

GRADUA: INGENIARITZA MEKANIKOA

GRADU AMAIERAKO LANA

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

II.ERANSKINA- KALKULUAK

Ikaslea: Ormaetxea, Bilbao, Paul

Zuzendaria: Izquierdo, Aramburu, Borja

Ikasturtea: 2020-2021

Data: Bilbon, 2021eko ekainaren 25ean.

AURKIBIDEA

IRUDIEN ZERRENDA.....	3
TAULEN ZERRENDA	4
II.ERANSKINA. KALKULUAK.....	6
LEHENENGO MOTAKO PANELAK: 2700/90/T/11200/V1	7
Lotualdi gabeko operazioak	7
Lotualdiaren ondorengo operazioak	17
PRODUKZIO DENBORA:	19
BIGARREN MOTAKO PANELA: 2700/90/T/7550/V1	20
Lotualdi gabeko operazioak	21
Lotualdi ondorengo operazioak	26
PRODUKZIO DENBORA:	27
HIRUGARREN MOTAKO PANELA: A/90/L/9040/V1	29
Lotualdi gabeko operazioak	29
Lotualdi ondorengo operazioak	32
PRODUKZIO DENBORA:	32
LAUGARREN MOTAKO PANELA: /A/90/L/9040/V1	34
Lotualdi gabeko operazioak	35
Lotualdi ondorengo operazioak	37
PRODUKZIO DENBORA:	38
BOSTGARREN MOTAKO PANELA: /A/90/L/10550/V1	40
Lotualdi gabeko operazioak	40
Lotualdi ondorengo operazioak	43
PRODUKZIO DENBORA:	44
Guztira	46
KOSTUAK:	46

IRUDIEN ZERRENDA

Irudia 1: 2700/90/T/11200/V1 panela.....	7
Irudia 2: Ebaketa perimetrala.....	7
Irudia 3: Zerraren aukeraketa katalogoan.....	8
Irudia 4: 25 x 100-ko puntadun fresaren aukeraketa.....	9
Irudia 5: 40 x 160mm-ko puntadun fresaren aukeraketa katalogoan.....	10
Irudia 6: Kajeren mekanizazioa.....	11
Irudia 7: Leiho txikien mekanizazioa.....	11
Irudia 8: Leiho luzeen kantoien ebaketak.....	12
Irudia 9: Ateen ertzen ebaketak.....	13
Irudia 10: Ateen ebaketak.....	14
Irudia 11. Leiho luzeen ebaketak.....	15
Irudia 12: Piezen separazio ebaketak.....	16
Irudia 13: Aukeratutako fresa zilindrikoa.....	17
Irudia 14: 250 x 23,5-ko fresa zilindrikoa.....	18
Irudia 15: 2700/90/T/7550/V1 panela.....	20
Irudia 16: A/90/L/9040/V1 panela.....	29
Irudia 17: A/90/L/9040/V1 panela.....	34
irudia 18: Erdiko separazio ebaketa.....	35
Irudia 19: A/90/L/10550/V1 panela.....	40

TAULEN ZERRENDA

Taula 1: Ebaketa perimetralaren ebaketa parametroak.....	9
Taula 2: Zuloen ebaketa parametroak.....	10
Taula 3: Kajeren ebaketa parametroak.	11
Taula 4: Leiho txikien ebaketa parametroak.	12
Taula 5:Leiho luzeen ertzen ebaketa parametroak.....	13
Taula 6: Ateen ertzen ebaketa parametroak.....	14
Taula 7: Ateen ebaketa parametroak.	15
Taula 8: Leiho luzeen ebaketa parametroak.....	16
Taula 9: Separazio ebaketen parametroak.	17
Taula 10: Entalladuren ebaketa parametroak.....	18
Taula 11: Lehenengo motako panelen produkzio denborak.....	20
Taula 12: Ebaketa perimetralaren parametroak.....	21
Taula 13: Zuloen ebaketa parametroak.	22
Taula 14: Kajeren ebaketa parametroak.....	22
Taula 15: Leiho txikien ebaketa parametroak.....	23
Taula 16: Leiho zabalen ertzen ebaketa parametroak.	24
Taula 17: Ateen ertzen ebaketa parametroak.	24
Taula 18: Atearen ebaketa parametroak.....	25
Taula 19: Leiho zabalaren ebaketa parametroak.....	26
Taula 20: Separazio ebaketen parametroak.....	26
Taula 21: Etalladuren ebaketa parametroak.	27
Taula 22: Bigarren motako panelen produkzio denborak.....	29
Taula 23: Ebaketa perimetralaren parametroak.....	30
Taula 24: 35-eko zuloen ebaketa parametroak.....	30
Taula 25: 25-eko zuloen ebaketa parametroak.....	31

