beharrezkoak izan diren eragiketa guztietarako, produktu paregabeak eskaini dizkigute. Une oro gure eskura izan ditugu katalogo tradizionalak eta gidaliburuak ere nahi beste kontsulta egiteko. Gainera, Vaifer etxeak Euskal Herrian sedea izateak asko laguntzen du erremintaren batean akats edo dudaren bat izanez gero. Izan ere, beraiek eskeintzen duten zerbitzuarekin bat-batean erreminta aldatzeko aukera dago.

Horrez gain, aukeratu den erreminten multzoa eta finkatutako eragiketak aurrera eramateko zehaztutako ebaketa parametroak, egokiak direla ondorioztatzen da.

46. irudian ikusten den bezala, konformaketa prozesua, ekoizpen osoaren %24 baino ez da. Hain zuzen, 234 minutu egongo dira erremintak kontaktuan piezarekin eta 484 minutu eragiketa artean inungo kontaktu gabe. Horrenbestez, aukeratutako erremintei etekin ezin hobea atera zaie, mekanizazio denborak oso murrizak izan baitira.

Produkzio denbora hori optimizatzeak izugarritzko onura ekonomikoak dakartza. Hau, kostuen atalean zehatzago ikusten da, ekoizpen prozesua kostu totalen %10 baino ez baita izan.

Era berean, hasiera batean egindako planifikazioa era nahiko zehatzean bete dira. Gutxi gorabehera, 48.irudian erakutsitako proiektuaren Gantt-en diagramaren denbora epeak bete dira. Horrenbestez, esperotako kostuak beteko dira eta ez da inungo gastu gehigarririk egongo denbora epeei dagokienenez beintzat.

Amaitzeko, ondorio nagusi bezala, esan genezake gure helburu nagusia zen piezaren mekanizazio prozesu orria egitea, behar bezala bete dela. Honez gain, mekanizazio prozesu orria informazioa gordetzeko eta antolatzeko modu trinko, eraginkor eta xumeena dela ondorioztatzen da. Informazioa biltzeko modu trinkoa da, eta, normalizatuta dagoenez, edozein profesionalak ulertzen du bere edukia, eta egin beharreko eragiketak egiteko gai da. Halaber, honek piezaren fabrikazio prozesuaren diseinua optimizatzea baimentzen digu, berau produktiboagoa zein eraginkorragoa bihurtuz, azken produktuaren lehiakortasuna eta kalitatea bermatuz.

6 BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://www.hundegger.com/es-es/>
- [2] http://www.vaifer.com/Productos_Madera_Brocas__Fresas_3-1-4.html
- [3] <https://egoin.com/>
- [4] <https://egoin.com/compromiso-medioambiental/>
- [5] <https://egoin.com/definiciones-de-los-paneles>
- [6] <https://egoin.com/caracteristicas-tecnicas/>
- [7] <https://egoin.com/wp-content/uploads/2017/04/Modo-Operativo-PDF-Egoin.pdf>
- [8] <https://www.sandvik.coromant.com/es-es/pages/default.aspx>
- [9] http://www.ehu.eus/manufacturing/docencia/723_eu.pdf
- [10] [https://www.hundegger.de/fileadmin/Dateien/Download/Werkzeug/WZK
Englisch/WZ-Katalog_en_07-2015.pdf](https://www.hundegger.de/fileadmin/Dateien/Download/Werkzeug/WZK
Englisch/WZ-Katalog_en_07-2015.pdf)

- [11] <http://www.vaifer.com/archivos/pdf/aserraderos.pdf>
- [12] http://www.vaifer.com/archivos/pdf/fresas_mango.pdf
- [13] <https://maderame.com/enciclopedia-madera/pino/>
- [14] <https://maderame.com/enciclopedia-madera/cipres/>
- [15] <https://maderame.com/enciclopedia-madera/alerce/>
- [16] <https://maderame.com/enciclopedia-madera/eucalipto/>
- [17] <https://www.madera21.cl/2757-2/>
- [18] http://www.ehu.eus/manufacturing/docencia/723_eu.pdf
- [19] <https://egoin.com/wp-content/uploads/2017/04/PRONTUARIO-TECNICO-PANELES-CONTRALAMINADOS-CLT.pdf>
- [20] http://www.unizar.es/actualidad/vernoticia_ng.php?id=39609
- [21] <https://www.boe.es/buscar/pdf/1995/BOE-A-1995-24292-consolidado.pdf>
- [22] Problemas mecanizado - Economía del mecanizado.pdf
- [23] Gaia - Mekanizazioaren ekonomia.pdf