Taula 26: Separazio ebaketen parametroak.....	31
Taula 27: Entalladuren ebaketa parametroak.....	32
Taula 28: Hirugarren motako panelen produkzio denborak	34
Taula 29: Ebaketa perimetralaren parametroak.....	35
Taula 30. Erdiko separazio ebaketaren parametroak.....	36
Taula 31: 25-eko zuloen ebaketa parametroak.....	36
Taula 32:35-eko zuloen ebaketa parametroak.....	37
Taula 33: separazio ebaketen parametroak.....	37
Taula 34: Entalladuren ebaketa parametroak.....	38
Taula 35: Laugarren motako panelaren produkzio denborak.....	40
Taula 36: Ebaketa perimetralaren parametroak.....	41
Taula 37:25-eko zuloen ebaketa parametroak.....	41
Taula 38: 35-eko zuloen ebaketa parametroak.....	42
Taula 39: Puntadun fresaren ebaketa parametroak.....	42
Taula 40: Separazio ebaketen parametroak.....	43
Taula 41. Entalladuren ebaketa parametroak.....	44
Taula 42: Bostgarren motako panelen produkzio denborak.....	45
Taula 43: ekoizpen osoaren produkzio denbora	46

II.ERANSKINA. KALKULUAK

Dokumentu honetan memorian azaldutako informazioa zehaztuko da. Berton, piezek behar dituzten operazio guztiak azalduko dira banaka. Horretarako behar diren ebaketa parametroak emango dira, makina eta piezen arteko funtzionamendu egokia eman dadin. Operazio bakoitzaren ondoren piezak nola geratu diren ere azalduko da.

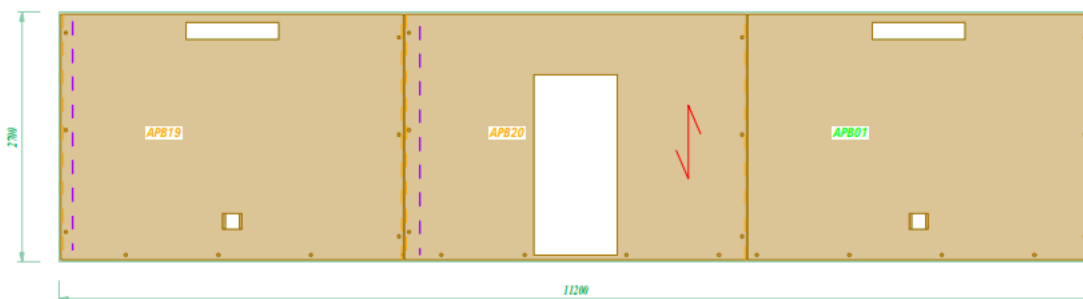
Pieza mekanizatzen hasi aurretik, egingo zaizkion eragiketekin ez dela desplazatuko ziurtatu behar da. Horretarako piezaren tamainan eta batez ere pisuan fijatu behar da. 360kg-ko muga dago ezarrita Egoin enpresako CLT prontuarioaren arabera, beraz, hori baino pisu gutxiago dituzten piezak mekanizazio mahaiari lotu beharko dira.

Guztira 21 panel mekanizatu behar dira eta beraietatik 74 pieza lortzen dira. Panel horietan, mekanizazio operazio asko errepikatu egiten dira, hain zuzen, bost panel mota daude, horregatik panel guztiak banaka kalkulatu eta aztertu beharrean mota bakoitzeko bat egingo da. Ondoren, kalkulu guzti horiek denei aplikatuko zaizkio frabrikazio operazio osoko emaitzak lor daitezten.

Mekanizatu behar diren panelak:

- 4 panel 2700/90/T/11200/V1 motakoak.
 - 4 panel 2700/90/T/7550/V1 motakoak.
 - 8 panel A/90/L/9040/V1 motakoak
 - Panel bakarra A/90/L/9040/V1 motakoa. Aurrekoaren panel brutu berdina da, baina bertatik lortzen diren piezak desberdinak dira.
 - 4 panel A/90/L/10550/V1 motakoak.
-
- A: 2250 mm-ko zabalera duen panel gordina.
 - 90: 90mm-ko lodiera duen panel gordina.
 - L: zuraren fibrak longitudinalki daudela.
 - T: zuraren fibrak zeharka daudela.
 - V1: panelaren aurpegi bat ikusia izango dela.

LEHENENGO MOTAKO PANELAK: 2700/90/T/11200/V1



Iruia 1: 2700/90/T/11200/V1 panela

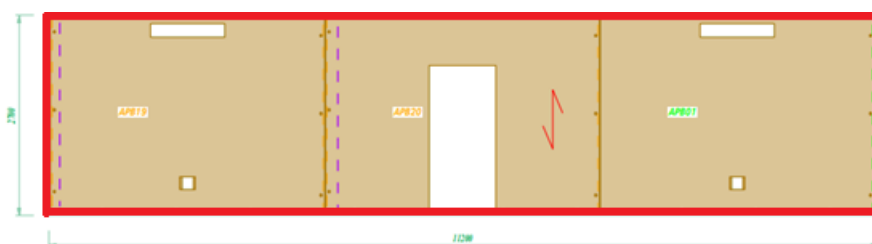
Kasu honetan panel brutua 11metroko luzera eta 1104 kg ditu, horrenbestez ez da lotu beharko. Hori bai, pieza txikiagoetarako dituen separazio ebaketak amaieran burutu beharko dira, beste operazioen ondorioz desplazamendurik izan ez dadin.

Pieza horiek banatu ostean, mekanizazioaren 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 eragiketarako aplikatuko zaizkio.

- Ebaketa perimetrala → zerra



Iruia 2: Ebaketa perimetrala

D mm	B mm	b mm	d mm	NL mm	KN mm	Máquina	Z	Soundstar	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 3: Zerraren aukeraketa katalogoan

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

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

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

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

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

Taula 1: Ebaketa perimetralaren 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 4: 25 x 100-ko puntadun fresaren aukeraketa

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

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

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

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

Taula 2: Zuloen ebaketa parametroak

- Kajeren mekanizazioa → puntadun fresa 40 x 160 mm

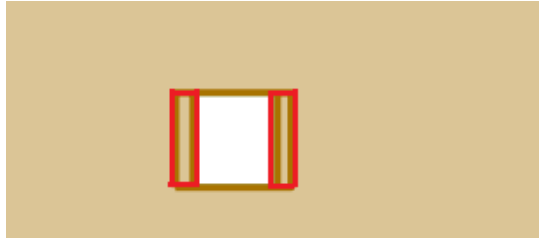
Type	Design	Roughing mill	Finishing cutter	Ø mm	UL mm	OL mm	Shaft Ø mm	K1	K2/ K2-5 K3	Robot Unit	PBA	Speed Cut
K1-WZ-FF-116-00	FHM	X		40	160	235	30	X	X	X	X	on request
KT-WF-345-00	FHM	X		40	120	195	30	X	X	X	X	X
K1-WZ-FF-117-00	FHM	X		30	120	195	30	X	X	X	X	X
KT-WF-127-00	FHM	X		25	55	115	25	X	X	X	X	X
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 5: 40 x 160mm-ko puntadun fresaren aukeraketa katalogoan



Irudia 6: Kajeren mekanizazioa

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.

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

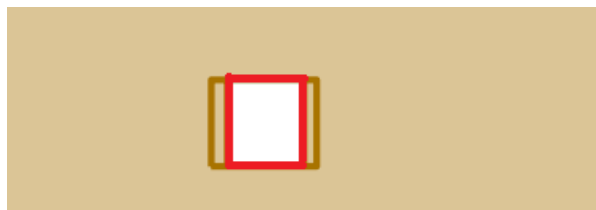
$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{40 \cdot 60}{5500 \cdot 2} = 0,145 \text{ mm/ertz}$$

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

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 3: Kajeren ebaketa parametroak.

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



Irudia 7: Leiho txikien mekanizazioa

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.

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

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

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

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 4: Leiho txikien ebaketa parametroak

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



Irudia 8: Leiho luzeen kantoiaren ebaketak

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.

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

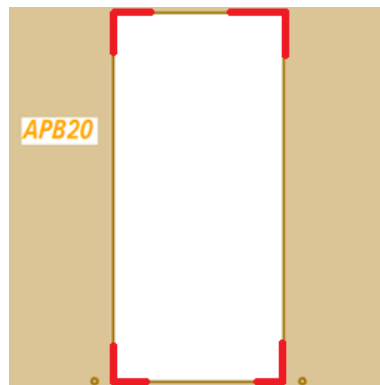
$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{40 \cdot 60}{5500 \cdot Z} = 0,145 \text{ mm/ertz}$$

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

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 5: Leiho luzeen ertzen ebaketa parametroak.

- Ateraren eskinetako ebaketak → puntadun fresa 40 x 160 mm



Irudia 9: 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.

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

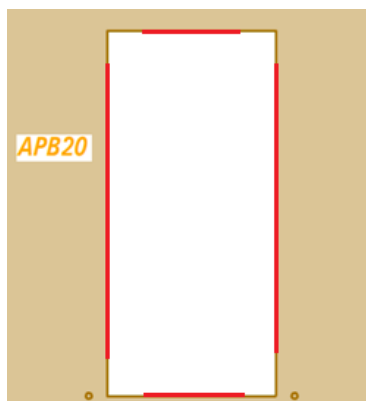
$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{40 \cdot 60}{5500 \cdot Z} = 0,145 \text{ mm/ertz}$$

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

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 6: Ateen ertzen ebaketa parametroak

- Atearen lau ebaketa luzeak → zerra



Irudia 10: Ateen ebaketak

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.

$$a_p = 90mm.$$

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

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

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

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

Taula 7: Ateen ebaketa parametroak

- Leiho luzeen ebaketa luzeak → zerra



Irudia 11. Leiho luzeen ebaketak

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.

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

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

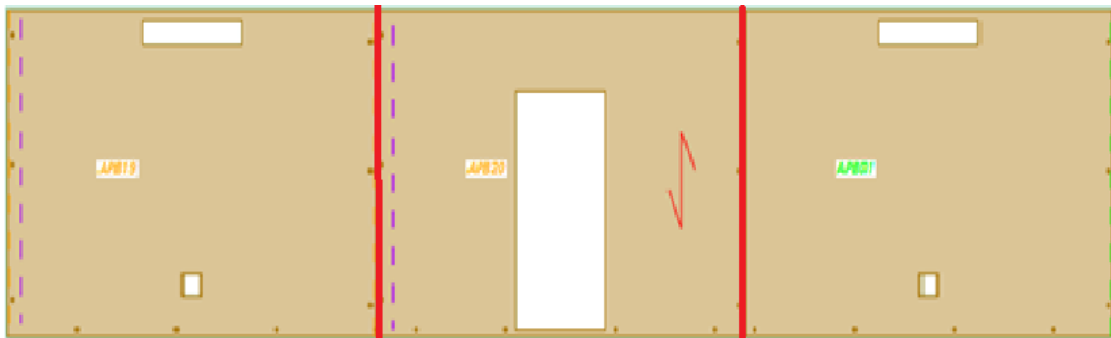
$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{120 \cdot 60}{1500 \cdot z} = 0,048 \text{ mm/ertz}$$

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

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

Taula 8: Leiho luzeen ebaketa parametroak

- Separazio ebaketak → zerra



Irudia 12: Piezen 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 9: Separazio ebaketen parametroak

Lotualdiaren ondorengo operazioak

Hasierako operazio guztiak egin eta gero, hiru piezak 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

<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"/>		R331.32-250Q60M20.50	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 13: Aukeratutako fresa zilindrikoa



Irudia 14: 250 x 23,5-ko fresa zilindrikoa

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

$$a_e = 23,5\text{mm}$$

$$a_p = 21\text{mm}.$$

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

$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{300 \cdot 60}{1500 \cdot 8} = 1,5 \text{ mm/ertz}$$

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

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

Taula 10: Entalladuren ebaketa parametroak

PRODUKZIO DENBORA:

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

$T_{konformaketa}$: 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,

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

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

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

$$T_{ez-konformaketa} = 8788 + 1284 = 10072 \text{ s}$$

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

- Konprobazioak
- Inspektzioak
- Dokumentazioa begiratzea

Makina hainbat alditan aztertu ondoren lortutako estimazio bat da,

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

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

- Panela mahaiari jartzen tardatzen den denbora.
- Panela posizionatzea.
- Elaborazioak ondo daudela konprobatzea.

- Operazio batzuen ondoren egin behar diren separazioak eta lotualdiak.

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

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

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

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

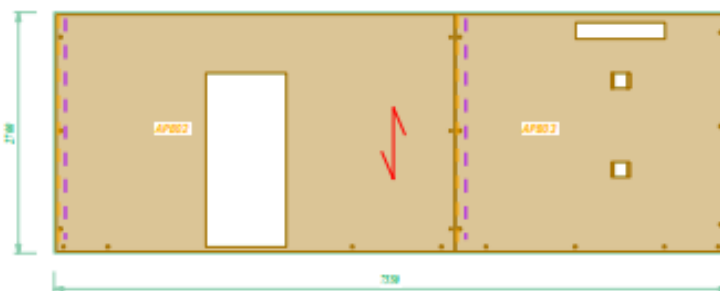
$$T_{preparazio} = 251 + 113 + 79 + 137 = 580 \frac{s}{panel} = 9,66 \frac{min}{panel} * 4panel = 38,66\ min$$

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

	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 11: Lehenengo motako panelen produkzio denborak

BIGARREN MOTAKO PANELA: 2700/90/T/7550/V1



Irudia 15: 2700/90/T/7550/V1 panela.

7550mm-ko luzeradun panela da eta aurrekoaren operazio berdina ditu. Kasu honetan piezen perimetroak aldatzen dira baina barnean dituen operazioak berdina dira. Kajerak, leiho txikiak, leiho zabalak eta atek tamaina berdinekoak baitira.

Kasu honetan panel brutua 7,5 metroko luzera eta 780 kg ditu, horrenbestez ez da lotu beharko. Hori bai, pieza txikiagoetarako dituen separazio ebaketak amaieran burutu beharko dira.

Pieza horiek banatu ostean, mekanizazioaren 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, bi pieza lotu beharko dira.

Lotualdi gabeko operazioak

- Ebaketa perimetrala → zerra

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{20400}{120} = 170 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	20400
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	170

Taula 12: Ebaketa perimetralaren parametroak

- Zuloak 35 → puntadun fresa 25x100mm

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{35}{50} = 0,7 \text{ s} * 18 \text{ zulo} = 12,6 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	6500
a_p (mm)	9
L (mm)	35
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	12,6

Taula 13: Zuloen ebaketa parametroak

- Kajeren mekanizazioa → puntadun fresa 40 x 160mm

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

$$a_e = 30mm$$

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

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

$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{40 \cdot 60}{5500 \cdot 3} = 0,145 \text{ mm/ertz}$$

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

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	5500
a_p (mm)	45 (2 pasada 22,5mm)
L (mm)	174
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	17,4

Taula 14: Kajeren ebaketa parametroak

- Leiho txikien ebaketa → puntadun fresa 40 x 160mm

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

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

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

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

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

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	5500
a_p (mm)	45 (4 pasada 22,5mm)
L (mm)	646
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	64,6

Taula 15: Leiho txikien ebaketa parametroak

- Leiho zabalaren ertzak → puntadun fresa 40 x 160mm

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.

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

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

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

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 16: Leiho zabalen ertzen ebaketa parametroak

- Atearen ertzak → puntadun fresa 40 x 160mm

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

$a_p = 90mm$. 22,5mm-ko lau pasada.

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

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

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

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 17: Ateen ertzen ebaketa parametroak

- Atearen ebaketak → zerra

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.

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

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

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

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

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

Taula 18: Atearen ebaketa parametroak

- Leiho zabalaren ebaketak → zerra

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.

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

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

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

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

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

Taula 19: Leiho zabalaren ebaketa parametroak

- Separazio ebaketak → zerra

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{2700}{120} = 22,5 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	5400
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	22,5

Taula 20: Separazio ebaketen parametroak

Lotualdi ondorengo operazioak

Hasierako operazio guztiak egin eta gero, bi piezak 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 23,5mm-ko fresa zilindrikoa

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

$$a_e = 23,5\text{mm}$$

$$a_p = 21\text{mm}.$$

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{2650}{300} * 4 \text{entalladura} = 35,33 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	3800
a_p (mm)	21
L (mm)	10600
V_F (mm/s)	300
$T_{mekanizazio}$ (s)	35,33

Taula 21: Etalladuren ebaketa parametroak

PRODUKZIO DENBORA:

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

$T_{konformaketa}$: 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,

$$T_{konformaketa} = 3337,9 \text{ s} = 55,63 \text{ min}.$$

$T_{ez-konformaketa}$: 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,

$$T_{operazio\ artekoa} = 6138\ s = 102,3\ min.$$

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

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

$$T_{ez-konformaketa} = 6138 + 1284 = 7422\ s$$

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

- Konprobazioak
- Inspektzioak
- 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.

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

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

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

$$T_{lotualdiak} = 102\ s$$

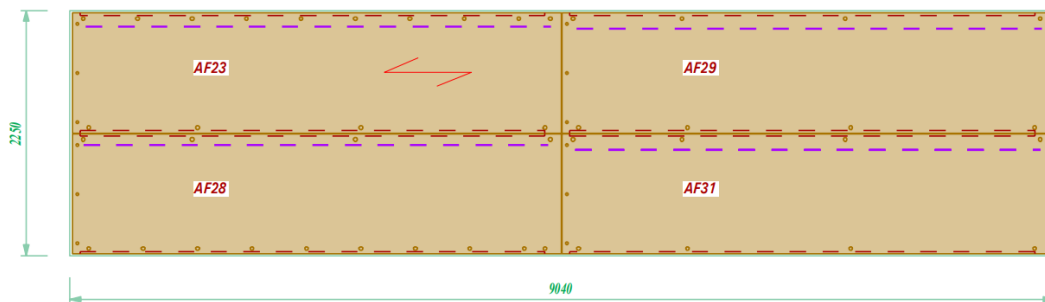
$$T_{preparazio} = 251 + 113 + 79 + 102 = 545 \frac{s}{panel} = 9,08 \frac{min}{panel} * 4panel = 36,33\ min$$

$$T_{produktzioa} = 3337,9 + 7422 + 592 + 2180 = 13531,9\ s = 225,53\ min.$$

	Denbora (min)
$T_{konformaketa}$	55,63
$T_{ez-konformaketa}$	123,7
$T_{ez-produktiboa}$	9,88
$T_{preparazio}$	36,33
GUZTIRA $T_{produktzioa}$	225,53

Taula 22: Bigarren motako panelen produkzio denborak

HIRUGARREN MOTAKO PANELA: A/90/L/9040/V1



Irdia 16: A/90/L/9040/V1 panela

Kasu honetan panel brutua 9metroko luzera eta 960 kg ditu, horrenbestez ez da lotu beharko. Hori bai, pieza txikiagoetarako dituen separazio ebaketak amaieran burutu beharko dira.

Pieza horiek banatu ostean, mekanizazioaren bat faltako da eta kasu horretan beraien pisua 228 kg denez, mekanizazio mahaira lotu beharko da. Beraz, lotualdi bakarria izango du, pieza bakoitzak, hau da, lau pieza lotu beharko dira.

Lotualdi gabeko operazioak

- Lau ebaketa perimetralak → zerra

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{22580}{120} = 188,17 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	22580
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	188,17

Taula 23: Ebaketa perimetralaren parametroak

- Taladrozko zuloak 35 → 25 x100mm-ko puntadun fresa

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{35}{50} = 0,7 \text{ s} * 32 \text{ zulo} = 22,4 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	6500
a_p (mm)	9
L (mm)	35
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	22,4

Taula 24: 35-eko zuloen ebaketa parametroak

- Taladrozko zuloak 25 → 25 x100mm-ko puntadun fresa

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{25}{50} = 0,5 \text{ s} * 12 \text{ zulo} = 6 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	6500
a_p (mm)	9
L (mm)	35
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	6

Taula 25: 25-eko zuloen ebaketa parametroak

- Separazio ebaketak → zerra

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{11290}{120} = 94,1 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	11290
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	94,1

Taula 26: Separazio ebaketen parametroak

Lotualdi ondorengo operazioak

Hasierako operazio guztiak egin eta gero, lau 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.

- Entalladurak banaka alde bietan → 23,5 x 250mm-ko puntadun fresa

Egin beharreko eragiketa: pieza bakoitzari entalladura bat egin behar zaio albo bakoitzean. Luzeran 4270mm eta sakoneran 21mm.

$$a_e = 23,5mm$$

$$a_p = 21mm.$$

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{4270}{300} * 8 \text{ entalladura} = 113,87 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	3800
a_p (mm)	21
L (mm)	34160
V_F (mm/s)	300
$T_{mekanizazio}$ (s)	113,87

Taula 27: Entalladuren ebaketa parametroak

PRODUKZIO DENBORA:

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

$T_{konformaketa}$: 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,

$$T_{konformaketa} = 3396,2 \text{ s} = 56,6 \text{ min.}$$

$T_{ez-konformaketa}$: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,

$$T_{operazio artekoa} = 4464 \text{ s} = 74,4 \text{ min.}$$

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

$$T_{erreminta aldaketa} = 1960 \text{ s} = 32,67 \text{ min.}$$

$$T_{ez-konformaketa} = 4464 + 1960 = 6424 \text{ s}$$

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

- Konprobazioak
- Inspeksioak
- Dokumentazioa begiratzea

Makina hainbat alditan aztertu ondoren lortutako estimazio bat da,

$$T_{ez-produktiboa} = 148 \frac{\text{s}}{\text{panel}} = 2,47 \frac{\text{min}}{\text{panel}} * 8 \text{ panel} = 19,76 \text{ min.}$$

$T_{preparazio}$: 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.

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

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

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

$$T_{lotualdiak} = 177 \text{ s}$$

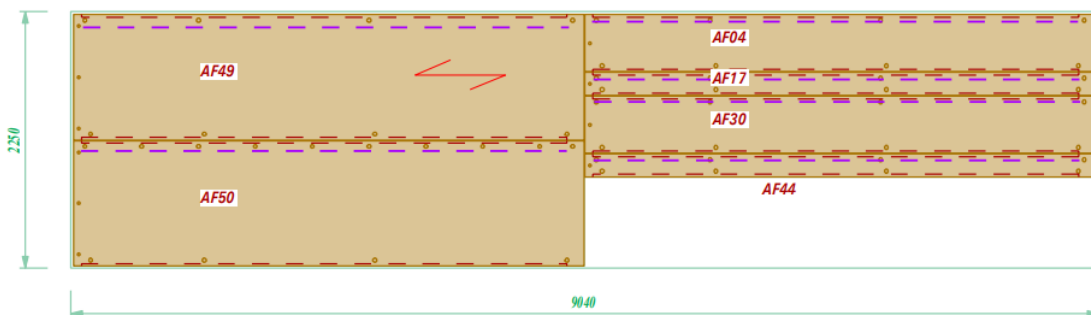
$$T_{preparazio} = 251 + 113 + 79 + 177 = 620 \frac{s}{panel} = 10,33 \frac{min}{panel} * 8panel = 82,87 min$$

$$T_{produkzioa} = 3396,2 + 6424 + 1184 + 4960 = 15964,32s = 266,1min.$$

	Denbora (min)
$T_{konformaketa}$	56,6
$T_{ez-konformaketa}$	107,07
$T_{ez-produktiboa}$	19,76
$T_{preparazio}$	82,87
GUZTIRA $T_{produkzioa}$	266,1

Taula 28: Hirugarren motako panelen produkzio denborak

LAUGARREN MOTAKO PANELA: /A/90/L/9040/V1



Irudia 17: A/90/L/9040/V1 panela

Kasu honetan panel brutua 9metroko luzera eta 960 kg ditu, horrenbestez ez da lotu beharko. Hori bai, pieza txikiagoetarako dituen separazio ebaketak amaieran burutu beharko dira.

Ebaketa guztiek akabera bikaina izan dezaten zerrarekin egin beharko da eta horretarako pieza brutua erditik banatu beharko da, pieza bakoitzerako separazio ebaketen aurretik. Erdiko separazio ostean ere bi piezak lotu beharko dira, pieza txikiagoetara banatzeko ebaketek hauek desplazatu ez dezaten.

Pieza horiek banatu ostean, mekanizazioaren bat faltako da, entalladurak hain zuzen eta kasu horretan beraien pisua 37 eta 228 kg artekoa denez, mekanizazio mahaira lotu beharko dira. Beraz, lotualdi bi izango ditu pieza bakoitzak. Hau da, lehenengo lotualdian bi pieza lotuko dira eta bigarren lotualdian 6 pieza.

Lotualdi gabeko operazioak

- Lau ebaketa perimetralak → zerra

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

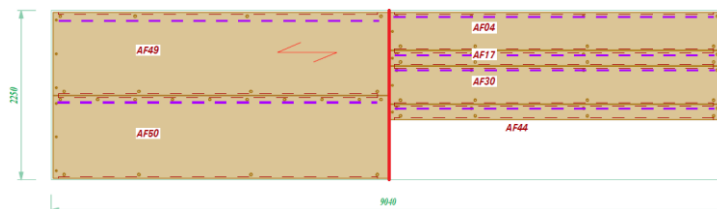
$$F_Z = \frac{V_F}{N Z} = \frac{120 \cdot 60}{1500 \cdot 100} = 0,048 \text{ mm/ertz}$$

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{22580}{120} = 188,17 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	22580
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	188,17

Taula 29: Ebaketa perimetralaren parametroak

- Erdiko separazio ebaketa → zerra



irudia 18: Erdiko separazio ebaketa

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{2250}{120} = 18,75 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	2250
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	18,75

Taula 30. Erdiko separazio ebaketaren parametroak

- Taladrozko zuloak 25 → 25 x 100mm-ko puntadun fresa

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{25}{50} = 0,5 \text{ s} * 10 \text{ zulo} = 5 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	6500
a_p (mm)	9
L (mm)	25
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	5

Taula 31: 25-eko zuloen ebaketa parametroak

- Taladrozko zuloak 35 → 25 x 100mm-ko puntadun fresa

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{35}{50} = 0,7 \text{ s} * 54 \text{ zulo} = 37,8 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	6500
a_p (mm)	9
L (mm)	35
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	37,8

Taula 32: 35-eko zuloen ebaketa parametroak

- Pieza bakoitzaren separazio ebaketa

4490mm luzeradun ebaketak egin beharko dira, bost hain zuzen.

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{22450}{120} = 187,1 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	22450
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	187,1

Taula 33: separazio ebaketen parametroak

Lotualdi ondorengo operazioak

Hasierako operazio guztiak egin eta gero, sei piezak 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 25mm-ko fresa zirkularra

Egin beharreko eragiketa: pieza bakoitzari entalladura bat egin behar zaio albo bakoitzean. Luzeran 4270mm eta sakoneran 21mm.

$$a_e = 25\text{mm}$$

$$a_p = 21\text{mm.}$$

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{4270}{300} * 12 \text{entalladura} = 170,8 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	3800
a_p (mm)	21
L (mm)	51240
V_F (mm/s)	300
$T_{mekanizazio}$ (s)	170,8

Taula 34: Entalladuren ebaketa parametroak

PRODUKZIO DENBORA:

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

$T_{konformaketa}$: 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,

$$T_{konformaketa} = 607,62 \text{ s} = 10,13 \text{ min.}$$

$T_{ez-konformaketa}$: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,

$$T_{operazio\ artekoa} = 575\ s = 9,6\ min.$$

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

$$T_{erreminta\ aldaketa} = 980\ s = 16,33\ min.$$

$$T_{ez-konformaketa} = 575 + 980 = 1555\ s = 25,9\ min.$$

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

- Konprobazioak
- Inspektzioak
- Dokumentazioa begiratzea

Makina hainbat alditan aztertu ondoren lortutako estimazio bat da,

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

$T_{preparazio}$: 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.

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

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

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

$$T_{lotualdiak} = 224\ s$$

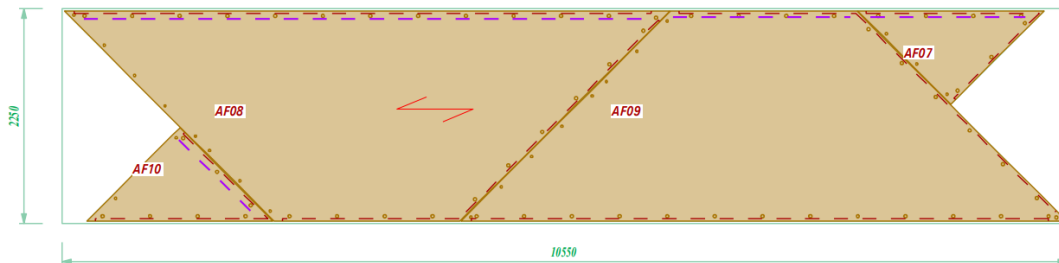
$$T_{preparazio} = 251 + 113 + 79 + 224 = 667\ s = 11,17\ min$$

$$T_{produktzioa} = 607,62 + 1555 + 148 + 667 = 2977,62\ s = 49,63\ min.$$

	Denbora (min)
$T_{konformaketa}$	10,13
$T_{ez-konformaketa}$	25,9
$T_{ez-produktiboa}$	2,47
$T_{preparazio}$	11,17
GUZTIRA $T_{produkzioa}$	49,63

Taula 35: Laugarren motako panelaren produkzio denborak

BOSTGARREN MOTAKO PANELA: /A/90/L/10550/V1



Irudia 19: A/90/L/10550/V1 panela

Kasu honetan panel brutua 10,5 metroko luzera eta 1010 kg ditu, horrenbestez ez da lotu beharko. Hori bai, pieza txikiagoetarako dituen separazio ebaketak amaieran burutu beharko dira.

Pieza horiek banatu ostean, mekanizazioaren bat faltako da eta kasu horretan beraien pisua 445 eta 47 kg-koa denez, mekanizazio mahaira lotu beharko da. Beraz, lotualdi bakarra izango du, pieza bakoitzak, hau da, lau pieza lotu beharko dira.

Lotualdi gabeko operazioak

- Ebaketa perimetrala → zerra

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{21100}{120} = 175,8 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	21100
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	175,8

Taula 36: Ebaketa perimetralaren parametroak

- Taladrozko zuloak 25 → 25 x 100mm-ko puntadun fresa

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{25}{50} = 0,5 \text{ s} * 23 \text{ zulo} = 11,5 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	6500
a_p (mm)	9
L (mm)	25
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	11,5

Taula 37: 25-eko zuloen ebaketa parametroak

- Taladrozko zuloak 35 → 25 x 100mm-ko puntadun fresa

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{35}{50} = 0,7 \text{ s} * 65 \text{ zulo} = 45,5 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	6500
a_p (mm)	9
L (mm)	35
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	45,5

Taula 38: 35-eko zuloen ebaketa parametroak

- Zerra heltzen ez den ebaketak → puntadun fresa 40 x 160mm

Albo bietako pieza txikiak ebakitzeko, zerrak ezingo du ebaketa osoa egin, bestela alboko pieza handiarekin talka egingo luke. Horregatik, zerrak ebaki ezin dituen 286,18mm-ak puntadun fresarekin burutuko da, akabera ona mantentzeko.

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

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{286,18}{40} * 4\text{pasada} * 2\text{alde} = 57,236 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	5500
a_p (mm)	90 (4 pasada 22,5 mm)
L (mm)	572,36
V_F (mm/s)	50
$T_{mekanizazio}$ (s)	57,236

Taula 39: Puntadun fresaren ebaketa parametroak

- Separazio ebaketak → zerra

Bi ebaketa labur $L = 1093\text{mm}$ -koak eta hiru luze $L = 3111\text{mm}$ -koak egin behar dira.

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{11519}{120} = 96 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	1500
a_p (mm)	90
L (mm)	11519
V_F (mm/s)	120
$T_{mekanizazio}$ (s)	96

Taula 40: Separazio ebaketen parametroak

Lotualdi ondorengo operazioak

Hasierako operazio guztiak egin eta gero, lau 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 23,5mm-ko fresa zilindrikoa

Pieza txikiak bi entalladura dituzte, 1287 eta 1862mm-koak.

Pieza handiek hiru entalladura dituzte 1830, 2950, 6051,4 mm-koak.

Sakonera denek izango dute 21mm.

$$a_e = 23,5\text{mm}$$

$$a_p = 21\text{mm}.$$

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

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

$$T = \frac{L}{V_F} = \frac{27960,8}{300} = 93,2 \text{ s}$$

EBAKETA PARAMETROAK	
N (rpm)	3800
a_p (mm)	21
L (mm)	27960,8
V_F (mm/s)	300
$T_{mekanizazio}$ (s)	93,2

Taula 41. Entalladuren ebaketa parametroak

PRODUKZIO DENBORA:

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

$T_{konformaketa}$: 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,

$$T_{konformaketa} = 1916,8 \text{ s} = 31,95 \text{ min.}$$

$T_{ez-konformaketa}$: 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,

$$T_{operazio artekoa} = 2300 \text{ s} = 38,33 \text{ min.}$$

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

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

$$T_{ez-konformaketa} = 2300 + 1284 = 3584 \text{ s}$$

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

- Konprobazioak
- Inspezioak
- Dokumentazioa begiratzea

Makina hainbat alditan aztertu ondoren lortutako estimazio bat da,

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

$T_{preparazio}$: 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.

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

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

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

$$T_{lotualdiak} = 103 \text{ s}$$

$$T_{preparazio} = 251 + 113 + 79 + 103 = 546 \frac{\text{s}}{\text{panel}} = 9,66 \frac{\text{min}}{\text{panel}} * 4\text{panel} = 36,4 \text{ min.}$$

$$T_{produkzioa} = 1916,8 + 3584 + 592 + 2184 = 8276,8 \text{ s} = 137,94 \text{ min.}$$

	Denbora (min)
$T_{konformaketa}$	31,95
$T_{ez-konformaketa}$	59,73
$T_{ez-produktiboa}$	9,88
$T_{preparazio}$	36,4
GUZTIRA $T_{produkzioa}$	137,94

Taula 42: Bostgarren motako panelen produkzio denborak

Guztira

$$T_{konformaketa} = 4793 + 3337,9 + 3396,32 + 607,62 + 1916,8 = 14051,64 \text{ s} = 234,2 \text{ min} \\ = 3,9 \text{ ordu}$$

$$T_{ez-konformaketa} = 10072 + 7422 + 6424 + 1555 + 3584 = 29057 \text{ s} = 484,28 \text{ min} \\ = 8,07 \text{ ordu}$$

$$T_{ez-produktiboa} = 592 + 592 + 1184 + 148 + 592 = 3108 \text{ s} = 51,8 \text{ min} = 0,86 \text{ ordu}$$

$$T_{preparazio} = 2320 + 2180 + 4960 + 667 + 2184 = 12311 \text{ s} = 205,18 \text{ min} = 3,42 \text{ ordu}$$

$$T_{produkzioa} = 296,28 + 225,53 + 266,1 + 49,62 + 137,94 = 975,47 \text{ min} = 16,25 \text{ ordu.}$$

	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 43: Ekoizpen osoaren produkzio denbora

KOSTUAK:

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

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

$$= 621,8 \text{ (€/ordu)}$$

$$T_{produkzioa} = 16,25 \text{ ordu}$$

$$K_{produkzioa} = 16,25 \text{ ordu} \times 621,8 \left(\frac{\text{€}}{\text{ordu}} \right) = 10104,25 \text{ €}$$

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

$$K_{materiala}: \text{pieza brutuaren kostua metro karratu bakoitzeko} = 175 \text{ (€/m}^2\text{)}$$

Erabiliko den material gordina:

- 4 panel 20,4 m²-koak
- 4 panel 30,2 m²-koak
- 4 panel 23,7 m²-koak
- 9 panel 20,3 m²-koak

$$\text{metro karratu kopurua} = (4 \times 20,4) + (4 \times 30,2) + (4 \times 23,7) + (9 \times 20,3)$$

$$= 479,9 \text{ m}^2$$

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

$$K_{osoa} = K_{produkzioa} + K_{materiala} = 94086,75 \text{ €}$$